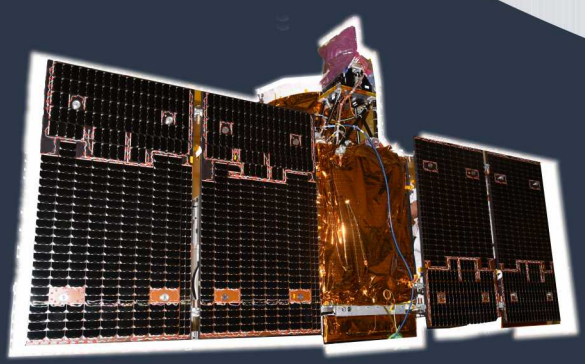
इसरो isro

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी 2017

TECHNICAL SEMINAR IN HINDI

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास



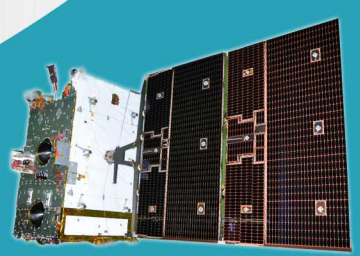


लेख संग्रह Proceedings

राजभाषा सत्र

इसरो में राजभाषा का प्रयोग :
चुनौतियाँ एवं समाधान





07 जुलाई 2017

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र

Space Applications Centre

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन Indian Space Research Organisation

अहमदाबाद Ahmedabad

हिन्दी तकनीकी संगोष्ठी - 2017

07 जुलाई 2017

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास

राजभाषा सत्र

इसरो में राजभाषा का प्रयोगः
चुनौतियाँ एवं समाधान

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन
अहमदाबाद

अनुक्रमणिका

ISBN:9789382760276



कॉपीराइट © अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद

ISBN:9789382760276

आ. सी. किरण कुमार
A. S. Kiran Kumar

सत्यमेव जयते
भारत सरकार
GOVERNMENT OF INDIA

अध्यक्ष, अंतरिक्ष आयोग
व
सचिव, अन्तरिक्ष विभाग
Chairman, Space Commission
&
Secretary, Department of Space

संदेश



भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन/ अंतरिक्ष विभाग अपने व्यस्ततम तकनीकी और वैज्ञानिक कार्यक्रमों के बीच राजभाषा संबंधी अपने संवैधानिक दायित्यों का निर्वहन बखूबी करता रहा है। जिसके परिणामस्वरूप भारत सरकार की ओर से अंतरिक्ष विभाग को राजभाषा कीर्ति पुरस्कार भी प्रदान किया गया। मुझे यह जानकर बहुत प्रसन्नता हुई कि अंतरिक्ष उपयोग केंद्र को भी पश्चिम क्षेत्र के कार्यालयों में सर्वश्रेष्ठ राजभाषा कार्यान्वयन के लिए भारत सरकार की ओर से 30 जनवरी 2017 को क्षेत्रीय राजभाषा पुरस्कार (प्रथम स्थान) से सम्मानित किया गया है। सैक नीतभार प्रणालियों और अंतरिक्ष आधारित अनुप्रयोगों के डिजाइन, विकास एवं निर्माण के साथ राजभाषा कार्यान्वयन के क्षेत्र में भी संगठन का एक अग्रणी केंद्र है।

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) और विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) में हर वर्ष की भाँति इस वर्ष भी 06 जुलाई 2017 को हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा हैं। मुझे आशा है संगोष्ठी का विषय "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास" भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन विशेषकर सैक के नवीनतम अनुसंधान और विकास से संबंधित कार्यों पर प्रकाश डालेगा। संगोष्ठी के दौरान प्रतिभागियों को हिंदी में स्वदेशी रूप से विकसित नवीनतम प्रौद्योगिकी और अनुप्रयोगों पर चर्चा करने का अवसर प्राप्त होगा। तकनीकी संगोष्ठी के अंतर्गत ही रखे गए राजभाषा सत्र का विषय "इसरो में राजभाषा का प्रयोगः चुनौतियाँ और समाधान" संगठन में हिंदी के प्रचार प्रसार के लिए किए जा रहे नित नवीन प्रयोग, सफलताओं और चुनौतियों पर परिचर्चा करने अवसर प्रदान करेगा।

मैं जानता हूँ कि लेखन एक श्रमसाध्य कार्य है, विशेषकर तकनीकी विषयों पर हिंदी में लेखनी चलाना आसान नहीं होता, फिर भी केंद्र के जिन वैज्ञानिकों और अभियंताओं ने अपने मूल कार्यों से समय निकालकर संगोष्ठी में लेख प्रस्तुत किए हैं वे सभी निश्चित रूप से बधाई के पात्र हैं। मैं लेख प्रस्तोताओं, संगोष्ठी आयोजन समिति तथा इस भागीरथ कार्य से जुड़े हर व्यक्ति को सफल आयोजन के लिए हार्दिक शुभकामनाएं देता हूँ।

आ सी किरण कुमार
(आ.सी. किरण कुमार)

अन्तरिक्ष भवन, न्यू बी ई एल रोड, बेंगलूर – 560 231. भारत
दूरभाष : +91-80-2341 5241, 2217 2333 • फैक्स : +91-80-2341 5328, 2351 8551
Antariksh Bhavan, New BEL Road, Bangalore - 560 231, India.
Telephone : +91-80-2341 5241, 2217 2333 • Fax : +91-80-2341 5328, 2351 8551 • e-mail : chairman@isro.gov.in

भारत सरकार
अन्तरिक्ष विभाग
अन्तरिक्ष भवन, न्यू बी ई एल रोड
बेंगलूर – 560094. भारत
दूरभाष : 080 - 23415474 तार : स्पेस
फैक्स : 080 - 23412388 / 23416770

सत्यमेव जयते

GOVERNMENT OF INDIA
DEPARTMENT OF SPACE
Antariksh Bhavan, New BEL Road,
Bangalore - 560 094, INDIA.
Phone : 080 - 2341 5474 GRAMS : SPACE
Fax : 080- 2341 2388 / 2341 6770

एस. कुमारास्वामी
संयुक्तसचिव, अंतरिक्ष विभाग/
अध्यक्ष, विभागीय राजभाषा कार्यान्वयन समिति

संदेश



अंतरिक्ष उपयोग केंद्र/विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट में राजभाषा कार्यान्वयन के लिए बहुत ही उत्साहजनक और अन्य केंद्रों के लिए प्रेरणास्पद वातावरण रहता है।पिछड़े और ग्रामीण इलाकों में स्कूली छात्रों के लिए हिंदी में "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की झलकियाँ" जैसे कार्यक्रम केंद्र द्वारा आयोजित किया जाना भी हिंदी प्रसार के क्षेत्र में अनूठी पहल है। देखने में आया है कि विभाग के निर्देश पर किए जाने वाले राजभाषा संबंधी निरीक्षणों के दौरान केंद्र की काफी सराहना भी की जाती है। मुझे यह जानकर खुशी हुई कि 30 जनवरी 2017 को राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय की ओर से पश्चिम क्षेत्र के कार्यालयों की श्रेणी में सैक को क्षेत्रीय राजभाषा पुरस्कार (प्रथम स्थान) से सम्मानित किया गया।

मुझे यह जानकर बहुत प्रसन्नता है कि अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) और विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट (डेक्यू) द्वारा 06 जुलाई 2017 को हिन्दी तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन होने जा रहा है। संगोष्ठी का विषय ***'भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास'*** रखा गया है और इस संगोष्ठी के अंतर्गत ***'इसरो में राजभाषा का प्रयोग चुनौतियाँ और समाधान'*** विषय पर एक राजभाषा सत्र भी रखा गया है। तकनीकी और राजभाषा दोनों ही सत्रों के लिए प्रासंगिक एवं अर्थपूर्ण विषयों का चुनाव किया गया है। मुझे बताया गया है कि संगोष्ठी में 50 से भी अधिक आलेख प्राप्त हुए हैं, तकनीकी लेखन के लिए इस प्रकार का उत्साहजनक माहौल संगोष्ठी की लोकप्रियता और सफलता का परिचायक है।

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी के सार्थक एवं सफल आयोजन के लिए हार्दिक शुभकामनाएं।

कुमारास्वामी
(एस. कुमारास्वामी)

भारत सरकार GOVERNMENT OF INDIA
अंतरिक्ष विभाग DEPARTMENT OF SPACE
अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र
SPACE APPLICATIONS CENTRE
अहमदाबाद AHMEDABAD - 380 015
(भारत) (INDIA)
दूरभाष PHONE : +91-79-26913344, 26928401
फैक्स/FAX : +91-79-26915843
ईमेल e-mail : director@sac.isro.gov.in



तपन मिश्रा
निदेशक/
अध्यक्ष, राजभाषा कार्यान्वयन समिति

संदेश

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) की भूमिका उपग्रह नीतभारों के रूप में उपयोग में लाई जाने वाली जटिल प्रणालियों, उप प्रणालियों आदि की अभिकल्पना, विकास एवं निर्माण तक ही सीमित नहीं है, यहाँ पर अंतरिक्ष आधारित अनुप्रयोगों के अनुसंधान एवं विकास के क्षेत्र में गहन कार्य किए जाते हैं, जिससे राष्ट्र और नागरिक अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का सीधा लाभ उठा सकें। राष्ट्रीय विकास और आम आदमी की समस्याओं को सुलझाने में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी सार्थक भूमिका निभा सकती है इस धारणा के साथ डॉ. विक्रम ए साराभाई ने भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की नींव रखी थी। उन्होंने विकास प्रक्रिया में आधुनिक विज्ञान के उपयोग में जबरदस्त क्षमता के दर्शन किए।

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम ने टेलीविजन प्रसारण, दूरसंचार और मौसम संबंधी अनुप्रयोगों के लिए संचार उपग्रहों, प्राकृतिक संसाधनों के प्रबंधन के लिए दूरसंवेदी उपग्रहों के निर्माण एवं प्रमोचन के लिए आत्म निर्भरता और क्षमता विकसित करने पर ध्यान केंद्रित किया। इस प्रकार भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम ने देश में अंतरिक्ष गतिविधियां शुरू की। इसरो की गतिविधियों का केंद्र भारत की आम जनता के हित में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का दोहन और अंतरिक्ष आधारित अनुप्रयोगों से लाभान्वित करना है।

आम नागरिकों की भाषा राजभाषा हिंदी भी इसरो और जनता को जोड़ने के लिए पुल की भूमिका निभाती है, इस दिशा में भी केंद्र के प्रयास अनवरत जारी हैं। प्रतिवर्ष तकनीकी हिंदी संगोष्ठी का आयोजन इन प्रयासों की एक कड़ी है। इस प्रकार की संगोष्ठियों के माध्यम से अंतरिक्ष तकनीकी और अनुप्रयोगों में हुए नवीनतम विकास को जन साधारण की भाषा में पुस्तकाकार प्रकाशित किया जाता है और परिचर्चा की जाती है। इस वर्ष भी "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास" विषय पर केंद्र द्वारा 07 जुलाई 2017 को हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है, साथ ही "इसरो में राजभाषा का प्रयोगः चुनौतियाँ और समाधान" विषय पर राजभाषा सत्र भी रखा गया है। मुझे विश्वास है कि संगोष्ठी में नवीनतम विकास एवं अनुसंधानों पर सार्थक चर्चा होगी और राजभाषा के प्रसार के लिए सकारात्मक वातावरण तैयार करने की दिशा में हम एक कदम और आगे बढ़ेंगे।

संगोष्ठी के सफल आयोजन के लिए कई दिनों से काफी मेहनत की गई है और लेखकों द्वारा भी हिंदी में स्तरीय मौलिक लेख प्रस्तुत किए हैं। लेखक और आयोजक, सभी बधाई के पात्र हैं। संगोष्ठी के सफल आयोजन के लिए हार्दिक शुभकामनाएं।

तपन मिश्रा

(तपन मिश्रा)

मुख्य संरक्षक
श्री तपन मिश्रा
निदेशक, सैक

संगोष्ठी आयोजन समिति

अध्यक्ष
श्री डी के दास
सह निदेशक, सैक

सह-अध्यक्ष
श्री पीयूष वर्मा भा.दू.से.
नियंत्रक, सैक

सदस्य
डॉ. राजकुमार
उप निदेशक – ईपीएसए

श्री विकास पटेल
ग्रुप प्रधान- पीपीजी, सैक

श्री राजेश खंडेलवाल
ग्रुप निदेशक-पीपीईजी, डेकू

श्री सी.एन. लाल
प्रधान-पीएंडपीआर

श्रीमती हर्षिता तोलानी
वैज्ञा/अभि-एसई

श्रीमती रचना पटनायक
प्रधान
पुस्तकालय एवं प्रलेखन प्रभाग

श्री सतीश कुमार पांडेय
वरिष्ठ प्रधान- क्रय एवं भंडार

श्री के. सुरेश
प्रधान - का.एवं सा.प्र.

श्री रत्नेश कुमार
प्रधान – लेखा एवं आविस

सदस्य सचिव
श्रीमती नीलू सेठ
वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी

दीपक कुमार दास,
अध्यक्ष, संगोष्ठी आयोजन समिति /
सह निदेशक – अंतरिक्ष उपयोग केंद्र



संदेश

अंतरिक्ष विभाग/ भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के सभी केंद्र तथा यूनिट प्रतिवर्ष हिंदी में तकनीकी संगोष्ठियों का आयोजन करते हैं। हिंदी तकनीकी संगोष्ठी के आयोजन की यह परंपरा वर्ष 1986 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र द्वारा शुरू की गई थी। आज भी केंद्र में हिंदी तकनीकी संगोष्ठी के लिए अपूर्व उत्साह देखने को मिलता है। मैंने अनुभव किया है कि समय के साथ-साथ संगोष्ठी में प्रस्तुत किए जाने वाले लेखों में गुणात्मक और मात्रात्मक सुधार हुआ है।

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र द्वारा 07 जुलाई 2017 को "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास" विषय पर हिंदी में तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है। इस तकनीकी संगोष्ठी के अंतर्गत राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय की पहल और अंतरिक्ष विभाग के निर्देश पर राजभाषा के लिए भी एक सत्र रखा जा रहा है। राजभाषा सत्र के अंतर्गत "इसरो में राजभाषा का ओर से उत्साहजनक प्रतिसाद मिला और निर्धारित तिथि तक दोनों ही विषयों पर अच्छी संख्या में लेख प्राप्त हुए। आयोजन समिति सभी लेखकों के श्रम और लेखनी का सम्मान करती है।

हरित पहल को बढ़ावा देते हुए संगोष्ठी के लिए अलग से वेबसाइट बनाई गई और लेखों की प्राप्ति, मूल्यांकन, संशोधन, आदि सभी प्रक्रिया ऑनलाइन संपन्न की गई है। संगोष्ठी में स्वीकृत सभी लेख इस लेख-संग्रह में प्रकाशित किए जा रहे हैं। लेखों के प्रकाशन के लिए मूल्यांकन समिति और प्रलेख समिति ने काफी श्रम किया है। संगोष्ठी के सुव्यवस्थित एवं सफल आयोजन के लिए सुप्रचालन समिति की भूमिका भी महत्वपूर्ण रही है।

नवीनतम ज्ञान-विज्ञान पर हिंदी में लिखे गए शोधपूर्ण और ज्ञानवर्धक लेखों का यह अनुपम संग्रह है। आशा है कि अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी पर हिंदी में नवीनतम जानकारी से परिपूर्ण यह लेख-संग्रह हिंदी भाषा में एक उपयोगी और महत्वपूर्ण दस्तावेज सिद्ध होगा। मेरी यह भावना है कि सभी का श्रम फलीभूत हो और संगोष्ठी सफलता का कीर्तिमान स्थापित करे।

(दीपक कुमार दास)

अनुक्रमणिका

भारत सरकार GOVERNMENT OF INDIA
अंतरिक्ष विभाग DEPARTMENT OF SPACE
अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र
SPACE APPLICATIONS CENTRE
अहमदाबाद AHMEDABAD - 380 015
(भारत) (INDIA)
दूरभाष PHONE : +91-79-26913315, 26928403
फैक्स/FAX : +91-79-26915844
e-mail : controller@sac.isro.gov.in



पीयूष वर्मा भा.दू.से.
नियंत्रक, सैक/
सह अध्यक्ष, संगोष्ठी आयोजन समिति

संदेश

संघ सरकार की राजभाषा हिंदी है और संवैधानिक व्यवस्था के अनुसार केंद्रीय सरकार को यह उत्तरदायित्व सौंपा गया है कि वह राजभाषा हिंदी के विकास एवं प्रचार-प्रसार के लिए सार्थक प्रयास करे। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अंतरिक्ष विभाग/इसरो के अंतर्गत केंद्रीय सरकार का कार्यालय है और अपने संवैधानिक उत्तरदायित्वों के अनुरूप राजभाषा नीति के अनुपालन की दिशा में अपनी भूमिका बखूबी निभा रहा है। केंद्र द्वारा प्रशासनिक क्षेत्र के साथ-साथ तकनीकी क्षेत्र में किए जा रहे राजभाषा के प्रगामी प्रयोगों की संसदीय समिति, राजभाषा विभाग और समय-समय पर होने वाले निरीक्षणों के दौरान विभिन्न निरीक्षण अधिकारी सराहना करते रहे हैं। नराकास स्तर पर सर्वश्रेष्ठ राजभाषा कार्यान्वयन के लिए केंद्र को अनेक बार पुरस्कृत किया जाता रहा है, किंतु इस वर्ष राजभाषा विभाग ने भी केंद्र को क्षेत्रीय राजभाषा पुरस्कार (प्रथम स्थान) प्रदान कर हमारे प्रयासों को मान्यता दी है।

राजभाषा के प्रचार-प्रसार की कड़ी में केंद्र द्वारा प्रतिवर्ष आयोजित की जाने वाली हिंदी तकनीकी संगोष्ठी विशिष्ट स्थान रखती है। इस वर्ष 07 जुलाई 2017 को "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास" विषय पर एक दिवसीय हिंदी संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है। राजभाषा विभाग के प्रस्ताव के अनुसार अंतरिक्ष विभाग के निर्देश पर इस तकनीकी संगोष्ठी में "इसरो में राजभाषा का प्रयोगः चुनौतियाँ और समाधान" विषय पर एक राजभाषा सत्र भी शामिल किया गया है। संगोष्ठी के प्रति उत्साह का परिचय देते हुए केंद्र के वैज्ञानिक/अभियंताओं एवं अन्य अधिकारी/कर्मचारियों ने बड़ी संख्या में लेख दिए हैं। इन लेखों में से 50 लेख संगोष्ठी में प्रस्तुत करने के लिए चुने गए हैं, जिन्हें पुस्तकाकार भी लेख-संग्रह के रूप में प्रकाशित किया जा रहा है। इस संगोष्ठी में हमने यह विशेष प्रयास किया है कि 'ग' क्षेत्र के हिंदीतर भाषा वर्ग के कर्मचारी अधिक संख्या में लेख प्रस्तुत करें।

संगोष्ठी की सफलता सामूहिक और एकनिष्ठ प्रयासों से सुनिश्चित होती है, मैंने अनुभव किया है संगोष्ठी आयोजन समिति और विभिन्न उप समितियाँ संगोष्ठी के सुफल एवं सफल आयोजन के लिए कटिबद्ध हैं। सभी को मेरी ओर से हार्दिक शुभकामनाएं।

(पीयूष वर्मा भा.प्र.से.)

अनुक्रमणिका

संदेश

श्रीमती सरला
संयुक्त निदेशक (रा.भा.), अं.वि.



भारत सरकार की सदैव से ही यह नीति रही है कि राजभाषा हिन्दी के माध्यम से जन-साधारण के साथ संवाद बनाए रखा जाए। ज्ञान-विज्ञान के क्षेत्र में हो रहे नवीनतम अनुसंधान और विकास कार्यों के बारे में जागरूकता बढ़ाने और आत्मनिर्भरता की भावना पैदा करने में राजभाषा की भूमिका को नकारा नहीं जा सकता। अंतरिक्ष विभाग/इसरो इस दिशा में स्वयं और अपने केंद्र/यूनिटों के माध्यम से मौलिक हिंदी लेखन के लिए ""विक्रम साराभाई मौलिक पुस्तक लेखन योजना", हिंदी पत्र-पत्रिकाओं का प्रकाशन, वेबसाइटों का द्विभाषीकरण, अंतरिक्ष कार्यक्रम और परियोजनाओं पर आधारित प्रचार सामग्री का द्विभाषी में प्रकाशन, हिंदी तकनीकी संगोष्ठियों का आयोजन, आदि जैसी अनेक गतिविधियाँ संचालित करता है, जिनकी संसदीय राजभाषा समिति तथा संयुक्त सलाहकार समिति द्वारा खूब सराहना की जाती रही है।

वर्ष 1986 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद द्वारा पहली बार विभाग में हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया गया था। तब से विभाग के विभिन्न केंद्र/यूनिटों द्वारा ऐसी कई संगोष्ठियों का आयोजन किया जा चुका है और वर्तमान में भी उसी उत्साह और जोश के साथ सार्थक एवं सफल संगोष्ठियों का आयोजन किया जा रहा है।

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र/ विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) द्वारा आयोजित की जा रही हिंदी तकनीकी संगोष्ठी - 2017 का विषय "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास" रखा गया है। साथ ही, संगोष्ठी के अंतर्गत ही राजभाषा सत्र का विषय ""इसरो में राजभाषा का प्रयोगः चुनौतियाँ और समाधान" रखा गया है। दोनों विषय काफी महत्वपूर्ण हैं। मुझे आशा है कि संगोष्ठी के विभिन्न सत्रों के दौरान लेख-प्रस्तोताओं द्वारा उपयोगी और सारगर्भित चर्चा की जाएगी।

सभी लेखकों और आयोजन समिति के सदस्यों को संगोष्ठी के सफल आयोजन के लिए मेरी ओर से हार्दिक शुभकामनाएं एवं बधाई।

(सरला)

नीलू एस. सेठ
सदस्य सचिव, संगोष्ठी आयोजन समिति/
वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी, सैक



आभार

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद प्रतिवर्ष हिंदी में तकनीकी विषयों पर संगोष्ठियों का आयोजन करता है। निदेशक, सैक की अध्यक्षता में संपन्न राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठक में इस संगोष्ठी के आयोजन के लिए संगोष्ठी आयोजन समिति का गठन किया गया और आयोजन समिति ने संगोष्ठी के सुगमता से आयोजन हेतु विभिन्न उप समितियों का गठन किया। इस प्रकार विविध समितियों के सहयोग से संगोष्ठी के आयोजन की रूपरेखा तैयार की गई।

निसंदेह, संगोष्ठियों जैसे कार्यक्रम सामूहिक प्रयासों का सुफल होते हैं। संगोष्ठी के सभी लेखकों, विभिन्न समितियों और कार्यालय के अधिकारियों/ कर्मचारियों के अमूल्य समय व श्रम ने इस संगोष्ठी की सफलता की नींव रखी है।

सर्वप्रथम, मैं निदेशक, सैक की तहेदिल से आभारी हूँ, जिन्होंने समय-समय पर अपना अमूल्य मार्गदर्शन दिया और संगोष्ठी से जुड़े विभिन्न मामलों पर समिति द्वारा लिए गए निर्णयों को तुरंत अनुमोदन प्रदान किया।

संगोष्ठी आयोजन समिति के अध्यक्ष की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण होती है, इसके लिए मैं आयोजन समिति के अध्यक्ष श्री दीपक कुमार दास, सह निदेशक, सैक और सह अध्यक्ष श्री पीयूष वर्मा, नियंत्रक, सैक के प्रति आभारी हूँ। आयोजन समिति के मार्गदर्शन में "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास" विषय पर एक दिवसीय हिंदी तकनीकी संगोष्ठी आयोजित की जा रही है। प्राप्त आलेखों के यथासमय मूल्यांकन करने के लिए मूल्यांकन समिति, लेख-संग्रह के कवर पृष्ठों की डिज़ाइनिंग के लिए प्रलेख समिति एवं डेकू और संगोष्ठी के क्रय व अन्य लॉजिस्टिक सहयोग के लिए सुप्रचालन समिति की हृदय से आभारी हूँ।

संगोष्ठी में एक राजभाषा सत्र भी शामिल किया गया जिसके अंतर्गत "इसरो में राजभाषा का प्रयोगः चुनौतियाँ एवं समाधान" विषय पर भी लेख आमंत्रित किए गए।

अच्छे आलेखों के बिना संगोष्ठी की कल्पना भी नहीं की जा सकती। इसलिए, मैं विशेष रूप से लेखकों की आभारी हूँ, जिन्होंने बड़ी मेहनत से संगोष्ठी में प्रस्तुति हेतु सारगर्भित एवं उपयोगी लेख लिखे। इस संगोष्ठी से प्रत्यक्ष एवं परोक्ष रूप से जुड़े प्रत्येक व्यक्ति के प्रति भी मैं आभारी हूँ, धन्यवाद।

नीलू सेठ

(नीलू एस. सेठ)

अनुक्रमणिका

अनुक्रमणिका

अनुक्रमणिका

तकनीकी सत्र – नाविक : नवीनतम अनुप्रयोग एवं नई संभावनाएँ
तथा
तकनीकी सत्र – स्मार्ट इंडिया के लिए सैटकॉम का प्रयोग
1100-1300

क्र. सं.	शीर्षक	लेखक	पृष्ठ
1.	एरोनॉटिकल मोबाइल उपग्रह सेवाओं के लिए तंत्र अभिकल्पना	राजेश कुमार सिंह और जिग्नेश शाह	1
2.	स्मार्ट इंडिया के लिए उपग्रह आधारित स्मार्ट टर्मिनल एवं नेटवर्क	लीना कोहली कपूर, निशा वी. राना और एस. एन. सताशिया	8
3.	आंतरिक विकसित व्यतिकरण उपकरण के प्रयोगकर्ता जीएनएसएस सिग्नल का अध्ययन और विश्लेषण	डॉ. दीपक मिश्रा और टी. वी. एस. राम	14
4.	संचार उपग्रहों के लिए अंकीय लचीले बैंडविड्थ फिल्टर का अभिकल्प, विकास एवं परिपालन	आसिया टोपीवाला, अक्षय खरे, रजत अरोड़ा और नीरज मिश्रा	24
5.	उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह : स्मार्ट इंडिया की तरफ योग्य कदम	नेहा मेहरा और अभिषेक कक्कड़	30
6.	मानव अंतरिक्ष कार्यक्रम के भाग के रूप में पैड निरस्त परीक्षण के लिए रगड़ एम.एस.एस टर्मिनल	योगेश पार्थ, चंद्रप्रकाश और निशा वी. राना	38
7.	बेतार संवेदक संजाल के लिए एक बहु-कुलांच समूहबद्ध मार्गाभिगमन संलेख	निखिल मल्होत्रा	44
8.	नाविक संदेश – मछुआरों के लिए विशेष अनुप्रयोग	कल्पेश बोरसदिया और घनश्याम दोशी	51
9.	जीआईसैट ट्रांसमिट मॉड्यूल के प्रवर्धन व कला नियंत्रण परिपथ का विकास	प्रणव प्रकाश सिंह और पूजा श्रीवास्तव	58
	तकनीकी सत्र – सुदूर संवेदन के नए आयाम **1100-1300**		
10.	भारतीय उपग्रह स्केटसैट-1 द्वारा प्राप्त समुद्र सतह के पवन आंकड़ों का उष्णकटिबंधीय चक्रवात के अध्ययन में प्रयोग	नीरू जैसवाल, स्वाति भोमिया और सी. एम. किष्तवाल	65
11.	उच्च विभेदन स्कैटरोमीटर के लिए ऑनबोर्ड संसाधित्र	गौरव जैन, बी. सर्वना कुमार, आर. सेंथिल कुमार और एस एम त्रिवेदी	75
12.	पी.एस.एल.वी. सी-37 मिशन के लिए सॉलिड स्टेट रिकॉर्डर	रमेश कुमार, रमेश बी. गामेती और अभिषेक कुणाल	82
13.	एस.ए.आर. नीतभार के लिए भू-जाँच इकाई का स्वचालन	शौकिन फोगाट, विकास सिंह, अभिषेक कुणाल और एस. एम. त्रिवेदी	89
14.	भू-स्थिर प्रतिबिंबन उपग्रह (GISAT) : विज्ञान एवं अनुप्रयोग	राघवेंद्र प्रताप सिंह	97

15.	बहु दृष्टि प्रतिबिम्बों द्वारा अंकीय उच्चावच मॉडल का निर्माण	अमिताभ और टी. पी. श्रीनिवासन	**101**
16.	सुदूर-संवेदन नीतभारों के लिए आंकडों के तुलनात्मक विश्लेषण मॉड्यूल का विकास	जितेंद्र कुमार और अनिल सुखेजा	**109**
17.	इसरो के मानव मिशन के क्रू-मॉड्यूल हेतु रडार ऊँचाईमापी	अमिता शाह, रितेश कुमार शर्मा, जैमीन तन्ना, शिवानी भार्गव, दीपक पुत्रेवु, संजय त्रिवेदी और हिमांशु पटेल	**116**
18.	प्रकीर्णमापी डेटा/डेटा-उत्पादों का स्वचलित सॉफ्टवेयर द्वारा गुणता मूल्यांकन	अनुजा शर्मा, डॉ. मनीषा गुप्ता, वैभव मल्होत्रा और डॉ.बी.कार्तिकेयन	**125**
19.	मिलीमीटर-तरंगों पर अंतरिक्ष जनित आण्विक स्पेक्ट्रोस्कोपी	गौरव सेठ	**135**
	राजभाषा सत्र – इसरो में राजभाषा का प्रयोग : चुनौतियाँ एवं समाधान **1345-1500**		
20.	इसरो में राजभाषा का प्रयोग : चुनौतियाँ एवं समाधान	रोहित कुमार	**139**
21.	इसरो में राजभाषा हिंदी का बढ़ता उपयोग एवं चुनौतियाँ	दिनेश कुमार अग्रवाल और मदनकुमार कसा	**143**
22.	इसरो में दैनिक तकनीकी कार्यों हेतु राजभाषा का प्रयोग - समस्याएं एवं सुझाव	कमलेश कुमार बराया	**148**
23.	इसरो में राजभाषा के प्रयोग की चुनौतियां एवं संभावनाएं	कृष्ण मोहन और कल्पेश जे शाह	**153**
24.	इसरो में राजभाषा के प्रयोग में आ रही चुनौतियाँ एवं उनके समाधान	देवांग मांकड़	**156**
25.	इसरो में राजभाषा का बढ़ता प्रयोग	रंजन परनामी और पी जे शाह	**160**
26.	इसरो एवं अन्य केन्द्रीय कार्यालयों में राजभाषा	अशोक गहलोत और रणछोड़ कुमार	**164**
27.	स्थानिक डाटा वेब मैप सर्व्हिस में राजभाषा का प्रयोग: चुनौतियाँ एवं समाधान	राजेंद्र नि. गायकवाड़	**169**
28.	इसरो में राजभाषा का प्रयोग : चुनौतियाँ एवं समाधान	अर्पिता गजरिया और पूजा कक्कड़	**173**
	तकनीकी सत्र – अंतरिक्ष विज्ञान की जनता तक पहुँच **और** **तकनीकी सत्र – डिजिटल इंडिया की ओर हमारे बढ़ते कदम** **1500-1630**		
29.	जन-जन में विज्ञान	चंदन कुमार सिंह, अज़हर आलम और संतोष गव्हाणे	**177**
30.	ग्रामीण विकास में इसरो की भूमिका का एक अवलोकन	डॉ. दीप चंद्र और गोपिका वी.	**182**
31.	दूरस्थ शिक्षा में सूचना और संचार प्रौद्योगिकी की भूमिका	संतोष गव्हाणे, जयरव जनसारी और मनोहर दुधे	**187**
32.	अंतरिक्ष विज्ञान को जनसाधारण तक पहुँचाने में इसरो के वीडियो कार्यक्रमों की भूमिका	धर्मेंद्र सिंह तोमर और पल्लवी श्रीधर	**193**
33.	डिजिटल इंडिया-इसरो में अनुपालन और भारत के लिये योगदान	पूजा कक्कड़ और अर्पिता गजरिया	**201**

अनुक्रमणिका

तकनीकी सत्र – पदार्थ, तकनीकी प्रक्रियाएँ एवं गुणवत्ता **1500-1630**			
34.	समाकलित संवेदक निर्वातकोष्ठ प्रशीतक समायोजन	अश्वनी कुमार	**206**
35.	18 mN स्थैतिक प्लाज्मा प्रणोदक (SPT) के ऐनोड गैस वितरक (AGD) का गणितीय विश्लेषण	विवेक कुमार सिंह	**210**
36.	प्रक्षेपण यान के लिए ठोस प्रणोदक की निर्माण प्रक्रिया	धर्मेंद्र सिंह	**217**
37.	स्कैटसैट-1 के पर्यवेक्षण एंटेना का अद्यतन अभिकल्पन	चंद्रशेखर और वी. एस. जगदीश	**223**
38.	लघुतरंग अवरक्त यंत्र यांत्रिक अभिकल्पना मे संरचनात्मक विश्लेषण के परिणाम	वी. एस. जगदीश और चंद्रशेखर	**227**
39.	पी.सी.बी. डिजाइन : पदार्थ चयन तथा SI संबंधित चुनौतियाँ एवं समाधान	क्रिष्णा मकाणी और जस्टिन जावर्ट	**234**
40.	अंतरिक्ष उपयोग के लिए एलुमिनियम 6061T6 पर स्वर्ण विलेपन की अर्हता	वी. एम. शाह, ए. के. पोद्दार और आर. एस. गज्जर	**241**
41.	मेष प्रोसेसर के सॉ डिवाइस के पिन की गुणवत्ता का मूल्यांकन	दीपक पाटीदार, धवल वर्तक और बी. सत्यनारायण	**249**
42.	सैटेलाइट आधारित नेविगेशन अनुप्रयोगों के लिए अत्यंत हल्के वजन के हॉर्न ऐंटेना का अभिकल्प और नई विनिर्माण पद्धति से विकास	कृपा शंकर सिंह और ए. आर. श्रीनिवास	**255**
पोस्टर सत्र			
43.	नाविक के सामाजिक अनुप्रयोग	रोहित सिंह	**266**
44.	भारत की प्रगति में रिपोर्टिंग टर्मिनल की उपयोगिताएँ	ऊष्मा डाड और चंद्र प्रकाश	**277**
45.	अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र – सुदूर संवेदन के नवीनतम उपकरण	अमिय बिश्वास	**284**
46.	सुदूर संवेदन द्वारा वायु गुणवत्ता के अध्ययन में नवीनतम प्रयास	आभा छाबड़ा	**292**
47.	स्केटसैट-1 के उच्च-विभेदन एल2ए डाटा उत्पाद : एक कदम उच्च-विभेदन प्रकीर्णमापी डाटा प्रक्रमण की ओर	देवांग मांकड़, सुरेश गुर्जर और शुभम गुप्ता	**299**
48.	अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में स्वदेशीकरण से देश की प्रगति में योगदान	कमलेश कुमार बराया	**306**
49.	भारत की प्रगति में अंतरिक्ष विज्ञान एवं तकनीक की महती भूमिका	रंजन परनामी और राजेंद्र सी बोलकोटगी	**315**
50.	परिसंचरित्र और विलगित्र की कार्यप्रणाली	सुदेश कुमार जैन और पूनम प्रदीप कुमार	**321**

अनुक्रमणिका

स्मार्ट इंडिया के लिए सैटकॉम का प्रयोग

एरोनॉटिकल मोबाइल उपग्रह सेवाओं के लिए तंत्र अभिकल्पना

(राजेश कुमार सिंह, वैज्ञानिक/अभियंता-एसई, एसएनएसईडी/एसएनएसआईसीजी/एसएनपीए)
(जिग्नेश शाह, वैज्ञानिक/अभियंता-एसएफ, एसएनएसईडी/एसएनएसआईसीजी/एसएनपीए)
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सार

वायु यातायात नियंत्रण, एयरलाइन प्रबंधन, यात्रियों के लिए संचार सेवाएं और सुरक्षा सेवाएं प्रदान करने के लिए विमान और भू-नियंत्रण केंद्रों के बीच विश्वसनीय संचार कड़ी की भारी मांग होती है। वैश्विक और सतत व्याप्ति की आवश्यकता के कारण, उपग्रह इस क्षेत्र में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। विमान और भू-नियंत्रण केंद्र के बीच उपग्रह के माध्यम से संचार कड़ी को एरोनॉटिकल मोबाइल उपग्रह सेवाओं (एएमएसएस) के रूप में जाना जाता है। यह पत्र एएमएसएस के अध्ययन और विश्लेषण को प्रस्तुत करता है। भारतीय क्षेत्र के लिए वौइस् सेवाएं (4.8 kbps) और मिश्रित सेवाएं (150 kbps) प्रदान करने के लिए एएमएसएस प्रणाली के लिए तंत्र अभिकल्पना का भी वर्णन किया गया है।

शब्द संकेत

एरोनॉटिकल मोबाइल उपग्रह सेवा (एएमएसएस), डॉपलर शिफ्ट , उपग्रह डाटा यूनिट, एरोनॉटिकल भू-केंद्र, संचार कड़ी बजट

1. प्रस्तावना

आज के युग में 24x7 समाज का मतलब है कि संयोजकता अति महत्वपूर्ण है और यह हर जगह उपलब्ध होनी चाहिए। विमानों में भी आज कल सतत संचार सेवाओं की मांग है। वायु यातायात नियंत्रण, एयरलाइन प्रबंधन, यात्रियों के लिए संचार सेवाएं और सुरक्षा सेवाएं प्रदान करने के लिए विमान और भू-नियंत्रण केंद्रों के बीच विश्वसनीय संचार कड़ी की भारी मांग होती है। उपयोगकर्ता के परिप्रेक्ष्य से, उपयोगकर्ताओं के स्वयं के उपकरण (लैपटॉप, फोन आदि) के माध्यम से मल्टीमीडिया और व्यक्तिगत संचार सेवाओं को उपयोग करने के लिए बेतार (वायरलेस) अभिगम विधि की आवश्यकता होती है। वैश्विक और सतत कवरेज की आवश्यकता के कारण, उपग्रह इस क्षेत्र में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। विमान और भू-नियंत्रण केंद्र के बीच उपग्रह के माध्यम से संचार कड़ी को एरोनॉटिकल मोबाइल उपग्रह सेवाओं (एएमएसएस) के रूप में जाना जाता है। एक एकल उपग्रह का उपयोग वैमानिकीय, स्थलीय और समुद्री मोबाइल संचार सेवाओं के लिए किया जा सकता है। इनमारसैट, एमटीएसएटी और इरिडियम परिचालित एरोनॉटिकल मोबाइल उपग्रह सेवाओं के उदाहरण हैं।

2. एरोनॉटिकल मोबाइल उपग्रह प्रणाली की तंत्र अभिकल्पना के पहलू

2.1 एरोनॉटिकल मोबाइल उपग्रह तंत्र (एएमएसएस) के खंड

जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है, एएमएसएस नेटवर्क के तीन खंड होते हैं।

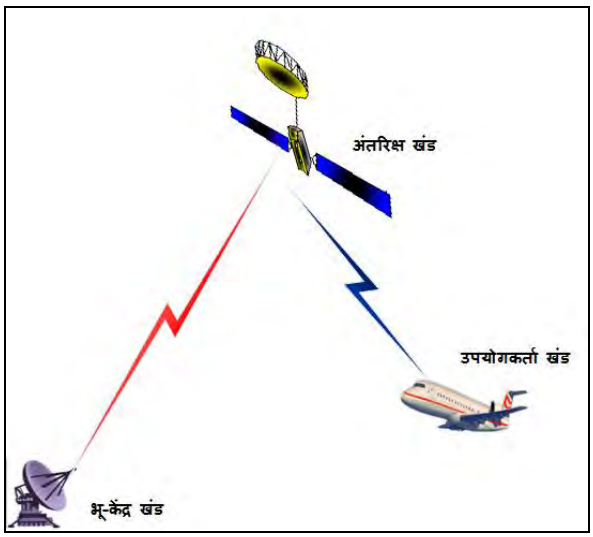
- अंतरिक्ष खंड - अंतरिक्ष खंड में उपग्रह शामिल होता है जो भू-केंद्र खंड और उपयोगकर्ता खंड को जोड़ता है।
- उपयोगकर्ता खंड – इस खंड में विमान टर्मिनल शामिल होता है। विमान टर्मिनल को एरोनॉटिकल भू-केंद्र (एईएस) के नाम से जाना जाता है।
- भू-केंद्र खंड - इस खंड में भू-केंद्र (जीईएस) और नेटवर्क कंट्रोल सेंटर (एनसीसी) शामिल होते हैं। जीईएस उपग्रहों को फीडर-लिंक प्रदान करता है। एनसीसी सभी उपग्रह नेटवर्किंग कार्यों को नियंत्रित करने के प्रभारी होते है।

अनुक्रमणिका

वैमानिकी संचार सेवा

क) सुरक्षा संबंधी सेवाएं - ये सेवाएं विमान, चालक दल और यात्रियों की सुरक्षा से संबंधित हैं। इसमें हवाई यातायात सेवा और वैमानिकी ऑपरेशन नियंत्रण सेवाएं शामिल हैं।

ख) गैर-सुरक्षा संबंधी सेवाएं - ये सेवाएं प्रशासनिक और यात्री संचार के लिए उपयोग की जाती हैं और सुरक्षा उद्देश्यों से संबंधित नहीं हैं। इसमें वैमानिकी प्रशासनिक संचार और वैमानिकी यात्री संचार सेवाएं शामिल हैं।



चित्र 1: एरोनॉटिकल मोबाइल उपग्रह तंत्र (एएमएसएस) के खंड

2.2 एएमएसएस के लिए संचरण प्रभाव

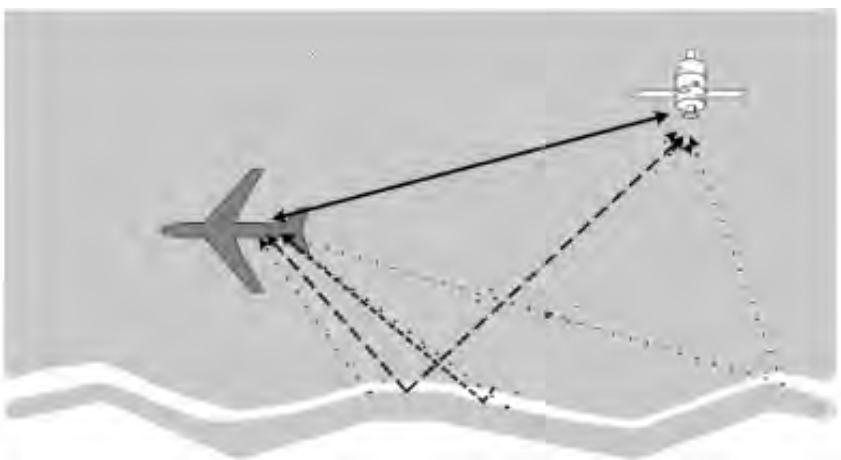
एरोनॉटिकल मोबाइल उपग्रह सेवाओं (एएमएसएस) में संचरण प्रभाव फिक्स्ड-उपग्रह सेवा और अन्य मोबाइल उपग्रह सेवाओं की तुलना में भिन्न होता है, क्योंकि:

- विमान पर छोटे एंटेना का उपयोग किया जाता है, और विमान की बॉडी एंटीना के निष्पादन को प्रभावित कर सकती है;
- विमान की गति के कारण डॉप्लर की उत्पत्ति होती है;

एएमएसएस में मुख्य संचरण प्रभाव निम्न हैं:

• मल्टीपाथ फ़ेडिंग: मल्टीपाथ में ऊर्जा एक से अधिक मार्ग से दूरसंचार प्रणाली के अभिग्राही तक पहुंचती है। मल्टीपाथ ऑपरेशन आम तौर पर अवांछित होता है, क्योंकि अलग-अलग पथों पर पहुंचने वाले संकेत वैकल्पिक रूप से अंतरिक्ष में रचनात्मक या विनाशकारी रूप से जोड़ते हैं। इसलिए, कुल प्राप्त संकेत में घट-बढ़ (फेडिंग) होती है, जो संचार के लिए आवश्यक सिग्नल स्तर से नीचे गिर सकती है।

मल्टीपाथ प्रचार का कारण भूमि, जल सतहों और अन्य संरचनाओं से परावर्तन हो सकता है। मल्टीपाथ का प्रभाव आम तौर पर एक ऐसे अभिग्राही वास्तुकला को अपनाने से कम किया जाता है जो प्रसार मॉडल से निर्धारित पूर्व-प्राथमिक ज्ञान का उपयोग करके अल्पकालिक प्रचार अभिलक्षण का अनुमान और सुधार करता है।



चित्र 2: एरोनॉटिकल मोबाइल चैनल में मल्टीपाथ

• डॉपलर शिफ्ट: एरोनाटिकल टर्मिनल डिजाइन के महत्वपूर्ण पहलुओं में से एक डॉपलर शिफ्ट है, जो विमान की उच्च गति के कारण विशेष रूप से अधिक होती है। विमान की उच्च गति के कारण डॉपलर आवृत्ति कई kHz तक हो सकती है। इसके अलावा एक उड़ान के दौरान डोप्लर शिफ्ट भी बदलता रहता है। यदि डीमोड्यूलेशन से पहले डॉपलर का

अनुक्रमणिका

समाधान नहीं किया जाता है, तो यह डॉपलर डिमोड्यूशन के निष्पादन में विफलता और रेडियो लिंक की लगातार विफलता का कारण बन सकता है।

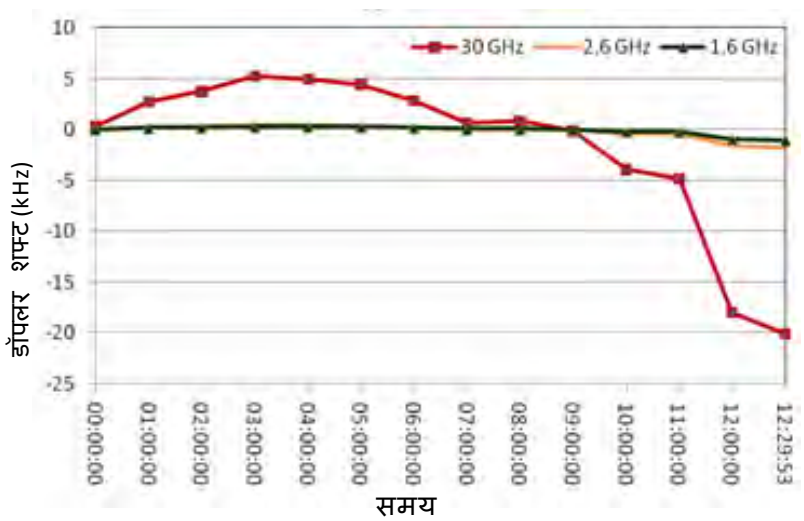
चित्र 3 में दिखाए गए विमान मार्ग पर 1000 किमी / घंटा की गति से उड़ान भरने वाले एक विमान पर विचार करें। 48° E उपग्रह कक्षीय स्लॉट के लिए, विमान और भू-स्थिर उपग्रहों के बीच डॉपलर शिफ्ट का अनुमान लगाया गया है और एल-बैंड (1.6 GHz), एस-बैंड (2.6 GHz) और का-बैंड (30 GHz) के लिए डॉपलर शिफ्ट चित्र 4 में दिखाया गया है।



चित्र 3: डॉपलर आकलन के लिए विमान मार्ग

चित्र 4 से, यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि आवृत्ति में वृद्धि के साथ डॉपलर शिफ्ट बढ़ता है। इसलिए, डॉपलर शिफ्ट के कारण संचार कड़ी में शमन से बचने के लिए, डॉपलर शिफ्ट की प्रतिपूर्ति आवश्यक है। डॉपलर का समाधान करने की परंपरागत विधि में विमान की उड़ान के दौरान अपेक्षित वाहक आवृत्ति प्राप्त करने के लिए ट्रांसिसीवर्स के ग्राही आवृत्ति विस्तार को पर्याप्त रूप से अधिक अभिकल्पित किया जाता है। हालांकि, यह अभिग्राही रव के प्रति अधिक संवेदनशील होता है और इसके कारण आवृत्ति विस्तार का अपव्यय होता है।

वैकल्पिक रूप से, डॉपलर शिफ्ट के प्रभावों से निपटने के लिए सिग्नल प्रोसेसिंग तकनीक का उपयोग किया जाता है। ये तकनीक डॉपलर शिफ्ट के पूर्व अनुमानन पर आधारित हैं। एक निरंतर लहर (सीडब्ल्यू) संकेत वाहक बैंड में प्रेषित किया जाता है। फास्ट फूरियर ट्रांसफ़ॉर्म (एफएफटी) का उपयोग करके इस सिग्नल से डोप्लर शिफ्ट का अनुमान लगाया जाता है। इससे भू-केंद्र की संचारित आवृत्ति और ग्राही आवृत्ति को समायोजित किया जाता है ताकि विमान एक निर्दिष्ट केंद्र आवृत्ति पर संकेत प्राप्त कर सकें जैसे कि कोई डॉपलर शिफ्ट न हो।



चित्र 4: विभिन्न आवृत्तियों पर डॉपलर शिफ्ट

2.3 प्ररूपी एरोनॉटिकल भू-केंद्र (एईएस) टर्मिनल

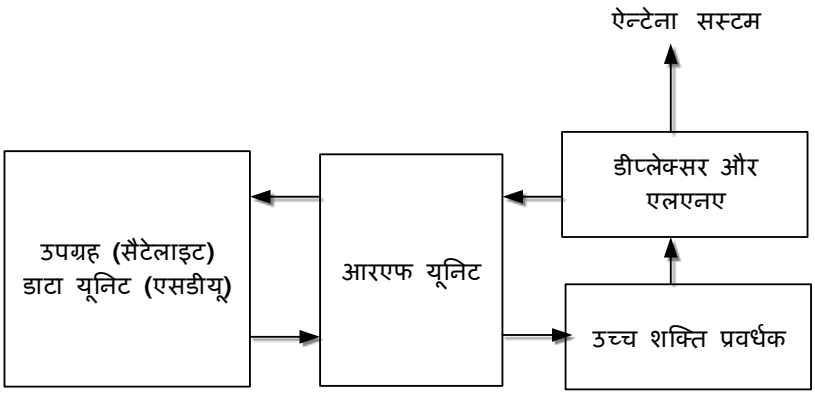
चित्र 5 में एक प्ररूपी एईएस टर्मिनल के उपतंत्रों को दर्शाया गया है।

- उपग्रह (सैटेलाइट) डाटा यूनिट (एसडीयू)
- आरएफ यूनिट

अनुक्रमणिका

- डीप्लेक्सर और एलएनए
- उच्च शक्ति प्रवर्धक
- ऐन्टेना सिस्टम

- उपग्रह (सैटेलाइट) डाटा यूनिट (एसडीयू)- एसडीयू सिग्नल-इन-स्पेस प्रचालों को मॉडुलन / डिमोड्यूलेशन, त्रुटि सुधार, कोडिंग, इंटरलीविंग और संचार चैनल से जुड़े डाटा दर के आधार पर निर्धारित करता है।



चित्र 5: प्ररूपी एईएस टर्मिनल के उपतंत्र

- रेडियो फ्रिक्वेंसी यूनिट (आरएफयू) - आरएफ यूनिट में प्रवर्धक, फिल्टर और आवृत्ति परिवर्तक हैं।
- डीप्लेक्सर और एलएनए - डीप्लेक्सर और एलएनए को अधिष्ठापन की आसानी और कम से कम रव प्राप्त करने के लिए एक इकाई में जोड़ा जाता है।
- उच्च शक्ति प्रवर्धक (एचपीए) - उच्च शक्ति प्रवर्धक संचारित सन्केत को पर्याप्त आरएफ शक्ति प्रदान करता है।
- ऐन्टेना सिस्टम - एंटीना सिस्टम उपग्रह को / से संकेतों को प्राप्त करने के लिए आवश्यक है।

2.4 पिको सेल इंटरफ़ेस

विमान नेविगेशन सिस्टम और / या ग्राउंड-आधारित मोबाइल फ़ोन नेटवर्क के साथ संभावित हस्तक्षेप की वजह से मोबाइल फ़ोन उपयोग वर्तमान में उड़ान के सभी चरणों के दौरान निषिद्ध है; कुछ देशों में विमान का दरवाज़ा बंद होने से पहले तक, या लैंडिंग के बाद मोबाइल फ़ोन के उपयोग करने की अनुमति होती है। विमान केबिन में पिको-सेल सिस्टम का उपयोग करके, जीएसएम सेवा ऑन-बोर्ड (विमान) प्रदान करना संभव है जो विमान प्रणालियों के साथ संपर्क से बचने और स्थलीय मोबाइल संचार के साथ हस्तक्षेप से प्रतिरक्षा के मामले में सुरक्षित है। पिको कोशिकाओं, जो एक बेस स्टेशन के समान ही कार्य करते हैं, मौजूदा जीएसएम हैंडसेट के साथ संगत स्थापित करने के लिए सरल हैं, और लागत प्रभावी बैकहाल के लिए मौजूदा आईपी बुनियादी ढांचे का उपयोग करते हैं। चित्र 6 प्रणाली के कार्यात्मक अवलोकन को दर्शाता है।



चित्र 6: पिको सेल इंटरफ़ेस

3. भारतीय क्षेत्र के लिए एरोनेटिक मोबाइल उपग्रह प्रणाली

एकल किरणपुंज वाले उपग्रहों की तुलना में बहु किरणपुंजों वाले उपग्रहों की उपग्रह प्रभावी समानुव्रती विकिरण शक्ति (EIRP) और भू केंद्र लब्धि ताप अनुपात (G/T) काफी अधिक होते हैं। इस कारण से बहु किरणपुंज वाले उपग्रह छोटे उपयोक्ता टर्मिनल की लिए अनुचित होते है। इसीलिए एरोनेटिक मोबाइल के लिए बहुकिरणपुंज उपग्रहों का उपयोग किया जाता है। भारतीय क्षेत्र के लिए एरोनेटिक मोबाइल उपग्रह प्रणाली प्रदान करने के लिए एक बहु किरण उपग्रह विन्यास विश्लेषण के लिए लिया गया है। किरणपुंजों का विन्यास चित्र 7 में दिखाया गया है।

अनुक्रमणिका

संचार सेवा

विमान को संचार सेवाएं प्रदान करने की लिए दो प्रकार की सेवाओं का विश्लेषण किया गया है:

- 4.8 kbps पर वॉयस कम्युनिकेशन
- 150 kbps पर वॉयस, फैक्स, ईमेल, एसएमएस आदि और कॉकपिट डेटा सहित मिश्रित सेवाएं।

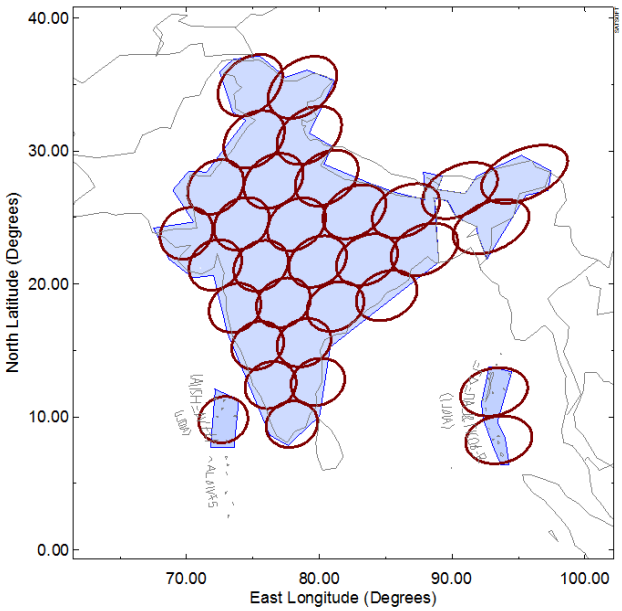
आवृति विस्तार

1 MHz प्रति किरणपुंज की आवृति विस्तार को एरोनेटिक मोबाइल उपग्रह प्रणाली सेवाओं के लिए लिया गया है।

एईएस प्राचल

एईएस के लिए निम्नलिखित प्राचलों को लिया गया है:

- उपग्रह प्रभावी समानुव्रती विकिरण शक्ति (EIRP)
- लब्धि ताप अनुपात (G/T)



चित्र 7: बहु किरणपुंजों का विन्यास

क्षमता निर्धारण

1) 4.8 kbps सेवाएं

उपग्रह आवृति विस्तार	:	1 MHz
प्रति चैनल डाटा दर	:	4.8 kbps
प्रति किरण अधिकतम वाहकों की संख्या	:	107

प्रत्येक किरण में समर्थित विमानों की संख्या प्रति विमान के लिए आवश्यक वाहकों की संख्या पर निर्भर करती है। अगर हम मानते हैं कि प्रति विमान में 15 वाहकों की आवश्यकता है, तो 4.8 kbps सेवाओं के लिए प्रत्येक किरणपुंज में सात विमान आ सकते हैं।

2) 150 kbps सेवाएं

उपग्रह आवृति विस्तार	:	1 MHz
प्रति चैनल डाटा दर	:	150 kbps
प्रति किरण अधिकतम वाहकों की संख्या	:	4

यदि हम मानते हैं कि प्रति विमान में 1 वाहक की आवश्यकता है, तो 150 kbps सेवाओं के लिए प्रत्येक किरणपुंज में 4 विमान आ सकते हैं।

4. संचार कड़ी बजट

संचार कड़ी बजट तालिका -1 और तालिका -2 में दिखाए गए हैं। प्रतिगमन कड़ी में एयरोनाटिकल भू केंद्र (एईएस) से उपग्रह को संकेत जाता है जो इसे भू-केंद्र (जीईएस) को भेजता है। अग्रेषित कड़ी में, जीईएस से उपग्रह को संकेत जाता है है जो इसे एईएस को भेजता है।

तालिका 1: प्रतिगमन कड़ी बजट

Parameter	Unit	4.8 kbps	150 kbps
अपलिन्क आवृत्ति	GHz	2.7	2.7
डाउन लिन्क आवृत्ति	GHz	3.5	3.5

अनुक्रमणिका

माडुलेशन	-	क्युपीएसके, ½ रेट	
एईएस प्रभावी समानुव्रती विकिरण शक्ति (EIRP)	dBW	20.5	20.5
एईएस EIRP प्रति वाहक	dBW	5.7	20.5
उपग्रह लब्धि ताप अनुपात (G/T)	dB/K	15	15
उपग्रह प्रभावी समानुव्रती विकिरण शक्ति (EIRP)	dBW	25	25
उपग्रह EIRP प्रति वाहक	dBW	4.5	18.7
उपग्रह लब्धि ताप अनुपात (G/T)	dB/K	16.5	16.5
अपलिन्क पथ हानि	dB	192.3	192.3
डाउन लिन्क पथ हानि	dB	194.6	194.6
अपलिन्क अन्य हानि	dB	3.0	3.0
डाउन लिन्क अन्य हानि	dB	1.0	1.0
C/No (अपलिन्क)	dBHz	53.8	67.6
C/No (डाउन लिन्क)	dBHz	51.4	68.2
कुल C/N_0	dB-Hz	47.7	63.0
कुल E_b/N_0	dB	10.9	11.2
आवश्यक E_b/N_0	dB	6.5	6.5
तन्त्र उपान्त	dB	4.4	4.7

तालिका 2: अग्रेषित कड़ी बजट

Parameter	Unit	4.8 kbps	150 kbps
अपलिन्क आवृत्ति	GHz	5.9	5.9
डाउन लिन्क आवृत्ति	GHz	2.5	2.5
माडुलेशन	-	क्युपीएसके, ½ रेट	
जीईएस प्रभावी समानुव्रती विकिरण शक्ति (EIRP)	dBW	41.5	56
उपग्रह लब्धि ताप अनुपात (G/T)	dB/K	-3	-3
उपग्रह प्रभावी समानुव्रती विकिरण शक्ति (EIRP)	dBW	45.7	45.7
उपग्रह EIRP प्रति वाहक	dBW	25.4	39.7
एईएस लब्धि ताप अनुपात (G/T)	dB/K	-12.5	-12.5
अपलिन्क पथ हानि	dB	199.1	199.1
डाउन लिन्क पथ हानि	dB	191.6	191.6
अपलिन्क अन्य हानि	dB	1.0	1.0
डाउन लिन्क अन्य हानि	dB	3.0	3.0
C/No (अपलिन्क)	dBHz	63.6	78.2
C/No (डाउन लिन्क)	dBHz	46.5	61.1

अनुक्रमणिका

कुल C/N_0	dB-Hz	45.5	60.2
कुल E_b/N_0	dB	8.6	8.4
आवश्यक E_b/N_0	dB	6.5	6.5
तन्त्र उपान्त	dB	2.1	1.9

5. किरणपुंज हस्तान्तरण

उड़ान के दौरान, एक एईएस कई हवाई क्षेत्रों में फैल सकता है, जो विभिन्न उपग्रह किरणपुंज में हो सकते हैं। निर्बाध सेवा को बनाए रखने के लिए उचित हस्तान्तरण प्रक्रियाएं प्रदान की जानी चाहिए। एईएस किरणपुंज क्रॉसओवर क्षेत्र (जब एक किरणपुंज में संकेत की शक्ति कम होती है और दूसरे किरणपुंज में शक्ति बढ़ रही होती है) में किरणपुंज हस्तान्तरण किया जाता है। संकेत के अत्यधिक कमजोर होने से पहले हस्तान्तरण की विधि को पूरा करना आवश्यक होता है। अन्यथा, एईएस भू-केन्द्र से अस्थायी रूप से संपर्क खो देता है और एक लॉग-इन ऑपरेशन आरंभ करना होता है।

6. निष्कर्ष

इस पत्र में, एरोनॉटिकल मोबाइल उपग्रह सेवाओं (एएमएसएस) के अनुप्रयोगों के लिए तंत्र अध्ययन और विश्लेषण पर चर्चा की गयी है। विश्लेषण से पता चलता है कि बहु किरण उपग्रह विन्यास भारतीय क्षेत्र पर एएमएसएस सेवाऐं प्रदान करने के लिए उपयुक्त है।

7. आभार

लेखक, इस क्षेत्र में कार्य करने का अवसर और प्रोत्साहन प्रदान करने के लिए डॉ. एस. सी. बेरा, प्रधान, एस.एन.एस.ई.डी., श्री सुमितेश सरकार, समूह निदेशक, एस.एन.एस.आई.सी.जी., श्री के. एस. पारिख, सह निदेशक, एस.एन.पी.ए. के आभारी हैं। लेखक, हिंदी विभाग के कर्मियों के प्रति भी आभार प्रकट करते हैं।

8. संदर्भ

1. स्विफ़्टब्रोड्बैंड कपसिटीज़ टू सपोर्ट एयरोनॉटिकल सेफ्टी सर्विसेज: एयरबोर्न आर्चिटेक्टर्स फॉर स्विफ्ट ब्रॉडबैंड सर्विसेज, यूरोकॉन्ट्रॉल, टीआरएस 064/04, जून 2006

2. एम. वर्नर, एम हॉल्ज़बॉक, "एयरोनॉटिकल ब्रॉडबैंड सर्विसेज वाया सेटेलाइट," प्रोसिडिंग डीजीएलआर-वर्कशॉप, एयरबस, हैम्बर्ग, जर्मनी, पीपी 103-116, मई 2001. डीजीएलआर रिपोर्ट संख्या 2001-01

लेखक परिचय :

राजेश कुमार सिंह (लेखक)

लेखक ने इलेक्ट्रोनिक्स एंड कम्युनिकेशन में बी. टेक. सन 2004 मे उत्तर प्रदेश प्राविधिक विश्व- विद्यालय लखनऊ से की है। यह जनवरी 2006 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में कार्यरत है। इनका मुख्य कार्य संचार उपग्रहों के नीतभार के लिए तंत्र अभियन्त्रिकी की परिकल्पना करना है, जिनमें जी-सेट-8, 9, 10, 15 प्रमुख हैं।

जिग्नेश शाह (सह-लेखक)

सह-लेखक ने सन 1990 में इलेक्ट्रोनिक्स एंड कम्युनिकेशन मे बी. ई. की है। यह दिसम्बर 1990 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में कार्यरत है। इन्होंने इसरो के विभिन्न जी-सेट उपग्रहों के नीतभार के लिए तंत्र अभियन्त्रिकी पर कार्य किया है तथा इन्होंने गगन और एसबास के नीतभार कि अभिकल्पना करने मे महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है।

***

अनुक्रमणिका

स्मार्ट इंडिया के लिए उपग्रह आधारित स्मार्ट टर्मिनल एवं नेटवर्क

लीना कोहली कपूर, निशा वि राना, एस एन सताशिया
एसएटीडी/ एसएसटीजी/ एसएनएए अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश : भारत एक उन्नतशील देश है तथा सामाजिक, आर्थिक एवं अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर अपनी एक स्मार्ट पहचान बनाने के लिए अग्रसर है। भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम देश की इसी पहचान को बनाने के लिए कार्यरत है। भारत में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोगों में उपग्रह संचरण के अनुप्रयोगों का विशेष स्थान है। उपग्रह संचरण के कई अनुप्रयोग विकसित किये गए है जैसे : उपग्रह आधारित दूर शिक्षा, दूर चिकित्सा, उपग्रह आधारित विस्तृत बैंड सेवा, चल या मोबाइल उपग्रह सेवा, आपदा प्रबंधन के लिए वीसैट सेवा एवं उपग्रह आधारित नौवाहन।

विभिन्न अनुप्रयोग जैसे विपत्ति चेतावनी प्रेक्षक, स्वचालित मौसम केंद्र, सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली बहुत समय से प्रचालन में है एवं अपनी उपयोगिता सिद्ध कर चुके हैं।

भारत में मोबाइल उपग्रह सेवाएँ राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन तथा सामरिक और विशेष अनुप्रयोग की जरुरत के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हो गयी है। उच्च शक्ति एवं बहुकिरण एस बैंड जीसैट उपग्रह ने लोकप्रिय एमएसएस (MSS) अनुप्रयोगों के लिए छोटे टर्मिनलो हेतु मार्ग प्रशस्त किया है। सैक ने विभिन्न एस बैंड संचार सेवाओं का समर्थन करने के लिए आइपी आधारित हब के साथ चार प्रकार के स्मार्ट हैंडहेल्ड और पोर्टेबल टर्मिनलों का विकास किया है। इन टर्मिनलों को और सुदृढ़ बनाने के लिए उनमे स्वतः किरण पुंज चयन एवं स्विचन की क्षमता निहित की जा रही है। नावों की ट्रेकिंग में मदद करने के लिए तटीय निगरानी अनुप्रयोग हेतु भारतीय नौसेना और भारतीय तटरक्षक के लिए भी एक एमएसएस नेटवर्क विकसित किया जा रहा है। आपदा प्रबंधन के लिए भी ऐसे नेटवर्क का विकास किया जा रहा है जिसमे मुख्य और उपयोगकर्ता नोड्स को जीएसएम/ सीडीएमए/ वाई-फाई, इन्टरनेट एवं पृथ्वीतर नेटवर्क इंटरफेस के साथ स्थापित किया जाएगा। भविष्य में उच्च क्षमतायुक्त उपग्रह (एचटीएस) उन्नत प्रौद्योगिकी के युग में उपयोगकर्ता के लिए हाई स्पीड इन्टरनेट और अन्य संचार सेवाएँ प्रदान करके सामाजिक अनुप्रयोगों की सीमा को और भी बढ़ा देंगे। प्रस्तुत लेख में इन स्मार्ट टर्मिनल एवं नेटवर्क का संक्षिप्त वर्णन करके उनकी उपयोगिता पर प्रकाश डाला गया है।

शब्द संकेत: एमएसएस सेटकॉम, जीसैट, किरण-पुंज, वीडीयो सम्मलेन,

प्रस्तावना

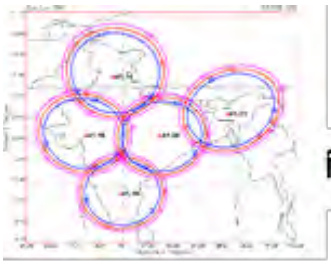
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) अपनी स्थापना से ही राष्ट्र के सर्वांगीण विकास में अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के उपयोगों के विकास में कार्यरत रहा है। इसी श्रंखला में इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र ने ऐसी कई प्रणालियों का विकास किया है जिनसे आम नागरिकों के जीवन को बेहतर एवं खुशहाल बनाया हैं। इन प्रणालियों से देश कई तकनीकों में स्वावलंबी हुआ है।

एमएसएस सेटकॉम टर्मिनल्स (MSS SATCOM Terminals)

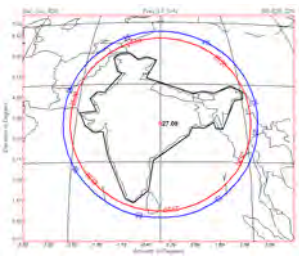
भारत में मोबाइल उपग्रह सेवाएँ राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन तथा सामरिक और विशेष अनुप्रयोग की जरूरत के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हो गयी है। उच्च शक्ति एवं बहुकिरण एस बैंड जीसैट एमएसएस (MSS) उपग्रह ने लोकप्रिय एमएसएस अनुप्रयोगों के लिए छोटे टर्मिनलों हेतु मार्ग प्रशस्त किया है।

अनुक्रमणिका

जीसैट एमएसएस (MSS) उपग्रह में एक राष्ट्रीय किरण-पुंज तथा 5 स्थलीय किरण-पुंज है। हब से उपग्रह की ओर भरित्र कड़ी C-बैंड में है तथा 5 स्थलीय किरण-पुंजों में अधोकड़ी S- बैंड में है जो संपूर्ण भारतीय भू-खंड को व्यापित करती है। सैक ने विभिन्न एस बैंड संचार सेवाओं का समर्थन करने के लिए आइपी आधारित हब के साथ चार प्रकार के हैंडहेल्ड और पोर्टेबल टर्मिनलों का विकास किया है: उपग्रह मोबाइल रेडियो टर्मिनल, रिपोर्टिंग टर्मिनल, पोर्टेबल मल्टीमीडिया टर्मिनल एवं प्रसारण अभिग्राही।



चित्र 1: S-बैंड



चित्र 2:C-बैंड व्याप्ति चित्राम



चित्र 3: उपग्रह फोन

उपग्रह टर्मिनल से अन्य टर्मिनल तथा पीएसटीएन / जीएसएम पर दो तरफा ध्वनि संचार के लिए टर्मिनल। टर्मिनल का टॉक टाइम 2 घंटा है।



चित्र 4: रिपोर्टिंग

लघु सन्देश सेवा, अवस्थिति रिपोर्टिंग तथा वाहन ट्रैकिंग के लिए इस टर्मिनल। सन्देश भेजने के लिए टर्मिनल को ब्लू टूथ के माध्यम से किसी स्मार्ट फोन से कनेक्ट किया जा सकता है।



चित्र 5:पोर्टेबल

अंकीय आई पी (IP) डाटा संचरण तथा वीडियो सम्मलेन के लिए टर्मिनल। यह बैटरी चालित है तथा 144 Kbps पर संचरण प्रदान करता है।





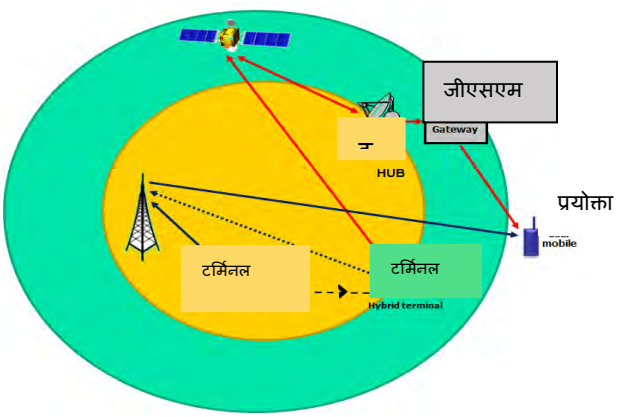
चित्र 6: प्रसारण अभिग्राही

मल्टी चैनल आडियो-वीडियो एवं डेटा अभिग्रहण के लिए टर्मिनल। यह टर्मिनल एसडी गुणवत्ता के 7 चैनल तक सपोर्ट कर सकता है।

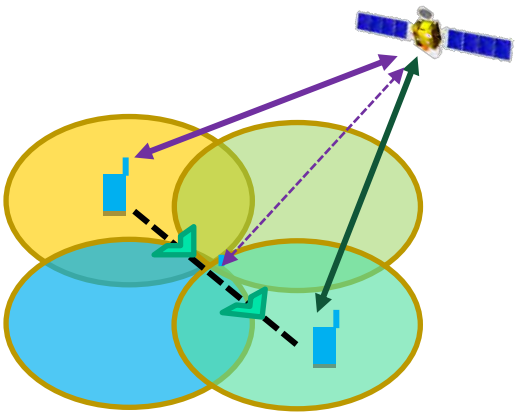
अनुक्रमणिका

स्मार्ट टर्मिनल्स

अभी जो एमएसएस (MSS) टर्मिनल निर्मित किये गए है उनका किरण पुंज चयन एवं स्विचन के लिए हस्त अभिविन्यास करना पड़ता है तथा संचरण के लिए वे युगल विधा में काम नहीं करते। अतः ऐसे स्मार्ट टर्मिनल्स की आवश्यकता है जो जीएसएम (GSM) नेटवर्क में भी संचरण कर सके और जीएसएम सिग्नल क्षीण होने पर उपग्रह नेटवर्क में स्वतः स्विचन कर ले।



चित्र **7:**युगल विधा में काम करने वाले टर्मिनल

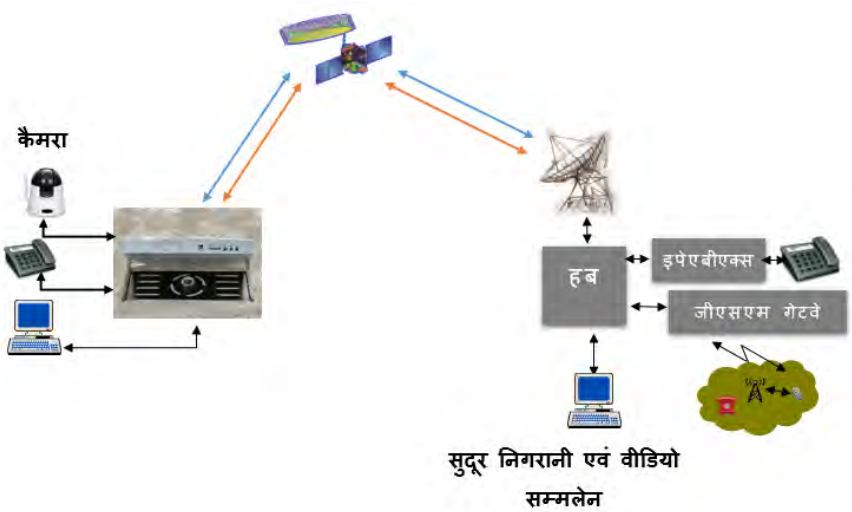


चित्र **8:** स्वतः किरण पुंज चयन एवं स्विचन

अनेक किरणपुंज वाले उपग्रहों के द्वारा प्रचालन के लिए आवश्यक है कि टर्मिनल स्वतः किरण पुंज चयन एवं स्विचन कर सके। इसके लिए टर्मिनल जीपीएस अथवा नाविक उपग्रहों कि सिग्नल प्राप्ति कर अपनी भू-स्थिति का अभिकलन करता है। तत्पश्चात किरण पुंजों के भू-निर्देशांक के तथा अपनी भू-स्थिति की जानकारी आधार पर किरणपुंज का चयन कर सकता है। अतः टर्मिनल को मैनुअल विन्यास की आवश्यकता नहीं रहती। इस प्रकार विश्लेषण की क्षमता टर्मिनल में निहित कर स्मार्ट टर्मिनल का निर्माण किया जा रहा है।

पोर्टेबल मल्टीमीडिया टर्मिनल के स्मार्ट अनुप्रयोग

पोर्टेबल मल्टीमीडिया टर्मिनल का उपयोग अंकीय आई पी (IP) डाटा संचरण तथा वीडियो सम्मलेन के लिए होता है। यह बैटरी चालित है तथा 144 Kbps पर संचरण प्रदान करता है। इसमें जीपीएस रिसीवर का भी उपयोग किया गया है जो टर्मिनल की वर्तमान स्थिति एवं सटीक समय की जानकारी प्रदान कराना है। टर्मिनल चालू करने पर प्रयोक्ता सिग्नल प्रबलता तथा चुंबकीय कंपास की सहायता से ऐन्टेना को उपग्रह की ओर संरेखित कर सकता है। इस टर्मिनल द्वारा सुदूर के क्षेत्रों की निगरानी के लिए अनुप्रयोग बनाया गया है जिसमे दूर स्थित कैमरे का झुकाव हब से



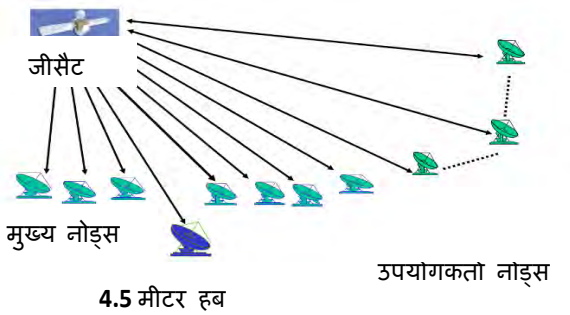
चित्र **9:** पोर्टेबल मल्टीमीडिया टर्मिनल से सुदूर निगरानी एवं संचरण स्मार्ट अनुप्रयोग

अनुक्रमणिका

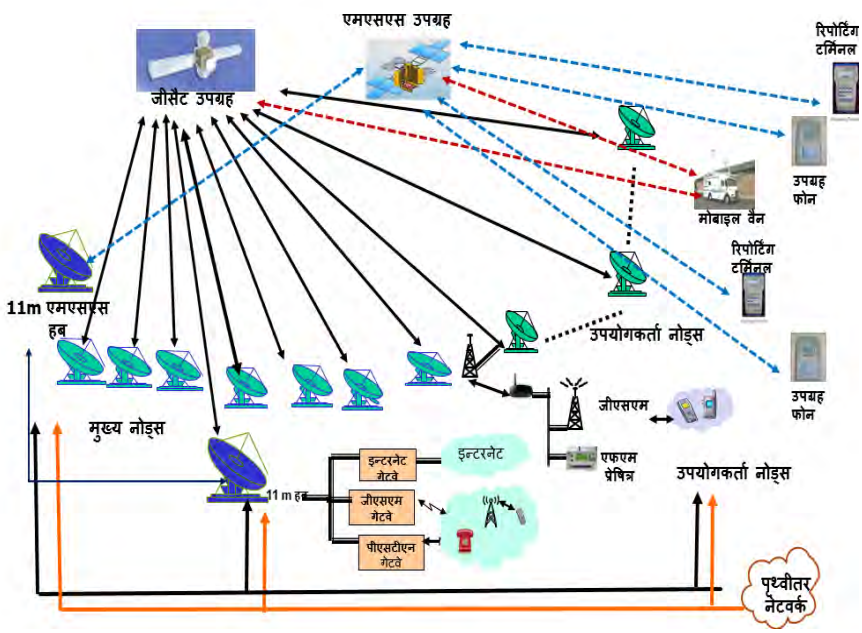
ही नियंत्रित किया जा सकता है। इसके अतिरिक्त जिन क्षेत्रों में जीएसएम (GSM) नेटवर्क नहीं है वहाँ से ऑडियो काल करने के लिए भी इस टर्मिनल से सुविधा प्रदान की जा सकती है। सुदूर के क्षेत्रों से डाटा, ऑडियो एवं वीडियो संचरण करने, निगरानी करने तथा आपदा प्रबंधन में यह स्मार्ट अनुप्रयोग अत्यंत सार्थक सिद्ध होगा।

आपदा प्रबंधन के लिए स्मार्ट नेटवर्क (Smart SATCOM Network for Disaster Management)

अभी के आपदा प्रबंधन नेटवर्क में कुछ मुख्य एवं उपयोगकर्ता नोड्स है जो जीसैट उपग्रह द्वारा आपदा प्रबंधन में सुविधा प्रादन करती है। किन्तु इन नोड्स का जीएसएम (GSM) नेटवर्क, पीएसटीएन (PSTN) नेटवर्क, इन्टरनेट से संबंधता नहीं है जो कि आपातकाल में अत्यंत आवश्यक है। अतः सैक उपग्रह आधारित ऐसी स्मार्ट संचार प्रणाली विकसित कर रहा है जो राहत और बचाव अभियान के लिए अत्यंत जरूरी संचार नेटवर्क को द्रुत गति से बहाल करने के लिए आपदा प्रभावित क्षेत्रों में मांग के आधार पर तैनात की जा सकती है। इसमें मुख्य नोड के साथ 28 उपयोगकर्ता नोड प्रचालनशील होंगे। सैक ने तीस मुख्य और 500 उपयोगकर्ता नोड्स के साथ स्मार्ट नेटवर्क के उन्नयन का काम हाथ में लिया है और इसे जीएसएम/ सीडीएमए/ वाई-फाई इंटरफेस के साथ स्थापित किया जाना है। इससे आपदा के कारण अलग-थलग पड़े लोगो के समूह तक पहुँच में विस्तार होगा।



चित्र **10:** आपदा प्रबंधन का नेटवर्क



चित्र **11:** आपदा प्रबंधन का संकल्पित स्मार्ट नेटवर्क

तटीय निगरानी के लिए के लिए स्मार्ट एमएसएस नेटवर्क

"26/11" के मुंबई आतंकवादी हमलों के बाद भारत की तटीय सुरक्षा पर बहुत बड़ा प्रश्न चिन्ह लग गया है। भारत के लिए अपने 7516.6 किमी लंबे समुद्रतट तथा 25.2 लाख वर्ग किमी के EEZ को सुरक्षित रखना परम आवश्यक है। इसके अतिरिक्त यदि हम इसमें 200 बंदरगाह, 2 लाख से अधिक बड़ी और सैकडों छोटी नाव जोड़ दे तो यह एक अत्यधिक दुष्कर कार्य हो जाता है।

छोटी नावों की ट्रेकिंग में मदद करने के लिए तटीय निगरानी अनुप्रयोग भारतीय नौसेना और भारतीय तटरक्षक के लिए भी एक एमएसएस नेटवर्क विकसित किया जा रहा है। इसमें प्रत्येक



चित्र **12:** तटीय निगरानी के लिए टर्मिनल

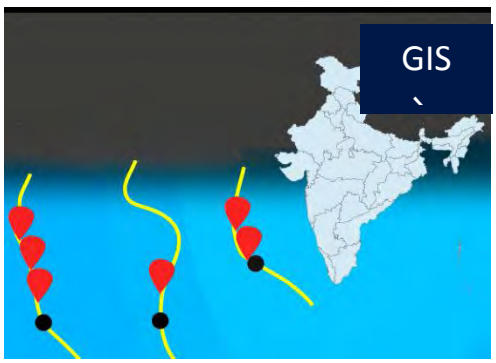
अनुक्रमणिका

नाव पर एक टर्मिनल लगाया जाएगा जो जीपीएस (GPS) या नाविक उपग्रहों से सिग्नल प्राप्त कर अपनी स्थिति का अभिकलन कर उपग्रह की और प्रसारित करेगा। अतः जीआईएस (GIS) मेप पर प्रत्येक नाव की स्थिति दर्शायी जाएगी जो नावों की ट्रेकिंग एवं निगरानी में सुविधा प्रदान करेगी।



चित्र **13:** तटीय निगरानी के लिए के लिए स्मार्ट एमएसएस नेटवर्क

इसके अतिरिक्त संभावी मछली समूहों (PFZ) की जानकारी, खराब मौसम, चक्रवात आदि सम्बंधित जानकारी हब द्वारा नावों के लिए प्रसारित की जाएगी। अतः इस टर्मिनल का केवल निगरानी के लिए उपयोग नहीं किया जाएगा वरन मछुआरे भी इससे लाभान्वित होंगे।



चित्र **14** :जीआईएस (**GIS**) मेप पर ट्रैकिंग

भारतीय नौसेना के साथ परामर्श में अवधारणा का नेटवर्क प्रूफ पहले ही पूरा हो चुका है और सैक अगस्त 2017 से नौकाओं के साथ प्रायोगिक परियोजना का संचालन करने के लिए अग्रिम चरण में है।

मुंबई में समुद्री भारत शिखर सम्मलेन 2016 के दौरान सैक इसरो ने जहाज अनुवर्तन अनुप्रयोग प्रदर्शित कराने के लिए उपग्रह रिपोर्टिंग टर्मिनल के साथ स्वदेशी नाविक रिसीवर का उपयोग किया। यही अवधारणा जहाज अनुवर्तन अनुप्रयोगों के लिए साकार की जाएगी।

उपसंहार

देश के विकास तथा देशवासियों की सहुलियत के लिए भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम कोई भी चुनौती लेने एवं उसे सार्थक रूप देने में सक्षम है।आज हमारे देश में इन्सेट (भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली) तथा जीसैट श्रेणी के अनेक संचार उपग्रह, दूरसंचार, टेलीविजन प्रसारण, रेडियो नेटवर्किंग, दूरशिक्षा, टेलीमेडिसिन नेटवर्क एवं अन्य अनेक सामाजिक सेवाएँ प्रदान कर रहे हैं।

देश के दूर-दराज के क्षेत्रों में संचार उपग्रह आधारित अनुप्रयोगों के माध्यम से समाज की मूलभूत आवश्यकताओं को पूरा करने तथा उसका सर्वांगीण विकास कराने में अंतरिक्ष विज्ञान सदेव से तत्पर रहा है तथा आगे भी रहेगा।

संदर्भः-

(i) तकनीकी नोट्स – जीसैट टर्मिनल

(ii) वेब संदर्भ wikipedia.com

अनुक्रमणिका

लेखक परिचय



श्री एस एन सताशिया ने वर्ष 1981 में गुजरात टेक्निकल एजुकेशन बोर्ड से इलेक्ट्रॉनिकी तथा संचरण अभियांत्रिकी में डिप्लोमा तथा वर्ष 1989 में एलडी कालेज अहमदाबाद से इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। उन्होंने वर्ष 1984 में इसरो अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र में कार्य आरंभ किया। उन्हें उपग्रह आधारित आपदा चेतावनी तथा संचरण प्रणाली के लिए इसरो से 'टीम एक्सीलेंस' पुरस्कार प्रदान किया गया हैं। वर्तमान में वह एसएटीडी/एसएनएए प्रभाग में प्रधान के पद पर कार्यरत हैं।



श्रीमती लीना कोहली कपूर ने वर्ष 1992 में आई ई टी लखनऊ से इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी में बी.ई. डिग्री प्राप्त की एवं 2004 में बिट्स पिलानी से संचरण अभियांत्रिकी में एम.ई. डिग्री प्राप्त की है। वर्ष 2004 में इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र में कार्य आरंभ किया। उन्हें जीसैट उपग्रह आधारित एमएसएस सेटकॉम अनुप्रयोग लिए इसरो से 'टीम एक्सीलेंस' पुरस्कार प्रदान किया गया है। वर्तमान में वह एसएटीडी/एसएनएए प्रभाग में कार्यरत हैं।



श्रीमती निशा वि राना ने वर्ष 1983 में गर्ल्स पोलिटेक्निक अहमदाबाद से इलेकट्रोनिक्स एन्ड रेडियो अभियांत्रिकी में डिप्लोमा किया है। उन्होने वर्ष 1985 में इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र में कार्य आरंभ किया। उन्हें उपग्रह आधारित आपदा चेतावनी तथा संचरण प्रणाली एवं जीसैट उपग्रह आधारित एमएसएस सेटकॉम अनुप्रयोग के लिए इसरो से 'टीम एक्सीलेंस' पुरस्कार प्रदान किया गया है। वर्तमान में वह एसएटीडी/एसएनएए अनुभाग में कार्यरत हैं।

***

अनुक्रमणिका

आंतरिक विकसित व्यतिकरण उपकरण के प्रयोगकर्ता जीएनएसएस सिग्नल का अध्ययन और विश्लेषण

डॉ. दीपक मिश्रा एवं टी.वी.एस. राम
ऑनबोर्ड सिग्नल प्रोसेसिंग डिविजन
ऑप्टिकल एंड डिजिटल कम्यूनिकेशन ग्रुप
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

एक समूह से संबंधित और अन्य समूह से संबंधित उपग्रहों के सिग्नल का नौपरिवहन सिग्नल व्यतिकरण विश्लेषण की महत्वपूर्ण पैरामीटर है जो जी.एन.एस.एस. रिसीवर डिजाइनिंग और जी.एन.एस.एस. उपग्रह के लिए नयी संकेत के परिचय के दौरान विचार किया जाना चाहिए।

क्षोभ मंडल,आयनोस्फेयर विलंब और प्रस्फुरण द्वारा प्रस्तुत वायुमंडल की वर्गों जो जी.एन.एस.एस. सिग्नल को प्रभावित करते हैं। मल्टीपाथ एक बड़ा कारण है जो जीएनएसएस प्रणाली के प्राप्तकर्ता की तरफ से सबसे अधिक त्रुटि बजट प्रस्तुत करता है। यह त्रुटि बजट उपयोग में आने वाले कोरिलेटर के प्रकार के साथ अंतर रखता है। अन्य सिग्नलों के साथ नैविगेशन उपग्रहों की संख्या एवं उनके द्वारा प्रदान की जाने वाली सेवाओं में तीव्र वृद्धि होती है। अतः इसी कारण से C/N_0 निम्नीकरण मापन (**ITU M**. 1831) सिग्नल के व्यतिकरण का उपयोग करते हुए विश्लेषण एवं विभिन्न सिग्नलों पर ट्रोपोस्फीयर, आइनोस्फीयर, एवं मल्टीपाथ का प्रभाव आवश्यक है। यह शोधपत्र में विभिन्न जी.एन.एस.एस. सिग्नल की व्यतिकरण विश्लेषण के लिए उपकरण विकसित किया गया है। इसका उपयोग करके यह शोधपत्र जी.एन.एस.एस. सिग्नल के क्षोभ मंडल, आयनोस्फेयर और मल्टीपाथ प्रभाव के कारण आई.आर.एन.एस.एस. सिग्नल की निम्नीकरण का विश्लेषण करता है।

सूचकशब्द

पीएसडी, जी.एन.एस.एस., सी/न0, आई.आर.एन.एस.एस., जी.पी.एस., आर.एम.एस

1. प्रस्तावना

वैश्विक नौपरिवहन उपग्रह प्रणाली परिक्रमण करके पृथ्वी के नेटवर्क को कहीं भी ऊपरी भाग पर स्थितिकरण, नौपरिवहन और समय चुन सेवाएँ में प्रयोग प्रसारित करने के लिए सिग्नल शामिल करता है। आज दो प्रमुख वैश्विक नौपरिवहन उपग्रह प्रणाली (जी.एन.एस.एस.) अर्थात्, जोड़ स्टतेसा ग्लोबल पोज़ीशनिंग सिस्टम (जी.पी.एस.) और रुसी वैश्विक नौपरिवहन उपग्रह सिस्टम (जी.एल.ओ.एन.ए.एस.एस.) पूर्णतः परिचालनात्मक और यूरोपियन नौपरिवहन उपग्रह सिस्टम जी.ए.एल.आई.एल.ई.ओ. और बीडऔ (चीन) विकास के अधीन हैं। कई क्षेत्रीय नौपरिवहन उपग्रह सिस्टम आई.आर.एन.एस.एस. (भारत) और क्यू.जेड.एस.एस. (जापान) जैसे विकास की प्रक्रिया में हैं। इनके अलावा यूरोपियन अन्तरिक्ष एजेंसी द्वारा संयुक्त राज्य अमेरिका और ई.जी.एन.ओ.एस. से भारत, डब्ल्यू.ए.ए.एस. से जी.ए.जी.ए.एन. जैसे बढ़ाकर प्रणालियाँ स्थापित कई उपग्रह भी मौजूद है। कई नौपरिवहन सिग्नल के दिन प्रतिदिन वृद्धि, निष्पादन निर्धारण द्वारा वर्तमान और नियोजित जी.एन.एस.एस. सिग्नल की अनुकूलता और अंतः प्रचालनात्मकता (1) दृष्टिकोण से विश्लेषण आवश्यक है ।

व्यतिकरण विश्लेषण विभिन्न जी.एन.एस.एस. सेवा प्रोविडेर.फ. सऔअल्ल ईटी अल (2) और एस. वाल्लनेर ईटी अल (3) द्वारा किया जा रहा है जी.पी.एस. और गलिलेओ सिग्नल के बीच हस्तक्षेप विश्लेषण प्रस्तुत किया इसी

अनुक्रमणिका

प्रकार अड़ना ईटी अल (4) गलिलेओ और कम्पास नौपरिवहन प्रणालियाँ के बीच ब्यौरा हस्तक्षेप विश्लेषण प्रस्तुत किया विभिन्न अन्य साहित्य है, जहाँ ब्यौरा व्यतिकरण विश्लेषण विभिन्न जी.एन.एस.एस. प्रणालियाँ के बीच (5) प्रस्तुत किया जाता है |वई लिउ ईटी अल (5) और स्टेफन वाल्लनेर ईटी अल में (14) वर्तमान कार्यप्रणाली में इंटर और आन्तरिक सिस्टम व्यतिकरण द्वारा अपेक्षित संकेत की सी/न0 पद घटाना निर्धारित करने के लिए प्रभावी सी/न0 के रूप में पदावनत प्रभावी वाहन शक्ति के लिए कोलाहल घनत्व अनुपात दोनों संसक्त और असंगत उपजों की संकेत के लिए कोलाहल अधिकता हस्तक्षेप अनुपात पर हस्तक्षेप की प्रभाव दर्शाने के लिए प्रयोग किया जाता है। आई.टी.यू. में □- 1831 अर्जित सिफारिश करते हैं। साथ ही dB में संकेत की कुल पद घटाना के लिए सूत्र देते हैं।

क्षोभ मंडल जीएनएसएस की सिग्नल में देरी के लिए ह्रोफंन वेल्लेंहोफ और लिचतेनेग्गेर और वास्ल (1) के अनुसार ही क्षीण हो गये हैं और जी.एन.एस.एस. पट्टियाँ के लिए गैर विक्षेपी मध्यम चूँकि अपवर्तन और क्षोभ मंडल (क्षोभ मंडल और समताप मण्डल एक साथ) अधिनियम के कारण विलम्बित हो गये हैं। यह भी निर्दिष्ट किया जाता है कि आयनोस्फेयर (परत को आयनित किया) जी.एन.एस.एस. की संकेत में प्रस्फुरण और देरी के लिए देते हैं।

2. व्यतिकरण सॉफ्टवेयर

2.1 विचाराधीन पैरामीटर

2.1.1. कोलाहल घनत्व अनुपात के लिए वाहन शक्ति-

वई लिउ ईटी अल के अनुसार (5) और स्टेफन वाल्लनेर ईटी अल में प्रयोग (14) सूत्र में अन्य सहित दखलंदाजी करके संकेत के लिए C/N_0 मूल्यांकन करने के लिए द्वारा दिये गये है

$$\left(\frac{C}{N0}\right) = \frac{C\int_{-\frac{\beta r}{2}}^{\frac{\beta r}{2}} Gs(f)df}{N0\int_{-\frac{\beta r}{2}}^{\frac{\beta r}{2}} Gs(f)\,df + Cl\int_{-\frac{\beta r}{2}}^{\frac{\beta r}{2}} Gs(f)Gl(f)df} \quad \text{---------- (1)}$$

जहाँ $G_S(f)$ सामान्य बना शक्ति वर्णपटसंबंधी घनत्व है। C उपयोगी संकेत की प्राप्त शक्ति है। No ऊष्मीय कोलाहल की शक्ति वर्णपटसंबंधी घनत्व है। $G_L(f)$ (एफ़) दखलंदाजी संकेत की सामान्य बना वर्णपटसंबंधी घनत्व है। आकस्मिक छहट्टी दखलंदाजी संकेत की प्राप्त शक्ति है। B_r रिसीवर सीमान्त बैंडविथ है।

उपर्युक्त समीकरण जब इंटर सिस्टम और आन्तरिक सिस्टम व्यतिकरण मौजूद के रूप में है संशोधित किया जाता है।

$$\left(\frac{C}{N0}\right) = \frac{C}{N0+\sum_{i=1}^{M}\sum_{j=1}^{Ki} Ci,j\,\frac{\int_{-\frac{\beta r}{2}}^{\frac{\beta r}{2}} Gs(f)Gl(f)df}{\int_{-\frac{\beta r}{2}}^{\frac{\beta r}{2}} Gs(f)df}} \quad \text{---------- (2)}$$

सीआई, j i^{th} उपग्रह द्वारा j th इंटरफेरिंग सिग्नल की प्राप्त शक्ति है।

आईटीयू अनुशंसा M.1831 [17] के अनुसार, किसी अन्य व्यतिकरण संकेत की उपस्थिति में उपयोगकर्ता द्वारा अनुभव किए जाने वाले ध्वनि गिरावट के लिए कुल संकेत दिया जाता है: -

$$\Delta_{dB} = \left[1 + \frac{I_O}{N_O + P_O}\right]_{dB} \quad \text{---------- (3)}$$

जहां कोई थर्मल ध्वनि मंजिल नहीं है, Po आंतरिक प्रणाली व्यतिकरण है, और Io बाहरी व्यतिकरण है। बाह्य व्यतिकरण स्तर की गणना इस रूप में है।

Io[dB/Hz]=Gagg[dB]+Pmax[dBW]+SSC[dB/Hz] +Lx[dB] ----------(4)

अनुक्रमणिका

Gagg समग्र लाभ, जो एक प्रणाली के सभी उपग्रहों द्वारा पेश किए गए हस्तक्षेप को ध्यान में रखता है। Pmax अधिकतम उपयोगकर्ता प्राप्त शक्ति है, SSC हस्तक्षेप और वांछित संकेतों के बीच वर्णक्रमीय पृथक्करण गुणांक है। Lx प्रसंस्करण लौस है।

2.1.2 ट्रोपोस्फेरिक अपवर्तन

क्षोभ मंडल और समताप मंडल (सामूहिक रूप से क्षोभ मंडल GNSS समुदाय द्वारा के रूप में या गैर आयनित भाग के रूप में कहा जाता है) के प्रभाव में ट्रोपोस्फेरिक पथ देरी अपवर्तन के कारण द्वारा चिह्नित है। [1] के अनुसार तटस्थ वायुमंडल 30 GHz तक एक गैर परिक्षेपण माध्यम है। ट्रोपोस्फेरिक पथ देरी [1] के द्वारा ΔTrop के रूप में दिया जाता है।

ΔTrop = ∫(n-1) ds----------(5)

जहाँ n क्षोभ मंडल के अपवर्तक सूचकांक है। N = 106(n-1). होपफिल्ड एच एस [7] के अनुसार ट्रोपोस्फेरिक अपवर्तक सूचकांक और देरी ड्राई के कारण दो अवयव Ndrytrop और Nwettrop में विभाजित किया है।

$$K_{dry} = 155208 \times 10^{-4} \times P_{amb} \times \frac{(40136+148.72\times T_{amb})}{(T_{amb}+273.14)} - - - - - - - (6)$$

और

$$K_{wet} = -0.287 \times \frac{P_{vap}}{(T_{amb}+273.16)} + \frac{8307.2\times P_{vap}}{(T_{amb}+273.16)^2} - -\text{----------}(7)$$

$$\Delta_{trop} = \frac{K_{dry}}{\sin(\sqrt[2]{(El^2 + 1.904 \times 10^{-3})})} + \frac{K_{wet}}{\sin(\sqrt[2]{(El^2 + 1.904 \times 10^{-3})})} - -(8)$$

El, रेडियन में सैटेलाइट की ऊंचाई का कोण है। सास्टोमोनीन जे [8] के अनुसार सभी गैस कानूनों को ध्यान में रखते हुए और कई अनुमानों पर विचार करते हुए ट्रोपोस्फियरिक विलंब के रूप में प्राप्त किया जा सकता है।

$$\Delta_{trop} = \frac{0.002277}{\cos z} \times \left[p + \left(\frac{1255}{T} + 0.05\right) e - B (\tan z)^2\right] - - - - - - - - - - - - - - - (9)$$

2.1.3 फ्रिईस संचरण सूत्र :-

वातावरण के माध्यम से नुकसान फ्रिईस संचरण सूत्र, जो L_0 द्वारा दिया जाता है इस प्रकार दर्शाया है ρ रिसीवर की उपग्रह से दूरी और k वातावरण की स्थिति के आधार पर 0 से 1 होता है।

$$L_0 = \left(\frac{c}{2\pi\rho f}\right)^2 \text{and } L_{atm} = kL_0 \text{ ----------}(10)$$

2.1.4 आयनमंडलीय अपवर्तन :-

आयनमंडल उच्च वातावरण के विद्युत चार्ज घटक है। इसमे भिन्न प्रकार के आवेश, स्वतंत्र और तटस्थ कणों की किस्म होती हैं। यह परत कई परतों में विभाजित है। आयनमंडल अपवर्तन वातावरण के कुल इलेक्ट्रॉन सामग्री (TEC) के एक समुह के रूप में modeled है। चरण अपवर्तक सूचकांक GNSS के संकेत के रूप में मात्रा c_2, c_3,... आवृत्तियों नहीं करती लेकिन इलेक्ट्रॉन प्रति घन मीटर की संख्या पर निर्भर करती है। सन्निकटन केवल द्विघात तक किया जाता है। आयनमंडल के समूह अपवर्तक सूचकांक n_{gr} द्वारा दिया जाता है।

Fermat सिद्धांत का उपयोग करके हम देरी की गणना इसप्रकार कर सकते है

$\Delta_{ph}^{Iono} = -\frac{40.3}{f^2}\int N_e\, ds_0$ और

$\Delta_{gr}^{Iono} = \frac{40.3}{f^2}\int N_e\, ds_0$ ---------- (11)

Klobuchar [9] के अनुसार आयनोस्फेरेक माध्यम से देरी को नीचे दिखाए गए एक सरल एल्गोरिथ्म का उपयोग करके सीधे टीईसी की गणना के बिना गणना की जा सकती है

अनुक्रमणिका

Ψ = 0.0137/ ((E + .11) -0.022)

E ऊँचाई कोण है और Ψ पृथ्वी केंद्र कोण है

$$\varphi_I = \varphi_u + \psi \cos A$$

$$\lambda_I = \lambda_u + \psi \frac{\sin A}{\cos \varphi_I}$$

Φ_I, λ_I उप आयनोस्फेरेक अक्षांश और रेखांश हैं, ए एक अजीमुथ एंगल, ϕ_u, λ_u रिसीवर के अक्षांश और देशांतर हैं।

$$t = 4.32 \times 10^4 \lambda_I + time$$

अगर t > 86400 तो t यदि t-86400 = t < 0 टी = t + 86400।

$$F = 1 + 16(.53 - E)^3$$

$$\phi_m = \varphi_I + 0.064 \times \cos((\lambda_I - 1.617) \times \pi)$$

$$PER = \sum_{n=0}^{3} \beta_n \phi_m^n$$

if PER < 72000 then PER = 72000

$$X = \frac{2\pi(t - 50400)}{PER}$$

$$AMP = \alpha_1 + \alpha_2 . \phi_m + \alpha_3 \phi_m^2 + \alpha_4 \phi_m^3$$

$$T_{iono} = F \times 5 \times 10^{-9} \times AMP$$

$$T_{iono} = F \times 5 \times 10^{-9} \times AMP \times \left(1 - \frac{X^2}{2} + \frac{X^4}{4}\right)$$

तिरछा कारक F एफ द्वारा दिया जाता है के अनुसार वैश्विक आयनमंडलीय Scintillation मॉडल (GISM) एक आदर्श अंतरराष्ट्रीय दूरसंचार संघ (आईटीयू द्वारा) स्वीकार कर लिया है। TEC आयनमंडलीय नक्शे ऑनलाइन उपलब्ध हैं और यह किसी विशेष समय में किसी भी बिंदु पर दुनिया में इलेक्ट्रॉन सामग्री प्राप्त करने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता। तो इससे डेटा प्राप्त किया जा सकता हैं और विभिन्न बैंड में संकेतों के देरी प्रोफ़ाइल प्राप्त करने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता हैं

$$\Delta_{ph}^{Iono} = -\frac{40.3}{f^2} . TEC \quad \text{---------- (12)}$$

2.1.5 मल्टीपाथ विश्लेषण

मल्टीपाथ एक घटना है जहां से एक रेडियो संकेत एक रिसीवर पर दो या दो से अधिक संभावित पथ के माध्यम से आता है। इन संकेतों का ट्रांसमीटर एक सामान्य समय मूल है, भले ही वे विभिन्न चरणों और विभिन्न आकार amplitudes साथ रिसीवर तक पहुँचते है। मल्टीपाथ मॉडल बहुपथीय प्रभाव दूर करने के लिए सुझाए गए कुछ तरीके हैं

- मल्टीपाथ पैटर्न को समझने और त्रुटि सही करना।
- छोटे पक्ष लोब का एंटीना डिजाइन।

बहु-पथ प्रदर्शन एक नेविगेशन संकेत के एक नए GNSS सिग्नल का प्रस्ताव करते हुए माना जाता है। यह इसलिए है क्योंकि मल्टीपाथ आसानी से माडल किया जा नहीं कर सकता और यह मोटे तौर पर एक स्थान से दूसरे करने के लिए भिन्न हो सकता है। एक मल्टीपाथ त्रुटि लिफ़ाफ़ा (चित्र 1) बहु-पथ प्रदर्शन का मूल्यांकन करने के लिए उपयोग किया जाता है। यह मल्टीपाथ त्रुटि लिफ़ाफ़ा देरी बनाम correlator का ग्राफ देता है।

मल्टीपाथ त्रुटि को प्रभावित करने वाले विभिन्न कारक हैं:

- सिग्नल टाइप, मॉडिलेशन स्कीम सिग्नल और कोड की चिपिंग रेट।

अनुक्रमणिका

- रिसीवर की बैंड की चौड़ाई और उपयोग किए जाने वाले फ़िल्टर का प्रकार
- प्रतिबिंब के कारण बहुपथ सिग्नल की संख्या और संकेत क्षीणन।
- ट्रैकिंग के लिए इस्तेमाल किए गए सहसंबंधक के बीच का उपयोग करके चिप रिक्ति
- दृष्टि संकेतों और प्रकार के correlator के लाइन के संबंध में multipath संकेतों की देरी का इस्तेमाल किया।

हॉफमन-वेलनहोफ, लिचटेनेगर और वासले [1] के अनुसार, बहुपथ इरर लिफाफा को खोजने के लिए विधि नीचे वर्णित है

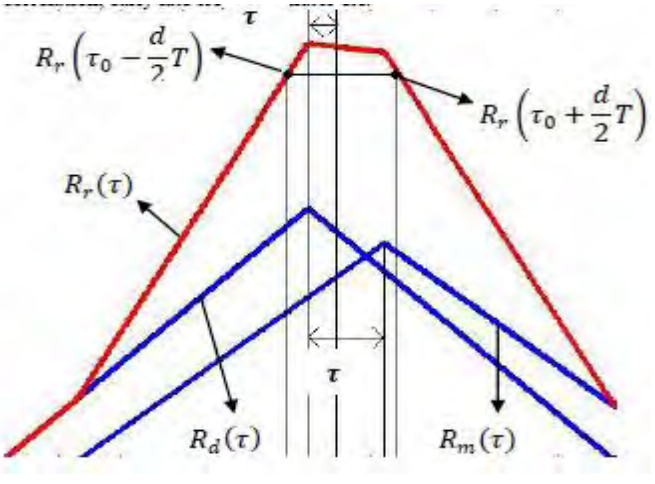
$s_r(t) = s_d(t) + \beta s_m(t + \tau_m)$ ---------- (13)

$s_d(t)$ दृष्टि संकेत की सीधी रेखा है और $s_m(t)$ विलम्बित बहुपथ सिग्नल है

$$R_r(\tau) = \int_0^T s_d(t)s_l(t+\tau)dt + \int_0^T \beta s_m(t+\tau_m)s_l(t+\tau)dt$$
$$= R_d(\tau) + R_m(\tau)$$

$s_r(t)$ स्थानीय रूप से उत्पन्न संकेत $s_l(t)$ के साथ सहसंबद्ध है परिणामतः आटोकोरेरलेशन फ़ंक्शन, दृष्टि संकेत की रेखा और प्रतिबिंबित सिग्नल के स्वतः सम्मिलन समारोह का योग है। संकीर्ण संबंध अंतर एक बहुपत प्रभाव को कम करने के लिए एक तरीका है। अन्य विधियां डबल-डील्टा सहसंबंध, प्रारंभिक देर से ढलान सहसंबंधक आदि हैं।

बहुपथ त्रुटि लिफाफा में कुछ सीमाएं हैं, जो इसे केवल एक परिलक्षित सिग्नल को ध्यान में रखता है। यह चैनल को ध्यान में नहीं लेता है। त्रुटि लिफ़ाफ़ा इस्तेमाल किया correlator के प्रकार के साथ बदलता रहता है। भारित मल्टीपाथ त्रुटि लिफाफा मल्टीपाथ प्रदर्शन पर अधिक यथार्थवादी दृष्टिकोण देता है, एक सांख्यिकीय चैनल मॉडल पैमाने पर उपयोग किया जाता है। यहां पर विचार है कि लंबे समय से देरी वाले लोगों की तुलना में कम विलंब बहुपथ अधिक बार होता है।



चित्र 1 - प्रत्यक्ष, प्रतिबिंबित और कुल संकेत के आटोकोरेरलेशन फंक्शन

P (τ) मल्टीपाथ विलंब मॉडल----------(14)

ए (τ) मल्टिप्थ आयामों ----------(15)

इन दोनों को मिलाकर हम समीकरण को इस तरह से प्राप्त करते हैं

$E'(\tau) = E(\tau).e^{-3\tau/2\tau_0}$ ----------(16)

E' (τ) किसी भी सहसंबंधक का उपयोग करके प्राप्त बहुपथ त्रुटि लिफाफा है। τ_0 कोड ट्रैकिंग त्रुटि है, τ पथ देरी है और a_0 आयाम सामान्यीकृत है

जैसा कि [1] में उल्लिखित है, हम आंकड़ा चित्र 2 में दिखाए गए अनुसार ग्राउंड से एकल प्रतिबिंब के सबसे साधारण मामला पर विचार करके मल्टीपाथ को मॉडल कर सकते हैं।

तो सीधा संकेत का प्रतिनिधित्व किया जा सकता है

$Sig_{direct} = a * \sin\varphi$

अनुक्रमणिका

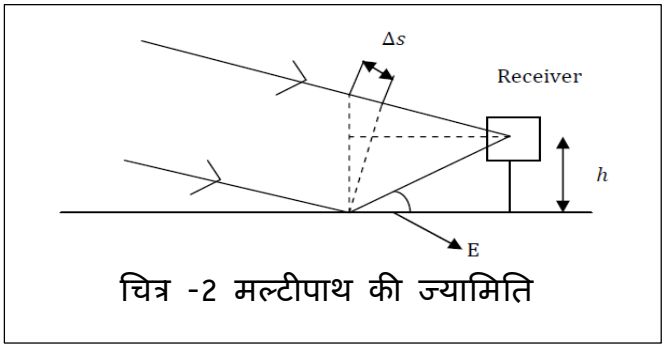
और परिलक्षित संकेत के रूप में प्रतिनिधित्व किया जा सकता है

$$Sig_{reflected} = \beta * a * \sin(\varphi + \Delta\varphi)$$

संकेतों की अतिस्तिष्क का उपयोग करना, हम मिल रहे हैं

$$\tan(\Delta\varphi_m) = \frac{\beta \sin\Delta\varphi}{1+\cos\Delta\varphi} \quad \text{---------- (17)}$$

$$\beta_m = \sqrt[2]{(1+\beta^2+2\beta cos\Delta\varphi)} \quad \text{---------- (18)}$$



चित्र -2 मल्टीपाथ की ज्यामिति

जहां पथ Δϕ चरण की देरी के कारण चरण बदलाव है, β भिगोना कारक है और β_m वह कारक है जिसके परिणामस्वरूप आयाम बढ़ जाता है या घट जाती है। यह मल्टीपाथ का सबसे सरल मॉडल है

बालालु का अक्षांश और देशांतर 12.5 9 71 डिग्री नं, 77.3418 डिग्री ई है। प्रत्येक सैटेलाइट के लिए ऊंचाई कोण लगभग गणना की जाती है

3 टिप्पणियां

3.1 ट्रोस्फेरिक देरी पर परिणाम

Byalalu, कर्नाटक, भारत में उस स्थान पर खंड जमीन है, जहां इसरो नेविगेशन केंद्र मौजूद है और यह केंद्र है जो सभी नेविगेशन पैरामीटर सेट करता है और IRNSS के लिए तंत्रिका केंद्र के रूप में कार्य करता है। IRNSS के सात उपग्रहों का एक नक्षत्र हैं: तीन (अधिकारी कक्षा) को GEOs स्थित पर 34 ° E, 83° E और 131.5° E और चार (Geosynchronous कक्षा इच्छुक) IGSOs 29° के झुकाव के कोण पर दो प्रत्येक में भूमध्य रेखा पार 55 ° पर और 111 ° पूर्व के साथ रखा।

तालिका 1, भूमध्य रेखा के पास बालालु में आईआरएनएसएस उपग्रहों के देशांतर को दिखा रहा है और इंक से उनके उत्थान के कोण

उपग्रह प्रकार	रेखांकित भूमध्य रेखा पर समापन (° ई)	ऊंचाई कोण (rad)
Geostationary (GEO)	32.5	0.6429
	83	1.288
	131.5	0.4724
Geosynchronous (IGSO)	55	1.0507
	111	0.84795

सारणी 2 आईआरएनएसएस उपग्रहों के लिए ट्राफोस्फीयर के कारण मापा देरी को दर्शाती है, आईएनसी में तालिका 1 में दिए गए क्रम में

देरी मापा (मीटर)		
Hopfield	Saastamoinen	Chao's mapping function
3.9681	3.9658	3.3297
8.1849	8.2914	6.97
5.1849	5.2146	4.3846
2.7772	2.7438	2.3
3.1961	3.1736	2.6652

3.2 आयनमंडलीय देरी के परिणाम

तालिका 3 भूमध्य रेखा के पास आईआरएनएसएस उपग्रहों को रेखांकित करते हैं, उनकी उत्थान और आईएनसी के एज़िमथ कोण

तालिका 4 आईआरएनएसएस उपग्रहों के लिए आयनोंफीयर के कारण मापा देरी को दर्शाती है, क्रम में तालिका में दिए गए अनुसार 3, जीसीआई द्वारा गणना टीईसी नक्शे का उपयोग करके आईएनसी में

अनुक्रमणिका

उपग्रह प्रकार	भूमध्य रेखा पर देशांतर (डिग्री ई)	उत्थान कोण (राड)	अजीमित कोण (राड)
Geostationary (GEO)	32.5	0.6429	4.4968
	83	1.288	2.7148
	131.5	0.4724	1.728
Geosynchronous (IGSO)	55	1.0507	4.22495
	111	0.84795	1.88692

देरी मापा (मीटर)			
L1	L2	L5	S
10.1	24	26	5.8
8.2	13.5	14.5	3.27
10.9	17.8	19.5	4.33
9.8	16.3	17.6	3.96
8.6	14.3	15.5	3.47

3.3 C/NO में गिरावट

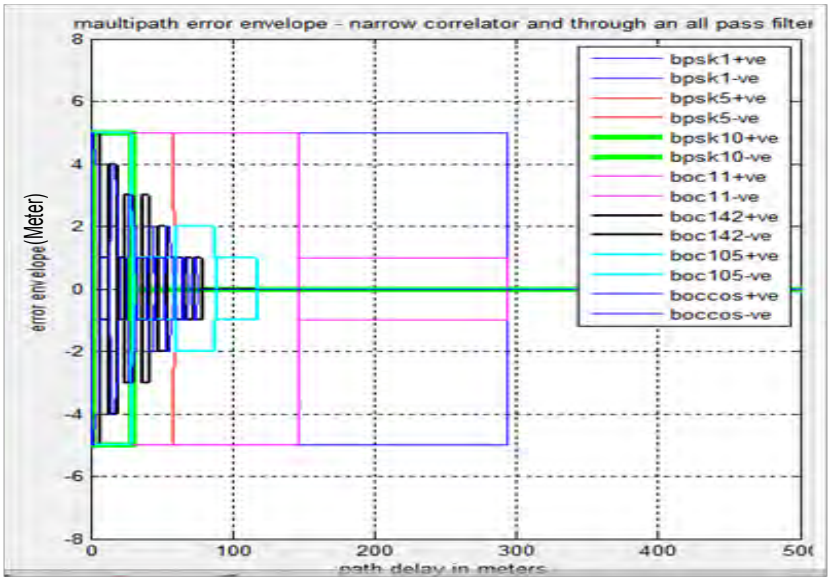
C/NO में गिरावट मूलतः एक कम **C/NO** का मान है जिस पर रिसीवर सैद्धांतिक मूल्य से दूर काम करेगा। अन्य जीएनएसएस सिग्नल के कारण आईआरएनएसएस सिग्नल के **C/NO** डिग्रेडेशन की गणना के लिए, तालिका 6 में अन्य जीएनएसएस संकेतों के कारण मौजूदा और प्रस्तावित संकेतों के आईआरएनएसएस की गिरावट का पता चलता है। फ्रंट एंड रिसीवर बैंडविड्थ L1 बैंड में 30 MHz, L5 बैंड में 24 Mhz और S बैंड में 16.5 Mhz ले लिया गया है।

तालिका 5 में अन्य जीएनएसएस संकेतों के कारण मौजूदा और प्रस्तावित संकेतों के आईआरएनएसएस की गिरावट **dB/Hz** में

	आईआरएनएसएस का संकेत	dB/Hz में C/No का डिग्रेडेशन			
		GPS	COMPASS	GALILEO	QZSS
L1	*MBOC(6,1,11)	5.6	3.0	-	-
	*BOC(12,2)	.45	.35	-	-
	*BOCcos(12,2)	.26	.39	-	-
L5	BOC(5,2)	1.02	.59	.52	1.05
	BPSK(1)	.61	.79	.28	.62
S	BOC(5,2)	-	4.15	-	-
	BPSK(1)	-	4.16	-	-

3.4 बहु-पथ परिणाम

बहु-पथ के रूप में ऊपर वर्णित विधि का उपयोग करके बहु-पथ त्रुटि लिफाफा प्राप्त प्रभाव के परिणाम यहाँ प्रदर्शित होता है।



चित्र-3 [में मीटर] बहु-पथ त्रुटि लिफ़ाफ़ा मीटर नई सिग्नल अन्वेषण में पथ देरी

4. नया संकेत अन्वेषण: -

4.1 L1 बैंड में नया संकेत: -

MBOC मॉडुलन L1 बैंड में नए आईआरएनएसएस संकेत के लिए एक आदर्श उम्मीदवार के रूप में माना जा सकता है। MBOC मॉडुलन स्कीम के चयन के पीछे कारण निम्नानुसार है: -

- जीपीएस, गैलीलियो और कम्पास के रूप में संगतता और अंतर की दृष्टि से पहले से ही MBOC मॉडुलन का उपयोग कर रहा है
- MBOC मॉडुलन के रूप में लचीलापन BOC (1, 1) और BOC(6,1), का संयोजन है।, इसलिए बड़ी व्यतिकरण के मामले में अधिक विश्वसनीय ट्रैकिंग के लिए BOC(6,1) मॉडुलन स्कीम को अधिक शक्ति दी जाएगी।
- सरल रिसीवर के रूप में रिसीवर डिजाइन में लचीलापन केवल ट्रैकिंग उद्देश्य के लिए केवल BOC (1,1)का उपयोग कर सकता है, जबकि जटिल रिसीवर ट्रैकिंग उद्देश्य के लिए BOC(6,1) और BOC(1,1) दोनों का उपयोग करता है।
- MBOC(6,1,2/11) या MBOC(6,1,3/11) MBOC(6,1,1/11), बजाय की तरह उनके C/NO degradations GUI का उपयोग करके देखा जा सकता है, तो साझा अन्य शक्ति का उपयोग कर कार्यान्वित किया जा सकता हैं। परिणाम तालिका 6 में देखा जा सकता है...

30 Mhz फ्रंट एंड रिसीवर बैंडविड्थ के लिए नीचे दी गई तालिका में परिणाम देखा जा सकता है।

सारणी 6L1 बैंड के में विभिन्न **dB/HzMB**मॉड्यूल के लिए जीयूआई से मान दिखा रहा है। **C/No**

सिग्नल	C/NO गिरावट
MBOC(6,1,1/11)	5.4
MBOC(6,1,2/11)	5.5
MBOC(6,1,3/11)	5.52
MBOC(6,1,4/11)	5.6
MBOC(6,1,5/11)	5.6

4.2 L5 बैंड में नया संकेत: -

ALTBOC (15, 10) L5 बैंड में भावी आईआरएनएसएस संकेत के लिए प्रमुख उम्मीदवारों में से एक माना जाता है। ALTBOC मॉडुलन, BOC मॉडुलन के समान, दो ऊपरी मुख्य भागों और दो निचले मुख्य भागों (अलग से I और Q चरणों को ध्यान में रखते हुए) के बीच उच्च वर्णक्रमीय अलगाव प्रदान करता है। यह प्रत्येक मुख्य पालि के लिए विभिन्न कोड का उपयोग करके पूरा किया जाता है। के लिए AltBOC मॉडुलन के चयन के पीछे का कारण भविष्य में L5 बैंड में आईआरएनएसएस निम्नानुसार है: -

- गैलीलियो और कॉम्पास के रूप में संगतता और अंतर की दृष्टि से पहले से ही AltBOC (15, 10) मॉड्यूलेशन का उपयोग कर रहा है
- एकल AltBOC मॉडुलन में दो अलगअलग प्रकार की सेवाओं को एक साथ जोड़ा जा सकता है। इसलिए-, यह स्पेक्ट्रम का प्रभावी उपयोग होगा
- चूंकि AltBOC पहले से ही गैलीयो द्वारा संक्रमित है और कॉम्पैस इस संकेत में अन्य संकेतों की तुलना में बड़ा C/No गिरावट है।
- AltBOC को अन्य विद्युत साझाकरण जैसे AltBOC (5,2) या AltBOC (5,1) का उपयोग करके कार्यान्वित किया जा सकता है ताकि उनके C/No डीआईड्रैडेडेशन को GUI का उपयोग करते हुए देखा जा सके।

परिणाम 30Mhz फ्रंट एंड रिसीवर बैंडविड्थ के लिए नीचे दिखाया गया तालिका 7 में देखा जा सकता है।

तालिका 7 L5 – बैंड के लिए **dB/Hz** में विभिन्न अल्टीबोक मॉड्यूल के लिए जीयूआई से कुल **C/No** मान दिखा रहा है।

सिग्नल	C/N0 गिरावट
AltBOC(15,10)	3.38
AltBOC(5,2)	1.59
AltBOC(5,1)	1.04
AltBOC(1,1)	3.66

5. निष्कर्ष

ट्रोपोस्फीयर जीएनएसएस संकेतों के लिए एक गैर-प्रसारित माध्यम है और यह अपवर्तन और क्षीणन के कारण देरी का कारण बनता है। कई मॉडल प्रस्तावित किए गए और विभिन्न संशोधनों को भी उनके साथ किया जाता है। मूल होपफील्ड और सस्तामोनीन मॉडल अभी भी देरी को खोजने के लिए काफी अच्छे तरीके हैं और उनके मूल्य एक-दूसरे के बहुत करीब हैं ऊंचाई के कोण पर कुछ सीमाओं के साथ कई मैपिंग फ़ंक्शन का उपयोग करके यह देरी भी मिल सकती है और इस तरह के परिणाम को यहां दिखाया गया है। आयनक्षेत्र GNSS संकेतों के लिए एक व्यापक माध्यम है। जीपीएस में आयनोसोफ़ियरिक देरी को खोजने के लिए इस्तेमाल किया जाने वाला क्लोबूचर विधि भारत में देरी (जीयूआई का उपयोग करके) की गणना करने के लिए प्रयोग किया जाता है और यह निष्कर्ष निकाला जाता है कि यह विधि भारतीय क्षेत्र पर सही नहीं है। इसलिए वर्तमान TEC मूल्यों को लेकर भारत में आयनोस्फीयर की वजह से देरी गणना की जाती है। यह आईआरएनएसएस संकेतों के लिए आयनोफ़ेयर के कारण देरी का काफी सटीक मान देता है।

प्राप्त बहुपथ त्रुटि इन्वेलोप सटीक नहीं है क्योंकि यह फ़िल्टर्ड नहीं है, लेकिन यह BOC(m,n) संकेतों के रूप में मल्टीपाथ प्रदर्शन के बारे में अपरिष्कृत विचार को देता है क्योंकि m और n की बढ़ोतरी के मूल्य के रूप में बेहतर मल्टीपाथ प्रतिरोध दिया जाता है और इससे इसे रेखाचित्र मे देखा जा सकता है। MBOC सिग्नल, जो L1 बैंड में आईआरएनएसएस से संचरित होने की उम्मीद है, जो BOC(6,1) और BOC(1,1) दोनों के संयोजन का उपयोग करता है, अन्य संकेतों की तुलना में बेहतर मल्टीपाथ प्रतिरोध है। यही मामला AltBoC (15,10) के साथ है, जो IRNSS से L5 में प्रसारित होने की उम्मीद है। BPSK सिग्नल के मामले में चिप की लंबाई के कारण मल्टीपाथ प्रदर्शन में सुधार आता है। MBOC L1 बैंड में अपेक्षित सिग्नल है जिसमें एक संकेत (BOC (1, 1) और BOC(6, 1)) में संगतता और कई मॉडुलन योजनाओं के उपयोग जैसे बहुत सारे फायदे हैं, लेकिन इसका बड़ा C/NO गिरावट के रूप में इस सिग्नल को अन्य सिस्टम द्वारा प्रेषित किया जाता है, जो दोनों जीयूआई और प्रयोगों का उपयोग करते हुए पाया जा सकता है। इसलिए Pmax के साथ बेहद संवेदनशील रिसीवर लगभग -100 dBW और बहुत कम प्रसंस्करण नुकसान C/NO प्रदर्शन में सुधार के लिए इस्तेमाल किया जाना चाहिए। L5 बैंड में AltBOC (15,10) के साथ यही मामला है AltBOC (5,2) या AltBOC (1,1) जैसे अन्य अल्टरबॉक्सेस का इस्तेमाल किया जा सकता है क्योंकि उनके पास बेहतर C/NO डिग्रेडेशन है।

6 संदर्भ

अनुक्रमणिका

[1] Hoffmann-Wellenhof, Lichtennegger, Wasle, "*GNSS Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo & more*", SpringerWeinNewYork.

[2] Simon Haykin, "*Digital Communications*", John Wiley & Sons (Asia) Pte Ltd.

[3] John W. Betz, "*Binary Offset Carrier Modulations for Radio navigation*", The MITRE Corporation, Bedford, Massachusetts Received September 2001; Revised March 2002.

[4] Gunter W Hein, Markus Irsinger, Jose Angel Avila radriguez and Thomas Pany, "*Performance analysis of L1 Galelio Signals*", Institute of Geodesy and Navigation, University FAF Munich, Germany.

[5] Wei Liu, Yuan Hu, Xingqun Zhan, and Chuanrun Zhai, "*Assessing Radio Frequency Compatibility between Galileo and Compass*", Defence Science Journal, Vol. 61, No. 6, November 2011, pp. 545-553, DOI: 10.14429/dsj.61.285.

[6] José Ángel Ávila Rodríguez," *Doctoral Thesis On Generalized Signal Waveforms for Satellite Navigation*", Munich, June 2008.

[7] Hopfield HS (1969), "*Two quadratic tropospheric refractivity profile for correcting satellite data*", Journal of Geophysical Research, 74(18):4487-4499.

[8] Saastamoinen J (1973), "*Contribution to the theory of atmospheric refraction*", Bulletin Geo-desique, 107:13-34.

[9] Klobuchar J (1986), "*Design and characteristics of the GPS ionospheric time delay algorithm for single frequency users*", Proceedings of PLANS'86-position location and navigation Symposium, Las Vegas, Nevada.

[10] "*A coordination methodology for RNSS inter-system interference estimation*", ITU, 2007

[11] Oppenheim AV, Schafer RW, Buck JR (1999), "*Discrete –time signal processing*", second edition, Prentice Hall, London.

[12] www.navipedia.com

[13] Stefan Wallner, Guenter W Hein and Jose- Angel Avila – Rodriguz, "*Interference computation between several GNSS systems*", Institute of Geodesy and Navigation, University FAF Munich, Germany.

[14] S.Wallner and G.W.Hein, "*Interference computation between GPS and Galileo*", ION,pp.1-15

[15] M MainulHoque and Novbert Jakowki, "*Ionospheric Propagation Effects on GNSS signals and new correction approaches*", German Aerospace Center, Neustrelity, Germany.

[16] Y Benigal, "*Global ionospheric Scintillation model*"

[17] Rene Warnat, "*Atmospheric Perturbations on GNSS signals and their influence on time transfer*", Royal observatory of Belgium, Brussels

[18] A,Hornbostel, "*Propagation problems in satellite navigation*", DLR, Institute of Communication

[19] Elliot D. Kaplan, Christopher J. Hegarty, Artech House, " *Understanding GPS Principles and Applications*", Artech House Publications

[20] GPS Navigation Toolbox GNT08.1.2

[21] Brandford W Parkison, James J Spilker, "*Global Positioning System Theory and applications*", AIAA series, Vol.164

[22] Eingereicht von, "*On ground based GPS Tropospheric Delay and Estimation*", Disserbation weirde der Universitat der Bundesuwehr Michen

[23] Dr NBS Srilatha Indira Dutt, Shaik Gowsuddin, "*ionosphere Delay Estimation using Klobuchar Algorithm for single frequency GPS receiver*", IJARCE, Vol2, Issue2 feb2013

[24] www.ieea.fr

स्मार्ट इंडिया के लिए सैटकॉम का प्रयोग

संचार उपग्रहों के लिए अंकीय लचीले बैंडविड्थ फिल्टर का अभिकल्प, विकास एवं परिपालन

आसिया टोपीवाला[1], अक्षय खरे[2], रजत अरोडा[3] नीरज मिश्रा[4]
[1]वैज्ञा./अभि. एसएफ, [2] वैज्ञा./अभि. एससी, [3] वैज्ञा./अभि. एसडी [4] वैज्ञा./अभि. एसई
अंकीय संचार प्रभाग,
प्रकाशिकी एवं अंकीय संचार ग्रुप,
सैटकॉम एवं नौसंचालन नीतभार क्षेत्र
अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो),
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश: इस लेख में, सांचार उपग्रहों के लिए अंकीय लचीले बैंडविड्थ फिल्टर के निर्माण, विकास एवं परिपालन का वर्णन किया गया है। लचीले बैंडविड्थ फिल्टर का उपयोग संचार उपग्रह सेवाओं में नवीन और उपन्यास है। यह फिल्टर अंतरीक्ष में विन्यासशीलता प्रदान करते हैं, जिस के कारण बैंडविड्थ का उपयोग अनुकूलित हो सकता है। आवृत्ति स्पेक्ट्रम के सी और एस बैंड भीड़ भरे हैं, जिस में बैंडविड्थ का सावधानीपूर्वक उपयोग करना अत्यंत ही अनिवार्य है। उपग्रह पर दूरादेश द्वारा इस फिल्टर के प्राचलों का चयन करने की कार्यविधि है, जो एक बढ़िया समायोजनीय फिल्टर प्रस्तुत करते है। यह फिल्टर निर्धारित बैंड में अन्य संकेतों के साथ हस्तक्षेप से बचने के लिए भी सक्षम हो सकते हैं। भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के लिए, ये अंकीय लचीली बैंडविड्थ फिल्टर विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों में काम करेंगे जैसे स्पेक्ट्रम में अधिक चैनल उपलब्ध कराने के लिए, उपयोगकर्ताओं की संख्या बढ़ाने, इत्यादि। डीएसपी फ़िल्टरिंग का प्रयोग करने के संदेह को इस प्रणाली अभिकल्प से कम किया गया है। डीएसपी तकनीक से इस फिल्टर की संरचना उच्चतम लचीलेपन को प्रदर्शित करती है।

संकेत शब्द
लचीले बैंडविड्थ फिल्टर, अंकीय फिल्टर, अनुरूप फिल्टर, एफपीजीए

1. प्रस्तावना

आजकल तेजी से बढ़ती वायरलेस स्थानीय क्षेत्र नेटवर्क, सेलुलर फोन और उपग्रह संचार की दुनिया रोज़मर्रा के जीवन का एक अनूठा हिस्सा बन गई है जो अरबों लोगों तक आवाज, डेटा और वीडियो जैसे दूरसंचार अनुप्रयोगों का विशाल परिसर प्रस्तुत करते हैं। इस के बावजूद, यह मांग अभी भी लगातार बढ़ रही है। इन सर्वव्यापी बेतार संचार में, एक ही केंद्र आवृत्तियों के ऊपर लचीले बैंडविड्थ फिल्टर का उपयोग कर, विश्वसनीयता तथा बेहतर प्रणाली का प्रदर्शन किया जा सकता है। सेलुलर टेलीफोनी की बढ़ती मांग और बैंड में बढ़ते उपग्रहों की संख्या से आवृत्ति बैंड में भीड़ होती है और एनालॉग तंत्र में इन नेटवर्कों के अनुमानित विकास करने के लिए पर्याप्त क्षमता नहीं होती है, इसलिए अंकीय फिल्टर बेहतरीन उपाय प्रदान करते हैं। संचार उपग्रहों में यह अंकीय फिल्टर अपनी तेज अंतक फ़िल्टरिंग के कारण, आवृत्ति स्पेक्ट्रम में पुनः विन्यासता देते हैं। यह देश में उपलब्ध सेवाओं के लिए आवंटित कुशल आवृत्ति स्पेक्ट्रम का उपयोग प्रदान कर सकते है, उदाहरण के तौर पर- पारंपरिक एकल बीम कवरेज, एमएसएस नीतभार में, उपग्रह को निश्चित स्पेक्ट्रम सौंपा गया है। इस के खाली पड़े होने पर भी आवश्यकता के आधार पर अन्य उपग्रहों को यह स्पेक्ट्रम पुनः नियत करना संभव नहीं है, क्योंकि एनालोग चैनल फ़िल्टर की डिजाइन में बैंडविड्थ का प्राचल उपग्रह प्रक्षेपण से पहले तय कर दिया गया है। अधिकतर उपग्रहों में निर्धारित आरएफ चैनलनाइजेशन के साथ दूसरा

अनुक्रमणिका

मुद्दा यह है कि कड़े इन-बैंड रिस्पॉन्स और बैंड अस्वीकृति के प्राचल को प्राप्त करने के लिए गार्ड बैंड रखना पड़ता है, जिस के कारण फिल्टर केंद्र आवृत्ति के दोनों तरफ अतिरिक्त स्पेक्ट्रम बेकार हो जाता है। जैसे कि, जीएसएटी-17 में कुल आवंटित बैंडविड्थ 3 मेगाहर्टज है लेकिन आसन्न बैंडों में उच्च अस्वीकृति की आवश्यकताओं के कारण, लगभग 2 मेगाहर्टज बैंडविड्थ उपयोग करने योग्य है जिसके परिणामस्वरूप कुल बैंडविड्थ का लगभग 33% अपव्यय हो जाता है।

इन समस्याओं का समाधान ऑनबोर्ड अंकीय लचीली बैंडविड्थ फ़िल्टर द्वारा किया गया है जो गार्ड बैंड की आवश्यकताओं को कम करके, स्पेक्ट्रम का कुशल उपयोग करके, अलग-अलग उपग्रहों पर स्पेक्ट्रम की मांग को पूरा कर सकता है। इस फिल्टर का निर्माण DSP तकनीक का इस्तेमाल करके FPGA में किया गया है जिस को भू-केंद्र से दूरसंदेश द्वारा उपग्रह प्रक्षेपण के बाद भी योग्य आवृत्ति एवं समायोज्य लाभ ट्यून किया जा सकता है। अतः इस प्रकार के फिल्टर बहुमुखी आवृत्ति प्रतिक्रिया प्रदान करने की क्षमता रखते है।

इस फिल्टर की मुख्य विशेषताएं इस प्रकार हैं:

- दूरसंदेशों का उपयोग करते हुए लाभ, बैंडविड्थ और आवृत्ति स्थायित्व
- फ़िल्टर की स्थिति दूरमिति में प्रदान करना
- FPGA संसाधनों के उपयोग

इस फिल्टर के मुख्य अनुप्रयोग यह हैं-

- दूरसंचार
- प्रसारण
- निश्चित उपग्रह सेवाएं
- सामाजिक अनुप्रयोग
- आपदा चेतावनी, खोज और बचाव कार्य

2. अंकीय फिल्टर

उपग्रहों में अधिकतर उपयोग किये जाने वाले अनुरूप (एनालॉग) फिल्टरों को आधुनिक नमूनाकरण और डिजिटल सिग्नल प्रोसेसिंग के माध्यम से, अंकीय फिल्टरों में बदला जा सकता है खास कर उन अनुप्रयोगों में, जिनमें लचीलेपन और क्रमादेश योग्यता की आवश्यकता होती है। अंकीय फ़िल्टरों का मुख्य लाभ उनके अभिकल्प में उपलब्ध लचीलापन है; जैसे कि इन में लगभग कोई भी बैंड आकृति बन सकती है, विशेषकर खड़ी ढलान वाले प्रवण जिन्हें एनालोग फिल्टर के साथ प्राप्त करना कठिन होता है।

एक एनालॉग फिल्टर का निवेश संकेत $x(t)$ और इसका उत्पादन $y(t)$ दोनों एनालॉग होते है, जिस में $x(t)$ और $y(t)$ निरंतर चर t के कार्य हैं और इस के मूल्यों की एक अनंत संख्या है। एनालॉग फिल्टर डिज़ाइन के लिए उन्नत गणितीय ज्ञान और प्रणाली में शामिल प्रक्रियाओं की समझ आवश्यक होती है।

अंकीय फिल्टर को स्थिरता की गारंटी देने के लिए डिज़ाइन किया जाता है। इसके अलावा, वे रेखीय कला-आवृत्ति अभिलक्षण (लिनिअर फेस-फ्रीकुएंसी केरेक्टेरिस्टिक) वाले हो सकते हैं जो कि अधिकांश एनालॉग फ़िल्टर नहीं होते हैं। खासकर जब संकीर्ण बैंड या खड़ी अंतक की आवश्यकता होती है। एनालॉग फिल्टर की तुलना में अंकीय फिल्टर के निम्नलिखित फायदे हैं:

- सॉफ्टवेर प्रोग्राम्नीय, जिससे इन का निर्माण और परीक्षण आसान हो जाता है।
- संकेतों के अंकीय नमूनों पर काम करते हैं।
- रेखीय अंतर समीकरणों द्वारा परिभाषित हैं।
- निर्माण के लिए केवल डिजिटल तर्क घटक जैसे संकलन, घटाव एवं गुणा की आवश्यकता है।
- इन में फिल्टर कोफ्फिशियंट्स का परिचालन वांछित या अनुमानित आवृत्ति प्रतिक्रिया पाने के लिए किया जाता है।

अनुक्रमणिका

- इसमें गणितीय हस्तांतरण समारोह H(z) है, जहाँ z का रैशनल होना आवश्यक है और इसके कोफ्फिशियांट्स असली हों ताकि स्थिरता और करणीयता की ज़रूरत पूरी हो सके।
- फिल्टर को स्थिर और करण होने के लिए हस्तांतरण समारोह के पोल्स, z समतल में इकाई वृत्त के भीतर होने चाहिए।
- वे तापमान या आर्द्रता के साथ अपवाह नहीं होते या उन्हें सटीक घटकों की आवश्यकता नहीं है।
- वे एक बेहतर निष्पादन-लागत का अनुपात देते है।
- ये फिल्टर निर्माण के रूपों अथवा वय से ग्रस्त नहीं है।

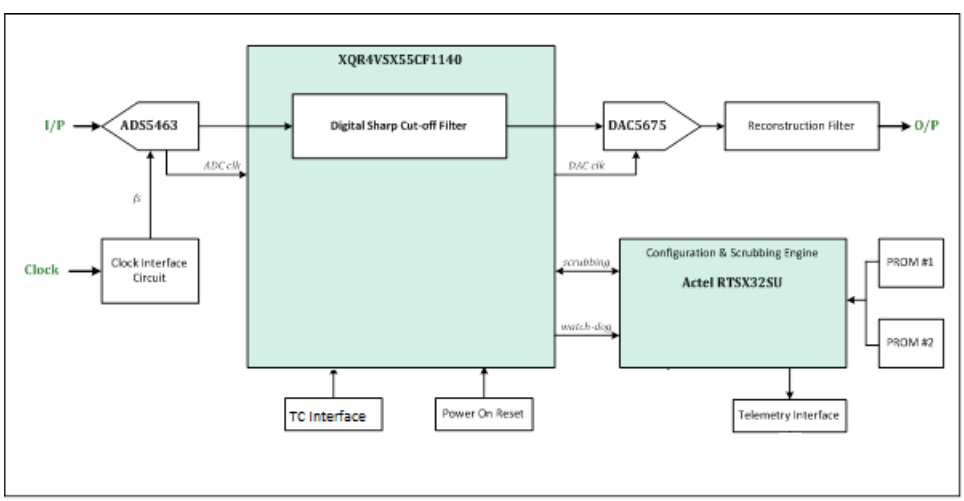
अंकीय फिल्टर के विपरीत,

- अनुरूप फिल्टर एनालॉग संकेतों या तथाकथित वास्तविक संकेतों पर काम करता है।
- वे रेखीय अंतर समीकरणों द्वारा परिभाषित हैं।
- इनके कार्यान्वयन में हार्डवेर या सॉफ्टवेर अनुरूपण के साथ प्रतिरोधक, संधारित्र और प्रेरक जैसे घटक आवश्यक है।
- आवश्यक आवृत्ति प्रतिक्रिया प्राप्त करने के लिए, सन्निकटन (अप्प्रोक्सिमेशन) समस्या हल करना आवश्यक है।
- इसमें गणितीय हस्तांतरण समारोह H(z) है, जहाँ z का रैशनल होना आवश्यक है और इसके कोफ्फिशियांट्स असली हों ताकि स्थिरता और करणीयता की ज़रूरत पूरी हो सके।
- फिल्टर को स्थिर और करण होने के लिए हस्तांतरण समारोह के पोल्स z समतल में इकाई वृत्त के बायें आधे हिस्से में होने चाहिए।

अनेक फायदों के साथ अंकीय फिल्टर कि मुख्य त्रुटि यह है कि संकेतों को नमूनों में बाँट कर अंकीय रूप में परिवर्तित किया जाना चाहिए। इससे सटीकता जाती है, बैंडविड्थ उपयोग में कठिनाई आती है और रव बढती है जिसका अभिकल्प के दौरान विशेषतः ध्यान रखना पड़ता है। इन प्रभावों को दूर करने के लिए उच्च नमूना दर, गहराई (प्रति नमूना प्रति बिट) तथा अधिक फिल्टर विस्तार लगाया जा सकता है। लेकिन इससे घटकों की संख्या बढती है और अधिक प्रसंस्करण गति आवश्यक है।

3. लचीली बैंडविड्थ फिल्टर का अभिकल्प: उदाहरण

अंकीय फिल्टर हमारी प्रणाली के लिए अत्यंत उपयोगी साबित हो सकते हैं, यदि ऊपर दर्शाये गए अभिलक्षण पर गौर किया जाये। इसीलिए अंकीय लचीली बैंडविड्थ फ़िल्टर का अभिकल्प GSAT-17 संचार उपग्रह में लागू किया गया। डिजाइन और कार्यान्वयन बहु-



आकृति-1: DFBF का हार्डवेर खंड आरेख

दर अंकीय संकेत संसाधन तकनीक से एफपीजीए पर आधारित है, एक एडीसी निवेश अंतरापृष्ठ और डीएसी निर्गमन अंतरापृष्ठ पर है। आकृति-1 अंकीय लचीले बैंडविड्थ फिल्टर के हार्डवेर खंड आरेख को दर्शाता है। इसमें कालद

अनुक्रमणिका

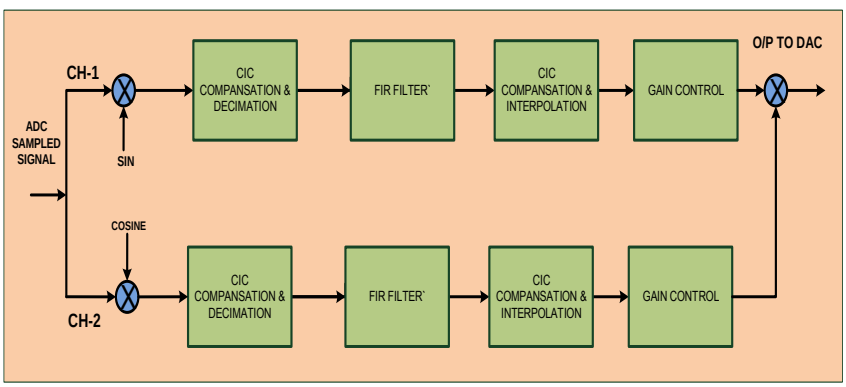
आवृत्ति बाहर से ली गई है, दूरादेश और दूरमिति के लिए परिपथ उपलब्ध है। भू-स्थिर कक्षा में उपयोग के लिए, Xilinx FPGA XQR4VSX55 के सहित Actel RTSX32SU भी लगाया गया है, जो कोड को स्क्रब करता है ताकि अतिवेधी विकिरण हो पाए। डीएसी के बाद सही संकेत बनाने के लिए पुननिर्माण फिल्टर भी लगाया गया है।

तालिका-1 में फिल्टर के विनिर्देश दिए गए हैं। फिल्टर का अभिकल्पन उपग्रह की 36 मेगाहट्र्ज निवेश बैंडविड्थ लेकर किया गया है; जिसमें 100 किलोहट्र्ज़ के विभेदन से बैंड में किसी भी आवृत्ति का चयन किया जा सकता है। इस आवृत्ति पर 1 से 4 मेगाहट्र्ज की बैंडविड्थ भी चयन की जा सकती है। इस फिल्टर की निवेश संकेत गतिशील रेंज 35 dBm की है।

तालिका-**1: DFBF** के विनिर्देश

क्रम संख्या	प्राचल	विनिर्देश
1	इनपुट आवृत्ति	29-85 मेगाहट्र्ज
2	इनपुट शक्ति तल	-35 to -1 dBm
3	निवेशन हानि	-14 dB
4	पारक बैंड रिप्पल	±0.5 dB
5	प्रतिचयन कालाद दर	250 मेगाहट्र्ज
6	निराकरण (-1 dBm इनपुट शक्ति पर)	45 dB
7	लाभ स्थापन	-7 से +7 dBm
8	बैंडविड्थ स्थापन	1 से 4 मेगाहट्र्ज
9	केंद्र आवृत्ति विभेदन	100 किलोहट्र्ज़

आकृति-2 अंकीय लचीले बैंडविड्थ फिल्टर के सोफ्टवेर खंड आरेख को दर्शाती है। इसमें एडीसी से प्रतिचयी संकेत दो चैनल में विभाजित कर दिए जाते हैं, फिर साइन और कोसाइन से गुणांक कर आधारबैंड में परिवर्तित किये जाते हैं। हर चैनल का संकेत मादन प्रतिपूर्ति सहित सीआईसी फिल्टर, देसिमेशन और एफआईआर फिल्टर को पार कर मादन प्रतिपूर्ति सहित सीआईसी फिल्टर एवं इंटरपोलेशन फिल्टर में जाता है। लाभ का नियंत्रण भी यहाँ किया जाता है, दोनों चैनल को एकत्रित कर FPGA के बाहर परिपथ पर लगे डीएसी को संकेत दे दिया जाता है।



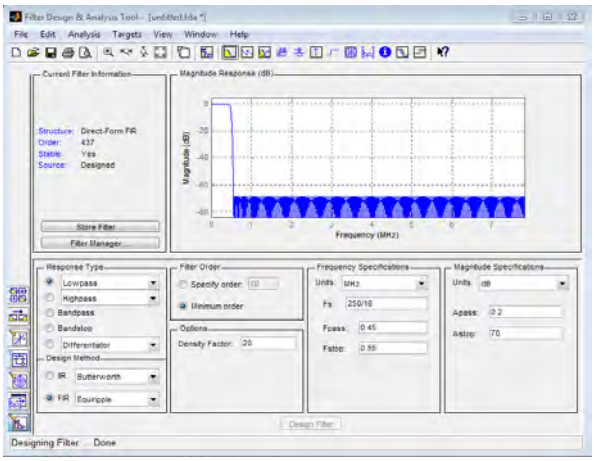
आकृति-**2: DFBF** का सॉफ्टवेर खंड आरेख

4. Matlab अनुरूपण तथा FPGA में परिपालन

अंकीय लचीले फिल्टर में पहले फिल्टर का अनुरूपण Matlab सॉफ्टवेर टूल में किया गया है। विनिर्देश के अनुसार पारक बैंड आवृति, रोक बैंड आवृति और रिप्पल दे कर फिल्टर का निर्माण किया गया। आकृति-3 में फिल्टर दिखाया गया है, जिसे matlab में अभिकल्प किया गया है। यह 437 कोफ्फिशियंटस का डायरेक्ट एफआईआर

अनुक्रमणिका

फिल्टर है। इस फिल्टर के कोफ्फिशियंटस इधर से उठा कर FPGA में रख दिए गए। FPGA में सारे डिजाईन का कार्यान्वयन करने पर संतुष्ट परिणाम मिला। आकृति-4 में FPGA का सम्पदा उपयोग दिखाया गया है।



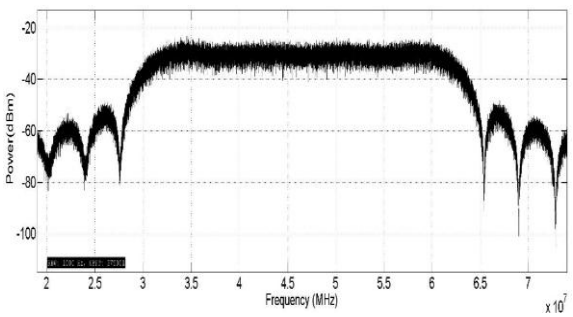
आकृति-3: Matlab में फिल्टर का अभिकल्प

Logic Utilization	Used	Available	Utilization
Number of Slice Flip Flops	11,764	49,152	23%
DCM autocalibration logic	7	11,764	1%
Number of 4 input LUTs	8,529	49,152	17%
DCM autocalibration logic	4	8,529	1%
Number of occupied Slices	8,744	24,576	35%
Number of Slices containing only related logic	8,744	8,744	100%
Number of Slices containing unrelated logic	0	8,744	0%
Total Number of 4 input LUTs	8,698	49,152	17%
Number used as logic	5,549		
Number used as a route-thru	169		
Number used as 16x1 RAMs	9		
Number used as Shift registers	2,971		
Number of bonded IOBs	60	640	9%
IOB Flip Flops	51		
IOB Master Pads	15		
IOB Slave Pads	15		
Number of BUFG/BUFGCTRLs	5	32	15%
Number used as BUFGs	5		
Number of FIFO16/RAMB16s	3	320	1%
Number used as RAMB16s	3		
Number of DSP48s	115	512	22%
Number of DCM_ADVs	1	8	12%
Average Fanout of Non-Clock Nets	3.18		

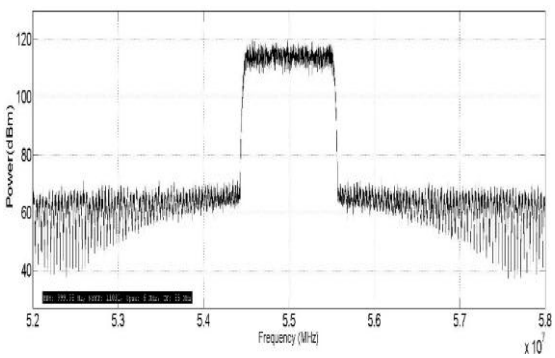
आकृति-4: FPGA का सम्पदा उपयोग

5. परिणाम

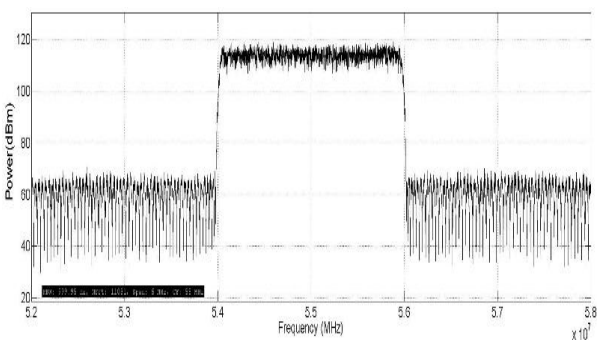
अंकीय फिल्टर का परिणाम नीचे दी गई आकृति 5 से 9 में दर्शाया गया है। आकृति-5 में निवेश संकेत स्पेक्ट्रम है जो 36 मेगाहर्टज बैंड है। चयन करने पर, 1, 2, 3,और 4 मेगाहट्र्ज का निर्गम स्पेक्ट्रम मिल सकता है जो आकृति 6 से 9 में बखूबी दिखाया है। इन फिल्टरों का रूप गुणक अति तीक्षण है, पारक बैंड चपटा है और इतर- संकेत रव तल के नीचे हैं। हार्डवेर की तस्वीर आकृति-10 में दिखाई गई है।



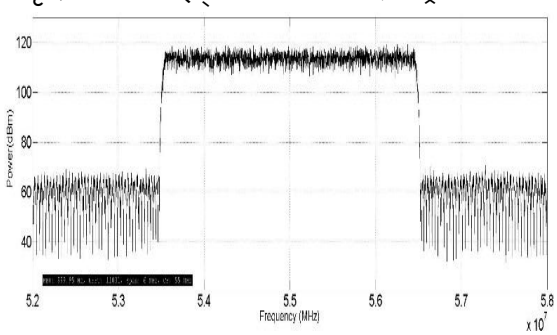
आकृति-5: निवेश संकेत स्पेक्ट्रम



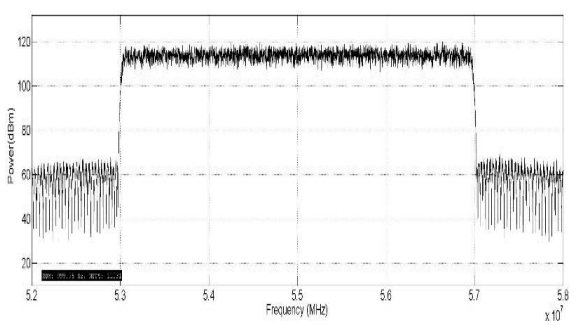
आकृति-6: 1 मेगाहट्र्ज का फिल्टर्ड स्पेक्ट्रम



आकृति-7: 2 मेगाहट्र्ज का फिल्टर्ड स्पेक्ट्रम



आकृति-8: 3 मेगाहट्र्ज का फिल्टर्ड स्पेक्ट्रम



आकृति-9: 4 मेगाहट्र्ज का फिल्टर्ड स्पेक्ट्रम



आकृति-**10:** अंकीय लचीले बैंडविड्थ फिल्टर की तस्वीर

6. उपसंहार

अंकीय लचीली बैंडविड्थ फिल्टर की अवधारणा बहुत ही आकर्षक है क्योंकि दूरसंदेशों का उपयोग कर लाभ, बैंडविड्थ और आवृत्ति स्थायित्व मिल सकता है, हमारी प्रणाली में यह महत्वपूर्ण योगदान दे सकते है। यह आवृत्ति और शक्ति स्तर में लचीलेपन सहित उपर्युक्त अनेक गुण प्रदर्शित कर सकते है जो भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के संचार उपग्रह परिदृश्य में एक प्रतिमान परिवर्तन प्रदान कर सकते है। किन्तु इस की कई चुनोतियाँ भी है; जैसे कि हार्डवेर की शक्ति खपत घटाना, घटकों का सही चयन, कलन विधि का सही चयन ताकि भ्रामक सिग्नलों से बचा जा सके आदि।

धन्यवाद

इस लेख के लेखकगण टीम के अन्य सदस्य; श्री टी. वी. एस. राम, ग्रुप निदेशक, ओ.डी.सी.जी., श्री के. एस. परीख उपनिदेशक, एस.एन.पी.ए., श्री डी. के. दास, सह निदेशक सैक, और श्री तपन मिश्रा, निदेशक, सैक के सतत समर्थन और प्रोत्साहन के लिए उन्हें धन्यवाद देना चाहते हैं।

***

अनुक्रमणिका

स्मार्ट इंडिया के लिए सैटकॉम का प्रयोग

उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह : स्मार्ट इंडिया की तरफ योग्य कदम

नेहा मेहरा, अभिषेक कक्कड़

एस.एन.एस.ई.डी. / एस.एन.एस.आई.सी.जी. / एस.एन.पी.ए.

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)

अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश:

हाल के वर्षों में उपग्रह संचार प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में अग्रिम प्रौद्योगिकियों ने एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। नए 'उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह' (High Throughput Satellite) विभिन्न प्रयोक्ता आवश्यकताओं को पूर्ण करते हैं और उद्योगों व सभी अंत-उपयोगकर्ताओं (end user) को सुरक्षित एवं नम्य (flexible) संचार प्रदान करते हैं। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) विभिन्न ग्राहक आवश्यकताओं को पूर्ण करने के लिए अधिक बैंड-विस्तार (bandwidth) प्रधान करता है। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) सिस्टम अंतरिक्ष यान की एक नई पीढ़ी है, जो पारंपरिक एफ.एस.एस. (FSS), बी.एस.एस. (BSS) और एम.एस.एस. (MSS) उपग्रह प्रणालियों की तुलना में विशाल प्रवाह-क्षमता (throughput) देने में सक्षम है। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS), ग्रामीण और कठिन इलाकों, जहां स्थलीय लिंक संभव नहीं हैं, को जोड़ने में सहायक होगा।

इस पत्र में हम उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) की अवधारणा, अभिकल्प, अनुप्रयोगों तथा भारतीय परिदृश्यों के लिए स्मार्ट इंडिया प्रोग्राम में उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) का योगदान व उपयोगिता प्रस्तुत करेंगे।

शब्द संकेत:

Ka-बैंड, उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह, बेतार संचार, बहु संकुचित किरणपुंज, आवृत्ति पुन: उपयोग, ऐन्टेना अनुवर्तन

1. प्रस्तावना

कारोबार के वैश्वीकरण, बेतार संचार (wireless communication) की पहुंच और हर समय कनेक्ट होने की आवश्यकता के कारण ग्लोबल ब्रॉडबैंड आवश्यकताओं के बढने की उम्मीद है। गतिशील अनुप्रयोगों और डेटा और वीडियो के बढ़ते अभिसरण के कारण ब्रॉडबैंड की मांग प्रभावित हुई है। वैमानिकी, समुद्री और सरकारी क्षेत्रों में डेटा नेटवर्क प्रदाता और फिक्स्ड और बेतार दूरसंचार ऑपरेटर को अपने संबंधित ब्रॉडबैंड का विस्तार करने के लिए पुनः अवसंरचना की आवश्यकता है।

उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) वर्तमान में उपग्रह उद्योग का एक बहुत ही अहम विषय है। इन उपग्रहों में उच्च आवृत्ति का प्रयोग किया जाता है। बहु संकुचित किरणपुंज (multiple spot beams) तथा आवृत्ति पुन: उपयोग (frequency re-use) जैसे तकनीकों का उपयोग करके इन उपग्रहों को डेटा एप्लिकेशन के लिए अनुकूलित किया जाता है। यह उपग्रह प्रसारण अनुप्रयोगों के लिए अनुकूलित पारंपरिक उपग्रहों की अपेक्षा काफी अधिक प्रवाह-क्षमता हासिल करते हैं। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) सिस्टम ने हाल ही के वर्षों में कम लागतों पर बहुत अधिक क्षमताएं सक्षम करके उपग्रह संचार उद्योग को बदल दिया है।

2. उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रहों का रुझान

उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS), पारंपरिक उपग्रह में उपयोग होने वाले स्पेक्ट्रम में ही कई गुना अधिक प्रवाह-क्षमता प्रदान करता है। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) का रुझान अनिवार्य रूप से संकुचित बीम और उच्च प्रवाह क्षमता की ओर है। विश्व में बहुत से अंतरराष्ट्रीय उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह कार्यक्रम हैं जिनकी प्रवाह-क्षमता Gbps से लेकर Tbps तक की सीमा में है। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) सिस्टम को समग्र प्रवाह-क्षमता के आधार पर विस्तृत पीढ़ियों में वर्गीकृत किया जा सकता है।

पहली पीढ़ी के उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह **(HTS)**:

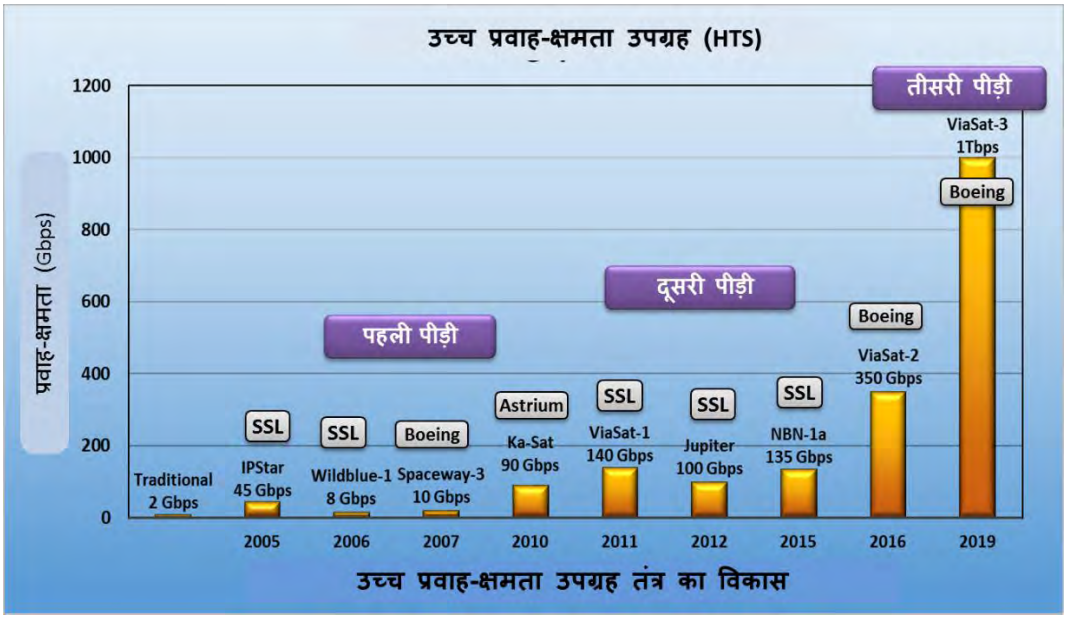
अनुक्रमणिका

यह प्राथमिक रूप से पूर्व उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह तंत्र हैं जिनकी कुल प्रवाह-क्षमता कुछ Gbps से कुछ दसियों Gbps तक सीमित हैं जैसे कि IPStar, Wildblue-1, Spaceway-3।

दूसरी पीढ़ी के उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह **(HTS)**:
यह हाल ही के उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह तंत्र हैं, जिनमें कुछ Gbps से कुछ सैकड़ों Gbps तक की प्रवाह-क्षमता प्राप्त होती है। इनमें Ka-Sat, Viasat-1, Jupiter आदि जैसे उपग्रह शामिल हैं।

तीसरी पीढ़ी के उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह **(HTS)**:
ये भविष्य के उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह तंत्र हैं जो कुछ सैकड़ों Gbps से कुछ Tbps की क्षमता तक पहुंचाने के लिए है। इन में Viasat-3 उपग्रह शामिल है जो 1 Tbps की कुल क्षमता का दावा करता है।

चित्र-1 में उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह तंत्र में प्रवृत्तियों को दर्शाया गया है।



चित्र-**1:** उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह तंत्रों का रुझान

3. उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रहों की विशेषताएं

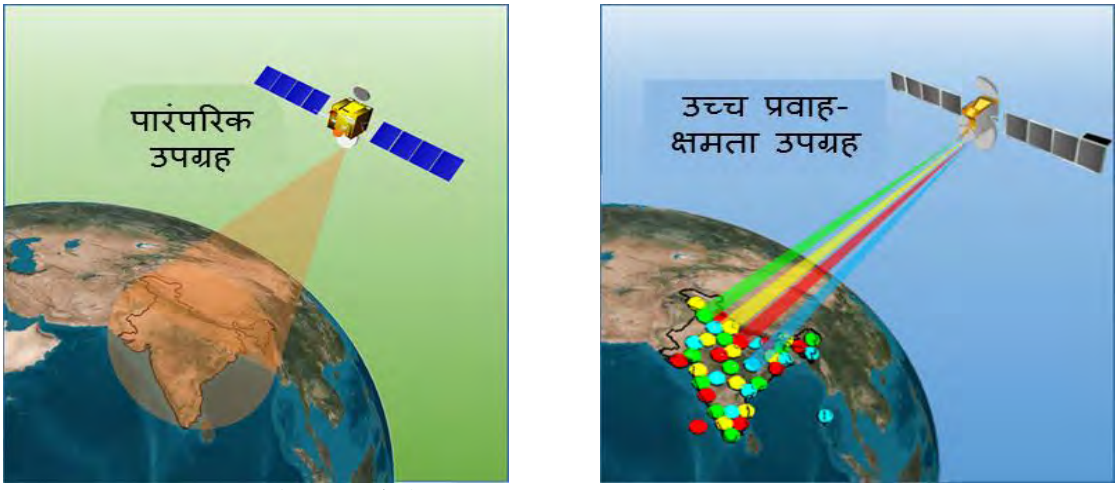
एक उच्च थ्रूपुट उपग्रह (HTS) अनिवार्य रूप से एक मल्टीबीम उपग्रह प्रणाली है जो विशिष्ट कवरेज क्षेत्र पर बड़ी संख्या में स्पॉट बीम का उपयोग करता है। इससे कवरेज क्षेत्र में कई बार स्पेक्ट्रम का पुन: उपयोग करने में मदद मिलती है, जिससे उच्च समग्र प्रणाली प्रवाह-क्षमता प्रदान होती है। उच्च थ्रूपुट उपग्रह (HTS) की महत्वपूर्ण विशेषताएं निम्नलिखित हैं:

- उच्च आवृत्ति बैंड का उपयोग
- बड़ी संख्या में संकीर्ण बीम का उपयोग
- आवृत्ति पुन: उपयोग
- उच्च बैंडविड्थ प्रति बीम का उपयोग

4. पारंपरिक व उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह की तुलना

पारंपरिक उपग्रह मुख्य रूप से एक जैसा डाटा कई उपयोगकर्ताओं को प्रसारित करने के लिए डिज़ाइन किया जाता है जैसा कि चित्र-2 में दिखाया गया है, इस उपग्रह द्वारा एकल किरणपुंज गठित किया जाता है ताकि संभावित रूप से सभी उपयोगकर्ताओं को इसमें शामिल किया जा सके। हालांकि, आज के उपभोक्ता व्यक्तिगत डाटा चाहते हैं इसलिए कई ग्राहकों को व्यक्तिगत, उच्च बैंडविड्थ सामग्री देने की चुनौती इन उपग्रहों के सामने है। एक पारंपरिक उपग्रह प्रसारण अनुप्रयोगों के लिए एक अच्छा विकल्प है। हालांकि, नोड-से-नोड संचार के लिए, पारंपरिक उपग्रहों में एकल किरण का उपयोग प्रवाह-क्षमता को सीमित करता है।

अनुक्रमणिका



चित्र-**2:** पारंपरिक उपग्रह व उच्च प्रवाह क्षमता उपग्रह

उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह तंत्र उपग्रह संचार प्रणाली की एक नई पीढ़ी है जो पारंपरिक फिक्स्ड, प्रसारण और मोबाइल उपग्रह सेवाओं (FSS, BSS and MSS) की तुलना में अधिक प्रवाह-क्षमता देने में सक्षम है। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह प्रणाली एवं पारंपरिक उपग्रह के विन्यास में एक मूलभूत अंतर है, चौड़े बीम के बजाय वांछित सेवा क्षेत्र को कवर करने के लिए एक ''स्पॉट बीम'' का उपयोग करना, जो निम्न लाभ देता है:

उच्च संचारण **(transmit)**/ प्राप्त **(receive)** लाभ:
उच्च निर्देशिता और उच्च लाभ के कारण, संकुचित बीम से बड़ी हुई शक्ति (संचरित और प्राप्त दोनों), छोटे उपयोगकर्ता टर्मिनल तथा उच्च आदेश माडुलन का प्रयोग संभव बनाती है, जिससे कम स्पैक्ट्रम में अधिक डाटा संचारित किया जा सकता है।

आवृत्ति पुन: उपयोग:
जब एक वांछित सेवा क्षेत्र में बहु संकुचित बीम होते हैं, तो कई बीम एक ही आवृत्ति बैंड और ध्रुवीकरण का पुन: उपयोग कर सकते हैं। आवृत्ति पुन: उपयोग:, उपग्रह तंत्र को आबंटित आवृत्ति बैंड की एक निश्चित मात्रा के लिए, उपग्रह प्रणाली की क्षमता को बढ़ाती है।

एडवांस्ड मॉडकोड्स **(ModCods)**:
उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रहों के लिंक उच्च C/N के होते है जो उन्नत मॉडुलन और कोडिंग तकनीकों जैसे कि DVB-S2/ DVB-Sx के उपयोग को सक्षम करते हैं। इससे वर्णक्रमीय दक्षता में सुधार होता है और उसी स्पेक्ट्रम के साथ उच्च समग्र तंत्र प्रवाह-क्षमता प्राप्त होती है।

5. उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रहों का अभिकल्प

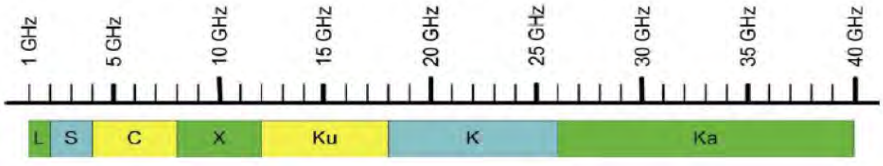
उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह प्रणाली, स्टार-आधारित नेटवर्क के द्वारा कई उपयोगकर्ताओं को निश्चित ब्रॉडबैंड सेवाएं प्रदान करती है। अधिकांश उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) सिस्टम बेंट-पाईप विन्यास का उपयोग करते हैं और उपयोगकर्ता से हब कड़ी को जोड़ने का कार्य करते हैं। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) संचार प्रणाली में अंतरिक्ष खंड शामिल है, जिसमें बहु-किरण विन्यास वाले उच्च- प्रवाह-क्षमता उपग्रह शामिल हैं, और भूमि खंड क्षेत्रों में हब स्टेशनों के साथ-साथ उपयोगकर्ता टर्मिनल भी शामिल हैं। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रहों का तंत्र विन्यास जटिल है और विभिन्न विन्यास चरणों में समझोताकारी समन्वयन किया जाता है। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रहों के विन्यास के लिए महत्वपूर्ण कारक नीचे वर्णित हैं।

आवृत्ति बैंड:

पारंपरिक संचार उपग्रहों के लिए C-बैंड या Ku-बैंड आवृत्ति बैंड का उपयोग होता है। पहली पीढ़ी के उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह भी मुख्य रूप से Ku-बैंड बहु किरणपुंज उपग्रह हैं। हालांकि, दूसरी पीढ़ी और उसके बाद के उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रहों के लिए, Ka-बैंड का उपयोग निम्न कारणों से फायदेमंद है:

अनुक्रमणिका

- आईटीयू (ITU) के नियमों के अनुसार, Ka-बैंड में स्पेक्ट्रम की उपलब्धता Ku-बैंड की तुलना में अधिक है।
- Ka-बैंड के उपयोग से संकुचित किरणपुंज बनते है जिस कारण उच्च एंटीना लाभ, बेहतर लिंक बजट और उच्च प्रवाह-क्षमता प्राप्त होती है। Ka-बैंड के उपयोग से बने संकुचित किरणपुंज के कारण उपग्रह पर छोटे आकार के ऐन्टेना का उपयोग किया जा सकता है; जोकि लॉन्च वाहन के आयामों में आसानी से भेजा जा सकता है।
- Ka-बैंड में संकुचित किरणपुंजों के कारण आवृत्ति का अधिक से अधिक पुनः उपयोग हो सकता है, जोकि उपग्रह की प्रवाह-क्षमता को बहुत अधिक बढ़ाता है। इसके कारण बहुत ही अनुरूप, अनुकूलित कवरेज वितरित किया जा सकता है।
- Ku-बैंड में कक्षीय स्लॉट पहले से ही उपग्रहों से भरा हुआ है; इसलिए Ku-बैंड में नया उपग्रह स्थापित करने के लिए कक्षीय स्लॉट मिलना बहुत ही कठिन है। जबकि Ka-बैंड अपेक्षाकृत कम उपयोग किया हुआ बैंड है, इसलिए Ka-बैंड में कक्षीय स्लॉट आसानी से उपलब्ध हो जाते हैं।
- धरती पर एक ही तरह के टर्मिनल के लिए Ka-बैंड में संकुचित किरणपुंजों बनते हैं, जिसके कारण कक्षा में उपग्रहों को एक दूसरे के करीब रखना संभव है।



चित्र-**3:** सूक्ष्म तरंग आवृत्ति बैंड

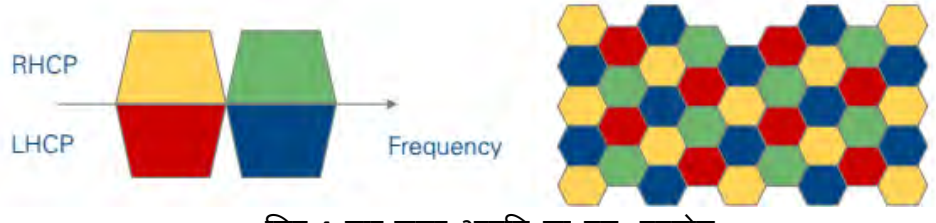
आवृत्ति पुनः उपयोग योजना:

आवृत्ति पुनः उपयोग यह परिभाषित करता है कि प्रदान किया गये स्पेक्ट्रम को कवरेज क्षेत्र पर कितनी बार पुनः इस्तेमाल किया जा सकता है। आवृत्ति पुनः उपयोग आवृत्ति और ध्रुवीकरण (polarization) का एक अनूठा संयोजन है। व्यतिकरण को कम करने के लिए समान आवृत्ति वाले किरणपुंजों के बीच स्थानिक विभेद (spatial separation) होना चाहिए। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह तंत्र में सेवा क्षेत्र को छोटे प्रसारण क्षेत्रों में विभाजित किया जाता है जिन्हें संकुचित किरणपुंज कहा जाता है। इसके कारण आवृत्ति का अधिक से अधिक पुनः उपयोग हो सकता है, जोकि उपग्रह कि प्रवाह-क्षमता में वृद्धि करता है। व्यतिकरण (interference) से बचने के लिए, आसन्न (adacent) किरणपुंजों में प्रत्यावर्ती (alternating) आवृत्तियों और ध्रुवीकरण का इस्तेमाल किया जाता हैं।

आवृत्ति पुनः उपयोग की संख्या में वृद्धि होने पर, किरणपुंजों के बीच व्यतिकरण कम होता है, लेकिन प्रति बीम बैंड-विस्तार भी कम हो जाता है, अतः तंत्र की कुल प्रवाह-क्षमता कम हो जाती है। आवृत्ति पुन: उपयोग की संख्या पर निर्णय, तंत्र की प्रवाह-क्षमता और स्वीकार्य व्यतिकरण के बीच समझोताकारी समन्वयन से किया जाता हैं। Ka-बैंड उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) मुख्यतः चार-रंग आवृत्ति पुन: उपयोग का उपयोग करता है।

4-रंग आवृत्ति पुन: उपयोग योजना में, प्रत्येक किरणपुंज को उपलब्ध बैंड-विस्तार का आधा हिस्सा सौंपा जाता है, और प्रत्येक किरणपुंज दो ध्रुवीकरणों में से एक पर काम करता है। यह चित्र-4 में दिखाया गया है। आवृत्ति पुन: उपयोग कारक यह दर्शाता है कि उपग्रह में कितनी बार आवृत्तियों को पुनः उपयोग करने की क्षमता है।

$$\text{आवृत्ति पुनः उपयोग कारक} = \frac{\text{कुल किरणपुंजों की संख्या}}{\text{आवृत्ति पुनः उपयोग की संख्या}}$$



चित्र-**4:** चार-कलर आवृत्ति का पुनः उपयोग

अनुक्रमणिका

जितना आवृत्ति पुनः उपयोग कारक होता है, उतने गुना उपग्रह की प्रवाह-क्षमता में भी वृद्धि होती है।

प्रसारण क्षेत्र किरणपुंजों की संख्या:

संकुचित किरणपुंजों का इस्तेमाल प्रसारण क्षेत्र पर एक ही स्पेक्ट्रम के पुनः उपयोग को सक्षम बनाता है। इसलिए, जैसे ही विशिष्ट प्रसारण क्षेत्र पर किरणपुंजों की संख्या मे वृद्धि होती है, समग्र तंत्र की प्रवाह-क्षमता बढ़ जाती है। परन्तु, संकुचित किरणपुंजों के इस्तेमाल से कड़े अभिलक्ष्यन यथार्थता (pointing accuracy) की आवश्यकता होती है। यहाँ पर अभिलक्ष्यन यथार्थता प्राप्त करने योग्य सटीकता और उच्च प्रवाह-क्षमता के बीच में समझौताकारी समन्वयन किया जाता है। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रहों में, संवृत पाश (closed loop) आर.एफ. (RF) आधारित ऐन्टेना अनुवर्तन (antenna tracking) योजना का उपयोग अभिलक्ष्यन नियंत्रण (pointing control) के लिए किया जाता है।

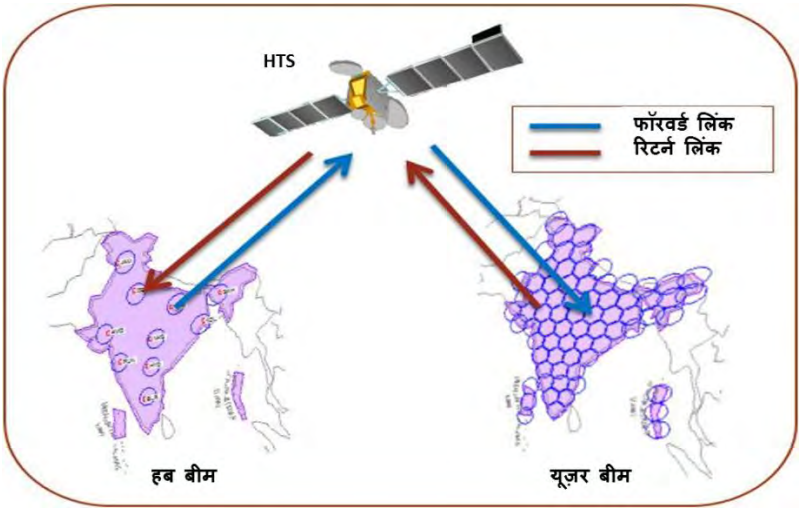
एच.टी.एस. (HTS) में फेड शमन तकनीक

संचार कड़ी के लिए Ka-बैंड का उपयोग करने में प्रमुख चुनौती यह है कि यह गंभीर वायुमंडलीय क्षोभो (atmospheric perturbations) के प्रति अधिक संवेदनशील है। जिसमें प्रस्फुरण (scintillation), मेघ क्षीणन (cloud attenuation), गैसीय अवशोषण (gaseous absorption) और वर्षा क्षीणन (rain attenuation) शामिल है। इन कारकों में,उच्च आवृत्ति बैंड के लिए वर्षा क्षीणन सबसे प्रभावशाली कारक है। वर्षा बहुत सीमित समय अवधि के दौरान ही होती है, लेकिन उस समय के दौरान, वर्षा के कारण उच्च क्षीणन संचार चैनल को प्रतिकूल रूप से प्रभावित करता है। इसलिए,फेड शमन तकनीक (FMT) का इस्तेमाल किया जाता है। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रहों में सामान्य तौर पर प्रयोग में आने वाली फेड शमन तकनीक का इस्तेमाल नीचे सूचीबद्ध किया गया है:

- उपयोगकर्ता टर्मिनल और हब स्टेशन पर अपलिंक पॉवर कंट्रोल (ULPC)
- स्थल विविधता (site diversity) में हब स्टेशन के लिए दो अलग-अलग एंटीनाओं का प्रयोग किया जाता है
- उपग्रह ऑटोमेटिक लेवल कंट्रोल (ALC) ट्रांसपोंडर के लाभ को अलग-अलग अपलिंक पॉवर के मुताबिक बदलता है, जिससे सैटेलाइट एचपीए का परिचालन बिंदु (operating point) कायम रखा जा सके।
- अनुकूलन कोडिंग और मॉडुलन (adaptive coding & modulation) का उपयोग।

6. भारतीय Ka-बैंड उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रहों का अभिकल्प

संपूर्ण तंत्र अभिकल्प को चित्र-5 में दिखाया गया है। भारतीय Ka-बैंड उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह में भारतीय मुख्य भूमि और द्वीपों पर कुल मिलाकर 72 बीमों का उपयोग किया गया है। प्रति बीम की चौड़ाई ~0.4 डिग्री है। संचालन के लिए 9 आवश्यक केंद्र और एक अतिरिक्त संचालन केंद्र को मिलकर कुल 10 हब स्टेशन हैं। हब स्थलीय नेटवर्क के माध्यम से आपस में जुड़े होते हैं। फॉरवर्ड लिंक को हब से उपयोगकर्ता टर्मिनल के बीच में सैटेलाइट फॉरवर्ड चैनल के माध्यम से परिभाषित किया गया है। रिटर्न लिंक को उपयोक्ता टर्मिनल से उपग्रह रिटर्न चैनल के माध्यम से हब तक परिभाषित किया गया है।



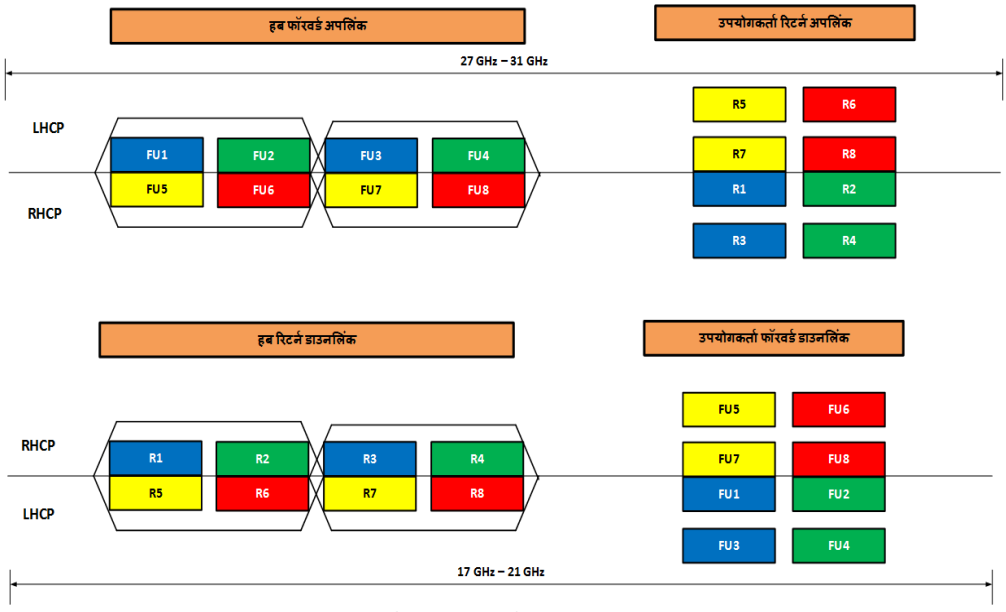
चित्र-5: उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) का अभिकल्प

आवृत्ति और ध्रुवीकरण:

30 GHz आवृत्ति का उपयोग अपलिंक के लिए किया जाता है और डाउनलिंक के लिए 20 GHz आवृत्ति का उपयोग किया जाता है। उपलब्ध अपलिंक स्पेक्ट्रम 27.0 GHz से 31.0 GHz है और उपलब्ध डाउनलिंक

अनुक्रमणिका

स्पेक्ट्रम 17.7 GHz से 21.2 GHz तक है। उपयोग किए गए ध्रुवीकरण वृतीय ध्रुवीकरण (circular polarization) के दो लम्बकोणीय ध्रुवण (orthogonal) ध्रुवीकरण हैं, अर्थात् वाम हाथ परिपत्र ध्रुवीकरण (LHCP) और दायां हाथ परिपत्र ध्रुवीकरण (RHCP).



चित्र-**6:** आवृत्ति योजना

बैंड-विस्तार 250 MHz प्रति बीम लिया गया है, इस कारण उपयोगकर्ता किरणपुंज के लिए दोनों ध्रुवीकरणों में 1 GHz स्पेक्ट्रम कि आवश्यता है। दोनों ध्रुवीकरणों में हब स्पेक्ट्रम 1 GHz है तथा प्रत्येक हब 8 उपयोगकर्ता बीम का डाटा प्रधान कर सकता है। आवृत्ति योजना को चित्र-6 में दिखाया गया है।

लिंक विवरण:

जैसा कि पहले के भागों में बताया गया है, उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह में दो प्रकार के लिंक होते हैं: फॉरवर्ड लिंक तथा रिटर्न लिंक। महत्वपूर्ण लिंक प्राचल (link parameters) निम्नलिखित हैं:

सैटेलाइट प्राचल

सैटेलाइट EIRP (एकल कैरियर संतृप्ति)	: 68 dBW
सैटेलाइट G/T	: 20 dB/K

उपयोगकर्ता टर्मिनल (0.8 मी) प्राचल

उपयोगकर्ता टर्मिनल EIRP	: 48 dBW
उपयोगकर्ता टर्मिनल G/T	: 20 dB/K

हब स्टेशन (8.1 मी) प्राचल

हब स्टेशन EIRP	: 75 dBW
हब स्टेशन G/T	: 38 dB/K

वाहक विवरण

मॉडेकोड (फॉरवर्ड लिंक)	: 16 APSK-25/36
मॉडेकोड (रिटर्न लिंक)	: 16 QAM-3/4

प्रवाह क्षमता गणना:

भारतीय क्षेत्र के लिए 72 बीम वाले Ka-बैंड उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह (HTS) का प्रवाह क्षमता आकलन सारणी-1 में वर्णित है।

सारणी-**1: Ka-HTS** (72 बीम) के माध्यम से थ्रूपुट आकलन

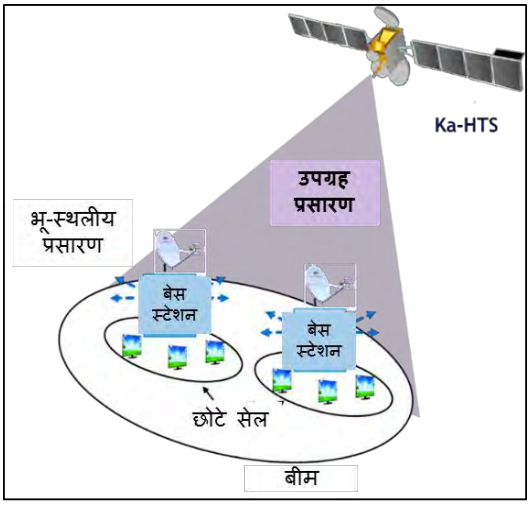
प्राचल	फॉरवर्ड लिंक	रिटर्न लिंक
डाटा दर प्रति उपयोगकर्ता	50 Mbps	1 Mbps
वाहक की संख्या प्रति बीम	12	500
मोडकॉड स्टैंडर्ड	DVB-S2X	DVB-RCS2
मोडकॉड	16 APSK 25/36	16 QAM 3/4
डाटा रेट प्रति बीम	600 Mbps	500 Mbps
कुल क्षमता (72 बीम)	44 Gbps	36 Gbps
कुल मिलाकर प्रवाह-क्षमता	**~80 Gbps**	

पत्र के इस भाग में उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह का अभिकल्प प्रदान किया गया है। यह उपग्रह असीम अनुप्रयोग प्रदान करते हैं जिनके उपयोग से हम स्मार्ट इंडिया के लिए नए साधन प्रदान कर सकते हैं।

7. स्मार्ट इंडिया के लिए एच.टी.एस. के अनुप्रयोग

उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह द्वारा डी.टी.एच. सेवाएं **(DTH services via HTS)**:

इस अनुप्रयोग में, प्रसारक सामान्य टेलीपोर्ट से TV चैनल उपग्रह को अपलिंक करेगा। उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह, जो बहु संकुचित किरणपुंजो के होते हैं, विषय-वस्तु को प्रत्येक उपयोगकर्ता किरणपुंज में प्रसारित करेंगे। उपयोगकर्ता बीम को छोटे- छोटे सेल में विभाजित किया जाता है जिनमे बेस स्टेशन उपस्थित होते हैं। यह बेस स्टेशन उपग्रह से प्रसारण डेटा प्राप्त करते हैं। बेस स्टेशनों पर, विभिन्न डीटीएच ऑपरेटर के ग्राहकों को वर्गीकृत किया जाता है और सामग्री उनके डीटीएच योजना के अनुसार प्रेषित होती है। इस डेटा को मोबाइल / इंटरनेट डेटा के साथ जोड़ा जा सकता है और अलग-अलग उपयोगकर्ताओं को स्थलीय बेतार नेटवर्क का उपयोग कर प्रसारित किया जा सकता है।



उपग्रह समाचार सभा नेटवर्क **(Satellite News Gathering Network)**:

समाचार वीडियो योगदान के लिए प्रसारकों को इंजेक्शन बिंदु (injection point) और इंटरनेट आधारित बुकिंग तक तेज़ पहुंच की आवश्यकता है। एचटीएस (HTS) के उपयोग से उपग्रह समाचार सभा (SNG) नेटवर्क में कम लागत वाले हल्के टर्मिनलों का उपयोग सक्षम होगा। यह दूरस्थ क्षेत्रों में वास्तविक-समय (real-time) डाटा अधिग्रहण के लिए नेटवर्क पहुंच प्रदान करेगा।



एकीकृत संचार समाधान **(Integrated Communication Solution)**:

उपयोगकर्ता विशिष्ट सामग्री वितरण को सक्षम करने के लिए उपयोगकर्ताओं के लिए हाई स्पीड इंटरनेट और डेटा सेवाएं HTS द्वारा प्रदान की जा सकती हैं। यह प्रयोगकर्ता विशिष्ट इंटरनेट डाटा के साथ-साथ लाइव ट्रैफिक मॉनिटरिंग, ई-बिलींग, आपातकालीन चिकित्सा सहायता, वेब-आधारित शिक्षा, घरेलू उपकरणों का ई-नियंत्रण, स्मार्ट खरीदारी आदि के लिए एकीकृत संचार प्रणाली समाधान प्रदान करने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।

क्षेत्रीय प्रसारण **(Regional Broadcast)**:

HTS द्वारा सीमित कवरेज के लिए उपयोगी जानकारी का क्षेत्रीय प्रसारण किया जा सकता है, जोकि स्थलीय नेटवर्क के साथ उपयोगी होगा। इसके द्वारा उच्च परिभाषा टीवी (HDTV), अल्ट्रा हाई डेफिनिशन टीवी (UHDTV) और 3D-TV चैनल को क्षेत्रीय मांग के आधार पर विविध कवरेज क्षेत्रों पर प्रसारित किया जा सकता है। इस तरह के नेटवर्क का उपयोग कॉर्पोरेट नेटवर्क जैसे कि वितरण नेटवर्क (distribution network), हाइपरमार्केट (hypermarket) आदि के द्वारा किया जा सकता है।

अन्य अनुप्रयोग **(Other Applications)**:

- सामग्री वितरित करने के लिए बेकहॉल (Backhaul) या वितरण नेटवर्क (distribution network)
- वाणिज्यिक विमान और समुद्री उपयोगकर्ताओं के लिए उच्च डेटा दर लिंक

8. निष्कर्ष

इस पत्र में उच्च-थ्रूपुट उपग्रह सिस्टम (HTS) की अवधारणा तथा अभिकल्प को विस्तार पूर्वक दर्शाया गया है। यह उपग्रह वीसेट (VSAT) नेटवर्किंग की अगली पीढ़ी को दर्शाता है,जिससे विश्व स्तर पर बेहतर अर्थशास्त्र और उच्च प्रदर्शन ब्रॉडबैंड सर्विस स्तर को सक्षम किया जा सकता है। भारतीय क्षेत्र में उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह के उपयोग से ब्रॉडबैंड सेवाओं को अधिक सार्वभौमिक और कम लागत बनाया जा सकता है। स्मार्ट इंडिया कार्यक्रम में इन प्रणालियों से काफी लाभ उठाया जा सकता है।

आभार

लेखक, इस क्षेत्र में कार्य करने का अवसर और प्रोत्साहन प्रदान करने के लिए डॉ. एस.सी. बेरा, प्रधान, एस.एन.एस.ई.डी., श्री सुमितेश सरकार, समूह निदेशक, एस.एन.एस.आई.सी.जी., श्री के.एस. परिख, उप निदेशक, एस.एन.पी.ए., श्री डी.के. दास, सह निदेशक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), एवं श्री तपन मिश्रा, निदेशक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), अहमदाबाद के आभारी हैं। लेखक, हिंदी विभाग के कर्मियों के प्रति भी आभार प्रकट करते हैं।

संदर्भ

1. ओ. विडाल, जी. वेरेल्स्त, जे.लाकान्न, ई.अल्बेर्टी, जे.रादि्जक एंड म.बौस्कुएत, "नेक्स्ट जेनरेशन हाई थ्रूपुट सैटेलाइट सिस्टम", आई.इ.इ.इ. 2012.
2. आर्थर डी. लित्तले, रिचर्ड स्विन्फोर्ड, बेर्त्रांड ग्रौ, "हाई थ्रूपुट सैटेलाइट" टेक्निकल नोट.
3. अग्यिओस क्रि्ग्अजोस, "टूवाड्र्स ए वैरी हाई कैपासिटी ब्रॉडबैंड सैटेलाइट", पी.जी.नेट 2011.
4. हुईजिस, "द वियु फ्रॉम जुपिटर: हाई थ्रूपुट सैटेलाइट सिस्टम" वाईट पेपर.

