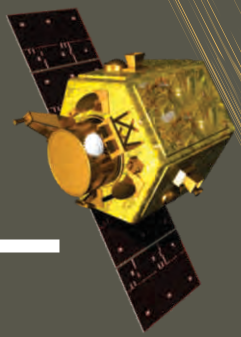
इसरो isro

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी 2016



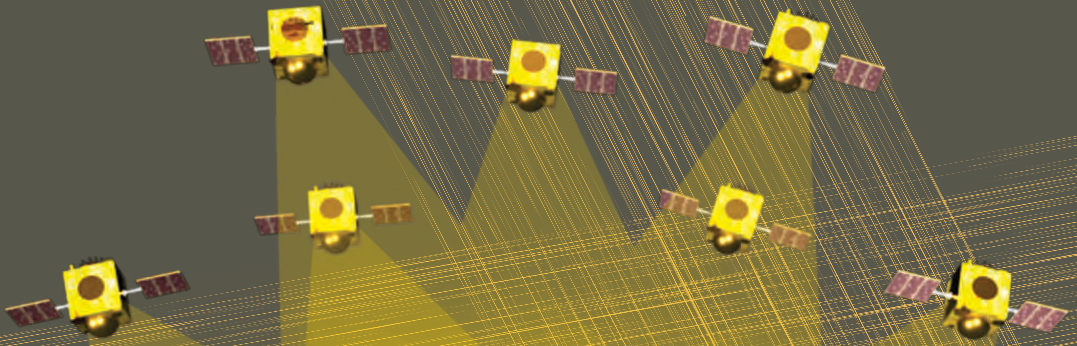
21 जुलाई 2016

लेख संग्रह

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक–इन–इंडिया अभिगम

राजभाषा सत्र

मेक–इन–इंडिया की सफलता में राजभाषा की भूमिका



अंतरिक्ष उपयोग केंद्र / विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन

अहमदाबाद

SAC

डेकू DECU

एसएम लैब, डेकू द्वारा अभिकल्पित

हिन्दी तकनीकी संगोष्ठी - 2016

21 जुलाई 2016

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक-इन-इंडिया अभिगम

राजभाषा सत्र

मेक-इन-इंडिया की सफलता में राजभाषा की भूमिका

अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र/ विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन
अहमदाबाद

कॉपीराइट © अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद
ISBN:9789382760214

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

अंतरिक्ष विभाग/ भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के केंद्र/यूनिटों में हर वर्ष हिंदी तकनीकी संगोष्ठियों का आयोजन किया जाता है। इन संगोष्ठियों में विषयों का चुनाव भी इस प्रकार किया जाता है कि इसरो में कार्यरत वैज्ञानिक एवं अन्य अधिकारी और कर्मचारी अपने वैज्ञानिक और तकनीकी अनुभवों को राजभाषा में अभिव्यक्ति दे सकें और साथ ही वे आम जनता के लिए उपयोगी और ज्ञानवर्धक सिद्ध हों।

मुझे यह जानकर अत्यधिक प्रसन्नता है कि अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) और विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) हर वर्ष की भाँति इस वर्ष भी 21 जुलाई 2016 को हिंदी में तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन कर रहे हैं। संगोष्ठी का विषय "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक-इन-इंडिया अभिगम" भारत सरकार के मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम से प्रेरित है, साथ ही इस संगोष्ठी में अंवि/इसरो द्वारा स्वदेशी रूप से विकसित प्रौद्योगिकी और अनुप्रयोगों पर चर्चा करने का अवसर प्राप्त होगा। तकनीकी संगोष्ठी के दौरान संपन्न होने जा रहे राजभाषा सत्र का विषय "मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम की सफलता में राजभाषा की भूमिका" संगोष्ठी की मूल विषयवस्तु से जुड़ा हुआ है।

वर्तमान समय में इसरो ने एक ओर आरएलवी-टीडी, आईआरएनएसएस, एस्ट्रोसैट, पीएसलवी-सी34 के माध्यम से कार्टोसैट आदि 20 उपग्रहों को कक्षा में स्थापित करने संबंधी सफलताओं के साथ विश्वमंच पर देश के लिए सम्मान अर्जित किया वहीं दूसरी ओर यह चंद्रयान-2, आदित्य जैसे जटिल अन्तर-ग्रहीय अभियानों के लिए जटिल तकनीकियों पर कार्य कर रहा है। सामाजिक हित में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का उपयोग करना अंवि/इसरो का मूलभूत ध्येय रहा है। कृषि, शिक्षा, चिकित्सा, खोज एवं बचाव, आपदा प्रबंधन, नौवहन एवं संचार आदि में उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के उपयोग से आम जनजीवन समृद्धि और खुशहाली की ओर जा रहा है।

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम मूलरूप से स्वदेशी रूप से विकसित तकनीकियों और विज्ञान पर आधारित है। मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम के परिपेक्ष्य में अंवि/इसरो की गतिविधियाँ अत्यधिक प्रासंगिक हो जाती हैं। मुझे विश्वास है कि संगोष्ठी के दौरान होने वाली परिचर्चा अत्यधिक ज्ञानवर्धक और उपयोगी सिद्ध होगी।

मैं लेख प्रस्तोताओं, संगोष्ठी समिति तथा इस कार्य से जुड़े हर व्यक्ति को संगोष्ठी की सफलता के लिए हार्दिक शुभकामनाएं देता हूँ।

आ सी किरण कुमार

(आ.सी.किरण कुमार)
सचिव, अन्तरिक्ष विभाग/ अध्यक्ष, इसरो

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 – 560 231. भारत
तार : स्पेस फैक्स : +91-80-2351 1829
दूरभाष : +91-80-2341 6393
संयुक्त सचिव, अंतरिक्ष विभाग /
अध्यक्ष, विभागीय राजभाषा कार्यान्वयन समिति
S. Kumaraswamy, IAS
Joint Secretary

सत्यमेव जयते

GOVERNMENT OF INDIA
DEPARTMENT OF SPACE
Antariksh Bhavan, New BEL Road
Bangalore - 560 231, India.
Grams : Space Fax : +91-80-2351 1829
Telephone : +91-80-2341 6393
e-mail : skswamy@isro.gov.in

संदेश

अंतरिक्ष विभाग/इसरो भारत सरकार की विज्ञान और प्रौद्योगिकी से जुड़ी हुई अग्रणी संस्था है। रॉकेटरी, उपग्रह निर्माण, सामाजिक एवं वैज्ञानिक अंतरिक्ष अनुप्रयोग, अंतर-ग्रहीय अभियान, आदि अंतरिक्ष विज्ञान के हर क्षेत्र में विश्व मंच पर इसरो ने अपना परचम लहराया है। आधुनिकतम ज्ञान विज्ञान से जुड़ी इस संस्था में भारत सरकार की राजभाषा नीति के कार्यान्वयन पर भी अत्यधिक महत्व दिया जाता है। राजभाषा से संबंधित नियमित कामकाज के अतिरिक्त अंवि/इसरो के केंद्र/यूनिटों में गहन तकनीकी विषयों पर प्रतिवर्ष हिंदी में संगोष्ठियों का आयोजन, सैक/डेकू द्वारा ग्रामीण क्षेत्रों में स्थित विद्यालयों में भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की झलकियाँ नामक कार्यक्रम का आयोजन, आदि राजभाषा कार्यान्वयन के क्षेत्र में की जा रही विशेष गतिविधियाँ हैं।

इस वर्ष अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) और विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) द्वारा 21 जुलाई 2016 को "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक-इन-इंडिया अभिगम" विषय पर हिंदी में तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है। इस तकनीकी संगोष्ठी के दौरान "मेक-इन-इंडिया की सफलता में राजभाषा की भूमिका" विषय पर एक राजभाषा सत्र भी आयोजित किया जा रहा है। मुझे बताया गया है कि संगोष्ठी के लिए 50 से भी अधिक आलेख प्राप्त हुए हैं। केंद्र स्तर पर आयोजित इस संगोष्ठी में इतनी संख्या में आलेख प्राप्त होना संगोष्ठी की सफलता का द्योतक है।

मैं व्यक्तिगत तौर पर और विभागीय राजभाषा कार्यन्वयन समिति की ओर से इस संगोष्ठी के सफल आयोजन के लिए लेखकों, आयोजन समिति के सदस्यों और राजभाषा अनुभाग को हार्दिक शुभकामनाएं देता हूँ।

कुमारस्वामी
(एस.कुमारस्वामी)
संयुक्त सचिव

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

सत्यमेव जयते

जय हिन्द

तपन मिश्रा
निदेशक /
अध्यक्ष, राजभाषा कार्यान्वयन समिति, सैक

संदेश

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) उपग्रह नीतभारों तथा अंतरिक्ष आधारित अनुप्रयोगों के अनुसंधान एवं विकास के क्षेत्र में कार्यरत भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) का अग्रणी केंद्र है। विगत कुछ वर्षों के दौरान अंतरिक्ष के क्षेत्र में इसरो के मंगलयान, नाविक, आदि जैसे अभूतपूर्व अभियानों से विश्वमंच पर भारत ने अपनी विशिष्ट पहचान बनाई है। इन सभी अभियानों में उपयोग में लाए गए अधिकाँश जटिल नीतभारों और उप-प्रणालियों को अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में डिजाइन एवं विकसित किया गया है। जीसैट व इन्सैट श्रेणी के नवीनतम संचार उपग्रहों तथा रिसोर्ससैट, कार्टोसैट और स्केटसैट, आदि सुदूरसंवेदी उपग्रहों के साथ-साथ चंद्रयान-2 जैसे गहन अंतरिक्ष अभियानों से संबंधित नीतभारों एवं उप प्रणालियों का निर्माण कार्य भी प्रगति के अंतिम चरणों पर है। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र की गतिविधियाँ मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम की अनूठी झलक प्रस्तुत करती हैं।

केंद्र में 21 जुलाई 2016 को आयोजित होने जा रही हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का विषय “भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक-इन-इंडिया अभिगम” केंद्र के कार्यकलापों की दृष्टि से बहुत प्रासंगिक है। संगोष्ठी के माध्यम से केंद्र के वैज्ञानिक और इंजीनियरों को अपने कार्य और अनुभवों को राजभाषा हिंदी में सबके साथ साझा करने का अवसर प्राप्त होगा। इस तकनीकी संगोष्ठी के दौरान “मेक इन इंडिया की सफलता में राजभाषा हिंदी की भूमिका” विषय पर एक राजभाषा सत्र का आयोजन भी किया जा रहा है। मुझे विश्वास है तकनीकी और राजभाषा दोनों ही सत्रों में सारगर्भित परिचर्चा होगी साथ ही पुस्तकाकार रूप में प्रकाशित संगोष्ठी का लेखसंग्रह हिंदी में एक उपयोगी दस्तावेज सिद्ध होगा।

संगोष्ठी के सफल आयोजन के लिए विभिन्न समितियों द्वारा कई दिनों से काफी श्रम किया गया है और लेखकों ने भी हिंदी में स्तरीय मौलिक लेख प्रस्तुत किए हैं आप सभी बधाई के पात्र हैं। संगोष्ठी के सफल आयोजन के लिए शुभकामनाएं।

तपन मिश्रा

(तपन मिश्रा)

भारत सरकार
अन्तरिक्ष विभाग
विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट
आंबावाडी विस्तार डाक घर,
अहमदाबाद-380 015. भारत
दुरभाष : +91-79-2691 2000, 2691 5000
फेक्स : +91-79-2691 5845, 2691 5814

Government of India
Department of Space
DEVELOPMENT AND EDUCATIONAL COMMUNICATION UNIT
Ambawadi Vistar P. O.
Ahmedabad-380 015. India
Telephone : +91-79-2691 2000, 2691 5000
Fax : +91-79-2691 5845, 2691 5814

वीरेन्दर कुमार
निदेशक/ अध्यक्ष, राजभाषा कार्यान्वयन समिति
विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट

संदेश

अंतरिक्ष विभाग/ भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन अपने विभिन्न केंद्र/ यूनिटों के माध्यम से विगत कई वर्षों से अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी से जुड़े जटिल एवं गहन विषयों पर हिंदी में तकनीकी संगोष्ठियों का आयोजन कर रहा है। प्रायः देखा गया है कि आधुनिकतम ज्ञान विज्ञान पर हिंदी में लेखन एवं परिचर्चा के अवसर बहुत कम ही मिलते हैं। सैक और डेकू द्वारा संयुक्त रूप से हिंदी में आयोजित तकनीकी संगोष्ठियों में न केवल अंतरिक्ष से जुड़े गूढ़ विषयों पर हिंदी में परिचर्चा की जाती है, अपितु इनको पुस्तकाकार रूप में प्रकाशित भी किया जाता है, जिससे हिंदी के जिज्ञासु पाठक कालांतर में भी इन परिचर्चाओं को पढ़ और समझ सकें।

इस वर्ष 21 जुलाई 2016 को "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक-इन-इंडिया अभिगम" विषय पर संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है। भारत में निर्माण उद्योग को गति देने के लिए भारत के माननीय प्रधानमंत्री की पहल पर मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम की शुरूआत की गई है और इसरो भी अपनी संस्थापना से लेकर अब तक स्वदेशी तकनीकियों के विकास पर बल देता रहा है। चाहे अंतरिक्ष नीतभारों और प्रणालियों का विकास हो या सामाजिक और वैज्ञानिक उपयोग के लिए विकसित किए गए अनुप्रयोग हों, इसरो अपने हर कार्यक्षेत्र में मेक-इन-इंडिया का शानदार उदाहरण प्रस्तुत करता है। तकनीकी सत्र के अलावा "मेक-इन-इंडिया की सफलता में राजभाषा की भूमिका" विषय पर राजभाषा सत्र का आयोजन भी किया जा रहा है। राजभाषा सत्र का विषय संगोष्ठी के मूल विषय का ही विस्तार प्रतीत होता है। मुझे आशा है कि संगोष्ठी के सभी सत्रों में सार्थक एवं नवाचारपूर्ण चर्चा होगी।

संगोष्ठी के आयोजन में हर स्तर पर कुशल संयोजन एवं प्रबंधन की आवश्यकता होती है। इस संगोष्ठी के लिए गठित मुख्य आयोजन समिति के अलावा विभिन्न उप-समितियों ने भी काफी श्रम किया है। लेखकों ने उत्साह और मेहनत से लेख लिखे हैं। मैं संगोष्ठी के आयोजन में सहभागी प्रत्येक व्यक्ति को सफल आयोजन के लिए हार्दिक शुभकामनाएं देता हूँ।

वीरेन्दर कुमार

(वीरेन्दर कुमार)

मुख्य संरक्षक
श्री तपन मिश्रा
निदेशक, सैक

संरक्षक
श्री डी.के.दास
सह निदेशक

श्री विरेन्दर कुमार
निदेशक, डेकू

संगोष्ठी आयोजन समिति

अध्यक्ष
श्री राजीव ज्योति
उप निदेशक-एमआरएसए

सह-अध्यक्ष
श्री डी.आर. पटेल
नियंत्रक, सैक

सदस्य
श्री विकास पटेल
ग्रुप प्रधान- पीपीजी, सैक

श्री राजेश खंडेलवाल
ग्रुप प्रधान-पीपीईजी, डेकू

श्रीमती अनीता पांडे
वैज्ञा/अभि-एसजी

श्री वी.के महिराले
ग्रुप प्रधान – सीएमजी

श्री सी.एन. लाल
प्रधान-पीएंडपीआर

श्रीमती रचना पटनायक
प्रधान
पुस्तकालय एवं प्रलेखन प्रभाग

श्रीमती के.एन.सरस्वती
वरिष्ठ प्रधान- क्रय एवं भंडार

श्री जी.चंद्रशेखर
प्रधान - का.एवं सा.प्र.

श्री जी.शिवनंदन
प्रधान – लेखा एवं आंविस

सदस्य सचिव
श्री बी.आर. राजपूत
वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी

राजीव ज्योति
अध्यक्ष, संगोष्ठी आयोजन समिति/
उप निदेशक-एमआरएसए, सैक

अंतरिक्ष विभाग/ भारतीय अनुसंधान संगठन के सभी केंद्र तथा यूनिट प्रतिवर्ष हिंदी में तकनीकी संगोष्ठियों का आयोजन करते हैं। इस क्रम में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र / विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट, अहमदाबाद "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक-इन-इंडिया अभिगम" विषय पर हिंदी में तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन कर रहे हैं। केंद्र स्तर पर आयोजित इस संगोष्ठी में लेख आमंत्रित किए गए, लेखकों की ओर से अच्छा सहयोग मिला और निर्धारित तिथि तक तकनीकी सत्र के अंतर्गत 43 आलेख प्राप्त हुए, मूल्यांकन समिति ने सभी लेखों का मूल्यांकन किया और लेखकों को अपने सुझाव दिए। लेखकों नें मूल्यांकन समिति के सुझावों के अनुरूप अपने लेखों को संशोधित करते हुए अपने लेख पुनः प्रस्तुत किए।

इस वर्ष राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय की पहल पर इस तकनीकी संगोष्ठी में राजभाषा नाम का एक सत्र भी शामिल किया गया है, जिसके अंतर्गत "मेक-इन-इंडिया की सफलता में राजभाषा की भूमिका" विषय पर भी लेख आमंत्रित किए, जिसके अंतर्गत 07 लेख प्राप्त हुए।

उक्त सभी स्वीकृत लेखों को इस लेख-संग्रह में प्रकाशित किया गया है। लेखों को पुस्तकाकार में प्रकाशित करने के लिए आवश्यक फॉर्मेटिंग और प्रूफशोधन किया गया है। इस लेख-संग्रह के लिए मूल्यांकन समिति और प्रलेख समिति ने काफी श्रम किया है। आशा है कि लेख-संग्रह हिंदी भाषा में एक उपयोगी और महत्वपूर्ण दस्तावेज सिद्ध होगा। इस लेख-संग्रह की आत्मा इसमें प्रकाशित लेख हैं, इसलिए सभी लेख प्रस्तोताओं द्वारा लेखन में व्यतीत समय और श्रम का हम सम्मान करते हैं। संगोष्ठी के सुगम संचालन के लिए सुप्रचालन समिति द्वारा भी महत्वपूर्ण योगदान दिया गया है। मैं आशा करता हूँ सभी का श्रम फलीभूत होगा और यह संगोष्ठी सफलता पूर्वक संपन्न होगी।

राजीव ज्योति

(राजीव ज्योति)

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

सत्यमेव जयते

डी.आर. पटेल
नियंत्रक, सैक/
सह अध्यक्ष, संगोष्ठी आयोजन समिति

संदेश

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) तथा विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) राजभाषा कार्यान्वयन के क्षेत्र में पूरे उत्साह और सजगता से कार्यरत हैं। राजभाषा कार्यान्वयन के अंतर्गत इस केंद्र में प्रतिवर्ष हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया जाता है। सन् 1986 से लेकर अभी तक सैक अनेक हिंदी तकनीकी संगोष्ठियों का आयोजन कर चुका है और अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी से संबंधित जटिल विषयों पर अभी तक सैंकड़ों लेख लिखे जा चुके हैं तथा संगोष्ठियों में परिचर्चा के रूप में प्रस्तुत किए जा चुके हैं।

माननीय प्रधानमंत्री ने 25 सितंबर 2014 को मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम का शुभारंभ किया जिसका उद्देश्य भारत को निर्माण क्षेत्र में विश्व पटल पर अग्रणी देशों की पँक्ति में खड़ा करना है। भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के अंतर्गत अधिकांश अनुसंधान एवं विकास कार्य स्वदेशी रूप से किए जाते रहे हैं, इसलिए मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम भारतीय अंतरिक्ष गतिविधियों के संदर्भ में और अधिक प्रासंगिक हो जाता है। इसी विचार से संगोष्ठी आयोजन समिति ने "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक-इन-इंडिया अभिगम" को मुख्य विषय के रूप में चुना गया है।

केंद्र में संचार, नैवीगेशन, सुदूर संवेदन, अंतर ग्रहीय मिशन, मौसमविज्ञान, आदि के लिए नीतभारों तथा प्रणालियों का विकास किया जाता है और सामाजिक एवं वैज्ञानिक उपयोग हेतु अंतरिक्ष आधारित अनुप्रयोग विकसित किये जाते हैं। केंद्र के वैज्ञानिक/अभियंताओं को संगोष्ठी के माध्यम से इन तकनीकियों और अनुप्रयोगों के विकास से संबंधित अनुभवों को राजभाषा हिंदी में अभिव्यक्त करने का अवसर प्राप्त होगा। तकनीकी संगोष्ठी के दौरान एक सत्र राजभाषा को भी समर्पित है जिसका विषय "मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम की सफलता में राजभाषा की भूमिका" है।

मुझे विश्वास है कि राजभाषा और तकनीकी सत्रों के दौरान ज्ञानवर्धक और उपयोगी परिचर्चा सुनने को मिलेगी। संगोष्ठी के सफल आयोजन के लिए हार्दिक शुभकामनाएं।

(डी.आर.पटेल)

भारत सरकार
अन्तरिक्ष विभाग
अन्तरिक्ष भवन, न्यू बी ई एल रोड
बेंगलूर – 5 6 0 0 9 4. भारत
दूरभाष : 080 - 23415474 तार : स्पेस
फैक्स : 080 - 23412388 / 23416770
संयुक्त निदेशक (रा.भा.)

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

संदेश

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)/विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) द्वारा राजभाषा कार्यान्वयन के क्षेत्र में बड़े उत्साह से कार्य किया जाता है। मुझे यह देख कर प्रसन्नता होती है कि सैक/डेकू में प्रशासनिक स्तर पर हिंदी के प्रयोग के प्रति बड़ा सकारात्मक वातावरण है, यह देख कर प्रसन्नता दुगुनी हो जाती है जब तकनीकी क्षेत्र में स्वैच्छिक हिंदी के प्रयोग के प्रति अनुकूल वातावरण देखने को मिलता है।

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र अपने कार्यालय में तो सक्रियता से राजभाषा कार्यान्वयन में सजग है ही, आवश्यकता पड़ने पर विभाग को भी अपेक्षित सहयोग प्रदान करता है। सैक/डेकू द्वारा राजभाषा और अंतरिक्ष विभाग की गतिविधियों के प्रचार-प्रसार के लिए की जाने वाली भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की झलकियाँ नामक गतिविधि अन्य केंद्र/यूनिटों द्वारा भी अनुकरणीय है।

मुझे यह जानकर बेहद प्रसन्नता हुई है कि सैक/डेकू द्वारा "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक-इन-इंडिया अभिगम" विषय पर 21 जुलाई 2016 को आयोजित होने जा रही हिंदी तकनीकी संगोष्ठी के लिए 50 से भी अधिक आलेख प्राप्त हुए हैं, साथ ही "मेक-इन-इंडिया की सफलता में राजभाषा की भूमिका" विषय पर राजभाषा सत्र का भी आयोजन किया जा रहा है। दोनों ही विषय अंतरिक्ष विभाग की गतिविधियों और भारत सरकार के मेन-इन-इंडिया कार्यक्रम के परिपेक्ष्य में प्रासंगिक और महत्वपूर्ण हैं।

मैं आशा करता हूँ हिंदी में आयोजित इस संगोष्ठी की परिचर्चा उपयोगी और ज्ञानवर्धक रहेगी, साथ ही राजभाषा के प्रयोग के प्रति उत्साहजनक वातावरण निर्मित होगा।

संगोष्ठी के सफल आयोजन के लिए सभी को शुभेच्छाएं।

(अशोक कुमार बिल्लूरे)
संयुक्त निदेशक (राभा)

बी.आर. राजपूत
सदस्य सचिव, संगोष्ठी आयोजन समिति/
वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी,
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र

आभार

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र/ विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट, अहमदाबाद प्रतिवर्ष हिंदी में तकनीकी विषयों पर संगोष्ठियों का आयोजन करते हैं। 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 अनेक प्रकार से विभिन्न अधिकारियों/ कर्मचारियों 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 और निदेशक, डेकू का 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 राजीव ज्योति, उपनिदेशक, एमआरएसए तथा सह अध्यक्ष ही श्री दिलीप आर. पटेल नियंत्रक, सैक के प्रति आभारी हूँ। 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 का हृदय से आभारी हूँ।

विभाग के निर्देशानुसार संगोष्ठी में इस वर्ष एक राजभाषा सत्र भी शामिल किया गया जिसके अंतर्गत "मेक-इन-इंडिया की सफलता में राजभाषा की भूमिका" विषय पर भी लेख आमंत्रित किए गए। केंद्र के उप निदेशकों समूह निदेशकों, ग्रुप प्रधानों और प्रभाग प्रधानों को भी में धन्यवाद देना चाहता हूँ जिन्होंने उनके प्रभाग में कार्यरत वैज्ञानिकों और अन्य स्टाफ सदस्यों को लेखन के लिए प्रेरित किया।

अच्छे आलेखों के बिना संगोष्ठी की कल्पना भी नहीं की जा सकती। इसलिए, मैं विशेष रूप से लेखकों का 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।

(बी.आर. राजपूत)

संगोष्ठी आयोजन समिति

मार्गदर्शन

श्री तपन मिश्रा, निदेशक, सैक

श्री वीरेन्दर कुमार, निदेशक, डेकू

अध्यक्ष

श्री राजीव ज्योति, उप निदेशक - एमआरएसए

सह-अध्यक्ष

श्री डी.आर.पटेल, नियंत्रक, सैक

सदस्य

श्री विकास पटेल, ग्रुप प्रधान- पीपीजी, सैक

श्री राजेश खंडेलवाल, ग्रुप प्रधान-पीपीजी, डेकू

श्रीमती अनीता पांडे

श्री वी.के. महिराले, ग्रुप प्रधान - सीएमजी

श्री सी.एन. लाल, प्रधान, पी.एंड पी.आर.

श्रीमती रचना पटनायक, प्रधान, पुस्तकालय एवं प्रलेखन प्रभाग

श्रीमती के.एन.सरस्वती, वरिष्ठ प्रधान, क्रय एवं भंडार

श्री जी.चंद्रशेखर, प्रधान - का.एवं सा.प्र.

श्री जी. शिवनंदन, प्रधान - लेखा एवं आंविस

सदस्य सचिव

श्री बी.आर. राजपूत, वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी

मूल्यांकन समिति

अध्यक्ष

श्री राजेश खंडेलवाल

सदस्य

श्रीमती सुनंदा त्रिवेदी

श्री आर.एस.शर्मा

श्री नितांत दुबे

श्री डी.के.सिंह

डॉ.बी.एस.मुंजाल

श्री जी. चंद्रशेखर

सदस्य सचिव

श्रीमती नीलू सेठ

सुप्रचालन समिति

अध्यक्ष

श्रीमती अनीता पांडे

सदस्य

श्री सी.एन.लाल

श्रीमती लीना कोहली कपूर

श्री देवांग माँकड़

श्री भार्गव नायक

श्री टी.थॉमस मणि

श्री एच.एस.मिश्रा

श्री आशिष सोनी

सदस्य सचिव

श्री दिनेश अग्रवाल

प्रलेख समिति

अध्यक्ष

श्रीमती रचना पटनायक

सदस्य

श्री संभवनाथ त्रिवेदी

श्री पूजेश भिमानी

श्री जी.एल.त्रिवेदी

श्री पंकज बोडानी

सुश्री रजनी सेमवाल

सदस्य सचिव

श्री सोनू जैन

अनुक्रमणिका

क्र.	शीर्षक	लेखक	पृष्ठ
	तकनीकी सत्र - नाविक		
1.	एफ.पी.जी.ए. आधारित नौसंचालन सिग्नल उत्पादन यूनिट (NSGU) नौसंचालन उपग्रहों समूह(नाविक) के लिए नैनो सेकंड समय में देरी पूर्वाग्रह और समय तुल्यकालन प्राप्त करने के लिए	दुर्गा दिग्दर्शिनी, संजय डी मेहता, गोपीचंद खोत और टी.वी.एस. राम	1
2.	नाविक एसपीएस - जीपीएस – गगन रिसीवर	जी.जे. दोशी और कल्पेश बोरसदिया	5
3.	नाविक (भारतीय नौसंचालन उपग्रह मंडल) : एक विश्व स्तरीय मेक इन इंडिया प्रणाली	सुनील सिंह	10
4.	नाविक – द्वोहरी हेलिक्स सरणी एंटीना निर्माण और एकीकरण में मेक इन इंडिया अभिगम	लीना हवेलीकर, अशोक राठौड़, राजेश आर. पटेल और एन.एच.किनारीवाला	14
5.	नाविक - एक सर्वश्रेठ "मेक इन इंडिया" उदाहरण	कृति खत्री, बिंदिया कुमारी, डॉ. एम. आर. सुजिमोल और के. शहाना	19
6.	समुद्री परिवहन व्यवस्था एवं नियंत्रण में नाविक के अभिनव प्रयोग	निष्काम जैन	25
	तकनीकी सत्र - संचार उपग्रह		
7.	का-बैण्ड WR28 तरंगपथक समापित्र (भारण)	सुदेश कुमार जैन, रवि शेखर और पूनम प्रदीप कुमार	30
8.	उच्च आवृत्ति विधि एवं चुंबकीय विधि के उपयोग से संचार ब्लैक आउट का शमन	राजेश कुमार सिंह और नेहा मेहरा	35
9.	भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक इन इंडिया अभिगम सुवाह्य मल्टमीडिया टर्मिनल	लीना कोहली कपूर, चंद्रप्रकाश और एस एन सताशिया	41
10.	प्रसारण अभिग्राही और उपग्रह संचार प्रणाली में इसकी भूमिका	सुनील एस कुशवाहा, चंद्रप्रकाश और एस एन सताशिया	46
11.	संचार नीत भार में अंकीय सिग्नल संसाधन	प्रमोद मिश्रा	51
12.	संतुलित प्रवर्धक अभिकल्प द्वारा शूक्ष्म तरंग उच्च शक्ति प्रवर्धक की परिमार्जित विश्वसनीयता	प्रणव प्रकाश सिंह, डी.के. सिंह स्वाति जयस्वाल, आर.जे. द्वोषी और डी.के. सिंह	55

13.	मानव अंतरिक्ष कार्यक्रम के लिए टर्बो कोडेड डिजीटल क्यूपीएस के मॉड्यूलेटर	डॉ. दीपक मिश्रा	61
14.	स्वावलम्बी अंतरिक्ष उद्योग	डी.एन.वी.एस.एस.एन.मूर्ति और कुणाल जोशी	65
15.	इसरो के संचार उपग्रह (इनसैट) प्रणाली द्वारा सामाजिक एवं वैज्ञानिक अनुप्रयोग	एम आर सुजीमोल, उर्वशी भट्ट, कृति खत्री और के. शहाना	68
16.	डुअल ग्रीडेड परावर्तक एंटीना के लिए ध्रुवीकरण को छानने वाली ग्रिड की डिज़ाइन और विकास	निशा एम सातिया, शशांक सक्सेना और मिलिंद बी.महाजन	72-i
तकनीकी सत्र - सुदूर संवेदन			
17.	चंद्रयान-२ लैंडर के मृदुअवतरण हेतु ओन-बोर्ड रडार ऊंचाईमापी संसाधित्र	रितेश कुमार शर्मा, जैमिन तन्ना, शिवानी भार्गव, अमिता शाह, दीपक पुत्रेवु, संजय त्रिवेदी, हिमांशु पटेल और प्रियंका मेहरोत्रा	73
18.	चंद्रयान -२ मिशन के रोवर प्रदायभार का सूक्ष्म तरंग दूर संवेदन तकनीक द्वारा सुरक्षित एवं मृदु अवतरण के लिए हार्डवेयर विकास	अमिता ए. शाह, शिवानी भार्गव, रितेश कुमार शर्मा, जैमिन तन्ना, संजय त्रिवेदी एवं हिमांशु पटेल	81
19.	रीसैट-2ए (एक्स-बैण्ड सार) एन्टेना की टाईल इलेक्ट्रानिकी संरचना	संजय कुमार करसोढनिया, अजय कुमार सिंह, हिमांशु पटेल, बी.एस. रमण और राजीव ज्योति	89
20.	भूस्थिर उपग्रह पर स्थापित थर्मल नीतभारसे सुदूर संवेदन द्वारा “तापीय लहरों” के संसूचनकी स्वदेशी परिचालन तकनीक	मेहुल आर.पंड्या और निकुंज पी.दरजी	95
21.	जल विज्ञान के अध्ययन में सुदूर संवेदन का उपयोग	राघवेंद्र प्रताप सिंह	98
22.	भारतीय उपग्रह इनसेट-3 डी का उष्णकटिबंधीय चक्रवात के अध्ययन मे प्रयोग	नीरू जैसवाल और सी एम किश्तवाल	102
23.	प्रकीर्णमापी (Scatterometer) और संश्लेषी द्वारक रेडार (एस.ए.आर.) डाटा पर आधारित भारतीय तट के साथ बिजली उत्पादन के लिए तटीय पवन ऊर्जा संसाधनों का मुल्यांकन	जगदीश प्रजापति, एस.वी.वी. अरुण कुमार, अभिषेक चक्रबर्ती और राज कुमार	108

24.	सुदूर संवेदन एवं क्षेत्र आंकड़ों द्वारा परिवेशी वायु गुणवत्ता का अध्ययन	डॉ. आभा छाबड़ा	112
25.	वर्त्तमान कार्टोसैट-२ एस श्रंखला उपग्रह के मानचित्रण उपयोग हेतु नाभिकीय तल की रूपरेखा का प्रस्तुतीकरण	पारुल सिंह और विशाल शाकरवाडिया	119
26.	इनसेट-3डी इमेजर तथा साउंडर चैनलों का जीसिक्स अंतर-अंशांकन	इप्शिता डे, एम वी शुक्ल और पी.के. थपलियाल	123
तकनीकी सत्र - अंतरिक्ष आधारित वैज्ञानिक एवं सामाजिक अनुप्रयोग			
27.	सीएमबी के अध्ययन के लिए मिमी-तरंग दूरबीन : एक प्रस्ताव	गौरव शरद सेठ और प्रांतिक चक्रवर्ती	129
28.	नाविक मेक इन इण्डिया और अच्छे दिनों का अद्भुत संजोगः नाविक के सामाजिक उपयोग के विशेष संदर्भ में	डॉ. दीपचंद्र	133
29.	अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के सामाजिक प्रभाव: एक परिप्रेक्ष्य	पल्लवी वी. श्रीधर और शिल्पा पी.एस.	137
30.	मानवरहित रेलवे फाटकों पर सुरक्षा हेतु अंतरिक्ष तकनीकी का उपयोग	नरेंद्र कुमार, अमित सिन्हा और चन्द्र प्रकाश	143
31.	इसरो द्वारा अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का सामाजिक सरोकारों के लिए उपयोग का एक अवलोकनः आपदा प्रबंधन सहायक कार्यक्रम के विशेष संदर्भ में	डॉ. ध्रुवी भरवाड और आशीषकुमार प्रताप डावरा	149
32.	सिंहस्थ महाकुंभ में इसरो द्वारा संचालित दूरचिकित्सा मोबाईल सेवा द्वारा निःशुल्क उपचार	धर्मेंद्र सिंह तोमर	154
33.	भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक इन इंडिया अभिगम रिपोर्टिंग टर्मिनल	योगेश पार्थ, निशा राना और चंद्रप्रकाश	159
34.	इसरो के पहले संवर्धित वास्तविकता अनुप्रयोग - साकार को बनाने का एक प्रयास	पुनीत सिंघवी	164
35.	डिटेक्टर अभिलक्षणन जाँच के लिये इन-हाउस विकसित सॉफ्टवेर	जितेंद्र कुमार और अनिल सुखेजा	171
तकनीकी सत्र - गुणवत्ता एवं तकनीकी प्रक्रियाएं तथा प्रौद्योगिकीगत विकास प्रक्रियाएं			
36.	भावी अंतरउपग्रहीय अंतरिक्ष अभियानो के लिए रेडियोधर्मी तापवैद्युत उत्पादक	विवेक कुमार सिंह	178

37.	त्रिविम मुद्रित डी.एम.एल.एस. ऐलुमिनियम पर सिल्वर विलेपन	वैशाली उमराणिया और वी.वी. लिमये	184
38.	सैन्य-मानक-1553बी सुदूर टर्मिनल की बौद्धिक संपदा का विकास	किरल घोडाद्रा, राहुल धिंगाणी, जैमिन तन्ना, हिमांशु पटेल और संजय त्रिवेदी	191
39.	एकल सूक्ष्म एकिकृत परिपथ (MMIC) की हर्मेटिक सीलिंग एंवम अंतरिक्ष उपयोग हेतू क्वालिफिकेशन:एक नवीन एवं सफलतम प्रयास	नंदिनी देशपांडे, शिवेंद्र त्रिपाठी और ज्ञान सिंह	197
40.	250 एम.एस.पी.एस. 8-बिट ऐडीसी ऐसिक का स्वदेशी विकास	शौकिन फोगाट, रिंकु अग्रवाल, शालिनी गंगेले और एस.एम.त्रिवेदी	207
41.	उपग्रहों के लिए चतुर प्रौद्योगिकियां	कमलेश कुमार बराया	214
42.	अंतरिक्ष मलबा नियंत्रण – वर्तमान की मुख्य तकनीकी चुनौती	जितेंद्र खर्डे	222
43.	फूलने वाले (इनफ्लेटेबल) अंतरिक्ष-ऐन्टेना के निर्माण व विकास में मेक इन इंडिया अभिगम (प्रौद्योगिकी विकास प्रक्रिया)	कृपा शंकर सिंह, एम.वाय. रावल और ए.सी. माथुर	226
राजभाषा सत्र - मेक-इन-इंडिया' की सफलता में राजभाषा की भूमिका			
44.	मेक-इन-इंडिया पहल में हिंदी का महत्व	कमलेश कुमार बराया	233
45.	हिंदी की मेक-इन-इंडिया में भूमिका	सोनू जैन और सोमा करनावट	236
46.	'मेक-इन-इंडिया' की सफलता में राजभाषा की भूमिका	राहुल गुप्ता और पूनम प्रदीप कुमार	240
47.	भारत में निर्माण कार्यक्रम के सफल कार्यान्वयन में राजभाषा हिंदी की महता	रणधीर कुमार	243
48.	मेक इन इंडिया की सफलता एवं राजभाषा	दिनेश कुमार अग्रवाल और किशोर वाघेला	250
49.	मेक इन इंडिया की सफलता में हिंदी की महती भूमिका	रंजन परनामी और हेमल वी भगत	253
50.	'मेक-इन-इंडिया' की सफलता में राजभाषा की भूमिका	कृष्ण मोहन, कमलेश एम राणा और पंकज जे शाह	256

***

नाविक

नौसंचालन उपग्रहों समूह (नाविक) के लिए एफ.पी.जी.ए. (FPGA) आधारित नौसंचालन सिग्नल उत्पादन यूनिट (NSGU) द्वारा नैनो सेकंड समय में देरी पूर्वाग्रह (Timing Delay Bias) और समय तुल्यकालन (Time synchronization)

दुर्गा दिग्दर्सिनी, संजय डी मेहता, गोपीचंद खोत, टी वी एस राम,
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)

सार - इस लेख के द्वारा एक नवीन डिजाइन एफ.पी.जी.ए. आधारित नौसंचालन सिग्नल उत्पादन यूनिट (NSGU) नेविगेशन नीतभार (payload) के लिए प्रस्तुत किया गया है, जिसका मुख्य समारोह भंडारण, स्वरूपण और थोक अपलिंक के प्रसंस्करण और नेविगेशन (एनएवी) के आंकड़ों के आधार बैंड तैयार करके माडूलक को प्रदान करना है। NSGU की दो महत्वपूर्ण शर्त है जो नाविग उपभोक्ताओं को < 20 मीटर स्थिति सटीकता को प्राप्त करने में मदद मिलेगी। प्रथम आवश्यकता है समय में देरी पूर्वाग्रह नैनो सेकंड (ns) में प्राप्त करना, जिसके लिए NSGU की डिजाइन में एक 10.23 MHz परमाणु मास्टर घड़ी का उपयोग करके देरी पूर्वाग्रह 100 ns से कम प्राप्त किया गया है। दूसरी महत्वपूर्ण आवश्यकता है, जमीन संदर्भ समय (ground reference time) के साथ उपग्रह समय को नैनो सेकंड में तुल्यकालन करना। इसके लिए एक अभिनव योजना विकसित की है जिससे, उपग्रह का समय तुल्यकालन जमीन के साथ < 100 ns प्राप्त किया जा सकता है। इस लेख में समय की विलंब पूर्वाग्रह की प्राप्ति के लिए एफ.पी.जी.ए. आधारित डिजाइन पद्धति का वर्णन किया गया है, और समय तुल्यकालन कि पद्धति का वर्णन किया गया है। यह डिजाईन Actel RTAX2000S CQFP256 को लेकर प्रस्तुत किया गया है। इसका डिजाईन पूर्ण रूप से स्वदेशी है और मेक इन इंडिया के अंतर्गत स्वराचित है।

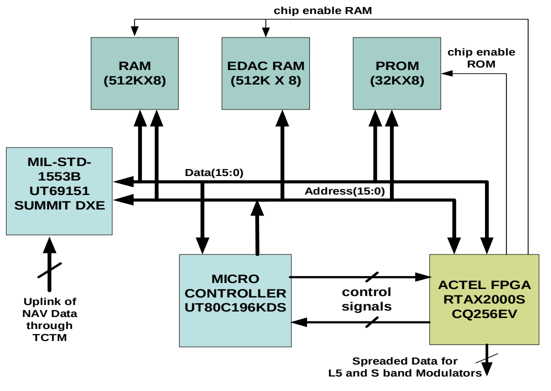
I. परिचय

नौसंचालन उपग्रह ने नेविगेशन दुनिया में क्रांति ला दी है, मुख्यतौर पर उन क्षेत्रों में जहाँ उच्च परिशुद्धता स्थिति और समय की जानकारी की आवश्यकता हैं। आमतौर पर किसी भी नेवीगेशन सेटेलाइट समूह मूल रूप से दो प्रकार की सेवा प्रदान करता है। एक मानक स्थिति सेवा (SPS) और प्रतिबंधित स्थिति सेवा (RS)। नेविगेशन नीतभार में परमाणु आवृत्ति मानक (AFS) नीतभार विन्यास के लिए एक बुनियादी स्रोत के रूप में कार्य करता है, जो NSGU और नीतभार के अन्य उपतंत्र के लिए 10.23 MHz मास्टर घड़ी स्रोत प्रदान करता है। उपग्रह के दूरादेश-दूरमिति (TCTM) माध्यम से समय-समय पर एनएवी डेटा NSGU प्राप्त करता है। यह एनएवी डेटा NSGU में संग्रहित हो कर, उपग्रह पर समय के साथ स्वरूपित और प्रसंस्कृत डेटा आधार नियमन संकेत रूप में तैयार करके L5 बैंड और S बैंड माडूलक को देता है। L5 बैंड और S बैंड एसपीएस कोड @ 1.023 Mbps और नावडाटा @ 50 sps को फैलाकर (spreading) BPSK माडूलन के साथ एसपीएस सेवा प्रदान करता है। L5 बैंड और S बैंड आरएस कोड @ 2.046 Mbps और नावडाटा @ 50 sps को से फैलाकर बीओसी BOC(5, 2) माडूलन के साथ प्रतिबंधित स्थिति सेवा प्रदान करता है।

NSGU का प्रमुख काम अपलिंक एनएवी डेटा प्राप्त करकें प्रयोज्यता और वैधता अवधि समय आधार पर ऑनबोर्ड मेमोरी में संचित करना है। बेसबैंड संकेतों को तैयार करने के लिए नावडाटा और समय की जानकारी जोड़ के एनएवी का निर्माण उप फ्रेम के रुप में करके क्रमश: L5 और S बैंड माडूलक को देता है। NSGU में एनएवी डाटा संसाधन, अग्र त्रुटि संशुद्धि कोड (FEC) द्वारा कोडन, प्रतीकों का चयन, सिंक शब्द, गुप्तलेखन (एन्क्रिप्शन) की प्रविष्टि करके उत्पन्न कोड के साथ विस्तारण करना, एसपीएस और प्रतिबंधित सेवाएं (आर एस) सेवाएं प्रदान करना और विभिन्न डेटा पैटर्न का चयन करना है।

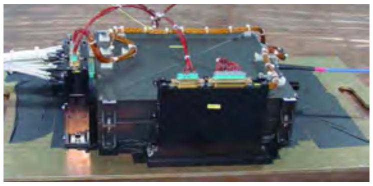
II. NSGU के बुनियादी वास्तुकला

NSGU की बुनियादी संरचना आकृति-1 में सचित्र है जिस में तीन प्रमुख कार्यात्मक युक्तियां हैं। UT69151 DXE युक्ति अपलिंक नावडाटा 1553 अन्तरापृष्ठ पर TCTM द्वारा प्राप्त करने के लिए, दूसरा यू टी एम सी



आकृति 1-: NSGU की बुनियादी संरचना

UT80C196KDS माइक्रो नियंत्रक के रूप में मुख्य नियंत्रक है जो एनएवी डेटा subframes की फ्रेम समंजन के लिए है। तृतीय युक्ति RTAX2000S सीक्यू एफपी 256 ईवी Actel FPGA है जो स्वरूपित एनएवी डेटा, समय पीढ़ी और सेटिंग, प्रतिबंधित कोड का उत्पादन एवम एन्क्रिप्शन और एनएवी subframe डाटा को एसपीएस (SPS) और आरएस (RS) कोड के साथ प्रसार करके माडुलक को प्रदान करता है। अपलिंक नावडाटा 1553 अन्तरापृष्ठ पर TCTM द्वारा प्राप्त करने के बाद SRAM में माइक्रो नियंत्रक के द्वारा जमा हो जाता है। माइक्रो नियंत्रक SRAM से एनएवी डेटा और स्वरूपों को सुनिश्चत समय-समय पर पढ़ता है और उसे 292 बिट उप फ्रेम एनएवी के रुप में FPGA स्मृति करने के लिए स्थानांतरित कर देता है। एनएवी उप फ्रेम का पूरा प्रसंस्करण NSGU के FPGA में किया जाता है और प्रसंस्कृत फ्रेम आधार बैंड संकेतों (Base Band data) L5 और S बैंड माडूलक को प्रदान करता है। NSGU की उड़ान मॉडल (एफएम) आकृति – 2 में दिखाया गया है।



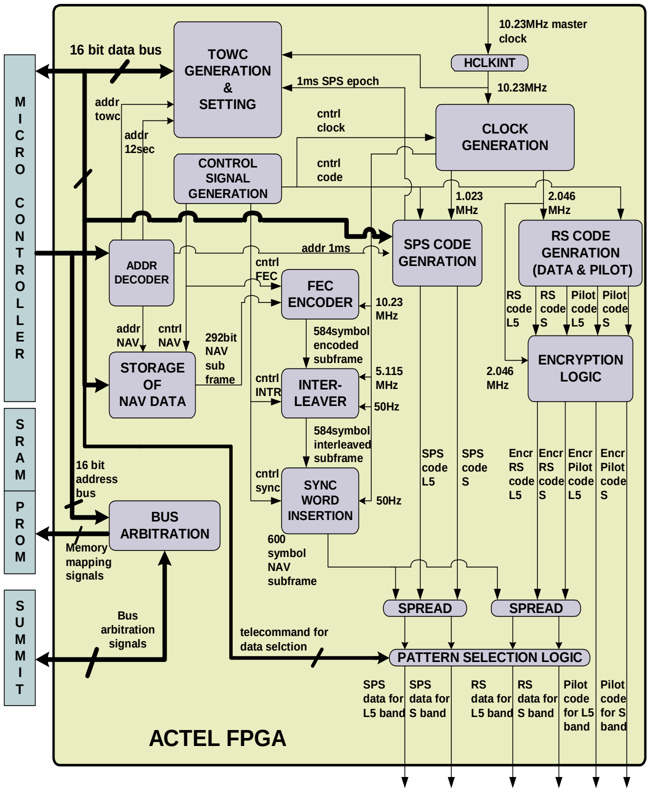
आकृति2- NSGU के एफएम पैकेज

III. FPGA डिजाइन देरी पूर्वाग्रह नेनोंसेकंड्स समय के लिए

NSGU बुनियादी संरचना से पता चलता है की कैसे बेसबैंड संकेतों तैयार करके माडूलक को प्रदान किया जाता है। नेविगेशन डेटा चार उप फ्रेम के रुप में हरेक 600 प्रतीकों @ 50 sps पर तैयार किया जाता है। जिससे एक प्रमुख फ्रेम 2400 प्रतीकों के रूप में आधार बांड में स्वरूपित होती है।

A. *एनएवी डेटा उप फ्रेम के प्रसंस्करण*

आकृति3- NSGU FPGA की बुनियादी संरचना प्रदर्शित करता है। FPGA का पूरा डिजाइन एक 10.23 MHz परमाणु घड़ी द्वारा संचालित है। डिजाइन में कोड के साथ कोड और कोड के साथ डाटा तुल्यकालित किया गया है। एसपीएस कोड @ 1.023MHz उत्पन्न कर रहे हैं और प्रतिबंधित कोड डेटा घटक और पायलट @ 2.046MHz उत्पन्न कर रहे हैं। आरएस (RS) कोड और पायलट दोनों को गुप्तलेखन (एन्क्रिप्शन) कर रहे हैं। उपग्रह समय TOWC और WN इपोक @ 1 ms S-एसपीएस (SPS) कोड से उत्पन्न किया जाता है। प्रत्येक 12 सेकंड उप फ्रेम युग में, FPGA से माइक्रो नियंत्रक को अंतरायन (interrupt) जाता है, जिस पर नियंत्रक TOWC और WN पढ़ता है, और 292 बिट एनएवी उप फ्रेम निर्माण करता है जो FPGA में फीफो मॉड्यूल में संग्रहित किया जाता है। इस डाटा को आगे FEC, एक दर आधा एनकोडर द्वारा इनकोडिंग, एक 73 x 8 ब्लॉक में interleaver से पास करके 584 बिट उप फ्रेम प्रतीकों के रुप में तैयार किया जाता है। जिसमें एक सिंक शब्द EB90 @ 50 एसपीएस डाल कर एक 600 प्रतीकों वाली एनएवी उप फ्रेम निर्माण होती है। एनएवी डेटा interleaved subframes L5 और S बैंड संकेतों को उत्पन्न करने के लिए एसपीएस कोड और एन्क्रिप्टेड आरएस कोड का डेटा घटक के साथ फैलाकर माडुलक को प्रदान करता है। FPGA में एनएवी डेटा की प्रोसेसिंग के लिए कुल डिजाइन प्रवाह आकृति 3-में सचित्र है।

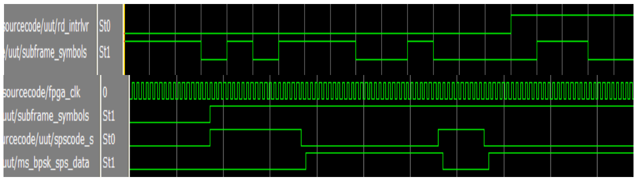


आकृति 3-NSGU में FPGA की बुनियादी संरचना

B. *आवश्यकता समय नेनोंसेकंड्स में देरी पूर्वाग्रह*

हार्डवेयर एंटीना चरण केंद्र (Antenna Phase Centre) से पीढ़ी के संकेत की देरी (अंतरिक्ष यान में विकीरण (Radiating) तत्व, उपग्रह नेविगेशन में महत्वपूर्ण प्राचल (parameter) है। प्रत्येक उपग्रह नेविगेशन के संदेश में समय पूर्वाग्रह का प्राचल हैं। । एक उपयोगकर्ता रिसीवर प्रत्येक अवलोकन के लिए घड़ी सुधार गणना करने के लिए इन मापदंडों का उपयोग करता है।

नेविगेशन संदेश में समय में देरी पूर्वाग्रह प्राचल समूह देरी (Total Group Delay) प्रेषित किए जाने की जरूरत है जो पूर्वाग्रह घटक को दूर करने के लिए है। यह प्राचल उपयोगकर्ता के समय और स्थिति सटीकता में सुधार करने के लिए प्रयोग किया जाता है। प्रथम S बैंड एसपीएस कोड की चिप के बीच में देरी, (जहां TOWC वेतन वृद्धि होती है) और S बैंड एसपीएस के प्रथम सेंट चिप डेटा NSGU सब-सिस्टम के लिए देरी पूर्वाग्रह समय के रूप में जाना जाता है। उपयोगकर्ता के लिए इस NSGU डिजाइन से सबसे अच्छी स्थिति और समय शुद्धता प्रदान करने नेनोसेकंड्स में हासिल किया जाना चाहिए।

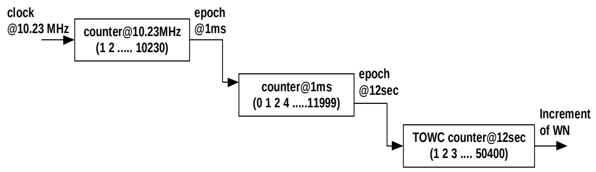


आकृति 4-देरी पूर्वाग्रह समय के लिए कार्यात्मक अनुकरण

जैसा कि चित्र में दिखाया गया है समय S बैंड एसपीएस कोड के प्रथम सेंट चिप / युग से S बैंड एसपीएस के प्रथम डाटा बिट चिप से 97.75 ns है। आकृति4- में कार्यात्मक अनुकरण (simulation) दिखाया गया है।

IV. TOWC और WN *उत्पादन* और सेट्टिंग

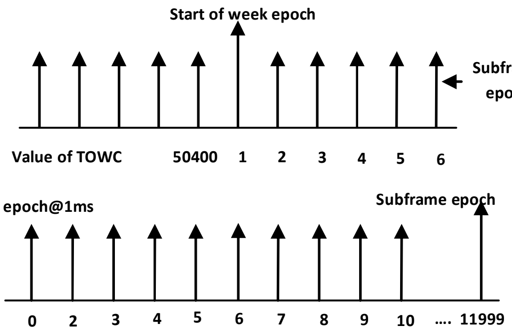
नेविगेशन नीतभार में समय को 27 बिट गणक (counter) द्वारा प्रस्तुत किया जाता है LSB TOWC 17 बिट के रूप में और MSB WN 10 बिट के रूप में प्रस्तुत किया जाता है। TOWC और WN NSGU में ACTEL एफ.पी.जी.ए में उत्पन्न और सेट्टिंग कर रहे हैं।



आकृति-5 TOWC पीढ़ी तर्क

A. *TOWC उत्पादन*

S बैंड एसपीएस @1 ms को TOWC उत्पादन के लिए प्रयोग किया जाता है। तीन काउंटरों की एक नायाब योजना TOWC उत्पादन के लिए लागू किया जाता है जो कि आकृति5- में दिखाया गया है। आकृति5- में दिखाया गया प्रथम काउंटर @ 10.23 MHz, 1 से 10230 गिनती करके एसपीएस कोड के लिए 1 ms epoch उत्पन करता है। दूसरा काउंटर @1 ms, 0 से 11999 गिनती करके उससे epoch @ 12 sec उत्पन करता है। तीसरा काउंटर @ 12sec (TOWC काउंटर), 1 के साथ शुरू होता है और जब 50400 (एक सप्ताह के अंतराल या 604800 सेकंड) तक पहुँचता है और उससे WN वृद्धि होता है। आकृति6- में इपोक उत्पादन का तर्क दिखाया गया है।



आकृति 6-इपोक की पीढ़ी तर्क

B. *समय सेट्टिंग की आवश्यकता*

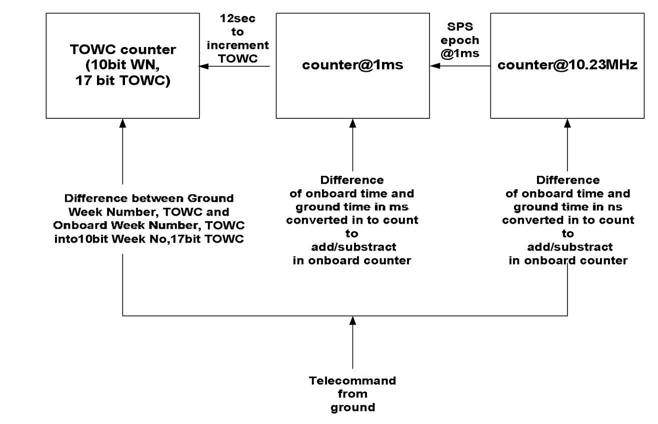
उपग्रह समय को जमीन संदर्भ प्रणाली समय के साथ 100ns से कम की शुद्धता के साथ, तुल्यकालन करना बहुत जरुरी है। नेविगेशन नीतभार में उपग्रह पर समय WN और TOWC द्वारा प्रस्तुत किया है। नीतभार चालू होने पर उपग्रह पर समय यानी WN और TOWC क्रमशः शून्य और एक अंक से प्रारंभ करते हैं। चूंकि भूमि नियंत्रण स्टेशन का समय यूटीसी समय के साथ सिंक्रनाइज़ है, सभी नेविगेशन उपग्रहों तारासमूह उसी संदर्भ समय के साथ तुल्यकालिन है। अलग-अलग नेविगेशन उपग्रहों से प्राप्त संकेतों में अंतर के कारण रिसीवर उपयोगकर्ता की स्थिति और समय कि सटीकता में अधिक से अधिक असर पड़ेगा। इस आवश्यकता को पूरा करने के लिए हर उपग्रह समय का अंतर कम करने के लिए सबसे अच्छा संभवत सटीकता के साथ उपग्रह पर समय की स्थापना की सुविधा होनी चाहिए।

C. *समय की स्थापना के लिए प्रक्रिया*

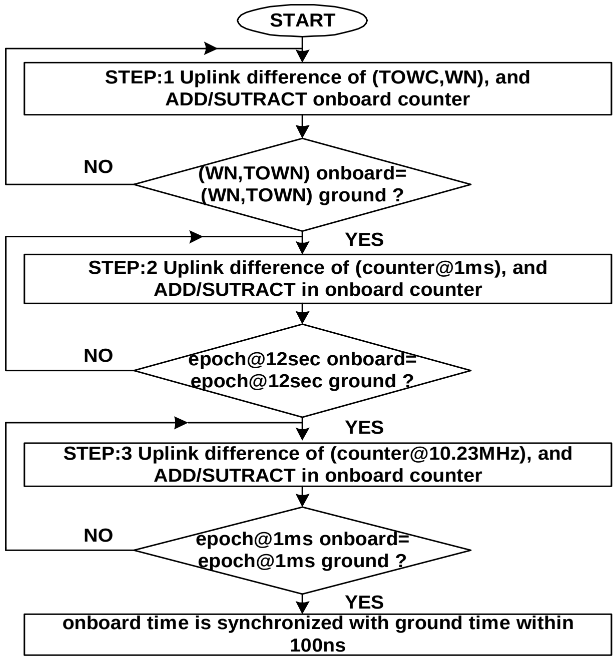
जमीन दौर संदर्भ समय और उपग्रह समय के बीच अंतर को टेली-कमांड द्वारा अपलोड करके तीन काउंटरों की स्थापना को आकृति 7-में दिखाया गया है। समय की स्थापना प्रक्रिया को जमीन से अपलोड समय से स्वतंत्र करने का तरीका, इस

योजना की मुख्य चुनौती है। उपग्रह पर समय और जमीन संदर्भ समय का अंतर टेली-कमांड द्वारा भेजा जाता है, इसीलिए अन्य प्रसंस्करण देरी इस योजना को प्रभावित नहीं करता।

NSGU में तीन काउंटरों के सेट्टिंग आकृति 7- में दिखाया गया है। नीतभार के समय (WN, TOWC) को जमीन संदर्भ समय के साथ तीन चरणों में सेट किया जा सकता है, जो आकृति-8 के प्रवाह चार्ट में दिखाया गया है। सबसे पहले जमीन दौर संदर्भ समय और नीतभार का तफावत समय अंतर को (WN, TOWC) टेली-कमांड द्वारा NSGU पर लोड किया जाता है। दूसरे चरण पर उपग्रह समय और जमीन समय का अंतर 1 ms की सटीकता के भीतर (0-11999) की रेंज में अपलोड की जाती है। नीतभार पर एक विशेष तीसरे काउंटर जो 10.23 MHz घड़ी से चलता है, वो जब 1 ms पहुँचता है एक इपोक एसपीएस (SPS) कोड इपोक के साथ तुल्यकालन होके उत्पन्न होता है। तिसरे चरण पर जमीन का समय और उपग्रह का समय का तफावत को 100 ns की सटीकता के भीतर उपग्रह पर NSGU में अपलोड किया जाता है। इस के बाद उपग्रह पर समय और जमीन समय 100 ns की सटीकता के भीतर स्थापित हो जाता है।



आकति 7-TOWC काउंटर की स्थापना योजना



आकृति 8-समय की स्थापना के लिए फ़्लोचार्ट

V. निष्कर्ष

आक्टेल एफ.पी.जी.ए आधारित NSGU इस लेख में प्रस्तुत किया गया है। नेविगेशन संकेत की पीढ़ी किसी भी नेविगेशन नीतभार का सबसे महत्वपूर्ण हिस्सा है। NSGU सभी कार्यात्मक और अन्तरापृष्ठ आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए, देश में ही बनाया गया है। कोड-कोड सबंदधता और कोड-डेटा सबंदधता अभिकल्प नीतभार की आवश्यकता पर रखा गया है। सौ नैनो सेकंड के अन्दर नेविगेशन नीतभार समय कि स्थापना, NSGU के लिए सबसे महत्वपूर्ण उपलब्धि है। इस प्रणाली से बेहतर स्थिति सटीकता प्राप्त करने में मदद मिलेगी। डिजाइन के अन्य नवीनता नीतभार और जमीन समय 100 ns से भी कम समय के बीच समय तुल्यकालन को प्राप्त है। पूरे डिजाइन FPGA में 10.23 MHz की एक कालद के साथ किया जाता है।

संदर्भ

[1] 23 मई, 2009 के बेंगलूर में, उपग्रह नेविगेशन कार्यक्रम कार्यालय, इसरो मुख्यालय द्वारा तैयार की "सेवा, सिग्नल संरचना और सीडीएमए कोड की पहचान समिति की रिपोर्ट"।

[2] सिग्नल आईसीडी -अंतरिक्ष, एसपीएस और आरएस संस्करण -3 जुलाई 2012, आईसाक, बैंगलोर।

[3] कार्यात्मक विशिष्ट दस्तावेज़ (ग्रीन बुक) ड्राफ्ट, अप्रैल 2009, आईसाक, बैंगलोर।

[4] इंटरफेस नियंत्रण दस्तावेज़ (आईसीडी) NSGU और न्यूनाधिक (SAC-SITAA-SSPG-OSPD-ICD-NSGU-MODULATOR 3/2009)।

***

नाविक एस.पी.एस.-जी.पी.एस. - गगन रिसीवर

जी. जे. दोशी (अभियन्ता-एस.एफ.), कल्पेश बोरसदिया (अभियन्ता-एस.ई.)
एस.एन.टी.डी./डी.सी.टी.जी./एस.एन.ए.ए.

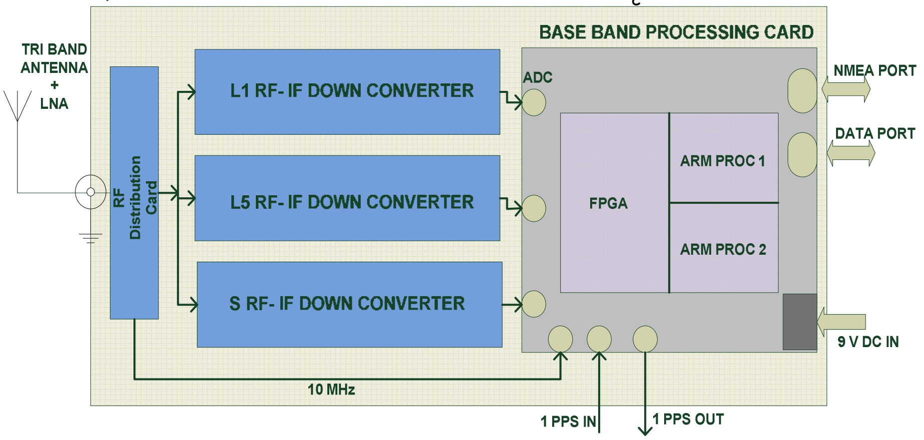
सार

नाविक सम्बंधित महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकी के तहत बहुचैनल नाविक+जी.पी.एस.+गगन रिसीवर विकसित किया गया है। इस रिसीवर में 36 चैनल हैं, जिस में 11 नाविक L5, 11 नाविक S, 12 जी.पी.एस. C/A और 2 गगन चैनल हैं। रिसीवर में द्रुत सिग्नल अर्जन के लिए समान्तर कोड चरण अर्जन तकनीक का उपयोग किया गया है। डॉपलर कोलिज़न / बहुपाथ की वजह से होने वाली तृटी को कम करने के लिए डबल डेल्टा सहसंबंधक (कोरिलेटर) का प्रयोग किया गया है। यह रिसीवर 24 dBHz जितने कम C/No तक अनुवर्तन कर सकता है। इस रिसीवर में 7 विविध स्थिति हल मोड हैं, जिसमे से उपयोगकर्ता एक साथ तीन मोड प्रोग्राम कर सकते हैं। रिसीवर में बेज़बैंड और नौसंचालन संसाधन के सभी प्राचलों के विन्यास की सुविधा है। यह रिसीवर विश्लेषण और अनुसंधान अनुप्रयोगों में बहुत मददगार है। यह अपने एल.सी.डी. डिस्प्ले पर आवश्यक मापदंडों को प्रदर्शित करने के अलावा नाविक प्रणाली समय पर वाहक चरण डेटा सहित सभी माप और नौसंचालन डेटा को ऑफ़लाइन प्रसंस्करण के लिए कंप्यूटर पर भेजता है। रिसीवर 4g जीतनी उच्च त्वरण स्थिति में भी काम करने की क्षमता रखता है। इस लेख में रिसीवर के एल्गोरिथम और डिज़ाइन का संक्षिप्त विवरण प्रस्तुत किया गया है।

1. परिचय

भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह प्रणाली (आई.आर.एन.एस.एस.) जो अभी भारतीय नौवहन उपग्रह मंडल (नाविक) के नाम से जानी जाती है और यह भारत के आसपास के क्षेत्र में नौसंचालन और समय प्रदान करने के लिए विकसित किया गया है। इस प्रणाली में 4 उपग्रहों को भू-समकालिक कक्षा (जी.एस.ओ.) और 3 उपग्रहों को भू-स्थिर कक्षा में प्रस्थापित किया गया है। नाविक सिग्नल का संचरण L5-बैंड (1176.45 MHz) और एस-बैंड (2492.028 MHz) दोनों वाहक आवृत्तियों पर है। जी.पी.एस. और गगन के सिग्नल का संचरण L1-बैंड (1575.42 MHz) वाहक आवृत्ति में है।

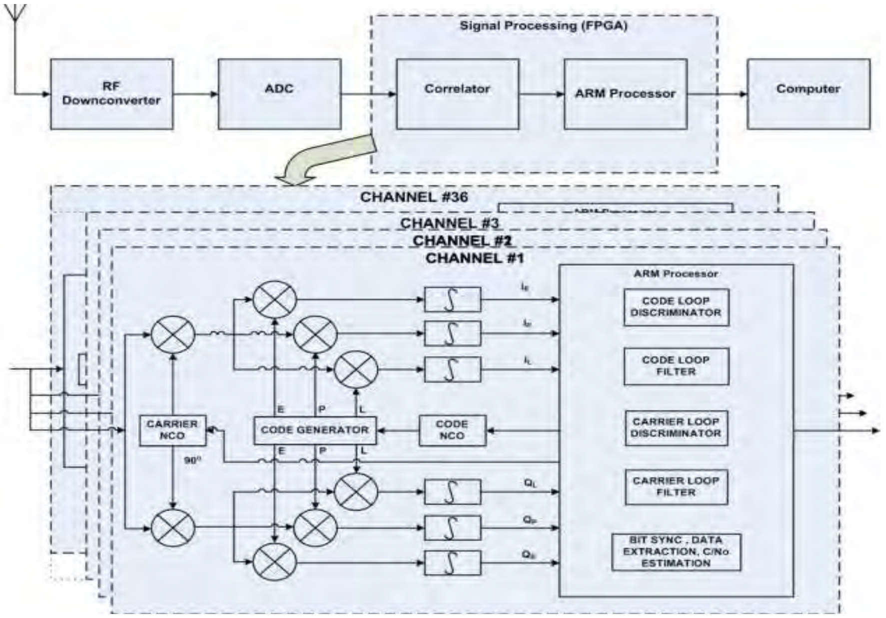
मल्टीचैनल नाविक + जी.पी.एस. + गगन रिसीवर में रेडियो सिग्नल (आर.एफ.) प्रोसेसिंग और बेज़बैंड सिग्नल प्रोसेसिंग किया जाता है। तीन बैंड सक्रिय ऐन्टेना से आर.एफ. सिग्नल रिसीवर के लिए इनपुट है। आर.एफ. वितरण खंड फ़िल्टर के रूप में कार्य करता है और संबंधित डाउन कन्वर्टर को सिग्नल वितरित करता है। डाउन कन्वर्टर आर.एफ. सिग्नल को आवश्यक लब्धि (गेइन) प्रदान करता है और 70 MHz की आवृत्ति पर परिवर्तन करता है। आर.एफ. अनुभाग में L5, S और L1 बैंड के लिए तीन समान्तर डाउन कन्वर्टर हैं। ये सिग्नल ए.डी.सी. द्वारा 56 MHz की प्रतिचयन आवृत्ति से डिजिटल संकेत में रूपांतरित किये जाते हैं। ए.डी.सी. के आउटपुट सेम्पल डिज़िटल बेज़बैंड प्रोसेसर (डी.बी.बी.पी.) अनुभाग को पारित किये जाते हैं जिसमे आगे की सिग्नल प्रोसेसिंग होती है। रिसीवर का बेज़बैंड सिग्नल प्रोसेसिंग ARM प्रोसेसर समाहित FPGA (SoC) में कार्यान्वित किया जाता है। बेज़बैंड प्रोसेसिंग के लिए Xilinx का Zynq 7000 श्रृंखला का Zynq 7045 SoC FPGA इस्तेमाल किया गया है। रिसीवर का आर्किटेक्चर निचे आकृति-1 में दिखाया गया है।



आकृति-1 : रिसीवर का आर्किटेक्चर

2. रिसीवर के एल्गोरिथम और डिज़ाइन

रिसीवर का खंड आरेख आकृति-2 में दिखाया गया है। जैसे आकृति-2 में दिखाया गया है की FGPA में ADC के सेम्पल पारित किये जाते हैं और सहसंबंधक से सम्बंधित सिग्नल प्रोसेसिंग किया जाता है।



आकृति-2 : रिसीवर का खंड आरेख

FPGA हर 500 us पर प्रोसेसर को अंतरायन देता है। प्रोसेसर की सारी प्रक्रिया इस अंतरायन के साथ नियत होती है। रिसीवर में दो UART पोर्ट हैं जिसमे से एक पर नॅशनल मरीन इलेक्ट्रॉनिक्स एसोसिएशन (NMEA) संदेशों और दूसरे पर निज़ी प्रारूप में डेटा को भेजा जाता हैं। निज़ी प्रारूप में उपलब्ध डेटा विकसित सॉफ्टवेयर के लिए इस्तेमाल किया जाता है। । रिसीवर के प्रमुख मॉड्यूल का संक्षिप्त विवरण आगे दिया गया हैं।

2.1 अर्जन मॉड्यूल

उपग्रह चैनलों के अर्जन के लिए, समान्तर कोड चरण अर्जन (पी.सी.पी.एस.ए.) तकनीक का इस्तेमाल किया गया है जो कम समय में अर्जन करता है। इस तकनीक से 36 dBHz जितने कम C/No और +/- 5 kHz की डॉप्लर अनिश्चितता के सिग्नल का अर्जन किया जाता है। अर्जन करने के पश्चात उपग्रह से आने वाले सिग्नल और रिसीवर में उत्पन्न स्थानीय प्रतिकृति सिग्नल के वाहक के साथ +/-100 Hz और कोड चरण के साथ आधे (1/2) चिप के भीतर स्थूल संरेखण मिलता है। एक चैनल के अर्जन के लिए 4.8s का समय लगता है। रिसीवर में प्रत्येक आवृत्ति बैंड के लिए एक पी.सी.पी.एस.ए. मॉड्यूल का प्रयोग किया गया है और इस तरह FPGA में 3 पी.सी.पी.एस.ए. मॉड्यूल हैं। पी.सी.पी.एस.ए. मॉड्यूल चैनलों का अनुक्रमिक रूप में अर्जन करते हैं।

2.2 अनुवर्तन मॉड्यूल

यह मॉड्यूल स्थूल संरेखित संकेत को स्थानीय वाहक और कोड प्रतिकृति के साथ सुक्ष्म संरेखित करता है। वाहक अनुवर्तन के लिए आवृत्ति अनुपाश (एफ.एल.एल.) और कलानुपाश (पी.एल.एल.) का उपयोग किया गया है। कोड अनुवर्तन के लिए विलम्ब अनुपाश (डी.एल.एल.) का उपयोग किया गया है। एफ.एल.एल. द्विघात पाश है जबकि पी.एल.एल. और डी.एल.एल. त्रिघाती पाश हैं। शुरू में एफ.एल.एल. के द्वारा आवृत्ति अनिश्चितता को पी.एल.एल. की बैंडविड्थ के भीतर लाया जाता है। यहाँ कोस्टास-पी.एल.एल. का उपयोग किया गया है जो डेटा की ध्रुवता अनिश्चितता में भी कार्य करता है। शुरुआत में पी.एल.एल. की बैंडविड्थ 15 Hz और डी.एल.एल. की बैंडविड्थ 1 Hz रखी जाती हैं और सूक्ष्म अनुवर्तन होने के बाद पाश स्विचन से क्रमानुसार 7 Hz और 0.4 Hz रखी जाती हैं। डी.एल.एल. में प्रसामान्यकृत डबल डेल्टा सहसंबंधक (कोरिलेटर) विविक्तिकर का प्रयोग किया गया है जो रव और डॉपलर कोलिज़न / बहुपाथ की स्थिति में कम त्रुटि के साथ कार्य करता है। त्रिघाती पाश की वजह से यह रिसीवर उच्च त्वरण स्थिति में भी कार्य करने की क्षमता रखता है। अनुवर्तन की स्थिति में सम-कला तत्पर शाखा में जो सहसंबंधन मान होता है वो डेटा को प्रस्तुत करता है। इस सहसंबंधन मान से बिट तुल्यकालन के द्वारा डेटा संकेत को पुनर्प्राप्त किया जाता है। डेटा संकेत को पुनर्प्राप्त करके डीइंटरलीवर के द्वारा डीइंटरलीव करके विटरबी विकोड़क को भेजा जाता है।

2.3 विटरबी विकोड़क

नाविक में नौसंचालन डेटा ½ अग्र त्रुटि सुधार (एफ.इ.सी.) संवलन कोडर के साथ कोडित होता हैं, इसलिए विटरबी विकोड़क के द्वारा डेटा संकेतों में से नौसंचालन डेटा बीट पुनर्प्राप्त किया जाता है। विटरबी विकोड़क प्रोसेसर पर कार्यान्वित है।

विकोड़क मॉड्यूल को इस तरह से डिजाइन किया गया है कि केवल एक ही मॉड्यूल सभी नाविक चैनलों के विकोडन के लिए प्रयोग होता है।

2.4 डेटा स्थानांतरण

Zynq 7045 में दो ARM प्रोसेसर समानांतर चलते हैं। इन दो प्रोसेसर के बीच डेटा स्थानांतरण और तुल्यकालन रिसीवर के प्रचालन के लिए बहुत महत्वपूर्ण है। Zynq 7045 में ओ.सी.एम. (On-chip-memory) की सुविधा है जो की दोनों प्रोसेसर उपयोग कर सकते हैं।

2.5 नौसंचालन संसाधन

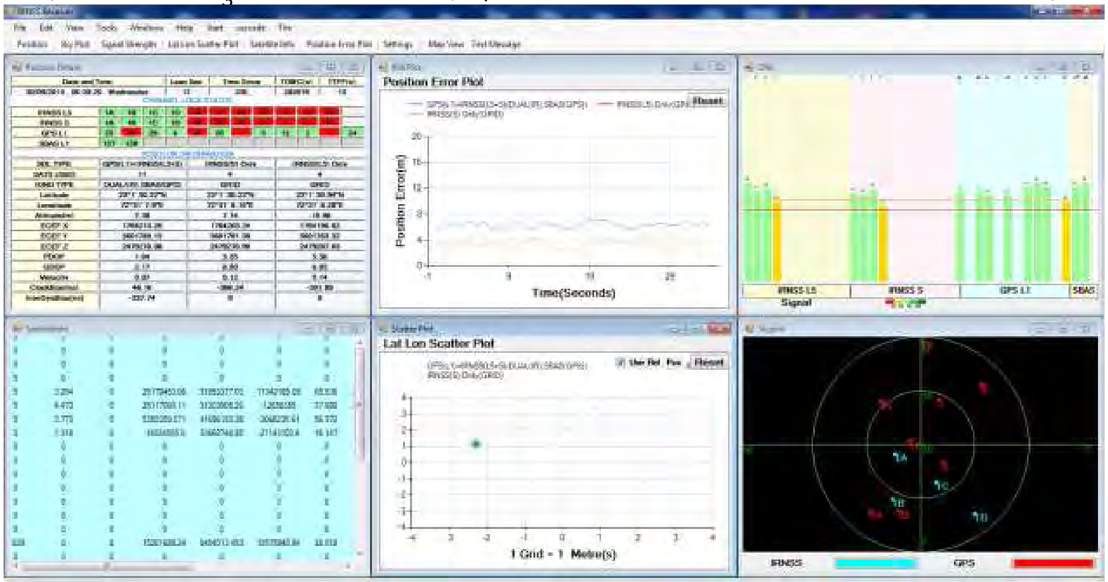
एक ARM प्रोसेसर नेविगेशन प्रसंस्करण करने के लिए समर्पित है। नौसंचालन संसाधन 7 विविध स्थिति हल मोड में से उपयोगकर्ता को एक साथ तीन मोड प्रदान कर सकता है। स्थिति हल प्राप्त करने के लिए दो मुख्य आदानों, उपग्रहों के स्थान और रेंज की आवश्यकता होती है। उपग्रह का स्थान प्राप्त करने के लिए, प्रत्येक उपग्रह के पंचांग डेटा की आवश्यकता है। पंचांग डेटा प्राप्त करने के लिए नाविक और जी.पी.एस. के लिए अलग अलग पंचांग निष्कर्षण मॉड्यूल उपयोग किये गए हैं। प्रत्येक उपग्रह की रेंज की गणना कोड चरण गणक के द्वारा की जाती है। रिसीवर में आयनमंडलीय विलम्ब सुधार के लिए जी.पी.एस. में SBAS सुधार मॉडल और नाविक के लिए L5+S दोहरी आवृत्ति सुधार और ग्रिड मॉडल का विन्यास किया जा सकता है। क्षोभ मंडल विलम्ब के लिए RTCA99 मॉडल का उपयोग किया गया है। स्थिति हल मॉड्यूल उपग्रह के स्थान और सुधारी हुयी रेंज को लेकर उपयोगकर्ता की स्थिति का आकलन करता है। रिसीवर में उपयोगकर्ता वेग मॉड्यूल के द्वारा डॉप्लर का इस्तेमाल करके उपयोगकर्ता के वेग और कालद परिचालन के द्वारा समय हल भी प्रदान करने के लिए सक्षम है।

2.6 नियंत्रण मॉड्यूल

नियंत्रण मॉड्यूल उपयोगकर्ता रिसीवर के पुरे प्रबंधन, सभी आदेशों के अनुसार कार्यान्वयन और तदानुसार निर्णय लेने के लिए जिम्मेदार है। यह तीन चरण में कार्य करता है। प्रारंभन चरण में पावर अप और प्रारंभिक बूट अनुक्रम होता है। विन्यास चरण प्रारंभिक विन्यास और उपयोगकर्ता के आदेशानुसार रिसीवर विन्यास के लिए जिम्मेदार है। प्रचालन चरण रिसीवर के कार्यान्वयन और तत्कालीन निर्णय के लिए जिम्मेदार है।

2.7 आउटपुट प्राचल

रिसीवर दो UART पोर्ट के द्वारा विविध प्राचलों को उपलब्ध कराता है। एक पोर्ट मानक NMEA आउटपुट और दूसरा पोर्ट मापन डेटा को प्रदर्शित और संचय करने के लिए उपयोग होता है। उपयोगकर्ता को स्थिति से संबंधित प्राचल जैसे की स्थिति हल प्रकार, हल में प्रयुक् उपग्रह, आयनमंडलीय विलम्ब सुधार प्रकार, अक्षांश, रेखांश, ऊंचाई, ECEF-एक्स, ECEF-वाई, और ECEF-ज़ेड, PDOP, GDOP, कालद अभिनति इत्यादि प्राप्त हैं। उपग्रह संबंधित प्राचल नौसंचालन डेटा, PRN कोड, C/No, रेंज, आयनमंडलीय विलम्ब, क्षोभ मंडलीय विलम्ब, उपग्रह निर्देशांक, डॉप्लर, उन्नतांश कोण, दिगंश कोण, URA, उपग्रह स्वास्थ्य और अनुवर्तन स्थिति भी प्राप्त हैं। इन सभी प्राचलों को GUI में प्रदर्शित और संचय किया जाता हैं।

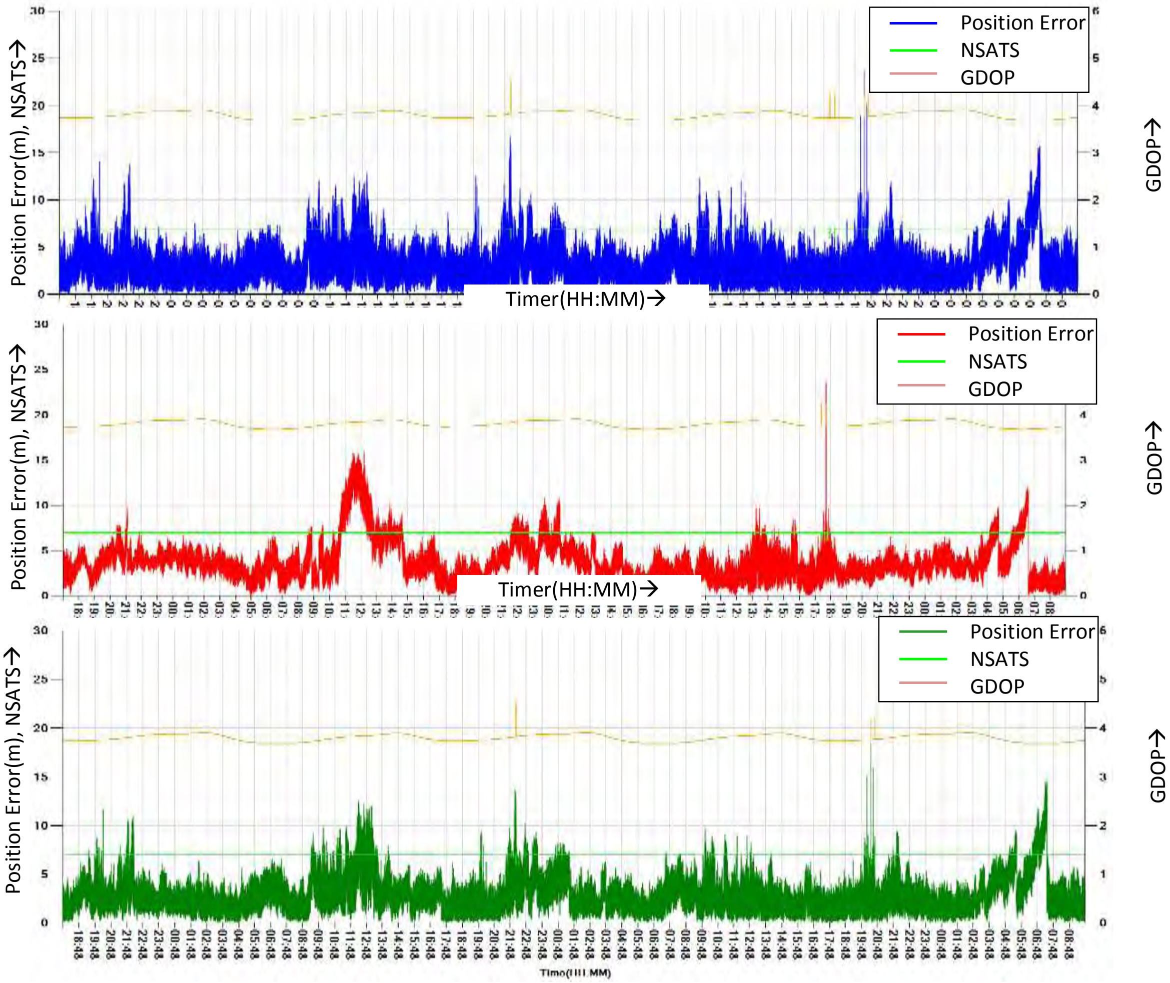


आकृति-3 : प्रदर्शन और विन्यास के लिए कम्प्यूटर पे GUI

2.8 ग्राफी प्रयोक्ता अन्तरापृष्ठ (GUI)

कम्प्युटर पर डेटा प्रदर्शित करने के लिए बहु दस्तावेज़ अन्तरापृष्ठ (एम.डी.आई.) आधारित GUI बनाया गया है। GUI का एक स्नैपशॉट नीचे आकृति-3 में दिखाया गया है। यहाँ स्थिति हल, स्थिति हल त्रुटि, नभ आलेख, सिग्नल सामर्थ्य, अक्षांश-रेखांश प्रकीर्ण आलेख और उपग्रह सूचना जैसी जानकारी प्रदर्शित करने के लिए 6 विभिन्न विन्डो का इस्तेमाल किया गया हैं। रिसीवर विन्यास के लिए अलग सेटिंग्स विन्डो का प्रावधान है जिससे स्थिति हल प्रकार, आयनमंडलीय विलम्ब सुधार प्रकार, संदर्भ तिथि, समय और स्थान, वाहक मृदुलन, कालद परिचालन, उन्नयन कोण और डेटा संचय का विन्यास किया जा सकता है।

3. परीक्षण के परिणाम

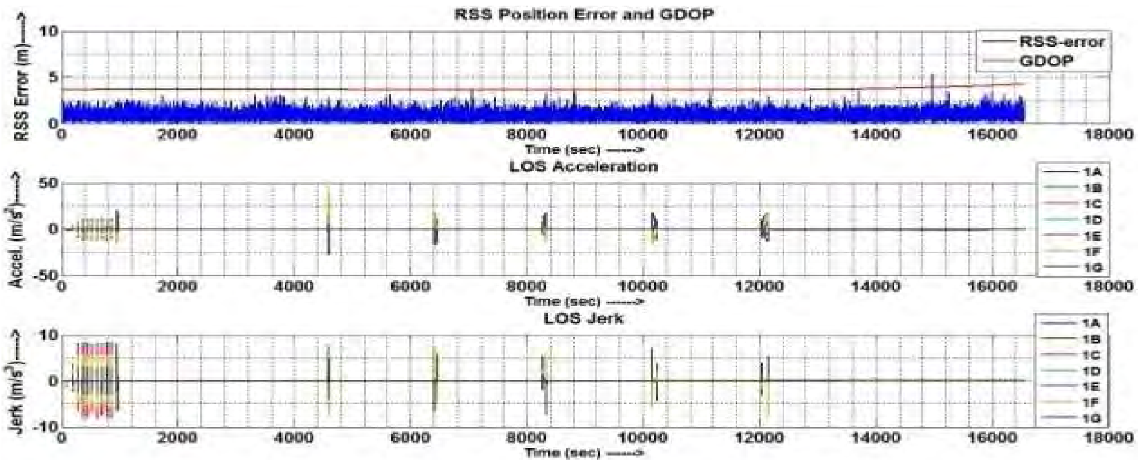


आकृति-4 : नाविक प्रणाली के साथ रिसीवर की आर.एस.एस. त्रुटि: L5+S दोहरी आवृत्ति (नीला), L5 आवृत्ति (लाल) और S आवृत्ति (हरा)

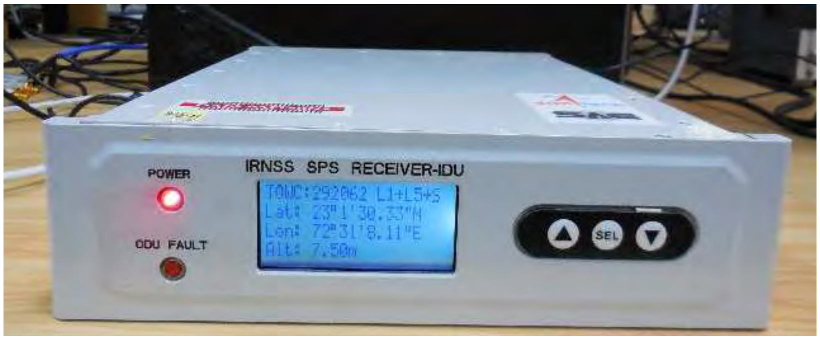
रिसीवर का व्यापक रूप से सिम्युलेटर एवं सिग्नल-इन-स्पेस के साथ परीक्षण किया गया है। आकृति-4 में सिग्नल-इन-स्पेस के साथ रिसीवर की तात्क्षणिक आर.एस.एस. त्रुटि को दिखाया गया है। 7 नाविक उपग्रहों का उपयोग करके रिसीवर की आर.एस.एस. स्थिति हल त्रुटि L5+S दोहरी आवृत्ति और एकल आवृत्ति में 10 मीटर से कम है।

रिसीवर के उच्च त्वरण स्थिति सम्बंधित निष्पादन को मानक प्राचलों के साथ परीक्षण किया गया है। जैसे की आकृति-5 में दिखाया गया है, रिसीवर 4g की उच्च त्वरण स्थिति में भी बिना किसी अवकर्षण के कार्य करता हैं।

विकसित रिसीवर आकृति-6 में दिखाया गया है। रिसीवर में बाहय 10 MHz संदर्भ संकेत और 1PPS समय संकेत लेने के लिए सक्षम है। रिसीवर अंदरूनी 1PPS मापन संकेत को आउटपुट पोर्ट पे प्रदान करता है। एल.सी.डी. डिस्प्ले पर विभिन्न प्राचलों को नौसंचालन कुंजियों का उपयोग कर के प्रदर्शित किया जा सकता हैं।



आकृति-5 : रिसीवर का उच्च त्वरण स्थिति सम्बंधित निष्पादन



आकृति-6 : बहुचैनल नाविक-जी.पी.एस.-गगन रिसीवर

मेक-इन-इंडिया से सम्बन्ध

इस रिसीवर की सोफ्टवेर और हार्डवेर डिजाईन और निर्माण संपूर्ण रूप से भारत में किया गया है। रिसीवर का सोफ्टवेर और अल्गोरिथम का डिजाईन और विकास अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) में किया गया है और सैक द्वारा डिजाईन किये गए हार्डवेर का निर्माण भारत की कंपनी द्वारा किया गया है।

4. निष्कर्ष

बहुचैनल नाविक+जी.पी.एस.+गगन रिसीवर Xilinx की Zynq 7045 FPGA पर विकसित किया गया है। इस रिसीवर में उपयोगकर्ता को एक साथ तीन स्थिति हल मोड उपलब्ध हैं जो की 7 विभिन्न मोड में प्रोग्राम किये जा सकते हैं। रिसीवर में बेज़बैंड और नौसंचालन संसाधन के सभी प्राचलों के विन्यास की सुविधा हैं। यह रिसीवर विश्लेषण और अनुसंधान अनुप्रयोगों में बहुत उपयोगी है। औद्योगिक विकसित रिसीवर के साथ इस रिसीवर के निष्पादन की तुलना सारणी-1 में प्रस्तुत है।

सारणी-1: रिसीवर निष्पादन की तुलना

रिसीवर	स्थिति हल मोड	3D आर.एम.एस. त्रुटि (मीटर)	सी.ई.पी. त्रुटि (मीटर)
इन-हाउस रिसीवर	L5+S दोहरी आवृत्ति	3.35	1.36
	L5 आवृत्ति	4.2	1.64
	S आवृत्ति	3.17	1.28
औद्योगिक रिसीवर	L5+S दोहरी आवृत्ति	3.88	1.83

5. संदर्भ

[1] Parkinson, B. W., Spilker, J. J., et al, "Global Positioning System: Theory and Applications"
[2] Kaplan, Elliott D., Hegarty, Christopher J., "Understanding GPS: Principles and Applications"
[3] IRNSS Signal-in-Space ICD
[4] Tsui, J.B.Y., "Fundamentals of Global Positioning System Receivers: A Software Approach"
[5] Shivaramaiah, Nagaraj C. and Dempster, Andrew G., "Baseband Hardware Designs in Modernised GNSS Receivers"
[6] Xilinx Zynq SoC User Manual and Datasheets

नाविक (भारतीय नौसंचालन उपग्रह मंडल): एक विश्व स्तरीय मेक इन इंडिया प्रणाली

सुनील सिंह, तकनीकी अधिकारी-सी
आर.एफ.एस.डी/ आर.एफ.एस.जी/ एस.एन.पी.ए.

सारांश :
प्रस्तुत लेख भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह तंत्र (आइ.आर.एन.एस.एस.)-नाविक एक उत्कृष्ठ मेक इन इंडिया उत्पाद के सन्दर्भ में है। इसमें नाविक की भारत के संदर्भ में आवश्यकता, इसकी संदर्भित संरचना, अन्य देशों के साथ नाविक का तुलनात्मक अध्ययन, गगन-अंतरिक्ष आधारित सवर्धन तंत्र (एस.बी.ए.एस.) का परिचय एवं नाविक व गगन के कुछ विशेष तथ्यों की ओर प्रकाश डाला गया है।

प्रस्तावना :

भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह तंत्र (आइ.आर.एन.एस.एस.) का 7वां उपग्रह आइ.आर.एन.एस.एस.-1जी के दिनांक 28 अप्रैल, 2016 को सफल प्रक्षेपण के साथ ही भारत का बहुआयामीस्वदेशी एवं स्वतन्त्र उपग्रह नौसंचालन तंत्र का उपग्रह मंडल संम्पन्न हुआ। भारत का यह स्वदेशी जी..पी.एस. प्रक्षेपण यह प्रदर्शित करता है कि भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के नवीनीकृत उत्पाद उत्कृष्ट मेक इन इंडिया उत्पाद हैं साथ हि ये विश्व में कम लागत वाले अंतरिक्ष कार्यक्रमों में शामिल हैं।

साथ ही माननीय प्रधानमंत्रीजी ने इस तंत्र का नामांकरण -"नाविक" किया और कहा कि इसको दुनियां अब नाविक के नाम से जानेगी, यह नयी तकनीकी अपने नागरिकों, मछुआरों को बहुत लाभ पहुंचायेगी, यह वैज्ञानिकों द्वारा नागरिकों को एक महान उपहार है। यह अमेरिका के जी.पी.एस. के समान और उससे अधिक परिशुद्धता की परिलक्षित दिशा की जानकारी प्रदान करेगा। यह भारतीय अंतरिक्ष वैज्ञानिकों और तकनीकिविदों की 17 वर्षों की कड़ी मेहनत का फल है। भारत ने स्वदेशी आइ.आर.एन.एस.एस.का निर्णय 1999 में लिया था जब आमेरिकी सरकार ने कारगिल युद्ध के दौरान पाकिस्तानी टुकड़ी की स्थिति की जानकारी का जी.पी.एस. डाटा साझा करने से इंकार कर दिया था।

अन्य देशों के नौसंचालन उपग्रह तंत्र :

आइ.आर.एन.एस.एस., अमेरिकी जी.पी.एस. (24 उपग्रह), रूस का ग्लोनास(24 उपग्रह), यूरोप का गलीलियो (27 उपग्रह) और चीन का बिडू (35 उपग्रह) के अंतरिक्ष आधारित नौसंचालन उपग्रह तंत्र के परिवार में शामिल हो जायेगा। जी.पी.एस. और ग्लोनास पूर्ण रूप से संचालित भूमंडलीय उपग्रह तंत्र है जबकि चीन और जापानी तंत्र क्षेत्रीय विस्तार स्थिति प्रदान करते हैं, यूरोप का गलीलियो तंत्र अभी संचालित होना शेष है। नाविक भी एक क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह तंत्र है।

भारत को अपने स्वतन्त्र नौवहन उपग्रह मंडल की आवश्यकता क्यों ?

भारत को निम्नांकित कारणों से अपने स्वतन्त्र एवं स्वदेशी नौवहन उपग्रह मंडल की आवश्यकता हुई:

- कठिन परिस्थितियों में विदेशी सरकारों द्वारा अधिकृत भू-मंडलीय नौसंचालन उपग्रह तंत्र के डाटा को साझा करने कि कोई सुनिश्चितता का न होना जैसा कि 1999 के कारगिल युद्ध में पाकिस्तानी ट्रूप्स कि स्थिति की जानकारी का जी.पी.एस. डाटा का अमेरिकी सरकार ने देने से मना कर दिया।
- किसी भी प्रकार का नवीनीकरण आदि कि सुविधा का न होना, क्योकि अन्य तंत्र विदेशी सरकारों द्वारा अधिकृत है।
- विषम परिस्थितियों में लगातार नौसंचालन संकेतों की प्राप्ति की कोई सुनिश्चितता का न होना।

जी.एन.एस.एस./ नाविक प्रणाली की संरचना :

भू-मंडलीय नौसंचालन उपग्रह तंत्र (जी.एन.एस.एस.) एक अंतरिक्ष आधारित नौसंचालन है जो सभी मौसम, प्रथ्वी पर कही भी जहाँ से अनिरुद्ध लाईन ऑफ साईट में चार या अधिक जी.एन.एस.एस. उपग्रह दिखते हों, स्थिति एवं समय कि जानकारी प्रदान करता है। भारत का नाविक प्रणाली भी इसी (जी.एन.एस.एस.) सिद्धांत पर कार्य करती है।

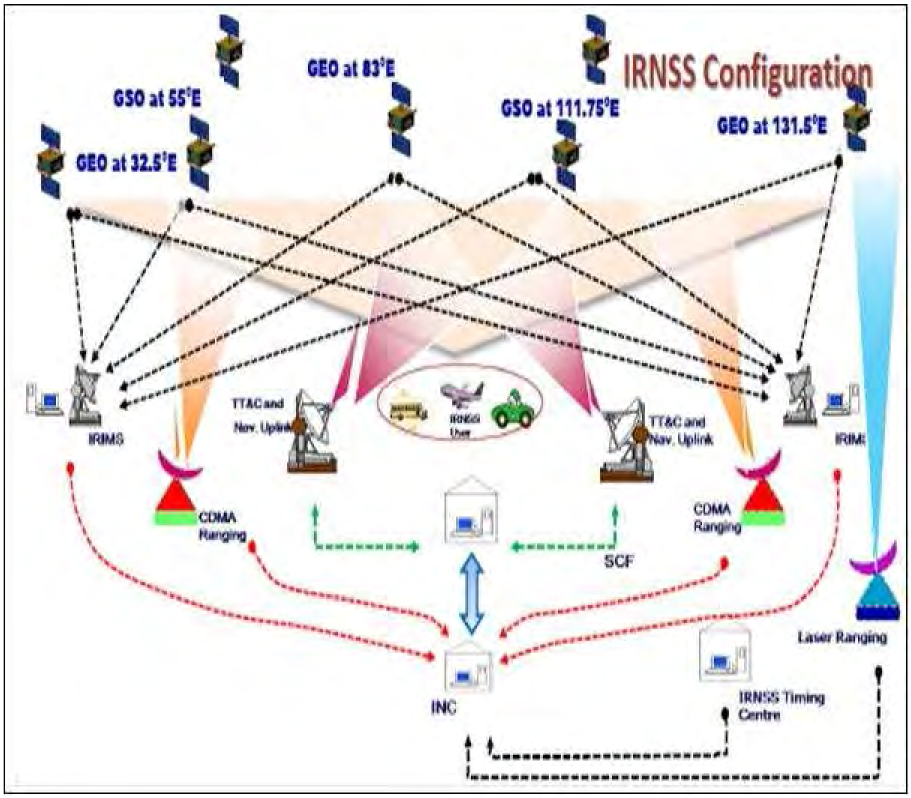
सम्पूर्ण जी.एन.एस.एस. प्रणाली को तीन भागों में बांटा जा सकता है :

- अंतरिक्ष भाग
- नियंत्रण भाग
- उपभोगता भाग

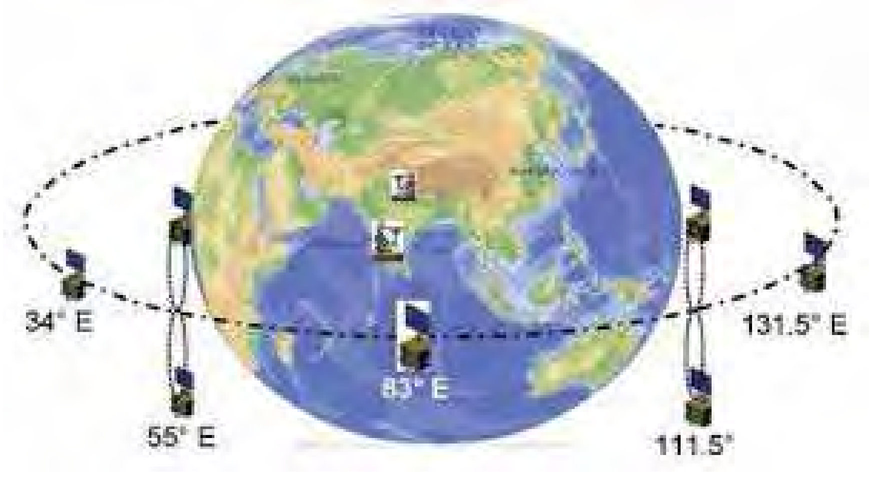
जी.एन.एस.एस. के अंतरिक्ष भाग में उपग्रह आते है जो मंध्यम भू/ भू-तुल्यकालि/भू-स्थिर कक्षाओं में अवस्थित होते हैं। भारतीय नाविक प्रणाली में 7 उपग्रह हैं जिनमें 3 उपग्रह भू-स्थिर कक्षा में और 4 उपग्रह भू-तुल्काली कक्षा में अवस्थित हैं। सभी 7 उपग्रह सेवा क्षेत्र में 24 घंटे दृष्टिगोचर होते रहेंगे और एल-5 व एस-बेंड आवृति में नौसंचालन संकेत प्रसारित करते रहेंगे।

जी.एन.एस.एस. के नियंत्रण भाग में एक मुख्य नियंत्रण भाग, एक विकल्पिक नियंत्रण भाग एवं साझा भू-एंटेना और मोनिटर स्टेशन होते हैं।

उपभोक्ता भाग में मुख्य रूप से अभिग्राही आता है जिसके द्वारा भिन्न-भिन्न सेवाओं को प्रदान किया जाता है।



चित्र-1 नाविक प्रणाली की संरचना



चित्र :2 नाविक का अंतरिक्ष भाग

नाविक के कुछ विशेष तथ्य :

कम लागत :

भारत ने अपने कम लागत वाले मंगलयान और चंद्रयान परियोजनओं द्वारा विश्व को बताया है कि हम अपनी स्वदेशी तकनीक द्वारा जटिल परियोजनओं को भी क्रियान्वित कर सकते है। इसी प्रकार से भारत की आइ.आर.एन.एस.एस.-नाविक परियोजना मात्र 7 उपग्रहों द्वारा भारत और इसके चारों और 1500 कि.मी. में क्षेत्रीयविस्तार स्थिति प्रदान करते हैं जबकि चीन का क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह तंत्र एक 35 उपग्रहों का उपग्रह मंडल है।

कार्यावाहन के क्षेत्र :

नाविक उपग्रह मंडल दो प्रकार की सेवाएं प्रदान करता है : मानक स्थिति सेवा - सभी उपभोक्ताओं के लिए एवं प्रतिबंधित सेवा- गूढ़लेखन सेवा प्रामाणिक उपभोक्ताओं के लिए। नाविक उपग्रह मंडल द्वारा 20 मी से अधिक स्थिति परिशुद्धता प्राथमिक सेवा क्षेत्र में प्रदान की जायेगी।

नाविक के मुख्य उपयोग

नाविक द्वारा प्रदान किये जाने वाले मुख्य उपयोगों में निम्न सम्मलित हैं :

असैनिक क्षेत्र में उपयोग :

- **नौसंचालन**
  नाविक देश को स्थलीय, आकाशीय, समुन्द्रिय नौसंचालन भारत और भारत के चारों ओर 1500 कि.मी. के क्षेत्र में प्रदान करेगा। सार्क देश नाविक की नौसंचालन सेवा का उपयोग कर सकते हैं।
- **आपदिय प्रबंधन :**
  नाविक द्वारा आपदा बचाव कार्य में तेजी आ सकती है।
- **परिशुद्ध घढ़ी सन्दर्भ :**
  नाविक द्वारा उसमें स्थित रुविडीयम एटोमिक क्लोक द्वारा परिशुद्ध तुल्यकालि समय डाटा उपलब्ध हो सकता है।
- **सर्वेक्षण और नगर / संरचना योजना :**
  परिशुद्ध भौगोलिक स्थिति को सर्वेक्षण और नगर / संरचना योजना में यथार्थ मार्कर के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।
- **सुरक्षा में नाविक की भूमिका :**
  वाहन ट्रकिंग, पशु ट्रकिंग ताकि मानव और पशु संघर्ष जैसेकि हाथी ने पर्यटक को रौंदा आदि घटनाओं से बचाव, अपराधियों की ट्रकिंग नाविक द्वारा संभव है।
- **खेल एवं मनोरंजन :**
  नाविक उपकरण पर फोटो जियो टेगिंग, स्थिति आधारित खेल आदि उपयोग किये जा सकते हैं।
- **कृषि :**
  मृदा प्रकार, मौसम और फसल आदि की जानकारी द्वारा फसल उत्पाद को बढाया जा सकता है।

सैनिक क्षेत्र में उपयोग :

- नाविक उपग्रह मंडल को मिसाइलों, बम और वायुयानों के परिशुद्ध दिशा निर्देशन के लिए प्रयुक्त किया जा सकता है। गौरवतलव है कि भारतीय मिसाइल में रूस का नौसंचालन तंत्र ग्लोनास इस्तेमाल सन 2012 से भारत के प्रधान मंत्री और रूस के प्रधान मंत्री की सहमति हस्ताक्षर के बाद हो रहा है। भारत की नाभकीय पनडुब्बी चक्र में भी ग्लोनास तंत्र को स्थापित किया गया है। अब नाविक के पूर्ण रूप से क्रियान्वयन के बाद हमें दूसरे देशों पर निर्भरता से आजादी मिलेगी।

- युद्धकाल एवं शांतिकाल में उपग्रह डाटा का उपयोग करके ट्रूप्स परिशुद्ध निगरानी कर सकते हैं और आपनी एवं दुश्मन सेना की स्थिति आसानी से पता कर सकते हैं।

गगन परियोजना : अंतरिक्ष आधारित सवर्धन तंत्र (एस.बी.ए.एस.)

भारत कि गगन परियोजना भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) और भारतीय विमानन पतन कि महत्वाकांक्षी परियोजना है जिसमें जी.पी.एस. डाटा को वायुयानों के यातायात, वायुयानों की लैंडिंग एवं टेक ऑफ निर्देशन के अनुकूल बनाया जाता है। गौरवतलब है कि यथार्थता और उपलब्धता के संदर्भ में जी.पी.एस. मंडल वैमानिक आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए पर्याप्त नहीं है। अंतरिक्ष आधारित सवर्धन तंत्र (एस.बी.ए.एस.) द्वारा सख्त वैमानिक आवश्यकताओं की पूर्ति की जाती है। गगन भारत का अंतरिक्ष आधारित सवर्धन तंत्र (एस.बी.ए.एस.) है जो एक 24 X 7 सभी मौसम में कार्य करता है। इसे भारत के जी-सैट-8 एवं जी-सैट-10 में स्थापित किया गया है। यधपि इसका मुख्य उद्देश्य तो नागरिक वैमानिक में है परन्तु इस तंत्र को अनेक उपभोक्ताओं द्वारा उपयोग किया जा सकता है जैसे कि- निजी और सार्वजनिक वाहनों में, रेलवे, जहाज, सर्वेक्षण इत्यादि।

चित्र -3 गगन

निष्कर्ष :

भारत के सन्दर्भ में हम कह सकते हैं कि नाविक एक विश्वस्तरीय मेक इन इंडिया उत्पाद है जो कि भारत के सभी नागरिकों चाहे वो सामान्य नौकाचालक हों या किसान सभी को लाभ पहुँचायेगा। देश के सैनिक जो दिन रात 24 x 7 सभी मौसम में देश की सुरक्षा में संलग्न हैं नाविक द्वारा 24 x 7 सभी मौसम परिस्थितियों में स्थिति सम्बंधित डाटा से लाभान्वित होंगे।

नाविक के पूर्णरूप से क्रियाशील होने पर अब वह दिन दूर नहीं है जब हम अपने अंतरिक्ष आधारित सवर्धन तंत्र (एस.बी.ए.एस.)-गगन के लिए अमेरिकी जी.पी.एस. मंडल पर ओर अपनी मिसाइलों, युद्धपोतों एवं पनडुब्बियों के लिए रूस के ग्लोनास मंडल पर निर्भर नहीं होना पड़ेगा।

शब्द संकेत :

नाविक, नौसंचालन, गगन, जी.एन.एस.एस., एस.बी.ए.एस.

सन्दर्भ सूची :

1. सम्मलेन डाइजेस्ट एवं सौव्निर (Digest & Souvenir) अन्तरिक्ष आधारित नौसंचालन के अनुप्रयोग एवं चुनौतियाँ- राष्ट्रीय सम्मलेन, एरौनोटिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया, 2013।

वैब सन्दर्भ :

1. http://www.isro.org
2. http://en.wikipedia.org
3. http://www.sac.gov.in

आभार :

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी में यह मेरा लेख है। इस लेख पर प्रकाश डालने एवं अपने विचार देने के लिए मैं श्री डी. के. सिंह, ग्रूप निदेशक, एस.एन.पी.ए. का बहुत आभारी हूँ। मैं संगोष्ठी आयोजन समिति, हिंदी विभाग एवं अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र को लेख प्रस्तुत करने के लिए धन्यवाद देता हूँ।

लेखक परिचय :

सुनील सिंह ने सन् 2004 में डिप्लोमा (इलेक्ट्रोनिक्स अभियांत्रिकी) सम्मान सहित एवं सन् 2009 में ए.एम.आई.ई. (इलेक्ट्रोनिक्स एवं कम्युनिकेशन) की डिग्री प्राप्त की। सन् 2006 से अभिग्राही विभाग/ अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र में सैटकॉम अभिग्राहियों के विकास में संलग्न हैं। लेखक आइ.आर.एन.एस.एस.-1ए से आइ.आर.एन.एस.एस. -1जी तक एल-5 और एस-बैंड अप-कन्वर्टर्स के विकास में सम्मिलित रहे हैं।

"नाविक-दोहरी हेलिक्स सरणी एंटीना निर्माण व एकीकरण में मेक इन इडिया अभिगम"

लीना हवेलीकर-वरिष्ठ तकनीकी सहायक-ए*, अशौक राठौड-तकनीशियन डी,
राजेश आर. पटेल-अभियंता एस एफ और एन.एच.कीनारीवाला-प्रधान-ए.एम.आई.डी
एंटीना यान्त्रिक एकीकरण विभाग, यान्त्रिक अभियांत्रिकी प्रणाली क्षेत्र, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र

1-प्रस्तावना

प्रौद्योगिकी संचालित दुनिया में, नेविगेशन मानव के जीवन के लिए दिन प्रतिदिन में कई अनुप्रयोगों के लिए महत्वपूर्ण है और महत्वपूर्ण आवश्यकताओं में से एक है। नेविगेशन उद्देश्य के लिए हम मुख्य रूप से विदेशी उपग्रह की सेवाओं पर निर्भर हैं। भारतीय नौवहन उपग्रह प्रणाली और भारतीय भू क्षेत्र पर उड़ान के संयोजन का उपयोग क्षेत्रीय नौवहन उपग्रह प्रणाली के स्वदेशी स्थापना की परिकल्पना है। एंटीना नेविगेशन उपग्रह पेलोड के उप प्रणाली में से एक है। एंटीना सभी मौसम की स्थिति में 24 घंटे के लिए सभी प्रस्तावित नक्षत्र (locations) से भारतीय क्षेत्र को रोशन करने के लिए आवश्यक है। प्रत्येक एंटीना अद्वितीय है, इसलिए इसकी प्राप्ति के लिए अत्यधिक योग्य पेशेवरों की समर्पित मानव प्रयासों की भारी राशि की आवश्यकता थी।

चित्र-1 भारतीय क्षेत्रीय उपग्रह प्रणाली नक्षत्र मंडल

2-परिचय

नावीक संकेतों, एक मानक पोजिशनिंग सेवा और एक सटीक सेवा के लिए, दोनों
एल-5 (1176.45 मेगाहर्ट्ज) और एस-बैंड (2492.028 मेगाहड्ज) का उपयोग किया गया है। नेविगेशन संकेत खुद को एस-बैंड आवृत्ति में प्रेषित किये जाएगे और एक चरणबद्ध सरणी एंटीना की रचना करते है। विकास, योग्यता और अंतरिक्ष योग्य **"दोहरी हेलिक्स सरणी एंटीना (Dual Helix Array Antenna)"** पूरी नावीक श्रृंखला के लिए नया होने के कारण, किसी भी विरासत के बिना पूरे एंटीना टीम द्वारा एक सबसे महत्वपूर्ण योगदान है।

सामूहिक नव विकसित दोहरी हेलिक्स सरणी एंटीना (DHAA) के एकीकरण, योग्यता, संरेखण, की दिशा में किए गए प्रयास नावीक वितरण कार्यक्रम परियोजना के लिए उपग्रहों बैठक की श्रृंखला के लिए दिया सभी सातौ एंटेना की कक्षा के प्रदर्शन में लगातार साथ आधार किया परीक्षण है।

चित्र-2 दोहरी हेलिक्स सरणी एंटीना

3-DHAA एंटीना का संक्षिप्त विवरण

"दोहरी हेलिक्स सरणी एंटीना (DHAA) नीचे दिए गए निम्न अवयव से मिलकर बनता है

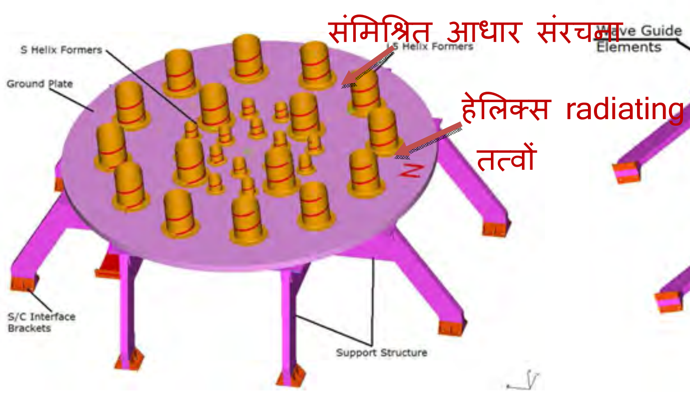
1) **संमिश्रित आधार संरचना(composite support structure) और**
2) **तंरग** गाइड **(waveguide) फिडीग नेटवर्क**

तत्वों	**भौतिक** पदार्थ	**परिमाण / मात्रा**	**मुख्य विशेषताएं**
हेलिक्स प्रसारित करना(Radiating) तत्वों	केएफआरपी (KFRP)	L5-बैंड हेलिक्स-16 नंग। एस-बैंड हेलिक्स-18 नंग।	हेलिक्स केएफआरपी ट्यूबलर पर बनते हैं जीसमे वांछित पेचदार, रूप में तांबे की पट्टी लगी होती हैं। सभी हेलिक्स बेस प्लेट के ऊपर की ओर लगते हैं।
प्लेट	सीएफआरपी(CFRP) सैंडविच	1100 मिमी व्यास।, 22.4 मिमी मोटी	बेस प्लेट सैंडविच निर्माण है जो CFRP परत और एल्यूमीनियम मिश्र धातु मघु छत्ता कोर से बनता हैं।
आधार संरचना (Support Structure)	सीएफआरपी (CFRP) सैंडविच	—	आधार संरचना के पैनल सैंडविच निर्माण से बने हैं, जो CFRP परत और एल्यूमीनियम मिश्र मघु छत्ता कोर की बनी हैं। संरचना एंटीना को बुलंद ऊंचाई प्रदान करता है। और 8 पैर DHAA माउंट करने के लिए प्रदान कीये गए हैं।

वेव गाइड (Waveguide) फिडीग नेटवर्क (एस-बैंड और L5 बैंड)	एल्यूमिनियम मिश्र धातु 6061 T6, कॉपर, टेफलोन	भागों की कुल संख्या: 223	वेव गाइड फिडीग नेटवर्क प्रसारण के लिए होते हैं जीनमे वेव - गाइड, कैविटी, केंद्र कंडक्टर, कैविटी कवर, टेफलोन स्पेसर, ओर समर्थन ब्रैकेट होते हैं।
कंडक्टर तार	ताम्बे की तार	L5- बैंड - 16 नंग। एस- बैंड 18 नंग।	आवश्यक आकार चांदी की परत के साथ
फास्टनर / हेलिकोईल Helicoils	एसएस -304	फास्टनर M2.5, M3, M4	खरीदी वस्तु
सोल्डर सामग्री	Sn62 Pb36Ag2	मिलाप जोड़ों की संख्या: 91	ऑनलाइन Q.C. प्रत्येक सोल्डर जोड़ के बाद।
टीएनसी कनेक्टर	मानक	1 अंक	खरीदी वस्तु

4- निर्माण व एकीकरण

- अंतरिक्ष यान पर एंटीना के बड़े आकार और ऊंचाई के कारण एंटीना संरचना और बेस प्लेट सीएफआरपी (CFRP) से विन्यस्त किये गए है, बड़े पैमाने पर अनुकूलन के लिए संरचना पुनर्निमाण के मामले में पहुंच के प्रावधान के लिए मॉड्यूलर निर्माण में विन्यस्त किये गए है।
- DHAA में, संकिंद्रिक चरण केंद्र की आवश्यकता के कारण एल-5 और एस-बैंड के दो एंटीना एक में संयुक्त रहे हैं। इसलिए वहाँ जटिल फिडीग नेटवर्क के साथ-साथ एक ही साझा एपर्चर पर हेलिक्स रचयिता (formers) को समायोजित करना एक चुनौतीपूर्ण कार्य था।
- परिवर्तनात्मक बहु परत फिडीग नेटवर्क एकीकरणविन्यास कार्यात्मक आवश्यकता, निर्माण, एकीकरण, सोल्डर पहुंच और संरचनात्मक पहलुओं पर विचार कर अंतिम रूप दिया गया है।
- बहुपरत फिडीग नेटवर्क अल्युमीनियम मिश्र धातु से एहसास हुआ है।
- सभी एंटीना भाग 3 डी मॉडलिंग सॉफ्टवेयर का उपयोग कर विन्यस्त कीये गये है। महत्वपूर्ण कड़े निर्माण सहिष्णुता (tolerances) और सतह पर आवर चढ़ाना जेसी आवश्यकताओं पर विचार कीया गया है।
- मापदंडों और विस्तार परिमाण (dimensioning) के लिए सहिष्णुता (tolerances) के चयन से एंटीना एकीकरण में rework मुक्त मदद मिली है।
- DHAA एकीकरण, हेलिक्स में 34 नग होते हैं, फिडीग नेटवर्क भागों के 58 विभिन्न प्रकार, और कुल 91 सोल्डर जोड़े, 3 अलग अलग परत में कीये जाते है।
- परीक्षण कूपन बनाना और सोल्डर प्रक्रिया जोड़ों के विशिष्ट प्रकार के लिए अर्हता प्राप्त की गई है।
- चयनात्मक रजत और काले सतह के उपचार चालकता और गर्मी अपव्यय आवश्यकता पर विचार कर अंतिम रूप दिया गया है।
- विस्तृत एकीकरण के लीये अनुक्रम एकीकरण और सोल्डर प्रक्रिया जोड़ों पहुंच में आसानी के लिए काम किया गया है।
- **एक विशेष एकीकरण फिक्सर, बेस प्लेट को ऊपर और नीचे की ओर भागों के एकीकरण के लिए इस्तेमाल किया गया है।**
- डेवेलोपमेंट मॉडल, योग्यता मॉडल और 7 उड़ान मॉडल के लिए सभी आवश्यक परीक्षण योग्यता का एहसास हुआ है।



चित्र-3 (3 डी मोडल) "CFRP प्लेट

चित्र-4 (3 डी मोडल) "CFRP प्लेट

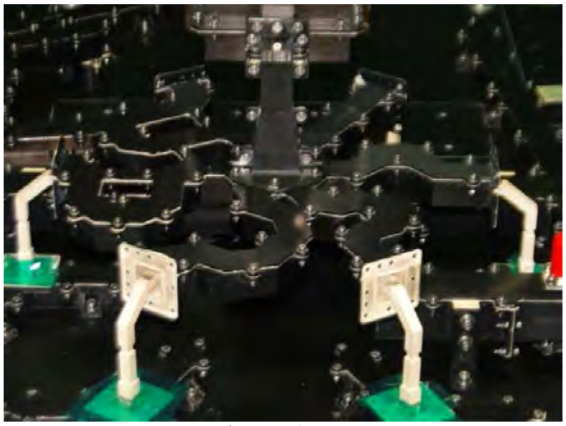
एंटीना का फेज़ केंद्र एंटीना के साथ जुड़े एक बिंदु के स्थान के रूप में परिभाषित किया जाता है जिसमे, यदि यह एक गोले के केंद्र के रूप में लिया जाता है जिसकी त्रिज्या दूर क्षेत्र में फैली हुई है, एक विकिरण क्षेत्र की सतह पर एक दिए गए क्षेत्र के घटकों के चरण अनिवार्य रूप से स्थिर होते है। कम से कम सतह के एक हिस्से पर जहां विकिरण महत्वपूर्ण है।
आदर्श रूप में, एंटीना के चरण केंद्र अंतरिक्ष में एक अनूठी बात है, जिसमें से एक बिंदु के स्रोत से एक समान क्षेत्र विकीर्ण के रूप में परिभाषित किये जाते है। बिंदु स्रोत गोलाकार लहरे विकीर्ण करता है, जिसमेचरण के अग्रभाग गोलाकार सतह होते है, और चरण केंद्र उनके मूल होते है।

चित्र-5 विशेष स्थिरता का उपयोग कर हेलिक्स असेंबल किये़ जा रहे हैं

एंटीना का फेज़ केंद्र एंटीना के साथ जुड़े एक बिंदु के स्थान के रूप में परिभाषित किया जाता है जिसमे, यदि यह एक गोले के केंद्र के रूप में लिया जाता है जिसकी त्रिज्या दूर क्षेत्र में फैली हुई है, एक विकिरण क्षेत्र की सतह पर एक दिए गए क्षेत्र के घटकों के चरण अनिवार्य रूप से स्थिर होते है। कम से कम सतह के एक हिस्से पर जहां विकिरण महत्वपूर्ण है।
आदर्श रूप में, एंटीना के चरण केंद्र अंतरिक्ष में एक अनूठी बात है, जिसमें से एक बिंदु के स्रोत से एक समान क्षेत्र विकीर्ण के रूप में परिभाषित किये जाते है। बिंदु स्रोत गोलाकार लहरे विकीर्ण करता है, जिसमेचरण के अग्रभाग गोलाकार सतह होते है, और चरण केंद्र उनके मूल होते है।

चित्र-6 CFRP प्लेट के पीछे की ओर CFRP प्लेट के शीर्ष भाग पर फिडिंग नेटवर्क की पहली परत

एंटीना का फेज़ केंद्र एंटीना के साथ जुड़े एक बिंदु के स्थान के रूप में परिभाषित किया जाता है जिसमे, यदि यह एक



चित्र-7 फिडिंग नेटवर्क की दूसरी परत

चित्र-8 फिडिंग नेटवर्क की तीसरी परत

गोले के केंद्र के रूप में लिया जाता है जिसकी त्रिज्या दूर क्षेत्र में फैली हुई है, एक विकिरण क्षेत्र की सतह पर एक दिए गए क्षेत्र के घटकों के चरण अनिवार्य रूप से स्थिर होते है। कम से कम सतह के एक हिस्से पर जहां विकिरण महत्वपूर्ण है।
आदर्श रूप में, एंटीना के चरण केंद्र अंतरिक्ष में एक अनूठी बात है, जिसमें से एक बिंदु के स्रोत से एक समान क्षेत्र विकीर्ण के रूप में परिभाषित किये जाते है। बिंदु स्रोत गोलाकार लहरे विकीर्ण करता है, जिसमेचरण के अग्रभाग गोलाकार सतह होते है, और चरण केंद्र उनके मूल होते है।

5- दोहरी हेलिक्स सरणी एंटीना संरेखण (Alignment) पहल्

5.1- चरण केंद्र की परिभाषा

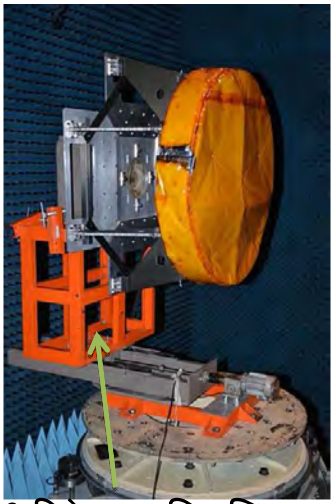
5.2-SAC/CATF में दोहरी HELIX सरणी एंटीना का चरण केंद्र संरेखण

नेविगेशन एंटीना चरण केंद्र माप कॉम्पैक्ट एंटीना परीक्षण केंद्र (CATF- कॉम्पैक्ट एंटीना टेस्ट फैसिलिति) में उप प्रणाली के स्तर, सैक में किया जाता है। एंटीना अपने विश्लेषण किया चरण केंद्र सीएटीएफ पोजिशनर की धुरी के माध्यम से गुजरने के साथ शुरू की जाती है। उपाय के चरण पैटर्न वक्र क्षेत्र या सर्कल के रूप में लिए जाते है। वक्र क्षेत्र या सर्कल के केंद्र चरण केंद्र होते है। चरण केंद्र माप सेटअप चित्र-9 में दिखाया गया है।

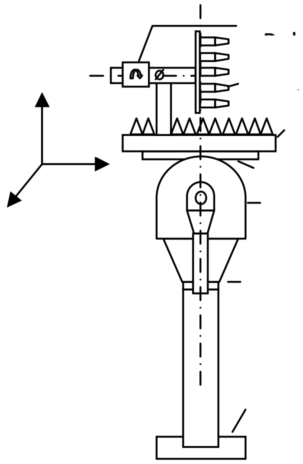
- चरण केंद्र माप (PHASE CENTER MEASUREMENT) के लिए संरेखण आवश्यकता नयी और पांच अलग समन्वय प्रणाली की सटीक संरेखण की आवश्यकता थी। **इसके लीए एक विशेष स्वचालित फिक्सर विकसित कीया गया है, विस्तार संरेखण दर्शन पे काम किया गया है और सटीक संरेखण लेजर ट्रैकर के उपयोग से किया गया है।**

- DHAA नेविगेशन आवेदन के लिए एंटीना है, जीसमे 2 अलग आवृत्तियों के लिए चरण केंद्र का सही माप एक मुख्य आवश्यकता है। **एक विशेष स्वचालित स्थिरता जीसमे सभी 6 डिग्री ओफ फ्रीडम** गति **मीलती है और सटीक सुधार के लिए उद्योगो के माध्यम से विकसित कीया है**, स्थिरता नाविक श्रृंखला के लिए CATF में सभी सातों एंटीना के सफलतापूर्वक के परीक्षण के लिए प्रयोग किया गया है।

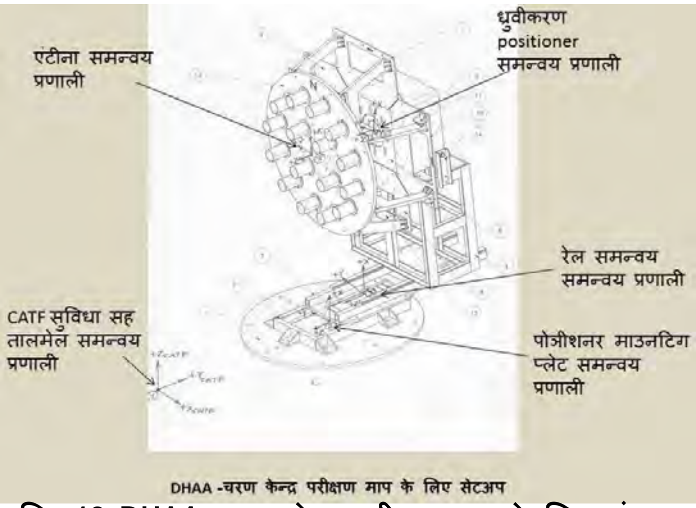
चित्र-9 CATF में एफएम दोहरी कुण्डल ऐरे एंटीना के साथ चरण केंद्र मापन सेटअप



चित्र-10 विशेष स्वचालित स्थिरता चरण केंद्र माप के लिए विकसित कीया गया है।



चित्र-11 चरण केंद्र माप सेटअप (योजना विषयक)



चित्र-12 DHAA -चरण केन्द्र परीक्षण माप के लिए पांच अलग समन्वय प्रणाली

6-निष्कर्ष

एंटीना मैकेनिकल टीम द्वारा विभिन्न चुनौतीपूर्ण आवश्यकताओं वाले एक जटिल एंटीना विकसित कीया गया है, अंतरिक्ष उपयोग के लिए विभिन्न प्रक्रियाओं क्वालीफाई की गई है, एकीकरण एवं परीक्षण के लिए विशेष स्थिरता विकसित कीये गये, और विशेष उपकरण बनाए गए है। इसके संरेखण और परीक्षण के लिए कार्यप्रणाली बनाई और सब-सिस्टम स्तर पर एवं अंतरिक्ष यान पर भी सफलतापूर्वक संरेखण(Alignment) कीया गया है। टीम ने सातौ एंटेना के प्रत्येक चरण में निर्बाध आधार प्रदान किया है। कुल एंटीना एकीकरण सैक के भीतर और इसरो केंद्र में विभिन्न टीम की भागीदारी से कार्यरत किया गया है।

7-मेक इन इडिया अभिगम

इसरो अत्याधुनिक प्रौद्योगिकियों और ग्रहों के बीच खोजपूर्ण मिशन के विकास के उपक्रम के साथ, वहाँ परिचालन मिशन और ऐसे उपग्रह नेविगेशन के रूप में नए क्षेत्रों की प्राप्ति के लिए योगदान दे राहा है। इसरो अपने अंतरिक्ष परियोजनाओं को लागू करने के लिए दोनों सार्वजनिक और निजी क्षेत्र में, **स्वदेशी औद्योगिक उद्यमों** की एक बड़ी संख्या के साथ एक मजबूत रिश्ता बना रहा है। लेख में बताये गए **एक विशेष स्वचालित फिक्सर और विशेष एकीकरण फिक्सर** उद्योगो के माध्यम से विकसित कीये गए है। दोहरी हेलिक्स सरणी एंटीना की संमिश्रित आधार संरचना (**composite support structure**)और उनमे चिपकने वाले एधेसिव और पॉलिमर आदि उद्योगो से विकसित कीये गए है, वेव गाइड फिडीग नेटवर्क के ज्यादातर भाग उद्योगो के माध्यम से विकसित कीये गए है। भागौ पर चांदी चढ़ाना और थर्मल नियंत्रण कोटिंग तकनीक, करना आदि में कार्यरत उद्योगो का योगदान रहा है।

7-आभार

हम, ग्रुप निदेशक, उप निदेशक व निदेशक अंतरिक्ष उपयोग केंद्र को धन्यवाद देतें हैं जिन्होने इस लेख को हिन्दी सेमिनार में मुद्रित करने की आज्ञा प्रदान की। हम अपने सहकर्मीयों को धन्यवाद देतें हैं जिन्होने इस लेख की प्रूफ रीडिंग करी व त्रुटियों को सही करने में सहायता प्रदान की।

8-संदर्भ

1) डिजाइन एवं विश्लेषण की रिपोर्ट-दोहरी हेलिक्स ऐरे एंटीना आईआरएनएसएस के लिए. (Doc. No.:VSSC/CSTG/DR/216/275 Issue No.: 2, Revision No.:1)

2) औन औरबिट चरण केंद्र माप पद्धति के लिए टास्क टीम की रिपोर्ट आईआरएनएसएस नेविगेशन एंटेना (**SAC-ASG-IRNSS-001 Issue: 1, Revision 0 Dt: April, 2016)**

3) अंग्रेजी-हिंदी अंतररिक्ष वैज्ञानिक शब्दावली (जून-2009)

नाविक-भारतीय नौवहन उपग्रह मंडल

नाविक - एक सर्वश्रेठ "मेंक इन इंडिया" उदाहरण

कुमारी कृती खत्री, सुश्री बिन्दिया कुमारी, डा. एम. आर. सुजिमोल, श्रीमती के शहाना
दिल्ली भू केंद्र - अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद

सारांश

इसरो के उपग्रह द्वारा पर्यावरण प्रेक्षण, नौसंचालन, मौसम विज्ञानी, भू-प्रेक्षण, संचार आदि में (बहुत बडी संख्या में) यौगदान अवर्णनिय हैं । इन उपग्रह द्वारा भेजे गये आंक्डे, चित्र, संकेत, सिग्नल, चिन्ह, भौगोलिक सुचना, संवेदनीय सुचना से सर्वेक्षण, संचार सुविधा, रक्षातंत्र, खोजना एवं बचाव, प्रक्रति का अधय्यन आदि से आज कल मनुष्य का जिवन इस प्रकार प्रभावित है कि इसके बिना आज के युग में अपने जीवन की कल्पना करना असंभव हैं । इसरो की नौसंचालन उपग्रह प्रणाली - आई.आर.एन.एस.एस, मेंक इन इंडिया कृत्य का सर्वश्रेठ उदाहरण हैं। प्रस्तुत लेख में हमने भारतीय क्षेत्रीय उपग्रह नौसंचालन तंत्र - आई.आर.एन.एस.एस एवं इसके मेंक इन इंडिया कृत्य में योगदान के बारे में बताया हैं।

शब्द संकेत

भूस्थिर (Geostationary), भूतुल्यकाली (Geosynchronous), आव्रत्ति (frequency), भारतीय क्षेत्रीय उपग्रह नौसंचालन तंत्र (IRNSS), अक्षांश (latitude), रेखांश (longitude), तुंगात (altitude)

1. प्रस्तावना

इसरो के उपग्रह द्वारा पर्यावरण प्रेक्षण, नौसंचालन, मौसम विज्ञानी, भूप्रेक्षण-, संचार आदि में (बहुत बडी संख्या में) यौगदान अवर्णनिय हैं । इन उपग्रह द्वारा भेजे गये आंक्डे, चित्र, संकेत, सिग्नल, चिन्ह, भौगोलिक सुचना, संवेदनीय सुचना से सर्वेक्षण, संचार सुविधा रक्षातंत्र, खोजना एवं बचाव, प्रक्रति का अधय्यन आदि से आज कल मनुष्य का जीवन इस प्रकार प्रभावित हैं कि इसके बिना आज के युग में अपने जिवन की कल्पना करना असंभव हैं ।

इसरो ने नौसंचालन के उपग्रह प्रक्षेपित कर भारत को एक नवीनतम उपहार पेश किया हैं। IRNSS एक स्वतंत्र एवं क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह प्रणाली हैं, जोकि भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा विकसित किया गया हैं। हमारे प्रधानमंत्री द्वारा IRNSS का नामकरण "**नाविक**" किया गया हैं। यह सचमुच मेंक इन इंडिया कृत्य का सर्वश्रेठ उदाहरण हैं और साथ में विश्व का किफायती अंतरिक्ष स्पेस प्रोग्राम हैं। IRNSS द्वारा भारत ने नौसंचालन के क्षेत्र में आत्म निर्भर होने का प्रमाण दे दिया है । नौसंचालन की क्षमता अब तक सिर्फ़ चार देशों में ही थी - अमेंरिका, रूस, चीन और युरोप। भारत ने स्वयं के नौसंचालन उपग्रह प्रणाली के प्रक्षेपित करने के बाद, अपना पाँचवा स्थान विश्व में स्थापित कर लिया हैं।

भारत नाविक द्वारा पोज़िशन सूचना, भारतीय क्षेत्र एवं इसके आस-पास के 1500 कि.मी के क्षेत्र में उपलब्ध करेगा। भारत इस क्षमता को हमारे विकासशील पड़ोसी देशों के साथ भी प्रयोग करने का विचार रखता हैं। प्रस्तुत लेख में पहले भारतीय क्षेत्रीय उपग्रह नौसंचालन तंत्र (IRNSS) का वर्णन करा है इसके पशचात नाविक के उपभोक्ता रिसीवर के बारे में चर्चा करी है। अंत में नाविक के कुछ उपयोगो को प्रस्तुत किया है। आइये आब भारतीय क्षेत्रीय उपग्रह नौसंचालन तंत्र - आई.आर.एन.एस.एस के बारे में चर्चा करें।

2. भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह प्रणाली (IRNSS)

नौसंचालन किसी वायुयान अथवा वाहन को एक स्थन से दूसरे स्थन जाने के लिए मार्गर्द्शन एवं नियंत्रण प्रेदान करता हैं। यह एक ऐसी कला हैं जिसमें नौसंचलक अपने विशेष ज्ञान द्वारा मार्ग दर्शन स्वंय प्राप्त करता हैं। नौसंचलक अपनी स्थिति (अक्षांश, रेखांश, तुंगात) उपग्रह से भेजे गए तरंगों द्वारा कुछ मीटर की यथार्थता तक प्राप्त कर सकता हैं ।

विश्व में उपग्रह नौसंचालन का उपयोग अब जीवन के हर स्तर में देखा जा सकता हैं। यह नौसंचालन, सर्वेक्षण, मानचित्रांकन, रक्षातंत्र, समय समकालिकता आदि में आज कल इस प्रकार उपयोग में आता हैं कि इसके बिना आज के युग में अपने जीवन की कल्पना करना असंभव हैं।

IRNSS एक स्वतंत्र एवं क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह प्रणाली हैं, जोकि भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा विकसित किया गया हैं। यह भारत सरकार द्वारा नियंत्रित हैं। IRNSS की सेवा भारतीय क्षेत्र एवं इसके आस-पास के 1500 कि.मी के क्षेत्र में उपलब्ध हैं। IRNSS के क्षेत्रीय व्याप्ति को ध्यान में रखते हुए इसमें से तीन उपग्रह भू-स्थिर कक्षा में तथा चार भूतुल्यकाली कक्षा, जिसका झुकाव 29^{o} हैं, में रखा गया हैं। तीन भु-स्थिर कक्षा की स्थिति 34^{o}E, 83^{o}E, तथा 131.5^{o}E हैं ।

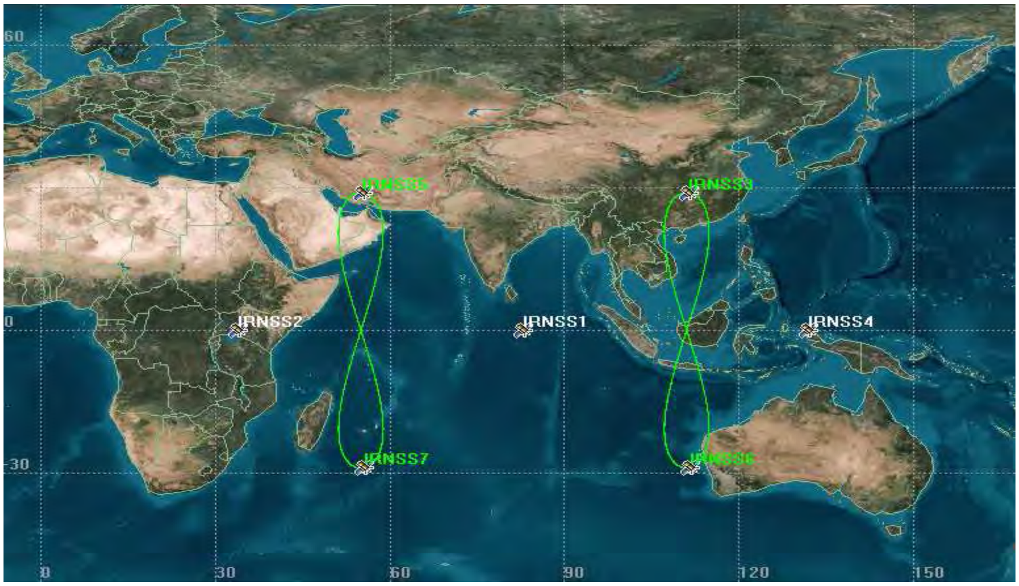
भु-तुलय्कारी उपग्रह की कक्षा भुमध्यरेखा को 55^{o} देशान्तर पर एक ही कक्षीय तल पर काटती हैं तथा अन्य दो भु-तुलय्कारी उपग्रहों की कक्षा 111.5^{o} देशान्तर पर एक ही कक्षीय तल परन्तु कुछ कला अंतराल पर काटती हैं। इन उपग्रहों को ध्रुवीय उपग्रह प्रमोचन यान (PSLV) के द्वारा प्रमोचित किया गया।

IRNSS दो प्रकार की सेवायें प्रदान करेगा -

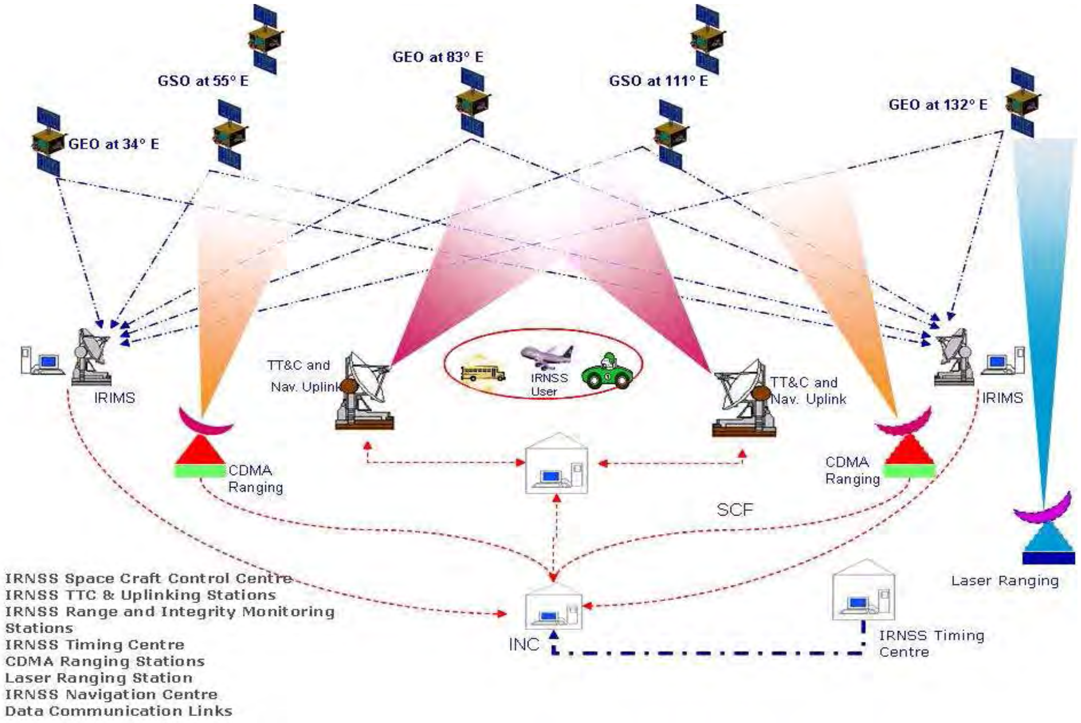
- मानक स्थिति निर्धारण सेवा **(SPS) :** सभी प्रकार के उपभोक्त्ताओं के लिए।
- सीमित सेवा **(RS) :** विशेष सीमित उपभोक्त्ताओं (रक्षा विभग) के लिए।

IRNSS प्रणाली का तारामंडल चित्र - 1 में देखा जा सकता हैं। IRNSS संकेत L बैंड तथा S बैंड में प्रसारित किए जाएंगे। इसमें BPSK तथा द्विधारी अंतराल वाहक (Binary Offset Carrier-BOC) माडुलन तकनीक का उपयोग किया गया हैं। चित्र - 2 में IRNSS का कन्फ़िगरेशन देखा जा सकता हैं। सारणी 1 में IRNSS निष्पादन विनिर्देश (Performance Specification) प्रस्तुत किए गए हैं।

इसरो ने 2013 में IRNSS-1A, 2014 में IRNSS-1B एवं IRNSS-1C, 2015 में IRNSS-1D और 2016 में IRNSS-1E, IRNSS-1F एवं IRNSS-1G सफलतापूर्वक प्रमोचित करे हैं ।



चित्र 1 : भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह प्रणाली का तारामंडल



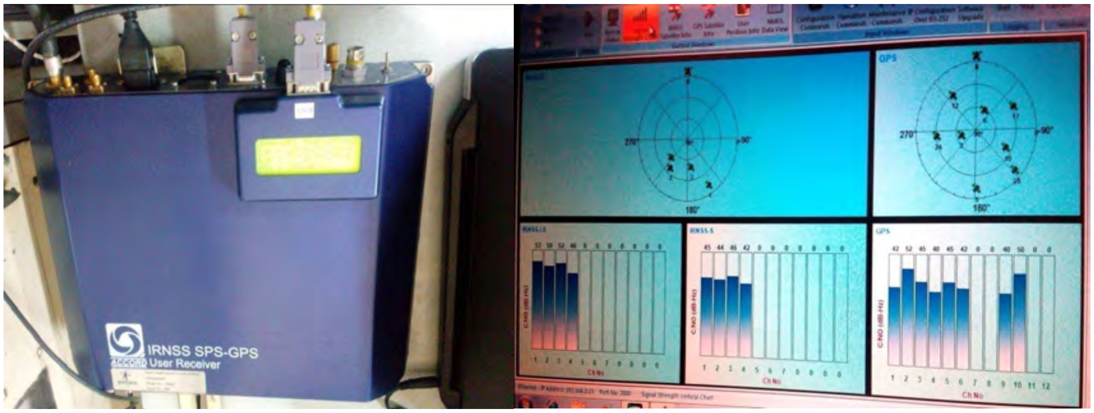
चित्र 2 : IRNSS का कन्फ़िगरेशन

सारणी 1 : IRNSS निष्पादन विनिर्देश (performance Specification)

0	प्राचल	ईकाइ	विनिर्देश	
			L5-बैंड	S-बैंड
1.	प्रेषित (centre) आव्रत्ति	MHz	1176.45	2492.028
2.	बैंड विस्तार	MHz	24	16.5
3.	ध्रुवण (polarization)		RHCP	RHCP
4.	पूर्ण प्रेषित EIRP (EOC)	dBW	36	39
5.	विस्तार (coverage) क्षेत्र		ग्लोबल	ग्लोबल
6.	ऐन्टेना ल्ब्धि	dB	16	16
7.	आव्रत्ति स्थिरता (100s से ज्यादा)		$1.5x10^{-13}$	$1.5x10^{-13}$
8.	डाटा दर	sps	50	50
9.	कोड दर	Mcps	1.023, 2.046	1.023, 2.046
10.	माडुलन/ अभिगम योजना (Access Scheme)		BPSK, BOC CDMA	BPSK, BOC CDMA

3. **उपभोक्ता रिसीवर**

मानक स्थिति निर्धाण सेवा (SPS) एवं सीमित सेवा (RS) उपभोक्ता रिसीवर L5 एवं S-बैंड में इसरो द्वारा बनाए जा चुके हैं। उद्योग द्वारा GNSS रिसीवर में नाविक के चॅनेल भी अब संघटित किए जा रहे हैं। इनसे प्राप्त स्थिति की परिशुधता 5 मीटर से कम की है। चित्र-3 में IRNSS का मानक स्थिति निर्धाण सेवा उपभोक्ता रिसीवर देखा जा सकता हैं।



चित्र 3 : नाविक उपभोक्ता रिसीवर

4. नाविक के उपयोग :

क) नौसंचालन (Navigation) : मोटर गहन, वायुवान, जहाज, रेलगाडी इत्यादि में नौसंचालन का प्रयोग करके किसी भी समय उनके स्थान, गती, समय, दिशा का अनुमान कर सकते हैं। वायुवान में नौसंचालन तंत्र गति मानचित्र (Moving Map) दर्शाते हैं जो स्वचालक की तरह काम करता हैं एवं रास्तो की जानकारी दे सकता हैं । जहाज एवं नाव में इनके इस्तेमाल से विश्व के किसी भी झील, समुद्र व महासागर में भी अपनी स्थिती का अनुमान कर सकते हैं । चित्र – 4, नाविक द्वारा नौसंचालन के उपयोगो को दर्शाता हैं।

ख) सर्वेक्षण (भूमि तथा खनिज) (Survey) एवं प्राकृतिक संपदा प्रबंधन (Natural Resource Management) : सर्वेक्षण श्रेणी के जी.एन.एस.एस ग्राही स्थान सर्वेक्षण चिह्न, भवनो तथा रास्तों की जानकारी देते हैं। इनके द्वारा खनिज पदार्थों के भंडारण को भी खोजा जा सकता हैं। नाविक एवं भौगोलिक सूचना प्रणाली (जी.आइ.एस) द्वारा प्राप्त दाता से कृषि, वन, जल, खनिज पदार्थ आदि के बारे में

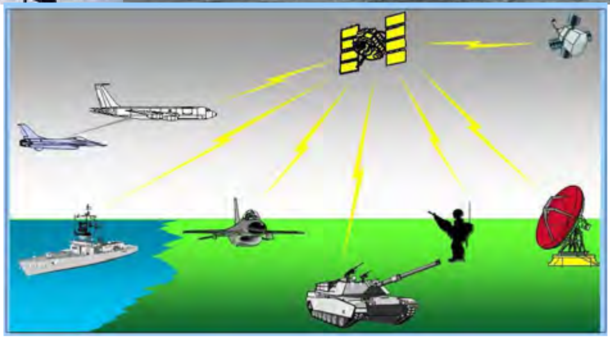
निरीक्षण काफ़ी सहजता से किया जा सकता है। कृषि उद्योग में नाविक द्वारा खेती परिशुदधता से किसान के लिए बहुत मदद होती हैं। चित्र - 5 में नाविक द्वारा भूमि तथा खनिज के सर्वेक्षण एवं कृषि जगत में उपयोग देखा जा सकता हैं।

चित्र 4 : नाविक द्वारा नौसंचालन

चित्र 5 : नाविक द्वारा सर्वेक्षण एवं प्राकृतिक संपदा प्रबंधन

ग) मानचित्रांकन (Mapping) : मानचित्रांकन श्रेणी के ग्राही, वाहन आकरें L1 आवृति से लेते हैं। इनमें क्रिस्टल दोलक होता हैं जो ग्राही की त्रुटि को कम करता हैं। जी.आइ.एस (GIS) इसका एक उदाहरण हैं। चित्र 6 में नाविक द्वारा मानचित्रांकन के क्षेत्र में उपयोग देखा जा सकता है।

चित्र 6 : नाविक द्वारा मानचित्रांकन



घ) रक्षा तंत्र (Defense System) : इस प्रणाली का उपयोग रक्षा तंत्र के तीनो विभागों में होता हैं। भू- सेना, जल-सेना एवं वायु सेना इनका उपयोग करते हैं जो चित्र - 7 में देखा जा सकता हैं। आवश्यकता के समय में इनका प्रयोग बहुमूल्य हैं। रक्षा तंत्र के अस्त्रो का सटीक निशाना के लिए नाविक का प्रयोग होता हैं।

चित्र 7 : नाविक द्वारा रक्षा तंत्र में प्रयोग

ड.) खोजना एवं बचाव (Search & Rescue) : यह सेवा उन लोगो और उस स्थिति में सहायता प्रदान करती हैं जहाँ कोइ दुर्घटना या विपत्ति हो। इस सेवा से न केवल मनुष्यों को बल्कि जहाँजो को, विमानो को और अन्य दुगर्ति- ग्रस्त स्थितियों में आरंभिक सेवा प्रदान की जाती हैं। चित्र 8 में नाविक द्वारा खोजना एवं बचाव के क्षेत्र में उपयोग देखा जा सकता है।

चित्र 8 : नाविक द्वारा खोजना एवं बचाव

5. निष्कर्ष :-

1969 में इसरो की स्थापना विक्रम साराभाई ने भारत को विज्ञान और सामाजिक विकास के अनुप्रयोगो के लिए की थी। हमारे प्रधानमंत्री के मेंक इन इंडिया अभियान् में इसरो द्वारा सभी परियोजना अपनी छवि बना चुके हैं। भारत का नाविक सच में मेंक इन इंडिया कृत्य का सर्वश्रेठ एवं किफायती अंतरिक्ष प्रोग्राम हैं। IRNSS द्वारा भारत ने नौसंचालन के क्षेत्र में आत्म निर्भर होने का प्रमाण दे दिया है। इसरो के नाविक से भारत ने विश्व में नौसंचालन के क्षेत्र में पाँचवा स्थान स्थापित कर लिया है। नाविक ने भारत को युक्ति पूर्वक क्षमता प्रदान की है जिसकी सहायता से भारत नौसंचालन के क्षेत्र में अब आत्मनिर्भर हो गया है।

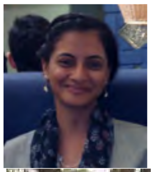
संदर्भ :-

1. "भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह तंत्र पी.डी.र (IRNSS PDR) " दस्तावेज 2011।
2. ब्राद्फोर्द व. पार्किसन, जेम्स ज. सपिलकर, "गलोबल पोजिशनिग सिस्टम (GPS) सिध्दांत एवं उपयोग ", परिमाण -1।
3. काप्लान, एलिओट डी. एवं हेगार्टी, क्रिस्टोफर ज., "अन्ड्रस्टेडिग जीपीएस - प्रिन्सिपल्स एन्ड ऐप्लिकेशन्स" (संस्करण-2), 2006।
4. वेब संदर्भ–1 www.wikipedia.com

आभार :-

मेक-इन-इंडिया अभिगम संगोष्ठी में यह हमारा पहला लेख है। इसमें अपने लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति, अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र को हार्दिक धन्यवाद।

लेखक परिचय :-



कृती खत्री ने वर्ष 2004 में एम.डी.यू विश्वविधालय से इलेक्ट्रॉनिकी एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2005 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में नौसंचालन नीतभार के प्रणाली में कार्य आरंभ किया। 2013 में नीरमा विश्वविधालय, अहमदाबाद से संचार इंजीनियरिंग में एम. टेक. डिग्री प्राप्त की है। वर्तमान में दिल्ली भू केंद्र प्रभाग, में कार्यरत हैं।

बिन्दिया कुमारी ने वर्ष 2004 में पटना विश्वविधालय से इलेक्ट्रॉनिकी एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। सेम्संग में अभियंता के रूप में कार्य किया है। वर्ष 2006 में इस्ट्रेक बेंगलूर में कार्य आरंभ किया। 2007 से दिल्ली भू केंद्र प्रभाग, में कार्यरत हैं। अभी इलेक्ट्रॉनिकी एवं संचार इंजीनियरिंग में एम.ई. कर रही हैं।

एम. आर. सुजिमोल ने वर्ष 1996 में kerala से M.Sc डिग्री प्राप्त की aur वर्ष 2008 में HNB Garhwal विश्वविधालय से PHd डिग्री प्राप्त की। वर्ष 1999 में इसरो, Dehradun में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में दिल्ली भू केंद्र प्रभाग, में कार्यरत हैं।

श्रीमती के शहाना ने 1990 में इसरो उपग्रह केंद्र, बेंगलूर में कार्य आरंभ किया। वर्ष 2007 में एम. टेक. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2001 से दिल्ली भू केंद्र प्रभाग, में कार्यरत हैं। वर्तमान में दिल्ली भू केंद्र प्रभाग, की प्रधान हैं।

नाविक-भारतीय नौवहन उपग्रह मंडल

समुद्री परिवहन व्यवस्था एवं नियंत्रण में नाविक के अभिनव प्रयोग

निष्काम जैन

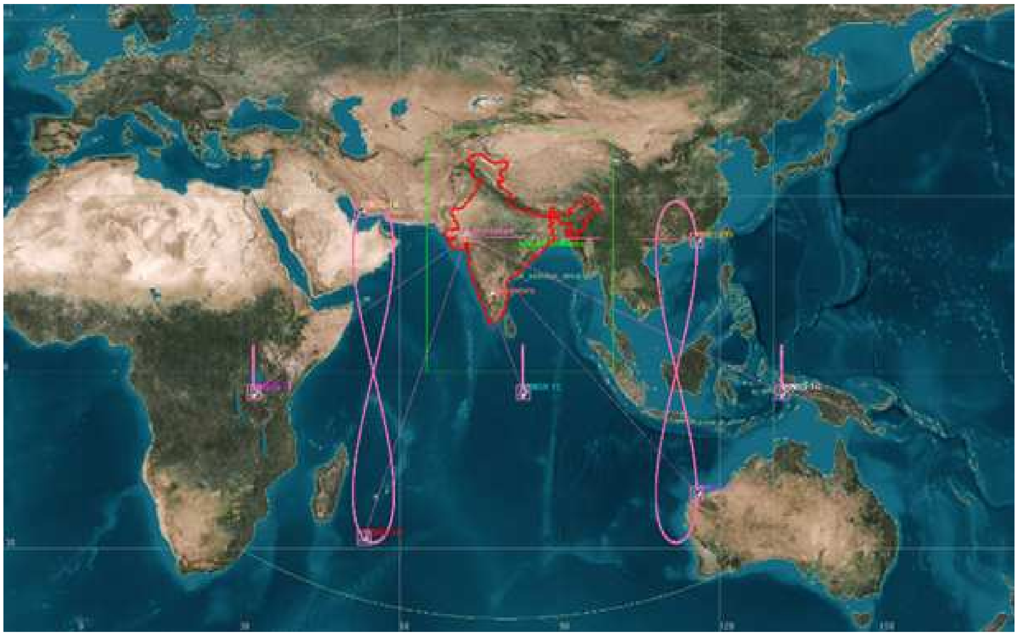
सारांश

आज नाविक के सातो उपग्रहों की श्रंखला के साथ इसरो ने "**भारत में निर्मित**" लक्ष्य का एक जीवंत उदाहरण प्रस्तुत किया है। भारत ने लगभग तीन वर्ष की कम अवधि में न सिर्फ सात उपग्रहों की श्रंखला को एक-एक कर पूर्ण कर लिया है बल्की दिन-रात चौबीसों घंटे नौसंचालन व्यवस्था को सुचारू रूप से चला कर भी विश्व को दिखाया है। स्वदेशी नौसंचालन की इस सिद्धि को अब जन-जन तक पहुचाने के अपने प्रयासों में इसरो अग्रसर है। इसी उद्देश्य की प्राप्ति के लिए इसरो ने जहाजरानी महानिर्देशालय के साथ साझा कार्यक्रम के अनुसार लगभग 15 बड़े मालवाहक एवं यात्री जहाजों में नाविक रिसीवर उपलब्ध करवाए है जो लगातार उन जहाजों की स्तिथि की सटीकता से जानकारी दे रहे है। 14-16 अप्रैल 2016 को इसरो ने जहाजरानी महानिर्देशालय के साथ संयुक्त रूप से, मुंबई में आयोजित "**मैरीटाइम इण्डिया सम्मिट-2016**" में भाग लिया था। इसरो ने इस कार्यक्रम में समुद्री परिवहन व्यवस्था के नियंत्रण में नाविक रिसीवर के प्रयोगों को दर्शाने का एक अभिनव एवं सराहनीय प्रयास बहुत ही कम समय में कर दिखाया था जिसके बारे में अवगत कराने का इस लेख का उद्देश्य है।

प्रस्तावना से लेकर निष्कर्ष तक पूर्ण लेख

भारत ने नौसंचालन के क्षेत्र में अपने स्वयं के नाविक-आईआरएनएस सिस्टम के द्वारा प्रवेश किया है। अभी तक नौसंचालन की अपनी समस्त आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए हमें अमेरिका द्वारा विकसित जीपीएस सिस्टम पर ही निर्भर रहना पड़ता था। परन्तु आज नाविक के सातो उपग्रहों की श्रंखला के साथ इसरो ने "**भारत में निर्मित**" लक्ष्य का एक जीवंत उदाहरण प्रस्तुत किया है। भारत ने लगभग तीन वर्ष की कम अवधि में न सिर्फ सात उपग्रहों की श्रंखला को एक-एक कर पूर्ण कर लिया है बल्की दिन-रात चौबीसों घंटे नौसंचालन व्यवस्था को सुचारू रूप से चला कर भी विश्व को दिखाया है। इसरो ने अपने अथक परिश्रम से, पहली बार देश में ही नाविक का रिसीवर विकसित किया है जो सातो नाविक उपग्रहों से प्राप्त सिग्नलो के प्रयोग से 3-4 मीटर की सटीकता के साथ त्रिआयामी स्तिथि का सही अनुमान दे रहा है। इसरो के वैज्ञानिको ने भारत के आम आदमी के प्रयोग के लिए, अपने पहले ही प्रयास में यह महान सिद्धि प्राप्त की है।

स्वदेशी नौसंचालन की इस सिद्धि को अब जन-जन तक पहुचाने के अपने प्रयासों में इसरो अग्रसर है। इसी उद्देश्य की प्राप्ति के लिए इसरो ने जहाजरानी महानिर्देशालय के साथ साझा कार्यक्रम के अनुसार लगभग 15 बड़े मालवाहक एवं यात्री जहाजों में नाविक रिसीवर उपलब्ध करवाए है जो लगातार उन जहाजों की स्तिथि की सटीकता से जानकारी दे रहे है। 14-16 अप्रैल 2016 को इसरो ने जहाजरानी महानिर्देशालय के साथ संयुक्त रूप से, मुंबई में आयोजित "**मैरीटाइम इण्डिया सम्मिट-2016**" में भाग लिया था। इस सम्मिट का उद्घाटन भारत के प्रधानमंत्री माननीय श्री नरेन्द्र मोदीजी के कर कमलों द्वारा किया गया। इसरो ने इस कार्यक्रम में समुद्री परिवहन व्यवस्था के नियंत्रण में नाविक के प्रयोगों को दर्शाने का एक अभिनव एवं सराहनीय प्रयास बहुत ही कम समय में किया था जिसके बारे में अवगत कराने का इस लेख का उद्देश्य है।

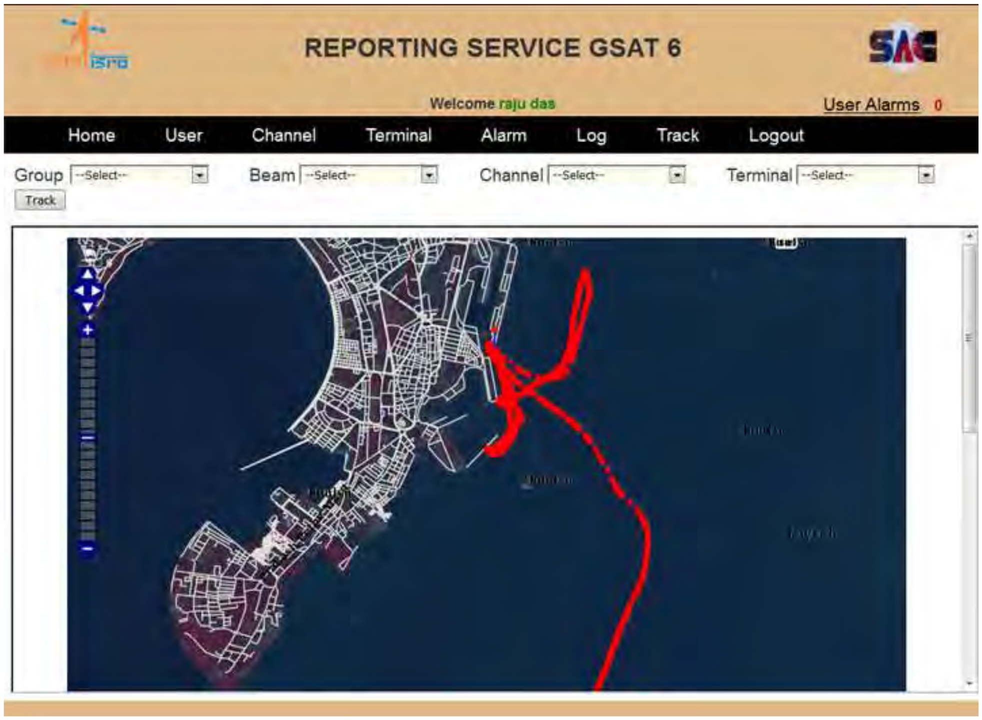


दृश्य 1 : नाविक के सातो उपग्रहों के Ground Trace का भारत के नक़्शे पर चित्रण

अभी तक देश के सिर्फ बड़े जहाजों में ही **"एलआरआईटी/LRIT"** नामक नियंत्रण व्यवस्था लगी हुई है। यह व्यवस्था में जहाजों की स्तिथि का अनुमान जीपीएस द्वारा किया जाता है एवं संचार व्यवस्था इनमारसैट/INMARSAT द्वारा दी जाती है। इस विधि की लागत अधिक होने के कारण यह सिर्फ बड़े जहाजों तक ही सीमित है। जहाजरानी महानिर्देशालय के अधिकारीयों से यह पता चला की बड़े जहाजों के अलावा छोटे-छोटे समुद्री जहाजों, मछुआरों की नावों की संख्या भी हजारों में है एवं उनके परिवहन एवं नियंत्रण की सटीक एवं उचित व्यवस्था की महती आवश्यकता है।

