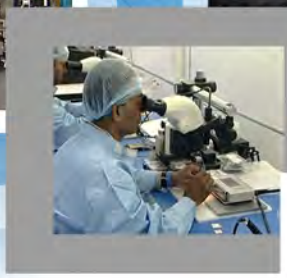
हिंदी तकनीकी संगोष्ठी 2014
TECHNICAL HINDI SEMINAR
25 जुलाई JULY 2014

लेख संग्रह
Proceedings

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम– आत्मनिर्भरता एवं चुनौतियां
INDIAN SPACE PROGRAMME– SELF-RELIANCE AND CHALLENGES



राजभाषा सत्र
हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन
एवं राजभाषा का स्वरूप

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

हिन्दी तकनीकी संगोष्ठी - 2014

25 जुलाई 2014

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम – आत्मनिर्भरता और चुनौतियाँ

राजभाषा सत्र

हिंदी वैज्ञानिक एवं तकनीक लेखन और
राजभाषा का स्वरूप

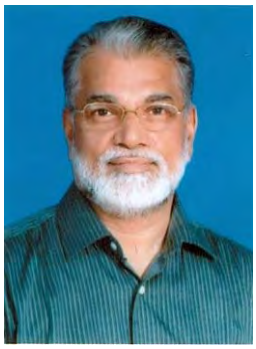
अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र/ विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन
अहमदाबाद

अनुक्रमणिका

भारत सरकार
अन्तरिक्ष विभाग
अन्तरिक्ष भवन, न्यू बी ई एल रोड
बेंगलूर – 560 231. भारत
तार : स्पेस फैक्स : 2341 5328
दूरभाष : 2341 5241, 2217 2333
डॉ. को. राधाकृष्णन
सचिव

सत्यमेव जयते

GOVERNMENT OF INDIA
DEPARTMENT OF SPACE
Antariksh Bhavan, New BEL Road
Bangalore - 560 231, India.
Grams : Space Fax : +91-80-2341 5328
Telephone : +91-80-2341 5241, 2217 2333
e-mail : chairman@isro.gov.in



संदेश

मुझे यह जानकार अपार प्रसन्नता हुई है कि अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र (सैक), अहमदाबाद द्वारा 25 जुलाई, 2014 को "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम – आत्मनिर्भरता एवं चुनौतियां" पर एक हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का जनमानस को उपयोग अगाध है। इसका सामाजिक उपयोग किस प्रकार किया जाए, इसी कार्य में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र लगा हुआ है। इस क्षेत्र में भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम ने यद्यपि उपलब्धि हासिल कर ली है तथापि, अभी काफी कुछ किया जाना है। संगोष्ठी का विषय इसी से संबंधित है।

यह सर्वविदित है कि सैक अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी के उपयोग के क्षेत्र में अंतरिक्ष विभाग/ इसरो का अग्रणी केन्द्र है, साथ ही राजभाषा के कार्यान्वयन में भी इसका नाम एक आदर्श कार्यालय के रूप में जाना जाता है। हिन्दी तकनीकी संगोष्ठी का मूल उद्देश्य वैज्ञानिक एवं तकनीकी विषयों के गहन ज्ञान को जनमानस तक जन सामान्य की भाषा यानी कि राजभाषा में प्रस्तुत कर उन तक पहुँचाना है। इससे समाज में अंतरिक्ष विज्ञान कार्यक्रमों के बारे में जागरूकता बढ़ती है, जिससे समाज एवं विज्ञान दोनों ही लाभान्वित होते हैं।

यह अत्यन्त हर्ष का विषय है कि अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा हिन्दी के सहज, सरल, सुगम एवं सार्थक प्रयोग के रेखांकित करते हुए यह संगोष्ठी आयोजित की जा रही है। मैं आशा करता हूँ कि इस संगोष्ठी में विभिन्न वैज्ञानिक एवं तकनीकी विषयों पर जैसे नैनो तकनीकी, सुदूर संवेदन तकनीकी, इत्यादि पर स्तरीय लेख हिन्दी में प्रस्तुत किए जाएंगे और इनका संकलन अत्यंत उपयोगी एवं लाभप्रद होगा।

संगोष्ठी के सफल आयोजन हेतु सैक के आयोजन एवं संपादन मंडल तथा राजभाषा अनुभाग के अधिकारियों/ कर्मचारियों को हार्दिक शुभकामनाएँ।

इस संगोष्ठी की सफलता के लिए मैं आयोजकों को शुभकामनाएं देता हूँ।

(डॉ.को.राधाकृष्णन)

सचिव, अन्तरिक्ष विभाग/ अध्यक्ष, इसरो

अनुक्रमणिका

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

सत्यमेव जयते

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

ए. विजय आनंद
अपर सचिव, अंतरिक्ष विभाग /
अध्यक्ष, विभागीय राजभाषा कार्यान्वयन समिति

संदेश

राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय, भारत सरकार की सदैव से ही यह नीति रही है कि राजभाषा हिन्दी को जन-साधारण तक पहुँचाया जाते हैं। इसी के अनुसरण में केन्द्रीय सरकार के कार्यालयों में राजभाषा कार्यान्वयन के लिए अनेक कार्यक्रम आयोजित किए जाए हैं। अंतरिक्ष विभाग/ इसरो के विभिन्न केन्द्रों में भी हिन्दी को बढ़ावा देने से संबंधित कार्यक्रम आयोजित किए जाते हैं, जिनमें हिन्दी में संगोष्ठियों का आयोजन करना, एक है।

"भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम – आत्मनिर्भरता और चुनौतियां" विषय पर अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र (सैक), अहमदाबाद में 25 जुलाई, 2014 को राजभाषा के प्रचार-प्रसार को बढ़ावा देने के लिए तकनीकी संगोष्ठी के दौरान, राजभाषा विभाग से हाल ही में प्राप्त अनुदेश के अनुसरण में "हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप" पर भी राजभाषा संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है, जो सराहनीय प्रयास है।

मैं आशा करता हूँ कि इस संगोष्ठी के दौरान इन लेखों पर किए जाने वाले विचार-विमर्श सभी प्रतिभागियों के लिए अत्यधिक लाभदायक होंगे और साथ-ही-साथ इस संगोष्ठी के विषय पर लिखे गए लेख से जनमानस भी लाभान्वित होगा और राजभाषा हिन्दी के प्रचार-प्रसार में भी योगदान होगा।

मैं इस तकनीकी संगोष्ठी के सफल आयोजन की शुभकामना देता हूँ।

(ए.विजय आनन्द)

अनुक्रमणिका

आ.सी.किरण कुमार
निदेशक
A.S. Kiran Kumar
Director

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
ई-मेल E-mail : director@sac.isro.gov.in

अध्यक्ष, राजभाषा कार्यन्वयन समिति
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र

संदेश

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के सभी केंद्र/ यूनिट सामाजिक हित में भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम को नई ऊँचाइयों पर ले जाने के लिए सतत् प्रयासरत हैं। हम संचार, सुदूर संवेदन, नौसंचालन, अंतर-ग्रहीय अभियान, आदि सभी अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के अनुसंधान एवं विकास से जुड़े हर क्षेत्र में तेजी से आगे बढ़ रहे हैं। कम लागत पर बेहद उपयोगी एवं आधुनिकतम नीतभारों एवं उसकी उप-प्रणालियों के डिजाइन एवं विकास के क्षेत्र में हमारी विश्व में एक विशिष्ट पहचान है।

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन / अंतरिक्ष विभाग का अहमदाबाद स्थित अंतरिक्ष उपयोग केंद्र सामाजिक उत्थान के लिए नवाचार युक्त प्रणालियों और सॉफ्टवेयरों के अनुसंधान एवं विकास में सदैव तत्पर रहता है। हिंदी में तकनीकी संगोष्ठियों के आयोजन के माध्यम से सामाजिक दायित्व के निर्वहन के लिए हमने तकनीकी क्षेत्र में कार्य करते हुए भी एक और आयाम अपनाया है। सैक में प्रवर्तमान नवीनतम अनुसंधान और विकास गतिविधियां जनसामान्य भी समझ सके, इस उद्देश्य की पूर्ति इन संगोष्ठियों के माध्यम से की जा रही है।

वर्ष 2014 के लिए आयोजित इस संगोष्ठी का विषय "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम - आत्मनिर्भरता और चुनौतियाँ" बड़ा ही प्रासंगिक और उपयोगी है। हमें इस संगोष्ठी में अपने गौरवमयी अतीत और सुनहरे भविष्य दोनों पर दृष्टिपात करने का अवसर मिलेगा। मुझे बताया गया है कि इस वर्ष से तकनीकी संगोष्ठी में एक राजभाषा सत्र भी शामिल किया गया है, इस सत्र में हिंदी में तकनीकी वैज्ञानिक लेखन की अवधारणाओं और समस्याओं का विशद विवेचन किया जाएगा।

मैं उन सभी लोगों को शुभकामनाएं देता हूँ, जिन्होंने प्रत्यक्ष अथवा परोक्ष रूप से इस संगोष्ठी के सफल आयोजन में अपना महत्वपूर्ण योगदान दिया है।

आ सी किरण कुमार

(आ.सी. किरणकुमार)

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

विलास पलसुले
निदेशक/ अध्यक्ष, राजभाषा कार्यान्वयन समिति
विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट

संदेश

हमारे चारों ओर घटित हो रही घटनाओं के कारणों, प्रक्रियाओं और परिणामों का परिशुद्ध एवं व्यवस्थित ज्ञान ही विज्ञान कहलाता है। विज्ञान की अवधारणाओं का उपयोग करके मानव के कल्याण की दिशा में उपयोगी प्रणालियाँ या अवसंरचनाएं विकसित करना तकनीकी पहलू है। विज्ञान और तकनीकी की उक्त परिभाषा यह सिद्ध करती है कि विज्ञान और तकनीकी जनसामान्य से जुड़े हुए विषय हैं। घटनाओं की गहनता और परिमाण इतना अधिक है कि व्यवस्थित रूप से इनको अभिव्यक्त करने के लिए मानक शब्दों और संकेतों का उपयोग किया जाता है। विज्ञान और तकनीकी जैसे विषयों को परिशुद्ध बनाने में तो ये अभिव्यक्तियां सहायक हैं किंतु इन विषयों को ये कठिन बना देती हैं।