लेखक परिचय :

नेहा मेहरा (लेखिका) लेखिका ने सन 2007 में इलेक्ट्रोनिक्स एंड कम्यूनिकेशन मे बी. ई. की है। यह सितम्बर 2007 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में वैज्ञानिक/अभियंता के पद पर कार्यरत हैं। इन्होंने इसरो के विभिन्न जी-सेट उपग्रहों के नीतभार के लिए तंत्र अभियन्त्रिकी के अंतर्गत संचार कड़ी विश्लेषण, प्रेषानुकर अभिकल्पना एवं अनुरूपण आदि पर कार्य किया है। इनमे Ka-बैंड पर आधारित बहु किरणपुंज उच्च प्रवाह-क्षमता उपग्रह Ka-HTS भी शामिल है। इसके इलावा विभिन्न आधुनिक संचार उपग्रहों के लिए भी तंत्र विश्लेषण तथा उपग्रह अभिकल्पना व विन्यास पर कार्य किया है।



अभिषेक कक्कड़ (सह-लेखक) लेखक ने वर्ष 2008 में इंजीनियरिंग कॉलेज बीकानेर, राजस्थान से इलेक्ट्रोनिक्स एंड कम्यूनिकेशन मे बी. ई. की है। यह सितम्बर 2009 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में वैज्ञानिक/अभियंता के पद पर कार्यरत हैं। इनका मुख्य कार्य संचार उपग्रह के नीतभार तंत्र के लिए अभियांत्रिकी परिकल्पना करना है। इन्होने विभिन्न जी-सेट उपग्रहों के लिए उपग्रह नीतभार की अभिकल्पना पर कार्य किया है।



अनुक्रमणिका

नाविक-नये अनुप्रयोग एवं संभावनाएँ

मानव अंतरिक्ष कार्यक्रम के भाग के रूप में पैड निरस्त परीक्षण के लिए रगड़ एम.एस.एस टर्मिनल

योगेश पार्थ, चंद्रप्रकाश, निशा वि. राना
एसएटीडी/एसएनएए, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (SAC), पी.ए.टी. मिशन के लिए एक प्रायोगिक पेलोड प्रदान कर रहा है, जो पैड निरस्त मिशन के दौरान प्रत्येक 2 सेकंड में नाविक रिसीवर और का-बैंड रडार एल्टीमीटर से जुड़े डेटा रगड़ एम.एस.एस टर्मिनल द्वारा वास्तविक काल मे उपग्रह से संचारित करेगा। इस टर्मिनल का विकास भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के अहमदाबाद केंद्र - अंतरिक्ष उपयोग केंद्र द्वारा किया गया है। प्रस्तुत लेख में रगड़ एम.एस.एस टर्मिनल से संबंधित जानकारी, एम.एस.एस (MSS) नेटवर्क की अवधारणा, और इस मिशन के दौरान अनुपालन की जाने वाली डेटा प्रस्तुति योजना के बारे में संक्षिप्त विवरण है।

कुन्जी शब्द

रगड़ एम.एस.एस टर्मिनल, एस-बैंड डेटा संचार, संश्लेषित एस-बैंड मोडुलक, ½ दर संवलन कोड

प्रस्तावना

रगड़ एम.एस.एस टर्मिनल का विवरण

यह एक-मार्गीय एस-बैंड डेटा संचार टर्मिनल है। टर्मिनल में बेसबन्ड नियंत्रक, संश्लेषित एस-बैंड मोडुलक, शक्ति प्रवर्धक,और बैटरी हैं। आधार बैंड नियंत्रक कार्ड (BBCC) आँकड़ा सम्बंधन के लिये UART इंटरफेस प्रदान करता है। BBCC- MSP430 सूक्ष्म नियंत्रक पर आधारित है। BBCC डेटाग्रहण, डेटा स्वरूपण और डेटा ट्रांसमिशन के लिए उपयोगकर्ता इंटरफेस का नेटवर्क संचार प्रोटोकॉल के रूप में ख्याल रखता है।



चित्र 1.रगड़ एम.एस.एस टर्मिनल

BBCC उपयोगकर्ता इंटरफेस से डेटा प्राप्त करता है, फ्रेम प्रारूप अनूसार डेटा रूपांतर करता है, जो कि जीसैट -6 हब बेसबैंड के साथ संगत है। डेटा फ्रेम स्क्रेम्बल, और ½ दर संवलन कोडित है। डेटा मोडुलक को भेजने के लिए प्रति सेकंड 2400 प्रतीकों में हवा अंतरफलक पर प्रसारण करता है।

एस-बैंड मोडुलक TCXO संदर्भका उपयोग कर 26 मेगाहर्ट्ज और 2670-2690 मेगाहर्ट्ज की पूरी संचारित बैंड भर में ट्यून करने योग्य पर संश्लेषित है। शक्तिप्रवर्धक इस टर्मिनल को 4 वोट यानी + 36 dBm शक्ति देता है। शक्ति प्रवर्धक का उत्पादन - एंटीना से जुड़ा है, जो उपग्रह को संकेत भेजता है। सिंथेसाइज़र और SSPA के लिए नियंत्रण संकेतों BBCC से उत्पन्न किये जाते है।

मुख्य विशेषताएं

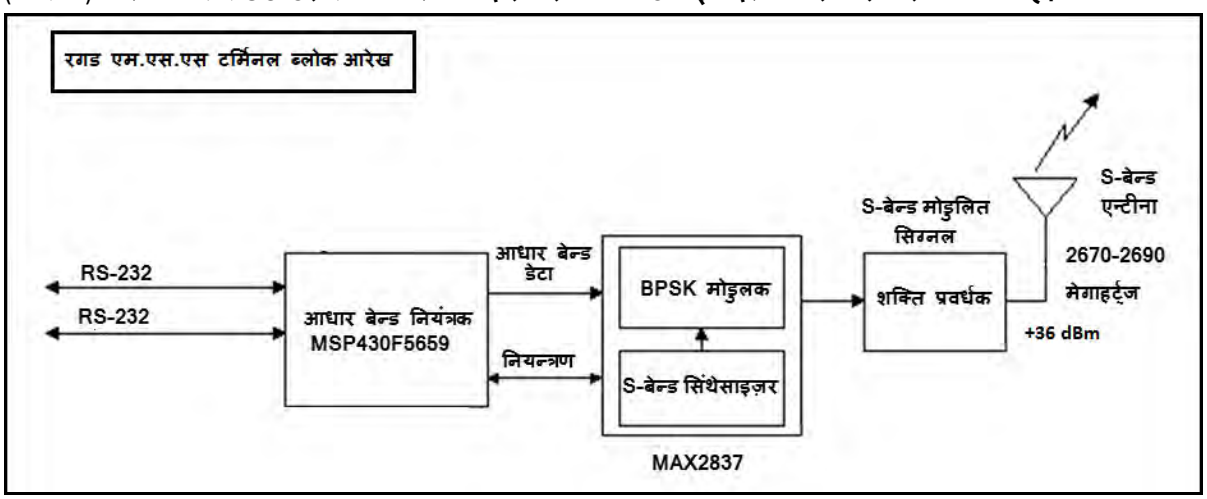
1. अधिकतम 80 अक्षर का संदेश एस बैंड (2670-2690 मेगाहर्टज) में प्रेषित किया जा सकता है

अनुक्रमणिका

2. 2 UART डेटा इंटरफ़ेस
3. एस बैंड (2670-26 9 0 मेगाहर्ट्ज) में 10 किलोहर्ट्ज़ के आकार के आकार में ट्यूनबल ट्रांसमिट आवृत्ति
4. 4-वाट उत्पादन शक्ति
5. इन-निर्मित जीपीएस रिसीवर और जीपीएस एंटीना
6. बैटरी चार्जिंग विकल्प के साथ हल्के वजन और बैटरी संचालित टर्मिनल
7. परिपत्र -19 पिन (62IN-12E-14-19S) रगड़ टर्मिनल।

टर्मिनल की उपयोगिता

इस टर्मिनल का उपयोग वास्तविक काल में डेटा ग्रहण और भेजने के लिये किया जा रहा है। रगड़ एम.एस.एस टर्मिनल जो की नाविक रिसीवर और का-बैंड रडार एल्टीमीटर के साथ डिजिटल रूप से संलग्न है, यह प्रत्येक 2 सेकंड में उपग्रह को डाटा संचारित करेगा। उपग्रह से प्राप्त डाटा अहमदाबाद में एम.एस.एस हब के माध्यम से प्रतिग्रह के लिए किया जाएगा। इसमें अपने प्रसारण लिंक में प्राप्त डेटा को पुन: प्रसारित करने के लिए सिस्टम भी होगा। इस हब में प्राप्त सभी आंकड़े मिशन के दौरान वेब एक्सेस के लिए उपलब्ध होंगे। आंकड़ों के संख्यात्मक प्रदर्शन के अलावा, पैड निरस्त परीक्षण (पी.ए.टी) मिशन के लिए GIS डिस्प्ले भी मिशन के दौरान रेंज बनाम ऊंचाई प्रदर्शन के साथ तैयार किया गया है।



चित्र 2.रगड़ एम.एस.एस टर्मिनल ब्लोक आरेख

एम.एस.एस (MSS) नेटवर्क की अवधारणा

पी.ए.टी मिशन के लिए एम.एस.एस नेटवर्क रगड़ एम.एस.एस टर्मिनल जो की नाविक रिसीवर और का-बैंड रडार एल्टीमीटर के साथ क्रू मोडुल से संलग्न है,उसका समावेश करता है। लॉन्च चरण के एकीकरण के दौरान उपग्रह के माध्यम से डेटा रिसेप्शन और साइट पर स्थानीय रिसीवर का प्रावधान है। ऑनसाइट डेटा प्रतिनिधित्व और प्रदर्शन, उपग्रह के माध्यम से स्थानीय रिसेप्शन, वेब आधारित और ऑनसाइट रिसेप्शन के माध्यम से होता है। नेटवर्क ब्लॉक आरेख नीचे दिखाया गया है।

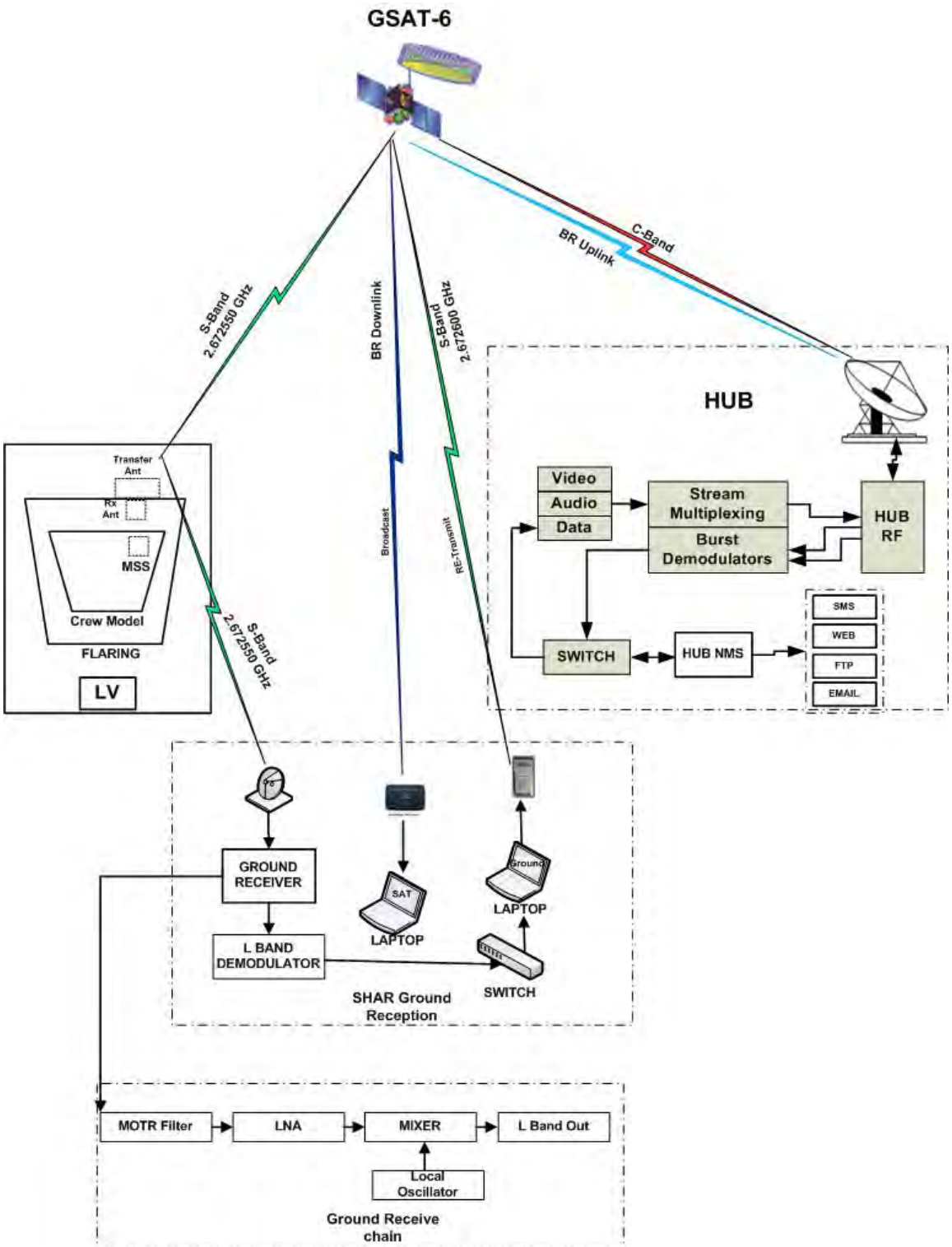
एम.एस.एस नेटवर्क की उप-प्रणाली:

क्रू मोडुल उप-प्रणाली: 4W एमएसएस ट्रांसमीटर RS-232 इंटरफ़ेस का उपयोग करते हुए बेसबैंड पर नाविक रिसीवर और रडार एल्टीमीटर के साथ जुड़े हैं। यह प्रत्येक 2 सेकंड में उपग्रह को डाटा संचारित करेगा।

स्थानांतरण एंटीना: क्रू मोडुल के फलेरिग पर स्थापित यह प्रणाली एकीकरण के दौरान, एमएसएस ट्रांसमीटर, नाविक रिसीवर और ऑल्टिमीटर के स्वास्थ्य को सुनिश्चित करने के लिए एमएसएस सिग्नल के पुनः विकिरण को सुविधाजनक बनाने के लिए महत्वपूर्ण है।

ऑनसाइट ग्राउंड प्रतिग्रह प्रणाली: इस एस-बैंड रिसेप्शन सिस्टम में सभी SAC पेलोड का काम सुनिश्चित करने के लिए

एमएसएस सिग्नल के रिसेप्शन के लिए पूर्ण प्रतिग्रह श्रृंखला (एंटीना, एलएनए, फिल्टर, डाउन कनवर्टर और बस्ट डिमोदुलक) शामिल है।



चित्र 3. एमएसएस नेटवर्क खंड आरेख

अहमदाबाद में एमएसएस हब: 6.3m सी-बैंड हब का प्रयोग पीएटी मिशन के दौरान जीएसएटी -6 उपग्रह के माध्यम से सभी डेटा के प्रतिग्रह के लिए किया जाएगा। इसमें अपने प्रसारण लिंक में प्राप्त डेटा को पुन: प्रसारित करने के लिए सिस्टम भी होगा। इस हब में प्राप्त सभी आंकड़े मिशन के दौरान वेब एक्सेस के लिए उपलब्ध होंगे।

पीएटी मिशन के विभिन्न चरणों के दौरान एम.एस.एस नेटवर्क की उपयोगिता

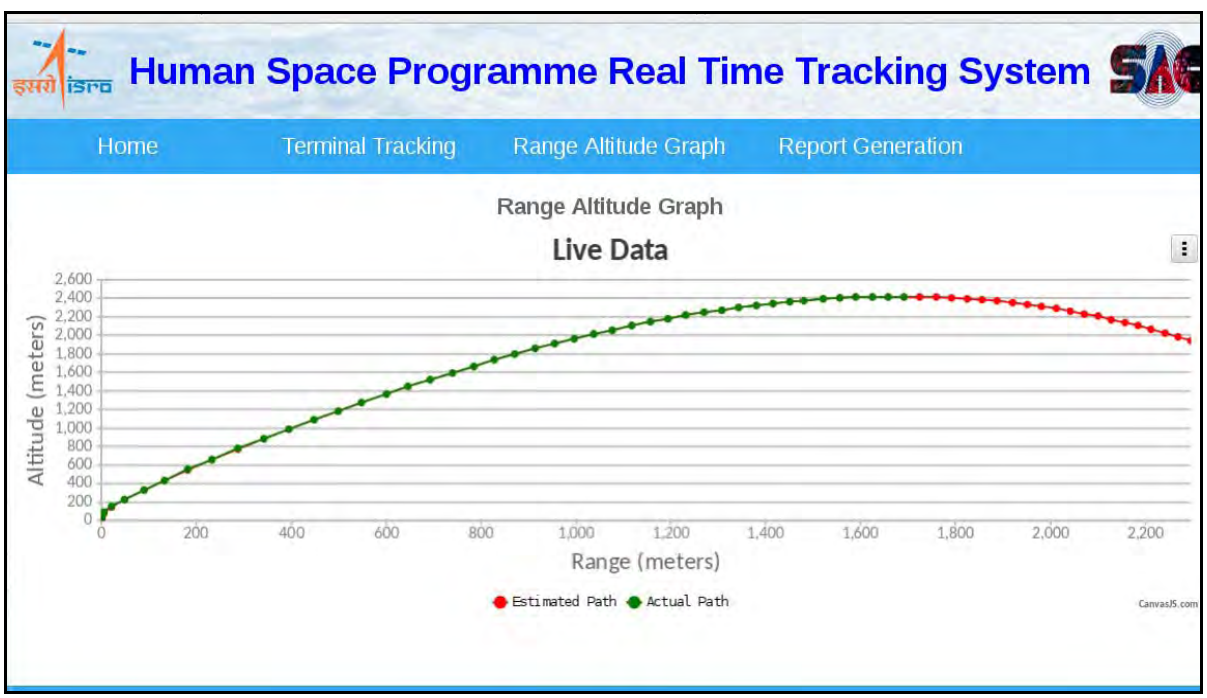
लॉन्चपैड में एकीकरण के दौरान:

उप-प्रणाली और ट्रांसमिशन गुणवत्ता के स्वास्थ्य की निगरानी के लिए, क्रू मॉड्यूल और प्रक्षेपण स्थल पर प्रक्षेपण वाहन के साथ उप-प्रणाली के एकीकरण के दौरान, एक एस-बैंड ग्राउंड रिसेप्शन सिस्टम के माध्यम से एम.एस.एस सिग्नल प्राप्त किया जाएगा। प्राप्त डिमोडलाटेड डेटा को रिपोर्टिंग टर्मिनल के माध्यम से जीएसएटी -6 उपग्रह को 2.672600 गीगा आवृत्ति पर पुन: प्रेषित किया जाएगा। डाटा एम.एस.एस-HUB में प्राप्त होगा और वेब के माध्यम से पहुंच के लिए उपलब्ध होगा। दृश्य के लिए यह डेटा ऑनसाइट भी उपलब्ध होगा।

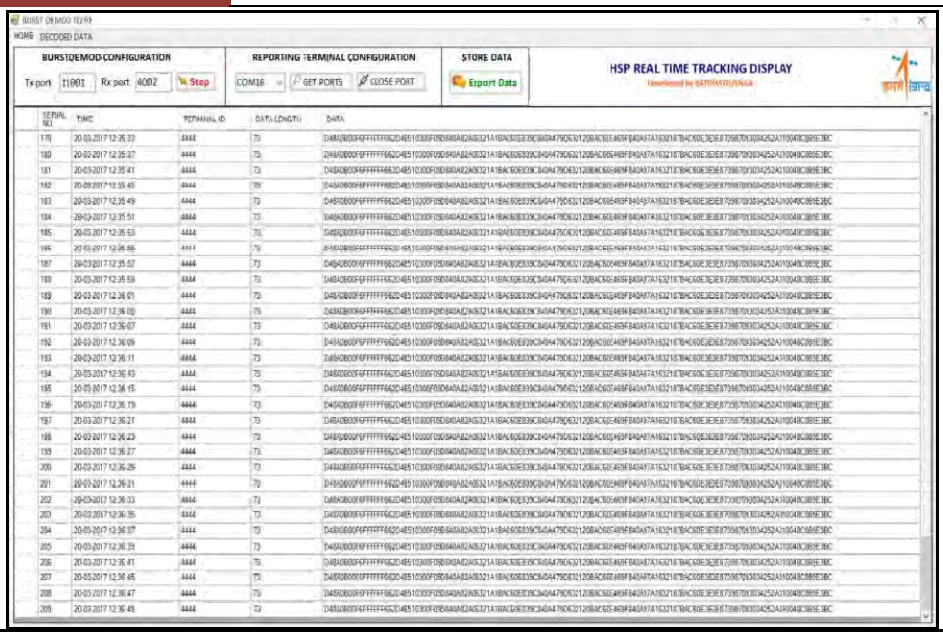
लॉन्च के दौरान:

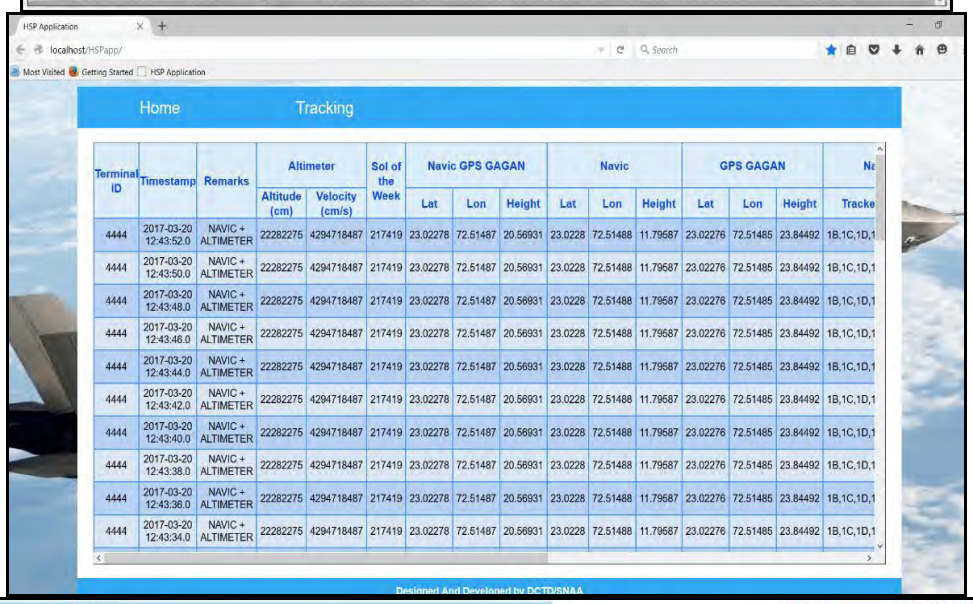
प्रक्षेपण के दौरान, जब फलेरिग अलग हो जायेगा, तो एमएसएस सिग्नल जीएसएटी -6 उपग्रह के माध्यम से प्रत्येक 2 सेकंड प्रसारित हो जाएंगे और अहमदाबाद के एमएसएस हब में प्राप्त होंगे। उसी डेटा को साइट पर वेब के माध्यम से एक्सेस कर सकते है और उन स्थानों जहां वेब-एक्सेस उपलब्ध नहीं है, प्रदर्शित होने के लिए एमएसएस प्रसारण लिंक का उपयोग करके भी प्रसारण किया जाएगा, जो निकट-वास्तविक समय में उपलब्ध होगा।

आंकड़ों के संख्यात्मक प्रदर्शन के अलावा, पैड निरस्त परीक्षण (पी.ए.टी) मिशन के लिए GIS डिस्प्ले भी मिशन के दौरान रेंज बनाम ऊंचाई प्रदर्शन के साथ तैयार किया गया है।



अनुक्रमणिका







चित्र 4. नाविक और रडार एल्टीमीटर आंकड़ों के संख्यात्मक प्रदर्शन

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास

विवरण

देश में ही विकसित नाविक रिसीवर का उपयोग वास्तविक समय में नाविक और रडार एल्टीमीटर इनपुट डेटा लेकर एमएसएस टर्मिनल का उपयोग कर इसे UART (RS232) के माध्यम से भेजने के लिए बनाया गया है। एमएसएस टर्मिनल जीसैट -6 उपग्रह को प्राप्त डेटा भेजता है। जीसैट -6 उपग्रह प्राप्त डेटा हब को भेजता है। हब-एंटीना डेटा प्राप्त करता है और इसे आगे हब (विमोडुलक) को भेजता है। हम अक्षांश और देशांतर डेटा को कंप्यूटर पर हब केंद्र पर देख सकते हैं। मिशन के दौरान रेंज बनाम ऊंचाई मार्गन को कंप्यूटर पर देख सकते हैं।

निष्कर्ष

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (SAC) द्वारा विकसित एम.एस.एस टर्मिनल का मानव अंतरिक्ष कार्यक्रम के क्षेत्रों में उपयोग है।

धन्यवाद

हिन्दी विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संगोष्ठी में यह लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति को हार्दिक धन्यवाद। इस प्रणाली में सैक एसऐटीडी/एसएनएए प्रभाग ने अभूतपूर्व योगदान दिया हैं।

लेखक परिचय



श्री योगेश पार्थ ने वर्ष 2015 में आई.आई.एस.टी से एविओनिक्स अभियांत्रिकी में बी.टेक. डिग्री प्राप्त की है। उन्होंने वर्ष 2015 में इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में वह एसएटीडी/एसएनएए अनुभाग में कार्यरत हैं।

सहलेखक परिचय



श्री चंद्रप्रकाश ने वर्ष 1998 में बी.आई.टी मेसरा से इलेकट्रोनिक्स अभियांत्रिकी में बी.ई. डिग्री प्राप्त की एवं 2004 में आई.आई.एस.सी बंगलुरू से संचरण अभियांत्रिकी में एम.टेक डिग्री प्राप्त की है। उन्होंने 1999 में इसरो अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में वह एसएटीडी/एसएनएए अनुभाग में कार्यरत हैं।



श्रीमती निशा राना ने वर्ष 1983 में गर्ल्स पोलिटेक्निक अहमदाबाद से इलेकट्रोनिक्स एंड रेडियो अभियांत्रिकी में डिप्लोमा किया है। उन्होंने वर्ष 1985 में इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में वह एसएटीडी/एसएनएए अनुभाग में कार्यरत हैं।

***

अनुक्रमणिका

बेतार संवेदक संजाल के लिए एक बहु-कुलांच समूहबद्ध मार्गाभिगमन संलेख

निखिल मल्होत्रा

अंकीय संचार प्रभाग, प्रकाशिकी एवं अंकीय संचार ग्रुप, सैटकॉम एवं नौसंचालन नीतभार क्षेत्र

अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र,

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन,

अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश: बेतार संवेदक संजाल (Wireless Sensor Network - डब्ल्यूएसएन) में संवेदन, गणना और बेतार संचार क्षमताओं वाले कई छोटे यंत्रो का समूह होता हैं। कई मार्गाभिगमन, ऊर्जा प्रबंध तथा दत्त-सामग्री प्रसार संलेख, विशेष रूप से डब्ल्यूएसएन के लिए तैयार किए गए हैं, जहां ऊर्जा जागरूकता एक अनिवार्य रचना समस्या है। डब्ल्यूएसएन के लिए संजाल के जीवनकाल और ऊर्जा बचाना महत्वपूर्ण मुद्दे हैं। समूहबद्धता, मार्गाभिगमन की ऊर्जा दक्षता में सुधार और डब्ल्यूएसएन के संजाल जीवनकाल को लम्बा खींचने के लिए एक प्रभावी तकनीक है। प्रस्तावित कार्य में, एक बहु-कुलांच समूहबद्ध बेतार संवेदक संजाल मार्गाभिगमन संलेख प्रस्तुत किया गया है। संलेख, आधार यंत्र से संवेदक-यंत्र की कुलांच दूरी के आधार पर संजाल के स्तरों में विभाजन पर आधारित है। नेता-यंत्र समूह के सदस्यों द्वारा भार परिगणना के आधार पर चुना जाता है। जो यंत्र, काफी सामान्य संवेदन क्षेत्र में होते है उनमें से एक को ऊर्जा बचाने के लिए सुला दिया जाता है। जब सामान्य सक्रीय यंत्र निष्क्रिय हो जाता है, तब सोते यंत्र को जगाते हैं और वो निष्क्रिय यंत्र द्वारा किया जाने वाला कार्य संभाल लेता हैं। नेता-यंत्र के चयन में सुनिश्चित किया जाता है की उसका संपर्क आधार यंत्र से हो, जिसके लिए उसका सीधा संपर्क अपने से नीचे के स्तर के नेता-यंत्र से होना चाहिए। प्रस्तावित संलेख संजाल के जीवनकाल में महत्वपूर्ण वृद्धि और उपलब्ध कुल-संजाल ऊर्जा का एक कुशल उपयोग दर्शाता है।

संकेत शब्द

* बेतार संवेदक संजाल, मार्गाभिगमन, समूहबध्द्ता

1. प्रस्तावना

संवेदक-यंत्र की इलेक्ट्रॉनिक्स के द्वारा हम संवेदक के आस-पास के पर्यावरण से संबंधित परिवेश की स्थिति का आंकलन करके उन्हें विद्युत सिग्नल में बदल देते हैं। असल में, प्रत्येक संवेदक-यंत्र में संवेदक, गणनात्मक, संचरण, स्थानन यंत्र और कुछ वैकल्पिक इकाइयों के साथ ऊर्जा स्त्रोत शामिल होता हैं। इस तरह के संकेत को संसाधित करने से संवेदक-यंत्र के आस-पास होने वाली घटनाओं के बारे में ज्ञान प्राप्त होता है। इन संवेदकों की एक बड़ी संख्या कई अनुप्रयोगों में युक्त की जा सकती है जहां संचालन की आवश्यकता नहीं होती है। एक डब्ल्यूएसएन में सैकड़ों या हजारों संवेदक-यंत्र होते हैं, इन संवेदकों में एक दूसरे के बीच या सीधे एक बाहरी आधार यंत्र (बीएस) से संवाद करने की क्षमता होती है। संवेदकों की एक बड़ी संख्या, एक बड़े भौगोलिक क्षेत्र में अधिक सटीकता के साथ संवेदन करने में सक्षम होती है। प्रत्येक संवेदक-यंत्र को अपनी गणनात्मकता, संचार, और ऊर्जा संसाधनों का ज्ञान होता है। इन बिखरे हुए संवेदक यंत्रो में से प्रत्येक में डेटा को एकत्रित करने और किसी अन्य संवेदक या बाहरी आधार यंत्र पर भेजने की क्षमता होती है। आधार यंत्र एक निश्चित यंत्र या चलायमान यंत्र भी हो सकता है, जो किसी मौजूदा संचार संरचना या इंटरनेट पर संवेदक संजाल को जोड़ने में सक्षम हो सकता है, जहां उपयोगकर्ता को एकत्रित किए गए डेटा की उपलब्धता की जा सकती है।

अनुक्रमणिका

परिचय-अंक के रखरखाव की ऊर्जा आवश्यकता और संवेदक-यंत्र की अपेक्षाकृत बड़ी संख्या के कारण, संवेदक-यंत्र की तैनाती के लिए एक वैश्विक संबोधन योजना संभव नहीं है। इस प्रकार, पारंपरिक परिचय-अंक पर आधारित संलेख को डब्ल्यूएसएन पर लागू नहीं किया जा सकता है। संवेदक संजाल के संचालन में संवेदक यंत्रों के तदर्थ तैनाती में स्वयं संगठित होने की आवश्यकता होती है तथा तंत्र को संघटित करने और परिणामी यंत्र वितरण को सँभालने की आवश्यकता भी होती है, खासकर जब संजाल स्वचालित हो। डब्ल्यूएसएन में यंत्र परिचय-अंक जानने से डेटा और घटनाओं के क्षेत्र को जानना अधिक महत्वपूर्ण होता है। डेटा संग्रह आम तौर पर क्षेत्र विशेष पर आधारित होता है इसलिए संवेदक-यंत्र की स्थिति जागरूकता महत्वपूर्ण है। यह सटीक भौगोलिक स्थान हो भी सकता है और नहीं भी। बीएस से सापेक्ष-स्थिति भी कुछ परिदृश्यों में प्रासंगिक है। डब्ल्यूएसएन में कई संवेदकों द्वारा एकत्रित डाटा आम तौर पर सामानय घटनाओं पर आधारित होता है, इसलिए एक उच्च संभावना है कि इस डेटा में कुछ अतिरेक हो, अतेव ऊर्जा और बैंड-विस्तार के उपयोग में सुधार के लिए मार्गाभिगमन संलेख द्वारा इस तरह के अतिरेक का फायदा उठाना आवश्यक है। आमतौर पर, डब्लूएसएनएस डेटा-केंद्रित संजाल होते हैं जो कि कुछ विशेषताओं के आधार पर डेटा का अनुरोध करते है। डब्लूएसएन में मार्गों को खोजने और बनाए रखने का कार्य महत्वपूर्ण है, क्योंकि ऊर्जा प्रतिबधता और यंत्र स्थिति में अचानक और लगातार परिवर्तन (जैसे, यंत्र का निष्क्रिय होना) के कारन अप्रत्याशित सान्स्थिकी परिवर्तन होते रहते हैं। ऊर्जा खपत को कम करने के लिए, साहित्य में डब्लूएसएन के लिए प्रस्तावित मार्गाभिगमन तकनीकों में कुछ अच्छी तरह से ज्ञात मर्गाभिगमन की रणनीतियों के अलावा डब्ल्यूएसएन के लिए विशेष रणनीतियां भी हैं, जैसे की डेटा समूहन और संजालीय गणनात्मकता, समूहबद्धता, भिन्न यंत्र-भूमिका चयन, निंद्रा चक्र चयन इत्यादि।

2. प्रेरणा

डब्ल्यूएसएन में कई बाधाएं हैं, जैसे कि सीमित ऊर्जा आपूर्ति, सीमित गणनात्मकता और संवेदक-यंत्र को जोड़ने वाले बेतार-कड़ी का सीमित बैंड-विस्तार। डब्लूएसएनएस के मुख्य रूप-रेखा चित्रण के लक्ष्यों में महत्वपूर्ण है संजाल के जीवनकाल को लम्बा खींचते हुए डाटा संचार करना और ऊर्जा प्रबंधन तकनीकों का उपयोग करते हुए संयोजकता में गिरावट को रोकना।

संवेदक-यंत्र तदर्थ पद्धति से एक बुनियादी ढांचे का निर्माण करते हैं। यदि यंत्रों का परिणामी वितरण समान नहीं है, तो अनुकूलता को सक्षम करने और ऊर्जा कुशल संजाल संचालन को सक्षम करने के लिए इष्टतम समूहधता की आवश्यक होती है। संवेदकों में आपसी संचार सामान्य रूप से ऊर्जा और बैंड-विस्तार सीमाओं के कारण कम प्रसारण श्रेणियों के भीतर होता है। इसलिए, एक बड़े संस्थितीय क्षेत्र के लिए, यह अनिवार्य होता है कि एक मार्ग में एकाधिक बेतार कुलांच शामिल हों।

संवेदन क्षेत्र में तैनात संवेदक यंत्रों की संख्या सैकड़ों या हजारों के क्रम में हो सकती है। प्रत्येक संवेदक-यंत्र पर्यावरण का एक निश्चित दृश्य प्राप्त करता है। संवेदक के लिए दिया गया पर्यावरण का दृश्य माप और सटीकता दोनों में सीमित होता है, यह केवल पर्यावरण के सीमित भौतिक क्षेत्र के लिए पर्याप्त होता है। चूंकि घने तैनाती में पड़ोसी संवेदक-यंत्र निकटता के कारण काफी प्रतिरूपक एवम अनावश्यक डेटा उत्पन्न करते है, अतः अधिक ऊर्जा बचाने के लिए निकट स्थित संवेदक यंत्रों में संभवतः वैकल्पिक निंद्रा-चक्र लगाये जा सकते हैं।

3. प्रस्तावित कार्य

निम्न बिंदुओं को ध्यान में रखकर मार्गाभिगमन प्रणाली को रूपांतरित किया गया है।

1. यह एक बहु-कुलांच समूहबद्ध करने की तकनीक है।

2. बीएस द्वारा निश्चित प्रारंभिक संचारण-सीमा के साथ, स्तरों की परिभाषा शुरू की जाती है।

3. प्रतिवेश का ज्ञान, स्तरों की परिभाषा के साथ ही किया जाता है।

अनुक्रमणिका

4. नेता-यंत्र का चयन स्तर दर स्तर किया जाता है, यह सुनिश्चित किया जाता है कि सभी यंत्रों से बीएस का संचार हो।

5. उत्कृष्टता फलन संभावित नेता-यंत्र खोजने के लिए परिभाषित किया गया है। अगले श्रेष्ठ कुलांच का चयन भी उत्कृष्टता फलन से किया जाता है।

6. मार्गाभिगमन कुलांच दर कुलांच किया जाता है।

7. पहले स्तर के यंत्रों को समुह बनाने की अनुमति नहीं है, क्योंकि वे सबसे व्यस्त यंत्र होते हैं जो की बीएस के लिए भेजे गए सभी डेटा के मार्ग में होते हैं।

8. यंत्र जो कि एक सामान्य संवेदन क्षेत्र में होते हैं, उनमे से कुछ को ऊर्जा बचाने के लिए सुला दिया जाता हैं।

3.1 समूहबद्ध कलन विधि:

चरण 1: प्रारंभन:

समूहबद्धता की विधि बीएस द्वारा आरंभ की जाती है। यंत्र एक बीकन संकेत भेजता है जिसमें

१. भेजने वाले यंत्र की पहचान।
२. इसकी स्तर गणना अर्थात्, यंत्र किस स्तर में है, उदाहरण के लिए स्तर-1 यंत्र बीएस से एक कुलांच की दूरी पर हैं। एकल कुलांच की दूरी (□) भी पहले से निश्चित होती है या बीएस दूरी का समयानुसार निर्णय लेता है।
३. भेजने वाले यंत्र की ऊर्जा।
४. यंत्र से संचारण की ऊर्जा।
५. यंत्र के पड़ोसी यंत्रों की संख्या।
   होते हैं।

बीकन-सूचना प्राप्त-करता यंत्र द्वारा सामयिक बनाई जाती है और प्राप्त-करता यंत्र द्वारा आगे भी भेजी जाती है और यह सूचना यंत्र द्वारा प्रत्येक बीकन के साथ सामयिक बनाई जाती है। तालिका 3.1 दिखाता है, प्रत्येक यंत्र द्वारा भेजी जाने वाली बीकन-सूचना और तालिका 3.2 यंत्र द्वारा एकत्र की गई निजी जानकारी को दर्शाता है। चित्र 3.1 स्तरों के गठन को दर्शाता है।

तालिका **3.1:** बीकन सारिणी

Name	Properties
Hop	Hop count of the node i
ID	Identification of neighbor node i
$E_r(i)$	Residual energy of neighbor node i
$E_{Rx}(i)$	Recieved energy from node i
N	Number of neighboring nodes of node i

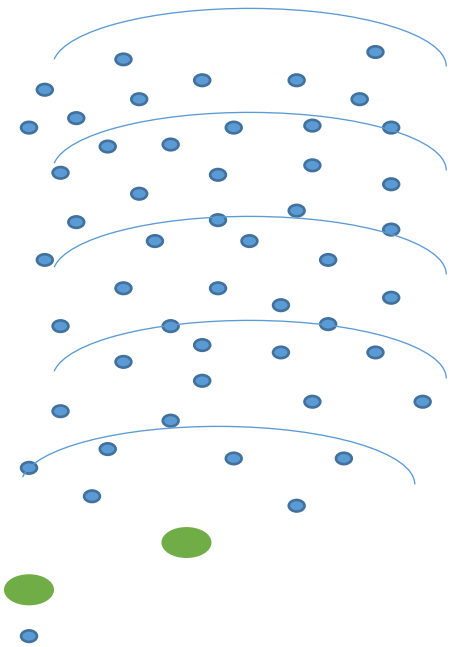
तालिका **3.2:** एकत्रित सूचना

Name	Properties
hop	Hop count of node itself
Hop_i	Hop count of the neighbor node i
ID	Identification of neighbor node i
$E_r(i)$	Residual energy of neighbor node i
$E_Rx(i)$	Recieved energy from neighbor node i
N	Number of neighboring nodes of neighbor node i

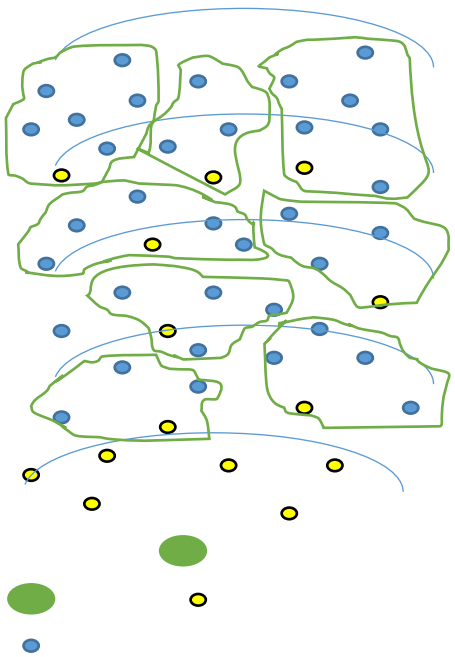
चरण 2: समुहबद्धता:

अनुक्रमणिका

प्रारंभ में सभी स्तर-1 या कुलांच-1 के यंत्र नेता-यंत्र घोषित किए जाते हैं। आगे के स्तरों में यह जांच की जाती है कि क्या यंत्र के पड़ोसी यंत्रों में एक स्तर नीचे का नेता-यंत्र है, यदि ऐसा है तो वो खुद को एक संभावित नेता-यंत्र के रूप में घोषित करता है। प्रत्येक यंत्र में संभावित नेता-यंत्रों की सूची होती है और इन संभावित नेता-यंत्रों की उत्कृष्टता समीकरण 3.1 में दिखाए तरीके से परिकलित की जाती है। अधिकतम उत्कृष्टता वाले यंत्र को यंत्र द्वारा नेता-यंत्र के रूप में चुना जाता है और यह जानकारी सभी पड़ोसी यंत्रों को भेजी जाती है। चित्र 3.2 समूह गठन को दर्शाता है।



चित्र 3.1



चित्र 3.2

$$W = E_{Rx}(k) \times E_r(i) \times \frac{N}{\sum_{j=1}^{n} N_j} \qquad 3.1$$

अगर कोई भी यंत्र सदस्यहीन समूह बनाता है, तो यह जांच की जाती है कि उसके पड़ोसियों में, एक स्तर नीचे कोई नेता-यंत्र है? अगर वह वहां नेता-यंत्र होता है, तो यह उस समूह का सदस्य बन जाता है। अगर कोई यंत्र नेता-यंत्र चुनने में असमर्थ होता है, तो आभासी समूह-चयन नामक एक प्रक्रिया का पालन किया जाता है।

चरण 3: पुनर्रचना:

पुनर्गठन केवल तभी किया जाता है जब नेता-यंत्र निष्क्रिय हो जाता है। निष्क्रिय होने से पहले नेता-यंत्र अपने समूह के यंत्रों को परित्यक्त संकेत भेजता है, जिसके बाद यंत्र नेता-यंत्र का चयन फिर से शुरू करते हैं, चरण 2 उपरांत चरणों का पालन करते हैं, अर्थात् संभावित नेता-यंत्रों में से अधिकतम उत्कृष्टता वाले यंत्र को बाकि यंत्रों द्वारा नेता-यंत्र चुना जाना।

4. अनुरुपन और परिणाम

1. मैटलैब का प्रयोग करके अनुरुपन किया गया है।
2. तीन परिदृश्यों का अनुरुपन किया गया,

अ) समुह गठन के बिना, जब सभी यंत्र सक्रिय हों।

ब) समूह गठन के साथ, जब सभी यंत्र सक्रिय हों।

स) समूह गठन के साथ, जब कुछ चुनिंदा यंत्र निद्रासन हों।

अनुक्रमणिका

3. नेटवर्क की निष्क्रियता या तो सभी स्तर-1 यंत्रो के निष्क्रिय होने पर मानी जाती है या कुल यंत्रों में से 80 प्रतिशत के निष्क्रिय होने पर।

4.1. ऊर्जा नमूना:

रेडियो संचार के एक सरलीकृत उर्जा नमूने का उपयोग किया गया है यानी एक किलो-बिट पैकेट की जानकारी को प्रेषण दूरी $d_{i,j}$ भेजने के लिए ऊर्जा खपत है

$$E_{Tx}(k,d) = E_{elec} \times k + E_{amp} \times k \times d^2 \quad (4.2)$$

यंत्र i और यंत्र j की दूरी $d_{i,j}$:

$$|d_{(i,j)}| = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (4.3)$$

प्राप्त ऊर्जा की खपत $E_{Rx}(k) = E_{elec} \times k$ (4.4)

निकट दृश्य के प्रसंस्करण के लिए नेता-यंत्र की ऊर्जा खपत $E_p(k,m)$

$$E_P(k,m) = \sum_{i=1}^{m} \frac{1}{3} \times E_{elec} \times k_i \quad (4.5)$$

तो नेता-यंत्र की अवशिष्ट ऊर्जा है:

$$E_r(i) = E_r(i) - \sum_{n=1}^{n1} E_{Tx}(k_n, d_n) - \sum_{l=1}^{n2} E_{Rx}(k_l) - E_p(k,m), \quad n1, n2 \in N \quad (4.6)$$

जहां n1 और n2 समय T_i से पहले किये गए संचरण और अभिग्रहण की संख्या हैं।

साधारण संवेदक-यंत्र की अवशिष्ट ऊर्जा है:

$$E_r(i) = E_r(i) - E_{Tx}(k_n, d_n) - E_{Rx}(k_l) \quad (4.7)$$

4.2 संजाल मॉडल:

एक संवेदक संजाल माना गया है जिसमें यंत्रो की संख्या N(500) तथा क्षेत्रफल A(500 × 500) वर्ग मीटर है। वे समरूप और ऊर्जा अवरोधित हैं। संजाल में निम्न गुण हैं: -

1. संजाल में यंत्रो की घनी आबादी है और तैनाती के बाद इन यंत्र को स्थानांतरित नहीं किया जाता है।
2. असीमित ऊर्जा के साथ एक बीएस यंत्र संजाल में एक निश्चित स्थान पर तैनात किया गया है।
3. संवेदक-यंत्रों में उर्जा की भराई नहीं की जा सकती है। इसका अर्थ है कि संवेदक-यंत्र निष्क्रिय हो जाएगा अगर उसकी ऊर्जा समाप्त हो जाए।
4. संवेदक-यंत्र केवल बीएस से अपनी आपेक्षित- स्थिति को जानते हैं।
5. रेडियो उर्जा को नियंत्रित किया जा सकता है, यानी, हर यंत्र की पारेषण उर्जा भिन्न हो सकती है, जो की अभिग्राही की दूरी पर निर्भर करती है।
6. चैनल स्थिर रहता है।

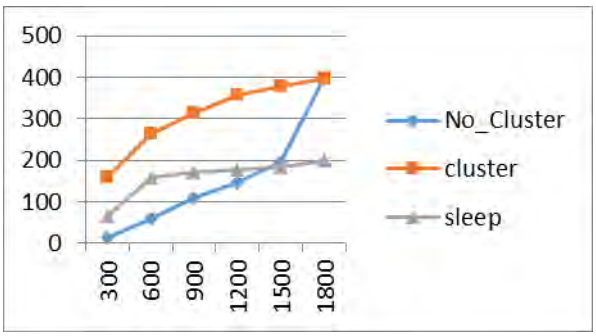
4.3 परिणाम:

सभी तीन परिदृश्यों के लिए एवम अलग-अलग कुलांच की दूरी के लिए अनुरुपन किये गए, यानी जब कोई समूह नहीं बनता है और सभी यंत्र जाग रहे हैं, जब समूह का गठन होता है और सभी यंत्र जाग रहे हैं और अंत में परिदृश्य के लिए जहां समूह का निर्माण होता है और कुछ चुनिंदा यंत्र निद्रासन होते है। राउंड बीएस तक पहुंचने वाले पैकेट की संख्या को परिभाषित करता है, यानी प्रत्येक राउंड में सभी समूह-सदस्य एक-एक पैकेट नेता-यंत्र तक भेजते है, जो की नेता-यंत्र द्वारा एकत्रित करके अन्य नेता-यंत्रों के माध्यम से बीएस तक पहुचायें जाते है।

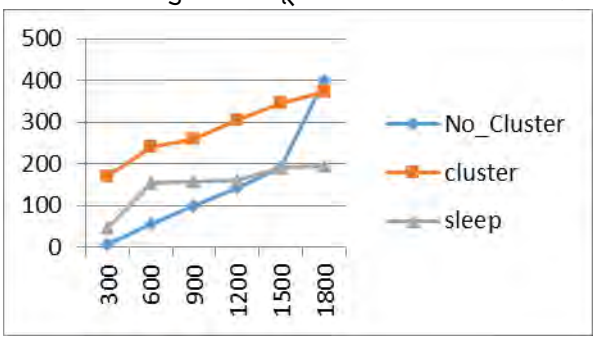
अनुक्रमणिका

ग्राफ़ 4.3, 4.4, 4.5 तीन परिदृश्यों के लिए (लम्बरूप धुरी) निष्क्रिय यंत्रों की संख्या और (समतल धुरी) राउंड की संख्या के बीच की प्रवृति को दर्शाते हैं। जबकि ग्राफ 4.6, 4.7, 4.8 के आंकड़े उपयोग की जाने वाली कुल ऊर्जा और राउंड की संख्या के बीच की प्रवृत्ति को दर्शाते हैं।

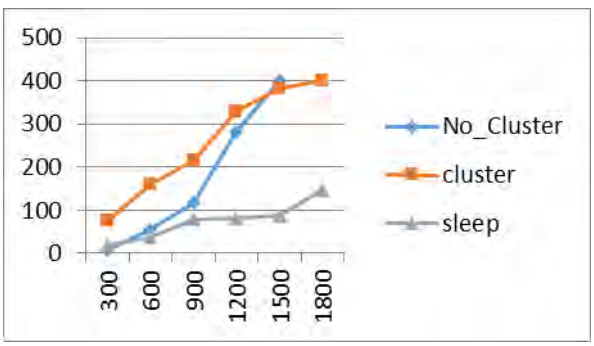
सभी ग्राफ़ समूहबद्धता के साथ संजाल के जीवनकाल में और निंद्रा-चक्र वाले परिदृश्य में बढ़ने का संकेत देते हैं। ग्राफ़ 4.9 और 4.10 से पता चलता है की निंद्रा-चक्र वाले परिदृश्य के लिए, d = 55 मीटर की कुलांच की दूरी अधिकतम ऊर्जा बचाती है।



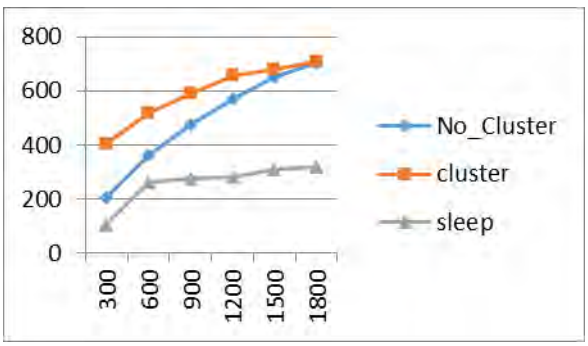
ग्राफ-4.3



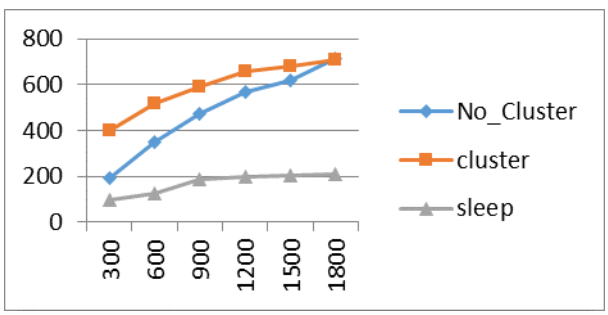
ग्राफ-4.4



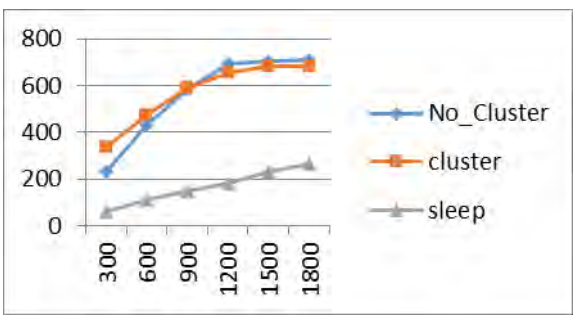
ग्राफ-4.5



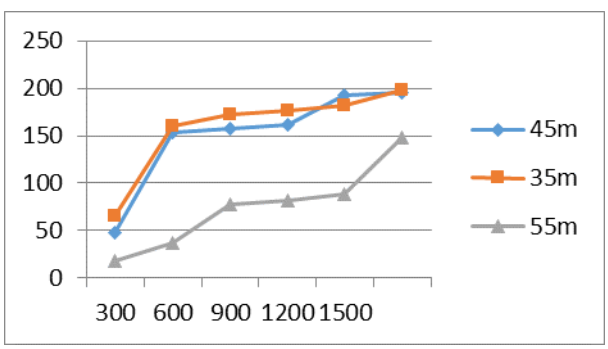
ग्राफ-4.6



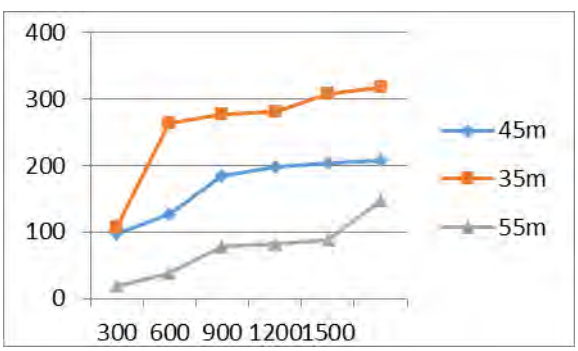
ग्राफ-4.7



ग्राफ-4.8



ग्राफ-4.9



ग्राफ-4.10

अनुक्रमणिका

5. उपसंहार:

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के आगामी अंतराग्रहीय प्रयासों के अंतर्गत डब्लूएसएन एक उत्कृष्ठ तकनीक की तरह विकसित की जा सकती है, जिसमें की असंख्य छोटे-छोटे संवेदक यंत्र दूसरे ग्रहों पे भेजे जा सकते है, जो कि वहाँ के वातावरण कि अमूल्य जानकारी हमें भेज सकते हैं।

डब्लूएसएन में संजाल के जीवनकाल को लम्बा करना महत्वपूर्ण होता है। कुशलतापूर्वक ऊर्जा का उपयोग संजाल जीवनकाल के लिए महत्वपूर्ण है। अलग-अलग ऊर्जा कुशल समुद्धता संलेखो का अध्ययन किया गया और उनकी कमियों को ध्यान में रखते हुए समुह बनाने के लिए एक नयी कलन विधि विकसित की गई। परिणाम स्पष्ट रूप से दिखाते हैं कि संजाल की ऊर्जा कुशलता से उपयोग की गई है जिससे संजाल का जीवनकाल बढ़ा है। परिणाम यह भी दर्शाते है कि छोटे कुलांच की तुलना में, लंबे कुलांच बेहतर परिणाम देते हैं, क्योंकि इस से बड़े समूहों का गठन होता है और नेता-यंत्र द्वारा डेटा के एकत्रीकरण के कारण बीएस में भेजे गए आंकड़े भी कम होते हैं इसलिए संजाल-ऊर्जा के समग्र उपयोग में सुधार होता है। परिणाम यह भी दर्शाते हैं कि सामान्य संवेदन क्षेत्र के यंत्रों में निंद्रा-चक्र लगाने से बहुत ऊर्जा बचा सकते हैं और इस प्रकार संजाल के जीवनकाल में उल्लेखनीय वृद्धि की जा सकती है।

6. संदर्भ सूची:

1. डब्लू. हिन्ज़ल्मेन, ए. चंद्रकसन एवं एच. बालाकृष्णन, "एनर्जी-एफिशियंट कमुनिकेशन प्रोटोकोल फॉर वायरलेस मयिक्रोसेंसर नेटवर्क", सिस्टम साईंस, 33वां हवाई अन्तराष्ट्रीय कोन्फेरेंस, जनवरी 2000.

2. ताओ ल्यू, किन्ग्युई ली, पिंग लियांग, "एन एनर्जी-बेलेंसिंग क्लस्टरिंग एप्रोच फॉर ग्रेदिएंत-बेस्ड रूटिंग इन वायरलेस सेंसर नेटवर्क", कम्प्युटर कमुनिकेशन 35, pp. 2150-2161, 2012.

3. हुयी वेन फेरंग, रोबी टेंदें, आरिफ कुर्निअवान, "एनर्जी-एफिशियंट रूटिंग प्रोटोकोल फॉर वायरलेस सेंसर नेटवर्क विद स्टेटिक क्लस्टरिंग एंड डाइनेमिक स्ट्रक्चर." वायरलेस पर्स कमुनिकेशन 65, pp. 347-367, 2012

4. वाई. याओ एवं जे.गेर्के, "दी कूगर एप्रोच टू इन-नेटवर्क क्वेरी प्रोसेसिंग इन सेंसर नेटवर्क",सिग्मोंड रिकॉर्ड, सितंबर 2002.

5. एस. दलमेन, टी. नायिबर्ग, जे. हविंगा, " ट्रेड-ऑफ बिटवीन ट्रेफिक ओवरहेड एंड रिलायबिलिटी इन मल्टीपाथ रूटिंग फॉर वायरलेस सेंसर नेटवर्क", डब्लू.सी.एन.सी वर्कशॉप, न्यू ओरलीन, लुईज़ियाना, मार्च 2003.

6. एस. बंदोपाध्याय, इ. कोयल, " एन एनर्जी-एफिशियंट हयिरारिकल क्लस्टरिंग एल्गोरिदम फॉर वायरलेस सेंसर नेटवर्क", प्रोसेडिंग इन्फोकॉम, 2003, pp 1713-1723.

7. जमाल एन, अल-कराकी, रज़ा उल-मुस्तफा, एहमद इ कमाल, " डेटा अग्रिगेशन इन वायरलेस सेंसर नेटवर्क – एग्जेक्ट एंड एप्रोक्सिमेट एल्गोरिदम", प्रोसेडिंग ऑफ आई.इ.इ.इ वर्कशॉप ओन हाई पेर्फोर्मांस स्विच्चिंग एंड रूटिंग 2004, अप्रैल 18-21,2004

धन्यवाद

इस लेख के लेखक, श्री टी.वी.एस राम, ग्रुप निदेशक, ओ.डी.सी.जी., श्री के.एस परीख उपनिदेशक, एस.एन.पी.ए., श्री डी. के. दास, सहचारी निदेशक सैक, और श्री तपन मिश्रा, निदेशक, सैक के सतत समर्थन और प्रोत्साहन के लिए उन्हें धन्यवाद देना चाहते हैं।

***

अनुक्रमणिका

नाविक – नवीनतम अनुप्रयोग एवं नई संभावनाएँ

नाविक संदेश - मछुआरों के लिए विशेष अनुप्रयोग

कल्पेश बोरसदिया (अभियन्ता – एस.ई.), घनश्याम दोशी (अभियन्ता – एस.एफ.)

एसएनटीडी/डीसीटीजी/ एसएनएए

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)

अहमदाबाद, गुजरात, भारत

1. परिचय

भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह प्रणाली (आई.आर.एन.एस.एस.), को अब नाविक (NavIC) के नाम से जाना जाता है। यह प्रणाली भारतीय मुख्य भूमि और उसके आसपास 1500 किमी तक के विस्तार में नौसंचालन सेवाएं प्रदान करने के लिए विकसित की गई है। इसमें 4 उपग्रह भू-तुल्यकालिक कक्षा (GSO) और 3 उपग्रह भू-स्थिर कक्षा (GEO) में हैं। नाविक सिग्नल L5-बैंड (1176.45 मेगाहर्ट्ज) और S-बैंड (24 9 2.92 मेगाहर्ट्ज) वाहक आवृत्तियों में प्रेषित होते हैं। सामान्यतः नौसंचालन उपग्रह स्थिति हल गणना और सुधार हेतु आवश्यक जानकारी संचारित करते हैं। नाविक उपग्रहों से प्रसारित डेटा की फ्रेम संरचना नौसंचालन सेवाओं के उपरांत विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त है। यह अलर्ट, पूर्वानुमान और निर्देशों से संबंधित संदेशों के लिए उपयोग किया जा सकता है, जो कि दूरसंचार की बुनियादी सुविधाओं के अभाव वाले क्षेत्रों में काफी उपयोगी हो सकता है। नाविक में, प्रत्येक सैटेलाइट 4 सबफ्रेम में नौसंचालन डेटा प्रेषित करते हैं, जिनमें प्रत्येक सबफ्रेम 300 बिट्स का होता है और प्रति सेकंड 25 बिट पर प्रसारित होता है। सबफ्रेम 1 और 2 का उपयोग पंचांग (ephemeris) और घड़ी संशुद्धि (clock correction) और अन्य प्राथमिक नौसंचालन डेटा प्रसारित करने के लिए किया जाता है। सबफ्रेम 3 और 4 में मुख्यतः आयनमंडल, टाइम ऑफसेट इत्यादि के संबंधित प्राचल और पाठ संदेश (text messages) एक पूर्वनिर्धारित संदेश पहचान क्रमांक (Message ID) के साथ प्रसारित किये जाते हैं। इन संदेशों का समय अंतराल और अनुक्रम विन्यास संभव है। इन पाठ संदेशों का इस्तेमाल करने के लिए इनकोइस (INCOIS) के साथ संयोजन से मछुआरों के लिए एक अनुप्रयोग विकसित किया गया है। इसमें संभावित मत्स्य पालन क्षेत्र का पूर्वानुमान, असहज सागर चेतावनी, उच्च लहर चेतावनी और सुनामी पूर्वानुमान चेतावनी जैसे मुख्य संदेश प्रसारित करने का आयोजन है।

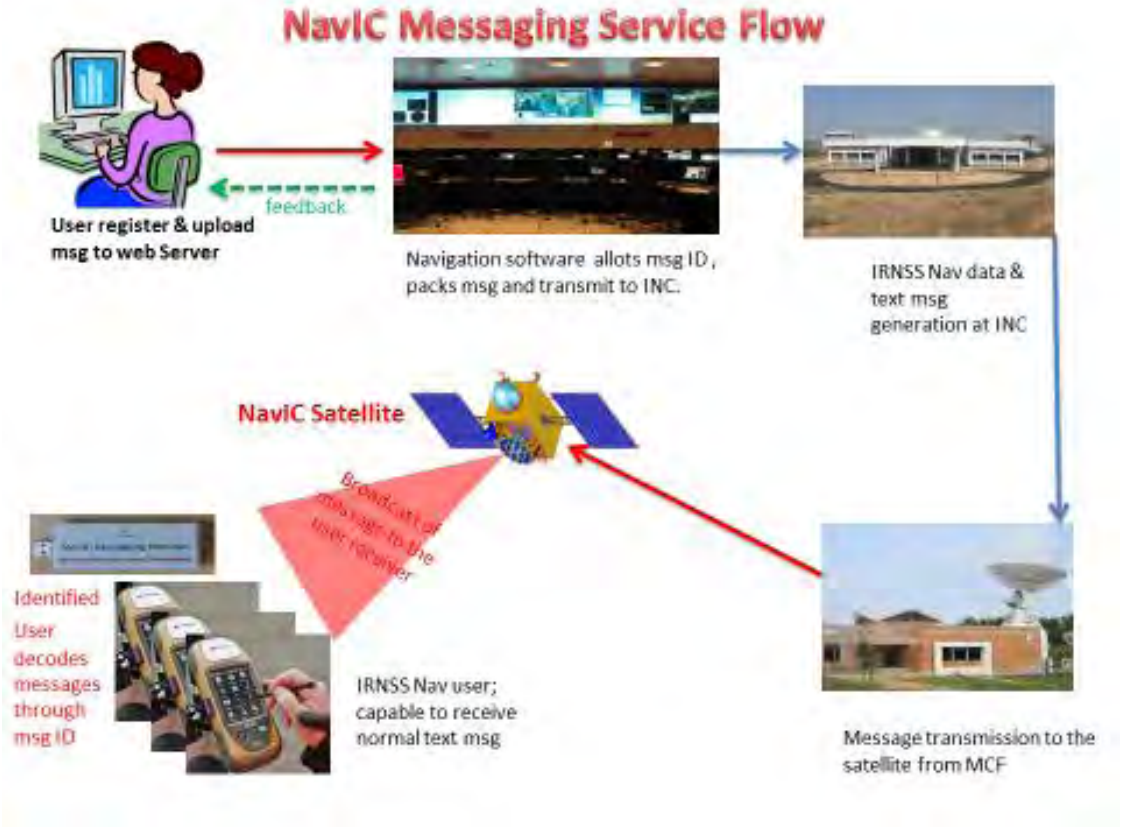
इन संदेशों के अभिग्रहण और प्रदर्शन हेतु अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), अहमदाबाद में नाविक संदेश रिसीवर की अवधारणा और विकास किया गया है। यह रिसीवर स्मार्टफोन या टैबलेट जैसे स्मार्ट डिवाइस की USB पोर्ट से संचालित होता है और स्मार्ट डिवाइस को डेटा भेजता है। यह स्टैंडअलोन मोड में भी काम कर सकता है और ब्लूटूथ के माध्यम से स्मार्ट डिवाइस को डेटा भेज सकता है। स्मार्ट डिवाइस में चल रही एक एप्लिकेशन डेटा को डिकोड और प्रदर्शित करती है। यह लेख संक्षिप्त में संकल्पना, रिसीवर और अनुप्रयोगों का वर्णन करता है।

2. अनुप्रयोग संकल्पना

संदेश की संकल्पना को आकृति-1 में दिखाया गया है। जब भी कोई संदेश भेजा जायेगा, एक पंजीकृत उपयोगकर्ता वेब के माध्यम से लॉग ऑन कर सकता है और INC के लिए आबंटित ID के साथ संदेश भेज सकता है। नौसंचालन केंद्र संदेश को प्रारूप करके टेलीमेटरी और टेली कमांड केंद्र को IRNSS उपग्रह में संदेश अपलोड करने को लिए भेज देता है। यह संदेश प्रारूप करके प्राथमिकता और कतार के आधार पर MCF, हासन से नाविक उपग्रह पर अपलोड किया जाता है। नाविक उपग्रह इस संदेश को प्रसारित करता है।

पंजीकृत उपयोगकर्ता कोई भी राष्ट्रीय संस्था जैसे कि INCOIS, IMD, आपदा प्रबंधन प्राधिकरण या सलाहकार प्राधिकरण हो सकता है। रक्षा एजेंसियों के लिए गूढ़लेखन संदेश प्रेषित करने के लिए भी प्रावधान है।

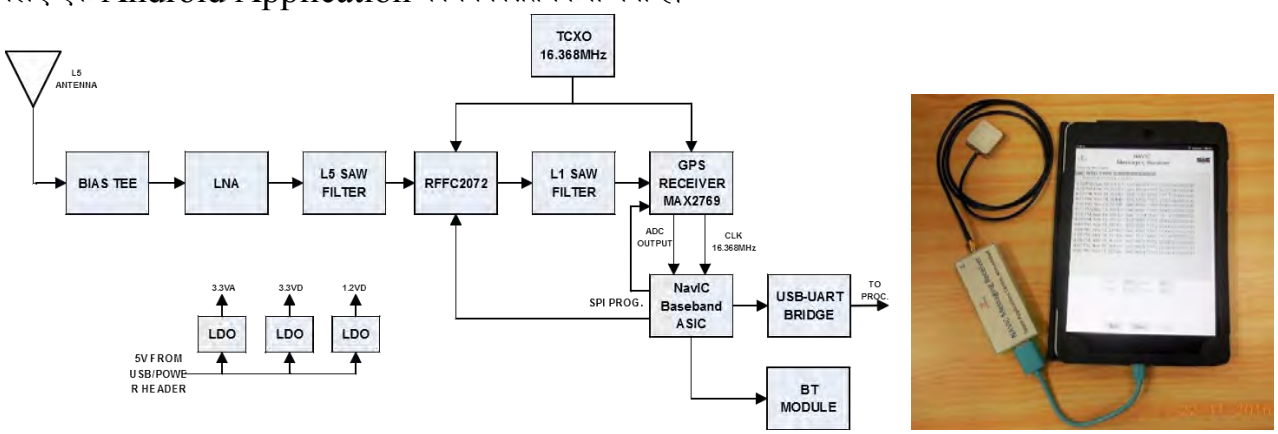
अनुक्रमणिका



आकृति -1: नाविक संदेश सेवा

3. रिसीवर आर्किटेक्चर

नाविक संदेश रिसीवर में एक छोटा पैच ऐन्टेना, नाविक रिसीवर और स्मार्ट यन्त्र होता है जो कि आकृति-2 में दिखाया गया है। नाविक उपग्रहों से संचारित L5 संकेत पैच ऐन्टेना द्वारा प्राप्त किया जाता है। एंटीना आउटपुट को रिसीवर के RF इनपुट में दिया गया है। रिसीवर के अंदर, यह RF संकेत निम्न आवृत्ति में परिवर्तित किया जाता है। यह संकेत ADC द्वारा डिजिटल संकेत में रूपांतरित किया जाता है। ADC के आउटपुट सेम्पल डिजिटल बेजबेंड ASIC को पारित किये जाते है जिसमें आगे की सिग्नल प्रोसेसिंग होती है। ASIC में अर्जन, अनुवर्तन और स्थिति की गणना होती है और पाठ संदेश को प्राप्त किया जाता है। यह पाठ संदेश NMEA डेटा के साथ USB और Bluetooth पर भेजा जाता है। NMEA संदेश और पाठ संदेश को डिकोड और प्रदर्शित करने के लिए एक Android Application को विकसित किया गया है।



आकृति -2: नाविक संदेश रिसीवर

अनुक्रमणिका

4. अनुप्रयोग

नाविक की सब फ्रेम 3 और 4 की संदेश संरचना नीचे दी गई है:

1	9	26	27	28	30	31	37	257	263	287
TLM	TOWC	**आरक्षित**				**संदेश आई.डी.**	**माहिती**	**उपग्रह आई.डी.**	**सी.आर.सी.**	**अनुगामी**
8 बिट	17 बिट	5 बिट				6 बिट	220 बिट	6 बिट	24 बिट	6 बिट

हरेक सब फ्रेम में उपयोगकर्ता संदेश के लिए 220 बिट उपलब्ध है। यदि संदेश बड़ा है तो उसे खंड में विभाजित किया जा सकता है और विभिन्न सब फ्रेम में भेजा जा सकता है।

भारतीय राष्ट्रीय महासागर सूचना सेवा केंद्र (INCOIS-Indian National Centre for Ocean Information Services) भारत और उसके आसपास के समुद्रतट में उपयोगकर्ताओं को विभिन्न प्रकार की चेतावनी संदेश की सेवा प्रदान करता है। इन सेवाओं में शामिल हैं: संभावित मछली पकड़ने का क्षेत्र, सुनामी, क्षुब्ध समुद्र (Rough Sea), उच्च लहर (High Wave), आदि।

INCOIS के लिए आबंटित संदेश आई.डी. में 220 बिट के 10 खंड होंगे। कुल संदेश की लंबाई 220 बिट (1 खंड) से लेकर 2200 बिट (10 खंड) तक हो सकती है। संचरण का समय क्रमशः 12 सेकंड से लेकर 120 सेकंड (2 मिनट) तक होगा।

4.1 संभावित मत्स्य पकड़ने के क्षेत्र का पूर्वानुमान (Potential Fishing Zone)

पी.एफ.ज़ेड. संदेश के लिए एक अलग संदेश आई.डी. दी गई है। पी.एफ.ज़ेड में निम्न जानकारी है: अक्षांश, रेखांश और बेथिमेट्री। पूरे समुद्र तट को 300 से 800 क्षेत्र में विभाजित किया गया है।

प्रत्येक स्थान के अक्षांश और रेखांश का प्रतिनिधित्व 12 बिट में किया जा सकता है। प्रत्येक में दो दशमलव अंक तक की परिशुद्धि है। बेथिमेट्री की जानकारी 11 बिट में दी जा सकती है (2 मीटर के विभेदन के साथ)। इस विकल्प के साथ प्रत्येक स्थान का प्रतिनिधित्व 12 + 12 + 11 = 35 बिट हो सकता है। 800 पी.एफ. ज़ेड स्थानों में से 6 स्थानों को एक 220-बिट संदेश खंड में भेजा जा सकता है। इसके लिए डेटा संरचना नीचे दी गई है:

स्थान क्रमांक	**अंतिम सब फ्रेम**	**टूना / सामान्य**	**स्थान 1 की सूचना**	**स्थान 2 की सूचना**	**....**	**स्थान 6 की सूचना**
8 बिट	1 बिट	1 बिट	35 बिट (12 बिट अक्षांश + 12 बिट रेखांश + 11 बिट बेथिमेट्री)	35 बिट (12 बिट अक्षांश + 12 बिट रेखांश + 11 बिट बेथिमेट्री)	.....	35 बिट (12 बिट अक्षांश + 12 बिट रेखांश + 11 बिट बेथिमेट्री)

जैसा कि बताया गया है कि 1 खंड से 6 स्थान को संदेश भेजे जा सकते हैं। 10 खंड संदेश कुल 120 पी.एफ.ज़ेड. स्थानों पर कुल 120 सेकेंड (2 मिनट) में संदेश भेज सकता है। फिर से यही संदेश आई.डी. का इस्तेमाल किया जाएगा और दूसरे 10 खंडों के लिए प्रेषित किया जाएगा। सभी 800 क्षेत्रों के लिए कुल संचरण में संदेश स्वरूपण देरी, भूमि खंड की देरी आदि सहित 70 मिनट लग सकते हैं।

अनुक्रमणिका

4.2 चेतावनी संदेश

सुनामी, उच्च लहर और क्षुब्ध सागर की चेतावनी एक ही संदेश आई.डी. के साथ प्रदान की जाती हैं। संबंधित चेतावनियों को प्रत्येक चेतावनी संदेश के लिए पूर्वनिर्धारित विभिन्न सेवा आई.डी. का उपयोग करके पहचाना जा सकता है।

INCOIS सारे चेतावनी संदेश, एक वेब आधारित संदेश सेवा इंटरफेस के माध्यम से भेज सकेगा।

चेतावनी संदेश के लिए 220 बिट डेटा निम्न प्रारूप में होगा:

सेवा आई.डी.	**खंड गणना**	**खंड आई.डी.**	**संदेश**
4 बिट	4 बिट	4 बिट	208 बिट

विभिन्न संदेशों के लिए सेवा आई.डी. निम्नानुसार परिभाषित की गई हैं:

सेवा का नाम	**सेवा प्रकार**	**सेवा आई.डी.**
सुनामी	प्रकार 1: भूकंप संबंधी जानकारी	0001
	प्रकार 2: संभावित सुनामी	0010
	प्रकार 3: सुनामी की पुष्टि	0011
	प्रकार 4: आखरी बुलेटिन	0100
उच्च लहर		0111
क्षुब्ध समुद्र		0101

खंड गणना पूरे संदेश में कुल खंड की संख्या का प्रतिनिधित्व करता है और खंड आई.डी. मौजूदा खंड की संख्या (क्रमांक) को दर्शाता है। 208 बिट का उपयोग संदेश के लिए किया जा सकता हे।

4.2.1 सुनामी चेतावनी संदेश

INCOIS द्वारा प्रसारित सुनामी की चेतावनी संदेश में बुलेटिन सलाहकार संख्या, दिनांक और समय, खतरे की स्थिति, परिमाण, अक्षांश-रेखांश, संभावित स्थलों आदि की जानकारी शामिल है।

सुनामी की चेतावनी संदेश का विवरण:

सेवा आई.डी.	**खंड गिनती**	**खंड आई.डी.**	**कुल बाइट**	**बुलेटिन सलाह क्रमांक**	**तारीख**	**ख़तरा स्थिति**	**समय**	**परिमाण**	**अक्षांश**	**रेखांश**	**अतिरिक्त**	**गंतव्य**
4 बिट	4 बिट	4 बिट	5 बिट	8 बिट	16 बिट	3 बिट	11 बिट	7 बिट	20 बिट	21 बिट	5 बिट	14 बाइट

संदेश संरचना का विवरण नीचे दिया गया है।

ब्लॉक में कुल बाइट: 5 बिट, प्रत्येक ब्लॉक में कुल बाइट की संख्या सूचित करने के लिए

बुलेटिन सलाह क्रमांक: यह बुलेटिन क्रमांक का अंक प्रतिनिधित्व करता है।

तारीख: DDMMYY

अनुक्रमणिका

DDMMYY	**बाइनरी कोड**
दिन (1-31)	5 बिट
माह (1-12)	4 बिट
साल (99 तक)	7 बिट

ख़तरा स्थिति: 3 बिट: खतरा स्थिति का विवरण नीचे की तालिका में दिया गया हे

खतरा स्थिति	**बाइनरी कोड**
पृथ्वी भूकंप जानकारी	000
कोई खतरा नहीं	001
अलर्ट	010
सावचेती	011
चेतावनी	100
सब सामान्य	101

समय: HHMM

समय	बिट
घंटा (0-24)	5
मिनट (0-60)	6

परिमाण: अधिकतम 10.0 M: 7 बिट (xx.x जैसे एकल दशमलव के साथ प्रस्तुत किया जायेगा)

अक्षांश: 0-90 डिग्री, सेकंड में रूपांतरित करके 19 बिट में प्रस्तुत किया जायेगा, इसमें अतिरिक्त 1 बिट (एम.एस.बी.) उतर को '1' और दक्षिण को '0' के रूप में दर्शाता है।

रेखांश: 0-180 डिग्री, सेकंड में रूपांतरित करके 20 बिट में प्रस्तुत किया जायेगा, इसमें में अतिरिक्त 1 बिट (एम.एस.बी.) पूर्व को '1' और पश्चिम को '0' के रूप में दर्शाता है।

गंतव्य: प्रत्येक राज्य / जिला को 8 बिट बाइनरी कोड के रूप में प्रस्तुत किया जाता है और यह रिसीवर पर मैप किया जायेगा। एक खंड (फ्रेम) 14 गंतव्यों तक समायोजित कर सकता है। यदि गंतव्यों की संख्या अधिक है तो उसी फ्रेम संरचना के साथ अगली खंड (फ्रेम) में शामिल किया जाएगा।

4.2.2 उच्च लहर चेतावनी संदेश

उच्च लहर चेतावनी संदेश में क्षेत्र, अवतरण स्थान, लहर ऊंचाई, वर्तमान गति, दिनांक, समय, वैधता, संदेश आदि शामिल हैं।

प्रत्येक खंड 2 उच्च लहर चेतावनी संदेश को समायोजित कर सकते हैं। इसलिए, कुल 20 उच्च लहर चेतावनी संदेश 10 संदेश खंडों में प्रसारित किए जा सकते हैं।

सेवा आई.डी.	**खंड गणना**	**खंड आई.डी.**	**HWA संदेश 1**	**HWA संदेश 2**	**अतिरिक्त**
4 बिट	4 बिट	4 बिट	88 बिट	88 बिट	32 बिट

अनुक्रमणिका

82 बिट का विवरण नीचे दिया गया है

क्षेत्र	अवतरण स्थान 1	अवतरण स्थान 2	**लहर की ऊंचाई (न्यूनतम)**	**लहर की ऊंचाई (अधिकतम)**	**वर्तमान गति (न्यूनतम)**	**वर्तमान गति (अधिकतम)**	**तारीख**	**समय**	**वैधता**	**संदेश**
4 बिट	8 बिट	8 बिट	8 बिट	8 बिट	9 बिट	9 बिट	16बिट	11 बिट	6बिट	1बिट

संदेश संरचना का विवरण नीचे दिया गया है।

क्षेत्र	9 राज्य + 2 द्वीप	4 बिट
अवतरण स्थान	अवतरण स्थान का अनुक्रमांक	8 बिट + 8 बिट
लहर की ऊंचाई	0 से 20 m (xx.x से yy.y के प्रारूप में)	8 बिट + 8 बिट
वर्तमान गति	0 से 5 m - 1 cm की परिशुद्धता से	9 बिट + 9 बिट
तारीख	ddmmyy	16 बिट
समय	hhmm	11 बिट
वैधता	48 घंटे तक	6 बिट
संदेश	दो प्रकार के पाठ संदेश	1 बिट
	कुल	88 बिट

4.2.3 क्षुब्ध सागर चेतावनी संदेश

क्षुब्ध समुद्र की चेतावनी संदेश में क्षेत्र, स्थान, लहर ऊंचाई, लहर की अवधि और अवधि जैसी जानकारी शामिल है। INCOIS द्वारा प्रदान किए गए नक्शे के अनुसार स्थान की संख्या 9 राज्य और 2 द्वीप के क्षेत्र में 1100 तक जाती है। एक संदेश खंड में 220 बिट (फ्रेम) के साथ दो स्थानों पर संदेश भेज सकते हैं।

संदेश का विवरण नीचे दिया गया है:

सेवा आई.डी.	**खंड गणना**	**खंड आई.डी.**	**क्षुब्ध सागर चेतावनी संदेश 1**	**क्षुब्ध सागर चेतावनी संदेश 2**	**अतिरिक्त**
4 बिट	4 बिट	4 बिट	72 बिट	72 बिट	64 बिट

72 बिट का विवरण नीचे दिया गया है:

क्षेत्र	**स्थान**	**लहर ऊंचाई न्यूनतम**	**लहर ऊंचाई अधिकतम**	**लहर अवधि न्यूनतम**	**लहर अवधि अधिकतम**	**तारीख**	**समय**	**वैधता**	**पाठ संदेश**
4 बिट	**8** बिट	**8** बिट	**8** बिट	5 बिट	5 बिट	16 बिट	11 बिट	6 बिट	**1** बिट

संदेश संरचना का विवरण नीचे दिया गया है।

क्षेत्र	9 राज्य + 2 द्वीप	4 बिट
स्थान	100 स्थान	7 बिट
लहर ऊंचाई	0 से 12 मीटर तक	7 + 7 बिट

अनुक्रमणिका

लहर अवधि	0 से 22 सेकंड तक	5 + 5 बिट
तारीख	ddmmyy	16 बिट
समय	hhmm	11 बिट
वैधता	48 घंटे तक	6 बिट
पाठ संदेश	दो प्रकार के पाठ संदेश	2 बिट
	कुल	72 बिट

5. निष्कर्ष

भारत में बहुत लंबा समुद्र तट है। नाविक उपग्रहों की इन क्षेत्रों में व्याप्ति हैं, इसलिए उनका समुद्र में मछुआरों को चेतावनी और सलाह संदेश भेजने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

प्रोटोटाइप (आदि प्ररूप) नाविक मेसेजिंग रिसीवर्स सैक में विकसित किए गए हैं और विभिन्न राष्ट्रीय संस्थाओ को प्रदर्शित किये गए हैं। यह अनुप्रयोग मछुआरों के लिए बहुत उपयोगी है। कम ईंधन के साथ अधिक मछलियों को प्राप्त करने में उन्हें पी.एफ.ज़ेड. संदेश का उपयोग करके लाभान्वित किया जा सकता है। उनके जीवन को बचाने के लिए चेतावनी संदेश बहुत उपयोगी होते हैं। इसका उपयोग करके भू-बाड़ लगाने का अनुप्रयोग किया जा सकता है। यह अंतरराष्ट्रीय जल सीमाओं में मछुआरों के लिए सहायक होगा।

***

स्मार्ट इंडिया के लिए सैटकॉम का प्रयोग

जीआईसैट ट्रांसमिट माड्यूल के प्रवर्धन एवं कला नियंत्रण परिपथ का विकास

प्रणव प्रकाश सिंह वैज्ञानिक / अभियंता - 'एस एफ'

एवं पूजा श्रीवास्तव, प्रधान एडी, आरएफएसजी, एसएनपीए

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)

अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

जीआईसैट में 16 ट्रांसमिट (प्रेषित) माड्यूल है। एक ट्रांसमिट (प्रेषित) माड्यूल में चार प्रवर्धक है। इस तरह इसमें 64 प्रवर्धक हैं। प्रत्येक प्रवर्धक का प्रवर्धन तथा कला का नियंत्रण स्वतंत्र है। इसके लिए एक सीरियल सीमोस संगत (अनुकूल) सिग्नल को समानांतर गैस (GaAs) फेट संगत पूरक विभव में बदलना पड़ता है। इस परिपथ का विकास संकर सूक्ष्म परिपथ (एचएमसी) पर किया गया है। इसका माप 32.5x 32.5 वर्ग मिली मीटर है। यह 24 बिट सीरियल डेटा का निवेश लेता है और 24 बिट (GaAs) फेट संगत पूरक विभव यानि 48 निर्गमन देता है। यह नियंत्रण पत्रक (कार्ड) बस मैनेजमेंट यूनिट और ट्रांसमिट (प्रेषित) मॉड्यूल के बीच अन्तरापृष्ठ की तरह कार्य करता है। टी एक्स मॉड्यूल को घड़ी (क्लॉक), आंकड़े (डेटा) और स्ट्रोब का आदेश आरएस 422, अनुक्रम (फॉर्मेट) में आता है। इसे आरएस 422 अभिग्राही से सीमोस संगत संकेत में बदला जाता है। इसके निवेश में आरसी फ़िल्टर लगाया गया है। यह निवेश में आए मिथ्या संकेतों को परिपथ में आगे नहीं जाने देता है।

प्रस्तावना

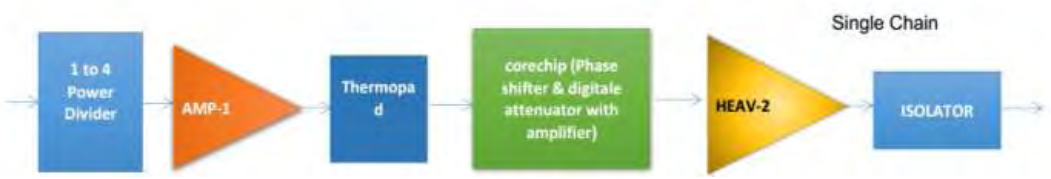
भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम का मुख्य लक्ष्य है, अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का उपयोग से समाज का कल्याण। जीआईसैट (भू प्रतिबिंबन उपग्रह) में अत्याधुनिक मौसम विज्ञान का नीतभार है जो भूस्थिर कक्षा से भू एवं समुद्र की सतह का अविरत मॉनिटरिंग करेगा। इससे मौसम पूर्वानुमान एवं आपदा की चेतावनी देने में मदद मिलेगी। ट्रांसमिट (प्रेषित) मॉड्यूल इस नीतभार में एक प्रमुख उपतंत्र है।

परिचय

इस तकनीकी लेख में नियंत्रण परिपथ की अभिकल्पना संकर सूक्ष्म परिपथ (एचएमसी) पर किया गया है, जो कि 1.6 मिली मीटर मोटाई का है और चार परतों में मोटा परत प्रौद्योगिकी में की गई है। इसमें प्रथम एवं तृतीय परत पर अभिविन्यास बनाते हैं। द्वितीय एवं चतुर्थ परत, रोधन परत हैं। इस परिपथ में 12 आईसी, 24 जेनर डायोड, 2 एक परत संसाधित्र, 2 सीडब्लूआर संसाधित्र एवं 100 प्रतिरोधक का इस्तेमाल हुआ है। इस आकार में यह एक जटिल परिपथ है। संकर सूक्ष्म परिपथ (एचएमसी) प्रौद्योगिकी में इसका विकास करने के कई फायदे हैं, जैसे कि छोटा आकार, त्वरित विकास, डाई का उपयोग, किसी भी मान के प्रतिरोध का निर्माण और बहुत ही अच्छी विश्वसनीयता।

इसके प्रत्येक एसएसपीए में एक कोरचिप है। इसके प्रवर्धन एवं कला के नियंत्रण के लिए, प्रत्येक बिट के लिए) फेट संगत पूरक विभव (0, -1.5 वोल्ट या -1.5, 0 वोल्ट) चाहिये।

ट्रांसमिट (प्रेषित) मॉड्यूल का खंड आरेख।

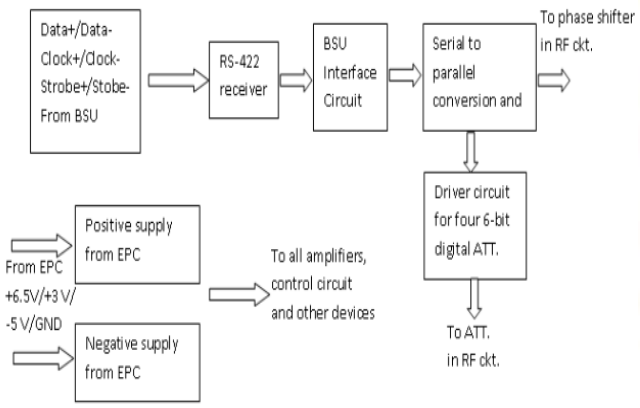


अनुक्रमणिका

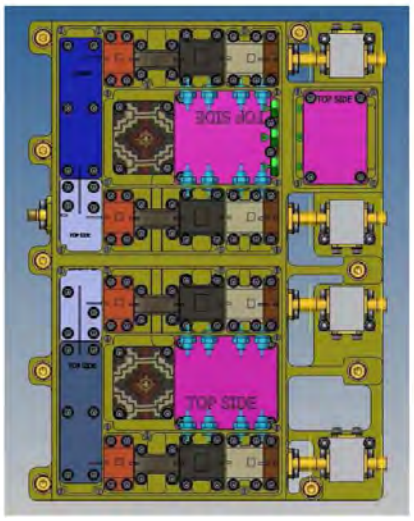
Device	Input	1 to 4 divider	Gain Block KUSHMAMP V1	Thermopad	CORECHIP-Digital Attenuator	HEAV2A		Isolator
V(Volts)			5		5	5	8	
I(mA)			38		50	58	205.00	
P1dB(dBm)			11		14		28.5	
Gain/Loss	0	-8	14	-14	20		18.0	-0.5
Pin(dBm)	-2	-2.00	-10.00	4.00	-10.00		10.00	28.00
Po(dBm)	-2.00	-10.00	4.00	-10.00	10.00		28.00	27.50

चित्र : 1 : एकल श्रृंखला प्रवर्धक खंड आरेख एवं स्तर चार्ट

ट्रांसमिट (प्रेषित) मॉड्यूल में विद्युत धारा एवं संकेतों का वितरण।



चित्र : 2 : संकेत का परिपथ में प्रवाह



चित्र: 3: समग्र रूप

एचएमसी विनिर्देश

क्र. सं.	प्राचल (पैरामीटर)	विनिर्देश
1	प्रतिरोध मान	घटक सूची के अनुसार
2	प्रतिरोध सहन	< 2%
3	शक्ति निर्वाह क्षमता	100 मिली वाट
4	ताप गुणांक	< 100 पीपीएम
5	अन्वेषण बिंदु	
6	सामान्य पथ धारा वहन क्षमता	100 मिली एम्पियर
7	धनात्मक पथ धारा वहन क्षमता	100 मिली एम्पियर
8	डाई लगाने की विधि	तापीय चालाक एपोक्सी
9	जेनर डायोड स्थापन	संभव हो तो एक समूह में लगाएँ ताकि अतिवेधि विकरण की आवश्यकता कम से कम हो।
10	इंटरकनेक्सन के लिए मंच (पैड)	कोपर इनेमल वायर के लिए सुविधाजनक

निवेश

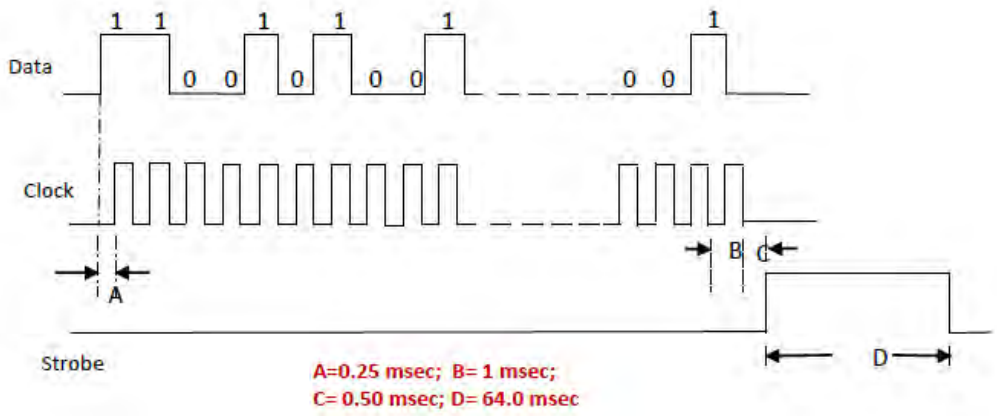
क्र. सं.	पैड संख्या	पैड का नाम	निवेश संकेत का प्रकार
1	57	स्ट्रोब	64 मिली सेकंड, 5 वोल्ट स्पन्द, डेटा संकेत समाप्त होने के बाद।
2	58	डेटा	48 बिट अनुक्रम डेटा, आवृत्ति 1 किलो हर्ट्ज़
3	59	घड़ी	आवृत्ति 1 किलो हर्ट्ज़, सीमोस संगत
4	49	+5 वोल्ट	+5 वोल्ट, डीसी निवेश
5	50	-5 वोल्ट	-5 वोल्ट, डीसी निवेश

अनुक्रमणिका

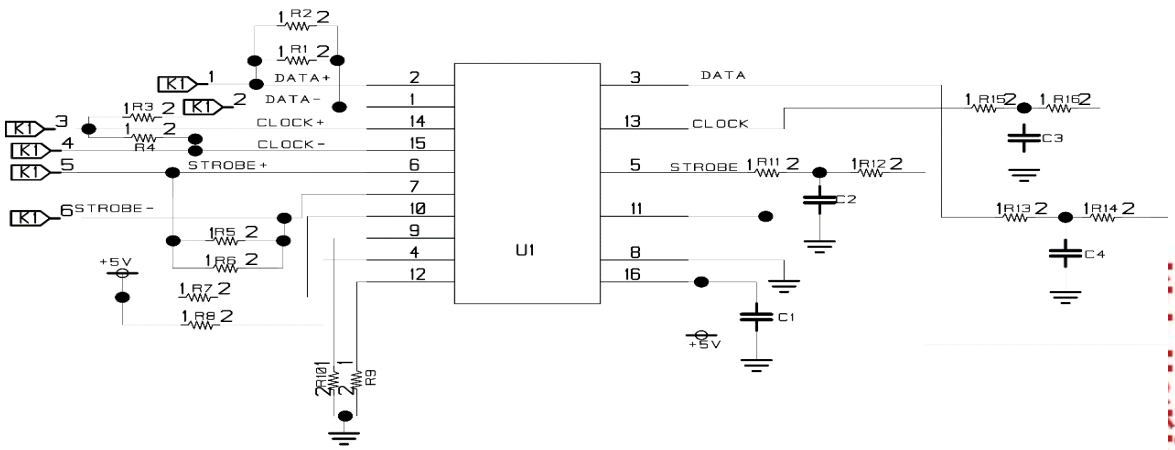
6	56	ग्राउंड	सामान्य भू स्थर (0 वोल्ट)

विनिर्गमन

क्र. सं.	पैड संख्या	पैड का नाम	निवेश संकेत का प्रकार
1	पी 1	प्रथम बिट निर्गमन	0 और -1.5 वोल्ट, अनुक्रम डेटा. यदि निवेश डेटा 0 है तो 0 वोल्ट और यदि 1 है तो -1.5 वोल्ट।
2	पी 1 सी	प्रथम बिट पूरक निर्गमन	-1.5 और 0 वोल्ट, अनुक्रम डेटा. यदि निवेश डेटा 0 है तो -1.5 वोल्ट और यदि 1 है तो 0 वोल्ट।
3	पि 2	द्वितीय बिट निर्गमन	0 और -1.5 वोल्ट, अनुक्रम डेटा. यदि निवेश डेटा 0 है तो 0 वोल्ट और यदि 1 है तो -1.5 वोल्ट।
4	पी 2 सी	प्रथम बिट पूरक निर्गमन	-1.5 और 0 वोल्ट, अनुक्रम डेटा. यदि निवेश डेटा 0 है तो -1.5 वोल्ट और यदि 1 है तो 0 वोल्ट।
5	पी 3	तृतीय बिट निर्गमन	0 और -1.5 वोल्ट, अनुक्रम डेटा. यदि निवेश डेटा 0 है तो 0 वोल्ट और यदि 1 है तो -1.5 वोल्ट।
6	पी 3 सी	तृतीय बिट पूरक निर्गमन	-1.5 और 0 वोल्ट, अनुक्रम डेटा. यदि निवेश डेटा 0 है तो -1.5 वोल्ट और यदि 1 है तो 0 वोल्ट।
7	पी 4	चतुर्थ बिट निर्गमन	
8	पी 4 सी	चतुर्थ बिट पूरक निर्गमन	ऊपर की तरह ही समरूप पैड 24 से पैड 24 सी।



चित्र : 4 : डेटा, घड़ी एव स्ट्रोब में सम्बन्ध



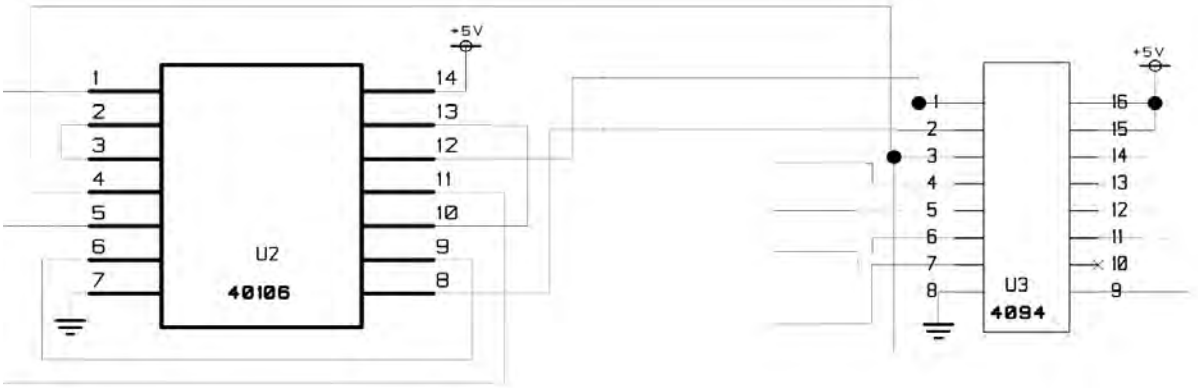
चित्र: 5 : आरएस 422 अभिग्राही और आरसी फ़िल्टर परिपथ .

अभिकल्पना

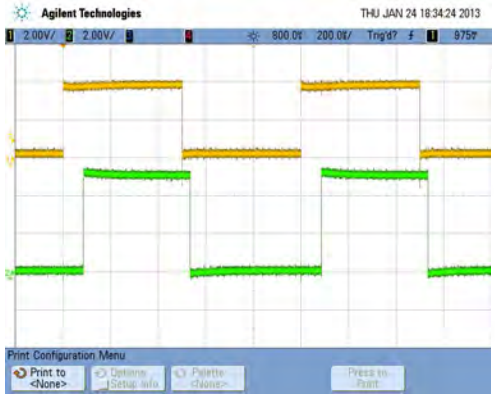
सीमोस संकेत को आरसी फ़िल्टर से निर्गमित करते है, जिसका समय स्थिरांक 100 माइक्रो सेकेंड है। इसके बद इस संकेत को इसमीत ट्रिगर से पास करते है। इससे निर्गमित संकेत से रव का प्रभाव निकल जाता है। फिर इस संकेत को विस्थापन रेसिसटर से निर्गमित करते है, अब सीरियल संकेत, समानंतर संकेत में बदल जाता है। इस समानंतर संकेत को लैच कर देते है। जिससे निर्गमन संकेत स्थिर 0 या 5 वोल्ट हो जाता है। इसके बाद इस 0 एवं 5 वोल्ट को जेनर डायोड की मदद से -5 एवं 0 वोल्ट में परिवर्तित करते है। इसके बाद परिवर्तक आईसी से इसका संगत पूरक विभव बनाते है। संगत पूरक विभव 0 तथा -5 वोल्ट होता है। पुनः इसे वोल्टेज विभाजक परिपथ से 0 तथा -1.5 वोल्ट का संगत पूरक विभव प्राप्त करते हैं।



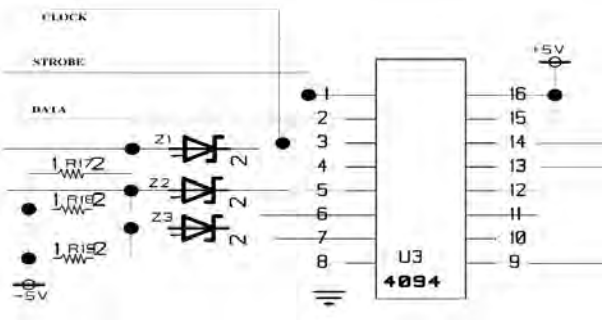
चित्र: 6 : आरएस 422 अभिग्राही और आरसी फ़िल्टर परिपथ निर्गमित संकेत



चित्र : 7 : इसमीत ट्रिगर तथा विस्थापन आईसी परिपथ

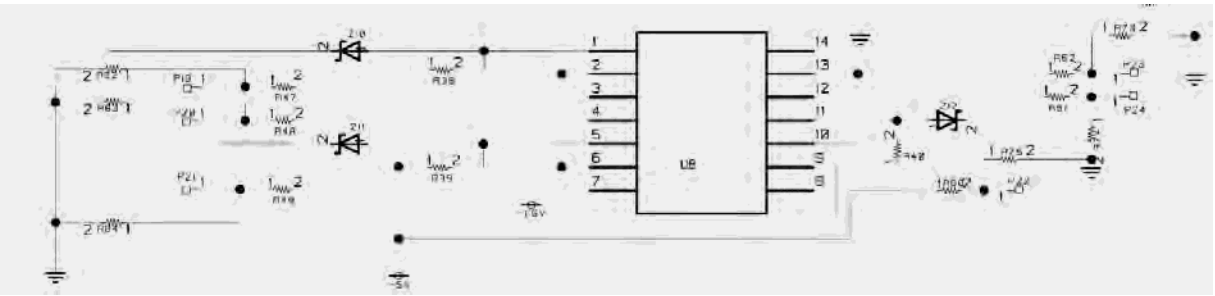


चित्र: 8 : इसमीत ट्रिगर निवेस एवं निर्गमन संकेत

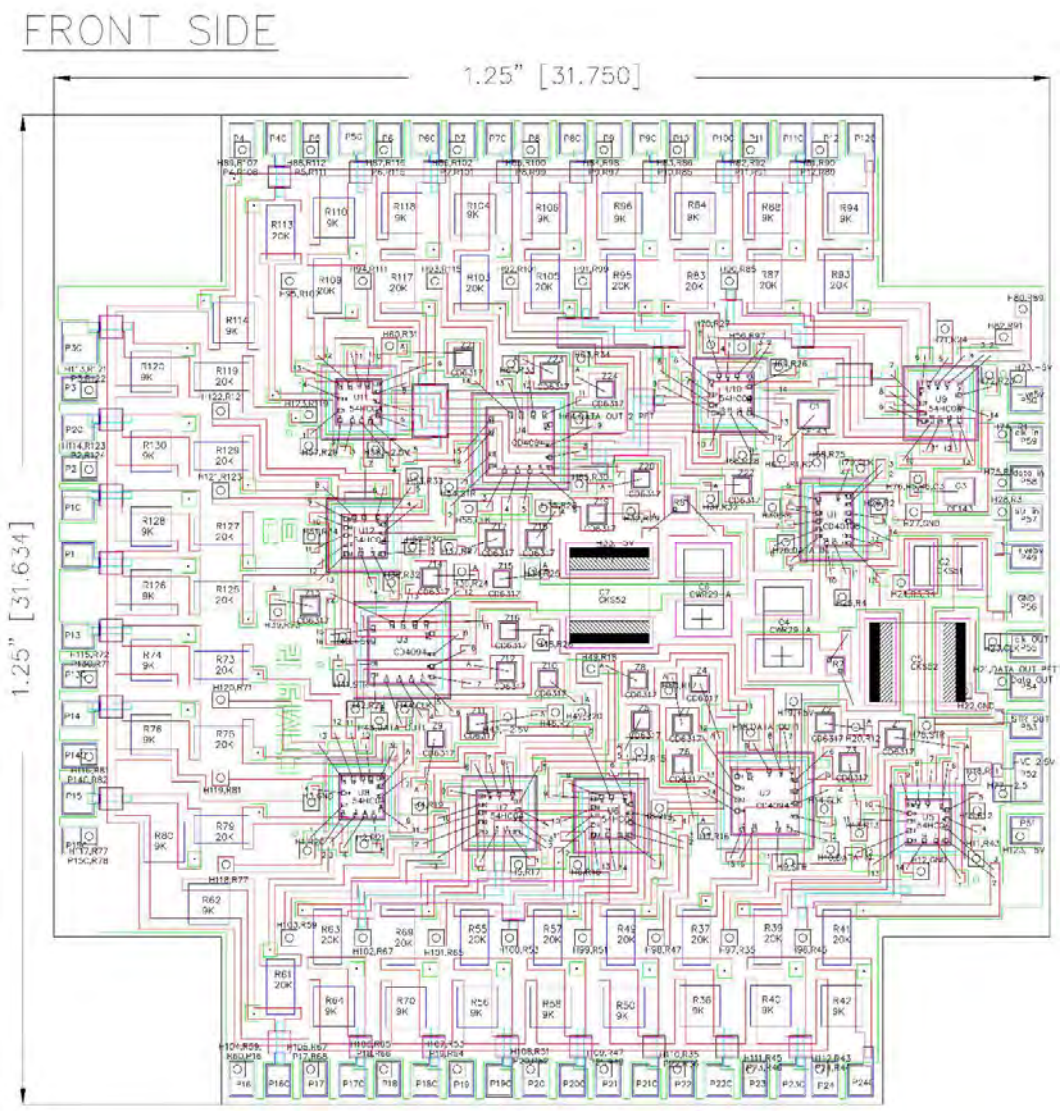


चित्र :9 : जेनर डायोड, परिवर्तक आईसी परिपथ.

अनुक्रमणिका

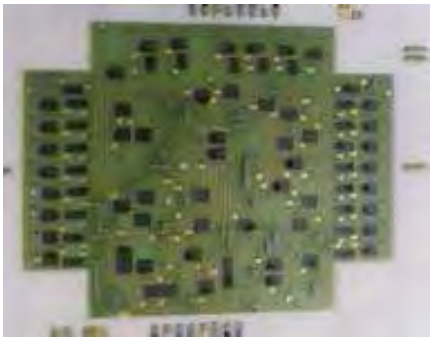


चित्र : 10 : जेनर डायोड से बना वोल्टेज प्रतिपक (इन्वर्टर) और संगत पूरक विभव परिपथ



चित्र : 11 संकर सूक्ष्म परिपथ (एचएमसी) का विन्यास संकर सूक्ष्म परिपथ (एचएमसी) का चित्र

अनुक्रमणिका





चित्र:12: नीचे की तरफ (बेयेर) संकर सूक्ष्म परिपथ ऊपर की तरफ सज्जित (असेंबल्ड) संकर सूक्ष्म परिपथ





चित्र:13 : अलुमिना पर सज्जित नियंत्रक डाई संलग्न परिपथ तार जोड़ाई के साथ



चित्र : 14 : प्रवर्धक के एक श्रृंखला (कोर चिप बीच में है, बायें से चौथी सीपी, इस चिप के प्रवर्धन एवं कला को परिवर्तित करने के लिए एचएमसी प्रौद्योगिकी आधारित नियंत्रक परिपथ का विकास किया गया है।)

परीक्षण के परिणाम आलेख के अंतिम पृष्ठ पर देखिए।

निष्कर्ष

संकर सूक्ष्म परिपथ (एचएमसी) एक लघु इलेक्ट्रॉनिक परिपथ है जो की विशिष्ट (individual) युक्ति (आईसी, डायोड, संसाधित्र व प्रेरक) से बनाया जाता है। अभी इस परिपथ को बेसिक में बनाने का प्रयास शुरू किया गया। इसको एस सी एल ढलाई घर (फाउंड्री) में बनाया जायेगा। इस नए प्रयास में सफल होने पर, हमें आईसी के लिए अंतर्राष्ट्रीय संस्थान पर निर्भर नहीं रहना पड़ेगा।

अनुक्रमणिका

आभार

हम श्री तपन मिश्रा, निदेशक, श्री डी के दास, सह निदेशक अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, श्री के. एस. परीख, उपनिदेशक, एसएनपीए और श्री डी के सिंह, ग्रुप निदेशक आरफएसजी के आभारी है। जिन्होंने हमें हिंदी में कार्य करने के लिए प्रोत्साहित किया और तकनीकी मार्गदर्शन दिया और इस तकनीक का उपयोग करके नियंत्रक परिपथ को विकसित करने में हमारा मनोबल बढ़ाये रखा।

लेखक परिचय :



प्रणव प्रकाश सिंह, वैज्ञानिक/ अभियंता-'F' ने वर्ष 2000 में बीआईटी, दुर्ग से इलेक्ट्रॉनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में स्तानक किया। वर्ष 2001 नवम्बर में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो) अहमदाबाद में कार्य प्रारंभ किया। इन्हें अपने कार्य के लिए वर्ष 2011 में इसरो टीम एक्स्सल्लेंस अवार्ड से तथा वर्ष 2014 में आई ई टी ई लाल सी वर्मन अवार्ड से सम्मानित किया गया।

पूजा श्रीवास्तव, प्रधान एडी, ने वर्ष 2000 में इलेक्ट्रॉनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में स्तानक किया। वर्ष 2001 नवम्बर में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो) अहमदाबाद में कार्य प्रारंभ किया। इन्हें अपने कार्य के लिए इसरो टीम एक्सलेंस अवार्ड तथा युवा वैज्ञानिक अवार्ड से सम्मानित किया गया है।

परीक्षण के परिणाम आलेख

INPUT SEQUENCE	P24 C	P24	P23 C	P23	P22 C	P22	P21C	P21	P20C	P20	P19C	P19	P18C	P18	P17C	P17	P16C	P16	P15C	P15	P14C	P14	P13C	P13
(MSB) 0000 0000 0000 0000 0000 0000 (LSB)	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5
	P12 C	P12	P11 C	P11	P10 C	P10	P9 C	P9	P8 C	P8	P7 C	P7	P6 C	P6	P5 C	P5	P4 C	P4	P3 C	P3	P2 C	P2	P1 C	P1
	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5
(MSB) 0000 0000 0000 0000 0000 0001 (LSB)	P24 C	P24	P23 C	P23	P22 C	P22	P21C	P21	P20C	P20	P19C	P19	P18C	P18	P17C	P17	P16C	P16	P15C	P15	P14C	P14	P13C	P13
	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	0	-1.5	-1.5
	P12C	P12	P11C	P11	P10C	P10	P9 C	P9	P8 C	P8	P7 C	P7	P6 C	P6	P5 C	P5	P4 C	P4	P3 C	P3	P2 C	P2	P1 C	P1
	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	-1.5	0
(MSB) 0000 0000 0000 0000 0000 0010 (LSB	P24 C	P24	P23 C	P23	P22 C	P22	P21C	P21	P20C	P20	P19C	P19	P18C	P18	P17C	P17	P16C	P16	P15C	P15	P14C	P14	P13C	P13
	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5
	P12 C	P12	P11 C	P11	P10 C	P10	P9 C	P9	P8 C	P8	P7 C	P7	P6 C	P6	P5 C	P5	P4 C	P4	P3 C	P3	P2 C	P2	P1 C	P1
	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5
(MSB) 1111 1111 1111 1111 1111 1111 (LSB	P24 C	P24	P23 C	P23	P22 C	P22	P21C	P21	P20C	P20	P19C	P19	P18C	P18	P17C	P17	P16C	P16	P15C	P15	P14C	P14	P13C	P13
	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0
	P12 C	P12	P11 C	P11	P10 C	P10	P9 C	P9	P8 C	P8	P7 C	P7	P6 C	P6	P5 C	P5	P4 C	P4	P3 C	P3	P2 C	P2	P1 C	P1
	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0	-1.5	0

***

अनुक्रमणिका

उप विषय: सुदूर संवेदन के नए आयाम

भारतीय उपग्रह स्केटसेट-1 द्वारा प्राप्त समुद्र सतह के पवन आंकड़ों का उष्णकटिबंधीय चक्रवात के अध्ययन में प्रयोग

नीरू जैसवाल,स्वाति भोमिया एवं सी एम् किष्तवाल
वायुमंडलीय विज्ञान विभाग, वायुमंडल एवं समुद्र विज्ञान समूह
अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

उष्णकटिबंधीय चक्रवात (ट्रॉपिकल साइक्लोन), अत्यंत विनाशकारी प्राकृतिक आपदाओं में से एक है जिनके कारण जीवन तथा संपदा दोनों की अत्यधिक क्षति होती है। यह चक्रवात तीव्र वेग की वायु , घनघोर वर्षा तथा अत्यंत ऊंची समुद्री लहरों से युक्त होते हैं। यह चक्रवात समुद्रीय क्षेत्र में उत्पन्न होते हैं, जहाँ उपकरण स्थापित करके इनकी जानकारी प्राप्त करना तथा अध्ययन हेतु आंकड़े प्राप्त करना अत्यन्त विषम है। अतः उष्णकटिबंधीय चक्रवात सम्बंधित आवश्यक जानकारियों में उपग्रह से प्राप्त आकड़ो का विशेष योगदान है। इन आंकड़ों द्वारा चक्रवात की वास्तविक समय में निगरानी की जाती है, तथा पूर्वानुमान में प्रयोग किया जाता है। भारतीय उपमहाद्वीप मे औसतन 4-5 चक्रवात एक वर्ष मे बन जाते हैं, जो भारत के समुद्र तटीय क्षेत्रों, बंगलादेश, श्रीलंका, म्यांमार तथा ओमान इत्यादि को प्रभावित करते हैं। भारतीय उपमहाद्वीप में उत्पन्न होने वाले इन चक्रवातों की निगरानी, पूर्वानुमान तथा आंतरिक संरचना के अध्ययन हेतु भारत के स्वनिर्मित भूस्थरीय (कल्पना, इन्सेट-3 डी, इन्सेट-3 डी आर) तथा ध्रुवीय उपग्रह (ओशीन्सेट, मेघाट्रोपिक, स्केटसेट) के आंकड़े बहुत उपयोगी सिद्ध होते हैं।

ध्रुवीय उपग्रहों पर स्थापित स्केटरोमीटर यन्त्र द्वारा समुद्र के ऊपर की वायु की गति तथा दिशा सम्बंधित महत्त्वपूर्ण आंकड़े प्राप्त होते हैं जिनका चक्रवात की निगरानी तथा पूर्वानुमान में विशेष महत्व है। उष्णकटिबंधीय चक्रवातों के अध्ययन में इन आंकड़ों का प्रयोग इस लेख मे दर्शाया गया है। चक्रवात के जन्म (साईंक्लोजेनेसिस) के पूर्वानुमान हेतु विकसित की गयी कलनविधि की चर्चा इस लेख में की गयी है। इस कलनविधि के प्रयोग के विश्व के किसी भी महासागर में उत्पन्न होने वाले चक्रवात की लगभग 4-6 दिन पहले भविष्यवाणी की जा सकती है। स्केटसेट-1 सेटेलाईट द्वारा प्राप्त आंकड़ों से भारतीय महासागर में उत्पन्न हुए चक्रवातों वर्धा तथा मारुथा के साईंक्लोजेनेसिस का पूर्वानुमान क्रमशः 4 तथा 5 दिन पूर्व कर लिया गया था। स्केटसेट-1 के लेवल-4 उत्पाद द्वारा 6 किमी विभेदन के पवन आकड़ें प्रदान किये जाते हैं, जिनका चक्रवात की आन्तरिक संरचना के अध्ययन में बहुत उपयोग है, जिसका विश्लेषण लेख में प्रस्तुत किया गया है।

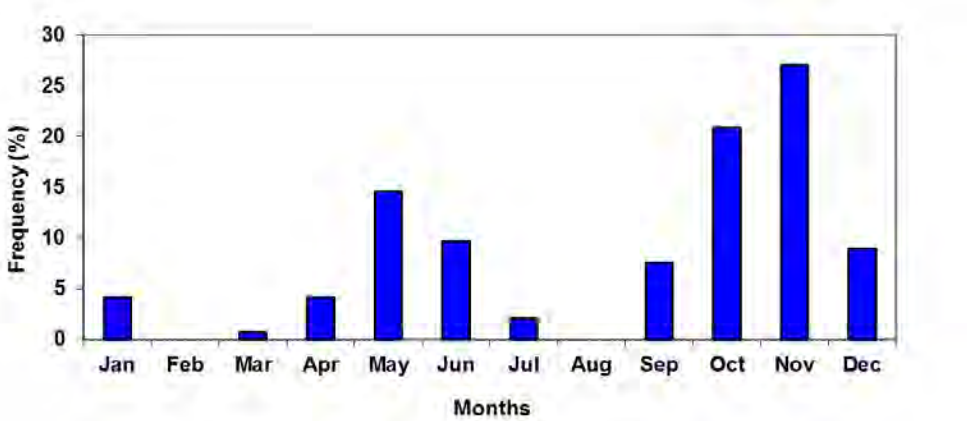
शब्द संकेत: उष्णकटिबंधीय चक्रवात, उपग्रहीय आकड़ें, स्केटसेट-1, स्केटरोमीटर, चक्रवात वर्धा।

प्रस्तावना

उष्णकटिबंधीय चक्रवात, समुद्र में उत्पन्न निम्न वायुमंडलीय दाब के क्षेत्र हैं, जो गर्म (तापमान ≥ 26.5 ° सेल्सियस, 50 मी गहराई तक) समुद्र में उत्पन्न होते हैं। इनका क्षेत्रीय विस्तार 800-1000 किमी तक होता है, तथा वायुमंडल में 10-12 किमी ऊँचाई तक फैले हुए होते हैं। इन चक्रवातों के स्थल-पतन के पश्चात समुद्र के निकटवर्ती क्षेत्र इनके कारण उत्पन्न परिस्थितियों से सर्वाधिक प्रभावित होते हैं। भारत के समुद्र तटीय राज्य जैसे ओडिशा, आन्ध्र प्रदेश, बिहार, पश्चिम बंगाल, अनेको ऐसे जीवन नाशक चक्रवातों का सामना करते आ रहे हैं। औसतन 4-5 चक्रवात प्रति वर्ष उत्तरी हिंद महासागर में उत्पन्न होते हैं, तथा भारत के समुद्र तटीय राज्यों में जन जीवन को भारी हानि पहुँचाते हैं (फ्रांक,

अनुक्रमणिका

1971)। चक्रवात की वजह से मृत्यु दर के आधार पर, भारत विश्व का सबसे अधिक चक्रवात प्रभावित देश है। यद्यपि इस क्षेत्र में पैदा होने वाले चक्रवात अन्य क्षेत्रो में उत्पन्न चक्रवातों की तीव्रता की तुलना में कमजोर तथा आकार में छोटे होते हैं परन्तु इनसे होने वाली मृत्युदर इस क्षेत्र में अधिक है। विश्व के 9 सर्वाधिक नुकसान पहुँचाने वाले चक्रवातों में से 7 इस क्षेत्र में ही उत्पन्न हुए हैं। इसका कारण भारत में समुद्र तटीय क्षेत्रो में अपेक्षाकृत अधिक सघन जनसंख्या, निचली स्थलाकृति, तथा तटीय विन्यास है। भारतीय महासागरों में यह चक्रवात मुख्यतः मानसून से पूर्व (मई-जून) तथा मानसून के पश्चात (अक्टूबर-नवंबर) के महीनों मे बनते हैं। इन चक्रवातों के बनने की मासिक बारंबारता चित्र-1 मे दर्शायी गयी है।

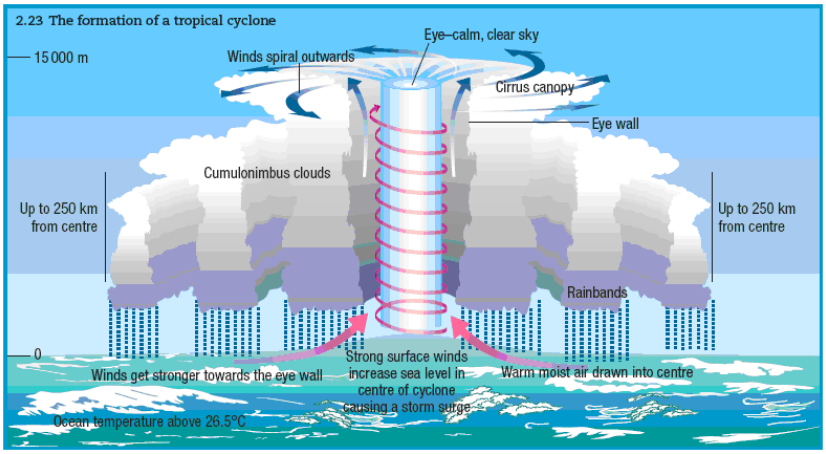


चित्र-1: उत्तरी हिन्द महासागर में बनने वाले चक्रवातों की मासिक बारंबारता (%)

इन चक्रवातों की उत्पत्ति, पथ, तथा प्रबलता का यथासमय पूर्वानुमान प्राप्त कर लिया जाये तो इनसे होने वाले दुष्प्रभाव से बचा जा सकता है तथा आपदा के समय सुरक्षा की दृष्टि से उचित प्रबंध किये जा सकते हैं। आधुनिक संगणक सुविधाओं, विकसित मौसम पूर्वानुमान मॉडल तथा सुदूर संवेदनीय उपग्रहीय आंकड़ों की उपलब्धता के परिणामस्वरूप, पिछले दो दशको में इन मौसमीय प्राकृतिक आपदाओं के पूर्वानुमान में वैज्ञानिको को बहुत सफलता प्राप्त हुई है (लिउ इट आल., 1995; वांग इट आल., 2008)। चक्रवातों का पूर्वानुमान भौतिकीय समीकरणों पर आधारित मॉडल के द्वारा किया जाता है जिसमें उपग्रहीय आंकड़ों का समावेश (एसिमिलेशन) किया जाता है। भारतीय तथा विदेशी उपग्रहों द्वारा प्राप्त आंकड़ों के मौसम पूर्वानुमान मॉडलों में प्रयोग करने के परिणामस्वरूप अत्यन्त परिष्कृत फल प्राप्त हो रहे हैं। भारतीय उपग्रहीय आंकड़ों का प्रयोग करके हमारे केंद्र (सैक/इसरो) मे ऐसी कलंविधियो का विकास किया गया है जिनका प्रयोग चक्रवात का पूर्वानुमान करने में किया जाता है (जैसवाल एट आल्, 2011, 2012; पाल एट आल्, 1989, 1991; सिंह, 2012)। जब चक्रवात स्थल के समीप आ जाता है तब स्थल पर स्थापित यंत्रों जैसे रडार इत्यादी के आंकड़ों को भी मॉडल में समावेशित किया जाता है, जिससे चक्रवात के स्थल-पतन की सटीक जानकारी प्राप्त होती है।

यह चक्रवात वायुमंडल में अनुकूल परिस्तिथियों की उपस्थिति में ही बनाते हैं। इनके बनने की 6 आवश्यक शर्तें हैं (1) समुद्र की ऊपरी सतह से 50 किमी गहराई तक तापमान 26.5 डिग्री या अधिक (2) मध्य क्षोभमंडल (ट्रोपोस्फीयर) मे आद्रता की प्रचुरता (3) ऊर्ध्वाधर वायुमंडल में अस्थिरता (4) वायुमंडल की निम्न सतह पर सकारात्मक भवरता (पॉजिटिव वोर्टसिटी) (5) ऊर्ध्वाधर पवन शियर (10-15 मी/से) (6) आवश्यक कोरियोलिस फोर्स हेतु भूमध्य रेखा से 5 डिग्री की दूरी। यह 6 आवश्यक शर्तें हैं परन्तु ऐसा हो सकता है कि वायुमंडल में यह समस्त शर्तें उपस्थित हों परन्तु चक्रवात न बने। परन्तु यदि चक्रवात बनता है, तो यह सभी शर्तें आवश्यक रूप से पूर्ण होती हैं।

अनुक्रमणिका



चित्र 2: उष्ण कटिबंधीय चक्रवात के बनने की प्रक्रिया

चक्रवात के जन्म (साइक्लोजेनेसिस) के पूर्वानुमान हेतु विभिन्न तकनीकियों का प्रयोग शोधकर्ताओं तथा परिचालन (ऑपरेशनल) पूर्वनुमानकर्ता द्वारा किया जाता है। अधिकांश तकनीकें माडलों द्वारा पूर्वानुमानित मापदंडों (पैरामीटरो) पर आधारित हैं। विभिन्न मापदंडो हेतु गुडक का निर्धारण करके साइक्लोजेनेसिस पोटेंशियल इंडेक्स का पैमाना निर्धारित किया जाता है। यदि इंडेक्स का मान पूर्व निर्धारित देहली (थ्रेशोल्ड) से अधिक होता है, तो साइक्लोजेनेसिस की सम्भावना व्यक्त की जाती है। उपग्रहीय आंकड़ों जैसे भूस्थरीय उपग्रह द्वारा प्राप्त तापीय उष्म रक्त (थर्मल इन्फ्रा रेड) चैनल तथा ध्रुवीय उपग्रह पर स्थापित स्केटरोमीटर आंकड़ों द्वारा साइक्लोजेनेसिस का पूर्वानुमान किया जाता है। स्केटरोमीटर यन्त्र द्वारा समुद्र के निकट बहने वाली पवन की गति की जानकारी प्राप्त होती है जो चक्रवात सम्बंधित अध्ययन तथा पूर्वानुमान के लिए बहुत आवश्यक है। शोधकर्ताओं द्वारा स्केटरोमीटर आंकड़ों का प्रयोग करके पवन गति तथा वोर्टेसिटी हेतु थ्रेशोल्ड मानकों का निर्धारण करके चक्रवात के जन्म के पूर्वानुमान (साएक्लोजेनेसिस) प्रस्तुत किया गया है। परन्तु इस प्रकार की विधि तभी सफल होती है जब पूर्ण रूप से चक्रवात के ऊपर उपग्रह के आंकड़े प्राप्त हों। इन अनियमितताओं को दूर करने के लिए एक नयी विधि का निर्माण हमारे केंद्र सैक में किया गया है। यह विधि चक्रवात के ऊपर यदि आंशिक आंकड़े भी प्राप्त हो तब भी परिणाम सफलता पूर्वक देती है। प्रस्तुत लेख में इस विधि का संक्षिप्त विवरण तथा इसके द्वारा किये गए चक्रवात के पूर्वानुमान की चर्चा की गयी है। प्रस्तुत लेख में चक्रवात वर्धा का उदाहरण लेकर स्केटसेट आंकड़ों का वास्तविक समय में साइक्लोजेनेसिस पूर्वानुमान का उल्लेख किया गया है। इसके अतिरिक्त चक्रवात की आन्तरिक संरचना की भी प्रस्तुति इन आंकड़ों के माध्यम से दर्शायी गयी है।

चक्रवात की प्रबलता (इंटेंसिटी) का आकलन उसमें निहित पवन की गति से किया जाता है। अधिकतम विद्यमान पवन गति के आधार पर चक्रवात को विभिन्न वर्गों मे विभाजित किया गया है। जैसे जैसे चक्रवात में पवन की गति बढती जाती है , चक्रवात के केंद्र का दाब घटता जाता है तथा चक्रवात अधिक शक्तिशाली हो जाता है। भारतीय मौसम विभाग द्वारा चक्रवात की प्रबलता को उसमें निहित अधिकतम वायु तीव्रता के आधार पर विभाजित किये गए वर्गों को निम्न सारणी मे दर्शाया गया है।

सारणी 1: चक्रवात का प्रबलता के आधार पर वर्गीकरण

चक्रवात केटेगरी	अधिकतम पवन गति (नॉट)
निम्न दाब क्षेत्र (Low pressure area)	<17
डिप्रेशन (Depression)	17-27

अनुक्रमणिका

डीप डिप्रेशन (Deep Depression)	28-33
चक्रवाती तूफ़ान (Cyclonic Storm)	34-47
सिवियर साईंक्लोनिक तूफ़ान (Severe Cyclonic Storm (SCS))	48-63
वेरी सिवियर साईंक्लोनिक तूफ़ान (Very SCS)	64-85
एक्सट्रीमली सिवियर साईंक्लोनिक तूफ़ान (Extremely SCS)	86-119
सुपर साईंक्लोनिक तूफ़ान (Super Cyclonic Storm)	>119

इन चक्रवातों के कारण अत्यधिक प्रचंड वर्षा होती है, समुद्र में ऊंची लहरें उत्पन्न होती हैं, बिजली कड़कती है तथा तूफानी हवाएं चलती हैं, बाढ़ इत्यादि जैसी समस्याएं उत्पन्न हो जाती हैं, जिससे बहुत अधिक क्षति होती है। चक्रवात की प्रबलता जैसे जैसे बढ़ती है वह और भी अधिक विनाशकारी होता जाता है। चक्रवात के स्थल पतन के पश्चात उसकी प्रबलता के अनुपात में ही क्षति होती है। चक्रवात के भीतर स्थित तीव्र वायु गति के कारण बहुत अधिक नुकसान होता है। पेड़ जड़ सहित उखड जाते हैं, विद्युत खम्बे टूट जाते हैं, मकानों की छतें उड़ जाती हैं, फसलों को नुकसान पहुँचता है। सड़क, रेल तथा हवाई यातायात अत्यधिक प्रभावित होता है। चक्रवात से होने वाले इन नुकसानों का आकलन करने के लिए चक्रवात के प्रबलता का ज्ञान अत्यंत आवश्यक है। इसका आकलन चक्रवात के भीतर की पवन की गति को माप कर किया जाता है। भूस्थारीय उपग्रहों जैसे इनसेट-3 डी के इन्फ्रा रेड चैनल द्वारा प्राप्त चित्रों मे बादलों के तापमान तथा उसकी आकृति द्वारा चक्रवात की प्रबलता का अप्रत्यक्ष रूप से आकलन किया जाता है। ध्रुवीय उपग्रहों में स्थापित स्केटरोमीटर यन्त्र द्वारा पवन गति का आकलन, चक्रवात की प्रबलता तथा पवन की अनियमितता के आंकड़े प्रदान करने में बहुत महत्त्वपूर्ण है। पवन की अनियमितता से तात्पर्य यह है कि चक्रवात के चारों ओर पवन एक सामान नहीं होती है। चक्रवात के एक तरफ पवन की गति दूसरी तरफ से अपेक्षकृत अधिक हो सकती है। चक्रवात के चारों ओर की पवन की गति का सटीक आकलन चक्रवात के स्थल पतन के समय बहुत उपयोगी होता है, क्योंकि यदि अपेक्षाकृत अधिक गति वाला चक्रवात का भाग स्थल से पहले टकराता है तो अधिक नुकसान होता है।

स्केटसेट-1 उपग्रह

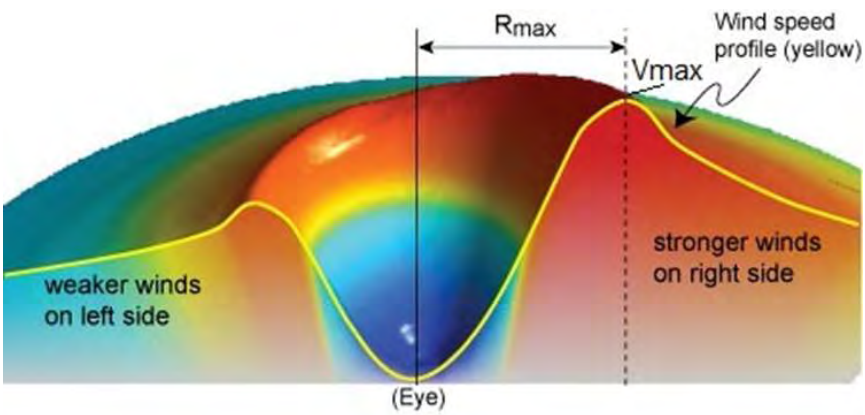
भारतीय उपग्रह स्केटसेट-1, इसरो द्वारा 26 सितम्बर, 2016 को, 720 किमी ऊँचाई तथा 98.1 डिग्री झुकाव की ध्रुवीय कक्षा में स्थापित किया गया। स्केटसेट -1 उपग्रह में विद्यमान स्केटरोमीटर यन्त्र, समस्त वैश्विक महासागर के उपरी सतह पर पवन की गति तथा दिशा के आंकड़े प्रदान करता है। समुद्रीय पवन आंकड़ों की निरंतरता के उद्देश्य से स्केटसेट-1 उपग्रह को भारतीय उपग्रह ओशीनसेट-2 के 4.5 वर्षों तक सफलता पूर्वक कार्य करके सेवा समाप्त करने के उपरान्त प्रक्षेपित किया गया। स्केटरोमीटर एक सक्रिय माईक्रोवेव रडार यन्त्र है, जिसमें बैकस्केटर ऊर्जा का आकलन किया जाता है। इन आंकड़ों का प्रयोग वनस्पतिक, मृदा आद्रता, ध्रुवीय बर्फ, जलवायु परिवर्तन तथा समुद्र में बनने वाले चक्रवात के अध्ययन में किया जाता है। समुद्रीय तल पर बहने वाली पवन गति के कारण समुद्रीय जल के बहाव मे हलचल एवं अनियमितता उत्पन्न होती है जिसका आकलन स्केटरोमीटर द्वारा करके पवन की गति एवं दिशा पुनः प्राप्त की जाती है। स्केटरोमीटर द्वारा प्राप्त पवन आंकड़ों का चक्रवात के अध्ययन में उपयोग को इस लेख में प्रस्तुत किया गया है।

स्केटसेट स्केटरोमीटर यन्त्र पवन सदिशो का चक्रवात के अध्ययन में उपयोग

स्केटसेट उपग्रह द्वारा 50, 25 तथा 6 किमी विभेदन क्षमता के उत्पाद प्रदान किये जाते हैं। 25 किमी उत्पाद का प्रयोग साईंक्लोजेनेसिस के पूर्वानुमान में किया जाता है। अति सूक्ष्म विभेदन क्षमता के आंकड़ों का प्रयोग चक्रवात के भीतर के

अनुक्रमणिका

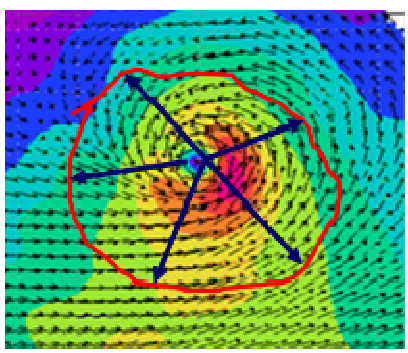
पवन के वितरण को ज्ञात करने में किया जाता है। यह आंकड़े चक्रवात के निम्न सतह पर केन्द्र की स्थिति का आकलन करने में अत्यन्त उपयोगी होते हैं। भूस्थरीय उपग्रह द्वारा प्रत्येक आधे घंटे तथा 15 मिनट में प्राप्त होने वाले चित्रों से चक्रवात के केंद्र की स्थिति का आकलन किया जाता है परन्तु यह चक्रवात की ऊपरी संरचना पर आधारित होती है। स्केटरोमीटर द्वारा चक्रवात की निम्न स्तर की संरचना के आंकड़े प्राप्त होते हैं जिनसे आकलित केंद्र की स्थिति अपेक्षाकृत अधिक सटीक होती है।



चित्र 3: चक्रवात के भीतर पवन का प्रोफाइल

इसके अतिरिक्त ये आंकड़े चक्रवात के भीतर पवन सदिशों के अनियमित वितरण की जानकारी प्राप्त करने में प्रयुक्त होते हैं। चक्रवात के चारों ओर पवन घूमती रहती है, परन्तु सभी दिशाओं में इसकी प्रबलता समान नहीं होती है (चित्र -3)। चक्रवात के भीतर किस स्थान पर सर्वाधिक अधिक तीव्रता की पवन है (वीमेक्स) तथा वह केंद्र से कितनी अधिक दूरी पर है (आरमेक्स), इसका आकलन चक्रवात से उत्पन्न होने वाली आपदाओं मे बहुत उपयोगी होता है। चक्रवात के उत्पन्न होने वाली लहरों (स्टोर्म सर्ज) के आकलन मे भी यह आंकड़े बहुत उपयोगी होते हैं।

इन आंकड़ों का प्रयोग चक्रवात के फैलाव (साइज़) का आकलन करने में भी किया जाता है। चक्रवात का साइज़, चक्रवात के पथ का पूर्वानुमान निकालते समय, तथा चक्रवात के स्थल पतन के पश्चात इससे होनी वाली आपदाओं का अनुमान लगाने में किया जाता है। चक्रवात से कितना भू क्षेत्र प्रभावित होगा इसका भी आकलन चक्रवात के फैलाव/साइज़ पर आधारित होता है। चक्रवात के साइज़ का आकलन करने के लिए चक्रवात के भीतर के पवन सदिशों का प्रयोग किया जाता है तथा 12 मी/से की पवन के कंटूर बनाकर, केंद्र से उसकी औसत दूरी द्वारा चक्रवात के साइज़ को निर्धारित किया जाता है (चित्र -4)। यह आकलन पवन सदिशों से वोर्टसिटी निकालकर, शून्य वोर्टसिटी का कंटूर बनाकर, उसकी केंद्र से औसत दूरी द्वारा भी किया जाता है।



चित्र 4: चक्रवात के फैलाव (साइज़) का आकलन

चक्रवात वर्धा का उदहारण लेकर प्रस्तुत लेख मे स्केटसेट उपग्रह द्वारा प्राप्त पवन सदिशों का चक्रवात के पूर्वानुमान तथा संरचना के अध्ययन में उपयोगिता को दर्शाया गया है।

प्रयुक्त आंकड़े तथा अध्ययन क्षेत्र

प्रस्तुत लेख में स्केटरोमीटर पवन आंकड़ों का प्रयोग किया है। चक्रवात सम्बंधित जानकारी जैसे चक्रवात की स्थिति, तीव्रता इत्यादि जेटीडब्लूसी तथा भारतीय मौसम विभाग से प्राप्त की गयी है।

चक्रवात वर्धा

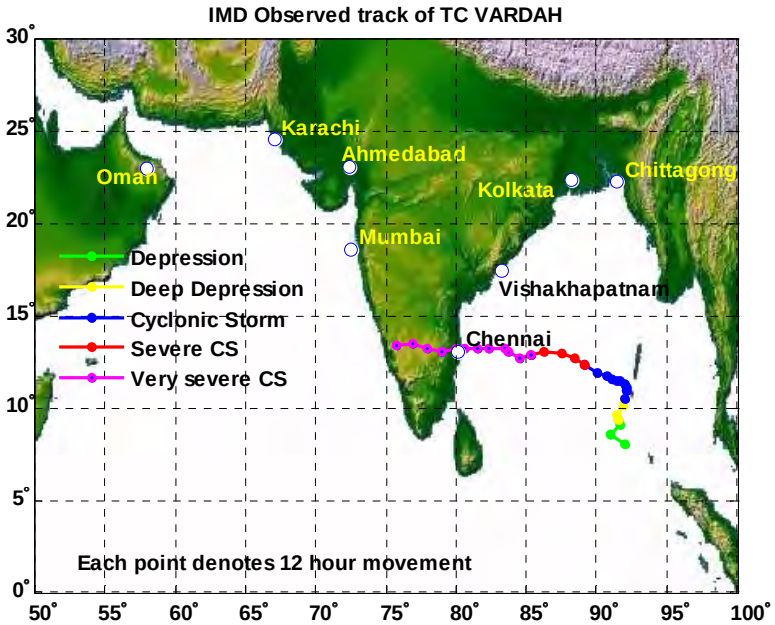
चक्रवात वर्धा, स्केटसेट उपग्रह के प्रक्षेपित होने के पश्चात, भारतीय उपमहाद्वीप में उत्पन्न होने वाला पहला चक्रवात था। यह चक्रवात, वर्ष 2016 का सर्वाधिक क्षति पहुँचाने वाला चक्रवात था जिसने अंडमान तथा निकोबार द्वीप समूह तथा दक्षिण भारत के समुद्र तटीय क्षेत्रों में बहुत नुकसान किया। यह चक्रवात 8-12 दिसम्बर 2016 के अंतराल मे बंगाल

अनुक्रमणिका

की खाड़ी मे सक्रिय था। इस चक्रवात का नाम "वर्धा" पकिस्तान द्वारा दिया गया, जो एक अरेबिक शब्द है जिसका अर्थ "गुलाब" होता है। भारतीय उपमहाद्वीप के सागरों बंगाल की खाड़ी तथा अरब सागर में बनने वाले चक्रवात के नाम इनसे प्रभावित होने वाले निकटवर्ती आठ राष्ट्रों जैसे बांगलादेश, भारत, पकिस्तान, श्रीलंका, म्यांमार, मालद्वीप, मलेशिया तथा ओमान द्वारा दिए जाते हैं जिनका निर्धारण पहले से ही कर लिया जाता है। यह चक्रवात 2014 में बने हुदहुद चक्रवात के पश्चात् बना सबसे शक्तिशाली चक्रवात था, जिसने दक्षिण भारतीय समुद्र तटीय क्षेत्र में बहुत क्षति पहुँचायी।

चक्रवात वर्धा की उत्पत्ति मलेशिया के निकट 3 दिसंबर को स्थित निम्न वायु दाब के क्षेत्र से हुई, जो अनुकूल परिस्तिथियों की उपस्थिति में 6 दिसंबर को डिप्रेशन, 7 दिसंबर को डीप डिप्रेशन तथा 8 दिसंबर को चक्रवात में परिवर्तित हो गया। चक्रवात बाद में 9 दिसंबर को ओर अधिक शक्तिशाली हो गया तथा उत्तरी पश्चिमी दिशा में बढ़ने लगा। 11 दिसम्बर को चक्रवात सबसे अधिक तीव्रता की हवाओं से युक्त था अर्थात सबसे अधिक शक्तिशाली था। इस समय इसकी हवाओं की गति 75 नॉट तथा केंद्र का दाब 982 मिलिबार था। 12 दिसम्बर को यह चक्रवात दक्षिण भारत में चेन्नई के निकट स्थल से टकराया और स्थल पतन के पश्चात यह कमजोर हो गया। परन्तु इसकी वजह से चेन्नई के निकट जान माल की बहुत क्षति हुई। हवाई तथा रेल मार्ग प्रभावित हुआ। कई सडकों को बहुत क्षति पहुंची, निकटवर्ती क्षेत्रो में विद्युत प्रवाह रुक गया तथा बहुत तीव्र वर्षा हुई। 9 दिसंबर को यह चक्रवात अंडमान द्वीप समूह के ऊपर से निकला जिससे वहां जन जीवन अत्यधिक प्रभावित हुआ। बहुत से पर्यटक हैव्लोक द्वीप मे फँस गए तथा दैनिक आपूर्ति की वस्तुओं को प्रदान करने में अत्यधिक बाधा पहुंची।

चक्रवात वर्धा के पथ को चित्र -5 मे दर्शाया गया है। चक्रवात की प्रबलता को भी विभिन्न रंगों के माध्यम से दर्शाया गया है।



चित्र 5: चक्रवात वर्धा का पथ तथा प्रबलता श्रेणी
(भारतीय मौसम विभाग द्वारा प्रदान आंकड़ों पर आधारित)

प्रक्रिया

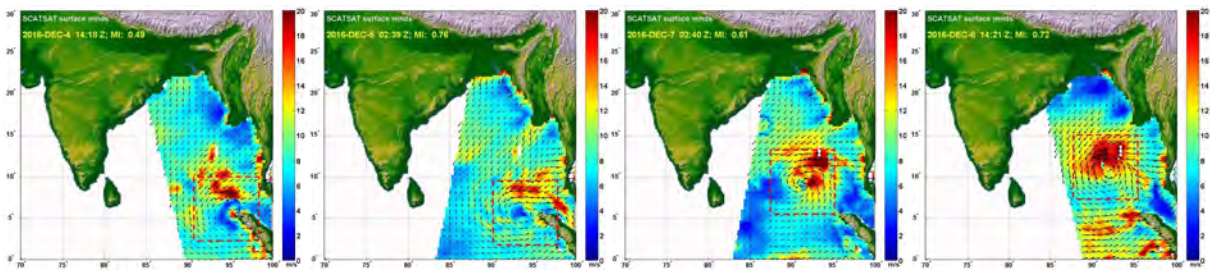
स्केटरोमीटर पवन आंकड़ों द्वारा चक्रवात के बनने के पूर्वानुमान (साईंक्लोजेनेसिस) का आकलन करने की प्रक्रिया को इस खंड मे चर्चित किया गया है। इस प्रक्रिया का आधार यह है कि जो निम्न दाब के क्षेत्र चक्रवात बन जाते हैं, उनकी साईंक्लोजेनेसिस के समय पवन के ओरियंटेशन में समानता होती है। इसी समानता का आकलन करके साईंक्लोजेनेसिस का पूर्वानुमान, प्रस्तुत प्रक्रिया मे किया गया है। इसके लिए सर्व प्रथम एक डाटाबेस बनाया गया, जिसमें निम्न दाब के ऊपर स्केटरोमीटर द्वारा आकलित ऐसे सभी पवन सदिशो के ओरियंटेशन के नमूने एकत्र किये गए, जो बाद में चक्रवात बन गए। अर्थात साईंक्लोजेनेसिस के समय के पवन सदिशों का डाटाबेस बनाया गया। इसको बनाने के लिए वर्ष 2000-2014 के अंतराल मे उत्तरी हिंद महासागर (बंगाल की खाड़ी तथा अरब सागर) मे बनने वाले सभी चक्रवातों के साईंक्लोजेनेसिस के समय की पवन सदिशों को संगठित किया गया। इसके लिए क्विकस्केट तथा ओस्केट उपग्रह द्वारा प्राप्त स्केटरोमीटर पवन आंकड़ों को प्रयुक्त किया गया। इस प्रकार कुल 151 नमूने प्राप्त हुए। वास्तविक समय में साईंक्लोजेनेसिस पता करने के लिए, स्केटसेट से प्राप्त पवन सदिश आंकड़ों की डाटाबेस के प्रत्येक आंकड़े के साथ समानता का आकलन विंड मेचिंग इंडेक्स के द्वारा किया जाता है। यदि किसी भी डाटाबेस के नमूने के साथ मेचिंग

इंडेक्स मूल्य (वेलुयू) पूर्व निश्चित देहली (थ्रेशोल्ड) से अधिक होता है तो साईंक्लोजेनेसिस की चेतावनी जारी की जाती है। यह थ्रेशोल्ड, आंकड़ों के साथ कई प्रयोग करने के बाद, भारतीय सागरो में उत्पन्न होने वाले चक्रवातों के लिए 0.6 निर्धारित की गयी है। इसके लिए क्विकस्केट तथा ओस्केट द्वारा प्राप्त स्केटरोमीटर पवन आंकड़ों का प्रयोग किया गया (जैसवाल एवं किश्तवाल, 2011;2013)।

इस पद्धति का प्रयोग सैक में वास्तविक समय मे साईंक्लोजेनेसिस की चेतावनी जारी करने के लिए किया जाता है। ओशीन्सेट, रेपिडस्केट, तथा विंडसेट उपग्रह द्वारा प्राप्त आंकड़ों द्वारा वर्ष 2010-2016 मे बनने वाले सभी चक्रवातों के साईंक्लोजेनेसिस के पूर्वानुमान में यह प्रक्रिया पूर्ण रूप से सफल हुई। इसके द्वारा सभी चक्रवातों का साईंक्लोजेनेसिस का पूर्वानुमान किया गया। यद्यपि कुछ पूर्वानुमान गलत भी हुए। अर्थात कुछ निम्न दाब के क्षेत्रों को पूर्वानुमानित किया गया कि वो चक्रवात बनेगे परन्तु वे नहीं बने। स्केटसेट उपग्रह के अपनी कक्षा मे स्थापित होने के पश्चात, इससे प्राप्त आंकड़ों का वास्तविक समय में भारतीय महासागर में बनने वाले चक्रवात की साईंक्लोजेनेसिस के पूर्वानुमान में प्रयोग किया जाता है।

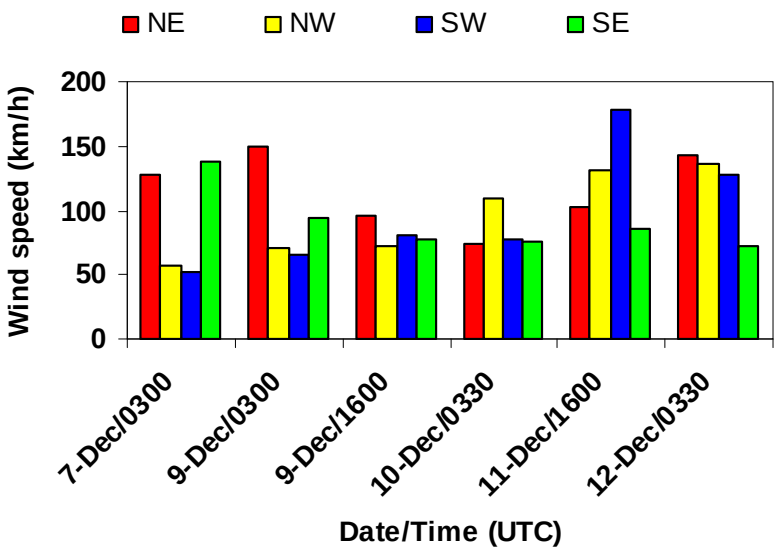
परिणाम

वर्धा चक्रवात के पूर्वानुमान में स्केटसेट-1 के आंकड़े बहुत उपयोगी सिद्ध हुए। चक्रवात के बनने का पूर्वानुमान ऊपर लिखी हुई प्रक्रिया द्वाराउसके बनने से पूर्व कर लिया गया। चित्र 3 में चक्रवात वर्धा के बनने से पूर्व के स्केटसेट द्वारा आकलित पवन सदिश को दर्शाया गया है। डाटाबेस से उसकी समानता का मानक भी आकलित किया गया तथा चित्र में प्रदर्शित किया गया है। 4 दिसंबर को यह मानक 0.49 था जबकि 5 दिसंबर को 0.76 था। क्योंकि 5 दिसंबर को प्राप्त समानता मानक का मूल्य 0.6 से अधिक था, अतः उस समय चक्रवात बनने की चेतावनी जारी करी गयी। साईंक्लोजेनेसिस की चेतावनी जारी करने के 4 दिन पश्चात 9 दिसंबर को यह चक्रवात बना।



चित्र 6: चक्रवात वर्धा की साईंक्लोजेनेसिस के समय प्राप्त स्केटसेट उपग्रह द्वारा प्राप्त पवन सदिश

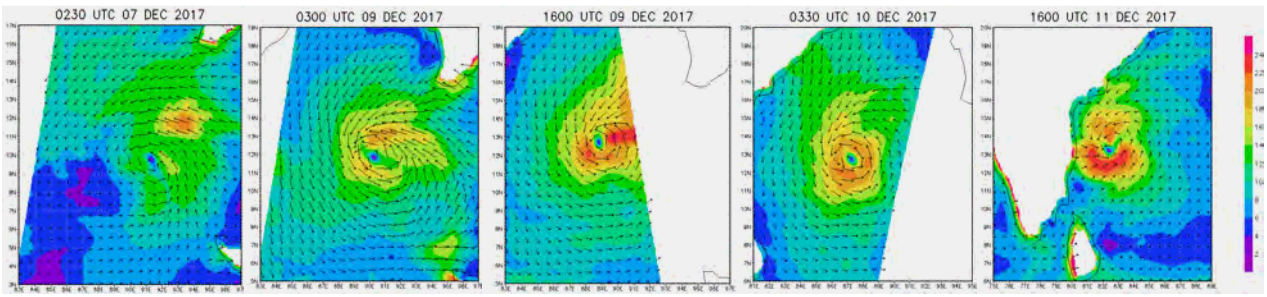
स्केटसेट उपग्रह द्वारा प्राप्त अति सूक्ष्म विभेदन के उत्पादों का प्रयोग चक्रवात के भीतर पवन सदिशों के वितरण की जानकारी प्राप्त करने में किया गया। चक्रवात के चारों तरफ सामान प्रबलता की पवन नहीं होती है। किसी तरफ पवन की तीव्रता अन्य स्थान से अधिक होती है। इसके आकलन के लिए चक्रवात के भीतर की वायु को 4 भागों में बाँटा



जाता है। यह चार भाग चक्रवात के उत्तरी पूर्व (NE), उत्तरी पश्चिमी (NW), दक्षिणी पश्चिमी (SW) तथा दक्षिणी पूर्वी (SE) भाग में होते हैं। इन्हें क्रमशः प्रथम, द्वितीय, तृतीय तथा चतुर्थ क्रमांक द्वारा प्रदर्शित किया जाता है।

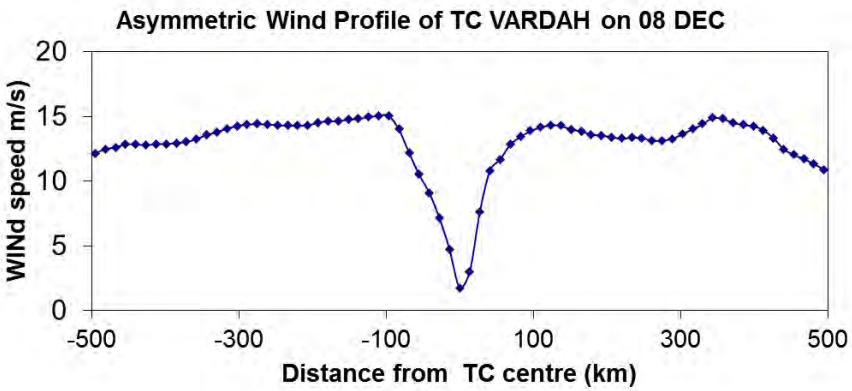
चक्रवात वर्धा के इन चारों भागों में अधिकतम पवन की तीव्रता का आकलन स्केटसेट के 6 किमी विभेदन वाले आंकड़ों के माध्यम से किया गया। चक्रवात के ओप्पेर प्राप्त सभी स्केटसेट के पासों में यह आकलन किया गया। चित्र 7 मे स्केटसेट के विभिन्न समय में प्राप्त आकड़ो से आकलित पवन के मूल्य को दर्शाया गया है। चित्र द्वारा यह प्रदर्शित होता है, कि 7 एवं 9 दिसंबर को चक्रवात के पूर्वी भाग में पवन की तीव्रता पश्चिमी भाग की तुलना मे अधिक है।

चक्रवात वर्धा के ऊपर प्राप्त स्केटसेट आंकड़ों द्वारा जनित पवन सदिशों को चित्र-8 में दर्शाया गया है।



चित्र **8**: चक्रवात वर्धा के ऊपर स्केटसेट द्वारा प्राप्त अति सूक्ष्म विभेदन के पवन उत्पाद

चक्रवात वर्धा के साइज़ का आकलन पूर्व लिखित विधि द्वारा किया गया तथा उपरोक्त सभी पासों के लिए चक्रवात का साइज़ क्रमशः 360, 420, 425, तथा 360 किमी आकलित किया गया। चक्रवात के केंद्र के निकट उसके पवन के प्रोफाइल को चित्र 9 मे दिखाया गया है। चक्रवात के पश्चिमी दिशा मे अधिकतम पवन गति 15.06 मी/से पाई गयी जो उसके केन्द्र से 110 किमी की दूरी पर स्थित थी तथा पूर्वी दिशा में अधिकतम पवन गति 14.17 m/s मी/से पाई गयी जो उसके केन्द्र से 110 किमी की दूरी पर स्थित थी। इस चित्र के माध्यम से यह विदित है कि स्केटसेट आंकड़े चक्रवात के भीतर की संरचना को प्रदर्शित करने में पूर्ण रूप से सक्षम हैं। इस प्रकार से चक्रवात के चारों ओर क्रिटिकल पवन की दूरियों (34 नॉट, 50 नॉट तथा 64 नॉट) का आकलन किया जा सकता है।



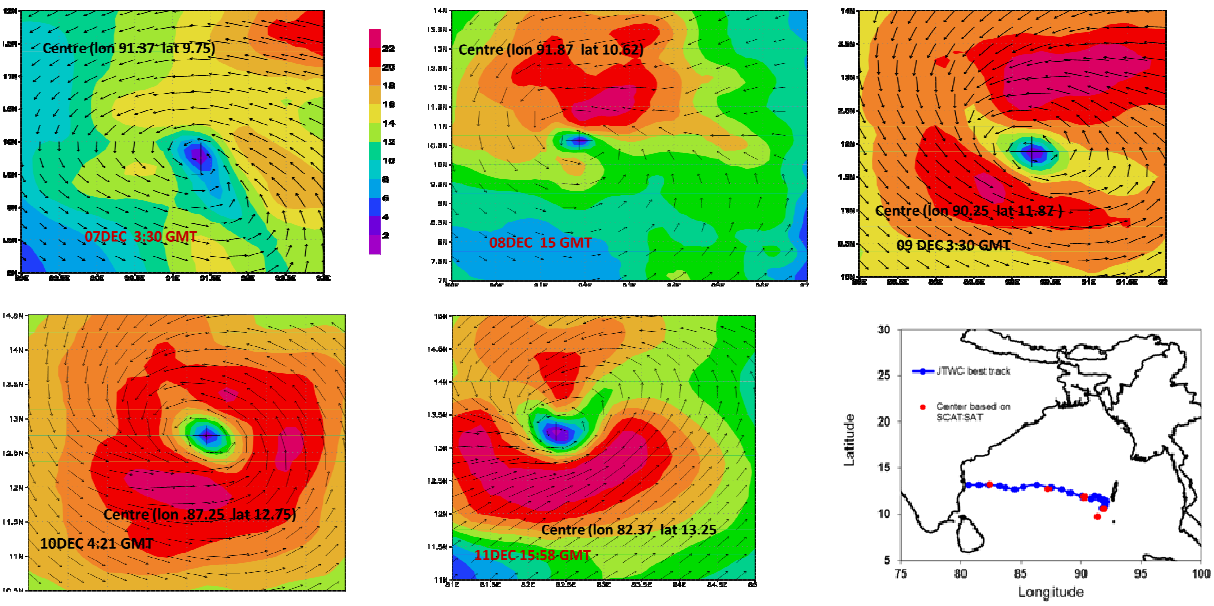
चित्र **9**: चक्रवात वर्धा के भीतर पवन का अनियमित पवन (एसीमीट्रिक विंड) प्रोफाइल (15:06 जीएमटी 08 दिसंबर)

चक्रवात वर्धा के केंद्र का आकलन **6** किमी पवन उत्पाद द्वारा किया गया तथा प्राप्त परिणामों को चित्र **10** के माध्यम से दर्शाया गया है। इन प्राप्त केंद्र की वेल्यु की जेटीडब्लूसी द्वारा प्रदान मूल्यों के साथ तुलना की गयी। परिणाम दर्शाते हैं कि स्केटरोमीटर स्केटसेट द्वारा आकलित चक्रवात के केंद्र की वैल्यू ओब्सर्व्ड वेल्यु के सामान थी।

दि विभिन्न उपग्रहों के आकड़ों को मिलाकर चक्रवात का अध्ययन किया जाए तो अत्यन्त उपयोगी जानकारियां प्राप्त की जा सकती हैं। निम्न चित्र में इनसेट-3 डी द्वारा प्राप्त प्रतिबिम्ब पर समान समय में स्केटसेट-1 द्वारा प्राप्त पवन सदिशो को एक साथ प्रदर्शित किया गया है। चित्र से विदित है कि जिस स्थान पर बादल अधिक संघटित है, वहां पर

अनुक्रमणिका

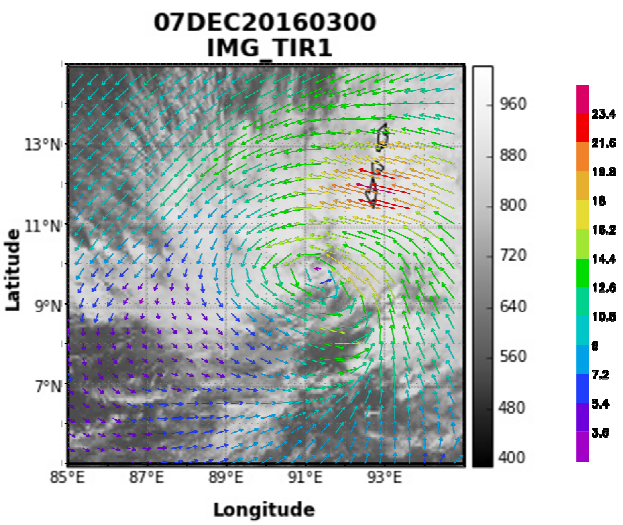
चक्रवात के भीतर पवन की गति भी अपेक्षाकृत अधिक है। इन दोनों के माध्यम से चक्रवात के भीतर हो रहे कन्वेक्शन प्रक्रिया को समझा जा सकता है।



चित्र 9: स्केटसेट-1 स्केटरोमीटर द्वारा चक्रवात वर्धा के केंद्र का आकलन

निष्कर्ष

प्रस्तुत लेख में चक्रवात के पूर्वानुमान तथा आंतरिक संरचना के अध्ययन के लिए स्केटसेट आंकड़ों की उपयोगिता को दर्शाया गया है। चक्रवात वर्धा का उदाहरण लेकर वास्तविक समय में चक्रवात के पूर्वानुमान की प्रक्रिया को प्रदर्शित किया गया है। चक्रवात वर्धा की उत्पत्ति का पूर्वानुमान 4 दिन पूर्व ही स्केटसेट आंकड़ों द्वारा कर लिया गया था। स्केटसेट के अति सूक्ष्म विभेदन (6 किमी) के आंकड़ों की चक्रवात के संरचना के अध्ययन में उपयोगिता को प्रदर्शित किया गया है। इन आंकड़ों के माध्यम से चक्रवात के केंद्र, साइज़, तथा विंड प्रोफाइल की अत्यन्त उपयोगी जानकारी मिलती है, जिसका विवरण लेख में किया गया है।



चित्र 10: इनसेट-3 डी थर्मल आई आर चेनल बीटी तथा स्केटसेट पवन

सन्दर्भ

1. फ्रांक, एन. एल., हुसैन, एस. ए., 1971. दि दाद्लिएस्ट ट्रोपिकल साइक्लोन इन हिस्टरी. बुलेटिन ऑफ अमेरिकन सोसाइटी, 52, 438-446.
2. लिउ जी., करी, जे. ए. तथा कलेसन, सी. ए., 1995. स्टडी ऑफ ट्रोपिकल सायेक्लोजेनेसिस यूसिंग सेटेलाईट डेटा. मीटिओरोलोगी एंड एटमोस्फेरिक फिसिक्स, 56,, 1, 111-123.

अनुक्रमणिका

3. वांग एल., लाओ, के. एच., झांग, क्यू. एच. तथा फुंग, सी. एच., 2008. ओब्सर्वेशन ऑफ नॉन डेवेलोपिंग ट्रोपिकल डिसटरबेन्सेस ओवर दि साउथ चाइना सी यूसिंग एसएसएम्आई सेटेलाइट. जियोफिसिकल रिसर्च लेटर 35, 1-5.
4. जैसवाल एन. तथा किश्त्वाल सी. एम., 2011. प्रीदिक्शन ऑफ ट्रोपिकल सायेक्लोजेनेसिस यूसिंग स्केत्रोमीटर डेटा. आयीईईई ट्रांजेक्शन ऑन जियोसाइंस एंड रेमोट सेंसिंग, 49(12), 4904-4909.
5. जैसवाल एन., किश्त्वाल सी. एम तथा पाल पी के, 2012. प्रीदिक्शन ऑफ ट्रोपिकल सायेक्लोजेनेसिस यूसिंग ओशीनसेट-२ स्केत्रोमीटर (ओस्केट) विंड्स. मीटिओरोलोगी एंड एटमोस्फेरिक फिसिक्स.
6. पाल पी के, 1991. साइक्लोन ट्रेक प्रीदिक्शन ओवर नार्थ इंडियन ओशीन. मंथली वेदर रिवयु, 119, 2557-2568.
7. पाल पी के, राव, बी एम, किश्त्वाल, सी एम., नारायण, एम एस, तथा राजकुमार जी., 1981. साइक्लोन ट्रेक प्रीदिक्शन यूसिंग इनसेट डेटा. प्रोसीडिंग इंडियन एकेडेमी साइंस, 18, 353-364.
8. सिंह एस. के., किश्त्वाल सी एम तथा पाल पी के., 2012 (अ). ट्रेक प्रीदिक्शन ऑफ इंडियन ओशीन साइक्लोन यूसिंग लैगरनजियान एड्वेक्शन मॉडल. नचुरल हजार्ड, 63(3), 745-778.
9. सिंह एस. के., किश्त्वाल सी एम, जैसवाल, एन. तथा पाल पी के., 2012 (ब). इम्पेक्ट ऑफ वोर्टेक्स रेमोवल फ्रॉम इन्विरोंमेंटल फ्लो इन साइक्लोन ट्रेक प्रीदिक्शन यूसिंग लैगरनजियान एड्वेक्शन मॉडल., मीटिओरोलोगी एंड एटमोस्फेरिक फिसिक्स 117, 103-120.

आभार

लेखक, सैक निदेशक एवं एप्सा उप निदेशक का आभार व्यक्त करते हैं। लेखक आईएमडी तथा जेटीडब्लूसी का चक्रवात के आंकड़े प्रदान करने हेतु धन्यवाद देते है। मोसडेक सर्वर का आभार प्रकट करते है, यहाँ से इनसेट-3 डी के आंकड़े प्राप्त किये गए जिनका अध्ययन में प्रयोग किया गया है।

***

सुदूर संवेदन के नए आयाम

उच्च विभेदन स्कैटरोमीटर के लिए ऑनबोर्ड संसाधित्र

गौरव जैन, बी. सरवना कुमार, आर. सेंथिल कुमार और एस.एम.त्रिवेदी
एम.एस.डी.जी/एम.आर.एस.ए, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो), अहमदाबाद
{gauravjain@sac.isro.gov.in, saravana@sac.isro.gov.in,
senthilr@sac.isro.gov.in, sanjay@sac.isro.gov.in}

1. सार (Abstract)

ओशनसैट-II स्कैटरोमीटर और स्कैटसैट-I प्रणालियों में केवल प्रवास विभेदन का प्रयोग किया गया था। दिगंश विभेदन एंटेना पदचिन्ह द्वारा सीमित था। प्रवास विभेदन को देराम्पिंग अल्गोरिथम का उपयोग कर दूरी संपीडन के माध्यम से प्राप्त किया गया था और ओन बोर्ड संकेतसंसाधक मे कार्यान्वित किया गया था। उच्च विभेदन स्कैटरोमीटर में बेहतर दिगंश विभेदन प्राप्त करने के लिए संचारित संपदन योजना को प्रवास-डॉप्लर विभेदन की सुविधा के लिए संशोधित किया गया है। डॉपलर विभेदन को उच्च स्पंद पुनरावर्तन आवृत्ति की आवश्यकता होती है जो लंबी ट्रांसमिट स्पंद विस्तार [1] के बजाय संकीर्ण स्पंदों (एक उच्च पीआरएफ दर पर) के फट को प्रेषित करके हासिल की जा सकती है। यह नया स्पंदन स्कीम ऑनबोर्ड SAR संसाधन तंत्र के कार्यान्वयन की मांग करती है, जिसमें प्रवास संपीड़न के साथ, दिगंश संपीड़न भी करने की आवश्यकता होती है। एक समान स्पंदन योजना SMAP (मृदा नमी सक्रिय और निष्क्रिय) [2] में नियोजित हुई थी, हालांकि दिगंश प्रसंस्करण जमीन पर किया गया था। उच्च विभेदन स्कैटरोमीटर के लिए, कार्यान्वयन के अपने सापेक्ष आसानी के कारण जहाज पर दूरी-दिगंश विभेदन के लिए एक अनवरोधित SAR प्रोसेसिंग का एक व्यवहार्य विकल्प माना जा रहा है। इस पत्र में, हम ऑनबोर्ड अनफोकसेड SAR संसाधक के कार्यान्वयन और प्रदर्शन परिणामों के बारे में वर्णन करते हैं।

2. परिचय (Introduction)

स्कैटरोमीटर यन्त्र बैकस्ककटेड ऊर्जा के सिद्धांत पर काम करता है और इसका उपयोग सागर पर हवा के वेग को मापने के लिए किया जाता है। स्कैटरोमीटर-व्युत्पन्न मापों का उपयोग कई अनुप्रयोगों मे किया जाता है जैसे कि उष्णकटिबंधीय और अति-उष्णकटिबंधीय चक्रवातों की पहचान और त्रिज्या निर्धारण, तटीय बाढ़ की भविष्यवाणी, समय का अनुमान और चरम मौसम की स्थिति में चेतावनी के स्थान आदि। इसके अलावा, ध्रुवीय बर्फ टोपी अध्ययन सहित भूमि और बर्फ के पैटर्न के अध्ययन के लिए स्कैटरोमीटर बच्कस्काट्टर आंकड़ों का बड़े पैमाने पर उपयोग किया जा रहा है। प्रशंसक बीम उपगमन और पेंसिल बीम उपगमन, दो अलग-अलग स्कैटरोमीटर सिस्टम कार्यान्वयन को प्राप्त किया गया है और उड़ाया गया है। पिछला स्केटरमीटर और वर्तमान उच्च विभेदन स्कैटरोमीटर पेंसिल बीम दृष्टिकोण के सिद्धांत पर आधारित है। बाद के इस पाठ में प्रशंसक बीम उपगमन चर्चा नहीं की जाएगी।

ओशनसैट -2 और स्कैटसैट-1 ने कू-बैंड पेंसिल किरणपुंज क्रमवीक्षण स्कैटरोमीटर का इस्तेमाल किया। उच्च विभेदन स्कैटरोमीटर के लिए समान विन्यास की आवश्यकता होती है, हालांकि, स्थानिक विभेदन को सुधारने की चुनौती के साथ। यह पता करने के लिए, माप सिद्धांत सेल के स्थानिक आयामों को और तेज करने के लिए, वास्तविक-एपर्चर प्रणाली को डॉपलर विभेदन तकनीकों के साथ प्रतिस्थापित किया जाना चाहिए। इस तकनीक का प्रस्ताव [1] में किया गया है और SMAP [2] में कार्यरत है, हालांकि दिगंश प्रकामन जमीन पर किया गया था और हम उसे ऑन बोर्ड संसाधित्र में संबोधित करने का प्रयास कर रहे हैं। चित्र 1 (क) पेंसिल बीम स्कैनिंग विन्यास को दर्शाता है। चित्र 1(ख) और 1(ग) क्रमशः दूरी विभेदन-केवल संकल्प सेल और दूरी-डॉपलर विभेदन संकल्प सेल को दिखाता है।

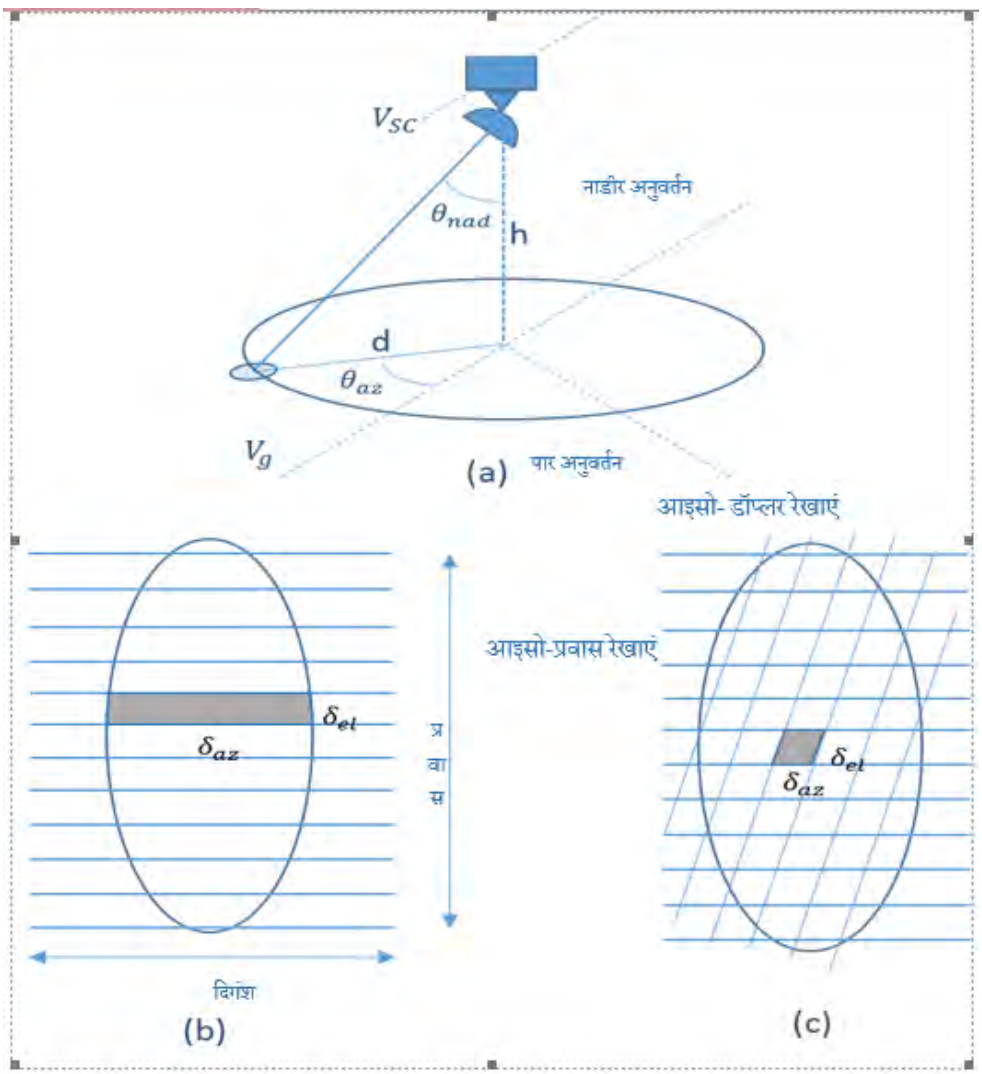
दूरी विभेदन में दिगंश विभेदन ऐन्टेना पदचिह्न द्वारा सीमित है, जो ओशनसैट-२ स्कैटरोमीटर और स्कैटसेट-१ स्कैटरोमीटर नीतभर के लिए आधार बनाता है। इस दृष्टिकोण का महत्वपूर्ण नुकसान यह है कि महीन विभेदन प्राप्त

अनुक्रमणिका

करने के लिए, जैसे 1 किमी विभेदन के लिए, लगभग 20 मीटर की द्वारक लंबाई के साथ ऐन्टेना की आवश्यकता होगी। उच्च विभेदन सेल को प्राप्त करने के लिए, SAR के समान, परास-दिगंश विविक्तकरण को पेंसिल-बीम स्कैनिंग-कॉन्फ़िगरेशन स्कैटरोमीटर पर लागू किया जा सकता है। हालांकि, पारंपरिक SAR से कुछ निश्चित सीमाएं और विचलन हैं, जिन्हें पेंसिल बीम स्कैनिंग विन्यास के लिए संबोधित करने की आवश्यकता है। जैसा कि चित्र 1 (ग) में दिखाया गया है, आइसो-डॉपलर रेखाएं आइसो-परास रेखाओं के हमेशा परस्पर सीधा नहीं होंगी। जब ऐन्टेना पर्श्वदर्शी है अर्थात पार ट्रैक कोण 900 या 2700 है, आइसो- डॉपलर रेखाएं आइसो-परास रेखाओं के पारस्पर सीधे हैं और समानांतर जब दिगंश कोण या तो 00 या 1800 है। इस पत्र में, हम लंबवत आइसो-परास और आइसो-डॉप्लर रेखाओं के साधारण मामले पर विचार करते हैं और अन्य उपयुक्त मामलों को भविष्य के कार्यों के लिए एक अवसर के रूप मे छोड़ देते हैं।

3. ऑनबोर्ड संसाधक के लिए एल्गोरिथ्म (Onboard Processor Algorithm)

इस अनुभाग में हम उच्च-विभेदन स्कैटरोमीटर के लिए ऑनबोर्ड-संसाधक के लिए एल्गोरिथ्म पर चर्चा करते हैं। परास संपीड़न को या तो सुमेलित-फ़िल्टरिंग दृष्टिकोण या डी-रैम्पिंग दृष्टिकोण का उपयोग करके कार्यान्वित किया जा सकता है। चूंकि डी-रैम्पिंग के लिए उच्च प्रतिचयन दर की आवश्यकता होती है, इस मामले में सुमेलित-फ़िल्टरिंग दृष्टिकोण लागू किया गया है और डी-रैम्पिंग की साध्यता और दोनो दृष्टिकोणों के बीच निष्पादन की तुलना भविष्य के काम के रूप में छोड़ी गई है। फट-स्पंदन योजना के कारण कई अतिव्यापी वापसी संकेत प्राप्त होंगे। इस अध्ययन में हमने एकल-FFT दृष्टिकोण को लागू किया है जहां FFT फट के लिए संपूर्ण डेटा गवाक्ष पर किया जाता है। दिगंश संपीड़न के लिए अनफोकस्ड SAR संसाधन अल्गोरिथम की पहचान की गई और उसका अध्ययन किया गया। अन्य SAR प्रसंस्करण एल्गोरिदम का प्रदर्शन मूल्यांकन पूर्ण नहीं है और उनकी इस पत्र में चर्चा नहीं की गई है।



चित्र 1 (क) स्कैटरोमीटर अभिविन्यास और क्रमवीक्षण क्रियाविधि, (ख) प्रवास-विभेदन सेल, (ग) प्रवास-दिगंश विभेदन सेल

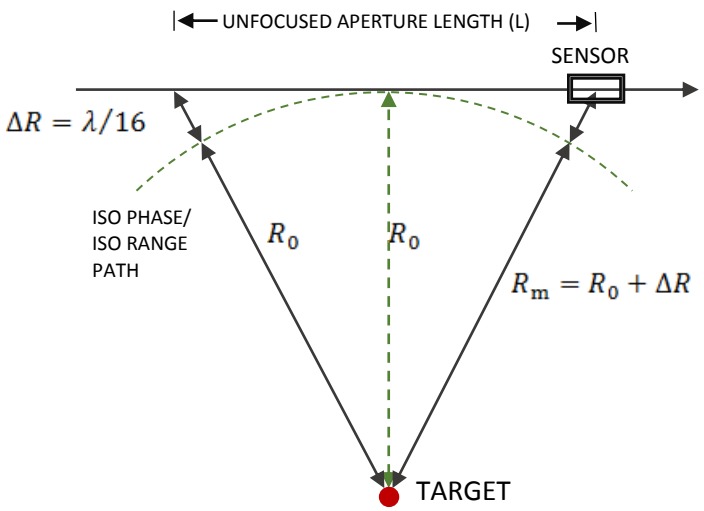
3.1 विकेन्द्रित SAR संसाधन एल्गोरिथ्म (Unfocused SAR Processing Algorithm)

अनुक्रमणिका

संश्लेषी द्वारक लंबाई **L**, को जब उस अवस्था तक छोटा किया जाता है जहां कोई कला-संशोधन की आवश्यकता नहीं होती है, रडार "विकेन्द्रित" होना कहा जाता है। इस परिदृश्य में संश्लेषी द्वारक के विभिन्न बिंदुओं पर प्राप्त सभी संकेतों को सुधार किए बिना प्रावस्था में जोड़ दिया गया है जो केंद्रित **SAR** संसाधन में नियोजित क्वाड्रेटिक कला-विस्थापन सुधार के विपरीत है [3]। रेडार और लक्ष्य के बीच बदलती पथ-दूरी की वजह से उत्पन्न कला-विस्थापन काफी सार्थक है जिनको लक्ष्य पर ध्यान केंद्रित करने के लिए सुधारने की आवश्यकता है। आमतौर पर विकेन्द्रित **SAR** के लिए, प्रावस्था-सुधार रेडियंस से कम होने पर उपेक्षित किया जा सकता है।

$$\varphi_c \leq \pi/4$$

अर्थात, अगर सभी योगदान को अनदेखा किया जा सकता है और प्रावस्था मे जोड़ा जा सकता है।



R_m विकेंदित **SAR** के लिए अधिकतम तिरछा प्रवास है और इसके लिए अधिकतम कला-विस्थापन है

$$\varphi = 2k(R_m - R_0) \leq \frac{\pi}{4} = \frac{\lambda}{8}$$

$$(R_m - R_0) \leq \frac{\lambda}{16}$$

यहाँ R_m को इस प्रकार दिया जा सकता है,

$$R_m = (R_0^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2)^{1/2}$$

$$(R_0^2 + \left(\frac{L}{2}\right)^2)^{1/2} - R_0 \leq \frac{\lambda}{16}$$

अनुक्रमणिका

$$\left(1+\left(\frac{L}{2R_0}\right)^2\right)^{\frac{1}{2}} - 1 \leq \frac{\lambda}{16R_0}$$

टेलर श्रेणी सन्निकटन का प्रयोग करते हुए,

$$1+\frac{1}{2}\left(\frac{L}{2R_0}\right)^2 - 1 \leq \frac{\lambda}{16R_0}$$

$$L = (\frac{\lambda R_0}{2})^{1/2}$$

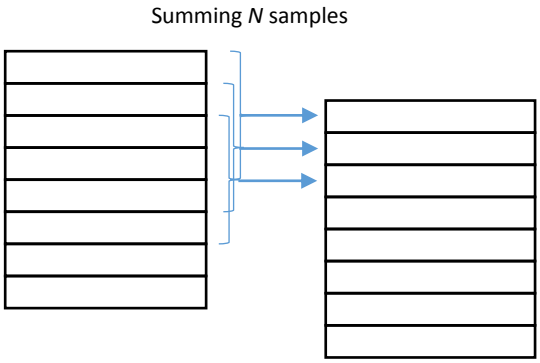
जहाँ L द्रावक लंबाई है। विक्रेंदित SAR में विभेदन द्वारक लंबाई के बराबर है। द्वारक लंबाई का उपयोग करते हुए, हम द्वारक समय को इस प्रकार प्राप्त करते हैं,

$$S = L * Prf\ (in\ Hz)$$

और एकीकृत करने के लिए नमूने की संख्या को

$$N = L * \frac{Prf\,(in\,Hz)}{V_{satellite}}$$

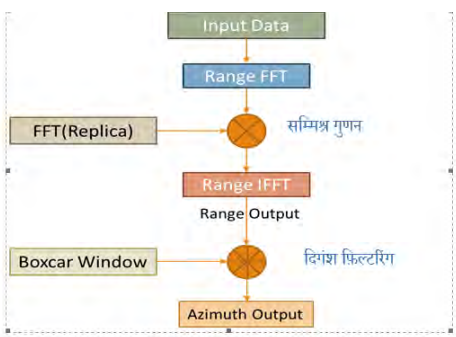
चित्र 2 विकेन्द्रित SAR दृष्टिकोण को दर्शाता है जहां लगातार अवधि S के लिए एकक्रित नमूनों को जोड़ा जाता है। लगातार नमूनों का औसत लेने की तरकीब इस धारणा पर आधारित है कि $\varphi \leq \pi/4$ के लिए नमूनों को प्रावस्था मे जोड़ा जा सकता है।



चित्र (2) नमूनों का जोड़: विक्रेंदित प्रक्रमण

3.2 ऑनबोर्ड संसाधक के लिए एल्गोरिथ्म-वास्तुकला और कार्यान्वयन

इस अनुभाग में हम ऑनबोर्ड प्रणाली वास्तुकला और इसके संबंधित कार्यान्वयन दृष्टिकोण पर चर्चा करते हैं जो उच्च-विभेदन स्कैटरोमीटर मे परास-दिगंश विभेदन के लिए विक्रेंदित SAR एल्गोरिथ्म का उपयोग करता है। चित्र 3 चर्चा की गई एल्गोरिथ्म के क्रियान्वयन के लिए एल्गोरिथ्म प्रवाह आरेख दिखाता है और चित्र 4 में ऑनबोर्ड संसाधित्र के कार्यान्वयन के लिए वास्तुशिल्प अवलोकन दर्शाया गया है।



चित्र (3): एल्गोरिथ्म प्रवाह आरेख

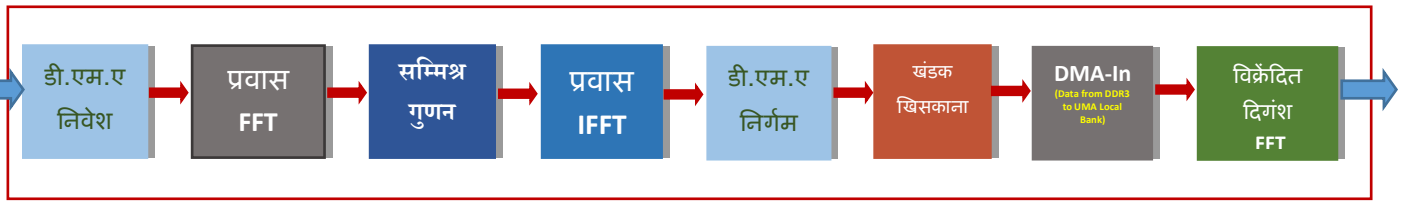


चित्र (4): विक्रेंदित SAR उपगमन का उपयोग करते हुए प्रवास-दिगंश संसाधित्र की वास्तुकलात्मक प्रस्तुति

स्कैटरोमीटर के अनुप्रयोगों के लिए प्रवास-दिगंश विभेदन के ऑनबोर्ड कार्यान्वयन में I Q विमडूलन और फ़िल्टर-डेसिमेशन चरण शामिल है, जिसके बाद डॉपलर प्रतिपूरण चरण आता है। डॉपलर प्रतिपूरण के पश्चात प्रवास-संपीड़न और विक्रेंदित दिगंश प्रसंस्करण किया जाता

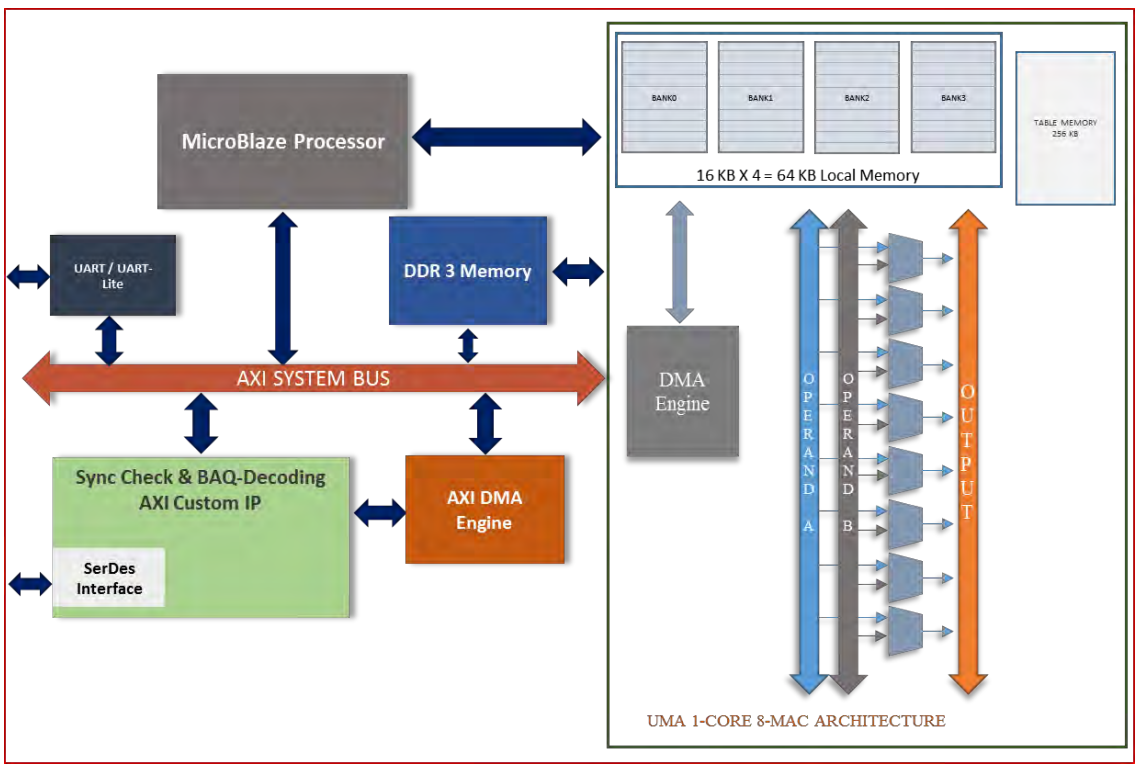
अनुक्रमणिका

है। विक्रेंदित दिगंश संसाधन से पूर्व, कार्यान्वयन वस्तुकला और प्रक्रम स्केटसैट-1 मिशन में कार्यान्वित वास्तुकला के सामान है। इस अध्ययन में, हमारे ध्यान का क्षेत्र केवल दिगंश संसाधन पर लिए सीमित है।



चित्र (5): ऑनबोर्ड कार्यान्वयन प्रवाह

चित्रा 5, एफ.पी.जी.ए कार्यान्वयन के प्रवाह के साथ-साथ विक्रेंदित दिगंश संसाधन के सत्यापन का भी प्रतिनिधित्व करता है। चित्र 6 आंतरिक ब्लॉक वास्तुकला को दर्शाता है जिसमें माइक्रोबैज़ संसाधक को ऐ.एक्स.आई बस पर डी.डी.आर 3, एम.आई.जी नियंत्रक, यू.ए.र.टी, टी.एल.के सेड्र्स और यूनिवर्सल मल्टीफ़ंक्शन एक्सेलेरेटर (यू.एम.ए) के साथ जोड़ा गया है।



चित्र (6): मिक्रोब्लेज़ तथा यू.एम.ए सम्मिलित ऑनबोर्ड SAR संसाधित्र सॉफ्टवेर वस्तुकला

4. परिणाम (Results)

इस खंड में हम चर्चा किए गए विक्रेंदित SAR संसाधन एल्गोरिथ्म के परिणामों को प्रस्तुत करते हैं। RISAT-1 चरप संकेत और RISAT-1 कच्चे आंकड़ों पर साध्यता और एल्गोरिथ्म के प्रदर्शन के मूल्यांकन के लिए दो अलग विश्लेषण किए गए हैं।

4.1 अनुकरण परिणाम और विश्लेषण (Simulation Results and Analysis)

यहाँ हम चरप संकेत (रिसत-1 प्राचल का उपयोग करके उत्पन्न) का उपयोग करके मूल्यांकन किए गए विक्रेंदित SAR एल्गोरिथ्म के विश्लेषण और सत्यापन परिणामों पर चर्चा करते हैं। एल्गोरिथ्म का मूल्यांकन संकेत मे कला-विस्थापन को $\frac{\pi}{8}$ से $\frac{\pi}{2}$, $\frac{\pi}{8}$ की वृद्धियों में, बदलकर किया गया है।

अनुक्रमणिका

चित्र 7 प्रति बिन नमूनों के लिए अलग-अलग संपीड़ित चरप के उत्पादन की परिमाण प्रतिवेदन का प्रतिनिधित्व करता है। जैसा कि चित्र से स्पष्ट है, प्रति बिन के नमूने की संख्या बढ़ाने पर मुख्य पाली की चौड़ाई घट जाती है। हालांकि, चूंकि मुख्य पाली की चौड़ाई कम हो जाती है, शिखर पार्श्व पाली अनुपात (पी.एस.एल.आर) बढ़ जाता है।

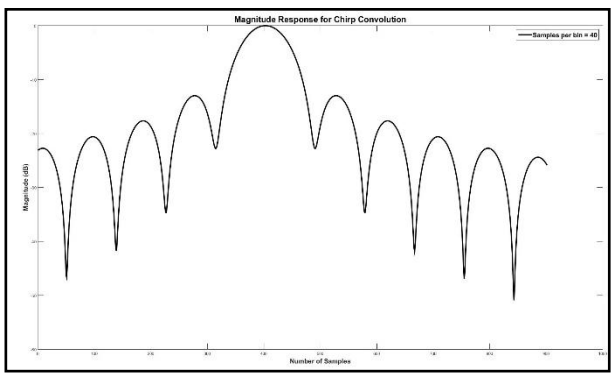


Figure a. Samples per bin = 40, $\varphi = \pi/8$
Main Lobe width (3dB width): 79 Samples
PSLR: -13 dB

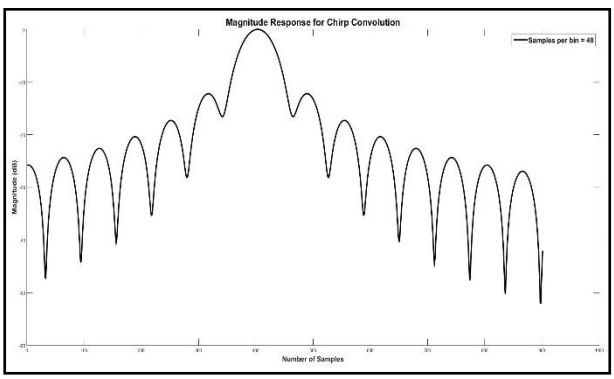


Figure b. Samples per bin = 57, $\varphi = \pi/4$
Main Lobe width (3dB width): 55 Samples
PSLR: -12.2 dB

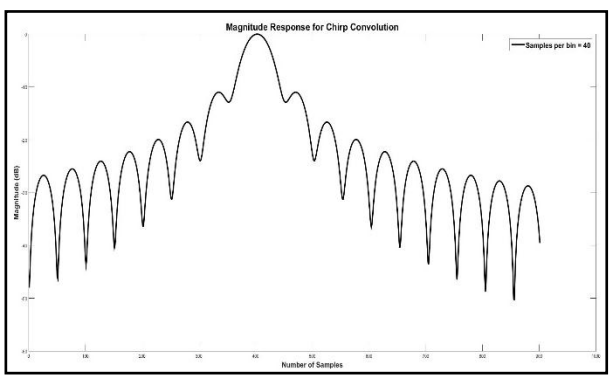


Figure c. Samples per bin = 70, $\varphi = 3\pi/8$
Main Lobe width (3dB width): 46 Samples
PSLR: -11.01 dB

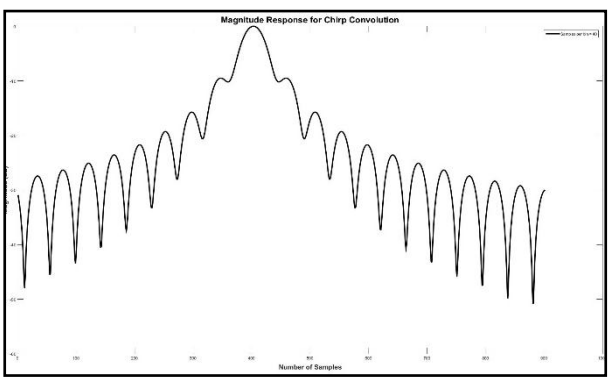


Figure d. Samples per bin = 81, $\varphi = \pi/2$
Main Lobe width (3dB width): 41 Samples
PSLR: -9.52 dB

चित्र (7): चल औसत संवलन का इस्तेमाल करते हुए चरप संकेत का परिमाण अनुक्रिया

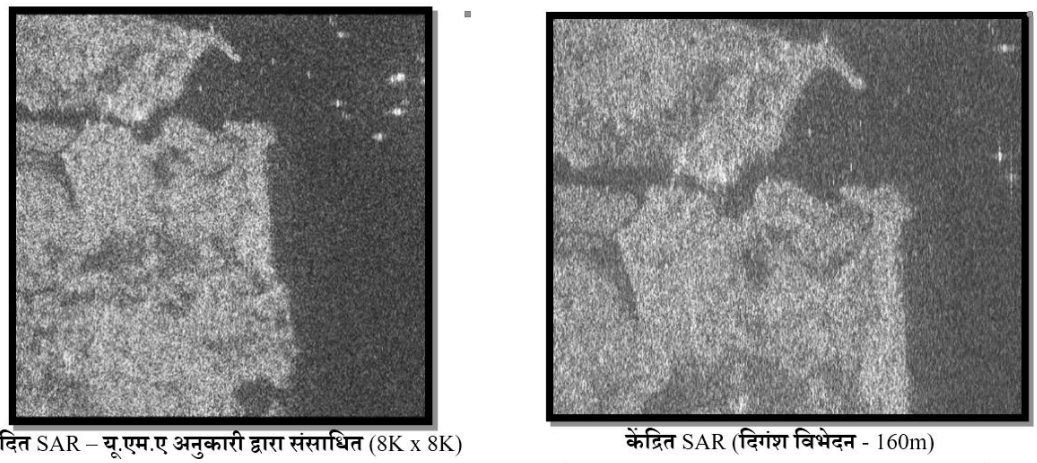
Table 1 प्रावस्था के सन्दर्भ मे गुणात्मक विश्लेषण

Phase	Samples per bin	Main lobe width	PSLR	ISLR
$\pi/8$	40	79	-13 dB	-10.1584 dB
$\pi/4$	57	55	-12.2 dB	-9.3740 dB
$3\pi/8$	70	46	-11.01 dB	-8.2638 dB
$\pi/2$	81	51	-9.52 dB	-7.0077 dB

4.2 RISAT-1 कच्चे आंकड़ों का उपयोग कर प्रतिबिंब संपीड़न (RISAT-1 Raw data Processing)

ऑनबोर्ड संसाधित्र का कार्यान्वयन RISAT-1 कच्चे डेटा का उपयोग करके सत्यापित किया गया था। इसके अलावा, 160m के दिगंश विभेदन के साथ पारंपरिक केंद्रित SAR प्रसंस्करण का उपयोग करके कच्चे डेटा को संसाधित किया गया था। कार्यान्वयन इन-हाउस विकसित पांच-एफ.पी.जी.ए ऑनबोर्ड SAR संसाधित्र (ओ.बी.एस.पी) हार्डवेयर पर किया गया था, जहां एल्गोरिथ्म कार्यान्वयन के लिए केवल एक एफ.पी.जी.ए का उपयोग किया गया था। चित्र 8 विभिन्न तकनीकों का उपयोग करके संसाधित RISAT-1 कच्चे डेटा के लिए प्रतिबिंब मैट्रिक्स प्रदान करता है।

अनुक्रमणिका



विक्रेंदित SAR – यू.एम.ए अनुकारी द्वारा संसाधित (8K x 8K)

केंद्रित SAR (दिगंश विभेदन - 160m)

विक्रेंदित SAR (4K x 4K) – एफ.पी.गी.ए मे संसाधित

विक्रेंदित SAR (4K x 4K) – MATLAB मे संसाधित

चित्र (8): RISAT-1 संसाधित प्रतिबिंब

5. निष्कर्ष एवं भविष्य का काम (Conclusion and Future Work)