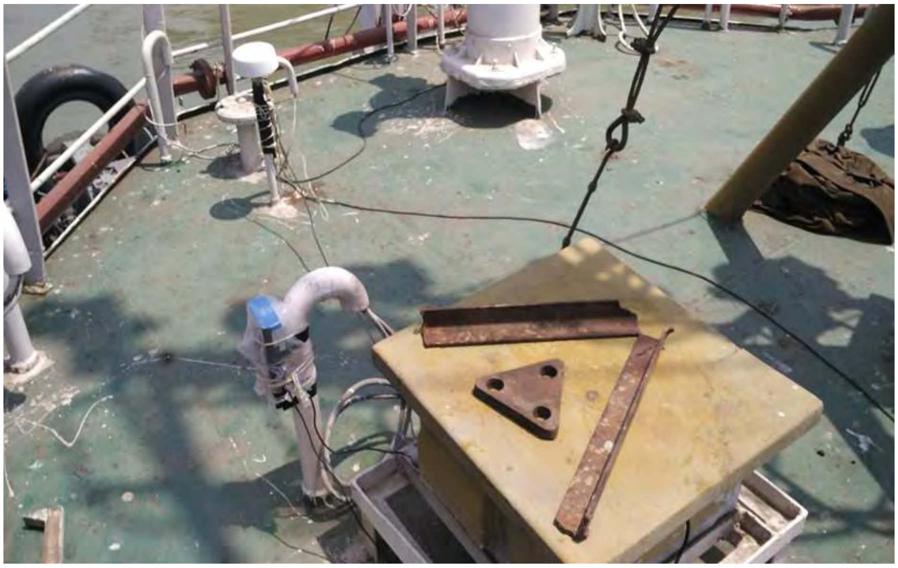
इसरो ने जहाजरानी महानिर्देशालय की इस महत्वपूर्ण जरूरत को पूर्ण करने के लिए, अपने स्वदेशी नाविक रिसीवर और स्वदेशी जीसैट-6 रिपोर्टिंग टर्मिनल की भारत में ही निर्मित तकनीकों का समावेश करके, एक अभिनव प्रयोग सफलता पूर्वक प्रदर्शित किया।

दृश्य 2 : अनंत जहाज की जीवंत निगरानी में प्रयोग किया गया सिस्टम



दृश्य 3 : अनंत जहाज की जीवंत निगरानी का इसरो की प्रदर्शनी से दृश्य

दृश्य 4 : मुंबई पोर्ट ट्रस्ट का जहाज "अनंत"



दृश्य 5 : अनंत जहाज की छत पर लगाये गए उपकरण जैसे नाविक रिसीवर, जीसैट-6 टर्मिनल

नाविक रिसीवर में एक खास बात यह है की यह न सिर्फ नौसंचालन में अपितु आपदा प्रबंधन में भी उपयोग में लाया जा सकता है। अक्सर यह देखा गया है की हमारे देश के मछुआरे कई दिनों तक गहरे समुद्र में डेरा डाले रहते है। बीच समुद्र में यदि नाविकों को समुद्री तूफ़ान या चक्रावात जैसी भयंकर आपदाओ की पूर्व चेतावनी देना हो तो वह बड़ा ही कठिन काम है। नाविक में यह व्यवस्था सुनिश्चित करी गयी है की एक विशेष सन्देश नंबर-18 का प्रसारण नाविक में किया जा सकता है। इस विशेष सन्देश में इसरो के "मोसडाक/MOSDAC" जोकि आपदा सम्बंधित पूर्वानुमान की सटीक जानकारी देता है का समावेश किया जा सकता है। इस तरह दूरदराज के क्षेत्रो में जहाँ और कोई संचार माध्यम उपलब्ध नहीं है, वहाँ हमारे नाविक सिस्टम द्वारा विशेष संदेशो का प्रसारण किया जा सकता है जो की नाविक रिसीवर द्वारा ही प्रदर्शित किये जा सकते है। नाविक की यह खास उपलब्धि, कई देशवाशियों के जीवन की रक्षा करने में बहुमूल्य साबित हो सकती है।

Code_Upload

Satellite	Text Message
IRNSS-1A	NAVIC WELCOMES HON. PM
IRNSS-1B	NAVIC WELCOMES HON. PM
IRNSS-1C	NAVIC WELCOMES HON. PM
IRNSS-1D	NAVIC WELCOMES HON. PM
IRNSS-1E	NAVIC WELCOMES HON. PM

दृश्य 6 : नाविक उपग्रह द्वारा भेजे गए विशेष सन्देश नाविक रिसीवर द्वारा प्रदर्शित किये जा सकते है

दृश्य 7 : इसरो की मुंबई प्रदर्शनी में नाविक रिसीवर, डेकु की विशेष फिल्म एवं नाविक उपग्रह का प्रतिरूप

दृश्य 8 : इसरो की मुंबई प्रदर्शनी में अनंत जहाज की स्तिथि का जीवंत प्रसारण एवं एलआरआईटी प्रणाली

मुबई की प्रदर्शनी में भी एक जीवंत नाविक रिसीवर का प्रदर्शन किया गया जो की अपनी स्तिथि की सटीक जानकारी मुंबई के नक़्शे पर प्रदर्शित कर रहा था। डेकु द्वारा एक **"Ocean to Space/समुद्र से अंतरिक्ष की और"** नामक विशेष विडियो फिल्म बनाई गई एवं प्रदर्शनी में प्रसारित की गयी। इसरो की पूरी टीम ने एक साथ मिल कर अनंत जहाज पर, मुंबई की प्रदर्शनी में एवं अंतरिक्ष उपयोग केंद्र एवं डेकु अहमदाबाद में साहसिक कार्य करके इस नवीन प्रयोग को सफल बनाया। जहाजरानी महानिर्देशालय के वरिष्ठ अधिकारीयों एवं सहायक अधिकारीयों द्वारा पूर्ण सहयोग इसरो की टीम को प्राप्त हुआ एवं अपने जहाज की सही स्तिथि नक़्शे पर जीवंत देख कर इस प्रयोग को बहुत सराहा गया। स्वयं माननीय प्रधानमंत्री जी को इस प्रयोग के बारे में परिवहन मंत्री श्री नितिन गडकरी द्वारा अवगत कराया गया। साथ ही बहुत से गण्यमान्य विशेष अतिथियों जैसे गृहमंत्री श्री राजनाथ सिंह एवं भारत सरकार के उच्च अधिकारीयों द्वारा यह जीवंत प्रयोग सराहा गया। इस प्रयोग की खास बात यह रही की नाविक उपग्रह से लेकर नाविक रिसीवर तक एवं जीसैट-6 उपग्रह से लेकर रिपोर्टिंग टर्मिनल एवं हब तक की पूरी ही प्रणाली संपूर्ण रूप से इसरो द्वारा भारत में ही निर्मित करी गयी थी।

जहाजरानी महनिर्देशक द्वारा इस प्रणाली को भविष्य में भारत के सभी छोटे बड़े जहाजों में लगाने की आवश्यकता पर जोर दिया गया एवं पुरजोर समर्थन प्राप्त हुआ। नाविक के उपयोग से उन सभी जहाजों की सटीक जानकारी प्रतिपल उपलब्ध

कराई जा सकती है जो की मौजूदा नियंत्रण प्रणाली में नहीं है। यह प्रायोगिक तौर पर लिया गया साहसिक कदम, निकट भविष्य में सभी जहाजों के परिवहन व्यवस्था एवं नियंत्रण में बहुउपयोगी साबित हो सकता है। यह इसरो के द्वारा भारत की आम जनता को दिया गया उपहार होगा जिसमे हर देशवासी गर्व से कह सकता है की एक छोर से दूसरे छोर तक की पूरी प्रणाली, चाहे वह नाविक एवं जीसैट-6 उपग्रह हो, नाविक रिसीवर या जीसैट-6 टर्मिनल हो या नियंत्रण का सॉफ्टवेर हो सभी सौ प्रतिशत भारत में ही विकसित है।

शब्दावली

नाविक/IRNSS रिसीवर, जीसैट-6 टर्मिनल, नाविक/IRNSS उपग्रह, जीसैट-6 उपग्रह, इनमारसैट/INMARSAT

शब्द संकेत

एल आर आई टी - LRIT : Long Range Identification and tracking System
NMEA: National Marine Electronics Association data format for Navigation Receivers

संदर्भ

Maritime India Summit -2016, NESCO Ground, Goregaon, Mumbai, 14-17 April 2016

आभार

श्री योगेश, श्री चंद्रप्रकाश, श्रीमती संध्या, श्रीमती ऊष्मा, श्री एसएन सताशिया एसएटीडी/एसएनएए
श्रीमति एम् आर सुजिमोल, श्रीमती शाहाना डीइएस/एसएनएए
श्री कपिल शर्मा, श्री सुधीर अग्रवाल, डीसीटीडी/एसएनएए
श्री आर जे भंडेरी, श्री शशिकांत शर्मा वीआरजी/एपसा
श्री गिरीश खरे, श्री वी के टाँक, श्री अतुल पी शुक्ला, एसएनटीडी/डीसीटीजी/एसएनएए
श्री के एस पारीख डीडी एसएनपीए, श्री निलेश देसाई डीडी एसएनएए
श्री हनुमंत रायप्पा, ऐडी-एसएनपीओ इसरो मुख्यालय, श्री मनोहर दुधे, श्री धर्मेश भट्ट, डेकु
कप्तान संतोष दारोकर, कप्तान एस के पांडा, श्री दीपक शेट्टी, जहाजरानी महानिर्देशालय
कप्तान जोशी, कप्तान शेख एवं मुंबई पोर्ट ट्रस्ट के जहाज अनंत के सभी स्टाफ सदस्य

लेखक परिचय :

श्री निष्काम जैन वर्ष 2005 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र अहमदाबाद में कार्यरत है। इन्होंने उपग्रह आधारित नौसंचालन के क्षेत्र में काफी समय से काम किया है, एवं देश का प्रथम नाविक रिसीवर बनाने वाली टीम इसरो के एक महत्वपूर्ण सदस्य है। नाविक रिसीवर की गुणवत्ता के समस्त परीक्षणों में भी इनका सराहनीय योगदान रहा है। मुंबई में आयोजित "**मैरीटाइम इण्डिया सम्मिट-2016**" में इन्होंने सैक टीम का प्रतिनिधित्व किया था।

***

का-बैण्ड WR28 तरंगपथक समापित्र (भारण)

Ka-Band WR28 Waveguide Termination (Load)

सुदेश कुमार जैन, रवि शेखर, पूनम प्रदीप कुमार
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद
ई-मेल- sudesh@sac.isro.gov.in

सारांश

यह लेख का-बैण्ड WR28 तरंगपथक (Waveguide) समापित्र (Termination) की विस्तारपूर्ण जानकारी प्रदान करता हैं। यह एक प्रकार का समापित्र हैं जिसे प्रतिरोधक पदार्थ इस्तमाल करके बनाया गया हैं। इसका मुख्य कार्य तरंगपथक में उपस्थित सम्पूर्ण विधुतचुम्बकीय उर्जा को अवशोषित करना हैं जिससे तरंगपथक में अप्रगामी तरंग (Standing Wave) ना बन सके। अभिकल्पित का-बैण्ड WR28 तरंगपथक समापित्र (भारण) को 3-D सॉफ्टवेयर की सहायता से अनूरूपन करके अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद (अं.उ.के.) में निर्मित कराया गया हैं। इस अभिकल्पना सत्यापन प्रतिरूप (Design Verification Model) का 26.5-40.0GHz में मापित प्रतिगमन हानि (Return Loss) -25 डेसीबल से भी अच्छा हैं। यह रेडियो आवृत्ति बैंड और सूक्ष्म तरंग तंत्र के लिए एक प्रमुख घटक के रूप में उपयोग होता हैं।

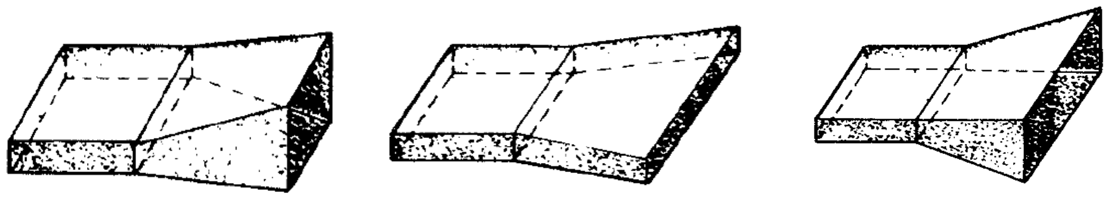
संकेत शब्द:
आवृत्ति बैंड, तरंगपथक, भारण, प्रतिरोधक पदार्थ, प्रतिगमन हानि

प्रस्तावना :

तरंगपथक भारण रेडियो आवृत्ति बैंड और सूक्ष्म तरंग तंत्र एक अनिवार्य घटक हैं। यह समापित्र दिशिक युगमक (Directional Coupler), फिल्टर (Filter), परिसंचरित्र (Circulator) एवं विलगित्र (Isolator) का अविभन्न घटक हैं। इस तरह के समापित्र (भारण) की अभिकल्पना और निर्माण काफी महंगा होता हैं क्योकि इसमे बहुत बड़े आवृत्ति बैंड में कम प्रतिगमन हानि होनी चाहिए। इस तरह के समलित समापित्र (भारण) में विकिरण भारण, स्फटिक क्रिस्टल, फेराइट, कार्बोनिल आयरन चूर्ण एपोक्सी या प्रतिरोधक पदार्थ परत की जरुरत होती हैं। इस समापित्र (भारण) को कार्यान्वित करने के लिए एक उपयुक्त रूपन या प्रतिरोधक पदार्थ एवं उसकी उपयुक्त अभिकल्पना और रूपण आवश्यक होता हैं जोकि तरंगपथक में उपस्थित सम्पूर्ण विधुतचुम्बकीय उर्जा को अवशोषित कर सके जिसके कारण इसका विकास समय ज्यादा और महंगा हो जाता हैं। इस प्रदर्षित तरंगपथक भारण को WR28 (a=7.112mm & b= 3.556mm) का-बैण्ड के लिए बनाया गया हैं एवं इसका 26.5-40.0GHz में मापित प्रतिगमन हानि -25.0 डेसीबल से भी अच्छा हैं।

समापित्र के प्रकार :

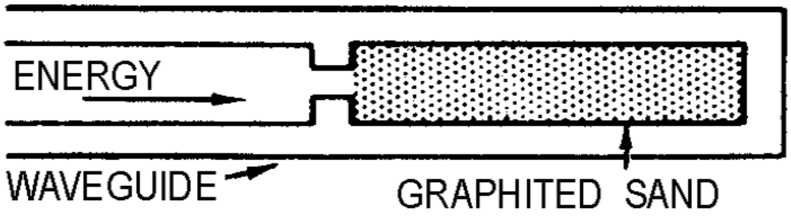
बहुदा विधुतचुम्बकीय उर्जा तरंगपथक से होकर खुले वातावरण (अंतरिक्ष) में या इसके विलोम वातावरण (अंतरिक्ष) से तरंगपथक में प्रवाहित होती हैं। किन्तु तरंगपथक की प्रतिबाधा (Impedance) खुले वातावरण (अंतरिक्ष) की प्रतिबाधा (Impedance) समान नहीं होती हैं ; सही प्रतिबाधा मिलान नहीं होने पर अप्रगामी तरंग (Standing Wave) बन जाती हैं जिससे तरंगपथक की दक्षता बहुत कम हो जाती हैं। अनायास ही प्रतिबाधा बदलने से अप्रगामी तरंग बनती हैं किन्तु जब प्रतिबाधा धीरे-धीरे बदलती है तो अप्रगामी तरंग या तो बहुत कम बनती है या बिलकुल भी नहीं बनती हैं। तरंगपथक में समापित्र कि सहायता से यह प्रतिबाधा धीरे-धीरे बदली जा सकती हैं। तरंगपथक में यह समापित्र फनेल रूप के होर्न (चित्र : 1) या प्रतिरोधक पदार्थ का उपयोग करके किया जा सकता हैं।



चित्र-1: तीन प्रकार के तरंगपथक फनेल रूप के होर्न

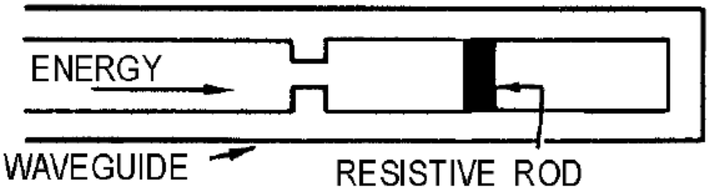
तरंगपथक को समापित्र करने के लिए प्रतिरोधक भारण (Resistive Load) का भी उपयोग किया जाता हैं जो तरंगपथक के अभिलक्षण प्रतिबाधा (Characteristic Impedance) से सुमेलित होती हैं। इस प्रतिरोधक भारण (Resistive Load) को बहुदा डमी भारण (Dummy Load) कहा जाता हैं क्योकि इसका कार्य तरंगपथक में उपस्थित सम्पूर्ण विधुतचुम्बकीय उर्जा को अवशोषित करना हैं जिससे तरंगपथक में अप्रगामी तरंग ना बन सके। तरंगपथक में प्रतिरोधक भारण लगाना बहुत ही कठिन कार्य हैं इसके लिए तरंगपथक में विशिष्ट व्यवस्था की जाती हैं। प्रथम तरीके में तरंगपथक के एक भाग को ग्रेफाइट और रेत (Graphite and sand) के मिश्रण को भर दिया जाता हैं

जैसा कि (चित्र : 2) में दिखाया गया हैं। इसमें जब विधुतचुम्बकीय उर्जा प्रवेश करती हैं तो विधुत धारा उत्पन्न होती हैं जिससे उर्जा ताप के रूप में क्षय हो जाती है।



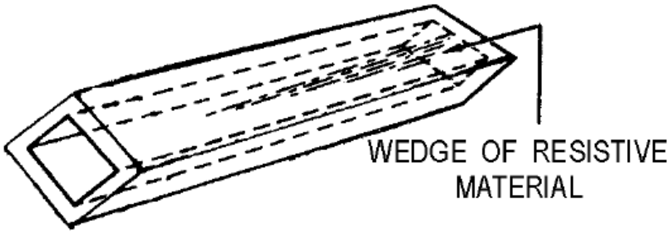
चित्र-2: ग्रेफाइट और रेत से भरा तरंगपथक

दूसरे तरीके में बहुत ज्यादा प्रतिरोधक वाली एक छंड़ (परत या पट्टिका) को तरंगपथक के विधुत क्षेत्र के बीचोबीच में रखा जाता हैं जैसा कि (चित्र : 3) में दिखाया गया हैं। इस विधुत क्षेत्र के कारण छंड़ में विधुत धारा प्रवाहित होती हैं जिससे विधुतचुम्बकीय उर्जा का शक्ति क्षय (Power Loss) ज्यादा प्रतिरोधक वाली छंड़ (परत या पट्टिका) में ताप (Heat) के रूप में हो जाता हैं।



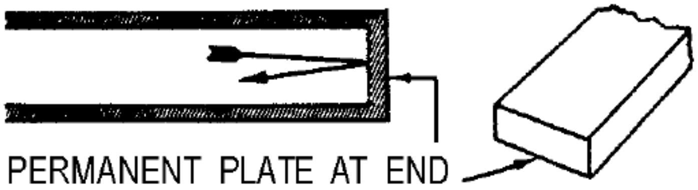
चित्र-3: प्रतिरोधक वाली छंड़ रखा तरंगपथक

एक और तरीके से तरंगपथक को समापित्र किया जा सकता है जिसमे कि बहुत ही उच्च प्रतिरोधक पदार्थ को फान (Wedge) रूप में उपयोग किया जाता हैं जैसा कि (चित्र : 4) में दिखाया गया हैं। इसमें फान के समतल को चुम्बकीय बल रेखा (magnetic lines of force) के अभिलम्ब (perpendicular) रखा जाता है। जब फान के समतल से चुम्बकीय बल रेखा कटती हैं तो फान में विधुत धारा प्रवाहित होती हैं और जिससे शक्ति क्षय (Power Loss) हो जाती हैं एवं दूसरे तरीके के जैसे ताप में परिवर्तित हो जाती हैं। क्योकि तरंगपथक के अंत तक बहुत कम उर्जा पहुंच पाती हैं ; उर्जा का प्रवर्तन भी कम होता हैं एवं यह अच्छा समापित्र होता हैं।



चित्र-4: फान (Wedge) रूप में उपयोग तरंगपथक

सभी समापित्र की अभिकल्पना या तो विधुतचुम्बकीय उर्जा के अवशोषण पर आधारित होता हैं विकिरण पर जिससे कि उर्जा का परावर्तन न हो। बहुत बार ऐसा होता है कि उर्जा तरंगपथक के अंत से परावर्तित हो जाती हैं। तो सबसे अच्छा तरीका तो यह है कि तरंगपथक के अंत में भी धातु पट्टिका लगा दिया जाये जैसा कि (चित्र : 5) में दिखाया गया हैं।



चित्र-5: धातु पट्टिका लगा तरंगपथक

अभिकल्पित समापित्र (भारण) :

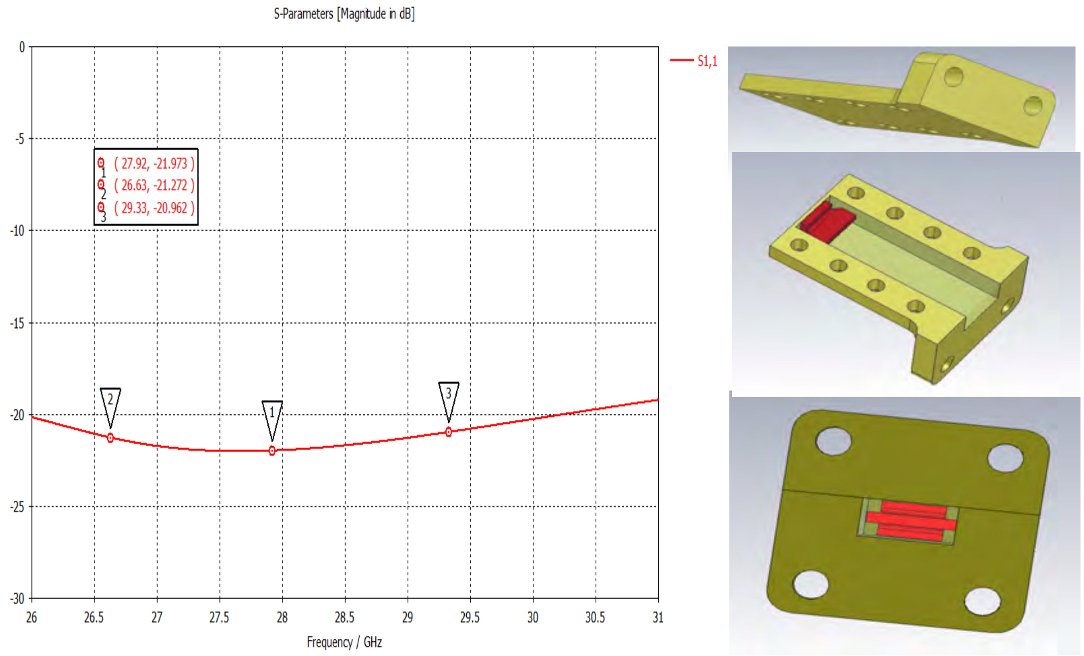
यह समापित्र (भारण) WR28 तरंगपथक में का-बैण्ड के लिए बनाया गया हैं। विभिन्न प्रकार के तरंगपथक का भिन्न-भिन्न आवृत्ति बैंडो में उनकी अटक आवृत्ति (Cut-off Frequency) के अनुसार उपयोग किया जाता हैं। तरंगपथक के लिए विभिन्न मानक

बनाये गए हैं जिनमे से US मानक काफी प्रचलित हैं जिसे तालिका-1 में दर्शाया गया हैं। मुख्यतया WR28 तरंगपथक का का-बैण्ड में उपयोग किया जाता हैं।

अभिकल्पित का-बैण्ड WR28 तरंगपथक समापित्र (भारण) को 3-D सॉफ्टवेयर की सहायता से अनुरूपन करके अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद (अं. .के.) में निर्मित कराया गया हैं। इसका 3-D दृश्य (View) एवं अनुरूपित परिणाम चित्र : 6 में दिखाया गया हैं। इसमें एक उच्च प्रतिरोधक वाली एक छंड़ (परत या पट्टिका) को तरंगपथक के विधुत क्षेत्र के बीचोबीच में रखा गया हैं। इस तरंगपथक एल्युमिनियम नामक धातु से बनाया गया हैं जोकि वजन में हलकी एवं इसकी विधुत चालकता बहुत उच्च होती हैं। इस तरंगपथक समापित्र (भारण) का माप 20mm X 20mm X 25mm एवं इसमें एक प्रयुक्त प्रतिरोधक वाली एक छंड़ (या पट्टिका) का माप 5mm X 3.35mm X 1mm हैं।

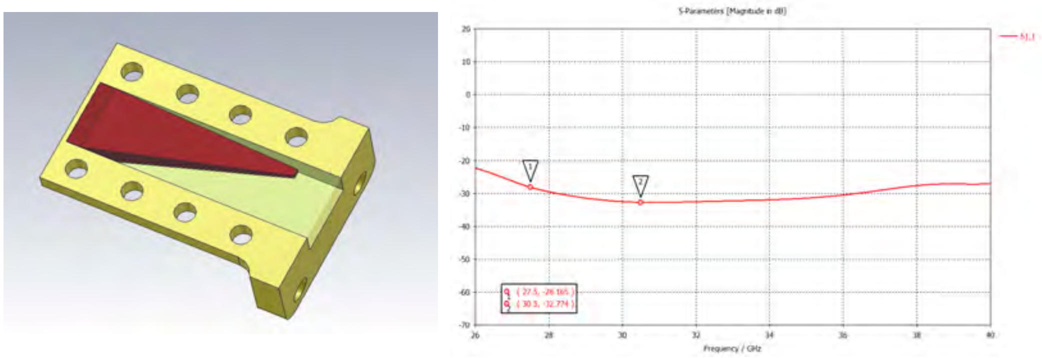
तालिका-1: तरंगपथक मानक

WR DESIGNATION	WG EQUIVALENT	STANDARD FREQ RANGE GHZ	INSIDE DIMENSIONS (INCHES)
WR340	WG9A	2.20 - 3.30	3.400 x 1.700
WR284	WG10	2.60 - 3.95	2.840 x 1.340
WR229	WG11A	3.30 - 4.90	2.290 x 1.150
WR187	WG12	3.95 - 5.85	1.872 x 0.872
WR159	WG13	4.90 - 7.05	1.590 x 0.795
WR137	WG14	5.85 - 8.20	1.372 x 0.622
WR112	WG15	7.05 - 10.00	1.122 x 0.497
WR90	WG16	8.2 - 12.4	0.900 x 0.400
WR75	WG17	10.0 - 15.0	0.750 x 0.375
WR62	WG18	12.4 - 18.0	0.622 x 0.311
WR51	WG19	15.0 - 22.0	0.510 x 0.255
WR42	WG20	18.0 - 26.5	0.420 x 0.170
WR28	WG22	26.5 - 40.0	0.280 x 0.140
WR22	WG23	33 - 50	0.224 x 0.112
WR19	WG24	40 - 60	0.188 x 0.094
WR15	WG25	50 - 75	0.148 x 0.074
WR12	WG26	60 - 90	0.122 x 0.061



चित्र-6: तरंगपथक समापित्र का 3-D दृश्य एवं अनुरूपित परिणाम (टाइप-1)

एक दूसरे प्रकार (टाइप-2) का का-बैण्ड WR28 तरंगपथक समापित्र (भारण) भी अभिकल्पित किया गया हैं जिसमे बहुत ही उच्च प्रतिरोधक पदार्थ को फान (Wedge) रूप में उपयोग किया जाता हैं इसमें प्रयुक्त प्रतिरोधक वाली फान (Wedge) का माप 20.3mm X 3.35mm हैं। जिसका अनुरूपित परिणाम एवं 3-D दृश्य (View) चित्र : 7 में दिखाया गया हैं।

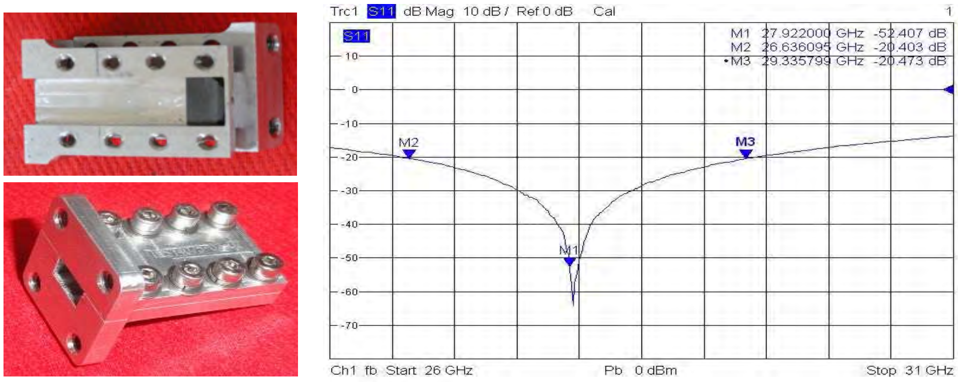


चित्र-7: तरंगपथक समापित्र का 3-D दृश्य एवं अनुरूपित परिणाम (टाइप-2)

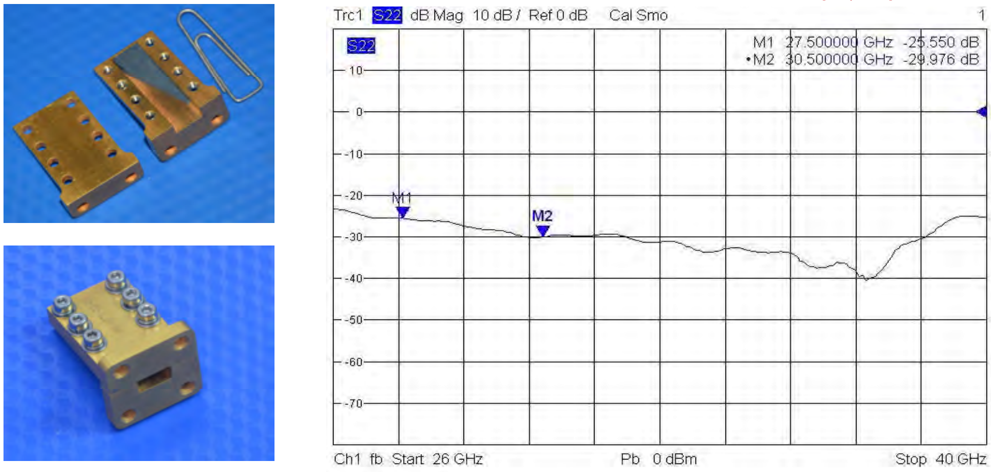
मापित परिणाम :

उच्च प्रतिरोधक वाली एक छंड़ (परत या पट्टिका) को एल्युमिनियम की तरंगपथक समापित्र में रखकर अच्छे से बंद करके इसे VNA (Vector Signal Analyzer) में मापित किया गया हैं। VNA (Vector Signal Analyzer) को सर्वप्रथम का-बैण्ड में WR28 Calkit की सहायता से आशाकित (Calibrate) किया गया जिससे कि मापन की त्रुटियों को कम से कम रखा जा सके। इसका (टाइप-1) फोटोग्राफ एवं मापित परिणाम चित्र : 8 में दिखाया गया हैं। इसका का-बैण्ड (26.5-29.0GHz) में मापित प्रतिगमन हानि -20 डेसीबल हैं।

टाइप-2 का फोटोग्राफ एवं मापित परिणाम चित्र : 9 में दिखाया गया हैं। इसका सम्पूर्ण का-बैण्ड (26.5-40.0GHz) में मापित प्रतिगमन हानि -25 डेसीबल से भी अच्छा हैं।



चित्र-8: तरंगपथक समापित्र का मापित परिणाम एवं फोटोग्राफ (टाइप-1)



चित्र-9: तरंगपथक समापित्र का मापित परिणाम एवं फोटोग्राफ (टाइप-2)

निष्कर्ष :

का-बैण्ड WR28 तरंगपथक समापित्र (भारण) को अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में विकसित किया गया है। (टाइप-1) तरंगपथक समापित्र का मापित परिणाम अनुरूपित परिणाम के सामान नहीं आया हैं एवं इसके लिए प्रयास जारी हैं। (टाइप-1) तरंगपथक समापित्र को का-बैण्ड परिश्चरित्र (Circulator) एवं विलगित्र (Isolator) के साथ लगाकर मापित किया हैं एवं मापित परिणाम आशा के अनुरूप पाए गए हैं। टाइप-2 का सम्पूर्ण का-बैण्ड (26.5-40.0GHz) में मापित प्रतिगमन हानि -25 डेसीबल से भी अच्छा हैं जोकि अनुरूपित परिणाम के सामान एवं आपेक्षित परिणाम से मिलते हैं। ये तरंगपथक समापित्र का-बैण्ड नीतभार के लिए विकसित किये जा रहे हैं एवं भविष्य में इन्हें का-बैण्ड तंत्र में उपयोग किया जा सकता हैं।

संदर्भ:

1 S.K. Chhotray, M. Sumathy*, K.S. Bhat and Lalit Kumar “Design of a Broad Band Matched Termination for an Overmoded Waveguide”, IEEE 2011

2 ROBERT W. BEATTY, “An Adjustable Sliding Termination for Rectangular Waveguide”, IRE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, 1956

3 T. Stander, P.W. van der Walt and P. Meyer, “A comparison of simple low-power wedge-type X-band waveguide absorbing load”, IEEE 2007

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, 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 नीतभारो में अभिग्राही के विभिन्न घटकों के निर्माण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई। वर्ष 2015, सितम्बर माह में उन्हें नवगठित *“ निष्क्रिय घटक स्वदेशीकरण प्रभाग”* में कार्यभार ग्रहण करते हुए भारतीय संचार एवं नौसंचालन संचार उपग्रहों में प्रयोगायुक्त विभिन्न निष्क्रिय घटको, मुख्यतः isolator, circulator, RF switches आदि का विकास कार्य शुरू किया है।

रवि शेखर ने 1995 में अमरावती विश्वविद्यालय से इलेक्ट्रॉनिकी एवं दूर संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की तथा 2002 में बिरला इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, मेसरा से सॉफ्टवेर इंजीनियरिंग में एम.ई. डिग्री प्राप्त की। वे 2002 से अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में कार्यरत हैं। उन्होंने नीतभार मापन के विभिन पहलुओं में महत्वपूर्ण योगदान दिया। वर्ष 2015 से वे *“निष्क्रिय घटक स्वदेशीकरण प्रभाग”* में परिसंचरित्र एवं समापित्र अभिकल्पना एवं विकास का कार्य कर रहे हैं।

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 में 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 घटको, मुख्यतः isolator, circulator, RF switches अदि, का देश में ही विकास एवं उत्पादन का उत्तरदायित्व सौंपा गया।

संचार उपग्रह SATCOM

उच्च आवृत्ति विधि एवं चुंबकीय विधि के उपयोग से संचार ब्लैक आउट का शमन

राजेश कुमार सिंह, नेहा मेहरा

सारांश

पृथ्वी के वायुमंडल में पुनः प्रवेश की प्रक्रिया के दौरान, एक अंतरिक्ष यान के चारों ओर प्लाज्मा आच्छद का गठन होता है जिसके परिणामस्वरूप अंतरिक्ष यान संचार-ब्लैकआउट से ग्रस्त हो जाता है। इस के कारण पुनः प्रवेश के सबसे महत्वपूर्ण चरण के दौरान अंतरिक्ष यान का भू-नियंत्रण केंद्र के साथ संचार संपर्क टूट जाता है। इस पत्र में एक प्ररूपी पुनः प्रवेश अंतरिक्ष यान में संचार-ब्लैकआउट की समस्या और उसके निवारण के अध्ययन को प्रस्तुत किया गया है। उच्च आवृति विधि एवं चुम्बकीय विधि के उपयोग से संचार ब्लैकआउट का शमन प्रस्तुत किया गया है।

1. प्रस्तावना

मानव-मिशन अंतरिक्ष उड़ान और पुनः प्रयोग करने योग्य प्रक्षेपण यान पृथ्वी पर वापसी के दौरान पृथ्वी के वायुमंडल में पुन: प्रवेश करते हैं। इस प्रक्रिया के दौरान अंतरिक्ष यान के आसपास की हवा अत्यधिक गरम हो जाती है जिसकी वजह से अंतरिक्ष यान प्लाज्मा आच्छद से आवृत हो जाता है। इस प्लाज्मा आच्छद के कारण भू-नियंत्रण केंद्र और पुनः प्रवेश अंतरिक्ष यान के बीच रेडियो संचार में दखल होता है और संचार तंत्र टूट जाता है। संचार तंत्र में इस विराम को "संचार ब्लैकआउट" कहा जाता है। अंतरिक्ष यान के पुन: प्रवेश के दौरान संचार ब्लैकआउट एक चिंताजनक मुद्दा है क्यूंकि यह प्रक्रिया पुनः प्रवेश अंतरिक्ष यान के मैन्युवर चरण के महत्वपूर्ण भाग के समय घटित हो सकती है। अतः इस समस्या की गंभीरता कि वजह से संचार-ब्लैकआउट का निवारण करना अत्यंत महत्वपूर्ण है।

2. प्लाज्मा आच्छद का महत्व

पृथ्वी के वायुमंडल में पुनः प्रवेश के दौरान एक अंतरिक्ष यान में अत्यधिक मात्रा में विभव एवं गतिज ऊर्जा होती है। पुनः प्रवेश की प्रक्रिया के दौरान अंतरिक्ष यान का वेग बढ़ता है और एक प्रघात तरंग विकसित होती है जिसके कारण वाहन के चारों ओर की हवा अधिक गरम और संकुचित हो जाती है। प्रघात तरंग और वायुमंडलीय कर्षण, अंतरिक्ष यान की गतिज ऊर्जा को ऊष्मीय ऊर्जा में परिवर्तित कर देते हैं। इस ऊष्मीय ऊर्जा से हवा का तापमान बढ़ जाता है और जिसके परिणामस्वरूप हवा के अणु आयनित हो जाते हैं और अणुओं का असमान एवं असाम्य इलेक्ट्रॉन-आयन प्रोफाइल उत्पन्न होता है। इस आयनित परत को "पुनः प्रवेश प्लाज्मा आच्छद" के रूप में जाना जाता है।

a. प्लाज्मा आवृत्ति और संघट्टन आवृत्ति

आवेशित कण उनके स्थिर-विद्युत क्षेत्र की वजह से एक संतुलित दूरी बनाए रखते हैं। यदि एक इलेक्ट्रॉन या आयन अपने संतुलन-स्थिति से कुछ दूर चला जाता है तब एक विद्युत क्षेत्र का गठन होता है, जिसके कारण इलेक्ट्रान और आयन एक दूसरे को आकर्षित करते हैं। विद्युत क्षेत्र इलेक्ट्रॉन को वापस खींचती है, इस तरह, इलेक्ट्रॉन प्लाज्मा में दोलन करते हैं। आवेशित कणों की दोलन आवृत्ति को "प्लाज्मा आवृत्ति" कहा जाता है। इलेक्ट्रॉन प्लाज्मा आवृत्ति को समीकरण-1 द्वारा दिखाया जाता है।

$$\omega_p = \sqrt{\frac{N_e e^2}{\varepsilon_0 m_e}} \quad (1)$$

जहां, ω_p प्लाज्मा आवृत्ति, N_e इलेक्ट्रॉन घनत्व, e इलेक्ट्रॉन चार्ज, m_e इलेक्ट्रॉन वजन, एवं ε_0 मुक्त अंतरिक्ष में डाइ-इलेक्ट्रिक स्थिराँक है।

इलेक्ट्रॉनों का संघट्टन तटस्थ चार्ज कणों के साथ भी हो सकता है। तटस्थ चार्ज कणों के साथ इलेक्ट्रॉन की संघट्टन दर "संघट्टन आवृत्ति" के रूप में कहलाती है और इसकी गणना समीकरण -2 से की जा सकती है:

$$\nu = \frac{5.814x10^{12} p}{T^{1/2}} \quad (2)$$

जहां, T तापमान एवं p वायु दबाव है।

b. प्लाज्मा आच्छद एवं विद्युत चुम्बकीय तरंगों की पारस्परिक क्रिया

पुनः प्रवेश प्लाज्मा के गुण निर्धारित करने के लिए, विद्युत चुम्बकीय तरंगों और प्लाज्मा के बीच पारस्परिक क्रिया का एक मात्रात्मक विश्लेषण किया गया है। प्लाज्मा आच्छद के माध्यम से प्रचार करने वाली विद्युत चुम्बकीय तरंग के लिए प्रचार निरंतर (γp) क्षीणन गुणांक (αp) और कला गुणांक (βp) के रूप में व्यक्त किया जा सकता है।

$$\gamma_p = \alpha_p - j\beta_p \quad (3)$$

क्षीणन गुणांक (α_p) और कला गुणांक (β_p) की गणना निम्न समीकरणों से की जा सकती है:

$$\alpha_p = k_o \left[\frac{(K_r^2+K_i^2)^{1/2} - K_r}{2}\right]^{1/2} \quad (4)$$

$$\beta_p = k_o \left[\frac{(K_r^2+K_i^2)^{1/2} + K_r}{2}\right]^{1/2} \quad (5)$$

$$K_r = 1 - \frac{\omega_p^2}{\omega^2+\nu^2} \quad (6)$$

$$K_i = \frac{\omega_p^2 (\nu/\omega)}{\omega^2+\nu^2} \quad (7)$$

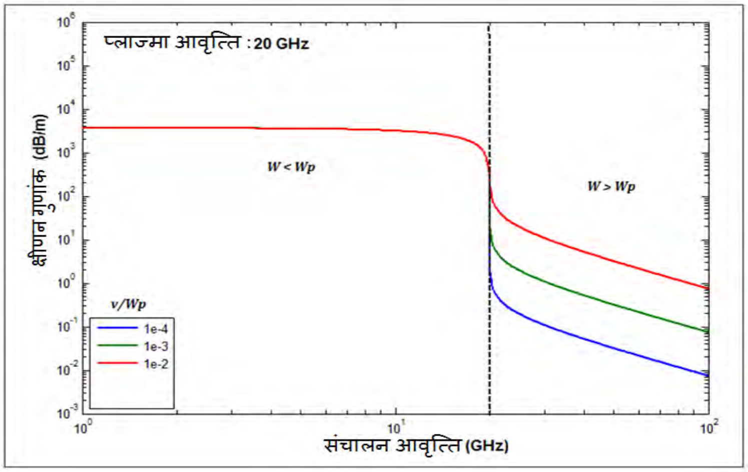
जहां, ω_p प्लाज्मा आवृत्ति, ω संचालन आवृत्ति; ν संघट्टन आवृत्ति, $k_o=\omega/c$, c प्रकाश का वेग है।

कुल क्षीणन (A^{dB}) और कला विस्थापन (θ^{dB}), क्षीणन गुणांक और कला गुणांक का प्लाज्मा आच्छद की सघनता (t) के लिए एकीकरण द्वारा प्राप्त किया जा सकता है। कुल क्षीणन और कला विस्थापन की गणना समीकरण-9 एवं समीकरण-10 से की जाती है।

$$A^{dB} = 8.686 \int_0^{\Delta} \alpha_p dy \quad (8)$$

$$\theta^{deg} = (180/\pi) \int_0^{\Delta} \beta_p \, dy \quad (9)$$

चित्र-1 में 20 GHz की प्लाज्मा आवृत्ति के लिए सामान्यीकृत संघट्टन आवृत्ति के विभिन्न मानों के लिए क्षीणन गुणांक का रेखा-चित्र दिखाया गया है।



चित्र -1: संचालित आवृत्ति के सन्दर्भ में क्षीणन गुणांक

उपरोक्त चर्चा से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि उड़ान पथ प्रक्षेपवक्र, इलेक्ट्रॉन घनत्व और इलेक्ट्रॉन संघट्टन आवृत्ति के द्वारा, प्लाज्मा के कारण विद्युत-चुम्बकीय तरंगों के क्षीणन का अनुमान लगाया जा सकता है। यह आकलन अंतरिक्ष उड़ान के पुनः प्रवेश के दौरान संचार ब्लैकआउट शमन के लिए उपयुक्त तकनीक का चयन करने में मदद करता है।

3. संचार ब्लैकआउट के निदान की विधियाँ

संचार ब्लैकआउट के निदान की विधियों को तीन भागों में बांटा जा सकता है:

क. क्षीणन क्षेत्र से बचना: उच्च आवृत्तियों का प्रयोग करना जो प्लाज्मा से क्षीण नहीं होती

ख. प्लाज्मा आच्छद में एलेक्ट्रोंस के घनत्व को कम करना :चुंबकीय विधि, वायुगतिकीय आकार में ,प्रयोग विधि-शीतलक संशोधन विधि

ग. प्लाज्मा गुणधर्म का रूपांतर करना :चुंबकीय विंडो विधि

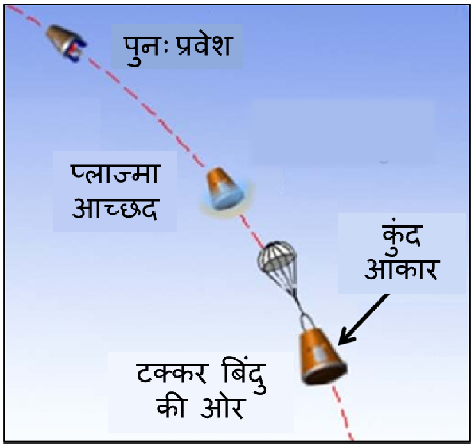
यह शमन विधियाँ संचार ब्लैकआउट का निदान करने में सहायक होती हैं परन्तु इन विधियाँ में कई समस्याऐं भी हो सकती हैं। वायुगतिकीय आकार संशोधन विधि में वाहन की वायुगतिकीय स्थिरता को बनाए रखने में कठिनाइ होती है। शीतलक-प्रयोग विधि से ऑन-बोर्ड वजन में वृद्धि होती है, अतः कम वजन वाले मिशन में यह वांछनीय नहीं है।

अगले भाग में, उच्च आवृत्ति संचालन विधि का उपयोग कर एक प्ररूपी पुनः प्रवेश अंतरिक्ष यान में संचार-ब्लैकआउट की समस्या और उसके निवारण के अध्ययन को प्रस्तुत किया गया है।

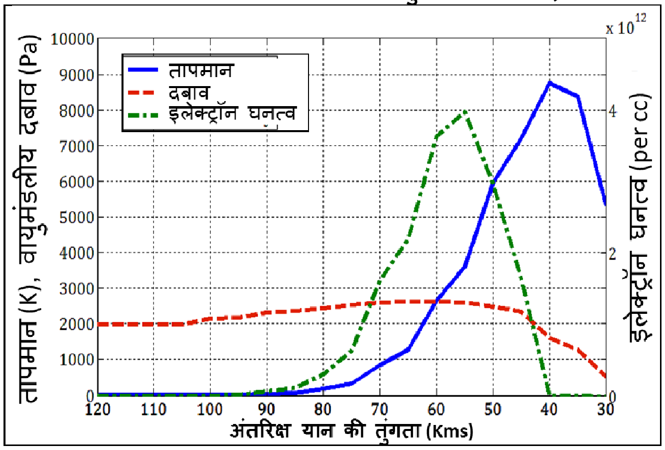
4. एक प्ररूपी पुनः प्रवेश अंतरिक्ष यान उड़ान में संचार ब्लैकआउट का अध्ययन

a. प्लाज्मा क्षीणन का विश्लेषण

इस अध्ययन में एक प्ररूपी कुंद आकार वाले पुनः प्रवेश अंतरिक्ष यान में संचार ब्लैकआउट के लिए अध्ययन किया गया है। अंतरिक्ष यान का पुनः प्रवेश प्रोफाइल चित्र-2 में दिखाया गया है। प्रतिरूपी अंतरिक्ष यान की तुंगता के संदर्भ में इलेक्ट्रॉन घनत्व, तापमान, एवं वायुमंडलीय दबाव प्रोफाइल चित्र-3 में दिखाया गया है।



चित्र -2: प्ररूपी अंतरिक्ष यान का पुनः प्रवेश प्रोफाइल

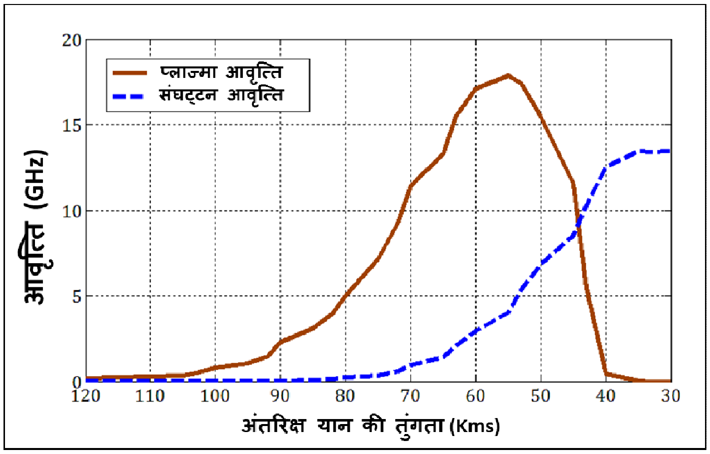


चित्र -3: इलेक्ट्रॉन घनत्व प्रोफाइल

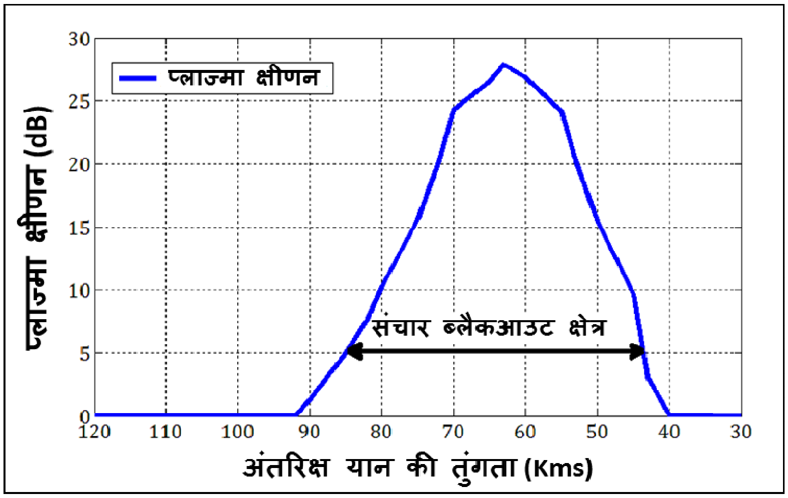
इस अध्ययन के लिए निम्न पूर्वधारणा ली गई हैं:

- संचार कड़ी की आवृत्ति: 2.2 GHz (S-Band)
- एकसमान प्लाज्मा मोटाई : 0.5 inches
- संचार कड़ी के क्षीणन में तंत्र उपांत : 5 dB

पुनः प्रवेश के मापदंडों (तापमान, वायुमंडलीय दबाव और इलेक्ट्रॉन घनत्व) से प्लाज्मा आवृत्ति और संघट्टन आवृत्ति की गणना की गई है। इस से कुल क्षीणन और कुल कला विस्थापन का अनुमान लगाया जा सकता है। इस अध्ययन में अधिकतम प्लाज्मा आवृत्ति 18 GHz है। प्लाज्मा आवृत्ति और संघट्टन आवृत्ति के प्रोफाइल को अंतरिक्ष यान की तुंगता के संदर्भ में चित्र-4 में दिखाया गया है।



चित्र-4: अंतरिक्ष यान की तुंगता के संदर्भ में प्लाज्मा आवृत्ति और संघट्टन आवृत्ति के प्रोफाइल

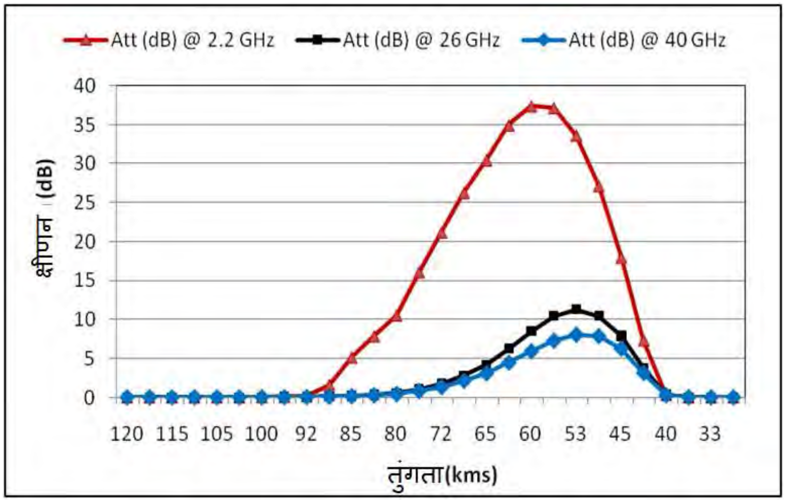


चित्र-5: अंतरिक्ष यान की तुंगता के संदर्भ में प्लाज्मा क्षीणन

चित्र-5 में अंतरिक्ष यान की तुंगता के संदर्भ में प्लाज्मा क्षीणन को दर्शाया गया है। संचार कड़ी में क्षीणन का तंत्र उपांत सिर्फ 5 dB है, अतः 85kms से 45kms तक यान से संचार संभव नहीं होगा। अतः पुनः प्रवेश अंतरिक्ष यान उड़ान एक लंबी अवधि के लिए संचार ब्लैकआउट से ग्रस्त रहेगा। इस अवधि को ***संचार ब्लैकआउट क्षेत्र*** कहते हैं।

b. उच्च आवृत्ति विधि से संचार ब्लैकआउट का शमन

उच्च आवृत्ति विधि में प्लाज्मा आवृत्ति से अधिक संचालन आवृत्ति का प्रयोग किया जाता है। क्योंकि प्ररूपी पुनः प्रवेश अंतरिक्ष यान उड़ान में अधिकतम प्लाज्मा आवृत्ति 18GHz है, इसलिए संचार लिंक के लिए 18GHz से अधिक की आवृत्ति का चयन किया जाना चाहिए। एकसमान प्-लाज्मा वितरण एवं प्लाज्मा आच्छद की 2.2 ,ई के लिएइंच मोटा 0.5 GHz, 26GHz और 40GHz आवृत्तियों पर कुल क्षीणन चित्र-6 में दिखाया गया है। 2.2GHz के लिए 37dB की तुलना में 26GHz और 40GHz के लिए अधिकतम क्षीणन, क्रमश 9 :dB और 6dB है।



चित्र-6: विभिन्न संचालन आवृत्तियों पर कुल क्षीणन

प्लाज्मा आवृत्ति की तुलना में उच्च आवृत्ति पर संचालन द्वारा कुल क्षीणन के साथ ही उच्च क्षीणन की अवधि भी काफी कम हो जाती है। उच्च आवृत्तियों पर अवशिष्ट क्षीणन संचार लिंक के प्रणाली मार्जिन में शामिल किया जा सकता है। इस अध्यन से यह साबित होता है कि पुनः प्रवेश अंतरिक्ष यान में संचार स्थापित करने के लिए उच्च आवृत्ति का प्रयोग किया जा सकता है।

c. चुंबकीय विधि से संचार ब्लैकआउट का शमन

उच्च आवृत्ति विधि के उपयोग से संचार ब्लैकआउट की समस्या पर निदान पाया जा सकता है, परन्तु यदि संचार कड़ी में कम आवृत्ति का प्रयोग करना है (जैसे कि S-Band), तो चुंबकीय विधि लाभधायक हो सकती है।

जब एक स्थैतिक चुंबकीय शक्ति को संकेत संचरण कि दिशा में अनुप्रयुक्त किया जाता है, तो वह चुंबकीय शक्ति के लम्बवत्त तल में एलेक्ट्रॉस कि गति को रूपांतरक करता है। जिससे एलेक्ट्रॉस का विद्युत चुम्बकीय तरंगों से

पारस्परिकक्रिया कम होती है। अतः प्लाज्मा कि वजह से संचार संकेत में क्षीणन में कमी आती है। इस तरह RHCP व LHCP विधियाँ में संचार संभव हो सकता है।

चुंबकीय शक्ति के आभाव में प्लाज्मा आवृत्ति से कम आवृत्ति का उपयोग संचार कड़ी में संभव नहीं होता। परन्तु यदि चुंबकीय शक्ति का प्रयोग किया जाये तो प्लाज्मा एलेक्ट्रोंस व विद्युत चुम्बकीय तरंगों के बीच में पारस्परिक क्रिया नहीं होती। अतः प्लाज्मा आवृत्ति से कम आवृत्ति पर भी संचार संभव हो सकता है।

चुंबकीय शक्ति से ग्रस्त प्लाज्मा में प्रचार निरंतर (γ_p) को RHCP व LHCP विधा के लिए इस तरह व्यक्त किया जाता है:

$$\gamma_{LHCP} = \alpha_{LHCP} + j\beta_{LHCP} \qquad (11)$$

$$\gamma_{RHCP} = \alpha_{RHCP} + j\beta_{RHCP} \qquad (12)$$

जहाँ,

$$\alpha_{LHCP} = k_o \left[\frac{\sqrt{(K_1^2+K_2^2)} - K_1}{2}\right]^{1/2} \qquad (13)$$

$$\beta_{LHCP} = k_o \left[\frac{\sqrt{(K_1^2+K_2^2)} + K_1}{2}\right]^{1/2} \qquad (14)$$

$$\alpha_{RHCP} = k_o \left[\frac{\sqrt{(K_3^2+K_4^2)} - K_3}{2}\right]^{1/2} \qquad (15)$$

$$\beta_{RHCP} = k_o \left[\frac{\sqrt{(K_3^2+K_4^2)} + K_3}{2}\right]^{1/2} \qquad (16)$$

$$K_1 = \frac{1-[(\omega_p/\omega)^2\{1-(\omega_c/\omega)^2+(\nu/\omega_p)^2\}]-[2(\omega_p/\omega)^2(\omega_c/\omega)(\nu/\omega_p)]}{[1-(\omega_c/\omega)^2-(\nu/\omega_p)^2]^2+4(\nu/\omega_p)^2} \qquad (17)$$

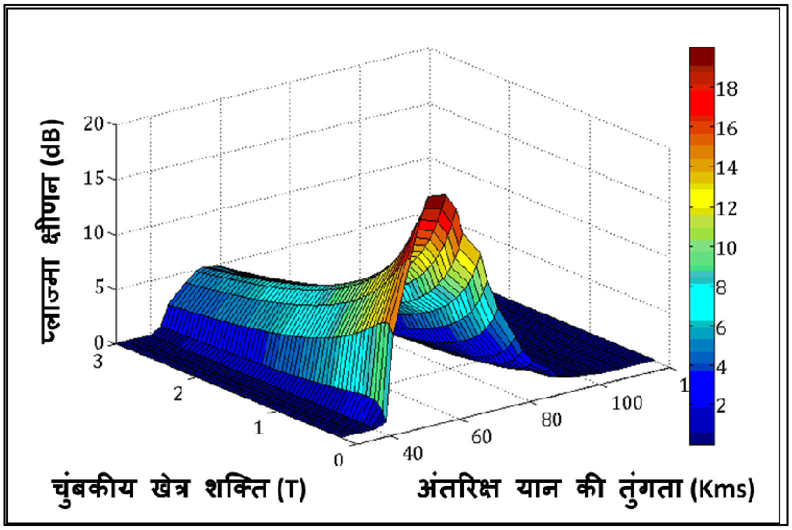
$$K_2 = \frac{[(\omega_p/\omega)^2(\omega_c/\omega)\{1-(\omega_c/\omega)^2-(\nu/\omega_p)^2\}]-[(\nu/\omega_p)(\omega_p/\omega)^2\{1+(\omega_c/\omega)^2+(\nu/\omega_p)^2\}]}{[1-(\omega_c/\omega)^2-(\nu/\omega_p)^2]^2+4(\nu/\omega_p)^2} \qquad (18)$$

$$K_3 = \frac{1-[(\omega_p/\omega)^2\{1-(\omega_c/\omega)^2+(\nu/\omega_p)^2\}]+[2(\omega_p/\omega)^2(\omega_c/\omega)(\nu/\omega_p)]}{[1-(\omega_c/\omega)^2-(\nu/\omega_p)^2]^2+4(\nu/\omega_p)^2} \qquad (19)$$

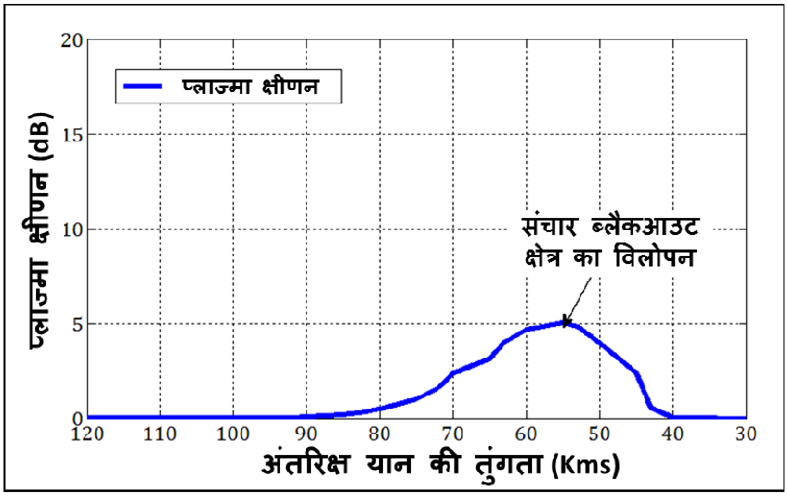
$$K_4 = \frac{-[(\omega_c/\omega)(\omega_p/\omega)^2\{1-(\omega_c/\omega)^2-(\nu/\omega_p)^2\}]-[(\nu/\omega_p)(\omega_p/\omega)^2\{1+(\omega_c/\omega)^2+(\nu/\omega_p)^2\}]}{[1-(\omega_c/\omega)^2-(\nu/\omega_p)^2]^2+4(\nu/\omega_p)^2} \qquad (20)$$

जहाँ ω संचार कि आवृत्ति है, k_0 तरंग संख्या है, ($k_o = \omega/c$, c प्रकाश का वेग है)

जैसा कि चित्र -7 में दर्शाया गया है, चुंबकीय शक्ति कि उपस्थिति में कुल क्षीणन में कमी आती है। चित्र -8 यह साबित करता है कि 3T के चुंबकीय शक्ति के उपयोग से उच्चतम क्षीणन सिर्फ 5 dB रह जाता है जोकि तंत्र उपांत के अंदर आ जाता है। अतः संचार स्थापित किया जा सकता है।



चित्र-7: चुंबकीय शक्ति कि उपस्थिति में प्लाज्मा क्षीणन



चित्र-8: 3T के चुंबकीय खेत्र में प्लाज्मा क्षीणन

इस अध्ययन से यह साबित होता है पुनः प्रवेश अंतरिक्ष यान में चुम्बकीय विधि के प्रयोग से कम आवृत्ति पर भी संचार स्तापित किया जा सकता है।

5. निष्कर्ष

विश्लेषण के परिणाम से ये साबित होता है कि उच्च आवृत्ति विधि के उपयोग से प्लाज्मा की वजह से विद्युत चुम्बकीय तरंग के क्षीणन को काफी कम किया जा सकता है। लेकिन कुछ अंतरिक्ष मिशनों में मिशन प्रोफाइल के आधार पर प्लाज्मा आवृत्ति बहुत अधिक हो सकती है। ऐसे मामलों में, चुंबकीय विधि के उपयोग से संचार ब्लैकआउट की समस्या का निदान पाया जा सकता है।

शब्द संकेत

विद्युत चुम्बकीय तरंग, संचार ब्लैकआउट, प्लाज्मा, उच्च आवृत्ति विधि, चुंबकीय विधि, प्लाज्मा क्षीणन

संदर्भ

1. जेम्स पीचर्चिल .जे.रीबॉक और आर ., "प्रोग्रेस इन रीएंट्री कम्युनिकेशन्स", आईईईई ट्रांजैशनस ऑन एयरोस्पेस एंड इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम्स, वॉल्यूम एईएस-7, सं .5 सितंबर, 1971.
2. एच " ,होदारा .द यूस ऑफ मग्नेटिक फिएल्ड इन एलिमिनेशन ऑफ द रि"एंट्री रेडियो ब्लेकआउट-, प्रोसेदिंग्स ऑफ आई.ई.आर., अगस्त, 1961.
3. आर" ,स्टार्की .पी .एलेक्ट्रोमेग्नेटिक वेव मेग्नेटोएक्टिव /प्लाज्मा शीथ इंटरएक्शन फॉर हाइपरसोनिक वेहिकल टेलीमीट्री ब्लैकआउट एनेलिसिस, 34वीं ऐजून ,कांफेरेंस .ऐ.ऐ.आई., 2013.

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।

लेखक परिचय :

<u>राजेश कुमार सिंह (लेखक)</u>

लेखक ने इलेक्ट्रोनिक्स एंड कम्मुनिकेशंस में बी. टेक. सन 2004 में 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 नीत्भार के लिए तंत्र अभियन्त्रिकी परिकल्पना करना है, जिनमें जी-सेट-8, 10, 15 प्रमुख हैं।

<u>नेहा मेहरा (सह-लेखक)</u>

सह-लेखक ने सन 2007 में इलेक्ट्रोनिक्स एंड कम्मुनिकेशंस में बी. ई. की है। यह सितम्बर 2007 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में कार्यरत है। इन्होंने इसरो के विभिन्न जी-सेट उपग्रहों के नीतभार के लिए तंत्र अभियन्त्रिकी के अंतर्गत संचार कड़ी विश्लेषण, प्रेषानुकर अभिकल्पना एवं अनुरूपण पर कार्य किया है तथा विभिन्न आधुनिक संचार उपग्रहों के लिए तंत्र विश्लेषण किया है।

***

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक इन इंडिया अभिगम

सुवाह्य मल्टमीडिया टर्मिनल (Portable Multimedia Terminal)

लीना कोहली कपूर, चंद्रप्रकाश, एस एन सताशिया
एसएटीडी/एसएनएए

जीसेट-6 प्रणाली

सारांश: भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के अहमदाबाद केन्द्र (SAC) द्वारा सुवाह्य मल्टी मीडिया टर्मिनल का विकास किया गया है जो जीसेट-6 उपग्रह के MSS (चल उपग्रह सेवा) प्रेषानुकर का उपयोग करके सुदूर क्षेत्रों से अंकीय आई पी (IP) डाटा संचरण, वीडियो सम्मलेन तथा वेब पृष्ठ में सहायक होता है। प्रस्तुत लेख में इसका संक्षिप्त वर्णन करके इसके प्रचालन एवं इसकी उपयोगिता पर प्रकाश डाला गया है।

प्रस्तावना

भारत सरकार द्वारा मेक इन इंडिया प्रोत्साहन कार्यक्रम चलाया गया है। इस कार्यक्रम से न केवल सकल घरेलु उत्पाद में वृद्धि होगी अपितु रोजगार के मौके भी प्राप्त होगे। । इस कार्यक्रम को सफल बनाने के लिए आवशयक है कि देश में ही लोकहित तकनीकों का विकास हो और इन तकनीकों को निजी क्षेत्र में स्थांतरित किया जाए। “भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) अपनी स्थापना से ही राष्ट्र के सर्वांगीण विकास में अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के उपयोगों के विकास में अग्रिणी रहा है। यह सिलसिला सन् 1975 से निरंतर चल रहा है, जब इसरो ने अमेरिकन संचार उपग्रह एटीएस-6 के द्वारा सेटेलाइट इन्स्ट्रक्शन टेलीविज़न एक्सपेरिमेंट (साइट) परियोजना शुरू की थी। इसकी सफलता के बाद खेड़ा संचार परियोजना (KCP) भी चलाई गई, जिसका मुख्य उद्देश्य देश के दूर-दराज के गांवों में संचार उपग्रह आधारित टेलिविजन प्रसारण के माध्यम से ग्रामीण समाज में उनकी मूलभूत आवश्यकताओं को पूरा करके उनका सर्वांगीण विकास करना था। अतः इस पृष्ठभूमि में देश के अंकीयकरण में तथा तकनीकी आत्मनिर्भरता में भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकने में सक्षम है। इसी क्रम में सुवाह्य मल्टी मीडिया टर्मिनल इस लक्ष्य की पूर्ती में सार्थक सिद्ध हुआ है। प्रस्तुत लेख में सुवाह्य मल्टी मीडिया टर्मिनल (PMT) के विकास, निर्माण, उपयोगिता एवं उसकी मुख्य विशेषताओं की संक्षिप्त जानकारी देने का प्रयास किया गया है।

मल्टी मीडिया टर्मिनल – ग्लोबल प्रवृत्ति

विश्व में मल्टी मीडिया संचरण की कई प्रचलित प्रणालियाँ हैं। इसमें इन मर सैट (INMARSAT-BGAN) और थोराया (Thuraya) प्रणाली प्रमुख है। इन मर सैट-4 उपग्रह में 200 स्थलीय किरण-पुंज है तथा उनका भूगौलिक विस्तार क्षेत्र बहुत बड़ा है। बिगेन के टर्मिनल बहुत छोटे है तथा कम ऊर्जा का प्रयोग करते है। यह 512 kbps तक डेटा संचरण करने में सक्षम है। यह टर्मिनल एल (L) बैंड में काम करते है।

(बिगेन) BGAN मल्टी मीडिया टर्मिनल की विशेषताएँ निम्नलिखित हैं

- प्रयोक्ता अंतरापृष्ठ ब्लूटूथ इथरनेट यू एस बी, द्वारा
- डाटा दर 512 kbps तक
- जी पी एस द्वारा वर्तमान स्थिति की जानकारी
- उन्नत कोडन एवं माडुलन स्कीम
- कुशल ध्वनि संपीडन कलन विधि, अधिग्रहण एवं तुल्यकालन
- कम उर्जा खपत एवं संसाधन लोड

बिगेन (BGAN) मल्टी मीडिया टर्मिनल

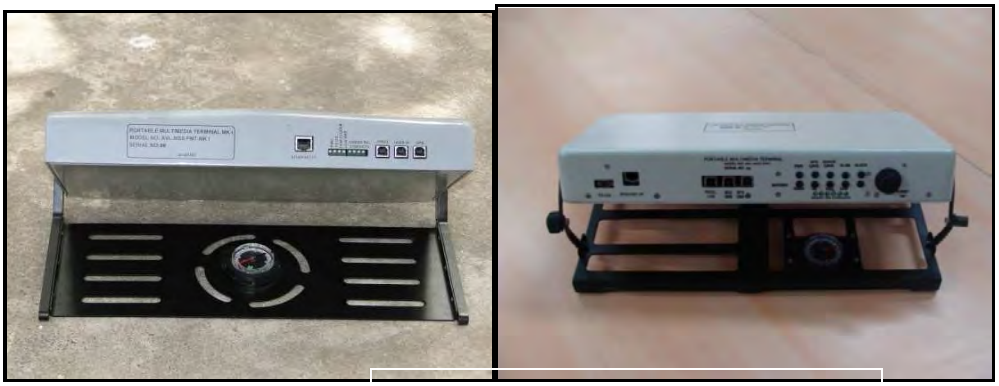
थोराया (Thuraya) मल्टी मीडिया टर्मिनल

थोराया तारा समूह के नाम पर आधारित तथा 1997 में स्थापित, थोराया क्षेत्रीय उपग्रह दूरभाष सेवा प्रदान करता हैं थोराया के विस्तार क्षेत्र में यूरोप, अफ्रीका एशिआ आस्ट्रेलया एवं मध्य पूर्व के क्षेत्र आते है। इस कंपनी की स्थापना तथा आधार संयुक्त अरब अमीरात में है।

थोराया मल्टी मीडिया टर्मिनल हलके वजन के है तथा 444 kbps की दर तक डेटा संचरण प्रदान करते है। टी सी पी त्वरक (TCP Accelerator) से थ्रूपुट में 80% तक वृद्धि प्राप्त होती है।

थोराया मल्टी मीडिया टर्मिनल

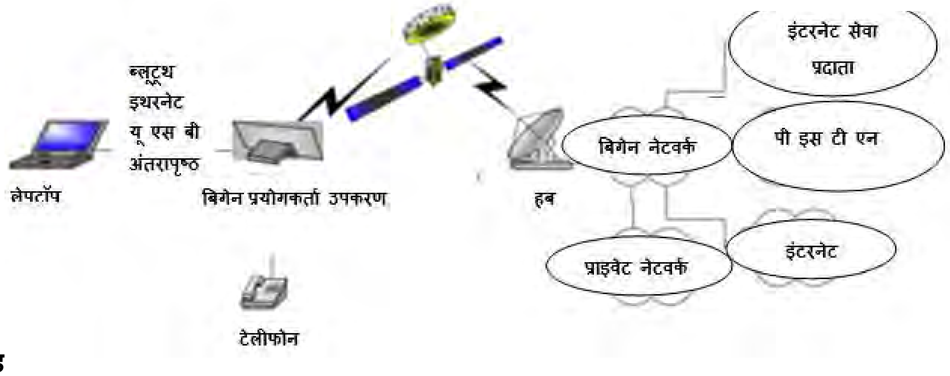
इसरो निर्मित सुवाह्य मल्टी मीडिया टर्मिनल



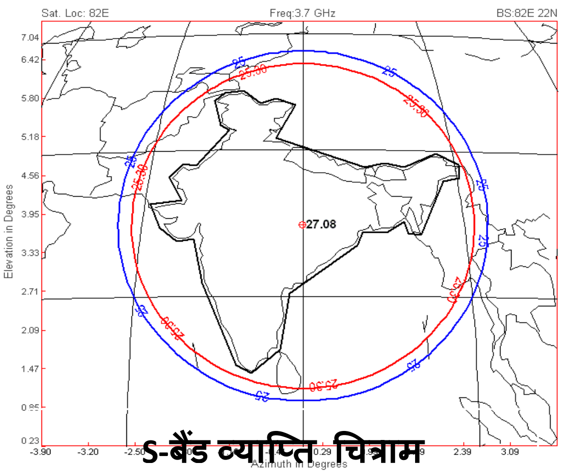
सुवाह्य मल्टी मीडिया टर्मिनल

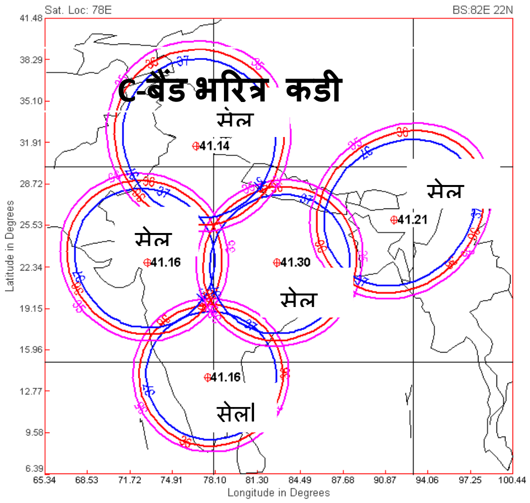
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के अहमदाबाद केन्द्र (SAC) द्वारा सुवाह्य मल्टी मीडिया टर्मिनल का विकास किया गया है जो जीसेट-6 उपग्रह के MSS (चल उपग्रह सेवा) प्रेषानुकर का उपयोग करके अंकीय आई पी (IP) डाटा संचरण तथा वीडियो सम्मलेन में सहायक होता है। इस टर्मिनल का निर्माण आपदाकाल में आई पी (IP) डाटा संचरण तथा वीडियो सम्मलेन के लिए किया जाता है जब संचार के अन्य सारी व्यवस्थाएं ठप्प हो जाय। इसका उपयोग आपातकाल में भारत के किसी भी कोने से संचार के लिए किया जा सकता है।

S-बैंड व्याप्ति चित्राम



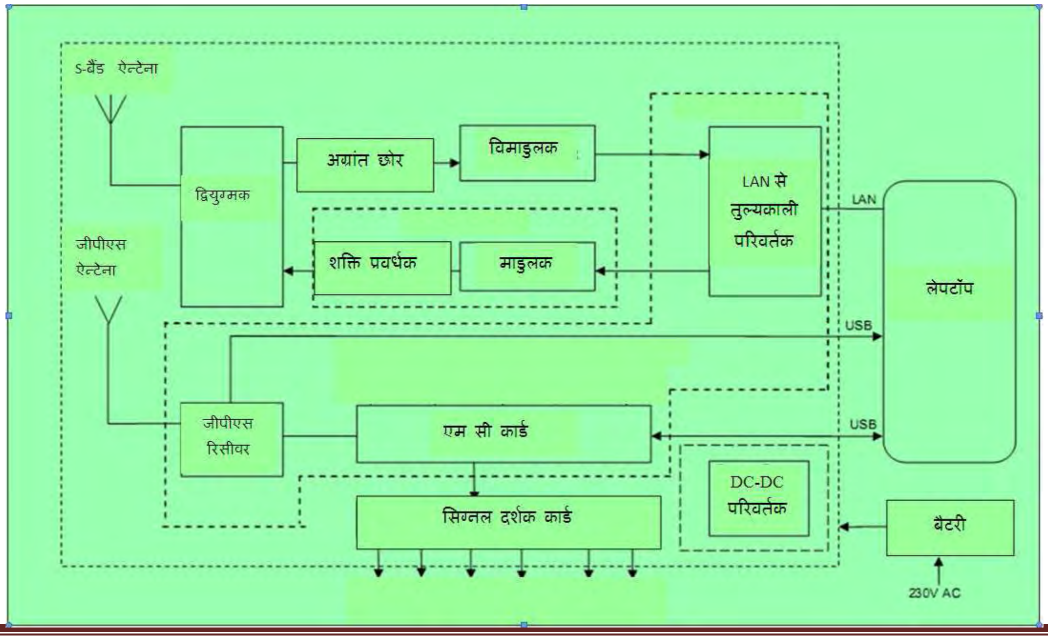
जीसेट-6 उपग्रह में एक राष्ट्रीय किरण-पुंज तथा 5 स्थलीय किरण-पुंज है। हब से उपग्रह की ओर भरित्र कड़ी C-बैंड में है तथा 5 स्थलीय किरण-पुंजों में अधोकड़ीS- बैंड में है जो संपूर्ण भारतीय भू-खंड को व्यापित करती है। प्रत्येक किरणपुंज के लिये एक प्रेषानुकर है। जीसेट-6 उपग्रह अपनी 5 स्थलीय किरण-पुंजों में आवृत्ति पुनः उपयोग (Frequency reuse) द्वारा आवृत्ति बैंड के उपयोग में वृद्धि प्रदान करेगा। MSS (चल उपग्रह सेवा) प्रतिगमन कड़ी के लिये S x C प्रेषानुकर है। प्रसारण उपग्रह सेवा (BSS) तथा MSS (चल उपग्रह सेवा) के लिये उपयोगकर्ता का उपग्रह से अंतरापृष्ठ S-बैंड में है जबकि हब C-बैंड अंतरापृष्ठ का उपयोग करता है। प्रसारण उपग्रह सेवा (BSS) की अग्र कड़ी में उपग्रह की प्रभावी समदैशिक विकिरणी शक्ति (EIRP) 57dBW है।





टर्मिनल की संरचना

इस टर्मिनल का निर्माण उच्च G/T के उपग्रह की मल्टीमीडिया सेवा के लिये किया गया है। यह टर्मिनल 144 Kbps पर आई पी (IP) संचरण प्रदान करता है जिसका उपयोग आई पी (IP) स्थानांतरण तथा वीडीयो सम्मलेन के लिये किया जाता है। टर्मिनल ऐस (S) बेंड में कार्य करता है तथा इसकी प्रेषण आवृत्ति (TRANSMIT FREQUENCY) 2670-2690 MHz तथा अभिग्रहण आवृत्ति (RECEIVE FREQUENCY) 2560-2590 MHz है। इसका आउटपुट पावर न्यूनतम 2 वॉट है। प्रेषण तथा अभिग्रहण के लिए इसमें 8 - स्तबक (PATCH) ऐन्टेना का प्रयोग होता है। उपग्रह कड़ी से ऐन्टेना द्वारा प्राप्त कर सिग्नल निम्न रव प्रवर्धक (LNA) से निकल कर अधोपरिवर्तक किया जाता है। तत्पश्चात सिग्नल का विमाडुलन कर उसे LAN अंतरापृष्ठ द्वारा लेपटॉप को भेज दिया जाता है। एम & सी (मनीटरण एवं नियंत्रण) कार्ड उपयोगकर्ता एवं विमाडुलक के बीच का अंतरापृष्ठ है। प्रेषण के लिए सिग्नल को माडुलित कर वाहक सिग्नल को 2 W तक प्रवर्धित करके द्वियुग्मक द्वारा ऐन्टेना S-बैंड में उपग्रह की ओर प्रसारित किया जाता है। इसमें जीपीएस रिसीवर का



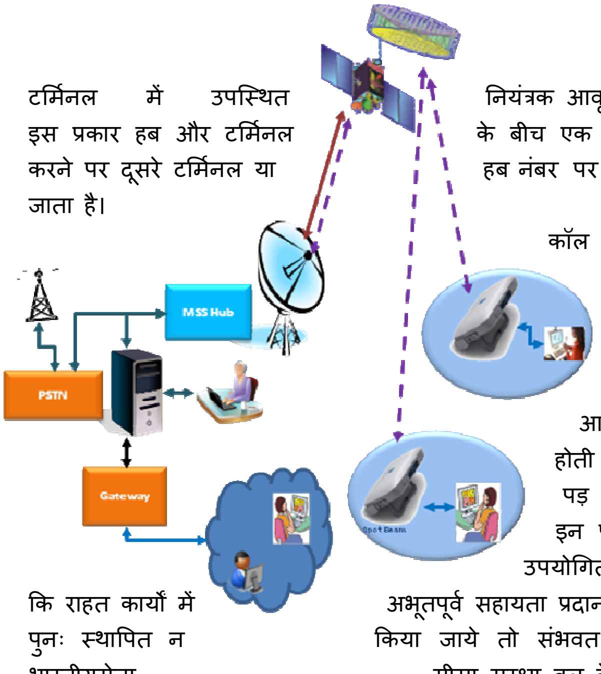
भी उपयोग किया गया है जो टर्मिनल की वर्तमान स्थिति एवं सटीक समय की जानकारी प्रदान कराना है। टर्मिनल को उपयुक्त विद्युत-ऊर्जा प्रदान करने के लिए रिचार्जेबल बेटरी की आवशयकता होती है जो 11V DC प्रदान करती है चित्र में टर्मिनल का खंड आरेख दिखाया गया है।

प्रचालन

सुवाह्य टर्मिनल चालू करने पर प्रयोक्ता सिग्नल प्रबलता तथा चुंबकीय कंपास की सहायता से ऐन्टेना को उपग्रह की ओर संरेखित कर सकता है। टर्मिनल का प्रयोग एक लेपटॉप के साथ किया जाता है जिसका LAN तथा USB अंतरापृष्ठ टर्मिनल के साथ प्रतिबंधित होता है। चालू होने पर टर्मिनल हब की ओर सिग्नल्लिंग पैकेट ALOHA विधा में प्रसारित करता है। प्रत्येक स्थलीय किरण-पुंज में एक सिग्नलिंग चैनल निर्धारित होता है। टर्मिनल से भेजे गये पैकेट हब पर प्रमुख संकेतीय इकाई द्वारा प्रक्रमण के लिए नेटवर्क सर्वर को दिए जाते है। नेटवर्क सर्वर टर्मिनल के पंजीकृत नंबर के आधार पर टर्मिनल को वैधीकृत करता है। तत्पश्चात जिस टर्मिनल या हब के साथ वीडियो सम्मलेन करना हो उसका आई पी पता (IP address) हब की ओर प्रसारित किया जाता है। हब प्रत्येक टर्मिनल को संचरण के लिए आवृति युग्म निर्धारित करता है तथा यह सूचना टर्मिनल की ओर प्रसारित करता है।

नेटवर्क विन्यास

टर्मिनल में उपस्थित नियंत्रक आवृत्ति संश्लेषक को निशचित चैनल पर समस्वरित कर लेते है। इस प्रकार हब और टर्मिनल के बीच एक संचरण चैनल स्थापित हो जाता है। तत्पश्चात नंबर डायल करने पर दूसरे टर्मिनल या हब नंबर पर रिंग टोन जाती है इस प्रकार वीडीयो सम्मलेन आरम्भ हो जाता है।



Network Configuration

कॉल से सम्बंधित सभी प्राचल जैसे कॉल का समय, अवधि तथा कॉल अवस्था आदि का विवरण हब में स्थित मानिटर पर देखा जा सकता है।

टर्मिनल की उपयोगिता

आपदा प्रबंधन में संचार उपकरणों की एक महत्वपूर्ण भूमिका होती है। आपदाओं के समय प्रायः संचार के परंपरागत साधन ठप्प पड़ जाते हैं। 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। प्रशासन कि 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। भारतीयसेना, सीमा सुरक्षा बल, केंद्रीय रिज़र्व पुलिस बल, होमगार्ड द्वारा अपने सुरक्षा कार्य हेतु इसका उपयोग किया जा सकता है।

हाल ही में दिल्ली में राष्ट्रीय सुरक्षा सलाहकार तथा गुजरात के सुदूर रण के क्षेत्र से निदेशक सैक के बीच वीडियो सम्मलेन कर इस तंत्र की उपयोगिता सिद्ध की गई।

इस टर्मिनल का प्रयोग मोबाइल हाट स्पॉट बनाने तथा वेब ब्राउसिंग के लिये भी किया जा सकता है।

टर्मिनल का परीक्षण प्रत्येक स्थलीय किरण-पुंज में किया जा चुका है। इस उपकरण का व्यावसायिक उत्पादन भारतीय औद्योगिक इकाइयों द्वारा कराये जाने के लिये ज्ञापन हस्ताक्षरित किया गया है।

उपसंहार

सुवाह्य मल्टी मीडिया टर्मिनल देश के अंकीयकरण में एक महवपूर्ण कड़ी सिद्ध हो सकता है। इस टर्मिनल का प्रयोग सुदूर क्षेत्रों में मोबाइल हाट स्पॉट बनाने, वेब ब्राउसिंग तथा वीडीयो सम्मलेन के लिये किया जा सकता है। इस टर्मिनल के निर्माण से यह सिद्ध हुआ है कि भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) का देश में लोकहित तकनीकों के विकास तथा इन तकनीकों का निजी क्षेत्र में स्थांतरण में विशेष योगदान है।

संदर्भः-

(i) तकनीकी नोट्स - सुवाह्य मल्टी मीडिया टर्मिनल
(ii) सुवाह्य मल्टी मीडिया टर्मिनल का तकनीकी अंतरण लेख
(iii) वेब संदर्भ wikipedia.com

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 के एसऐटीडी/एसएनऐऐ प्रभाग ने अभूतपूर्व योगदान दिया हैं।

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 एसऐटीडी/एसएनऐऐ प्रभाग में प्रधान के पद पर कार्यरत हैं।

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

उपग्रह संचार - SATCOM

प्रसारण अभिग्राही और उपग्रह संचार प्रणाली में इसकी भूमिका

सुनील सिंह कुशवाहा, चन्द्र प्रकाश, एस एन सताशिया
sskushwaha@sac.isro.gov.in

सारांश: उपग्रहों के माध्यम से प्रसारित टीवी कार्यक्रमों को देखना पूरे विश्व में आज एक आम बात है। इसके लिए उपयोगकर्ता को डीटीएच ऐन्टेना खुले आसमान जैसे छत पर स्थायी रूप से लगाना होता है और केबल के माध्यम से इसे टीवी से जोड़ा जाता है। प्रसारित कार्यक्रमों को जीवंत रूप में गतिशील अवस्था में भी देखना एक बड़ी चुनौती है। उपयोगकर्ता जब घर से बाहर होता है उस समय उसे उक्त प्रसारण देखने का खुद का कोई साधन नहीं होता है। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) में स्वनिर्मित एकीकृत हब की सहायता से ऐसे ही ऑडियो, विडिओ कार्यक्रमों, आपातकाल संदेशों व जनोपयोगी कार्यक्रमों को उपग्रह के माध्यम से प्रसारित करने की प्रणाली का निर्माण किया गया है। गतिशील अवस्था में भी इन कार्यक्रमों को प्राप्त करने के लिए एक उपकरण का निर्माण किया है जिसका नाम है **"प्रसारण अभिग्राही"**। इस अभिप्राय को साकार करने के लिए इसरो ने GSAT-6 नाम का एक उपग्रह भी अंतरिक्ष की कक्षा में स्थापित किया है। इस अभिग्राही को उपग्रह की दिशा में संरेखित करने की आवश्यकता नहीं पड़ती है जिससे उपकरण को मोटरकार, बस अथवा रेलगाड़ी में भी लगाया जा सकता है और अत्यंत तेज़ गति से चलने के बावजूद भी उपग्रह से प्रसारित कार्यक्रमों को देखा और सुना जा सकता है।

शब्दावली: GSAT-6, एमएसएस, एकल पैच, S- बैंड, विंडोज़, एंड्रॉयड, मल्टीमीडिया, ऑडिओ, विडिओ, डाटा, DVB-S, Wi-Fi

प्रस्तावना: *"मेक इन इंडिया"* भारत सरकार द्वारा प्रस्तावित एक कार्यक्रम है जिसमे भारत में अपने उत्पादों का निर्माण करने के लिए बहुराष्ट्रीय कंपनियों और घरेलू कंपनियों को प्रोत्साहित किया जा रहा है। दरअसल, इसका मतलब है कि अच्छी और जरूरत की चीजों का निर्माण ज्यादा से ज्यादा भारत में होगा। इस योजना के तहत देश के प्रधानमंत्री चाहते हैं कि जरूरत चीजों के पैकेट या कहें वस्तु पर मेड इन इंडिया लिखा हो। यह शब्द वस्तु पर तभी अंकित किया जा सकता है जब वस्तु का निर्माण भारत में हुआ हो।

इसरो ने गत वर्ष 2015 में GSAT-6 नाम के एक उपग्रह को इसकी अंतरिक्ष कक्षा में प्रक्षेपित किया था। यह एक पांच किरण पुंजों वाला, उच्च EIRP और G/T का MSS उपग्रह है। इसमें 6 मीटर व्यास की मोड़े न जा सकने वाली एंटेना प्रणाली लगी हुई है। इस एंटेना प्रणाली का निर्माण भी भारतीय वैज्ञानिकों द्वारा स्वदेशी तकनीकि के आधार पर हुआ है। इस उपग्रह को उपयोग में लाने के लिए इस अभिग्राही का निर्माण किया गया है। इस उच्च शक्ति वाले उपग्रह की मदद से ही अतिसूक्ष्म अभिग्राही एवं अन्य संचरण टर्मिनलों का निर्माण संभव हो सका है।

उपयोगकर्ताओं की विभिन्न मांगों को पूरा करने हेतु कुल चार तरह के टर्मिनलों का निर्माण किया गया है। पूरी तरह से स्वदेशी तकनीकि पर आधारित और भारतीय कंपनियों द्वारा निर्मित ये चारों टर्मिनल निम्नलिखित हैं:

1. प्रसारण अभिग्राही
2. रिपोर्टिंग टर्मिनल
3. एसएमआर टर्मिनल
4. पीएमटी टर्मिनल

प्रसारण अभिग्राही: प्रसारण अभिग्राही इसरो की एक अत्यन्त कम लागत से निर्मित अतिसूक्ष्म अभिग्राही बनाने की एक पहल है। यह अभिग्राही उपग्रह से S - बैंड में सिग्नलों को केवल प्राप्त करने के लिए बनाया गया है। उपग्रह से प्राप्त ऑडिओ और विडिओ संकेत DVB-S प्रारूप में होते हैं। यह अभिग्राही मल्टीचैनल ऑडिओ, विडिओ और डाटा सिग्नलों को उपग्रह से प्राप्त करने के बाद विकोड करता है। प्राप्त ऑडिओ और विडिओ को सुनने एवं देखने के लिए इस अभिग्राही को प्रदर्श तंत्र (डिस्प्ले सिस्टम) से जोड़ा जाता है। प्रदर्श तंत्र के लिए किसी भी विंडोस या एंड्रॉयड स्मार्ट फ़ोन या टैबलेट का इस्तेंमाल किया जा सकता है। इसके लिए विंडोज़ और एंड्रॉयड सॉफ्टवेर अनुप्रयोगों (ऐप्पस) को विकसित किया गया है। अभिग्राही और प्रदर्श तंत्र यूएसबी अंतरापृष्ठ की सहायता से जोड़े जाते हैं।

इस यूएसबी के माध्यम से ही विद्युत एवं डाटा का प्रवाह होता है। विद्युत ऊर्ज़ा की आपूर्ति के लिए यह अभिग्राही प्रदर्श तंत्र पर ही निर्भर करता है जिसके कारण अभिग्राही में किसी भी तरह का विद्युत ऊर्ज़ा स्रोत या बैट्री की आवश्यकता नहीं होती

है। यह प्रक्रिया इस अभिग्राही को अत्यन्त हल्का बनाने में काफी उपयोगी रहा। सॉफ्टवेर ऐप्प की सहायता से अभिग्राही को किसी भी डाटा दर (256 KSPS - 5.5 MSPS) और किसी भी आवृत्ति (2560-2590 MHz) के लिए प्रोग्राम किया जा सकता है।

चित्र-1: प्रदर्श तंत्र के साथ

प्रसारण अभिग्राही

चित्र-2: विंडोज़ ऐप्प की ग्राफी प्रयोक्ता अंतरपृष्ठ (GUI)

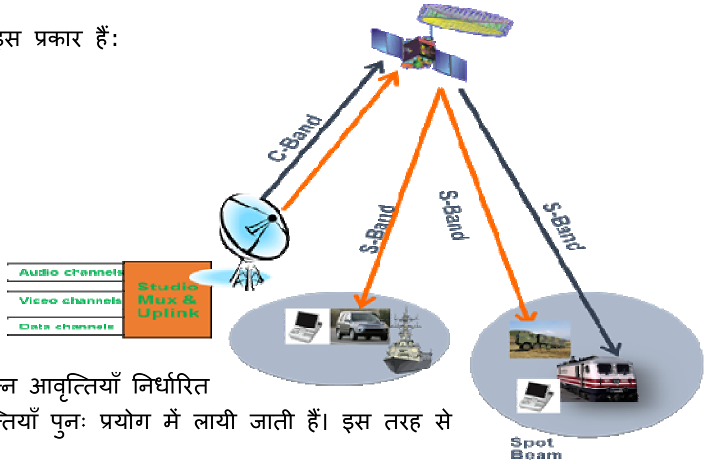
अभिग्राही MPEG -2 TS प्रारूप में संकेतों को प्रदर्श तंत्र को अग्रेसित करता है जिसमें ऑडिओ, विडिओ और डाटा संयुक्त रूप में होते हैं। प्रदर्श तंत्र इस संयुक्त संदेशों को ऐप्प की सहायता से पृथक्कृत करता है और ऑडिओ, विडिओ और डाटा चैनलों को अलग-अलग प्रदर्शित करता है। उपयोगकर्ता अपनी ज़रूरत के अनुसार किसी भी चैनल को देखने और सुनने के लिए चयनित कर सकता है। चित्र-1 और चित्र-2 क्रमशः अभिग्राही के हार्डवेयर और सॉफ्टवेर को प्रदर्शित करते हैं।

उद्देश्य और प्रमुखताएँ: प्रसारण अभिग्राही निम्नलिखित अनुप्रयोगों के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है:

- मल्टीचैनल ऑडियो, वीडियो और डाटा प्रसारण का प्राप्तिकरण
- सामाजिक- आर्थिक सूचना आदि प्रसारण का प्राप्तिकरण
- सामरिक (स्ट्रैटेजिक) अनुप्रयोग
- आपात संदेश प्रचार - प्रसार

प्रसारण अभिग्राही की मुख्य विशेषताएं इस प्रकार हैं:

- DVB-S एस-बैंड आधारित प्रसारण रिसीवर
- मल्टीचैनल ऑडियो, वीडियो डाटा प्राप्तिकरण
- यूएसबी संचालित
- वजन ~ 200 ग्राम



चित्र-3: प्रसारण अभिग्राही नेटवर्क संरचना

नेटवर्क संरचना: प्रसारण अभिग्राही नेटवर्क के तीन मुख्य अंग हैं - एकीकृत हब, उपग्रह और अभिग्राही। नीचे दिए गए चित्र-3 में इसकी संरचना को दर्शाया गया है। तीन किरण पुंजों में तीन विभिन्न आवृत्तियाँ निर्धारित की गई हैं और बाकी दो किरण पुंजों में यही आवृत्तियाँ पुनः प्रयोग में लायी जाती हैं। इस तरह से उपग्रह की चैनल क्षमता बढ़ जाती है। हब से टर्मिनल का लिंक C- बैंड और टर्मिनल से हब का लिंक S- बैंड में संरुपित की गई हैं। इस तरह से पाँचों किरण पुंजों में

पाँच अलग-अलग कार्यक्रमों का प्रसारण एक साथ संभव हो जाता है।

- **एकीकृत** हब:

विभिन्न स्रोतों से मल्टीमीडिया, आपात सूचना और अलग-अलग प्रकार के ऑडिओ, विडिओ और डाटा, LAN के माध्यम से TS प्रारूप में एक संगणक में एकत्रित किए जाते हैं। सभी प्राप्त सूचनाओं को संगणक में लगे हुए बहुसंकेतक के माध्यम से मिश्रित किया जाता है। इससे निर्मित सिग्नल IP प्रारूप में होते हैं। मिश्रित की गई सूचना को DVB-S माडुलक के माध्यम से L- बैंड के सिग्नलों में माडुलित किया जाता है। इससे मिले L- बैंड सिग्नलों को उच्चप्रवर्धक एवं 6.3 मीटर एंटेना के उपयोग से उपग्रह की तरफ अग्रेसित किया जाता है।

- **MSS CxS** प्रेसानुकर:

इस नेटवर्क में प्रयोग में आने वाला प्रेसानुकर उच्च शक्ति का CxS प्रेसानुकर है। बहु किरणपुँजयुक्त इस उपग्रह का सिग्नल भारत के समस्त भू-भाग में व्याप्त होता है। उच्च शक्ति उपग्रह होने के कारण टर्मिनल का आकर छोटा होता है।

- अभिग्राही:

अभिग्राही केवल उपग्रह से सिग्नल को प्राप्त करने के लिए बनाया गया है। इससे किसी भी तरह की सूचना उपग्रह की तरफ अग्रेसित नहीं की जा सकती है। यह रिसीवर एक कम लागत का ऐसा गैजेट है जो आसानी से किसी भी विंडोज़ या एंड्रॉयड ऑपरेटिंग सिस्टम के टैबलेट या लैपटॉप के साथ चलता है। यह एक प्लग-एन-प्ले डिवाइस के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है।

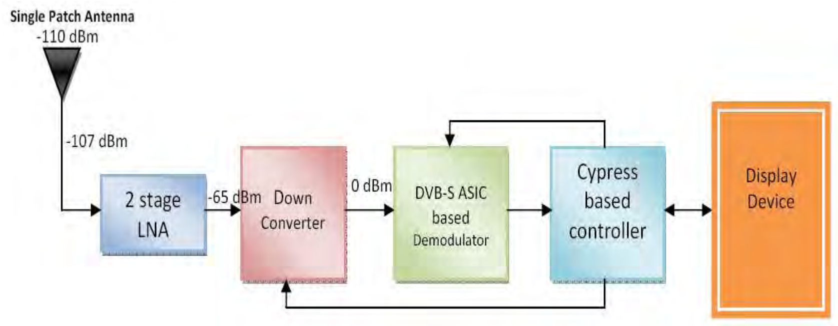
प्रसारण अभिग्राही के विनिर्देश: प्रसारण अभिग्राही के विनिर्देश निम्नलिखित हैं:

तालिका-1: विनिर्देश

क्रसं	पैरामीटर	विनिर्देश
1.	ग्राह्य आवृत्ती	2560-2590 MHz
2.	एंटेना	2.5 dBi एकल पैच प्रवर्धक
3.	G/T	-23 dB/K
4.	माडुलन	QPSK
5.	चैनल कोडन	Rate ½ and RS (204, 188)
6.	रोल ऑफ	35%
7.	डाटा दर	1.024/2.048/3.072/4.096/5.5 MSPS
8.	सिग्नल तरंग प्रारूप	DVB-S
9.	बिट त्रुटि दर	E_b/N_0 = 5.5 dB for QEF
10.	बेसबैंड डाटा	TS (Transport Stream) पैकेट
11.	डाटा अंतरापृष्ठ	USB
12.	शक्ति खपत	550mA@3.3V (1.8 Watts)
13.	आकार	115 x 80 x 30 मिमी
14.	भार	200 ग्राम
15.	प्रचालनीय तापमान	0° C to +50° सेग्रे
16.	आर्द्रता	95% RH at 40° सेग्रे
17.	प्रघात एवं कम्पन	परिवहन की सीमा के अंतर्गत

अभिग्राही विवरण: नीचे दिए गए चित्र में अभिग्राही का खण्ड आरेख प्रदर्शित किया गया है। अभिग्राही की निम्नलिखित उपप्रणालियाँ हैं:

- S-बैंड ग्राह्य एंटेना
- निम्न रव प्रवर्धक (LNA)
- निम्न प्रवर्तक
- विमाडुलक ASIC



- **ऐंटेना**:

  यह अभिग्राही एकल पैच ऐंटेना के साथ एकीकृत किया गया है जो कि उपग्रह से 2560-2590 मेगाहर्ट्ज़ आवृत्ति और RHCP ध्रुवण में सिग्नलों को प्राप्त करता है। इसका एंटेना सर्वदैशिक एंटेना है जिसके किरणपुँजों की चौड़ाई लगभग 45 डिग्री है। यह अपने मुख्य अक्ष पर 3 dBi और बाकी स्थानों पर 2.5 dBi का प्रवर्धन प्रदान करता है।

- **निम्नरव प्रवर्धक (LNA)**:

  एंटेना से प्राप्त सिग्नल अतिक्षीण और लगभग -107 dBm तीव्रता के आस-पास होते हैं। अभिग्राही की कड़ी में अगली उपप्रणाली निम्नरव प्रवर्धक है। यह सिग्नलों में कम से कम अतिरिक्त रव जोड़कर अधिकाधिक प्रवर्धित करता है जिससे पूरे निकाय का रव नियंत्रित रहता है। इस रिसीवर को बनाने में बाज़ार में उपलब्ध चिप का इस्तेमाल दो चरणों में किया जाता है। निम्न रव प्रवर्धक का प्रवर्धन 42 dB तथा नॉइज़ फिगर 1.2dB होता है।

- **निम्नप्रवर्तक**:

  निम्न रव प्रवर्धक से प्रवर्धित सिग्नल आगे निम्न प्रवर्तक में जाते हैं जहाँ पर इन सिग्नलों को 0 (शून्य) आवृत्ति वाले सिग्नलों में बदल दिया जाता है। इसके कारण सिग्नल विमाडुलक के प्रारूप के अनुकूल हो जाते हैं। यह भी सिग्नलों को करीब 94 dB का प्रवर्धन देता है। इससे निर्गमित संकेत I और Q प्रारूप में होते हैं जो कि अनवांछित प्रतिबिम्ब आवृत्तियों को दूर करने में सहायक सिद्ध होते हैं।

- **DVB-S विमोडूलक:**

  यह ASIC पर आधारित एक चिपसेट होता है जो DVB-S प्रारूप में आने वाले सिग्नलों का विमाडूलन करता है। इससे निर्गमित सिग्नल TS प्रारूप में होते हैं जो सीधे अभिग्राही से जुड़े टैबलेट या स्मार्ट फ़ोन को USB के माध्यम से भेज दिए जाते हैं। इसकी व्यावहारिकता एवं विन्यास को सॉफ्टवेर के माध्यम से आसानी से बदला जा सकता है। अभिग्राही को चालू करने के समय ही सॉफ्टवेर इसके विन्यास को इसकी मेमोरी में डाल देता है और इसके व्यवहार को आने वाले संकेतों के अनुरूप बना देता है।

- **प्रदर्श तंत्र:**

  TS प्रारूप में आये हुए संकेत प्रदर्श तंत्र के पास पहुँचते हैं जहाँ इन सिग्नलों से सूचनाएँ बाहर निकाली जाती हैं। ध्वनि प्रसार एवं प्रदर्श तंत्र के माध्यम से इन ऑडियो और विडिओ को सुना और देखा जा सकता है। सूचना में कोई डाटा फाइल हो तो सॉफ्टवेर इसे सेव करने के लिए इंगित करता है। रिसीवर को विद्युत शक्ति प्रदान करने का काम भी इसी इकाई का है। विंडोज़ और एंड्राइड किसी भी तरह के स्मार्ट फ़ोन इस रिसीवर से जोड़े जा सकते हैं।

अभिग्राही की कार्यात्मकता: सर्वप्रथम स्मार्टफोन या टैबलेट में सॉफ्टवेर को प्रत्यारोपित किया जाता है। USB केबल के माध्यम से इसको अभिग्राही से जोड़ देते हैं। रिसीवर को अब खुले आसमान के नीचे रखकर सॉफ्टवेर को चालू करते हैं। सॉफ्टवेर में सबसे पहले ग्राफी प्रयोक्ता अन्तरापृष्ठ (GUI) की मदद से इसका विन्यास, आने वाले सिग्नल के अनुरूप कर देते हैं जैसे कि डाटा दर, सिग्नल की आवृत्ति इत्यादि। GUI में "Scan for Channel" का बटन दबाते हैं। आने वाली सभी सूचनाएँ अलग-अलग चैनल के रूप में प्रदर्शित होती हैं। उपयोगकर्ता अपनी जरूरत के आधार पर वांछित चैनल देख सकता है।

आपात सूचना प्रसारण : हमारे देश का एक बहुत बड़ा भू-भाग समुद्रीय तट से जुड़ा हुआ है जहाँ पर लाखों की आबादी निवास करती है। अक्सर इन जगहों पर प्राकृतिक आपदाओं का संकट गहराया रहता है जैसे चक्रवात, सूनामी, ज्वार-भाटा इत्यादि। इन आपदाओं के आने से जन-जीवन और संसाधनों की बहुत हानि होती है। इस प्रकार के संकट से हर वर्ष देश को दो-चार होना ही पड़ता है। इससे बचने का एक ही उपाय है सही समय पर इसकी जानकारी होना। मौसम विभाग इस तरह की आपदाओं की पूर्व सूचना प्रदान करता है पर सही समय पर लोगों के पास यह सूचना नहीं पहुंच पाती जिससे हमे इनके दुष्परिणामों को भुगतना पड़ता है। ऐसी जगहों पर इन अभिग्रहियों को स्थापित करना चाहिए और इसके हब से आपात सूचना का प्रसारण करके जन-जन तक पहुंचाना चाहिए। इस अभिग्राही को Wi-Fi से जोड़कर इन सूचनाओं को लोगों के स्मार्ट फोन के माध्यम से भी पहुंचाया जा सकता है। बाकी समय में इस पर वहां के क्षेत्रीय समाचार, मनोरंजन के कार्यक्रम, वहां के निवासियों जनोपयोगी कार्यक्रमों का प्रसारण करना चाहिए।

भारतीय सेना के लिए उपयोग: सेना के जवानों को सीमा पर विषम परिषथिति में भी रहकर देश की रक्षा करनी होती है। सेना के मुख्यालय से अगर सेना का कोई उच्चाधिकारी अपनी टुकड़ी को कोई संदेश देना चाहता है, ऐसी स्थिति में यह

रिसीवर अति उपयोगी सिद्ध होगा। ऑडिओ और विडिओ की सहायता से अपनी बात को उनके सामने रख सकता है। अभिग्राही के डाटा सुविधा का उपयोग करते हुए सेना को कहीं से भी वहाँ का मानचित्र बहुत ही कम समय में उपलब्ध कराया जा सकता है।

सुदूर शिक्षण के लिए उपयोग: इस अभिग्राही की सहायता से सुदूर शिक्षा को भी बढ़ावा मिल सकता है। शिक्षक हब से अपने व्याख्यान प्रस्तुत कर सकता है जिसका सीधा प्रसारण इस रिसीवर के माध्यम से देश के किसी भी कोने से सुना और देखा जा सकता है। इस तरह से देश में अनगिनत लोग इसका लाभ उठा सकते हैं। रिसीवर से प्राप्त इन सिग्नलों को Wi-Fi अनुमार्गक (router) की सहायता से पुनः प्रसारित किया जा सकता है। इस रिसीवर को Wi-Fi युक्त स्मार्ट फ़ोन से जोड़ कर एक साथ कई छात्र व्याख्यान को सुनकर उसका लाभ उठा सकते हैं।

उपसंहार: यह प्रसारण अभिग्राही पूरी तरह से स्वदेशी तकनीकी के आधार पर विकसित की गयी है। अभी तक लगभग 75 अभिग्राहियों का निर्माण किया जा चुका है। इस तकनीकी का इस्तेमाल करने के लिए कई एजेंसियों ने अपनी रूचि दिखाई है जिनमें भारतीय वायु सेना, थल सेना और नव सेना प्रमुख हैं। इस अभिग्राही का प्रदर्शन देश के कई स्थानों पर अलग-अलग अवसरों पर किया जा चुका है। मुंबई में भारत सरकार द्वारा आयोजित "मेक इन इंडिया" में भी इसका सफल प्रदर्शन किया गया जिस कार्यक्रम की शुरुआत वर्तमान प्रधानमंत्री जी ने की थी। इसरो के लिए यह एक सफल परीक्षण रहा है। भविष्य में इसको और उपयोगी बनाने हेतु इसमें कई सुधार भी किये जा रहे हैं।

संदर्भ:

1. GSAT-6 भू-तंत्र प्रारम्भिक डिजाइन पुनरीक्षण दस्तावेज
2. वेब संदर्भ

आभार: लेखक हिन्दी लेख लिखने हेतु अनुभाग प्रधान, ग्रुप प्रधान, एवं हिन्दी संगोष्ठी आयोजन समिति का आभार प्रकट करता है। इसके अतिरिक्त लेखक अपने अनुभाग के श्री चंद्र प्रकाश के प्रति अपना विशेष आभार प्रकट करता है जिंहोने इस लेख को पूरा करने में बहुत योगदान दिया है।

लेखक परिचय : श्री सुनील सिंह कुशवाहा ने वर्ष 2002 में भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईटी)-रुड़की से एम. टेक. एवं वर्ष 2000 में हरकोर्ट बटलर प्रौद्योगिकी संस्थान - कानपुर से बी. टेक. की डिग्री प्राप्त की। उन्होंने वर्ष 2002 में इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र-अहमदाबाद में कार्य प्रारम्भ किया। वर्तमान में वह एसएटीडी (SATD) अनुभाग में कार्यरत हैं।

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

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 एसऐटीडी/एसएनऐऐ प्रभाग में प्रधान के पद पर कार्यरत हैं।

***

संचार

"संचार नीत भार में अंकीय सिग्नल संसाधन"

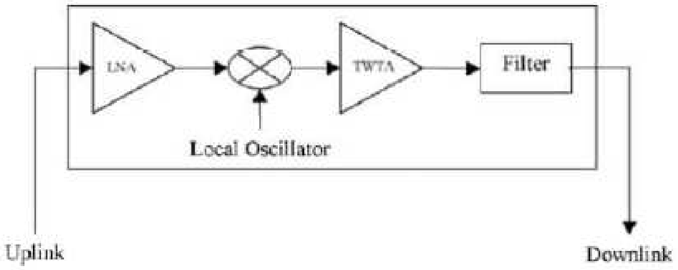
प्रमोद मिश्रा
एम.एस.डी.जी./एम.आर.एस.ए./सैक

सारांश

यह पेपर अति उच्च थ्रूपुट संचार नीत भार में प्रयोग हो रहे या भविष्य में प्रयोग होने वाले विभिन्न अंकीय सिग्नल संसाधन का विवरण प्रस्तुत करता है। इसमें अंकीय चैनलिजेर, अंकीय बीमफोर्मिंग, रिजेनरेटीव नीत भार की संकल्पना एवं उसमे प्रयोग हुए विभिन्न अंकीय सिग्नल संसाधन तकनीकों का विस्तृत विवरण है। यह पेपर इस दिशा में इसरो द्वारा किये जा रहे प्रयासों के बारे में भी बताता है। साथ ही साथ विश्व की अन्य अंतरिक्ष अजेंसी द्वारा भी इस छेत्र की उप्लाब्दियों को चिन्हित करता है। भविष्य में कोम्पेतेतिवे बने रहने के लिए और मल्टी गीगाबिट संचार उपग्रह बनाने के लिए इसरो को कौन कौन से तकनीकी विकास करने की आवश्यकता है, इसका विवरण भी प्रस्तुत किया गया है।

1. प्रस्तावना

संचार उपग्रह परंपरागत रूप से बेंटपाइप आर्कीटेकचर के अनुसार बने रहते है जिससे एक ही संचरण, एक ही बीम में, बड़े छेत्र में सिग्नल प्रवाहित किया जा सके। आज के समय में प्रयोग होने वाले ज्यादातर संचार नीत भार बेंटपाइप आर्कीटेकचर के अनुसार, सिग्नल को पृत्वी पर पुनः संचरण करने से पहले सिर्फ आवृति परिवर्तन, फ़िल्टरिंग एवं सिग्नल एंप्लीफीकेसन ही करतें हैं। यह उपग्रह नीत भार का सबसे सरल आर्कीटेकचर है। इस आर्कीटेकचर का मुख्य फायदा इसका लचीलापन है जिससे यह विभिन बहु अभिगम तकनीकों, विभिन प्रोटोकॉल एवं माडूलन इस्कीम का समावेश कर सकता है (चित्र 1)।



चित्र 1 : परम्परागत संचार नीतभार

नयी अंतरिक्ष अनुप्रयोगों की ज्यादा कैपसिटी की जरूरत एवं सीमित स्पेक्ट्रम की विवशताओं के कारण संचार नीत भार के आर्कीटेकचर में मूल भूत परिवर्तन की जरूरत है। साथ ही साथ बेंटपाइप नीत भार के लचीलापन को भी बनाये रखने की जरूरत है। इस उद्देश्य की पराप्ति के लिए अंकीय सिग्नल संसाधन का उपयोग अनिवार्य है। इस संदर्भ में अंकीय बैंडविथ चैनलिजेर, अंकीय बीमफोर्मिंग एवं रिजेनरेटीव तकनीक महत्वपूर्ण हैं जिनका विस्तृत विवरण प्रस्तुत है।

2. अंकीय बैंडविथ चैनलिजेर

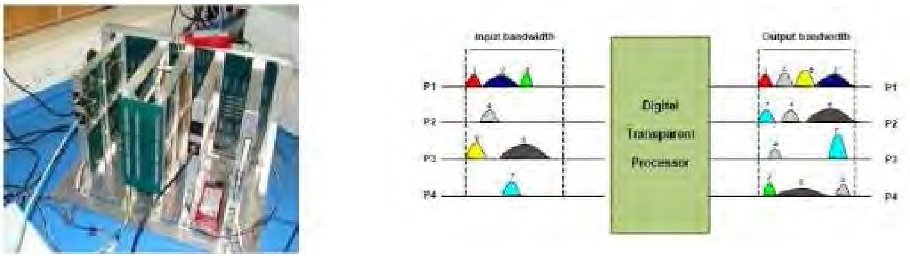
परंपरागत संचार उपग्रही प्रेषानुकर में सामानयतः सम्पूर्ण उपलिंक सिग्नल को बिना कोई रुटिंग किये डाउन लिंक कर दिया जाता है। इसके कारण स्पेक्ट्रम का दक्ष ऊपयोग नहीं हो पाता है। इसके लिए आवश्यक है की स्पेक्ट्रम के छोटे से छोटे हिस्से का ऊपयोग हो, और स्पेक्ट्रम का कोई भी हिस्सा कभी भी अनउपयुक्त ना रहे। इसके लिए नीत भार में यह छमता होनी चाहिए की स्पेक्ट्रम के सूक्ष्म हिस्से को भी स्वंतन्त्र रूप से रूट कर सके। यहाँ पर अंकीय बैंडविथ चैनलिजेर का रोल महत्वपूर्ण है। अनुरूप (अनालोग) तकनीक में यह काम पृष्ठीय ध्वनिक तरंग (surface acoustic wave) फिल्टर के माध्यम से किया जाता था। लेकिन इस प्रकार के फिल्टर बैंडविथ दक्ष नहीं होते और फिल्टर रोलऑफ में ज्यादा बैंडविथ बर्बाद करते हैं। इसके कारण दो चैनलों के बीच में ज्यादा आवृत्ति अंतराल रखना पड़ता है जिससे स्पेक्ट्रम की बर्बादी होती है क्योंकि इस आवृत्ति का संचार के लिए कोई उपयोग नहीं हो सकता। पृष्ठीय ध्वनिक तरंग फिल्टर के मुकाबले अंकीय फिल्टर का बहुत ही शार्प कट ऑफ होता है। इसके अलावा अंकीय फिल्टर अभिकल्पन में परफेक्ट रीकंसट्रकशन की तकनीक उपलब्ध है जिसके माध्यम से बिना कोई स्पेक्ट्रम बर्बाद किये आसन्न चैनलों को स्वंतन्त्र रूप से रूट कर सकते है। साथ ही दो चैनलों के बीच में कोई आवृत्ति अंतराल भी नहीं रखना पड़ता। इसमें यह भी फायादा है की रूट किये जाने वाले चैनलों की बैंडविथ को पहले से निर्धारित करने की आवश्यकता नहीं है। इन्हें उपयोगकर्ता के हिसाब से टेलीकमांड के द्वारा ऑनलाइन संरूपण किया जा सकता है। इसमें मुख्य तकनीकें हैं :

१. कोसाइन मोदुलेटड फिल्टर बैंक डीजाइन
२. आईडीएफटी फिल्टर बैंक डीजाइन
३. एम्डीएफटी फिल्टर बैंक डीजाइन

४. फर्रो स्तेरक्चार डीजाइन

५. मल्टीस्टेज फिल्टर बैंक डीजाइन

इसरो ने इस दिशा में प्रयास शुरू कियें हैं और इस संकल्पना को सिद्ध करने के लिए चार बीम का ट्रांसपरेंट प्रोसेसर का निर्माण किया है। यह (Xilinx) एफपीजीए पर बना हुआ डिजाईन है जिसमे कोसाइन मोदुलेटड फिल्टर बैंक तकनीक का उपयोग हुआ है। यह ट्रांसपरेंट प्रोसेसर 15.625 MHz की बीम को सोलह चैनल में बाँटता है। यह ऐसी चार बीम को एक साथ प्रोसेस कर सकता है। इन चार बीम से निकले 64 चैनलों को स्वतंत्र रूप से किसी भी बीम में रूट किया जा सकता है। रूटिंग की जानकारी टेलीकमांड के द्वारा MIL-1553B इंटरफेस पर इस प्रोसेसर को दी जा सकती है। इसकी खासियत है की यह विभिन्न चैनल को एक साथ जोड़कर रूट कर सकता है जिससे प्रोग्रमेबल बैंडविथ का चैनल भी बनाया जा सकता है। इस संकल्पना सिद्ध माडल को सैक में निर्मित किया गया है और सारे सॉफ्टवेर सैक अभियंताओं द्वारा विकसित किये गये है। (चित्र 2)



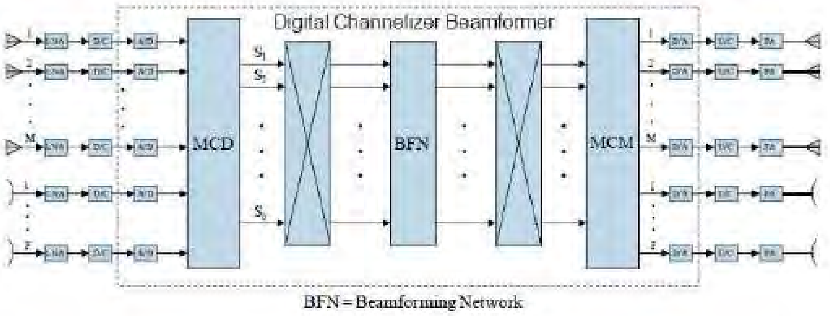
चित्र 2 : ट्रांसपरेंट प्रोसेसर संकल्पना एवं सिद्ध माडल

3. अंकीय बीमफोर्मिंग

परंपरागत संचार उपग्रह एन्टीना अभिकल्पन ऐसा होता है जिससे पृथ्वी पर ज्यादा से ज्यादा छेत्रफल पर सिग्नल ट्रांसमीट किया जा सके। लेकिन इससे आवृत्ति बैंड का दक्ष उपयोग नहीं होता और उपयोगकर्ताओं को समाहित करने के लिए बहुत ज्यादा आवृत्ति बैंड की आवश्यकता होती है। इसके बजाय यदि हम एक आवृत्ति की बीम से छोटे छेत्रफल को कवर करें तो इस आवृत्ति का दुसरे छेत्रफल पर फिर से उपयोग किया जा सकता है। इससे एक ही आवृत्ति का कई बार प्रयोग हो सकता है और ज्यादा उपयोगकर्ताओं को नेटवर्क में शामिल किया जा सकता है। इसके लिए परंपरागत संचार उपग्रह एन्टीना अभिकल्पन अनुरूप नहीं है क्योंकि उसमे एक रिफ्लेक्टर के साथ बहुत ज्यादा फीड को इंटीग्रेट नहीं किया जा सकता है। साथ ही जैसे जैसे बीम की संख्या बढ़ती है अनालोग हार्डवेयर इतना बड़ा हो जाता है की वह उपग्रह का हिस्सा नहीं हो सकता। अनालोग कॉम्पोनेन्ट की प्रोपर्टी भी समय एवं ताप के कारण बहुत तेजी से बदलती है जिससे इसका कैलिबरेशन भी बहुत जटिल हो जाता है। अनालोग कॉम्पोनेन्ट का पॉवर भी ज्यादा खपत होती है।

अंकीय बीमफोर्मिंग का प्रयोग करके इन सारी परेशानियों से मुक्ति मिल जाती है। इस तकनीक में बीमफोर्मिंग का काम अंकीय प्रोसेसिंग के द्वारा एफपीजीए या एसिक में किया जाता है। अतः बीमफोर्मिंग का पूरा काम हार्डवेयर के बजाय सॉफ्टवेयर प्रोसेसिंग में बदल जाता है जिससे पूरी प्रक्रिया बहुत ही सरल एवं लचीली हो जाती है। बीमफोर्मिंग में सबसे मुख्य काम फेस शिफ्टिंग है जो की अंकीय तकनीक के प्रयोग से सम्मिश्रण गुणा में परिवर्तित हो जाता है, जिससे यह प्रक्रिया पूर्णत सरल हो जाती है।

अंकीय बीमफोर्मिंग और अंकीय बैंडविथ चैनलिजेर का एक ही नीत भार में प्रयोग करके बहुत ही उच्च छमता, अत्यंत लचीली एवं प्रोग्रामबल उपग्रह का निर्माण किया जा सकता है, जिसकी नीतभार कैपसिटी Gbps में हो सकती है। (चित्र 3)



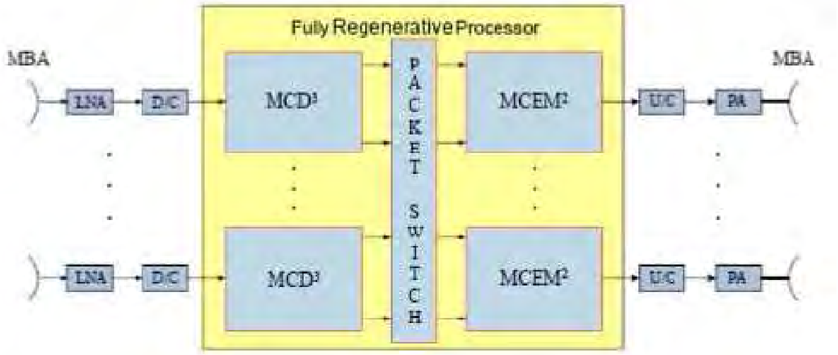
चित्र 3 : अंकीय बैंडविथ चैनलिजेर एवं बीमफोर्मेर

4. रिजेनरेटीव नीत भार

इस प्रकार के नीत भार में उपग्रह पर उपलिंक सिग्नल्स को डीमोदुलेट करके एक - एक बीट को अलग कर सकते हैं। इसके पश्चात इनकी स्वतंत्र रूप से रूटिंग की जा सकती है। इस छमता के कारण रिजेनरेटीव नीत भार की कैपसिटी, परंपरागत

संचार उपग्रह के मुकाबले करीब - करीब दस गुणा बढ़ जाती है। इसमें अंकीय सिग्नल संसाधन का व्यापक प्रयोग होता है। पहले सिग्नल्स को डीमल्टीप्लेक्स करने के लिए अंकीय फिल्टर का उपयोग होता है। फिर बिट्स को निकालने के लिए अंकीय डीमोदुलेटर का प्रयोग होता है। इसके पश्चात रूटिंग एंड डाटा पैकेट बनाने एवं पुनः माडुलन की सारी प्रक्रिया भी डिजिटली ही की जाती है। (चित्र 4)

पहले के रिजेनरेटीव नीत भारो के साथ यह समस्या थी एक बार उपग्रह लांच के पश्चात उपयोगकर्ता नीत भार में भेजे गये अंतरमाडुलन एवं कोडिंग इस्कीम तक सीमित हो जाते थे। चूँकि एक उपग्रह का जीवनकाल सामानयतः दस से पन्द्रह वर्ष का होता था, यह एक बहुत बड़ी बाधा थी ऐसे उपग्रहों को अंतरिक्ष में भेजने में क्योंकि इतने अंतराल में पृथ्वी पर नयी और बेहतर अंतरमाडुलन एवं कोडिंग इस्कीम का उदभव हो जाता है। इसलिए इस प्रकार के उपग्रह ज्यादातर "प्राइवेट नेटवर्क" में ही प्रयोग



चित्र 4 : रिजेनरेटीव नीत भार

होते थे। लेकिन अंकीय सिग्नल संसाधन के द्वारा इस सारी प्रक्रिया को हार्डवेयर से हटाकर सॉफ्टवेर में शिफ्ट कर दिया गया है, जिसे की "सॉफ्टवेर डीफाइंड रेडियो" का नाम दिया गया है। इसके द्वारा पूर्णतया "री-कन्फिगरेबल" उपग्रह बनाया जा सकता है जो की भविष्य की संचार की जरूरत है। अंकीय सिग्नल संसाधन का उपयोग करके संचार टर्मिनल में (adaptive) अनुकूली माडुलन एवं कोडिंग का उपयोग किया जा सकता है जिससे पॉवर और बैंडविथ दोनों का ही दक्ष उपयोग किया जा सकता है।

5. निष्कर्ष

मोबाइल संचार एवं इन्टरनेट में हुई धामकेदार बढ़ोत्तरी ने ज्यादा थ्रूपुट वाले संचार उपग्रहों की मांग को बढ़ा दिया है। ऑनबोर्ड अंकीय सिग्नल संसाधन में यह छमता है की इस बढ़ी हुई मांग को पूरा कर सके। इसरो भी इस दिशा में कदम बढ़ा रहा है जिससे की "हाई स्पीड लास्ट माइल कंनेक्टिविटी" के उद्देश्य को पूरा किया जा सके। अब तक के हमारे संचार उपग्रहों में डिजिटल तकनीक का प्रयोग केवल "कन्ट्रोल पाथ" तक सीमित रहा है, लेकिन अब समय आ गया है की इसका उपयोग "डेटा पाथ" में किया जाए। इसके लिए आवश्यकता है की सम्मिश्र सिग्नल प्रोसस्सिंग अल्गोरिथम में दक्षता हासिल की जाए और इन अल्गोरिथमस को इम्प्लेमेंट करने वाले हार्डवेयर का विकास किया जाए। इसमें निम्नलिखित महत्वपूर्ण है :

१. लो पॉवर, हाई अनालोग बैंडविथ, हाई सैम्पलरेट सिंगल/डुअल मिक्सड सिग्नल ऐडीसी ऐसीक
२. लो पॉवर, हाई अपडेट रेट सिंगल/डुअल मिक्सड सिग्नल डीऐसी ऐसीक
३. फ्रीक्वेन्सी डीमक्स ऐसीक
४. फ्रीक्वेन्सी मक्स ऐसीक
५. मल्टी गीगाबिट सरडीस ऐसीक
६. अंकीय ट्रांसमिट बीमफोर्मिंग प्रोसेसर
७. अंकीय रिसीव बीमफोर्मिंग प्रोसेसर

शब्द संकेत : बेंटपाइप (Bent pipe payload), अंकीय सिग्नल संसाधन (Digital signal processing), रिजेनरेटीव नीत भार(Regenerative payload), ट्रांसपरेंट प्रोसेसर(Transparent Processor), पृष्ठीय ध्वनिक तरंग(Surface acoustic wave), परफेक्ट रीकंसट्रक्शन फिल्टर बैंक(Perfect Reconstruction filter bank)

सन्दर्भ :

1. "State of the Art Practices & Technology Trends – SATCOM & Navigation Payloads" SAC(ISRO) Internal Document
2. Liew Hiu Ming, Koh Wee Sain, et al., "Evolution of Communication Payload Technologies for Satellites", DSTA Horizons
3. Robert Hughes, Rosalind Warren, et al., "High Throughput Fully Processed Payloads for Broadband Access Networks", Astrium Ltd

4. Thomas C Butash, Joseph R Marshall, ”Leveraging Digital On-Board Processing to Increase Communication Satellite Flexibility and Effective Capacity”, 28th AIAA ICSSC-2010, California

5. आभार

लेखक इन कार्यों को करने के लिए दिए गये सुअवसर, प्रोत्साहन एवं दिशा निर्देश के लिए श्री आ. सी. किरण कुमार (अध्यक्ष इसरो), श्री तपन मिश्रा (निदेशक सैक), श्री डी. के. दास (सह- निदेशक सैक), दिवंगत श्री अलख बनिक (भूतपूर्व समूह निदेशक ओ.एस.पी.जी) तथा श्री हिमांशु शाह (भूतपूर्व प्रभाग प्रधान डी.टी.डी) का सहृदय आभार प्रगट करते हैं। हम श्री बी.आर. राजपूत, वरिष्ट हिंदी अधिकारी तथा हिंदी कक्ष के सभी सहकर्मियों का भी आभार व्यक्त करते हैं।

लेखक परिचय

श्री प्रमोद मिश्रा ने वर्ष 2002 में पूर्वांचल विश्विद्यालय से बी.टेक. की उपाधि प्राप्त की है। इन्होंने वर्ष 2004 में इलाहाबाद विश्विद्यालय से संचार तकनीक में एम्.टेक. की उपाधि प्राप्त की है। वर्ष 2005 में इन्होंने अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में सैटकाम एवं नेवीगेशन एप्लीकेशन एरिया में कार्य प्रारंभ किया। वर्ष 2010 से 2014 तक इन्होंने सैटकाम एवं नेवीगेशन पेलोड एरिया में काम किया। वर्ष 2015 से यह माइक्रोवेव रिमोट सेंसिंग एरिया में कार्यरत हैं।

संचार उपग्रह SATCOM

संतुलित प्रवर्धक अभिकल्प द्वारा सुक्ष्म तरंग उच्च शक्ति प्रवर्धक की परिमार्जित विश्वसनीयता

प्रणव प्रकाश सिंह , स्वाति जयस्वाल , आर जे दोषी व डी के सिंह

आरफएसजी, एसयनपीए

सारांश

संतुलित प्रवर्धक अभिकल्प को एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक के निर्माण में कार्यान्वयन किया गया है। इसे टी एम एम 10 अवस्तर (100 मिल) पर बनाया गया है। इस संतुलित प्रवर्धक अभिकल्प का प्रवर्धन 15 डीबी और शक्ति >40 वाट है। यह अभिकल्पना एल-1 व एल-5 बैंड के लिए है। एल-1 व एल-5 बैंड में उच्च शक्ति चतुर्थान्श संकर युग्मक एक चुनौती पूर्ण कार्य है। इसमे पिण्डित समस्वरिकरण का विकल्प रखा गया है। इस अभिकल्प में पहली बार पिंडित अवयव को ब्रांच लाइन युग्मक प्रक्रिया में इस्तेमाल किया है। इससे आसानी से शक्ति, सुरेखता व वियोजन का समस्वरण किया जा सकता है। इससे प्रवर्धक अभिकल्प से युक्ति के चैनल तापमान में 20 डिग्री कम हुआ और के - गुणाक में सुधार हुआ, जिससे प्रवर्धक की विद्युत स्थिरिता बड़ गइ और उच्च शक्ति प्रवर्धक की विश्वसनीयता परिमार्जित हुइ।

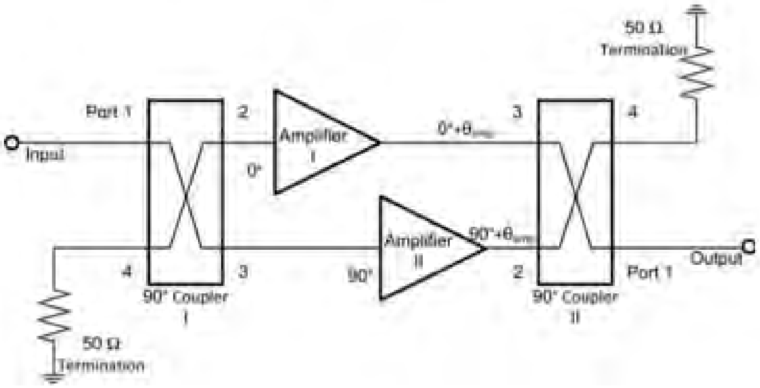
संतुलित उच्च शक्ति प्रवर्धक से कम शक्ति के प्रवर्धको की शक्ति को जोड़कर उससे दुगनी या तिगुनी शक्ति का प्रवर्धक का निर्माण किया जा सकता है। एसे शक्ति प्रवर्धक की विश्वसनीयता एक, 3 डीबी अधिक शक्ति प्रवर्धक युक्ति से अच्छी होती है। उच्च शक्ति प्रवर्धक युक्ति कि विश्वसनीयता चैनल तापमान पर निर्भर करता है। साधारणतह उपग्रह मे उपयोग होने वाले शक्ति प्रवर्धक कि विश्वसनीयता हर 10 डिग्री चैनल तापमान बढ़ाने से उसकी विफलता गति दुगनी हो जाती है। दूसरे शब्दो में समय के साथ हर 10 डिग्री अधिक चैनल तापमान वाले प्रवर्धक के विफल होने की संभावना दुगनी हो जाती है। आगत पर स्थिर और बहुत ही बढ़िया सुमेलन मिलने से निवेश पर पृथक्कारी की आवश्यकता नहीं होती है। सुक्ष्मतरंग प्रवर्धक रेखा में पृथक्कारी की विश्वसनीयता कम होती है। अतः समान शूक्ष्मतरंग उच्च शक्ति के लिये संतुलित उच्च शक्ति प्रवर्धक बेहतर विश्वसनीयता प्रदान करता है।

प्रस्तावना

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक इन इंडिया अभिगम को बढावा देने के लिए, संचार उपग्रह में उच्च शक्ति प्रवर्धक निर्माण में संतुलित प्रवर्धक अभिकल्प का विकास एक विकल्प है, कम शक्ति के प्रवर्धको के संकेतों को जोडकर 3 डी बी से 6 डी बी अधिक शक्ति का प्रवर्धक बनाना। इस लेख में इस अभिगम के बारे में जानकारी दी गई है।

एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक पहली बार अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में डिजाइन और डेवलपमेंट किया गया। ब्रांच लाइन युग्मक प्रक्रिया से सुक्ष्मतरंग संकेत को दो भाग में विभाजित कर सुन्य और 90 कोटि पर दो प्रवर्धको को दिया जाता है। इस प्रवर्धित तरंग को दुबारा 90 कोटि ब्रांच लाइन युग्मक प्रक्रिया से जोड़कर उच्च शक्ति का निर्माण होता है।
संतुलित प्रवर्धन की जानकारी हमें शूक्ष्मतरंग के किताबो और लेखो में मिलती है। पर इस तकनीक का उपयोग बहुत कम होता है। इसके लिये दो समरुप संकर युग्मक कि आवश्यकता होती है। साथ हि साथ प्रवर्धक का चुनाव भी बहुत महतवपुर्ण होता है। इस तकनीक मे आगमन तरंग का 3 डीबी संकर युग्मक के बाद प्रवर्धक युक्ति द्वारा सामान रूप से शक्ति और कोटि विछेपण होना चाहिए। इस तकनीक से एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक का डिजाईन और डेवलपमेंट गगन नितिभार के लिए किया है।

रचना संतुलित प्रवर्धक अभिकल्प का परिपथ नीचे ,चित्र में दिखाया गया है। इसके सांस्थिकी विज्ञान में इसके पहले परिचय से अब तक ज्यादा परिवर्तन नहीं आया है (1)।



चित्र :1: संतुलित प्रवर्धक अभिकल्प का रेखा चित्र

संतुलित प्रवर्धक अभिकल्प के मुख्य अवयव निमंलिखित है।

1. निवेस चतुर्थान्श संकर युग्मक।
2. निर्गमन चतुर्थान्श संकर युग्मक।
3. प्रवर्धक युक्ति का चयन (2 डीबी दबाव पर शक्ति, समान प्रवर्धन व् कला)।
4. शक्ति संयोजन।
5. 50 ओह्म समापन प्रतिरोधक की शक्ति।

संतुलित प्रवर्धक अभिकल्प तकनीक में दो प्रवर्धक जिनके आगत और निर्गमन पर 90 कोटि का युग्मक होता है। यह एक प्रवर्धक के बराबर प्रवर्धन देता है।

इस तकनीक के प्रमुख विषेशताये निमंलिखित है।

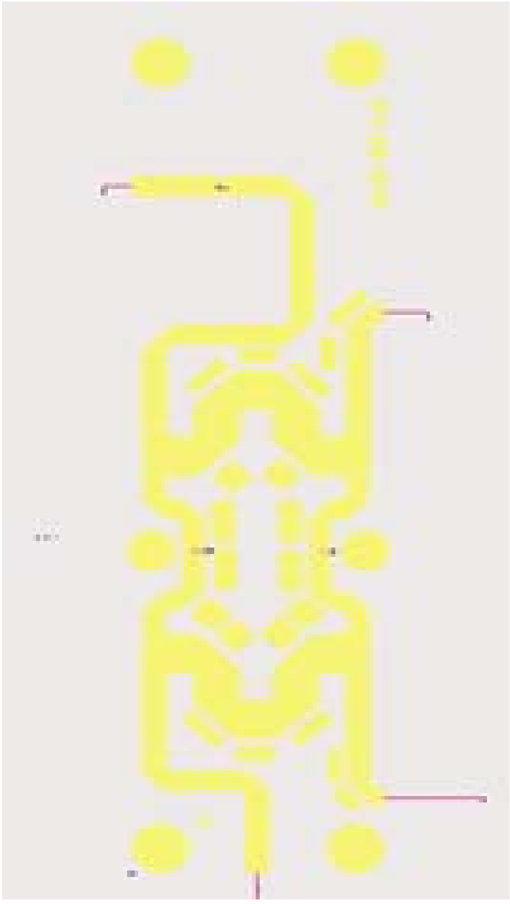
1. उच्च (ज्यादा) शक्ति
2. आगत पर स्थिर और बहुत ही बढ़िया सुमेलन।
3. स्थावित्व के।
4. अष्टक बैंड विस्तार।
5. बेहतर समस्वरण (good tun-ability)
6. सुशोभित गुणझीणन (Grace-full degradation)।
7 बेहतर विश्वसनीयता।

1. <u>3 डीबी निवेस चतुर्थान्श संकर युग्मक की अभिकल्पना</u>

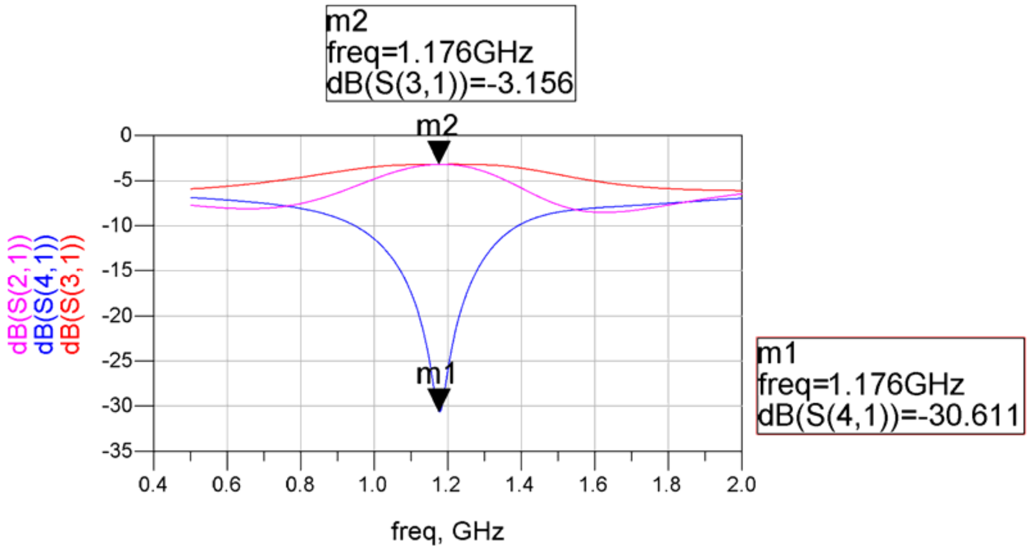
निवेश चतुर्थान्श संकर युग्मक को ब्रांच लाइन या लैन्गे युग्मक से बना सकते है। सुक्ष्मपट्टी पर आसानी से बना सकते है।

चतुर्थान्श संकर युग्मक की अभिकल्पना

1. इसकी चार भुजाये होती है।
2. भुजाओं का माप λ / 4 होता है।
3. दो सम्मानातर भुजाये 50 ओह्म व दूसरी दो भूजाये 35 ओह्म की प्रतिबाधा होती है।
4. 50 ओह्म सामानांतर भुजाओ में पिण्डित समस्वरण का विकल्प है।



चित्र 2. एल बैंड निवेस चतुर्थान्श संकर युग्मक अभिविन्यास चित्र 3. एडीयस प्रारूप



चित्र 4. सूक्ष्म तरंग अभिलक्षण

निवेश द्वार 1 पर आया संकेत निर्गमन द्वार 2 व 3 पर सामान रूप से 0 व 90 की कला वे 3.1 से 3.2 डीबी कम होके मिलता है। एक आदर्श स्थिति में पृथक्कृत द्वार 4 पर कोई संकेत नहीं आएगा। उच्च शक्ति प्रवर्धक को द्वार 2 व 3 के बीच लगाते है। प्रवर्धको द्वारा परावर्तित शक्ति पृथक्कृत द्वार 4 पर आती है। यहा पर 50 ओह्म के समापन प्रतिरोध से परावर्तित साकेत को क्षीण कर देते है। इस अभिकल्प से निवेश द्वार पर सदैव 50 ओह्म का स्थिर प्रतिरोध मिलाता है। इससे परिचालन प्रवर्धक का निर्गमन प्रतिरोध स्थिर हो जाता है। इससे वैधुत स्थिरिता बड़ जाती है।

अतः परिचालन प्रवर्धक के अनुनाद में जाने की संभावना नगण्य हो जाती है और परिपथ क की विश्वसनीयता बढ़ जाती है।

2. <u>3 डीबी निर्गमन चतुर्थान्श संकर युग्मक की अभिकल्पना</u>

निवेस चतुर्थान्श संकर युग्मक , निवेश चतुर्थान्श संकर युग्मक के वैधुत समरूप होता है।

3. <u>प्रवर्धक युक्ति का चयन</u>

संतुलित प्रवर्धक अभिकल्प के श्रेष्ट निष्पादन के लिए युक्ति का चयन महत्वपूर्ण है। युक्ति में निमं सामनता होनी चाहिए ।

1. 2 डीबी दबाव पर समान शक्ति।
2. 2 डीबी दबाव पर समान प्रवर्धन व कला विस्थापन।

दो चयनित प्रवर्धक (नमूना संख्या 3 व 8) के विधुत प्राचल निमंलिखित है।

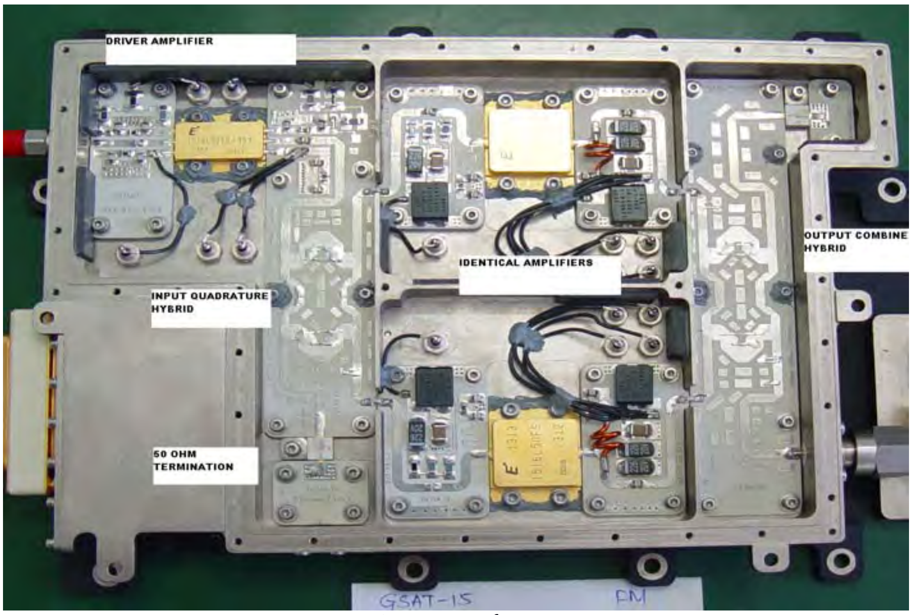
	ITEM	BVGDO	IGSS	IDSS	gm	VP	BVGSS	BVDSX1	IGSX	BVDSX2	Rth		P2dB
	LIMITS Mir	-24	-----	-----	6000	-1	-6	16	-----	20	-----		46.3
	LIMITS Ma	-----	-720	36	-----	-3.5	-----	-----	-650	-----	1.05	f	-----
Sample N	UNIT	[V]	[uA]	[A]	[mS]	[V]	[V]	[V]	[uA]	[V]	[C/W]	(GHz)	[dBm]
3	1st	-30.91	-1.08	26.38	15940	-1.66	-15.16	16	-93.43	20	0.82	1.161	46.89
												1.176	46.88
												1.191	46.89
4	1st	-30.91	-1.02	26.8	16080	-1.67	-15.3	16	-81.82	20	0.83	1.161	47.06
												1.176	47.08
												1.191	47.1
5	1st	-30.9	-1.06	26.72	15860	-1.69	-15.19	16	-87.95	20	0.85	1.161	47.04
												1.176	47.05
												1.191	47.07
6	1st	-30.91	-1.11	26.8	16040	-1.67	-15.18	16	-84.22	20	0.86	1.161	47.06
												1.176	47.08
												1.191	47.11
8	1st	-30.9	-1.08	26.47	15940	-1.66	-15.12	16	-86.56	20	0.86	1.161	46.94
												1.176	46.94
												1.191	46.97
13	1st	-30.89	-1.23	25.87	15780	-1.64	-14.64	16	-96.39	20	0.89	1.161	46.99
												1.176	47.01
												1.191	47.03
15	1st	-30.85	-1.33	25.69	16080	-1.6	-14.41	16	-98.77	20	0.8	1.161	47.05
												1.176	47.07

सारणी 1.

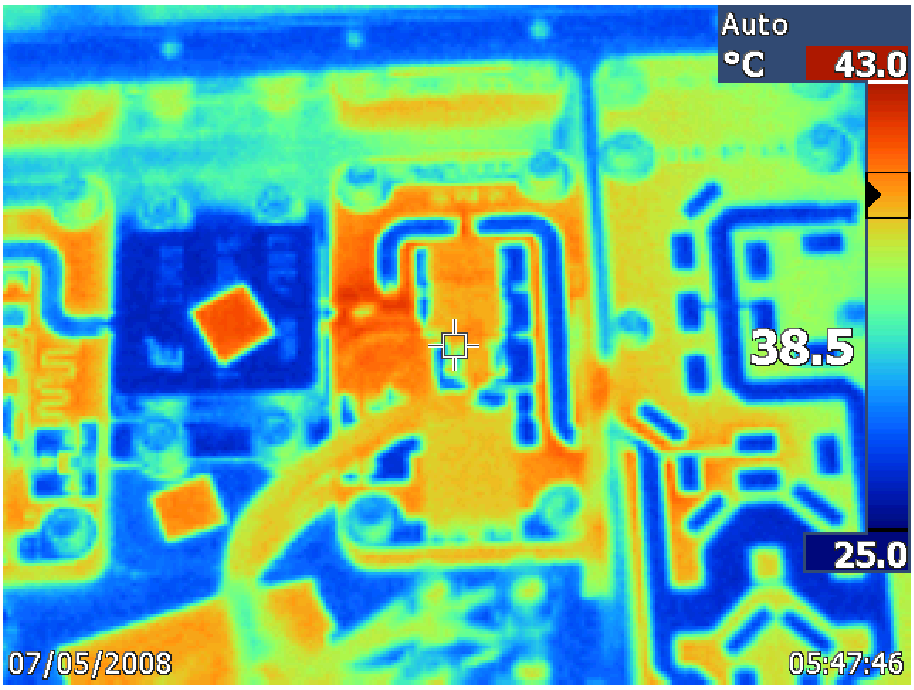
4. **शक्ति संयोजन**

शक्ति संयोजन के लिए ब्रांच लाइन युग्मक को लिया गया है।ब्रांच लाइन युग्मक यदपी बड़ा होता है पर इसकी शक्ति सहन क्षमता अधिक होती है और सुक्ष्म पट्टी पर बनायी जा सकती है। यह निवेश चतुर्थान्श संकर युग्मक के विपरीत द्वार 2 व 3 के शक्ति संकेत को निर्गमन द्वार 4 पर एक ही कला में जोड़ा देता हैऔर हमें 3 डी बी अधिक शक्ति मिलती है। शक्ति संयोजन का निर्माण में कम से कम संकेत का क्षय हो इस बात का ध्यान रखना आवशक है। इससे शक्ति संयोजन की दक्षता में सुधार होता है।

संतुलित प्रवर्धक अभिकल्प से के - गुणाक में सुधार हुआ, जिससे प्रवर्धक की विद्युत स्थिरिता बड़ जाती है।



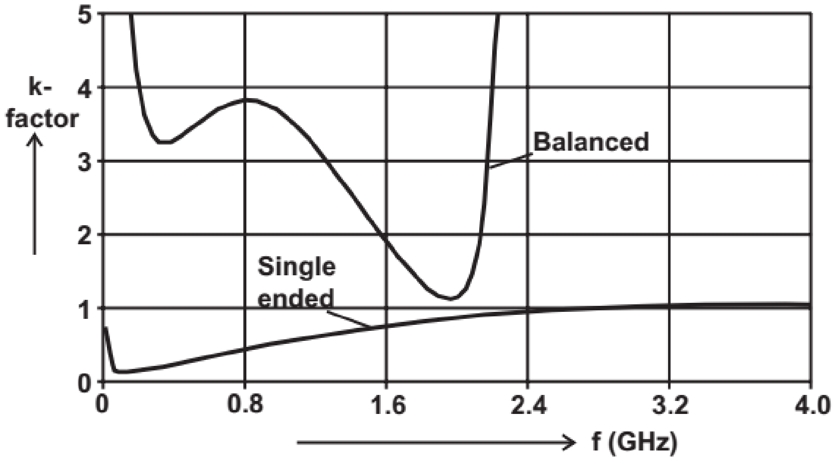
चित्र : 5 :संतुलित प्रवर्धक अभिकल्प



चित्र : 6 : ताप बिंब

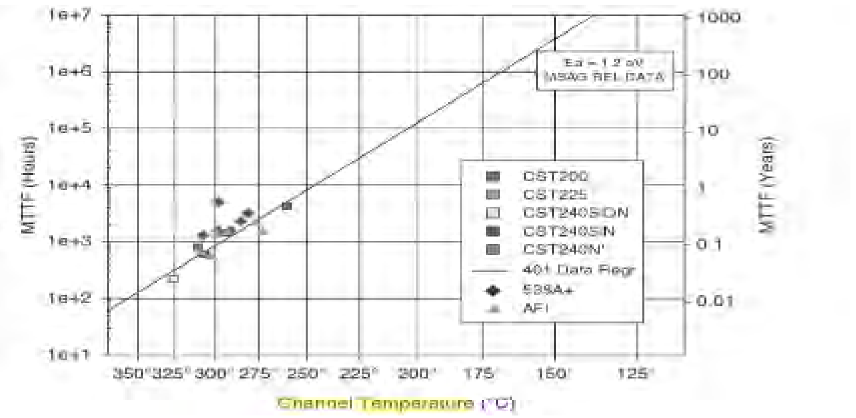
उपयोगिता : परिमार्जित विश्वसनीयता

1. संतुलित प्रवर्धक में दो युक्ति सम्मानातर में होती है। इससे यदि एक प्रवर्धक बंद भी हो जाये तो हमें 6 डी बी कम संकेत मिलते रहेगे। अत: हमें सुशोभित गुणझीणन मिलता है।



चित्र : 7 : के - गुणाक की तुलना : एकल प्रवर्धक व संतुलित प्रवर्धक से।

2. चैनल के तापमान कम होने और दूगना शक्ति क्षीण सतह मिलने से तापमान को आसानी से बनाये रख सकते है। चैनल के तापमान कम कम होने से प्रवर्धक के विश्वसनीयता बढती है।



चित्र : 8 : चैनल तापमान और विफल होने का मध्य समय।

3. संकेत की प्रतिगमन हानि युग्मक के पृथक्कृत द्वार पर 50 ओह्म प्रतिरोध में क्षण होता है, अत: पृथक्कारी की आवश्यकता नहीं होती है। इससे प्रवर्धक के विश्वसनीयता बढती है।

4. एक युक्ति प्रवर्धक के तुलना में संतुलित प्रवर्धक के विश्वसनीयता दुगनी होती है।

नुकसान

1 एक युक्ति प्रवर्धक से जटिल परिपथ होता है। इसमे दो सामान युक्तिया दो युग्मक और दोनो युक्तियो का बायस परिपथ बनाना पडता है।

2. दो युक्ति होने से, ज्यादा सीधी धारा के खपत होती है।

3. शूक्ष्मतरंग आगत युग्मक व प्रवर्धक के बाद, दोनों भुजयो के शक्ति संकेत के कला को शुन्य एंड 90 डिग्री पर बनाये रखना चुनैती पूर्ण है।

4. ज्यादा लागत।

निष्कर्ष

यह पेपर में बताने की कोशिश की गइ है की संतुलित प्रवर्धक तकनीक से अंतरिक्ष उपयोग के लिए बेहतर गुणवत्ता के उच्च शक्ति प्रवर्धक गैस (GaAs) फेट (FET) से बनाये जा सकते है। इस तकनीक से हमने 40 वाट येल -1 व एल -5 बैंड प्रवर्धक बनाये है। आने वाले समय में जब गैन (GaN) पर बने युक्ति में एस विधि का उपयोग करके 100 वाट से भी अधिक शूक्ष्मतरंग शक्ति का प्रवर्धक बना सकते है।

शब्दावली

1. शूक्ष्मतरंग - Microwave
2. युग्मक - Coupler
3. युक्ति -Device
4. खपत - Dissipation
5. उच्च शक्ति प्रवर्धक- High Power Amplifier
6. सुरेखता -Flatness
7. समस्वरण -Tuning/ Tunability
8. विश्वसनीयता -Reliability

9.	परिमार्जित	-Better	13.	प्रतिबाधा -	Resistance
10.	सुमेलन -	Match	14.	सीधी धारा -	Direct Current
11.	चतुर्थान्श संकर -	Quadrature Hybrid	15.	स्थावित्व के-	Stability (factor) K
12.	पिंडित अवयव -	Lumped Element			

संदर्भ

(1.) K. Kurokawa, " Design theory of Balanced transistor amplifier" BellSyst. Tech. J. vol 44 Oct 1965.

(2.) सीडीआर जीसैट -15।

(3) "High efficiency 45 W HPA for Space Application" By N Le Gallou,J F Villemazet & Al, 34th European Micorwave conference Digest , 2004.

आभार

हम श्री के. एस. परीख, उपनिदेशक, एसएनपीए, श्री डी के सिंह, ग्रुप निदेशक आरफएसजी और श्री आर जे दोषी प्रधान, एडी के आभारी है। जिन्होंने हमें हिंदी में कार्य करने के लिए प्रोत्साहित किया और तकनिकी मार्गदर्शन दिया और इस नयी तकनीक को विकसित करने में हमारा मनोबल बढाये रखा।

लेखक परिचय :

प्रणव प्रकाश सिंह ने वर्ष २००० में बीआईटी, दुर्ग से इलेक्ट्रोनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में स्तानक किया । वर्ष २००१ नवम्बर में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो) अहमदाबाद में कार्य प्रारंभ किया | इन्हे अपने कार्य के लिए वर्ष २०११ में इसरो टीम एक्स्सल्लेंस अवार्ड से तथा वर्ष २०१४ में आई ई टी ई लाल सी वर्मन अवार्ड प्रदान किया गया |

स्वाति जयस्वाल ने वर्ष १९८३ इलेक्ट्रोनिक एंड रेडियो इंजीनियरिंग में डिप्लोमा किया और वर्ष १९८७ अप्रैल में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो) अहमदाबाद में कार्य प्रारंभ किया | इन्होने १९९१ में इलेक्ट्रोनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में स्तानक किया | अभी यह ४० वॉट एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक के लिए जीसैट -१५ में प्रोजेक्ट मैनेजर है|

-इति-

मानव अंतरिक्ष कार्यक्रम के लिए टर्बो कोडेड डिजिटल क्यू पी एस के मॉड्यूलेटर

डॉ. दीपक मिश्रा एवं टी. वी. एस राम
डिजिटल कम्यूनिकेसन डिविजन
आप्टिकल एण्ड डिजिटल कम्यूनिकेसन ग्रुप

सारांश - इस लेख में CCSDS अनुरूप टर्बो कोडेड QPSK मॉडयूलेटर के सत्यापन एवं नमूना विकास का वर्णन किया गया है। इस योजना का पूर्ण कार्यान्वयन प्रो ASIC एक्टेल FPGA का उपयोग करते हुए पूर्णतः डिजिटल है। मॉडयूलेटर का प्रदर्शन 8.1 dB कोडिंग लाभ के साथ सैद्धांतिक महत्व से जुड़ा हुआ है। इस लेख द्वारा सीमूलिंक का उपयोग करते हुए टर्बो एनकोडर के संपूर्ण सत्यापन को भी प्रस्तुत किया गया है। यह पेपर मेक इन इंडिया का उत्कृष्ट उदाहरण है, जहाँ समस्त डिजाइन, सिमूलेशन और सत्यापन स्वदेशी तरीके से किया गया है।

संकेत शब्द- ***BER, Eb/No, RRC, CCSDS, dB.***

प्रस्तावना

1- इस लेख में मानव अंतरिक्ष कार्यक्रम (HSP) के लिए आवश्यक डिजिटल QPSK मॉडयूलेटर की विशेषता, नमूना दृष्टिकोण एवं सतत् परिणाम का विस्तृत वर्णन प्रस्तुत किया गया है। प्रस्तावित मॉड्यूलेटर (HSP) प्रोजेक्ट के अनुरूप कार्य करेगा। यह चालक दल की आवाज, वीडियो एवं आवश्यक दूर मापी को भी संचालित करेगा।

संपूर्ण विवरण

2- इस डिजिटल मॉड्यूलेटर का संपूर्ण विवरण सारणी 1 में दिया गया है। इस मॉड्यूलेटर के लिए कम से कम शक्ति, परिमाण एवं भार की आवश्यकता पड़ती है।

प्रणाली विवरण

A. QPSK मॉड्यूलेटर का ब्लॉक डाइग्राम चित्र 1 में दिया गया है। QPSK का विभिन्न प्रतिनिधि ब्लॉक निम्नलिखित है।

CCSDS अनुरूप टर्बो एनकोडर (दर 1/2)

Berrou, Glavieux और Thitimajshima के एक लेख में पहली बार टर्बो कोड्स का उल्लेख किया गया था जो पैरेलल कोनकैटिनेटेड कॉनव्योलूशनल कोड्स के नाम से भी जाना जाता है। टर्बो कोड्स स्यूडोरैंडम इंटरलीवर के साथ पुनरावर्ती कॉनव्योलूशनल इनकोडिंग एवं पोस्टेरियोरी प्रोबेबिल्टी (MAP) इंटरेटिव डिकोडिंग को जोड़ता है। जिससे शैनन लिमिट तक परिणाम प्राप्त किए जा सके। इस प्रकार का कोड विस्तृत कोड ब्लॉक (सैकड़ों या हजारों बिट्स) के साथ बाइनरी ब्लॉक कोड्स है। टर्बो कोड्स नियमित एवं स्वाभाविक रूप से गैर पारदर्शी कोड्स हैं।

चरण विसंगतियों को फ्रेम मार्कस का प्रयोग करते हुए दूर किया जाता है जो कोड ब्लॉक सिक्रोनाइजेशन के लिए अति आवश्यक है। (8)-(10)

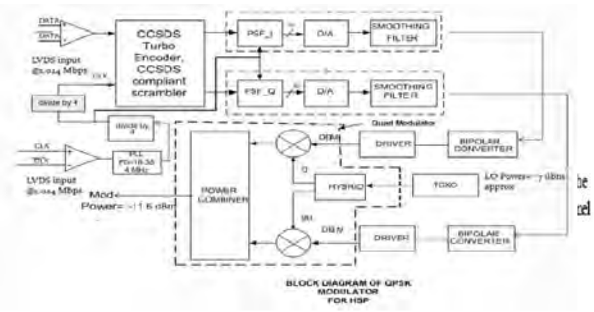
सारणी - 1 विवरण	
वाहक आवृत्ति	70.000 मेगा हर्टज
मॉड्यूलेशन प्रकार	क्यू. पी. एस. के.
सूचना दर	1.024 एम.बी.पी.एस
इनपुट सिग्नल इंटरफेस	एलवीडीएस
अग्रिम त्रुटि संसोधन	सीसीएसडीएस 1/2 दर टर्बो इनकोडर
स्क्रैम्बलर	सीसीएसडीएस अनुरूप स्क्रैम्बलर
टीसीएक्सओ से इनपुट शक्ति	0 डीबीएम±0.5 डीबी
आउटपुट शक्ति (सामान्य)	-12±1डीबीएम
स्पन्द संरूपक लक्षण	35% रूट रेज्ड कोसिन
बैंड क्षीणन से बाहर	30 डीबी
अवरोध	50Ω
असंतुलित आयाम	0.4 डीबी (अधि.)
असंतुलित चरण	≤ 30
इनपुट इंटरफेस	9 पिन डी-प्रकार संयोजक
आउटपुट इंटरफेस (आर एफ)	एसएमए
डीसी धारा 5 वी±5% पर	160 एमए
डीसी धारा -5 वी±5% पर	150 एमए

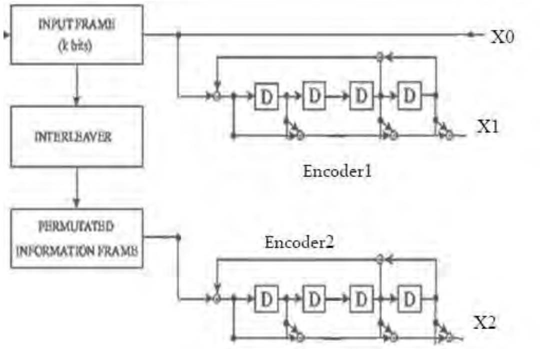
CCSDS अनुरूप टर्बो इनकोडनर का 1/3 दर चित्र 2 में दिया गया है। 1/3 दर क लिए FEC ब्लॉक का परिणाम निम्नवत है।

X0(1) X1(2) X2(3) X0(4) X1(5) X2(6) X0(7) X1(8) X2(9)….

1/3 से 1/2 दर का रूपांतरण पंक्चरिंग द्वारा किया जाता है। दर 1/2 टर्बो इनकोडर ब्लॉक डाइग्राम को चित्र 3 द्वारा प्रदर्शित किया गया है। टर्बो इनकोडर में 1/3 की अपेक्षा 1/2 कोड दर को पसंद किया जाता है क्योंकि दर 1/2 से 1/3 में जाने पर केवल प्वाइंट 3 डीबी का लाभ मिलता है। 1/2 दर का FEC ब्लॉक निम्नवत है -

X0(1) X1(2) X0(3) X2(4) X0(5) X1(6) X0(7) X2(8)…..