जब इन मानक अभिव्यक्तियों का आधार कोई विदेशी ऐतिहासिक, भौगोलिक और भाषायी परिपेक्ष्य हो, तब ये विषय और अधिक जटिल प्रतीत होने लगते हैं। विज्ञान एवं तकनीकी की बारीकियों को व्यक्त करने के लिए अपना स्वदेशी ऐतिहासिक, भौगोलिक और भाषायी परिपेक्ष्य हो तो जटिलता को काफी हद तक कम किया जा सकता है। इसी अवधारणा का अनुकरण करते हुए भारत सरकार अपनी वैज्ञानिक और तकनीकी संस्थाओं से यह अपेक्षा करती है कि वे संघ की राजभाषा हिंदी में अधिक से अधिक वैज्ञानिक एवं तकनीकी संगोष्ठियों, परिचर्चाओं, आदि का आयोजन करें और इनमें तकनीकी और वैज्ञानिक विषयों पर हिंदी में मौलिक लेखन को प्रोत्साहित किया जाए।

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन/ अंतरिक्ष विभाग ने इस दिशा में पहल करते हुए अपने केंद्र/ यूनिटों को उनमें चल रही वैज्ञानिक एवं तकनीकी अनुसंधान व विकास गतिविधियों से जुड़े विषयों पर हिंदी में संगोष्ठियाँ आयोजित करने का उत्तरदायित्व सौंपा है। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र तथा विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट इस उत्तरदायित्व का बखूबी निर्वाह कर रहे हैं।

इस दिशा में 25 जुलाई 2014 को **"भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम-आत्मनिर्भरता और चुनौतियाँ"** विषय पर हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है, साथ ही **"हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन एवं राजभाषा का स्वरूप"** विषय पर राजभाषा सत्र का भी आयोजन किया जा रहा है। यह एक सराहनीय एवं महत्वपूर्ण कदम है। उपलक्ष्य में लेख संग्रह भी प्रकाशित किया जा रहा है। प्रस्तुत हिंदी आलेख संगठन के लिए महत्वपूर्ण एवं उपयोगी सिद्ध हो रहे हैं।

संगोष्ठी की सफलता के लिए मेरी ओर से हार्दिक शुभकामनाएं।

विलास पलसुले
(विलास पलसुले)

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

मल्लिका महाजन
नियंत्रक, सैक /
अध्यक्ष, संगोष्ठी आयोजन समिति

संदेश

अंतरिक्ष विभाग के विभिन्न केंद्र/ यूनिट संघ की राजभाषा के प्रचार-प्रसार में सक्रिय भूमिका निभाते रहे हैं। कार्यालय का दैनंदिन कामकाज हो या तकनीकी और वैज्ञानिक प्रकृति के गहन विषय, सभी क्षेत्रों में राजभाषा हिंदी के प्रयोग के लिए जो उत्साह और उमंग अंतरिक्ष उपयोग केंद्र/ विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट में केंद्र में देखने को मिलता है, वह अद्वितीय अनुभव है। हर वर्ष गहन तकनीकी और वैज्ञानिक विषयों पर हिंदी तकनीकी संगोष्ठियों का आयोजन इसी परंपरा का गौरवमयी उदाहरण है। राजभाषा विभाग के सुझाव पर इस वर्ष इस तकनीकी संगोष्ठी में राजभाषा सत्र भी शामिल किया गया है, जिसका विषय "हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन एवं राजभाषा का स्वरूप" रखा गया है।

इस वर्ष अंतरिक्ष उपयोग केंद्र और विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट संयुक्त रूप से "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम – आत्मनिर्भरता और चुनौतियाँ" विषय पर हिंदी में तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन कर रहे हैं। संगोष्ठी के दौरान भारत के अंतरिक्ष कार्यक्रम की सफलता और भावी अनुसंधान एवं विकास पर गहन विचार विमर्श किया जाएगा। संगोष्ठी के लिए प्राप्त आलेखों को पुस्तकाकार रूप में लेख-संग्रह नाम से प्रकाशित किया जा रहा है, हिंदी में तकनीकी विषय पर यह एक महत्वपूर्ण दस्तावेज सिद्ध होगा। साथ ही राजभाषा हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन की उपलब्धियों और इसमें आ रही समस्याओं पर परिचर्चा भी लाभकारी सिद्ध होगी।

इस संगोष्ठी में लेख प्रस्तुत करने वाले लेखकों, संगोष्ठी समिति सदस्यों, हिंदी अनुभाग और इस कार्यक्रम से जुड़े हर व्यक्ति को संगोष्ठी की सफलता के लिए मेरी ओर से हार्दिक शुभकामनाएं।

22/7/2014
(मल्लिका महाजन)

अनुक्रमणिका

डॉ. पी.के.श्रीवास्तव,
सह अध्यक्ष, संगोष्ठी आयोजन समिति/
ग्रुप निदेशक-पीपीजी, सैक

संपादकीय

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 – आत्मनिर्भरता और चुनौतियां" 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 28 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।

संगोष्ठी के लिए प्रस्तुत लेखों में भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में विगत वर्षों के दौरान हुई प्रगति का अच्छा विश्लेषण किया गया है। बेहतर भविष्य के लिए कई चुनौतियां भी हमारे सामने हैं। इन चुनौतियों पर भी लेखों में अच्छा विचार-विमर्श किया गया है और इन चुनौतियों का समाधान करने के लिए विविध रणनीतियों का भी वर्णन किया गया है। हिंदी में प्रस्तुत इन लेखों में विशुद्ध तकनीकी एवं वैज्ञानिक प्रकृति की विषय-वस्तु का अच्छा विश्लेषण प्रस्तुत किया गया है।