इस अध्ययन में विक्रनेदित **SAR** संसाधक को वास्तविक **RISAT -1 SAR** डेटा पर अपने निष्पादन के लिए मूल्यांकन किया गया था। हालांकि, प्रस्तावित उच्च विभेदन स्कैटरोमीटर के क्रमवीक्षण अभिविन्यास पर विचार करते हुए, उच्च स्क्वंट कोण के लिए विक्रेंदित **SAR** एल्गोरिथ्म के निष्पादन को आगे अध्ययन / मूल्यांकन करने की आवश्यकता है। इस संबंध में, उच्च विभेदन स्कैटरोमीटर अनुपातों का उपयोग करते हुए इस एल्गोरिथ्म के मूल्यांकन के लिए आगे अनुकरण प्रगति पर है। इसके अलावा, **RD**, **CSA** आदि जैसे अन्य मानक **SAR** प्रक्रमण एल्गोरिथ्म की उपयुक्तता का पता लगाने के प्रयास चल रहे हैं।

6. अभिस्वीकृति

हम इस पत्र के लिए श्री प्रांतिक चक्रबोर्ती (एम.एस.आई.गी/एम.आर.एस.ए) को उनके द्वारा तैयार की गई प्रणाली रचना को हमें उपलब्ध करने के लिए धन्यवाद करना चाहते हैं। इसके अलावा हम श्री बी.एस.रमण (ग्रुप डिरेक्टर, एम.एस.डी.गी/एम.आर.एस.ए) को धन्यवाद करना चाहते है जो उन्होंने हमे यह काम करने का अवसर एवं बढ़ावा दिया।

7. संदर्भ:

1. M. Spencer, W. Tsai, D. Long, "High-Resolution Measurements With a Spaceborne Pencil-Beam Scatterometer Using Combined Range/Doppler Discrimination Techniques," IEEE Transactions in Geoscience and Remote Sensing,Vol. 41, No. 3, March 2003, pp. 567-581.
2. Michael Spencer, Samuel Chan, Louise Veilleux, Kevin Wheeler, "THE SOIL MOISTURE ACTIVE/PASSIVE (SMAP) MISSION RADAR: A NOVEL CONICALLY SCANNING SAR"
3. Fawwaz T. Ulaby, Richard K. Moore, Adrian K. Fung, "Microwave Remote Sensing, Active and Passive, Volume II"

अनुक्रमणिका

सुदुर संवेदन के नए आयाम

पी.एस.एल.वी. सी-37 मिशन के लिए सॉलिड स्टेट रिकॉर्डर

रमेश कुमार, रमेश बी. गामेती, अभिषेक कुणाल,
एम.एस.डी.जी./एम.आर.एस.ए.
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

पी.एस.एल.वी. सी -37 सवार (ऑनबोर्ड) कैमरा प्रणाली के द्वारा लिए गए वीडियो के डाटा को रिकॉर्ड करने के लिए बनाये गए उच्च प्रदर्शन डेटा रिकॉर्डिंग और सुनिश्चित रूप से इस डाटा को भूस्थल पर भेजने के लिए गैर-वाष्पशील फ्लैश मेमोरी के आधार पर एक ठोस अवस्था आधारित रिकॉर्डर (सॉलिड स्टेट रिकॉर्डर-एसएसआर) को विकसित किया गया। यह एसएसआर कई प्रकार से डाटा को अभिग्रहण एवं भंडार कर सकता है। इसका उपयोग माइक्रोवेव सिंथेटिक एपर्चर इमेजर्स, ग्राउंड चेकआउट एप्लिकेशन आदि जैसे उच्च डाटा दर के अनुप्रयोगों में किया जा सकता है। इस रिकॉर्डर का उपयोग डाटा का संग्रहण करने के लिए किया गया है। जैसे जैसे नई तकनीक आ रहे है इस बात का ध्यान रखते हुए इस रिकॉर्डर में कई NAND फ्लैश का उपयोग किया गया है जो औद्योगिक गुणवत्ता के साथ साथ उनकी बढ़ती घनत्व और लागत में कटौती को भी ध्यान में रखता है। इस एसएसआर की वास्तुकला विशेष रूप से बड़े पैमाने पर, वजन और शक्ति के अनुसार अनुकूलित किया गया है जिससे कि इसे विभिन्न इनपुट कनेक्टिविटी विकल्पों के लिए तथा अधिकांश डेटा भारी स्रोतों के साथ आसानी से प्रयोग किया जा सके। इसकी उच्च एकीकता और लचीली वास्तुकला उच्च भंडारण घनत्वों को बढ़ाने की अनुमति देती है। यह भंडारण क्षमताओं की एक बड़ी रेंज प्रदान करता है और 2 एमबीपीएस की गति को भी समर्थन करता है।

1. प्रस्तावना

सॉलिड स्टेट रिकॉर्डर (एसएसआर) एक रिकॉर्डिंग डिवाइस है जो डेटा को स्टोर करने के लिए सॉलिड स्टेट तकनीक का उपयोग करता है, जो वर्तमान संदर्भ में एक फ्लैश डिवाइस के अलावा कुछ भी नहीं है। फ्लैश मेमोरी अस्थिर गेट ट्रांजिस्टर से बने मेमोरी कोशिकाओं की एक सारणी में जानकारी संग्रहीत करता है। एकल-स्तरीय सेल (एसएलसी) फ्लैश डिवाइसेज़ में, प्रत्येक सेल केवल एक बिट जानकारी को संग्रह करता है। बहु स्तरीय सेल (एमएलसी) उपकरणों तथा ट्रिपल स्तरीय सेल (टीएलसी) उपकरणों में एक से अधिक बिट प्रति सेल संग्रहीत किया जाता है।

तालिका -1: पी.एस.एल.वी. सी -37 एसएसआर के प्रमुख विनिर्देश

विशेषलक्षण	
इनपुट डेटा दर	2 एमबीपीएस
भंडारण क्षमता	64 गीगाबीट
तापमान सीमा	0 से 70 0C
भंडारण माध्यम	NAND फ़्लैश
वजन	700 ग्राम
शक्ति	4 वाट
डेटा इनपुट इंटरफ़ेस	RS422
ऑपरेटिंग वोल्टेज	18-72 वोल्ट
पैकेज का आकार	220 मिमी 160 मिमी 25 मिमी

बड़े स्टोरेज क्षमता की आवश्यकता वाले अनुप्रयोगों में, उच्च गति डेटा दर और लंबी स्थिरता की जरुरत के कारण NAND फ्लैश डिवाइस पसंदीदा स्टोरेज माध्यम के रूप में चुना जाता है। ये NAND फ्लैश गैर-वाष्पशील संग्रहण, यानी जब पावर हटा दी जाती है तब भी वे डेटा को बनाए रखते हैं। हमारे सॉलिड स्टेट रिकॉर्डर (एसएसआर) में भी इन

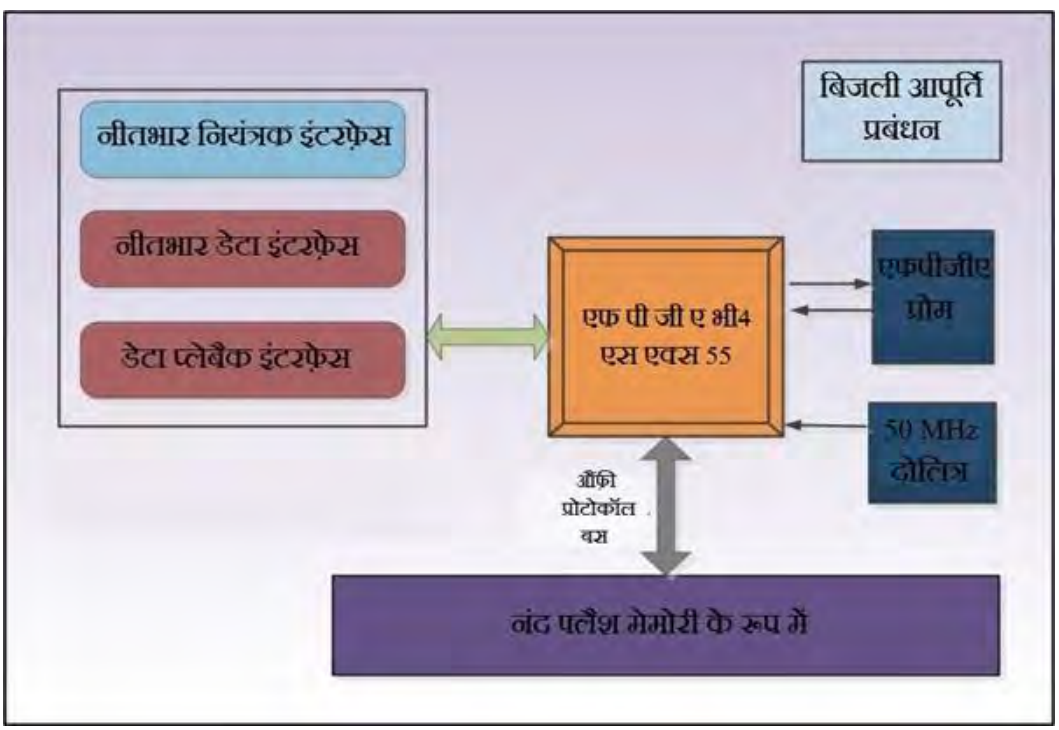
अनुक्रमणिका

उच्च घनत्व NAND फ्लैश अवयवों का ही उपयोग किया गया है। गति, धीरज और बिजली की खपत के मामले में सर्वोच्च प्रदर्शन हासिल करने के लिए, इस डिजाइन में एकल स्तरीय सेल (एसएलसी) आधारित NAND फ्लैश का इस्तेमाल किया गया है। तालिका-1 हमारे एसएसआर की प्रमुख विशिष्टताओं को दर्शाती है।

पी.एस.एल.वी. सी -37 एसएसआर की वास्तुकला और विन्यास

वर्तमान एसएसआर में जिलिंक्स वर्टेक्स -4 ऍफ़ पी जी ऐ का उपयोग किया गया है, जो मुख्य नियंत्रक के रूप में कार्य करता है। इस एफपीजीए और आर.एस. 422 के माध्यम से समग्र समन्वय, कमांड डिकोडिंग, विभिन्न फ्लैश डिवाइसेज के लिए इनकमिंग हाई स्पीड डाटा का वितरण और डेटा पुनर्प्राप्ति का कार्य करता है। 2 एम बी पी एस तक की निरंतर डेटा दर हासिल करने के लिए कई NAND फ्लैश डिवाइस का उपयोग किया गया है।

चित्र 1 में इस एसएसआर के समग्र ब्लॉक आरेख को दर्शाया गया है, जो एक मुख्य पावर बस की आपूर्ति (12-72 वोल्ट) पर काम करता है। इस एसएसआर के संचालन के लिए जरूरी सभी वोल्टेज, प्वाइंट ऑफ लोड (पीओएल) नियामकों द्वारा आंतरिक रूप से प्राप्त किए जाते हैं। आर.एस. 422 इंटरफ़ेस के माध्यम से हाई स्पीड इनकमिंग डेटा एफपीजीए के डबल बफ़र्स में प्राप्त होता है और फिर धीमी गति से लिखने के लिए सभी फ्लैश मेमोरी को वितरित करता है। फ़्लैश उपकरणों के साथ सभी तरह के संचार के लिए ओपन NAND फ्लैश इंटरफेस (ओएनएफआई) प्रोटोकॉल का उपयोग किया गया है। विंडोज़ एक्सपी 7 आधारित ग्राफिकल यूजर इंटरफेस (जीयूआई) के द्वारा एसएसआर के संचालन के लिए आवश्यक सभी कमांड उत्पन्न किए जाते हैं।

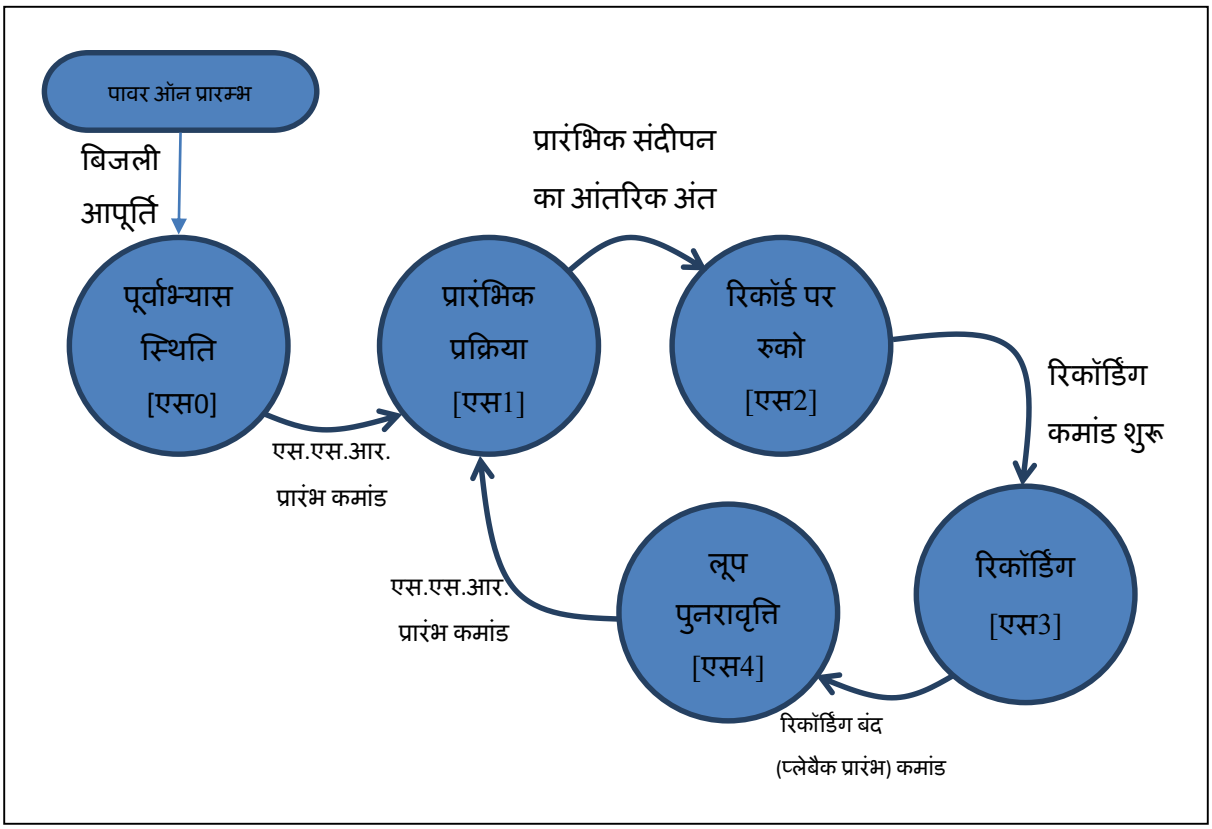


चित्र -1: पी.एस.एल.वी. सी -37 एसएसआर का आन्तरिक खंड आरेख

इस एसएसआर के विभिन्न चरण नीचे दिए गये चित्र -2 में पीएसएलवी एसएसआर के अवस्था आरेख में वर्णित हैं। शक्ति को शुरू करने (पावर ऑन) के बाद पूर्व आवधिकता चरण में यह आ जाता है तथा आदेश की राह देखता है जैसे ही आदेश मिलता है यह आदेश के अनुसार अपने आपको अगली प्रक्रिया के लिए इंतज़ार करता है। रिकॉर्ड आदेश प्राप्त करने के बाद यह 600 सेकंड के लिए डेटा रिकॉर्ड करता है और फिर अगले 600 सेकेंड के लिए आईसीयू से आदेश (कमांड) मिलने के बाद डेटा को फिर से चलाता है।

अनुक्रमणिका

रिकॉर्डर लॉन्च पैड पर टी -30 मिनट पर संचालित होता है। इसे टी = 0 (लगभग) पर एक प्रारंभिक आदेश प्राप्त होता है तो रिकॉर्डर एक आंतरिक आरंभीकरण दिनचर्या में जाता है जिसमें स्टोरेज फ्लैश मेमोरी को मिटाया जाता है। आरंभीकरण प्रक्रियाओं में रिकॉर्डर को 10 सेकंड से कम समय लगता है। टी = + 1100 के आसपास, रिकॉर्ड्स / रीप्ले कमांड निष्क्रिय लॉजिक लो स्टेट से उच्च हो जाती है और रिकॉर्डर इनपुट डेटा स्ट्रीम की रिकॉर्डिंग शुरू कर देता है। टी = 1600 में लगभग रिकार्ड / रीप्ले कमांड लाइन शून्य पर चली जाती है और रिकॉर्डर संग्रहीत डेटा को फिर से शुरू कर देता है। लगभग टी = 2100 के समय में रिकॉर्डर की कार्यक्षमता पूरी हो जाती है और ये फिर से निष्क्रिय स्थिति में वापस चला जाता है।



चित्र 2. पी.एस.एल.वी. सी -37 एसएसआर का अवस्था आरेख

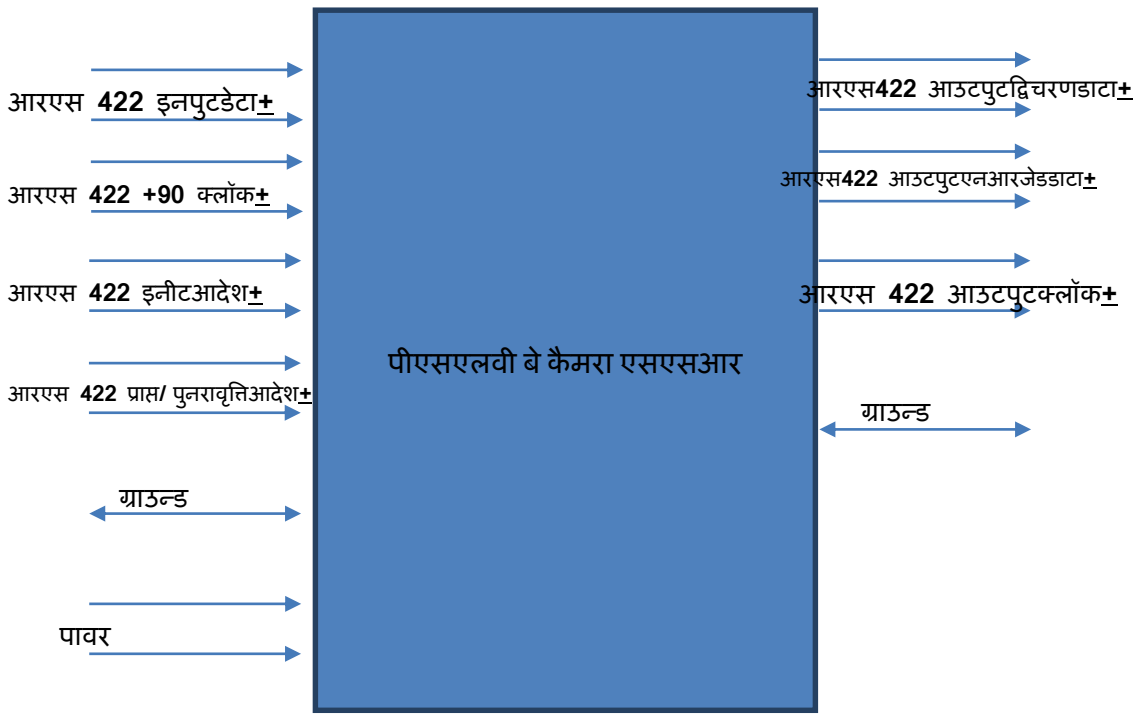
चित्र 3 में यह दिखाया गया है की पीएसएलवी कैमरा का आईसीयू (इंटीग्रेटेड कंट्रोल यूनिट) के बीच इंटरफ़ेस है तथा इस आईसीयू का एसएसआर के साथ आरएस 422 अंतरफलक (इंटरफ़ेस) है। आईसीयू एसएसआर को टी -30 मिनट पर रीसेट सिग्नल देता है, फिर रिकॉर्डर अगले कमांड के लिए प्रतीक्षा करता है। टी + 1200 सेकंड के दौरान एसएसआर डाटा रिकॉर्ड करता है और फिर अगले 600 सेकंड के लिए प्राप्त संकेत को प्लेबैक करता हैं।



चित्र 3 पी.एस.एल.वी. सी -37 कैमरा, आईसीयू तथा एसएसआर इंटरफ़ेस

अनुक्रमणिका

पी.एस.एल.वी. सी-37 मिशन की उड़ान में उपग्रहों के अलग-अलग होने की दृश्य प्रतिक्रिया के लिए जो कैमरा तैनात किया गया है उसके डेटा को 2 एमबीपीएस पर टेलीमेट्री लिंक के माध्यम से स्ट्रीम किया जाता है। पी.एस.एल.वी. सी 37 की इस विस्तारित उड़ान में उपग्रह प्रक्षेपण चरण के दौरान लॉन्चिंग वाहन टेलीमेट्री लाइन से बाहर निकल जाता है, इसलिए रिकॉर्डर का इस्तेमाल उस समय के डेटा को रिकॉर्ड करने के लिए किया गया है और लिंक स्थापित होने के बाद इसे वापस रिले किया जाता है। रिकॉर्डर का खंड आरेख निम्नानुसार दिखाया गया है:



चित्र 4 पी.एस.एल.वी. सी -37 एसएसआर का इंटरफ़ेस खंड आरेख

एसएसआर के प्रत्येक आदेश में 32 बाइट का अनुक्रम जिसमें स्टार्ट फ्रेम आइडेंटिफ़ायर, औपकोड, ऑपरेंड और एंड फ़्रेम पहचानकर्ता शामिल हैं। एसएसआर इस आदेश को डीकोड करता है और औपकोड पर आधारित आवश्यक कार्यक्षमता प्रदान करता है। एसएसआर में सभी रिकॉर्डिंग क्रमिक रूप से संग्रहित की जाती हैं और इसमें एक होस्ट आधारित फाइल मैनेजमेंट सिस्टम (एफएमएस) है जो एसएसआर में सभी रिकॉर्डिंग का ट्रैक रखता है। ऐसी फाइलों की संख्या पर कोई सीमा नहीं है जो इस एसएसआर में संग्रहित की जा सकती है, यह केवल एसएसआर की क्षमता तक सीमित है। एक बार एसएसआर भरा हुआ होने पर (इसकी स्थिति के लिए जीयूआई में एक संकेत है), "मिटाने का (ERASE)" कमांड है जिसे जमा की गई फ़ाइलों को हटाने के लिए जारी किया जाता है।

एसएसआर को सार्थक रूप से संचालित और उपयोग करने के लिए, उनके ऑप्कोड्स के साथ अद्वितीय कमांडों की एक व्यापक सूची विकसित की गई है। ये कोड, प्रत्येक आकार के दो बाइट्स, आरएस -422 इंटरफ़ेस का उपयोग करके एसएसआर को फ्रेम संरचना के भाग के रूप में भेजा जाता है। एसएसआर कमांड फ्रेम संरचना बाइट-बाइट के रूप में डीकोड करती है और इसकी आवश्यक कार्यक्षमता पूरी तरह से औपकोड पर निर्भर करती है। एसएसआर पूरी तरह से भर जाने के बाद "मिटाने" की प्रकिया के लिए पहचान लिया जाता है। "फ़्रेम प्रारंभ" के साथ-साथ "फ़्रेम एंड" फ़ील्ड में प्रत्येक में 4 बाइट्स के विभिन्न छद्म यादृच्छिक क्रम (पीएन) अनुक्रम के

अनुक्रमणिका

साथ-साथ कमांड स्ट्रक्चर के शुरू और अंत में शामिल होते हैं। तालिका-२ में एसएसआर को जारी करने वाले आदेशों की सूची दिखायी गयी है।

तालिका -2: पी.एस.एल.वी. सी -37 एसएसआर के लिए कमांड की सूची

कमांड	औपकोड	
एफपीजीए रीसेट करें	0x75	0x06
फ्लैश मेमोरी रीसेट करें	0x75	0x08
फ्लैश डिवाइस आईडी पढ़ें	0x75	0x09
खराब ब्लॉक पहचान	0x70	0x03
एसएसआर रिकॉर्डिंग शुरू करें	0x70	0x04
एसएसआर रोक रिकॉर्डिंग	0x70	0x05
एसएसआर को खराब ब्लॉकों की जानकारी अपलोड करें	0x74	0x90
रिकॉर्डर पर फ़ाइलें प्रदर्शित करें	0x74	0x91
रिकॉर्डर मिटाना	0x69	0x66

पी.एस.एल.वी. सी-37 एसएसआर हार्डवेयर और ऑपरेटर कंसोल

एसएसआर बोर्ड एक गहन 12-परत पीसीबी है जिसमें बॉल ग्रिड अर्रे (बीजीए) एफपीजीए डिवाइस और कई NAND फ्लैश डिवाइसेज शामिल हैं। पीसीबी क्षेत्र का बेहतर उपयोग करने के लिए, कई NAND फ्लैश चिप्स पीसीबी के ऊपर की तरफ रखे गए हैं और समान संख्या में चिप्स नीचे की तरफ भी रखे गए हैं। ये बड़ी संख्या में NAND फ्लैश डिवाइस इनपुट डेटा दर से निपटने की क्षमता बढ़ाने के साथ-साथ बोर्ड की डाटा स्टोरेज क्षमता बढ़ाने में भी मदद करते हैं। चित्र -5 में हार्डवेयर एकीकृत पैकेज दिखाया गया है।

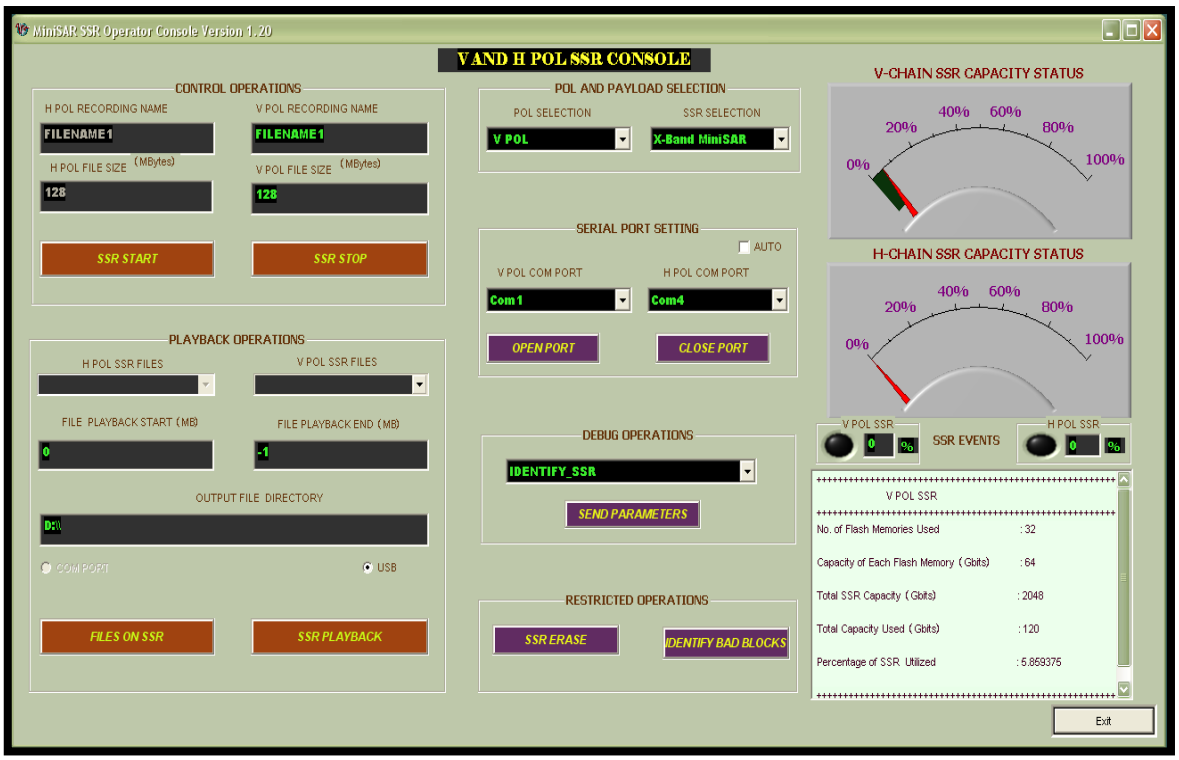


चित्र -5 पी.एस.एल.वी. सी -37 एसएसआर हार्डवेयर एकीकृत पैकेज

एसएसआर का सुगमता पूर्वक संचालन के लिए एक बहुत ही सहज, विंडोज़ आधारित अनुप्रयोग माइक्रोसॉफ्ट विज़ुअल सी ++ सॉफ्टवेयर में विकसित किया गया है। यह उपयोगकर्ता के अनुकूल ग्राफिकल यूजर इंटरफेस (जीयूआई) के द्वारा आधारित फ़ाइल प्रबंधन प्रणाली में एसएसआर में खाली तथा भरे जगह को इंगित करता है, और ब्लॉक-वार मिटाने के ऑपरेशन का समर्थन करता है। न्यूनतम रिकॉर्डिंग का आकार 16 एमबी से लेकर

अनुक्रमणिका

एसएसआर की अधिकतम रेटेड क्षमता तक संभव है। चित्र -6 में एसएसआर के लिए विकसित जीयूआई को दिखाया गया है।



चित्र-6 पी.एस.एल.वी. सी-37 एसएसआर के लिए विकसित जीयूआई

उपयोग

इस सॉलिड स्टेट रिकॉर्डर (एसएसआर) का उपयोग करके हमने हाल ही में पी.एस.एल.वी. सी-37 के द्वारा छोडे गये 104 उपग्रहों का विडीयो तैयार किया जिसे हम नीचे दिये गये लिन्क से देख सकते है।
http://isro.gov.in/update/15-feb-2017/pslv-c37-lift-and-onboard-camera-video

निष्कर्ष

सॉलिड स्टेट रिकॉर्डर (एसएसआर) का डिजाइन और विकास एक जटिल और चुनौतीपूर्ण कार्य था। प्रमुख बाधाएं एफएपीजीए के साथ NAND फ्लैश डिवाइस के इंटरफेस के साथ-साथ डेटा डाउनलोड करने के लिए आरएस -422 इंटरफ़ेस के लिए थीं। यह एसएसआर पी.एस.एल.वी. सी-37 मिशन के साथ सफलतापूर्वक एकीकृत किया गया है और इसका उपयोग कई अन्य प्रक्षेपण यान तथा नीतभार के प्रयोगशाला परीक्षण में बड़े पैमाने पर किया जा रहा है। भविष्य में इस रिकॉर्डर को अन्य पी.एस.एल.वी. तथा जी.एस.एल.वी. मिशन, माइक्रोवेव रिमोट सेंसेलिंग पेलोड जैसे एल एंड एस एयरबोर्न एसएआर और NISAR आदि के लिए ग्राउंड चेकआउट इकाइयों में उपयोग के लिए भी योजना बनाई जा रही है।

शब्द संकेत -सॉलिड स्टेट रिकॉर्डर (एसएसआर), फ़ील्ड प्रोग्राममेबल गेट अर्रे (एफपीजीए), ग्राफिकल यूजर इंटरफेस (जीयूआई), एकीकृत नियंत्रण इकाई (आईसीयू)।

आभार

एसएसआर संबंधित गतिविधियों के लिए लगातार मार्गदर्शन और प्रोत्साहन के लिए लेखक श्री तपन मिश्रा (निदेशक, सैक), उप-निदेशक श्री राजीव ज्योति, ग्रुप-निदेशक श्री बी.एस. रमण, हिंदी कक्ष के सभी सदस्यों एवं हमारे ग्रुप के सभी कर्मचारी गण के आभारी हैं। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में आयोजित हिंदी तकनीकी संगोष्ठी में लेख

अनुक्रमणिका

प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने के लिए संगोष्ठी समिति का हार्दिक आभार। लेखक अपने ज्ञान और विशेषज्ञता को साझा करने के लिए सभी टीम सदस्य का भी आभारी हैं।

संदर्भ

[1] ओपन NAND फ्लैश इंटरफ़ेस विशिष्टता संशोधन 2.1,14 जनवरी 2009
[2] माइक्रोन NAND फ्लैश मेमोरी
[3] आर.एस. 422 विकास मॉड्यूल डाटा शीट
[4] www.ti.com
[5] www.ftdichip.com

लेखक परिचय :



रमेश कुमार ने वर्ष 2007 में एन.जी.पी. पटना से इलेक्ट्रोनिक्स इंजीनियरिंग में डिप्लोमा की, वर्ष 2010 में आई.ई.आई. कोलकाता से इलेक्ट्रोनिक्स एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. की डिग्री और वर्ष 2014 में आई.ई.टी.ई. नई दिल्ली से कंप्यूटर साइंस में एम. टेक. की डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2009 से सैक/इसरो के माइक्रोवेव सेंसर कंट्रोल इलेक्ट्रोनिक्स प्रभाग में कार्यरत हैं।



रमेश गामेती ने अक्टूबर 1989 में इलेक्ट्रॉनिक्स और रेडियो इंजीनियरिंग में अपना डिप्लोमा प्राप्त किया। जुलाई 1998 में गुजरात विश्वविद्यालय से इलेक्ट्रॉनिक्स और संचार इंजीनियरिंग में बी.इ. की डिग्री प्राप्त की/ वर्ष 1991 से भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो), अहमदाबाद में स्पेस एप्लीकेशन सेंटर के माइक्रोवेव सेंसर डाटा प्रोसेसिंग प्रभाग में कार्यरत हैं।



अभिषेक कुणाल ने दूरसंचार इंजीनियरिंग में बी.टेक की डिग्री विश्वरैया तकनीकी विश्वविद्यालय से सितंबर 2005 में की/ वर्ष 2006 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो के माइक्रोवेव सेंसर डाटा प्रोसेसिंग प्रभाग में कार्यरत हैं।

अनुक्रमणिका

सुदूर संवेदन के नए आयाम

एस. ए. आर. नीतभार के लिए भू-जाँच इकाई का स्वचालन

शौकिन फोगाट, विकास सिंह, अभिषेक कुणाल और एस.एम. त्रिवेदी
एम.एस.डी.जी/एम.आर.एस.ए, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो), अहमदाबाद
{Shokeen@sac.isro.gov.in , vikassingh@sac.isro.gov.in,
abhishek@sac.isro.gov.in, sanjay@sac.isro.gov.in }

सारांश

इस पत्र में चंद्रयान-2 एस.ए.आर. नीतभार के लिए भू-जाँच इकाई का विकास और कार्यान्वयन प्रस्तुत किया गया है। जो एस.ए.आर. नीतभार की जांच करने के लिए वर्तमान कार्यान्वयन की कार्यक्षमता को समझाएगा।

एस.ए.आर. नीतभार के डिजीटल (अंकीय) उपतंत्र की विस्तृत कार्यक्षमता का कुशलतापूर्वक परीक्षण करने के लिए एक भू-जाँच इकाई की आवश्यकता है। किसी भी नीतभार परीक्षण के लिए ग्राउंड चेक आउट इकाई बहुत महत्वपूर्ण है

हमने एक सामान्य भू-जाँच इकाई विकसित की है। हमने इसे चंद्रयान-2 एस.ए.आर. नीतभार के लिए विकसित किया है। पिछली इकाई के मुकाबले इस इकाई में कई अतिरिक्त सुविधाएं हैं। हमने विभिन्न प्रकार के विश्लेषण के लिए स्वचालन प्रदान किया है, जिसमे पहले बहुत समय लगता था। यह जाँच इकाई बहुत व्यापक है इसका उपयोग अन्य एस.ए.आर. नीतभार परीक्षण के लिए भी किया जा सकता है। हमने इसे एल. एवं एस. एस.ए.आर. और रिसोर्ससैट-2 ए नीतभारों के परीक्षण के लिए भी अद्यतन किया है। भविष्य में एस.ए.आर. नीतभार के जटिल परीक्षण में यह जाँच इकाई बहुत सहायक होगी।

परिचय:

चन्द्रमा-2 भारत का चंद्रमा पर दूसरा मिशन, चंद्रमा के अधिक से अधिक विश्लेषण के उद्देश्यों से परिभाषित किया गया है और पहले भारतीय चंद्रमा मिशन के निष्कर्षों का गहराई से अध्ययन करने के लिए किया गया है। चन्द्रयान-1 मिनी एस.ए.आर. और एलआरओ मिनी आरएफ उपकरणों द्वारा किए गए अध्ययनों को आगे बढाने के लिए और इमेजिंग क्षमता में सुधार के लिए, दो सुधारित दोहरी आवृत्ति एस.ए.आर. नीतिभारों को चंद्रमा-2 के मिशन के लिए आन बोर्ड तैयार किया गया है। यह दोहरी आवृत्ति एस.ए.आर. में एक एल. बैंड और एक एस. बैंड एस.ए.आर. नीतभार शामिल होंगे और उपग्रह कक्ष में रखे जाएंगे। एस.ए.आर. प्रणाली एल-बैंड और एस-बैंड दोनों में अकेले और साथ-साथ संचालन करने में सक्षम होगी। यह दोहरी आवृत्ति एस.ए.आर. नीतभार डिजिटल अवयवों के भीतर एक परिष्कृत संकेत प्रक्रमण तंत्र को एकीकृत करेगा।

चंद्रयान-2 के दोहरी आवृत्ति एस.ए.आर. नीतभार के ऑनबोर्ड डिजिटल उपतंत्र के लिए एक छोटा अभिकल्प विन्यास किया गया है, जिसमें परिवर्ती विभेदन (2 से 75 मीटर) और परिवर्ती संकेतक विस्तार (2 मेगाहर्ट्ज से 75 मेगाहर्ट्ज) प्रसंस्करण आवश्यकताओं को ध्रुवणमापीक रेडार चैनलों के लिए तैयार किया गया है। चंद्रयान-2 एस.ए.आर. के डिजिटल उपतंत्र के विभिन्न आन बोर्ड मॉड्यूल यानी डिजिटल चर्प जनित्र(डी.सी.जी.), वी और एच ध्रुवीकरण के लिए द्वि-चैनल डेटा अर्जन(डी.ए.सी.एस.), प्रवास संकेत संसाधक, डेटा संपीडन (बी.ए.क्यू.) और नीतभार नियंत्रक (पी.एल.सी.) सभी को इस लघु डिजाइन समाधान में एकल बोर्ड में समायोजित किया गया है। चूंकि यह नीतभार परिवर्ती संकेत विस्तार (2 मेगाहर्ट्ज से 75 मेगाहर्ट्ज), स्पंद विस्तार और विभिन्न प्रकार के ध्रुवीकरनों के लिए काम करेगा। कुल मिलाकर लगभग 96 विन्यास होंगे इसलिए, बहुत सारे विन्यास के लिए इस नीतभार का परीक्षण करना बहुत कठिन कार्य है। इस परीक्षण की जटिलता को दूर करने के लिए हमने एक भू-जाँच इकाई विकसित की है। इस चेकआउट यूनिट में कई स्वचालित विशेषताएं हैं, जो समय और प्रयास को बहुत कम कर देगा। इस यूनिट में डिजिटल चर्प जेनरेटर, डेटा अधिग्रहण और संपीड़न प्रणाली, बी.ए.क्यू. विश्लेषण और प्रवास संपीड़न विश्लेषण के लिए परीक्षण शामिल हैं। इन सभी विश्लेषणों का परीक्षण इस पत्र में प्रस्तुत किया गया है।

अनुक्रमणिका

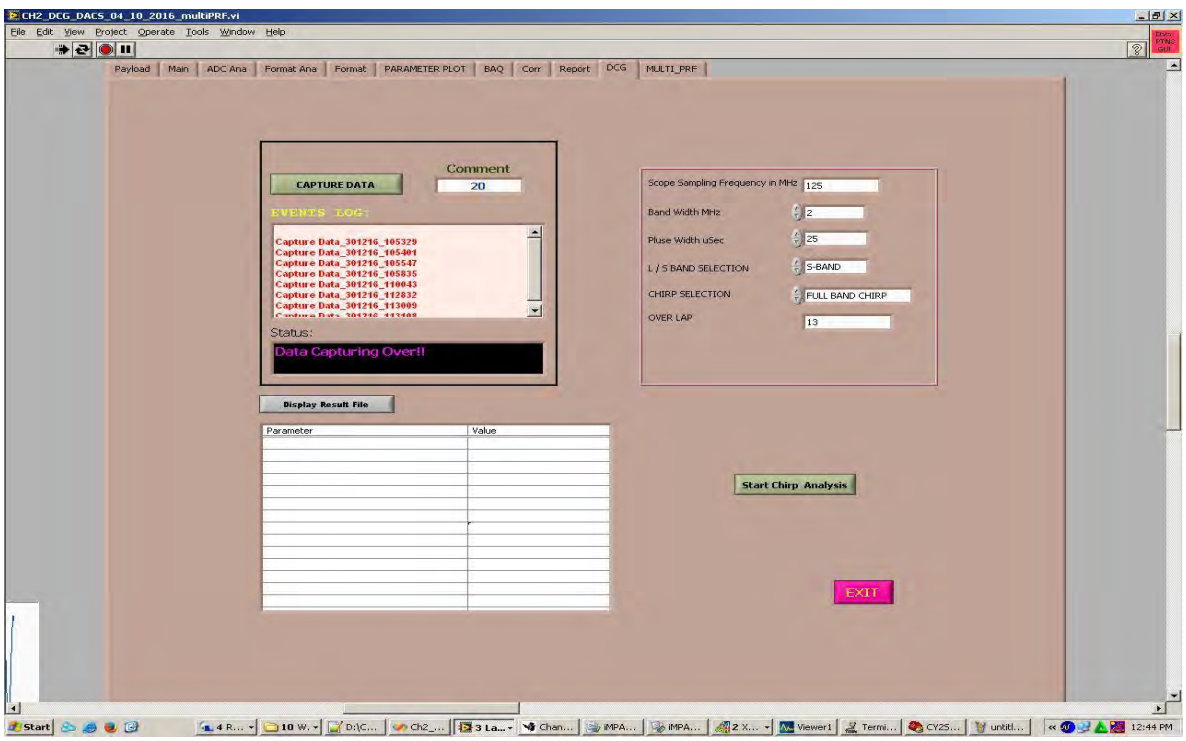
डिजिटल चर्प जनित्र (डीसीजी)

आवश्यक एस.ए.आर. प्रेषण चर्प संकेत या तो एनालोग या डिजिटल तकनीक से उत्पन्न किये जा सकते हैं। चूँकि डिजिटल दृष्टिकोण प्रोग्रामिंग के फायदे, बेहतर स्थायित्व एवं दोहराव की क्षमता प्रदान करता है, इसलिए आधार बैंड चर्प को डिज़िटल तरीके से जनित किया गया है।

डी.सी.जी. कार्यक्षमता सत्यापन:

डी.सी.जी. उपभाग की कार्यक्षमता को सत्यापित करने के लिए, प्रेषण स्पंद और चैनल आई. चर्प और चैनल क्यू. चर्प सीधे योकोगावा दोलनदर्शी से आवश्यक समय मुद्रांकन के साथ एक स्वचालित सॉफ्टवेयर का उपयोग कर प्रग्रहीत कर लिया जाता है। योकोगावा दोलनदर्शी में अधिग्रहण के लिए सभी जरूरी सेटिंग स्वचालित रूप से की जाती हैं और प्रग्रहीत फाइल (फाइलें) लैन संयोजकता का उपयोग कर भू-जाँच इकाई में स्थानांतरित की जाती है। डी.सी.जी. के कार्यात्मक आवश्यकताओं को सत्यापित करने के लिए प्रग्रहीत किए गए संकेत पर निम्नलिखित परीक्षण किए जाते हैं:

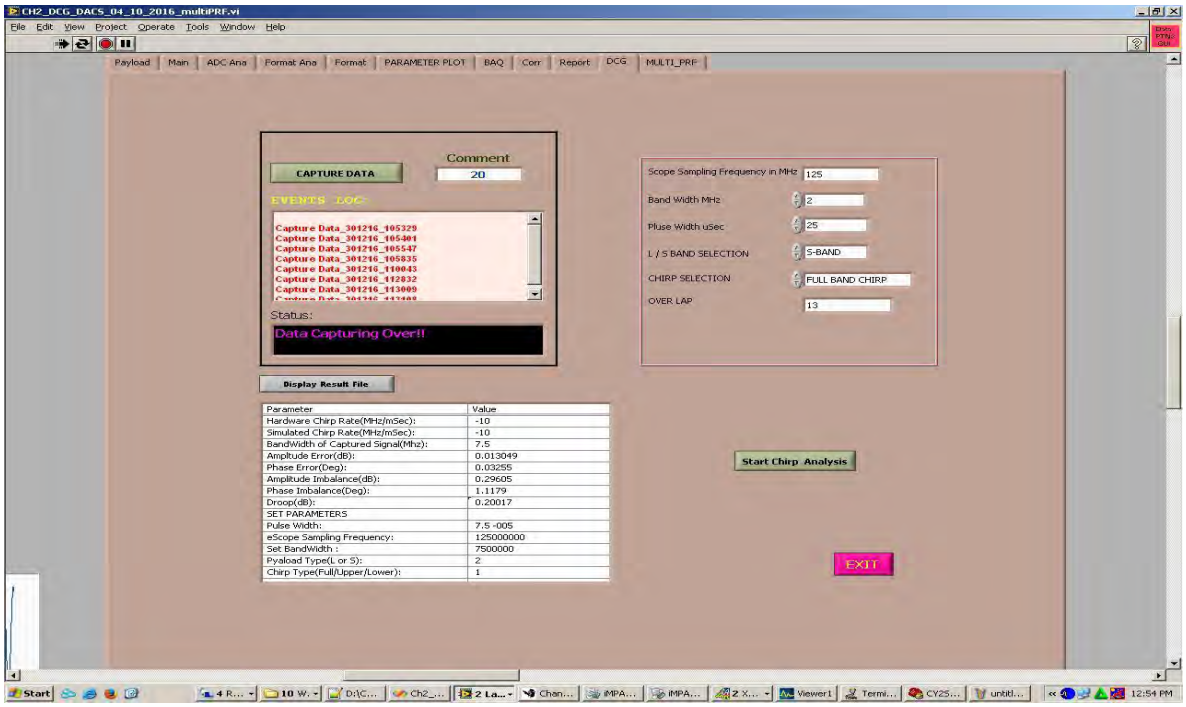
- प्रग्रहीत किए गए संकेत की चर्प दर का आकलन
- प्रग्रहीत किए गए संकेत के विस्तार का आकलन
- एक ही विशिष्टताओं के अनुकरित चर्प के संबंध में आयाम आर.एम.एस. त्रुटि
- एक ही विशिष्टताओं के अनुकरित चर्प के संबंध में कला आर.एम.एस. त्रुटि



डाटा अधिग्रहण और संपीड़न उपभाग निम्न कार्य करता है:

- चार चैनलों का उच्च गति डिजिटीकरण (एच.आई., एच.क्यू., वी.आई. और वी.क्यू.)
- बी.डी.एच.-मुख्य और बी.डी.एच.-अतिरिक्त इकाइयों के साथ श्रृंखलाकार- विश्रृंखलाकार डेटा अंतरण अन्तरापृष्ठ
- वी. और एच. श्रृंखला के लिए आन-बोर्ड संकेत प्रक्रमण में शामिल हैं:-
  - डिजिटल फ़िल्टरन
  - प्रवास संपीड़न
  - बी.ए.क्यू .डेटा संपीड़न
  - विकिरणमापी प्रणाली प्रक्रमण

अनुक्रमणिका





ए.डी.सी. की कार्यक्षमता और कार्यप्रणाली की पुष्टि के लिए, ज्ञात आवृत्ति और आयाम के एकल स्वर ज्यावक्रिय तरंग एक आर.एफ. स्रोत का उपयोग कर एडीसी को दिया जाता है। डिजीटल, प्रारूपित डेटा एफपीजीए आधारित सी.ओ.टी.एस. कार्ड का उपयोग कर लिया जाता है। यह कार्ड डिजिटल उप-इकाई से क्रमिक एल.वी.डी.एस. डेटा प्राप्त

अनुक्रमणिका

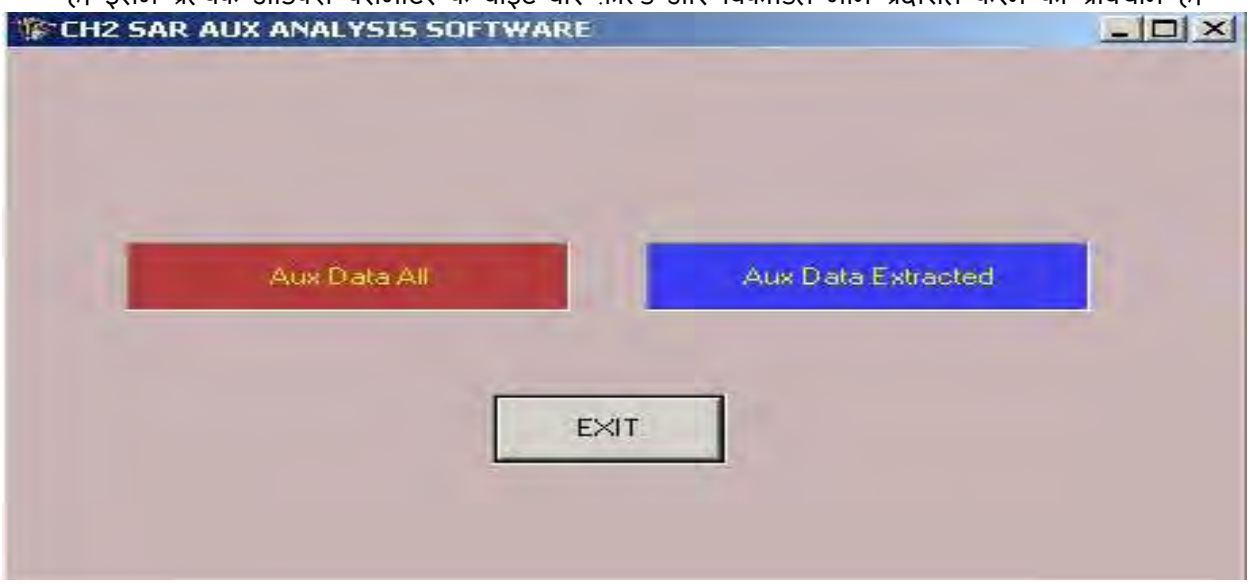
करता है, इसे 8-बिट समानांतर डेटा में परिवर्तित करता है और भू-जाँच इकाई को समानांतर डेटा स्थानांतरित करता है। एडीसी के प्रदर्शन मूल्यांकन के आंकड़ों पर निम्नलिखित परीक्षण किये जाते हैं:

- संकेत-शोर अनुपात और विरूपण (सिनाड)
- बिट्स की प्रभावी संख्या (ईनोब)
- संकेत-शोर अनुपात (एसएनआर)
- कुल हानिकारक विरूपण (टीएचडी)
- मिथ्या आवर्ती गतिक प्रवास (एसएफडीआर)

एक बार डेटा प्रग्रहण हो जाने पर, यह स्वचालित रूप से दिए गए प्रारूप के अनुसार परिकलित किया जाएगा। निकाले गए डेटा का उपयोग ए.डी.सी. प्रदर्शन को सत्यापित करने के लिए किया जाता है। इस इकाई एडीसी प्रदर्शन में निकाली गई डेटा से स्वचालित रूप से सत्यापित किया गया है। हम एक साथ कई पीआरएफ का उपयोग करके एडीसी को सत्यापित कर सकते हैं। हमें सिर्फ पीआरएफ की संख्या को निर्दिष्ट करना होगा और यह इकाई स्वतः आवश्यक पैरामीटर को सत्यापित कर देगा।

पेलोड डेटा प्रारूप विश्लेषण और सत्यापन

चंद्रयान-2 नीतभार में, डीएसीएस, पीएलसी और पादलेख सहित कुल शब्दों की संख्या 64 है। प्रारूप विश्लेषण और सत्यापन सॉफ्टवेयर प्रति पीआरएफ पर निकाली गई सहायक डेटा फाइल पढ़ता है और तालिका से प्रदर्शित करता है। इसमें प्रत्येक आउक्स पैरामीटर के बाइट-वार फ़ील्ड और विकोडित मान प्रदर्शित करने का प्रावधान है।



हमने निकाले गए औक्स डेटा के सत्यापन के लिए सुविधा भी प्रदान की है। सभी दिए गए क्षेत्र टीसी / टीएम अनुकारक औक्स प्राचल के साथ निकाले गए औक्स पैरामीटर की तुलना करके सत्यापित किए जाएंगे।

संकेत संसाधक विश्लेषण में शामिल हैं:

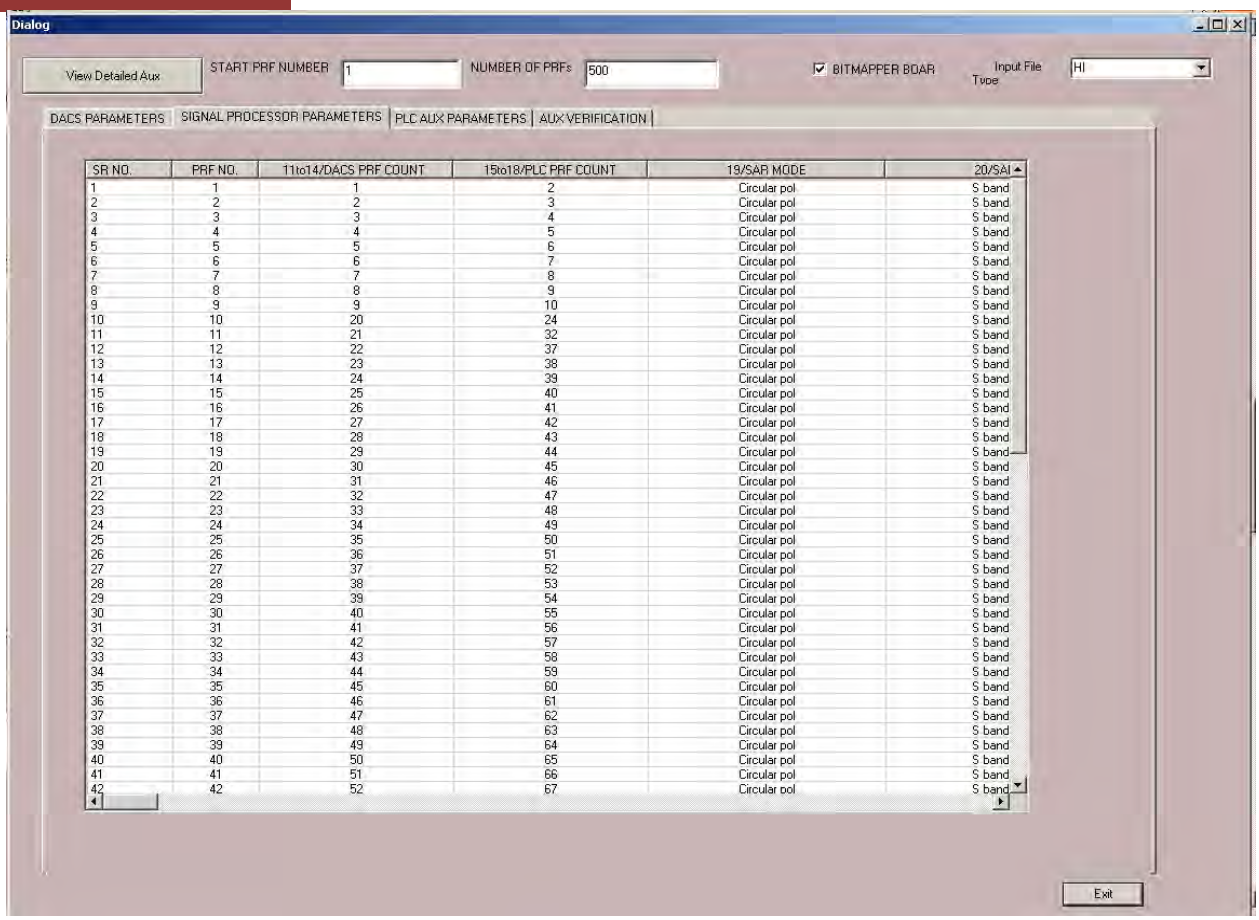
1. प्रवास संपीड़न
2. बी.ए.क्यू. डेटा संपीड़न

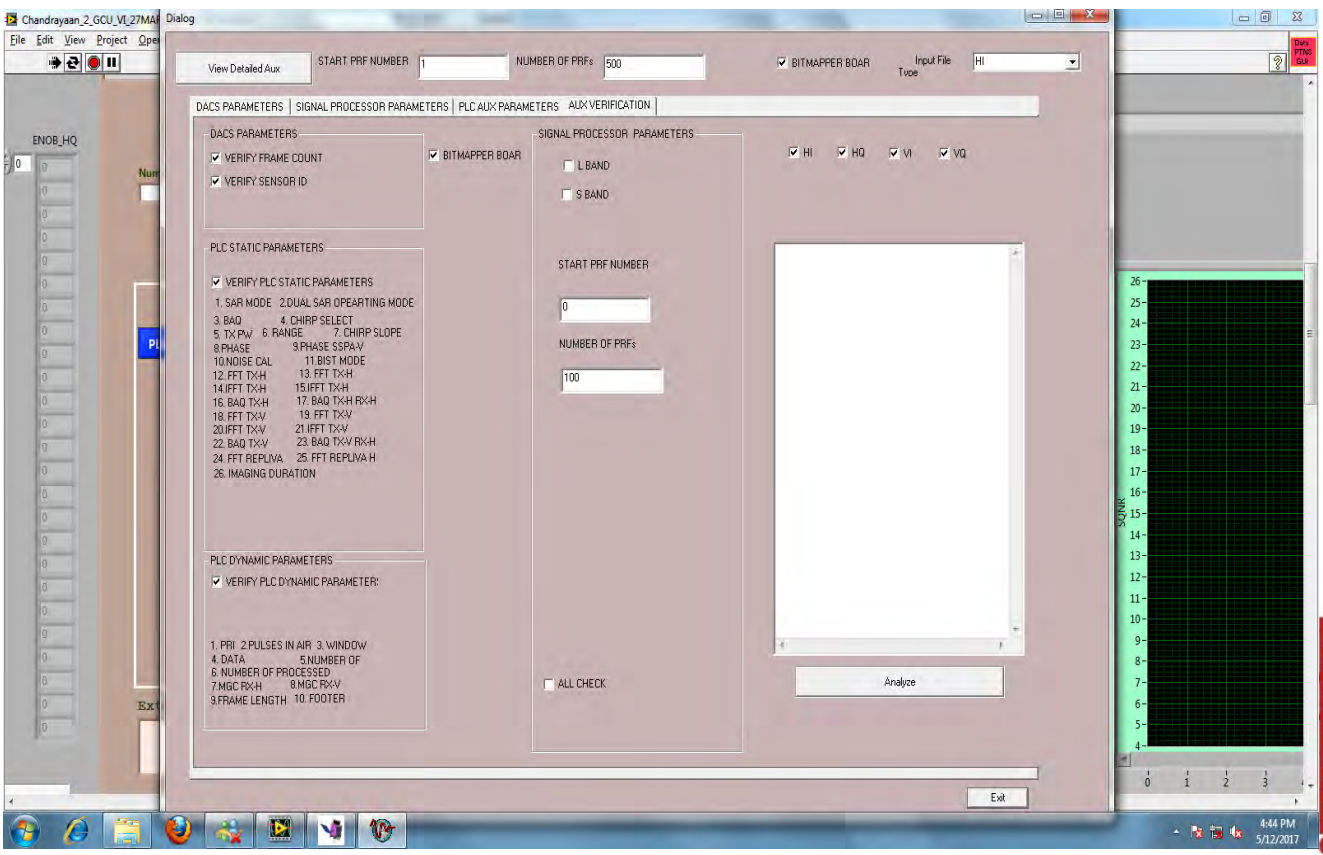
प्रवास संपीड़न

प्रवास संपीड़न में शामिल प्रोसेसिंग चरण नीचे दिए गए हैं:

- व्यक्तिगत स्पंद प्रतिगमन का एफएफटी
- संदर्भ फलन का एफएफटी
- आवृत्ति प्रक्षेत्र में सम्मिश्र गुणा
- उत्पाद का व्युत्क्रम एफएफटी

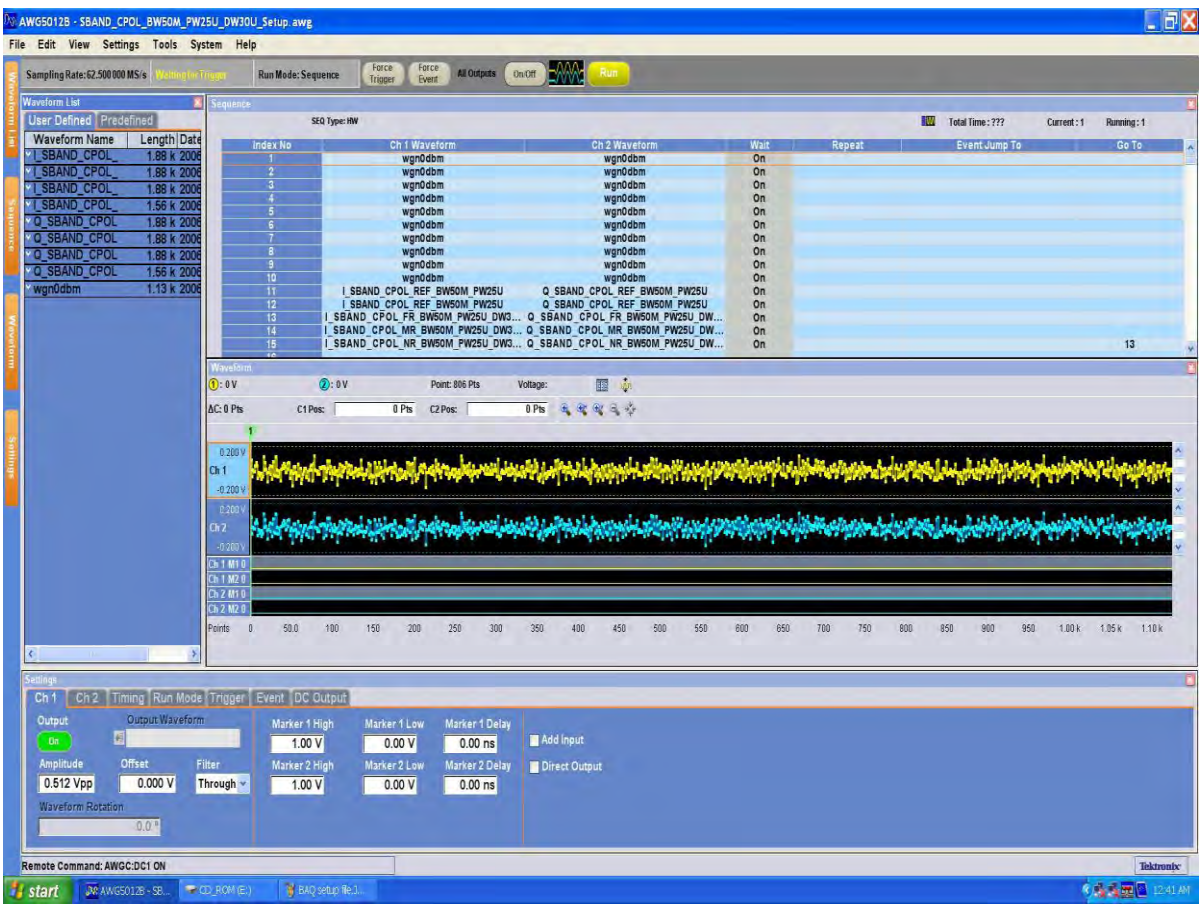
अनुक्रमणिका


Dialog
View Detailed Aux
START PRF NUMBER 1
NUMBER OF PRFs 500
BITMAPPER BOAR
Input File Type HI
DACS PARAMETERS
SIGNAL PROCESSOR PARAMETERS
PLC AUX PARAMETERS
AUX VERIFICATION
SR NO. | PRF NO. | 11to14/DACS PRF COUNT | 15to18/PLC PRF COUNT | 19/SAR MODE | 20/SAI
1 | 1 | 1 | 2 | Circular pol | S band
2 | 2 | 2 | 3 | Circular pol | S band
3 | 3 | 3 | 4 | Circular pol | S band
4 | 4 | 4 | 5 | Circular pol | S band
5 | 5 | 5 | 6 | Circular pol | S band
6 | 6 | 6 | 7 | Circular pol | S band
7 | 7 | 7 | 8 | Circular pol | S band
8 | 8 | 8 | 9 | Circular pol | S band
9 | 9 | 9 | 10 | Circular pol | S band
10 | 10 | 20 | 24 | Circular pol | S band
11 | 11 | 21 | 32 | Circular pol | S band
12 | 12 | 22 | 37 | Circular pol | S band
13 | 13 | 23 | 38 | Circular pol | S band
14 | 14 | 24 | 39 | Circular pol | S band
15 | 15 | 25 | 40 | Circular pol | S band
16 | 16 | 26 | 41 | Circular pol | S band
17 | 17 | 27 | 42 | Circular pol | S band
18 | 18 | 28 | 43 | Circular pol | S band
19 | 19 | 29 | 44 | Circular pol | S band
20 | 20 | 30 | 45 | Circular pol | S band
21 | 21 | 31 | 46 | Circular pol | S band
22 | 22 | 32 | 47 | Circular pol | S band
23 | 23 | 33 | 48 | Circular pol | S band
24 | 24 | 34 | 49 | Circular pol | S band
25 | 25 | 35 | 50 | Circular pol | S band
26 | 26 | 36 | 51 | Circular pol | S band
27 | 27 | 37 | 52 | Circular pol | S band
28 | 28 | 38 | 53 | Circular pol | S band
29 | 29 | 39 | 54 | Circular pol | S band
30 | 30 | 40 | 55 | Circular pol | S band
31 | 31 | 41 | 56 | Circular pol | S band
32 | 32 | 42 | 57 | Circular pol | S band
33 | 33 | 43 | 58 | Circular pol | S band
34 | 34 | 44 | 59 | Circular pol | S band
35 | 35 | 45 | 60 | Circular pol | S band
36 | 36 | 46 | 61 | Circular pol | S band
37 | 37 | 47 | 62 | Circular pol | S band
38 | 38 | 48 | 63 | Circular pol | S band
39 | 39 | 49 | 64 | Circular pol | S band
40 | 40 | 50 | 65 | Circular pol | S band
41 | 41 | 51 | 66 | Circular pol | S band
42 | 42 | 52 | 67 | Circular pol | S band
Exit


Chandrayaan_2_GCU_VI_27MA
File Edit View Project Oper
ENOB_HQ
Dialog
View Detailed Aux
START PRF NUMBER 1
NUMBER OF PRFs 500
BITMAPPER BOAR
Input File Type HI
DACS PARAMETERS | SIGNAL PROCESSOR PARAMETERS | PLC AUX PARAMETERS | AUX VERIFICATION
DACS PARAMETERS
VERIFY FRAME COUNT
VERIFY SENSOR ID
BITMAPPER BOAR
PLC STATIC PARAMETERS
VERIFY PLC STATIC PARAMETERS
1. SAR MODE 2.DUAL SAR OPEARTING MODE
3. BAQ 4. CHIRP SELECT
5. TX PW 6. RANGE 7. CHIRP SLOPE
8.PHASE 9.PHASE SSPA-V
10.NOISE CAL 11.BIST MODE
12. FFT TX-H 13. FFT TX-H
14.IFFT TX-H 15.IFFT TX-H
16. BAQ TX-H 17. BAQ TX-H RX-H
18. FFT TX-V 19. FFT TX-V
20.IFFT TX-V 21.IFFT TX-V
22. BAQ TX-V 23. BAQ TX-V RX-H
24. FFT REPLIVA 25. FFT REPLIVA H
26. IMAGING DURATION
PLC DYNAMIC PARAMETERS
VERIFY PLC DYNAMIC PARAMETER!
1. PRI 2.PULSES IN AIR 3. WINDOW
4. DATA 5.NUMBER OF
6. NUMBER OF PROCESSED
7.MGC RX-H 8.MGC RX-V
9.FRAME LENGTH 10. FOOTER
SIGNAL PROCESSOR PARAMETERS
L BAND
S BAND
START PRF NUMBER
0
NUMBER OF PRFs
100
ALL CHECK
HI HQ VI VQ
Analyze
Exit
SQNR
4:44 PM
5/12/2017

स्वेच्छ तरंगरूप जनित्र का प्रयोग आवश्यक संकेत उत्पन्न करने के लिए किया जाता है और प्रवास संपीड़न चालू और बंद विधा डेटा को प्रग्रहीत करने के लिए इसे डिजिटल उप-तंत्र में दिया जाता है। स्वेच्छ तरंगरूप जनित्र लैन तार द्वारा कंप्यूटर के साथ जुड़ा हुआ है जिसे स्वेच्छ तरंगरूप जनित्र को संरूपण और नियंत्रित करने के लिए संचार लिंक के रूप में उपयोग किया जा रहा है।

डिजिटल उप-तंत्र को संकेत भेजने के लिए नीचे दी गई सेटअप फ़ाइल का उपयोग किया जा रहा है | शुरूआत के 10 संकेत 0 डीबी शोर संकेत हैं जो डीएसएस को दिया जा रहा है, इसके बाद 2 संदर्भ फाइल भेजी जा रही हैं जो वृतिय विधा प्रचालन के लिए जनित की जाती हैं, इस डेटा को प्री शोर कैल विधा में प्रग्राहित किया जाएगा। अगले तीन सिग्नल एक पाश में चलेंगे और विम्बन विधा के लिए लगातार दिखाई देंगे, जिस पर वास्तविक प्रवास संपीड़न एल्गोरिथम लागू किया जाएगा। नीचे दर्शाया गया चित्र प्रवास संपीड़न परीक्षण प्रक्रिया के लिए स्वेच्छ तरंगरूप जनित्र में डाली सेटअप फ़ाइलों को दिखाता है।



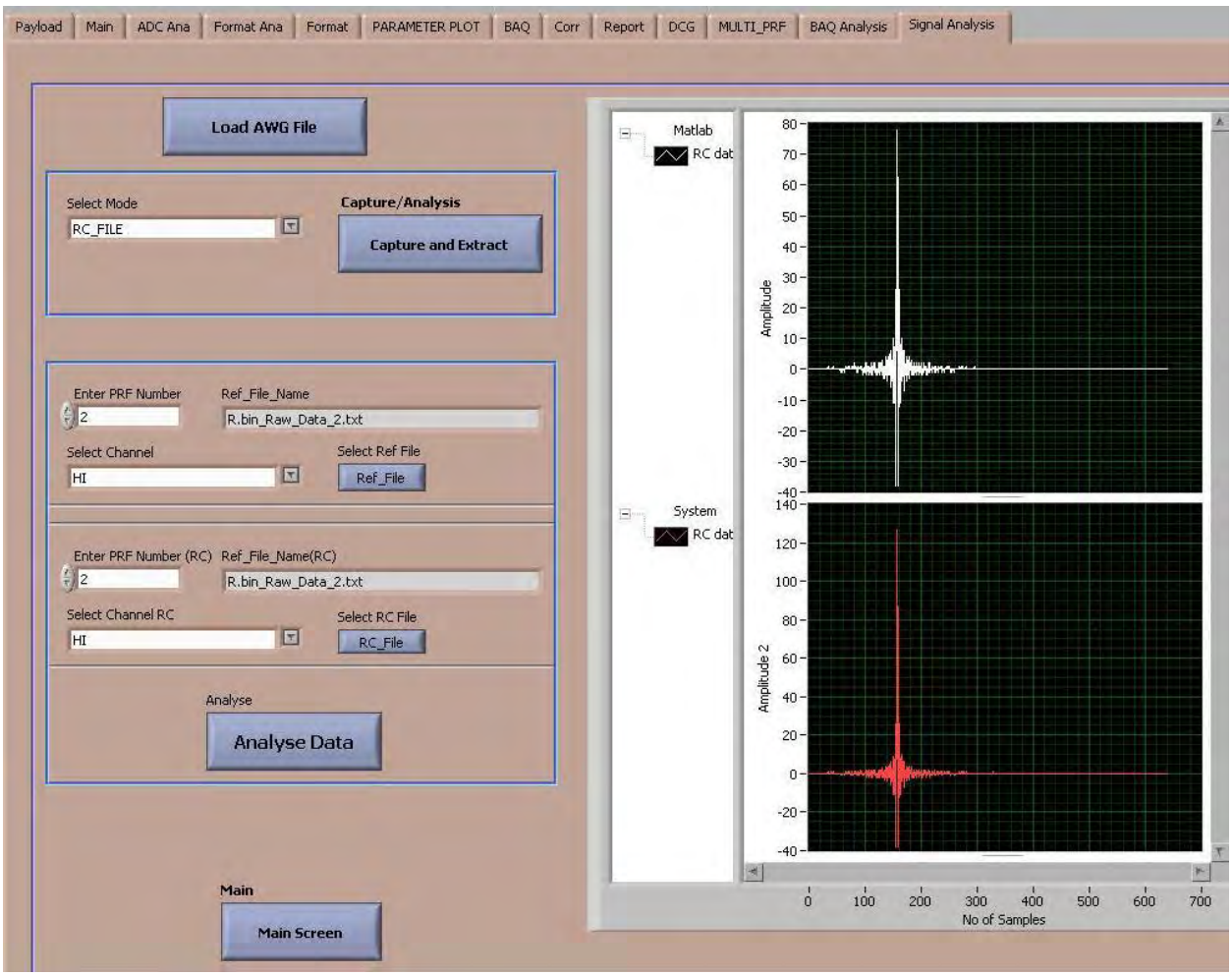
संपीड़न बंद विधा डेटा MATLAB प्रोग्राम में प्रवास संपीड़न के लिए एक इनपुट फाइल के रूप में भेजा जाएगा। उपयोगकर्ता विश्लेषण करने के लिए विशिष्ट पीआरएफ का चयन करेगा और MATLAB से प्रवास संपीड़ित डेटा की तुलना समान पीआरएफ के लिए डिजिटल उप-प्रणाली के प्रवास संपीडित डेटा से की जाएगी और परिणाम ग्राफ में पर्दर्शित होगा। नीचे चित्र MATLAB और FPGA ब्लॉक दोनों के माध्यम से प्रवास संपीडित संकेत को दर्शाया गया है।

बी.ए.क्यू. डेटा संपीड़न

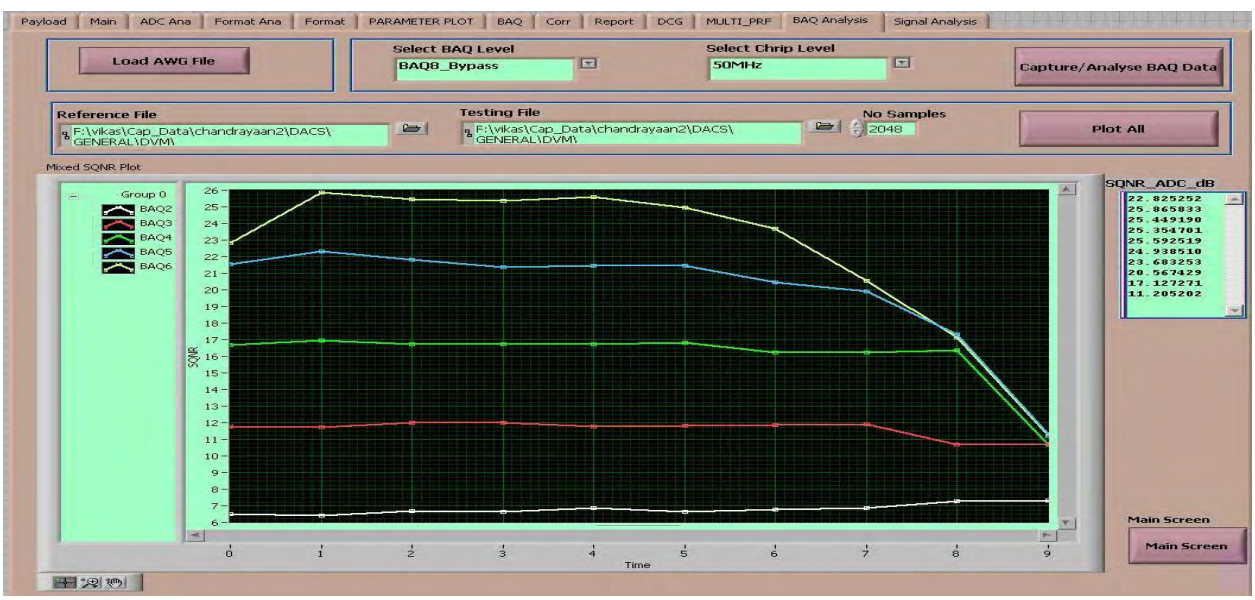
डेटा दर को प्रारूपक में कम करने के लिए प्रवास संपीड़न के बाद ब्लॉक अनुकूली राशिकरण (बीएक्यू) डेटा संपीड़न 2-6 बिट्स के साथ लागू किया गया है। मूल और पुनर्निर्मित एस.ए.आर. डेटा के बीच के त्रुटि वर्ग माध्य को कम करने के आधार पर बी.ए.क्यू. डेटा संपीड़न एल्गोरिथम एस.ए.आर. के लिए एक हानिपूर्ण डेटा संपीड़न तकनीक है। यहां, लचीली

अनुक्रमणिका

बी.ए.क्यू. तकनीक को ओन बोर्ड तंत्र की डाटा दर को कम करने के लिए अपनाया गया है, जहां 8-बिट क्वांटित डेटा 2/3/4/5/6 बिट्स में से किसी में संपीड़ित कर दिया गया है।



स्वेच्छ तरंगरूप जनित्र का प्रयोग आवश्यक संकेत उत्पन्न करने के लिए किया जाता है और इसे डिजिटल उप-तंत्र को प्रत्येक बाईपास और बी.ए.क्यू. विधा में डेटा प्रग्राहित करने के लिए प्रयोग किया जाता है।



अनुक्रमणिका

एक बार संदर्भ फ़ाइल प्रग्राहित कर लिया जाता है और बाद में बी.ए.क्यू. फ़ाइलों को प्रग्राहित कर लिया जाएगा, निष्कर्ष किया जाएगा और संदर्भ फाइल के साथ 10 पीआरएफ के लिए तुलना की जाएगी। डेटा प्रग्रहण, निष्कर्षण और तुलना विभिन्न सी और MATLAB प्रोग्रामों का उपयोग करके किया जा रहा है। प्रत्येक तुलनात्मक बी.ए.क्यू. विधा के परिणामी SQNR अलग फ़ाइलों में सहेजे जाएंगे। सभी बी.ए.क्यू. विधा डेटा को प्रग्राहित करने के बाद, अभिलेख एक बहु-चैनल ग्राफ़ में प्रदर्शित किए जाएंगे।

इस तुलनात्मक डेटा की सैद्धांतिक डेटा के साथ तुलना की जाएगी ताकि तंत्र के प्रदर्शन की जांच हो सके। नीचे चित्र LABVI EW में बी.ए.क्यू. विश्लेषण दिखाता है।

निष्कर्ष:

चंद्रयान-2 एस.ए.आर. नीतभार डेटा प्रग्रहण और विश्लेषण के लिए इस भू-जाँच इकाई का उपयोग किया गया है। सभी आवश्यक परीक्षण सफलतापूर्वक पूरा हो चुके हैं। इस भू-जाँच इकाई ने बहुत समय और प्रयास कम करने में मदद की है। अब, यह इकाई अधिक सामान्य इकाई में विकसित कर दी गई है और आगे रीसैट-2 ए और रिसैट-1 ए एस.ए.आर नीतभारों के लिए इस्तेमाल किया जाएगा।

***

अनुक्रमणिका

सुदूर संवेदन के नए आयाम

भूस्थिर प्रतिबिंबन उपग्रह (GISAT) : विज्ञान एवं अनुप्रयोग

राघवेन्द्र प्रताप सिंह
वैज्ञानिक-एस जी
भू जल विज्ञान प्रभाग **(GHCAG/EPSA)**
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

भारतीय पृथ्वी अवलोकन कार्यक्रम में भूमि, समुद्र एवं वायुमंडल के उपयोग के लिए अलग अलग कई उपग्रहों (रिसोर्ससैट, ओसनसैट तथा इनसैट श्रृंखला) को प्रक्षेपित किया जाता है। पृथ्वी पर हो रहे कई जटिल पर्यावरण एवं जलवायु सम्बंधित प्रक्रियायों/बदलावों को समझने के लिए एक विशेष उपग्रह की आवश्यकता थी जिसमे भूमि, समुद्र एवं मौसम को एक साथ अवलोकन करने की क्षमता हो। भू भूस्थिर प्रतिबिंबन उपग्रह (GISAT) की परिकल्पना इसी दिशा में भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन *के द्वारा* लिया गया एक महत्वपूर्ण कदम है। *भूस्थिर प्रतिबिंबन उपग्रह एक विशिष्ट भारतीय उपग्रह है जो भविष्य में भूस्थिर कक्षा में प्रक्षेपित किया जायेगा। यह उपग्रह दृश्य एवं* अवरक्त तरंग दैर्घ्य बैंडो में सुदूर संवेदन करेगा। इस उपग्रह की विभेदन क्षमता 42 मीटर (*प्रकाशकीय)* से लेकर 1.2 किलोमीटर (दीर्घ तरंग अवरक्त) होगी जिसके माध्यम से भूमि सतह से परावर्तित/प्रकीर्णित सूर्य की ऊर्जा को बहुस्पेक्ट्रमी संवेदकों द्वारा स्पष्टता से प्रेक्षण किया जा सकता है। यह उपग्रह मौसम पूर्वानुमान के लिए वायुमंडलीय परिवर्तनों का आकलन करेगा। उपग्रह में उपलब्ध अति उच्च स्पेक्ट्रमी विभेदन क्षमता के प्रकाशकीय स्पेक्ट्रममापी द्वारा कई समुद्री संसाधनों एवं वैज्ञानिक प्रक्रियायों की जानकारी प्राप्त की जा सकती है।

1.0 प्रस्तावना

प्राकृतिक संसाधनों एवं पर्यावरण में हो रहे परिवर्तनों की जानकारी किसी भी विकासशील समाज के लिए महत्वपूर्ण होती है। जलवायु में परिवर्तन, जल एवं ऊर्जा की समस्या के निराकरण के लिए भूमि, समुद्र एवं वायुमंडल के जटिल रहस्यों को समझाना होगा। प्राकृतिक संसाधनों के प्रबंधन के लिए आवश्यक है की हम उपग्रह द्वारा वर्षा, तापमान, आर्द्रता, वनस्पति की स्थिति तथा पानी के विभिन्न सतह एवं भू जल स्रोतों का निरंतन आकलन करते रहें। चक्रवात, बाढ़, सूखा, एवं कृषि उत्पादन का पूर्वानुमान, संसाधन प्रबंधन के लिए महत्वपूर्ण होता है। भास्कर उपग्रह (1979) के सफल प्रमोचन के बाद से ही भारत में एक सशक्त सुदूर संवेदन प्रणाली का उदय हुआ जिसमें आज विभिन्न प्रकार के संवेदकों से परिपूर्ण कई भारतीय उपग्रह पृथ्वी का निरंतर अवलोकन कर रहे हैं। प्राकृतिक भूसंपदा के मापन के लिए आईआरएस *रिसोर्ससैट* मिशन, समुद्र विज्ञान हेतु *ओसनसैट* मिशन एवं मौसम विज्ञान के जानकारी हेतु *इनसैट* मिशन निरंतर वैज्ञानिकों को सूचना प्रदान कर रहे हैं। परिष्कृत मौसम पूर्वानुमान मॉडल के विकास के लिए तथा पर्यावरण एवं जलवायु सम्बंधित बदलावों को समझने के लिए आवश्यक है की हम एक साथ भूमि, समुद्र एवं वायुमंडल की परिस्थियों का आंकलन करें जिससे इनके आपस में हो रहे अन्योन्यक्रिया (तालमेल) को जाना जा सके। भविष्य में प्रक्षेपित होने वाला भूस्थिर प्रतिबिंबन उपग्रह (GISAT), इस दिशा में एक विशिष्ट प्रयास है।

2.0 भूस्थिर प्रतिबिंबन संवेदक

भूस्थिर प्रतिबिंबन उपग्रह (जीआईसैट) को मुख्यतः भूमि, *समुद्र* एवं वायुमंडल के अध्ययन हेतु 35786 किलोमीटर की ऊंचाई पर स्थापित किया जायेगा (चित्र 1)। इस उपग्रह में मुख्यतः तीन संवेदक मॉड्यूल होंगे जैसे की प्रकाशकीय बहुस्पेक्ट्रमी (MX-VNIR (एमएक्स वीनिर)), प्रकाशकीय हाइपरस्पेक्ट्रल प्रतिबिंबन (HySI-VNIR (हाइसी वीनिर)) एवं दीर्घ

अनुक्रमणिका

तरंग अवरक्त बहूस्पेक्ट्रमी (MX-LWIR (एमएक्स एलडब्लूआईआर))। भूस्थिर प्रतिबिंबन उपग्रह अपने प्रकाशकीय बहुस्पेक्ट्रमी (MX-VNIR) संवेदक द्वारा 6 बैंड में 42 मीटर की स्थानिक विभेदन क्षमता द्वारा प्रतिबिंबन कर सकता है। दीर्घ तरंग अवरक्त बहुस्पेक्ट्रमी (MX-LWIR) विकिरणमापी 6 बैंड में 1.2 किलोमीटर की स्थानिक विभेदन क्षमता से सुदूर संवेदित आंकडे एकत्र करेगा। संवेदकों का विनिर्देश specification) तालिका 1 में दिया गया है। भूस्थिर प्रतिबिंबन उपग्रह को भूस्थिर कक्षा में 93.5° E में रखा जायेगा जिससे प्रत्येक 15-30 मिनट में भारतीय उपमहाद्वीप (भारत भूभाग, अरब सागर, बंगाल की खाड़ी तथा हिन्द महासागर) का प्रेक्षण किया जा सके। इस उपग्रह में उपलब्ध संवेदक वर्तमान में उपस्थित एविफ्स (AWiFS) ओसिएम (OCM) तथा वीएचआरआर (VHRR) से कई मामलों में अधिक उन्नतशील हैं। एमएक्स वीनिर संवेदक में 6 चैनल (तालिका 2) का चयन कुछ विशेष वैज्ञानिक प्रयोजन के कारण किया गया है। एमएक्स वीनिर में कुछ चैनल (हरा, लाल एवं निकट अवरक्त) परम्परागत एविफ्स (AWiFS) के निरंतरता के लिये चुना गया है तो कुछ चैनल (नीला, रेडएज तथा अतिरिक्त निकट अवरक्त) नए हैं जिनसे वनस्पति एवं जल विज्ञान के अध्ययन में सुधार होगा एवं सतह चित्रण करते समय वायुमंडल में उपस्थित जल वाष्प के कुप्रभावों को कम किया जा सकता है।



चित्र -1 : भूस्थिर प्रतिबिंबन उपग्रह

तालिका **1** भूस्थिर प्रतिबिंबन उपग्रह में उपस्थित संवेदकों का विनिर्देश

संवेदक	बैंड संख्या	वर्णक्रम क्षेत्र (माइक्रोमीटर)	स्थानिक विभेदन क्षमता (मीटर)	विकिरणमितिय विभेदन क्षमता (bits)	एस एन आर (SNR) or NEdT
प्रकाशकीय बहुस्पेक्ट्रमी (MX-VNIR) (एमएक्स वीनिर)	6	0.45– 0.875	42	10	>200
प्रकाशकीय हाइपरस्पेक्ट्रल प्रतिबिंबन (HySI- VNIR) (हाइसी वीनिर)	158	0.375-1.0	320	10	>400
लघु तरंग अवरक्त हाइपरस्पेक्ट्रल प्रतिबिंबन (HySI- SWIR) (हाइसी स्वीर)	256	0.9-2.5	191	10	>400
दीर्घ तरंग अवरक्त बहुस्पेक्ट्रमी (MX-LWIR) (एमएक्स एलडब्लूआईआर)	6	7.1-13.5	1180	14	0.28-0.79K, 1.42K (B6)

तालिका **2:** भूस्थिर प्रतिबिंबन उपग्रह में **MX-VNIR** (एमएक्स वीनिर) संवेदक का वर्णक्रम विनिर्देश

एमएक्स वीनिर चैनल	बैंड नाम	वर्णक्रम क्षेत्र (माइक्रोमीटर)			टिप्पणी
		केंद्र	न्यूनतम	अधिकतम	
1	B1	0.485	0.450	0.520	नया
2	B2	0.555	0.520	0.590	एविफ्स में उपलब्ध

अनुक्रमणिका

3	B3	0.650	0.620	0.680	एविफ्स में उपलब्ध
5	B4	0.815	0.770	0.860	एविफ्स में उपलब्ध
4	B5N	0.725	0.710	0.740	नया
6	B6N	0.860	0.845	0.875	नया

तालिका **3:** भूस्थिर प्रतिबिंबन उपग्रह में **MX-LWIR** (एमएक्स एलडब्लूआईआर) विकिरणमापी का वर्णक्रम विनिर्देश

एमएक्स एलडब्लूआईआर चैनल	बैंड नाम	वर्णक्रम क्षेत्र (माइक्रोमीटर)		
		केंद्र	न्यूनतम	अधिकतम
T1	जल वाष्प 7.3	7.35	7.1	7.6
T2	अवरक्त 8.5	8.5	8.3	8.7
T3	ओजोन 9.6	9.6	9.4	9.8
T4	विभाजित विंडो 1	10.8	10.3	11.3
T5	विभाजित विंडो 2	12.0	11.5	12.5
T6	कार्बन डाइ ऑक्साइड अवशोषण	13.25	13.0	13.5

एमएक्स एलडब्लूआईआर विकिरणमापी में 6 चैनल, विशेष वैज्ञानिक प्रयोजन के लिए चयन किये गए हैं जिससे वायुमंडल के विभिन्न स्तरों में तापमान एवं आर्द्रता का आकलन किया जा सके। इस संवेदक के द्वारा ओजोन सल्फर डाइ ऑक्साइड इत्यादि को जानने में मदद मिलेगी।

3.0 विज्ञान एवं अनुप्रयोग

जीआईसैट से प्राप्त आंकडे मुख्यतः कृषि, वन एवं नम क्षेत्रो के मॉनीटरन, समुद्र विज्ञान एवं मौसम पुर्वानुमान में उपयोगी होंगे। एमएक्स वीनिर संवेदक द्वारा राष्ट्र स्तर पर फसलों की स्थिति, वन क्षेत्रों की जैव विविधता एवं सकल प्राथमिक उत्पादकता को आकलन करने में मदद मिलेगी। हाइसी वीनिर एवं हाइसी स्वीर जैसे अतिशूक्ष्मविभेदन क्षमता के संवेदक द्वारा वायुमंडलीय धूल (एयरोसोल), समुद्र जल में उपलब्ध क्लोरोफिल, खनिज मिश्रण एवं घुलनशील रंगीन कार्बनिक पदार्थों की जानकारी प्राप्त होगी। एमएक्स एलडब्लूआईआर एक प्रकार का छद्म वायुमंडलीय ऊर्ध्वाधर प्रोफाइलर है जिसके द्वारा वायुमंडल के विभिन्न स्तरों पर तापमान एवं आर्द्रता का अनुमान लगाया जा सकता है। जीआईसैट के द्वारा निम्नलिखित प्रमुख प्राचलों को आंकलित किया जायेगा

(अ) भूमि सतह

1. वनस्पति सूचकांक
2. पर्ण क्षेत्र सूचकांक
3. अल्बिडो
4. भू सतह तापमान
5. वाष्पोत्सर्जन
6. सकल प्राथमिक उत्पादकता
7. मृदा नमी
8. हिम /ग्लेशियर
9. वनस्पति वृद्धि
10. नदी/जलाशय की जल गुणवत्ता

(ब) समुद्र

1. समुद्र सतह तापमान
2. महासागर जल में क्लोरोफिल
3. महासागर जल में निलंबित सेडीमेंट्स
4. घुलनशील रंगीन कार्बनिक पदार्थ
5. फैलाव क्षीणन गुणांक (Diffuse Attenuation Coeff.)

(स) वायुमंडल

1. एयरोसोल

अनुक्रमणिका

2. प्रकाशकीय गहराई
3. स्तम्भ जल वाष्प की मात्रा
4. बादलों की सूक्ष्म भौतिकी
5. आने वाली सौर विकिरण
6. निवर्तमान दीर्घ तरंग विकिरण
7. वर्षा दर

जीआईसैट के द्वारा किये जाने वाले मुख्य अनुप्रयोग निम्न लिखित हैं

1. क्षेत्रीय
2. एवं राष्ट्रीय स्तर पर फसलों का मॉनीटरन
3. कृषि की मुख्य घटनाएँ (टिड्डों, कोहरे इत्यादि द्वारा बड़े पैमाने पर क्षति)
4. सूखा मूल्यांकन
5. आद्र क्षेत्रों का मॉनीटरन
6. वन विकास मूल्यांकन
7. मैंग्रोव परिस्थितितंत्र का मॉनीटरन
8. अल्पाइन वनस्पतियों का अध्ययन
9. धूल (आंधी) की निगरानी
10. जल विज्ञान मॉडलिंग
11. तटीय क्षेत्र प्रबंधन
12. अवसादन परिवहन विश्लेषण
13. हिम सतह की निगरानी
14. कोहरे का संसूचन एवं अध्ययन
15. वायुमंडलीय रसायनशास्त्र एवं अनुप्रयोग
16. उन्नत मौसम पूर्वानुमान

जीआईसैट से प्राप्त आंकड़ो के द्वारा फसलों के पूर्वानुमान में विकास होगा। एमएक्स वीनिर के प्रति दिन अवलोकन के द्वारा मेघ रहित चित्रों की संभावना बढ़ जायेगी जिसके फलस्वरूप वर्षा ऋतु में बोई जाने वाली फसलों की भी जानकारी प्राप्त करना सुगम होगा। इस प्रकार प्रकाशकीय सुदूर संवेदन द्वारा फसलों की जानकारी प्राप्त करने के अनुप्रयोग में महत्वपूर्ण परिवर्तन होगा। हाइपरस्पेक्ट्रल प्रतिबिंबन विधि द्वारा वायुमंडल में व्याप्त धूल कणों तथा मेघों की संरचना को समझना भविष्य में सरल होगा। दीर्घ तरंग अवरक्त बहुस्पेक्ट्रमी (MX-LWIR) विकिरणमापी की अधिक स्थानिक विभेदन क्षमता द्वारा मौसम विज्ञान के क्षेत्र में एक महत्वपूर्ण परिवर्तन होगा जिसके द्वारा वायुमंडल में हो रहे परिवर्तनों को सरलता से आंकलन किया जा सकता है।

4.0 संदर्भ

1. जीआईसैट नीतभार विनिर्देश रिपोर्ट, सैक तकनीकी रिपोर्ट, SAC/SEDA/GISAT-1/31-10-2014/06
2. जीआईसैट : विज्ञान एवं अनुप्रयोग, सैक वैज्ञानिक रिपोर्ट, SAC/EPSA/GHCAG/LHD/GISAT/SP/01/16

5.0 आभार

यह लेख डॉ० राजकुमार, उप निदेशक, EPSA के मार्गदर्शन तथा डॉ० मेहुल पंड्या, डॉ० प्रदीप थपलियाल एवं जीआईसैट परियोजना के सभी वैज्ञानिकों के सहयोग द्वारा लिखा गया है।

6.0 लेखक परिचय :



डॉ० राघवेन्द्र प्रताप सिंह ने आई आई टी दिल्ली से भौतिकी में स्नातकोत्तर तथा काशी हिन्दू विश्वविद्यालय, वाराणसी से पी एच डी की उपाधि प्राप्त की है। डॉ० सिंह, जीआईसैट मिशन में प्रस्तावित विज्ञान एवं अनुप्रयोग के लिए सुदूर संवेदन विधियों के शोध एवं विकास में कार्यरत हैं।

***

अनुक्रमणिका

सुदूर संवेदन के नए आयाम

बहु दृश्य प्रतिबिम्बों द्वारा अंकीय उच्चावच मॉडल का निर्माण

अमिताभ एवं टी पी श्रीनिवासन
एच आर डी पी डी / एस आई पी जी
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

अंकीय उच्चावच मॉडल का निर्माण विभिन्न प्रक्रियाओं से होता है, जिनमें त्रिविममिति, व्यतिकरणमिति, हस्त सर्वेक्षण, लेसर रेडार आदि शामिल हैं। अंकीय उच्चावच मॉडल में उन्नयन के मान का निष्कर्षण उपग्रह, हवाई या रेडार के त्रिविम अतिव्यास्त बिम्बों के संशोधन द्वारा होता है।

उच्च स्तर के अभियांत्रिकी कार्यों के लिये अति उच्च स्थानिक विभेदन वाले दूरसंवेदी प्रतिबिम्बों की आवश्यकता होती है। इसको ध्यान में रख कर इसरो ने अति उच्च स्थानिक विभेदन क्षमता वाले दूरसंवेदी उपग्रहों कार्टोसैट-2सी एवं कार्टोसैट-2डी का प्रमोचन जून 2016 एवं फरवरी 2017 में किया है। ये दोनों उपग्रह साधारण विधा में भू सतह की एकल प्रतिबिम्ब प्रदान करते हैं, परन्तु एक विशेष प्रकार के बहुदृश्य विधा के अर्जन में ये एक ही जगह के एक से ज्यादा प्रतिबिम्ब प्रदान करते हैं, जिनका उपयोग त्रिविम प्रतिबिम्बों की तरह किया सकता है। इस पत्र में बहुदृश्य विधा में लिये गये इन्हीं त्रिविम प्रतिबिम्बों से अंकीय उच्चावच मॉडल के निर्माण उत्पादन की विधि का वर्णन एवं उसकी गुणवत्ता का विश्लेषण किया गया है।

संकेत शब्द: अंकीय उच्चावच मॉडल, त्रिविम, कार्टोसैट-2सी, प्रतिबिम्ब सुमेलन

नामावली:

कि मी - किलो मीटर

मी. - मीटर

से. मी. - सेंटी मीटर

1. प्रस्तावना

अंकीय उच्चावच मॉडल का प्रमुख उद्देश्य भू सतह की उच्चावच (ऊँचाई) एवं ढाल का अभिलक्षणन कराना है। अंकीय उच्चावच मॉडल का निर्माण विभिन्न प्रक्रियाओं से होता है, जिनमें त्रिविममिति, व्यतिकरणमिति, हस्त सर्वेक्षण, लेसर रेडार आदि शामिल हैं। अंकीय उच्चावच मॉडल में उन्नयन के मान का निष्कर्षण उपग्रह, हवाई या रेडार के त्रिविम अतिव्यास्त बिम्बों के संशोधन द्वारा होता है। उपग्रह द्वारा त्रिविम व्यास्ति प्रास्ति के लिये दो तरीके हैं: उपग्रह कक्षा पथ के साथ त्रिविम एवं दो आसन्न उपग्रह कक्षाओं के पथ के अनुप्रस्थ। अंकीय उच्चावच मॉडल भू सतह के आकार के बारे में सूचना प्रदान करता है, जिसे त्रिज्यामीतिय मानचित्रण, नगरीय अभिकल्प, बाढ नियंत्रण, संसाधन प्रबंधन, दूरसंचार योजना निर्माण, रक्षा मानचित्रण आदि में उपयोग किया जाता है। भारत में अंकीय उच्चावच मॉडल का निर्माण संपूर्ण देश के लिये कार्टोसैट-1 द्वारा 10 मी के चित्रांश ग्रिड विभेदन पर कार्टोडीईएम परियोजना के अन्तर्गत किया गया था। कार्टोसैट-1 उपग्रह कक्षा पथ के साथ त्रिविम प्रदान करनेवाला एक अनोखा उपग्रह है जो पूर्व (26 अंश) एवं पश्च (नाडिर के नजदीक, 5 अंश) में प्रतिबिम्ब प्रदान करता है। उच्च स्तर के अभियांत्रिकी कार्यों के लिये अति उच्च स्थानिक विभेदन वाले दूरसंवेदी प्रतिबिम्बों की आवश्यकता होती है। इसको ध्यान में रख कर इसरो ने अति उच्च स्थानिक विभेदन क्षमता वाले दूरसंवेदी उपग्रहों कार्टोसैट-2सी एवं कार्टोसैट-2डी का प्रमोचन जून 2016 एवं फरवरी 2017 में किया है। ये दोनों उपग्रह साधारण विधा में भू सतह की एकल प्रतिबिम्ब प्रदान करते हैं, परन्तु एक विशेष प्रकार के बहुदृश्य विधा के अर्जन में ये एक ही जगह के एक से ज्यादा प्रतिबिम्ब प्रदान करते हैं, जिनका उपयोग त्रिविम

अनुक्रमणिका

प्रतिबिम्बों की तरह किया सकता है। इस पत्र में बहुदृष्टि विधा में लिये गये इन्हीं त्रिविम प्रतिबिम्बों से अंकीय उच्चावच मॉडल के निर्माण उत्पादन की विधि का वर्णन एवं उसकी गुणवत्ता का विश्लेषण किया गया है।

2. कार्टोसैट-2सी

कार्टोसैट-2सी कार्टोसैट क्रम का चौथा उपग्रह है जिसे 22 जून 2016 को सतीश धवन अन्तरिक्ष केन्द्र से पी एस एल वी-सी34 द्वारा प्रक्षेपित किया गया। यह एक उच्च चपलता वाला उन्नत उपग्रह है जो अति उच्च स्थानिक विभेदन क्षमता 0.65 मी सार्ववर्णी एवं 1.6 मी की बहुस्पेकट्रमी बैंड मे प्रतिबिम्ब प्रदान करता है। इसके संसूचकों के अभिलक्षणों को सारणी-1 में दिखाया गया है।

सारणी-1. कार्टोसैट-2सी के संसूचकों के अभिलक्षण

प्राचल	सार्ववर्णी	बहुस्पेकट्रमी
स्थानिक विभेदन क्षमता	0.65 मी	1.6 मी
प्रमार्ज	10.2 कि मी	10.2 कि मी
स्पेक्ट्रमी बैंड विस्तार (माइक्रो मीटर)	0.45 - 0.9	बी1: 0.45 - 0.52 बी2: 0.52 - 0.59 बी3: 0.62 - 0.68 बी4: 0.77 - 0.86
राशिकरण	11 बिट	11 बिट
चित्रांश माप (माइक्रो मीटर)	7	17.6

3. उपयोग में लाये गये डाटा का विवरण

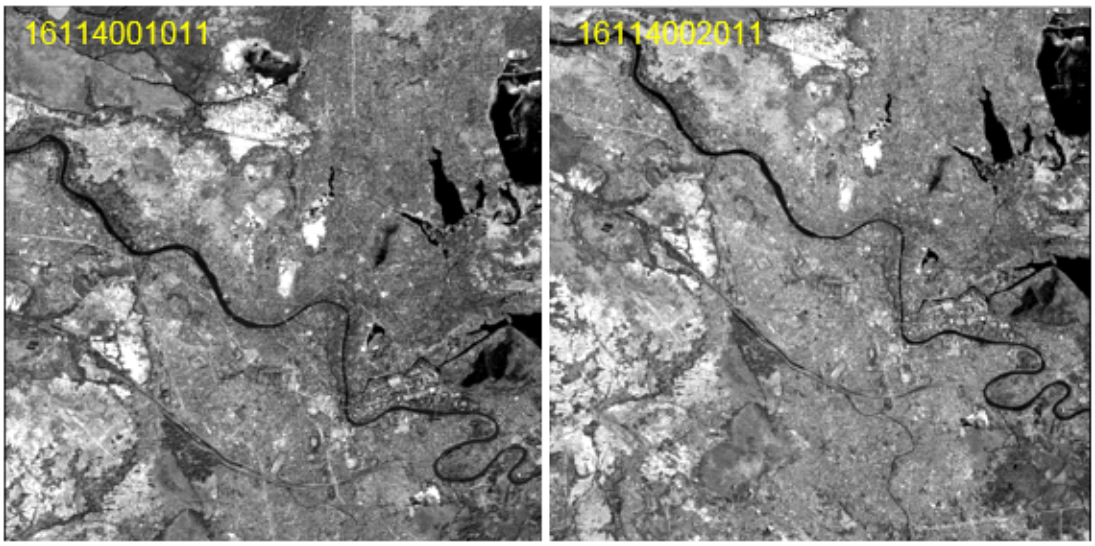
इस अध्ययन के लिये कार्टोसैट-2सी द्वारा 05 सितमबर 2016 को उपार्जित दो अतिव्याप (बहुदृश्य) प्रतिबिम्बों का उपयोग किया गया है। दोनों प्रतिबिम्बों के बीच 53 अंश का त्रिविम अभिसरण कोण है जो हमें आधार और ऊँचाई के अनुपात का मान 1 प्रदान करता है। इस अध्ययन के लिये विकिरणमितीय संशोधित और्थोकिट उत्पाद का प्रयोग किया गया है। बहुदृश्य प्रतिबिम्बों का विवरण सारणी-2 में दिया गया है एवं उनके रूपरेखा को चित्र-1 में प्रस्तुत किया गया है।

सारणी-**2.** उपयोग में लाये गये बहुदृश्य प्रतिबिम्बों का विवरण

विनिर्देश	उत्पाद पहचान	
	16114001011	**16114002011**
उपग्रह गमन की तिथि	05 सितंबर 2016	
कक्षा संख्या	1140	
प्रतिबिम्ब के केन्द्र की भौगोलिक स्थिति	34.10195°, 74.79013°	34.08049°, 74.78641°
टी डी आई चरण	24	
क्रमों की संख्या	16100	
चित्रांशों की संख्या	16127	
लोटन (प्रतिबिम्ब केन्द्र पर)	5.325°	8.432°
अक्षनमन (प्रतिबिम्ब केन्द्र पर)	26.071°	-27.958°
पार्श्ववर्तन (प्रतिबिम्ब केन्द्र पर)	-10.054°	-10.706°
समाकलन समय	0.0001173 से.	0.00012255 से.
विभेदन (उपग्रह कक्षा पथ के अनुप्रस्थ)	0.87 मी	0.87 मी
विभेदन (उपग्रह कक्षा पथ के साथ)	0.73 मी	0.79 मी

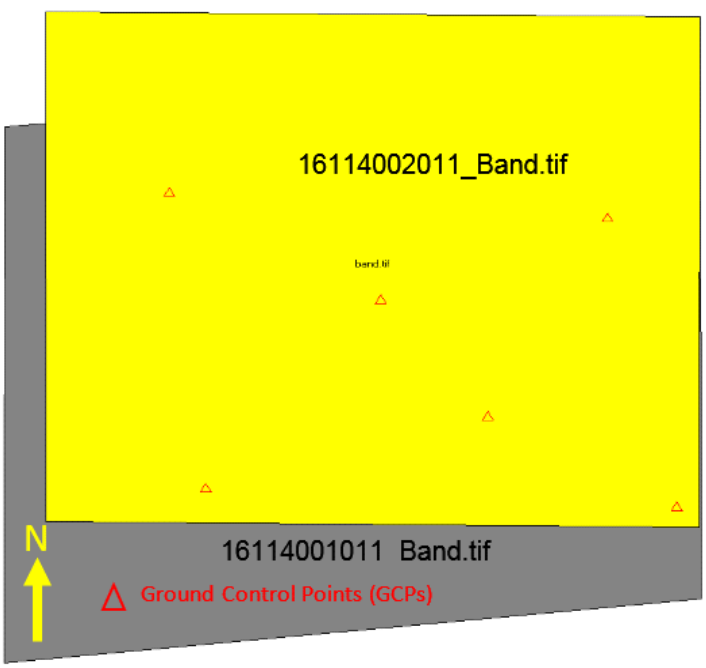
अनुक्रमणिका

उपग्रह की ऊंचाई	523.12 कि मी	522.60 कि मी
भौगोलिक क्षेत्र	श्रीनगर, जम्मू & कश्मीर, भारत	
संसाधन (प्रक्रमण) क स्तर	विकिरणमितीय सन्सोधित	



चित्र-**1.** बहुदृष्टि प्रतिबिम्बों की रूपरेखा (लघु रूप)

4. अंकीय उच्चावच मॉडल उत्पादन की विधि लाईका फोटोग्रामिति सूट (एल पी एस) साफ्ट्वेयर का उपयोग अंकीय उच्चावच मॉडल उत्पादन के लिये किया गया। यह साफ्ट्वेयर विभिन्न उपग्रहों के डाटा को पढ़ने, हस्त या स्वत: युगम बिन्दुओं का संग्रह करने और आर पी सी का उपयोग कर ज्यामितीय मॉडलिंग करने की सुविधा प्रदान करता है। अंकीय उच्चावच मॉडल के उत्पादन, संपादन, यथार्थ बिम्ब उत्पादन और प्रतिबिम्ब जोड़ने के लिये भी इस साफ्टवेयर का उपयोग होता है। इस साफ्टवेयर का आर पी सी मोडेल खंड समंजन विधि पर आधारित है जिसे सर्वप्रथम स्पेस इमेजिंग नामक कंपनी ने विकसित किया था। प्रतिबिम्ब के सही अभिमुखीकरण के लिये आर पी सी के साथ 06 भू नियन्त्रण बिन्दु है जिसे कार्टोडीईएम सन्दर्भ यथार्थ प्रतिबिम्ब एवं उच्चावच मॉडल से लिया गया है। भू नियन्त्रण बिन्दु के वितरण को चित्र-2 एवं अभिमुखीकरण के ज्यामितीय मॉडल यथार्थता को सारणी-3 में प्रस्तुत किया गया है।



चित्र-**2.** प्रतिबिम्बों में भू नियन्त्रण बिन्दुओं का वितरण

अनुक्रमणिका

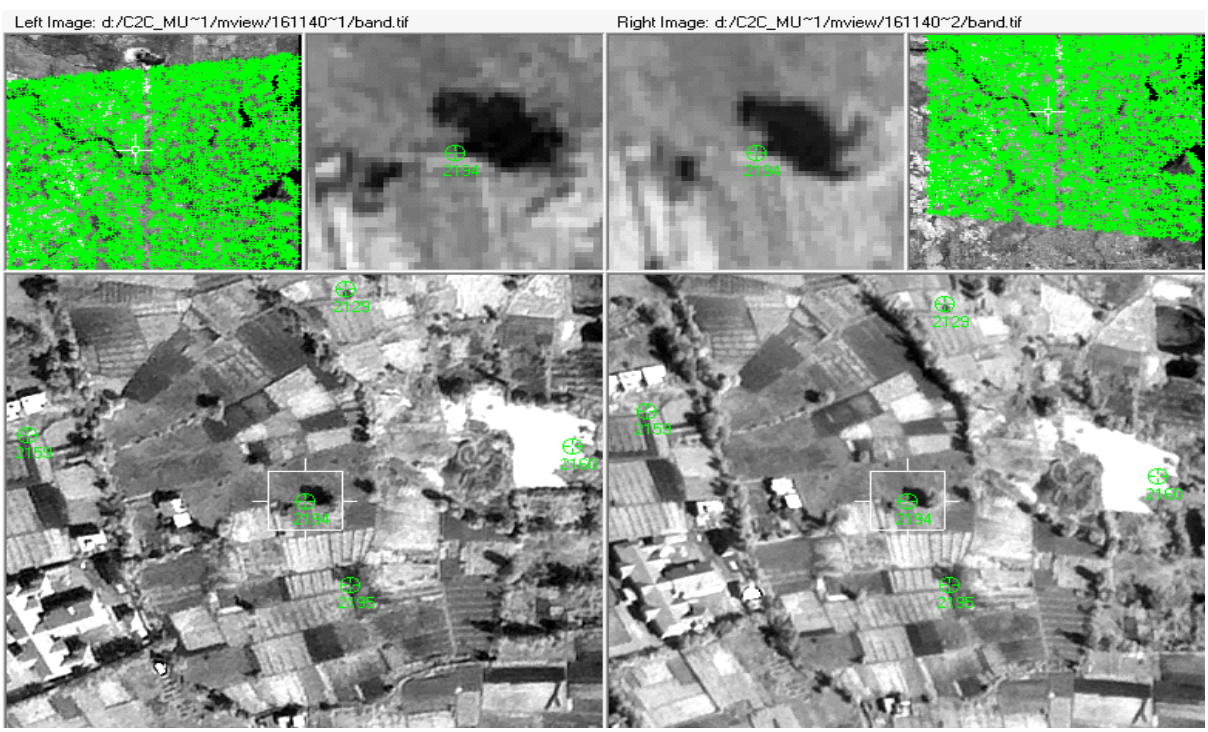
प्रतिबिम्बों के अभिमुखीकरण को सही करने के बाद उनके बीच परस्पर स्वतः सुमेलन प्रसामान्यकृत अनुप्रस्थ संबंधन विधि द्वारा कराया गया। प्रसामान्यकृत अनुप्रस्थ संबंधन विधि समान तरह के चित्रांश को दोनों प्रतिबिम्बों में उप चित्रांश के सतह पर मिलान करती है एवं प्रत्येक मिलान बिन्दु के लिये सहसंबंधक गुणांक प्रदान करता है जिससे मिलान यथार्थता का पता चलता है। इस अध्ययन में सहसंबंधक गुणांक का मान 0.80 लिया गया है। मिलान बिन्दुओं का लघुरुप चित्र-3 में दिखाया गया है जबकि उन की गुणता को सारणी-**4** में दिया गया है। मिलान बिन्दुओं के उपयोग से लंबन (पैरेलैक्स) का मान निकाला गया एवं उसको अनियमित ऊंचाई में परिवर्तित किया गया। अनियमित ऊंचाई वाले बिन्दुओं से नियमित ग्रिड पर अंकीय उच्चावच मॉडल का अंतर्वेशन किया गया। चित्र-4 में अंकीय उच्चावच मॉडल एवं यथार्थ प्रतिबिम्ब की रूपरेखा को प्रस्तुत की गई है। कार्टोसैट-2सी यथार्थ प्रतिबिम्ब एवं अंकीय उच्चावच मॉडल का 2.5 D दृश्य चित्र-5 में दिया गया है।

सारणी-**3.** ज्यामितीय माडल यथार्थता

भू नियन्त्रण बिन्दु	अवशेष (मी)		
	देशांतर अवशेष	अक्षांश अवशेष	ऊंचाई अवशेष
1	1.30	-1.31	-1.78
2	0.417	2.68	-0.46
3	-2.24	-2.23	1.65
4	1.23	0.136	0.689
5	3.5	1.3	0.999
6	2.312	1.83	-1.153
वर्ग मध्य मूल त्रुटि (मी)	**2.08**	**1.77**	**1.22**

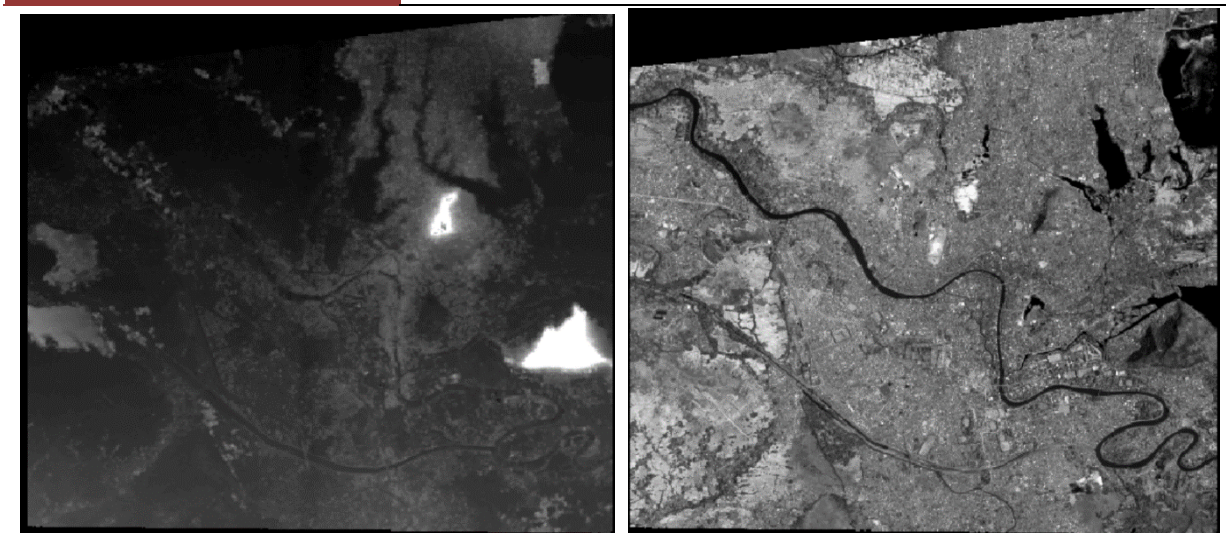
सारणी-**4.** मिलान बिन्दुओं की गुणता

गुणता	सहसंबंधक गुणांक	बिन्दुओं का प्रतिशत
उत्कृष्ट	1 – 0.85	59
अच्छा	0.85 – 0.70	36
साधारण	0.70 – 0.50	5
पृथक्करण	0.50 – 0.30	0
सन्दिग्ध	0.30 – 0.10	0

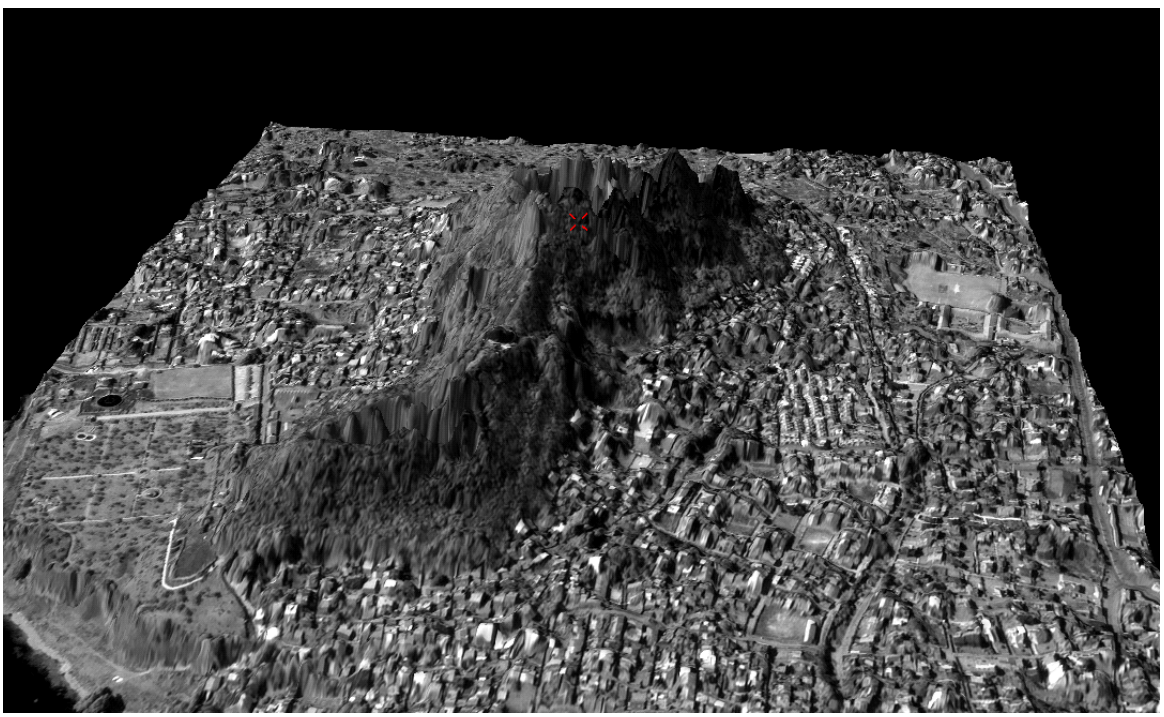


चित्र-3. मिलान बिन्दुओं की रूपरेखा

अनुक्रमणिका



चित्र-4. अंकीय उच्चावच मॉडल एवं यथार्थ प्रतिबिम्ब की रूपरेखा



चित्र-5. कार्टोसैट-2सी यथार्थ प्रतिबिम्ब एवं अंकीय उच्चावच मॉडल का 2.5 **D** दृश्य

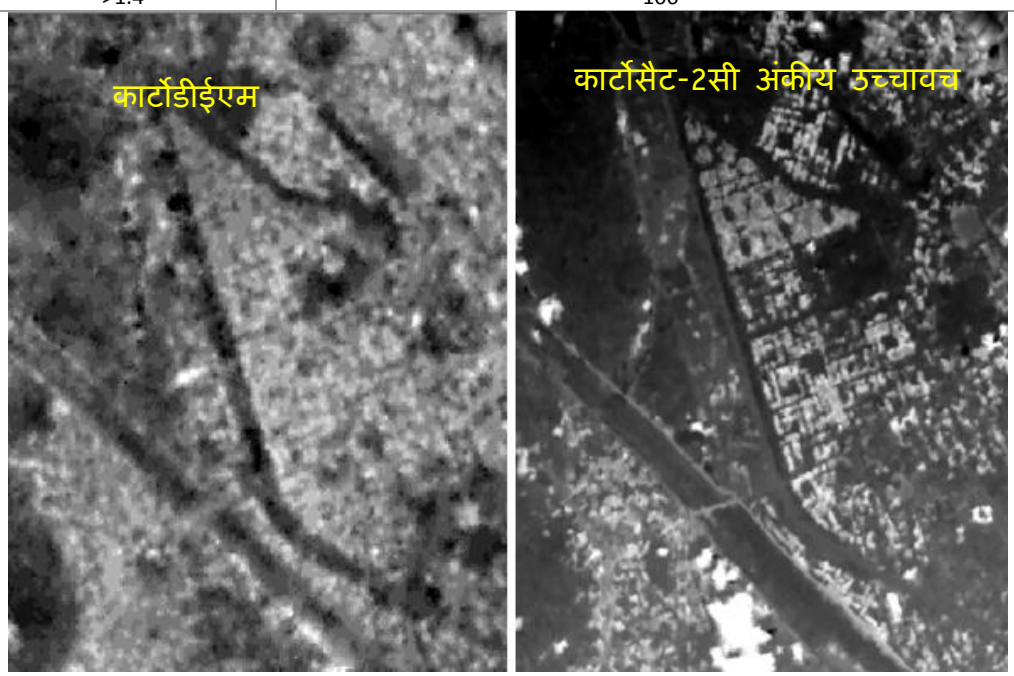
5. कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल एवं कार्टोडीईएम के गुणवत्ता का विश्लेषण

कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल के यथार्थता का विश्लेषण कार्टोडीईएम के साथ चित्रकल्प एवं सांख्यिकीय दोनों प्रकार से की गयी है। कार्टोडीईएम एवं कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल का दृश्य चित्र-6 में दिया गया है। कार्टोडीईएम के मुकाबले कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल में प्रत्येक मकान के पाद चिन्हों को सड़क वर्णजाल के साथ सुलभता से देखा जा सकता है। कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल हमें भू सतह का काफी ज्यादा विस्तृत विवरण प्रदान करता है। चित्र-7 मे कार्टोडीईएम एवं कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल का रंगीन उच्चावच दृश्य दिखाया गया है। चित्र-8 में कार्टोडीईएम एवं कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल के चित्रान्श अन्तर को दिखाया गया है एवं उसको सारणी-**4** में विस्तार में बताया गया है। चित्र-9 में कार्टोडीईएम एवं कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल के ऊंचाई का तुलनात्मक प्रोफाइल दिखाया गया है।

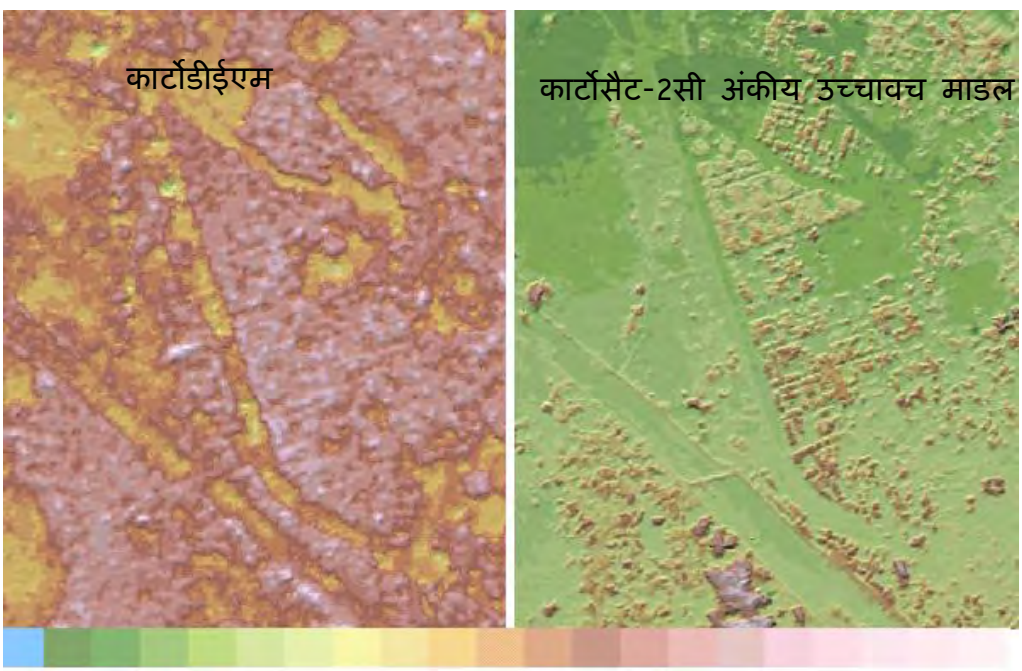
अनुक्रमणिका

सारणी-**4.** कार्टोडीईएम एवं कार्टोसैट-2सी उच्चावच के बीच का अंतर

ऊंचाई (मी)	संचयी प्रतिशत (कार्टोडीईएम – कार्टोसैट2सी डीईएम)
0.2	5
0.4	20
0.6	41
0.8	62
1.0	88
1.2	93
1.4	99.23
>1.4	100

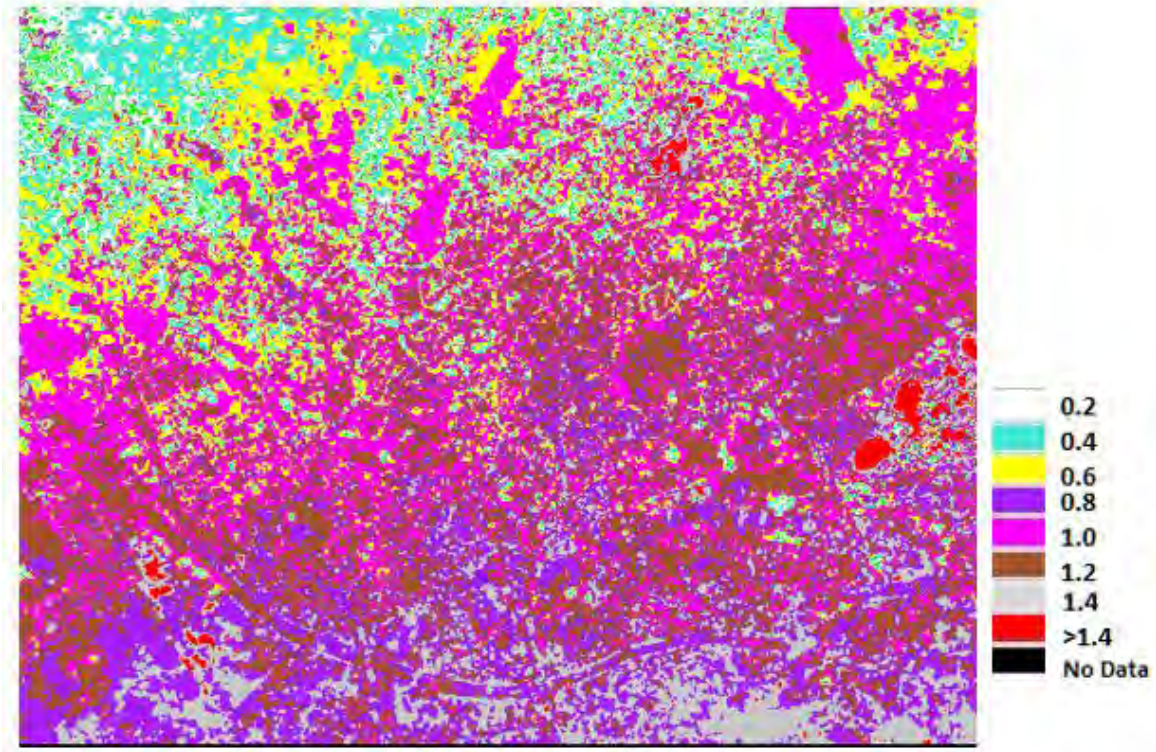


चित्र-6. कार्टोडीईएम एवं कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल का दृश्य

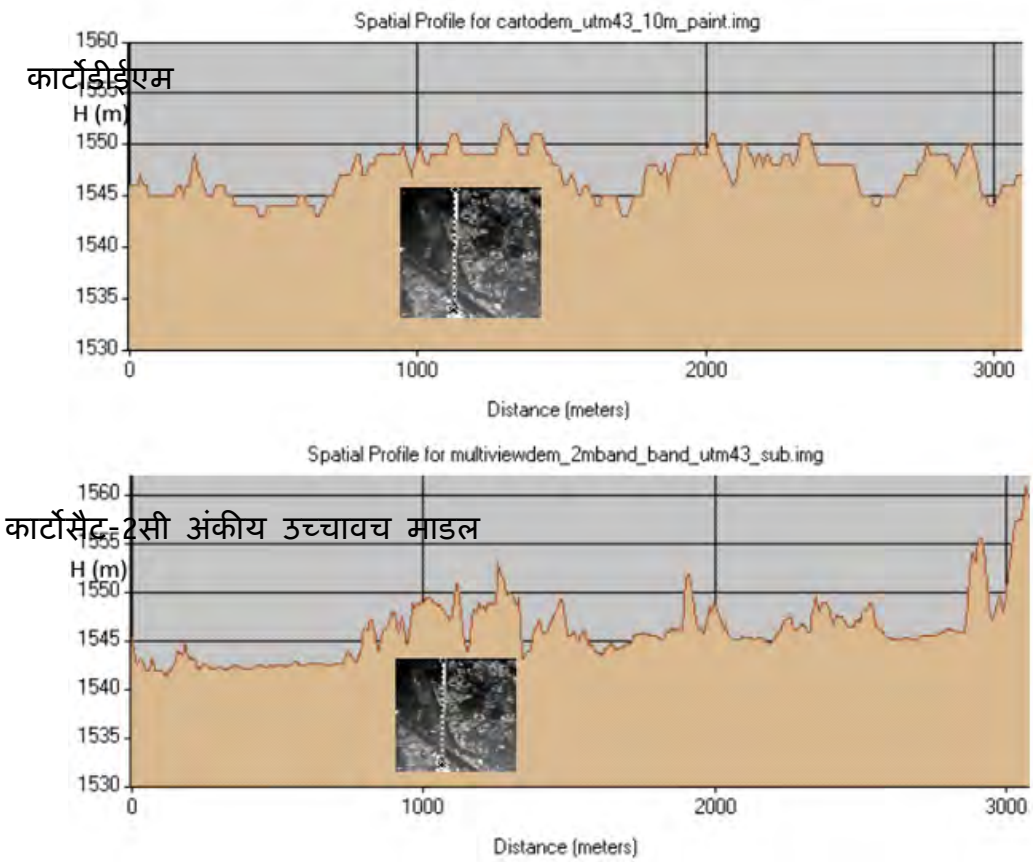


चित्र-7. कार्टोडीईएम एवं कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल का रंगीन उच्चावच दृश्य

अनुक्रमणिका



चित्र-8. कार्टोडीईएम एवं कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल का प्रतिबिम्ब



चित्र-9. कार्टोडीईएम एवं कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल के ऊंचाई का तुलनात्मक प्रोफाइल

अनुक्रमणिका

6. परिणाम एवं उपसंहार

यह अध्ययन यह स्थापित करता है कि कार्टोसैट-2सी के बहुदृश्य प्रतिबिम्बों से अंकीय उच्चावच मॉडल उत्पादन का उत्पादन करना सम्भव है। यद्यपि त्रिविम कोण का मान 53° था जो त्रिविम मोडेलिन्ग के लिये काफी अधिक है, फिर भी इन से 2 मी ग्रिड अन्तर पर बहुत ही उच्च स्तर का अंकीय उच्चावच मॉडल उत्पादित किया गया है। इस अंकीय उच्चावच मॉडल के यथार्थता का विश्लेषण कार्टोडीईएम (10 मी ग्रिड अन्तर) के साथ चित्रकल्प एवं सांख्यिकीय दोनो प्रकार से की गयी है। ज्यामितीय मॉडल यथार्थता का मान स्थानिक स्थिति में 2.5 मी के अन्दर जबकि ऊंचाई में 1.2 मी पाया गया है। कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल में भौमिक विशेषता (लक्षण) कार्टोडीईएम के मुकाबले काफी ज्यादा विस्तार मे दृष्टिगोचर होता है। दोनों अंकीय उच्चावच मॉडल का विश्लेषण करने पर यह पता चलता है कि दोनों के कुल चित्रान्शों में 99% का अन्तर केवल 1.4 मी है। कार्टोसैट-2सी अंकीय उच्चावच मॉडल का रेखीय त्रुति-90 का मान 1.3 मी पाया गया है। भविष्य में निर्पेक्ष त्रुति का मान प्राप्त करने के लिये इस अंकीय उच्चावच मॉडल की तुलना लिडार डी इ एम से की जायेगी।

7. संदर्भ

1. डी इ एम जेनेरेशन फ्राम सेटेलाइट डाटा, जैकबसन एट अल, प्रोसिडिन्ग आफ द 23 इयर्सेल सिमपोजियम 2003, बेल्जियम

2. हाई रिजोलूशन डी इ एम जेनेरेशन फ्राम कार्टोसैट-2एस मल्टीभिउ डाटा प्रोडक्ट, अमिताभ एट. अल, कार्टोसैट-2एस /डी पी/एस ए सी / एस आइ पी जी/ एच आर डी पी डी/टी एन - /आक्टूबर 2016

आभार

तकनीकी संगोष्ठी आयोजित करने के लिए हम निदेशक, सैक एवं नियंत्रक, सैक को हार्दिक धन्यवाद देते हैं। इस अध्ययन के दौरान दिए गए सुझावों के लिये हम श्री देवज्योति धर, समूह प्रधान, एस आइ पी जी के बहुत आभारी हैं। इस प्रकार के अध्ययन का मौका प्रदान करने के लिये हम कार्टोसैट-2सी के परियोजना निदेशक एवं परियोजना के अन्य पदाधिकारियों का भी आभार व्यक्त करते हैं। हम एच आर डी पी डी के अपने सभी सहकर्मियों का भी आभार व्यक्त करते हैं।

***

अनुक्रमणिका

सुदूर संवेदन के नए आयाम

सुदूर-संवेदन नीतभारों के लिए आंकड़ों के तुलनात्मक विश्लेषण माड्यूल का विकास

जितेन्द्र कुमार एवं अनिल सुखेजा
वैज्ञानिक/अभियंता-'एसई',पी.सी.एस.वी.डी./पी.सी.ई.जी./सेडा
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

सामान्यतः जब कोई भी समान प्रकार के नीतभारों का विकास किया जाता है, तो एक अवश्यम्भावी प्रश्न दिमाग में कौतुहल पैदा करता है, क्या इस बार का प्रयास पूर्व से बेहतर होगा? अंतरिक्ष विज्ञान और तकनीकी क्षेत्र में, जहाँ शून्य त्रुटि की माँग और उच्च कोटि की वैश्विक प्रतिस्पर्धा है, वहाँ, यह परम आवश्यक हो जाता है, कि विभिन्न विकास चरणों के प्रत्येक अवस्था में ही नीतभार के प्रदर्शन का मूल्याकंन कर आवश्यक कदम उठाये जा सकें। इन्हीं आवश्यकताओं को मूल में रखते हुये, एक विशेष सॉफ्टवेर माड्यूल का विकास कर, वास्तविक सॉफ्टवेर (जोकि बेहद विस्तृत है, एवं विभिन्न परियोजनाओं के विकास की रीढ़ की हड्डी है) के साथ एकीकृत किया।

संकेत शब्द

सुदूर-संवेदन,एक्स-स्कोप(XSCoPE),रिजल्ट++(Results++), भू-विभेदन,विश्लेशण, कार्टोसेट,आँकड़े

नामावली

XSCoPE- Linu**X** based **S**ystem for **C**omputerized **P**ayload **E**valuation
PAN- **पानक्रोमिक कैमेरा**
MX-Multi Spectral
EVM-Event Monitoring
एल.इ.डी (LED)-Light Emitting Diode
GB-Giga Byte

1. प्रस्तावना

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, विभिन्न सुदूर संवेदन परियोजनाओं में उन्नत किस्म के संवेदकों को, स्वदेशी प्रमोचन यानों द्वारा अंतरिक्ष में स्थापित कर विश्व पटल पर, अपनी विशेष पहचान बना चुका है। भास्कर-1, जैसे अंतरिक्ष यानों के विकास और प्राप्त डेटा की प्रोसेसिंग से मिला अनुभव भविष्य के उपग्रहों के विकास के लिए एक वरदान साबित हुआ, जिसके कारण अब तक 50 से अधिक विद्युत प्रकाशिकी नीतभारों का विकास, जिनमें कार्टोसेट जैसे उ च्च भू-विभेदन क्षमता वाले नितिभार भी शामिल हैं, दिन प्रतिदिन हो रहे नवीनतम प्रयासों का ही प्रतिफल है।

एक दशक पहले, कार्टोसेट श्रृंखला, जिसकी भू -विभेदन क्षमता कुछ मीटर से प्रारंभ हुई थी और आज न केवल कुछ सेंटीमीटर तक पहुँची गयी है, अपितु निम्न प्रदीप्त लक्ष्य को भी बहुत आसानी से भेद कर, नीतभार विकास में केंद्र ने एक अभूतपूर्व विशेषज्ञता हासिल कर ली है।

इन नवीनतम तकनीकियों का उपयोग करते हुये विभिन्न नीतभारों के विकास चरण में ही उनसे सम्बंधित आंकड़ों को त्वरित गति से संसाधित कर सार रूप में व्यक्त कर देना, न केवल नीतभार की व्याख्या कर इनको उन्नत बनाता है, साथ ही साथ वैज्ञानिक तथा इंजीनियर समुदाय को एक अनूठा संतोष प्रदान करता है, जोकि उनके द्वारा विभिन्न चुनौतियों से जूझते हुये नए-नए प्रयोगों की सफलता का ही प्रतिफल है।

2. एक श्रंखला के तहत विकसित नितिभार

अनुक्रमणिका

विद्युत प्रकाशिकी नीतभारों को आम आदमी के काम आने वाले विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों के लिए, उपयोगकर्ताओं की आवश्यकता पर विचार कर विकसित किये जाते हैं, जिनके प्रमुख उद्देश्य खाद्य एवं जल सुरक्षा सुनिश्चित करना, पर्यावरण और पारिस्थितिकी तंत्र कायम रखना, प्राकृतिक संसाधन, जनगणना, बुनियादी ढांचे का विकास, स्मार्ट गवर्नेंस को समर्थन, मौसम की भविष्यवाणी आदि हैं।

आईआरएस, रिसोरसेट, ओसनसेट, इनसेट, कार्टोसेट जैसी विभिन्न परियोजनायें एक श्रृंखला के रूप में उपयोगकर्ता द्वारा हमेशा से ही माँग में रहीं हैं, फलत एक नीतभार की नियत आयु समाप्त होने से पूर्व ही उसका रिप्लेसमेंट विकसित करना परम आवश्यक हो जाता है।

उदाहरण के तौर पर, कार्टोसैट श्रृंखला जोकि सी.सी.डी. से प्रारंभ हुयी थी, और आज टी.डी.आई. जैसी नवीनतम तकनीकी का प्रयोग कर निम्न प्रदीप्त लक्ष्यों को भी भेद पाने में सक्षम है। सारिणी-1 में श्रृंखलाबद्ध रूप में विकसित कार्टोसैट नीतभार को उदाहरण के रूप में दर्शाया गया है।

सारिणी-1: डिजाइन, विकसित एवं प्रमोचित कार्टोसेट नीतभार

क्र.सं.	उपग्रह	प्रमोचन दिनांक	नीतभार विवरण
7	कार्टोसैट-2S	शायद जून'2017	PAN, Mx एवं EVM
6	कार्टोसैट-2S	15-02-2017	PAN, Mx एवं EVM
5	कार्टोसैट-2S	22-06-2016	PAN, Mx एवं EVM
4	कार्टोसैट-2B	12-07-2010	पानक्रोमिक कैमेरा
3	कार्टोसैट-2A	28-04-2008	पानक्रोमिक कैमेरा
2	कार्टोसैट-2	10-01-2007	पानक्रोमिक कैमेरा
1	कार्टोसैट-1	05-05-2005	PAN-फोर, PAN-आफ्ट

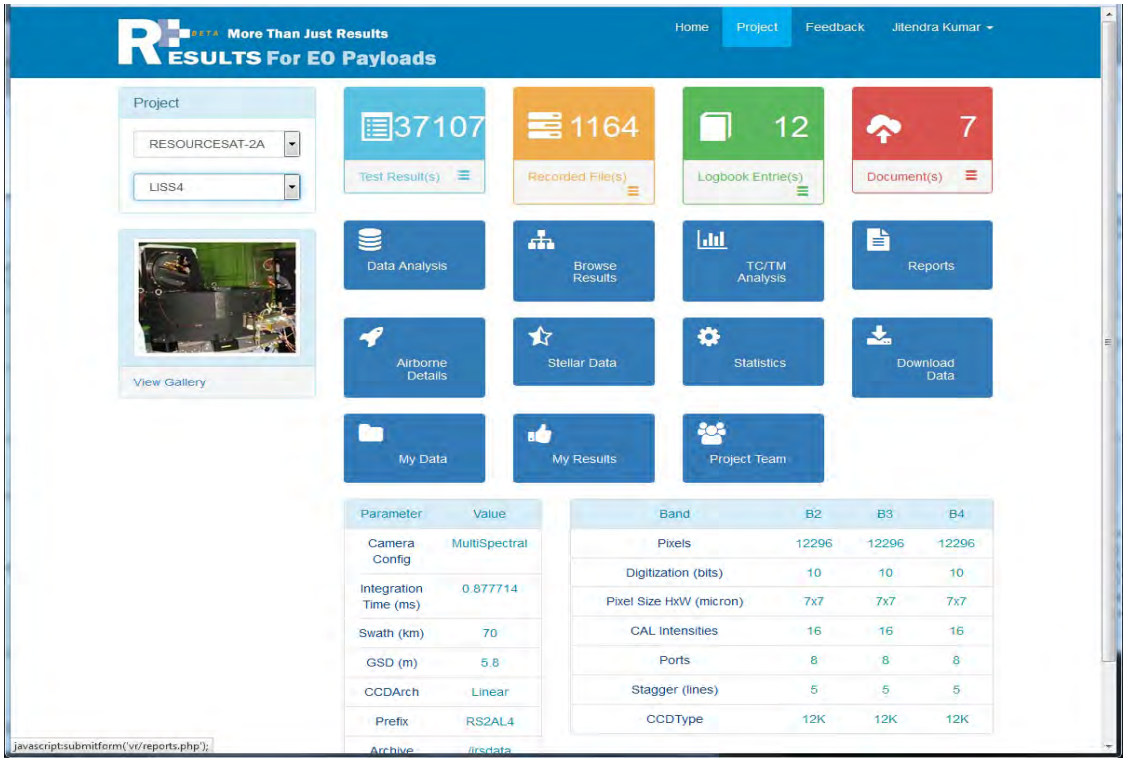
उपलब्ध आंकड़ों को केंद्रीयकृत डाटा-बेस में संग्रह करना, उनको यथा समय प्राप्त करना, आंकड़ों तथा परिणामों को परियोजना संबंधित विभिन्न सदस्यों को उपलब्ध करना, आदि-आदि सुविधाओं को पूर्व में ही एक विशेष पोर्टल जोकि सैकनेट के माध्यम से कभी भी तथा कहीं भी एक्सेस किया जा सकता है, Results++ के नाम से विख्यात हो चुका है। उपयोगकर्ताओं की माँग को समझते हुये, इस में दिन-प्रतिदिन नयी नयी सुविधाओं से अद्यतन किया जा रहा है। इसी क्रम में "Data Analysis" माड्यूल के अंतर्गत "Compare Datasets" उप-माड्यूल को विकसित कर Results++ में एकीकृत किया गया। यद्यपि, ये दिल माँगे मोर, की तरह ही, इस तरह के ये क्रमिक विकास क्रम यहीं न रुक कर, आंकड़ा गुणवत्ता की नवीन ऊँचाईयों को प्राप्त करेगा।

3. Results++: परिणामों के परे भी

जैसे-जैसे नीतभारों के विकास क्रम में वृद्धि हो रही है, नीतभार विकास में सतत पेलोड एवेल्युएशन सिस्टम (XSCoPE के नाम से प्रचलित 10G नेटवर्क पर कार्यरत, इन-हाउस विकसित क्लाएंट-सर्वर वास्तुकला पर आधारित सॉफ्टवेर), सॉफ्टवेर को दिन-प्रतिदिन विभिन्न तकनीकियों से अद्यतन किया जा रहा है। इसके द्वारा अधिकृत नीतभार आंकड़े, Results++ (Oracle-11G डाटाबेस पर आधारित एक वेब-पोर्टल, जोकि सेकनेट के माध्यम से कहीं से भी एक्सेस किया जा सकता है) पोर्टल द्वारा परियोजनाओं से सम्बद्ध विभिन्न सदस्यों द्वारा विविध जानकारीयां सुगमता से एक्सेस किये जाने में विशेष भूमिका निभा रहा है। इसके द्वारा अधिकृत आंकड़े तथा उनसे व्युत्पन्न परिणाम डाउनलोड करने के अलावा स्वास्थ्य संबंधित जानकारियां, विश्लेषणात्मक रिपोर्ट, सांख्यिकीय आँकड़े आदि विभिन्न परियोजना के लिए कभी भी प्राप्त की जा सकतीं हैं।

उपयोगकर्ताओं की आवश्यकता और इस पोर्टल को और भी अधिक सुविधाओं से युक्त करने के उद्देश्य से इसमें नये नये माड्यूलों को विकसित कर एकीकृत किया जा रहा है। इसी क्रम को जारी रखते हुये, आंकड़ों का तुलनात्मक

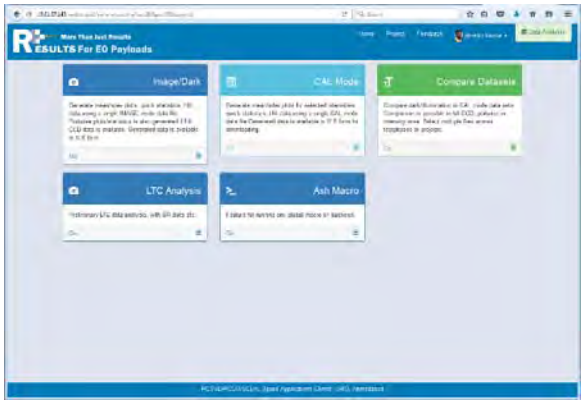
विश्लेषण माड्यूल को विकसित कर, इसमें कार्यान्वित किया गया। चित्र-1 में Results++ वेब-पोर्टल का दृश्य-आरेख दर्शाया गया है।



चित्र-1 में Results++ वेबपोर्टल का आधुनिकतम ले-आउट

4. आंकड़ों का तुलनात्मक विश्लेषण माड्यूल का डिजायन

चूंकि आजकल विभिन्न परियोजनाओं के अंतर्गत नीतभार विकास क्रम में तो काफी वृद्धि हुयी ही है, और साथ ही साथ सीमित मानव-संसाधनों की कमी के कारण अधिकृत आंकड़ों का विश्लेषण तथा रिपोर्ट बहुत ही सीमित समय में उपलब्ध कराना एक चुनौतीपूर्ण कार्य बन गया है। नीतभार विकास के विभिन्न चरणों में अधिकृत आंकड़ों का फेज-वाइस और यदि साथ ही साथ यदि कोई नीतभार एक श्रृंखला के तहत विकसित किया गया है तो इसके पूर्व-वर्ती से इसकी तुलना समय की माँग बन जाती है। इन सब तथ्यों को समझते हुये आकड़ा तुलनात्मक माड्यूल के विकास की नींव पड़ी। चित्र-2 में Results++ वेब-पोर्टल के आंकड़ा-विश्लेषण माड्यूल के अंतर्गत "Compare Datasets" को प्रदर्शित किया गया है।



चित्र-2 में Results++ वेब-पोर्टल पर "Compare Datasets" माड्यूल का प्रदर्शन

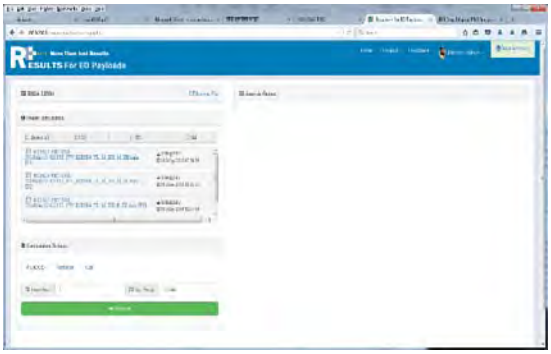
जहाँ विभिन्न नीतभार एक श्रृंखला के अंतर्गत विकसित किए जातें है, तो हमेशा यह चुनौती रहती है कि उनकी गुणवत्ता आगे विकसित होने वाले, पूर्व विकसित नितभार की तुलना में और भी उच्च कोटि की हो। जिसके लिए इन नीतभारों की तुलना करना परम आवश्यक हो जाता है। इसी चुनौती को अंगीकार करते हुये, एक इन-हाउस आंकड़ा तुलनात्मक माड्यूल को पूर्व विकसित Results++ सॉफ्टवेर के साथ कार्यान्वित किया गया। जिससे न केवल नीतभार

का प्रदर्शन मूल्यांकन किया जा सकता है, बल्कि विकास चरण में भी कई महत्वपूर्ण जानकारियाँ (फीड-बेक) भी त्वरित प्रदान की जा सकतीं हैं।

5. आंकड़ों का तुलनात्मक विश्लेषण माड्यूल की विशेषतायें

वर्तमान में यह माड्यूल रेखीय सी.सी.डी. प्रकार के संवेदकों के लिए डिजाइन किया गया है। अतः इसके द्वारा हम, पेनक्रोमेटिक तथा मल्टी-स्पेक्ट्रल नीतभारों का विश्लेषणात्मक अध्ययन कर सकते हैं। यह माड्यूल निम्न सुविधाओं से सुसज्जित है;

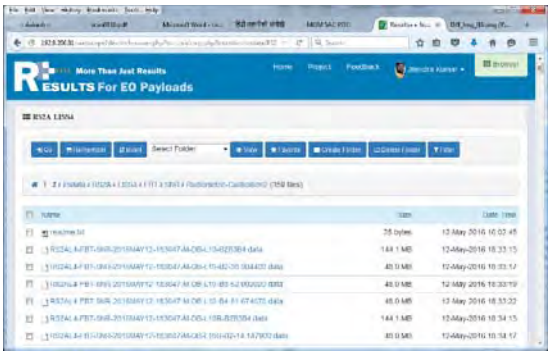
- FullCCD: **रेखीय सी.सी.डी. के सभी पिक्सेल्स या उसके सब-सेट पिक्सेल्स के तुलनात्मक विश्लेषण के लिये**
- Portwise: **सी.सी.डी. के सभी पोर्ट या उसका कोई भी सब-सेट पोर्ट के तुलनात्मक विश्लेषण के लिये**
- Cal: **अंशांकन आँकड़ों के तुलनात्मक विश्लेषण के लिये**



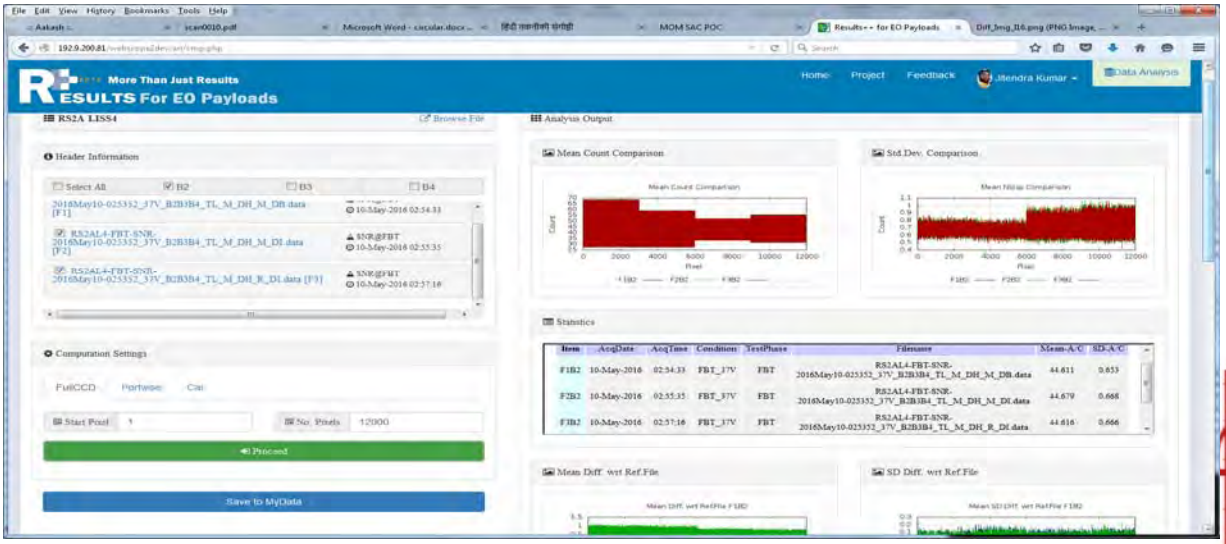
चित्र-3: फाइल ब्राउसिंग

6. आंकड़ों का तुलनात्मक विश्लेषण माड्यूल की विशेषतायें

✓ FullCCD **चयन का उपयोग: किसी चयनित नीतभार के, अपेक्षित फाइल्स को ब्राउज कर, चुन लिया जाता है, और फिर इन चयनित फाइल्स को, किसी भी रेखीय सी.सी.डी. के सभी पिक्सेल्स या उसका कोई भी सब-सेट परास**, GUI के द्वारा भर कर, जब प्रोसीड किया जायेगा, तो इन चयनित फाइलों के लिए दिए गए पिक्सेल परास पर विश्लेषणात्मक परिणाम बायीं ओर प्रदर्शित हो जाते हैं, जिनमें संबंधित ग्राफ, सारिणी और उनका सांख्यिकीय विश्लेषण आंकड़े उपलब्ध रहते हैं। यह प्रक्रिया चित्र-3, 4 तथा 5 में दिखायी गयी है।



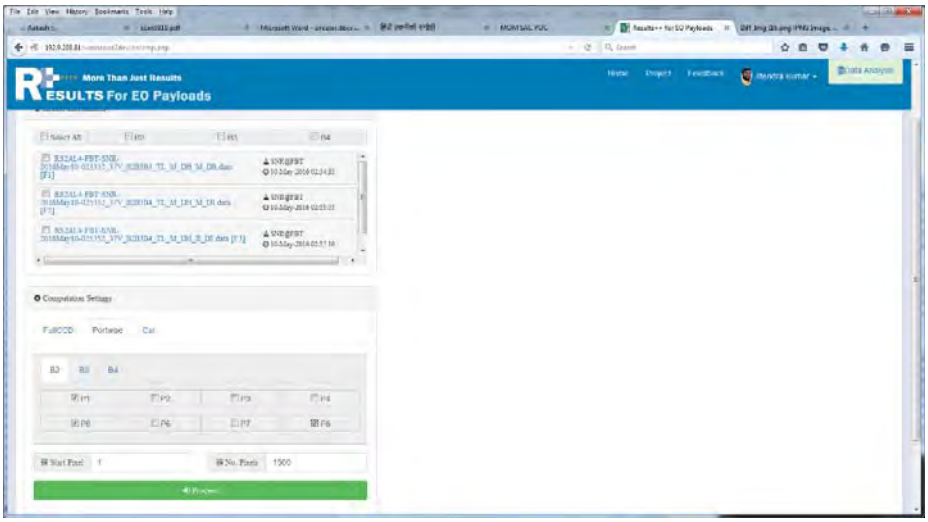
चित्र-4: फाइल सेटिंग्स को समझते हुये चुनना



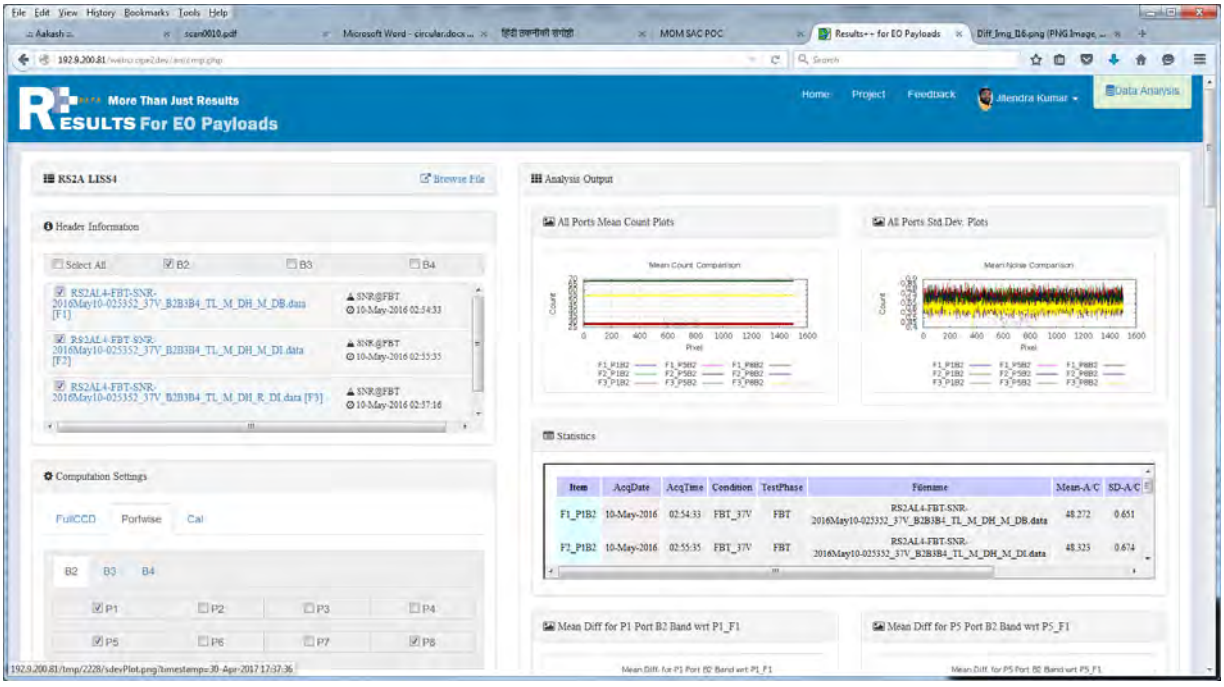
चित्र-5: आंकड़ों का तुलनात्मक विश्लेषण माड्यूल द्वारा चयनित फाइलों के विश्लेषणात्मक परिणाम

✓ Portwise **चयन का उपयोग**

प्रत्येक रेखीय सी.सी.डी., सिंगल पोर्ट न होकर मल्टी पोर्ट होती है, जब कभी रेखीय सी.सी.डी. के विश्लेषणात्मक आंकड़ों में, कोई अ-सामान्यीकरण पाया जाता है, तब आंकड़ों को और भी गहरायी के साथ समझना नितांत आवश्यक हो जाता है। इन तथ्यों को ध्यान में रखते हुये, पोर्ट-वाइज विश्लेषण सुविधा को डिजाइन और विकसित किया गया। किसी चयनित पोर्ट/पोर्टों की चुनाव प्रक्रिया और उनके तुलनात्मक परिणामों को चित्र 6, तथा 7 में समझाया गया है।



चित्र-6: पोर्ट-वाइज चयन में पोर्ट का चुनाव करना



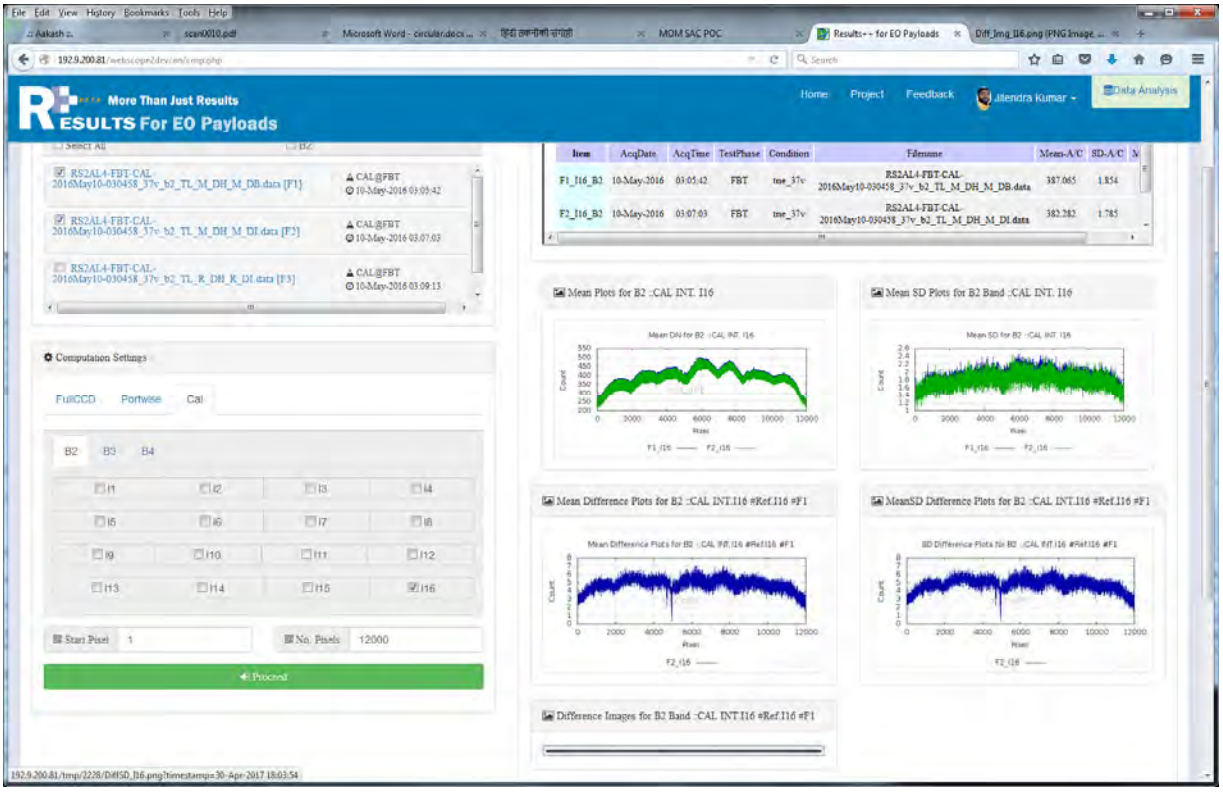
चित्र-7: पोर्ट-वाइज चयन में, चयनित पोर्ट्स के लिये विश्लेषणात्मक परिणाम

✓ Cal **चयन का उपयोग**

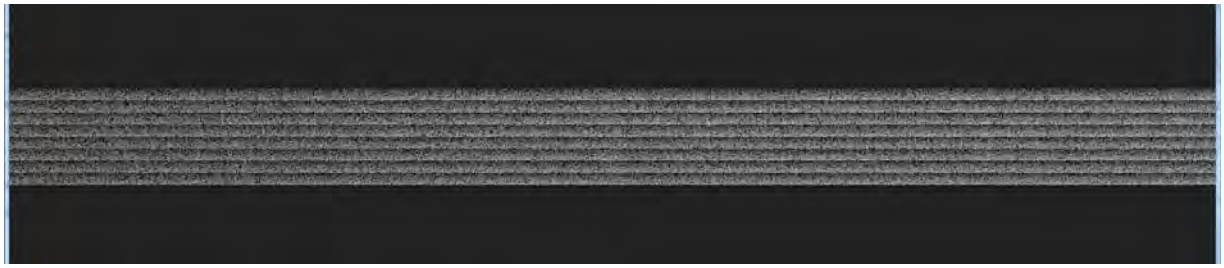
सामन्यतः नीतभारों का इन-ऑर्बिट में, ऑन-बोर्ड अंशांकन सुविधा के लिये प्रदीप्त स्रोत के लिये स्पेस योग्य (क्वालीफाइड) एल.इ.डी. का प्रयोग किया जाता है। इन स्रोतों के द्वारा नीतभारों का लैब अंशांकन आकड़ा अधिकृत कर

विश्लेषित किया जाता है। सामान्य इमेज आंकड़ों में जब कोई अ-सामान्यीकरण पाया जाता है, तब इन अंशांकन आंकड़ों को समझकर ही किसी निष्कर्ष पर जाया जा सकता है। इस प्रकार से ये आंकड़ा सामान्य आंकड़ों से भिन्न होता है, और प्रदीप्त स्तर के आधार पर, उसकी इमेज के आधार पर या दो प्रदीप्त स्तरों आपसी तुलना आदि-आदि बिंदुओं पर विशेषतः समझा जाता है।

इसलिये, कैल विश्लेषण सुविधा भी विकसित की गई। किसी चयनित फाइल/फाइलों के ऊपर से प्रदीप्त स्तर की चुनाव प्रक्रिया और उनके तुलनात्मक परिणामों को चित्र 8, तथा 9 में समझाया गया है।



चित्र-8: कैल चयन में, चयनित फाइलों की चयनित प्रदीप्त स्तर के लिये विश्लेषणात्मक परिणाम



चित्र-9: कैल चयन में, चयनित फाइलों की चयनित प्रदीप्त स्तर पर इमेजों से तुलना

इन सभी परिणामों को उपयोगकर्ता सेव करके सुरक्षित भी करा सकता है, ताकि इनका यथा समय चर्चा में प्रयोग किये जा सकें।

7. उपसंहार

भारतीय सुदूर संवेदन कार्यक्रम उपयोगकर्ताओं की जरूरतों से प्रेरित है। देश और विश्व के विभिन्न उपयोगकर्ताओं की आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए, विविध आकाशीय, वर्णक्रमीय और कालिक विभेदनों में आवश्यक डेटा उपलब्ध

कराने के लिए विभिन्न नीतभार सेडा के अंतर्गत अनवरत रूप से विकसित किये जा रहे हैं। इन नीतभारों द्वारा अधिकृत लैब आँकड़ों का भण्डारण आकार कई GB तक में होता है। अतः इन आँकड़ों का तात्कालिक अति-सूक्ष्म विश्लेषण करके ही, विकसित किये जा रहे नीतभार उपकरण की क्षमताओं का आंकलन किया जा सकता है। यह तुलनात्मक विश्लेषण माड्यूल, इसी क्रम में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है।

संदर्भ सूची-

1. इन हाउस विकसित एक्स-स्कोप सॉफ्टवेर से संबंधित अभिलेख
2. इन हाउस विकसित Results++ संबंधित अभिलेख
3. Resourcesat-2A के आँकड़े
4. वेब संदर्भ www.wikipedia.com

आभार

हम श्री एस.एस. सरकार, उप निदेशक, सेडा के आभारी हैं, जिनकी निरंतर प्रेरणा, मार्गदर्शन और प्रोत्साहन हमको समय समय पर मिलता रहा। इसके अतिरिक्त श्री अमित दवे, श्री आशीष बी.मिश्रा, हेड पीसीएसवीडी, श्री डी.आर. गोस्वामी, जीडी पीसीईजी एवं समस्त एक्स-स्कोप टीम से मिली अमूल्य जानकारी एवं निरंतर सहयोग ने इस लेख को लिखने में अहम भूमिका निभायी। भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास क्षेत्र विषय के सन्दर्भ में लिखित इस लेख को प्रस्तुत करने में हमें अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के हिंदी अनुभाग का भी भरपूर सहयोग मिला।

लेखक परिचय



जितेन्द्र कुमार ने ने वर्ष 2002 में आई.ई.टी. (डॉ. बी. आर. अम्बेडकर विश्व विद्यालय केम्पस) आगरा से इलेक्ट्रोनिक्स एवं संचार इंजीनियरिंग क्षेत्र में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। तत्पश्चात एच.ए.एल. नासिक में अभियंता के रूप में कार्य किया है। वर्ष 2005 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद सेंसर डेवेलोपमेंट एरिया (सेडा) में कार्य प्रारंभ किया। वर्तमान सेडा के पीसीईजी समूह के पेलोड चेक-आउट सॉफ्टवेर एंड विजन सिस्टम प्रभाग, में कार्यरत है।

***

सुदूर संवेदन के नए आयाम

इसरो के मानव मिशन के क्रू-मॉड्यूल हेतु रडार ऊँचाईमापी (Altimeter)

अमिता शाह, रितेश कुमार शर्मा, जैमिन तन्ना, शिवानी भार्गव, दीपक पुत्रेवु, संजय त्रिवेदी, हिमांशु पटेल

एम. एस. डी. जी./ एम. आर. एस. ए., अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)

अहमदाबाद, गुजरात, भारत

दूरभाष: +91-7926945240/33, फैक्स: +91-7926915850

सारांश

चंद्रयान-1 एवं मंगलयान -1 मिशनों की कामयाबी के बाद, इसरो/भारत अपने प्रथम मानव-अंतरिक्ष मिशन के अभिकल्प एवं विकास कार्यों में पूरे उत्साह से संलग्न है। इस मिशन के द्वारा मानव को अंतरिक्ष एवं अन्य ग्रहों पर ले जाने के इसरो/भारत के उद्देश्यों को परिपूर्ण करने में सहायता मिलेगी। जिस प्रकार से धरती पर प्राकृतिक भू-सम्पदा की दिन प्रतिदिन कमी होती जा रही है, उसको देखते हुए मानव-जाति के लिए अन्य ग्रहों पर "जीवन की खोज" एवं उन पर उनका "निवास-स्थापित" करने के भविष्यगामी कार्य को पूर्ण करने के लिए उठाया गया यह कदम "मील का पत्थर" साबित होगा। मानव मिशन में किसी भी आकस्मिक दुर्घटना के समय, उसके "क्रू-मॉड्यूल" में बैठे हुए समस्त अंतरिक्ष-यात्रियों की जान बचाना सर्वोपरी आवश्यकता है। इस कार्य को सफलतापूर्वक करने के लिए, विभिन्न प्रकार के सुदूर संवेदकों से प्राप्त आकंड़ों को संवृत-पाश (closed-loop) में निवेश करके, समस्त अंतरिक्ष-यात्रियों की जान को बचाया जा सकता है।

दुर्घटना के समय "क्रू-मॉड्यूल" को अंतरिक्ष-यान से अलग करके, उसको विभिन्न ऊँचाइयों पर विभिन्न कार्यों (जैसे : "क्रू-मॉड्यूल" की स्थिति, पैराशूट का खुलना इत्यादि) करके सफलतापूर्वक उतारा जा सकेगा। इस कार्य के सफल संपादन हेतु "क्रू-मॉड्यूल" की शुद्धतम ऊँचाई तथा ऊर्ध्व-वेग (Vertical Velocity) का मापन अत्यंत आवश्यक है जिसके हेतु एक आवृत्ति माडुलित सतत तरंग (FMCW) सिद्धांत पर आधारित एक का-बैंड रडार ऊँचाईमापी का निर्माण सैक/इसरो में किया गया है। इस रडार ऊँचाईमापी को "क्रू-मॉड्यूल" के साथ लगाकर "पैड-अबोर्ट टेस्ट (Pad-Abort Test)" के माध्यम से परिक्षण किया जाएगा। इस ऊँचाईमापी के निर्माण द्वारा, सुदूर संवेदन के एक नए आयाम की आधारशिला रखी गयी है जो कि इस तकनीकी संगोष्ठी के मुख्य विषय-वस्तु को पूर्णतया चरितार्थ करता है।

इस ऊँचाईमापी को स्वचालित तरीके से कार्य करते हुए शुद्धतम ऊँचाई तथा ऊर्ध्व-वेग के आंकड़ों को वास्तविक-काल में एम. एस. एस. टर्मिनल द्वारा भू पर प्रेषित किया जायेगा तथा साथ ही साथ मुख्य नीतभार संगणक को 1553-बस के माध्यम से प्रदान किया जायेगा, अतैव इस ऊँचाईमापी में एक Virtex-4 एफ.पी.जी.ए. आधारित हार्डवेयर का निर्माण किया गया है जिसमें मुख्यता तीन फलनों - 1. नीतभार नियंत्रक (Pay-Load Controller,PLC), 2. डिजिटल चर्प जनरेटर (DCG), 3. डिजिटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU) का समावेश किया गया है। समस्त आंकड़ों को एम. आर. एस. ए. में निर्मित ऑन-बोर्ड Solid State Recorder (SSR) में संगृहीत किया जाएगा। प्रस्तुत पत्र में Ka-बैंड रडार ऊँचाईमापी के तीव्र गति के ऑन-बोर्ड रडार ऊंचाईमापी संसाधित्र के अभिकल्प, विन्यास एवं परिणाम के विवरण को विस्तृत रूप में प्रस्तुत किया गया है।

मुख्य शब्द

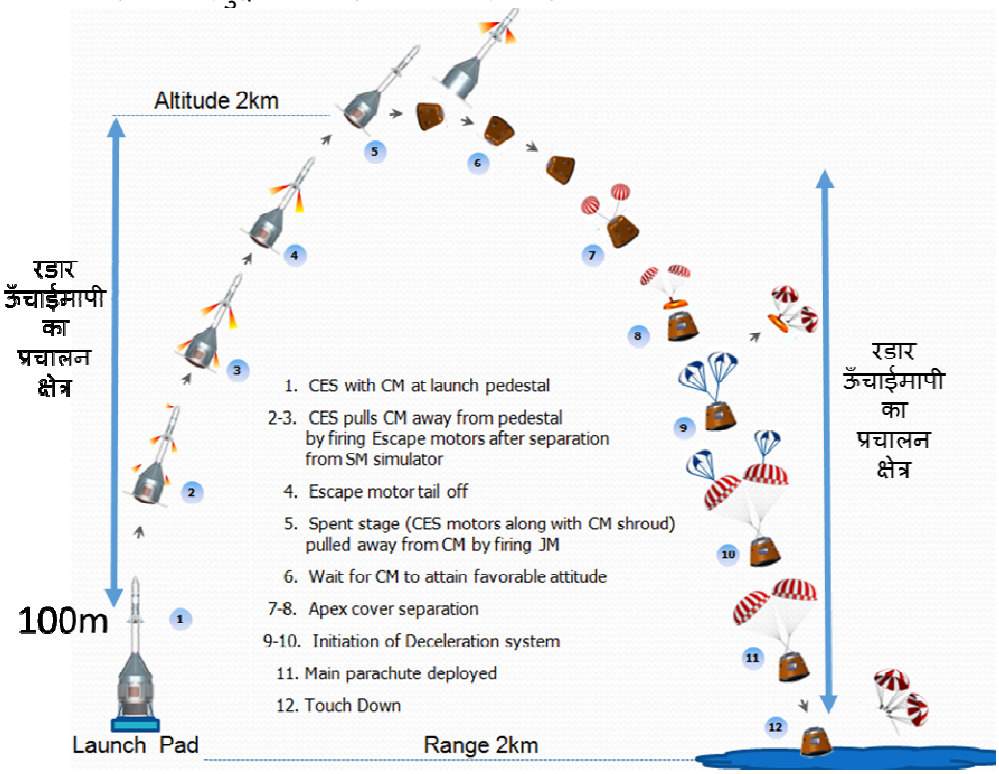
रडार ऊँचाईमापी (Radar Attimeter), नीतभार नियंत्रक (Pay-Load Controller,PLC), अंकीय चर्प जनित्र (Digital Chirp Generator, DCG), डी. पी. यू. (Digital Processing Unit, DPU), ऑन-बोर्ड संसाधित, आवृत्ति-माडुलन सतत तरंग (Frequency Modulated Continuous Wave)

प्रस्तावना

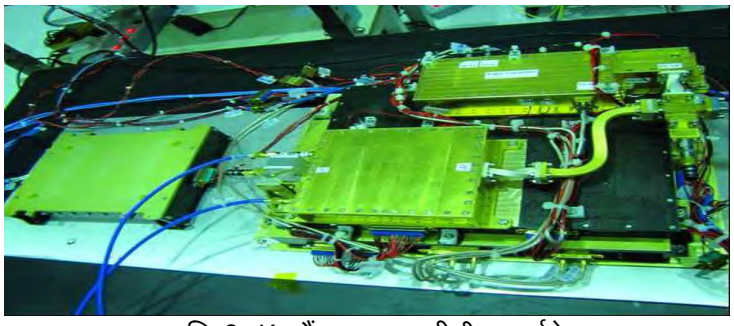
चित्र -1 में मानव अंतरिक्षयान के "पैड-अबोर्ट टेस्ट (Pad-Abort Test)" के गमन पथ को दर्शाया गया है। "क्रू-मॉड्यूल" को 2 किमी की ऊँचाई पर जाकर प्रमोचन यान से अलग कर दिया जायेगा। 100 मी की ऊँचाई से लेकर "क्रू-मॉड्यूल" के समुद्र तट से 3 मी की ऊँचाई तक पूर्ण ऊँचाई एवं उर्ध्व-गति का आकलन अतिशुद्ध एवं जटिल संक्रियाओं के द्वारा करके भू पर प्रेषित किया जायेगा। इसकी सफलता के तदुपरांत ऊँचाईमापी को संवृत-पाश (closed-loop) में निवेश करके "क्रू-मॉड्यूल" को सुरक्षित उतारने का कार्य करेगा। उतरने के समय में इन आंकड़ों का वास्तविक काल में स्वनिर्धारण विधा में परिशुद्ध आकलन करना अत्यंत आवश्यक होगा।

अनुक्रमणिका

सुरक्षित अवतरण के लिए Ka- बैंड रडार ऊँचाईमापी का समावेश करके तीव्र-गति प्रक्रमण से "क्रू-मॉड्यूल" की ऊँचाई एवं उर्ध्व-गति का परिशुद्ध मान प्राप्त किया जा सकेगा।



आकृति1 : मानव अंतरिक्षयान के)अबोर्ट टेस्ट-पैड"Pad-Abort Test"(का गमन पथ



आकृति 2: Ka-बैंड रडार अल्टीमीटर हार्डवेयर

ऊँचाईमापी निकाय का विन्यास-विवरण

चित्र -2 में ऊँचाईमापी निकाय के हार्डवेयर को दर्शाया गया है। इस निकाय में एक अंकीय उप-निकाय, प्रेषी-अभिग्राही तथा समस्त उपनिकायों हेतु एकल EPC का समायोजन किया गया है। 2.5 कि.मी. से लगभग 3 मी. सतह को छूने तक कार्य करने की क्षमता हेतु ऐन्टेना किरण विस्तार (Beamwidth) को ±20° का रखा गया हैं। अंकीय उपनिकाय में अंकीय चर्प जनित्र (Digital Chrip Generator), नीतभार नियंत्रक (Payload Controller) एवं अंकीय प्रक्रमण निकाय (Digital Processing Unit) के कार्यों का आरोपण किया गया है। DCG निकाय विभिन्न प्रसर्प-काल हेतु चर्प-संकेतों का जनन करता है, जबकि नीतभार-नियंत्रक समस्त कालों एवं नियंत्रण संकेतों का जनन करके नीतभार के उपनिकायों को नियंत्रित करता है।

सारणी-1 में Ka-बैंड रडार ऊँचाईमापी के मुख्य प्राचलों को दर्शाया गया है।

सारणी-1: Ka- बैंड ऊँचाईमापी के प्रमुख विनिर्देश

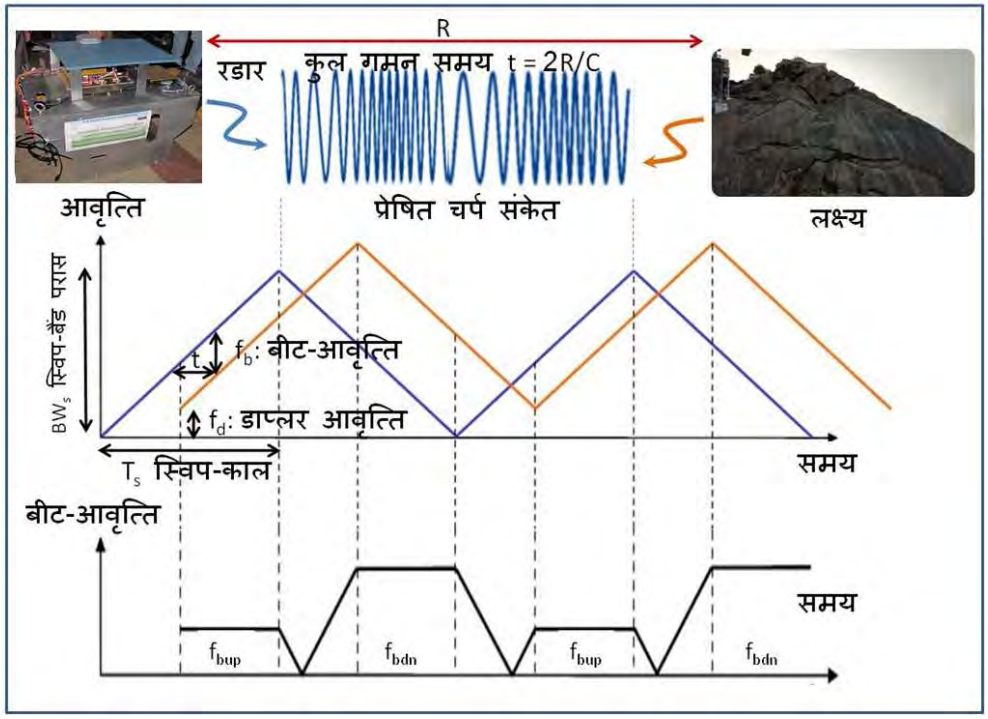
विनिर्देश	
आवृत्ति	35.75 गीगाहर्टज़
ऊँचाई	2.5 कि.मी.- सतह स्पर्श (3-मी.) तक
एंटेना	हार्न, द्वि-स्थैतिक(bistatic), 40डिग्री पुंज विस्तार

अनुक्रमणिका

बैंड विस्तार	250 मेगा हर्टज़
ऊँचाई परिशुद्धता	0.2 मीटर
ऊर्ध्वगति परिशुद्धता	0.1 मीटर प्रति सेकेंड
द्रव्यमान	3.9 किलोग्राम
आयतन	315 मिमी X 280 मिमी X 100 मिमी
शक्ति	70 वाट

आवृत्ति मडुलित सतत तरंग द्वारा ऊँचाई मापन का सिद्धांत (FMCW principle for Height Measurement)

चित्र-3 में FMCW रडार संकेतों द्वारा ऊंचाईमापी के सिद्धांत को समझाया गया है। इस प्रक्रिया में रडार तंत्र संकेतों को लक्ष्य की तरफ सतत रूप से प्रेषित करता है तथा आवृत्ति को रैखिक रूप से परिवर्तित करता है। किसी भी समय पर, अभिग्राहित प्रतिध्वनि (echo) आवृत्ति एवं संप्रेषण एंटेना को फीड किए गए सिग्नल की आवृत्ति भिन्न होती है। लक्ष्य की दूरी जितनी अधिक होगी, अभिग्राहित प्रतिध्वनि आवृत्ति एवं संप्रेषित आवृत्ति में भिन्नता भी उतनी ही अधिक होगी। आवृत्ति परिवर्तन की दर तथा संप्रेषित एवं अभिग्राहित आवृत्ति के बीच मापित आवृत्ति भिन्नता से ऊँचाई की सूचना प्राप्त की जाती है। चूँकि लैंडर का प्लेटफॉर्म गतिमान होगा अतैव प्लेटफॉर्म एवं धरा-पृष्ठ के बीच सापेक्षिक गति होने के कारण डॉप्लर विस्थापन (Doppler Shift) भी होगा, जिसकी संशुद्धि करना अनिवार्य है। डॉप्लर के प्रभाव का संशोधन करने हेतु प्रत्यावर्ती प्रसर्प चक्र में विपरीत स्लोप की आवृत्ति प्रसर्प का उपयोग किया जाता है। लक्ष्य की दूरी का मापन निम्न प्रकार से किया जाता है।



आकृति 3: FMCW रडार संकेतों द्वारा ऊंचाईमापी का सिद्धांत

चूँकि चर्प संकेत प्रकाश की गति (C) से 2R दूरी को तय करके अभिग्राही पर वापस आते है, अत: कुल गमन समय t = 2R/C; बीट-आवृति $f_b = (BW_s \times t)/T_s = (BW_s \times 2R)/(T_s \times C)$

(क) प्रथम भाग (उच्च-स्लोप) में प्राप्त $f_{bup} = f_b - f_d$,

(ख) द्वितीय भाग (निम्न-स्लोप) में प्राप्त $f_{bdn} = f_b + f_d$,

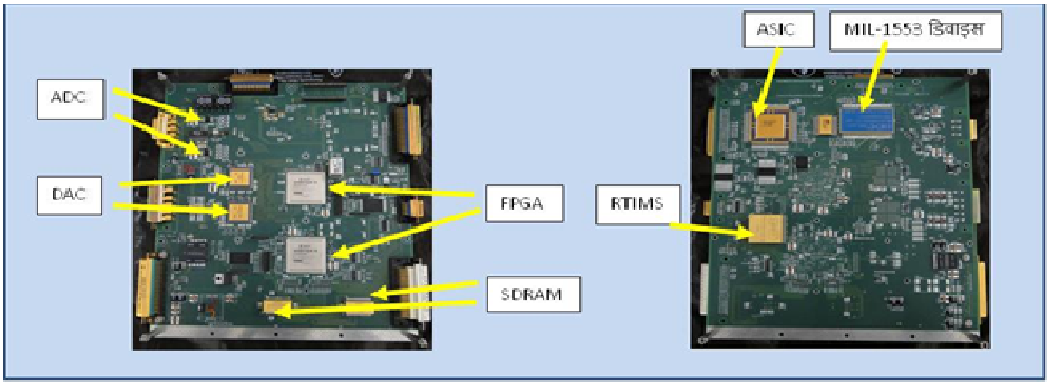
उपरोक्त दोनों की माध्य-अनुक्रिया (mean response) से $f_b = (f_{bup} + f_{bdn})/2$

इसलिए दूरी R = { $_s$TxC x)f + $_{bup}$f($_{bdn}$}/) 4 x ($_s$BW

अनुक्रमणिका

अंकीय निकाय का हार्डवेयर विकास

चित्र-4 में Ka- बैंड रडार ऊँचाई मापी के अंकीय निकाय के हार्डवेयर को दर्शाया गया है। इसके निम्नलिखित उपनिकाय हैं:



आकृति 4: Ka-बैंड रडार अल्टीमीटर के अंकीय निकाय का हार्डवेयर

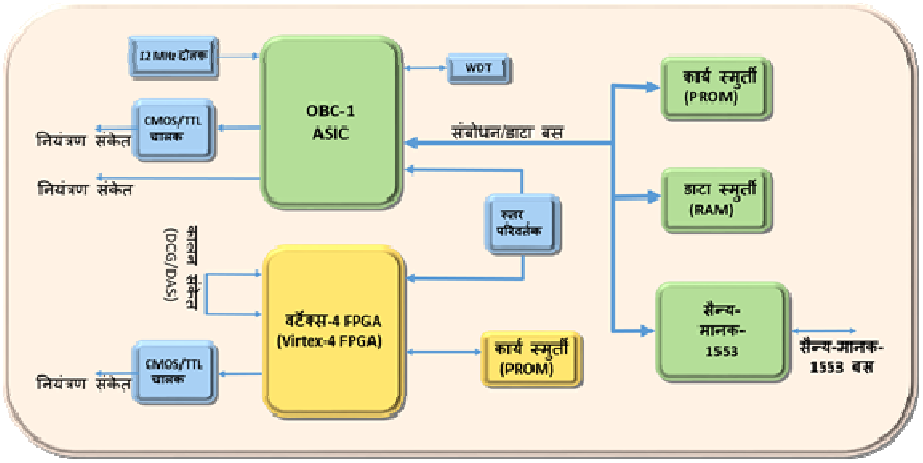
नीतभार नियंत्रक

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के विभिन्न अंतरिक्षलिए वाहित सूक्ष्मतरंग नीतभार के-"नीतभार नियंत्रक" एक आवश्यक अवयव है। "नीतभार नियंत्रक Ka- बैंड अल्टीमीटर नीतभार का एक स्वत्रन्त्र, समझदार, अत्यंत आवश्यक अंग है। "नीतभार नियंत्रक" एक प्रमुख और केंद्रीय नियंत्रक उप प्रणाली है जो विभिन्न कालन और नियंत्रक सिग्न्ल Ka-बैंड अल्टीमीटर नीतभार के लिए उत्पन्न करता है। "नीतभार नियंत्रक", नीतभार के विभिन्न कार्य जैसे की ऑन बोर्ड अंतरिक्ष यान कंप्यूटर के साथ अंतरापृष्ठ, दूरादेश का वीकोर्ड और अनुपालन और दूरमिति का संपूरण करता है। यह भेजे गए नीतभार प्राचल को अभिग्राह करता है, वह Ka- बैंड अल्टीमीटर नीतभार के विभिन्न उपतंत्रों के लिए त्रक सिग्नल उत्पन्नकालन और नियं करता है। श्यक रूप आव तो से कहें, "नीतभार नियंत्रक Ka- बैंड अल्टीमीटर नीतभार प्रचालन हेतु मुख-द्वार का सर्जन करता है। चित्र-5 में प्रदायभार नियंत्रक का खंड आरेख दिखाया गया है तथा सारणी-2 में इसके विनिर्देशों को दर्शाया गया है।

नीतभार नियंत्रक के मुख्यकार्य

- Ka- बैंड अल्टीमीटर नीतभार को नियंत्रण एवं समनुरूप करता है।
- वह नीतभार प्राचल को अभिग्राह, अनुवाद और निष्पादक करता है।
- वह नीतभार के संचालन हेतु कालन और नियंत्रक सिग्नल उत्पन्न करता है।
- Ka- बैंड अल्टीमीटर नीतभार के स्वास्थ्य प्राचाल का संचालन करता है।
- "नीतभार नियंत्रक" नीतभार के स्वास्थ्य प्राचाल, ऊँचाई, लम्ब वेग और अन्य प्राचल को ऑन बोर्ड अंतरिक्ष यान कंप्यूटर को भेजता है।
- GSAT-6 MSS टर्मिनल को ऊँचाई डाटा (Altitude Data) हर 2 Second में भेजता है।

नीतभार नियंत्रक की विनिर्देशता



आकृति 5: कालन एवं नियंत्रण संकेतों के लिए नीतभार नियंत्रक

अनुक्रमणिका

सारणी-2: नीतभार नियंत्रक के प्रमुख विनिर्देश

विनिर्देशता : नीतभार नियंत्रक	
ऑन बोर्ड प्रोसेसर	8- Bit OBC-1 ASIC
प्रोसेसर कालक आवृति	12 MHz
ऑन बोर्ड कंप्यूटर इन्टरफेस	MIL-STD-1553B @ 1Mbps
संदर्भ कालन आवृति	5.208 MHz
स्वीप विंडो उत्पादन	Programmable
डाटा विंडो उत्पादन	Programmable
उपप्रणाली वैधुत इन्टरफेस	CMOS/TTL/MIL-STD-1553B

अल्टीमीटर के स्टैंड-अलोन प्रचालन के लिए, नेविगेशन, गाइडेंस एवं कंट्रोल निकाय के बिना, एक सॉफ्टवेर जरूरी है कि जो अल्टीमीटर के पूरे प्रचालन को आदेश दे पाए और नियंत्रित कर पाए। इसके लिए एक चालक सॉफ्टवेर, विसुअल बेसिक (Visual Basic) में विकसित किया गया जो अल्टीमीटर के प्रचालन को नियंत्रित और समनुरूप कर पाए।



आकृति 6: नीतभार नियंत्रक के लिए चालक सॉफ्टवेयर

वह अल्टीमीटर के प्रचालन के लिए विविध प्रचाल जैसे कि Gain नियंत्रण प्रचाल, स्वीप समय, डाटा विंडो समय और अन्य सारे प्रचाल RS232 अंतरापृष्ठ के ऊपर प्रदायभार नियंत्रक को भेजता है। वह विविध दूरमिति जैसे कि; FPGA Done स्थिति, प्रचालन अवस्था, इनपुट आवृति की अवस्था और ऊचाई वास्तविक समय में दिखता है। चित्र -7 चालक सॉफ्टवेर का मुख्य विंडो दिखा रहा है।

सामान्य तौर पर नीतभार नियंत्रक का कार्य ऑन बोर्ड अंतरिक्ष यान कंप्यूटर से मिले MIL-STD-1553 नीतभार प्राचल से होता है। किन्तु, HSP-PAT में, प्राचल कम करने हेतु, नीतभार नियंत्रक अपने आप ही FPGA Reset और FG SPI Config प्राचल उत्पन्न करता है जो नीतभार नियंत्रक की Power-On का हिस्सा है। इसके अलावा, समयपाल (Timer) से जोड़ा हुआ Imaging Operation नीतभार नियंत्रक में कार्यान्वित किया गया हे जो नीतभार नियंत्रक और Bus Controller के बीच का अंतरापृष्ठ दूर होने के बावजूद भी नीतभार को कार्यान्वित रखता है।

आंकड़े अर्जन उपतंत्र (Data Acquisition System, DAS)

सारणी-3: आंकड़ा अर्जन उपतंत्र के प्रमुख विनिर्देश

क्रम सं	प्राचल (parameter)	विनिर्देश (specification)
1	एनालोग इनपुट	-24 dBm से +4 dBm

अनुक्रमणिका

2	एनालोग इनपुटसिग्नल बैंड विस्तार	1.8 मेगाहर्टज़ से 4.2 मेगा हर्टज़
3	ADC सेम्पलिंग दर	10.344 मेगा हर्टज़
4	ENOB	6.5 Bits

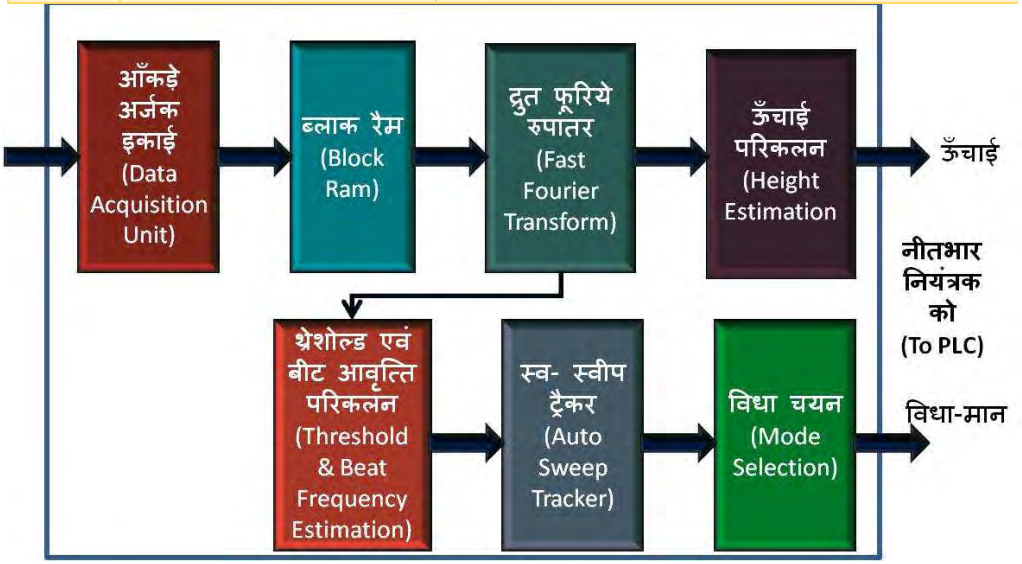
डाटा अर्जन तन्त्र में प्रमुखतः दो ADC हैं जोकि रिसीवर से प्राप्त I & Q एनालोग सिग्नल को अंकीय डाटा में परिवर्तित कर देते हैं। तत्पश्चात अंकीय डाटा को संसाधन (processing) हेतु प्राइम FPGA को भेज दिया जाता है। प्रत्येक ADC की sampling दर 10.344 मेगाहर्ट्ज है। ऊँचाई एवं उर्ध्व वेग (vertical velocity) का 500 मिलीसेकेंड (2 हर्टज़) की दर से मापन करने हेतु अल्टीमीटर संसाधक (processor) FFT एवं अन्य कई जटिल गणितीय अभिकलन(mathematical calculations) करता है। अल्टीमीटर संसाधक 0.2 मीटर की ऊँचाई परिशुद्धता (altitude accuracy) एवं 0.1 मीटर प्रति सेकेंड की ऊर्ध्वगति परिशुद्धता (vertical velocity accuracy) प्रदान करेगा।

अंकीय चर्प जनित्र उपतंत्र (Digital Chirp Generator, DCG)