चित्र. 1 क्यूपीएसके माड्यूलेटर का ब्लाक डायग्राम चित्र. 2 सीसीएसडीएस अनुरूप टर्बो इनकोडर (11) के 1/3 दर का ब्लाक डायग्राम

$$m = s \bmod 2$$

$$i = \left\lfloor \frac{s}{2k_2} \right\rfloor$$

$$j = \left\lfloor \frac{s}{2} \right\rfloor - ik_2$$

$$t = (19i+1) \bmod 4$$

$$q = (t \bmod 8) + 1$$

$$c = (p_q j + 21m) \bmod k_2$$

$$\pi(s) = 2t + 8c + 1 - m$$

चित्र. 3 सीसीएसडीएस अनुरूप टर्बो इनकोडर (12) के 1/2 दर का ब्लाक डायग्राम

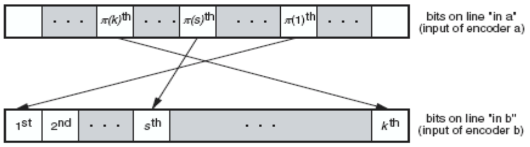
- उपरोक्त चित्र 3 में CCSDS अनुरूप टर्बो इनकोडनर की संरचना दी गई है जो कि पैरेलल कॉनकैटिनेशन को भी दिखाता है -
- दो समान बाइनरी, रैखिक, यथाक्रम पुनरावर्ती कंवोलुस्नल इनकोडर E1 एवं E2 दर 1/4 और 16 स्टेट्स के साथ दिए गए है। उनकी प्रतिक्रिया बहुपद($1+D^3+D^4$) है जबकि दर 1/2 के लिए अग्रिम बहुमत ($1+D+D^3+D^4$) है।

K लंबाई के साथ एक ब्लॉक इंटरलीवर क्रमचय नियम π : **Z**k → **Z**k द्वारा प्रदर्शित है। E1 इनपुट बिट्स का क्रम नहीं बदलता है जबकि E2 का π द्वारा क्रम बदल जाता है। अतः E1 के लिए इनपुट बिट्स क्श्र एवं E2 के लिए $d_{\pi(i)}$ है। Berrou ने इंटरलीवर पर परम्यूटेशन नियमπ: **Z**k → **Z**k प्रस्तावित किया है जो निम्नलिखित एलॉगरिथम द्वारा प्रस्तावित है। प्रथम K को K के समान ़ K1xK2, K1= 8 एवम K2= K/8. यहां पर K इंटरलीवर लंबाई है। अतः 0 से K-1 के लिए प्रत्येक $\pi(s)$ की गणना निम्नलिखित समीकरण द्वारा दिखाया गया है।

जहां, P_q निम्नलिखित 8 प्रथम पूर्णांकों को बताता है।

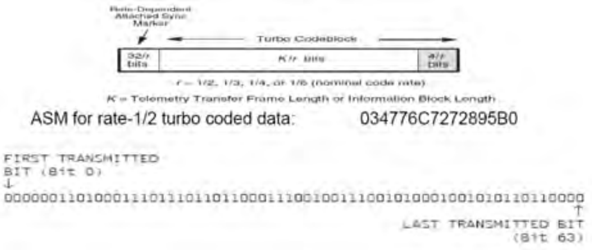
$p1 = 31$; $p2 = 37$; $p3 = 43$; $p4 = 47$; $p5 = 53$; $p6 = 59$; $p7 = 61$; $p8 = 67$.

चित्र. 4 इंटरलिवर के वर्गीकरण को दर्शाता है



चित्र. 4 सीसीएसडीएस अनुरूप इंटरलिवर (13) का वर्गीकरण टर्बो कोड ब्लॉक सिंक्रोनाइजेशन

प्रत्येक टर्बो कोड ब्लाक से संबंधित एक सिंक मार्कर के सिंक्रोनाइजेशन द्वारा डिकोडर का कोड ब्लाक प्राप्त किया जाता है 1/2 दर के लिए संलग्न सिंक मार्कर (ASM) एक 64 बिट का बिट प्रारूप है जो कि सिंक्रोनाइजेशन में मदद करता है और यह टर्बो ब्लाक को पीछे धकेलता है। चित्र 5 में CCSDS अनुरूप टर्बो इनकोडर का ढांचा संरचना प्रस्तुत है।

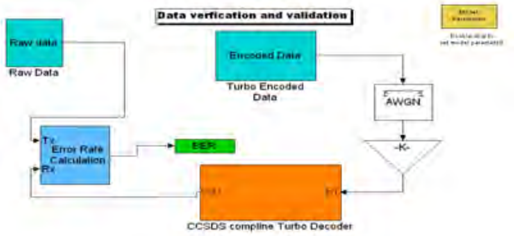


चित्र. 5 सीसीएसडीएस अनुरूप ढाँचा संरचना (14)टर्बो इनकोडर का मान्यकरण एवं सत्यापन

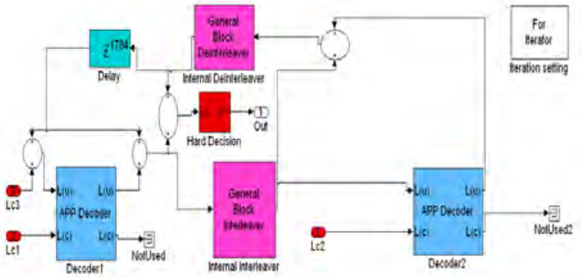
टर्बो इनकोडर हार्डवेयर डाटा तार्किक विश्लेषक का प्रयोग करता है जो कि MATLAB सिमुलिंक डिकोडर माडल द्वारा स्वीकृत है। अतः प्राप्त डिकोडेड डाटा का कच्चे डाटा से चित्र 9 में तुलना किया गया है। CCSDS मानक टर्बो इनकोडर एवं डिकोडर के अनुसार चित्र 9 में अनुकरण प्रदर्शित है। इसका ढांचागत आकार 1784 बिट लंबाई का है। इंटरलीवर आकार ढांचागत आकार के सामान है। यह डिकोडर संवेदात्मक रूप में कार्य करता है। अनुरूप टर्बो डिकोडर को सिमुलिंक माडल द्वारा चित्र 7 में दिखाया गया है। एक समय केवल एक ही लूप प्रदर्शित है। व्यावहारिक रूप से परस्पर क्रियाओं की संखया 20 से अधिक नहीं होनी चाहिए जबकि 6 क्रियाएं भी संतोषजनक परिणाम दे सकती हैं। वास्तव में टर्बो कोड शब्द पारस्परिक क्रियात्मक डिकोडर योजना के तहत है जो कि टर्बो इंजन सिद्धांत पर आधारित है। पहला डिकोडर इस श्रृंखला को डिकोड करता है एवं अगले डिकोडर के लिए एक ठोस निर्णय लेता है। अब दूसरा डिकोडर डिकोडिंग के लिए अतिरिक्त सूचनाएं रखता है, एक दूसरे से अलग भिन्न दो निर्णयों के लिए एवं दो डिकोडरों के बीच की श्रृंखला इंटरलीवर के द्वारा प्रभावित होती है। टर्बो डिकोडिंग के लिए निम्नलिखित एलोगरिथम प्रयुक्त होता है।

1. अधिकतम A-Posteriori प्रोबेबिलटी (MAP) डिकोडिंग (15)
2. सॉफ्ट आउटपुट विटरबी एलॉगरिथम (SOVA) डिकोडिंग (16)

MAP डिकोडिंग एलॉगरिथम बिट दर बिट डिकोडिंग पर आधारित है जबकि SOVA डिकोडिंग श्रेणी डिकोडिंग पर आधारित है। हार्डवेयर जटिलता (17) (18) के बदले में MAP का तुलनात्मक प्रदर्शन सही माना जाता है।



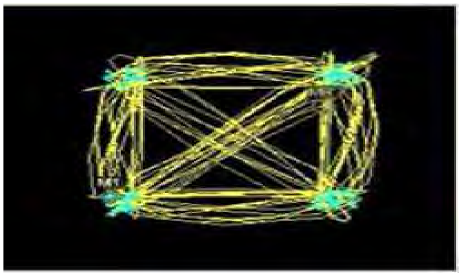
चित्र. 6 सिमुलिंक में डाटा सत्यापन एवं मान्यकरण मॉडल



चित्र. 7 सिमुलिंक में सीसीएसडीएस अनुरूप टर्बो डिकोडर मॉडल

परिणाम

चित्र 8 में नक्षत्रों के हार्डवेयर परिणाम, चरण बहुआयामी विसंगतियां दर्शाए गए हैं। डिजाइन सत्यापन मॉडल (DVM) 10 पीसीबी सतहों में निम्नलिखित प्रदर्शन (EVM < 2%) के लिए बनाया गया है। DVM माडल चित्र 9 में दर्शाया गया है जबकि चित्र 10 में DVM मॉडल स्पेक्ट्रम के साथ है।



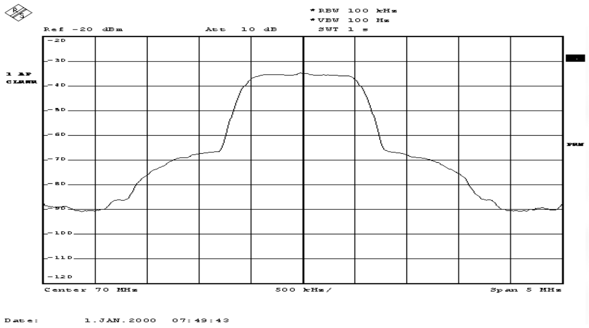
चित्र. 8 हार्डवेयर तारासमूह अवलोकन

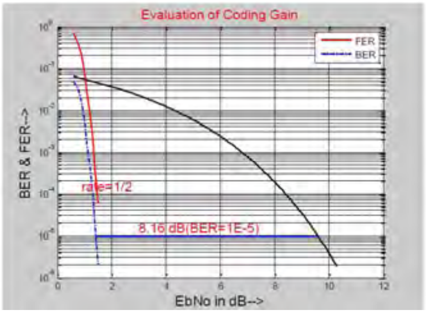
चित्र. 9 क्यूपीएसके माड्यूलेटर का नमूना सत्यापन माडल

उपसंहार

टर्बो कोडेड 1Mbps माड्यूलेटर को सफलतापूर्वक पहचाना गया है। हार्डवेयर स्पेक्ट्रम हार्डवेयर के गुणों को दर्शाता है। चित्र 11 में QPSK माड्यूलेटर के कार्यो के बाहय डीमाड्यूलेटर का चित्रण है। माड्यूलेटर .1db सैद्धांतिक परिणाम के निकट पाए गए हैं। इनके विद्युत की आवश्यकता 2 वॉट से भी कम है एवं आकृति 100X90 mm है। दिये गए विद्युत एवं आकृति की दृष्टि

से यह आर्ट हार्डवेयर नमूना की स्थिति में पाया जाता है। यह माड्यूलेटर भविष्य के गहन अंतरिक्ष लक्ष्यों के लिए एक आर्दश उम्मीदवार हो सकता है।





चित्र. 10 डीवीएम में क्यूपीएसके माडल का वर्णक्रम

चित्र. 11 डीवीएम में क्यूपीएसके माड्यूलेटर का हार्डवेयर कार्य

संदर्भ

[1] Forney, G. D., Jr., Concatenated Codes (Cambridge, MA: MIT Press, 1966).

[2] P. C. Massey and D. J. Costello, Jr., "Turbo codes with recursive nonsystematic quick-look-in constituent codes, " *IEEE Int. Symp. Inform. Theory*, Washington, USA, pp. 141–145, June 2001.

[3] A. Banerjee, F. Vatta, B. Scanavino, and D. J. Costello, Jr., "Nonsystematic turbo codes, " *IEEE Trans. Commun.*, vol. 53, pp. 1841–1849, Nov. 2005.

[4] S. Benedetto, D. Divsalar, G. Montorosi, and F. Pollara, "Serial concatenation of interleaved codes: Performance analysis, design and iterative decoding, "*IEEE Trans.Inform. Theory*, vol. 44, pp. 909–926, May 1998.

[5] L. C. Perez, J. Seghers, and D. J. Costello, Jr., "Adistance spectrum interpretation of turbo codes, " *IEEE Trans. Inform. Theory*, vol. 42, pp. 1698–1709, Nov.1996.

[6] S. Lin and D. J. Costello, Jr., "Error control coding, " *Pearson Prentice Hall*, New Jersey, 2004.

[7] S. Benedetto, R. Garello, G. Montorsi, C. Berrou, C. Douillard, D. Giancristofaro, A. Ginesi, L. Giugno and M. Luise, "MHOMS: High speed ACM modem for satellite applications, " *IEEE Trans. Wireless Commun.*, vol. 12, pp. 66–77, Apr. 2005.

[8] D. Divsalar and F. Pollara, "Multiple turbo codes, " *IEEE Military Commun.Conf.*, San Diego, USA, pp. 279–285, Nov. 1995.

[9] . Huettinger and J. Huber, "Design of multiple-turboc odes with transfer characteristics of component codes, " *Conf. on Inform. Sciences and Systems*, Princeton, USA, Mar. 2002

[10] S. Benedetto, G. Montorsi, D. Divsalar and F. Pollara, "Serial concatenation of interleaved codes: Performance Analysis, Design, and Iterative Decoding", JPL TDA Progress Report 42–126, August 15, 1996.

[11] Gray " Serially concatenated trellis coded modulation ", PhD Dissertation, Univ. of South Australia, submitted, Aug. 1998.

[12] D. Divsalar and F. Pollara, "Hybrid concatenated codes and iterative decoding, " *JPL TDA Progress Rep. 42-130*, pp.1-23, Aug. 15 1997.

[13] Benedetto, S.; Montorsi, G.; Divsalar, D. "Concatenated convolutional codes with interleavers, " IEEE Communications Magazine, Volume: 41, Issue: 8, Aug.2003 Pages:102 - 109 .

[14] Koller .C, A. Graell i Amat, J. Kliewer, F. Vatta, D. J. Costello, Jr., "Hybrid Concatenated Codes with Asymptotically Good Distance Growth", in Proc. IEEE International Symposium on Turbo Codes & Related Topics, pp. 19-24, September 2008.

[15] Gergis Labib Francis, " Performance of Hybrid Concatenated Trellis Codes CPFSK with Iterative Decoding over Fading Channels" International Journal of Distributed and Parallel systems. ISSN :0976 – 9757 [Online] ; 2229 - 3957 [Print].

[16] Oluwafemi .Ilesanmi B. and Stanley H. Mneney, "Hybrid Concatenated Super-Orthogonal Space-Time Trellis Codes Applying Iterative Decoding, " IEEE *AFRICON 2011* Livingstone, Zambia 13th-15th September 2011.

[17] Mansour Hala M. A., Labib Francis Gergis, Mostafa A. R. Eltokhy, Hoda Z. Said, "Performance Analysis for Concatenated Coding schemes with Efficient Modulation Techniques" International Journal of Soft Computing and Engineering (IJSCE) ISSN: 2231-2307, Volume-2, Issue-1, March 12.

[18] Ya-Cheng Lu, Erl-Huei Lu, " Enhancement of Hybrid Concatenated Codes Using A modified Log- MAP Algorithm", Proceeding ICICC'08 Proceeding of the 2008 3rd International Conference on Innovative Computing Information and Control.

लेखक परिचय : डा0 दीपक मिश्रा का जन्म 24 जून 1979 को भारत में उत्तर प्रदेश राज्य के वाराणसी नामक स्थान पर हुआ था। उन्होने अपनी बी.ई की उपाधि वर्ष 2001 में जी बी पंत सरकारी इंजीनियरिंग कालेज उत्तराखंड से इलेक्ट्रानिक्स अभियांत्रिकी, एम.टेक की उपाधि वर्ष 2003 में भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान काच्ची हिन्दू विश्वविद्यालय से इलेक्ट्रॉनिक्स अभियांत्रिकी विभाग द्वारा संचार तंत्र अभियांत्रिकी एवं भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान से ही वर्ष 2013 में गहन अंतरक्षि प्रायोग के लिए संयुक्त स्रोत चैनल कोडिंग विषय पर शोध उपाधि प्राप्त की है। वर्तमान में डा. दीपक मिश्रा एक वैज्ञानिक/इंजीनियर-एस एफ के रूप में कार्यरत हैं। उनके अब तक 20 से भी अधिक लेख अंतर्राष्ट्रीय पत्रिकाओ एवं सम्मेलनो में प्रकाशित हो चुके हैं। वह सिग्नल प्रोसेसिंग एण्ड नेविगेशन सिस्टम के क्षेत्र में संयुक्त राष्ट्र सैटकाम के परास्नातक पाठ्यक्रम के संकाय सदस्य भी हैं।

***

भारत में बनाओ (मेक इन इंडिया)- स्वावलम्बी अंतरिक्ष उद्योग

डी एन वि एस एस एन मूर्ति एवं कृणाल जोशी
परियोजना एवं प्रगति मॉनीटरिंग प्रभाग / Projects & Progress Monitoring Division
नियोजन एवं परियोजना समूह / PPG

माननीय भारत के प्रधानमंत्री श्री नरेन्द्र मोदी द्वारा शुरू किया गया मेक इन इंडिया अभियान एक नयी योजना है। इसे प्रधानमंत्री ने 25 सितंबर 2014 को विज्ञान भवन, नई दिल्ली से शुरूआत की है। जिसके तहत विदेश के कई निवेशक को भारत में विभिन्न व्यवसायों में पैसा लगाने के लिए एक अवसर उपलब्ध कराया जा रहा है। भारत में बने उत्पादो के लिए राष्ट्रीय और अंतरराष्ट्रीय स्तर पर घरेलू कंपनी के साथ साथ बहुदेशीय कंपनीयों को प्रसन्न करने के लिए भारतीय सरकार द्वारा ये एक शुरुवाती अभियान चलाया जा रहा है। भारत में रोजगार लाने के लिए प्रधानमंत्री के द्वारा किया गया ये एक अच्छा प्रयास है। इसे शुरु करने का उद्देश्य भारत से बाहर जा रहे ज्यादातर उद्यमियों को रोकने के लिए भारत के प्रमुख क्षेत्रों में निर्माण व्यवसायों को पुनर्जीवित करना था।

एक रिपोर्ट के तहत, वर्त्तमान में देश के सकल घरेलू उत्पाद में विनिर्माण का योगदान 15 प्रतिशत है। इस अभियान का लक्ष्य एशिया के अन्य विकासशील देशों की तरह इस योगदान को बढ़ाकर 25 प्रतिशत करना है। इस प्रक्रिया में सरकार को उम्मीद है कि ज्यादा से ज्यादा रोजगार उत्पन्न होगा, प्रत्यक्ष विदेशी निवेश आकर्षित होगा और भारत को विनिमार्ण केंद्र में तब्दील किया जा सकेगा।

मेक इन इंडिया और अंतरिक्ष:

इस अभियान के दौरान, विभिन्न क्षेत्रों में विनिवेश करने के लिए अवसर प्राप्त है। अंतरिक्ष और उसके अलग अलग प्रणालीयो में, जैसे कि, अंतरिक्ष अनुप्रयोग, सुदूर संवेदन, संचार उपग्रह इत्यादि।

हाल ही में सम्पन्न कि गयी नाविक - भारतीय उपग्रह मंडल एक अच्छीं उदहारण है जिस में भारत के प्रौद्योगिकी (इन्दुस्ट्री) बहुत सराहनीय काम किया है। इस मंडल में स्वदेश में बना और विक्सित किया गया बहुत सारा घटक (कॉम्पोनेंट्स) का इस्तेमाल किया गया है। हम सब के लिए यह एक बड़ी उपलब्धि है और महत्वपुर्ण कामयाबी है।

इसी तरह से हम सुदूर संवेदन क्षेत्र में भी स्वदेश में विकसित तकनीक को इस्तेमाल कर सकते है। पिछली महीना गूगल के निर्देशक जब भारत आया था तब उन्होंने घोषणा किया था कि गूगल कंपनी अपनी गूगल मानचित्र के लिए भारत का मदद लेगी. भौगोलिक सूचना प्रणाली क्षेत्र में भारत विश्व में बहुत ही प्रसंसनीय काम किया है। इस लिए गूगल जैसे कंपनी भी भारत में अपनी शाखा लगाना चाहते है। लक्ष्य को पाने के लिये भारत के युवाओं में प्रचुर मात्र में योग्यता, कौशल, अनुशासन और प्रतिबद्धता है। इसे नजर में रखते हुए हम सब को मेक इन इंडिया अभियान को सफल बनाना है और भारत देश को और विकास कि ओर ले जाना है।

हमारी राय में मेक इन इंडिया को सफल बनाना है तो सरकार को इस विषय में बहुत सोच विचार करके एक विशेष आर्थिक क्षेत्र बनाना चाहिए।

इस आर्थिक क्षेत्र का उद्देश्य और दिशा इस प्रकार होनी चाहिए:

१. भारत में अंतरिक्ष क्षेत्र में काम करने वाले उद्योगों को एक प्लाटफॉर्म पर लाना
२. सभी उद्योग को संभावित आसरा (सहारा) / प्रोत्साहन देना
३. विदेशी बाज़ार का आकर्षित करना
४. भारतीय उद्योग को और व्यवासियों को बढ़ावा देना

इस विशेष अर्थिक क्षेत्र से भारतीय अंतरीक्ष अनुसन को बहुत प्रकार का फायदा होगा.

१. भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में ज्यादा उद्योग (इन्दुस्ट्री)
२. पुनरावर्तक उपग्रहों का बहिर्वेश (Fast throughput)
३. कम से कम शिरोपरि (overheads)
४. इसरो (ISRO) को अपना ध्यान ज्यादातर अनुसंधान एवं विकास कि ओर केंद्रित कर सकते है और बेहतर तकनीकीया विकसित कर सकते है।
५. उद्योग क्षेत्र को अंतरिक्ष के क्षेत्र में एक असाधारण औज़ार बनाना
६. सेवा निवृत लोगों का अनुभव को फिर से उपयोग में लाना

इस से भारतीय अंतरिक्ष अनुसन्धान को बहुत फायदा मिलेगा जैसे कि

१. वैश्विक बाज़ार का समझ

२. मान्यताप्राप्त वास्तु
३. सस्ता और टिकाऊ
४. दीर्घकाल में अर्थिक सुस्थिरता एक जरिया
५. विश्व बाजार में एक पहचान
६. सब को साथ लेके चलने का एक सफल प्रयास
७. सब के साथ, सब का विकास

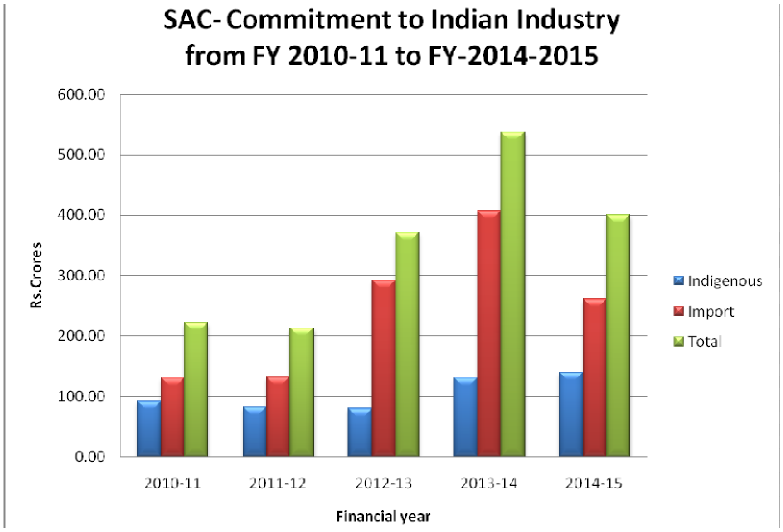
इसरो का अगला लक्ष्य है कि आनेवाले 5 साल के अंदर करीब 60 उपग्रहों को अपने अपने कक्ष में स्थापित करना. इस लक्ष्य को अगर पाना है तो इसरो को मेक ईन इंडिया को अपनाना होगा और इसको और बुलंदियों तक पहुँचाना होगा. जैसे जैसे इसरो का क्षमता बढेगा, इन्दुस्ट्री का भी क्षमता बढ़ेगा. अगर इसरो को साल में 6-7 प्रक्षेपण से 10-12 प्रक्षेपण करना है तो इन्दिस्ट्री का साथ होना बिलकुल जरुरी है। अभी भारत के पास 35 उपग्रह है जो अपने निर्धारित कक्ष में सेवाए दे रही है। हम को इस संख्या को दुगना करना है जिस के लिए देश इसरो हे तरफ देख रहा है। इसरो की क्षमता अभी एक साल में 6-7 ध्रुवीय उपग्रह प्रक्षेपण यान छोडने का है और 1-2 भुस्तिर कक्ष में उपग्रह छोड़ने कि है। इस लक्ष साधना में इन्दुस्ट्री का योगदान बहुत ही एहम है और हमेशा याद रखना है।

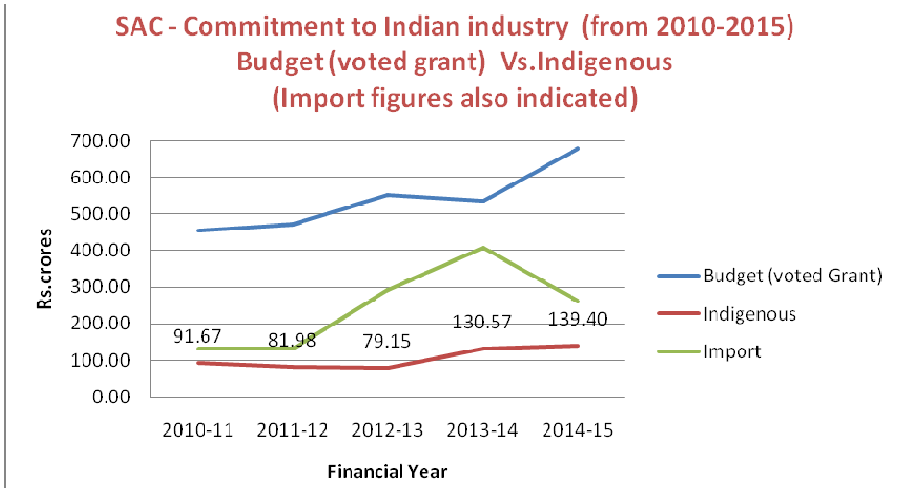
मेक इन इंडिया अभियान में खाली इन्दुस्ट्री के साथ कम करना है ऐसा कोई जरूरी नहीं है। हमें विश्व विद्यालय के विद्यार्थियों और वहाँ के अध्यापक के साथ भी मिलके काम करना है। आकादमिक लोगों से काम करने से यह फायदा होती है कि हमें विश्व का नया और अत्याधुनिक तकनीकियों के अंदाजा हो जाती है।

देशी घटक का आयात निर्यात का लेखा जोखा :
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र को एक तरफ से देखा जाय तो 2010 से ही इस केंद्र ने उद्योग को बढ़ावा देना शुरू कर दिया. 2010-11 से लेकर 2014-15 तक (5 साल) का आयत और निर्यात किया गया विविध तरह के उत्पादों का ब्यौरा इस के साथ संलग्न है।

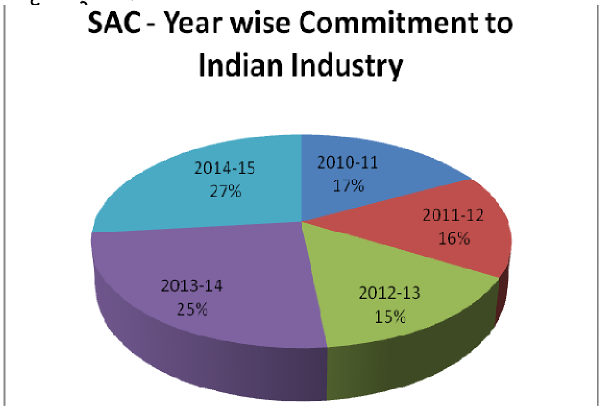
Financial year वित्त वर्ष	Budget (voted Grant)	Indigenous देशी घटक	Import आयत	Total कुल	%GE LOCAL	%AGE FOREIGN
2010-11	455.00	91.67	130.83	222.50	41.20	58.80
2011-12	470.95	81.98	131.80	213.78	38.35	61.65
2012-13	551.81	79.15	291.94	371.09	21.33	78.67
2013-14	536.15	130.57	407.42	537.99	24.27	75.73
2014-15	678.63	139.40	261.18	400.58	34.80	65.20
Total	2692.54	522.77	1223.17	1745.94	29.94	70.06

इस तालिका से हमें यह पता चलता है कि पिचले पांच साल में देशी घटक का क्रय विक्रय बढ़ गया है।

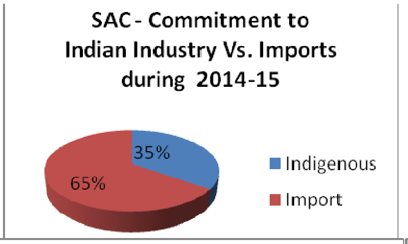


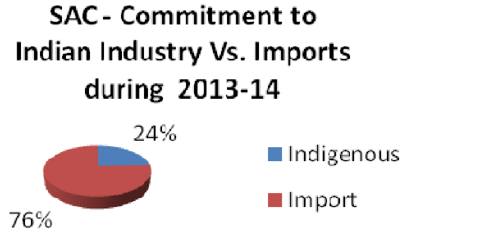


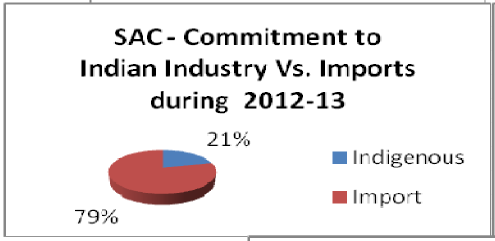
इस ग्राफ से इस निष्कर्ष पर पहुंच सकते है कि 2014-15 में आयात की गयी घटकों कि कुल संख्या में घट्न और देशी घटकों कि क्रय में वृद्धि हुयी है।

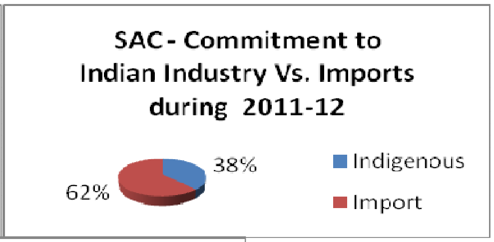


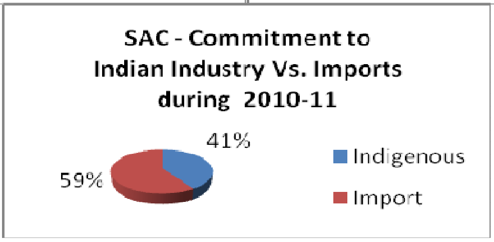
उपरोक्त पई ग्राफ को देख कर यह कहना बहुत स्वाभाविक है कि पिचले पांच साल में इस केंद्र ने देशी घटकों को खरीद फरोक्त करने में कोई झिझक नहीं दिखाई है। 2010 में जो 17% था वह धीरे धीरे बढ़कर 27% पहुँच गयी है।











सैटकॉम

इसरो के संचार उपग्रह (इनसैट) प्रणाली द्वारा सामाजिक एवं वैज्ञानिक अनुप्रयोग

डा. एम. आर. सुजिमोल, उर्वशी भट, कृति खत्री और के.शाहाना
दिल्ली भू केंद्र - अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद

सारांश

हमारे देश में आज टेलीविजन, डी टी एच प्रसारण, डिजिटल उपग्रह समाचार समाहरण (डीएसएमजी) तथा वी-सैट जैसे विविध अनुपयोगों में उपग्रह संचार का प्रयोग विस्तृत व सर्वव्यापी हो गया है। इसरो के उपग्रह द्वारा पर्यावरण प्रेक्षण, नौसंचालन, मौसम विज्ञानी, भू-प्रेक्षण, संचार आदि में योगदान अवर्णनिय है। देश के विकास हेतु अनुप्रयोगों में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी की क्षमताएँ अपार हैं। इसरो के संचार उपग्रहों द्वारा दी गयी सेवाएँ आम आदमी का जीवन सरल एवं सुखमय बना रही हैं। इसरो के संचार उपग्रह (इनसैट) प्रणाली द्वारा आधारित, सामाजिक एवं वैज्ञानिक अनुप्रयोग मेक इन इंडिया अभियाम का सर्वोत्तम उदाहरण है। प्रस्तुत लेख में हमने इसरो के संचार उपग्रह प्रणाली द्वारा सामाजिक और वैज्ञानिक अनुप्रयोग के बारे में बताया है।

शब्द संकेत

इनसैट, दूर-चिकित्सा (Tele-medicine), दूर-शिक्षा (Tele-Education), ग्राम संसाधन केंद्र (VRC), आव्रत्ति (frequency), नीतभार (Payloads)

1.0 प्रस्तावना

हमारे देश में आज टेलीविजन, डी टी एच प्रसारण, डिजिटल उपग्रह समाचार समाहरण (डीएसएमजी) तथा वी-सैट जैसे विविध अनुपयोगों में उपग्रह संचार का प्रयोग विस्तृत व सर्वव्यापी हो गया है। गत 30 वर्षों के दौरान यह तकनीक और भी अधिक परिपक्व हुई है तथा अब इसे अनेक अनुपयोगों में व्यावसायिक रूप में प्रयोग किया जा रहा है। उपग्रह संचार का अपने जीवन पर पड़ रहे प्रभावों के बारे में जितना हम समझते हैं, उससे कहीं अधिक रूपों में हम प्रभावित होते हैं।

सामाजिक हित के उपयोगों में इस तकनीक की क्षमताओं के प्रति इसरो सदैव से आकर्षित रहा है तथा इस क्षमता का मानवता की भलाई में इस्तेमाल करने की कोशिशें निरन्तर करता रहा है। इसरो द्वारा सामाजिक हित में किए जा रहे प्रयासों में दूर शिक्षा (टेली-एजुकेशन), दूर-चिकित्सा (टेली-मेडिसिन), ग्राम संसाधन केंद्र (वीआरसी) तथा आपदा प्रबंधन प्रणाली (डीएमएस) कार्यक्रम शामिल है। देश के विकास हेतु अनुप्रयोगों में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी की क्षमताएँ अपार हैं। प्रस्तुत लेख में हमने इसरो के संचार उपग्रह प्रणाली द्वारा सामाजिक और वैज्ञानिक अनुप्रयोग के बारे में बताया हैं।

2.0 संचारउपग्रह

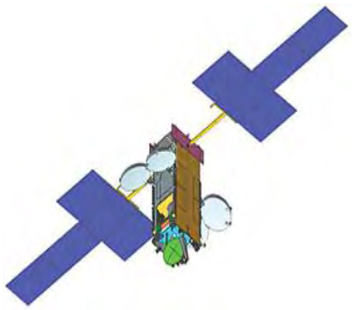
2.1 इनसैट प्रणाली

वर्ष 1983 में स्थापित भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली (इनसैट) एशिया-प्रसांत क्षेत्र में सबसे बड़ी घरेलू प्रणाली है। वर्तमान में इनसैट प्रणाली, इनसैट-3 ए, इनसैट-3 सी, इनसैट-4 ए, इनसैट-4 बी, इनसैट- 4 सी आर, जीसेट-6, जीसेट-8, जीसेट-10, जीसेट-12, जीसेट-14, जीसेट-16, जैसे वाणिज्यक उपाग्रहों सहित अनेक प्रचालनशील उपग्रह का नक्षत्र मंडल है।

2.2 प्रमुख योजनागत उपग्रह

जीसेट-11

- लगभग 10 जीबीपीएस थ्रूपुट के साथ बहु किरणपुंज उपग्रह
- केयू-बैंड में 32 उपयोगकर्ता किरणपुंज, 4 वर्ण –आवर्ती पुनरूपयोग
- के ए-बैंड में हब संचार



- बहु स्थान किरणपुंज, आनबोर्ड रेडियो आवृति अनुवर्तन, 4000-6000 किग्रा द्रव्यमान का समर्थन करनेवाली उच्च क्षमता मॉडयूलर बस, आदि जैसी नवीनतम प्रौद्योगिकियों का उपयोग

जीसेट-17

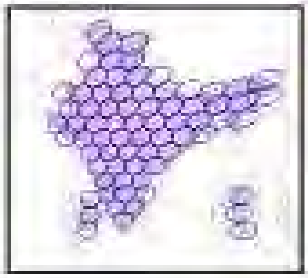
- ट्रांसपोंडर क्षमता के संवर्धन हेतु 36 सी एवं विस्तरित-सी ट्रांसपोंडर
- अवरित सेवा के लाइट डेटा रिले ट्रांसपोंडर(डी आर टी), उपग्रह युग्मित खोज एवं बचाव (एसएएस और आर) तथा मोबाइल उपग्रह सेवाएं (एम एस एस) नीतभार (पेलोडस)
- इसरो मानक की 1-3 K बस

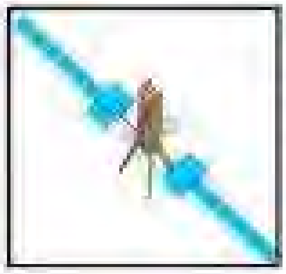
जीसेट- केए

- केए-बैंड में बहुकिरण पुंज उच्च थ्रूपुट उपग्रह
- संचलनीय किरण पुंज, विधुत नोदन, प्रस्तरनिय तापीय विकिरक, आदि जैसी नवीनतम प्रौद्योगिकियों का संभावित उपयोग

जीसेट – 19 ई

- जीएसएलवी मार्क-III की प्रथम विकास चरण उड़ान के लिए नीतभार (पेलओड्स)
- एकीकृत मौडयूलर बस, प्रस्टरणीय तापीय विकिरक, विधुत नोदन, स्वदेशी लिथियम - आयन बैटरी तथा सी-बैंड ट्रॅवेलिंग वेव ट्यूब एम्पलीफ़ायर (टीडब्ल्यूटीए), प्रकाशिकी नीतभार जैसी और अनेक नई प्रौद्योगिकियों हेतु परीक्षण स्थल के रूप कार्य करने के लिए प्रायोगिक उपग्रह





2.3 उपग्रह संचार -भूमि अवसंरचना

उपग्रह संचार (सैटकोंम) प्रौद्योगिकी का उपयोग देश में अनेक सामाजिक अनुप्रयोगों के लिए किया जा रहा है। इसरो ने एमएसएस, बीएसएस एवं एफएसएस (मोबाइल/प्रसारण /नियत उपग्रह सेवायें) उपग्रह प्रणालियों के अंतर्गत परीक्षण करने और संचार तकनीकियों के विकास, संचार सेवायों को प्रचलन सहायता उपलब्ध करने के लिए मज़बूत भूमि स्थित बुनियादी त्ताचे की स्थापना की है। । देश में दूर शिक्षा, दूर चिकित्सा और आपदा प्रबंधन कुछ प्रमुख सामाजिक अनुप्रयोग है जो सेट्कोम अवसंरचना के माध्यम से समर्थित है।

2.4 सैटकॉम अनुप्रयोग

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक), इसरो विभिन्न सैटकॉम (उपग्रह संचार) अनुप्रयोगों एवं संबंध प्रौद्योगिकियों के विकास एवं क्षेत्र प्रदर्शन हेतु नोडल केंद्र है। इस क्षेत्र में विविध अनुप्रयोगों के समर्थन के लिए विपत्ति चेतावनी प्रेषित, सूनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली, स्वचालित मौसम केंद्र तथा अंशाकन- सत्यापन (केल-वेल) परियोजना हेतु प्रेषित्र जैसे विभिन्न प्रयोग अपनी उपयोगिता सिद्ध कर चुके हैं और प्रचलनशील सेवाएँ प्रदान कर रहे हैं। अंटार्कटिका तथा भारत के बीच प्रथम उपग्रह संचार लिंक स्थापित किया गया है।

2.4.1 विपत्ति चेतावनी प्रेषित (डिसट्रेस अलर्ट ट्रांस मिटर)

- आपदा चेतावनी संदेश एवं अवस्थिति रिपोर्टिंग हेतु यूएचएफ प्रेषित
- अंत: निर्मित जीपीएस अभिग्राही
- मेरिटाइम रेस्कयु कॉर्डिनेशन सेंटर (एमआरसीसी), चेन्नई में 2.4 मी प्रचलनशील हब
- 2005 से प्रचलनशील
- भारतीय उद्योग के पास प्रौद्योगिकि उपलब्ध

2.4.2 स्व:चालित मौसम केंद्र (एडब्ल्यू एस) प्रमुख बिंदु

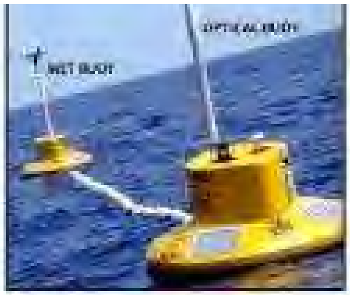
- 5W यूएचएफ प्रेषइत्र (402.65-402.85 MHz)
- अंत:निर्मित जीपीएस रिसीवर
- स्व:चालित डेटा संग्रह हेतु हर घंटे टाइम डिवीजन मलटीपल् एक्सेस (टीडीएमए) प्रेषण
- सैक, अहमदाबाद में विस्तारित सी-बैंड में हब
- भारत में 1200 से अधिक एडबल्यूएस केन्द्र सथापित
- आठ से अधिक मौसमविज्ञान संबंधी संवेदकों को समर्थन
- 23 कृषि- मौसम केंद्र (एएमएस) कार्यरत
- भारतीय उद्योगो के माध्यम से प्रौद्योगिकी उपलब्ध

2.4.3 अंशांकन -सत्यापन केल-वेल प्रमुख बिंदु

- ओशनसैट -2 संवेदक के केल-वेल हेतु यथसिथित संवेदक डेटा के संग्रह हेतु एस-बैंड प्रेषित्र
- विकिरुणमापी एवं सुर्य-प्रकाशमापी के संवेदक डेटा हेतु टीडीएमए संचार
- समुद्री संलग्नकों के साथ एस-बैंड टर्मिनल
- दिल्ली भू केंद्र में विस्तारित सी-बैंड में अभिग्रेहेण हब
- ओशनसैट-2 के लिए संस्थापित एवं प्रचालनशील

2.4.4 अंटार्कटिका संचार लिंक

- मैत्री, अंटार्कटिक तथा राष्ट्रीय अंटार्कटिका एवं महासागर शोध केन्द्र (एनसीएओआर) गोवा के बीट दि -दिशीय संचार



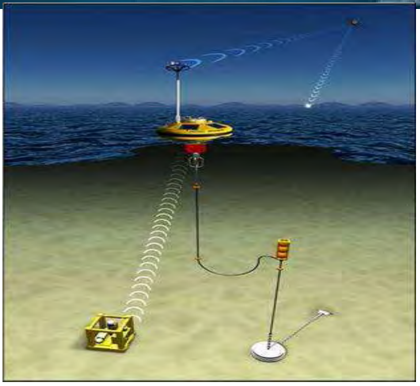
- 2048 के बी पी एसपर संचार को समर्थन के लिए मैत्री (71^0S, 11^0E) में 3 मी. सी-बैंड केंद्र
- डेटा अंतरण, वीडियो- कांफ्रेंसिंग एवं इंटरनेट पहूँच सेवा समर्थन के लिए 5^0 का अत्यंत निम्न उन्नयन कोण

2.4.5 सुनामी पूर्व- चेतावनी प्रणाली प्रमुख बिंदु

- सुनामी पूर्व- चेतावनी हेतु यूएचएफ एवं एस बैंड प्रेषित
- धनिक ज्वार प्रमापी एवं तल संपीडन अभिलेखित्र (बी पी आर) हेतु टीडीएमए प्रेक्षण सहायता
- समादेश प्रतिक्रिया हेतु अभिग्रहण हब रेखा के साथ एस बैंड टर्मिनल
- आईएनसीओआई एस, हैदराबाद में विस्तारित सी-बैंड में अभिग्रहण हब
- भारतीय उधयोगों के माध्यम से प्रौद्योगिकी की उपलब्ध

2.5 आपदा प्रबंधन सहयोग

प्रक्तिक आपदाओं के कुशल प्रबंधन हेतु देश द्वारा किए जा रहे प्रयासों में सहयोग करने के लिए इसरो ने एक अंतरिक्ष -आधारित व्यापक आपदा प्रबंधन सहयोग कार्यक्रम विकसित किया है। उक्त कार्यक्रम को संबंधित मंत्रालयों के माध्यम से संस्थापित भी किया है। भू-प्रक्षेपण उपग्रह, मौसम संबंधी व संचार उपग्रह तथा आकाशीय सर्वेक्षण प्रणालियों के साथ आपदा प्रबंधन के लिए उचित समय पर सहयोग एवं सेवाएँ प्रधान करने का आधार बनाते है। इस के लिए इसरो ने अनेक आपदा कालीन संचार उपकरण भी विकसित किया है।



2.6 प्रौद्योगिकि विसरण एवं अंतरिक्ष शिक्षा

प्रौद्योगिकि विसरण एवं अंतरिक्ष शिक्षा, भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के अभिन्न अंग है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकि के सार्थक उपयोग द्वारा मानवजाति की समस्याओं का निदान करने, युवा पीडी को अंतरिक्ष अनुसंधान का अवसर देने तथा जन सामान्य में जागरूकता उत्पन्न करने हेतु कई पहल किए गये है।

आपदा कालीन संचार उपकरण

2.6.1 दूर चिकित्सा (टेली -मेडीसिन)

- 2001 में शुरू हुआ इसरो का दूर-चिकित्सा कार्यक्रम, सुदूर एवं ग्रामीण क्षेत्रों में स्थित मरीजों को विशेष डाक्टरों द्वारा चिकित्सकीय परामर्श एवं उपचार उपलब्ध करने के लिए उपग्रह सेवाओं का उपयोग करता है।
- देश भर में 302 सुदूर /ग्रामीण /जिला अस्पताल व मेडिकल कालेजों सहित 18 मोबाइल दूर -चिकित्सा इकाइयों से जुड़े 64 विशेषज्ञता अस्पतालों के साथ 384 नोड्स की स्थापना
- सुदूर नोड्स को तकनीकी बनाने के लिए डेकू/ इसरो, अहमदाबाद में दूर-चिकित्सा नेटवर्क मॉनिटरिंग सुविधा की स्थापना

2.6.2 दूर – शिक्षा (टेली-एजुकेशन)

- इसरो का दूर-शिक्षा कार्यक्रम, देशभर में ग्रामीण एवं शहरी की गुणवता सुधारने के लिए -आधारित दूर शिक्षा सेवाएँ प्रदान करता है।
- 26 राज्य एवं 5 केन्द्रशा सित प्रदेशों का समावेश
- 59700 + स्कूलों तथा कॉलेजों के 5000 + इंटरॅक्टिव एवं 60, 000 केवल अभिग्रहण करने वाले कक्षाओं से जुड़े 83 नेटवर्क
- प्रसारण की गुणवता एवं नेटवर्क के उपयोग के मॉनिटरिंग हेतु डेकू -इस्रो अहमदाबाद में दूर -शिक्षा

नेटवर्क मॉनिटरिंग सुविधा की स्थापना

2.6.3 ग्राम संसाधन केंद्र

- इसरो द्वारा प्रारंभ किए गये वी आर सी कार्यक्रम सीधे प्रणालियों से निसरजित अनेक सेवाएँ तथा सूचना प्रावधोगिकी उपकरणों के द्वारा ग्रामीण समुदाय को प्रसार करता है। इस कार्यक्रम का निष्पादन गैर - सरकारी संगठनों / केंद्रीय एजेंसियों के सहयोग से हो रहा है।
- देशभर में 22 राज्य / केंद्र शासित प्रदेश में 473 वी आर सी की स्थापना की गयी। दूर शिक्षा, दूर स्वास्थ्य सेवा, भूमि एवं जल संसाधन प्रबंधन, इंटरॅक्टिव सलाहकार सेवाएँ, दूर मत्स्यन, ई-गावन्ेंस, मौसम सेवाएँ तथा स्थानीय आवश्यकता आधारित अन्य सेवाएँ।
- कृषि /बागवानी, मछलीपालन, पशुपालन, जल संसाधन, दूर-स्वास्थ्य जागरूकता कार्यक्रम, महिला सशक्तिकरण, संपूरक शिक्षा, कंप्यूटर साक्षरता, आजीविका के लिए कौशल विकास व्यवसाहिक शिक्षा, आदि मुद्दों को संबोधित करते हुए 6500 से ज़्यादा कार्यक्रम संचालित किए जा चुके है।

3.0 निष्कर्ष

इसरो के संचार उपग्रहों द्वारा दी गयी सेवाएँ आम आदमी का जीवन सरल एवं सुखमय बना रही हैं। यह सेवाएँ सामाजिक विकास में बहुत बड़ा योगदान दे रही है जैसे कृषि, चिकित्सा, आपदा प्रबंधन सहयोग, शिक्षा, जल संसाधन, वन एवं पर्यावरण आदि। इसरो द्वारा अंतरिक्ष आधारित सामाजिक एवं वैज्ञानिक अनुप्रयोग **मेक इन इंडिया** अभियाम का सर्वोत्तम उदाहरण है।

4.0 संदर्भ

1. इसरो वार्षिक रिपोर्ट
2. Space India Magazines September 2013- December 2014.
3. वेब संदर्भ–1 www.wikipedia.com

आभार

मेक-इन-इंडिया अभिगम संगोष्ठी में यह हमारा पहला लेख है। इसमें अपने लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति, अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र को हार्दिक धन्यवाद।

लेखक परिचय :-

	डा. एम. आर. सुजिमोल ने वर्ष 1996 में केरला से एम. एस सी डिग्री और वर्ष 2008 में एच एन बी गॅडवाल विश्वविधालय से डाक्टरेट डिग्री प्राप्त की। वर्ष 1999 में इसरो, देहरादून में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में दिल्ली भू केंद्र प्रभाग में कार्यरत हैं।
	उर्वशी भट् ने वर्ष 2005 में आइ ई टी ई से एलेक्ट्रॉनिक्स एवं संचार इंजिनियरिंग में बी. टेक डिग्री प्राप्त' की। वर्ष 1998 में इसरो, एम सी एफ, हासन में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में दिल्ली भू केंद्र प्रभाग में कार्यरत हैं।
	कृती खत्री ने वर्ष 2004 में एम.डी.यू विश्वविधालय से इलेक्ट्रॉनिकी एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2005 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में नौसंचालन नीतभार के प्रणाली में कार्य आरंभ किया। 2013 में नीरमा विश्वविधालय, अहमदाबाद से संचार इंजीनियरिंग में एम. टेक. डिग्री प्राप्त की है। वर्तमान में दिल्ली भू केंद्र प्रभाग में कार्यरत हैं।
	श्रीमती के शहाना ने 1990 में इसरो उपग्रह केंद्र, बेंगलूर में कार्य आरंभ किया। वर्ष 2007 में एम. टेक. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2001 से दिल्ली भू केंद्र प्रभाग, में कार्यरत हैं। वर्तमान में दिल्ली भू केंद्र प्रभाग की प्रधान हैं।

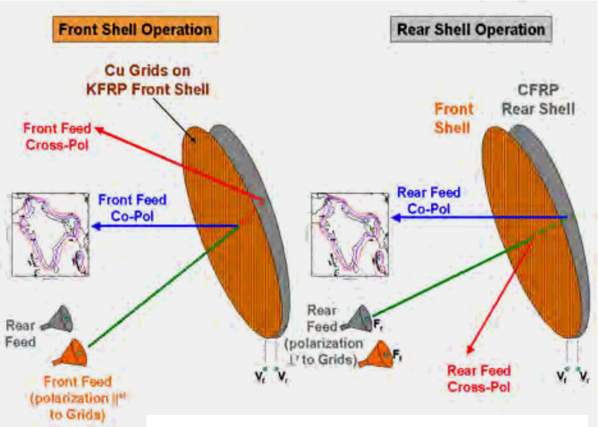
***

डुअल ग्रीडेड परावर्तक ऐंटेना के लिए ध्रुवीकरण को छानने वाली ग्रिड की रचना और विकास

नीशा सतिया, शशांक सक्सेना, मिलिंद बी महाजन
उपग्रह संचार एंटेना प्रभाग, एंटेना प्रणाली समूह, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)

सारांश :

इस लेख में दोगुनी घुमावदार 3-D सतह, जो की साधारण रूप से विकासशील नहीं है, को 2-D सतह में परावर्तन करने की पद्धति की चर्चा की गई है। इस विधि का प्रयोग डुअल ग्रीडेड परावर्तक (Dual Gridded Reflector-DGR)ऐंटेना के लिए ध्रुवीकरण को छानने वाली ग्रिड की रचना और विकास के लिए किया गया है। परावर्तक की दोगुनी घुमावदार 3-D सतह को आकार के आधार पर में विभाजित किया जाता है और उसके बाद 2-D समतल पट्टियों (flat strips) में विकसित किया जाता है। उसके बाद इन स्ट्रिप्स में नियमित अंतर पर निर्धारित मोटाई की ग्रिड लाइने बनाई जाती है। ये ग्रिड लाइन केपटन पीसीबी (Kapton PCB) पर तांबे से अंकित की जाती हैं। इन 2-D समतल पट्टियों पर निर्धारित अंतर पर मार्कर्स अंकीकृत किए जाते हैं जिन्हें 3-D सतह पर प्रोजेक्ट करके उनके अनुरूप 3-D मार्कर्स प्राप्त किए जाते है। इन्ही मार्कर्स की मदद से 2-D स्ट्रिप्स को वापस 3-D परावर्तक सतह पर एलाइन किया जाता है।

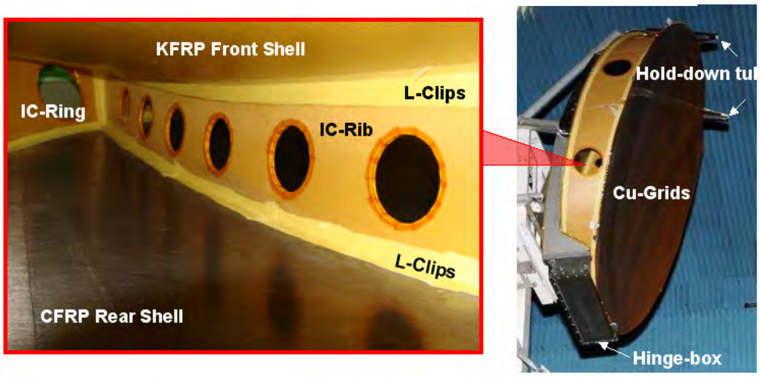


आकृति 1 : ऐंटेना का विन्यास और ऑपरेशन

प्रस्तावना :

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) संचार उपग्रहों के लिए डुअल ग्रीडेड परावर्तक (डीजीआर) ऐंटेना बनाता है। इसका मुख्य उपयोग निर्दिष्ट कवरेज क्षेत्रों पर उच्च गेइन (EoC Gain) और कड़े रोल-ऑफ (stringent Roll-off) के साथ उच्च पार ध्रुवीकरण अलगाव (High Cross-polarization Isolation) को प्राप्त करने के लिए किया जाता है जिससे आवृत्ति को पुन: उपयोग में लिया जा सकता है।

डीजीआर ऐंटेना दो एकल रिफ्लेक्टर (एक ग्रिडेड मोर्चा खोल और एक ठोस या ग्रिडेड रियर खोल (आकृति 1 और 2) ऑफ सेट विन्यास में व्यवस्थित होते हैं। दो रिफ्लेक्टर को उपयुक्त आदेश स्थानिक खिलाती अलग करने के लिए और कवरेज से बाहर पार ध्रुवीकरण पालियों से ध्यान हटाने के लिए विन्यस्त कर रहे हैं। मोर्चा खोल आमतौर पर के एफआरपी का उपयोग करके बनता है। तांबे की ग्रिड केप्टन पीसीबी पर अंकित करके मोर्चा खोल के शीर्ष पर चिपकायी जाती है। रियर-खोल आमतौर पर CFRP सामग्री से बनाया जाता है। अगर ऐंटेना की सतह विकासशील होती तो उस पर अंकित की गई विद्युत प्रवाह वाहक तांबे की ग्रिडलाइन की एक बहुत पतली चादर ऐंटेना की सतह बनाने के लिए उपयुक्त होती। लेकिन परावर्तक ऐंटेना की सतह दोगुनी घुमावदार है और सामान्य रूप से विकासशील नहीं है । इस दोगुनी घुमावदार सतह पर विद्युत प्रवाह वाहक लाइन अंकित करने के लिए 3डी सतह को २डी में रूपांतरित करने के लिए सॉफ्टवेयर STRIPz विकसित किया गया। यह सॉफ्टवेयर पहले सतह की वक्रता के आधार पर सतह को छोटे छोटे टुकडो में विभाजित करता है और फिर 3-D सतह को 2डी में परिवर्तित करता है।



आकृति : डीजीआर एंटीना का निर्माण और असेंबली

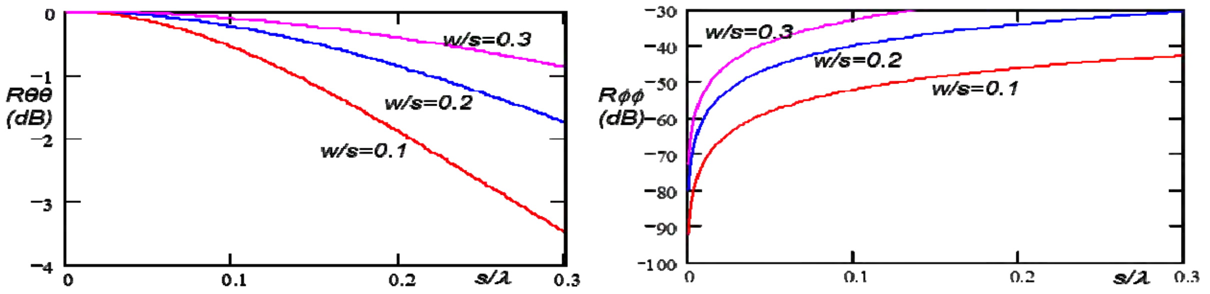
ध्रुवीकरण छनन ग्रिड की आरएफ डिजाइन:

प्रत्येक पट्टी की चौड़ाई (width w) डब्ल्यू और केंद्र से केंद्र रिक्ति (Centre to Centre spacing) एस (s) है। ग्रिड के लिए चित्रा-ऑफ-योग्यता (figure-of-merit) ऑपरेटिंग आवृत्ति बैंड पर प्रतिबिंब और पारेषण गुणांक है। एक नोर्मल इन्सिडेंटप्लेन वेव, $\theta i = \phi i = 0$, के स्ट्रिप्स पर समानांतर और ओर्थोगोनल ध्रुविकारण करने के लिए प्रतिबिंब गुणांक, क्रमशः हैं -

$$R_{\theta\theta} = \frac{1}{1+jt}$$
$$t = -\frac{2s}{\lambda}\ln\left(\cos\left(\frac{\pi}{2}\left(1-\frac{w}{s}\right)\right)\right)$$

तथा

$$R_{\phi\phi} = \frac{jt'}{1+jt'}$$
$$t' = -\frac{2s}{\lambda}\ln\left(\sin\left(\frac{\pi}{2}\left(1-\frac{w}{s}\right)\right)\right)$$

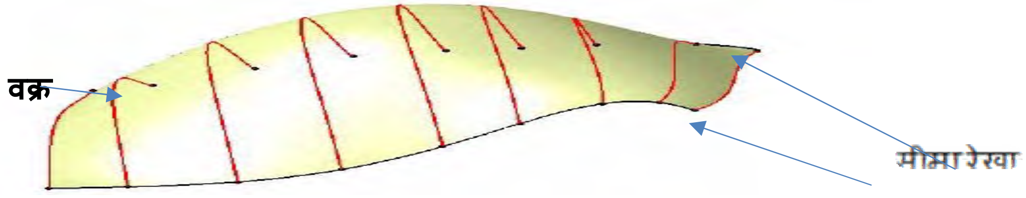


आकृति 3: s/λऔरw/s अनुपातके रूप में स्ट्रिप्स के प्रतिबिंब गुणांक

एक आदर्श ग्रिड के लिए $R\theta\theta \rightarrow 1$ और $R\phi\phi \rightarrow 0$ जो हासिल की है जब s/λ कम हो जाता है जबकि अनुपात w/s स्थिर रखा है। *s और w* का इष्टतम मूल्य प्राप्ति व्यवहार्यता, थर्मल प्रदर्शन और इष्टतम आरएफ प्रदर्शन के आधार पर चुने गए हैं।

3 डी से 2 डी परिवर्तन पद्धति:

सीमा घटता का अंकी कारण: सीमा रेखा का X और Y अक्ष के समानांतर 2-DXY प्रक्षेपण समतल में गठन किया जाना है।



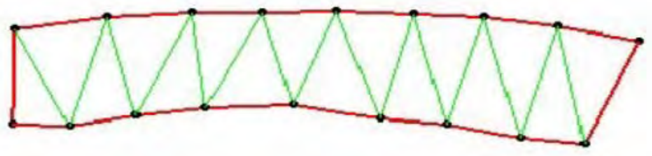
आकृति-4 : 3डी सतह पर वक्र

वक्र पर अंक की स्थिति का प्रक्षेपण समतल में समान लंबाई का उपयोग कर निर्णय लिया जाता हैं।

अंक की एक ही नंबर के साथ विपरीत सीमा घटता का अंकी कारण किया जाता है।

अंक की संख्या की गणना स्वचालित रूप से सहिष्णुता मूल्य का उपयोग करके की जा सकती है।

❖ स्ट्रिप्स का ट्राएंग्युलेषण:



- स्ट्रिप्स के भीतार फीट विवश ट्राएंग्युलेषण (triangulation) आकृति-5.
- त्रिकोण बनाने के लिए एक पट्टी के दो अनुकूलन सीमाओं पर अंक का गतिशील चयन

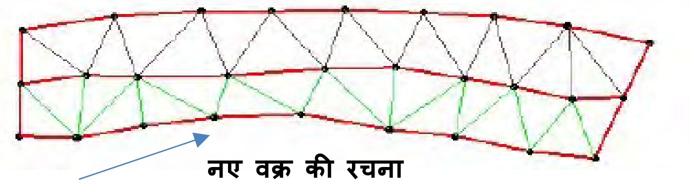
1 एक त्रिभुज के दो किनारों के बीच न्यूनतम दूरी

2 दो पड़ोसी त्रिकोण के बीच • न्यूनतम द्वितल कोण [1]

आकृति 5: 3डी सतह पर पट्टी त्रेंगुलास्हीं के भीतर फीट विवश ट्राएंग्युलेषण p1,p2,..pn बिंदु त्रिकोण पर है और q1,q2....qn बिंदु सतह पर है। max {||p1-q1||,......||pn-qn||}>ε[२] (ε विचलन दर्शाता है)

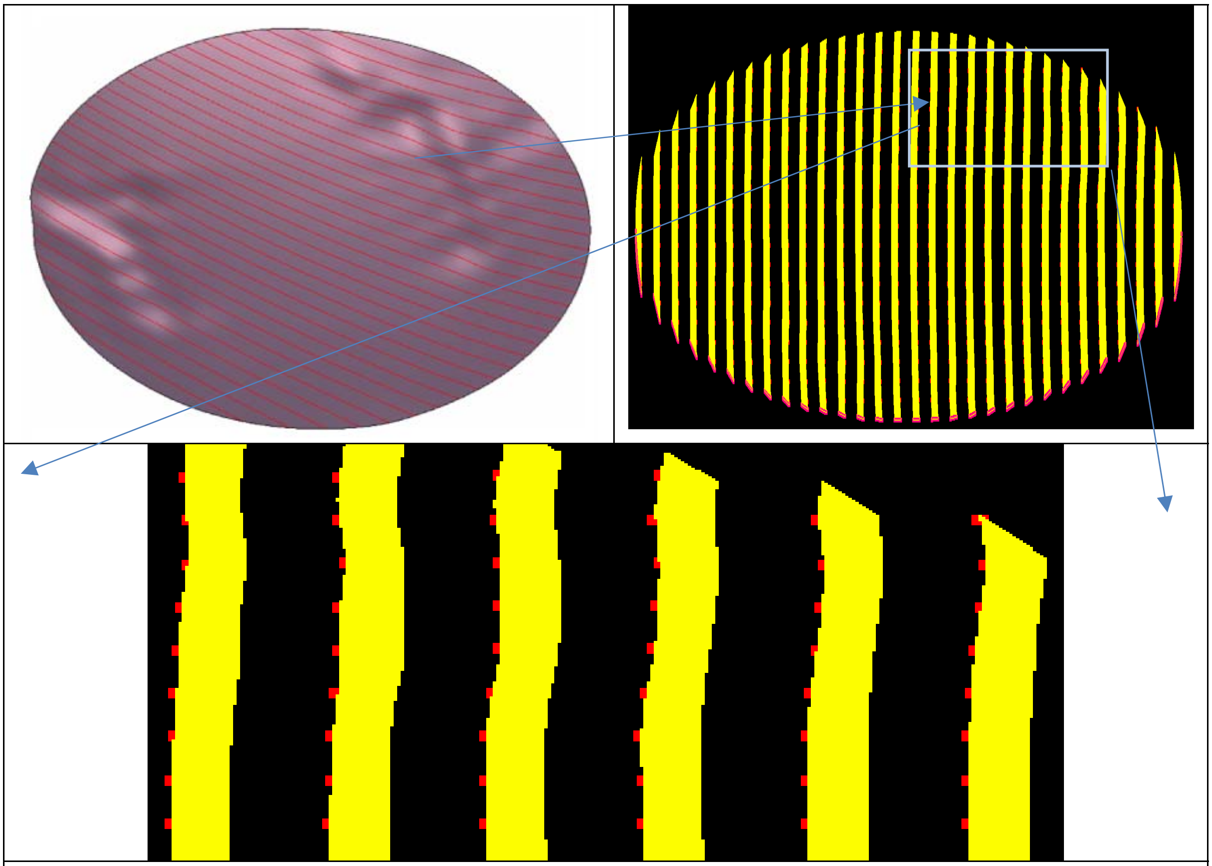
❖ स्ट्रिप्स का आकार नियंत्रण :

- सतह से त्रिकोण के विचलनε की गणना की जाती है। अगर विचलनε निर्धारित अंक से ज्यादा है तो स्ट्रिप को आकृति-6 में दर्शाया अनुसार नए वक्र की रचन करके विभाजित किया जाता है।

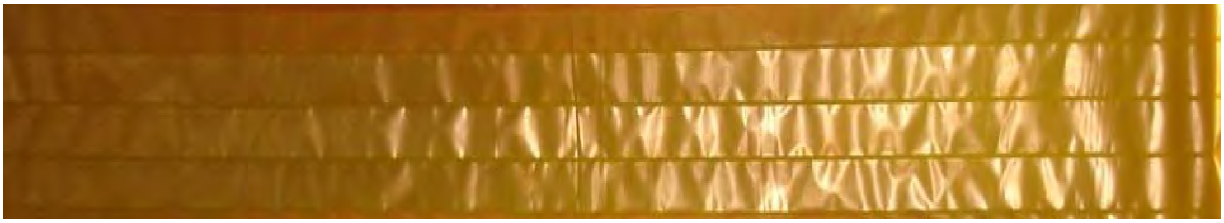


आकृति 6: विचलन ε के आधार र नए वक्र की रचना

3-D सतह का 2-Dमे फलेटनींग का एक उदाहरण :



आकृति 7: उपयुक्त पद्धति का उपयोग करके 3डी सतह का 2डी रूपांतरण



आकृति-8: उपयुक्त पद्धति द्वारा विकसित २m लंबी ग्रिड पी. सी. बी .

उपरोक्त विधि का उपयोग करके सतह का अनुकूलतम स्ट्रिप्स में विभाजित करके उसे 2-D में परावर्तित किया जाता है । सपाट स्ट्रिप्स पर परिभाषित चौड़ाई की ग्रिड का निर्धारित अंतरपे विकास किया जाता है । XY- समतल पे (x,Y) निर्देशांक को सतह पे प्रोजेक्ट करके 3-D मार्कर्स प्राप्त करके उसके अनुरूप 2-D मार्कर्स स्ट्रिप्स पे अंकित किये जाते है । मार्कर्स का उपयोग स्ट्रिप्स के सही निर्माण के लिए और सभी स्ट्रिप्स के संरेखण (alignment) और एक ही सतह पे वापस जोड़ने के लिए किया जाता है।इस स्ट्रिप्स को लिस्प फाइल(*.lsp) फॉर्मेट मे लीखा जाता है,जिसे ऑटोकैड में सरलता से आयात कर सकते है। तिन से चार स्ट्रिप्स (आकृति 5) को एक साथ रखके गुणवत्ता आश्वासन के दिशानिर्देश के अनुसार ड्रोयींग का विकास किया जाता है। गुणवत्ता आश्वासन विभाग से एस ड्रोयींग की जांच करवाके उसकी संरचना करवायी जाती है। STRIPz सॉफ्टवेर का निर्माण ZEUS Numerics, पुणे द्वारा किया गया ।

शब्दावली: डुअल ग्रीडेड परावर्तक, दोगुनी घुमावदार सतह, 3-D से 2-D परिवर्तन, डीजीआर, विचलन, ट्राएंग्युलेषण, स्ट्रिप्स

उपसंहार :

स्ट्रिप्स सॉफ्टवेर का उपयोग करके जीसेट - 18 के केयू - बेंड और सी- बेंड डुअल ग्रीडेड परावर्तक की ग्रिड का विकास एवं निर्माण किया गया । एस ग्रिड्स को फिर से जोड़ के सतह पे ढाला गया । ग्रिड्स को जोड़ने के बाद सतह पर सिर्फ क्रमशः 1 और 3 जुरिया पाई गयी परावर्तक के पार ध्रुवीकरण अलगाव (cross pol isolation) के माप में 3 से 6dB तक का सुधार पाया गया ।

संदर्भ:

1 . "डिवेलेपेबल स्ट्रिप्स अपप्रोक्सिमेशन ऑफ पेरामेट्रीक सरफेस विथ ग्लोबल एरर बौन्ड्स", योंग जिन लिउ, यु - कुन ली, शी - मिन हू, पेसिफिक कोन्फेरेंस ओन कंप्यूटरर ग्राफिक्स एंड अप्प्लीकेशन 2007 : 441-444

2. "पिसवाईस डेवेलोपेबल सरफेस अप्रोक्सिमेशन ऑफ जनरल नर्ब्स सरफेसिस,विथ ग्लोबल एरर बौन्ड्स" जे. सुबग, जी. एल्बर. जीएमपी 2006 एलएनसिएस 4077 (2006), पेज 143-156.

आभार : लेखक एस कार्य की अनुमति देने के किये श्री तपन मिश्र , निर्देशक, सेक, एवं श्री डी के दास सह निदेशक सैक के आभरी है। लेखक निरंतर मार्गदर्शन देने के लिए श्री राजीव ज्योति उप निदेशक एमआरएसए के भी बहुत आभारी है। लेखक ग्रिड ड्राविंग के विकास में एम.डी.ए.डी प्रभाग के योगदान और इस लेख को प्रस्तुत करने की अनुमति देने के लिए हिंदी तकनीकी संगोष्ठी समिति के आभारी है।

लेखक परिचय :

नीशा सतिया ने वर्ष 1988 में अंकशास्त्र में संट झेवियर्स कोलेज से बी.एस.सी. की। 1990 में गुजरात यूनिवर्सिटी से अंकशास्त्र में एम. ऐससी. की डिग्री प्रापवर्ष 1991 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (SAC), अहमदाबाद में उपग्रह नीतभार समुह (SPG)में कार्य आरंभ किया । वर्तमान में उपग्रह - संचार ऐंटेना प्रभाग (SCAD), ऐंटेना प्रणाली समुह (ASG) में विज्ञानिक-एस. डी. के पद पर कार्यरत है। उनका इन्सैट (INSAT) एवं जीसैट(GSAT) परियोजनाओ के सूक्ष्म तरंग ऐंटेना जैसे आकृतीकृत परावर्तक (shaped reflector) दवि ग्रिडेड परावर्तक (Dual-Gridded Reflecto) एंटेना के विश्लेषण एवं विकास में प्रमुख योगदान हैं।

श्री शशांक सक्सेना ने 1997 में बी.ई. की शिक्षा जय नारायण व्यास यूनिवर्सिटी, जोधपुर से और 2003 में एम.ई. की शिक्षा IISc, बंगलुरु से प्राप्त की। इन्होंने 1999 में SAC, ISRO में सेवा प्रारंभ की और वर्तमान में उपग्रह-संचार ऐंटेना प्रभाग (SCAD, ASG) में वैज्ञानिक-एस.एफ. के पद पर कार्यरत है। ये ISRO के Geosat कार्यक्रम और जमीन स्टेशनों एंटेना के लिए संचार उपग्रह एंटेना की रचना और विकास में योगदान दे रहे हैं। इन्होंने दोहरी gridded परावर्तक (डीजीआर) ऐंटेना प्रौद्योगिकी के सफल स्वदेशीकरण में महत्वपूर्ण योगदान दिया है और जीसैट-8/10/16/18 के लिए सी और केयू-बैंड DGRs विकसित किये हैं। 2007 में उन्होंने जीसैट-4 का बैंड मल्टी-बीम ऐंटेना के लिए एकल एपर्चर बहुपद्वति ट्रैकिंग फ़ीड (multimode autotracking feed) के नवीन विकास के लिए युवा वैज्ञानिक योग्यता पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

मिलिन्द महाजन ने वर्ष 1991 में ऋनात्मातक मूलकण गतिकीय विज्ञान में बी.ई. की डिग्री प्राप्त की। 1993 में उन्होंने आईआईटी, बीएचयू, वाराणसी से एम टेक की डिग्री प्राप्त की। वर्ष 1993 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में उपग्रह नीतभार समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में ऐंटीना प्रणाली समूह (ASG) में उपग्रह - संचार ऐंटेना प्रभाग (SCAD) के प्रधान के पद में कार्यरत हैं। उन्होंने इसरो की विविध परियोजनाओं जैसे - इन्सैट-4ए ,4बी, 4सीआर, जीसैट-5/7 और जीसैट-7ए/11 में उप परियोजना निदेशक, नीतभार ऐंटेना, की भूमिका निभाई है। उनके शोध क्षेत्र बहुपुंज ऐंटेना, अंकीय पुंज निर्माण एवं पुनर्संरूपीय ऐंटेना है। श्री महाजन को वर्ष 2005 में उनके दवि ग्रिडेड परिवर्तक के डिजाईन के उपलक्ष में इंडियन एस्ट्रोनोटिकल सोसाइटी ने स्वर्ण पदक से सम्मानित किया। वर्ष 2007 और 2008 में उन्हें इसरो के दल उत्कृष्टता पारितोषिक प्राप्त हुए। श्री महाजन आईईईई (IEEE) के वरिष्ठ सदस्य हैं।

***

उप-विषयवस्तु Sub-theme: सुदूर संवेदन Remote Sensing

चंद्रयान-2 लैंडर के मृदुअवतरण हेतु ओन-बोर्ड रडार ऊंचाईमापी संसाधित्र

रितेश कुमार शर्मा, जैमिन तन्ना, शिवानी भार्गव, अमिता शाह, दीपक पुत्रेवु, संजय त्रिवेदी, हिमांशु पटेल, प्रियंका मेहरोत्रा
एम.एस.डी.जी./एम.आर.एस.ए./सैक भवन नं. 52
कमरा नं. 40/33, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
आंबावाडी विस्तार पो.ऑ., भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन
इसरो, अहमदाबाद – 380015, भारत
दूरभाषः+ 91-7926915240/33, फैक्स + 91-7926915850
ई मेलः @...; @...

सारांश

चंद्रयान-1 मिशन की कामयाबी के बाद, इसरो/भारत अपने चंद्रयान-2 मिशन को प्रक्षेपित करने की तैयारी में पूरे उत्साह से इसके विकास-कार्यों में लगा हुआ है। इस मिशन में एक लैंडर-रोवर विन्यास का समावेश किया गया है, जो पूर्णतया स्वदेशी होगा, जिसे चंद्र सतह पर मृदु-अवतरण विधि द्वारा उतारा जाएगा। तदुपरांत लैंडर में उपस्थित रोवर चंद्र सतह पर उतरकर विभिन्न भागों में घूम-घूमकर वैज्ञानिक प्रयोगों को अंजाम देगा। इसके साथ-साथ लैंडर के माध्यम से मिशन के उद्देश्यों की परिपूर्ति तब ही संभव है जब लैंडर मॉड्यूल सफलतापूर्वक चंद्रसतह पर उतर जाएगा। इस कार्य के सफल संपादन हेतु लैंडर की शुद्धतम ऊँचाई तथा ऊर्ध्व-वेग (Vertical Velocity) का मापन अत्यंत आवश्यक है जिसके लिए एक आवृत्ति माडुलित सतत तरंग (FMCW) सिद्धांत पर आधारित एक का-बैंड रडार ऊँचाईमापी के प्रारूप, विन्यास एवं निर्माण कार्य को मिशन द्वारा प्रस्तावित किया गया है तथा जिसका निर्माण कार्य सैक में चल रहा है। इस ऊँचाईमापी का निर्माण पूर्णतया **"मेक-इन-इंडिया"** की तर्ज पर किया जा रहा है जो कि इस तकनीकी संगोष्ठी के मुख्य विषय-वस्तु को पूर्णतया चरितार्थ करता है।

चाँद की सतह पर ऊँचाईमापी को स्वचालित तरीके से कार्य करते हुए शुद्धतम ऊँचाई तथा ऊर्ध्व-वेग के आँकड़ों को एन.जी.सी (N.G.C.) निकाय को त्वरित गति से प्रदान करना है, अतएव इस ऊँचाईमापी में द्वि--4 एफ.पी.जी.ए. आधारित हार्डवेयर का निर्माण किया गया है जिसमें मुख्यता तीन फलनों – 1. नीतभार नियंत्रक (- ,), 2. डिजिटल चर्प जनरेटर (DCG), 3. डिजिटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU) का समावेश किया गया है। प्रस्तुत पत्र में का-बैंड रडार ऊँचाईमापी के तीव्र गति के ओन-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), डी. पी. यू. (,), ऑन-बोर्ड संसाधित्र, मृदु-अवतरण (Soft-Landing), चंद्रयान-2, आवृत्ति-माडुलन सतत तरंग (Frequency Modulated Continuous Wave), रोवर (Rover), नेविगेशन, गाइडेंस एवं कंट्रोल निकाय (Navigation, Guidance and Control,)

प्रस्तावना

इसरो/भारत अपने अति-महत्वाकांक्षी चंद्रयान-2 मिशन में द्वि-खंडीय विन्यास:ऑर्बिटर(Orbiter Craft) एवं लैंडर-रोवर को प्रक्षेपित करने की तैयारी में लगा हुआ है। रोवर के वैज्ञानिक कार्यों के उद्देश्यों को सफलतापूर्वक सम्पादित करने हेतु चंद्रयान-2 लैंडर का मृदु एवं सुरक्षित अवतरण (Soft and Safe landing) अत्यंत आवश्यक कार्य है। इस बात का ध्यान रखना भी महत्वपूर्ण है कि जब लैंडर सतह को अंतिम चरण में छूने वाला हो तो उसके नीचे कोई भी अवरोध उपस्थित ना हो। इसके साथ-साथ इन बातों का भी ध्यान रखना होगा कि लैंडर का घुमाव इस प्रकार चंद्र सतह पर आरोपित होना चाहिए जिससे कि उसके पैनल आवश्यक ऊर्जा का जनन कर सके। इन सभी उद्देश्यों की प्राप्ति अतिशुद्ध एवं जटिल संक्रियाओं के द्वारा लैंडर के पूर्व-निर्धारित उतरने की जगह के वातावरण, तथा लैंडर की दिशा व स्थिति का सही आकलन करके किया जा सकता है। अंत में इन आंकड़ों का प्रयोग करके NGC निकाय लैंडर को खतरों से मुक्त अवतरण सतह पर सुरक्षित उतारने का कार्य करेगा। उतरने के समय में इन आंकड़ों का अति कम समय में स्वनिर्धारण विधा में परिशुद्ध आकलन करना अत्यंत आवश्यक होगा। सुरक्षित अवतरण के लिए लैंडर-यान में एक का-बैंड रडार ऊँचाईमापी का समावेश किया गया है जो कि तीव्र-गति प्रक्रमण करके लैंडर की ऊँचाई एवं उर्ध्व-गति का परिशुद्ध मान प्रदान करेगा।

ऊँचाईमापी निकाय का विन्यास-विवरण

चित्र-1 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। 8 कि.मी. से लगभग 5- मी. सतह को छूने तक कार्य करने की क्षमता हेतु दो ऐन्टेना जोड़ी तंत्रों का उपयोग किया जायेगा। द्वि-स्थैतिक विधा में कार्य करने की क्षमता के लिए एंटेना जोड़ों का स्विच के माध्यम से ऊँचाई के आधार पर चयन करके ऊँचाई का मापन किया जाएगा। 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।

Hazard Detection and Avoidance (HDA) विधा के प्रयोग हेतु ऊँचाईमापी एवं विभिन्न प्रकाशीय संवेदकों से प्राप्त संकेतों का प्रक्रमण अंकीय प्रक्रमण निकाय (Digital Processing Unit) के द्वारा संपादित की जाती है।

चित्र-1: का-बैंड रडार अल्टीमीटर का हार्डवेयर

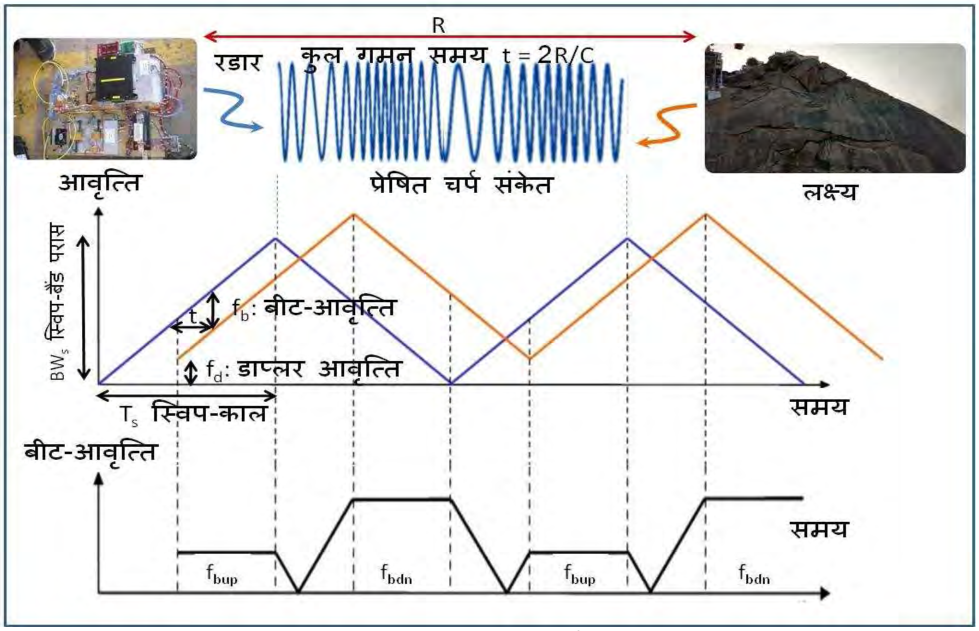
सारणी-1 में का-बैंड रडार ऊँचाईमापी के मुख्य प्राचलों को दर्शाया गया है।

सारणी-1: का-बैंड ऊँचाईमापी के प्रमुख विनिर्देश

विनिर्देश	
आवृत्ति	35.75 गीगाहर्ट्ज़
ऊँचाई	8 कि.मी.- सतह स्पर्श (5–मी.) तक
एंटेना	हार्न, द्वि-स्थैतिक(bistatic),40 डिग्री पुंज विस्तार
बैंड विस्तार	250 मेगा हर्ट्ज़
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 (Height Measurement)

चित्र-2 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। चूँकि लैंडर का प्लेटफॉर्म गतिमान होगा अतएव प्लेटफॉर्म एवं धरा-पृष्ठ के बीच सापेक्षिक गति होने के कारण डॉपलर 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:



चित्र-2 : FMCW रडार संकेतों द्वारा ऊंचाईमापी का सिद्धांत

चूँकि चर्प संकेत प्रकाश की गति () से 2 दूरी को तय करके अभिग्राही पर वापस आते है, अत: कुल गमन समय = 2/;

बीट-आवृति = ( )/ = (2)/( )

(क) प्रथम भाग (उच्च-स्लोप) में प्राप्त = - f_d,

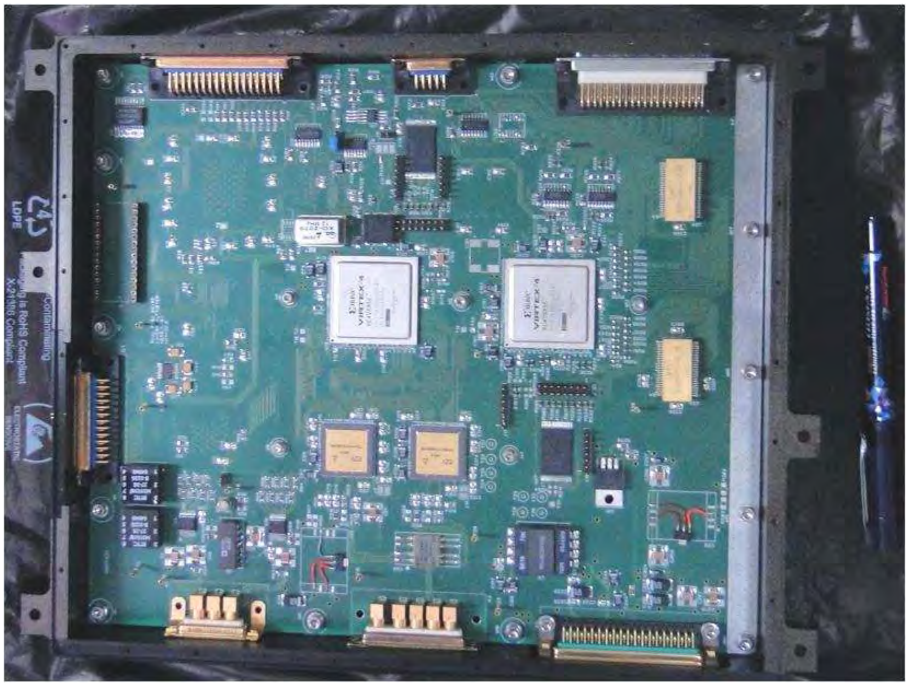
(ख) द्वितीय भाग (निम्न-स्लोप) में प्राप्त = + f_d,

उपरोक्त दोनों की माध्य-अनुक्रिया (mean response) से = (+) /2

इसलिए दूरी = {T_s C (f_{bup} + f_{bdn})}/ (4 BW_s)

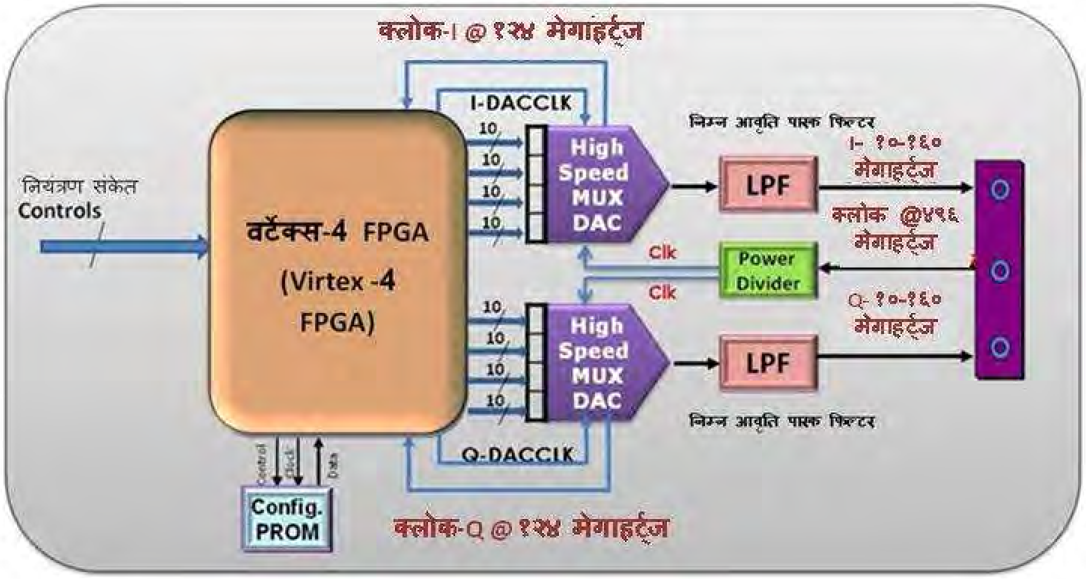
स्वचालित प्रक्रमण का हार्डवेयर आरोपण:

रडार ऊंचाईमापी के अंकीय तंत्र के प्रारूप को चित्र-3 में दर्शाया गया है। यह द्वि आधारित एकल ओन-बोर्ड तंत्र है जो की द्वारा प्रस्तावित समस्त संवेदकों के आकंड़ों को प्रक्रमित करेगा।

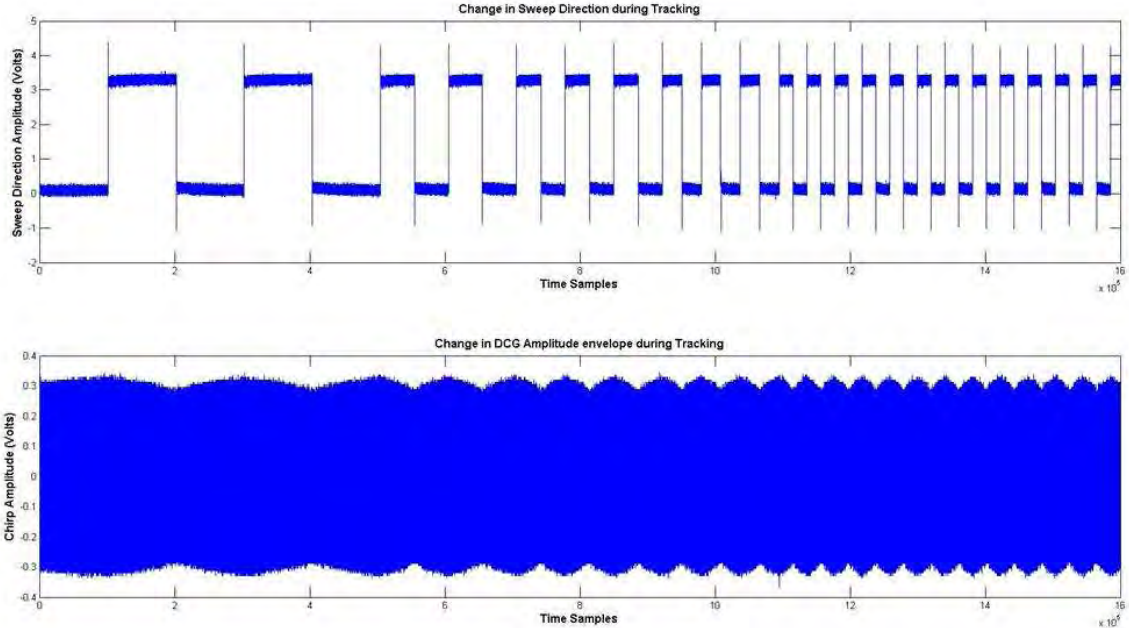


चित्र-3 : अंकीय प्रक्रमण निकाय () का प्रारूप

ऊंचाईमापी का प्रेषण बैंड विस्तार 300 मेगाहर्टज़ है, जोकि 35.75 गीगाहर्टज़ पर केंद्रित है।एवं Q चैनल के लिए इसका उत्पादन करने हेतु अंकीय चर्प जनित्र (Digital Chirp Generator, DCG) 10-37.5 प्रसर्प आवृत्ति (sweep frequency) का जनन करता है, जोकि प्रारूप में 10-160 मेगाहर्ट्ज हो जायेगा, जैसा कि चित्र-4 एवं चित्र-5 में दर्शाया गया है। एक प्रसर्प चक्र में अप-स्लोप व डाउन-स्लोप का एक-एक आवृत्ति प्रसर्प होता है। प्रसर्प-दर (अतव प्रसर्प-काल) परिवर्ती है एवं यह ऊँचाई पर निर्भर करता है। प्रसर्प-दर को इस प्रकार प्रोग्राम किया जाता है ताकि वांछित लक्ष्य की डिरैंप आवृत्ति 1.8 मेगाहर्टज़ से 4.2 मेगाहर्टज़ के मध्य ही रहे।

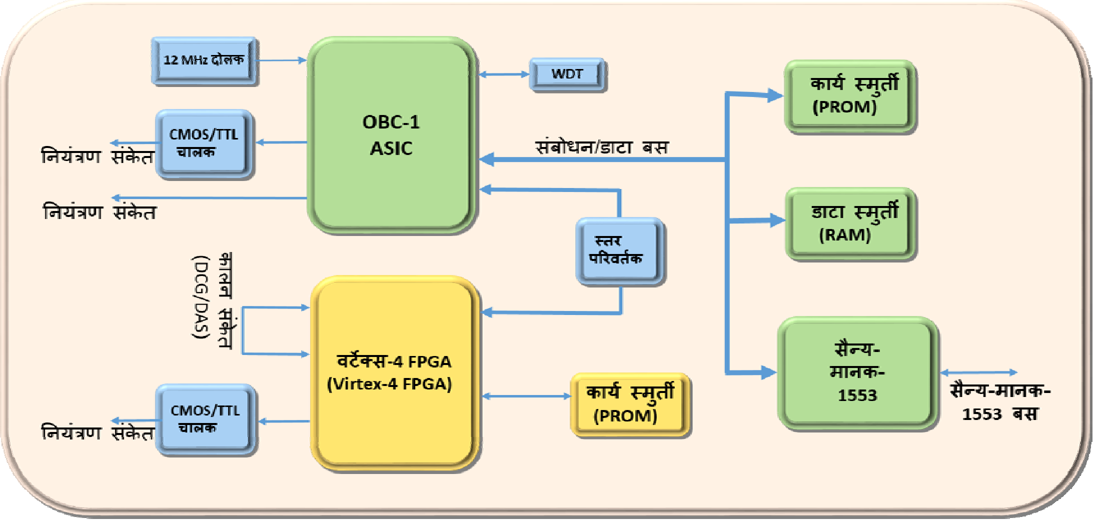


चित्र-4: आवृत्ति प्रसर्प उत्पादन हेतु अंकीय चर्प जनित्र

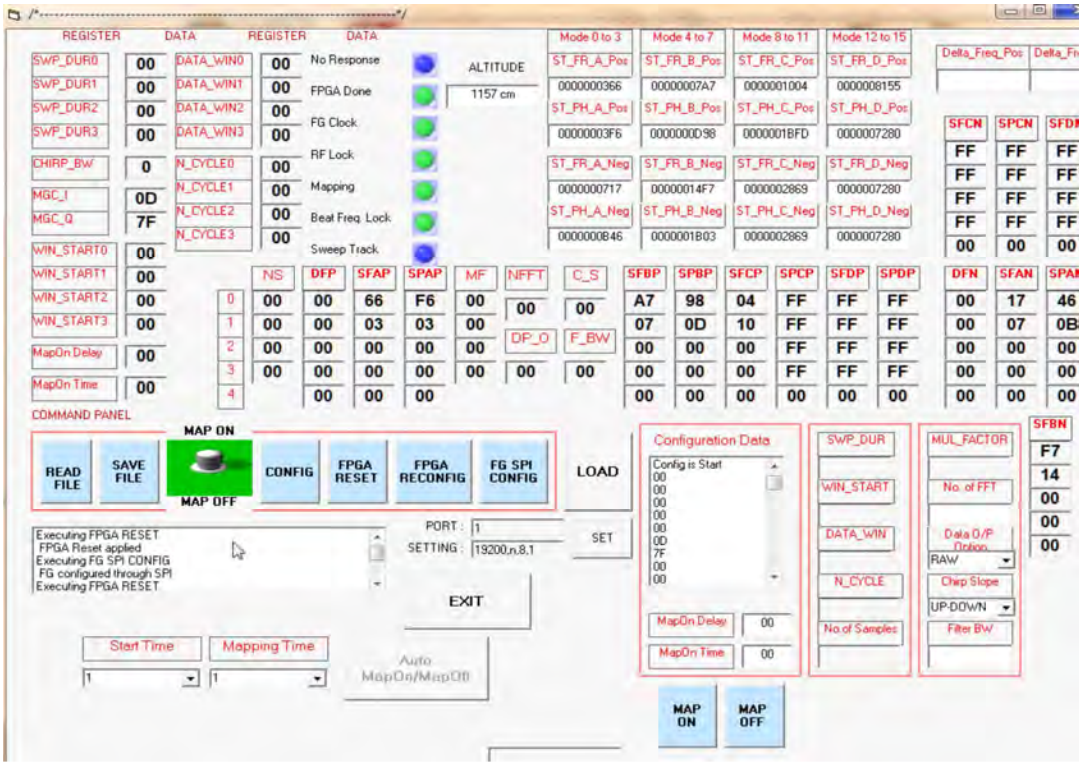


चित्र-5: स्व-स्वीप ट्रैकर के दौरान जनित चर्प

प्रदायभार नियंत्रक Ka-बैंड ऊँचाईमापी प्रदायभार का एक स्वत्रन्त्र, समझदार, अत्यंत आवश्यक अंग है। प्रदायभार नियंत्रक एक प्रमुख और केंद्रीय नियंत्रक उप प्रणाली है जो विभिन्न कालन और नियंत्रक सिग्न्ल Ka-बैंड ऊँचाईमापी प्रदायभार के लिए उत्पन्न करता है। "प्रदायभार नियंत्रक", प्रदायभार के विभिन्न कार्य जैसे कि ऑन बोर्ड अंतरिक्ष यान कंप्यूटर के साथ अंतरापृष्ठ, दूरादेश का वीकोर्ड और अनुपालन और दूरमिति का संपूरण करता है। यह भू से भेजे गए प्रदायभार प्राचल को अभिग्राह करता है, वह Ka- बैंड ऊँचाईमापी प्रदायभार के विभिन्न उपतंत्रों के लिए कालन एवं नियंत्रण संकेतों का जनन करता है। चित्र-4 में प्रदायभार नियंत्रक का खंड आरेख दिखाया गया है तथा सारणी-2 में इसके विनिर्देशों को दर्शाया गया है।



चित्र-6: कालन एवं नियंत्रण संकेतों के लिए प्रदायभार नियंत्रक



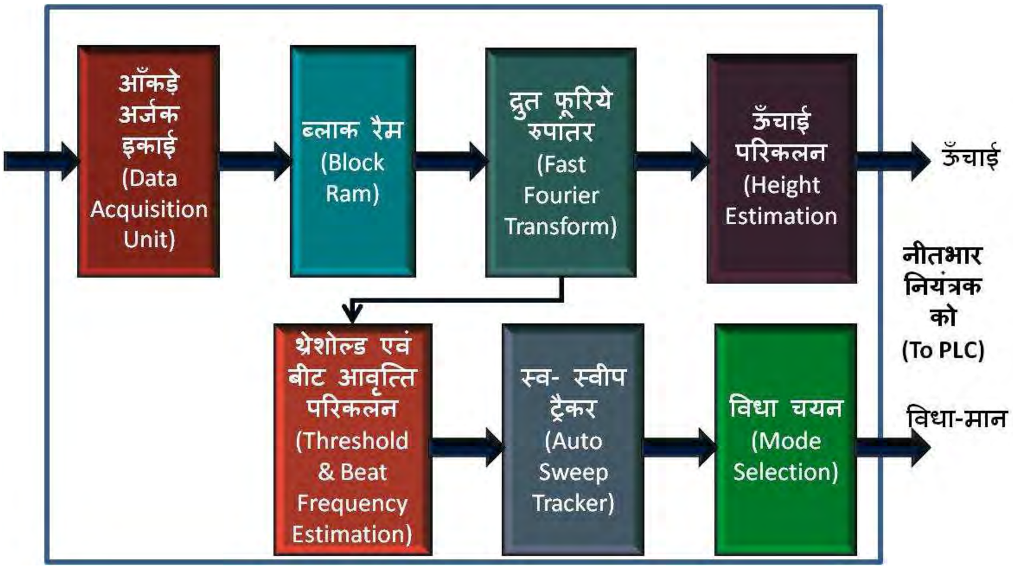
चित्र-7 : प्रदायभार नियंत्रक के लिए चालक सॉफ्टवेर

सारणी-2: प्रदायभार नियंत्रक के प्रमुख विनिर्देश

ऑन बोर्ड प्रोसेसर	**8- Bit OBC-1 ASIC**
प्रोसेसर कालक आवृति	**12 MHz**
ऑन बोर्ड कंप्यूटर अंतरपथ	**MIL-STD-1553B @ 1Mbps**
RS232 अंतरपथ	**19200 बोड रेट**
संदर्भ कालन आवृति	**5.208 MHz**
स्वीप विंडो उत्पादन	**प्रोग्रामनीय Programmable**
डाटा विंडो उत्पादन	**प्रोग्रामनीय Programmable**
उपप्रणाली वैधुत इन्टरफेस	**CMOS/TTL/MIL-STD-1553B**

अल्टीमीटर के स्टैंड-अलोन प्रचालन के लिए, नेविगेशन, गाइडैंस एवं कंट्रोल निकाय के बिना, एक सॉफ्टवेर जरुरी है जो अल्टीमीटर के पूरे प्रचालन को आदेश दे पाए और नियंत्रित कर पाए। इसके लिए एक चालक सॉफ्टवेर, विसुअल बसिक (Visual Basic) में विकसित किया गया जो अल्टीमीटर के प्रचालन को नियंत्रित और समनुरूप कर पाए। 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 ऊँचाई वास्तविक समय में दिखता है। चित्र-7 चालक सॉफ्टवेर का मुख्य विंडो दिखा रहा है।

रडार ऊँचाईमापी की अंकीय संसाधन इकाई (Digital Processing Unit, DPU) लैंडर तंत्र की ऊँचाई एवं ऊर्ध्व गति का अभिकलन करती है। तंत्र के आरोपण का ब्लाक-खण्ड चित्र-8 में दर्शाया गया है। इस प्रक्रमण इकाई में - संकेत आते ही, संसाधित्र स्वयं ही उच्च दूरी से निम्न दूरी के संकेतों को प्रेषित करने का संकेत को प्रदान करता है जिसके आधार पर उपयुक्त चर्प का जनन करके प्रेषि तंत्र को प्रदान करता है। तदुपरांत प्रेषित संकेतों के अभिग्राही तंत्र पर आने पर संसाधित उपयुक्त संकेत शक्ति एवं बीट-आवृतियों का चयन करता है। यह प्रक्रिया तब तक चलती रहती है जब तक कि उपयुक्त परास की प्राप्ति नहीं हो जाती है। एक बार बीट-आवृति के लॉक हो जाने पर संसाधित सही ऊँचाईयों के मानों को तंत्र को प्रदान



करता है जिसके आधार पर लैंडर अपने आगे के गमन पथ की चाल को निर्धारित करेगा।

चित्र-8 : तंत्र के में आरोपण का ब्लाक-खण्ड

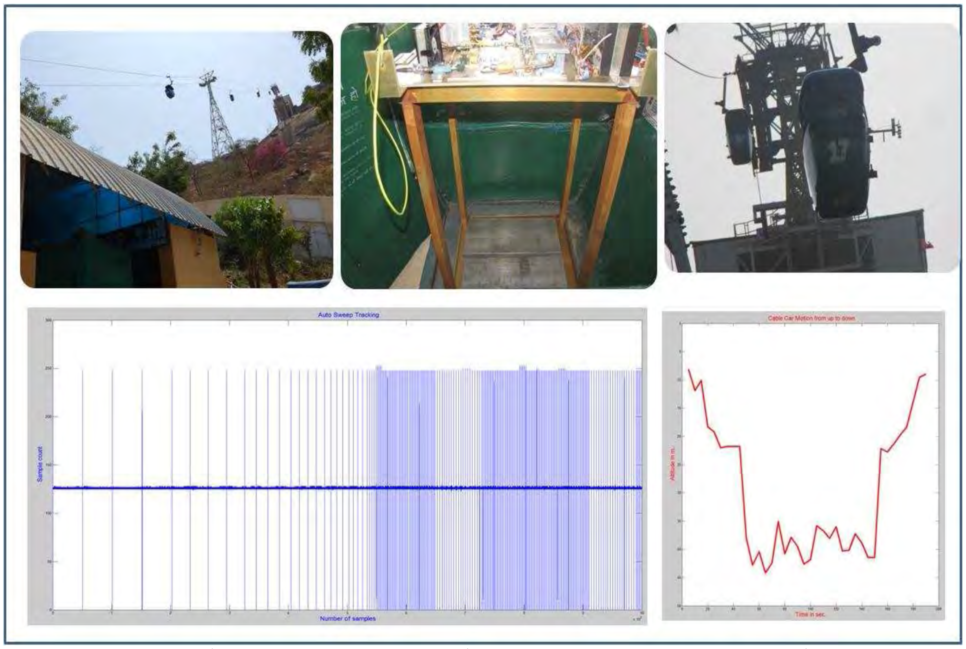
की प्रमुख विशेषताएं सारणी-3 में दर्शाई गई हैं।

सारणी-3: 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)@200 मिलीसेकेंड

परिणाम

चित्र-9 में ऊँचाईमापी के द्वारा अम्बाजी स्थित रोपवे से वहाँ की ऊँचाई के मापन का तंत्र-व्यवस्था तथा प्राप्त परिणामों को दर्शाया गया है। इसमें सर्वप्रथम ऊँचाईमापी तंत्र को रोपवे में आरोपित किया गया। तदुपरांत तंत्र को ओन करके - कमांड द्वारा भेजा गया। इसके पश्चात 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 5 सेकंड अंतराल पर - के द्वारा मापित ऊँचाई को दर्शाया गया। समस्त आंकड़ों को वास्तविक काल में हमारे समूह में बने पर 166 दर पर संगृहित 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 आकंड़ों के मान की शुद्धता का आकलन लेसर डीसटोमीटर के द्वारा किया गया एवं समस्त परिणाम आशानुरूप प्राप्त हुए। इन परिणामों को सारणी-4 में दर्शाया गया है।



चित्र-9 : अम्बाजी रोपवे, ऊँचाईमापी-तंत्र की व्यवस्था,ऊँचाई-मापन,संसाधित्र प्रणाली,मापित ऊँचाई

सारणी-4: प्राप्त ऊँचाई परिणाम

समय (मिली से.)	**ऊँचाई (मी.)**		**समय (मिली से.)**	**ऊँचाई (मी.)**		**समय (मिली से.)**	**ऊँचाई (मी.)**		**समय (मिली से.)**	**ऊँचाई (मी.)**
5	8.11		55	42.82		105	35.8		155	22.18
10	11.9		60	40.43		110	36.71		160	22.75
15	10.13		65	44.17		115	38.04		165	21.36
20	18.33		70	42.43		120	36.02		170	19.7
25	19.22		75	35.05		125	40.29		175	18.39
30	22		80	40.79		130	40.17		180	13.9
35	21.8		85	37.86		135	37.26		185	9.54
40	21.8		90	39.5		140	38.87		190	8.99
45	21.8		95	42.63		145	41.42			
50	38.02		100	41.82		150	41.42			

उपसंहार

सैक/इसरो द्वारा चंद्रयान-2 लैंडर के मृदु अवतरण की प्रक्रिया में नियंत्रण/सहायता प्रदान करने हेतु FMCW पर आधारित अल्पभार, अल्पशक्ति वाले Ka बैंड अल्टीमीटर के अभिकल्प व विकास का विवरण दिया गया है। ऊँचाईमापी का प्रचलन 35.75 गीगाहर्टज़ की आवृत्ति पर किया जाएगा। यह लैंडर के उतराव-चरण में उसकी ऊँचाई एवं उर्ध्व-गति का आकलन कर, इस सूचना को NGC निकाय को स्थानांतरित करेगा। ऊँचाई एवं उर्ध्व-गति की सूचना क्रमश: 0.2 मीटर एवं 0.1 मीटर प्रति सैकेंड की परिशुद्धता से उपलब्ध होगी। ऊँचाई एवं उर्ध्वगति के अभिकलन हेतु एल्गोरिथ्म का विकास किया गया तथा अनुकरण परिणाम, अनुमानित परिणाम के अनुरूप प्राप्त हुए। यह रडार ऊँचाईमापी उन संवेदकों के विकास की ओर एक महत्वपूर्ण कदम है, जोकि चंद्रयान-2 लैंडर-यान का सुरक्षित मृदु–अवतरण सुनिश्चित करेंगे। इसमें निर्मित समस्त तंत्र पूर्णतया एम. आर. एस. ए. में निर्मित हुए हैं तथा यह इस संगोष्ठी के विषय **"भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक-इन-इंडिया अभिगम"** के उद्देश्य को चरितार्थ करने में सफल होंगे।

आभार

रडार ऊँचाईमापी संबंधित विकास गतिविधियों के लिए लेखक एवं सहलेखक इस कार्यों को करने के लिए दिए गए सुअवसर प्रोत्साहन एवं दिशा-निर्देश के लिए श्री आ. सी. किरन 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.) तथा श्री बी. एस. रामन (समूह-निदेशक) का तहेदिल से आभार प्रकट करते हैं। हम श्री बी. आर. राजपूत, 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 चंद्रयान-2 मिशन संबंधित गतिविधियों में सलंग्न है, के प्रति आभार प्रकट करते हैं।

संदर्भ

(क) सैक/इसरो आंतरिक रिपोर्ट, मई 2014। चंद्रयान-2/लैंडरयान हेतु उन्नत प्रौद्योगिकी तत्व।

(ख) सैक/इसरो आंतरिक रिपोर्ट, नवंबर, 2012 चंद्रयान-2 लैंडर पर युगपत Ka-बैंड रडार अल्टीमीटर का तंत्र दस्तावेज।

लेखक परिचय :

	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 आकंड़ों के प्रक्रमण, चंद्रयान-2 रडार ऊँचाईमापी, एल-बैंड सार, साउंडर, NI- 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 आकंड़ों के प्रक्रमण, चंद्रयान -2 रडार ऊँचाईमापी, एल-बैंड सार इत्यादि मिशनों में संलग्न है।
	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, साउंडर, भू-वेधी रेडार इत्यादि मिशनों में संलग्न है।
	दीपक पुत्रेवु ने वर्ष 1995 में 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 -1, इत्यादि मिशनों में संलग्न है।
	संजय त्रिवेदी ने वर्ष 1982 में AVPT कॉलेज, राजकोट से इलेक्ट्रॉनिक में डिप्लोमा प्राप्त किया। वर्ष 1984 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में अंकिय 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- 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 . . 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।
	प्रियंका मेहरोत्रा ने वर्ष 2006 में कॉलेज, फरीदाबाद से इलेक्ट्रॉनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। उन्होंने वर्ष 2006 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र-इसरो, अहमदाबाद में कार्य आरंभ किया। की। वर्तमान में, ये L&-बैंड सार, चंद्रयान-2, NI-सार इत्यादि मिशनों में संलग्न है।

उप-विषयवस्तु Sub-theme: सुदूर संवेदन Remote Sensing

"चंद्रयान -2 मिशन के रोवर प्रदायभार का सूक्ष्म तरंग दूर संवेदन तकनीक द्वारा सुरक्षित एवं मृदु अवतरण के लिए हार्डवेयर विकास"

अमिता ए. शाह, शिवानी भार्गव, रितेश कुमार शर्मा, जैमिन तन्ना, संजय त्रिवेदी एवं हिमांशु पटेल

एम.एस.डी.जी./एम.आर.एस.ए./सैक

सारांश

जैसा नाम है इसरो (भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन), उसकी सार्थकता के अनुरूप, चंद्रमा पर तरह-तरहके वैज्ञानिक प्रयोगों के लिए चंद्रयान-2-मिशन को अनुमोदित किया गया है। इस मिशन में विभिन्न प्रकार के प्रदायभारों का समावेश निम्न उद्देश्यों की परिपूर्ति के लिए किया गया है, जैसेकि चंद्रमाकी उच्च विभेदन की तस्वीरें खींचना, उसके वायुमंडल का परीक्षण करना,पानी की खोज करना वगैरह वगैरह। सतही परीक्षणों के लिए रोवर मिशन का होना अत्यंत आवश्यक है। रोवर को चंद्रमा की सतह पर सुरक्षित एवं मृदु अवतरण करवाने हेतु " – बैंड रडार अल्टीमीटर" (Ka-band Radar Altimeter) प्रदायभार को पूर्णतया स्वदेशीकरण विधि से निर्मित किया गया है। इस पत्र के माध्यम से Ka-band रडार अल्टीमीटर के डीजीटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU)के हार्डवेयर विकास (hardware development), अभिविन्यास एवं प्राप्त परिणामों का उल्लेख किया गया है।

मुख्य शब्द : चंद्रयान-2, रडार ऊँचाईमापी (Radar Altimeter) एच.डी.ए. प्रोफेसर (Hazard Detection & Avoidance Processor) मृदु अवतरण (Soft-Landing), रोवर (Rover), नेविगेशन, गाइडेंस एवं कंट्रोल निकाय (Navigation, Guidance and Control System, NGC System), डिजिटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU), डिजिटल चर्प जनरेटर (DCG), आंकडे अजप्त उपतंत्र (Data Acquisition ,), प्रदायभार नियंत्रक (- ,), ओ एच आर सी कैमरा (Orbiter High Resolution Camera, OHRC Camera), एलएचडीएसी कैमरा (Lander Hazard Detection Avoidance Camera LHDAC), Lander Position Detection Camera (LPDC)

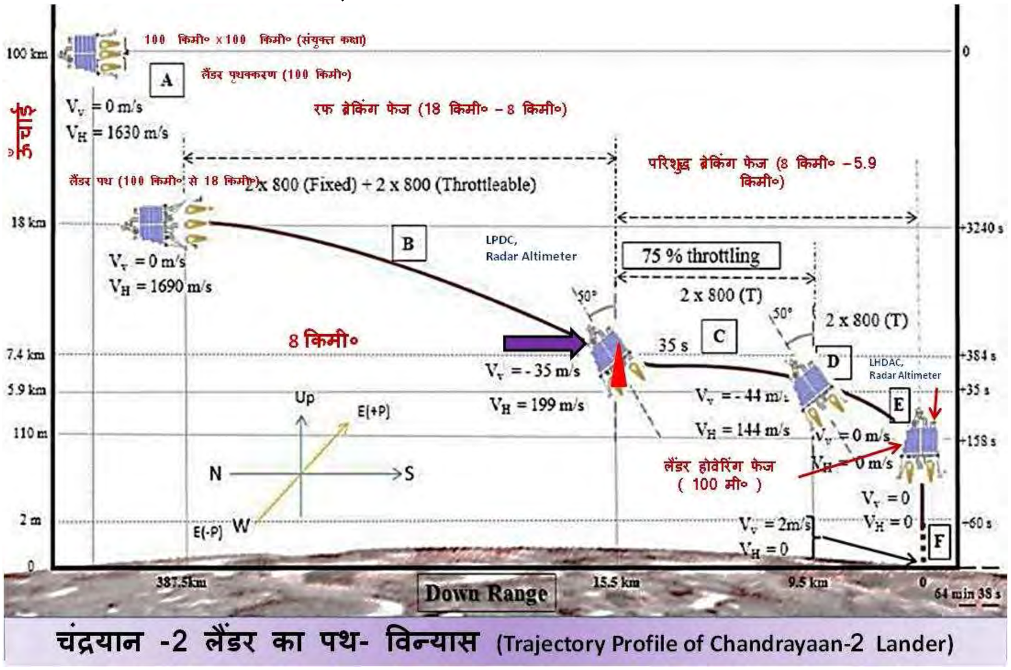
प्रस्तावना

चंद्रयान-1 मिशन- 2008 के सफलता के आधार पर इसरो ने एक कदम ओर आगे बढ़ाया है। चंद्रयान-1 मिशन में कठोर अवतरण का सफल प्रयोग किया गया था जो मून इम्पेक्ट प्रोब(Moon Impact Probe) के नाम से जाना जाता है। अब की बार रोवर प्रदायभार (payload) का सुरक्षित एवं मृदु अवतरण किये जाने का प्रयोग निर्धारित किया गया है। ये "रोवर" चंद्रमा की सतह पर घूमेगा तथा उस पर लगे कैमरे के माध्यम से चंद्रमा की सतह का चित्र लेता रहेगा ओर पृथ्वी पर भेजता रहेगा। इस "रोवर" को किस तरह सुरक्षित एवं मृदु अवतरण करवाना, वो एक बहुत बड़ी चुनौती है। इसरो के इसी मिशन को कामयाब करने के लिए इसरो के कई केंद्रों ने अपने अपने प्रदायभार के प्रस्ताव रखे है, जेसे की:

1. लेज़र ईनरशिअल रेफेरेन्श एंड एसीलरोमीटर पैकेज () – ()
2. लैंडर क्षैतिज-गति कैमरा (La Horizontal Velocity Camera, LHVC) - LEOS
3. लैंडर डॉप्लर विलोसिमीटर (L Doppler Velocimeter) –
4. लेजर ऊँचाईमापी (Laser Altimeter) -
5. इनक्लीनोमीटर () -

अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद ने भी इस प्रयोग को सूक्ष्म तरंग दूर संवेदन(Microwave Remote Sensing) तकनीक द्वारा "रोवर" प्रदायभार का सुरक्षित एवं मृदु अवतरण करने का अपना प्रस्ताव रखा है, जो "- बैंड रडार अल्टीमीटर" (Ka-band Radar Altimeter) के नाम से जाना जाता है। यह संवेदक (sensor) ऊँचाई (height) और उर्ध्वाभर वेग (Vertical velocity)की जानकारी को नौसंचालन, निर्देशनऔर नियंत्रण) तंत्र को भेजता है। रोवर का ऐसी जगह पर अवतरण करवाना बहुत आवश्यक हैजहाँ उसके सौर-पैनलों को आवश्यक ऊर्जा मिले। इसीलिए पहले से अवतरण की तय की गई जगह के आंकड़े इस प्रदायभार में संचित (store) किए जायेंगे। जब लैंडर अपने नियत क्षेत्र में पहुँचकर अपनी कार्यवाही शुरू करेगा, तब Lander Position Detection Camera (LPDC)की संक्रिया शुरू हो जायेगी।यह जानकारी डीजीटल प्रोसेसिंग यूनिट (DigitalProcessing Unit) के द्वारा NGC को भेजी जायेगी। ये प्रचालन नियंत्रण 8 कि.मी. से 100 मीटर तक जारी रहेगा। सही जगह पर पहुँचने के बाद रोवर को ऐसी जगह पर अवतरण करना है,जहाँ पर रोवर के नीचे गड्डे () और बौल्डर () नहीं होने चाहिए और रोवर आसानी से चल सके।इसी नियंत्रण के लिए दूसरे कैमरा को आरोपित किया गयाहै,जो Hazard Detection &Avoidance Camera (LHDAC) के नाम से जाना जाता है।यह कैमरा 100 मीटर से सतह स्पर्श(descent phase) तक कार्यरत रहेगा। इस समय पर ओरबीटर हाई रिजोल्यूशन कैमरा () जोचन्द्रयान ऑर्बिटर () प्रदायभारके संग जोड़ा गया है, उसीके द्वारा लिए गए चित्रों का रोवर के अंतिम अवतरण के निर्णय में उपयोग किया जाएगा। चित्र-1.1 में रोवर का चन्द्रमा की सतह पर अवतरण किये जाने का प्रक्षेप-पथ (trajectory)निर्देशित किया गया है, और चित्र-1.2 में रोवर को प्रदर्शित किया गया है। इस प्रयोग को Ka-band रडार अल्टीमीटर का प्रभाग (sub-system)है।

सफल करने के लिए डीजीटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU)के हार्डवेयर को विकसित (hardware development) किया गयाहै, जो



चित्र-1.1: लैंडर–रोवर का प्रक्षेप-पथ

डीजीटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU)

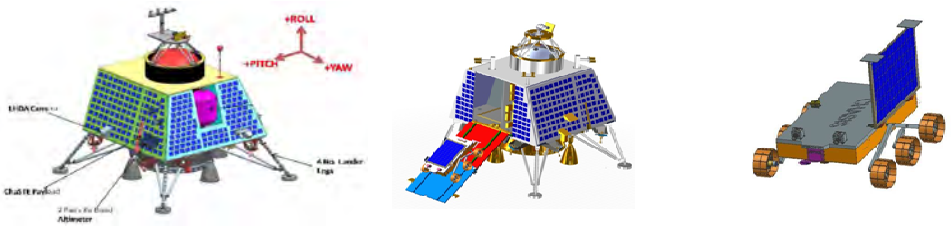
तकनीकी विनिर्देशों को साकार करना और सूक्ष्मीकरण () करना, जो डीजीटल प्रोसेसिंग यूनिट के हार्डवेयर विकासका मुख्य उद्देश्य है, जिसमें चार उपतंत्रों का समावेश किया गयाहै, जिनके नाम इस प्रकार है: (1)आंकडे अजर्न उपतंत्र(Data Acquisition), (2)डिजिटल चर्प जनरेटर (DCG), (3) प्रदायभार नियंत्रक (Payload Controller) और (4)LanderPosition Detection Camera(LPDC), Lander HazardDetection &Avoidance Camera(LHDAC) के संग अंतरपथ () करना।डीजीटल प्रोसेसिंग यूनिटमेंदो -4 FPGA का उपयोग किया गया है। मुख्य FPGA में ,DCG, , अल्टिमीटर संसाधक () का समावेश किया गया है। दूसरा FPGA और के द्वारा ली गई तस्वीरों के बारे में कायवाही करेगा। प्रदायभार नियंत्रक का इसमे बहुत महत्वपूर्ण भाग है। वह पूरे प्रदायभार को के जरिये करता है। का अंतरपथ () B Data Handling (BDH) के साथ भी है, जिससे भविष्य में अंको का विश्लेषण हो सके। चित्र: 2 में डीजीटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU) का खंडीय आरेख दर्शाया गया है।सारणी-1,2 एवं 3 में तीनों उपतंत्रों के विनिर्देशों को दर्शाया गया है।

आंकडे अजर्न उपतंत्र : (Data Acquisition ,)

सारणी 1: आंकडे अजर्न उपतंत्र के विनिर्देश

क्रम सं	प्राचल ()	विनिर्देश ()
1	एनालोग इनपुट	-24 dBm से +4 dBm
2	एनालोग इनपुटसिग्नल बेंडविस्तार	1.8मेगाहर्टज़ से 4 मेगा हर्टज़
3	ADC सेम्पलिंगदर	10.344 मेगा हर्टज़
4	ENOB	6.5

चित्र-1.2: रोवर - चंद्रमा की सतह पर



डाटा अर्जन तन्त्र में प्रमुखतः दो ADC हैं जो रिसीवर से प्राप्त I & Q एनालोग सिग्नल को अंकीय डाटा मेंपरिवर्तित कर देते हैं।तत्पश्चात अंकीय डाटा को संसाधन() हेतु प्राइम FPGA को भेज दिया जाता है। प्रत्येक ADC की दर 10.41667मेगाहर्ट्ज है। ऊँचाई एवं उर्ध्व-वेग (vertical velocity) का 500 मिलीसेकेंड की दर से मापन करने हेतु अल्टिमीटरसंसाधक() FFT एवं

अन्य कई जटिल गणितीय अभिकलन( ) करता है। अल्टिमीटर संसाधक 0.2 मीटर की ऊँचाई परिशुद्धता (altitude accuracy) एवं 0.1 मीटर प्रति सेकेंड की ऊर्ध्वगति परिशुद्धता (vertical velocity accuracy) प्रदान करेगा।

सारणी 2: अंकीय चर्प जनित्र उपतंत्रके विनिर्देश

क्रम सं	प्राचल ()	विनिर्देश ()
1	चर्प प्रकार( )	I एवं Q, IF = 85Mz पर केंद्रित
2	प्रसर्प समय (Sweep Time)	8 कि.मी.पर 1.5 सतह स्पर्श (2 मीटर) पर 1.5
3	इनपुटक्लोक आवृत्ति	496.5278MHz,+5 dBm
4	चर्पबेंडविस्तार	150 मेगा हर्टज़
5	चर्पनिर्गम	0dBm

अंकीय चर्प जनित्र उपतंत्र (Digital Chirp Generator, DCG)

अल्टिमीटर का कुल transmit bandwidthगीगा हर्टज़ पर केंद्रित है 35.75 था यहमेगा हर्टज़ है त 300 ।इसका जनन करने हेतु Digital Chirp Generator)DCG) का उत्पादन करता है sweep frequency मेगा हर्टज़ के 160-10, तत्पश्चात,उपतंत्र द्वारा FG 2 इसकाX बेंडविस्तार गुणन किया जाता है। DPU बोर्ड के लिए 496.5278MHz,+5 dBm की प्रमुख निवेश क्लोक(input clock)FG उपतंत्र द्वारा प्रदान की जाती है।DAC,इस निवेश क्लोक को 4 से विभाजित करता है तथा 124.13195 मेगा हर्टज़ क्लोक 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 उपतंत्रको भेजने योग्य एनालोग सिग्नल में परिवर्तित करता है।

प्रदायभार नियंत्रक उपतंत्र ()

सारणी 3: प्रदायभार नियंत्रक उपतंत्रके विनिर्देश

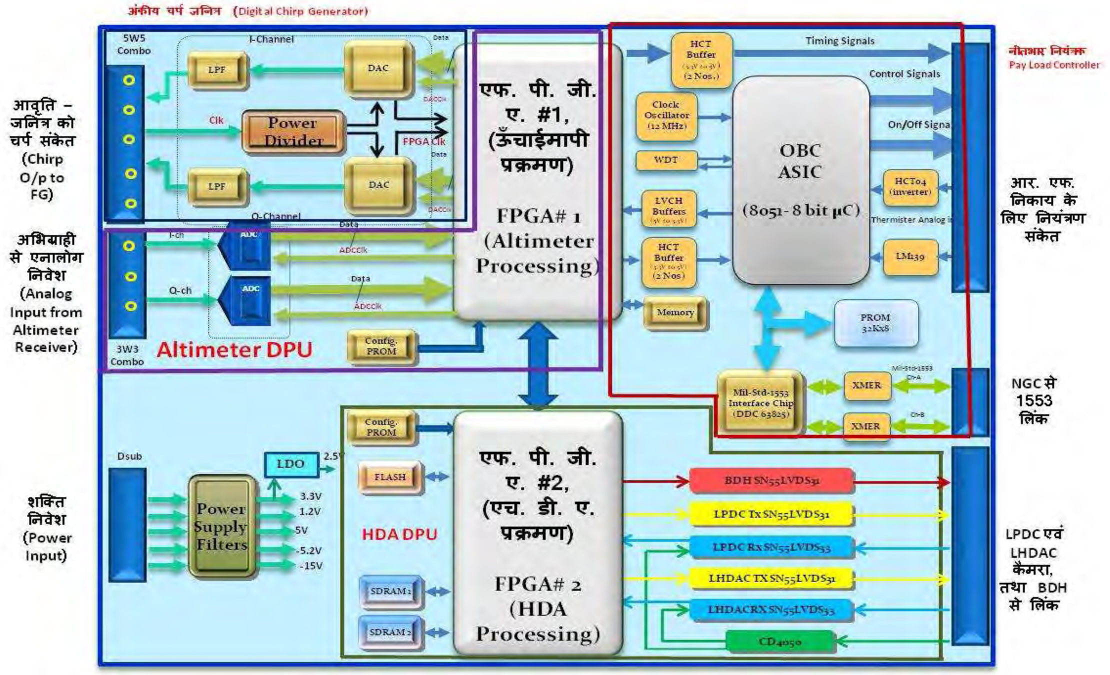
क्रम सं	प्राचल ()	विनिर्देश ()
1	प्रोसेसर कालक आवृति	12 MHz
2	ऑन बोर्ड प्रोसेसर ( )	8- Bit OBC-1 ASIC
3	ऑन बोर्ड कंप्यूटर इन्टरफेस	MIL-STD-1553B @ 1Mbps
4	संदर्भ कालन आवृति	5.208 MHz
5	स्वीप विंडो उत्पादन ( )	Programmable
6	डाटा विंडो उत्पादन ( )	Programmable

प्रदायभार नियंत्रक()Ka-बैंड अल्टीमीटर प्रदायभार का एक autonomous, intelligent and programmable master controller है, जो विभिन्नकालन और नियंत्रक सिग्नल Ka-बैंड अल्टीमीटर नीतभार के लिए उत्पन्न करताहै।"नीतभार नियंत्रक", नीतभार के विभिन्न कार्य जैसेकि, ऑन बोर्ड अंतरिक्ष यान कंप्यूटर के साथ अंतरापृष्ठ (interface), दूरादेश का वीकोर्ड और अनुपालन (decoding& executionTele-Commands) और दूरमिति का संपूरण (Telemetry Information) करता है।यह भू से भेजे गए प्रदायभार को अभिग्राह करता है,विभिन्न उपतंत्रों के लिए नियंत्रक सिग्नल को उत्पन करता है।

संकट को जानना और निवारण करना उपतंत्र :HazardDetection & Avoidance

ऑर्बिटर हाई रिजोल्यूशन कैमरा (OHRC),Lander Position Detection Camera(LPDC) और Lander Hazard Detection & Avoidance Camera () नामक अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबादके जो तीन प्रदायभार है, उन्हींके द्वारा प्राप्त किए गए चित्रों का रडार अल्टीमीटरकेडीजीटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU) साथअन्तरापृष्ठ होता है।

ऑर्बिटर हाई रिजोल्यूशन कैमरा (OHRC) के द्वारा ली गई चित्रों को नामक डिवाइस में सँग्रह किया जाता है। जब अल्टीमीटर प्रदायभार 8 कि.मी. ऊँचाई पर होता है, तब डिजिटल प्रोसेसिंग यूनिट को clock और snap भेजता है। इसी कैमरा द्वारा प्राप्त चित्रों का और नामक डिवाइसोंमें होता है। जब अल्टीमीटर प्रदायभार 100 मीटर की ऊँचाई पर होता है, तब डिजिटल प्रोसेसिंग यूनिट को clock और snap भेजता है। इसी कैमरा द्वारा प्राप्त चित्रों का HDA FPGA और SDRAM नामक डिवाइसोंमें processing एवं संग्रहण होता है। रोवर के प्रचालन के दरमियान प्राप्त चित्रों को RTIMS नामक डिवाइस में सँग्रह किया जाएगा और बादमें डेटा Baseband Data Handling (BDH) यूनिट में भंडार(store) किए जाएगें।



चित्र 2 डिजिटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU) का खंडीय आरेख

पी.सी.बी. विकास की चुनौतियां:

ऊपर बताए गएँ चारोंउपतंत्रों(sub-system) के विनिर्देशों (specifications)का सॉफ्टवेयर सार्थक करने के लिए दो एफ.पी.जी.ए. का उपयोग किया गया है। डिजिटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU) में इसके अलावा बहुत सारी डिवाइसों (devices) का उपयोग किया गया है।

- **आंकडो का अधिग्रहण (Data Acquisition):**करने के लिए AD9283 डिवाइस का चयन किया गया है। दोनों चैनल के data का जहाँ पी.सी.बी. में आगमन होता है, तब घटकों की जगह (कॉम्पोनेन्ट प्लेसमेंट) बिल्कुल बराबरसे रखनेसे दोनों डिवाइस का निष्पादन (performance) बराबर से मिलता है। और Q चैनलों के डिजिटल आंकडो का एफ.पी.जी.ए. (FPGA) में एक समय पर पहुँचाना बहुत जरूरी है,जिससे आगे का जटिल गणितीय अभिकलन (mathematical) सही हो। इसका भी ध्यान पी.सी.बी. विकास के दौरान रखा गया है।

- **डिजिटल चर्प जनरेटर (DCG) :**आंकडो का डिजिटल से एनेलोग परिवर्तन(D to A Converter) करने के लिए ऐसी डिवाइसों का चयन(selection) किया गया है,जो ज्यादा चर्प बेंड-परास (chirp bandwidth) उत्पन्न करके आवृति जनन(Frequency Generator) को दे,जिससे उस उपतंत्र की फेइज़ त्रुटि (phase error) और लब्धि त्रुटि (gain error) कम हो जाएगी। इस लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए TS86102GB डिवाइस का चयन किया गया है। ये डिवाइस का 100 ओह्म नियंत्रण सिग्नल(control)है, जो 125 MHz के आंकड़े का दर (rate) बनाये रखे। दो डिवाइसों के बीच तुल्यकाल (synchronization) बनाए रखना बहुत आवश्यक है, जिसकी प्राप्ति एक समान -लंबाई को रखकर की जाती है।इसको पी.सी.बी. निर्माण के दौरान आरोपित किया गया है।Chirp bandwidth आउटपुट दोनों डिवाइसों काएक-सा बनाए रखने के लिए filter घटकों(components) की प्लेसमेंट बिल्कुल बराबर सी होनी चाहिए,इस बात का पी.सी.बी. विकास के समय ध्यान रखा गया है। दोनों डिवाइस का तापमान नियंत्रण में रहे, उसका भी ध्यान पी.सी.बी. विकास के दौरान रखा गया है।

- **प्रदायभार नियंत्रण (Payload Controller):**जब प्रदायभार ऑपरेशन की कार्यवाही शुरू होती है, तब सब से पहले प्रदायभार नियंत्रण उपतंत्रकी कार्यवाही शुरू होती है।इस उपतंत्रमें 12 का स्वतन्त्र आवृति जनन लगाया है। इसी उपतंत्रमें स्वदेशीरूप से विकास की गई - भी कार्यरत है,जो अल्टीमीटर के सभी उपतंत्रों को नियमन करती है।इसी उपतंत्रमें -63825-3 का उपयोग किया गया है,जो अल्टीमीटर का के साथ --1553 अंतरपथके लिए कार्य करता है। और के बीच सिग्नलों का सुमेल बनाए रखने के हेतु, आवश्यक डिवाइस का होना जरूरी है।
- रोवर के अवतरण की तय की गई जगह के चित्र (image) इस प्रदायभार में स्थापित किये गए हैं।यह कार्यवाही करने के लिए Radiation Tolerant Intelligent Memory Stack (RTIMS)नामक मेमरी डिवाइस का उपयोग किया गया है। ये डिवाइस की सभी डेटा लाइन (data lines),address lines और control lines एफ.पी.जी.ए. के साथ Memoryinterface controller सोफ़्टवेयर की मदद से जुडी हुई है। यह सभी लाइनों की लंबाई सुमेलित(length matching) की गई है।

- रोवर के सुरक्षित एवं मृदु अवतरण के लिए यह डिजिटल बोर्ड के साथ LPDC और LHDACकैमरों का अन्तरापृष्ठ (interface) होता है,जिसके लिए डिजिटल बोर्ड मे दो Synchronous Dynamic RAM (SDRAM) नामक मेमरी डिवाइसों का उपयोग किया गया है।इन डिवाइस की सभी data lines, address linesऔर control lines एफ.पी.जी.ए. के साथ Memory Interface Controller सोफ़टवेयर की मदद से जुडी हुई है। यह सभी लाइनो की लंबाइ सुमेलित(length matching) की गई है।
- रोवर के सुरक्षित एवं मृदु अवतरण के प्रयोग के बाद डेटा B Data Handling (BDH) यूनिटमें भंडार(store) करने की भी सुविधा रखी गई है,जिसका 100 ओह्म नियंत्रण सिग्नल(control) पी.सी.बी. विकास के दौरान रखा गया है।
- मुख्य एफ.पी.जी.ए. और एच.डी.ए. एफ.पी.जी.ए. के बीच डेटा का संचरण(communication) करने के लिए विशेष प्रकार की योजना रखी है। दोनों एफ.पी.जी.ए को Clock Capable (CC) पिन पर ही कलोक सीग्नल मिलनेसे सही तरह से डेटा का communication हो सकता है। इसके लिए 100 ओह्म नियंत्रण सिग्नल चाहिएऔर यह सभी लाइनो की लंबाई सुमेलित करनी होती है।
- दोनों एफ.पी.जी.ए. को समरुपण (configuration) करने के लिए PROM का उपयोग किया गया है। इसमें डेटा serial और parallelconfigurationकी सुविधा रखी गई है।
- दोनों एफ.पी.जी.ए. को VCCOशक्ति प्रदाय (powersupply) करने के लिए सावधानी रखनी है,जो हर एक बैंक से संबंधित है।LVDS ओर LVTTL के लिए अलग अलग शक्ति प्रदायकी जाती है। इन सभी का पी.सी.बी. विकास में ध्यान रखा गया है।
- दोनों एफ.पी.जी.ए.में सॉफ्टवेयर प्रोसेसिंग करने के लिए VCCINTशक्ति प्रदाय करनी होती है,जिसमें सबसे ज्यादा शक्ति धारा (current) चाहिए। इसी शक्तिधाराको मोनिटर (observation) करना और संतुलित रखने (maintain) की सुविधा भी रखी गई है।
- पी.सी.बी. विकास के दौरान इसरो के Quality Assurance (Q.A.)और Quality (Q.C.) के नियमों का पालन किया गया है, जिससे सभी प्रकार के कोम्पोनट सुरक्षित कार्य (function) कर सके।
- सबसे ज्यादा शक्ति प्रदाय धारा(maximum power transfer) एक डिवाइस से दूसरी डिवाइस तक पहुचना भी एक बडी चुनौतीहै। यह काम साकार करने के लिए Signalintegrity का उपयोग किया गया है।हरेक प्रतिरोधक (resistor) की जगह(position) और मात्रा (value)Signal integrityके लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। हरेक track की लंबाईऔर vias की जगहका भी उतना ही मुख्य स्थान है।100 प्रतिशत Manual routed पी.सी.बी. विकसित किया गया है।

- मुख्य एफ.पी.जी.ए. और एच.डी.ए. एफ.पी.जी.ए. से तापीय-प्रबंधन करने का बंदोबस्त पी.सी.बी. विकास के दौरान किया गया है। 12 स्तरों के पी.सी.बी. विकास में से 70 micron के दो स्तर इस काम के लिए रखे गये है।-15.0 का उपयोग करके 285 x 240 x 2.3 mm (l x b x h) माप का in-house पी.सी.बी.का विकास किया गया है।यहमिश्र सिग्नल पी.सी.बी. है,जो analog औरdigital सिग्नल को हेंडल कर रहा है।ऐसे पी.सी.बी., जिसमें 4 उपतंत्र को एक साथ काम करना है, तो उनके power और grounding का विभाजन (distribution) उतना ही आवश्यक बन जाता है। DCGऔर DAS उपतंत्र को analog, PLCउपतंत्र को digital और FPGAकोFPGAground दिया गया है। सभी ground पी.सी.बी. में अलग अलग रखे गए है।Ground bounce को खत्म करने के लिए सभी ground को power supply पर जोड़ दिया गया है, जिसकोstarpointकहते है। पी.सी.बी. की complexity को ध्यान में रखते हुए, अंदर signal स्तर रखे गये है।

हार्डवेयर विकास (Hardware Development)

यह पी.सी.बी.HIGH-Q, Bngluru में विकसित किया गया है। पी.सी.बी. निर्माण के पश्चात उसके अंदर के स्तरों का बारीकी से परिक्षण किया जाता है। पी.सी.बी. की complexity को ध्यान में रखते हुए incremental components आरोपण करना और परीक्षण करना हितकारी है। सबसे पहले power section का आरोपण किया गया, जिससे सभी devices को समुचित (appropriate) voltage पहुचें। दूसरे चरण में दोंनो एफ.पी.जी.ए.को लगाया गया है।उसके लिए आवश्यक resistors और capacitors आरोपण किए गये थे। भूमि परीक्षण यूनिट(Ground Checkout Unit) काभी विकास किया गया है। एफ.पी.जी.ए.का आउटपुट तब मिलता है,जब software, hardware और soldering का optimum performance हो।इसके बाद DigitalChirp Generator(DCG)उपतंत्र लगाया जाता है। Frequency Generator equipment से500 MHzclockप्रदान की जाती है।Digital to Analog Converter खुद (÷ 4)आवृति(clock)जनन करता है और एफ.पी.जी.ए. को 125 मेगाहर्ट्ज की आवृति प्रदान की जाती है। यहआवृति(clock) मुख्य है और सभी प्रकार के कंट्रोल्स जनन इसके द्वारा किये जाते है,जो रडार के synchronized operation का आधार है।DCG का output spectrum Analyzer यंत्र पर monitorकरते है।Data Acquisition उपतंत्रके घटकों को सही जगह पर placement करके Analog source यंत्र से इनपुट सिग्नल देते है।Digitized output data को मोनीटर करते है। Analog to Digital Converter (ADC) कानिष्पादन(performance) जाँच करने के लिए डेटा भूमि परीक्षण यूनिट(Ground Checkout Unit) में अधिग्रहण(acquire) करते है।

चित्र 3.1 एवं 3.2 में bare PCB के TOP side औरBOTTOM sideको क्रमशः प्रदर्शित किया गया है।

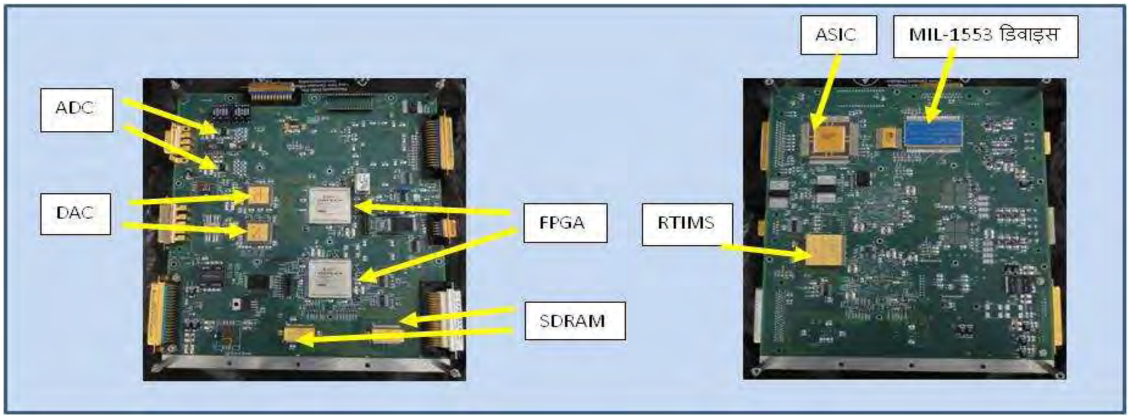
चित्र 31. DPU PCBTOP सतह

चित्र 32. PCBBOTTOM सतह

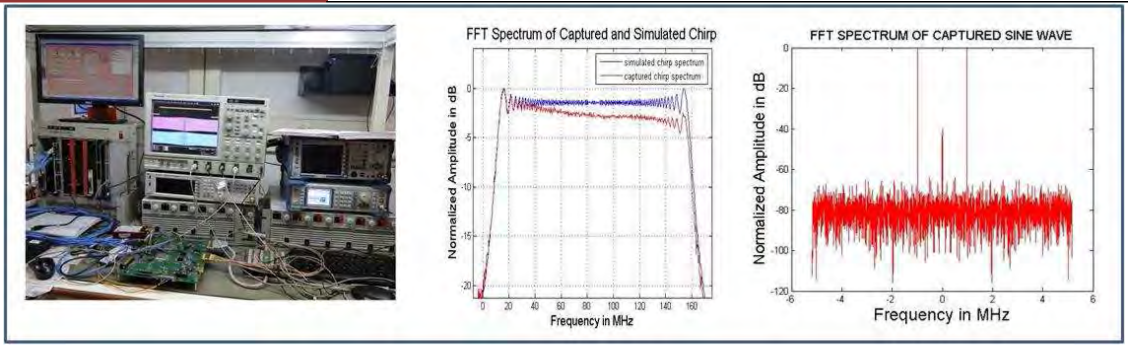
Payload उपतंत्र के घटको का अलग सेआरोपणऔर परीक्षण किया जाता है।Payload उपतंत्र के लिए अनुकारक () का निर्माण किया गया है जिसको चित्र 4.1 में दर्शाया गया है।कैमरा interface से जुड़े हुए devices का परीक्षण करने भूमि परीक्षण यूनिट(Ground CheckoutUnit) में विशिष्ट प्रोग्राम लिखा गया है, जिससे SDRAM और RTIMS जैसी डीवाइसों के परीक्षण किए जाते है।तदुपरांत ()के साथ भी इस बोर्ड का अंतरपथ किया है,जिसके परिणाम संतुष्ट पाए गए है।

चित्र 4.1 : Payload controller के लिए अनुकारक ()

चित्र 4.2 मेंडिजिटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU) का संपूर्ण विकसित हार्डवेरदर्शाया गया है।चित्र 4.3 मेंडिजिटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU) का भूमि परीक्षण यूनिट और , उपतंत्र के परिणाम दर्शाये गए है।



चित्र 4.2 :डिजिटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU) का संपूर्ण विकसित हार्डवेर



चित्र 4.3: डिजिटल प्रोसेसिंग यूनिट (DPU) का परीक्षण-व्यवस्था एवं परिणाम

सारणी 4: डिजिटल चर्प जनरेटर (DCG) उपतंत्र के परिणाम

क्रम सं	प्राचल ()	विनिर्देश ()	परिणाम
1	चर्पबेंडविस्तार	150 मेगा हर्ट्ज़	150 मेगा हर्ट्ज़
2	चर्पनिर्गम	0dBm	0dBm
3	आयाम त्रुटि(Amplitude Error)	1 dB (पास बैंड)	0.06
4	आयाम असंतुलन (Amplitude Imbalance)	0.5 dB	0.05
5	कला असंतुलन (Phase Imbalance)	~2° rms	0.78° rms

सारणी 5: अंकीय अधिग्रहण (D)उपतंत्र के परिणाम

क्रम सं	प्राचल ()	परिणाम
1	संकेत-रव एवं विरूपण अनुपात (SINAD)	46.26
2	संनादी विरूपण ( )	-55.33 dB
3	संकेत-रव अनुपात ( )	46.84
4	मिथ्या मुक्त गतिक परिसर ( )	-64.31
5	कुल प्रभावी बिट (ENOB)	7.39 बिट

सारणी 6: प्रदायभार नियंत्रण (Payload controller)उपतंत्र के परिणाम

क्रम सं	प्राचल ()	परिणाम
1	ऑन बोर्ड प्रोसेसर ( ) का कार्य का परीक्षण	संतुष्ट
2	--1553 अंतरपथ का परीक्षण	संतुष्ट
3	स्वीप विंडो उत्पादन का परीक्षण	संतुष्ट
4	डाटा विंडो उत्पादन का परीक्षण	संतुष्ट

उपसंहार

इस पत्र के माध्यम से इसरो/भारत के प्रथम लैंडर मिशन के मृदु-अवतरण हैतु उन्नत तकनीकियों से स्वदेश निर्मित(Make in India) हार्डवेयर विकास का विस्तृत वर्णन किया गया है। इनमें समाहित चुनौतियों को पार करके एवं उच्च तकनीकी के एफ.पी.जी.ए,RTIMS इत्यादि का प्रयोग करके देश के अंतरिक्ष वैज्ञानिक मिशनों को पूर्ण करने में एक महत्वपूर्ण कदम होगा। समस्त कार्यों को वास्तविक/निकट-वास्तविक काल में संपूर्ण करके, गणनाओं को NGC को प्रदान करके, यह कार्य सफलतापूर्वक संपादित किया जायेगा। इस लैंडर के मृदु-अवतरण के सफलतम कार्य के उपरांत देश में निर्मित एवं रोवर में आरोपित महत्वपूर्ण वैज्ञानिक अनुसंधानों से हमे चंद्र के बारे में और भी कई महत्वपूर्ण विवरण प्राप्त होंगे। इस मिशन की सफलता भविष्य के अन्य ग्रहों/उपग्रहों पर जाने में भी इसरो/भारत के लिए एक नए आयाम और मार्ग को प्रशस्त कर देगी।

आभार

लेखक एवं सहलेखक इस कार्यों को करने के लिए दिए गए सुअवसर प्रोत्साहन एवं दिशा-निर्देश के लिए श्री आ. सी. किरन 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.)तथा श्री बी. एस. रामन (समूह-निदेशक) का तहेदिल से आभार प्रकट करते हैं। हम श्री. बी. आर. राजपूत, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी तथा हिंदी कक्ष के सभी सहकर्मियों का आभार प्रकट करते हैं। ऐसे समिश्र्श्र हार्डवेरविकास के लिएअंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद के संलग्न सुविधा विभागों के हम ह्रदयपूर्वक आभारी है।

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 उचाईमापी, साउंडर, भू-वेधी रेडार इत्यादि मिशनो 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 आकंड़ों के प्रक्रमण, चंद्रयान -2 रडार उचाईमापी, एल- बैंड सार इत्यादि मिशनो 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 आकंड़ों के प्रक्रमण, चंद्रयान -2 रडार उचाईमापी, एल- बैंड सार, साउंडर, NI- इत्यादि मिशनो में संलग्न है।
	जैमिन तन्ना ने वर्ष 2006 में VVP, इंजीनियरिंग कॉलेज, राजकोट से इलेक्ट्रॉनिकएवं 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 मिशनो में संलग्न है।
	संजय त्रिवेदी ने वर्ष1982 में AVPT कॉलेज, राजकोट सेइलेक्ट्रॉनिकमेंडिप्लोमा प्राप्तकिया।वर्ष1984 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद मेंअंकिय संचार कार्यक्रम में कार्य आरंभ किया।वर्ष1992 मेंगुजरात युनिवर्सिटी सेइलेक्ट्रॉनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की।इन्होने वर्ष 2013 में SVNIT, सूरत से M.Tech. की उपाधि ग्रहण की। वर्तमान में, ये चंद्रयान -2 रडार उचाईमापी,NI- इत्यादि मिशनो 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 . . की डिग्री प्राप्त की।वर्तमान में, ये रडार के नियन्त्रण इलेक्ट्रॉनिक के लिये L-बैंड सार, चंद्रयान-2, NI-सार इत्यादि मिशनो में संलग्न है।

सुदूर संवेदन

रीसैट-2ए (एक्स-बैण्ड सार) एन्टेना की टाईल इलेक्ट्रानिकी संरचना

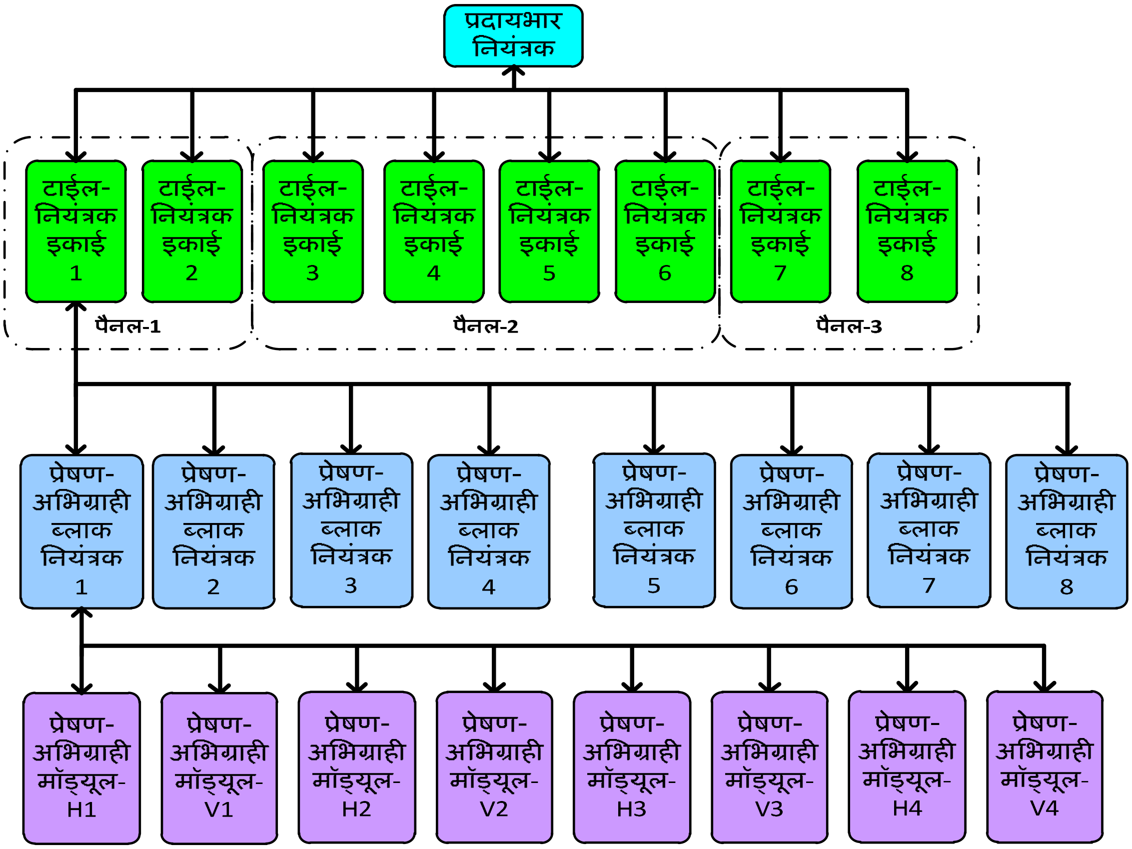
संजय कुमार कसोदनिया, अजय कुमार सिंह, हिमांशु पटेल, बी.एस. रमण, राजीव ज्योति

सारांश

इस लेख में रीसैट-2ए (राडार प्रतिबिम्बन उपग्रह) के टाईल इलेक्ट्रानिकी का स्वदेशी विनिर्माण एवं अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) द्वारा स्वनिर्मित संरचना का उल्लेख है। रीसैट-2ए में त्रिस्तरीय वितरित नियंत्रक अनुक्रम प्रणाली है। प्रदायभार नियंत्रक, केंद्रीय किरणपुंज नियंत्रक का कार्य करता है एवं अनुक्रम में शीर्ष स्तर पर है। प्रदायभार नियंत्रक, टाईल इलेक्ट्रानिकी को नियंत्रित करता है, जिसमें टाईल नियंत्रक इकाई (TCU) एवं प्रेषण-अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) सम्मिलित हैं। प्रदायभार नियंत्रक (PLC), 8 टाईल-नियंत्रक इकाईयों (TCU) को नियंत्रित करता है एवं प्रत्येक टाईल-नियंत्रक-इकाई, 8 प्रेषण-अभिग्राही-ब्लाक नियंत्रकों (TRBC) को नियंत्रित करता है। प्रत्येक प्रेषण-अभिग्राही-ब्लाक नियंत्रक, 8 प्रेषण-अभिग्राही मॉड्यूल (TRM) को नियंत्रित करता है। इस प्रकार रीसैट-2ए के टाईल इलेक्ट्रानिकी में कुल 8 टाईल-नियंत्रक इकाईयां, 64-प्रेषण-अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक एवं 512 प्रेषण-अभिग्राही मॉड्यूल विद्यमान है, जिसमे 256 क्षेतिज ध्रुवण एवं 256 उर्ध्व-ध्रुवण वाले माड्यूल हैं। वितरित नियंत्रक अनुक्रम प्रणाली के तीनों स्तर पर युगपत नियंत्रक (OBC) उपयोग विशिष्ट एकीकृत परिपथ (ASIC) का उपयोग मुख्य नियंत्रक के रुप मे किया गया है। युगपत नियंत्रक की RTL संरचना अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) में स्वनिर्मित की गई। टाईल इलेक्ट्रानिकी (TCU & TRBC) की युगपत नियंत्रक आधारित संरचना भी अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) में की गई। टाईल इलेक्ट्रानिकी हार्डवेयर के विकास माडल (DVM) की संरचना पूर्ण कर ली गई है और उड़ान योग्य हार्डवेयर के संविरचन के लिए स्वदेशी उद्योगों को सम्मिलित करने हेतु प्रस्ताव निवेदित किए जा चुके हैं।

1. प्रस्तावना

रीसैट-2ए में एक सक्रिय फेज व्यूह (Active Phase Array) रडार है, जिसमें दिगंश (Azimuth) एवं उन्नयन (Elevation) दोनों दिशाओं में ±2° तक किरणपुंज संचालन की क्षमता है। इलेक्ट्रानिकी किरणपुंज संचालन के लिए प्रेषण-अभिग्राही मॉड्यूल (TRM) में 6 बिट के फेज एवं आयाम मानों का भरण करना होता है, जोकि वितरित नियंत्रक अनुक्रम द्वारा किया जाता है। रीसैट-2ए के वितरित नियंत्रक अनुक्रम को चित्र सं. 1 में दर्शाया गया है एवं इसमें तीन स्तर हैं।



चित्र सं.-1 रीसैट-2ए का वितरित नियंत्रक अनुक्रम

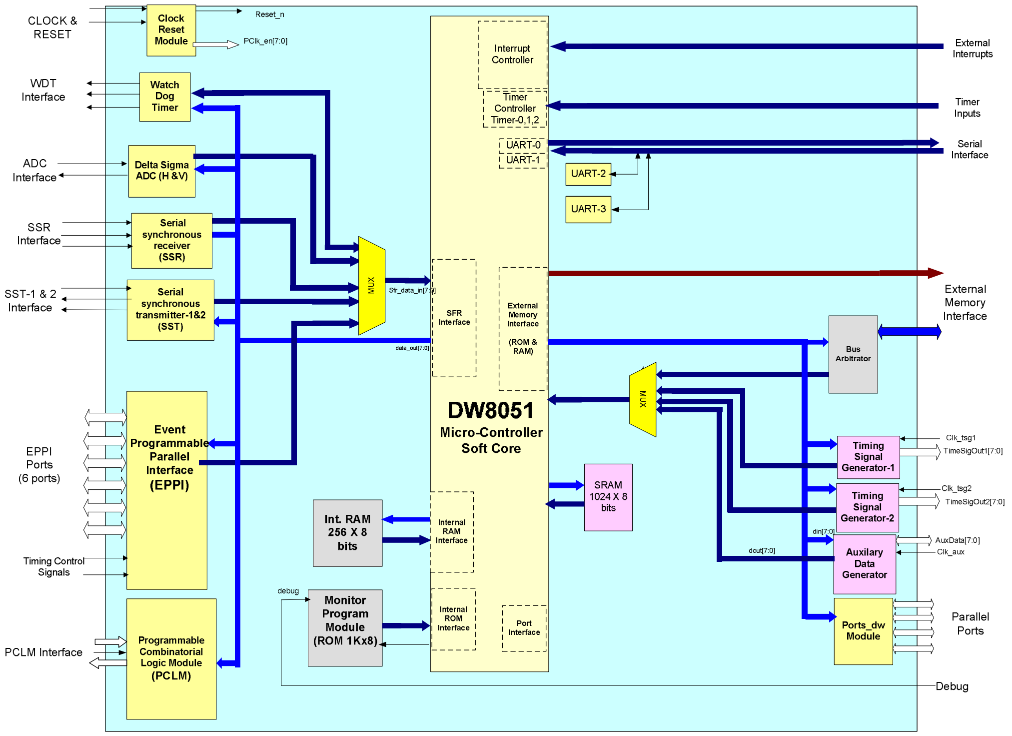
प्रदायभार-नियंत्रक (PLC) (प्रथम स्तर) एक केंद्रीय किरणपुंज नियंत्रक है एवं यह अनुक्रम में शीर्ष पर है। प्रदायभार नियंत्रक, 8 टाईल नियंत्रक इकाईयों (TCU) को नियंत्रित करता है, जोकि अनुक्रम में द्वितीय स्तर पर है। प्रत्येक टाईल नियंत्रक इकाई आगे 8-प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) को नियंत्रित करते हैं, जोकि अनुक्रम में तृतीय स्तर पर हैं। इस प्रकार फेज-अरे सक्रिय एन्टेना में कुल 64 (8x8) प्रेषण-अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) हैं। एक प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) कुल 8 प्रेषण-अभिग्राही मॉड्यूल (TRM) को नियंत्रित करता है। प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) द्वारा फेज़ एवं आयाम मानों को प्रेषण-अभिग्राही मॉड्यूल (TRM) में भरण किया जाता है। ये प्रत्येक प्रेषण अभिग्राही मॉड्यूल 8-पैच एन्टेना को फीड करते हैं। वितरित नियंत्रकों के मध्य संचार, आरएस-422/आरएस-485 सीरियल-लिंक द्वारा होता है। प्रदायभार नियंत्रक (PLC), किरणपुंज-चयन डाटा, टाईल नियंत्रक इकाई (TCU) को सिरियल लिंक द्वारा भेजता है। टाईल नियंत्रक इकाई (TCU) उस किरणपुंज-चयन डाटा को प्रेषण-अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) को भेजता है। प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) इस किरणपुंज-चयन डाटा से अवलोकन तालिका द्वारा अपेक्षित अभिलक्षण डाटा को तापीय संशोधित करके इन्हें प्रेषण अभिग्राही मॉड्यूल (TRM) में लोड करता है।

इस लेख में युगपत नियंत्रक-उपयोग विशिष्ट एकीकृत परिपथ (OBC-ASIC), टाईल नियंत्रक इकाई (TCU), अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) के विकास एवं संविरचना का वर्णन किया गया है।

2. युगपत नियंत्रक का संवर्धन

रीसैट-2ए की टाईल इलेक्ट्रानिकी, युगपत नियंत्रक पर आधारित है। युगपत नियंत्रक में कई सामान्य लक्षणों का भी समावेश किया गया है, जिससे इसे भविष्य के रडार अभियानों में उपयोग किया जा सके। युगपत नियंत्रक 8051 सूक्ष्म नियंत्रक सॉफ्ट-कोर आधारित है, जिसका परिधीय मॉड्यूलों के साथ अंतरापृष्ठ विशिष्ट फलन रजिस्टर (SFR) एवं स्मृति-बस द्वारा किया गया है। इस प्रकार परिधीय मॉड्यूल का अभिगम स्मृति पठन/लेखन प्रचालन द्वारा होता है। युगपत नियंत्रक उपयोग विशिष्ट एकीकृत परिपथ की संरचना केंद्रीय नियंत्रक एवं वितरित नियंत्रक की आवश्यकताओं को ध्यान में रख कर की गई है। युगपत नियंत्रक का संविरचन 0.6μm वाली विकिरण-रोधी गेट-व्यूह तकनीकी से किया गया है।

चित्र सं. 2 में युगपत नियंत्रक का खंड आरेख चित्र दर्शाया गया है।



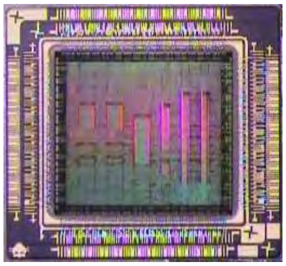
चित्र सं.-2 युगपत नियंत्रक का खण्ड आरेख

युगपत नियंत्रक के प्रकार्य एवं तकनीकी लक्षण -

- DW8051 सूक्ष्म-नियंत्रक सॉफ्ट-कोर
- 4-यूएआरटी, 10-पोर्ट समानान्तर निवेश/निर्गम, 16-प्रोग्रामनीय कालन-संकेत जनित्र

- 8-बिट डेल्टा सिग्मा अनुरूप से अंकीय परिवर्तक
- वाच डाग टाईमर, चीप-स्थित मॉनीटर प्रोग्राम, दोषमार्जन हेतु, 1-किलो बाईट चिप स्थित SRAM
- JTAG परिसीमा क्रमवीक्षण श्रृंखला
- सीमॉस (CMOS) आधारित पूर्णतः डिजिटल कार्यान्वयन
- 0.6µm CMOS विकिरण रोधी गेट अरे तकनीकी, 5 वोल्ट निवेश/निर्गम
- 256 पिन सिरेमिक चपटा संकुल (CQFP)
- विकिरण विनिर्देश- कुल आयानित मात्रा (TID)- 100 किलो रेड से अधिक
- LET>125 Mev-cm2/mg, SEU≤ 1x10-10त्रुटि/बिट/दिन
- सन्निरीक्षण ÷ इष्टतमीकृत QML-V
- 300 किलो NAND2 तुल्य गेट

चित्र सं. 3 में विनिर्मित युगपत नियंत्रक का चित्र दर्शाया गया है।



चित्र सं.-3 युगपत नियंत्रक का चित्र

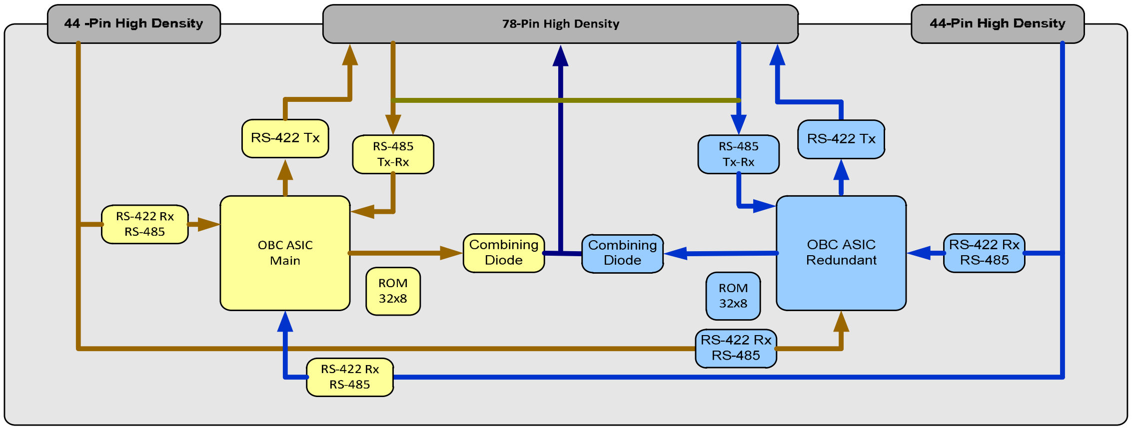
मेक इन इंडिया अभिगम में योगदान

युगपत नियंत्रक के आर टी एल संरचना (RTL डिजाईन) का कार्य सैक द्वारा किया गया। तत्पश्चात प्रकार्य सत्यापन, संश्लेषण (Synthesis), एसटीए, फार्मल-सत्यापन स्केन एवं जेटैग का समावेश बेंगलुरू स्थित सीजी-कोरेल ने किया। सीजी कोरेल ने यह कार्य सैक अभियंताओं के निकट सहयोजन में पूरा किया। प्रारंभिक-अभिकल्प-पुनरावलोकन (PDR) एवं समीक्षात्मक अभिकल्प-पुनरावलोकन (CDR) करने के पश्चात ही नेटलिस्ट, वाह्य-फाउन्ड्री को आगे के प्रक्रम हेतु भेजी गई। इस प्रकार स्वदेशी कंपनियों द्वारा कार्य कराने से मेक इन इंडिया अभिगम को बल मिला है।