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 "हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप" नामक विषय पर इसरो/ अंतरिक्ष विभाग के विभिन्न केंद्र/ यूनिटों से लेख आमंत्रित किए। अधिकांश केंद्र/ यूनिटों से लगभग 22 लेख प्राप्त हुए, जिनमें गुणवत्ता के आधार पर संगोष्ठी में प्रस्तुति के लिए 15 लेखों का चयन किया गया।

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।

(डॉ. पी.के.श्रीवास्तव)

अनुक्रमणिका

बी.आर. राजपूत
सदस्य सचिव, संगोष्ठी आयोजन समिति/
वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी, सैक

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 नियंत्रक, सैक की अध्यक्षता में 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 की अध्यक्ष श्रीमती मल्लिका महाजन, 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 "हिंदी में वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप" विषय पर अंतर केंद्र स्तर पर लेख आमंत्रित किए गए, जिसमें हमें विभिन्न केंद्र/ यूनिटों से निदेशकों/ अध्यक्षों, राजभाषा कार्यन्वयन समिति तथा उनके हिंदी अनुभागों से पूरा-पूरा सहयोग मिला है, इसके लिए आयोजन समिति इन सभी के प्रति भी अपनी कृतज्ञता ज्ञापित करती है।

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 सारगर्भित एवं उपयोगी लेख लिखे और संगोष्ठी में प्रस्तुत किए । इस संगोष्ठी से प्रत्यक्ष एवं परोक्ष रूप से जुड़े प्रत्येक व्यक्ति के प्रति भी मैं आभारी हूँ, धन्यवाद।

(बी.आर. राजपूत)

अनुक्रमणिका

हिन्दी तकनीकी संगोष्ठी – 2014

मार्गदर्शन

श्री आ.सी.किरण कुमार, निदेशक, सैक

श्री विलास पलसुले, निदेशक, डेकू

संगोष्ठी आयोजन समिति

सुश्री मल्लिका महाजन	अध्यक्ष
डॉ. पी.के. श्रीवास्तव	सह अध्यक्ष
श्री सजी. ए. कुरियाकोस	सदस्य
श्री डी.के. दास	सदस्य
श्रीमती रचना पटनायक	सदस्य
श्री सी.एन. लाल	सदस्य
श्री विक्रम देसाई	सदस्य
श्री राजेश रंजन	सदस्य
वरि. प्रधान, क्रय एवं भंडार	सदस्य
प्रधान, पीजीए	सदस्य
प्रधान, लेखा एवं आ.वि.स.	सदस्य
श्री बी.आर. राजपूत	सदस्य-सचिव

मूल्यांकन समिति

डॉ. पी.के. श्रीवास्तव	अध्यक्ष
डॉ. नीरा चतुर्वेदी	सदस्य
श्री डी.के. सिंह	सदस्य
श्री राजेश खंडेलवाल	सदस्य
डॉ. सी.एम. किस्तवाल	सदस्य
डॉ. बी.एस. मुंजाल	सदस्य
श्रीमती नीलू एस. सेठ	सदस्य- सचिव

सुप्रचालन समिति

श्री डी.के. दास	अध्यक्ष
श्री सी.एन. लाल	सह अध्यक्ष
वरि.कैटरिंग प्रबंधक/प्रतिनिधि	सदस्य
डॉ. आभा छाबड़ा	सदस्य
श्री उपेंद्र गोंधलेकर	सदस्य
श्री आर एस आचार्य	सदस्य
श्री दिनेश अग्रवाल	सदस्य-सचिव

प्रलेख समिति

श्रीमती रचना पटनायक	अध्यक्ष
श्री धर्मेश भट्ट	सदस्य
श्री विवेक सिंह	सदस्य
सुश्री रजनी सेमवाल	सदस्य
श्री सोनू जैन	सदस्य-सचिव

अनुक्रमणिका

अनुक्रमणिका

सत्र 1 – भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम – चुनौतियां

समयः 1030 से 1130 बजे

क्र.सं.	शीर्षक	लेखक का नाम	
1.	सुदूर संवेदन उपग्रह डेटा गुणता मूल्यांकन तथा विश्लेषण - एक चुनौती	अनुजा शर्मा और बी कार्तिकेयन्	1
2.	भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम-आत्म निर्भरता एवं चुनौतियाँ विपत्ति चेतावनी प्रेषित्र	लीना कोहली कपूर और एस एन सताशिया	7
3.	उन्नत संचार उपग्रहों की ऐंटेना ट्रैकिंग जरूरतें एवं चुनौतियाँ	पंकज कुमार गुप्ता और जे के होता	12
4.	भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रमों का चुनौतियोंपूर्ण सफ़र	सुनील सिंह और जयेश आर ठक्कर	16
5.	अंतरिक्ष उपयोग के लिए सतही ध्वनि तरंग साधनों का सर्वेक्षण	उर्वी पोपट, निलेश जिवानी, शांतनु सिन्हा एवं अजय कुमार	20
6.	भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की आत्म निर्भरता और चुनौतियां में अनुसंधान एवं विकास की भूमिक	अंकिता विशाल पटेल, विकास पी पटेल और आर. एम. शाह	25
7.	पतायोज्य तुल्यकाली-अतुल्यकाली विभेदी अभिग्राही (ASDR) मिश्रित संकेत उपयोग विशिष्ट एकिकृत परिपथ (ASIC) का अभिकल्प	संजय कसोदनिया, राहुल धिंगानी, हिमांशु पटेल, बी.एस.रमन और एन.एम. देसाई	29