अल्टीमीटर का कुल transmit bandwidth 500 मेगा हर्टज़ है तथा यह 35.75 गीगा हर्टज़ पर केंद्रित है। इसका जनन करने हेतु Digital Chirp Generator(DCG) 10-65.5 मेगा हर्टज़ के frequency sweep का उत्पादन करता है, तत्पश्चात,FG उपतंत्र द्वारा इसका 9X बेंडविस्तार गुणन किया जाता है। DPU बोर्ड हेतु 248.263899MHz, +4 dBm की प्रमुख निवेश क्लॉक (input clock) FG उपतंत्र द्वारा प्रदान की जाती है। DAC इस निवेश क्लॉक को 4 से विभाजित करता है तथा 62.0659747 मेगा हर्टज़ क्लॉक Virtex-4 FPGA को प्रेषित करता है। चर्प सिग्नल का जनन FPGA में क्रियान्वित DDCS अल्गोरिथम पर आधारित है। FPGA से अंकीय चर्प नमूने DAC को प्रेषित किये जाते हैं जोकि इन्हें FG उपतंत्र को भेजने योग्य एनालोग सिग्नल में परिवर्तित करता है।

सारणी-4: अंकीय चर्प जनित्र उपतंत्र के प्रमुख विनिर्देश

क्रम सं	प्राचल (parameter)	विनिर्देश (specification)
1	चर्प प्रकार(chirp type)	I एवं Q, IF = 37.75 MHz पर केंद्रित
2	प्रसर्प समय (Sweep Time)	2.5 कि.मी.पर 2.46 मिलीसेकेंड - सतह स्पर्श (2.5 मीटर) पर 4.46 माइक्रोसेकेंड
3	इनपुटक्लॉक आवृत्ति	248.263899MHz,+4 dBm
4	चर्प-बैंड-विस्तार	55.55 मेगा हर्टज़
5	चर्पनिर्गम	0dBm



आकृति- 7 : DPU तंत्र के खण्ड-में आरोपण का ब्लाक FPGA

अंकीय संसाधन इकाई (Digital Processing Unit, DPU)

रडार ऊँचाईमापी की अंकीय संसाधन इकाई (Digital Processing Unit, DPU) "क्रू-मॉड्यूल" की ऊँचाई एवं ऊर्ध्व गति का अभिकलन करती है। DPU तंत्र के FPGA में आरोपण का ब्लाक-खण्ड चित्र- 7 में दर्शाया गया

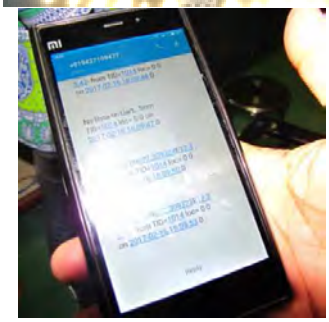
अनुक्रमणिका

है। इस प्रक्रमण इकाई में "MAP-ON" संकेत आते ही, संसाधित्र स्वयं ही उच्च दूरी से निम्न दूरी के संकेतों को प्रेषित करने का संकेत PLC को प्रदान करता है जिसके आधार पर DCG उपयुक्त चर्प का जनन करके प्रेषीतंत्र को प्रदान करता है, तदुपरांत प्रेषित संकेतों के अभिग्राही तंत्र पर आने पर संसाधित्र उपयुक्त संकेत शक्ति एवं बीट-आवृतियों का चयन करता है। यह प्रक्रिया तब तक चलती रहती है जब तक की उपयुक्त परास की प्राप्ति नहीं हो जाती है। एक बार बीट-आवृति के लॉक हो जाने पर संसाधित्त ऊँचाइयों एवं उर्ध्व-गति के मानों को MSS तंत्र को प्रदान करता है जो कि भू आधारित ग्राही तंत्र द्वारा वास्तविक काल में प्रदर्शित की जायेगी। DPU की प्रमुख विशेषताएं सारणी-3 में दर्शाई गई हैं।

सारणी-5: अंकीय संसाधन इकाई)Digital Processing Unit , DPU) की प्रमुख विशेषताएं

Ka-बैंड अल्टीमीटर अंकीय संसाधन इकाई (Digital Processing Unit)	
डाटा	**अल्टीमीटर डाटा**
संसाधन	**FFT, स्व-स्वीप ट्रैकर, थ्रेशहोल्ड एवं बीट आवृत्ति परिकलन, विधा-चयन, ऊँचाई-मान परिकलन**
उत्पाद	**ऊँचाई एवं ऊर्ध्वगति**
संसाधन समय	**ऊँचाई एवं ऊर्ध्वगति अद्यतन(update)@2०० मिलीसेकेंड**





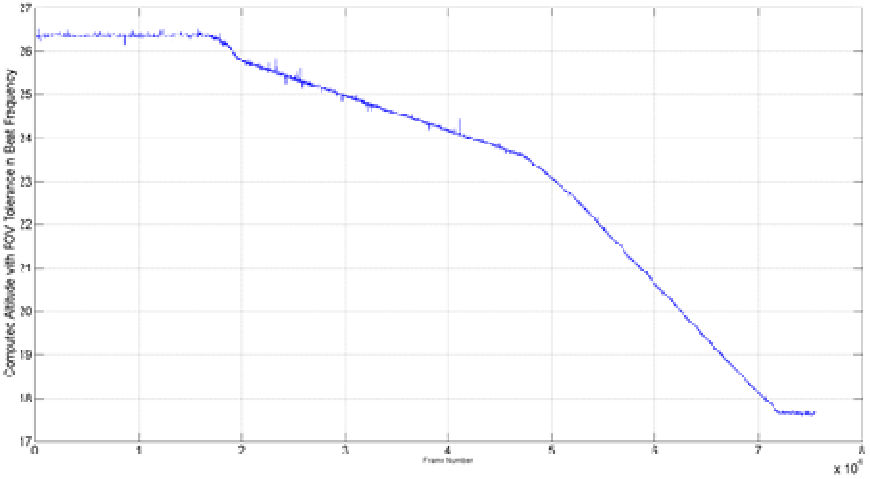


परिणाम

चूँकि को अंततः समुद्र में उतारना है इसलिए ऊँचाईमापी का "मॉड्यूल-क्रू"परीक्षण जल के ऊपर करना अनिवार्य था। इसके लिए अहमदाबाद में स्थित साबरमती नदी के ऊपर परीक्षण निर्धारित किया गया। चित्र-8 एवं चित्र-9 में क्रमशः ऊँचाईमापी के नेहरु पुल, साबरमती नदी, अहमदाबाद पर किये गए ऊँचाई मापन की तंत्र-व्यवस्था तथा प्राप्त परिणामों को दर्शाया गया है। इसमें सर्वप्रथम ऊँचाईमापी तंत्र को पुल पर क्रेन के माध्यम से साबरमती नदी के जल के ऊपर आरोपित किया गया। स्वचालित प्रक्रिया द्वारा "MAP-ON" कमांड PLC द्वारा भेजा गया। इसके पश्चात् संसाधित्र ने स्वचालित प्रक्रिया द्वारा संकेतों के प्रेषण का संकेत भेजकर प्राप्त संकेत का विश्लेषण किया एवं उचित मान आ जाने पर विधा को लॉक कर दिया। इन मानों का प्रत्येक 2 सेकंड अंतराल पर MSS TERMINAL द्वारा भू पर प्रेषित करके मापित ऊँचाई को दर्शाया गया। समस्त

अनुक्रमणिका

आंकडों को वास्तविक काल में हमारे समूह में बने SSR पर 166 Mbps दर पर संगृहीत भी किया गया। दो प्राप्त ऊँचाई मानों तथा उनके बीच के समय के आधार पर तंत्र की उर्ध्व-गति का मापन किया गया। साथ ही साथ इन आंकड़ों के मान की शुद्धता का आकलन लेसर डीसटोमीटर के द्वारा किया गया एवं समस्त परिणाम आशानुरूप प्राप्त हुए।



आकृति- 9 : रडार ऊँचाईमापी द्वारा मापित ऊँचाई

उपसंहार

"भारतीय मानव मिशन", Human Spaceflight Programme (HSP) इसरो का एक अत्यंत महत्वाकांक्षी प्रोग्राम है, जिसमे, 2 सदस्यों के क्रू को Low Earth Orbit (LEO) में भेजने हेतु स्वदेशी रूप से निर्मित कक्षिय यान का विकास एवं प्रमोचन किया जाएगा। इस प्रोग्राम के अंतर्गत एक पूर्णतः स्व निर्धारण योग्य कक्षीय यान बनाया जाएगा जोकि 2 सदस्यों के क्रू को 300 कि.मी. LEO में लेकर जाएगा एवं उन्हें सुरक्षित वापिस लेकर आयेगा। HSP के अंतर्गत इसरो ने क्रू मोड्यूल Pad Abort Test करने का निर्णय लिया है। इस टेस्ट का उद्देश्य प्रमोचन के दौरान संभावित दुर्घटना कि स्थिति में क्रू मोड्यूल एवं अंतरिक्ष यान को रोकेट से अलग करके क्रू को सुरक्षित वापिस लाना है। इस पत्र में स्वदेशी रूप से निर्मित संवेदक, Ka-बैंड रडार ऊँचाईमापी (Altimeter) का विवरण किया गया, जोकि सम्पूर्ण उड़ान प्रचालन (flight operation) के दौरान ऊँचाई एवं उर्ध्व गति प्रदान करेगा। इस ऊँचाईमापी के निर्माण द्वारा, सुदूर संवेदन के एक नए आयाम की आधारशिला रखी गयी हैं जो की इस तकनीकी संगोष्ठी के मुख्य विषय-वस्तु को पूर्णतया चरितार्थ करता है।

आभार

रडार ऊँचाईमापी संबंधित विकास गतिविधियों के लिए लेखक एवं सहलेखक दिए गए सुअवसर, प्रोत्साहन एवं दिशा-निर्देश के लिए श्री आ. सी. किरण कुमार (अध्यक्ष, इसरो), श्री तपन मिश्रा (निदेशक, सैक), श्री राजीव ज्योति (उप-निदेशक, एम.आर.एस.ए.), श्री निलेश एम. देसाई (उप-निदेशक, एस.एन.ए.ए.), श्री बी. एस. रामन (समूह-निदेशक), का तहेदिल से आभार प्रकट करते हैं। इसके साथ हम श्री दीपक पुत्रेवु की टीम (श्री जोगेश्वर राव, श्री आयुष, सुश्री काजल, श्री अमेय तथा श्री अनन्य) का भी तहेदिल से आभार प्रकट करते हैं। हम सुश्री. नीलू सेठ, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी तथा हिंदी कक्ष के सभी सहकर्मियों का आभार प्रकट करते हैं। अंतत: हम MRSA के सभी कर्मियों, सैक/इसरो एवं इसरो के अन्य केंद्रों के वैज्ञानिकों, अभियंताओं व सहकर्मियों, जोकि रडार ऊँचाईमापी मिशन संबंधित गतिविधियों में सलंग्न है, के प्रति आभार प्रकट करते हैं।

संदर्भ

सैक/इसरो आंतरिक रिपोर्ट, मई 2014। चंद्रयान-2/लैंडरयान हेतु उन्नत प्रौद्योगिकी तत्व।
सैक/इसरो आंतरिक रिपोर्ट, नवंबर, 2012 चंद्रयान-2 लैंडर पर Ka-बैंड रडार अल्टीमीटर का तंत्र दस्तावेज।

अनुक्रमणिका

लेखक परिचय



अमिता ए शाह ने वर्ष 1982 में सरकारी महिला पॉली-टेक्नीक, अहमदाबाद से रेडियो तकनीकी में डिप्लोमा प्राप्त किया। वर्ष 1983 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में सूक्ष्म-तरंग सुदूर संवेदन कार्यक्रम में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में, ये चंद्रयान -2 रडार ऊँचाईमापी, MMWave साउंडर, भू-वेधी रेडार इत्यादि मिशनों में संलग्न है।



रितेश कुमार शर्मा ने वर्ष 2001, में IET इंजीनियरिंग कॉलेज, लखनऊ से इलेक्ट्रॉनिक इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2001 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में सूक्ष्म-तरंग अंकिय इलेक्ट्रॉनिक समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में, ये रडार आंकड़ों के प्रक्रमण, चंद्रयान -2 रडार ऊँचाईमापी, एल-बैंड सार, MMWave साउंडर, NI-SAR इत्यादि मिशनों में संलग्न है।



जैमिन तन्ना ने वर्ष 2006 में VVP, इंजीनियरिंग कॉलेज, राजकोट से इलेक्ट्रॉनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की।वर्ष 2007 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र-इसरो, अहमदाबाद में सूक्ष्म-तरंग नियन्त्रण इलेक्ट्रॉनिक विभाग में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में, ये रडार के नियन्त्रण इलेक्ट्रॉनिक के लिये, चंद्रयान-2 और ओसनसेट-3/3A इत्यादि मिशनों में संलग्न है।



शिवानी भार्गव ने वर्ष 2008 में NIEC, इंजीनियरिंग कॉलेज, नई-दिल्ली, से इलेक्ट्रॉनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की।वर्ष 2009 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में सूक्ष्म-तरंग अंकिय इलेक्ट्रॉनिक समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में, ये रडार आंकड़ों के प्रक्रमण, चंद्रयान -2 रडार ऊँचाईमापी, एल- बैंड सार इत्यादि मिशनों में संलग्न है।



दीपक पुत्रेवु ने वर्ष 1995 में Govt. इंजीनियरिंग कॉलेज, जबलपुर से इलेक्ट्रॉनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 1996 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में सूक्ष्म-तरंग प्रणाली समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में, ये चंद्रयान -2 RISAT-1A, GPR इत्यादि मिशनों में संलग्न है।



संजय त्रिवेदी ने वर्ष 1982 में AVPT कॉलेज, राजकोट सेइलेक्ट्रॉनिकमेंडिप्लोमा प्राप्तकिया।वर्ष 1984 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद मेंअंकिय संचार कार्यक्रम में कार्य आरंभ किया।वर्ष 1992 में गुजरात युनिवर्सिटी से बी.ई. एवं 2013 में SVNIT, सूरत से M.Tech. की उपाधि ग्रहण की। वर्तमान में, ये चंद्रयान -2 रडार ऊँचाईमापी,NI-SAR इत्यादि मिशनों में संलग्न है।



हिमांशु पटेल ने वर्ष 2002 में L.D. इंजीनियरिंग कॉलेज, अहमदाबाद से इलेक्ट्रॉनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की।उन्होंने वर्ष 2004 में IIT-दिल्ली से M. Tech. की डिग्री प्राप्त की। वर्तमान में, ये रडार के नियन्त्रण इलेक्ट्रॉनिक के लिये L-बैंड सार, चंद्रयान-2, NI-सार इत्यादि मिशनों में संलग्न है।

अनुक्रमणिका

सुदूर संवेदन के नए आयाम

प्रकीर्णमापी डेटा/डेटा-उत्पादों का स्वचलित सॉफ्टवेयर द्वारा गुणता मूल्यांकन

सुदूर संवेदन के नए आयाम

अनुजा शर्मा, वैज्ञानिक/अभियंता-'एस-एफ', मनीषा गुप्ता वैज्ञानिक/अभियंता-'एस-डी',
वैभव मल्होत्रा वैज्ञानिक/अभियंता-'एस-ई', बी कार्तिकेयन् वैज्ञानिक/अभियंता-'एच',
आइ.ए.क्यू.डी.,एस.आई.पी.जी.
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

प्रस्तावना

स्कैटसेट-1 उपग्रह का प्रक्षेपण 26 सितंबर, 2016 को श्रीहरिकोटा के सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र से किया गया था। इस उपग्रह में पेंसिल बीम प्रकीर्णमापी संवेदक (Scatterometer) है जिसे सूर्य तुल्यकाली कक्षा में स्थापित किया गया है। स्कैटसेट-1 प्रकीर्णमापी का मुख्य उद्देश्य समुद्री सतह पर बहने वाली हवा और उसकी दिशा की जानकारी (हर 25 से 50 कि0मी0 पर) प्राप्त कराना है। स्कैटसेट-1 प्रकीर्णमापी संवेदक Ku-बैंड में (13.51 GHz आवृति) कार्य करता है, पेंसिल बीम प्रकार का यह प्रकीर्णमापी दो ध्रुवण (HH व VV) में पश्च-प्रकीर्ण (backscattered) का मापन करता है। विशाल प्रमार्ज द्वारा यह सम्पूर्ण भू-सतह को दो दिवस में कवर कर लेता है। प्रकीर्णमापी संवेदक से प्राप्त डेटा से निर्मित उत्पाद मूलतः विश्वस्तरीय एजेन्सियों जैसे EUMETSAT, ECMWF, KNMI, NOAA and NASA द्वारा उपयोग में लाए जाते हैं, अतः इसकी गुणता जाँच एक आवश्यक प्रक्रिया है। संवेदक से प्राप्त डेटा (Level-0 data) और सहायक डेटा के संसाधन द्वारा अगले चरण के डेटा का निर्माण किया जाता है। इस क्रिया के अंत में वैश्विक स्तर पर हवा और उसकी दिशा की जानकारी उपलब्ध कराई जाती है।

डेटा उत्पाद के प्रसार (Dissemination) से पूर्व उसकी पूर्णतः गुणता जांच सर्वोपरि है। डेटा गुणता मूल्यांकन तन्त्र (Data Quality Evaluation System) स्वतंत्र रूप से, उन्नत-विधि द्वारा नीतभार, प्लेटफार्म निष्पादन तथा डेटा उत्पाद की गुणता मूल्यांकन के लिए उत्तरदायी है। डीक्यूई द्वारा किये गए मूल्यांकन एवं विश्लेषण विवरण (Quality Evaluation Report) नीतभार तथा डेटा उत्पाद टीम को प्रेषित किया जाता है, इसी आधार पर डेटा उत्पाद गुणता संवर्धन हेतु मिशन दल अथवा डेटा उत्पादन दल द्वारा उचित निर्णय लिए जाते हैं।

स्कैटसेट डेटा गुणता मूल्यांकन तंत्र (ScatSat-1 Data Quality Evaluation System – DQE), डेटा/डेटा-उत्पाद का गुणता मूल्यांकन तीन चरणों में करता है: प्रथम चरण में स्तर-शून्य डेटा जो हमे संवेदक के स्वास्थ एवम समीक्षात्मक प्राचल व्यवहार (critical parameter behaviour) संबंधी जानकारी देता है; द्वितीय एवं तृतीय चरण में क्रमशः स्तर-1बी और स्तर-2ए के उत्पादों की गुणता का मूल्यांकन किया जाता है और अंशांकन (Calibration) संबंधी आवश्यक प्राचलों का मूल्यांकन भी किया जाता है। सभी स्तरों पर डेटा मूल्यांकन निकट वास्तविक काल(Near Real Time) में पूर्णतः स्वनिर्मित व स्वचलित सॉफ्टवेयर द्वारा होता है।

इस पत्र में प्रथम भाग में डेटा गुणता मूल्यांकन के सॉफ्टवेयर का संक्षिप्त वर्णन दिया गया है। द्वितीय तथा तृतीय भाग में क्रमशः स्तर-शून्य डेटा और स्तर-1बी व स्तर-2ए डेटा उत्पाद के डीक्यूई प्राचल का वर्णन किया है। अगले भाग में विभिन्न प्रकार की डी.क्यू.ई. रिपोर्ट्स और विश्लेषण टूल्स की जानकारी दी गयी है।

डीक्यूई द्वारा प्रारंभिक काल में नीतभार, डेटा उत्पाद, अंशांकन/वैध्यीकरण(Calibration/Validation) एवं मिशन टीम को महत्वपूर्ण फीडबैक दिए गए थे जो कि डेटा-उत्पाद की गुणता संवर्धन में बहुत सहायक हुए। वर्तमान में डीक्यूई सॉफ्टवेयर स्तर-शून्य, स्तर-1बी और स्तर-2ए के डेटा मूल्यांकन और विश्लेषण के लिए ही सक्रिय है। प्रयोक्ताओं की विशेष मांग पर, स्तर-2बी (हवा–वेग/दिशा) डेटा के गुणता मूल्यांकन हेतु सॉफ्टवेयर का विकास कार्य प्रगति पर है।

स्कैटसेट डीक्यूई सॉफ्टवेयर

स्कैटसेट-1ए डीक्यूई सॉफ्टवेयर अन्य डीक्यूई सॉफ्टवेयरों से भिन्न है क्यूंकि पहली बार प्रत्येक डेटा/ डेटा उत्पाद पर स्वचलित सॉफ्टवेयर द्वारा डीक्यूई प्राचल का मूल्यांकन किया गया है और साथ ही स्तर- शून्य डेटा द्वारा न केवल

अनुक्रमणिका

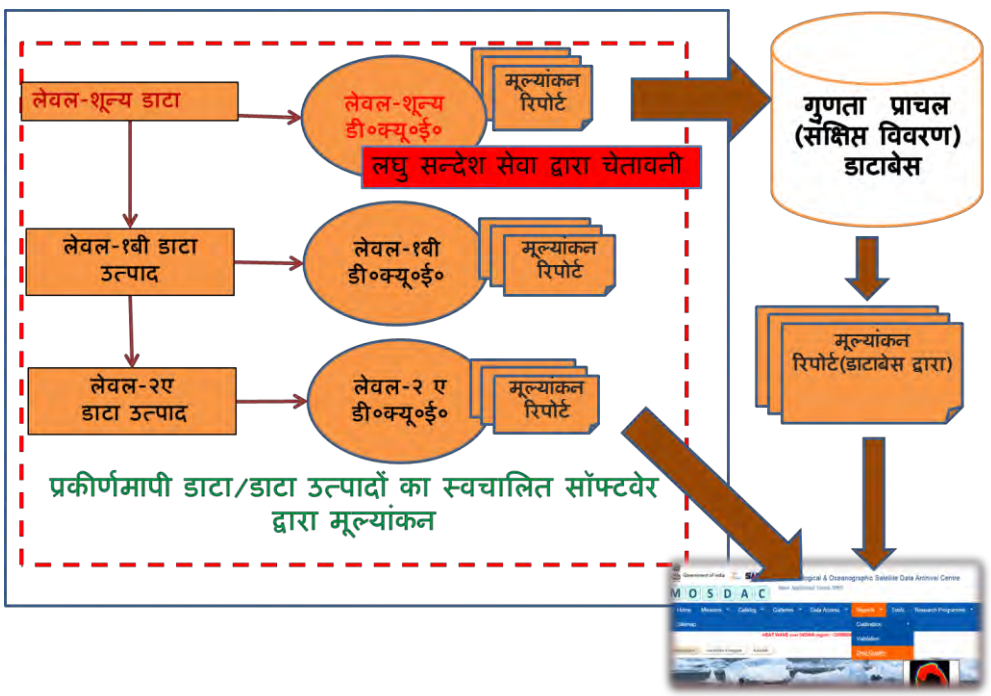
संवेदक के स्वास्थ की निगरानी की जाती हैं बल्कि समीक्षात्मक प्राचलों के असाधारण व्यवहार पर स्वतः ही लघु सन्देश सेवा (SMS) द्वारा सभी प्रोजेक्ट सदस्यों को सूचना दी जाती हैं। सॉफ्टवेयर के निर्माण में विभिन्न आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए निम्न भागों में बांटा गया है।

1. स्तर-शून्य डीक्यूई
2. स्तर-1बी डीक्यूई
3. स्तर-2ए डीक्यूई
4. रिपोर्ट उत्पति
5. डेटाबेस
6. शेड्यूलर

प्रत्येक स्तर के सॉफ्टवेयर का कार्य इनपुट डेटा का अवतरण (extraction) कर उसके प्राचल का मूल्यांकन करना और साथ ही विनिर्देषित संख्याओं (specifications) से उसकी तुलना करना है। अवतरित डेटा, परिकलित प्राचल (computed parameters) की अंकों में विस्तृत जानकारी और सांख्यिकिक सारांश सभी को मध्यवर्ती फाइलों में लिख दिया जाता है। डेटाबेस सॉफ्टवेयर का कार्य सांख्यिकिय सारांश को दीर्घकालिक विश्लेषण के लिए जमा करना होता है। रिपोर्ट निर्माण सॉफ्टवेयर का कार्य विस्तृत एवम संक्षिप्त रिपोर्ट बनाने का है। सभी रिपोर्ट्स मोसडैक वेब-पोर्टल से डाउनलोड की जा सकती हैं।

शेड्यूलर का कार्य डेटा प्राप्त होने पर स्वतः ही सॉफ्टवेयर मॉडयूल्स का एक निर्धारित अनुक्रम में कार्यान्वयन करना, साथ ही सफल या विफल हुई श्रृंखला का रिकॉर्ड रखना होता है।

स्कैटसेट -1 डीक्यूई सॉफ्टवेयर तैनाती आरेख चित्र-1 में दर्शाया गया है।



चित्र-1 सॉफ्टवेयर तैनाती आरेख (आई0एम0जी0 ओ0 एस0 और मोसडैक में)

स्तर-शून्य डीक्यूई

स्कैटसेट-1 प्रकीर्णमापी की कार्य प्रणाली को भली भांति समझने एवं उसके विनिर्देशों को जानने के पश्चात, सर्वप्रथम हमने डीक्यूई द्वारा अभिकलित (Compute)/ निगरानी किये जाने वाले प्राचलों का चुनाव किया।

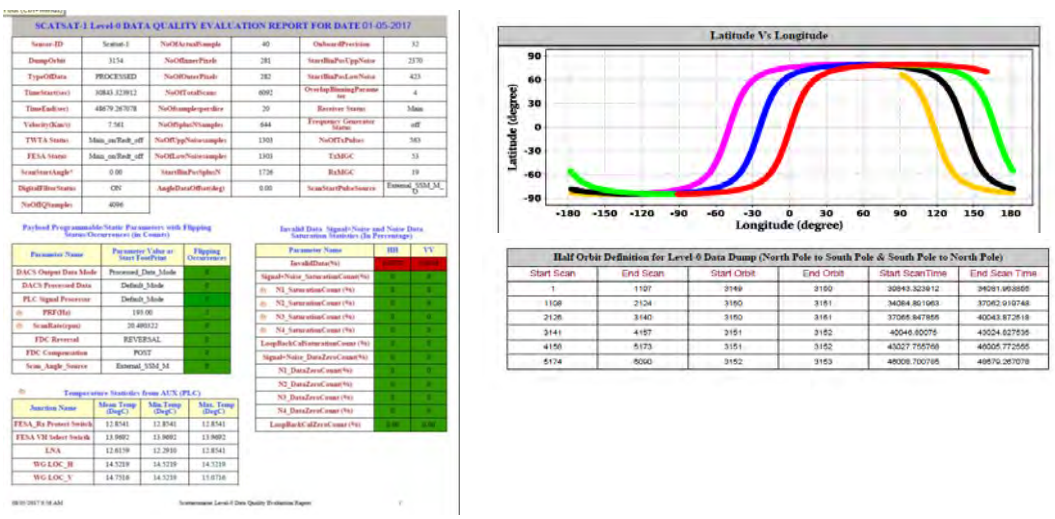
स्तर- शून्य के डीक्यूई प्राचल निम्न हैं:

1. ऑनबोर्ड अंशांकन से प्राप्त प्रसारित शक्ति (Transmitted Power)

अनुक्रमणिका

2. स्कैन दर (Scan Rate)
3. प्रतिध्वनि विंडो का शुरुआत समय (Echo Window Start Time)
4. डॉप्लर आवृति (Doppler frequency)
5. रव व्यवहार(Noise behaviour)
6. जंक्शन तापमान (Junction Temperature)
7. अवैद्य डेटा प्रतिशत (Invalid data percentage)
8. संतृप्त डेटा प्रतिशत (saturated data percentage)
    a. सिग्नल + रव (S+N)
    b. रव (Noise)
    c. लूपबैक अंशांकन डेटा (Loopback Cal data)
9. प्रोग्रामनीय अथवा स्थिर डेटा की फ्लिपिंग (flipping in Payload programmable/Static parameters)
    a. DACS आउटपुट डेटा मोड
    b. DACS प्रोसेस्ड डेटा मोड
    c. पी एल सी सिग्नल प्रोसेसर (PLC signal processor)
    d. पी आर एफ (PRF)
    e. एफ डी सी रिवरसल (FDC reversal)
    f. स्कैन कोण स्त्रोत (Scan angle source)

उपर्युक्त प्राचलों का उनके विनिर्देश से तुलनात्मक विश्लेषण सॉफ्टवेयर द्वारा किया जाता है और रिपोर्ट में विचलन प्रतिशत के आधार पर विभिन्न रंगों से दर्शाया जाता है। चित्र 2 में रिपोर्ट का एक नमूना दिखाया गया है। इन प्राचलों का अभिकलन प्रयोगशाला में संवेदक द्वारा मापे गए डेटा पर भी किया गया है[3]।



चित्र -2 स्तर-शून्य को डीक्यूई रिपोर्ट का नमूना

स्तर-1ए एवम स्तर-2बी डीक्यूई

स्तर-1बी व 2ए के डेटा-उत्पाद एच.डी.एफ. (Hierarchical Data Format) फॉर्मेट में संकलित किये जाते है। यह एक प्रमाणिक फॉर्मेट है, जिसमें डेटा संसाधन के पश्चात उसे पैक किया जाता है। स्तर-1ए का डेटा स्कैन-मोड में सिग्मा-शून्य, प्रदिसीताप, एस.एन.आर., अक्षांश, देशांश जैसे गतिक और आपतन कोण, एक्स-फेक्टर, दिगंश(azimuth) कोण जैसे स्थैतिक प्राचल देता हैं। स्तर-2बी में इन्हीं प्राचलों को एक कोष्ठिका ग्रिड में व्यवस्थित किया जाता है। स्तर-1बी का डेटा फुटप्रिंट तथा स्लाइस में मिलता है और स्तर-2ए का डेटा कॉम्पोसिट फुटप्रिंट के लिए होता है। सभी फुट-प्रिंट व स्लाइस डेटा के साथ 16 बिट का फ्लैग मिलता है जो उसकी गुणता(वैध्य/अवैध्य), स्थिति (समुद्र/धरती), स्कैन-दिशा (अग्र/पश्च),नोड (अस्सन्डिंग/डिसेंडिंग), समुद्री-हिम आदि की सूचना प्राप्त होती है।

अनुक्रमणिका

स्तर-1बी और स्तर-2ए के डीक्यूई प्राचल निम्न हैं [1,2,4]-

स्थैतिक प्राचल-

1. आपतन कोण
2. अंतर-फुटप्रिंट व अंतर स्कैन की दूरी
3. एक्स-फैक्टर
4. स्लांट रेंज
5. के.पी. (Kp, Normalized Standard Deviation of Sigma-0)
6. दिगंश कोण (Azimuth Angle)
7. उपग्रह कक्षा–अभिवृति के प्राचल (Satellite Orbit and Attitude Parameter)

गतिक प्राचल-

1. आयत चित्र द्वारा सिग्मा-शून्य और प्रदिप्ती ताप की मोनिटरिंग
2. एस.एन.आर. विचरण
3. के.पी. विचरण
4. चुने गए निश्चर स्थलों (अमेजोन के जंगल, अंटार्कटिका, कच्छ के रन, ग्रीनलैंड इत्यादि) पर मापे गए सिग्मा-शून्य और प्रदीप्ति-ताप प्राचलों का सांख्यिकिय अभिकलन (चित्र–3)

अवतरित डेटा को फ्लैग की सहायता से निम्न श्रेणी में विभाजित किया जाता है।

1. अंतर-पश्च (Inner aft)
2. बाह्य-पश्च (Outer-aft)
3. अंतर-अग्र (Inner-fore)
4. बाह्य-पश्च (Outer-fore)

दिए गए फ्लैग के उपयोग से इसे समुद्र-धरती पर भी अलग-अलग किया जाता है। इस प्रकार कुल 8 विभाजन प्राप्त होते हैं।

सभी स्थैतिक प्राचलों का व्यवहार एक निश्चित परास (range) में अपेक्षित है अतः डीक्यूई सॉफ्टवेयर द्वारा इसे जांचा जाता है और परास से बाहर पाए जाने वाले फुट-प्रिंट्स की गणना की जाती है और प्रतिशत के आधार पर उसे डीक्यूई रिपोर्ट में रंग दिया जाता है। चित्र-4 में स्तर-बी की वर्ण-कोडित रिपोर्ट का नमूना दिखाया गया है।

Invariant Site Sigma-0 Statistics for Ascending/Descending, Fore/Aft in HH/VV beams

Site Name	Center Lat	Center Lon	Beam	Node	ScanDir	Sigma0 Min	Sigma0 Max	Sigma0 Mean	Sigma0 Std	BT Min	BT Max	BT Mean	BT Std
ROK	23.00	73.60	Inner	DSC	Aft	-11.37	-8.35	-10.02	0.65	257.54	320.84	279.68	13.24
ROK	23.00	73.60	Inner	DSC	Fore	-11.31	-8.29	-9.80	0.69	244.30	305.44	274.59	15.75
ANT_1	-75.00	121.00	Inner	DSC	Aft	-8.92	-4.99	-6.97	1.25	137.38	193.48	166.70	14.43
ANT_1	-75.00	121.00	Inner	DSC	Fore	-7.77	-5.43	-6.45	0.80	137.68	196.41	168.80	19.42
GreenLand_2	77.50	-41.50	Inner	DSC	Fore	-4.89	-4.08	-4.39	0.31	143.94	176.98	156.93	12.63
ROK	23.00	73.60	Outer	DSC	Aft	-13.34	-10.66	-11.72	0.66	238.28	319.63	277.11	18.72
ROK	23.00	73.60	Outer	DSC	Fore	-11.91	-9.91	-11.10	0.54	246.63	304.13	274.10	15.84
ANT_1	-75.00	121.00	Outer	DSC	Aft	-9.47	-6.79	-8.23	0.87	186.68	222.28	205.25	10.21
ANT_1	-75.00	121.00	Outer	DSC	Fore	-7.85	-6.94	-7.41	0.30	165.20	204.50	188.29	14.69
GreenLand_2	77.50	-41.50	Outer	DSC	Fore	-5.28	-4.59	-4.85	0.31	170.88	198.42	187.47	11.93
GreenLand_1	74.69	-42.50	Outer	DSC	Fore	-8.25	-6.77	-7.51	0.57	205.29	220.00	215.81	6.09

चित्र-3 निश्चर स्थलों पर मापे गए सिग्मा-शून्य और प्रदिप्तीताप प्राचलों का सांख्यिकिक ब्योरा

अनुक्रमणिका

Overall statistics for the Static Parameters (Footprint-wise)

Inner Beam (HH)

	Sea Aft				Sea Fore				Land Aft				Land fore			
	Min	Max	Mean	Bad Occ. (%)	Min	Max	Mean	Bad Occ. (%)	Min	Max	Mean	Bad Occ. (%)	Min	Max	Mean	Bad Occ. (%)
Kp	0.10	245.29	0.48	5.986	0.10	259.63	0.42	4.720	0.10	0.32	0.10	0.000	0.10	0.66	0.10	0.000
Kpa	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000
Kpb	0.01	0.02	0.01	0.000	0.01	0.02	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000
Kpc	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000
SNR	-34.63	25.88	4.28	0.115	-34.88	27.95	5.60	0.228	-4.44	29.02	17.68	15.556	-8.32	30.52	18.72	16.749

Outer Beam (VV)

	Sea Aft				Sea Fore				Land Aft				Land fore			
	Min	Max	Mean	Bad Occ. (%)	Min	Max	Mean	Bad Occ. (%)	Min	Max	Mean	Bad Occ. (%)	Min	Max	Mean	Bad Occ. (%)
Kp	0.08	213.98	0.43	5.182	0.08	193.46	0.40	4.936	0.08	6.39	0.09	0.015	0.08	0.68	0.09	0.000
Kpa	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000
Kpb	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000	0.01	0.01	0.01	0.000
Kpc	0.00	0.01	0.00	0.000	0.00	0.01	0.00	0.000	0.00	0.01	0.00	0.000	0.00	0.01	0.00	0.000
SNR	-34.92	22.85	2.67	0.005	-34.48	23.34	3.21	0.014	-19.63	23.21	12.21	0.264	-9.47	24.06	12.53	0.680

Parameter Specifications

Parameter	Kp	Kpa	Kpb	Kpc	SNR
Min	0.00	0.00	0.00	0.00	-65.00
Max	1.00	1.00	1.00	1.00	22.00

Normal
Deviations
Alarming
High Errors

Overall statistics for static parameter (Footprint-wise)

	Inner Beam (VV)				Outer Beam (VV)			
	Min	Max	Mean	Bad Occ. (%)	Min	Max	Mean	Bad Occ. (%)
Incidence Angle (deg)	48.82	49.33	49.04	0.000	57.66	58.21	57.97	0.000
Azimuth Diff. (deg)	0.0027	337.42	1.08	0.138	0.0027	1.97	1.08	0.199
Range(Km)	1038.91	1072.71	1053.48	0.000	1219.22	1260.98	1237.49	0.000
X Factor(dbm)	-91.90	-89.20	-90.46	0.000	-93.40	-91.71	-92.36	0.000
Across Distance (Km)	15.77	16.26	15.89	0.000	20.86	21.33	20.93	0.000
Along Distance (Km)	19.01	20.41	19.73	0.000	18.73	20.44	19.64	0.000

Parameter Specifications

Parameter	Min	Max
Inci.(Inner)	47.10	49.90
Inci.(Outer)	57.30	58.90
Azimuth Diff.	0.60	2.00
Range(Inner)	1025.00	1095.70
Range(Outer)	1210.00	1280.00
X-Factor	-100.00	-80.00
Ac.Dist(Inner)	15.00	20.00
Ac.Dist(Outer)	15.00	22.00
Al.Dist(Inner)	15.00	30.00
Al.Dist(Outer)	10.00	30.00

Normal
Deviations
Alarming
High Errors

03/05/2017 7.08 AM Scatterometer Level - 1B Data Quality Evaluation 3

चित्र-4 स्तर-1बी की वर्ण-कोडित रिपोर्ट का नमूना

डीक्यूई रिपोर्टिंग और अन्य विश्लेषण टूल्स

डीक्यूई रिपोर्ट्स

स्वचलित सॉफ्टवेयर द्वारा किये गए डीक्यूई की रिपोर्ट्स समय से प्रयोक्ता तक पहुँचाना होता है। स्केटसेट डेटा विश्लेषण के लिए डीक्यूई निम्न 2 प्रकार की रिपोर्ट्स बनाता है -

1. चक्र-यतः रिपोर्ट (cycle-wise report)
2. प्रत्येक डेटा और डेटा-उत्पाद के लिए विस्तृत रिपोर्ट (L-0 Dump data or half orbit data product wise report)

चक्र-यतः रिपोर्ट एक वर्ण-कोडेड रिपोर्ट है जिसमें दो दिन के डेटा के लिए सभी प्राचलों का सारांश होता है और वर्ण द्वारा उनका व्यवहार दर्शाया जाता है। यदि इस रिपोर्ट से किसी भी कक्षा के डेटा किसी प्राचल का असाधारण व्यवहार देखा जाये तब उस कक्षा की विस्तृत रिपोर्ट को देखा जाता है या विस्तृत विश्लेषण किया जा सकता है। चक्र-यतः और विस्तृत रिपोर्ट के नमूने कृमशः चित्र- 5 व चित्र-6 में में दिखाये गये है।

					Outer											
					Incidence Angle			Azimuth Angle			Range			X-Factor		
Sr No	Start Orbit	End Orbit	Dir.	Ver.	Min	Max	BadOcc(%)	Min	Max	BadOcc(%)	Min	Max	BadOcc(%)	Min	Max	BadOcc(%)
1	3144	3145	SN	1	57.674	58.23	0.0	0.003	1.974	0.213	1218.608	1261.184	0.0	-93.764	-91.729	0.0
2	3144	3145	NS	1	57.707	58.235	0.0	0.003	1.974	0.161	1229.16	1262.424	0.0	-93.703	-91.586	0.0

अनुक्रमणिका

Parameter Specifications	Parameters	Inc Angle	Azi. Angle	Range	X-Factor
	Min	57.3	0.0	1210.0	-100.0
	Max	58.9	0.0	1280.0	-80.0

Normal Deviations Alarming High Errors

Scatterometer Level - 1B Data Quality Evaluation Report 03/05/2017 6.54 PM

चित्र-5 चक्र-यतः रिपोर्ट का नमूना(अंश)

SCATSAT-1 Scatterometer Level-1B Data Quality Evaluation Report

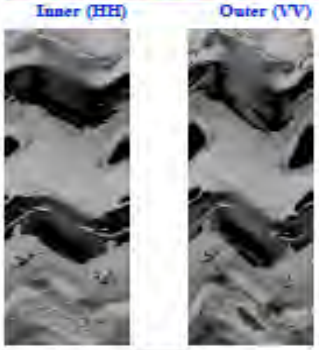
Table of Contents

Half-Orbit Coverage using BT &Sigma-0
Invariant Site Sigma-0 Statistics (if Available)
Half-Orbit Data Statistics
Half Orbit wise - Dynamic Parameter (Sigma-0, Kp, SNR)Behaviour
Dynamic Range (Data Histogram)
Half Orbit Wise Behaviour - Static Parameters
Doppler Variation (Across/Along Track for HH/VV Beam)
L1B Parameter as a function of Latitude
Half Orbit OAT Behaviour

Satellite Id	ScatSat-1	Start Orbit	3144	Total Scans	1006
Sensor Name	Scatterometer	End Orbit	3145	No of Inner FootPrints	281
Processor Version	v1.1.2	Rev. Number	03144_03145	No Of Outer FootPrints	282
Half Orbit Direction	SN	Data Production Date	01-05-2017	No. Of Inner Slices	9
Equator Crossing Date	01-05-2017	Equator Crossing Time	01:36:02.000	No Of Outer Slices	14

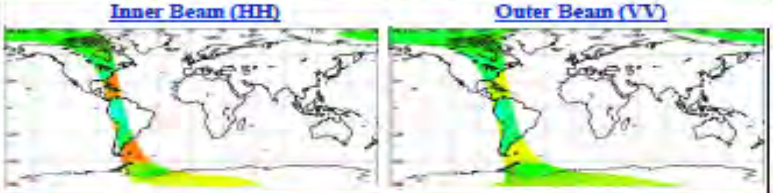
Image Snapshot for Inner & Outer Beam

Inner (HH) Outer (VV)



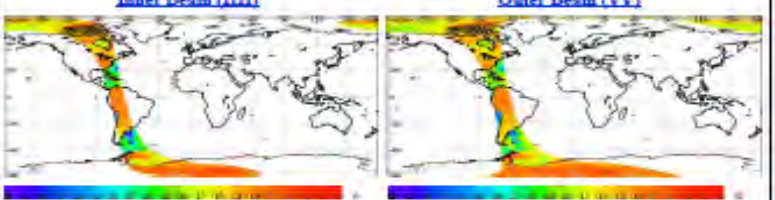
Brightness Temprature(k) Footprint trace

Inner Beam (HH) Outer Beam (VV)



Sigma0(dB) Footprint trace

Inner Beam (HH) Outer Beam (VV)



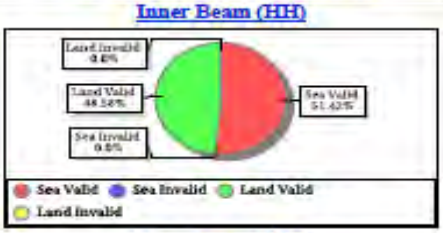
Invalid and Poor Sigma-0 Quality Flag Statistics for Inner/Outer Slices*

Sigma-0 Flags	Inner Beam	Outer Beam
Invalid Sigma0(%)	0.00	0.00
Data Not Available From Payload (%)	0.0	0.0
Slice not within sample array limits (%)	0.00	0.00
C(S+N) - C(N) < 0.1 (%)	0.00	0.00
Poor Sigma0(%)	0.00	0.01
Noise samples for blending Saturated	0.0	0.0
Count samp. for interpol. saturated (%)	0.00	0.00
Sigma0<lower bound (-96bB) (%)	0.0	0.0
Sigma0>upper bound (0 dB) (%)	0.00	0.00
SNR <-65 dB (%)	100.0	100.0

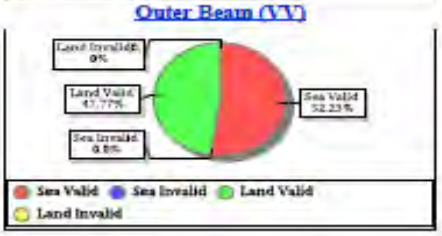
*DP Format Document

Sigma-0 Quality Flag Statistics for Inner/Outer Footprints

Inner Beam (HH)



Outer Beam (VV)



02/05/2017 9.37 AM Scatterometer Level - 1B Data Quality Evaluation 1

अनुक्रमणिका

Invariant Site Sigma-0 Statistics for Ascending/Descending, Fore/Aft in HH/VV beams

Site Name	Center Lat	Center Lon	Beam	Node	ScanDir	Sigma0 Min	Sigma0 Max	Sigma0 Mean	Sigma0 Std	BT Min	BT Max	BT Mean	BT Std
Amazon_1	0.00	-67.00	Inner	DSC	Aft	-8.80	-6.62	-7.72	0.50	245.36	310.46	272.65	15.90
Amazon_1	0.00	-67.00	Inner	DSC	Fore	-8.69	-5.89	-7.41	0.68	240.82	306.26	275.97	16.83
Amazon_3	-6.00	-61.00	Outer	DSC	Aft	-10.32	-7.88	-9.08	0.47	239.39	312.68	274.74	17.38
Amazon_3	-6.00	-61.00	Outer	DSC	Fore	-9.88	-8.02	-8.87	0.41	231.63	311.89	271.24	17.26
Amazon_2	-3.00	-61.00	Outer	DSC	Aft	-12.00	-8.45	-9.77	0.82	219.79	300.14	262.40	16.25
Amazon_2	-3.00	-61.00	Outer	DSC	Fore	-12.76	-8.09	-10.10	0.95	209.49	294.91	253.25	15.87
Amazon_1	0.00	-67.00	Outer	DSC	Aft	-9.87	-7.75	-8.71	0.49	243.83	300.19	271.30	15.20
Amazon_1	0.00	-67.00	Outer	DSC	Fore	-9.89	-7.74	-8.61	0.47	235.64	304.55	268.31	13.34

Overall statistics for static parameter (Footprint-wise)

	Inner Beam (HH)				Outer Beam (VV)			
	Min	Max	Mean	Bad Occ. (%)	Min	Max	Mean	Bad Occ. (%)
Incidence Angle (deg)	48.84	49.37	49.04	0.000	57.67	58.23	57.96	0.000
Azimuth Diff. (deg)	0.0026	338.22	1.10	0.151	0.0027	1.97	1.09	0.213
Range(Km)	1038.55	1072.87	1053.20	0.000	1218.61	1261.18	1236.01	0.000
X Factor(dbm)	-91.88	-89.25	-90.44	0.000	-93.76	-91.73	-92.37	0.000
Across Distance (Km)	15.70	16.23	15.95	0.000	20.71	22.30	21.01	1.000
Along Distance (Km)	19.02	39.42	19.73	1.000	18.72	39.57	19.64	1.000

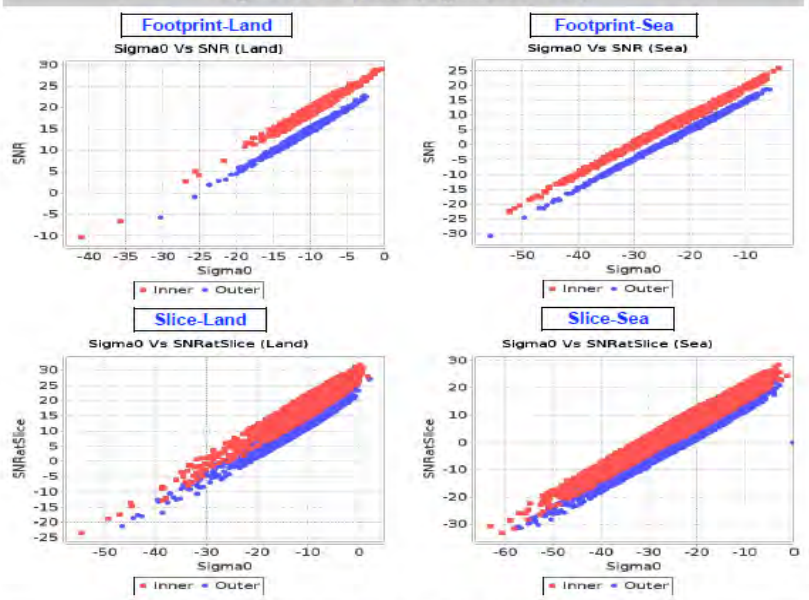
Parameter Specifications

Parameter	Min	Max
Inci.(Inner)	47.10	49.90
Inci.(Outer)	57.30	58.90
Azimuth Diff.	0.60	2.00
Range(Inner)	1025.00	1095.70
Range(Outer)	1210.00	1280.00
X-Factor	-100.00	-80.00
Ac.Dist(Inner)	15.00	20.00
Ac.Dist(Outer)	15.00	22.00
Al.Dist(Inner)	15.00	30.00
Al.Dist(Outer)	10.00	30.00

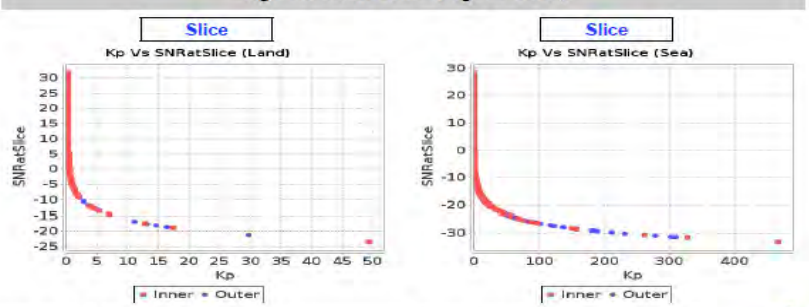
Normal, Alarming, Deviations, High Errors

11/05/2017 2.37 PM Scatterometer Level - 1B Data Quality Evaluation 3

Sigma0 Behaviour (Sigma0 Vs SNR)



Sigma0 Behaviour (Kp Vs SNR)

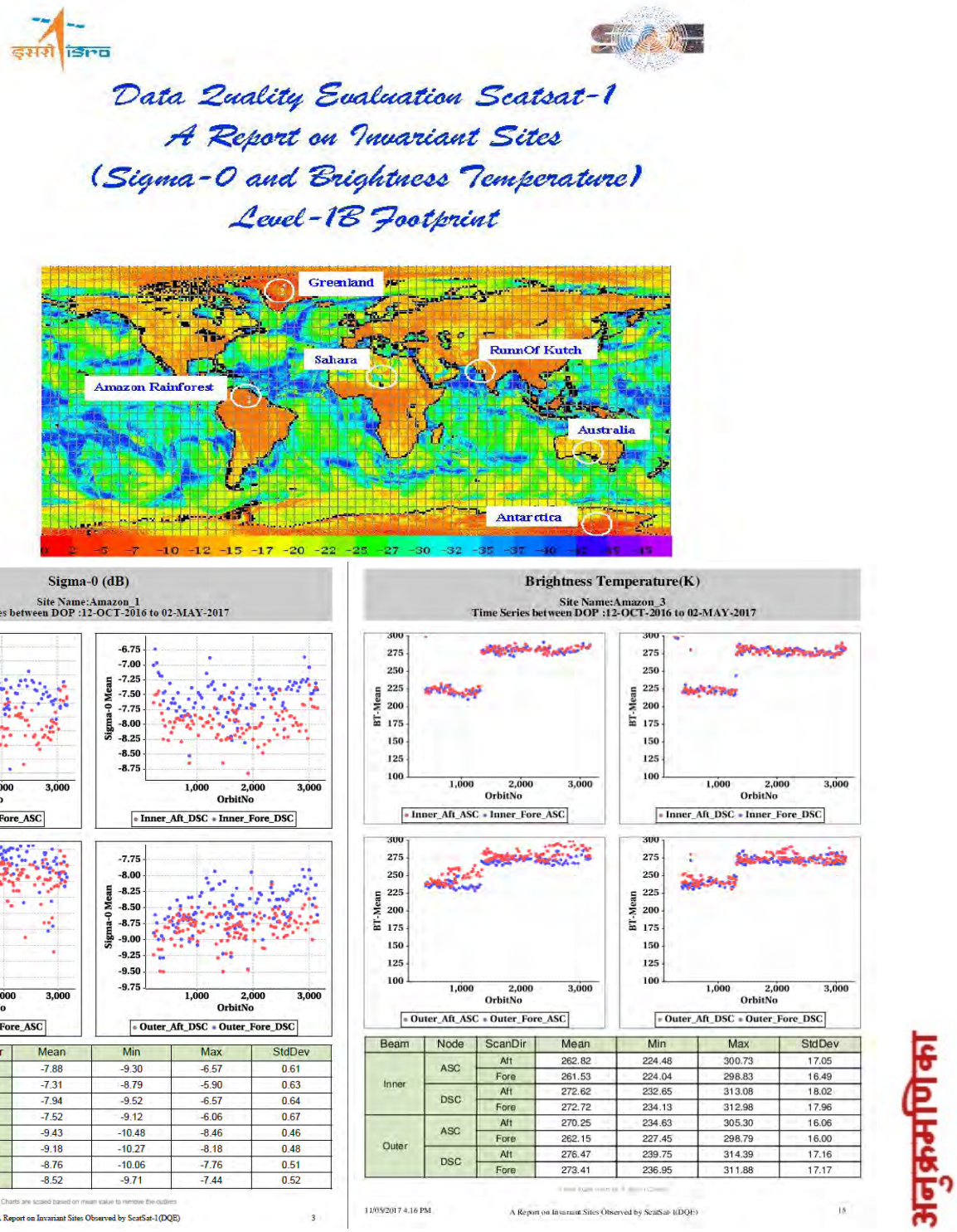


02/05/2017 9.37 AM Scatterometer Level - 1B Data Quality Evaluation 4

चित्र-6 विस्तृत रिपोर्ट का नमूना(अंश)

<u>निश्चर स्थलों पर प्राप्त होने वाले सिग्मा-शून्य व प्रदिप्ती-ताप की समय श्रृंखला</u>

स्कैटसेट-1 प्रकीर्णमापी डीक्यूई के अंशांकन/वैध्यीकरण के लिए निश्चर स्थलों पर प्राप्त होने वाले सिग्मा-शून्य व प्रदिप्ती-ताप की समय शृंखला डेटाबेस में जमा किये गए प्राचलों से बनाई जाती है। इस श्रृंखला को डीक्यूई निर्मित सॉफ्टवेयर टूल की मदद से बनाया जाता है। किन्ही भी दो दिनांक या स्थल का नाम देने पर चित्र-7 में दर्शाई रिपोर्ट तैयार की जा सकती है।



Beam	Node	ScanDir	Mean	Min	Max	StdDev
Inner	ASC	Aft	-7.88	-9.30	-6.57	0.61
		Fore	-7.31	-8.79	-5.90	0.63
	DSC	Aft	-7.94	-9.52	-6.57	0.64
		Fore	-7.52	-9.12	-6.06	0.67
Outer	ASC	Aft	-9.43	-10.48	-8.46	0.46
		Fore	-9.18	-10.27	-8.18	0.48
	DSC	Aft	-8.76	-10.06	-7.76	0.51
		Fore	-8.52	-9.71	-7.44	0.52

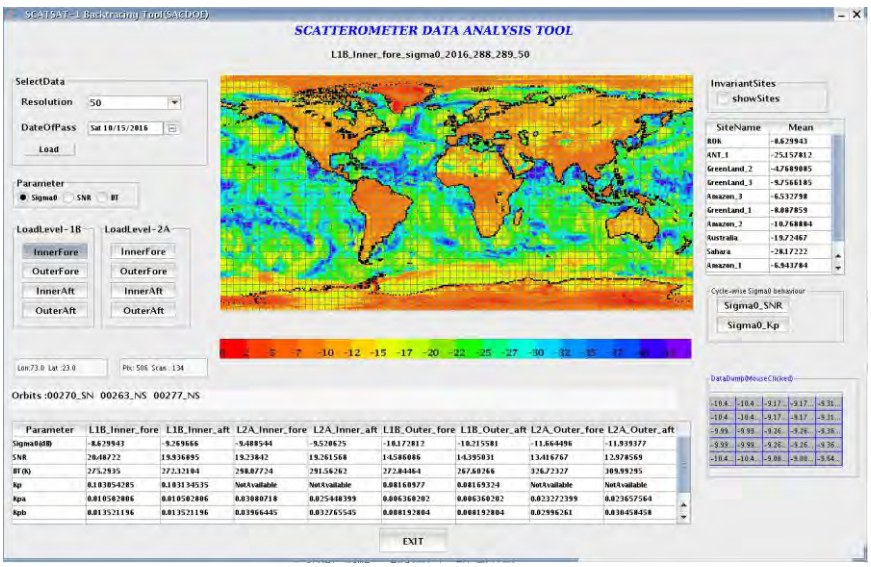
Beam	Node	ScanDir	Mean	Min	Max	StdDev
Inner	ASC	Aft	262.82	224.48	300.73	17.05
		Fore	261.53	224.04	298.83	16.49
	DSC	Aft	272.62	232.65	313.08	18.02
		Fore	272.72	234.13	312.98	17.96
Outer	ASC	Aft	270.25	234.63	305.30	16.06
		Fore	262.15	227.45	298.79	16.00
	DSC	Aft	276.47	239.75	314.39	17.16
		Fore	273.41	236.95	311.88	17.17

अनुक्रमणिका

चित्र-7 निश्चर स्थलों पर प्राप्त होने वाले सिग्मा-शून्य व प्रदिप्ती-ताप की समय श्रृंखला

बैक-ट्रेसिंग टूल

बैक ट्रेसिंग टूल द्वारा हम चुने गए चक्र के सिग्मा-शून्य अथवा प्रदिप्त ताप को वैश्विक स्तर पर देख सकते हैं (चित्र-8)। साथ ही पिछले भाग में बताई गयी श्रेणी में से किसी एक श्रेणी में इस डेटा को वर्ण-कोडेड इमेज के रूप में 50 कि.मी. या 25 कि.मी. कि कोष्ठिका ग्रिड पर दिखाया जाता है। यह एक अंतर-सक्रिय टूल है, जिसमे किसी भी कोष्ठिका पर क्लिक करने पर उस कोष्ठिका के स्तर-1बी और स्तर-2ए का संख्यात्मक विवरण मिलता है जो कि चित्र-8 में दर्शाया गया है। क्लिक की गयी कोशिका में पाए गए कॉमपोसिट फुट-प्रिंट जिन कक्षाओं से आये है उसका भी विवरण दिया जाता है।



चित्र -8 बैक-ट्रेसिंग टूल

उपसंहार

डेटा गुणता मूल्यांकन तंत्र (Data Quality Evaluation System – DQE) स्कैटसेट-1 परियोजना का एक अभिन्न व महत्वपूर्ण अंग है। डेटा गुणता मूल्यांकन तन्त्र स्वतंत्र रूप से, उन्नत-विधि द्वारा नीतभार, प्लेटफार्म निष्पादन तथा डेटा उत्पाद की गुणता मूल्यांकन के लिए उत्तरदायी है। स्कैटसेट-1 संवेदक डेटा तथा डेटा-उत्पाद का गुणता मूल्यांकन डीक्यूई द्वारा तीन चरणों में किया जाता है। स्कैटसेट डी.क्यू.ई. टीम द्वारा किये गए मूल्यांकन एवं विश्लेषण विवरण(quality evaluation report) नीतभार तथा डेटा उत्पाद टीम को निरंतर दिया जा रहा है। इसी आधार पर डेटा उत्पाद गुणता संवर्धन हेतु डेटा-उत्पादन दल उचित निर्णय लेता है। यह कार्य स्वनिर्मित और स्वचलित सॉफ्टवेयर द्वारा निकट वास्तविक काल में पूर्ण किया जा रहा है। डीक्यूई सॉफ्टवेयर का क्रियान्वयन राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केंद्र की आई एम जी ई ओ एस (IMGEOS) सुविधा में तथा मोसडैक (सैक) में किया गया है। लघु सन्देश सुविधा (SMS) द्वारा प्रकीर्णमापी के सभी समीक्षात्मक प्राचालों के असाधारण व्यवहार की सूचना परियोजना दल को भेजी जाती है। रव डेटा के असाधारण व्यवहार की सूचना इस सुविधा द्वारा दी गयी थी।

प्रत्येक डेटा उत्पाद के लिए गुणता मूल्यांकन पर विस्तृत विवरण को मोसडैक के वेब-पोर्टल पर उपलब्ध कराया गया है। महत्वपूर्ण गुणता प्राचलों को डेटाबेस में जमा किया जा रहा है एवम अंशांकन/वैधीकरण टीम को अंशांकन के लिए चुने गए स्थलों (अमेजोन के जंगल, एंटार्कटिका, कच्छ के रन, ग्रीनलैंड इत्यादि) पर मापे गए सिग्मा-शून्य और प्रदिप्ती-ताप की जानकारी निरंतर दी जा रही है। गुणता मूल्यांकन से प्राप्त सभी प्राचलों का विस्तृत विश्लेषण करने के लिए एवं विभिन्न स्तर के डेटा कि तुलना करने हेतु अंतर-सक्रिय (interactive) टूल्स और बैक ट्रेसिंग (back tracing) टूल का विकास किया गया है। इसे इष्टतम बनाने हेतु प्रयोक्ताओं द्वारा प्राप्त सुझावों का समावेश किया जा रहा है। साथ ही प्रयोक्ताओं की विशेष मांग पर, स्तर-2बी (हवा–वेग/दिशा) डेटा के गुणता मूल्यांकन हेतु सॉफ्टवेयर का विकास कार्य प्रगति पर है।

अनुक्रमणिका

सन्दर्भ

1) Preparatory Design Review Document for ScatSat-1, Data Quality Evaluation,Chapter7,SAC/SIPA/DPSG/AIPD/SCATDP/TN06/AUG14
2) Detailed Design Review Ground Segment DQE document for ScatSat-1 SAC/SIPG/IAQD/ScatSat-1/TN-113/Mar2016
3) Scatsat-1 DQE Analysis on Payload Lab measured Data (Test Condition Thermovac), SAC/SIPG/IAQD/ScatSat-1/TN- 127/Dec-2016
4) Strategy for quality evaluation of OSCAT data, Maneesha Gupta etal. Year 2011, Conference organized by JERAD, SVNIT Surat

आभार

पत्र के लेखक इस कार्य को करने का सुअवसर व प्रोहत्साहन देने के लिए केंद्र निदेशक श्री तपन मिश्रा व समूह प्रधान श्री देबज्योति धर (एस0आई0पी0जी0) का आभार प्रकट करते हैं। साथ ही श्री बंकिम शाह व आइ.ए.क्यू.डी. दल के अन्य सदस्यों द्वारा समय-समय पर दिए गये सुझावों व योगदान के लिए विशेष आभार व्यक्त करते है। लेखक हिंदी कक्ष के सदस्य एवं आयोजन समिति के भी आभारी हैं।

लेखक परिचय



श्रीमती अनुजा शर्मा ने वर्ष 1996 में एस.ए.टी.आई., विदिशा से कंप्यूटर साइंस व इंजीनियरिंग में बी.ई. की डिग्री प्राप्त की। वर्ष 1997 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र – इसरो अहमदाबाद में प्रतिबिम्ब संसाधन व डेटा संसाधन समूह के डेटा गुणता मूल्यांकन विभाग से कार्य आरम्भ किया। इन्होने प्रकाशीय व सूक्ष्तरंगी संवेदकों की गुणता मूल्यांकन व विश्लेषण पर कार्य किया है। वर्तमान में, श्रीमती शर्मा, वैज्ञानिक/इंजीनियर-एस.एफ. के पद पर कार्यरत हैं।



डॉ. मनीषा गुप्ता ने अलीगढ़ मुस्लिम विश्वविद्यालय से भौतिक विज्ञान में अनुस्नातक की उपाधि सन् 2007 में हासिल की। उसके बाद इन्होंने अलीगढ़ मुस्लिम विश्वविद्यालय से ही नैनो विज्ञान में पीएचडी की उपाधि सन् 2014 में प्राप्त की। डॉ गुप्ता, सन् 2010 में अन्तरिक्ष उपयोग केंद्र के प्रतिबिंब विशलेषण एवं गुणवत्ता मूल्यांकन विभाग में नियुक्त हुई। वर्तमान में, डॉ गुप्ता, वैज्ञानिक/इंजीनियर-एस.डी. के पद पर कार्यरत हैं।



श्री वैभव मल्होत्रा ने वर्ष 2007 में इन्द्रप्रस्थ युनिवर्सिटी, दिल्ली से कंप्यूटर साइंस व इन्जिनरिंग में बी.ई. की डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2007 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के प्रतिबिंब विशलेषण एवं गुणवत्ता मूल्यांकन विभाग में नियुक्त हुई। इन्होंने प्रकाशीय व सूक्ष्तरंगी संवेदकों की गुणता मूल्यांकन के सॉफ्टवयेर के विकास के लिए कार्य किया है। वर्तमान में, श्री मल्होत्रा, वैज्ञानिक/इंजीनियर-एस.ई. के पद पर कार्यरत हैं।



डॉ. बी कार्तिकेयन् ने वर्ष 1990 में आई. आई. टी. खड़गपुर से पीएचडी की उपाधि प्राप्त की। वर्ष 1990 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र – इसरो अहमदाबाद में प्रतिबिम्ब संसाधन व डेटा संसाधन समूह से कार्य आरम्भ किया। वर्तमान में डॉ. कार्तिकेयन्(वैज्ञानिक/इंजीनियर-एच) प्रतिबिंब विशलेषण एवं गुणवत्ता मूल्यांकन विभाग के प्रधान पद पर कार्यरत हैं। कार्टो-डीईएम परियोजना में इनका विशेष योगदान है।

अनुक्रमणिका

मिलीमीटर-तरंगों पर अंतरिक्ष जनित आण्विक स्पेक्ट्रोस्कोपी

गौरव सेठ

वैज्ञा/अभि 'एससी'

सूक्ष्मतरंग सूदूर-संवेदन विभाग

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), अहमदाबाद

1. परिचय

विद्युत चुम्बकीय वर्णक्रम के मिलीमीटर और उप-मिमी भाग अणुओं के उत्सर्जन और अवशोषण हस्ताक्षर के साथ भरे हुए हैं जो अंतरातारकीय माध्यम (आईएसएम), पूर्व तारकीय विशाल आणविक बादलों (जीएमसी), धराशायी क्षेत्रों, द्विध्रुवी बहिर्वाह और तारापरिमंडलीय एवं प्रोटो—ग्रहीय डिस्क को प्रदूषित करते हैं। परिसर के क्षेत्र में आते हैं। यह वह प्रवृत्ति है जहां खगोल-रसायन विज्ञान खगोल भौतिकी से मिलते हैं और वे तारे के निर्माण की प्रक्रिया, ग्रहों, धूमकेतु, क्षुद्रग्रह और संभवतया जीवन के निर्माण जैसे ब्रह्मांडीय घटनाओं को समझाने में एक दूसरे के पूरक बनते हैं। मिमी / उप मिमी बैंड का महत्व भी इस तथ्य में निहित है कि आईएसएम के ठंडे क्षेत्रों में 10K के तापमान से गर्म तथा घने भागों में 100K तक, ताप उत्सर्जित गैस और धूल से सातत्य काले पदार्थ के उत्सर्जन की वर्णक्रमीय रेंज 200GHz से 4THz है। मिमी-तरंग दैर्ध्य में गैस स्पेक्ट्रम में भारी अणुओं के घूर्णी स्पेक्ट्रम का प्रभुत्व होता है, जिनमें सबसे ज्यादा CO होती है।

दुर्भाग्य से यह ऐसा क्षेत्र भी है जिस पर दृश्यमान, यूवी, एक्स-रे और रेडियो आवृत्ति की तुलना में बहुत कम खोज की गई है। कुछ तो इस तरंग दैर्ध्य में कम फोटॉन ऊर्जा के कारण संसूचन उपकरण डिजाइन और निर्माण करना मुश्किल है, इसके अलावा मजबूत दबाव-विस्तृत वाष्प और ऑक्सीजन लाइनों की वजह से पृथ्वी का वायुमंडल इन आवृत्तियों पर विकिरण को अपारदर्शी बनाता है। ग्राउंड-आधारित दूरबीन, यहां तक कि उच्च-पर्वत स्थलों पर भी वायुमंडलीय अस्पष्टता से बहुत नुकसान होता है और यह मुख्य रूप से वायुमंडलीय विंडो पर निर्भर होता है।

इस लेख के दूसरे खंड में मिलीमीटर तरंग दैर्ध्य (200GHz-300GHz) पर CO जैसे महत्वपूर्ण ट्रेसर अणुओं की हिथरोडाइन आणविक स्पेक्ट्रोस्कोपी के वैज्ञानिक लक्ष्यों का वर्णन किया गया है। यह अभी तक इन तरंगदैर्ध्य पर लिए गए मापों और वैज्ञानिक लक्ष्यों की भविष्य की गुंजाइशों का वर्णन करती हैं जिसका अभी तक अंतरिक्ष आधारित प्लेटफार्म से प्रयास नहीं किया गया है। इस भाग में 200-300 GHz बैंड में घूर्णी संक्रमण के साथ अणुओं को सूचीबद्ध किया गया है, जिनको दूसरे खंड में दर्शाए गए वैज्ञानिक लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए हिटिरोडाइन स्पेक्ट्रोस्कोपी के लिए लक्षित किया गया है।

तीसरा खंड हार्डवेयर संभावनाओं के साथ सिस्टम डिजाइन और विन्यास का वर्णन करता है ताकि स्पेक्ट्रोस्कोपी के लिए विभेदन और संवेदनशीलता की आवश्यकताओं को पूरा किया जा सके।

2. मिमी-तरंग खगोल विज्ञान की वैज्ञानिक संभावनाएं

मिलीमीटर तरंग दैर्ध्य वर्णक्रमीय रेखा खगोल विज्ञान रेडियो खगोल विज्ञान के प्रमुख क्षेत्रों में से एक है। यह अंतरतारकीय माध्यम (भारतीय चिकित्सा पद्धति) में मौजूद पदार्थों के गुणों के बारे में बताता है। आईएसएम में उपस्थित अणु और परमाणु संक्रमण के कारण अवशोषण और उत्सर्जन दोनों में वर्णक्रमीय लाइन दर्शाते हैं। कई अणुओं की घूर्णी संक्रमण इन मिमी तरंगदैर्ध्य में निहित होती है। इन अणुओं की हिथरोडाईन स्पेक्ट्रोस्कोपी इन अणुओं की उत्तेजना की बहुतायत तथा उनकी उत्तेजित स्थिति जैसी महत्वपूर्ण जानकारी हमें प्रदान करती है। आणविक बादलों में हाइड्रोजन सबसे प्रचुर तत्व है। हालांकि, इसमें स्पेक्ट्रोस्कोपी का द्विध्रुवीय पल बहुत कम है, अतः कार्बन मोनोआक्साइड जैसे अन्य हाइड्रोजन ट्रेसर अणुओं की आणविक स्पेक्ट्रोस्कोपी की जाती है।

अनुक्रमणिका

2.1 इंटरस्टेलर माध्यम में सीओ

इन आणविक बादलों में अध्ययन किए जाने के लिए कार्बन मोनोआक्साइड (सीओ) सबसे महत्वपूर्ण अणु है । इसके निम्नलिखित कारण हैं:

- सीओ मेसर लाइनों (H_2O, OH and SiO) को छोड़कर किसी भी अणु के लिए सबसे मजबूत लाइन तीव्रता दिखाता है। 115GHz (J=1-0), 230GHz (J=2-1) तथा 345GHz (J=3-2) पर इसके निचले संक्रमण स्तर विशेष रूप से महत्वपूर्ण हैं क्योंकि इन स्तरों पर इनका बाहुल्य काफी अधिक है जिससे जीवन समय अधिक होता है तथा साथ ही लाइन तीव्रताएं भी अधिक होती हैं।
- 10 ई वी की उच्च तापीय विघटन ऊर्जा यह भी सुनिश्चित करती है कि कार्बन मोनो-आक्साइड व्यापक हो जाएगी और इससे अंतरराज्यीय माध्यम में एक महत्वपूर्ण अनुरेखक बना देगा।
- 10 eV की उच्च तापीय गैर सहयोजन ऊर्जा यह भी सुनिश्चित करती है कि CO व्यापक रूप से फैले तथा इससे अंतरातारकीय माध्यम में एक मुख्य ट्रेसर बनता है।
- CO का घूर्णी संक्रमण आण्विक हाइड्रोजन की घनता तथा आण्विक बादलों के द्रव्यमान के लिए परिशुद्ध मान प्राप्त कर सकता है। [1]

- प्रकाशी सूक्ष्म मामलों में, CO के विविध घूर्णी संक्रमणों का रेखा तीव्रता अनुपात दिक्गतिक तापमान तथा देखे जाने वाली क्षेत्रों की घनता जैसी भौतिक स्थितियों का उत्कृष्ट निदान हो सकता है।

आणविक बादलों में CO की खोज से तारा निर्माण का संकेत मिलता है क्योंकि CO एक शीतलन एजेंट है। 70K और रेखा चौड़ाई 6 किमी/से ऐन्टेना तापमान के तीव्रता शिखर के साथ ओरियन नेबुला, क्लेनमेन-लो नेबुला से जुड़े आणविक बादलों में सीओ संक्रमण का पता लगाया गया। स्रोत का चमक तापमान प्राप्त करने के लिए इस तीव्रता को वायुमंडलीय अवशोषण, दूरबीन दक्षता के लिए रेले जीन्स ' सन्निकटन और प्लैंक नियम के बीच के अंतर को ठीक किया जाना चाहिए।

2.2 CO स्पेक्ट्रोस्कोपी के भावी क्षेत्र

CO के घूर्णन संक्रमण के प्रेक्षण विवर्तन सीमित बीमों पर परिचालन दूरबीन में सुसंगत डिटेक्टरों (हिथरोडाइन डिटेक्टरों) का उपयोग करके बनाए जा सकते हैं। चूंकि दूरबीन फोकस पर विकिरण सुसंगत होना चाहिए, अतः रिफ्लेक्टर सतह तरंग दैर्ध्य के सूक्ष्म अंश के लिए सही होनी चाहिए। कई भू-आधारित उपकरण इन अणुओं की आणविक लाइन स्पेक्ट्रोस्कोपी संचालित कर रहे हैं लेकिन वायुमंडलीय मजबूत जल वाष्प और ऑक्सीजन बैंड माप की सटीकता को कम कर देते हैं। इसलिए, इन प्रेक्षणों के लिए उत्तरी ध्रुव और दक्षिणी ध्रुव के पास उच्च ऊंचाई सूखी वायुमंडलीय साइट को चुना जाता है, लेकिन उनमें से बहुत कम अच्छी परिशुद्धता के साथ CO(J=4-3) ,CO(J=3-2) and CO(J=2-1) जैसे उच्च संक्रमण के अवलोकन के लिए उपयुक्त हैं । इसके अलावा जब हम सुदूर क्षेत्रों का प्रेक्षण कर रहे हों, तब 345 गीगाहर्ट्ज पर घटित होने वाले J=3-2 जैसे संक्रमण निम्न आवृत्तियों पर रेडशिफ्ट किए जा सकते हैं। लेकिन इसकी तीव्रता को व्युत्क्रम वर्ग नियम के अनुसार कम किया जाएगा और उन्हें भू आधारित दूरबीनों से नहीं देखा जा सकता है।

इसलिए, मिलीमीटर तरंग दैर्ध्य वर्णक्रमीय रेखा खगोल विज्ञान के लिए अंतरिक्ष आधारित दूरबीन वेधशाला सर्वाधिक उपयुक्त होगी क्योंकि इसे किसी भी वायुमंडलीय बैंड बाधा का सामना नहीं करना होगा और यह विवर्तन सीमित कोणीय विभेदनों पर भी प्रचालित की जा सकेगी। इसे पूर्ण आकाश कवरेज मिलेगा। अंतरिक्ष आधारित प्लेटफार्म से उच्चतर संक्रमण और बढ़ती हुई संवेदनशीलता के साथ उच्च आवृत्ति संक्रमण मापा जा सकता है, जोकि देखे गए लक्ष्य के काफी दूर होने के कारण निम्न आवृत्तियों पर रेडशिफ्ट कर दिया गया था।

अनुक्रमणिका

2.3 अवलोकित आवृत्ति क्षेत्र में अन्य महत्वपूर्ण अणु

आईएसएम में CO के अलावा लगभग 150 अन्य अणुओं की पहचान की गई। यह पाया गया है कि इनमें से अधिकांश अणुओं में कार्बन परमाणु उपस्थित था जोकि दिखाता है कि आईएसएम में कार्बन सहसंयोजक बांड प्रचलित है। यह सहसंयोजक बांड सैद्धांतिक रूप से आईएसएम जैसी कठोर परिस्थितियों में विद्यमान रहने के लिए जाना जाता है। इन अणुओं के घूर्णी संक्रमण 200 गीगाहट्र्ज-300 गीगाहट्र्ज क्षेत्रों में भी देखे जा सकते हैं। इन अणुओं की स्पेक्ट्रोस्कोपी से आईएसएम एवं तारे के निर्माण की प्रक्रिया की गतिशीलता के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी ज्ञात होती है। इन अणुओं की एक सूची नीचे तालिका में दी गई है।

अणु और उसका निमार्ण	आवृति(गीगाहट्र्ज)
CO(2-1)	230.538
HCN(3-2)	265.886
HCO^+(3-2)	267.557
H_2CS(ortho)[7-6]	236.727
H_2CS(para)[7-6]	240.266
HCS^+ (5-4)	213.361
HCS^+(6-5)	256.027
CH_3CN	220
SiO(5-4)	217.105
SiO(6-5)	260.518
OCS(18-17)	218.903
OCS(20-19)	243.218
OCS(21-20)	255.374
OCS(22-21)	267.530

तालिका 1. आईएसएम में महत्वपूर्ण अणुओं की सूची जिनके संक्रमण 200 गीगाहट्र्ज-300 गीगाहट्र्ज आवृत्तियों में हैं।

3.सिस्टम विन्यास और हार्डवेयर कार्यान्वयन योजना

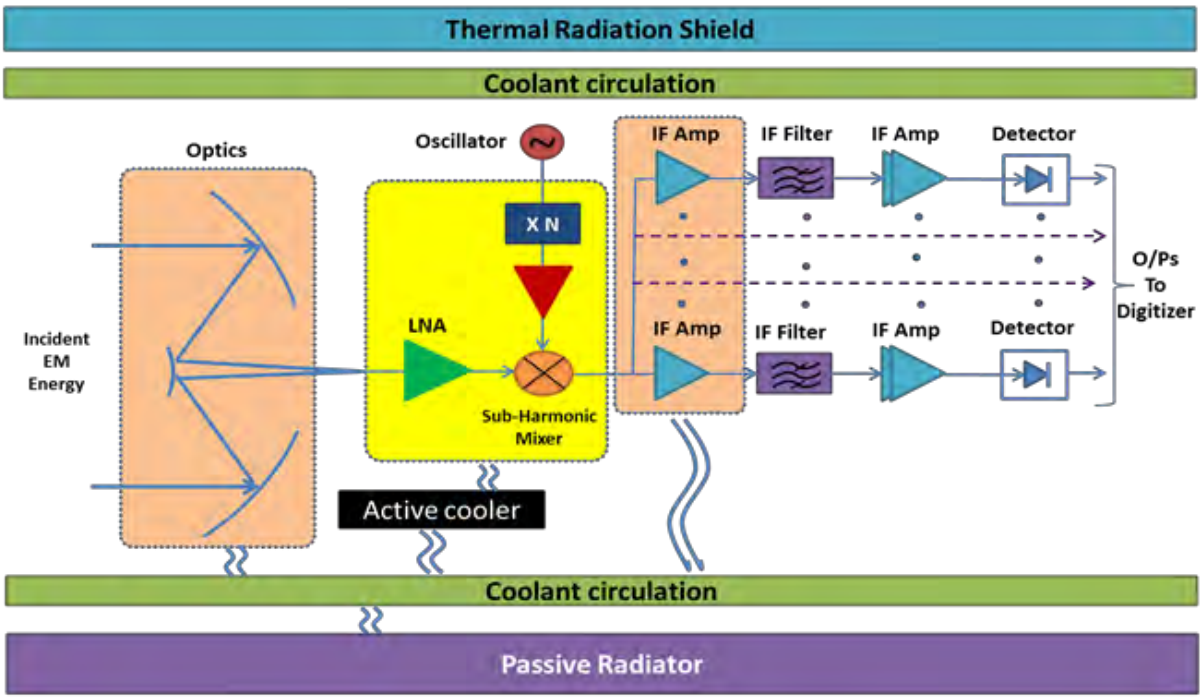
प्रस्तावित उप मिलीमीटर तरंग प्रणाली का ब्लॉक आरेख चित्र 1 में दर्शाया गया है। दूरबीन द्वारा एकत्रित विद्युतचुंबकीय विकिरण 'भरण शृंग' पर केंद्रित है जिसके द्वारा तरंगनिर्देश इनपुट अंतरापृष्ठ वाले हिथरोडाइन अभिग्राही से ऊर्जा युग्मित की जाती है। हिथरोडाइन अभिग्राही अग्र-छोर प्रवर्धित तथा स्थानीय दोलित्र के साथ अनुमान में आने वाले आर-एफ संकेतों को स्थानीय दोलित्र के रूप में सर्व करने वाले मिलीमीटर तरंग आवृत्ति का उपयोग कर निम्न आवृत्ति "आईएफ" (मध्यवर्ती आवृत्ति) में निम्न परिवर्तित करता है। यह आईएफ संकेत उपयुक्त रूप से प्रवर्धित होता है तथा तत्पश्चात् एक स्पेक्ट्रोमीटर अथवा चैनल चयन फिल्टरों एवं संसूचकों के एक सेट का प्रयोग कर उसकी पहचान की जाती है।

अग्र-छोर इलेक्ट्रॉनिक्स को ठंडा करने के लिए निष्क्रिय रेडिएटर, शीतलक परिसंचरण और सक्रिय कूलिंग सहित एक बहु-स्तरीय शीतलन प्रणाली प्रस्तावित किया गया है ताकि रेडियोमीटर की संवेदनशीलता में सुधार किया जा सके। टेलीस्कोप और प्रथम चरण आईएफ प्रवर्धन निष्क्रिय रूप से ~ 100 के तक ठंडे किए जाएंगे, जबकि अभिग्राही अग्र-छोर सक्रिय रूप से तरल नाइट्रोजन का उपयोग करके ~ 80K तक ठंडा हो जाएगा। थर्मल विकिरण ढाल बाहरी वातावरण से थर्मल अलगाव को सुनिश्चित करता है।

4. निष्कर्ष

अणु (तटस्थ और आयनित दोनों) का प्रस्तावित सर्वेक्षण मिल्की वे और अन्य आकाशगंगाओं के अंतरतारकीय माध्यम के जीवन चक्र में एक महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करेगा। सर्वेक्षण का प्राथमिक लक्ष्य गैलेक्टिक माध्यम में CO के नक्शे तैयार करना होगा।

अनुक्रमणिका



चित्र 1 प्रस्तावित मिलीमीटर-लहर रेडियोधर्मी का ब्लॉक आरेख

इस महत्वपूर्ण अणु की प्रचुरता और उत्तेजना की स्थिति जो एक शीतलन एजेंट है और आणविक हाइड्रोजन का अनुरेखक, हिथरोडाइन स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग करके प्राप्त की जाएगी। इससे महत्वपूर्ण जानकारी दी जाएगी जैसे मिल्की वे आकाशगंगा में मौजूद पदार्थों के घनत्व, तापमान और द्रव्यमान। इसके अलावा तालिका 1 में सूचीबद्ध अणुओं की स्पेक्ट्रोस्कोपी हमारी आकाशगंगा और आसपास के रेडशिफ्ट की आकाशगंगाओं (z=1 तक) में तारे के निर्माण की प्रक्रिया में भी एक अंतर्दृष्टि प्रदान करेगा।

5. आभार

इस शोध को लिखने में प्रेरणा प्रदान करने के लिए मैं निदेशक, सैक का शुक्रिया अदा करता हूं। इसके अलावा, लेखक इस लेख में मदद करने के लिए श्री दीपक पुत्रेवु, श्री राकेश भान, श्र राजीव ज्योति, श्रीमती जॉली धर, श्रीमती हर्षिता तोलानी श्री सीवीएन राव, श्री अरूप बैनर्जी का शुक्रिया अदा करता है।

6. संदर्भ

[1] एआर गिलेस्पी, CO ओबजरबेशन इन गैलेक्टिक क्लाउड्स
[2] रोजर एट अल, हिथरोडीन स्पेक्ट्रोस्कोपी एट सब-मिमी वेबलेंथ्स
[3] एडगर एवं अन्य, ए सब मिमी हिथरोडाइन स्पेक्ट्रोमीटर फॉर सोफिआ
[4] रिगोपोलू एवं अन्य, द फार-इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रोस्कोपिक एक्सप्लोरर (फिरस्पेक्स)
[5] क्रिस गोपी, सब मिमी हिथरोडाइन स्पेक्ट्रोस्कोपी ऑफ स्टार फार्मिंग रीजन्स
[6] कोडेला एवं अन्य, काम्प्लेक्स मोलिक्यूल्स इन स्टार फार्मिंग रीजन्स
[7] www.splatalogue.com

अनुक्रमणिका

राजभाषा सत्र

इसरो में राजभाषा का प्रयोग:चुनौतियाँ एवं समाधान

रोहित कुमार, वैज्ञानिक/अभियंता-एसई, पीसीएसवीडी, सेडा
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

यह लेख इसरो में राजभाषा हिंदी के प्रयोग में आने वाली चुनौतियों और उसके समाधान के बारे में है। इसरो का लक्ष्य अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी पर काम करते हुए समाज का विकास करना है। इसरो में ज्यादातर लोग तकनीकी क्षेत्र से आते हैं और तकनीकी क्षेत्र में महाविद्यालयों और विश्वविद्यालयों में अंग्रेजी में पढ़ाई होती है। अंतरिक्ष विज्ञान और तकनीकी क्षेत्र में मूल रूप से हिंदी में लिखी पुस्तकें, शोध और तकनीकी पत्र कम हैं। इसके अलावा इसरो में काम करने वाले लोग पूरे भारतवर्ष 'हिंदी और अहिन्दी प्रदेशों' से आते हैं। ऐसे में राजभाषा का प्रयोग करना एक चुनौती है। इसका समाधान भी है। राजभाषा विभाग इस दिशा में निरंतर अग्रसर है। हिंदी शिक्षण पैकेज-लीला 'प्रबोध', 'प्रवीण' और 'प्राज्ञ' नामक पाठ्यक्रम से अहिन्दी लोगों को हिंदी सिखाई जा सकती है। हिंदी में मूल रूप से पुस्तकें, तकनीकी पत्र और शोध पत्र लिखने चाहिए। तकनीकी शब्दों के लिए एक राष्ट्रीय ई-महाशब्दकोश हो, जिससे शब्दों को उपयोग में लेने के लिए भ्रम न हो। हमें हिंदी को और भी उदार बनाना होगा जिससे कि दूसरी भाषाओं से आये शब्दों को शामिल कर सके। इसके अलावा हमें हिंदी को बढ़ावा देने के लिए प्रोत्साहन योजनाओं का और ज्यादा विस्तार करना होगा। अगर हम हिंदी को सही ढंग से अपनाएंगे तभी हम देश की बहुसंख्यक जनता जो हिंदी बोलती है, को अंतरिक्ष विज्ञान के अनुप्रयोगों को समझा सकेंगे। सबसे जरूरी, राजभाषा विभाग द्वारा हिंदी के कार्यान्वयन को मजबूरी नहीं समझना होगा, क्योंकि मजबूरी को ढोते हुए कोई भी भाषा कामयाब नहीं हो सकती है।

1.0 प्रस्तावना

अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में इसरो का विश्व के सभी विकसित देशों के अंतरिक्ष संगठनों में अहम् स्थान है। इसरो भारत का गौरव है और इसने हमें विश्व के शक्तिशाली देशों की श्रेणी में खड़ा कर हमारा सम्मान बढ़ाया है। इसरो का प्राथमिक लक्ष्य राष्ट्र के समग्र विकास में सहायता करने के लिए अंतरिक्ष विज्ञान, प्रौद्योगिकी अनुप्रयोग और कार्यक्रमों को बढ़ावा देना और स्थापित करना है। ऐसे में इसरो में काम करना हर भारतवासी का सपना होता है। हमारे देश भारत विविधताओं में एकता का देश है, जहाँ अलग-अलग राज्यों में अलग-अलग भाषाएँ, संस्कृति, वेशभूषा और खान-पान है। इनमें से सबसे ज्यादा बोलने वाली भाषा, राजभाषा हिंदी है, जो जन-मानस की भाषा है। इसरो, एक संगठन के रूप में छोटा भारत है जहाँ भारत के भिन्न-भिन्न राज्यों के लोग अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी पर काम करने के लिए चयनित होकर आते हैं। उनकी भी अपनी-अपनी भाषाएँ और संस्कृति है। इसरो में काम करने वाले अधिकांश लोग विज्ञान और तकनीकी क्षेत्र से होते हैं जो अच्छे-अच्छे अभियन्त्रिक महाविद्यालयों और विश्वविद्यालयों से आते हैं। इनमें पढ़ाई अंग्रेजी में होती है और उन्हें अंग्रजी में काम-काज करने की आदत हो जाती है। जैसा कि डा. विक्रम साराभाई ने कहा था कि हमें अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का उपयोग मानव तथा समाज की वास्तविक समस्याओं को दूर करने के लिए भी करना है। हम देश के करोड़ो लोगों को अंतरिक्ष और विज्ञान से जुडी तकनीकें तभी समझा सकते हैं जब हम उनकी भाषा में बात करें। ऐसे में इसरो में राजभाषा हिंदी का प्रयोग एक बहुत बड़ी चुनौती है। इस चुनौती का समाधान भी है और हम निरंतर इस दिशा में कार्यरत हैं।

2.0 राजभाषा हिंदी

भारतवर्ष में बहुत सी भाषाएँ बोली और लिखी जाती हैं। इनमें से भारतीय संविधान की आठवीं अनुसूची में 22 भाषाओं को आधिकारिक रूप से सरकारी मान्यता प्रदान की गई है। भारत में सबसे ज्यादा बोली जाने वाली भाषा हिंदी है, जिसे भारतीय संविधान ने विशिष्ट स्थान दिया हुआ है, लेकिन आज भी राजभाषा हिंदी राष्ट्रभाषा नहीं बन पाई है। हिंदी इस देश के करोडों लोगो की जिंदगी को आसान बनाने का काम करती है। भारत की उन्नति, संस्कृति और साहित्य के प्रसार में हिंदी का महत्वपूर्ण योगदान रहा है। हिंदी हमारे देश की

अनुक्रमणिका

एकता के लिए भी जरूरी है। आजकल के वैश्विक युग में हम अंग्रेजी भाषा को ज्यादा तरजीह दे रहे हैं। शहरों में हम अपने नयी पीढ़ी को अंग्रेजी में ही हर काम करने के लिए प्रेरित कर रहे हैं ताकि वो वैश्विक मंच पर किसे से पीछे न रह जायें। हमें किसी भाषा से बैर नहीं रखना चाहिए, हर भाषा का खूबसूरत है, उसका सम्मान करना चाहिए लेकिन अपनी भाषा को भुलाकर नहीं। जब हम अपनी भाषा को सम्मान देंगे तभी विदेशी भी इसे सम्मान देने के लिए मजबूर होंगे। हिंदी साहित्यकार कवि भारतेंदु हरिश्चंद्र ने लिखा था :

"निज भाषा उन्नति अहै, सब उन्नति को मूल।

बिन निज भाषा-ज्ञान के, मिटत न हिय को सूल।।

अंग्रेजी पढ़ी के जदपि, सब गुण होत प्रवीन।
पै निज भाषा ज्ञान बिन, रहत हीन के हीन।।"

3.0 इसरो में काम-काज

इसरो में मूलतः अंतरिक्ष विज्ञान और प्रोद्योगिकी पर बहु-आयामी विषयों पर काम किया जाता है। यहाँ शोध करने के साथ-साथ यह भी ध्यान रखा जाता है कि इन तकनीकों का उपयोग समाज कल्याण हित में हो। इसरो में मुख्यतः निम्नलिखित काम होते हैं :

- प्रक्षेपण वाहनों एवं तत्संबंधी प्रौद्योगिकी का अभिकल्पन और विकास
- भू-पर्यवेक्षण, संचार, नौ-संचालन, मौसम विज्ञान, समुद्र विज्ञान तथा अंतरिक्ष विज्ञान के लिए उपग्रहों एवं तत्संबंधी प्रौद्योगिकी का अभिकल्पन और विकास
- दूरसंचार, टेलिविजन, प्रसारण, उपग्रह आधारित चित्रों द्वारा प्राकृतिक संसाधनों के प्रबंधन, एवं पर्यावरण का मोनिटरिंग
- सामाजिक विकास तथा आपदा प्रबंधन में सहायता
- अंतरिक्ष विज्ञान एवं ग्रहीय अन्वेषण

4.0 चुनौतियाँ

सूचना और क्रान्ति के इस युग में हर कोई तकनीक को अपनाकर जीवन को सरल करना चाहता है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी इस काम में मदद करती है। अंतरिक्ष के अनुप्रयोगों से सम्बंधित जन कल्याण और राष्ट्र विकास हो, इसके लिए जन-भागीदारी जरूरी है। लोग ज्यादा से ज्यादा इन तकनीकों को तभी समझ सकते हैं जब हम उनको उनकी ही सरल भाषा में समझाएं। इसरो का योगदान दूर-चिकित्सा, दूर-शिक्षा और आपदा प्रबंधन में अमूल्य है। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो ने 'मोस्डेक' नाम से वेबसाइट और ऐप बनाए हैं। 'मोस्डेक' हमें मौसम, चक्रवात, वर्षा इत्यादि की भविष्यवाणी बताता है। इन सूचनाओं को आम जनता आसानी से उपयोग करे, इसके लिए हिंदी में इन सूचनाओं को देना जरूरी है। इसी तरह इसरो के बाकी कार्यक्रमों की भी सूचना आम जनता तक सरल शब्दों में पहुँचाना एक जिम्मेदारी है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग से जुड़ी सूचना अंग्रेजी के साथ-साथ हिंदी में भी मिलनी चाहिए जो वेबसाइट और मोबाइल ऐप दोनों पर हो। इसके लिए हिंदी में एकीकृत ऐप का निर्माण होना चाहिए जहाँ मौसम की भविष्यवाणी से लेकर आपदा प्रबंधन तक की जानकारी हिंदी में लोगों को मिल सके।

इसरो में चयनित होने वाले अधिकांश लोग अपने-अपने शिक्षा के क्षेत्र में महाविद्यालयों और विश्वविद्यालयों से अंग्रेजी में ही पढ़ाई कर आते हैं। हमारे देश में विज्ञान और तकनीक के क्षेत्र में ज्यादातर पढ़ाई अंग्रजी में ही होती है। इन विषयों पर पुस्तकें भी अंग्रेजी में ही लिखी जाती हैं, हिंदी में मूल रूप से पुस्तकें कम लिखी जाती हैं। कई बार ऐसा होता है कि हिंदी में लिखी पुस्तकें अंग्रेजी भाषा का अनुवाद होती हैं और कभी-कभी इनका अनुवाद इतना खराब होता है कि उसका मूल अर्थ निकालना कठिन हो जाता है। इसरो एक अनुसन्धान संगठन है जहाँ तकनीकों और प्रौद्योगिकी पर काम होता है। इन विषयों पर ज्यादातर शोध पत्र और तकनीकी लेख अंग्रेजी भाषा में ही उपलब्ध हैं। इसरो में जो हिंदी प्रदेश से आते हैं, वो हिंदी का उपयोग आसानी से अपने काम में कर सकते हैं, लेकिन जो लोग अहिन्दी प्रदेश से आते हैं, उनको इनमें कठिनाई आती है। ऐसे में इसरो में राजभाषा हिंदी का प्रयोग एक बहुत बड़ी चुनौती है।

अनुक्रमणिका

5.0 समाधान

किसी भी क्षेत्र में उन्नति के लिए उसमे निरंतर लगे रहना और अपना योगदान देना बहुत जरूरी है। उसी तरह हम हिंदी का उपयोग विज्ञान और तकनीकी में बिना शामिल हुए नहीं कर सकते हैं। ऐसी हमारी मान्यता है कि हिंदी हमारे आधुनिक विज्ञान और तकनीक के संगत नहीं है, ये गलत धारणा है। आज बहुत सारे संस्थान हैं जहाँ हिंदी में कामकाज हो रहा है। जब हम हिंदी भाषा का उपयोग कर साहित्य में सफलता अर्जित कर सकते हैं, तो क्यों नहीं उसी भाषा का उपयोग कर विज्ञान और तकनीकी में सफलता अर्जित कर सकते हैं? इसरो में राजभाषा के प्रयोग को लेकर चुनौतियां हैं, तो समाधान भी है।

सर्वप्रथम तकनीकी पुस्तकें और लेख मूल रूप से हिंदी में ही लिखनी चाहिए और अगर अंग्रेजी पुस्तकें और लेख का अनुवाद हिंदी में करना हो तो उसका लेखन हिंदी के किसी विशेषज्ञ लेखक से ही कराना चाहिये या हिंदी विभाग को संपर्क करना चाहिये। इसरो के खुद के अभियन्त्रिक महाविद्यालय में पठन-पाठन अंग्रेजी के साथ-साथ हिंदी में भी होना चाहिए। अक्सर ऐसा होता है कि जब भी कोई हिंदी माध्यम का विद्यार्थी अभियांत्रिक महाविद्यालय में नामांकन लेता है, तो उसका पहला वर्ष अंग्रेजी समझने में ही निकल जाता है और उसके परीक्षा का परिणाम खराब हो जाता है। तकनीकी हिंदी की पुस्तकें पुस्तकालय में आसानी से उपलब्ध होनी चाहिए। अगर किसी विद्यार्थी को अंग्रेजी में कोई दिक्कत आती है तो वह आसानी से हिंदी की पुस्तकें पढ़ सकता है।

आज भी सरकारी कार्यालय, बैंक, संस्थान आदि बहुत सारे 'वैज्ञानिक और तकनीकी शब्दों' के लिए हिंदी में अलग-अलग समानार्थी शब्दों का उपयोग करते हैं। इससे भ्रम की स्थिति पैदा होती है और यह हिंदी के कार्यान्वयन में बाधा पहुंचाती है। इसके लिए एक मानक शब्दावली की जरूरत है। इसके लिए एक ईमहाशब्दकोश की जरूरत है जिसमें तकनीकी शब्दों का समावेश हो। कभी-कभी अंग्रेजी शब्दों से हिंदी के शब्दों में अनुवाद में व्यावहारिक कठिनाइयां हो जाती है, ऐसे में हिंदी शब्दों की जगह, वही अंग्रेजी शब्द सीधा उपयोग कर लेना चाहिए। हिंदी को उदार बनाना होगा और दूसरी भाषाओं से आये शब्दों को अपनाना होगा।

कंप्यूटर प्रौद्योगिकी, मोबाइल और इन्टरनेट ने आज हमारे जीवन के लगभग सभी आयामों को समृद्ध किया है। हम आनलाइन वेबसाइट का उपयोग करने लगे हैं। खोज इंजनों पर तो एक ही विषय पर हजारों-लाखों सूचनाएं मिल जाती हैं। सूचना के इस महासागर में आवश्यक जानकारी पाना आसान हो गया है। बहुत सारे शैक्षिक वेबसाइट हिंदी में उपलब्ध हैं, जहाँ विभिन्न विषयों पर पाठ उपलब्ध कराए जाते हैं। इनका उपयोग कर हिंदी सीखी भी जा सकती है। ऐसी ही एक वेबसाइट हमारे देश के राजभाषा विभाग की है। हमारे देश का राजभाषा विभाग भी हिंदी के प्रचार-प्रसार में दिन-रात लगा हुआ है। राजभाषा विभाग ने हिंदी सिखने के लिए अपने वेबसाइट पर हिंदी स्वयं शिक्षण पैकेज-लीला 'प्रबोध', 'प्रवीण' और 'प्राज्ञ' नामक पाठ्यक्रम तैयार किए हैं। प्रबोध, प्रवीण और प्राज्ञ हिंदी सीखने के लिए अलग-अलग पाठ्यक्रम हैं, जो हिंदी के अक्षरों को सिखाने से लेकर हिंदी में टिप्पण और आलेखन तक सिखाते हैं। इसमें विभिन्न भाषाओं में जैसे : कन्नड़, मलयालम, तमिल, तेलगु, बंगाली, अंग्रेजी आदि से हिंदी सीखी जाती है। इसरो में जो अहिन्दी भाषी हैं, उनको धीरे-धीरे इस पाठ्यक्रम से जोड़कर हिंदी की तरफ आकर्षित किया जा सकता है। इसके अलावा अहिन्दी और हिंदी भाषी कर्मचारियों को साथ में एक ही काम पर रखने से भी अहिन्दी भाषी को हिंदी सिखने में मदद मिल सकती है। 'गूगल' ने भी हिंदी को बढ़ावा देने के लिए अलग-अलग वेबसाइट और ऐप का निर्माण किया है, जो अपने-आप में क्रांतिकारी है। गूगल के 'गूगल हिंदी टंकण', 'गूगल अनुवाद' और 'गूगल आवाज़ टंकण' टूल से हिंदी भाषा में लिखना-पढ़ना बहुत आसान हो गया है।

इसरो में बहुत से दस्तावेज (डोक्यूमेंट), शोध पत्र, तकनीकी पत्र आदि अंग्रेजी भाषा में लिखे जाते हैं। इनको हिंदी में भी लिखने की आदत डालनी चाहिए। अगर खुद दिक्कत आ रही हो तो हिंदी विभाग का संपर्क करना चाहिये। इसके अलावा अवकाश आवेदन, आवास आबंटन, हस्ताक्षर आदि में भी हिंदी का उपयोग करना चाहिए। बैठकों (मीटिंग) में ज्यादा से ज्यादा हिंदी में बात करने की कोशिश करनी चाहिए। इसरो में राजभाषा हिंदी का उपयोग ज्यादा से ज्यादा लोगों को प्रोत्साहित करके भी किया जा सकता है। इसरो का हिंदी विभाग, हिंदी का उपयोग ज्यादा से ज्यादा हो, इस दिशा में पहले से ही अग्रसर है। इसरो में काम-काज हिंदी में करने के लिए 'वार्षिक प्रोत्साहन योजना' लागू है। हिंदी विभाग समय-समय पर हिंदी संगोष्ठी का आयोजन भी करता है जहाँ

अनुक्रमणिका

चुने गए लेखों को पुरस्कृत किया जाता है। हिंदी दिवस, हिंदी पखवारा और हिंदी कार्यशालों का भी आयोजन किया जाता है। लोगों को अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी से जोड़ने और इसरो में हिंदी को बढ़ावा देने के लिए विज्ञान दिवस, प्रौद्योगिकी दिवस आदि भी हिंदी में मनाना चाहिए और प्रोत्साहन योजना को और ज्यादा करना चाहिए।

6.0 निष्कर्ष

इसरो में विविध राज्यों के विविध भाषाओं के लोग एक साथ परिवार की तरह काम करते हैं, जिनका उद्देश्य अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी और उसका समाज में अनुप्रयोग कर भारत को शिखर पर ले जाना है। राजभाषा हिंदी असंख्य लोगों की जिंदगी को आसान बनाने का काम करती है। राजभाषा विभाग द्वारा हिंदी के कार्यान्वयन को मजबूरी नहीं समझना चाहिए, क्योंकि मजबूरी को ढोते हुए कोई भी भाषा कामयाब नहीं हो सकती है। हमें रस्म-अदायगी को खारिज करके सही मायने में हिंदी को सम्मानित करना होगा। यहाँ राजभाषा हिंदी का प्रयोग करना एक चुनौती तो है लेकिन इसरो में इसका समाधान भी हो रहा है। समय बदल गया है, और आज इसरो में लोग हिंदी का प्रयोग पहले की अपेक्षा ज्यादा करने लगे हैं।

7.0 संदर्भ

1. राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय, भारत सरकार का वेब पोर्टल (www.rajbhasha.nic.in)
2. अंतरिक्ष उपयोग केंद्र का वेब पोर्टल (www.sac.isro.gov.in)

8.0 आभार

मैं इस लेख को प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने के लिए हिंदी संगोष्ठी के अध्यक्ष और सदस्यों का आभार व्यक्त करता हूँ। साथ ही मैं हिंदी कक्ष का भी आभारी हूँ।

***

अनुक्रमणिका

राजभाषा सत्र

इसरो में राजभाषा हिंदी का बढ़ता उपयोग एवं चुनौतियाँ

दिनेशकुमार अग्रवाल, वैज्ञानिक- एसजी, ई.एफ.पी.डी.
मदनकुमार कप्ता, सहायक अभियंता, ई.एफ.पी.डी.
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश :

इस लेख में लेखक ने अंतरिक्ष विभाग में राजभाषा हिंदी के प्रगामी उपयोग के बारे में वर्णन किया है तथा राजभाषा के कार्यान्वयन के में होने वाली चुनौतियों एवं उसके संभावित समाधान के बारे में चर्चा की है। इस लेख में अंतरिक्ष विभाग में हिंदी में होने वाली बेहतरीन गतिविधियों पर प्रकाश डाला गया है और राजभाषा के प्रचार प्रसार के लिए जितने कदम उठाए जा रहे हैं उसका विवरण दिया है। विभाग ने अंतरिक्ष विज्ञान में हिंदी के मूल लेखन को बढ़ावा देने हेतु एक समिति का गठन कर वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन के लिए विभिन्न मापदंड एवं पुरस्कारों का निर्धारण किया है। अंतरिक्ष विभाग के सभी केंद्रों में राजभाषा को प्रभावी रूप से अपनाया जा रहा है।

विज्ञान एवं प्रौद्यागिकी ने मानव जीवन के विकास एवं समृद्धि में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। वैज्ञानिक उपलब्धियां आज हमारे सुख सुविधापूर्ण दैनिक जीवन में अनिवार्य आवश्यकता बन गई हैं। डॉ विक्रम साराभाई के सपने को साकार करते हुए भारतीय अंतरिक्ष अनुसन्धान संगठन, इसरो के अंतरिक्ष कार्यक्रम मूलत: जन कल्याण और सामाजिक उत्थान के लिए अंतरिक्ष के उपयोग से जुड़े हुए हैं। भारत उन चुनिंदा देशों में शामिल है जिन्होंने अंतरिक्ष विज्ञान एवं उसके उपयोगों के महत्व को मानव समाज की मूलभूत समस्याओं को दूर करने के लिये सबसे पहले समझा। सभी केंद्र/यूनिट सामाजिक हित में भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम को बडी ऊंचाईयों पर ले जाने के लिए सतत प्रयासरत हैं। हम संचार, सुदूर संवेदन, नौसंचालन, अंतर-ग्रहीय अभियान आदि सभी अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के अनुसंधान एवं विकास से जुड़े हर क्षेत्र मे तेजी से आगे बढ़ रहे हैं। संक्षेप में, उपयुक्त विचारों के साथ-साथ आधुनिक तकनीक, संगणक (Computer), इंटरनेट (Internet) पर उपलब्ध टूल एवं प्रबल इच्छाशक्ति की सहायता से राजभाषा के प्रचार- प्रसार को तीव्र गति प्रदान की जा सकती है।

1.0 प्रस्तावना:

हमारे चारों ओर घटित हो रही घटनाओं के कारणों, प्रक्रियाओं और परिणामों का परिशुद्ध एवं व्यवस्थित ज्ञान ही विज्ञान कहलाता है। विज्ञान की अवधारणाओं का उपयोग करके मानव के कल्याण की दिशा में उपयोगी प्रणालियां या अवसंरचनाए विकसित करना तकनीकी पहलू है। घटनाओं की गहनता और परिमाण इतने अधिक हैं कि इनको व्यवस्थित रूप से अभिव्यक्त करने के लिए शब्दों और संकेतों का उपयोग किया जाता है। परन्तु जब इन मानक अभिव्यक्तियों का आधार कोई विदेशी, ऐतिहासिक, भौगोलिक और भाषाई परिपेक्ष्य हो तब ये विषय और अधिक जटिल प्रतीत होने लगते हैं। ध्यान देने योग्य बात यह है कि भारत में उच्च माध्यमिक स्तर तक तो गणित विज्ञान और भौतिक विज्ञान के लिए हिंदी में विद्यालय उत्पन्न उपलब्ध है लेकिन उसके बाद स्नातक में पढ़ने के लिए केवल अंग्रेजी का ही सहारा लेना पड़ता है इसी कारण कुछ जनमानस तो भाषा रूपांतरण में फंस कर राजभाषा को उच्च स्तर पर पढ़ना ही छोड़ देते हैं।

विज्ञान एवं तकनीक की बारीकियों को व्यक्त करने के लिए अपना भाषाई, स्वदेशी, ऐतिहासिक, और भौगोलिक परिपेक्ष्य हो तो जटिलता को काफी हद तक कम किया जा सकता हैं इसी अवधारणा का अनुकरण करते हुए भारत सरकार अपनी वैज्ञानिक और तकनीकी संस्थाओं से यह अपेक्षा करती है कि वे राजभाषा हिंदी में अधिक से अधिक वैज्ञानिक एवं तकनीकी संगोष्ठी, परिचर्चाओं आदि का आयोजन करें ताकि इनमें तकनीकी और वैज्ञानिक विषयों पर हिंदी में मौलिक लेखन को प्रोत्साहित किया जा सके। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन/अंतरिक्ष विभाग ने इस दिशा में पहल करते हुए अपने केंद्र/यूनिटों को उनमें चल रही वैज्ञानिक एवं तकनीकी अनुसंधान की विकास गतिविधियों से जुड़े विषयों पर हिंदी में संगोष्ठी आयोजित करने का उत्तरदायित्व सौंपा है। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र तथा विकास एवं शैक्षणिक संचार यूनिट इस उत्तरदायित्व का बखूबी निर्वाह कर रहे हैं।

अनुक्रमणिका

वर्तमान समय में अंतरिक्ष से संबंधित अनेक खोज एवं अन्वेषण कार्य चल रहे हैं जिनसे मानव को प्रकृति को समझने में मदद मिल रही है तथा इस ज्ञान के उपयोग से नित नये संसाधनों की रचना हो रही है। इन संसाधनों से मानवीय कार्य को दक्षता एवं सुविधाजनक रूप से पूर्ण करने में मदद मिल रही है। इन्हीं खोजों और आविष्कारों को अंतरिक्ष विभाग के वैज्ञानिक प्रतिवर्ष तकनीकी हिंदी सेमिनारों द्वारा राजभाषा में प्रस्तुत करते हैं। सभी केन्द्रों में इन संगोष्ठियों के आयोजन में प्रतिवर्ष प्रतिभागियों की संख्या के साथ-साथ लेखों की संख्या में भी उत्साहजनक वृद्धि देखी गयी है। विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में विश्व की प्राचीनकाल की उपलब्धियों से लेकर इस शताब्दी में प्राप्त महान सफलताओं की एक लम्बी और अनूठी परंपरा रही है। प्राचीन विश्व में विज्ञान, गणित, खगोलशास्त्र और दर्शनशास्त्र का अद्वितीय विकास हुआ। कालांतर में विश्व भर में विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी के माध्यम से आर्थिक और सामाजिक परिवर्तन आया। परंपरागत कुशलताओं को परिष्कृत करके तर्कसंगत एवं स्पर्धात्मक बनाने और विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी के मुख्य क्षेत्रों में अग्रिम क्षमताओं का विकास करने के प्रयास होते रहे।

2.0 राजभाषा एवं कार्यान्वयन:

भारत सरकार की यह नीति रही है कि राजभाषा हिंदी को घर-घर तक पहुचाएं। अंतरिक्ष विभाग भी इस दिशा में पीछे नहीं रहा है। वैज्ञानिक एवं तकनीकी क्षेत्र में हिंदी को बढ़ावा देने के उद्देश्य से विभाग तथा इसके केंद्र एवं यूनिट कई कार्यक्रम आयोजित करते रहते हैं। राजभाषा का कार्यान्वयन करने के लिए इसरो ने अलग से हिंदी अनुभाग का सृजन किया है, जिससे राजभाषा के प्रयोग को बढ़ावा मिलता है। हिंदी अनुभाग द्वारा अधिकारियों एवं कर्मचारियों की झिझक को दूर करने के लिए कार्यशालाओं का आयोजन भी किया जाता है। कर्मचारियों को हिंदी शिक्षण योजना के अंतर्गत हिंदी भाषा एवं हिंदी टंकण में प्रशिक्षण दिया जाता है। प्रशासनिक नियमों और वैज्ञानिक तकनीकी शब्दों के बारे में जानने के लिए शब्दावलियां भी उपलब्ध करवाई गई हैं।

प्रतिवर्ष हिंदी में तकनीकी विषयों पर संगोष्ठियां आयोजित करना, इनमें से एक प्रमुख कार्य है। इस प्रकार हम आम जनता तक अपने कार्यक्रमों को पहुंचाने का प्रयास करते हैं। बीते वर्षों में संगोष्ठियों के जो विषय रखे गये हैं वो समकालीन भारतीय परिदृश्य में अत्यधिक प्रासंगिक एवं उपयोगी हैं। इनसे संबंधित सेमिनार पुस्तिका, लेख संग्रह, विद्वानों द्वारा प्रस्तुतीकरण से तकनीकी साहित्य में काफी इजाफ़ा हुआ है।

अंतरिक्ष शब्दावली: विज्ञान की अद्यतन एवं जटिल संकल्पनाओं को हिन्दी में यथासंभव सरल ढंग से व्यक्त करने की बहुत आवश्यकता है। विज्ञान एवं तकनीक से संबंधित विभिन्न शाखाओं के तथ्यों, विचारों एवं संकल्पनाओं को हिन्दी भाषा की प्रकृति के अनुरूप सहज रूप में प्रस्तुत करने के लिये सरल बनाने की एक बहुत बड़ी चुनौती थी, जिसे हमारे भाषाविदों ने स्वीकार करके वर्षों पहले इस दिशा में महत्वपूर्ण कार्य शुरू कर दिया था। विज्ञान अपने आप में एक अनुशासित विषय है तथा इसकी अपनी भाषा होती है। इसमें तकनीकी शब्दावली का ही प्रयोग अपेक्षित है जिसमें शब्दार्थ एवं भावार्थ दोनों एक ही होते हैं। शब्द हमेशा परिचित एवं अपरिचित ही होते हैं। जितना उनका अभ्यास होगा उतने ही वे सरल लगेंगे। किसी भी व्यक्ति के लिए उसकी मातृभाषा ही सबसे सरल भाषा होती है। शब्दों की पहचान के लिए हिंदी के क्लिष्ट समझे जाने वाले शब्दों का प्रयोग मीडिया जगत में भी निरंतर होना चाहिए, ताकि लोग उन शब्दों से परिचित हो सकें। साथ ही कई शब्दों के मानक शब्द निर्धारित करने की जरूरत है। वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग, केन्दीय निदेशालय एवं हिन्दी ग्रंथ अकादमियों तथा स्वयं सेवी संस्थाओं ने इस दिशा में महत्वपूर्ण कार्य किया है।

अंतरिक्ष शब्दावली का अद्यतनीकरण हो चुका है, समय की मांग के अनुसार, शब्दावली आयोग के तत्वाधान में, विशेषज्ञों द्वारा नए शब्दों को जोड़ने के अलावा निर्धारित किये गए शब्दों का भी तीसरी बार पुनरावलोकन किया गया हैं।

3. हिंदी के प्रगामी उपयोग को बढ़ावा देने के लिए उठाए गए कदम:

सैक एवं डेकू कार्यालयों में राजभाषा कार्यान्वयन समिति (OLIC) केन्द्रों में राजभाषा के अधिकतम उपयोग के लिए सतत प्रयत्नशील रहती है। नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति (TOLIC) समय-समय पर बैठकें करती रहती है और हमारे कार्यालयों को मिलने वाले पुरस्कार इन तथ्यों के प्रमाण है कि राजभाषा के प्रगामी उपयोग में

अनुक्रमणिका

हमारी स्थिति बेहतर है। यहाँ यह उल्लेखनीय करना आवश्यक होंगा कि हमारे विभाग के सचिव एवं अध्यक्ष इसरो कार्यालयीन पत्रों में हिंदी में ही हस्ताक्षर करते हैं, अनेकों अवसरों पर हिंदी में उदबोधन कर, राजभाषा के प्रगामी उपयोग हेतु कर्मचारियों को प्रेरणा प्रदान करते हैं।

3.(अ) अंतरिक्ष विभाग की विभिन्न योजनाएं : यह सर्वविदित है कि सैक /डेकू अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी में उपयोग के क्षेत्रों में अंतरिक्ष विभाग/इसरो का अग्रणी केन्द्र है, साथ ही राजभाषा के कार्यान्वयन में भी इसका नाम एक आदर्श कार्यालय के रूप में जाना जाता है। अतः सैक ने अपने केंद्र में कर्मचारियों को हिंदी में अधिक से अधिक काम करने के लिए प्रोत्साहित करने हेतु विभिन्न योजनाएं आरम्भ की हैं जिसके लिए अलग अलग समितियों का गठन किया गया है।

3.1 हिंदी कार्यशाला : कार्यालयों में हिन्दी कार्यशालाओं सम्बन्ध में भी गृह मंत्रालय के निर्देशानुसार इन कार्यशालाओं का आयोजन किया जाता है। हिन्दी माह में प्रतिवर्ष विभिन्न प्रतियोगिताओं में प्रतिभागियों की संख्या में वृद्धि इस तथ्य का प्रमाण है कि अंतरिक्ष विभाग में राजभाषा का विशिष्ट सम्मान है। अच्छी बात तो यह है कि हिंदीतर प्रतिभागियों की संख्या भी हिंदी भाषावर्ग के प्रतिभागियों से कम नहीं है। वास्तव में अंतरिक्ष विभाग का प्रत्येक यूनिट लघु भारत ही है और राजभाषा के प्रगामी उपयोग में सभी अपना भरसक योगदान दे रहे हैं। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन/अंतरिक्ष विभाग का अहमदाबाद स्थित अंतरिक्ष उपयोग केंद्र सामाजिक उत्थान के लिए नवाचार युक्त प्रणालियों और सॉफ्टवेयरों के अनुसंधान एवं विकास में सदैव तत्पर रहता है एवं समय समय पर हिंदी में कार्यशालाओं का आयोजन करता रहता है।

3.2. हिंदी वैज्ञानिक एवं तकनीकी संगोष्ठी : हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का मूल उद्देश्य वैज्ञानिक एवं तकनीकी विषयों को राजभाषा हिंदी में जनमानस तक पहुँचाना है। इससे समाज में अंतरिक्ष विज्ञान कार्यक्रमों में जागरूकता बढ़ती है, जिससे समाज एवं विज्ञान दोनों ही लाभान्वित होते हैं। प्रतिवर्ष तकनीकी हिन्दी संगोष्ठियों के आयोजन से केन्द्रों में हिन्दी का उपयोग तकनीकी क्षेत्रो में निर्बाध रूप से आगे बढ़ रहा है। इन संगोष्ठियों के माध्यम से भविष्य की भी रूपरेखा तय होती है। इनका उद्देश्य अंतरिक्ष विज्ञान के जटिल पहलुओं को अपनी हिन्दी भाषा में सहज रूप से समझने और समझाने के लिए किया जाता है। विगत वर्षों में सैक में कई संगोष्ठियों का आयोजन किया गया है जिनके विषय "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रमों में स्वदेशी उद्योगों एवं संस्थाओं का योगदान", "अब यहाँ से कहाँ जायें हम?", "अंतरग्रहीय मिशन", "सामाजिक उत्थान के लिए अंतरिक्ष विज्ञान का योगदान", इत्यादि रखा गये थे।

3.3. अभिमुखीकरण कार्यक्रम : इसमें केन्द्रों के हिंदी अधिकारी एवं संबंधित कर्मचारी अंतरिक्ष से संबधित विषय पर विशेष रूप से चर्चा करते हैं और विभिन्न केन्द्रों में अंतरिक्ष विज्ञान से संबंधित गतिविधियों के ज्ञान का आदान-प्रदान होता है। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र अहमदाबाद इस कार्यक्रम में सक्रिय रूप से भाग लेता है।

संसदीय समिति द्वारा विभिन्न अवसरों पर कार्यालय में हिंदी राजभाषा के प्रभावी उपयोग से संबंधित निरीक्षण के दौरान अंतरिक्ष उपयोग केंद्र अहमदाबाद की प्रशंसा की गई है।

3.4 अंतरिक्ष उपयोग केंद्र अहमदाबाद की विभिन्न प्रोत्साहन योजनाएँ: सरकार का हिन्दी में वैज्ञानिक विषयों में लेखन कार्य को बढ़ावा देने का प्रयास है ताकि हिन्दी भाषा में वैज्ञानिक साहित्य प्रचुर मात्रा में उपलब्ध हो सके। इस दिशा में सरकार की कई पुरस्कार योजनाएँ चल रही हैं।

3.4.1. वित्तीय वर्ष में कार्यालयीन कार्य के दौरान हिंदी में अधिकतर कार्य करने के लिए प्रोत्साहन योजना :

1.स्टाफ सदस्यों के लिए हिन्दी में मूल टिप्पण एवं आलेखन में 20000 से ज्यादा शब्दों के उपयोग करने पर प्रोत्साहन योजना। इस प्रोत्साहन योजना के अंतर्गत करीबन 50 पुरस्कार दिए जाने का प्रावधान है।

2.चालकों, कैंटीन स्टाफ तथा अटेंडेंट वर्ग के कर्मचारियों के लिए कार्यालयीन कार्य में 10000 से ज्यादा हिन्दी शब्दों के उपयोग करने पर प्रोत्साहन योजना। इस प्रोत्साहन योजना के अंतर्गत वाहन चालकों, कैंटीन स्टाफ तथा अटेंडेंट वर्ग के कर्मचारियों को पुरस्कार दिये जाने का प्रावधान है।

अनुक्रमणिका

3.4.2 तकनीकी प्रभागों द्वारा हिंदी में अधिकतर कार्य करने हेतु प्रोत्साहन योजना : इस योजना के अंतर्गत सैक/डेकू के जो तकनीकी विभाग हिन्दी में कार्यालय का अधिकतम कार्य करते हैं उन्हें चल शील्ड प्रदान कर प्रोत्साहित किया जाता हैं। यह पुरस्कार विगत सात वर्षों से केवल सैक में ही प्रदान किया जा रहा है।

3.4.3 अंतरिक्ष विज्ञान से संबंधित विषयों एवं गतिविधियों पर लिखी पुस्तकों के लिये विभाग की पुरस्कार योजना : इस पुस्तक-लेखन पुरस्कार योजना को "विक्रम साराभाई हिन्दी मौलिक पुस्तक लेखन योजना" नाम भी दिया गया है। राष्ट्रीय स्तर पर पुरस्कार समारोह के पश्चात्, पुस्तकों को सैक/डेकू की पुरस्कार योजना के तहत, हिन्दी भाषी/हिन्दीतर भाषी लेखकों को अलग-अलग पुरस्कृत करने हेतु उनका चयन किया जाएगा। दो प्रथम पुरस्कार, दो द्वितीय पुरस्कार, दो तृतीय पुरस्कार एवं छः सांत्वना पुरस्कार प्रदान किया जाएँगे। विभाग में प्राप्त ऐसी सभी पुस्तकों के लेखकों को मानदेय दिया जाएगा, जिन्हें कोई पुरस्कार न मिला हो।

3.4.4 सैक/डेकू द्वारा गावों में अंतरिक्ष विज्ञान से संबंधित और इसरो की गतिविधियों पर आधारित विक्रम साराभाई अंतरिक्ष चल-प्रदर्शनी में वैज्ञानिकों द्वारा पिछले कई वर्षों में हजारों विद्यार्थियों एवं आम जनता ने राजभाषा एवं स्थानीय भाषा में अंतरिक्ष विज्ञान के गूढ़ रहस्य को समझा है। हर वर्ष अंतरिक्ष उपयोग केंद्र ग्रामीण क्षेत्र के पिछड़े इलाके में स्थित शाला में विद्यार्थियों को हिंदी एवं स्थानीय भाषा में अंतरिक्ष विज्ञान से संबंधित विषयों पर विज्ञान परक तथ्यों से परिचय करवाता है साथ ही उनकी जिज्ञासा को, उनके ज्ञान को बढ़ाने में मदद करता है। आज इसरो के विभिन्न केन्द्रों में उपलब्ध अंतरिक्ष प्रर्दशनी को भी सामान्य जन एवं विधार्थीयों को राजभाषा में समझाया जाता हैं।

3.4.5 सुरक्षा सप्ताह के दौरान हिंदी में निबंध, स्लोगन आदि विभिन्न प्रतियोगिताओ के आयोजन में केंद्र अग्रसर है।

3.4.6 केंद्रीय सतर्कता आयोग द्वारा आयोजित सतर्कता सप्ताह में हिंदी में प्रतियोगिताएँ आयोजित की जाती हैं।

3.1.7 सम्पूर्ण कार्य हिंदी में करने पर विभिन्न प्रभागों को नामांकित किया जाता है।

3.1.8 सैक/डेकू के कर्मचारियों के बच्चों को हिन्दी विषय में (10वीं एवं 12वीं कक्षा में) अधिकतम अंक मिलने पर केंद्र के निदेशक द्वारा प्रोत्साहन स्वरुप पुरस्कार प्रदान किये जाते हैं।

3.1.9. विभाग द्वारा विवाहितियों एवं बच्चों के लिए कार्यक्रम : विभाग द्वारा प्रतिवर्ष हिंदी माह के दौरान बच्चों के लिए वाद-विवाद, तात्कालिक भाषण जैसी प्रतियोगिताओं का आयोजन कर उन बच्चों को कार्य में राजभाषा का महत्व बताया जाता है, साथ ही कर्मचारीगण के विवाहितियों के लिए अन्ताक्षरी जैसी मनोरंजक प्रतियोगिता द्वारा हिंदी को बढ़ावा दिया जाता है। विश्व हिंदी दिवस पर केंद्र में हिंदी में आयोजित विभिन्न कार्यक्रमों द्वारा राजभाषा का प्रचार स्वत: ही हो जाता है।

3.1.10. केन्द्र द्वारा हिंदी में "अभिव्यक्ति" नामक पत्रिका का प्रकाशन किया जाता है। जिसमें कर्मचारीगण के साथ साथ उनके परिवार के सदस्य भी अपनी रचनाएं भेजते हैं। इसमें प्रकाशित तीन सर्वश्रेष्ठ रचनाओं को पुरस्कृत किया जाता है। इसके द्वारा कर्मचारियों के परिवारजन भी राजभाषा के प्रसार में सहभागी बन रहे हैं। नराकास द्वारा भी प्रकाशित पत्रिका हेतु कर्मचारीगण एवं परिवार के सदस्यों से भी लेख इत्यादि मंगाये जाते हैं।

4.0 कार्यान्वयन चुनौतियां :

हमारे सामने जो चुनौती है उसमें प्रमुख है जटिल अंतरीक्ष विज्ञान में तकनीकी लेखन एवं लेखकों में वृद्धि की जाए। इस हेतु हमें विभिन्न लेख संग्रहों का हमारे विभाग के केंद्रीय विद्यालयों में भी प्रचार किया जाना चाहिए। हिंदी अनुवादकों एवं हिंदी अधिकारी के रिक्त पदों को यथाशीघ्र भरना चाहिए ताकि सुचारु रुप से हिंदी कार्यान्वयन में मदद मिल सकें। दक्षिण भारत में हिंदी को अपनाने में झिझक होती है परंतु कर्मचारियों की झिझक को दूर करने के लिए हिंदी का प्रयोग बढ़ाने के लिए कार्यशाला का आयोजन कर उन्हें हिंदी में काम करने के लिए प्रोत्साहित किया जा रहा है। इसरो के अधिकांश केंद्र दक्षिण भारत में ही हैं पर हम देखते हैं कि वहां के केंद्रों में हिंदी में काम करने के प्रति बहुत अधिक उत्साह देखने को मिलता है। हमारे लिए बड़े गौरव की

अनुक्रमणिका

बात है कि अंतरिक्ष विभाग में हिंदी का प्रचार प्रसार एवं राजभाषा कार्यान्वयन सुचारु रुप से हो रहा है। देश के विभिन्न मंत्रालयों एवं विभागों की तुलना में अंतरिक्ष विभाग में स्थिति काफी बेहतर है।

5.0 उपसंहार:

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी इस शताब्दी के प्रमुख एवं प्रखर स्वर हैं। यह परिवर्तन का बड़ा माध्यम है। वर्तमान युग विज्ञान का युग है। इस युग को अधिक प्रभावी बनाने के लिए जन साधारण को विज्ञान के साथ जोड़ देना ही आज विज्ञान लेखन का परम लक्ष्य है। इस लक्ष्य की प्राप्ति हेतु जन साधारण के बीच वैज्ञानिक जागरूकता जगाने की विशेष आवश्यकता है। जन मानस के जीवन तथा विज्ञान के बीच सार्थक समन्वय स्थापित करने के लिए हिंदी लेखन को एक सशक्त माध्यम बनाना है। इस जन भाषा, राजभाषा में व्यवहार करना न केवल कार्यालय में काम करना ही है, बल्कि हमारे विचारों को लोगों तक पहुँचाने का उत्तम साधन भी है। प्रतिवर्ष इसरो के विभिन्न केंद्र/यूनिट में आयोजित हो रही तकनीकी हिंदी संगोष्ठियों ने इन्हीं विषयों को सरल हिंदी में भी उपलब्ध कराया है। अंतरिक्ष विभाग के विभिन्न केंद्र/यूनिट जितने समर्पण के साथ अंतरिक्ष कार्यक्रमों के लिए काम कर रहे हैं, हिंदी के प्रचार प्रसार के लिए ऐसे कार्यक्रम आयोजित कर उतनी ही निष्ठा से राजभाषा संबंधी संवैधानिक उत्तरदायित्वों का निर्वहन कर रहे हैं। अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के उपयोगों में नवीनतम विचारों को आम जनता तक पहुँचाना हमारा दायित्व भी है साथ ही, इससे हिंदी में तकनीकी साहित्य बढ़ेगा और अगली पीढ़ी में हिंदी में तथा अन्य भारतीय भाषाओं में लेखन के प्रति झुकाव बढ़ेगा। वैज्ञानिक क्षेत्र में राजभाषा हिंदी का बढ़ता हुआ प्रयोग निश्चित रूप से एक सराहनीय कदम है। आधुनिक युग में हिंदी का उपयोग अति अनिवार्य है। अंतरिक्ष विभाग की सकारात्मक हिंदी नीति के फल स्वरुप केंद्र एवं अंतर केंद्रीय स्तर पर हिंदी में अधिक से अधिक काम करने की प्रेरणा मिलती है।

6. संदर्भ:

इंटरनेट की वेबसाइटस: http://rajbhashavikasparishadnag.blogspot.in

http://www.rachanakar.org hi.wikibooks.org/ लेखक के अपने लेख

7.0 आभार:

लेखक इस लेख को लिखने एवं प्रेरणा देने के लिए निदेशक, सैक का आभारी है। लेखक समूह प्रधान, ई.एफ.एम.जी., उपनिदेशक ईसा एवं श्रीमती प्रीति अग्रवाल का आभारी है। लेखक इस लेख को प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु तकनीकी संगोष्ठी आयोजन समिति का आभार व्यक्त करता है। लेखक इस लेख में सहयोग के लिए हिंदी कक्ष का भी आभारी है।

***

अनुक्रमणिका

राजभाषा सत्र

इसरो में दैनिक तकनीकी कार्यों हेतु राजभाषा का प्रयोग - समस्याएं एवं सुझाव

कमलेश कुमार बराया, वैज्ञानिक/अभियंता- एस एफ, टी.ई.डी, मेसा

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)

अहमदाबाद, गुजरात, भारत

लेख सार

संघ सरकार के कार्यालयों के काम-काज में हिंदी का प्रयोग बढ़ाना हम सबका संवैधानिक दायित्व है। इस लेख में इसरो में दैनिक तकनीकी काम-काज में हिंदी के प्रयोग की स्थिति पर चर्चा की गई है। इसरो में दैनिक तकनीकी काम-काज में राजभाषा हिंदी के प्रयोग में आने वाली समस्याओं पर प्रकाश डाला गया है। लेख में तकनीकी काम-काज में हिंदी के प्रयोग को बढ़ाने हेतु कुछ महत्वपूर्ण सुझाव भी दिए गए हैं।

प्रस्तावना

इसरो में राजभाषा कार्यान्वयन की दिशा में सराहनीय प्रयास किये जा रहे हैं। कार्यालयीन कार्यों में राजभाषा हिंदी का अधिक से अधिक प्रयोग करना हमारा संवैधानिक दायित्व भी है। प्रशासनिक कार्यों में हिंदी का प्रयोग काफी सराहनीय स्तर पर हो रहा है, लेकिन दैनिक तकनीकी कार्यों में राजभाषा हिंदी का प्रयोग अभी भी हमारी अपेक्षाओं से काफी दूर है। हालांकि विश्व के कई विकसित राष्ट्र जैसे जर्मनी, जापान, रूस इत्यादि विज्ञान एवं तकनीक के शोध एवं विकास कार्य अपनी-अपनी भाषाओं में सफलतापूर्वक कर रहे हैं लेकिन हम विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्रों में अपनी भाषा का प्रयोग इन देशों की तरह नहीं कर पा रहे हैं। यह एक कटु सत्य है कि इसरो जैसे उन्नत विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के संस्थानों में हमारा दैनिक काम-काज लगभग पूरी तरह से अंग्रेजी पर ही निर्भर है।

इसरो के प्रत्येककेन्द्र में वर्ष में एक बार तकनीकी हिंदी संगोष्ठी का आयोजन किया जाता है। इसरो के स्टाफ सदस्य इन संगोष्ठियों में पूर्ण उत्साह के साथ बड़ी संख्या में भाग लेते हैं तथा अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के उन्नत क्षेत्रों में किए जाने वाले अनुसंधान एवं विकास कार्यों को राजभाषा हिंदी के माध्यम से प्रस्तुत करते हैं। इसरो के वैज्ञानिकों ने तकनीकी लेखों की प्रस्तुति के अतिरिक्त अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के विषयों पर उत्कृष्ट पुस्तकें भी लिखी हैं। इसरो के कर्मचारियों एवं अधिकारियों द्वारा किये जा रहे इन कार्यों से यह तो सिद्ध हो गया है कि अतंरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा हिंदी भाषा के माध्यम से कार्य करना संभव ही नहीं है, बल्कि आसान भी है। इसरो ने अब तक सैकड़ों अंतरिक्ष परियोजनाएं पूरी की है तथा उनके लिए हजारों की संख्या में तकनीकी प्रलेख नियमित रूप से तैयार किए हैं। हमनेअब तक कितने तकनीकी प्रलेख हिंदी भाषा में तैयार किए हैं? हिंदी तकनीकी संगोष्ठियों के अतिरिक्त हम राजभाषा हिंदी में कितने शोधपत्र प्रकाशित कर पाते हैं? शोधपत्रों के लिए हिंदी में स्तरीय जर्नलों की संख्या कितनी है?इन प्रश्नों के माध्यम से हमें सोचना होगा कि हम अंतरिक्ष परियोजनाओं से संबंधित दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी का कितना प्रयोग कर रहे हैं। हम राजभाषा हिंदी को इसरो के मूल दैनिक तकनीकी कार्यों से क्यों नहीं जोड़ पा रहे हैं?राजभाषा हिंदी की इस स्थिति को हम मूकदर्शक होकर नहीं देख सकते हैं। हमें उन कारणों का विश्लेषण करना होगा जिनके कारण से राजभाषा हिंदी की यह स्थिति है। हमें वो सभी आवश्यक कदम भी उठाने होंगे जिनसे राजभाषा हिंदी को दैनिक तकनीकी कार्यों से जोड़ा जा सके। राजभाषा हिंदी को उसका न्यायोचित स्थान प्राप्त कराने के लिए उसे विज्ञान और प्रौद्योगिकी के दैनिक काम-काज से जोड़ना अत्यंत आवश्यक है। इसरो एक उन्नत वैज्ञानिक संस्थान होने के कारण वह इस कार्य में महत्वपूर्ण भूमिका निभाने की स्थिति में है।

दैनिक तकनीकी काम-काज में हिंदी के प्रयोग में आने वाली समस्याएं

अनुक्रमणिका

दैनिक तकनीकी काम-काज में हिंदी के प्रयोग को अपेक्षित स्तर पर लाने में कई समस्याएं हैं। लेख में आगे उन्हीं समस्याओं पर चर्चा की जा रहीहै जिनके कारण से दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी का प्रयोग मुश्किल हो जाता है।

स्टाफ सदस्यों की भाषायी विविधता

इसरो एक तरह से हमारे देश का लघु प्रतिरूप है। जिस तरह हमारे देश में विभिन्न भाषाएं बोलने वाले लोग रहते हैं उसी तरह से इसरो के किसी भी केन्द्र या इकाई में विभिन्न भाषा वर्ग के लोग मिल-जुल कर देश के विकास के लिए कार्य करते हैं। इसके अतिरिक्त इसरो के केन्द्र एवं इकाइयां देश भर में भिन्न-भिन्न भाषाई क्षेत्रों में फैले हुए हैं। यह भाषायी विविधता इसरो की ताकत भी है क्योंकि यह देश की एकता को सुदृढ़ता प्रदान करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही है। लेकिन राजभाषा हिंदी का प्रयोग करने में यह एक चुनौती का रूप भी है। तकनीकी कार्यों को पूरा करने के लिए उसी भाषा का प्रयोग करना श्रेष्ठ है जिससे अधिकतम लोग सहजता महसूस करें। इसलिए दैनिक तकनीकी कार्यों में अंग्रेजी ही हावी है। हालांकि तकनीकी कार्यों में मौखिक रूप में हिंदी के प्रयोग में बढ़ोतरी देखी जा रही है लेकिन तकनीकी कार्यों में लिखित रूप में दैनिक कार्यो के लिए इसका प्रयोग देखने को नहीं मिलता है। इसरो में स्टाफ सदस्यों की भाषायी विविधता इसका प्रमुख कारण है।

इसरो के केन्द्र देश के विभिन्न प्रांतों में फैले हुए हैं। तकनीकी कार्यों हेतुइन केन्द्रों के स्टाफ सदस्यों को एक दूसरे से मौखिक एवं लिखित दोनों तरह के संवाद करते हैं। मौखिक संवाद के लिए हिंदी का प्रयोग हिंदीतर भाषी लोग भी सहजता से कर लेते हैं। लेकिन दैनिक तकनीकी कार्यों हेतु लिखित संवाद के लिए अंग्रेजी का ही प्रयोग किया जाता है। क्योंकि उच्च शिक्षा प्राप्त किए हुए लोगों के मध्य अंग्रेजी पहले से ही संपर्क भाषा का रूप ले चुकी है। दैनिक तकनीकी कार्यों में अंग्रेजी को राजभाषा हिंदी द्वारा प्रतिस्थापित करना एक बड़ी चुनौती है।

स्टाफ सदस्यों की शैक्षिक पृष्ठभूमि

हम हमारे व्यवसाय या पेशे में कौनसी भाषा का प्रयोग करते हैं यह बहुत हद तक इस बात पर भी निर्भर करता है कि हमने शिक्षा किस भाषा के माध्यम से ग्रहण की है। इसरो में कार्य करने वाले वैज्ञानिकों एवं अभियंताओं ने विज्ञान या अभियांत्रिकी में उच्च शिक्षा ग्रहण की है। हमारे देश में विज्ञान एवं अभियांत्रिकी के क्षेत्र में उच्च शिक्षा अंग्रेजी माध्यम में ही होती है। इसलिए इसरो से जुड़ने के बाद वे अंग्रेजी में कार्य करने में ही सहजता महसूस करते हैं। कई स्टाफ सदस्यों ने विद्यालयी एवं महाविद्यालयी शिक्षा विभिन्न भारतीय भाषाओं में ग्रहण की हुई है। स्टाफ सदस्यों की शैक्षिक पृष्ठभूमि में विविधता के कारण तकनीकी कार्यों में हिंदी का प्रयोग चुनौतीपूर्ण हो जाता है।

तकनीकी कार्यों में वैश्विक स्तर पर अंग्रेजी की मज़बूत पकड़

अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के कार्यों हेतु अंग्रेजी का ही प्रभुत्व कायम है। अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर संवाद करने के लिए अंग्रेजी का प्रयोग अनिवार्य है। इसके अतिरिक्त विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्रों में अधिकतर साहित्य भी अंग्रेजी भाषा में ही उपलब्ध है जिससे लोग अंग्रेजी में ही कार्य करने में अभ्यस्त हो जाते हैं। एक उत्कृष्ट वैज्ञानिक या अभियंता की अपने कार्य को अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर पहचान एवं मान्यता दिलाने में रूचि होती है जो अंग्रेजी के माध्यम से ही हासिल हो सकती है। देश के अंदर भी अधिकतर गुणवत्तापूर्ण तकनीकी साहित्य का प्रकाशन अंग्रेजी जर्नलों में ही होता है। हमारे देश में तकनीकी शिक्षा, शोध एवं विकास सभी कार्य अंग्रेजी में ही किए जा रहे हैं। ऐसी परिस्थितियों में दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी का प्रयोग आसान नही है।

निजी क्षेत्र में काम-काज की भाषा

इसरो को अपनी परियोजनाओं के काम-काज हेतु निजी क्षेत्र की कंपनियों एवं संस्थानों से सहयोग की आवश्यकता होती है। इसलिए इसरो के वैज्ञानिकों का निजी क्षेत्र की कम्पनियों से सतत संवाद चलता रहता है। निजी क्षेत्र में तकनीकी कार्य पूर्ण रूप से अंग्रेजी में ही होता है। निजी क्षेत्र के संस्थान हिंदी का प्रयोग करने के लिए बाध्य नहीं है। निजी क्षेत्र के संस्थानों की तरफ से हिंदी के प्रयोग की कोई पहल भी नहीं है। निजी क्षेत्र

अनुक्रमणिका

में हिंदी का प्रयोग वहीं किया जाता है जहां पर बाजार की आवश्यकता हो।आज वैश्वीकरण के युग में कोई भी संस्थान पृथक होकर अस्तित्व में नहीं रह सकता है। दूसरी ओर अर्थव्यवस्था की दिशा इस तरह से है कि निजी क्षेत्र का फैलाव दिन-प्रतिदिन बढ़ रहा है। इसलिए निजी क्षेत्र द्वारा तकनीकी काम-काज में हिंदी के प्रति उदासीनता के कारणइसरो जैसे उन्नत तकनीकी संस्थानों के लिए पृथक होकर हिंदी में तकनीकी कार्य करना व्यावहारिक नहीं हो पाता है।

प्राथमिकता का अभाव

इसरो एक साथ कई समयबद्ध परियोजनाओं पर कार्य करता है। समय के दबाव के कारण तय समय सीमा में परियोजना के कार्य को पूरा करना होता है। तय समय सीमा में परियोजना का निष्पादन इसरो में अधिकारियों की प्राथमिकता होती है। परियोजना के निष्पादन के दौरान हिंदी में प्रलेखन के लिए समय एवं संसाधन दोनों का अभाव रहता है। इसलिए परियोजनाओं के दैनिक प्रलेखन कार्यों में हिंदी का प्रयोग नहीं हो पाता है।

दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी के प्रयोग को बढ़ाने हेतु कुछ सुझाव

राजभाषा हिंदी के प्रयोग में उपरोक्त समस्याओं को ध्यान में रखते हुए हमेंइसरो में दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी के प्रयोग को बढ़ाना है। राजभाषा के प्रयोग को प्रेरणा, प्रोत्साहन एवं प्रशिक्षण के माध्यम से बढ़ाना चाहिए। दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी के प्रयोग को बढ़ाने के लिए कुछ सुझावों पर आगे लेख में प्रकाश डाला जा रहा है।

प्रेरणा एवं प्रोत्साहन

दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी को बढ़ावा देने के लिए उसे किसी भी तरह थोपने का प्रयास नहीं करना चाहिए। राजकीय कार्यों में हिंदी को बढ़ावा प्रेरणा एवं प्रोत्साहन के माध्यम देना चाहिए। हिंदी के प्रचार एवं प्रसार का आधार प्रेरणा एवं प्रोत्साहन ही है। कार्यालय में वरिष्ठ एवं शीर्ष अधिकारियों को हिंदी का अधिक से अधिक कार्यालयीन काम-काज में प्रयोग कर अपने अधीन स्टाफ सदस्यों को हिदी के प्रयोग के लिए प्रेरित करना चाहिए। दैनिक तकनीकी कार्यो में हिंदी के प्रयोग हेतु विशेष प्रोत्साहन योजनाएं चलाई जा सकती है। तकनीकी कार्यों में हिंदी का प्रयोग करने वाले स्टाफ सदस्यों को कार्यालयों में वो सभी सुविधाएं प्रदान की जानी चाहिए जिससे वे अपना कार्य पूर्ण दक्षता के साथ संपन्न कर सकें।

प्रशिक्षण

तकनीकी कार्यों में हिंदी के प्रयोग के लिए विशेष प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित करने चाहिए जिनमें तकनीकी शब्दावली के प्रयोग, तकनीकी अनुवाद, तकनीकी लेखन एवं प्रलेखन इत्यादि पर विशेष ध्यान होना चाहिए। नई भर्ती में आने वाले वैज्ञानिको/अभियंताओं के प्रशिक्षण सामग्री हिंदी में भी उपलब्ध करवाई जानी चाहिए। प्रारम्भ में ही हिंदी में अध्ययन सामग्री से परिचित होने से आगे हिंदी में कार्य करना सुगम हो जाएगा। हिंदी में उपलब्ध प्रशिक्षण सामग्री का स्तर किसी भी तरह से अंग्रेजी में उपलब्ध प्रशिक्षण सामग्री से कम नहीं होना चाहिए।

अंग्रेजी का प्रतिस्थापन

दैनिक तकनीकी कार्यों हेतु ऐसी बैठकें जहां पर सभी लोग हिंदी समझने और बोलने वाले हों, तथा अंग्रेजी में संवाद करने की विशेष आवश्यकता न हों, वहां पर अंग्रेजी के बजाय हिंदी का ही प्रयोग करना चाहिए। अगर सभी लोग किसी विशेष प्रांतीय भाषा को बोलने या समझने वाले हो तो अंग्रेजी के स्थान पर प्रांतीय भाषा का भी प्रयोग किया जा सकता है। अंग्रेजी का प्रयोग उसी दशा में करना चाहिए जब हिंदी या अन्य भारतीय भाषाओंके द्वारा कार्य करना व्यावहारिक न हो। इस तरह अंग्रेजी के स्थान पर हिंदी या अन्य भारतीय भाषाओं को बढ़ावा देना चाहिए।

भारतीय भाषाओं को बढ़ावा

हिंदी के साथ-साथ अन्य भारतीय भाषाओं को बढ़ावा देने से हिंदी का ही हित होगा। भारत की प्रांतीय भाषाओं और हिंदी के मध्य जो निकटता है वह संबंध अंग्रेजी के साथ नहीं है। अंग्रेजी भारतीय भाषाओं को जोड़ नहीं

अनुक्रमणिका

सकती है, जबकि हिंदी भारतीय भाषाओं के मध्य पुल का कार्य करती है। अगर हिंदी माध्यम से कार्य करना संभव नहीं हो तो प्रांतीय भाषा का प्रयोग करना चाहिए। अंग्रेजी का प्रयोग हिंदी के लिए ही नहीं वरन् प्रांतीय भाषाओं के लिए भी हितकारी नहीं है। अंग्रेजी का प्रयोग हिंदी एवं अन्य भारतीय भाषाओं के मध्य संबंधों को कमज़ोर बनाता है। भाषा के साथ उस प्रांत की संस्कृति भी जुड़ी होती है। अंग्रेजी का प्रयोग करने से धीरे-धीरे वहां की संस्कृति का भी लोप होना शुरू हो जाता है जिससे भाषा को भी चोट पहुंचती है। इस तरह अंग्रेजी का प्रयोग सभी भारतीय भाषाओं के लिए अहितकारी है। इसलिए तकनीकी कार्यों में हिंदी के साथ-साथ अन्यभारतीय भाषाओं को भी महत्व देना आवश्यक है।

निजी क्षेत्र के संस्थानों में भी राजभाषा हिंदी के प्रयोग की नीति

इसरो की किसी भी परियोजना में भारत के सैकड़ों निजी क्षेत्र के प्रतिष्ठानों का सहयोग लेना पड़ता है। दिनों-दिन भारत की अंतरिक्ष परियोजनाओं में निजी क्षेत्र की भागीदारी बढ़ती ही जा रही है। इसलिए इसरो का निजी क्षेत्र के प्रतिष्ठानों के साथ विभिन्न माध्यमों से संवाद चलता ही रहता है। निजी क्षेत्र के प्रतिष्ठान बाजार की आवश्कताओंके अनुसार ही भाषा का प्रयोग करते हैं। इसलिए निजी क्षेत्र में तकनीकी कार्य अंग्रेजी में ही होता है। निजी क्षेत्र में हिंदी का प्रयोग विज्ञापनों या जन संपर्क के कार्यों तक ही सीमित होता है। वे दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी या अन्य भारतीय भाषाओं का प्रयोग करने के लिए बाध्य नहीं होते हैं। तकनीकी काम-काज हेतु निजी क्षेत्र से सतत संवाद होने का कारण इसरों के स्टाफ सदस्य अंग्रेजी का प्रयोग करने के लिए बाध्य हो जाते हैं। इसलिए सरकार को कोई ऐसी नीति बनानी चाहिए जिससे निजी क्षेत्र के संस्थान एवं कम्पनियां दैनिक काम-काज में हिंदी के प्रयोग को बढ़ावा देने हेतु आवश्यक प्रयास करें। लेकिन ऐसी नीति प्रेरणा एवं प्रोत्साहन पर ही आधारित होनी चाहिए। आखिरकार निजी क्षेत्र भी देश के बहुमूल्य संसाधनों का उपयोग कर लाभ कमाता है इसलिए भारतीय भाषाओं के प्रयोग को बढ़ावा देना निजी क्षेत्र की जिम्मेदारी भी होनी चाहिए। निजी क्षेत्र जब अपने दैनिक तकनीकी काम-काज में हिंदी का प्रयोग प्रारम्भ कर दें तो इसरो जैसे संस्थानों के लिए तकनीकी कार्यो में हिंदी का प्रयोग सुविधापूर्ण हो जाएगा।

हिंदी के सरल और सुगम रुप का प्रयोग

कई लोग दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी के प्रयोग को अत्यंत दुष्कर मानते हैं, इसलिए वे दैनिक कार्यों में हिंदी के प्रयोग से बचते हैं। लेकिन वास्तव में हिंदी में कार्य करना मुश्किल नहीं है। हिंदी के प्रति लोगों के भय को मिटाने के लिए तकनीकी कार्यो में सरल और सुगम हिंदी का ही प्रयोग करना चाहिए। किसी शब्द के लिए अगर हिंदी में सही शब्द का ज्ञान नहीं है तो उसेअंग्रेजी में देवनागरी लिपि में लिख देना चाहिए। अगर कोई व्यक्ति हिंदी के प्रयोग में गलतियां भी करें तो उसको गलतियां न करने की सलाह तो देनी चाहिए लेकिन उसके द्वारा हिंदी के प्रयोग करने के प्रयास की भरपूर सराहना करनी चाहिए जिससे वह हिंदी का और अधिक प्रयोग करने के लिए प्रेरित हो। हमें यह नहीं भूलना चाहिए कि हिंदी के प्रयोग को बढ़ावा देने का आधार प्रेरणा और प्रोत्साहन ही है।

परियोजनाओं हेतु प्रलेखन में हिंदी का प्रयोग

किसी भी अंतरिक्ष परियोजना हेतु कई प्रलेखन तैयार किए जाते हैं, जैसे पी.डी.आररिपोर्ट, सी. डी. आर. रिपोर्ट डिज़ाइन एवं विश्लेषण रिपोर्टें इत्यादि। अंतरिक्ष परियोजनाओं हेतु इन प्रलेखनों में हिंदी के प्रयोग पर भी विचार करना चाहिए। परियोजनाओं के कार्यक्रम तैयार करते समय प्रलेखनों में हिंदी के प्रयोग हेतु अतिरिक्त समय और आवश्यक संसाधनों पर विचार किया जाए तो परियोजनाओं से संबंधित तकनीकी रिपोर्टें हिंदी और अंग्रेजी दोनों भाषाओं में भी तैयार की जा सकती है। इन कार्यों के लिए विशेष प्रोत्साहन भी प्रदान किए जाने चाहिए।

राजभाषा हिंदी में तकनीकी साहित्य का सृजन तथा अनुवाद

दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी का प्रयोग बढ़ाने के लिए यह आवश्यक है कि तकनीकी कार्य में लगे हुए कर्मचारियों एवं अधिकारियों को हिंदी भाषा में प्रचुर मात्रा में तकनीकी साहित्य भी उपलब्ध होना चाहिए। हिंदी में तकनीकी साहित्य के अध्ययन से तकनीकी कार्यों में हिंदी का प्रयोग सुगम हो जाएगा। इस कार्य के लिए

अनुक्रमणिका

मूल तकनीकी साहित्य के सृजन के साथ-साथ गुणवत्तापूर्ण तकनीकी साहित्य का हिंदी में अनुवाद को भी बढ़ावा देना चाहिए।

सूचना प्रौद्योगिकी का उपयोग

दैनिक तकनीकी कार्यों में अनुवाद सॉफ्टवेयर्स का उपयोग हिंदी में अनुवाद के लिए किया जा सकता है। राजभाषा विभाग द्वारा गूगल वाइस टाइपिंग सॉफ्टवेयर उपलब्ध कराया गया है जिसके द्वारा हम अपनी आवाज के साथ हिंदी में टाइपिंग कर सकते हैं। इंटरनेट पर उपलब्ध संसाधनों से किसी भी भाषा के शब्द का समानार्थी हिंदी शब्द तुरन्त ही मालूम किया जा सकता है। इंटरनेट का उपयोग तकनीकी विषयों पर हिंदी में ई-सामग्री उपलब्ध करवाने के लिए किया जा सकता है। वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग द्वारा प्रकाशित तकनीकी विषयों पर पारिभाषिक शब्द कोष, शब्दावलियां इत्यादि का इंटरनेट पर अभिगम किया जा सकता है। सूचना प्रौद्योगिकी की इन सुविधाओंके उपयोग द्वारा दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी के प्रयोग को आसानी से बढ़ाया जा सकता है

उपसंहार

इसरो में दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी के प्रयोग में कई समस्याएं है। स्टाफ सदस्यों की भाषायी विविधता एक प्रमुख समस्या है। इसलिए दैनिक तकनीकी कार्यों में हिंदी का प्रयोग चुनौतीपूर्ण है लेकिन असंभव नहीं है। इसरो में दैनिक तकनीकी कार्यों में राजभाषा हिंदी के प्रयोग को बढ़ाने के लिए अनेक प्रयास किए जा रहे है। लेकिन इस दिशा में अभी भी अपेक्षित परिणाम प्राप्त नहीं हुए हैं। दैनिक तकनीकी कार्यों में राजभाषा हिंदी के प्रयोग को बढ़ाने हेतु दृढ़ इच्छा शक्ति एवं समर्पण के साथ-साथ नीतियों में परिवर्तन की भी आवश्यकता है।

लेखक परिचय



कमलेश कुमार बराया, वैज्ञानिक/अभियंता-"एस एफ " लगभग पिछले दो दशकों सेअंतरिक्ष उपयोग केन्द्र (सैक) में कार्य कर रहे हैं। वर्तमान में वे तापीय अभियांत्रिकी प्रभाग में कार्यरत है। वेविभिन्न संचार एवं सुदूर संवेदी उपग्रहों के नीतभारों एवं उनके विभिन्न घटकों के तापीय अभिकल्पना एवं विश्लेषण के कार्यों से जुड़े हुए हैं। इसके अतिरिक्त वे विभिन्न उपग्रहों के नीतभारों के ताप-निर्वात निष्पादन जांच के कार्यों में भी सहयोग प्रदान कर रहे हैं। हिंदी पत्र-पत्रिकाओं में उत्कृष्ट लेख के लिए उन्हें भारत सरकार के राजभाषा विभाग द्वारा पुरस्कृत भी किया जा चुका है।

***

अनुक्रमणिका

राजभाषा सत्र

इसरो में राजभाषा के प्रयोग की चुनौतियां एवं संभावनाएं

कृष्ण मोहन, कलपेश जे. शाह
(पीसीईडी/पीसीईजी/सेडा/सैक)
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत
ईमेल : (k_mohan @ sac.isro.gov.in) **दूरभाष**: 079-26914218

प्रस्तावना :

भाषा इस धरती पर होने वाला सबसे बड़ा अविष्कार और सामाजिक उपलब्धि है। भाषा संचार का साधन है और सूचना और ज्ञान के संरक्षण का मुख्य साधन है। भाषा मानवी रचना होने पर भी हमारे निजी एवं सार्वजनिक जीवन को अत्यंत अदभुत ढंग से रचती-रचाती है और हमें शक्ति संपन्न बनाती है। भाषा प्रतीकों की एक ऐसी व्यवस्था होती है जो एक समाज के द्वारा स्वीकृति प्राप्त कर चुकी होती है और समाज के अस्तित्व के साथ जुड़ जाती है। उसके सहारे हम सोचने और कल्पना की उड़ान भरने लगते हैं पर इस क्षमता का उपभोग हम कैसे करते हैं यह बहुत मुश्किल सवाल है। आज हमें देखने में आ रहा है कि बहुत सारी भाषाएँ मरने के कगार पर है क्योंकि उनके बोलने वालों की संख्या निरंतर घट रही है। अतः भाषाएँ भी आपस में प्रतिस्पर्धा करती है जिसमें एक शक्ति संपन्न भाषा दूसरी कम शक्तिशाली भाषाओं को दबा देती है। समाज में भाषा का शक्ति के साथ जुड़ना उसे सीधे - सीधे सामाजिक न्याय के प्रश्न से जोड़ देता है। आज के ज़माने में आम तौर पर भाषा का भविष्य और क्षमता उसके प्रयोक्ता पर ही निर्भर करती है। भारत में प्रायः लोग एक से अधिक भाषाएँ बोलते हैं या हम कह सकते है द्विभाषी या बहुभाषा भाषी हैं। लोग भिन्न-भिन्न भाषाओं का उपयोग अलग-अलग मौकों पर करते हैं। भाषा हमें जोड़ने और तोड़ने दोनों का काम करती है। वह लोगो को आपस में जोड़कर सहयोग की तरफ ले चलती है और दूसरी तरफ दूरी बढ़ाकर हिंसा तक पैदा कर डालती है। भाषाओं के साथ भारत देश को विभिन्न प्रदेशों में विभाजन करने की घटना ने मानसिक दीवार खड़ी कर दी और उत्तर और दक्षिण में भेद कर दिया। सभी भारतीय भाषाओं के सामने विदेशी भाषा अंग्रेजी खड़ी हो गई जिसने समाज में शक्ति और अधिकार की, ऊंच और नीच की, ज्ञान और अज्ञान की, शासक और शासित की श्रेणियाँ बना दी, और ऐसी गहरी खाई खोद दी जिसे भरना जटिल हो गया और अभी तक इस मुश्किल का हल खोजा जा रहा है। प्रस्तुत लेख में इसरो में राजभाषा के प्रयोग की चुनौतियां एवं संभावनाएं के विषय पर लेखक ने अपने विचार प्रस्तुत किया है।

राजभाषा की विशिष्टता:

आधुनिक भारत की संस्कृति एक विकसित शतदल कमल के समान है, जिसका एक-एक दल एक-एक प्रांतीय भाषा और उसकी साहित्य –संस्कृति है। किसी एक को मिटा देने से उस कमल की शोभा ही नष्ट हो जायेगी। हमारी यह इच्छा है कि भारत की सब प्रांतीय बोलियां, जिनमें सुन्दर साहित्य सृष्टि हुई है, अपने–अपने घर में रानी बनकर रहें, प्रान्त के जन-गण की हार्दिक चिंता की प्रकाश भूमिस्वरूप कविता की भाषा होकर रहें और आधुनिक भाषाओं के हार की मध्यमणि हिंदी भारत-भारती होकर विराजती रहे। भाषा, संस्कृति की वाहिका होती है और उसके साहित्य में उसकी संस्कृति की गहरी झलक मिलती है। इसीलिए भाषा और संस्कृति का अविच्छेद्य सम्बन्ध होता है। प्रत्येक संस्कृति का सार तत्व उसकी भाषा में अभिव्यक्ति पा सकता है। भाषा न केवल संस्कृति का अविभाज्य अंग है, अपितु उसकी कुंजी भी है। भाषा के बिना यदि संस्कृति पंगु है तो संस्कृति के अभाव में भाषा अंधी। भारतीय संस्कृति विश्व की एक प्राचीनतम संस्कृति है जिसकी आभा विभिन्न संघर्षो से गुजरने तथा हजारों वर्षों की यात्रा करने के बावजूद धूमिल नहीं हुई है। वह प्रत्येक परिस्थिति, घात-प्रतिघात और उतार-चढ़ाव को झेलते हुए भी एक रत्न की भांति आज भी दैदीप्यमान है।

"पूरे राष्ट्र की आशा है, हिंदी अपनी भाषा है,
जात-पात बंधन को तोड़े, हिंदी सारे देश को जोड़े"

राजभाषा हिंदी के प्रयोग के सम्मुख चुनौतियां :

जैसा कि अंग्रेजी भाषा सरकारी काम-काज, विधिक प्रक्रिया और ज्ञानार्जन, सबकी भाषा बन गई। इनमें उत्कृष्टता पाने के लिए वह महत्वपूर्ण सीढ़ी बन गई। वह हमारी श्रेष्ठता या कुलीनता का पर्यावाची बन गई।

अनुक्रमणिका

हमारी महत्वाकांक्षा अंग्रेजी बोलने और अंग्रेज की तरह बनने की ओर आगे बढ़ गई। आज की परिस्थिति किसी से छिपी नहीं है। वांछित भाषा न जानने के कारण आम लोगों के सामने अनेक कठिनाइयां उपस्थित होती हैं। आम नागरिक की भूमिकाओं का निर्वाह कठिन हो जाता है। वे सामान्य अधिकारों से वंचित हो जाते हैं। उनके दैनिक कार्य संपादन की गति धीमी पड़ जाती है और उनका बहुत नुकसान भी होता है। ज्ञान की शास्त्रीय भाषा के रूप में अंग्रेजी की प्रतिष्ठा होती है। हिंदी वाले छात्र को द्वितीय श्रेणी का नागरिक करार दिया जाता है। लोगो में हीनता का भाव पैदा होता है। गिरे मनोबल से काम करते हुए और प्रगति में अवरोध के कारण प्रतिद्वंदिता का भाव प्रज्वलित होता है। यह भेदभाव पीढ़ी दर पीढ़ी चलता है और उससे उबरना प्रायः कठिन होता है, वह संचित होता जाता है।

राजभाषा के सहज बनाने हेतु मुख्य बिंदुओं पर प्रकाश :

- यह अत्यंत आवश्यक है कि भारत के राजभाषा अधिनियम में संशोधन हो ताकि उसके प्रावधानों के विधिवत अनुपालन को सुनिश्चित किया जाय। उसके अनुपालन न करने की अवस्था में उचित दंड की भी व्यवस्था होनी चाहिए।
- संवैधानिक प्रावधानों को सरल भाषा में उपलब्ध कराया जाए।
- केंद्रीय हिंदी संस्थान से अनुरोध किया जाए कि वह उसे सहज और बोधगम्य बना कर उपलब्ध कराये।
- भाषा की दृष्टी से आदेशों और अध्यादेशों का पुनरीक्षण कर उपलब्ध कराया जाए क्योंकि केवल 'हिंदी कठिन है' यह कह कर हम कोई लाभ नहीं प्राप्त कर सकते हैं। सरकारी काम काज में हिंदी के उपयोग को बढ़ावा देने के लिए प्रशिक्षण का कार्य नियमित रूप से और प्रभावी ढंग से संचालित किया जाए।

राजभाषा के उपयोग की संभावनाएँ और समाधान :

यह प्रश्न बार-बार उठता रहा है कि सरकारी कामकाज में किस प्रकार की हिंदी का प्रयोग होना चाहिए। सभी चाहते हैं कि आसान भाषा का प्रयोग हो और इसलिए चर्चा होती रहती है कि भाषा के किस रूप को आसान माना जाए। हिंदी ही नहीं किसी भी अन्य भाषा का प्रयोग किसी काम के लिए किया जा रहा हो और उसे समझने में कठिनाई हो, तो उस भाषा को अपनाना सामान्यतः कोई पसंद नहीं करेगा। यदि हिंदी में किसी फाइल पर टिपण्णी इस रूप में लिखी जाये या कोई पत्रादि इस रूप में भेजा जाए कि उसका अर्थ दूसरे व्यक्ति को स्पष्ट न हो या वह अर्थ सही रूप में न समझा जा सके तो उस भाषा की कोई सराहना नहीं करेगा। हमारी राष्ट्र भाषा में वे सब प्रकार के शब्द आने चाहिए जो जनता में प्रचलित हो गए हों। सरकारी कामकाज की हिंदी का स्वरुप क्या हो इसकी चर्चा भारत सरकार की उच्च स्तरीय बैठकों में एक बार नहीं अनेकों बार हुई है और उसके आधार पर गृह मंत्रालय द्वारा केंद्रीय सरकार के विभिन्न मंत्रालयों, विभागों तथा उनके अधीनस्थ कार्यालयों के मार्ग दर्शन के लिए समय-समय पर आदेश जारी होते रहे हैं। केन्द्रीय सरकार सरकारी कामकाज में इस्तेमाल की जाने वाली हिंदी के स्वरुप के बारे में अपनी नीति कई बार स्पष्ट कर चुकी है। इसके बावजूद इस सम्बन्ध में भ्रम पूरी तरह से दूर नहीं हो पाया है और लोगों के मन में यह विचार है कि सरकारी हिंदी कोई अलग किस्म की हिंदी होती है। इसी कारण वे अपने कामकाज में हिंदी का इस्तेमाल करने में हिचकिचाते हैं। जैसा कि इसके पहले भी कई बार कहा जा चुका है, सरकारी कामकाज में इस्तेमाल की जाने वाली हिंदी सरल और सुबोध होनी चाहिए, जटिल और बोझिल नहीं। इस सम्बन्ध में नीचे लिखे मुद्दों को ध्यान में रखना उपयोगी होगा –

- नोट लिखने में और पत्र लिखने में सरल हिंदी का प्रयोग किया जाना चाहिए ताकि उसे सभी आसानी से समझ सकें। अपनी बात दूसरों तक पहुँचाने के लिए सिर्फ इतना ही काफी नहीं कि लिखने वाला खुद समझ सके कि उसने क्या लिखा है ; जरूरी तो यह है कि पढ़ने वालो को भी समझ में आ जाए कि आखिर लिखने वाला कहना क्या चाहता है।
- सरकारी कामकाज में आमफहम शब्दों का ज्यादा उपयोग किया जाना चाहिए और लिखते वक्त दूसरी भाषाओं के प्रचलित शब्दों का उपयोग करने में जरा भी हिचक नहीं होनी चाहिए।
- जहां कही भी यह लगे कि पढ़ने वालो को हिंदी में लिखे किसी तकनीकी शब्द या पदनाम (डेजिग्नेशन) को समझने में कठिनाई हो सकती है, उस शब्द का पदनाम के सामने कोष्ठक में अंग्रेजी रूपांतर भी लिख देना उपयोगी होगा।
- जिन्हें अच्छी हिंदी आती है वे कभी–कभी उन लोगों कि कठिनाई नहीं समझ पाते जिन्होंने अभी हाल ही में थोड़ी बहुत हिंदी सीखी है। ऐसे लोगो को इन नवशिक्षितों की कठिनाई का पूरा ध्यान रखना चाहिए और अपने पांडित्य के प्रदर्शन का लोभ संवरण करना चाहिए।
- आधुनिक यंत्रो, तरह-तरह के पुर्जो और नए ज़माने की चीजों के जो अंग्रेजी नाम प्रचलित है, उनका कृत्रिम अनुवाद करने के बजाए उन्हें फिलहाल मूल रूप में ही देवनागरी लिपि से लिखना सभी के हित में होगा। जैसे-जैसे लोग हिंदी

में अधिक दक्ष होते जायेंगे, वैसे-वैसे एक स्वाभाविक प्रक्रम के अनुसार अधिकतम शब्द अपने आप प्रचलित होते जायेंगे।

- हिंदी लिखते वक्त हिंदी लिखने की कोशिश करें, न तो संस्कृत और न देवनागिरी लिपि में अंग्रेजी ही। कहने का अभिप्राय यह है कि हिंदी का वाक्य विन्यास उसकी प्रकृति के अनुसार ही होना चाहिए और यह ठीक नहीं होगा कि वह संस्कृत के दुरूह समस्त पदों की लड़ी हो या अंग्रेजी मूल का अटपटा अनुवाद मात्र। अंग्रेजी में मसौदा लिख कर उसका हिंदी में अनुवाद करने के बजाए बेहतर यह होगा कि मसौदा मूल रूप से हिंदी में ही तैयार किया जाए और वह भी हिंदी के प्रकृति के अनुसार। ऐसा करने से भाषा न सिर्फ स्वाभाविक होगी और उसमें रवानी आएगी, बल्कि बीच –बीच में नए या अनजाने शब्दों के इस्तमाल के बावजूद वह सहज ही सभी की समझ में आ सकेगी।

उपसंहार:

आज हिंदी का क्षितिज विस्तृत हो रहा है। हिंदी आज अनेक देशों के भाषा के अध्ययन, भारतीय संस्कृति के प्रसंग में अध्ययन, व्यापार की दृष्टी से उपयोग और राजनयिक सम्बन्ध के लिए उपयोग की दृष्टी से व्यापक हो रही है। हिंदी भारत की अस्मिता के साथ जुड़ी है और भारत की आत्मा तक पहुँचने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। हिंदी का विषय विदेश मंत्रालय, गृह मंत्रालय और मानव संसाधन विकास मंत्रालय से जुड़ा हुआ है। इनके कार्यों में ताल मेल बैठाना परमावश्यक है। आज हिंदी के आलोचकों का कहना है कि हिंदी में राजभाषा बनने के लिए आवश्यक क्षमता या शब्दावली नहीं है, और अत्यंत सक्षम अंग्रेजी को हटाकर ऐसी कच्ची भाषा को भारत की राष्ट्रभाषा बना दें तो देश में शासन तंत्र में अवांछनीय शिथिलता आ जायेगी, जिसके कारण देश की शांति एवं सुरक्षा भी खतरे में पड़ जायेगी। इन आलोचकों का विरोध राजभाषा हिंदी की क्षमता या सम्पन्ता पर नहीं, बल्कि राजनीतिक राग-द्वेष पर ही मुख्यतः आधारित है। सतत प्रयोग और शाश्वत सुधार से ही कोई भी भाषा मंजकर, गठकर सक्षम और सशक्त माध्यम बनती है। इसके लिए आवश्यक अवसर हम हिंदी को भी दें, तो वह भी अंग्रेजी की तरह सक्षम और सशक्त अवश्य बन जाएगी। अंत में भारतेंदु हरीशचंद्र की पंक्तियां व्यक्त करना चाहता हूँ:

निज भाषा उन्नति अहै:, सब उन्नति को मूल।
बिन निज भाषा-ज्ञान के, मिटत नहिय को सूल।।

संदर्भ:

1. “हिंदी का जन्म” ---------- मिथिलेश वामनकर
2. “हिंदी का भाषा वैभव तथा महत्व संपादक” ---------- मिथिलेश वामनकर
3. “संचार माध्यमों से हिंदी का भला या बुरा... ”----------मनोज कुमार
4. “राजभाषा नीति कार्यान्वन ” ---------- हरिबाबू कंसल
5. “हिंदी राष्ट्र भाषा,राजभाषा,जनभाषा” ----------शंकर दयाल सिंह)

धन्यवाद:

हिन्दी राजभाषा संगोष्ठी, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र / विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट (सैक/डेकू), अहमदाबाद में मैंने अपना लेख प्रस्तुत किया है। लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति अंतरिक्ष उपयोग केंद्र / विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट को हार्दिक धन्यवाद ।

लेखक परिचय:

[1] कृष्ण मोहन ने वर्ष 2002 में बी.बी.डी.आई.टी. अभियांत्रिकी कॉलेज, उत्तर प्रदेश से इलेक्ट्रोनिक्स एवं यंत्रीकरण अभियांत्रिकी में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2005 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में संवेदक इलेक्ट्रोनिक्स समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में नीतभार परीक्षण इलेक्ट्रोनिक्स समूह में कार्यरत है।

[2] कलपेश जे. शाह ने वर्ष 1990 में एम.एस.विश्वविद्यालय,वडोदरा से इलेक्ट्रोनिक्स एवं अभियांत्रिकी में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 1990 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में संवेदक इलेक्ट्रोनिक्स समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में नीतभार परीक्षण इलेक्ट्रोनिक्स समूह में कार्यरत है।

***

अनुक्रमणिका

राजभाषा सत्र

इसरो में राजभाषा के प्रयोग में आ रही चुनौतियाँ एवं उनके समाधान

देवांग मांकड, वैज्ञानिक/अभियंता एसएफ,
सूक्ष्मतरंग डाटा प्रक्रमण प्रभाग, संकेत और प्रतिबिम्ब प्रक्रमण समूह
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

इसरो जैसे वैज्ञानिक संगठन राष्ट्र की उन्नति के मेरुदंड माने जाते हैं। यदि विज्ञान के विविध आयाम एवं विकसित तकनीकी की जानकारी को प्रयोगशालाओं में परिसीमित न रखकर, प्रयोक्ताओं एवं विशाल मानव समुदाय तक पहुँचाना है तो जनभाषा और राजभाषा का उपयोग करना आवश्यक हो जाता है। अनेकताओं से भरे हुए संगठन को राजभाषा एक सूत्र में बाँध के रख सकती है। हालाँकि एक ही भाषा - हिंदी भाषा को, प्रयुक्त करना अपने-आप में एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। अपितु, कर्मियों के सकारात्मक व्यवहार एवं अद्यतन तकनीकों के सुगम समन्वयन से इसके समाधान ढूंढें जा सकते हैं जिनसे हिंदी के प्रयोग को संगठन स्तर पर और बढ़ौतरी होगी।

संकेत शब्द

अंतरिक्ष कार्यक्रम, चंद्रयान, मंगलयान, प्रचालन ज्ञान, संदर्भ साहित्य, तकनीकी लेखन, सूचना प्रौद्योगिकी

1. प्रस्तावना

अंतरिक्ष के असंख्य खगोलीय पिंड, झिलमिलाते हुए सितारे, सूरज और चन्द्रमा मानव के लिए अनादि काल से कौतूहल और जिज्ञासा के स्रोत रहे हैं। आजकल, मानव पृथ्वी से बंधा हुआ नहीं है। वास्तव में अंतरिक्ष विज्ञान पृथ्वी के जीवन और प्रशासन के भविष्य को प्रभावित कर रहा है [1]। हमारा देश अंतरिक्ष के गहन एवं क्रमिक अन्वेषणों में व्यस्त है जिनसे ब्रह्मांड और पृथ्वी के वैज्ञानिक तथ्यों की जानकारी मिलती है। चूँकि भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) में बहुत सारे वैज्ञानिक और तकनीकी विषयों का संमिश्रण होता है, इसके कार्यकलापों को किसी एक भाषा में दर्शित करना अपने-आप में एक चुनौतीपूर्ण कार्य हो जाता है।

भाषा विचार की अभिव्यक्ति का माध्यम है। प्रारंभ में भाषा का प्रयोग आवश्यकताओं और इच्छाओं की पूर्ति एवं भावनाओं को व्यक्त करने हेतु होता था। कालांतर में मानव ने अनुभूत विश्व को शाब्दिक रूप प्रदान करना प्रारंभ कर दिया। वर्तमान में वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन में भाषा इसी आवश्यकता को पूर्ण करती है। वैज्ञानिक अनुसंधान सामाजिक एवं औद्योगिक प्रशाखाओं में विभाजित हो गया है और संचार योग्य ज्ञान का परिमाण भी बहुत बढ़ गया है। प्रस्तुत पत्र के खण्ड-2 में इसरो की उपलब्धियों की झलक देने का प्रयास किया गया है। हमारे संगठन के बहुविध कार्यकलापों से उद्भवित राजभाषा के प्रयोग से संबंधित समस्याओं को खण्ड-3 में दर्शाया गया है। खण्ड-4 में राजभाषा के प्रयोग को बढ़ावा देने हतु सुझावों की चर्चा की गई है।

2. हमारे अंतरिक्ष कार्यक्रम की बहु आयामी-उपलब्धियाँ

प्रथम स्वदेशी उपग्रह प्रक्षेपण यान एसएलवी-3 का शुभारम्भ भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) द्वारा 18 जुलाई 1980 में किया गया था। एसएलवी -3 का प्रक्षेपण भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के लिए एक ऐतिहासिक मील का पत्थर था। तब से लेकर गत लगभग 37 वर्षों में भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम ने बहु-आयामी उपलब्धियाँ हासिल की हैं जिनमें प्रमुख हैं:

- **चंद्रयान - I**

चन्द्रमा के लिए भारत का पहला मिशन चंद्रयान-I, 22 अक्टूबर, 2008 को शुरू किया गया। अंतरिक्ष यान को चन्द्रमा की रसायन, खनिज और फोटो भूगर्भिक मैपिंग के लिए चंद्रमा की सतह से 100 किलोमीटर की ऊंचाई पर चंद्रमा के चारों ओर परिक्रमा कराई गई थी। अंतरिक्ष यान भारत, अमरीका, ब्रिटेन, जर्मनी, स्वीडन और बुल्गारिया में निर्मित 11 वैज्ञानिक उपकरण ले गया था।

अनुक्रमणिका

- **मंगलयान - मार्स ऑर्बिटर मिशन**

इसरो ने पहले प्रयास में मंगलयान का सफलतापूर्ण प्रक्षेपण कर इतिहास रच दिया। पहले ही प्रयास में मंगल तक पहुँचने वाला भारत पहला देश है। बड़े ही कम लागत में बने इस यान को 5 नवम्बर 2013 को प्रक्षेपित किया गया, जोकि 6660 लाख किलोमीटर की यात्रा करके 24 सितम्बर 2014 को सफलतापूर्वक मंगल गृह में प्रवेश कर गया। मंगलयान का उद्देश्य मंगल ग्रह की सतह, आकृति विज्ञान, खनिज और वातावरण का निरीक्षण निरिक्षण करना है। इसके अलावा इसका उद्देश्य मंगल ग्रह के वातावरण में मीथेन की एक विशिष्ट खोज से अतीत में उस गृह पर जीवन होने के बारे में जानकारी प्रदान करना है।

- **नाविक - भारतीय नौवहन उपग्रह प्रणाली**

भारत ने अपना खुद का जीपीएस प्रणाली स्थापित करने के लिए अप्रैल, 2016 में सफलतापूर्वक अपने नौवहन उपग्रह नाविक को प्रक्षेपित किया है। इसकी मदद से मौसम, विमानन और विभिन्न क्षेत्रों में अधिक सटीकता से जानकारी मिल पाएगी। स्वयं की नौवहन प्रणाली (नेविगेशन सिस्टम) स्थापित करने वाला भारत विश्व का पांचवा देश है।

- **पुन: प्रयोज्य प्रक्षेपण यान** (आर-एल-वी)

अंतरिक्ष में जाकर वापस पृथ्वी की सतह पर आ सकने वाला प्रक्षेपण यान बनाने के लिए इसरो ने एयरक्राफ्ट और प्रक्षेपण यान दोनों तरह की तकनीकों मिश्रित करके पुनः प्रयोज्य प्रक्षेपण यान (आर-एल-वी) का अभिकल्प तैयार किया है।

- इसरो ने 15 फ़रवरी 2017 को पीएसएलवी-सी37 द्वारा एक साथ 104 सैटेलाइट्स पृथ्वी की कक्षा में स्थापित करके अपनेआप में एक उपलब्धि प्राप्त की।

इनके अलावा पृथ्वी के मौसम की जानकारी प्राप्त करने हेतु और विभिन्न वैज्ञानिक प्रक्रियाओं को समझने का निरंतर प्रयास हमारी संस्था कर रही है।

3. इसरो के विविध कार्यकलाप और राजभाषा के प्रयोग की समस्याएँ

हमारी संस्था में विविध प्रकार की प्रणालियों एवं तंत्रों की संकल्पना, अभिकल्पन, विकास और परीक्षण करके उन्हें कार्यान्वित किया जाता है। इसमें प्रमुख रूप से इलेक्ट्रोनिकी, यांत्रिक, वैद्युत (इलेक्ट्रिकल), रासायनिक, यंत्रीकरण और नियंत्रण, संगणक (कंप्यूटर) विज्ञान, भौतिकी, खगोल विज्ञान, मौसम विज्ञान, भूगणित, सांख्यिकी आदि विषय शामिल हैं। इन विविध विषयों के समन्वय से ही संस्था का सुचारू रूप से प्रबंधन होता है। इन वैज्ञानिक विषयों की अपने-आप में जटिलता व्यापक मात्रा में होती है। चूँकि इन विषयों को एकीकृत करके ही इसरो की परियोजनाओं को साकार स्वरुप मिलता है, हमें इन विषयों में राजभाषा के प्रयोग में उपस्थित चुनौतीयों को समझना आवश्यक है।

इसरो के विभिन्न कार्यकलापों में राजभाषा के प्रयोग की समस्याएँ निम्नलिखित हैं:

3.1 प्रतिदिन नविनतम ज्ञान का सृजन

विज्ञान जागरूक एवं प्रशिक्षित मस्तिष्क द्वारा प्रेक्षण और प्रयोग की सहायता से भौतिक जगत की प्रकृति को समझने का सतत एवं मुक्त प्रयास है - एक ऐसा प्रयास जिसके फलस्वरूप क्रमबद्ध ज्ञान के भण्डार में निरंतर वृद्धि हो रही है [2]। अंतरिक्ष विज्ञान और उससे संबंधित वैज्ञानिक धाराओं में नित नए आयामों का विकास होता रहता है। नवीनतम अंतरिक्ष खोजों के परिणामस्वरूप ब्रह्मांड ज्ञान में उत्तरोत्तर वृद्धि हो रही है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी एवं उपयोग के क्षेत्र में प्रगति के साथ-साथ हम ग्रहीय अन्वेषणों को विशेष महत्व दे रहे हैं। इन नए उभरते हुए वैज्ञानिक विषयों की अभिव्यक्ति हेतु और वैज्ञानिक प्रक्रियाओं के विवरण में प्रत्येक शब्द और वाक्य को संतुलित और स्पष्ट अर्थ देना अपनेआप में एक चुनौती लेकर आता है।

3.2 कर्मियों में हिंदी के प्रचालन ज्ञान (वर्किंग नॉलेज) में अंतर एवं विविधता

हमारी संस्था में संपूर्ण भारतवर्ष को प्रतिनिधित्व मिलता है। जम्मू-कश्मीर से लेकर कन्याकुमारी तक और कच्छ से लेकर अरुणाचल प्रदेश तक के प्रदेशों से आये हुए विभिन्न लोग हमारे संगठन में वैज्ञानिक, अभियंता अथवा प्रशासनिक कर्मी के रूप में कार्य करते हैं। इनके हिंदी के ज्ञान में काफी मात्रा में अंतर और विविधता होती है। सामान्य रूप से कार्य-साधक और प्रवीण कार्मिकों के अलावा ऐसे भी कर्मचारी होते हैं जिन्होंने हिंदी में बहुत अल्प प्रशिक्षण प्राप्त किया हो। एक ही तकनीकी विषय में कार्य कर रहे सदस्य जब

अनुक्रमणिका

विषय को हिंदी में ढालने की कोशिश करते हैं, तो उनके भाषा-संबंधित ज्ञान के अंतर की वजह से राजभाषा के प्रयोग में अनेकविध चुनौतीयां आती हैं।

3.3 अंतरिक्ष संबंधित साहित्य और पुस्तकों का हिंदी भाषा में कम प्राप्त होना

यह एक सर्वमान्य बात है कि हमारी सोच और विचार प्राकृतिक रूप से हमारी मातृभाषा अथवा उससे नज़दीक की भाषा में आने की संभावना ज़्यादा होती है। अपितु विद्यालयों और विश्व-विद्यालयों में अंग्रेज़ी में ही वैज्ञानिक और तकनीकी विषयों को पढ़ाया जाता है। तकनीकी और वैज्ञानिक विषयों हेतु सन्दर्भ साहित्य की हिंदी में विपुल मात्रा में उपलब्धता न होने की वजह से संकल्पनात्मक ज्ञान अंग्रेज़ी भाषा अथवा दूसरी विदेशी भाषाओँ में ही प्राप्त होता है। इस कारण अंतरिक्ष विज्ञान हेतु आवश्यक उच्च-स्तर पर जाकर उस ज्ञान को हिंदी में रूपांतरित करने में विशेष बाधा उत्पन्न होती है। हिंदी में तकनीकी क्षेत्र और विशेष रूप से अंतरिक्ष विज्ञान के क्षेत्र में लेखन सामग्री की पर्याप्त मात्रा में उपलब्धि न होने के कारण निम्नलिखित हैं [3] :

- उत्कृष्ट तकनीकी विशेषज्ञों की हिंदी में शोध पत्र लिखने की उदासीनता
- शिक्षा एवं व्यवसाय के क्षेत्र में अंग्रेज़ी भाषा की प्रधानता
- हिंदी तकनीकी लेखन में पाठकवर्ग सीमित होना

3.4 इसरो के सभी केन्द्रों की एकदूसरे से भौगोलिक दूरी-

सूचना प्रौद्योगिकी के वर्तमान युग में भौगोलिक दूरी का विशेष प्रभाव नहीं रहता। अपितु हिंदी संबंधित ज्ञान और उसके विशेषज्ञ भौगोलिक रूप से यदि आपस में नज़दीक हों तो हिंदी में काम करना अत्याधिक सरल हो जाएगा। हालाँकि भौगोलिक दूरी इसरो जैसी संस्था में युक्तिपूर्ण कारणों (स्ट्रेटेजिक रीजंस) से ज़रूरी है, राजभाषा के प्रयोग में इसका असर अल्प मात्रा में महसूस हो जाता है।

4. इसरो में राजभाषा के प्रयोग को बढ़ाने हेतु समाधान

हिंदी के प्रयोग की उन्नति में बाधारूप कुछ समस्याओं को खंड-3 में दर्शाया गया है। इन समस्याओं के समाधान निम्नलिखित हैं :

4.1 नवीनतम ज्ञान की अभिव्यक्ति और प्रसार हेतु कार्ययोजना-

अंतरिक्ष विज्ञान में हो रही प्रगति से संस्था के कर्मियों को अवगत कराने हेतु एक साझा मंच होना आवश्यक है। अंतरिक्ष विज्ञान में हो रहे बदलावों को वैज्ञानिक लेख के स्वरुप में विषय-वस्तु और उसके प्रस्तुतिकरण, सरलीकरण एवं मानकीकरण के रूप में देखना आवश्यक हो जाता है। विश्व-विद्यालयों, आई.आई.टी. संस्थानों, राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं तथा उद्योगों के हिंदी के विशेषज्ञों की श्रम-शक्ति एवं निष्ठा के समन्वयन से इस कार्य का नियोजन हो सकता है। हमारे संगठन के वैज्ञानिक साहित्य को हिंदी भाषा के प्रयोजनमूलक और व्यावहारिक परिप्रेक्ष्य में प्रस्तुत करना आवश्यक है। [4]

हमारे केन्द्रों के पुस्तकालयों का इस विषय में बड़ा योगदान रहता है। अं.उ.के. के पुस्तकालय की ओर से हर दिन एक समाचार संचय ईमेल द्वारा प्रेषित किया जाता है जिसमें नवीनतम ज्ञान और विशेष रूप से अंतरिक्ष विज्ञान में हो रही अनेक नई विधाओं का विवरण सरल भाषा में होता है। इन समाचार संपुटों को ज़्यादा मात्रा में हिंदी में प्रसारित करके हम केन्द्र के अंदर राजभाषा का प्रचार और प्रसार बढ़ा पाएंगे। हिंदी पुस्तकों की समीक्षा हेतु योजनाएं लायी गई हैं जो कि काफ़ी सराहनीय हैं।

4.2 कर्मियों में हिंदी के प्रचालन ज्ञान को प्रोत्साहित करने के कदम

केन्द्रों द्वारा प्रति वर्ष हिंदी कार्य-शालाओं और सेमिनार का आयोजन होता रहता है। इस दौरान यह ध्यान रखा जाना चाहिए कि सभी वर्ग के कर्मियों को उनकी व्यावसायिक आवश्यकताओं के अनुरूप हिंदी में कार्य करने का प्रोत्साहन मिलता रहे। प्रायः यह देखा गया है कि हमारे कर्मी सकारात्मक द्रष्टिकोण से नई चुनौतियों को सुलझाने में कामयाब रहते हैं। इसी भावना से प्रेरित होकर राजभाषा के प्रयोग को फैलाने में आनेवाली बाधाओं को हम दूर कर पाएंगे।

4.3 अंतरिक्ष प्रक्षेत्र में हिंदी भाषा में वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन का विकास

वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन हेतु अंतरिक्ष विभाग के विभिन्न केन्द्रों के वैज्ञानिक/अभियंताओं के सहयोग से और वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग के विशेषज्ञों के साथ मिलकर अंतरिक्ष विज्ञान शब्दावली को वर्ष 2008 में अद्यतन किया गया। इसी शब्दावली को अभिवर्धित स्वरुप में 2016 में प्रकाशित किया गया है और इसका वेब रूपांतरण भी किया गया है। इस प्रयोग से हिंदी में अंतरिक्ष-संबंधित तकनीकी

अनुक्रमणिका

लेखन कार्य को काफ़ी वेग प्राप्त हुआ है। विभाग के सभी केन्द्रों की इंट्रानेट में प्राप्त वेबसाइटों पर पर्याप्त मात्रा में प्रासंगिक हिंदी सामग्री उपलब्ध है, जैसे कि, ऑनलाइन हिंदी एडिटर, हिंदी शब्दकोश, तकनीकी शब्दावली इत्यादि। प्रत्येक केंद्र में तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन वार्षिक रूप से किया जाता है। इन आयोजनों से कर्मियों को अपने वैज्ञानिक और तकनीकी कार्य हिंदी में अभिव्यक्त करने का अवसर प्राप्त होता है। इसी उपलक्ष्य में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र द्वारा विविध क्षेत्रों में मौलिक पुस्तक लेखन की योजना भी कार्यान्वित की गई, जिसके अंतर्गत वर्ष 2013-14 के दौरान लगभग 7 पुस्तकों का लेखन एवं प्रकाशन किया गया [2]। साझा प्रयासों से वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन को सही दिशा प्राप्त होती है और हिंदी कार्यान्वयन में एक कदम आगे बढ़ने का सुअवसर प्राप्त होता है।

4.4 तकनीकी के प्रयोग से दूरी का समापन

एक केन्द्र से दूसरे की भौगोलिक दूरी हिंदी के प्रयोग में जितनी कठिनाई रूप बन सकती है, उतनी ही चुनौती अन्य तकनीकी कार्यों में भी आ सकती है। अपितु, हम अपने सारे फल एक ही टोकरी में नहीं रख सकते - इस तर्क से और अन्य युक्तिपूर्ण कारणों (स्ट्रेटेजिक रीजंस) के कारण हमें यह भौगोलिक दूरी का स्वीकार करना ही पड़ेगा। साथ ही, आज के सूचना प्रौद्योगिकी के विकास के परिदृश्य से देखें तो भौगोलिक अंतर से किसी भी विषय-वस्तु के विकास में फ़र्क नहीं होता। हिंदी के विशेषज्ञ टेली-कोन्फेरेंस, विडियो-कोन्फेरेंस और अन्य प्राप्य तकनीकी सुविधाओं की सहायता से एक-दूसरे के संपर्क में सुगमता से रह सकते हैं। अपने प्रश्नों का यथायोग्य उत्तर प्राप्त करने हेतु अद्यतन तकनीकी एवं संदेशा प्रणाली का उपयोग किया जा सकता है। हमारे केन्द्र में वाई-फाई ज़ोन बनाने का कार्य भी चल रहा है। इससे भी अधिकृत कर्मियों को एक-दूसरे के संपर्क में रहने का फ़ायदा प्राप्त होगा।

5. उपसंहार

एक बड़े-से संगठन में कार्य करनेवाले लोग विविध पृष्ठभूमि से आते हैं। यह विविधता ही संगठन की दक्षता का प्राण एवं प्रमाण होती है। इसरो में भारत के विभिन्न क्षेत्रों से आए कार्मिक उनके पृथक सांस्कृतिक संदर्भ से आते होने के बावजूद हिंदी भाषा को अपने रोज़मर्रा के कार्यों में अपनाने का भरसक प्रयास कर रहे हैं। इस परिस्थिति में थोड़ी-सी अड़चनों का आना स्वाभाविक है। अपितु, सकारात्मक सोच और दृढ़ प्रबंधन से इन मुश्किलों का समाधान ज़रूर मिल पायेगा। इसी सोच पर स्थिर रूप से अमल कर हिंदी के प्रयोग को इसरो में और बढ़ोतरी मिल पायेगी।

संदर्भ सूची

1. अंतरिक्ष विज्ञान शब्दावली 2016, अंतरिक्ष विभाग एवं वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग, भारत सरकार द्वारा प्रकाशित
2. हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन एवं राजभाषा का स्वरुप, देवांग मांकड़, हिंदी तकनीकी संगोष्ठी 2014
3. हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन एवं राजभाषा का स्वरुप, कमलेशकुमार बराया, हिंदी तकनीकी संगोष्ठी 2014
4. हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन एवं राजभाषा का स्वरुप, कमलेशकुमार खरे, हिंदी तकनीकी संगोष्ठी 2014
5. इंटरनेट स्रोत

धन्यवाद

समूह के सभी वरिष्ठ अधिकारियों और प्रभाग के सभी सहकर्मियों का मैं आभारी हूँ, जिन्होंने हिन्दी लेखन के लिए मेरा उत्साहवर्धन किया। केंद्र के हिन्दी अनुभाग का आभार, जिनका निरंतर सहकार हिन्दी कार्यान्वयन हेतु प्राप्त होता रहता है। राजभाषा संगोष्ठी में लेख लिखने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति को हार्दिक धन्यवाद।

लेखक परिचय



देवांग मांकड ने वर्ष 1997 में फेकल्टी ऑफ टेक्नोलॉजी एंड इंजीनियरिंग, महाराजा सयाजीराव यूनिवर्सिटी, बरोड़ा से कंप्यूटर इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 1998 से अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में सूक्ष्मतरंग डाटा प्रक्रमण के क्षेत्र में कार्यरत हैं।

***

अनुक्रमणिका

राजभाषा सत्र

इसरो में राजभाषा का बढ़ता प्रयोग

रंजन परनामी, पी. जे. शाह
पीसीइडी/पीसीइजी/सेडा/सैक
ईमेल : { ranjanparnami, pjshah} @ sac.isro.gov.in, दूरभाष: 079-26914217/49

सारांश

"पूरे राष्ट्र की आशा है, हिंदी अपनी भाषा है,
जात-पात बंधन को तोड़े, हिंदी सारे देश को जोड़े"

हिंदी भाषा भारतवर्ष की राजभाषा है। आज देश के अधिकाँश लोग हिंदी भाषा को बोल एवं समझ सकते हैं। हिंदी भाषा का समृद्ध तथा वैभवशाली इतिहास रहा है। हिंदी देश की संपर्क भाषा, राजभाषा की सीमा लांघकर अब विश्वभाषा बनने की और अग्रसर हो रही है। कम्प्यूटर, हिंदी टाइपराइटरों, हिंदी सॉफ्टवेयर एवं मोबाइल के साथ-साथ इन्टरनेट पर हिंदी लिखने-पढ़ने एवं हिंदी अनुवाद की सुविधाएँ अब बढ़ने लगी हैं, जिससे राजभाषा के विकास में उत्साहजनक वृद्धि देखने को मिल रही है। किसी भी ज्ञान का अर्जन यदि अपनी मातृभाषा में किया जाए तो वह काफी कारगर होता है और उसके मूलभूत सिद्धांत को समझाने में आसानी होती है। विज्ञान के सम्बन्ध में भी यही बात लागू होती है। आज हिंदी भाषा की गूँज विज्ञान के हर एक क्षेत्र में फ़ैल चुकी है। चाहे वह चिकित्सा विज्ञान, भू विज्ञान, रसायन विज्ञान या अंतरिक्ष विज्ञान का क्षेत्र हो, विज्ञान की हर शाखा को हिंदी भाषा के प्रयोग से सींचा जाने लगा है। संचार माध्यमों के विकास के साथ हिन्दी में भी आशातीत विकास हुआ है जिससे कि आज मूलतः अहिन्दी-भाषी प्रदेशों में भी हिन्दी बोली और समझी जाती है। यह लेख इसरो में राजभाषा को बढ़ाने में हो रहे प्रयासों को इंगित करते हुए इनकी सार्थकता और अहमियत को प्रस्तुत करता है।