3. टाईल इलेक्ट्रानिकी

3.1 टाईल नियंत्रक इकाई

प्रदायभार नियंत्रक (PLC) से टाईल नियंत्रक इकाई (TCU) को इनपुट प्राप्त होते हैं। जिसके आधार पर टाईल नियंत्रक इकाई, प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) के लिए सिरियल आदेश का जनन करता है। टाईल नियंत्रक इकाई का खण्ड आरेख चित्र सं. 4 में दर्शाया गया है। टाईल नियंत्रक इकाई पैकेज में मुख्य एवं अतिरिक्त इकाई हेतु अलग-अलग शक्ति प्रदाय इकाईयाँ हैं, जिसमें से एक समय में कोई एक इकाई ही सक्रिय होती है। टाईल नियंत्रक इकाई में युगपत नियंत्रक के अतिरिक्त आरएस-422 अभिग्राही/प्रेषक, आरएस-485 प्रेषण-अभिग्राही, पुनः-प्रोग्रामनीय स्मृति (EEPROM) आदि युक्तियाँ प्रयुक्त की गई हैं। टाईल-नियंत्रक इकाई के विकास (Development) मॉडल को चित्र सं.-5 में दर्शाया गया है।



चित्र सं.-4 टाईल-नियंत्रक इकाई का खंड आरेख

टाईल नियंत्रक इकाई हार्डवेयर के विकास मॉडल की संरचना एवं विकास का कार्य सैक में पूर्ण कर लिया गया है। विकास मॉडल का सफलता पूर्वक परीक्षण करने के उपरान्त, इसके उड़ान मॉडल के विनिर्माण का कार्य भारतीय उद्योगों के द्वारा कराया जायेगा। कुल 14 टाईल नियंत्रक इकाईयाँ सैक उद्योगों के द्वारा निर्मित करायेगा।

चित्र सं.-5 टाईल नियंत्रक इकाई का विकास मॉडल

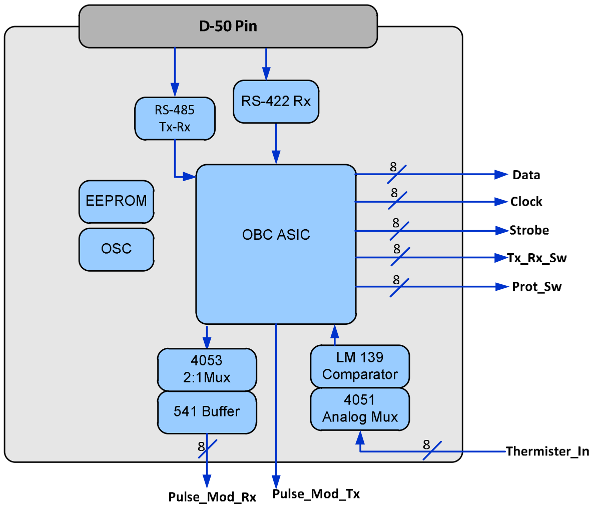
मेक इन इंडिया अभिगम में योगदान

जैसा कि पूर्व में वर्णन किया जा चुका है कि रीसैट-2ए के प्रदायभार में कुल 8 टाईल नियंत्रक इकाई (TCU) हैं। उड़ान योग्य टाईल नियंत्रक इकाइयों के साथ अतरिक्त-टाईल नियंत्रक इकाइयों को मिलाकर कुल 14 टाईल नियंत्रक इकाइयों का निर्माण कराया जाएगा। इतनी अधिक संख्यात्मक मात्रा की आवश्यकता पूर्ति हेतु TCU का संविरचन बाह्य उद्योग से करवाना तर्क पूर्ण है। भारतीय उद्योगों के माध्यम से इस कार्य को कराने में मेक इन इंडिया अभिगम को बल मिलेगा। भारतीय उद्योगों को युगपत नियंत्रक एवं पुनः-प्रोग्रामनीय स्मृति (EEPROM) सैक की ओर से प्रदान किए जायेंगे एवं उनके द्वारा घटक स्थापना/आरोपण, पैकेज समुच्चय, पर्यावरण जाँच एवं परीक्षण किए जायेंगे।

3.2 प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC)

प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) का मुख्य कार्य फेज एवं आयाम मानों को प्रेषण अभिग्राही मॉड्यूल (TRM) में लोड करना है। ये फेज एवं आयाम मान तापमान प्रतिपूरित किए जाते हैं, जोकि संश्लेषित द्वारक रडार (SAR) की सभी विधाओं के लिए उपयुक्त है। प्रतिबिम्बन शुरू होने से पहले ही टाईल नियंत्रक इकाई द्वारा किरणपुंज सूचना प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) को भेज दी जाती है। प्रेषण अभिग्राही मॉड्यूल स्थित सुरक्षा स्विच एवं प्रेषण अभिग्राही स्विच का नियंत्रण प्रेषण-अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) द्वारा किया जाता है। प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) के मुख्य घटक युगपत नियंत्रक, पुनः-प्रोग्रामनीय स्मृति (EEPROM), आरएस-422 प्रेषण/अभिग्राही एवं तुलनाकारी (Comparator) है। प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) का खण्ड आरेख चित्र सं. 6 में दर्शाया गया है एवं विकास (Development) मॉडल को चित्र सं. 7 में दर्शाया गया है।

रीसैट-1 में डिजाईन किया गया प्रेषण अभिग्राही नियंत्रक (TRC) केवल दो प्रेषण अभिग्राही मॉड्यूल (TRM) को नियंत्रित करता है जबकि रीसैट-2ए में इसका कार्य जटिल हो गया है एवं एक प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) कुल 8 प्रेषण-अभिग्राही मॉड्यूल (TRM) को नियंत्रित करता है।



चित्र सं.-6 प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) का खण्ड आरेख

चित्र सं.-7 प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) का DVM मॉडल

मेक इन इंडिया अभिगम में योगदान

जैसा कि पूर्व में वर्णन किया जा चुका है कि रीसैट-2ए के प्रदायभार में कुल 64 प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) हैं। अतिरिक्त एवं योग्यता मॉडल (QM) मिलाकर कुल 80 प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियत्रकों (TRBC) का संविरचन आवश्यक है। इतनी अधिक संख्यात्मक मात्रा की आवश्यकता पूर्ति हेतु TRBC का संविरचन बाह्य उद्योग से करवाना तर्क पूर्ण है। इन कंपनियों को युगपत नियंत्रक एवं पुनः-प्रोग्रामनीय स्मृति (EEPROM) सैक की ओर से प्रदान किए जाएंगे एवं उनका घटक स्थापना/आरोपण, पैकेज समुच्चय, पर्यावरण जाँच एवं परीक्षण कंपनियों द्वारा किया जायेगा। भारतीय उद्योगों के माध्यम से इस कार्य को कराने में मेक इन इंडिया अभिगम को बल मिलेगा।

4. निष्कर्ष

इस लेख में रीसैट-2ए के टाईल इलेक्ट्रानिकी एवं युगपत नियंत्रक के संविरचन में सैक द्वारा किए गए महत्वपूर्ण कार्यों का उल्लेख किया गया है। रीसैट-2ए के सार (SAR) प्रदायभार में कुल 64 प्रेषण अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) एवं 8 टाईल नियंत्रक इकाईयाँ एवं कुल 80 युगपत नियंत्रक इकाईयाँ प्रयुक्त होंगी। इतनी अधिक संख्यात्मक मात्रा के संविरचन हेतु यह कार्य बाह्य उद्योगों (स्वदेशी) द्वारा संपन्न कराया जायेगा। प्रेषण-अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक (TRBC) एवं टाईल नियंत्रक इकाई (TCU) के हार्डवेयर के विकास मॉडल का निर्माण सैक द्वारा संपन्न किया जा चुका है। परिणामस्वरूप यह कहा जा सकता है कि अधिक संख्यात्मक मात्रा की आवश्यकता के कारण टाईल-इलेक्ट्रानिकी का संविरचन बाह्य उद्योगों द्वारा कराना एक सही कदम है। इस कार्य से इन उद्योगों को बढ़ने में सहयोग मिलेगा एवं इन्हें भविष्य में इस प्रकार का कार्य करने हेतु आवश्यक सक्षमता प्राप्त होगी। इसप्रकार स्वदेशी उद्योगों की सहायता से इस कार्य के संपादन के प्रयास से मेक इन इंडिया अभिगम को सार्थक बनाया जा रहा है।

शब्द संकेत

संश्लेषित द्वारक रडार, टाईल नियंत्रक इकाई, प्रेषण-अभिग्राही ब्लाक नियंत्रक, रीसैट-2ए, युगपत नियंत्रक, किरणपुंज परिचालन तकनीकी।

संदर्भ

1. एक्स. बैण्ड सार बी. डी. आर. डाकुमेंट, मार्च,2015
2. एक्स. बैण्ड सार विकास माडल का इलेक्ट्रिकल अन्तरापृष्ठ, अप्रैल, 2016

आभार

यह लेख लिखने की प्रेरणा एवं मार्गदर्शन के लिए उप-निदेशक श्री राजीव ज्योति, ग्रुप-प्रधान श्री बी.एस. रमण, हिंदी कक्ष के सभी सदस्यों एवं हमारे ग्रुप के सभी कर्मचारी गण के हम आभारी हैं। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में आयोजित हिंदी तकनीकी संगोष्ठी में लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने के लिए संगोष्ठी समिति का हार्दिक आभार।

लेखक परिचय :

संजय कसोदनिया ने वर्ष 1998 में एम.बी.एम. इंजीनियरिंग कालेज, जोधपुर से इलेक्ट्रोनिक्स एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. की डिग्री और वर्ष 2001 में एम. टेक. की डिग्री आई.आई.टी. दिल्ली से प्राप्त की। वर्ष 2002 से इसरो में कार्यरत हैं। वर्तमान में माइक्रोवेव सेंसर कंट्रोल इलेक्ट्रोनिक्स प्रभाग में कार्यरत हैं।

अजय कुमार सिंह ने वर्ष 2004 में आई. ई. टी. इंजीनियरिंग कालेज, लखनऊ से इलेक्ट्रोनिक्स एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.टेक. की डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2005 से इसरो में कार्यरत हैं। वर्तमान में माइक्रोवेव सेंसर कंट्रोल इलेक्ट्रोनिक्स प्रभाग में कार्यरत हैं।

हिमांशू पटेल ने वर्ष 2002 में एल. डी. इंजीनियरिंग कालेज, अहमदाबाद से इलेक्ट्रोनिक्स एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. की डिग्री और वर्ष 2004 में एम. टेक. की डिग्री आई.आई.टी., दिल्ली से प्राप्त की। वर्ष 2004 इसरो में कार्यरत हैं। वर्तमान में माइक्रोवेव सेंसर कंट्रोल इलेक्ट्रोनिक्स प्रभाग में कार्यरत हैं।

बी. एस. रामन ने वर्ष 1984 में आई. आई. टी., मद्रास से एम. टेक. की डिग्री प्राप्त की और वर्ष 1984 से इसरो में कार्यरत हैं। माइक्रोकंट्रोलर आधारित प्रदायभार नियंत्रक और वहिर्गमन प्रणाली के निर्माण में इनका बहुत योगदान है। वर्तमान में माइक्रोवेव सेंसर कंट्रोल इलेक्ट्रोनिक्स प्रभाग के प्रधान हैं।

राजीव ज्योति ने वर्ष 1986 में दिल्ली विश्वविद्यालय से एम.एस.सी. एवं एम.टेक. की डिग्री प्राप्त की और वर्ष 1987 से इसरो में कार्यरत हैं। वर्तमान में माइक्रोवेव सुदूर संवेदन क्षेत्र के उप-निदेशक हैं। राजीव ज्योति आई.ई.टी.ई. के फेलो एवं आई.ई.ई.ई. के वरिष्ठ सदस्य हैं। उनके नाम पर 14 पेटेंट हैं। उन्हें संयुक्त राष्ट्र संघ की ई.एस.ए. की फेलोशिप प्राप्त हुई है।

उप-विषयवस्तु :- सुदूर संवेदन

भूस्थिर उपग्रह पर स्थापित थर्मल नीतभार से सुदूर संवेदन द्वारा "तापीय लहरों" के संसूचनकी स्वदेशी परिचालन तकनीक

मेहुल आर.पंड्या एवं निकुंज पी.दरजी
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

प्रस्तावना:

भारतवर्ष कई सालों से ताप लहरों की चपेट में रहा है। ताप लहरों की मानव जीवन पर कई प्रतिकूल असर होती है। इस प्रचंड ताप लहरों के प्रतिकूल प्रभाव से अनेक समस्याएं जैसे पानी का अभाव होना, फसलों का बर्बाद होना, बिजली की जरूरत अनेक गुना बढ़ जाना, लू लगने से मनुष्य को अनेक बीमारियों से ग्रसित हो जाना प्रमुख है। साल 2016 कि ग्रीष्म ऋतु भारतवर्ष में एक भीषण ताप लहर के लिये याद रखी जायेगी। पृथ्वी के जलवायु परिवर्तन के दुष्प्रभावों के अध्ययन के लिए स्थापित अंतर्राष्ट्रीय संस्था आई.पी.सी.सी. ने अपनी पांचवीं मूल्यांकन रिपोर्ट (2013) में यह खुलासा किया है कि ताप लहरों जैसी विषम परिस्थिति विश्वस्तरीय उष्मीकरण और जलवायु परिवर्तन से जुडी हुई है। इसका प्रमुख कारण पेट्रोल-डीज़ल जैसे ईंधन का अमर्यादित उपयोग और उसकी वजह से ग्रीन हाउस गैस उत्सर्जन में उत्तरोत्तर बढ़ोतरी है। आई.पी.सी.सी. ने यह भी दावा किया है कि यदि विश्वस्तरीय और क्षेत्रीय पर्यावरण संबंधी नीतियों में परिवर्तन नहीं किया गया तो ग्रीन हाउस गैसों का उत्सर्जन लगातार बढ़ता रहेगा और इसके दुष्परिणाम मानव समुदाय को भुगतने पड़ेंगे। जलवायु परिवर्तन संबंधित कई अध्ययनों में यह भी माना जा रहा है कि आने वाले समयमें विषम घटनाएँ जैसे बाढ़, अतिवृष्टि, सूखा, प्रचंड तापलहरें और शीत लहरें इत्यादि काफी हद तक ब�ती रहेंगी औरमानव जीवन को बुरी तरह प्रभावित करती रहेंगी।

भारत मौसम विज्ञान विभाग (India Meteorological Department) इस ताप लहरों के संसूचन की विस्तृत जानकारी प्राप्त करने के लिए काफी अध्ययन करता है; किन्तु इन अध्ययनों में जमीन-स्थित कुछ स्थानों से प्राप्त आंकड़ों से विश्लेषण किया जाता है और कई बार इस प्रकार का अनुमान विस्तृत क्षेत्र के लिए पर्याप्त नहीं होता। इस परिस्थिति में कृत्रिम उपग्रह की मदद से सुदूर संवेदन की तकनीक का उपयोग करके बृहद क्षेत्र में आने वाली ताप लहरों जैसी प्राकृतिक आपदा का संसूचन बेहतर तरीके से किया जा सकता है।

प्रस्तुत शोधपत्र का मुख्य उद्देश्य भारतीय उपग्रह से प्राप्त आंकडोंकी मदद से सुदूर संवेदन तकनीक का उपयोग करके ताप लहरों के संसूचनकी पद्धति/तकनीक को MOSDAC सर्वर पर परिचालन करना (operationalize) हे। इस अध्ययन में भूस्थिर कक्षा में स्थित भारत के सुदूर संवेदन उपग्रह कल्पना-1 के वी.एच.आर.आर. (Kalpana-1 VHRR) नीतभारके तीन स्पेक्ट्रल बैंड्स में से थर्मल बैंड (10.5-12.5 माइक्रोमीटर) से प्राप्त आंकड़ों की मदद से ताप लहरों के संसूचन की एक नवीनतम तकनीक प्रस्तुत की गई है, जोकि बादमें MOSDAC सर्वर कार्यान्वित की गई। इस तकनीक का वर्ष 2016 में भारतमें आयी ताप लहरों के संसूचन के लिए सफलतापूर्वक उपयोग किया गया है।

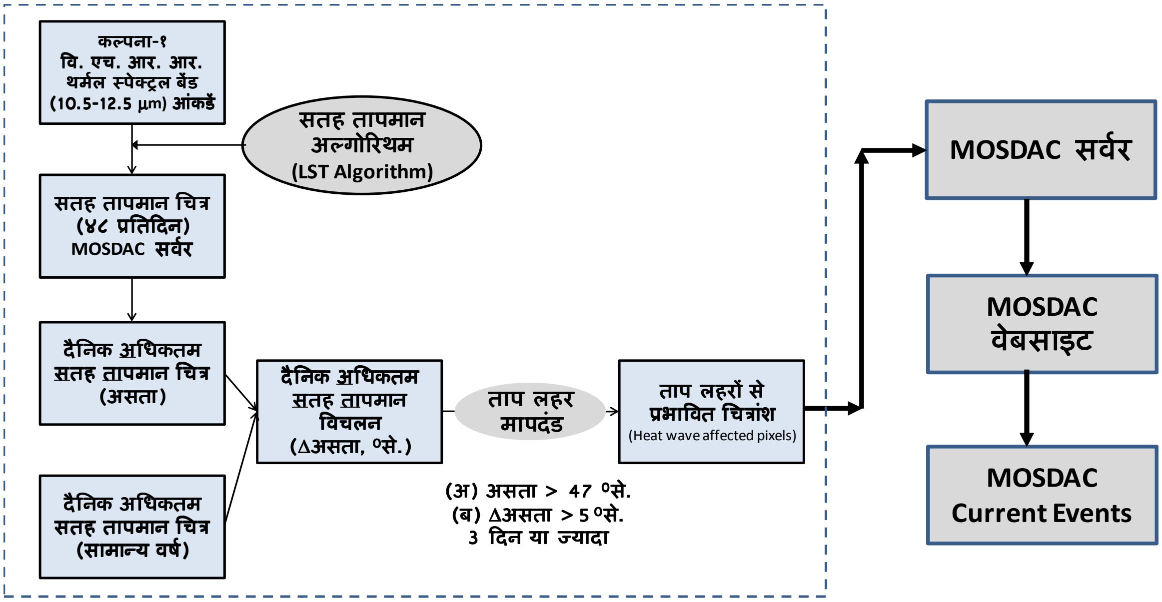
कार्यप्रणाली एवं पद्धिति:

प्रस्तुत अध्ययन में ग्रीष्म ऋतु के तीन माह (अप्रैल-मई-जून) की अवधि में भारतवर्ष के कई इलाकोंको प्रभावित करने वाली प्रचंड ताप लहरों के संसूचन के लिए भूस्थिर कक्षा में स्थापित कल्पना-1 उपग्रह के थर्मल बैंड (10.5-12.5 माइक्रोमीटर) से प्राप्त आंकड़ों का उपयोग किया गया है। इस पूरी तकनीक का विधिवत �आरेख चित्र-1 में दर्शाया गया है (पंड्या, 2015अ)।

कल्पना-1 उपग्रह से प्राप्त मूल आंकड़ों को पंड्या और अन्य (2014ब)� द्वारा विकसित तकनीक से हर आधे घंटे के अंतराल में "*भूसतह तापमान*" (Land Surface Temperature- LST) में परिवर्तित किया जाता है। प्रतिदिन सतह तापमान के 48 उपग्रह चित्रों से "*दैनिक अधिकतम सतह तापमान*" (Daily-LST_{max}) का एक चित्र प्राप्त किया जाता है। इन दैनिक व्युत्पन्न अधिकतम *सतह तापमान* के चित्र की सामान्य वर्ष (2011) के *अधिकतम सतह तापमान* के चित्र से तुलना की जाती है और *अधिकतम सतह तापमान विचलन* (*Δअसता*: Anomaly of LST_{max}) का दैनिकचित्र तैयार किया जाता है। यह समग्र प्रक्रिया स्वचालित बनाई गई है, जिसका कंप्यूटर प्रोग्राम द्वारा कार्यान्वयन होता है और ताप लहरों का संसूचन करते हुए चित्रों को MOSDAC सर्वर द्वारा वेबसाइट पर दर्शाया जाता हैं।

भारत मौसम विज्ञान विभाग द्वारा परिभाषित ताप लहरों के मापदंडों को प्रस्तुत तकनीक में अनुकूलित किया गया है। इसके अनुसार किसी चित्रांश (pixel) को ताप लहर से प्रभावित तभी माना जायेगा जब दो मुख्य शर्तों का पालन होता है, (अ) उपग्रह से प्राप्त *दैनिक अधिकतम सतह तापमान*का 47^{0} से. अधिक होना और (ब) *दैनिक अधिकतम सतह तापमान विचलन* 3 दिन या ज्यादा समय के लिए 5^{0} से. या उससे अधिक होना। प्रस्तुत अध्ययन में प्रस्तावित तकनीक का उपयोग और परिक्षण भारतवर्ष में वर्ष 2016 के अप्रैल से जून के दिनों में कल्पना-1 के आंकडों पर किया गया। इस पूरी प्रणाली को अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र के MOSDAC सर्वर पर परिचालित किया गया है। यह स्वचालित प्रणाली से प्राप्त परिणाम दैनिक रूप से मानचित्र के स्वरुप में MOSDAC वेबसाइट पर रखा गया है। इस वेबसाइट पर "Current Events" विभाग में "HEAT WAVE

CONDITION" नामक लिंक से भारत में "ताप लहरों" का दैनिक मानचित्र देखा हा सकता हैं। यह वेबसाइट पर रखे गए ताप लहरों के परिणामों को उदाहरण के तोर पर चित्र-2 में दिखाया गया है।



चित्र-1: सुदूर संवेदन तकनीक से "ताप लहरों" के संसूचन की MOSDAC सर्वर पर कार्यान्वित प्रणाली का विधिवत आरेख

परिणाम:

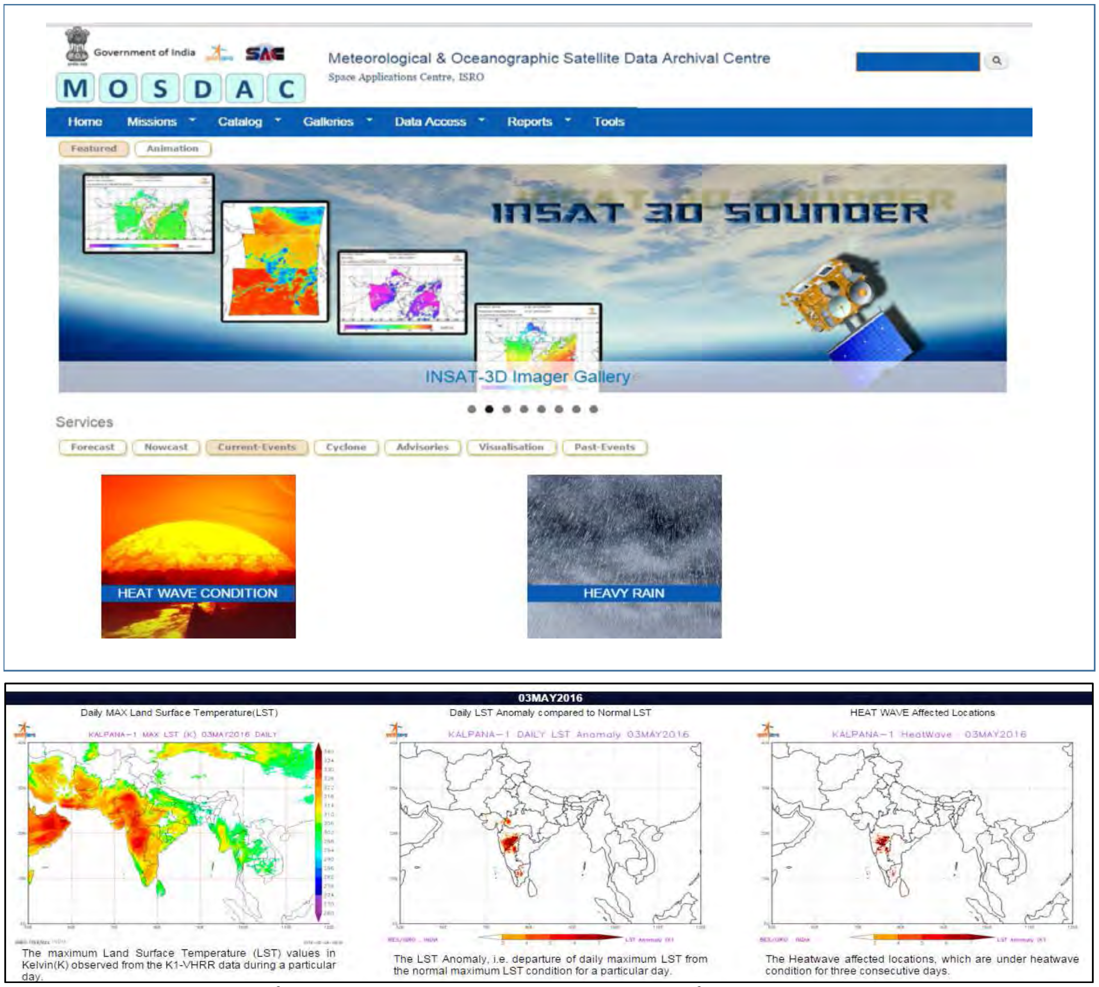
प्रस्तुत अध्ययन के कुछ महत्वपूर्ण परिणाम निम्नलिखित है। कल्पना-1 उपग्रह से प्राप्त सतह तापमान के दैनिक 48 चित्रों का दैनिक विश्लेषण अप्रैल से जून महीनों में किया गया। नियमित रूप से *दैनिक अधिकतम सतह तापमान* के चित्र तैयार किए गए और *अधिकतम सतह तापमान विचलन* (*∆असता: Anomaly of* LST_{max}) का भी परिकलन किया गया। इन *∆असता* आंकड़ों पर ताप लहरों का मापदंड लगाया गया। जो भी चित्रांशताप लहरों के मापदंड अनुरूप अभिलक्षण प्रदर्शित करें उनकों ताप लहरों से प्रभावित की संज्ञा दी गई। इस अध्ययन में पाया गया की मई से जून, 2016 के दिनों में भारत में ताप ओर अति ताप लहरों का प्रकोप देखा गया था। भारत के विभिन्न भागों में खास कर उत्तर, पश्चिमोत्तर, तटीय तेलंगाना और मध्य भारत में इन ताप लहरों का आवागमन रहा था।

उपग्रह से अनुमानित ताप लहरों का भारत वर्ष में अप्रैल से जून, 2016 के दौरान व्याप चित्र-2 में नीचे कि तरफ प्रस्तुत किया गया है। इस चित्र में ताप लहरों से प्रभावित चित्रांशों को विभिन्न रंगों में दर्शाया गया है। यह रंग ताप लहरों की तीव्रता "*अधिकतम सतह तापमान के विचलन* (*∆असता*)" को दर्शाते है जोकि नीचे दिखाई गई निदेशिका से समझा जा सकता है। उपग्रह से व्युत्पन्न ताप लहरों के मानचित्र स्पष्ट रूप से दर्शाते हैं कि भारत के कई प्रदेश काफी दिन ताप लहरों के चपेट में रहें। उत्तर, पश्चिम और मध्य भारत के प्रदेशों में ताप और अति ताप लहरों का कहर लंबे समय तक देखा गया। तेलंगाना और आंध्रप्रदेश में पश्चिम भारत की तुलना में ताप लहरों का प्रभाव कुछ दिन पहले और कुछ दिन बाद में अनुभव किया गया, किन्तु ताप लहरों की मात्रा काफी प्रचंड थी। इसी अवधि में भीषण ताप लहरों से भारत के तेलंगाना, उत्तर और मध्य भागों में दुर्भाग्यवश अनेक गरीब और वृद्ध लोगों की मौतें हुई थी। हालांकि जून 10, 2016 के बाद ताप लहरों का व्याप बाकी के दिनों की तुलना में कम हुआ था। वर्षारुतु के आगमन के बाद तापीय लहरों का असर समाप्त हो जाता हैं।

भारत में पिछले कुछ दशक में ताप लहरों तथा प्रचंड ताप लहरों की संख्या में वृद्धि होने के कई कारण हो सकते है।भारत मौसम विज्ञान विभाग अभ्यास अनुसार (चौधरी एवं अन्य, 2000) पिछले 150 वर्ष के आंकड़ों के अनुसार यह दशक पिछले अनेक दशकों से सबसे अधिक गर्म रहा है।

भारत मौसम विज्ञान विभाग भी तापीय लहरों के आकलन करता है। सुदूर संवेदन तकनीक से अनुमानित अप्रैल से जून, 2016 के ताप लहरों के अध्ययन के परिणामों का भारत मौसम विज्ञान विभाग द्वारा एकत्रित किए गए जमीन-स्थित आकडों से तुलनात्मक अभ्यास बताता है कि उपग्रह से प्राप्त *सतह तापमान, दैनिक अधिकतम सतह तापमान* और *अधिकतम तापमान का विचलन* जमीनी आकडों से मिलते है और यह तथ्य उपग्रह से आकलित ताप लहरों के अनुमान की तकनीक को सफलतापूर्वक प्रस्थापित करती है। इस अध्ययन के सही परिणाम प्राप्त हुए है। इसलिये यह तकनीक को बादमें MOSDAC सर्वर कार्यान्वित की गई। ताप लहरों का संसूचन करते हुए चित्रों को MOSDAC सर्वर द्वारा वेबसाइट पर दर्शाया जाता हैं। इस तकनीक का वर्ष 2016 में भारतमें आयीताप लहरों के संसूचन के लिए सफलतापूर्वक उपयोग किया गया है। यह तकनीक का दैनिक उपयोग, आकलन और वैधीकरण करने पर यह पाया गया की ज्यादातर परिणाम काफी अच्छे रहे और तकनीक

सफलता से स्थापित हुई है। इस तकनीक की सफलता से भारतीय उपग्रहों से प्राप्त आंकडों के उपयोग और स्वदेशी तकनीक का एक बहेतरीन उदाहरण स्थापित होता है।



चित्र-2: भारतवर्ष में “ताप लहरों” के संसूचन का MOSDAC सर्वर पर परिचालन एवं उदाहरण

निष्कर्ष:

प्रस्तुत शोधपत्र में भारत द्वारा प्रक्षेपित भूस्थिर कक्षा स्थित कल्पना-1 उपग्रह के थर्मल बेंड से प्राप्त आंकडों के उपयोग से “ताप लहरों” के संसूचन की सुदूर संवेदन की तकनीक का निरूपण किया गया है। यह तकनीक स्वचालित बनाई गई है, जिसका कंप्यूटर प्रोग्राम द्वारा कार्यान्वयन होता है, अतः इस नवीनतम तकनीक को प्रचालनीकरण करके अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के MOSDAC सर्वर पर लागू किया है। इस तकनीक के उपयोग से भारतवर्ष में हाल ही (अप्रैल-जून, 2016) में आये ताप लहरों का सफलतापूर्वक अनुमान लगाया गया। इस अध्ययन द्वारा प्रस्तावित संसूचन की नयी तकनीक भारत के स्वदेशी उपग्रह के आंकड़ों का उपयोग करके सफलतापूर्वक प्रस्थापित करने का हमारा प्रयास आत्मनिर्भरता की दिशा में एक ठोस कदम है, जोकि मेक इन इंडिया सूत्र को सही अर्थ में चरितार्थ करता है।

आभार:

हमे इस कार्य में मार्गदर्शन और सहयोग देने के लिए श्री तपन मिश्रा, डॉ. प्रकाश चौहान, डॉ. बी. के. भट्टाचार्य एवं श्री डी. धर का धन्यवाद करते है।

संदर्भ:

पंड्या एम. आर., शाह डी. बी., दरजी एन. पी., पंड्या ऐच, सिंह आर. पी. एवं किरणकुमार आ. सी. (2014अ), सुदूर संवेदन तकनीक से उष्ण लहरों का संसूचन. हिंदी सेमिनार, 2014

पंड्या एम. आर., शाह डी. बी., दरजी एन., रामकृष्णन आर., पाणिग्रही एस. एवं किरणकुमार आ. सी. (2014ब). Retrieval of land surface temperature from the Kalpana-1 VHRR data using a single-channel algorithm and its validation over the Thar desert. *ISPRS Journal of Photo Engineering & Remote Sensing*. Vol. 94: 160-168.

जल विज्ञान के अध्ययन में सुदूर संवेदन का उपयोग

राघवेन्द्र प्रताप सिंह

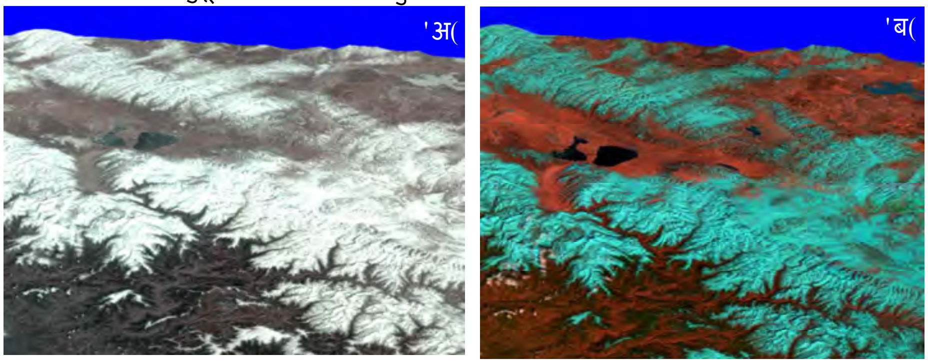
सारांश

जल चक्र का अवलोकन तथा प्रारूपण जल संसाधनों के प्रबन्धन में महत्वपूर्ण होता है। उपग्रहों के द्वारा प्राप्त विहंगम चित्र एवं कई प्रकार के वैज्ञानिक आंकड़े, जल संसाधनों एवं जलवायु परिवर्तन के अध्ययन में महत्वपूर्ण भूमिका अदा करते हैं। प्रस्तुत प्रपत्र में विभिन्न जल मौसम विज्ञान के प्रान्चलों (वर्षा, वाष्पोत्सर्जन, मृदा आर्द्रता, हिमगलन, भूमि जल का आकलन, सतह जल बहाव (अपवाह), नदियों एवं सरोवरों में जल का स्तर, जल की गुणवत्ता इत्यादि के उपग्रह द्वारा आकलन की वैज्ञानिक विधियों का उल्लेख किया गया है। सरल-अल्टिका से प्राप्त आंकड़ों के विश्लेषण द्वारा ज्ञात हुआ कि वर्ष 2016 की गर्मी में उकाई जलाशय एवं कई अन्य जलाशयों के जल स्तर में कमी हुई है।

1.0 प्रस्तावना

जल जीवन के लिये महत्वपूर्ण है। भारत में यद्यपि औसत वर्षा 4000 मि.मि. प्रति वर्ष होती है फिर भी सूखाग्रस्त क्षेत्रों में पीने के पानी की समस्या बनी रहती है। जनसंख्या वृधि के कारण यह समस्या भविष्य में और विकट हो सकती है। जल संसाधन प्रबंधन के लिए आवश्यक है कि हम वर्षा, वाष्पोत्सर्जन, मृदा आर्द्रता तथा पानी के विभिन्न सतह एवं भू जल स्रोतों का निरंतर आकलन करते रहें। सूखा एवं बाढ़ की परिस्थितियों का पूर्वानुमान, जल संसाधन प्रबंधन में एक महत्वपूर्ण भूमिका अदा करता है। जल चक्र के अध्ययन में जल के विभिन्न रूपों जैसे कि तरल, सघन एवं वाष्प के मापन की आवश्कता होती है। उपग्रहों से प्राप्त सुदूर संवेदित आंकड़े जल विज्ञान के कई अवयवों को समझने में महत्वपूर्ण योगदान प्रदान करते है। सुदूर संवेदन एक ऐसी युक्ति है जिसमें भूपृष्ठीय वस्तुओं एवं घटनाओं की सूचनाओं का, बिना वस्तु के संपर्क में आये मापन व अभिलेखन किया जाता है। इस प्रक्रिया में मुख्यतः उपग्रहों पर स्थापित संवेदकों द्वारा पृथ्वी से परावर्तित या उत्सर्जित ऊर्जा का अभिसूचन किया जाता है। हम सभी जानते हैं कि सभी वस्तुएं संरचना, स्वरूप, आकार व अन्य गुणों में भिन्न-भिन्न दृष्टिगोचर होती हैं। यही कारण है कि इन वस्तुओं द्वारा प्राप्त ऊर्जा भी भिन्न-भिन्न होती है जिसके कारण वस्तुओं को पहचानने एवं उनके गुणधर्मो को जानने में सहायता मिलती है। उदाहरण के तौर पर जलाशय क्षेत्र दृश्य स्पेक्ट्रम के नीले-हरे क्षेत्रों की किरणों को लाल एवं अवरक्त वर्णक्रम क्षेत्रों की किरणों की तुलना में अपेक्षाकृत अधिक परावर्तित करते हैं जिसके कारण उपग्रह से प्राप्त प्रतिबिंबों में हल्के नीले रंग में दिखायी देते हैं। बादल एवं बर्फ की परावर्तकता अन्य भूसतह से अधिक होती है जिससे यह दोनों दृश्य स्पेक्ट्रम में एक से प्रतीत होते हैं जिसके कारण इनको अलग-अलग पहचानना मुश्किल होता है। मध्य अविरक्त तरंग दैर्घ्य बैंड की एक विशेष अन्योन्यक्रिया के कारण बर्फ की परावर्तकता बादल की अपेक्षाबहुत कम हो जाती है जिसकी मदद से प्रतिबिम्बों में इसे पहचाना जा सकता है (चित्र 1)। बादलों के गुणधर्मो को समझने के लिए उसकी ऊपरी सतह के तापमान का आकलन किया जाता है। जैसे-जैसे बादलों की ऊँचाई बढ़ती है उसकी ऊपरी सतह के तापमान में गिरावट आती है। बादल की ऊपरी सतह के तापमान की मदद से होने वाली वर्षा की मात्रा का आकलन किया जाता है।

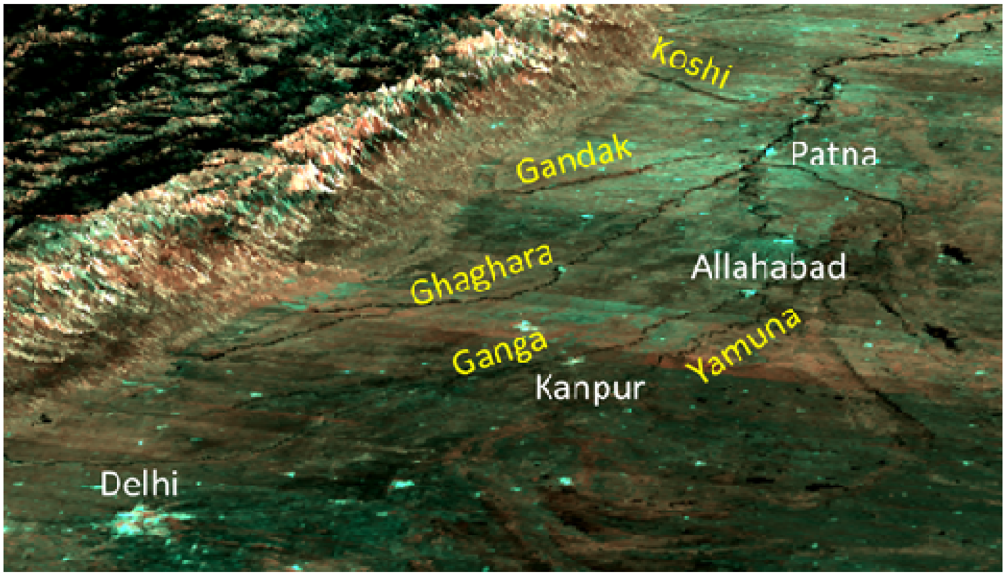
सुदूर संवेदन में संवेदक एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। यह उपकरण विद्युत चुंबकीय विकिरण ऊर्जा को एकत्रित करते हैं उन्हें संकेतकों में बदलते हैं तथा उपयुक्त आँकड़ों में प्रस्तुत करते हैं। कुछ सक्रिय संवेदक स्वयं ऊर्जा के स्रोत होते हैं जैसे कि जो रडार पृथ्वी से प्रकीर्णित अपने की ऊर्जा को अधिसूचित कर वस्तुओं के गुणधर्मो का आकलन करते हैं (चित्र 2)। प्रायः संवेदक केवल अभिग्राही होते हैं और वे पृथ्वी से परावर्तित/प्रकीर्णित सूर्य की ऊर्जा या पृथ्वी से उत्सर्जित ऊर्जा का अभिसूचन करते हैं। प्रकाशीय सुदूर संवेदन में प्रायः बहुवर्णक्रमीय स्कैनर का उपयोग संवेदक के रूप में किया जाता है।



चित्र 1 : Resourcesat-2 - AWiFS कैमरा द्वारा मार्च 2012 में लिए गए (अ) दृश्य स्पेक्ट्रम (RGB लाल, हरा, हरा) तथा (ब) अविरक्त तरंग दैर्घ्य बैंड (RGB: मध्य अविरक्त, निकट अविरक्त, लाल) में चित्र। हिम आच्छादित हिमालय तथा मानसरोवर झील एवं छिटपुट बादल अपनी अपनी विभिन्न परावर्तकता के कारण भिन्न दिखाई देते हैं।

2.0 भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह

भास्कर उपग्रह (1975) 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 मिशन ,समुद्र विज्ञान हेतु Oceansat Mission एवं मौसम विज्ञान के जानकारी हेतु INSAT Mission निरंतर वैज्ञानिकों को सूचना प्रदान कर रहे हैं। जल विज्ञान उपयोगी मुख्य भारतीय उपग्रहों का विवरण तालिका 1 में दिया गया है।



चित्र 2 : रिसैट-1 के सार (रडार) द्वारा लिया गया चित्र जिसमे गंगा यमुना, घाघरा गंडक कोशी इत्यादि नदिया तथा उत्तर भारत के मुख्य शहर दिखाई दे रहे हैं। रडार से प्राप्त आंकडो में शहरों के पश्च प्रकीर्णन गुडांक जल स्रोतों के अपेक्छाकृत अधिक होता है।

इन उपग्रहों से प्राप्त आंकड़ो द्वारा जल संशाधन के छेत्र में कई महत्वपूर्ण कार्य किये जा रहे है। इन में से मुख्यतः जल श्रोतों का आकलन, हिम आच्छादित छेत्रों का अनुमान एवं हिम गलन की जानकारी, मृदा आर्द्रता, वाष्पोत्सर्जन, भूमि जल का आकलन, जल की गुडवत्ता इत्यादि महत्वपूर्ण हैं। सुदूर संवेदन से प्राप्त जलाशयो की जानकारी तथा राजीव गाँधी रास्ट्रीय पेय जल मिशन के अंतरगत भूमिगत जल का पुर्वेक्षण एक महत्वपूर्ण कार्य रहा।

तालिका 1 : जल विज्ञान में उपयोगी प्रमुख भारतीय उपग्रह तंत्र

उपग्रह के नाम	संवेदक	प्रक्षेपन की तारीख	जल विज्ञान हेतु उपयोग
रिसोर्ससैट-1	लिश-3/4 ऐविफ्स	17-अक्टूबर 2003	भू सतह मापन, जल श्रोत आकलन, जल गुडवत्ता, हिम आच्छादित छेत्र
कार्टोसैट -1	पैन	5- मई 2005	भू सतह ऊंचाई, भू सतह मापन
कार्टोसैट -2	पैन	10- जनौरी 2007	भू सतह मापन
कार्टोसैट -2अ	पैन	28- अप्रैल- 2008	भू सतह मापन
आई एम एस-1	एवं S	28- अप्रैल- 2008	भू सतह मापन
कार्टोसैट -2ब	पैन	12 जुलाई 2010	भू सतह मापन
रिसोर्ससैट-2	लिश-3/4 ऐविफ्स	20 अप्रैल 2011	भू सतह मापन, हिम आच्छादित छेत्र, जल श्रोत आकलन, जल गुडवत्ता
मेघा ट्रोपिक	मद्रास, सफीर, स्कैराब	12 ओक्टोबर 2011	वर्षा, मृदा आर्द्रता, उर्जा संतुलन
रिसैट-1	सार	26 अप्रैल 2012	मृदा आर्द्रता, जल श्रोत आकलन
सरल-अल्टिका		25 फेबरौरी 2013	जल सतह ऊंचाई, नदियो द्वारा जल विसर्जन
कार्टोसैट-2स	पैन	22 जून 2016	भू सतह मापन

3 जल विज्ञान के छेत्र में कुछ नए महत्वपूर्ण उपयोग

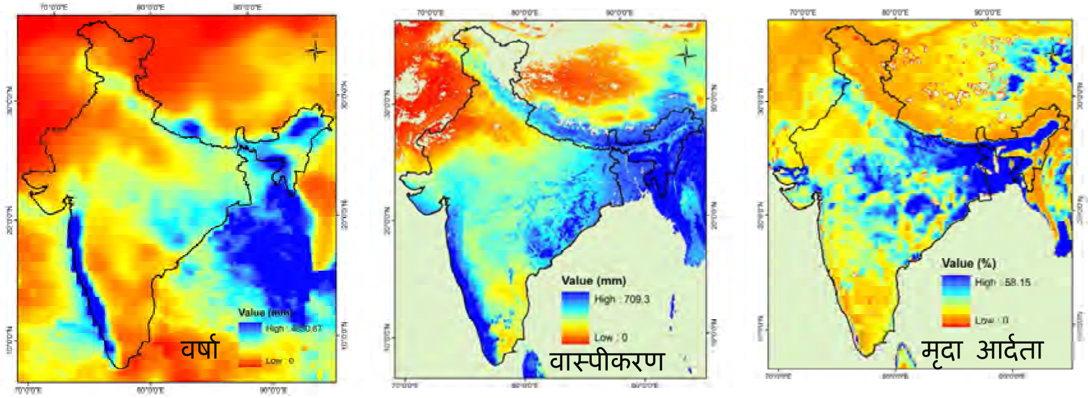
सुदूर संवेदन शोध के अंतर्गत उपग्रहों से प्राप्त आंकडो को जल मौसम विज्ञान संबंधित प्रान्चलो (वर्षा, मृदा आर्द्रता, वाष्पोत्सर्जन, जल सतह ऊंचाई, भूमिगत जल की अवस्था, जल की गुडवत्ता इत्यादि) में परिणित करना एक महत्वपूर्ण कदम है। इन्ही प्रान्चलो एवं माडलों के माध्यम से किसी भी बेसिन में जल संतुलन अथवा उर्जा संतुलन चक्र को समझा

जा सकता है। चित्र-3 में विभिन्न उपग्रहों के द्वारा वर्षा,वाष्पोत्सर्जन तथा मृदा आर्द्रता का आकलन दर्शाया गया है।भूमि जल संतुलन किसी भी स्थान में जल के संचयन के बदलाव (ΔS) को इंगित करता है जो समय के साथ वर्षा से प्राप्त जल एवं भूमि से जल हानि (वाष्पोत्सर्जन (ET), तथा अपवाह (R) के कारण) का अंतर होता है।

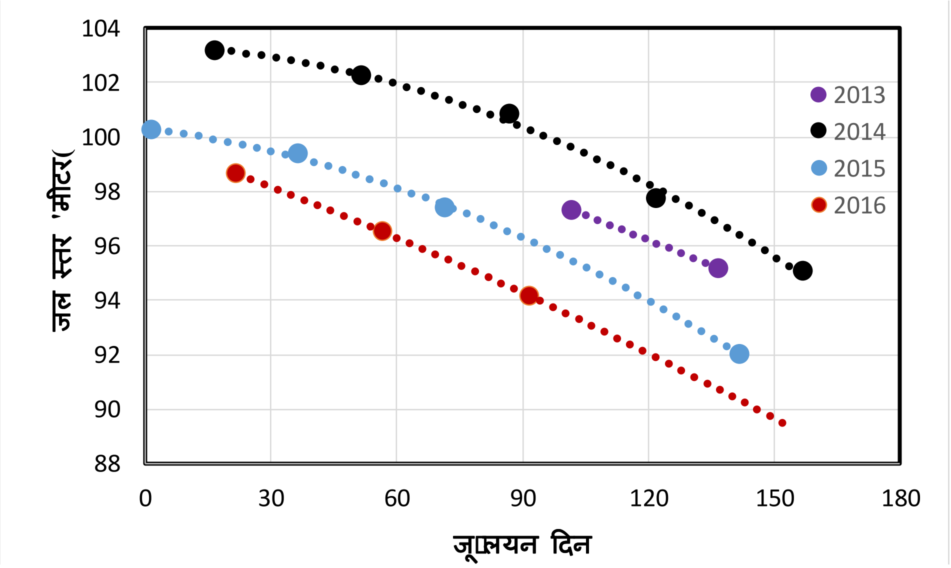
$$\Delta S = P - ET - R$$

GPM माइक्रोवेव इमेजेर से किया गया है तथा माडिस संवेदक का उपयोग वाष्पोत्सर्जन के आकलन में किया गया है। AMSRE2 माइक्रोवेव रेडियोमीटर से मृदा आर्द्रता को मापा गया है।

ISRO CNES के द्वारा प्रक्षेपित सरल-अल्टिका रडार विभिन्न जलाशयो/ आर्द भूमि के जल स्तर के नापने में महत्वपूर्ण योगदान दे रहा है। उकाई के जलाशय के सरल-अल्टिका के आंकड़ो के विशलेषण से ज्ञात हुआ की 2016 में अन्य वर्षो की तुलना में सबसे कम जल स्तर था (चित्र 4)। इसका एक महत्पूर्ण कारण गत वर्षो में कम वर्ष की मात्र है।



चित्र 3 भारत भूमि पर 2014 में वर्षा, वाष्पोत्सर्जन एवं मृदा आर्द्रता का वितरण। वर्षा का मापन द्वी आवृति राडार एवं



चित्र 4 सरल-अल्टिका के आंकड़ो द्वारा उकाई जलाशय के जल स्तर (औसत समुन्द्र स्तर से) में बदलाव।

उकाई जलाशय में अप्रैल 2016 में जल के आयतन में अप्रैल 2015 के अपेक्षाकृत 19.8% की कमी आंकी गयी। उपग्रह के इस प्रकार के मापन से जल प्रबंधन में सहायता मिलती है। इसी प्रकार से सरल-अल्टिका के आंकड़ो से बाढ़ की स्थितियों की जानकारी में उपयोग किया जा रहा है।

पानी के गुडवत्ता की जाकारी नदियों के सफाई अभियान तथा प्रबंधन में उपयोगी होता है। उपग्रहों से प्राप्त आंकड़ो में जल के गुडवत्ता की जानकारी सन्निहित होती है। पानी की टर्बिडीटी मुख्यतः उसमे उपस्थित सेडीमेंट्स, अलगे (क्लोरोफिल), घुलनसील कार्बनिक पदार्थ तथा कुछ रासायनिक तत्वों से निर्धारित होती है। उपग्रह से प्राप्त आंकडो के विश्लेषण से जल की गुडवत्ता (टर्बिडीटी, सेडीमेंट्स, घुलनसील कार्बनिक पदार्थ इत्यादि) की जानकारी प्राप्त की जाती है।

उपलब्ध उपग्रहों के माध्यम से जल विज्ञान के विषय में महत्वपूर्ण जानकारी प्राप्त हो रही है। मेक इन इंडिया के अभियान से भविष्य में जल विज्ञान उपयोगी विशिष्ट उपग्रह समूह को विकसित करने की आवश्यकता है जिसमे रडार, आल्टीमीटर, सूक्ष्म तरंग रेडियोमीटर इत्यादि संसूचक तारतम्य में कार्य कर रहे हों।

4 संदर्भ

1. टी जे स्मुगे एवं अन्य (2002) सुदूर संवेदन ऑफ़ हाइड्रोलॉजी, एडवांसेज इन वाटर रिसोर्सेज,25:1367-1385.

2. जी मुरे (1980), सटलाइट सुदूर संवेदन ऑफ़ वाटर क्वालिटी, हाइड्रोलॉजीकल साइंसेज 24: 407-421.

5 आभार

यह लेख डॉ0 राजकुमार, ग्रुप निदेशक, GHCAG के मार्गदर्शन तथा भूमि जल विज्ञान प्रभाग के सभी वैज्ञानिको के सहयोग द्वारा लिखा गया है।

6 लेखक परिचय :

डॉ0 राघवेन्द्र प्रताप सिंह ने IIT दिल्ली से भौतिकी में स्नातकोत्तर तथा कशी हिन्दू विश्वविदयालय, वाराणसी से Ph D की उपाधि प्राप्त की है। डॉ0 सिंह अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के भूमि जल विज्ञान प्रभाग में सुदूर संवेदन विधियों के विकास एवं उपयोग के शोध में कार्यरत हैं।

***

उप-विषयवस्तु Sub-theme: सुदूर संवेदन

भारतीय उपग्रह इन्सैट-3 डी का उष्णकटिबंधीय चक्रवात के अध्ययन में प्रयोग

नीरू जैसवाल एवं सी एम किष्तवाल

वायुमंडलीय विज्ञान विभाग,वायुमंडल एवं समुद्र विज्ञान समूह

अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद

सारांश

उष्णकटिबंधीय चक्रवात (ट्रॉपिकल साइक्लोन), समुद्र में उत्पन्न होने वाले विशाल तूफ़ान हैं, जिसके कारण जीवन तथा सम्पदा दोनों की अत्यधिक हानि होती है। यदि इन चक्रवातों की उत्पत्ति (सैक्लोजेनेसिस), पथ (ट्रैक), तथा प्रबलता/तीव्रता (इंटेंसिटी) का पूर्वानुमान लगा लिया जाये, तो इससे होने वाली हानि को कम किया जा सकता है, तथा आपदा के समय सुरक्षा की दृष्टि से उचित प्रबंध किये जा सकते हैं। ये चक्रवात अत्यन्त तीव्र वायु तथा वर्षा से युक्त होते है तथा समुद्र के बीच उत्पन्न होते हैं जिसकी वजह से स्थलीय उपकरण स्थापित करके इनकी जानकारी प्राप्त करना तथा अध्ययन करना अत्यन्त विषम है। अतः उष्णकटिबंधीय चक्रवात के पूर्वानुमान में उपग्रह से प्राप्त आंकड़ों का विशेष योगदान है। इन आकड़ों द्वारा चक्रवात की वास्तविक समय में निगरानी की जाती है, तथा पूर्वानुमान में प्रयोग किया जाता है। भारतीय उपमहाद्वीप में औसतन 4-5 चक्रवात एक वर्ष में बन जाते है जो भारत के समुद्र तटीय क्षेत्रों, बंगलादेश, श्रीलंका, म्यांमार तथा ओमान इत्यादि को प्रभावित करते हैं। इन चक्रवातों के उत्पन्न होने की भविष्यवाणी तथा पूर्वानुमान हेतु भारत के स्वनिर्मित उपग्रह पूर्ण रूप से सक्षम हैं। भारतीय उपग्रह कल्पना, इन्सैट-3 डी, ओशनसैट, मेघाट्रॉपिक, इत्यादि के आकड़ों का उत्तरी हिंद महासागर में उत्पन्न उष्णकटिबंधीय चक्रवात के पूर्वानुमान, निगरानी तथा अध्ययन में विशेष महत्व है।

भूस्थिर उपग्रह द्वारा प्रत्येक आधे घंटे मे आँकड़े प्राप्त होते हैं जिससे समुद्र में उत्पन्न होने वाली प्रत्येक गतिविधि का शीघ्र पता चल जाता है। भारतीय उपग्रह इन्सैट-3 डी का मौसम संबंधित गतिविधियों की जानकारी प्राप्त करने मे विशेष योगदान है। इन आंकड़ों का चक्रवात के पूर्वानुमान तथा संरचना की जानकारी प्राप्त करने में प्रयोग किया जाता है। इन्सैट-3 डी इमेजर के आंकड़ों द्वारा समुद्र में उत्पन्न किसी भी निम्न वायु दाब के क्षेत्र का पहले ही पता चल जाता है। चक्रवात की स्थिति का पता लगाने में ये आंकड़े बहुत उपयोगी सिद्ध होते हैं। इन आंकड़ों द्वारा चक्रवात की तीव्रता का आकलन किया जाता है। इन्सैट-3 डी से प्राप्त छवि का प्रसंस्करण (प्रोसेसिंग) करके चक्रवात की आंतरिक संरचना का पता चलता है। मई 2016 में भारतीय उपमहाद्वीप की बंगाल की खाड़ी में चक्रवात रोअनू बना जिसने श्रीलंका तथा बंगलादेश में बहुत हानि पहुचाई तथा भारत के पूर्वी समुद्र तट पर अत्यधिक वर्षा की। इस चक्रवात के पूर्वानुमान तथा अध्ययन में इन्सैट-3 डी आंकड़ों का प्रयोग किया गया जिसका विस्तृत विवरण इस लेख में प्रस्तुत किया गया है।

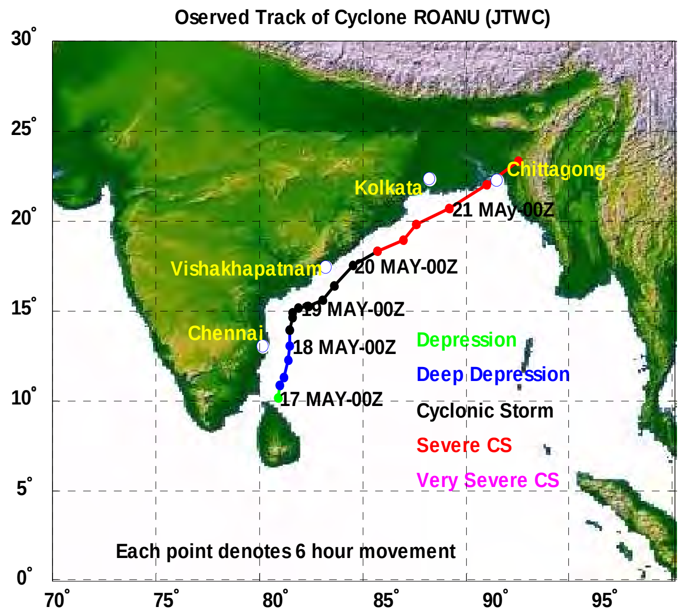
1. प्रस्तावना

उष्णकटिबंधीय चक्रवात, समुद्र में उत्पन्न निम्न वायुमंडलीय दाब के क्षेत्र है, जो अत्यंत तीव्र गति की वायु, भारी वर्षा, ऊंची समुद्री लहरों से युक्त होते हैं। ये गर्म समुद्र में (तापमान > 26.5^0 सेल्सियस) में उत्पन्न होते हैं, तथा वायुमंडल में 10-12 किमी ऊँचाई तक फैले हुए होते हैं। समुद्र के निकटवर्ती क्षेत्र इन चक्रवातों के कारण उत्पन्न परिस्थितियों से सर्वाधिक प्रभावित होते हैं। भारत के समुद्र तटीय राज्य जैसे ओडिशा, आन्ध्र प्रदेश, बिहार, पश्चिम बंगाल, अनेकों 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 पहुचाते हैं (फ्रांक, 1971)। भारतवर्ष में चक्रवात का आर्थिक सामाजिक प्रभाव अत्यंत महत्वपूर्ण है। 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 से तीव्रता में कमजोर तथा आकार में छोटे होते हैं परन्तु इनसे होने वाली मृत्युदर इस क्षेत्र में अधिक है। विश्व के 9 सर्वाधिक नुकसान पहुचने वाले चक्रवातों में से 7 इस क्षेत्र में ही उत्पन्न हुए हैं। इसका कारण भारत में समुद्र तटीय क्षेत्रों में अपेक्षाकृत अधिक सघन जनसंख्या, निचली स्थलाकृति, तथा तटीय विन्यास है। 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 वैज्ञानिकों 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 एसिमिलेशन किया जाता है। भारतीय तथा विदेशी उपग्रहों द्वारा प्राप्त आंकड़ों के मौसम पूर्वानुमान मॉडलों में प्रयोग करने से अत्यन्त परिष्कृत फल प्राप्त हो रहे हैं। भारतीय उपग्रहीय आंकड़ों का प्रयोग करके हमारे केंद्र (सैक/इसरो) में ऐसी कलनविधियों का विकास किया गया है जिनका प्रयोग चक्रवात का पूर्वानुमान लगाने में किया जाता है (जैसवाल एट आल, 2011, 2012; पाल एट आल, 1989, 1991; सिंह, 2012)। जब चक्रवात स्थल के समीप आ जाता है तब स्थल पर स्थापित यंत्रों जैसे रडार इत्यादि के आंकड़ों को भी मॉडल में समावेशित किया जाता है। उष्णकटिबंधीय चक्रवात की भविष्यवाणी हेतु हरीकेन वेदर रिसर्च (एच डब्लू आर एफ) मॉडल को एनसेप में विकसित किया

गया है। चक्रवात की स्थिति की सटीक जानकारी मॉडल के परिणाम को बहुत प्रभावित करती है जिसके लिए भूस्थिर उपग्रह द्वारा प्राप्त आंकड़ों का प्रयोग किया जाता है। भारत के दो भूस्थिर उपग्रह "कल्पना" तथा "इन्सैट-3 डी" मौसम संबंधित सभी जानकारियाँ प्रदान करने में कार्यरत है। इन्सैट-3 डी उपग्रह के आंकड़ों का प्रयोग चक्रवात के पूर्वानुमान तथा संरचना के अध्ययन में किया जाता है। प्रस्तुत लेख में चक्रवात रोअनू के पूर्वानुमान तथा अध्ययन में इन्सैट-3 डी आंकड़ों के उपयोग का उल्लेख किया गया है।

1.1 चक्रवात रोअनू

18 मई, 2016 को दक्षिण बंगाल की खाड़ी में चक्रवात रोअनू का जन्म हुआ जो श्रीलंका महाद्वीप तथा भारत के पूर्वी तट से होता हुआ पश्चिम बंगाल पहुचा तथा वहां चित्तगोंग के निकट इसका स्थल पतन हुआ। चक्रवात का पथ तथा इसकी प्रबलता को चित्र-1 में प्रदर्शित किया गया है।



चित्र -1: चक्रवात रोअनू का ऑबसर्वड पथ तथा प्रबलता (आंकड़े:जेटी डब्लू सी)

चक्रवात रोअनू की उत्पत्ति, पथ तथा प्रबलता का पूर्वानुमान सैक में विकसित कलनविधियों द्वारा उपग्रहीय आंकड़ों की सहायता से किया गया। इसमें इन्सैट-3 डी उपग्रह के आंकड़ों का विशेष योगदान रहा है। उपग्रह इन्सैट-3 डी के आंकड़ों का प्रयोग चक्रवात की परिशुद्ध स्थिति ज्ञात करने में तथा चक्रवात की संरचना के अध्ययन में किया गया। इन्सैट-3 डी उपग्रह का संक्षिप्त विवरण अगले अंश में प्रस्तुत है।

1.2 इन्सैट-3 डी उपग्रह

इन्सैट-3 डी भारत का भूस्थिर मौसम उपग्रह है जिसका प्रक्षेपण इसरो द्वारा जुलाई 2013 में किया गया। यह 82^0 देशांतर कक्षा में स्थापित उपग्रह है जिसमें बहुस्पेक्ट्रल चैनल प्रतिबिम्बित्र (इमेजर) तथा ध्वनित्र (साउंडर) यन्त्र विद्यमान हैं। इमेजर यन्त्र में 6 तथा साउंडर में 19 चैनल हैं। इमेजर चैनलों का विवरण सारणी-1 में दिया गया है। इसके टीआईआर-1 तथा विसिबल चैनल का प्रयोग चक्रवात के अध्ययन में किया गया है।

सारणी-1: इन्सैट-3 डी उपग्रह के इमेजर चैनल का विवरण

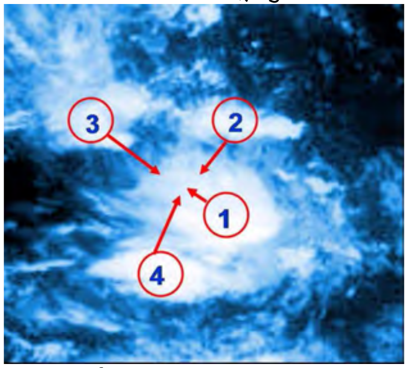
क्रमांक	चैनल	स्पेक्ट्रमी विभेदन/ स्पेक्ट्रल रेसोल्यूशन	स्थानिक विभेदन/ स्पेशिअल रेसोल्यूशन
1	द्रश्य/विसिबल (VIS)	0.55 – 0.75 माइक्रोन	1 किमी
2	सूक्ष्म तरंग अवरक्त/ शोर्ट वेव इन्फ्रारेड (SWIR)	1.55 – 1.70 माइक्रोन	1 किमी
3	मध्य तरंग अवरक्त/मिड वेव इन्फ्रारेड (MIR)	3.8 – 4.0 माइक्रोन	4 किमी
4	जल वाष्प/वाटर वेपर (WV)	6.5 – 7.1 माइक्रोन	8 किमी
5	तापीय अवरक्त-1/थर्मल इन्फ्रारेड-1 (TIR1)	10.2 – 11.3 माइक्रोन	4 किमी
6	तापीय अवरक्त-2/थर्मल इन्फ्रारेड-2 (TIR2)	11.5 – 12.5 माइक्रोन	4 किमी

3. कार्य प्रक्रिया

प्रस्तुत खंड में कलनविधि के निर्माण हेतु प्रयुक्त कार्यपद्धिति का संक्षिप्त विवरण दिया गया है।

3.1 चक्रवात उत्पत्ति का पूर्वानुमान (साइक्लोजेनेसिस)

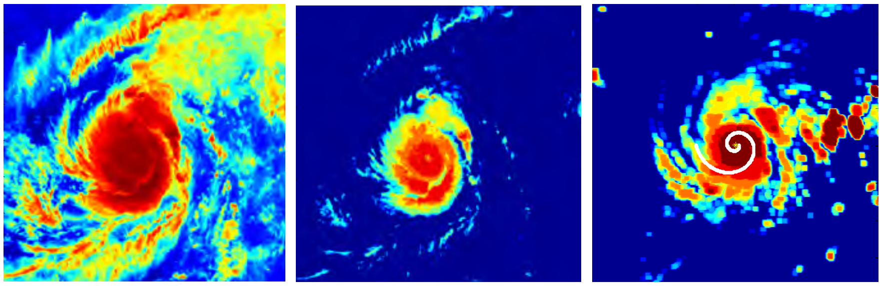
चक्रवात उत्पत्ति का पूर्वानुमान उपग्रह द्वारा लगातार प्रेषित इमेजर चैनल के तापीय अवरक्त आंकड़ों के माध्यम से किया जाता है। इन आंकड़ों से प्राप्त प्रतिबिम्बों में बादलों की संरचना तथा उनकी गति का विशेष अवलोकन किया जाता है। ऐसे प्रतिबिम्ब, जिनमें बादलों के झुण्ड आपस में जुड़ते प्रतीत होते हैं तथा एक केंद्र के चारों ओर परिक्रमा करते हुए संघटित होते है (चित्र-1), चक्रवात बनने की प्रक्रिया (सैक्लोजेनेसिस) की ओर संकेत करते है। लगातार प्राप्त उपग्रहीय प्रतिबिम्बों का आकलन करके इस प्रक्रिया का अध्ययन किया जाता है तथा चक्रवात की उत्पत्ति का पूर्वानुमान किया जाता है।



चित्र 2: चक्रवात बनने से पूर्व संघटित होता हुआ बादलों का झुण्ड (इन्सेट-3 डी)

3.2 चक्रवात के केंद्र का आकलन

चक्रवात का सटीक केंद्र ज्ञात करने के लिए उपग्रह द्वारा जनित तापीय अवरक्त-1 प्रतिबिम्बों का प्रयोग किया जाता है। इन प्रतिबिम्बों का प्रक्रमण (प्रोसेसिंग) करके उसके अंदर निहित बादलों के ओरिएनटेशन का इनहेंसमेंट किया जाता है। इस प्रोसेस्ड प्रतिबिम्ब पर कुंडली (स्पाइरल) आकृति को ऊपर रखकर (ओवरले) इष्टतम समंजन (बेस्ट फिट) को प्राप्त किया जाता है। इस प्रकार प्राप्त इष्टतम समंजित स्पाइरल के आधार पर चक्रवात का केंद्र निर्धारित किया जाता है। इस पद्धति को चित्र-2 में दर्शाया गया है।



चित्र-3: चक्रवात के केंद्र के आकलन मे प्रयुक्त छवि

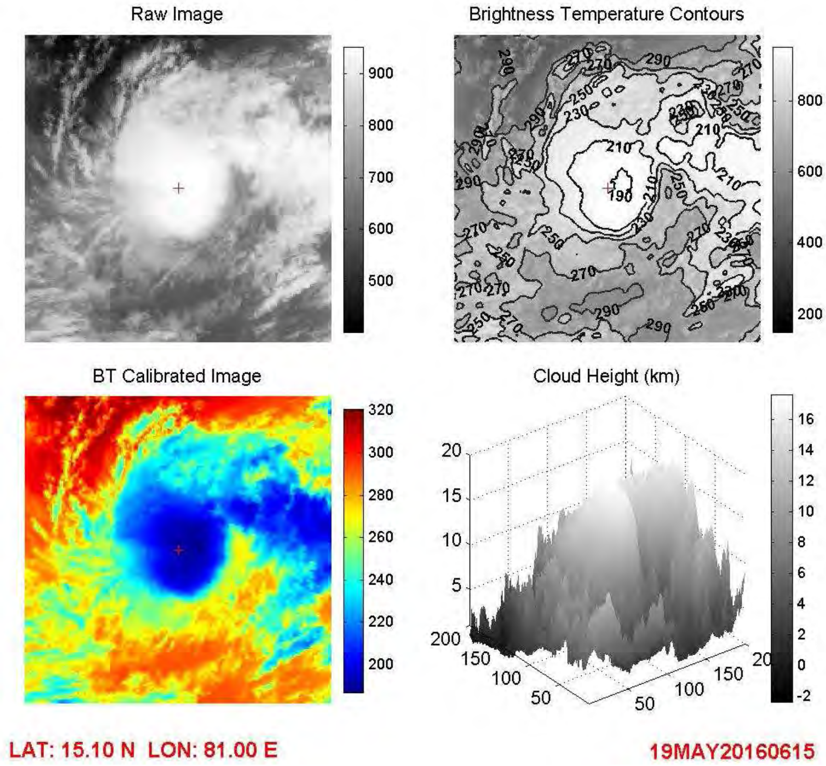
3.3 चक्रवात की संरचना का विश्लेषण

चक्रवात की संरचना के विश्लेषण हेतु इन्सेट-3 डी उपग्रह के आंकड़े अत्यंत उपयोगी हैं। इसकी सहायता से चक्रवात के महत्वपूर्ण संरचनात्मक प्राचल जैसे चक्रवात की आँख (आई) तथा आँख की दीवार (आई वाल) का आकार, अधिकतम हवा की त्रिज्या (आर मैक्स) का आकलन किया जाता है। उपर्युक्त प्राचल चक्रवात की प्रबलता के आकलन में अत्यंत महत्वपूर्ण है। चक्रवात द्वारा उत्पन्न तरंगों की ऊँचाई ज्ञात करने में भी इसका प्रयोग किया जाता है।

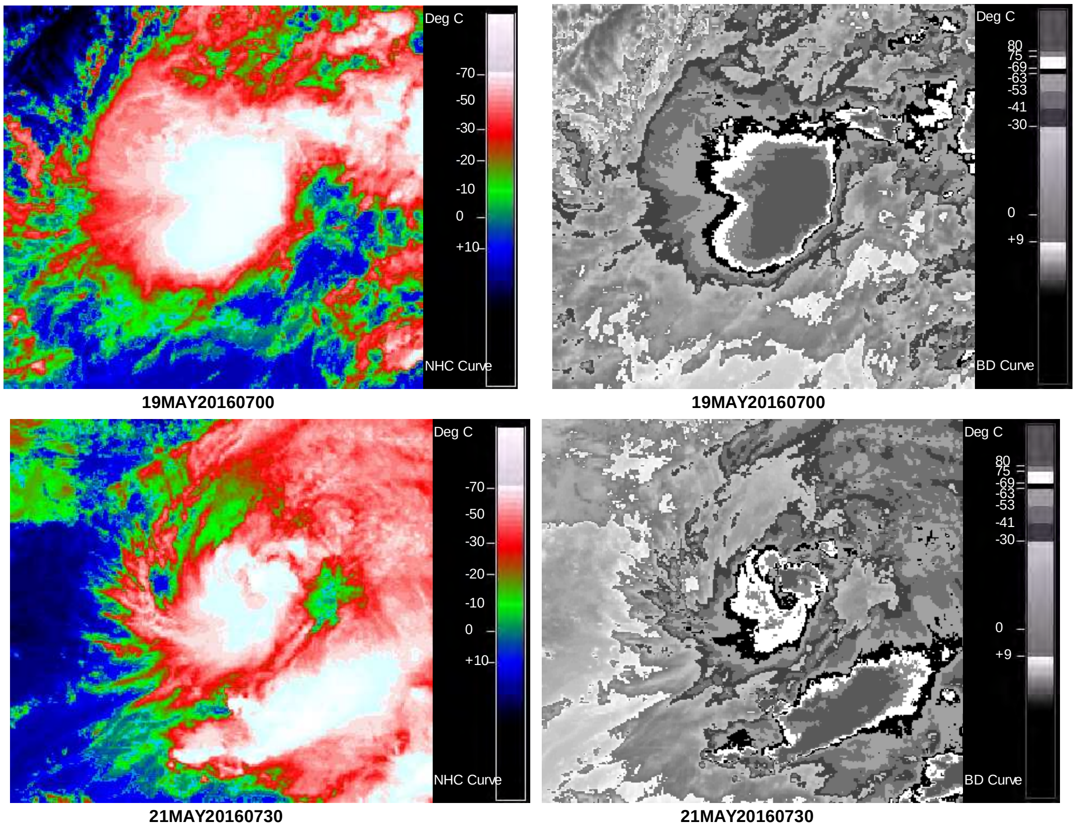
4. परिणाम

इन्सेट-3 डी प्रत्येक आधे घंटे में चक्रवात की छवियाँ/प्रतिबिम्ब प्रदान करता है। इन्सेट-3 डी द्वारा प्राप्त चक्रवात की प्रत्येक छवि का विश्लेषण किया गया। उदाहरणतः चित्र 4 में चक्रवात का एक चित्र प्रस्तुत किया गया है जिसमें चक्रवात की संरचना को अत्यंत स्पष्टता पूर्वक देखा जा सकता है। यह प्रतिबिम्ब चक्रवात की प्रबलता के आकलन में अत्यंत सहायक है। चक्रवात के केंद्र की स्थिति का सटीक आकलन इन आंकड़ों के माध्यम से ही किया जाता है। चक्रवात के ऊपर बादलों की संरचना से स्पाइरल आकृति के केंद्र का आकलन करके इसकी जानकारी प्राप्त की जाती है। जिसके लिए हमने कलन विधियां विकसित की है तथा उनका प्रयोग किया जाता है। जब चक्रवात पूर्ण रूप से विकसित होता है तब केंद्र का आकलन आसान हो जाता है अन्यथा इसमें थोड़ी अनियमितता होती है। विभिन्न उपग्रहों द्वारा प्राप्त आंकड़ों का समन्वय करके सटीक केंद्र की स्थिति का आकलन किया जाता है। दिन में दृश्य चैनल की छवियाँ बहुत उपयोगी होती हैं तथा अवरक्त छवियों द्वारा दिन रात दोनों में चक्रवात के केंद्र का आकलन किया जाता है। चक्रवात रोअनू के केंद्र का आकलन वास्तविक समय में इन्सैट-3 डी से प्राप्त

अवरक्त प्रतिबिम्बों के माध्यम से किया गया। चित्र 4 में चक्रवात रोअनू के 0615Z 19 मई, 2016 को प्राप्त प्रतिबिम्ब में केंद्र के आकलन को प्रदर्शित किया गया है।



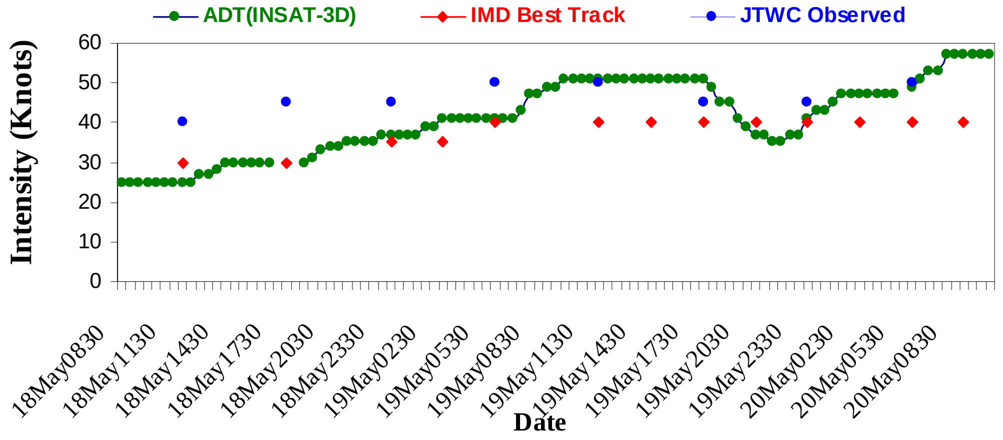
चित्र 4: चक्रवात रोअनू के केंद्र के आकलन का प्रदर्शन (0615Z 19 मई, 2016).



चित्र 5: इन्सेट-3 डी की एनएचसी एन्हांस्ड (बाए) तथा बीडी एन्हांस्ड प्रतिबिम्ब [0700Z 19 मई, 2016 (ऊपर), 0730Z, 21 मई, 2016 (नीचे)]

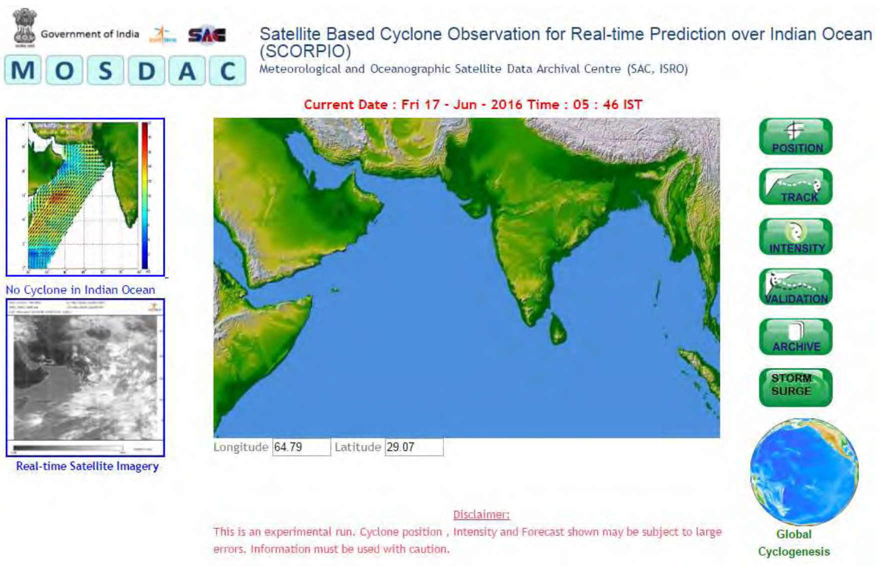
प्रत्येक आधे घंटे के अंतराल से प्राप्त इन्सैट-3 डी के तापीय अवरक्त-1 चैनल के यह आंकड़े चक्रवात की आंतरिक संरचना के अध्ययन हेतु बहुत उपयोगी सिद्ध हुए हैं। चक्रवात रोअनू बहुत तीव्र प्रबलता का नहीं था अतः उसमें आई तथा आई वाल बहुत स्पष्ट रूप से नहीं बनी थी। एन एच सी कलर इन्हैंसड तथा बी डी कर्व इन्हैंसड प्रक्रिया द्वारा प्राप्त प्रतिबिम्बों के माध्यम से चक्रवात की आकृति को चित्र 5 मे प्रस्तुत किया गया है। यह चित्र इन्सैट-3 डी के तापीय अवरक्त-1 चैनल के प्रतिबिम्बों द्वारा बनाये गए है। चक्रवात का अन्तः कोर, तथा बादलों की संरचना को बहुत स्पष्ट रूप से इन चित्रों में देखा जा सकता है। इसके माध्यम से चक्रवात की प्रबलता का आकलन भी किया जाता है।

चक्रवात की प्रबलता के आकलन के लिए ऑटोमेटिक ड्वोराक तकनीक (एडीटी) का प्रयोग किया जाता है। एडीटी तकनीक में भूस्थिर उपग्रहों से प्राप्त आंकड़े प्रयुक्त किये जाते हैं। इन्सैट-3 डी के आंकड़ों को एडीटी तकनीक मे प्रयोग किया जा सके इसके हेतु पद्धति सैक में विकसित की गयी है जिसका प्रयोग करके चक्रवात की प्रबलता का आकलन किया जाता है। चक्रवात के सक्रिय काल मे प्रत्येक आधे घंटे के अंतराल मे प्राप्त इन्सैट-3 डी आंकड़ों का एडीटी तकनीक में प्रयोग करके चक्रवात की प्रबलता का आकलन किया गया। प्राप्त परिणामों को चित्र 6 में प्रदर्शित किया गया है। तुलना हेतु आईएमडी तथा जेटीडब्लूसी द्वारा चक्रवात के प्रबलता के आकलन को भी दर्शाया गया है।



चित्र 6: एडीटी तकनीक में इन्सेट-3 डी आंकड़ों का प्रयोग करके चक्रवात की प्रबलता का आकलन

सैक वेब परिसेवक (सर्वर) स्कोर्पियो के माध्यम से चक्रवात से संबंधित समस्त भविष्यवाणियों को वास्तविक समय में प्रेषित किया जाता है। ये सभी भविष्यवाणियाँ ईमेल द्वारा भी संबंधित व्यक्तियों तक पहुँचाई जाती हैं। सेटेलाइट डेटा द्वारा अर्जित समस्त चक्रवात संबधी जानकारियों को स्कोर्पियो पर डाला जाता है (चित्र -7)।



चित्र-7 चक्रवात संबंधित भविष्यवाणियों को प्रेषित करने हेतु बनाया गया वेब परिसेवक (स्कोर्पियो)

5. निष्कर्ष

प्रस्तुत लेख में उष्णकटिबंधीय चक्रवात के पूर्वानुमान तथा उसके संरचना के अध्ययन में भारत के स्व-निर्मित इन्सेट-3 डी आंकड़ों के प्रयोग की चर्चा की गयी है। इन प्रतिबिम्बों से चक्रवात की निरंतर निगरानी रखी जाती है तथा चक्रवात से

संबंधित अन्य जानकारियों उदाहरणतः सतह पर सटीक स्थिति, प्रबलता इत्यादि का पता चलता है। ये प्रतिबिम्ब चक्रवात की संरचना की जानकारी के लिए भी प्रयुक्त किये जाते हैं। चक्रवात रोअनू का उदाहरण लेकर इन्सेट-3 डी आंकड़ों की उपयोगिता का महत्व दर्शाया गया है। उपग्रहीय आंकड़ों का प्रयोग करके चक्रवात के अध्ययन हेतु विकसित की गयी कलनविधियों का उल्लेख किया गया है। वास्तविक समय में जनित चक्रवात रोअनू की इन्सेट-3 डी छवियों तथा उनकी उपयोगिता पर विचार विमर्श किया गया है। यह पाया गया कि विकसित कलनविधियों द्वारा उपग्रह के आँकड़े अत्यंत सटीक भविष्यवाणियाँ प्राप्त करने में बहुत सहायक हैं।

शब्द संकेत: उष्णकटिबंधीय चक्रवात, उपग्रहीय आकड़े, इन्सैट-3 डी, तापीय अवरक्त चैनल, चक्रवात रोअनू

सन्दर्भ

1. फ्रांक, एन. एल., हुसैन, एस. ए., 1971. दि दाद्लिएस्ट ट्रोपिकल साइक्लोन इन हिस्टरी. बुलेटिन ऑफ अमेरिकन सोसाइटी, 52, 438-445.
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.
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 एसएसएमआई 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-2 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., 1989. साइक्लोन ट्रेक प्रीदिक्शन यूसिंग इन्सैट डेटा. प्रोसीडिंग इंडियन एकेडेमी साइंस, 98, 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 वोर्तेक्स रेमोवल फ्रॉम इन्विरोंमेंटल फ्लो इन साइक्लोन ट्रेक प्रीदिक्शन यूसिंग लैगरनजियान एड्वेक्शन मॉडल., मीटिओरोलोगी एंड एटमोस्फेरिक फिसिक्स 117, 103-120.

आभार

लेखक सैक निदेशक, ईपसा उपनिदेशक का आभार व्यक्त करते हैं। लेखक आईएमडी तथा जेटीडब्लूसी का चक्रवात के आँकड़े प्रदान करने हेतु धन्यवाद देते हैं। मोसडेक द्वारा इन्सैट-3 डी के आंकड़े प्राप्त किये गए हैं जिनका अध्ययन में प्रयोग किया गया है।

***

प्रकीर्णमापी (Scatterometer) और संश्लेषी द्वारक रेडार (एस.ए.आर.) डाटा पर आधारित भारतीय तट के साथ बिजली उत्पादन के लिए तटीय पवन ऊर्जा संसाधनों का मूल्यांकन

जगदीश प्रजापति, एस.वी.वी. अरुण कुमार, अभिषेक चक्रबर्ती, राज कुमार

सारांश

मुख्य रुप से तटवर्ती (Onshore) पवन फार्मों के आधार पर भारत का विश्व मे पाचवां स्थान है जबकि आज भी हमारे देश मे एक भी अपतटीय (offshore) पवन ऊर्जा फार्म नही है। तटीय तथा प्रस्तावित अपतटीय पवन फार्म के आधार पर 2022 तक लगभग 60,000 मेगावाट बिजली उत्पादन का लक्ष्य रखा गया है। अपतटीय पवन ऊर्जा संसाधनों के मूल्यांकन हेतु, हमने QuikSCAT (2000-2009), OSCAT (2010-2014), ASCAT (2012-2014) डाटा तथा RISAT-1 एस.ए.आर. डाटा का उपयोग किया है। मासिक औसत प्राप्त करने के लिए सम्पूर्ण तट के लिए प्रकीर्णमापी की लम्बी अवधि के डाटा का प्रयोग किया है। समुद्र तल से 10 मी तथा 80 मी की ऊँचाई पर मासिक ऊर्जा घनत्व की गणना पावर नियम का उपयोग करके की गयी है। हम जानते हैं कि प्रकीर्णमापी डाटा का विभदन कम है तथा यह डाटा सागरतट के समीप उपलब्ध भी नही है, इसलिए उच्च विभदन पवन को संश्लेषी द्वारक रेडार से पुनः प्राप्त किया गया है। पवन ऊर्जा जनरेटर की एकांक क्षमता की गणना की गई है।

1. परिचय

हाल के दशकों मे, उपग्रह सुदूर संवेदन के आगमन के साथ, अपतटीय पवन क्षेत्र पुनर्प्राप्ति परिपक्व हो गया है। सूक्ष्मतरंग प्रकीर्णमापी (microwave scatterometer) सम्पूर्ण पृथ्वी पर पर्याप्त डाटा प्राप्त करने में महत्वपुर्ण भूमिका निभाते हैं। QuikSCAT मिशन के अन्त मे भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संस्थान (ISRO) ने IRS-P6 प्रक्षेपित किया जिसमे भारतीय प्रकीर्णमापी OSCAT भी था। OSCAT ने 2010-2014 तक वैश्विक पवन वेक्टर प्रदान किया। वर्तमान मे उन्नत यूरोपियन प्रकीर्णमापी ASCAT (Metop-A,Metop-B) डाटा प्रदान कर रहा है। QuikSCAT पवन वेक्टर का उपयोग, अपतटीय संसाधनों के लिए Brazil [4], Mediterranean Sea [5],Northern European Seas [6], China [7] तथा Great Lakes [8] में किया जा चुका है। OSCAT पर आधारित पवन संसाधनों का अध्ययन पहली बार किया गया है। प्रकीर्णमापी की मुख्य कमी इसका निम्न विभदन (12.5किमी-50किमी) है, जो तट के समीप पवन संसाधनों के विश्लेषण को सीमित करता है। अनुसंधान, एस.ए.आर. से उच्च विभदन पवन क्षेत्र प्राप्त करने में सक्षम है। कई शोधकर्ताओं ने, एस.ए.आर. से पुनः प्राप्त पवन [10] क्षेत्र का उपयोग पवन संसाधनों के लिए किया है। भारत का पहला एस.ए.आर. मिशन RISAT-1 तटीय क्षेत्रों में डाटा की कमी को पूरा कर रहा है।

2. डाटा तथा विधि

QuikSCAT (2000-2009), OSCAT (2010-2014) तथा ASCAT (2012-2014) से 12.5 किमी पवन उत्पाद हमें प्राप्त हुआ है तथा भारतीय क्षेत्र मे लम्बी अवधि के लिए मसिक औसत प्राप्त करने के लिए प्रयोग किया गया है। QuikSCAT [11] तथा OSCAT के लिए पवन वेक्टर की यथार्थता 0.5 मी/से तथा ASCAT के लिए 3.0 मी/से है। भारतीय क्षेत्र के लिए लगभग 300 RISAT-1 Scenes (HH/HV) एन.आर.एस.सी से प्राप्त किया तथा 10 मी कि ऊँचाई पर C-band माडल CMOD5.N, CMOD5 तथा CMOD-IFR2 [12,13] का उपयोग करके पवन वेग(1 किमी×1 किमी) पुनः प्राप्त किया तथा पवन वेक्टर दिशा पर्यावरणीय माडल (12.5 किमी) से प्राप्त किया है। एस.ए.आर. डाटा से पवन पुनः प्राप्त करने की विधि [14] मे दर्शायी गयी है, पवन ऊर्जा घनत्व की गणना गामा फलन तथा वायु घनत्व का उपयोग करके विबुल प्राचलों की सहायता से इस प्रकार किया गया है,

$$E = \frac{1}{2}\rho A^3 \Gamma\left(1+\frac{3}{k}\right) \tag{1}$$

जहां A विबुल स्केल (Weibull scale) तथा k शेप प्राचल है। पुनः प्राप्त पवन वेग समुद्र तल से 10 मी की ऊँचाई पर है जबकि पवनचक्की की ऊँचाई 60-100 मी है। सामान्यतया औसत पवन वेग तथा पवन ऊर्जा घनत्व निम्न समीकरण को सन्तुष्ट करते हैं,

$$\bar{v}_n = \bar{v}_0\left(\frac{Z_n}{Z_0}\right)^{\alpha} \tag{2}$$

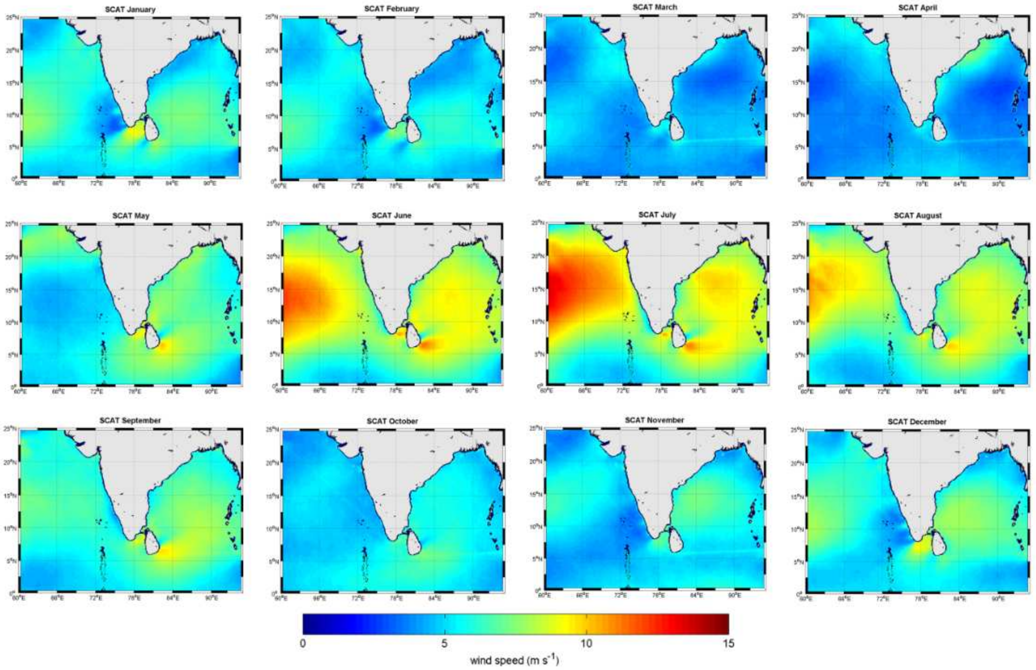
$$\bar{E}_n = \bar{E}_0\left(\frac{Z_n}{Z_0}\right)^{N} \tag{3}$$

जहां $\bar{v}_0$, $\bar{E}_0$ Z_0 (10 मी) की ऊँचाई पर औसत पवन वेग तथा औसत पवन ऊर्जा घनत्व है, $\bar{v}_n$, $\bar{E}_n$, ऊँचाई n (=80 मी) पर प्राचल; α तथा N ऊँचाई के अनुसार पवनवेग तथा ऊर्जा के घात हैं। पवन ऊर्जा जनरेटर की एकांक क्षमता की

गणना इस प्रकार किया गया हैं,

$$q = \left(\frac{1}{2}\rho v^3 . \frac{1}{4}\pi D^2\right) = \frac{1}{4}\pi c_p \overline{E}_{80} D^2 \qquad (4)$$

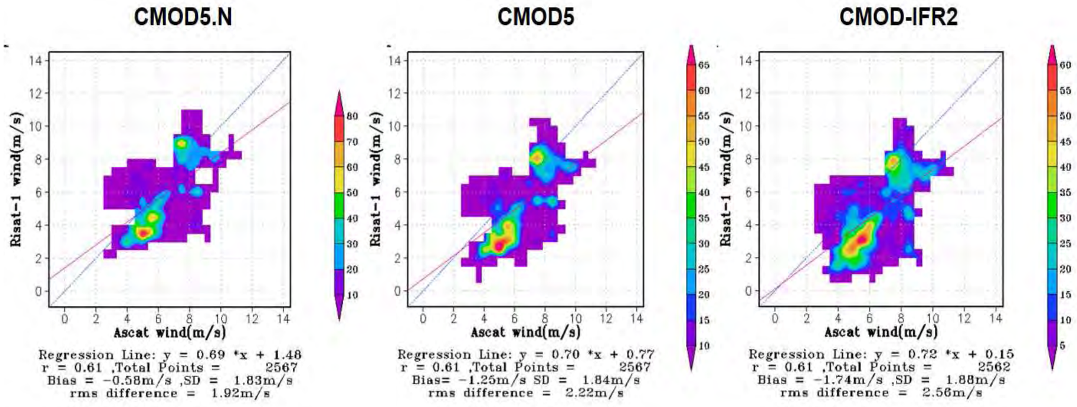
जहां q पवन ऊर्जा जनरेटर की एकांक क्षमता, $\overline{E}_{80}$ = औसत पवन उर्जा घनत्व, c_p पवन ऊर्जा जनरेटर की कार्यकुशलता (25%-50%) है, D (80 मी) जनरेटर को प्ररित करने वाला व्यास है।



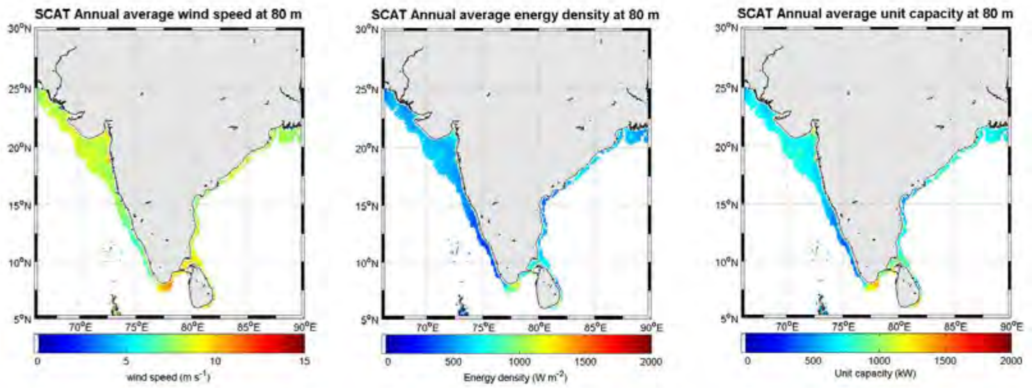
चित्र 1: 10 मी की ऊँचाई पर QuikSCAT (2000-2009), OSCAT (2010-2014) तथा ASCAT (2012-2014) डाटा से प्राप्त मासिक औसत पवन क्षेत्र।

3. परिणाम तथा चर्चा

QuikSCAT, OSCAT तथा ASCAT का मासिक संयोजन चित्र-1 मे दिखाया गया है, मासिक औसत से, हवाओं मे एक मजबूत मौसमी परिवर्तनशीलता इन्डियन समर मानसून के कारण दिखायी देते हैं। जून से अगस्त के बीच पवन 8-13 मी/से तथा अन्य महिनों मे कम होता है जबकि सागरतट कन्याकुमारी तथा रामेश्वरम मे पवन 7मी/से से ज्यादा रहता है। इस श्रेणी मे गुजरात का दूसरा स्थान है जहां पवन वेग 5-7 मी/से होता है। महाराष्ट्र के कुछ हिस्सों, आन्ध्रप्रदेश और ओडिशा मे भी पवन वेग लगभग 5 मी/से होता है। संभावित उपयुक्त स्थान की पहचान के लिए चक्रवात जोखिम, पर्यावरणीय प्रभाव तथा जल गहराई का पूर्णतया अध्ययन होना चाहिये। RISAT-1 पवन डाटा की तुलना ASCAT-A तथा ASCAT-B से की गयी है। RISAT-1 तथा ASCAT का तुलनात्मक अध्ययन -0.58 मी/से, -1.25 मी/से तथा -1.74 मी/से का Bias क्रमशः CMOD5.N, CMOD5 तथा CMOD-IFR2 के लिए प्रदर्शित करता है।

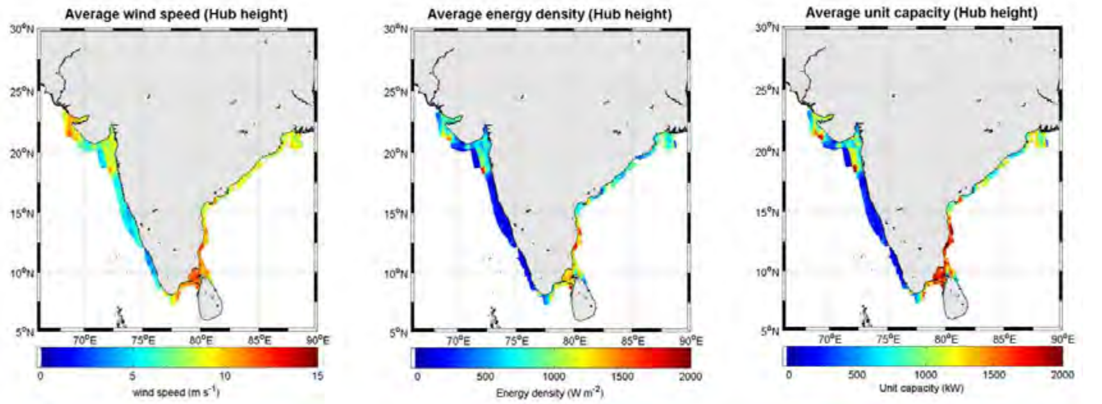


चित्र 2: RISAT-1 पवन वेग का ASCAT पवन वेग से तुलनात्मक अध्ययन



चित्र 3: 2000-2015 के दौरान **प्रकीर्णमापी से प्राप्त**, 80 मी की ऊँचाई पर, औसत पवन वेग (मी/से), औसत ऊर्जा घनत्व (वाट/मी^{2}) तथा जनरेटर की एकांक क्षमता (किलोवाट)।

कन्याकुमारी तथा सौराष्ट्र सागरतट के साथ व्युत्पन्न औसत पवन वेग 2000-2015 के बीच लगभग 7-12 मी/से है। गुजरात के समीप 80 मी की ऊँचाई पर औसत ऊर्जा घनत्व लगभग 600-800 वाट/मी^{2} तथा कन्याकुमारी- रामेश्वरम के समीप 900 वाट/मी^{2} से ज्यादा है। औसत एकांक क्षमता,जो एक टरबाइन से,जिसकी कार्यकुशलता 25% है, लगभग 1200-1500 किलोवाट तमिलनाडु के समीप तथा 800-1000 किलोवाट सौराष्ट्र क्षेत्र के करीब है। गुजरात के समीप RISAT-1 से व्युत्पन्न ऊर्जा घनत्व 600-800 वाट/मी^{2} तथा कन्याकुमारी- रामेश्वरम के समीप 1000-1200 वाट/मी^{2} है।



चित्र 4: 2012-2015 के दौरान RISAT-1 एस.ए.आर **से प्राप्त**, 80 मी की ऊँचाई पर, औसत पवन वेग (मी/से), औसत ऊर्जा घनत्व (वाट/मी^{2}) तथा जनरेटर की एकांक क्षमता (किलोवाट)।

4. निष्कर्ष

इस लेख मे, अपतटीय पवन संसाधन आकलन सुदूर संवेदन उपग्रह प्रकीर्णमापी और एस.ए.आर. डाटा पर आधारित है। इस शोधपत्र के माध्यम से अपतटीय पवन ऊर्जा का मूल्यांकन करने मे RISAT-1 एस.ए.आर. डाटा के उपयोग की कोशिश की गयी है। RISAT-1 का ASCAT से तुलनात्मक अध्ययन प्रशंसनीय है। गुजरात के कुछ स्थानों, तमिलनाडु, महाराष्ट्र, आन्ध्रप्रदेश और ओडिशा मे पवन वेग लगभग 6-10 मी/से है फिर भी चक्रवात जोखिम, पर्यावरणीय प्रभावों, बंदरगाहों से निकटता, पानी की गहराई आदि का पूर्ण विश्लेषण, पवन फार्म स्थान निर्धारित करने के लिए जरूरी है। लम्बी अवधि प्रकीर्णमापी डाटा के आधार पर कन्याकुमारी- रामेश्वरम क्षेत्र को अपतटीय पवन फार्म के लिए चुना है क्योंकि यहां उच्च पवन बहती रहती है। गुजरात भी अपतटीय पवन फार्म के लिए उपयुक्त है।

शब्दावली: *पवन ऊर्जा,* ***प्रकीर्णमापी****, संश्लेषी द्वारक रेडार, पवन शक्ति, विभदन*

सन्दर्भ

[1] Yan, Q., Chen, Y. C., Wang, A. J., Yu, W. J. and Chen, Q. S.,"Development obstacles of new energies in China and countermeasures: A review on global current situation," Acta Geoscientica Sinica, 31(5), 759-767 2010.

[2] Sukhatme, S.P. “Can India’s future of electricity be met by renewable energy soruces? A revised assessment,” Current Science 103(10), 1153-1161 (2012).

[3] Xin, H. L., "Aspect on the development of offshore wind energy in China," Periodical of Ocean University of China 40 (6), 147-152 (2010).

[4] Pimenta, F., Kempton, W. and Garvine, R., “Combining meteorological stations and satellite data to evaluate the offshore wind power resource of Southeastern Brazil,” Renewable Energy 11 (2008).

http://dx.doi.org/10.1016/j.renene.2008.01.012.

[5] Furevik, B.R., Sempreviva, A.M., Cavaleri, L., Lefèvre, J. -M. and Transerici, C., "Eight years of wind measurements from scatterometer for wind resource mapping in the Mediterranean Sea.," Wind Energy 14(3), 355–372 (2011). http://dx.doi.org/10.1002/we.425.

[6] Karagali, I., Peña, A., Badger, M. and Hasager, C., "Wind characteristics in the North and Baltic Seas from the QuikSCAT satellite," Wind Energy 17(1), 123–140 (2014). http://dx.doi.org/10.1002/we.1565.

[7] Jiang, D., Zhuang, D.F., Huang, Y.H., Wang, J.H. and Fu, J.Y., "Evaluating the spatiotemporal variation of China's offshore wind resources based on remotely sensed wind field data," Renewable and Sustainable Energy Reviews 24, 142–148 (2013).

[8] Nghiem, S.V., Leshkevich, G.A. and Stiles, B.W., "Wind fields over the Great Lakes measured by the SeaWinds scatterometer on the QuikSCAT satellite," Journal of Great Lakes Research 30(1), 148–165 (2004).

[9] Capps, S.B. and Zender, C.S., "Estimated global ocean wind power potential from QuikSCAT observations, accounting for turbine characteristics and siting," Journal of Geophysical Research, 115, D09101 (2010). http://dx.doi.org/10.1029/2009JD012679.

[10] Horstmann, J., Koch, W., Lehner, S. and Tonboe, R., "Wind retrieval over the ocean using synthetic aperture radar with C-band HH polarization," IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 38(5), 2122-2131 (2000).

[11] Vogelzang, J., Stoffelen, A., Verhoef, A. and Figa-Saldana, J., "On the quality of highresolution scatterometer winds," Journal of Geophysical Research 116 (2011). http://dx.doi.org/10.1029/2010JC006640.

[12] CMOD5N (2013). www.knmi.nl/scatterometer/cmod5

[13] Quilfen, Y., Chapron, B., Elfouhaily, T., Katsaros, K. and Tournadre, J., "Observation of tropical cyclones by high-resolution scatterometry," Journal of Geophysical Research 103(C4), 7767–7786 (1998). http://dx.doi.org/10.1029/97JC01911.

[14] Dagestad, K. -F., Horstmann, J., Mouche, A., Perrie, W., Shen, H., Zhang, B., et al., "Wind retrieval from synthetic aperture radar — An overview," Proc. of SEASAR 2012, 4th SAR Oceanography Workshop (SEASAR 2012), pp. 22,Tromsø, Norway, 18–22 June 2013, ESA SP709 (2013).

[15] Wang, Z. C., Ding, L. Y. and Huang, T. S., "Using 10m wind speed to calculate average wind power density at wheel height of wind turbines," Meteorological Science and Technology 40(4), 680-684, (2012).

[16] Deng, Y. C., Yu, Z. and Liu, S., "Estimation of wind farm capacity based on wake experiment," Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Sunyatseni 49 (6), 53-57 (2010).

[17] Ricciardulli, L. and Wentz, F., "Challenges of integrating multiple scatterometer observations into a climate data record. The Effect of Diurnal Variability, International Ocean Vector Wind Science Team, Kona, Hawaii, 6–8 May 2013. (http://www.coaps.fsu.edu/scatterometry/meeting/docs/2013/CalValClim/Ricciardulli_Wentz_ovwst_2013_wind_diurnal.pdf)

आभार

लेखकगण,श्री तपन मिश्रा,निदेशक अ.उ.के.,डा बी.एस.गोहिल उपनिदेशक ई.पी.एस.ए को उनके समर्थन तथा प्रोत्साहन के लिए धन्यवाद देते हैं तथा साथ ही MOSDAC, JPL-NASA और ISRO से डाटा प्राप्त करने के लिये, उनके प्रति आभार व्यक्त करते हैं।

सुदूर संवेदन

सुदूर संवेदन एवं क्षेत्र आंकड़ों द्वारा परिवेशी वायु गुणवत्ता का अध्ययन

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, अहमदाबाद

सारांश

पिछले कुछ दशकों में, भारत में, वायु प्रदूषण एवं वायु गुणवत्ता एक अत्यंत शोचनीय विषय बन गया है। इसके प्रमुख कारण हैं- तेजी से बढ़ता औद्योगिकीकरण, उर्जा की अधिक खपत, वाहनों से उत्सर्जित होने वाला धुआँ, जैवभार ज्वलन आदि। वायु गुणवत्ता के सन्दर्भ में कणकीय पदार्थ (पार्टिकुलेट मैटर, पी. एम) विशेषतः पी. एम2.5 एवं पी. एम10 एरोसोल की विशेष भूमिका होती है, क्यूंकि इनके विस्तृत दुष्प्रभाव मानव स्वास्थ्य और पर्यावरण पर सर्व-विदित हैं। वृहद क्षेत्रों में जहाँ यथास्थित मापन करना कठिन होता है, वहाँ सुदूर संवेदन द्वारा एरोसोल का परिमाणात्मक विश्लेषण किया जा सकता है। प्रस्तुत अध्ययन में वर्ष 2012-2014 के दौरान अहमदाबाद में क्षेत्र मापित पी. एम2.5 एवं पी. एम10 तथा सुदूर संवेदन व्युत्पन्न एरोसोल प्रकाशी गहराई (a) का विस्तृत स्थानिक एवं कालिक विश्लेषण दर्शाया गया है। इस अध्ययन के परिणामों से पता चलता है कि अहमदाबाद के विभिन्न स्थानों पर औसत मासिक पी. एम2.5 एवं पी. एम10 का परास क्रमशः 13-63 तथा 47-139 माइक्रोग्राम/मीटर3 मापा गया तथा औसत मासिक a का परास 0.2-0.5 है। इसके अतिरिक्त अहमदाबाद के शहरी क्षेत्र में एरोसोल प्रकाशी गहराई का परास 0.5-0.9 आँका गया, जो यह दर्शाता है कि शहरी क्षत्रों में विभिन्न मानवजन्य कारणों से वायु प्रदूषण का स्तर अधिक है। उपग्रही लिडार आंकडो के विश्लेषण से यह भी ज्ञात हुआ कि अहमदाबाद में प्रदूषित धूल प्रकार के एरोसोल की प्रधानता है। इस अध्ययन के परिणाम वर्तमान समय में अहमदाबाद में परिवेशी वायु गुणवत्ता की स्थिति की महत्वपूर्ण जानकारी प्रदान करते है। यह वैज्ञानिक निवेश भविष्य में अहमदाबाद के शहरी एवं आयोगिक क्षेत्रों में वायु प्रदूषण नियंत्रण की नीति निर्धारण में बहुत सहायक सिद्ध हो सकते है।

1. प्रस्तावना

जीवन की गुणवत्ता एवं वायु गुणवत्ता का एक प्रघाड संबद्ध होता है। वर्तमान समय में विश्व स्तर पर परिवेशी वायु गुणवत्ता अथवा वायु प्रदूषण एक अत्यंत महत्वपूर्ण वैज्ञानिक शोध का विषय है। इसके प्रमुख कारण हैं तेजी से बढ़ता औद्योगिकीकरण, उर्जा की अधिक खपत, वाहनों से उत्सर्जित होने वाला धुआँ, जैवभार ज्वलन आदि। भारत में, पिछले कुछ दशकों में बढ़ता हुआ वायु प्रदूषण एक अत्यंत गंभीर विषय बन गया है। विभिन्न वायु प्रदूषण स्रोतों से हानिकारक गैस जैसे कार्बन-डाइ-ओक्साइड, कार्बन-मोनो-ओक्साइड, सल्फर-डाइ-ओक्साइड, नाईट्रोजन के ओक्साइड आदि, कणकीय पदार्थ जैसे विशेषतः पी. एम $_{2.5}$ एवं पी. एम $_{10}$ एरोसोल, कार्बन के काले कण का उत्सर्जन होता है जो परिवेशी वायु गुणवत्ता को हानि पहुचाते हैं। विभिन्न वायु प्रदूषकों के विस्तृत दुष्प्रभाव मानव स्वास्थ्य और पर्यावरण पर सर्व-विदित हैं। विश्व स्वास्थ्य संघटन की एक नवीनतम रिपोर्ट के अनुसार विश्व में प्रति वर्ष 3 लाख लोगों की समयपूर्व मृत्यु, तक़रीबन 3 प्रतिशत लोगों की फेफड़ों के कैंसर से मृत्यु का प्रमुख कारण परिवेशी वायु में पी. एम की अधिक मात्रा है (डब्लू. एच. ओ, 2016)। यह एक गंभीर स्थिति है तथा वायु प्रदूषण के नियंत्रण के लिए तुरंत आवश्यक कदम उठाने और नीति निर्धारण की आवश्यकता है। वायु प्रदूषण के शोध में वायु गुणवत्ता का स्थानीय एवं क्षेत्रीय स्तर पर गुणात्मक एवं मूल्यात्मक आंकलन एक महत्वपूर्ण चुनौती है।

भारत जैसे विशाल देश में उपलब्ध यथास्थित प्रेक्षण सीमित है, जो वास्तविक परिवेशी वायु गुणवत्ता का पूरा चित्रण प्रस्तुत करने में असमर्थ है (सी.पी. सी. बी, 2011)। उपग्रह से प्राप्त सूदूर संवेदन आंकड़ों द्वारा पादप गृह गैसों एवं अन्य वायु प्रदूषकों के स्थानिक व कालिक प्रक्षेत्र को समझने की अनूठी संभावना का अवसर प्राप्त होता है, जिससे इनकी वायुमंडलीय सांद्रता और स्थानीय, प्रादेशिक तथा वैश्विक स्तर पर संचरण का पता चलता है। अतः वायु गुणवत्ता को समझने के लिए क्षेत्रीय आंकड़ों को सूदूर संवेदन आंकड़ों के साथ एक एकीकृत तंत्र के रूप में देखा जाना चाहिए (होफ्फ़ एवं किर्स्तोफेर, 2009)।

2. अध्ययन-उद्देश्य

इस अध्ययन का उद्येश्य वर्तमान समय में एक शहरी वातावरण में परिवेशी वायु गुणवत्ता तथा प्रमुख वायु प्रदूषको का विस्तृत स्थानिक एवं कालिक विश्लेषण व आंकलन करना है।

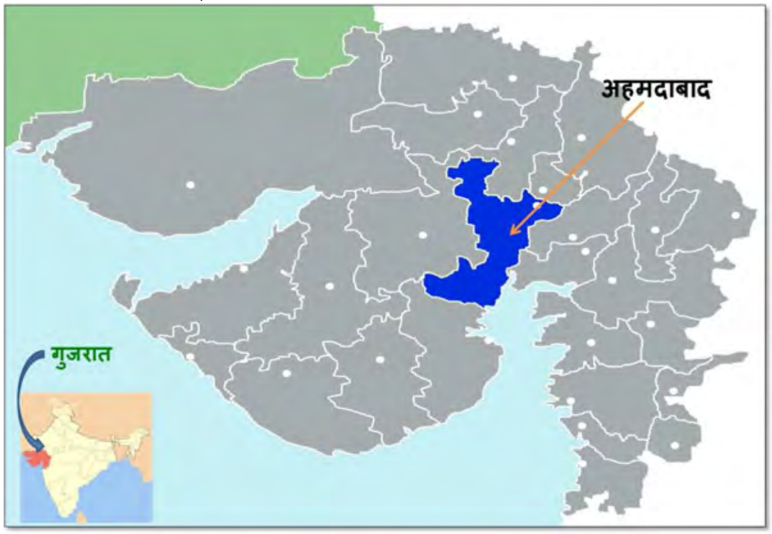
इस अध्ययन के प्रमुख उद्येश्य इस प्रकार हैं –

- क्षेत्र मापित पी. एम$_{2.5}$ एवं पी. एम$_{10}$ एरोसोल का विस्तृत स्थानिक एवं कालिक विश्लेषण
- सुदूर संवेदन व्युत्पन्न एरोसोल प्रकाशी गहराई (τ_a) का विस्तृत स्थानिक एवं कालिक विश्लेषण
- उपग्रहों से प्राप्त आंकड़ों से प्रमुख वायु प्रदूषकों की जानकारी एवं एरोसोल की उर्ध्वाधर रचना का विश्लेषण

3. अध्ययन-क्षेत्र एवं प्रयुक्त आँकड़े

यह अध्ययन गुजरात राज्य के अहमदाबाद जिले (अक्षांश 23.03° उत्तर, 72.58° पूर्व देशांतर) के लिए किया गया था (चित्र 1)। अहमदाबाद जिले के अंतर्गत 11 तालुक निहित हैं जो अहमदाबाद शहर के चारों ओर बसे हुए हैं। नवीनतम आंकड़ों के अनुसार (जनसँख्या, 2011) अहमदाबाद जिला जनसँख्या की दृष्टि से देश में आठवें स्थान पर है (कुल जनसँख्या 7,045,314) तथा गुजरात राज्य का सबसे बड़ा शहर है।

वर्ष 2012-2014 के अहमदाबाद शहर में गुजरात प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड तथा केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड के कुल 11 परिवेशी वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्रों से क्षेत्र मापित पी. एम$_{2.5}$ एवं पी. एम$_{10}$ एरोसोल आंकड़ों को एकत्रित किया गया। परिवेशी वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्रों के स्थानों की सूची तालिका 1 में दर्शायी गयी है।



चित्र 1: अध्ययन-क्षेत्र का स्थिति मानचित्र

तालिका 1: अहमदाबाद शहर में परिवेशी वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्रों की सूची

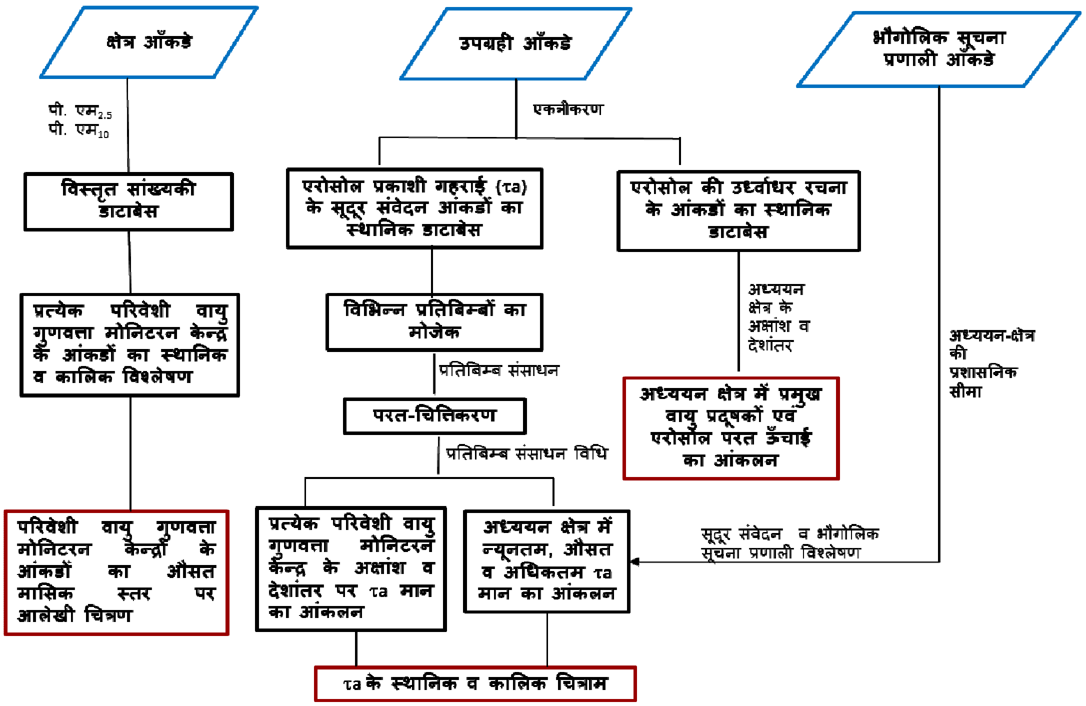
क्रम सख्या	परिवेशी वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्र	अक्षांश	देशांतर
	गुजरात प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड स्टेशन		
1	मुकेश इंडस्ट्री, नारोल	22^0 58' 24.45" उत्तर	72^0 35' 43.10" पूर्व
2	एच. पी. पेट्रोल पुमप, नरोदा	23^0 04' 46.48" उत्तर	72^0 40' 04.60" पूर्व
3	नेहरु पुल, आश्रम रोड	23^0 01' 35.37" उत्तर	72^0 34' 15.05" पूर्व
4	चिन्मय सेवा ट्रस्ट, सैटेलाईट	23^0 01' 42.91" उत्तर	72^0 31' 10.86" पूर्व
5	वी. ई. ऐ हॉल, वटवा	22^0 58' 2.21" उत्तर	72^0 38' 20.79" पूर्व
	केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड स्टेशन		
6	कैडिला, नारोल	22^0 58' 54.56" उत्तर	72^0 36' 55.89" पूर्व
7	एल. डी. इंजीनियरिंग कॉलेज	23^0 2' 4.11" उत्तर	72^0 32' 47.44" पूर्व
8	शारदाबेन अस्पताल, सरसपुर	23^0 2' 6.98" उत्तर	72^0 37' 3.79" पूर्व
9	आर. सी. तकनीकी हाई स्कूल, मिर्ज़ापुर	23^0 2' 4.16" उत्तर	72^0 35' 12.34" पूर्व
10	बहरामपुरा शेहरी स्वास्थ केंद्र, बहरामपुरा	23^0 0' 27.47" उत्तर	72^0 35' 1.07" पूर्व
11	उप-निरिक्षण अभियंता केंद्र	23^0 3' 1.36" उत्तर	72^0 35' 36.22" पूर्व

वर्ष 2012-2014 के Aqua/MODIS सूदूर संवेदक के C006 L2 (MYD04_3k) दैनिक आंकड़ों को नासा की गोद्दर्द स्पेस फिलाइट सेंटर एअर्थ साइंस डिस्ट्रीब्यूशन एक्टिव आर्काइव सेंटर (DAAC) से एकत्रित किया गया। MYD04 का स्थानिक विभेदन 3 × 3 किलोमीटर^2 है। भारतीय सर्वेक्षण विभाग की अहमदाबाद जिले के लिए नवीनतम प्रशासनिक सीमा के भौगोलिक सूचना प्रणाली आधारित आंकडो को भी एकत्रित किया गया। अध्ययन अवधि वर्ष 2012-2014 के लिए नासा के कैलिप्सो, CALIPSO (Cloud Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder Satellite Observations) उपग्रह पर सवार कलिओप, CALIOP (Cloud Aerosol Lidar and Infrared pathfinder) संवेदक के आंकडे अध्ययन-क्षेत्र के लिए एकत्रित किये गए (*http://www.calipso.larc.nasa.gov/products/browse_images/production/*)। कैलिप्सो उपग्रह एक सक्रिय प्रकाशी लिडार

(Light Detection and Ranging) आधारित संवेदक है। यह 532 नानोमीटर तरंग देध्य (समांतर व सीधा) और 1064 नानोमीटर तरंग देध्य (कुल) पर बादलों व एरोसोल की उर्ध्वाधर रचना की जानकारी देता है।

4. प्रयुक्त विधि

अहमदाबाद शहर के सभी 11 परिवेशी वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्रों से प्राप्त 2012-2014 की अवधि काल के पी. $एम_{2.5}$ एवं पी. $एम_{10}$ आंकड़ों तथा वैश्विक स्थिति निर्धारण प्रणाली आधारित स्थान निर्धारण आंकड़ों का एक विस्तृत संखिकीय डाटाबेस तैयार किया गया। इन आंकडों को माह के स्तर पर औसत किया गया तथा इनका विस्तृत स्थानिक व कालिक विश्लेषण किया गया। ENVI ver. 4.4 प्रतिबिम्ब संसाधन सॉफ्टवेर एवं ArcGIS 9.2 भौगोलिक सूचना प्रणाली सॉफ्टवेर में भारतीय सर्वेक्षण विभाग की प्रशासनिक सीमा को प्रयुक्त कर अध्ययन क्षेत्र के Aqua/MODIS सूदूर संवेदक आधारित C006 L2 (MYD04_3k) दैनिक आंकड़ों का निष्कर्षण किया गया। तत्पश्चात, इन आंकडों का विस्तृत स्थानिक व कालिक विश्लेषण किया गया। चित्र 2 मे क्रमदर्शी आरेख के द्वारा अध्ययन विधि को विस्तार से दर्शाया गया है।



चित्र 2: प्रयुक्त अध्ययन विधि का क्रमदर्शी आरेख

5. परिणाम एवं चर्चा

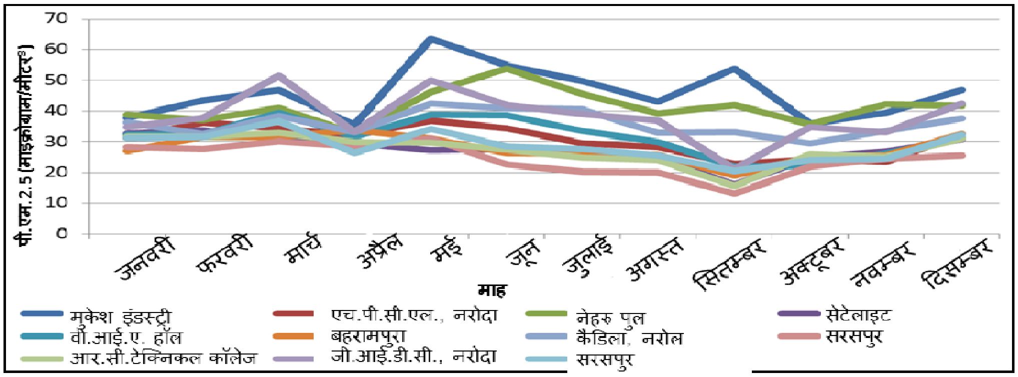
5.1 वर्ष 2012-2014 के दौरान अहमदाबाद के विभिन्न परिवेशी वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्रों पर औसत मासिक पी. $एम_{2.5}$ एवं पी. $एम_{10}$ तथा एरोसोल प्रकाशी गहराई (τ_a) में परिवर्तनशीलता

क्षेत्र आंकडों के विस्तृत अध्ययन से यह ज्ञात हुआ कि अहमदाबाद के विभिन्न स्थानों पर मापित पी. $एम_{2.5}$ का परास 13-63 माइक्रोग्राम/$मीटर^3$ है। आंकड़ो के विश्लेषण से यह भी ज्ञात हुआ कि पी. $एम_{2.5}$ की सांद्रता गर्मी के महीनों में अधिक थी। केवल अप्रैल माह में जी.पी.सी.बी तथा सी.पी.सी.बी के सभी 11 परिवेशी वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्रों पर पी. $एम_{2.5}$ की सांद्रता कम पाई गयी। पी. $एम_{2.5}$ की न्यूनतम सांद्रता 13 माइक्रोग्राम/$मीटर^3$ केंद्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड के एल. डी. इंजीनियरिंग कॉलेज, शहरी अहमदाबाद के वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्र पर मापी गयी। इसके विपरीत अधिकतम सांद्रता 63 माइक्रोग्राम/$मीटर^3$ गुजरात प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड के मुकेश इंडस्ट्री, नारोल स्थित वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्र पर मापी गयी। केवल मुकेश इंडस्ट्री, नारोल स्टेशन के अतिरिक्त सभी अन्य 10 स्टेशनों पर पी. $एम_{2.5}$ की सांद्रता सी.पी.सी.बी के 24-घंटे औसत परिवेशी वायु गुणवत्ता मानकों की सीमा में है।

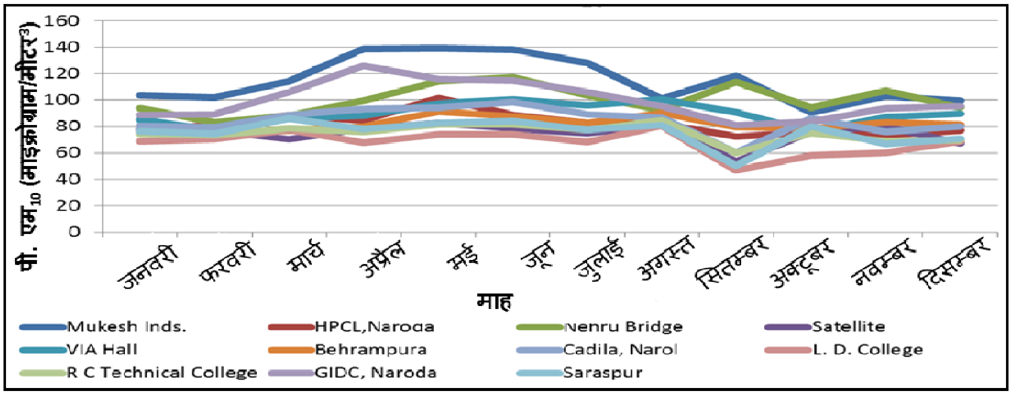
पी. $एम_{10}$ के स्थानिक डाटाबेस के विस्तृत विश्लेषण से ज्ञात हुआ कि अहमदाबाद के विभिन्न स्थानों पर मापित पी. $एम_{10}$ का परास 47-139 माइक्रोग्राम/$मीटर^3$ है। अध्ययन काल 2012-2014 के आंकडों के मासिक औसत से पता चला कि पी. $एम_{10}$ की सांद्रता गर्मी में अप्रैल से जून माह में अधिक थी। पी. $एम_{2.5}$ की भांति पी. $एम_{10}$ की न्यूनतम सांद्रता 47 माइक्रोग्राम/$मीटर^3$ सितेम्बर माह में सी.पी.सी.बी के एल. डी. इंजीनियरिंग कॉलेज, शहरी अहमदाबाद स्थित स्टेशन पर मापी गयी। इसके विपरीत अधिकतम सांद्रता 139 माइक्रोग्राम/$मीटर^3$ गुजरात प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड के मुकेश इंडस्ट्री, नारोल (जी.आई.डी. सी-I) स्थित वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्र पर मापी गयी। केवल मुकेश इंडस्ट्री, नारोल स्टेशन के अतिरिक्त

सभी अन्य 10 स्टेशनों पर पी. एम$_{10}$ की सांद्रता सी.पी.सी.बी के 24-घंटे औसत परिवेशी वायु गुणवत्ता मानकों की सीमा में है। मुकेश इंडस्ट्री, नारोल जी.आई.डी. सी-1 के आद्योगिक क्षेत्र में है, अतः यहाँ वायु प्रदूषण की मात्रा बहुत अधिक है।

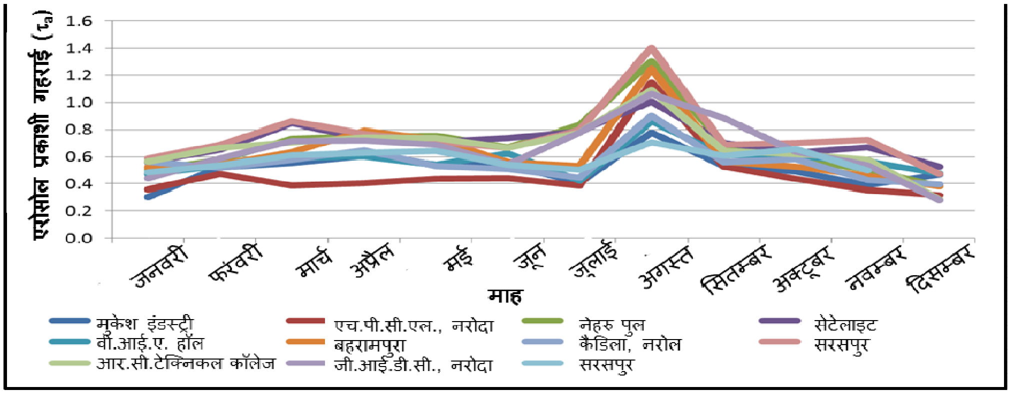
सभी 11 परिवेशी वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्रों पर उपग्रह से प्राप्त एरोसोल प्रकाशी गहराई (τ_a) के आंकड़ो के विस्तृत स्थानिक एवं कालिक विश्लेषण से ज्ञात हुआ कि τ_a की मात्रा मार्च व अगस्त की महीनों में अधिक पाई गई। τ_a की सर्वाधिक मात्रा 1.41 एल. डी. इंजीनियरिंग कॉलेज स्टेशन पर आँकी गई। अगस्त में मानसून के माह में τ_a की मात्रा का अधिक आंकलन यह दर्शाता है कि मोडिस एक प्रकाशी संवेदक है इसलिए मानसून के समय में इस संवेदक की संवेदन शक्ति सीमित होती है और यह आंकलन पूर्ण सत्य नहीं है। श्रीकांत (2013) ने बैंगलोर शहर के अध्ययन में भी यह पाया कि मानसून में माह में मोडिस संवेदक τ_a की मात्रा का अधिक आंकलन करता है। चित्र -3 (क), (ख), (ग) में क्रमशः अहमदाबाद के विभिन्न परिवेशी वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्रों पर औसत मासिक पी. एम$_{2.5}$ एवं पी. एम$_{10}$ तथा एरोसोल प्रकाशी गहराई (τ_a) में परिवर्तनशीलता को दर्शाया गया है।



चित्र -3 (क) : वर्ष 2012-2014 की अवधि के दौरान अहमदाबाद के विभिन्न परिवेशी वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्रों पर औसत मासिक पी. एम$_{2.5}$ की सांद्रता में परिवर्तनशीलता



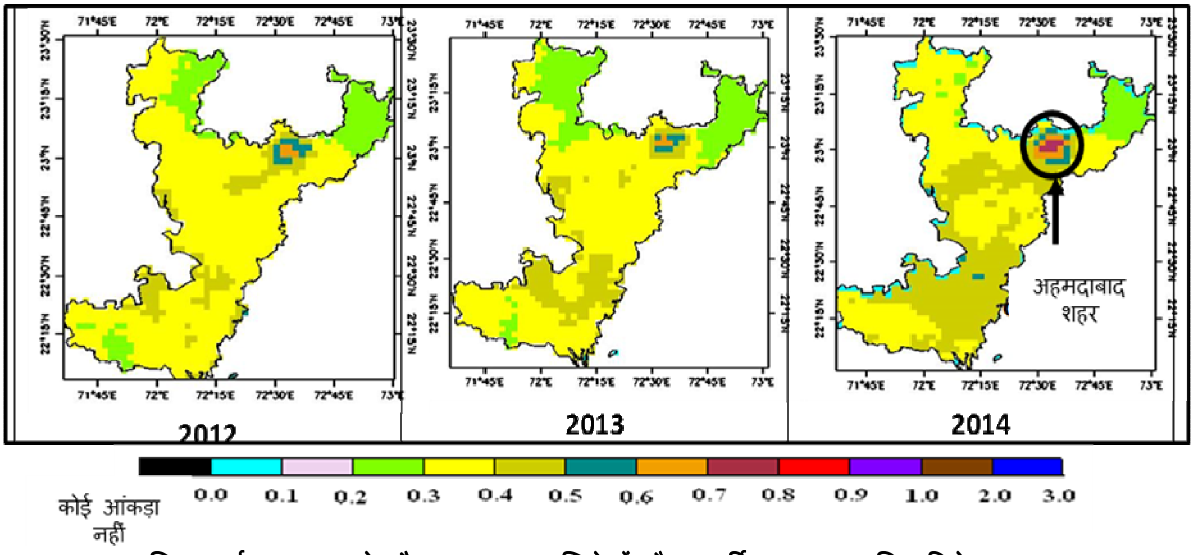
चित्र -3 (ख) : वर्ष 2012-2014 की अवधि के दौरान अहमदाबाद के विभिन्न परिवेशी वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्रों पर औसत मासिक पी. एम$_{10}$ की सांद्रता में परिवर्तनशीलता



चित्र -3 (ग) : वर्ष 2012-2014 की अवधि के दौरान अहमदाबाद के विभिन्न परिवेशी वायु गुणवत्ता मोनिटरन केन्द्रों पर औसत मासिक एरोसोल प्रकाशी गहराई (τ_a) में परिवर्तनशीलता

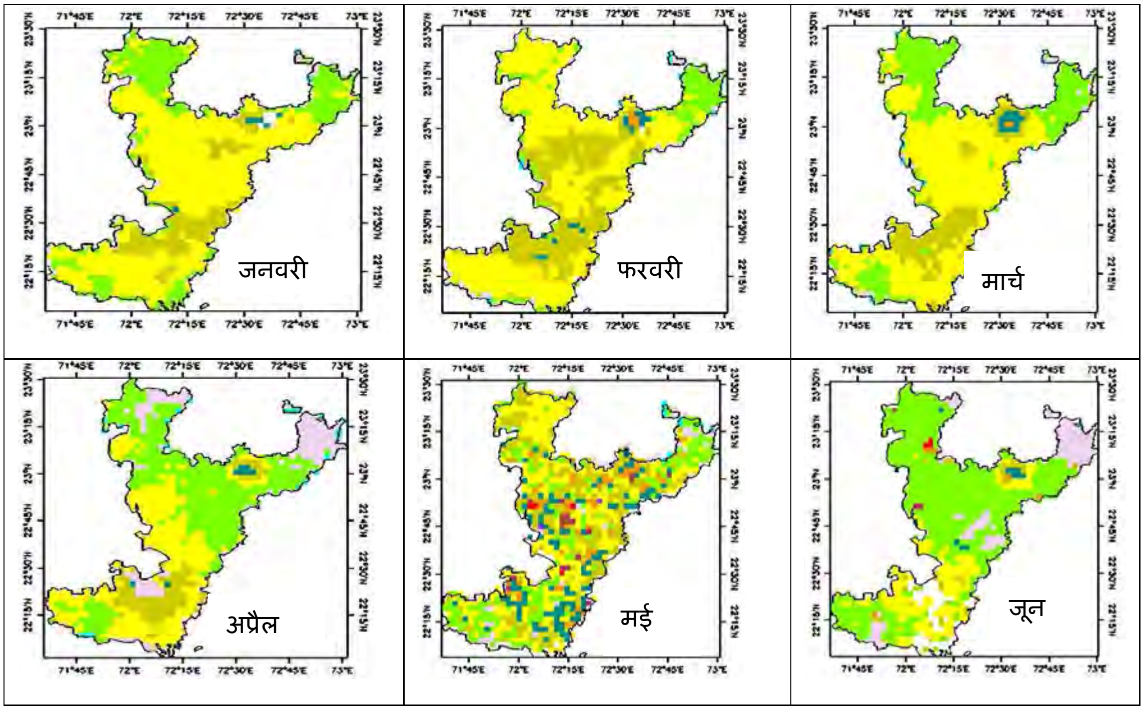
5.2 वर्ष 2012-2014 के दौरान अहमदाबाद शहर के लिए उपग्रह आधारित τ_a का स्थानिक एवं कालिक विश्लेषण

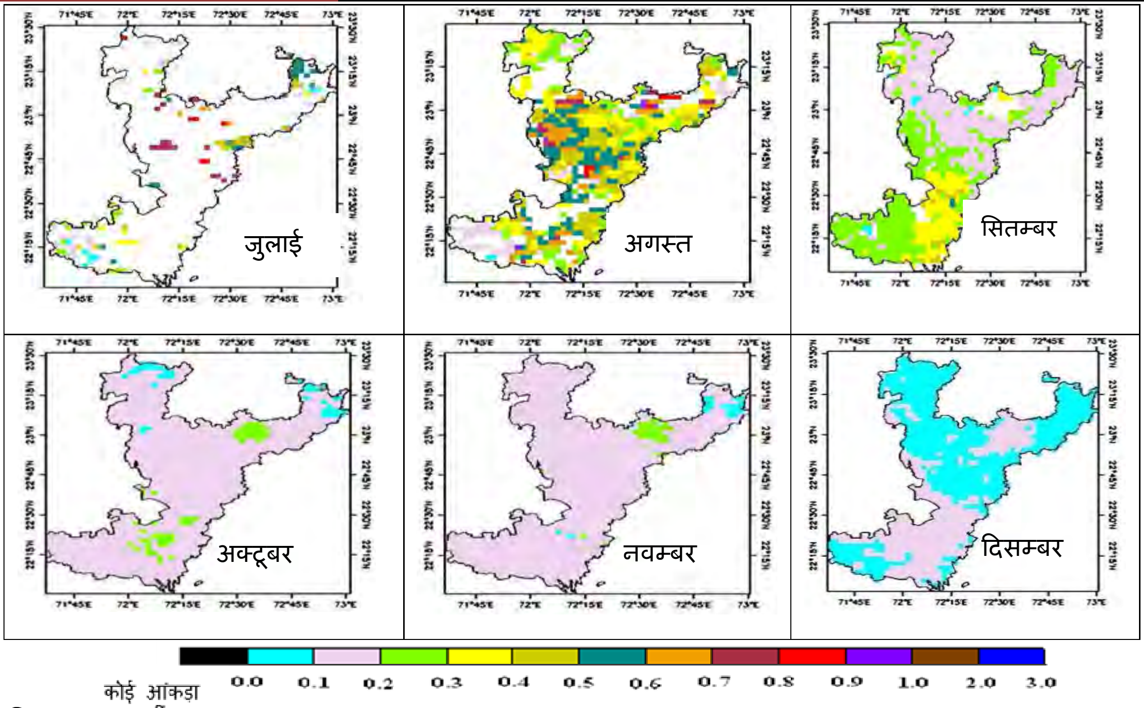
वर्ष 2012-2014 की अवधि के AQUA/MODIS संवेदक से प्राप्त आंकड़ों के स्थानिक व कालिक विश्लेषण से ज्ञात हुआ कि अहमदाबाद जिले में औसत मासिक एरोसोल प्रकाशी गहराई (τ_a) का परास 0.2-0.5 है, हालाँकि अहमदाबाद के शहरी क्षेत्र में τ_a का परास 0.5-0.9 आँका गया (चित्र 4)। τ_a की अधिक मात्रा (0.6 से <1) यह दर्शाती है कि शहरी क्षेत्र में विभिन्न मानवजन्य कारणों से वायु प्रदूषण का स्तर अधिक है। अहमदाबाद को प्रदूषित क्षेत्र के अंतर्गत वर्गीगृत किया है। प्रदूषण के प्रमुख स्रोतों में वाहनों से निकलने वाला धुआं, औद्योगिक गतिविधियाँ, घर व इमारतों के बनाने का कार्य है।



चित्र 4: वर्ष 2012-2014 के दौरान अहमदाबाद जिले में औसत वार्षिक τ_a का स्थानिक विश्लेषण

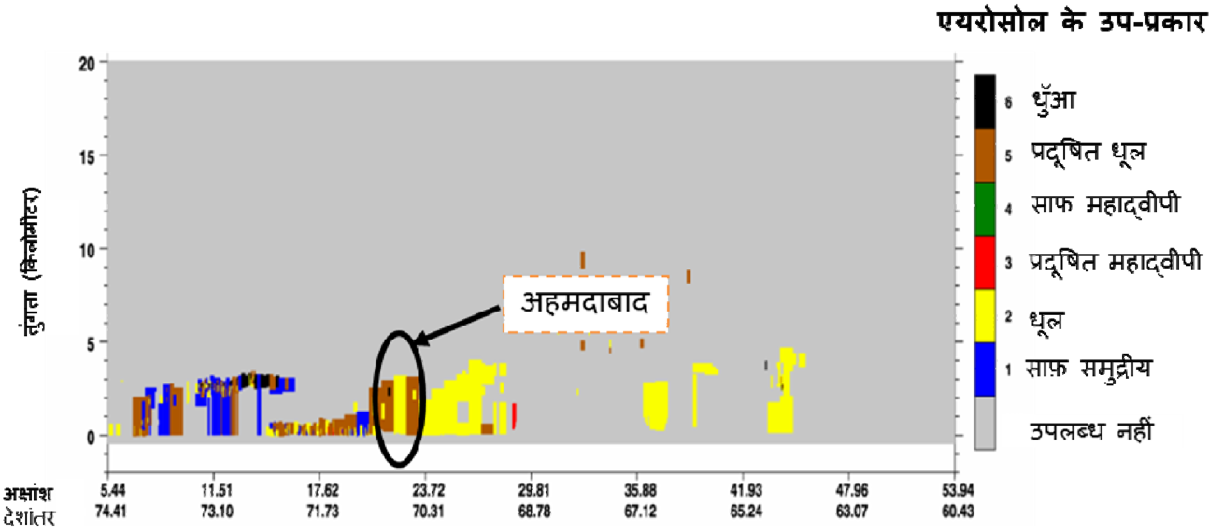
वर्षा से वायुमंडल मंडल में कणकीय पदार्थ, एयरोसोल साफ़ हो जाते हैं, अतः मानसून पश्चात τ_a की मात्रा कम आँकी जाती है (चित्र 5)।





चित्र 5: अहमदाबाद जिले में τ_a की औसत मासिक परिवर्तनशीलता को दिखाया गया है

अध्ययन अवधि वर्ष 2012-2014 के लिए कलिओप (CALIOP- Cloud Aerosol Lidar and Infrared Pathfinder) संवेदक के आंकड़ों के अध्ययन से यह स्पष्ठ होता है कि अहमदाबाद में प्रदूषित धूल प्रकार के एरोसोल की प्रधानता है। इसके अतरिक्त अहमदाबाद के वायुमंडल में धूल और धुआँ भी बहुतायत में है। कुल पश्च-प्रकीर्ण की प्रतिबिम्ब यह यह भी जानकारी मिली कि अहमदाबाद में एयरोसोल की परत की ऊँचाई 2-3 किलोमीटर के मध्य है (चित्र -6)।



चित्र 6 अहमदाबाद शहर के लिए लिडार आधारित एयरोसोल की उर्ध्वाधर रचना का प्रतिबिम्ब (18 मार्च, 2013)

6. निष्कर्ष

वायु गुणवत्ता के सन्दर्भ में कणकीय पदार्थ विशेषतः पी. एम$_{2.5}$ एवं पी. एम$_{10}$ एरोसोल की विशेष भूमिका होती है। प्रस्तुत अध्ययन में वर्ष 2012-2014 के दौरान अहमदाबाद में क्षेत्र मापित पी. एम$_{2.5}$ एवं पी. एम$_{10}$ तथा सुदूर संवेदन व्युत्पन्न एरोसोल प्रकाशी गहराई (τ_a) का विस्तृत स्थानिक एवं कालिक विश्लेषण दर्शाया गया है। इस अध्ययन के परिणामों से पता चलता है कि अहमदाबाद के विभिन्न स्थानों पर औसत मासिक पी. एम$_{2.5}$ एवं पी. एम$_{10}$ का परास क्रमशः 13-63 तथा 47-139 माइक्रोग्राम/मीटर^3 मापा गया। मुकेश इंडस्ट्री, नारोल स्टेशन जो जी.आई.डी. सी-1 के आद्योगिक क्षेत्र के अंतर्गत आता है, अतः यहाँ वायु प्रदूषण की मात्रा बहुत अधिक पाई गई है। इसके अतिरिक्त अहमदाबाद के शहरी क्षेत्र में एरोसोल प्रकाशी गहराई का परास 0.5-0.9 आँका गया, जो यह दर्शाता है कि शहरी क्षत्रों में विभिन्न मानवजन्य कारणों से वायु प्रदूषण का

स्तर अधिक है। उपग्रही लिडार आंकडो के विश्लेषण से यह भी ज्ञात हुआ कि अहमदाबाद में प्रदूषित धूल प्रकार के एरोसोल की प्रधानता है। इस अध्ययन में सुदूर संवेदन आंकडों की मदद से वर्तमान समय में अहमदाबाद में परिवेशी वायु गुणवत्ता की स्थिति की महत्वपूर्ण जानकारी प्राप्त होती है।

संदर्भ

नासा (2013) *http://www-calipso.larc.nasa.gov/products/browse_images/production/*

डब्लू.एच.ओ(2016). *http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/*

सी.पी. सी. बी एंड ऍम. ओ. इ. फ (2011), सेंट्रल पोलयुशन कंट्रोल बोर्ड, मिनिस्ट्री आफ इन्वैरोंन्मेंट एंड फोरेस्ट्स, इन्वैरोंन्मेंटल इन्फोरमेशन सिस्टम ओन जीआईएस प्लेटफोर्म, *http://www.cpcb.nic.in/EIS_on_GIS.pdf*।

होफ्फ़, आर.एम. एवं किर्स्तोफेर, एस. ए (2009), सुदूर संवेदन आफ पर्टिकुलेट पोलयुशन फ्रॉम स्पेस: हाव वी रिचड द प्रोमिसेड लैंड ? ? ISSN: 1047-3289 जौर्नल आफ एयेर एंड वेस्ट मैनेजमेंट एससोशिएसन 59:645–675।

जनसँख्या (2011), *http://www.censusindia.gov.in*

श्रीकांत, वी (2013). सेटेलाइट डीराइवड एरोसोल ऑप्टिकल क्लैमतोलोजी ओवर बेंगलोर. अडवांस इन स्पेस रिसर्च 51, 12: 2195 – 2404।

आभार

प्रस्तुत अध्ययन एक पर्यावरण इंजीनियरी की प्रशिक्षण विद्यार्थी के परियोजना कार्य का भाग है। मैं निदेशक सैक, उपनिदेशक एपसा सैक, से प्राप्त प्रोत्साहन के लिये आभार प्रकट करती हूँ। वरिष्ठ वैज्ञानिक डॉ. प्रकाश चौहान (ग्रुप प्रधान, बीपीएसजी), डॉ. आर. पी. सिंह (प्रधान, एल.आर.डी) से प्राप्त प्रोत्साहन एवं मार्गनिर्देशन के लिये उनके प्रति धन्यवाद प्रकट करती हूँ। मैं विशेष रूप से डॉ बिमल कुमार भट्टाचार्य (प्रधान, ए.इ.डी) का धन्यवाद करती हूँ जिन्होंने इस अध्ययन को केंद्र स्तर तकनीकी हिंदी सेमिनार 2016 में प्रस्तुत करने के लिए मुझे प्रोत्साहित किया।

लेखक परिचय :

डॉ. आभा छाबरा (पी.एच.डी पर्यावरण विज्ञान), कृषि एवं भू-परिस्थिति तंत्र प्रभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में वैज्ञानिक/अभियन्ता– एस ई के पद पर कार्यरत है।

सुदूर संवेदन

वर्तमान कार्टोसैट-2 एस श्रंखला उपग्रह के मानचित्रण उपयोग हेतु नाभिकीय तल की रूपरेखा का प्रस्तुतीकरण

पारुल सिंह, विशाल शाकरवाडिया

सारांश:

कार्टोसैट उपग्रह मानचित्रण उपयोग हेतु उच्च विभेदन क्षमता के चित्रण संसूचक की आवश्यकता होती है। पूर्व प्रक्षेपित कार्टोसैट उपग्रह 650 किमी कक्षा में स्थापित है, कार्टोसैट-1 तथा पूर्व कार्टो सैट -2 श्रंखला के उपग्रहों का स्थानिक विभेदन क्रमशः 2.5 मी एवं 0.8मी तथा स्वाथ 30 किमी एवं 10किमी है। प्रस्तुत लेख में वर्तमान कार्टो सैट 2 श्रंखला के संसूचक चयन तथा उसका नाभिकीय तल में संरेखन का व्याख्यान किया गया है। प्रस्तुत लेख में बहु स्पेक्ट्रल बैंड्स संसूचक की रूपरेखा का उल्लेख भी किया गया है।

प्रस्तावना :

कार्टो सेट 2 श्रंखला के उपग्रहों की रचना इस प्रकार की गयी है की उनका लचीलापन अतुल्यकालिक चित्रण लेता है. इस वजह से कम प्रकाशीय द्रश्यो के स्थानिक विभेदन में समझोता किये बिना उच्च सिग्नल और नोइस का अनुपात प्राप्त होता है। पूर्व कार्टो सेट 2 श्रंखला के उपग्रहों में 12000 पिक्सेल रैखिक सी सी डी का प्रयोग किया गया है जो की क्षेत्र सुधारित आर सी टेली स्कोप के नाभीय तल में रखा है. कोणीय झुकाव की स्वीकार्य सीमा की बाध्यता की वजह से छविय आंकडे सीमित आकार की पट्टीयों में एकत्रित होते हैं। पिच- वेग नियंत्रण का उपयोग कर संसूचक की गति उपग्रह अनुरेखन की गति की तुलना में 2.5 समय कम की जाती है।

वर्तमान और भविष्य के कार्टोसैट -2 श्रंखला के उपग्रह के विनिर्देशों मुख्य रूप से कम लागत में अति सार्ववर्णी और बहु स्पेक्ट्रमी बैंड में निरंतर पट्टी इमेजिंग की क्षमता के साथ साथ उच्च विभेदन क्षमता विकसित करना है। इसलिए वर्तमान कार्टोसैट -2 श्रंखला के उपग्रह के लिए निरंतर पट्टी इमेजिंग करते हुए संकेत रव अनुपात (एस एन आर)बनाये रखने के लिए टी डी आई सी सी डी संसूचक का चयन किया गया है। तालिका 1 प्रस्तावित फोकल प्रणाली की प्रमुख आवश्यकता का एक सार देता है।

तालिका 1. भविष्य कार्टोसेट 2 श्रंखला फोकल प्लेन ऐरे की मुख्य विशेषताएं (ऊंचाई: 500 किमी)

क्रमांक	पैरा मीटर	अति सार्ववर्णी	बहु स्पेक्ट्रमी
1	भू प्रक्षेप (मी)	~0.65	<2
2	स्वाथ(किमी)	~10	~10
3	स्पेक्ट्रल बैंडविस्तार (मी)	0.45-0.9	बी 1 : 0.45-0.52 बी 2 : 0.52-0.59 बी 3 : 0.62-0.68 बी 4 : 0.77-0.86
4	संकेत रव अनुपात (संतृप्ति पर)	>180	>300
5	माडुलन फलन अंतरण (एम.टी.एफ)(नाईकुइस्त आवृति पर)	>10	>20
6	उर्जा (वाट)	<70	<130

अग्रांत प्रकाश प्रणाली में मुख्य दर्पण के पीछे 700 मिमी द्वारक का कैसेग्रेन दूरबीन तथा क्षेत्र समतल अपवर्तक लैंस है जो की 1.2 डिग्री का दृष्टि क्षेत्र है।

वर्णक्रमीय बैंड और सिस्टम संतृप्ति की सीमा वर्णक्रमीय विकिरणता के संदर्भ में तालिका 2 में प्रदर्शित है

तालिका 2: वर्णक्रमीय बैंड और सिस्टम संतृप्ति

बैंड	वर्णक्रमीय सीमा (न मी)	बैंडविस्तार (न मी)	सिस्टम संतृप्ति (मि वाट/सिमी^{2}/स रे/ मी)	सन्दर्भ विकिरण (मि वाट/सिमी^{2}/स रे/ मी)
बी 1	0.45-0.52	70	53	13
बी 2	0.52-0.59	70	53	11.5
बी 3	0.62-0.68	60	47	10
बी 4	0.77-0.86	90	31.5	10

संसूचक चयन

वांछित स्थानिक विभेदन तथा चौड़ा प्रमार्ज (स्वाथ) प्राप्त करने के लिए, छोटे आकर के दीर्घ संसूचक व्यूहइ की आवश्यकता है। फिर, छोटे उपलब्ध समाकलन काल और संकीर्ण वर्णक्रमीय बैंड की वजह से चयनित संसूचक में उच्च क्वांटम दक्षता और टाइम डिले समाकलन की क्षमता की आवश्यकता है।

बहु स्पेक्ट्रमी इमेजिंग के लिए चार रेखीय संसूचक व्यूह की आवशयकता है। इसके अलावा बी 1 बैंड में वांछित प्रतिक्रिया प्राप्त करने के लिए पीछे से प्रकाशित संसूचक मत्वपूर्ण हैं। तालिका 3 में इस आवेदन के लिए संभावित उपलब्ध डिटेक्टरों का उल्लेख किया गया है।

तालिका 3: टी डी आई डिटेक्टर चयन के लिए उपलब्ध विकल्पों की तुलना

पैरामीटर	चयन 1	चयन 2	चयन 3
संसूचक (चित्रांश)	5200	2680	1340
पैकेज में संसूचक व्यूह की संख्या	3	2	4
चित्रांश आकार(मी)	13	8.8	17.6
भू प्रतिचयन दूरी (मी)	1.16	1.57 (2क्ष2 बिन्निंग)	1.57
पेकेज में संसूचक व्यूह की संख्या	4	10	5
संतृप्ति विकिरण के लिए टी डी आई स्टेज की संख्या(बी1, बी2, बी3, बी4)	18/13/16/22	9/7/8/12/	15/11/13/19
वेल्ल क्षमता (इलेक्ट्रोन)	215 के	145 के	450 के
एस एन आर	464	381	670
दो पोर्ट/ संसूचक व्यूह के लिए आंकड़ा दर (मेगा हर्टज)	16.32 *	3.33	3.33
विडियो प्रोसेसिंग चेन	16	40	40
*संसूचक की अधिकतम सीमा से परे			

जैसा कि तालिका से पता चलता है, 1340 डिटेक्टर उपलब्ध विकल्पों में से इस आवेदन के लिए सबसे उपयुक्त है। चार वर्णक्रमीय बैंड की आवश्यकता को पूरा करने के लिए विकल्प 1 एवं 2 में दो पैकेज की आवश्यकता होगी। यह नाभिकीय तल में संसूचक के प्लेसमेंट को और भी जटिल बना देगा। इस तरह की व्यवस्था से बैंड से बैंड के बीच की दूरी समान नहीं रहती. इसलिए विकल्प 3 को आगे के मूल्यांकन के लिए चयनित किया गया है.

चयनित संसूचक में पीछे से प्रकाशित चार टी डी आई संसूचक व्यूह हैं जो चार बैंड की आवश्यकता पूरी करते हैं इसका चित्रांश आकार 17.6 मी है तथा 500 किमी की ऊंचाई से भू प्रक्षेप 1.57 मी है. यह विन्यास नाभिकीय तल की जटिलता कम कर देता है . पूर्ण प्रमार्ज की आवश्यकता नाभिकीय तल में इस तरह के पांच डिटेक्टरों का उपयोग कर हासिल की है। प्रत्येक टी डी आई संसूचक व्यूह को स्वतंत्र रूप से नियंत्रित कर के उसका एक्सपोज़र नियंत्रित किया जाता है।

संकेत रव अनुपात निष्पादन (एस एन आर परफार्मेंस)

नाभीय तल पर प्रत्येक बहुस्पेक्टर्मी बैंड के लिए सिस्टम संतृप्ति एवं सन्दर्भ विकिरण पर अनुमानित किरणनता (इरेडीयन्स) की संख्या तालिका 4 में प्रस्तुत की गयी है।

तालिका 4: नाभिकीय तल किरणनता (फोकल प्लेन इरेडीयन्स)

बैंड	नाभीय तल संतृप्ति किरणनता (वाट/सिमी^{2})	नाभीय तल सन्दर्भ किरणनता (वाट/सिमी^{2})
बी 1	2.73 इ -05	6.7 इ -06
बी 2	2.73 इ -05	5.93 इ -06
बी 3	2.08 इ -05	4.42 इ -06
बी 4	2.09 इ -05	6.63 इ -06

500 मी कक्षा से 1.57 मी भू प्रक्षेप प्राप्त करने के लिए तुल्यकालिक इमेजिंग के लिए सिग्नल एकीकरण समय 222.22 से. है। संसूचक की दी गयी क्वांटम क्षमता पर संतृप्ति और संदर्भ विकिरण संख्या के लिए उर्जा का स्तर एवं संकेत रव अनुपात क्रमशः तालिका 5 अ और तालिका 5 ब में दिखाया गया है।

तालिका 5 अ: संतृप्ति विकिरण पर संसूचक पर उर्जा, क्वांटम क्षमता और संकेत रव अनुपात

बैंड	उर्जा/ चित्रांश (जूल्स)	क्वांटम क्षमता	संकेत रव अनुपात (एक स्टेज)
बी 1	1.88 इ -14	0.64	167
बी 2	1.88 इ -14	0.74	194
बी 3	1.43 इ -14	0.69	176
बी 4	1.44 इ -14	0.4	154

तालिका 5 ब: संदर्भ विकिरण पर उर्जा, क्वांटम क्षमता और संकेत रव अनुपात

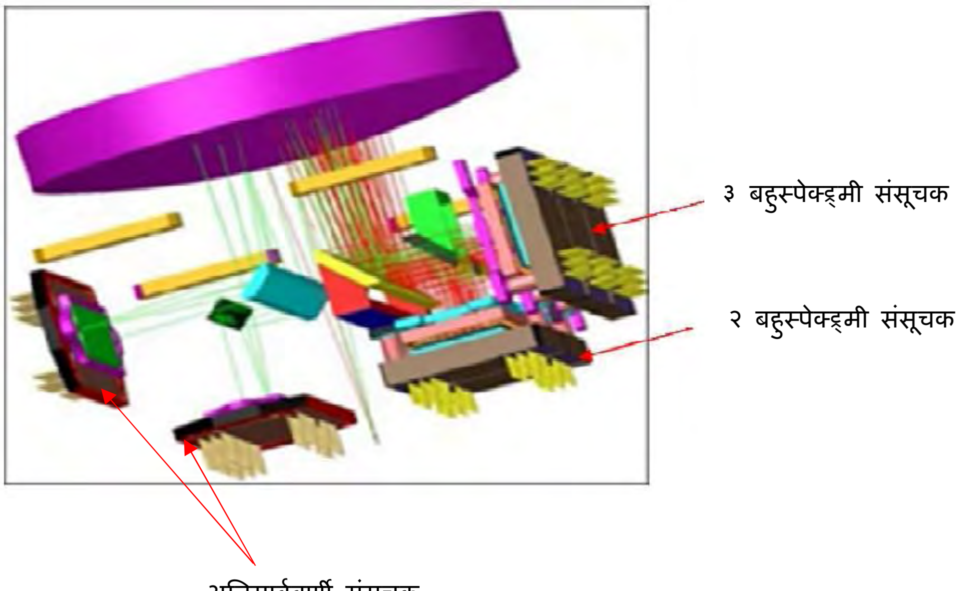
बैंड	उर्जा/ चित्रांश (जूल्स)	क्वांटम क्षमता	संकेत रव अनुपात (एक स्टेज)
बी 1	4.61 इ -15	0.64	77
बी 2	4.08 इ -15	0.74	85
बी 3	3.04 इ -15	0.69	75
बी 4	4.56 इ -15	0.4	82

सिस्टम के स्तर पर, 300 और 125 के संकेत रव अनुपात, संतृप्ति विकिरण पर और क्रमशः संदर्भ विकिरण पर लक्षित है।

चुने गए संसूचक में टी डी आई चरण के चयन के लिए प्रावधान है। यह प्रावधान प्रत्येक संसूचक व्यूह के लिए उपयुक्त टी डी आई पंक्ति का चयन करने से एक्सपोज़र स्तर को नियंत्रित करता है।

नाभिकीय तल में संसूचक का एक्कोमोडेशन एवं संरेखण

प्रकाश फोर ऑप्टिक्स और फील्ड फ्लैटनर से होते हुए रिफ्लेक्टिंग मिरर असेंबली पे गिरता है। मिरर असेंबली से रिफ्लेक्ट होकर, उपग्रह की गति की दिशा में आधा क्षेत्र अति-सार्ववर्णी और आधा बहु स्पेक्ट्रमी बैंड के लिए उपयोग होता है। आवश्यकता अनुरूप प्रमार्ज प्राप्त करने हेतु अति-सार्ववर्णी के दो और बहु स्पेक्ट्रमी बैंड के लिए पांच संसूचक का उपयोग किया गया है। चूंकि डिटेक्टरों के भौतिक आयाम का विस्तार फोटो सेंसिटिव व्यूह से परे है और आकार दोगुना है, बहु संसूचकों को एक तल में बिना अनिरंतरता के रख पाना असंभव है। इसलिए बहु संसूचओं से निरंतर इमेजिंग प्राप्त करने के लिए ऑप्टिकल बट्टइंग का उपयोग किया गया है। चित्र 1 में नाभिकीय तल की व्यवस्था प्रदर्शित की गयी है।



चित्र 1 : नाभिकीय तल की व्यवस्था

धरती पर 10 किमी क्रॉस-ट्रैक रेखा का प्रतिबिम्ब वैकल्पिक खंडों में फोल्ड दर्पण के द्वारा दो ओर्थोगोनल तल पर प्रक्षेपित किया जाता है। इस प्रकार से अधिक संसूचको को नाभिकीय तल में ऑप्टिकल निरंतरता बनाये रखते हुए व्यवस्थित किया जा सकता है। यहाँ पर अतिसार्ववर्णी एक और बहुस्पेक्ट्रमी पांच संसूचक का उपयोग किया गया है। यहाँ पर टी डी आई संसूचक के उपयोग की वजह से संसूचक का स्थानन भी बहुत महत्वपूर्ण है। संसूचक में आवेश की दिशा हमेशा ग्राउंड ट्रेस की दिशा में और गति से सिंक्रोनाइज होनी चाहिए।

निष्कर्ष

वर्तमान कार्टो श्रंखला में अतिसार्ववर्णी एवं बहुस्पेक्ट्रमी संसूचकों को आपस में तथा दो अलग अलग तल में <10 मी में संरेखित किया जाया है। यह भूतल पर 6400 चित्रांश की 10किमी लम्बी निरंतर रेखा प्रक्षेपित करता है।

शब्दावली

Linear: रैखिक
Field corrected: क्षेत्र सुधारित
Panchromatic: अति सार्ववर्णी
Multispectral: बहु स्पेक्ट्रमी
Detector: संसूचक
SNR: संकेत राव अनुपात
Asynchronous: अतुल्यकालिक
Frequency: आवृत्ति
Front end: अग्रांत
Optical system: प्रकाशी प्रणाली
Aperture: द्वारक
Refractive: अपवर्तक
Field of view: दृष्टी क्षेत्र
Saturation: संतृप्ति
Radiance: विकिरणता
Spatial resolution: स्थानिक विभेदन
Swath: प्रमार्ज
Detector array: संसूचक व्यूह
Pixel: चित्रांश
Integration time: समाकलन काल
Sampling: प्रतिचयन
Performance: निष्पादन
Projected: प्रक्षेपित
Placement: स्थानन

संदर्भ

१. सजी ए कुरिकोसे, इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल पेलोड फॉर एअर्थ एंड प्लानेट्री ओबजरवेशनस इंटरनेशनल वर्कशॉप आन स्माल सटलाइट एंड सेंसर टेक्नोलॉजी फॉर डिजास्टर मैनेजमेंट।
२. किरन कुमार, इंडियन पेलोड कैपेबिलिटीज फॉर स्पेस मिशंस, 5 इंटरनेशनल एस्ट्रोड सिम्पोजियम, बैंगलोर।

आभार

लेखक श्रीमती आरती सरकार (डी पी डी, कार्टो सेट-2 एस), श्री एच के दवे (ए पी डी, कार्टो सेट-2 एस), श्री अरूप बैनर्जी (प्रमुख, एस एफ एस डी), श्री एस एस सरकार (ग्रुप निदेशक, इ ओ एस जी), श्री आर एम परमार (उप निदेशक, से डा) और श्री तपन मिश्रा (निदेशक, सैक) के मार्गदर्शन और प्रोत्साहन के लिए आभारी हैं।

कार्यक्रम के साथ सम्बन्ध:

ये बहुत ही गर्व की बात है कि कार्टो सेट-2 एस उपग्रह, जो कि उच्च विभेदन क्षमता में विश्व के श्रेष्ठ उपग्रहों के सममूल्य है पूर्ण रूप से भारत में भारत में विकसित हुआ है और इसका प्रक्षेपण भी भारत के स्वनिर्मित यान पी एस एल वी द्वारा हुआ है.