सत्र 2 (खंड-1) – भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम – आत्मनिर्भरता

समयः 1130 से 1315 बजे

1.	भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम-आत्म निर्भरता एवं चुनौतियां	डॉ. ए. सुब्बाराव	33
2.	नैनोतकनीकी आधारित संसूचक - आत्मनिर्भरता और चुनौतियाँ	अश्वनी कुमार	36
3.	वैश्विक संदेश एवं अनुवर्तन सेवा में आत्मनिर्भरता के लिए संदेशवाहक यजमानित नीतभार	आसिया टोपीवाला, प्रतीक जैन, जयदीप कैंतुरा और हिमांशु शाह	39
4.	उपग्रहों के लिए निम्नतापीय ऊष्मानली	कमलेश कुमार बराया	43
5.	सैटेलाइट संचार में भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान कार्यक्रम की आत्मनिर्भरता और चुनौतियां	डॉ. एम. आर. सुजिमोल, बिंदिया कुमारी, उर्वशी भट्ट और रवि कुमार गुप्ता	47
6.	अंतरिक्ष अनुप्रयोग के विद्युत-प्रकाशीय प्रणाली के हृदय जाँच के लिये इन-हाउस विकसित डिटेक्टर टेस्ट-अप सॉफ्टवेयर	जितेन्द्र कुमार और अमित दवे	50
7.	भारतीय नौसंचालन उपग्रह प्राणाली - आत्म निर्भरता एवं चुनौतीयां	कृती खत्री, धवल उपाध्याय, परिमल माजीठिया और डा. सुभाष चन्द्र बोरा	54
8.	सुदूर संवेदन तकनीक से भारत में "ताप लहरों" (Heat Waves) का संसूचन	मेहुल आर.पंड्या, धीरज बी.शाह*, निकुंज पी.दरजी, हेतल पंड्या, आर.पी.सिंह एवं आ.सी.किरणकुमार /*सरदार पटेल विश्वविद्यालय, वल्लभ विधानगर	59

अनुक्रमणिका

सत्र 2 (खंड-2) – भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम – आत्मनिर्भरता

समयः 1400 से 1530 बजे

1.	संरचनात्मक विश्लेषण मे स्वदेशी सॉफ्टवेयर का उपयोग	वी. एस. जगदीश	63
2.	भू - केंद्र के विकास में आत्मनिर्भरता	रूपल याज्ञिक और जे के होता	70
3.	वैद्युत नोदन के क्षेत्र में आत्मनिर्भरता हेतु इसरो के द्वारा विकसित किए जा रहे 75mN स्थैतिक प्लाज्मा प्रणोदक के ऐनोड गैस वितरक का संगणकीय द्रव गतिकीय अध्ययन	विवेक कुमार सिंह	74
4.	टेफ्लॉन युक्त छद्रित परिपथ बैर्ड को धातुरूप करने के लिए कॉपर विद्युत लेपन प्रक्रिया	दिनेश अमोला, संदीप पटेल और वी.आर.सुथार	81
5.	रेडार नीतभार परीक्षण हेतु एकल बोर्ड आधारित भू-परीक्षण माड्यूल	अभिषेक कुणाल, माधव दास, आर. सेंथिल कुमार, संजय त्रिवेदी एवं निलेश एम. देसाई	85
6.	"भविष्य के सार हेतु ऐडीसी तथा सर-डेस ऐसिको का स्वदेशी अल्पविकास"	रिंकु अग्रवाल, शालिनी गंगेले, शौकिन, पंकज जैन, आर सेंथिल कुमार, एस.एन.त्रिवेदी एवं निलेश एम.देसाई	90
7.	स्वदेशी नई प्रणालीः यू.एच.एफ. लिनीअराइज़र	संजय पंचाल, विशाल आंबलिया, एवं आर.जे.दोशी	97

पोस्टर प्रस्तुति

1.	भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रमः वामन से विराट कदम	हेतल पंड्या, डॉ. आर रामकृष्णन, निकुंज दरजी और देबज्योति धर	103
2.	उपग्रह आधारित सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली	जितेन्द्र खर्डे	106
3.	चंद्रयान-II के शक्ति इलेक्ट्रॉनिक पैकेज का संरचनात्मक और तापीय विश्लेषण	संदीप र.सोमाणी, चंद्रशेखर, प्रशांत दास, आर.आर.भावसर और वी.एस.जगदीश	112
4.	भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम - आत्म निर्भरता और चुनौतियाँ	सुनील सिंह कुशवाहा और एस एन सताशिया	121
5.	इथोपिया में उपग्रह डाटा का उपयोग कर फसल क्षेत्र का आपदा में आकलनः भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की आत्मनिर्भरता की ओर बढ़ते कदम	डॉ.एस.पी.व्यास	125
6.	सूचना आत्म-निर्भरता के लिए इलेक्ट्रॉनिक पुस्तकालयः स्थापना, विकास, प्रबंधन और चुनौतियाँ	मुकेश कुमार मिश्र एवं रचना पटनायक	135