1 प्रस्तावना:

भारत एक विशाल देश है तथा यहाँ नाना प्रकार की संस्कृतियों एवं भौगोलिक परिस्थितियों का समावेश है एवं यहाँ विविध प्रकार की भाषाएँ बोली जाती हैं। एक अनुमान के मुताबिक, भारत देश में लगभग 70% से अधिक लोग हिंदी भाषा बोलने में सक्षम हैं एवं इसीलिए हिंदी भाषा को राजभाषा का दर्जा प्राप्त हुआ है। फ़िजी, मोरिशस, गयाना और सूरीनाम की अधिकतर और नेपाल की कुछ जनता हिंदी बोलती है। हिंदी राजभाषा, सम्पर्क भाषा, जनभाषा के सोपानों को पार कर विश्वभाषा बनने की ओर अग्रसर है। आज आई.टी. यानी कि इन्फोरमेशन टेकनोलोजी अर्थात सूचना प्रौद्योगिकी का नाम बच्चे-बच्चे की जुबान पर चढ़ा हुआ है, जिससे हिंदी में काम करने में और कार्यान्वन में गति आई है। आज मात्र विकसित राष्ट्रों में ही नहीं विकासशील व अविकसित राष्ट्रों में सूचना क्रांति जागृत हुई है। कंप्यूटर ने सूचना प्रौद्योगिकी को आगे बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका अदा की है। भारतीय वैज्ञानिकों ने कंप्यूटर में हिंदी की जगह बनाने के लिए भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थानों के साथ मिलकर इस क्षेत्र में काफी काम किया और क्रांतिकारी शोध किये हैं। अंतर्जाल पर भी हिंदी भाषा का प्रयोग अब शुरू हो गया है। भाषा विकास क्षेत्र से जुड़े वैज्ञानिकों की भविष्यवाणी हिंदी प्रेमियों के लिए बड़ी सन्तोषजनक है कि आने वाले समय में विश्वस्तर पर अन्तरराष्ट्रीय महत्त्व की जो चन्द भाषाएँ होंगी उनमें हिंदी भी प्रमुख होगी। हमें सरल एवं सहज हिंदी को बढ़ावा देकर नए लोगों को इसकी तरफ उन्मुख करने के प्रयास करने चाहिए। यह लेख अंतरिक्ष विभाग में में राजभाषा को बढ़ाने में हो रहे प्रयास और उनकी सार्थकता को दर्शाता है।

2 हिंदी: राजभाषा का गौरव और महत्ता

भारत वर्ष में अनेक प्रकार की भाषाएँ एवं बोलियां बोली जाती है। इसी प्रकार आम जन में लिखने- पढने एवं रोजमर्रा के काम में कई तरह की भाषाएँ प्रयोग में लाई जाती है। इन सब भाषाओं में से राष्ट्रीय भाषा होने की कसौटी क्या है, इस पर हम इस तरह से विचार कर सकते है कि अगर किसी भाषा के राजभाषा या राष्ट्रभाषा बनने के लिए जो गुण होने चाहिए वे हैं :

(1) सरकारी वर्ग के लिए यह जानने के लिए आसान होना चाहिए।
(2) पूरे भारत भर में, वाणिज्यिक और राजनीतिक गतिविधियां उस भाषा में संभव होनी चाहिए।
(3) यह भारत के बहुल निवासियों कि आवाज होनी चाहिए।
(4) पूरे देश के लिए यह जानने और सीखने के लिए आसान होनी चाहिए।

अनुक्रमणिका

हिंदी के अलावा पूरे देश में अन्य कोई भाषा इन सब मानदंडों को एक साथ पूरा नहीं करती है। इसलिए हिंदी देश कि राजभाषा घोषित है। यह भाषा भारतवर्ष में अधिकतर लोग समझ सकते हैं एवं इस में अपने विचार प्रकट कर सकते है। यह सब कारण निस्संदेह हिंदी भाषा को राजभाषा का दर्जा प्राप्त करवाते हैं। हिंदी भाषा का एक अच्छा पहलू यह भी है कि इसे सीखना और प्रयोग में लाना काफी सरल है क्यों कि इसे कोई प्रकार कि स्पेलिंग इत्यादि को याद न रखते हुए सीधे- सीधे उच्चारण के साथ लिखा एवं पढ़ा जाता है। इस प्रकार कई कारण बनते है जिससे कि हिंदी भारत की राजभाषा के स्थान पर विराजमान है।

3 हिंदी भाषा की स्थिति एवं चुनौतियां

हिंदी भाषा इस समय संसार में सर्वाधिक बोली जानी वाली भाषाओं में तृतीय स्थान पर है। विश्व के लगभग सभी देशों के विश्वविद्यालयों में हिंदी को स्थान दिया गया है। हिंदी देश की एक समृद्ध भाषा है, जिसमें हर प्रकार के साहित्य का निर्माण हो चुका है। हिंदी भाषा ने अब तक कई महान साहित्यकारों को जन्म दिया है। संविधान में हिंदी को सरकारी काम- काज के लिए देश की राजभाषा बनाया गया है, तथा केंद्र सरकार का यह पूर्ण दायित्व है कि वह हिंदी के प्रचार प्रसार के लिए सदैव प्रयत्नशील रहे। केंद्र सरकार समय -समय पर हिंदी को बढ़ावा देने के लिए कई योजनाओं को लागू भी करती है। संसार में ऐसा कोई भी छोटा या बड़ा देश नहीं है जिसने अपनी स्वभाषा को उपेक्षित बनाया हो। अपने देश के संविधान द्वारा स्वीकृत होने पर भी लोकप्रिय समृद्ध हिंदी भाषा में काम न कर, अंग्रेजी भाषा को प्रतिष्ठित स्थान प्राप्त है। अंग्रेजी के प्रति मोह एवं हिंदी के प्रति उदासीनता आजादी के बाद बढ़ने लगी है। आजकल लोग यह सोचने लगे हैं कि अंग्रेजी भाषा में कार्यस्थलों पर बातचीत करने से उनका रौब बढ़ता है, जबकि रौब आपके आचरण-व्यवहार, आपके हुनर एवं कार्य निपुणता से निर्धारित होता है। हिंदी बोलने लिखने से भी यश कि प्राप्ति हो सकती है। हिंदी भाषा माध्यम में सरकारी क्षेत्र के विद्यालयों और महाविद्यालयों के प्रति लोगों का रुझान कम हुआ है।

हिंदी भाषा के प्रयोग को लेकर इसरो में इस समय जो चुनौतियाँ मुखर रूप से खड़ी है उन्हें निम्नलिखित प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है:

(1) हिंदी के कार्यान्वन में बढती उदासीनता: आज का युवा वर्ग विदेशी भाषा के प्रति काफी रूझान व्यक्त करने लगा है। विदेशी भाषा के प्रयोग को आजकल का युवा वैभव का प्रतीक समझने लगा है। ऐसे में स्वभाषा हिंदी के प्रति अरूचि जन-सामान्य में बढ़ना स्वाभाविक ही है।

(2) हिंदी शिक्षण की दशा और दिशा: हिंदी माध्यम में शिक्षण अब केवल या तो सरकारी में या कुछ गिने-चुने निजी संस्थानों में ही रह गया है। आज भारत के अधिकतर हिस्सों में विज्ञान तथा तकनीकी विषय की पढ़ाई अंग्रेजी माध्यम में ही उपलब्ध है। कई विद्यालयों और महाविद्यालयों में रसायन, भौतिकी, गणित और अभियांत्रिकी की पढ़ाई के लिए केवल अंग्रेजी माध्यम का विकल्प मौजूद रहता है। इसलिए इसरो में नियुक्त अधिकतर कर्मियों की मूल पढ़ाई या उच्चतर तकनीकी पढ़ाई अंग्रेजी या अहिन्दी माध्यम से रहती है।

(3) सरकारी / कार्यालयी कामकाज के लिए प्राथमिक हिंदी ज्ञान का अभाव: इसरो जैसे बड़े संस्थान में विभिन्न पृष्ठभूमि से आये अनेक कर्मचारी प्रशासनिक तथा तकनीकी क्षेत्र में काम करते हैं, इनमें से अधिकतर को अपनी सेवा के प्रारंभिक वर्षों में हिंदी में कामकाज का प्राथमिक ज्ञान नहीं होता है ।

(4) राजभाषा में तकनीकी लेखों का प्रकाशन तथा प्रस्तुति का अभाव: राजभाषा में लिखे शौध पत्रों तथा तकनीकी लेखों के लिए राष्ट्रीय स्तर पर उचित मंचों तथा श्रोताओं का अभाव भी एक बड़ी समस्या है। इसके कारण तकनीकी वर्ग में राजभाषा में तकनीकी लेखन को लेकर असमंजस और अरूचि बनी रहती है।

4 भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन में राजभाषा को बढ़ाने में हो रहे प्रयास:

आज हिंदी भाषा की गूँज विज्ञान के हर एक क्षेत्र में फ़ैल चुकी है। चाहे वह चिकित्सा विज्ञान, भू विज्ञान, रसायन विज्ञान या अंतरिक्ष विज्ञान का क्षेत्र हो, विज्ञान की हर शाखा को हिंदी भाषा के प्रयोग से सींचा जाने लगा है। आज देश भर में अनेकों तकनीकी संगोष्ठियों का आयोजन हिंदी में किया जाने लगा है जिससे विज्ञान के हर क्षेत्र में हिंदी भाषा का योगदान बढ़ रहा है। अंतरिक्ष विज्ञान के क्षेत्र में हिंदी के प्रयोग हेतु भारत सरकार और भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन काफी सजगता से काम कर रहे हैं। वर्तमान सरकार हिंदी के विकास को लेकर काफी गंभीर एवं सक्रिय है। स्वयं प्रधानमंत्री महोदय कई अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों एवं मंचों पर हिंदी भाषा में अपना अभिभाषण दे चुके हैं। उन्होंने संयुक्त राष्ट्र संघ सम्मलेन और ब्रिक्स (BRICS) सम्मलेन में राजभाषा का उपयोग कर विश्व भर में राजभाषा का गौरव बढ़ाया है। इन्टरनेट पर हिंदी का उपयोग बढ़ने लगा

अनुक्रमणिका

है, जिसके फलस्वरूप विकिपीडिया में सभी जानकारियाँ हिंदी में भी उपलब्ध हैं। गूगल ट्रांसलेट वेबसाइट के जरिये किसी भी भाषा के संवाद का हिंदी भाषा में अनुवाद करने में आसानी हो जाती है। अंतरिक्ष विज्ञान के क्षेत्र में हिंदी के प्रयोग हेतु भारत सरकार और भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन काफी गंभीरता से काम कर रहे हैं। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन में हिंदी को बढ़ावा देने के लिए निम्नलिखित कदम उठाए जा रहे हैं:

4.1 हिंदी में तकनीकी संगोष्ठियां: अंतरिक्ष विभाग के सभी केन्द्रों पर प्रतिवर्ष तकनीकी संगोष्ठिय आयोजित की जाती है, जिसमे वैज्ञानिक अपने शोध कार्यों की चर्चा हिंदी में करते हैं। इन शोध पत्रों का प्रकाशन भी हिंदी पुस्तिका के रूप में किया जाता है।

4.2 हिंदी में पुस्तक लेखन: हिंदी में तकनीकी विषय पर मौलिक लेखन करने वालो को पुरस्कृत किया जाता है। कई वैज्ञानिकों ने काफी रौचक और ज्ञानवर्धक पुस्तकें हिंदी में लिखी हैं।

4.3 बैठकों में हिंदी का प्रयोग: संगठन में केंद्र या इकाई स्तर पर होने वाली बैठकों में हिंदी का उपयोग किया जाता है। तकनीकी या अन्य विषयों पर विभिन्न स्थानों के वैज्ञानिक या अन्य कर्मचारी एक भाषा में बात करके अपने विचारों का आदान-प्रदान करते हैं। इसके साथ ही प्रत्येक बैठक में राजभाषा का कितना प्रयोग हुआ, इसका विवरण भी तैयार किया जाने लगा है।

4.4 हिंदी माह का आयोजन: विभिन्न केन्द्रों में प्रतिवर्ष हिंदी माह मनाया जाता है। इसमें विभिन्न तकनीकी/सामान्य ज्ञान एवं सामान्य हिंदी भाषा ज्ञान संबंधी लिखित प्रतियोगिताओं का एवं विभिन्न मौखिक प्रतियोगिताओं का आयोजन भी किया जाता है।

4.5 वेबसाइट का हिंदी प्रारूप: अंतरिक्ष विभाग की कई साइटों का हिंदी संस्करण भी विकसित कर लिया गया है जिससे राजभाषा_में सभी जानकारिय उपलब्ध हो जाती हैं।

4.6 कार्यालय में हिंदी में काम-काज के लिए प्रोत्साहन योजना: कार्यालय के काम-काज में राजभाषा का सर्वाधिक उपयोग करने वालों को पुरस्कृत करने की योजना से तकनीकी एवं दैनिक कार्यालय कार्यों में हिंदी लेखन को बढ़ावा मिला है।

4.7 हिंदी में कार्यशालाएं और हिंदी में प्रशिक्षण: अंतरिक्ष विभाग में कर्मचारियों के लिए हिंदी शिक्षण की त्रिस्तरीय पाठ्यक्रम आयोजित किये जाते हैं। इन्हें प्रबोश, प्रवीण और प्रज्ञा के नाम से जाना जाता है। इसके अलावा समय - समय पर कई हिंदी कार्यशालाएं भी आयोजित की जाती हैं।

4.8 कार्यालय आदेशों का हिंदी में अनुवाद: सभी कार्यालय आदेश, परिपत्र हिंदी अथवा द्विभाषी प्रसारित किये जाते हैं।

4.9 अंतरिक्ष परियोजनाओं का हिंदी में वृतचित्र का निर्माण: डेकु द्वारा विभिन्न अंतरिक्ष परियोजनाओं का हिंदी में वृतचित्र का निर्माण किया जाता है।

4.10 पुस्तकालय में हिंदी पत्र- पत्रिकाओं, पुस्तकों, जर्नलों एवं समाचार पत्रों की खरीद: अंतरिक्ष विभाग में सभी पुस्तकालयों में हिंदी पुस्तकों इत्यादि की खरीद का अलग से बजट पारित है। वहाँ अनेक रोचक सामान्य विज्ञान पत्रिकाओं जैसे अविष्कार, विज्ञान प्रगति,वैज्ञानिक इत्यादि का संग्रह होता है।

5 उपसंहार

यदि वास्तव में हम देश को प्रगति की ओर लाना चाहते है तो हमें विदेशी भाषा का मोह छोड़कर स्वभाषा और स्व-संस्कृति के प्रति मोह करना होगा। हिंदी भारतवर्ष की राजभाषा है, अतः इसको समाज में प्रतिष्ठित स्थान दिलाना ही होगा। आज इसरो भी राजभाषा की महत्ता और उपयोगिता को समझते हुए इसके उत्तरोत्तर विकास को लेकर प्रयासरत है। आज जब अंतर्जाल, विज्ञापन जगत और टेलीविजन जगत सब जगह हिंदी का बोलबाला है। सरकार और अंतरिक्ष विभाग तो अपने स्तर पर राजभाषा के विकास में अहम योगदान दे रहे है, हमें भी इसकी ताकत और महत्व को समझते हुए स्वभाषा को उच्चतम स्थान तक पहुँचाने में हरसंभव प्रयास करने चाहिए। अंत में भारतेंदु हरीशचंद्र की पंक्तियां व्यक्त करना चाहता हूँ:

निज भाषा उन्नति अहै:, सब उन्नति को मूल।

बिन निज भाषा-ज्ञान के, मिटत न हिय को सूल।।

अनुक्रमणिका

6 संदर्भ

[1] "हिंदी का जन्म" - मिथिलेश वामनकर
[2] "हिंदी का भाषा वैभव तथा महत्व" - मिथिलेश वामनकर
[3] "संचार माध्यमों से हिंदी का भला या बुरा... ?" - मनोज कुमार
[4] "राजभाषा नीति कार्यान्वन" - हरिबाबू कंसल
[5] इन्टरनेट और वेब पत्रिकाएँ

7 धन्यवाद

हिन्दी राजभाषा संगोष्ठी में अपने लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति और अंतरिक्ष उपयोग केंद्र को हार्दिक धन्यवाद।

8 लेखक परिचय

[1] **रंजन परनामी** ने वर्ष 2007 में बीकानेर इंजीनियरिंग कॉलेज, राजस्थान से इलेक्ट्रोनिक्स एवं संचार अभियांत्रिकी में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2007 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में विद्युत प्रकाशीय संवेदक समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में नीतभार परीक्षण इलेक्ट्रोनिक्स समूह में कार्यरत है।

[2] **पंकज जे. शाह** ने वर्ष 1978 में एल.डी. इंजीनियरिंग कॉलेज, अहमदाबाद से इंस्ट्रूमेंटेशन एवं कंट्रोल अभियांत्रिकी में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। अपने विद्यालय काल में उन्होंने राष्ट्रभाषा प्रचार समिति द्वारा संचालित 'कोविद' तक की परीक्षा उत्तीर्ण की है। वर्ष 1978 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में संवेदक विकास प्रभाग में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में नीतभार परीक्षण इलेक्ट्रोनिक्स प्रभाग के प्रधान पद पर कार्यरत है।

अनुक्रमणिका

राजभाषा सत्र

इसरो एवं अन्य केन्द्रीय कार्यालयों में राजभाषा

(अशोक गहलोत, सहायक, निदेशक कार्यालय)
(सह-लेखक - रणछोड. कुमार,वरिष्ठ सहायक, सा.प्र.)
अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र (सैक)
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

हम सभी जानते हैं कि देश की राष्ट्रीय, सांस्कृतिक एवं साहित्यिक प्रगति के लिए भाषा की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है। मनुष्य भाषा के माध्यम से ही अपने विचारों की अभिव्यक्ति करता है। आज के युग को विज्ञान का युग कहें तो अतिश्योक्ति नहीं होगी परन्तु इसके साथ-साथ आज का युग जन साधारण का भी युग है अथवा आम आदमी का युग है। इसरो मूल रूप से तकनीकी और वैज्ञानिक संस्थान के रूप में स्थापित है। राजभाषा क्रियान्वयन के क्षेत्र में देश के अन्य संस्थानों एवं विभागों की तुलना में इसरो काफी आगे है। वैज्ञानिक, तकनीकी एवं प्रशासनिक क्षेत्र में अंग्रेजी व हिंदी के शब्द बेहद प्रचलित है, उनका इस्तेमाल एवं शिक्षण-प्रशिक्षण भी इसरो में किया जा रहा है।इस प्रकारहम हमारी राजभाषा का प्रयोग करते हुए देश को उन्नति की ओर अग्रसर कर पायेंगे|

1.0 प्रस्तावना

भारत अनेकताओं में एकता वाला देश है। यह विकासशील देश है। देश की आधी से भी ज्यादा आबादी हिंदी पढ़ या लिख सकती है। हमविश्व के पटल पर सबसे अधिक युवा आबादी को संजोये हुए है।भारत अनेकों भाषाओं एवं उप-भाषाओं को अलग-अलग प्रांत और क्षेत्र में सृजित करने वाला देश है। इसरो में भी भारत के सभी क्षेत्रों से सम्बन्धित वैज्ञानिक, तकनीकी एवं प्रशासनिक कर्मचारी कार्यरत है, जो उच्चतर शैक्षणिक अहर्ता प्राप्त (Highly Qualified) है।पिछले कुछ वर्षों मेंइसरो द्वारा अंतरिक्ष के क्षेत्र मे दिन-प्रतिदिन किये जा रहे सफल प्रक्षेपणों और अनुसंधानोंसे प्रत्येक देशवासी यह उम्मीद लगाये बैठे है कि ये तकनीकी अनुप्रयोग उसके एवं देश के विकास में सर्वोपरी बने। इसके लिए इसरो कर्मियों को तकनीकी पत्र-पत्रिकाऐं, संगोष्ठियां, व्याख्यान, संवाद आदि में हिन्दी को अधिक से अधिक प्रयोग में लाने के लिए कटिबद्ध रहना होगा। ताकि हम हिंदी के माध्यम से आज तकनीकी एवं अतरिक्ष विज्ञान के अनुप्रयोग देशवासियों के समक्ष प्रस्तुत कर राष्ट्र के विकास को नये आयाम प्रदान कर सकें।

2.0 भारतीय संघ की राजभाषा नीति

भारतीय संविधान के अनुच्छेद 343(1) के अनुसार देवनागरी में लिखित हिन्दी संघ की राजभाषा है, लेकिन अनुच्छेद 343(2) के अंतर्गत यह भी निर्देश दिया गया कि संविधान लागू होने के समय से 15 वर्ष तक संघ के सभी सरकारी कामकाजों में पहले की भांति अंग्रजी भाषा का प्रयोग होता रहेगा। यह इसलिए किया गया ताकि अगले 15 वर्षों में कुछ तैयारियां जैसे तकनीकी, प्रशासनिक, वैज्ञानिक शब्दावली का निर्माण, अहिन्दी भाषी सरकारी कर्मचारियों को हिन्दी प्रशिक्षण, हिन्दी टाइपराइटरों एवं अन्य साधनों की व्यवस्था को पूरा कर लिया जायेगा।

इसके पश्चात राजभाषा अधिनियम1963 तथा राजभाषा (संघ के शासकीय प्रयोजनों के लिए) नियम 1976 में यह स्पष्ट किया गया कि किन प्रयोजनों हेतु हिन्दी का प्रयोग, किन के लिए हिन्दी और अंग्रेजी दोनों तथाकिन के लिए केवल अंग्रजी का प्रयोगकिया जाना चाहिए। हिन्दी में प्राप्त पत्रों के उत्तर हिन्दी में देने की अनिवार्यता, केन्द्रीय कार्यालयों में टिप्पणों को हिंदी या अंग्रेजी में लिखे जाने, हिन्दी में प्रवीणता एवं कार्यसाधक होने के लिए पात्रता का उल्लेख आदि को राजभाषा नियम में विस्तृत रूप से निर्दिष्ट किया गया है।

3.0 राजभाषा योजनाएं एवं इसरो

इसरो में सामान्यत: कार्यालय आदेश, ज्ञापन, संदेश, संकल्प, अधिसूचनाएं, नियम, टेंडर नोटिस, संविदा, करार, वार्षिक-मासिक रिपोर्ट, भर्ती विज्ञापन आदि द्विभाषी रुप में जारी किये जाते है।इसरो के केन्द्रों/इकाईयों में हिन्दी एवं पुस्तकालय अनुभाग राजभाषा के विस्तार में निरंतर कार्यरत है। केन्द्रों में हिंदी सप्ताह, हिन्दी

अनुक्रमणिका

पखवाड़ा तथा हिन्दी माह का आयोजन किया जाता है, जिसमें हिन्दी कहानी लेखन, श्रूतिलेखन, हिन्दी अनुवाद, निबंध प्रतियोगिता, अंतराक्षरी, क्विज, शब्द ज्ञान, काव्यपाठ आदि का आयोजन किया जाता है। इन प्रतियोगिताओं में कर्मचारियों को हिन्दी के प्रति आकर्षित करने हेतु नगद पुरस्कार प्रदान किये जाते है। पुस्तकालय में भी स्टाफ सदस्यों के उपयोग के लिए प्रतिवर्ष हिन्दी पुस्तकें खरीदी जाती है तथा इन पुस्तकों की प्रदर्शनी एवं भाषा प्रयोगशाला का आयोजन किया जाता है। इसरो केअंतरिक्ष उपयोग केन्द्र में शुरू की गई नई प्रोत्साहन योजना- अंतरिक्ष राजभाषा कार्यान्वयन योजना (सोलिस) के अन्तर्गत यदि आप पुस्तकालय की हिन्दी पुस्तकें पढते हैं तथा उन पुस्तकों के बारे में अपनी लिखित राय देते हैं तो प्रति पुस्तक रू. 50/- पुरूस्कार के रूप में प्रदान किये जाऐंगे। इस प्रकार की कई योजनाऐं कर्मचारियों को हिन्दी में कार्य करने के लिए प्रेरित करने के ओर एक नया कदम है।इसी कड़ी में सैक केन्द्र को भारत सरकार, गृह मंत्रालय, राजभाषा विभाग द्वारा पश्चिम क्षेत्र में स्थित केन्द्रीय सरकार के कार्यालय की श्रेणी मेंसर्वश्रेष्ठ राजभाषा क्रियान्वयन हेतु वर्ष 2015-16 का प्रथम पुरूस्कार प्रदान किया गया।हिन्दी भाषा के ज्ञान के आधार पर कार्मिकों को क्रमश:प्रवीण, कार्यसाधक, प्रबोध आदि श्रेणियों में बांटा गया है।

4.0 राजभाषा प्रयोग में चुनौतियां

वैसे तो अब तक हमने राजभाषा के क्रियान्वयन एवं योजनाओं की उपलब्धियों का वर्णन किया किन्तु इन सब को सुनियोजित एवं सुव्यवस्थित लागू करने हेतु कई चुनौतियां है। 21वीं सदी के विकासवाद, वैश्वीकरण तथा राष्ट्र की अर्थव्यवस्था को सुदृढ बनाने कि सोच के फलस्वरुप सरकारी एवं निजी संस्थाओं में कार्यरत कर्मचारियों पर पहले की तुलनाअब कार्य भार अधिक हो गया है। अत: सबसे पहली चुनौती यही है कि कर्मचारियों के पास पर्याप्त समय की उपलब्धता हो जिससे कि उनको हिंदी में लेखन, पठन और प्रस्तुतिकरण के लिए सक्षम बनाया जा सके। कर्मचारियों को विभिन्न प्रकार के हिंदी टूल्स जैसे - गूगल अनुवादक, गूगल वाणी लेखन, गूगल की-बोर्ड प्रयोग, इंडिक की-बोर्ड आदि के लिए प्रशिक्षित करना भी चुनौतीपूर्ण है।

एक और पहलू यह भी है कि आज के युग में प्राथमिक शिक्षा के पाठ्यक्रम में हिंदी भाषा के स्थान पर विदेशी भाषाओं को पढ़ाया जाता है। कई राज्यों के शिक्षा बोर्डों ने माध्यमिक तथा उच्च माध्यमिक स्तर पर भी हिन्दी को ऐच्छिक विषय की श्रेणी में रखा है, इसलिए विद्यार्थियों द्वारा मुख्य विषयों में अधिक रूचि दिखाई जाती है। अधिकतर स्नातक स्तर शिक्षण में भी प्रश्न पत्रों का माध्यम अंग्रेजी ही होता है। शिक्षा पूर्ण होने के पश्चात आज का युवा सरकारी नौकरी के अलावा बहुराष्ट्रीय कंपनीयों में अच्छे पैकेज की तलाश में रहता है और इन बहुराष्ट्रीय कंपनीयों मे अंग्रजी की प्रधानता है।

कई वर्षों के अंतराल के बाद इस स्तर पर कर्मचारियोंकोहिन्दी शिक्षण-प्रशिक्षण देना कठिन होता है फिर कर्मचारी भी इसमें ज्याद रूचि नहीं दिखाते है। इस प्रकार हिंदी की नींव दिन-ब-दिन कमजोर होती जा रही है जो राष्ट्र के लिए चिंता का विषय है।

5.0 अन्य केन्द्रीय कार्यालयएवं राजभाषा

जिस प्रकार हाथ की सभी उंगलियां एक समान नहीं होती है उसी प्रकार केन्द्र सरकार के सभी कार्यालयों एवं विभागों के कार्य क्षेत्र, कार्य शैली, लक्ष्य इत्यादि एक समान नहीं है। शिक्षा, स्वास्थ्य, बैंकिग, सुरक्षा, विज्ञान, कृषि, परिवहन, पर्यावरण आदि कार्य क्षेत्रों के कार्यालयों अन्तर्गत केन्द्र सरकार के कर्मचारी अपनी सेवाऐं प्रदान करते हैं। हमारे विकासशील देश में अभी भी कई सरकारी कार्यालय आधारभूत सुविधाओं से वंचित है, तो कई आधुनिकीकरण में पिछड़ रहे हैं। कई क्षेत्रों के कार्यालयों में वहां के जनसंख्या घनत्व एवं कार्य भार के हिसाब से कर्मचारियों की संख्या भिन्न-भिन्न है, उदाहरण के तौर पर दूरस्थ ग्रामीण क्षेत्रों के कई प्राथमिक स्वास्थ्य केन्द्रों, शैक्षणिक कार्यालयों आदि में कम कार्य भार के कारण वहां कर्मचारियों कि संख्या दहाई के आंकड़े से भी कम है तो शहरी क्षेत्र एवं अन्य मुख्य कार्यालयों में कर्मचारियों की संख्या अधिक है। दूरस्थ क्षेत्रों के कार्यालयोंमें कर्मचारियों के लिए, आम जनता की सेवाओं को बाधित किये बिना, इस क्षेत्रगत बिखराव के होते हुए भी जोड़ने के लिए तकनीकी संवाद या इंटरनेट की उपलब्धता करायी जाये उन्हे ऑनलाइन शिक्षण कार्यक्रमों के लिए नामांकित कर प्रशिक्षित किया जाये, ऑनलाइन राजभाषा प्रतियोगितोओं का आयोजन को बढावा दिया जाये तो शायद वहां भी हिन्दी की स्थिती सुधर जायेगी। इसरो एवं अन्य शहरी क्षेत्र के कार्यालयों में आधारभूत एवं आधुनिक सुविधाओं के उपलब्ध होने के कारण ही दूरस्थ ग्रामीण क्षेत्रों के कार्यालयों की तुलना में राजभाषा के विकास लिए कार्य करना आसान हुआ है।

6.0 समाधान

अनुक्रमणिका

राजभाषा विस्तार में आने वाली चुनौतियों को जानने के पश्चात हमारे मन में कई प्रकार के समाधान के विचार प्रकट होने लग गए हैं। इनमें से कुछ समाधानों का वर्णन किया गया है जिससे कर्मचारियों के लिए हिन्दी प्रयोग को आसान बनाया जा सकता है -

- कर्मचारियों को प्रेरित करना कि हम अपने रोजमर्रा के कामकाज में हिन्दी लिखने में संकोच न करें और जैसा हम बोलते हैं वैसा लिखना आरंभ कर दें।हिन्दी शिक्षण योजना में नवीनतम एवं सरल तकनीकों जैसे- की-बोर्ड टंकण से पहले गूगल वाणी लेखन जैसे टूल्सकोप्रयुक्त किये जाना चाहिए।
- प्रशासनिक, तकनीकी एवं वैज्ञानिक शब्दावली के ज्ञान एवं अनुवाद का प्रशिक्षण समय-समय पर आयोजित किये जाना।
- अहिन्दी भाषी कर्मचारियों को हिन्दी टंकण का प्रशिक्षण दिये जाने से पहले उन्हें हिन्दी भाषा का शिक्षण पहले दिया जाना चाहिए।
- विभिन्न प्रकार की नई हिन्दी कार्यशालाऐं (जैसे- पारंगत) का आयोजन करना तथा एक ऐसी व्यवस्था को परिचालित करना जिससे कि वर्ष में कम से कम एक बार प्रत्येक कर्मचारी को कार्यशाला में सहभागिता का अवसर दिया जाये जिससे कि कार्यसाथक को प्रवीण और प्रवीण को प्रबोध की श्रेणी के समान आने का मौका मिले।
- पुस्तकालय वेबसाइट पर पुस्तकालय में उपलब्ध हिन्दी की नयी एवं पुरानी पुस्तकों की सूची के लिए अलग से पेज बनाया जाना चाहिए तथा इन पुस्तकों को जिन पाठकों ने पढ़ा है वे अपनी टिप्पणी, समीक्षा (रिव्यु) आदि लिख सकें ऐसी सुविधा वेब-पेज में उपलब्ध की जानी चाहिए।
- केन्द्रीय कार्यालयोंके कर्मचारियों को गृह मंत्रालय - राजभाषा विभाग द्वारा उपलब्ध कराये जा ऑनलाइन हिन्दी स्वयं शिक्षण पैकेजों के प्रयोग की जानकारी दी जानी चाहिए।
- सरल हिंदी के प्रयोग पर बल दिया जाना चाहिए तथा अंग्रजी शब्दों के सरल हिंदी रुप को भी प्रयुक्त किया जाना चाहिए जिससे भाषा में क्लिष्ठता न होने के कारण रूचि बनी रहे।
- इसरो द्वारा आयोजित की जाने वाली विभिन्न प्रदर्शनियों में राजभाषा के प्रयोग को प्राथमिकता देना।

वैसे तो आज ऐसे कई सॉफ्टवेयर एवं वेब साइटें उपलब्ध हैं जिनकी सहायता से हम आसानी से अपनी आवाज को हिन्दी के युनिकोड शब्दों में परिवर्तित कर सकते हैं

6.1 https://dictation.ioपर आसानी से वाणी लेखन कैसे करें?

इसवेबसाइट पर हिन्दी में बोलकर टाइपिंग करने का सबसे आसान तरीका हैं, हम अपनी आवाज इनपुट युक्ति (माइक) को कम्प्यूटर से जोड़कर लिस्ट बॉक्स में उपलब्ध विभिन्न भाषाओं में से हिन्दी का चयन करेकेStart Dictation नामक बटन पर क्लिक करेंगे और हिन्दी में बोलना शुरू करेंगे। स्क्रीन पर टेक्स्ट क्षेत्र में जोहम बोल रहे हैं वही हिन्दी के शब्द पायेंगे, यदि कोई शब्द में त्रुटि मिलती है तो उस स्थान पर कर्सर ले जाकर तथा पुन:बोलेंगे और उस शब्द को सुधारेंगे। जो पाठ और टेक्स्ट हमारी स्क्रीन पर हैं उसे संजोने हेतु सेव बटन पर क्लिक करेंगे तथा किसी अन्य डॉक्युमेंट में ले जाने हेतु कॉपी करने की सुविधा भी दी गई हैं। नीचे दिए गये स्क्रीन चित्र की सहायता से हम चार चरणों में इस तरीके को जान सकते हैं।

6.2 हिंदी में बोलकर टाइप कैसे करें?

हिन्दी में बोलकर टाइप करन के लिए हमें कम्प्यूटर में इंटरनेट, गूगल खाता और इनपुट करने हेतु माइक की आवश्यकता होती है। इसके अलावा कई ऑफ़लाइन टूल्स भी उपलब्ध हैकिन्तु हम यहां गूगल वॉइस टाइपिंग टूल से ऑनलाइन गूगल डॉक्यूमेंट में टाइप करना सीखेंगे। ऑफलाइन टूल प्रयोग में लाने हेतु उनके इंस्टॉलेशन की जटिल प्रक्रिया होती है और हमारा मुख्य उद्देश्य आसान चरणों में हिन्दी वॉईस लेखन को संपन्न करने का है।

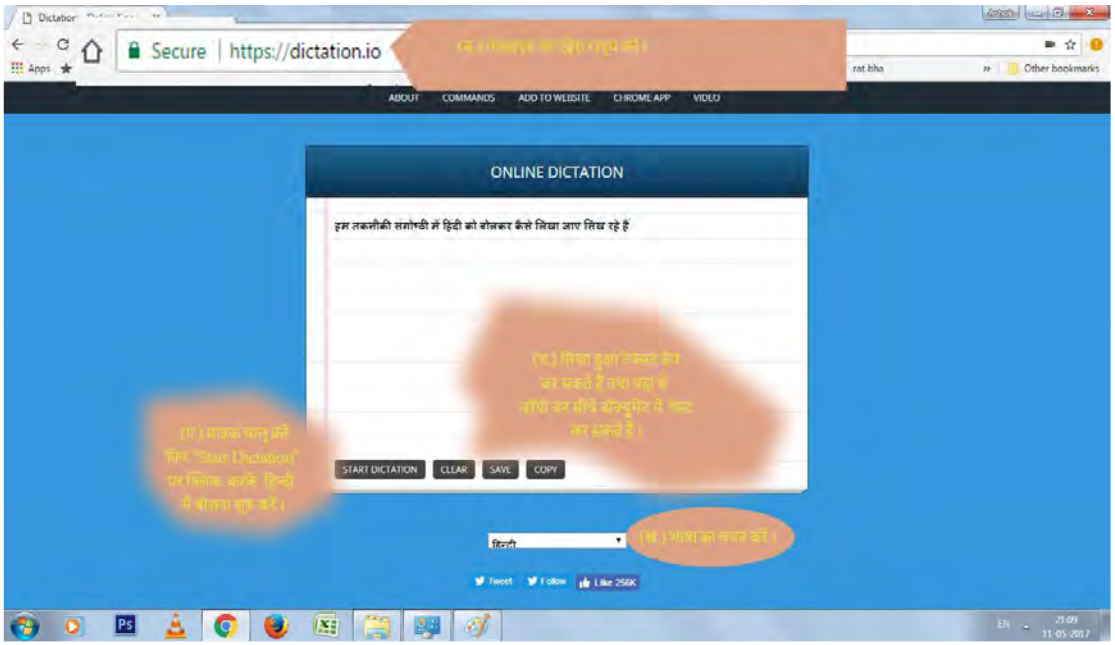
क.) सर्वप्रथम अपना वेब ब्राउजर ओपन करके www.google.co.inटाइप करें, जिससे गूगल का होम पेज खुलेगा।

ख.) जिसके उपर की तरफ दाहिनी ओर स्थित वर्गाकार लिंक "Google apps"पर क्लिक करें।

ग.) "Google apps"पर क्लिक करने पर एक ड्रॉप डाउन मेन्यु में कई एप्स दिखाई देगी जिसमें नीचे की तरफ "More" लिंक पर क्लिक करें।

"More" लिंक पर क्लिक करने के पश्चात "Docs" App को क्लिक करें, यहां हमें अपना गूगल ईमेल आई डी और पासवर्ड दर्ज करके।

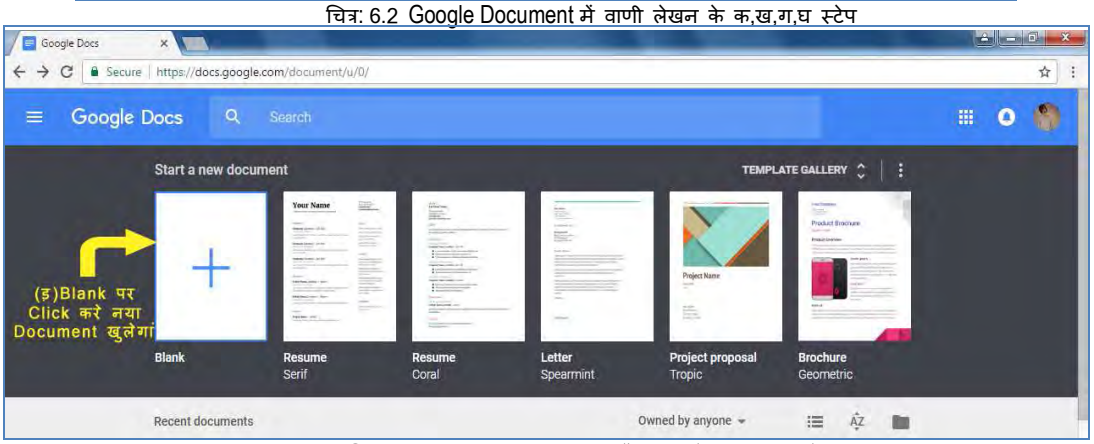
अनुक्रमणिका



चित्र: 6.1https://dictation.io पर हिन्दी वाणी लेखन के चार स्टेप



चित्र: 6.2 Google Document में वाणी लेखन के क,ख,ग,घ स्टेप



चित्र: 6.2 Google Document में वाणी लेखन का ङ स्टेप

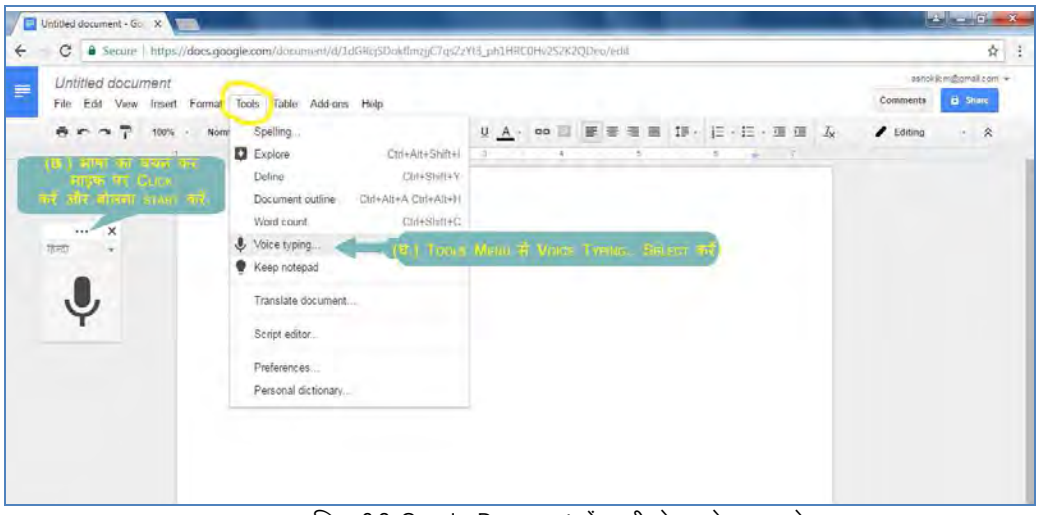
अनुक्रमणिका

घ.) यहां "Google Docs" में पहले से सेव Document तथा टेंपलेट गैलेरी दिखाई देगी, हम "Blank" डॉक्युमेंट टैब पर क्लिक करेंगे तो हमारी स्क्रीन पर माइक्रोसॉफ्ट वर्ड जैसा विंडो दिखाई देगी।

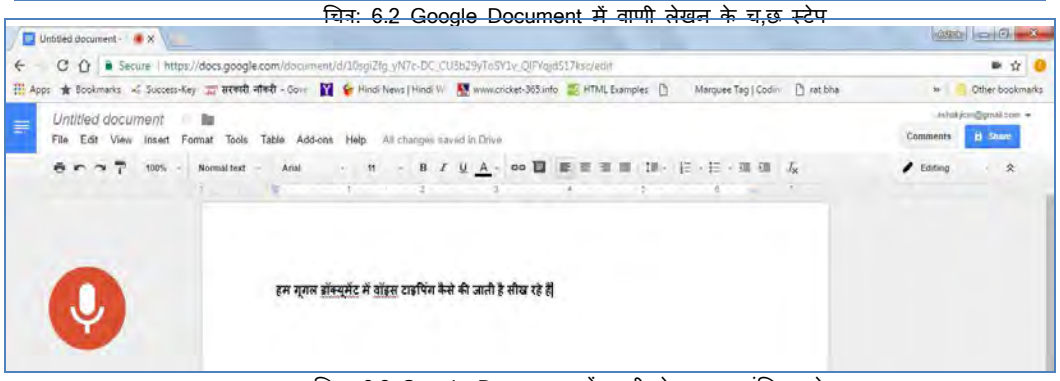
ङ.) नया डॉक्युमेंट खुलने पर हमें मेन्यु बार में "Tools" मेन्यु पर क्लिक करके को ड्रॉप डाउन लिस्ट से "Voice Typing...." सलेक्ट करना पड़ेगा।

च.) इसके बाद बांई तरफ माइक जैसा चिन्ह दिखाई देगा, जहां हम अपनी भाषा का चयन करके माइक बटन पर क्लिक करके बोलना शुरू करेंगे।

छ.) बोलते समय माइक के चिन्ह के चारों ओर वृत्ताकार लाल रंग की रिंग बनेगीतथा जो बोला जा रहा है वह सामने लिखा हुआ दिखाई देगा। जब हमें बंद करना होगा तो पुन:माइक बटन पर क्लिक करना पड़ेगा।



चित्र: 6.2 Google Document में वाणी लेखन के च,छ स्टेप



चित्र: 6.2 Google Document में वाणी लेखन का अंतिम स्टेप

नोट- यहां हमने सामान्य वेबसाइट के स्थान पर गूगल डॉक्यूमेंट को इसलिए प्रयोग में लिया क्योंकि यह असानी से वर्ड के फॉर्मेट में डाउनलोड किया जा सकता है तथा किसी अन्य प्रयोक्ता के साथ सीधे शेयर भी किया जा सकता है। तकनिकी भाषा में कहें तो हमारा डॉक्यूमेंट क्लाउड पर सेव रहता हैं जिसे कहीं से भी एक्सेस किया जा सकता है।

7.0 निष्कर्ष

राजभाषा के प्रयोग हेतु इसरो एवं अन्य केन्द्रीय कार्यालयों में कई प्रशिक्षण योजनाऐं चलाई जा रही है, इनकी सफलता तभी होगी जब सभी कर्मचारी यह संकल्प लेंगे कि वे दैनिक कामकाज में हिंदी का प्रयोग करेंगे क्योंकि प्रशिक्षण तभी कारगर होगा जब सभी आत्म संकल्प लेकर इस कार्य में रूचि लेंगे, जिससे हिंदी की स्थिती सुदृढ़ होगी।

8.0 संदर्भ

- www.rajbhasha.nic.in
- www.webdunia.in
- आकाश
- अन्य वेब रिसोर्सेज

राजभाषा सत्र

स्थानिक डाटा वेब मैप सर्विस में राजभाषा का प्रयोग : चुनौतियाँ एवं समाधान

राजेन्द्र नि. गायकवाड, वैज्ञानिक-एस डी, विषय सृजन एवं प्रसार प्रभाग (सीजीडीडी), वीआरजी/ईपीएसए
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सार - इसरो में सर्व प्रथम हिंदी भाषा में मेटाडाटा एनएनएनआरएमएस पोर्टल द्वारा प्रकाशित हुआ। इसरो के www.nnrms.gov.in पोर्टल पर सारे जीआईएस लेयर याने परत का सम्पूर्णत: विवरण राजभाषा में है। इस कार्य को पूरा करने में लगभग एक साल लग गया। इसकी विशेषताओं के बारे में लेख प्रस्तुत किए गए है। इस लेख में मेटाडाटा के अलावा भारतीय नागरिक को हिंदी में नक़्शे ऐसे पोर्टल या अन्य पोर्टल जैसे वेदास पोर्टल द्वारा किस प्रकार प्रस्तुत हो इस के बारे में लिखने का प्रयास किया है। अंग्रजी में पोर्टल को बनाना जैसे बहुत आसान है उसी तरह हमारी राजभाषा में पोर्टल बनाना उतना ही सरल यूनिकोड से हुआ है। वेदास का मुख्य उद्देश डिजिटल इंडिया के अंतर्गत सभी स्थानीय कार्यों को ले आने का प्रयास रहेगा। इस प्रयास में राजभाषा को हमें उपयोग में लाना है। जीआईएस में संशोधन हमारी तकनीकी क्षमता को गति देता है और आम आदमी तक उसे पहुँचाने के लिए राजभाषा का प्रयोग हमारी प्रथम प्राथमिकता होगी।

शब्द संकेत – जीआईएस, पोर्टल, स्थानिक डाटा, राजभाषा

प्रस्तावना – इसरो के उपग्रह द्वारा मौसम विज्ञानी, भूप्रेक्षण, संचार, पर्यावरण एवं वेटलैंड, मरुस्थलीकरण स्थिति, ग्लेशियर इन्वेंट्री परियोजना आदि में योगदान महत्वपूर्ण है। इन उपग्रह की सहायता से उपलब्ध आंकड़े, चित्र एवं अन्य सूचना से भारतीय का जीवन में काफ़ी योगदान है। इस सूचना को जीआईएस और स्थानिक डाटा एनलीसिस के द्वारा उपयुक्त माहिती का निर्माण जरूरी है। जैसेकि कि जीआईएस और स्थानिक डाटा एनलीसिस सुरवात ५० साल पहले स्थानीय शास्त्र का नया पडाव के स्वरूप में हुआ। उस समय कइ कम ने ही सोचा होगा कि कोम्प्लेस्क ग्राफिक नकशे को कंप्यूटर के आधार पर प्रोसेस करना पडेगा। हालाकि ज्यादातर सोफ्टवेयर अंग्रेजी में पाए जाते है, यही एक बड़ी चुनौती कई साल पहले थी, परन्तु इसरो के कई पोर्टल को हिंदी में प्रस्तुत करते वक्त हमने इस चुनौती पर मात देने की कोशिश की। आज के समय डाटा को एक तो यूनिकोडित करना या अंग्रेजी के साथ अन्य भाषाओं में माहिती का उपलब्ध करना सबसे बड़ी चुनौती है।

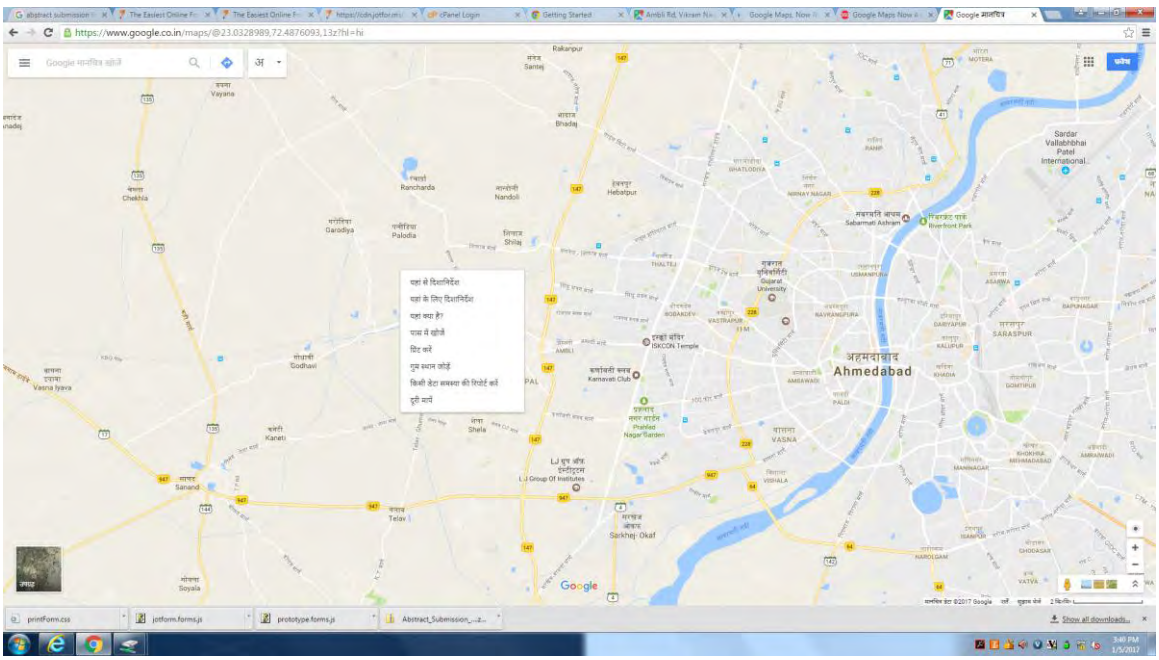
उसी समय गणितिय और संख्या शास्त्र में काफी काम किया गया। यह ग्रुप स्थानिकी मोडेल में जैसे टाइम सीरिस एनलिसीस, ऑटोरेग्रेसिव मोडेल में हमेशा नयी तकनीकी का प्रयोग करते है, परंतु वेब मैप सर्विस जिसे डिसीजन के लिए इस्तमाल किया जाता है उसमें सहयोग कम दिखायी देता है। वेदास का मुख्य उद्देश डिजिटल इंडिया के अंतर्गत सभी स्थानीय कार्यों को ले आने का प्रयास रहेगा। जीआईएस में संशोधन हमारी तकनीकी क्षमता को गति देता है और वेदास में सभी संशोधीत कार्यों को संघटित करने का उदेश है। अगर डेटा एनालिसीस को ध्यानपुर्वक देखा जाये तो कई कठिनाइयाँ उसके रिसल्ट को वेब प्रस्तुती में लाने में आती है। (Zhang and Goodchild, 2002)) के अनुसार यह उचित होगा की उसे किसी एप्लिकेशन के स्वरूप में लाये। तरह तरह के एप्लिकेशन वेदास में हमने एकत्रित करने का प्रयास किया है। जैसे, भू प्रेक्षण, प्राकृतिक संसाधन, ध्रुवीय विज्ञान, समुद्री बर्फ संभाव्यता, अंटार्कटिका, वायुमंडलीय एवं समुद्री विज्ञान, मॉसडेक, नई एवं नवीकरणीय ऊर्जा, सौर एवं पवन ऊर्जा, वनस्पति एवं फसल मॉनीटरन इत्यादि।

चुनौतियां –

गूगल मैप हम अक्सर विविध कार्य के लिए उपयोग में लाते हैं। जैसे किसी जगह की जानकारी एवं अन्य माहिती के लिए होता है। हिंदी में गूगल मैप उपलब्ध है, जिसे चित्र-1 में दर्शाया गया है। नक़्शे में अंग्रेजी शब्द को हिंदी में सरलता से कनवर्टर का उपयोग से लाने की कोशिश की है। परन्तु इसमें ज्यादातर गलतियों की संभावनाएं है, जैसे

अनुक्रमणिका

"साबरमती" को "सबरमती" ट्रांसलेट किया है। इस तरह के कनवर्टर को ओपरेशनल अंतरजाल के कार्य में उपयोग में लाना नुकसानदायक रहेगा।

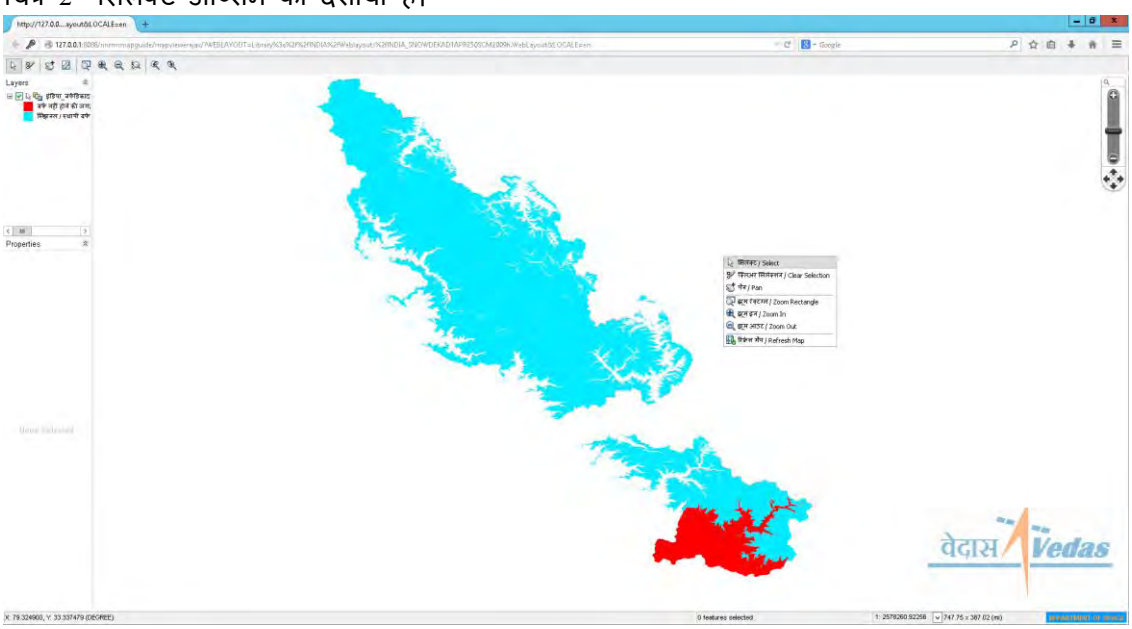


चित्र -1: गूगल का हिंदी संस्करण

इस लेख में हमने प्रोप्रायटरी सोफ्टवेयर औटोदेस्क को उपयोग में लाके हिंदी में नक़्शे लाने का प्रयास किया है। इसमें आसानी से सारे लिंक एवं ज्यादा से ज्यादा माहिती को हिंदी भाषा में लाया जा सकता है।

हमने उदाहरण के तौर पर बर्फ की जानकारी देने वाले एक नक़्शे को उपयोग में लाया है। इस में हर तरह के टूल को जैसे की सिलेक्ट, झूम इन को हिंदी में प्रदर्शित करने का प्रयास किया है।

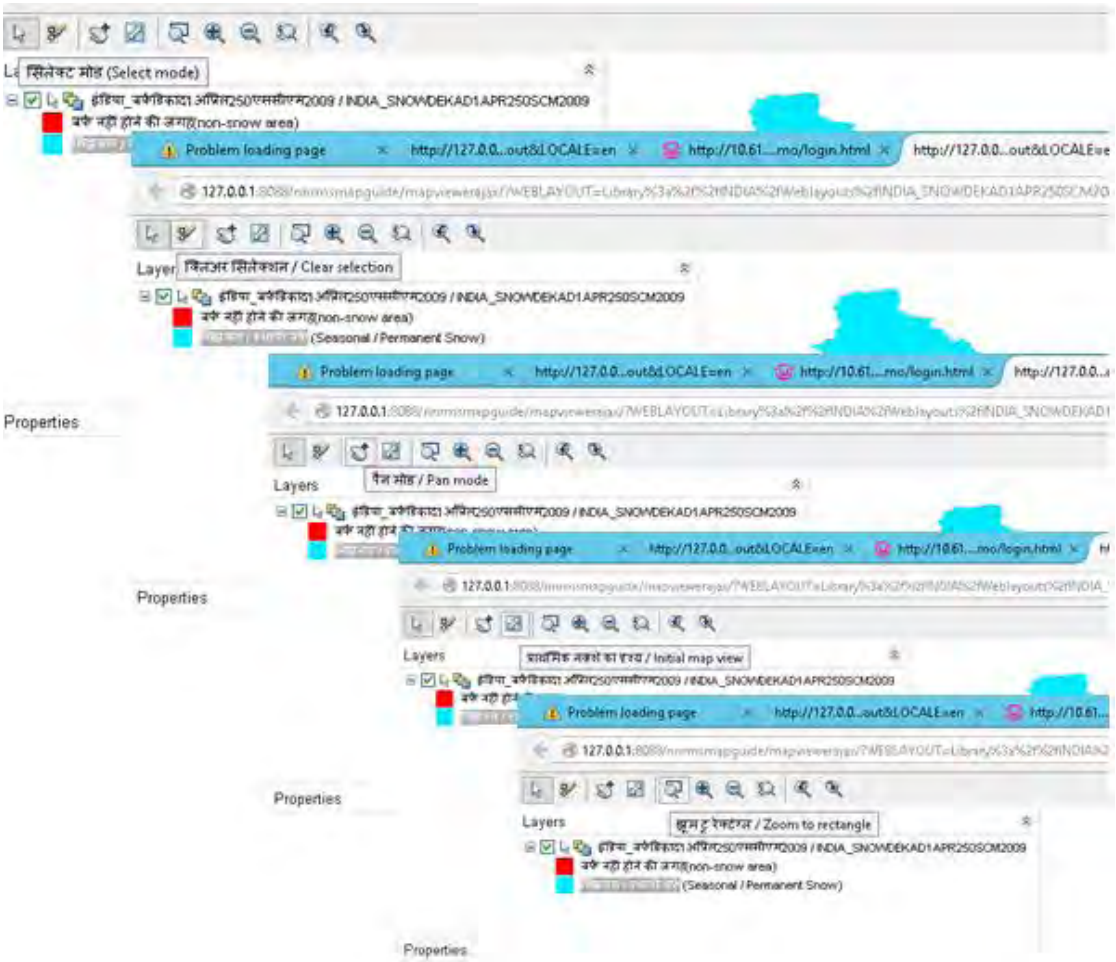
चित्र 2- सिलेक्ट ओप्शन को दर्शाया है।



चित्र 2- सिलेक्ट ओप्शन

अनुक्रमणिका

इसी तरह अन्य टूल को प्रदर्शित कराया गया है, जैसे की चित्र 3 में दर्शाया गया है।



चित्र 3 – अन्य टूल

ज्यादातर वेब पर नक़्शे के टूल का नाम आसानी से बनाया जाता है, परन्तु स्थानिक माहिती जिसे हिंदी में दर्शाना एक बड़ी उपलब्धी है जिसे हमने सोफ्टवेयर औटोदेस्क को उपयोग कर आसानी से तैयार किया जिसे चित्र ३ में लेगेंड के साथ दिखाया है। भारत में ई-शासन पहल ने नागरिक केंद्रित सेवाओं पर जोर देने प्रयास किया इसमें राजभाषा को उपयोग लाने से अधिक लाभ होगा। डिजिटल इंडिया कार्यक्रम का विज़न तीन प्रमुख क्षेत्रों पर केंद्रित है:

(1) प्रत्येक नागरिक को सुविधा/उपयोगिता के रूप में डिजिटल बुनियादी ढ़ांचा
(2) मांग पर आधारित शासन और सेवाएँ
(3) नागरिक की डिजिटल अधिकारिता

जैसा की प्रथम में बुनियादी ढ़ाचा को उल्लेखित किया है, अगर यह ढाचा हिंदी में बनाएंगे तो हमें ज्यादातर नागरिकों तक उसे सरल भाषा में अंतरजाल से पहुँचाया जा सकता है।

सरकारी कार्यालय में इस नक़्शे को बनाने के लिए अच्छे टूल की जरुरत है। इस लेख में बताये गए टूल से ऐसे कार्य संभव है।

जैसा की लेगेंड चित्र 3 में दर्शाया, उसी तरह डाटा के शीर्षक को हिंदी में बताया तो उस नक़्शे को हमें पूर्णताः हिंदी में लाने में मदत होगी। चित्र 4 में वर्णन जो एक फ़ील्ड डाटा से कुरी द्वारा लाके उपभोक्ता को हिंदी में प्रदर्शित प्रोपर्टीज विंडोज की जा सकती है। हमने इस तरह का प्रयास इस लेख में किया है, जो एक उल्लेखनीय कार्य सिद्ध है। हमने सैक

अनुक्रमणिका

के एनएनआरएम्एस के अंतराजाल में सम्पूर्ण रूप से मेटाडाटा को राजभाषा में प्रदर्शित किया है जिसे सैक के वेबसाइट पर देख सकते है।



चित्र 4 - फ़ील्ड डाटा प्रोपर्टीज विंडोज

निष्कर्ष -

इस लेख में स्थानिक डेटा को राजभाषा में किस प्रकार प्रदर्शित किया जा सकता है, इस बारे में कार्य करने का प्रयास किया है। मौजूदा स्थानिक डेटा का उपयोग करके वेदास का प्रयास हिंदी में नक़्शे उपयोग करने का रहेगा। इस पत्र द्वारा यह सूचित करना चाहते है की, डिजिटल इंडिया का मुख्य उद्देश साध्य करने के लिए इस प्रकार का अंतराल जाल की आवश्यकता है और उस दिशा में कार्य चल रहा है।

संदर्भ -

औटोदेस्क सोफ्टवेयर मैनुअल।

एन एन आर एन एस अंतरजाल।

आभार - हिंदी तकनीकी संगोष्ठी 2017 में अपने लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र को हार्दिक धन्यवाद। हिन्दी राजभाषा संगोष्ठी में यह लेख वेदास के राजभाषा स्वरुप को प्रस्तुत करता है। इस लेख को सुंदर रूप देने में सहायता, प्रोत्साहन और समर्थन के लिए लेखक समूह-प्रधान, वीआरजी/ईपीएसए एवं प्रधान, सीजीडीडी का आभारी है। इसके अलावा, इस काम के लिए सुविधाएं उपलब्ध कराने और समय पर सहायता प्रदान करने के लिए, निदेशक सैक और उप-निदेशक, ईपीएसए का भी आभार व्यक्त करते है।

लेखक परिचय :-



राजेंद्र नि गायकवाड, ने वर्ष **1999** में इसरो के आरआरएसएससी जोधपुर केंद्र से कार्य आरंभ किया। वर्तमान में वह सीजीडीडी/वीआरजी /ईपीएसए, अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र में कार्यरत है। इसरो और एन एस डी आई द्वारा एनएसडीआई मेटाडाटा 2.0 स्टैंडर्ड बनाने एवं एनएनआरएमएस पोर्टल में महत्वपूर्ण योगदान रहा है।

***

अनुक्रमणिका

राजभाषा सत्र

इसरो में राजभाषा का प्रयोग : चुनौतियाँ एवं समाधान

अर्पिता गजरिया
ओ.डी.पी.डी / एस.आई.पी.जी

पूजा कक्कड
एम.डी.पी.डी / एस.आई.पी.जी

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (*सैक*),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (*इसरो*)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश:

इसरो एक भारत सरकार के द्वारा संचालित संगठन है जो कि राजभाषा अधिनियम के अंतर्गत लागू सभी नियमों का सफल अनुपालन करता है। इसरो की तकनीकी सफलताओं को भारत के हर निवासी तक पहुँचाने के लिये राजभाषा को प्रचार-प्रसार की भाषा बनाना होगा। परन्तु क्या सिर्फ नियमों के अनुपालन से यह संभव है? क्या राजभाषा का प्रयोग इतना सरल है? सन 1950 में हिन्दी को राजभाषा घोषित करने के बाद आज 60 वर्ष से भी अधिक बीत गये हैं पर हम राजभाषा को उसका गौरव प्राप्त कराने में संपूर्णत्या सफल नहीं हो पाये हैं। यह अत्यंत दु:खद है कि सरकार को राजभाषा के प्रयोग को प्रोत्साहन देने के लिये पुरस्कार राशि देने की घोषणायें करनी पड़ रही हैं। वो कौनसी ऐसी अड़चने हैं जो हमारे मनोबल को कम कर देती हैं और हमें राजभाषा के सफल प्रयोग से परे कर देती हैं। इस आलेख में इसरो में हिन्दी के प्रयोग में आने वाली चुनौतियों पर प्रकाश डालने का प्रयास किया गया है। इसके साथ ही यथोचित समाधानों को भी दर्शाया गया है।

1. प्रस्तावना :

पूर्व प्रधानमंत्री स्वर्गीय श्री पी.वी. नरसिंहराव ने लिखा है 'विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में विदेशी भाषा से कोई राष्ट्र न तो मौलिक ढंग से विकास कर सकता है और न तो अपनी विशिष्ट वैज्ञानिक एंव प्रौद्योगिकीय पहचान बना सकता है। विदेशी भाषा से अनुवाद की बैसाखी का सहारा भी अधिक समय तक नहीं लिया जा सकता है।'

स्वतंत्रता के बाद सर्वाधिक बोली जाने वाली हिन्दी भाषा को समृद्ध और प्रयोज्य बनाने के लिए भारत सरकार ने कई परियोजनाएँ बनाईं, संस्थान खोले, जैसे- वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग, केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय, केन्द्रीय हिन्दी संस्थान, अंतर्राष्ट्रीय हिन्दी विश्वविद्यालय इत्यादि। राजभाषा हिन्दी के प्रयोग संवर्धन के लिए भारत सरकार में राजभाषा विभाग खोला गया। लेकिन अंग्रेजी बढती गई, और आज सॉफ्टवेयर जनशक्ति का विशिष्ट गुण बन गई है, जो भारत को सूचना प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में महाशक्ति बनाने में सहायक कही जाती है।

आज के युग में विज्ञान के ज्ञान को भारत के जन साधारण तक पहुंचाना बेहद महत्वपूर्ण है। विज्ञान के सरल ज्ञान को जन-जन तक पहूंचाना विदेशी भाषा द्वारा संभव नहीं है।

2. हिन्दी की विलुप्ति के कारण पर एक नजर :

भाषा अभिव्यक्ति का सर्वोत्तम माध्यम है। भाषा के द्वारा मनुष्य सामाजिक संसाधनों का उच्चतम प्रयोग करने में सक्षम रहा है। भारतीय गणराज्य विश्व का चौथा ऐसा देश है जहां सर्वाधिक भाषाओं का प्रयोग किया जाता है। प्राचीन काल में हिन्दी भाषा का राजकीय काम-काजों में उपयोग किया जाता था। राजपूत साम्राज्य सभी राजकीय पत्राचार हिन्दी भाषा में करते थे।

2000 वर्ष पहले भारत विश्व में विज्ञान का गुरु समझा जाता था। आक्रमणकारियों ने हमारी संस्कृति, हमारी भाषा, हमारा धर्म सब दूषित कर दिया। सर्वप्रथम मुगल राजाओं ने हमारे यहाँ प्रवेश किया। मुगलों के प्रवेश के बाद फारसी भाषा को प्रोत्साहन मिलने लगा। हिन्दी शब्द का विकास भी फारसी भाषा से ही हुआ है। उनके आने के पश्चात हिन्दी का अपभ्रंश अवश्य हुआ परन्तु उन्होनें हिन्दी भाषा को राजभाषा की द्वितीय भाषा के रूप में सम्मान दिया।

मुगलों के पश्चात अंग्रेजों ने भारत में प्रवेश किया। उनके आने के बाद मानो हिन्दी का अंत ही हो गया। विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी की जानकारी की विपुलता एवं सुलभता के कारण अंग्रेजी भाषा सशक्त होती चली

अनुक्रमणिका

गई। प्रशासन की पहुँच के लिए भी अंग्रेजी की जानकारी आवश्यक हो गई। मनोबल का ह्रास होने लगा, भाषा का पतन और विज्ञान का तिरोभाव। जन-मानस की तदनुसार मनोवृत्ति परिवर्तित हुई और अंग्रेजी के प्रति आकर्षित होने लगा। विद्यालयों में बदलाव आया और वे हिन्दी भाषा को दीन भाव से देखने लगे। विश्व में अपनी पहचान बनाने के लिये अंग्रेजी भाषा का प्रचलन शुरू हुआ। अभिभावक अंग्रेजी विद्यालयों को बढावा देने लगे। अन्ततः हिन्दी जन-सामान्य की बोल-चाल की भाषा ही बन कर रह गयी। लेखन में घटते उपयोग के कारण जन साधारण की हिन्दी में निपुणता कम होती चली गई।

चित्र सं 1 में दर्शाये, सन् 2016 में हुई जनगणना के अनुसार भारतीय गणराज्य में करीब 45 प्रतिशत जनसंख्या हिन्दी भाषा से परिचित है तथा हिन्दी का सुगम्य उपयोग करती है। भारत के चार प्रमुख दक्षिणी प्रदेश तथा कुछ पूर्वी प्रदेश ऐसे हैं जहाँ पर हिन्दी का लघुत्तम उपयोग किया जाता है। कई प्रांतों में हिन्दी पुस्तकों का समावेश कक्षा तीन के बाद किया जाता है। जिसके फलस्वरूप बालकों की हिन्दी में रुचि घट जाती है। ऐसी परिस्थिति में हमारा कर्तव्य है कि हम हिन्दी भाषी जनता का विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी में ज्ञान संवर्धन करें। तथा अहिन्दी भाषियों को भी हिन्दी के प्रयोग के लिये प्रोत्साहित करें।



चित्र सं 1

3. चुनौतियाँ :

हिन्दी हमारे बोल-चाल की भाषा अवश्य है परन्तु लिखित रूप में उसमें पारंगता बहुत ही काम लोगों को प्राप्त है। अंग्रेजी भाषा का उपयोग तकनीकी रिपोर्ट लेखन में सुगम एवं सहज है। यह कहना अतिश्योक्ति नहीं होगा कि इसरो में होने वाले काम-काज का प्रस्तुतिकरण हिन्दी भाषा में करने के लिये बहुत्तम अभ्यास की आवश्यकता होगी। राजभाषा के भरसक प्रयोग में प्रमुख अवरोधों का निम्नलिखित कुछ मुख्य बिंदुओं के आधार पर अवलोकन करते हैं।

3.1 कर्मचारियों की विभिन्नता :

इसरो एक एसा संगठन है जहाँ देश के विभिन्न प्रान्तों से लोग भर्ती किये जाते हैं। देश में इंजिनीयरिंग व मेडिकल की पढ़ाई का माध्यम अंग्रेजी होने के कारण इसरो में हिन्दी प्रदेशों से आये वैज्ञानिक भी शोध से संबंधित कार्य को हिन्दी में नहीं कर पाते हैं। ऐसे प्रांतों से आये लोग जहाँ हिन्दी क प्रयोग नगण्य है उन सभी को साथ लेकर चलते हुए ही हम प्रगति कर सकते हैं। ऐसी परिस्थिति में जहाँ पर हिन्दी प्रान्तों के कर्मचारी भी हिन्दी को कामकाज की भाषा बनाने में विफल हैं, वहाँ अहिन्दी प्रान्तों के कर्मचारियों द्वारा हिन्दी को समझ कर उसको मौखिक एवं लिखित रूप में प्रयोग करने की अपेक्षा करना गलत है।

3.2 प्रोजेक्ट मोड में कार्य :

इसरो में हिन्दी भाषा के प्रयोग में दूसरी बड़ी चुनौती है- प्रोजेक्ट मोड में काम करते हुए समय की अनुपालना। पिछले कुछ वर्षों में इसरो अति तीव्रता से उपग्रहों का विमोचन कर राहा है। यह इस बात को दर्शाता है कि हम कम समय में अधिक से अधिक उत्पादन की ओर हमारे कदम बढ़ा रहे हैं। तकनीकी शब्दकोश की उपलब्धि होने के बावजूद उन शब्दों को ढूंढ़ कर उनका प्रयोग समय की पाबंदी के रहते कर पाना कठिन है।

अनुक्रमणिका

किसी भी प्रोजेक्ट के जीवन काल में कई डोक्यूमेंट बनाये जाते हैं। बी.डी.आर, पी.डी.आर, सी.डी.आर जैसे कई विस्तृत डोक्युमेंट को हिन्दी में लिख पाना अपने आप में एक बहुत बड़ी चुनौती है। ये कुछ ऐसे डोक्युमेंट हैं जिन पर पूरे मिशन की सफलता आश्रित होती है। भाषा के अज्ञान के कारण इनमें होने वाली त्रुटि पूरे मिशन को विफल कर सकती है। इस बात से भयभीत हो कर्मचारी हिन्दी में डोक्युमेन्टेशन से कतराते हैं। इसके साथ दूसरा मुख्य कारण यह भी है कि राजभाषा में लिखे डोक्युमेंट समझने वालों की भी कमी है।

3.3 अंर्तराष्ट्रीय प्रकाशन में कठिनाई :

हिन्दी में लेखों को प्रकाशित करने में कठिनाई तथा उन्हें पढ़ने में रुचि की कमी भी इस बात का मुख्य कारण है कि हिन्दी में लेख नहीं लिखे जा रहे हैं। अंर्तराष्ट्रीय स्तर पर प्रकाशित होने वाले लेखों में हिन्दी भाषा की अस्वीकृति भी हिन्दी में लेखों के लिखे जाने में अवरोधक है। इसरो के बहुत सारे प्रोजेक्ट अंर्तराष्ट्रीय ऐजेंसियों के साथ साझेदारी में चल रहे हैं। इसके रहते भी हम मात्र हिन्दी में सोच विचार कर हिन्दी में ही लिखें एक जटिल कार्य है।

3.4 इसरो केन्द्रों का फैलाव :

प्रशासनिक कार्यों को भी पूर्णतया हिन्दी में न कर पाने का सबसे प्रमुख कारण इसरो का कोस्मोपोलिटन होना ही है। विभिन्न भूखंडों में फैले होने की वजह से प्रशासनिक कार्यों को भी पूर्णतया हिन्दी में कर पान कठिन है। इंटर सेंटर संप्रेषण में होने वाला व्यवहार अंग्रेजी में सहजता से हो जाता है। अंग्रेजी में संचार कौशल के कारण इसरो हिन्दी को संपूर्णतया प्रयोग करने में विफल है।

3.5 हिन्दी विभाग का आश्रय :

इसरो के हर सेंटर में हिन्दी विभाग अवश्य मौजूद है परन्तु सिर्फ हिन्दी विभाग पर निर्भर रह कर राजभाषा के प्रयोग पर जोर नहीं दिया जा सकता। एक सेंटर में काम करने वाले तीन हजार कर्मचारियों के बीच में हिन्दी विभाग के तीन से चार अफसर होते हैं। एक साल में करीब हजार से भी ज्याद तकनीकी डोक्यूमेंट पूरे सेंटर में लिखे जाते होंगे। ऐसी परिस्थिति में केवल हिन्दी विभाग पर आश्रित रहना गलत है।

4. समाधान :

आवश्यकता इस बात की है कि हिन्दी का प्रयोग सर्वप्रथम मौखिक रूप से बढाया जाये। इसरो के अंदर तकनीकी काम के अलावा जो भी अन्य काम हैं उन सब को अनिवार्य रूप से हिन्दी में करने के लिये नियम बना लेने चहिये। ऐसे कर्मचारी जो कि हिन्दी प्रांतों से हैं उन्हें अनिवार्यतया प्रशासनिक कार्य जैसे कि छुट्टी का आवेदन पत्र भरना, इंडेंट फार्म भरना, ट्रांसपोर्ट बुकिंग करना इत्यादि हिन्दी में करने के लिये आदेश दिये जाने चहिये। सारे प्रशासनिक पत्रों को द्विभाषी बना देना चहिये। साथ ही यह भी अनिवार्य होना चहिये कि द्विभाषी फार्म को दोनों भाषाओं में भरा जाये। ऐसा करने से हिन्दी से अनभिज्ञ कर्मचारी भी लिखे हुए संदेश का अनुग्रहण करने में समर्थ होंगे।

4.1 हिन्दी अनुवादक

अगर सरकार की अनुमति से इसरो के हर विभाग या फिर क्षेत्र में एक हिन्दी अनुवादक नियुक्त कर दिया जाये जो कि उस क्षेत्र में होने वाली गतिविधियों को हिन्दी में प्रस्तुत करे तो संभव है कि हम आने वाले कुछ सालों में तकनीकी पेपरों को आम जनता तक पहुँचा पायें।

4.2 वैज्ञानिकों द्वारा प्रशासनिक कार्य

शुरुआती तौर पर फाइलों पर टिप्पण हिन्दी में किया जा सकता है। कुछ छोटी बातों का ध्यान रख कर जैसे कि अपना नाम, पद नाम, विभाग, प्रभाग इत्यादि को हिन्दी में लिख कर हम हमारी राजभाषा को विलुप्ति से बचा सकते हैं। सभी कर्मचारियों को इस बात के लिये अवश्य प्रेरित करना चहिये। छोटे-छोटे पत्राचार, टिप्पण में सरल हिन्दी के प्रयोग से प्रारंभ कर हमें राजभाषा के प्रयोग को आगे बढाना चाहिये।

4.3 Out-reach गतिविधियाँ

हमें इस बात का विशेष ध्यान रखना होगा कि हमारी वो गतिविधियाँ जो कि जन-मानस से सीधे संबंधित हैं उन्हें हम अवश्य द्विभाषी बनायें। जैसे कि प्रदर्शनी से संबंधित हर वैज्ञानिक लेख, वीडिओ को हम हिन्दी में भी बनायें। हिन्दी को हीन भाव से नहिं बल्कि गौरवता से देखें। आवश्यकता है कि इसरो में काम करने वाले हर वैज्ञानिक को प्रेरित किया जाये कि वह वर्ष में कम से कम एक लेख हिन्दी में अवश्य लिखे जो

अनुक्रमणिका

कि देश के नव-युवक की विज्ञान में रुचि बढाये और देश के ऐसे युवक जो कि अंग्रेजी भाषा के बोध के अभाव के फलस्वरूप तकनीकी विषयों में अभिरुची खो देते थे वह भी अब अपनी बौधिक शक्ति का प्रयोग देश के विकास में करने में समर्थ हो पायें।

4.4 देवनागरी में ई-मेल

देवनागरी में कंटेट क्रियेशन और वेब सर्विस इंटीग्रेशन और XML आदि मानकों पर भी काम किया जाए। ई-मेल को हिन्दी में भी उपलब्ध कराया जाये। इसरो के जो भी इन्ट्रानेट पेज हैं उन्हें द्विभाषी अवश्य किया जाये। द्विभाषी करने के साथ- साथ यह भी आवश्यक है कि हम डिफाल्ट मोड में हिन्दी में ही प्रदर्शित करें। ऐसा करने से कर्मचारीयों का हिन्दी ज्ञान वर्धन होगा और राजभाषा में रुचि बढ़ेगी। यदि हम कोई ऐसा सोफ्टवेर बना सकें जो कि किसी भी डोक्यूमेन्ट का हिन्दी में अनुवाद करने में सहायक हो तो वो हमारी राष्ट्र को बहुत ही कीमती भेंट होगी।

4.5 इसरो के बाहर भी बदलाव - मिश्रित मोड में पढ़ाई

इसरो में बदलाव के साथ-साथ देश में बदलाव की भी आवश्यकता है। प्राथमिक शिक्षा में विज्ञान का अध्ययन लोक भाषा हिन्दी में भी करवाना आवश्यक है। आई टी आई, डिप्लोमा और उच्च शिक्षा के प्रथम वर्ष से ही पढ़ाई अंग्रेजी - हिन्दी मिश्रित मोड में हो।

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के विभिन्न क्षेत्रों में हो रही शोध को राजभाषा हिन्दी में प्रकाशित पत्रिकाओं में सावधि सम्मिलित किया जाये। इनमें प्रकाशित लेखों को प्राथमिक वरीयता दी जाए। विद्यार्थियों के लिए वैज्ञानिक प्रश्नावलियों का हिन्दी में आयोजन किय जाये।

भारत को चीन, जर्मनी, फ्रांस, रूस जैसे देशों से शिक्षा लेनी चहिये जो की अपनी मातृभाषा का प्रयोग करके विश्व में अपना आधिपत्य स्थापित किये हैं।

5.0 उपसंहार :

जीवन के प्रत्येक क्षेत्र को अभिव्यक्त करने के लिये सदैव चुनौतियों का सामना करना ही होता है। आज हमारी राजभाषा को जीवित रखने के लिये हमें कई चुनौतियों का सामना करना पड़ रहा है। परन्तु निरंतर कोशिश से हम हमारे हित में राजभाषा को प्रबलता प्रदान करने में अवश्य ही सफल होंगे। देश को एक सूत्र में बांधने के लिये, तथा देश की अधिकांश जनता को विज्ञानोन्मुख करने के लिये हमें हमारी राजभाषा को सहर्ष स्वीकारना होगा।

संदर्भ

1. http://bharatdiscovery.org/india/
2. http://www.ugtabharat.com/category/editorials/philologist-and-official-language-hindi-60813

लेखक परिचय :

अर्पिता गजरिया (लेखिका): लेखिका ने सन 2002 में इलेक्ट्रोनिक्स एंड कम्यूनिकेशन मे बी. ई. की है। लेखिका 2004 में विक्रम साराभाई अन्तरिक्ष केन्द्र में इसरो में भर्ती हुई । वर्ष 2007 से यह अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में कार्यरत है। यह इसरो के विभिन्न ऑप्टिकल डाटा की प्रोसेसिंग में कार्यशील हैं।

पूजा कक्कड (सह- लेखिका): लेखिका ने सन 2009 में कम्प्यूटर इंजिनियरिंग में बी.टेक की है। वर्ष 2009 से यह अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में कार्यरत है। यह इसरो के विभिन्न माईक्रोवेव डाटा की प्रोसेसिंग में कार्यशील हैं।

आभार :

लेखिका निदेशक सैक श्री तपन मिश्रा जी को आभार व्यक्त करती हैं जो कि केन्द्र में हिन्दी के प्रयोग पर जोर देते हैं। श्री डी. धर ग्रुप निदेशक ओ.डी.पी.डी को हार्दिक आभार कि उन्होंने इस कार्य को करने के लिये अनुमति प्रदान करी। श्री कीर्ति पढिया व श्री अखिलेश शर्मा का आभार कि उन्होंने इस लेख को इसका वर्तमान स्वरूप प्राप्त करने में सहायता प्रदान करी। लेखिका हिन्दी विभाग सैक के कर्मचारी श्री त्रिवेदी जी जिन्होंने डाटा प्रदान किया, श्रीमती नीलू जी, श्री सोनू जी, रजनी सेमवाल जी सभी को उनकी तत्पर सहायता के लिय धन्यवाद ज्ञापित करती हैं। इसके साथ ही लेखिका उन सभी लोगों की कृतज्ञ हैं जिन्होंने सापेक्ष या निरपेक्ष रूप में सहायता की है।

अनुक्रमणिका

जनता तक पहुँच के लिए अंतरिक्ष विज्ञान

जन - जन में विज्ञान

(चंदन सिंह, सहायक, एमएसटीजी, एमआरएसए)
(अजहर आलम, सहायक, भर्ती, पीजीए)
(संतोष गव्हाणे,एमपीपीजी, डेकू)
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

प्रस्तावना- *इस लेख में इसरो द्वारा विभिन्न संस्थानों, स्कूली छात्रों को अंतरिक्ष ज्ञान से अवगत कराने के चल रहे कार्यक्रमों एवं भविष्य की रणनीतियों पर विचार किया गया है। रिपोर्टों के अनुसार भारतीय अंतरिक्ष स्पेस एजेंसी पब्लिक आउटरीच में कुल इसरो बजट का सिर्फ 0.0002 फीसदी ही खर्च करती है जो नासा की तुलना में नगण्य है। वैश्विक स्रोतों पर नजर डालते हुए इस लेख में इसरो की गतिविधियों पर प्रकाश डालने की कोशिश की गई है।*

सारांश - *विज्ञान का जन-संचार कर मानव कल्याण हेतु विकास का मार्ग आसान हो सकता है। भारत महाप्रतिभाशाली व्यक्तियों की जन्मभूमि रही है, आर्यभट्ट की जीरो की खोज से लेकर नवीनतम गॉड पार्टिकल की खोज भारतीय वैज्ञानिकों की ही देन रही है। इसरो के मंगलयान एवं 104 उपग्रहों को एक साथ प्रक्षेपित करने के विश्व कीर्तिमान के बाद भारत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में भी एकाधिकार प्राप्त कर चुका है। विज्ञान की सही दिशा में यात्रा कर ही समाज का सर्वांगीण विकास एवं प्रकृति के अवांछनीय बदलाव पर नियंत्रण किया जा सकता है। अंतरिक्ष विज्ञान को लोगों में जागरुकता फैलाकर हम देश में व्याप्त गरीबी, पर्यावरणीय बदलाव, आपदा के प्रभाव को नियंत्रित कर सकेंगे। अत: वैज्ञानिक समुदाय का यह एक आवश्यक कर्तव्य भी है कि वह जन-समुदाय को विश्व में हो रही गतिविधियों से अवगत कराए एवं इससे जुड़ने के लिए उत्साहित करे।*

प्राचीन समय से ही भारत अंतरिक्ष वैज्ञानिकों, दार्शनिकों, वेदशास्त्रियों, कला, गणित, नीति, वैधशास्त्रियों के अनेक विद्वानों एवं विशेषज्ञों की जन्मभूमि रही है। आर्यभट्ट की '0' (जीरो की खोज) एवं दशमलव प्रणाली, वीराहण्का, गोपाला एवं हेमचन्द्र की फाईबोनीकी की क्रम एवं संख्या, पिण्गला की पुस्तक चंद्रहस्त्रा में दिव्आधारी संख्या (Binary Number System), भास्कर की बीजगणित, कनद की अनु-परमाणु सिद्धांत (जो कि जॉन-डाल्टन से सैकड़ों वर्ष पहले संपादित हुई थी), आर्यभट्ट का सूर्य केंद्रीय सिद्धांत, टीपू सुल्तान का लौहयुक्त रॉकेट (जो कि द्वितिय विश्व युद्ध में प्रयोग किया गया था)। इसके अलावा और अनेकों भारतीय वैज्ञानिक जैसे- जगदीशचंद्र बोस के सूक्ष्मतरंगीय सिद्धांत, आर चंद्रशेखर, श्रीनिवास रामानुजन की बरनौली प्रमेय, सी.वी. रमण का प्रकाश प्रकीर्णन का सिद्धांत जो कि बाद में चलकर "रमन प्रभाव" के नाम से जाना जाने लगा, सत्येन्द्रनाथ बोस का बोसोन सिद्धांत (जो दुनिया में गॉड पार्टिकल के नाम से विख्यात हुआ), शांति स्वरूप-भटनागर, होमी जहाँगीर भाभा, एस चंद्रशेखर, हरगोविन्द खुराना, हरीश चंद्रा एवं विक्रम ए. साराभाई इत्यादि वैज्ञानिकों ने भारत को 'वैश्विक पहचान' दिलाने में अपना अमूल्य योगदान दिया। जिनके बनाए हुए आधार पर आज हम विश्व के शिखर पर परचम लहरा रहे हैं। ऐसे वैज्ञानिकों की उत्प्रेरणा से हम भारतीयों में विज्ञान एवं अंतरिक्ष विज्ञान के प्रति ऐसा उत्साह भरा कि देश-विदेशों में भारत एक मिसाल बनकर उभर रहा है। ऐसा अनुमान है कि 12वीं सदी से लेकर 600 वर्षों तक विज्ञान-प्रौद्योगिकी पर 10 हजार पुस्तकें लिखी गयी।

हाल के वर्षों में अंतरिक्ष-प्रौद्योगिकी के क्षेत्रों में सामान्य जनता में भी तेज़ी से जागरुकता फैल रही है। इसरो ने भी अंतरिक्ष ज्ञान प्रदर्शनी पर निवेश की सीमा में बढोतरी की है ताकि स्कूलों, कॉलेजों एवं अन्य संस्थानों के विद्यार्थी एवं अभिभावकगण अधिकाधिक संख्या में निरंतर रूचि ले सकें। प्राचीनतम वेद ऋगवेद के अनुसार (एक श्लोक का भावंतर),

हम है दिव्यशक्ति के स्वामी,
बने अग्रणी नहीं अनुगामी,
अपने ही अनुभव के बल पर,
नए सृजन आधार बनाएं।

अनुक्रमणिका

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास

भारत में वैश्विक स्तर पर निम्नलिखित बिंदुओं के माध्यम से अंतरिक्ष उद्देश्यों की जागरूकता फैलायी जा रही है, जो कि स्पेस इंडिया प्रोग्राम का एक हिस्सा है

(i) अखिल भारतीय ऐस्ट्रायड खोज अभियान
(ii) सैली राईड अर्थकैम
(iii) वैश्विक खगोल सत्र
(iv) इंटरनेट दूरबीन योजना
(v) अंतरिक्ष वार्षिक सम्मेलन
(vi) कल्पना चावला अंतरिक्ष सेटेलमेंट
(vii) प्रोजेक्ट परिधि
(viii) राष्ट्रीय हाईड्रोरॉकेट्री प्रतियोगिता
(ix) विश्व अंतरिक्ष सप्ताह
(x) राष्ट्रीय विज्ञान दिवस

आजकल के दौर में अंतरिक्ष कार्यक्रम को जनता तक पहुँचाना अब और आम बात ही है। 2002 में खगोल एवं खगोल भौतिकी का अंतरकेंद्रिय विश्वविद्यालय (I.U.C.A.A.) ने राष्ट्रीय स्तर पर व्यापक प्रसार के लिए विभिन्न संस्थानों के साथ गठजोड़ स्थापित किए जिसमें नागपुर, थिरुवला (केरल), सिलीगुडी (प. बंगाल), फेरगुसन कॉलेज (पुणे) मुख्य रुप से जुड़े। 2004 में आई.यू.सी.ए.ए. (I.U.C.A.A.), पुणे ने "मुक्तांगन विज्ञान शोधिका" नामक शीर्षक द्वारा व्यापक पहल की जिसके तहत पुणे के विभिन्न स्कूलों में अंतरिक्ष विज्ञान की अनेक प्रतियोगिताएँ कराई गई। इसके उपरांत आई.यू.सी.ए.ए. (I.U.C.A.A.) खगोल विज्ञान की नोडल एजेंसी घोषित की गई। डिजीटल माध्यम ने इतना विकास कर लिया है कि अब यू-ट्यूब, फेसबुक, ट्विटर के सहारे अपनी सफलता एवं उद्देश्य को विस्तार दिया जा सकता है। अगर हम मंगलयान की बात करें तो मात्र 9 मास में इसरो के आधिकारिक फेसबुक पेज (@ISROOFFICIAL) को 313,498 लाइक मिले और इसरो ने आधिकारिक (@ISROOFFICIAL) ट्विटर पेज पर "बिगर एंड बेटर" टैगलाइन के साथ 151 ट्वीट भेजे एवं 9708 लोगों ने इसका अनुसरण किया। लेकिन हम इस संदर्भ में नासा से तुलना करें तो उसे 6.63 मिलियन यानी 66 लाख 30 हजार ने अनुसरण किया और 31 हजार ट्वीट किए गए। यूट्यूब के दर्शकगण की बात करें तो इसरो के मार्स मिशन की यूट्यूब की फिल्म को 43,944 ने देखा वहीं नासा की मार्स क्यूरोसिटी रोवर की "सेवन मिनट ऑफ टेरर" नामक फिल्म को 11 लाख लोगों ने देखा। अतः हाल में इसरो ने जनता में जागरुकता फैलाने के लिए मजबूत एवं ठोस कदम उठाए हैं परन्तु इसके लिए एक समर्पित टीम बनाने की आवश्यकता है, जो इसरो के योजना एवं उद्देश्य को हमेशा अद्यतन रखे। जनता में त्वरित प्रभाव एवं जागरूकता के लिए निम्नलिखित कदम उठाये जा सकते हैं :-

- आधिकारिक यू-ट्यूब (Youtube) चैनल, जिस पर भारत में हो रहे अंतरिक्ष कार्यक्रम की श्रृंखला नियमित रूप से प्रसारित हो।
- ज़्यादा से ज़्यादा संग्रहालय खोले जाएं जो भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की झलकियाँ पेश कर पाएँ।
- वैज्ञानिकों को फेस-बुक/ट्वीटर के माध्यम से भी लोगों के बीच अपडेट रहना होगा।
- इसरो को ऐसा ऑनलाइन प्लेटफार्म बनाने की आवश्यकता है जिससे उपग्रह प्रक्षेपण को आम लोग भी देख पाएँ।
- आधिकारिक ब्लॉग, साइट पर अपडेटेड सामग्री उपलब्ध कराते रहना होगा।
- ग्रहीय मिशन के लिए अलग से डाक्यूमेंटरी उपलब्ध करानी होगी।
- नासा की तर्ज पर इसरो को भी तरह-तरह की प्रतियोगिता, स्कूली बच्चों को इसरो शाखा में भ्रमण का निमंत्रण इत्यादि करना होगा।
- इसरो के मॉडल कुछ स्कूलों, कॉलेजों एवं अन्य संस्थानों में लगाना, जिससे बच्चे, विद्यार्थी देखकर उत्साहित हो सकें।

अनुक्रमणिका



चित्र(क) विक्रम साराभाई, अंतरिक्ष प्रदर्शनी में स्कूली बच्चे।
(स्रोत - सैक, अहमदाबाद)



चित्र(ख) मेक इन इंडिया प्राग्राम में इसरो की उपलब्धियाँ।
(स्रोत - मेक इन इंडिया पोर्टल, भारत सरकार)

ऊपर के चित्र (क) में सैक इसरो की नवीतम प्रौद्योगिकियों के साथ निर्मित विक्रम साराभाई अंतरिक्ष प्रदर्शनी आम जनता के लिए खोली गई और यह इतने कम समय में ही अहमदाबाद का हॉटस्पॉट टूरिज्म पड़ाव बनती जा रही है जिसमें प्रत्येक दिन सैकड़ों बच्चे अंतरिक्ष की गतिविधियों से अवगत होते हैं। वहीं चित्र (ख) में भारत सरकार के मेक इन इंडिया प्रोग्राम के तहत इसरो के स्टॉल पर हजारों व्यक्तियों ने हिस्सा लिया एवं इसरो में चल रही गतिविधियों से अवगत हुए। अंतरिक्ष विज्ञान अब इतना व्यापक हो चुका है कि इन्हें कई श्रेणियों में बांटा जा सकता है। जो पहले ब्रह्मांड के अध्ययन से जुड़े खगोल विज्ञान तक सीमित था, अब कुछ क्षेत्रों जैसे खगोल भौतिकी, गैलेक्सी विज्ञान, तारकीय विज्ञान, ब्रह्मांड विज्ञान, गैर-पृथ्वी ग्रह विज्ञान इत्यादि अलग अलग लगभग आठ श्रेणी में बाँटा गया है।

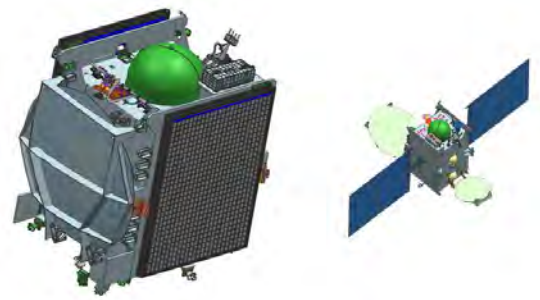
अलबर्ट ए. आइंस्टीन ने भी क्या खूब कहा है,
"Imagination is more important than knowledge. Knowledge is limited, imagination encircle the world."

भारतीय मानव अंतरिक्ष उड़ान कार्यक्रम ने हाल ही में भारतीय मानव अंतरिक्ष उड़ान कार्यक्रम द्वारा पृथ्वी की निचली कक्ष में प्रक्षेपण करने का प्रस्ताव है। जो कि जीएसएलवी मार्क-III पर घटित होगी। रिपोर्ट के अनुसार जिस प्रकार अमेरिकी अंतरिक्ष यात्री को एस्ट्रोनॉट, रुसी के अंतरिक्ष यात्री को कॉस्मोनॉट और चीन के अंतरिक्ष यात्री को टैक्नॉट कहा जाता है, उस प्रकार भारत के अंतरिक्ष यात्री को व्योमनॉट कहा जा सकता है।

भारत के अंतरिक्ष कार्यक्रमों में जनता की रूचि में हाल के वर्षों में बेहताशा वृद्धि हुई है लेकिन भारत सरकार एवं इसरो ने इसके लिए कोई स्थायी मीडिया नहीं बनाई है। अगर चंद्र मिशन को ही लें तो चंद्र मिशन-1 के बाद चंद्र मिशन-2 2018 में प्रक्षेपण किया जाएगा जिसकी जानकारी आम जनता को नहीं है। इसमें पहली बार लूनर ऑर्बिटर के साथ रोवर एवं लैंडर भी शामिल होंगे। जिसमें ऑर्बिटर पर पांच तथा रोवर पर दो नीतभार भेजे जाएंगे। यह पूरी तरह से भारत में निर्मित की जा रही है। उसी तरह मंगलयान-1 के बाद मंगलयान-2 में भी ऑर्बिटर के साथ लैंडर तथा रोवर ले जाएगी। जिसका प्रक्षेपण 2020 में किया जाना संभव है। इसरो ने पीएसएलवी 37 में 104 उपग्रहों के प्रक्षेपण का विश्व रिकार्ड बनाया ही अगर इससे पहले के कीर्तिमान पर विचार करें तो चंद्रयान-1 मिशन में जल के अणु होने की पुष्टि की। मंगलयान ने पहली ही उड़ान में सफलता के साथ विश्व को अचंभित कर दिया। अब हाल में इसरो ने 5 मई 2017 को दक्षिण एशिया उपग्रह को सफलतापूर्वक प्रक्षेपित किया जिसमें जीएसएलवी मार्क-2 यान प्रयुक्त किया गया। यह एक मौसम संचार उपग्रह है जिसमें केयू बैंड के 12 ट्रांस्पोंडर लगे है। इसी प्रकार इसरो को एक स्पेशलाइज्ड बेव आधारित ब्लॉग बनाना चाहिए, जिसपर सारी बेसिक जानकारियाँ एवं इसरो के भविष्य के प्रक्षेपण अपडेट हो एवं सुरक्षा की दृष्टि से जनतापरक हो, जैसे- नासा-इसरो की योजना एनआईसार (NISAR) जो कि बहुउद्देशीय परियोजना है और यह एल-बैंड (L-Band) एवं एस-बैंड (S-Band) आधारित सूक्ष्मतरंगीय नीतभार है जिसे 2020 तक प्रक्षेपण करने की योजना है। उसी प्रकार रिसैट (RISAT-2A, 1A) भी क्रमशः X(एक्स)-बैंड एवं C(सी)-बैंड आधारित सूदूर सूक्ष्मतरंग एपर्चर रडार है, जिससे रिसैट-2ए सुरक्षात्मक-निगरानी करने वाला उपग्रह के साथ बाढ़, भूस्खलन जैसी प्राकृतिक आपदाओं के बारे में भी पता लगाने में उपयोगी है और ये दोनों दो साल के अंदर प्रक्षेपित होने वाले हैं। इसी प्रकार इनसैट श्रृंखला के उपग्रह, ओशनसैट श्रृंखला, स्कैटसैट, कार्टोसैट, आईआरएनएसएस श्रृंखला, आईआरएस, जीसैट, कल्पना, रिसोर्ससैट श्रृंखला, एडुसैट इत्यादि कई भारतीय उपग्रह देश की मिसाल बनकर विश्व में अपना परचम लहरा रहें हैं। लेकिन इसकी मूलभूत जानकारी लोगों के पहुँच से

अनुक्रमणिका

दूर है। भारत के लोग ही यदि इस तरह के प्रश्न उठाये कि इसरो क्या है? क्या बनाती है? देश में इसका क्या योगदान है? तो देश के लिए यह एक शर्मनाक बात होगी। हमें भी वैश्विक अंतरिक्ष एजेंसी जैसे नासा(यूस), जक्सा(जापान), ईएसए(यूरोपियन देश), सिएनईस(फ्रांस) की तरह जनता में रूचि हेतु व्यापक प्रचार-प्रसार करना होगा, छोटे-छोटे शहरों में अस्थायी ही सही भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की प्रदर्शनी लगानी होगी। हाल ही में पूर्वी राज्य मणिपुर इसका एक उदाहरण है जहाँ सैकड़ों स्कूली बच्चों एवं संस्थानों के लोगों ने हिस्सा लिया एवं गहरी रुचि दिखाई। हालांकि इसरो का एक नार्थ-ईस्ट स्पेस एप्लीकेशन केंद्र शिलॉन्ग में कार्यरत है। इसे पूर्वोतर भारत में अंतरिक्ष गतिविधियों की नोडल ऐजेंसी के तौर पर विकसित करना होगा। इसके साथ मध्य भारत में इसरो का प्रायोगिक केंद्र खोलना एक निर्णायक कदम होगा। आजकल का दौर डिजिटल मीडिया का दौर है, सोशल नेटवर्किंग, मोबाईल ऐप्स एवं अनेकों जानकारी परक टूल्स उपलब्ध है। HAL (हिन्दुस्तान ऐस्ट्रोनॉटिक्स लिमीटेड) ने भी भारतीय अंतरिक्ष कार्यालय का संग्रहालय खोला। कीहोल ईंक द्वारा विकसित अर्थ व्यूअर जो गूगल के अधिग्रहण के बाद अब गूगल अर्थ के नाम से जाना जाता है यह उपग्रह चित्रावली भौगोलिक सूचना प्रणाली आधारित टूल्स है। इसे जारी करने के तीन साल में ही जनता की रूचि दस गुणा बढ़ गई। इसमें विहंगम दृश्य के साथ साथ 15 मीटर के विभेदन पर कवरिंग की क्षमता है। यह मुख्यत: नासा (एसआरटीएम-नासा) द्वारा संगृहित डिजिटल एलिवेशन मॉडल का उपयोग करता है। हाल ही में इसमें एक और सुविधा को सम्मिलित किया है जिससे हर दो सौ गज की दूरी पर लूप में ट्रैफिक की गति पर सही निगरानी रखी जा सकती है। फिर गूगल स्ट्रीट व्यू जारी हुआ, फिर गूगल स्काई, गूगल अर्थ आउटरिच, गूगल चाँद, गूगल मंगल इत्यादि भी जारी किए गए। वहीं इसरो के भुवन ने भी सफलता प्राप्त की लेकिन इसने कोई एडीशनल फीचर को अपडेट नहीं किया तथा मार्केटिंग में भी कोई ठोस कदम नहीं उठाए जा रहे हैं। ऐसे और कई प्रदाता हैं जैसे डिजिटल ग्लोब, जिओआई, ग्लोब स्वस्प्लोटर, चित्र मापन, स्पॉट छवि, पृथ्वी की आकृति, व्यू जीएल, सीएनईएस, माईक्रोसॉफ्ट वर्चुअल अर्थ, नासा वर्ल्ड विंड, चिनयुआन। नीचे दिए गए चित्र (ग) में जीएसएलवी-9 का नीतभार दर्शाया गया है जो कि हाल ही में भारत सरकार द्वारा किए गए अपने वादे को पूरा करते हुए दक्षिण एशिया उपग्रह का सफल प्रक्षेपण कर अपने पड़ोसी देशों के लिए संचार सुविधा देकर वरदान साबित किया है।



चित्र (ग) जीएसएलवी एफ 09 जीसैट9 द्वारा दक्षिण एशिया उपग्रह। (स्रोत - इसरो)

भारत में 35 प्रतिशत जनता 15 साल से 35 साल के बीच में है जो कि विश्व में सर्वाधिक है। अतः ऐसे अवसर को उन्नत बनाने के लिए इसरो को भी तरह-तरह के कार्यक्रम किए जाने चाहिए जैसे उपग्रह मेला, अंतरिक्ष की दुनिया, रॉकेट प्रक्षेपण, चाँद की धरती, मंगल पर बस्ती, धरती से आकाश तक, अंतरिक्ष की सैर इत्यादि शीर्षक द्वारा स्कूलों में कार्यक्रम चलाए जाने चाहिए। एक स्वतंत्र ISRO Space Public Outreach Team (ISPOT) बनाने की आवश्यकता है जो कि फ्री में आम जनता को मोबाईल एप्स के जरिए कृषि-विज्ञान, आपदा, मौसम संबंधी जानकारी, ग्रहों के बारे में, महान वैज्ञानिकों के जीवनी के बारे में, विश्व में हो रही गतिविधियों, वायुमंडल प्रभाव, समुद्री गतिविधियों एवं इनके महत्व के बारे में वीडियो क्लिप्स, ब्लॉग्स, ऐनिमेशन, स्लाईड्स, अंतरिक्ष की खोज इत्यादि के बारे में अद्यतन जानकारियाँ उपलब्ध हो।

आइंस्टीन के अनुसार, राजनीति भौतिक से ज्यादा कठिन है। Politics is more difficult than physics.

हालांकि इसरो में पिछले दो वर्षों में जितने सेमिनार, प्रतियोगिता, कार्यक्रम इत्यादि किए वो बीते दशक में सबसे ज्यादा है। जैसे-हैकाथॉन (Hackathon) का ग्रांड फिनाले- जो भारत सरकार के स्मार्ट इंडिया कार्यक्रम का एक हिस्सा था। गुजरात विश्वविद्यालय में की गई इसमें भारत की 26 विभिन्न नोडल ऐजेंसियों ने हिस्सा लिया, इसकी थीम थी 'सूचना एवं साईबर सुरक्षा (Information & Cyber Security)' जिसमें कुल 49 टीमों में 392 लोगों ने हिस्सा लिया। इस 36 घंटे लगातार चलने वाले कार्यक्रम में विद्यार्थियों ने इसरो में काम करने

अनुक्रमणिका

की रुचि दिखाई। उसी तरह भारतीय राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी अकादमी (INAE-Indian National Academy of Engineering) का अवार्ड कार्यक्रम भी सैक-इसरो, अहमदाबाद में आयोजित किया गया जिसमें 300 वैज्ञानिकों ने हिस्सा लिया। IMaRC-2017 भी इसरो द्वारा आयोजित की जाएगी। उसी तरह Bengaluru Space Expo (BSX EXPO) भी आईजैक-इसरो द्वारा आयोजित कराया जाता है। इसके अलावा इसरो विभिन्न विषयों पर वर्कशॉप आयोजित करता रहता है। इसके अतिरिक्त रेसपांड प्रोजेक्ट के अंतर्गत देश के विभिन्न संस्थानों के साथ मिलकर अनुसंधान करता है जो (R&D-TDP) के तहत संचालित होते हैं।

संदर्भ :-

1. स्पॉट प्रोग्राम , मोनटाना विश्वविद्यालय, आस्ट्रिया (www.Spacegrant.montana.edu/spot.html)
2. www.nasa.gov/directorates/heo/scan/communication/outreach.html
3. www.space-india.com/outreach
4. www.dst.gov.in (विज्ञान एवं प्रौद्यौगिकी मंत्रालय, भारत सरकार)
5. www.moes.gov.in (पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, भारत सरकार)
6. CNES, ESA
7. www.space.com
8. www.springer.com
9. www.journal.elsevier.com
10. www.science.direct.com
11. डिस्कवरी सांयस, नैशनल ज्योग्राफी
12. विज्ञान प्रगती
13. इसरो के विभिन्न केंद्र



चंदन सिंह, सहायक, एम.एस.टी.जी./एम.आर.एस.ए.

लेखक परिचय :- (मुख्य लेखक) चंदन सिंह ने कंप्यूटर सायंस में बैचलर उपाधि प्राप्त करने के बाद इन्फोसिस लिमिटेड में सॉफ्टवेयर डेवेलपर के तौर पर काम किया। तदोपरांत चंदन सिंह की नियुक्ति 2013 में एमआरएसए में सहायक के तौर पर हुई। जॉली धर, प्रधान एमएसआरडी के साथ मिलकर 2013 के हिंदी अंतरकेंद्रीय सेमीनार में "आपदा प्रबंधन में इसरो की भूमिका" शीर्षक के तहत इन्फेरियोमेट्री सार का उल्लेख करते हुए उसके अनुप्रयोग एवं विषयवार विश्लेषण किया। 2013-14 की हिंदी विभाग की पत्रिका अभिव्यक्ति में "भारत की बदलती तस्वीर" नामक लेख प्रकाशित हुआ। 2015 के राजभाषा सत्र में "हिंदी की प्रसार में बाधाएँ" का उल्लेख किया। इसके अतिरिक्त मैने हिंदी माह में होने वाली प्रतियोगीताओं में भी भाग लेता रहता हूँ। मेरी संस्कृत से भी लगाव है अत भविष्य में मेरी योजना एक एंड्रॉयड एप्पस बनाने की है जो हिंदी एवं संस्कृत की महता को विश्व में विस्तार कर सके।



मोहम्मद अज़हर आलम, वरिष्ठ सहायक (तदर्थ)

लेखक परिचय :- (सहायक लेखक) मोहम्मद अज़हर आलम ने एम.कॉम तक शिक्षा प्राप्त की है। तदोपरांत मोहम्मद अज़हर आलम की नियुक्ति जुलाई 2013 में परिवहन प्रभाग में सहायक के तौर पर हुई, अक्टूबर 2016 में परिवहन प्रभाग से स्थानांतरण होकर भर्ती अनुभाग में पद स्थापित हूँ। इसके अतिरिक्त मैने हिंदी माह में होने वाली अनेक प्रतियोगीताओं में भी भाग लेता रहता हूँ। हिन्दी टंकण में मुझे 2014 एवं 2016 में हिन्दी टंकण के लिए प्रथम पुरस्कार भी प्राप्त हुआ था। इन सब के अलावा हिन्दी दिवस, सुरक्षा एवं सतर्कता दिवस पर होने वाली विभिन्न हिन्दी प्रतियोगिताओं में भाग लेता हूँ। हिन्दी में कार्य करने के लिए हिन्दी माह एवं हिन्दी वार्षिक योजना के तहत वर्ष 2014, 2015, 2016 में भी पुरस्कार प्राप्त हुआ है।

***

अनुक्रमणिका

जनता तक पहुँच के लिए अंतरिक्ष विज्ञान

ग्रामीण विकास में इसरो की भूमिका का एक अवलोकन

डॉ. दीप चन्द्र, गोपिका वी.
सामाजिक अनुसंधान सहायक,
सामाजिक अनुसंधान और मूल्यांकन खण्ड,
कार्यक्रम योजना एवं मूल्यांकन समूह,
विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट, अहमदाबाद, गुजरात

सारांश

राष्ट्रपिता महात्मा गाँधीजी ने कहा था कि वास्तविक भारत गाँवों में निवास करता है। गाँवों के विकास के बिना देश का सर्वांगीण विकास नहीं हो सकता है। उदारवादी लोकतंत्रों ने बाजारवादी व्यवस्था को अपनाया है, जिससे गाँवो का विकास सही गति से नहीं हुआ, वहीं शहरों का विकास बड़ी तेजी से हुआ। ग्रामीण विकास के लिए प्रयास सरकारी और गैर सरकारी स्तर पर लगातार हो रहे हैं। इस दिशा में इसरो ने अपनी प्रौद्योगिकी के माध्यम से गांवों के सतत विकास में अपना योगदान प्रदान किया है। इसने ने अपने सामाजिक उपयोग के कार्यक्रमों को तकनीकी के माध्यम से देश के दूरस्थ इलाकों तक पहुँचाया है।

विशेष कर शिक्षा, स्वास्थ्य, कृषि एवं गांवों के सामाजिक, आर्थिक विकास के लिए इसरो ने अपने स्थापना के समय से ही अंतरिक्ष तकनीकी का प्रयोग लगातार आम लोगों के विकास के लिए कर रहा है। वर्तमान में जो भी ग्रामीण विकास हो रहा है, उसमें इसरो की सकारात्मक भूमिका भी है। आज किसानों के लिए मौसम की जानकारी, आपदा प्रबंधन से संबंधित, नेवीगेशन और तमाम तरह की सूचनाओं को विभिन्न माध्यमों से ग्रामीण जनता को पहुँचाया जाता है।

उपरोक्त शोधपत्र के माध्यम से इसरो की ग्रामीण विकास में भूमिका का अवलोकन किया गया है, अनुसंधानकर्ताओं के द्वारा गुणात्मक दृष्टिकोण अपनाया गया है। इसके लिए द्वितीयक तथ्यों और स्रोतों का प्रयोग किया जायेगा।

प्रमुख शब्द- इसरो, ग्रामीण विकास, अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी और सैटेलाइट इत्यादि

प्रस्तावना

भारत गांवों का देश है। आज भी देश की आबादी का लगभग 60 प्रतिशत लोग इन्हीं गांवों में निवास करते हैं। यदि देश को विकास की गति को बनाए रखना है, तो देश की ग्रामीण अधिसंरचना के साथ-साथ वहाँ के सामाजिक, शैक्षिक, राजनीतिक परिदृश्य को विकसित करना होगा। देश के ज्यादातर गांवों की सामाजिक और आर्थिक स्थिति कमोबेश एक तरह ही है। आज भी कई तरह की सामाजिक जड़ता गांवों में देखने को मिलती है। जिनको खत्म करने की कोशिश की जानी चाहिए तभी हम ग्रामीण विकास को सच कर पायेंगे साथ ही सभी ग्राम सभाओं को त्वरित और आवश्यक प्रौद्योगिकी से परिपूर्ण कर पाएंगे।

देश में सूचना और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में जितना विकास दिख रहा है जिसे हम ज्यादातर शहरी क्षेत्रों में देख सकते हैं। जिसके कारण गांवों एवं शहरों के संसाधान उपभोग में काफी खाई आ गयी है। जिसका असर हमें कई बार नकारात्मक तौर पर देखने को मिलता है। अगर सभी को विकास में बराबर का अधिकार प्रदान करना है तो इन समस्याओं को सुलझाना होगा। हमारे गाँव विकास की दौड़ में कही पीछे रह गये हैं। उनको विकसित किए बिना हम देश को विकसित नहीं बना सकते है। हमारी अर्थव्यवस्था के लिए यह अति महत्वपूर्ण हैं।

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन की स्थापना वर्ष 1969 में महान वैज्ञानिक डॉ. विक्रम साराभाई के नेतृत्व में हुई। साराभाई जी का उद्देश्य इस प्रौद्योगिकी को आम लोगों तक ले जाना और इसका प्रयोग इनकी भलाई के लिए करना था। उनका मानना था कि अगर इस प्रौद्योगिकी का लाभ देश के आम आदमी को नहीं मिलेगा तो इसका वास्तविक महत्व खत्म हो जायेगा।

वर्ष 1975-76 में इसी संचार की उपयोगिता प्रदान करने के लिए इसरो ने सैटेलाइट इंस्ट्रक्शनल टेलीविजन एक्सीपेरीमेंट (साइट) किया। जिसमें देश के छः राज्यों राजस्थान, बिहार, उड़ीसा, मध्यप्रदेश, आन्ध्र प्रदेश और कर्नाटक को शामिल किया गया और उनके 2400 गांवों को सहभागिता प्रदान की गयी। जिसका यह परिणाम आया कि अगर इस प्रौद्योगिकी का उपयोग किया जाए तो इसका प्रयोग ग्रामीण विकास में किया जा सकता है। उसी प्रयोग के परिणाम स्वरूप आज दूरदर्शन ने कृषि और ग्रामीण विकास से संबंधित कार्यक्रम एवं इसरो

अनुक्रमणिका

ने भी अपने सैटेलाइट के माध्यम से इस ओर कदम आगे कर रखा है। ग्रामीण विकास के लिए निष्ठावान सैटेलाइट का भी प्रक्षेपण किया है। जिसके माध्यम से ग्रामीण विकास में गति आ रही है।

अंतरिक्ष तकनीकी एक सशक्त माध्यम है, जिससे हम ग्रामीण विकास को गति प्रदान कर सकते हैं। भारत उन चुनिंदा देशों में है जिनके पास यह तकनीकी है कि वह अंतरिक्ष कार्यक्रमों के बल पर पूरे समाज में एक सकारात्मक बदलाव ला सकता है।

इसरो के ग्रामीण विकास से संबंधित कार्यक्रम

इसरो ने अंतरिक्ष अधिसंरचना बनाने के लिए बहुत मेहनत की है और आज इसका स्थान कुछ चुनिंदा देशों के अंतरिक्ष संस्थानों में आता है। जिसके माध्यम से दुनिया को बदला जा सकता है। ग्रामीणों को प्रौद्योगिकी की उतनी ही जरूरत है जितनी किसी उद्योगकर्मी को, क्योंकि अगर ग्रामीण अपना सारा काम वैज्ञानिक पद्धति से करेंगे तो उनका उत्पादन बढ़ेगा और उनकी अर्थव्यवस्था में सकारात्मक विकास होगा। इनके विकास से ही देश का विकास होगा।

इसरो ने कई समाजिक सरोकारों से संबंधित कई कार्यक्रमों को दुनिया के सामने रखा है। जैसे इनसेट जिसे हम इण्डियन नेशनल सैटेलाइट और भारतीय रिमोट सेन्सिंग जो कि हमारे देश के लिए सूचना संचार के आधारभूत सरंचना के लिए एक महत्वपूर्ण कदम है। आज जो जनसंचार एवं मीडिया में तकनीकी परिवर्तन परिलक्षित हो रहे हैं, वो इसी तकनीकी विकास के कारण हो रहे है।

इसरो के विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट के माध्यम से कई सामाजिक कार्यक्रमों का संचालन किया जा रहा है। इन कार्यक्रमों में स्वास्थ्य, शिक्षा एवं ग्रामीण विकास से सम्बंधित क्षेत्रों को रखा गया है। डेकू के अंतर्गत सामाजिक अनुसंधान और मूल्यांकन प्रभाग के माध्यम से इन कार्यक्रमों की उपयोगिता, मूल्यांकन एवं अनुसंधान अनवरत किया जाता है।

ग्रामीण विकास के कार्यक्रमों का विवरण

दूर चिकित्सा

इस अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के माध्यम से दूर चिकित्सा की जाती है। जिसमें दूर किसी डाक्टर और पैरामेडिक स्टाफ की मदद से मरीजों को राहत पहुँचायी जाती है। वो क्षेत्र जहाँ पर चिकित्सा सुविधाएँ अभी भी नहीं पहुँच सकी हैं। विशेष कर दूर दराज के ग्रामीण इलाकों तक सही चिकित्सा की सुविधा को पहुँचाने का प्रयास किया जा रहा है। दूर चिकित्सा एक महत्वपूर्ण व्यवस्था है जिसमें सूचना प्रौद्योगिकी, बायोमेडिकल इंजीनियरिंग और चिकित्सा विज्ञान के संयोग से चलाया जा रहा है।

सैटेलाइट के माध्यम से किसी विशेषज्ञ डाक्टर की मदद से मरीज को रियल टाइम पर उससे संबंधित सलाह और चित्रों को एक डिजिटल डाटा के रूप में भेजा जाता है। जिसको प्रापक छोर से प्राप्त किया जाता है। यह सुविधा विशेष कर ग्रामीण इलाकों में स्थापित की गयी है जिससे जिन ग्रामीणों को गुणात्मक चिकित्सा सुविधा नहीं मिल पाती है उन्हें उन्नत चिकित्सा उपलब्ध कराने का प्रयास किया जा रहा है।



चित्र-1: सतत चिकित्सा शिक्षा कार्यक्रम के दौरान बांये से चिकित्सा अधिकारी श्रीमती लीना मेंढे, पीपीईजी निदेशक, श्री राजेश खंडेलवाल, निदेशक डेकू, श्री वीरेंदर कुमार, विशेषज्ञ डॉक्टर रिचा मेहता एवं सूत्रधार श्री अरविन्द त्यागी

अनुक्रमणिका

लगभग 384 स्थानों पर दूर चिकित्सा केन्द्रों को स्थापित किया गया है जो किसी दूर-दराज ग्रामीण क्षेत्र, जिलों और जिला अस्पतालों में काम कर रहे हैं। इन केन्द्रों में 18 मोबाइल वैन और 60 विशेषज्ञ अस्पताल हैं। इसके माध्यम से लोगों में स्वास्थ्य के प्रति जागरूकता लायी जा रही है। इस कार्यक्रम का सबसे बड़ा लाभ यह है कि ग्रामीणों को उनके स्थान पर ही चिकित्सा सुविधा प्रदान करने की कोशिश की जा रही है। डेकू प्रत्येक माह सतत चिकित्सा शिक्षा कार्यक्रम का आयोजन करता है जिसमे किसी विशेषज्ञ चिकित्सक को स्टूडियो में बुलाया जाता है इस कार्यक्रम का सजीव प्रसारण देश के विभिन्न दूर चिकित्सा केन्द्रों में किया जाता है। जिसमें विशेषज्ञ डॉक्टर से सुदूर केन्द्रों में बैठे चिकित्सक, मेडिकल छात्र, पैरामेडिक स्टाफ और आम लोग भी अपने शंकाओं का समाधान कर सकते हैं।

डेकू द्वारा अप्रैल 2017 तक कुल 28 सतत चिकित्सा कार्यक्रमों का प्रसारण किया गया है। सामाजिक अनुसंधान और मूल्यांकन प्रभाग की टीम द्वारा प्रत्येक कार्यक्रम का स्टूडियो में अवलोकन किया जाता है, साथ ही सहभागिता करने वाले केन्द्रों से टेलीफोनिक प्रतिपुष्टि ली जाती है जिसके आधार पर रिपोर्ट तैयार की जाती है।

दूर शिक्षा

शिक्षा के बिना मानव जीवन का विकास तो हो ही नहीं सकता है। बड़े शहरों और कस्बों में शिक्षा की व्यवस्था काफी अच्छी है। गांवों में आज भी मूलभूत शिक्षा के केन्द्रों की बहुत आवश्यकता है। इस क्षेत्र में इसरो का मुख्य ध्येय ग्रामीण क्षेत्रों में लोगों को उन्नत बनाना और व्यवसायिक शिक्षा के साथ-साथ ग्रामीण छात्रों को तकनीकी सूचनाओं और ज्ञान को अग्रेषित करना है।

शिक्षा के बिना मानव जीवन का विकास हो ही नहीं सकता है। शिक्षा की आवश्यकता आज पूरी मानवता को है। भारत के दूर-दराज के इलाकों में स्कूल और कालेजों की कमी है। सीमान्त लोगों के पास शिक्षा के लिए कोई साधन नहीं है। केवल शिक्षा ही मानव जीवन में सकारात्मक बदलाव ला सकती है। इस बात को इसरो ने बहुत गहराई से समझा है। 20 सितम्बर 2004 को दूर शिक्षा कार्यक्रम की शुरूआत की थी, इस कार्यक्रम के तहत पूरे देश में 55000 आभासी कक्षाओं की स्थापना की गयी है। इनमें 51000 रिसीव केवल टर्मिनल थे और 4000 सैटेलाइट इन्टरैक्टिव टर्मिनल हैं। जिनके माध्यम से पूरे देश में शिक्षा का प्रचार-प्रसार किया जा रहा है। डेकू स्टूडियो में संस्थागत तौर पर सामाजिक अनुसंधान और मूल्यांकन प्रभाग की टीम द्वारा अवलोकन किया जाता है। इस अवलोकन में ऑडियो-विडियो गुणवत्ता, विषयवस्तु और विशेषज्ञ वक्ता का मूल्यांकन किया जाता है। इस अवलोकन पर आधारित वार्षिक रिपोर्ट तैयार की जाती है और संबंधित अधिकारियों और नेटवर्कों को भेजी जाती है।



चित्र-2:दूर शिक्षा कार्यक्रमों का अवलोकन करते हुए अनुसंधानकर्ता

भूमि और जल संसाधन का प्रबंधन

इसरो के तकनीकी माध्यम से सैटेलाइट द्वारा चित्रों को एकत्र किया जाता है जोकि हमें भौगोलिक सूचना व्यवस्था (जियोग्राफिकल इन्फार्मेशन सिस्टम) के द्वारा उपलब्ध करायी जाती है। किसान भाइयों का कुशल और प्रशिक्षित लोगों से वार्तालाप कराया जाता है जिससे वे कृषि को और उन्नत बना सकें। सूचनाओं के आदान प्रदान के लिए संवाद कार्यक्रमों का आयोजन किया जाता है, जिसमें किसी कृषि विश्वविद्यालय या कृषि का उच्च संस्थान इनसे संवाद कायम करता है और इनकी शंकाओं का समाधान करता है। बीज, सिंचाई, उर्वरक, कीटनाशक, कृषि उपज और कृषि चक्र समेत अनेक विषयों पर उनको जानकारी प्रदान की जाती है।

अनुक्रमणिका

इसी के साथ तटीय इलाकों में वी आर सी सेन्टर स्थापित किए गए हैं जिनके माध्यम से मछलियों के बारे में रियल टाइम जानकारी पहुँचाई जाती है जिससे स्थानीय मछुआरों को काफी लाभ पहुँचता है।

ई गवर्नेंस

आज जिस तरह से दुनिया पूरी तरह से डिजिटल हो रही है इसी को देखते हुए अब सरकार का प्रशासनिक और शासन का काम ऑनलाइन होने लगा है। जिसके माध्यम से इस व्यवस्था को मीलों दूर बैठ कर इसका सकारात्मक प्रयोग किया जा रहा है। आम आदमी अब घर पर बैठ कर गैस, बिजली, रेलवे टिकट, सभी प्रकार की फीस, पुलिस से शिकायत सहित तमाम तरह की सेवाओं को ई-गर्वनेंस के माध्यम से प्राप्त कर सकता है। ग्रामीणों के लिए ये सुविधाएं काफी मददगार साबित हो सकती हैं। उनको किसी भी काम के लिए अब शहर में आने की जरूरत नहीं है। वे अपने गाँव से ही ऑनलाइन सभी सुविधाओं को प्राप्त कर सकते हैं।

इस योजना के तहत ग्रामीण क्षेत्रों में लोगों को सरकारी योजनाओं की सूचना, गरीबी हटाओ योजनाओं की सूचना और ग्रामीण रोजगार जैसे मनरेगा, इन्दिरा आवास, स्वच्छ भारत इत्यादि की सूचना प्रेषित करना है। सामाजिक सुरक्षा और अन्य आधारभूत सुविधाओं से लैस किया जा रहा है। जिसके माध्यम से ग्रामीण जीवन में सकारात्मक बदलाव लाया जा सकता है।

मौसम सम्बन्धी सेवाएं

हम सभी जानते हैं कि अपना देश एक कृषि प्रधान देश है। अगर सही समय पर मानसून नहीं आता है तो हमारी ग्रामीण अर्थव्यवस्था के साथ-साथ राष्ट्रीय अर्थव्यवस्था पर बहुत प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। अगर हमें समय से मौसम और मानसून की जानकारी मिलती है तो हम किसी भी हालात से लड़ने के लिए अपने ग्रामीणों को तैयार कर सकते हैं। इसी उद्देश्य से मौसम से संबंधित जानकारी ग्रामीण भाइयों को उपलब्ध करायी जा रही है। जिससे किसान भाइयों को सही समय पर मौसम की जानकारी प्राप्त हो सके और मौसम के अनुसार अपनी फसलों को उगा कर अच्छा मुनाफा कमा सकें और अपने जीवन में बदलाव ला सकें।

सैटेलाइट संचार

सैटेलाइट संचार के माध्यम से बहुत बड़े भाग में संचार उपलब्ध कराया जा सकता है और उसी के माध्यम से विकास सहायक संचार की भूमिका को बहुत कुशलतापूर्वक बढ़ा सकता है। इसी सैटेलाइट संचार के माध्यम से इसरो ने सैटेलाइट इन्स्ट्रक्शन टेलीविजन एक्सपेरीमेंट (साइट), खेड़ा कम्युनिकेशन प्रोजेक्ट, झाबुआ डेवेलपमेंट कम्युनिकेशन प्रोजेक्ट, ट्रेनिंग एंड डेवेलपमेंट कम्युनिकेशन चैनल जैसे ग्रामीण विकास से संबंधित कार्यक्रमों को आगे बढ़ाया गया है। जिससे इसरो की ग्रामीण विकास में सकारात्मक कारक की भूमिका का पता चलता है।

आपदा प्रबंधन में सहायक

भारत प्राकृतिक और मानवजनित आपदा के लिए माकूल स्थानों में से एक है। यहाँ हर साल चक्रवात, बाढ़, सूखा, भूस्खलन, भूकम्प, आग इत्यादि से जान माल की हानि होती है। इसरो ने इससे जूझने के लिए आपदा प्रबंधन सहायक कार्यक्रम की शुरूआत की है। इसके माध्यम से आपदा से संबंधित सूचनाओं को त्वरित संचार के माध्यम से पहुँचाया जाता है जिससे आपदा को सही समय पर प्रबंधित किया जा सके।

इस कार्यक्रम का एक महत्वपूर्ण कार्य यह भी है कि प्राकृतिक आपदा आने पर किस तरह से इससे निपटने की क्षमता का विकास किया जाए। इस कार्यक्रम के कई भागीदार हैं जिसमें सरकार तथा कुछ गैर सरकारी समुदायों जैसेकि वैज्ञानिक, प्रबंधक, नीति निर्माणकर्ता, जमीनी सामाजिक कार्यकर्ता, मीडिया और आम लोग। उपरोक्त सभी में अपने-अपने स्तर का ज्ञान है। इस ज्ञान का उपयोग अंतरिक्ष तकनीकी की सहायता से डाटाबेस तैयार किया जाता है। जिससे आपदा को बढ़ाने वाले तत्वों की पहचान की जाती है और मानव-जनित आपदा पर भी काम किया जाता है। सभी सूचनाओं एवं ज्ञान को एकत्र करके एक पूर्व चेतावनी व्यवस्था बनाई जाती है और विभिन्न समुदायों को आपदा के पूर्व सूचित की जाती है, जिससे वह आपदा से बचने की तैयारी कर सकें और अपने को आपदा से बचा जा सके।

आपदा एक वैश्विक घटना है। यद्यपि इसमें देशों की सीमायें, प्रशासनिक और भौगोलिक सीमाएँ होती हैं लेकिन आपदा के बाद सहायता कार्यक्रम वैश्विक चिन्ता का विषय बन जाता है। अन्तरराष्ट्रीय सहयोग और एकजुटता इस कार्यक्रम को और मजबूत बनाती है जिससे आपदा के समय सटीक जानकारी को रीयल टाइम पर साझा किया जाता है। इसके लिए पृथ्वी अवलोकन एवं संचार के सैटेलाइटों का प्रयोग किया जा सकता है जिससे और बेहतर आपदा में प्रबंधन किया जा सकता है। इस व्यवस्था में बिना किसी पक्षपात के सूचनाओं का सही प्रयोग कर सकते हैं। जिसके आधार पर आपदा पूर्व तैयारी, न्यूनीकरण, आपदा पूर्व सूचना, प्रभाव का अनुमान और

अनुक्रमणिका

आपातकालीन संचार कर सकते हैं। इस आपदा प्रबंधन में ग्लोबल पोजीशिनिंग सिस्टम एवं पृथ्वी अवलोकन ने आपदा प्रबंधन में बहुत ही महत्वपूर्ण एवं विश्वसनीय योगदान प्रदान किया है। आपदा प्रबंधन के सभी पहलू बहुत महत्वपूर्ण है जिनका उपयोग आपदा प्रबंधन नियामक और अन्य संबंधित एजेंसियां करती है।
इसके लिए इसरो ने एक उपग्रह आधारित वर्चुवल प्राइवेट नेटवर्क (वीपीएन) की स्थापना की है जिसके माध्यम से आकस्मिक संचार किया जा सकता है। इस नेटवर्क से भारत का गृह मंत्रालय, महत्वपूर्ण अधिकारी और 22 आपदा ग्रसित राज्यों को इससे जोड़ा गया है ताकि किसी भी जरूरी और आकस्मिक जानकारी को सही समय पर पहुँचाया जा सके जिससे आपदा को सही से प्रबंधित किया जा सके।

इसरो ने इनसेट आधारित डिजास्टर अलर्ट ट्रांसमिशन (डीएटी) जो कि तटीय इलाकों में हमारे मछुआरों के लिए बनाया गया है डीएटी से मछुआरों को आपदा के बारे में रियल टाइम जानकारी दी जा सके। साइक्लोन वार्निंग डिसेमिनेशन सिस्टम (सीडब्लूसीएस) और डिजिटल डिजास्टर वार्निंग सिस्टम (डीडीडब्लूएस) की सहायता से आपदा से ग्रसित स्थानो पर इस्तेमाल किया जा रहा है।

रिमोट सेंसिंग एप्लिकेशन

रिमोट सेंसिंग से कृषि, जंगल, जल, भू, समुद्र इत्यादि की मैपिंग किया जाता हैं और आवश्यकता अनुसार उनका विश्लेषण किया जाता है। भारत के पास इन सुविधाओं के लिए अपने सैटेलाइट हैं जिसे इण्डियन रिमोट सेंसिंग सैटेलाइट कहते हैं इनकी कुछ सीरीज है। जैसे रिर्सोससेट, कार्टोसेट और ओसेनसेट इत्यादि के माध्यम से हम भूजल की मैपिंग, कृषि से संबंधित भविष्यवाणी, फोरेस्ट कवर, घास के मैदान, बर्फीले स्थानों, भूमि प्रयोग से संबंधित, तटीय इलाकों का अध्ययन, मूंगो का अध्ययन और मैंग्रोव अध्ययन भी किया जाता है। इनसे देश की पारिस्थितिकी और पर्यावरण का सही तरीके से अध्ययन किया जा रहा है।

इससे उपलब्ध करायी गयी जानकारियों का उपयोग मुख्य रूप से उद्योग, और अन्य विभागों के अलावा विकास योजना, नियंत्रण और पर्यावरण के संरक्षण में किया जाता है। यह डाटा बहुत ही महत्वपूर्ण होते हैं जिनका उपयोग नीति आयोग, पंचायती राज मंत्रालय, ग्रामीण विकास मंत्रालय द्वारा जिलों और ग्राम सभाओं तक इनका प्रयोग शासन के कार्यक्रम को विकेन्द्रित किया जाता है और कार्यक्रम को सफल बनाने की कोशिश की जाती है। इन्ही डाटा का प्रयोग केन्द्र, राज्यों, जिलों और गांवों में सामन्जस्य बिठाया जाता है।

अवलोकन का निष्कर्ष

इसरो ने अपने कई कार्यक्रमों के माध्यम से ग्रामीण विकास में महत्वपूर्ण योगदान प्रदान किया है। भविष्य में भी इसरो इस ओर प्रतिबद्धता नजर आती है। आज सैटेलाइट संचार के माध्यम से सभी को त्वरित सूचनाओं का आदान-प्रदान किया जा रहा है जिससे ग्रामीण विकास के कार्यक्रमों में लगातार तेजी आ रही है। परिणाम स्वरूप हम यह विश्वास के साथ कह सकते हैं कि केवल अंतरिक्ष तकनीकी ने आसमान, धरती और समुद्र तीनों जगह से सूचनाओं को प्रोसेस करके ग्रामीण विकास के साथ-साथ देश के विकास के लिए बहुत महत्वपूर्ण काम किए हैं और आगे भी त्वरित गति से करती रहेगी।

आभार

हम निदेशक, डेकू, श्री वीरेंदर कुमार जी के आभारी हैं कि उन्होंने हमें यह अवसर प्रदान किया। इस शोधपत्र को पूरा करने में पीपीईजी समूह निदेशक श्री राजेश खंडेलवाल जी ने उचित मार्गदर्शन और प्रोत्साहन दिया एवम् एसआरईडी के प्रमुख श्री एमजेएन हाश्मी जी जिनके सहयोग एवं मार्गदर्शन के बिना यह शोध पत्र नहीं लिखा जा सकता था। सभी महानुभावों का हम तहेदिल से आभार व्यक्त करते हैं।

संदर्भसूची

1. Space-Based Disaster Management: The Need for International Cooperation, International Academy of Astronautics, November 2010. Editors – Ranganath Navalgund, Valery Menshikov, Joseph Akinyede
2. http://www.isro.gov.in
3. http://www.sac.gov.in
4. http://www.dos.gov.in
5. http://10.61.36.75/sac/decu/aboutus/index.htm
6. Indian Meteorological Department, Department of Agriculture & Cooperation, High Powered Committee on Disaster Management: Report, Ministry of Agriculture, Government of India, 2000
7. Kumar Santosh, Disaster Management Model and framework, National Institute of Disaster Management, Government of India, 2005
8. L.C. Gupta & Vinod K. Sharma, Drought in Gujarat: 1999-2000 & 2000-2001, National Centre for Disaster Management, Indian Institute of Public Administration, 2001

***

अनुक्रमणिका

दूरस्थ शिक्षा में सूचना और संचार प्रौद्योगिकी की भूमिका

मुख्य लेखक:
संतोष गव्हाणे और जयरव जनसारी, कार्यक्रम सहायक, एमपीपीजी, डेकू
सहायक लेखक: मनोहर दुधे, निर्माता, एमपीपीजी, डेकू
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

"उन्नत राष्ट्र की कल्पना, साक्षरता को घर- घर पहुँचाना"

सारांश

शिक्षा विकास का मूलाधार है। किसी भी राष्ट्र का विकास शिक्षा के अभाव से असंभव है, चाहे वह राष्ट्र कितने ही प्राकृतिक संसाधनों से अच्छादित क्यों न हो। आज वैज्ञानिक अविष्कार तथा तकनीकी क्षेत्र में हो रही उन्नति के चलते सूचना और संचार प्रौद्योगिकी में भी बड़े पैमाने पर बदलाव आये है। जिसके चलते मानव जीवन तथा शिक्षा के क्षेत्र में युगान्तकारी परिवर्तन हुए है और निम्न से निम्नतम व्यक्ति भी इसके द्वारा लाभान्वित हुए है। मात्र शहरों में ही नही बल्कि गाँवों में भी छात्र तथा छात्राओं की वर्तमान पीढ़ी विद्यालयीन शिक्षा के साथ इस दौर में दुरस्त शिक्षा द्वारा विकास की संभावनाएं तलाशी जा रही है। इस लेख में हम दूरस्थ शिक्षा को एक नए पहलू से देख रहे है। यह इसरो के नेटवर्क से होकर पुरे देश भर में तेजी से फ़ैल रहा है और न जाने कितने ही छात्रों की मदद की है। अंत में हम दूरस्थ शिक्षा में भविष्य में कैसे परिवर्तन हो सकते है उस पर एक नजर डालेंगे।

प्रस्तावना:

पिछले कुछ दशकों से प्रौद्योगिकी ने हर संभव मार्ग से हमारे जीवन को पूरी तरह बदल दिया है। भारत एक सफल सूचना और संचार प्रौद्योगिकी से सज्जित राष्ट्र होने के नाते अच्छे शासन के लिए तथा अर्थव्यवस्था के विविध क्षेत्रों जैसे स्वास्थ्य, कृषि और शिक्षा आदि के लिए भी सदैव सूचना और संचार प्रौद्योगिकी के उपयोग पर अत्यधिक बल देता रहा है।

शिक्षा एक ऐसा माध्यम है जो न केवल अच्छे शिक्षित नागरिकों को गढ़ता है बल्कि एक राष्ट्र को तकनीकी रूप से नवाचारी भी बनाता है। "शिक्षा" एक देश की मानव पूंजी के निर्माण में किए जाने वाले सर्वाधिक महत्वपूर्ण निवेशों में से एक भारत में ऐसे अनेक कार्यक्रम और योजनाएं, जैसे मुफ्त और अनिवार्य प्राथमिक शिक्षा, "सर्व शिक्षा अभियान", राष्ट्रीय साक्षरता अभियान आदि शिक्षा प्रणाली में सुधार लाने के लिए सरकार द्वारा आरंभ किए गए हैं। है। और अब तो डिजिटल इंडिया में भी इसकी एक महत्वपूर्ण भूमिका है।

सूचना और संचार प्रौद्योगिकी आधारित शिक्षा:

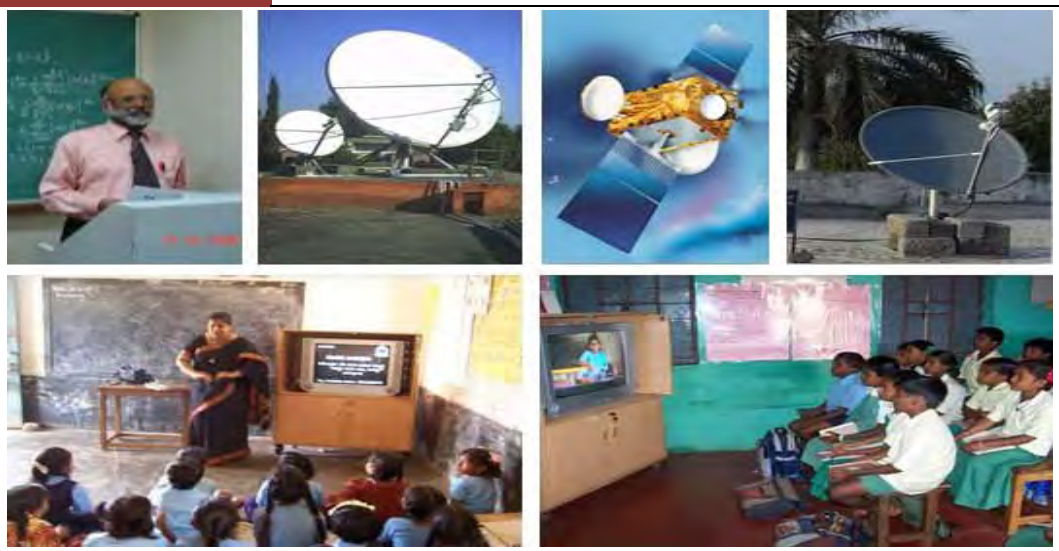
हाल के वर्षों में सूचना और संचार प्रौद्योगिकी का कैसे लाभ उठाया जा सके उसके लिए प्रयास हो रहे है। शिक्षा के क्षेत्र में सूचना और संचार प्रौद्योगिकी के सर्वाधिक महत्वपूर्ण योगदानों में से एक है "अधिगम्यता पर आसान पहुंच संसाधन"। सूचना और संचार प्रौद्योगिकी की सहायता से छात्र अब ई-पुस्तकें, परीक्षा के नमूने वाले प्रश्न पत्र, पिछले वर्षों के प्रश्न पत्र, विषय के संलग्न वीडियो एवं विषय विशेषज्ञ से सीधे विचार विमर्श, आदि देखने के साथ संसाधन व्यक्तियों, मेंटर, शोधकर्ताओं, व्यावसायिकों और साथियों से दुनिया के किसी भी कोने पर आसानी से संपर्क कर सकते हैं।

सूचना और संचार प्रौद्योगिकी की सबसे अनोखी विशेषता यह है कि इसे समय और स्थान में समायोजित किया जा सकता है। अब छात्र किसी भी समय अपनी सुविधानुसार ऑनलाइन अध्ययन पाठ्यक्रम सामग्री को पढ़ सकते हैं।

सूचना और संचार प्रौद्योगिकी आधारित शिक्षा आपूर्ति (रेडियो और टेलिविजन पर शैक्षिक कार्यक्रमों का प्रसारण) से सभी सीखने वाले और अनुदेशक को एक भौतिक स्थान पर होने की आवश्यकता समाप्त हो जाती है।

अनुक्रमणिका

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास



आकृति-1: सूचना और संचार प्रौद्योगिकी में दूरस्थ स्थानों पर शैक्षिक कार्यक्रमों का प्रसारण

जब से सूचना और संचार प्रौद्योगिकी को एक शिक्षण माध्यम के रूप में उपयोग किया गया है, इसने एक त्रुटिहीन प्रेरक साधन के रूप में कार्य किया है, इसमें वीडियो, टेलीविजन, मल्टीमीडिया कम्प्यूटर सॉफ्टवेयर का उपयोग शामिल है, इससे छात्र सीखने की प्रक्रिया में गहराई से जुडते हैं।



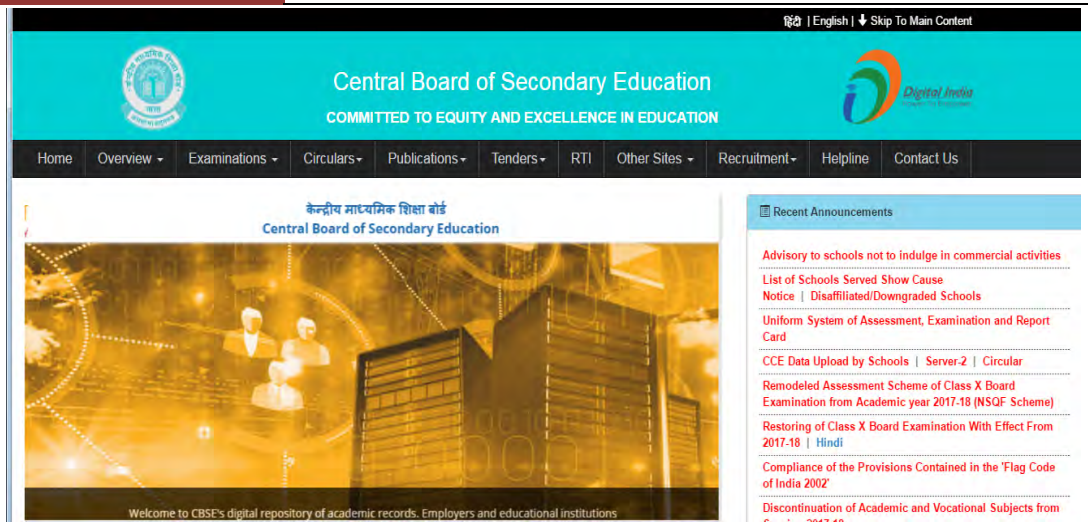
आकृति-1.2: वीडियो, टेलिविजन, मल्टीमीडिया कम्प्यूटर सॉफ्टवेयर आदि का शिक्षा के माध्यम के रूप में उपयोग

शिक्षा में प्रमुख सूचना और संचार प्रौद्योगिकी पहलें:

आज सूचना और संचार प्रद्योगिकी द्वारा शिक्षा संबंधित जानकारिओं को साँझा करके छात्र एवं उनके माता-पिता के लिए एक अच्छी सुविधाजनक, सरल, पारदर्शिता वाली प्रणाली का निर्माण हो सका है। अब तो डिजिटल इंडिया के तहत टेबलेट, लैपटॉप, मोबाईल इत्यदि साधनो की मदद से इसे लोगों की उँगलियों तक पहुंचा दिया है।

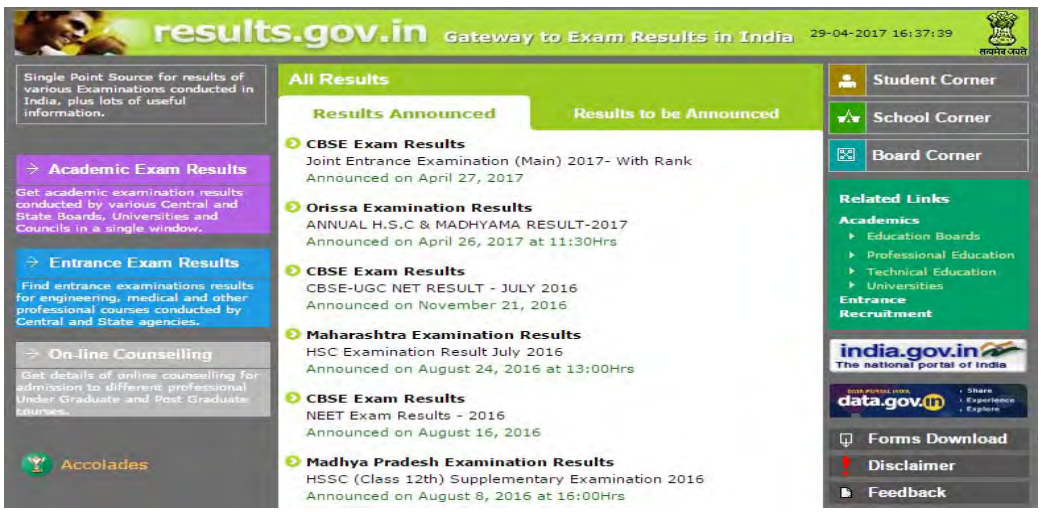
एक ऐसा समय था जब छात्र अपनी परीक्षा के परिणाम जानने के लिए एक स्थान से दूसरे स्थान जाते थे। पिछले 10 वर्षों से परीक्षा के परिणाम और विभिन्न शैक्षिक, प्रवेश और भर्ती परीक्षाओं के परिणाम जो अनेक मंडलों/संस्थानों/आयोगों (उदाहरण के लिए सीबीएसई, आईसीएसई, राज्य शिक्षा मंडल, यू पी एस सी, कर्मचारी चयन आयोग (एसएससी), आईसीएआई, जीजीएसआईपीयू आदि) द्वारा आयोजित परीक्षाओं के परिणाम इंटरनेट पर आसानी से देखे जा सकते हैं।

अनुक्रमणिका



आकृति-2.1 : डिजिटल इंडिया के तहत शिक्षा संबंधित जानकारि इंटरनेट पर

छात्रों या प्रत्याशियों को वेबसाइट में दिए गए उपयुक्त स्थान पर केवल अपना रोल नंबर लिखना होता है और परीक्षा का परिणाम/अंक सूची स्क्रीन पर आ जाती है। इस प्रयोजन के लिए एक विशेष पोर्टल (http://results.gov.in) पिछले कुछ वर्षों से लोकप्रिय हो गया है।



आकृति-2.2: परीक्षाओं के परिणाम इंटरनेट पर
(सीबीएसई, आईसीएसई, राज्य शिक्षा मंडल, यू पी एस सी, के तहत)

वेब के अतिरिक्त ई मेल, एसएमएस (संक्षिप्त संदेश सेवा) और आईवीआरएस (अंत:क्रियात्मक वाणी प्रत्युत्तर प्रणाली) के जरिए भी परिणाम जाने जा सकते हैं।

ऑनलाइन प्रवेश परामर्श:

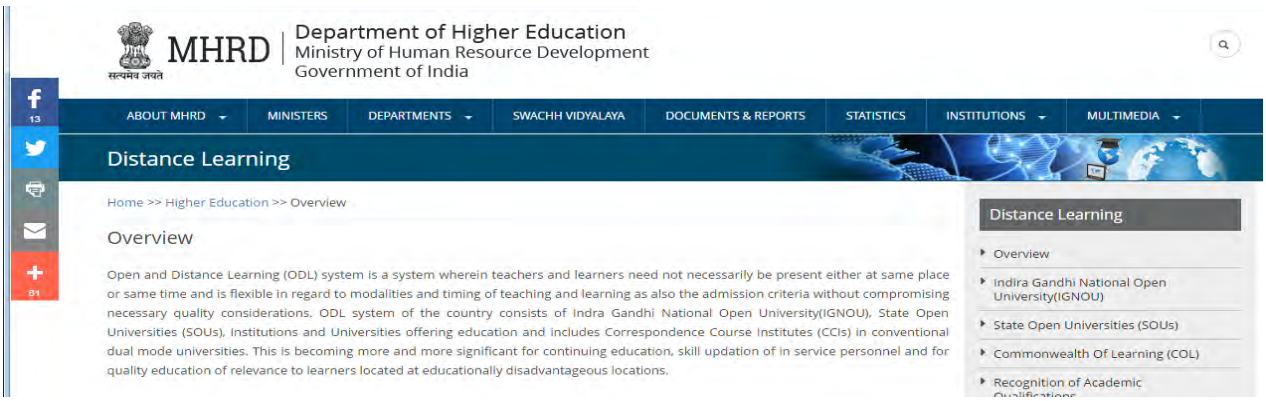
भारत सरकार द्वारा विभिन्न व्यावसायक पाठ्यक्रमों जैसे बी.ई., बी.आर्क, बी.फार्मा, एम.बी.ए., एम.सी.ए., एम.बी.बी.एस., बी.डी.एस., बी.एड. आदि में प्रवेश के लिए सूचना और संचार प्रौद्योगिकी की पहलें धन्यवाद की पात्र हैं, जिनका आयोजन मंडलों जैसे अखिल भारतीय इंजीनियरी प्रवेश परीक्षा, अखिल भारतीय पूर्व चिकित्सा परीक्षा, राज्य मंडल (उ. प्र., हरियाणा, केरल) द्वारा ऑनलाइन किया जा रहा है। इससे छात्रों को व्यक्तिगत परामर्श सत्रों में होने वाली परेशानियों से बचाया जा सकता है। आभासी कक्षाकक्ष, यह सर्वाधिक जीवन्त सूचना और संचार प्रौद्योगिकी पहल हैं। एक वेब आधारित ई-अधिगम्यता कार्यक्रम है, जिससे अनुदेशक पाठ्यक्रम सामग्री द्वारा कक्षा की चर्चाएं कर सकते हैं और वेब पर ही आकलन कर सकते हैं। इसे परिसर के बाहर और मेंटोर अभिगम्यता के लिए ई-अधिगम्यता सामग्री

उपयोग करने में भी इस्तेमाल किया जा सकता है। यह एक खुले स्रोत वाला सॉफ्टवेयर है तथा इसे किसी भी विश्वविद्यालय द्वारा उपयोग किया जा सकता है।



आकृति-3.1: ऑनलाईन प्रवेश की सुविधा

आभासी कक्षा कक्ष:



आकृति-3.2: वेब आधारित ई-अधिगम्यता कार्यक्रम

दूरस्थ शिक्षा:

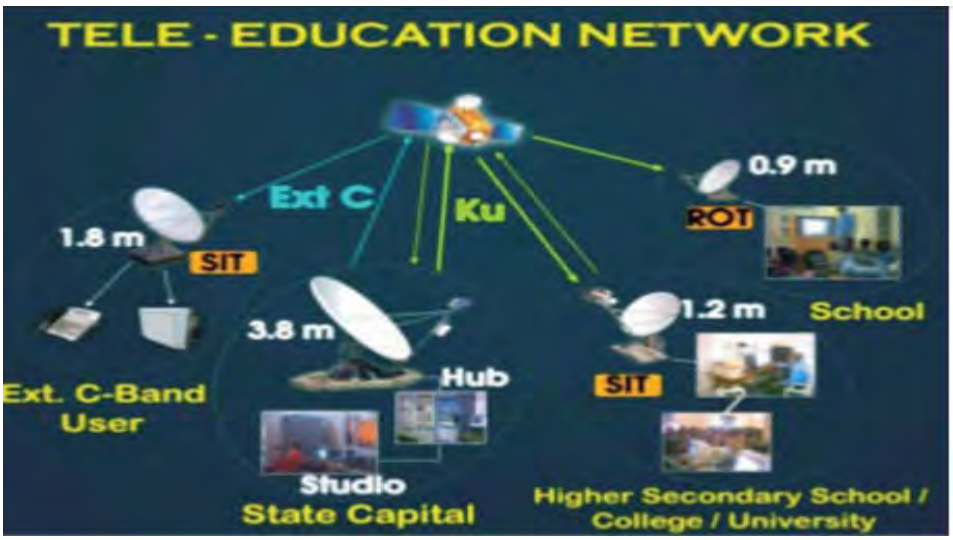
हम में से अनेक लोग अपनी शिक्षा जारी रखना चाहते है किंतु समय के अभाव और मर्यादाओं के कारण पढ़ाई जारी रखना कठिन हो जाताहै। इसलिए कई लोग और छात्र दूरस्थ शिक्षा पाठ्यक्रमों के माध्यम से पढ़ने का विकल्प अपनाते हैं, जिससे वे अपनी शिक्षा आराम से जारी रख सकें। अब आप विभिन्न भारतीय विश्वविद्यालयों तथा विद्यालयों की वेबसाइट आसानी से देख कर वहां दिए जा रहे दूरस्थ शिक्षा पाठ्यक्रमों के बारे में जान सकते हैं और नवीनतम जानकारी ले सकते हैं।

छात्र और शिक्षक अब सभी विषयों की पाठ्यपुस्तकें डाउनलोड कर सकते हैं और उन्हें बाजार में नवीनतम अंक की उपलब्धता के लिए प्रतीक्षा नहीं करनी या पुस्तक खो जाने पर नई पुस्तक खरीदने की चिंता नहीं करनी है। इसके अध्यायों को विषयवार रूप से मुद्रण योग्य पीडीएफ फार्मेट में उपलब्ध कराया गया है तथा इसे किसी भी समय और कहीं से भी देखा और डाउनलोड किया जा सकता है।

दूरस्थ शिक्षा तंत्र:

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास

दूर-शिक्षा प्रणाली में स्टुडिओ और दूरस्थ केन्द्रों पर लर्निन्ग मेनेजमेन्ट सिस्टम सेटअप होता है। वर्गों को इंटरैक्टिव तरीके से आयोजित किया जाता है। ग्रामीण विद्यालय में स्थानीय शिक्षक (जहां कभी भी उपलब्ध) टेली शिक्षा सत्रों को पूरा करने में नेतृत्व विद्यालय के शिक्षक की सहायता करेगा। टेली-एजुकेशन कक्षा में पढ़ाई जाने वाले विषयों, पाठ्यक्रम आदि संबंधित राज्यों / संघ शासित प्रदेशों द्वारा तय किए जाएंगे।



आकृति-4.1: दूर-शिक्षा प्रणाली में स्टुडिओ और दूरस्थ केन्द्रो पर लर्निन्ग मेनेजमेन्ट सिस्टम सेटअप

टेली-शिक्षा सेवा के तहत स्टुडिओ के प्रमुख उपकरण :

1. वीडियो केमेरा
2. वीडियो मिक्षर
3. ओडिओ मिक्षर
4. टीचर पीसी
5. एलएमएस टीचर कोम्पोनेन्ट
6. माइक्रोफोन

और टेली-शिक्षा सेवा के तहत दूरस्थ केन्द्रो के प्रमुख उपकरण :

1. कम्प्युटर
2. वीडियो कैमेरा
3. एलएमएस स्टुडेन्ट कोम्पोनेन्ट
4. प्रोजेक्टर या HD टीवी
5. स्पीकर
6. माइक्रोफोन

दूर-शिक्षा प्रणाली में स्टुडिओ और दूरस्थ केन्द्रो को हब से जोड़ के सॅटॅलाइट फ्रीक्वेंसी द्वारा संचारित किया जाता है। ये उपग्रह और उपयोगकर्ता टर्मिनल सिस्टम में अविश्वसनीय प्रगति के साथ प्रयोग की जाने वाली संचार तकनीक का उपयोग स्थानीय आवश्यकताओं और जरूरतों की पूर्ति का शुलभ समायोजन है।

इसरो के विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) ने आम आदमी की सेवा हेतु विभिन्न सामाजिक अनुप्रयोगों के लिए देश भर में उपग्रह संचार भू-तंत्र लागू किया है। डेकू द्वारा कार्यान्वित तंत्र से देश के ग्रामीण और दूरदराज के क्षेत्रों में जनता लाभान्वित हो रही है। यह समग्र राष्ट्रीय विकास में योगदान करता है। डेकू ये नेटवर्क कई वर्षों से अस्तित्व में हैं और इस अंतर को पाटने के लिए लगातार प्रयास कर रहे हैं। वर्तमान में देश के विभिन्न राज्य निकायों/विश्वविद्यालयों में करीब 80 नेटवर्क विद्यमान हैं। डेकू इन नेटवर्कों के सभी उपयोगकर्ताओं को सहायता प्रदान करता है। डेकू ग्रामीण संसाधन केंद्रों, आपदा प्रबंधन, आदि से संबंधित अन्य नेटवर्कों को भी योगदान देता है।

भविष्य:

भविष्य की दूर-शिक्षा प्रणाली को डिजाइन करने में हमें जो सबसे बड़े सुधार की ज़रूरत है वह स्वयं शैक्षणिक प्रणालियों में आती है। आज शैक्षिक संस्थान गलत तरीके से आयोजित किए जाते हैं जो एक नासमझ और घातीय तरीके से विशेषज्ञता प्राप्त कर रहे हैं। हम लोगों को "पुनर्जागरण शिक्षार्थियों"- जो अनुशासनात्मक सीमाओं में सोच सके, बनाने के बजाय कंप्यूटर और विशेष मेमोरी बैंक बनाने की कोशिश कर रहे हैं।

जब शिक्षण ऑन लाइन हो जाता है तो तुरंत जानकारी पानेवाला हर व्यक्ति एक विशेषज्ञ की तरह उसका उपयोग कर सकता है। उसके लिए निम्न लिखित तरीके और उपकरण का समायोजन शिक्षा में एक नए आयाम को उजागर करेगी।

अनुक्रमणिका

आभासी वास्तविकता सिमुलेशन इतिहास और उसके रोचक तथ्यों को बड़े गहराई से समझा पायेगा। शिक्षा को फिल्मों, खेलों और संगीत में एकीकृत किया जा सकता है। इस तरह से छात्रों की एक बड़ी संख्या तक पहुंचा जा सकता है, जो "सामान्य" शिक्षा प्रणाली में खो जाता है। उपलब्ध यूनिवर्सल अनुवादकों ने शिक्षा को अंतर्राष्ट्रीय और वैश्विक बना दिया।

सूचना और संचार प्रौद्योगिकी की संकल्पना एक प्रतिस्पर्द्धी भारत का सृजन करने की है, जो ज्ञान, अनुसंधान, सृजनात्मकता और नवाचार से परिपूर्ण है। जिसमे डिजिटल इंडिया का भी महत्वपूर्ण योगदान होगा।

उपसंहार

बदलाव के मुख्यतः तीन स्तंभ हैं - संचार, शिक्षा और विकास। समय के बदलते परिवेश में इन सभी की परिभाषाएँ भी बदली हैं। आज संचार, शिक्षा और विकास का अर्थ हैं - जन-जागरण और जन-चेतना। भविष्य में सूचना और संचार प्रौद्योगिकी आधारित शिक्षा भारत में शिक्षा, जन-जागरण, वैज्ञानिक सोच एवमं विकास की राह को बढाने में सहायक सिद्ध होगी।

"शिक्षा जैसे क्षेत्र में सूचना का आदान-प्रदान एक महत्वपूर्ण और अभिन्न अंग हैं, और मैं समझता हूँ कि टेलीविज़न, कम्प्यूटर, मोबाईल जैसे माध्यमों द्वारा दृश्य-श्राव्य एक सशक्त माध्यम के रूप में उभरे है, जो इस प्रक्रिया में सबसे महत्वपूर्ण प्रेरणा का स्त्रोत सिद्ध हो सकता है"। डेकू-इसरो विक्रम साराभाई के कथनों को एक आधार मानकर अब उस मुकाम में है कि हमारे अंतरिक्ष कार्यक्रमो के साथ संचार और शिक्षा को जन साधारण तक पहुँचाने में सक्षम और कार्यरत है।

विशेष आभार

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी में अपना लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति का आभार व्यक्त करते है। हम निदेशक श्री वीरेन्दर कुमार, समूह-प्रधान, प्रभाग-प्रधान, मल्टीमीडिया कार्यक्रम निर्माण समूह तथा समूह प्रधान,पी.पी.इ.जी. श्री राजेश खंडेलवाल के भी आभारी हें, जिनके मार्गदर्शन से लेख लिखने में सहयोग प्राप्त हुआ। हम सुश्रि सुवर्णा देशपांडे और श्री संभवनाथ त्रिवेदि के लेख लिखने हेतु उत्साहवर्धन के लिए आभारी है। हम श्री फनि कुमार के भी आभरी है जिन्होंने हमारे पेपर के लिये तकनीकी मार्गदर्शन दिया। हम हिंदी विभाग का भी आभार व्यक्त करते हें, जिसके सहायता से यह लेख संगोष्ठी में भेजा जा सका।

संदर्भ:

- http://mhrd.gov.in/
- http://ncert.nic.in/
- http://cbse.nic.in/newsite/index.html
- http://www.millennium-project.org
- http://www.isro.gov.in/applications/tele-education
- http://10.61.36.75/Vyom_hindi/DECU.jsp
- **Book:** **Space and the Global Village: Tele-services for the 21st Century. Edited by**- Haskell, G., Rycroft, Michael J (Eds.)

आकृति:

- आकृति-1: सूचना और संचार प्रौद्योगिकी में दूरस्थ स्थानों पर शैक्षिक कार्यक्रमों का प्रसारण
- आकृति-1.2: वीडियो, टेलीविजन, मल्टीमीडिया कम्प्यूटर सॉफ्टवेयर आदि का शिक्षा के माध्यम के रूप में उपयोग
- आकृति-2.1 : डिजिटल इंडिया के तहत शिक्षा संबंधित जानकारि इंटरनेट पर
- आकृति-2.2: परीक्षाओं के परिणाम इंटरनेट पर (सीबीएसई, आईसीएसई, राज्य शिक्षा मंडल, यूपीएससी के तहत)
- आकृति-3.1: ऑनलाईन प्रवेश की सुविधा
- आकृति-3.2: वेब आधारित ई-अधिगम्यता कार्यक्रम
- आकृति-4.1: दूर-शिक्षा प्रणाली में स्टुडिओ और दूरस्थ केंद्रों पर लर्निंग मेनेजमेन्ट सिस्टम सैटअप

***

जनता तक पहुँच के लिए अंतरिक्ष विज्ञान

अंतरिक्ष विज्ञान को जनसाधारण तक पहुँचाने में इसरो के वीडियो कार्यक्रमों की भूमिका

(धर्मेन्द्र सिंह तोमर, वैज्ञानिक-अभियंता-एसडी, इसरो कार्यक्रम निर्माण प्रभाग, मल्टीमीडिया कार्यक्रम निर्माण समूह)
(पल्लवी श्रीधर, मीडिया पुस्तकालय सहायक, विकास कार्यक्रम निर्माण विभाग, मल्टीमीडिया कार्यक्रम निर्माण समूह)
विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू), अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

प्रस्तावना

विकास और शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) इसरो की एक इकाई है, जो अपने कार्यों के माध्यम से आम जनता के साथ जुड़ी है। यह यूनिट इसरो के मुख्य कार्यक्रम एवं परियोजनाओं को और साथ ही अंतरिक्ष विज्ञान को जनसाधारण तक पहुँचाने में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करता है, तथा इस राह में आने वाली सभी चुनौतियों के लिए तैयार है। एक तरफ हमारे पास विज्ञान और अंतरिक्ष विज्ञान- अनुसंधान, अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी और उपयोग हैं, जो कि इसरो के सभी केन्द्रों में पूर्ण रूप से किए जाते हैं, परंतु जब तक इन प्रयासों और इनसे प्राप्त हुए परिणामों को आम जनता तक नहीं पहुंचाया जायेगा, तब तक इन सभी प्रयत्नों को पूर्ण रूप से सफल नहीं माना जा सकता है। प्रस्तुत लेख में इसरो के मुख्य कार्यक्रमों, परियोजनाओं और अंतरिक्ष विज्ञान को आम जनता तक पहुंचाने में डेकू-इसरो की भूमिका और इस कार्य के लिए किए जा रहे प्रयत्नों साथ ही मल्टीमीडिया कार्यक्रम निर्माण प्रक्रिया की भी विस्तार से विवरण किया गया है।

डेकू के बारे में

सन 1983 से सॉफ्टवेर तंत्र समूह से आरंभ होकर और अब विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट, डेकू सदा से ही आम जनता से जुड़ा रहा है। पूर्व में कुछ महत्वपूर्ण परियोजनाएं जैसे साईट, खेडा संचार परियोजना, झाबुआ विकास संचार परियोजना आदि का सफलतापूर्वक प्रचालन किया गया था, और वर्तमान में चलाई जा रही परियोजनाओं में दूर-शिक्षा, दूर-चिकित्सा आदि के लिए डेकू के पास सतत कार्यरत एक टीम है, जो कि





विभिन्न कार्यक्रम जैसे विज्ञान, अंतरिक्ष विज्ञान, समाज से सीधे जुड़े विषय, विकासलक्षी एवं शिक्षा संबंधित कार्यक्रम का निर्माण कर दर्शकों तक पहुचानें में प्रयासरत है।

डेकू की अत्यधिक कुशल, योग्य और प्रतिभाशाली मल्टीमीडिया टीम, जैसे कार्यक्रम निर्माता, कार्यक्रम-सहयोगी, छायाकार, ध्वनि-मुद्रक, संपादक, एनिमेटर आदि मिलकर इसरो के विभिन्न अभियानों, घटनाओं और गतिविधियों के लिए

अनुक्रमणिका

मल्टीमीडिया संचार पैकेज का निर्माण करते हैं।

किसी परियोजना की कल्पना से लेकर उसके पूरा होने तक, संचार पैकेज को एक निश्चित 'आकार' देने के लिए टीम सामंजस्य से काम करती है। संचार पैकेज में सामान्य रूप से उच्च गुणवत्ता वाले वीडियो कार्यक्रम, अंतरिक्ष विज्ञान से संबंधित एनिमेशन, संवर्धित वास्तविकता अनुप्रयोग हेतु मल्टीमीडिया सामग्री, प्रदर्शनियों के लिए वीडियो का निर्माण, इसरो की विभिन्न घटनाओं के सीधे प्रसारण और दूर-शिक्षा व दूर-चिकित्सा आदि जैसे विभिन्न संचार नेटवर्क के लिए वीडियो और मल्टीमीडिया सामग्री आदि शामिल हैं।

डेकू अन्य सरकारी विभागों और इसरो के संचार नेटवर्क के हितधारकों के लिए मल्टीमीडिया कार्यक्रम निर्माण प्रशिक्षण भी प्रदान करता है।

मल्टीमीडिया कार्यक्रम निर्माण प्रक्रिया – विहंगावलोकन

मल्टीमीडिया कार्यक्रम निर्माण एक लंबी प्रक्रिया है। टीवी पर दिखाई देने वाले हर कार्यक्रम को इस प्रक्रिया से गुजरना पडता है, तभी कार्यक्रम प्रसारण के योग्य बन पाता है। इसमें सबसे पहले एक विचार की आवश्यकता होती है। विचार का विस्तार संकल्पना में होता है, इसमें हम विचार के अवयवों को जोड़ने का प्रयास करते हैं। आलेख (script) में हम विचार, संकल्पना एवं परिकल्पना का विस्तार करते हैं। इस प्रकार एक विचार से प्रारंभ होकर पूर्ण कार्यक्रम निर्मित किया जाता है।

तत्पश्चात शूटिंग की तैयारी की जाती है और कैमरा टीम के साथ शूटिंग पूर्ण की जाती है। पिछले कुछ वर्षों से टेलीविजन प्रौद्योगिकी में बदलाव के साथ वीडियो शूटिंग की विधाओं में परिवर्तन आये हैं, इस प्रकार विषयानुसार स्टेंडर्ड डेफिनिशन, हाई- डेफिनिशन और 3-डी आदि का चयन कर शूटिंग पूर्ण की जाती है।

शूटिंग के बाद कार्यक्रम निर्माण की तीसरी विधा की तैयारी की जाती है जिसके अंतर्गत सम्पादन किया जाता है। इस काम में विडियो संपादक मदद करते हैं और साथ ही मल्टी-मीडिया सोफ्टवेअर की सहायता से एनिमेशन तथा ग्राफिक्स का प्रयोग कर कार्यक्रम का निर्माण पूर्ण किया जाता है इस प्रक्रिया में विभिन्न प्रभाग और समूह आपस में मिलकर काम करते हैं। वीडियो कार्यक्रम को एक सूत्र में पिरोने के लिए प्रशिक्षित लोगों का समूह एक साथ काम करता है। तभी जाकर एक सफल और सुगठित वीडियो कार्यकम का निर्माण हो पाता है।

विभिन्न प्रक्रियायों का विस्तरण

मल्टीमीडिया कार्यक्रम निर्माण प्रक्रिया को हम मुख्य रूप से तीन हिस्सों में बाँट सकते हैं –
कार्यक्रम पूर्व निर्माण प्रक्रिया/प्री-प्रोडक्शन
कार्यक्रम के दौरान/ प्रोडक्शन
कार्यक्रम शूटिंग के बाद/ पोस्ट-प्रोडक्शन

कार्यक्रम पूर्व निर्माण प्रक्रिया/प्री-प्रोडक्शन

कार्यक्रम निर्माण का एक महत्वपूर्ण हिस्सा होता है स्क्रिप्ट में लिखे शब्दों को परदे पर उतारना। विषय-वस्तु लिखे जाने के बाद कार्यक्रम निर्माण के जरिये ही विषय-वस्तु को पूरी तरह से तकनीकी रूप मिल पाता है। यह निर्माण और सृजन की वह कर्मभूमि है, जहाँ विषय-वस्तु को सार्थक रूप दिया जाता है। इसीलिए यह विभाग कार्यक्रम की निर्माण प्रक्रिया का एक अभिन्न अंग है।

अंतरिक्ष विभाग की सभी परियोजनाएं अंतरिक्ष विज्ञान और उससे संबंधित हैं, अतः डेकू में कार्यक्रम निर्माण मुख्यतः अंतरिक्ष विज्ञान और अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी से संबंधित होते हैं। इसके अलावा, छात्रों से लेकर सामाजिक कार्यकर्ताओं तक और डॉक्टरों से लेकर नीति निर्माताओं जैसे विशाल वर्ग के लिए शिक्षा, सूचना और ज्ञान के प्रसार हेतु मल्टीमीडिया तकनीकों का प्रयोग करने में डेकू का अपना विशेष योगदान है।

अनुक्रमणिका

कार्यक्रम पूर्व निर्माण प्रक्रिया में सबसे पहले विषय विशेषज्ञ द्वारा दिए गए विषय—वस्तु को आधार मान कर स्क्रिप्ट तैयार किया जाता है। स्क्रिप्ट तैयार करने हेतु एक स्क्रिप्ट समिति का गठन किया गया है, जो विषय-वस्तु को बड़े ही ध्यान से देख कर और विषय वस्तु से संबंधित सभी पैरामीटर का अवलोकन कर स्क्रिप्ट को अंतिम रूप प्रदान करती है। स्क्रिप्ट तैयार करते समय यह ध्यान रखा जाता है कि, कार्यक्रम के लक्षित-प्रेक्षक कौन हैं? प्रेक्षक के अनुसार शब्दों और दृश्यों में बदलाव किया जा सकता है।

स्क्रिप्ट, सम्पूर्ण कार्यक्रम निर्माण का ब्लू-प्रिंट होता है। वह कार्यक्रम का मुख्य ढाँचा होता है जिसको आधार मानकर कार्यक्रमों का निर्माण किया जाता है।

क्यों जरुरी है स्क्रिप्ट?

विषय-वस्तु को एक आकार और प्रवाह देने और शुरू से लेकर अंत तक सुनियोजित और व्यवस्थित तरीके से समेटने के लिए सरल और समझने में आसान हो ऐसी स्क्रिप्ट लिखी जाती है, ताकि समय कम होने पर भी हर तथ्य को बताया जा सके। एक प्रभावी स्क्रिप्ट दर्शक को न केवल विषय-वस्तु के बारे में जानकारी प्रदान करती है, बल्कि कम और सटीक शब्दों का प्रयोग कर अधिक प्रभाव डालती है। यह एक चुनौतीपूर्ण काम है।

1. समय-सीमा के भीतर उसे पूरा कर लेने के लिए
2. कार्यक्रम निर्माण टीम को इस बात की जानकारी देने के लिए कि कब, कौन-से शॉट्स और साउंड का इस्तेमाल किया जाना है। लिखी हुई स्क्रिप्ट पर बार-बार काम कर संवारने की सम्भावना भी ज्यादा होती है। इससे कार्यक्रम समय और संपादन समय दोनों की बचत होती है।

टीवी कार्यक्रम में कंटेंट को लिखना किसी कहानी को बताने की ही तरह है। प्रभावशाली स्क्रिप्ट वही मानी जाती है जिसमे समूची जानकारी बहुत ही सहज ढंग से सामने आये और प्रवाह स्वाभाविक हो।

गहरी से गहरी विषय वस्तु को अक्सर इतने व्यावसायिक तरीके से शब्दों में बाँध दिया जाता है, कि दर्शक को अंदाजा ही नहीं हो पाता कि घंटो लंबी कहानी को उसने कुछ ही पलों में देख-समझ लिया है। घटना पूरे दिन भर चली हो या फिर साल भर, सारे क्रम को बखूबी से कुछ ही मिनटों में दिखा दिया जाता है। उदाहरण के तौर पर इसरो द्वारा प्रक्षेपित किए जाने वाले उपग्रह के निर्माण से लेकर अंतरिक्ष तक पहुँचाने में काफी लंबा समय लगता है, पर इस पूरी प्रक्रिया को कुछ ही मिनटों में दिखाया जा सकता है। यह करिश्मा सिर्फ शब्द ही दिखा सकते हैं। सफल स्क्रिप्ट की यही निशानी है।

प्रोडक्शन/कार्यक्रम के दौरान

तैयार स्क्रिप्ट के आधार पर ही शूटिंग की प्रक्रिया की जाती है। इसके आधार से ही दृश्य-श्रव्य को इकट्ठा किया जाता है, और शूटिंग की शुरुआत की जाती है।

शूटिंग मुख्यतः दो प्रकार की होती है : स्टूडियो आधारित और आउटडोर आधारित। विषय-वस्तु के निर्धारण के आधार पर शूटिंग का निर्णय लिया जाता है।

शॉट्स की भूमिका

टीवी में दिखाएँ जाने वाले कार्यक्रम काफी हद तक इस बात पर निर्भर करते हैं, कि कैसे शॉट्स लिए गए हैं। कार्यक्रम निर्माता का मुख्य कार्य है, विषय को शब्दों और तस्वीरो में सहजता के साथ मिश्रित करना। यह तालमेल जितना स्वाभाविक होगा, कार्यक्रम उतना ही खिलकर सामने आएगा। टीवी में शॉट्स की प्रभावशाली भूमिका होती है। शॉट्स से ही टीवी का अस्तित्व है। कभी-कभी शॉट्स को देखने के बाद स्क्रिप्ट लिखने से तथ्यों की पुनरावृति से बचा जा सकता है। सटीक शॉट्स किसी भी कार्यक्रम में जान डाल सकते हैं और कई बार बिना वोइस ओवर के भी सार को अभिव्यक्त कर सकते हैं।

अनुक्रमणिका

बुनियादी शॉट्स

टीवी कार्यक्रम में तीन मुख्य शॉट्स होते हैं जिनसे लेंस और सब्जेक्ट के बीच का अंतर तय किया जाता है। ये हैं: लॉन्ग शॉट, मीडियम शॉट, क्लोस अप।





शूटिंग के विभिन्न पहलू

टीवी में तस्वीरो या फिर शॉट्स के द्वारा दर्शकों तक कार्यक्रम कुछ इस तरह से पहुंचाया जाता है, जिससे दर्शक को यह आभास हो जैसे वह घटना के दौरान खुद ही वहाँ मौजूद रहा हो। सजीवता का यही अहसास कवरेज को सफलता के करीब ले जाता है। किसी भी शूट को साकार करने का काम छायाकार करता है। हर छायाकार के सामने यह चुनौती होती है, कि वह विषय वस्तु से संबंधित दृश्य को कवर करते समय सृजनशील रहे। छायाकार वीडियो कार्यक्रम को जीवंतता देता है। छायाकार पर शूट के द्वारा घटना की गतिमयता और स्वाभाविकता को बरक़रार रखने का दावित्व भी होता है।

शॉट

किसी भी अभिव्यक्ति को कैमरे में कैद करना ही शॉट कहलाता है। फील्ड में रिकॉर्ड किया गया हर शॉट एडिटिंग के लिए कच्चे माल का काम करता है। विषय चाहे कोई भी हो, संपादन के लिए एक शॉट कभी भी काफी नहीं हो सकता। विभिन्न शॉट्स के गठजोड़ से ही किसी भी कार्यक्रम को व्यापक अर्थ मिलता है। वैसे तो किसी भी शॉट की लम्बाई एक्शन और विषय पर निर्भर करती है, लेकिन फिर भी हर शॉट को कम से कम 8 से 10 सेकंड के लिए लिया जाना चाहिए, ताकि एडिटिंग में सुविधा हो।





सिक्वेंस

सभी लिए गए शॉट ब्लाक की तरह होते हैं, जिन्हें आधार बनाकर बाद में एडिटर पूरी ईमारत को खड़ा करता है। जब अलग-अलग शॉट्स को एक ही सन्देश को प्रसारित करने के लिए शूट किया जाता है तो उसे सिक्वेंस कहते है। इसमें

अनुक्रमणिका

किसी भी एक एक्शन को अलग-अलग कोणों और आकार से शूट किया जाता है ताकि दर्शक उन्हें एक प्रवाह में देख सके और उसे कही कोई रुकावट महसूस न हो।





ऐसा पाया गया है कि सामान्यतः टेलीविजन प्रेक्षक की औसतन ध्यान केंद्रित अवधि लगभग 20 मिनट होती है। यही कारण है, कि सभी धारावाहिक और टीवी शो लगभग 22 मिनट की समयावधि के होते हैं, और इसे ही टीवी कार्यक्रम देखने का आदर्श समय माना जाता है। डेकू-इसरो के टीवी कार्यक्रम भी आमतौर पर 15 से 20 मिनट की अवधि के होते हैं। डेकू में, विभिन्न विषयों के वृतचित्र के साथ-साथ, उपग्रह के प्रक्षेपण के पूर्वावलोकन कार्यक्रम का भी निर्माण किया जाता है, और आम जनता को कम समय में अधिकाधिक जानकारी को व्यवस्थित ढंग से दिखाया जाता है।

ध्यान रखा जाता है कि शब्द और तस्वीर एक दूसरे के साथ मिश्रित दिखाई दे। एक प्रभावी शॉट कई शब्दों की जगह ले सकता है। इसी तरह एक सटीक शब्द दर्शक को सीधे परिवेश से जोड़ सकता है। अगर किसी परिस्थिति में कोई बात तस्वीरे कह नहीं पाती, तो शब्द उस बात को कहने के लिए सामने आ जाते हैं और जब वे भी प्रभावी नहीं हो पाते तो ध्वनियाँ इस काम को पूरा कर देती हैं।

टीवी प्रोडक्शन में शारीरिक और मानसिक दोनों ही तरह की मेहनत करनी पड़ती है। टीवी पर दिखने वाले किसी भी कार्यक्रम को साकार रूप देने में प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से एक पूरी टीम जुटती है।

शूटिंग में प्रयुक्त होने वाले प्रौद्योगिकी

डेकू-इसरो में पूर्णता हाई-डेफीनेशन कार्यक्रम निर्माण (एच.डी.प्रोडक्शन) को अपना लिया गया है और इन्डस्ट्रीज में प्रयुक्त होने वाले प्रसारण प्रौद्योगिकी के उपकरणों का प्रयोग किया जा रहा है, जिसके फलस्वरूप उच्च गुणवत्ता और प्रसारणरूपी कार्यक्रमों का निर्माण होता है। साथ ही एक कदम आगे बढ़ते हुए 3-आयामी कैमरा का भी उपयोग किया जाने लगा है, जिसके द्वारा 3-आयामी कार्यक्रम का निर्माण किया जा सके।

पोस्ट-प्रोडक्शन-कार्यक्रम शूटिंग के बाद की प्रक्रिया

विडियो संकलन (एडिटिंग)

विडियो एडिटिंग की तीन अनिवार्य शर्तें हैं – तेजी, तार्किक अभिव्यक्ति और सही संयोजन। विषय-वस्तु को शूट करने और स्क्रिप्ट को अंतिम रूप देने के बाद कार्यक्रम निर्माता को उसे एडिट करना यानी सम्पादित करना होता है ताकि कार्यक्रम को टीवी पर प्रसारण के योग्य बनाया जा सके। किसी भी सफल कार्यक्रम के निर्देशन में एडिटिंग की अहम भूमिका होती है। एडिटिंग के बिना विषय-वस्तु के लिए इकट्ठा किया गया कच्चा माल (शॉट्स) कोई मायने नहीं रखते। एडिटिंग स्क्रिप्ट को प्रवाह देता है।

एडिटिंग क्यों?