उप-विषयवस्तु : सुदूर संवेदन

इन्सैट-3डी इमेजर तथा साउंडर चैनलों का जीसिक्स अंतर-अंशांकन

इप्शिता डे, एम.प्री शुक्ल एवं पी. के. थपलियाल
वायुमंडल एवं समुद्र विज्ञान समूह
अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद

सारांश

भारतीय भूस्थारीय उपग्रह, इन्सैट-3डी अपने 3 सफल वर्ष पूर्ण करने जा रहा है। इन्सैट-3डी के संवेदकों (इमेजर तथा साउंडर) के अवरक्त (इन्फ्रारेड) चैनलों द्वारा प्राप्त आँकड़े मौसम की भविष्यवाणियों तथा तात्कालिक पूर्वानुमान मे बहुत उपयोगी सिद्ध हो रहे है। अतः इन आंकड़ो (विशिष्टः विकिरणो) की निरंतर निगरानी एवं गुणता का आकलन अत्यन्त आवश्यक है। इन विकिरणो के केलीब्रेशन की परिशुद्धता को बढ़ाने के लिए दोनों संवेदको का विशिष्ट अंतर-अंशांकन (इंटर-कैलीब्रेशन) निम्न भू कक्षा मे स्थापित कुशल अंशांकित हाइपरस्पेक्ट्रल साउंडर संवेदक द्वारा किया जाता है। प्रस्तुत लेख मे मेटोप-ए उपग्रह पर स्थापित इन्फ्रारेड एटमोस्फेरिक साउनडिंग इंटरफेरोमीटर (ईआसी) को मानक संवेदक के रूप मे प्रयोग किया गया है। इन्सैट-3डी आंकड़ो को इस मानक संवेदक के सम्य बनाने हेतु ग्लोबल स्पेस बेस्ड इंटर केलीब्रेशन सिस्टम (जीसिक्स) कलनविधि का प्रयोग किया गया है। इस विधि मे वेटेड लीनियर रिग्रेशन द्वारा सम्स्थित जीईओ-एलईओ विकिरणो की प्रत्यक्ष तुलना करते है तथा संशोधित अंशांकन फलन (कैलीब्रेशन करेक्शन फंक्शन) बनाये जाते है। यह उत्पाद तथा इनकी अनियमितता उपकरण के निष्पादन की निगरानी मे सहायक होते है।

1. प्रस्तावना

भारत का उन्नत मौसम उपग्रह, इन्सैट-3डी एक अद्वितीय मिशन है जो समृद्ध मौसमीय आकडे प्रदान करने एवं भू और समुद्री तल की निगरानी के लिए अत्यंत उपयोगी सिद्ध हो रहे है। इन्सैट 3-डी एक भूस्थारीय मौसम उपग्रह है जिसका इसरो द्वारा प्रक्षेपण 26 जूलाई 2013 मे किया गया। इस उपग्रह का उददेश्य निरन्तर और विश्वसनीय आंकड़ो को प्रदान करना है जिनका प्रयोग मौसम की निगरानी, आकलन तथा भाविष्यवाणी मे किया जाता है। यह उपग्रह 82^0 देशांतर कक्षा मे स्थापित उपग्रह है जिसमे मल्टी स्पेक्ट्रल चेनल इमेजर यन्त्र विद्यमान है। इन्सैट-3डी भारत का प्रथम भूस्थारीय उपग्रह है जो साउनडर यन्त्र (ध्वनित्र) से युक्त है जो नियमित रूप से भारतीय उपमहाद्वीप के निकट उच्चस्तरीय वयुमंदालीय प्र्रोफाइल (तापमान, आद्रता) प्रदान करता है। इनसे प्राप्त आकंडो से अनेक भू-भौतिकी प्राचल उत्पादित होते है जिनसे समुद्र सतह का तापमान, कुहरा, बादल, वायु के वेग इत्यादि की जानकारी प्राप्त होती है। इमेजर यन्त्र मे 6 तथा साउंडर मे 19 चैनल है। इमेजर/साउन्डर चैनलों का विवरण क्रमशः सारणी-1 एवं सरणी-2 मे दिया गया है। जीसिक्स विश्व मौसम संघठन (डब्लूएमओ) एवं कोरडीनेशन ग्रुप ऑफ मीटियोरोलोजिकल सेटेलाइट्स (सीजीएमएस) द्वारा वर्ष 2011 मे आरम्भ किया गया एक अन्तराष्ट्रीय प्रयत्न है जिसका उद्देश्य विभिन्न प्रेक्षण तन्त्रो द्वारा प्राप्त आंकड़ो का समावेश करने हेतु संशोधित अंशांकन प्रदान करना है। इससे जलवायु के अध्ययन तथा मौसम की भविष्यवाणी मे उपयोगी संगत आँकड़े प्राप्त होते है। इन्सैट-3डी संवेदको का विशिष्ट अंतर-अंशांकन (इंटर-कैलीब्रेशन), निम्न भू कक्षा (लिओ) मे स्थापित कुशल अंशांकित हाइपरस्पेक्ट्रल साउंडर संवेदक द्वारा किया जाता है। इन्सैट-3डी आंकड़ो को इस मानक संवेदक के सम्य बनाने हेतु वेटेड लीनियर रिग्रेशन द्वारा सम्स्थित जीईओ-एलईओ विकिरणो की प्रत्यक्ष तुलना करते है तथा संशोधित अंशांकन फलन (कैलीब्रेशन करेक्शन फंक्शन) बनाये जाते है। सामान्यतः मेटोप उपग्रह पर स्थापित इन्फ्रारेड एटमोस्फेरिक साउनडिंग इंटरफेरोमीटर (ईआसी) को मानक संवेदक के रूप मे प्रयोग किया गया है क्योकि यह निम्न विशेषताओ से निहित है। (1) उन्नत पूर्व-प्रक्षेपण एवं ओनबोर्ड रडियोमीट्रिक तथा स्पेक्ट्रल अंशांकन के कारण इसके विकिरण उच्चस्तरीय है।(2) यह सरलता से सुडो ब्रोड चैनल विकरण मई परिवर्तित किये जा सकते है।

सारणी-1: इन्सैट-3 डी उपग्रह के इमेजर चैनल का विवरण

क्रमांक	चैनल	स्पेक्ट्रल रेन्ज	स्पेशिअल रेसोल्यूशन
1	विसिबल (VIS)	0.55 – 0.75 माइक्रोन	1 किमी
2	शोर्ट वेव इन्फ्रारेड (SWIR)	1.55 – 1.70 माइक्रोन	1 किमी
3	मिड वेव इन्फ्रारेड (MIR)	3.8 – 4.0 माइक्रोन	4 किमी
4	वाटर वेपर (WV)	6.5 – 7.1 माइक्रोन	8 किमी
5	थर्मल इन्फ्रा रेड-1 (TIR1)	10.2 – 11.3 माइक्रोन	4 किमी
6	थर्मल इन्फ्रारेड-2 (TIR2)	11.5 – 12.5 माइक्रोन	4 किमी

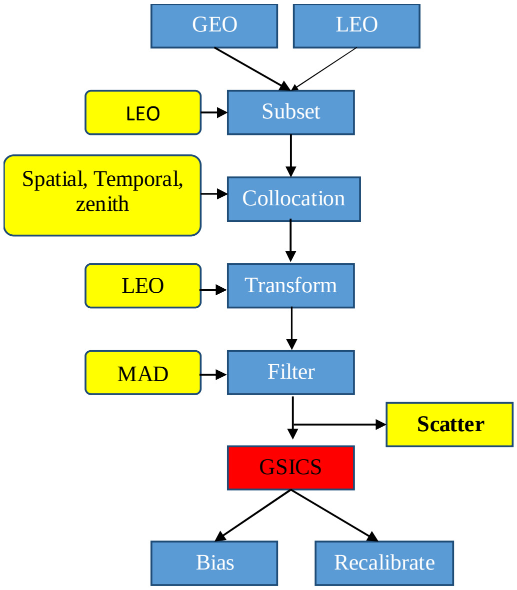
सारणी-2: इन्सैट-3 डी उपग्रह के इमेजर चैनल का विवरण

संसूचक	चैनल क्रमांक	केंद्रीय तरंग देर्ध्य (माइक्रोन)	मुख्य अवशोषक गैस

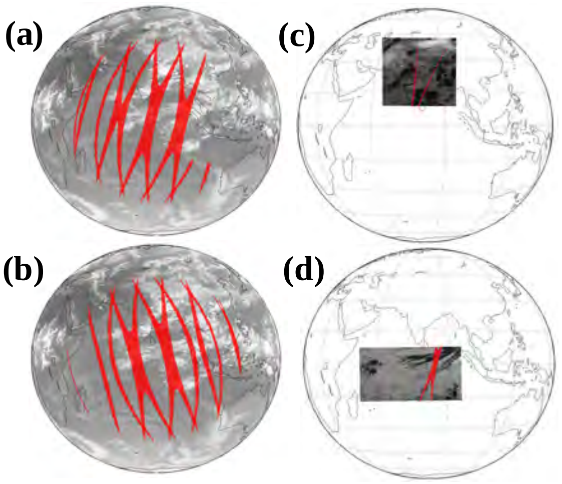
दीर्घ तरंग	1	14.67	कार्बन डाई ऑक्साइड
	2	14.31	कार्बन डाई ऑक्साइड
	3	14.03	कार्बन डाई ऑक्साइड
	4	13.64	कार्बन डाई ऑक्साइड
	5	13.33	कार्बन डाई ऑक्साइड
	6	12.59	वाटर वेपर
	7	11.98	वाटर वेपर
मध्य तरंग	8	10.99	विंडो
	9	9.69	ओजोन
	10	7.43	वाटर वेपर
	11	7.04	वाटर वेपर
	12	6.52	वाटर वेपर
लघु तरंग	13	4.61	नाइट्रस ऑक्साइड
	14	4.54	नाइट्रस ऑक्साइड
	15	4.48	कार्बन डाई ऑक्साइड
	16	4.15	कार्बन डाई ऑक्साइड
	17	4.01	विंडो
	18	3.79	विंडो

2. प्रयुक्त आँकड़े तथा कार्य प्रक्रिया

ईआसी 8461 चैनलो से युक्त फोरियर ट्रांसफार्म स्पेक्ट्रोमीटर है जिसकी स्पेक्ट्रल परास (रेंज) 3.7-15.5 μm है एवं स्थानिक विभेदन (स्पेशियल रेजोलुशन) 12 किमी है। अंतर-अंशांकन के मूल सिद्धांत का आधार है कि दोनों यन्त्र समान लक्ष्य को समान समय पर एक जैसे स्थानिक एवं स्पेक्ट्रल विभेदन तथा समान संरेखण के साथ अवलोकित करते हुए समान आँकड़े प्रदान करे। परन्तु यह आदर्श अवस्था वास्तव मे संभव नहीं है अतः इन आंकड़ो मे कुछ देहली (थ्रेशोल्ड) लगाकर इनको तुलनात्मक बनाया जाता है। चित्र-1 मे इस प्रक्रिया को प्रदर्शित किया गया है।



चित्र 1. जीसिक्स प्रक्रिया का प्रवाह चित्र



चित्र 2. इंसेट-3डी इमेजर (बाए) तथा साउनडर (दाए) के दिन एवं रात्रि के कोलोकेटेड पॉइंटस

स्थानीय सम्स्थित प्रेक्षण: दोनों संवेदको द्वारा प्राप्त किये गए चित्रांश (पिक्सल) के बीच की न्यूनतम दूरी को एक देहली से कम होने पर उनको स्थानीय सम्स्थित माना जाता है। यह देहली चैनलों के स्थानिक विभेदन पर निर्भर करती है।

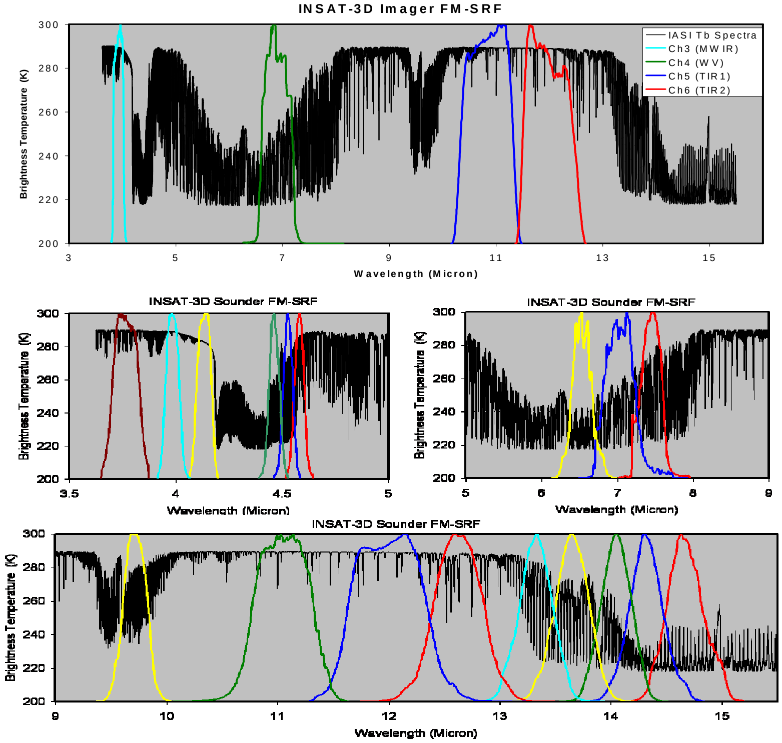
समकालिक प्रेक्षण: स्थानीय समस्थित चित्रांश के बीच समय का अंतर न्यूनतम होना चाहिए। इसकी देहली इमाजर तथा साउन्डर के लिए क्रमशः 5 मिनट तथा 15 मिनट निर्धारित की गयी है।

दर्शन संरेखण (व्योविंग एलाइनमेंट) : सम्स्थित चित्रांश इस प्रकार संरेखित होने चाहिए कि सतह को समान आपतन कोण एवं वायुमंडलीय पथ द्वारा अवलोकित करे। क्योंकि उपग्रह शिरोबिंदु दूरी की कोटिज्या (सीकेंट), वायुमंडलीय प्रकाशीय पथ के समानुपातिक होता है अतः प्रकाशीय पथ अंतर का आकलन निम्नलिखित समीकरण द्वारा किया जाता है।

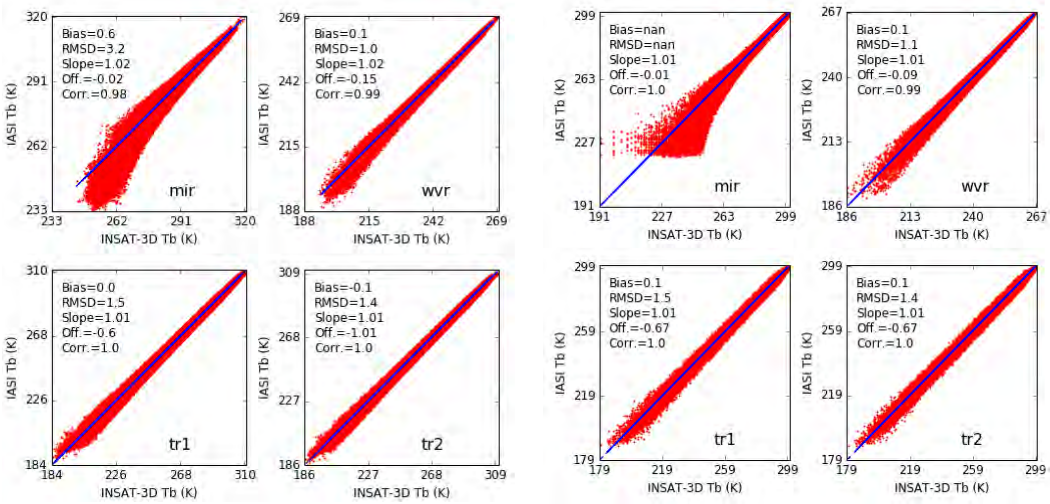
$$\left|\frac{\cos(geo_zen)}{\cos(leo_zen)}-1\right|<\max_zen$$

इस देहली (max_zen) को सभी चैनलों के लिए 0.01 निर्धारित किया गया है।

विकिरण का रूपांतरण : स्थानीय, समकालिक एवं दर्शन संरेखित समस्थित विकिरण प्राप्त करने के पश्चात इनकी प्रत्यक्ष रूप से तुलना करने के लिए रूपांतरण किया जाता है। इसके लिए हाईपरस्पेक्ट्रल विकिरणों को ब्रोड बेंड स्पेक्ट्रल रिस्पोंस फंक्शन (एसआरएफ) के साथ संवलित (कन्वाल्व) किया जाता है जिससे सूडो चैनल के विकिरण प्राप्त किया जाता है। दोनों उपकरणों से प्राप्त विकिरणों को तुलनात्मक पैमाने पर लाया जाता है। इसके लिए लक्ष्य क्षेत्र के भीतर के चित्रांश का गुणात्मक औसत लिया जाता है तथा प्रसारण का आकलन किया जाता है जिससे कि स्थानीय अनियमितताओं का अनुमान लग सके।



चित्र 3. ईआसी स्पेक्ट्रा के ऊपर आरोपित इनसेट-3डी इमेजर व साउनडर के स्पेक्ट्रल रिस्पोंस फंक्शन (एसआरएफ)

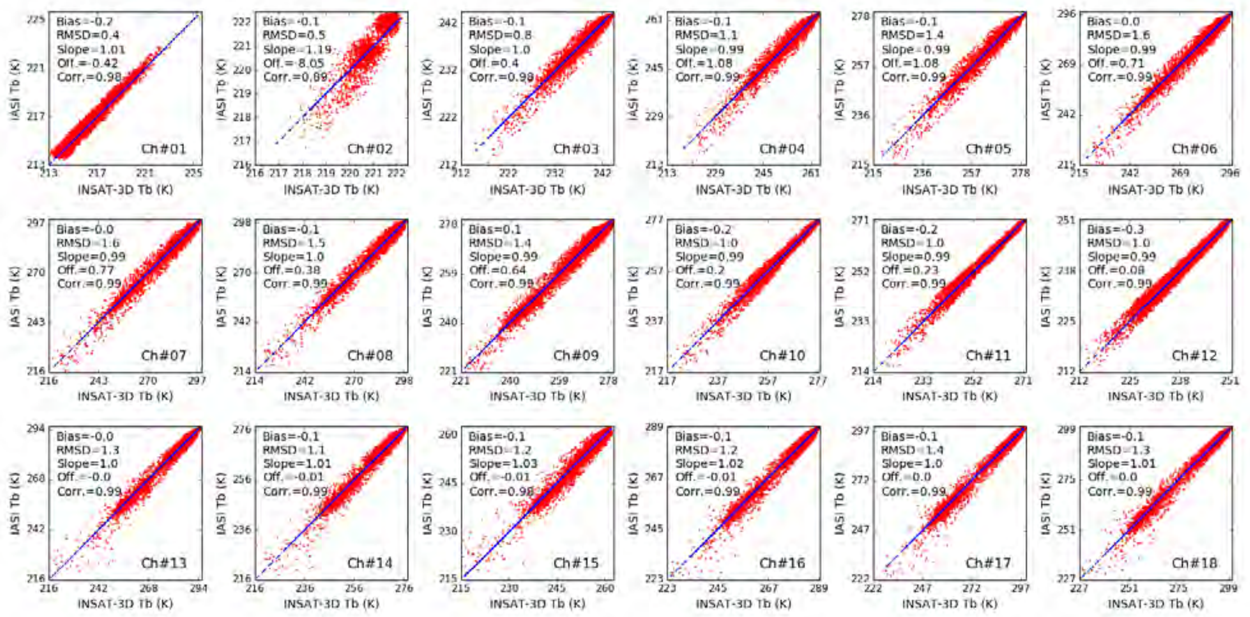


चित्र 4. इनसेट-3डी इमेजर के चारों चैनल के विकिरणों का ईआसी विकिरणों के साथ बिखराव चित्र (फरवरी 2016 दिन (बाएं) एवं रात्रि (दाएं) के समय)

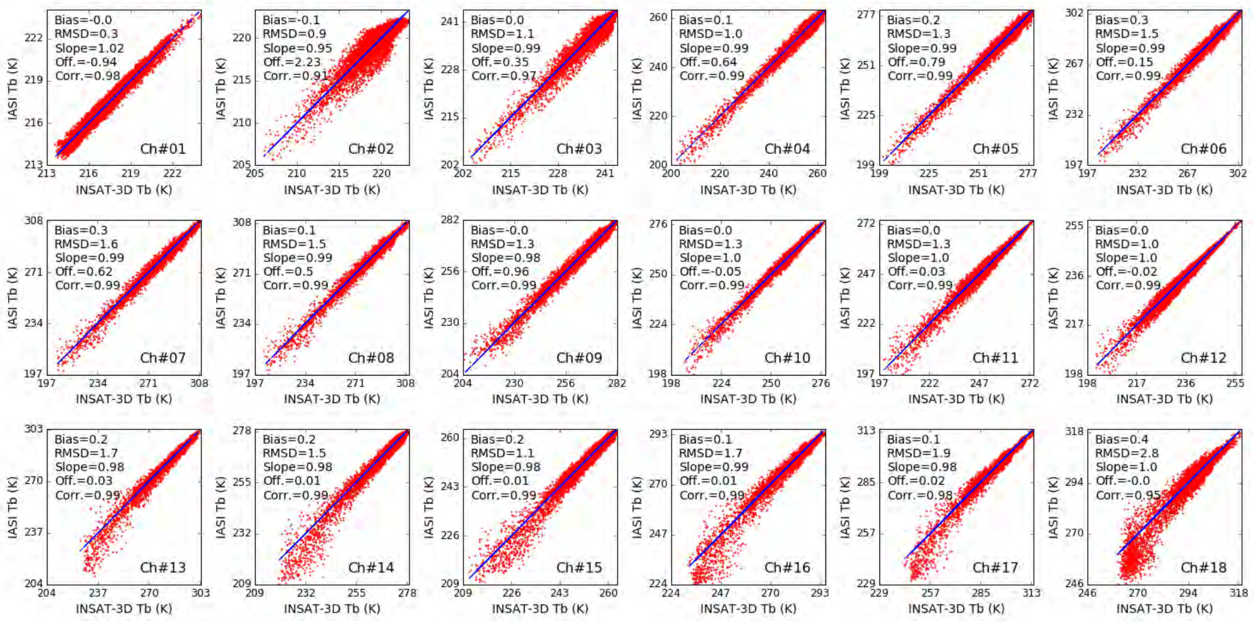
फ़िल्टरिंग : स्थानीय एवं कालिक असुमेलन के कारण तुलना में आने वाली अनियमितताों को दूर करने के लिए कई फ़िल्टरिंग तकनीकों का प्रयोग किया जाता है जिससे कि समांग दृश्यों का प्रेक्षण हो। जिन लक्ष्य क्षेत्र के भीतर

स्थानीय/कालिक परिवर्तनशीलता पूर्व-परिभाषित देहली से अधिक होती है उन्हें बहिष्कृत कर दिया जाता है। परन्तु कुछ चित्रांश उपर्युक्त टेस्ट मे सफल हो जाते है और एकल तुलना मे अनेच्छिक बायस का कारण बनते है। ऐसे चित्रांश को हटाने के लिए अतिरिक्त फ़िल्टरिंग तकनीक जैसे मिडीयन एबसोल्यूट डिविएशन तकनीक का प्रयोग किया जाता है।

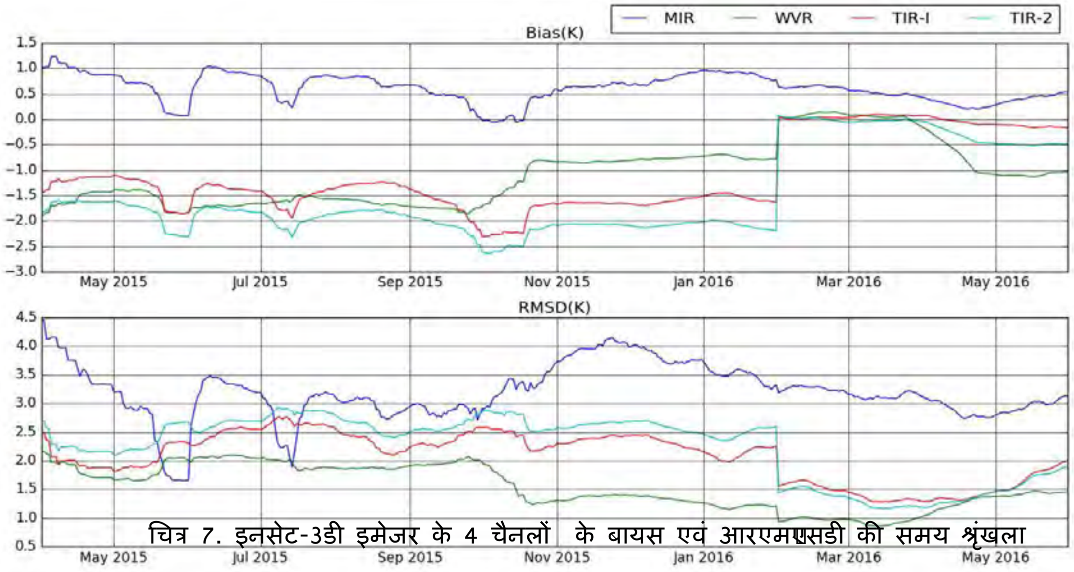
***गुणको की तुलना एवं आकलन*:** मोनिटरिंत उपकरण से प्राप्त विकिरण एवं मानक उपकरण से आकलित सूडो विकिरण की तुलना वेटेड लीनियर रिग्रेशन द्वारा प्रत्येक चैनल के लिए निरपेक्ष रूप से की जाती है।



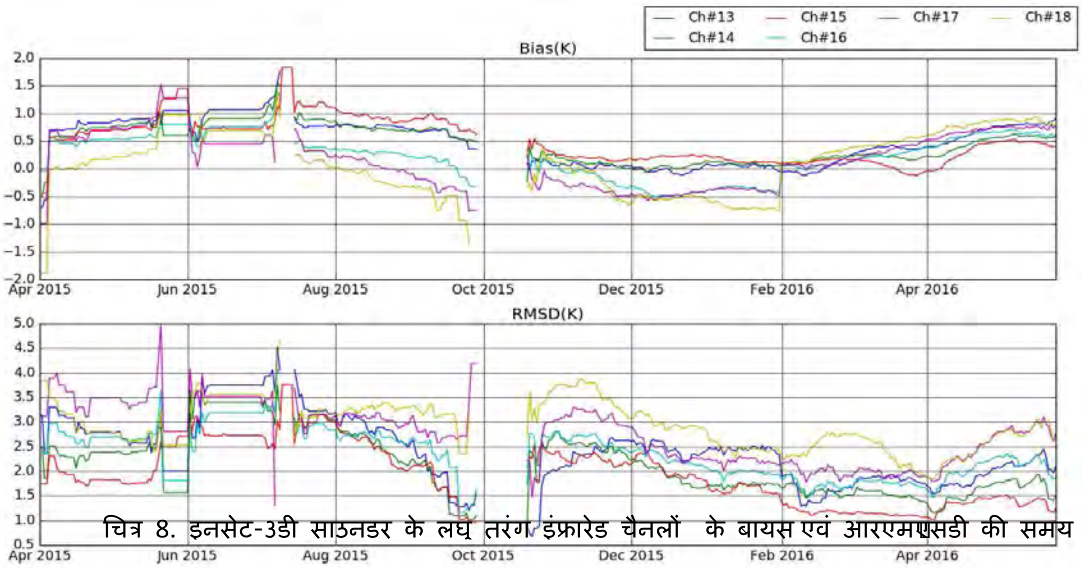
चित्र 5. इनसेट-3डी साउनडर के 18 चैनलों के विकिरणो का ईआसी विकिरणो के साथ बिखराव चित्र (फरवरी 2016 दिन के समय)



चित्र 6. इनसेट-3डी साउनडर के 18 चैनलों के विकिरणो का ईआसी विकिरणो के साथ बिखराव चित्र (फरवरी 2016 रात्रि के समय)



चित्र 7. इनसेट-3डी इमेजर के 4 चैनलों के बायस एवं आरएमएसडी की समय श्रृंखला



चित्र 8. इनसेट-3डी साउनडर के लघु तरंग इंफ्रारेड चैनलों के बायस एवं आरएमएसडी की समय

4. परिणाम

जीसिक्स के मुख्यतः तीन उद्देश्य है। पहला, बायस या मॉनिटरित एवं मानक संवेदक के बीच में अंतर का मात्रीकरण। इन फ़िल्टर किये गए समस्थित आकड़ो आकडो से जीसिक्स करेक्शन एवं बायस का आकलन किया जाता है। चित्र 7-8 में साल 2015-16 में बायस एवं आरएमएसडी की दैनिक विवधता को दर्शाया गया है। दूसरा उद्देश्य है इन बायस को दूर करना। इसके लिए जीओ आकड़ो का जीसिक्स करेक्शन द्वारा पुनः अन्शाकित किया जाता है। इन्सैट-3डी एवं ईआसी विकिरणों की प्रत्यक्ष तुलना के लिए विभिन्न चेनेलो के बिखराव चित्र भी दिखाए गए है (चित्र 5-6)।

5. निष्कर्ष

इन्सैट-3डी साउनडर एवं इमेजर के आंकड़ो को एक मानक संवेदक के सम्य बनाने हेतु ग्लोबल स्पेस बेस्ड इंटर केलीब्रेशन सिस्टम (जीसिक्स) कलनविधि का प्रयोग किया गया है। इस विधि मे वेटेड लीनियर रिग्रेशन द्वारा सम्स्थित जीईओ-एलईओ विकिरणो की प्रत्यक्ष तुलना करते है तथा संशोधित अंशांकन फलन (कैलीब्रेशन करेक्शन फंक्शन) बनाये जाते है। यह उत्पाद तथा इनकी अनियमितता उपकरण के निष्पादन की निगरानी मे सहायक होते है। उपयोग कर्ता इन जीसिक्स कोएफ़ीशीएंट्स को लेवल 1 रेडीएंस पर लगाकर उपयोग में ला सकते है। इस उन्नत अंशांकन द्वारा इन्सैट-3डी के आकड़ो को विभिन्न अवलोकन तंत्र से मिल रहे आकड़ो के साथ समाकलित किया जा सकता है।

शब्द संकेत: उपग्रहीय आकड़े, इन्सैट-3 डी, जीसिक्स, ईआसी, साउंडर, इमेजर, अंशांकन

सन्दर्भ

1. टी. जे. हिवीसन, एक्स. वू, ऍफ़. वू, वाये. ताहारा, एक्स. ह्यू, डी. किम एंड एम.क्रोएनिग, "जीसिक्स इंटर- कैलीब्रेशन ऑफ़ इन्फ्रारेड चेनल्स ऑफ़ जीओस्टेशनरी इमेजर्स युसिंग मेटोप/ईआसी", आईईईई ट्रांसैक्शन्स ओन जीओसाइंस एंड रीमोट सेंसिंग, वोल. 51, क्र. 3, मार्च 2013

2. एम गोल्डबर्ग, जी ओहरिंग, जे बटलर, सी राव, आर दतला, टी. जे. हिवीसन, "द गलोबल स्पेस बेस्ड इंटर- कैलीब्रेशन सिस्टम, बुल. अमेर. मिटीओ. सोस., वोल. 92, क्र.. 4, प्र. 468–475, अप्रैल. 2011.

3. एक्स. वू, टी हिवीसन एंड वाये. ताहारा, जीसिक्स जीओ-लीओ इंटर- कैलीब्रेशन: बेसलाइन एल्गोरिथ्म एंड अर्ली रीसल्ट्स, प्रोस. एसपिआईई, 2009, वोल. 7456, प्र. 745604-1–745604-12.

4. आर. डब्लू. सौन्डर्स, टी. ए. ब्लेक्मोर, बी. कैंडी, पी. एन. फ्रांसिस एंड टी. जे. हिवीसन, मोनिटरिंग सेटलाईट रेडियंस बायेस युसिंग एनडब्लूपी मॉडल्स, आईईईई ट्रांसैक्शन्स ओन जीओसाइंस एंड रीमोट सेंसिंग, वोल. 51, क्र. 3, मार्च 2013.

5. ऍफ़. यू एंड एक्स. वू, रेडीओमेट्रिक कैलीब्रेशन एक्यूरेसी ऑफ़ गोस साउनडर इन्फ्रारेड चेनेल्स, आईईईई ट्रांसैक्शन्स ओन जीओसाइंस एंड रीमोट सेंसिंग, वोल. 51, क्र. 3, मार्च 2013.

आभार

लेखक सैक निदेशक, ईपसा उपनिदेशक का आभार व्यक्त करते है। लेखक यूमेटसेट का ईआसी के आँकड़े प्रदान करने हेतु धन्यवाद देते है। मोसडेक द्वारा इन्सैट-3 डी के आकंडे प्राप्त किये गए है जिनका अध्ययन मे प्रयोग किया गया है।

विषय :सीएमबी के अध्ययन के लिए मिमी-तरंग दूरबीन : एक प्रस्ताव

गौरव शरद सेठ, प्रांतिक चक्रवर्ती
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

1. प्रस्तावना

कास्मिक सूक्ष्मतरंग पृष्ठभूमि (सीएमबी) अधिक तप्त एवं गहन पूर्व ब्रह्मांड का अवशेष विकिरण है। यह उस समय से है जब ब्रह्मांड निष्प्रभावी परमाणु के निर्माण के लिए शीत हो चुका था। प्रारंभिक तप्त एवं गहन ब्रह्मांड में मात्र मुक्त इलेक्ट्रॉन थे चूँकि इसका तापमान संभाव्य आयनीकरण से अधिक था जिससे निष्प्रभावी परमाणु मुख्त इलेक्ट्रॉन का निर्माण कर सके। अतः, तब फोटॉन इलेक्ट्रॉन के साथ युग्मित थे। हालांकि निर्माण के 3,80,000 वर्षों के बाद, ब्रह्मांड ठंडा हुआ (3000K तक) जिससे निष्प्रभावी परमाणु का निर्माण हो सके। प्रकाश एवं द्रव्य वियुग्मित किए गए, ब्रह्मांड पारदर्शी रूप में परिवर्तित हुआ तथा फोटॉन ने हमारे संसूचकों की ओर अपनी यात्रा प्रारंभ की। संभाव्यतः हम तक पहुँचने में ब्रह्मांड का संपूर्ण काल (~13.6 अरब वर्ष) व्यतीत हो गया। इस समय-काल में 3000 K की प्रारंभिक तापमान सीमा ने 2.725K पर ब्लैकबॉडी को कम कर दिया। हालांकि पृथ्वी के वायुमंडल के सशक्त जलवाष्प एवं ऑक्सीजन अवशोषण बैंड इन तरंगलंबाईयों पर रहते हैं तथा सीएमबी से प्राप्त संकेतों की शक्ति 3.3 mW/m^2 तक निम्न होती है। अतः सीएमबी के अध्ययन के लिए, अति-संवेदनशील संसूचकों तथा उन्नत निम्नतापीय (cryogenic) के साथ सूक्ष्मतरंग/मिमी-तरंग अंतरिक्ष आधारित टेलीस्कोप का विकास तथा अंतरिक्ष प्रौद्योगिकियां प्रस्तावित हैं।

पूर्व में COBE अंतरिक्षयान पर प्रवाहित FIRAS उपकरण दर्शाते हैं कि कास्मिक सूक्ष्मतरंग पृष्ठभूमि एकदम सही ब्लैक बॉडी वक्र प्रदर्शित करती है। इससे सीएमबी विज्ञान अनुसंधान की कई सीमाओं जैसे कि सीएमबी विषमदैशिकता मानचित्रण, गैलेक्सी पुंजों के लिए सनीएव-जेलडोविक प्रभाव, सीएमबी में ध्रुवीकरण के मापन का विकास किया जाता है। इस लेख में द्वितीय भाग में इन अनुसंधान क्षेत्रों में किए जा रहे वर्तमान विकास तथा उनके अध्ययन के लिए किए गए वायु-वाहित एवं अंतरिक्ष आधारित प्रयासों पर चर्चा की जाएगी। इस भाग में अग्रभूमि उत्सर्जन, वर्गीकृत त्रुटियां तथा उपकरण की अन्य स्थितियों जैसी प्रयोगात्मक चुनौतियों पर भी चर्चा की जाएगी। तीसरे भाग में इन चुनौतियों को दूर करने के लिए प्रयोग की जाने वाली तकनीकियों तथा मिशन एवं सीएमबी अध्ययन के लिए उच्च संवेदनशीलता तक पहुँचने के लिए प्रणाली आवश्यकताओं के बारे में बताया गया है। चौथे तथा अंतिम भाग में निष्कर्ष का वर्णन है।

भारत ने विद्युतचुंबकीय स्पेक्ट्रमों के दृश्यमान, अवरक्त तथा सूक्ष्मतरंग बैंडों में महारत हासिल की है। हालांकि मिमी/उप-मिमी बैंडों में प्रौद्योगिकियां, जिसमें काफी बड़ी मात्रा में सूचनाएं सन्निहित हैं, अभी तक विकसित नहीं की गई हैं। इस लेख में भारत में विकसित की जाने वाली अत्याधुनिक प्रौद्योगिकी प्रस्तावित की गई है जिससे आवृति बैंड में ब्रह्मांड के रहस्य को खोजा जा सके, जोकि भारत में पूर्व में कभी नहीं खोजा गया है।

2. विज्ञान सीमा

2.1 सीएमबी सांतत्यक (Continuum) संसूचन

COBE अंतरिक्षयान पर प्रवाहित FIRAS उपकरण ने सूक्ष्मतरंग मेघ उत्सर्जन एवं संपूर्ण ब्लैकबॉडी के बीच उत्तम करार दर्शाया है। हालांकि सिद्धांत बताते हैं कि उच्चतर संवेदनशीलता पर यह करार निष्फल हो जाता है। यह वक्र जोकि 160 गीगाहर्ट्ज के शिखर पर है, को सीएमबी विकिरण के एकदम सही ब्लैक बॉडी व्यवहार की पुनःजाँच के लिए संवेदनशीलता के उच्चतर परिमाण के साथ डेटा पाइंट की उच्चतर संख्या पर पुनःउत्पादित किया जा सकता है।

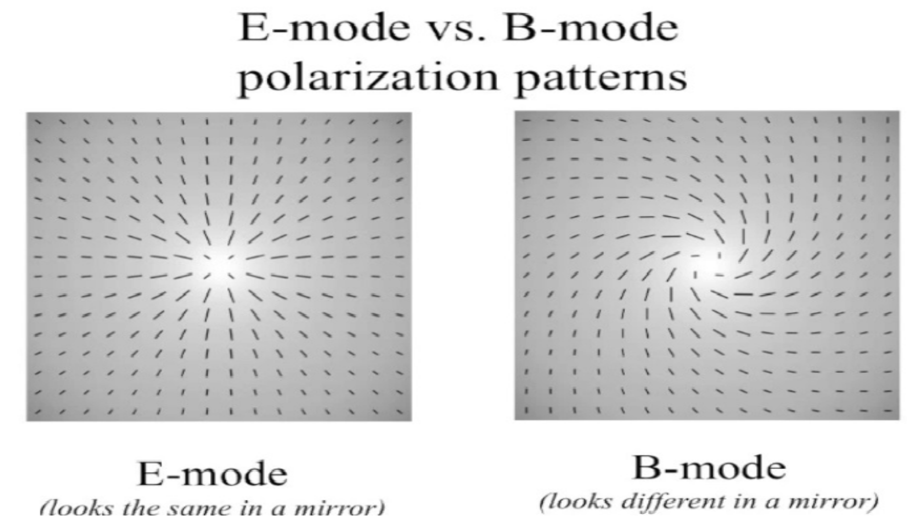
2.2 सीएमबी विषमदैशिकता मानचित्रण

यद्यपि सीएमबी से दीप्ति एक समान रूप से सभी दिशाओं से आती है तथापि अधिकांशतः प्रारंभिक ब्रह्मांड में घट-बढ़ घनत्व के कारण यहाँ कुछ सूक्ष्म केल्विन विषमदैशिकताएं हैं। इन उतार-चढ़ाव के कारण गैल्कसी पुंजों का निर्माण

होता है। विविध कास्मिक निर्माण सिद्धांतों को समझने एवं उनके सत्यापन के लिए इस विषमदैशिकता का उच्च विभेदन मानचित्रण अत्यंत महत्वपूर्ण है।

2.3 सीएमबी में ध्रुवीकरण का मापन

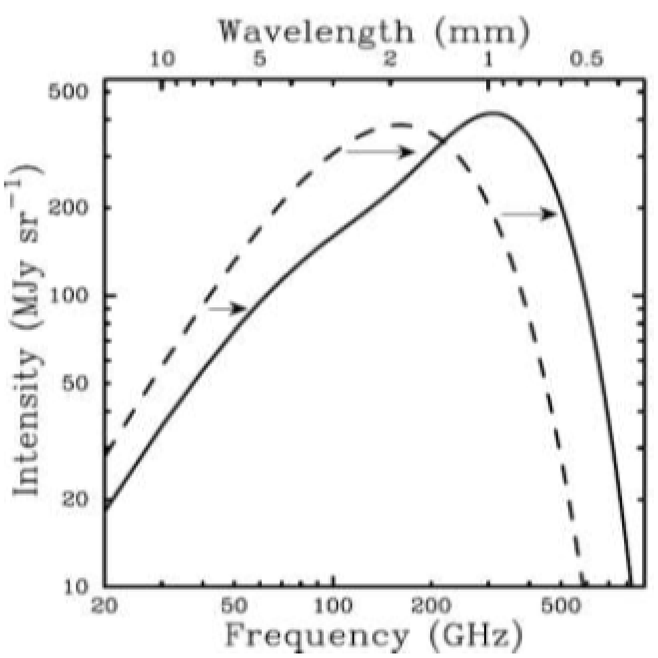
वर्तमान स्वीकृत कास्मिक सिद्धांतों के अनुसार, ब्रह्मांड अपने प्रारंभिक चरण के दौरान काफी तीव्र गति से विस्तृत होता है तथा यह घटना को मुद्रा स्फीति कहा जाता है। इससे गुरूत्वीय तरंगों( ) का सृजन होता है। घट-बढ़ घनत्व के द्वारा प्रवृत्त तापमान विषमदैशिकताओं के अलावा, पूर्व ब्रह्मांड में गुरूत्वीय तरंगें माप्य कर्ल ध्रुवीकरण स्वतः प्रवृत्त करती हैं। पैटर्न की माप तथा सीएमबी कर्व-ध्रुवीकरण के आयाम से अन्ततः हम कई कास्मिक सिद्धांतों की जाँच कर सके। इसके अतिरिक्त यह गुरूत्वीय तरंगों के अस्तित्व का प्रत्यक्ष प्रमाण भी है, जिसकी अभी तक मात्र सिद्धांतों में ही बात की गई थी तथा इन अस्तित्वों के कोई प्रत्यक्ष प्रमाण उपलब्ध नहीं थे। हाल हि में के द्वारा भी इसका प्रमाण मिला है।



चित्र-1 इस चित्र में ध्रुवीकरण पैटर्न दर्शाया गया है जोकि सीएमबी में देखा जा सकता है। ई-मोड घनता एवं भ्रमिलता क्षोभ के कारण है जबकि बी-मोड मुद्रा स्फीति के बाद जनित गुरूत्वीय तंरगों के कारण है।

2.4 सनीएव-जेल्डोविक प्रभाव का मापन

जब तप्त गैलेक्सी पुंज से सीएमबी फोटॉन ऊर्जात्मक इलेक्ट्रॉन के प्रभाव में आते हैं तो वे विपरीत-काम्पटन प्रकीर्णन को प्रभावित करते हैं। अतः, जब हम अग्रभूमि में सीएमबी को गैलेक्सी पुंज से देखते हैं तो सीएमबी वक्र हल्का सा नीली ओर अंतरित दिखता है। इसे सनीएव-जेल्डोविक प्रभाव (एसजेडई) कहा जाता है। एसजेडई के परिमाणन से अत्यंत महत्वपूर्ण विज्ञान की खोज की गई है क्योंकि एसजेडई स्वतंत्र लाल अंतरित है। एसजेडई प्रेक्षणों को यदि



चित्र 2. यह चित्र एसजेडई (ठोस रेखा) द्वारा विकृत सीएमबी (डैश रेखा) दर्शाता है। प्रभाव को स्पष्ट करने के लिए यह चित्र परिकल्पित गैलेक्सी पुंज के लिए बनाया गया है जोकि विशिष्ट प्रकार के गैलेक्सी पुंज से 1000 गुना मजबूत है।

एक्स-रे डेटा से मिलाया जाए तो ये गैलेक्सी पुंजों से दूरियों को मापने का काम कर सकता हैं। आज की तिथि तक 26 गैलेक्सी पुंजों से मात्र 41 एसजेडई/एक्स-रे निर्धारित दूरियां हैं। सनीएव-जेल्डोविक प्रभाव द्वारा दृश्यमान गैलेक्सियों के पुंज का सर्वेक्षण कास्मिक विज्ञान की पृष्ठभूमि तथा हबल स्थिरांक के बारे में महत्वपूर्ण सूचना उपलब्ध करा सकता है।

2.5 अभी तक के माप एवं भविष्य की संभावनाएं

2.1 से 2.4 खंड में चर्चा की गई विज्ञान सीमाएं अंतरिक्ष वाहित एवं वायुवाहित प्लेटफार्मों से कई बार मापी गईं। COBE पहला वह मिशन था जिसने सीएमबी के ब्लैकबॉडी वक्र तथा इसकी विषमदैशिकताओं को 7^o के विभेदन पर मापा, बाद में WMAP एवं प्लैंक मिशनों ने विषमदैशिकता को क्रमशः 0.2^o एवं 5’ के उच्च विभेदन पर मापा। BOOMERANG, BICEP, एवं ALMA वेधशालाओं से लिए गए भू आधारित मापनों ने भी इन सीएमबी विज्ञान सीमाओं में योगदान दिया।

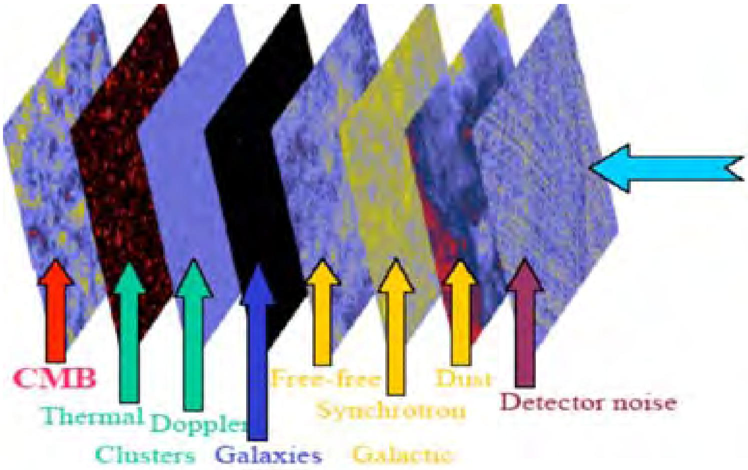
सीएमबी अनुसंधान का भविष्य का कार्यक्षेत्र मुख्यतः इसके कर्ल ध्रुवीकरण की पहचान से संबंधित है। यह गुरूत्वीय तरंगों की प्रत्यक्ष पहचान होगी तथा इससे स्फीतिक कास्मिक विज्ञान सिद्धांत की पुष्टि होगी।

2.6 प्रयोगात्मक चुनौतियां तथा अन्य उपकरण स्थितियां

बड़े पैमाने पर विषमदैशिकता के मापन में सबसे बड़ी खगोलभौतिकीय बाधा विसरित गैलेक्सीय विकिरण के कारण होती है। इन अग्रभूमि विरूपण के मुख्य स्रोत हैं:

1. गैलेक्सीय चुंबकीय क्षेत्र में उच्च ऊर्जा इलेक्ट्रॉनों से सिनरोट्रान विकिरण
2. अंतरातारकीय धूल से तापीय उत्सर्जन
3. आयनीकृत H II क्षेत्र से तापीय ब्रैम्स्ट्रालुंग
4. टेलीस्कोप के संबंध में गैलेक्सियों की गति के कारण डॉप्लर प्रभाव

प्रस्तावित विज्ञान कार्यक्रम को संचालित करने के लिए अपेक्षित मुख्य उपकरण हैं: एसजेडई मापन के लिए उच्च कोणीय विभेदन तथा गैलेक्सीय विज्ञान के लिए आवश्यक एक बड़ा टेलीस्कोप; 10 K के नीचे के तापमान के लिए टेलीस्कोप शीतलक, उच्च संवेदनशीलता के लिए आवश्यक; कई संसूचकों का एक बड़ा फोकस तल, संवेदनशीलता एवं स्पेक्ट्रमी विस्तार के लिए; अंशांकन की गुणवत्ता, परिशुद्ध घटक पृथक्करण के लिए आवश्यक।



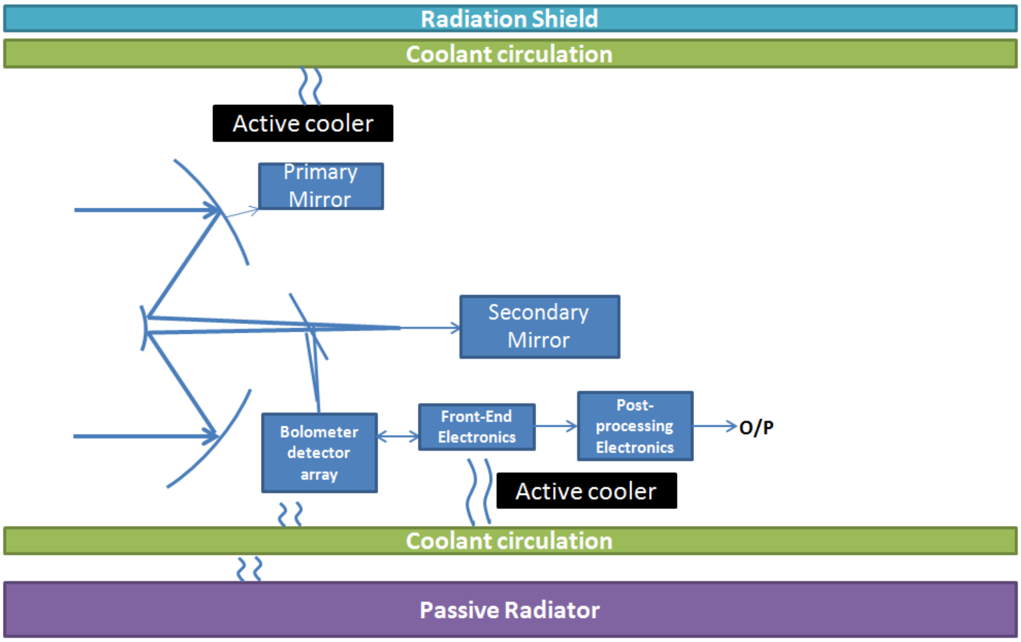
चित्र 3. चित्र सीएमबी की साइट की रेखा में उपस्थित अग्रभूमि रव को दर्शाता है जिसे सीएमबी स्पेक्ट्रम के अध्ययन के पूर्व पृथक किया जाना आवश्यक है।

3. उपकरण प्रणाली अभिकल्प

सीएमबी के अध्ययन के लिए गैलेक्सीय अग्रभूमि उत्सर्जन को पृथक किया जाना आवश्यक है। अग्रभूमि उत्सर्जन को हटाने के लिए हमें आवृत्ति बैंड की विस्तृत सीमा चुननी होती है। सीएमबी स्पेक्ट्रम 160 गीगाहर्ट्ज पर शिखर पर होता

है। 160 गीगाहर्ट्ज से नीचे की आवृत्तियों पर सीएमबी स्पेक्ट्रम अधिक प्रबल होता है जबकि उच्च आवृत्तियों पर चित्र 3 में दर्शाए गए अग्रभूमि उत्सर्जन अधिक प्रबल होते हैं।

अतः वांछनीय है कि कम से कम तीन बैंड उपलब्ध रहें, एक 160 गीगाहर्ट्ज से निम्न आवृत्ति पर, एक सीएमबी की शिखर आवृत्ति पर तथा एक बैंड 250 गीगाहर्ट्ज से ऊपर पर जोकि प्रमुख रूप से अग्रभूमि उत्सर्जन को ग्रहित करे।



चित्र 4 प्रस्तावित टेलीस्कोप का ब्लॉक आरेख

4. निष्कर्ष

इस लेख में मिमी तरंगलंबाईयों पर सीएमबी के अध्ययन के लिए वैज्ञानिक अनुसंधान के क्षेत्र के बारे में संक्षिप्त रूप से प्रस्तुति दी गई है। इस लेख में प्रयोगात्मक चुनौतियों तथा वर्गीकृत त्रुटियों को भी प्रस्तुत किया गया है, जोकि सीएमबी स्पेक्ट्रम के अध्ययन के लिए दूर की जानी आवश्यक हैं।

मिमी तरंग खगोलविज्ञान में हम आकाश से आने वाले अत्यंत निम्न ऊर्जा फोटॉन से संबंध रखते हैं। अतः टेलीस्कोप के लिए उच्च संवेदनशीलता तथा शीतलन आवश्यक है। एक अंतरिक्ष आधारित प्लेटफार्म सर्वाधिक उपयुक्त होगा चूँकि अंतरिक्ष आधारित प्रकाशिक प्रणाली द्वारा पहुँचाया जाने वाला अधिकतम विभेदन मात्र इसकी विवर्तन सीमा द्वारा सीमित होता है।

इसके अलावा एक अंतरिक्ष प्लेटफार्म एक कक्षा का इस प्रकार चयन किया जा सकता है (जैसे कि एल2 बिंदु के लगभग की कक्षा) जिससे अबाधित आकश को देखा जा सके तथा उपकरण निष्क्रिय रूप से निम्न तापमान पर ठंडा रहे।

5. आभार

लेखक इस अनुंसधान को करने के लिए प्रेरणा प्रदान करने हेतु श्री तपन मिश्रा, निदेशक, सैक, श्री राजीव ज्योति, उप निदेशक, एमआरएसए का आभार व्यक्त करते हैं। लेखक श्री दीपक पुत्रेवु, प्रधान,एम्एसएसडी, श्री डी.बी. दवे, ग्रुप निदेशक एम्एसईजी, श्रीमती जॉली धर, श्रीमती हर्षिता तोलानी, श्री सी.वी.एन.राव, श्री अनूप बैनर्जी, श्री निलेश देसाई का भी आभार व्यक्त करते हैं जिन्होंने इस लेख को लिखने में सहायता प्रदान की। अंत में हिन्दी तकनीकी संगोष्ठी आयोजन समिति तथा हिन्दी अनुभाग का भी आभार व्यक्त करते है जिनके प्रयासों से इस संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है।

***

'नाविक' मेक इन इण्डिया और अच्छे दिनों का अद्भुत संजोग : नाविक के सामाजिक उपयोग के विशेष संदर्भ में

डॉ दीप चन्द्र
सामाजिक अनुसंधान सहायक
एसआरईडी/पीपीईजी/डेकू

सारांश

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन दुनिया के सर्वश्रेष्ठ अंतरिक्ष संगठनों में से एक है। इस संगठन ने हमेशा देश की आकांक्षाओं को पूरा करने की कोशिश की है। हमारे लोकप्रिय प्रधानमंत्री श्री नरेन्द्र मोदी जी ने मेक इन इण्डिया की शुरूआत की जिसका उद्देश्य देश में ही सभी प्रकार के उत्पादन को बढ़ावा देना है। हालांकि इसरो इसमें पहले से ही लगातार प्रयासरत रहा है।

उत्पादन और प्रौद्योगिकी का विकास देश में ही किया जाए। इस उद्देश्य के लिए इसरो हमेशा से प्रयासरत रहा है साथ ही अतंरिक्ष प्रौद्योगिकी को आम जन मानस के हित के लिए प्रयोग किया जाए। अभी तक हमारे पास स्वदेशी नेविगेशन सिस्टम नहीं था। जिस तरीके से इसरो ने सफलता पूर्वक आईआरएनएसएस-1जी को अपनी कक्षा में स्थापित करने में सफलता प्राप्त की है, यह हमारे लिए ऐतिहासिक सफलता है।

मेक इन इण्डिया को पूरी तरह से आत्मसात करते हुए इसरो ने जिस प्रकार से अपने कार्यक्रमों का संचालन किया है और नाविक के अलावा अन्य सभी कार्यक्रमों में मेक इन इंडिया का पालन किया जा रहा है। प्रस्तुत शोधपत्र के माध्यम से मेक इन इण्डिया और नाविक के द्वारा देश के आम लोगों को होने वाले लाभों को विश्लेषित किया गया है। इसके लिए द्वितीयक स्रोतों का प्रयोग किया जाएगा।

प्रमुख शब्दः- मेक इन इण्डिया, अच्छे दिन, नाविक एवं अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी आदि

प्रस्तावना

प्रधानमंत्री नरेंद्र मोदी ने विज्ञान भवन में आयोजित एक समारोह में 25 सितंबर, 2014 को इस कार्यक्रम की औपचारिक शुरूआत की गयी जिसका नाम उन्होनें मेक इन इण्डिया रखा। इस पहल के पीछे प्रमुख उद्देश्य रोजगार सृजन और अर्थव्यवस्था के 25 क्षेत्रों में कौशल विकास पर विशेष ध्यान केंद्रित करने के लिए किया गया है। इस पहल का प्रमुख उद्देश्य उच्च गुणवत्ता मानकों को स्थापित करना है और पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव को कम-से-कम करना है। इस कार्यक्रम के तहत 25 क्षेत्रों में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी को भी शामिल किया गया है। इसरो ने तो मेक इन इंडिया की पहल बहुत पहले ही शुरू कर दिया था।

ये योजना हमारे माननीय प्रधानमंत्री जी की महत्वाकांक्षी परियोजना है जिससे भारत में ही वस्तुओं का निर्माण एक प्रमुख शर्त है जिससे यहाँ के लोगों को रोजगार मिलेगा एवं देश की आर्थिक मजबूती और विकास होगा। इसरो ने अपनी महती भागीदारी को इसमें सुनिश्चित किया है। आज भारत ने अपना नेविगेशन सैटेलाइट नाविक बना लिया है। जैसा कि हम जानते हैं, बिना किसी दिशासूचक या सहायता के हम समंदर में यात्रा नहीं कर सकते हैं। इसके लिए हमें एक नाविक की जरुरत होती है। अभी तक हम हमारे पास यह सुविधा नहीं थी। इसके लिए हमें विदेशी तकनीकी का प्रयोग करना पड़ता था।

इसरो ने अंतरिक्ष विज्ञान और अनुसंधान के क्षेत्रों में हिंदुस्तान का कद आसमान से ऊंचा कर दिया है। भारत ने अब अपना स्वदेशी नाविगेशन सिस्टम विकसित कर लिया है, यानी अब हम अपने मोबाईल फोन, कंप्यूटर सहित तमाम इलेक्ट्रॉनिक

गजेट अपनी स्वदेशी तकनीकी के माध्यम से संचालित कर पाएंगे। अभी हम और आप जिस विदेशी जीपीएस का इस्तेमाल कर रहे हैं, अब उसकी जगह आप मेड इन इंडिया नेविगशन सिस्टम आईआरएनएसएस का इस्तेमाल भी कर पाएंगे।

नाविक की सामाजिक उपयोगिता

इसरो ने 28 अप्रैल 2016 को अपने सातवें और आखिरी नाविगेशन सिस्टम को सफलतापूर्वक लॉन्च कर दिया है। इस नाविगेशन सिस्टम का नाम इंडियन रीजनल नेविगशन सैटेलाइट सिस्टम है। आप इसे आम भाषा में देसी जीपीएस सैटेलाइट भी कह सकते हैं। इस सिस्टम को भारत में औपचारिक तौर पर NAVIC (नाविक) यानी नेविगेशन विद इंडियन कांस्टेलशन (Navigation With Indian Constellation) के नाम से जाना जाएगा।

नाविक 7 सैटेलाइटों का एक समूह है जो ऊंचे हिमालय से लेकर गहरे समुद्र तक भारत की 7 आंखों की तरह काम करेगा, जिससे हम भारत के हर क्षेत्र पर नजर रख सकते हैं। इसके माध्यम से रक्षा क्षेत्र में भारत की स्थिति और अच्छी हो गयी है। अब हमारी सीमाएँ ज्यादा सुरक्षित हो गयी हैं। समुद्र, आकाश और भूमि सभी पर हमारी नजर नाविक के माध्यम से रहेगी। श्रीहरिकोटा से पोलर सैटेलाइट लॉचिंग वेहिकल (PSLV C 31) ने इस सैटेलाइट को लेकर दोपहर 12 बजकर 50 मिनट पर उड़ान भरी और 20 मिनट बाद इसे पृथ्वी की कक्षा में स्थापित कर दिया। यह एक ऐतिहासिक सफलता भारत ने प्राप्त की अब हम नेवीगेशन के मामले में सक्षम हो गये हैं।

PSLV C-31, पोलर सैटेलाइट लॉचिंग वेहिकल लॉन्च सिस्टम का XL यानी एक्स्ट्रा लार्ज संस्करण है जो आंतरिक्ष में ज्यादा भार ले जा सकता है। भारत को नेविगेशन सिस्टम के मामले में आत्मनिर्भर होने के लिए कुल सात सैटेलाइट लॉन्च करने थे। इस कड़ी में ये सातवां सैटेलाइट है जो अगले 12 वर्ष तक काम करेगा। इसके माध्यम से पूरे देश की गतिविधि और लोकेशन की स्थिति का सही-सही पता लगाया जा सकेगा।

जैसे ही सैटेलाइट काम करना शुरू करेगा भारत का देसी नेविगशन सिस्टम अमेरिका के जीपीएस सिस्टम जितना सटीक हो जाएगा। नाविक यानी नेविगेशन विद इंडियन कांस्टेलशन (Navigation With Indian Constellation) सेना के साथ साथ आम नागरिकों के लिए भी उपलब्ध होगा, आम भारतीय नागरिक नाविक (NAVIC) की स्टैंडर्ड पोजिशनिंग सर्विस (Standard Positioning Service) इस्तेमाल कर पाएंगे जबकि इसका जो प्रारूप सेना इस्तेमाल करेगी वो एन्क्रिप्टेड Encrypted होगा यानी आम लोगों के लिए प्रतिबंधित होगा।

सेना के इस्तेमाल के बाद हमारी भौगोलिक सुरक्षा और सुदृढ हो जायेगी। हमारी सुरक्षा व्यवस्था मजबूत होने से हमारी आर्थिक, सामाजिक गतिविधियों को और भी सकारात्मक तरीके से आगे बढ़ा सकते हैं। जिससे भारत की विकास गति और भी बढ़ेगी। आम मोबाईल फोन में मौजूद जीपीएस रिसीवर की मदद से भारत के लोग स्वदेशी नेविगशन सिस्टम का इस्तेमाल कर पाएंगे। आपको ये जानकर गर्व होगा कि 7 स्वदेशी नेविगशन सैटेलाइट लॉन्च करने के बाद भारत दुनिया का पांचवा ऐसा देश बन गया है जिसके पास संपूर्ण रूप से अपना नाविगेशन सिस्टम है।

अभी अमेरिका के पास अपना ग्लोबल पोजीशनिंग सिस्टम (Global Positioning System) यानी GPS है। रूस के नाविगेशन सिस्टम का नाम ग्लोनास है। फ्रांस के नाविगेशन सिस्टम का नाम है डोरिस (DORIS)। ये दूसरे सैटेलाइट नाविगेशन सिस्टम (satellite navigation systems) से काफी अलग है क्योंकि इसमें धरती से सैटेलाइट की तरफ सिग्नल भेजे जाते हैं। जबकि दूसरे नाविगेशन सिस्टम में सिग्नल, सैटेलाइट से धरती की तरफ भेजे जाते हैं। इसका इस्तेमाल मौसम और धरती में होने वाले बहुत छोटे बदलावों को रेकार्ड करने के लिए भी किया जाता है क्योंकि इसकी सटीकता बहुत अच्छी होती है।

यूरोपियन यूनियन भी अपने नाविगेशन सिस्टम पर काम कर रहा है, जिसका नाम है गैलीलियो (Galileo)। ये वर्ष 2020 तक पूरी तरह तैयार हो जाएगा। भारत में अंतरिक्ष के क्षेत्र में व्यासायिक कामकाज इसरो (ISRO) के तहत काम करने वाली कंपनी अंतरिक्ष कार्पोरेशन लिमिटेड (Antrix Corporation Limited) संभालती है, जिसकी स्थापना आज से 24 वर्ष पहले 1992 में की गई थी। अंतरिक्ष कार्पोरेशन लिमिटेड अंतर्राष्ट्रीय ग्राहकों को अंतरिक्ष से जुड़ी सेवाएं और उत्पाद मुहैया कराती है। अंतरिक्ष कार्पोरेशन लिमिटेड का वर्ष 2014-15 का टर्नओवर 1860 करोड़ रुपये का था।

अंतरिक्ष कार्पोरेशन के जरिए अंतरिक्ष के बाजार में फिलहाल इसरो (ISRO) का हिस्सा 3 से 4 प्रतिशत के बीच है लेकिन भारत का पी एस एल वी (PSLV) तेजी से दुनिया के दूसरे देशों की पसंद बनता जा रहा है। 1980 तक अंतरिक्ष के बाजार में अमेरिका का 100 प्रतिशत कब्जा था जो अब घटकर 60 प्रतिशत रह गया है। 28 सितंबर 2015 को पी एस एल वी (PSLV) के जरिए इसरो (ISRO) ने पहली बार अमेरिका की एक कंपनी के 4 सैटेलाइट अंतरिक्ष में लॉन्च किए थे। ISRO ने इजरायल, इटली, जापान, ब्रिटेन, स्विटजरलैंड, टर्की और साउथ कोरिया जैसे देशों के सैटेलाइट भी अंतरिक्ष में भेजे हैं। भारत में जब अंतरिक्ष कार्यक्रम की शुरूआत हुई थी, तब रॉकेट साइकिल पर रखकर और उपग्रह बैलगाड़ी पर रखकर एक जगह से दूसरी जगह पहुंचाए जाते थे।

पीएम मोदी ने अपने संदेश में कहा कि "मेक इन इंडिया और मेड इन इंडिया के सपने को भारतीय वैज्ञानिकों ने साकार कर दिखाया है, मैं उनका बहुत-बहुत धन्यवाद देता हूं।" नाविक का इस्तेमाल ट्रेन में सफर करते समय, कार से सफर करते समय बड़ी आसानी से किया जा सकेगा। नाविक हमें रास्ता दिखायेगा, नेविगेशन सैटेलाइट सिस्टम जो कि नेविगेशन विद इंडियन कॉन्स्टिलेशन (NAVIC) के नाम से यह जाना जाएगा। हम व्यवस्था साहसी नाविकों को समर्पित किया जा रहा है। यह हमारा अपना नाविक होगा। सदियों पहले हमारे नाविक चंद्र सितारों की मदद से समुद्र में उतरते थे। लेकिन अब विज्ञान की मदद से इस तकनीक की मदद से नाविक समुद्र में उतर सकते हैं। अगर सार्क देश चाहे तो वो भी भारत की इस जीपीएस की सेवा ले सकते हैं। इसकी क्षमता इतनी है कि यह भारत के अलावा 1500 स्क्वायर किलोमीटर की दूरी में भी अपनी सेवा दे सकता है। मंजिल का पक्का एड्रेस तय किया जाएगा। अब हमारे विमानों को अगर लैंड करना है तो अपनी व्यवस्था से सटीकता से लैंड किया जा सकता है। प्राकृतिक आपदा के समय मदद पहुंचाने के लिए अपनी जीपीएस सिस्टम मदद करेगा।

नाविक का सामाजिक उपयोग

नाविक देश के स्थलीय और समुद्री नेवीगेशन के लिए अति महत्वपूर्ण है। समुद्र में जब मछुआरे मछली पकड़ने जाते हैं तो वो कभी-कभी रास्ता भूल जाते हैं। अब इस नेविगेशन के माध्यम से वे रास्ते का पता लगा सकते हैं। हमारी समुद्री सीमाओं की सुरक्षा और व्यापार के लिए इसका सकारात्मक प्रयोग किया जा सकता है।

हमने कई बड़ी प्राकृतिक और मानव जनित आपदाओं को देखा है। जैसे उड़ीसा का चक्रवात, गुजरात का भूकम्प, दक्षिण एशिया का सुनामी, बिहार की बाढ़, उत्तराखण्ड की बाढ़ इत्यादि। कुछ दशकों से आपदाओं का दौर ही शुरू हो गया है। जिससे देश का आर्थिक और मानव संसाधन का लगातार नुकसान हो रहा है। देश में गरीबी होने का एक कारण यह भी है कि प्रतिवर्ष हमें आपदाओं का सामना करना पड़ता है।

आपदा का कुशलता पूर्वक प्रबंधन करना सबसे बड़ी प्राथमिकता होती है। इसमें नाविक की भूमिका को नकारा नहीं जा सकता है, जिसके माध्यम से हम आपदा प्रबंधन को बहुत प्रभावी तरीके से कर रहे हैं।

इस नाविक के माध्यम से हम सुरक्षा से संबंधित वाहनों को उनकी सही लोकेशन बता सकते हैं। इसके अलावा आम लोगों के वाहनों को भी सही रास्ता बतायेगा। सार्वजनिक वाहनों की लोकेशन पर आधारित व्यवस्था को अपनाया जा रहा है जिसके माध्यम से आम लोगों को काफी सुविधा और लाभ प्राप्त होगा। टैक्सी, ऑटो, बस और अन्य वाहनों को हम सटीक रूप से उनकी लोकेशन बता सकते हैं। इसके अलावा अपराध रोकने के काम आ सकता है जिससे होने वाले अपराधों को कम करने में हम इसका उपयोग कर सकते हैं।

मोबाइल तकनीकी इस नेवीगेशन से और भी उपयोगी बन गई है। अगर आप कहीं खो जायें और रास्ता भूल जाये तो आप देसी नेविगेशन के माध्यम से आप अपने मनचाहे रास्ते को प्राप्त कर सकते हैं। और नेवीगेशन आधारित सेवाओं में भी हम

इस तकनीकी का प्रयोग कर सकते हैं। आज इस मोबाइल तकनीकी से आम आदमी के अच्छे दिन और मेक इण्डिया के माध्यम से आज कई भारतीय कम्पनियाँ इस क्षेत्र में नेवीगेशन सम्बन्धी सेवाएँ प्रदान कर रही हैं। अब हम अपने देसी नेविगेशन का इस्तेमाल कर सकते हैं जैसे मोबाइल एप से इससे सम्बन्धित सेवाओं को तेज गति प्रदान कर सकते हैं।

इस नेविगेशन के माध्यम से आप स्पष्ट एवं सटीक समय के अनुसार कार्य कर सकते हैं जिसके माध्यम से रेलवे में होने वाली दुर्घटनाओं को कम किया जा सकता है। अब इस तकनीकी से रेलवे दुर्घटनाओं को कम कर सकती है और इससे देश की आर्थिक और सामाजिक परिस्थिति में सकारात्मक बदलाव लाया जा सकता है।

चालकों को अब वाहन चलाते समय आवाज और चलचित्र के साथ नेविगेशन के निर्देश दिये जा सकते हैं जिससे सड़क दुर्घटनाओं में कमी आ सकती है। इस तरह आम लोगों को इस नेविगेशन तकनीकी से अच्छे दिनों का आनंद प्राप्त हो सकता है।

नेविगेशन से प्राप्त डेटा का प्रयोग सामाजिक विकास में किया जा सकता है जिसमें ग्रामीण विकास, शहरी विकास, आपदा प्रबंधन इत्यादि शामिल हैं। हम देश के विकास के लिए बनने वाली योजनाओं को सही से क्रियान्वित करने के लिए इसका प्रयोग कर सकते हैं। अब तो किसी भी सामाजिक योजना पर इस तकनीक से माध्यम से नजर रखी जा सकती है। विकास की गति को और तेजी से बढ़ाया जा सकता है। पर्यावरण को होने वाले नुकसान पर नजर रखी जा सकती है। देश में आए दिन पर्यावरण परिवर्तन की खबरें हम देखते और सुनते रहते हैं अब इस नेविगेशन के माध्यम से हम इनका तुलनात्मक अध्ययन कर सकते हैं और इससे जैव विविधता को भी हम स्थापित कर सकते हैं।

निष्कर्ष

उपरोक्त विश्लेषण के माध्यम से हम यह तय करने की स्थिति में हैं कि नेविगेशन के इस नाविक से हमारे देश के सभी आयामों को लाभ होगा। देश की सुरक्षा को और सुदृढ़ता प्रदान होगी। इसके लिए नाविक के विशेष सुरक्षात्मक प्रयोग का अधिकार सिर्फ भारतीय रक्षा मंत्रालय को होगा। इसकी पहुँच आम विभाग और आम व्यक्ति तक नहीं होगी।

हवाई जहाज, पानी के जहाज, व्यक्तिगत वाहनों आदि की सही लोकेशन का पता किया जा सकता है। जिससे अपराध और सड़क, हवाई और समुद्री दुर्घटनाओं को रोका जा सकता है। इसके माध्यम से हम लोकेशन आधारित कई सेवाओं को प्राप्त कर सकते हैं और इनकी शुरूआत कर सकते हैं जैसे ओला, टैक्सी फार श्योर, ओयो, बिग बास्केट जैसी सेवाओं में और तेजी आ सकती है जिसमें हम इसरो के मेक इन इण्डिया के द्वारा आम लोगों के अच्छे दिन कह सकते हैं।

इसी नेवीगेशन से हम सामाजिक विकास से सम्बन्धित कार्यक्रमों को सही से क्रियान्वित कर सकते हैं और उनकी सही स्थिति का पता लगा सकते हैं। आपदा प्रबंधन, भूमि, जल, आकाश, समुद्र इत्यादि पर हम सब पर नजर रख सकते हैं। यह नेविगेशन सामाजिक उपयोग के क्षेत्र में बहुत ही महत्वपूर्ण साबित होगा।

नाविक की सबसे बड़ी बात ये हैकिइस प्रोजेक्ट में पूरीतरह से मेकइन इंडिया कार्यक्रम का पालन किया गया है। जिसकी वजह से आज आम भारतवासी को गर्व का अनुभव हो रहा है यानि इसे हम अंतरिक्ष तकनीकी और आमजन के अच्छे दिन भी कह सकते हैं।

संदर्भ

1. http://www.isro.gov.in
2. http://www.sac.gov.in
3. http://www.dos.gov.in
4. http://scroll.in/article/807449/how-the-kargil-war-led-india-to-develop-navic-its-own-satellite-navigation-system
5. http://economictimes.indiatimes.com/news/science/6-things-you-need-to-know-about-indias-own-gps system/articleshow/52023249.cms

आभार

मैं निदेशक, डेकू, श्री वीरेंदर कुमार जी का आभारी हूँ की उन्होंने मुझे ये अवसर प्रदान किया। इस शोधपत्र को पूरा करने में पीपीईजी के मुखिया श्री राजेश खण्डेलवाल जी ने उचित मार्गदर्शन और प्रोत्साहन दिया एवम एसआरईडी के प्रमुख श्री एमजेएन हाश्मी जी, जिनके सहयोग एवं मार्गदर्शन के बिना यह शोध पत्र नहीं लिखा जा सकता था। सभी महानुभावों का मैं तहेदिल से आभार व्यक्त करता हूँ।

***

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के सामाजिक प्रभाव : एक परिप्रेक्ष्य

(पल्लवी.वी. श्रीधर, मीडिया पुस्तकालय सहायक, डी.पी.पी.डी/एम.पी.पी.जी/डेकू;
शिल्पा.पी. एस, सामाजिक अनुसंधान सहायक एस.आर.ई.डी/पी.पी.ई.जी/डेकू)

सारांश : इसरो ने हमेशा उपग्रह प्रौद्योगिकी को देश के विकास के लिये उपयोगी बनाने में अपनी प्रतिभा साबित की है। यह लेख अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के सामाजिक अनुप्रयोगों पर किये गये अनुसंधान अध्ययन पर केंद्रित है। इसरो के दूर-चिकित्सा या टेलीमेडिसिन (टीएम), दूर-शिक्षा या टेली-शिक्षा और आपदा प्रबंधन (डीएम) नेटवर्क पर एक-एक अध्ययन लिया गया है। टेलीमेडिसिन और टेली-शिक्षा के द्वारा, भारत उपग्रह तकनीक से अपने खुद के नेटवर्क को विकसित करने में सफल रहा है, जो देश के हर कोने में फैल चुका है। आपदा प्रबंधन एक क्षेत्र है जहां टेलीमेडिसिन और टेली शिक्षा की संयुक्त सेवाएँ आपदाओं से प्रभावित लोगों के संकट को दूर करने में मदद कर सकती हैं। ये तीन अध्ययन इस लेख के लिये विशेष रूप से चुने गये हैं क्योंकि टीएम, दूर-शिक्षा और आपदा प्रबंधन में जो उपग्रह तकनीकें इस्तेमाल की गई हैं, उनमें से अधिकांश भारत में बनाई गई है जो हमारे लिये अत्यंत गौरव की बात है।

प्रस्तावना : अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी और आम आदमी के बीच एक संपर्क बनाने के लिये विकास और शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) की स्थापना दिसम्बर 1983 में हुई। सामाजिक अनुसंधान एवं मूल्यांकन प्रभाग, डेकू के अनेक विभागों में से एक है, जहाँ उपग्रह प्रौद्योगिकी के व्यावहारिक अनुप्रयोगों से संबंधित कई महत्वपूर्ण अनुसंधान किये गये हैं।

टेलीमेडिसिन

टेलीमेडिसिन नेटवर्क देश के ऐसे दूर दराज के गांवों और ग्रा सुविधाएँ आसानी से उपलब्ध नहीं हैं। 2001 में टेलीमेडिसिन की शुरुआत हुई, जिसके पंख आज पूरे देश में फैल गये हैं।

टीएम द्वारा परामर्श

टेलीमेडिसिन नेटवर्क में इस्तेमाल किए जाने वाले उपग्रह बैंडविड्थ, संचार उपकरण, हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर, लाभार्थियों को निशुल्क दिए जाते हैं।

वर्तमान में, टेलीमेडिसिन नोड्स जीसैट 12, इनसैट 3 सी, 4 ए और 4 सीआर (केयू-बैंड) उपग्रहों पर काम कर रहे हैं। कुछ नोड्स, जो ठीक से नहीं चल रहे थे, वे नये जीसैट 12 उपग्रह पर विस्थापित कर दिये गए। नेटवर्क के उपयोग के मूल्यांकन के लिए, "टेलीमेडिसिन नेटवर्क के उपयोग पर राष्ट्रीय स्तर का परिप्रेक्ष्य अध्ययन" 2014 में आयोजित किया गया।

अध्ययन का उद्देश्य

1. स्थिति और टेलीमेडिसिन नेटवर्क के उपयोग के स्तर को समझना।

2. डॉक्टरों, रोगियों, प्रशासकों, सहायक स्टाफ आदि की संतुष्टि, मन्तव्य और राय का अध्ययन करना।

3.टेलीमेडिसिन सेवाओं के प्रभावी उपयोग और संचालन में किसी भी बाधा की पहचान।

कार्यप्रणाली और प्रतिदर्श चयन: अध्ययन के स्थानों का चयन करने के लिए एक मल्टि स्टेज सैंपलिंग का इस्तेमाल किया गया था। इससे पहले, सभी टीएम केन्द्रों में काम कर रहे कर्मियों और आदेश केन्द्रों के संचालन की स्थिति पता करने के लिए, टेलीफोन के माध्यम से साक्षात्कार किया गया। 66 रोगियों, 49 डॉक्टर, 11 टीएम समन्वयकों और 22 सहायक कर्मचारियों को प्रतिदर्श के रूप में लिया गया।

अध्ययन के प्रमुख निष्कर्ष: टीएम स्टाफ, ग्रामीण क्षेत्रों में लोगों के बीच सेवा के बारे में अधिक जागरूकता पैदा करने की जरूरत महसूस करते हैं।

• जब टीएम सुविधाओं का इस्तेमाल किया जाता है तो काफी आर्थिक बचत होती है। (औसत बचत = रुपए 20,000)

• नेटवर्क के प्रमुख मुद्दों में कनेक्टिविटी, प्रबंधन, बिजली, उपकरणों की कमी और उपयोगकर्ताओं की इस नए प्रकार के उपचार को स्वीकार करने की अक्षमता शामिल हैं।

• डॉक्टरों की संतुष्टि का स्तर "उच्च" और "बहुत अधिक" के बीच था।

• 96% रोगियों ने टीएम परामर्श के दौरान दी गयी सिफारिश उपचार पर संतोष व्यक्त किया।

• क्षेत्र अवलोकन से पता चलता है कि आपात स्थिति के दौरान, टीएम केंद्र एक एम्बुलेंस की व्यवस्था करता है और एक स्थानीय अस्पताल में मरीजों को ले जाता है।

टीएम केन्द्र के लाभ

विस्तार	N=66
परामर्श-शुल्क में घटौती	57 (86.4)
स्थानीय अस्पताल में विशेषज्ञ सलाह	45(68.2)
विशेषता अस्पताल में जाने की जरूरत में घटौती	43(65.2)
यात्रा के खर्चों में घटौती	43(65.2)
दवाईयों के खर्चों में घटौती	42(63.6)
सबसे अच्छे डॉक्टर की सलाह मिलना	42(63.6)
समय की बचत	41(62.1)
भोजन और रहने के खर्चों में बचत	37(56.1)
दोस्तों और परिवार जनों को परेशानियों से राहत	33(50.0)
डेटा की गोपनीयता	29(43.9)

(ब्रैकेट के आंकडे प्रतिशत में है; N= नमूने की संख्या)

सुझाव

• रोगी चाहते थे कि उनके घरों के आसपास अधिक केन्द्रों की स्थापना हो।

• डॉक्टरों के एक बहुमत को समर्पित टीएम कर्मचारियों की जरूरत महसूस हुई। उन्होंने यह भी कहा कि प्रसारण में बेहतर वीडियो और ऑडियो गुणवत्ता और नियमित रूप से सतत चिकित्सीय शिक्षा के सत्र होने चाहिये।

• टीएम कर्मचारियों ने ज्यादा बैंडविड्थ, दूरदराज के क्षेत्रों में इंटरनेट की सुविधा, मरीजों के लिए विश्राम गृह और योग्य शिक्षित व्यक्ति के लिए प्रतिवेदन किया है।

आपदा प्रबंधन

संयुक्त राष्ट्र और विश्व बैंक द्वारा एक आपदा को "समाज के कामकाज का एक गंभीर व्यवधान, बड़े पैमाने पर मानव, सामग्री या पर्यावरण घाटा जो अपने संसाधनों का उपयोग कर सामना करने के लिए प्रभावित समाज की क्षमता से अधिक हो सकता है। " के रूप में परिभाषित किया गया है। आपदा से निपटने के लिए अधिकारियों और प्रसार के चैनलों के बीच एक उचित संचार माध्यम की आवश्यकता है। आज भी, आपदा के बाद, दूर दराज के गांव और ग्रामीण क्षेत्र मुख्य धाराओं से पूरी तरह कट जाते हैं। आपदा के दौरान सूचना एक महत्वपूर्ण तत्व है और मीडिया यहां एक शक्तिशाली भूमिका निभा सकता है। इस विशेष क्षेत्र में कई अध्ययन और अनुसंधान रिपोर्ट है, जिसमें से हमने 'उत्तराखंड में आपदा प्रबंधन के लिए संचार आवश्यकताएँ', 2012 में किया गया अध्ययन चुना है।

अध्ययन का उद्देश्य और आवश्यकता

यह अध्ययन, प्राकृतिक आपदाओं से संबंधित व्यवहार की मांग और संचार आवश्यकताओं का आकलन करने के लिए, विशेष रूप से हिमालयी राज्य में स्थित उत्तराखंड में किया गया था। उद्देश्य इस प्रकार थे:

1. आपदा के समय में जानकारी की जरूरत तथा सूचना के प्रसार की प्रक्रिया का आंकलन।

2. प्रसारण के लिए कार्यरत विभिन्न मीडिया, उनकी पहुंच, लागत, सुविधा, प्रतिक्रिया दरों आदि पहलुओं का अध्ययन करना।

3. आपदा प्रबंधन और शमन की दिशा में इसरो की भूमिका का अध्ययन।

कार्यप्रणाली और प्रतिदर्श चयन

यह एक अनुभवजन्य अध्ययन था, जहां क्षेत्र सर्वेक्षण के माध्यम से एकत्रित प्राथमिक आंकड़ों के आधार पर, गुणात्मक और मात्रात्मक, दोनों तकनीकों का उपयोग किया गया. 6 गांवों, 6 कस्बों और 390 परिवारों को रेन्डम सैंपलिंग से सर्वेक्षण के लिए चुना गया। 30 गांव के नेताओं और 29 अधिकारियों के संरचित साक्षात्कार लिये गये। स्थानों को उनकी जनसंख्या, आर्थिक स्थिति, मकान के प्रकार, परिवारों, बुनियादी ढांचा, बिजली और पानी की सुविधा, आईसीटी की उपलब्धता, घटना के प्रकार आदि के आधार पर चयन किया गया।

अध्ययन के प्रमुख निष्कर्ष

उत्तरदाताओं का साक्षात्कार

• जिन क्षेत्रों में सर्वेक्षण किया गया, वहां पूर्व चेतावनी प्रणाली बहुत प्रभावी नहीं थी, लेकिन वे उन तटीय क्षेत्रों में एक वरदान साबित हुए जहां चक्रवात और सुनामी होने का खतरा रहता है।

• उत्तरदाताओं में तीन-चौथाई ने कहा कि उनके क्षेत्रों में आपदा राहत सुविधाओं का कोई सेटअप नहीं था। केवल एक अल्पसंख्यक ने कहा कि आपदा पीड़ितों के लिए संभावित बसेरे के रूप में कुछ इमारतों की पहचान की गई है, जैसे स्कूल भवन, सामुदायिक हॉल और पंचायत घर।

आबादी में एक तिहाई समाचार पत्र नहीं पढते थे और 61% रेडियो नहीं सुनते थे. हालांकि, सैंपल के 54% नियमित रूप से टेलीविजन देखते थे।

• उत्तरदाताओं में से अधिकांश की राय थी कि फोन, टीवी, रेडियो, मदद लाइन आदि संचार के सबसे प्रभावी चैनल हैं।

विश्लेषण से पता चला कि आवश्यक जानकारी और उपलब्ध जानकारी के बीच एक मुख्य अंतर यह है कि जानकारी ज्यादातर आपदा के बाद की स्थिति तक ही सीमित है और निवारक उपायों पर ध्यान केंद्रित नहीं करती।

रईरंगपुर सरकारी विद्यालय-ओदिशा

सुझायी गयी संचार रणनीतियाँ

टीवी, रेडियो, मोबाइल वैन, नुक्कड़ नाटक और मॉक ड्रिल को संचार के प्रभावी साधनों के रूप में सुझाया गया। रणनीतियों में एक पूर्व चेतावनी प्रणाली का विकास, हेल्पलाइन और विशेष प्रसारण के लिए समुदाय रेडियो का सुझाव दिया गया।

अनुशंसाएँ

• डीएम के अंतर्गत एजेंसियों को जरूरत है कि वे मीडिया प्रणाली की जटिलताओं और सूचना के प्रसार के सबसे अच्छे माध्यम को समझें। सैटेलाइट फोन यहाँ बहुत मदद करेगा।

• संचार रणनीतियों को तीन श्रेणियों में वर्गीकृत कर सकते हैं: घटना के पूर्व जागरूकता, घटना के दौरान सार्वजनिक चेतावनी और घटना के बाद सार्वजनिक सलाह।

• डिजिटल सैटेलाइट फोन टर्मिनल सूचना प्रसारण के लिए संचार के सबसे अच्छे माध्यमों में से एक है। यह कम से कम खर्च के साथ प्रतिकूल स्थितियों के सभी प्रकार में काम करता है।

• चक्रवात चेतावनी, मौसम अपडेट, बाढ़ और भूकंप की चेतावनी से संबंधित सिस्टम आपदा प्रबंधन में बहुत उपयोगी होते हैं। इसरो इन्हें ऑनलाइन लाने के बारे में विचार कर सकता है।

दूर शिक्षा

दूर शिक्षा सेवाऐं इनसैट-4 सीआर (केयू-बैंड) और जीसैट-12 (विस्तारित बैंड) उपग्रहों पर संचालित हैं। वे लोगों की शैक्षिक आवश्यकताओं और बुनियादी ढांचे की कमी के फासले को काम करती हैं। पर्याप्त बुनियादी ढांचे और शैक्षिक संस्थाओं के बीच एक संपर्क स्थापित करके, गुणवत्ता पूर्ण शिक्षा शहरी और ग्रामीण शैक्षिक संस्थानों तक पहुंचने में सक्षम हो गया है। देश भर में कुल 83 नेटवर्क हैं, जिनकी एक प्रमुख विशेषता यह है कि वे हमारे देश के दूर-दराज के क्षेत्रों में छात्रों तक अपनी सुविधा पहुँचाता है। डेकू ने ना सिर्फ इस क्षेत्र में व्यापक अनुसंधान किया है, बल्कि विविध विषयों पर सैकड़ों कार्यक्रमों की उत्पत्ति की है। वर्ष 2007-08 में टेली एजुकेशन हब और एक एंटीना ओडिशा राज्य में ओडिशा सुदूर संवेदन एप्लीकेशन सेंटर (ORSAC) में भी स्थापित किया गया था। ओडिशा में इस नेटवर्क का उपयोग जानने के लिए एक प्रतिक्रिया अध्ययन आयोजित किया गया।

आवश्यकता और उद्देश्य

• कार्यक्रमों की वर्तमान स्थिति और उपयोग नियोजन प्रक्रिया को समझना।

• लक्षित दर्शकों, समय, सामग्री, प्रासंगिकता, औचित्य और संसाधन व्यक्ति की प्रस्तुति शैली के मामले में कार्यक्रमों की उपयोगिता पर विभिन्न हितधारकों की राय का पता लगाना।

• छात्रों के बीच कार्यक्रम देखने की नियमितता की तुलना करना।

कार्यप्रणाली और प्रतिदर्श चयन

30 जिलों में किए गए टेलीफोन सर्वेक्षण से यह पता लगा कि 203 केंद्रों में से, 86 केन्द्रों की कार्य-दशा ठीक थी और 117 केन्द्रों में, सिस्टम काम नहीं कर रहे थे। 86 केन्द्रों में से, ऐसे पांच या उससे अधिक केंन्द्र चुने गये जहां प्रणाली व्यवस्था ठीक थी. इनमें से 50% को अध्ययन के लिए बेतरतीब ढंग से चुना गया। कुल 24 केन्द्र अध्ययन के लिए चुने गए। प्रतिदर्श कुल मिलाकर 364 थे, जिसमें से 240 छात्र थे, और बाकी शिक्षण के छोर और प्राप्त कर्ताओं से विभिन्न कार्मिक थे।

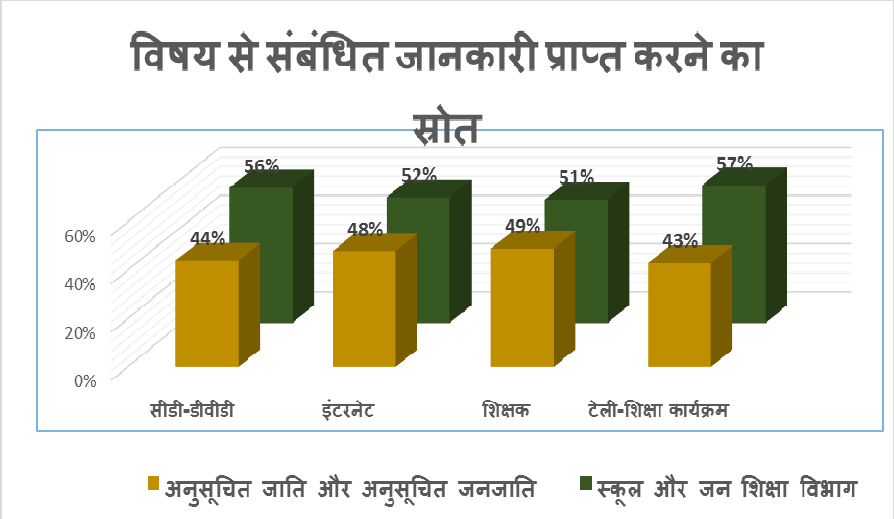
अध्ययन के प्रमुख निष्कर्ष

• कार्यक्रम देखने की नियमितता स्कूल और जन शिक्षा विभाग के अधीन स्कूलों की तुलना में अनुसूचित जाति और अनुसूचित जनजाति विभाग के छात्रों में अधिक था।

• आधे से अधिक प्रधानाचार्यों का कहना था कि यह कार्यक्रम विद्यालय में सिखाये गये विषयों को संशोधित करने में मदद करता है।

• रीसोर्स पर्सन ने भी महसूस किया कि शिक्षण के इस माध्यम ने उनका कौशल बढ़ाया।

• शिक्षण केन्द्रों में निदेशकों का कहना था कि तकनीकी समस्याएं, समय पर समाधान न मिलना और स्कूलों द्वारा उपकरण पर अपनेपन की भावना की कमी नेटवर्क के सुचारू संचालन में बाधा बन रहीं थी।



• छात्रों ने कहा कि सीडी, डीवीडी, इंटरनेट और शिक्षकों के साथ-साथ, टेली-शिक्षा कार्यक्रम भी विषय से संबंधित जानकारी प्राप्त करने का एक अच्छा स्रोत हैं।

• 96% छात्रों ने कहा कि दूर शिक्षा कार्यक्रम उन्हें कठिन अवधारणाओं को बेहतर तरीके से समझने में मदद करता है। ऑडियो और दृश्यों का मिश्रण, रीसोर्स पर्सन को अधिक शिक्षण सहायक सामग्री का उपयोग करने के लिए के लिए प्रेरित करता है।

सुझाव

- सिस्टम और आवधिक रखरखाव के पर्यवेक्षण प्रणालियों को कार्यात्मक रखने की जरूरत है। छात्रों के लिए अधिक इंटरैक्टिव सत्र फायदेमंद होगा। भाषा सरल बनाने का भी एक विकल्प है।

अनुशंसाएँ

- अधिक स्कूलों को नेटवर्क के दायरे में लाया जा सकता है जिससे अधिक बच्चे प्रेषित कार्यक्रमों का लाभ उठा सके।
- व्यवस्था कुछ ऐसी की जाये कि बच्चे बिना किसी रुकावट के कार्यक्रम देख सके।

प्रतिवेदन के अध्ययन के आधार पर टिप्पणि यां और सुझाव

अध्ययन के अनुसार इन तीन प्रणालियों में निम्नलिखित हितधारक है- इसरो, डॉक्टर, रोगी, शिक्षक, छात्र, सहायक स्टाफ और वे लोग जो आपदा की आशंका वाले क्षेत्रों में रहते हैं। अनुसंधान के निष्कर्षों में कुछ समानताएं देखीं गयी।

यह देखा गया कि जो डॉक्टर, मरीज, शिक्षक और छात्र क्रमश: टेलीमेडिसिन और टेली-शिक्षा सेवाओं का उपयोग करते थे, वे उनसे संतुष्ट थे। इन सेवाओं से न केवल विषय विशेषज्ञों को अपने संबंधित क्षेत्रों में अपने कौशल को बढ़ाने का प्रोत्साहन मिलता है, बल्कि अधिक रचनात्मक संसाधनों का उपयोग करने का अवसर भी मिलता है।

यह सेवाएं सहज और अंत उपयोगकर्ताओं को विकल्प प्रदान करती है, जैसे, टेलीमेडिसिन सेवाओं में, मरीजों को परामर्श के लिए विशेषता अस्पताल तक जाने की जरूरत नहीं है। और जहां तक विद्यालय के छात्रों की बात है, दूर शिक्षा कार्यक्रम, उनके स्कूलों में दिखाए जाते हैं। इसके अलावा दृश्य-श्रव्य के माध्यम से कठिन विषय भी आसानी और आनन्द के साथ समझाया जाता है।

स्थानीय स्तर पर बिजली की विफलता, पर्याप्त बिजली बैकअप की कमी और मरीज की खुद की मानसिकता के कारण सेवाओं को स्वीकार करने में असमर्थता जैसे मुद्दे शामिल है। उत्तरदाताओं ने यह भी कहा कि उपकरणों और कनेक्टिविटी में कभी कभी दिक्कतें आती थीं। पर व्यापक रूप से, सिस्टम संतोषजनक ढंग से काम करते हैं।

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी द्वारा उपलब्ध कराई गई सेवाओं के प्रति आम जनता को जागरूक कराना अग्रणी समाचार पत्र और लोकप्रिय टीवी और रेडियो चैनलों में विज्ञापनों के माध्यम से मुमकिन है। न केवल इससे सेवाओं का प्रसार होगा, बल्कि कई लोगों का फायदा भी होगा।

इसरो के पास पहले से ही आपदा प्रबंधन की एक बेहतरीन प्रणाली मौजूद है, जो आपदा ग्रस्त क्षेत्रों और क्षेत्र विशेष आपदाओं की खबर रखता है। इस बारे में अधिक जागरूकता पैदा करने के लिए, इसरो बाहरी एजेंसियों के साथ एक संभव सहयोग के बारे में सोच सकता है। आपदाओं और सावधानियों के बारे में जनता में जाग्रूकता फैलाने में दूर शिक्षा सेवाऐं काम आ सकतीं हैं। आपदा के पश्चात, टेली- शिक्षा लोगों को निकटतम टेलीमेडिसिन केन्द्रों या वैन की जानकारी दे सकता है, जहां प्राथमिक उपचार और चिकित्सा सहायता मिल सकती है। इसके अलावा, टीएम केन्द्रों या मोबाइल टीएम वैन में एक प्रशिक्षित काउंसलर की उपस्थिति आपदा पीड़ितों के लिए बहुत सुकून प्रदान कर सकती है। इस प्रकार, टेलीमेडिसिन, आपदा से प्रभावित लोगों की भारी मदद सकता है। इस प्रकार यह तीन सेवायें एक-दूसरे की पूरक हो सकतीं हैं और उनसे अधिकतम सेवाऐं ली जा सकती हैं।

जब हम मेक इन इन्डिया की बात कर रहें हैं, तो दूर शिक्षा इस महत्वपूर्ण योजना को सफल बनाने में भारी मदद कर सकता है। विषय संबन्धित कार्यक्रमों के अलावा, दूर शिक्षा, अपने विशाल नेटवर्क व संसाधनों के माध्यम से, आने वाली पीढी को मेक इन इन्डिया के बारे में विस्तार से जानकारी दे सकता है, जिससे भारत का भविष्य उज्ज्वल, प्रबल और आत्मनिर्भर होगा।

आभार

हम निदेशक, डेकू, श्री. विरेन्देर कुमार, का धन्यवाद करना चाहतें हैं, जिन्होनें हमें इस मंच पर अपने विचार प्रस्तुत करने का मौका दिया। हम पी.पी. ई.जी के ग्रूप प्रधान श्री. राजेश खन्डेलवाल के आभारी हैं, जिन्होनें हमें संगोष्ठी में हिस्सा लेने के लिये प्रोत्साहित किया और मार्गदर्शन दिया। हम सामाजिक अनुसंधान एवं मूल्यान्कन प्रभाग के प्रधान, श्री.एम.जे.एन. हाश्मी का भी धन्यवाद करतें हैं, जिन्होनें हमें इस अध्ययन के लिये उचित प्रतिवेदन दिये। हम डी.पी.पी.डी. के उप प्रधान **डॉ.** संभव नाथ त्रिवेदी के भी आभारी हैं, जिन्होनें हमें अपने कीमती समय के साथ अपनी विशेषज्ञता भी प्रदान की।

संदर्भ सूची

1. Retrieved from ISRO: http://www.isro.gov.in/tele-education
2. Ayyangar, G. V. (2006). *Feedback Study on Odisha Tele-Education Network.* Ahmedabad: SRED,DECU.

3. De, Minakshi. (2004). EDUSAT:The Indian Satellite for Education. *Current Science, 87*(8).
4. Pandey,S.P., Singh, A.K. (2012). *Communication Requirements for Disaster Management in Uttarakhand.* Ahmedabad: SRED,DECU and Pandit Govind Ballabh Pant Institute of Studies in Rural Development, Lucknow.
5. Hashmi, M. J.N, Joshi, Hansa., & Deshpande, Sunetra. (2014). *A National Level Perspective Study on Telemedicine Network Utilisation*. Ahmedabad: SRED-DECU.
6. Hashmi, M. J.N., Joshi, Hansa. (2015). *Feedback Study on West Bengal Panchayats and Rural Development Department Edusat Network.* Ahmedabad: SRED,DECU.

अंतरिक्ष आधारित सामाजिक एवं वैज्ञानिक अनुप्रयोग

मानवरहित रेलवे फाटकों पर सुरक्षा हेतु अंतरिक्ष तकनीकी का उपयोग

नरेन्द्र कुमार, अमित सिन्हा, चन्द्र प्रकाश
narender@sac.isro.gov.in

सारांश

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र (इसरो) मानवरहित रेलवे फाटकों पर होने वाली दुर्घटनाओं से निजात पाने के लिए एक उपग्रह आधारित चेतावनी प्रणाली विकसित कर रहा है। जिसके अंतर्गत देश भर में चल रही ट्रेनों को एक भू-स्थिर उपग्रह की मदद से जोड़ा जाएगा तथा मानव रहित रेलवे फाटकों पर उपग्रह संचालित टर्मिनल लगाये जाएंगें। जैसे ही कोई ट्रेन किसी भी फाटक के निकट पहुंचेगी तो उपग्रह के माध्यम से उस फाटक पर लगे यन्त्र के द्वारा आसपास मौजूद लोगों के लिए श्रव्य-दृश्य चेतावनी जारी की जायेगी। इस तकनीकी लेख में उपग्रह संचार नेटवर्क तथा ट्रेनों एवं मानवरहित रेलवे फाटकों पर लगाये जाने वाले उपग्रह संचालित टर्मिनलों का विस्तृत ब्यौरा दिया गया है।

शब्दावली

भारतीय रेलवे, मानवरहित रेलवे फाटक, एम एस एस उपग्रह, चेतावनी प्रणाली, उपग्रह संचालित टर्मिनल

प्रस्तावना

मेक इन इंडिया भारत सरकार द्वारा देश की अर्थव्यवस्था को मजबूत बनाने तथा विकास को गति प्रदान करने की दिशा में उठाया गया एक महत्त्वपूर्ण कदम है। इस कार्यक्रम के प्रमुख उद्देश्य देश में विदेशी निवेश को आकर्षित करना, रोजगार के अवसर उत्पन्न करना एवं युवाओं में कौशल विकास करना है। इस कार्यक्रम के अंतर्गत बहुराष्ट्रीय एवं घरेलु कंपनियों को अपने उत्पाद भारत में बनाने के लिए प्रोत्साहित किया गया है। इसी दिशा में भारतीय प्रधानमंत्री ने सभी विभागों से प्रभावशाली अभिशासन के लिए स्वदेशी अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग को बढ़ावा देने का आग्रह किया है। भारतीय रेलवे यात्रियों की सुरक्षा में सुधार और कुशलता बढ़ाने के लिए अंतरिक्ष तकनीकी का उपयोग करने की योजना बना रहा है। इसी योजना के अंतर्गत भारतीय रेलवे ने भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र (इसरो) के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किये हैं। वर्तमान में भारतीय रेलवे के सामने मानवरहित क्रासिंगों पर आए दिन होने वाली दुर्घटनाएं एक बहुत बड़ी समस्या है। रेलवे के अनुसार, देशभर में कुल 30,348 रेलवे क्रासिंग हैं, इनमें से 11,563 मानवरहित हैं, जिन पर होने वाली दुर्घटनाओं में हर साल हजारों इंसानों को अपनी जान गंवानी पड़ती है। इस समस्या से निजात पाने के लिए अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), भारतीय रेलवे की अनुसंधान इकाई (रिसर्च डिजाइन एंड स्टैंडर्ड आर्गनाइजेशन (RDSO)) के साथ मिलकर मानवरहित क्रासिंगों के लिए उपग्रह आधारित चेतावनी प्रणाली विकसित कर रहा है।

इस प्रणाली में गगन (जीपीएस सहायता प्राप्त भू-संवर्धित नौसंचालन) तकनीक का इस्तेमालक ट्रेन की सटीक स्थिति प्राप्त करने के लिए किया जाएगा। गगन एक स्वदेशी तकनीक है; जोकि आयन-मंडल मॉडल की मदद से जीपीएस द्वारा प्राप्त स्थिति की त्रुटियों को संशोधित करके उसे और भी सटीक बनाता है।

इस प्रणाली में देश भर में चल रही ट्रेनों एवं मानव रहित रेलवे फाटकों को उपग्रह संचालित टर्मिनलों तथा भू-स्थिर उपग्रह की मदद से एक नियंत्रण केंद्र से जोड़ा जाएगा। नियंत्रण केंद्र सभी ट्रेनों को मॉनीटर करेगा तथा समय-समय पर फाटकों पर लगे यंत्रों को संदेश भेजेगा। इसके अतिरिक्त उपग्रह संचालित टर्मिनलों का उपयोग आकस्मिक स्थिति में संचरण के लिए भी किया जा सकेगा।

उपग्रह संचरण नेटवर्क

उपग्रह संचरण नेटवर्क को निम्नलिखित भागों में बांटा गया है

1. एम एस एस उपग्रह (MSS Satellite)
2. नौसंचालन उपग्रह समूह (Navigation satellite constellation)
3. नियंत्रण केंद्र (Hub/)
4. उपग्रह संचालित टर्मिनल-ट्रेन (Railway MSS Terminal for Locomotive (RMT-L))
5. उपग्रह संचालित टर्मिनल-फाटक (Railway MSS Terminal for Warning at UMLC (RMT-W))

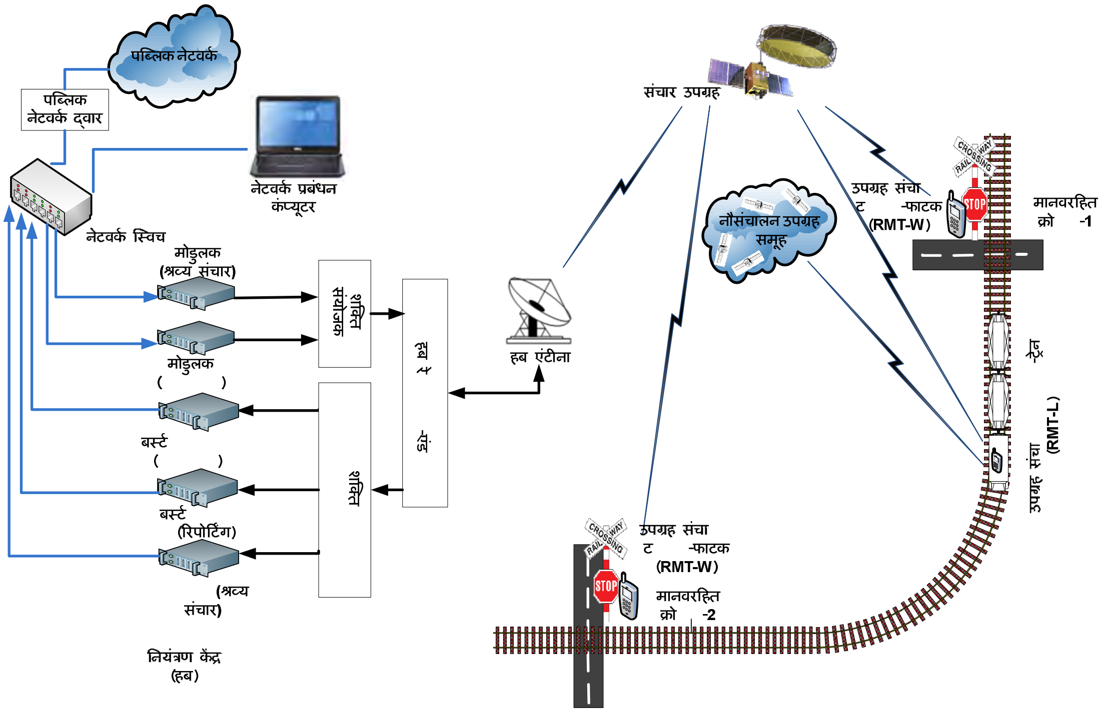
उपग्रह संचालित टर्मिनल-ट्रेन (RMT-L) तथा उपग्रह संचालित टर्मिनल-फाटक (RMT-W), एक भू-स्थिर उपग्रह के माध्यम से नियंत्रण केंद्र (हब) से जुड़े हुए होंगे। इस संचरण नेटवर्क की अग्रिम कड़ी (Forward Link) में काल विभाजन बहुसंकेतन (TDM) स्कीम तथा प्रतिगमन कड़ी (Return Link) में काल विभाजन बहुगम (TDMA) स्कीम का इस्तेमाल किया गया है।

इसी कारण दोनों प्रकार के टर्मिनल बर्स्ट विधा (burst mode) में प्रेषण करते हैं तथा अविरत विधा (continuous mode) में अभिग्रहण करते हैं।

मानवरहित फाटकों पर लोगों को अपने बचाव के लिए पर्याप्त समय मिलना चाहिए; इसके लिए ट्रेन के पहुँचने से उपयुक्त समय पहले चेतावनी जारी होनी चाहिए। यह समय ट्रेन की गति पर निर्भर करता है इसीलिए ट्रेनों को उनकी गति के अनुसार निम्न श्रेणियों में बांटा गया है

1. मंदगामी ट्रेन (पसेंजर ट्रेनें, मालगाडी तथा ई एम यू)
2. द्रुतगामी ट्रेन (एक्सप्रेस ट्रेनें)
3. अति-द्रुतगामी ट्रेन (राजधानी ट्रेनें, दुरंतो ट्रेनें)

सभी ट्रेनों के लिए उनकी गति के अनुसार अलग-अलग रिपोर्टिंग अंतराल निर्धारित किया गया है; जोकि मंदगति ट्रेनों के लिए 30 सेकंड, द्रुतगति के लिए 20 सेकंड तथा अति द्रुतगति ट्रेनों के लिए 10 सेकंड निर्धारित किया गया है। आवश्यकता पड़ने पर भविष्य में इसे बदला जा सकेगा।



आकृति-1: उपग्रह संचरण नेटवर्क

यात्रा शुरू करने से पहले RMT-L सिग्नलिंग चैनल पर आगामी संचरण के लिए आवृति एवं टाइम स्लॉट के लिए संकेत भेजता है। यह संदेश हब में लगे सिग्नलिंग बर्स्ट विमोडुलक द्वारा डिकोड किया जाता है तथा नेटवर्क प्रबंधन कंप्यूटर को भेज दिया जाता है। नेटवर्क प्रबंधन कंप्यूटर उस संदेश में उपस्थित ट्रेन नंबर के अनुसार उपलब्ध आवृति एवं टाइम स्लॉट को एक संदेश के रूप में सिग्नलिंग मोडुलक (TDM मोडुलक) के माध्यम से अग्रिम चैनल पर भेज देता है। याचना करने वाला टर्मिनल प्राप्त होने वाले संकेतों में से अपना पहचान क्रमाँक अथवा ट्रेन नंबर जांच कर रिपोर्टिंग के लिए नियत किये गए आवृती एवं टाइम स्लॉट को प्राप्त करता है।

उपग्रह संचालित टर्मिनल-ट्रेन, गगन अभिग्राही (GAGAN Receiver) की मदद से ट्रेन की वर्तमान स्थिति का आकलन करता है तथा अपने समयाधर को संशोधित करता है। रिपोर्टिंग अंतराल के बाद अपने नियत टाइम स्लॉट में अपनी स्थिति की तथा गति की जानकारी को एक संदेश के रूप में भू-स्थिर उपग्रह के माध्यम से हब को प्रेषित करता रहता है। ये संदेश हब में लगे रिपोर्टिंग बर्स्ट विमोडुलक द्वारा डिकोड किये जाते हैं तथा नेटवर्क प्रबंधन कंप्यूटर को अग्रेषित कर दिये जाते हैं।

नेटवर्क प्रबंधन कंप्यूटर सभी ट्रेनों से प्राप्त हुए संकेतों से उनकी वर्तमान स्थिति एवं चाल के बारे में जानकारी एकत्रित करता है तथा इस सूचना को भारत के भौगोलिक सूचना प्रणाली मानचित्र ( ) पर प्रदर्शित करता है। इसके आलावा नेटवर्क प्रबंधन

कंप्यूटर का सबसे महत्वपूर्ण कार्य सभी ट्रेनों की उनके मार्ग में आने वाली मानवरहित फाटकों से वर्तमान दूरी तथा उन तक पहुँचाने में लगने वाले समय का आकलन करना है। जैसे ही कोई ट्रेन किसी मानवरहित फाटक के निकट पहुँचती है तो कंप्यूटर द्वारा उस ट्रेन एवं फाटक पर लगे उपग्रह टर्मिनलों को चेतावनी संदेश भेज दिए जाते हैं। सभी संदेश हब में लगे TDM मोडुलक के माध्यम से अग्रिम चैनल पर भेजे जाते हैं। क्रमिक टर्मिनल इस चेतावनी संदेश की प्राप्ति के बाद श्रव्य-द्रश्य रूप में चेतावनी जरी करते हैं जिससे ट्रेन चालक एवं फाटक के निकट मोजूद लोग सचेत हो सकें। जैसे ही ट्रेन फाटक से आगे निकल जाती है तो हब द्वारा चेतावनी बंद करने का संदेश भेज दिया जाता है जिसकी प्राप्ति पर टर्मिनल अपने चेतावनी तंत्र को बंद कर सकें।

दुर्घटना अथवा किसी भी आकस्मिक स्थिति में RMT-L द्वारा कुछ विशिष्ट संदेश नियंत्रण केंद्र को भेजे जा सकते हैं। नियंत्रण केंद्र में इन संकेतों की प्राप्ति पर नजदीकी क्षेत्रीय कार्यालय को सूचित कर दिया जाएगा ताकि उपयुक्त कदम उठाएं जा सकें। इसके अलावा संचार नेटवर्क में आकस्मिक परिस्थिति के लिए उपग्रह फोन के माध्यम से बातचीत करने का भी प्रावधान है।

रेलवे चल उपग्रह टर्मिनल (Railway MSS Terminals)

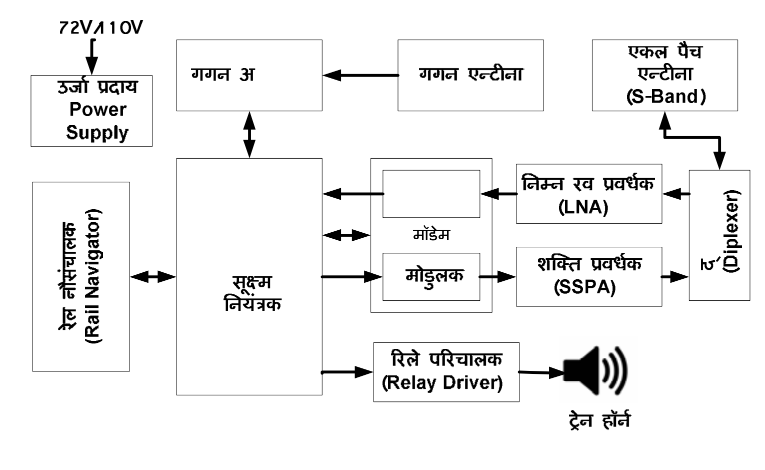
जैसा की हमने संचरण नेटवर्क में बताया रेलवे चल उपग्रह टर्मिनलों को निम्न प्रकारों में बांटा गया है

1. उपग्रह संचालित टर्मिनल-ट्रेन (Railway MSS Terminal for Locomotive (RMT-L))
2. उपग्रह संचालित टर्मिनल-फाटक (Railway MSS Terminal for Warning at UMLC (RMT-W))

उपग्रह संचालित टर्मिनल-ट्रेन (Railway MSS Terminal for Locomotive (RMT-L))

RMT-L एक S-बैंड टर्मिनल है जिसमें एक जीपीएस/ गगन अभिग्राही लगा हुआ है। RMT-L के प्रमुख उपतंत्र निम्नलिखित हैं

1. सूक्ष्म नियंत्रक (Microcontroller)
2. जीपीएस/ गगन अभिग्राही (GPS/GAGAN Receiver)
3. रेल नौसंचालक (Rail Navigator)
4. मॉडेम (मोडुलक-विमोडुलक)
5. ध्वनि संसाधन परिपथ (Voice Processing Circuit)
6. एंटीना
7. रिले परिचालक (Relay Driver)
8. निम्न रव प्रवर्धक (LNA)
9. ठोस अवस्था शक्ति प्रवर्धक (SSPA)



आकृति-2: उपग्रह संचालित टर्मिनल–ट्रेन (RMT-L)

RMT-L का संकल्पनात्मक आरेख आकृति-2 में दिया गया है। आरेख के अनुसार सूक्ष्म नियंत्रक टर्मिनल का दिमाग है जोकि टर्मिनल की सभी गतिविधियों को नियंत्रित करता है। यह जीपीएस/ गगन अभिग्राही से ट्रेन की वर्तमान स्थिति प्राप्त करता है तथा अपने समयाधार को संशोधित करता है। इसके अतिरिक्त यह रेल नौसंचालक के साथ सूचना का आदान-प्रदान भी करता है। सूक्ष्म नियंत्रक जीपीएस अभिग्राही से प्राप्त स्थिति एवं चाल तथा रेल नौसंचालक से प्राप्त निर्देशों के पूर्व-निर्धारित संदेशों के प्रारूप में व्यवस्थित करता है तथा उपयुक्त टाइम स्लॉट आने पर मोडुलक को भेजता है और SSPA को ऑन-ऑफ करता है। इसके आलावा विमोडुलक से प्राप्त डाटा को मॉनिटर करता रहता है जैसे ही इसे अपने लिए कोई संदेश प्राप्त होता है, यह उस संदेश के अनुरूप पूर्व-निर्धारित कार्य करता है अथवा रेल नौसंचालक को भेज देता है।

रेल नौसंचालक एक टच-स्क्रीन कंप्यूटर प्लेटफोर्म है जो ट्रेन चालक को एक आलेखीय प्रयोक्ता अन्तरापृष्ठ (GUI) प्रदान करता है। इसके माध्यम से चालक ट्रेन की वर्तमान स्थिति तथा चाल को भौगोलिक मानचित्र पर देख सकता है तथा नियंत्रण केंद्र से भेजे गए निर्देशों को पढ़ सकता है और आवश्यकता पड़ने पर कोई भी संदेश नियंत्रण केंद्र को भेज सकता है।

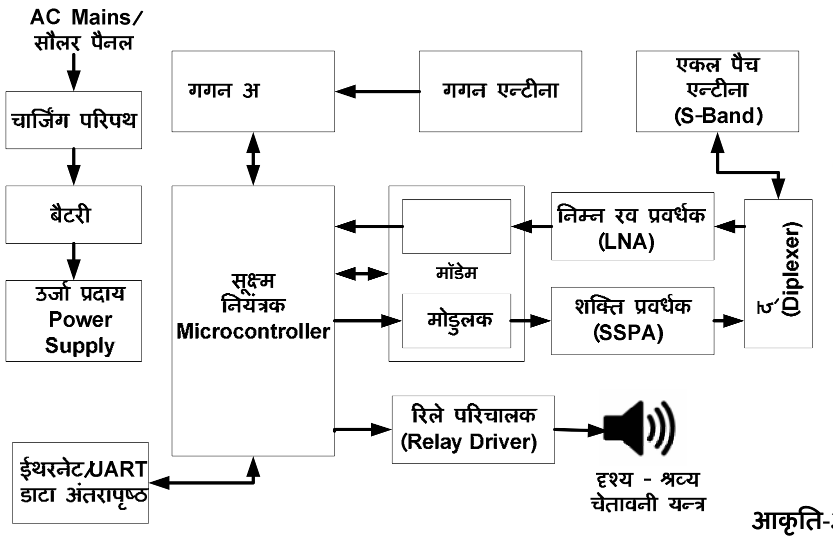
मोडुलक का प्रमुख कार्य सूक्ष्म नियंत्रक से प्राप्त संकेतों को उचित संसाधन (चैनल कोडिंग तथा मोडुलन) के पश्चात नियत किये गए आवृती एवं टाइम स्लॉट में उपग्रह को भेजना है। विमोडुलक का प्रमुख कार्य उपग्रह से प्राप्त सिग्नलों के संसाधन (विमोडुलन तथा चैनल डिकोडिंग) के पश्चात मिले डाटा को सूक्ष्म नियंत्रक को भेजना है।

तालिका- 1 : उपग्रह संचालित टर्मिनल की प्रमुख विशिष्टताएं

मोडुलन/ विमोडुलन प्रारूप	BPSK/QPSK
डाटा दर	प्रेषण : 2.4kbps-4.8kbps (बर्स्ट विधा) अभिग्रहण : 9.6-64 (अविरत विधा)
चैनल कोडिंग स्कीम	सम्वलन कोड – ½ ( )
प्रेषण/ अभिग्रहण आवृती	प्रेषण आवृती – 2670 – 2690 अभिग्रहण आवृती – 2560 - 2590
टर्मिनल	5
टर्मिनल /	-22/
अभिग्रहण सुग्राहिता ( )	-120 @ 32

उपग्रह संचालित टर्मिनल-फाटक (Railway MSS Terminal for (RMT-))

RMT- का हार्डवेयर बिलकुल RMT-L के समान है। - की प्रमुख विशेषताओं में से एक है इसका उर्जा प्रदाय स्रोत। - को निरंतर उर्जा प्रदान करने के लए सौर उर्जा को उपयोग किया जायेगा; इसके लिए सौलर पैनल के माध्यम से बैटरी को चार्ज किया जायेगा, जो सूर्य की अनुपस्थिति में - को उर्जा प्रदान करेगा। इसके अतिरिक्त जहाँ संभव हो वहाँ पर बैकअप के तौर पर इस टर्मिनल को सप्लाई से जोड़ा जाएगा ताकि हर मौसम में उर्जा की कोई कमी न पड़े। बैटरी क्षमता इतनी पर्याप्त होगी की टर्मिनल एक हफ्ते तक बिना रुकावट के कार्य कर सकेगा। यह टर्मिनल छेड-छाड प्रतिरोधी होगा तथा इसे मानवरहित फाटक के निकट एक खम्बे पर लगे जायेगा।



आकृति-3: उपग्रह संचालित टर्मिनल-फाटक (RMT-W)

जैसे ही - को नियंत्रण केंद्र द्वारा भेजा गया चेतावनी संदेश प्राप्त होता है, यह अपने श्रव्य-दृश्य चेतावनी तंत्र को सक्रीय कर देता है तथा चेतावनी बंद करने का संदेश मिलते ही उसे निष्क्रिय कर देता है। इसके अलावा हब द्वारा भेजे गए स्वास्थ्य प्रश्न संदेश की प्राप्ति पर - अपने स्वास्थ्य सूचकांक जैसे की बैटरी अवस्था, चेतावनी तंत्र अवस्था एवं अपने प्रेषण-अभिग्रहण उपतंत्र की अवस्था इत्यादि को एक संदेश के रूप में नियंत्रण केंद्र को भेज देता है।

सैद्धांतिक प्रमाण के लिए क्षेत्रीय परीक्षण

इस अनुप्रयोग के सैद्धांतिक प्रमाण के लिए अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो) के SATD अनुभाग द्वारा एक क्षेत्रीय परीक्षण किया गया, जिसमें स्वदेशी प्रणाली से विकसित किये गए उपग्रह संचालित टर्मिनलों का प्रयोग किया गया। इसके लिए GSAT-6 उपग्रह के लिए विकसित किये गए उपग्रह संचालित फोन (SMR) के हार्डवेयर का का प्रयोग किया गया। SMR के सोफ्टवेयर प्रोग्राम में इस तकनीकी के अनुरूप विकसित किये गए कलन विधियों का समाकलन किया गया। इन विधियों की कुछ प्रमुख विशेषताएं निम्न प्रकार से हैं

1. आवृती एवं टाइम स्लॉट के लिए निवेदन संदेश भेजना।

2. रिपोर्टिंग अंतराल के बाद नियत टाइम स्लॉट में रिपोर्टिंग संदेश भेजना तथा उपयोगकर्ता द्वारा टाइप किये गए पाठ्य संदेशों को भेजना।

3. ट्रेन की आगामी मानवरहित फाटक से दूरी को मॉनिटर करना तथा जैसे ही ट्रेन फाटक से 2Km पहले पहुँचे तो टर्मिनल का बजर (ट्रेन के हॉर्न का प्रतीक) बजाना और फाटक से 200m आगे निकलते ही हॉर्न को बंद कर देना।

4. मानवरहित फाटक के लिए हब द्वारा प्रेषित चेतावनी सक्रिय करने का संदेश मिलते ही टर्मिनल का बजर बजाना तथा चेतावनी निष्क्रिय करने का संदेश मिलते ही बजर बंद कर देना।

इसके अतिरिक्त हब में नेटवर्क प्रबंधन के लिए एक सॉफ्टवेयर विकसित किया गया जो ट्रेनों पर लगे टर्मिनलों से प्राप्त निवेदन संदेशों को देखकर उन्हें आवृति एवं टाइम स्लॉट प्रदान करता है। यह सॉफ्टवेयर ट्रेनों के मार्ग तथा उसमें आने वाली मानवरहित फाटकों को एक फाइल के रूप में स्वीकार करता है तथा निरंतर ट्रेनों एवं फाटकों के बीच की दूरी को मॉनिटर करता रहता हाई और RMT-W टर्मिनलों के लिए चेतावनी सक्रिय अथवा निष्क्रिय करने के लिए उपयुक्त संदेश भेजता रहता है।

यह क्षेत्रीय परीक्षण अहमदाबाद मंडल की गांधीग्राम-बोटाड रेलवे लाइन पर किया गया, जिसके लिए एक SMR टर्मिनल को RMT-L की तरह तथा दो अन्य टर्मिनलों को RMT-W की तरह प्रोग्राम कर दिया गया। इस परीक्षण के लिए वस्त्रापुर एवं सरखेज रेलवे स्टेशनों के समीप दो मानवराहित फाटकों का चयन किया गया। RMT-W टर्मिनलों को उनके लिए निधारित की गयी मानवरहित फाटकों के निकट रख दिया गया तथा RMT-L टर्मिनल को गांधीग्राम-बोटाड पेसंजेर ट्रेन में लगा दिया गया। जैसे ही पेसंजेर ट्रेन वस्त्रापुर फाटक के पास पहुंची तो ट्रेन एवं फाटक पर लगे टर्मिनलों के बज़र बजने लगे तथा ट्रेन के फाटक से आगे निकलते ही दोनों बज़र बंद हो गए। बिलकुल यही सब सरखेज फाटक से गुजरने पर भी हुआ। इसके अतिरिक्त ऐसे परीक्षण सरखेज-गांधीनगर हाईवे तथा सैक परिसर में भी किये गए।

उपसंहार

मानवरहित रेलवे फाटकों पर होने वाली दुर्घटनाओं से निजात पाने के लिए उपग्रह आधारित चेतावनी प्रणाली का विकास किया जा रहा है। यह प्रणाली पूर्णत: स्वदेशी तकनीक की मदद से विकसित की जा रही है। इसके लिए उपग्रह संचरण नेटवर्क की अभिकल्पना की गयी है जिसका कार्यान्वन प्रक्रम अभी चल रहा है। इस अनुप्रयोग के सैद्धांतिक प्रमाण के लिए स्वदेशी तकनीक से विकसित किये गे उपग्रह संचालित टर्मिनलों के माध्यम से क्षेत्रीय परीक्षण किया जा चुका है।

भविष्य में इस प्रणाली को ट्रेनों में यात्रियों के मनोरंजन के लिए मल्टीमीडिया प्रसारण एवं रेलवे सिग्नलिंग के लिए भी विस्तृत किया सकता है।

आभार

लेखक हिंदी लेख लिखने के लिए प्रोत्साहित करने के लिए अनुभाग प्रधान, ग्रुप प्रधान एवं हिंदी तकनीकी संगोष्ठी आयोजन समिति का आभार प्रकट करते है। इसके अतिरिक्त लेखक अपने अनुभाग के श्री चंद्र प्रकाश एवं अमित सिन्हा के प्रति अपना आभार प्रकट करते हैं; जिन्होंने इस लेख में बहुत सहायता प्रदान की।

***

सन्दर्भ

1. **GSAT-6 भू-तंत्र प्रारंभिक डिजाइन पुनरीक्षण दस्तावेज, (**SNAA/SSTG/PDR/GSAT6/GS**).**
2. **वेब सन्दर्भ**

लेखक परिचय

श्री नरेन्द्र कुमार ने वर्ष 2010 में राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान (NIT), कुरुक्षेत्र, हरियाणा से बी.टेक. की डिग्री प्राप्त की। उन्होंने वर्ष 2012 में इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में कार्य प्रारंभ किया तथा वर्तमान में वह एस ए टी डी ((SATD) अनुभाग में कार्यरत हैं।

***

सामाजिक ऊत्थान के लिए अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के उपयोग का एक अवलोकनः इसरो के आपदा प्रबंधन सहायक कार्यक्रम के संदर्भ में

डॉ. ध्रुवी भरवाड
सामाजिक अनुसंधान अधिकारी, पीपीजी/सैक

श्री आशिष कुमार प्रताप झावरा
सहायक, पीपीजी/सैक

सारांश

भारत बहुभाषीय, बहुधार्मिक, बहुसांस्कृति के साथ बहुभौगोलिक धरोहर वाला देश है। जिसमे कई सारी सामाजिक, आर्थिक और भौगोलिक समस्यायें आती हैं जिससे जानमाल का नुकसान होता है। जिससे देश की आर्थिक तौर पर बहुत नुकसान उठाना पड़ता है। इसरो दुनिया की पहला ऐसा अंतरिक्ष अनुसंधान केन्द्र है जिसने इस अंतरिक्ष तकनीकि का उपयोग सामाजिक सरोकारों को पूरा करने पर इस्तेमाल किया और लगातार कर रहा हैं।

इस संस्था का जन्म ही अंतरिक्ष तकनीकि को आम लोगों के लिए उपयोगी बनाना था। संस्था के जन्मदाता डॉ विक्रम साराभाई का उद्देश्य ही यही था कि इस संस्था के द्वारा भारतीय लोकतंत्र के उस अंतिम व्यक्ति तक अंतरिक्ष तकनीकि का फायदा पहुचे जिससे देश के विकास के साथ-साथ सामाजिक विकास की बयार भी बहे।

आज इसरो जिस तरह से अंतरिक्ष तकनीकि के क्षेत्र में सफलता की ओर बढ़ रहा है, जो कि हर भारतीय के लिए गौरव की बात है। जैसा की हमारे लोकप्रिय प्रधानमंत्री श्री नरेन्द्र मोदी जी कहते हैं कि हमें मेक इन इण्डिया के सिद्धान्त को आगे ले जाना है। आज इसी सिद्धान्त को इसरो आगे ले जा रहा है इसरो लगातार इस कोशिश में है कि देशी तकनीकि का सहारा लेते हुए अंतरिक्ष तकनीकि को आगे बढ़ाया जाए। मेक इन इण्डिया के साथ इसरो ने कई सामाजिक सरोकारों से सम्बन्धित कार्यो और कार्यक्रमों को लगातार आगे बढ़ा रहा है। प्रस्तुत गुणात्मक शोध पत्र के माध्यम से इसरो के द्वारा सामाजिक सरोकारो से सम्बन्धित कार्यक्रमों एवं कार्यो और विशेषकर आपदा प्रबंधन सहायक कार्यक्रम का एक अवलोकन करना है जिसके लिए शोधकर्ताओं ने द्वितीयक तथ्यों एवं जानकारी का उपयोग किया गया है।

प्रमुख शब्दः- अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी, आपदा प्रबंधन, सामाजिक सरोकार एवं सैटेलाइट

प्रस्तावना

भारत के पास एक विशाल भौगोलिक सीमा है, जिसमें एक विशाल जनसंख्या का निवास है। इसमें अद्भुत भौगोलिक पर्यावरण की परिस्थितियां भी हैं। भारत दुनिया के उन देशों में है जहाँ प्राकृतिक आपदा का खतरा सबसे ज्यादा रहता है। आपदाओं में बाढ़, सूखा, चक्रवात और भूकम्प लगभग हर साल आते हैं। इसके साथ ही साम्प्रदायिक दंगे, विरोध, आगजनी, महामारी के साथ ही मानवजनित आपदाओं की संभावनाए रहती है।

पूरे देश में सामान्यतः कहीं भी आपदा आ सकती है, जिसका सबसे बुरा प्रभाव ग्रामीण जनता पर पड़ता है क्योकि ग्रामीणों की शारीरिक, सामाजिक, आर्थिक और सांस्कृतिक दशा काफी खराब होती है। सरकारी और गैर सरकारी प्रयास लगातार किये जा रहे हैं इसके बावजूद आपदा का दायरा लगातार बढ़ता जा रहा है जिसका सीधा कारण यह है कि ये सभी आपदा आने के बाद काम में ज्यादा ध्यान दे रहे हैं बजाए कि आपदा के लिए तैयार किया जाए।

बिल्डिंग मैटेरियल एण्ड टेक्नॉलोजी प्रमोशन काउन्सिल बीएमटीपीसी नई दिल्ली के अनुसार भारत का 32,263 स्केयर किलोमीटर जो कि लगभग 60 प्रतिशत है, जो भूकम्प आपदा ग्रसित क्षेत्र में आता हे। 40 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र में बाढ़ का खतरा रहता हे। लगभग 8 प्रतिशत भाग चक्रवात और 68 प्रतिशत भाग सूखा के लिए खतरा है।

हर वर्ष औसतन 4350 लोगो की जान विभिन्न आपदाओं में जाती हैं। लगभग 30 मिलियन लोग प्राकृतिक आपदा से ग्रसित होते हैं। साथ ही 1.4 मिलियन हेक्टेयर उपजाऊ जमीन पर बुरा प्रभाव पड़ता हे। जगभग 2.36 मिलियन घरों को क्षति पहुचती है। एक अनुमान के तहत जीडीपी का 2 प्रतिशत प्रत्यक्ष रूप से बर्बाद होता है।

भारत की गिनती तीसरी दुनिया के सबसे ज्यादा विकास करने वाले देशों में हो रही है। आज इसकी विकास दर लगभग 8 प्रतिशत की दर से चल रही है। वर्तमान सरकार के मेक इन इण्डिया के सिद्धान्त पर कार्य किये जा रहे हैं। सिद्धान्त से आज देश में कई क्षेत्रों में लगातार विकास किया जा है जैसे अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी, परमाणु उर्जा, विज्ञान और तकनीकि। भारत में कई चुनौतियाँ भी हैं भारत एक विशाल देश है जहाँ जनसंख्या लगभग 1 अरब 30 करोड़ के पार हो चुकी है कई सामाजिक, आर्थिक और राजनीतिक मुद्दे हैं।

अंतरिक्ष विज्ञान के क्षेत्र में इसरो दुनिया के प्रमुख अंतरिक्ष संस्थाओं में से है जो देश के सामाजिक विकास से सम्बन्धित कई कार्यक्रमों को

संचालित करता है। इसरो के द्वारा अनुप्रयोग बनाए गये है जिनका उपयोग देश के विकास में किया जा रहा है। इसरो की स्थापना उस समय के दूरदर्शी वैज्ञानिक डॉ विक्रम साराभाई के अथक प्रयासों से 1969 में हुयी जिसका मुख्य उद्देश्य से अंतरिक्ष विज्ञान में अनुसंधान व ग्रहीय अन्वेषण के साथ-साथ राष्ट्रीय विकास में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का प्रयोग करना है।

विक्रम साराभाई के सपनो और उद्देश्यों को पूरा करने के लिए इसरो लगातार प्रयासरत है और उसको सफलता भी प्राप्त हो रही है। आज इसरो के द्वारा संचालित कई अनुप्रयोग राष्ट्र के तकनीकि विकास के साथ-साथ देश सामाजिक विकास को भी तरजीह दे रहे हैं। इसके अलावा सामाजिक सरोकारों के कई कार्यक्रमों को संचालित किया जा रहा है।

विभिन्न आपदाएं एवं आपदा प्रबधंन सहायक कार्यक्रम

हमने कई बहुत बड़े प्राकृतिक और मानव जनित आपदाओं को देखा है। जैसे उड़ीसा का चक्रवात, गुजरात का भूकम्प, दक्षिण एशिया का सुनामी, बिहार की बाढ़, उत्तराखण्ड की बाढ़ इत्यादि। कुछ दशकों से आपदाओ का दौर ही शुरू हो गया है। जिससे देश का आर्थिक और मानव संसाधन का लगातार नुकसारन हो रहा है। जिससे देश मे गरीबी होने का एक यह कारण भी है कि प्रतिवर्ष हमे आपदाओं का सामना करना पड़ता है।

आपदा को कुशलता पूर्वक प्रबंधन करना सबसे बड़ी प्राथमिकता होती है। जिसमें सैटेलाइट की भूमिका को नकारा नही जा सकता है, जिसके माध्यम से हम आपदा प्रबंधन को बहुत प्रभावी तरीके से कर रहे हैं। जिसकी मदद से हम आपातकालीन संचार, नुकसान का अनुमान इसरो के सैटेलाइट के बिना यह आपदा प्रबंधन कर ही नही सकते हैं।

हाल ही मे आये आपदा जिसने देश के सामाजिक-आर्थिक ताने-बाने को काफी प्रभावित किया है, विशेषकर समुदायों को आवश्यकता है की वह कई पहलुओं को अपने अन्दर समाहित करे जैसे वैज्ञानिक विचारों, अभियांत्रिकी, वित्त और समाजिक एकजुटता से आपदा के खतरे से लड़ा जा सकता है। सरकार इन समुदायों में इन बदलावो को लाना चाहिए।

देश में होने वाले प्रमुख आपदायें

बाढ़:- राष्ट्रीय स्तर पर बाढ़ एवं तूफान या चक्रवात के लिए क्षेत्रों को पहचाना जाता है। देश का लगभग 40 मिलियन हेक्टेयर जमीन इस बाढ से ग्रसित रहती है। इसके मद्देनजर देश में चेतावनी जारी की जाती है जिसके लिए केन्द्रीय जल आयोग एवं भारतीय मौसम विभाग से तालमेल किया जाता है जिसको इसरो संचालन संबंधी सभी सेवाएं उपलब्ध कराता है जिससे बहुत ही कठिन आपादा के समय संचालन में मदद प्राप्त होती है। रीयल टाइम बाढ़, चक्रवात और अन्य आपदा के लिए चेतावनी जारी की जाती है जिससे लाखों और करोड़ो लोगों की जानमाल का नुकसान होने से बचाया जाता है।

सूखा:- देश की 70 प्रतिशत जनसंख्या सीधे या परोक्ष रूप से सूखे के प्रभाव को झेलती है इस सूखे से कृषि कार्य बहुत बुरी तरह से प्रभावित होता है भारत आज भी एक कृषि प्रधान देश है यह देश को आज भी 70 प्रतिशत रोजगार उपलब्ध कराने वाला क्षेत्र है। देश का 68 प्रतिशत भूमि सूखा प्रभावित क्षेत्र में आती है। इसरो ने कृषि मंत्रालय के साथ महानलोंबिस नेशनल क्रॉप फारकास्टिंग सेन्टर एमएनसीएफसी की स्थापना की है। जिससे सूखे से सम्बन्धित सूचनाओं को प्रसारित और सूखे की अग्रिम चेतावनी राज्यों को प्रदान की जाती है।

चक्रवात:- इससे प्रमुख रूप से तटीय इलाके प्रभावित होते हैं। भारत के पास 7516 किमी की तटीय सीमा है जिसमें से दुनिया के लगभग 10 प्रतिशत चक्रवात हमारे देश में आते हैं। गुजरात, महाराष्ट्र, केरल, तमिलनाडु, आन्ध्र प्रदेश, तेलंगाना पुदुचेरी, उड़ीसा, पश्चिम बंगाल, लक्षद्वीप एवं अण्डमान निकोबार से राज्य चक्रवात से पमुखतः से प्रभावित होते हैं। चक्रवात से जानमाल की बहुत तबाही होती है इसके लिए इसरो मौसम विभाग को पूरी तरह सहयोग प्रदान करता है ओसेनसेट-2 के स्केटरोमीटर के माध्यम से जैसे ही कम दबाव का क्षेत्र चक्रवात में बदलने वाला होता है वह जानकारी इन दो http://www.mosdac.gov.inवेबसाइट के माध्यम से अपलोड कर दी जाती है।

दावानल (जंगल की आग):-भारत का 55 प्रतिशत जंगल आग की चपेट में कभी भी आ सकता है जिससे हमारी अर्थव्यवस्था को हर साल लगभग 440 करोड़ का नुकसान होता है आग को सैटेलाइट चित्रों के माध्यम से देखा जाता है जिसकी जानकारी इण्डियन फोरेस्ट फायर रेस्पोंस एण्ड एससेमेंट सिस्टम आईएनएफएफआरएएस की वेबसाइट www.inffras.gov.in पर फरवरी से जून तक प्रतिदिन अपलोड की जाती है।

भूस्खलन: -पहाड़ी क्षेत्रों मे हमेशा से जीवन और सम्पत्ति पर खतरा रहा है। अर्थ ओब्सर्वसन इसके लिए एक बहुत महत्वपूर्ण सकारात्मक भूमिका का निर्वाह करता रहा है। जिसके माध्यम से सारे पहाड़ी क्षेत्रों से भूस्खलन सम्बन्धी सूचनाओं को एकत्र किया जाता है। उत्तराखण्ड और हिमाचल प्रदेश में भूस्खलन के सम्भावित इलाकों को चिन्हित किया गया है।

भारत सरकार ने आपदा के पूर्व तैयारी के लिए कई कदमों को उठाया है। जिसमें सरकारी और गैर सरकारी संगठनों के बीच सामन्जस्य बिठाने की कोशिश की गयी है जिससे आपदा के प्रभाव को कम किया जा सके। सामान्य रूप से आपदा एक ऐसी घटना है जिससे

दुघर्टनाओं में बढ़ोत्तरी होती है, सम्पत्ति का नुकसान होता हे, मूल-भूत अधिसंरचना, सेवाएं और मानव जीवन बहुत बुरी तरह से प्रभावित होता है। प्रभावित समुदाय बिना किसी सहायता से इस समस्या से पार नही पा पायेगा। आपदा से वर्षो की विकास पर की गयी पूंजी के साथ-साथ समय का भी नुकसान उठाना पड़ता है। आपदा के बाद हमे बिल्कुल नये सिरे से नवनिर्माण करना होता है।

विश्व स्वास्थ्य संगठन ने आपदा को को एक ऐसी घटना जिसके कारण बर्बादी होती है जिसमें आर्थिक नुकसान, लोगो की असमायिक मृत्यु, मानव स्वास्थ्य का से सम्बन्धी सभी सेवाओं की कमी होती हे।

भारत में आपदा प्रबंधन को लेकर कई प्रकार के क्रियाकलापों को बढ़ावा दिया जा रहा है। सबसे महत्वपूर्ण कार्य तो राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन प्रभाग को कृषि मंत्रालय से गृह मंत्रालय का दे दिया गया है हालांकि सूखा सम्बन्धी आपदा प्रबंधन अभी भी कृषि मंत्रालय के पास है। गृह मंत्रालय को नोडल एजेंसी बनाया गया है जो सभी प्रकार के आपदाओं के प्रबंधन का समन्वयक के रूप में कार्य करेगी। जिसमें सूखा नही शामिल है। अब यह प्रभाग राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन प्राधिकरण के नाम से जाना जाता है यह गृह मंत्रालय के आधीन है। जिसका प्रशासनिक ढांचा इस प्रकार है।

1. प्रधान मंत्री इसके पदेन इसका अध्यक्ष।

2. अधिकतम 9 सदस्य हो सकते है जिनको प्रधानमंत्री नामित करेगा।

3. एक सदस्य को प्रधानमंत्री द्वारा उपाध्यक्ष बनाया जाएगा।

इस प्राधिकरण का सबसे महत्पूर्ण कार्य आपदा प्रबंधन से सम्बन्धित राष्ट्रीय स्तर पर योजनाओं एवं नीतियों को तैयार करना है। प्राधिकरण अन्य विभागों एवं मंत्रालयों के द्वारा आपदा के बारे में तैयार किये गये योजनाओं को अनुमोदन करना होता है।

आपदायें	**नोडल मंत्रालय**
भूकंप एवं सुनामी	गृह मंत्रालय/ पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय/ भारतीय मौसम विज्ञान विभाग
बाढ़	गृह मंत्रालय/ जल संसाधन मंत्रालय/ केंद्रीय जल आयोग
चक्रवात	गृह मंत्रालय/ पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय/ भारतीय मौसम विज्ञान विभाग
सूखा	कृषि मंत्रालय
जैवीय आपदा	स्वास्थ्यएवं परिवार कल्याण मंत्रालय
रासायनिक आपदा	वन एवं पर्यावरण मंत्रालय
परमाणु आपदा	परमाणु उर्जा मंत्रालय
हवाई दुर्घटनाएं	नागरिक उड्डयन मंत्रालय
रेलवे दुर्घटनाएं	रेलवे मंत्रालय

2005 में राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन एक्ट, 2005 संसद के द्वारा पास किया गया और 23 दिसम्बर 2005 को राष्ट्रपति के हस्ताक्षर के बाद यह एक्ट क्रियान्वित किया गया इसके अन्तगत राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन प्राधिकरण अस्तित्व में आया जिसके अन्तर्गत देश में आपदा से सम्बन्धित सभी कार्यों के लिए एक नियामक संस्था बन गयी। राज्यों में राज्य आपदा प्रबंधन प्राधिकरण बनाये गए है जिसका प्रमुख राज्य का मुख्यमंत्री होता है इन संगठनों के माध्यम से आपदा से बचाव, तैयारी, अनुमान, न्यूनीकरण, राहत इत्यादि के लिए सारा काम यह संस्था देखती है। इसी प्राधिकरण के अन्तर्गत नेशनल डिजास्टर रिस्पांस फोर्स का गठन किया गया इसके साथ नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ मैनेजमेंट जिसके माध्यम से आपदा से सम्बन्धित क्षमताओं का निर्माण किया जाता है।

इसरो ने इन प्राकृतिक आपदाओं से निपटने के लिए एक कार्यक्रम की शुरूआत की जिसे अहमदाबाद स्थित अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र के द्वारा संचालित किया जा रहा है। जिसे डिजासटर मैनेजमेंट सर्पोट कार्यक्रम का नाम दिया गया है। इस कार्यक्रम के अन्तर्गत इसरो पृथ्वी के अवलोकन (अर्थ ओब्सेर्वेशन) करने वाले सैटेलाइट का प्रयोग इस कार्यक्रम मे किया जा रहा है। इससे इसरो मुख्यतः देश में होने वाले आपदाओं का निरीक्षण करना, सूचनाओं को देने और सहायता प्रदान करना है। जैसे बाढ़, सूखा, भूकम्प, चक्रवात, भूस्खलन, दावानल इत्यादि।

इन आपदाओं से निपटने के लिए एक आपातकालीन संचालन केन्द्र बनाया गया है इसमें केन्द्रीय गृह मंत्रालय, नेशनल रिमोट सेन्सिग

सेन्टर के आधीन एक नियंत्रण कक्ष भी होता है प्रजो सभी सरकारी कार्यालयों के माध्यम से आपातकालीन सूचनाओं का आदान प्रदान किया जाता है। एक राष्ट्रीय डेटाबेस तैयार किया जाता है जिसे नेशनल डेटाबेस फॉर इमरजेंसी मैनेजमेंट एनडीईएम कहा जाता है इसका निर्माण किया गया है।

यह कार्यक्रम अगर किसी अन्तर्राष्ट्रीय आपादा आने पर आधारभूत सरंचना को उपलब्ध कराता है साथ यह कार्यक्रम यह भी बताता है कि कौन सा क्षेत्र कौन सी आपदा के लिए है जिससे उस क्षेत्र को आपदा न्यून करने और आपदा के लिए तैयार किया जा सकता हैं। आपदा के समय रीयल टाइम सूचनाओं का आदान प्रदान किया जाता है डिजास्टर मैनेजमेंट सपोर्ट कार्यक्रम का यही उद्देश्य है की समय पर किसी भी आपदा के आने पर लोगों को सही सूचनाओं को दिया जाए जिससे उन्हे उसका लाभ प्राप्त हो सके।

इसके अलावा इसरो के द्वारा एकत्र किया गये विभिन्न डाटा भण्डार को सम्हाल के रखा जाता है, ताकि भविष्य में इसका उपयोग किया जा सके। इसरो ने एक प्राइवेट आभासी संचार तकनीकि पर आधारित पर एक संजाल बनाया है, जिसका हब भारत के गृह मंत्रालय के अन्तर्गत काम करता है। इसके माध्यम से वीडियो कांफ्रेसिंग, संचार एवं सूचनाओं का आदान-प्रदान किया जाता है। यह नेटवर्क प्राकृतिक आपदा के समय संचार करने में महत्वपूर्ण सहायता प्रदान करता है। जरूरत पड़ने पर हम इसको टेरेस्ट्रियल नेटवर्क से प्राप्त कर सकते हैं।

आपदा हमेशा मानव जीवन पर हमेशा घातक प्रभाव छोड़ती है, जिससे हमारी सम्पत्ति के साथ-साथ आधारभूत संरचना भी ढह जाती है। अगर आपदा की सही जानकरी हमे समय रहते प्राप्त हो जाती है तो इस नुकसान को न्यूनीकृत किया जा सकता है। इसरो का आपदा प्रबंधन सहायक कार्यक्रम आपदा के दौरान आपातकालीन संचार की व्यवस्था देता है जिससे हमे आपदा के बारे मे सही जानकारी प्राप्त होती है। जो कि आपदा लिए हमारे नीति निर्माण और निर्णय प्रक्रिया में बहुत महत्वपूर्ण योगदान प्रदान करता है। जिसके माध्यम से हम आपदा के प्रभाव न्यूनतम स्तर तक कम कर सकते हैं।

आपदा प्रबंधन का यह कार्यक्रम भारतीय सामाजिक पहलुओं पर भी आधारित होता है। यह कार्यक्रम सिर्फ आपदा का न्यूनीकरण के लिए नही बनाया गया है बल्कि इससे दूरदर्शी नीतियों का निर्माण भी किया जाता है। पृथ्वी के अवलोकन की सहायता से कई महत्वपूर्ण काम किए जाते हैं इससे आपदा को प्रबन्धित किया जाता है यह कार्यक्रम आपदा ग्रसित क्षेत्रों के पहचान, नुकसान का अनुमान, आपदा पर नजर एवं आपदा के अनुमान भी लगाया जाता है।

आपदा 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 जिसमे सरकार के अलावा कुछ गैर सरकारी समुदायों के अलावा वैज्ञानिक, प्रबंधक, नीति निर्माणकर्ता, जमीनी सामाजिक कार्यकर्ता, मीडिया और आम लोग। उपरोक्त सभी में अपने-अपने स्तर का ज्ञान है इस ज्ञान का उपयोग एक एकल मंच पर किया जाता है इस ज्ञान का उपयोग अंतरिक्ष तकनीकि की सहायता से डाटाबेस तैयार किया जाता है। जिससे आपदा को बढ़ाने वाले तत्वों की पहचान की जाती है और मानव द्वारा जनित आपदा पर भी काम किया जाता है सभी सुचनाओं एवं ज्ञान को एकत्र करके एक पूर्व चेतावनी व्यवस्था बनाई जाती है जिससे विभिन्न समुदायों को पूर्व आपदा सूचित किया जाता है जिससे वह आपदा से बचने की तैयारी करे और इससे आपदा से बचें।

आपदा एक वैश्विक घटना है यद्यपि इसमें देशों की सीमाए, प्रशासनिक और भौगोलिक सीमाए होती है लेकिन आपदा के बाद सहयता कार्यक्रम वैश्विक चिन्ता का विषय बन जाता है। अन्तर्राष्टीय 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 जाता है।

यह व्यवस्था बिना किसी पक्षपात कि सूचनाओं का सही से प्रयोग कर सकते है। जिसके आधार पर आपदा पूर्व तैयारी, न्यूनीकरण, आपदा पूर्व सूचना, प्रभाव का अनुमान और 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 सम्बन्धित एजेंसियां करती है।

निष्कर्ष

द्वितीयक सूचनाओं एवं तथ्यों के आधार पर हम इस निष्कर्ष पर हैं कि इसरो बड़े स्तर पर सामाजिक सरोकारों से सम्बन्धित कार्यक्रमों का संचालन कर रहा है जिससे लोगों के स्वास्थ्य, शिक्षा, कृषि, रोजगार और जीवन के अन्य पहलुओं में सकारात्मक बदलाव आ रहा है।

कभी-कभी शहरी और ग्रामीण इलाकों के लिए समान तौर पर परेशानियाँ एक तरह की होती हैं पर ज्यादा बुरा प्रभाव ग्रामीण क्षेत्रों में होता है, क्योंकि उनके पास बचाव के साधन और अन्य साधनो की कमी होती हैं उनको आपदा से बचने के बारे में जानकारी, आधारभूत संरचना तुलनात्मक तौर पर काफी पिछड़ी होती है। इसलिए ग्रामीण क्षेत्रों में आपदा प्रबंधन को ज्यादा ध्यान होगा।

आपदाओं को कोई भी तकनीकि रोक नही सकती लेकिन इसके प्रभाव को कम किया जा सकता है इसी सिद्धान्त पर आधारित आपादा प्रबंधन सहायक कार्यक्रम के तहत अब इसरो आपदा पूर्व चेतावनियों को प्रसारित करता है और आपदा के बाद अधिसंरचना निर्माण एवं पर्नस्थापना में सहायक साबित हो रहा है। लोग आपदा के लिए अपने आप को तैयार करते हैं और उससे सही से निपटते हैं आज इस कार्यक्रम की के कारण जानमाल के नुकसान को कम किया गया है।

संदर्भ

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://www.decu.gov.in
6. http://10.61.36.75/sac/decu/aboutus/index.htm
7. Indian Meteorological Department, Department of Agriculture & Cooperation, High Powered Committee on Disaster Management: Report, Ministry of Agriculture, Government of India, 2000
8. Kumar Santosh, Disaster Management Model and framework, National Institute of Disaster Management, Government of India, 2005
9. L.C. Gupta & Vinod K. Sharma, Drought in Gujarat: 1999-2000 & 2000-2001, National Centre for Disaster Management, Indian Institute of Public Administration, 2001
10. S. K. Swami, NDM Division, New Delhi, Sustainable Development & Natural Disaster Reduction, Unpublished paper, 2005
11. S. K. Swami, NDMD, New Delhi, Trigger Mechanism: The Concept for Emergency Response Plans, 2007
12. Sinha, Anil. Disaster Management: Lessons Drawn & Strategies for Future, NDM, Indian Institute of Public Administration, New Delhi, 2001 & Central Water Commission

अंतरिक्ष आधारित सामाजिक एवं वैज्ञानिक अनुप्रयोग

सिंहस्थ महाकुंभ में इसरो द्वारा संचालित दूरचिकित्सा मोबाईल सेवा द्वारा निःशुल्क उपचार

धर्मेन्द्र सिंह तोमर

वैज्ञानिक-अभियंता-एस डी, एम.पी.पी.जी-डेकू

प्रस्तावना –

दूरचिकित्सा इसरो के सामाजिक अनुप्रयोगों में से एक हैं। दूरचिकित्सा स्वास्थ्य देखभाल के क्षेत्र में एक उभरता हुआ क्षेत्र हैं, जहाँ सूचना प्रौद्योगिकी के साथ चिकित्सा विज्ञानं के सहक्रियात्मक संकेन्द्रण से ग्रामीण और दूरदराज के इलाको में स्वास्थ्य के क्षेत्र में शिक्षाएं प्रशिक्षण और प्रबंधन के अनेक अनुप्रयोगों के अलावा स्वास्थ्य देखभाल प्रदायगी की चुनौतियो को पूरा करने की अपर संभाव्यता निहित हैं। यह उतना ही सरल हो सकता हे, जितना एक टेलिफोन के जरिये चिकित्सा सम्बन्धी किसी समस्या पर रोगी और एक स्वास्थ्य विशेषज्ञ आपस में बात करे और यह ईसीजीए रेडियोलोजीक इमेज और जैसे नैदानिक परीक्षणों क्लिनिकल जानकारी के इलेक्ट्रोनिक चिकित्सा रिकॉर्ड भेजने और आईटी आधारित हार्डवेयर और सॉफ्टवेर की सहायता से वास्तविक समय आधार पर अंत-क्रियात्मक चिकित्सा विडियो संगोष्ठी करना, उपग्रह और स्थलीय नेटवर्क द्वारा ब्रोड्बैंड दूर संचार मीडिया के उपयोग से विडियो संगोष्ठी जैसे जटिल कार्य करना भी इसका भाग हैं।

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन ने भारत में दूरचिकित्सा को नवजात अवस्था से लेकर एक नई ऊंचाई पर ले जाने का नेतृत्व किया हैं, एवं इस प्रणाली को सामाजिक अनुप्रयोगों की दिशा में एक महत्वपूर्ण भूमिका प्रदान की हैं। विशिष्ठ स्वास्थ्य चिकित्सकों की सेवायो को अप्रत्यक्ष इलाको तक पहुचने के लिए दूरचिकित्सा एक उचित माध्यम हैं। 2001 में कुछ टर्मिनलो के साथ इसरो दूरचिकित्सा नेटवर्क का प्रारंभिक चरण शुरू किया गया था, बाद में देश भर में 380 स्थानों पर टर्मिनलो स्थापित करके इस नेटवर्क में सम्मिलित किया गया था। यह टर्मिनल विभिन्न अस्पतालों, चिकित्सा संस्थानों तथा कालेजो में स्थापित किये गए हैं। इसरो दूरचिकित्सा सुविधा नेटवर्क द्वारा रोगी के स्वास्थ्य संबंधित सूचना दृश्य-श्रव्य माध्यम के द्वारा डॉक्टर को प्रदान की जाती हे, जिसके आधार पर डॉक्टर परामर्श देते हैं । कुछ मामलो में तो दूर चिकित्सा ने आपातकालीन स्थितियों में मदद की हैं।

इस कड़ी में दूर चिकित्सा मोबाईल वेन एक ऐसी पहल हैं, जिसके द्वारा एक स्थान से दूसरे स्थान पर आसानी से जाकर स्वास्थ्य सेवाए प्रदान की जाती हैं, और उज्जैन में आयोजित हुए सिंहस्थ महाकुंभ में इस मोबाईल वेन द्वारा श्रधालुयो, सांधु-संतो एवं वहाँ पधारे सभी भक्तगणों की स्वास्थ्य संबंधित परेशानियों का निराकरण किया तथा सभी का उपचार निशुल्क किया गया और इनकी संख्या हजारों में आंकी गयी हैं। यह दुरचिकित्सा मोबाईल सेवा, भारत सरकार द्वारा चलाये जा रहे मेक इन इंडिया कार्यक्रम को अग्रसर करने में महत्वपूर्ण योगदान प्रदान कर सकता हैं।

प्रस्तुत लेख में दूर चिकित्सा मोबाईल वेन के बारे में, दूर चिकित्सा तकनीक के बारे में तथा इस मोबाईल वेन की उपयोगिता एवं लाभ के बारे में विस्तार से चर्चा की गई हैं।

दूर चिकित्सा क्या हैं ?