अनुक्रमणिका

सत्र 3 – राजभाषा

समयः 1545 से 1630 बजे

1.	पारिभाषिक शब्दावली का निर्माण - कुछ महत्वपूर्ण मुद्दे	योगेन्द्र कुमार त्रिवेदी, पीआरएल	141
2.	हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप	राकेश शुक्ला, एड्रिन	143
3.	हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप	अनिल कुमार, आईजेक	146
4.	विज्ञान एवं तकनीकी साहित्य की प्रासंगिकता एवं प्रयुक्त राजभाषा का स्वरुप	सोम शेखरन एम जी, एसडीएससी-शार	149
5.	हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप	देवांग मांकड, सैक	151
6.	हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप	दिनेश कुमार अग्रवाल एवं गौतम त्रिवेदी, सैक	154

पोस्टर प्रस्तुति

1.	हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरुप	कमलेश कुमार बराया, सैक	159
2.	वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन हेतु शब्द चयन संबंध में विभिन्न अभिमत	सोनू जैन, बी.आर.राजपूत, नीलू सेठ, रजनी सेमवाल, एवं गौतम त्रिवेदी, सैक	162
3.	हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप	चन्दन सिंह, सैक	165
4.	हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप	लीना कोहली कपूर, सैक	168
5.	हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप	डॉ. ए. सुब्बाराव, सैक	171
6.	हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप	सतिन्दर पाल सिंह, वीएसएससी	174
7.	हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप	प्रमोद प्रकाश, इस्ट्रैक	178
8.	हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप	राम प्रकाश यादव, एनआरएससी	180
9.	हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप	कमलेश कुमार खरे, एमसीएफ	183

अनुक्रमणिका

हिन्दी तकनीकी संगोष्ठी – 2014

मार्गदर्शन

श्री आ.सी.किरण कुमार, निदेशक, सैक

श्री विलास पलसुले, निदेशक, डेकू

संगोष्ठी आयोजन समिति

सुश्री मल्लिका महाजन	अध्यक्ष
डॉ. पी.के. श्रीवास्तव	सह अध्यक्ष
श्री सजी. ए. कुरियाकोस	सदस्य
श्री डी.के. दास	सदस्य
श्रीमती रचना पटनायक	सदस्य
श्री सी.एन. लाल	सदस्य
श्री विक्रम देसाई	सदस्य
श्री राजेश रंजन	सदस्य
वरि. प्रधान, क्रय एवं भंडार	सदस्य
प्रधान, पीजीए	सदस्य
प्रधान, लेखा एवं आ.वि.स.	सदस्य
श्री बी.आर. राजपूत	सदस्य-सचिव

मूल्यांकन समिति

डॉ. पी.के. श्रीवास्तव	अध्यक्ष
डॉ. नीरा चतुर्वेदी	सदस्य
श्री डी.के. सिंह	सदस्य
श्री राजेश खंडेलवाल	सदस्य
डॉ. सी.एम. किस्तवाल	सदस्य
डॉ. बी.एस. मुंजाल	सदस्य
श्रीमती नीलू एस. सेठ	सदस्य- सचिव

सुप्रचालन समिति

श्री डी.के. दास	अध्यक्ष
श्री सी.एन. लाल	सह अध्यक्ष
वरि.कैटरिंग प्रबंधक/प्रतिनिधि	सदस्य
डॉ. आभा छाबड़ा	सदस्य
श्री उपेंद्र गोंधलेकर	सदस्य
श्री आर एस आचार्य	सदस्य
श्री दिनेश अग्रवाल	सदस्य-सचिव

प्रलेख समिति

श्रीमती रचना पटनायक	अध्यक्ष
श्री धर्मेश भट्ट	सदस्य
श्री विवेक सिंह	सदस्य
सुश्री रजनी सेमवाल	सदस्य
श्री सोनू जैन	सदस्य-सचिव

अनुक्रमणिका

सुदूर संवेदन उपग्रह डेटा गुणता मूल्यांकन तथा विश्लेषण - एक चुनौती

अनुजा शर्मा, बी कार्तिकेयन्
(प्रतिबिम्ब विश्लेषण और गुणता मूल्यांकन प्रभाग, अन्तरिक्ष उपयोग केंद्र)

anuja@sac.isro.gov.in; bkartik@sac.isro.gov.in

१. प्रस्तावना

भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह लगभग तीन दशक से न केवल भू-सतह पर स्थित प्राकृतिक एवं मानव निर्मित साधनों की विश्वस्तरीय जानकारी उपलब्ध कराते है अपितु भू-वायुमंडल के गहन अध्ययन हेतु निरंतर कार्यरत हैं। इनसे प्राप्त डेटा का प्रयोग वन संसाधन, खेती-बाड़ी,जल संसाधन, शहरी विकास-आयोजन, आपदा प्रबंधन, मौसम का पूर्वानुमान, पर्यावरण संरक्षण आदि में विभिन्न संस्थाओं द्वारा किया जाता है। एक ओर, मध्यम से उच्च विभेदन क्षमता वाले उपग्रहों (रिसोर्ससैट-1/2, कार्टोसैट श्रृंखला, रीसैट-1) से प्राप्त मान-चित्र या प्रतिबिम्ब हमें भू-सतह पर मौजूद संसाधनों की वर्तमान स्थिति के विषय में जानकारी प्रदान करते हैं; वहीं दूसरी ओर, मौसम विज्ञानी उपग्रह जैसे कल्पना-1, इन्सैट-3अ, इन्सैट-3डी द्वारा प्राप्त मान चित्र-त्वरित (अधिक पुनरावर्तन) एवं बड़े प्रामार्ज के लिए जानकारी उपलब्ध कराते हैं। जल संवहन एवं ऊर्जा वितरण के गहन अध्ययन के लिए मेघा-ट्रॉपिक्स उपग्रह, जो विशेषतः उष्णकटिबंधीय क्षेत्र (tropical region) के लिए स्थापित किया गया है, का डेटा प्रयोग में लिया जाता है।