एडिटिंग का मतलब है – शूट के दौरान फिल्माए गए शॉट्स में से बेहतरीन को छांटकर कार्यक्रम में इस्तेमाल करना ताकि शूट किए गए शॉट्स को नया जीवन दिया जा सके।

एडिटिंग मुख्य रूप से निम्न कारणों से की जाती है:

1.आपस में जोड़ने के लिए: इसके द्वारा शूट के दौरान लिए गए शॉट्स को आपस में बाँध देने का काम किया जाता है।

2.शूट को छोटा करने के लिए : कई बार संपादन के दौरान शॉट्स बहुतायत में उपलब्ध होते हैं, लेकिन उन्हें एक समय-सीमा के अंदर बांधने के लिए सभी शॉट्स को स्टोरी का हिस्सा नहीं बनाया जा सकता और न ही हर शॉट इस्तेमाल के काबिल होता है। ऐसे में बेहतरीन शॉट्स का चुनाव चुनाव करना एडिटर का काम होता है। यह चयन की एक चुनौतीपूर्ण प्रक्रिया है।

3.कार्यक्रम की एकरूपता, क्रमबद्धता तथा दृश्य-श्राव्य में सामंजस्यता प्रदान करने के लिए। एडिटिंग टेबल ही वह स्थान होता है, जहाँ कार्यक्रम को अंतिम रूप दिया जाता है। एडिटिंग की प्रक्रिया में एडिटर सम्पूर्ण वीडियो शूटिंग का अवलोकन कर कार्यक्रम निर्माता के मार्गदर्शन में कार्यक्रम को संपूर्णता प्रदान करता है।

4.एडिटिंग का एक बड़ा फायदा यह भी है, कि यह समय को कम या ज्यादा करने की पूरी गुंजाइश देता है, यानी अगर कोई ऐसी कथा-वस्तु बताई जा रही है, जिसे पूरा होने में कई साल या कई महीने लगे थे तो भी कुशल एडिटिंग से उसे क्रमबद्ध ढंग से कुछ मिनटों में दिखाया और समझाया जा सकता है। इसी तरह कुछ मिनटों में हुई किसी घटना को स्लोमोशन या अन्य कई तकनीकों से एडिट कर लंबे समय तक खींचा जा सकता है।

नॉन-लीनिअर एडिटिंग

कंप्यूटर पर आधारित एडिटिंग को नॉन-लीनिअर एडिटिंग कहा जाता है। इस प्रणाली में सभी रिकोर्डेड शॉट्स, वीडियो और सर्वर हार्ड डिस्क पर फाइलों के रूप में उपलब्ध होते हैं। इस प्रणाली द्वारा डिजिटल वीडियो क्लिप में किसी भी वीडियो फ्रेम पर सीधे पहुँचा जा सकता है। इस तकनीक में टाइम-कोड में प्रवेश करके किसी भी फ्रेम का उपयोग करना संभव होता है।

एडिटिंग की यह प्रणाली अब ज्यादातर सभी टीवी कार्यक्रमों में अपनाई जाती है और डेकू में भी बनाये जा रहे सभी टीवी कार्यक्रम नॉन-लीनिअर में ही संपादित किए जा रहे हैं।





डेकू की मल्टीमीडिया लैब

अंतरिक्ष विज्ञान संबंधित कार्यक्रम निर्माण में एनीमेशन एवं ग्राफिक्स का भी बहुत बड़ा योगदान होता है, और इसके लिए डेकू में ही मल्टीमीडिया लेब प्रस्थापित की गई है, जिसमें अत्याधुनिक हार्डवेयर और सॉफ्टवेर से सुसज्जित उच्च गुणवत्ता वाले कंप्यूटर का प्रयोग किया जाता है। कई ऐसे महत्वपूर्ण और जटिल तथ्य और सिद्धांत होते हैं जिन्हें दृश्यों द्वारा समझाना कठिन हो जाता है। उदाहरण के तौर पर प्रक्षेपण यान की आंतरिक सरंचना या उपग्रह का कक्ष में अंत:क्षेपण आदि। ऐसे में कार्यक्रम निर्माताओं के पास एनीमेशन और कंप्यूटर ग्राफिक्स ही ऐसा विकल्प होता है जिसके द्वारा इन तथ्यों को आसानी से समझाया जा सकता है।

अनुक्रमणिका



इन सभी एनीमेशन को बनाने के लिए डेकू की कुशल और योग्य टीम कार्यरत हैं, जो मल्टीमीडिया कार्यक्रम निर्माण का अभिन्न हिस्सा हैं। मल्टीमीडिया लेब एडिटिंग कक्षों से सीधे जुडी हुई हैं जिसके द्वारा कार्यक्रमों के लिए बनाये गए एनीमेशन और कंप्यूटर ग्राफिक्स को कार्यक्रम में सीधे ही डाल दिया जाता हैं जिससे कार्यक्रम को रसप्रद और प्रभावित बनाया जा सके।

कार्यक्रम का प्रसारण

डेकू-इसरो द्वारा बनाये जाने वाले कार्यक्रम, जो इसरो के मुख्य कार्यक्रम, परियोजनाओं और अंतरिक्ष विज्ञान से संबंधित होते हैं उनका प्रसारण भारत के लोक प्रसारण सेवा दूरदर्शन के माध्यम से किया जाता है, जिसके द्वारा अधिक से अधिक जनसाधारण तक पंहुचा जा सके और ज्यादा से ज्यादा लोगों को अंतरिक्ष विज्ञान के बारे में बताया जा सके।

सीधा प्रसारण

इसरो की विभिन्न घटनाएं, जैसे उपग्रहों का प्रक्षेपण और उससे जुडी सभी गतिविधियों का सीधा प्रसारण दूरदर्शन द्वारा किया जाता है। इसकी पूर्व तैयारी, जैसे उपग्रह पर आधारित वीडियो कार्यक्रम, उपग्रह और प्रक्षेपण से जुडी अलग-अलग गतिविधियों को संकलित कर प्रसारण हेतु तैयार करना आदि डेकू की टीम द्वारा किया जाता है। इसके साथ ही दूरदर्शन द्वारा प्रसारण किए जाने वाले कार्यक्रम और सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र, शार के बीच की मुख्य कड़ी का काम करता है।

डेकू की मीडिया लाइब्रेरी



डेकू में उन्नत सुविधाओं से सुसज्जित मीडिया लाइब्रेरी प्रतिस्थापित की गई है। सभी वीडियो कार्यक्रम, कवरेज और अन्य वीडियो स्रोत इस मीडिया लाइब्रेरी में संग्रहित किए गए हैं। एडिटिंग और पोस्ट-प्रोडक्शन के पश्चात सभी कार्यक्रमों का मास्टर आउटपुट वीडियो टेप में लिया जाता है। डेकू की मीडिया लाइब्रेरी में उच्च गुणवत्ता टेप जैसे डिजीटल बीटा-केम, बीटा-केम,



डीवी-केम तथा ब्लू-रे डिस्क आदि उपलब्ध हैं। वीडियो कार्यक्रम के उद्देश्य और प्रकार के अनुसार कार्यक्रम को उचित माध्यम में केप्चर किया जाता है, और फिर मीडिया लाइब्रेरी में जमा किया जाता है। इस मीडिया लाइब्रेरी में सभी कार्यक्रमों संबंधित सूचनाओं के साथ टेप्स, केसेट्स और डीवीडी का संग्रहण किया गया है। डेकू की मीडिया लाईब्रेरी में इसरो से संबंधित घटनाएँ जो पूर्व में घटित हुई हैं, के दुर्लभ वीडियोज उपलब्ध हैं।

अनुक्रमणिका

वरिष्ठ एवं प्रतिष्ठित वैज्ञानिक डॉ. विक्रम साराभाई के इंटरव्यू, साईट, खेडा और झाबुआ विकास संचार परियोजनाओं से संबंधित वीडियो कार्यक्रम, तथा डेकू द्वारा पिछले तीन दशकों के बनाए हुए कार्यक्रम का संग्रहण किया गया है। मीडिया लाईब्रेरी सॉफ्टवेर अति महत्वपूर्ण सुविधा प्रदान करता है, जिसके द्वारा किसी भी कार्यक्रम की विषय-वस्तु की विस्तृत जानकारी, वीडियो कार्यक्रम और कार्यक्रम निर्माण से जुडे सदस्यों एवं किसी विशेष विषय पर उपलब्ध विस्तृत कंटेंट की पुनः प्राप्ति की जा सकती है।

डेकू में निर्मित किए जाने वाले सभी मल्टीमीडिया कार्यक्रम, मीडिया लाइब्रेरी के द्वारा संप्रेषित किए जाते हैं।

उपसंहार

"विकास की राह में सूचना का आदान-प्रदान एक अभिन्न अंग है और मैं समझता हूं कि टेलिविज़न द्वारा दृश्य-श्राव्य माध्यम एक सशक्त तकनीक है जो इस प्रक्रिया में सबसे महत्वपूर्ण प्रेरणा का स्रोत सिद्ध हो सकता है।"

स्वप्नदृष्टा स्व. डॉ. विक्रम साराभाई के ये प्रेरणादायक उद्गार 21वी सदी में भी सही प्रतीत हो रहे हैं और डेकू-इसरो इन्हीं कथनों को एक आधार मानकर अब उस मुकाम पर है जहां अंतरिक्ष कार्यक्रमों के साथ विज्ञान को जन साधारण तक पहुँचाने में वह सक्षम है और पूरी कोशिश में है कि ज्यादा से ज्यादा लोगों तक अंतरिक्ष विज्ञान को पहुंचाए।

डेकू-इसरो के मुख्यतः तीन स्तंभ हैं – विकास, शिक्षा और संचार। समय के बदलते परिवेश में इन सभी की परिभाषाएँ भी बदली हैं। आज विकास का अर्थ है – जन-जागरण। डेकू विज्ञान और संचार के बीच का एक सेतु है, और विभिन्न विषयो के कार्यक्रम निर्माण में और इन सभी कार्यक्रमों को जन-साधारण तक पहुँचाने में एक विशिष्ठ स्थान बनाए हुए है। यह विज्ञान को समाज के विभिन्न वर्गों तक पहुँचाने में क्रांति ला सकता है, और आज के परिपेक्ष्य में नये सामाजिक माध्यमों का उपयोग कर अंतरिक्ष विज्ञान और संबंधित कार्यक्रमों को लोकप्रिय बनाने में और अधिक सहायक हो सकता है।

भविष्य में भारत में शिक्षा, वैज्ञानिक सोच, जन-जागरण, एवं विकास की राह को बढ़ाने में डेकू सहायक सिद्ध हो सकेगा और एक विकसित भारत को बनाने में एक महत्वपूर्ण योगदान प्रदान कर सकेगा, जो स्मार्ट हो, डिजिटल हो और सदा प्रगतिशील हो।

विशेष आभार हिंदी तकनीकी संगोष्ठी में हमारा लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति का आभार व्यक्त करते हैं। हम निदेशक, डेकू, श्री वीरेंदर कुमार, का धन्यवाद करना चाहतें हैं, जिन्होनें हमें इस मंच पर अपने विचार प्रस्तुत करने का मौका दिया। हम पी.पी. ई.जी के समूह निदेशक श्री राजेश खन्डेलवाल के आभारी हैं, जिनके तकनीकी मार्गदर्शन एवं उत्साहवर्धन से लेख लिखने में सहयोग प्राप्त हुआ, मल्टीमीडिया कार्यक्रम निर्माण समूह के समूह प्रधान श्री धर्मेश भट्ट का भी धन्यवाद करतें हैं, जिन्होंने हमें इस अध्ययन के लिये उचित प्रतिवेदन दिये। साथ ही, इसरो कार्यक्रम निर्माण प्रभाग की उप-प्रधान सुवर्णा देशपांडे और विकास कार्यक्रम निर्माण विभाग के उप-प्रधान डॉ. संभव नाथ त्रिवेदी के भी आभारी हैं। लेखक हिंदी विभाग का भी आभार व्यक्त करतें हैं, जिसके सहायता से यह लेख संगोष्ठी में भेजा जा सका।

संदर्भ :

डेकू वेबसाइट

टेलीविजन और क्राइम रिपोर्टिंग, वर्तिका नंदा

***

अनुक्रमणिका

डिजिटल इंडिया की ओर हमारे बढ़ते कदम

डिजिटल इंडिया - इसरो में अनुपालन और भारत के लिये योगदान

पूजा कक्कड
एम.डी.पी.डी/एस.आई.पी.जी

अर्पिता गजरिया
ओ.डी.पी.ड/एस.आई.पी.जी

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश:

डिजिटल इंडिया एक ऐसा अभियान - जो कि इस उद्देश्य से प्रारम्भ किया गया है कि देश की जनता को सरकारी सुविधाओं व सेवाओं का लाभ इलेक्ट्रानिक माध्यम से पहुँचाया जा सके। 'डिजिटल इंडिया' का विज़न तीन प्रमुख क्षेत्रों पर केन्द्रित है। ये हैं- हर नागरिक के लिए उपयोगिता के तौर पर डिजिटल ढांचे का निर्माण, डिजिटल सेवाएं प्रदान करना और नागरिकों का डिजिटल सशक्तिकरण। इसके अंतर्गत यह सुनिश्चित किया जायेगा कि भारत देश में कम से कम कागजी कार्रवाई हो और अधिक से अधिक जनता इलेक्ट्रानिक माध्यम से सेवाओं का फायदा उठा सके। भारत सरकार के डिजिटल इंडिया कार्यक्रम में इसरो के प्रत्येक केंद्र ने बड़े पैमाने पर भाग लिया तथा डिजिटल इंडिया के तहत बहुत सारी घोषणायें की जो कि डिजिटल इंडिया कार्यक्रम को सफल बनाने में सहायक होंगी। इस लेख में लेखकों का प्रयास है कि वे इसरो के अन्दर डिजिटल इंडिया की अनुपालना का विश्लेषण करते हुए इसरो के योगदान को भी उभारें जो भारत सरकार को इस कार्यक्रम को सफल बनाने में सहायक हैं।

शब्द सूची :

वीसेट, डिजिटल इंडिया, ई-गवर्नेंस, ई-क्रांति

1.0 परिचय

सत्ता संभालने के दिन से, डिजिटल इंडिया और मेक इन इंडिया, प्रधान मंत्री श्री नरेंद्र मोदी के दो बड़े ब्योरे रहे हैं। वे मेक इन इंडिया के ब्रांड एंबेसडर हैं जिन्होंने भारत में निवेश करने, उद्योग स्थापित करने और मेक इन इंडिया के लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए दुनिया भर के विभिन्न देशों से विभिन्न कंपनियों को योगदान देने के लिए आमंत्रित किया है।

डिजिटल इंडिया भारत सरकार का एक प्रमुख कार्यक्रम है, जो भारत को एक डिजिटल रूप से सशक्त समाज और ज्ञान अर्थव्यवस्था में बदलने की दृष्टि से बनाया गया है। यह अभियान 1 जुलाई 2015 को शुरू किया गया ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि देश के प्रत्येक नागरिक को इंटरनेट सुविधायें और ऑनलाइन सेवाएँ उपलब्ध कराई जा सकें जिसके फलस्वरुप देश प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में सशक्त हो पायेगा। इस कार्यक्रम के अंतर्गत बहुत सारे छोटे बुनियादी लक्ष्य रखे गये हैं जिन्हें प्राप्त करके भारत की गणना विश्व के डिजिटली परिपूर्ण देशों में हो पायेगी।

डिजिटल इंडिया एक व्यापक कार्यक्रम है जिसमें कई सरकारी मंत्रालय और विभाग शामिल हैं। डिजिटल इंडिया कार्यक्रम के सफल कार्यान्वयन के लिए इलेक्ट्रॉनिक्स और सूचना प्रौद्योगिकी विभाग (डीआईटीआई) की पहचान विभिन्न सरकारी विभागों और संगठन के बीच समन्वय के लिए नोडल बिंदु के रूप में की गई है।

2.0 डिजिटल इंडिया के स्तंभ:

डिजिटल इंडिया का लक्ष्य विकास क्षेत्रों के निमन्लिखित नौ बिन्दुओ पर जोर देना है :

1. ब्रॉडबैंड हाइवे: इस के अंतर्गत संपूर्ण देश में बिना किसी भौगोलिक विभेदन के इंटरनेट सुविधायें उपलब्ध कराना है।

अनुक्रमणिका

2. **मोबाइल कनेक्टिविटी की सार्वभौमिक पहुंच:** इस के अंतर्गत संपूर्ण देश में बिना किसी भौगोलिक विभेदन के मोबाइल कनेक्टिविटी के अंतराल को भरना है।
3. **पब्लिक इंटरनेट एक्सेस प्रोग्राम:** पब्लिक इंटरनेट एक्सेस प्रोग्राम का उद्देश्य है कि जनता तक सरकारी सेवायें पहुँचाने के लिये आम सेवा केंद्र (Common Service Centre) और डाक सेवा कार्यालयों को बहु-सेवा केंद्र (multi service centre) के रूप में स्थापित करना है।
4. **ई-गवर्नेंस:** विभिन्न सरकारी डोमेनों में सरकार की प्रक्रियाओं को सरल बनाने के लिए आईटी का इस्तेमाल करते हुए सरकार की प्रक्रिया का पुनः इंजीनियरिंग द्वारा कार्यान्वयन कराना।
5. **ई-क्रांति - सेवाओं** का इलेक्ट्रॉनिक वितरण और प्रौद्योगिकी के माध्यम से शासन सुधारना।
6. **सभी के लिए सूचना:** मंत्रालयों तथा विभागों को ओपन डाटा प्लेटफॉर्म द्वारा नागरिकों तक जानकारी को पहुँचाना ताकि डाटा का उपयोग, पुनर्पयोग और पुनर्वितरण सुलभता से किया जा सके।
7. **इलेक्ट्रॉनिक्स विनिर्माण:** यह स्तंभ देश में इलेक्ट्रॉनिक्स विनिर्माण को बढ़ावा देने पर ध्यान केंद्रित करता है, जिसमें 2020 तक नेट जीरो आयात का उद्देश्य रखा गया है।
8. **नौकरियों के लिए आईटी:** यह स्तंभ छोटे शहरों और गांवों के लोगों को आईटी / आईटीईएस क्षेत्र में रोजगार के अवसरों के लिए आवश्यक कौशल में प्रशिक्षण प्रदान करने पर केंद्रित है।
9. **प्रारंभिक हार्वेस्ट प्रोग्राम:** प्रारंभिक हार्वेस्ट प्रोग्राम मूल रूप से उन परियोजनाओं पर बल देता है, जिन्हें संक्षिप्त समयरेखा में लागू किया जाना है। प्रारंभिक हार्वेस्ट कार्यक्रम के तहत परियोजनाएं निम्नानुसार हैं: बॉयोमेट्रिक उपस्थिति के लिए आईटी प्लेटफार्म, सभी विश्वविद्यालयों में वाई-फाई (एनकेएन NKN के तहत कवर), स्कूल बुक्स ईपुस्तक, एसएमएस आधारित मौसम की जानकारी, आपदा अलर्ट आदि।

3. 0 डिजिटल भारत में इसरो का योगदान:

विकास क्षेत्रों के उपर्युक्त 9 स्तंभों से, एक यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि डिजिटल भारत के तीन गौण मंत्र हैं (चित्र सं 1)

1. डिजिटल ढांचा(इंफ्रास्ट्रक्चर)
2. डिजिटल सेवाएं
3. डिजिटल सशक्तीकरण



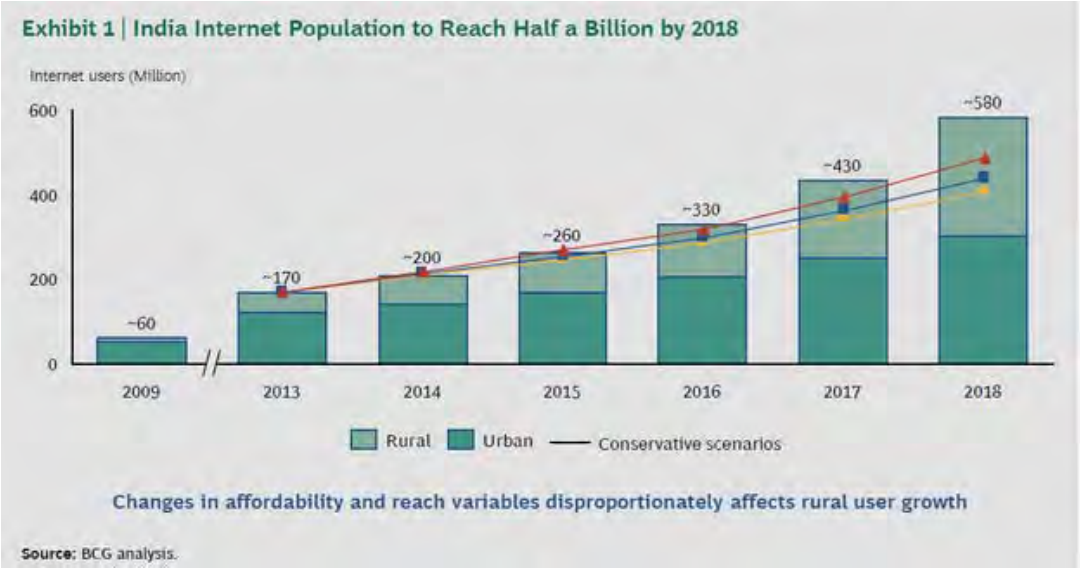
चित्र सं 1

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी ग्रामीण क्षेत्रों के समग्र और तेजी से विकास के लिए कई तरह के महत्वपूर्ण निविष्टियाँ प्रदान कर रहा है। सैटेलाइट रिमोट सेंसिंग और संचार दोनों ही क्षेत्रों में भारत ने विश्व में मूल स्थान धारण किया है। इसरो की गणना विश्व की उच्च कोटि की तकनीकी संगठनों में की जाती है जो कि जन-कल्याण के लिये कटिबद्ध है। जब डिजिटल इंडिया का नाम लिया जाता है तो मस्तिष्क पटल में सर्वप्रथम इसरो का नाम ही सामने आता है और ऐसा कहना कदापि अनुचित नहीं है क्योंकि इसरो भारत सरकार की वह इकाई है जो कि वर्ष प्रति वर्ष भारत का गौरव बढ़ा रही है। डिजिटल इंडिया के कार्यन्वयन में इसरो के महत्त्वपूर्ण योगदान को यहां प्रस्तुत करने की चेष्टा की गई है।

3.1 डिजिटल ढांचा: एक अनुमान के अनुसार, भारत में इंटरनेट उपभोक्ताओं की संख्या में तेजी से वृद्धि होगी (चित्र सं 2)। डिजिटल ढांचा का उद्देश्य देश के दूर-दराज और ग्रामीण क्षेत्रों में इंटरनेट कनेक्टिविटी प्रदान करने के लिए बुनियादी ढांचे का निर्माण करना है। वर्तमान में उपग्रहों के माध्यम से संचार प्रदान

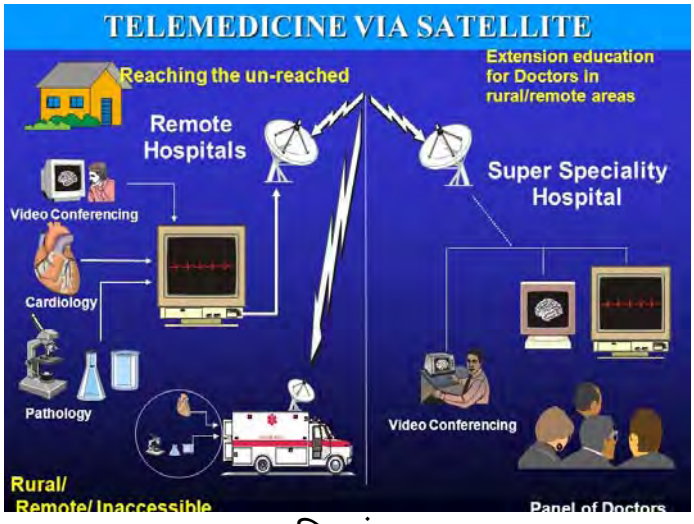
अनुक्रमणिका

करने के उद्देश्य से पूरे भारत में वीएसएटी (VSAT) टर्मिनलों को तैनात किया गया है (रिमोट/ग्रामीण क्षेत्रों को कनेक्ट करने के लिए ऑप्टिकल फाइबर की तुलना में संचार उपग्रह एक आर्थिक समाधान प्रदान करता है)। फिलहाल भारत का संपूर्ण भूभाग इन टर्मिनलों से सुसज्जित नहीं है। इसरो ने दूरसंचार क्षेत्रों को कवर करने के लिए हाई थ्रुपुट उपग्रहों (एचटीएस) को लॉन्च करने की परिकल्पना की है।



चित्र सं 2

3.2 **डिजिटल सेवाएं:** अंतरिक्ष विभाग विभिन्न केन्द्रीय मंत्रालयों / विभागों और राज्य सरकारों के साथ मिलकर काम कर रहा है ताकि जन-कल्याण के विभिन्न क्षेत्रों जैसे कि - प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन, आपदा और प्रारंभिक चेतावनी, संचार और नेविगेशन, ई-गवर्नेंस और भू-स्थानिक प्रशासन इत्यादि में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का अधिकतम उपयोग किया जा सके। इसरो के द्वारा प्रदान की गई कुछ सेवाओं को यहाँ दर्शाया गया है।

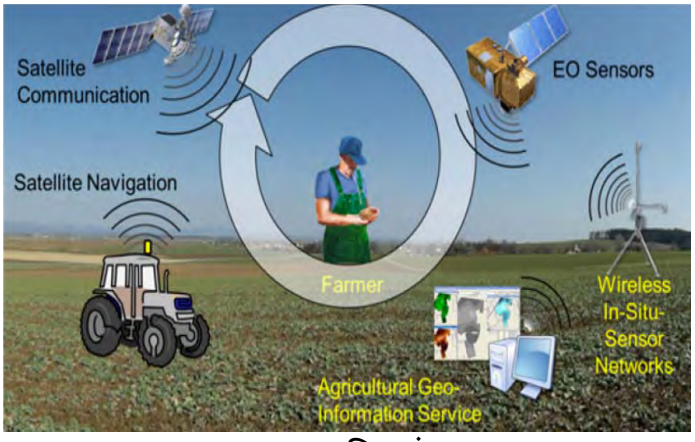


चित्र सं 3

- इसरो टेलीमेडिसिन नेटवर्क भारतीय उपग्रह के माध्यम से शहरों और कस्बों के प्रमुख अस्पतालों को रिमोट/ ग्रामीण/ मेडिकल कॉलेजों और मोबाइल इकाइयों के साथ जोड़ने में सक्षम है (चित्र सं 3)।
- ईआरएनएसएस (IRNSS/NAVIC) एक स्वतंत्र क्षेत्रीय नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम है जो कि भारतीय क्षेत्र और उसके मुख्य भूमि के 1500 किमी के आसपास की दूरी में स्थिति की जानकारी प्रदान करने में सक्षम है (चित्र सं 4)।
- इसरो का ग्राम संसाधन केंद्र (village resource centre) कार्यक्रम ग्रामीण क्षेत्रों में उधयमता को बढावा देता है और ग्रामीण समुदायों के लिए ई-गवर्नेंस और सामाजिक रूप से प्रासंगिक अन्य सेवाओं को आसानी से प्रदान करवाने में सहायता देता है (चित्र सं 5)।

अनुक्रमणिका

- लगभग 75 कस्टमाइज़्ड वेब एप्लीकेशन और 50 मोबाइल एप्लिकेशन तैयार की गई जो कि कई प्रमुख कार्यक्रमों जैसे - प्रधान मंत्री कृषि सिंचाई योजना; स्वच्छ गंगा आदि के सफल प्रतिपादन में अंतरिक्ष आधारित उपकरण के उपयोग द्वारा सहायक होंगी।
- रेडियो नेटवर्किंग, सैटेलाइट एडेड सर्च और रेस्क्यू आदि जैसी अन्य डिजिटल सेवाएं भी प्रदान की जाती हैं।



चित्र सं 4

3.3 डिजिटल सशक्तीकरण:

- इसरो ने कई परियोजनाएं कीं जो कि परिष्कृत उपग्रह-आधारित संचार के माध्यम से मानवता के विकास पर केंद्रित थी। विकास के लिए अंतरिक्ष कार्यक्रमों के उपयोग की शुरूआत से, सैटेलाइट निर्देशात्मक टेलीविजन प्रयोग (एसईटीई), खेड़ा संचार परियोजना (केसीपी), झाबुआ डेवलपमेंट कम्युनिकेशंस प्रोजेक्ट (जेडीसीपी), ट्रेनिंग और डेवलपमेंट कम्युनिकेशन चैनल (टीडीसीसी) जैसे प्रयोग किए गए हैं।
- विशिष्ट उपग्रह 'ईडीयूएसएटी' द्वारा संचालित इसरो द्वारा शुरू किए गए टेली-शिक्षा कार्यक्रम मुख्य रूप से स्कूली, कॉलेज और शिक्षा के उच्च स्तर के लिए किया गया है जो शैक्षिक और व्यावसायिक शिक्षा का समर्थन करता है।
- इसरो ने स्मार्ट इंडिया हैकथॉन, 2017 (अन्तिम चरण) का आयोजन किया जिसमें देश के विभिन्न कालेजों के छात्रों ने भाग लिया और अपनी डिजिटल गुणवत्ता का प्रदर्शन किया।

4.0 डिजिटल इंडिया - इसरो की आन्तरिक गतिविधियों पर एक नजर

डिजिटल इंडिया कार्यक्रम की सफलता के लिए इसरो का योगदान बहुमूल्य है और भविष्य में भी रहेगा। लेकिन यह मूल्यांकन करना भी महत्वपूर्ण है कि हमने हमारे संगठन के भीतर कार्यक्रम को सफलतापूर्वक कैसे कार्यान्वित किया है। इसरो में काफी समय से संपूर्ण संगठन को डिजिटली सशक्त करने के प्रयास चल रहे हैं जिसके परिणामस्वरूप कर्मचारियों को कई सुविधायें ई-माध्यम से पहुँचाई जा रही हैं। डिजिटल इंडिया सप्ताह 1-7 जुलाई, 2015 को सभी इसरो केंद्रों में मनाया गया जिसके अंतर्गत कुछ नई सेवाओं का भी विमोचन किया गया। नीचे उनमें से कुछ पूर्व विद्यमान और कुछ नई विकसित सेवाओं का उल्लेख किया जा रहा है:

1. डिजिटल रूप से इंडेंट जेनरेशन, ई-प्रोक्योरमेंट, मेडिकल बिल सबमिशन, रिसोर्स बुकिंग इत्यादि सेवाएं प्रदान करना।
2. कर्मचारी पोर्टल की सुविधा जो उनकी सेवा से संबंधित जानकारी प्रदान करने और बनाए रखने की पूर्ति करता है।
3. तकनीकी और गैर तकनीकी दस्तावेजों के ऑनलाइन जमा और पुनर्प्राप्ति के लिए एक रिपॉजिटरी की उपलब्धता।
4. पुस्तकालय संसाधनों का यथासंभव डिजिटलीकरण।
5. विनिर्माण गतिविधि सूचना प्रणाली (एम ए आई एस MAIS), कंपन परीक्षण सूचना प्रणाली (वी टी आई एस VTIS), ISAC लैन हेल्प डेस्क, एलपीएससी(LPSC) में टेस्ट डेटा संग्रह प्रणाली (सी टी ए एस CTAS), वीएसएससी में सामान्यीकृत एंटरप्राइज रिसोर्स प्लानिंग (ईआरपी (ERS) इत्यादि सॉफ्टवेयर का विकास।
6. आईआईआरएस (IIRS) द्वारा भागीदारी प्रशासन के लिए मोबाइल-ऐप का विकास और प्रदर्शन जैसे जिओटागिंग, स्वच्छ गंगा, आपदा प्रबंधन, स्वास्थ्य सेवाएं संभंधित। डेकू(DECU) द्वारा संवर्धित वास्तविकता

अनुक्रमणिका

ऐप - सावकार तथा मौसम पूर्वानुमान, अब कास्टिंग आदि जैसी सेवाओं के लिए एमओएसडीएसी(MOSDAC) ऐप।

5.0 निष्कर्ष

भारत एक ऐसा देश है जो कि अपनी विविधता में एकता के लिये विश्व प्रख्यात है। परन्तु कई प्रसंगो में यह विविधता जन-साधरण तक सुविधायें पहुँचाने में बाधक बन जाती है। विभिन्न लोक-भाषाओं के प्रचलन के कारण ग्रामीण क्षेत्रों के लोग अंग्रेजी या हिन्दी भाषा में चलने वाले कार्यक्रमों का संपूर्ण लाभ नहीं उठा पाते हैं। असाक्षरता हमारे देश की संवृद्धि में अवरोधक है। यह एक ऐसा सामाजिक अभिशाप है जिसके कारण अधिकांश जन-समूह जन-कल्याण कार्यक्रमों का सफल उपभोग करने से वंचित रह जाता है। यह भी सोचनीय है कि क्या गरीबी और भुखमरी के रहते हम डिजिटल इंडिया का सपना साकार करने में सफल हो पायेंगे?

इस बात में तनिक भी संदेह नहीं है कि डिजिटल इंडिया की नींव देशवासियों के हित के उद्देश्य से रखी गई है। परन्तु इसकी सफलता के लिये हमें नि:संदेह कठोर परिश्रम करना होगा और देश को सर्वप्रथम शत-प्रतिशत साक्षर बनाना होगा।

संदर्भ

1. http://pib.nic.in/newsite/PrintRelease.aspx?relid=155958
2. http://isro.gov.in/hi/
3. http://www.digitalindia.gov.in/hi

लेखक परिचय :

पूजा कक्कड (लेखक)

लेखक ने सन 2009 में कम्प्यूटर इंजिनियरिंग में बी.टेक की है। वर्ष 2009 से यह अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में कार्यरत है। यह इसरो के विभिन्न माईक्रोवेव डाटा की प्रोसेसिंग में कार्यशील हैं।

अर्पिता गजरिया (सह-लेखक)

लेखक ने सन 2002 में इलेक्ट्रोनिक्स एंड कम्यूनिकेशन मे बी. ई. की है। यह 2004 में विक्रम साराभाई अन्तरिक्ष केन्द्र से। सन् 2007 से यह अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में कार्यरत है। यह इसरो के विभिन्न ओपटिकल डाटा की प्रोसेसिंग में कार्यशील हैं।

अनुक्रमणिका

पदार्थ, तकनीकी प्रक्रियाएं एवं गुणवत्ता

समाकलित संवेदक निर्वातकोष्ठ प्रशीतक समायोजन

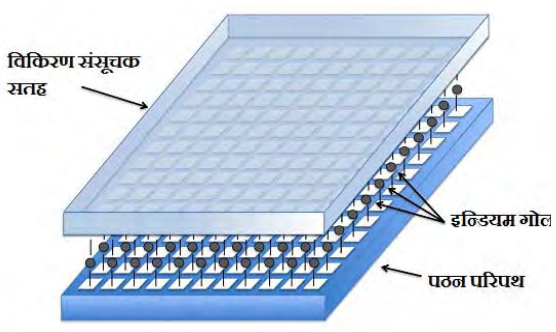
अश्वनी कुमार (वैज्ञानिक-एस.डी.)
संवेदक विकास क्षेत्र
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सार : प्रस्तुत लेख में संवेदक क्षेत्र में हो रहे सतत विकास के फलस्वरुप अवरक्त विकिरण के संसूचन हेतु संवेदकों की तकनीकी और उनको उपयोग हेतु बनाने के लिए समाकलित समायोजन पर प्रकाश डाला गया है। एक तरफ जहाँ दृश्य प्रकाश संवेदकों जैसे आवेश संयुग्मी युक्ति और सीमॉस में उनके प्रचालन में शीतलन की नितांत आवश्यकता नहीं होती, तो वहीं दूसरी तरफ उच्च गति के अवरक्त फोटोन संवेदकों के लिए अति-शीतलन अति आवश्यक है। इस तरह अवरक्त विकिरण संवेदकों को अति-प्रशीतक और अन्य युक्तियों के साथ विभिन्न महत्वपूर्ण तकनीकी प्रक्रियाओं से गुजरने के बाद समाकलित रूप में समायोजित किया जाता है। प्रस्तुत लेख में समाकलित संवेदक निर्वातकोष्ठ प्रशीतक समायोजन में निहित अवयवों,तकनीकी और चुनौतियों को समझाने की कोशिश की गयी है।

प्रस्तावना :

हमारे नेत्र प्राकृतिक संवेदक हैं जो कि दृश्य प्रकाश का संसूचन कर हमें वस्तुओं का आभास कराती हैं, पर हम जानते हैं कि इनकी क्षमता दृश्य प्रकाश देखने की ही है। यद्यपि कुछ जीव-जंतु हैं जो अँधेरे में भी देख सकते हैं यानि अवरक्त विकिरण का संसूचन कर सकते हैं। हमारे उपग्रहों में संवेदकों का वही स्थान है जो नेत्र का शरीर में।

हम विभिन्न प्रकार के विद्युत प्रकाशीय नीतभारों की बिना संवेदक के कल्पना भी नहीं कर सकते चाहे वो भूभाग का उच्च विभेदन क्षमता में चित्रण हो या पृथ्वीतर दूसरे ग्रहों में अनुसंधान हेतु उपकरणों का निर्माण, हमेशा संवेदक अपना अमूल्य योगदान देकर हमारे अभियानों को सफल बनाते हैं। संवेदकों के क्षेत्र में बढती तकनीकी के कारण आजकल प्रतिबिम्बन के क्षेत्र में समतल नाभीय आव्यूह का उपयोग किसी से छुपा नहीं है। स्मार्टफोन के कैमरे इसके आम-जन तक पहुँच का सजीव उदाहरण है। इनके अनेक लाभ हैं आज कल काफी बड़े आकार में उपलब्धता ने इनका उपयोग सुगम कर दिया है। वही जैसा कि हमें ज्ञात है कि अवरक्त संवेदकों के लिए समुचित प्रचालन हेतु हमें इन्हें क्रायो ताप पर ठंडा रखने की जरूरत होती है। इसके लिए भी आजकल कई सारे विकल्प हैं, पुनर्जनित शीतलन चक्र आधारित स्टर्लिंग क्रायो कूलर पहले से ही अंतरिक्ष में जाकर अपनी क्षमता का लोहा मनवा चुके हैं। यूँ तो अनेकों प्रकार के संवेदक हमारे दैनिक उपयोग से लेकर विज्ञान के नव अनुसंधानों में अपना योगदान देते रहते हैं। यहाँ अवरक्त संवेदकों के नाभीय आव्यूह संवेदक और क्रायो कूलर के समाकलित रूप "**समाकलित संवेदक निर्वातकोष्ठ प्रशीतक समायोजन**" के बारे में बताने जा रहें हैं। इस समाकलित समुच्चय को निम्न मुख्य भागों में विभाजित कर सकते हैं - समतल नाभीय आव्यूह (FPA,



चित्र 1- समतल नाभीय आयूव्ह

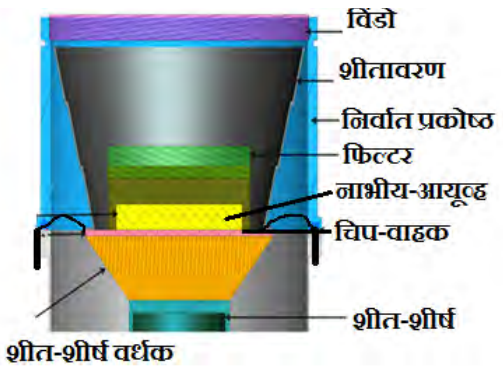
अनुक्रमणिका

अतिप्रशीतक (Cryocooler), फिल्टर, शीतावरण और निर्वात कक्ष। यहाँ हम इसके विभिन्न अवयवों के बारे में अलग-अलग चर्चा करेंगे।

संवेदक आव्यूह : सबसे पहले बात आती है संवेदक आव्यूह की, यह दो-विमीय चित्रांशों का संकलन है जिसकी वर्णक्रम परास (spectral range) इसमें निहित पदार्थ के गुणों पर निर्भर करती है। इसके आयुव्ह और चित्रांशों का आकार अभियान की आवश्यकता के अनुसार चयन किया जाता है। सामान्यतयः यह दो प्रकार के पदार्थों की तहों को आपस में एक दूसरे से फ्लिप-चिप बंधन (flip-chip bonding) तकनीकी द्वारा इन्डियम धातु के गोलकों के माध्यम से जुड़े रहते हैं। पहली ऊपरी सतह आपतित विकिरण का संसूचन करती है जिसमें फोटो-डायोड संरचना होती है, इसके बाद इनमे जनित आवेश को सिलिकोन में बने हुए पठन परिपथ के माध्यम से प्राप्त करके पढ़ सकते हैं।

अतिप्रशीतक (क्रायो कूलर) वो यांत्रिक युक्ति है जिसके माध्यम से हम विद्युत ऊर्जा को तापीय ऊर्जा में बदलते हैं। इसके दो मुख्य भाग होते हैं एक तो संपीडक और दूसरा विस्थापक। इसके अंदर हीलियम गैस को निश्चित समतापी और समदाबी ताप-गतिकीय चक्रों में पुनर्जनक के माध्यम से संपीडित और विस्थापित करने से कूलर के शीत-शीर्ष पर हमें अति-अल्प ताप की प्राप्ति होती है। आधुनिक अतिप्रशीतक मुख्यतया स्टर्लिंग चक्र पर आधारित होते हैं। अतिप्रशीतक को अभीष्ट ताप प्राप्त करने में लगा अंतराल □कूल-डाउन□ समय कहलाता है जो कि अतिप्रशीतक को दी गयी ऊर्जा और इसके आस-पास के वातावरणीय ताप पर निर्भर करता है।

अतिप्रशीतक (क्रायो कूलर) के शीत-शीर्ष पर बहु सतहीय सेरेमिक पट्टिका के ऊपर समतल नाभीय आव्यूह को इस तरह से चिपकाया गया है कि क्रायो कूलर द्वारा संवेदक को अभीष्ट ताप पर रखा जा सके। अभीष्ट प्रचालन ताप नाभीय आयूव्ह की वर्णक्रम परास पर निर्भर करता है जैसे सामान्यतया इसकी परास 50 से 150 केल्विन तक हो सकती है। समतल नाभीय आव्यूह के वैद्युत संकेतों को सेरेमिक पट्टिका से होते हुए इलेक्ट्रिकल निर्गम के लिए तार के माध्यम से बाहरी पिनों को जोड़ा गया है।



चित्र 2- समाकलित संवेदक निर्वातकोष्ठ की

पृष्ठभूमि रव को कम करने और इच्छित दृष्टिक्षेत्र को प्रतिबंधित करने के लिए फिल्टर के साथ शीतावरण से आव्यूह को ढँक दिया जाता है। फिल्टर का कार्य अनावश्यक आपतित विकिरण को संवेदक तक ना जाने देना है, क्योंकि संवेदक की वर्णक्रम परास के अतिरिक्त का विकिरण इसके लिए पृष्ठभूमि और रव (न्वाइज़) बढाकर इसकी संसूचकता को प्रभावित करता है। शीतावरण को संवेदक के प्रचालन ताप पर ही ठंडा रखते हैं, और इसकी संरचना इस तरह से की जाती है कि इच्छित दृष्टिक्षेत्र के अलावा का विभिन्न दिशाओं और निर्वातप्रकोष्ठ के अंदर के ही भागो से ताप के अनुरूप उत्सर्जित विकिरण को प्रतिबंधित कर दिया जाये। निम्न ताप पर प्रचालन के फलस्वरूप संवेदक, फ़िल्टर और शीतावरण को बाहरी वातावरण से अलग रखने तथा चालन और संवहन द्वारा ऊष्मा क्षय रोकने हेतु इन सबको निर्वात कक्ष मे समाहित किया जाता है। निर्वात कक्ष दो भागों से मिलकर बना है एक तो नीचे का भाग जो कि क्रायो कूलर के साथ समाकलित है और दूसरा ऊपरी भाग जिसके अग्र भाग में अवरक्त पारदर्शी विंडो है जो कि अवरक्त विकिरण को ही अंदर जाने देता है।

इस प्रकार यह समाकलित तंत्र आधुनिक अवरक्त संवेदकों के लिए अति महत्वपूर्ण है। क्रायो कूलर के अभिविन्यास के आधार पर इसके दो प्रकार हो सकते हैं एक तो जिसमें क्रायो कूलर के संपीडन कक्ष और शीत शीर्ष अलग-अलग

अनुक्रमणिका

हो जिन्हें “स्प्लिट स्टर्लिंग” कूलर कहते हैं और दूसरे "इंटीग्रल स्टर्लिंग" जिनमें ये दोनों भाग एक साथ समाकलित हों। दोनों अभिविन्यासों के, अभियान की जरूरतों के अनुसार लाभ हानि हैं। □स्प्लिट स्टर्लिंग□ क्रायो कूलर के शीत-शीर्ष में संपीडन कक्ष द्वारा उत्पन्न कंपनों का परिमाण इंटीग्रल स्टर्लिंग की तुलना में कम होता है तो वहीं इंटीग्रल स्टर्लिंग का छोटा रूप और कम भार इसको लुभावना बनाता है।



चित्र 3- एकल समायोजन और विभक्त समायोजन

विभिन्न तकनीकी प्रक्रियाएं और चुनौतियाँ : इस समाकलित समायोजन तंत्र में निहित विभिन्न प्रकार के अवयव जैसे नाभीय आयूव्ह,फिल्टर,शीतावरण और प्रशीतक अपने आप में विज्ञान के अलग अलग उपविषयों में तकनीकी दक्षता की मांग करते हैं। यहाँ अंतरिक्ष उपयोग में उच्च गुणवत्ता और विश्वनीयता को ध्यान में रखकर कुछ प्रक्रियाओं और चुनौतियों पर निम्न विचार प्रस्तुत हैं –

संवेदक आयूव्ह दो विभिन्न पदार्थों की सतहो को इन्डियम धातु के गोलको से जोड़ कर बनाया जाता है, इसको जब प्रशीतक के माध्यम से वातावरणीय ताप से अति-निम्न ताप पर अल्प समय में ले जाते हैं जिसके कारण विभिन्न पदार्थों के ताप प्रसार गुणांक भिन्न होने से तापयांत्रिकीय प्रतिबल उत्पन्न होते हैं। अगर अभिकल्पना में प्रतिबल के मान और वितरण को न्यून और समान ना किया गया तो यह संवेदक आयूव्ह की असफलता का कारण बन सकते हैं। अतः दोनों तहों के मध्य उचित अंडरफिल पदार्थ का चुनाव, इन्डियम गोलको की ऊंचाई और व्यास ये ऐसे प्राचल हैं जिनको हम समायोजित कर समतल नाभीय आयूव्ह को अधिक ताप-चक्रों के लिए उपयोगी बना सकते हैं।

इस नाभीय आयूव्ह को प्रचालित करने के लिए निम्न ताप की आवश्यकता होती है, इसलिए इसको प्रशीतक के शीत-शीर्ष पर इस तरह से चिपकाना होता है कि दोनों के बीच तापान्तर कम रहे। जैसा कि चित्र -२ में दर्शित है कि नाभीय आयूव्ह को सेरेमिक पट्टिका के ऊपर रखकर फिर उसको शीत-शीर्ष के चौड़े भाग पर लगाया गया है। सेरेमिक पट्टिका पर धातु के संपर्क पैड भी होते है जिनसे पतले तारो के माध्यम से आयूव्ह का विद्युत संपर्क निर्वातकक्ष की दीवार पर स्थित दूसरी पट्टिका से होता है।

फिल्टर को आयूव्ह के सन्निकट रखना भी चुनौतीपूर्ण कार्य है। इसके अलावा शीतावरण का स्थापन, निर्वात प्रकोष्ठ को इस तरह से बनाना कि निर्वात क्षय अति-न्यून हो एक चुनौतीपूर्ण कार्य है।

दूसरा मुख्य भाग यांत्रिक प्रशीतक है जिसमे संपीडक की मोटर और विस्थापक सतत गति से चलायमान रहते है। इसलिए प्रशीतक की तकनीकी दक्षता और उच्च विश्वनीयता के लिए इसकी अभिकल्पना में बहुत ही ध्यान देने की जरूरत है। क्योंकि सम्पूर्ण तंत्र की कार्य प्रणाली इसकी आयु पर आधारित है,जिसमे चलित कल-पुरजो के कारण

अनुक्रमणिका

इनकी टूट-फूट असफलता का मुख्य कारण हो सकती है। प्रशीतक की नयी तकनीकियों को उपयोग में लाकर उच्च क्षमता, लंबा जीवनकाल और अल्प स्पंदन प्राप्त करना अति-आवश्यक है।

निष्कर्ष – हमने देखा कि समाकलित समायोजन में विभिन्न तकनीकी अवयव और क्रांतिक प्रक्रियाएं समाहित हैं, अतः इस तरह के तंत्र के लिए अंतरिक्ष अनुप्रयोगों के लिए उच्च गुणवत्ता के लिए ना केवल बेहतर अभिकल्पना चाहिए अपितु इस समलाकित तंत्र को अलग-अलग चरणों में विभिन्न योग्यता परिक्षण करके आत्मविश्वास के साथ इस समिश्र समायोजन को बेहतर से जाने।

शब्दावली –

नाभीय आयूव्ह	Focal plane array	सम्पीडन	Compression
निर्वातकोष्ठ	Vacuum enclosure (DEWAR)	विस्थापक	Displacer
अति-प्रशीतक	Cryo cooler	चित्रांश	Pixel
शीतावरण	Cold shield	पठन परिपथ	Readout circuit
पुनर्जनित	Regenerative	दृष्टिक्षेत्र	Field of view
संसूचकता	Detectivity	तापयांत्रिकीय प्रतिबल	Thermo-mechanical stress
स्पंदन	vibration	क्रांतिक प्रक्रियाएं	Critical processes

सन्दर्भ –

1. विषय से सम्बंधित विभिन्न तकनीकी लेखों का अध्ययन
2. समाकलित तंत्र में निहित तकनीकी प्रक्रियाओं का प्रायोगिक अनुभव
3. इन्टरनेट पर उपलब्ध चित्रों का लेख में उपयोग

***

अनुक्रमणिका

पदार्थ, तकनीकी प्रक्रियाएँ एवं गुणवत्ता

18 mN स्थैतिक प्लाज्मा प्रणोदक (SPT) के ऐनोड़ गैस वितरक (AGD) का गणितीय विश्लेषण

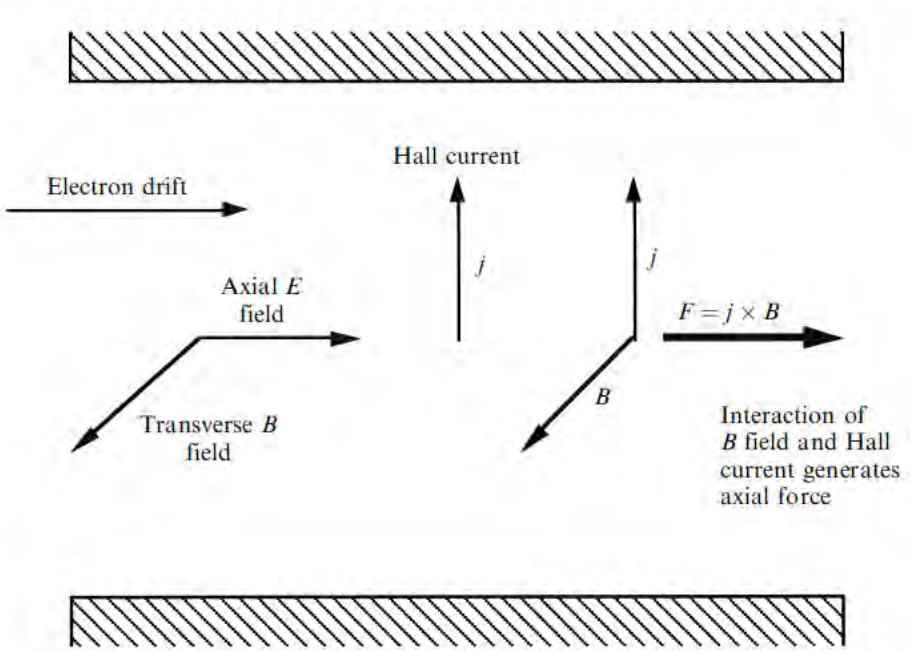
विवेक कुमार सिंह, वैज्ञानिक/अभियंता-एसई, तापीय अभियांत्रिकी प्रभाग
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

भूतुल्यकाली उपग्रहीय अभियानों (geostationary satellites missions) के उत्तर दक्षिण स्टेशन रख-रखाव (North South Station Keeping, NSSK) संबंधी जरूरतों को पूरा करने के लिए स्थैतिक प्लाज्मा प्रणोदक (SPT) एक बेहतर विकल्प है। इसी दिशा में इसरो भी 18 mN एवं 75mN स्थैतिक प्लाज्मा प्रणोदक (SPT) का विकास कर रहा है। 18mN एसपीटी का अल्पकालिक सफल भू-परीक्षण (निर्वात स्थिति में) किया जा चुका है। 18mN एसपीटी में जीनॉन गैस का प्रयोग नोदक (propellant) के रूप में किया गया है। जीनॉन गैस को त्वरणक वाहिका (acceleration channel) में एकरूप से प्रवाहित करने के लिए एजीडी का प्रयोग किया जाता है। 18mN एसपीटी के एजीडी के विकास की अवस्था में, एजीडी के निर्गत पर प्रवाह की एकरूपता जाँचने व अन्य प्रवाह संबंधी गणनाओं को करने के लिए संगणकीय द्रव गतिकी (Computational Fluid Dynamics, CFD) का प्रयोग किया गया है। इस लेख में 18mN एसपीटी के एजीडी के सीएफडी विश्लेषण की विधि व उससे प्राप्त परिणामों का वर्णन किया गया है। एजीडी के निर्गत ओरिफिसों पर प्रवाह का वितरण एकरूप पाया गया है। 18mN एसपीटी का सफल भू-परीक्षण एजीडी के निर्गत ओरिफिसों पर प्रवाह की एकरूपता की पुष्टि करता है।

1. प्रस्तावना

वैद्युत नोदन (Electric Propulsion) अंतरिक्षयान नोदन हेतु एक अत्यंत उभरती हुई प्रौद्योगिकी है। वैद्युत नोदन का विशिष्ट आवेग (I_{SP}) अधिक होने के कारण इसके प्रयोग से उपग्रह का जीवनकाल बढ़ाया जा सकता है और यह उपग्रह का मृत द्रव्यमान (dead mass) कम करने में भी उपयोगी है। वैद्युत नोदन तकनीकी का एक विशिष्ट प्रकार स्थैतिक प्लाज्मा प्रणोदक (SPT) है। एसपीटी में वैद्युत ऊर्जा को गतिज ऊर्जा में बदलने व गतिज ऊर्जा से प्रणोद (thrust) प्राप्त करने के लिए हॉल प्रभाव (Hall effect) का उपयोग किया जाता है। हॉल प्रभाव को त्रिजीय चुंबकीय क्षेत्र (radial magnetic field) व अक्षीय दिशा (axial direction) में उससे संबद्ध वैद्युत क्षेत्र के माध्यम से प्राप्त किया जाता है। चुंबकीय क्षेत्र को चुंबकीय परिपथ



चित्र 1: एसपीटी की कार्य विधि

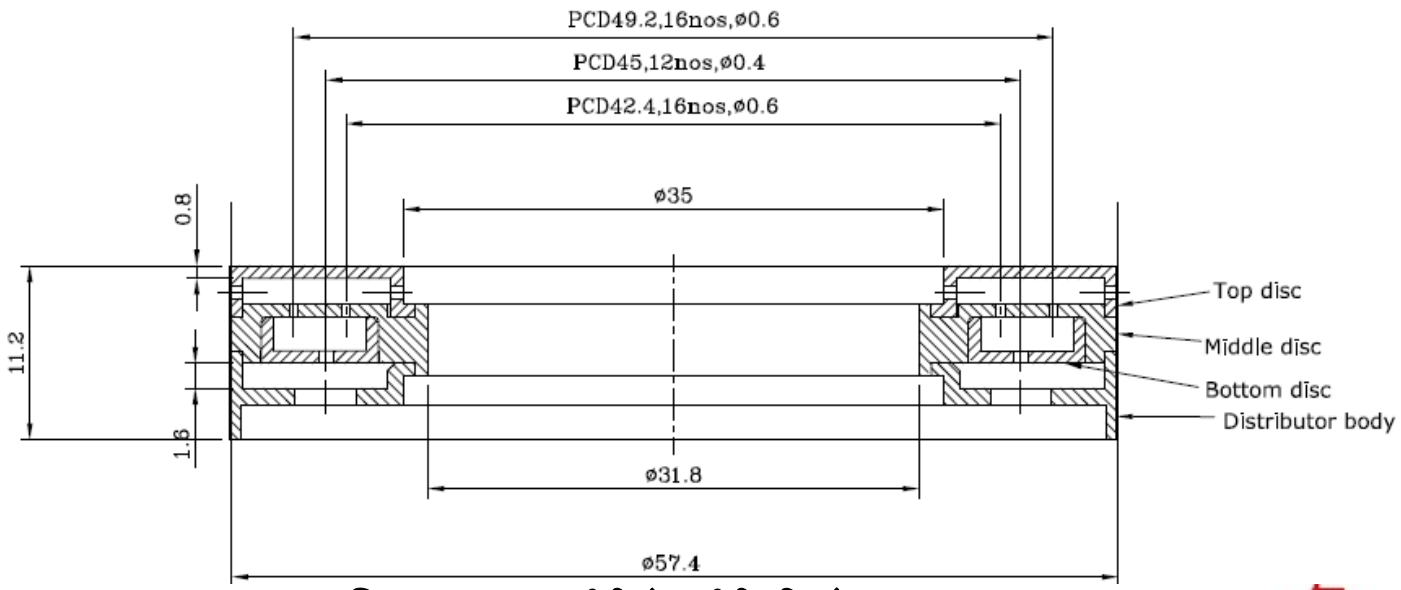
अनुक्रमणिका

(magnetic circuit), जिसके विभिन्न अभिकल्प (design) उपलब्ध हैं, से पैदा किया जाता है। जबकि वैद्युत क्षेत्र प्लाज्मा के तुरंत अर्ध-आवेशित (quasi-neutrality) अवस्था प्राप्त करने की प्रवृत्ति के कारण पैदा होता है [1]। एसपीटी की कार्य विधि को चित्र 1 में दिखाया गया है।

इसी दिशा में कार्य करते हुए द्रव नोदन प्रणाली केंद्र 18 mN व 75 mN एसपीटी का विकास भविष्य के भू-तुल्यकाली उपग्रहों के लिए कर रहा है। इस एसपीटी में लगने वाले एजीडी का विकास मेरे प्रभाग (Flow & Acoustic Division) में किया गया था। एजीडी नोदक के रूप में प्रयोग की जाने वाली आवेशहीन जीनॉन (Xenon) गैस को त्वरणक चैनल में समान रूप से (uniformly) वितरित करने के काम आता है। त्वरणक चैनल में नोदक का एक समान प्रवाह नोदक के बेहतर उपयोग व आयनीकरण की प्रक्रिया को तीव्र करने के लिए आवश्यक है।
काफी समय से सीएफडी का प्रयोग प्रवाह से संबंधित विभिन्न गणनाओं व अनुमानों के लिए किया जाता रहा है तथा निकट भूत में व्यवसायिक सीएफडी उत्पादों का प्रयोग उनकी गुणवत्ता व दक्षता की वजह से बढ़ गया है [3]। Reid [4] ने व्यवसायिक सीएफडी उत्पाद FLUENT का प्रयोग NASA-173 M के एनोड में होने वाले प्रवाह के अध्ययन के लिए किया है। लेखक के संज्ञान में अभी तक कोई भी ऐसा पत्र उपलब्ध नहीं है, जिसमें एसपीटी के एजीडी के अंदर होने वाले प्रवाह का विस्तार से अध्ययन किया गया हो। यह लेख इसी दिशा में एक प्रयास है। इसमें पत्र में 18 mN एसपीटी के एजीडी की विभिन्न सीएफडी गणनाओं का वर्णन किया है। लेख का भाग 2, 18 mN एसपीटी के एजीडी की संरचना से संबंधित है, भाग 3 में सीएफडी विश्लेषण का वर्णन किया गया है, भाग 4 परिणाम एवं चर्चा से संबंधित है तथा भाग 5 में निष्कर्ष दिया गया है।

2. 18 mN एसपीटी के एजीडी की संरचना

18 mN एसपीटी के एजीडी की संरचना को चित्र 2 में दिखाया गया है [5]। इस एजीडी में 3 सिलेंडर के आकार के वलयाकार (annular) कोष्ठ (chamber) हैं। जीनॉन गैस एजीडी के पहले कोष्ठ में 1.6 mm व्यास के बेलनाकार छेद से प्रवेश करती है। जीनॉन गैस पहले कोष्ठ से दूसरे कोष्ठ में 0.4 mm की 12 ओरिफिसों से प्रवेश करती है तथा दूसरे कोष्ठ से तीसरे कोष्ठ में प्रवेश करने के लिए एजीडी में 0.6 mm व्यास की 32 ओरिफिस (2 अलग-अलग PCD पर) लगायी गयी हैं। जीनॉन गैस तीसरे कोष्ठ से बाहर 0.8 mm व्यास की 60 ओरिफिसों के माध्यम से आती है। इन 60 ओरिफिसों में से 30 को तीसरे सिलेंडरनुमा कोष्ठ की आंतरिक सतह पर पर व 30 ओरिफिसों को बाहरी सतह पर लगाया गया है।



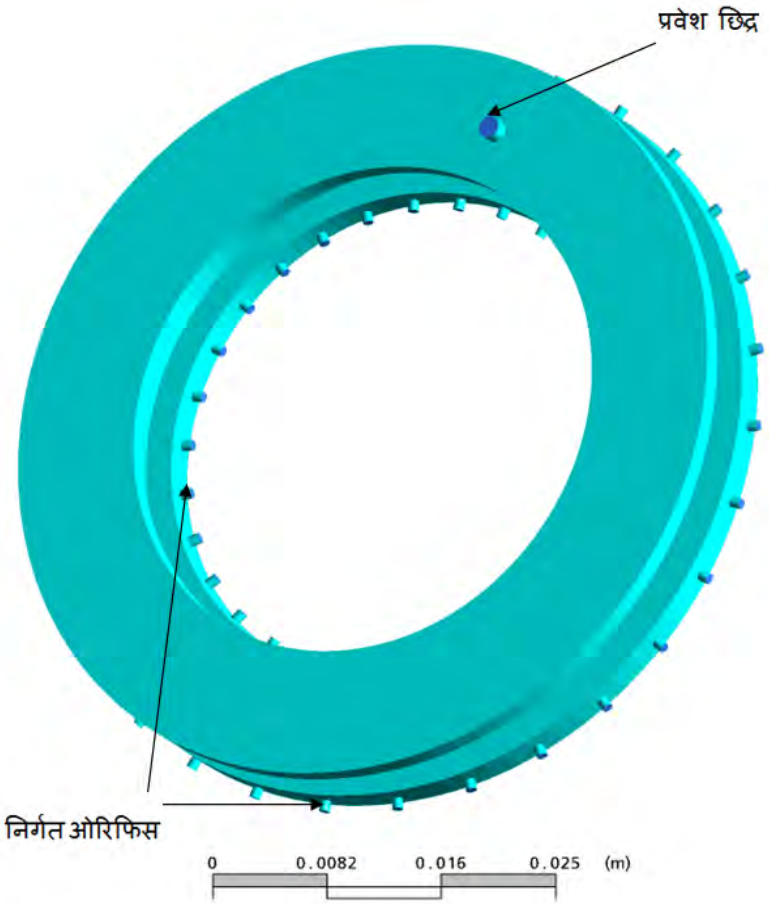
चित्र 2: 18 mN एसपीटी के एजीडी की संरचना

3. सीएफडी विश्लेषण :

एजीडी के तीसरे कोष्ठ में प्रदान की गई 60 निर्गत ओरिफिसों में से प्रत्येक से कितना प्रवाह हो रहा है, यह जानना ही इस सीएफडी विश्लेषण का मूल उद्देश्य है।

3.1 जाल अभिकल्पन (Mesh Design)

सीएफडी गणनाओं की स्थायित्व एवं शुद्धता के लिए उचित ग्रिड का चुनाव आवश्यक है। सीएफडी विश्लेषण के लिए एजीडी का केवल वह क्षेत्र मॉडल किया गया है, जिसमें प्रवाह हो रहा है। एजीडी के प्रवाह के सटीक अनुमानों के लिए त्रि-विमीय (three dimensional) विश्लेषण करना अनिवार्य है। सीएफडी विश्लेषण के लिए प्रयुक्त संगणकीय क्षेत्र को चित्र 3 में दिखाया गया है। प्रवाह क्षेत्र की मेसिंग ICEM-CFD से की गई है व प्रवाह क्षेत्र को लगभग 10 लाख चतुष्फलकीय (tetrahedral) ग्रिड़ों में बाँटा गया है। विभिन्न क्षेत्रों में ग्रिड संख्या को परिवर्तित करके ग्रिडों की स्वतंत्रता का अध्ययन (grid independence study) भी किया गया है व यह पाया गया है कि 10 लाख चतुष्फलकीय ग्रिड टुकड़े (elements) एजीडी की प्रवाह भौतिकी को ठीक से समझने के लिए पर्याप्त हैं।



चित्र 3: 18 mN एसपीटी के एजीडी के सीएफडी विश्लेषण के लिए प्रयोग किया गया संगणकीय क्षेत्र

3.2 गणितीय समीकरण

सीएफडी संगणनाओं के लिए प्रयुक्त गणितीय समीकरण हैं [6]:

सातत्यता समीकरण (Continuity Equation)

$$\frac{\partial \rho}{\partial T} + \nabla \bullet (\rho \bar{U}) = 0 \qquad (1)$$

संवेग समीकरण (Momentum Equation):

$$\frac{\partial (\rho \bar{U})}{\partial T} + \nabla \bullet (\rho \bar{U} \times \bar{U}) = -\nabla P + \nabla \bullet \tau \qquad (2)$$

जहाँ,

अनुक्रमणिका

$$\tau = \mu\left(\nabla\bar{U} + \left(\nabla\bar{U}\right)^T - \frac{2}{3}\delta\nabla\bullet\bar{U}\right)$$

$$\delta = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\bar{U} = \begin{bmatrix} U_x \\ U_y \\ U_z \end{bmatrix}$$

$$\nabla = \begin{bmatrix} \frac{\partial}{\partial x} & \frac{\partial}{\partial y} & \frac{\partial}{\partial z} \end{bmatrix}$$

इस सीएफडी विश्लेषण के लिए $k-\varepsilon$ टर्बुलेंस मॉडल का प्रयोग किया गया है।
(जहाँ, k तथा ε क्रमश टर्बुलेंस गतिज ऊर्जा तथा टर्बुलेंस भवर क्षय हैं)
$k-\varepsilon$ टर्बुलेंस मॉडल में समीकरण (2) में 2 नए चर (variable) जोडे जाते हैं:

$$\frac{\partial(\rho\bar{U})}{\partial T} + \nabla\bullet(\rho\bar{U}\times\bar{U}) - \nabla\bullet\left(\mu_{eff}\nabla\bar{U}\right) = \nabla P' + \nabla\bullet\left(\mu_{eff}\nabla\bar{U}\right)^T + \bar{B} \qquad (3)$$

जहाँ, $\bar{B}$ सभी body बलों का योग है।
μ_{eff} प्रभावी श्यानता (effective viscosity) है जोकि टर्बुलेंस को भी समाहित करती है।
k तथा ε को निम्न समीकरणों से प्राप्त किया जाता है:

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \nabla\bullet\left(\rho\bar{U}k\right) = \nabla\bullet\left[(\mu+\mu_t)\nabla k\right] + P_k - \rho\varepsilon \qquad (4)$$

$$\frac{\partial(\rho\varepsilon)}{\partial t} + \nabla\bullet\left(\rho\bar{U}\varepsilon\right) = \nabla\bullet\left[\left(\mu+\frac{\mu_t}{1.3}\right)\nabla\varepsilon\right] + \frac{\varepsilon}{k}\left(1.44P_k - 1.92\rho\varepsilon\right) \qquad (5)$$

P_k श्यानता तथा उत्प्लावन (bouyancy) बलों के कारण उत्पन्न टर्बुलेंस उत्पाद हैं।
इस पत्र में उपर्युक्त समीकरणों को हल करने के लिए CFX-10 नामक व्यवसायिक सॉफ्टवेर का प्रयोग किया गया है।

3.3 परिसीमाओं की स्थितियाँ (boundary conditions)

भाग 3.2 में दिए गए समीकरणों को हल करने के लिए एजीडी के प्रवेश छिद्र पर जीनॉन का द्रव्यमान प्रवाह दर (mass flow rate) 1.2 X 10 $^{-6}$ kg/s लिया गया है। एजीडी के 60 निर्गत ओरिफिसों पर 1 Pa का दाब अध्यारोपित किया गया है। एजीडी की सभी दीवारों पर गैर बिछुलन की परिसीमा की स्थिति (No Slip Boundary Condition) का प्रयोग किया गया है।

3.4 गणितीय हल की योजना

संपूर्ण प्रवाह क्षेत्र में जीनॉन का ताप 298^{0}K लिया गया है। जीनॉन के घनत्व को स्थानीय दाब का फलन लिया गया है। जीनॉन का मोलर द्रव्यमान व गतिकीय श्यानता क्रमशः 131.3 Kg/K mol व 0.211 X 10^{-4} Pa-S लिया गया है।
भाग 3.2 में दिए गए गणितीय समीकरणों को भाग 3.3 में दी गई परिसीमाओं की स्थितियों के साथ युग्मित साल्वर (Coupled Solver) का प्रयोग करके परिमित आयतन (Finite Volume) विधि से हल किया गया है। परिमित आयतन विधि में अध्ययन के लिए रुचि के क्षेत्र को कई उप क्षेत्रों में बॉट दिया जाता है, जिन्हें नियंत्रित आयतन (Control Volume) कहते हैं। सभी गणितीय समीकरणों को प्रत्येक नियंत्रित आयतन के लिए हल किया जाता है। युग्मित साल्वर सभी द्रव गतिकी समीकरणों को एक तंत्र के रूप में हल करता है तथा समीकरणों को तब तक हल करता है, जब तक

अनुक्रमणिका

कि अभिसरण (convergence) प्राप्त न हो जाए। सभी गणनाओं के लिए त्रुटि का स्तर (convergence level) 10^{-7} रखा गया है।

4. परिणाम एवं चर्चा :

सभी ओरिफिसों के आगत तथा निर्गत पर वेग व दाब को सीएफडी विश्लेषण से प्राप्त किया गया है व इनका प्रयोग विभिन्न ओरिफिसों के विसर्जन गुणांक (discharge coefficient) की गणना के लिए किया गया है।

विभिन्न ओरिफिसों के आगत तथा निर्गत पर वेग व दाब का मान सारणी 1 में दिया गया है। एजीडी के आगत पर 352 Pa का दाब सीएफडी गणना से प्राप्त हुआ है। यह देखा जा सकता है कि तीसरे कोष्ठ के निर्गत पर प्रदान की 60 ओरिफिस chocked हो गई हैं, जोकि एजीडी की डिजाइन (design) के लिए की गई गणनाओं के अनुरूप हैं [7]।

4.1 एजीडी के निर्गत पर जीनॉन गैस की एकरूपता

सीएफडी विश्लेषण का सबसे महत्वपूर्ण उद्देश्य एजीडी के निर्गत पर जीनॉन गैस की एकरूपता का अध्ययन करना था। चित्र 4 में एजीडी के निर्गत पर स्थित विभिन्न ओरिफिसों की स्थिति को दिखाया गया है। एजीडी के निर्गत पर एजीडी की अंदरूनी तथा बाहरी सतहों पर स्थित ओरिफिसों से होने वाले द्रव्यमान प्रवाह दर को चित्र 5 तथा 6 में दिखाया गया है। चित्र 5 तथा 6 से यह देखा जा सकता है कि एजीडी के दोनों ही सतहों पर स्थित ओरिफिसों से निकलने वाले प्रवाह में अंतर अत्यंत नगण्य है। एजीडी के निर्गत पर गैस की एकरूपता को सारणी 2 में दिया गया है।

एजीडी के निर्गत पर स्थित ओरिफिसों (आंतरिक एवं बाह्य सतहों) से द्रव्यमान प्रवाह दर का मानक विचलन अत्यंत अल्प है। इससे यह पता चलता है कि एजीडी के निर्गत पर प्रवाह एकरूप है।

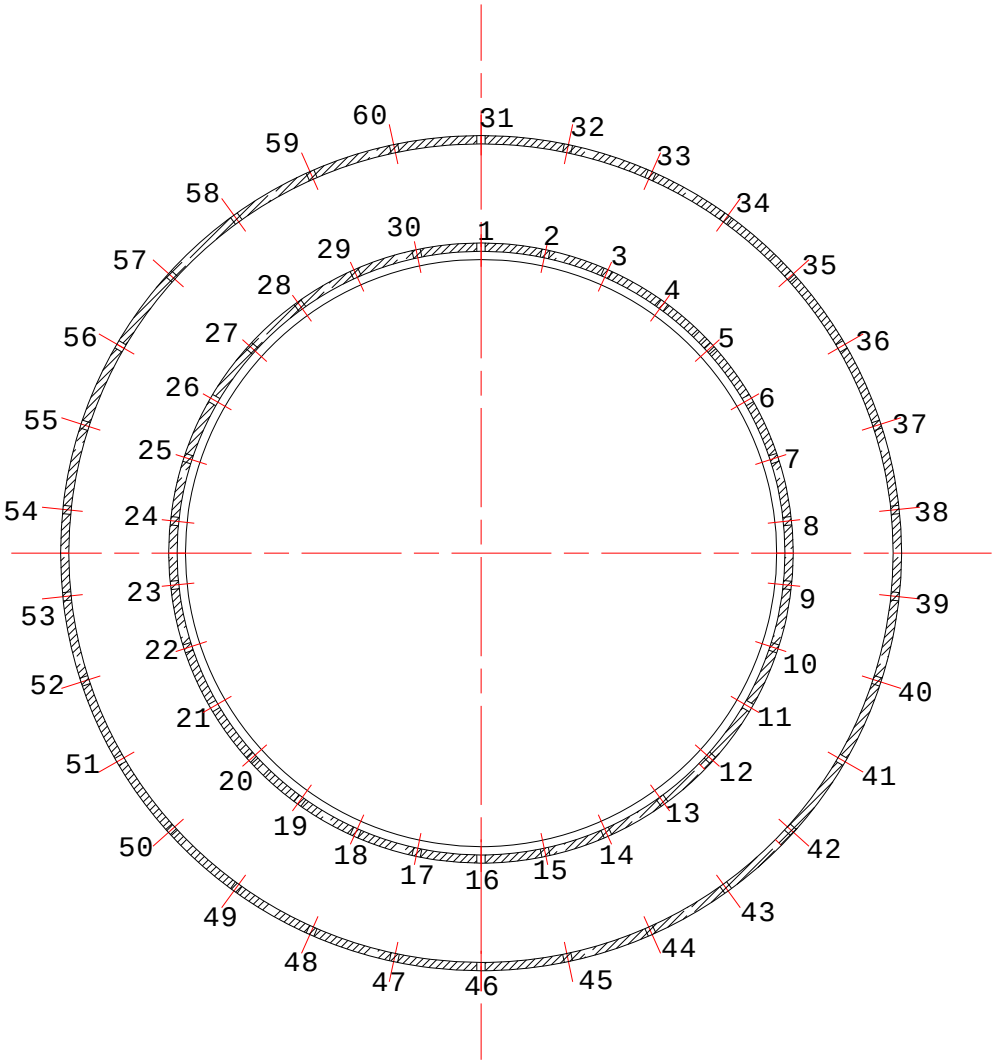
सारणी 1: विभिन्न ओरिफिसों के आगत तथा निर्गत पर वेग, दाब, विसरण गुणांक

स्थान	आगमन स्थैतिक दाब (p1), Pa	निर्गत स्थैतिक दाब (p2), Pa	p2/p1	औसत वेग m/s	विसरण गुणांक (Cd)
आगमन ओरिफिस	352	340	0.97	30	0.93
bottom disc के ओरिफिस	335	185	0.55	80	0.47
middle disc के ओरिफिस	90	60	0.67	40	0.31
निर्गत ओरिफिस	24	1	0.04	75	0.32

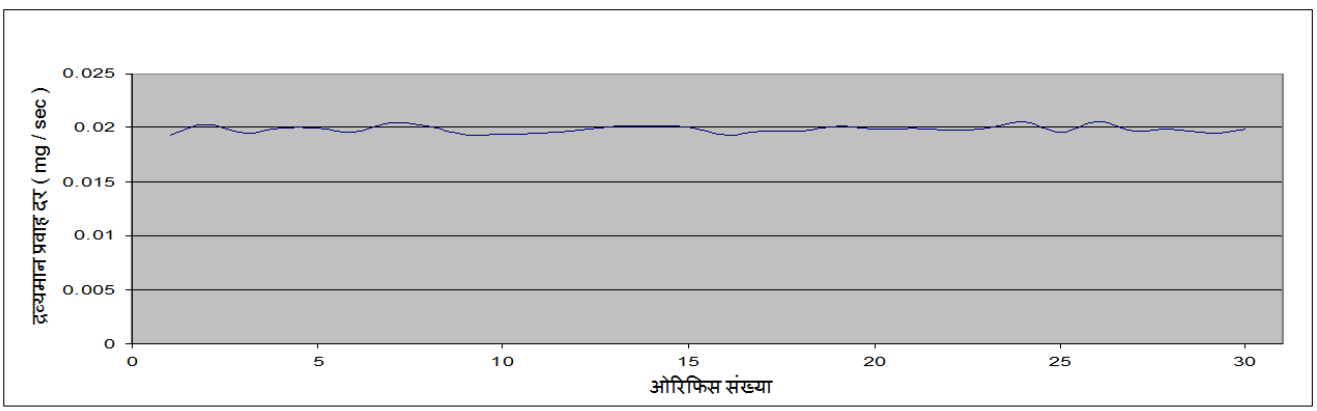
सारणी 2: एजीडी के निर्गत पर गैस का वेग

स्थिति	अधिकतम प्रवाह दर m/s	न्यूनतम प्रवाह दर m/s	औसत प्रवाह दर m/s	मानक विचलन (standard deviation)
एजीडी के निर्गत की आंतरिक सतह	0.02056×10^{-6}	0.02077×10^{-6}	0.01985×10^{-6}	0.00034
एजीडी के निर्गत की बाहरी सतह	0.01931×10^{-6}	0.01937×10^{-6}	0.02077×10^{-6}	0.00037

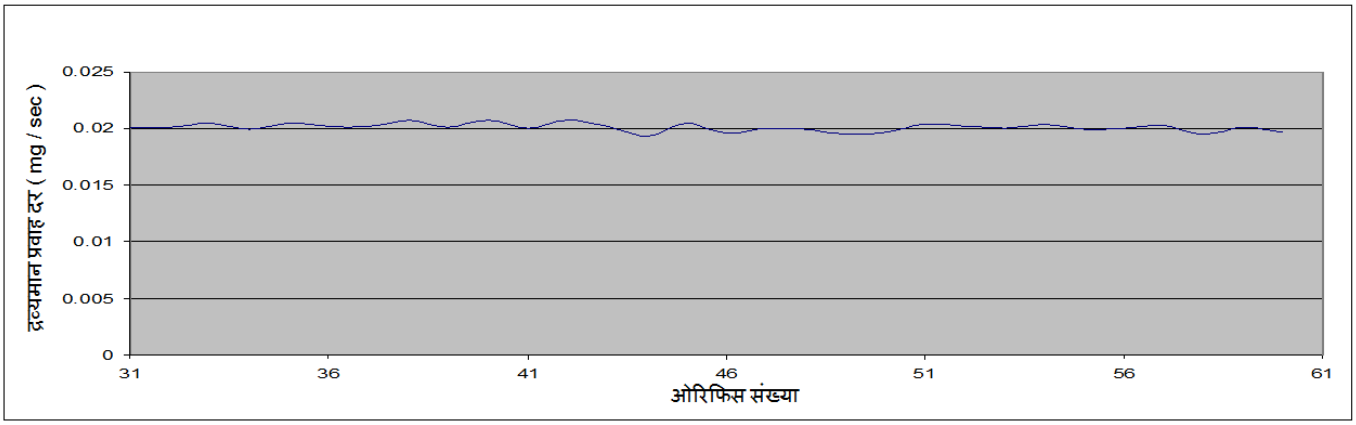
अनुक्रमणिका



चित्र 4 : एजीडी के निर्गत पर स्थित विभिन्न ओरिफिसों की स्थिति



चित्र 5: एजीडी के निर्गत की आंतरिक सतह पर स्थित ओरिफिसों से होने वाले द्रव्यमान प्रवाह दर का वितरण



चित्र 6: एजीडी के निर्गत की बाहरी सतह पर स्थित ओरिफिसों से होने वाले द्रव्यमान प्रवाह दर का वितरण

5 निष्कर्ष

इस पत्र में इसरो के द्वारा विकसित किये जा रहे 18mN एसपीटी के एजीडी का सीएफडी विश्लेषण प्रस्तुत किया गया है। एजीडी के तीनों कक्षों में दाब व वेग के प्रारूप का अध्ययन भी किया गया है। अध्ययन से यह पता चलता है कि जीनॉन गैस की एकरूपता पहले कक्ष से तीसरे कक्ष तक जाने में बढ़ती है। एजीडी के निर्गत पर स्थित 60 ओरिफिसों से निकलने वाला प्रवाह एकरूप है।

18mN एसपीटी, जिसमें यह एजीडी लगा हुआ है, का अल्पकालिक सफल भू-परीक्षण किया जा चुका है। 18mN एसपीटी का सफल अल्पकालिक भू-परीक्षण एजीडी के निर्गत ओरिफिसों पर प्रवाह की एकरूपता की संपुष्टि करता है, जिसका अध्ययन इस सीएफडी विश्लेषण से किया गया है। यह सीएफडी विश्लेषण एजीडी की विकासात्मक अवस्था (developmental phase) में अत्यंत महत्वपूर्ण रही है, क्योंकि इस कार्य के लिए परीक्षण सुविधाएँ हमारे पास उपलब्ध नहीं हैं। निकट भविष्य में इसरो के द्वारा इस 18mN एसपीटी को अपने किसी भू-तुल्यकाली उपग्रह उपग्रहीय अभियान में उत्तर दक्षिण स्टेशन रख-रखाव के लिए प्रयोग करने की योजना है।

संदर्भ

1. Dan M. and Katz Ira, Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall Thrusters, Jet Propulsion Laboratory, 2008.
2. Landau D., Chase J, Randolph T. Timmerman P. and Oh D., 'Electric Propulsion System Selection Process for Interplanetary Missions', Journal of Spacecraft and Rockets, Vol.48, No3 , may-June 2011, pp: 467-476.
3. C.J. Freitas, Perspective-Selected Benchmarks from Commercial CFD codes. Journal of Fluids Engineering, Transactions of the ASME, 117 2 (1995), pp. 208–218.
4. Reid, B. M., Gallimore, A. D., Hofer, R. R., Haas, J. M., "Anode Design Verification and Acceptance Tests for a 6-kW Hall Thruster," JANNAF Journal, 2007.
5. Singh V. K. and Tharakan T.J., 'CFD Analysis for Anode Gas Distributor of 18 mN Stationary Plasma Thruster', LPSC PR /TR/04/08, June-2008.
6. ANSYS CFX - Solver, Release 10.0: Theory
7. Stationary Plasma Thruster (18mN) - Preliminary Design Document (LPSC/LPS/CSCP/CEAD/DE/187/05), October 2005.

***

अनुक्रमणिका

पदार्थ, तकनीकी प्रक्रियाएँ एवं गुणवत्ता

प्रक्षेपण यान के लिये ठोस प्रणोदक की निर्माण प्रक्रिया

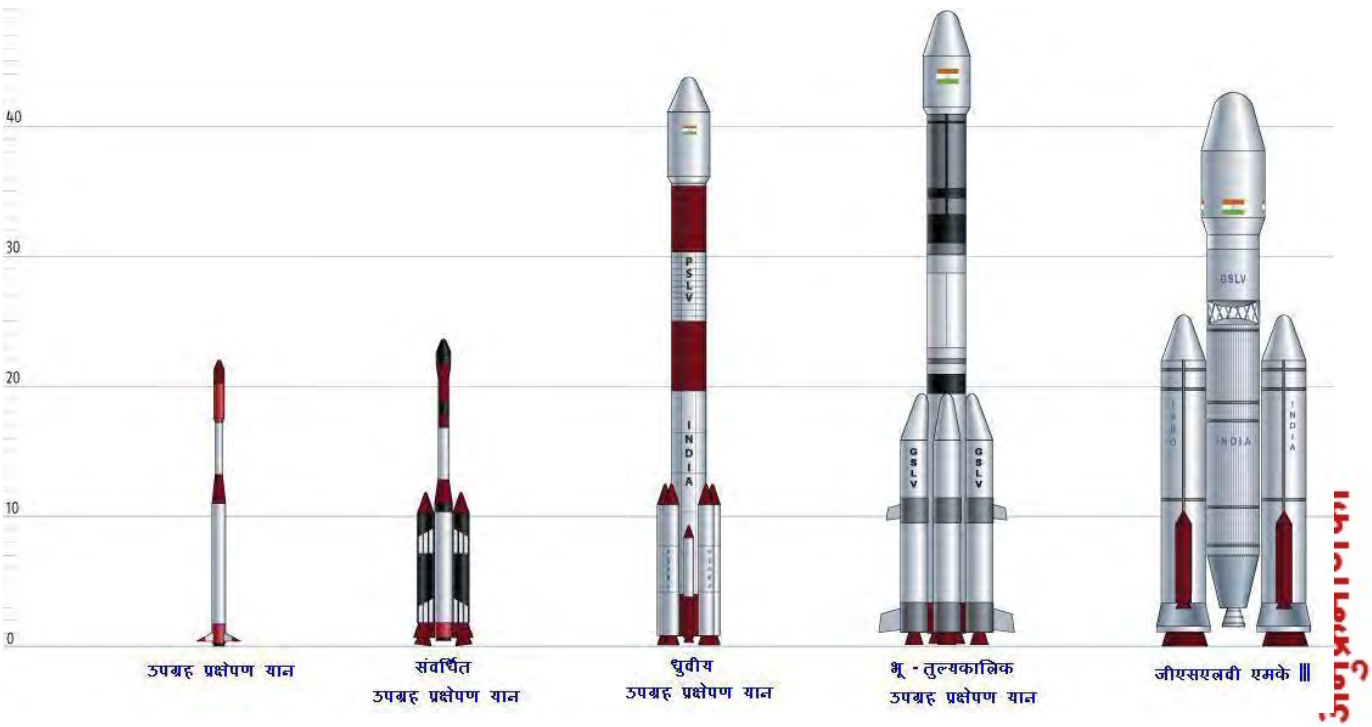
धर्मेन्द्र सिंह
वैज्ञानिक/अभियंता – एस.सी., एस.एम.टी.जी./ विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन
अहमदाबाद, गुजरात - 380015, भारत
dharmendrakuntal @sac.isro.gov.in

सारांश -

किसी भी उपग्रह अथवा नीतभार को पृथ्वी की गुरुत्वीय सीमा के बाहर अंतरिक्ष में किसी विशिष्ट ऊँचाई पर प्रक्षेपित करने के लिये प्रक्षेपण यानों का प्रयोग किया जाता है। पृथ्वी के गुरूत्वाकर्षण को लांघने के लिये प्रक्षेपण यानों को 28000 किमी /घंटा की गति लेना आवश्यक है, जो कि ध्वनि की गति की 25 गुना है। इन सभी जरूरतों को पूरा करने के लिये प्रक्षेपण यानों में उच्च दक्षता के ईंधन की जरूरत होती है और ईंधन को जलाने के लिये इसमें ऑक्सीकारक पदार्थ की निर्धारित मात्रा भी मिलाई जाती है। ईंधन और ऑक्सीकारक के मिश्रण को प्रणोदक कहा जाता है। इसरो द्वारा अभी तक निर्मित प्रक्षेपण यानों में ठोस, द्रव और क्रायोजेनिक प्रणोदकों का इस्तेमाल किया गया है। अमूमन विश्व स्तर पर, जहाँ किसी भी प्रक्षेपण यान के पहले चरण में द्रव प्रणोदक का इस्तेमाल किया जाता है, वहीं इसरो के सभी प्रक्षेपण यानों में ठोस रॉकेट मोटर्स का इस्तेमाल किया गया है। किसी भी रासायनिक प्रणोदन के अन्तर्गत ठोस प्रणोदन प्रणाली में ठोस रॉकेट मोटर्स की एक अहम् भूमिका होती है। इसरो द्वारा अभी तक निर्मित प्रक्षेपण यानों में ठोस प्रणोदक मोटर्स का एक महत्वपूर्ण योगदान रहा है। इस प्रपत्र में हमने प्रक्षेपण यानों में प्रयुक्त ठोस प्रणोदक एवं उसकी निर्माण प्रक्रिया का उल्लेख किया है। इसके अलावा इस प्रपत्र में हमने एक अच्छे ठोस प्रणोदक की विशेषताओं का भी उल्लेख किया है।

1. प्रस्तावना

भारत का अंतरिक्ष कार्यक्रम आज देश के आर्थिक विकास में एक महत्वपूर्ण भूमिका अदा कर रहा है। प्रक्षेपण यान एवं उपग्रह, भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के महत्वपूर्ण अंग है। 1972 के बाद भारत के अंतरिक्ष कार्यक्रम ने अनेक महत्वपूर्ण और गौरवशाली उपलब्धियां हासिल की हैं तथा अब यह आत्मनिर्भरता की अनोखी मिसाल बन चुका है। कृत्रिम उपग्रहों के विकास, संचालन और प्रक्षेपण के क्षेत्र में देश ने आत्मनिर्भरता प्राप्त करने के साथ ही अंतर्राष्ट्रीय व्यापार में प्रवेश किया है। भारत के पास दूरसंचार के विविध पक्षों से लेकर दूरसंवेदन तक के लिए बेहद कुशल कृत्रिम उपग्रह हैं तथा इन्हें अंतरिक्ष में स्थापित करने के लिए प्रक्षेपण यान भी हैं।



	एसएलवी	एएसएलवी	पीएसएलवी	जीएसएलवी एमके I एवं II	जीएसएलवी एमके III
ऊंचाई	22 मी	23.5 मी	44.53 मी	49 मी	42.4 मी
उड़ान भार	17 टन	39 टन	294 टन	414 टन	629 टन
नोदक	ठोस	ठोस	ठोस एवं द्रव	ठोस,द्रव एवं क्रायोजेनिक	ठोस,द्रव एवं क्रायोजेनिक
पेलोड भार	40 किग्रा.	150 किग्रा.	1400 किग्रा.	2000 किग्रा.	4000 किग्रा.
कक्षा	निम्न भू कक्षा (300-900 की.मी.)	निम्न भू कक्षा	सूर्य तुल्यकालिक	भू-स्थिति	भू-स्थिति

चित्र1.इसरो द्वारा अभी तक निर्मित उपग्रह प्रक्षेपणयान

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन ने अभी तक उपग्रह प्रक्षेपण यान -3 (SLV-3), संवर्धित उपग्रह प्रक्षेपण यान (ASLV), ध्रुवीय उपग्रह प्रक्षेपण यान (PSLV) और भू - तुल्य कालिक उपग्रह प्रक्षेपण यान (GSLV) जैसे प्रक्षेपण यानों का सफलता पूर्वक निर्माण किया है। एस.एल.वी.-3 एक 22 मीटर लंबा ठोस ईंधन चालित चार स्तरीय यान है, जिसका वजन 17 टन है और यह 40 किग्रा के पिंड को पृथ्वी की निचली कक्षा में स्थापित कर सकता है। ए.एस.एल.वी.एक पांच स्तरीय ठोस ईंधन चालित रॉकेट है, जो कि 40 टन वजनी है और 400 किमी की कक्षा तक उपग्रह को ले जाने की क्षमता रखता है। पी.एस.एल.वी. एक 44.4 मीटर लंबा व 295 टन वजनी प्रक्षेपण यान है, जिसे खास तौर पर भारत के संवेदी उपग्रहों को पृथ्वी की ध्रुवीय कक्षा में स्थापित करने के लिये निर्मित किया गया है। पी.एस.एल.वी. एक चार चरणों वाला ध्रुवीय उपग्रह प्रक्षेपण यान है, जिसके प्रथम चरण में 139 टन ठोस प्रणोदक के साथ ठोस मोटर; द्वितीय चरण में 37 टन भू-संचयनी द्रव प्रणोदक के साथ मुख्य इंजन; तृतीय चरण में 7 टन उच्च संपादन क्षमता वाला ठोस प्रणोदक मोटर व अंतिम चरण में 2.5 टन की द्रव प्रणोदक भरण के साथ दो समान इंजन। पी.एस.एल.वी. के प्रथम चरण में छह स्ट्रैप-आन मोटर्स का उपयोग किया गया है। जी.एस.एल.वी.एक तीन चरणों वाला रॉकेट है, जिसकी ऊँचाई 50 मी. तथा उड़ान भार लगभग 400 टन है। रॉकेट के प्रथम चरण में ठोस प्रणोदक मोटर्स के साथ चार द्रव नोदक वाले स्ट्रैप –ऑन, द्वितीय चरण में द्रव प्रणोदक के साथ द्रव नोदन प्रणाली तथा तृतीय चरण में 12 टन द्रव ऑक्सीजन (O_2) और द्रव हाइड्रोजन (H_2) के भरण सहित एक क्रायोजेनिक इंजन है, जो उच्च विशिष्ट आवेग प्रदान करता है। यह 2000 से 2500 किलो वजनी श्रेणी के उपग्रहों को पृथ्वी की भू–स्थैतिक कक्षा में स्थपित करने में सक्षम है। अभी इसरो जी.एस.एल.वी. मॉक-3 के निर्माण में अग्रसर है। यह एक त्रि- चरणीय रॉकेट है, जिसमें 200 टन कोर द्रव नोदक चरण के साथ 200 टन से भरे दो ठोस प्रणोदक मोटर स्ट्रैप –ऑन के रूप में लगे होगें। ऊपरी चरण में 25 टन क्रायोजेनिक प्रणोदक सहित क्रायोजेनिक इंजन होगा। इसका उत्थापनभार 629 टन होगा और इसकी ऊँचाई 42.4 मी. होगी। यह 4500 से 5000 किग्रा तक के उपग्रहों का प्रक्षेपण करने में सक्षम होगा। एस-200 ठोस बूस्टर जी.एस.एल.वी. मॉक-3 का मुख्य भाग है।

इसरो द्वारा अभी तक निर्मित सभी प्रक्षेपण यानों में ठोस प्रणोदक मोटर्स का एक महत्वपूर्ण योगदान रहा है। अमूमन विश्व स्तर पर, जहाँ किसी भी प्रक्षेपण यान के पहले चरण में द्रव प्रणोदक का इस्तेमाल किया जाता है, वहीं इसरो के सभी प्रक्षेपण यानों में ठोस रॉकेट मोटर्स का इस्तेमाल किया गया है। किसी भी रासायनिक प्रणोदन के अन्तर्गत ठोस प्रणोदन प्रणाली में ठोस रॉकेट मोटर्स की एक अहम् भूमिका होती है।

2. प्रणोदक की परिभाषा :

प्रणोदक एक ऐसा पदार्थ है, जो कि रॉकेट को उचित दिशा में एक बल प्रदान करता है। प्रणोदक एक तरह की ऊर्जा का ऐसा स्रोत है, जिसके जलने पर उसके अन्दर समाहित स्थितिक ऊर्जा एक तरह की सक्रिय या गतिज ऊर्जा में परिवर्तित हो जाती है। प्रणोदक अपनी सामान्य अवस्था में एक संतुलित अक्रिय पदार्थ होता है, जो कि जलने के बाद गर्म और तीव्र गति की गैसों के रूप में एक सक्रिय ऊर्जा में बदल जाता है। प्रणोदक में वो सभी आवश्यक संघटक होते हैं, जो कि उसके अक्रिय रूप से ऊर्जा को एक उपयोगी रूप में परिवर्तित करने का काम करते हैं।

3. ठोस प्रणोदक के लिये प्रयुक्त संघटक :

अनुक्रमणिका

ठोस प्रणोदक के लिये उसके सभी संघटक एक सम्मिलित रूप में होते हैं। ठोस प्रणोदक के निर्माण के लिये प्रयुक्त संघटकों को निम्नलिखित वर्गों में विश्लेषित किया गया है –

(क) धात्विक ईंधन (Metallic fuel)

(ख) ऑक्सीकारक (Oxidizer)

(ग) जैविक बाइन्डर (Organic Binder)

(घ) प्लास्टिकारी (Plasticizer)

(ङ)अन्य गुणकारी पदार्थ (Additive and curatives)

3.1 धात्विक ईंधन : सतीश धवन अंतरिक्ष केन्द्र के ठोस प्रणोदक बूस्टर विभाग (SPROB) में ठोस प्रणोदक के निर्माण के लिए 'एलुमिनियम' (Al powder) जैसे धात्विक ईंधन का इस्तेमाल किया जाता है। यह प्रणोदक की ऊर्जा शक्ति को बढ़ाने के लिये प्रयोग किया जाता है। एलुमीनियम पाउडर के कणों का औसत आकर लगभग 15 -20 माइक्रॉन के बीच होता है। प्राप्त ऐलुमिनियम पाउडर सामग्री को वाइब्रोस्क्रीन द्वारा छानकर अन्य किसी मिलावट को हटाया जाता है। छाने गये पदार्थ को मिश्रण के स्तर के लिये निर्धारित की गयी सही मात्रा के अनुसार तौलकर बड़े -2 बेलनाकार डिब्बों में पैक किया जाता है। इस संघटक पर इसके अलावा कोई और प्रक्रिया नहीं की जाती है।

3.2 ऑक्सीकारक : प्रणोदक को दहन के लिए आवश्यक ऑक्सीजन की आपूर्ति के लिये प्रणोदक में ऑक्सीकारक मिलाया जाता है। वर्तमान में ठोस प्रणोदकों के लिये अमोनियम परक्लोरेट (NH_4ClO_4) एक बहुत अच्छा ऑक्सीकारक है। अमोनियम परक्लोरेट (NH_4ClO_4) एक अच्छे ऑक्सीकारक की सभी जरूरतों को पूरी करता है।

3.3 कार्बनिक बाइन्डर : कार्बनिक बाइन्डर धात्विक ईंधन और ठोस ऑक्सीकारक को एक रबर की तरह की संरचना में अच्छी तरह से बाँधता है तथा यह ईंधन की तरह भी कार्य करता है। कार्बनिक बाइन्डर गर्म तापमान के प्रभाव में अन्य यौगिकों के साथ मिलकर मिश्रण को पॉलीमेराइज करता है और एक ठोस प्रणोदक बनाता है। सतीश धवन अंतरिक्ष केन्द्र के ठोस प्रणोदक बूस्टर विभाग (SPROB) में "पॉलीब्यूटाडाइन - एक्रालिकऐसिड-एक्राइलोनाइट्राइल" (PBAN) और "हाइड्रॉक्सिल-टर्मिनेटेड-पॉलीब्यूटाडाइन" (HTPB) को कार्बनिक बाइन्डर के रूप में उपयोग किया जाता है। उत्पादकों से प्राप्त कार्बनिक बाइन्डर की पहले रासायनिक तरीके से अच्छी तरह जाँच किया जाता है और फिर इसे स्वीकार किया जाता है। कार्बनिक बाइन्डर को मिश्रण में मिलाने से पहले इसे एक बड़ी छन्नी द्वारा अच्छी तरह से छाना जाता है। तैयार प्रणोदक को बड़े-बड़े डिब्बों में पैक और सील करके निर्धारित वातावरण में रखा जाता है।

3.4 प्लास्टिसाइजर : प्लास्टिसाइजर एक तरह का ऐसा पदार्थ होता है, जो कि मिश्रण के घोल की श्यानता को कम करके प्रणोदक के प्रंसस्करण में मदद करता है। ठोस प्रणोदकों के लिए डॉई-ऑक्टल-एडिपेट (DOA) को एक प्लास्टिसाइजर की तरह उपयोग किया जाता है। किसी भी प्लास्टिसाइजर को उपयोग करने से पहले रासायनिक तरीके से अच्छी तरह जाँच लिया जाता है।

3.5अन्य गुणकारी पदार्थ : किसी भी प्रणोदक में उसके गुणों में सुधार के लिये कुछ अन्य पदार्थों जैसे ज्वलन दर संशोधक को मिलाया जाता है।

4. ठोस प्रणोदक में उस के संघटकों की प्रतिशत मात्रा :

किसी भी ठोस प्रणोदक के निर्माण में उसके संघटकों की एक निर्धारित प्रतिशत मात्रा का उपयोग किया जाता है, जोकि निम्नलिखित है–

तालिका -1

क्रम. सं	संघटक	पदार्थ	प्रतिशत मात्रा
1	धात्विक ईंधन	ऐलुमिनियम पाउडर (Al Powder)	12–18 %
2	ऑक्सीकारक	अमोनियम परक्लोरेट(NH_4ClO_4)	65–70 %
3	कार्बनिक बाइन्डर	हाइड्रॉक्सिल-टर्मिनेटेड-पॉलीब्यूटाडाइन (HTPB)	10–11 %
4	प्लास्टिसाइजर	डॉई-ऑक्टल - एडिपेट (DOA)	2–3 %

अनुक्रमणिका

5	अन्य गुणकारी पदार्थ	ज्वलन दर संशोधक	2–3 %

5. ठोस प्रणोदक मोटर्स

फ्रांस से प्रौद्योगिकी प्राप्त होने के बाद भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन में ठोस नोदक मोटरों का काफी विकास हुआ। 1967 में 75 मिमी व्यास और 4 किग्रा प्रणोदक भार की एक छोटी सी मोटर के साथ प्रणोदन की शुरूआत हुई थी। परिज्ञापी (साउंडिंग) रॉकेट को ठोस मोटर की जरूरत होती है जिसमें 125 मिमी से लेकर 560 मिमी तक मोटर का व्यास और 14 किग्रा. से लेकर 700 किग्रा. तक प्रणोदक भरण की आवश्यकता होती है। एस.एल.वी.-3 के बूस्टर चरण में 1 मी व्यास और 9 टन प्रणोदक भरण के आवश्यकता होती है। एएसएलवी और पीएसएलवी को स्ट्रैप- आन के रूप में कन्टेड नोजल की जरूरत होती है। पी.एस.एल.वी. और जी.एस.एल.वी. के मुख्य चरण में 139 टन के प्रणोदक भरण के साथ ठोस मोटर इस्तेमाल होती है जिसका व्यास 2.8 मी है और यह 4700 किलो न्यूटन चरम बल प्रदान करते है।इन अनुभवों के आधार पर, जी.एस.एल.वी. मॉक-3 के लिए 3.2 मी. व्यास और 200 टन प्रणोदक भरण वाली एक बहुत बड़ी मोटर विकास की ओर है और इसका सफलता पूर्वक परीक्षण किया जा चुका है।

6. ठोस प्रणोदक की निर्माण प्रक्रिया और प्रसंस्करण :

किसी भी ठोस प्रणोदक के निर्माण में बहुत सारी जटिल समस्याओं का सामना करना पड़ता है, विशेषकर जब प्रणोदक 85-90% ठोस अवस्था में और 10-15% द्रव अवस्था में भरा होता है। ठोस प्रणोदक के निर्माण में बहुत सी चीजों जैसे उच्च आवेग, अच्छे यंत्रिक गुण, उच्च घनत्व, उच्च ज्वलन दर, सुगम प्रसंस्करण, अधिकतम जीवन काल और उच्च गुणवत्ता आदि को ध्यान में रखना पड़ता है। ठोस प्रणोदक के निर्माण के लिये आवश्यक चरण निम्नलिखित होते हैं –

(i) हार्डवेयर की तैयारी
(ii) कच्चे माल का प्रसंस्करण
(iii) संघटकों का मिश्रण
(iv) प्रणोदक घोल की ढलाई
(v) प्रणोदक घोल का कठोरीकरण
(vi) मैनड्रेल डेकोरिंग
(vii) मशीनिंग और छटाई
(viii) गैर विनाशकारी परीक्षण और निरीक्षण

6.1 हार्डवेयर (मोटर केस) की तैयारी : किसी भी ठोस रॉकेट मोटर को निर्मित करने के लिए मोटर केस (हार्डवेयर) का निर्माण एक पहला चरण होता है। यह मोटर केस प्रणोदक के भरण के लिये एक डिब्बे की तरह कार्य करता है। मोटर केस प्रणोदक के ज्वलन के समय अधिक दबाव और तापमान को सहने की क्षमता रखता है। मोटर केस को जरूरत और बनावट के अनुसार धातुओं या फिर सम्मिश्र पदार्थों से बनाया जाता है। सामान्यतः मोटर केस के ऊपरी चरण को सम्मिश्र पदार्थों से तथा निचले चरण को धातुओं से बनाया जाता है। मोटर केस को बनाने में प्रयुक्त धातुओं में 15 CVD6 स्टील, मैरेजिंग स्टील, कोबाल्ट मुक्त स्टील को सामान्यतः प्रयोग में लाया जाता है। धातुओं से बने मोटर केस की तुलना में सम्मिश्र पदार्थों से बने मोटर केस में ज्यादा विशिष्ट क्षमता होती है। सम्मिश्र पदार्थों में ग्लास इपॉक्सी, केवलर इपॉक्सी, कॉर्बन इपॉक्सी और ग्रेफाइट इपॉक्सी को प्रयोग में लाया जाता है।

मोटर केस को निर्मित करने के बाद उसमें किसी भी त्रुटि की अच्छी तरीके से जाँच की जाती है। पूरी तरह जाँच करने के बाद उसकी अंदरूनी सतह की सफाई की जाती है और फिर उसे 'ट्राई क्लोरो एथलीन' घोल से अच्छी तरह से धोया जाता है। पूरी तरह धुलाई हो जाने के बाद मोटर केस की अन्दर की सतह में प्राइमर से पुताई की जाती है। इसके बाद मोटर केस की अन्दर की सतह में पर्याप्त मोटाई के लिए रबर की इन्सुलेशन शीट की कई सतहें लगायी जाती हैं। सामान्यतः रबर की प्रत्येक इन्सुलेशन शीट की मोटाई लगभग 1.5 मिमी. से लेकर 2.0 मिमी. तक होती है। रबर की सभी सतहों के बीच जुड़ाव की जाँच अल्ट्रासोनिक परीक्षण द्वारा की जाती है। इसके बाद मोटर केस को इन्सुलेशन वल्कनीकरण के लिए उचित दबाव और तापमान में ऑटोक्लेव में रखा जाता है। इन्सुलेशन हो जाने के बाद प्रणोदक और इन्सुलेटेड सतह के बीच अच्छी पकड़ के लिये इन्सुलेटेड मोटर केस में फुहार विधि द्वारा लाइनर की एक पतली परत को

अनुक्रमणिका

लगाया जाता है। लाइनर को लगाने से पहले मोटर की इन्सुलेटेड सतह को घिसा जाता है और नयी सतह से नमी को हटाने के लिये इसे गर्म किया जाता है। यह सारी प्रक्रिया पूरी हो जाने के बाद मोटर केस प्रणोदक की ढलाई के लिए पूर्ण रूप से तैयार हो जाता है।

6.2 कच्चे माल का प्रक्रमण : कच्चे माल के प्रसंस्करण के लिये सबसे पहले सभी संघटकों को प्राप्त करके उनकी जाँच की जाती है और फिर उनको उचित मात्रा में भंडारित किया जाता है। इसके बाद ऑक्सीकारक (अमोनियम परक्लोरेट) को सही से सुखाया जाता है, जो कि ठोस प्रणोदक में बहुत ही अधिक मात्रा में होता है। छोटे स्तर पर ऑक्सीकारक को सुखाने का काम 'हॉट एयर ओवेन' के माध्यम से किया जाता है जबकि बड़े स्तर पर सुखाने का काम 'रोटरी वैक्कुम ड्रायर' द्वारा किया जाता है। मोटे और खुरदुरे अमोनियम परक्लोरेट को पीसने वाली मशीनों में पीसकर उत्तम गुणवत्ता का महीन अमोनियम परक्लोरेट तैयार किया जाता है। सामान्यतः इन मशीनों की क्षमता 50-100 माइक्रॉन तक के आकार के कणों को उत्पन्न करने की होती है। अमोनियम परक्लोरेट के महीन पाउडर को प्रयोग करने से थोड़ा पहले ही बनाया जाता है, क्योंकि भंडारण करते समय इसकी प्रवत्ति फिर से एक साथ इकट्ठा हो जाने की होती है। ऐलुमिनियम पाउडर और अमोनियम परक्लोरेट के कणों का आकर ईंधन और ऑक्सीकरक के बीच ऊष्मीय अपघटन की दर को निर्धारित करता है।



चित्र 4 - ठोस प्रणोदक मोटर की निर्माण प्रक्रिया

6.3 संघटकों का मिश्रण : प्रणोदक के लिये प्रयुक्त सभी संघटकों के मिश्रण में 85-90% तक ठोस पदार्थ होता है और बाकी द्रव रहता है, जिससे कि प्रणोदक में मौजूद ठोस पदार्थ के कणों को पूरी तरह से गीला किया जा सके और एक समांग मिश्रण तैयार किया जा सके। उपयुक्त आर्द्रक कारक को मिलाने से मिश्रण को पर्याप्त गीला करने और समांग बनाने में मदद मिलती है। मिश्रण के दौरान धात्विक ईंधन, ऑक्सीकरक पाउडर और ज्वलन दर उत्प्रेरक को बहुलक प्लास्टिसाइजर की मदद से गीला किया जाता है और मिश्रक में चारों तरफ हिलाकर, खींचकर, दबाकर एक मिश्रण तैयार किया जाता है। मिश्रण को बनाने की क्षमता मिश्रक की विशेषताओं जैसे मिश्रक का मॉडल, ब्लेड की संरचना, ब्लेड की गति, प्रक्रिया विधि और पदार्थ के गुणों के साथ–साथ मिश्रण करने में लगे समय पर भी निर्भर करती है।

6.4 प्रणोदक घोल की ढलाई : इस प्रक्रिया में मोटर केस के चारों ओर निर्वात उत्पन्न करके प्रणोदक के श्यान (3000-10000 poises) और गीले घोल को मिश्रक उपकरण से मोटर केस में डाला जाता है। प्रणोदक घोल का प्रवाह कम से

अनुक्रमणिका

कम इतना होना चाहिये कि घोल मोटर केस के सभी हिस्सों में समान रूप से पहुँच सके। यदि प्रणोदक घोल का प्रवाह पर्याप्त नहीं हुआ तो ज्वलन प्रक्रिया के दौरान समस्या आ सकती है। ढलाई की प्रक्रिया को एक निश्चित समय अंतराल के अंदर पूरा करना होता है, इससे पहले कि प्रणोदक घोल की श्यानता 16000 poises से ऊपर पहुँच जाये।

6.5 प्रणोदक घोल का कठोरीकरण : इस प्रक्रिया में ढलाई किये गये प्रणोदक को पॉलिमेरिक बाइन्डर और अन्य गुणकारी पदार्थों के बीच रासायनिक अभिक्रिया की सहायता से कठोर बनाया जाता है। इस रासायनिक अभिक्रिया में प्रणोदक में मौजूद सभी ठोस कण आपस में जुड़कर एक कठोर रबर जैसी त्रि-ज्यामितीय पॉलिमेरिक मैट्रिक्स संरचना का निर्माण करते हैं। कठोरीकरण प्रक्रिया के दौरान समय, तापमान और दबाव पर काफी नियंत्रण किया जाता है। सामान्यतः ढलाई किये गये ठोस प्रणोदक मोटर को उसके आकार और प्रणोदक प्रणाली के अनुसार कुछ दिनों या कुछ सप्ताह के कठोरीकरण अंतराल में 50 से 80 डिग्री सेल्सियस तापमान में गर्म भट्टी में कठोर किया जाता है।

6.6 मैनड्रेल डेकोरिंग : कठोरीकरण प्रक्रिया हो जाने के बाद ठोस प्रणोदक मोटर को नियंत्रित तरीके से कमरे के तापमान तक ठण्डा किया जाता है और डेकोरिंग प्रक्रिया की जाती है। इस प्रक्रिया में ठोस प्रणोदक मोटर में लगे हुये मैनड्रेल को बाहर निकाला जाता है। यह एक बहुत ही कठिन कार्य होता है, जिसको करने में बहुत अधिक सावधानी की आवश्यकता होती है।

6.7 मशीनिंग और छंटाई : प्रणोदक की ढलाई के दौरान सतह में हुये उतार चढ़ाव को सही करने के लिए उसके दोनों सतहों की कटाई की जाती है तथा सतह को समतल बनाया जाता है। इसके बाद सतह की अच्छी तरीके से सफाई की जाती है। इसके बाद प्रणोदक की सतह पर इन्हिबिशन पदार्थ को लगाया जाता है उसे कठोर होने के लिए छोड़ दिया जाता है। निरोधन सतह की मोटाई को प्रणोदक के ज्वलन की अवधि तथा निरोधन पदार्थ के क्षरण दर से निर्धारित किया है।

6.8 गैर विनाशकारी परीक्षण : इस तरह तैयार ठोस प्रणोदक मोटर का आखिर में गैर विनाशकारी परीक्षण किया जाता है, जिसमें ठोस प्रणोदक मोटर में किसी भी प्रकार की त्रुटि जैसे आंतरिक छिद्र या फिर ठोस प्रणोदक मोटर के किसी हिस्से के टूटने की जाँच की जाती है। इस जाँच के लिए उच्च ऊर्जा की X - किरणों का इस्तेमाल किया जाता है।

निष्कर्ष : इसरो द्वारा अभी तक निर्मित प्रक्षेपण यानों में ठोस, द्रव और क्रायोजेनिक प्रणोदकों का इस्तेमाल किया गया है। विश्व स्तर पर, जहाँ किसी भी प्रक्षेपण यान के पहले चरण में द्रव प्रणोदक का इस्तेमाल किया जाता है, वहीं इसरो के सभी प्रक्षेपण यानों में ठोस रॉकेट मोटर्स का इस्तेमाल किया गया है। इसरो के उपग्रह प्रक्षेपण यानों में प्रयुक्त ठोस प्रणोदक मोटर्स के निर्माण के लिए सतीश धवन अंतरिक्ष केन्द्र में दो कारखानें हैं, जहाँ पर ठोस प्रणोदक मोटर को तैयार किया जाता है। इन कारखानों में ठोस रॉकेट मोटर के 2.8मी. व्यास और 3.5 मी. लम्बाई के अंतःखण्डों का निर्माण किया जाता है। इन कारखानों में मुख्यतः पी.एस.एल.वी. (PSLV) के प्रथम चरण में प्रयुक्त 2.8मी. व्यास और 22 मी. लम्बाई के पाँच खण्डों वाले ठोस रॉकेट बूस्टर का निर्माण किया जाता है, जिसका उत्थापन भार 160 टन होता है। इसी ठोस रॉकेट बूस्टर का प्रयोग जी. एस.एल.वी.(GSLV) के प्रथम चरण में भी किया जाता है। अभी वर्तमान में सतीश धवन अंतरिक्ष केन्द्र में जी. एस.एल.वी.-मॉक 3 (GSLV-Mk3)में प्रयुक्त 200 टन के ठोस रॉकेट बूस्टर के निर्माण के लिए एक नये कारखाने की स्थापना की गयी है, जिसमें 3.5 मी. व्यास के मोटर के अंतःखण्डों का निर्माण किया जाता है।

इस प्रपत्र में प्रक्षेपण यानों में प्रयुक्त ठोस प्रणोदक मोटर की निर्माण प्रक्रिया को स्पष्ट दर्शाया गया है, इस पूरी निर्माण प्रक्रिया के दौरान गुणवत्ता का विशेष रूप से ध्यान रखा जाता है।

लेखक परिचय –

धर्मेंद्र सिंह ने वर्ष 2013 में अजय कुमार गर्ग इंजीनियरिंग कॉलेज गाज़ियाबाद उत्तर-प्रदेश से बी॰टेक इलेक्ट्रॉनिक्स एंड कम्युनिकेशन शाखा में डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2014 में एस॰डी॰एस॰सी शार के स्प्रोब में कार्य आरंभ किया एवं 2016 में स्थानांतरण होने के बाद □विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट,अहमदाबाद गुजरात□ में सुदूर शिक्षा विभाग में कार्य संभाला और वर्तमान में यहीं कार्यरत हैं।

अनुक्रमणिका

पदार्थ, तकनीकी प्रक्रियाएँ एवं गुणवत्ता

स्केटसैट-1 के पर्यवेक्षण ऐंटेना का अद्यतन अभिकल्पन

(State of the Art-Design of Scanning Antenna of Scatsat-1)

चंद्रशेखर / वी.एस.जगदीश
एस.एस.डी.एस., एस.टी.जी., एम.ई.एस.ए., दूरभाष: 3947, 3952
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

प्रस्तावना (Abstract):

संचार और सूक्ष्मतरंग उपग्रहों **(Communication and Microwave Satellites)** में ऐंटेना एक अविभाज्य प्रणाली **(inseparable system)** है। सैक **(SAC)** अपनी स्थापना के बाद से ही विभिन्न अनुप्रयोगों के आधार पर विविध प्रकार के ऐंटेनाओं का विकास करता रहा है। सूक्ष्मतरंग प्रतिरूपक उपग्रहों **(Microwave imaging satellites)** में पर्यवेक्षण **(scanning)** प्रकार के ऐंटेनाओं की जरूरत होती है जो कि स्टीरियो प्रतिरूपों के लिए ज्यादा से ज्यादा पट्टी **(swath)** कवर **(cover)** कर सके। ऐसी व्यवस्था में ऐंटेना को एक पर्यवेक्षण तंत्र **(scanning mechanism)** के साथ बांध के रखा जाता है ओर इस कारण ऐंटेना के न्यूनतम द्रव्यमान और जड़ता **(mass and inertia)** की आवश्यकता होती है। अतः ऐंटेनाओं के लिए उच्च विशिष्ट कठोरता **(specific stiffness)** और कम विशिष्ट द्रव्यमान **(specific mass)** व तापीय विस्तार **(thermal expansion)** के कारण मिश्रित पदार्थ **(composite material)** एक स्पष्ट चुनाव है।

परंतु इसकी लंबी प्रत्यत्यक्षीकरण अवधि **(realization period)** के कारक एल्युमीनियम मिश्र धातु **(Aluminium alloy)** ऐसे अनुप्रयोगों के लिए एक उपयुक्त उम्मीदवार बन जाता है, अगर प्रभावी तरीके से द्रव्यमान वितरक **(mass distribution)** व दृढ़ता या दुर्नम्यता का अभिकल्पन **(stiffness design)** किया जाए।

यह पत्र स्केटसैट-1 के एक बड़े आकार की अखंडित **(monolithic)** एल्युमीनियम मिश्र धातु से बने हुए ऐंटेना के अभिकल्पन एवं इष्टतमीकरण **(design & optimization)** के दृष्टिकोण की रूपरेखा प्रस्तुत करता है।

परिचय (Introduction):

स्केटसैट-1 के फैलावमाप **(scatterometer)** सुदूर संवेदन अनुप्रयोगों के लिए एक अत्योच्च **(state of the art)** सूक्ष्मतरंग राडार **(microwave radar)** है, जो कि विशेषतः समुद्र की सतह के ऊपर हवा के वेग **(wind velocity)** की जानकारी उसके परिमाण **(magnitude)** एवं दिशा **(direction)** के साथ देता है। इन मानकों **(parameters)** की सटीक और आवधिक भविष्यवाणी **(accurate and periodic prediction)** मौसमविज्ञान **(metrological)** एवं समुद्रविज्ञान **(oceanography)** प्रयोगों पर महत्वपूर्ण प्रभाव डालती है। ट्राँस-रिसीवर ऐंटेना **(Trans-receiver antenna)** निर्दिष्ट जानकारी **(data)** के अधिग्रहण एवं संचार **(acquisition and communication)** के लिए एक महत्वपूर्ण अवयव **(important element)** है। इसने नासा **(NASA)**, ईसा **(ESA)** जैसे वैश्विक समुदायों **(global community)** में बहुत दिलचस्पी **(interest)** जगाई है।

यांत्रिक अभिकल्पना के विभिन्न पहलू (Mechanical Design Aspects):

उपग्रह नीतभार **(satellite payloads)** के यांत्रिक हार्डवेर को प्रक्षेपक भार **(launch load)** सहन करने के लिए इसमें पर्याप्त दृढ़ता **(adequate stiffness)** का होना जरुरी है। इसको पर्यवेक्षण घटक **(scanning components)** और अधिक चुनौतीपूर्ण बनाते हैं, जिसमें न्यूनतम ऊर्जा आवश्यकता के लिए न्यूनतम घटक द्रव्यमान **(minimum component mass)** की जरुरत होती है। इसके अलावा ऐंटेना गहन अंतरिक्ष **(deep space)** के संपर्क में आता है, जहां अत्यधिक तापमान परिवर्तन **(extreme temperature variation)** होता है। धातु से बनी संरचनाओं में इन तापमान परिवर्तन से अलग-अलग आयामी परिवर्तन होते हैं। सूक्ष्मतरंग कार्य **(microwave performance)** इन आयामी परिवर्तनों के प्रति अति संवेदनशील होते हैं। अतः यह भी ऐसे वातावरक में ज्यामितिय नियंत्रक **(geometric control)** की एक और चुनौती पेश करता है। इस कार्य में हमारा प्रमुख उद्देश्य स्केटसैट-1 के एल्युमीनियम के एक 1 मीटर के व्यास वाले बड़े पर्यवेक्षण ऐंटेना **(scanning antenna)** के अभिकल्पन **(design)** कका है जो कि कम से कम 100 हर्ट्ज की प्राकृतिक आवृत्ति **(natural frequency)** का हो और जिसमें इसी आकार

अनुक्रमणिका

के मिश्रित पदार्थ (**composite material**) से बने हुए ऐंटेना के अभिकल्पित द्रव्यमान (**designed mass**) की तुलना में न्यूनतम वृद्धि (**minimum mass penalty**) हो।

इस आकार के **CFRP** मधुकोश सैंडविच (**CFRP honeycomb sandwich**) के परावर्तक (**reflector**) का अभिकल्पित द्रव्यमान (**designed mass**) **6.5** किलोग्राम है और हमारा अभिकल्पना लक्ष्य (**design goal**) इसी परावर्तक को एल्युमीनियम मिश्रधातु से **8.5** किलोग्राम के अंदर ही प्राप्त करना है। **CFRP** का योग्यता मापांक (**Figure of merit**) **10000** है जो कि एल्युमीनियम के योग्यता मापांक **2592** से लगभग **400%** अधिक है। योग्यता मापांक किसी भी पदार्थ (**material**) के सापेक्षिक्ष (**relative**) दृढ़ता (**stiffness**) को दर्शाता है, यानि **CFRP** एल्युमिनियम से **400 %** अधिक दृढ़ (**stiff**) होता है। परंतु किसी भी संरचना (**structure**) के लिए उसका दृढ़ता प्रतिरुप (**stiffness pattern**) ऐसा होना चाहिए जिससे उसक निर्माण (**fabrication**) आसान हो। यहाँ सीमित अवयव तकनीक (**Finite element technique**) का इस्तेमाल परावर्तक के संरचनात्मक निष्पादन (**structural performance**) के अनुमापन एवं इष्टतमीकरण (**estimation and optimization**) के लिए किया गया है।

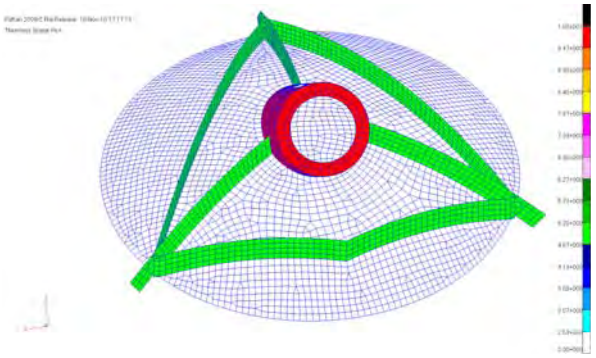
यांत्रिक अभिकल्पना की आवश्यकताएं (Mechanical Design Requirements):

इस अध्ययन में निम्नलिकित अभिकल्पना अवरोधों (**design constraints**) को ध्यान में रखा गया है :

1. संरचना की पहली प्राकृतिक आवृत्ति (**natural frequency**) **100** हर्ट्ज से ऊपर होनी चाहिए।
2. परावर्तक का द्रव्यमान **8.5** किलोग्राम से कम होना चाहिए।
3. एल्युमीनियम परावर्तक का पर्यवेक्षण प्रणाली (**scan mechanism**) के साथ मिलनबिंदु (**interface**) **CFRP** परावर्तक के समान ही होना चाहिए।

परावर्तक का आधार रेखा विन्यास (**Base-line configuration of the reflector**) :

संरचनात्मक विश्लेषक (**structural analysis**) के लिए मुककय परावर्तक के एल्युमीनियम संस्करण का प्राथमिक विन्यास (**Baseline configuration**) **CFRP** परावर्तक के विन्यास के जैसा ही लिया गया है। छवि-**1** इसके परिमित अवयव नमूने (**finite element model**) को मोटाई की रुपरेखा के साथ दर्शाता है।

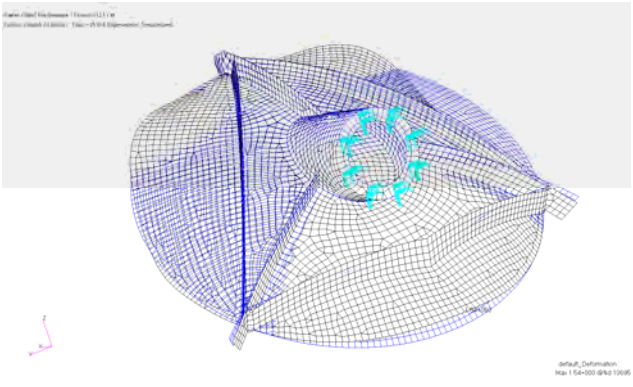


छवि-**1:** मुख्य एल्युमीनियम परावर्तक का आधार रेखा विन्यास

प्राकृतिक आवृत्ति अनुमान (**Natural Frequency Estimates**)

संरचनात्मक दृढता के आकलन (**Structural Stiffness characterization**) के लिए मॉडल मापदंड (**Modal parameters**) बहुत ही महत्वपूर्ण लक्षण (**characteristics**) होते हैं।

सीमित अवयव विश्लेषक (**Finite element analysis**) से प्राप्त एल्युमीनियम परावर्तक के प्रथम तीन प्राकृतिक आवृत्तियों को तालिका-**1** में दिया कया है। छवि-**2** परावर्तक के पहले स्पंदन मोड (**vibration mode**) को दर्शाता है।



छवि-**2:** परावर्तक का पहला स्पंदन मोड (**vibration mode**)

तालिका-**1** में यह देखा जा सकता है कि एल्युमीनियम के

विधि नंबर	आवृत्ति (**Hz**)	मोड (**Mode**)
1	**85**	परावर्तक का फ्लेपिंग मोड (**flapping mode**)
2	**105**	परावर्तक का ऊँचा फ्लेपिंग मोड (**Higher flapping mode**)
3	**109**	परावर्तक का ऊँचा फ्लेपिंग मोड (**Higher flapping mode**)

अनुक्रमणिका

आधार रेक परावर्तक की प्रथम प्राकृतिक आवृत्ति **85 Hz** है जो कि न्यूनतम आवश्यकता **100 Hz** से कम है। इसके अलावा, सिर्फ आधार लाइन परावर्तक का ही द्रव्यमान **12.2** किलोग्राम है जो कि **8.5** किलोग्राम की निर्धारित सीमा से बहुत अधिक है। यहाँ यह ध्यान दिया जाना चाहिए कि यह **85 Hz** की आवृत्ति सिर्फ परावर्तक **(Bare reflector)** के लिए ही है जिसमें फीड के द्रव्यमान **(Feed mass)** एवं अनुलग्नक कों **(attachments)** को शामिल नही किया ग्कया है। इस परावर्तक में कोई भी अतिरिक्त असंरचना द्रव्यमान **(additional non-structural mass)** इसके प्राकृतिक आवृत्ति को और घटाएगा। चूंकि फीड हॉर्न **(Feed Horn)** किसी भी परावर्तक का एक महत्वपूर्ण कार्यकारी अंक **(functional component)** होता है, इसका परावर्तक में संकीकरण **(attachment)** परावर्तक की प्राकृतिक आवृत्ति को और गिराएगा। अतः यह एक उचित दृढ़ता प्रतिरूप **(stiffening pattern)** के चयन और परावर्तक के इष्टतमीकरण **(optimization)** को जरूरी बनाता है। इस इष्टतमीकरण समस्या को आकार इष्टतमीकरण **(size optimization)** के साथ-साथ सांस्थिति की इष्टतमीकरण **(topology optimization)** के रुप में वर्गीकृत किया जा सकता है। इस समस्या में दृढ़ता प्रतिरूप **(stiffness pattern)** के उचित नियोजन **(proper placement)** के साथ-साथ उसके सही मोटाई एवं ऊँचाई के चयन की आवश्यकता है।

परावर्तक का इष्टतमीकरण अध्ययन **(Optimization studies of the reflector):**
इस इष्टतमीकरण समस्या को विविध चरकों **(several stages)** में लिया गया है। परावर्तक के दुर्नम्यकों **(stiffeners)** का नियोजन **(placement)** एवं उसके मोटाई एवं ऊँचाई का चयन तनाव ऊर्जा **(strain energy)** पर आधारित है। इष्टतमीकरण अध्ययन से प्राप्त परिकामों को तालिका-2 में दिया कया है। तालिका-2 में देखा जा सकता है कि केवल सही मोटाई एवं ऊँचाई के साथ उचित दृढ़ता प्रतिरूप **(stiffening pattern)** का नियोजन ही, संरचना के समग्र दृढ़ता **(overall stiffness)** को बढ़ाने में सहायक होते हैं।

तालिका-2

चरक	विन्यास विस्तार **(configuration Detail)**	परावर्तक द्रव्यमान + फीड समूह **(Feed assembly)** द्रव्यमान **(Kg)**	परावर्तक आवृत्ति
0	एल्युमीनियम विन्यास की आधार रेका संरचना **CFRP** के परावर्तक के समान ही	**12.22 + 0**	**85**
1	चरक **(0)** + बाहरी वृत्ताकार पसली **(circular rib)** जोड़ने से (फ्लेपिंग मोड को प्रतिबंधित करने के लिए) + परावर्तक की त्वचा एवं कुछ पसलियों की मोटाई कम करने से	**8.466 + 0**	**75.98**
2	चरक **(1)** + बाहरी वृताकार पसली की ऊँचाई **68 mm** से **34 mm** घटाने पर (फ्लेपिंग मोड को और कसने के लिए)	**8.14 + 0**	**80.92**
3	चरक **(2)** + परावर्तकके निचले हिस्से में अतिरिक्त पसली जोड़ने एवं **10 mm** का फ्लेन्ज **(flange)** पीपा-त्वचा **(barrel- skin)** के संयोग स्थान **(Junction)** पर जोड़ने से	**9.26 + 5**	**134.27**
4	कई दोहराव **(iterations)** के बाद तनाव ऊर्जा के आधार पर कठोरता प्रतिरूप में भारी बदलाव करने से	**8.66 + 5**	
5	चरक **(4)** + बाहरी पसली **(outer rib)** की मोटाई को **1 mm** से **2 mm** बढ़ाने पर	**8.91 + 5**	

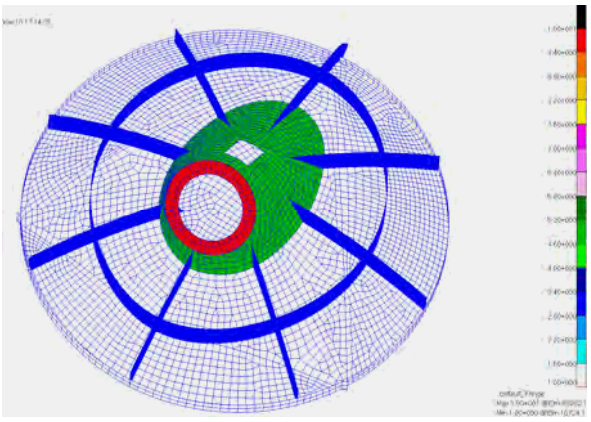
चुना गया इष्टतम विन्यास **(The selected optimized configuration):** छवि-3 से यह देखा जा सकता है कि इष्टतम विन्यास, आधार रेखा विन्यास से दृढ़ता प्रतिरूप **(stiffener pattern)** में बहुत अलग है। **CFRP** विन्यास के लिए दृढ़ता प्रतिरूप **(stiffening pattern)** आमतौर पर निर्माण के लिए ज्यामितीय सुविधा या सरलता **(geometric ease)** पर आधारित होता है। **CFRP** परावर्तक में जटिल दृढ़ता प्रतिरूप **(stiffening pattern)** नहीं डाला जा सकता परंतु यह समस्या एल्युमीनियम से बने परावर्तक में नहीं होती। इसलिए पदार्थ निर्माण सरलता **(material manufacturability)** के इस लाभ का ठीक से इस्तेमाल **(properly exploit)** किया जा सकता है। परावर्तक की केंद्रीय नाभि **(central hub)** (जो कि छवि-3 में हरे रंक में दिखाया

अनुक्रमणिका

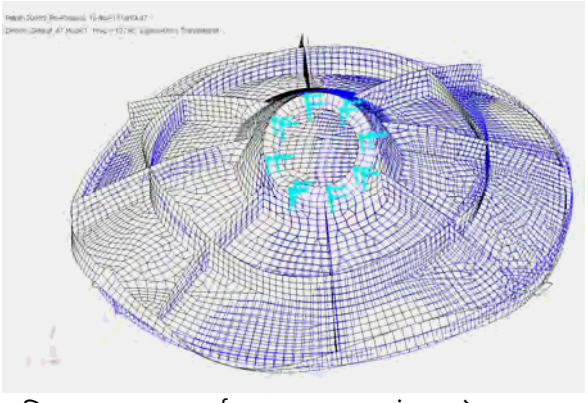
गया है) का स्थितिकरण **(positioning)** बहुत ही कठिन कार्य **(critical)** है। **CFRP** परावर्तक में नाभि को अलग से बैठाया जाता है इसलिए यह कार्यकर्ता की प्रवीणता एवं प्रयासों पर निर्भर करता है। जबकि अखंड एल्युमीनियम संस्करण में, नाभि परावर्तक का एक अभिन्न हिस्सा होने के कारण इसको बड़ी सटीकता से परावर्तक के साथ ही परिशुद्ध मशीनिंग **(Precision machining)** से बनाया जा सकता है।

प्राकृतिक आवृत्ति अनुमान **(Natural frequency estimate):**
सीमित अवयव विश्लेषक से प्राप्त इष्टतम परावर्तक **(optimized reflector)** के प्रथम प्राकृतिक आवृत्ति को तालिका-3 में दिया गया है। छवि-4 परावर्तक के पहले स्पंदन मोड **(vibration mode)** को दर्शाता है। यह प्राकृतिक आवृत्ति परावर्तक के साथ फीड समूह और अनुलग्नकों के संबद्ध है।

निष्कर्ष **(Conclusion):**
इस अध्ययन से प्राप्त स्केटसैट-1 क एल्युमीनियम से बना इष्टतम विन्यास सभी संरचनात्मक एवं कार्यात्मक **(structural and functional)** जरूरतों को पूरा करता है। यह भी निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि एल्युमीनियम से बनी संरचना, दृढ़ता जरूरतों **(Stiffness requirements)** को बहुत अच्छे से निभा सकता है। परंतु तापीय भार के कारक हुए संरचनात्मक विरुपक **(structural deformation)** एल्युमीनियम से बने संरचनाओं में बहुत बड़ी चुनौती पैदा करते हैं जो कि **CFRP** संरचनाओं में लगभग नहीं के बराबर होते हैं।



छवि-**3:** परावर्तक का चुना हुआ इष्टतम विन्यास



छवि-**4:** इष्टतम परावर्तक का पहला स्पंदन मोड **(vibration mode)**

तालिका-**3**

विधि क्रमांक	आवृत्ति **(Hz)**	विधि **(Mode)**
1	**107.96**	पूरे परावर्तक समूह का एक साथ हिलना **(Rocking mode of reflector assembly)**

आभारः
लेखक हिन्दी लेख लिखने हेतु अनुभाग प्रधान, एस.एस.डी, उप निदेशक, एम.ई.एस.ए. एवं हिंदी संगोष्ठी आयोजन समिति का आभार प्रकट करते हैं।

संदर्भ **(Reference):**

1. ओशनसैट-2 **(Oceansat-2)** के फैलावमापक**(scatlerometer)** केयांत्रिक अवयवों की प्रारंभिक अभिकल्पना समीककका दस्तावेज, दिसम्बर **2005**।
2. सीमित अवयव प्रक्रियाएं, के. जे. बाथे, प्रेटिंस हाल इंडिया, नई दिल्ली **1997**।
3. स्पंदन की बुनियादी बातें, एल. मीरोविच, मैक. क्रा हिल, सिंकापुर, **2001**।
4. संरचनात्मक इष्टतमीकरण का परिचय, पी.डब्ल्यू क्रिरस्टेंसन, स्प्रकर, **2008**।

लेखक परिचय:

चंद्रशेखर ने 2000 में आई. आई. टी. दिल्ली से मेकेनिकल इंजीनियरिंग में एम. टेक. की उपाधि प्राप्त की।
वी.एस.जगदीश ने 1998 में आई. आई. टी. कानपुर से एरोस्पेस इंजीनियरिंग में एम. टेक. की उपाधि प्राप्त की।

अनुक्रमणिका

पदार्थ, तकनीकी प्रक्रियाएं एवं गुणवत्ता

लघुतरंग अवरक्त यंत्र यांत्रिक अभिकल्पना में संरचनात्मक विश्लेषण का उपयोग

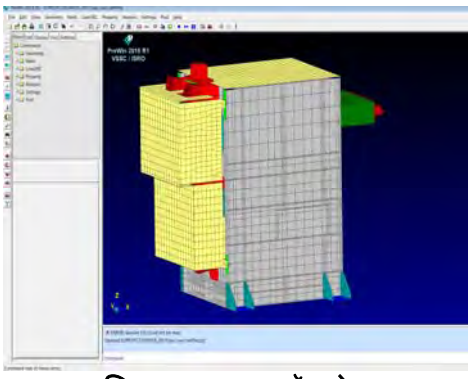
वी. एस. जगदीश, चंद्रशेखर
वैज्ञानिक/अभियंता 'एस एफ'- वैज्ञानिक/अभियंता 'एस एफ'
संरचनात्मक और तापीय विश्लेषण विभाग
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत
दूरभाष: 079-26913952/3947

सारांश :

संख्यात्मक विधियों में संरचनात्मक विश्लेषण के लिए परिमिति अवयव विधि का अत्यंत विस्तार से उपयोग किया जाता है। इन संरचनात्मक विश्लेषण सॉफ्टवेयरों में नास्ट्रान (NASTRAN), रैडियोस(RADIOSS), ओप्टीस्ट्रक्ट(OPTISTRUCT) इत्यादि सॉफ्टवेयर प्रचलित है। संरचनात्मक विभाग, विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र, तिरूवनंतपुरम के द्वारा संरचनात्मक विश्लेषण सॉफ्टवेयर फीस्ट (FEAST)- (स्वदेशी सॉफ्टवेयर) को विकसित किया गया है। अंतरिक्ष प्रमोचन की विभिन्न यांत्रिक अभिकल्पनाओं के संरचनात्मक विश्लेषण के लिए स्वदेशी संरचनात्मक विश्लेषण सॉफ्टवेयर फीस्ट(FEAST-SMT) का उपयोग किया जाता है। इसके अंतर्गत जीआईसैट परियोजना के hysi swir PAYLOAD का संरचनात्मक विश्लेषण नास्ट्रान (NASTRAN) के द्वारा किए परिणाम और फीस्ट सॉफ्टवेयर से प्राप्त किए परिणामों को भी प्रस्तुत किया गया है।

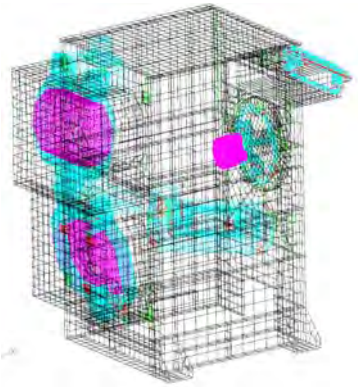
परिचय:

भू-स्थिर कक्षा के सुदूर संवेदन उपग्रह जीआईसैट परियोजना के अंतर्गत विविध प्रकार के यंत्र उपलब्ध है। जीआईसैट परियोजना में शीघ्र दर्शन क्षमता (fast revisit capability), वास्तविक कालांतर्गत मानिटरन (real time monitoring), अति विभेदी (high resolution), बहु स्पेक्ट्रमी प्रतिबिंबन प्रणाली (multi spectral and hyper spectral imaging etc.) उपलब्ध है। भारत भू-भाग को जियो कक्षा से अवलोकन करने के लिए, वानिकी (forestry), खनिजीय अनुप्रयोगों(mineralogical applications), समुद्र विज्ञान संबंधित विश्लेषण (oceanographic applications) के लिए इस परियोजना का उपयोग किया जाता है।



चित्र-1 FEAST सॉफ्टवेयर

इस परियोजना मे चार प्रकार के प्रतिबिंबन संवेदक (imaging sensors) उपलब्ध है। वे, Multi Spectral VNIR(50m), Hyper-spectral VNIR(500m), Hyper-spectral SWIR (500m), Multi-channel IR (1500 m) है। इसके लघुतरंग अवरक्त (SWIR) यंत्र की उत्तम अभिकल्पना के लिए परिमिति अवयव विधि का उपयोग करके किए गए विश्लेषणों का परिणाम दिया गया है। अंतरिक्षयान के ऊपर उपलब्ध इलेक्ट्रानिक संचलनीय प्रेषित्र (Electronically Steerable Transmitter) की उपयोग से निर्धारित स्थानों पर डाटा(DATA) को प्राप्त किया जाता है।



चित्र-2 NASTRAN सॉफ्टवेयर

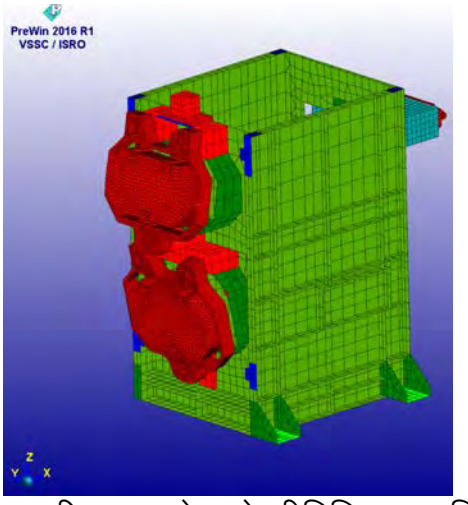
संरचनात्मक विभाग, विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र, तिरूवनंतपुरम के द्वारा विकसित संरचनात्मक विश्लेषण सॉफ्टवेयर फीस्ट (FEAST) **को उपयोग करके** ह्रस्वतरंग अवरक्त (SWIR) यंत्र **नीतभार का विश्लेषण किया गया है। इस पत्र मे** ह्रस्वतरंग अवरक्त (SWIR) यंत्र **का संरचनात्मक विश्लेषण** FEAST **और** NASTRAN SOFTWARE **के साथ तुलना किया गया है। प्राप्त परिणामों को विस्तार रूप से प्रस्तुत किया गया है। इस पत्र मे** NASTRAN **सॉफ्टवेयर के परिमिति अवयव** FEAST **सॉफ्टवेयर मे आयात (**import**) किया गया है। इस**

अनुक्रमणिका

के द्वारा पता की गई विविध त्रुटियों को संशोधन के लिए संरचनात्मक विभाग, विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र, तिरूवनंतपुरम के साथ परस्पर चर्चा की गई है।

परिमिति अवयव नदर्श

इस साफ्टवेयर मे **command tree** और **menu bar** दोनों के द्वारा निर्धारित आकृति को चयन कर सकते है। (इस चित्रपट मे दिखाए गए है।)



चित्र-3 फीस्ट साफ्टवेयर मे परिमिति अवयव निदर्श

जीआईसैट – SWIR कोडांतरण :

सुदूर संवेदन मौसम उपग्रहों के अंतर्गत जीआईसैट परियोजना मे ह्रस्वतरंग अवरक्त (SWIR) यंत्र के अभिकल्पना मे तीन दर्पणों युक्तियों (प्राथमिक, फोल्ड दर्पण, तृतीय दर्पण कोडांतरण) के साथ उपयोग किया गया है। इस SWIR स्पेक्ट्रोमापी, नीतभार के प्रकाशिकी पट्टिका (optical-bench) के ऊपर 3– लग के साथ स्थिर किया गया है। इस कोडांतरण के कुल द्रव्यमान 1.26 कि.ग्रा. है। उपयुक्त अभिकल्पना को प्राप्त करने के लिए और उपयुक्त दुर्नम्यता(stiffness) को प्राप्त करने के लिए, परिमिति अवयव विधि विश्लेषण (Finite element Analysis) के द्वारा अभिकल्पना का विश्लेषण MSc Nastran के द्वारा किया गया है। अभिकल्पना के पूर्ण निर्देश में लगभग 58000 अवयवों, 45000 ग्रिड बिन्दुओं (grid points), 40 बहुबिन्दु-व्यवरोध अवयवों का उपयोग किया गया है। इस परिमिति अवयव विधि विश्लेषण में फलक, घन इत्यादि अवयवों को उपयोग किया गया है।

विविध पदार्थों के यांत्रिक गुणधर्म :

इस निदर्श के विभिन्न पदार्थों और इस के यांत्रिक गुणधर्म निम्नसारणी।

इनवार – (दर्पण स्थिरीकरण युक्ति)

यंग मापक	-	14000 कि.ग्रा / मि.मि^{2}
घनत्व	-	8.1 ग्रा / घन से.मी
पोइंसन अनुपात POISSION'S RATIO	-	0.24
रैखीय प्रसार गुणांक (α)	-	1.30e^{-6} / डि. °सें.ग्रे

जिरोडर – (दर्पण/लेन्स)

यंग मापक	-	9060 कि.ग्रा / मि.मि^{2}
घनत्व	-	2.53 ग्रा / घन से.मी
पोइंसन अनुपात POISSION'S RATIO	-	0.25
रैखीय प्रसार गुणांक (α)	-	0.30e^{-6} / डि.सेंग्रे

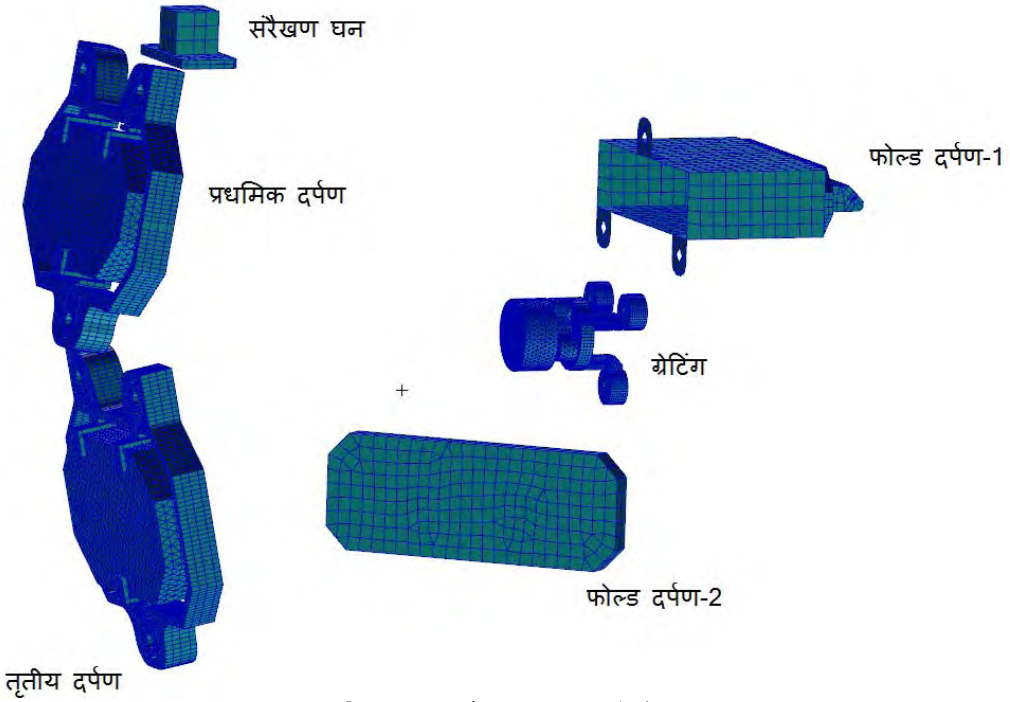
एल्यूमिनियम – (आच्छाद)

यंग मापक	-	7000 कि.ग्रा / मि.मि^{2}
घनत्व	-	2.71 ग्रा / घन से.मी
पोइंसन अनुपात POISSION'S RATIO	-	0.33
रैखीय प्रसार गुणांक (α)	-	23.00e^{-6} / डि.सें°°ग्रे

सरेस (EC2216): - (दर्पण/युक्ति अंतरापृष्ठ)

E	:	30 कि.ग्रा / मि.मि^{2}
पोइंसन अनुपात POISSION'S RATIO	:	0.48
घनत्व	:	1.3 ग्रा / घन से.मी
रैखीय प्रसार गुणांक (α)	:	100.0e^{-6} / डि.सेंग्रे

अनुक्रमणिका



चित्र-4 जीसैट – SWIR कोडांतरण

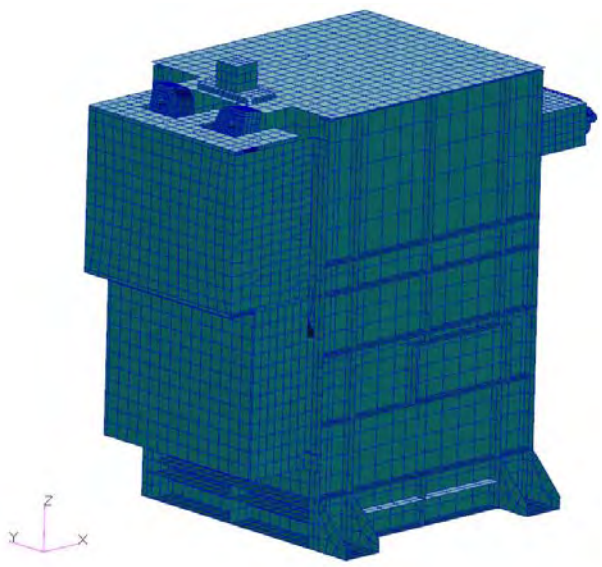
घटकों का द्रव्यमान :

घटक	द्रव्यमान ग्राम
आच्छादन (tcover)	40
प्राथमिक दर्पण	100
तृतीय दर्पण	103
प्रकाशिकी स्थिरीकरण उपकरण	885
ग्रेटिंग	9
फोल्ड दर्पण-1	63.7
फोल्ड दर्पण-2	55.6
कुल द्रव्यमान (पूर्ण कोडांतरण)	~1.26 किग्रा

संरचनात्मक विश्लेषण के लिए अक्षीय नामांकन पद्धति (AXIS DEFINITION):

इस पत्र मे निम्न तरीके का नामांकन पद्धति उपयोग किया गया है। (चित्रपट-5)

1. X-अक्ष स्थिरीकरण लग समांतर दिशा
2. Y-अक्ष स्थिरीकरण तिर्यक दिशा
3. Z-अक्ष स्थिरीकरण अभिलंब दिशा



चित्रपट-5 परिमिति अवयव निदर्श - अक्षीय नामांकन पद्धति

प्राकृतिक आवृत्ति आंकलन :(Natural Frequencies determination) :

संरचनात्मक विश्लेषण मे आवृत्ति आंकलन की मुख्य भूमिका है। अनु - कोडांतरण (Sub-Assembly) की अभिकल्पना के लिए, और कार्यकारी समस्याओं को जानने के लिए और कोडांतरण का संरचनात्मक व्यवहार जानने के लिए भी इस आवृत्ति आंकलन करना जरूरी है। इस प्राकृतिक आवृत्ति आकलन के द्वारा कंपन जांच परीक्षण में त्वरणमापियों को स्थिर करने की सही जगह को प्राप्त कर सकते है। इस परिमिति अवयव निदर्शों को प्रकाशिकी स्थिरीकरण उपकरण (optical housing) के ऊपर समाकलित (Integrate) करके विश्लेषण किया गया है। इस विश्लेषण में

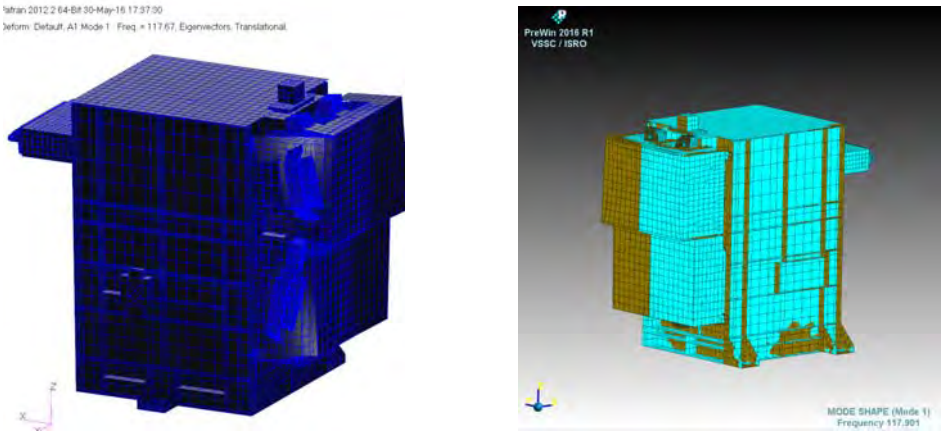
परिमिति अवयव निदर्श के संशुद्धि को जाँच करने के लिए प्रतिबल रहित आवृत्ति आकलन गणना किया गया है। (यह प्राकृतिक आवृत्तियाँ नीचे तालिका-3 मे दिखाई गई है।)

तालिका-1 प्रतिबल रहित प्राकृतिक आवृत्ति

विधा आकृति क्र.सं (Mode Shape No.)	प्राकृतिक आवृत्ति (NASTRAN) (हेट्र्ज)	प्राकृतिक आवृत्ति (FEAST) (हेट्र्ज)
1,2,3,4,5,6	6 आवृत्ति O ‘ 1e-04	3 आवृत्ति O 1.e-03 3 आवृत्ति O 1.e-01

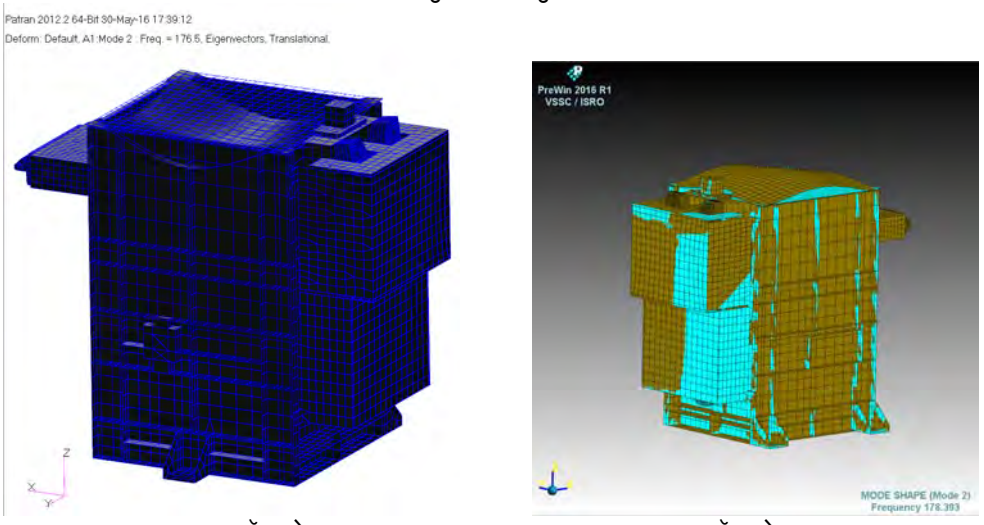
तालिका 2 : प्राकृतिक आवृत्ति

विधा आकृति क्र.सं (Mode Shape No.)	प्राकृतिक आवृत्ति/ (NASTRAN s/w) (हेट्र्ज)	प्राकृतिक आवृत्ति/ (FEAST s/w) (हेट्र्ज)	विधा आकृति (Mode Shape)
1	117.6	117.9/185.3/231.2	आच्छाद ऊपर (front cover)
2	176.5	178.39	आच्छाद ऊपर (top cover)
3	277.7	280.58	फोल्ड दर्पण
4	298.4	306.3	आच्छाद ऊपर



NASTRAN सॉफ्टवेयर FEAST सॉफ्टवेयर

चित्र-5 प्राकृतिक आवृत्ति 117 हेर्टज



NASTRAN सॉफ्टवेयर FEAST सॉफ्टवेयर

चित्रपट-6 प्राकृतिक आवृत्ति 176 हर्टज (NASTRAN)

अनुक्रमणिका

तालिका 3 : विधा सहभागिता

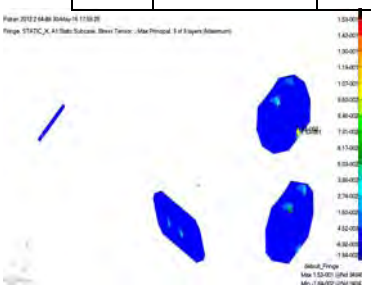
विधा सहभागिता (mode participation)				
विधा संख्या	आवृत्ति (Hz.)	(X- अक्ष)	(Y- अक्ष)	(Z- अक्ष)
1	117.67	2.04E-06	3.19E-02	8.16E-05
2	176.50	2.46E-08	1.55E-04	1.18E-02
3	277.73	5.36E-02	5.31E-02	6.95E-02
4	298.46	7.28E-03	1.87E-01	3.67E-02
5	302.79	1.57E-02	9.61E-02	3.11E-02
6	306.33	4.72E-04	1.54E-01	1.91E-02
7	311.92	1.53E-04	2.76E-02	5.15E-03
8	322.16	9.15E-04	1.36E-01	2.90E-02
9	354.70	3.70E-03	7.41E-03	2.06E-03
10	358.21	2.09E-03	4.39E-05	1.40E-04
11	382.78	5.35E-02	5.36E-03	9.21E-03
12	393.93	1.97E-03	1.96E-04	4.12E-04
13	400.63	4.40E-01	1.13E-02	3.49E-02
14	420.66	1.35E-01	5.47E-03	2.04E-02
15	445.19	1.89E-04	4.36E-06	2.69E-06
16	453.78	1.73E-04	2.14E-05	5.40E-05
17	459.51	9.60E-03	4.90E-04	1.32E-03
18	512.35	4.68E-04	4.71E-03	6.04E-03
19	542.51	1.40E-04	9.36E-04	7.33E-08
20	545.03	2.83E-04	7.02E-06	5.62E-06
21	584.43	8.33E-06	2.25E-04	8.04E-04
22	599.24	1.95E-05	1.49E-04	1.12E-06
23	615.34	5.33E-02	5.55E-03	9.52E-03
24	620.36	6.58E-02	1.27E-02	3.14E-02
25	678.48	1.77E-03	3.87E-03	4.55E-02

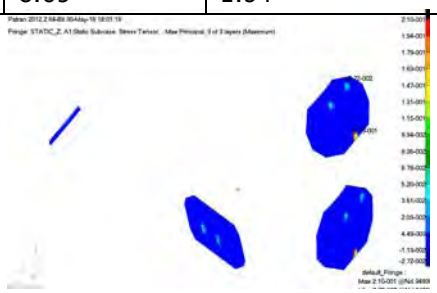
स्थैतिक विश्लेषण :

इस विश्लेषण मे SWIR स्पेक्ट्रोमापी के प्रकाशिकी स्थिरीकरण उपकरण (optical housing) कोडांतरण को 8 निर्धारित आधार स्थानों पर 3 लग के साथ स्थिर किया गया है। प्रत्येक अक्ष में 10`जी` त्वरण भार के लिए विश्लेषण किया गया है। नीचे तालिका में प्रतिबल का विविध परिणामों के आंकडे दिखाए गए हैं।

तालिका-4 प्रतिबल

क्र.सं	त्वरण (जी) (X/Y/Z - अक्ष)	प्रतिबल (कि.ग्रा/मि.मि^2) (ग्रेटिंग ऊपर)	प्रतिबल (कि.ग्रा/मि.मि^2) (दर्पण अंतरापृष्ठ)	प्रतिबल (कि.ग्रा/मि.मि^2) (दर्पण युक्ति)	प्रतिबल (कि.ग्रा/मि.मि^2) (प्रकाशिकी स्थिरीकरण उपकरण)
1.	10/0/0	0.47	0.153	0.378	1.41
2.	0/10/0	0.71	0.248	1.23	3.91
3.	0/0/10	0.82	0.21	0.85	2.34

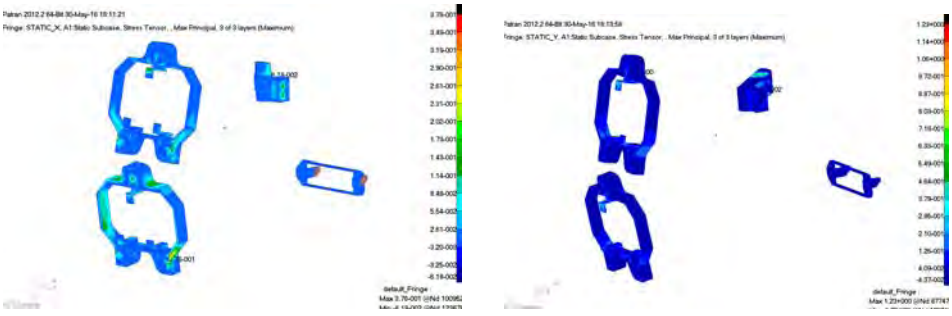




चित्रपट 7 : प्रतिबल – 10 जी त्वरण के लिए - दर्पण अंतरापृष्ठ के ऊपर



चित्रपट 8: प्रतिबल –10जी त्वरण के लिए ग्रेटिंग के ऊपर



चित्रपट 9: प्रतिबल –10 जी त्वरण के लिए - दर्पण युक्ति के ऊपर

परिणामों की तुलनाः

प्राकृतिक आवृत्ति विश्लेषणों में NASTRAN सॉफ्टवेयर परिणामों को FEAST सॉफ्टवेयर के तुलना किया गया है। वे निम्नसारणि तालिका के अनुसारः

क्र . सं.	(वर्णन)	NASTRAN	FEAST
1.	प्रतिबल रहित प्राकृतिक आवृत्ति	6 आवृत्ति O $1e^{-4}$	3 आवृत्ति O $1.e^{-3}$ 3 आवृत्ति O $1.e^{-1}$
2.	आधार स्थिर प्राकृतिक आवृत्ति	117.6 हेर्टज	117.9 हेर्टज

निष्कर्ष :

1. इस पत्र में परिमिति अवयव विधि के द्वारा GISAT परियोजना के अंतर्गत दीर्घतरंग अवरक्त (SWIR) यंत्र के संरचनात्मक विश्लेषण किया है।
2. परिमिति अवयव विधि से, विश्लेषण किया गया और अभिलक्षण अभिकल्पना का परिणाम (प्रकृतिक आवृत्ति के लिए) दोनों नास्ट्रान साफ्टवेयर और फीस्ट सॉफ्टवेयर के लिए दिया गया है।
3. इस परिमिति अवयव विधि से प्राप्त हुए परिणामों से अंतर्गत ह्रस्वतरंग अवरक्त (SWIR) यंत्र का प्रकाशिकी स्थिरीकरण उपकरण के अभिकल्पना उपयुक्त दुर्नम्यता(stiffness) के लिए सुरक्षित है।

4. इस परिणामों से विदित है कि समदैशिक पदार्थों (isotropic materials) के संरचनात्मक विश्लेषण के अंतर्गत प्राकृतिक आवृत्ति आकलन के लिए फीस्ट साफ्टवेयर को उपयोग कर सकते हैं।

आभार :

हम, एसएसडी/एस. टी. जी. के प्रधान, एवं सहयोगियों के अत्यन्त आभारी हैं, जिन्होंने हमें यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। हम हिन्दी कक्ष के सभी सदस्यों के भी आभारी हैं, जिनकी मदद से यह लेख पूरा हो सका है। हम, फीस्ट टीम के अत्यन्त आभारी हैं, जिससे सॉफ्टवेयर को सही दिशा में उपयोग कर सके।

संदर्भ :

1. पेलोड - पी.डी.आर - दस्तावेज -जीआईसैट पेलोड
2. संरचनात्मक विश्लेषण रिपोर्ट नंबरः सैक-एसएसडी-एसटीजी-जीआईसैट-1-hysi-swir-टीआर-01-31052016
3. सीमित अवयव प्रक्रियाएं, के.जे. बाथे, प्रेटिंस हाल इंडिया,नई दिल्ली 1997।
4. स्पंदन की बुनियादी बातें, एल.मीरोविच, मैक. ग्रा हिल,सिंगापुर, 2001।
5. फीस्ट सॉफ्टवेयर हेल्प
6. Nastran सॉफ्टवेयर हेल्प

लेखक परिचय:

वी.एस.जगदीश, वैज्ञानिक/अभियंता 'एस एफ' ने 1998 मे आई. आई. टी. कानपुर से एरोस्पेस इन्जीनियरिंग में एम. टेक. की उपाधि प्राप्त की।

चंद्रशेखर, वैज्ञानिक/अभियंता 'एस एफ' ने 2000 मे आई. आई. टी. दिल्ली से मेकेनिकल इन्जीनियरिंग में एम. टेक. की उपाधि प्राप्त की।

***

अनुक्रमणिका

पदार्थ, तकनीकी प्रक्रियाएं एवं गुणवत्ता

पी.सी.बी. डिजाईन: पदार्थ चयन तथा SI सम्बन्धित चुनौतियाँ एवं समाधान

श्रीमती क्रिष्णा मकाणी, वरिष्ठ तकनीकी साहयक – ए
जस्टिन जावर्ट जे., तकनीशियन-बी
पी.सी.बी. संरचना विभाग, ई.एफ़.एम.जी., ई.एस.एस.ए.
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद
दूरभाष:-079-2691 4836/4837/4838 ई-मेल: krishnasm@sac.isro.gov.in

सारांश:

अति उच्च गति तथा विशाल पिन संख्या वाली चिप के विकास में हो रही लगातार बढ़ोतरी ने पी.सी.बी. डिजाइन को सख्त इलेक्ट्रिकल तथा फिजिकल प्रतिबंधों के साथ अत्यधिक जटिल स्वरुप दे दिया है। लगातार हो रहे इस विकास ने पी.सी.बी. डिज़ाइनर को बाधित कर दिया है कि वह पी.सी.बी. की इलेक्ट्रिकल तथा भौतिक सीमाओं पर ध्यान केन्द्रित करें। भौतिक प्रतिबंधों का सामना करने के लिए जरूरी है कि पी.सी.बी. के निर्माण में जरूरी पदार्थ का चयन सही रूप से हो तथा पी.सी.बी. की परत संख्या को स्थिर किया जाए। इलेक्ट्रिकल प्रतिबन्ध जैसे कि SI (सिग्नल इंटीग्रिटी), PI (पावर इंटीग्रिटी) एवं EMC (इलेक्ट्रोमैग्नेटिक कम्पेटिबिलिटी) के दौरान देखी जा रही समस्याओं का हल योग्य तकनीकों के द्वारा निकाला जाए। इस लेख में उच्च गति पी.सी.बी. डिजाइन के लिए जरूरी पदार्थ चयन तथा परत स्तम्भ स्थिरीकरण एवं SI से सम्बन्धित चुनौतियाँ तथा समाधान की तकनीकों के बारे में चर्चा की गई है।

प्रस्तावना

अंतरिक्ष विभाग द्वारा प्रक्षेपित किये जा रहे प्रत्येक उपग्रह अथवा पेलोड में विभिन्न प्रकार की पी.सी.बी. लगाई जाती हैं जो विभिन्न प्रकार के प्रकार्य को पूर्ण करती है। जिसमें कुछ उच्च आवृति पर, कुछ उच्च गति तो कुछ मंद गति पर पर काम करती हैं। कुछ सामान्य घटक वाली सरल पी.सी.बी. होती हैं तो कुछ उच्च पिन संख्या वाली चिप के साथ जटिल परिपथ का वहन करती है। इन विभिन्न पी.सी.बी. की डिजाईन प्रक्रिया एवं निर्माण प्रक्रिया भी उनके आवश्यक फलन पर निर्भर करती है।

सिस्टम या पेलोड के विविध कार्यों के दौरान उसे कई *इलेक्ट्रिकल* एवं फिजिकल सीमाओं का सामना करना पड़ता है। भौतिक प्रतिबंध जैसे की पेलोड का वजन जो कि उसमें लगने वाली विभिन्न पी.सी.बी. तथा उसके घटकों पर आधारित होता है। इसके उपरांत पी.सी.बी. का वजन भी उसकी कार्यशीलता तथा जटिलता के ऊपर आधारित होता है। पी.सी.बी. के इन सब भौतिक प्रतिबंधो पर खरा उतरने के लिए विविध तकनीकों का प्रयोग होता है जिसमें से एक है पी.सी.बी. के निर्माण हेतु योग्य पदार्थ चयन जो कि उसकी सभी इलेक्ट्रिकल अपेक्षाओं में खरा उतर सके तथा दूसरा है परत स्तम्भ का स्थिरीकरण। इन विषयों पर प्रस्तुत लेख में विस्तार से चर्चा की गई है।

कोई भी सिस्टम या पेलोड सफलतापूर्वक तभी कार्य कर सकता है जब उस सिस्टम या पेलोड में लगी पी.सी.बी. का इलेक्ट्रिकल निष्पादन उच्च कोटि का हो अर्थात् उसमें लगे हुए परिपथ में दौड़ने वाले सिग्नल बिना किसी विकृति या हानि के अपने मूल रूप में उद्भव स्थान से अभिग्राही स्थान तक प्रसारित हों। पेलोड के इन इलेक्ट्रीकल निष्पादन को भी उच्च कोटि का बनाने हेतु SI, PI, EM/EMC तथा तापीय प्रबंधन जैसी कई तकनीकों का उपयोग होता है। प्रस्तुत लेख में हम SI से सम्बन्धित चुनौतियों एवं उसके समाधान के विषय पर चर्चा करेंगे।

1.1.पदार्थ चयन तथा परत स्तम्भ स्थिरीकरण

इस बात पर ध्यान देना जरूरी है कि सामान्यत: पदार्थ चयन तथा परत स्तम्भ स्थिरीकरण को पी.सी.बी. की निर्माण प्रक्रिया के रूप में देखा जाता है, किन्तु यह सिग्नल के इलेक्ट्रीकल वर्तन में अत्यंत महत्व की भूमिका निभाता है। बोर्ड की डिजाईन शुरू करने से पहले पी.सी.बी. डिजाइनर का पहला और अति महत्वपूर्ण कदम होता है पी.सी.बी. का परत स्तम्भ स्थिर करना। पदार्थ चयन पी.सी.बी. डिजाईन की प्रक्रिया में एक अनिवार्य कदम है। जहाँ सिस्टम की आवश्यकता के अनुसार सही रूप में चयन किया गया पदार्थ उच्च कक्षा का इलेक्ट्रीकल निष्पादन करता है, वहीं अनुचित या गलत पदार्थ के चयन से पी.सी.बी. अप्रासंगिक सिग्नल, EM तथा अन्य SI

अनुक्रमणिका

सम्बन्धित चुनौतियों के प्रति अतिसंवेदनशील हो जाती है और अंत में सिस्टम की दक्षता को ख़राब कर सकती है।

उच्च गति और उच्च आवृत्ति के बोर्ड के लिए पदार्थ का चयन इस तरह से किया जाना चाहिए जिससे कि वह उससे बनने वाली पी.सी.बी. पर दौड़ने वाले सिग्नल की विशेषताओं का सामना कर सके। पी.सी.बी. बनाने के लिए धातु परत के बीच एकांतर में परावैद्युत परत लगाई जाती है।

सामान्यत: परावैद्युत परत के लिए FR-4 अवस्तार का उपयोग होता है, जो कि पटल अथवा Prepeg के रूप में उपलब्ध होता है।

पटल एक ऐसी परावैद्युत परत है जिसके दोनों तरफ ताम्बे की परत को आबन्ध किया जाता है। जिसमें ताम्बे की मोटाई ½oz to 2 oz तक होती है।

Prepreg पदार्थ इपोक्सी रेसिन के साथ संसेचित फाइबर ग्लास की परत होती है जिसको पी.सी.बी. निर्माण प्रक्रिया के दौरान गरम करके दबाने पर सख्त हो जाती है।

परावैद्युत पदार्थ के चयन के लिए निम्नलिखित गुणों को ध्यान में रखना चाहिए:

1. काँच संक्रमण तापमान : **Glass transition temperature(Tg):**यह वह तापमान होता है जब पदार्थ अपने सख्त स्वरूप से पिघलने लगता है या नरम होने लगता है और किसी भी प्रकार की विकृति या विरूपण के बिना फिर से अपने मूल स्वरुप में स्थिर हो जाता है। आदर्श FR-4 के लिए Tg का मूल्य 180°C है।
2. वियोजन तापमान : **Decomposition temperature(Td):**वह तापमान जहाँ पर रेसिन वियोजित होने लगता है और उसके बंधन टूटने लगते है तथा प्रतिचयन का द्रव्यमान घटने लगता है। तापमान का वह बिंदु जहाँ पदार्थ का द्रव्यमान उसके मूल रूप से 5% वियोजित हो जाता है उसे ही वियोजन तापमान कहते है। आदर्श FR-4, जिसके Tg का मूल्य 180°c है, उसके लिए Td का मूल्य 320°c है।
3. परावैद्युतांक : **dielectric constant(dk):** पदार्थ की भरण संचयन क्षमता को परावैद्युतांक कहते है। ग्लास इपोक्सी फाइबर से बने आदर्श FR-4 के लिए परावैद्युतांक दोनों पदार्थो की औसत से गिना जाता है, जिसका मूल्य 4.0 to 4.3 के बीच होता है। जहाँ ग्लास का dk 3 और फाइबर इपोक्सी का 6 है। यह पी.सी.बी. डिजाईन के लिए पदार्थ की सबसे महत्वपूर्ण लाक्षणिकता है क्योंकि यह रेखा प्रतिबाधा के गणना में उपयोगी होता है।
4. क्षय गुणांक **(Dissipation factor or Loss tangent):**परिपथ को वोल्टेज देते समय प्रतिरोधक पदार्थ में जितनी मात्रा में ऊर्जा की क्षति होती है उस मात्रा को क्षय गुणांक कहते है। यह प्रत्यक्ष रूप से सिग्नल की क्षति की मात्रा या क्षीणन की संख्या को असर करती है।

1.2. परत स्तम्भ

परत स्तम्भ स्थिरीकरण के कुछ प्रमुख मापदंड इस प्रकार है:

1.2. **A.अंतर समतलधारिता (Interplane capacitance)**: पावर समतल से ग्राउंड समतल के बीच धारिता एक आदर्श संधारित्र प्रदान करती है, जिसका ना तो श्रेणी अग्रता प्रेरकत्व (series lead inductance) होता है और न ही तुल्य श्रेणी अवरोध(equivalent series resistance)। इसके कारण यह उच्च आवृति पर निम्न रव(noise) प्रदान करता है।

अंतर समतल धारिता का सूत्र है:

$$c_{dinterplane} = \frac{0.225 * \varepsilon_r * A}{d}$$

जहाँ ε_r= पी.सी.बी. का परावैद्युतांक A= पी.सी.बी. का क्षेत्रफल d= समतल के बीच अंतर

जब ε_r = 4.1और $d = 10mil$, $c_{dinterplane}$का मूल्य 96.75 $pf/inch^2$ है।

यह मूल्य उच्च गति FR4 परावैद्युत पदार्थ की पी.सी.बी. के लिए ग्राह्य है।

1.2.B. सन्दर्भ समतल तथा सिग्नल परत: उच्च गति सिग्नल को निम्न प्रेरकत्व पथ प्रदान करने के लिए यह सदा आवश्यक है कि प्रत्येक सिग्नल परत (पावर या GND) के साथ एक सन्दर्भ परत जुड़ी हुई हो। यह ध्यान में रखना चाहिए कि एक दूसरे के साथ संलग्न दो routing परत उच्च गति सिग्नल पी.सी.बी. के लिए गुणकारी नहीं है, क्योंकि दो अनुरेख परत के बीच निकटता अंतर समतल क्रॉस वार्ता उत्पन्न कर सकती है। इस तरह का

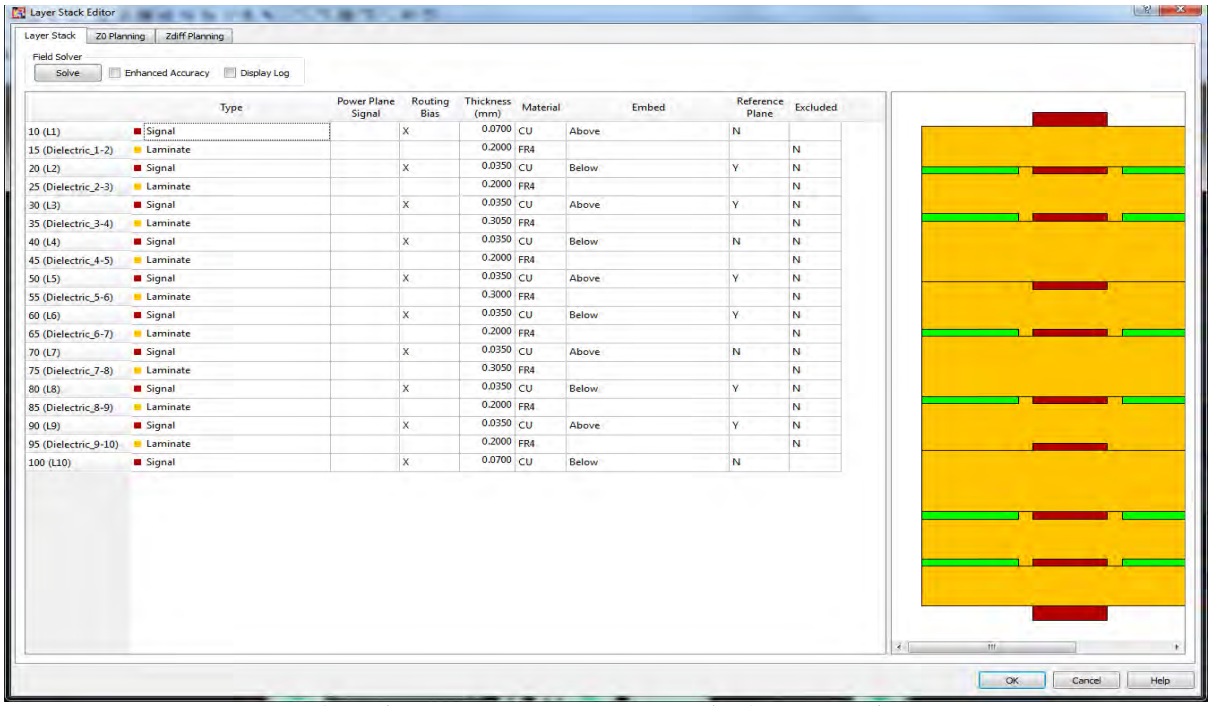
अनुक्रमणिका

अनुरेख क्रॉस वार्ता युग्मन टालने के लिए यही उचित होता है कि सिग्नल को एक दूसरे से लम्बकोणीय अनुरेखित किया जाये।

1.2.C. परत की संख्या:

पी.सी.बी. के लिए परत की कुल अपेक्षित संख्या दिए गए डिजाईन की जटिलता पर आधार रखती है।

इसके उपरांत अन्य घटक जैसे कि कुल सिग्नल नेट, कुल पावर नेट, घटक (component) सघनता तथा पैकेज का प्रकार इत्यादि भी महत्व की भूमिका निभाते हैं।

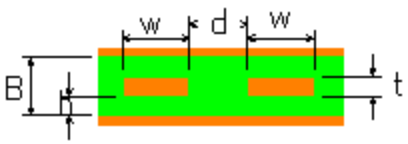


	Type	Power Plane Signal	Routing Bias	Thickness (mm)	Material	Embed	Reference Plane	Excluded
10 (L1)	Signal		X	0.0700	CU	Above	N	
15 (Dielectric_1-2)	Laminate			0.2000	FR4			N
20 (L2)	Signal		X	0.0350	CU	Below	Y	N
25 (Dielectric_2-3)	Laminate			0.2000	FR4			N
30 (L3)	Signal		X	0.0350	CU	Above	Y	N
35 (Dielectric_3-4)	Laminate			0.3050	FR4			N
40 (L4)	Signal		X	0.0350	CU	Below	N	N
45 (Dielectric_4-5)	Laminate			0.2000	FR4			N
50 (L5)	Signal		X	0.0350	CU	Above	Y	N
55 (Dielectric_5-6)	Laminate			0.3000	FR4			N
60 (L6)	Signal		X	0.0350	CU	Below	Y	N
65 (Dielectric_6-7)	Laminate			0.2000	FR4			N
70 (L7)	Signal		X	0.0350	CU	Above	N	N
75 (Dielectric_7-8)	Laminate			0.3050	FR4			N
80 (L8)	Signal		X	0.0350	CU	Below	Y	N
85 (Dielectric_8-9)	Laminate			0.2000	FR4			N
90 (L9)	Signal		X	0.0350	CU	Above	Y	N
95 (Dielectric_9-10)	Laminate			0.2000	FR4			N
100 (L10)	Signal		X	0.0700	CU	Below	N	

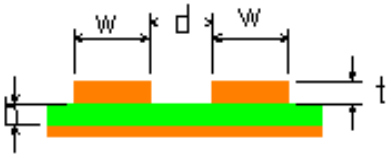
चित्र सं. 1: 10 परतवाली पी.सी.बी. के लिए परत स्टेक

1.3.प्रतिबाधा की गणना:

Strip line



Microstrip



$$\square_0 = \frac{60}{\sqrt{\square_\square}} \ln\left(\frac{4\square}{0.67\square(0.8\square + 1)}\right) \square_0 = \frac{60}{\sqrt{0.475\square_\square + 0.67}} \ln\left(\frac{4\square}{0.67(0.8\square + \square)}\right)$$

$$z_{diff} = 2 * z_0(1 - 0.347\, e^{\frac{-2.9d}{B}}) z_{diff} = 2 * z_0(1 - 0.48\, e^{\frac{-9.6d}{h}})$$

*चित्र सं. 2: **strip line** तथा **microstrip line** के लिए एकल तथा अंतर प्रतिबाधा की गणना के सूत्र*

ऊपर दिखाए गए सूत्र अंतरी रेखा तथा एकल रेखा के प्रतिबाधा की गणना के लिए है।

चित्र सं.1 में दर्शाए गए परत स्तंभ के सन्दर्भ में 50 ohm एकल रेखा की प्रतिबाधा के लिए अनुरेख की मोटाई तथा 100 ohm अंतरी रेखा की प्रतिबाधा के लिए अनुरेख की मोटाई तथा उनके बीच का अंतर नीचे के कोष्टक में दिखाया गया है।

कहने का सारांश यह है कि पी.सी.बी. का परत स्टेक अप तथा प्रतिबाधा की गणना निम्नलिखत घटकों पर आधारित है:

- पी.सी.बी.की मोटाई
- अंतरी रेखा तथा एकल रेखा प्रतिबाधा
- अनुरेख की मोटाई
- अनुरेख की ऊंचाई
- अंतरी रेखा के बीच का अंतर
- सिग्नल अनुरेखनपरत की संख्या

अनुक्रमणिका

- पावर समतल संख्या
- ग्राउंड समतल की संख्या
- परत की स्थूलता

	Type	Width (mm)	Z0 (Ohm)
All			
1 (Top Elec)	Signal	0.340	50.37
3 (1.2V/AVDD3V3F_2/AVDD3V3F_1)	Signal		
5 (AGND/GND)	Signal		
7 (SIG1)	Signal	0.178	50.10
9 (3.3V/AVDD3V3F_2/AVDD3V3F_1)	Signal		
11 (AGND2/GND2)	Signal		
13 (SIG2)	Signal	0.178	50.10
15 (2.5V/AVDD3V3F_2/AVDD5V_F)	Signal		
17 (AGND3/GND3)	Signal		
19 (Bottom Elec)	Signal	0.340	50.37

कोष्टक 1: 50 ohm एकल रेखा (single line)

	Type	Width (mm)	Spacing (mm)	Z_diff (Ohm)
All		0.200	0.203	
1 (Top Elec)	Signal	0.229	0.229	100.40
3 (1.2V/AVDD3V3F_2/AVDD3V3F_1)	Signal			69.31
5 (AGND/GND)	Signal			67.79
7 (SIG1)	Signal	0.127	0.241	100.19
9 (3.3V/AVDD3V3F_2/AVDD3V3F_1)	Signal			84.69
11 (AGND2/GND2)	Signal			84.69
13 (SIG2)	Signal	0.127	0.241	100.19
15 (2.5V/AVDD3V3F_2/AVDD5V_F)	Signal			67.79
17 (AGND3/GND3)	Signal			69.31
19 (Bottom Elec)	Signal	0.229	0.229	100.40

कोष्टक 2:100 ohm अंतर रेखा(differential line)

2.1. Signal integrity:

जैसा कि हम जानते हैं कि सभी सिग्नल प्रेषण रेखा के द्वारा ही उद्गम स्थान से अभिग्राही स्थान तक प्रसारित होते हैं। पी.सी.बी. के सन्दर्भ में सिग्नल अनुरेख के द्वारा संप्रेषित होते हैं, अर्थात् पी.सी.बी. में अनुरेख प्रेषण रेखा का काम करती है। जब सिग्नल आदर्श प्रेषण रेखा के द्वारा संप्रेषित होता है तब वह बिना किसी नुकसान या विकृति के अभिग्राही स्थान तक प्रसारित होता है, किन्तु असल में प्रत्येक प्रेषण रेखा में कुछ अंश तक हानि होती है। निम्न गति पर यह हानि इतनी कम होती है कि उसे नजर अंदाज कर सकते हैं, किन्तु जब उच्च गति सिग्नल की बात करें तो यह अति महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। इस विभाग में हम SI से जुड़ी चुनौतियाँ एवं उसके समाधान पर चर्चा करेंगे।

सिग्नल के विकृत होने या उसकी हानि होने में नीचे दिए गए व्यवरोध मुख्य है:

2.1. A.Cross talk

जब कोई भी सिग्नल उच्च गति से अनुरेख में सम्प्रेषित होता है तब वह अपना स्तर अत्यंत तेजी से बदलता है जिसके कारण उसमें दौड़ रहे विद्युत प्रवाह में भी बदलाव देखा जाता है। यह बदलता विद्युत प्रवाह अनुरेख के

अनुक्रमणिका

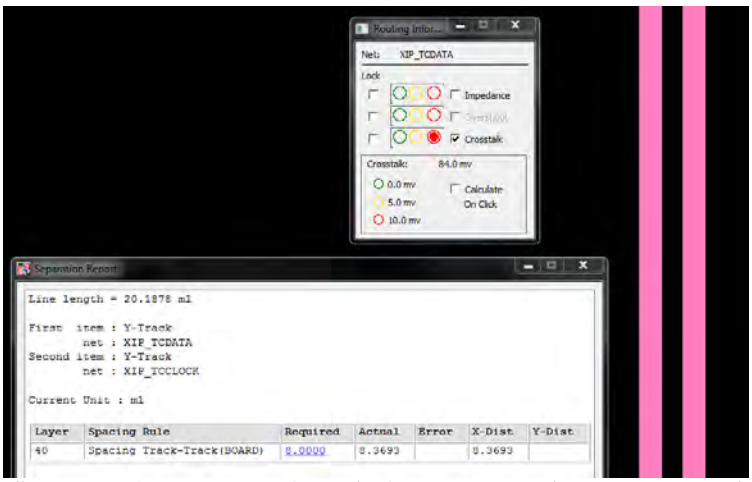
आसपास चुम्बकीय क्षेत्र उत्पन्न करता है, और फिर यही चुम्बकीय क्षेत्र अपनी अनुरेख की नजदीकी अनुरेख से भी युग्मित हो जाता है, जिसके फल स्वरुप वह उस नजदीकी अनुरेख में क्रॉस वार्ता उत्पन्न करता है।

समाधान:

क्रॉस वार्ता की असर को कम करने के लिए नीचे दिए गए बिंदुओं को ध्यान में रखना आवश्यक है।

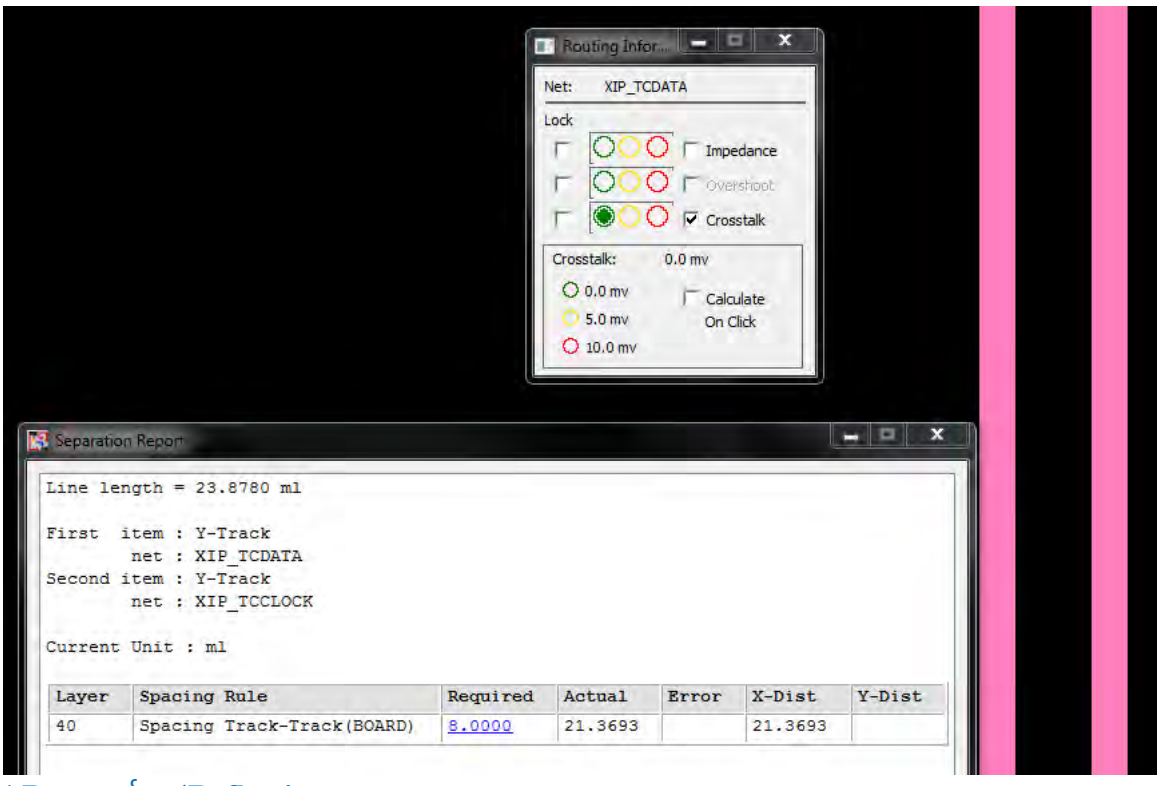
- उच्च गति सिग्नल की अनुरेख को ग्राउंड का कवच दिया जाना चाहिए।
- अनुरेख को किसी भी एक ही परत पर बनाया जाए अर्थात् वाया का उपयोग टालें।
- अनुरेख के बीच पर्याप्त अंतर बनाए रखें।
- सिग्नल परत के संलग्न एक ग्राउंड समतल की परत रखने का प्रयास करें।

नीचे दिए गए चित्र में पी.सी.बी. में देखे जानेवाले क्रॉस वार्ता का उदहारण दिखाया गया है:



ऊपर दर्शाए गए चित्र में 50MHz की कालद आवृति वाले सिग्नल का अनुरेखनडाटा लाइन के नजदीक किया गया है, जिसके कारण सिग्नल में 84 mV का cross talk देखा जा सकता है।

उसके बाद जब हम इन दो अनुरेख के बीच का अंतर 2w ratio के अनुसार बढ़ाते है तो crosstalk को कम किया जा सकता है जो कि नीचे के चित्र में दिखाया गया है।



2.1.B. परावर्तन (Reflection)

जैसा कि हम जानते है की पी.सी.बी.अनुरेखप्रेषण रेखा की तरह काम करती है। आदर्श प्रेषण रेखा में जब सिग्नल उद्भव बिंदु से संप्रेषित होता है तब वह अभिग्राही बिंदु पर पूर्ण रूप से अवशोषित हो जाता है, परन्तु असल प्रेषण रेखा में इस सिग्नल का कुछ भाग परावर्तित हो जाता है। यदि उस सिग्नल के अनुरेख की लम्बाई सिग्नल की क्रांतिक लम्बाई से अधिक है तो यह प्रवर्तित उर्जा सिग्नल को क्षतियुक्त कर सकती है। यहाँ प्रश्न यह होता है कि आखिर किसी भी सिग्नल की *क्रांतिक लम्बाई* कैसे निश्चित करें?