जब एक वरिष्ठ चिकित्सक दूर से किसी रोगी को सुचना और संचार तकनीकी के माध्यम से चिकित्सा प्रदान करता हे उसे हम दूर चिकित्सा कहते हैं। दूर चिकित्सा की सहायता से ग्रामीण तथा सुदूर क्षेत्रो की जनसँख्या कम कीमत पर वरिष्ठ चिकित्सक से सेवा प्राप्त कर पाते हैं।

यह कैसे संभव होता हैं

दूरचिकित्सा आधुनिक विज्ञान का मानव के लिए एक वरदान हैं, जो कंप्यूटर एवं दूर संचार के माध्यम से संभव होता हैं। यह एक स्वास्थ्य देखभाल प्रणाली हैं, जो की सुचना संचार प्रोद्योगिकी के उपयोग पर आधारित हैं, तथा रोगी की चिकित्सा समस्या के उपचार के डाटा के परिसंचरण और दूर स्थानों पर स्थित चिकित्सकों से परामर्श प्राप्त करने की सुविधा प्रदान करती हैं। विडियो संगोष्ठी तकनीक के द्वारा रोगी तथा चिकित्सक दोनों एक दूसरे को देखने के साथ साथ संवाद कर सकते हैं। यह बिलकुल चिकित्सक से साक्षात क्लिनिक में मिलने के समान हैं। इसमें एक विशेष प्रकार का सॉफ्टवेर कंप्यूटर में डाला जाता हे जो कंप्यूटर को दूर संचार से जोड़ता हैं।

दूर चिकित्सा कैसे की जाती हे

दूर चिकित्सा 5 चरणों में की जाती हे –

1. सबसे पहले रोगी की डाक्टरी जांच रिपोर्ट को डिजिटल फोर्मेट (इलेक्ट्रोनिक फॉर्म) में बदला जाता हैं।
2. इसके बाद रोगी की रिपोर्ट्स को संचार माध्यम के द्वारा वरिष्ठ चिकित्सक के पास भेज दिया जाता हैं।
3. रिपोर्ट प्राप्त करने के बाद वरिष्ठ चिकित्सक रिपोर्ट्स का अध्यनन करता हैं।
4. इसके बाद वरिष्ठ चिकित्सक, दूर चिकित्सक एवं रोगी के साथ उपग्रह युक्त विडियो कोंफेरेंसिंग के द्वारा पूछताछ (वार्तालाप) करता हे तथा रोगी को कैमरा के द्वारा देखता भी हैं।
5. इसके बाद वरिष्ठ चिकित्सक रोगी को परामर्श देता हे तथा दवाइयां लिखता हैं।

दुरचिकित्सा जाल (नेटवर्क) के मूल तत्व :

1. वी-सेट हब,
2. दूर चिकित्सा सर्वर हार्डवेअर तथा सोफ्टवेअर,
3. वरिष्ठ डॉक्टर केंद्र,
4. रोगी केंद्र,
5. रोगी जांच यन्त्र,
6. डॉक्टर तथा रोगी केंद्र के लिए दुरचिकित्सा सोफ्टवेअर,
7. अंतरिक्ष खंड

सिंहस्थ महाकुंभ में संचालित दूरचिकित्सा मोबाईल सेवा की उपयोगिता

भारत वर्ष में आयोजित होने वाला सिंहस्थ महाकुंभ विश्व का सबसे बड़ा जन समूह को एकत्रित करने का पर्व हैं। यह आस्था का प्रतिक हैं, जिसमे हजारों-लाखो श्रद्धालुओं, भक्तजन, सांधु-संत आदि एक जगह सम्मिलित होकर अपनी धार्मिक भावनायो का प्रदर्शन करते हैं। इस महाकुंभ में न केवल भारत के विभिन्न राज्यों से अपितु विश्व के अनेको देशो से भी लोग अपनी उपस्थिति देते हें और अपने आप को धन्य मानते हैं।

इस महापर्व में आने वाली चुनौतियों में सबसे प्रमुख हैं स्वास्थ्य के सम्बन्ध में। इस जन सैलाब में कई तरह की स्वास्थ्य संबंधित बीमारियों के फेलने का खतरा रहता हें जिसमे प्रमुखतः त्वचा के रोग. श्वसनतंत्र संबंधित रोग आदि प्रमुख हें, साथ ही इतने बड़े जन समुदाय में भगदड़ मचने का खतरा भी होता हें, जिससे बहुत बड़ी संख्या में जान-हानि भी हो सकती हें, इन सभी स्वास्थ्य संबंधित चुनौतियों को दूर करने के लिए दुरचिकित्सा मोबाईल वेन एक वरदान के रूप में साबित हुई हैं।

दूरचिकित्सा मोबाईल वेन की संरचना

दूरचिकित्सा मोबाईल वेन के अंदर भी सभी सुविधाएँ अचल चिकित्सा केंद्र के बराबर ही होती हे, परन्तु अंतर ये हे, कि ये एक स्थान से दूसरे स्थान पर आसानी से जाकर स्वास्थ्य सेवाए प्रदान करता हे। यह दूर चिकित्सा नेटवर्क का रोगी केंद्र

होता हे तथा वरिष्ठ चिकित्सक से परामर्श करता हे। दूरचिकित्सा मोबाईल वेन के अंदर एक (01) चिकित्सक, एक(01) नर्सिंग स्टाफ, एक (01) ड्राईवर तथा एक (01) तकनीशियन उपलब्ध रहता हैं, जो एंटेना कंट्रोलर यूनिट(ऐ.सी.यु.) के सहायता से अजिमुथ एंड एलिवेशन कोण डालने पर एंटीना को निर्धारित उपग्रह के साथ पॉइंट कर देता हे तथा केंद्र उपग्रह संचार के सहायता से राष्ट्रीय चिकित्सा नेटवर्क में शामिल हो जाता हैं। वर्तमान में उपग्रह जी-सेट-12 द्वारा इस सेवा का लाभ लिया जा रहा हैं।

यह दूरचिकित्सा मोबाईल ईकाई चार हिस्सों में विभाजित किया हुआ हैं, पहला हिस्सा वाहन चालक विभाग हैं, जहाँ वाहन चालक के साथ पेरा-मेडिकल स्टाफ की बैठने की सुविधा हैं, दूसरा विभाग आई.टी. विभाग हैं, जहाँ पर वेन को विडियो कांफेरेंसिंग के द्वारा रिमोट सेन्टर से जोड़ा जाता हैं, और साथ ही साथ मरीज की जानकारी के लिए दृश्य-श्रव्य उपकरण लगाये गए हैं। इसी विभाग में प्रिंटर के माध्यम से आई वी प्रिस्क्रिप्सन का प्रिंट, कंसल्ट के बाद देते हैं।

तीसरे विभाग में माइनर ऑ.टी. विभाग हैं, जहाँ पर मरीज के जटिल पैरामीटर को लेते हैं, और साथ ही साथ क्ष-विकिरण उपकरण (X-ray Machine) भी इस विभाग में लगाया गया है।

चौथा हिस्सा मोबाईल वेन का पेथोलोजी विभाग हैं, जहाँ पर टेली-पेथोलोजी और टेली-ओप्थोमोलोजी के उपकरण लगे हैं।

इस मोबाईल वेन में साधारण बीमारियों के लिए दवाइयों की भी व्यवस्था की गए हैं, जिसे जरुरत पड़ने पर मरीज को उपलब्ध कराई जा सके, साथ ही उर्जा-वर्धक पेय प्रदार्थ जैसे ग्लूकोस आदि का भी प्रावधान रखा गया है।

कार्यान्वयन

इस दूरचिकित्सा मोबाईल वेन का मुख्य उद्देश्य यहाँ आने वाले श्रधालुयो, सांधु-संतों, भक्तजनों, बड़े-बुडे, स्त्री-पुरुष आदि की स्वास्थ्य संबंधित परेशानी को बड़े अस्पताल एम्स, भोपाल और एस जी पी जी आई, लखनऊ तक पहुँचाने की थीं, और साथ ही साथ उनके सही राय विशेषज्ञ डॉक्टर द्वारा दी भी गयी।

यह वेन उपग्रह के माध्यम से एम्स भोपाल से जोड़ी गयी थी, जो भी मरीज वेन में उपचार के लिए आये, उन्हें एम्स, भोपाल के डॉक्टरो ने सीधे देखा तथा उनके रोगों का निदान किया गया। लखनऊ स्थित संजय गाँधी पी.जी. संस्थान(एस जी पी जी आई) की वेन के अंदर बनी ओपीडी में मरीजो की जांच के बाद एम्स, भोपाल के दूरचिकित्सा मोबाईल सेन्टर में बैठे डॉक्टरों से सीधे बात की गई एवं डॉक्टरों द्वारा बताई गई दवाएं मोबाईल वेन से ही उपलब्ध कराई गयी तथा साथ-साथ आसपास की सरकारी फार्मेसी से निशुल्क भी दी गई। संजय गाँधी पी.जी. संस्थान(एस जी पी जी आई), लखनऊ और एम्स, भोपाल को इस काम के लिए इसरो ने तकनीकी सहयोग दिया।

दूरचिकित्सा-उपकरण

1. मल्टीमीडिया कंप्यूटर तथा विडियो कॉंफेरेंसिंग सिस्टम
2. 32'' एल सी डी मोनिटर
3. लेज़र मुद्रक तथा ऐ-3 साइज़ स्कैनर
4. रोगी जांच उपकरण
5. रक्तचाप उपकरण
6. क्षय विकिरण उपकरण
7. ह्रदय रोग जांच उपकरण
8. सोनोग्राफी/अल्ट्रासाउंड
9. सी टी स्कैन, एंडोस्कोप
10. रक्त दाब मोनिटर

महाकुंभ में स्थित टेलीमेडिसिन वेन के उपयोगकर्ता की संख्या – सिंहस्थ महाकुंभ में लगायी गए दूरचिकित्सा वेन का उपयोग हजारों श्रधालुयो, साधुओं, संतो, बड़े-बुजुर्ग आदि द्वारा किया गया तथा इसका सम्पूर्णता लाभ लिया और इस महाकुंभ को सफल बनाने में महत्वपूर्ण योगदान दिया।

दूर-चिकित्सा मोबाईल वेन सेवा द्वारा मेक इन इंडिया को बढावा

भारत सरकार की मेक इन इंडिया कार्यक्रम, जिसकी शुरूआत सितम्बर-2014 में की गई थी, तथा जिसका मुख्य उद्देश्य बहुराष्ट्रीय एवं राष्ट्रीय कंपनियों की भारत में ही अपने उत्पाद बनाने के लिए प्रोत्साहित करना हैं। इस परिपेक्ष्य में दूर चिकित्सा मोबाईल वेन सेवा मेक इन इंडिया को बढाने में सार्थक कदम सिद्ध हो सकता हैं। इस मोबाईल वेन में उपयोग में की जा रही प्रणालियाँ में कुछ आंशिक रूप से भारत में ही तैयार की गयी हें और कुछ प्रणालियाँ पूर्ण रूप से हमारे देश में ही तैयार की गयी हें, जैसे उपग्रह प्रणाली तथा इसका प्रमोचन पूर्ण रूप से भारत में ही किया गया हें साथ ही कुछ उपकरणों का निर्माण भी भारत में किया गया हें ।

भविष्य में मेक इन इंडिया अभिगम को बढावा मिलेगा तो हम पूर्ण रूप से इस मोबाईल वेन का निर्माण भारत में कर सकेगे और इस सेवा को और सस्ता, सुगम बनाया जा सकेगा और स्वास्थ्य सेवाओ का लाभ जनसाधारण, गरीब एवं अभावग्रस्त तबके तक पहुँचाया जा सकेगा और आम आदमी का जीवन बेहतर और खुशहाल बनेगा और साथ ही भारत की अर्थव्यवस्था को भी बहुमूल्य योगदान प्राप्त होगा।

भविष्य –

वस्तुतः भविष्य की चिकित्सा पध्यति दूर चिकित्सा पध्यति ही होगी। भविष्य में ज्यो-ज्यो हमारा संचार सुधरता जायेगा त्यों त्यों दूर चिकित्सा परामर्श का प्रसार सम्पूर्ण राष्ट्र में होता जायेगा तथा मोबाईल दूर चिकित्सा सेवाओ का अधिक प्रचार-प्रसार कर इसकी सेवाओ का उपयोग ज्यादा से ज्यादा लोंगो तक पहुचाया जा सकेगा। भविष्य में दुरचिकित्सा मोबाईल वेन को और अधिक सुचारू और सुविधापूर्ण बनाया जायेगा और साथ ही एन्टीना को वेन के ऊपर ही लगाया जा सकेगा जिसके द्वारा गतिशील अवस्था में भी स्वास्थ्य संबंधित परेशानियों का निराकरण किया जा सकेगा।

निष्कर्ष –

आज भारत का अंतरिक्ष कार्यक्रम खुद को उपग्रह की परिकल्पना करने, बनाने और प्रक्षेपण करने की क्षमता के साथ हमारे देश में आत्मनिर्भर हे, इसके साथ ही सामाजिक अनुप्रयोगों में भी भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में आत्मनिर्भरता दिखाई हें और भारत सरकार द्वारा चलाये जा रहे मेक इन इंडिया कार्यक्रम को सार्थक करने में महत्वपूर्ण भूमिका अदा की हैं।

निष्कर्ष के रूप में हम कह सकते हैं, कि दूरचिकित्सा मोबाईल वेन समाज के अभावग्रस्त एवं वंचित तपके तक स्वास्थ्य सुविधाए पहुँचाने के इसरो के सपने को पूरा करने में सक्षम हैं। भविष्य में भी इस तरह के आयोजित होने वाले महाकुंभ में

दुरचिकित्सा मोबाईल वेन का लाभ लिया जा सकेगा और स्वास्थ्य के क्षेत्र में आत्मनिर्भरता प्राप्त की जा सकेगी और मेक इन इंडिया अभिगम को बढावा मिलेगा।

आभार

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी में अपना लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति का आभार व्यक्त करता हूँ। लेखक, समूह-प्रधान, एम पी पी जी श्री धर्मेश भट्ट एवं समूह प्रधान, पी.पी.इ.जी. श्री राजेश खंडेलवाल का भी आभारी हें, जिनके तकनीकी मार्गदर्शन एवं उत्साहवर्धन से लेख लिखने में सहयोग प्राप्त हुआ, साथ ही लेखक हिंदी विभाग का भी आभार व्यक्त करता हें, जिसके सहायता से यह लेख संगोष्ठी में भेजा जा सका।

संदर्भ :

स्कूल ऑफ टेलीमेडिसिन से प्राप्त प्रचार सामग्री,
आंतरिक इसरो रिपोर्ट्स/तकनीकी लेख,
इन्टरनेट से प्राप्त आकड़े आदि।

***

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में मेक इन इंडिया अभिगम रिपोर्टिंग टर्मिनल

योगेशपार्थ,निशा राना, चंद्रप्रकाश
एसएटीडी/एसएनएए

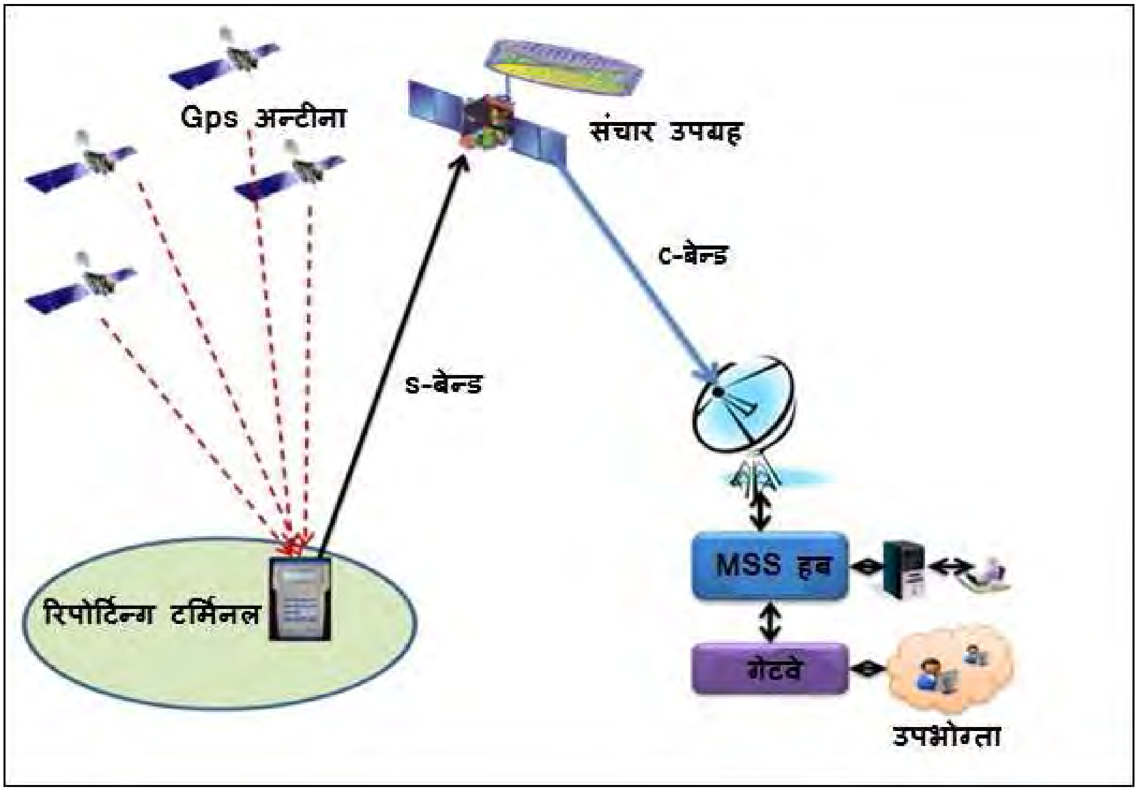
सारांश
प्रस्तुत लेखमेंभारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के अहमदाबाद केन्द्र - अंतरिक्षउपयोग केन्द्र (SAC) द्वारा रिपोर्टिंग टर्मिनल का विकास किया गया है, उसका संक्षिप्त वर्णन करके, प्रचालन एवं उसकी उपयोगिता पर प्रकाश डाला गया है।

रिपोर्टिंग टर्मिनल-1

प्रस्तावना

रिपोर्टिंग टर्मिनल-2

रिपोर्टिंग टर्मिनल एक-मार्गीय एस-बैंड डेटा संचार टर्मिनल है। यहटर्मिनल हब डेटाकाउपयोगकर्ताकेसाथसन्चारकरता है। टर्मिनल लघु संदेश, स्थिति रिपोर्टजीपीएसद्वाराभेजता है। संचरण प्रोटोकॉल TDMA या ALOHA है। यह टर्मिनल हल्के वजन और बैटरी संचालितहै। यह टर्मिनल रिपोर्टिंग किसेवाओ के लिए निर्माण किया गया है। टर्मिनल2670 मेगाहट्र्ज-2690 मेगाहट्र्जएमएसएस संचारित बैंड में ट्यून करने योग्य है। उपयोगकर्ता डेटाभेजनेकेलियेRS-232, ब्लूटूथ, यूएसबी इंटरफेस काउपयोगकरसकतेहै। रिपोर्टिंग टर्मिनल एक जीपीएस रिसीवर के साथ एस-बैंड ट्रांसमीटर है। यह उपग्रह के माध्यम से रिपोर्टिंग हब के लिए रिपोर्टिंग संदेश प्रसारित कर सकते है।



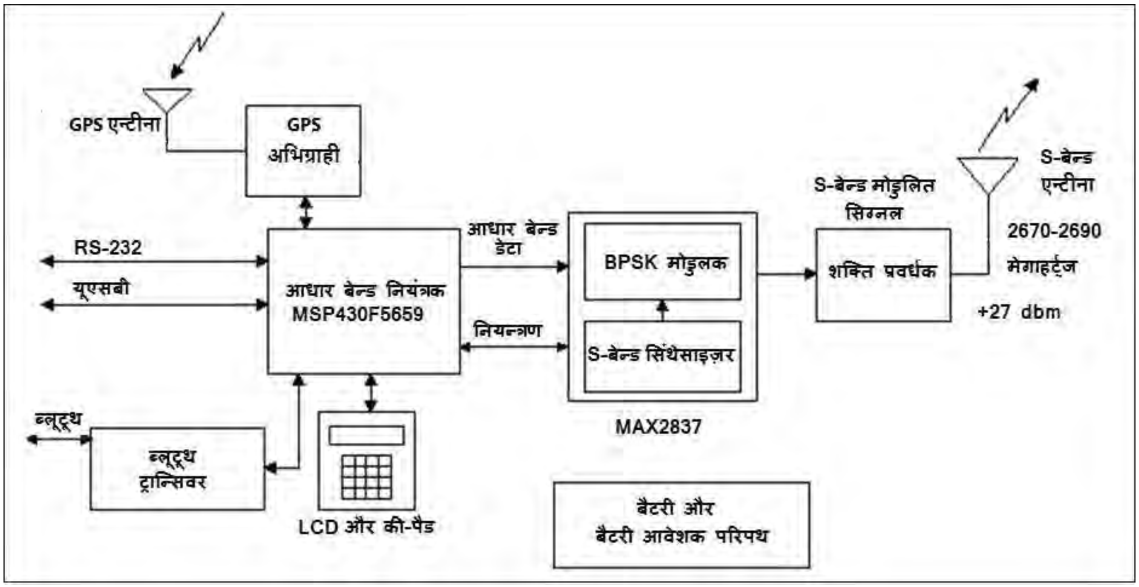
चित्र 1. रिपोर्टिंग टर्मिनल नेटवर्क आरेख

रिपोर्टिंग टर्मिनल का विवरण

चित्र 2.मे रिपोर्टिंग टर्मिनल का ब्लॉक आरेख दिखाता है। टर्मिनल मे बेसबन्ड नियंत्रक, संश्लेषित एस-बैंड मोडुलक, शक्ति प्रवर्धक, पैच एंटीना, जीपीएस एंटीना और बैटरी होते हैं। आधार बैंड नियंत्रक कार्ड (BBCC) की-पैड, एलसीडी, UART, यूएसबी और ब्लूटूथ इंटरफेस प्रदान करता है। BBCC - MSP430 सूक्ष्म नियंत्रक पर आधारित है, और कार्ड स्थिति रिपोर्टिंग के लिए जीपीएस रिसीवरकाउपयोगकरताहै। BBCC डेटाग्रहण, डेटा स्वरूपण और डेटा ट्रांसमिशन के लिए उपयोगकर्ता इंटरफेस का नेटवर्क संचार प्रोटोकॉल के रूप में ख्याल रखता है।

BBCC उपयोगकर्ता इंटरफेस से डेटा प्राप्त करता है, फ्रेम प्रारूप अनूसार डेटा रूपांतर करता है,जोकिजीसैट -6 हब बेसबैंड के साथ संगत है. डेटा फ्रेमस्क्रेम्बल, और ½ दर संवलन कोडितहै। डेटा मोडुलकको भेजनेके लिए प्रति सेकंड 2400 प्रतीकों में हवा अंतरफलक पर प्रसारणकरता है।

एस-बैंड मोडुलक TCXO संदर्भका उपयोग कर 26 मेगाहट्ज़ और 2670-2690 मेगाहट्ज की पूरी संचारित बैंड भर में ट्यून करने योग्य पर संश्लेषित है। शक्तिप्रवर्धकइस टर्मिनल को 0.5 वोट यानी + 27 dBmबिजली देता है। शक्ति प्रवर्धक का उत्पादन -एंटीना से जुड़ा है,जो उपग्रह संकेत भेजता है। सिंथेसाइज़र और SSPA के लिए नियंत्रण संकेतों BBCC से उत्पन्न करतेहै।



<u>चित्र 2. रिपोर्टिंग टर्मिनल ब्लॉक आरेख</u>

टर्मिनल की उपयोगिता

आपदा प्रबंधन में संचार उपकरणों की एक महत्वपूर्ण भूमिका होती है। आपदाओं के समय प्रायः संचार के परंपरागत साधन ठप्प पड़ जाते हैं। 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। प्रशासन कि 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। भारतीयसेना, सीमा सुरक्षा बल, केंद्रीय रिज़र्व पुलिस बल, होमगार्ड द्वाराअपने सुरक्षा कार्य हेतु इसका उपयोग किया जा सकता है।

एसी आपदा समय मे लघु संदेश और स्थिति रिपोर्टिंग की जानकारी रिपोर्टिंग टर्मिनल द्वारा भेज सकते है।

रिपोर्टिंग टर्मिनल के विभिन्न अनुप्रयोगों

•स्थिति रिपोर्टिंग

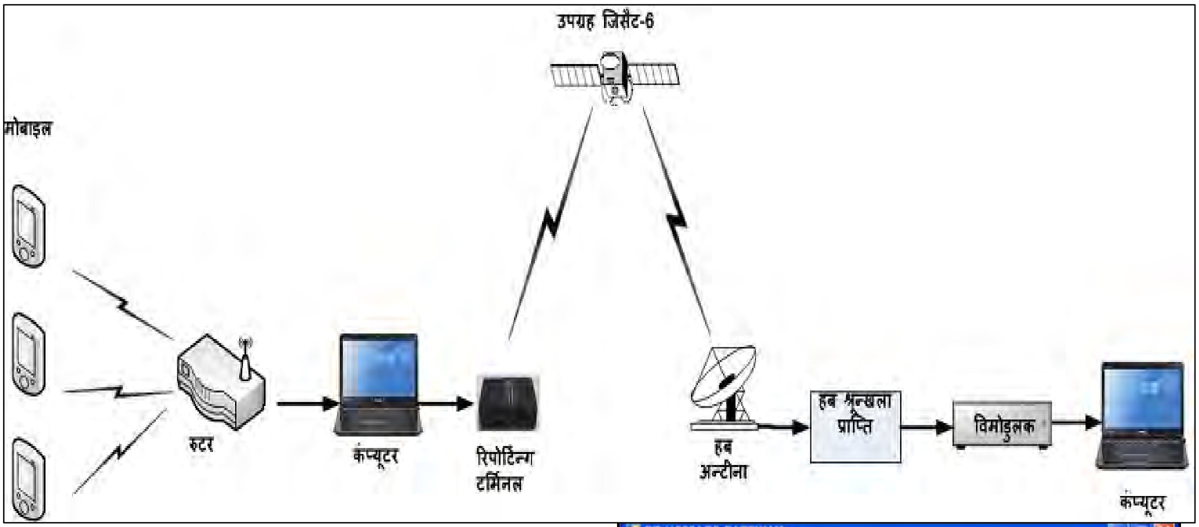
•लघु संदेश सेवा

•वाहन ट्रैकिंग

•डेटा ट्रांसफर सेवाओं

1- संदेश स्थानांतरणसेवा के लिये रिपोर्टिंग टर्मिनल का उपयोग

सेटअप आरेख



विवरण

”Reporting Terminal message gateway”ऐप

यह अनुप्रयोग(ऐप) – एसएमएस(संदेश) अलग-अलग मोबाइलों के माध्यम से रिपोर्टिंग टर्मिनल को भेजने के लिए बनाया गया गया है।

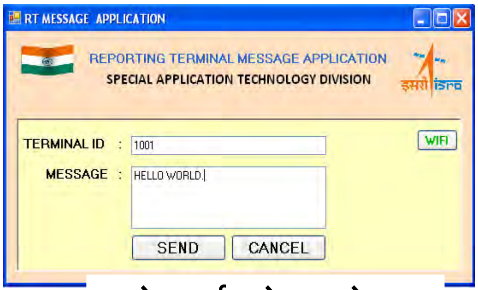
उपयोग कर्ता को संदेश भेजने के लिये एंड्रोइड / कंप्यूटर ऐप डालना पडेगा जो अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र (ISRO) ने बनाया है।

उपयोगकर्ता मोबाइल के माध्यम से वाईफ़ाईरूटरकाउपयोगकरके “Reporting Terminal message gateway” को संदेशभेजसकतेहै।

इनसंदेशोंको “Reporting Terminal message gateway” लेकर,डेटा की प्रक्रिया करके रिपोर्टिंग टर्मिनल को भेज देगा।

रिपोर्टिंग टर्मिनल जीसैट -6 उपग्रह को प्राप्त डेटा भेजता है। हब-एंटीना

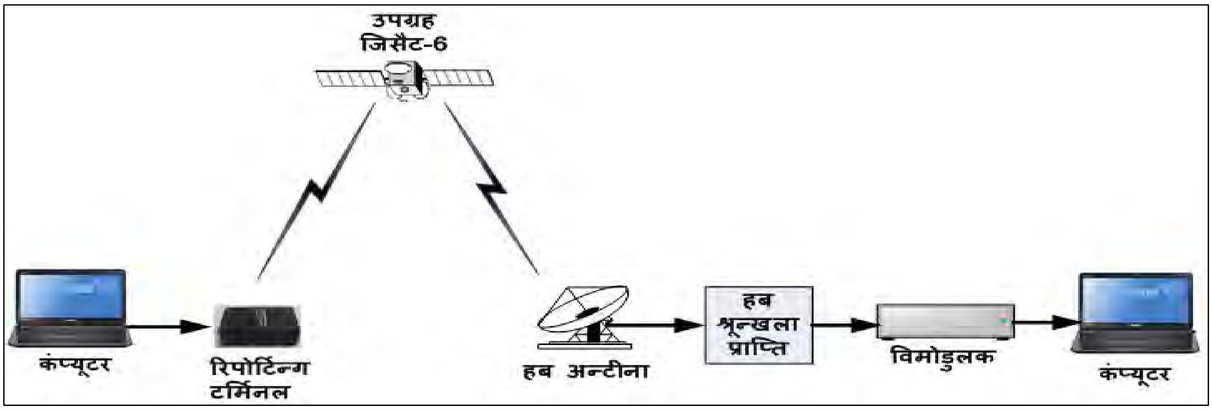
संदेश को कंप्यूटर पर हब केंद्र पर देख सकते है।



उपयोगकर्ता मोबाइलऐप

2- फाइल ट्रांसफरसेवाके लिये रिपोर्टिंग टर्मिनल का उपयोग

सेटअप आरेख



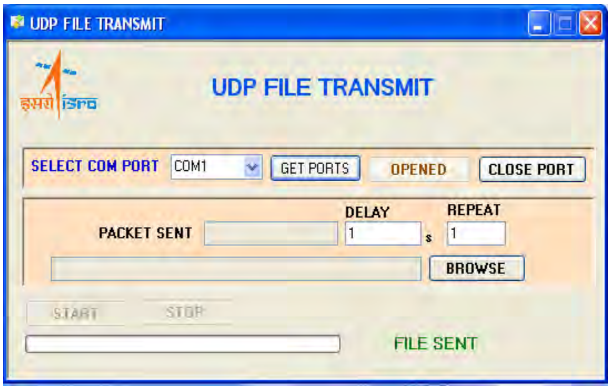
विवरण

यह अनुप्रयोग(ऐप) रिपोर्टिंग टर्मिनल से फाइल भेजने के लिए बनायागया है।

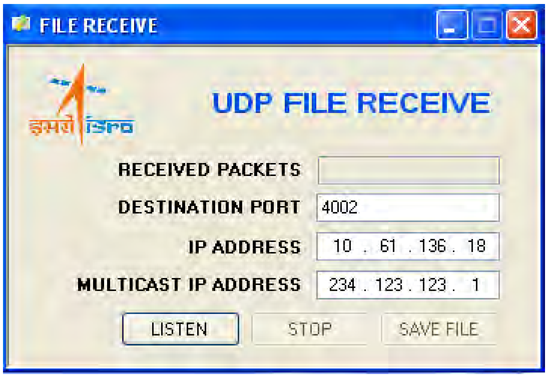
उपयोग कर्ता को फ़ाइल भेजने के लिये “UDP FILE TRANSMIT”कंप्यूटर ऐप डालना पडेगा जो अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र (SAC-ISRO) ने बनाया है।

इसऐपको डालने के बाद UART / यूएसबी इंटरफेस के माध्यम से रिपोर्टिंग टर्मिनल को कंप्यूटर के साथ कनेक्ट करके,फ़िर “UDP FILE TRANSMIT”ऐप का उपयोग कर फ़ाइल भेज सकते है।

रिपोर्टिंग टर्मिनल जीसैट -6 उपग्रह को प्राप्त डेटा भेजता है। हब-एंटीना डेटा प्राप्त करता है और इसे आगे हब (विमोडुलक)को



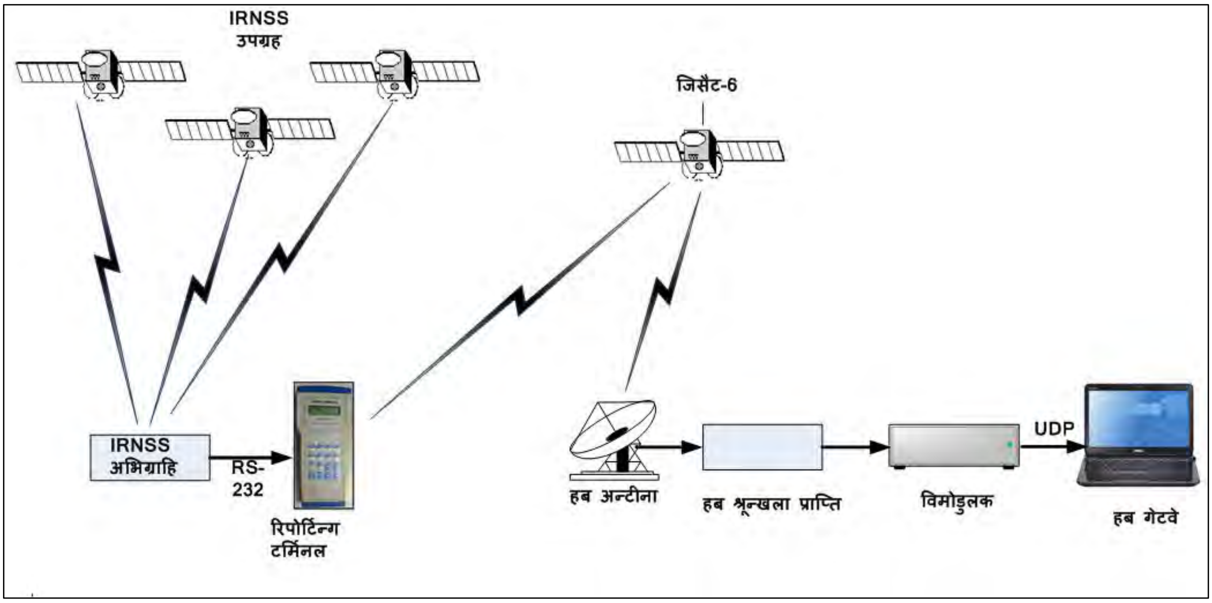
“UDP FILE TRANSMIT” ऐप



”UDP FILE RECEIVE” ऐप

<u>3-वास्तविक समय ट्रैकिंगके लिये रिपोर्टिंग टर्मिनल का उपयोग:</u>

सेटअपआरेख



विवरण

देश में ही विकसित आईआरएनएसएस रिसीवर का उपयोग वास्तविक समय में आईआरएनएसएस इनपुट डेटा लेकर रिपोर्टिंग टर्मिनल का उपयोगकर इसेUART (RS232) के माध्यम से भेजने के लिए बनाया गया है। रिपोर्टिंग टर्मिनलजीसैट -6 उपग्रह को को प्राप्त डेटा भेजने के लिए आईआरएनएसएस डेटा से अक्षांश और देशांतर निकालता है। जीसैट -6 उपग्रहप्राप्त डेटा हब को

भेजताहै। हब-एंटीना डेटा प्राप्त करता है और इसे आगे हब (विमोडुलक) को भेजताहै। हमअक्षांश और देशांतर डेटा को कंप्यूटर पर हब केंद्र पर देख सकते हैं।

निष्कर्ष

अंतरिक्षउपयोग केन्द्र (SAC) द्वारा विकसित रिपोर्टिंग टर्मिनल काविभिन्न क्षेत्रों में विभिन्न उपयोगकिया है। मुंबई मे मेकइन इंडिया कार्यक्रम में भारत के प्रधानमंत्री को रिपोर्टिंग टर्मिनल के अनुप्रयोगों का प्रदर्शन कियागया है।

संदर्भ

- तकनीकी नोट्स – रिपोर्टिंग टर्मिनल
- रिपोर्टिंग टर्मिनल का तकनीकी अंतरण लेख
- वेब संदर्भ wikipedia.com

धन्यवाद

हिन्दीविज्ञानएवंप्रौद्योगिकीसंगोष्ठीमेंयह लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठीसमितिकोहार्दिकधन्यवाद। इस प्रणाली में सैक एसऐटीडी/एसएनऐऐ प्रभाग ने अभूतपूर्व योगदान दिया हैं।

लेखकपरिचय

श्रीमान,**योगेशपार्थ**ने वर्ष2015 में आई.आई.एस.टी सेएविओनिकस अभियांत्रिकी में बी.टेक. डिग्री प्राप्त की है। उन्होने वर्ष 2015 में इसरो के अंतरिक्षउपयोग केन्द्र में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में वह एसऐटीडी/एसएनऐऐअनुभाग में कार्यरत हैं।

सहलेखकपरिचय

श्रीमती, **निशा राना** ने वर्ष1983 में गर्ल्स पोलिटेक्निक अहमदाबाद सेइलेकट्रोनिक्स एन्ड रेडियो अभियांत्रिकी में डिप्लोमा किया है। उन्होने वर्ष1985 में इसरो के अंतरिक्षउपयोग केन्द्र में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में वह एसऐटीडी/एसएनऐऐअनुभाग में कार्यरत हैं।

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 1999में इसरो अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में वह एसऐटीडी/एसएनऐऐ अनुभाग में कार्यरत हैं।

इसरो के पहले संवर्धित वास्तविकता (Augmented Reality) अनुप्रयोग - साकार को बनाने का एक प्रयास

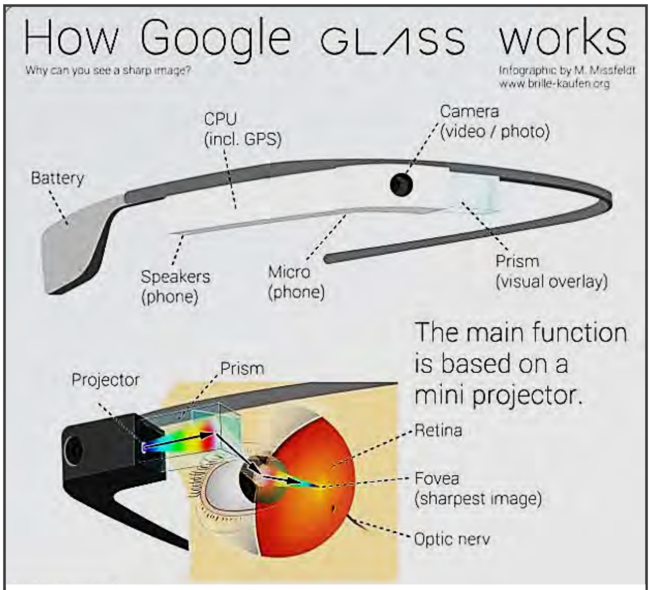
पुनीत सिंघवी
कार्यक्रम योजना एवं मॉनीटरन प्रभाग (पीपीएमडी) / पीपीईजी / डेकू / इसरो

सारांश
यह लेख संवर्धित वास्तविकता के बारे में संक्षिप्त रूप में जानकारी प्रदान करता है। इस लेख में संवर्धित वास्तविकता क्या है, उसके तकनीकी घटक, मूल प्रकार, विभिन्न क्षेत्रों में उसके अनुप्रयोगों का इस्तेमाल, इसरो के पहले संवर्धित वास्तविकता अनुप्रयोग - साकार को विकसित करने में इस्तेमाल की गई पद्धति, कैसे इस अनुप्रयोग में मेक-इन-इंडिया अभिगम का इस्तेमाल किया गया, आदि के बारे में जानकारी प्रस्तुत की गई है।

प्रस्तावना

गूगल ग्लासेस जब बाजार में उपलब्ध कराए गए तब उन्होंने पूरे विश्व में एक नई उत्तेजना पैदा की। गूगल ग्लासेस का एआर अनुप्रयोग में कुछ इस तरह इस्तेमाल किया जाता है - एक यात्री नए शहर में ग्लासेस पहने होटल की तलाश में निकलता है। आवाज आधारित खोज प्रणाली द्वारा यात्री होटलों की खोज करता है, ऑप्टिकल हेड माउंटेड डिस्प्ले (HMD) स्थान-आधारित परिणामों को दिखता है, इस डिजिटल सूचना को वह वास्तविक समय में आसपास के वास्तविक दृश्यों के साथ जोड़कर प्रदर्शित करता है, साथ ही वह अतिरिक्त जानकारी भी मुहैया करता है जैसे कि होटल में कमरों की संख्या व प्रकार, उनकी उपलब्धता, दरें, फोटो, सुविधाएँ, आदि।

यह संवर्धित वास्तविकता अनुप्रयोग का उदाहरण है जो कि अधिक से अधिक व्यक्ति-विशेष जानकारी उपलब्ध कराने के युग में इस्तेमाल किया जा रहा है।

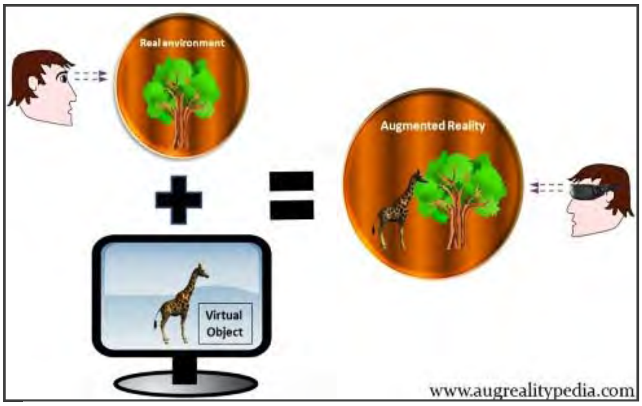


आकृति 1 गूगल ग्लास की कामगिरी (n.d.)

संवर्धित वास्तविकता (Augmented Reality (AR / एआर)) क्या है? (Azuma, 2016)

संवर्धित वास्तविकता एक संयुक्त दृश्य है जो वास्तविक दुनिया के तत्वों को विभिन्न आभासी व डिजिटल तत्वों जैसे कि कंप्यूटर द्वारा उत्पन्न ध्वनि, वीडियो, 2/3D ग्राफिक्स या स्थान आधारित डेटा के साथ संलग्न कर प्रस्तुत करता है।

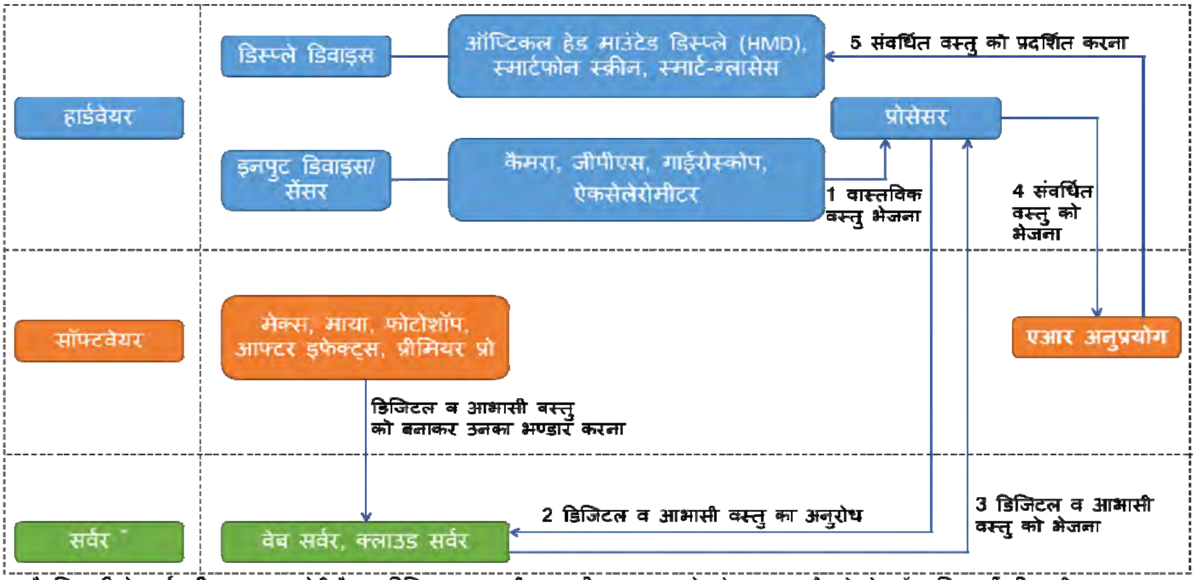
आकृति 2 में जिराफ़ आभासी वस्तु है, जबकि पेड़ वास्तविक वस्तु है। एआर के उपयोग से हम वास्तविक समय में दोनों को एक साथ देख सकते हैं। इसका यह मतलब है कि वास्तविक दृश्य वास्तविक समय में संवर्धित किया गया है एक आभासी जिराफ़ के साथ और यह संयुक्त जानकारी हम मोबाइल स्क्रीन, स्मार्ट ग्लासेस, कंप्यूटर, आदि पर देख सकते हैं।



आकृति 2 संवर्धित वास्तविकता का नमूना (2016)

एक अनुप्रयोग को एआर योग्य अनुप्रयोग बनाने के लिए उसमें तीन बुनियादी विशेषताएँ होनी चाहिए -

(क) डिजिटल दुनिया का वास्तविक दुनिया के साथ आवरण
(ख) डिजिटल दुनिया व वास्तविक दुनिया के संयुक्त दृश्य के साथ वास्तविक समय में परस्पर प्रभाव डालने की क्षमता
(ग) इनपुट डिवाइस द्वारा प्राप्त चित्रों का तीनों आयामों में रजिस्ट्रेशन व संरेखण



* वैकल्पिक रिमोट सर्वर की जरूरत तब होती है जब डिजिटल व आभासी जानकारी एआर अनुप्रयोग के साथ स्थानीय डेटाबेस में शामिल नहीं की जाती

आकृति 3 एआर अनुप्रयोग के तकनीकी घटक

इन विशेषताओं के मुताबिक अवतार चलचित्र (Avatar movie) को एआर अनुप्रयोग नहीं कहा जा सकता क्योंकि उसमें भले ही डिजिटल व वास्तविक दुनिया का संयुक्त दृश्य दिखाया है परन्तु उस दृश्य पर वास्तविक समय में परस्पर प्रभाव नहीं डाला जा सकता। प्रो कबड्डी के मैच के दौरान जो अंक-पट्ट की प्रतीयमान छवि दिखाई जाती है उसे एआर अनुप्रयोग कहा जा सकता है क्योंकि उस अंक-पट्ट की प्रतीयमान छवि को दर्शकों के साथ व मैच के सीधे प्रसारण दौरान विभिन्न कोणों से वास्तविक समय में दिखाया जाता है।

एआर अनुप्रयोग के तकनीकी घटक

एआर अनुप्रयोग विकसित करने के लिए कई सारे एआर आधारित सॉफ्टवेयर डेवलपमेंट किट (Software Development Kit - SDK) उपलब्ध हैं जो कि एआर अनुप्रयोग के विकास के विभिन्न पहलुओं की रचना करने में मदद करते हैं। आकृति 3 एआर अनुप्रयोग में इस्तेमाल होने वाले तकनीकी घटकों और उनके बीच में जानकारी के आदान प्रदान को दर्शा रही है।

हार्डवेयर, सॉफ्टवेयर और वैकल्पिक रिमोट सर्वर किसी भी एआर आधारित अंत-उत्पाद द्वारा इस्तेमाल किए जाने वाले तीन प्रमुख घटक हैं।

मुख्य हार्डवेयर घटकों में प्रोसेसर, डिस्प्ले, इनपुट डिवाइस और सेंसर शामिल हैं। डिस्प्ले के लिए मॉनिटर, मोबाइल स्क्रीन या ऑप्टिकल हेड माउंटेड डिस्प्ले (HMD) का उपयोग होता है। इनपुट डिवाइस या तो मोबाइल का कैमरा या वेब कैमरा हो सकता है। सेंसर जैसे कि गाईरोस्कोप, ऐकसेलेरोमीटर, स्थान की जानकारी उपलब्ध कराने वाले यंत्र (GPS), आदि का इस्तेमाल होता है। ये सेंसर दिशा, झुकाव, स्थान, आदि से संबंधित जानकारी प्रदान करते हैं। आजकल ये सभी घटक एक स्मार्टफोन में आसानी से पाए जाते हैं। इसी कारण स्मार्टफोन एआर अनुप्रयोगों के लिए उचित है।

शाब्दिक जानकारी, 2डी चित्रों, 3डी वस्तुओं, वीडियो, आदि जैसे डिजिटल व आभासी वस्तुओं को विभिन्न सॉफ्टवेयर की मदद से बनाया जा सकता है। एआर अनुप्रयोग विकसित करने के लिए भी कई सॉफ्टवेयर उपलब्ध हैं जैसे कि व्यूफोरिया, मिटायो (एप्पल द्वारा अधिग्रहीत), एआरटूलकिट, आदि जो आभासी जानकारी को वास्तविक दुनिया की जानकारी के साथ जोड़ कर प्रस्तुत करने में मदद करते हैं।

यह हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर के अलावा वेब या क्लाउड सर्वर आभासी डेटा के भंडारण में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। अगर डिजिटल व आभासी डेटा एआर अनुप्रयोग के भीतर भंडारित नहीं है तब वह डेटा प्राप्त करने का आवेदन एआर अनुप्रयोग द्वारा इन्टरनेट के माध्यम से सर्वर को भेजा जाता है। डेटा प्राप्त होने पर एआर अनुप्रयोग उसे वास्तविक दुनिया की जानकारी के साथ वास्तविक समय में जोड़कर उपयोगकर्ता को दिखाता है और साथ ही उपयोगकर्ता को संयुक्त दृश्य पर परस्पर प्रभाव डालने की क्षमता भी प्रदान करता है।

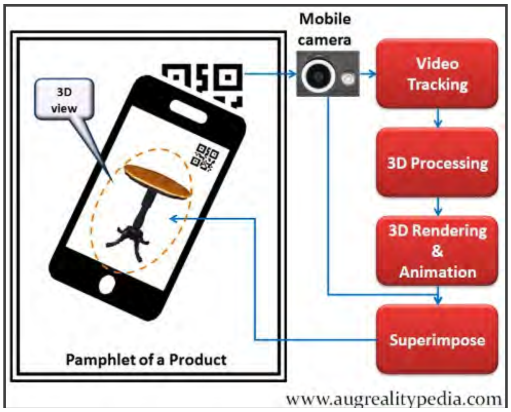
एआर अनुप्रयोग के मूल प्रकार

एआर आधारित अनुप्रयोग मुख्य रूप से दो प्रकार के होते हैं - मार्कर-आधारित और स्थान-आधारित।

मार्कर-आधारित

मार्कर-आधारित के दो उप-प्रकार है - फीडूयूशियल (Fiducial) और नेचुरल फ़ीचर ट्रैकिंग (NFT)। बार कोड, क्विक रेस्पोंसे (Quick Response - QR) कोड और पूर्व-निर्धारित प्रतीक फीडूयूशिअल मार्कर की श्रेणी के अंतर्गत आते हैं। जबकि छवियां NFT मार्कर की श्रेणी के अंतर्गत आती हैं।

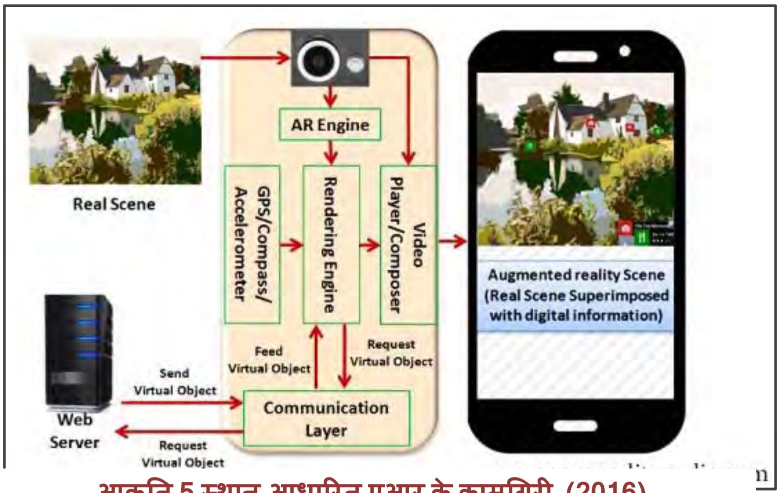
जब एक स्मार्टफोन पर मौजूद मार्कर-आधारित एआर अनुप्रयोग कोई मार्कर को स्मार्टफोन के कैमरे के माध्यम से स्कैन करता है, तब वह अनुप्रयोग उस मार्कर को पहचानने की कोशिश करता है और पहचानने के बाद कैमरे से प्राप्त लाइव फीड को डिजिटल व आभासी जानकारी के साथ शामिल कर समग्र जानकारी को स्मार्टफोन की स्क्रीन पर प्रदर्शित करता है। मार्कर-आधारित प्रकार को रिकोगनिशन-आधारित एआर भी कहा जाता है। आकृति 4 मार्कर-आधारित एआर के काम करने का सिद्धांत समझा रही है।



आकृति 4 मार्कर-आधारित एआर की कामगिरी (2016)

स्थान-आधारित

जब एक स्मार्टफोन पर मौजूद स्थान-आधारित एआर अनुप्रयोग उस स्मार्टफोन के कैमरे से एक वास्तविक दृश्य की ओर इशारा करता है तब स्थान का पता लगाने वाले सेंसर जैसे जीपीएस (GPS) वह स्मार्टफोन के स्थान का पता लगाते है। दूसरे सेंसर जैसे कि गाईरोस्कोप, ऐकसेलेरोमीटर, आदि दिशा व झुकाव से संबंधित जानकारी प्रदान कराते है। यह सभी डेटा को एकत्रित करके स्मार्टफोन जिस वास्तु की ओर इशारा कर रहा है उसके सम्बंधित जानकारी को कैमरे से प्राप्त लाइव फीड के साथ शामिल कर स्मार्टफोन की स्क्रीन पर अनुप्रयोग प्रदर्शित करता है। आकृति 5 स्थान-आधारित एआर के काम करने का सिद्धांत समझा रही है।



आकृति 5 स्थान-आधारित एआर के कामगिरी (2016)

विभिन्न क्षेत्र जिनमें एआर अनुप्रयोगों का इस्तेमाल हो रहा है

(Alkhamisi & Monowar, 2013)

कथित तौर पर एआर अनुप्रयोग का पहला व्यावसायिक इस्तेमाल फर्नीचर बनाने वाली दिग्गज कंपनी आइकिया (IKEA) द्वारा किया गया था। उपयोगकर्ता अपने मोबाइल पर आइकिया के एआर अनुप्रयोग को डाउनलोड कर मोबाइल के कैमरा को उत्पाद सूची में मुद्रित उत्पादों की ओर करते। ऐसा करने से, उत्पाद का 3डी संस्करण मोबाइल स्क्रीन पर प्रकट होता जिसपर उपयोगकर्ता परस्पर प्रभाव भी डाल सकते। तब से ही एआर का उपयोग विपणन के क्षेत्र में हो रहा है। यह मुद्रित मीडिया जैसे कि अखबार, पत्रिका, विजिटिंग कार्ड, आदि पर परस्पर प्रभाव डालने की क्षमता प्रदान करते हुए उनके साथ एक नया आयाम जोड़ देते है।

आकृति 6 आइकिया और एआर

शिक्षा के क्षेत्र में भी इस नई प्रौद्योगिकी का पर्याप्त उपयोग देखा जा रहा है। कई पाठ्य पुस्तकों में एआर की मदद से स्पष्टीकरण दिए जा रहे है जिससे पढ़ने का अनुभव अत्यंत रोचक और आकर्षक बन जाता है।

जब से स्मार्ट-ग्लासेस (smart-glasses) व्यावसायिक रूप से उपलब्ध होने लगे है, गेमिंग कंसोल बनाने वाली कंपनियों ने भी अपने उपयोगकर्ताओं को अधिक समग्र अनुभव प्रदान करने के लिए एआर का उपयोग करना शुरू कर दिया है।

यहां तक कि सेना भी इस नई तकनीक का विभिन्न क्षेत्रों में इस्तेमाल कर रही है। एफ-35 लड़ाकू जेट के हेलमेट में इसका उपयोग हो रहा है। जेट पर लगे विभिन्न कैमरा स्रोतों द्वारा आने वाली जानकारी को वास्तविक समय में एक साथ संलग्न कर उस पर डिजिटल जानकारी जैसे कि दूरी, गति, ऊंचाई, आदि को हेलमेट के वाईज़र (visor) पर दिखाया जाता है। इस अत्याधुनिक हेलमेट कि क़ीमत करीब 4 लाख अमरीकी डॉलर है।

कई उन्नत एआर अनुप्रयोग अपने ग्राहकों को रोमांचक अनुभव प्रदान करा रहे हैं जैसे कि स्मार्टबाए ग्लासेस (http://www.smartbuyglasses.co.in) व लेंसकार्ट (https://www.lenskart.com/) जो कि घर बैठे ग्राहकों को उनके कंप्यूटर द्वारा चश्मे जांचने व परखने कि सुविधा दे रहे है।

इसरो का पहला संवर्धित वास्तविकता अनुप्रयोग - साकार

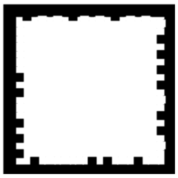
साल 2014 में तत्कालीन निदेशक सैक और अब अध्यक्ष इसरो, श्री ए एस किरण कुमार ने एक संवर्धित वास्तविकता अनुप्रयोग को विकसित करने का सुझाव दिया। यह अनुप्रयोग इसरो के आउटरीच प्रयोजनों के लिए एक नए माध्यम के रूप में पेश किया जाने वाला था। यह सुझाव को लागू कर इसरो का पहला एंड्रॉयड (Android) आधारित संवर्धित वास्तविकता अनुप्रयोग - साकार बनाया गया। यह अनुप्रयोग के विकास में मुख्यतः तीन पहलुओं पर ध्यान केंद्रित किया गया -

आकृति 7 साकार का लोगो

(क) अनुप्रयोग की संपूर्ण डिजाइन और एंड्रॉयड कंटेनर की कोडिंग

(ख) एआर आधारित सॉफ्टवेयर डेवलपमेंट किट (SDK) का उपयोग कर अनुप्रयोग के एआर तर्क की कोडिंग

(ग) डिजिटल व आभासी वस्तुओं जैसे कि शाब्दिक जानकारी, 2डी चित्रों, 3डी वस्तुओं, वीडियो, आदि की पहचान व डिजाइन कर उन्हें अनुप्रयोग में शामिल करना



आकृति 9 पूर्व-निर्धारित प्रतीक

यह तय हुआ कि फीड्यूशियल (Fiducial) आधारित मार्कर का उपयोग किया जाएगा। एसडीके (SDK) पैकेज के साथ ही कुछ पूर्व-निर्धारित प्रतीक उपलब्ध थे जिनका उपयोग साकार में किया गया। इन पूर्व-निर्धारित प्रतीकों को कार्ड पर मुद्रित किया गया। इस दृष्टिकोण के पीछे का विचार यह था कि प्रक्षेपण वाहनों, उपग्रहों और सैटकॉम अनुप्रयोगों से सम्बंधित स्थिर जानकारी को इन कार्ड पर मुद्रित किया जाए और उनसे आधारित डिजिटल व आभासी वस्तुओं जैसे कि छवियां, 3डी मॉडल और वीडियो को अनुप्रयोग का हिस्सा बनाया जाए। साथ ही उपयोगकर्ताओं को डिजिटल दुनिया व वास्तविक दुनिया के संयुक्त दृश्य के साथ वास्तविक समय में परस्पर प्रभाव डालने की क्षमता भी दी जाए। इंफो-ग्राफिक्स (info-graphics) भी कार्ड पर मुद्रित किए गए जो उस विशेष कार्ड से किस प्रकार की डिजिटल वास्तु उजागर होगी उसका संकेत देते हैं। मुद्रित कार्ड की दूसरी तरफ अनुप्रयोग डाउनलोड करने के लिए एक क्यूआर कोड (QR code) भी छापा गया है जिसमें अनुप्रयोग की डाउनलोड लिंक अंतर स्थापित की गई है। इस मुद्रित कार्ड को ट्रीगर कार्ड (Trigger Card - TC) कहते है।

आकृति 8 ट्रीगर कार्ड

यह अनुप्रयोग को बनाने का प्रयास 'मेक इन इंडिया' बल्कि 'मेक इन डेकू / सैक' के नक्शे कदम पर किया गया है। अनुप्रयोग की संपूर्ण डिजाइन, एंड्रॉयड कंटेनर की कोडिंग और डिजिटल व आभासी वस्तुओं जैसे कि शाब्दिक जानकारी, 2डी छवियों, एनाग्लिफ (anaglyph) चित्रों, 3डी वस्तुओं, वीडियो, आदि की पहचान व डिजाइन डेकू / सैक में की गई है।

उपयोगकर्ताओं के लिए अनुप्रयोग के एंड्रॉयड कंटेनर में कई कार्य क्षमताएं प्रदान की गई है जैसे -

(क) साकार क्या है और इसका उपयोग कैसे करना है इसके बारे में जानकारी प्रदर्शित की गई

(ख) अनुप्रयोग में ट्रीगर कार्ड देखने की और ओवर-दी-एयर मुद्रण करने की सुविधा दी गई (यदि उपयोगकर्ता के एंड्रॉयड संस्करण और प्रिंटर द्वारा समर्थित है तोह)

(ग) सभी वीडियो को एक पैकेज के रूप में एकसाथ डाउनलोड करने की व्यवस्था दी गई। विभिन्न विकल्प जैसे कि सतत डाउनलोड, स्थिति की जाँच, रद्द करने का विकल्प, आदि भी दिए गए

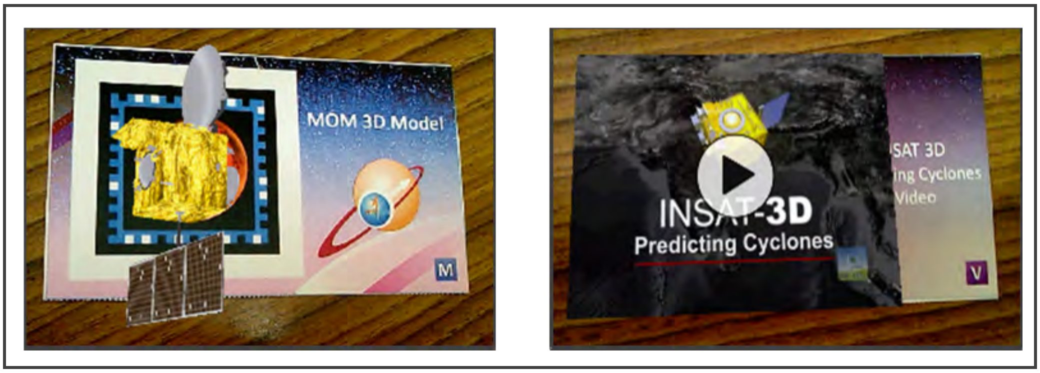
(घ) उपयोगकर्ता के डिवाइस पर स्थापित किसी भी ईमेल क्लाइंट की मदद से फीडबैक (feedback) ईमेल भेजने की सुविधा दी गई

(ङ) 'i - इंफो टेग' द्वारा देखे गए 3डी मॉडल की अतिरिक्त जानकारी बताने की कार्य क्षमता भी अनुप्रयोग में शामिल की गई

क्योंकि डिजिटल वस्तु मोबाइल पर चलने व काम करने के लिए बनाई जा रही थी इसलिए यह सुनिश्चित किया गया कि वह मोबाइल के मानदंड के मुताबिक़ हो। 3डी मॉडल में यदि पॉलीगोन (polygon) की संख्या अधिक हो तो परिणाम अधिक बेहतर होता है। हालांकि मोबाइल की सीमित ग्राफिक्स प्रसंस्करण क्षमताओं और सीमित भंडारण जगह को ध्यान में रखते हुए कम पॉलीगोन वाले मॉडल तैयार किए गए। इसके लिए - बेस मेष बनाई गई, लेवल ऑफ डिटेल (LOD) तय किया गया, मेष फ्लो किया गया, टेक्सचर (texture) बनाया गया और इसे obj प्रारूप में बदला गया। वीडियो के लिए भी उचित वीडियो प्रारूप और संक्षिप्तीकरण (compression) तकनीक का इस्तेमाल किया गया जिससे वीडियो लगभग सभी मोबाइल उपकरणों पर चलाए जा सकें। निम्नलिखित मानकों का उपयोग किया गया - वीडियो कोडेक एच.264 बेसलाइन, वीडियो बिटरेट 768 केबीपीएस, रेसोल्यूशन 480x352, एफपीएस 25, ऑडियो बिटरेट 96 केबीपीएस मोनो चैनल और कंटेनर MP4।

साकार अनुप्रयोग के पहले संस्करण में मंगलयान, पीएसएलवी, जीएसएलवी एमके-III, आरआईसैट, चंद्रमा के खड्डे की एनाग्लिफ छवि जैसे 3डी मॉडल और मंगलयान, इनसैट-3डी से चक्रवात का अनुमान, जीएसएलवी-डी5 क्रायोजेनिक (cryogenic) इंजन, आदि जैसे विषयों पर वीडियो शामिल किए गए।

आकृति 10 साकार का स्क्रीनशोट



आकृति 11 साकार का स्क्रीनशोट

एआर सम्बंधित कई सुविधाएं प्रदान की गई जैसे -

(क) छवियों व 3डी मॉडलों को अनुप्रयोग के स्थानीय डेटाबेस में शामिल किया गया

(ख) कैमरा के नज़र में ट्रीगर कार्ड ना होने पर भी कुछ 3डी मॉडल मोबाइल स्क्रीन पर लगातार दिखे एसी सुविधा दी गई

(ग) वीडियो को या तो ट्रीगर कार्ड के आकार मुताबिक या सम्पूर्ण स्क्रीन पर चलाने की सुविधा दी गई

15 जून, 2015, को राज्य मंत्री, परमाणु ऊर्जा और अंतरिक्ष, डॉ जितेंद्र सिंह, ने अध्यक्ष इसरो, श्री ए एस किरण कुमार की उपस्थिति में नई दिल्ली में एक संवाददाता सम्मेलन में साकार का शुभारंभ किया। अगस्त, 2015, तक साकार को लगभग 21,500 हिट्स मिले। सामग्री और एआर एसडीके के उपयोग के संदर्भ में तब से लेकर आज तक साकार में कई परिवर्तन करें गए है।

आकृति 12 साकार का शुभारंभ

भविष्य

साकार के भविष्य की आवृत्तियों में अनेक नई व उपयोगी सुविधाएँ मुहैया कराई जाएगी। साकार को एंड्रॉयड के अलावा आईओएस (apple) और विंडोज जैसे अन्य प्लेटफार्मों के लिए भी विकसित किया जाएगा। अनुप्रयोग को बिना फिर से पूरा डाउनलोड कर अपडेट करने का विकल्प दिया जाएगा। विशिष्ट छवियों, मॉडलों, वीडियो, आदि को डाउनलोड करने का विकल्प उपयोगकर्ताओं को दिया जाएगा। यह अनुमान है कि 2020 तक एआर उद्योग 120 अरब $ से भी अधिक राजस्व उत्पन्न करेगा।

शब्द संकेत

इसरो, संवर्धित वास्तविकता, एआर, साकार, मार्कर-आधारित, स्थान-आधारित, ट्रीगर कार्ड

संदर्भ

-7amazing-facts-augmented-reality-tech .(2016 06 17) .http://www.augrealitypedia.com: http://www.augrealitypedia.com/-7amazing-facts-augmented-reality-tech/ से पुनर्प्राप्त

Abrar Omar Alkhamisi, & Muhammad Mostafa Monowar. .(2013) Rise of Augmented Reality: Current and Future Application Areas. *International Journal of Internet and Distributed Systems*, .10

How Glass works New infographic reveals secrets Googles interactive eyewear .(.न.दि) .Daily Mail: http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-/2306382How-Glass-works-New-infographic-reveals-secrets-Googles-interactive-eyewear.html से पुनर्प्राप्त

Ronald T. Azuma. .(2016 06 17) *ARfinal.pdf*. www.hitl.washington.edu: www.hitl.washington.edu/projects/knowledge_base/ARfinal.pdf से पुनर्प्राप्त

http://www.digi-capital.com/news/**2016/01/**augmentedvirtual-reality-revenue-forecast-revised-to-hit-**120**-billion-by-**2020/**

आभार

यह लेख लिखने हेतु प्रेरणा व मार्गदर्शन देने के लिए मैं श्री विरेन्द्र कुमार, श्री राजेश खंडेलवाल, श्री एस एल राजशेखर और श्री फणी कुमार का धन्यवाद करता हूँ। साथ ही साकार अनुप्रयोग के विकास में समर्थन और सहयोग देने के लिए मैं पूरी डारपो (DARPO) टीम का भी आभारी हूँ।

डिटेक्टर अभिलक्षणन जाँच के लिये इन-हाउस विकसित सॉफ्टवेर

जितेन्द्र कुमार, अनिल सुखेजा अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

सारांश

विगत चार दशकों से इसरो अंतरिक्ष अनुसंधान एवं अनुप्रयोग क्षेत्र में अपनी निरंतरता बनाये हुये है, और बहुत ही उच्च गुणवत्ता के अंतरिक्ष उपकरणों को विकसित कर जन सामान्य तक अपनी पहुँच बना चुका है। अपने ही देश में विकसित ये उपकरण संचार, नेविगेशन, सुदूर संवेदन तक सीमित न होकर आज ग्रहों,उपग्रहों पर भी अपनी पहुँच बना, वैश्विक पटल पर एक सम्माननीय पहचान बना रहे हैं। हमारे दूरदर्शी वैज्ञानिकों द्वारा अंतरिक्ष क्षेत्र में आत्म-निर्भरता के पथ पर, युवा पीढ़ी उपयुक्त उद्योगों की भागीदारी के साथ लगातार आगे बढ़ा रही हैं। फलस्वरूप इसरो आज, आधुनिकतम(स्टेट-ऑफ-आर्ट) प्रौद्योगिकी अपनाने के साथ-साथ निरंतर आत्म-निर्भरता प्राप्त करते हुये मेक-इन-इंडिया उद्देश्य में सफलता के नित नये आयाम तय कर रही है।

सुदूर संवेदन अनुप्रयोगों में प्रयुक्त, डिटेक्टर विद्युत ऑप्टिकल तंत्र का अत्यंत महत्वपूर्ण हिस्सा होता है। अंतरिक्ष उपयोग में प्रयोग करने से पहले इन संसूचकों (डिटेक्टरों) की गुणवत्ता प्राचलों जैसे कि प्रकाशीय (फोटो) धारा, तमधारा, नोइस अनुक्रिया, पीआरएनयू, एसएनआर, स्पेक्ट्रल-रेस्पोंस, क्वांटम-दक्षता, संसूचकता आदि का मापन कर उचित डिटेक्टर का चयनित कर, उसे अंतरिक्ष उपयोग के लिये विभिन्न आवश्यक प्रक्रियाओं द्वारा क्वालीफाई किया जाता है। इन प्राचलों को सुगमता पूर्वक मापन के लिये स्वनिर्मित डीटेक्टर टेस्ट सॉफ्टवेर को विकसित किया गया।

संकेत शब्द

डिटेक्टर, तरंगदैर्ध्य, सीसीडी, रेखियता, पीआरएनयू,एसएनआर,स्पेक्ट्रल-रेस्पोंस, क्वांटम-दक्षता,अवरक्त,दृश्य

नामावली

एसडी (σ)- मानक विचलन

एसएनआर-सिग्नल टू नोइस रेसीओ (अनुपात)

डीएसएनयू-डार्क सिग्नल नॉन यूनीफोर्मिटी

पीआरएनयू-फोटोन रेस्पोंस नॉन-यूनीफोर्मिटी

1. संसूचक (डिटेक्टर) एवं इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल तंत्र - एक सामान्य परिचय

डिटेक्टर एक ट्रांसडूसर है, जो कि विधुत-चुम्कीय उर्जा को विधुत उर्जा (धारा या वोल्टेज) में परिवर्तित करता है। यह एक विशेष तरंगदैर्ध्य रेंज पर अपनी संवेदनशीलता के अनुसार प्रतिक्रिया देता है। इस अनुक्रिया (रेस्पोंस) के आधार पर विधुत-चुम्बकीय ऊर्जा को डिटेक्ट कर, चिप पर उपस्थित एम्पलीफायर और ए-2-डी परिवर्तक के माध्यम से डिजिटल आकंडों में बदल दिया जाता है, और फिर इसको और आगे की प्रोसेस्सिंग हेतु कैमरे में उपस्थित अतिरिक्त डिजिटल सर्किट में भेज दिया जाता है।

छवि संवेदक (सेंसर)- छवि संवेदक एक ऐसी युक्ति है, जो कि ऑप्टिकल छवि को विधुत संकेतों में परिवर्तित करती है। छवि संवेदक ही डिजिटल कैमरों एवं अन्य इमेजिंग उपकरणों में ज्यादातर प्रयोग किये जाते हैं। प्रारंभिक दौर में संवेदक के रूप में वीडियो कैमरा ट्यूब का चलन था, लेकिन आधुनिक समय में आम तौर पर एक आवेश युग्मित डिवाइस (सीसीडी) या पूरक धातु-ऑक्साइड-अर्धचालक (सीमोस) सक्रिय पिक्सेल संवेदक मुख्यतः प्रयोग हो रहें हैं।

सुदूर संवेदन तकनिकियों के अनुप्रयोग न केवल जन सामान्य के लिए मानचित्रकारी, नगर नियोजन, वास्तुकला, मौसम की भविष्यवाणी, भूमि सतह लक्षण, फसल विकास पर निकट निगरानी करना और आपदा प्रबंधन तक ही सीमित हैं बल्कि आज ये ग्रहों, उपग्रहों तक भी अपनी पहुँच बना चुके हैं।

डिटेक्टरों के प्रकार

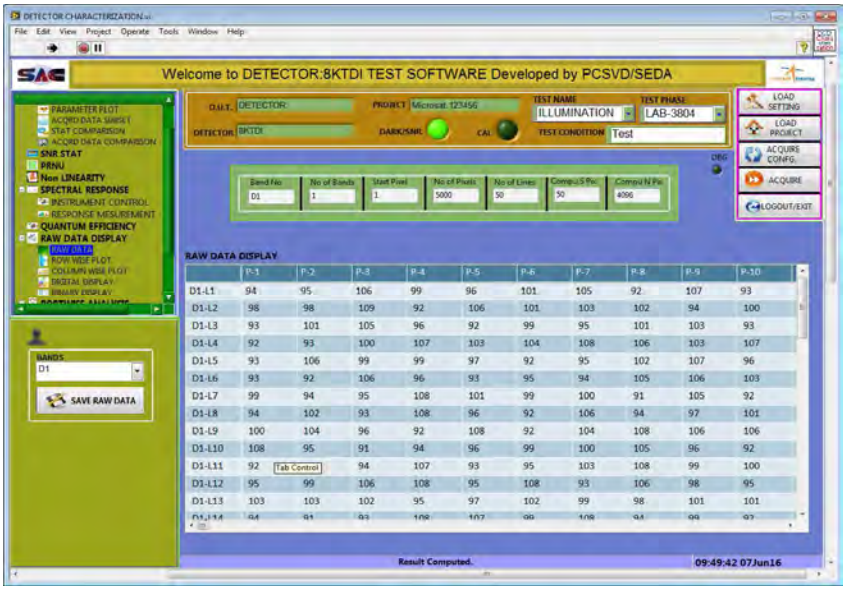
सुदूर संवेदन में प्रयुक्त होने वाले संवेदकों को प्रदीप्त स्रोत की उपलब्धता के आधार पर सक्रीय तथा निष्क्रिय दो भागों में बाँटा जा सकता है। सक्रीय संवेदकों में, लक्ष्य को स्वः उपलब्ध स्रोत के द्वारा प्रदीप्त कर, लक्ष्य के ई.एम. विकिरण में

निहित, परावर्तित तरंगदैर्ध्य के आधार पर सेंस किया जाता है। चूँकि लक्ष्य को प्रदीप्त करने के लिये प्रचुर मात्रा में विकिरण चाहिए जो कि स्पेस उपयोग के दृष्टिकोण से तंत्र को जटिल बना देता है। वहीं निष्क्रिय संवेदकों में विकिरण के स्रोत के रूप में सोलर उर्जा का उपयोग कर तंत्र की जटिलता को कम कर दिया जाता है।

विधुत-प्रकाशीय संसूचकों को वर्णक्रमीय आधार पर दृश्य तथा अवरक्त क्षेत्र संसूचकों में बाँटा जाता है। दृश्य संसूचक ई.एम. स्पेक्ट्रम के दृश्य स्पेक्ट्रम (0.4-0.8 माइक्रोमी.) बैंड में तथा अवरक्त क्षेत्र संसूचक स्पेक्ट्रम के आईआर (0.8-15 माइक्रोमी.) बैंड में कार्य करतें हैं। परन्तु आजकल की अंतरिक्ष अनुप्रयोगों में, आवश्यकताओं के मद्देनजर जैसे कि अत्यंत सूक्ष्म विभेदन तथा उच्च सिग्नल टू नोइस अनुपात, टीडीआई तकनीकियों के संसूचकों से भी प्राप्त किया जा रहा है। वहीं तरंगदैर्ध्य के आधार पर सामान लक्ष्य को भिन्न-भिन्न तरंगदैर्ध्य क्षेत्र में अवलोकन करने के लिये मल्टी स्पेक्ट्रल और हायपर स्पेक्ट्रल संसूचक प्रयुक्त होतें हैं।

2. डीटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर की आवश्यकता

डीटेक्टर को सुदूर संवेदन नीतभार (विधुत-प्रकाशीय तंत्र) में प्रयोग करने से पूर्व, उपलब्ध डीटेक्टरों के प्राचलों को मापा जाता है, और इन मापन परिणामों के आधार पर गुणवत्ता जाँच कर सबसे उपयुक्त डीटेक्टर को चुना जाता है। चूँकि इन उपलब्ध डीटेक्टरों की संख्या सामान्यतः अधिक होती है अतः इनके गुणवत्ता मापन एवं निर्धारण के लिये एक डीटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर को विकसित किया गया। जो कि डीटेक्टरों के विभिन्न मापदंडों को ध्यान में रखकर लेबव्यू में विकसित किया गया है। एक डीटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर का सामान्य दृश्य आरेख चित्र-1 में दिखाया गया है।



चित्र-1 डीटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर का दृश्य आरेख

3. प्रमुख संसूचक प्राचलों की गणना

इस सॉफ्टवेयर में अधिग्रहित आंकड़ों से विभिन्न डिटेक्टर प्राचलों की गणना कर शीघ्र ही प्रदर्शित कर दिया जाता है, जिससे कि डिटेक्टर के निष्पादन प्रदर्शन का मूल्यांकन किया जा सके। डीटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर में प्रयुक्त कुछ प्रमुख मानकों और उनकी गणना का संक्षिप्त विवरण यहां दिया गया है,

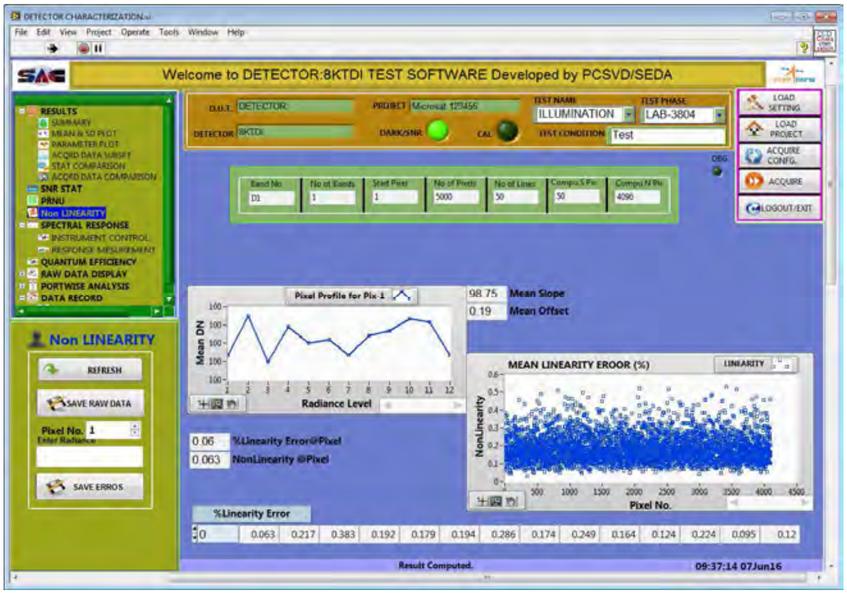
1. **डार्क सिग्नल/प्रदीप्त सिगनल माध्य-** यह डार्क या प्रदीप्त अवस्था में डीटेक्टर के एन फ्रेम का पिक्सेल के अनुगत औसत है। इसे त्वरित समरी सारणी पिक्सेल व्यूह के माध्य के माध्य रूप में भी प्रदर्शित किया गया है। यह प्रचाल डीटेक्टर का मूल ऑफसेट तय करता है।

2. **डार्क सिग्नल/प्रदीप्त सिगनल नोइस-** यह डार्क या प्रदीप्त अवस्था में डीटेक्टर के एन फ्रेम का पिक्सेल के अनुगत मानक विचलन है। इसे त्वरित समरी सारणी पिक्सेल व्यूह के मानक विचलन के माध्य रूप में भी प्रदर्शित किया गया है। विभिन्न सेमीकंडक्टर दोष, क्लोक बायस, फोटोन उत्पन्न होने की दर में रेंडमनेस आदि इसके लिये संभावित कारण हैं।

3. **सिग्नल टू नोइस रेसीओ (एसएनआर)-** एकसमान प्रदीप्त अवस्था के सर्वाधिक उच्च स्तर पर जहाँ, डिटेक्टर प्रतिक्रिया संतृप्त नहीं होती है, पर डिटेक्टर के पिक्सल व्यूह के माध्य और मानक विचलन की गणना कर ली जाती है। इस प्रकार से पिक्सेल व्यूह के माध्य के माध्य का, मानक विचलन के माध्य के साथ अनुपात, सिग्नल-टू-नोइस रेसीओ (एसएनआर) के रूप में माना जाता है। उच्च एसएनआर का मान एक अच्छे डीटेक्टर की प्रमुख विशेषता है।

4. **फोटोन रेस्पोंस नॉन-यूनीफोर्मिटी (पीआरएनयू)-** यह एकसमान प्रदीप्त अवस्था में, पिक्सल मान का पिक्सल के माध्य से प्रतिशत विचलन है। जोकि डीटेक्टर डीजायन में प्रोयोगिक खामियों की वजह से स्वाभाविक रूप से पाया जाता है।

5. **रेखियता-** इस प्रचाल के मापन में, एकसमान प्रदीप्त अवस्था की तीव्रता को परिवर्तित करते हुये, डीटेक्टर पिक्सलों के माध्य को इनपुट तीव्रता के साथ ग्राफीय प्लाट फॉर्म में प्रदिर्शित किया जाता है। ये रेखियता प्लाट एक निश्चित स्तर तक रैखिय होता है, और उसके बाद उच्च तीव्रता स्तर पर यह नियत हो जाते हैं। रेखियता मापन में सॉफ्टवेर का प्रयोग चित्र-2 में प्रदर्शित है।



चित्र-2 डीटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर में आकडों का रेखियता मापन

रेखीय क्षेत्र में इष्टतम फिट (न्यूनतम वर्ग प्रतिगमन विधि) द्वारा विभिन्न मापे गये डाटा बिंदुओं तथा इष्टतम फिट मान के बीच मान की गणना की जाती है। फुल स्केल पर अरेखीयता, निम्न समीकरण से व्युत्पन्न कर ली जाती है, फुल स्केल पर अरेखीय प्रतिशता (%) = [/अधिकतम प्रदीप्त मान पर डीटेक्टर का उत्पन्न रेस्पोंस]*100

6. **स्पेक्ट्रल-रेस्पोंस**-डीटेक्टर को भिन्न-भिन्न तरंगदैर्ध्य मान (काफी सूक्ष्म अंतराल) पर मोनो-क्रोमेटर द्वारा प्रदीप्त कर, एन-फ्रेम्स के लिये प्रत्येक पिक्सेल का रेस्पोंस प्राप्त कर लिया जाता है। इस प्रकार से प्राप्त आंकडों को तरंगदैर्ध्य तथा एन-फ्रेम्स के माध्य के बीच एक ग्राफ के रूप में प्रदर्शित कर, प्रत्येक पिक्सेल के लिये ( ) मान प्राप्त कर लिया जाता है। स्पेक्ट्रल-रेस्पोंस मापन में सॉफ्टवेर का प्रयोग चित्र-3 में प्रदर्शित है।

7. **क्वांटम दक्षता**-स्पेक्ट्रल-रेस्पोंस मापन से प्राप्त आकडों तथा डीटेक्टर एरिया के आधार पर इस डीटेक्टर का मोडीफाय स्पेक्ट्रल-रेस्पोंस ज्ञात कर, एक अन्य मानक डीटेक्टर (एक पिक्सेल एलीमेंट, जिसकी पिक्सेल रेस्पोंसिविटी ज्ञात होती है), का समान तरंगदैर्ध्य आकडों के ऊपर से मानक रेस्पोंस मापन कर, मोडीफाय स्पेक्ट्रल-रेस्पोंस को नोर्मलाइज कर देने से पिक्सेल रेस्पोंसिविटी मिल जाती है। अब, निम्न समीकरण से, क्वांटम दक्षता या आरएसआर ( ) व्युत्पन्न कर लिया जाता है;

क्वांटम दक्षता या आरएसआर = 1.24 * पिक्सेल रेस्पोंसिविटी(DN/Watt) / तरंगदैर्ध्य (um)

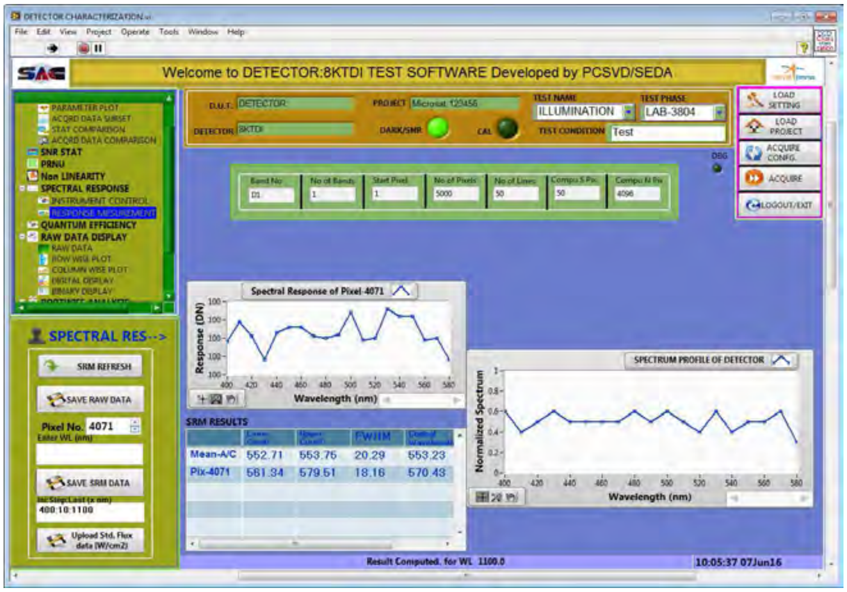
सॉफ्टवेर द्वारा क्वांटम दक्षता मापन चित्र-4 में दर्शाया गया है।

इनके अतरिक्त अन्य प्रमुख प्राचलों जैसे कि चार्ज ट्रान्सफर दक्षता, कन्वरजन लाभ अनुमान, संसूचाकता आदि भी डीटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर द्वारा अधिग्रहित आंकड़ों से व्युत्पादित किये जा सकतें हैं।

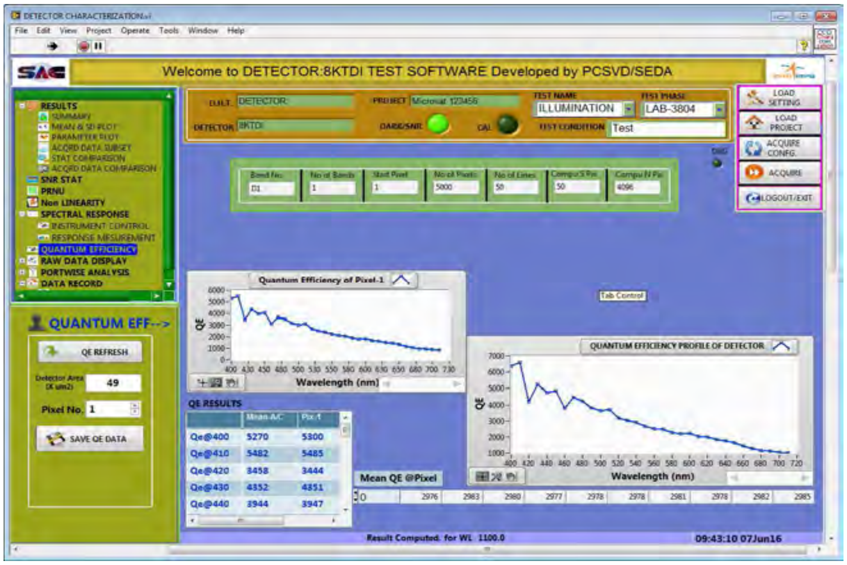
4. डीटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर-इसकी विशेषतायें तथा लाभ

आवश्यकताओं, माप में जटिलताओं, परीक्षण और माप के दौरान मानव थकान से होने वाली त्रुटियों को कम करने को ध्यान में रखते हुए, एक डीटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर लैब-व्यू में, इन-हाउस विकसित किया गया है।

यह सामान्य सॉफ्टवेयर क्लाइंट सर्वर टीसीपी/आईपी वास्तुकला पर आधारित है। जो कि एक मौजूदा डाटा अधिग्रहण हार्डवेयर के माध्यम से परिक्षण में प्रयुक्त युक्ति (DUT) का डेटा अधिग्रहण करता है। सॉफ्टवेयर में डिटेक्टर डाटा अधिग्रहण, डाटा प्रोसेसिंग और परीक्षण परिणाम समेकरन शामिल हैं। इनके अलावा यह ऑनलाइन डेटा विश्लेषण के लिए भी इस्तेमाल किया जा सकता है। सॉफ्टवेयर को वातावरण चर (environment variable) के माध्यम से, विन्यस्त करके कई प्रकार के विद्युत-प्रकाशीय पेलोड में प्रयुक्त होने वाले डीटेक्टरों के परिक्षण के लिए प्रयोग किया जा सकता है। इस परीक्षण बेंच को विकसित करने के लिए निम्न गतिविधियों को किया गया।



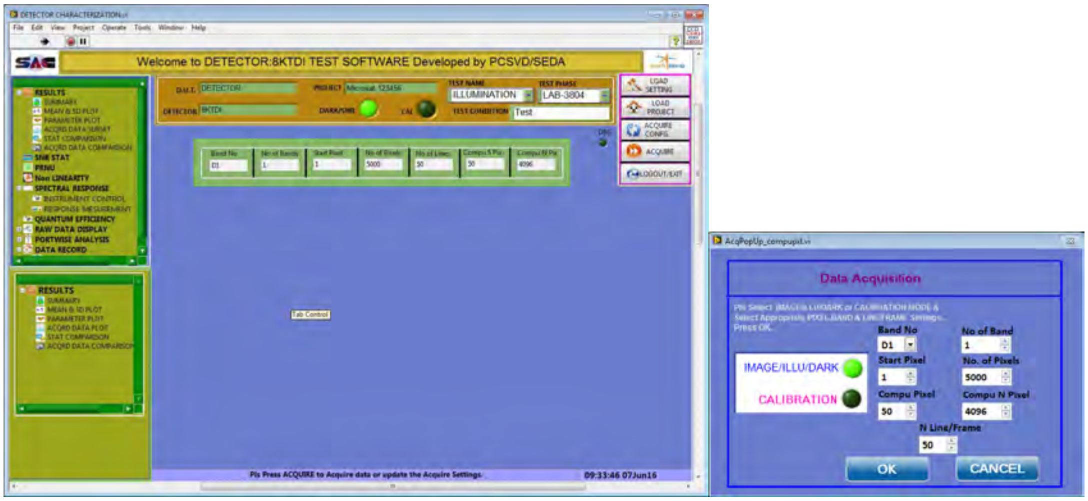
चित्र-3 डीटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर में आकडों का स्पेक्ट्रल-रेस्पोंस मापन



चित्र-4 डीटेक्टर का क्वांटम दक्षता

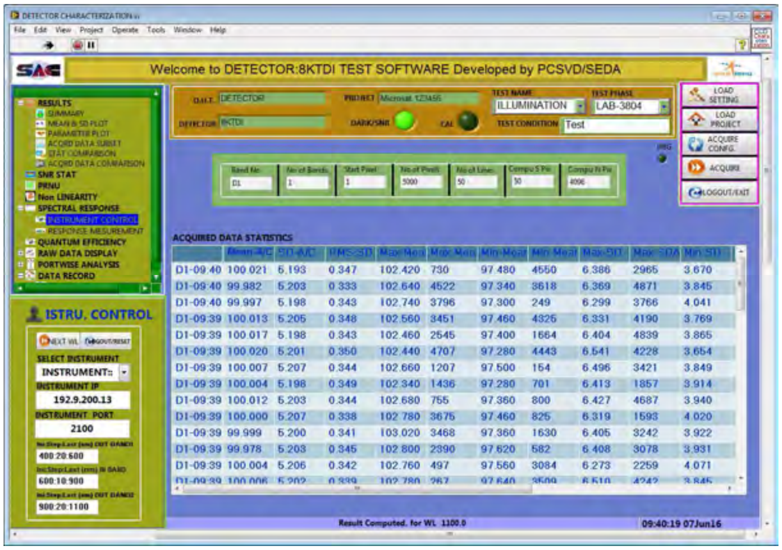
- एक बहुत ही जेनेरिक .VI लाइब्रेरी को विकसित किया गया, जिसको कि अन्य लैबव्यू आधारित अनुप्रयोगों में भी नियोजित किया जा रहा है।

- यह सॉफ्टवेर टीसीपी/आईपी गतिवीधि पर आधारित है, इसलिए यह जीयूआई सॉफ्टवेयर उपयोगकर्ता के साथ नेटवर्क पर टीसीपी/आईपी सॉकेट के माध्यम से विभिन्न अधिग्रहण सेटिंग्स द्वारा संचार स्थापित कर, इन सेटिंग्स को एक आदेश में एनकोड कर सर्वर को भेजा जाता है, और तदानुसार सर्वर से संचार आदान-प्रदान द्वारा प्राप्त इन प्रतिक्रिया संदेशों को उचित रूप से विकोडित कर समझ लिया जाता है। चित्र-5 में अधिग्रहण सेटिंग्स को लागू करने सम्बंधित पोप-अप विंडोज को दिखाया गया है।



चित्र-5 डीटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर में अधिग्रहण सेटिंग्स को लागू करना

- उपयोगकर्ता अधिग्रहण डाटा को स्थानीय स्टोरेज के साथ-साथ केंद्रीकृत मानक डाटा भंडारण पर भी मूल स्वरूप में स्टोर कर सकते हैं।
- डेटा विश्लेषण के दृष्टिकोण से, इसमें माध्य का माध्य (मीन ऑफ मीन), मानक विचलन का माध्य (मीन एसडी), माध्य सिग्नल टू नोइस रेसीओ () आदि की त्वरित सारांश, प्राचल प्रदर्शन एवं विश्लेषण, हेक्स-द्विआधारी-डेसीमल डेटा विश्लेषण आदि सुविधायें उपलब्ध हैं। इसके साथ ही यह लगातार अधिग्रहित डाटा को भी लगातार अद्यतन मोड में त्वरित समरी में अप-डेट करता रहता है। इसके अतिरिक्त अधिग्रहित डाटा के कच्चे आंकड़ों के विश्लेषण की भी सुविधा को भी समाहित किया गया है। त्वरित समरी मोड में अधिग्रहित डाटा का अप-डेशन चित्र-6 में और हेक्स-द्विआधारी-डेसीमल डेटा विश्लेषण चित्र-7 में दिखाया गया है।

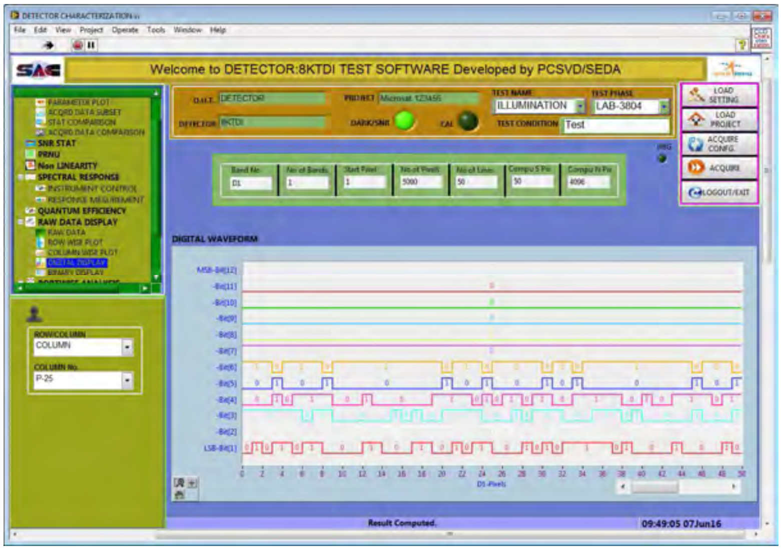


चित्र-6 अधिग्रहित डाटा का त्वरित समरी मोड में प्रदर्शन

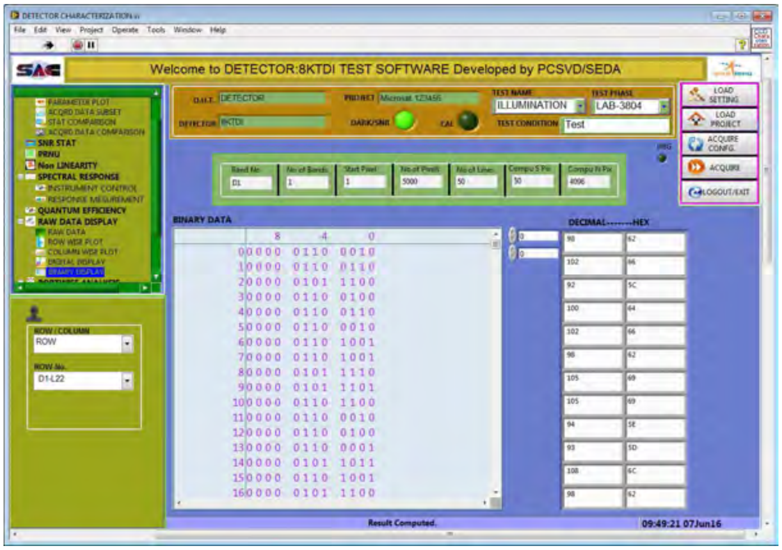
- प्राप्त आंकड़ों का सारणीबद्ध और ग्राफिकल रूप में तुलनात्मक विश्लेषण किया जा सकता है।

- समस्या निवारण के लिए टीसीपी/आईपी निष्पादित प्रयुक्त आदेशों को एक लोग फ़ाइल में अप-डेट किया जाता है, जिससे कभी भी उपयोग में लाया जा सकता है।
- परीक्षण यंत्र के स्वचालन और उपयोगकर्ता की आवश्यकता के अनुरूप इस सॉफ्टवेर के विस्तारण में एक आईसीपी मॉड्यूल को भी कार्यान्वित किया गया है।

शुरुआत में सॉफ्टवेयर को टी.डी.आई डिटेक्टरों के लिये, उच्च डाटा दर पर डाटा अधिग्रहण हार्डवेयर की उपलब्धता की सीमाँओं के कारण विंडोज प्लेटफॉर्म पर विकसित किया गया था। बाद में, इस सॉफ्टवेयर को, लीनियर तथा मल्टी-स्पेक्ट्रल डिटेक्टर के लिये लिनक्स मंच पर पुनः प्रस्तुत किया गया। इस प्रकार से इन दो अलग अलग (लिनक्स और विंडोज पर) सॉफ्टवेयर को नियमित रूप से अद्यतन बनाए रखना बहुत मुश्किल होने लगा, तत्पश्चात सॉफ्टवेयर को इस तरह से संशोधित किया कि अब यह लिनक्स या विंडोज प्लेटफॉर्म पर स्वतंत्र कार्य करता है एवं एक ही संस्करण में अद्ययतन भी किया जा सकता है।



चित्र-7 डीटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर में हेक्स-द्विआधारी-डेसीमल डेटा विश्लेषण



5. उपसंहार

डीटेक्टर अभिलक्षणन सॉफ्टवेर लीनियर, क्षेत्रीय तथा टीडीआई डीटेक्टर्स के प्रमुख प्राचलों को माप कर उनकी गुणवत्ता निर्धारण में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है। कुछ प्रमुख प्राचलों के निर्धारण में बाहरी उपकरण को आब भी हस्त द्वारा

संचालित करना पड़ता है, सॉफ्टवेर में आई.सी.पी. मॉड्यूल को कार्यान्वित करके न केवल इन उपकरणों को स्वचालित कर सकतें हैं बल्कि मेनुअल ऑपरेटिंग मोड से होने वाली त्रुटियों को भी कम किया जा सकता है।

संदर्भ सूची-

1. डीटेक्टर डाटा शीट
2. लैब-व्यू 2010 टूल
3. डीटेक्टर रिक्वायरमेंट अभिलेख
4. वेब संदर्भ www.wikipedia.com

***

भावी अंतरउपग्रहीय अंतरिक्ष अभियानों के लिए रेडियोधर्मी तापवैद्युत उत्पादक

विवेक कुमार सिंह
वैज्ञानिक/अभियंता – एसई
तापीय अभियांत्रिकी प्रभाग, संरचनात्मक एवं तापीय समूह
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

सारांश

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) ने वर्ष 2009 में चंद्रयान-1 का सफल प्रक्षेपण किया। वर्ष 2013 के अंत में इसरो ने मंगल ग्रह की यात्रा मंगल कक्षीयान अभियान (Mars Orbiter Mission) से आरंभ की। निकट भविष्य में इसरो अन्य अंतर उपग्रहीय अभियानों की ओर अपने कदम बढ़ा रहा है। इनमें से अभी चंद्रयान-2 पर कार्य चल रहा है। भविष्य के अंतर उपग्रहीय अभियानों में अंतरिक्षयान के विभिन्न उपकरणों को ऊर्जा प्रदान करने के लिए रेडियोधर्मी क्षय (Radioactive decay) पर आधारित उपकरण, रेडियोधर्मी तापवैद्युत उत्पादक, आरटीजी (Radioactive Thermoelectric Generator, RTG) एक बेहतर विकल्प हो सकता है। इस लेख में आरटीजी की उपयोगिता, कार्य का सिद्धांत, संरचना व लाभों का वर्णन किया गया है।

1.प्रस्तावना

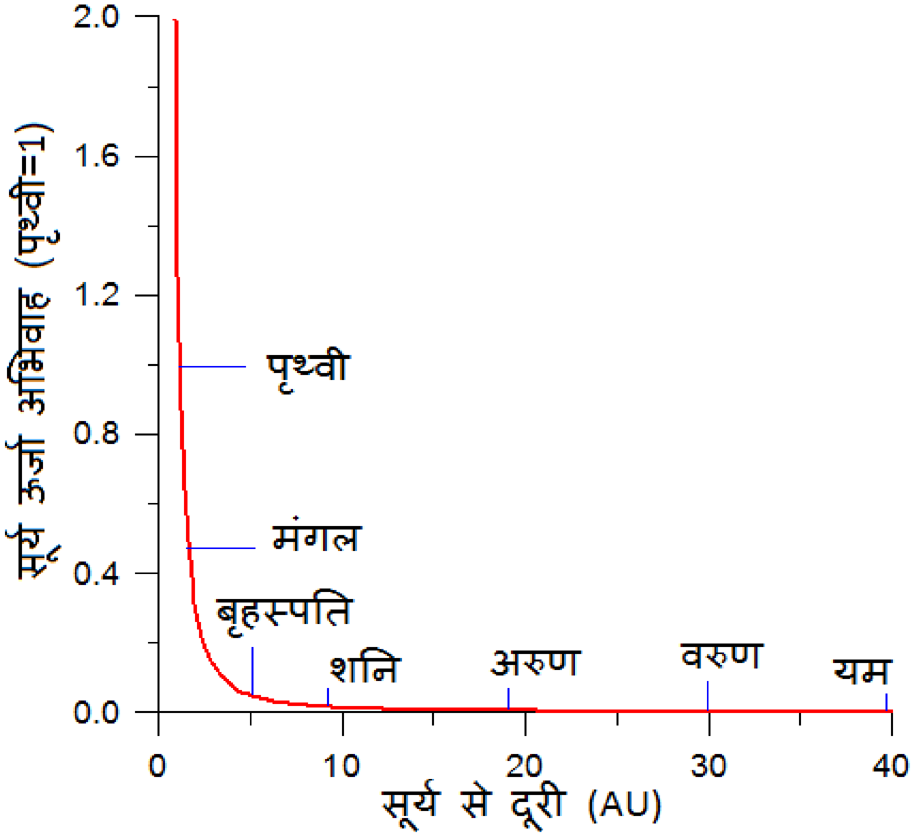
18 जुलाई, 1980 को भारत के सुदूर दक्षिण में स्थित श्रीहरिकोटा के सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र से 'एसएलवी-3' नामक उपग्रह प्रमोचन यान (Satellite Launch Vehicle) के सफल प्रमोचन का जो शुभारम्भ हुआ वह नित्य नयी ऊँचाइयों को छूता हुआ अनवरत रूप से जारी है। इसरो ने अभी तक ध्रुवीय उपग्रह प्रमोचन यान, पीएसएलवी (Polar Satellite Launch Vehicle, PSLV) व सूर्य तुल्यकाली उपग्रह प्रमोचन यान, जीएसएलवी (Geosynchronous Satellite Launch Vehicle, GSLV) का सफलतापूर्वक विकास एवं प्रचालन किया है। जून 2016 के अन्त तक पीएसएलवी की 36 सफल उड़ानें हो चुकी हैं व जुलाई 2014 तथा अगस्त 2015 में जीएसएलवी की भी लगातार दो सफल उडानें हो चुकी हैं [1]। 4 टन के उपग्रहों को सूर्य तुल्यकाली अंतरण कक्षा, जीटीओ (Geo-transfer Orbit, GTO) में प्रक्षेपित करने के लिए जीएसएलवी मॉक-3 (GSLV-MK3) प्रमोचन यान का विकास पूरे जोरों पर है व दिसम्बर 2014 में इसकी पहली प्रायोगिक उडान हो चुकी है [2]। अल्प लागत व कार्य कुशल विश्वस्तरीय प्रमोचन यानों के विकास कार्यक्रमों के अंतर्गत इसरो प्रौद्योगिकी प्रदर्शक पुनरोपयोगी प्रमोचन यान (Reusable Launch Vehicle-Technology Demonstrator, RLV-TD) व वायु श्वसन नोदन (Air Breathing Propulsion) प्रणाली पर भी कार्य कर रहा है। दूरसंचार के क्षेत्र में इसरो के द्वारा प्रक्षेपित किये गये आइआरएस (IRS) एवं इनसैट (INSAT) उपग्रह लगातार प्रमुख भूमिका निभा रहे हैं। इन उपग्रहों की क्षमता को दिन पर दिन बेहतर बनाने के प्रयास जारी हैं। दूर शिक्षा के क्षेत्र में ऐडूसेट (EDUSET) नामक उपग्रह सराहनीय भूमिका अदा कर रहा है। आम आदमी के हित को ध्यान में रखकर इसरो के द्वारा प्रारंभ किये गये प्रयास जैसे दूर चिकित्सा (Tele Medicine), दूर शिक्षा (Tele Education) आपदा चेतावनी (Disaster Warning) इत्यादि की व्यापक सराहना की गयी है।

प्रमोचन यानों एवं उपग्रहों की अभिकल्पना एवं सफलतापूर्वक परिचालन कर इसरो ने भारत को विकसित देशों के बीच एक विशिष्ट पहचान दी है। इन्हीं सफलताओं से उत्साहित होकर जनकल्याण हेतु ज्ञान प्राप्ति की लालसा में इसरो ने वर्ष 2008 में अपने पहले अंतर उपग्रहीय अभियान चंद्रयान-1 का 22 अक्तूबर, 2008 को सफलतापूर्वक प्रमोचन किया। चंद्रयान-1 में कुल 11 उपकरण लगे थे, इसमें से 5 उपकरणों का विकास भारत में किया गया था, 3 उपकरण यूरोपीय अंतरिक्ष ऐजेंसी (ESA) के, 2 उपकरण अमेरिका के व 1 उपकरण बुल्गारिया का था। चंद्रयान-1 ने चंद्रमा की सतह पर पानी की उपस्थिति का पता लगाने जैसी अनेक नवीन खोजों को अंजाम दिया। इस महाभियान ने भारत को अपनी प्रौद्योगिकी क्षमता में उत्कृष्टता का भरोसा दिलाया। चंद्रयान-1 के पश्चात 5 नवंबर, 2013 को इसरो ने मंगल ग्रह की यात्रा आरंभ की। इस दिन 'मार्स आर्बिटर मिशन' का प्रमोचन पीएसएलवी सी-25 नामक प्रमोचन यान से किया गया। इसरो चंद्रयान-1 व 'मार्स आर्बिटर मिशन' के पश्चात निकट भविष्य में अन्य अंतर उपग्रहीय अभियानों (यथा चंद्रयान-2) की ओर कदम बढ़ा रहा है।

जैसे-जैसे हम पृथ्वी की सतह से दूर जाते हैं सौर ऊर्जा की तीव्रता कम होती जाती है। चित्र-1 में दिखाया गया है कि कैसे पृथ्वी की सतह से दूर जाने पर सौर अभिवाह (Solar flux) की मात्रा घटती जाती है [3]। सौर अभिवाह की यह घटती मात्रा हमें उपग्रह के उपकरणों को ऊर्जा प्रदान करने के लिए अन्य विकल्पों के बारे में सोंचने को प्रेरित करती है।

अंतरउपग्रहीय अभियानों में अंतरिक्षयान को विद्युत शक्ति प्रदान करने में नाभिकीय ऊर्जा का प्रयोग अन्य देशों के द्वारा दशकों से किया जाता रहा है। नाभिकीय ऊर्जा को नाभिकीय विखंडन, नाभिकीय संलयन या रेडियोधर्मी क्षय के माध्यम से प्राप्त किया जा सकता है। विखंडन रिएक्टरों का प्रयोग रूस तथा संयुक्त राज्य अमेरिका के द्वारा अपने पूर्व के अंतर उपग्रहीय अभियानों में किया गया है। चूँकि इन

रियेक्टरों में गति करने वाले भाग होते है अतः यह कम भरोसेमंद होते हैं व दीर्घावधि तक इनके प्रचालन में समस्याएँ आती हैं। संलयन की प्रक्रिया के फलस्वरूप उत्पन्न अत्यंत उच्च तापमान की वजह से पैदा होने वाली असुविधाओं के कारण संलयन रियेक्टरों का निर्माण अंतरिक्ष में उपयोग के लिए अभी तक नहीं किया जा सका है। नाभिकीय ऊर्जा से शक्ति प्राप्त करने का तीसरा तरीका रेडियोधर्मी क्षय से प्राप्त ऊर्जा के माध्यम से है तथा इसका प्रयोग अमेरिका एवं रूस रेडियोधर्मी तापवैद्युत उत्पादक 'आरटीजी' नामक उपकरण द्वारा लंबे समय से अपने अंतरउपग्रहीय अभियानों के लिए कर रहे हैं। इस उपकरण का सफलतापूर्वक प्रयोग वोएजर (Voyager), गैलीलियो (Galileo) तथा कैसिनी (Cassini) जैसे महत्वपूर्ण अभियानों में विभिन्न इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों को विद्युत ऊर्जा प्रदान करने में किया गया है [4&5]। भारत के भविष्य के समानव तथा मानव रहित अंतरउपग्रहीय अभियानों के अंतरिक्षयान के विभिन्न उपकरणों को ऊर्जा प्रदान करने के लिए आरटीजी एक बेहतर विकल्प हो सकता है। यह लेख इसी प्रौद्योगिकी से संबंधित है। लेख का भाग-2 आरटीजी के कार्य के सिद्धांत से संबंधित है, भाग-3 आरटीजी की संरचना के बारे में है, भाग-4 में आरटीजी के लाभों का वर्णन किया गया है व अंत में भाग-5 में निष्कर्ष दिया गया है।



चित्र 1: सौर ऊर्जा की तीव्रता में परिवर्तन

2. कार्य का सिद्धांत

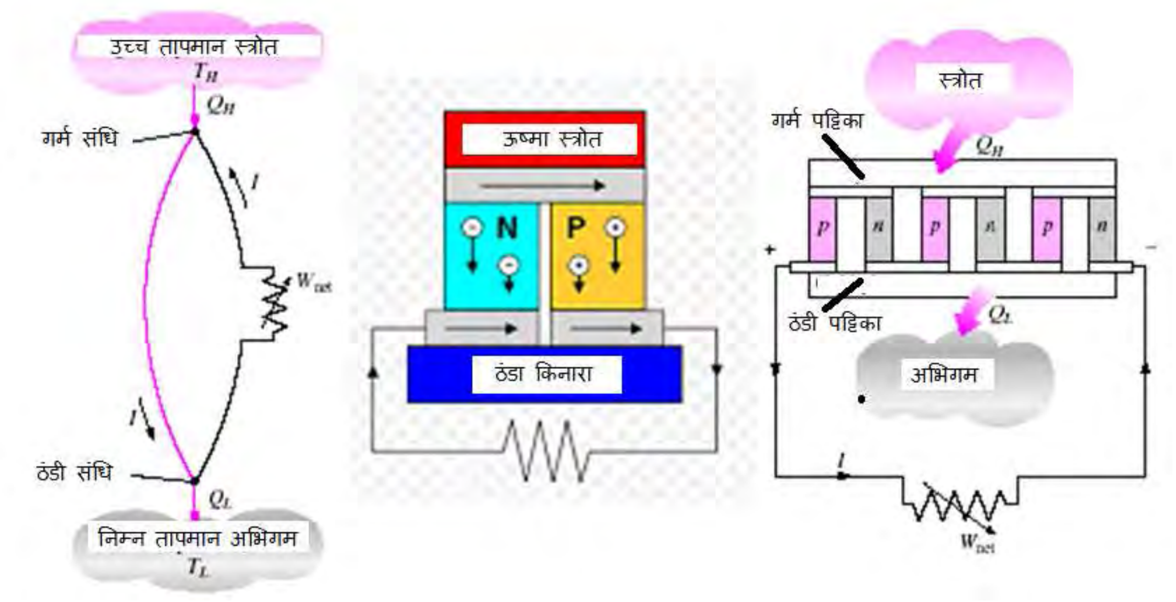
रेड़ियोधर्मी पदार्थ के रेड़ियोधर्मी क्षय से उत्पन्न तापीय ऊर्जा का विद्युत ऊर्जा में परिवर्तन ही आरटीजी का सिद्धांत है। तापीय ऊर्जा का विद्युत ऊर्जा में परिवर्तन पेल्टियर-सीबेक तापवैद्युतीय प्रभाव (Peltier-Seebeck Thermoelectric Effect) की युक्ति से किया जाता है। इस युक्ति में दो असमान धातुएँ या अर्द्धचालक (Semiconductor) जोकि, भिन्न तापमानों से जुड़े हैं की संधियों के मध्य विभवांतर उत्पन्न होता है [चित्र-2]।

आरटीजी में प्रयोग किए जाने वाले रेडियोधर्मी पदार्थ में निम्न गुण होने चाहिए:

क) रेडियोधर्मी पदार्थ की अर्द्धआयु पर्याप्त रूप से अधिक होनी चाहिए ताकि आरटीजी दीर्घ अवधि तक लगभग एकसमान ऊर्जा उत्पन्न कर सके व इसके साथ ही क्षय की तीव्रता भी पर्याप्त रूप से अधिक होनी चाहिए ताकि उचित मात्रा में विद्युत ऊर्जा प्राप्त की जा सके।

ख) एक दिए हुए विद्युत उत्पादन के लिए इसका भार कम होना चाहिए ताकि अंतरिक्षयान में उपयोगवान प्रदायभार को अधिक से अधिक बढ़ाया जा सके। कम भार के साथ ही इसका घनत्व अधिक होना चाहिए ताकि आरटीजी को न्यूनतम आकार में बनाया जा सके।

ग) इससे केवल निम्न भेदन क्षमता (penetration power) के कणों (प्रधानतः एल्फा कणों) का ही विकिरण होता हो। गामा विकिरण तथा न्यूट्रानों की भेदन क्षमता अधिक होती है अतः ये अवांछनीय हैं। बीटा कण द्वितीयक गामा किरणों को उत्पन्न कर सकते है अतः इनका उत्सर्जन करने वाले पदार्थों का भी चयन नहीं करना चाहिए।



चित्र 2: पेल्टियर-सीबेक युक्ति से ऊर्जा का उत्पादन

उपर्युक्त विशेषताओं से युक्त रेडियोधर्मी पदार्थों में सर्वोत्तम पदार्थ प्लूटोनियम-238 [Pu-238] है। इसकी अर्द्धआयु 87.7 वर्ष है तथा इसके लिए मात्र 2.5 मिलीमीटर मोटी रक्षण परत (shielding layer) की आवश्यकता होती है। इससे गामा किरणों तथा न्यूट्रानों का विकिरण अत्यंत निम्न होता है व इससे ठीक-ठाक मात्रा में प्रति इकाई भार ऊर्जा प्राप्त हो सकती है। प्लूटोनियम-238 को प्लूटोनियम ऑक्साईड (Pu_2O_3-238) के रूप में प्रयोग किया जाता है। प्लूटोनियम-238 के एक परमाणु के क्षय से यूरेनियम-234 बनता है व एक एल्फा कण का उत्सर्जन होता है तथा 5.6 मिली इलेक्ट्रॉन वोल्ट की ऊर्जा उत्सर्जित होती है।

$$Pu^{238} \text{ ------------------}\rightarrow U^{234} + \alpha + 5.6 \text{ MeV}$$

प्लूटोनियम-238 के विखंडन के फलस्वरूप उत्पन्न हुई इस तापीय ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करने के लिए प्रयोग किए गए तापयुग्म (thermocouple) अत्यंत भरोसेमंद होते हैं तथा दीर्घावधि तक सुचारू रूप से कार्य करते हैं। इनकी दक्षता (efficiency) 3-7% के मध्य होती है। तापयुग्म में सिलिकॉन-जर्मेनियम (Si-Ge), जर्मेनियम-चाँदी (Ge-Ag) या अन्य किन्हीं दो विभवांतर वाली मिश्रधातुओं (alloy) का प्रयोग किया जा सकता है। वर्तमान में आरटीजी के लिये सिलिकॉन-जर्मेनियम मिश्रधातु का प्रयोग तापयुग्म के निर्माण में किया जाता है [6]। ऊष्मा का वह भाग जो विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित नहीं होता है, उसका प्रयोग अंतरिक्षयान के घटकों को ऊष्मा प्रदान करने के लिए किया जा सकता है व इन सबके पश्चात बची हुई ऊर्जा को अंतरिक्ष में विकिरणित (radiate) कर दिया जाता है।

3.संरचना

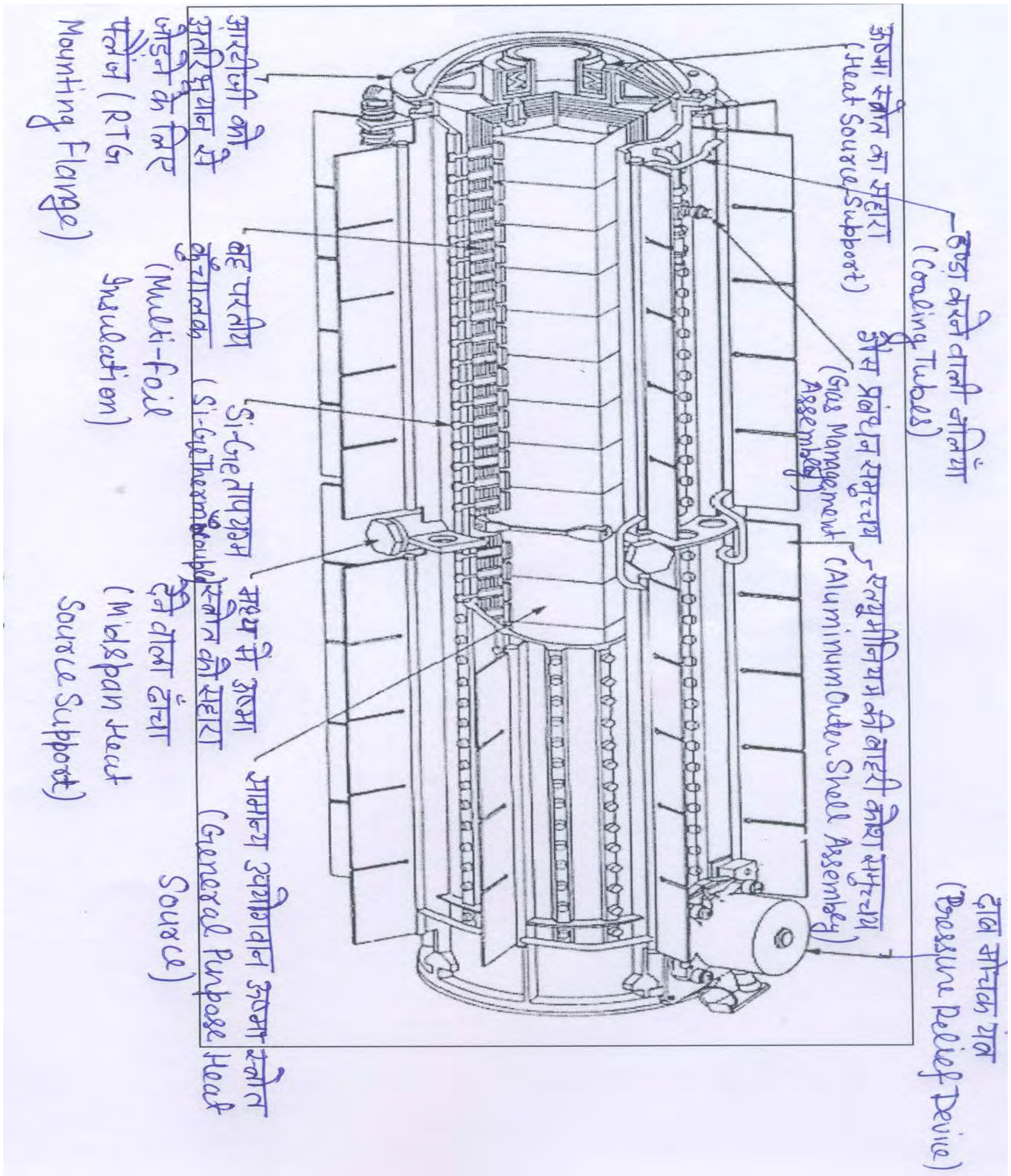
किसी आरटीजी के सामान्य घटक हैं-रेडियोधर्मी पदार्थ, इस पदार्थ को चारों ओर से घेरने वाला आवरण, क्लैडिंग (cladding), तापयुग्म व्यूह (thermocouple array), तापीय प्रबंधन तंत्र (thermal management system), गैस प्रबंधन तंत्र एवं इन सबको सहारा देने वाली संरचना (supporting structure) [3,7&8]। आरटीजी की सामान्य संरचना को चित्र-3 में दिखाया गया है।

3.1 ऊष्मा स्रोत (Heat Source):

आरटीजी का केन्द्रीय भाग ऊष्मा स्रोत का कार्य करता है जोकि प्लूटनियम ऑक्साइड नामक रेडियोधर्मी पदार्थ से बना होता है। प्लूटोनियम ऑक्साइड के टुकड़े चारों ओर से एक धात्वीय रक्षण पर्त से घिरे होते हैं। यह रक्षण पर्त सामान्यतः 'इरीड़ियम' नामक मिश्रधातु (DOP-26) से बनाई जाती है। रक्षण पर्त की मोटाई इतनी होनी चाहिए कि यह एल्फा कणों के विकिरण को बिना अधिक ताप क्षय के रोक सके। इस रक्षण पर्त को क्लैडिंग भी कहते हैं।

3.2 तापयुग्म व्यूह (Thermocouple Array):

बडी संख्या में तापयुग्मों को क्लैडिंग की लंबाई की दिशा में क्लैडिंग की परिधि के चारों ओर लगाया जाता है। इनको श्रेणी क्रम (series) व समानान्तर क्रम (parallel) में इस प्रकार जोड़ा जाता है कि इसमें ठीक-ठाक संख्या में अतरिक्त (redundant) रास्ते (pathways) हों। ऐसा करने से तंत्र की विश्वसनीयता (redundancy) में बड़ोत्तरी होती है। तापयुग्म की गर्म संधि (hot junction) का तापमान लगभग 1300 K व ठंड़ी संधि (cold junction) का तापमान लगभग 600 K के आसपास रखा जाता है। इस प्रकार से निर्मित एक सिलिकॉन -जर्मेनियम तापयुग्म लगभग 0.5 W की विद्युत शक्ति पैदा करता है व तापयुग्म व्यूह में प्रयोग किए गए तापयुग्मों की अधिकतम संख्या 500-600 के मध्य रखी जाती है।



चित्र 3: 'आरटीजी' की संरचना

3.3 तापीय प्रबंधन तंत्र (Thermocouple Management System):

चूँकि रेड़ियोधर्मी पदार्थ से अत्यधिक मात्रा में ऊष्मा अभिवाह (heat flow) होता है तथा तापयुग्मों की विद्युत ऊर्जा परिवर्तन की दक्षता अत्यंत निम्न होती है अतः आरटीजी में अधिक तापमान वृद्धि को रोकने के लिए ऊष्मा का बाहरी वातावरण में दक्षता पूर्वक उत्सर्जन करना अत्यंत आवश्यक है। यह कार्य आरटीजी की त्रिज्यीय दिशा (radial direction) में उचित विमाओं (suitable dimensions) की पंखुड़ियों (fins) को लगाकर किया जाता है। चूँकि प्रमोचन के समय भी आरटीजी अंतरिक्षयान में लगा होता है अतः यह अपने वातावरण के तापमान में अत्यधिक वृद्धि कर सकता है। इसको रोकने के लिए आरटीजी में नलियों (tubes) के माध्यम से जल प्रवाहित किया जाता है।

3.4 गैस प्रबंधन तंत्र (Gas Management System):

चूँकि आरटीजी की आंतरिक सतह का तापमान उच्च कोटि का होता है अतः यदि यह वायु के संपर्क में आए तो ऑक्सीकरण की संभावना होती है। अतः भंडारण एवं प्रमोचन के समय इसमें आक्रिय गैस [सामान्यतः ज़ीनॉन (Xe) या आर्गन (Ar)] प्रवेश करा दी जाती है व जब आरटीजी निर्वात में आता है तो इस गैस को बाहर निकाल दिया जाता है। गैस के प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए एक आगामी गैस वॉल्व (inlet gas value) लगायी जाती है तथा गैस को ठीक समय पर बाहर निकालने के लिए एक दाब मोचन वाल्व (pressure relief value) लगायी जाती है।

3.5 सहारा देने वाला ढाँचा (Supporting Structure):

आरटीजी को इस प्रकार से अभिकल्पित (design) किया जाता है कि यह उच्च स्तर के झटकों को सह सके। ढाँचा इस प्रकार का होना चाहिए कि किसी दुर्घटना की अवस्था में रेडियोधर्मी पदार्थ टुकड़ों में न बिखरे अन्यथा यदि यह टुकड़ों में टूटकर बिखर गया तो यह रेड़ियोधर्मी क्षय से संबंधित खतरे पैदा कर सकता है। ढाँचागत मज़बूती प्रदान करने के लिए रेडियोधर्मी टुकड़ों (Radioactive Pallets) के चारों ओर इरीडियम की पतली पर्त चढ़ायी जाती है।

4. आरटीजी के लाभ

आरटीजी के निम्नलिखित मुख्य लाभ हैं --

1. इसमें कोई गति करने वाला भाग नहीं होता है अतः यह अत्यधिक भरोसेमंद तकनीक है।
2. इसके द्वारा ऊष्मा उत्पादन अंतरिक्षयान की स्थिति (position) पर निर्भर नहीं करता है। इसका प्रयोग उन अंतरउपग्रहीय अभियानों के लिए भी अत्यंत उपयोगी होता है, जिन ग्रहों की सूर्य से दूरी बहुत अधिक है।
3. आरटीजी का भार भी सौर ऊर्जा बैटरियों के समतुल्य है। चंद्रमा व अन्य उपग्रहों में जहाँ पर मिट्टी को खनने के लिए रोवर का प्रयोग किया जाता है वहाँ सौर ऊर्जा बैटरियों के प्रयोग करने की दशा में सौर पैनलों पर मिट्टी की परत जमने का खतरा रहता है। इस प्रकार यह सौर ऊर्जा बैटरियों से बेहतर विकल्प है।
4. चूँकि आरटीजी में प्रयुक्त रेडियोधर्मी पदार्थ की अर्द्धआयु बहुत अधिक (Pu-238 की 87.7 वर्ष) होती है अतः गहरे अंतरिक्ष अभियानों (deep space missions) के लिए यह लंबे समय तक लगभग एक समान ऊर्जा प्रदान कर सकता है।
5. यह अंतरिक्ष में होने वाले उच्च स्तर के विकिरणों के लिए सुग्राह्य (sensitive) नहीं है।
6. चूँकि इसमें प्रयुक्त रेडियोधर्मी ईंधन से उत्सर्जित होने वाले एल्फा-कणों की विभेदन क्षमता अत्यंत कम होती है अतः इसका उपयोग समानव अंतरिक्ष अभियानों के लिए यात्रियों के कक्ष के निकट किया जा सकता है।
7. इससे पैदा होने वाली अतरिक्त ऊष्मा का प्रयोग अंतरिक्षयान के अन्य उपकरणों के तापमान नियंत्रण में किया जा सकता है।

5. निष्कर्ष

इस लेख में भारत के भविष्य के अंतर उपग्रहीय अभियानों में अंतरिक्षयान के विभिन्न उपकरणों को ऊर्जा प्रदान करने के लिए एक विकल्प बन सकने वाली तकनीकि 'आरटीजी' का वर्णन किया गया है। इस लेख में वर्णित सामग्री लेखक के अध्ययन व इस विषय पर उसकी समझ पर आधारित है। इसरो में इसके विकास की संभावनाओं या योजनाओं से इसका कोई संबंध नहीं है। आरटीजी भारत के भविष्य के मानव रहित व समानव अंतरउपग्रहीय अभियानों में अंतरिक्षयान के विभिन्न उपकरणों को आवश्यक ऊर्जा प्रदान करने व उपग्रह के तापीय नियंत्रण की जरूरतों को पूरा करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। इसके विकास में तकनीकि रूप से बहुत सारी जटिलताएँ विद्यमान हैं परंतु इस प्रौद्योगिकी से मिलने वाले लाभ व इसके विकास में आने वाली चुनौतियां हमें इसके बारे में सोंचने को प्रेरित करती हैं।

संदर्भ

1. www.isro.gov.in
2. http://economictimes.indiatimes.com/news/science/gslv-mk-iii-isro-successfully-test-flies-its-heaviest-rocket/articleshow/45557768.cms

1. Role of Nuclear Power and Nuclear Propulsion in the Peaceful Exploration of Space, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2005.
2. The Pluto-New Horizons RTG and Power System Early Mission Performance, Geffrey K. Ottman and Christopher B. Hersman**,** 4th International Energy Conversion Engineering Conference and Exhibit (IECEC), 26 - 29 June 2006, San Diego, California.
3. Radioisotope Power: A Key Technology for Deep Space Exploration, George R. Schmidt and Thomas J. Sutliff, 6th International Energy Conversion Engineering Conference (IECEC), 28 - 30 July 2008, Cleveland, Ohio
4. Bennett, G.L., Campbell, R.W., Hemler, R.J. and Putnam, L.R., 'Status report on performance of radioisotope thermoelectric generators using silicon germanium thermoelectric elements,' AIAA 94-4127, 29th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference, August 1994.
5. Ferreira, E.A.F., Goodwin, G.M., George, T.G. and Rinehart, G.H., 'Long life radioisotopic power sources and encapsulated in platinum metal alloys,' Platinum Metals Review, Vol. 41, No. 4, pp. 154-163, 1997.
6. Bennett, G.L., Lombardo, J.L., Hemler, R.J., Silverman, G., Whitmore, C.W., Amos, W.R., Johnson, E.W., Sehock, A., Zocher, R.W., Keenan, T.K., Hagan, J.C. and Englehart, R.W., 'Mission daring: The general-purpose heat source radioisotope thermoelectric generator, AIAA 2006-4096, 4th International Energy Conversion Engineering Conference and Exhibit, June 2006.

त्रिविमिय मुद्रित डी.एम.एल.एस. ऐलुमिनियम पर सिल्वर विलेपन

वैशाली उमराणीया, विनोद लिमये,
सतह उपचार एवं ऊष्मीय पेंटिंग विभाग (एस.टी.पि.डी./इ.एन.टी.एस.जी./इ.एस.एस.ए.)
अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, इसरो
अहमदाबाद

सारांश

त्रिविमीय मुद्रित डी.एम.एल.एस. ऐलुमिनियम पर सिल्वर विलेपन अंतरिक्ष उपयोग के लिए किया गया है। यह विलेपन पूर्ण तया भारत में ही विकसित किया गया है, जो मेक इन इन्डिया अभिगम को सार्थक करता है। जिसका प्रयोग भविष्य में नितभार के भागोमें किया जाएगा, जिससे नीतभार के निर्माण खर्च को बहुत कम कर सकते है। इस परियोजना का उद्देश्य सिल्वर विलेपन करके रेडियो आवृति वाले किरणों को प्रसारित होने के लिए महत्तम चालकतायुक्त और प्रकाशीय गुणधर्म देना है। विलेपन के मूल्यांकन के लिए विभिन्न परिक्षण अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में किये गये है। परिणाम दिखाते है कि सिल्वर विलेपन ऐलुमिनियम को बहेतर बनाता हैं। अंतरिक्ष में रहने के लिए विलेपन का मूल्यांकन आर्द्रता परिक्षण, ताप चक्रण परिक्षण और ताप निर्वात परिक्षण जैसे पर्यावरणीय परीक्षणों से किया गया है। विलेपन की सूक्ष्म संरचना की जाँच लेसर सूक्ष्मदर्शिकी(LM) और एक्स किरण (X-RAY) विश्लेषण से किये गये है।

संकेत शब्द

त्रिविमीय मुद्रण, सिल्वर विलेपन, पर्यावरण अवस्था, अंतरिक्ष, ऐलुमिनियम

1. परिचय :

त्रिविमीय मुद्रण(3D printing) त्रि-विमीय वस्तुएं बनाने की बहुत सी विधीयो में से एक विधि है। यह विधि में कम्प्यूटर के नियंत्रण से वस्तु पर किसी पदार्थ की परत दर परत संवर्धित की जाती है और वस्तु निर्मित हो जाती है। निर्मित होने वाली वस्तुएं किसी भी आकार और ज्यामितिवाली हो सकती है। निर्माण के पूर्व वस्तु का त्रिविमीय डेटा स्त्रोत प्रोग्राम कर लेते है और कम्प्यूटर के नियंत्रण में त्रिविमीय प्रिंटर द्वारा प्रोग्राम के अनुसार परतें संवर्धित की जाती है। वस्तुतः त्रिविमीय प्रिंटर एक औधोगिक रोबोट है।

एक अंतरिक्ष यान के प्रक्षेपण की लागत बहुत ज्यादा होती है क्योंकि बड़े पैमाने पर वजन की कमी अंतरिक्ष यान की डिजाइन में एक महत्वपूर्ण कसौटी है। अंतरिक्ष यान के वजन में कमी अधिक पेलोड क्षमता की और ले जाता है। इस तरह समाज के कल्याण के लिए यह अनुसंधान महत्वपूर्ण है। अंतरिक्ष में कुछ घटकों को ऐलुमिनियम मिश्र धातु द्वारा उत्पादित भागों से बनाने के कारण पूरे संरचनात्मक सामग्री के वजन में द्रुतगति से कमी आई है। । ऐलुमिनियम मिश्रधातुओं के कई अन्य फायदे है, जैसे की उत्कृष्ट विद्दयुत चुम्बकीय परिक्षण प्रदर्शन, प्रघात अवशोषण की क्षमता, विद्युत और तापीय चालकता, आदि।

यह विलेपन पूर्णतया भारत में ही विकसित किया गया है, जो मेक इन इन्डिया अभिगम को सार्थक करता है। यह रासायनिक सिल्वर विलेपन ऐलुमिनियम की सभी मिश्रधातुओं पर एक सुरक्षात्मक फिल्म प्रदान करता है। यह प्रक्रिया निष्पक्ष संक्षारण प्रतिरोध देती है और कोई खास आयामी परिवर्तन नही होता है, और सामान्य रूप से मशीनिंग के बाद प्रयोग किया जाता है। यह विलेपन एक उत्कृष्ट तापीय पेंट आधार भी है, और अक्सर प्रकाशीय और वैधुतीय घटकों के साथ जहाँ महत्तम परावर्तक सतह की आवश्यकता होती है वहाँ उपयोग किया जाता है। चमकता सफ़ेद प्रकटन इस रासायनिक फिल्म की विशेषता है। इस रासायनिक फिल्म के उपचार माध्यम से संसाधित प्रक्रिया का सफलतापूर्वक Ku बेंड फीड समुच्चय पर प्रयोग किया गया है।

2. प्रयोगात्मक :

त्रिविमीय मुद्रित डी.एम.एल.एस. ऐलुमिनियम के 13 नमूने (आकार 25 मिमी X 100 मिमी X 1 मिमी) पर निम्नलिखित अनुक्रम के अनुसार सिल्वर विलेपन कीये गये:

1. विलायक स्वछन : अल्ट्रासोनिक विस्नेहन यंत्र में 5 मिनट के लिए ट्राई क्लोरो एथिलीन में विस्नेहन (Degreasing)

2. निम्न संरचना में आल्कलाइन सफाई: 100 ग्राम/लीटर सोडियम हाइड्रोक्साइड, 5-10 मिनट के लिए, उसके पश्चात आसुत या आयन मुक्त जल से 2 मिनट के लिए साफ़ किया।
3. एसिडिक स्वछन : 500 मिली/लीटर सांद्रतावाले नाइट्रिक एसिड में 2 मिनट के लिए डुबाया, उसके बाद आसुत या आयन मुक्तजल से 2 मिनट के लिए साफ़ किया।
4. जस्तीकरण : ग्रोवेल एंड वेल कंपनी के अलजिन्केट-एन (विशेष ब्रांड रसायन) का प्रयोग करके 40 सेकंड के लिए जस्तीकरण किया गया। उसके बाद आसुत या आयन मुक्त जल से 2 मिनट के लिए साफ़ किया।
5. प्रथम जस्ता परत को निरावृत करने के लिए कूपनो को 500 मिली/लीटर नाइट्रिक एसिड में 40 सेकंड के लिए निम्माजित किया गया। उसके पश्चात आसुत या आयन मुक्त जल से 2 मिनट के लिए साफ़ किया गया।
6. पुनः जस्तीकरण के लिए उपयुक्त प्रक्रिया को फिर से 15-20 सेकंड के लिए दोहराया गया।
7. विद्युतरहित निकल विलेप: ग्रोवेल एंड वेल कंपनी के गिनप्लेट निकल 422 (विशेष ब्रांड रसायन) विलयन का प्रयोग करके किया।
8. स्ट्राइक सिल्वर विलेपन: ग्रोवेल एंड वेल कंपनी के स्ट्राइक सिल्वर सोल्ट (विशेष ब्रांड रसायन) का प्रयोग करके किया।
9. सिल्वर विलेपन: ग्रोवेल एंड वेल कंपनी के ब्राइट सिल्वर सोल्ट (विशेष ब्रांड रसायन) का प्रयोग करके किया। विलयन तैयार करने के लिए आसुत या आयन मुक्त जल उपयोग किया गया है। सभी प्रयोगशाला अभिकर्मक ग्रेड रसायनों का उपयोग किया गया। विलयन संरचना तालिका क्रम 1 में सारणीबद्धि है।

ब्राईट सिल्वर सोल्ट	200 ग्राम/लीटर
ब्राईटनर	3 मिली/लीटर
लेवेलर	1 मिली/लीटर
pH	11.5-12
समय अंतराल	30 मिनट
एनोड	झंगरोधी इस्पात(Stainless steel) 304/316
कुंड पदार्थ(Bath material)	पोली प्रोपीलीन

तालिका क्रम 1: सिल्वर विलेपन विलयन

10. पश्च उपचार : द्रुत जल प्रक्षालन, एवं आइसो प्रोपाइल आल्कोहोल में स्वच्छ करके सुखाया गया।

चित्र 1 : *सिल्वर विलेपन प्रयोगात्मक ढांचा*

अलग अलग प्रचाल का प्रयोग करके कुल पचास से भी ज्यादा नमूने बनाकर यह अभिक्रिया को इष्टमिकृत किया गया है|

3. मापन / परिक्षण तकनीक :

विलेपन को पर्यावरणीय परीक्षणों से पहले और बाद मे भौतिक दिखाव में कोई भी गुणक्षीणन के लिए चार गुना आवर्धन पर सूक्ष्मदर्शी द्वारा निरिक्षण किया गया है।

3.1 सतह के आकारीय अध्ययन लेसर सूक्ष्मदर्शिकी के साथ किये गए है।

3.2 विलेपन का मोटाई मापन एक्स-किरण प्रतिदीप्ति स्पेक्ट्रोस्कोप में किया गया है।

3.3 तापीय प्रतिरोध परिक्षण गर्म वायु ओवन में किया गया है।

3.4 आर्द्रता परिक्षण एक तापनियंत्रित आर्द्रता कक्ष में किया गया। कक्षमें सापेक्ष आर्द्रता 95 ±0.5%, 50 °C पर बनाए रखी गयी।

3.5 तापीय सायकलिंग टेस्ट एक तापनियंत्रित गरम और ठंडे कक्ष में किया गया है।

3.6 ताप निर्वात परिक्षण एक ताप नियंत्रित उच्च निर्वात कक्ष में किया गया है।

सिल्वर विलेपनविलेपन के नमूने तालिका क्रम 2 में सारणीबद्धि विनिर्देशो के अनुसार परिक्षण किये गए है :

	तापमान	समय अवधि
ठंडा विभाग	- 40 °C ± 3 °C	24 घंटा
गरम विभाग	+ 75 °C ± 3 °C	24 घंटा
चक्रों की संख्या	1	
निर्वात	10^{-5} Torr. और ज्यादा	

तालिका क्रम 2: तापनिर्वात परिक्षण

3.7 विलेपन की सोल्डर करने की क्षमता जांच करने के लिए 250 °C तापमान वाले सोल्डर बात में डूबा कर की गयी। परीक्षण के बाद विलेपन के किसी भी गुणक्षीणन के लिए जाँच की गयी।

3.8 आसंजन परिक्षण में नमूने को 150 °C तापमान पर ओवन में एक घंटे के लिए रखा गया। परिक्षण के पहले और बाद नमूनोंमें कोई भी गुणक्षीणन के लिए देखा गया।

3.9 कठोरता मापन (Hardness test) में नमूने को काट के मोल्ड में बिठाके, पोलिश करके सिल्वर विलेपन का अनुप्रस्थ छेद बनाया गया। यह छेद के ऊपर डायमंड वाले यंत्र से कठोरता मापन किया गया।

4. फिल्म विक्षेपण की क्रियाविधि :

जब स्वच्छ ऐलुमिनियम नमूनों को क्षारीय जस्तीकरण विलयन में निमज्जित किया जाता है, तब ऐलुमिनियम की सतह पर उपस्थित दृढ आक्साइड की परत जस्ते की एक पतली परत द्वारा विस्थापित हो जाती है। यह जस्ते की परत विलेप के लिए एक आधार और सक्रियक का कार्य करती है। एस सम्पूर्ण अभिक्रिया को निम्न प्रकार अभिव्यक्त किया जा सकता है।

$Al^{o} + 3\,OH^{-} \rightarrow Al\,(OH)_3 + 2e^-$ (i)

$Al\,(OH)_3 \rightarrow [H_2AlO_3]^{-} + H^{+}$ (ii)

$[Zn(OH)_4]^{2-} + 2e^- \rightarrow Zn + 4OH^{-}$ (iii)

$H^{+} + e^- \rightarrow \frac{1}{2} H_2$ (iv)

तदोपरांत जस्ती कूपनों को विधुतरहित निकल विलेपन के कुंड में निमज्जित किया जाता है। निक्षेपण की दर को नियंत्रित करने के लिए विलयन तापक्रम, पि.एच. और धातु आयन सांद्रताओं को नियत सीमाओं में बनाये रखना बहुत ही आवश्यक है। विधुतरहित निकल निक्षेपण की प्रक्रिया को निम्न अभिक्रिया के द्वारा समझा जा सकता है।

$[H_2PO_2]^{-} + H_2O \rightarrow H^{+} + [HPO_3]^{2-} + 2\,H$ (v)

$Ni^{2+} + 2H \rightarrow Ni^{o} + 2\,H^{+}$ (vi)

$[H_2PO_2]^{-} + H \rightarrow H_2O + OH^{-} + P$ (vii)

$[H_2PO_2]^{-} + H_2O \rightarrow H^{+} + [HPO_3]^{2-} + H_2\uparrow$ (viii)

$Zn^{2+} \rightarrow Zn^{o}$ (ix)

जैसा की अभिक्रिया से स्पष्ट है, इस विलेपमें निकल के साथ फोस्फोरस भी निक्षेपित हो रहा है। फोस्फोरस की उपस्थिति के कारण ही इसका निक्षारण सरल हो जाता है। और यह एक उच्च अवशोषकता वाला विलेप प्रदान करता है। इस विलेप का संगठन प्रमुखतया निकल ओक्सईड्स तथा अल्प प्रमाण में निकल फोस्फेट का होता है।

इसके बाद कूपनो को विद्युत प्रवाह के साथ सिल्वर विलेपन कुंड में निम्मजित किया जाता है। इस सम्पूर्ण अभिक्रिया को निम्न प्रकार अभिव्यक्त किया जा सकता है।

- इलेक्ट्रोलाइट प्रतिक्रियाये (आयनीकरण) :

$KAg(CN)_2 \rightarrow K^{+} + Ag(CN)_2^{-}$ (x)

$Ag(CN)_2^{-} \rightarrow Ag^{+} + 2\,CN^{-}$ (xi)

$H_2O \rightarrow H^{+} + OH^{-}$ (xii)

- कैथोडिक प्रतिक्रियाये :

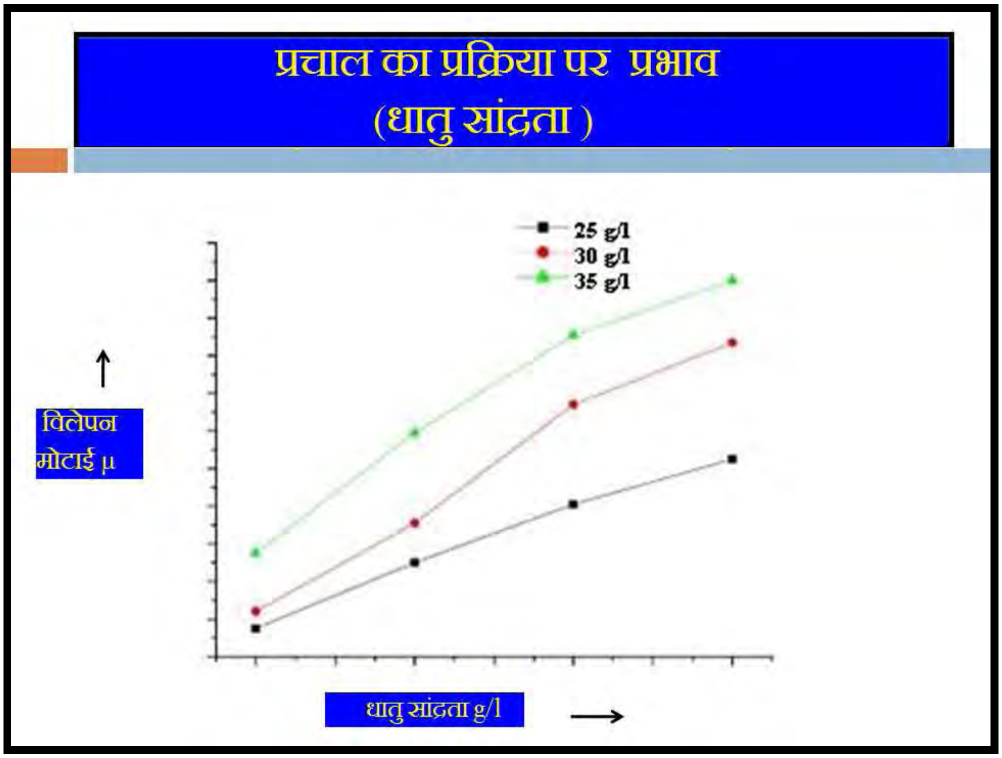
$Ag^{+} + e^{-} \rightarrow Ag^{o}$ (xiii)

$2H^{+} + 2e^- \rightarrow H_2\uparrow$ (xiv)

- एनोडिक प्रतिक्रियाये :

$4OH^{-} \rightarrow O_2 + 2\,H_2O + 4e^{-}$ (xv)

$2CN^{-} \rightarrow (CN)_2 + 2e^{-}$ (xvi)



चित्र 2: सिल्वर विलेपन प्रक्रिया पर धातु सांद्रता का प्रभाव

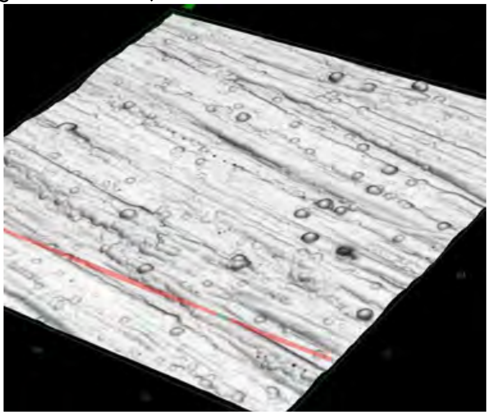
यह देखा गया है की विलयन में धातु की सांद्रता बढ़ने पर प्रक्रिया की दर बढ़ जाती है और विलेपन की मोटाईमें बढ़ोत्तरी होती है।

परिणाम और चर्चा

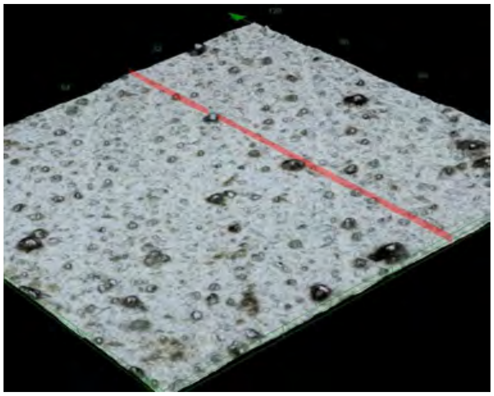
विलेपन की गुणवत्ता के लिए सभी नमूनों को दस गुना आवर्धन पर द्रश्य अवलोकन किया गया। विलेपन चमकता सफ़ेद, एकरूप, और दिखने में पाउडर क्षेत्र से मुक्त है।

4.1. सतह आकारिकी अध्ययन

सतह आकारिकी अध्ययन लेसर सूक्ष्मदर्शिकी से किया गया। विधुतरहित निकल निक्षेपण और सिल्वर विलेपन की हुई ऐलुमिनियम की सूक्ष्मदर्शिकी छवि चित्र क्रम 3 में दिखाई गयी है।



(अ)



(ब)

चित्र क्रम 3, (अ) विधुतरहित निकल निक्षेपण और
(ब) सिल्वर विलेपन की हुई ऐलुमिनियम की सूक्ष्मदर्शिकी छवि

4.2. सिल्वर / निकल मोटाई मापन:

एक्स-किरण स्पेक्ट्रोमीटर से विलेपन की मोटाई का मापन किया गया।

नमूना संख्या	सिल्वर / निकल मोटाई μ			
	साइड - A		साइड - B	
	Ag	Ni	Ag	Ni
1	4.5	10.52	4.6	11.0
2	5.0	11.0	5.1	11.2
3	4.7	12.0	4.8	12.0
4	5.0	11.5	4.9	11.5
5	5.2	11.8	5.2	11.8
6	5.5	11.4	5.5	11.3
7	5.6	11.4	5.6	11.3
8	4.7	12.0	4.8	12.0
9	5.0	11.5	4.9	11.5
10	5.2	11.8	5.2	11.8
11	5.2	11.8	5.2	11.8
12	5.5	11.5	5.5	11.4
13	5.6	11.3	5.6	11.4

तालिका 4: परिक्षण के पहले सिल्वर / निकल मोटाई मापन

4.3. तापीय प्रतिरोध परिक्षण

नमूने को 190 °C तापमान पर ओवन में 2 घंटे के लिए रखा गया। नमूने के रंग में कोई बदलाव नही देखा गया और कोई भी फफोला या पपड़ी नही दिखाई दिया है। परिक्षण के पहले और बाद नमूनोंमें कोई भी निम्नीकरण नही देखा गया है।

4.4. आर्द्रता परिक्षण

आर्द्रता परिक्षण पूर्व प्रमोचन वातावरण में विलेपन के संक्षारक प्रतिरोध की जाँच करने के किया गया है। एक परिक्षण 48 घंटे के लिए ताप नियंत्रित आर्द्रता कक्षमें आयोजित क्या गया है। कक्ष में 95% ± 0.5% सापेक्ष आर्द्रता के साथ 50 °C ± 1 °C तापमान रखा गया है। परिक्षण नमूनों का द्रश्य अवलोकन किया गया। विलेपन के रंग और गुणता में कोई परिवर्तन नही है।

4.5. ताप चक्रण परिक्षण

पृथ्वी की कक्षा मे एक उपग्रह जब प्रत्यक्ष सूर्य के प्रकाश के सामने होता है, वह सतह गर्म हो जाती है, और जब उपग्रह पृथ्वी के छाया विस्तार मे होता है तब बहुत कम तापमान पर होता है। एक अंतरिक्षयान को जीवन काल भर ताप चक्रण का सामना करना पड़ता है। अंतरिक्षयान के जीवन काल में आने वाले तापमान चक्रण के प्रभाव का मूल्यांकन करने के लिए यह परिक्षण को डिज़ाइन किया गया है। यह परिक्षण ताप नियंत्रित गरम और ठंडे कक्ष में किया गया है। कुल 1000 चक्रों का परिक्षण किया गया है। नमूनोंको एक कक्ष में -45°C से कम तापमान में 5 मिनट के लिए रखा गया, फिर 5 मिनट तक परिवेश ताप में रखा गया। अब उन्हें +155°C तापमान में 5 मिनट के लिए रखा गया। तापीय चक्रण परिक्षण के बाद नमूनों को किसी भी निम्नीकरण के लिए जांचा गया। नमूने के रंग में कोई बदलाव नही देखा गया और कोई भी फफोला या पपड़ी नही दिखी है।

4.6. ताप निर्वात परिक्षण

नमूने के श्वेत रंग में कोई बदलाव नही देखा गया और कोई भी फफोला या पपड़ी नही दिखी है। परिक्षण के बाद नमूनोंमें कोई भी निम्नीकरण नही देखा गया है।

4.7. सोल्डर क्षमता

नमूने को गर्म सोल्डर में डूबा के सोल्डर क्षमता परिक्षण किया गया। दोनों साइड सोल्डर चमकीला, ठीक से चिपका हुआ अवलोकित किया गया है।

4.8. आसंजन परिक्षण

नमूने को 150 °C तापमान पर ओवन में एक घंटे के लिए रखा गया। नमूने के रंग में कोई बदलाव नही देखा गया और कोई भी फफोला या पपड़ी नही दिखी है। परिक्षण के पहले और बाद नमूनोंमें कोई भी निम्नीकरण नही देखा गया है। कोई ऐसे अनुरेख आर्द्रता परिक्षण, तापीय चक्रण परिक्षण और तापनिर्वात परिक्षण के बाद नही देखे गए है।

4.9. कठोरता मापन (Hardness test)

पांच मापनो की औसत कठोरता 105 Hv पायी गयी। जो **कठोरता का अपेक्षित मान 90-120 Hv की सीमा में है**।

5. निष्कर्ष

1. सिल्वर विलेपन पूर्व स्वच्छ की गयी त्रिविमीय मुद्रित डी.एम.एल.एस. ऐलुमिनियम के ऊपर किया गया। विलेपन की तापीय स्थिरता की तुलना की गयी है। आल्कलाइन सफाई और विधुतरहित निकल निक्षेपण का प्रयोग करके अंतरिक्ष उपयोगों के लिए सिल्वर विलेपन को इस्टमिकृत किया गया। यह विलेपन संकीर्ण छेदों के अंदर उत्कृष्ट व्याप्ति प्रदान करता है। अतः सिल्वर विलेपन पर्याप्त यांत्रिक गुणों के साथ बाह्य अंतरिक्ष की आवश्यकता के लिए स्थायी है।
2. लेसर सूक्ष्मदर्शिकी जॉच में देखा गया है की यह विधि से निकल और सिल्वर के अत्यंत छोटे छोटे कण निक्षेपित होते है।
3. विलेपन की अंतरिक्ष पात्रता, आर्द्रता और ताप साइकिल चक्रण परीक्षणों और प्रकाशीय सम्पतियो के मूल्यांकन द्वारा जॉच की गयी है। विलेपन में कोई निम्नीकरण नही देखा गया है।
4. इस रासायनिक फिल्म के उपचार माध्यम से संसाधित प्रक्रिया का सफलतापूर्वक Ku बेंड फीड समुच्चय पर प्रयोग किया गया है। जिससे नीतभार बनाने के खर्च में बहुत कमी पाई गयी है।

6. संदर्भ

1. ऐ. आर. शशिकला, आर. उमारानी, इस.माय्मनाज़ और ऐ.के. शर्मा, मैग्नेशियम मिश्रधातु पर रासायनिक परिवर्तन विलेपन-तुलनात्मक अभ्यास, एलेकट्रॉकेमिकल साइन्स,3(2008) 993 – 1004
2. विशाल सक्सेना, आर.उमारानी, ए.के.शर्मा, ऐलुमिनियम मिश्र धातु पर उच्च अवशोषक विद्युत रहित श्याम निकल विलेप का अध्ययन, अंतर केन्द्र तकनीकी हिंदी सेमिनार, इसरो सेटेलाईट केन्द्र, बेंगलुरु, नवंबर 2005
3. **OUALIFICATION FEED BACK REPORT FOR SILVER PLATING ON DMLS-AL.ALLOY,** REPORT NO.: SRG/MQAD/QFBR/SP-DMLSA-02
4. **QUALIFICATION TEST REPORT FOR SILVER PLATING ON DMLS-AL.ALLOY,** REPORT NO.: SRA/QACMG/MQAD/QTR/SP-DMLSA-02
5. वैशाली उमराणीया एवं विनोद लिमये, मेग्नेशियम पर गैल्वानी एनोडीकरण, तकनीकी हिंदी सेमिनार, इसरो सेटेलाईट केन्द्र, बेंगलुरु, नवंबर 2014
6. डॉ. स्टीफन अबेला, मेग्नेशियम मिश्रधातु के लिए रक्षानात्मक विलेपन, माल्टा युनिवर्सिटी, धातुकर्म विभाग, माल्टा
7. MIL M 3171
8. ASTM B117
9. बराया, के.के., उपग्रह नीतभार के ताप नियंत्रण में उष्मा नली का उपयोग, तकनीकी हिंदी सेमिनार, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद, जनवरी 2004.

7. धन्यवाद

हम राजभाषा कार्यान्वन समिति के अध्यक्ष एवं सभी सदस्यों के प्रति अत्यंत आभारी हैं जिन्होंने हमें यह लेख लिखने का अवसर प्रदान किया। हम श्री तपन मिश्रा,निदेशक सेक, ए.एन. भट्टाचार्य उप-निदेशक इ.एस.एस.ए., श्री दिलीप आर पटेल, समूह निदेशक इ.एन.टी.एस.जी. के भी अत्यन्त आभारी हैं जिन्होंने हमें यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। हम पी.एम.क्यू..डी.-एम विभाग के भी आभारी है, जिन्होंने योग्यता परीक्षण में योगदान प्रदान किया। एस.टी.पी.डी. विभाग में कार्यरत श्री जी.के.मेहरा, श्री चंद्रकान्त बोटादरा, श्री भावेश परमार के प्रति आभार व्यक्त करते है जिन्होंने विलेपन अनुप्रयोग के दौरान विशेष योगदान दिया। हम वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी तहै हिन्दी कक्ष के सभी सहकर्मियों के भी अत्यंत आभारी हैं जिनके सहयोग से यह लेख संपूर्ण हो सका है।

लेखक परिचय :

वैशाली उमराणीया ने वर्ष 2010 मे के.एस.के.वी. कच्छ यूनिवर्सिटी, भुज गुजरात से रसायन विज्ञानमें गोल्ड मेडल के साथ मास्टर डिग्री प्राप्त की। अभी पी.एच.डी. अभ्यास कर रहे है। गवर्नमेंट इंजीनियरिंग महाविद्यालय में अध्यापक के रूप में कार्य किया है। वर्ष 2011 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में सतह उपचार एवं उष्मीय पेंट सुविधा में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में वरिष्ठ वैज्ञानिक सहायक के पद पर कार्यरत हैं।

श्री विनोद लिमये ने वर्ष 1983 में एम.एस.युनिवेर्सिटी, वड़ोदरा से मेकेनिकल इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की और वर्ष 1989 में थर्मल विज्ञान में एम.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 1986 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में ई.एन.टी.एस.जी. समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में सतह उपचार एवं ऊष्मीय पेंटिंग प्रभाग में प्रधान के पद पर कार्यरत हैं।

सैन्य-मानक-1553बी सुदूर टर्मिनल की बौद्धिक संपदा का विकास

किरल घोडाद्रा, राहुल धिंगाणी, जैमिन तन्ना, हिमांशु पटेल, संजय त्रिवेदी

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

सारांश

सैन्य-मानक-1553बी एक अंकीय, आदेश – अनुक्रिया तरीके की बहुसंकेतक बस है। यह बस नियंत्रण एवं आदेश के लिए सैन्य, उड्डयन एवं अंतरिक्ष उपयोग के लिए बहुधा प्रयोग में आती है। यह मानक सभी विद्युतीय, यांत्रिकी एवं प्रकार्य अभिलक्षण सुनिश्चित करता है। बस के हार्डवेयर घटक चार प्रकार में विभाजित किये गए हैं;

1) बस नियंत्रक, 2) सुदूर टर्मिनल, 3) बस मॉनिटर, 4) संचरण माध्यम

इस लेख में सैन्य-मानक-1553बी सुदूर टर्मिनल की बौद्धिक संपदा विकास की विस्तृत चर्चा की गयी है। इस बौद्धिक संपदा विकास के लिए भारत सरकार द्वारा इसरो को दिसंबर 2015 में कॉपीराइट भी प्राप्त हुआ है। 1553 संचार तकनीक हार्डवेयर चिप से लेकर आई पी कोर तक विकसित हुई है। आई पी कोर तकनीक विशेष रूप से छोटा फूटप्रिंट, कम लागत, कम शक्ति जैसे फायदे प्रदान करती है। आई पी कोर का मुख्य फायदा तकनीक स्वतंत्र कार्यान्वय है, जो इसे किसी भी प्रोग्रामनिय डिवाइस में उपयोग हेतु सक्षम बनाता है।

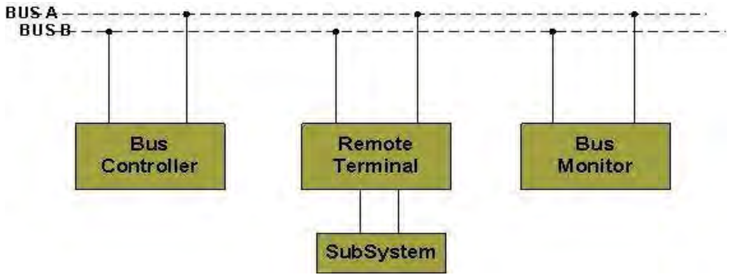
प्रस्तावना

सैन्य-मानक-1553बी बस विविध उपतंत्रों के बीच डाटा एवं सूचना आदान-प्रदान के लिए माध्यम प्रदान करती है। बस केन्द्रीय प्रणाली नियंत्रण और विभिन्न उपतंत्रों के बीच मानक अंतरापृष्ठ प्रदान करती है। सैन्य-मानक-1553बी बस दोहरी अतिरिक्ति, विभेदी, सीरियल, 1 एम.बी.पी.एस. डाटा दर जैसे अभिलक्षणों के साथ कार्य करती है।

सैन्य-मानक-1553बी मानक तीन प्रकार के टर्मिनल निश्चित करता है।

- बस नियंत्रक : बस नियंत्रक बस का नियंत्रण करता है और सुदूर टर्मिनल को निर्देश देता है।
- सुदूर टर्मिनल : सुदूर टर्मिनल बस से डाटा ग्रहण करता है और खुद का पता मिलाने पर प्रतिक्रिया देता है।
- बस मॉनिटर : बस मॉनिटर बस सक्रियता पर नजर रखता है और पश्चात विश्लेषण के लिए वैकल्पिक डाटा लॉग करता है।

सैन्य-मानक-1553बी की सूचक बस टोपोलॉजी निम्न चित्र में दर्शायी गई है।



आकृति 13 - सैन्य-मानक-1553बी बस टोपोलॉजी

सैन्य-मानक-1553बी बस टोपोलोजी में बस नियंत्रक और बस मॉनिटर की तरह कार्य नहीं करने वाले सभी टर्मिनल सुदूर टर्मिनल कहलाते हैं। बस में महत्तम 31 सुदूर टर्मिनल संभव हैं। हर सुदूर टर्मिनल को 0 से 31 तक अनुपम स्व-पता निर्दिष्ट किया जाता है। सुदूर टर्मिनल बस के सभी संदेश डिकोड करके स्व-पते से सुमेल होते संदेशों का जवाब देता है।

1553 बस संचार तीन मुख्य शब्दों पर आधारित है,

१) आदेश शब्द 2) डाटा शब्द 3) स्थिति शब्द

बस नियंत्रक आदेश शब्द बस पर भेजता है, सुदूर टर्मिनल उसका जवाब देते हुए स्थिति शब्द बस पर भेजता है। डाटा शब्द का बस नियंत्रक और सुदूर टर्मिनल के बीच संदेश के प्रकार के हिसाब से आदान-प्रदान होता है। बस 10 प्रकार के संदेश सुनिश्चित करता है।

आई पी कोर क्यों?