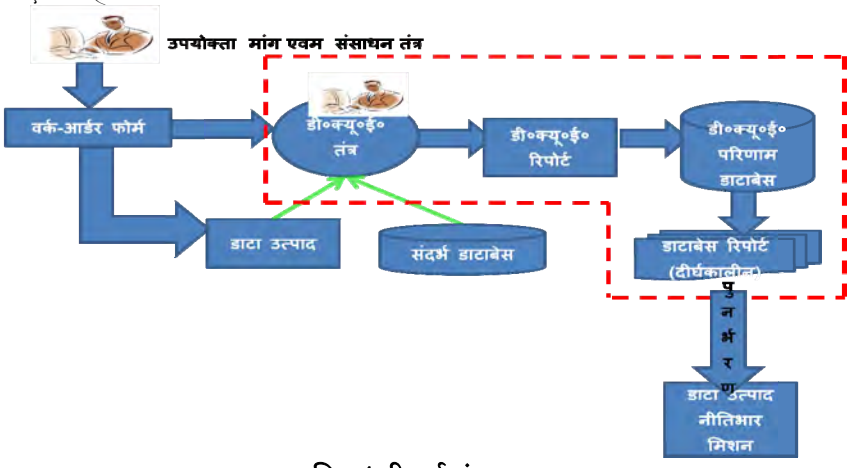
उपग्रह से प्राप्त प्रतिबिम्ब/डेटा को उसके सहायक डेटा (ancillary information) का प्रयोग कर डेटा-उत्पाद (Data product) बनाया जाता है। डेटा उत्पाद के प्रसार (Dissemination) से पूर्व उसकी पूर्णतः गुणता जांच करना सर्वोपरि है। डेटा गुणता मूल्यांकन तन्त्र (Data Quality Evaluation System) स्वतंत्र रूप से, उन्नत-विधि द्वारा नीतभार, प्लेटफार्म निष्पादन तथा डेटा उत्पाद की गुणता मूल्यांकन के लिए उत्तरदायी होता है। प्रकाशीय तथा सुक्ष्म-तरंगीय संवेदकों से प्राप्त डेटा की गुणता जांच तथा मूल्यांकन एक चुनौतीपूर्ण कार्य है जिसे डीक्यूई तंत्र स्वनिर्मित सॉफ्टवेयर की सहायता से परिणाम देता है। डीक्यूई का मुख्य कार्य निरंतर डेटा उत्पाद की विकिरणमापीय तथा ज्यामितीय परिशुद्धता का आंकलन करना है। डीक्यूई के द्वारा किये गए मूल्यांकन एवं विश्लेषण विवरण (quality evaluation report) नीतभार तथा डेटा उत्पाद टीम को प्रेषित की जाती है, इसी आधार पर डेटा उत्पाद गुणता संवर्धन हेतु मिशन दल अथवा डेटा उत्पादन दल द्वारा उचित निर्णय लिए जाते हैं।

इस पत्र में डीक्यूई तंत्र, उसके प्रमुख प्राचल, प्रकाशीय एवं सूक्ष्म तरंगीय संवेदकों की डेटा गुणता मूल्यांकन विधि का संक्षिप्त में वर्णन किया गया है।

२. डीक्यूईतंत्र (आईएमजीईओएस में)

डीक्यूई के संचालन हेतु स्व-निर्मित एवं ग्राफी प्रयोक्ता अन्तरापृष्ठ (Graphical User Interface) युक्त सॉफ्टवेयर का विकास अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के ***"प्रतिबिम्ब विश्लेषण और गुणता मूल्यांकन प्रभाग"*** (Image Analysis and Quality Evaluation Division) में किया जाता है और राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केंद्र (National Remote Sensing Agency) में डीक्यूई सॉफ्टवेयर को स्थापित किया जाता है। डेटा अभिग्रहण केंद्र से प्राप्त उपग्रह डेटा द्वारा डेटा-उत्पाद बनाने का कार्य भी राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केंद्र में आईएमजीईओएस (IMGEOS-Integrated Multi-mission Ground Segment for Earth Observation Satellites) सुविधा के अंतर्गत होता है। आईएमजीईओएस के अधीन सभी तंत्र बहु-अभियानों का सुचारू एवं स्वचलित रूप से संचालन करने की सुविधा प्रदान करते है। वर्तमान में रिसौर्ससेट-1, रिसौर्ससैट-2, कार्टोसैट-1,2,अ,ब और रीसैट-1 आईएमजीईओएस सुविधा में संचलित होने वाले मिशन हैं।