इलेक्ट्रीकल सिग्नल निर्वात में प्रकाश की गति186, 280 miles/sec से गमन करता है। इस संख्या को यदि inch की व्याख्या में रूपांतरित किया जाये

$1\,mile$ = 63360 inch

186280 miles =1.18×10^{10} inch

इलेक्ट्रीकल सिग्नल की गति अन्य माध्यमों में मंद पड़ जाती है। पी.सी.बी. के सन्दर्भ में गति की गणना सापेक्ष पदार्थ के परवैद्युतांक को ध्यान में रख कर की जाती है।

समान माध्यम के लिए पी.सी.बी.अनुरेख का समीकरण है:$\left(\frac{11.8}{\sqrt{\varepsilon_r}}\right)\frac{inch}{nsec}$

जहाँ ε_r = पदार्थ का परवैद्युतांक

आदर्श FR4 के परावैद्युत पदार्थ के लिए परवैद्युतांक4.1 है। इस मूल्य को यदि ऊपर दिए गए समीकरण में रखा जाए तो 5.9 inch/nsec. यह संख्या इलेक्ट्रीकल सिग्नल के पी.सी.बी. में संचरण समय को दर्शाती है।

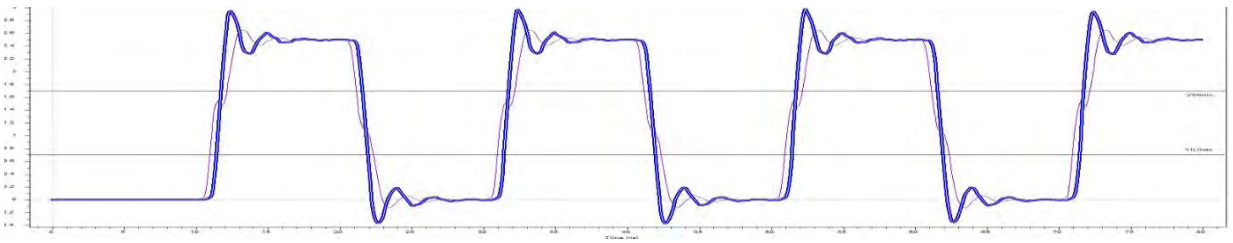
इस विस्तारण से हम यह कह सकते है कि 1ns उत्थान काल वाले सिग्नल को पी.सी.बी. में संचरित करने के लिए सिग्नल अनुरेखकी महत्तम लम्बाई 3inchहोनी चाहिए। इसी लम्बाई को सिग्नल की क्रांतिक लम्बाई कहते है।

फिर एक बार प्रवर्तन के बिंदु पर चर्चा करे तो यह ध्यान देने लायक है कि जब भी किसी सिग्नल अनुरेख की लम्बाई उसके दिए गए उत्थान काल की क्रांतिक लम्बाई से ज्यादा हो जाती है तब वह सिग्नल प्रवर्तित होने लगता है।

यहाँ हमने strip line सिग्नल का नीचे दिए गए प्राचलों के साथ उदाहरण प्रस्तुत किया है।

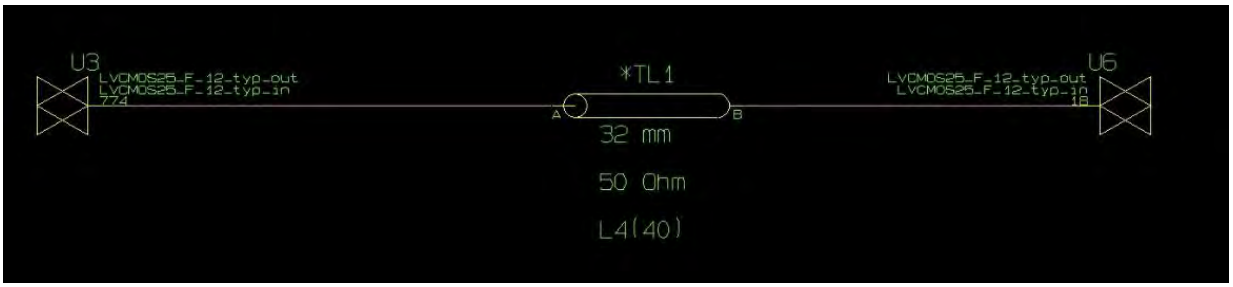
उत्थान काल = 0.5nsε_r =4.1क्रांतिक लम्बाई = 32 mmकालद आवृति = 50 MHz



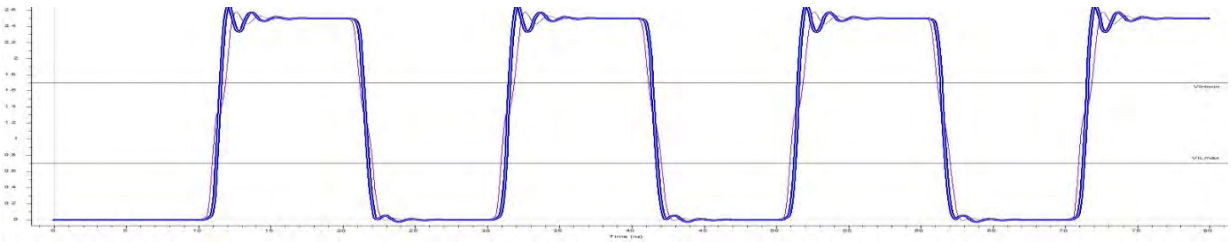


जैसा कि ऊपर के चित्र में दिखाया गया है, 32mm क्रांतिक लम्बाई वाले सिग्नल को उससे ज्यादा लम्बाई उदा. 55 mmसे अनुरेख किया गया है। इस स्थिति में सिग्नल के तरंगाकार में निनाद प्रेक्षण किया गया है।

अब जब हमने इसी सिग्नल के अनुरेख की लम्बाई क्रांतिक लम्बाई के बराबर रखी तब लघुकृत निनाद देखा गया।

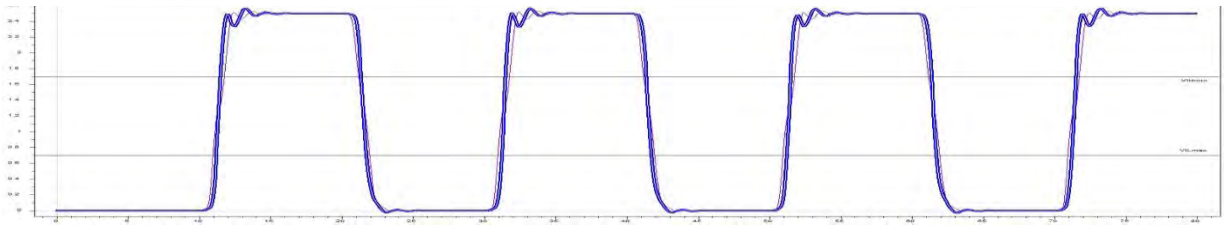


अनुक्रमणिका



और जब एक बार फिर सिग्नल के अनुरेख की लम्बाई थोड़ी और कम कर दी उदा. 25 mm तब एकदम साफ़ तरंगाकार देखा गया।



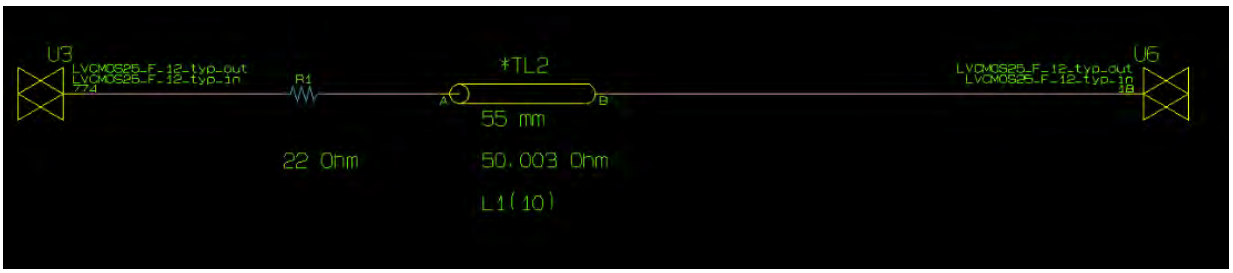


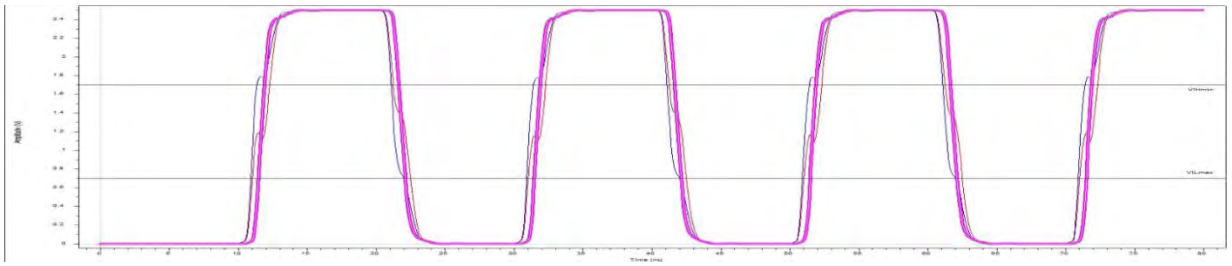
इस प्रकार ऊपर के उदाहरण से हम यह निर्णय कर सकते है कि यदि सिग्नल के अनुरेख की लम्बाई को उसकी क्रांतिक लम्बाई से कम रखा जाये तो निनाद को टाला जा सकता है। किन्तु कभी कभी घटक स्थापन की जटिलता के कारण यह संभव नहीं हो पाता की सारी रेखाएं क्रांतिक लम्बाई से कम ही अनुरेख में हो, ऐसी स्थिति में प्रवर्तन तथा निनाद जैसी समस्याओं के समाधान के लिए समापन तकनीकों का उपयोग किया जाता है।

एसी ही कुछ समापन तकनीकों की सूची इस प्रकार है:

- *श्रेणी समापन*
- *समान्तर समापन*
- *थेवेनिन समापन*
- *RC जाल*
- *Di ode जाल*

अब ऊपर के उदहारण को आगे बढ़ाते हुए हमने 55mm लम्बाई वाले सिग्नल के उद्भव बिंदु पर एक 22ohm के मूल्य का श्रेणी अवरोधक दाखिल किया।





और जैसा कि ऊपर के चित्र में दर्शाया गया है लगभग रव मुक्त तरंगाकार प्राप्त हुए।

उपसंहार: उच्च गति तथा उच्च आवृति वाली पी.सी.बी. डिजाईन की बढती मांग को देखते हुए यह कहा जा सकता है कि □I से संबधित चुनौतियों को पी.सी.बी. डिजाईन के समय ध्यान में रखना अति आवश्यक है। यदि योग्य रूप से पदार्थ का चयन किया जाये तथा पी.सी.बी. डिजाईन कार्यपद्धति को सही रूप से अपनाया जाये तो पी.सी.बी. का श्रेष्ठ प्रदर्शन प्राप्त किया जा सकता है।

धन्यवाद

इस लेख को लिखने व प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु मूल्यांकन समिति और तकनीकी संगोष्ठी आयोजन समिति, सैक और डेकू का आभार। हम इस लेख के लिए आवश्यक तकनीकी मार्गदर्शन प्रदान करने हेतु श्री डी.जे. भट्ट, वैज्ञा./ अभि.-एस.एफ. तथा श्री अरुण बिंदल, प्रधान, पी.सी.बी. संरचना विभाग के प्रति आभार व्यक्त करते हैं। इस लेख की समीक्षा करने हेतु श्री आदित्य शर्मा, वैज्ञा./ अभि.-एस.ई के भी आभारी है। लेखन और ज्ञान वर्धक प्रवृतियों के लिए सदा प्रेरित करते श्री अरुण बिंदल, प्रधान, पी.सी.बी. संरचना विभाग तथा श्री आर. एस. शर्मा, ग्रुप निदेशक, ई.एफ.एम.जी. एवं श्री ए. भट्टाचार्य, उप निदेशक, ई.एस.एस.ए. को हार्दिक धन्यवाद। राजभाषा कार्यान्वयन के सतत प्रोत्साहन के लिए निदेशक, सैक तथा निदेशक, डेकू को खूब खूब धन्यवाद। हमेशा हिंदी में काम करने में मदद करने के लिए हिंदी कक्ष का बहुत बहुत आभार।

सन्दर्भ साहित्य तथा CAD आधारित tool

1. "HIGH SPEED DIGITAL DESIGN, A hand book of black magic" by Howard W Johnsan and Martin Graham, Published by prentice hall PTR, Engle Wood cliffs, New Jercy
2. इस लेख में दर्शाये गए चित्र एवं कोष्टक CAD आधारित tool *CR-8000* का उपयोग करके तैयार किए गए हैं।

लेखक परिचय





1.श्रीमती क्रिष्णा मकाणी ने वर्ष 2004 में जी.पी.जी., अहमदाबाद से इलेक्ट्रॉनिक्स और संचार के क्षेत्र में डिप्लोमा, वर्ष 2007 में AMIE, से इलेक्ट्रॉनिक्स और संचार के क्षेत्र में बी.ई. की डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2008 में BSNL में "टेलीकॉम तकनीकी सहायक" के पद पर कार्य किया। वर्ष 2009 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो, अहमदाबाद में तकनीकी सहायक के पद पर कार्य आरम्भ किया। वर्तमान में पी.सी.बी. संरचना विभाग में वरिष्ठ तकनीकी सहायक –ए के रूप में कार्यरत हैं।

2. श्री जस्टिन जावर्ट ने वर्ष 1998 में विन्नर आई.टी.आई., त्रिवेन्द्रम से आईटीआई इन इलेक्ट्रॉनिक्समैकेनिक की डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2001 से वस्सक, त्रिवेंद्रम में कान्ट्रेक्ट तकनीशियन –3 के पद पर कार्य किया। वर्ष 2016 से पी.सी.बी. संरचना विभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो, अहमदाबाद में तकनीशियन –बी के पद पर कार्य आरम्भ किया।

***

अनुक्रमणिका

पदार्थ, तकनीकी प्रक्रिया एवं गुणवत्ता

अंतरिक्ष उपयोग के लिए एल्यूमिनियम 6061 टी 6 पर स्वर्ण विलेपन की अर्हता

वी. एम. शाह, वैज्ञानिक / इंजीनियर-एसई, पीएमक्यूडी-एम / एसआरजी
ए. के. पोद्दार, वैज्ञानिक / इंजीनियर-एसC, पीएमक्यूडी-एम / एसआरजी
आर. एस. गज्जर, वैज्ञानिक / इंजीनियर-एसजी, प्रधान-पीएमक्यूडी-एम / एसआरजी
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सार - स्वर्ण विलेपन का उपयोग उच्च विद्युत चालकता, कम संपर्क प्रतिरोध, अच्छी संधि क्षमता, ऑक्साइड के निर्माण के लिए प्रतिरोध, उत्कृष्ट प्रतिबिंब आदि के लिए किया जाता है। लगभग सभी स्थितियों में सोने की निष्क्रियता उसे अंतरिक्ष हार्डवेयर में उपयोग के लिए अनुकूल विलेपन उम्मीदवार बनाती है। परिचालन जीवन के दौरान चढ़े हुए सोने के किसी भी गुणधर्म में गिरावट उप-प्रणाली के प्रदर्शन को प्रभावित करेगी। एक अंतरिक्ष यान जब कक्षा में होता है तो उसमें लगी हुई प्रणालियों को ठीक कर पाना मुमकिन नहीं है और इसलिए उच्च विश्वसनीयता की आवश्यकता होती है। अतः यह सुनिश्चित करने के लिए कि यह उच्च विद्युतीय चालकता, कम संपर्क प्रतिरोध, अच्छा संधि क्षमता, ऑक्साइड के निर्माण के लिए प्रतिरोध, उत्कृष्ट प्रतिबिंब आदि, स्वर्ण विलेपन को अंतरिक्ष उपयोग के लिए अर्हता प्राप्त करने की आवश्यकता है। उप प्रणालियों के पूरे जीवन चक्र के दौरान यह सारे गुणधर्म हमेशा ही अपनी निर्दिष्ट सीमाओं के भीतर ही रहना चाहिए।

अंतरिक्ष हार्डवेयर पर स्वर्ण विलेपन को उपग्रह के जीवनकाल के दौरान निर्माण, भंडारण, प्रमोचन और कक्षा स्थितियों के दौरान होने वाले वायुमंडलीय तनाव का सामना करना पड़ता है। अर्हता के दौरान प्रमुख चुनौती यह है कि चढ़े हुए सोने की गुणवत्ता को उपग्रह के पूरे जीवनकाल में खराब नहीं होना चाहिए; जो की आमतौर पर 15 साल या उससे भी अधिक हो सकता है।

प्रक्रिया अर्हता चरम स्थितियों में कार्यात्मक आवश्यकताओं और उनकी गुणवत्ता में गिरावट के बिना संतोषजनक जीवन चक्र के संचालन को सुनिश्चित करती है। यह प्रक्रिया और प्रदर्शन का दोहराव सुनिश्चित करता है। अर्हता हेतु पर्यावरणीय परीक्षण, कार्यात्मक परीक्षण और दृश्यमान परीक्षण की श्रृंखला से गुजरना होता है, इस दौरान प्रक्रिया में कोई भी खराबी इसे अर्हता से बाहर कर सकती है और यदि आवश्यक हो तो इसका इष्टतमीकरण किया जा सकता है।

अर्हता के दौरान नमूने पर दृश्यमान निरीक्षण, मोटाई माप, उष्णता प्रतिरोध, बैंड आसंजन, आर्द्रता, तापीय शॉक, तापनिर्वात परीक्षण, संधि क्षमता परीक्षण और कठोरता मापन किया जाता है। यदि प्रक्रिया सभी निरीक्षण और परीक्षण विनिर्देशों को पूरा करती है, तो प्रक्रिया को योग्य घोषित किया जाता है और इसका इस्तेमाल अंतरिक्ष हार्डवेयर के लिए किया जा सकता है।

इस आलेख में अर्हता की आवश्कता, अर्हता दर्शन, अर्हता पूरा करने वाली जरूरतों और अंतरिक्ष उपयोग के लिए एल्यूमीनियम मिश्र धातु 6061 टी 6 पर स्वर्ण विलेपन अर्हता के लिए प्ररूपी अर्हता योजना की आवश्यकता पर चर्चा की गई है।

प्रयुक्त शब्दावली: अर्हता, सोना चढ़ाना, संधि क्षमता, प्रक्रिया अर्हता योजना, तापनिर्वात परीक्षण, बैंड-आसंजकता परीक्षण

अनुक्रमणिका

परिचयः

एक अंतरिक्ष यान में कई प्रणाली / उप प्रणाली शामिल होती हैं जो कि उचित सतही उपचार किए जाने पर ठीक से काम करेंगी। आमतौर पर एल्यूमिनियम मिश्र धातुओं का इस्तेमाल वजन घटाने और उच्च तापीय चालकता के कारण उपग्रह के इलेक्ट्रॉनिक्स घटकों की पैकेजिंग के लिए किया जाता है। अंतरिक्ष हार्डवेयर के लिए स्वर्ण विलेपन की प्रक्रिया का इस्तेमाल करते समय उसे अपने पूरे डिजाइन जीवनकाल में हार्डवेयर की अंतर्निहित उच्च विश्वसनीयता को बना रहना चाहिए। ऐसा करने के लिए उसे उपग्रह भंडारण, प्रमोचन एवं कक्षा में जीवनकाल के दौरान पर्यावरणीय तनाव में हार्डवेयर के कार्यात्मक प्रदर्शन को प्रभावित किए बिना और गुणवत्ता में गिरावट के बिना टिके रहना होता है। संविरचित ऑनबोर्ड मद के रूप में इसे नियोजित करने के पूर्व प्रक्रिया की गुणवत्ता से आश्वस्त होने के लिए यह आवश्यक है कि प्रक्रिया के लिए अर्हताप्राप्त की जाए, जिसमें इसका पर्यावरण और कार्यात्मक परीक्षणों की श्रृंखला तथा दृश्यमान जाँच से गुजरना शामिल है। अर्हता परीक्षण में Cमाओं को पहचानने में मदद मिलती है; और उसका इष्टतमीकरण किया जा सकता है।

दूसरे चरण में अर्हता प्रक्रिया के दौरान लॉग किए गए मापदंडों से प्रक्रिया पहचान दस्तावेज (Process Identification Document) तैयार करने में मदद मिलती है इससे बाद में निर्माण के दौरान प्रक्रिया की गुणवत्ता के दोहराव को सुनिश्चित करने में मदद मिलती है।

अर्हता कार्यकलापः

अंतरिक्ष उपयोग के लिए स्वर्ण विलेपन प्रक्रिया की अर्हता के लिए; एक प्रक्रिया अर्हता योजना (Process Qualification Plan) बनाया जाता है जिसमें आधार सामग्री, प्रक्रिया और विलेपित नमूनों/ भागों के आधार पर आवश्यकताओं की पहचान का दस्तावेजीकरण किया जाता है। परीक्षण प्रक्रिया, नमूना विन्यास, निरीक्षण और परीक्षण अनुक्रम, मापदंड आदि को निर्दिष्ट किया जाता है। इस योजना में स्वीकृति परीक्षण भी शामिल है, जिन्हें प्रक्रिया के सफल समापन के बाद हर बैच पर किया जाएगा। विलेपन प्रक्रिया अर्हता के पहले चरण में अर्हता बैच के फ्लैट एल्यूमीनियम मिश्र धातु नमूनों पर परीक्षण किया जाता है। प्रक्रिया अर्हता योजना के अनुसार विलेपित फ्लैट नमूनों पर निरीक्षण और परीक्षण किया जाता है। (अर्हता प्रवाह चार्ट के समूह 1 से 6 के लिए अनुलग्नक-1)

अर्हता परीक्षण के दौरान सभी प्रक्रिया मापदंडों की लॉगबुक में प्रविष्टि की जाती है और सहिष्णुता की पहचान की जाती है। फ्लैट नमूनों पर अर्हता के सफलतापूर्वक पूरा होने के बाद, द्विसंख्यक अर्हता बॉक्स (चित्र-2) पर सोना उसी प्रक्रिया प्राचल से विलेपित किया जाता है जिनका उपयोग फ्लैट नमूनों के विलेपन के लिए किया गया था, जो सभी अर्हता परीक्षणों पर खरे उतरे थे। अर्हता के लिए प्रवाह संचित्र के अनुसार अर्हता बैच के स्वर्ण विलेपित बॉक्स पर निरीक्षण और परीक्षण किया जाता है। (अनुलग्नक-1)



चित्र-1 प्रकार 1 नमूना चित्र



चित्र-2. अर्हता बॉक्स

1. विशेष और नमूना बॉक्स विन्यास

प्रकार 1: नमूना आकार: 100x25 मिमी

प्रकार 2: नमूना आकार: 13x25 मिमी कठोरता माप के लिए

2. अर्हता परीक्षण

एल्यूमिनियम मिश्र धातु पर स्वर्ण विलेपन प्रक्रिया की गुणवत्ता का मूल्यांकन करने के लिए अर्हता प्रवाह संचित्र (अनुलग्नक-1) के अनुसार निम्नलिखित परीक्षण किये जाते हैं।

क. दृश्यमान निरीक्षण

सभी स्वर्ण विलेपित नमूनों/ बॉक्स नमूनों की 10x दृष्टि से जांच की जाती है।

अनुक्रमणिका

ख. मोटाई माप

विलेपन मोटाई परत की मोटाई माप उपकरण (चित्र-3) (एक्स-रे प्रतिदीप्ति सिद्धांत) की मदद से मापा जाता है। मोटाई विभिन्न स्थानों पर ली गई विभिन्न मापित मान के औसत के रूप में गणना की जाती है।



ग्राफ (नमूना संख्यक / मोटाई माप)



चित्र-3.एक्सरे प्रतिदीप्ति उपकरण

ग. कठोरता परीक्षण

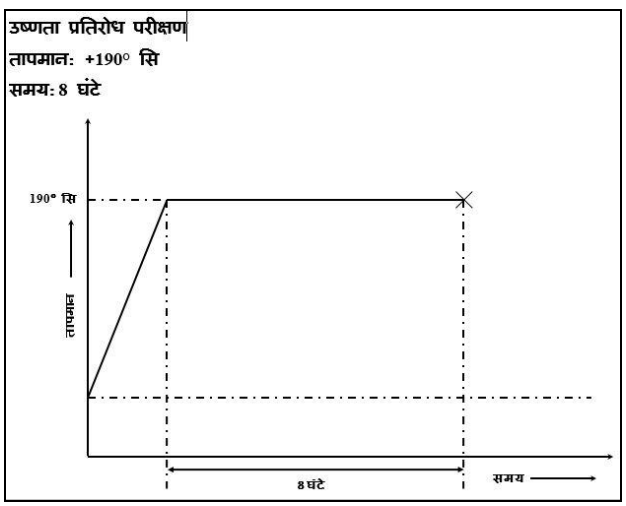
स्वर्ण विलेपित नमूने की कठोरता सूक्ष्म-कठोरता परीक्षक (चित्र- 4) पर मापा जाता है। प्रकार 2 नमूने को मेटलोग्राफिक परीक्षा के तैयारी के लिए मानक प्रक्रियाओं के अनुसार ढाला, पॉलिश और नक्काशी की जाती है ताकि नमूने का क्रॉस सेक्शन माइक्रो कठोरता माप के लिए उजागर किया जा सके। उच्च कठोरता भी सोने की जमा में अशुद्धियों की उपस्थिति से संकेत मिलता है।



चित्र-4. कठोरता माप उपकरण

घ. उष्णता प्रतिरोध परीक्षण

उच्च तापमान के लिए स्वर्ण विलेपित नमूनों का प्रतिरोध उष्णता प्रतिरोध परीक्षण द्वारा मूल्यांकन किया गया है। इस परीक्षण से आसंजन की कमजोरी का पता चलता है। उष्णता प्रतिरोध का परीक्षण 190 □सी ± 5 □सी 8 घंटे (चित्र-5) के लिए थर्मोस्टेटिक नियंत्रित कक्ष में किया जाता है। इसके बाद नमूने की दृष्टिजांच की जाती है और आसंजन में कमजोरी को दिखाने के लिए बेंड-आसंजन परीक्षण भी किया जाता है।



चित्र-5. उष्णता प्रतिरोध परीक्षण चक्र

ङ. तापीय शॉक परीक्षण

कक्षा में उपग्रह की उप-प्रणाली गर्म हो जाती है जब प्रत्यक्ष सूर्य के प्रकाश के संपर्क में आती है और जब यह पृथ्वी की छाया में चला जाता है तो निम्न तापमान का अनुभव होता है। तापीय आघात परीक्षण को अंतरिक्षयान के पूरे जीवनकाल में विलेपन पर चक्रीय तापमान के प्रभाव का मूल्यांकन करने के लिए बनाया गया है। परीक्षण थर्मोस्टेटिक रूप से नियंत्रित गर्म और ठंडे कक्षों में किया जाता है। कुल 1000 चक्र लागू किए जाते हैं। एक चक्र 5 मिनट के लिए -45 °सी पर एक कक्ष के संचालन में नमूने रखने और 5-मिनट (चित्र-6) के लिए 155°सी पर एक गर्म कक्ष में उन्हें स्थानांतरित करना होता है। तापीय शॉक के बाद, नमूने की दृष्टि जाँच होती है और इसके बाद बेंड-आसंजन परीक्षण किया जाता है।

अनुक्रमणिका

च. आर्द्रता परीक्षण

पूर्व-प्रमोचन संक्षारक वातावरण में विलेपन के प्रतिरोध की जांच के लिए आर्द्रता परीक्षण किया जाता है। परीक्षण 2 दिनों के लिए थर्मोस्टेटिक रूप से नियंत्रित आर्द्रता कक्ष में किया जाता है। 95 ± 5% की सापेक्ष आर्द्रता चैम्बर में तापमान +50º±2° सी (चित्र-7) पर रखा जाता है।

उसके बाद नमूने की दृष्टि जांच की जाती है और उसके बाद बेंड-आसंजन परीक्षण किया जाता है।

छ. तापनिर्वात परीक्षण

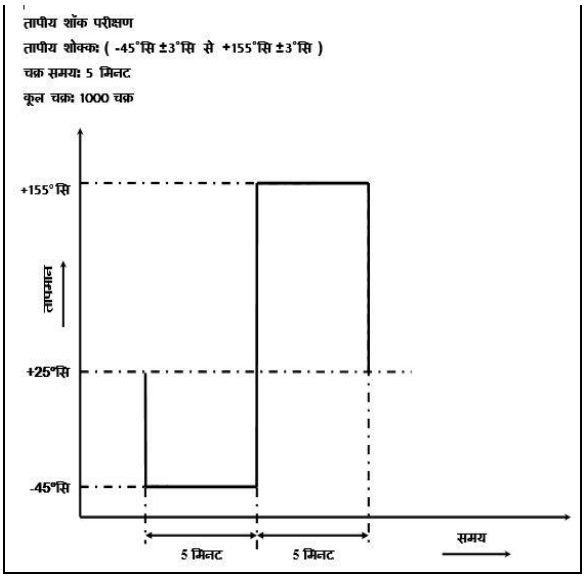
सिम्युलेटेड अंतरिक्ष पर्यावरण में निर्वात और चक्रीय तापमान के प्रभाव की और जांच करने के लिए, नमूनों का तापनिर्वात परीक्षण गर्म और ठंडा शॉक परीक्षण किया जाता है। परीक्षण में तापमान घटाकर 24 घंटे के लिए -40°सी होता है और फिर 24 घंटे के लिए +75°सी तक बढ़ाया जाता है। गर्म और ठंडे शॉक का कुल एक चक्र लागू किया जाता है (चित्र-8)। परीक्षण की संपूर्ण अवधि के दौरान चैम्बर के अंदर 10^{-5} **torr** का निर्वात स्तर बनाए रखा जाता है। उसके बाद नमूने की दृष्टि जांच की जाती है और उसके बाद बेंड-आसंजन परीक्षण किया जाता है।

ज. बैंड आसंजन परीक्षण

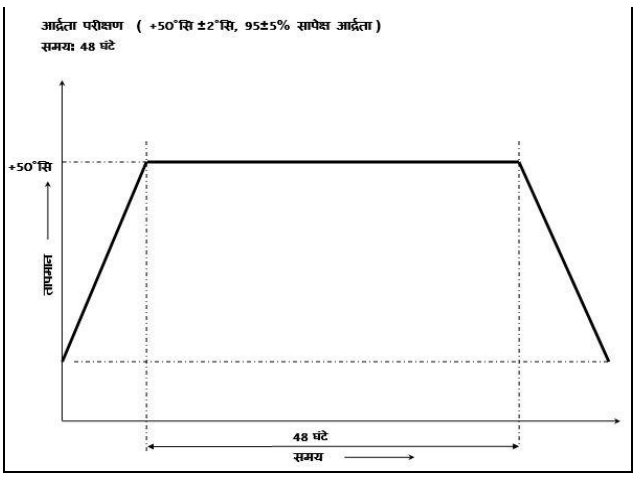
बेंड आसंजन परीक्षण द्वारा स्वर्ण विलेपन आसंजन का मूल्यांकन किया जाता है। स्वर्ण विलेपित नमूनों को बार-बार 180□ कोण (चित्र-9) तक मोड़ा जाता है जब तक कि बेस धातु का टूटना नहीं हो जाता है। बाद में नमूनों के टुकड़ों की दृष्टि जांच की जाती है प्रत्येक समूह में संबंधित पर्यावरण परीक्षण के पूरा होने के बाद भी यह परीक्षण किया जाता है।

झ. संधि क्षमता परीक्षण

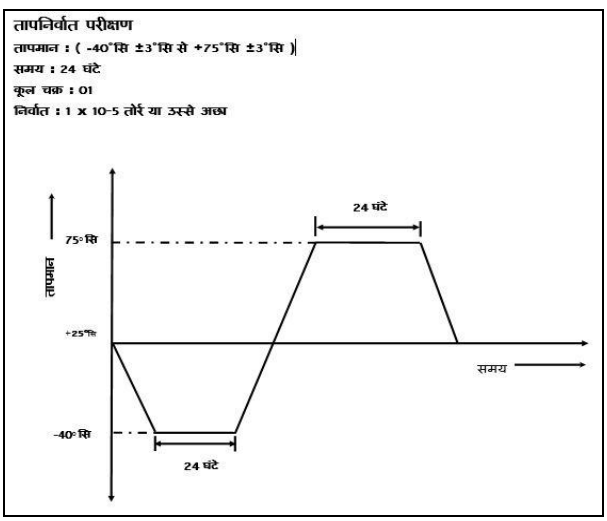
स्वर्ण विलेपित बक्से को विभिन्न घटकों के साथ सोल्डरिंग करके जोड़ा जाता है। इसलिए घटकों का विलेपित स्वर्ण के साथ संधि क्षमता का मूल्यांकन करने के लिए संधि क्षमता परीक्षण किया जाता है। स्वर्ण विलेपन को **ML-STD**-202 की विधि 208 के अनुसार संधि क्षमता परीक्षण किया जाता है और इसके लिए संधि क्षमता परीक्षण सेटअप का उपयोग किया जाता है (चित्र-10)। इसके बाद नमूने की दृष्टि जांच की जाती है और उसके बाद बेंड-आसंजन परीक्षण संधि क्षेत्र पर किया जाता है।



चित्र-6. तापीय शॉक परीक्षण



चित्र-7. आर्द्रता परीक्षण चक्र



चित्र-8. तापनिर्वात परीक्षण चक्र

अनुक्रमणिका

1. सफल अर्हता मापदंड एवं परिणाम

अगर किसी भी नमूना / बॉक्स नमूना किसी भी निरीक्षण / परीक्षण के लिए निर्दिष्ट आवश्यकताओं को पूरा करने में विफल रहता है, तो पूरे अर्हता बैच को खारिज कर दिया जाता है और नमूने का एक नया बैच प्रस्तुत करने की आवश्यकता होती है।



चित्र-9. बेंड आसंजन परीक्षण



चित्र-10. संधि क्षमता परीक्षण सेट अप

अर्हता परीक्षण की आवश्यकताएं सारणी -1 के अनुसार हैं। स्वर्ण विलेपित सामान्य दोष व उसके कारण और उपचारात्मक कार्य सारणी-2 के अनुसार है

सारणी-1 : अर्हता परीक्षण आवश्यकताएं एवं परिणाम

परीक्षण / निरीक्षण	स्वीकृति मापदंड	परिणाम
दृश्यमान निरीक्षण	स्वर्ण विलेपन निरंतर, चिकनी, पक्षपाती और दिखने में एक जैसी होनी चाहिए और इसे ब्लिस्टर, खरोंच, छिछोरा, जलने का संकेत, बढ़त निर्माण और अन्य चढ़ाव के कार्यात्मक उपयोग के लिए हानिकारक दोष से मुक्त होना चाहिए।	सफल
मोटाई	2-3 □m के भीतर	2.3 - 2.7 □m
उष्णता प्रतिरोध परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण	परीक्षण के बाद नमूनों, किसी भी मलिनीकरण, ब्लिस्टरिंग, छीलने या सोना चढ़ाना के किसी भी अन्य गिरावट को नहीं दिखाना चाहिए।	सफल
तापीय शॉक परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण एवं बेंड आसंजन परीक्षण	तापीय चक्र परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण में कोई गिरावट नहीं होनी चाहिए और बेंड आसंजन के बाद विलेपन में कोई अलगाव नहीं होना चाहिए।	सफल
आर्द्रता परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण और बेंड आसंजन परीक्षण	आर्द्रता परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण में कोई गिरावट नहीं होनी चाहिए और बेंड आसंजन के बाद विलेपन में कोई अलगाव नहीं होना चाहिए।	सफल
तापनिर्वात परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण और बेंड आसंजन परीक्षण	तापनिर्वात परीक्षण के बाद दृश्यमान निरीक्षण में कोई गिरावट नहीं होनी चाहिए और बेंड आसंजन के बाद विलेपन में कोई अलगाव नहीं होना चाहिए।	सफल
बैंड आसंजन परीक्षण	धातु अवस्तर(सब्सट्रेट) से विलेपन का अलगाव / क्रैकिंग नहीं होना चाहिए।	सफल
संधि क्षमता परीक्षण	डी-वेटिंग, नॉन-वेटिंग और पिनहोल से मुक्त होना चाहिए	सफल
कठोरता परीक्षण	85 से 90 एचके	90 एचके

सारिणी-2 : सामान्य दोष

दोष	कारण	उपचारात्मक कार्रवाई
सोने पर खुरदरापन	उच्च तापमान और उच्च निकेल सामग्री	मापदंडों को बनाए रखें
स्वर्ण विलेपित सतह पर पैच	सतह को अच्छी तरह से साफ किया जाए, अनुचित बाथ और सतह की सफाई	बाथ और सतह की उचित सफाई

अनुक्रमणिका

स्वर्ण विलेपित सतह पर उच्च / कम मोटाई	उच्च / कम सोने की धातु सामग्री	उचित मापदंड, स्वर्ण घोल का उचित परिचालन एवं एनोड-कैथोड की उचित दूरी बनाए रखना।
स्वर्ण विलेपित सतह पर ब्लिस्टर	सतह की सफाई की समस्याएं और कम स्वर्ण धातु सामग्री	सतह को अच्छी तरह से साफ करें, आरओ / डीआई पानी का उपयोग करें, बाथ मापदंडों का पालन करें।
नोड्यूल	बाथ में अशुद्धियाँ	स्वर्ण विलेपन से पहले बाथ को साफ करें

निष्कर्ष

ऊपर दी गई सामान्य योग्यता प्रक्रिया को अंतरिक्ष यान की उप प्रणालियों में लागू की गई है। जैसे कि नाविक पेलोड के **LNA** बक्से में उपयोग किया गया है। वायुमंडलीय परीक्षणों से पहले और बाद में लक्षित गुणवत्ता मापदंडों का स्वीकार्य सीमाओं के भीतर मूल्यांकन किया गया था और इसलिए एल्यूमीनियम मिश्र धातु पर स्वर्ण विलेपन प्रक्रिया अंतरिक्ष उपयोग के लिए अर्हताप्राप्त है। सामान्य रूप से अर्हता प्रक्रिया विभिन्न अंतरिक्ष यान पेलोड की कई उप-प्रणालियों पर लागू की गई है।

संदर्भ

[1] एमआईएल-एसटीडी-202, विधि 208, संधि क्षमता परीक्षण

आभार

लेखक इस पत्र को तैयार करते समय सहकर्मियों और श्री ए.आर.शाह से मिले सहयोग के लिए आभारी है। स्वर्ण विलेपित नमूने विकसित करने तथा तैयार करने के लिए लेखक श्री विनोद लिमये, प्रधान, एसटीपीडी / एनटीएसजी / ईएसएसए, श्री शरद शुक्ला और उनकी टीम द्वारा किए गए प्रयासों के लिए आभार व्यक्त करते हैं। लेखक डी.आर. पटेल, ग्रुप निदेशक, ईएनटीएसजी, श्री निलेश सोनी, श्री के.एम. कवानी और उनकी टीम से परीक्षण के दौरान मिले समर्थन के लिए आभारी हैं।

यह पत्र लिखने के लिए लेखकों को प्रोत्साहित करने हेतु ग्रुप निदेशक-एसआरजी, सैक के प्रति भी आभार व्यक्त करते हैं।

लेखकः



श्री वि. एम. शाह वर्तमान में प्रक्रिया एवं सामग्री गुणवत्ता आश्वासन प्रभाग-मैकेनिकल, प्रणाली विश्वसनीयता समूह, अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र (आईएसआरओ) अहमदाबाद में वैज्ञानिक / इंजीनियर-"एसई" के रूप में काम कर रहे हैं।



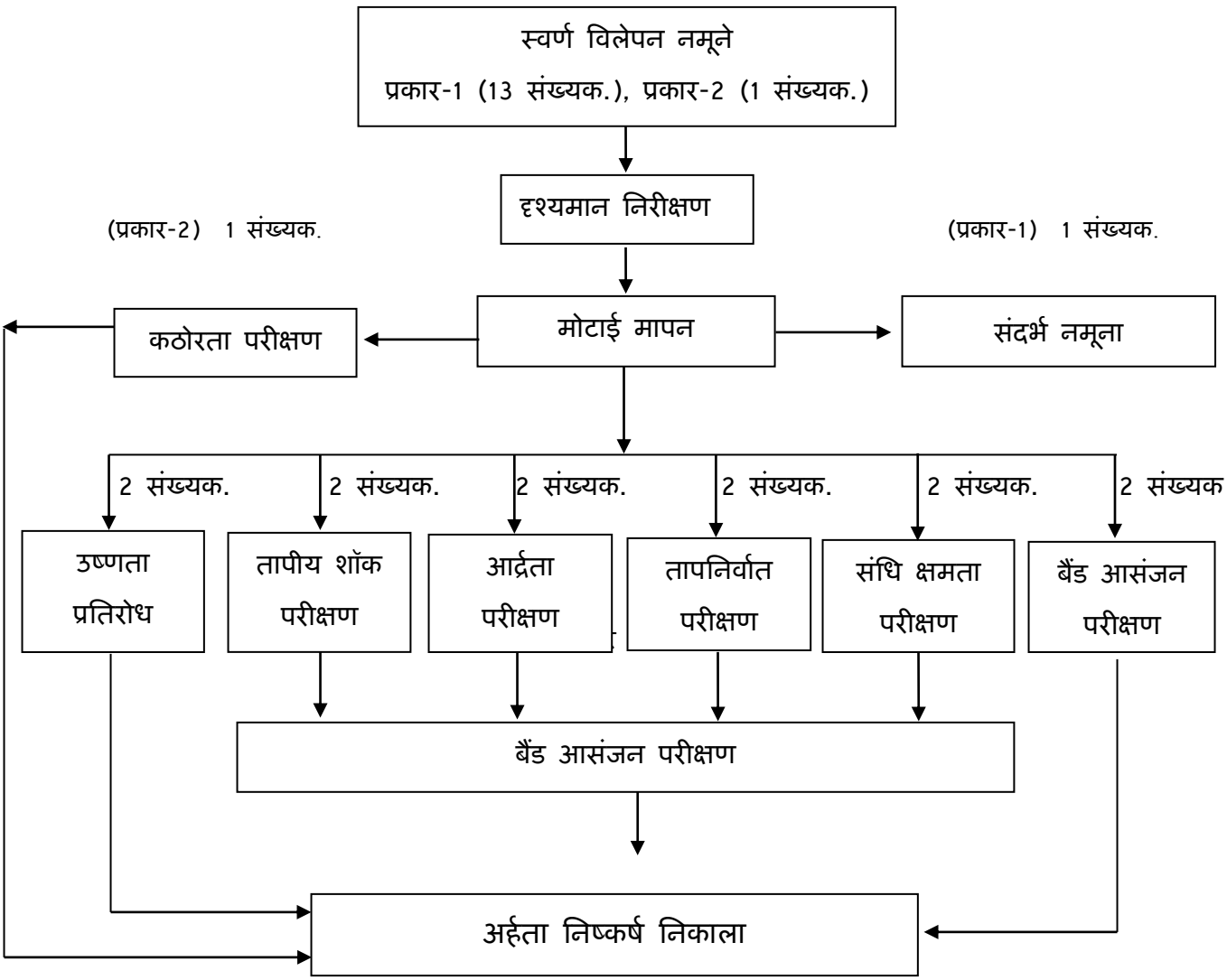
श्री ए. के. पोद्दार वर्तमान में प्रक्रिया एवं सामग्री गुणवत्ता आश्वासन प्रभाग-मैकेनिकल, सिस्टम विश्वसनीयता समूह, अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र (आईएसआरओ) अहमदाबाद में वैज्ञानिक / इंजीनियर-"एसC" के रूप में काम कर रहे हैं।



श्री आर. एस. गज्जर वर्तमान में प्रक्रिया एवं सामग्री गुणवत्ता आश्वासन विभाग-मैकेनिकल, सिस्टम विश्वसनीयता समूह, स्पेस एप्लीकेशन सेंटर [आईएसआरओ] अहमदाबाद के प्रभाग प्रमुख हैं।

अनुक्रमणिका

अनुलग्नक-1



प्रक्रिया अर्हता योजना

***

अनुक्रमणिका

पदार्थ, तकनीकी प्रक्रियाएं एवं गुणवत्ता

मेष प्रोसेसर के सॉ डिवाइस के पिन की गुणवत्ता का मूल्यांकन

दीपक पाटीदार, धवल वर्तक, बी.सत्यनारायण

अभियन्ता- एस.ई., अभियन्ता- एस.डी., प्रधान क्युए एम डी

deepakpatidar@sac.isro.gov.in, dhaval@sac.isro.gov.in, bsatyanarayan@sac.isro.gov.in

गुणवत्ता आश्वासन यांत्रिकी प्रभाग, एस. आर. जी. (4430/4422/4508)

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो),

अहमदाबाद, गुजरात, भारत

प्रस्तावना:

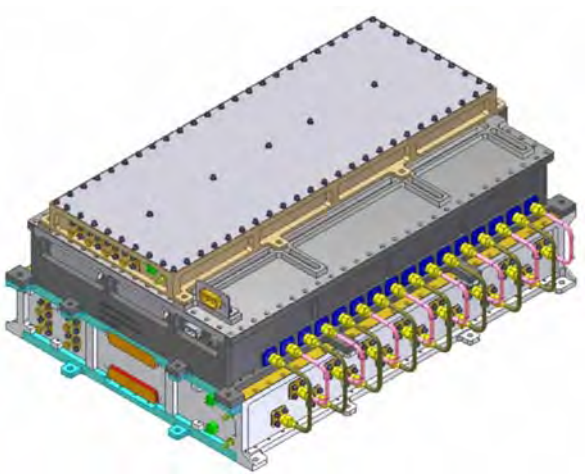
मेष प्रोसेसर, सॉ फ़िल्टर आधारित एनालॉग ऑन बोर्ड ट्रैफिक मैनेजमेंट उपनिकाय है। जो बेहतर बैंड विस्तार उप वाहिकाकरण और स्वावलंबी रूटिंग उपवाहिका का उपयोग कर बहु बीम उपग्रह की क्षमता बढ़ाता है।

मेष प्रोसेसर उपवाहिका स्तर पर बीम से बीम स्विचिंग करता है, जो जरूरत के हिसाब से परिवर्तनशील बैंड विड्थ चैनल प्रदान करता है, जिसमें उपवाहिका स्तर पर पूर्ण प्रसारण संचार (मोड) और हर एक सब चैनल के गेन को समायोजित कर सकते हैं। इसका प्रथम बार उपयोग जीसैट-7 में सफलता पूर्वक किया गया था।

यह मेष प्रोसेसर (चित्र-1), चार भागों में बांटनेवाले शक्ति भाजक और चार सॉ बैंड पारक निस्पंदक की मदद से प्रत्येक आने वाली बीम को प्रवर्धित करता है और फिर चार अपवाहिकाओं में बांटता है। यह सॉ फ़िल्टर जरूरत मंद उपवाहिका के बैंड आयाम के अनुसार बैंड को निस्पंदित कर देता है। उसके उपरांत आने वाली बीम सॉ फ़िल्टर के बाद इन उपवाहिकाओं में प्रवर्धित होती है।

उद्देश्य :

मेष प्रोसेसर प्रणाली का उपयोग अंतरिक्ष नीतभार में पहली बार किया जाना था, इसीलिए उसकी अंतरिक्ष उपयोग अहर्ता का परीक्षण जरूरी था। इस सॉ डिवाइस के लिड पर आने वाले भार (तनाव) की सुरक्षा मार्जिन जानने के लिए प्रयोगात्मक विश्लेषण किया गया, उसके उपरांत उसकी विश्वसनीयता बढ़ाने के लिए सुझाव भी दिए गये, उन सुझावों को लागू करके, उसे सत्यापित करने के लिए उसका संरचनात्मक विश्लेषण किया गया, और दिए गए सुझावों की पुष्टि की।



चित्र 1: मेष प्रोसेसर

बुनियादी ढांचा :

मेष प्रोसेसर तीन स्तरीय (मंजिल) पैकेज था, जिसमें सबसे निचले स्तर पर इनपुट पैकेज, बीच में ट्रांस रिसीवर पैकेज और सबसे ऊपरी स्तर पर आउट पुट पैकेज था। इनपुट और आउटपुट पैकेज का निर्माण सैक द्वारा किया गया था और ट्रांस रिसीवर पैकेज का निर्माण अस्त्रा माइक्रोवेव प्रॉडक्ट लिमिटेड द्वारा किया गया था।

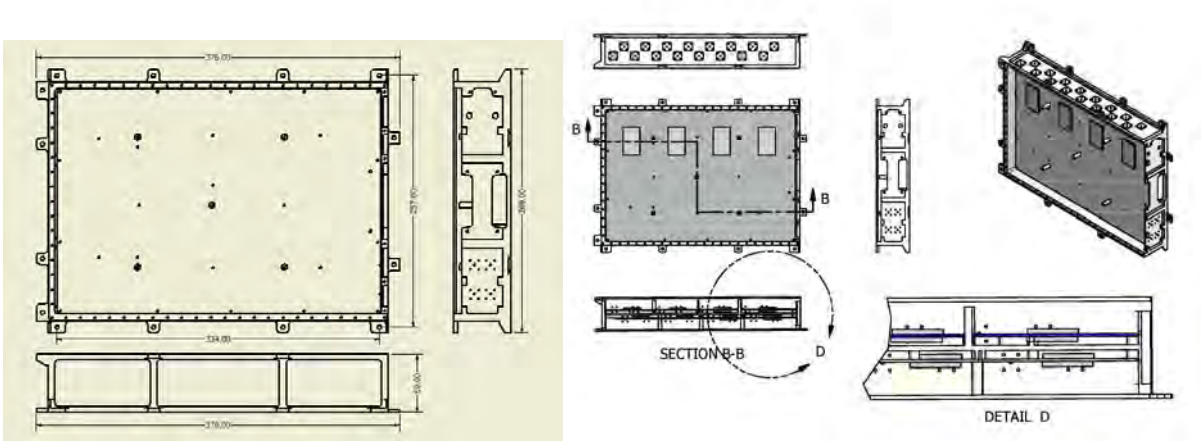
इनपुट पैकेज को बीच से दीवार द्वारा दो भागों में विभाजित किया गया था, इनपुट पैकेज को उपग्रह के फलक पर 12 स्क्रू द्वारा और ट्रांस रिसीवर पैकेज को इनपुट पैकेज के ऊपर 12 स्क्रू से लगाया गया था, आउटपुट पैकेज, ट्रांस रिसीवर पैकेज के ढक्कन के ऊपर लगाया गया था।

अनुक्रमणिका

इनपुट पैकेज (चित्र 2) के ऊपर और नीचे दोनों ओर पीसीबी लगाई गयी थी, इस दोनों पीसीबी कार्ड पर चार अलग अलग सॉ बैंडपास फ़िल्टर लगाये गये थे।

आयाम :

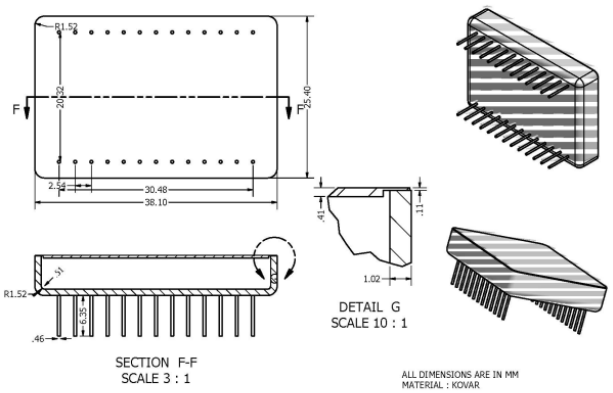
इनपुट बॉक्स	: 353 x 269 x 59 मिमी
ऊपरी/निचला कवर	: 350.6 x 243.6 मिमी
नीचे की पीसीबी	: 335 x 230 x 1.6 मिमी
ऊपर की पीसीबी	: 320 x 230 x1.6 मिमी



चित्र 2 : इनपुट बॉक्स

सॉ फ़िल्टर का विवरण

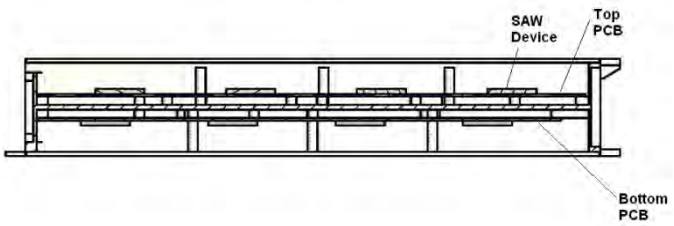
जीसैट 7 के मेष प्रोसेसर कार्ड के लिए चार अलग अलग सॉ फिल्टर (चित्र 3) पारकनिस्पंदक जरूरी थे, उनकी मध्य आवृत्ति क्रमशः 176.57 MHz, 178.30 MHz, 180.83 MHz और 183.11 MHz थी। सॉ फ़िल्टर उनके स्थिर ग्रुप डिले और निम्न तरंग स्तर के कारण प्रसिद्ध है, और इसी कारण इन्हें बैंड पास फिल्टर में उपयोग के लिये चुना गया है। सॉ फ़िल्टर की मदद से ज्यादा चैनल्स को एक बैंड मे समाहित कर सकते है और वो भी अच्छे चैनल से चैनल आइसोलेशन के साथ।



चित्र 3 : सॉ फ़िल्टर

इनपुट पैकेज का संरचनात्मक विवरण

सॉ फ़िल्टर के पिन पर आनेवाले तनाव में मार्जिन का पता लगाने के लिए और इसके सत्यापन के लिए, गुणवत्ता आश्वासन यांत्रिकी विभाग द्वारा डमी इनपुट पैकेज पर कम्पन जाँच का सुझाव दिया गया।



भार विवरण

अनुक्रमणिका

इनपुट पैकेज का वजन 1.2 किलो और कवर 0.3 किलो (ऊपरी और निचला कवर) इनपुट पैकेज की दोनों पीसीबी पर 8 सॉ डिवाइस लगाये गये। इन्हें लगाने का तरीका इस प्रकार है, ऊपरी पीसीबी को M2 के 25 स्क्रू द्वारा, जहां 14 स्क्रू चारों किनारों पर और 11 स्क्रू पीसीबी के बीच में लग द्वारा लगाए गए थे, निचली पीसीबी को M2 के 22 स्क्रू द्वारा जहाँ 15 स्क्रू चारों किनारों पर और 7 स्क्रू पीसीबी के बीच में लग द्वारा लगाए गए थे।





चित्र 4 कम्पन जाँच

प्रयोगात्मक विश्लेषण

पीसीबी का वजन : 0.490 किलो
सॉ डिवाइस का वजन : 17ग्राम
पीसीबी की अनुनाद आवृत्ति : 279 Hz
कुल सॉ डिवाइस : 8
सॉ डिवाइस की पिन की संख्या : 28
पिन का पदार्थ : कोवार
कोवार की यील्ड क्षमता : 34.5 किलो/मिमी ^{2}

कंपन जांच रिपोर्ट :

रिपोर्ट नंबर : QA/RD/MESH01
परीक्षण : अनुनाद अन्वेषण : आवृत्ति- 10 से 2000 Hz
एम्पलीट्यूड आयाम - 0.5 g स्वीप रेट - 2 ऑक्टेव/ मिनट
बॉक्स की सतह के लंबवत – (Z अक्ष)

अक्ष	साइन आवृती (Hz)	एम्पलीट्यूड	स्वीप रेट ऑक्टेव/ मिनट	अवधि
Z	5-20 20-70 70-100	12.4 mm 20 g 10 g	2 Oct/min.	
	यद्च्छीक आवृती (Hz)	पिएस डी (g^2 / Hz)	कुल G_{rms}	अवधि
	20-100 100-700 700-2000	+3 dB/oct 0.28 -6 dB/oct	17.5	2 min.

तालिका 1

परीक्षण का क्रम:

- पूर्व अनुनाद अन्वेषण - Z अक्ष में
- साइन परीक्षण 20 g
- अनुनाद अन्वेषण परीक्षण - Z अक्ष में
- निम्न स्तर अनुनाद – 20 dB
- यादृच्छिक परीक्षण 17.5 G_{rms}
- अनुनाद अन्वेषण परीक्षण - Z अक्ष में

प्रतिक्रिया :

A. निचली पीसीबी के मध्य पर
B. ऊपरी पीसीबी के सॉ फ़िल्टर के नजदीक

अक्ष	प्रारंभिक	साइन के बाद	यदृच्छिक के बाद
Z	A. 279/44.3 B. 279/28.3	A. 279/44.7 B. 279/28.8	A. 279/44.6 B. 279/28.4

तालिका 2

अनुक्रमणिका

अवलोकन:

- किसी भी प्रकार की संरचनात्मक क्षति नहीं देखी गयी
- कम्पन जाँच के बाद कोई भी स्क्रू ढीला नहीं पाया गया

साइन परीक्षण

प्रतीत वास्तविक त्वरणभार = 20 g

पीसीबी पर कुल भार = 20 * 0.490

= 9.8 किलो

सॉडिवाइस पर कुल भार = 20 * 0.017

= 0.34 किलो

एक पिन पर भार = 0.012 किलो

पिन पर तनाव = पिन पर भार / पिन का क्षेत्रफल

पिन का व्यास = 18 मिल (0.45 मिमी)

पिन का क्षेत्रफल = 0.158 मिमी^{2}

पिन पर तनाव = 0.075 किलो /मिमी^{2}

$G_{महत्तम}$ पर विस्थापन = G / (2 x 0.002 x fn^2)

= 20 / (2 x 0.002 x 276^2)

= 20 / 304.7

= 0.065 मिमी

यादृच्छिक परीक्षण

PSD पावर स्पेक्ट्रल डेंसिटी = 0.28 g^2 /Hz

Fn प्राकृतिक आवृत्ति = 276Hz

Q_1 निचली पीसीबी का प्रवर्धन = 89

Q_2 ऊपरी पीसीबी का प्रवर्धन = 57

सॉ फ़िल्टर पिन पर सीमा के निर्धारित गणना

स्थिति :1

निचली पीसीबी के लिए

$G_{महत्तम}$ = $3\sqrt{\pi/2} * PSD * Fn * Q$

= $3\sqrt{3.14/2} * 0.28 * 279 * 89$

= 3 * 104.5

= 313.5 g

निचली पीसीबी पर महत्तम भार = $G_{महत्तम}$ * निचली पीसीबी वजन

= 313.5 * 0.490

= 153.62 Kg

= 154 किलो

सॉ डिवाइस पर महत्तम भार = $G_{महत्तम}$ * सॉ डिवाइस का वजन

= 313.5 * 0.017

= 5.329 किलो

= 5.33 किलो

एक पिन के ऊपर भार = 5.33/28

अनुक्रमणिका

= 0.019 किलो

पिन के ऊपर तनाव = 0.19/0.166

= 1.146 किलो / मिमी^{2}

कोवार की यील्ड ताकत = 34.5 किलो/मिमी^{2} अतः सॉ डिवाइस के पिन की सुरक्षा सीमा पर्याप्त है।

$G_{महत्तम}$ पर विस्थापन = $G_{महत्तम}$ / (2x0.002xfn^2)

= 313.5/(2x0.002x276^2)

= 313.5/304.7

= 1.02 मिमी

स्थिति :2

ऊपरी पीसीबी के लिए

$G_{महत्तम}$ = 3 √π/2 * PSD * Fn * Q2

= 3 √ 3.14/2 * 0.28 * 279 * 57

= 3 * 83.63

= 250.89 g

ऊपरी पीसीबी पर महत्तम भार = $G_{महत्तम}$ * ऊपरी पीसीबी वजन

= 250.89 * 0.490

= 122.94 किलो

= 123 किलो

सॉ डिवाइस पर महत्तम भार = $G_{महत्तम}$ * सॉ डिवाइस का वजन

= 250.9 * 0.017

= 4.26 किलो

एक पिन के ऊपर भार = 4.26 / 28

= 0.152 किलो

पिन के ऊपर तनाव = 0.152 / 0.166

= 0.917 किलो / मिमी^{2}

कोवार की (34.5 किलो/मिमी^{2}) यील्ड क्षमता लिए के सुरक्षा मार्जिन पर्याप्त है

$G_{महत्तम}$ पर विस्थापन = $G_{महत्तम}$ / (2x0.002xfn^2)

= 250.89 / (2x0.002x276^2)

= 250.89/304. 7

= 0.82 मिमी

अवलोकन

	ऊपरी पीसीबी	निचली पीसीबी
पिन के ऊपर तनाव	0.917 किलो /मिमी ^{2}	1.146 किलो /मिमी ^{2}
विस्थापन ($G_{महत्तम}$ पर)	0.82 मिमी	1.02 मिमी
प्राकृतिक आवृत्ति	276 हर्ट्स	

तालिका 3

संरचनात्मक विश्लेषण

इनपुट पैकेज का संरचनात्मक विश्लेषण कम्पन जाँच में आने वाले त्वरण भारनुसार किया गया, इनपुट पैकेज को 20g का त्वरण भार दिया गया और सॉ डिवाइस के पिन पर आने वाला अधिकतम विस्थापन और तनाव का

अनुक्रमणिका

आकलन किया गया। संरचनात्मक विश्लेषण हाइपरमेश द्वारा किया गया (चित्र 5)। इनपुट पैकेज के पीसीबी लग द्वारा जकड़ लिया गया।

धारणायें

नीचे दी गई धारणाओं को ध्यान में रखकर विश्लेषण किया गया।

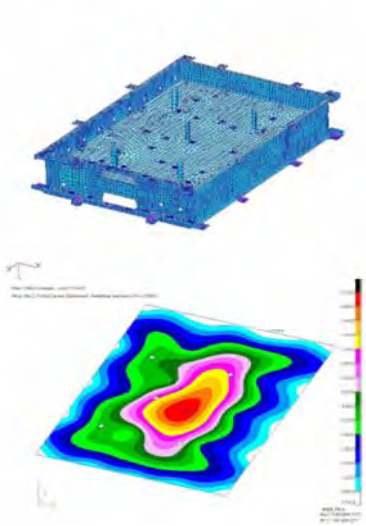
1. संयुक्त अखंडता (जॉइन्ट इंटीग्रिटी) 100%
2. पीसीबी कॉम्पोनेन्ट का वजन UDL (समान रूप से वितरित भार) के दृष्टिकोण से
3. पैकेज कनेक्शन इलेक्ट्रीकल, सेमि रिजिड केबल मॉडल नहीं की गयी

एल्युमीनियम 6061T6 के गुणधर्म

यंग मापांक E = 7000 किलो/सेंमी^{2}
पॉइज़न अनुपात = 0.35
घनत्व = 2700 किलो/मिमी^{3}
उष्मीय विस्तार गुणांक = $24x10^{-6}$

पीसीबी

यंग मापांक E = 2200 किलो/सेंमी^{2}
पॉइज़न अनुपात = 0.12
घनत्व = 2200 किलो/मिमी^{3}
उष्मीय विस्तार गुणांक = $9.9x10^{-6}$



चित्र 5 : संरचनात्मक विश्लेषण

अवलोकन

	ऊपरी पीसीबी	निचली पीसीबी
विस्थापन ($G_{महतम}$ पर)	0.82 मिमी	1.02 मिमी
सुझाव उपरांत विस्थापन	0.09 मिमी	0.12 मिमी
प्राकृतिक आवृत्ति	276 हर्ट्स	
सुझाव बाद प्राकृतिक आवृत्ति	300 हर्ट्स	

तालिका - 4

उपसंहार

चूँकि, मेष प्रोसेसर प्रणाली का उपयोग अंतरिक्ष नीतभार में पहली बार हुआ, इसलिये इसे विभिन्न विश्लेषणों द्वारा जांचा गया। विश्लेषण से पता चला कि पीसीबी में विस्थापन ज्यादा था जिसके कारण सॉ डिवाइस की पिन पर तनाव मर्यादा के बाहर था, जिसे नीचे वाली पीसीबी के बीच में एक अलग लग देकर स्क्रू द्वारा जकड़ा गया, जिससे नीचे वाली पीसीबी के मध्य भाग पर सपोर्ट मिलेगा और विस्थापन भी कम होगा, अतः किसी भी निकाय को अंतरिक्ष उपयोग में लेने से पहले उसकी अंतरिक्ष उपयोग अहर्ता की जाँच अनिवार्य है।

आभार

मेष प्रोसेसर के इनपुट पैकेज के विश्लेषण के दौरान **श्री. के.बी. व्यास जी, श्री आनंद पाठक जी और श्री राकेश भावसार** जी द्वारा सहायता प्राप्त हुई। लेखक इन सभी महानुभावों के प्रति आभार प्रकट करता है तथा इस लेख के प्रस्तुतीकरण में श्री गौरव बंसल की सहायता के लिए उनको भी धन्यवाद देता है।

पदार्थ, तकनीकी प्रक्रियाएँ एवं गुणवत्ता

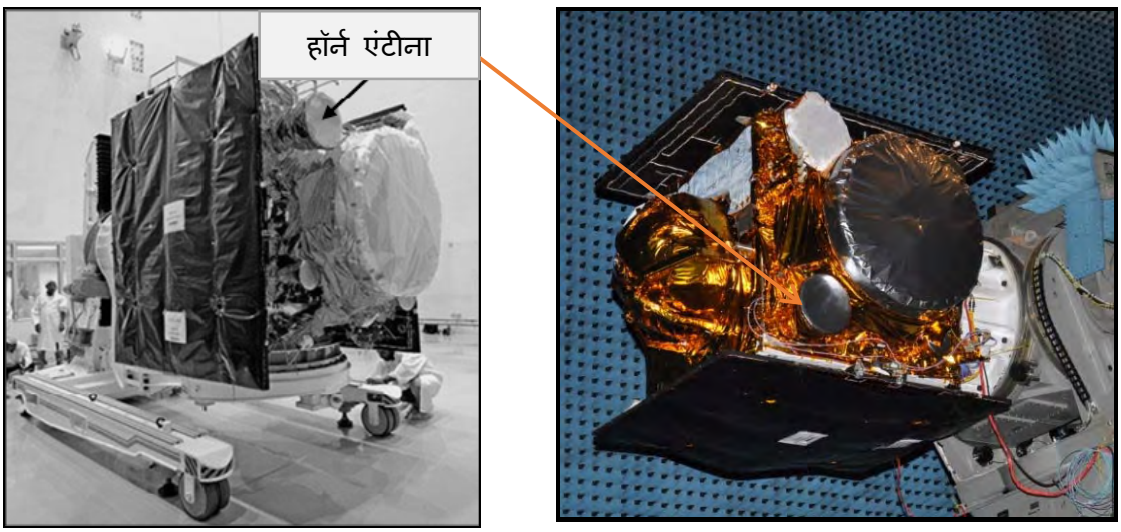
सैटेलाइट आधारित नेविगेशन अनुप्रयोगों के लिए अत्यंत हल्के वजन के हॉर्न ऐंटेना का अभिकल्प और नई विनिर्माण पद्धति से विकास

कृपा शंकर सिंह, अभियंता-एस.ई. ,
ए. आर. श्रीनिवास, प्रधान, ऐंटेना यांत्रिक अभिकल्प प्रभाग, यांत्रिक अभियांत्रिक प्रणाली क्षेत्र,
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो),
अहमदाबाद, गुजरात

सारांश

प्रौद्योगिकी संचालित दुनिया में, इंसान के दिन-प्रतिदिन जीवन में, कई अनुप्रयोगों के लिए नेविगेशन महत्वपूर्ण आवश्यकताओं में से एक है। नेविगेशन उद्देश्य के लिए हम मुख्य रूप से विदेशी उपग्रहों की सेवाओं पर निर्भर रहे हैं। भारतीय नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम में क्षेत्रीय नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम के स्वदेशी स्थापना की परिकल्पना की गई है। ऐंटेना, नेविगेशन सैटेलाइट पेलोड की महत्वपूर्ण उप-प्रणालियों में से एक है। हॉर्न ऐंटेना का प्रमुख कार्य पेलोड में ऑर्थोगोनल परिपत्र ध्रुवीकरणों में संकेतों को संचारित और प्राप्त करना है।

अंतरिक्ष वातावरण, अभिकल्प की परस्पर विरोधी बहुआयामी चुनौतियाँ, नए पदार्थ और उनके प्रसंस्करण की खोज, जमीन पर प्रक्षेपण और कक्ष के वातावरण का परीक्षण करने की चुनौतियाँ, अंतरिक्ष अनुसंधान को अत्यंत रोचक और चुनौतीपूर्ण बना देते हैं। सैटेलाइट आधारित नेविगेशन अनुप्रयोगों के लिए अत्यंत हल्के वजन के हॉर्न ऐंटेना का अभिकल्प, सिमूलेशन और धातु की चादर से निर्माण व विकास का एक नवीन प्रयास सैक में किया गया। इसके अभिकल्प, निर्माण और परीक्षण की चुनौतियों का स्वदेश में उपलब्ध तकनीकी संसाधनों से संबोधित किया गया है। अत्यंत हल्के वजन के हॉर्न ऐंटेना अभिकल्प की परस्पर विरोधी बहुआयामी चुनौतियाँ, सिमूलेशन और धातु की चादर से निर्माण व विकास की प्रक्रिया का सफल एवं सरल प्रयास का संक्षिप्त विवरण इस लेख में किया गया है। (***चित्र-1*** का संदर्भ लें)



चित्र-1- हॉर्न ऐंटेना आई.आर.एन.एस.एस. अंतरिक्ष यान पर और सी.ए.टी.एफ. में

1- प्रस्तावना

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम ने नेविगेशन, संचार और अन्य उपग्रहों के निर्माण और प्रमोचन करने के लिए स्व-निर्भरता और क्षमता विकसित करने पर अधिक ध्यान दिया है। भारतीय नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम, छोटे अंतरिक्ष यान

अनुक्रमणिका

(आई-1K बस, 1000 किलोग्राम वर्ग) पर निर्मित, सात उपग्रहों का एक संघ है।[1] सबसे बड़ी चुनौतियों में गुणवत्ता के साथ समझौता किए बिना दो से तीन वर्षों में सात उपग्रहों का निर्माण और प्रमोचन करना था। बड़े पैमाने पर द्रव्यमान बजट और जगह आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए, प्रत्येक उप-प्रणाली का द्रव्यमान और स्थान तय हो जाता है और अभिकल्पों को इन विशिष्टताओं को पूरा करने के लिए कहा जाता है। इसने सोचने के लिए एक मौका और चुनौती प्रदान की जिससे बड़ी मात्रा में निर्माण आसानी से किया जा सके।

हॉर्न ऐंटेना एक मार्गदर्शक संरचना द्वारा समर्थित मार्गदर्शित तरंगों को परिवर्तित करके खुले अंतरिक्ष में विद्युत चुम्बकीय तरंगों को संचरित करता है। यह एक इलेक्ट्रो-मैकेनिकल तंत्र है। इसका विद्युतीय अभिकल्प आर.एफ. अभियन्ता द्वारा किया जाता है। जो कैविटी विवरण और कैविटी आयामों पर रिआयत (टोलरेंस) प्रदान करता है। इसके बाद दिए गए कैविटी विवरण के आधार पर और कई मानदंडों पर विचार कर यांत्रिक अभिकल्प किया जाता है। निर्माण करने से पहले, कई विकल्पों की समीक्षा की गई और धातु की चादर से निर्माण विकल्पों को अंतिम रूप दिया गया। धातु की चादर से निर्माण दो विकल्पों द्वारा किया गया हैं (***चित्र-2*** का संदर्भ लें)।

ई.टी.एल.एस दस्तावेज़[2] में वर्णित मानक परीक्षणों के अनुसार, परीक्षण करके दस एफ.एम. (FM) मॉडल और एक क्यू.एम. (QM) मॉडल का निर्माण किया गया है। आई.आर.एन.एस.एस.-1ए से 1जी के लिये निर्मित सात हॉर्न ऐंटेना अंतरिक्ष में परिक्रमा कर रहे हैं।



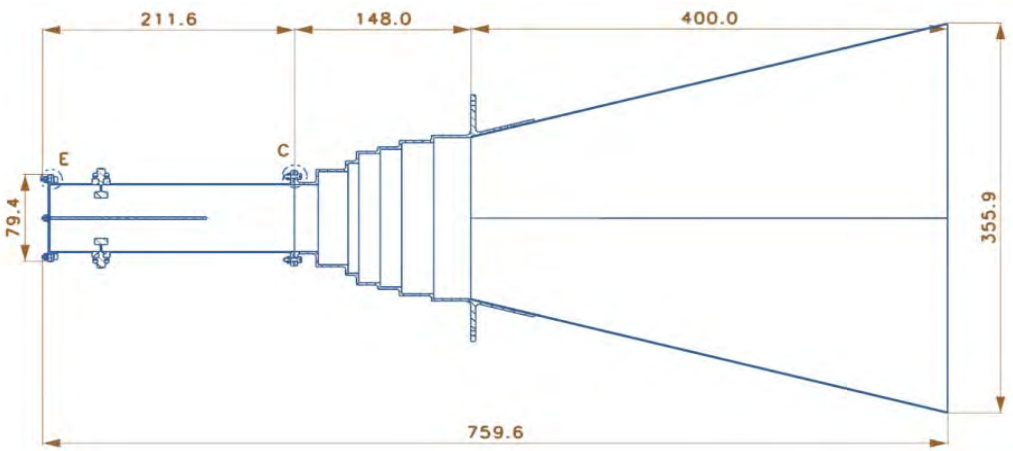
हॉर्न ऐंटेना (विकल्प-1)



हॉर्न ऐंटेना (विकल्प-2)

चित्र-2- नाविक के लिए हॉर्न ऐंटेना एफ.एम. मॉडल विकल्प-1 व 2

2. हॉर्न ऐंटेना ज्यामिति (जियोमेट्री) और निर्माण



चित्र-3- हॉर्न ऐंटेना के आर.एफ. कैविटी आयाम

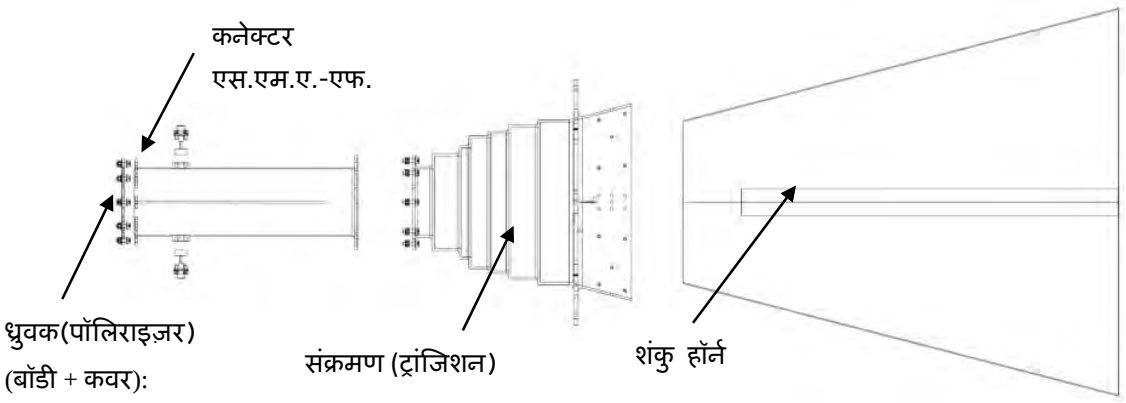
अनुक्रमणिका

2.1 ऐंटेना ज्यामिति

हॉर्न ऐंटेना ज्यामिति को आर.एफ. की आवश्यकताओं के अनुसार आकार दिया जाता है, जिसका यांत्रिक और थर्मल अभिकल्प पर एक बड़ा प्रभाव पड़ता है। बाद के कॉन्फ़िगरेशन पहलुओं को अभिकल्प की व्यवहार्यता निर्धारित करने के लिए आर.एफ, थर्मल और यांत्रिक आवश्यकताओं के संयोजन द्वारा परिभाषित किया गया है [4], ***चित्र-3*** देखें।

2.2 हार्न ऐंटेना का गठन

हॉर्न ऐंटेना में मुख्य रूप से चार भाग होते हैं (***चित्र-4*** देखें)।



चित्र-4- हॉर्न ऐंटेना का उत्सादित दृश्य

1) शंकु हॉर्न: यह एक सममित शंक्वाकार धातु निर्माण है। भाग का आयाम 400 मिमी (लंबाई) X 354 मिमी (व्यास) है। इसको संक्रमण के साथ से रिवेट द्वारा जोड़ा गया हैं।

2) बहु-चरण संक्रमण: यह धातु के एक टुकड़े से बना सममित बहु-चरण खंड है। भाग का आयाम 210 मिमी (लंबाई) X 225 मिमी (व्यास) है। अंतरिक्ष यान पर माउंट करने के लिए 210 पिच सर्किल व्यास पर 4.2 व्यास के छेद दिए गए हैं। पॉलिराइज़र के साथ माउंट करने के लिए 76 पिच सर्किल व्यास पर 3.1 व्यास के छेद दिए गए हैं।

3) पोलराइज़र (बॉडी + कवर): यह 1 मिमी की दीवार की मोटाई के आकार में बेलनाकार है। एक 2 मिमी मोटी गैर विषम चिकनी निरंतर धातु पट दो भाग में कैविटी को विभाजित करता है। दो एस.एम.ए. कनेक्टर के इंटरफेस प्रदान किए गये हैं। कनेक्टर्स की जांच को मिलाप करने के लिए आधार पर कवर प्रदान किया जाता है

4) कनेक्टर एस.एम.ए.-एफ.: यह मानक वस्तु है।

3- यांत्रिक अभिकल्प

3.1 यांत्रिक अभिकल्प की आवश्यकताएँ / विनिर्देश

निम्नलिखित मुख्य विनिर्देश अभिकल्प के लिए विचार किए गए थे (***तालिका -1*** देखें)

तालिका-1- हॉर्न ऐंटेना के लिए यांत्रिक आवश्यकताएँ / विनिर्देश	
पैरामीटर	**विशेष विवरण**
द्रव्यमान	≈1.25 किग्रा
कुल आयाम	< 760 मिमी (लंबाई) और 356 मिमी व्यास
सामग्री	एल्युमीनियम मिश्र धातु 6061-T6 / अन्य अंतरिक्ष योग्य धातु
सतही परिष्करण	>▼▼ (3.2 µ)
कैविटी सहयता	
आयाम की सहयता	± 0.03 मिमी [ध्रुवक व संक्रमण]

अनुक्रमणिका

	± 0.1 मिमी [शंकु हॉर्न]	
गोलाई सहयता	0.02 मिमी [ध्रुवक व संक्रमण] 0.2 मिमी [शंकु हॉर्न]	
समतलता	0.02 मिमी	
लंबरूपता	0.02 मिमी (फ्लैंगेस और हॉर्न एक्सिस के बीच)	
संरचनात्मक विनिर्देश		
संरचनात्मक ताकत	तनाव < स्वीकार्य तनाव	
कठोरता विशिष्टता	मौलिक प्राकृतिक आवृत्ति, एफ.एन. > 100 हर्ट्ज	
स्थिर अवस्था त्वरण भार, (जी)	सतह में (एक्स और वाई अक्ष)	सतह से बाहर (जेड अक्ष)
	15	25
उष्णता विनिर्देश		
तापमान सीमाएं, डिग्री सेल्सियस	-50 <तापमान <+95	
तापीय विरूपण	± 0.05 मिमी [ध्रुवक व संक्रमण] ± 0.3 मिमी [शंकु हॉर्न]	
संरेखण विशिष्टता	संरेखण की आवश्यकता नहीं है।	
आर.एफ. इंटरफ़ेस	50 Ω समाक्षीय एस.एम.ए.-एफ	

3.2 अभिकल्प कारक

अभिकल्प विनिर्देशों को पूरा करने के अलावा, निम्नलिखित कारकों का अभिकल्प के दौरान ध्यान दिया जाता है [4]।

- **आर.एफ. प्रदर्शन की आवश्यकताएं**
  - आवृत्ति और ध्रुवीकरण योजना
  - प्रतिबिंब / संचरण घाटे (विद्युत चालकता, सतह समतलता, इंटरफ़ेस निरंतरता, बहुसंकेत, अपगैसन)
  - प्रतिबिंब सतह प्रोफाइल (सतह विरूपण)
  - निष्क्रिय अंतर-मॉड्यूलेशन (पी.आई.एम.)
  - इंगित की सटीकता (निर्माण के बाद)
  - परिचालन पर्यावरण में आकार इंगित की सटीकता (थर्मल विरूपण)
  - विधुवण (इलेक्ट्रोस्टैटिक चार्ज, सतह विरूपण)
- **यांत्रिक अभिकल्प की आवश्यकताएं**
  - स्वीकार्य आयतन (कॉम्पैक्ट संरचना)
  - स्थान और इंटरफेस की कठोरता (बढ़ते व्यवस्था)
  - ज्यामिति
  - द्रव्यमान और जड़ता (न्यूनतम वजन)
  - जमीन पर हैंडलिंग भार
  - तेजी से अवसाद भार (वेंटिंग)
  - निर्माण में आसानी
  - विनिमयात्मकता
  - एकीकरण में आसानी
- **विद्युत अभिकल्प की आवश्यकताएं**
  - विद्युत चुम्बकीय संगतता (ई.एम.सी.)

अनुक्रमणिका

- विद्युतस्थैतिक रिसाव
- धातु / गैर-धातु भागों (डी.सी.) के विद्युत संबंध
- ग्राउंडिंग और अलगाव
- हारनेस और कनेक्टर्स

❖ **अंतरिक्ष पर्यावरण**

- विद्युत चुम्बकीय विकिरण (सूर्य स्पेक्ट्रम)
- कण (इलेक्ट्रॉनों और प्रोटॉन)
- चुंबकीय क्षेत्र
- आउटगैसिंग

❖ **सामग्री और प्रक्रिया**

- सामग्री और प्रक्रिया वर्णन और उपयुक्तता
- कोटिंग योग्यता
- भिन्न धातुएं
- थर्मल वैक्यूम साइक्लिंग और आउटगैसिंग स्क्रीनिंग टेस्ट
- थर्मामीटर-लोचदार स्थिरता
- तापीय-लोचदार स्थिरता

❖ **ग्राउंड समर्थन उपकरण**

❖ **परिवहन और भंडारण**

❖ **गुणवत्ता आश्वासन प्रावधान और विश्वसनीयता**

❖ **क्वालिटी एश्योरेंस प्लान**

❖ **बड़े पैमाने पर उत्पादन**

❖ **उच्च विश्वसनीयता**

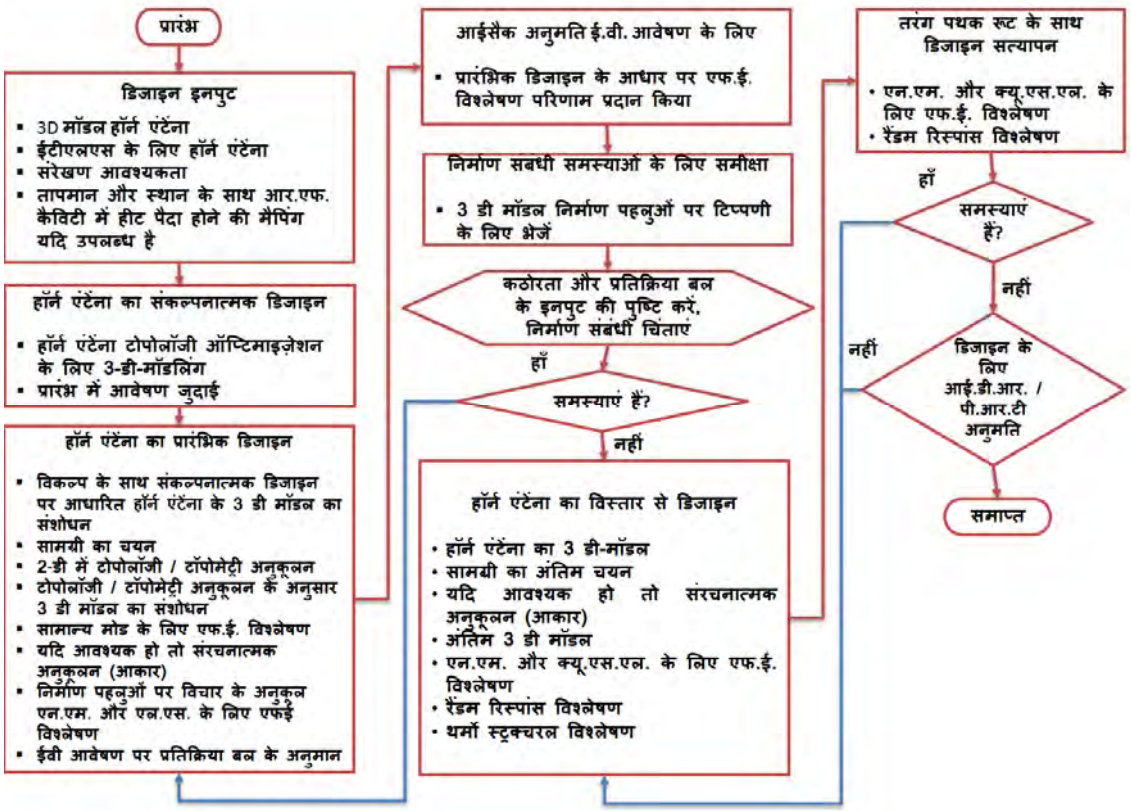
❖ **कम लागत**

3.3 हॉर्न एंटेना अभिकल्प प्रक्रिया, (चित्र-5 देखें)

1. ऐंटेना की आवश्यकताएँ
2. ऐंटेना विनिर्देश (स्पेसीफिकेशन)- यांत्रिक विनिर्देश (स्पेसीफिकेशन)
3. संकल्पनात्मक (कानसेपचुवल) अभिकल्प
    - संकल्पनात्मक यांत्रिक अभिकल्प
    - संकल्पनात्मक अभिकल्प में पुनरावृत्ति
    - संकल्पनात्मक आरेखण (ड्राइंग) और 3D मॉडल
    - आंतरिक (इन्टरनल) अभिकल्प की समीक्षा
4. विस्तार में अभिकल्प और वर्चुअल प्रोटोटाइपिंग
    - विस्तार में यांत्रिक विश्लेषण (एनालिसिस)
    - 3 डी कैड मॉडलिंग
    - सामग्रियों का चयन
    - संरचनात्मक और थर्मल भार के लिए विस्तार में विश्लेषण
    - यांत्रिक विश्लेषण के आधार पर 3-D मॉडल में संशोधन
    - निर्माण, असेंबली और संरेखण (ऐलाईनमेन्ट) के आधार पर अभिकल्प में परिवर्तन
    - प्रारंभिक अभिकल्प की समीक्षा
    - 2-डी आरेखण (ड्राइंग)

अनुक्रमणिका

5. संकल्पनात्मक मॉडल का निर्माण और परीक्षण
   - ➢ डी.वी.एम.(DVM) का निर्माण
   - ➢ डी.वी.एम.(DVM) का परीक्षण
   - ➢ परिणाम व्याख्या और अभिकल्प में और सुधार के लिए चर्चा



चित्र-5- हॉर्न ऐंटेना अभिकल्प प्रक्रिया

3.4 हॉर्न ऐंटेना के यांत्रिक अभिकल्प और विश्लेषण

3.4.1 अभिकल्प उपकरण

हॉर्न ऐंटेना के यांत्रिक अभिकल्प, प्रारूपण और विश्लेषण के लिए निम्नलिखित उच्च क्षमता सी.ए.डी.(CAD) / सी.ए.ई.(CAE) उपकरणों का उपयोग किया गया है।

1) यू.जी.-एन.एक्स. -7.5: 3-डी मॉडलिंग और 2 डी-ड्रॉइंग तैयार करने के लिए

2) ऑटो कैड 2009: निर्माण और सतह कोटिंग के 2 डी-ड्रॉइंग तैयार करने के लिए

3) पेट्रान और नस्त्रान: संरचनात्मक विश्लेषण, संरचनात्मक इष्टतमीकरण (ऑप्टिमाइजेशन) और थर्मल विश्लेषण

3.4.2 हॉर्न एंटेना के लिए वजन कम करने की रणनीतियां

यांत्रिक अभिकल्प में द्रव्यमान को कम करने के लिए यांत्रिक कठोरता और ताकत संबंधी आवश्यकताओं का ध्यान रखा जाता है। आदर्श रूप से हॉर्न ऐंटेना को एक घटक में निर्मित किया जाना चाहिए। विनिर्माण सीमाओं के कारण, हॉर्न ऐंटेना को चार भागों में निर्मित किया गया है:- जैसे शंक्वाकार हॉर्न, संक्रमण और पॉलिराइज़र और कनेक्टर। 5-किग्रा वजनी विरासत अभिकल्प से आई.आर.एन.एस.एस. (नाविक) श्रृंखला के उपग्रह के लिए 1.25 किग्रा द्रव्यमान हॉर्न ऐंटेना बनाने के लिए, बहु-स्तरीय जन न्यूनीकरण रणनीतियों का उपयोग करना पड़ा। अभिकल्प कम समय में बड़ी मात्रा में उत्पादन के लिए उपयुक्त होना चाहिए।

1. विरासत अभिकल्प का महत्वपूर्ण मूल्यांकन और सुधार के लिए क्षेत्र को सूचीबद्ध करना
2. द्रव्यमान को कम करने के लिए नए पदार्थ की खोज करना
3. विनिर्माण बाधाओं पर विचार कर, वैचारिक मॉडल के लिए इष्टतम सामग्री वितरण करने के लिए सांस्थितिकी (टोपोलॉजी) इष्टतमीकरण (ऑप्टिमाइजेशन) का उपयोग
4. संरचनात्मक अनुकूलन उपकरण का उपयोग कर वैचारिक मॉडल के लिए उपयुक्त अभिकल्प मॉडल का निर्माण
5. कम समय में बड़ी मात्रा में उत्पादन के लिए उपयुक्त नई निर्माण विधियों का अन्वेषण कर
6. डी.वी.एम. तैयार करके सुधार की और संभावनाओं का पता लगाना

ऊपर दिए गए परिवर्तनों के आधार पर हॉर्न ऐंटेना के हेरिटेज डिज़ाइन मॉडल ***(चित्र-6अ देखें)*** में निम्नलिखित परिवर्तन किए गए हैं। इस तरह द्रव्यमान में 1.7 किग्रा कमी की गयी ***(चित्र-6ब देखें)।***

- इसकी लंबाई में आर.एफ. कैविटी की समरूपता का उपयोग करना
- निर्माण सीमा के आधार पर चर मोटाई अवधारणा
- आर.एफ. जोड़ों की संख्या को कम करना
-



चित्र-6अ- विरासत अभिकल्प
≈ 5 किलो



चित्र-6 ब- संशोधित अभिकल्प
≈ 3.3 किलो



चित्र-6 स- अतिसंशोधित अभिकल्प
≈ 1.45 किलो

3.4.3 हॉर्न ऐंटेना वजन कम करने के लिए नई सामग्री का अन्वेषण

सामग्री चयन निम्नलिखित गुणों पर विचार करके नियंत्रित किया जाता है:-

- आर.एफ. प्रवाहकीय
- आर.एफ. पारदर्शिता
- पी.आई.एम. नियंत्रण
- तापमान सीमा पर परिचालन
- आयामी स्थिरता
- ऊष्मीय चालकता
- विशिष्ट कठोरता
- विशिष्ट शक्ति
- निर्माण (मैन्युक्चुलाबिलिटी) योग्य
- सतह के उपचार के लिए योग्य
- जंग प्रतिरोध
- अपगैसन (आउट-गैसींग) प्रतिरोध

कई सामग्रियों में विशिष्ट सामग्री की कठोरता (ई./ρ), सामग्री की त्वचा की गहराई, विद्युत और तापीय चालकता और विस्तार का थर्मल गुणांक, नई सामग्री चुनने के लिए प्रमुख निर्णय लेने वाले कारक हैं। सी.एफ.आर.पी., मैग्नेशियम मिश्र धातु, और एल्यूमिनियम-मिश्र धातु को हॉर्न ऐंटेना की संभावित सामग्री माना जाता है।

सी.एफ.आर.पी. सामग्री के लिए आर.एफ. घाटे और त्वचा की गहराई बहुत अधिक है और हॉर्न ऐंटेना के लिए इसका कोई विरासत नहीं है, इसलिए योग्यता प्रक्रिया की आवश्यकता होगी। मैग्नेशियम-मिश्र धातु और एल्यूमिनियम-मिश्र धातु की विशिष्ट कठोरता (ई/ρ) समान है। हमारा अभिकल्प कठोरता आधारित है इसलिए हम किसी भी सामग्री का चयन कर सकते हैं। मैग्नीशियम मिश्र धातु का उपयोग आंतरिक और बाहरी भागों पर उपयुक्त सतह कोटिंग कर किया जा सकता है, लेकिन हॉर्न ऐंटेना के लिए इसका कोई विरासत नहीं होने के कारण योग्यता प्रक्रिया की आवश्यकता होगी। बड़े आकार के लिए मैग्नीशियम मिश्र धातु कच्चे माल आसानी से उपलब्ध नहीं हैं, इसके लिये भंडारण, वायर कट EDM और निर्माण (मैन्युक्चुलाबिलिटी) से जुड़ी समस्याएं भी हैं।

अंत में एल्यूमिनियम-मिश्र धातु-6061 टी-6 को हॉर्न ऐंटेना घटक निर्माण के लिए सामग्री के रूप में चुना गया। इसमें अंतरिक्ष विरासत भी है और सभी मानदंडों को पूरा करना और आवश्यक आकार की कच्ची सामग्री उपलब्ध है। निम्नलिखित सामग्री अंतरिक्ष उपयोग के लिए योग्य है और उपरोक्त सभी आवश्यकताओं को पूरा करती है ताकि हॉर्न असेंबली के निर्माण में चयनित हो सके। इन सामग्रियों की अंतरिक्ष विरासत भी है।

एल्युमीनियम मिश्र धातु 6061-T6: शंक्वाकार हॉर्न [मोटाई -1 मिमी (विकल्प 1)], स्ट्रिप [मोटाई -1 मिमी (विकल्प 1 और 2)] के साथ जुड़ने के लिए, कई-चरण ट्रांजिशन, पॉलिराइज़र बॉडी और कवर

एल्युमीनियम मिश्र धातु 1050: शंक्वाकार हॉर्न [मोटाई- 0.5 मिमी (विकल्प -2)], कीलक[रीवेट]

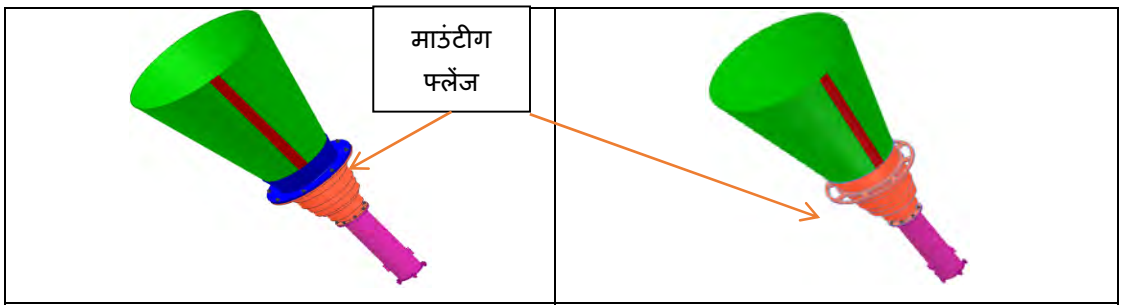
SS-A2-70: नट, बोल्ट और वाशर

आर.एफ. पारदर्शी.क्वार्ट्ज ऊन कवर: हॉर्न एपर्चर को कवर करने के लिए

मल्टी लेयर इन्सुलेशन कंबल: हॉर्न की बाहरी सतह को कवर करने के लिए

दो विकल्प शंक्वाकार हॉर्न के लिए डिज़ाइन किए गए हैं। विकल्प 1 में, शंक्वाकार हॉर्न 1 मिमी मोटी एल्यूमिनियम मिश्र धातु-6061 टी-6 से बना है और विकल्प 2 में 0.5 मिमी मोटी एल्यूमिनियम मिश्र धातु-1050 से बना है, जिसके परिणामस्वरूप हॉर्न ऐंटेना का द्रव्यमान 1.8 किग्रा (विकल्प-1) और 1.45 किग्रा (विकल्प-2) क्रमशः आता है ***(चित्र-6स देखें)***। इसका विनिर्माण करने के लिए, सीएनसी मिलिंग/टर्निंग, ईडीएम/वायर-कट ईडीएम , इलेक्ट्रोफोर्मिंग, और शीट मेटल बनाने की तकनीकों का विवरण किया गया।

3.4.4 हॉर्न ऐंटेना की माउंटिंग फ्लेंज के लिए सांस्थितिकी इष्टतमीकरण (***चित्र-7*** का संदर्भ लें)



चित्र-7अ – डी.वी.एम. अभिकल्प ≈ 1.8 किग्रा

चित्र-7ब – एफ.एम. अभिकल्प ≈ 1.6 किग्रा

3.4.5 हॉर्न ऐंटेना का संरचनात्मक इष्टतमीकरण (***चित्र-8*** का संदर्भ लें)

मोटाई बदलने से हॉर्न ऐंटेना का संरचनात्मक इष्टतमीकरण किया गया है जिसमें हॉर्न ऐंटेना की कठोरता और ताकत की आवश्यकता का ध्यान रखा है (तालिका -2 देखें)।





चित्र-8 - अभिकल्प चर क्षेत्र

तालिका-2 - अभिकल्प मॉडल	तालिका-3- अभिकल्प चर रेंज – मोटाई, मिमी	
उद्देश्य : **न्यूनतम द्रव्यमान** **के अधीन** : 115 < f1 < 125 **अभिकल्प चर** : तालिका-2 के अनुसार मोटाई	**हॉर्न-भाग-1**	0.5 ≤ SH_Body_1(क) ≤5
		0.5 ≤ SH_Body_2(ख) ≤5
		0.5 ≤ SH_Body_3(ग) ≤5
	हॉर्न-भाग-2	3≤ HO_FLA_7(घ) ≤10
		1≤ HO_BOD_2(च) ≤5
		1≤ HO_BOD_4(छ) ≤5
		1≤ HO_BOD_5(ज) ≤5

निर्माण का ध्यान रखते हुए, अभिकल्प मॉडल के आधार पर, हमने मॉडल के विभिन्न क्षेत्र का चयन किया है जैसा कि चित्र-8 और तालिका-3 में दिखाया गया है।

संरचनात्मक इष्टतमीकरण के बाद, अंतिम अभिकल्प चर मोटाई तालिका -4 में सूचीबद्ध हैं। अंत में निर्माण सीमा को ध्यान में रखते हुए हमने तालिका -5 में उल्लिखित विभिन्न क्षेत्रों की मोटाई का चयन किया है। **खंड 3.4.6** में उल्लेखित के अनुसार आगे विस्तृत संरचनात्मक विश्लेषण किया गया है।

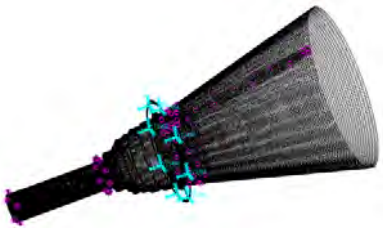
3.4.6 हॉर्न ऐंटेना की एफ.ई. सिमुलेशन

थर्मो-स्ट्रक्चरल विनिर्देशों के तहत प्रदर्शन की उच्च विश्वसनीयता के लिए, प्रक्षेपण भार से अभिकल्प कठोरता, विक्षेपण, प्राकृतिक आवृत्ति, व ताकत सुनिश्चित करने के लिए एफ.ई, विश्लेषण किया गया है। कीलक (Rivets) और नट बोल्ट को यह सुनिश्चित करने के लिए कि स्वीकार्य तनाव से पर्याप्त अंतर है एफ.ई तैयार किया [3]।

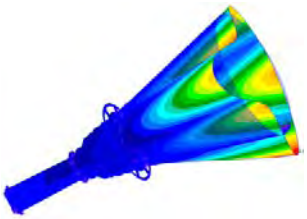
तालिका-4- अंतिम अभिकल्प चर– मोटाई, मिमी	
हॉर्न-भाग-1	SH_Body_1(क) = 0.5
	SH_Body_2(ख) = 2.37
	SH_Body_3(ग) = 0.5
हॉर्न-भाग-2	HO_FLA_7(घ) = 3.41
	HO_BOD_2(च) = 1.27
	HO_BOD_4(छ) = 2.20
	HO_BOD_5(ज) =1.63
द्रव्यमान = 1. 2 किलो और एफ. 1 = 117 हर्ट्ज	

तालिका-5- निर्माण मॉडल चर– मोटाई, मिमी	
हॉर्न-भाग-1	SH_Body_1(क) = 1
	SH_Body_2(ख) = 0.5+2
	SH_Body_3(ग) = 0.5
हॉर्न-भाग-2	HO_FLA_7(घ) = 4
	HO_BOD_2(च) = 4
	HO_BOD_4(छ) = 2+ R2- पट्टिका
	HO_BOD_5(ज) =2+ R2- पट्टिका
द्रव्यमान = 1. 45 किलो और एफ. 1 = 121 हर्ट्ज	

अनुक्रमणिका



एफ.ई. मॉडल और बी.सी.



पहला मोड, F1= 117 हर्ट्ज



वॉन-मिसेस तनाव, 26.6 एम.पी.ए.

चित्र-9 विश्लेषण के परिणाम सारांश

विश्लेषण के परिणाम सारांश के लिये ***चित्र-9*** का संदर्भ लें। इसलिए पर्याप्त अभिकल्प मार्जिन है, जैसा कि सामग्री के स्वीकार्य उपज तनाव 230 एम. पी.ए. (MPa) है।[3]

3.4.7 हॉर्न ऐंटेना की थर्मो-स्ट्रेटिकल एनालिसिस

हॉर्न ऐंटेना के लिए, ऑपरेटिंग तापमान रेंज (कक्षा में) -50 से + 95 °C है। संदर्भ तापमान 20 °सी के रूप में मानते हुए, थर्मामीटरों-स्ट्रक्चरल विश्लेषण $\Delta T = 75$ °सी के लिए किया गया है। इस धारणा को सबसे खराब स्थिति के रूप में कहा जा सकता है। थर्मल विरूपण 0.05 मिमी से भी कम है।[3]

6. हॉर्न ऐंटेना की परीक्षण

ई.टी.एल.एस. दस्तावेज में उल्लिखित प्रक्रिया के अनुसार अभिकल्प, सामग्री, निर्माण और कारीगरी में दोष को बाहर करने के लिए परीक्षण और मूल्यांकन किया गया।[2]

1. **प्रारंभिक बेंच टेस्ट -** फ़ंक्शन, प्रदर्शन और इंटरफ़ेस
2. **ई.एम.आई. / ई.एम.सी. टेस्ट**
3. **थर्मल / थर्मोवाक साइक्लिंग टेस्ट (पूर्व कंपन)** - पांच छोटे चक्र (2 + 2 घंटे) और एक लंबा चक्र (12 + 12 घंटे)।
4. **साइन कंपन परीक्षण**
5. **रैंडम कम्पन टेस्ट**
6. **थर्मोवाक साइकलिंग और शाक टेस्ट (पोस्ट कंपन):** पांच छोटे चक्र (2 + 2 बजे घंटे) और एक लंबा चक्र (24 + 24 घंटे)
7. **अंतिम बेंच टेस्ट -** फ़ंक्शन, प्रदर्शन और इंटरफ़ेस

7. निष्कर्ष

हॉर्न ऐंटेना का यह डिज़ाईन सत्यापन मॉडल कई मायनों में अतीत के विभिन्न अभियानों में अपने समकक्ष की तुलना में बड़ी मात्रा में कॉम्पैक्ट, हल्के, और विकास के लिए उपयुक्त है। सक्रिय आर.एफ. ऐंटेना प्रणाली में पहली बार शीट मेटल का उपयोग करते हुए बड़े पैमाने पर बचत की अवधारणा सफलतापूर्वक उपयोग की गई है। हॉर्न ऐंटेना का वजन 1.45 किलोग्राम (विकल्प-2) है जो 1.25 किलोग्राम के लक्षित द्रव्यमान के करीब है।

8- आभार

लेखक उप निदेशक, श्री एच. आर. कंसारा व निदेशक, श्री तपन मिश्रा, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र को धन्यवाद देते हैं जिन्होंने इस पत्र को हिंदी सेमिनार में मुद्रित करने की आज्ञा प्रदान की। हम अपने सहकर्मियों को धन्यवाद देते हैं जिन्होंने इस लेख की प्रूफ रीडिंग की व त्रुटियों को सही करने में सहायता प्रदान की।

अनुक्रमणिका

9- संदर्भ

[1] SAC, Ahmedabad, IRNSS Project "INDIAN REGIONAL SATELLITE SYSTEM- Payload Design Review" - ISRO-SAC-IRNSS-PDR-02, JUNE 2011.
[2] ISAC, Bangalore, IRNSS Project "IRNSS Spacecraft & Subsystems Environmental Test Level Specifications", - ISRO-SAC-IRNSS-PR-1422, Jan 2010.
[3] Kripa Shanker Singh, "Design & analysis report of C-Band Transmit Horn Antenna for IRNSS", Report No. - SAC/MESA/AMDD/IRNSS/DR 01/2010.
[4] Space Antenna Handbook. by William A. Imbriale, Steven (Shichang) Gao and Luigi Boccia Wiley, 2012
[5] अंग्रेजी-हिंदी अंतरिक्ष विज्ञान शब्दावली (जून-2009) - वैज्ञानिक व तकनीकी शब्दावली आयोग, भारत सरकार, मानव संसाधन विकास मंत्रालय, नई दिल्ली

लेखक परिचय

1- कृपा शंकर सिंह, अभियंता - एस. ई., ऐंटेना यांत्रिक अभिकल्प प्रभाग


कृपा शंकर सिंह

श्री कृपा शंकर सिंह, अभियंता "एस. ई.", ने वर्ष 2006 में सैक के एम.एस.आई.सी.डी/ विभाग में कार्यारंभ किया तथा विभिन माइक्रोवेव नीतभारों जैसे असकैटरोमिटर और मेघाट्रापिक्स के विकास व निर्माण में विशेष योगदान दिया। इनको वर्ष 2009 में ऐंटेना यांत्रिक अभिकल्प प्रभाग में स्थानांतरित कर दिया गया। तदुपरांत विभिन संचार, नेविगेशन और माइक्रोवेव नीतभारों के ऐंटेना जैसे IRNSS-1A से 1J, GSAT-14, MOM और GSAT-16 के अभिकल्प, विश्लेषण और विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई। वर्तमान में GSAT-7A, RISAT-2A, SAARCSAT, OCEANSAT-3/3A, GSAT-22 और GSAT-23 में नीतभारों के ऐंटेना परियोजना प्रबंधक के रूप में कार्यरत हैं। उनके अनुसंधान के मौजूदा क्षेत्रों में, पतली फुलने वाले (इनफ्लेटेबल) व अल्ट्रा लाईट रिफ्लेक्टर ऐंटेना हैं। उन्होंने विभिन्न राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों की कार्यवाही में 7 पत्रों के प्रकाशित किए हैं।

2- ए. आर. श्रीनिवास, प्रधान - ऐंटेना यांत्रिक अभिकल्प प्रभाग


ए आर श्रीनिवास

श्री ए. आर. श्रीनिवास वर्तमान में प्रधान - ऐंटेना यांत्रिक अभिकल्प प्रभाग, के पद पर कार्यरत हैं। आपने विभिन संचार, नेविगेशन और माइक्रोवेव नीतभारों के ऐंटेना के विकास व निर्माण में विशेष योगदान दिया। आप शैक्षणिक व्यावसायिक और परोपकारी गतिविधियों में बहुत सक्रिय है। आपकी संगठनात्मक क्षमता और कौशल ख़ासकर टीम बिल्डर के साथ रूप में जाना जाता हैं। आप आई.ई., ए.एस.आई., एसएसएमई,. आदि व्यावसायिक निकायों के साथ सक्रिय रूप से जुडे हैं। इन्होंने विभिन्न राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय सम्मेलनों की कार्यवाही में कई पत्रों के प्रकाशित किया है।

अनुक्रमणिका

पोस्टर सत्र

नाविक के सामाजिक अनुप्रयोग

रोहित सिंह
वैज्ञानिक/अभियंता एस सी, (कार्यक्रम योजना एवं मूल्यांकन समूह)
विकास और शैक्षिक संचार यूनिट
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन(इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सार

भारतीय क्षेत्रीय नौवहन उपग्रह प्रणाली (आई.आर.एन.एस) भारत द्वारा स्वतंत्र, स्वदेशी तौर पर विकसित क्षेत्रीय उपग्रह नौवहन प्रणाली है। उपग्रह नौवहन सेवा वाणिज्यिक एवं सामरिक अनुप्रयोगों पर आधारित उभरती हुई उपग्रह सेवा प्रणाली है। राष्ट्रीय सुरक्षा और अन्य नागरिक अनुप्रयोगों की आवश्यकताओं को पूरा करने की अपेक्षाओं के साथ प्रधानमंत्री श्री नरेन्द्र मोदी जी ने भारतीय क्षेत्रीय नौवहन उपग्रह प्रणाली को 28-अप्रैल-2016 को 'नाविक' (नौवहन भारतीय समूह) नामकरण के साथ राष्ट्र को समर्पित किया था। यह भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) की एक महत्वाकांक्षी परियोजना है। इस प्रौद्योगिकी के महत्वपूर्ण सैन्य और नागरिक अनुप्रयोग हैं एवं अब इसके सामाजिक अनुप्रयोगों को नए रूप, रचना के साथ विकसित करने में नित नवीन प्रयासों की आवश्यकता है।

विश्व की अन्य वैश्विक नौवहन उपग्रह प्रणाली (जीएनएसएस) आधारित सेवाओं के उदाहरणों से हम यह देख सकते हैं कि इस प्रौद्योगिकी में राष्ट्रीय प्रगति और आर्थिक विकास में तेजी लाने के साथ ही साथ समाज और पर्यावरण के विकास एवं संरक्षण की भी क्षमता है। चूंकि 'नाविक' अभी अपने शुरुआती चरण में हैं इसलिए हमे 'नाविक' के संभावित अनुप्रयोगों में नवीनता और मौलिकता लाने की आवश्यकता है। हमे पूरी दुनिया में स्थापित अन्य वैश्विक नौवहन उपग्रह प्रणाली की सेवाओं से सीखने एवं उनके अनुभवों के द्वारा 'नाविक' की सामाजिक अनुप्रयोगों के लिए एक मजबूत नींव रखने की जरूरत है।

देश में 'नाविक' प्रौद्योगिकी के अनुसंधान, विकास एवं औद्योगीकरण को बढ़ावा देने के लिए समर्पित कार्यक्रम शुरू किया जाना चाहिए। नाविक प्रौद्योगिकी के सामाजिक अनुप्रयोगों में सुदूर संवेदन, भौगोलिक सूचना प्रणाली, उपग्रह संचार प्रौद्योगिकी आदि के संयुक्त प्रयोग की आवश्यकता है। इस तकनीक से देश के सामाजिक और आर्थिक विकास की व्यापक संभावनाएं हैं, और निश्चित रूप से समाज के विभिन्न वर्ग इसके द्वारा अलग-अलग प्रकार से लाभान्वित होंगे।

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) एवं विकास और शैक्षिक विकास यूनिट (डेकू) को 'नाविक' एवं अन्य अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के सामाजिक अनुप्रयोगों को जनसाधारण तक सरल एवं सुगम रूप से पहुँचाने के लिए एक संपूर्ण रूप से केंद्रीकृत नियंत्रण इकाई – 'राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड' की स्थापना करनी चाहिए। 'राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड' वर्तमान में संचालित सभी भारतीय उपग्रहों से सूचना प्राप्त करने एवं उसका केंद्रीकृत विश्लेषण करने के पश्चात उसको सामाजिक अनुप्रयोगों के द्वारा जनसाधारण तक सुगम एवं सरल माध्यम से पहुँचाने का कार्य करेगा। विकास और शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) को अंतरिक्ष कार्यक्रमों के सामाजिक अनुप्रयोगों का अच्छा अनुभव है, इसलिए 'राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड' के द्वारा 'नाविक' प्रौद्योगिकी का व्यापक रूप से सामाजिक और आर्थिक प्रगति के लिए उपयोग, डेकू द्वारा कार्यान्वित किया जा सकता है।

नौवहन प्रौद्योगिकी के अनुसंधान एवं विकास में हो रहे प्रयोगों से इसकी सटीकता और प्रयोज्यता के और बढ़ने के आसार हैं। मौजूदा प्रणाली और नए संजाल के संवर्धन के द्वारा 'नाविक' की सामाजिक प्रायोजकता एवं उसके द्वारा होने वाले संचयी लाभ निश्चित रूप से बड़े होंगे। इसलिए इस प्रणाली की पूर्ण क्षमता का उपयोग करने की दिशा में एक संयुक्त प्रयास की आवश्यकता है।

प्रमुख शब्द : *नाविक, नौवहन उपग्रह प्रणाली, राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड, अनुप्रयोग, भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो), विकास और शैक्षिक विकास यूनिट (डेकू), कृषि, पर्यावरण, आपदा प्रबंधन, सर्वेक्षण, मानचित्रण, सड़कें एवं राज्यमार्ग, समय सेवा इत्यादि।*

अनुक्रमणिका

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी 2017

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास

प्रस्तावना

वैश्विक आवृत्त क्षेत्र के ऊपर कार्य करने वाली उपग्रह नौवहन प्रणाली को वैश्विक नौवहन उपग्रह प्रणाली (जीएनएसएस) कहा जाता है, जबकि एक विशेष क्षेत्र के ऊपर कार्य करने पर इसे क्षेत्रीय नौवहन उपग्रह प्रणाली कहा जाता है। वर्तमान में संयुक्त राज्य अमेरिका का नेवस्टार ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम (जीपीएस), रूसी ग्लोनास और यूरोपीय संघ द्वारा प्रचालित गैलीलियो वैश्विक परिचालन वाली उपग्रह नौवहन प्रणाली हैं। यूरोपीय संघ द्वारा प्रचालित गैलीलियो को सन 2020 तक पूरी तरह से चालू किये जाने का प्रस्ताव है। चीन भी सन 2020 तक अपने क्षेत्रीय नौवहन उपग्रह प्रणाली 'बेईडो' को वैश्विक 'बेईडो-2' में विस्तारित करने की प्रक्रिया में है। इसी प्रकार फ्रांस और जापान भी क्षेत्रीय नौवहन प्रणालियों को विकसित करने की प्रक्रिया में हैं।

'नाविक' - भारतीय क्षेत्रीय नौवहन उपग्रह प्रणाली (आई.आर.एन.एस) का उपनाम है जोकि भारत द्वारा स्वतंत्र एवं स्वदेशी तौर पर विकसित क्षेत्रीय उपग्रह नौवहन प्रणाली है। यह प्रणाली भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) द्वारा पूरी तरह से योजनाबद्ध, स्थापित और नियंत्रित है। इसका उद्देश्य अपने प्राथमिक सेवा क्षेत्र भारत के उपयोगकर्ताओं को सटीक अवस्थिति सूचना सेवा प्रदान करने के साथ-साथ अपनी सीमा से 1500 किमी तक के विस्तार क्षेत्र में सेवाएं प्रदान करना है। आई.आर.एन.एस अर्थात 'नाविक' के द्वारा दो प्रकार की नौवहन सेवाओं, अर्थात् मानक अवस्थिति (सभी उपयोगकताओं के लिए उपलब्ध) और प्रतिबंधित सेवा (मात्र अधिकृत उपयोगकर्ताओं के लिए) प्रदान करने की परिकल्पना की गई है एवं इसका लक्ष्य प्राथमिक सेवा क्षेत्र में 20 मीटर से अधिक की स्थिति सटीकता प्रदान करना है।

चूंकि निकट भविष्य में 'नाविक' का पूर्ण रूप से संचालन शुरू हो जायेगा, इसलिए हमें अग्रिम रूप से 'नाविक' के नवीनतम अनुप्रयोगों को अधिकतम सामाजिक लाभ के लिए इस्तेमाल करने की कोशिशें प्रारम्भ कर देनी चाहिए। यह लेख वर्तमान भारतीय परिदृश्य में 'नाविक' के अनुप्रयोगों के विभिन्न क्षेत्रों और इसके प्रयोज्यता के विश्लेषण के दिशा में एक छोटा सा प्रयास है। इस लेख के माध्यम से हम यह भी समझने का प्रयत्न करेंगे कि, कैसे विभिन्न हितधारकों के सहयोगी प्रयासों के साथ, हम अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के सामाजिक अनुप्रयोगों में नए स्तर तक पहुंच सकते हैं।

'नाविक' - भारतीय क्षेत्रीय नौवहन उपग्रह प्रणाली (आई.आर.एन.एस) – वास्तुकला

आई.आर.एन.एस - 'नाविक' की वास्तुकला मुख्य रूप से एक भूमि खंड, अंतरिक्ष खंड और उपयोगकर्ता खंड से मिलकर बनती है।



चित्र 1 : आई.आर.एन.एस ''नाविक'' संकल्पना

क) आई.आर.एन.एस 'नाविक' - अंतरिक्ष खंड

आई.आर.एन.एस 'नाविक' के अंतरिक्ष खंड में सात उपग्रह शामिल हैं। जिसके तीन उपग्रह भूस्थिर कक्षा (जी.ई.ओ.) और चार उपग्रह भूमध्य रेखा के समतल से 29^0 के झुकाव पर भूतुल्यकाली कक्षा (जी.एस.ओ.) में स्थित हैं। तीन उपग्रह भूस्थिर कक्षा (जीएसओ) 32.5^o पूर्व, 83^o पूर्व और 131.5^o पूर्व तथा चार उपग्रह

अनुक्रमणिका

भूतुल्यकाली कक्षा (आईजीएसओ) के पास स्थित होंगे, उनके रेखांकित क्रॉसिंग 55° पूर्व और 111.75° पूर्व (प्रत्येक समतल में दो उपग्रह) हैं।

ख) आई.आर.एन.एस 'नाविक' - भूखंड

आई.आर.एन.एस 'नाविक' समूह की देखभाल एवं प्रचालन की ज़िम्मेदारी भूखंड पर है। यह समूह की स्थिति, कक्षीय एवं घड़ी प्राचल की गणना तथा नौवहन आंकड़ा उद्धारण एवं नियंत्रण मुहैया कराता है। आई.आर.एन.एस 'नाविक' का भूखंड इसके नक्षत्र के रखरखाव और संचालन के लिए जिम्मेदार है। भूखंड में निम्न शामिल हैं:

1. इसरो नौवहन केंद्र
2. आई.आर.एन.एस अंतरिक्ष यान नियंत्रण सुविधा
3. आई.आर.एन.एस सीमा एवं अखंडता निगरानी स्टेशन
4. आई.आर.एन.एस संजाल समय केंद्र
5. आई.आर.एन.एस सीडीएमए रेंजिंग स्टेशन
6. लेजर रेंजिंग स्टेशन
7. डेटा संचार नेटवर्क

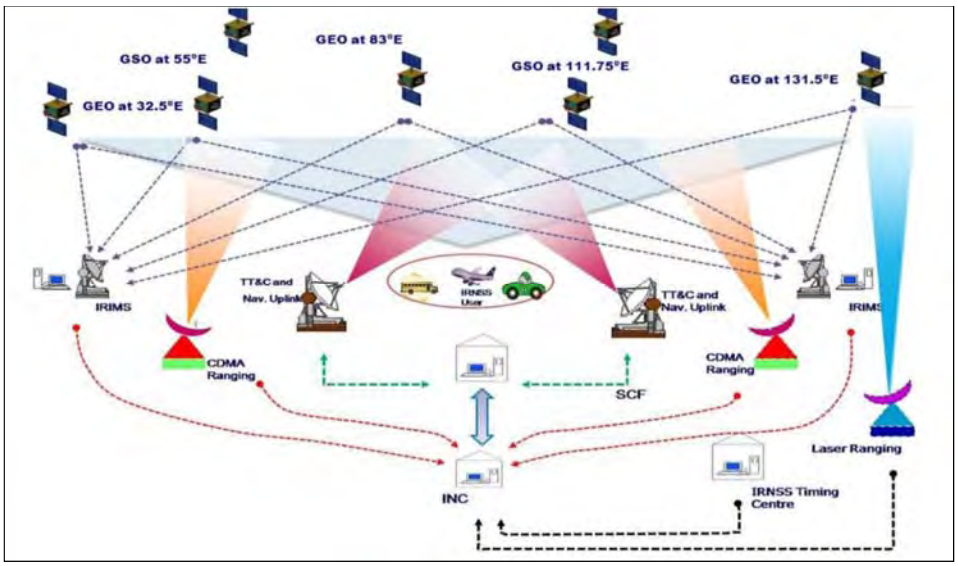
ग) आई.आर.एन.एस 'नाविक' - उपयोगकर्ता खंड

आई.आर.एन.एस 'नाविक' के उपयोगकर्ता खंड में मुख्य रूप से निम्न शामिल हैं:

1. एक एकल आवृत्ति आई.आर.एन.एस रिसीवर जोकि संकेत को एल 5 या एस बैंड आवृत्ति पर प्राप्त करने में सक्षम हो।

2. एक दोहरी आवृत्ति आई.आर.एन.एस रिसीवर जोकि संकेत को दोनों एल 5 और एस बैंड आवृत्ति पर प्राप्त करने में सक्षम हो।

3. आई.आर.एन.एस और अन्य वैश्विक नौवहन उपग्रह प्रणाली (जीएनएसएस) संकेतों के लिए संगत एक रिसीवर।



चित्र 2 : आई.आर.एन.एस - 'नाविक' की वास्तुकला

अन्य वैश्विक और क्षेत्रीय नौवहन प्रणालियों के अनुप्रयोगों पर विश्लेषण

विश्व में सबसे व्यापक रूप से इस्तेमाल किया जाने वाला वैश्विक नौवहन प्रणाली ग्लोबल पोजिशनिंग सिस्टम (जीपीएस) है, जोकि संयुक्त राज्य की स्वामित्व वाली उपयोगिता है, यह उपयोगकर्ताओं को स्थिति, नौवहन और समय (पीएनटी) सेवाएं प्रदान करती है। इसके मौजूदा अनुप्रयोगों में जीपीएस के तीन मूलभूत घटक – निरपेक्ष स्थान, सापेक्ष आंदोलन और समय अंतरण में से एक या अधिक का उपयोग किया जाता है।

अनुक्रमणिका

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास

शुरुआत में वैश्विक और क्षेत्रीय नौवहन प्रणालियों का उपयोग सीमित सैन्य और नागरिक अनुप्रयोगों के लिए किया जाता था, लेकिन समय के साथ प्रौद्योगिकी और उपग्रह तंत्र में महत्वपूर्ण विकास के साथ इन प्रणालियों के अनुप्रयोग बहुआयामी क्षेत्रों में बढ़ गए हैं। इन सेवाओं की अधिकतम उपयोगिता लिए नित नए क्षेत्रों में अनुसंधान किये जा रहे है। अधिकांश विकसित और विकासशील देश वैश्विक और क्षेत्रीय नौवहन प्रणालियों के विभिन्न सैन्य, नागरिक और व्यावसायिक अनुप्रयोगों के लिए अपने मौजूदा बुनियादी ढांचे का उपयोग कर रहे हैं, जिसके वाणिज्य, वैज्ञानिक उपयोग, निगरानी आदि में भी विविध अनुप्रयोग हैं। नौवहन प्रणालियों द्वारा सटीक समय सेवाएं भी प्रदान की जाती हैं जोकि रोज़मर्रा की गतिविधियों जैसे कि बैंकिंग, मोबाइल फोन संचालन, और यहां तक कि विद्युत् संयंत्र के नियंत्रण में भी उपयोगिता प्रदान करते हैं।

नौवहन प्रौद्योगिकी के नए अनुप्रयोगों में स्व-चालित वाहन, यातायात प्रबंधन प्रणाली, आपदा प्रबंधन प्रणाली, दुर्घटना प्रबंधन प्रणाली, अपराध नियंत्रण, नगर व्यवस्थापन, पशु और पक्षी प्रवास, वन आवरण, समुद्र विज्ञान, तेल अन्वेषण, व्यक्तिगत और पालतू सुरक्षा आदि प्रमुख रूप से प्रचलित हैं। नए देशों द्वारा नौवहन प्रौद्योगिकी के अनुसंधान एवं विकास में हो रहे प्रयोगों से इसकी सटीकता और प्रयोज्यता के और बढ़ने के आसार हैं। मौजूदा प्रणाली और नए संजाल के संवर्धन के द्वारा 'नाविक' की सामाजिक प्रयोजकता एवं उसके द्वारा होने वाले संचयी लाभ निश्चित रूप से बड़े होंगे। इसलिए इस प्रणाली की पूर्ण क्षमता का उपयोग करने की दिशा में सभी देशों के द्वारा एक संयुक्त प्रयास होना चाहिए।



चित्र 3: वैश्विक नौवहन प्रणाली के विभिन्न अनुप्रयोग

वर्तमान भारतीय परिदृश्य में 'नाविक' एवं इसके अनुप्रयोगों की प्रयोज्यता

विश्व बैंक की रिपोर्ट के अनुसार सन 2016 में भारत क्रय शक्ति समता के अनुसार विश्व की तीसरी सबसे बड़ी एवं तेजी से बढ़ती हुई अर्थव्यवस्था है। भारत पिछले कई दशकों से औसत 7% की दर से मजबूत आर्थिक विकास कर रहा है। आज भारत विश्वभर में व्यापार और निवेश के नए अवसरों के लिए सबसे आकर्षक स्थलों में से एक है। भारत सरकार के "मेक इन इंडिया" जैसे अभियान के द्वारा देश में विदेशी निवेश एवं स्वदेशी उत्पादन करने के लिए तकनीकी सहयोग और प्रोत्साहन भी प्रदान किया जा रहा है।

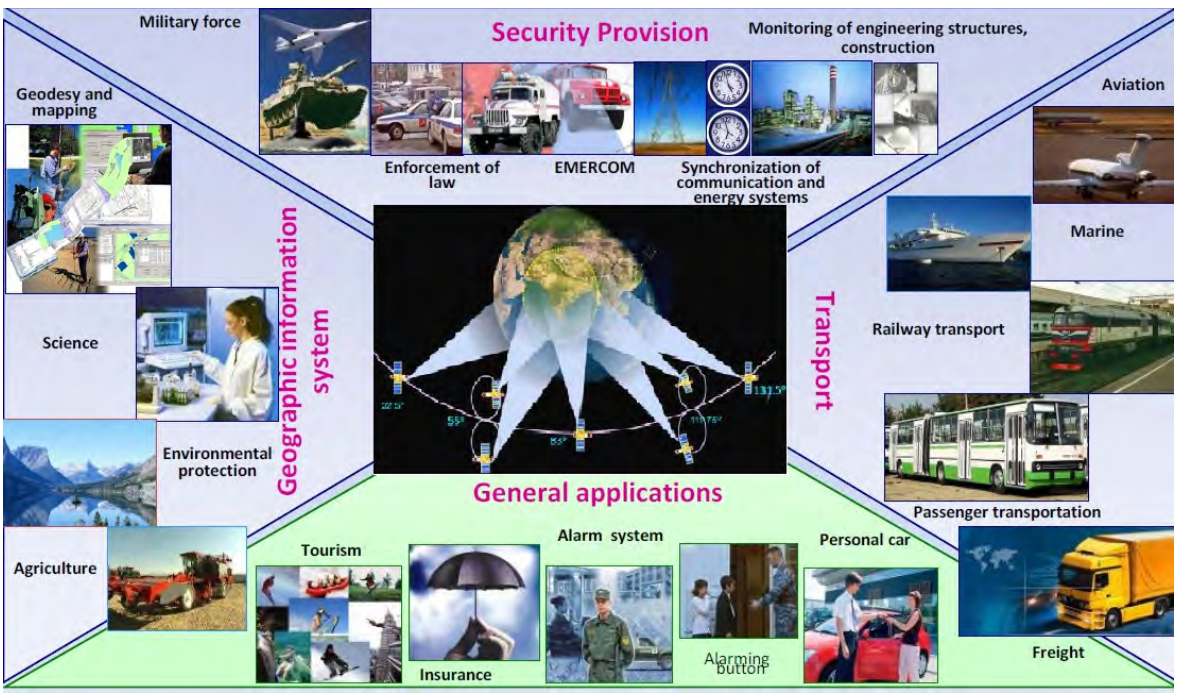
भारतीय संगठन पूरे विश्व में सूचना प्रौद्योगिकी की सेवाएँ प्रदान करने में अग्रणी हैं, एवं भारत का सूचना प्रौद्योगिकी क्षेत्र नित नए आयाम हासिल कर रहा है। भारत में इंटरनेट उपयोगकर्ता आधार दुनिया में सबसे तेजी से बढ़ रहा है। 'ब्रांड इक्विटी फोरम' के आंकड़ों के अनुसार जून 2017 तक भारत में इंटरनेट उपयोगकर्ता की संख्या 45 करोड़ तक

पहुंच जाएगी। भारतीय सूचना प्रौद्योगिकी क्षेत्र में नौवहन प्रौद्योगिकी के उपकरणों का बड़े पैमाने पर उत्पादन करने व नए अनुप्रयोग बनाने की क्षमता है एवं कई भारतीय संगठन इस दिशा में कार्य भी कर रहे हैं।

वर्तमान युग में कृषि कार्यक्रमों की योजना और निष्पादन के लिए सरकार एवं योजनाकारों के पास कृषि सम्बन्धी व्यापक और विश्वसनीय सूचना होना अत्यंत महत्वपूर्ण है। कृषि संबंधी गतिविधियाँ आज भी देश के एक बड़े वर्ग के लिए लाभदायक रोजगार और आजीविका प्रदान करने के साथ ही साथ राष्ट्रीय आय में भी महत्वपूर्ण योगदान देती है। अतः देश की आर्थिक एवं सामाजिक प्रगति के लिए कृषि क्षेत्र की प्रगति भी अति आवश्यक है। इस दिशा में नौवहन प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोगों को इस्तेमाल करने की आवश्यकता है। क्षेत्रफल के अनुसार भारत दुनिया में दूसरी सबसे बड़ी कृषि भूमि है। 20 कृषि-जलवायु क्षेत्रों के साथ, दुनिया में सभी 15 प्रमुख मौसम भी यहाँ मौजूद हैं, अतः यह नौवहन प्रौद्योगिकी की सेवाओं के इस्तेमाल एवं नयी खेती प्रविधियों के परीक्षण लिए एक अच्छा अवसर प्रदान करता है।

देश के विकास में उसकी आधारिक संरचना का महत्वपूर्ण प्रभाव होता है, जिसमें उसकी सड़कों और राज्यमार्गों की भूमिका महत्वपूर्ण होती है। भारत में सड़क एवं राजमार्ग का एक विस्तृत संजाल है जो भविष्य में और विस्तृत होगा। इस आधार पर भारतीय परिवहन क्षेत्र में नौवहन प्रणालियों के स्थिर विकास के सुअवसर हैं और इस उद्योग में 'नाविक' आधारित अनुप्रयोगों को विकसित और लागू करने के लिए अपार संभावनाएं हैं। नौवहन प्रौद्योगिकी की सेवाओं को परिवहन विकास, यातायात प्रबंधन और हरित शहरी परिवहन के क्षेत्र में उपयोग किया जा सकता है। 'नाविक' आधारित सामाजिक अनुप्रयोगों के द्वारा सड़क सुरक्षा, दुर्घटना प्रतिक्रिया प्रबंधन जैसी समस्याओं को हल करने के लिए एक संवर्धक कार्य किया जा सकता है।

वर्तमान में नागरिक उड्डयन क्षेत्र में सरकार विशेष ध्यान दे रही है। भारतीय नागरिक उड्डयन क्षेत्र में गत वर्ष में लगभग 20-25 फीसदी की वृद्धि दर देखी गई है। नागरिक उड्डयन आवश्यकताओं की बढ़ती हुई मांगों को पूरा करने तथा स्वतंत्र उपग्रह नौवहन प्रणाली पर आधारित अवस्थिति, नौवहन एवं कालन की प्रयोक्ता आवश्यकताएं पूरा करने हेतु उपग्रह आधारित नौवहन सेवाएं मुहैया कराने के लिए भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) ने भू-संवर्धित नौवहन (गगन) प्रणाली की स्थापना करी है। इस प्रणाली की स्थापना करने के लिए भारतीय विमानपत्तन प्राधिकरण (ए.ए.आई.), भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के साथ संयुक्त रूप से कार्य कर रहा है।



चित्र 4: 'नाविक' अनुप्रयोग के विकास के लिए संभावित क्षेत्र

भारत सरकार द्वारा डिजिटल इंडिया, स्मार्ट सिटीज, भारतनेट आदि जैसे नए कार्यक्रमों के द्वारा डिजिटल अर्थव्यवस्था स्थापित करने के अविरल प्रयास किये जा रहे है। भारतीय बैंक मोबाइल, इंटरनेट, सोशल मीडिया और स्मार्ट फ़ोन के

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास

माध्यम से अपनी सेवाओं एवं सुविधाओं का विस्तार बहुत ही तेजी से बढ़ा रहे हैं एवं नए ग्राहकों तक पहुंचने के लिए एसएमएसी (सोशल, मोबाइल, एनालिटिक्स और क्लाउड) तकनीक पर तेजी से ध्यान केंद्रित कर रहे हैं। ग्रामीण भारत तक बैंकिंग सेवाओं की पहुँच बढाने, उनको चिन्हित करने के लिए 'नाविक' आधारित सेवाओं का इस्तेमाल किया जा सकता है। इस तरह के तकनीकी नवाचार न केवल उत्पादों और सेवाओं को सशक्त बनाने में मदद करेगा, बल्कि जनता तक पहुंच और इन सेवाओं के सामाजिक प्रभाव को भी बढ़ाएगा।

भारत में दुनिया की सबसे बड़ी उच्च शिक्षा प्रणाली है और उच्च शिक्षा में छात्रों के नामांकन के मामले में यह विश्व में दूसरे स्थान पर है। भारत की लगभग 29.1 प्रतिशत जनसंख्या 0-14 वर्षों की आयु वर्ग में है जोकि भारत में शैक्षिक क्षेत्र में बड़े विकास के अवसर प्रदान करता है। छात्रों को बेहतर शिक्षा प्रदान करने के लिए सरकार एवं विद्यालय सूचना और मल्टीमीडिया शिक्षा प्रौद्योगिकियों में निवेश कर रहे है। भारत में इंटरनेट के बढ़ते दायरे के साथ, व्यावसायिक प्रशिक्षण पाठ्यक्रम प्रदान करने और राष्ट्रीय पहुंच बढ़ाने के लिए दूर-शिक्षा माध्यम का चयन किया जा रहा हैं। 'नाविक' आधारित अनुप्रयोग, देश के क्षमता निर्माण कार्यक्रमों को विस्तृत करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं। इस दिशा में विभिन्न संस्थाओं एवं विभागों के बहुपक्षीय सहयोग के साथ और 'राष्ट्रीय ज्ञान संजाल' का उपयोग करते हुए, ऐसे कार्यक्रमों के प्रतिपादन और उससे होने वाले लाभ को हम अप्रत्याशित स्तर तक पहुंचा सकते हैं।

ग्रामीण और दूरदराज के इलाकों में स्वास्थ्य देखभाल एवं चिकित्सा की चुनौतियों का सामना करने और स्वास्थ्य क्षेत्र में शिक्षा, प्रशिक्षण और प्रबंधन आदि अन्य अनुप्रयोगों में 'नाविक' प्रौद्योगिकी के उपयोग की अनन्त संभावनाएं हैं। दूर-चिकित्सा, उच्च गति वाले इंटरनेट, दूरसंचार और उपग्रह संचार के माध्यम से दूरस्थ क्षेत्रों में कम लागत वाले परामर्श और निदान सुविधाओं का विस्तार करा जा सकता है। डिजिटल स्वास्थ्य ज्ञान संसाधन, इलेक्ट्रॉनिक चिकित्सा अभिलेख, मोबाइल स्वास्थ्य सेवा, इलेक्ट्रॉनिक स्वास्थ्य अभिलेख, अस्पताल सूचना प्रणाली, तकनीक सक्षम देखभाल, दूरचिकित्सा और अस्पताल प्रबंधन सूचना प्रणाली आदि अन्य सेवाओं के लिए भी 'नाविक' के अनुप्रयोगों का प्रयोग किया जा सकता है।

'राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड'

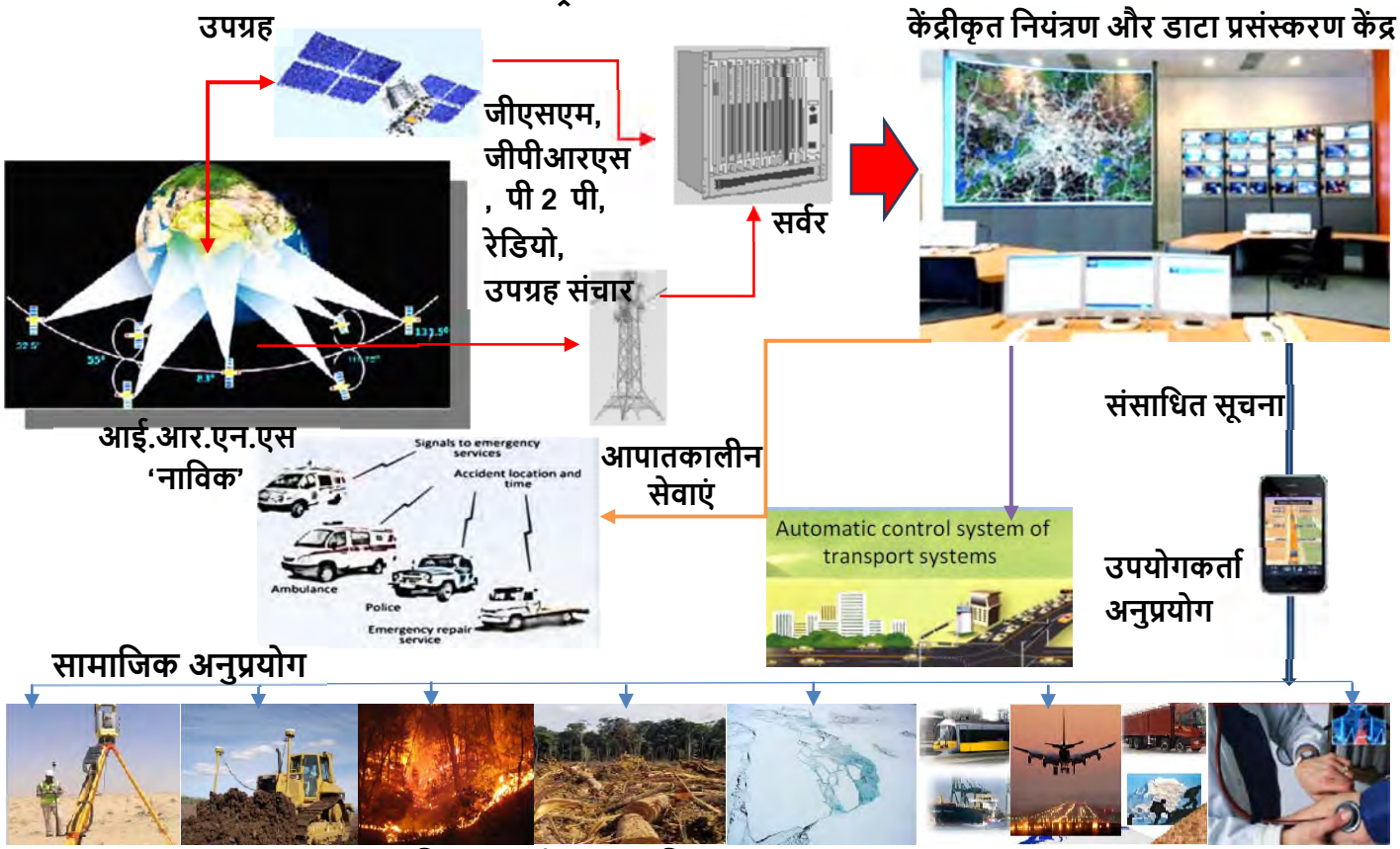
इसरो ने मानव जाति के लाभ के लिए अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के उपयोग में हमेशा एक सक्रिय भूमिका निभाई है। इसरो की आम आदमी के हित में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के उपयोग को बढ़ावा देने के ध्येय की प्राप्ति में एक स्वतंत्र इकाई के रूप में विकास और शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) की एक सुनिश्चित भूमिका है। दूर-शिक्षा, दूर-चिकित्सा आदि जैसे अंतरिक्ष अनुप्रयोग कार्यक्रमों का निरंतर विस्तार, समाज को प्रत्यक्ष लाभ पहुंचाने में डेकू की महती भूमिका को दर्शाता है। इस प्रकार, डेकू राष्ट्रीय विकास में अंतरिक्ष-आधारित सामाजिक अनुप्रयोगों के उद्देश्यों से जुड़े लक्ष्यों को सभी मोर्चों पर सफल बनाने में संलग्न है। इसलिए, डेकू अपने इस अनुभव से 'नाविक' आधारित सामाजिक अनुप्रयोगों के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है।

विकास और शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) पिछले कई दशकों से सक्रिय रूप से सामाजिक अनुप्रयोगों में शामिल है, और इस कारण दूरदराज के इलाकों में डेकू की अच्छी पहुँच है। इसलिए डेकू के इस अनुभव से 'नाविक' आधारित सामाजिक अनुप्रयोगों के लिए एक 'राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड' की स्थापना की जा सकती है, जोकि एक केंद्रीय नियंत्रण और डाटा प्रसंस्करण केंद्र से कार्य करेगा।

'राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड' की परिकल्पना इस उद्देश्य के साथ की गयी है कि 'एक प्रयोक्ता पूरे भारतीय उपग्रह संजाल के लाभों को एक साथ हासिल करने में सक्षम होना चाहिए'। वर्तमान में विभिन्न संचालित उपग्रहों के लाभ उठाने के लिए अलग-अलग अनुप्रयोग हैं, लेकिन प्रयोक्ता को आवश्यकता है कि वह एक ही अनुप्रयोग के तहत सभी भारतीय उपग्रहों और उनके अनुप्रयोगों का लाभ उठा सके। अंतिम उपयोगकर्ता की आवश्यकताओं पर विचार के साथ आवेदन बनाया जाना चाहिए, उदाहरण के लिए, यदि अंतिम उपयोगकर्ता एक किसान है, तो उसे अपने भौगोलिक स्थान से संबंधित सभी जानकारी जैसे की मौसम, मिट्टी की उर्वरता, नवीन फसल एवं बीज, निकटतम व अन्य बाजार में फसल का भाव, कृषि सबंधित नयी जानकारी, सरकारी योजनायें इत्यादि उसे अपने मोबाइल उपकरण पर एक ही अनुप्रयोग के द्वारा मिलनी चाहिए, साथ ही साथ अगर वह आवश्यकता महसूस करता है तो वह अन्य उपग्रही सूचनाओं का उपयोग करने में भी उस अनुप्रयोग को सक्षम होना चाहिए।

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास

राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड : अवधारणा



चित्र 5: 'राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड': अवधारणा

भारत सरकार, राज्य सरकार एवं केन्द्रीय मंत्रालय अपने प्रमुख सामाजिक और विकास कार्यक्रमों की निगरानी, नियंत्रण और कार्यान्वयन के लिए 'नाविक' अनुप्रयोगों का उपयोग कर सकते हैं। 'राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड' केंद्र में उन कार्यक्रमों का सामाजिक अनुसंधान एवं मूल्यांकन भी हो सकता है।



अनुक्रमणिका

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास

'नाविक' प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोगों की विस्तृत श्रेणी है, इसका उपयोग सैन्य और साथ ही विभिन्न नागरिक अनुप्रयोगों के लिए किया जा सकता है। इसलिए अधिकतम सामाजिक लाभ के लिए इसे अपने समकक्ष अन्य वैश्विक नौवहन उपग्रह प्रणाली सेवाओं के साथ स्वतंत्र रूप से इस्तेमाल करने की अनुमति दी जानी चाहिए। सरकार को इसकी प्रौद्योगिकी और अनुप्रयोगों के विकास को बढ़ावा देना चाहिए एवं छात्रों, शोधकर्ताओं और अन्य संगठनों को इस तकनीक के सामाजिक अनुप्रयोगों का विकासित करने के लिए प्रोत्साहित किया जाना चाहिए।

'नाविक' के संभावित अनुप्रयोगों के क्षेत्र एवं संभावनाए

क) कृषि क्षेत्र

दुनिया के विभिन्न भागों में स्थिति निर्धारण प्रणाली और भौगोलिक सूचना प्रणाली के संयोजन से परिशुद्धता कृषि या स्थल-विशिष्ट खेती का विकास किया जा रहा है। इन प्रौद्योगिकियों ने सटीक स्थिति की जानकारी के साथ वास्तविक समय सूचना संग्रह के युग्मन को सक्षम किया है, जिसके द्वारा बड़े पैमाने पर भू-स्थानिक सूचना का विश्लेषण का संभव हो पाया है।

अतीत में, किसानों के लिए जमीन की विविधता के साथ उत्पादन तकनीक और फसल की पैदावार को सहसंबंधित कर पाना मुश्किल था परन्तु अब परिशुद्धता कृषि के द्वारा यह संभव है एवं इससे कृषि उत्पादन को भी बढ़ाया जा रहा है। आज कीटनाशकों, जड़ी-बूटियों और उर्वरकों के अधिक सटीक अनुप्रयोग, और उन रसायनों के फैलाव के बेहतर नियंत्रण, परिशुद्धता कृषि के माध्यम से संभव है, इस प्रकार कृषि खर्च कम करने, उच्च पैदावार और पर्यावरण के अनुकूल खेती करने के लिए भी इन अनुप्रयोगों का इस्तेमाल किया जा सकता है।

कई लोगों का मानना है कि परिशुद्धता कृषि का लाभ केवल विशाल पूंजी निवेशों और सूचना प्रौद्योगिकी के साथ अनुभव वाले बड़े खेतों में ही किया जा सकता है। परन्तु प्रयोगों के द्वारा ये साबित हुआ है कि यह तकनीक छोटे किसानों के लिए भी सामान रूप से लाभकारी है। 'नाविक' और 'राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड' के माध्यम से, भूमि और पानी के उपयोग में सुधार के लिए जरूरी सूचना राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड केंद्र में एकत्रित और संसाधित की जा सकती है। फिर इसे मोबाइल उपकरण या ग्राम संसाधन केंद्रों के माध्यम से प्रयोक्ता को प्रेषित किया जा सकता है।

इस संसाधित सूचना का उपयोग किसान अपने कृषि सम्बंधित उपयोग में ला सकता है एवं उसके भौगोलिक स्थान से संबंधित सभी जानकारी जैसे कि मौसम, मिट्टी की उर्वरता, नवीन फसल एवं बीज, निकटतम व अन्य बाजार में फसल का भाव, कृषि सबंधित नयी जानकारी, सरकारी योजनायें इत्यादि प्राप्त होंगी, जिससे वह निश्चित रूप से लाभान्वित होगा।

ख) पर्यावरण

वर्तमान में मानव को जरूरतों को संतुलित करते हुए पृथ्वी के पर्यावरण को बनाए रखने के लिए अधिक अद्यतन जानकारी के साथ बेहतर निर्णय लेने की आवश्यकता है। सटीक और समय पर जानकारी एकत्र करना सरकार एवं अन्य संस्थाओ की सबसे बड़ी चुनौतियों में से एक है। 'नाविक' और 'राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड' उस समस्या को हल करने में मदद कर सकता है।

'नाविक' सटीक स्थिति सूचना एवं राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड केंद्र योजनाकारों को वर्णनात्मक जानकारी प्रदान करने का कार्य करेंगे, इसी प्रकार अन्य उपग्रहों की सूचना के साथ स्थिति की जानकारी को जोड़कर, एक नए परिप्रेक्ष्य से कई पर्यावरणीय समस्याओं का विश्लेषण करना संभव हो सकेगा। 'नाविक' के माध्यम से एकत्रित स्थिति सूचना को भौगोलिक सूचना प्रणाली सॉफ्टवेयर में आयात करके राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड केंद्र में नवीन तरीकों से विश्लेषण किया जा सकता है, जो किसी खास स्थिति की पूरी समझ को बनाने के लिए संभवतः पारंपरिक माध्यमों से संभव नहीं थी।

दुर्गम जगहों का हवाई अध्ययन 'नाविक' की सहायता से आसानी से किया जा सकता है। यह निर्णयकारों, योजनाकारों और हितधारकों को किसी क्षेत्र के वन्यजीवों, इलाके और मानव अवसंरचना का मूल्यांकन करने में मदद करेगा। 'नाविक' निर्देशांक के साथ चित्रण एवं भू-चिह्नित आदि सेवाओं से वन संरक्षण के प्रयासों, उनके मूल्यांकन और प्रबंधन में भी सहायता मिलेगी। लुप्तप्राय प्रजातियों की निगरानी और संरक्षण में भी 'नाविक' प्रणाली द्वारा मदद की जा सकती है।

अनुक्रमणिका

'नाविक' के द्वारा हम मानचित्रण जानकारी को एकत्र कर सकते हैं और हमारी विभिन्न गतिविधियों जैसे कि खनन संचालन, वन आवरण, पक्षी प्रवास आदि के प्रबंधन का कार्य भी कर सकते हैं। यह हमें पर्यावरण में बदलावों के बारे में हमारी समझ बढ़ाने में मदद करेगा और हमें बेहतर पूर्वानुमान और योजना निर्णय लेने में क्षमता प्रदान करेगा। नियंत्रण केंद्र में विभिन्न मौसम विज्ञान और भूवैज्ञानिक कार्यों के लिए तैनात हमारे अन्य उपग्रहों के साथ 'नाविक' समूह का उपयोग किया जा सकता है। 'नाविक' का उपयोग तेल के फैलाव उसकी परिधि मापन और दावानल और आग से लड़ने वाले संसाधनों का कुशल उपयोग करने के लिए भी किया जा सकता है। यहां तक कि वैज्ञानिक नौवहन उपग्रह प्रणाली पर आधारित तकनीक का उपयोग करके ऐसे मॉडल विकसित कर रहे है, जो भूकंप या अन्य भूकंपीय निगरानी गतिविधियों का पूर्वानुमान लगा सके।

'नाविक' पक्षियों के प्रवासी नमूनों, लुप्तप्राय प्रजातियों जैसे कि बाघों की निगरानी, उनके निवास स्थान की निगरानी और मानचित्रण आदि के अध्ययन में भी सहायता कर सकता है। यह उनकी गिरती आबादी को बनाए रखने और बढ़ाने में भी मदद कर सकता है। इसका उपयोग वनस्पति और जैव विविधता मानचित्रण में भी किया जा सकता है। 'नाविक' और अन्य उपग्रहों के साथ पर्यावरण के प्रवृत्तियों को कुशलता से प्राप्त कर सकते हैं और राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड केंद्र में विषयगत मानचित्र आसानी से बनाए जा सकते हैं।

ग) सार्वजनिक सुरक्षा और आपदा प्रबंधन

किसी भी बचाव अभियान को सफल बनाने में समय एक महत्वपूर्ण घटक है। स्थलों, सड़कों, इमारतों, आपातकालीन सेवा संसाधनों और आपदा राहत स्थलों के सटीक स्थिति की पूर्वजानकारी से वहां राहतकार्य पहुँचाने में कम समय खर्च होता है और जीवन बचता है। यह जानकारी जीवन की सुरक्षा और संपत्ति के नुकसान को कम करने के लिए आपदा राहत कर्मियों और सार्वजनिक सुरक्षा कर्मियों के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। इन जरूरतों को पूरा करने में सहायक तकनीक के रूप में सेवा करने की क्षमता 'नाविक' प्रणाली में है।

पूर्व अनुभवों से हमें ज्ञात है कि जीपीएस ने वैश्विक आपदाओं जैसे कि सन 2004 में हिंद महासागर क्षेत्र में हुए सुनामी या सन 2005 में पाकिस्तान-भारत भूकंप के राहत प्रयासों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई थी। खोज और बचाव दल सहायता अभियान के लिए आपदा क्षेत्रों के मानचित्र बनाने के लिए 'नाविक', भौगोलिक सूचना प्रणाली (जीआईएस) और रिमोट सेंसिंग तकनीक का इस्तेमाल कर सकते हैं, साथ ही नुकसान का आकलन करने के लिए भी इसके आवेदन का प्रयोग कर सकते हैं।

आपदा राहत का एक और महत्वपूर्ण क्षेत्र दावानल के प्रबंधन में है। दावानल को रोकने और प्रबंधित करने के लिए, विमान आग की सीमाओं और 'हॉट स्पॉट' की पहचान करने के लिए अवरक्त स्कैनर के साथ 'नाविक' का गठबंधन कर सकता है। वास्तविक समय के आधार पर दावानल का नक्शा, राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड केंद्र के माध्यम से अग्निशामकों के शिविर में संप्रेषित किया जा सकता है। यह जानकारी अग्निशामकों को ज्वाला के खिलाफ लड़ाई जीतने का एक बड़ा मौका दे सकती है। वैज्ञानिक और मौसम विज्ञानी विभिन्न क्षेत्रों जैसे कि तूफान पर नज़र रखने, बाढ़ की भविष्यवाणी, भूस्खलन संबंधी भविष्यवाणियों और घटनाओं आदि के पूर्वानुमान में भी 'नाविक' प्रणाली का उपयोग कर सकते हैं।

आपातकालीन स्थितियों और अन्य सार्वजनिक प्रणालियों में, 'नाविक' आधारित अनुप्रयोग कुशल संचालन में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं। इसमें पुलिस,अग्नि-बचाव,व्यक्तिगत वाहन, नौकाओं के स्थान, भौगोलिक क्षेत्र में परिवहन तंत्र आदि प्रमुख है। मोबाइल उपकरणों व स्मार्ट फोन में 'नाविक' को अन्य नौवहन प्रणालियों के साथ उपयोग में लाने के अनुप्रयोग बनाये जा सकते है। जमीन और समुद्री वाहनों में 'नाविक' प्रणाली युक्त स्वायत्त दुर्घटना सेंसर अनिवार्य रूप से लगाया जाना चाहिए, आपात स्थिति में स्वचालित संचार प्रणालियों और राष्ट्रीय उपग्रह ग्रिड केंद्र के माध्यम से यह मदद के लिए आपात सन्देश व अपनी सही स्थिति संप्रेषित आकर देगा, जिससे की वहां राहतकार्य पहुँचाने में आसानी होगी और कम समय लगेगा।

घ) सड़कें और राज्यमार्ग

यह अनुमान है कि पूरे विश्व में राज्यमार्गों, सड़कों और पारगमन प्रणालियों की भीड़ से होने वाली देरी से प्रतिवर्ष सैकड़ों अरब डॉलर बर्बाद होते हैं। भीड़ के अन्य नकारात्मक प्रभावों में संपत्ति की क्षति, दुर्घटना, व्यक्तिगत चोटें, वायु प्रदूषण में वृद्धि और ईंधन की खपत आदि शामिल हैं।

अनुक्रमणिका

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास

'नाविक' प्रणाली देश के राज्यमार्गों, सड़कों और सार्वजनिक परिवहन के उपयोग और सुरक्षा में उपयोग कर सकता है। यह सार्वजनिक परिवहन व्यवस्था, सड़क रखरखाव और आपातकालीन वाहनों के प्रबंधन में भी मदद कर सकता है। यह सार्वजनिक/वाणिज्यिक/आपातकालीन वाहनों के प्रेषण और ट्रैकिंग के मार्ग में भी अनुप्रयोग प्राप्त कर सकता है।

हम सार्वजनिक परिवहन की निगरानी के लिए 'नाविक' प्रणाली के साथ एक भौगोलिक सूचना प्रणाली विकसित करके एक प्रभावी रणनीति बना सकते हैं जो कि परिवहन वाहनों के सटीक आगमन और प्रस्थान के समय के बारे में यात्रियों को सूचित कर सके। प्रत्येक सार्वजनिक परिवहन वाहन, बस, ट्रेन आदि में में 'नाविक' प्रणाली का उपकरण अनिवार्य रूप से लगाया जाना चाहिए, ताकि इसके द्वारा समय प्रदर्शन में सुधार, सुरक्षा और अन्य सेवाओं के प्रबंधन के लिए इस क्षमता का उपयोग किया जा सके।

'नाविक' प्रणाली के अनुप्रयोगों को माल की आवाजाही की निगरानी करने और उसके आगमन प्रस्थान के पूर्वानुमान करने में भी उपयोग कर सकते है। भारतीय संदर्भ में समय-निश्चित वितरण जैसे अनुप्रयोगों को भी विकासित किया जा सकता है, सड़क परिवहन कंपनियां अपने ट्रक और वाहनों पर नज़र रखने के लिए 'नाविक' प्रणाली आधारित स्थिति सेवाओं का उपयोग कर सकती हैं। यह उन्हें ग्राहकों को समय-निश्चित वितरण का भरोसा देने में भी सक्षम करेगा।

सड़क और राज्यमार्गों के सर्वेक्षण के लिए केंद्रीय मंत्रालय 'नाविक' आधारित अनुप्रयोगों को विकसित और उपयोग कर सकते हैं। यह सड़क और राज्यमार्गों के निकट आसन्न सुविधाओं, देखभाल केन्द्रों, रखरखाव और आपातकालीन सेवाओं, सड़क व्यवस्था को नुकसान आदि पर आपूर्ति आदि चिह्नित करने में मदद करेगा। यह सूचना सरकार एवं योजनाकारों को सड़क एवं राज्यमार्गो में होने वाले रखरखाव और सेवा लागतों को कम करने में महत्वपूर्ण मदद करेगा।

ड) सर्वेक्षण और मानचित्रण

सर्वेक्षण और मानचित्रण गतिविधियाँ नौवहन उपग्रह प्रणाली के बुनियादी अनुप्रयोगों में से एक हैं। इसके प्रयोग से अधिक सटीक और विश्वसनीय स्थिति सूचना प्राप्त होती है और परिणामस्वरूप उत्पादकता में वृद्धि होती हैं। 'नाविक' प्रणाली में उच्चतम सटीकता के सर्वेक्षण और मानचित्रण सूचना उपलब्ध कराने की क्षमता है। यह परंपरागत सर्वेक्षण और मानचित्रण तकनीकों की तुलना में बहुत तेज होगा और आवश्यक उपकरणों और श्रम की मात्रा भी कम लगेगी।

'नाविक' प्रणाली के द्वारा पहाड़ों और नदियों से, सड़कों और इमारतों तक का सटीक मानचित्रण कर सकते है। विश्व भर में देश, वैज्ञानिक संगठनों और वाणिज्यिक संचालन नौवहन उपग्रह प्रणाली और भौगोलिक सूचना प्रणाली का इस्तेमाल निर्णय लेने और संसाधनों के उपयोग की योजना बनाने के लिए करते हैं। किसी भी देश या संगठन को अपनी परिसंपत्तियों के बारे में सटीक स्थान की जानकारी की आवश्यकता होती है, तो वह 'नाविक' की स्थिति सेवाओं द्वारा प्रदान की जाने वाली सेवाओं का उपयोग आकर सकते हैं।

परंपरागत तकनीकों के विपरीत, 'नाविक' प्रणाली दृष्टि रेखा से बाध्य नहीं होता। स्टेशनों को एक दूसरे से अधिक दूरी पर तैनात किया जा सकता है और दूरदराज के पहाड़ी क्षेत्रों तक ही सीमित होने की बजाय उपग्रह प्रणाली के साथ कहीं भी काम कर सकता है। 'नाविक' का उपयोग सोनार तकनीक के साथ पानी की गहराई में भी किया जा सकता है। पुल निर्माण और अपतटीय तेल रिसाव एवं जल सर्वेक्षणों के लिए भी 'नाविक' प्रणाली का उपयोग कर सकते हैं।

च) समय सेवाएं

दुनिया भर में विभिन्न आर्थिक गतिविधियों के लिए सटीक समय अत्यंत महत्वपूर्ण है। संचार प्रणाली, विद्युत शक्ति ग्रिड, और वित्तीय नेटवर्क सभी तुल्यकालन और परिचालन दक्षता के लिए सटीक समय पर भरोसा करते हैं। सटीक समय की उपलब्धता से उद्योगों के लिए लागत बचत होती है।

दुनिया भर में नौवहन उपग्रह प्रणाली आधारित समय सेवाएं दूरसंचार और इन्टरनेट द्वारा उपयोग की जाती हैं ताकि उनके सभी केंद्र स्टेशनों सही तुल्यकालन में रहें। इससे मोबाइल उपकरण सीमित रेडियो स्पेक्ट्रम को अधिक कुशलता से साझा करने की अनुमति देता है। इसी तरह डिजिटल रेडियो प्रसारण सेवा, समय सेवाओं का उपयोग यह सुनिश्चित करने के लिए करती है कि सभी रेडियो स्टेशनों से श्रोताओं को न्यूनतम देरी के साथ स्टेशनों के बीच ट्यून की अनुमति मिलती रहे।

विश्वभर में बैंक एवं अन्य वित्तीय संस्थाएं इसका उपयोग व्यापार के लेन-देन को समयांकन करने में करती हैं, जोकि रिकॉर्ड बनाए रखने के लिए एक सुसंगत और सटीक तरीका है। वित्तीय लेनदेन का समयांकन करने के लिए उपयोग की

अनुक्रमणिका

जाने वाली आंतरिक घड़ियों की स्थापना के लिए सटीक समय प्राप्ति हेतु प्रमुख वित्तीय संस्थान नौवहन उपग्रह प्रणाली आधारित समय सेवाओं का उपयोग करते हैं।

निष्कर्ष

भारतीय क्षेत्रीय नौवहन उपग्रह प्रणाली (आई.आर.एन.एस) 'नाविक' का प्रमुख उद्देश्य राष्ट्रीय अर्थव्यवस्था की दक्षता एवं वृद्धि करना है। 'नाविक' के अनुप्रयोग सामाजिक और राष्ट्रीय विकास सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं। इसके अनुप्रयोगों द्वारा आम आदमी की जीवन की गुणवत्ता में वृद्धि के साथ उस तक पहुँचने वाली सामाजिक सेवाओं की पहुंच में भी सुधार होगा। इसका उपयोग सेवा गुणवत्ता नियंत्रण और सामाजिक कार्यक्रमों की दक्षता की निगरानी के लिए भी किया जा सकता है। अगर पर्यावरणीय अनुप्रयोगों में 'नाविक' प्रणाली का ठीक से उपयोग किया जाये तो उचित सर्वेक्षण, मानचित्रण,निगरानी इत्यादि द्वारा पर्यावरण के लिए नकारात्मक प्रभाव को कम करने में भी यह मदद कर सकता है। इसका उपयोग खतरनाक वस्तुओं और उनके नियंत्रण प्रणालियों की निगरानी में भी किया जा सकता है। यह वास्तविक समय में भूस्खलन के अनुमान, तत्काल चेतावनी प्रणाली एवं आपदा प्रबंधन में भी मदद कर सकता है।

'नाविक' को अलगाव में नहीं बल्कि अन्य नौवहन सेवाओं जैसे जीपीएस या ग्लोनास के संयोजन में इस्तेमाल किया जाना चाहिए। चूंकि यह भारत सरकार के सपूर्ण नियंत्रण वाली सेवा प्रणाली है, इसलिए यह नौवहन सेवाओं में राजनीतिक निर्भरता के जोखिम को खत्म करेगा एवं नौवहन सेवाओं की बेहतर उपलब्धता व बढ़ती सैन्य मजबूती भी सुनिश्चित करेगा। 'नाविक' के अनुप्रयोगों को इस तरह से विकसित करने की जरूरत है कि यह समाज के सभी वर्गों तक पहुँच पाए, युवा और बुजुर्ग भी इसके अनुप्रयोगों को समान रूप से इस्तेमाल कर सकें। इसके सामाजिक अनुप्रयोगों को दिव्यांगों, बुजुर्गों एवं बच्चों की निगरानी व देखभाल आदि के लिए भी विकसित किया जा सकता है।

'नाविक' प्रणाली के सामाजिक अनुप्रयोगों की एक ठोस नींव स्थापित करने के लिए हमें वर्तमान एवं भविष्य को ध्यान में रखकर योजना की शुरुआत करनी चाहिए। हम निश्चित रूप से यह कह सकते हैं कि 'नाविक' आधारित अनुप्रयोगों के समुचित उपयोग के माध्यम से सामाजिक समस्याओं और सार्वजनिक प्रबंधन चुनौतियों का समाधान संभव है, एवं इसके अनुप्रयोगों द्वारा एक बेहतर भविष्य की रूपरेखा भी तैयार की जा सकती है।

सन्दर्भ सूची

1. ISRO-IRNSS-ICD-SPS-1.0 [June 2014], INDIAN SPACE RESEARCH ORGANIZATION
2. BeiDou Navigation Satellite System Open Service Performance Standard (2013)
3. WWW.SAC.ISRO.GOV.IN
4. WWW.ISRO.GOV.IN
5. WWW.WIKIPEDIA.COM
6. WWW.IBEF.ORG

आभार

मैं विकास और शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) के निदेशक, श्री वीरेन्द्र कुमार जी का आभारी हूँ कि उन्होंने मुझे 'नाविक के सामाजिक अनुप्रयोगों' के ऊपर ये लेख लिखने का अवसर प्रदान किया। मै कार्यक्रम योजना एवं मूल्यांकन समूह के निदेशक श्री राजेश खन्डेलवाल जी को भी धन्यवाद देना चाहूँगा जिन्होंने इस लेख को पूरा करने में मुझे समय-समय पर उचित मार्गदर्शन और प्रोत्साहन दिया एवं कार्यक्रम योजना एवं निगरानी समूह के प्रमुख श्री एस एल राजशेखर जी को भी मै उनके विशेष सुझाव एवं मार्गदर्शन के लिए आभार व्यक्त करता हूँ।



रोहित सिंह
वैज्ञानिक/अभियंता एस सी,
कार्यक्रम योजना एवं मूल्यांकन समूह
विकास और शैक्षिक संचार यूनिट

स्मार्ट इंडिया के लिए सैटकॉम का प्रयोग

भारत की प्रगति में रिपोर्टिंग टर्मिनल की उपयोगिताएँ

(उष्मा डाड, वैज्ञानिक/अभियंता 'एसडी' एसएटीडी/एसएसटीजी/एसएनएए,
चंद्र प्रकाश, वैज्ञानिक/अभियंता 'एसजी' एसएटीडी/एसएसटीजी/एसएनएए)
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश :

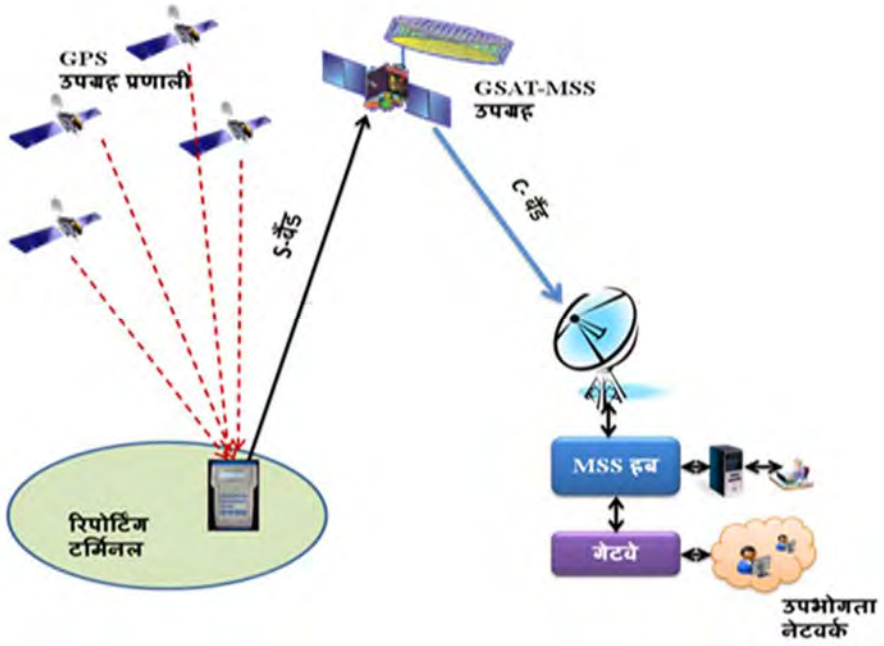
भारत एक विशाल देश है जिसमें कई भौगोलिक विविधताएं देखने को मिलती हैं, जैसे पहाड़ी विस्तार, रेगिस्तान, घने जंगल, समुद्र आदि। इन विस्तारों में परंपरागत स्थलीय संचार नेटवर्क उपलब्ध नहीं होते और अगर उपलब्ध हो तो विश्वसनीय नहीं होते। ऐसे सुदूर क्षेत्रों में केवल उपग्रह द्वारा संचार ही विश्वसनीय विकल्प है। भारत के ऐसे दूर-दराज विस्तारों में उपग्रह द्वारा डेटा संचार के लिए सैक-इसरो ने एम.एस.एस. रिपोर्टिंग टर्मिनल का निर्माण किया है। इस लेख में रिपोर्टिंग टर्मिनल के बारे में संक्षिप्त वर्णन किया गया है। रिपोर्टिंग टर्मिनल S-बैंड उपग्रह डेटा ट्रांसमीटर (प्रेषित्र) है जो 1200 bps गति से डेटा भेजता है और GPS अभिग्राही के साथ उपलब्ध है। यह टर्मिनल लघु आपातकालीन संदेश और स्थिति संदेश भेज सकता है। यह टर्मिनल विविध उपग्रह संचार सेवाओं के लिए तैयार किया गया है, जैसे कि लघु आपातकालीन संदेश भेजना, वाहन की ट्रैकिंग, सेंसर के डेटा भेजना, फाइल ट्रान्सफर करना, आपदा प्रबंधन में डेटा भेजना इत्यादि। यह उपग्रह सेवाएं रेलवे, एयर-ट्राफिक कंट्रोल, तट-सुरक्षा दल, भारतीय सुरक्षा दल, आपदा प्रबंधन विभाग इत्यादि के लिए उपयोगी हो सकती हैं। यह टर्मिनल आकार में छोटा, हलके वजन का और बैटरी द्वारा संचालित बनाया गया है।

प्रस्तावना :

आजादी के 13 साल के अंदर ही अपना अंतरिक्ष कार्यक्रम शुरू करने के बाद भारत ने लगातार प्रगति की और एकमात्र ऐसा प्रगतिशील देश बना जो अंतरिक्ष विज्ञान के क्षेत्र में विकसित देशों के बीच जा खड़ा हुआ। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी के उपयोग से देश के सर्वांगीण विकास में हमेशा कार्यरत रहा है। भारत के अंतरिक्ष कार्यक्रम में खास ध्यान देश की प्रगति पर रहता है, चाहे संचार उपग्रह हो या रिमोट सेंसिंग, भारत ने इन उपग्रहों का उपयोग देश के लोगों की प्रगति और भलाई के लिए किया है। इसी लक्ष को ध्यान में रखते हुए इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) ने देश के सुदूर क्षेत्रों से उपग्रह द्वारा डेटा संचार के लिए रिपोर्टिंग टर्मिनल (RT) का निर्माण किया है।

रिपोर्टिंग टर्मिनल S-बैंड उपग्रह डेटा ट्रांसमीटर है जो 1200 bps स्पीड से डेटा भेजता है और GPS अभिग्राही के साथ उपलब्ध है। यह टर्मिनल लघु आपातकालीन संदेश और स्थान-स्थिति संदेश भेज सकता है। यह विविध डेटा अंतरापृष्ठ (इंटरफेस) जैसे कि RS-232, USB और Bluetooth के साथ उपलब्ध है, जो उपयोगकर्ताओं को आसानी से टर्मिनल चलाने में सहायता करता है। इसको ALOHA या TDMA नेटवर्क के लिए संरूपण (configure) किया जा सकता है। इसको एम.एस.एस. बैंड में ट्यून किया जाता है। यह महत्तम 80 अक्षर का संदेश भेज सकता है। यह बैटरी से चलनेवाला साधन है और इसमें बैटरी को रीचार्ज करने की सुविधा भी दी गई है। यह टर्मिनल 0.5 वॉट की पावर से उपग्रह को संदेश सिग्नल भेजता है। यह विस्तृत दंड सार्वदेशिक (wide band omnidirectional) ऐंटेना उपयोग करता है, इसलिए उपग्रह अनुवर्तन या संतुलन की आवश्यकता नहीं है।

अनुक्रमणिका



चित्र 1: रिपोर्टिंग टर्मिनल द्वारा उपग्रह संचार

रिपोर्टिंग टर्मिनल द्वारा नियत वाहक आवृति पर MSS S×C उपग्रही प्रेषानुकर को भेजा गया संदेश हब स्टेशन द्वारा रिसीव किया जाता है। हब स्टेशन का संचालन सेवा प्रदानकर्ता द्वारा किया जाता है। हब स्टेशन द्वारा नेटवर्क प्रबंध एवं उपग्रह कड़ी और उपभोक्ता नेटवर्क के बीच गेटवे संयोजकता प्रदान किया जाता है। चित्र 1 में सम्पूर्ण उपग्रह प्रणाली को प्रदर्शित किया गया है।

टर्मिनल की विशेषताएं और उसकी संरचना :



रिपोर्टिंग टर्मिनल प्रकार 1
(डिस्प्ले और की-पैड के साथ)



रिपोर्टिंग टर्मिनल प्रकार 2
(डिस्प्ले और की-पैड के बिना)

चित्र 2: सैक द्वारा निर्मित रिपोर्टिंग टर्मिनल

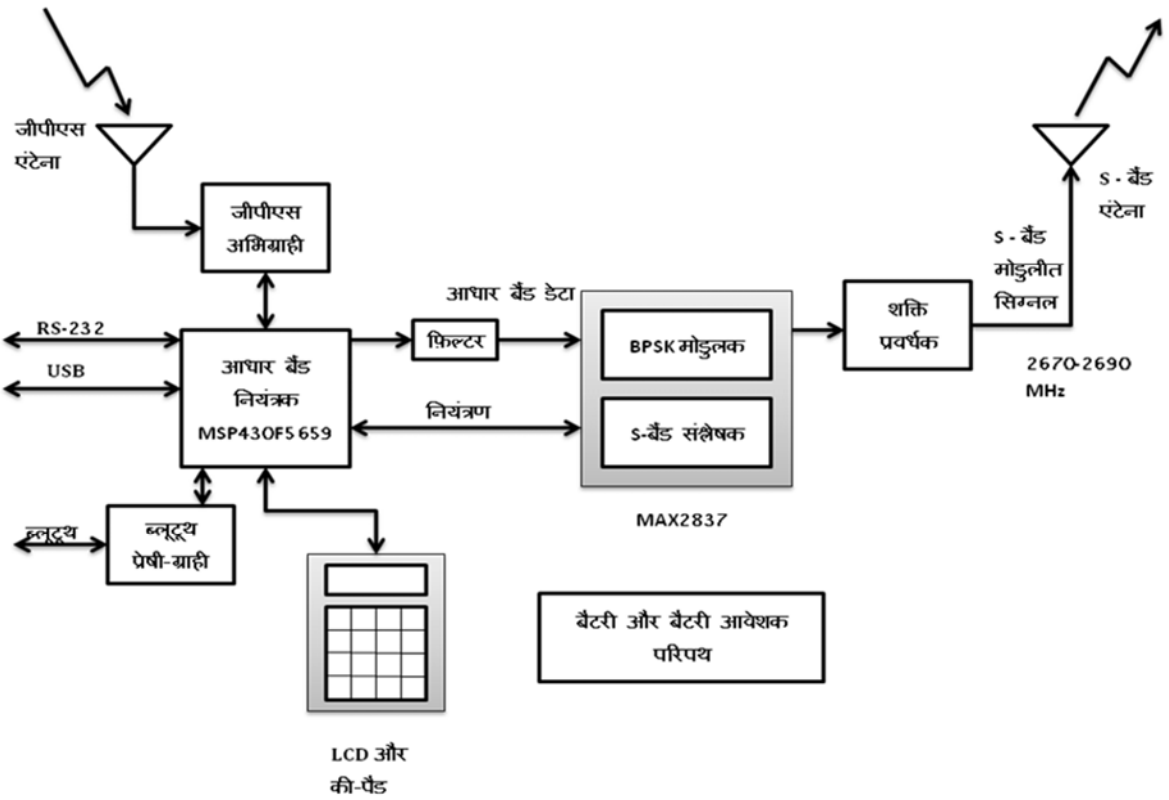
चित्र 2 में सैक द्वारा निर्मित किये गए दो तरह के रिपोर्टिंग टर्मिनल दिखाए गए है। रिपोर्टिंग टर्मिनल प्रकार 1 में डिस्प्ले और की-पैड दिए गए है, जब कि प्रकार 2 में डिस्प्ले और की-पैड मौजूद नहीं हैं। वाहन की ट्रेकिंग या संवेदक से डेटा

भेजना जैसे उपयोगों के लिए डिस्प्ले और की-पैड की आवश्यकता नहीं होती, इसलिए उन्हें दूर करके प्रकार 2 में टर्मिनल को छोटे आकार, कम दाम और कम पावर का बनाया गया है।

इस टर्मिनल की मुख्य विशेषताएं नीचे दी गई है:

प्रेष आवृत्ति	2.67 – 2.69 GHz (S बैंड)
निर्गमन पावर	0.5 वॉट
चैनल अंतराल	10 KHz
माडुलन	बी.पी.एस.के. (BPSK)
त्रुटि संशोधन	दर ½ संवलन कोड
डेटा दर	1200 bps
ऊर्जा प्रदाय	+3.7 V, 4.5 Ah बैटरी
प्रचालन तापमान	0˚ to 50˚ C
आर्द्रता	95% at 40˚ C
प्रघात और कंपन	परिवहन स्तर का

तालिका 1: रिपोर्टिंग टर्मिनल की मुख्य विशेषताएं



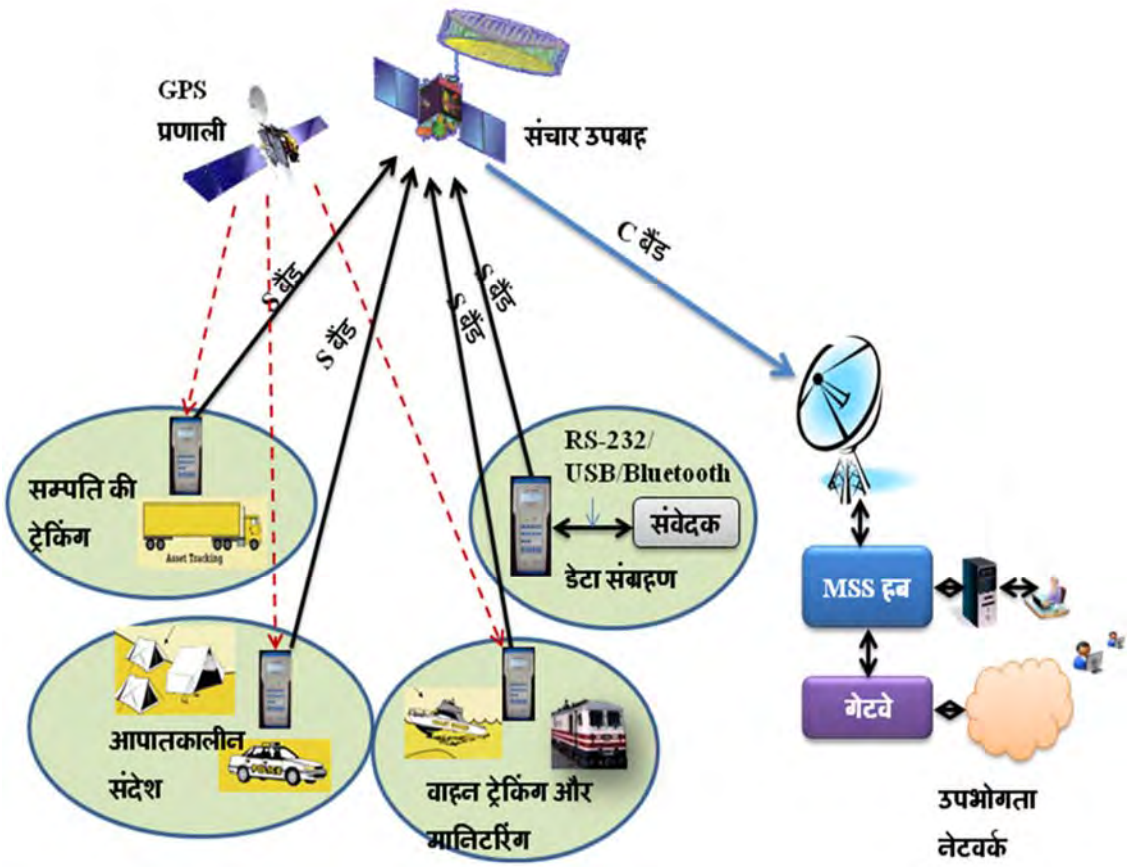
चित्र 3: रिपोर्टिंग टर्मिनल का खंड आरेख

चित्र 3 में रिपोर्टिंग टर्मिनल का ब्लॉक आरेख दिया गया है। टर्मिनल में मुख्यतः आधार बैंड नियंत्रक, संश्लेषित S – बैंड माडुलक, शक्ति-प्रवर्धक, S-बैंड पैच ऐंटेना, जीपीएस अभिग्राही एवं ऐंटेना, बैटरी और बैटरी आवेशन परिपथ होते हैं। टर्मिनल अलग अलग उपभोक्ता इंटरफेस भी प्रदान करता है जैसे कि RS-232, USB, ब्लूटूथ, LCD और की-पैड।

आधार बैंड नियंत्रक उपभोक्ता इंटरफेस से डेटा प्राप्त करके उसे उपग्रह नेटवर्क प्रोटोकॉल अनुसार प्रारूप करता है। डेटा फ्रेम अस्फुटित और संवलन कोडित होता है। आधार बैंड का डेटा 2400 प्रतिक/सेकंड के दर से फ़िल्टर से पार होते हुए S- बैंड मोडुलक को मिलता है। S- बैंड मोडुलक आधार बैंड सिग्नल का MSS (2670-2690 MHz) बैंड की वाहक आवृति पर माडुलन करके उसे शक्ति प्रवर्धक को भेजता है। शक्ति प्रवर्धक माडुलित S-बैंड सिग्नल की शक्ति प्रवर्धित करके 0.5 वॉट कर देता है और S S-बैंड प्रेष ऐंटेना को भेज देता है जो उपग्रह को सिग्नल विकिरित करता है।

रिपोर्टिंग टर्मिनल की उपयोगिताएँ :

यह टर्मिनल विविध उपग्रह संचार सेवाओं के लिए तैयार किया गया है, जैसे कि लघु आपातकालीन संदेश भेजना, वाहन की ट्रेकिंग, सेंसर के डेटा भेजना, फाइल ट्रान्सफर करना, आपदा प्रबंधन में डेटा भेजना वगैरह। यह उपग्रह सेवाएं रेलवे, एयर-ट्राफिक कंट्रोल, तट-सुरक्षक, भारतीय सेना के तीनों दल, सीमा सुरक्षा बल, केंद्रीय रिजर्व पुलिस बल, होमगार्ड, आपदा प्रबंधन विभाग वगैरह में उपयोगी हो सकती है।

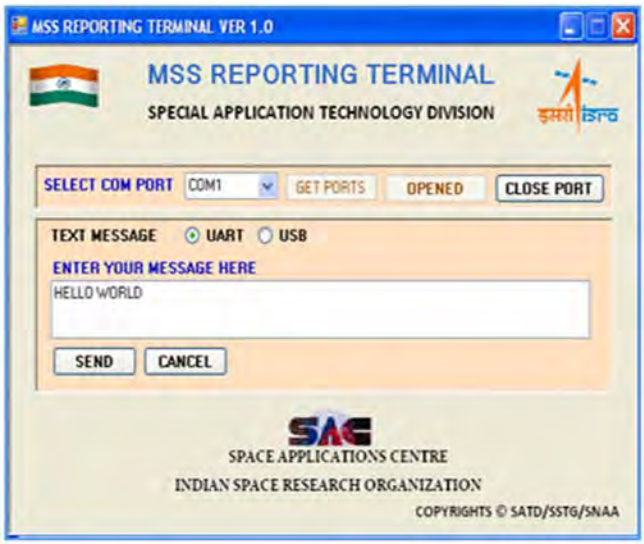


चित्र 4: रिपोर्टिंग टर्मिनल की विविध उपयोगिताएँ और सेवाएं

1.लघु संदेश भेजना

रिपोर्टिंग टर्मिनल से पहले से संग्रहित या टाइप किया गया लघु संदेश (महत्तम 80 अक्षर) भेज सकते है। संदेश का डेटा टर्मिनल में मौजूद कोई भी बाह्य अंतरापृष्ठ (interface) से भी संपादन कर सकते हैं। यह टर्मिनल □□-232 या □□□ 2.0 अंतरापृष्ठ से कंप्यूटर के साथ जोड़ सकते हैं और कंप्यूटर से रिपोर्टिंग टर्मिनल के लिए बने सॉफ्टवेर एप्लीकेशन द्वारा संदेश भेजा जा सकता है। यह टर्मिनल ब्लूटूथ वायरलेस इंटरफेस द्वारा स्मार्ट फोन से भी जुड़ सकता है और स्मार्ट फोन पर टर्मिनल की एंड्रोइड एप्लीकेशन इंस्टाल करके स्मार्ट फोन से संदेश भेज सकते है।

यह टर्मिनल आपातकालीन परिस्थितियों में मदद के लिए लघु संदेश एवं स्थान-स्थिति संदेश संबंधित सुरक्षा विभाग को भेजने में उपयोगी है। यह टर्मिनल उपग्रह द्वारा हब स्टेशन को संदेश भेजता है। हब उस संदेश को आगे अंतिम उपयोगकर्ता को पहुंचा देता है।

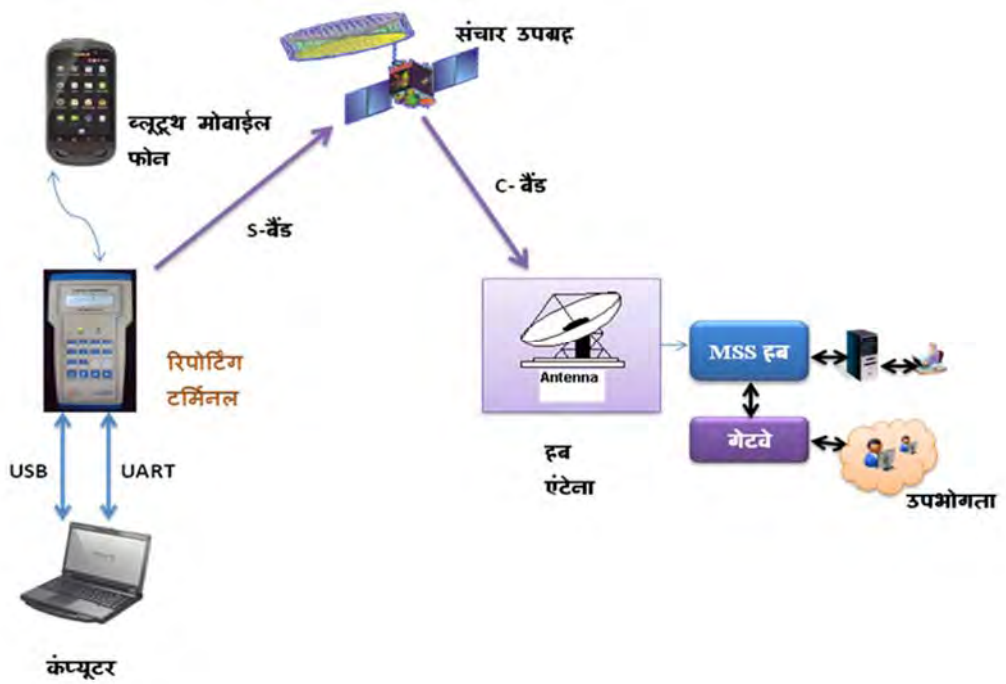


रिपोर्टिंग टर्मिनल एंड्रोइड एप्लीकेशन



रिपोर्टिंग टर्मिनल सॉफ्टवेर एप्लीकेशन (विन्डोज़)

चित्र (कंप्यूटर और स्मार्ट फोन के लिए) रिपोर्टिंग टर्मिनल एप्लीकेशन :5



चित्र टर्मिनल से जुड़े कंप्यूटर और स्मार्ट फोन से लघु संदेश संचार :6

2. वाहन की ट्रेकिंग और मॉनिटरिंग

वाहन की स्थान-स्थिति सूचना भारत के सुदूर क्षेत्रों से करना एक चुनौती है, क्योंकि वहाँ विश्वसनीय स्थलीय संचार सुविधा उपलब्ध नहीं होती। ऐसे समय उपग्रह संचार उत्तम विकल्प है। वाहन के ट्रेकिंग के लिए रिपोर्टिंग टर्मिनल वाहन के उपर आरोपित किया जाता है और ऐंटेना उपर की तरफ रखा जाता है। वाहन पर लगा हुआ टर्मिनल अपने अंदर के

GPS अभिग्राही से वाहन की स्थान-स्थिति की सूचना लेके उसे उपग्रह द्वारा हब स्टेशन तक पहुंचाता है। वाहन ट्रेकिंग के लिए टर्मिनल TDMA विधा (मोड) में चलाया जाता है। हब स्टेशन स्थान-स्थिति की सूचनाएं उपयोगकर्ता तक पहुँचाने का काम करता है। उपयोगकर्ता इन सूचनाओं से वाहन की स्थिति नक़्शे में देख सकता है।

रिपोर्टिंग टर्मिनल की यह सुविधा रेलगाड़ी की स्थिति सूचना देनेवाली स्वचालित रेलवे ट्रेकिंग प्रणाली में, तट रक्षक के लिए स्वचालित जहाज ट्रेकिंग और मानिटरिंग प्रणाली में, सुरक्षा दलों के सेना-वाहन की ट्रेकिंग प्रणाली में उपयोग की जा सकती है।

3. संवेदक का डेटा भेजना या कोई उपकरण का डेटा लेक (सेंसर)र भेजना

रिपोर्टिंग टर्मिनल विविध डेटा अंतरापृष्ठ (इंटरफेस) जैसे कि RS-232, USB और Bluetooth के साथ उपलब्ध है, इसलिए इसे डेटा संग्रहण प्लेटफार्म की तरह उसे किया जा सकता है जो संवेदक या उपकरण से डेटा लेकर उसे उपग्रह प्रोटोकॉल अनुसार प्रारूप करके उपग्रह को भेजता है। हब स्टेशन उपग्रह से डेटा रिसीव करके उसे उपभोक्ता तक पहुंचाता है। पर्यावरणीय प्रदूषण और विकिरण मोनिटरिंग, मौसम की स्थिति की जानकारी, जल स्थिति की मोनिटरिंग वगरह सेवाओं में टर्मिनल की इस सुविधा का उपयोग कर सकते है।

आपदा प्रबंधन में रिपोर्टिंग टर्मिनल का उपयोग

आपदा प्रबंधन में संचार उपकरणों की एक महत्त्वपूर्ण भूमिका होती है। आपदाओं के समय प्रायः संचार के परंपरागत साधन ठप्प पड़ जाते है। इससे प्रशासन को राहत कार्यों में कठिनाई होती है। इन परिस्थितियों में उपग्रह आधारित संचार प्रणालियों की विशेष उपयोगिता होती है। यह टर्मिनल ऐसा ही एक उपकरण है जो प्रशासन के राहत कार्यों में अभूतपूर्व सहायता प्रदान कर सकता है। यदि ऐसी प्रणालियों द्वारा संचार व्यवस्था को पुनः स्थापित न किया जाये तो संभवतः और भी अधिक जान-माल का नुकसान हो सकता है। भारतीय सेना, सीमा सुरक्षा बल, केंद्रीय रिजर्व पुलिस बल, होमगार्ड वगरह द्वारा सुरक्षा कार्य हेतु इसका उपयोग किया जा सकता है। आपदा के समय में लघु संदेश और स्थान-स्थिति की सूचना रिपोर्टिंग टर्मिनल द्वारा भेज सकते हैं।

4. छोटी साइज की फाइल का ट्रान्सफर

रिपोर्टिंग टर्मिनल सुदूर क्षेत्रों से हब स्टेशन तक कम साइज की फाइल स्थानांतरण के लिए उपयोग में लिया जा सकता है। इसके लिए रिपोर्टिंग टर्मिनल को RS-232 या USB इंटरफेस द्वारा कंप्यूटर से जोड़ा जाता है। फिर फाइल ट्रान्सफर के लिए बने कंप्यूटर सॉफ्टवेर से फाइल को छोटे छोटे पैकेट में रिपोर्टिंग टर्मिनल को भेजा जाता है जो उसे फॉर्मेट करके उसे उपग्रह द्वारा हब स्टेशन को भेज देता है। हब स्टेशन में उन पैकेटों को जोड़ कर वापस फाइल बनाई जाती है। यह सुविधा भारत के दूर दराज क्षेत्रों से इमेज या टेक्स्ट फाइल हेड ऑफिस भेजने में उपयोगी हो सकती है।

5. समुद्री-सरहद पार करते चेतावनी संदेश

हमारे मछुआरे कई बार समुद्री सरहद पार कर जाते हैं और पड़ोसी देशों द्वारा पकड़े जाते हैं। बीच समुद्र में उनके पास कोई संचार साधन नहीं होता जिससे वे अपनी स्थान-स्थिति के बारे में जान सकें। रिपोर्टिंग टर्मिनल में थोड़ा परिवर्तन करके उसको नाव की स्थान स्थिति की सूचना मछुआरे को मिलती रहे ऐसा बनाया जा सकता है और जैसे ही नाव सरहद पार करे, रिपोर्टिंग टर्मिनल द्वारा चेतावनी संदेश भेजा जा सकता है जो उपग्रह नेटवर्क से तट-रक्षक दल तक पहुँचाया जा सकता है।

निष्कर्ष:

इस लेख में एकमार्गीय S बैंड रिपोर्टिंग टर्मिनल और उसकी भारत देश में विविध उपयोगिताओं का वर्णन किया गया है। किसी खास उपयोग के लिए इस टर्मिनल में जरुरी छोटे से परिवर्तन करके उसका कद, दाम, पावर और पैकेजिंग बदल सकते हैं।

अनुक्रमणिका

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास

संदर्भ:

1. रिपोर्टिंग टर्मिनल के तकनिकी लेख
2. रिपोर्टिंग टर्मिनल के परिक्षण एवं मूल्यांकन लेख

आभार:

लेखक इस क्षेत्र में कार्य करने का अवसर और ,प्रोत्साहन देने के लिए श्री एससताशिया .एन . की (.डी.टी.ए.एस ,प्रधान) आभारी है। लेखक(.जी.टी.एस.समूह प्रधान एस) सूद .के .श्री के ,, श्री निलेश देसाई एवं श्री (.ए.ए.एन.निदेशक एस-उप) जिन्होंने यह लेख लिखने के लिए प्रेरित ,की भी आभारी है (निदेशक सैक) तपन मिश्रा किया। श्रीमती निशा राना को टर्मिनल निर्माण में सहयोग के लिए विशेष आभार। कुमारी नेहा को कंप्यूटर सॉफ्टवेर एप्लीकेशन निर्माण के लिए धन्यवाद।

लेखक परिचय:



श्रीमती उष्मा विनीत डाड ने वर्ष 2008 में वी.वी.पी. इंजिनियरिंग कॉलेज, राजकोट से इलेक्ट्रॉनिक एवं कॉम्युनिकेशन में बी.ई. की डिग्री प्राप्त की। उन्होंने वर्ष 2008 में इसरो अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में कार्य आरम्भ किया। वर्तमान में वह एसएटीडी/एसएनएए प्रभाग में कार्यरत है।



श्री चंद्र प्रकाश ने वर्ष 1998 में बी.ई.टी. मेसरा से इलेक्ट्रॉनिकी अभियांत्रिकी में बी.ई. की डिग्री प्राप्त की एवं 2004 में आई.आई.एस.सी. बैंगलूर से संचरण अभियांत्रिकी में एम.टेक. डिग्री प्राप्त की है। उन्होंने 1999 में इसरो अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में कार्य आरम्भ किया। वर्तमान में वह एसएटीडी/एसएनएए प्रभाग में कार्यरत है।

अनुक्रमणिका

अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र (Ultra Spectral Imaging) – सुदूर संवेदन के नवीनतम उपकरण

अमिय बिश्वास, वैज्ञानिक – एस.एफ.

सार्ववर्णी और बहु वर्णक्रमीय प्रकाशीय प्रभाग, प्रकाशीय प्रणाली समूह, संवेदक विकास क्षेत्र

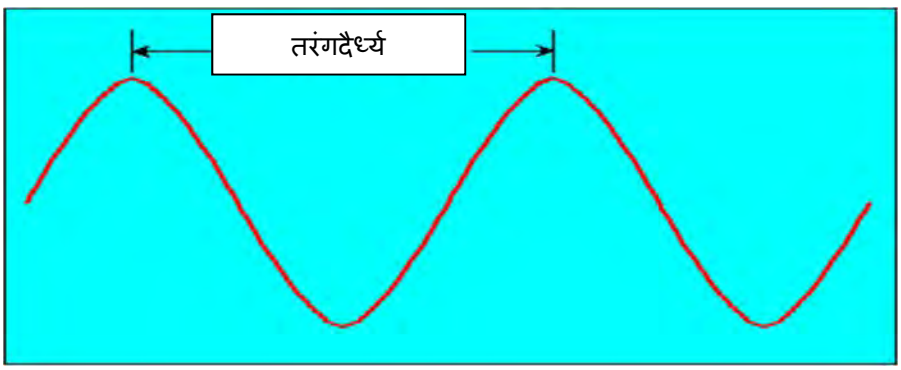
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)

अहमदाबाद, गुजरात, भारत

प्रस्तावना

अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र किसी एक विशिष्ट दृश्य के विभिन्न रंगों में समरूप चित्र प्रस्तुत करते हैं। अधिकांश अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्रों में इन रंगों की संख्या सौ से अधिक होती है। आप यह सोच रहे होंगे कि यह कैसे संभव हो सकता है? इस संदर्भ में रंग "तरंगदैर्ध्य" नामक एक शब्द को संदर्भित करता है [1]। हम जानते हैं कि प्रकाश एक विद्युत चुम्बकीय तरंग का रूप है। तरंगदैर्ध्य (wavelength) दो उत्तरोत्तर लहरों के बीच की दूरी है, जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है।



चित्र 1: तरंगदैर्ध्य

हर एक अलग रंग का एक अलग तरंगदैर्ध्य होता है। दृश्य विकिरण (जिस प्रकाश को मानवीय चक्षु अनुभव एवं प्रभेद कर सकता है) की तरंगदैर्ध्य का मान 0.4 μm से 0.7 μm के बीच होता है। अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र दृश्य सीमा से परे (पराबैंगनी [0.2 μm] से अवरक्त [15 μm] तरंगदैर्ध्य तक) भी चित्रों का निर्माण करने में सक्षम हैं। विद्युत-चुंबकीय वर्णक्रम का एक योजनाबद्ध रूप चित्र 2 में दर्शाया गया है [2]।

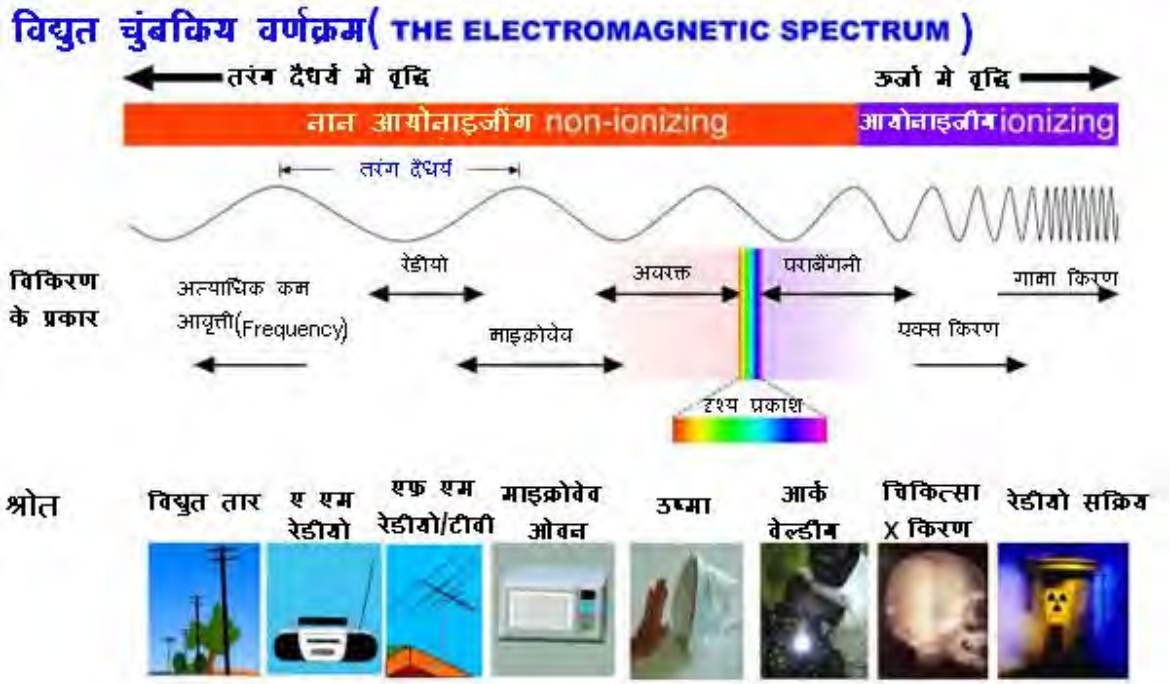
एक परिभाषित वर्णक्रमीय अनुक्षेत्र के अंतर्गत, बहुत ही संकीर्ण बैंड विस्तार (< 20 nm) वाले बहुत सारे प्रतिबिम्ब अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र की आधारशिला हैं। इन प्रतिबिम्बित्रों में एक निर्दिष्ट वर्णक्रमीय सीमा के अंदर, उत्तरोत्तर प्रतिबिम्बों में सतत तरंगदैर्ध्य होती हैं।

अति वर्णक्रमीय क्यों?