70 के दशक में, सैन्य-मानक-1553बी हार्डवेयर टी.टी.एल. परिवार आई.सी. से भरे हुए तीन कार्ड में फैला हुआ था। 80 के दशक में, सैन्य-मानक-1553बी तीन कार्ड से एक कार्ड में लघुकृत हो गया। 90 के दशक में, सैन्य-मानक-1553बी कुछ अंकीय आई.सी. और एनालॉग आई.सी. में लघुकृत हो गया। अंततः विभिन्न कंपनियों द्वारा विशेष चिप मॉड्यूल लाए गए। आई पी कोर के आगमन से सैन्य-मानक-1553बी क्षेत्र में नवीनतम दौर की शुरुआत हुई है। इस तकनीक का मुख्य लाभ प्रोग्रामेबिलिटी, छोटा फूटप्रिंट, कम लागत, कम शक्ति, उपयोग में सहजता आदि है।

विकसित आई पी कोर तकनीक स्वतंत्र है और किसी भी एफ.पी.जी.ऐ. (FPGA) अथवा एसिक (ASIC) में कार्य करने हेतु सज्ज है। यह कार्य तकनीकी विकास प्रोग्राम अंतर्गत सफलतापूर्वक पूर्ण किया गया है।

विस्तृत अभिकल्प

सैन्य-मानक-1553बी सुदूर टर्मिनल आई पी कोर यह मुख्य कार्य करता है -

- बस नियंत्रक से आदेश एवं डाटा शब्द को ग्रहण करना
- सिंक अनुसन्धान (Sync detection)
- ग्राहित शब्द की जाँच एवं वैधीकरण (validation)
- ग्राहित शब्द के अनुरूप बाह्य स्मृति से अंतरापृष्ठ
- संगत स्थिति शब्द का उत्पादन एवं प्रेक्षण
- विधा शब्द का विश्लेषण

यह आई पी कोर 12 MHz आवृति पर प्रचालन करता है। इसका बाह्य स्मृति अंतरापृष्ठ डाटा डिवाइस कार्पोरेशन (Data Device Corporation - DDC) एडवांस कम्युनिकेशन इंजन (Advanced Communication Engine - ACE) के समाकलित 1553 टर्मिनल अवलोकन सारणी पर आधारित है। आई पी कोर में यह स्मृति अंतरापृष्ठ विधाए उपलब्ध है।

१) एकल बफर विधा

२) वृतीय बफर विधा

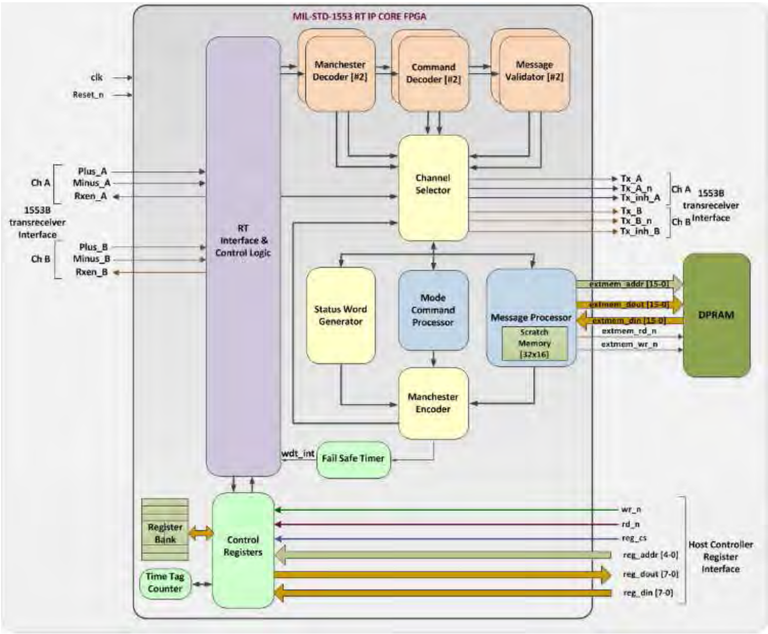
एकल बफर विधा के प्रचालन द्वारा 32 तक डाटा शब्दों का स्थानांतरण किया जा सकता है। वृतीय बफर विधा का उपयोग अधिकांश डाटा के स्थानांतरण के लिए किया जाता है जो कि 8192 डाटा शब्दों तक के डाटा शब्दों को समर्थित करता है। स्मृति अंतरापृष्ठ विधा का चुनाव बाह्य स्मृति विशिष्ट स्थानों में संचित नियंत्रण शब्दों के द्वारा किया जाता है। यह आई पी कोर प्रयोक्ता के द्वारा प्रारंभन एवं विन्यास के लिए रजिस्टर अंतरापृष्ठ प्रदान करता है। आतंरिक समय टैग रजिस्टर आठ विभेदन विधाएँ समर्थित करता है।

सैक द्वारा विकसित सैन्य-मानक-1553बी सुदूर टर्मिनल आई पी कोर का वास्तुकलात्मक खंड आरेख आकृति 2 में दर्शाया गया है।

सुदूर टर्मिनल डिजाइन के मुख्य प्रभाग इस तरह हैं -

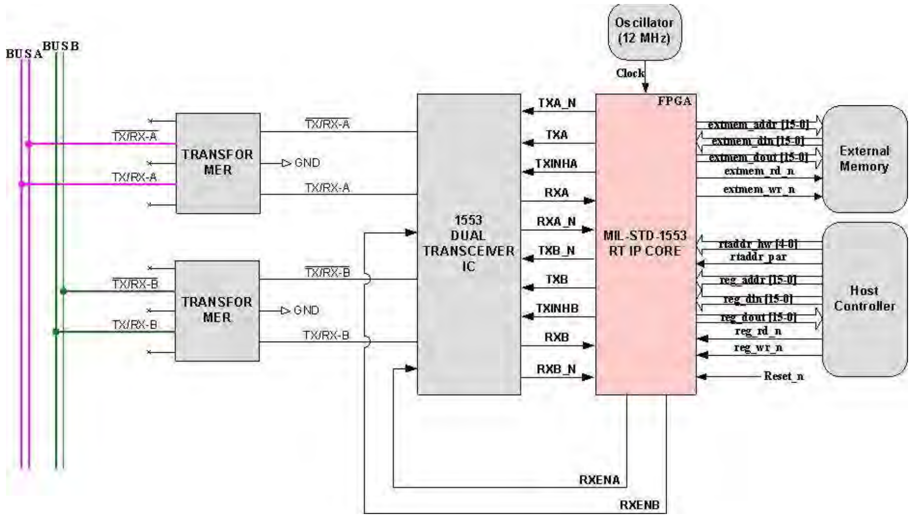
- सुदूर टर्मिनल अंतरापृष्ठ एवं नियंत्रण मॉड्यूल
- मांचेस्टर कोडक/विकोडक
- आदेश विकोडक (Command Decoder)
- संदेश वैधिकर्ता (Message Validator)
- चैनल वरक (channel selector)
- स्थिति शब्द उत्पादक (Status Word Generator)
- विधा आदेश संसाधक (Mode command processor)

- संदेश संसाधक (Message processor)
- दोष सुरक्षा कालद (Fail Safe Timer)
- नियंत्रक रजिस्टर (Control register)



आकृति 14 - सैन्य-मानक-1553बी सुदूर टर्मिनल का खंड आरेख

बस A और बस B के समकालिक प्रचालन के लिए आई पी कोर के कुछ मॉड्यूल दोहराए गए हैं। यह डिजाइन किसी भी प्रोग्रामनिय डिवाइस के अनुरूप हो पाए इसलिए इसमें किसी भी तरह के प्रौद्योगिकी/विक्रेता विशिष्ट आई पी कोर का उपयोग नहीं किया गया है। सुदूर टर्मिनल अंतरापृष्ठ एवं नियंत्रण मॉड्यूल आई पी कोर के सैन्य-मानक-1553बी बस के साथ अंतरापृष्ठ एवं नियंत्रण संकेत जनन का कार्य करता है। मांचेस्टर विकोडक मॉड्यूल प्राप्य संदेश फ़ार्मेट का विकोडन करता है। यह मांचेस्टर कोडित सैन्य-मानक-1553बी फ़ार्मेट डाटा को 16-बिट समांतर नॉन रिटर्न टू जीरो (Non Return to Zero - NRZ) फ़ार्मेट में परिवर्तित करता है। यह मांचेस्टर विकोडन त्रुटि, सिंक त्रुटि, समता त्रुटि, इत्यादि की जाँच भी करता है।



आकृति 15 - सुदूर टर्मिनल आई पी कोर का सैन्य-मानक-1553बी बस से अंतरापृष्ठ

आदेश विकोडक मॉड्यूल प्राप्य संदेश का विकोडन करता है। संदेश वैधिकर्ता ब्लॉक प्राप्य संदेशों को शब्द संख्या के लिए वैधीकृत करता है। चैनल वरक मॉड्यूल वर्तमान में सक्रिय बस/चैनल मॉड्यूलों को प्रवर्तक करता है और संकेतों का दोहरे अतिरिक्त (Dual Redundant) एवं एकल मॉड्यूलों के बीच अंतरण करता है।

संदेश संसाधक ब्लॉक डाटा निर्वाह के कार्य जैसे कि, डाटा शब्दों का अल्पकालिक संचयन, बाह्य स्मृति का अंतरापृष्ठ, इत्यादि करता है।

नाम अनुरूप, विधा आदेश संसाधक ब्लॉक विधा आदेशों का प्रक्रमण करता है। स्थिति शब्द उत्पादक ब्लॉक सुदूर टर्मिनल के लिए स्थिति शब्द का जनन करता है। मांचेस्टर कोडक मॉड्यूल सुदूर टर्मिनल से जनित अनुक्रिया का कोडन मांचेस्टर-2 द्विकला फ़ार्मेट में करता है और इसका सैन्य-मानक-1553बी बस पर क्रमानुसार प्रेषण करता है।

आई पी कोर की प्रोग्रामियता और विन्यास का प्रबंध आतंरिक रजिस्टर बैक के द्वारा करने की सुविधा है। इसके लिए 16-बिट डाटा और नियंत्रण अंतरापृष्ठ का प्रबंध किया गया है। आई पी कोर का सैन्य-मानक-1553बी बस के साथ अंतरापृष्ठ निचे दर्शाया गया है।

यह आई पी कोर किसी भी प्रोग्रामनिय डिवाइस जैसे कि FPGA एवं ASIC में समाया जा सकता है। आई पी कोर सैन्य-मानक-1553बी बस के साथ डुअल ट्रान्सीवर एवं ट्रांसफोर्मर के द्वारा अंतरापृष्ठ करता है। होस्ट कंट्रोलर बाह्य स्मृति का प्रारंभन पावर ऑन अनुक्रम के दौरान करता है।

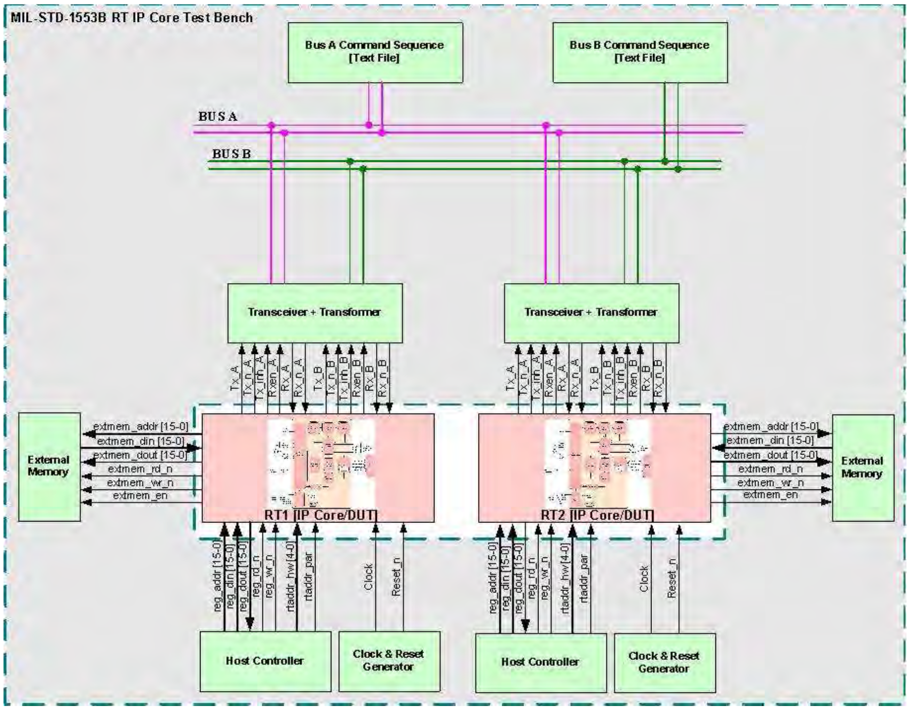
संश्लेषण और अनुकरण परिणाम

आई पी कोर का संश्लेषण XILINX SPARTAN-3E XC3S500E-4FG320 FPGA डिवाइस में किया गया है और संश्लेषण संक्षेप नीचे सारणी 1 में दिया गया है।

Device Utilization Summary (estimated values)			[-]
Logic Utilization	**Used**	**Available**	**Utilization**
Number of Slices	1797	4656	38%
Number of Slice Flip Flops	1980	9312	21%
Number of 4 input LUTs	2902	9312	31%
Number of bonded IOBs	111	232	47%
Number of GCLKs	1	24	4%

सारणी 1: सुदूर टर्मिनल आई पी कोर युक्ति उपयोग सारणी

सैन्य-मानक-1553बी सुदूर टर्मिनल आई पी कोर को कार्यप्रणाली परिक्षण और सत्यापन प्रक्रिया से परीक्षण और सत्यापित किया गया है। कार्यात्मक सत्यापन के लिए VHDL परीक्षण बेंच का इस्तेमाल नीचे दिखाई गई आकृति 4 के अनुसार किया गया है।



आकृति 16 - आई पी कोर परीक्षण बेंच का आकार

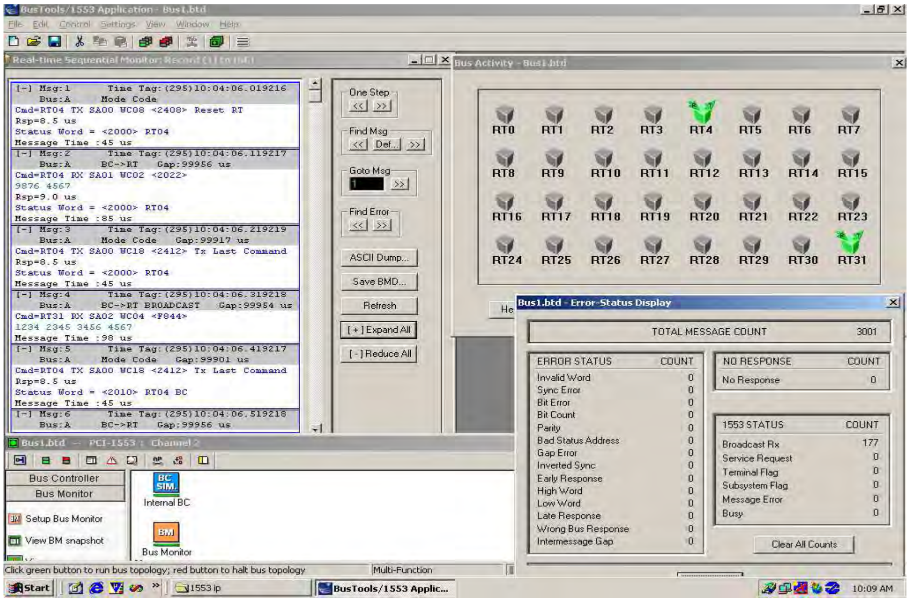
आई पी कोर का परीक्षण और सत्यापन पूरी तरह से Modelsim अनुकरण सैन्य-पुस्तिका-1553B में दिए गए सुदूर टर्मिनल सत्यापन योजना के अनुसार किया गया है। आई पी कोर को आदेश अनुक्रम सुदूर टर्मिनल सत्यापन योजना के अनुसार दिया गया और प्रतिक्रिया की अपेक्षित परिणाम के साथ तुलना की गयी है। आई पी कोर ने सारे परीक्षण संतोषजनक रूप से पार किए हैं। कुछ अनुकरण परिणाम नीचे आकृति 5 और 6 में दिखाए गए हैं।

हार्डवेयर उपकरण का परिणाम

आकृति 18 - सुदूर टर्मिनल से बस नियंत्रक के बीच के संचारण के Modelsim अनुकरण का परिणाम

आई पी कोर का SPARTAN-3E FPGA वाले समर्पित परीक्षण बोर्ड में अवतरण किया गया और BusTools सॉफ्टवेर के साथ परीक्षण किया गया। BusTools, कोंडोर इंजीनियरिंग कम्पनी का सैन्य-मानक-1553बी अन्तरापृष्ठ के परिक्षण और संचारण के लिये ग्राफीय उपयोक्ता अन्तरापृष्ठ सॉफ्टवेर है। आई पी कोर ने दिए गए परीक्षण वातावरण में संतोषजनक कार्य किया है। आई पी कोर का बर्न-इन परिक्षण 9 लाख से भी ज्यादा आदेश के अनुक्रम भेजकर किया गया है। BusTools सॉफ्टवेर का ग्राफीय उपयोक्ता अन्तरापृष्ठ नीचे चित्र में दिखाया गया है।

सुदूर टर्मिनल के कार्य को समर्पित सुदूर टर्मिनल परीक्षण व्यवस्था के साथ स्थापित किया गया। यह सुदूर टर्मिनल परीक्षण व्यवस्था, नयाचार (PROTOCOL) परीक्षण, विद्युत परीक्षण तथा शोर परीक्षण के लिए सक्षम है।



आकृति 19 - BusTools सॉफ्टवेर का चित्र

उपसंहार

सैन्य-मानक-1553बी सुदूर टर्मिनल आई पी एक उभरती हुई तकनीक है जो अपने साथ काफी सारे फायदे जैसे कि छोटी पदचिह्न, उन्नयती, प्रोग्रमीय के साथ आती है। एक अंकीय बोर्ड प्रोग्रामीय डिवाइस के साथ आई पी कोर को अपने अंदर आराम से समाविष्ट कर लेगा और बोर्ड के अवयव को कम करेगा। हार्डवेयर विकसित करने के कई चरणों के दौरान आई पी कोर के इस्तेमाल से किसी भी चरण में हार्डवेयर में बदलाव किये बिना ही कार्य बढ़ाया जा सकता है। हार्डवेयर चिप की जगह आई पी कोर का उपयोग हार्डवेयर प्रदान का समय काफी कम करेगा और अभिकल्पक को विक्रेता विशिष्ट बाध्यता से मुक्त करेगा। इस सुदूर टर्मिनल आई पी कोर को बस नियंत्रक और बस मोनिटर के कार्य करने के लिए भविष्य में बढ़ाया जा सकता है जो एक बहुकार्य हार्डवेयर चिप में प्रोग्रामनिय समाधान प्रदान करेगा।

शब्दावली : सैन्य-मानक-1553बी, एफ. पी. जी. ए. (FPGA), एसिक (ASIC), सुदूर टर्मिनल, बस नियंत्रक, बस मॉनिटर

संदर्भ

- एन इंटरप्रिटेशन ऑफ MIL-STD-1553B, एस बी एस टेक्नोलोजीस इन्कोर्पोरेशन, 1-800-SBS-1553
- एस/मिनी एस (ACE/Mini-ACE) सिरिस BC/RT/MT एडवांस कम्युनिकेशन इंजन (Advanced Communication Engine - ACE) इंटीग्रेटेड 1553 टर्मिनल यूज़र्स गाइड
- RT वेलिडेशन टेस्ट प्लान, MIL-HDBK-1553A, 1 Nov 1988

आभार

लेखक एवं सहलेखक इस कार्य को करने के लिए दिए गए सुअवसर, प्रोत्साहन एवं दिशानिर्देश के लिए श्री तपन मिश्रा-(निर्देशक, सैक), श्री राजीव ज्योति (उपनिर्देशक, एम.आर.एस.ए.), श्री निलेश देसाई (उपनिर्देशक, एस.एन.ए.ए.), श्री बी.एस. रामन (समूह प्रधान), श्री बी.आर. राजपूत (वरिष्ठ हिंदी अधिकारी) तथा हिंदी कक्ष के सभी सहकर्मियों का आभार प्रकट करते हैं।

लेखक परिचय

किरल घोडाद्रा ने वर्ष 2004 में L.D. इंजीनियरिंग कॉलेज, अहमदाबाद से इलेक्ट्रॉनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2009 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र – इसरो, अहमदाबाद में सूक्ष्मतरंग नियंत्रण इलेक्ट्रोनिक विभाग में कार्य आरम्भ किया। वर्तमान में, ये रडार के नियंत्रण इलेक्ट्रोनिक के लिए, चंद्रयान-2, स्केटसैट-1 और L एंड S बैंड सार इत्यादि मिशनों में संलग्न है।

राहुल धिंगाणी ने वर्ष 2002 में एम. एस. युनिवर्सिटी बरोडा से माइक्रोप्रोसेसर सिस्टम्स और एप्लिकेशन में एम.ई. की पदवी प्राप्त की और 2000 में गुजरात युनिवर्सिटी, अहमदाबाद से विद्युत एजनेरी में स्नातक हुए। वह 2002 में, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र से जुडे। अभी उनकी कार्य रूचि एफ.पी.जी.ए. और माएक्रोकंत्रोलर आधारित समाहित प्रणालियों के विकास में है। वर्तमान में, ये रडार के नियन्त्रण इलेक्ट्रॉनिक के लिये, RISAT-2A, स्केटसैट-1 और GISAT-1 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 केंद्र, इसरो, अहमदाबाद में सूक्ष्मतरंग नियन्त्रण इलेक्ट्रॉनिक विभाग में कार्य आरंभ किया-। वर्तमान में, ये रडार के नियन्त्रण इलेक्ट्रॉनिक के लिये, चंद्रयान-2 और ओशनसेट – 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 . . की डिग्री प्राप्त की। वर्तमान में, ये रडार के नियन्त्रण इलेक्ट्रॉनिक के लिये L-बैंड चंद्रयान -2 सार, NISAR इत्यादी मिशनों में संलग्न है।

संजय त्रिवेदी ने वर्ष में 1982 AVPT कॉलेज, राजकोट सेइलेक्ट्रॉनिकमेंडिप्लोमा प्राप्त किया। वर्ष1984 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद मेंअंकिय संचार कार्यक्रम में कार्य आरंभ किया। वर्ष1992 मेंगुजरात युनिवर्सिटी सेइलेक्ट्रॉनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। इन्होने वर्ष 2013 में SVNIT, सूरत से M.Tech. की उपाधि ग्रहण की। वर्तमान में, ये चंद्रयान-2 सार, NI- इत्यादि मिशनों में संलग्न है।

***

उप-विषयवस्तु: प्रौद्योगिकीगत विकास प्रक्रियाएं

एकल सूक्ष्म एकिकृत परिपथ (MMIC) की हेर्मेटिक पैकेजिंग एवं अंतरिक्ष उपयोग हेतू क्वालिफिकेशन: एक नवीन एवं सफलतम प्रयास

नंदिनी देशपांडे, शिवेंद्र त्रिपाठी, ज्ञान सिंह
अंतरीक्ष उपयोग केंद्र

अ] सारांश:

उपग्रह प्रणाली आज के महानगरीय और ग्रामीण दुनिया के संचार की रीढ़ हैं। वैज्ञानिक संशोधनो ने आधुनिक सभ्यता को नए नए तकनीकी चमत्कारों से लाभान्वित किया हैं।

उपग्रहों एवं इनके नीतिभारों के निर्माण में संलग्न वैज्ञानिकों एवं अभियंताओं के लिए गुणता एवं विश्वसनीयता सदैव ही एक प्राथमिकता रही है।

नयी नयी तकनीकों से लैस नितभारो के भार पर नियंत्रण में रखना भी एक अत्यंत चुनौतीपूर्ण कार्य है। GaAs (Gallium Arsenide) द्वारा निर्मित एकल सूक्ष्म एकिकृत परिपथ (onolithic icrowave ntegrated ircuits) की उपयोगिता से रेडियो आवृति उप-प्रणालीयों में बहुत बड़ी तकनीकी क्रांति आई है। साथ ही इनकी छोटी तथा हलकी संरचना का कुल भार तथा आयतन कम करने में बहुत बड़ा योगदान है।

वतावारणीय प्रभावों का GaAs अर्धचालक पर दुष्परिणाम सर्वविदित है, परिणामस्वरूप इसे वायुरुद्ध तरीके से पैकेज करना ही हितकारक है। अर्धचालक निहित एकिकृत परिपथों को वायुरुद्ध करने की तकनीक (hermetic sealing) हेर्मेटिक सील्ड पैकेजिंग कहलाती है।

MMIC भिन्न- भिन्न प्रकार के पैकेज में उपलब्ध है जैसेकि - बिना लीड वाले (), बाल ग्रिड ऐरे (BGA), बहु चिप (-) मोड्यूल, हेर्मेटिक सील्ड पैकेज।

संचार उपग्रहों में सी बैंड नीतिभारो में प्रयुक्त होने वाली GaAs p-HEMT एकल सूक्ष्म एकिकृत परिपथ () मिक्सर चिप्स ;अभिग्राही उप-प्रणाली का एक बहुत ही महत्वपूर्ण अवयव हैं।

जीसैट-17 की तात्कालिक आवश्यकता को समय पर पूर्ण करने के लिए केंद्र में ही डिजाईन किया गया मिक्सर die को केंद्र के अंतर्गत ही पैकेज करने का निर्णय लिया गया। इस दिशा में प्रारंभिक प्रयोगों के पश्चात उष्म गैस रिफ्लो द्वारा पैकेजिंग की प्रक्रिया विकसित की गयी।

हर्मेटिक सीलिंग से सम्बन्धित क्रिया कलापो एवम परीक्षणों के फलस्वरूप सीलिंग की एक नवीन पद्धति का निर्माण किया गया जिसके बारे मे प्रस्तुत लेख प्रकाश डालता है।

लेख का परिचय:

हेर्मेटिक सील्ड पैकेजिंग एक अत्यंत दुरूह एवं नवीनतम गतिविधि है। उच्च गुणवत्ता एवम उच्च विश्वसनीयता पैकेजिंग की गतिविधी, चिप के अटैचमेंट एवं बोन्डिंग से प्रारंभ होती है तत्पश्चात हर्मेटिक सीलिंग की गतिविधी के द्वारा इसकी पैकेजिंग की जाती है।

चिप पैकेजिंग में यधपि चिप अटैचमेंट एवं बोन्डिंग की प्रक्रिया एक स्थापित गतिविधी है जिसका योग्यता परिक्षण किया जा चुका है। MIC सुविधा द्वारा यह प्रक्रिया विभिन्न रेडियो आवृत्ति परिपथों के निर्माण में उपयोग की जाती है, MMIC के हर्मेटिक सीलिंग की गतिविधी एक जटिल व नवीन पद्धति है जिसके निष्पादन हेतु वर्ष 2012-13 में इलेक्ट्रॉनिक नीतिभार निर्माण विभाग ने प्रयोग एवं प्रयास प्रारंभ किये।

हर्मेटिक सीलिंग की प्रक्रिया में हाइड्रोजन पोइसनिंग, सील लीकेज, सोल्डर ब्रिजिंग, वायर बांड का टूट जाना, चिप सही तरीके से स्थापित न होने पर अधिक करंट लेना इत्यादि जैसी सार्यभौमिक समस्याएं थी जिसका उल्लेख उपलब्ध तकनीकी साहित्य में भी मिलता है। इसे अन्य अंतरिक्ष एजेंसियों के कायक्रमों में उपयोग होने **वाले** MMIC युक्त प्रणालियों में देखे गए विचलनों का प्रमुख कारक माना गया है।

प्रस्तुत लेख में MMIC चिप के पी.इ.एफ.डी. प्रभाग द्वारा हर्मेटिक सीलिंग प्रक्रिया के निर्माण, पीऍमक्यूडी-इ. द्वारा इस सीलिंग प्रक्रिया के क्वालिफिकेशन एवं **क्यूएसीडी** द्वारा सीलिंग प्रक्रिया से उत्पन्न प्रोडक्ट के क्वालिफिकेशन एवं इनके परिक्षण पर प्रकाश डालता है।

प्रस्तुत लेख पाँच मुख्य खंडो में विभाजित है। प्रथम खंड MMIC पैकेज की संरचना के बारे मे जानकारी देता है द्वितिय खण्ड हर्मेटिक सीलिंग की आवश्यकता, उसकी निर्माण प्रक्रिया के विकास से सम्बंधित है। प्रक्रिया की गुणता एवं योग्यता परिक्षण

सम्बन्धित किये गए परीक्षणों की जानकारिया तृतीय खण्ड मे दी गयी हैं। चतुर्थ् खण्ड तैयार उत्पाद (प्रोडक्ट) पर गए योग्यता परिक्षण के बारे में है। पाँचवें खण्ड में परीक्षण परिणामों का अवलोकन एवम समीक्षा प्रस्तुत की गयी है।

प्रथम खण्ड: पैकेज की संरचना

स्वर्ण परत की सतह से युक्त बहुस्तरीय अलुमिना चिप् वाहक् को चिप् के आधार के रूप मे उपयोग मे लाया जाता है। इसके मध्य की कैविटी मे MMIC die चिप् एवं अन्य अवयव सोल्डर प्रिफोर्म के साथ् रीफ़्लो सोल्डर किया जाते हैं। चिप् पर गोल्ड के वायर बोण्ड् लगाये जाते हैं जिसके द्वारा अंतर्संबंध प्रदान किया जाता है। इस चिप् वाहक की सीलिंग के लिये अलुमिना लीड जिसकी किनारों पर एलेक्ट्रोडीपोसीटेड सोल्डर की परत होती है, जिसे सोल्डरिंग के दौरान उपयोग मे लिया जाता है। चित्र क्र.-1 मे - **MMIC** चिप की संरचना दर्शायी गयी है।

MMIC चिप के साथ लीड फ्रेम — गेटर की परत — सेरामिक कवर

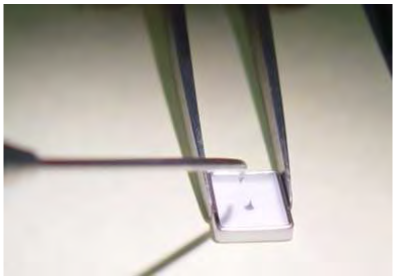
चित्र क्र.-1 - MMIC चिप की संरचना

द्वितिय खण्ड: हर्मेटिक सीलिंग के विकास की प्रक्रिया

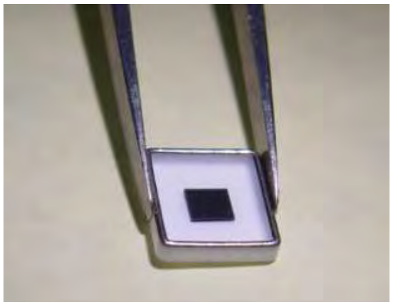
हर्मेटिक सीलिंग की प्रक्रिया को निष्क्रिय वातावरण में ही किया जाना आवश्यक है।

MMIC चिप् मे हायड्रोजन विशाक्तिकरण (पोइसोनिन्ग) को रोकने के लिये आवश्यक है कि चिप् की सीलिंग निष्क्रिय वातावरण मे की जाये। इससे अतिरिक्त हायड्रोजन को अवशोषित करने वाले पदार्थो के उपयोग से भी धात्विक हायड्रोजन द्वारा बोण्ड्स को होने वाली क्षति को रोका जा सकता है। हर्मेटिक सीलिंग की प्रक्रिया मे इन दोनो जरूरतो का ध्यान में रखकर हायड्रोजन गेटर का प्रयोग किया गया है।

हायड्रोजन गेटर की विमाय 22 मिमी होने की वजह से शीट को सावधानी पूर्वक आलुमिना लिड् के केन्द्र मे -3145 द्वारा चिपकाया गया और इसे 50% आद्रता मे तीन दिन तक निर्धारित किया गया। -3145 का चुनाव इसकी रीफ़्लो मे उत्पन्न होने वाले उच्च तापमान को सह सकने की क्षमता और इसके स्पेस हेरिटेज के कारण किया गया। चित्र क्र.-2 तथा



चित्र क्र.-2 -3145 की परत सिरामिक लीड पर लगाना



चित्र क्र.-3 हायड्रोजन गेटर की परत पर रखना

3. मे क्रमशः तत्पश्चात हायड्रोजन गेटर के चिपकाने की विधि दर्शायी गयी है।

हायड्रोजन गेटर को सीलिन्ग के पूर्व सक्रिय करने के लिये इसे निर्वात मे **150** मे 24 घण्टे के लिये रखकर, एक निर्वात मे रखा जाता है।

चिप् वाहक् जिसमे चिप् और अन्य अव्यवो को बोण्ड् किया गया है, सील करने के लिये निम्न परिस्थितियो भली-भाति संयोन्जन आवश्यक है।

१- निष्क्रिय वातावरण का समायोजन (ग्लोव बाक्स निर्माण)

२- अलुमिना लिड् का माइक्रोन की शुद्धता से संरेखण

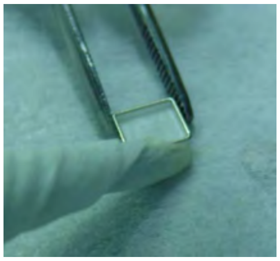
३- रीफ़्लो के लिये अनुकूल सोल्डर रुपरेखा का निर्माण

४- की सतह के लिए धनात्मक बल- मन को प्रयोग द्वारा निश्चित किया जाना

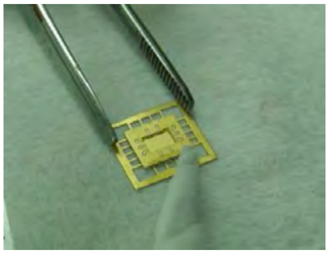
५- -Alignment--force- प्रोफ़ाइल्- की रोबोट प्रोग्रामिन्ग

६- सोल्डर

उपर्लिखित परिस्थितियों को परिशुद्धता से संपादित करने के लिए (डिजाईन ऑफ़ एक्सपेरीमेंट) मैट्रिक्स का निर्माण कर कन्ट्रोल एवं चार राशियों के पारस्पारिक संबंधो को भली-भांति समझने के पश्चात प्रयोग किये गए।



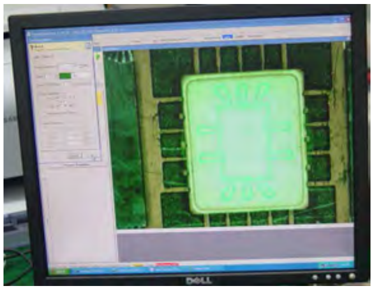
चित्र क्र.-4 अलुमिना लिड् की सफाई



चित्र क्र.-5 अलुमिना चिप् वाहक् की सफाई

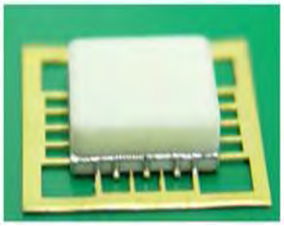
ग्लोव बाक्स के निर्माण द्वारा एक नियंत्रित क्षेत्र के अंतर्गत उष्म गैस रीफ्लों मशीन में 99% नाइट्रोजन प्रवाहित करने से अपेक्षित निष्क्रिय वातावरण का निर्माण किया जा सका।

स्प्लिट विज़न ऑप्टिक्स एवं प्रोसेस कन्ट्रोल के द्वारा 5 माइक्रोन की शुद्धता से संरेखण करना सिद्ध हुआ।



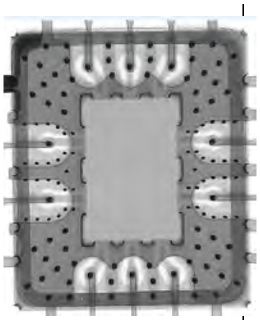
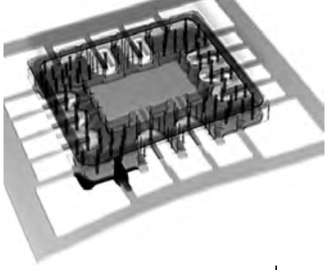
क्लोज्ड लूप फ़ोर्स फीडबैक एवं कन्ट्रोल प्रणाली को रीफ्लों प्रोफाइल में सफलता पूर्वक प्रोग्राम कर, की सतह के लिए धनात्मक दबाव की अनुकूल मात्रा के लिए अनेक प्रयोग किये गए।

रीफ़्लो के लिये अनुकूल सोल्डर की रुपरेखा के निर्माण के लिए 30 से अधिक प्रयोगों के पश्चात् मशीन प्राचलों के नियंत्रित मूल्यों को अंतिम रूप दिया गया। सोल्डर के लिए मैनुअल सोल्डरिंग का प्रयोग करके हर्मेटिक सीलिंग की प्रक्रिया सम्पूर्ण की गई।



चित्र क्र.-९ हर्मेटिक सील्ड MMIC (लीड फ्रेम के साथ)

इन सभी प्रयोगों एवं अंतरीक्ष के लिए तैयार किये गए उत्पादों (चित्र क्र.-9) के निरिक्षण में इस्थापित त्रि-आयामी क्ष-किरण निरिक्षण प्रणाली का उपयोग सराहनीय है। चित्र-10 से- 12 में उत्पाद का 2/3 आयामी क्ष-किरण माईक्रोग्राफ दर्शाया गया है।

चित्र क्र.-10	चित्र क्र.-11	चित्र क्र.-12
2 आयामी क्ष-किरण माईक्रोग्राफ	2.5 आयामी क्ष-किरण माईक्रोग्राफ	3 आयामी क्ष-किरण माईक्रोग्राफ

तृतीय खंड: प्रक्रिया योग्यता परीक्षण (प्रोसेस क्वालिफिकेशन)

अंतरिक्ष नीतभार प्रणाली या उसकी कोई भी उपप्रणाली को निर्मिति करने के लिये उस प्रक्रिया को गुणवत्ता आश्वासन विभाग द्वारा उसकीं गुणवत्ता तथा विश्वसनीयता की जाँच करने के पश्चात उसे अंतरिक्ष प्रणाली के लिये सुयोग्य घोषित करना अनिवार्य हैं उसके बाद ही वह प्रक्रिया प्रयोग मे लायी जाती हैं प्रक्रिया का सुयोग्य घोषित करना इसलिये जरूरी हैं जिसके मुख्य कारण इस प्रकार हैं

१. जब किसी नई प्रक्रिया, पदार्थ या उपकरण का उपयोग पहली बार करने के बाद उत्पाद बना हो तथा वह उत्पाद अंतरिक्ष नीतभार प्रणाली के लिये प्रयोग करना हो।
२. निर्धारित लक्ष्यों के अनुसार तथा अंतरिक्ष नीतभार प्रणाली की कठोर या कड़ी आवशयकताओं को सुनिश्चित करने के लिये जिससे वह अंतरिक्ष वातावरण में बिना किसी रूकावट के कार्य कर सके।
३. लगातार एक ही जैसी उच्च गुणवत्ता वाला उत्पाद बने तथा जब भी उस प्रक्रिया को दोहराया जाय उसी गुणवत्ता का एक समान उत्पाद बने।

यह सब इसलिए जरुरी हैं ताकि बाद मे होने वाले जन,धन एवम समय कि बर्बादी से बचा जा सके। क्योंकि हम अंतरिक्ष मे जाकर अनुरक्षण नहीं कर सकते तथा एक छोटी सी त्रुटि या दोष से हमारा पूरा मिशन असफल हो सकता हैं।

प्रक्रिया को सुयोग्य बनाने के लिये आवश्यकताएं

किसी भी प्रक्रिया या प्रक्रम को अंतरिक्ष उपयोग के लिए योग्य बनाने के लिये सबसे पहले परीक्षण योजना (टेस्ट प्लान) बनायीं जाती हैं तथा उसी परीक्षण योजना के अनुसार योग्यता परीक्षण (क्वालिफिकेशन टेस्टिंग) कियें जाते हैं यदि सभी परीक्षण निर्धारित मानदंडो के अनुसार सभी परीक्षण पास कर जाते हैं तो उस प्रक्रिया को अंतरिक्ष में प्रयोग के लिये सुयोग्य घोषित कर दिया जाता हैं।

योग्यता परीक्षण योजना का प्रारूप निम्नलिखित मुख्य जरूरतों पर आधारित होता है-

- सबसे पहले यह सुनिश्चित किया जाता हैं कि उपग्रह की जिस प्रणाली या उप प्रणाली में यह MMIC उपयोग में लानी है; उसका प्रारूप किस प्रकार का हैं ?
- इस प्रारूप को अमल मे लाने के लिये हमारे प्रक्रम या प्रक्रिया की क्षमता क्या हैं?
- जो भी उत्पाद अन्ततः तैयार होगा हैं वह किन भिन्न-भिन्न परिस्थितियों तथा वातावरणों से गुजरेगा एवम उनमे किस-किस तरह से काम करेगा?

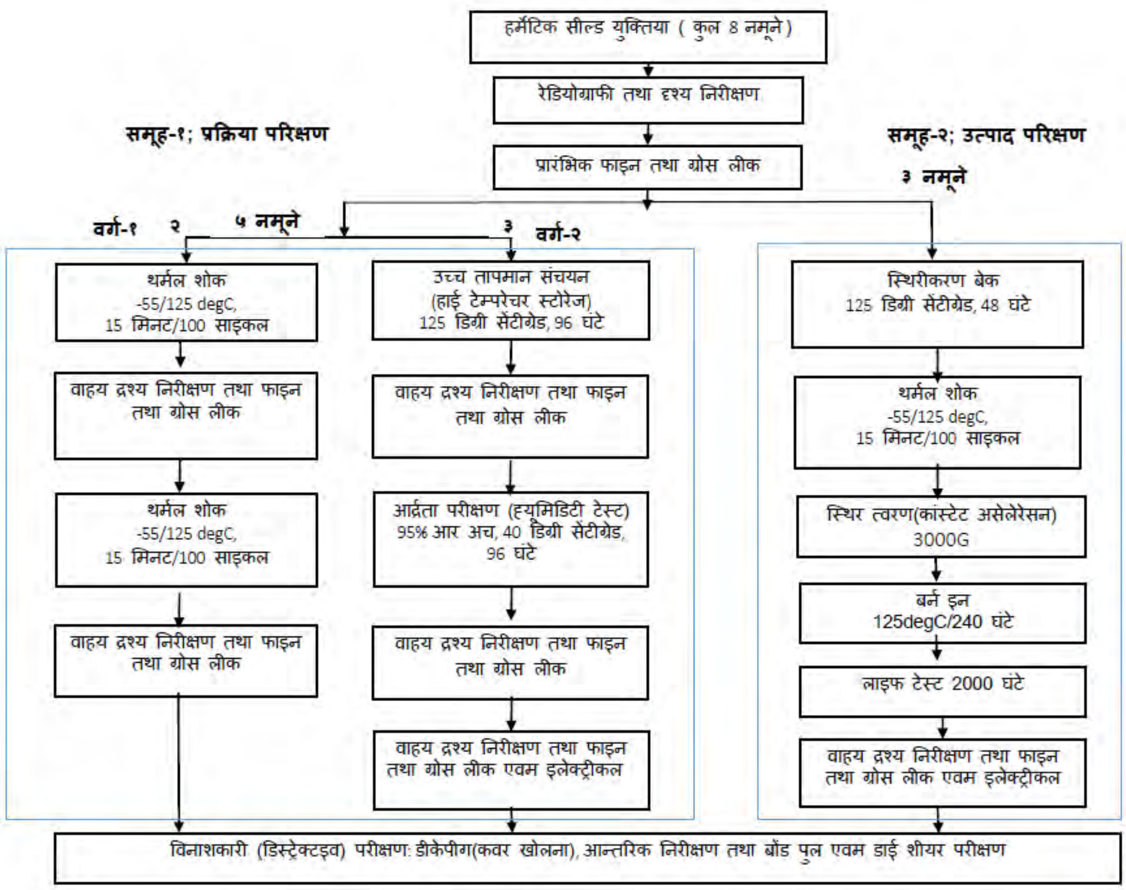
योग्यता परीक्षण योजना

उपरोक्त सभी बातों को ध्यान में रखकर एकल सूक्ष्म एकिकृत परिपथ **(MMIC)** हर्मेटिक सीलिंग की प्रक्रिया को सुयोग्य घोषित करने के लिए योग्यता परीक्षण योजना (क्वालिफिकेशन टेस्ट प्लान) बनाई गई जिसका विवरण तालिका – 1 में दिखाया गया है।

तालिका-1 मे दर्शाये गए परीक्षणों मे से कुछ प्रारंभिक परीक्षण सभी नमूने (सेम्पलस कुल **8**) पर करने के बाद बाकि के परीक्षणों को समूह-1 (प्रक्रिया योग्यता परिक्षण) तथा समूह-2 (उत्पाद योग्यता परिक्षण) में विभाजित किया गया।

समूह-1 कुल 5 सेम्पलस लिए गए तथा जिन्हें उपरोक्त परीक्षण योजना के अनुसार पुनः दो भागों (वर्ग-1 और वर्ग-2) मे विभाजित किया गया।

तालिका -1: योग्यता परिक्षण योजना (क्वालिफिकेशन टेस्ट प्लान)



प्रक्रिया योग्यता परीक्षणों का विवरण

समूह-1 मे हर्मेटिक सीलिंग प्रक्रिया तथा सील क्षेत्र की प्रभाकारिता (इफेक्टिवनेस) की जाँच परीक्षण योजना के अनुसार की गई जिनमे मुख्य परीक्षणों का संक्षिप्त मे विवरण इस प्रकार हैं।

<u>दृश्य निरीक्षण तथा रेडियोग्राफी:</u> सभी हर्मेटिक सील्ड नमूने पर सबसे पहले सील क्षेत्र का चारो ओर से निरीक्षण किया गया तथा सुनिश्चित किया कि सील पर किसी तरह का कोई दोष या किसी तरह की कोई क्षति या वह पर कोई अवशिष्ट रसायन तो नहीं रह गया हैं इसके बाद सभी नमूनों का क्ष-किरण **(X-Ray)** निरीक्षण किया गया तथा क्ष-किरण से पैकेज के अंदर यह सुनिश्चित किया कि सील्ड केविटी में कोई सोल्डर रिफ्लो तो नहीं है जिसकी वजह से बाकि के अवयव पर उसका प्रभाव न हो। इसलिए प्रारंभिक दृश्य निरीक्षण तथा रेडियोग्राफी परीक्षण मे सभी नमूने सफलतापूर्वक पास हो गयें।

<u>प्रारंभिक फाइन तथा ग्रोस लीक:</u> सभी हर्मेटिक सील्ड नमूनों पर सील क्षेत्र की प्रभाकारिता (इफेक्टिवनेस) की जाच परीक्षण के लिए हीलियम लीक डिटेक्टर द्वारा सील क्षेत्र की फाईन लीक (सूक्ष्म रिसाव) रेट या हर्मेटिसिटी की जाँच की गयी तथा पाया कि जो लीक रेट अवयव कि आंतरिक विमाओ (कैविटी वोलुयम) के आधार पर निर्धारित किया गया था उससे भी अच्छे परिणाम प्राप्त हुए इसके बाद सभी नमूनों पर ग्रोस लीक (बड़ा रिसाव) परीक्षण किया गया तथा इस टेस्ट मे भी किसी तरह का ग्रोस रिसाव नहीं देखा गया इसलिए प्रारंभिक फाइन तथा ग्रोस लीक परीक्षण मे भी सभी नमूने सफलतापूर्वक पास हो गयें।

<u>तापीय प्रघात (थर्मल शोक) :</u> परीक्षण योजना के अनुसार समूह-1 के वर्ग- 1के अनुसार कुल दो सेम्पलस पर थर्मल शोक परीक्षण किया गया जिसे दो स्टेप (-55/ **125** डिग्री सेल्सिअस, **15** मिनट, **100+100** घटना-चक्र) मे किया गया तथा प्रत्येक स्टेप के बाद दोनो नमूनों पर उच्च तथा निम्न ताप पर रहने के बाद क्या असर होता है इसका दृश्य निरीक्षण किया गया तथा फाईन लीक व् ग्रोस लीक मापा गया तथा पाया कि थर्मल शोक (200 घटना-चक्र) के बाद भी दोनों नमूनों पर कोई भी दोष या क्षति नहीं देखी गयी।

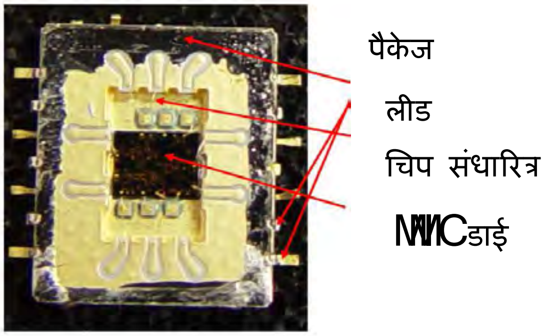
<u>उच्च तापमान संचयन (हाई टेम्परेचर स्टोरेज):</u> परीक्षण योजना के अनुसार समूह-1 के वर्ग- 2 मे कुल तीन नमूने (सेम्पलस) का उच्च तापमान पर संचयन (हाई टेम्परेचर स्टोरेज) 125
डिग्री सेल्सिअस, 96 घंटे तक किया गया तथा उच्च तापमान पर लंबे समय तक स्टोरेज करने से क्या फर्क पड़ता हैं उसका मुख्यतय निरीक्षण किया जाता हैं हाई टेम्परेचर स्टोरेज के बाद पहले सील क्षेत्र का चारो ओर से निरीक्षण किया गया तथा पाया कि सोल्डर सील क्षेत्र पर कोई किसी तरह का दोष नहीं हैं। इसके बाद सभी सेम्पलस पर फाइन तथा ग्रोस लीक परीक्षण किया तथा तीनों सेम्पलस पर अच्छे परिणाम प्राप्त हुए। इसके बाद तीनों नमूनों पर फाईन लीक व् ग्रोस लीक मापा गया तथा पाया कि फाईन लीक व् ग्रोस लीक के माप निर्धारित या विनिर्दिष्ट मानदंड से भी अच्छे परिणाम मिले।
<u>आर्द्रता परीक्षण (ह्यूमिडिटी टेस्ट):</u> आर्द्रता जो कि मुख्यतय संक्षारण (तीव्र नाशक) के लिए जिम्मेदार हैं। यह परीक्षण 90-95% RH, 40 डिग्री सेल्सिअस पर 96 घंटे तक किया गया तथा आर्द्रता कि वजह से सील क्षेत्र पर क्या प्रभाव पड़ता है उसके लिए पहले संपुर्ण दृश्य निरीक्षण किया गया तथा यह पाया कि कही पर भी कुछ भी आर्द्रता की वजह से सोल्डर सीलिंग क्षेत्र पर कोई प्रभाव या कोई भी दोष या क्षति नहीं देखी गयी इसके बाद तीनों नमूनों पर फाईन लीक व् ग्रोस लीक मापा गया तथा पाया कि फाईन लीक व् ग्रोस लीक की माप निर्धारित या विनिर्दिष्ट मानदंड से अच्छे परिणाम मिले।

<u>चतुर्थ खंड: उत्पाद योग्यता परीक्षण (प्रोडक्ट क्वालिफिकेशन)</u>

उत्पाद योग्यता परीक्षण की आवश्यकता:

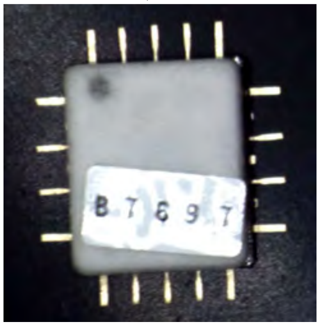
१. पैकेज के हर्मेटिक सीलिंग की पर्याप्तता एवं सुदृढ़ता का पोपुलेटेड MMIC (पैकेज में मिक्सर डाई स्थापित) के इलेक्ट्रिकल परफोर्मेंस पर परिणाम
२. जीवन परीक्षण द्वारा इलेक्ट्रिकल परफोर्मेंस का पेलोड जीवन के लिए आश्वासन

उपरोक्तानुसार तालिका-1 मे दर्शाये गए परीक्षणों मे से कुछ प्रारंभिक परीक्षण सभी (कुल 8) नमूनों (सेम्पलस) पर करने के बाद बाकि के परीक्षणों को समूह-1 तथा समूह-2 विभाजित किया गया। समूह-2 मे मूलतः पर्यावरणीय, यांत्रिक (मेकनिकल) तथा जीवन परीक्षणों का समावेश है। समूह-2 के 3 नमूनो में सी-बेंड मिक्सर MMIC की अर्धचालक (सेमीकंडक्टर) डाई तथा चिप संधारित्र (कापासिटर) का नियोजन किया। डाई को पैकेज में अनुलग्नित करके और चिप संधारित्रो को 1 मिल (25 माइक्रोन) व्यास वाले सोने के तार के अन्त्रबंध बोंड द्वारा सील्ड पैकेज के अंदर स्थापित किया गया। तत्पश्चात; उत्पन्न हर्मेटिक सीलिंग प्रोडक्ट का उत्पाद योग्यता परीक्षण (प्रोडक्ट क्वालिफिकेशन टेस्टिंग) द्वारा मूल्यांकन किया गया।



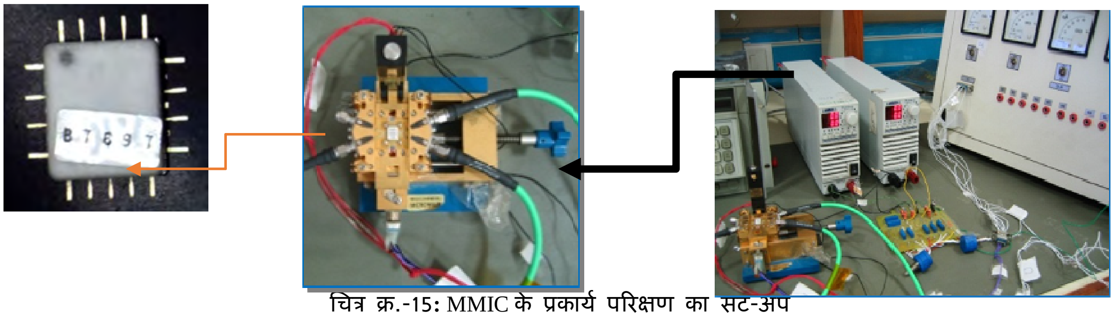
चित्र क्र.-13

MMIC मिक्सर (पैकेजिंग पूर्व)



चित्र क्र.-14 हर्मेटिक सील्ड उत्पाद (पैकेजिंग पश्चात)

इलेक्ट्रिकल वेरिफिकेशन की आवश्यकता:
किसी भी युक्ति का प्रकार्य परिक्षण (इलेक्ट्रिकल वेरिफिकेशन) अत्यंत महत्वपूर्ण है। उत्पाद के भौतिक तथा संरचनात्मक गुणों के साथ-साथ प्रकार्यता का अनुपालन भी अनिवार्य है। प्रक्रिया की पूर्णताः सफलता युक्ति की अबाधित प्रकार्यता से ही निष्पन होती है। अतः हर पर्यावरणीय और यांत्रिक परिक्षण के पश्यात MMIC का प्रकार्य परिक्षण किया गया।
MMIC इलेक्ट्रिकल अपेक्षाओ की वजह से बहु धनात्मक तथा ऋणात्मक DC बायस की आवश्यकता पड़ी। MMIC को टेस्ट जिग में अस्थायी रूप से स्थापित करके मध्यवर्ती (पर्यावरणीय व यांत्रिक परीक्षणों के पश्चात) प्रकार्य परिक्षण किया गया।



चित्र क्र.-15: MMIC के प्रकार्य परिक्षण का सेट-अप

पर्यावरणीय, यांत्रिक परीक्षणों के सफलतापूर्वक प्रदर्शन पश्चात; बर्न-इन एवं जीवन परिक्षण हेतु **MMIC** को स्थायी रूप से टेस्ट बॉक्स में स्थापित किया गया।

उत्पाद योग्यता परीक्षण के दौरान (पर्यावरणीय, यांत्रिक तथा जीवन परीक्षणों के पश्चात)निम्न दिस्ट और रेडियो आवृत्ति पारामीटर का मापन 5.9 GHz, 6.25 GHz & 6.4 GHz आवृत्तियों पर किया गया।

चित्र क्र.-१६: बर्न-इन एव लाइफ टेस्ट के लिए टेस्ट बॉक्स में स्थापित युक्त

1. रूपांतरण लब्धि (Conversion gain)
2. LO का IF से अलगाव (Isolation)
3. द्वितीय-समस्वरित/ अनुकंपी

उत्पाद योग्यता परीक्षणों का विवरण:

समूह-2 के तीनों नमूनों को निम्नलिखित परीक्षणों से गुजरना पड़ा। परीक्षणों का संक्षिप्त मे विवरण इस प्रकार हैं।

स्थिरीकरण संचयन (हाई टेम्परेचर बेक): परीक्षण योजना के अनुसार समूह-2 के तीन नमूने (सेम्पलस) का उच्च तापमान पर संचयन (हाई टेम्परेचर स्टोरेज) **125** डिग्री सेल्सिअस, **48** घंटों तक किया गया तथा उच्च तापमान पर लंबे समय तक संचयन का इलेक्ट्रिकल प्राचल पर होने वाले परिणामों का आकलन किया। उसमे सभी दिस्ट एवं रेडियो आवृत्ति पारामीटर अपनी प्रतिरूपी मान (टिपिकल वेल्यू) के आस-पास पाए गए।

तापीय प्रघात (थर्मल शोक): परीक्षण योजना के अनुसार समूह-2 तीनों पर थर्मल शोक परीक्षण किया गया जिसे दो स्टेप (-**55/125** डिग्री सेल्सिअस, **15** मिनट **dwell, 10** घटना-चक्र) मे किया गया। मूलतः इस परिक्षण का उद्देश्य भिन्न घटकों के विस्तार और संकुचन के तापमान गुणांक पर तापीय प्रघात का प्रभाव देखना है। फलस्वरूप विद्युत प्राचलों पर होने वाले परिणामों का आकलन किया। सभी मापित **DC** एवं **RF** प्राचल विनिर्देशों से मेल खाते तथा अपने प्रतिरूपी मान (टिपिकल वैल्यू) के आस-पास पाए।

बर्न-इन एवं लाइफ टेस्ट: पूरी योग्यता परिक्षण गतिविधि में केवल इन दोनों परीक्षणों में ही **MMIC** को इलेक्ट्रीकल प्रतिबल के अनुसार जाचा जाता है। मिक्सर को आवश्यक इलेक्ट्रीकल कन्डीशन में **+125** डिग्री सेल्सिअस के चैनल ताप पर बर्न-इन में **240** घंटो के लिए और लाइफ टेस्ट में **2000** घंटो के लिए रखा जाता है। इस दौरान सिर्फ **DC** पॉवर ही दिया जाता है। टेस्ट के दौरान **DC** करंट का मापन और रिकॉर्डिंग किया जाता है। **MMIC** चूँकि कम पॉवर वाली होने कि वजह में ऑन कन्डीशन में चैनल का ताप **+125** डिग्री सेल्सिअस तक पहुचना संभव नहीं होता। इसलिए बर्न-इन तथा लाइफ टेस्ट को तापीय चैम्बर में रख कर किया जाता। मिक्सर को चालू अवस्था में अस्थिर परिस्थिती से बचने के लिए उसे टेस्ट बॉक्स में स्थापित किया जाता है। बर्न-इन तथा लाइफ टेस्ट के पूर्व और पश्चात सभी **DC** करंट एवं **RF** लब्धि का मापन कर बाद में उनमे आया हुआ बदलाव देखा जाता। **DC** करंट में **10%** और **RF** लब्धि में **1dB** से कम बदलाव होने पर ही इसे योग्य माना जाता है।

दृश्य निरीक्षण तथा रेडियोग्राफी: सभी हर्मेटिक सील्ड नमूनों पर सबसे पहले सील क्षेत्र का चारो ओर से निरीक्षण किया गया तथा सुनिश्चित किया कि सील पर किसी तरह का कोई दोष या किसी तरह की कोई क्षति या वह पर कोई अवशिष्ट रसायन तो नहीं रह गया हैं इसके बाद सभी नमूनों का क्ष-किरण (**X-Ray**) निरीक्षण किया गया तथा क्ष-किरण से पैकेज के अंदर यह सुनिश्चित किया कि सील्ड आंतरिक केविटी मे कोई सोल्डर रिफ्लो तो नहीं है जिसकी वजह से बाकि के अवयव पर उसका प्रभाव न हो। इसलिए प्रारंभिक दृश्य निरीक्षण तथा रेडियोग्राफी परीक्षण मे सभी नमूने सफलतापूर्वक पास हो गयें।

फाइन तथा ग्रोस लीक: सभी हर्मेटिक सील्ड सेम्पलस पर सील क्षेत्र की प्रभाकारिता (इफेक्टिवनेस) की जाच परीक्षण के लिए हीलियम लीक डिटेक्टर द्वारा सील क्षेत्र की फाईन लीक (सूक्ष्म रिसाव) रेट या हर्मेटिसिटी की जाच की गयी तथा पाया कि जो लीक रेट अवयव कि आंतरिक विमाओ (कैविटी वोलुयम) के आधार पर निर्धारित किया गया था उससे भी अच्छे परिणाम

प्राप्त हुए इसके बाद सभी सेम्पलस पर ग्रोस लीक (बड़ा रिसाव) परीक्षण किया गया तथा इस टेस्ट मे भी किसी तरह का ग्रोस रिसाव नहीं देखा गया इसलिए प्रारंभिक फाइन तथा ग्रोस लीक परीक्षण मे भी सभी सेम्पलस सफलतापूर्वक पास हो गयें।

विनाशकारी (डिस्ट्रेक्टइव) परीक्षण: De-capping **(कवर खोलना), आन्तरिक निरीक्षण तथा बोंड पुल एवम डाई शीयर परीक्षण:**
समूह-1 तथा समूह-2 का परीक्षण योजना तालिका-1 के अनुसार सभी वातावरणीय तथा मोनिटरिंग परीक्षण पूरा करने के बाद अंत मे सभी सील्ड युक्तियों का कवर खोला गया जिसका उद्देश्य हैं कि सभी वातावरणीय परीक्षणों के बाद सील्ड पैकेज के अंदर किस तरह का कोई परिवर्तन हुआ हैं तथा पैकेज के अंदर लगी **MMIC** तथा एकल स्तरीय संधारित्र का डाई शियर मान उनको तोड़कर मापा गया जिसमे पाया कि उन सबका माप हमारी आवश्यकता से अधिक था। उसके बाद MMIC तथा एकल स्तरीय संधारित्र के उपर एक दूसरे को जोड़ने के लिए तथा पैकेज आधार को जोड़ने के लिए जो 1 मिल (25 माइक्रोन) व्यास वाले लगाये गए सोने के तार के अन्त्रबंध (इंटरकनेक्शन) बोंड की क्षमता जाचने के लिए उन्हें तोडा गया तथा पाया कि उन सभी वातावरणीय परीक्षणों के बाद भी उन सबका माप हमारी आवश्यकता से अधिक था। जिससे यह सिद्ध हो गया कि हर्मेटिक सील पैकेजिंग की प्रक्रिया बहुत ही सक्षम तथा योग्य हैं।

परीक्षण परिणामों का अवलोकन एवम समीक्षा:
इस विवरण से स्पष्ट हैं कि उपग्रह की कोई भी प्रणाली या उपप्रणाली का निर्माण करने या उसका कोई भी छोटा सा अवयव बनाने के लिए प्रयोग मे लायी गयी प्रक्रिया का तकनीकी रूप से परिपक्व एवम सक्षम होना जरुरी हैं तथा गुणवत्ता आश्वासन विभाग द्वारा उसे सुयोग्य घोषित करने के लिए परीक्षण योजना के अनुसार सभी परीक्षण तथा उनके परिणामों का अवलोकन, निरीक्षण एवं विश्लेषण बहुत बारीकी से करना अंत्यंत महतवपूर्ण हैं क्योंकि छोटी से छोटी गलती की क्षतिपूर्ति हम अंतरिक्ष मे जाकर नहीं कर सकते।

इस पूरी गतिविधि में फाइन तथा ग्रोस लीक मापन की अत्यंत महत्वपूर्ण का भूमिका रही है।

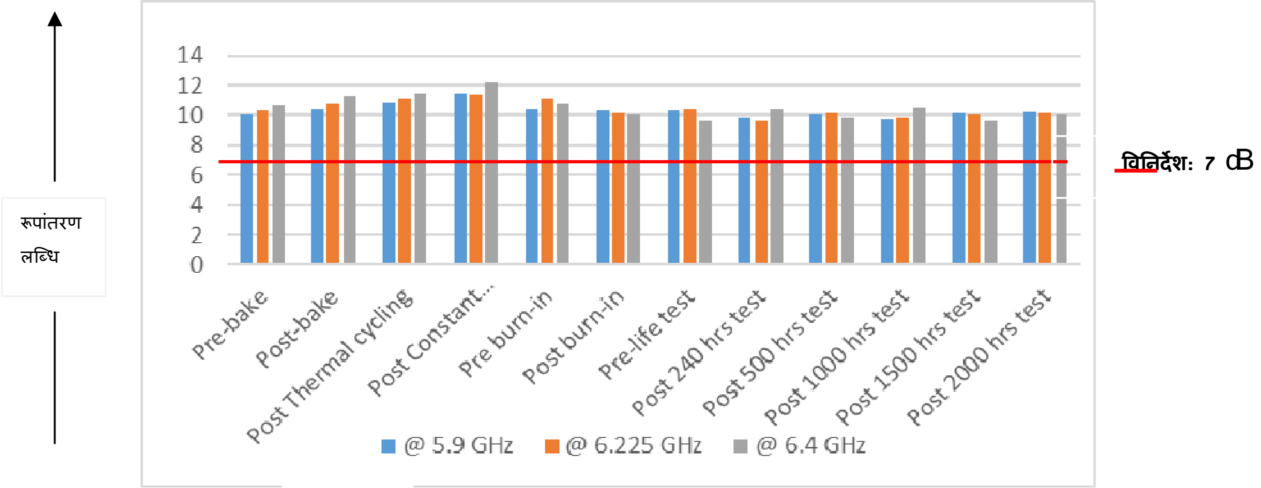
विविध परीक्षणों के प्रतिबलों का हर्मेटिक सीलिंग पर होने वाला क्रमिक प्रभाव हर टेस्ट के बाद फाइन तथा ग्रोस लीक टेस्ट करके जांचा गया। मापित लीक रेट विनिर्देशों से कम पाया गया। जिससे यह सिद्ध हो गया कि हर्मेटिक सील पैकेजिंग की प्रक्रिया योग्य हैं। मुख्य परिणामों को तालिका तथा ग्राफ के द्वारा दर्शाया गया है।

तालिका क्र-2: फाइन तथा ग्रोस लीक परीक्षणों के परिमाण

नमूना पहचान विवरण	प्राथमिक फ फाइन तथा ग्रोस लीक	प्रक्रिया योग्यता परिक्षण अधीन खाली MMIC सील्ड पैकेज				उत्पाद योग्यता परिक्षण अधीन पोपूलेट MMIC सील्ड पैकेज	
		समूह-1; वर्ग-1		समूह-1; वर्ग-2		समूह-2	
		तापीय प्रघात की 100 साइकिलों के पश्चात	तापीय प्रघात की 200 साइकिलों के पश्चात	उच्च तापमान संचयन के पश्चात	आर्द्रता परीक्षण के पश्चात	तापीय प्रघात की 10 साइकिलों के पश्चात	लाइफ टेस्ट के पश्चात
विनिर्देश: 5.0×10^{-8} /							
1	4.4×10^{-9}	-		2.4×10^{-9}	2.4×10^{-9}	-	-
4	3.7×10^{-9}	3.0×10^{-9}	3.7×10^{-9}	-			
5	2.0×10^{-9}	-		1.7×10^{-9}	1.7×10^{-9}		
6	2.3×10^{-9}	-		2.5×10^{-9}	2.5×10^{-9}		
8	5.0×10^{-9}	1.6×10^{-9}	1.9×10^{-9}				
B7697	2.5×10^{-9}	-				7.5×10^{-9}	6.6×10^{-9}
B7698	1.5×10^{-9}	-				3.8×10^{-9}	1.8×10^{-9}
B7699	2.0×10^{-9}	-				4.3×10^{-9}	9.2×10^{-9}

फाइन तथा ग्रोस लीक की इकाई **atmCc/sec** है।

3 MMIC युक्तियों ने 2000 घंटों का लाइफ टेस्ट सफलतापूर्वक पूर्ण किया। विविध स्तरों पर किये गए (&) दिस्ट और रेडियो आवृत्ति प्राचलों के मापन से यह सिद्ध हुआ कि MMIC मिक्सर ना तो इलेक्ट्रिकल परफोर्मांस में असफल हुआ है और नाही मापित प्राचलों के मूल्यों में कोई बड़ा बदलाव आया। सभी प्राचलों की प्रवृत्ति काफी स्थिर पाई गयी।
उदाहरण स्वरुप के योग्यता परिक्षण के दौरान रूपांतरण लब्धि की स्थिर प्रवृत्ति को प्रदर्शित किया गया है।



चित्र क्र. 17: क्वालिफिकेशन के दौरान रूपांतरण लब्धि की स्थिर प्रवृत्ति का ग्राफ

सभी परीक्षणों के परिणामों के आधार पर उष्म गैस रिफ्लो द्वारा निष्पन्न हर्मेटिक सील्ड प्रक्रिया को अंतरीक्ष प्रणालियों के उपयोग के लिए सुयोग्य घोषित किया गया।

निष्कर्ष:

हर्मेटिक सील्ड प्रक्रिया का सफलतापूर्वक एवं सुयोग्य घोषित होने के बाद प्रक्रिया को प्रयोग करके काफी सारे एकल सूक्ष्म एकिकृत परिपथ (MMIC) मिक्सर युक्तियों को सील किया गया तथा इन सील्ड मिक्सर युक्तियों का प्रयोग सी बैण्ड रिसीवर मे जीसैट-17 तथा जीओसैट श्रंखला के अन्य कई नीतभारो की अंत्यंत महतवपूर्ण आवश्कताओं के लिए प्रयोग किया गया।

यह हर्मेटिक सील्ड प्रक्रिया अपने-आप में एक पहला एवम सफल स्वदेशी प्रयास रहा है। अब तक हम यूरोपीयन देशों पर इसके लिए पूर्ण रूप से निर्भर थे।

आभार:

लेखक गण श्री ए के लाल समूह निदेशक एसआरजी, श्री आर एस शर्मा समूह प्रधान इएफऍमजी एवं श्री के बी व्यास समूह प्रधान एसआरजी का सतत प्रोत्साहन बढ़ाने के लिए आभारी है। लेखक गण सुश्री शिल्पा पंड्या प्रभाग प्रधान क्यूएसीडी, श्री आर के हेगड़े प्रभाग प्रधान क्यूएपीडी-इ तथा श्री सी एन जोशी प्रभाग प्रधान पीइएफडी का समयोचित मार्गदर्शन के लिए आभारी है।

लेखक गण प्रक्रिया को अनुकूलतम तथा उसे वास्तविकता मे बदलने के लिए पीईफडी टीम (हितेश म. पटेल, श्रीकांत अ. पाटिल, दीप पान्डे, केतन मिस्त्री, महेश पटेल, शिरिश स.भट्ट), मिक्सर असेम्ब्ली को कार्यकारी बनाने के लिए एमएपीडी टीम (सुमित शुक्ला, अतुल माहितकर व विजय जोशी), श्री मौलिक भावसार का इलेक्ट्रीकल परीक्षण मे सतत सहयोग, श्री जे वी मेहता का फाइन तथा ग्रोस लीक परीक्षण मे सहयोग, जलवायु परीक्षण सुविधा का योग्यता परीक्षण के दौरान सभी जलवायु परीक्षण मे सहयोग देने के लिए दिल से आभारी हैं।

सन्दर्भ:

ISRO-PAX-305	Qualification requirements and workmanship standard for the fabrication of Microwave Integrated Circuit
MIL-STD- 883	Test methods standard for microcircuits
PID doc. No.	SAC/ESSA/EFMG/PEFD/S/2014-1

मुख्य शब्द: MMIC, हर्मेटिक, प्रक्रिया, बर्न-इन

लेखकों का परिचय:

श्रीमती नंदिनी देशपांडे; क्यूएसीडी में वैज्ञानिक/ अभियंता पद पर कार्यरत है। विगत 13 वर्षो से अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र में माईक्रोवेव घटक गुणवत्ता आश्वासन विभाग में कार्यरत है। माईक्रोवेव तथा MMIC पैकेज कोम्पोनेन्ट तथा GaN ट्रांसिस्टर के स्क्रीनिंग एवम क्वालिफिकेशन में सन्लग्न है।

श्री शिवेंद्र त्रिपाठी पीइएफडी में वैज्ञानिक/ अभियंता- एस. ई. पद पर कार्यरत है। विगत 10 वर्षों से अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र में सर्फेस माउन्ट तकनीक एवम उन्नत एरिया एर्रे कोम्पोनेन्ट की अस्सेम्बली सुविधा स्थापित करने के पश्चात, नितभारों के निर्माण, नवीन क्रिया कलापो के सृजन एवम उनके क्वालिफिकेशन में सन्लग्न है।

श्री ज्ञान सिंह पीएँमक्यूडी-इ/अस.आर.जी.में वैज्ञानिक/अभियंता पद पर कार्यरत है। विगत 20 वर्षो से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में गुणवत्ता नियंत्रण विभाग तथा गुणवत्ता आश्वासन विभाग में सूक्ष्म एकिकृत परिपथ (MIC) तथा सतही ध्वनित तरंग (SAW) के सभी निर्माण स्तरों पर गुणवत्ता नियंत्रण एवं गुणवत्ता आश्वासन विभाग मे सूक्ष्म एकिकृत परिपथ तथा सतही ध्वनित तरंग से संबंधित सभी निर्माण स्तरों पर ऑडिट तथा इनसे संबंधित नये-नये प्रक्रिया के योग्यता परीक्षण मे सन्लग्न है।

250 एम.एस.पी.एस. 8-बिट ऐडीसी ऐसिक का स्वदेशी विकास

शौकिन फोगाट, रिंकु अग्रवाल, शालिनी गंगेले एवं एस.एम.त्रिवेदी
एम.एस.डी.जी/एम.आर.एस.ए, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो), अहमदाबाद

सारांश:

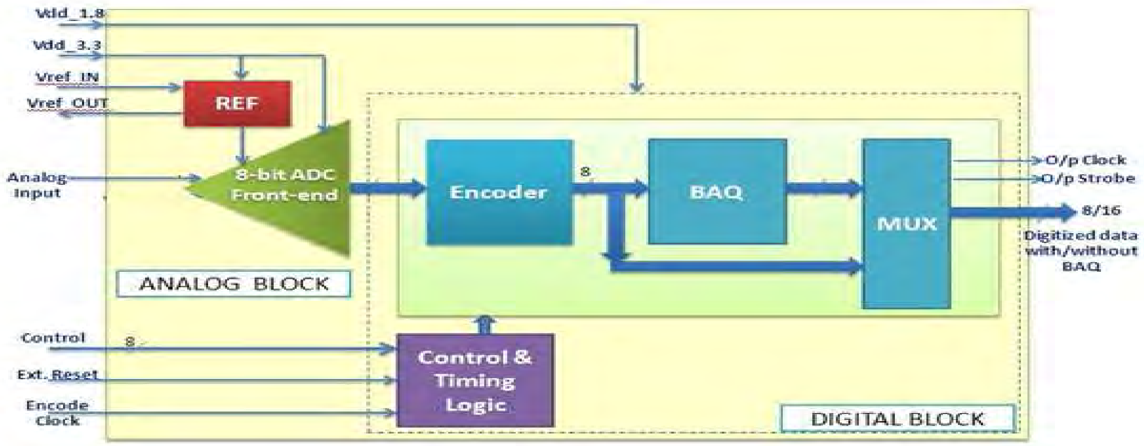
इस पेपर में 250 एम.एस.पी.एस. 8-बिट ऐडीसी ऐसिक का विकास प्रस्तुत किया गया है। यह एक मिश्र सिग्नल ऐडीसी ऐसिक है। इसका मतलब इस ऐडीसी में अनालोग (समधर्मी) एवं डिज़िटल (अंकीय) एक साथ मौजूद होते हैं। इस ऐडीसी के लिए निर्णय की हुई संरचना उप-परासन दो भाग फेल्श ऐडीसी प्रकार की है। यह ऐडीसी फेल्श प्रकार के दो 4-बिट हिस्सों में अभिकल्पित किया गया है। इस ऐडीसी की प्रतिचयन आवृत्ति 250 MHz है। पहले एक 4-बिट ऐडीसी का पूरा अभिकल्प प्रस्तावित किया गया है, जिसमें आरेख का अभिकल्प, अभिन्यास, रचना,पैक करना एवं परीक्षण करना सम्मिलित है। 4-बिट ऐडीसी के अग्रांत आरेख के अभिकल्पन की सभी कियाएं पूरी की हो चुकी हैं एवं अभिन्यास शुरू किया है। हर एक 4-बिट ऐडीसी में प्रतिचयन-धारण, तीव्रगति तुलनित्र, तीव्रगति उभय-प्रतिरोधी परिपथ एवं थर्मोमीटर से द्वीआधारी कूटक सम्मिलित हैं। प्रतिचयन-धारण को स्विच संधारित्र (कैपसिटर) तर्क के द्वारा परिपालित किया गया है एवं इसमें एक संकारक प्रवर्धक (ओपम्प) भी है। संकारक प्रवर्धक का परिपालन वलित कैस्कोद सान्स्थितिकी द्वारा किया गया है। तुलनित्र कालबधक प्रकार का है। 8-बिट ऐडीसी ऐसिक में दो 4-बिट ऐडीसी के साथ साथ अंकीय-अनुरूप परिवर्तक,घटक,अवशेष प्रवर्धक, ब्लाक अनुकूली रशिकरण ब्लाक,बहुसंकेतक एवं अंकुश एवं समय निर्धारण भी समिम्लित होते हैं। व्यक्तिगत ब्लाकों को 180 nm CMOS तकनीक से अभिकल्पित किया गया है। अग्रांत अभिकल्पन को कादेंस (Cadence) के Virtuoso आरेख Editor में परिपालित किया है एवं HspiceD के उपयोग से इसे अनुरूपित (simulate) किया है। सभी व्यक्तिगत ब्लाकों को 250MHz आवृत्ति से अधिक पर काम करने के लिए अभिकल्पित किया गया है। पुर्ण 4-बिट ऐडीसी अभिकल्प को सभी विनिर्देशों के विरूद्ध परीक्षित किया है एवं यह सभी विनिर्देशों को संतुष्ट करता है। ऐडीसी ऐसिक का संविरचन अर्धचालक प्रयोगशाला काम्प्लेक्स (Semiconductor Laboratory complex (SCL)), चंडीगढ़ में किया जाएगा।

प्रस्तुति:

सुदूर संवेदन अनुप्रयोगों जैसे कि सार (SAR) डाटा प्रसंस्करण, कैमरा विडियो प्रसंस्करण, अभिनति जनित्र के डाटा अर्जन के लिए तीव्र गति वाले एवं परिशुद्ध ऐडीसी कि आवश्यकता होती है। ऐडीसी का ऐसिक द्वारा परिपालन विविक्त घटक कि तुलना में बेहतर निष्पादन देता है। एमएसडीजी/एमआरएसए में विभिन्न ऐसिक (उपयोग विशेष एकीकृत परिपथ) के अभिकल्प एवं उनके विकास की शुरूआत की गयी है जैसेकि : ऑनबोर्ड नियंत्रक (OBC1, OBC1.1, OBC2, OBC2.1) ऐसिक, ASDR (पतायोग्य अतुल्यकालिक/तुल्यकालिक अंतरीय अभिग्राही) ऐसिक एवं श्रृंखलाकार-विश्रृंखलाकार (सर-डेस) ऐसिक।

हमने भी 180nm CMOS तकनीक पर आधारित एक 250 एम.एस.पी.एस. 8-बिट ऐडीसी ऐसिक के अभिकल्प की शुरूआत की है। यह ऐडीसी सूक्षमतरंग एवं प्रकाशिय नीतभारों के डाटा अर्जन के उपयोग में लिया जाएगा। 20KHz से 1GHz प्रतिचयन आवृत्ति एवं 8 से 24 बिट विभेदन वाले विभिन्न ऐडीसी का उपयोग विभिन्न नीतभारों के विकास में किया जा रहा है। इसके साथ साथ गहन सबमाइकरोन CMOS तकनीक की ओर ब�ते हुए प्रचलन एवं तंत्र स्तर समाकलन ने संहत एवं तीव्र गति ऐडीसी के अभिकल्प को अत्यंत आवश्यक बना दिया है।

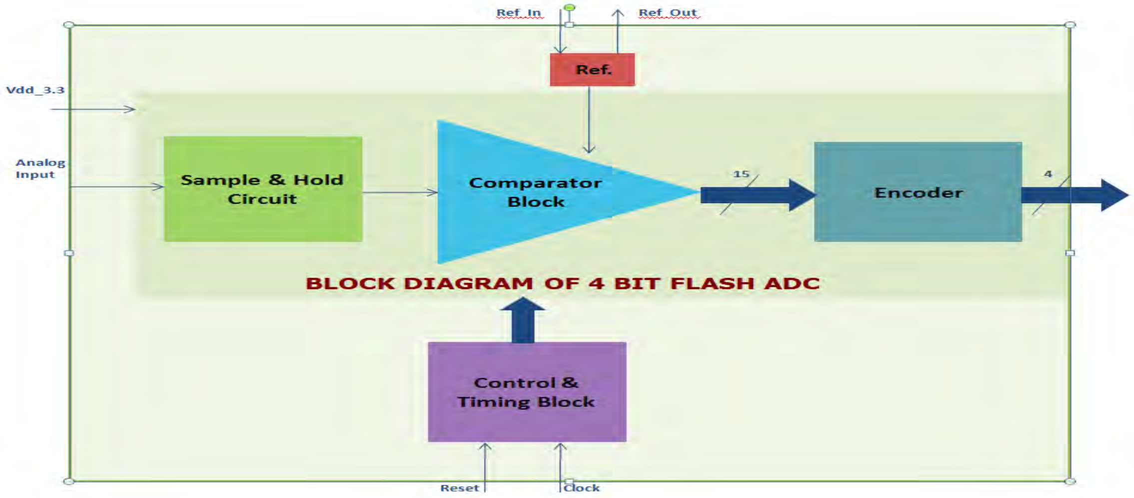
हमारे अभिकल्प के लिए हमने उप-परासन दो भाग फेल्श ऐडीसी प्रकार की संरचना का चुनाव किया है। इसमें दो फेल्श प्रकार के 4-बिट ऐडीसी प्रतिरूपक, अंकीय-अनुरूप परिवर्तक, घटक, अवशेष प्रवर्धक, ब्लाक अनुकूली रशिकरण ब्लाक, बहुसंकेतक, थर्मोमीटर से द्वीआधारी कूटक एवं अंकुश एवं समय निर्धारण भी समिम्लित हैं। इस ऐडीसी की प्रतिचयन आवृत्ति 250 MHz है। यह ऐडीसी अधिकतम 100 MHz आवृत्ति के निवेश संकेत (signal) पर काम कर सकता है। इससे पहले विकसित किये हुए ऐसिक कुछ MHz आवृत्ति के निवेश संकेत (signal) पर ही काम कर सकते थे। जैसाकि हम जानते हैं इतनी अधिक आवृत्ति पर ऐडीसी ऐसिक बनाना बहुत मुश्किल कार्य है, इसलिए हमने पहले एक 4-बिट ऐडीसी प्रतिरूपक के अभिकल्प को पूरा करने का लक्ष्य रखा है। इससे हमने तकनीक से अच्छी तरह परिचित हो जायेंगे और हमें सम्पूर्ण ऐडीसी के अभिकल्प के लिए आत्मविश्वास भी मिलेगा। हमने 4-बिट ऐडीसी के अग्रांत आरेख के अभिकल्पन की सभी कियाएं पूरी कर ली हैं एवं यह सभी विनिर्देशों को संतुष्ट करता है। हमने अभी पश्चान्त (back-end) अभिकल्प की शुरूआत कर दी है। इस पेपर में हम केवल 4-बिट ऐडीसी का अभिकल्प पर्स्तुत कर रहे हैं।



चित्र 1 – 8-बिट ऐडीसी का ब्लाक चित्र

4-बिट ऐडीसी भाग:

4-बिट ऐडीसी भाग को बनाने के लिए हमें प्रतिचयन-धारण परिपथ, 15 तुलनित्र, थर्मोमीटर से द्वीआधारी कूटक एवं अंकुश एवं समय निर्धारण ब्लाक की आवश्यकता है।



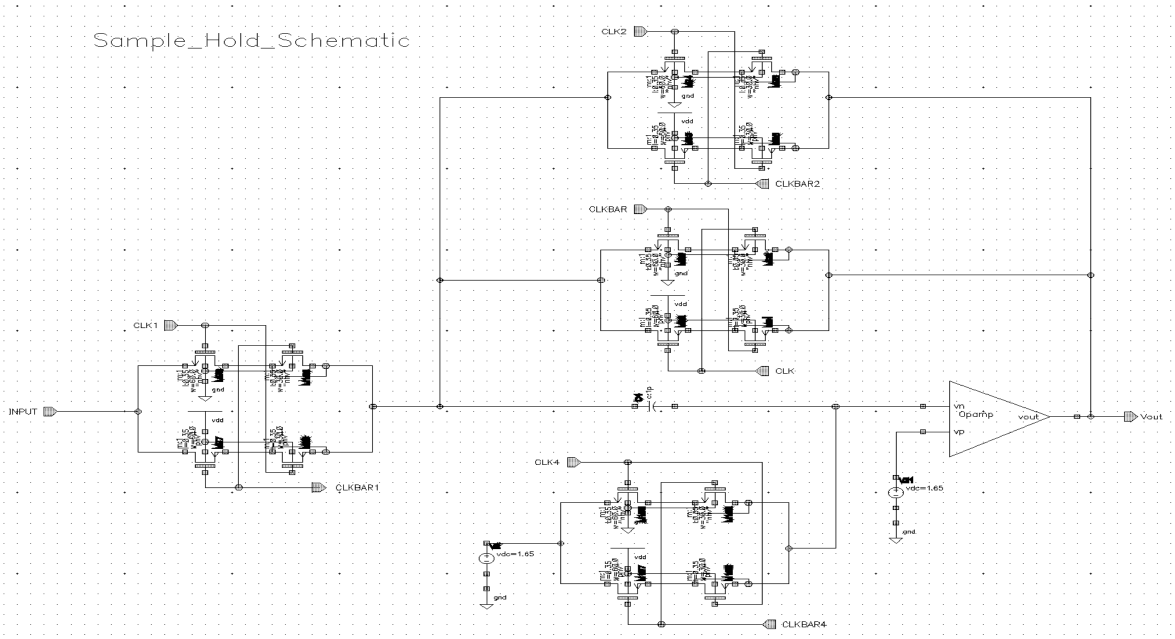
चित्र 2 – 4-बिट ऐडीसी का ब्लाक चित्र

मुख्य लक्षण:

- 3.3V विद्युत प्रक्रय वोल्टेज एनालॉग अभिकल्प के लिए और 1.8V विद्युत प्रक्षय वोल्टेज अंकीय अभिकल्प के लिया जाएगा।
- INL/DNL ±1LSB प्राप्त कर सकते हैं।
- विद्युत क्षय 250mW से कम रखा जाएगा।
- 4-बिट विभेदन 250 MHz की प्रतिचयन आवृत्ति पर प्राप्त किया जाएगा।
- 1V शिखर-शिखर निवेश संकेत वोल्टेज।

प्रतिचयन-धारण परिपथ:

प्रतिचयन-धारण को स्विच संधारित्र (कैपसिटर) तकनीक के द्वारा परिपालित किया गया है। प्रतिचयन-धारण का निर्गमन आवेश अन्तःक्षेपण की वजह से खराब हो जाता है। डमी ट्रांजिस्टर का उपयोग करने से यह समस्या ठीक की जा सकती है। डमी ट्रांजिस्टर का माप प्रतिचयन_स्विच का आधा होता है एवं इसे पूरक घड़ी दी जाती है।

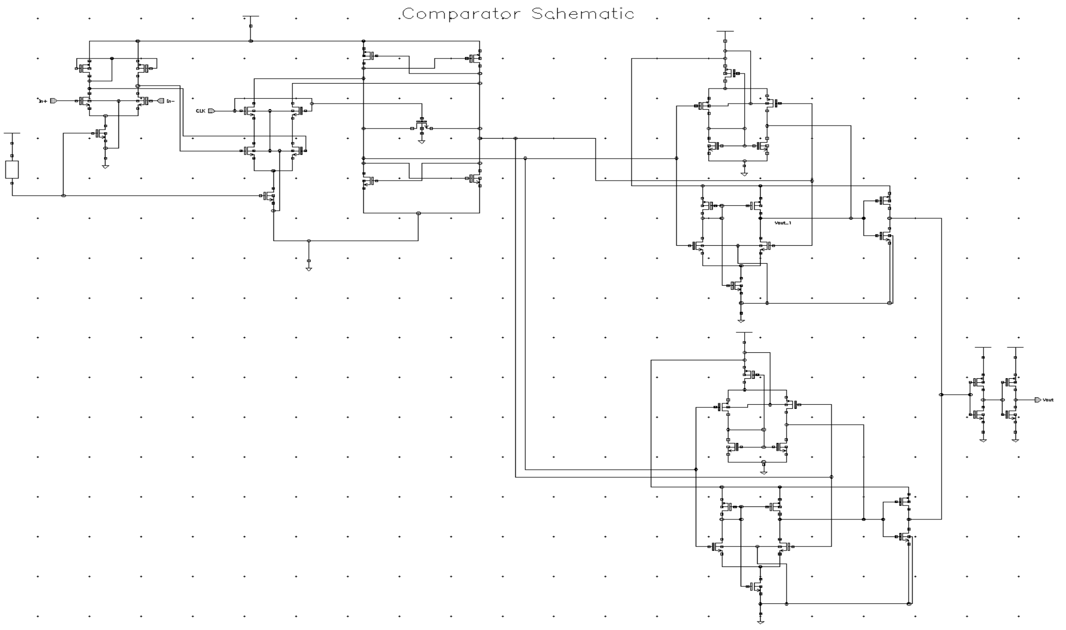


चित्र 3 – प्रतिचयन-धारण परिपथ का आरेख

यहाँ पर S1 की तुलना में S3 स्विच पहले बंद होता है। यह संधारित्र (कैपसिटर) में निवेश के बराबर मान संचित करता है। इस प्रकार की व्यवस्था से फीड-थरू एवं आवेश बँटवारे की समस्या से निजात मिल जाता है। जब प्रतिचयन स्विच को बंद किया जाता है तो इसमें संचित हुआ आवेश शून्य समय में शून्य नहीं होता है। धारण प्रावस्था S2 स्विच एवं संधारित्र (कैपसिटर) द्वारा नियन्त्रित की जाती है। ओपम्प का संचालन S2 स्विच द्वारा संधारित्र (कैपसिटर) से किया जाता है।

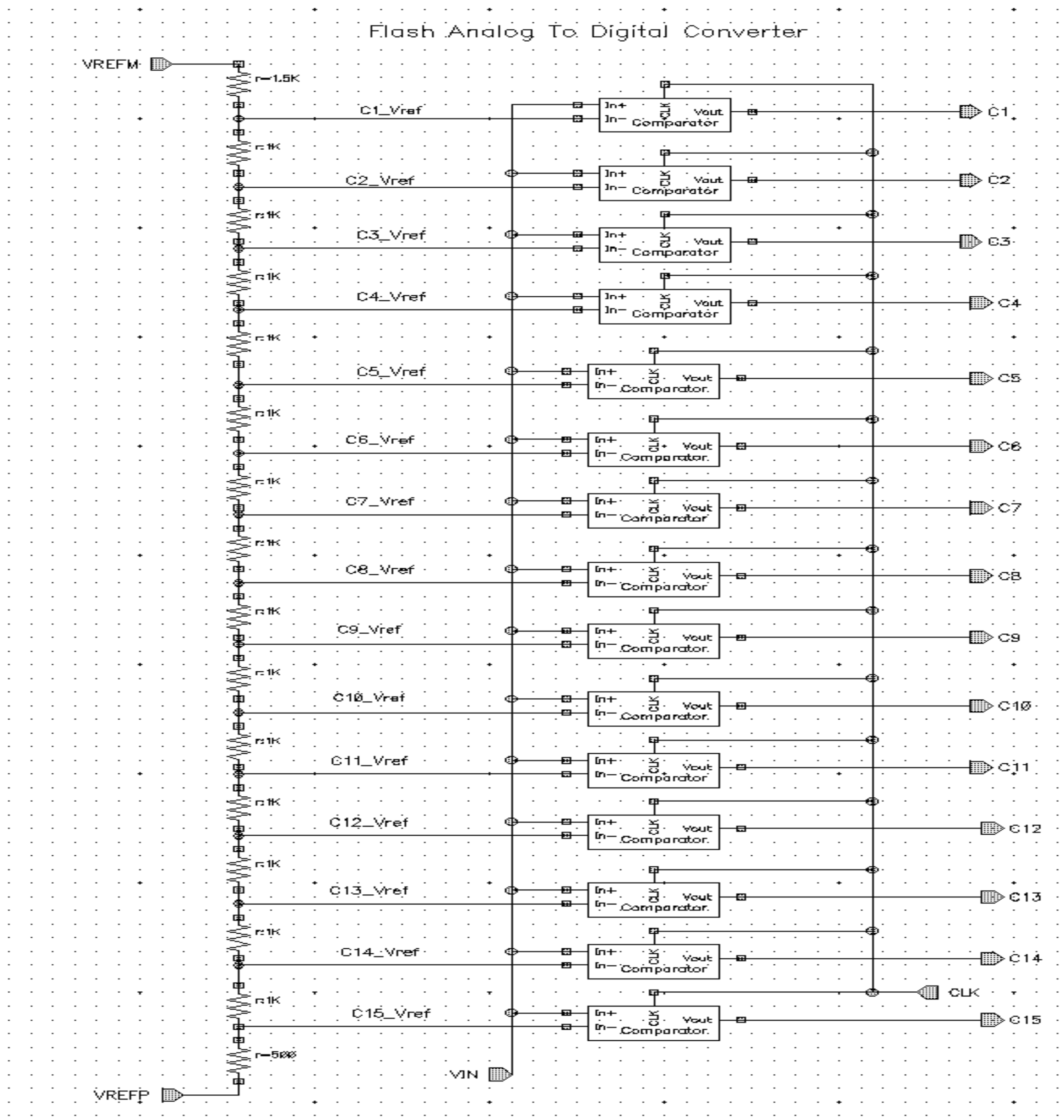
तुलनित्र परिपथ:

अभिकल्प की जरूरत के अनुसार निर्गमन एवं घड़ी के संकेत के मध्य तुल्यकाल होना चाहिए, इसलिए तुलनित्र क्लाक प्रकार का चयनित किया गया है। इसमें तीन चरण सम्मिलित हैं : पूर्व प्रवर्धन चरण, सिटकनी (Latching) चरण एवं बफर चरण।



चित्र 4 – तुलनित्र परिपथ का आरेख

4-बिट तुलनित्र ब्लाक:

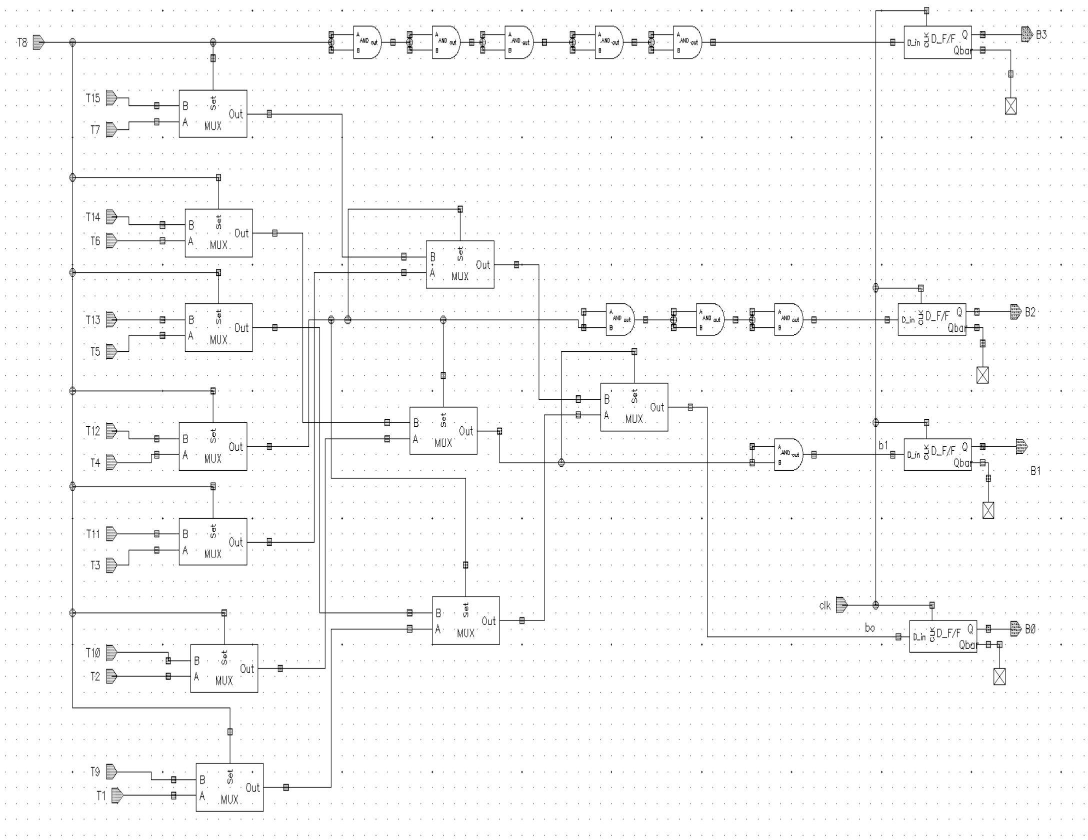


चित्र 5 – 4-बिट तुलनित्र ब्लाक का आरेख

4-बिट फेल्श प्रकार के ऐडीसी के लिए 15 तुलनित्र की आवशयक्ता है। निवेश वोल्टेज की संदर्भ वोल्टेज से तुलना करने के लिए एक प्रतिरोधक तंतु उपयोग किया गया है। प्रतिरोधक तंतु में हर एक प्रतिरोधक तुलनित्र को निवेशित करने के लिए संदर्भ वोल्टेज को विभाजित करता है।

थर्मोमीटर से द्वीआधारी कूटक ब्लाक:

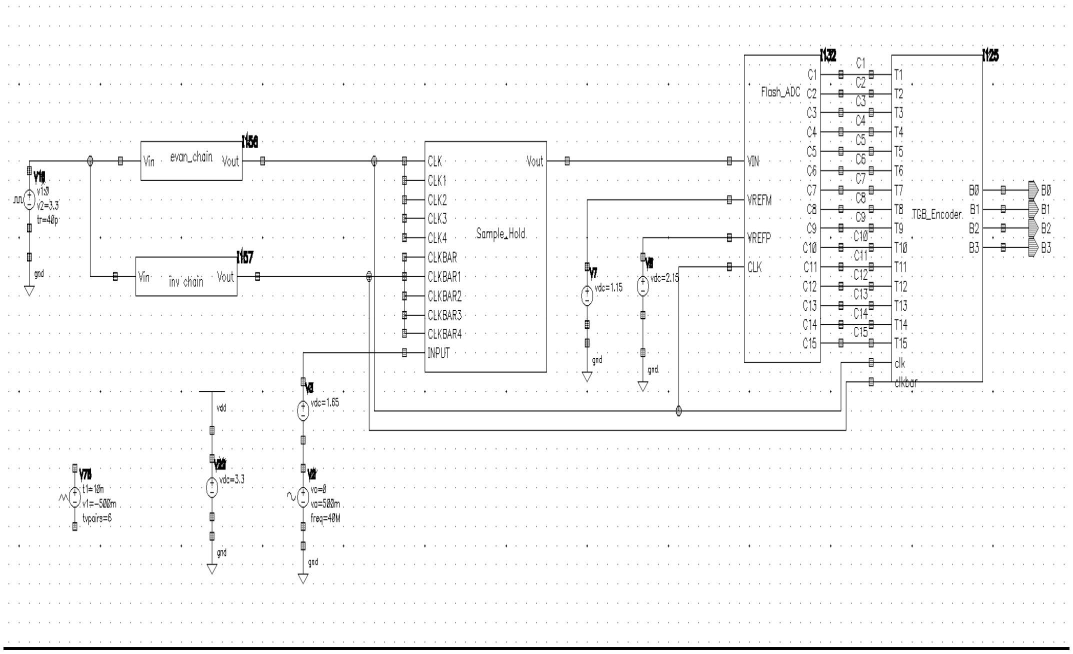
तुलनित्र ब्लाक का निर्गमन थर्मोमीटर कूट (कोड) है। इसे द्वीआधारी कूट में बदलने की आवश्यकता है। इस काम के लिए बहुसंकेतक आधारित थर्मोमीटर से द्वीआधारी कूटक का उपयोग किया गया है। इसमें कूट के रूपांतरण के लिए बहुसंकेतक का एक समुच्य होता है एवं निर्गमित कूट को घड़ी के कोर (edge) के साथ सिटकनी (latch) करने के लिए D प्रकार की एक फ्लिप-फ्लॉप होती है।



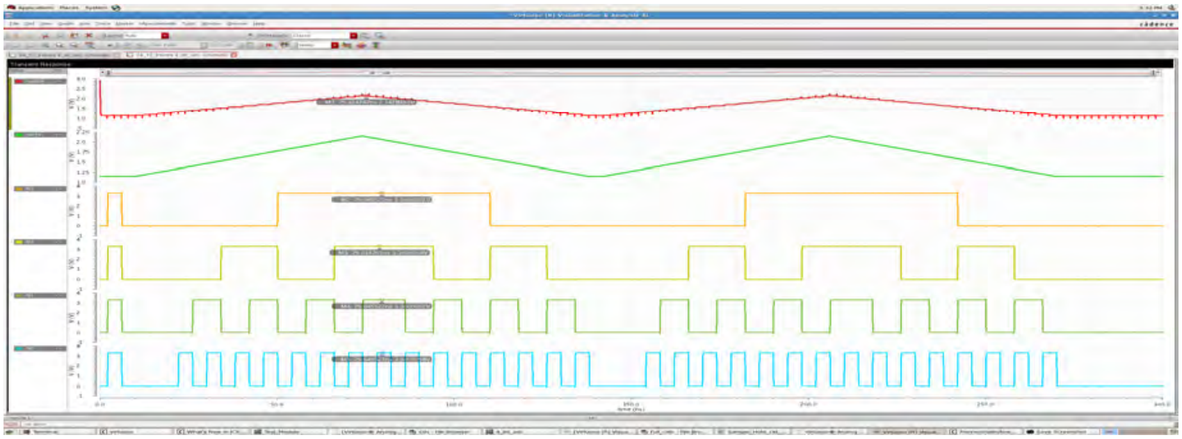
चित्र 6 – थर्मोमीटर से द्वीआधारी कूटक का आरेख

सम्पूर्ण 4-बिट ऐडीसी का अभिकल्प:

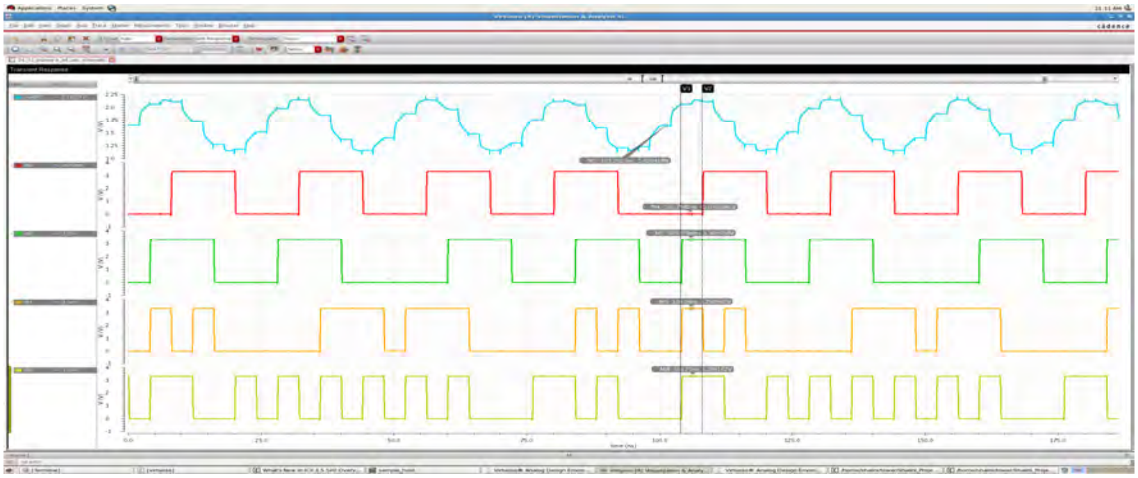
सम्पूर्ण 4-बिट ऐडीसी का आरेख नीचे चित्र में दिखाया गया है :



चित्र 7 – 4-बिट ऐडीसी का आरेख



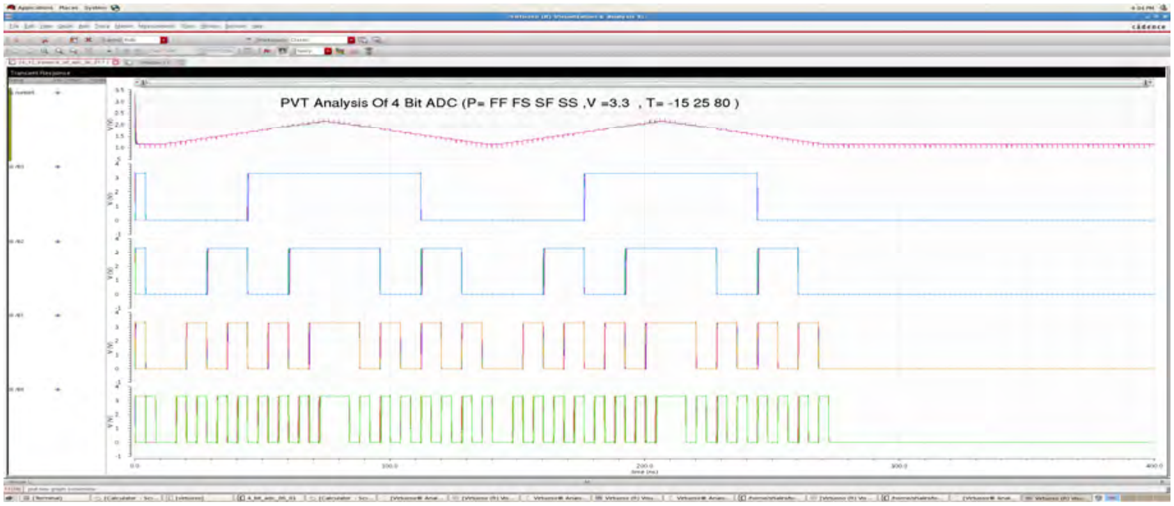
चित्र 8 – 4-बिट ऐडीसी का रैम्प निवेश के लिए निर्गमन



चित्र 9 – 4-बिट ऐडीसी का ज्याक्रिय (sinusoidal) निवेश के लिए निर्गमन

पी.वी.टी. विश्लेषण:

सम्पूर्ण अभिकल्प एवं व्यक्तिगत मोडयूल्स का निर्धारित परिसर (range) में तापमान,प्रक्रीया एवं वोल्टेज में बदलाव के साथ अनुरूपण (simulation) किया गया है। सम्पूर्ण अभिकल्प सभी बदलावों के साथ संतोषजनक ढंग से कार्य करता है।



चित्र 10 – 4-बिट ऐडीसी का पी.वी.टी. विश्लेषण

निष्कर्ष :

इस 4-बिट ऐडीसी अभिकल्प का उपयोग 250 एम.एस.पी.एस. 8-बिट ऐडीसी ऐसिक के अभिकल्प के लिए किया जाएगा। 4-बिट ऐडीसी का पश्चांत अभिकल्प पूरा होने पर अर्जित किया हुआ अनुभव 8-बिट ऐडीसी के अभिकल्प के लिए बहुत महत्वपूर्ण होगा। यह 8-बिट ऐडीसी के अभिकल्प को गति प्रदान करेगा। 8-बिट ऐडीसी का उपयोग भविष्य के सूक्ष्मतरंग एवं प्रकाशिय नीतभारों में किया जाएगा। इस ऐडीसी ऐसिक का अभिकल्प हमें ऐडीसी की जरूरतों के क्षेत्र में आत्मनिर्भर बानयेगा। यह अभिकल्प हमारी अपनी एस.सी.एल. फाउंड्री में पूरा किया जाएगा, जोकि हमारे प्रधानमंत्री की पहल मेक इन इंडिया के अनुरूप होगा।

आभार:

इस लेख के लेखक, ऐडीसी ऐसिक के अभिकल्प सबंधी विकास गतिविधि तथा तकनीकी काम में हिंदी के इस्तेमाल की बढ़ोतरी हेतु मार्गदर्शन और प्रोत्साहन के लिए श्री तपन मिश्रा (निदेशक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र), श्री राजीव ज्योति (उप निदेशक, सूक्ष्मतरंग सुदूर संवेदन क्षेत्र), श्री बी.एस. रमन (ग्रुप निदेशक, सूक्ष्म तरंग संवेदन अंकीय समूह) एवं एस.एम.त्रिवेदी (प्रमुख एम.एस.डी.डी) के प्रति आभार व्यक्त करते हैं। लेखक अपने सूक्ष्मतरंग संवेदन अंकीय समूह के सहकर्मीयों तथा अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के बाकी कर्मचारी जिन्होंने ऐडीसी ऐसिक के अभिकल्प हेतु अपना योगदान और सहयोग दिया है उनके प्रति भी आभार व्यक्त करते हैं।

***

उपग्रहों के लिए चतुर (Smart) प्रौद्योगिकियां

कमलेश कुमार बराया
तापीय अभियांत्रिकी प्रभाग (मेसा)
दूरभाषः- 4425

प्रस्तावना

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में मेक-इन-इंडिया अभिगम की सफलता के लिए चतुर प्रौद्योगिकियों के विकास भूमिका की महत्वपूर्ण होगी। चतुर प्रौद्योगिकियों (Smart technologies) द्वारा हम ऐसे उपकरणों का निर्माण कर सकते हैं जो उनके परिवेश एवं दशा के बारे में जानकारी रखते हैं तथा परिवेश एवं दशा में किसी परिवर्तन के अनुरूप उचित प्रतिक्रिया करने की भी क्षमता रखते हैं, जिससे नई दशा एवं परिवेश में भी वह उपकरण अपेक्षा के अनुरूप निष्पादन प्रदर्शित कर सकें। किसी तकनीक को चतुर तकनीक कहलाने के लिए ये आवश्यक गुणधर्म है। मानव शरीर तंत्रिकाओं, मांसपेशियां एवं दिमाग का उपयोग करते हुए उसके परिवेश में परिवर्तन के प्रति प्रतिक्रिया करता है, उसी तरह चतुर अवयव नए परिवेश एवं दशा के अनुरूप स्वतः ही अपने आकार, आकृति या तापमान इत्यादि में संवेदन (sensing), प्रवर्तन (actuation) एवं नियंत्रण (control) जैसी संकल्पनाओं का उपयोग करते हुए अपेक्षित परिवर्तन लाने की क्षमता रखते है। चतुर प्रौद्योगिकियों द्वारा उपग्रहों के लिए एन्टेना, परावर्तक, दर्पण, विकिरकों इत्यादि का विकास किया जा रहा है। चतुर तकनीकों के विकास के लिए दाबविद्युत (Piezoelectric) प्रभाव, आकृति स्मृति सम्मिश्र (Shape memory alloys), चुंबकीय प्रवाहिकीय (Magnetorheological) तरल इत्यादि का उपयोग किया जा रहा है। उपग्रहों में चतुर प्रौद्योगिकियों के उपयोग से निष्पादन, क्षमता, प्रचालन लागत, स्थायित्व इत्यादि में अच्छा लाभ मिलता है।

उपग्रहों में चतुर प्रौद्योगिकियों की आवश्यकता

उपग्रहों को विभिन्न सेवाओं जैसे दूर-संचार, सुदूर संवेदन, भू-मानचित्रण इत्यादि कार्यों के लिए अंतरिक्ष में पृथ्वी एवं अन्य खगोलिय पिण्डो की कक्षाओं में स्थापित किया जाता है। उपग्रहों को अंतरिक्ष में कर्कश वातावरण का सामना करना पड़ता है। ठण्डे अंतरिक्ष का तापमान लगभग 4 केल्विन होता है। उपग्रहों को एक ओर ठण्डे अंतरिक्ष का सामना करना पड़ता है तो दूसरी ओर उपग्रहों के जिन भागों पर सीधा सौर प्रकाश गिरता है उनका तापमान लगभग 400 केल्विन तक पहुंच सकता है। उपग्रहों में प्रयोग में आने वाली संरचनाओं को शून्य गुरूत्व, निर्वात, तापीय चक्रण, वृहत् तापीय प्रवणता, हानिकारक विकिरण, इत्यादि का सामना करना पड़ता है। अंतरिक्ष की इन परिस्थितियों के कारण उपग्रहों की संरचनाओं में विकृति, अनियंत्रित कंपन, झुकाव, एंठन की समस्याएं उत्पन्न हो सकती है। इन उग्र एंव विषम तापीय परिस्थितियों में उपग्रह एवं उसके विभिन्न तंत्रों की संरचना को अपेक्षित स्थायित्व प्रदान करना अत्यंत चुनौतिपूर्ण कार्य हो जाता है। अंतरिक्ष के उग्र तापीय परिवेश के कारण उपग्रहों की संरचनाएं जैसे ऐंटेना, परावर्तक, दर्पण इत्यादि में तापीय विकृती के कारण उनके निष्पादन बुरी तरह प्रभावित हो सकता है। अंतरिक्ष में उपग्रहों के संचालन के लिए कई आवश्यक यांत्रिक प्रक्रियाएं संपन्न करनी पड़ती है, जैसे सौर पेनलों एवं ऐन्टेनाओं का कक्षा में प्रस्तरण, उपग्रह के निर्दिष्ट लक्ष्य की ओर अभिविन्यास के नोदन इत्यादि। इन यांत्रिक प्रक्रियाओं को संपन्न करने के दौरान उपग्रह की संरचनाओं को यादृच्छिक कंपनों एवं प्रघातों का भी सामना करना पड़ता है। इन प्रघातों एवं कंपनों के कारण उपग्रह के नीतभारों एवं उपतंत्रों की संपादन बुरी तरह से प्रभावित हो सकती है। ऐसी समस्याओं के समाधान के लिए चतुर प्रौद्योगिकियों का उपयोग अत्यंत कारगर सिद्ध हो सकता है। हमारे देश में उपग्रहों की इन समस्याओं के लिए चतुर प्रौद्योगिकियों के उपयोग पर अनुसंधान कार्य किए जा रहे हैं।

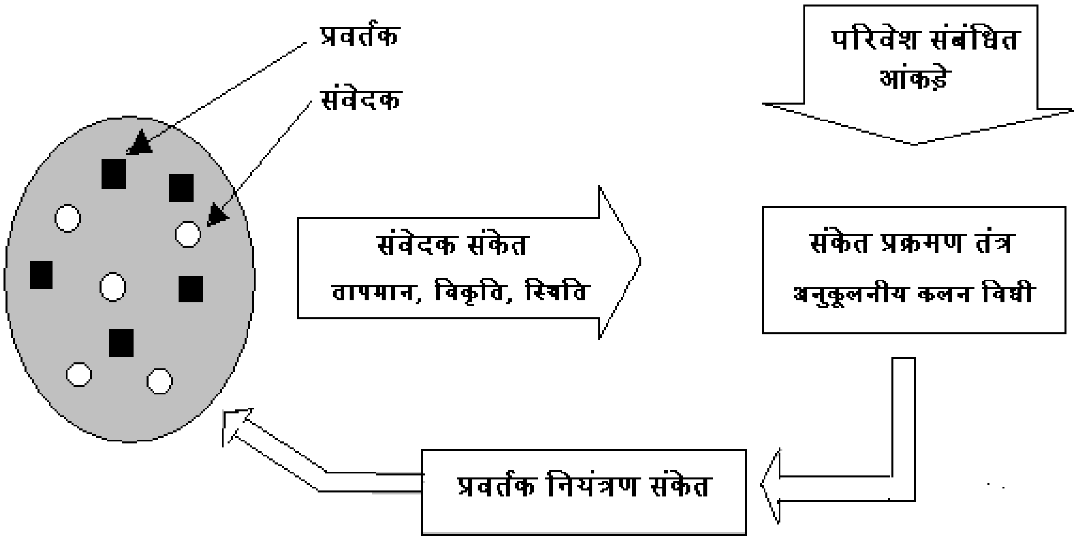
उपग्रहों के सफलतापूर्ण प्रचालन के लिए यह आवश्यक है कि उसके सभी घटकों के तापमान निर्दिष्ट सीमाओं के अंदर ही रहें। अंतरिक्ष के कर्कश तापीय वातावरण में यह कार्य अत्यंत जटिल हो जाता है। चतुर विकिरक प्रौद्योगिकी द्वारा यह कार्य आसानी से संपन्न किया जा सकता है। चतुर विकिरक प्रचालन में सरल होने के साथ-साथ विद्युत शक्ति की भी बचत करते है।

उपग्रहों में ऐसी संरचनाओं के विकास की आवश्यकता महसूस की जा रही है जो लागत में कम, आकार में बड़े, नम्य संरचना वाले हो तथा जिनमें ज्यामितीय विकृती एवं कुरेखण को आसानी से नियंत्रित किया जा सके। आधुनिक संचार एवं प्रसारण की आवश्यकताओं के लिए ऐंटेनाओं के लिए विशिष्ट आकृति वाले परावर्तकों की आवश्यकता होगी। यह हम जानते हैं कि अंतरिक्ष में उपग्रहों के ऐंटेना के परावर्तकों की अपेक्षित आकृति बनाए रखना एक चुनौतिपूर्ण कार्य होता है, ऐसे कार्यों के लिए दाबविद्युत प्रभाव आधारित चतुर संरचनाओं का विकास किया जा रहा है। दाबविद्युत आधारित चतुर संरचनाएं उपग्रहों के लिए अत्यंत उपयोगी सिद्ध हो सकती है, इन्हें विस्तरीय परावर्तकों के पृष्ठों की आकृति नियंत्रण, सौर व्यूह के कंपन नियंत्रण इत्यादि के लिए उपयोग में लाया जा सकता है।

चतुर तंत्र (Smart systems)

चतुर प्रौद्योगिकियों पर आधारित तंत्र को चतुर तंत्र कहा जाता है। किसी भी चतुर तंत्र को साधारणतया तीन भागों में बांटा जा सकता है - 1. संवेदक (Sensor) 2. संकेत प्रक्रमण (Signal processing) 3.प्रवर्तक (Actuator)
संवेदक चतुर तंत्र का प्रारंभिक बिंदु है। संवेदक उपकरण के वर्तमान परिवेश एवं दशा का बोध करता है, इससे संबंधित जानकारी एवं आंकड़े चतुर तंत्र के लिए निवेश आंकड़ों (Input data) का काम करते है। संकेत प्रक्रमण (Signal processor) इन संकेतों को प्रक्रम करने के बाद प्रवर्तक को भेजता है, प्रवर्तक संकेत प्रक्रमण से प्राप्त संकेतों के आधार पर उपकरण में उसके नए परिवेश एवं दशा के अनुसार अपेक्षित परिवर्तन लाने के लिए कार्रवाई करता है।

किसी उपकरण को चतुर प्रौद्योगिकी द्वारा नियंत्रित करने की प्रक्रिया को चित्र स.1 में दिखाया गया है।



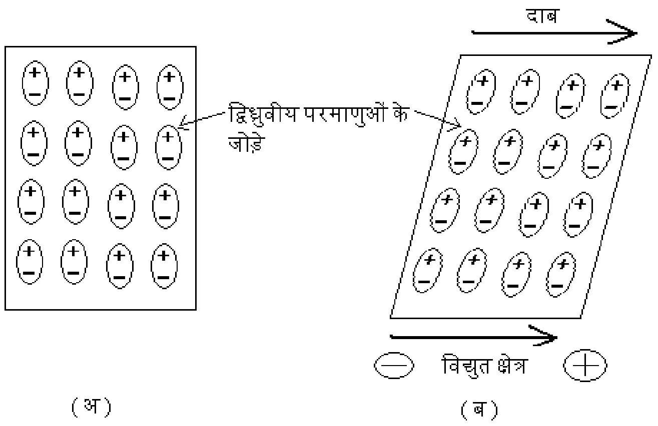
चित्र स. 1 अनुकूली संरचना के लिए चतुर तंत्रों के मुख्य अवयव

उपग्रहों में चतुर प्रयुक्तियों एवं घटकों के विकास के लिए कई चतुर पदार्थों एवं तकनीकों का विकास किया जा रहा है, उनमें से कुछ मुख्य चतुर पदार्थों एवं तकनीकों का विवरण आगे प्रस्तुत किया जा रहा है।

दाबविद्युत पदार्थ (Piezoelectric material)

उपग्रहों के लिए चतुर प्रौद्योगिकियों के विकास में दाबविद्युत पदार्थों का उपयोग अत्यंत महत्वपूर्ण रहा है। जब किसी पदार्थ पर दाब लगाया जाता है तो उसके आकार में परिवर्तन आ सकता है, लेकिन कुछ विशेष पदार्थों को दाब के प्रभाव में लाने पर उनमें न्यून मात्रा में विद्युत धारा उत्पन्न हो जाती है, इसे दाबविद्युत प्रभाव कहा जाता है। ध्वनि की पुनःप्राप्ति के लिए दाबविद्युत प्रभाव का उपयोग सामान्य है।

हम जानते हैं कि सभी पदार्थ परमाणुओं से बने होते हैं। ऐसे परमाणुओं के जोड़े जिनमें एक परमाणु पर धनात्मक एवं दूसरे पर ऋणात्मक आवेश होता है, उन्हें द्विध्रुव के नाम से जाना जाता है। अगर द्विध्रुवों से निर्मित पदार्थों पर दाब डाला जाए तो धनात्मक एवं ऋणात्मक परमाणुओं में वियोजन पैदा हो सकता है। ऐसा होने पर पदार्थ एक ओर से थोड़ा धनात्मक एवं दूसरी ओर से थोड़ा ऋणात्मक हो जाता है, इसे आवेश का वियोजन कहा जाता है और यह पदार्थ में विद्युत विभवान्तर उत्पन्न करता है। दाब के प्रभाव से विशेष पदार्थों में विद्युत विभवान्तर उत्पन्न होने की प्रक्रिया को दाबविद्युत प्रभाव कहा जाता है, तथा ऐसे पदार्थों को दाबविद्युत पदार्थ कहते है। जब दाबविद्युत क्रिस्टल को विद्युतविभव के प्रभाव में लाया जाता है तो उत्क्रम प्रक्रिया द्वारा उसके आकार में परिवर्तन होता है। चित्र स.2 मे दाब विद्युत प्रभाव की प्रक्रिया को दिखाया गया है।



चित्र स. 2 - दाबविद्युत प्रभाव (अ) दाबरहित पदार्थ (ब) दाब के प्रभाव में विद्युत आवेश की उत्पत्ति

कोई पदार्थ दाबविद्युत प्रभाव प्रदर्शित करता है या नहीं, यह उस पदार्थ में परमाणुओं की व्यवस्था पर निर्भर करता है। जिन पदार्थों में परमाणुओं का विन्यास असममितीय होता है, वे पदार्थ दाबविद्युत प्रभाव का प्रदर्शन करते हैं।

उपग्रहों में दाबविद्युत पदार्थों का उपयोग चतुर संरचनाओं के लिए किया जा रहा है। इन पदार्थों द्वारा उपग्रह की मुख्य संरचनाओं जैसे ऐंटेना, परावर्तक, प्रकाशिकी अवयवों इत्यादि में अवांछनिय कंपनों को नियंत्रित किया जा सकता है। चतुर संरचनाओं में कंपनों को नियंत्रित करने के लिए पृथक रूप से संवेदक या प्रवर्तक जोड़ने के बजाय आवश्यक युक्ति को संरचना में ही निविष्ट कर लिया जाता है। संवेदक संरचना की अनुक्रिया को मापता है, संवेदक से प्राप्त संकेतों के उचित प्रक्रमण के बाद प्रवर्तक को अवांछनिय कंपनों को रोकने हेतु विरूद्ध बल उत्पन्न करने के लिए प्रेरित किया जाता है, इस तरह अवांछनिय कंपनों को नियंत्रित किया जाता है।

अंतरिक्ष के उग्र शीत एंव उष्ण तापीय परिवेश के कारण उपग्रह की ऐंटेना संरचनाएं विकृत हो जाती है, जिससे उनकी अभिलक्ष्यन यथार्थता बिगड़ने की संभावना हो जाती है। दाब विद्युत पदार्थों के द्वारा ऐसे चतुर ऐंटेनाओं का निर्माण किया जा रहा है जिनमें विकृत संरचानों को स्व-संशोधन करने की क्षमता निहित होती है। पृथ्वी के वायुमण्डल में विषमताओं के कारण उपग्रहों के सभी संकेत निर्धारित लक्ष्य तक नहीं पहुंच पाते है। साधारण ऐंटेना वायुमण्डलीय विषमताओं के प्रभाव को कम करने के लिए कोई संशोधन नहीं कर सकते है, जबकि चतुर ऐंटेनाओं संवेदकों एंव प्रवर्तकों के जाल द्वारा ऐंटेना की आकृति में वांछित संशोधन करके संकेतों को निर्धारित लक्ष्य तक पहुंचाने में सक्षम होते है। उपग्रहों में साधारणतया ऐंटेना की दिशा मे परिवर्तन करने के लिए उसकी संपूर्ण संरचना को घुमाना पड़ता है जिससे अवांछित कंपन भी उत्पन्न होते है, लेकिन चतुर ऐंटेना स्वयं ही आकृति में समायोजन करके अभिलक्षित दिशा बदलने की क्षमता रखता है। भविष्य में इस प्रौद्योगिकी द्वारा पतले एवं नम्य प्रकाशिकी अवयव जैसे लेन्स एवं दर्पण बनाए जा सकते है जो फोकस बदलने के लिए आकृति में स्वसंशोधन करने की क्षमता रख सकते है। आगे सारणी-1 में कुछ सामान्यतया उपयोग में लाए जाने वाले दाब विद्युत पदार्थों के दाब विद्युत स्थिरांक दिखाए गए हैं।

सारणी-1

कुछ सामान्य दाब विद्युत पदार्थों के दाब विद्युत स्थिरांक[5]

पदार्थ का नाम	दाब विद्युत स्थिरांक (pm/V or pC/N)
क्वार्ट्ज़ SiO_2 s एकाकी क्रिस्टल	d_{11}= 2.3
जिंक ऑक्साइड ZnO एकाकी क्रिस्टल	d_{33}= 12
बेरियम टाइटनेट $BaTiO_3$ बहु क्रिस्टलीय	d_{15}= 587
पोटेशियम डाइहाइड्रोजन फॉस्फेट KH_2PO_4 एकाकी क्रिस्टल	d_{36}= 21
लेड जिरकोनेट टाइटनेट PZT बहु क्रिस्टलीय	d_{33}= 117

<u>आकृति स्मृति सम्मिश्र (Shape memory alloy)</u>

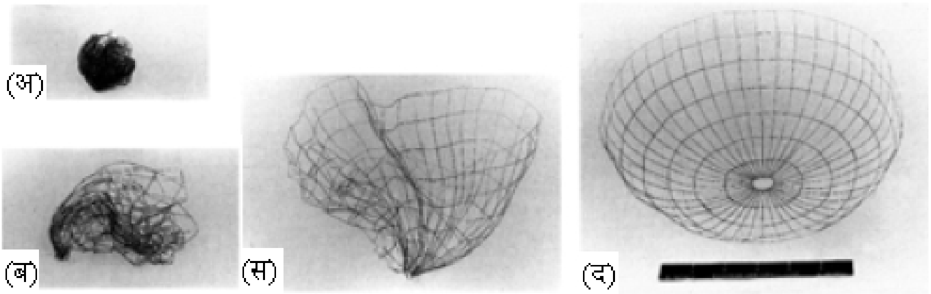
आकृति स्मृति सम्मिश्र उन पदार्थों को कहते हैं जिन्हें उनकी मूल आकृति को स्मरण करने की क्षमता होती है। कम तापमान पर जब इन पदार्थों की मूल आकृति को विकृत कर दिया जाता है, लेकिन उनके तापमान को बढ़ाने पर वापस ये मूल आकृति को धारण कर लेते हैं, पदार्थों के इस गुण को आकृति स्मृति प्रभाव (Shape memory effect) कहते है। निकल-टाइटेनियम सम्मिश्रों को सबसे उपयोगी आकृति स्मृति पदार्थ पाया गया है। कई दूसरे धातुओं के सम्मिश्रों में भी आकृति स्मृति प्रभाव पाया गया है। निकल-टाइटेनियम सम्मिश्रों को निटिनॉल के नाम से जाना जाता है। आकृति स्मृति पदार्थों में यह अनोखा गुण प्रावस्था रूपांतरण के कारण पाया जाता है। एक विशेष तापमान पर इन पदार्थों की क्रिष्टल संरचना में परिवर्तन होने लगता है, जिसे संक्रमण तापमान (Transition temperature) कहते हैं। संक्रमण तापमान से नीचे निटिनॉल का ऑष्टनाइट से मार्टन्साइट प्रावस्था में रूपांतरण हो जाता है। ऑष्टनाइट प्रावस्था में क्रिष्टल संरचना घनाकार होती है जबकि मार्टन्साइट प्रावस्था में क्रिष्टल संरचना कम सममिति वाली होती है। मार्टन्साइट प्रावस्था में क्रिष्टल संरचना की परतें एक विशेष दिशा में खिसक जाती है, इस अवस्था में इसे मनचाही आकृति में मोड़ा जा सकता है। जब वापस गरम करने पर इसका तापमान संक्रमण तापमान से अधिक होता है तो पदार्थ का मार्टन्साइट से ऑष्टनाइट प्रावस्था में रूपांतरण हो जाता है। ऑष्टनाइट प्रावस्था में आने पर पदार्थ वापस अपनी मूल आकृति ग्रहण कर लेता है। ये पदार्थ उच्च तापमान पर अतिप्रत्यास्थता (Superelasticity) का गुण भी प्रदर्शन करते है, अर्थात पदार्थ पर भार डालने के कारण वह अतिविकृत (अरैखिक विकृति) हो जाता है, लेकिन भार हटाने पर वह पुनः मूल आकृति को ग्रहण कर लेता है। अतिप्रत्यास्थता का गुण भी प्रावस्था में परिवर्तन के कारण होता है। पदार्थ पर प्रतिबल की दशा में ऑष्टनाइट से मार्टन्साइट प्रावस्था में रूपांतरण हो जाता है। प्रतिबल के हटाने पर पुनः मार्टन्साइट प्रावस्था ऑष्टनाइट में रूपांतरित हो जाती है। इस तरह का प्रावस्था रुपांतरण यांत्रिकीय प्रेरित रूपांतरण कहा जाता है।

सारणी-2

निटिनॉल के कुछ मूलभूत भौतिक एवं यांत्रिक गुणधर्म[6]

गुणधर्म का नाम	गुणधर्म का मान
घनत्व	6.45 gm/ cm^3
गलन बिंदु	1310 °C
तापीय चालकता गुणांक	0.1 W/ cm-°C
ऊष्मा धारिता	0.077 cal/ gm-°C
गुप्त ऊष्मा	5.78 cal/ gm
परम तन्य प्रतिबल	960 MPa
प्रत्यास्थता गुणांक	75 GPa उच्च तापमान पर, 28 GPa निम्न तापमाप पर
पॉइसन का अनुपात	0.3

निटिनॉल जब अपनी मूल आकृति में लौटता है तब अधिक मात्रा में बल उत्पन्न करता है, यह इसका एक बहुत ही उपयोगी गुणधर्म है। इस कारण से इसे उपग्रह की कई युक्तियों में प्रवर्तक के रूप में भी उपयोग लाया जा सकता है। इन पदार्थों में कंपनों को अवमंदन करने का लक्षण भी उत्तम श्रेणी का पाया जाता है। उपग्रहों के सौर पैनल, ऐंटेना इत्यादि संरचनाएं, जिन्हें विस्तरित करने पर उपग्रहों के अत्याधिक कंपनों का सामना करना पड़ता है, आकृति स्मृति पदार्थ उपग्रहों की इन संरचनाओं को अंतरिक्ष में कंपनरहित विस्तरण करने में काफी मददगार साबित हो सकते है। इन पदार्थों द्वारा उपग्रहों के लिए विस्तरीय ऐंटेना एवं परावर्तक जैसी संरचनाओं के विकास हेतु अनुसंधान किए जा रहे है। एक विस्तरीय ऐंटेना को चित्र स.3 में दिखाया गया है। उपग्रहों की बड़ी संरचनाओं को विस्तृत आकार में भेजना संभव नहीं होता है, आकृति स्मृति पदार्थों द्वारा बनी संरचनाओं को प्रमोचन यान में अत्यंत छोटे आकार में समेटकर रखा जा सकता है तथा उपग्रह के अंतरिक्ष में पहुंचने पर सौर ऊर्जा से गरम करने पर वांछित आकृति में विस्तरण किया जा सकता है। इससे अंतरिक्ष में बड़े आकार की संरचनाओं को आसानी से स्थापित किया जा सकता है।

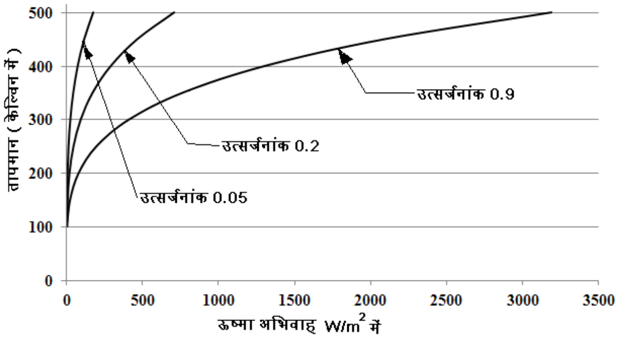


चित्र स. 3 निटिनॉल के तारों से बना उपग्रहों के लिए बना ऐंटेना द्वारा आकृति स्मृति प्रभाव का प्रदर्शन, ऐंटेना को मार्टेन्साइट प्रावस्था चित्र स. 3 (अ) में विकृत किया गया है, सौरऊष्मा से तापमान बढ़ने पर वह वापस मूल आकृति चित्र स. 3 (ब-द) में लौट जाता है।

<u>चतुर तापीय विकिरक प्रौद्योगिकी (Smart thermal radiator technology)</u>

उपग्रहों में दक्ष ताप नियंत्रण एक महत्वपूर्ण विषय होता है क्योंकि यह उसके आंतरिक उपतंत्रों, नीतभारों एवं अन्य घटकों के कार्य संपादन एवं उपयोगी जीवन काल को प्रभावित करता है। उपग्रहों को बहुत ही उग्र बाह्य तापमानों का सामना करना पड़ता है, जिनका मान +150 से -150°C के बीच परिवर्तित होता रहता है। लेकिन उपग्रहों के भीतर अनेक उपतंत्रों एव घटकों द्वारा श्रेष्ठ संपादन के लिए उनके तापमानों को लगभग 0 से 40 °C के बीच बनाए रखना आवश्यक होता है। उपग्रह में उसकी विभिन्न घटकों के ताप नियंत्रण के लिए तापीय विकिरक अनिवार्य होता है। तापीय विकिरक द्वारा अवांछनीय ऊष्मा को उपग्रह की सतहों से अंतरिक्ष में उत्सर्जित कर दिया जाता है, जिससे उपग्रह के घटकों का तापमान नियंत्रण में रहता है। पारंपरिक विकिरकों में ऊष्मा का उत्सर्जन विकिरक की सतहों के उच्च तापीय उत्सर्जनांक के कारण संभव होता है। लेकिन, इनमें इस उत्सर्जनांक का मान प्रचालन तापमान की परास मे अपरिवर्तनीय होता है, जबकि उपग्रहों मे आंतरिक एवं बाह्य ऊष्मा भारों में समय के साथ अत्याधिक परिवर्तन होता रहता है, इसलिए इनमें घटकों के तापमान को अनुमत सीमाओं के बीच बनाए रखने के लिए विद्युत ऊष्मकों का भी उपयोग अनिवार्य होता है। वर्तमान गतिक ताप नियंत्रण तंत्रों में यांत्रिक लूवरों (Louvers) का उपयोग होता है, जिनमें ठण्डे अंतरिक्ष की ओर विकिरण का उत्सर्जन फलकों या खिड़कियो के खोलने एवं बंद होने के द्वारा नियंत्रित किया जाता है। लूवरों में कई जटिलताएं होने के साथ-साथ द्रव्यमान में भी भारी होते हैं। 21 वीं शताब्दी में उपग्रहों के प्रति किलोग्राम द्रव्यमान पर उच्च प्रकार्यात्मक घनत्व, लंबे उपयोगी जीवन काल वाले उपग्रहों की मांग होने के कारण अब एक अधिक दक्ष, कम खर्चीले एवं विश्वसनीय ताप नियंत्रण तंत्र की आवश्यकता महसूस होने लगी है। चित्र स. 4 में उपग्रह के आंतरिक तापमान पर उत्सर्जनांक का प्रभाव देखा जा सकता है। उपग्रह के आंतरिक तापमान को एक निम्न अवरक्त उत्सर्जनांक (0.05) वाली सतह जैसे अल्यूमिनियम, जब यह ठण्डे अंतरिक्ष की ओर देखती है, 23 W/m^2 ऊष्माभार पर भी 27 °C पर रखती है। दूसरी ओर एक उच्च उत्सर्जनांक (0.9) वाली सतह लगभग 413 W/m^2 उत्सर्जित करते हुए उपग्रह का आंतरिक तापमान 27 °C बनाए रखती है, लेकिन 70 W/m^2 के ऊष्मा भार पर विकिरक की सतह का तापमान -80 °C के नीचे चला जाएगा, इसलिए उपग्रह के नीतभार को तापीय सुरक्षा प्रदान करने के लिए ऊष्मक की आवश्यकता होगी। चित्र स.4 में हम देखते हैं कि ऊष्मा अभिवाहों में परिवर्तन होने पर विकिरक के उत्सर्जनांक में बदलाव करने से उसके तापमान को स्थिर बनाए रखना संभव हो जाता है।

छोटे उपग्रहों में तो उनके छोटे आकार, कम द्रव्यमान एवं तापीय जड़त्व के कारण पारंपरिक तकनीकों से ताप नियंत्रण काफी दुष्कर कार्य हो जाता है, क्योंकि उनमें तापीय विलेपनों के गुणधर्म अपरिवर्तनीय होते है।



चित्र स.4 उपग्रह के तापीय विकिरक के तापमान एवं ऊष्मा अभिवाह में विभिन्न उत्सर्जनांकों पर संबंध

चतुर तापीय विकिरक ऐसे विकिरक होते है जो उनकी सतहों के तापीय उत्सर्जनांक को उसके तापमान के नियंत्रण बिंदुओं के अनुसार समायोजित कर सकते है। ये कम तापमान पर कम उत्सर्जनांक एवं उच्च तापमान पर उच्च उत्सर्जनांक वाली सतह बनाए रख सकते है, इस तरह उपग्रह के आंतरिक तापमान को बदलती हुई परिस्थितियों में भी लगभग स्थिर बनाए रखते है। इनके उपयोग से उपग्रहों का ताप नियंत्रण बहुत आसान हो जाता है एवं ऊष्मक शक्ति की तो बचत होती ही है, साथ ही साथ ये द्रव्यमान में हल्के, प्रचालन में सरल, चल पुर्जों रहित एवं विश्वसनीय होते है।

चतुर विकिरक के निर्माण के लिए ऊष्मा उत्सर्जन करने वाली सतहों पर विशेष पदार्थों के ऑक्साइड्स का विलेपन किया जाता है। $La_x\ Sr_x\ Mn_{1-y}Al_yO_3$ (LSMO), एक संक्रमण धातु ऑक्साइड पदार्थ का विलेपन स्वतः ही तापमान के अनुसार सतह के ऊष्मा उत्सर्जन गुणांक के सही समायोजन से ऊष्मा स्थानांनतरण की दर में परिवर्तन करते हुए उपग्रह के तापमान को नियंत्रण में रखता है। यह पदार्थ लगभग 300 केल्विन के तापमान पर लोह-चुंबकीय धात्विक प्रावस्था, जिसका तापीय उत्सर्जनांक 0.2 होता है, से अनुचुंबकीय प्रतिरोधी, जिसका तापीय उत्सर्जनांक 0.8 होता है, में रूपांतरित हो जाता है। विभिन्न संक्रमण धातुएं जैसे टंगस्टन, मैग्नीज, वैनेडियम इत्यादि पर आधारित ऑक्साइड्स तापमान या विद्युत क्षेत्र के प्रभाव के कारण उनके क्रिष्टलॉग्राफिक संरचना में परिवर्तन प्रदर्शित करते है, जिससे उनके तापीय विकिरण गुणधर्म परिवर्तित हो जाते है, ऐसे विलेपनों को थर्मोक्रोमिक विलेपन कहा जाता है। ये निष्क्रिय एवं सक्रिय दो प्रकार के होते है। निष्क्रिय विलेपनों में प्रावस्थ संक्रमण तापमान द्वारा नियंत्रित किया जाता है, जबकि सक्रिय विलेपनों में प्रावस्था संक्रमण के लिए विद्युत विभव का उपयोग करते है। ($V_{1-x-y}M_xN_yO_n$) की पतली परत को अल्यूमिनियम, केप्टॉन या टेफ्लॉन की सतहों पर ताप नियंत्रण के लिए उपयोग में लाया जा सकता है।

<u>सूक्ष्म विद्युत-यांत्रिक तंत्र -मेम्स (Microelectromechanical Systems - MEMS)</u>

सूक्ष्म विद्युत-यांत्रिक तंत्र (MEMS) लघु समेकित युक्तियां या तंत्र होते है, जिनमें विद्युत एवं यांत्रिक दोनों तरह के घटकों का समायोजन होता है। इनका आकार माइक्रॉन से मिलीमिटर के स्तर तक का हो सकता है। किसी तंत्र में इनकी उपस्थिति बहुत कम संख्या से लेकर लाखों तक पहुंच सकती है। इन तंत्रों में भी संवेदक, संसाधित्र एवं प्रवर्तक की उपस्थिति होती है, इसलिए उपग्रहों के लिए मेम्स पर आधारित कई प्रकार की चतुर प्रौद्योगिकियों का विकास किया जा रहा है।

मेम्स प्रयुक्तियों के अंतर्गत इलेक्ट्रॉनिक उद्योग में समेकित परिपथ के निर्माण करने के लिए उपयोग में की जाने वाली प्रौद्योगिकी को ओर आगे ले जाते हुए उसमें यांत्रिक अवयव जैसे गीयर, बीम, स्प्रिंग इत्यादि को भी जोड़ा जाता है। दैनिक जीवन में मेम्स का उपयोग हम कंप्यूटर से जुड़े हुए इंकजेट प्रिंटर के कारतूस में देख सकते है।

मेम्स एकल रूप में यांत्रिक प्रक्रियाओं को सूक्ष्म स्तर पर बोध, नियंत्रण एवं सक्रिय कर सकते है एवं व्यूह के रूप में वृहत् स्तर पर प्रभावकारी हो सकते है। सूक्ष्म संविरचन तकनीक से मेम्स युक्तियों के व्यूह का निर्माण कर सकते है जो व्यक्तिगत रूप से सरल कार्य करते है, लेकिन समूह में मिलकर जटिल कार्यो को संपन्न कर सकते है। मेम्स युक्तियां विद्युत एवं गैर-विद्युत घटकों में संबंध स्थापित करती है, संवेदक गैर-विद्युत घटना से निवेश संकेत ग्रहण करते है, जबकि प्रवर्तक गैर-विद्युत घटना के लिए निर्गम संकेत भेजता है।

अंतरिक्ष में मेम्स तकनीक को उपयोग में लाने से कई महत्वपूर्ण लाभ होते हैं, ये आकार में अत्यन्त छोटी हो सकती है, इनका द्रव्यमान भी बहुत कम होता है, इनकी संपादन एवं विश्वसनीयता अच्छी होती है तथा पारंपरिक सूक्ष्म युक्तियों की तुलना में उनका आकार बहुत छोटा होता है। इन कारणों से ये अंतरिक्ष में उपयोग के लिए बहुत आकर्षक तकनीक हो जाती है। दिनों-दिन बढती क्षमताओं, आकार का लघुकरण एवं घटती लागत के कारण उपग्रहों के लिए इनका उपयोग अधिक आकर्षक हो जाता है। उपग्रहों मे मेम्स का उपयोग सूक्ष्म संवेदकों एवं प्रवर्तकों, ऊष्मा प्रबंधन, नोदन, एवं सक्रिय सतहों के लिए हो सकता है। उपग्रहों के लिए मेम्स युक्तियों के उपयोग द्वारा पुनर्विन्यास चतुर ऐंटेनाओं का विकास किया जा रहा है। इस कार्य को करने हेतु ऐंटेना की चालकीय सतह में परिवर्तन करने के लिए मेम्स स्विचों का उपयोग किया जाता है।

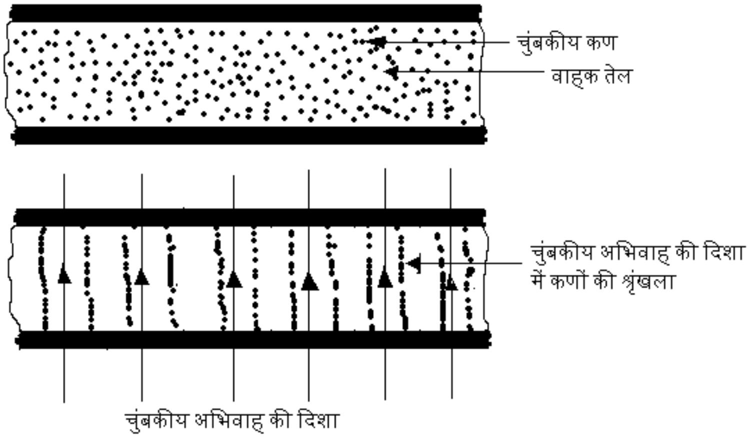
लघु उपग्रहों के छोटे आकार एवं कम ऊष्मीय धारिता के कारण उनका ताप नियंत्रण चुनौतीपूर्ण कार्य हो जाता है। पारंपरिक तकनीकों से इनका ऊष्मा प्रबंधन संभव नहीं होता है। ताप नियंत्रण के लिए मेम्स पर आधारित विभिन्न चतुर तापीय युक्तियों का विकास किया जा रहा है।

<u>चुंबकीय प्रवाहिकीय तरल (Magnetorheological Fluids)</u>

चुंबकीय प्रवाहिकीय तरल एक तरह का चतुर तरल होता है। यह एक तेल जैसे वाहक तरल में होता है। जब ऐसे तरल को चुंबकीय क्षेत्र के प्रभाव में लाया जाता है तब इसकी प्रभावी श्यानता में इतनी वृद्धि हो जाती है कि तरल श्यानप्रत्यास्थ ठोस (Viscoelastic solid) जैसा बन जाता है। महत्व की बात यह है कि तरल की सक्रिय अवस्था में तरल का पराभव प्रतिबल चुंबकीय क्षेत्र की तीव्रता में परिवर्तन के द्वारा काफी परिशुद्धता के साथ नियंत्रित किया जा सकता है। इसका परिणाम यह है

कि तरल द्वारा बलों को संचरण करने की क्षमता का नियंत्रण एक विद्युत चुंबक से किया जा सकता है, जिससे चुंबकीय प्रवाहिकीय तरल के नियंत्रण आधारित कई उपयोग हो सकते हैं।

इस तरल में चुंबकीय कण माइक्रोमीटर या नैनोमीटर के स्तर के गोलाकार या अण्डाकार आकृति में वाहक तेल में यादृच्छिक रूप में फैले होते हैं, जैसा कि चित्र स.5 में नीचे दिखाया गया है।



चित्र स.5 चुंबकीय प्रवाहिकीय तरल की कार्य प्रणाली

चुंबकीय प्रवाहिकीय तरल पर चुंबकीय क्षेत्र लगाने से तरल में उपस्थित सूक्ष्म कण स्वयं को चुंबकीय अभिवाह की रेखाओं की दिशा में संरेखित कर देते हैं, जैसा कि उपरोक्त चित्र स.5 में देखा जा सकता है। जब तरल को दो चुंबकीय ध्रुवों के बीच, जो एक दूसरे से लगभग 0.5 से 2 mm की दूरी पर स्थित है, रखा जाता है, तो इसके परिणाम स्वरूप बनने वाले कणों की श्रंखला चुंबकीय क्षेत्र के लंब की दिशा में तरल के प्रवाह को अवरूद्ध कर देती है, इस कारण से तरल की श्यानता बढ़ी हुई प्रतीत होती है। तरल की *सक्रिय* अवस्था में उसके यांत्रिक गुणधर्म विषमदैशिक होते है, अर्थात वे दिशाओं पर निर्भर करते है। इसलिए, इस तरल पर आधारित प्रयुक्ति के निर्माण के लिए यह ध्यान रखना आवश्यक है कि जिस दिशा में तरल की गति अवरूद्ध करनी हो वह दिशा चुंबकीय अभिवाह के अभिलंब में होनी चाहिए।

सौर व्यूह फलक, ऐंटेना एवं अन्य घटकों के अंतरिक्ष में प्रस्तरण के दौरान लगने वाले अवांछनीय यांत्रिक भारों से विभिन्न घटकों की कार्य क्षमता बुरी तरह से प्रभावित हो सकती है। चुंबकीय प्रवाहिकीय तरल पर आधारित चतुर प्रयुक्तियां उपग्रहों में कंपन एवं प्रघात भारों के प्रभाव को कम करने के लिए विकसित की जा रही है। चुंबकीय प्रवाहिकीय तरल की तरह ही ऐसे तरलों का भी विकास किया जा रहा है जिनके यांत्रिक गुणधर्मों को विद्युत अभिवाह के प्रभाव से नियंत्रित किया जा सकता है, ऐसे तरलों को विद्युत-प्रवाहिकीय तरल के नाम से जाना जाता है। चुम्बकीय प्रवाही तरल के मुख्य गुणधर्म के प्ररूप मान सारणी-3 में दिखाए गए हैं।

सारणी-3

चुम्बकीय प्रवाही तरल के मुख्य गुणधर्मों के प्ररूप मान[7]

गुणधर्म का नाम	गुणधर्म प्ररुप मान
प्रारंभिक श्यानता	0.2 – 0.3 [Pa·s] (25 डिग्री सेल्सियस पर)
घनत्व	3 – 4 [g/cm3]
चुम्बकीय क्षेत्र	150 – 250 [kA/m]
लब्धि बिंदु (Yield Point)	50 – 100 [kPa]
प्रतिक्रिया का समय	मिली सेकण्डों में
प्ररूपी विद्युत धारा एवं विभव	2 – 25 V, 1–2 A
मैग्नेटाइजेबल कणों का व्यास	3 से 5 माइक्रॉन

निष्कर्षः-

चतुर प्रौद्योगिकियों पर आधारित प्रयुक्तियों एवं घटकों द्वारा उपग्रहों की उन समस्याओं का हल संभव हो सकता है, जिनका समाधान पारंपरिक तकनीकों द्वारा संभव नहीं है। इनके उपयोग से उपग्रहों के द्रव्यमान, आकार एवं लागत में कमी के साथ-साथ क्षमता, संपादन, विश्वसनीयता एवं उपयोगी जीवन काल में महत्वपूर्ण वृद्धि लाई जा सकती है। मेक-इन-इंडिया अभिगम को सफल बनाने में इन प्रौद्योगिकियों की महत्वपूर्ण भूमिका होगी।

संदर्भ सूचीः-

1. वॉर्डन के.,बुलाउ डबल्यू. ए.,हेवुड जे., स्मार्ट टेक्नोलॉजीज, वर्ल्ड साइंटिफिक क., सिंगापुर, 2003

2.ऑसियांडर आर.,चैंपियन जे.ऐ., मेम्स एंड माइक्रोस्ट्रक्चर इन एरोस्पेस एप्लीकेशंस,सी आर सी प्रेस, 2006

3.https://en.wikipedia.org/wiki/magnetorheological_fluids.

4. E.Hadded, R.Kruzelecky, B. Wong et al. Tuneable Thin Film Coating for Thermal Control, https://esmat.esa.int/materials_news/isem09//haddad.pdf

5. http://bme240.eng.uci.edu/students/10s/lalonzo/Index.html

6. http://www.chemistrylearner.com/nitinol.html

7. Kciuk, M, & Turczyn, R, Properties and applications of magnetorheological fluid, Lournal of Ahievements in Materials and Manufacturing Engineering, V.18, Sept. 2006.

आभार

मैं डॉ. भवदीप सिंह मुंजाल, प्रधान, संरचना तंत्र प्रभाग का अत्यंत आभारी हूं, जो इस क्षेत्र में होने वाले अद्यतन विकास की जानकारी से अवगत कराते रहते हैं।

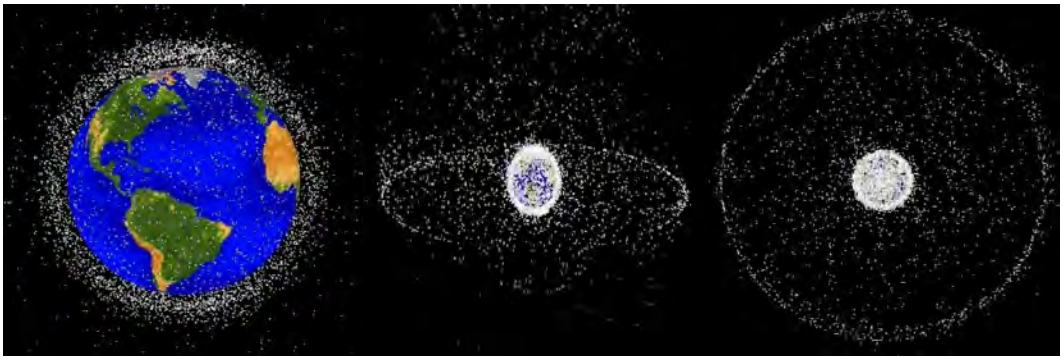
अंतरिक्ष मलबा नियमन - वर्तमान की मुख्य तकनिकी चुनौती

जितेन्द्र खर्डे,

जूनियर इंजीनियर

एससीटीडी/एसएनएए

2480



नजदिकी कक्षा (LEO) भुतुल्यकालिन (GEO/GSO) ध्रुविय कक्षा (Polar Orbit)

विभिन्न कक्षाओ मे अंतरिक्ष मलबे की स्थिति

सौजन्य :- http://neo.jpl.nasa.gov/images/

1.0 सारांश

4 अक्टुबर 1957 को सोवियेत संघ रशिया नें 83.6 किलोग्राम भार के प्रथम कृत्रिम उपग्रह स्पुतनिक -1 को सफलतापूर्वक अंतरिक्ष में स्थापित किया था, इसी के साथ ही मानवी नें अंत- रिक्ष युग में प्रवेश किया था। 95 दिन तक अपना कार्य सही तरह से करने के बाद 96 वे दिन से वह अंतरिक्ष मलबे (Space debris) के स्वरूप में बिना काम के अंतरिक्ष में घूम रहा हैं। स्पुतनिक -1 की सफलता के बाद सोवियेत संघ, अमेरिका, चीन, भारत सहित कई अन्य देशों द्वारा कितने ही (>6000) ऐसे कृत्रिम उपग्रह अंतरिक्ष में स्थापित किए गए हैं। उनमें से कुछ तो बहुत ही उपयोगी साबित हुए जबकि कुछ ने तो बीच में ही काम करना बन्द कर दिया और वे सभी पृथ्वी की आसपास की कक्षाओ में अंतरिक्ष मलबा बन कर रह गए हैं। सन 1978 के शुरुआती दोर में ही नासा के विज्ञानी डोनाल्ड जे. केस्लर (Donald J. Kessler) नें सब से पहले इस समस्या को लेकर भविष्यकथन (prediction) किया था कि पृथ्वी की नज़दीकी भ्रमणकक्षा (LEO) में अंतरिक्ष मलबे का घनत्व चिंताजनक तेज गति से ब□ रहा हैं। लेकिन उस समय इस समस्या पर किसी नें गम्भीरता से ध्यान ही नहीं दिया था।

2.0 प्रस्तावना

20 वी सदी में पृथ्वी पर हुए औधौगिक विकास और असंतुलित जनसंख्या वृद्धि के कारण हमें हवा, पानी, जमीन तथा अन्य मानव निर्मित प्रदुषण का सामना करना पड रहा हैं। मानव जब भी प्रक्रुति के साथ कुछ छेडछाड करता है तो उसका संतुलन बिगडता ही है। अमर्यादित औधौगिकरण तथा मशिनिकरण भी प्राकृतिक पर्यावरण पर बुरा प्रभाव डालते है। इसी तरह पिछले पचास वर्षो में हुए अंतरिक्ष युग के विकास के साथ ही अंतरिक्ष मलबे की एक नई समस्या बहुत ही गंभीर स्वरूप लेकर अंतरिक्ष में प्रदुषण ब□ा रही है। अंतरिक्ष मलबा भी ग्लोबल वोर्मिंग के समान प्रकृति पर मानवनिर्मित क्रियाकलापों का एक नकारात्मक (destructive) परिणाम ही हैं। यह मानव निर्मित कचरा है, जो पृथ्वी के आसपास अंतरिक्ष की विभिन्न भ्रमणकक्षाओ में दिन-प्रतिदिन दो से पाच प्रतिशत की दर से अविरत ब□ रहा है। अगर इसी दर से यह कचरा अंतरिक्ष में फैलता रहा तो नजदिकी भविष्य में इस मानव निर्मित कचरे का एक स्थायी आवरण पृथ्वी के आसपास बन जायेगा तथा अंतरिक्ष भी एक बहुत बडा कूडा-दान (dumping yard) बन जायेगा। वर्तमान समय की यह एक गंभीर समस्या हैं, जो आने वाले समय में प्रस्तावित अंतरिक्ष अन्वेषण तथा उसके शांतिमय उपयोगों की अनेक परियोजनाओं के कार्यांवयन में खतरनाक सिद्ध हो सकती हैं।

3.0 क्या हैं यह अंतरिक्ष मलबा ?

स्रोत;- *wikipedia.org/wiki/Space debris.*

'अंतरिक्ष मलबा' मानव निर्मित कचरा हैं। वर्तमान स्थिति अनुसार चीन, अमेरिका और रशिया अंतरिक्ष मलबे के उत्पादन में सबसे आगे है, बाद में युरोपियन स्पेस एजंसी (ESA), जापान, भारत एवं अन्य कई देशों का योगदान भी इसमें महत्वपूर्ण हैं। जिसमें मुख्यत: मृत कृत्रिम उपग्रहों के अवशेष, प्रक्षेपण/अंतरिक्ष यानों के लाखो करोडो छोटे-छोटे टुकडे, रोकेटों के कितनेही जले हुए भाग, उपग्रहो में बचे-खुचे ईन्धन में हुए विस्फोट से निर्मित रासायनिक कचरा, परमाणु रिएक्टर्स, केमेरा, इलेक्ट्रोनिक सर्किट्स, नट-बोल्ट्स एवं रोकेट पेंट के अनेक बिलियन अति सुक्ष्म अंश (like Dots) शामिल हैं। कभी कभी अंतरिक्ष यात्री द्वारा जाने अनजाने अंतरिक्ष में फेंकी गई अनेक वस्तुएं, जैविक अपशिष्ट (Biological waste) भी इस मलबे में वृद्धि कर रही है।

इसके अलावा कितने ही जासुसी या सैनिकी उपग्रहों को उनके कार्य समाप्त होने पर अंतरिक्ष में ही जान-बूझ कर नष्ट किया जाता हैं। जनवरी, 11 2007 को चीन द्वारा ऐसे ही अपने एक मृत मौसम उपग्रह को जमीन पर से एंटि सेटेलाईट मिसाईल (ASAT) से कक्षा में ही नष्ट कर दिया था, जिसके <10 सेंटिमीटर आकार के 150,000 छोटे-छोटे टुकडे आज भी ध्रुवीय भ्रमण कक्षामें घुम रहे हैं। 11 फरवरी 2009 को रशियन कोसमोस-2251 और ईरिडियम-33 (दोनो ही मृत) उपग्रह 42000 कि.मी प्रति घंटे की रफ्तार से आपस में टकराकर करिब 15000 छोटे-छोटे टुकडो में विभाजित हो गए थे। हर साल कितने ही ऐसे निर्जिव उपग्रहों को जमीन पर से लेसर द्वारा कक्षा में ही फूंक दिया जाता हैं। अंतरिक्ष मलबे में सबसे हानिकारक तत्व है – युरेनियम-U235, जिस का प्रयोग अंतरिक्ष अभियानों को विद्युत उर्जा प्रदान करने हेतु किया जाता हैं। पृथ्वी के समान अब अंतरिक्ष में भी न्युक्लियर प्रदुषण का खतरा मंडरा रहा हैं।

4.0 समस्या की गंभीरता:

अंतरिक्ष युग के शुरुआती दोर में इस क्षेत्र में कार्यरत वैज्ञानिक, इंजीनियर्स ने अंतरिक्ष मलबे की इस समस्या को अधिक गंभीरता से नहीं लिया था। लेकिन वर्ष 1988 में रशिया द्वारा अंत रिक्ष की नजदिकी भ्रमणकक्षा में स्थापित मीर स्टेशन के साथ प्रत्येक परिक्रमा दौरान कुछ अनजान वस्तुए (Debris) टकराती थी, एक बार तो स्टेशन की खिडकी के साथ एक बडे आकार का मलबा टकराया था, जिससे खिडकी की बाहरी दीवार को भारी नुकसान हुआ था। इसी तरह की घटनाए अगर कुछ जीवित उपग्रह तथा अंतरिक्ष में चहल-कदमी (space –walk) करते अंत- त्रिक्ष यात्री के साथ होती हैं तो उन्हें गंभीर क्षति पहुचा सकती है। अंतरिक्ष यात्री की जान भी जा सकती है। आज से करीब दो दशक पहले नासा के कुछ खगोल वैज्ञानिकों ने अनुभव किया था कि ब□ते अंतरिक्ष प्रदुषण के कारण राशी चक्र के सौ से अधिक तारे दिखना बन्द हो गये हैं, और यह समस्या दिन- प्रतिदिन ब□ती ही जा ही थी, साथ ही मलबे से उत्सर्जित विकिरणों से खगोलिय निरिक्षण भी बुरी तरह से प्रभावित हो रहा हैं।
इतनाही सब कुछ नहीं है, कभी-कभी इस मलबे कि कुछ वस्तुए (objects) पृथ्वी के वातावरण में प्रवेश करते समय भस्म हो

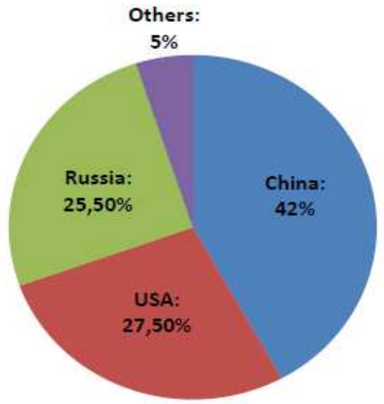
जाती हैं, या तो पृथ्वी पर आकर कहीं भी गिरती हैं, जिससे जान-माल को नुकसान और मानव हानि भी हो सकती हैं। सन 1979 में नासा द्वारा अंतरिक्ष में स्थापित स्काइलेब का मलबा पृथ्वी पर हिन्दी महासागर क्षेत्र मे आ गिरा था। सन 2001 में रशियन अंतरिक्ष स्टेशन मीर का मलबा भी कुछ इसी तरह साउथ पेसिफिक क्षेत्र में गिरा था। जिसे अंतरिक्ष इतिहास की सबसे भयानक घटना माना गया था। आने वाले दशक में इस तरह की घटनाओ में व्रुद्धि का सिलसिला जारी रहेगा।

5.0 स्थिति का आंकलन:

अब अंतरिक्ष वैज्ञानिको ने इस समस्या की गंभीरता को स्विकारा हैं, और अंतरिक्ष में मलबे कि स्थिति, कद, संख्या, प्रकार तथा उनकी भ्रमण कक्षाओं का पता लगाया हैं। सन 2000 में अमेरिका एवं रशिया द्वारा स्पेस सर्वाइलंस नेट्वर्क (SSN) स्थापित किया हैं, जिस के द्वारा भूमिगत रडार, लेसर, दूरबीन की सहायता से अंतरिक्ष मलबे कि वर्तमान स्थिति का आंकलन किया जा रहा हैं। इस क्षेत्र में कार्यरत सभी देशों ने मिल कर इंटर-एजंसीस स्पेस डेब्रिस को-ओर्डिनेशन कमिटी (IADC) का गठन किया है, जो सन 1993 से कार्यरत है तथा इस के सभी सभ्य देश इस समस्या से निपटने के सामुहिक प्रयास कर रहे हैं। भारत (इसरो) में भी 10-13 मार्च, 2003 को बेंगलोर में इस कमिटी (IADC) की बैठक हुई थी जिसमें इस समस्या की गंभीरता, उसे रोकने तथा उससे बचाव के उपायों पर चर्चा हुई थी। सन 2010 में नासा द्वारा गठित संगठन "ग्रीन स्पेस" द्वारा अंतरिक्ष मलबे की वर्तमान स्थिति पर किए गये अध्ययन अनुसार अंतरिक्ष मलबे की अनुमानित वर्तमान स्थिति कुछ इस प्रकार हैं –

1. 100000 < 1 सेंटिमीटर
2. 50000 1 सेंटिमीटर से 10 सेंटिमीटर
3. 21000 > 10 सेंटिमीटर
4. 6000 प्रक्षेपित उपग्रह (जिस में सिर्फ 800 कार्यरत है)
5. 30000 प्रणोद विस्फोट से निर्मित
6. 2000 से ज्यादा जैविक अपशिष्ट बेग्स (अंतरिक्ष यात्री द्वारा निष्कासित)

(स्रोत;- नासा ग्रीन स्पेस प्रोजेक्ट)



6.0 अंतरिक्ष मलबा नियमन – कुछ सुझाव:

1. सभी प्रक्षेपित उपग्रहों का विस्त्रुत विवरण पंजिक्रुत करना
2. वर्तमान एवं भविष्य के उपग्रहों कि बाह्य सतह को अधिक मजबूत बनाना
3. उपग्रहो में जान-बूझ कर किये जाते विस्फोटों को प्रतिबन्धित करना
4. प्रक्षेपण यानो के अंतिम चरण में बचे हुए प्रणोदकों का तत्काल निकाल करना
5. मृत उपग्रहों को पृथ्वी पर वापस लाने के लिये अभियान शुरु करना
6. पुन: उपयोगी प्रक्षेपण यानो के विकास को प्रोत्साहित करना
7. छोटे-छोटे (Neno-Satellites) उपग्रह प्रक्षेपित करना
8. अंतरिक्ष मलबे से होने वाले सम्भावित नुकसान से बचने लिए प्रत्येक उपग्रह का सम्पूर्ण बीमा किया जाय
9. हर उपग्रह प्रक्षेपण के लिये अंतरिक्ष मलबा कर (space debris Tax) वसूल किया जाय और उस रांशी का उपयोग मलबा दूर करने के अनुसन्धान प्रयोगो में किया जाय अगर कोइ देश नियमों का पालन नहीं करता है तो उसे उचित दंड किया जाय

चीन	42.00%
युएसए	27.50%
रशिया	25.50%
अन्य	05.00%

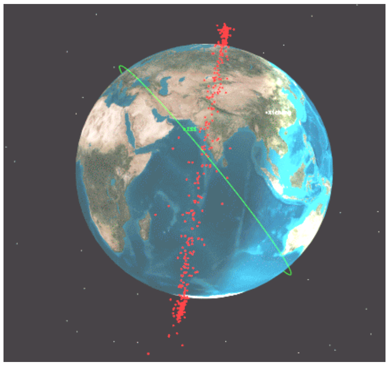
कक्षीय मलबे के प्रमुख निर्माता (स्रोत;- नासा ग्रीन स्पेस प्रोजेक्ट)

7.0 उपसंहार:

समस्त मानवजाति निरंतर प्रकृति को प्रदूषित कर रहीं हैं उसनें जमीन, पानी तथा हवा सभी को दूषित किया हैं। हर पल सैंकडो टन अपशिष्ट या कचरा निष्काशित किया जाता हैं, जिससे उपजाऊँ जमीन बंजर (un-productive) होती जा रही हैं, पानी के लगभग सभी प्राक्रुतिक स्रोत दूषित हो चूके हैं, वातावरण में हमेंशा दूषित गेसों का एक घना सा बादल छाया रहता

हैं। इतना ही सबकुछ नहीं है, अब तो हमारा बाह्य अंतरिक्ष (**Our earth's home**) भी प्रदूषण से मुक्त नही हैं। अंतरिक्ष मलबा भी प्रक्रुति पर मानवीय क्रियाकलापों का एक विनाशक या तो नकारात्मक परिणाम हैं।

अगर हमने इस समस्या पर शीघ्रहि कुछ प्रभावी कार्यवाही नहीं की तो जल्द ही हमें बहुत ही महत्वपूर्ण भूतुल्यकालिन (GEO) भ्रमणकक्षा को खो देना पडेगा। क्योंकिं इस क्षेत्र में अंतरिक्ष मलबे का घनत्व सब से ज्यादा हो गया है। 28,000 किलोमीटर प्रति घंटे की तेज तफ्तार से पृथ्वी की परिक्रमा करता यह मलबा आसानी से किसी भी मानव निर्मित उपग्रहों, अंतरिक्ष यानो तथा स्थायी अंतरिक्ष स्टेशनों से टकराने की सम्भावनाए सबसे ज्यादा हैं। अधिंकाश अंतरिक्ष मलबा हजारों लाखों वर्षों तक पृथ्वी पर नहीं गिरता है तथा आपस में टकराकर स्वय: विभाजित हो कर कक्षा मे हीं घुमता रहता है, इस प्रकार मलबे की मात्रा लगातार बढ़ती ही जा रही हैं।

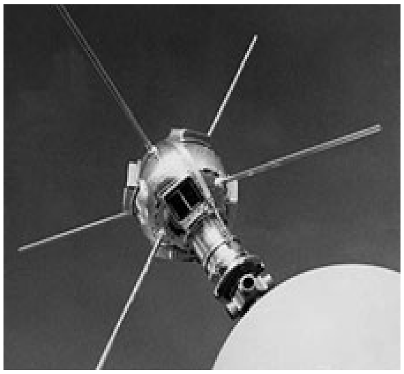


सौजन्य :- (STK-generated image courtesy - CSS)

अगर ऐसा ही लगातार चलता रहा तो अगले बीस सालो मे अंतरिक्ष की भूतुल्यकालिन कक्षा, जहां सभी देशों के संचार उपग्रह कार्यरत हैं, सम्पूर्णत: अवरुद्ध (Blocked) हो सकती हैं। अंतरिक्ष मलबे की समस्या अब इतनी गंभीर होती जा रही हैं कि यदी हमने अभी उपग्रह प्रक्षेपित करना सम्पूर्णत: बन्द भी कर दिया तब भी वर्तमान का मलबा तथा अन्य कार्यरत उपग्रह आपस में टकरा कर और अधिक मलबा उत्पन्न करते रहेंगे, जिससे अंतरिक्ष मे सिर्फ और सिर्फ मलबा ही रहेगा और कुछ नहीं। तत्वत: समय की मांग है कि इस समस्या से निपटनें के लिए अंतरराष्ट्रिय स्तर पर आपसी सहयोग बढ़े, जिससे समस्या का उचित निवारण हो सके।

अंतरिक्ष हमारा भविष्य हैं, हमारे बच्चो का भविष्य हैं और हमें उन्हें इसे स्वच्छ, प्रदूषण मुक्त, स्वस्थ एवं सुरक्षित अवस्था में प्रदान करना हैं।

अंतरिक्ष मलबे का सबसे पूराना अंश अमेरिकन उपग्रह वेंगार्ड-1, जिसे मार्च 17, 1958 को प्रक्षेपित किया गया था, आज भी अंतरिक्ष में बीना काम से घुम रहा हैं।



सौजन्य :- http://wikipedia.org/wiki/Space debris/images.

इंटरनेशनल स्पेस स्टेशन की भ्रमणकक्षा (Green color) और जनवरी 11, 2007 को चीन द्वारा अपने एक मृत उपग्रह को जमीन से एंटि सेटेलाईट मिसाईल से नष्ट करने से कक्षा में निर्मित अंतरिक्ष मलबा (Red Color)

8.0 संदर्भ सूचि:नासा ग्रीन स्पेस प्रोजेक्ट रिपोर्ट (Space Cleaning program)

: http://neo.jpl.nasa.gov/images/ :

: http://wikipedia.org/wiki/Space_debris/images.

: STK-generated image courtesy - CSS

9.0 लेखक परिचय

जितेन्द्र खर्डे ने सन् 1975 में वडोदरा, गुजरात स्थित औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थान से रेडियो मिकेनिक का प्रमाणपत्र पाठ्यक्रम संपन्न किया। अगस्त 1978 से आप अहमदाबाद स्थित इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) में वर्तमान में जूनियर इंजीनियर के पद पर कार्यरत है। आपको राजभाषा की केन्द्रीय सचिवालय हिन्दी परिषद, अंतरिक्ष विभाग, परमाणु ऊर्जा विभाग, रक्षा विभाग (DRDO), राष्ट्रीय विज्ञान-प्रौद्योगिकी संचार परिषद (NCSTC) द्वारा आयोजित विभिन्न तकनीकी संगोष्ठी में हिन्दी में तकनीकी लेखों के प्रस्तुतिकरण में पुरस्कार प्राप्त हुए हैं। आपके 25 से ज्यादा तकनीकी हिन्दी लेख विभिन्न पत्रिकाओं में प्रकाशित हो चुके हैं।

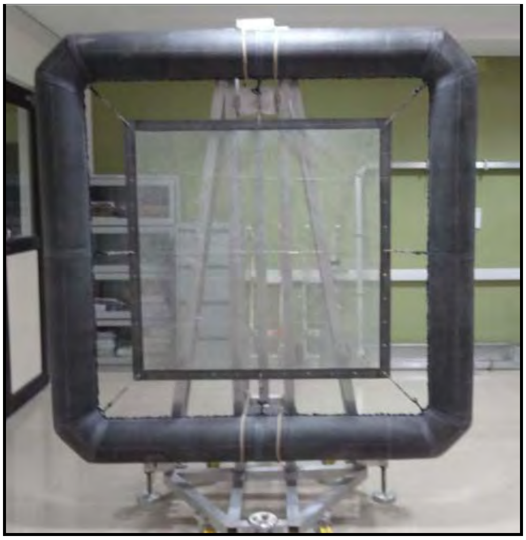
फूलने वाले (इनफ्लेटेबल) अंतरिक्ष ऐन्टेना के निर्माण व विकास में मेक इन इंडिया अभिगम (प्रौद्योगिकी विकास प्रक्रिया)

कृपा शंकर सिंह, अभियंता - एस. ई.*, एम. वाई. ऱावल- जूनियर अभियंता,
ए.सी. माथुर, ग्रुप निदेशक, ए. एस. एम. जी.
ऐन्टेना यांत्रिक अभिकल्प प्रभाग, यांत्रिक अभियांत्रिक प्रणाली क्षेत्र, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)

सारांश

लॉन्च एवं अंतरिक्ष के वातावरण, डिजाइन की परस्पर विरोधी बहुआयामी चुनौतियाँ, नई सामग्री और उनके प्रसंस्करण की खोज, जमीन पर प्रक्षेपण और कक्ष के वातावरण का परीक्षण करने की चुनौतियाँ, अंतरिक्ष अनुसंधान को अत्यंत रोचक और चुनौतिपूणॅ बना देते हैं। प्रौद्योगिकी विकास प्रक्रिया के तहत भविष्य की प्रौद्योगिकी और उसकी डिजाइन, निर्माण और परीक्षण की चुनौतियों का स्वदेश में उपलब्ध तकनिकी संसाघनो से संबोधित करते है।

प्रौद्योगिकी विकास प्रक्रिया के तहत फूलने वाले (इनफ्लेटेबल) अंतरिक्ष-ऐन्टेना के निर्माण व विकास में "मेक इन इंडिया" अभिगम का एक सफल प्रयास सैक में किया गया है। विभिन्न रूपों में स्वदेशी उद् उद्योगों और प्रौद्योगिकी संस्थानों के समर्थन से फूलने वाले (इनफ्लेटेबल) अंतरिक्ष-ऐन्टेना निर्माण व विकास की प्रक्रिया, डिजाइन की परस्पर विरोधी बहुआयामी चुनौतियाँ का सफल एवं सरल प्रयास का संक्षिप्त विवरण इस लेख में किया गया है। (*चित्र-1* का संदर्भ लें)



चित्र-1- सैक निर्मित फूलने वाले (इनफ्लेटेबल) अंतरिक्ष-ऐन्टेना

1- प्रस्तावना

हाल के वर्षों में अंतरिक्ष वैज्ञानिकों व अभियंताओं का ध्यान अंतरिक्ष मिशनों की लागत को कम करने पर संकेन्द्रित हुआ है ताकि उपग्रहों की बढती मांग को पूरा किया जा सके। ऐन्टेना उपग्रह का एक बहुत ही महत्वपूर्ण घटक है। भविष्य में ऐसें ऐन्टेना की आवश्यकता होगी जो भार में हल्के, बहुत मजबूत और बहुत बड़े आकार के हो। आगामी आवश्यकताओं को ध्यान में रखकर अंतरिक्ष संगठनों ने खुलने वाला (डिपलायेबल), फूलने वाला (इनफ्लेटेबल) और अनफरलेबल ऐन्टेना का अनुसंधान और निर्माण शुरू कर दिया है। भार में हल्की, आसान परिवहनीयता और बहुत बड़े आकार की होने के कारण ऐसें ऐन्टेना के कई लाभ हैं। ग्रहों के अन्वेषण में भी ऐसें ऐन्टेना का उपयोग किया जा सकता है। इस के लिए कई नयें द्रव्यों, नई निर्माण विधियों और परीक्षण तरीकों के विकास की आवश्यकता होती है। इसमें स्वदेशी उद्योगों और प्रौद्योगिकी संस्थानों का योगदान बहुत महत्वपूर्ण हो गया है।

प्रौद्योगिकी विकास प्रक्रिया के तहत फूलने वाले (इनफ्लेटेबल) अंतरिक्ष-ऐन्टेना की डिजाइन, निर्माण और परीक्षण की चुनौतियों के संबोधन में मेक इन इंडिया अभिगम का एक सफल प्रयास स्वदेश में उपलब्ध तकनिकी संसाधनो के माध्यम से किया गया है।

2- फूलने वाली (इनफ्लेटेबल) अंतरिक्ष ऐन्टेना

फूलने वाली (इनफ्लेटेबल) अंतरिक्ष ऐन्टेना प्रौद्योगिकी, उच्च सांख्यिकी (डाटा) दर की आवश्यकता और दूर संचार के लिये बहुत ही महत्वपूर्ण है। फूलने वाली (इनफ्लेटेबल) अंतरिक्ष ऐन्टेना प्रौद्योगिकी का उपयोग निम्नलिखित है।

- परावर्तक (रिफ्लेक्टर) एंटीना
  - परवलयिक रिफ्लेक्टर ऐन्टेना
- समतल (पलेनर) एंटीना
  - पर्वतक व्यूह एंटीना
  - माइक्रोस्टीप चरणबद्ध एंटीना
  - सिंथेटिक एपर्चर रडार

3- फूलने वाले (इनफ्लेटेबल) अंतरिक्ष-ऐन्टेना के निर्माण व विकास का उद्देश्य

इनफ्लेटेबल सामग्री अत्यंत लचीली होती है और किसी भी झुकाने वाले बल के लिये कठोरता नहीं प्रदान करती है। वे केवल तनाव विन्यास में ही काम कर सकते हैं। इसलिए इसकी डिजाइन के लिये गैर रेखीय सिमुलेशन प्री-तनाव परिस्थितियों में की जाती है।

प्रौद्योगिकी विकास प्रक्रिया के निम्नलिखित उद्देश्य है:

- एक समतल (पलेनर) फूलने वाले (इनफ्लेटेबल) ऐरे एंटीना संरचना के लिए एक यंत्रवत् कार्यात्मक प्रदर्शित करना
- फूलने वाले (इनफ्लेटेबल) संरचना का क्षेत्रीय घनत्व <3 किग्रा / मीटर^2
- निर्विघ्न तैनाती

4- फूलने वाले (इनफ्लेटेबल) ऐन्टेना संरचना की आवश्यकताएँ / विशिष्टता

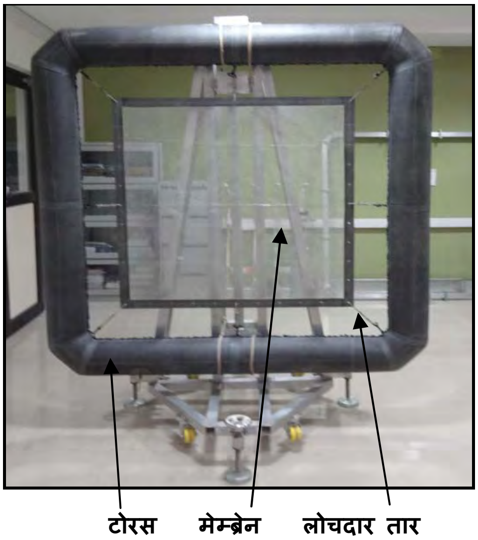
तालिका-1- इनफ्लेटेबल ऐन्टेना संरचना के लिए यांत्रिक आवश्यकताओं / विनिर्देशों		
पैरामीटर		विशेष विवरण
एरियल घनत्व		< 3 (किलो / मी^{2})
सामग्री	पतला / झिल्ली सतह	पॉलिएस्टर / केपटान
	इनफ्लेटेबल फ्रेम	नीयोप्रीन लेपित केवलार
	अन्य संरचनाऐं	एल्युमीनियम मिश्र धातु 6061-T6 / अन्य धातु
कुल आयाम		
पतला / झिल्ली का आकार		1.2 मीटर x 1.2 मीटर
इनफ्लेटेबल संरचना का आकार		1.5 मीटर x 1.5 मीटर x 0.12 मीटर
एंटीना एपर्चर का आकार		1.0 मीटर x 1.0 मीटर
पैकेजिंग विशिष्टता		
तैनात आयतन		1.5 मीटर x 1.5 मीटर x 0.20 मीटर
बंद (stowed)आयतन		0.25 मीटर x 1.5 मीटर x 0.10 मीटर
तैनात आयतन व बंद आयतन अनुपात		> 10: 1
कार्यात्मक विनिर्देश		
इनफ्लेटेबल संरचना की तैनाती		निर्विघ्न तैनाती
एंटीना एपर्चर की सतह		शिकन मुक्त
तैनाती प्रणाली		
तैनाती प्रणाली		फूलने के आधार पर तैनाती
इनफ्लेसन प्रणाली	प्रकार	गैस के सिलेंडर
	गैस	नाइट्रोजन
यांत्रिक लोड		
यांत्रिक भार		गुरुत्वाकर्षण भार

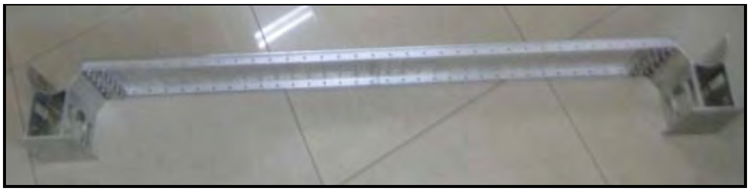
5- फूलने वाले (इनफ्लेटेबल) ऐन्टेना संरचना के घटक (*चित्र-2* का संदर्भ लें)

1- फूलने वाली फ्रेम (टोरस) - लोचदार तार की मदद से झिल्ली संरचना का समर्थन करता है

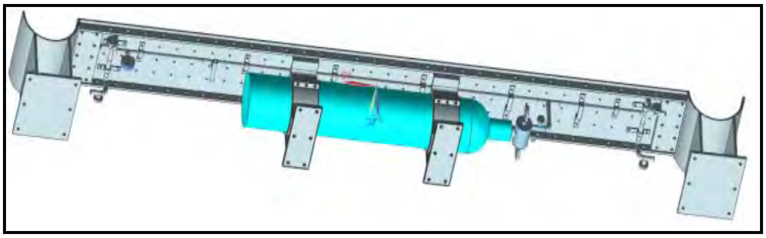
2- पतला झिल्ली (मेम्ब्रेन) सतह- एंटीना तत्वों को इस पर विकसित कर रहे हैं। हमने डमी के रूप में एक फिल्म में इस्तेमाल किया।

3- फुलाने वाली तंत्र प्रणाली और गैस- उचित दबाव और आवश्यक प्रवाह दर पर गैस की आपूर्ति करने के लिए
4- कठोर पदार्थ की सहायक प्रणाली- सब तत्वों के समर्थन के लिए समर्थन





कठोर पदार्थ की सहायक प्रणाली



फुलाने वाली तंत्र प्रणाली और गैस

चित्र-2- फूलने वाली ऐन्टेना संरचना के घटक

6- फूलने वाली संरचना के फूलने के विभिन्न चरण (*चित्र-3* का संदर्भ लें)

चित्र-3- ऐन्टेना फूलने के विभिन्न चरण

7- फूलने वाली (इनफ्लेटेबल) ऐन्टेना विकास चक्र

1. ऐन्टेना की आवश्यकताएँ
2. ऐन्टेना विनिर्देश (स्पेसिफीकेसन)- यांत्रिक (मैकेनिकल) विनिर्देश (स्रपेसिफीकेसन)
3. संकल्पनात्मक (कानसेपचुवल) डिजाइन
   - संकल्पनात्मक यांत्रिक (मैकेनिकल) डिजाइन
   - संकल्पनात्मक डिजाइन में इटरेशन
   - संकल्पनात्मक आरेखण (ड्राइंग) और 3D मॉडल
   - आंतरिक (इन्टरनल) डिजाइन की समीक्षा
4. विस्तार में डिजाइन 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 (एनालिसिस) के आधार पर 3-D मॉडल में संशोधन

- निर्माण, असेंबली और संरेखण (ऐलाईनमेन्ट) के आधार पर डिजाइन में परिवर्तन
- प्रारंभिक डिजाइन की समीक्षा
- 2-डी आरेखण (ड्राइंग)

5. संकल्पनात्मक मॉडल का निर्माण और परीक्षण

- डी.वी.एम. का निर्माण
- डी.वी.एम. का परीक्षण
- परिणाम इन्टर्प्रिटेशन और डिजाइन में और सुधार के लिए चर्चा

8- फूलने वाली (इनफ्लेटेबल) ऐन्टेना संरचना डिजाइन और विश्लेषण

- इनफ्लेटेबल ऐन्टेना संरचना के लिये सामग्री चयन
- झिल्ली का डिजाइन
- इनफ्लेटेबल फ्रेम का डिजाइन
- फुलाने वाली तंत्र प्रणाली का डिजाइन
- परीक्षण-फिक्स्चरों का डिजाइन

8.1- इनफ्लेटेबल ऐन्टेना संरचना के लिये सामग्री चयन

इनफ्लेटेबल ऐन्टेना संरचना संरचना दो लचीले घटकों से बना हैं: झिल्ली [कार्यात्मक आरएफ] और इनफ्लेटेबल फ्रेम [यांत्रिक कार्यात्मक]। अंतरिक्ष में इस्तेमाल होने इनफ्लेटेबल सामग्री में नीचे दिए गए सामान्य गुण आवश्यक हैं।

- यांत्रिक विशेषताएं- कम घनत्व, हाई यील्ड-ताकत, उच्च यंग मापांक, उच्च flexural शक्ति, उच्च संपीड़न ताकत, उच्च दृढ़ता, उच्च फाड़ प्रतिरोधक
- सामग्री प्रसंस्करण गुण- उच्च मुणन क्षमता (कॉम्पैक्ट भंडारण के लिए तह किया जा सकने की क्षमता), आसानी से जटिल आकार में निर्माण क्षमता, उच्च सिलने और संयुक्त होने की क्षमता, सटीक आकार में कटने की क्षमता, पिघल जाने की क्षमता
- उच्च अंतरिक्ष के वातावरण स्थायित्व
- उच्च विकिरण ताप अंतरण के लिए ऑप्टिकल गुण
- उपयुक्त थर्मल विशेषताएं
- उपयुक्त विद्युत चुम्बकीय गुण

झिल्ली सामग्री: केपटान
इनफ्लेटेबल फ्रेम सामग्री: नीयोप्रीन लेपित केवलार

8.2- झिल्ली का डिजाइन

- झिल्ली ज्यामिति का चयन
- Wrinkling विरूपण और पैटर्न अनुमान
- एंटीना एपर्चर से मार्जिन
- लंगर अंक की संख्या और एंकर बल आकलन
- मोड-आकार अनुमान

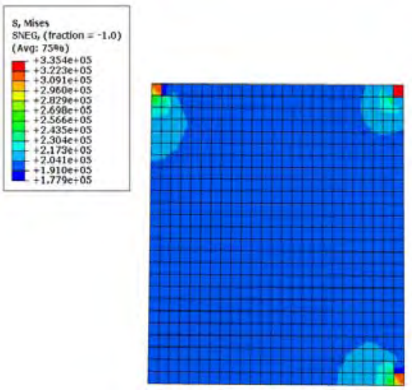
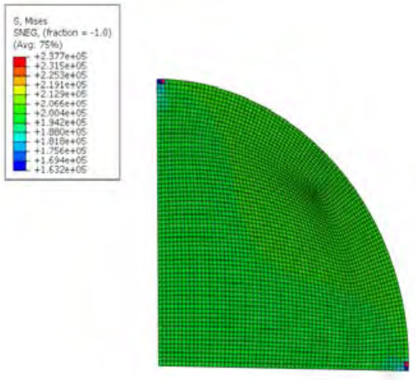
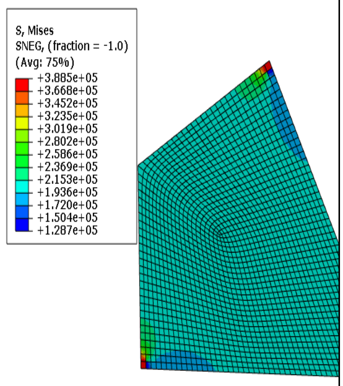
8.2.1- झिल्ली ज्यामिति का चयन (तालिका-2 का संदर्भ लें)

तालिका-2: विश्लेषण के परिणाम सारांश / झिल्ली के गुण

	स्क्वायर झिल्ली	परिपत्र झिल्ली	त्रिकोणीय भूतल
वॉन-मिसेस तनाव	0.335 एम.पीए.	0.238 एमपीए	0.389 एमपीए
विकार	0.043 मि.मी.	0.038 मि.मी.	0.096 मि.मी.
विकार _X दिशा	0.033 मि.मी.	0.037 मि.मी.	0.083 मि.मी.
विकार_Y दिशा	0.033 मि.मी.	0.037 मि.मी.	-0.065 मि.मी.
विकार _Z दिशा	4.2 e-17 मि.मी.	6.6 e-17 मि.मी.	- 6.8 e-17 मि.मी.

पहला मोड, *F1 (1,0)*	8.2 हर्ट्ज	7.0 हर्ट्ज	4.7 हर्ट्ज
दूसरा मोड, *F1 (1,2)*	18.3 हर्ट्ज	13.4 हर्ट्ज	9.4 हर्ट्ज
तिसरा मोड, *F1 (2,1)*	18.4 हर्ट्ज	15.2 हर्ट्ज	9.6 हर्ट्ज
चौथा मोड, *F1 (2,2)*	24.3 हर्ट्ज	19.8 हर्ट्ज	12.5 हर्ट्ज
झिल्ली के क्षेत्र	1 मीटर ^{2}	1.57 मीटर ^{2}	3.51 मीटर ^{2}
25 मास मीटर मोटाई μ	37 जी	58 जी	130 जी
निर्माण कार्य की आसानी	उच्च	कम	मध्यम

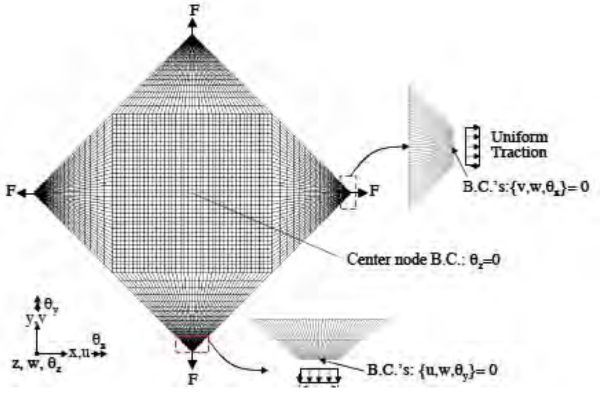
तालिका-2,3 के संदर्भ से वर्ग (स्क्वायर) ज्यामिति अधिकतम मोडल आवृत्तियों, न्यूनतम द्रव्यमान, और परिपत्र सतह क्षेत्र के साथ तुलनीय विस्थापन और उचित तनाव रखता है। इसको बनाना और बंद हालत मे मोड्ना भी आसान है। इसलिए वर्ग ज्यामिति उपलब्ध ज्यामितियों के बीच सबसे अच्छा विकल्प है।

तालिका-3: विश्लेषण के परिणाम सारांश (वॉन-मिसेस तनाव in एम.पीए.)		
स्क्वायर झिल्ली	परिपत्र झिल्ली	त्रिकोणीय भूतल
 0.335 MPa<< यील्ड-ताकत.	 0.238 MPa<< यील्ड-ताकत.	 0.389 MPa<< यील्ड-ताकत.

8.2.2- सिलवट (Wrinkling) विरूपण और पैटर्न अनुमान (*चित्र-4* का संदर्भ लें)

मार्जिन क्षेत्र और झिल्ली सीमा के साथ सिलवट को कम से कम करने के लिए, Abaqus में विस्तृत विश्लेषण, किया गया है।

- सिलवट पैटर्न
- झुर्रियों के आयाम
- झुर्रियों का नियंत्रण

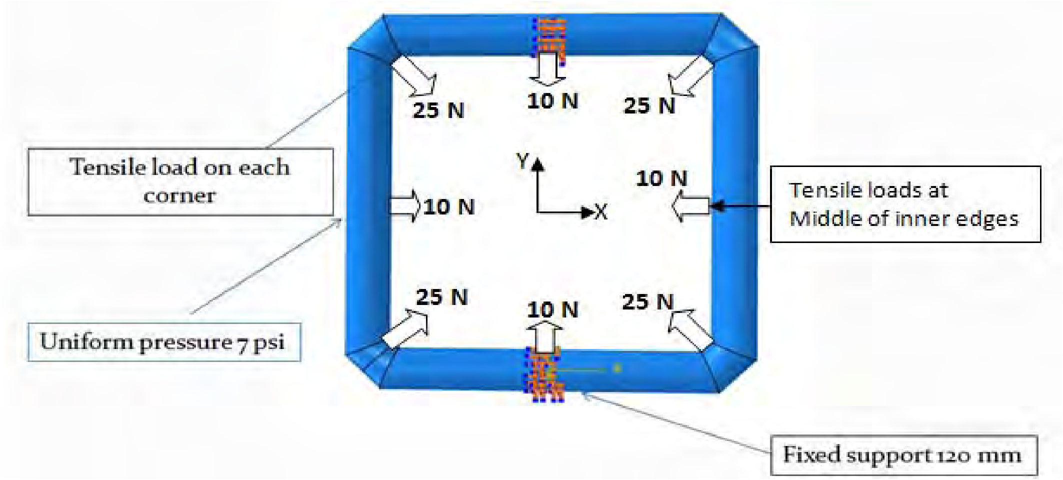


चित्र-4 झिल्ली के रियल सीमा की स्थिति

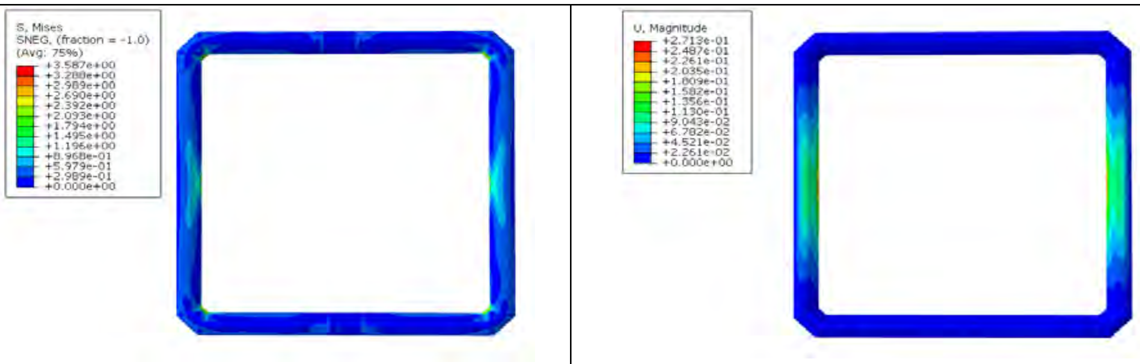
8.3- इनफ्लेटेबल फ्रेम का डिजाइन (*चित्र-5,6* का संदर्भ लें)

इनफ्लेटेबल फ्रेम के डिजाइन निम्नलिखित से नियंत्रित होता है।

- विकार और इनफ्लेटेबल फ्रेम में तनाव
  - o भार और बिना गुरुत्वाकर्षण के गैस के अंदर दबाव के कारण
  - o भार और गुरुत्वाकर्षण के गैस के अंदर दबाव के कारण
- फ्रेम के अंदर गैस दबाव



चित्र-5 इनफ्लेटेबल फ्रेम के रियल सीमा की स्थिति

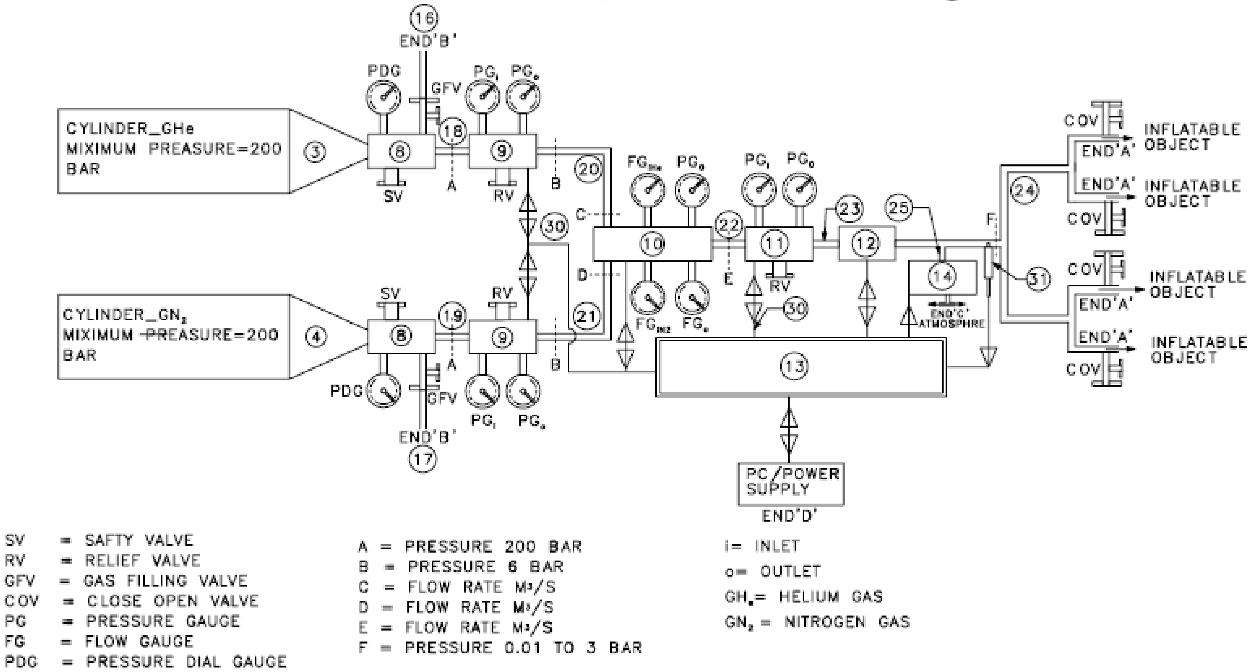


इनफ्लेटेबल फ्रेम में तनाव: 3.587 एम.पीए.

विकार: 0.271 मि.मी.

चित्र-6 इनफ्लेटेबल फ्रेम के विश्लेषण के परिणाम

8.4- फुलाने वाली तंत्र प्रणाली का डिजाइन (*चित्र-7* का संदर्भ लें)



चित्र-7 फुलाने वाली तंत्र प्रणाली

8.5- परीक्षण-फिक्स्चरों का डिजाइन का डिजाइन (*चित्र-8* का संदर्भ लें)

चित्र-8 परीक्षण-फिक्स्च

- कम संकुचित (stowed)आयतन
- प्रौद्योगिकियों क्षेत्र की
- नियंत्रित तैनाती
- अंतरिक्ष कठोरता
- कक्षा में ऐन्टेना की आयामी स्थिरता
- ऐन्टेना का संरेखण (ऐलाईनमेन्ट)
- ऐन्टेना सतह की सटीकता
- फूलने वाले तंत्र
- गतिशील मॉडलिंग
- अंतरिक्ष के वातावरण का सिमुलेशन
- यांत्रिक अभिकल्प (डिजाइन)
- अंतरिक्ष मे उपयोगी पदार्थ
- निर्माण
- परीक्षण

इन चुनौतियों का सामना हम अकेले नहीं करते बल्कि हमारें देश में उपलब्ध कई प्रौद्योगिकी एवं अकादमिक संस्थानों के सहयोग और योगदान से करते हैं।

10- आभार

हम उप निदेशक श्री एच. आर. कन्सारा व निदेशक श्री तपन मिश्रा अंतरिक्ष उपयोग केंद्र को धन्यवाद देतें हैं जिन्होंने इस पत्र को हिन्दी सेमिनार में मुद्रित करने की आज्ञा प्रदान की। हम अपने सहकर्मियों को धन्यवाद देतें हैं जिन्होंने इस लेख की प्रूफ रीडिंग करी व त्रुटियों को सही करने में सहायता प्रदान की।

11- संदर्भ

1. www.nrsc.gov.in / www.ilcdover.com
2. Christopher H. M. Jenkins," Gossamer Spacecraft: Membrane and Inflatable Structure Technology for Space Applications", Volume 191, AIAA
3. पुस्तकालय संग्रहालय से नासा और ईसा की कार्यवाहीयॉ
4. अंग्रेजी-हिंदी अंतरिक्ष विज्ञान शब्दावली (जून-2009) - वैज्ञानिक व तकनीकी शब्दावली आयोग, भारत सरकार, मानव संसाधन विकास मंत्रालय, नई दिल्ली कम लागत वाली और समयबद्ध आपदा प्रबंधन के लिए चित्र-1- आपदाओं के चित्र
5. कृपा शंकर सिंह, ए.सी. माथुर, "उपग्रहों और ग्रहों के अन्वेषण में फूलने वाली (इनफ्लेटेबल) संरचनाओं का अनुप्रयोग", 2011, सैक हिंदी संगोष्ठी, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक), अहमदाबाद
6. कृपा शंकर सिंह, ए.सी. माथुर, "प्रौद्योगिकी प्रदर्शन कार्यक्रम (टी.डी.पी.): समतल एंटीना के लिए फूलने वाली (इनफ्लेटेबल) संरचना का विकास और निर्माण", 2012-2014, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक), अहमदाबाद

***

मेक-इन-इंडिया पहल में हिंदी का महत्व

कमलेश कुमार बराया
वैज्ञानिक/अभियंता-एस एफ
तापीय अभियांत्रिकी प्रभाग (मेसा)
अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद

प्रस्तावना

मेक-इन-इंडिया भारत सरकार की एक महत्वपूर्ण पहल है। हमारे प्रधानमंत्री श्री नरेन्द्र मोदी ने 25 सितम्बर 2014 को इसकी शुरूआत की। इस पहल के दवारा देश की और विदेश की कम्पनियों को उनके उत्पादों को भारत में ही निर्माण करने के लिए प्रेरित किया जा रहा है। इस पहल के द्वारा हमारे देश मे प्रत्यक्ष विदेशी निवेश को बहुत बढ़ावा मिला है और भविष्य में भी मिलता रहेगा। मेक-इन-इंडिया का मुख्य उद्देश्य हमारे देश का तेजी से विकास करना तथा देश के लोगों के लिए रोजगारों का सृजन करना है जिससे लोगों के जीवन स्तर में सुधार हो सके। मेक-इन-इंडिया पहल के द्वारा हम प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में भी अधिक आत्मनिर्भर हो सकेंगे तथा देश में विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में शोध कार्यों को भी बल मिलेगा। मेक-इन-इंडिया पहल की सफलता के लिए देश के सभी वर्ग के लोगों की भागीदारी होना आवश्यक है। मेक-इन-इंडिया को साकार करने के लिए करोड़ों कुशल एवं दक्ष युवक - युवतियों की आवश्यकता होंगी। इसलिए ग्रामीण और शहरी लोगों में कौशल निर्माण करना होगा। मेक-इन-इंडिया के द्वारा करोड़ों की संख्या में रोजगार का सृजन होगा।

किसी भी उत्पाद के विनिर्माण के लिए जो महत्वपूर्ण पहलू होते हैं उनमें मुख्य है - 1.कच्चा माल या सामग्री का प्रापण 2.सामग्री, श्रम और संयंत्रों के संयोजन से उत्पाद का निर्माण 3.उत्पाद का विपणन एवं विक्रय। उत्पाद विनिर्माण के सभी पहलुओं में संवाद और संवाद की भाषा का महत्व बहुत अधिक होता है। मेक-इन-इंडिया की सफलता के लिए आवश्यक है कि उत्पाद विनिर्माण के सभी पहलुओं में स्थानीय ग्रामीण एवं शहरी गरीब लोगों की भागीदारी सुनिश्चित हो। जिससे अधिक से अधिक लोगों को रोजगार मिल सके एवं हमारे देश की सृमद्धि एवं विकास में भाग ले सकें। यह कार्य भारत के अधिकतर ग्रामीण एवं शहरी गरीबों की भाषा हिंदी में ही संभव हो सकता है। लेख में मेक-इन-इंडिया के कुछ पहलुओं में हिंदी के महत्व और उसकी भूमिका पर चर्चा की गई है।

कौशल विकास के लिए हिंदी

मेक-इन-इंडिया अभियान की सफलता के लिए करोड़ों की संख्या में विभिन्न कार्यों में दक्ष जनशक्ति की आवश्यकता होगी। मल्टीनेशनल कम्पनियों को कौशलपूर्ण जनशक्ति की आपूर्ति स्थानीय लोगों से ही करनी पड़ती है। स्थानीय लोग ही कम दरों पर भी स्थायी रूप से कम्पनी के साथ जुड़े रह सकते हैं। इस जनशक्ति में अधिकतर लोग ग्रामीण एवं शहरी गरीब वर्ग से होंगे। इन लोगों की शैक्षिक पृष्ठभूमि सामान्य होती है एवं सामान्यतया ये लोग अंग्रेजी माध्यम से पढ़े हुए नहीं होते हैं। इन लोगों की शिक्षा का माध्यम हिंदी या कोई प्रादेशिक भाषा ही होती है। केन्द्र सरकार एवं प्रदेशों की सरकारों ने मेक-इन-इंडिया पहल को ध्यान में रखते हुए वृहद् स्तर पर कौशल विकास कार्यक्रमों की शुरूआत की है। कौशल विकास कार्यक्रमों का माध्यम हिंदी होगा तभी वे प्रभावी होंगे तथा अधिक से अधिक लोग इन कार्यक्रमों का लाभ उठा सकेंगे। कौशल विकास कार्यक्रमों का माध्यम हिंदी होगा तो प्रशिक्षुओं का पूरा ध्यान कौशल विकास की ओर ही केन्द्रित रहेगा। अंग्रेजी भाषा में कार्यक्रम संचालन करने से भाषा को समझने में समस्या आ सकती है परिणाम स्वरूप कौशल सीखने के दौरान ध्यान कौशल के बजाय भाषा की जटिलताओं को सीखने में चला जाता है।

विपणन एवं विक्रय में हिंदी की भूमिका

जनसंख्या के मामले में हमारा देश विश्व में दूसरे स्थान पर होने के कारण भारत एक बहुत बड़ा बाजार भी है। किसी भी कम्पनी को अपना उत्पाद बेचना होगा तो वह एक अच्छे एवं वृहद बाजार में अपने उत्पाद के लिए जगह बनाने के प्रयास में रहती है। मल्टीनेशनल कम्पनियां जब भारत में अपने उत्पादों का उत्पादन करेंगी तो वे भारत जैसे बढ़ते हुए बाजार की अनदेखी नहीं कर सकती है। क्योंकि भारत की जनसंख्या अधिक होने के कारण दुनियाभर की कम्पनियों के लिए भारत एक वृहद् बाजार है। भारत एक विकासशील देश होने के कारण यहां की अर्थव्यवस्था में अधिकतर उत्पादों की मांग बहुत अच्छी है और आगे के कई वर्षों तक यह मांग बनी रहने की सम्भावना है। कम्पनियों को अपना उत्पाद बेचने के लिए उसका प्रचार-प्रसार एवं विज्ञापन करना होगा। हमारे देश की लगभग आधी से अधिक जनसंख्या हिंदी को समझ सकती हैं। इसलिए किसी उत्पाद को बेचने, विज्ञापन करने एवं उसकी जानकारी देने के लिए हिंदी की अनदेखी नहीं की जा सकती है। अगर हम भारत में बड़े-बड़े मल्टीनेशनल्स जैसे हिंदुस्तान लीवर, नेस्ले इत्यादि पर नज़र डालें तो पाते हैं कि ये कम्पनियां अपने

उत्पादों का विज्ञापन हिंदी में ही करती है। अपने उत्पाद की जानकारी देने के लिए हिंदी ही सबसे उपयुक्त भाषा है। उदाहरण के तौर पर अगर किसी कम्पनी को ग्रामीण एवं शहरी गरीब लोगों में वाटर प्यूरिफायर बेचना है तो प्यूरिफायर की क्षमताओं तथा उसे ऑपरेट करने एवं उसके मेंटीनेंस की जानकारी की पुस्तिका हिंदी भाषा में ही तैयार करना उपयुक्त होगा। उसके अधिकतर ग्राहक अंग्रेजी भाषा में उस उत्पाद की जानकारी को नहीं समझ पाएंगे। हिंदी भाषा में छपी पुस्तिका को अधिकतम संख्या में लोग समझ सकते हैं। वह कम्पनी चाहे तो पुस्तिका हिंदी के अतिरिक्त अन्य प्रादेशिक भाषाओं में भी छाप सकती है। हिंदी भाषा में जानकारी देना अनिवार्य होगा क्योंकि हिंदी ही वह भाषा है जिसके माध्यम से कम्पनी अधिकतम लोगों तक अपने उत्पाद की जानकारी पहुंचा सकती है।

प्रापण में हिंदी का महत्व

मेक-इन-इंडिया पहल के परिणामस्वरूप परियोजनाओं के लिए प्रापण का कार्य वृहद् स्तर पर होगा। किसी भी परियोजना के कार्यान्वयन शुरू करने के लिए प्रापण एक महत्वपूर्ण एवं प्रारंभिक कदम होता है। परियोजना के लिए भूमी, कच्चे माल, संयंत्रों एवं पुर्जों का प्रापण करना होता है। प्रापण जितना स्थानीय स्तर पर होता है उतना ही वित्तीय रूप से लाभदायक होता है। स्थानीय स्तर पर प्रापण के लिए स्थानीय भाषा का बहुत महत्व होता है। विनिर्माणकर्ता की मांग को स्थानीय लोग अच्छी तरह से समझ सके उसके लिए यह जरूरी है कि मांगों को स्थानीय भाषा में ही प्रस्तुत किया जाएं तभी स्थानीय लोग उसकी मांग की पूर्ति अच्छी तरह से कर सकते हैं। अगर उत्पादक उसकी मांग की जानकारी हिंदी भाषा में प्रकाशित करेंगे, तो स्थानीय लोग मांगकर्ता की अपेक्षाओं को बेहतर समझ सकते हैं। प्रापण का कार्य हिंदी में करने से मेक-इन-इंडिया पहल को बल मिलेगा। इसलिए मेक-इन-इंडिया पहल की सफलता में हिंदी की महत्वपूर्ण भूमिका होगी।

विदेशों में हिंदी का प्रचार-प्रसार

हिन्दी देश में ही नहीं विदेशों में भी लोकप्रिय भाषा है। हिंदी की इस लोकप्रियता से मेक-इन-इंडिया अभिगम को भी लाभ मिलेगा। हिंदी की लोकप्रियता से नए अन्तर्राष्ट्रीय व्यापार संबंधों को स्थापित करने में मदद मिलती है। मेक-इन-इंडिया पहल की सफलता के लिए तो हिंदी आवश्यक है ही लेकिन इस पहल का एक बड़ा लाभ यह होगा कि इससे हिंदी को देश में ही नहीं विदेश में भी बढ़ावा मिलेगा। हम कह सकते हैं कि मेक-इन-इंडिया और हिंदी दोनों एक दूसरे के पूरक है। दोनों को एक दूसरे से बढ़ावा मिलेगा। हमारे देश में उत्पादन के लिए विदेशी तकनीक आएगी तो स्थानीय लोगों को उस तकनीक एवं कौशल का प्रशिक्षण स्थानीय भाषा में ही देना होगा। इसके लिए विदेशी प्रशिक्षकों को भी हिंदी भाषा सिखने की आवश्यकता होगी जिससे वे स्थानीय लोगों को हिंदी में प्रशिक्षण दे सकें। किसी परियोजना के कार्यान्वयन के लिए उसकी संकल्पना से लेकर उसके सुचारू संचालन तक स्थानीय लोगों की सक्रिय भागीदारी आवश्यक होती है। जमीन, कच्चे माल, जनशक्ति सभी आवश्यकताओं के लिए स्थानीय लोगों का सहयोग आवश्यक होता है। जब विदेशी कम्पनियों के अधिकारी स्थानीय लोगों से व्यवहारिक एवं व्यापारिक संबंध करेंगे तब स्थानीय भाषा की जानकारी उन अधिकारियों के लिए काफी लाभप्रद सिद्ध होती है। स्थानीय भाषा के माध्यम से वे वहां के लोगों से बेहतर तरीके से व्यवहार कर सकते हैं। इसलिए मेक-इन-इंडिया पहल के कारण विदेश के लोग भी हिंदी सिखने के लिए प्रेरित होंगे। जब हमारे प्रधान मंत्री अमेरिका के राष्ट्रपति ओबामा से मुलाकात करते हैं तो अमेरिका के राष्ट्रपति नमस्ते बोलकर हमारे प्रधानमंत्री का स्वागत करते हैं। यह उदाहरण वैश्विक स्तर पर हिंदी भाषा की लोकप्रियता को दर्शाता है।

उन्नत प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी का महत्व

हमारे देश में उन्नत प्रौद्योगिकी के क्षेत्र जैसे अंतरिक्ष विज्ञान, परमाणु शक्ति, रक्षा विज्ञान इत्यादि मेंक-इन-इंडिया की दृष्टि के अनुसार अधिकतर उपकरणों का उत्पादन देश में ही होता है। उन्नत प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में देश में होने वाले कार्यो के बारे में आमजन को परिचित कराना आवश्यक होता है। आमजन को परिचित कराने से वे इन क्षेत्रों में स्वयं की भागीदारी के लिए प्रेरित होंगे तथा प्रौद्योदिकी के लाभप्रद उपयोगों के बारे में जागरूकता भी बढ़ती है। उन्नत प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में होने वाले कार्यों की जानकारी आमजन तक पहुंचाने में हिंदी की महत्वपूर्ण भूमिका है। जब इसरो द्वारा किसी उपग्रह का अंतरिक्ष में प्रक्षेपण किया जाता है तो प्रक्षेपण के दौरान विभिन्न गतिविधियों का आंखों देखा हाल हिंदी में राष्ट्रीय चैनलों पर प्रसारित किया जाता है। लोग यह आंखों देखा हाल सुनकर राष्ट्र पर गर्व अनुभव करते हैं। हिंदी के इस प्रयोग से आमजन बहुत लाभान्वित होते हैं। उन्नत प्रौद्योगिकी के कई जटिल विषयों पर हिंदी में पुस्तकें लिखकर आमजन तक वैज्ञानिक ज्ञान को पहुंचाया जाता है। मेक-इन-इंडिया की सफलता के लिए विज्ञान एवं तकनीकी विषयों पर हिंदी में लेखन के कार्य को और आगे बढ़ाना है। हिंदी के माध्यम से ही हम अधिक से अधिक लोगों को उन्नत प्रौद्योगिकी के विभिन्न विषयों से जोड़ सकते

हैं। परमाणु शक्ति, अंतरिक्ष, रक्षा उत्पादन जैसे विभागों नें अपने विभागों से जुड़े हुए कार्यों पर कई पुस्तकें हिंदी में प्रकाशित की है। ये पुस्तकें आमजन के लिए बहुत ही उपयोग सिद्ध हो रही है। मेक-इन-इंडिया अभिगम को ध्यान में रखते हुए हमें हिंदी भाषा में विज्ञान एवं तकनीकी के क्षेत्र के विषयों अधिक से अधिक पुस्तकें प्रकाशित करने पर जोर देना चाहिए।

शिक्षा की भाषा और मेक-इन-इंडिया

यह सर्वविदित तथ्य है कि कोई भी व्यक्ति किसी नए विषय के अपनी मातृभाषा में सहजता और सरलता से अच्छी तरह सीख सकता है। इसी तरह मनुष्य अपनी मातृभाषा में ही बेहतर तरीके से सोच सकता है। इसलिए किसी भी छात्र की शिक्षा के लिए सर्वोत्तम भाषा उसकी मातृभाषा ही होती है। मेक-इन-इंडिया की सफलता में शिक्षा का बहुत बड़ा योगदान होगा। शिक्षित नागरिक मेक-इन-इंडिया पहल में अधिक सार्थक भूमिका निभा सकते हैं। मेक-इन-इंडिया पहल के लिए करोड़ों की संख्या में शिक्षित नागरिकों की आवश्यकता होगी। इसके लिए हमारे देश में बच्चों का विद्यालयों में नामांकन को शत-प्रतिशत पहुंचाना होगा। यह उद्देश्य तब ही पूरा हो सकता है जब शिक्षा का माध्यम हिंदी या मातृभाषा हो। उच्च शिक्षा में अंग्रेजी विषय या अंग्रेजी माध्यम में होने के कारण शिक्षा को बीच में ही छोड़ देने वालों या ड्रॉप ऑउट्स की संख्या अधिक होती है। अगर स्कूल, कॉलेज और विश्वविद्यालयी शिक्षा हिंदी माध्यम से होने से अधिक से अधिक छात्र उच्च शिक्षा पूर्ण कर सकेंगे तथा वे मेक-इन-इंडिया अभिगम में अपना योगदान दे सकेंगे।

मेक-इन-इंडिया हेतु सरकार की नीतियों और योजनाओं का प्रचार

मेक-इन-इंडिया अभिगम को साकार बनाने के लिए सरकार ने कई नीतियां एवं योजनाएं बनाई है। सरकार ने ऐसी नीतियां बनाई है जिससे भारत में निवेश, विनिर्माण उद्योग एवं नवप्रवर्तन को बढ़ावा मिले। सरकार ने ऐसी नीतियां भी बनाई है जिससे बौद्धिक सम्पदा अधिकारों की रक्षा हो सके। सरकार ने युवाओं के कौशल विकास के लिए कई नई योजनाएं शुरू की है। मेक-इन-इंडिया को बढ़ावा देने के लिए सरकार ने स्मार्ट सिटी एवं इंडस्ट्रीयल कॉरिडॉर्स के निर्माण के लिए कार्य कर रही है। सरकार ने ऐसी और भी कई नीतियां एवं योजनाएं बनाई है जिससे मेक-इन-इंडिया अभिगम की सफलता को बढ़ावा मिल रहा है। मेक-इन-इंडिया के लिए बनाई गई ये नीतियां एवं योजनाएं जब ही फलीभूत हो सकती है जब सभी नागरिक इनका उपयोग कर देश के विकास में योगदान करें। इसलिए इन नीतियों एवं योजनाओं से सभी नागरिकों को परिचित कराने हेतु इनका व्यापक प्रचार-प्रसार आवश्यक है। इस कार्य के लिए हिंदी ही ऐसी भाषा है जिसके द्वारा सरकार की नीतियों एवं योजनाओं को जन-जन तक पहुंचाया जा सकता है। हिंदी बोलने एवं समझने वाले लोगों की संख्या अधिकतम होने के कारण मेक-इन-इंडिया हेतु बनाई गई नीतियों एवं योजनाओं की जानकारी को हिंदी भाषा के माध्यम से अधिक से अधिक लोगों तक पहुंचाया जा सकता है। इसलिए मेक-इन-इंडिया अभिगम की सफलता में हिंदी की भूमिका महत्वपूर्ण हो जाती है।

निष्कर्ष

मेक-इन-इंडिया भारत सरकार की एक महत्वपूर्ण पहल है। इसका उद्देश्य भारत में ही उत्पादों के विनिर्माण को बढ़ावा देना है जिससे यहां पर करोड़ों रोजगारों का सृजन होगा तथा देश विकास और सृमद्धि की ओर तेजी से बढ़ेगा। उत्पाद विनिर्माण के विभिन्न पहलूओं जैसे प्रापण, कौशल विकास, विपणन एवं विक्रय इत्यादि में हिंदी की महत्वपूर्ण भूमिका होगी। हिंदी के माध्यम से उत्पाद विनिर्माण के विभिन्न कार्य सरलता और दक्षता से पूर्ण हो सकते हैं। इसलिए राजभाषा हिंदी के अधिक से अधिक प्रयोग के द्वारा मेक-इन-इंडिया पहल सफलता की ओर तेजी से अग्रसर होगी।

संदर्भ सूचीः

1.www.makeinindia.com/

2. http://en.wikipedia.org/wiki/make_in_india

राजभाषा सत्र

हिंदी की मेक-इन-इंडिया में भूमिका

सोनू जैन, कनिष्ठ हिंदी अनुवादक (MH00537)
सोमा करनावट, हिंदी टंकक (AC08341)
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र

सारांश

भारत सरकार की नई पहल मेक-इन-इंडिया समावेशी विकास की योजना है। वैश्विक प्रतिस्पर्धा के मंच पर भारत इस पहल से विकसित देशों को टक्कर दे सकता है। समावेशी विकास में देश के नागरिकों की सहभागिता की बुनियादी भूमिका होती है। किसी भी आंदोलन की सफलता में जनभागीदारी की केंद्रीय भूमिका होती है। यदि भारत सरकार मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम को सफलता की बुलंदियों तक ले जाना चाहती है तो इसमें जनभागीदारी सुनिश्चित करना एक अनिवार्य चरण है। जनभागीदारी सुनिश्चित करने के लिए जनभाषा को स्थान देने की आवश्यकता है। जनता को सरकारी योजना की रूपरेखा, जनता की भूमिका और इससे होने वाले दूरगामी परिणामों से परिचित कराने के लिए हिंदी की भूमिका स्वतः परिभाषित है। इतिहास साक्षी है कि स्वतंत्रता आंदोलन में जनभाषा हिंदी की अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका है। भारत को निर्माण क्षेत्र में अग्रणी बनाने के लिए कुशल मानव बल की आवश्यकता है, जिसके लिए सरकार ने बृहद स्तर पर प्रशिक्षण केंद्रों की स्थापना करने की योजना भी बनाई है। प्रशिक्षण कार्यक्रम और मेक-इन-इंडिया के क्रियान्वयन में हिंदी और भारतीय भाषाओं की भूमिका निर्णायक रहेगी।

***

1.0 प्रस्तावना

मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम का उद्देश्य भारत को मैन्यूफेक्चरिंग हब बनाना है। इसके अंतर्गत 125 करोड़ जनसंख्या वाले विशाल भारत देश को विश्व के विनिर्माण केंद्र के रूप में परिवर्तित करने, अधिक से अधिक लोगों को रोजगार के अवसर प्रदान करने और घरेलू तथा विदेशी निवेशकों को मूल रूप से एक अनुकूल माहौल बनाने की परिकल्पना की गई है। मेक-इन-इंडिया से भारत के उद्योगों को एक मजबूत आधारभूत संबल मिलेगा। इस कार्यक्रम में नवाचार के लिए नवीन उपायों की खोज करना और उपलब्ध अवसरों का दोहन करना शामिल है, साथ ही दोनों में संतुलन के माध्यम से संपोषित विकास की परिकल्पना की गई है। इस कार्यक्रम को आर्थिक विवेक और प्रशासनिक सुधार के न्यायसंगत मिश्रण के रूप में भी देखा जा रहा है। निश्चित रूप से भारत सरकार को इस कार्यक्रम की सफलता के लिए देश के भाषायी परिदृश्य को भी एक अनिवार्य अंग के रूप में देखना चाहिए। जापान, चीन जैसे अधिकांश देशों की व्यवसायिक सफलता के पीछे उनकी स्वभाषाओं का महत्वपूर्ण योगदान रहा है। इस व्यापक कार्यक्रम को सफल बनाने के लिए राजभाषा हिंदी और अन्य प्रादेशिक भाषाओं की भूमिकाओं की पहचान करना और उसे सरकारी स्तर पर अनिवार्य अंग के रूप में लागू करना महत्वपूर्ण होगा।

2.0 मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम

2.1 परिचयः

भारत के माननीय प्रधानमंत्री द्वारा 25 सितंबर 2014 को नई दिल्ली में मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम का शुभारंभ किया गया। भारत में किसी भी क्षेत्र यथा-उत्पादन, कपड़ा उद्योग, ऑटोमोबाइल्स, निर्माण, खुदरा, रसायन, आईटी, बंदरगाह, औषधि, सेवाक्षेत्र, पर्यटन, स्वास्थ्य, रेलवे, अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी, आदि में अपने व्यापार को स्थापित करने के लिए राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय निवेशकों के लिए बड़ा अवसर है। भारत सरकार ने अनेक आकर्षक योजनाओं के साथ मेक-इन-इंडिया का शुभारंभ किया। इसका प्रतीक चिह्न विशाल सिंह है, जिसकी संरचना अनेक मशीनी पहियों से की गई प्रतीत होती है। शान से चलता हुआ शेर हिम्मत, मजबूती, दृढ़ता और बुद्धिमत्ता की ओर संकेत करता है। भारत सरकार की इस पहल से सारे ही देशवासियों को एक उज्ज्वल भविष्य की आशा की किरण दिखाई है। यह योजना देश को एक अंतर्राष्ट्रीय व्यापारिक केंद्र बनाने के लिए परिकल्पित है। इसके लिए एक राष्ट्रीय कार्यक्रम डिजाइन किया गया है, जिसके अंतर्गत युवाओं को 25 क्षेत्रों से संबंधित कौशलों का प्रशिक्षण देकर सशक्त मानव बल प्रदान करने की योजना भी है। इन 25 क्षेत्रों में शामिल हैं-ऑटोमोबाइल, रसायन, सूचना प्रौद्योगिकी तथा व्यापार प्रक्रिया प्रबंधन, विमानन, औषधीय, निर्माण, विद्युत, खाद्य प्रसंस्करण, रक्षा, विनिर्माण, अंतरिक्ष, टेक्सटाइल, कपड़ा उद्योग, बंदरगाह, चमड़ा, जनसंचार, मनोरंजन, स्वास्थ्य, खनन, पर्यटन, अतिथि सत्कार, रेलवे, नवीकरणीय ऊर्जा, जैव प्रौद्योगिकी, सड़क और राजमार्ग, वैद्युतिकी, तापीय ऊर्जा, आदि शामिल किए गए हैं।

2.2 मेक इन इंडिया के लक्ष्यः

भारत सरकार ने मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम के अंतर्गत कतिपय लक्ष्यों का निर्धारण किया है जो निम्नानुसार हैं;

- मध्यावधि की तुलना में विनिर्माण क्षेत्र में 12-14 प्रतिशत वार्षिक वृद्धि करना।
- भारत के सकल घरेलू उत्पाद में विनिर्माण की हिस्सेदारी वर्ष 2022 तक 16 से बढ़ाकर 25 प्रतिशत करना।
- विनिर्माण क्षेत्र में वर्ष 2022 तक 100 मिलियन रोजगार सृजित करना।
- ग्रामीण प्रवासियों और शहरी गरीब लोगों के समग्र विकास के लिए समुचित कौशल का निर्माण करना।
- घरेलू मूल्य संवर्धन और विनिर्माण में तकनीकी ज्ञान में वृद्धि करना।
- भारतीय विनिर्माण क्षेत्र की वैश्विक प्रतिस्पर्धा में वृद्धि करना।
- भारतीय विशेष रूप से पर्यावरण संबंधी विकास में स्थिरता सुनिश्चित करना।

2.3 मेक-इन-इंडिया के अनुकूल माहौलः

वर्तमान राजनैतिक स्थिरता, जनसमुदाय में आत्मविश्वास तथा आत्मनिर्भरता के प्रति रुझान ने एक सकारात्मक वातावरण का निर्माण किया है। यह राह आसान नहीं है लेकिन आज का माहौल विकास की दिशा में एक बड़े परिवर्तन की सूचना दे रहा है। आज भारत दुनिया में सबसे तेजी से बढ़ती अर्थव्यवस्था के रूप में अपनी उपस्थिति दर्ज करा चुका है। यह देश अब दुनिया की सबसे तेजी से बढ़ती अर्थव्यवस्थाओं में शामिल होने वाला है और आशा है कि 2020 तक यह देश दुनिया का सबसे बड़ा उत्पादक देश बन जाएगा। अगले दो-तीन दशकों तक भारत की जनसंख्या वृद्धि उद्योगों के लिए अनुकूल रहेगी। जनशक्ति काम करने लिए निरंतरता के साथ उपलब्ध रहेगी। भारत में अन्य देशों की अपेक्षा जनशक्ति लागत काफी कम है। देश के व्यवसायिक घराने उत्तरदायित्वपूर्ण ढ़ंग से, भरोसेमंद तरीके से काम करते हैं। घरेलू बाजार में भी मजबूत उपभोक्ता आधार उपलब्ध है। भारत में तकनीकी एवं इंजीनियरिंग क्षमताएं मौजूद हैं और उनके पीछे वैज्ञानिक एवं तकनीकी संस्थानों का मजबूत संबल है। हमारा बाजार विदेशी निवेशकों के लिए खुला हुआ है और भलीभाँति विनियमित है। इस अनुकूल माहौल में भारत के लिए यह कार्यक्रम अवश्य फलदायी सिद्ध होगा।

2.4 मेक इन इंडिया की बुनियादी आवश्यकताः कुशल जनशक्ति

कोई भी उत्पादन क्षेत्र कुशल जनशक्ति के बिना सफल नहीं हो सकता है। सरकार ने इसी जरूरत को पहचानते हुए देश में कौशल विकास के लिए नई पहल की शुरूआत की है। इससे रोजगार की तलाश में गाँवों से शहरों की ओर हो रहे पलायन पर रोक लगेगी और शहरी गरीबों का समावेशी विकास होगा। इसके लिए एक नवीन मंत्रालय का गठन किया गया है- कौशल विकास एवं उद्यमिता मंत्रालय। साथ ही ग्राम विकास मंत्रालय के तहत देशभर में लगभग 1500 से 2000 प्रशिक्षण केंद्र खोले जाने हैं और इस परियोजना को रु.2000 करोड़ के खर्च पर सार्वजनिक और निजी भागीदारी से संचालित किया जाना है। यह कार्यक्रम स्पेन, अमेरिका, जापान, रूस, फ्रांस, चीन, ब्रिटेन और पश्चिम एशिया आदि देशों को ध्यान में रखकर बनाया गया है। इस कार्यक्रम के अंतर्गत प्रतिवर्ष तीन लाख लोगों को प्रशिक्षित करने का लक्ष्य निर्धारित किया गया है। वर्ष 2017 के अंत तक लगभग 10 लाख ग्रामीण युवाओं को इस कार्यक्रम में समाहित करने का कार्यक्रम तैयार किया गया है।

3.0 हिंदी और भारतीय भाषाओं की क्षमता

3.1 भारत में भाषा का व्यवसायिक और शैक्षणिक रूप

मनोरंजन जगत, विज्ञापन जगत तथा हिंदी तथा अन्य भारतीय भाषाओं के टेलीविजन चैनलों की बढ़ती पहुँच और प्रभावशीलता ने अपना लोहा मनवाया है। इससे स्वतः स्पष्ट है कि हिंदी एक सफल व्यवसायिक भाषा है, इसकी संप्रेषण एवं ग्राह्य क्षमता विश्व की किसी भी भाषा से कम नहीं है। नेशनल यूनिवर्सिटी फॉर एजुकेशन प्लांनिंग एंड एड्मिनिस्ट्रेशन (एन. यू. ई. पी. ए.) के अनुसार अब अधिकाधिक भारतीय अपने बच्चों को अँग्रेज़ी माध्यम के विद्यालयों में पढ़ाना पसंद करते हैं। वर्ष 2003-06 की अवधि के दौरान शिक्षा के माध्यम के रूप में अँग्रेज़ी भाषा का स्थान तीसरा हो गया है। इस अवधि में राष्ट्रीय स्तर पर अँग्रेज़ी माध्यम के विद्यालयों में नामांकन संख्या में 74% की वृद्धि दर्ज की गयी है। (**योजना, सितंबर 2009, पृष्ठ संख्या 39**) लेकिन शिक्षा में अपेक्षित गुणवत्ता दिखाई नहीं दे रही है।

3.2 शिक्षा का माध्यम

भारत में अँग्रेज़ी माध्यम में दक्ष शिक्षक-शिक्षिकाओं की भारी कमी है, उपशहरी और ग्रामीण अंचलों में अंग्रेजी माध्यक के स्कूलों में अध्यापन करने वाले शिक्षक-शिक्षिकाओं की दक्षता प्रश्नचिह्न के दायर में है। ऐसे में अँग्रेज़ी भाषा को शिक्षा का

माध्यम बनाने से कठिनाइयां उत्पन्न हुई हैं। इस समस्या की गहराई में जाए तो हम पाते हैं कि वर्तमान में सिर्फ़ सरकारी विद्यालयों को छोड़ दे तो अधिकांश विद्यालय अँग्रेज़ी माध्यम से ही शिक्षा प्रदान कर रहे हैं। आदिवासी बहुल क्षेत्रों में अँग्रेज़ी को शिक्षा का माध्यम बनाना कठिन है क्योंकि स्थानीय शिक्षक-शिक्षिकाओं के लिए स्थानीय/ मातृभाषा में विषय की व्याख्या कर पाना सरल है और छात्र भी पूरी तरह विषय समझने में सफल हो पाते हैं।

3.0 मेक-इन-इंडिया भारतीय भाषाओं की भूमिका

3.1 शिक्षण प्रशिक्षण में भाषा

मेक-इन-इंडिया एक व्यापक और सर्व समावेशी कार्य है। इस कार्यक्रम में कौशल प्रशिक्षण की केंद्रीय भूमिका है। कौशल प्रशिक्षण कार्यक्रम के लाभग्राही भारत के ग्रामीण युवा हैं। इस परिदृश्य में प्रशिक्षण के माध्यम के रूप में हिंदी और अन्य भारतीय भाषाएं अत्यधिक प्रासंगिक हो जाती है। कोठारी आयोग ने भारतीय भाषाओं में शिक्षण प्रशिक्षण की महती आवश्यकता पर बल दिया। भारत के साथ दुविधा यह है कि यहाँ के नागरिकों की समझने की भाषा उनकी मातृभाषाएं हैं और शिक्षा की भाषा विदेशी है। इसी कारण शिक्षा के अपेक्षित परिणाम सामने नहीं आते। भारत में इंजीनियरिंग और आधुनिकतम ज्ञानविज्ञान की शिक्षा के लिए अनेक सरकारी और निजी उच्चतर शिक्षा संस्थान हैं, जिनमें शिक्षा का माध्यम अंग्रेजी है। कुछ शिक्षा संस्थानों को छोड़कर अधिकाँश शिक्षा संस्थानों के अच्छे अंकों से उत्तीर्ण विद्यार्थी शिक्षा के उपरांत उनकी शिक्षा के अनुरूप रोजगार की प्रतियोगी परीक्षाओं में असफल हो जाते हैं। उच्च व्यवसायिक शिक्षा प्राप्त अनेक लोगों को लिपिकवर्गीय या इससे निम्न रोजगार करते देखे जाते हैं। औसत कुशलता के अभाव में वे स्वयं का उद्यम खोलने का साहस भी नहीं कर पाते हैं।

3.2 विकसित देशों की भाषा

इसके विपरीत मातृभाषा में शिक्षित व्यक्ति अधिक कुशल और कामयाब होते देखे जाते हैं। जापान, चीन, स्पेन, जर्मनी जैसे अधिकांश विकसित देशों में शिक्षा अंग्रेजी की मोहताज नहीं है। इन देशों का विश्व की अर्थव्यवस्था में बड़ा योगदान है। स्वीडन में स्वीडीश, फ्रांस में फ्रेंच, इटली में इतालवी, ग्रीस में ग्रीक, जर्मनी में जर्मन और जापान में जापानी भाषाएँ शिक्षा का माध्यम है। यदि हम यह सोचते है कि विकास को बढ़ावा देने के लिये शिक्षा का माध्यम कोई अंतर्राष्ट्रीय भाषा ही मददगार साबित होगी तो यह हमारा भ्रम है। जापान में जापानी का इस्तेमाल होता है फिर भी वह देश तकनीकी दृष्टि से विश्व में आगे है। आज चीनी बोलने वाली प्रजाति विश्व की महासत्ताओं में से एक बन चुकी है। यदि भारत के पिछड़ने की कोई वजह नजर आती है तो अंग्रेजी का हमारी शिक्षा व्यवस्था पर हावी होना और कार्यव्यवहार में अंग्रेजी को अपनी मर्जी से आवश्यकता से अधिक सम्मान देना है। विदेशी शासकों ने भारत को हीन भावना से भरने के लिए यहाँ अंग्रेजी को थोपा, लेकिन हम अभी भी जाग नहीं पाए हैं।

3.3 अंग्रेजी का प्रकोप

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के भूतपूर्व निदेशक, प्रोफेसर यशपाल ने एनसीईआरटी के अंतर्गत गठित एक समिति द्वारा किए गए अध्ययन में यह पाया कि भारत में माध्यमिक शिक्षा के दौरान सबसे अधिक बच्चे पढ़ाई छोड़ देते हैं जिसका मूल कारण उनके पाठ्यक्रम में शामिल किया गया अंग्रेजी विषय है। ग्रामीण अंचलों में सर्वाधिक नकल के मामले अंग्रेजी के पर्चे में देखने में आते हैं और सबसे अधिक छात्र अंग्रेजी विषय में अनुतीर्ण होते हुए देखे जाते हैं। एक दो बार अंग्रेजी में अनुतीर्ण होने के बाद वे पढ़ाई से ही मुँह मोड़ लेते हैं। यदि मेक-इन-इंडिया के अंतर्गत कौशल प्रशिक्षण कार्यक्रम भी अंग्रेजी माध्यम से संचालित किए गए तो जनशक्ति अपेक्षित कौशल प्राप्त नहीं कर सकेगी, हो सकता है अनेक ग्रामीण और शहरी गरीब युवा इन कौशल प्रशिक्षण कार्यक्रमों में रुचि न दिखाएं।

3.4 मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम में भाषा की बुनियादी भूमिका

मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम की सफलता में भारत की कौशलयुक्त जनशक्ति की एक महत्वपूर्ण भूमिका है। सरकार इस कार्य पर बड़ा पूँजी निवेश करने जा रही है, इसलिए हर पहलू पर अत्यधिक सावधानी से चिंतन और मंथन करते हुए योजना बनाने की आवश्यकता है। देखने में अधिकांश प्रायोगिक प्रशिक्षणों का दस्तावेजीकरण अंग्रेजी में किया जाता है। जिसका नुकसान प्रशिक्षक और प्रशिक्षणार्थी दोनों को उठाना पड़ता है। साथ ही कीमती समय भी जाया हो जाता है। इसलिए यह प्रशिक्षण निसंदेह हिंदी अथवा अन्य भारतीय भाषाओं में संचालित करने की महती आवश्यकता है। भाषा के प्रश्न को हल्के में लिया गया तो धन के साथ-साथ बहुमूल्य समय भी बर्बाद होता जाएगा। यदि सरकार से लेकर अंतिम हितग्राही तक संवाद और संप्रेषण का माध्यम हिंदी या संबंधित लाभग्राही की मातृभाषा को बनाया जाए तो शीघ्रता से दूरगामी परिणाम प्राप्त होंगे।

5.0 निष्कर्ष

मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम भारत में बड़े आर्थिक-सामाजिक परिवर्तन का मार्ग प्रशस्त करने की दिशा में की गई व्यापक पहल है। इस कार्यक्रम में जनभागीदारी विशेषकर, ग्रामीण एवं शहरी निम्न आयवर्ग के युवाओं की भागीदारी की निर्णायक भूमिका रहेगी। अंग्रेजी बोलने और सीखने की चाह कितनी भी गहरी क्यों न हो फिर भी यथार्थ यही है कि हिंदी को माध्यम बनाकर न्यून परिश्रम से उच्च परिणाम प्राप्त किये जा सकते हैं वे अंग्रेजी से नहीं किए जा सकते हैं। ग्रामीण भारत और निम्न आयवर्ग वाली जनता को प्रशिक्षित, जागरूक और सक्रिय भागीदार बनाने के लिए उनके साथ संवाद की भाषा हिंदी या अन्य भारतीय भाषाएं ही होने चाहिए। मेक-इन-इंडिया कार्यक्रम में हिंदी की भूमिका को पहचाने और योजना स्तर पर अपेक्षित महत्व देनने की आवश्यकता है।

6.0 संदर्भ

1. राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय द्वारा जारी वार्षिक कार्यक्रम 2015-16
2. हिंदी पत्रिका "राजभाषा भारती"
3. इंटरनेट पर उपलब्धि यूनिकोड के उपयोग संबंधी विभिन्न आलेख
4. www.rajbhasha.gov.in
5. अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के विभिन्न इंट्रानेट अनुप्रयोग
6. www.sac.gov.in

7.0 आभार

मैं निदेशक, सैक/डेकू, नियंत्रक, सैक तथा संगोष्ठी आयोजन समिति के अध्यक्ष का आभारी हूँ जिनके मार्गदर्शन में इस प्रकार की संगोष्ठियों का आयोजन किया जाता है। मैं संगोष्ठी आयोजन समिति के सभी सदस्यों, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी और हिंदी अधिकारी के साथ हिंदी अनुभाग के सभी स्टाफ सदस्यों का भी आभारी हूँ जो इस प्रकार की संगोष्ठियों का बड़े ही सुव्यवस्थित ढंग से आयोजन करते हैं।

8.0 लेखक परिचय

सोनू जैन : लेखक ने वर्ष 1998 में राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर से अंग्रेजी साहित्य, दर्शनशास्त्र, संस्कृत वाडमय में स्नातक की उपाधि ग्रहण की। वर्ष 2000 में मानव संसाधन विकास मंत्रालय, भारत सरकार के अधीन राष्ट्रीय संस्कृत संस्थान, नई दिल्ली से शिक्षाशास्त्री (बीएड) किया। वर्ष 2002 मे राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर से अंग्रेजी साहित्य में एमए, वर्ष 2005 में संपूर्णानंद संस्कृत विश्वविद्याल, वाराणसी से संस्कृत (जैनदर्शन) में एमए (गोल्ड मेडलिस्ट) तथा वर्ष 2011 में कर्नाटक राज्य मुक्त विश्वविद्यालय, मैसूर से हिंदी साहित्य में एमए की उपाधि ग्रहण की। विश्वविद्यालय अनुदान आयोग से वर्ष 2005 में संस्कृत में नेट (NET) की अर्हता परीक्षा भी उत्तीर्ण की है। वर्ष 2002 से 2003 केंद्रीय विद्यालय-1, अहमदाबाद तथा नवोदय विद्यालय, खेड़ा में अंग्रेजी विषय के संविदा शिक्षक के रूप में सेवाएं प्रदान की। सूक्ष्म, लघु एवं मध्यम उद्यम मंत्रालय के अंतर्गत खादी एवं ग्रामोद्योग आयोग में वर्ष 2005 से 2008 के दौरान कनिष्ठ हिंदी अनुवादक पद पर नियमित कर्मचारी के रूप में सेवाएं प्रदान की। अगस्त 2008 से सद्य भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद) में कनिष्ठ हिंदी अनुवादक पद पर नियमित कर्मचारी के रूप में कार्यरत हैं। विभिन्न स्तरों पर अनेक संगोष्ठियों में लेख प्रस्तुत किए हैं। "निर्विवाद तथ्य बना विवाद का विषय" तथा "पुण्य-पाप अदालत में" दो प्रकाशित नाटक हैं।

सोमा करनावट : वर्ष 2012 में महात्मा गांधी अंतरराष्ट्रीय हिंदी विश्वविद्यालय, वर्धा से अनुवाद में स्नातकोत्तर डिप्लोमा और 2013 में इंदिरा गांधी राष्ट्रीय मुक्त विश्वविद्यालय से हिन्दी में स्नातकोत्तर उपाधि प्राप्त। इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में अप्रैल 2013 से कार्यरत। लेखन में, विशेषकर जीवन की छोटी-छोटी घटनाओं से जुड़ी कहानियाँ लिखने में रुचि। प्रख्यात पुस्तक "चिकन सूप फॉर सोल" में कहानी प्रकाशित। अन्य कई पत्र-पत्रिकाओं में भी कहानी, पत्र, विचार आदि प्रकाशित।

***

राजभाषा में निहित 'मेक-इन-इंडिया' की सफलता

राहुल गुप्ता[1], पूनम प्रदीप कुमार[2]

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

ई-मेल- [1]rahulgupta, [2]punam_tyagi@sac.isro.gov.in

सारांश

यह लेख भारतीय राजभाषा हिंदी की संवैधानिक स्थिति और उसके वर्तमान परिद्रश्य पर प्रकाश डालता है, एवं 'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम की सफलता में इसकी भूमिका पर विस्तारपूर्वक जानकारी प्रदान करता हैं। भारतीय संविधान के अनुच्छेद 343 (1) में यह उपबंधित है कि संघ कि राजभाषा हिंदी व लिपि देवनागरी होगी। हिंदी के राजकीय व शासकीय उपयोग को बढ़ाने हेतु भारतीय राजभाषा अधिनियम, 1963 पारित किया गया है। केंद्र के शासकीय कार्यों में हिंदी का अधिकाधिक उपयोग इसकी पहचान अन्तर्राष्ट्रीय स्तर पर बनाने में सहायक हो रहा है। वर्ष 2014 में शुरू किये गए 'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम का उद्देश्य जहाँ भारत में निवेश बढ़ाने का है, वहीं भारतीय प्रतिभा को समुचित रोजगार के अवसर भी मुहैया कराना है। भारत कि 70% ग्रामीण आबादी से निकला हुआ युवा अपनी मातृभाषा के साथ जितना सहज है, उतना अंग्रेजी के साथ नहीं है। हिंदी की यही शक्ति 'मेक इन इंडिया' कि सफलता को सुनिश्चित करने में समर्थ है।

संकेत शब्द :

राजभाषा, हिंदी, संविधान, मेक इन इंडिया, निर्माण क्षेत्र, विनिर्माण, डिजिटल इंडिया, कौशल विकास।

भारतीय राजभाषा : हिंदी

भाषा अपने विचारों व भावों को दूसरे व्यक्ति तक पहुँचाने का प्रमुख माध्यम है। मानव मात्र के पास सांकेतिक भाषा के अलावा बोली जा सकने वाली भाषा भी है जिसके माध्यम से वह समाज में संपर्क स्थापित कर पाता है। किसी राष्ट्र में बोली जाने वाली विभिन्न भाषाएं उस राष्ट्र व समाज की संस्कृति, विचारों, व परम्पराओं कि पहचान स्थापित करती हैं।

भारतवर्ष में भी कई भाषाएं बोली जाती हैं और संविधान की आठवीं अनुसूची में 22 भाषाओं को जगह दी गयी है। भारत एक हिंदी-बहुल राष्ट्र होने के कारण इसकी महता और भी अधिक हो जाती है। इसी बात को ध्यान में रखते हुए संविधान सभा ने अनुच्छेद 343 (1) में हिंदी को संघ की राजभाषा और देवनागरी को लिपि घोषित किया है। संघ के शासकीय व राजकीय कार्यों को सुगम बनाने के लिए जहाँ अंग्रेजी को शासकीय कार्यों के लिए वैकल्पिक भाषा की तरह चुना गया वहीं हिंदी के उपयोग को बढ़ाने के लिए इसे भारतीय राजभाषा घोषित किया गया। इसी क्रम में राजभाषा अधिनियम, 1963 में यह सुनिश्चित किया गया कि राजकीय कार्यों में अंग्रेजी के उपयोग साथ हिंदी का भी प्रयोग अनिवार्य किया जाए।

राजभाषा संबंधित संवैधानिक व क़ानूनी व्यवस्थाओं का अनुपालन करने एवं संघ के सरकारी कामकाज में हिंदी के उपयोग को बढ़ावा देने हेतु गृह मंत्रालय में एक स्वतंत्र विभाग के रूप में जून, 1975 में राजभाषा विभाग की स्थापना की गयी। केंद्र सरकार के कार्यक्रमों में राजभाषा नीति का अनुपालन सुनिश्चित करने के लिए राजभाषा नियम, 1976 बनाये गए हैं।

'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम व इसके घटक :

भारत सरकार द्वारा 25 सितम्बर 2014 को शुरू किये गए 'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम का मुख्य उद्देश्य भारत में उत्पादों का निर्माण करने हेतु घरेलू व बहुराष्ट्रीय कंपनियों को प्रोत्साहित करना है। इस कार्यक्रम द्वारा भारत में रोजगार सृजन व कौशल क्षमता बढ़ाने हेतु अर्थव्यवस्था के 25 क्षेत्रों पर ध्यान केंद्रित किया गया है, उदाहरणार्थः ऑटोमोबाइल, रसायन, आईटी, फार्मा, वस्त्र, बंदरगाह, विमानन, चमड़ा, पर्यटन व आतिथ्य, कल्याण, रेलवे, डिजाइन, विनिर्माण, अक्षय ऊर्जा, खनन, जैव प्रोद्योगिकी, और इलेक्ट्रोनिक्स आदि। इन क्षेत्रों में से अधिकतर में 100% प्रत्यक्ष विदेशी निवेश (Foreign Direct Investment) की अनुमति दे दी गयी है। इस कार्यक्रम से देश के सकल घरेलू उत्पाद (Gross Domestic Product) व राजस्व में वृद्दि हुई है, वहीं उच्च गुणवत्ता मानको को स्थापित करने एवं भारत में पूंजी व प्रौद्योगिकी निवेश को आकर्षित करने में भी सफलता मिली है।

'Zero Defect, Zero Effect' के नारे के साथ शुरू हुआ यह कार्यक्रम उत्पाद में शून्य दोष और पर्यावरण व पारिस्थितिकी पर शून्य प्रतिकूल प्रभाव को सुनिश्चित करता है। 'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम में रक्षा क्षेत्र और इसकी आवश्यकता पूर्ति हेतु

उपकरणों के घरेलू निर्माण पर खास ध्यान दिया जा रहा है। इस कार्यक्रम का प्रतीक- कई पट्टियों के साथ चलता हुआ शेर- हिम्मत, मजबूती, द्र�ता और बुद्धिमत्ता को इंगित करता है।

वर्तमान परिद्रश्य में हिंदी :

20 वीं सदीं के उत्तरार्द्ध में 1991 के भूमंडलीकरण और उदार अर्थव्यवस्था के आगमन से जहाँ देश में आर्थिक उन्नति हुई है, वहीं अंग्रेजी भाषा शिक्षित-संभ्रांत वर्ग के दायरे से बाहर आकर मध्यम व निम्न-मध्यमवर्ग की पहुँच में आ गई है। परन्तु अंग्रेजी को रोजगार प्रदान करने वाली भाषा की तरह प्रचारित किया जाने लगा, परिणामस्वरूप आर्थिक विकास की कीमत देश को हिंदी भाषा की अवनति के रूप में चुकानी पड़ी। 21 वीं सदी का आगमन हिंदी के लिए नयी आशा कि किरण लाने वाला साबित हुआ। इस सदी के प्रथम दशक से ही हिंदी पुनः जनमानस में लोकप्रिय होने लगी। राष्ट्रीय स्टार पर हिंदी के ब�ते उपयोग और अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर वैज्ञानिक हिंदी की स्वीकार्यता इसकी लोकप्रियता के अहम कारण साबित हुए। माननीय पूर्व प्रधानमंत्री श्री अटल बिहारी वाजपेयी जी का संयुक्त राष्ट्र संघ के मंच पर हिंदी में दिया गया भाषण इसकी अंतरराष्ट्रीय पहचान बनाने में सफल हुआ है। आज हिंदी को ना केवल संभ्रांत वर्ग अपना रहा है बल्कि साधारण जनमानस भी हिंदी को अपनाने में गर्व अनुभव कर रहा है।

'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम की सफलता और हिंदी :

भारत को निर्माण एवं व्यापार (उपग्रह से पनडुब्बी तक, कार से सॉफ्टवेयर तक, औषधीय से बंदरगाह तक, कागज से ऊर्जा तक) के लिए एक वैश्विक केंद्र बनाने कि दिशा में 'मेक इन इंडिया' एक मील का पत्थर है परन्तु इसकी सफलता एक असरदार घरेलू भौतिक संरचना एवं सशक्त डिजिटल नेटवर्क से जुड़े बाजार पर निर्भर करती है। घरेलू युवा शक्ति का सम्पूर्ण उपयोग सुनिश्चित करने के लिए उसके कौशल विकास व मूलभूत शिक्षा पर ध्यान देने की जरुरत है। 70% ग्रामीण आबादी से निकला भारतीय युवा अंग्रेजी की अपेक्षा हिंदी से अधिक जुड़ा हुआ है और स्थानीय भाषा में प्रदत्त प्रशिक्षण युवक/युवतियों को बाजार की माँग के अनुसार सक्षम बना पायेगा जो कि 'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम के लिए महत्वपूर्ण मानव संशाधन हैं। प्रतिवर्ष 10 लाख युवाओं को नौकरी का लक्ष्य, मूल्यवान व सम्मानित नौकरी प्रदान करके ही प्राप्त किया जा सकता है।

'डिजिटल इंडिया' कार्यक्रम के तहत सरकारी सुविधाएँ जनसाधारण तक पहुँचाने का लक्ष्य 'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम के लिए कुशल घरेलू उद्यमी तैयार करने में सहायक होगा। इस हेतु हिंदी में जानकारी प्रदान करना अधिकाधिक जन-भागीदारी को सुनिश्चित करेगा। निवेश हेतु सुगम बाजार स्थापित करने में बहुभाषी पोर्टल की अहम भूमिका है जो कि व्यावसायिक पंजीकरण को सहज व पारदर्शी बनाने में सहायक है।

निवेश व विनिर्माण क्षेत्र की वृद्धि के लिए भूमि अधिग्रहण एक अति-महत्वपूर्ण एवं संवेदनशील विषय है जिसका समाधान आपसी बातचीत व खेतिहर ग्रामीण को सम्पूर्ण मुआवजा देकर ही संभव है। इसी प्रकार कंपनियों के आगमन और निकास को सरल बनाने के लिए कंपनी कानून में आवश्यक संशोधन एवं पूँजी-उत्पादन संतुलन हेतु लचीले श्रम कानून की अनिवार्यता को भी ख़ारिज नहीं किया जा सकता है। इन सभी संशोधनों के लिए गहन विचार-विमर्श, सामाजिक व्यवस्था पर इनके प्रभाव के अध्ययन और मध्यस्थता की आवश्यकता है जो कि घरेलू भाषा में ही संभव है।

भारत में स्थापित किये जाने वाले 100 स्मार्ट शहर प्रोजेक्ट और वहन करने योग्य घर बनाने में 'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम मददगार साबित होगा लेकिन इनकी जनसाधारण तक पहुँच और सार्थकता सिद्ध करने के लिए हिंदी ही संचार व सूचना सम्प्रेषण का माध्यम हो सकती है। इस प्रकार 'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम के तहत निर्मित उत्पाद को भारत की 1.2 अरब जनसंख्या के बाजार तक पहुँचाने में हिंदी एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाने में सक्षम है।

निष्कर्ष :

देश की आर्थिक प्रगति उसकी सामाजिक उन्नति से जुडी हुई है। 'मेक इन इंडिया' जैसे कार्यक्रम अवश्य ही देश के आर्थिक विकास को गति देने की दिशा में अहम कदम हैं लेकिन इनकी सफलता समाज की भागीदारी के बिना असंभव है। गांधीजी के शब्दों में अगर कहें तो – गांवों में बसता भारत, इण्डिया के विकास का हिस्सा तभी बन सकता है जब इस विकास में ग्रामीण जनसाधारण की भागीदारी सुनिश्चित करने के साथ ही उसे विकास के पर्याप्त अवसर प्रदान किये जायें, और यह जिम्मेदारी सिर्फ हिंदी ही निभा सकती है।

संदर्भ :

1 राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय, भारत सरकार का वेब पोर्टल (www.rajbhasha.nic.in)

2 प्रेस सूचना कार्यालय (www.pib.nic.in)

3 विभिन्न समाचार पत्रों के सम्पादकीय।

4 'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम का वेब पोर्टल (www.makeinindia.in)

आभार :

लेखक इस लेख को लिखने में श्री के. एस. परीख, उप निदेशक, संचार उपग्रह एवं नौसंचार नीतभार क्षेत्र द्वारा प्रदान प्रोत्साहन के लिए 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 :

राहुल गुप्ता ने वर्ष 2010 में मालवीय राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान, जयपुर से इलेक्ट्रॉनिकी एवं दूर संचार अभियांत्रिकी में बी.टेक. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2010 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में *संचार उपग्रह एवं नौसंचार नीतभार क्षेत्र* के *नीतभार संकेत प्रसंस्करण प्रभाग* में कार्य आरंभ किया एवं वर्ष 2015 में *निष्क्रिय घटक स्वदेशीकरण प्रभाग* में कार्यभार ग्रहण किया ।

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 में 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 घटको, मुख्यतः isolator, circulator, RF switches अदि, का देश में ही विकास एवं उत्पादन का उत्तरदायित्व सौंपा गया।

भारत में निर्माण कार्यक्रम के सफल कार्यान्वयन में राजभाषा हिंदी की महत्ता

रणधीर कुमार
वरिष्ठ प्रशासन अधिकारी
कार्मिक एवं सामान्य प्रशासन प्रभाग
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र/ इसरो, अहमदाबाद

भारत में निर्माण, राष्ट्र की समृद्धि व स्वाभिमान।
राजभाषा का हो साथ, तो सफर हो जाए आसान। ।

प्रस्तावना

एक समय 'सोने की चिड़िया' कहा जाने वाला देश भारत ब्रिटिश शासनकाल के दौरान ब्रिटेन का उपनिवेश होने के कारण ब्रिटिश कंपनियों के लिए कच्चे माल का स्रोत एवं उनके द्वारा उत्पादित वस्तुओं के एक बड़े बाजार के रूप में था। अंग्रेजों ने एक सोची-समझी रणनीति के तहत भारत को औद्योगिक रूप से विकसित नहीं होने दिया।

स्वतंत्रता प्राप्ति के पश्चात देश में पूर्व-सोवियत संघ के तर्ज पर नियोजित अर्थव्यवस्था एवं सार्वजनिक उपक्रमों की मदद से औद्योगीकरण की आधारशिला रखी गई। इस अर्थव्यवस्था के अंतर्गत निजी उद्यमियों के लिए पर्याप्त अवसरों का आभाव था तथा यह नियंत्रित व्यवस्था 'कोटा-परमिट-लाइसेन्स-इंस्पेक्टर राज' पर आधारित थी। कालांतर में ये लोक उपक्रम उत्पादन एवं उत्पादकता की कमी, जरुरत से ज्यादा मानवशक्ति, यूनियनों की मनमानी, भ्रष्टाचार एवं कुप्रबंधन के कारण 'सफ़ेद हाथी' सिद्ध हुए।

1990 के दशक में भारतीय अर्थव्यवस्था ने उदारीकरण, वैश्वीकरण एवं निजीकरण के दौड़ में प्रवेश किया तथा अब तक सरकारी क्षेत्रों के लिए आरक्षित क्षेत्रों को घरेलू एवं विदेशी निवेशकों के लिए खोल दिया गया। इससे संबंधित क्षेत्रों में प्रतिस्पर्धा बढ़ी तथा घरेलू कंपनियों द्वारा अंतरराष्ट्रीय कम्पनियों से मुकाबले हेतु अपनी कार्यप्रणाली में आमूलचूक परिवर्तन के साथ भारतीय अर्थव्यवस्था के एक नूतन युग की शुरुआत हुई।

विदेशी प्रत्यक्ष निवेशकों एवं संस्थागत निवेशकों ने भारतीय अर्थव्यवस्था के चिह्नित क्षेत्रों में निवेश तो किया परन्तु उनका निवेश उन चुनिन्दा क्षेत्रों, जिसमे अल्पावधि में ज्यादा मुनाफे की संभावना थी, तक हीं सीमित था। देश की खराब बुनियादी ढांचा, अवसंरचनात्मक अवरोधों, कुशल श्रमिकों की कमी, प्रतिबंधित श्रम कानूनों, जटिल प्रक्रियाओं एवं भ्रष्टाचार ने इन निवेशकों को विनिर्माण क्षेत्र से दूर रखा। परिणामस्वरूप देश के सकल घरेलू उत्पाद में इस क्षेत्र का योगदान उदारीकरण के दौर से अब तक अपरिवर्तित 15% रहा।

निवर्तमान में भले ही भारत की अर्थव्यवस्था बीस अरब का आँकड़ा पार कर चुकी है तथा जीडीपी की दर प्रतिवर्ष सात प्रतिशत से ज्यादा है, परन्तु सूखे के कारण कृषि क्षेत्र में संकट, शहरी एवं ग्रामीण ऋणग्रस्तता, शिक्षित बेरोजगारी, किसानों एवं मजदूरों का शहर की ओर पलायन, आय का असमान वितरण इत्यादि समस्याएं हैं जिनका निवारण आवश्यक है।

भारत जैसे विशाल देश जहाँ भौगोलिक, सामाजिक, आर्थिक, साम्प्रदायिक, एवं भाषाई विषमताएँ व्याप्त हैं, आज़ादी के सात दशकों के बाद भी कुछ प्रदेश ऐसे भी हैं जो कि विकास से कोसों दूर हैं। इन दुर्गम, पिछड़े एवं आदिवासी बहुल इलाकों में रहने वाले तथा गरीबी रेखा के नीचे रहने वाले 22% आबादी को मूलभूत सुविधाएँ उपलब्ध कराना तथा इन्हें समाज की मुख्य धारा से जोड़ना देश के सर्वांगीण विकास के लिए अत्यंत जरुरी है।

भारत में तीव्र औद्योगिक विकास के लिए विनिर्माण क्षेत्र पर विशेष ध्यान देने की जरुरत है क्योंकि तेज आर्थिक विकास की अवधारणा मजबूत विनिर्माण अवसंरचना के बिना नहीं की जा सकती है।

वर्तमान सरकार की एक अत्यंत महत्वकांक्षी योजना '**मेक इन इंडिया**'का शुभारम्भ 25 सितंबर, 2014 को निवेश को सुविधाजनक बनाने, नवप्रयोग को बढ़ावा देने,कौशल विकास में वृद्धि करने, बौद्धिक संपदाओं के संरक्षण तथा सर्वोतम श्रेणी के विनिर्माण अवसंरचना निर्मित करने के उद्देश्य से की गई है। मेक इन इंडिया कार्यक्रम द्वारा देश में विनिर्माण को गति प्रदान कर भारत को एक**ग्लोबल मैन्युफैक्चरिंग हब**बनाना है। इस कार्यक्रम के द्वारा एशिया की तीसरी सबसे बड़ी अर्थव्यवस्था को चीन के समान **मैन्युफैक्चरिंग पावर हाउस** बनाना है।

मेक इन इंडिया जैसे व्यापक कार्यक्रम के सफल कार्यान्वयन के लिए हिंदी जैसी सशक्त माध्यम का प्रयोग जरूरी है। हिंदी न केवल देश के विभिन्न प्रांतों (कश्मीर से कन्याकुमारी तथा कच्छ से कोहिमा तक) अपितु विश्व के अन्य देशों में भी

भलीभांति बोली एवं समझी जाती है। वर्तमान में संपर्क भाषा के रूप में अपने आपको स्थापित कर हिंदी देश के दुर्गम इलाकों में रहने वालों को समाज की मुख्य धारा से जोड़ने में अहम भूमिका का निर्वाह कर रही है।

मेक इन इंडिया कार्यक्रम के विभिन्न अवयवों विशेषकर कौशल विकास, नवप्रयोग एवं अनुसंधान कार्यकलापों तथा बौद्धिक संपदा अधिकारों के पंजीकरण प्रणाली इत्यादि के सफल कार्यान्वयन में राजभाषा हिंदी महत्वपूर्ण योगदान दे सकती है।

हिंदी के अनुप्रयोगों से मेक इन इंडिया कार्यक्रम के सफल कार्यान्वयन को बल मिलेगा तथा जन-मानस की भाषा हिंदी के उपयोग द्वारा सरकारी कामकाज करने से औद्योगिक विकास की गति और तेज होगी, प्रशासन में पारदर्शिता आएगी एवं भारत को एक वैश्विक विनिर्माण हब बनने में मदद मिलेगी।

आज भारत विश्व की सबसे तेज गति से बढ़ने वाली अर्थव्यवस्था बन चूका है। वित्तीय वर्ष 2015-16 में हमने सात प्रतिशत से ज्यादा की दर से सकल घरेलू उत्पाद में वृद्धि दर्ज की है। यदपि सरकार द्वारा मेक इन इंडिया कार्यक्रम के कार्यान्वयन में अच्छी प्रगति हो रही है परन्तु इस पहल में और अधिक सफलता की प्राप्ति घरेलू संरचनात्मक एवं आर्थिक सुधारों पर आधारित है जिसे दीर्घ अवधि में सुनियोजित प्रयासों द्वारा प्राप्त किया जा सकता है।

अब हम मेक इन इंडिया कार्यक्रम के बारे में विस्तृत चर्चा करते हुए देश के विकास में इसकी महता, इसके कार्यान्वयन संबंधी समीक्षा एवं इस कार्यक्रम के कार्यान्वयन हेतु हिंदी अनुप्रयोगों की संभावना पर भी चर्चा करेंगे।

मेक इन इंडिया कार्यक्रम

मेक इन इंडिया वर्तमान सरकार की एक अत्यंत महत्वाकांक्षी परियोजना है, जिसका उद्देश्य घरेलू विनिर्माण उद्योग को बढ़ावा देना और विदेशी निवेशकों को भारतीय अर्थव्यवस्था में निवेश के लिए आकर्षित करना है। इसे प्रारंभ करने का आशय भारत से बाहर जा रहें ज्यादातर उधमियों को रोकने के लिए भारत के प्रमुख क्षेत्रों में विनिर्माण व्यवसायों को पुनर्जीवित करना है।

वर्तमान में देश के सकल घरेलू उत्पाद में विनिर्माण क्षेत्र का योगदान सिर्फ 15प्रतिशत है। इस अभियान का लक्ष्य एशिया के अन्य विकासशील देशों यथा दक्षिण कोरियाई देशों की तरह इस योगदान को बढ़ाकर 25% करना है। इससे ज्यादा से ज्यादा रोजगार उत्पन्न होगा, प्रत्यक्ष विदेशी निवेश आकर्षित होगा और भारत को वैश्विक विनिर्माण केंद्र के रूप में तब्दील किया जा सकेगा।

राजधानी दिल्ली के विज्ञान भवन में मेक इन इंडिया के उद्घाटन समारोह के दौरान शीर्ष ग्लोबल सीईओसहित विशाल जनसमूह को संबोधित करते हुए प्रधानमंत्री श्री नरेंद्र मोदी ने कहा कि 'एफडीआई' को 'प्रत्यक्ष विदेशी निवेश' के साथ 'फर्स्ट डेवलप इंडिया' के रूप में समझा जाना चाहिए। उन्होंने निवेशकों से आग्रह किया कि वे भारत को सिर्फ बाजार के रूप में न देखें बल्कि इसे एक अवसर समझें।

सितंबर, 2014 में विज्ञान भवन, दिल्ली में मेक इन इंडिया कार्यक्रम का उद्घाटन समारोह

मेक इन इंडिया कार्यक्रम के आधार स्तंभ

यह कार्यक्रम निम्नलिखित चार स्तंभों पर आधारित है जिन्हें न केवल मैन्युफैक्चरिंग बल्कि अन्य क्षेत्रों में भी भारत में उद्यमिता को बढ़ावा देने के लिए चिन्हित किया गया है।

1. नई प्रक्रियाएं

मेक इन इंडिया कार्यक्रम में उद्यमिता को बढ़ावा देने के लिए सबसे पहले महत्वपूर्ण अकेले कारक के रूप में 'ease of doing business' (कारोबार करने की आसानी) की पहचान की गई है। कारोबार के वातावरण को आसान बनाने के लिए अनेक कदम उठाए जा रहे हैं। नई प्रक्रियाएं पहल के अंतर्गत किसी कारोबार या बिजनेस के सम्पूर्ण जीवन चक्र के लिए उद्योग को लाइसेन्समुक्त और विनियमन मुक्त किया जाना अपेक्षित है।

2. नया इन्फ्रास्ट्रक्चर

तीव्र औधोगिक विकास के लिए आधुनिक एवं सहायताकारी अवसंरचना अत्यंत आवश्यक है। इस पहल के माध्यम से सरकार आधुनिक हाई-स्पीड संचार और एकीकृत लाजिस्टिक व्यवस्था के साथ-साथ आधुनिक टेक्नोलॉजी पर आधारित इन्फ्रास्ट्रक्चर उपलब्ध कराने के लिए औद्योगिक कोरिडोर तथा स्मार्ट सिटिज विकसित कर रही है।

औधोगिक क्लस्टर्स में अवसंरचना के उन्नयन के जरिये मौजूदा अवसंरचना को मजबूत किया जा रहा है। तीव्र गति रजिस्ट्रेशन प्रणाली के जरिये नवप्रयोग और अनुसंधान कार्यकलापों को समर्थन प्रदान किया जा रहा है। साथ हीं बौद्धिक संपदा अधिकार रजिस्ट्रेशन प्रणाली की अवसंरचना को भी अपग्रेड किया गया है। उद्योगों के लिए कौशल की आवश्यकताओं को चिन्हित कर उन जरूरतों के अनुसार कार्यबल तैयार करने का काम भी शुरू किया गया है।

3. नए क्षेत्र

मेक इन इंडिया कार्यक्रम के तहत विनिर्माण, अवसंरचना और सेवा कार्यकलापों में निम्नलिखित 25 क्षेत्रों को चिन्हित किया गया है।

ऑटोमोबाइल	सड़क और राजमार्ग	मिडिया और मनोरंजन	निर्माण	कल्याण
खाद्य प्रसंस्करण	उड्डयन	कपडा और वस्त्र	तेल और गैस	विद्युत मशीनरी
अक्षय उर्जा	चमड़ा	रसायन	पर्यटन एवं आतिथ्य	बंदरगाह
ऑटोमोबाइल कंपोनेंट्स	अंतरिक्ष	खनन	सत्कार	इलेक्ट्रोनिक प्रणाली
आईटी एवं बीपीएम	जैव प्रोधोगिकी	ताप विद्युत	रक्षा विनिर्माण	रेलवे
			औषधि	

इन क्षेत्रों से संबंधित विस्तृत जानकारियाँ इंटरेक्टिव वेब-पोर्टल एवं पेशेवर तरीके से तैयार ब्रोशरों के जरिये सभी संबंधित स्टेकहोल्डर्स के साथ साझा किया जा रहा है ताकि वे इन क्षेत्रों में निवेश करने हेतु आगे आएँ। रक्षा उत्पादन, निर्माण एवं रेलवे अवसंरचनाओं में वृहत पैमाने पर प्रत्यक्ष विदेशी निवेश का द्वार खोल दिया गया है।

4. नया दृष्टिकोण

उद्योगों की नजर में सरकार की भूमिका एक विनियामक के रूप में रही है। मेक इन इंडिया कार्यक्रम के तहत सरकार का इरादा इस दृष्टिकोण में परिवर्तन लाना है। उद्योगों के साथ संवाद एवं समन्वय करने के तरीकों में आमूलचूक बदलाव लाया जा रहा है। इस कार्यक्रम के सफल कार्यान्वयन के लिए सरकार उद्योगों से साथ साझेदारी करेगी तथा इसकी भूमिका एक विनियामक के स्थान पर सहायता प्रदान करने वाले की होगी।

मेक इन इंडिया कार्यक्रम के कार्यान्वयन हेतु परिवर्तित प्रबंधन संरचना

मेक इन इंडिया कार्यक्रम का निर्माण सहयोगात्मक प्रयासों को आधार बनाकर किया गया है। इसमे केन्द्रीय मंत्रियों, भारत सरकार के सचिवों, राज्य सरकारों,उधमियों और संबंधित क्षेत्रों के विशेषज्ञों का सहयोग लिया जा रहा है।

दिसंबर, 2014 में क्षेत्र विशिष्ट उद्योगों पर एक राष्ट्रीय कार्यशाला का आयोजन किया गया। इस कार्यशाला के दौरान भारत सरकार के सचिवों और भारतीय एवं विदेशी उद्योग लीडर्स को एक साझा मंच प्रदान किया गया ताकि अगले तीन वर्षों के लिए सकल घरेलू उत्पाद में विनिर्माण क्षेत्र का योगदान ब□ाकर 25% करने हेतु एक कार्यवाई योजना पर चर्चा किया जा सके तथा उसे मूर्त रूप प्रदान किया जा सके।

मेक इन इंडिया के समयबद्ध कार्यान्वयन हेतु अल्पसमय में अड़चन पैदा करने वाले पुराने एवं अनुपयोगी हो चुके □ांचे □हा दिए गए है और उनकी जगह पारदर्शी और उपयोगकर्तानुकूल प्रणालियाँ लाई गई है। इसके कारण निवेश को बढ़ाने, नवप्रयोग

को पोषित करने, कौशल विकसित करने, बौद्धिक संपदा का संरक्षण करने तथा अव्वल दर्जे का विनिर्माण अवसंरचना तैयार करने में मदद मिल रही है।

मेक इन इंडिया कार्यक्रम के आधारस्तंभ

इस कार्यक्रम के अंतर्गत भारत में कारोबार करने की आसानी पर केंद्रित अनेक उपाय आरम्भ किये गए हैं। फाइलों एवं लालफीताशाही के जगह आईटी-प्रेरित अनुप्रयोग और ट्रेकिंग प्रक्रियाओं का भी समावेश किया गया है। राज्य सरकारों के स्तर पर भी लाइसेन्सिंग नियमों को दुरुस्त करने व युक्तिसंगत बनाने के लिएउन्हें वैश्विक श्रेष्ठ प्रथाओं के अनुकूल बनाने हेतु नई पहलें शुरू की गई हैं।

स्टार्ट-अप कंपनियों की भांति छोटे एवं मझोले स्तर पर कारोबार को बढ़ावा देने के लिए MSME को भी तीन साल तक श्रम निरीक्षक,ई.एस.आई. व ई.पी.एफ. द्वारा निरिक्षण से छुट दी गई है। इसका मकसद मेक इन इंडिया के मुहीम को आगे बढ़ाना है।

श्रम कानूनों में संसोधन से लेकर ऑनलाइन रिटर्न भरने, विनियामक वातावरण को युक्तिसंगत बनाने से लेकर औधोगिक लाइसेंसों की बैधता बढ़ाने तक, मेक इन इंडिया कार्यक्रम को अमलीजामा पहनाने हेतु अनेक बदलाव किये जा चुके हैं।

विश्व पटल पर आज भारत की विश्वसनीयता में अप्रत्याशित रूप से वृद्धि हुई है। इसमे गति, उर्जा और आशावाद साफ़ दिखाई दे रहा है जो कि मेक इन इंडिया के अंतर्गत निवेश के नए दरवाजे खोल रहा है। अनेक उद्यमों द्वारा इस मंत्र को अपनाने के फलस्वरूप दुनिया का सबसे बड़ा लोकतंत्र आज विश्व का सबसे शक्तिशाली लोकतंत्र बनने की दिशा में अग्रसर है।

मेक इन इंडिया कार्यक्रम एवं कौशल विकास

मेक इन इंडिया कार्यक्रम की सफलता के लिए देशी एवं विदेशी पूँजी निवेश और संरचनात्मक एवं कार्यप्रणाली संबंधी सुधारों के अलावा कौशल एवं हुनरमंद श्रमिकों की उपलब्धता अत्यंत आवश्यक है। भारत युवाओं का देश है जहाँ की 65 प्रतिशत आबादी 35 साल से कम उम्र की है। यदपि देश में शिक्षित युवाओं की अच्छी तादात है, परन्तु उनमें हुनर की कमी है।

हमारी वर्तमान शिक्षा व्यवस्था ऐसी है कि जहाँ शिक्षा तो दी जाती है, पर उन्हें कोई स्किल नहीं सिखाया जाता है जिससे कि वे किसी उद्योग या व्यवसाय में नौकरी कर सकें अथवा अपना खुद का व्यवसाय शुरू कर सकें। इन शिक्षित युवाओं में ऐसी हुनुर होना चाहिये जिसकी बाजार में मांग हो। दुर्भाग्यवश तत्कालीन शिक्षा व्यवस्था को आधुनिक उद्योगों की जरूरतों के साथ कोई ताल-मेल नहीं है अतः विद्यालयों एवं महाविद्यालयों से पढ़ कर निकले छात्र उद्योगों की जरूरतों को पूरा नहीं कर पाते और बेरोजगार हो जाते हैं।

सी.आई.आई. की नवीनतम रिपोर्ट के मुताबिक हर साल सवा करोड़ युवा रोजगार बाजार में आते हैं लेकिन ये तभी ये हमारे लिए एसेट बन सकते हैं जब वे आधुनिक उद्योगों की जरूरतों के मुताबिक सही तरीकों से प्रशिक्षित हों।

इसी तरह इंजीनियरिंग क्षेत्र में रोजगार की मूल्यांकन करने वाली कंपनी एस्पारिंग माइंड की ओर से जारी रिपोर्ट के अनुसार देश में 8 फीसदी से भी कम इंजीनियर ऐसे हैं, जिन्हें कोर इंजीनियरिंग की भूमिकाओं में लगाया जा सकता है। तीव्र औद्योगिक विकास के लिए मानव संसाधन का विकास अपरिहार्य है। इसलिएआधुनिक उद्योगों की जरूरतों के मुताबिकऔपचारिक एवं तकनीकी पाठ्यक्रम एवं शिक्षण व्यवस्था की मेक इन इंडिया कार्यक्रम के सफल कार्यान्वयन में अहम भूमिका है।

कौशल भारत : कुशल भारत

इस संदर्भ में स्किल इंडिया कार्यक्रम के बारे में संक्षिप्त विवरण समीचीन होगा। प्रधानमंत्री श्री नरेन्द्रमोदी ने कुशल कामगार तैयार करने और युवाओं को हुनरमंद बनाने के लिए स्किल इंडिया मिशन का शुभारंभ किया है।

इस मिशन के जरिये साल 2022 तक 40.2 करोड़ लोगों को प्रशिक्षित करने की योजना है जिसमे 10.4 करोड़ युवाओं को स्किल ट्रेनिंग देकर प्रशिक्षित किया जाएगा जबकि इसी अवधि तक 29.8 करोड़ मौजूदा कार्यदल को अतिरिक्त प्रशिक्षण देने की भी योजना है।

स्किल इंडिया मिशनके जरिये शिक्षा के साथ-साथ युवाओं को स्किल डेवेलपमेंट में प्रशिक्षित करने पर रोजगार के अवसर उपलब्ध होंगे। इस अवसर पर प्रधानमंत्री ने कहा कि इस सदी की सबसे बड़ी जरुरत आई.आई.टी. नहीं बल्कि आई.टी.आई. है।

नेशनल सैंपल सर्वे के मुताबिक देश में सिर्फ 3.5 प्रतिशत युवा हीं हुनरमंद हैं जबकि देश को 2019 तक 12 करोड़ प्रशिक्षित मानवशक्ति की जरुरत होगी। अतः स्किल इंडिया देश का एक बड़ा अभियान है तथा यह मिशन मेक इन इंडिया कार्यक्रम को सफल बनाने में काफी सहयोग करेगा।

मेक इन इंडिया कार्यक्रम का सफल कार्यान्वयन और हिंदी

मेक इन इंडिया कार्यक्रम की व्यापकता एवं समग्रता को देखते हुए इस क्षेत्र में राजभाषा हिंदी के अनुप्रयोगों की अपार संभावनाएँ हैं। परन्तु कुछ विशेष पहलुओं पर चर्चा करना जरुरी है।

1. **स्किल प्रशिक्षण**: मेक इन इंडिया कार्यक्रम के अंतर्गत मानव संसाधनों की जरूरतों को पूरा करने के लिए बड़े पैमाने पर प्रशिक्षित युवाओं की जरुरत होगी। इन कार्यबलों को संबंधित संकायों में तकनीकी प्रशिक्षण के अलावा सूचना प्रोधोगिकी, इंटरनेट एवं साफ्ट स्किल्स के बारे में भी प्रशिक्षण देने की आवश्यकता है। *इन प्रशिक्षण कार्यक्रमों के पाठ्यक्रम एवं प्रस्तुतीकरण में अंग्रेजी के साथ-साथ हिंदी एवं अन्य क्षेत्रीय भाषाओं के प्रयोग से इन कार्मिकों के दक्षता में वृद्धि होगी तथा हम इस कार्यक्रम के सपने को सही मायने में साकार कर पाएंगे।*

2. **एकल-खिड़की प्रणाली:** भ्रष्टाचार के अलावा भारत के सरकारी दफ्तरों में दूसरी सबसे बड़ी समस्या लालफीताशाही है। मेक इन इंडिया के निवेशक जटिल प्रक्रियाओं के जाल में फंसकर अपना बहुमूल्य समय गंवाना पसंद नहीं करेंगे। लिहाजा सरकार को उपयुक्त आसान व्यवस्था बनानी होगी और एकल खिड़की प्रणाली पर जोड़ देना होगा। इन एकल खिड़की प्रणाली में भी उपलब्ध सूचनाओं एवं संसाधनों का हिंदी एवं अन्य क्षेत्रीय भाषाओं में उपलब्धि इस कार्यक्रम के कार्यान्वयन के राह में मिल का पत्थर साबित होगा।

3. **कार्यक्रम के बारे में जागरूकता**: मेक इन इंडिया कार्यक्रम के उद्देश्यों के बारे में देश एवं विदेशों में बैठें निवेशकों के बीच इंटरनेट, मोबाइल, सोशल मिडिया के माध्यम सेजागरूकता पैदा कर उन्हें इस कार्यक्रम के अंतर्गत निर्धारित प्राथमिकता वाले क्षेत्रों में अवसरों की जानकारी प्रदान कर इन निवेशको को विनिर्माण के क्षेत्र में निवेश हेतु प्रोत्साहित करने कीजरुरत है। इस दिशा में भी हिंदी भाषा के प्रयोग द्वारा इन कार्यक्रमों से मिलने वाले लाभों से सभी संबंधितों को अवगत कराना जरूरी है ताकि वे इन सुविधाओं का इष्टतम उपयोग कर सकें तभी हम अपने उद्देश्यों में कामयाब हो पाएंगे।

मेक इन इंडिया कार्यक्रम की राह में बाधाएँ

- कानून में श्रम सुधार की जरुरत क्योंकि देश का श्रम कानून मेक इन इंडिया अभियान के लिए सहायक नहीं है।

- वस्तु एवं सेवा कर (GST) लागू करना ताकि साझा बाजार विकसित लिया जा सके।
- सही भूमि अधिग्रहण नीति का आभाव
- 'आसान व्यापार करने के सूचकांक' में भारत का स्थान बहुत नीचे है
- इफ्रास्ट्रक्चर (बुनियादी ढांचा): मेक इन इंडिया के रास्ते में सबसे बड़ा रोड़ा भारत में रेल, सड़क यातायात और अपर्याप्त बंदरगाह है। भारत में विनिर्माण इकाईयांस्थापित करने के लिए विभिन्न स्रोतों से कच्चे माल की समयबद्ध एवं कम लागत पर पहुँच तथा विनिर्मित उत्पादों को बाजार तक पहुँचाने के लिए जरुरी परिवहन सुविधा का इंतजाम करना जरुरी होगा। भारत का एक बड़ा हिस्सा इस समय उर्जा की कमी से जूझ रहा है तथा इस समस्या का निवारण भी आवश्यक है।
- केन्द्र-राज्य समन्वय: सभी राज्यों एवं केन्द्र को निवेश की जरुरत है पर सरकार के इन दोनों स्तरों के बीच समन्वय का आभाव प्रतित होता है। अतः समुचित विकास के लिए दोनों सरकारों को साथ मिलकर काम करना होगा ताकि विश्व पटल पर हम अपनी प्राथमिकताओं को सही ढंग से पेश कर सकें।
- भ्रष्टाचार:पिछले सरकार का कार्यकाल घोटालों और भ्रष्टाचार के आरोपों से साए में बिता। इससे भारत की अन्तराष्ट्रीय छवि को भी नुकसान पहुंचा। पुराने और नए निवेशकों का फिर से विश्वास कमाना वर्तमान सरकार के लिए एक बड़ी चुनौती है।
- लालफीताशाही:भ्रष्टाचार के अलावा भारत के सरकारी दफ्तरों की दूसरी बड़ी समस्या लालफीताशाही है। मेक इन इंडिया के निवेशक जटिल प्रक्रियाओं के जंजाल में फंसकर अपना कीमती समय गवाना नहीं पसंद करेंगे। अतः सरकार को निवेशकों के अनुकूल आसान व्यवस्था बनानी होगी।
- कर व्यवस्था:भारत में पिछले कई वर्षों से कर व्यवस्था में सुधार की मांग की जा रही है। अब तक दूरसंचार से लेकर कई अन्य क्षेत्र की कम्पनियाँ कर संबंधित मामलों में अदालतों के चक्कर काट चुकी है। ऐसे में आसान, न्यायसंगत एवं पारदर्शी कर व्यवस्था की जरुरत है जिससे विदेशी निवेशकों का विश्वास जीत कर आश्वस्त किया जा सके।

मेक इन इंडिया कार्यक्रम की समीक्षा

पिछले डेढ़ वर्षों में मेक इन इंडिया कार्यक्रम के सफल कार्यान्वयन हेतु केन्द्र सरकार द्वारा किये गए अनेक पहलों के बदौलत इस दिशा में सकारात्मक परिणाम मिल रहें हैं। हमें निवेशको का विश्वास जीतकर सबंधित क्षेत्रों में निवेश की प्राप्ति में सफलता मिली है।

फरवरी, 2016 में मुंबई में सप्ताह भर चलने वाले **मेक इन इंडिया फेयर** के दौरान विदेशी कंपनियों द्वारा कुल 15.2 लाख करोड़ रुपये निवेश का प्रस्ताव प्राप्त हुआ इनमे से कुछ प्रमुख निवेशों का विवरण निम्नलिखित है।

- ताइवान की इलेक्ट्रॉनिक विनिर्माण कंपनी फोक्स्कान द्वारा एप्पल के उत्पादों के विनिर्माण हेतु महाराष्ट में प्लांट लगाने के लिए अगले 5 सालों में 5 बिलियन अमेरिकी डालर का निवेश।
- एप्पल के सी.ई.ओ. टीम कुक ने अपने हाल के दौरे के दौरान बेंगलुरु में नई सुविधा केंद्र तथा हैदराबाद में मैप डेवेलपमेंट ऑफिस खोलने का ऐलान किया।
- अमेरिकी कंपनी oracle 400 मिलियन डॉलर के निवेश के साथ 9 बिजनेस इन्कुबेशन सेंटर खोलेगी।
- Xiomiऔर Huawei कंपनियों ने भारत में मैन्युफैक्चरिंग इकाईयां पहले से स्थापित कर चुकी हैं। Lenovo ने चेन्नई के पास मोटोरोला स्मार्ट फोन बनाने की फैक्ट्री खोली है।
- अमेरिकी ट्रांसपोर्ट नेटवर्क कंपनी उबेर द्वारा भी अपने मौजूदा $1 बिलियन के निवेश को दुगुना करने की योजना है साथ हीं अमेरिकी मोटर कंपनी जेनरल मोटर्स अगले कुछ सालों में $1 बिलियन निवेश नए वैश्विक ऑटो मैन्युफैक्चरिंग एवं एक्सपर्ट हब बनाने करेगी।
- नोएडा स्थित मोबाइल कंपनी लावा 2625 करोड़ के निवेश के साथ अपने उत्पादन क्षमता को दोगुना करने, डच कंपनी फिलिप्स $60 मिलियन एवं द. कोरियाई इस्पात कंपनी पोस्को ने $3 बिलियन निवेश करने की इच्छा जताई है तो एयरबस द्वारा दिल्ली के निकट 260 करोड़ की लागत से पायलट एवं रख-रखाव प्रशिक्षण केंद्र खोलने की योजना है।

DPIP के अनुसार अक्टूबर 2014 से अप्रैल 2015 के दौरान भारत में पिछले वर्ष के समान अवधि में48% ज्यादा निवेश हुआ। मेक इन इंडिया पहल द्वारा विभिन्न सेक्टरों – मिडिया एवं मनोरंजन, खदान, तेल और गैस, रेलवे तथा वस्त्र उद्योगों को लाभ मिला है।

सरकार द्वारा परिवहन के क्षेत्र में सड़क, जलमार्ग एवं रेलवे का विस्तार एवं उन्नयन किया जा रहा है। अहमदाबाद-मुंबई के बीच तीव्र गति बुल्लेट ट्रेन परियोजना, दिल्ली एवं आगरा के बीच गतिमान एक्सप्रेस का परिचालन एवं दिल्ली-मुंबई समर्पित फ्रेट कोरिडोर योजना द्वारा इस दिशा में प्रयास किये जा रहें हैं। उर्जा के क्षेत्र में सरकार द्वारा विद्युत उत्पादन बढ़ाकर 2022

तक शत-प्रतिशत विद्युतीकरण की योजना के साथ-साथ सौर उर्जा एवं नाभिकीय उर्जा की क्षमता बढ़ाने पर भी काम हो रहा है।

फरवरी, 2016 में मुंबई आयोजित मेक इन इंडिया फेअर की एक झलक

उपसंहार

मेक इन इंडिया पहल द्वारा औधोगिक अवसंरचना को दुरुस्त कर प्राथमिकता वाले क्षेत्रों ने देशी एवं प्रत्यक्ष विदेशी निवेश को ब□ाने के लिए हरसंभव प्रयास किये जा रहें हैं। इस कार्यक्रम को सरकार द्वारा चलाये जा रहें अन्य कार्यक्रमों यथा स्किल इंडिया, डिजिटल इंडिया, स्टार्ट-अप इंडिया-स्टैंड-अप इंडिया एवं आधार कार्ड के साथ जोड़कर एक समन्वित एवं साझा प्रयास करने की जरुरत है ताकि देश में उपलब्ध संसाधनों का इष्टतम उपयोग हो सके तथा हम एक बेहतर भारत का निर्माण कर सकें।

अंततः मुझे आशा ही नहीं परन्तु पूर्ण विश्वास है कि मेक इन इंडिया कार्यक्रम के कार्यान्वयन एवं प्रचार प्रसार में राजभाषा हिंदी के प्रत्यक्ष व परोक्ष रूप से प्रयोग से हमें इस दिशा में बेहतर सफलता मिलेगी तथा भारत को एक औधोगिक विकसित राष्ट्र बनाने के सपने को सही मायने में साकार किया जा सकेगा। धन्यवाद।

संदर्भ:

1. www.makein india.gov.in
2. www.webdunia.com
3. www.bhaskar.com
4. अन्य वेब रिसोर्सेस

मेक इन इंडिया की सफलता एवं राजभाषा

दिनेशकुमार अग्रवाल एवं किशोर वाघेला, सैक अहमदाबाद

सारांश :

किसी भी देश के सर्वांगीण विकास के लिये उसकी अर्थव्यवस्था का मजबूत होना बहुत आवश्यक है। मेक इन इंडिया का शाब्दिक अर्थ है भारत में निर्माण, अर्थात स्वदेशी। अगर हम इतिहास पर नजर डालें तो हमारी आजादी की लड़ाई में स्वदेशी विचारधारा की महत्वपूर्ण भूमिका थी। उस दौर में स्वदेशी अपनाने के पीछे भारतीयों को रोजगार देने के साथ साथ देशभक्ति की भावना प्रबल बनाने का महत्वपूर्ण उद्देश्य था। देशभक्ति की भावना को हिंदी ने बल प्रदान किया। इसी कड़ी में आगे बढ़ते हुये अपने ही देश में वस्तुओं का निर्माण कर अपनी जरुरतों को पूरा करने का प्रयास है मेक इन इंडिया। इस कार्यक्रम के तहत भारत में लोगों को निवेश के लिये आमंत्रित करना है ताकि करोड़ो लोगों को रोजगार देने के साथ साथ भारत की अर्थव्यवस्था को मजबूत किया जा सके। इस लेख में भारत में निर्माण की मुहीम तेज करने हेतु राजभाषा का महत्व एवं किये जाने वाले प्रयासों का वर्णन किया हैं।

1.0 प्रस्तावना:

हमारे देश में करीब 70 प्रतिशत आबादी ग्रामीण है और उनमे से अधिकांश लोग हमारी राजभाषा का अपने दैनिक जीवन में उपयोग करते हैं। बड़ी जनसंख्या वाले अधिकांश राज्यों में लोगों की मातृभाषा हिंदी ही है। भाषा लोगों को जोड़ने का काम करती है, विचारों के आदान प्रदान का सबसे सशक्त माध्यम है भाषा। हमारा देश बहुभाषीय देश है। अनेकता में एकता हमारी सबसे बड़ी विशेषता है। हमारी राजभाषा हिंदी, हमारे बहुभाषीय देश के लोगों को एक सूत्र में पिरोने का काम करती है। जब किसी व्यक्ति को कोई काम सीखने के लिये अपनी राजभाषा का प्रयोग करने की सुविधा मिले तो उसे सरकार के साथ संवाद करने में बहुत सरलता रहती है। इसीलिए मेक इन इंडिया कार्यक्रम को जन जन तक पहुँचाने के लिये राजभाषा ही सर्वोत्तम माध्यम है।

2.0 राजभाषा एवं मेक इन इंडिया:

देश के विकास के लिये आवश्यक सभी क्षेत्रों में हिंदी भाषा का प्रमुख योगदान है यहाँ तक की सूचना प्रौद्योगिकी एवं तकनीकी क्षेत्रों में भी मुख्य रूप से हिंदी का प्रयोग किया जाने लगा है। देश के सभी सरकारी कार्यालयों में कम्प्यूटर में टंकण के लिए यूनिकोड लागू कर दिया गया है जिससे हिंदी में काम करना आसान हो गया है। केवल अंग्रेजी में टाइपिंग का ज्ञान होने पर भी फोनेटिक कीबोर्ड द्वारा अब हिंदी में भी सरलता से टाइपिंग की जा सकती है। यह सुविधा ग्रामीण युवाओं के लिये बहुत लाभदायक है क्योंकि इसके द्वारा अब वे अपना व्यवसाय पूरे विश्व तक फैला सकते हैं। हमारा देश अनेकता में एकता का सर्वोत्तम उदाहरण है जिसमें अनेक भाषाएँ और सैकड़ों बोलियाँ हैं। जब दो अलग अलग भाषाओं के लोग आपस में बात करते हैं तो उन्हें एक आम भाषा का उपयोग करने की आवश्यकता महसूस होती है और इस कमी को पूरा करती है हमारी राष्ट्रभाषा हिंदी।

संस्कृत विश्व की प्राचीनतम भाषा है। भारत की सभी भाषाओं में संस्कृत के शब्द हैं। तमिल में60 प्रतिशत शब्द तो बंगाली व मलयालम में 90 प्रतिशत शब्द संस्कृत के हैं। अमेरिका में20 वर्षों तक शोध हुआ कि कम्प्युटर में आर्टीफीशियल इंटेलीजेंस किस भाषा में फीड की जा सकती है, तो निष्कर्ष निकला – संस्कृत में। हमारी राजभाषा का मूल भी संस्कृत ही है। नासा में संस्कृत अनिवार्य की गई है। परहमारे देश में स्थिति विचित्र है। विवादों को हटाकर स्वदेशी ज्ञान परंपरा पर स्वाभिमान जागृत करना चाहिये।

हमारे प्रधानमंत्री विदेश में कई बार हिंदी में भाषण देते हैं और लोगों का मन मोह लेते हैं उनके इस प्रयास से वैश्विक स्तर पर हिंदी को सम्मानजनक दृष्टि से देखा जाने लगा है। धीरे धीरे स्थिति में अनुकूल बदलाव आ रहा है लोग अब हिंदी में बात करने में हीनता नहीं वरन गौरव का अनुभव करने लगे हैं। राजभाषा हिंदी में लाक्षणिक विशेषताएं जैसे सहजता, सरलता, शाब्दिक उदारता और साहित्यिक समृद्धि है। विदेशी लोग भी हिंदी सीखने में रूचि दिखा रहे हैं। अब हमारे राजदूत भी देश विदेश में हिंदी के माध्यम से मेक इन इंडिया अभियान को बढ़ाने में जुटे हैं जिसके कारण अन्य देशों के राजदूत भी हिंदी बोलने का प्रयास करते हैं। अनेक विदेशी कम्पनियों के कर्मचारी विशेष रूप से हिंदी सीख रहे हैं क्योंकि इससे उन्हें हमारे देश में काम करने और अपना उद्योग लगाने में बहुत आसानी होगी। कई विदेशी कम्पनियों में हिंदी जानने वाले कर्मचारियों को वरीयता दी जा रही है। हिंदी अब विश्व की भाषा बनने की ओर अग्रसर है अभी विश्व की अन्य भाषाओं में दूसरे स्थान पर है। मेक इन इंडिया और हिंदी एक दूसरे के पूरक हैं क्योंकि दोनों में ही देश के विकास की और हमारे आत्मसम्मान की भावना निहित है।

आई आई टी जैसे विश्वप्रसिद्ध संस्थान की प्रवेश परीक्षा तथा चार्टड एकाउंटेंट जैसे व्यावसायिक पाठ्यक्रम की परीक्षाओं का संचालन हिंदी में होने लगा है जिसके कारण प्रतिभाशाली ग्रामीण छात्रों को अपनी प्रतिभा दिखाने का पूर्ण अवसर मिल रहा है और यही विद्यार्थी आगे चलकर मेक इन इंडिया कार्यक्रम में सक्रिय भागीदारी निभाएंगे।

सवा सौ करोड़ भारतीयों की इस भूमि में 60 प्रतिशत से अधिक आबादी युवा है जो नए नए विचारों, उपायों, कौशल्य और ऊर्जा से भरपूर है। अगर पूरे विश्व को देखा जाए तो हमारा देश युवाधन में सर्वाधिक समृद्ध है, और इसी युवाधन को स्वभाषा में प्रशिक्षित करके देश को आत्मनिर्भर एवं विकसित बनाना इस कार्यक्रम का उद्देश्य है।

3.0 मेक इन इंडिया कार्यक्रम : मेक इन इंडिया कार्यक्रम द्वारा हम भारत को एक मैन्युफैक्चरिंग हब के रूप में स्थापित कर सकते हैं ताकि वैश्विक स्तर पर भारत के प्रभुत्व को बढ़ा सके। इस अभियान द्वारा 25 क्षेत्रों में विश्व की करीब 3000 कम्पनियों को जोड़ने की योजना है। बाहर की कोई बड़ी कंपनी अगर भारत की जमीन पर आकर कंपनी खोलती है तो पैसा उसका होगा, लेकिन जगह हमारी होगी, जिसके कारण काम करने वाले भी हमारे लोग होंगे, हमारे लोगों को नौकरी मिलेगी। जिससे मार्केट और वैल्यू हमारे देश और हमारे देश के लोगों की होगी। इसके तहत सरकार की मंशा बस एक वृहद स्तर पर रोजगार का सृजन करके बेरोजगारी की समस्या का अंत करना है और साथ ही व्यापार और आर्थिक वृद्धि को सुगमता से विकास के पथ पर आगे बढ़ाना है। वस्तुओं के अपने देश में निर्मित होने से उसकी कीमत कम होती है, विदेशों से आयात नहीं करना पड़ेगा बल्कि हम निर्यात करने में सक्षम होंगे। इससे अंतर्देशीय व्यापार में मुनाफा, विदेशी मुद्रा में बढ़ोतरी,सरकारी खजाने में वृद्धि होगी और हमारी अर्थव्यवस्था मजबूत होगी। नीति निर्धारकों को तेज सुधारों के लिए दलगत राजनीति से ऊपर उठने की आवश्यकता है। आधारभूत संरचना खासकर परिवहन के क्षेत्र में, अपने रोड और रेल के क्षेत्र में प्रत्यक्ष विदेशी निवेश बढ़ाने की जरुरत है। इस दिशा में कदम बढ़ाते हुये सरकार ने कई क्षेत्रों में 100 प्रतिशत प्रत्यक्ष विदेशी निवेश को मंजूरी दे दी है।

विदेशी पूंजी निवेश यानी FDI को ' first develop India ' में परिवर्तित कर दिया है, यानी कि कोई भी इन्वेस्टर पैसा लगाने से पहले यह चीज ध्यान में रखे कि उद्यम से होने वाले मुनाफे का पहला हिस्सा भारत के लिए ही खर्चा होगा ना कि उसकी जेब में जायेगा। अन्तराष्ट्रीय व्यापार जगत का भी यही मानना है कि भारत इन्वेस्टमेंट की दृष्टि से बहुत अच्छा स्थान हैं, उन्होंने भी नवाचार और सृजनात्मकता के रूप में भारत को अपनी निवेश सूची में शामिल किया हैं।

4.0 सकारात्मक सोच एवं पहल: समूचे भारत में आर्थिक वृद्धि संतुलित होनी चाहिये और इसके लिये विशेष प्रयास करने होंगे। मानव संसाधन, सामान, मशीन और खनिज का देशभर में अधिक से अधिक आवागमन होना चाहिये ताकि देश में संतुलित विकास हो सके। पूर्वी क्षेत्र प्राकृतिक संसाधनों में काफी धनी है पर अल्पविकसित है, उसे भी देश के पश्चिमी हिस्से जैसा ही विकसित होना चाहिये। वहां के निवासियों को भी सही ढंग से प्रशिक्षित करके मुख्य धारा में जोड़ने का कार्य हिंदी के माध्यम से किया जा सकता है। प्रकृति ने उदार हृदय से हमें संपदा दी है साथ ही हमारे देश में कार्यक्षम लोगों की भी कमी नहीं है। बस आवश्यकता है उनके सही उपयोग की और मेक इन इंडिया कार्यक्रम से ही यह संभव होगा। इस कार्यक्रम के तहत देश का बुनियादी ढांचा दुरुस्त होगा, जिससे देश के मिडिल क्लास को भी बल मिलेगा और उनके अंदर आत्मविश्वास और संतुष्टी की भावना आयेगी जो प्रगति का घोतक है। देश का कोई भी व्यक्ति विदेश जाकर पैसे कमाने के बारे में नहीं सोचेगा, उसे वो सारी चीजें यहीं मिलेंगी जो कि विदेशों में होती है। कुटिर उद्योगों को भी बढ़ावा मिलेगा। सम्पत्ति सृजन, वितरण एवं उपभोग के विचार में भारत व पश्चिम में समानता है। हम आम तौर पर एबीसीडी की संस्कृति में फंसे रहते हैं। ए का मतलब है एवाइड (टालना), बी का अर्थ है बाईपास (बचकर निकलना), सी का कन्फ्यूजन (भ्रमित) और डी का डिले (विलंब) मतलब हम अक्सर किसी भी काम को टालने या उससे बचकर निकलने की कोशिश करते हैं ज्यादातर समय तो इसी भ्रम में निकल जाता है कि हमें करना क्या है जबकि हमारा प्रयास इसे रोड पर लाने का होना चाहिये। रोड जिसमे आर मतलब रिस्पांसिबिलिटी (जिम्मेदारी), ओ अर्थात् ओनरशिप (स्वामित्व), ए का अर्थ है एकाउन्टिबिलिटी (जवाबदेही) और डी अर्थात् डिसिप्लिन (अनुशासन) अर्थात् पूरी जिम्मेदारी,जवाबदेही और अनुशासन से काम किया जाना चाहिए।

इसी दिशा में सरकार, महत्वपूर्ण निर्णय लेने की प्रक्रिया में संबंद्ध सभी पक्षों को शामिल कर सार्वजनिक निजी भागीदारी (पीपीपी) मॉडल में एक नया आयाम जोड़ रही है। अब तक सरकारें गोपनीय ढंग से काम करती थीं, लेकिन लक्ष्यों को हासिल करने के लिये आपसी भागीदारी एवं सहयोग बहुत आवश्यक है।

5.0 उपसंहार : हमें मेक इन इंडिया अभियान से वैश्विक स्तर पर ब्रांड इंडिया को विकसित करना है ताकि वैश्विक बाजार में हम अपने लिये एक पहचान कायम कर सकें। उम्मीद है केंद्र सरकार की नई नीतियों को ठीक से लागू किया गया तो भविष्य में भारत में परिदृश्य अलग ही नजर आएगा। जब भी कोई निवेश की सोचता है जोखिम की बात सबसे आगे रहती

है पर अब हमारे यहां निवेशकों को प्रोत्साहन के लिए जिस तरह की नीतियां घोषित की गई हैं, उनमें जो रियायते दी गई है वह तो अमरीका में भी नहीं है इसलिए विदेशी निवेश तेजी से बढ़ने वाला है। सरकार जो फंड बनाने वाली है उससे विदेशी कंपनियों को भी गारंटी मिलेगी। यानी हमारी प्रतिभाओं पर दूसरें देश की कंपनियों को भी पैसा लगाने का मौका और भरोसा दोनों मिलेगा। भारत के युवाओं के पास योजना की कमी नहीं है। इनको वित्तीय ग्रोथ मिलगी तो प्रतिभाओं का पलायन भी रुकेगा। सभी क्षेत्रों में भारत में उत्पादन एवं निर्माण एवं अपनी भाषा में कौशल का विकास से आगे बढ़ने की गुंजाइश है। यहां तो केवल आइडिया चाहिए। भाषा, सरकारी नीतियों का किर्यान्वयन,स्वदेशी संस्कृति एवं मेक इन इंडिया से हम अपनी उत्पादकता को ब▯ा सकते हैं।

6.0 संदर्भ: समाचार पत्र इंटरनेट की वेबसाइटस

7.0 आभारः

लेखक इस लेख को लिखने एवं प्रेरणा देने के लिए निदेशक, सैक का आभारी है। लेखक समूह प्रधान ईएफएमजी, उपनिदेश-ईसा एवं श्रीमती प्रीति अग्रवाल का आभारी है। लेखक इस लेख को प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने के लिए तकनीकी संगोष्ठी आयोजन समिति का आभार व्यक्त करता है। लेखक इस लेख में सहयोग करने के लिए हिंदी कक्ष का आभारी है।

मेक इन इंडिया की सफलता में हिंदी की महती भूमिका

रंजन परनामी, हेमल वी. भगत
पीसीइडी/पीसीइजी/सेडा/सैक
ईमेल : {ranjanparnami, hvbhagat } @ sac.isro.gov.in, दूरभाष: 079-26914217/32

1 प्रस्तावना :

भारत एक विशाल देश है। यहाँ नाना प्रकार की भौगोलिक, सामाजिक एव आर्थिक विषमताएं विद्यमान हैं। इतने बड़े देश में प्रत्येक जन को एक सूत्र में पिरोकर मुख्य धारा से जोड़ना एक कठिन एवं बड़ा काम है। 'मेक इन इंडिया' परियोजना का लक्ष्य भारत को उद्योग और निर्माण के क्षेत्र में अव्वल स्थान पर पहुँचाना तथा इसके विस्तार से आम जन को लाभान्वित करना है। 'मेक इन इंडिया' से अभिप्राय भारतवर्ष में नई-नई औद्योगिक इकाइयों की स्थापना करना तथा नई-नई तकनीकों एवं तंत्रों के उपयोग को बढ़ावा देने से है। इससे भारतवर्ष आर्थिक एवं तकनीकी रूप से समर्थ एवं स्वावलंबी तो बनेगा ही, रोजगार के नए अवसर भी उत्पन्न होंगे जिसे बेरोजगारी से लड़ने में एक प्रभावी कदम के रूप में भी देखा जा सकता है। हिंदी भाषा भारतवर्ष की राजभाषा है। आज देश के अधिकांश लोग हिंदी भाषा को बोल एवं समझ सकते हैं। डिजीटल सूचना प्रौद्योगिकी के विकास के साथ हिन्दी के प्रसार में भी आशातीत विकास हुआ है, जिससे कि आज मूलतः अहिन्दी-भाषी प्रदेशों में भी हिन्दी बोली और समझी जाती है। फेसबुक, ट्विटर, गूगल प्लस, यू ट्यूब, माय स्पेस, लिंक्डइन और वाट्सअप ये सब नाम आज इन्टरनेट और मोबाइल की दुनिया से जुड़े हर व्यक्ति की जुबान पर हैं। सामाजिक मीडिया का यह स्वरुप आज हमारे समाज में जन-जन तक फैला हुआ है। डिजीटल प्रौद्योगिकी का प्रयोग कर के इन साइटों के द्वारा दुनिया भर के लोग आपस में संवाद स्थापित करते हैं एवं कम से कम समय में ज्यादा से ज्यादा लोगों तक अपनी बात पहुँचाने में सक्षम हो जाते हैं। आज तकनीक के सहारे हिंदी का उपयोग अच्छे तरीके से किया जा सकता है। कम्प्यूटर, हिंदी टाइपराइटरों, हिंदी सॉफ्टवेयर एवं मोबाइल के साथ-साथ इन्टरनेट पर हिंदी लिखने-पढ़ने एवं हिंदी अनुवाद की सुविधाएँ अब बढ़ने लगी है, जिससे राजभाषा के विकास में उत्साहजनक वृद्धि देखने को मिल रही है। यह लेख 'मेक इन इंडिया' के प्रभुत्व एवं महत्ता को इंगित करते हुए इसके क्रियान्वन में हिंदी भाषा के योगदान को प्रस्तुत करता है।

2 हिंदी : भारत की राजभाषा

भारत में अनेक प्रकार की भाषाएँ एवं बोलियाँ बोली जाती हैं। इसी प्रकार आम जन में लिखने- पढ़ने 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 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 की आवाज होनी चाहिए।

(4) पूरे देश के लिए यह जानने और सीखने के लिए आसान होनी चाहिए।

हिंदी के अलावा पूरे देश में अन्य कोई भाषा इन सब मानदंडों को एक साथ पूरा नहीं करती है। इसलिए हिंदी देश की 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 क्योंकि इसे कोई प्रकार की 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 मेक इन इंडिया कार्यक्रम का उद्देश्य एवं लाभ :

आज केंद्र सरकार विज्ञान एवं सूचना प्रौद्योगिकी के बल पर यह सुनिश्चित करना चाहती है कि भारत आर्थिक रूप से सुदृढ बने और हर व्यक्ति के लिए रोजगार के अवसर मिलें। 'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम की नींव इसी उद्देश्य को ध्यान में रखकर रखी गई है। इस कार्यक्रम के तीन प्रमुख बिंदु हैं जिनके इर्द-गिर्द यह पूरी परियोजना घूमती है। ये तीन बिंदु इस प्रकार हैं-

(1) **भारत में उद्योगों के लिए बुनियादी ढांचा उपलब्ध कराना** : आज देश-विदेश के कई औद्योगिक घराने अपनी उन्नत तकनीक के साथ भारत में अपनी वाणिज्यिक गतिविधियां शुरू करना चाहते हैं। इसके लिए सरकार यह सुनिश्चित करना चाहती है कि जो बुनियादी जरूरतें हैं वो उन कंपनियों को कम से कम समय में उपलब्ध करवाई जाएँ। इसके लिए केंद्र

सरकार ने 'सिंगल विंडो एप्लीकेशन' कंसेप्ट तैयार किया हैं, जिससे कारोबारियों को विभिन्न प्रकार की कागजी कार्यवाहियों और अनुमतियों के लिए ज्यादा मशक्कत और जद्दोजहद न करनी पड़े।

(2) **मांग आधारित शासन एवं सेवाएं** : वर्तमान सरकार चाहती है भारत में व्यापार के अनुकूल माहौल बने और देश-विदेश के औद्योगिक घराने यहाँ आकर व्यापार करने को आकर्षित हो। इसके लिए केंद्र सरकार यह सुनिश्चित करना चाहती है कि कारोबारियों को यहाँ 'बिजनेस फ्रेंडली' वातावरण मिले एवं उनकी मांगों को उचित समय पर उचित एवं समयबद्ध तरीके से पूरा किया जा सके।

(3) **आमजन को कौशल युक्त बनाकर रोजगार के अवसर उपलब्ध करवाना** : केंद्र सरकार ने 'मेक इन इंडिया' के साथ 'कौशल विकास' परियोजना का शुभारंभ भी किया है। इसके अंतर्गत लोगों को कौशल विकास के लिए सुविधाएं एवं अवसर प्रदान किये जायेंगे। इसके द्वारा लोग अनेक प्रकार की तकनीकों को सीख सकेंगे एवं इसके उपयोग से नई तकनीकी नौकरियों में आवेदन कर सकेंगे। मेक इन इंडिया से भारत में रोजगार के अवसर बढ़ेंगे और आमजन को इससे सीधा लाभ मिल सकेगा।

'मेक इन इंडिया' कार्यक्रम भारत सरकार कि एक महत्वाकांक्षी परियोजना है, इसके कई लाभ आशान्वित है।

(1) भारत वर्ष को आर्थिक एवं वाणिज्यिक रूप से स्वावलंबी बनाना।

(2) तकनीकी रूप से विदेशों पर से निर्भरता कम करना।

(3) भारत में नए रोजगार के अवसर उपलब्ध करना।

(4) भारत को विश्व में सामाजिक, आर्थिक, सांस्कृतिक शक्ति के रूप में खड़ा करना।

4 राजभाषा का प्रभाव एवं महत्ता :

हिंदी भाषा का उपयोग आज भारत वर्ष में सबसे ज्यादा किया जाता है, अतः इसकी गरिमा एवं प्रभाव से कोई भी अछूता नहीं है। चाहे वह भारत का सामान्य व्यक्ति हो या फिर देश –विदेश के बड़े औद्योगिक घराने, सभी इस देश में राजभाषा के प्रभाव से परिचित हैं। विज्ञापन की दुनिया में हिंदी का बोलबाला है। विज्ञापनों का काम हिंदी के बगैर नहीं चलता। आज अगर किसी भी सामान को बाजार में लोकप्रिय बनाना है तो उसका विज्ञापन हिंदी में उतरना ही पड़ता है। हां ये जो हिंदी परोसी जा रही है उसे कुछ लोग "हिंगलिश" की संज्ञा देते हैं। परन्तु यह सर्वग्राह्य हिंदी है। संचार माध्यमों के विकास के साथ हिंदी में भी आशातीत विकास हुआ है। आज मूलतः अहिंदी-भाषी प्रदेशों में भी हिंदी बोली और समझी जाती है तो इसमें संचार माध्यमों का योगदान ही है, अन्यथा हिंदी को सुदृढ़ करने के मिशिनरी प्रयास तो आज भी हिंदी दिवस, हिंदी समारोह, हिंदी संस्थान और राजभाषा विभाग तक ही सीमित हैं। आजकल तो भारत के अहिंदीभाषी महानगरों में भी अखबार चाहे अंग्रेजी या क्षेत्रीय भाषा के आते हों, लेकिन घरों में छोटे परदे के कार्यक्रम हिंदी में ही चलते हैं। इक्कीसवीं सदी की व्यावसायिकता जब हिंदी को केवल शास्त्रीय भाषा कह कर इसकी उपयोगिता पर प्रश्नचिह्न लगाने लगी तब इस समर्थ भाषा ने न केवल अपने अस्तित्व की रक्षा की, वरन् इस घोर व्यावसायिक युग में संचार की तमाम प्रतिस्पर्धाओं को लाँघकर अपनी गरिमामयी उपस्थिति भी दर्ज कराई। जनसंचार के सबसे सशक्त माध्यम सिनेमा और टेलीविजन ने हिंदी भाषा के प्रचार-प्रसार में वैश्विक क्रांति दी है। आज हर कोई हिंदी बोल समझ लेता है, लिख पढ़ भले न पाए। यह भी कहा जाता है कि बाज़ारवाद के असर में हिंदी भाषा के बदलते रूप से लोग आतंकित हैं। कुछ यह कहते मिल जाएंगे कि "हमें बाज़ार की हिंदी से नहीं बाज़ारू हिंदी से परहेज़ है"। उनका यह मानना है कि "ऐसी हिंदी भाषा को फूहड़ और संस्कारच्युत कर रही है। यह अत्यंत दुखद और संकीर्णता से भरी स्थिति है। " अब जबकि सारा संसार हिंदी की ताकत को मानने लगा है तो हम सब नागरिकों को भी स्वभाषा के प्रचार-प्रसार में हिस्सा लेकर इसे उच्च स्थान पर आसीन करने का हर संभव प्रयास करना चाहिये।

5 मेक इन इंडिया में हिंदी का योगदान :

सूचना प्रौद्योगिकी ने हिंदी भाषा के लिए युग प्रवर्तक जैसा काम किया है। इंटनेट, कंप्यूटर और मोबाइल आज किसी से परिचय के मोहताज नहीं हैं। इन्होंने आज के युग में क्रांति ला दी है। पत्र लेखन तो आजकल जैसे बंद ही हो गया है, अब सारी सूचनाओं का आदान- प्रदान तो इमेल या वाट्सप के माध्यम से होने लगा है। सभी राजनीतिक पार्टियों ने हाल ही में हुए चुनावों में इन्टरनेट के ब्लॉग, ट्विटर एवं वेब-साइटों के द्वारा दूर-दूर तक बैठे लोगों तक अपनी आवाज और विचारों को पहुँचाया है। भारत सरकार के हिंदी विभाग ने अपनी वेबसाइट http://rajbhasha.gov.in में अनेक सूचनाएं हिंदी में उपलब्ध की है। हिंदी में टंकण की सरलता आने से इन्टरनेट पर हिंदी उपयोग करने वालो की संख्या बढ़ती जा रही है। आज हर कोई हिंदी बोल-समझ लेता है, लिख पढ़ भले न पाए। विज्ञापन की दुनियां में हिंदी का बोलबाला है। विज्ञापन की दुनियां का हिंदी के बगैर काम नहीं चलता। विज्ञापन गुरु यह जान और मान चुके हैं कि माल अगर बेचना है तो उन्हें हिंदी में ही बाज़ार में उतरना पड़ेगा। हिंदी के कई अख़बार इंटरनेट पर उपलब्ध हैं। कई साहित्यिक पत्रिकाएं इंटरनेट पर पढ़ी जा सकती हैं। हिंदी

में ब्लॉग लेखक आज अच्छी रचनाएं दे रहे हैं। भारत में इलेक्ट्रॉनिक जनसंचार माध्यमों का प्रयोग दिनोंदिन बढ़ रहा है। यह देश की संपर्क भाषा के रूप में हिंदी के विकास का स्पष्ट संकेत देता है। संचार माध्यमों के विकास के साथ हिन्दी के प्रयोग में भी आशातीत विकास हुआ है। सुना है अब इंटरनेट में लैटिन के साथ-साथ देवनागरी में भी खोज सुगम होने वाली है। यह एक अच्छी खबर है और इससे हिंदी भाषा के पढ़ने और लिखने वालों की संख्या भी बढ़ जायेगी। आज कंप्यूटर और टाइपिंग में हिंदी उपयोग की सरल सुविधाएं उपलब्ध है, इसलिए हिंदी का उपयोग तकनीक के सहारे अच्छे ढंग से किया जा सकता है। हिंदी 'मेक इन इंडिया'कार्यक्रम में एक महत्वपूर्ण धुरी साबित होगी। यह प्रचार प्रसार का एक सशक्त माध्यम बनकर उद्योग एवं व्यवसायों की मूलभूत जरूरत बनकर उभरी है। हमें खुद तो हिंदी भाषा का उपयोग करना ही चाहिए तथा सभी को इस ओर उन्मुख करना चाहिए। यह कहना अतिशयोक्ति नहीं होगी कि 'मेक इन इंडिया' की सफलता में हिंदी एक बड़ी महत्वपूर्ण जिम्मेदारी निभाएगी।

6 उपसंहार

यदि वास्तव में हम देश को प्रगति की ओर ले जाना चाहते हैं तो हमें विदेशी भाषा का मोह छोड़कर स्वभाषा और स्व-संस्कृति के प्रति मोह करना होगा। आज जब इंटरनेट, विज्ञापन और टेलीविजन जगत सब जगह हिंदी का बोलबाला है, तो हमें भी इसकी ताकत को समझते हुए स्वभाषा को उच्चतम स्थान तक पहुँचाने में हरसंभव प्रयास करने चाहिए। आजकल हर क्षेत्र में डिजीटल सूचना- प्रौधोगिकी का उपयोग बढ़ रहा है। लोग इंटरनेट पर और समाजिक मीडिया में बढ़-चढ़ कर हिंदी भाषा का प्रयोग कर रहे हैं, यह सब डिजीटल- प्रौधोगिकी के विकास से ही संभव हुआ है एवं हिंदी भाषा का प्रचार-प्रसार वैश्विक स्तर पर पहुँच गया है। प्रधानमंत्री जी ने 'मेक इन इंडिया' परियोजना के द्वारा जिस संपन्न एवं स्वावलंबी भारत की परिकल्पना की है, उसे साकार करने में हिंदी एक सशक्त और उपयोगी माध्यम साबित होने वाली है। 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। ।

7 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

8 धन्यवाद

हिन्दी राजभाषा संगोष्ठी, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में यह हमारा द्वितीय लेख है। इसमें अपने लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति और अंतरिक्ष उपयोग केंद्र को हार्दिक धन्यवाद।

9 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] **हेमल वी. भगत** ने वर्ष 1981 में एवीपीटी कॉलेज, राजकोट से इलेक्ट्रोनिक्स में डिप्लोमा एवं वर्ष 1989 में एल. डी. इंजीनियरिंग कॉलेज, अहमदाबाद से इलेक्ट्रोनिक्स एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 1983 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में संवेदक विकास समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में नीतभार निरीक्षण समूह में कार्यरत है।

मेक-इन-इंडिया के सफलता में राजभाषा का योगदान

कृष्ण मोहन, कमलेश एम राना, पंकज जे शाह
पीसीडीडी/पीसीईजी/सेडा/सैक
ईमेल : (k_mohan,kmrana,pjshah) @ sac.isro.gov.in, दूरभाष: 079-26914218

प्रस्तावना

"कुछ बात है कि हस्ती मिटती नहीं हमारी
सदियों रहा है दुश्मन दौरे जमा हमारा। "

राजभाषा सरकार और जनता के बीच एक महत्वपूर्ण कड़ी होती है। सरकार के नीतियों को जनता तक पहुचानें का यह एक मात्र माध्यम है और इन नीतियों को निष्ठापूर्वक प्रतिबिंबित करना ही उसका विशिष्ट दायित्व है। देश में प्रजातंत्र की जड़े जितनी गहरी होती जा रही है उतना ही प्रशासन साधारण जनता के निकट आता जा रहा है। इसलिये साधारण जनता में प्रशासन के प्रति आस्था उत्पन्न करने के लिए यह आवश्यक है कि प्रशासन का पूरा कामकाज जनता कि भाषा में हो जिससे प्रशासन और जनता के बीच कि खाई को भरा जा सके। भारत एक बहुभाषी देश है। प्रारंभ में पन्द्रह भाषओं को संविधान में राष्ट्रभाषा के रूप में मान्यता दी गयी थी। अब इस सूची में और भाषाओं के जुडनें से संविधान में कुल 22 भाषाएँ मान्य है। परन्तु राजकाज चलाने एवं केंद्र तथा राज्यों के बीच संपर्क भाषा कि भूमिका निभाने का उत्तरदायित्व हिंदी को ही सौपा गया क्योकि यह देश के अधिकांश लोगो द्वारा बोली और समझी जाती है। प्रस्तुत लेख में मेक इन इंडिया कार्यक्रम के उद्देश्य और उद्देश्य की पूर्ति हेतु राजभाषा का महत्वपूर्ण योगदान के विषय पर लेखक ने अपने विचार प्रस्तुत किया है।

मेक इन इंडिया कार्यक्रम के उद्देश्य:

25 सितंबर 2014 को प्रधानमंत्री श्री नरेन्द्र मोदी द्वारा नई दिल्ली में मेक इन इंडिया कार्यक्रम की शुरुआत की गयी थी। भारत में निवेश करने के लिए (राष्ट्रीय और अंतराष्ट्रीय) पूरे विश्व से मुख्य व्यापारिक निवेशकों को बुलाने के लिए ये एक पहल थी। देश में किसी भी क्षेत्र में (उत्पादन,टेक्सटाइल्स,ऑटोमोबाइल्स,निर्माण,खुदरा,रसायन,आईटी,बंदरगाह,दवा के क्षेत्र में, अतिथि सत्कार,पर्यटन,स्वास्थ्य,रेलवे,चमड़ा आदि) अपने व्यापार को स्थापित करने के लिये सभी निवेशको के लिये ये एक बड़ा अवसर है। भारत में विनिर्माण पॉवरहाउस की स्थापना के लिए विदेशी कंपनियों के लिए इस आकर्षक योजना के पास साधन – संपन्न प्रस्ताव है। व्यापार (उपग्रह से पनडुब्बी तक,कार से सॉफ्टवेयर, औषधीय से बंदरगाह तक, कागज से उर्जा तक आदि) के लिए इसे एक वैश्विक केंद्र बनाने के लिए देश में डिजिटल नेटवर्क के बाज़ार के सुधार के साथ ही असरदार भौतिक संरचना के निर्माण पर केंद्रित भारतीय सरकार द्वारा मेक इन इंडिया अभियान की शुरुआत की गयी। इसका प्रतीक (भारत के राष्ट्रीय प्रतीक से लिया हुआ) एक विशाल शेर है जिसके पास ढेर सारे पहिये (शांतिपूर्ण प्रगति और चमकीले भविष्य के रास्ते को इंगित करता है) है। एक वैश्विक व्यापारिक केंद्र में देश को बदलने के लिए इस राष्ट्रीय कार्यक्रम को डिजाइन किया गया है क्योंकि इसके पास स्थानीय और विदेशी कंपनियों के लिए आकर्षक प्रस्ताव है। देश के युवाओ की स्थिति को सुधारने के लिए लगभग 25 क्षेत्रकों में कौशल कों बढ़ाने के साथ ही इस अभियान का ध्यान बड़ी संख्या में मूल्यवान और सम्मानित नौकरी उतपन्न करना है। इसमें ऑटोमोबाइल,रसायन .आईटी,तथा बीपीएम, विमानन उद्योग, औषधीय,निर्माण,बिजली से सम्बन्धित मशीन,खाद्य प्रसंस्करण, रक्षा, विनिर्माण, अंतरीक्ष, टेक्सटाइल्स,कपड़ा उद्योग, बंदरगाह, चमड़ा, मीडिया और मनोरंजन, स्वास्थ्य खनन,पर्यटन और मेहमानदारी,रेलवे,ऑटोमोबाइल घटक,नवीकरणीय उर्जा,बायोटेक्नालॉजी, सड़क और हाईवे, इलेक्ट्रोनिक निकाय और थर्मल उर्जा शामिल है। प्रमुख निवेशको के मदद के साथ देश में ठोस वृद्धि और मूल्यवान रोज़गार उत्पन्न करना इसका मुख्य लक्ष्य है। ये दोनों तरफ के लोगो कों फायदा पहुचायेगा, निवेशक और हमारे देश दोनों को। निवेशको के असरदार और आसान संचार के लिये एक ऑनलाइन पोर्टल और एक समर्पित सहायक टीम भारतीय सरकार ने बनायी है। किसी भी समय व्यापारिक कंपनियों के सभी प्रश्नों का उत्तर देने के लिये एक वफादार शेल भी समर्पित है।

राजभाषा की महता :

आधुनिक भारत कि संस्कृति एक विकसित शतदल कमल के सामान है,जिसका एक-एक दल एक-एक प्रांतीय भाषा और उसकी साहित्य –संस्कृति है। किसी एक को मिटा देने से उस कमल कि शोभा ही नष्ट हो जायेगी। हमारी यह इच्छा है कि भारत कि सब प्रांतीय बोलियां, जिनमे सुन्दर साहित्य सृष्टि हुई है, अपने –अपने घर में रानी बनकर रहें, प्रान्त के जन-गण कि हार्दिक चिंता की प्रकाश भूमिस्वरूप कविता की भाषा होकर रहें और आधुनिक भाषाओं के हर की मध्यमणि हिंदी भारत-भारती होकर विराजती रहें।

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 आभाव 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 भातिं आज भी देदीप्यमान है।

““पूरे राष्ट्र की आशा है, हिंदी अपनी भाषा है,

जात-पात बंधन को तोड़े, हिंदी सारे देश को जोड़े””

<u>राजभाषा के उपयोग में आई कठिनाइयाँ :</u>

यह प्रश्न बार-बार उठता रहा है कि सरकारी कामकाज में किस प्रकार कि हिंदी का प्रयोग होना चाहिए। सभी चाहते है 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 कि 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 हों इसकी चर्चा भारत सरकार की उच्च स्तरीय बैठकों में एक बार नहीं अनेको 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 जरी होते रहें 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 हों पाया है और लोगो 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 –

1. 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 पहुचाने के लिए सिर्फ इतना ही काफी नहीं कि लिखने वाला खुद समझ सके कि उसने क्या लिखा है ; जरुरी तो यह है कि पढ़ने वालो को भी समझ में आ जाए कि आखिर लिखने वाला कहना क्या चाहता है।
2. सरकारी कामकाज में आमफहम शब्दों का ज्यादा उपयोग किया जाना चाहिए और लिखते वक्त दूसरी भाषओं के प्रचलित शब्दों का उपयोग करने में जरा भी हिचक नहीं होनी चाहिए।
3. जहां कही भी यह लगे कि पढ़ने वालो को हिंदी में लिखे किसी तकनीकी शब्द या पदनाम (डेजिग्नेशन) को समझने में कठिनाई हों सकती है, वह उस शब्द का पदनाम के सामने कोष्ठक में अंग्रेजी रूपांतर भी लिख देना उपयोगी होगा।

जिन्हें अच्छी हिंदी आती है वे कभी–कभी उन लोगो 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 करे, न तों संस्कृत और न देवनागिरी लिपि में अंग्रेजी ही। कहने का अभिप्राय यह है की हिंदी का वाक्य विन्यास उसकी प्रकृति के अनुसार ही होना चाहिए और यह ठीक नहीं होगा कि वह संस्कृत के दुरूह समस्त पदों कि लड़ी हों 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 आएगीं, बल्कि बीच –बीच में नए या अनजाने शब्दों के इस्तमाल के बावजूद वह सहज ही सभी की समझ में आ सकेगी।

<u>मेक-इन-इंडिया के सफलता में राजभाषा का योगदान:</u>

यह एक अत्यंत बड़ी उपलब्धि है कि हिंदी भाषा के पढ़ने और लिखने वालों की संख्या बहुत तीव्र गति से बढ़ रही है। आज कंप्यूटर और टाइपिंग में हिंदी उपयोग की सरल सुविधाएं उपलब्ध है, इसलिए हिंदी का उपयोग तकनीक के सहारे अच्छे ंग से किया जा सकता है। हिंदी ‘मेक इन इंडिया’ कार्यक्रम में एक महत्वपूर्ण भूमिका के साथ एक नया आयाम हासिल करने की ओर अग्रसर है। यह प्रचार प्रसार का एक सशक्त माध्यम बनकर उद्योग एवं व्यवसायों की मूलभूत जरूरत बनकर उभरी है। हमें खुद तो हिंदी भाषा का उपयोग करना ही चाहिए तथा सभी को इस ओर आगे बढ़ने की प्रेरणा देनी चाहिए। यह कहना अतिशयोक्ति नहीं होगी कि ‘मेक इन इंडिया’ की सफलता में हिंदी एक बड़ी महत्वपूर्ण जिम्मेदारी के रूप उभरी है और अधिक से अधिक लोगो को एक दूसरे को जोडने और समझने में अति सहायक सिद्ध हुई है।

उपसंहार

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 दे तो देश में शाशन तंत्र में अवांछनीय शिथिलता आ जायेगी,जिसके कारणदेश 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 मजकर,गठ्कर सक्षम और सशक्त माध्यम बनती है। इसके लिए आवश्यक अवसर हम हिंदी को भी दे,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 न हिय 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 यह हमारा पहला लेख है। इसमें अपने लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति अंतरिक्ष उपयोग केंद्र / विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट को हार्दिक धन्यवाद।

लेखक परिचय

- **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।

- **कमलेश एम राना** ने वर्ष 1981 में एवीपीटी कॉलेज, राजकोट से इलेक्ट्रोनिक्स में डिप्लोमा, वर्ष 1982 में सॉफ्टवेर सर्टिफिकेट एवं वर्ष 1995 में एल. डी. इंजीनियरिंग कॉलेज, अहमदाबाद से इलेक्ट्रोनिक्स एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 1984 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में संवेदक विकास समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में नीतभार निरीक्षण समूह में कार्यरत है।

आवरण पृष्ठ एम एम लैब, डेकू द्वारा अभिकल्पित

ISBN 978-93-82760-21-4

9 789382 760214

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र / विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट
SPACE APPLICATIONS CENTRE / DEVELOPMENT & EDUCATIONAL COMMUNICATION UNIT
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन Indian Space Research Organisation
अहमदाबाद Ahmedabad