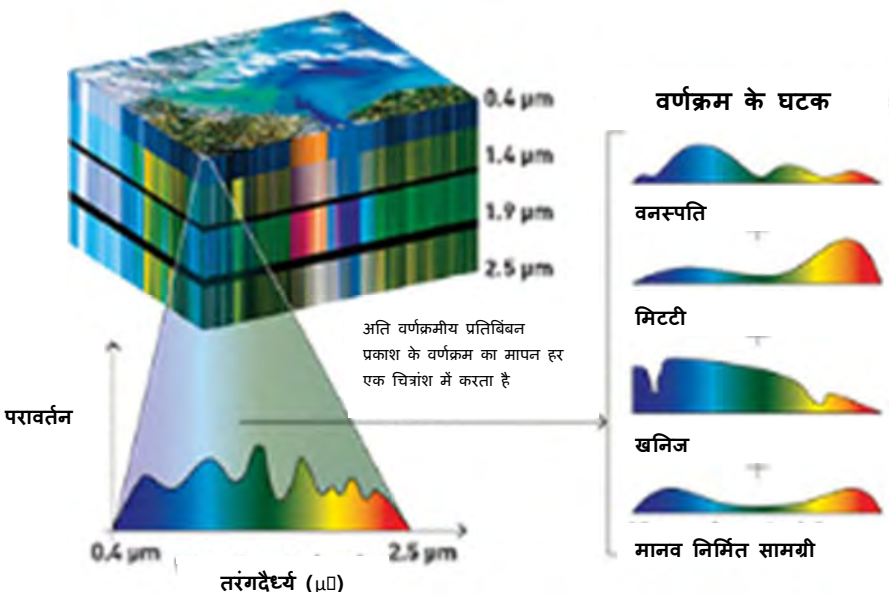
हमें अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र की आवश्यकता क्यों है?" यह पहला सवाल है जो हमारे मस्तिष्क में आता है। इस प्रश्न का सबसे सरल उत्तर है – "एक ही वस्तु से अधिक से अधिक जानकारी प्राप्त करने के लिए"। यह जवाब आपको बहुत सरल लग सकता है, लेकिन यही यथार्थ है। अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र के अलावा सुदूर संवेदन के क्षेत्र में प्रयोग में आने वाले अन्य प्रतिबिम्बित्र हैं - सार्ववर्णी (एकल रंग / धूसर मापनी) और बहु वर्णक्रमीय (2-10 रंग) प्रतिबिम्बित्र [3]।

अनुक्रमणिका

विद्युत-प्रकाशीय प्रतिबिम्बन संवेदक में प्रयोग किया जाने वाला सिद्धांत यह है कि एक दृश्य में विभिन्न वस्तुओं में शामिल पदार्थ अपने आणविक संरचना और स्थूलदर्शी मापन तथा आकृति के अनुसार विद्युत-चुम्बकीय विकिरण का परावर्तन, प्रकीर्णन, अवशोषण और उत्सर्जन करते हैं। परिणामस्वरूप वर्णक्रमीय प्रचिह्न का प्रयोग किसी दृश्य में पदार्थों की पहचान करने और उनको विभिन्न वर्गों में भेद करने के लिए किया जा सकता है। चित्र 3 में परावर्तकता प्रचिह्न का एक उदाहरण दिखाया गया है [4]।



चित्र 2: विद्युत-चुंबकीय वर्णक्रम



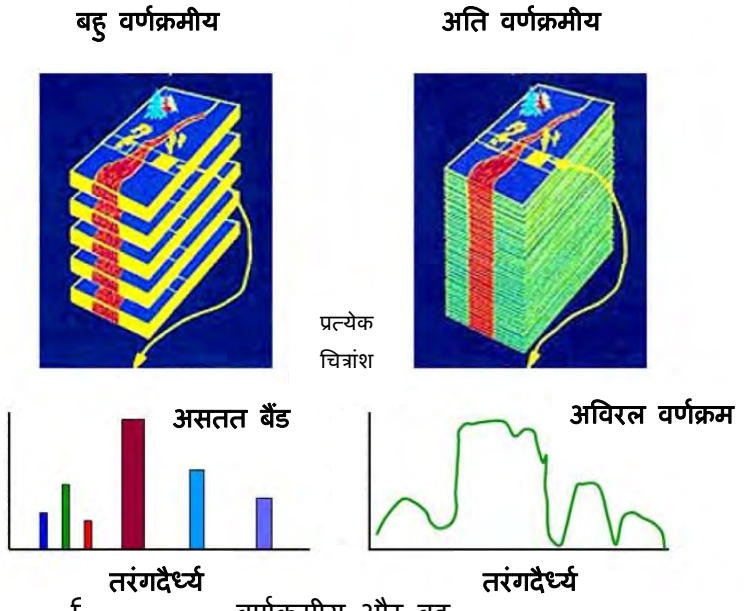
चित्र 3: प्रारुपी परावर्तकता प्रचिह्न

सार्ववर्णी प्रतिबिम्ब में एक ही रंग होता है और इसलिए ये धूसर रंग की छवि दिखाता है। हम ऐसे प्रतिबिम्ब में उपस्थित परिरेखा द्वारा वस्तुओं की पहचान कर सकते हैं परंतु इन चित्रों का उपयोग वैज्ञानिक अध्ययनों के लिए नहीं किया जा सकता है। सार्ववर्णी प्रतिबिम्ब का प्रयोग मुख्यतः मानचित्र कला अनुप्रयोगों के लिए किया जाता है।

बहु वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र कुछ (2-10) अपेक्षाकृत व्यापक तरंगदैर्ध्य बैंड के साथ छवियों का उत्पादन करते हैं। यद्यपि ये छवि वैज्ञानिक अध्ययनों के लिए सार्ववर्णी चित्रों की तुलना में बेहतर हैं, यह संभव है कि अपेक्षाकृत दीर्घ बैंड विस्तार और उत्तरोत्तर बैंड के बीच के अंतराल के कारण कई वस्तुओं की पहचान लुप्त हो सकती है। बहु वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बों का प्रयोग मुख्यतः भूमि आवरण वर्गीकरण, महासागर अनुप्रयोगों और खनिज अन्वेषण में किया जाता है।

अति वर्णक्रमीय में □अति□ बहुत अधिक संख्या के तरंगदैर्ध्य बैंड को संदर्भित करता है। अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र सौ से अधिक सन्निहित संकीर्ण बैंड में प्रतिबिम्ब उत्पन्न करता है। यह किसी भी अन्य प्रकार के आंकड़े की तुलना में अधिक सटीक और विस्तृत जानकारी प्रदान करने की संभावना प्रदान करता है। अति वर्णक्रमीय और बहु वर्णक्रमीय दृश्य लक्षण वर्णन की तुलना को चित्र 4 में दिखाया गया है [5]।

यह स्पष्ट है कि अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र का उपयोग करके अधिकतर प्रचिह्नों का पता लगाया जा सकता है और इसलिए इसकी उपयोगिता सामने आ खड़ी होती है। सुदूर संवेदन के क्षेत्र में संसाधन प्रबंधन, कृषि, खनिज अन्वेषण और पर्यावरण निगरानी में कई अनुप्रयोग अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्रों के द्वारा प्राप्त हो सकते हैं। इनके अलावा खाद्य प्रसंस्करण, नेत्र देखभाल, जनन कोशिका गतिविधि, जैव रक्षा, निगरानी, नैदानिक निदान और कैंसर का पता लगाने के लिए इन प्रतिबिम्बों का उपयोग करने के लिए सक्रिय अनुसंधान चल रहा है। अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बन में वाणिज्यिक, औद्योगिक और चिकित्सा क्षेत्रों में काम आने की प्रदीप्त क्षमता है [6]।



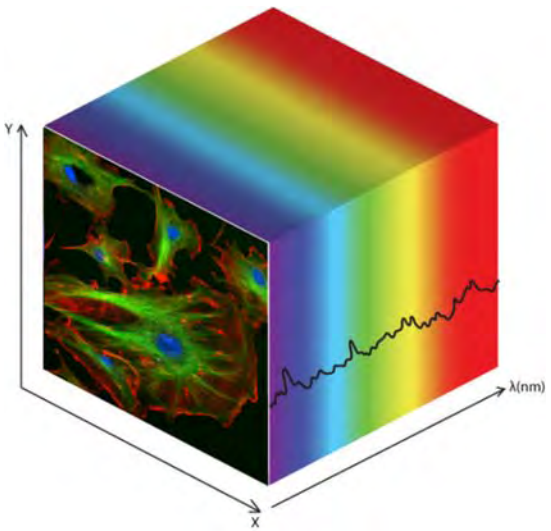
f वर्णक्रमीय और बहु

अति वर्णक्रमीय प्रोद्योगिकी

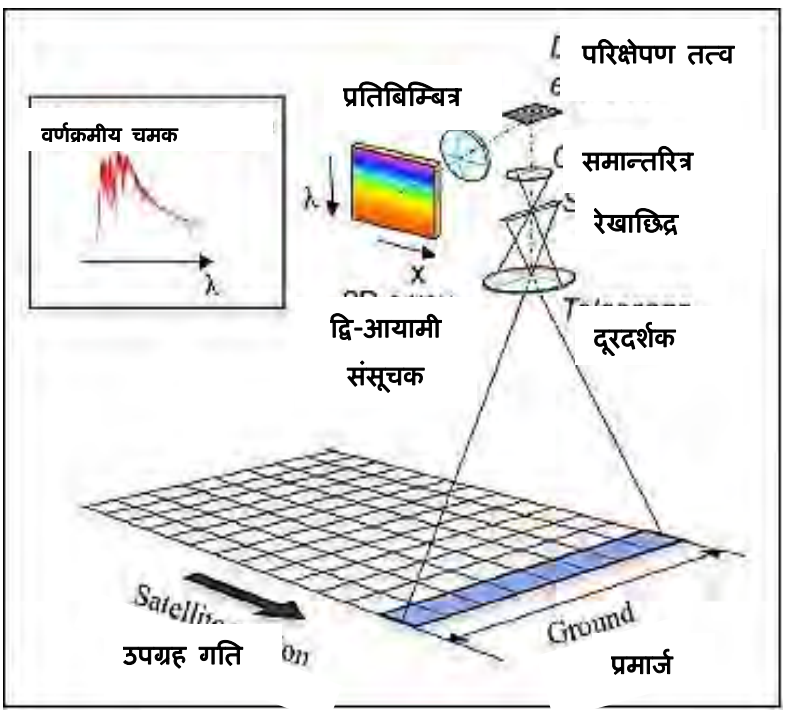
अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र एक त्रि-आयामी उत्पाद का उत्पादन करते हैं [7]। आम तौर पर, किसी वस्तु की स्थानिक प्रतिबिम्ब द्वि-आयामी होती है। यह द्वि-आयामी वस्तु को सैकड़ों विभिन्न तरंगदैर्ध्य बैंडों में समरूप वस्तुओं का निर्माण करना ही इन प्रतिबिम्बित्रों का कार्य है। चित्र 5 एक त्रि-आयामी अति वर्णक्रमीय घनक्षेत्र उत्पाद दिखाता

है। सुदूर संवेदन में प्रयुक्त संसूचक या तो रैखिक या क्षेत्र सरणी संसूचक हैं। इसलिए, त्रि-आयामी उत्पाद बनाने के लिए किसी प्रकार की क्रमवीक्षण तकनीक आवश्यक है।

क्षेत्र सरणी संसूचक और पुशब्रूम क्रमवीक्षण का संयुक्त उपयोग अति वर्णक्रमीय सुदूर संवेदन का सबसे आम तरीका है। इस तकनीक में, संसूचक की एक पंक्ति का प्रयोग एक रेखीय प्रतिबिम्ब उत्पन्न करने के लिए किया जाता है। इस रेखीय प्रतिबिम्ब को विभिन्न प्रकार के वर्णक्रमीय विभाजन विधियों (बाद में समझाया गया) का उपयोग करके कई सौ रंगीन प्रतिबिम्बों में परिवर्तित किया जाता है। इसमें, संसूचक की प्रत्येक पंक्ति जमीन के समरूप दृश्य को दर्शाती है, हालांकि, अलग-अलग तरंगदैर्ध्य बैंडों के साथ। क्षेत्र सरणी ससूंचक में पंक्तियों की संख्या अति वर्णक्रमीय बैंड की संख्या के बराबर होती है। उपग्रह की गति द्वारा बनाई गई पुशब्रूम क्रमवीक्षण का उपयोग करके द्वि-आयामी स्थानिक सूचना प्राप्त की जाती है। पुशब्रूम क्रमवीक्षण तकनीक को चित्र 6 में दिखाया गया है [8]।



चित्र 5: अति वर्णक्रमीय घनक्षेत्र



चित्र 6: पुशब्रूम तकनीक

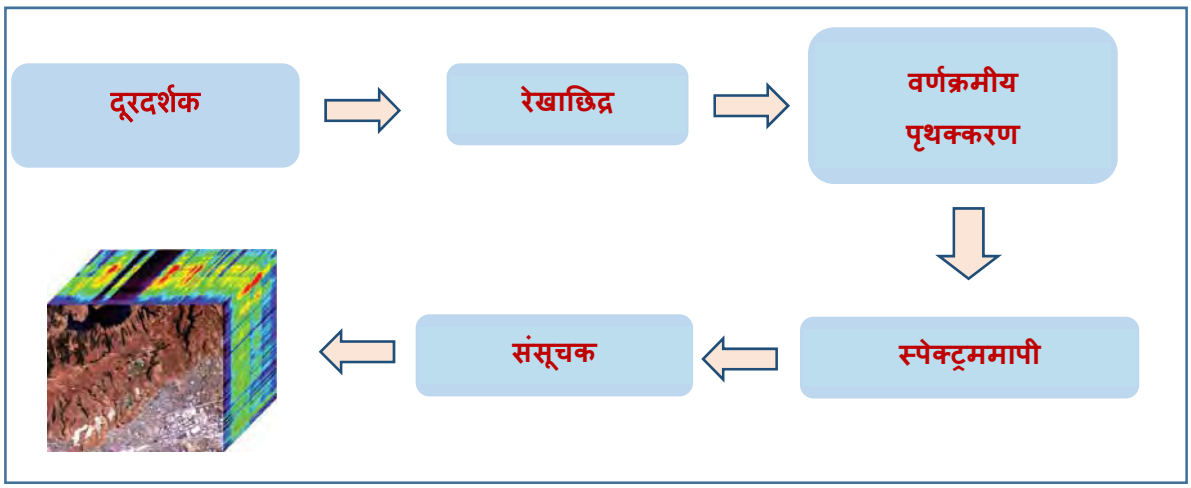
अन्य प्रकार की क्रमवीक्षण तकनीकों में व्हिस्कब्रूम और स्टेप स्टैर तकनीक शामिल हैं। व्हिस्कब्रूम तकनीक में एक रेखीय सरणी का उपयोग किया जाता है जहां एक सक्रिय क्रमवीक्षण तंत्र का उपयोग स्थानिक आयाम को क्रमवीक्षण करने के लिए किया जाता है जो कि उपग्रह गति के लाम्बिक दिशा में है। स्टेप स्टैर तकनीक के लिए एक गिम्बल मंच की आवश्यकता होती है, जहां संसूचक एक साथ दो स्थानिक आयामों को प्राप्त करता है और एक समय अंतराल में वर्णक्रमीय जानकारी प्राप्त की जाती है।

अति वर्णक्रमीय अभिकल्प

अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्ब का उत्पादन करने वाला यंत्र प्रतिबिंबन स्पेक्ट्रममापी कहलाता है। एक प्रतिबिंबन स्पेक्ट्रममापी में पांच विशिष्ट प्रतिरूपक शामिल होते हैं [9]:

1) दूरदर्शक अग्र कैमरा
2) रेखाछिद्र
3) वर्णक्रमीय पृथक्करण तत्व
4) नाभीय कैमरा (समान्तरित्र / स्पेक्ट्रममापी)
5) संसूचक और सम्बंधित इलेक्ट्रानिक्स

अति वर्णक्रमीय अभिकल्पना का खंड आरेख चित्र 7 में दिखाया गया है।



चित्र 7: प्रतिबिंबन स्पेक्ट्रममापी का योजनाबद्ध चित्र

दूरदर्शक बाजार में पाए गए किसी भी अन्य कैमरे के समान है जहां पर उस पर आने वाली प्रकाश (दृश्य से परावर्तित अथवा उत्सर्जित प्रकाश) एक प्रतिबिम्ब में परिवर्तित हो जाती है। दूरदर्शक का कार्य आवश्यक प्रतिबिम्ब को संग्रह करना है। रेखाछिद्र अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र का एक महत्वपूर्ण तत्व है और उसे ठीक उसी स्थान पर रखा जाता है जहां लक्ष्य का प्रतिबिम्ब दूरदर्शक द्वारा बनाई जाती है। रेखाछिद्र की चौड़ाई प्रतिबिम्बित्र के वर्णक्रमीय विभेदन के अनुकूल होती है।

रेखाछिद्र से बाहर निकलती प्रकाश वर्णक्रमीय पृथक्करण तत्व और स्पेक्ट्रममापी का सामना करती है। वर्णक्रमीय पृथक्करण तत्व आने वाले प्रकाश से विभिन्न रंगों को अलग करता है जिसमें कई तरंगदैर्ध्य बैंड के मिश्रण होते हैं। रेखाछिद्र में स्थित एक प्रतिबिम्ब को स्पेक्ट्रममापी कई प्रतिबिम्बों में परिवर्तित करता है, जिनमें प्रत्येक का रंग अलग (अलग संकीर्ण तरंगदैर्ध्य बैंड) होता है। परिणामस्वरूप अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्ब को अधिकृत करने के लिए संसूचक को स्पेक्ट्रममापी के नाभीय समतल पर रखा जाता है।

सामान्य तौर पर, संसूचक चित्रांश का एक द्वि-आयामी सरणी होता है, जहां प्रत्येक पंक्ति अलग रंग के साथ एक समरूप चित्र प्रदर्शित करती है। संसूचक इलेक्ट्रॉनिक्स मानव शरीर के मस्तिष्क के समान है। यह चित्रांश पर गिरने

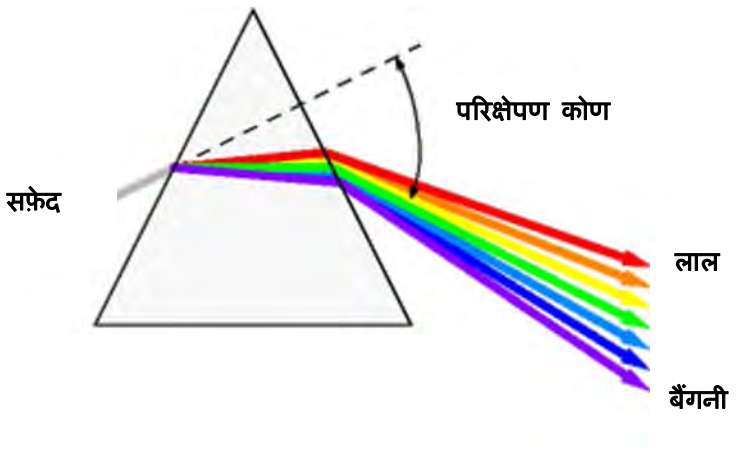
वाली फोटॉनों को एक सार्थक तरीके से प्रसंस्करण करती है जिससे कि विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए वैज्ञानिकों द्वारा इसे समझा जा सके।

वर्णक्रमीय विभाजन

हम वर्णक्रमीय पृथक्करण तत्व को अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र का दिल कह सकते हैं। वर्णक्रमीय विभाजन के सबसे आम तरीके निम्नलिखित हैं [10]।

- परिक्षेपक विधि
- समस्वरक छननी
- फूरिये रूपांतरण विधि

परिक्षेपक विधि में, एक ही रंग को अलग-अलग तरीकों से अलग-अलग रंगों में विभाजित किया जाता है। प्रिज्म और ग्रेटिंग वे दो परिक्षेपण तत्व हैं जो अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र में उपयोग किए जाते हैं। प्रिज्म की कार्यकारी चित्र 8 में दिखाई गयी है [11]।



चित्र 8: प्रिज्म द्वारा वर्णक्रमीय विभाजन

उभरती हुई प्रौद्योगिकियों में से कई संकीर्ण बैंड समस्वरक छननी पर आधारित हैं। वे बहुत ही संकीर्ण बैंड से विकिरण को आने देते हैं और कुछ मामलों में उनको वर्णक्रमिक तौर पर समस्वरित भी किया जा सकता है। प्रतिबिंबन स्पेक्ट्रममापी का सरलतम अभिकल्प फ़ान छननी पर आधारित है (चन्द्रयान-1 के अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र में इसे उपयोग किया गया है)। ध्वानिक-प्रकाशीय समस्वरक छननी, द्रव क्रिस्टल समस्वरक छननी और समस्वरित एटलॉन कुछ अन्य छननी हैं जो कि प्रतिबिम्बित्र में रंगों की संख्या और चौड़ाई को सक्रिय रूप से नियंत्रित करते और बदलते हैं।

फूरिये रूपांतरण विधि पिछले दो तरीकों से भिन्न है क्योंकि इस विधि में प्रतिबिम्बित्र हार्डवेयर के अन्दर वर्णक्रमीय विभाजन नहीं होता है। इस विधि में प्रतिबिम्ब एक व्यतिकरणलेख है, जिसका फूरिये रूपांतरण द्वारा प्रसंस्करण कर वर्णक्रमीय विभाजन किया जाता है। सभी तीन विधियों के अपने फायदे और नुकसान हैं और वे प्रणाली और अनुप्रयोग के आवश्यकता के अनुसार उपयोग में लाये जाते हैं।

अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्रों के उदहारण

अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र 1980 के दशक की शुरुआत में उभरने लगे। विश्व में विभिन्न संस्थाओं द्वारा विकसित कुछ अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्रों की सूची तालिका 1 में दी गयी है [12]।

अनुक्रमणिका

तालिका 1: विश्वभर के अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र

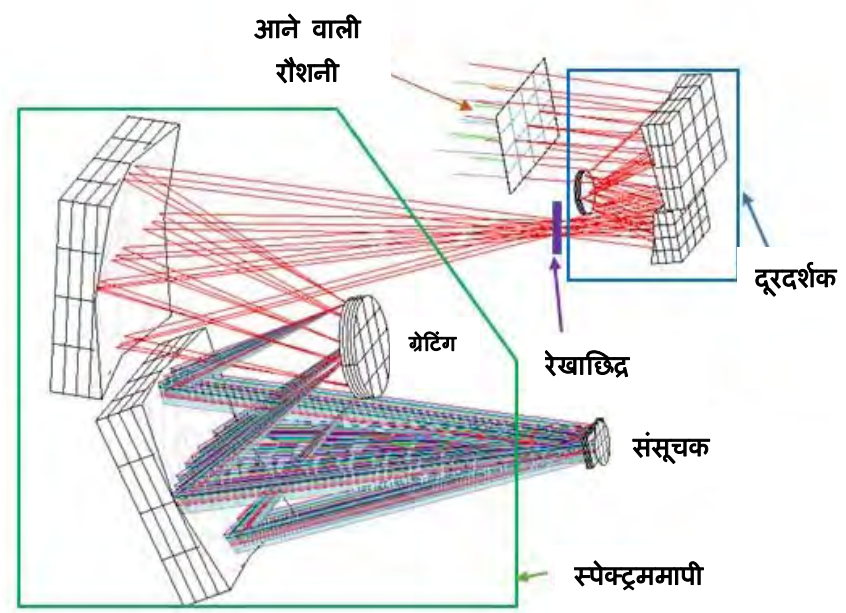
संवेदक	निर्माता	बैंड की संख्या	वर्णक्रमीय सीमा (μ)
हाइपरियन (Hyperion)	नासा गोडार्ड सेंटर	220	0.4 – 2.5
एविरिस (AVIRIS)	नासा जेट प्रणोदन लैब	224	0.4 – 2.5
हाइमैप (HyMAP)	एकीकृत स्पेक्ट्रोनिक्स	100-200	0.45 – 2.5
एरिस-1 (ARIES-I)	एस्पेस लिमिटेड	105	0.4 – 2.5
क्रिस (CHRIS)	ईएसए (ESA)	64	0.4 – 1.0
एम3 (M3)	नासा (NASA)	86	0.4 – 0.3

इसरो ने 1990 के दशक के बाद से कई अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र विकसित किए हैं। अगले कुछ वर्षों में, कई अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र इसरो द्वारा प्रक्षेपित किए जाएंगे। इसरो द्वारा विकसित वर्तमान संवेदक और भावी अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र की सूची तालिका 2 में दी गई है।

तालिका 2: इसरो के अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र

संवेदक	उपग्रह	बैंड की संख्या	वर्णक्रमीय सीमा (μ)
इमेजिंग स्पेक्ट्रोमीटर (Imaging Spectrometer)	एयरबोर्न	143	0.4 – 0.9
हायसी (HYSI)	चंद्रयान-1	64	0.45 – 0.9
लिवहायसी (LIVHYSI)	यूथसैट	512	0.45 – 0.95
एचवायएस-वीएनआईआर और एचआईएस-एसडब्ल्यूआईआर (HYS-VNIR & HYS-SWIR)	हायसीस/जीआईसैट	64 - 256	0.4 – 1 & 0.9 – 2.5
आईआईआरएस (IIRS)	चंद्रयान -2	256	0.7 - 5
टीआईएस (TIS)	मंगल ऑर्बिटर मिशन	120	7 – 13

प्रतिबिंबन अवरक्त स्पेक्ट्रममापी की प्रकाशीय योजना, जिसे चंद्रयान-2 में उड़ाया जाएगा, चित्र 9 में दिखाई गई है।



चित्र 9: प्रतिबिंबन अवरक्त स्पेक्ट्रममापी की प्रकाशीय योजनाबद्ध

भविष्य

अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र ने सुदूर संवेदन की मुख्य धारा में प्रवेश कर लिया है। वह दिन दूर नहीं है जब सुदूर संवेदन के लिए कई प्रक्षेपण अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र के होंगे। माना जाता है कि निकट भविष्य में अति वर्णक्रमीय प्रौद्योगिकी परिपक्व हो जाएगी। डेटा क्रंचिंग और प्रतिबिम्ब प्रसंस्करण में प्रगति के कारण, वह दिन बहुत दूर नहीं है जब हम परा वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्र के उदय को देखेंगे, जहां सैकड़ों के बजाय हम एक विशेष दृश्य के विभिन्न तरंगदैर्ध्य के साथ हजारों प्रतिबिम्बों को अधिकृत कर पाएंगे। ऐसे प्रतिबिम्बित्रों के उपयोग अतुलनीय होंगे।

संदर्भ

1. एफ. ए. जेन्किन्स & हार्वे ए. व्हाईट, " फंडामेंटल ओफ ऑप्टिक्स", मक्ग्राव हिल प्रीमींस पब्लिशिंग (2001)। [F. A. Jenkins & Harvey E. White, "Fundamentals of Optics", McGraw Hill Primins Custom Publishing (2001)]
2. www.vigyanvishwa.in/2011/07/18/emf
3. रन्दल बी स्मिथ, "इंट्रोडक्षण टू हाईपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग"। [Randal B Smith, "Introduction to hyperspectral imaging"] (www.microimages.com/documentation/tutorials/hyperspec.pdf)
4. वलेरिए सी. कोफ्फेय, "हाईपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग फोर सेफ्टी एंड सिक्युरिटी", ऑप्टिक्स एंड फोटोनिक्स न्यूस (2015)। [Valerie C. Coffey, "Hyperspectral imaging for safety and security", Optics and Photonics News (2015)]
5. www.wikivisually.com/wiki/hyperspectral-imaging
6. शाव एंड बुर्के, "स्पेक्ट्रल इमेजिंग फोर रिमोट सेन्सिन्ग", लिंकन लैबोरटोरी जर्नल, वोलुम 14 (2003)। [Shaw and Burke, "Spectral imaging for remote sensing", Lincoln Laboratory Journal, Volume 14 (2003)]
7. www.photonetc.com/hyperspectral-imaging
8. https://directory.eoportal.org/web/eoportal/satellite-mission/c-mission/copernicus-sentinel-4
9. गुओलन लू & बओवेइ फेइ, "मेडीकल हाईपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग: अ रीव्यु", जर्नल ओफ बायोमेडिकल ऑप्टिक्स, वोलुम 19 (2014)। [Guolan Lu & Baowei Fei, "Medical hyperspectral imaging: a review", Journal of Biomedical Optics, Volume 19 (2014)]
10. एफ. वग्नि, "सर्वे ओफ हाईपरस्पेक्ट्रल & मल्टीस्पेक्ट्रल इमेजिंग टेकनोलोजीस" नोर्थ अटलांटिक ट्रीटी ओर्गानिजेशन, टेक्नीकल रिपोर्ट संख्या RTO-TR-SET-065-P3। F. Vagni, "Survey of Hyperspectral & Multispectral Imaging Technologies" North Atlantic Treaty Organization, Technical Report No. RTO-TR-SET-065-P3
11. https://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/xte/learning_centre_universe/prism.html
12. पेग शिप्पार्ट, "स्पॉटलाइट ओन हाईपरस्पेक्ट्रल"। [Peg Shippart, "Spotlight on Hyperspectral"] (www.geospatial_online.com)

लेखक परिचय

डॉ. अमिय बिश्वास ने 1995 में कलकत्ता विश्वविद्यालय से 'ऑप्टिक्स & ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स' में एम.एससी. टेक. (M.Sc. Tech.) की डिग्री प्राप्त की और 2007 में लोफ़बरो विश्वविद्यालय से 'ऑप्टिकल इंजीनियरिंग' में पीएच.डी. (Ph.D.) की डिग्री प्राप्त की। उन्हें 1997 में भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन में एक वैज्ञानिक के रूप में शामिल किया गया। उनकी विशेषज्ञता विद्युत-प्रकाशीय कैमरा के प्रकाशीय अभिकल्प, विश्लेषण और अनुकरण है। उन्होंने इसरो के कई अति वर्णक्रमीय प्रतिबिम्बित्रों की प्रकाशीय अभिकल्पना की है।

***

अनुक्रमणिका

सुदूर संवेदन द्वारा वायु गुणवत्ता के अध्ययन में नवीनतम प्रयास

आभा छाबडा

कृषि एवं भू-परिस्थिति तंत्र प्रभाग, जैविक एवं ग्रहीय विज्ञान तथा उपयोग ग्रुप

भू, समुद्र, वायुमंडल, ग्रहीय विज्ञान और उपयोग क्षेत्र

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो), अहमदाबाद

सारांश

वर्तमान समय में "वायु गुणवत्ता" एक अत्यंत महत्वपूर्ण वैज्ञानिक शोध का विषय है। सुदूर संवेदन स्थानीय, क्षेत्रीय, राष्ट्रीय तथा वैश्विक स्तर पर वायु प्रदूषकों के तुलनात्मक कालिक आवृति के साथ साररूप दृश्य प्रस्तुत करता है। प्रस्तुत प्रपत्र में वायु गुणवत्ता के अध्ययन में सहायक सुदूर संवेदन के विभिन्न आयामों की चर्चा की गयी है। उत्तर भारत में धुंआ एवं धूल प्लूम द्वारा क्षेत्रीय वायु गुणवत्ता पर दुष्प्रभाव का सुदूर संवेदन के आंकड़ों एवं प्रपथ मॉडल द्वारा अध्ययन से इसके स्रोत ओर लंबी दूरी के परिवहन को दर्शाया गया है। विभिन्न वायु प्रदूषकों के नियमित मापन के लिए सैक में दो वायु गुणवत्ता मोनिटरिंग स्टेशनों को स्थापित करके इस महत्वपूर्ण विषय के अध्ययन की दिशा में एक नवीनतम प्रयास भी किया भी गया है।

1. प्रस्तावना

जीवन के अस्तित्व के लिए वायु एक अत्यन्त आवश्यक तत्त्व है। अनेक प्रकार के प्राकृतिक एवं मानवजन्य प्रदूषक वायु गुणवत्ता को हानि पहुचाकर 'वायु प्रदूषण' करते हैं। विश्व स्वास्थ्य संगठन के अनुसार '*वायु प्रदूषण*' एक ऐसी स्थिति है, जिसके अन्तर्गत बाह्य वातावरण में मनुष्य तथा उसके पर्यावरण को हानि पहुँचाने वाले तत्व सघन रूप से एकत्रित होकर वायु के सामान्य संगठन में मात्रात्मक या गुणातात्मक परिवर्तन कर देते हैं। यह वायु प्रदूषक सूक्ष्म ठोस कण या तरल बूंदों (पार्टिकुलेट मैटर, एरोसोल), हानिकारक गैसों (जैसे कार्बन-डाइ-ओक्साइड, कार्बन-मोनो-ओक्साइड, मीथेन, सल्फर-डाइ-ओक्साइड, नाईट्रोजन के ओक्साइड, वाष्पीय जैविक यौगिक आदि) के रूप में हो सकते हैं। इन वायु प्रदूषकों की वायुमंडल में सापेक्ष बहुतायता एवं सांद्रता स्थानिक तथा कालिक स्तर पर अत्यधिक परिवर्ती है। इसके अतिरिकित एरोसोल प्लूम का लंबी दूरी का परिवहन भी गंभीर रूप से क्षेत्रीय और महाद्वीपीय स्तर पर वायु गुणवत्ता को प्रभावित करता है। बिगड़ती हुई वायु गुणवत्ता के अनेक दुष्प्रभाव मानव स्वास्थ्य, वायुमंडलीय प्रक्रियाओं, जलीय चक्र, पृथ्वी के विकिरण बजट इत्यादि पर सर्वज्ञात हैं।

वर्तमान में स्थानीय से लेकर वैश्विक स्तर पर वायु गुणवत्ता का आकलन एवं मात्रीकरण एक वैज्ञानिक चुनौती है (आई पी सी सी, 2013)। भारत जैसे विशाल देश में वायु मानिटरन के लिए सीमित यथास्थित मापन तंत्र उपलब्ध हैं, जो क्षेत्रीय स्तर पर वायु गुणवत्ता का पूरा चित्रण प्रस्तुत करने में असमर्थ होते हैं (सी.पी. सी. बी, 2014)। सूदूर संवेदन स्थानीय, क्षेत्रीय, राष्ट्रीय तथा वैश्विक स्तर पर वायु प्रदूषकों के तुलनात्मक कालिक आवृति के साथ साररूप दृश्य प्रस्तुत करता है। विभिन्न सुदूर संवेदन आंकड़ों के प्रयोग से वायु प्रदूषकों की वायुमंडलीय सांद्रता और संचरण का पता चलता है। इसके अतिरिक्त उपग्रह आधारित लिडार द्वारा एरोसोल की उर्ध्वाधर रचना और प्रकार की भी बहुमूल्य जानकारी प्राप्त होती है। सुदूर संवेदकों की स्थानिक, स्पेक्ट्रमी व कालिक विभेदन क्षमता के आधार पर वायु गुणवत्ता के विभिन्न घटकों का अध्ययन किया जा सकता है। यह भी सत्य है कि सुदूर संवेदन से प्राप्त जानकारी, विकिरणी स्थानांतरण मॉडल द्वारा वायुमंडलीय प्रांचलों का उपयोजन आदि के वैधीकरण के लिए क्षेत्रीय या यथास्थित आंकड़ों की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। अतः सुदूर संवेदन और क्षेत्रीय आंकड़ों को एक एकीकृत तंत्र के रूप में देखा जाना चाहिए (मार्टिन, 2008)।

प्रस्तुत प्रपत्र में वायु गुणवत्ता के अध्ययन के लिए सुदूर संवेदन के माध्यम और आंकड़ों के उपयोग की संक्षिप्त चर्चा की गई है। साथ ही अक्टूबर-नवम्बर 2016 के दौरान उत्तर भारत में धुंआ एवं धूल प्लूम परिवहन से क्षेत्रीय वायु गुणवत्ता पर दुष्प्रभाव का सुदूर संवेदन द्वारा अध्ययन को भी दर्शाया गया है। वायु गुणवत्ता के अध्ययन में सहायक यथास्थित आंकड़ों को नियमित रूप से एकत्रित करने के लिए सैक में वायु गुणवत्ता मोनिटरिंग स्टेशनों को स्थापित करने के नवीनतम प्रयासों की भी चर्चा की गई है।

2. वायु गुणवत्ता अध्ययन में सहायक सुदूर संवेदन माध्यम और आंकड़े

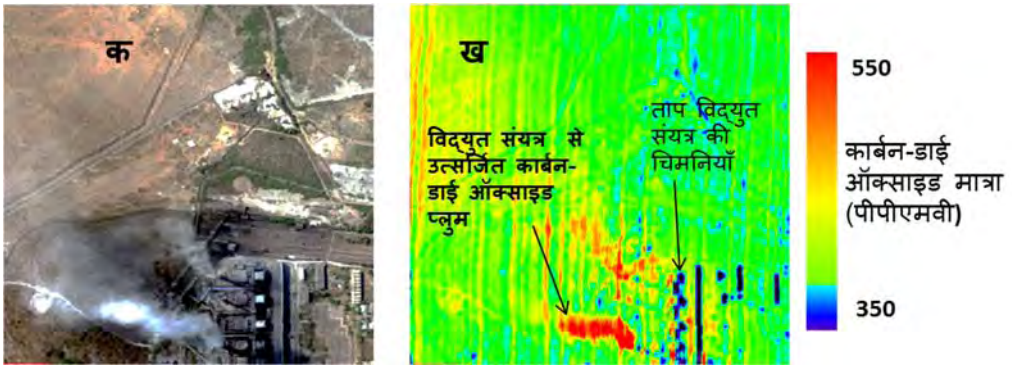
उपग्रह आधारित सुदूर संवेदन –

अनुक्रमणिका

प्राथमिक रूप से पृथ्वी की निचली कक्षाओं में स्थित ध्रुवीय उपग्रह आधारित सुदूर संवेदक ट्रोपोस्फिअर की निचली सतहों में अल्पमात्रिक गैसों की सांद्रता को समझने में सहायक होते हैं। साधारण तौर पर यह संवेदक नादिर दिशा में अवलोकन करते हुए वायुमंडलीय सीमा परत के संपूर्ण कॉलम में प्रदूषक की सांद्रता का ज्ञान कराते हैं। उदाहरण के तौर पर, वर्तमान में मध्यम विभेदन स्पेक्ट्रम विकिरणमापी, मोडिस (MODIS), ट्रोपोस्फिअर में प्रदूषण मापन, मोपिट (MOPITT), कुल ओजोन मापन स्पेक्ट्रोमीटर, टॉमस (TOMS), ग्रीनहाउस ओब्सेर्विंग सैटेलाइट (GOSAT), ओर्बिटिंग कार्बन ऑब्जर्वेटरी, ओसीओ-2 (OCO-2) इत्यादि उपग्रह आधारित सुदूर संवेदक विभिन्न गैस और एयरोसोल वायु प्रदूषकों के अनेक घटकों को समझने में सहायक हैं। ध्रुवीय उपग्रह उच्च स्थानिक और स्पेक्ट्रमी विभेदन क्षमता में बेहतर परन्तु कालिक विभेदन में सीमित होते हैं। इसकी अपेक्षा भूस्थिर उपग्रह इन्सैट-3डी, 3 डीआर (INSAT-3D, 3DR) उच्च कालिक विभेदन क्षमता के कारण थोड़े कालांतर में एयरोसोल के परिवहन और फैलाव को समझने में बहुत सहायक सिद्ध होते हैं। इसके अतिरिक्त उपग्रह आधारित लेसर रडार या लिडार एयरोसोल और बादलों के उर्ध्वाकार वितरण और प्रोफाइल की जानकारी देते हैं। कैलिप्सो उपग्रह आधारित कालिओप संवेदक एक ऐसा ही नादिर देखता लिडार है जो 1064, 532 nm (नैनोमीटर) तरंगदैर्घ्य का प्रयोग कर एयरोसोल और बादलों के उर्ध्वाकार वितरण और प्रोफाइल के साथ उनकी प्रकाशीय और भौतिक गुणधर्म बताता है। इन सुदूर संवेदकों से प्राप्त आंकड़ों द्वारा हाल में घटित धुंआ एवं धूल प्लूम परिवहन से क्षेत्रीय वायु गुणवत्ता पर दुष्प्रभाव की घटना का विस्तृत विवरण अगले खंड में किया गया है। निकट भविष्य में इसरो के भूस्थिर उपग्रह, जीआईसैट से उच्च कालिक विभेदन के साथ उच्च स्पेक्ट्रमी विभेदन आंकडे वायु गुणवत्ता अध्ययन में बहुत मददगार सिद्ध हो सकते हैं।

हवाई सुदूर संवेदन –

शहरों और औद्योगिक क्षेत्रों में बिंदु स्रोत जैसे ताप विद्युत संयत्र, कारखाने तथा प्राकृतिक स्रोत जैसे ज्वालामुखी, जंगल की आग आदि से उत्सर्जित होने वाले वायु प्रदूषकों के अध्ययन में उच्च स्थानिक और अतिस्पेक्ट्रमी विभेदन क्षमता वाले हवाई सुदूर संवेदक बहुत सहायक सिद्ध हुए हैं (इस्पिनेत्ति एवं अन्य, 2008., दिस्चाम्प्स एवं अन्य, 2013, थोम्पसन एवं अन्य, 2015)। गत वर्ष फरवरी, 2016 के दौरान इसरो-नासा अयेविरिस-एनजी (AVIRIS-NG) अतिस्पेक्ट्रमी हवाई मिशन द्वारा कोटा और अहमदाबाद शहरों में सुदूर संवेदन के आंकड़ों को एकत्रित किया गया। इन आंकड़ों के विश्लेषण और विकिरण स्थानांतरण अनुरूपण मॉडल के प्रयोग से बिंदु स्रोतों से उत्सर्जित होने वाली कार्बन-डाई-ऑक्साइड गैस की सांद्रता का उद्धरण किया गया (चित्र -1)।



चित्र 1 (क) अतिस्पेक्ट्रमी हवाई सुदूर संवेदक के आंकड़ों द्वारा कोटा तापीय विद्युत संयत्र का प्राकृतिक वर्ण सम्मिश्र (ख) अतिस्पेक्ट्रमी सुदूर संवेदन द्वारा विद्युत संयत्र से उत्सर्जित कार्बन-डाई-ऑक्साइड का उद्धरण

जमीन आधारित सुदूर संवेदन-

निचले वायुमंडल में स्थित अनेक प्रकार के एरोसोल जैसे जैविक, समुद्री नमक, सल्फेट आदि होते हैं, इनमें से कुछ एरोसोल बादलों के बनने में बादल संघनन नाभिक (Cloud Condensation Nuclei) के रूप में सहायक भूमिका भी निभाते हैं। धुंध जैसी प्रदूषित परिस्थितयों में एरोसोल और CCN के संबंध शोधकर्ताओ को आवश्यक जानकारी देते हैं (भट्ट और त्रिपाठी, 2015)। बादलों के बनने में जल वाष्प महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है तथा वायुमंडल में इसकी मात्रा अत्यधिक परिवर्तनशील है। साथ ही जल वाष्प एक प्राकृतिक पादपगृह गैस है, जो पृथ्वी के विकिरण बजट को नियंत्रित भी करती है। जमीन आधारित वायुमंडलीय लिडार, रडार और सोनार यन्त्र वायु

अनुक्रमणिका

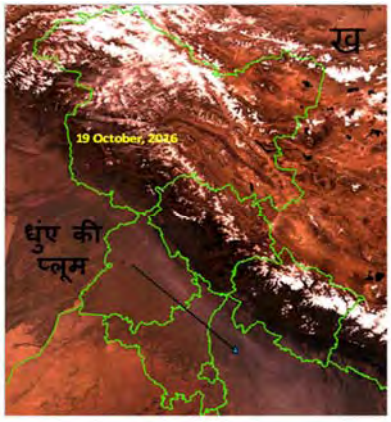
प्रदूषण व वायु गुणवत्ता के अध्ययन में वायुमंडलीय सीमा परत की गतिशीलता, विभिन्न मौसमसम्बन्धी मापदंडों, बादलों और एरोसोल की रचना के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करते हैं।

3. धुंआ एवं धूल प्लूम परिवहन से क्षेत्रीय वायु गुणवत्ता पर प्रभाव

जैवभार ज्वलन से उत्पन्न धुआं एवं प्राकृतिक धूल आंधी, वायु प्रदूषण और क्षीण वायु गुणवत्ता के प्रमुख स्रोत है। सिन्धु-गंगा मैदान दक्षिण एशिया का एक बहुत महत्त्वपूर्ण कृषि-पारिस्थितिकी क्षेत्र है जो पाकिस्तान, भारत, नेपाल और बांग्लादेश देशों के कुल भौगोलिक क्षेत्रफल के पांचवे भाग में फैला हुआ है। प्रत्येक वर्ष उत्तर भारत में प्रमुख रूप से पंजाब, हरियाणा और पश्चिम उत्तर प्रदेश में मानसून के पश्चात अक्टूबर-नवम्बर माह में किसान खेतों में ही धान की फसल के अवशिष्ट जला देते हैं। बड़ी मात्रा में खुले में फसल के अवशिष्ट जलने से वायुमंडल में एयरोसोल की मात्रा बहुत बढ़ जाती है। साथ ही इससे अनेक हानिकारक वायु प्रदूषकों जैसे कार्बन-डाई-ऑक्साइड, कार्बन मोनोऑक्साइड, मीथेन, वाष्पीय जैविक यौगिक, नाईट्रोजन के ऑक्साइड इत्यादि का उत्सर्जन होता है। यह धुआं उत्तरी-पश्चमी हवाओं के साथ मीलों दूर तक पूरे सिन्धु-गंगा मैदान क्षेत्र को आच्छादित कर लेता है। कभी-कभी हवाओं की गति और दिशा से इसका असर बंगाल की खाड़ी तक भी देखा जा सकता है। फसल जैवभार ज्वलन से उत्पन्न अवशोषक एयरोसोल महत्वपूर्ण रूप से इस क्षेत्र के स्थलीय विकिरण बल (-57.2 से -96.9 Wm^{-2}) को तथा निचले व मध्यम क्षोभ मंडल को (43.0 से 86.5 Wm^{-2}) तापित कर देते हैं (शर्मा एवं अन्य, 2012)। इनके अल्प व दीर्घकालिक परिणाम स्थानिक, क्षेत्रीय और वैश्विक जलवायु और मानव स्वास्थ्य पर विपरीत प्रभाव डालते हैं (कस्कौतिस, 2014)।

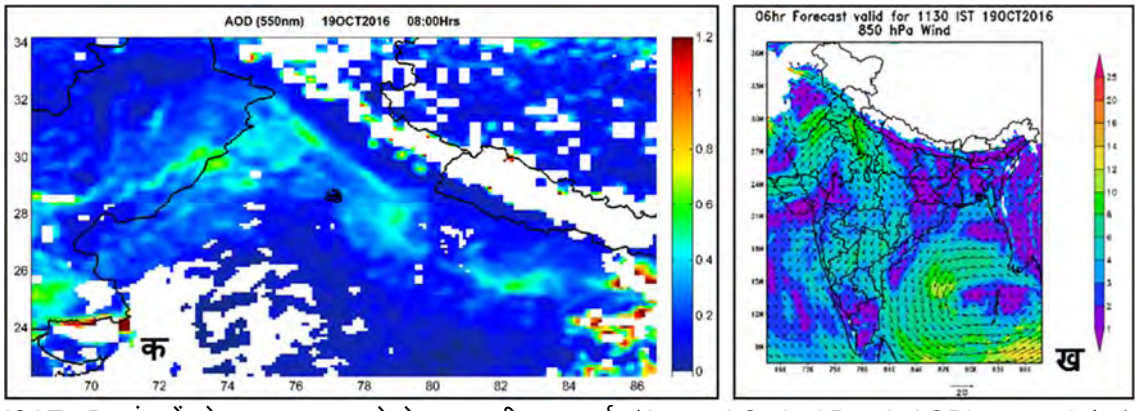
गत अक्टूबर-नवम्बर 2016 की अवधि के दौरान भी हुई इस घटना ने कई दिन तक देश की राजधानी दिल्ली समेत उत्तर व मध्य भारत के कई शहरों में वायु गुणवत्ता पर गंभीर प्रभाव डाला। टेरा/एक्वा मोडिस संवेदक से 1 किलोमीटर तथा ओशियनसेट -2 ओशियन कलर मॉनिटर (OCM) से 360 मीटर स्थानिक विभेदन के प्रतिबिम्बों द्वारा इस घटना का विस्तार से अध्ययन किया गया। ओशियन कलर मॉनिटर आठ बैंड का एक बहु-स्पेक्ट्रमी कैमरा है, जो दृश्य से निकट अवरक्त स्पेक्ट्रमी परास में दो दिन की कालिक अवधि से आंकड़े प्रदान करता है। 620 nm, 555 nm and 490 nm के तरंगदैर्घ्य के आंकड़ों को लेकर आरजीबी प्रतिबिम्ब बनाये गए। न केवल भारत के पंजाब, हरियाणा राज्यों में बल्कि पाकिस्तान के पंजाब प्रान्त में भी जैवभार ज्वलन की अनेक घटनाएँ देखी गई। इन प्रतिबिम्बों में फसल जैवभार ज्वलन के स्थानों को तथा धुएं के प्लूम परिवहन को स्पष्ट रूप से देखा व इसके फैलाव को समझा जा सका (चित्र–2)। साथ ही टेरा/एक्वा मोडिस तथा भारतीय भूस्थिर उपग्रह INSAT-3D आंकड़ों (550 nm) से व्युत्पन्न एयरोसोल प्रकाशीय गहराई (Aerosol Optical Depth, AOD) उत्पाद और INSAT-3D आंकड़ों और मौसम मॉडल द्वारा हवा की दिशा का पूर्वानुमान का भी अध्ययन किया गया (चित्र-3)। एयरोसोल प्रकाशीय गहराई सतह से सुदूर संवेदक तक ऊर्ध्वाकार कॉलम में एयरोसोल की बहुतायतता को दर्शाता है। यह भूभौतिकीय प्राचल $PM_{2.5}$ एयरोसोल की सांद्रता के साथ वायु गुणवत्ता की महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करता है। विभिन्न स्थानिक व कालिक विभेदन क्षमता वाले ध्रुवीय व भूस्थिर उपग्रह आधारित सुदूर संवेदकों से प्राप्त चित्रों से इस घटना की निरंतर मोनिटरिंग एवं प्राप्त जानकारी केंद्रीय प्रदूषण नियन्त्र बोर्ड, नयी दिल्ली को दी गई। तत्पश्चात सुदूर संवेदन द्वारा वायु गुणवत्ता मोनिटरिंग की नियमत जानकारी सैक के वेदास पोर्टल में माध्यम से दी जा रही है।





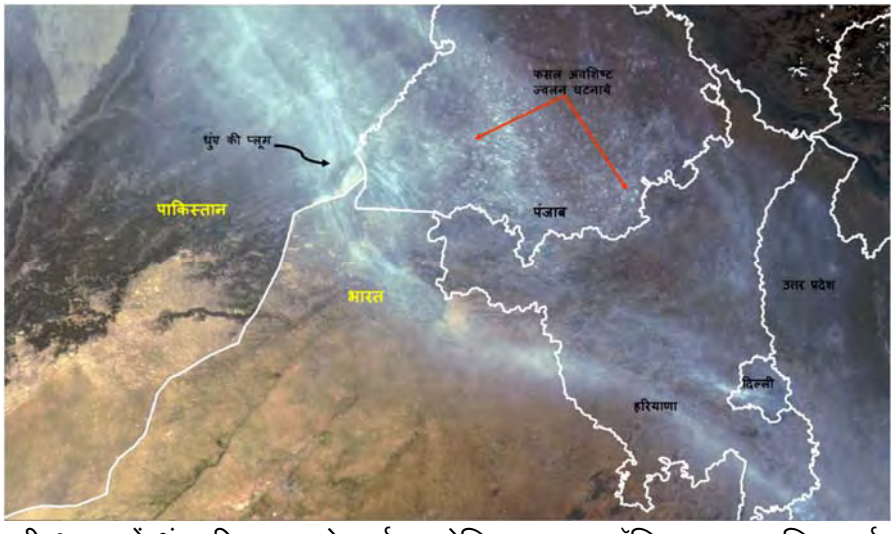
चित्र 2- (क) उत्तर भारत में फसल अवशिष्ट जलाये जाने की घटनाएँ और उनसे उत्सर्जित धुएं का सिन्दू-गंगा मैदान क्षेत्र में फैलाव का मोदिस संवेदक से प्राप्त 19 अक्टूबर 2016 का प्रतिबिम्ब (स्रोत: नासा वर्ल्ड व्यू),

(ख) ओशियनसेट -2 ओशियन कलर मॉनिटर से प्राप्त आंकडो का मिथ्या वर्ण सम्मिश्र



चित्र 3 (क) INSAT-3D आंकड़ों से व्यूत्पन्न एयरोसोल प्रकाशीय गहराई (Aerosol Optical Depth AOD) उत्पाद, 3 (ख) INSAT-3D आंकड़ों और मौसम मॉडल द्वारा हवा की दिशा का पूर्वानुमान

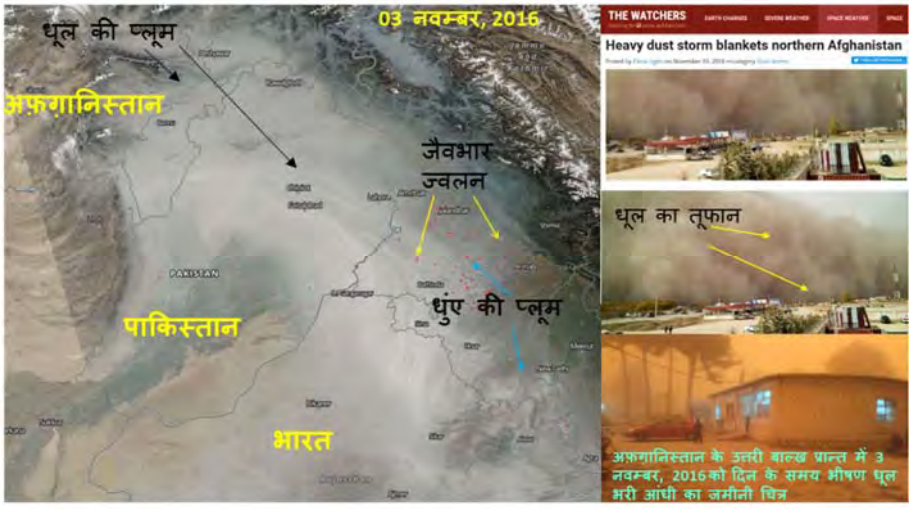
30 अक्टूबर, 2016 को दीपावली के त्यौहार के समय वायु गुणवत्ता की स्थिति और भी ख़राब हो गई। भारी मात्रा में जैवभार ज्वलन के धुएं के साथ पटाखों के जलाने से उत्सर्सित धुंआ और स्थानीय मौसमी प्राचलों की स्थिति के कारण दिल्ली समेत उत्तर भारत के कई शहरों में वायु गुणवत्ता की स्थिति गंभीर बनी रही। चित्र-4 में ओशियनसेट-2 ओशियन कलर मॉनिटर के 360 मीटर स्थानिक विभेदन के प्रतिबिंब से इस घटना को स्पष्टता से दिखाया गया है। इन मानवोद्भावी वायु प्रदूषण की घटना के साथ एक भयंकर प्राकृतिक घटना भी घटित हुई जिसने वायु गुणवत्ता को बुरी तरह प्रभावित कर दिया। 3 नवम्बर 2016 को अफ़ग़ानिस्तान के उत्तरी बाल्ख प्रान्त के माजरे-शरीफ और फूल-खुमरी क्षेत्रों में एक भीषण धूल भरा तूफान विकसित हुआ। इस भयंकर धूल की प्लूम ने मीलों दूर परिवहन करते हुए पाकिस्तान और उत्तर भारत के कई क्षेत्रों को बुरी तरह एक मोटी धूल की परत के रूप में ढक लिया। टेरा/एक्वा मोडिस उपग्रह आधारित संवेदक के 1 किलोमीटर स्थानीय विभेदन प्रतिबिम्बों में (चित्र- 5) तथा ओशियन कलर मॉनिटर के प्रतिबिम्बों द्वारा इस घटना को स्पष्ट रूप से देखा गया तथा जमीनी चित्रों के माध्यम से भी इस घटना की पुष्टि की गई (चित्र- 6)।



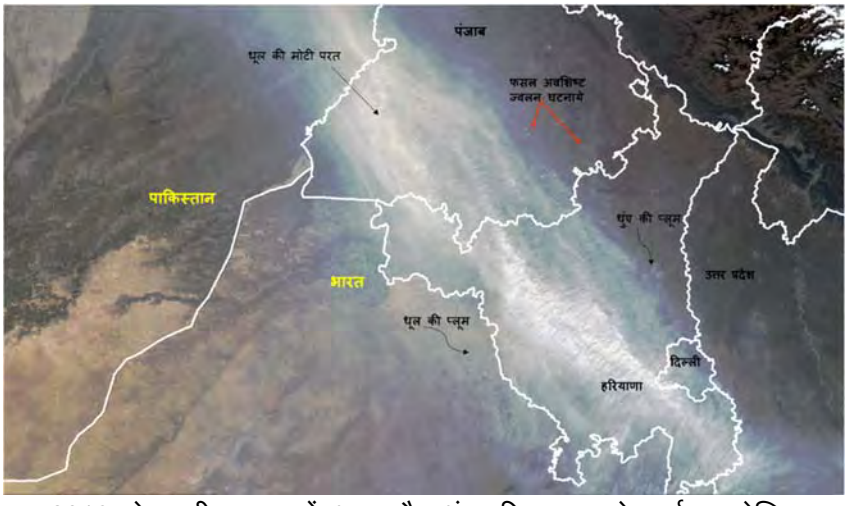
चित्र 4 : उत्तरी भारत में धुंए की प्लूम को दर्शाता ओशियन कलर मॉनिटर का प्राकृतिक वर्ण सम्मिश्रण

इस घटना की अवधि के केंद्रीय प्रदूषण नियन्त्रण बोर्ड, दिल्ली से प्राप्त यथास्थित आंकड़ों का भी अध्ययन किया गया और यह पाया गया कि वायुमंडल में पी.एम 2.5 तथा पी.एम 10 एयरोसोल की सांद्रता भारतीय पर्यावरण मानकों से बहुत अधिक थी। दिल्ली में द्वारका और पंजाबी बाग स्थित वायु मोनिटरिंग स्टेशनों के आंकड़ों के

विश्लेषण से यह ज्ञात हुआ कि 31 अक्टूबर और 03 नवम्बर 2016 को पी.एम 2.5 और पी.एम 10 की सांद्रता क्रमशः 520.57 एवं 638.34 माइक्रोग्राम प्रति घन मीटर मापी गई जो सी पी सी बी की मानक 60 एवं 100 माइक्रोग्राम प्रति घन मीटर क्रमशः से बहुत अधिक थी। वायु गुणवत्ता की यह स्थिति बड़े पैमाने पर मानव स्वास्थ्य और क्षेत्रीय जलवायु को प्रभावित करती है। इस अवधि में अनेक लोग श्वास सम्बन्धी बीमारियों और तकलीफों से पीड़ित हुए।



चित्र 5 : 03 नवम्बर 2016 को उत्तरी भारत में धूल और धुंए की प्लूम को दर्शाता मोडिस प्राकृतिक वर्ण सम्मिश्रण (स्रोत: नासा वर्ल्ड व्यू) एवं जमीनी चित्र (स्रोत: इन्टरनेट)

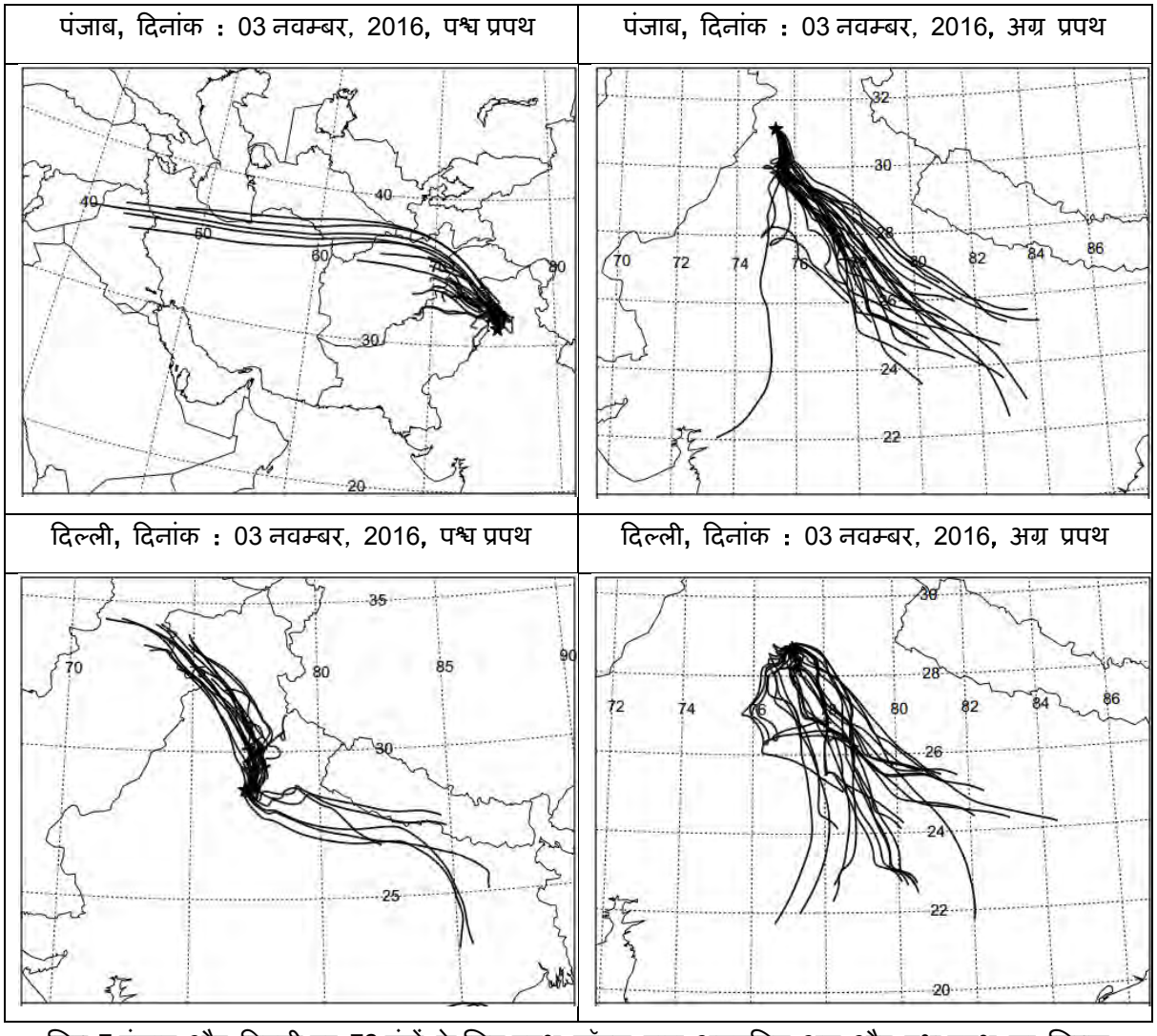


चित्र 6 : 03 नवम्बर 2016 को उत्तरी भारत में धूल और धुंए की प्लूम को दर्शाता ओशियन कलर मॉनिटर का प्राकृतिक वर्ण सम्मिश्रण

4. वायु द्रव्यमान प्रपथ मॉडल द्वारा धुंआ एवं धूल प्लूम परिवहन का अध्ययन

सुदूर संवेदन एवं यथास्थितिक आंकड़ों के अलावा वायुमान प्रपथ मॉडल बेहतर तरीके से किसी भी स्थान पर धुंआ एवं धूल से उत्पन्न वायु प्रदूषण की अत्याधिक सांद्रता के लिए इनके प्लूम परिवहन एवं विशेष मौसमी विकल्पों को समझने में बहुत सहायक होते हैं (चुंग एवं अन्य, 2014)। अक्टूबर-नवम्बर 2016 की अवधि के दौरान उत्तर भारत में हुई मानवोद्भावी एवं प्राकृतिक घटनाओं से उत्सर्जित और उत्पन्न धुंआ एवं धूल प्लूम का लंबी दूरी का परिवहन का अध्ययन हाइब्रिड सिंगल पार्टिकल लाग्रंगियन इन्तेगेरातेद ट्रेजकट्री (HYSPLIT) मॉडल द्वारा किया गया। पंजाब (31.15 अक्षांश, 75.34 देशान्तर) और दिल्ली (28.70 अक्षांश, 77.10 देशान्तर) के लिए नोवा से प्राप्त हवा की दिशा और वायुदाब आंकड़ों को हाईस्प्लिट मॉडल में प्रयोग द्वारा अग्र और पश्च प्रपथ तैयार किये गए। 500 मीटर की ऊँचाई पर पंजाब और दिल्ली पर धुंआ एवं धूल प्लूम परिवहन के अग्र और पश्च प्रपथों को 72 घंटों की अवधि के लिए विकसित किया गया। उदाहारण के तौर पर, 03 नवम्बर, 2016 के पश्च प्रपथ के विश्लेषण से ज्ञात हुआ कि पंजाब और दिल्ली के वायुमंडल में घने धुंआ एवं धूल की उत्पत्ति सीमापार अफगानिस्तान की ओर

से हुई थी तथा अग्र प्रपथ विश्लेषण से इसके उत्तर और मध्य भारत में संभावित फैलाव की जानकारी प्राप्त हुई (चित्र – 7)। कस्कौतिस एवं अन्य, 2014 ने अक्टूबर-नवम्बर 2012 के दौरान पंजाब के ऊपर वायुमान प्रपथ मॉडल द्वारा लंबी दूरी के प्लूम परिवहन के अध्ययन से यह ज्ञात हुआ कि यह प्लूम परिवहन पश्चिम से पूर्व दिशा की ओर प्रवाहित हुआ जिससे इस क्षेत्र में एयरोसोल प्रकाशीय गहराई में बहुत वृद्धि देखी गयी।



चित्र-7 पंजाब और दिल्ली पर 72 घंटों के लिए प्रपथ मॉडल द्वारा अनुरूपित अग्र और पश्च प्रपथ का चित्रण

5. वायु गुणवत्ता मोनिटरिंग स्टेशनों की स्थापना

हाल ही में सैक और भारतीय उष्टकटिबंधीय मौसमविज्ञान संस्थान, पृथ्वी विज्ञानं मंत्रालय के बीच वायु गुणवत्ता पर वैज्ञानिक शोध एवं सहयोग के सफ़र-अहमदाबाद एम.ओ.यू. के अंतर्गत विभिन्न वायु प्रदूषकों के नियमित मापन के लिए सैक में दो वायु गुणवत्ता मोनिटरिंग स्टेशनों को स्थापित किया गया है। सिस्टम ऑफ़ एयर कौलिटी वेदर फोरकास्ट एंड रिसर्च (सफ़र), भारत सर्कार की एक महत्वाकांक्षी परियोजना है। इन 24×7 मोनिटरिंग स्टेशन में विभिन्न संवेदकों द्वारा सतही वायु गुणवत्ता को प्रभावित करने वाले गैस और पार्टिकुलेट मैटर प्रदूषकों एवं मौसम के प्राचलों का निरंतर मापन किया जाता है। इन आंकड़ों को मौसम पूर्वानुमान मॉडल में प्रयोग करके वास्तविक काल एवं अगले तीन दिन का वायु गुणवत्ता का पूर्वानुमान साधारण जनमानस तक एक एल. ई. डी डिस्प्ले के माध्यम से दिखलाया जाता है। सैक इसरो में स्थित यह वायु गुणवत्ता मोनिटरिंग स्टेशन इस महत्वपूर्ण विषय के अध्ययन की दिशा में एक सराहनीय प्रयास है।

6. निष्कर्ष

अनुक्रमणिका

अनेक प्रकार के प्राकृतिक एवं मानवजन्य प्रदूषक वायु गुणवत्ता को हानि पहुंचाकर 'वायु प्रदूषण' करते हैं। विभिन्न वायु प्रदूषकों की वायुमंडलीय सांद्रता और स्थानीय एवं कालिक परिवर्तनशीलता को समझने और मात्रीकरण करने में सुदूर संवेदन बहुत उपयोगी है। इसके अतिरिक्त वायु द्रव्यमान प्रपथ मॉडल क्षेत्रीय स्तर पर एरोसोल प्लूम का लंबी दूरी का परिवहन वायु गुणवत्ता को समझने में सहायक होते हैं। एकीकृत तंत्र के रूप में वायु प्रदूषण यथास्थित आंकड़ें, सुदूर संवेदन आंकडे, मौसम प्राचल और वायु द्रव्यमान प्रपथ मॉडल वायु गुणवत्ता को विस्तार से समझने के लिए अत्यंत आवश्यक है।

संदर्भ

1. आई पी सी सी ,(2013) क्लाइमेट चेंज: दा फिजिकल साइंस बेसिसटू द I कॉन्ट्रिब्यूशन ऑफ़ वोर्किंग ग्रुप : फिफ्थ असेसमेंट रिपोर्ट ऑफ़ द इंटरगवर्नमेंटल पैनल ओं क्लाइमेट चैंज। स्टोकर.ऍफ़ .टी ,, किन.डी ,, प्लात्नर.के ,जी ,, तिग्नोर.एम् ,, एलन.एस ,, के., बोस्चुंग.जे ,, नोएल्स.ए ,, क्सियाऔर .वी ,बक्स ,वाई , .एम् ,पी ,मिद्ग्ले, कैंब्रिज यूनिवर्सिटी प्रेस., कैंब्रिज.यूनाइटेड किंगडम एंड न्यू यॉर्क ,, यू एस ए ,1535 पेज।

2. इस्पिनेत्ति सी., कर्रे.वी ,, बुओन्गिओर्नो.एम् ,, ऍफ़., सुत्तों.ए ,, जे) .2008.(, कार्बन डी ऑक्साइड ऑफ़ शेऊ , एनवायरनमेंट ,112, 3192–3199।
3. कस्कौतिस.डी जी ,, कुमार.पी .सिंह आर ,डी ,शर्मा ,एस ., खारोल.एम् ,शर्मा ,के .एस ,, सिंह.के .ए ,, सिंह , .ए ,सिंह ,.एस, सिंह) .डी ,2014(। इफेक्ट्स ऑफ़ क्रॉप रेसिडू बर्निंग ओं एयरोसोल प्रॉपर्टीजप्लूम , चरेअक्तेर्स्तिक्स एंड लॉन्ग रेंज ट्रांसपोर्ट ओवर नोर्दर्न इंडिया। जर्नल ऑफ़ जिओफ्यिसकल रिसर्च एटमोस्फिएर , 119 :5424-5444।
4. चुंग, एम्.आर ,जी ,शेऊ ,एच ,इन ,लीं ,सीसी के ,चौ ,टी ,सी ,ली ,टी ,, वांग.एल ,जे ,, चंग ,वांग ,सी ,एस ,) .वाई ,से ,यंग ,एच ,के ,ची ,एच ,एस2(014। लॉन्गएटमोस्फेरिक ,टर्म ऑब्जरवेशन अत माउंट लुलिन- एनवायरनमेंट ,89:507-516।
5. थोम्पसन ,सी ,फ्रंकेन्बेर्ग ,एम् ,फ्लादेलंद ,एम् ,एअस्त्वूद ,एम् ,बोवेंस्मान्न ,आई ,लेइफेर ,आर.डी , .क ,गेरिलोव्सकी, ग्रीन.ओ .आर ,, क्रत्वुर्स्त.के .ए ,बी और थ्रोपे ,लूँगा ,टी ,क्रिंग्स ,एस ,, 2015रियल , टाइम रिमोट डिटेक्शन एंड मेज़रमेंट फॉर एयरबोर्न इमेजिंग स्पेक्ट्रोस्कोपी ,अ केस स्टडी विथ मीथेन : ,एटमोस्फेरिक मेऔरेमेंट तकनीक8, 4383–4397।
6. भट्टू) इन .एस ,डी और त्रिपाठी ,2015इफ़ेक्ट आफ एयरोसोल केमिकल :सी ससे इन क्लोसुर स्टडी (एटमोस ,जर्नल ऑफ़ जियोफिजिकल रिसर्च ,कम्पोजीशन एंड मिक्सिंग स्टेट्फिएर ,12, 766-783।
7. मार्टिन) .वी ,आर ,2008(सॅटॅलाइट रिमोट सेन्सिंग ऑफ़ एयर क्वालिटी ,एटमोस्फेरिक एनवायरनमेंट ,42 , 7823–7843।
8. शर्मा.डी ,, सिंह.एम् ,, सिंह) डी ,2012(, इम्पैक्ट ऑफ़ पोस्टह्वेस्ट बायोमास बर्निंग ओं एयरोसोल - केरक्टेर्स्तिच्स एंड रादिअतिव फोर्सिंग ओवर पटियाला .जर्नल ऑफ़ इनस्ट ,नार्थ वेस्ट रीजन ऑफ़ इंडिया , ,इंजिनियर8 ,11-24।
9. सीबी .सी .पी., 2014 ,*http://www.cpcb.nic.in*

आभार

मैं श्री तपन मिश्र (निदेशक सैक), डॉ. राजकुमार (उपनिदेशक एपसा), डॉ. प्रकाश चौहान (ग्रुप प्रधान, बीपीएसजी) तथा डॉ. बिमल भट्टाचार्य (प्रधान ए.इ.डी) से प्राप्त मार्गदर्शन तथा प्रोत्साहन के लिए उनके प्रति धन्यवाद प्रकट करती हूँ। इस अध्ययन में प्रस्तुत आंकड़ों के विश्लेषण में सहयोग के लिए एपसा के वरिष्ठ वैज्ञानिक डॉ. मेहुल पंड्या, सह वैज्ञानिक डॉ. मनोज मिश्र और डॉ. प्रशांत तथा वरिष्ट शोधकर्ता, श्री अंकित गोहेल का भी धन्यवाद करती हूँ।

लेखक परिचय : डॉ.आभा छाबरा ने पर्यावरण विज्ञान में स्नातकोत्तर एवं पी.एच.डी उपाधि प्राप्त की है। वर्ष 2005 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में पर्यावरण अध्ययनों में सुदूर संवेदन विधियों के विकास उपयोग के शोध में कार्यरत हैं।



***

स्केटसैट-1 के उच्च-विभेदन एल2ए डेटा उत्पाद: एक कदम उच्च-विभेदन प्रकीर्णमापी डेटा प्रक्रमण की ओर

High resolution L2A data products of SCATSAT-1: a step towards high resolution Scatterometer Data Processing

देवांग मांकड, सुरेश गुर्जर और शुभम गुप्ता,
सूक्ष्मतरंग डेटा प्रक्रमण प्रभाग ,संकेत और प्रतिबिम्ब प्रक्रमण समूह
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

सारांश

सूक्ष्म-तरंगी नीतभार पृथ्वी के विविध क्षेत्रों के परावर्तन का मापन करके तीव्रता स्तरों का अभ्यास करते हैं। प्रकीर्णमापी से प्राप्त डेटा का प्रक्रमण करने से समुद्रों का बहुत कम समय में पुनरावलोकन हो सकता है और इनमें उठते चक्रवातों का पूर्वानुमान किया जा सकता है। कच्चे आंकड़ों से प्रक्रमित डेटा उत्पाद बनाने की पूरी प्रक्रिया को स्वचालित बनाने से अंतिम उपयोक्ता तक अर्थपूर्ण डेटा तीव्र-गति से पहुँचाया जा सकता है। ओशनसैट एवं स्केटसैट-1 के प्रकीर्णमापी नीतभारों के प्रक्रमण को स्वचालित बनाकर नियत समयरेखाओं में अंतरराष्ट्रीय उपयोक्ताओं तक पहुँचाया गया/ जा रहा है। डेटा उत्पादों के उच्च-विभेदन डेटा उत्पाद हेतु विशेष तकनीकों का इस्तेमाल करना पड़ता है।

संकेतशब्द

प्रकीर्णमापी, फूटप्रिंट, स्लाईस, क्रमवीक्षण विधा, प्रमार्ज ग्रिड, डेटा उत्पाद, वायु सदिश, भारण उपगमन

नामावली

σ^0= प्रसामान्यकृत रडार पश्च प्रकीर्ण गुणांक, dB

P_{S+N}= पश्च प्रकीर्णित शक्ति और रव शक्तिका योग, अंकीय संख्या

P_N = रव शक्ति, अंकीय संख्या

K_p = रडार अवतीव्रण और तापीय रव के प्रभाव से व्युत्पन्न P_s का प्रसामान्यकृत मानक विचलन

1. प्रस्तावना

समुद्र की सतह पर वायु की गति का निर्धारण करने के लिए प्रयुक्त सक्रिय सूक्ष्मतरंग यंत्रों को प्रकीर्णमापी कहते हैं। समुद्र की सतह के पश्च प्रकीर्णन परिक्षेत्र में किए गए माप से वात गति एवं वात दिशा का निर्धारण होता है। भारत के प्रथम प्रकीर्णमापी नीतभार, ओस्केट, का प्रमोचन ओशनसैट-2 के माध्यम से 23 सितम्बर, 2009 को किया गया। प्रमोचन के पश्चात् ओस्केट ने समुद्र पवन सदिश का अमूल्य डेटा अर्जित किया। इस डेटा का प्रयोग प्रचालनी पूर्वानुमान करने हेतु अनेक संस्थाओं, जैसे कि यूमैटसेट, नोआ, केएनएमआई इत्यादि द्वारा किया गया। हमारे द्वितीय प्रकीर्णमापी नीतभार, स्केटसैट-1, का प्रमोचन 26 सितम्बर, 2016 को किया गया।

दक्षिण–ध्रुव क्षेत्र में स्थित एंटार्कटिका के भारतीय भू-स्टेशन एवं उत्तर-ध्रुव के पास स्थित स्वालबर्ड भू-स्टेशन में स्केटसैट-1 के कच्चे डेटा का अर्जन लगभग हरेक सन्निक्षेप कक्षा में होता है। इसके अतिरिक्त, सम्पूर्ण डेटा का सन्निक्षेपण राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केंद्र (रा.सु.सं.के.), शादनगर में प्राप्त 4 उपग्रह पास के दौरान किया जाता है। इन भू-स्टेशनों में अर्जित कच्चे डेटा को डेटा कड़ी द्वारा शादनगर में स्थानान्तरित किया जाता है। इस कच्चे डेटा का पूर्वसंसाधन रा.सु.सं.के. और इसरो उपग्रह केंद्र (इ.उ.के.) द्वारा विकसित लेवल-0 सॉफ्टवेयर द्वारा किया जाता है। इसके पश्चात्, पूर्वसंसाधित लेवल-0 डेटा को निवेश के तौर पर अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (अं.उ.के.) द्वारा विकसित डेटा उत्पाद सॉफ्टवेयर को, विभिन्न स्तरों के उत्पाद बनाने हेतु दिया जाता है। इन डेटा उत्पादों को यूमैटसेट में स्थानान्तरित किया जाता है। उपयुक्त उत्पादों को रा.सु.सं.के. की जाल देहली (वेब पोर्टल) पर भी अपलोड किया जाता है। डेटा प्रक्रमण और विप्रथन की यह शृंखला सम्पूर्ण रूप से स्वचालित है। इन डाटा उत्पादों

अनुक्रमणिका

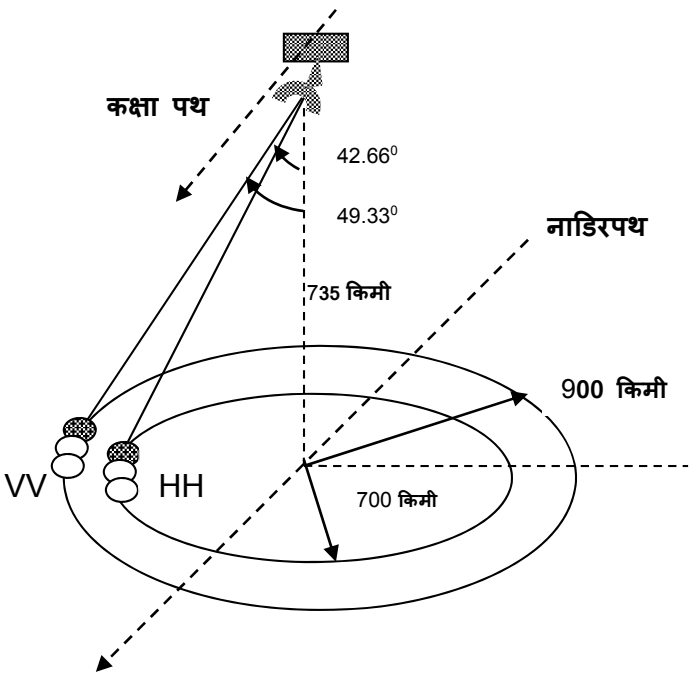
की विभेदन क्षमता 25 किमी है। उच्च-विभेदन के डाटा उत्पाद हेतु विशेष आयोजन और उसके अनुरूप तकनीकों का इस्तेमाल करना आवश्यक हो जाता है।

इस शोधपत्र के माध्यम से उच्च-विभेदन एल2ए डेटा उत्पाद के उत्पादन की तकनीकी एवं प्रक्रमण श्रृंखला को दर्शाने का प्रयास किया गया है। खंड-2 में डेटा उत्पाद के विभिन्न स्तरों का विवरण दिया गया है। उच्च विभेदन एल2ए प्रक्रमण प्रणाली को खंड-3 में दर्शाया गया है। भारण उपगमन और समयरेखा की चर्चा शोधपत्र के खंड-4 में की गई है।

2. स्केटसैट-1 डाटा उत्पाद के विभिन्न स्तर

चित्र 1 में स्केटसैट-1 नीतभार की द्रश्यन ज्यामिति को दर्शाया गया है [1]। पेन्सिल किरणपुंज प्रकीर्णमापी के कच्चे डेटा से डेटा उत्पाद जनन के संपूर्ण प्रक्रम को निम्नलिखित कार्यकलापों में विभाजित किया जा सकता है:

1) डॉप्लर प्रतिपूरण
2) (संकेत + रव) ऊर्जा (P_{S+N})एवं रव ऊर्जा(P_N) संसूचन और रव वियोजन
3) आन्तरिक अंशांकन
4) ऐंटेना लब्धि हेतु संशुद्धि और स्लाईस स्तर पर σ^0 अभिकलन
5) ग्रिड स्तर पर σ^0अभिकलन और
6) वायु सदिश आकलन।



चित्र 1: स्केटसैट-1 नीतभार की द्रश्यन ज्यामिति

HH ध्रुवण के साथ भीतरी किरणपुंज में फुटप्रिंट का माप 27 किमी x 46 किमी जबकि VV ध्रुवण के साथ बाह्य किरणपुंज में फुटप्रिंट का माप 30 किमी x 70 किमी है। नामीय विन्यास में प्राप्त 9.54 KHz स्लाईस बैंड विस्तार में भीतरी किरणपुंज में 9 स्लाईस और बाह्य किरणपुंज में 14 स्लाईस प्राप्त होते हैं। सारणी 1 में डेटा उत्पादों के विभिन्न स्तर और उनका विवरण दिया गया है। प्रकीर्णमापी द्वारा अभिग्राहित संकेतों का आन बोर्ड संपीडन कर, भूमि पर भेजा जाता है।

सारणी 1 : डेटा उत्पाद के विभिन्न स्तर

उत्पाद	लेवल-1बी	लेवल-2ए	लेवल-2बी	लेवल-3एस	लेवल-3डब्ल्यू
प्रमार्ज	1800 किमी	1800 किमी	1800 किमी	वैश्विक	वैश्विक

अनुक्रमणिका

परिभाषा	अर्ध-परिक्रमण	अर्ध-परिक्रमण	अर्ध-परिक्रमण	वैश्विक	वैश्विक
वायु सदिश कोशिका (डब्ल्यूवीसी) माप	क्रमवीक्षण विधा डाटा, डब्ल्यूवीसी माप लागू नहीं	25किमी x 25किमी, 50 किमी x 50 किमी	25किमी x 25किमी, 50 किमी x 50 किमी	0.5° x 0.5°	0.5° x 0.5°
प्राचल	σ°	σ°	वायु सादिश	σ°	वायु सादिश

संवेदक डेटा का फॉर्मेटन रा.सु.सं.के. सॉफ्टवेयर घटक द्वारा किया जाता है। कक्षा सूचना का उत्पादन इ.उ.के.सॉफ्टवेयर घटक से होता है। संवेदक और कक्षा डेटा को अर्ध-परिक्रमण में विभाजित किया जाता है, जहाँ एक अर्ध-परिक्रमण की परिभाषा उत्तर ध्रुव से दक्षिण ध्रुव (अथवा दक्षिण ध्रुव से उत्तर ध्रुव) तक है। अर्ध-परिक्रमण आधारित पृथकन कर, हरेक अर्ध-परिक्रमण के लिए विभिन्न स्तरों के उत्पादों को बनाया जाता है [2]।

2.1 लेवल-1बी उत्पाद

इस लेवल के प्रक्रमण का उद्देश्य स्लाईस स्तर पर σ^0 का जनन करना है। सर्वप्रथम, संवेदक और कक्षा डेटा का तुल्यकालन किया जाता है। उपग्रह स्थिति, वेग, अभिवृति और अन्य सूचना का उपयोग करके, पृथ्वी के पृष्ठ पर हर फूटप्रिंट का स्थान-निर्धारण किया जाता है। अभिग्राहित शक्ति और रव डाटाफूटप्रिंट की सारी स्लाईस के लिए उपलब्ध होता है। इन मान कीमतों का उपयोग करके σ^0, संकेत-रव अनुपात (एस एन आर) और केपी (K_p) का अभिकलन किया जाता है। फुटप्रिंट और स्लाईस के लिए भूमि-समुद्र परिसीमा और समुद्र-बर्फ़ परिसीमा अंकित की जाती है।

2.2 लेवल-2ए उत्पाद

इस प्रक्रमक हेतु क्रमवीक्षण विधा में प्राप्त σ^0 को निवेश किया जाता है। प्रमार्ज ग्रिड कोशिकाओं (सेल) के लिए अग्र और पश्च अवलोकनों को साथ रखकर, प्रमार्ज ग्रिड के लिए σ^0 का अभिकलन किया जाता है। हर अर्ध-परिक्रमण के लिए, उपग्रह के पंचांगी आंकड़ों का उपयोग कर, 25 किमी एवं 50 किमी के स्थिर ग्रिड अंतराल में अनु-उपग्रह भूबिंदु प्राप्त किये जाते हैं। बाह्य किरणपुंज के लिए प्रमार्ज सूचना के सहयोग से इन अनु-उपग्रह बिंदुओं के संदर्भ में प्रमार्ज के चरम बिंदुओं का आकलन किया जाता है। प्रमार्ज ग्रिड के मध्यवर्ती बिंदुओं को दृश्यन ज्यामिति और भू-दीर्घवृतज सूचना का उपयोग कर, प्राप्त करते हैं। इस प्रकार अर्ध-परिक्रमण के लिए प्रमार्ज ग्रिड की रचना होती है।

2.3 लेवल-2बी उत्पाद

प्रमार्ज ग्रिड में σ^0 और वायु मॉडल संबंधित जानकारी से उसी प्रमार्ज ग्रिड में वायु सदिशों का जनन होता है। लेवल-2ए में साथ-साथ में हुए σ^0 अवलोकनों और भू-भौतिक मॉडल फलन को मिलाकर वायु सदिश सूचना को प्राप्त किया जाता है।

2.4 लेवल-3 उत्पाद

0.25^0 और 0.5^0 अंतराल में एक वैश्विक ग्रिड को निश्चित किया जाता है। लेवल-2बी की प्रमार्ज ग्रिड से प्राप्त डेटा को वैश्विक ग्रिड में, अधिकतम सामीप्य निकर्ष से, उचित ग्रिड कोशिका में रखा जाता है। यदि किसी ग्रिड कोशिका के लिए दो या उससे अधिक भिन्न अवलोकन प्राप्त होते हैं तो पहले अवलोकन के स्थान पर अद्यतन अवलोकन के डेटा को उपयोग में लाया जाता है। इस प्रकार $0.25^0 \times 0.25^0$ और $0.5^0 \times 0.5^0$ की वैश्विक ग्रिड को भरा जाता है। लेवल-3एस उत्पाद के लिए लेवल-2ए डाटा का इस्तमाल होता है जबकि लेवल-3डब्ल्यू उत्पाद के लिए लेवल-2बी डेटा का उपयोग होता है। यह डेटा इन्टरनेट पर उपलब्ध कराया जाता है।

इन उत्पादों को हमारे केंद्र में स्थित मोस्डेक में स्थानान्तरित किया जाता है जहाँ पर मूल्य-संवर्धित उत्पादों के रूप में उच्च-विभेदन डाटा उत्पादों का उत्पादन किया जाता है। 6.25 किमी की विभेदन क्षमता रखनेवाले उच्च-विभेदन एल2ए डाटा उत्पाद के लिए निवेश के रूप में लेवल-1बी उत्पाद का उपयोग होता है।

अनुक्रमणिका

3. उच्च-विभेदन एल2ए प्रक्रमण प्रणाली

3.1 उच्च-विभेदन डेटा उत्पाद की आवश्यकता

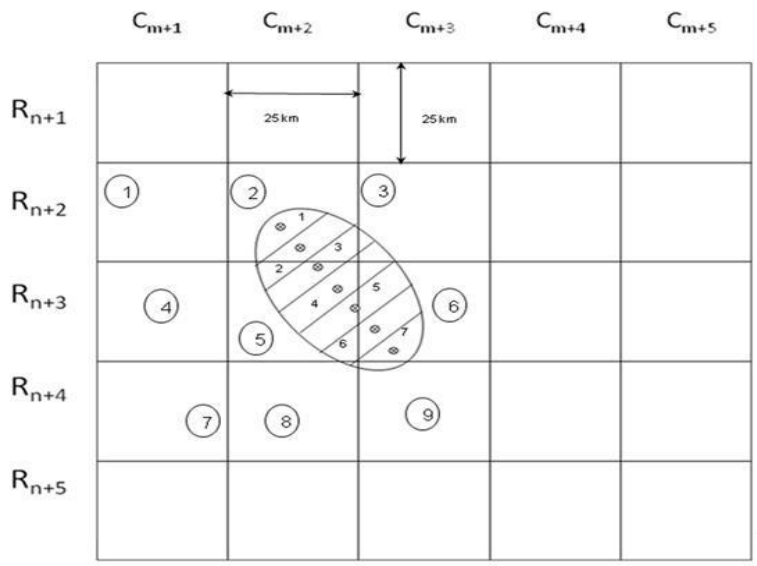
नामीय रूप से स्केटसैट-1 के डाटा उत्पाद की विभेदन क्षमता 25 किमी है। यह डाटा प्रमार्ज ग्रिड के स्वरुप में हर अर्ध-कक्षा में प्राप्त होता है। अभ्यास के अनुसार, यदि विभेदन क्षमता को उच्च-स्तर पर ले जाया जाता है तो चक्रवातों के मध्य-बिंदुओं की पहचान में बहुत आसानी हो जायेगी। चक्रवात के आतंरिक कोर के अवलोकन की क्षमता में सुधार आने से चक्रवात पथ का पूर्वानुमान परिशुद्धि से हो पाएगा। संप्रति, चक्रवात के ज़मीन पर, विशेष रूप से तटीय विस्तारों में, बरसने की क्षमता के अभ्यास में भी सुधार होगा।

डेटा-संबंधित अन्य अनुप्रयोग, जैसे सामुद्रिक बर्फ़ (सी-आइस) अध्ययन, भू-नमी (लेंड-आइस) अध्ययन इत्यादि में प्रतिरूपों (पैटर्न्स) के मिलने की संभावनाएं बढ़ जाती हैं। ध्रुवीय बर्फ़ अध्ययन में उच्च विभेदन डेटा के उपयोग से समुद्री हिम-शैल के पथ का अनुवर्तन (आइसबर्ग ट्रेकिंग) एवं जहाज़ों के संचालन में सहायता प्राप्त होगी। इन कारणों से उच्च विभेदन डेटा उत्पाद की माँग रहती है।

3.2 प्रक्रमण विधा

एल2ए नामीय प्रक्रमण प्रणाली

एल2ए डेटा उत्पाद के निवेश के रूप में एल1बी डेटा का उपयोग होता है। प्रमार्ज ग्रिड की रचना को खंड-2 में समझाया गया है। इस प्रमार्ज ग्रिड की हर कोशिका में यह परिक्षण किया जाता है कि उस कोशिका में एल1बी डेटा में प्राप्त हर फुटप्रिंट की कितनी स्लाइस पाई गईं। उन फुटप्रिंट के डाटा को संयुक्त करके एक अवलोकन के डेटा का सृजन किया जाता है। पूरे डेटा के प्रत्येक अवलोकन के प्राचलों को एल2ए डेटा उत्पाद के रूप में पैक किया जाता है। इस डेटा उत्पाद की हर कोशिका के बीच 25 किमी अथवा 50 किमी का अंतर होता है। चित्र 2 में 25 किमी के नामीय प्रक्रमण में हो रहे स्लाइस संयुक्तिकरण को दर्शित किया गया है। इससे हम यह समझते हैं कि इस फुटप्रिंट से तीन अवलोकन प्राप्त होते हैं। प्रथम अवलोकन में स्लाइस 1 और 2 का संयुक्तिकरण किया जाता है। द्वितीय एवं तृतीय अवलोकनों के लिए क्रमशः स्लाइस 3,4,5 और स्लाइस 6,7 का संयुक्तिकरण किया जाता है। चित्र 3 में 25 किमी उत्पाद के कोशिका के आयत चित्र को दर्शित किया गया है।

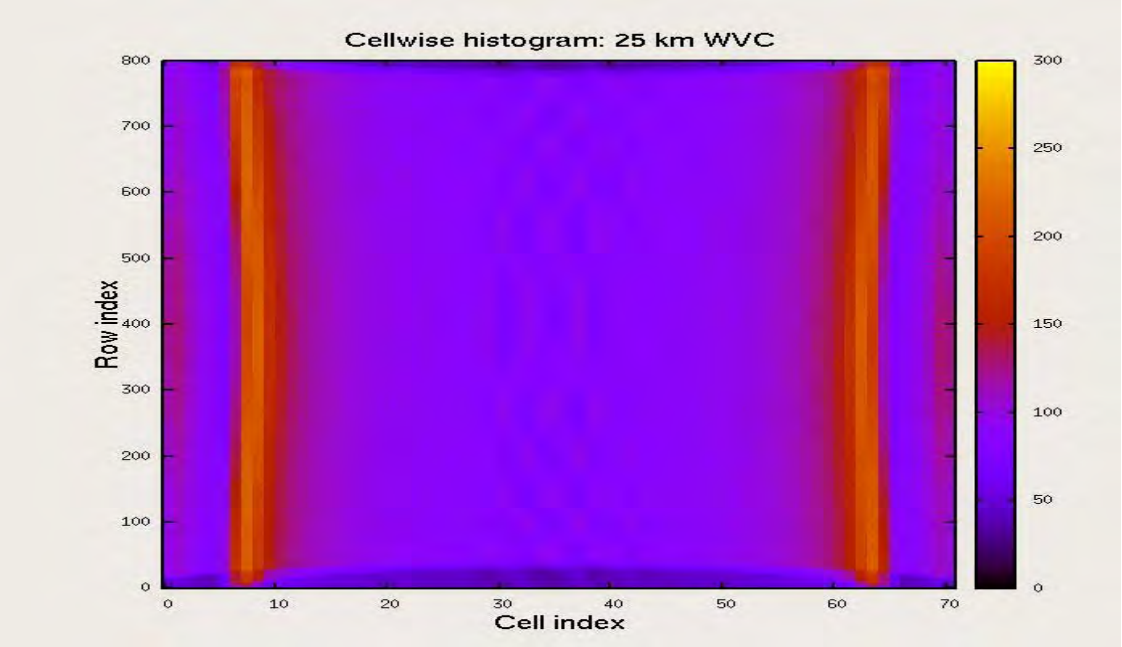


चित्र 2: नामीय प्रक्रमण में स्लाइस संयुक्तिकरण विधा

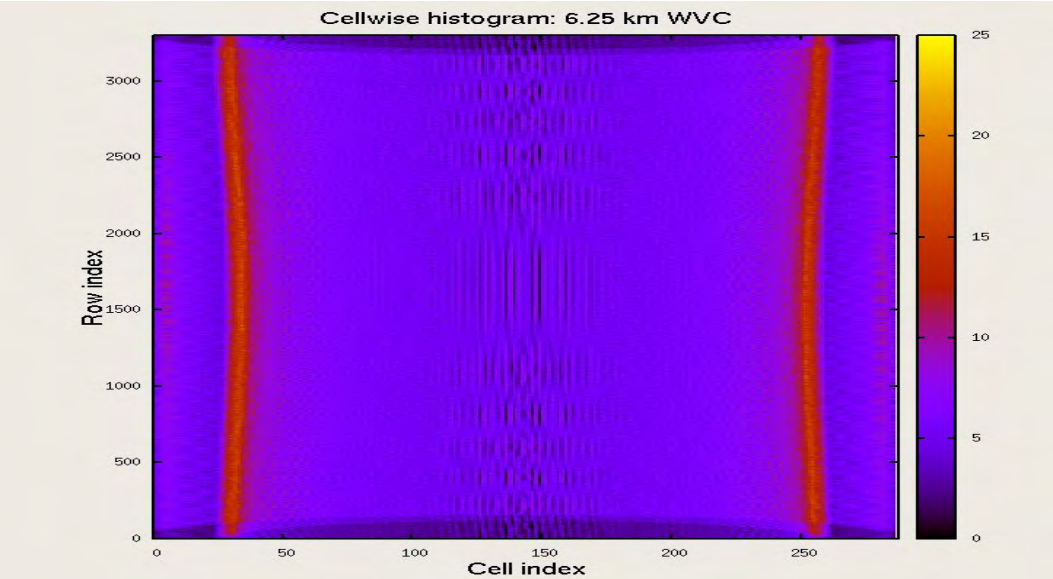
यदि प्रमार्ज ग्रिड को 6.25 किमी के अंतराल पर बनाते हैं और उपरोक्त विधा से इसमें स्लाइस के डेटा का संयुक्तिकरण करते हैं तो आयत चित्र में कुछ कोशिकाएँ रिक्त रहेंगी। इससे वायु सदिश डेटा के प्राकलन में असांतत्य आता है और चक्रवातों का पूर्वानुमान ठीक से नहीं किया जा सकता। चित्र 4 में रिक्त कोशिकाओं के

अनुक्रमणिका

साथ आयत चित्र को दर्शाया गया है। चूँकि अंतराल 6.25 किमी हो गया है, 1800 किमी के प्रमार्ज को आवृत्त करने हेतु 288 कोशिकाएँ प्राप्त होंगी।



चित्र 3: 25 किमी के नामीय प्रक्रमण में कोशिका का आयत चित्र (सेल-वाइज़ हिस्टोग्राम)



चित्र 4: 6.25 किमी के प्रक्रमण में कोशिका का आयत चित्र (सेल-वाइज़ हिस्टोग्राम)

इन रिक्त कोशिकाओं को डाटा से भरने हेतु अंतर्वेशन (इन्टरपोलेशन) तकनीक का प्रयोग करना आवश्यक है। अंतर्वेशन तकनीक में हमने भारण उपगमन (वेटेड एप्रोच) का प्रयोग किया है।

4. भारण उपगमन से उच्च-विभेदन एल2ए प्रक्रमण

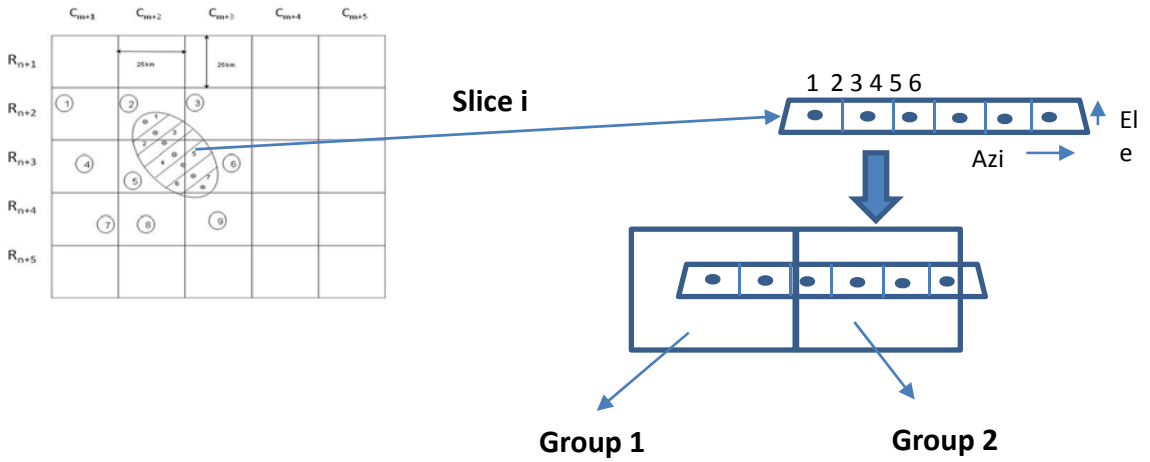
भारण उपगमन में हरेक स्लाइस को दिगंश दिशा में 6 टुकड़ों में विभाजित किया जाता है। प्रत्येक टुकड़े के मध्य-बिंदु की गणना की जाती है। स्लाइस के जितने टुकड़े एक कोशिका में पड़ते हैं, उनका संयुक्तिकरण किया जाता है जिसके लिए प्रयोग में लाए गए उपगमन घटकों को मध्य-बिंदु से उनके अंतर के प्रतिलोम समानुपातिक रूप का उपयोग करके अभिकलन किया जाता है। उपगमन घटकों के अभिकलन हेतु प्रत्येक स्लाइस के 6 टुकड़ों में से तीसरे और चौथे टुकड़े का उपगमन घटक 1 रखा जाता है और जैसे इन टुकड़ों का मध्य-बिंदु से अंतर बढ़ता है, उपगमन घटक के मान को अंतर के हिसाब से 0.8 अथवा 0.6 रखा जाता है। इस प्रक्रिया को चित्र 5

अनुक्रमणिका

में दर्शाया गया है। इस भारण उपगमन से अभिकलनीय भार में ग्रिड की रचना में 16 गुना और संयुक्तीकरण में 6 गुना वृद्धि होती है।

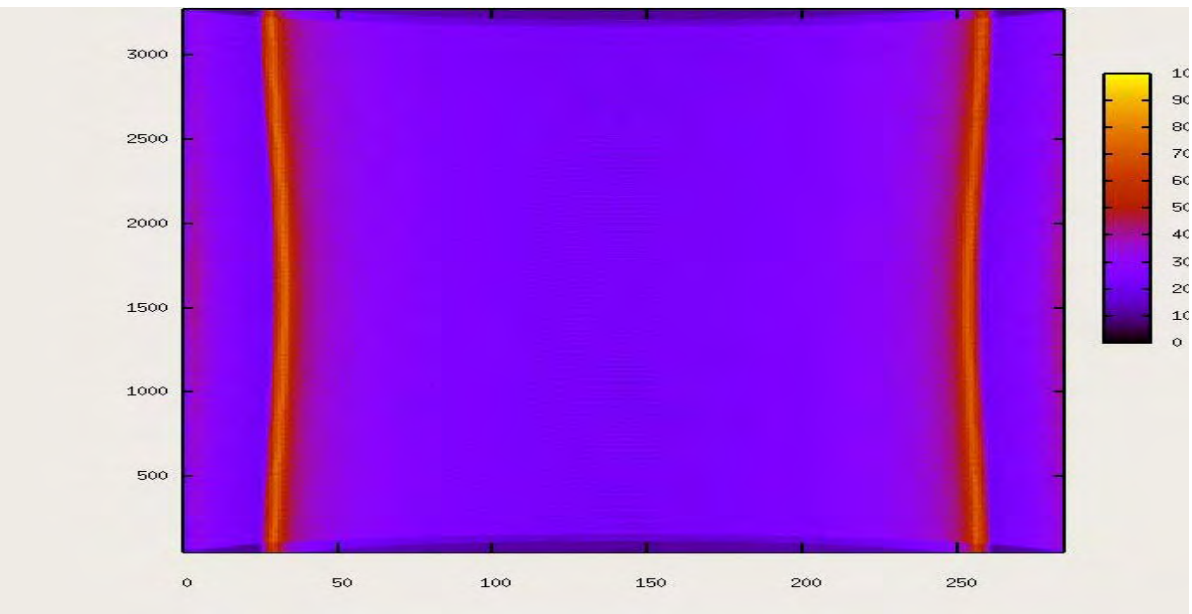
इस प्रक्रिया को कार्यान्वित करके प्रत्येक कोशिका में अभिकलनित अवलोकनों की गणना की जाती है और इनसे बने हुए आयत चित्र को चित्र 6 में दर्शाया गया है। इससे यह देखा जाता है कि प्रमार्ज के मध्य में जो भी रिक्त कोशिकाएँ थीं, उनमे अंतर्वेशित डेटा प्राप्त हो गया है। रिक्त कोशिकाओं की संख्या अत्यधिक कम हो जाने से वायु सदिश के अभिकलन में भी सुगमता प्राप्त होती है।

डेटा प्रवाह के सोपानों को चित्र 7 में दर्शित किया गया है। स्लाइस संयुक्तिकरण प्रक्रिया को द्रुत गति देने हेतु मल्टीथ्रेडिंग तकनीक का प्रयोग किया गया है और इससे चक्र काल (टर्न-अराउंड टाइम) को विपुल मात्रा में कम कर दिया गया है। इस सॉफ्टवेर के साथ वायु सदिश डेटा के उत्पादन हेतु एल2बी डेटा प्रक्रमण सॉफ्टवेर को भी मोस्डेक में एकीकृत कर दिया गया है। डाटा उत्पाद का अंतिम फॉर्मेट पदानुक्रमित डाटा फॉर्मेट-5 (एचडीएफ-5) रखा गया है। प्रक्रमण के सारे सोपानों को पूरा कर, हर अर्ध-परिक्रमण के लिए मोस्डेक में करीब 20 से 25 मिनटों में उच्च-विभेदन एल2ए और एल2बी डाटा उत्पाद बनाए जाते हैं।



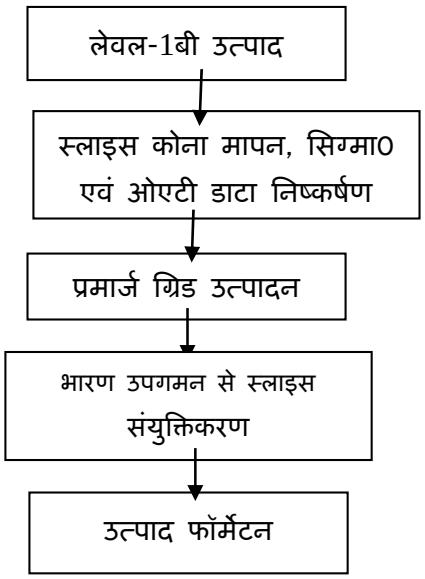
Sigma0_group1 = Sigma0_slice_i * 2/6
Sigma0_group2 = Sigma0_slice_i * 4/6

चित्र 5: भारण उपगमन से प्राप्त उच्च विभेदन



चित्र 6: भारण उपगमन पश्चात् प्राप्त 6.25 किमी विभेदन डाटा का आयत चित्र

अनुक्रमणिका



चित्र 7 : उच्च-विभेदन एल2ए प्रक्रमण

उपसंहार

उच्च विभेदन डेटा की माँग हर अनुप्रयोग के लिए रहती है। ख़ास तौर पर, सूक्ष्मतरंग डेटा को ज़्यादा सार्थक बनाने के लिए इसका सही रूप में निर्वचन करना आवश्यक हो जाता है। प्रकीर्णमापी डेटा को उच्च-विभेदन क्षमता देने हेतु कई चुनौतियाँ आती हैं। अभिकलनीय भार में वृद्धि आने से इन प्रक्रियाओं का चक्र-काल बहुत ज़्यादा हो जाता है और इसलिए, प्रक्रमण में विशेष प्रावधान करने पड़ते हैं। उच्च विभेदन डेटा से चक्रवातों के पूर्वानुमान में और उनके पथ का निर्वचन करने में विशेष सुगमता प्राप्त होगी। इस उपगमन से हमें ओशनसैट-3 के प्रकीर्णमापी नीतभार के डेटा प्रक्रमण को कार्यान्वित करने में सहायता प्राप्त होगी।

संदर्भ

"स्केटसैट-1 स्केटरोमीटर डाटा प्रोडक्ट्स सिस्टम: प्रीपरेटरी डिजाईन रिव्यू ", अगस्त 2014।
"स्केटसैट-1 स्केटरोमीटर डाटा प्रोडक्ट्स सिस्टम: डिटेल डिजाईन रिव्यू ", मार्च 2016।

धन्यवाद

केंद्र के निदेशक महोदय के हम आभारी हैं जिन्होंने यह कार्य करने की प्रेरणा दी और समय-समय पर समीक्षा कर हमारा दिशा-निर्देशन किया। समूह के सभी वरिष्ठ अधिकारियों और प्रभाग के सभी सहकर्मियों के हम आभारी हैं, जिन्होंने हिन्दी लेखन के लिए हमारा उत्साह-वर्धन किया। केंद्र के हिन्दी अनुभाग का आभार, जिनका निरंतर सहकार हिन्दी कार्यान्वयन हेतु प्राप्त होता रहता है। तकनीकी संगोष्ठी में लेख लिखने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति को हार्दिक धन्यवाद।

लेखक परिचय

देवांग मांकड ने वर्ष 1997 में फेकल्टी ऑफ टेक्नोलॉजी एंड इंजीनियरिंग, महाराजा सयाजीराव यूनिवर्सिटी, बरोड़ा से कंप्यूटर इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 1998 से अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में सूक्ष्मतरंग डाटा प्रक्रमण के क्षेत्र में कार्यरत हैं।

सुरेश गुर्जर ने वर्ष 1992में फेकल्टी ऑफ सायंस, महाराजा सयाजीराव यूनिवर्सिटी, बरोड़ा से भौतिकशास्त्र में एम.एससी. कीडिग्री प्राप्त की। वर्ष 1994 से अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में संकेत प्रक्रमण के क्षेत्र में कार्यरत हैं।

शुभम गुप्ता ने वर्ष 2013 में पंजाब इंजिनियरिंग कोलेज से कंप्यूटर सायंस में एम.टेक. की डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2016 से अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में सूक्ष्मतरंग डाटा प्रक्रमण प्रभाग में कार्यरत हैं।

****

अनुक्रमणिका

पदार्थ, तकनीकी प्रक्रियाएं एवं गुणवत्ता

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में स्वदेशीकरण से देश की प्रगति में योगदान

कमलेश कुमार बराया, वैज्ञानिक/अभियंता- एस एफ, टी.ई.डी., मेसा
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत

लेख सार

इस लेख में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में स्वदेशीकरण के महत्व पर प्रकाश डाला गया है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण से देश को विभिन्न लाभ होते हैं जो कि देश की प्रगति में सहायक होते हैं। देश की प्रगति में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण के योगदान पर विस्तृत चर्चा की गई है। लेख में इस क्षेत्र में स्वदेशीकरण को बढ़ाने के उपायों पर भी विचार प्रस्तुत किए गए हैं।

प्रस्तावना

भारत के अंतरिक्ष कार्यक्रम का उद्देश्य अंतरिक्ष विज्ञान एवं अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी को देश के विकास में उपयोग करना तथा इनके लाभों को जन-जन तक पहुंचाना है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में स्वदेशीकरण हमारे देश की वह क्षमता है जिसके द्वारा हम अंतरिक्ष अभियानों में काम आने वाले उपकरणों, पदार्थों एवं यंत्रों का आयात करने के स्थान पर पूर्ण या आंशिक रूप से उनका अभिकल्पन, विकास तथा विनिर्माण देश में ही करते हैं तथा इनके लिए हम देश के ही कौशल एवं संसाधनों का उपयोग करते हैं। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में स्वदेशीकरण अंतरिक्ष अभियानों में आत्म निर्भरता हासिल करने के लिए बहुत आवश्यक है। इसरो ने प्रारम्भ से ही उपग्रह प्रक्षेपण एव उपग्रह निर्माण के क्षेत्र में आत्मनिर्भरता तथा अधिकतम स्वदेशीकरण को प्राथमिकता दी है। भारत सरकार ने भी पिछले दशकों में विभिन्न पंचवर्षीय योजनाओं में प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण की ओर अधिक बल दिया जिससे हमारे अंतरिक्ष कार्यक्रमों की अन्य देशों पर निर्भरता को कम किया जा सके।

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम संचार, नौसंचालन, मौसम विज्ञान, भू-प्रेक्षण इत्यादि के क्षेत्रों में तेजी से आगे बढ़ रहा है। इसलिए इसरो के अंतरिक्ष अभियानों की संख्या में तेजी से वृद्धि हुई है। इन अभियानों को तय अवधि में पूरा करने के लिए इसरो उद्योगों के साथ सहभागिता को प्रोत्साहित कर रहा है। इसरो प्रौद्योगिकी हस्तानांतरण, प्रौद्योगिकी के उपयोग, उत्पादन एवं वाणिज्यकरण में उद्योगों की सहभागिता के माध्यम से उद्योगों से संबंध स्थापित कर रहा है। इसरो की उद्योगों के साथ संबंध स्थापित करने की इस पहल के कारण प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण को भी बल मिल रहा है। इस पहल से इसरो एवं उद्योग दोनों को प्रौद्योगिकी विकास, नॉलेज एवं संसाधन शेयरिंग में लाभ हुआ है।

स्वदेशीकरण की दिशा में ही भारत सरकार ने मेक इन इंडिया पहल की शुरूआत की है। इसके अंतर्गत सरकार देशी एवं विदेशी कम्पनियों को उनके उत्पादों को भारत में ही निर्माण के लिए प्रोत्साहित करती है। इस पहल की शुरूआत हमारे देश के प्रधानमंत्री द्वारा 25 सितम्बर 2014 को की गई। मेक इन इंडिया पहल से स्वदेशीकरण के

अनुक्रमणिका

प्रयासों में नई ऊर्जा आई है। मेक इन इंडिया पहल का उद्देश्य देश में रोजगार के अवसरों के बढ़ाना तथा लोगों के कौशल में वृद्धि करना है। मेक इन इंडिया पहल से स्वदेशीकरण के प्रयासों को नई ऊर्जा मिल रही है।

इसरो अंतरिक्ष प्रौद्योगिकियों को विकसित करने एवं उन्हें देश के चहुंमुखी विकास में प्रयोग में लाने के लिए हमेशा से ही प्रयासरत है। पिछले लगभग पांच दशकों में इसरो ने प्रमोचन यानों, उपग्रहों एवं अंतरिक्ष अनुप्रयोगों हेतु कई महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकियों का देश में ही विकास किया है। हमारा ध्रुवीय उपग्रह प्रमोचन यान स्वदेशी तकनीक की एक मिशाल है। अब तक इस यान द्वारा लगभग 20 से अधिक देशों के उपग्रह छोड़े जा चुके हैं। हमारे देश में अभिकल्पित और विकसित उपग्रह देश को कई आवश्यक सेवाएं प्रदान कर रहे हैं, उनमें से कुछ तो वैश्विक स्तर पर भी सेवाएं दे रहे हैं। हमारे मंगलयान ने पहले ही प्रयास में मंगल तक छलांग लगाकर विश्व में नया कीर्तिमान स्थापित किया। नाविक हमारा स्वदेश में ही निर्मित जी.पी.एस है जो हर पल हमारी मदद के लिए तैयार है। इसरो द्वारा विकसित भू-तुल्यकाली उपग्रह प्रमोचन यान(जीएसएलवी) उपग्रहों को भू-स्थिर कक्षा में स्थापित करने में सक्षम है। जी एस एल वी मार्क-3 भारी उपग्रहों को उनकी निर्धारित कक्षा में स्थापित करने के लिए विकसित किया जा रहा है। प्रमोचन के क्षेत्र में आत्मनिर्भरता प्राप्त करने के लिए यह एक बहुत बड़ा कदम है। ये सब गतिविधियां इसरो की स्वदेशीकरण तथा मेक इन इंडिया की परिकल्पना को साकार करते हैं।

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण में हमें व्यवाहरिकता का भी ध्यान रखना चाहिए। आज के युग में कोई भी देश पूर्ण रूप से आत्मनिर्भर नहीं हो सकता। प्रत्येक को कुछ आवश्यकताओं के लिए दूसरे पर निर्भर रहना ही पड़ता है। हमें यह भी ध्यान रखना चाहिए कि स्वदेशीकरण की प्रक्रिया से हमारी, सामाजिक, आर्थिक एवं वैज्ञानिक प्रगति की रफ्तार धीमी नहीं होनी चाहिए। साथ ही साथ हमें उपकरणों के आयात को भी खुली छूट नहीं देना चाहिए। तकनीकी के आसान आयात से देश को दोगुना नुकसान होता है, एक तरफ देश में उत्पादन संबंधित गतिविधियां कम होगी, जिससे रोजगार प्रभावित होंगे, दूसरी ओर देश के उत्पादक अपना उत्पादन कौशल खोते जाएंगें। इस तरह संबंधित स्थानीय उद्योग धीरे-धीरे समाप्त होते चले जाएंगें। हमें अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण और आयात के बीच ऐसा संतुलन बनाए रखना चाहिए जिससे हमारे देश की सामाजिक, आर्थिक एवं वैज्ञानिक प्रगति तीव्र रफ्तार से हो सकें।

स्वदेशीकरण से देश की प्रगति में योगदान

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का स्वदेशीकरण देश के विकास में कई तरह से योगदान देता है। देश की प्रगति में स्वदेशीकरण के योगदान के कुछ मुख्य पहलुओं पर आगे प्रकाश डाला जा रहा है।

1. देश का आत्मनिर्भरता की ओर बढ़ना

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण से हमारी अन्य देशों पर प्रौद्योगिकी के लिए निर्भरता कम हो जाती है तथाहमारे अंतरिक्ष कार्यक्रमों पर विदेशी नियंत्रण में कमी आ जाती है। आज के युग में अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर राजनीतिक, आर्थिक एवं सुरक्षा के मामलों में तेजी से बदलाव हो रहे हैं, ऐसी परिस्थितियों में किसी भी देश पर अत्याधिक निर्भरता घातक सिद्ध हो सकती है। किसी भी देश पर अत्याधिक निर्भरता के कारण हम उस देश के हाथों की कठपुतली बन सकते हैं। इसलिए हमें स्वदेशीकरण में वृद्धि के लिए निरंतर प्रयास करते रहना चाहिए। कुछ वर्षों पहले सयुक्त राज्य अमेरिका ने हमारे देश में नाभिकीय परिक्षण के चलते हमारे देश के कई अंतरिक्ष और परमाण्वीय केन्द्रों पर आयात प्रतिबंध लगा दिए थे। नव्वे के दशक में भू-स्थिर प्रमोचन यान(जी एस एल वी) के विकास के लिए क्रायोजेनिक इंजन प्रौद्योगिकी की आवश्यकता थी, लेकिन अंतर्राष्ट्रीय दबाव के चलते इसरो

अनुक्रमणिका

कोप्रौद्योगिकी का स्थानांतरण नहीं हो सका। इन प्रतिबंधों के बाद इसरो ने अपने प्रयत्नों से स्वदेशी क्रायोजेनिक इंजन (सी यू एस) का विकास किया। आज जी एस एल वी में इन इंजनों का सफलतापूर्वक उपयोग किया जा चुका है। अब इसरो ने जी एस एल वी मार्क 3 के लिए सी ई 20 इंजन, जिसे चित्र स. 1 में दिखाया गया है, का सफल परीक्षण भी कर लिया है जो भारी उपग्रहों को अतंरिक्ष में उनकी निर्धारित कक्षा में स्थापित करने में सक्षम होगा।अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण के कारण ही हम इन प्रतिबंधों का सामना मजबूती से कर पाए। स्वदेशीकरण के कारण हमने न केवल प्रतिबंधों का सामना किया, बल्कि हम और मजबूत होकर उभरें।



चित्र सं.1 सी ई 20 क्रायोजानिक इंजन

2. खर्च में बचत

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण का दूसरा मुख्य लाभ यह है कि हम तकनीकी उपकरणों एवं सॉफ्टवेयरों में खर्च होने वाली दुर्लभ विदेशी मुद्रा की बचत करते हैं। जो उपग्रह और प्रमोचक यान हम देश में तैयार करते हैं, अगर वहीं उपग्रह हम आयात करें, तो हमें कई गुना अधिक विदेशी मुद्रा खर्च करनी पड़ती है। हमारे देश में जनसंख्या की अधिकता के कारण मानव संसाधन विदेशों की तुलना में काफी सस्ते दरों पर उपलब्ध है, जिससे हमारे देश में तैयार उत्पाद एवं सेवाओं की लागत विदेशों की तुलना में बहुत कम होती है। हम स्वदेशीकरण के कारण बचाए हुए धन को देश की अन्य आवश्यकताएं पूरी करने में खर्च कर सकते हैं, जिससे हमारे देश के विकास में सहायता मिलती है।

3. देश में रोजगार के अवसरों में वृद्धि

भारत जनसंख्या के मामले में विश्व में चीन के बाद दूसरे स्थान है। इतनी बड़ी आबादी के लिए हमें नए-नए रोजगार के साधनों को सृजन करने की सख्त जरूरत है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण से प्रत्यक्ष एवं अप्रत्यक्ष रूप से कई नए रोजगार के बेहतर अवसर खुलते हैं। इससे देश के आर्थिक विकास में तो मदद मिलती ही है, साथ-साथ देशवासियों के तकनीकी कौशल और ज्ञान में भी उत्तरोत्तर वृद्धि होती है। देश में ही बेहतर अवसरों की उपलब्धता के कारण देश की बहुमूल्य प्रतिभा पलायन को रोकने में भी मदद मिलेगी। रोजगार के अवसरों में

अनुक्रमणिका

वृद्धि से लोगों के जीवन स्तर में सुधार के साथ-साथ उनके कौशल एवं ज्ञान के स्तर में भी महत्वपूर्ण सुधार होते हैं जो देश के विकास के सूचक हैं।

4. विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्रों में उन्नति

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण की प्रक्रिया में कई उन्नत तकनीकों का देश में ही विकास होता है, इसिलिए हम अंतरिक्ष विज्ञान और तकनीकी के उन्नत अनुसंधान के क्षेत्रों में हम विश्व के किसी भी देश से पीछे नहीं है तथा अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर हम हमारे देश की पहचान बनाने में कामयाब हो सके हैं। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण के कारण ही यह संभव हो सका है कि आज हम विश्व के छः अंतरिक्ष शक्ति संपन्न देशों की सूची में शामिल हो सके हैं। हमारी उल्लेखनीय सफलताओं के कारण कई विकसित देश भी अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हमसे सहयोग के लिए आगे बढ़ रहे हैं। हमारे प्रमोचक यानों द्वारा हमने विश्व के कई देशों के उपग्रहों को सफलतापूर्वक अंतरिक्ष में स्थापित किए हैं। 15 फरवरी 2017 को इसरो के पी एस एल वी - सी 37, ध्रुवीय उपग्रह प्रमोचक यान ने एक साथ 104 उपग्रहों का प्रक्षेपण कर विश्व में नया कीर्तिमान स्थापित कर दिया। इनमें से 101 उपग्रह अमेरिका, नीदरलैंड, स्वीट्जरलैण्ड, इजराईल, कजखस्तान तथा यू ए ई से थे।

5. मेक इन इंडिया पहल को बढ़ावा

हमारे देश के विकास के लिए यह अत्यंत आवश्यक है कि हमारे देश के उद्योगों भी आगे बढ़ें। हमारी सरकार की यह प्राथमिकता भी है कि अधिक से अधिक उत्पादों का निर्माण भारत में ही हो। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण से हमारे देश के उद्योगों को भी उन्नत प्रौद्योगिकी संबंधित उत्पादों के उत्पादन में सहभागी बनने का अवसर मिलता है। हमारे देश की आर्थिक प्रगति के लिए यह आवश्यक है कि हमारे देश के उद्योग भी उन्नत प्रौद्योगिकी के उपयोग में दुनिया के अन्य देशों से पीछे नहीं रहने चाहिए। अंतरिक्ष के क्षेत्र में देशी उद्योगों की अधिकतम भागीदारी से हम अंतर्राष्ट्रीय स्तर से संबंधित अनिश्चितताओं से कम से कम प्रभावित होंगे।

6. उत्पादों की गुणवत्ता और विश्वसनीयता में वृद्धि

अंतरिक्ष के क्षेत्र में उत्पादों की गुणवत्ता और विश्वसनीयता से कोई समझौता नहीं किया जा सकता है, क्योंकि एक मामूली सी त्रुटि या लापरवाही से अरबों रूपयों का अंतरिक्ष अभियान पूर्ण रूप से नष्ट हो सकता है। मानव अंतरिक्ष अभियानों में तो जान-माल की हानि का भी जोखिम बना रहता है। ऐसी परिस्थितियों में अंतरिक्ष अभियानों से संबंधित उत्पादों के लिए उच्चतम स्तर की गुणवत्ता और विश्वसनीयता की नीति का कड़ाई से पालन किया जाता है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण से देश के उद्योगों को भी उच्चतम स्तर की गुणवत्ता और विश्वसनीयता की नीति का पालन करना पड़ता है, जिससे देश में ही उच्चतम स्तर की गुणवत्ता और विश्वसनीयता के उत्पादन की परिस्थितियां कायम होने में मदद मिलती है, गुणवत्ता के इस स्तर के कारण हम अंतर्राष्ट्रीय व्यापार की प्रतिस्पर्धा में भी अपनी जगह बना सकते हैं।

7. स्पिन ऑफ तकनीकों का विकास

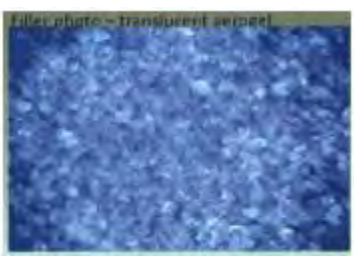
स्पिन ऑफ तकनीकियां वे तकनीकें हैं जिन्हें मूल रूप से अंतरिक्ष अभियानों के लिए विकसित किया जाता है, लेकिन वही तकनीकियां जब अंतरिक्ष अभियानों के अतिरिक्त समाज के अन्य उद्देश्यों की पूर्ति के लिए भी उपयोगी सिद्ध होती हैं तों उन तकनीकों को स्पिन ऑफ तकनीकों के नाम से जाना जाता है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण की प्रक्रिया में हमारे द्वारा विकसित की गई तकनीकों को हम बिना किसी प्रतिबंध के उन

अनुक्रमणिका

तकनीकों को देश के लोगों की अन्य समस्याओं के लिए भी उपयोग में लाने पर अनुसंधान एवं विकास कर सकते हैं। अंतरिक्ष अभियानों के लिए हमने स्वदेशी अनुसंधानों द्वारा नए हल्के मिश्र पदार्थों का विकास किया है, इन हल्के मिश्र पदार्थों का उपयोग देश में विकलांगों के लिए कृत्रिम अंग बनाने में भी किया जा रहा है। चित्र स.2 में इसरो द्वारा विकसित हल्के मिश्र पदार्थों द्वारा निर्मित कृत्रिम अंगों का उपयोग दिखाया गया है। इसी तरह हम अंतरिक्ष अभियानों के लिए चतुर पदार्थों का विकास कर रहे हैं, उन्हीं चतुर पदार्थों को अन्य कार्यों के लिए भी उपयोग में लाया जा सकता है। हाल ही में विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केन्द्र के वैज्ञानिकों ने बहुत ही हल्के तापरोधक पदार्थ ऐरोजैल(चित्र स. 3) का निर्माण किया है जिसका उपयोग अंतरिक्ष यानों में ताप नियंत्रण के लिए किया जा सकता है। लेकिन इस पदार्थ का उपयोग अत्याधिक ठण्डे स्थानों पर कार्य कर रहे सैनिकों की पोशाक के निर्माण के लिए भी किया जा सकता है जिससे उन्हें उग्र ठण्ड से बचाया जा सकते है। इस तरह अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण की प्रक्रिया में स्पिन ऑफ तकनीकों से देश के लोगों को सीधा लाभ मिलता है।



चित्र सं.2 कृत्रिम अंगों का विकास



चित्र सं. 3 विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केन्द्र में विकसित किया गया ऐरोजैल

8. अर्थव्यवस्था में मजबूती

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण से हम उत्पादों को कम लागत में तो बनाते ही हैं, साथ- साथ हम हमारे द्वारा विकसित उत्पादों एवं सेवाओं को अंतर्राष्ट्रीय बाजार में बेचकर देश के लिए विदेशी राजस्व की कमाई भी

अनुक्रमणिका

करते हैं। स्वदेशीकरण के कारण हमारे देश की पूंजी तथा उससे होने वाले लाभ दोनों ही हमारे देश में रहते हैं।आयात कम हो जाने के कारण विदेशी मुद्रा खर्च में भी कमी हो जाती है, जिससे देश की अर्थव्यवस्था में सुदृढ़ता होती है। हम हमारे देश में विकसित ध्रुवीय उपग्रह प्रमोचक यानों द्वारा अन्य देशों के उपग्रहों को अन्तरिक्ष में भेजकर अच्छा राजस्व कमा रहे हैं । हमारे सुदूर संवेदी आकंड़ों एवं चित्रों की भी अंतर्राष्ट्रीय बाजार में अच्छी मांग है । इससे अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर हमारे देश की छवि और उज्जवल होती है।

9. वैश्विक स्तर पर पहचान

आज हमारा देश विश्व की शीर्ष छः अंतरिक्ष शक्तियों की सूची में शामिल है । हमें यह सम्मान अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण की नीति के कारण ही मिला है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का सुरक्षा के मामलों से जुड़ा होने का कारण कोई भी देश इसका स्थानांतरण अन्य देश को आसानी से नहीं करता है, ऐसी दशा में अंतरिक्ष के क्षेत्र में सफलता हासिल करने के लिए स्वदेशीकरण के सिवाय कोई विकल्प नही बचता है।

10. अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में मानव संसाधन का विकास

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण से हमारे देश के वैज्ञानिकों को उन्नत प्रौद्योगिकी के विकास और अनुसंधान के क्षेत्र में काम करने के अवसर मिलते हैं, इससे हमारी प्रयोगशालाओं एवं अनुसंधान संस्थानों के वैज्ञानिक को उन्नत स्तर के शोध में दक्षता हासिल करने में मदद मिलती है तथा हमारे देश के अनुसंधान संस्थानों को वैश्विक स्तर पर पहचान बनाने में सहायता मिलती है।

स्वदेशीकरण को बढ़ाने हेतु कुछ उपाय

इसरो आयात पर निर्भरता को कम करने के लिए महत्वपूर्ण उपकरणों, घटकों एवं पदार्थों हेतु देश के उद्योगों के सहयोग के द्वरा स्वदेशीकरण के कार्यक्रम चला रहा है। स्वदेशीकरण के इस कार्यक्रम में सरकारी एवं निजी दोनों तरह के उद्योगों का सहयोग प्राप्त हो रहा है। भारतीय उद्योग उपकरणों एवं पदार्थों के लिए इसरो के कड़े मापदण्डों के अनुसार अभिकल्पन, विनिर्माण और जांच में महत्वपूर्ण सहयोग कर रहे हैं। इसरो के स्वदेशीकरण के कार्यक्रम से हम आत्मनिर्भरता की ओर तेजी से बढ़ रहे हैं तथा भारतीय उद्योगों का अंतरिक्ष अभियानों हेतु तंत्र एवं पदार्थों के विनिर्माण में उनकी क्षमताओं के प्रति विश्वास बढ़ रहा है।इसरो के स्वदेशीकरण के कार्यक्रमों के अंतर्गत लगभग 150 से अधिक उच्च विश्वश्नीयता वाले इलेक्ट्रॉनिक घटकों तथा अंतरिक्ष श्रेणी के पदार्थों का विकास किया गया है, एवं उन्हें अंतरिक्ष में उपयोग के योग्य सिद्ध किया गया है।देश में विकास की गति को तेज करने के हेतु संचार, सुदूर संवेदी, नौसंचालन उपग्रहों की मांग दिनो-दिन बढ़ रही है। उपग्रहों की बढ़ती हुई मांग की आपूर्ति के लिए निजी उद्योगों की सहभागिता आवश्यक है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण के द्वारा निजी उद्योगों की सहभागिता आसानी से बढ़ाई जा सकती है। अंतरिक्ष के क्षेत्र में हमारे देश की बढ़ती हुई जरूरतों को देखते हुए हमें अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण को बढ़ाने के लिए हमें तेजी से प्रयास करने चाहिए। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में स्वदेशीकरण को बढ़ाने हेतु कुछ उपायों पर आगे प्रकाश डाला गया है।

1. विज्ञान एवं तकनीकी शिक्षा में विस्तार

स्वदेशी अंतरिक्ष कार्यक्रम को आगे बढ़ाने के लिए हमें अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में उच्च स्तर के प्रशिक्षित वैज्ञानिकों की कमी का सामना करना पड़ता है । इसरो ने इस समस्या के समाधान के लिए अंतरिक्ष विभाग के अधीन भारतीय अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संस्थान (आई.आई.एस.टी) की स्थापना वलियामाला,

अनुक्रमणिका

केरल राज्य में की है, इस संस्थान में छात्रों के लिए अंतर्राष्ट्रीय स्तर की शिक्षा एवं अनुसंधान की समुचित व्यवस्था की गई है। इसरो द्वारा भारतीय प्रौद्यौगिकी संस्थानों से भी सीधे ही स्नातकोत्तर स्तर के छात्रों का चयन किया जाता है। इसरो के इन कदमों से हमें स्वदेशी अंतरिक्ष कार्यक्रमों को आगे बढ़ाने में बहुत मदद मिलेगी।

2. शिक्षा और अनुसंधान में गुणवत्ता

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण के लिए इस क्षेत्र में देश में गुणवत्तापूर्ण शिक्षा एवं अनुसंधान की बहुत जरूरत है। अंतरिक्ष कार्यक्रमों से संबंधित गुणवत्तापूर्ण विकास एवं अनुसंधान के लिए इसरो द्वारा एक अत्यंत महत्वपूर्ण कार्यक्रम (रेस्पॉन्ड) लगभग पिछले दो दशकों से चलाया जा रहा है। इस कार्यक्रम के अंतर्गत इसरो द्वारा उच्च शैक्षणिक संस्थानों जैसे आई.आई.टी. इत्यादि को अंतरिक्ष विज्ञान, अंतरिक्ष तकनीकी एवं अंतरिक्ष अनुप्रयोगों के क्षेत्र में अनुसंधान एवं विकास के लिए वित्तीय मदद दी जाती है। विशेष परिस्थितियों में गैर-शैक्षणिक संस्थानों को भी इस कार्यक्रम में शामिल किया जाता है। इसरो ने कुछ आई.आई.टी. संस्थानों में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी प्रकोष्ठ की भी स्थापना की है, इससे शिक्षा संस्थानों में अंतरिक्ष से संबंधित शिक्षा एवं अनुसंधान को प्रेरित करने में मदद मिलरही है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण की प्रक्रिया में तेजी लाने के लिए यह आवश्यक है कि रेस्पॉन्ड जैसे कार्यक्रमों को और चुस्त बनाया जाए। अनुसंधानकर्ताओं को अपने उद्देश्यों के प्रति वचनबद्ध होना चाहिए तथा तय समयावधि के अंदर परिणामों को प्रस्तुत करने के लिए प्रतिबद्ध होना चाहिए। इसरो के विभिन्न केन्द्रों में तकनीक विकास कार्यक्रम भी चलाए जाते है, इन कार्यकर्मों में तकनीकी के स्वदेशीकरण संबंधित प्रस्तावों पर अधिक बल देना चाहिए ।

3. उद्योगों को प्रोत्साहन

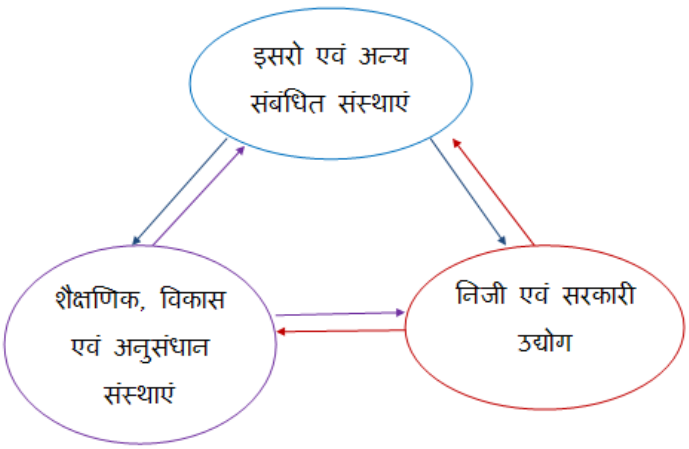
अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण के लिए यह आवश्यक है कि देश के उद्योगों को संबंधित तकनीकों में दक्षता हासिल होनी चाहिए। अंतरिक्ष संबंधित उपकरणों के सीधे अन्य देशों से आयात करने के स्थान पर हमें देश के उद्योगों को ही उन उपकरणों को विकसित करने के लिए आवश्यक प्रोत्साहन देना चाहिए। स्वदेशीकरण की दिशा में इसरो द्वारा उद्योगों को तकनीक स्थानांतरण कार्यक्रम के अंतर्गत इसरो द्वारा विकसित तकनीकों को देश के उद्योगों को स्थानांतरित की जाती है। उद्योगों को उच्च गुणवत्ता के उत्पाद बनाने के लिए सभी तरह से प्रोत्साहन दिया जाना चाहिए, जिससे उनके उत्पादों का हमारे देश के अंतरिक्ष अभियानों के लिए चयन किया जा सकें।

4. इसरो, उच्च शिक्षा संस्थानों और उद्योगों में सहक्रियात्मकता

आज के युग में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी बहु-विषयक, बहु-संस्थानिक एवं बहु-क्रियात्मक क्षेत्र बन गया है। कोई भी संस्थान एकांकी होकर इस क्षेत्र में आगे नही बढ़ सकता है। अंतरिक्ष केन्द्रों अर्थात इसरो, उच्च शिक्षा संस्थानों एवं उद्योगों के बीच उचित संवाद स्थापित होना चाहिए। सभी को एक दूसरे के उदेश्यों एवं क्षमताओं से भली-भांती परिचित होना चाहिए। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में सभी एक दूसरे के पूरक होकर काम कर सकते हैं। इसरो को अपने अंतरिक्ष अभियानों की प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण के लिए शिक्षा संस्थानों एवं उद्योगों की क्षमताओं का न केवल उपयोग करना चाहिए, परंतु उन्हें और विकसित करने में अपना योगदान देना चाहिए। इसरो एवं उद्योगों को दीर्घकालीन अनुसंधानों के लिए उच्च शिक्षा संस्थानों की प्रयोगशालाओं के विकास में मदद करना चाहिए। इसरो एवं उच्च शिक्षा संस्थान उद्योगों को तकनीक स्थानांतरण के द्वारा उन्हें वाणिज्यिक एवं उच्च गुणात्मक स्तर पर लाने में मदद कर सकते हैं। इसरो, उद्योगों एवं उच्च शिक्षा संस्थानो को मिलकर एक-दूसरे की क्षमताओं का विकास करते हुए परस्पर दीर्घकालीन सहजीवी संबंध, जिसे चित्र स. 4 में दिखाया गया है, स्थापित करने चाहिए। इसरो,

अनुक्रमणिका

उच्च शिक्षा संस्थानों एवं उद्योगों में परस्पर दीर्घकालीन एवं विश्वसनीय सहक्रियात्मक संबंधो से अंतरिक्ष प्रौधोगिकी के स्वदेशीकरण को एक नई दिशा एवं गति मिलेगी।



चित्र स.4 इसरो, उद्योगों एवं उच्च शिक्षा संस्थानों के मध्य सहजीवी संबंध

5 .उद्योगों द्वारा विकास एवं अनुसंधान

उद्योगों को केवल उत्पादन पर केन्द्रित न होकर विकास और अनुसंधान पर भी उचित ध्यान देना चाहिए। ऐसा देखा गया है कि हमारे देश में उद्योगों द्वारा विकास एवं अनुसंधान पर खर्च अन्य विकसित देशों के उद्योगों द्वारा किए जाने वाले खर्च की तुलना में बहुत कम होता है, इससे हमारे देश के उद्योगों के उत्पाद उन्नत प्रौद्योगिकी का समुचित लाभ नहीं उठा पाते हैं। इसलिए, हमारे अंतरिक्ष केन्द्रों को अन्य देशों के उत्पादों पर निर्भर होना पड़ता है। अगर हमारे उद्योग विकास एवं अनुसंधान पर समुचित ध्यान दें, तो अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण की राह और आसान हो जाएगी।

6. त्रुटियों का विश्लेषण और उनसे सबक

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण की प्रक्रिया में हमें कभी-कभी असफलताओं का भी सामना करना पड़ता है। हमें इन असफलताओं से निराश होने के बजाय उनके कारणों का गहराई से विश्लेषण करके वास्तविक त्रुटियों का पता लगाना चाहिए तथा उन त्रुटियों की पुनरावृती रोकने के लिए कड़े कदम उठाने चाहिए। हमें यह समझना चाहिए कि स्वदेशीकरण की प्रक्रिया में असफलताएं सफलता की ओर बढ़ने का कदम ही है ।

7. प्रतिभाओं के लिए समुचित अवसर

ऐसा देखा गया है कि हमारे देश के प्रतिभाशाली वैज्ञानिक एवं अभियंता बेहतर अवसरों के लिए अन्य विकसित देशों में चले जाते हैं। इसका परिणाम यह होता है कि हमारे देश के उद्योग एवं संस्थान हमारे द्वारा विकसित प्रतिभाओं से ही वंचित रह जाते है और हमारे देश में उच्च स्तर का शोध बुरी तरह प्रभावित हो रहा है, जिससे प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण की प्रक्रिया भी प्रभावित होती है। हमें प्रतिभाओं को देश में ही शोध के लिए समुचित प्रोत्साहन देना चाहिए, उन्हें उन्नत प्रौद्योगिकी के क्षेत्रों में उद्योग स्थापित करने के लिए प्रेरित करना चाहिए। हमें देश में उद्योगों एवं शोध के लिए ऐसा वातावरण विकसित करना चाहिए जिससे हमारी वैज्ञानिक प्रतिभाएं स्वदेश लौटने के लिए प्रेरित हो सके।

अनुक्रमणिका

8. सोच में परिवर्तन

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण में और तीव्रता एवं गुणात्मक परिवर्तन लाने के लिए हमें हमारी सोच में भी परिवर्तन लाना चाहिए। हम सबको व्यक्तिगत आकांक्षाओं से उपर उठकर देश के लिए काम करने की भावना को विकसित करना चाहिए। स्वदेशीकरण एक तकनीकी या आर्थिक मुद्दा न होकर एक देश प्रेम की भावना एवं गरिमा से जुड़ा हुआ मुद्दा भी है। निजी क्षेत्र के उद्योगों एवं संस्थाओं को भी केवल आर्थित लाभ कमाने की भावना से उपर उठकर देश के दीर्घकालीन हित को ध्यान में रखकर काम करना चाहिए।

उपसंहार

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण में इसरो ने कई क्षेत्रों में आशातीत सफलता अर्जित की है तथा इसके द्वारा देश के विकास में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। देश में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के उपयोग की बढ़ती हुई मांगों को देखते हुए हमें प्रौद्योगिकी के स्वदेशीकरण के प्रयासों में और तेजी लाने की आवश्यकता है।

संदर्भ सूचीः

1.http://www.isac.gov.in/industry/indigenisation.jsp

2.http://www.sac.gov.in/SAC_Industry_Portal/aboutus.html

3.http://www.isro.gov.in/launchers/high-thrust-cryogenic-engine-ce20-development

4.http://www.vssc.gov.in/VSSC_V4/images/Books/TECHNOLOGYOFFER/IEN%20Silica%20Aerogel.pdf

लेखक परिचय

कमलेश कुमार बराया, वैज्ञानिक/अभियंता-"एस एफ" लगभग पिछले दो दशकों से अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र (सैक) में कार्य कर रहे हैं। वर्तमान में वे तापीय अभियांत्रिकी प्रभाग में कार्यरत है। वे विभिन्न संचार एवं सुदूर संवेदी उपग्रहों के नीतभारों एवं उनके विभिन्न घटकों के तापीय अभिकल्पना एवं विश्लेषण के कार्यों से जुड़े हुए हैं।। इसके अतिरिक्त वे विभिन्न उपग्रहों के नीतभारों के ताप-निर्वात निष्पादन जांच के कार्यों में भी सहयोग प्रदान कर रहे हैं। हिंदी पत्र-पत्रिकाओं में उत्कृष्ट लेख के लिए उन्हें भारत सरकार के राजभाषा विभाग द्वारा पुरस्कृत भी किया जा चुका है।



***

अनुक्रमणिका

भारत की प्रगति में अंतरिक्ष विज्ञान एवं तकनीक की महती भूमिका

रंजन परनामी, राजेंद्र सी. बोलकोटगी
पीसीइडी/पीसीइजी/सेडा/सैक
ईमेल : { ranjanparnami, rajendra } @ sac.isro.gov.in
दूरभाष: 079-26914217/11

हमें मानव और समाज की असल कठिनाइयों को दूर करने के लिए उन्नत अंतरिक्ष तकनीकों के अनुप्रयोग में किसी से पीछे नहीं रहना चाहिए।-डॉ. विक्रम साराभाई

We must be second to none in the application of advanced space technologies to the real problems of man and society.-Dr. Vikram Sarabhai

सारांश

'अंतरिक्ष' विषय हमेशा से ही मानव के मन मस्तिस्क को कौतुहल तथा जिज्ञासा से भर देता है। भारत में पूर्व काल से ही अंतरिक्ष के बारे में जानने के प्रयास किये गए तथा आज भी विश्व के कई देश अंतरिक्ष के बारे में नई-नई जानकारियां जुटाने तथा अंतरिक्ष से मानव जीवन को लाभान्वित करने का प्रयास कर रहे हैं। आज भारतवासियों के लिए यह गर्व की बात है कि भारत विश्व के उन चुनिन्दा देशों की अग्रिम पंक्ति में खड़ा है जो अपने बल पर अंतरिक्षयान का प्रमोचन करने की क्षमता रखते हैं और भारत के पास भी रॉकेट का निर्माण और प्रक्षेपण की सफल तकनीक उपलब्ध है। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान कार्यक्रम की गिनती दुनिया के सरीखे और गंभीर कार्यक्रमों में की जाती है। अंतरिक्ष विज्ञान ने मानव जीवन के विभिन्न क्षेत्रों में अपनी सार्थकता और उपयोगिता सिद्ध की है। भारत में कम लागत में उपलब्ध अंतरिक्ष तकनीक को देखते हुए आज विश्व के कई देश भारत के ग्राहक बन रहे हैं। भारत का अंतरिक्ष कार्यक्रम केवल भारत ही नहीं अन्य देशों के विकास में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है। यह लेख भारतीय अंतरिक्ष विज्ञान में हुए विशिष्ट कार्यों तथा उनका सामान्य व्यक्ति के जीवन में उपयोगिता को प्रस्तुत करने का एक प्रयास है।

1 भारत में अंतरिक्ष अनुसंधान कार्यक्रम की शुरुआत :

भारत में अंतरिक्ष कार्यक्रम का जनक 'श्री विक्रम साराभाई' को कहा जाता है। भारत में तिरुवनंतपुरम के निकट थुम्बा नामक स्थान पर रॉकेट प्रक्षेपण केन्द्र की स्थापना सन 1963 में हुई। इसी वर्ष यहाँ से अमेरिका द्वारा बनाया गया एक रॉकेट छोड़ा गया। अंतरिक्ष विज्ञान पर व्यवस्थित रूप से काम करने के लिए 1969 में भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संस्थान (इसरो) का गठन किया गया। बाद में 1972 में अंतरिक्ष विभाग तथा अंतरिक्ष आयोग की स्थापना भी हुई। इसरो का प्रमुख कार्य भारत के लिए अंतरिक्ष सम्बन्धी तकनीक विकसित करना है। अंतरिक्ष कार्यक्रमों के प्रमुख उद्देश्यों में उपग्रहों, प्रमोचक यानों, परिज्ञापी रॉकेटों और भू-प्रणालियों का विकास करना है। टेलीमेडिसिन, टेलीएजुकेशन, मौसम की जानकारी, सूचना और संपर्क की सुविधा इत्यादि कई क्षेत्र हैं जिनमें अंतरिक्ष तकनीक का प्रयोग हुआ है और आम आदमी के जीवन को लाभ पहुंचा है। आज भारत के पास ऐसे प्रमोचक यान बनाने की क्षमता है जिनके द्वारा उपग्रहों को ध्रुवीय तथा भू-स्थिर कक्षाओं में स्थापित किया जा सकता है। पृथ्वी के अवलोकन के लिए उपग्रहों को ध्रुवीय कक्षा में ध्रुवीय उपग्रह प्रक्षेपणयान (पीएसएलवी) के द्वारा तथा संचार उपग्रहों को भू-स्थिर कक्षा में भू-स्थिर उपग्रह प्रक्षेपण यान (जीएसएलवी) के द्वारा स्थापित किया जाता है।

2 भारत द्वारा निष्पादित की गई कई महत्वपूर्ण परियोजनाएं :

भारत का पहला उपग्रह आर्यभट्ट, सोवियत संघ द्वारा कोसमोस-3 एम यान से 19 अप्रैल 1975 को किया गया। इसके बाद देश में बनी रोहिणी उपग्रहों की श्रृंखला को भारत ने स्वदेशी प्रक्षेपण यान से प्रक्षेपित किया। वर्तमान में इसरो की पृथ्वी अवलोकन तथा संचार उपग्रहों की कई श्रृंखलाएं मौजूद है।

(□) इन्सैट श्रृंखला :

भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली (इन्सैट) इसरो द्वारा शुरू बहुउद्देशीय भू-स्थिर उपग्रहों की एक श्रृंखला है जो दूरसंचार, प्रसारण, मौसम विज्ञान और खोज और बचाव कार्य के लिए उपयोग होती है। 1983 में शुरु किया हुआ इनसैट,

अनुक्रमणिका

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में हो रहे नवीनतम प्रयास

एशिया-प्रशांत क्षेत्र में सबसे बड़ी देशीय संचार प्रणाली है। यह भारत सरकार के अंतरिक्ष विभाग, दूरसंचार विभाग, भारतीय मौसम विज्ञान विभाग, आकाशवाणी और दूरदर्शन चैनल का एक संयुक्त उद्यम है। सचिव-स्तर इनसैट समन्वय समिति के ऊपर इस इनसैट प्रणाली का समग्र समन्वय और प्रबंधन टिका हुआ है। इनसैट उपग्रह भारत के टीवी और संचार आवश्यकताओं की सेवा पूर्ति करने के लिए विभिन्न बैंड में ट्रांसपोंडर प्रदान करते हैं। इसरो अंतर्राष्ट्रीय कोसपस-सारसट (Cospas-Sarsat) कार्यक्रम का एक सदस्य है और इसके अंतर्गत दक्षिण एशियाई और हिंद महासागर क्षेत्र में खोज और बचाव अभियान के लिए संकट चेतावनी संकेतों को प्राप्त करने के लिए उपग्रहों के प्रेषाग्राही (ट्रांसपोंडर) का उपयोग करता है।

इनसैट प्रणाली ने भारत के दूरदर्शन और रेडियो प्रसारण, दूरसंचार और मौसम संबंधी क्षेत्रों में एक क्रांति की शुरुआत की। दूरदराज के क्षेत्रों और बंद किनारे के द्वीपों के लिए टीवी और आधुनिक दूरसंचार सुविधाओं का तेजी से विस्तार सक्षम होने में इसका हाथ है। कल्पना-1 एक विशेष मौसम संबंधी उपग्रह है। उपग्रहों पर नजर रखने और नियंत्रण करने के लिए हसन और भोपाल में मास्टर नियंत्रण सुविधा मौजूद है।

(ii) भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह श्रृंखला :

भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह (आई आर एस) पृथ्वी अवलोकन उपग्रह की एक श्रृंखला है। इसे इसरो द्वारा बनाया, प्रक्षेपित और इसका रखरखाव किया जाता है। आईआरएस श्रृंखला देश के लिए रिमोट सेंसिंग सेवाएं उपलब्ध कराता है। भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह प्रणाली आज दुनिया में चल रही नागरिक उपयोग के लिए दूरसंवेदी उपग्रहों का सबसे बड़ा समूह है। सभी उपग्रहों को ध्रुवीय सूर्य समकालिक कक्षा में रखा जाता है। प्रारंभिक संस्करणों का नामकरण 1(ए, बी, सी, डी) से हुआ। लेकिन बाद के संस्करण अपने अनुप्रयोग क्षेत्र के आधार पर ओशनसैट, कार्टोसैट, रिसोर्ससैट नाम से नामित किये गए।

आई आर एस उपग्रहों के अनुप्रयोगों की सूची इस प्रकार है :-

1. अंतरिक्ष आधारित इनपुट विकेंद्रित नियोजन के लिए
2. राष्ट्रीय शहरी सूचना प्रणाली
3. इसरो आपदा प्रबंधन सहायता कार्यक्रम
4. परिदृश्य स्तर पर जैव विविधता विशेषता
5. पूर्व फसल काटने के लिए क्षेत्र तथा प्रमुख फसलों के उत्पादन अनुमान।
6. सिंचाई कमांड क्षेत्र की स्थिति की निगरानी
7. शहरी नियोजन
8. वन सर्वेक्षण
9. वेटलैंड मानचित्रण
10. पर्यावरण प्रभाव का विश्लेषण
11. खनिज पूर्वेक्षण
12. तटीय अध्ययन

कार्टोसेट (Cartosat) : भारत द्वारा निर्मित एक प्रकार की स्वदेशी पृथ्वी अवलोकन उपग्रहों की श्रृंखला हैं। कार्टोसेट उपग्रह श्रृंखला भारतीय रिमोट सेंसिंग कार्यक्रम का एक हिस्सा है। वे विशेष रूप से पृथ्वी के संसाधन प्रबंधन और निगरानी के लिए शुरू किये गए है। अभी हाल ही में कार्टोसेट 2 का प्रक्षेपण किया गया है।

ओशनसेट (Oceansat): इसका उपयोग संभावित मत्स्य क्षेत्रों का पता लगाने, समुद्र की स्थिति और मौसम की भविष्यवाणी करने तथा जलवायु अध्ययन के लिए किया जा रहा है। ओशनसेट-2 हिंद महासागर में होने वाली गतिविधियों पर नजर रखने के अलावा यह उपग्रह भारतीय कृषि की जान यानी मानसूनी हवाओं के रुख के बारे में भी बेहतर सूचनाएं मुहैया कराता है। अपनी कक्षा में विस्तृत पहुंच के बल पर यह उपग्रह समुद्र के समस्त क्षेत्र का दो दिनों में सर्वेक्षण करने में सक्षम है। इसमें लगा स्कैटेरोमीटर 50 गुणा 50 किलोमीटर क्षेत्र में हवाओं की स्थिति और उनकी दिशा की सही जानकारी उपलब्ध करवाता है।

अनुक्रमणिका

(□□□) जीसैट श्रृंखला :

जीसैट श्रृंखला भू-समकालिक उपग्रहों की एक प्रणाली है जिसका उद्देश्य भारत को प्रसारण सेवाओं में आत्मनिर्भर बनाना है। जीसैट उपग्रह में सी और केयू-बैंड में विस्तृत ट्रांसपोंडर लगे हैं जो की प्रसारण सेवाएं प्रदान करने के लिए हैं। इनके द्वारा दूरसंचार, टेलीविजन प्रसारण, मौसम पूर्वानुमान, आपदा चेतावनी और खोज व बचाव कार्य की सेवाएं प्रदान की जाती हैं।

(iv) रेडार इमेजिंग सैटेलाइट :

रेडार इमेजिंग सैटेलाइट (रीसैट) में एक सी-बैंड सिंथेटिक एपर्चर रेडार (एस ए आर) पेलोड है जिसकी सहायता से दिन और रात दोनों में किसी भी तरह के ऑब्जेक्ट पर रेडार किरणों से उसकी आकृति और प्रवृत्ति का पता लगाया जा सकता है।

(v) गगन उपग्रह नेवीगेशन प्रणाली

गगन अर्थात् जीपीएस ऐडेड जियो ऑगमेंटिड नैविगेशन को एयरपोर्ट अथॉरिटी ऑफ इंडिया और इसरो ने मिलकर तैयार किया है। 'गगन' के नाम से जाना जाने वाला यह भारत का उपग्रह आधारित हवाई यातायात संचालन तंत्र है। अमेरिका, रूस और यूरोप के बाद 10 अगस्त 2010 को इस सुविधा को प्राप्त करने वाला भारत विश्व का चौथा देश बन गया।

(vi) आईआरएनएसएस उपग्रह नेवीगेशन प्रणाली

आईआरएनएसएस भारत द्वारा विकसित एक स्वतंत्र क्षेत्रीय नौवहन उपग्रह प्रणाली है। प्रधानमंत्री नरेंद्र मोदी ने इसका नाम भारत के मछुवारों को समर्पित करते हुए 'नाविक' रखा है। इसका उद्देश्य देश तथा देश की सीमा से 1500 किलोमीटर की दूरी तक के हिस्से में इसके उपयोगकर्ता को सटीक स्थिति की सूचना देना है। आईआरएनएसएस दो प्रकार की सेवाएं प्रदान करेगा। (1) मानक पोजिशनिंग सेवा और (2) प्रतिबंधित या सीमित सेवा। प्रतिबंधित या सीमित सेवा मुख्यत: भारतीय सेना, भारतीय सरकार के उच्चाधिकारियों व अतिविशिष्ट लोगों व सुरक्षा संस्थानों के लिये होगी। आईआरएनएसएस के संचालन व रख रखाव के लिये भारत में लगभग 16 केन्द्र बनाये गये हैं। वर्तमान में आईआरएनएसएस के सभी 7 उपग्रहों को उनकी कक्षा में स्थापित किया जा चुका है। और 4 उपग्रह बैकअप के तौर पर भेजे जाने की योजना है।

(□□□) प्रौद्योगिकी प्रदर्शन- एसआरई

स्पेस कैप्सूल रिकवरी एक्सपेरीमेंट (एसआरई) एक प्रयोगात्मक भारतीय अंतरिक्ष यान है। जिसे पीएसएलवी सी-7 रॉकेट का उपयोग कर तीन अन्य उपग्रहों के साथ लांच किया गया था। यह पृथ्वी के वायुमंडल में फिर से प्रवेश करने से पहले 12 दिनों के लिए कक्षा में रहने के बाद बंगाल की खाड़ी में नीचे उतरा। स्पेस कैप्सूल रिकवरी एक्सपेरीमेंट-1 का मुख्य उद्देश्य पृथ्वी की परिक्रमा कर रहे उपग्रह को पृथ्वी पर वापस उतरने की क्षमता का प्रदर्शन करना था। इसका यह भी उद्देश्य था कि थर्मल सुरक्षा, नेविगेशन, मार्गदर्शन, नियंत्रण, गिरावट और तैरने की क्रिया प्रणाली, हाइपरसोनिक एयरो-ऊष्मा का अच्छी तरह से अध्ययन, संचार ब्लैकआउट का प्रबंधन और वापसी के संचालन का परीक्षण करना था। इसरो निकट भविष्य में एसआरई-2 और एसआरई-3 लांच करने की योजना बना रहा है। जो भविष्य के मानव मिशन के लिए उन्नत पुनः प्रवेश प्रौद्योगिकी के परीक्षण करेंगे।

(viii) **चन्द्रयान-1:**

चन्द्रयान भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के एक अभियान व यान का नाम है। चंद्रयान चंद्रमा की तरफ कूच करने वाला भारत का पहला अंतरिक्ष यान है। इस अभियान के अन्तर्गत एक मानव रहित यान को 22 अक्टूबर, 2008 को चन्द्रमा पर भेजा गया। यह यान पोलर सेटेलाईट लाँच वेहिकल (पी एस एल वी) के एक परिवर्तित संस्करण वाले राकेट की सहायता से सतीश धवन अंतरिक्ष केन्द्र से प्रक्षेपित किया गया। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र 'इसरो' के चार चरणों वाले 316 टन वजनी और 44.4 मीटर लंबा अंतरिक्ष यान चंद्रयान प्रथम के साथ ही 11 और उपकरण एपीएसएलवी-सी-11 से प्रक्षेपित किए गए जिनमें से पाँच भारत के हैं और छह अमरीका और यूरोपीय देशों के।

चंद्रयान का उद्देश्य चंद्रमा की सतह के विस्तृत नक्शे और पानी के अंश और हीलियम की तलाश करना था। चंद्रयान-प्रथम ने चंद्रमा से 100 किमी ऊपर 525 किग्रा का एक उपग्रह ध्रुवीय कक्षा में स्थापित किया। यह उपग्रह अपने रिमोट

अनुक्रमणिका

सैंसिंग (दूर संवेदी) उपकरणों के जरिये चंद्रमा की ऊपरी सतह के चित्र भेजे। चन्द्रयान के साथ भारत चाँद पर यान भेजने वाला छठा देश बन गया था। चंद्रयान से प्राप्त डाटा के विश्लेषण के द्वारा वहाँ पानी के पाए जाने की पुष्टि भी हुई है। इस उपक्रम से चन्द्रमा और मंगल ग्रह पर मानव-सहित विमान भेजने के लिये रास्ता खुला।

(ix) मंगलयान :

मंगलयान, (औपचारिक नाम- मंगल कक्षित्र मिशन [Mars Orbiter Mission] मार्स ऑर्बिटर मिशन), भारत का प्रथम मंगल अभियान है। यह भारत का प्रथम अंतरग्रहीय मिशन (□□□□□ □□□□□□□□□ □□□□□□□) है। वस्तुतः यह भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन की एक महत्वाकांक्षी अंतरिक्ष परियोजना है। इस परियोजना के अन्तर्गत 5 नवम्बर 2013 मंगल ग्रह की परिक्रमा करने हेतु छोड़ा गया एक उपग्रह आंध्र प्रदेश के श्रीहरिकोटा स्थित सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र से ध्रुवीय उपग्रह प्रक्षेपण यान (पीएसएॅलवी) सी-25 के द्वारा सफलतापूर्वक छोड़ा गया।

इसके साथ ही भारत भी अब उन देशों में शामिल हो गया है जिन्होंने मंगल पर अपने यान भेजे हैं। वैसे अब तक मंगल को जानने के लिये शुरू किये गये दो तिहाई अभियान असफल भी रहे हैं परन्तु 24 सितंबर 2014 को मंगल पर पहुँचने के साथ ही भारत विश्व में अपने प्रथम प्रयास में ही सफल होने वाला पहला देश तथा सोवियत रूस, नासा और यूरोपीय अंतरिक्ष एजेंसी के बाद दुनिया का चौथा देश बन गया है। इसके अतिरिक्त ये मंगल पर भेजा गया सबसे सस्ता मिशन भी है। भारत एशिया का भी ऐसा करने वाला प्रथम पहला देश बन गया। क्योंकि इससे पहले चीन और जापान अपने मंगल अभियान में असफल रहे थे।

वस्तुतः यह एक प्रौद्योगिकी प्रदर्शन परियोजना है जिसका लक्ष्य अन्तरग्रहीय अंतरिक्ष मिशनों के लिये आवश्यक डिजाइन, नियोजन, प्रबन्धन तथा क्रियान्वयन का विकास करना है। ऑर्बिटर अपने पांच उपकरणों के साथ मंगल की परिक्रमा करता रहेगा तथा वैज्ञानिक उद्देश्य को प्राप्त करने के लिए आंकड़े व तस्वीरें पृथ्वी पर भेजेगा। अंतरिक्ष यान पर वर्तमान में इसरो टेलीमेट्री, ट्रैकिंग और कमांड नेटवर्क (इस्ट्रैक), बंगलौर के अंतरिक्षयान नियंत्रण केंद्र से भारतीय डीप स्पेस नेटवर्क एंटीना की सहायता से नजर रखी जा रही है।

प्रतिष्ठित 'टाइम' पत्रिका ने मंगलयान को 2014 के सर्वश्रेष्ठ आविष्कारों में शामिल किया।

3 अंतरिक्ष विज्ञान तथा तकनीक का भारत के विकास में योगदान :

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम का मूल उद्देश्य भारत को उन्नत अंतरिक्ष तकनीक से युक्त कर आम आदमी के जीवन को सुविधाजनक बनाना है। उपग्रहों से प्राप्त आंकड़ों को धरती पर प्राप्त कर उनका विश्लेषण विभिन्न क्षेत्रों के विशेषज्ञों/ वैज्ञानिकों द्वारा किया जाता हैं।

अंतरिक्ष तकनीक के जो लाभ सीधे-सीधे दिखाई पड़ते हैं वे इस प्रकार हैं:

(i) संचार तथा मौसम सम्बन्धी उपग्रहों के डाटा का विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों में उपयोग किया जाता है जिसमें मौसम पूर्वानुमान, रेडियो / टीवी सिग्नल प्रसारण, सेना के लिए खुफिया जानकारी, जहाजों के नवाचार, एयरक्राफ्ट, वैश्विक मोबाइल संचार, दूरदराज के क्षेत्रों को जोड़ने आदि शामिल हैं।

(ii) इससे स्वतंत्र मोबाइल और वायरलेस संचार अनुप्रयोगों के द्वारा पृथ्वी के व्यापक क्षेत्र को कवर किया जा सकता है। इसलिए पूरे देश या क्षेत्र को केवल एक उपग्रह के साथ कवर किया जा सकता है। पृथ्वी पर ग्राउंड स्टेशन साइटों को स्थापित और प्रबंधित करके डाटा को प्रसारित किया जा सकता है। यह आवाज, डेटा, वीडियो और किसी भी अन्य सूचना प्रसारण के लिए उपयोग किया जाता है।

(iii) इंटरनेट सेवा सैटेलाइट सिस्टम इंटरफ़ेस के जरिए प्राप्त की जा सकती है।

(iv) स्थान एवं स्थिति निर्धारण के लिए विभिन्न मोबाइल उपकरणों में उपग्रह आधारित जीपीएस अनुप्रयोगों का उपयोग किया जाता है। स्थान एवं स्थिति निर्धारण के लिए भारतीय उपग्रह 'नाविक' की सेवा भी उपलब्ध है।

(v) भू-अवलोकन उपग्रहों की मदद से देश की सीमाओं पर नजर रखना आसान हो गया है।

अनुक्रमणिका

(vi) भू-अवलोकन उपग्रहों के डाटा को उपयोग करके आपदा प्रबंधन और सहायता कार्यक्रम जैसे कि बाढ़, तूफ़ान इत्यादि के लिए समयपूर्वक जानकारी मिल जाती है।

(vii) फसल काटने के लिए क्षेत्र तथा प्रमुख फसलों के उत्पादन अनुमान, शहरी नियोजन, वन सर्वेक्षण इत्यादि सुविधाएं अब उपग्रह अवलोकन से आसान हो गई हैं।

(viii) मछुआरों के लिए मतस्य संभावित क्षेत्रों का चिन्हन, समुद्री सतह पर हवा कि स्थिति और दिशा का ज्ञान अब उपग्रह कि मदद से संभव हुआ है।

(ix) अंतरग्रहीय मिशन के अंतर्गत विभिन्न आकाशीय पिंडों जैसे कि मंगल, चाँद और सूर्य के अध्ययन के लिए अब अंतरिक्षयान विकसित हो रहे हैं।

4 भारत में अंतरिक्ष विज्ञान तथा तकनीक के उपयोग के उदाहरण :

(i) **टेलीमेडिसिन** : टेलीमेडिसिन से अभिप्राय दूरस्थ स्थानों पर सूचना तथा संचार तकनीक द्वारा चिकित्सा सुविधा उपलब्ध करवाना है। टेलीमेडिसिन सामाजिक लाभ के लिए अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के अद्वितीय अनुप्रयोगों में से एक है। इसरो के 'हेल्थसैट' सेटेलाइट के माध्यम से देश के गरीब तथा दूरस्थ एवं दुर्गम स्थानों तक त्वरित और समयपूर्वक इलाज संभव हो सका है। इसमें एक कंप्यूटर से मेडिकल उपकरणों को जोड़कर सुदूर क्षेत्र में बैठे मरीज की सेहत की जानकारी सीधे विशेषज्ञ चिकित्सक तक पहुंचाई जा सकती है और इलाज में लगने वाला समय भी बच जाता है। 2001 में शुरू हुआ इसरो टेलीमेडिसिन कार्यक्रम, शहरों और कस्बों में प्रमुख विशेष अस्पतालों में भारतीय उपग्रहों के माध्यम से दूरस्थ / ग्रामीण / चिकित्सा महाविद्यालय अस्पताल और मोबाइल इकाइयों को जोड़ रहा है। इसरो टेलीमेडिसिन नेटवर्क में विभिन्न राज्यों / क्षेत्रों में जम्मू और कश्मीर, लद्दाख, अंडमान निकोबार द्वीप समूह, लक्षद्वीप, उत्तर पूर्वी राज्य और अन्य मुख्य भूमि शामिल हैं। केरल, कर्नाटक, छत्तीसगढ़, पंजाब, पश्चिम बंगाल, उड़ीसा, आंध्र प्रदेश, महाराष्ट्र, झारखंड और राजस्थान के कई आदिवासी जिले टेलीमेडिसिन कार्यक्रम के तहत आते हैं। वर्तमान में, इसरो के टेलीमेडिसिन नेटवर्क में करीब 384 अस्पतालों को शामिल किया गया है जिसमें 306 रिमोट / ग्रामीण / जिला / मेडिकल कॉलेज अस्पताल और 18 मोबाइल टेलिमेडिसिन इकाइयों से जुड़े 60 विशेष अस्पतालों को शामिल किया गया है। मोबाइल टेलिमेडिसिन यूनिट ने ओप्थल्मोलॉजी, कार्डियोलॉजी, रेडियोलॉजी, डायबेटोलॉजी, मैमोग्राफी, जनरल मेडिसिन, महिला और चाइल्ड हेल्थकेयर के विभिन्न क्षेत्रों को कवर किया है।

(ii) **टेलीएजुकेशन** : टेलीएजुकेशन से अभिप्राय दूरस्थ स्थानों पर सूचना तथा संचार तकनीक द्वारा शिक्षा की सुविधा उपलब्ध करवाना है। 'एजुसेट', शैक्षणिक सेवाओं के लिए विशेष रूप से समर्पित भारत का पहला विषयगत उपग्रह है, जिसे व्यापक रूप से इस्तेमाल किया गया है। इसमें एक तरफा टीवी प्रसारण, वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग, कंप्यूटर कॉन्फ्रेंसिंग, वेब-आधारित निर्देश इत्यादि जैसे इंटरैक्टिव शैक्षिक वितरण विकल्प हैं। 'एजुसेट' के कई गुणात्मक उद्देश्य है जैसे कि पाठ्यक्रम-आधारित शिक्षण, शिक्षकों को प्रशिक्षण प्रदान करना, गुणवत्ता वाले संसाधनों, प्रौद्योगिकियों और शिक्षकों/व्याख्यानों को दूरस्थ स्थानों तक पहुँच प्रदान करना। 'एजुसेट' ने संचार सहित गैर-औपचारिक शिक्षा के द्वारा स्कूलों, कॉलेजों और उच्च स्तर की शिक्षा को लोगों तक पहुँचाया है।

(iii) **चक्रवात आगमन की पूर्व सूचना**: भारतीय मौसम उपग्रह इन्सेट-3 डी से प्राप्त चित्रों एवं डाटा का उपयोग कर 12 अक्टूबर 2014 को भारत के पूर्वी तट पर आये 'हुदहुद' चक्रवात की समयपूर्वक चेतावनी जारी की गई जिससे भारी जन-धन का बचाव हुआ था।

इसी प्रकार 'फैलिन' चक्रवात के दौरान बचाव एवं रहत कार्यों में, कल्पना उपग्रह से प्राप्त चित्रों एवं डाटा ने महत्वपूर्ण भूमिका निभाई थी।

(iv) **फसल (FASAL) परियोजना** : सैटेलाइट रिमोट सेंसिंग डेटा के जरिए महत्वपूर्ण कृषि फसलों के उत्पादन का पूर्वानुमान किया जाता है। कई स्रोतों जैसे उपग्रह डाटा, कृषि-मौसम विज्ञान और भूमि पर लिए गए सर्वेक्षणों के आधार पर कृषि उत्पादन का अनुमान लगाया जाता है। 2007-08 में शुरू की गई फसल परियोजना के अंतर्गत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी आधारित डाटा द्वारा फसलों की वृद्धि और उत्पादन की भविष्यवाणी की प्रक्रिया का उन्नयन किया गया।

अनुक्रमणिका

(v) **मेक इन इंडिया और राजस्व वृद्धि** : भारत में उपग्रह प्रमोचन लागत कम होने के कारण, विश्व के कई देश अपने उपग्रहों को प्रक्षेपित करने के लिए भारत के ग्राहक बन गए हैं। इसी साल इसरो एक मिशन में 100 से अधिक (कुल 104) उपग्रहों को एक साथ लॉन्च करने वाला दुनिया का पहला राष्ट्र बन गया, इसमें 6 अलग-अलग देशों के उपग्रह शामिल थे। इसके अलावा कई देश भारत से पृथ्वी अवलोकन उपग्रहों का रिमोट सेंसिंग डाटा भी खरीदते हैं। इसरो के साथ देश की कई छोटी-बड़ी औद्योगिक कंपनियों ने मिलकर कई पूर्णतः स्वदेशी तकनीकों का विकास भी किया है जिससे 'मेक-इन-इंडिया' प्रोग्राम को भी बढ़ावा मिल रहा है।

5 भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के भविष्य के लक्ष्य :

भारत के अंतरिक्ष कार्यक्रम का लक्ष्य ऐसी अंतरिक्ष-तकनीक का विकास करना है जिनके उपयोग से साधारण व्यक्ति को भी लाभ मिले। इसमें नई-नई परियोजनाओं को शुरू करने के साथ ही मौजूदा तकनीक को और अधिक उन्नत और अद्यतित भी किया जाता है। भविष्य में भारत के अंतरिक्ष कार्यक्रम की जो महत्वाकांक्षी परियोजनाएं है वे इस प्रकार हैं:

(i) क्रायो-ईंधन युक्त अधिक वहन क्षमता वाले शक्तिशाली रॉकेट का प्रमोचन।

(ii) मानव सहित अंतरिक्ष मिशन।

(iii) केंद्र सरकार के विभिन्न मंत्रालयों के बीच अंतरिक्ष तकनीक द्वारा संपर्क और समन्वय स्थापित करना।

(iv) उपग्रह सम्बन्धी आंकड़ों के प्रयोग से किसानों की फसल के नुकसान का सही आकलन करना।

(v) चाँद पर रोबोट भेजकर महत्वपूर्ण जानकारियां जुटाना।

(vi) सूर्य के लिए उपग्रह का निर्माण और इसका प्रमोचन।

6 उपसंहार

शुरू से लेकर आज तक भारत ने अनेक उपग्रह अंतरिक्ष में छोड़े हैं, जिनसे न केवल अंतरिक्ष में होने वाली घटनाओं की जानकारी हमें मिलती है बल्कि पृथ्वी पर होने वाले परिवर्तनों, मौसम की जानकारी, संचार इत्यादि सुविधाओं का लाभ भी मिलता है। इनसे जीवन को अधिक से अधिक सुविधाजनक बनाने की कोशिश की जा रही है। आज अंतरिक्ष तकनीक (टेलीमेडिसिन और टेलीएजुकेशन) के द्वारा दूरस्थ स्थानों तक शिक्षा और चिकित्सा का लाभ पहुँच सका है। तकनीक से ही मानव जीवन में सुधार लाया जा सकता है और अंतरिक्ष विज्ञान से कैसे मानव जीवन को और लाभदायक बनाया जा सकता है इसके लिए भारत का अंतरिक्ष अनुसंधान कार्यक्रम निरंतर अग्रसर और कटिबद्ध है।

7 संदर्भ

[1] "भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली"

[2] "भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह"

[3] इन्टरनेट और इसरो वेबसाईट

8 आभारोक्ति

लेखक, श्री **सौम्य एस. सरकार**, उपनिदेशक, सेडा के आभारी हैं, जिन्होंने इस लेख को लिखने के लिए अनुमोदन और मार्गदर्शन दिया। हमें इस लेख के लिए विशिष्ट मार्गदर्शन देने के लिए **श्री पी.जे. शाह**, प्रभाग प्रधान, पीसीइडी और **श्री डॉ. डी. आर. गोस्वामी**, समूह निदेशक, पीसीइजी के भी विशेष रूप से आभारी हैं।

9 लेखक परिचय

[1] रंजन परनामी ने वर्ष 2007 में बीकानेर अभियांत्रिकी कॉलेज, राजस्थान से इलेक्ट्रोनिक्स एवं संचार अभियांत्रिकी में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2007 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में विद्युत प्रकाशीय संवेदक समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में नीतभार परीक्षण इलेक्ट्रोनिक्स समूह में कार्यरत है।

[2] राजेंद्र सी. बोलकोटगी ने वर्ष 2000 में गुलबर्गा विश्वविद्यालय, गुलबर्गा से इलेक्ट्रोनिक्स एवं इंस्ट्रूमेंटेशन अभियांत्रिकी में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2001 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में संवेदक इलेक्ट्रोनिक्स समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में नीतभार परीक्षण इलेक्ट्रोनिक्स समूह में कार्यरत है।

***

अनुक्रमणिका

परिसंचरित्र और विलगित्र की कार्यप्रणाली

सुदेश कुमार जैन *
(वैज्ञानिक/अभियंता- "एस एफ", निष्क्रिय घटक स्वदेशीकरण प्रभाग, संचार उपग्रह एवं नौसंचार नीतभार क्षेत्र)
पूनम प्रदीप कुमार
(प्रधान, निष्क्रिय घटक स्वदेशीकरण प्रभाग, संचार उपग्रह एवं नौसंचार नीतभार क्षेत्र)
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक),
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद, गुजरात, भारत
*ई-मेल- sudesh@sac.isro.gov.in

सारांश

परिसंचरित्र (Circulator) और विलगित्र (Isolators) का रेडियो आवृत्ति बैंड और सूक्ष्म तरंग तंत्र में एक प्रमुख घटक के रूप में उपयोग होता है। जिसका मुख्य कार्य संपूर्ण विद्युतचुंबकीय ऊर्जा को एक ही दिशा में संचरण करना तथा विपरीत दिशा में संचरित होने वाली संपूर्ण विद्युतचुंबकीय ऊर्जा को रोकना है। परिसंचरित्र और विलगित्र का यह कार्य फैराइट (Ferrite) नामक पदार्थ के द्वारा संभव होता है। अधिकांशतया तरंगपथक (waveguide) और समतलीय रेडियो फैराइट घटक परिसंचरित्र और विलगित्र, फैराडे प्रभाव (Faraday effect), विद्युतचुंबकीय विस्थापन (field displacement), या जायरो अनुनाद (gyroresonance) पर आधारित होते हैं। इनकी कार्यप्रणाली को समझने के लिए फैराइट (Ferrite) पदार्थ की चुंबकीय क्षेत्र में रेडियो आवृत्ति और सूक्ष्म तरंग गुण को समझना आवश्यक है। यह लेख परिसंचरित्र और विलगित्र की कार्यप्रणाली की विस्तारपूर्ण जानकारी प्रदान करता है।

संकेत शब्द:
परिसंचरित्र, विलगित्र, फैराइट (Ferrite) पदार्थ, आवृत्ति बैंड, तरंगपथक, फैराडे प्रभाव (Faraday effect), विद्युतचुंबकीय क्षेत्र विस्थापन (field displacement), या जायरो अनुनाद (gyroresonance)

प्रस्तावना :

परिसंचरित्र और विलगित्र रेडियो आवृत्ति बैंड और सूक्ष्म तरंग तंत्र के अनिवार्य घटक हैं। विद्युतचुंबकीय तरंगें विभिन्न माध्यमों से गुजरती हैं तो उनमें विद्युत और चुंबकीय क्षेत्र व्यवहार अलग होता हैं। जब विद्युतचुंबकीय तरंगें एक माध्यम से दूसरे माध्यम में जाती हैं तो उनकी विशिष्ट प्रतिबाधा (charactiristic Impedance) बदल जाती हैं एवं विद्युतचुंबकीय तरंग उदिग्न (perturb) हो जाती हैं। अतः सही प्रतिबाधा मिलान नहीं होने पर अप्रगामी तरंग बन जाती है जिससे प्रतिगमन हानि होती है। ये प्रतिगमन तरंगें अनुपयुक्त हैं और पूरे घटक के लिए विघटनकारी या विनाशकारी भी हो सकती हैं। इसे परिसंचरित्र और विलगित्र की सहायता से अलग किया जा सकता है।

परिसंचरित्र और विलगित्र रेडियो आवृत्ति बैंड और सूक्ष्म तरंग तंत्र में एक प्रमुख अंग हैं जिसका मुख्य कार्य संपूर्ण विद्युतचुंबकीय ऊर्जा को एक ही दिशा में संचरण करना तथा विपरीत दिशा में संचरित होने वाली संपूर्ण विद्युतचुंबकीय ऊर्जा को रोकना है। परिसंचरित्र और विलगित्र का यह कार्य फैराइट (Ferrite) नामक पदार्थ के द्वारा संभव होता है। अधिकांशतया तरंगपथक और समतलीय रेडियो आवृत्ति बैंड और सूक्ष्म तरंग फैराइट (Ferrite) घटक फैराडे प्रभाव (Faraday Effects), विद्युतचुंबकीय क्षेत्र विस्थापन (field displacement), या जायरो अनुनाद (gyroresonance) पर आधारित होते हैं। चूँकि इनका व्यवहार संचरण एवं उसके विपरीत दिशा में अलग-अलग होता है अतः इसे अनुव्युतक्रम (non-reciprocal) घटक कहा जाता हैं। परिसंचरित्र और विलगित्र का परिपथ चित्र-1 दर्शाया गया है।

परिसंचरित्र और विलगित्र की कार्यप्रणाली:

परिसंचरित्र और विलगित्र मुख्यतया जंक्शन परिसंचरित्र (Circulator) से परिकल्पित किया जाता है। एक जंक्शन परिसंचरित्र 3-पोर्ट युक्ति होती है जो संपूर्ण निवेशित विद्युतचुंबकीय ऊर्जा को एक ही दिशा में प्रवाहित होने देता है, अर्थात पोर्ट-1 से पोर्ट-2 में, पोर्ट-2 से पोर्ट-3 में, एवं पोर्ट-3 से पोर्ट-1 में। प्रत्येक पोर्ट एक-दूसरे से सममितीय Y- जंक्शन द्वारा चुंबकीय फैराइट से युग्मित

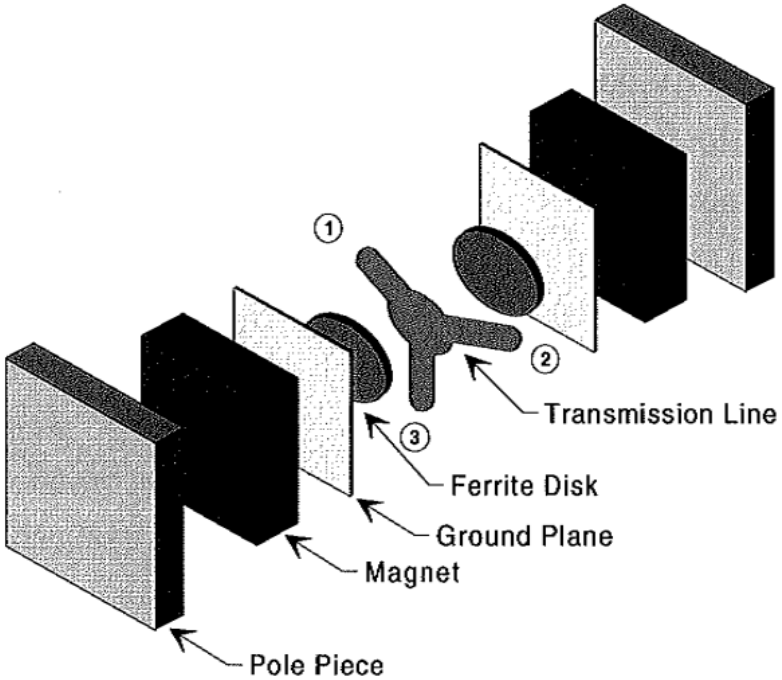
अनुक्रमणिका

होकर जुड़े होते हैं। जब इनमें से किसी एक पोर्ट को सुमेलित भारण या समपित्र से समपित करते हैं तो बचे हुए दो पोर्ट एक-दूसरे से विलगित्र जैसे व्यवहार करते हैं, अतः समपित्र से समपित्र जंक्शन परिसंचरित्र (Circulator) ही एक विलगित्र है। समाक्ष (Co-axial or Stripline) परिसंचरित्र और विलगित्र विस्तारपूर्ण बनावट चित्र-2 में दिखाया गया है।



चित्र-1: परिसंचरित्र और विलगित्र का परिपथ

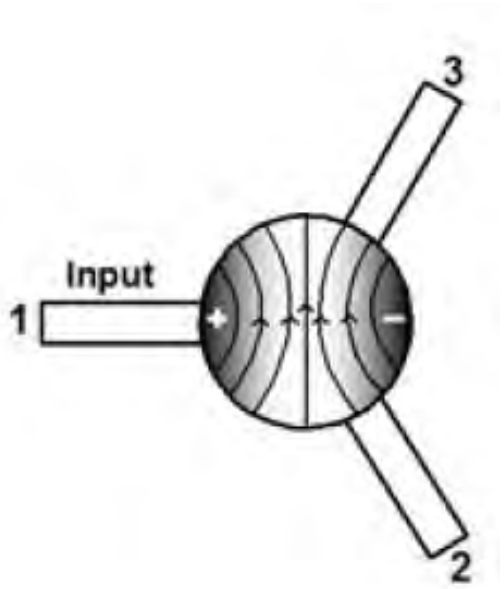
विलगन या परिसंचरण की यह क्रिया फैराइट नामक पदार्थ के द्वारा होती है। यह एक परावैद्युत (Dielectric) पदार्थ है जोकि चुंबकीय गुण लिए होता है। फैराइट क्षेत्र, दो-फैराइट को Y-जंक्शन के दोनों ओर फैराइट लगाकर बनाया जाता है, जिससे एक परावैद्युत अनुनाद (Dielectric resonator) बनाता है। जब विद्युतचुंबकीय तरंगों को किसी भी एक पोर्ट से निवेशित किया जाता है तो अप्रगामी तरंग प्रतिरूप बन जाता है। यह विद्युतचुंबकीय अप्रगामी तरंग (Standing Wave) प्रतिरूप बनने का मुख्य कारण दो समान परन्तु प्रतिघूर्णी (Counter-rotating) तरंगों की उत्पत्ति है। ये अप्रगामी तरंगें निवेशित पोर्ट में अधिकतम तथा 90 degree दूरी पर न्यूनतम या शून्य होती हैं। अगर फैराइट को चुंबकीय bias ना दिया जाये तो ये अप्रगामी तरंगें प्रतिरूप निवेशित पोर्ट से सममितीय होती हैं एवं विद्युतचुंबकीय ऊर्जा बराबर भागों में बंटकर दूसरे दो-पोर्ट से निर्गमित हो जाती हैं। इसे चित्र-3 में दिखाया गया है।



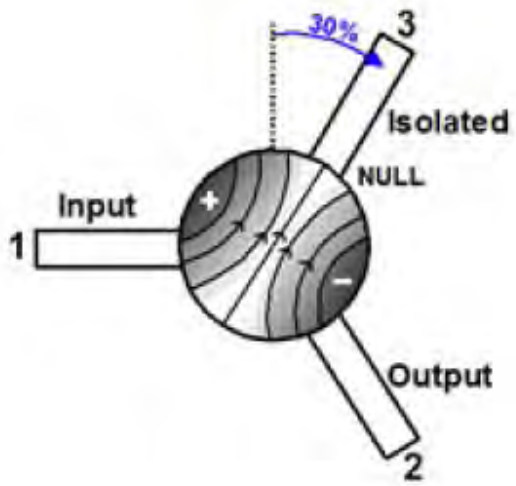
चित्र-2 : समाक्ष परिसंचरित्र और विलगित्र विस्तारपूर्ण बनावट

अनुक्रमणिका

अनुनाद (Resonator) से युग्मन (Coupling) या पृथक्करण (Isolation) का परिमाप विभिन्न पोर्ट की सापेक्षिक स्थिति एवं अप्रगामी तरंग प्रतिरूप पर आधारित होता है। यदि किसी एक पोर्ट पर अप्रगामी तरंगें प्रतिरूप के शून्य पर स्थित हैं तो उस पोर्ट से कोई भी विद्युतचुंबकीय ऊर्जा निर्गमित नहीं होगी। अब यदि फैराइट पदार्थ को अक्षीय चुंबकीय bias दिया जाये तो उसकी U_{eff} (Effective Permeability) बदल जाती है एवं दोनों प्रतिघूर्णी तरंगों के लिए अलग-अलग हो जाती है और इन प्रतिघूर्णी तरंगों के घूमने की दिशा भी लगाये गए चुंबकीय bias की दिशा पर निर्धारित होती है। अब घूमने वाली दोनों तरंगें भी समान नहीं रह जाती हैं क्योकि इनका घूर्णीय आवेग (Redial Velocity) समान नहीं होता है। इसके परिणामस्वरूप अप्रगामी तरंगें प्रतिरूप भी अपनी सममितीय स्थिति से घूम जाता है। इस गुण का उपयोग करके हम आवश्यक युग्मन एवं प्रथक्करण प्राप्त करने के लिए अप्रगामी तरंगें प्रतिरूप को 30 degree घुमा दिया जाता है। चित्र-4 में दिखाया गया हैं कि जब विद्युतचुंबकीय तरंगों को पोर्ट-1 से निवेशित किया जाता है तो पोर्ट-3 पूरी तरह से पोर्ट-1 से पृथक हो जाता हैं तथा पोर्ट-2 पूरी तरह से पोर्ट-1 से युग्मित हो जाता है।



चित्र-3 : विलगित्र की कार्यप्रणाली बिना चुंबकीय Bias देने के बाद



चित्र-4 : विलगित्र की कार्यप्रणाली चुंबकीय Bias देने के बाद

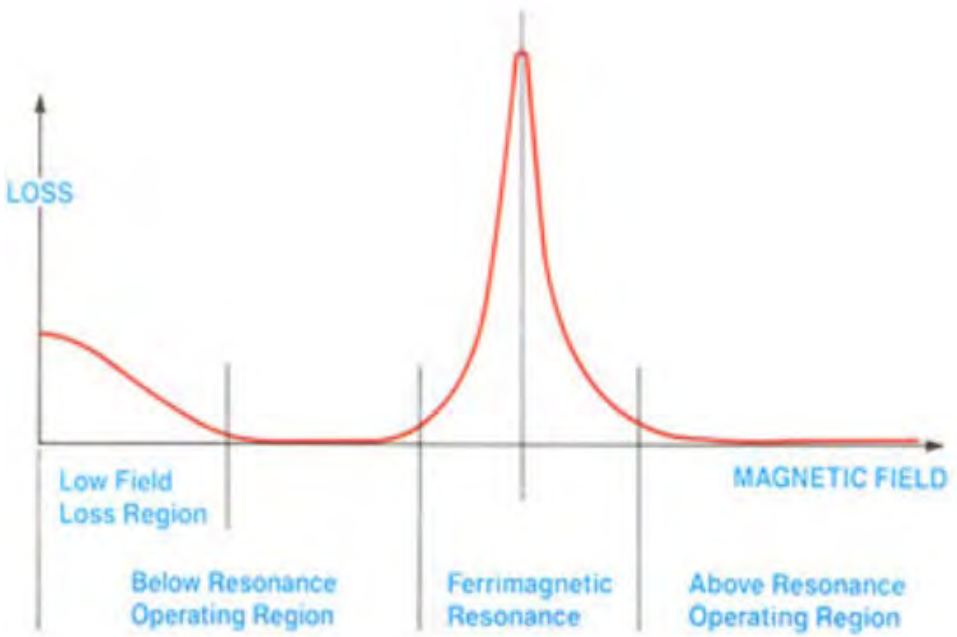
फैराइट पदार्थ की चुंबकीय क्षेत्र में रेडियो आवृत्ति और सूक्ष्म तरंग गुण:

जैसे कि बताया गया है कि परिसंचरित्र (Circulator) एवं विलगित्र के अनुव्युतक्रम (non-reciprocal) व्यवहार का मुख्य कारण फैराइट पदार्थ की चुंबकीय क्षेत्र में रेडियो आवृत्ति और सूक्ष्म तरंग गुण है। जब फैराइट पदार्थ को चुंबकीय क्षेत्र में रखा जाता है तो फैराइट पदार्थ के इलेक्ट्रोनों का चुंबकीय आघूर्ण (megnatic moments) अयन (Precess-wobble like a spinning top) गति करने लगता है जिसकी आवृत्ति, लगाये गए चुंबकीय क्षेत्र के समानुपातिक (Proportional) होती है। यदि लगाये गए चुंबकीय क्षेत्र की रेडियो आवृत्ति एवं दिशा फैराइट पदार्थ के इलेक्ट्रोनों के चुंबकीय आघूर्ण की अयन गति की आवृत्ति एवं दिशा सामान हो तो फैरिमैग्नेटिक अनुनाद (ferrimagnetic resonance) स्थापित हो जाता है। रेडियो आवृत्ति तरंगों एवं फैराइट पदार्थ के बीच में अधिकतम युग्मन एक विशिष्ट आवृत्ति पर होता है उसे हम फैरिमैग्नेटिक अनुनाद आवृत्ति कहते हैं।

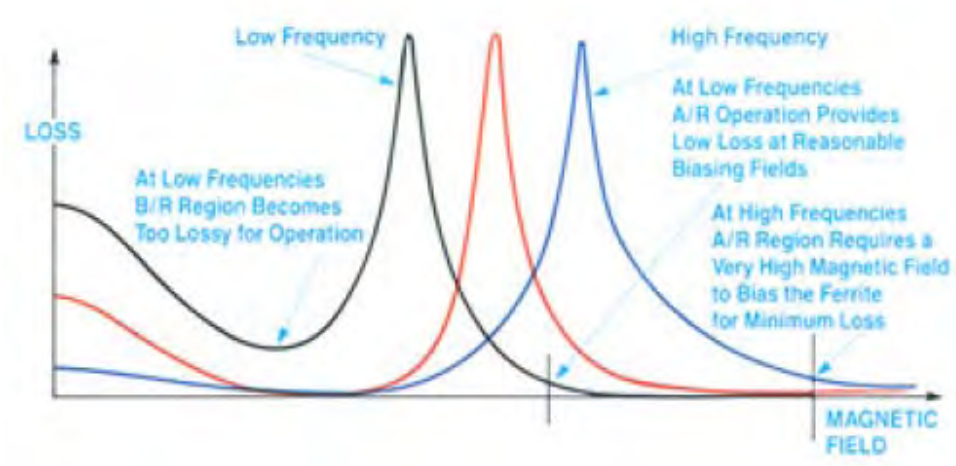
परन्तु फैराइट पदार्थ को इतना चुंबकीय bias नहीं देना चाहिए कि वह फैरिमैग्नेटिक अनुनाद आवृत्ति एवं प्रचलित रेडियो आवृत्ति (Operating Radio Freqency) हो जाये क्योकि इस अवस्था में जो युक्ति होगी वह बहुत अधिक ऊर्जा की हानि करेगी। इसके विपरीत फैराइट पदार्थ को यदि बहुत कम चुंबकीय bias दिया जाये तो भी अधिक ऊर्जा की हानि होगी क्योंकि इस अवस्था में फैराइट

अनुक्रमणिका

पदार्थ पूर्ण संतृप्त (fully saturated) नहीं हो पाएगा या यूं कहें कि फैराइट पदार्थ के सभी चुंबकीय डोमेन एक ही दिशा में रेखित नहीं हो पाएंगे। जबकि कम एवं अधिक चुंबकीय bias, दोनों ही स्थिति में विद्युतचुंबकीय ऊर्जा हानि बहुत है, फिर भी फैराइट पदार्थ को कम-अनुनाद (below-resonance) और अधिक-अनुनाद (above-resonance) क्षेत्र में उपयोग किया जा सकता है, जैसे कि चित्र-5 में दिखाया गया है। कुछ युक्तियों में तो इसे अनुनाद क्षेत्र में ही उपयोग किया जाता है।



चित्र-5 : फैराइट पदार्थ का कम-अनुनाद (below-resonance) और अधिक-अनुनाद (above- resonance) क्षेत्र



चित्र-6 : फैराइट पदार्थ का कम-अनुनाद और अधिक-अनुनाद क्षेत्र का प्रचलित रेडियो आवृत्ति के अनुसार उपयोग

अनुक्रमणिका

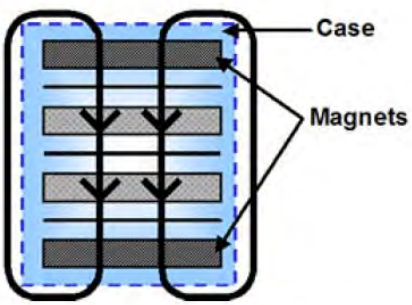
कम-अनुनाद या अधिक-अनुनाद क्षेत्र का चयन:

अधिक-अनुनाद क्षेत्र का उपयोग लगभग 50MHz से 2.5GHz रेडियो आवृत्ति तक के परिसंचरित्र या विलगित्र की अभिकल्पना में किया जाता है। वैसे तो 50MHz से कम या 2.5GHz से अधिक के भी परिसंचरित्र या विलगित्र को अधिक-अनुनाद क्षेत्र में अभिकल्पित किया जा सकता है परन्तु इसके लिए चुंबकीय परिपथ व्यावहारिक नहीं होगा। कम-अनुनाद क्षेत्र का उपयोग अधिकांश 500MHz से अधिक रेडियो आवृत्ति के परिसंचरित्र या विलगित्र की अभिकल्पना में किया जाता है। वैसे तो 500MHz से कम में भी कम-अनुनाद क्षेत्र का उपयोग किया जा सकता है परन्तु अभिकल्पित युक्ति का परिणाम बहुत अच्छा नहीं होगा, मुख्यतया ऊर्जा हानि ज्यादा होगी। कम-अनुनाद क्षेत्र का उपयोग लगभग 100GHz तक किया जा सकता है। फैराइट पदार्थ का कम-अनुनाद और अधिक-अनुनाद क्षेत्र का प्रचलित रेडियो आवृत्ति के अनुसार उपयोग को चित्र–6 में दर्शाया गया है।

कम अनुनाद क्षेत्र का उपयोग करके लगभग 100% बैंड विस्तार (Bandwidth) का परिश्धरित्र एवं विलगित्र अभिकल्पित किया जा सकता है जबकि अधिक-अनुनाद क्षेत्र का उपयोग करके 40% बैंड विस्तार का परिसंचरित्र एवं विलगित्र अभिकल्पित किया जा सकता है।

फैराइट आकार एवं चुंबकीय परिपथ:

फैराइट डिस्क का आकार फैराइट के परावैद्युत एवं U_{eff} (Effective Permeability) पर आधारित होता है। यदि दोनों को सामान प्रचलित रेडियो आवृत्ति में अभिकल्पित किया जाये, तो चूँकि अधिक-अनुनाद क्षेत्र में फैराइट का U_{eff} अधिक होगा अत: फैराइट डिस्क का आकार कम अनुनाद क्षेत्र की तुलना में छोटा होगा।



चित्र-7: चुंबकीय परिपथ के साथ

चित्र-7 में चुंबकीय परिपथ भी दिखाया गया हैं जिसमें फैराइट को चुंबकीय bias देने के लिए दो चुम्बक का उपयोग किया गया है। आजकल अधिक चुंबकीय ऊर्जा वाले चुम्बक का उपयोग किया जाता है। चुंबकीय क्षेत्र को सीमित रखने के लिए चुंबकीय कवच पदार्थ का उपयोग आवरण (Case) बनने में करना आवश्यक है।

परिसंचरित्र विलगित्र की उपयोगिता:

परिसंचरित्र और विलगित्र के अनुव्युतक्रम (non-reciprocal) व्यवहार के कारण रेडियो आवृत्ति बैंड और सूक्ष्म तरंग तंत्रो में बहुतायत में उपयोग किया जाता है। विलगित्र परिसंचरित्र और का उपयोग मुख्यतया जनित्र (generator) एवं भारण (load) के बीच वियग्मन (decoupling), एक से अधिक लब्धि (Amplifier) के बीच वियग्मन (decoupling) और दो या उससे ज्यादा प्रेषित्र (Transmitter) को जोडने के लिए किया जाता है :

1) **जनित्र** (generator) **एवं भारण** (load) **के बीच वियग्मन** (decoupling)
2) **एक से अधिक लब्धि** (Amplifier) **के बीच वियग्मन** (decoupling)
3) **दो या उससे ज्यादा प्रेषित्र** (Transmitter) **को जोडने के लिए**

परिसंचरित्र विलगित्र के अभिलक्षण:

एक आदर्श परिसंचरित्र और विलगित्र को संपूर्ण निवेशित विद्युतचुम्बकीय ऊर्जा को पोर्ट-1 से पोर्ट-2 में संचरित करना तथा किसी भी विद्युचुंबकीय ऊर्जा को पोर्ट-2 से पोर्ट-1 में पश्चवर्ती नहीं करना है और पोर्ट-1 एवं पोर्ट 2 से परावर्तित नहीं करना है। परन्तु वास्तविकता में ऐसी आदर्श अनुक्रिया नहीं मिल पाती है एवं कुछ विनिर्देश-प्रचाल (parameter) आवश्यक हैं, जैसे कि

1) **निवेशित हानि** (Insertion loss)
2) **पृथक्करण** (Isolation)
3) **प्रतिगमन हानि** (Return Loss)
4) **अंतरामाडुलन** (intermodulation)
5) **बैंड विस्तार** (Bandwidth)
6) **पावर क्षय** (Power dissipation)
7) **तापमान** (temperature)

अनुक्रमणिका

निष्कर्ष:

प्रस्तुत लेख में हमने परिसंचरित्र और विलगित्र की कार्यप्रणाली की विस्तारपूर्ण जानकारी प्रदान की है जिससे परिसंचरित्र और विलगित्र को समझना आसान हो गया है। परिसंचरित्र और विलगित्र को अभिकल्पित करने की तकनीक काफी क्रांतिक (Critical) है एवं इस तरह के घटकों को खरीदने और आयत करने में बहुत समय और राजस्व की हानि होती है। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में विभिन्न प्रकार के परिसंचरित्र और विलगित्र को लगभग सभी रेडियो आवृत्ति बैंड के लिए विकसित करने का **नवीनतम प्रयास किया जा रहा है**। चूँकि यह रेडियो आवृत्ति बैंड और सूक्ष्म तरंग तंत्र के अनिवार्य घटक हैं तथा इसका उपयोग सभी नीतभार में बहुत बड़ी मात्रा में होता है, अतः इन घटकों को देश में ही विकसित करने से हम ना केवल अपने देश के राजस्व की बचत कर पाएंगे बल्कि अपना समय भी बचा पायेंगे जोकि देश की प्रगति में अहम योगदान देगा।

संदर्भ:

1 *"Understanding circulators & isolators"*, Nova Microwave
2 *"An Elementary Introduction to ferrite Isolators, circulators and RF loads"*, By Ernesto Alcivar, Tx & Rx System Inc.
3 *"Isolator & Circulator Basics"*, www.mpdigest.com
4 *"Ferrite circulator switches and their applications"*, Application Note, Microwave Jounal
5 *"Microwave Circulator Design"* Book By Douglas Linkhart

धन्यवाद:

इस लेख को लिखने में श्री के. एस. परीख, उप निदेशक, संचार उपग्रह एवं नौसंचार नीतभार क्षेत्र द्वारा प्रदान प्रोत्साहन के लिए लेखक उनका हार्दिक आभार व्यक्त करते हैं। हम इस लेख को सुन्दर रूप प्रदान करने में सहयोग के लिए हिंदी प्रभाग, सैक अहमदाबाद, के भी आभारी हैं।

लेखक परिचय:



सुदेश कुमार जैन ने वर्ष 2000 में गवर्नमेंट इंजीनियरिंग कॉलेज, जबलपुर से इलेक्ट्रॉनिकी एवं दूर संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। बिरला इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी एंड साइंस (BITS), पिलानी से वर्ष 2002 में संचार इंजीनियरिंग में एम.ई. डिग्री प्राप्त की है। वर्ष 2003 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में अभिग्राही प्रभाग में कार्य आरंभ किया। वहाँ उन्होंने कई प्रकार के संचार एवं नौसंचालन संचार उपग्रहों में उपयुक्त सूक्ष्म तरंग नीतभारों में अभिग्राही के विभिन्न घटकों के निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई। वर्ष 2015, सितम्बर माह में नवगठित *"निष्क्रिय घटक स्वदेशीकरण प्रभाग"* में कार्यभार ग्रहण करते हुए भारतीय संचार एवं नौसंचालन संचार उपग्रहों में प्रयोगायुक्त विभिन्न निष्क्रिय घटकों, मुख्यतः परिसंचरित्र, विलगित्र और स्विच आदि का विकास कार्य शुरू किया है।



पूनम प्रदीप कुमार ने वर्ष 1990 में लखनऊ के अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान से बी.टेक.की डिग्री इलेक्ट्रॉनिकी इंजीनियरिंग में प्राप्त करने के पश्चात वर्ष 1991 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद के सूक्ष्म तरंग सुदूर संवेदन क्षेत्र में कार्य आरंभ किया। वहाँ उन्होंने कई प्रकार के सुदूर संवेदन उपग्रहों में उपयुक्त सूक्ष्म तरंग नीतभारो के निर्माण में विभिन्न पदों पर कार्य करते हुए महत्वपूर्ण भूमिका निभाई। वर्ष 2015, सितम्बर माह में उन्हें नवगठित *"निष्क्रिय घटक स्वदेशीकरण प्रभाग"* के प्रधान के रूप में नियुक्त करते हुए भारतीय संचार उपग्रहों में प्रयोगायुक्त विभिन्न आयातित निष्क्रिय घटकों, मुख्यतः परिसंचरित्र, विलगित्र और स्विच आदि, का देश में ही विकास एवं उत्पादन का उत्तरदायित्व सौंपा गया।

***

अनुक्रमणिका

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी 2016 की झलकियाँ





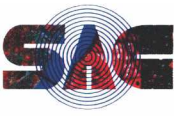








ISBN 978-93-82760-27-6



अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
Space Applications Centre
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन Indian Space Research Organisation
अहमदाबाद Ahmedabad

एमएम लैब, डेकू द्वारा अभिकल्पित
designed by MM Lab, DECU
www.printvision.in