उपयोक्ता उत्पाद मांग तथा संसाधन तंत्र (User Product Ordering and Processing System - UOPS) के द्वारा डीक्यूई करने इच्छुक उपयोक्ता उत्पाद की मांग करते है, इस वर्क-आर्डर को डेटा उत्पादन तंत्र को प्रेषित किया जाता है और उत्पाद के तैयार/उपलब्ध होने पर यही वर्क-आर्डर डीक्यूई तंत्र को पहुंचाया जाता है। वर्क आर्डर में उत्पाद संबंधी जानकारी जैसे उपग्रह का नाम, संवेदक का नाम, पथ-कतार (Path-Row), कक्षा (Orbit), डेटा अधिग्रहण का समय व तिथि (Date and Time of pass), डीक्यूई क्रिया (DQE activity) का समावेश होता है। उत्पाद के तैयार होने पर यह वर्क-आर्डर डीक्यूई को भेजा जाता है और डीक्यूई सॉफ्टवेयर के द्वारा उत्पाद की गुणता जांच की जाती है।

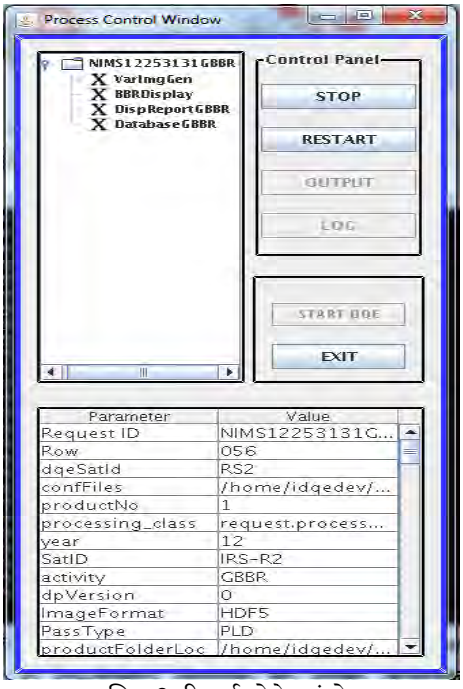


चित्र 1 डीक्यूई अंतरापृष्ठ

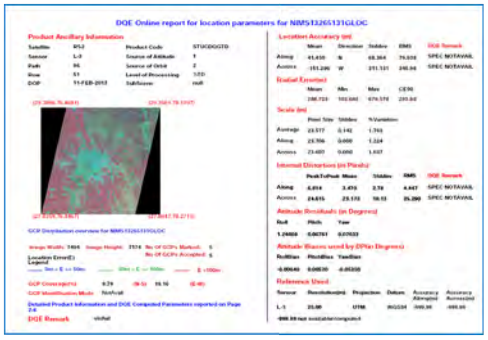
डीक्यूई के सुविधाजनक संचालन हेतु डीक्यूई शेड्यूलर (सॉफ्टवेयर) का विकास किया गया है। चित्र 2 में डीक्यूई शेड्यूलर के अग्रांत (front end) अन्तरापृष्ठ दिखाया गया है। पृष्ठांत में वर्क-आर्डर में दिए गए विवरण को डेटाबेस में रखा जाता है। पृष्ठांत-सॉफ्टवेयर (back end software) नए वर्क-ऑर्डरों की एक कतार तैयार करता है जो चित्र 2 में दर्शाये गए "डेटा एक्सट्रेक्शन" टैब में प्राप्त होती है। प्रत्येक डेटा उत्पाद पूर्व-सुनिश्चित प्रमाणित फोर्मेट (उ0 - सीओस, एचडीएफ, जियोटिफ़) में प्राप्त होता है। डीक्यूई द्वारा निर्मित डेटा एक्सट्रेक्शन सॉफ्टवेयर की मदद से डेटा उत्पाद से प्रतिबिम्ब/डेटा एवं सहायक डेटा को अलग कर डीक्यूई फॉर्मेट में लाया जाता है।

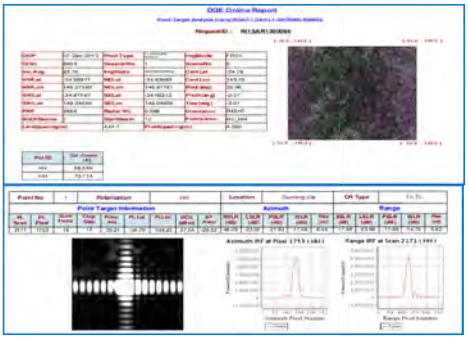
चित्र 2 डीक्यूई शेड्यूलर - अग्रांत अंतरापृष्ठ

डेटा एक्सट्रेक्शन होने के पश्चात् पृष्ठांत-सॉफ्टवेयर वर्क-आर्डर द्वारा भेजी गयी रिक्वेस्ट को "डीक्यूई प्रोसेसिंग" टैब में दर्शाता है। डीक्यूई प्रोसेसिंग द्वारा रिक्वेस्ट के क्रियान्वयन से एक प्रोसेस शृंखला जारी की जाती है, जिसके द्वारा चुनी गयी डीक्यूई क्रिया (विकिरणमापीय, ज्यामितीय, अंशांकन आदि) के प्रोसेस एक क्रम से क्रियान्वित होते है। ये प्रोसेस दो प्रकार के हो सकते हैं - स्वचलित (automatic) या इन्टरएक्टिव (interactive) प्रोसेस। इन्टरएक्टिव प्रोसेस के क्रियान्वयन में ऑपेरटर द्वारा प्रतिबिम्ब से भू/सापेक्षिक-नियंत्रण-बिंदुओं अथवा लक्ष्य का चयन (Ground Control Point, Relative Control Points, Target Selection) अथवा किसी ऑप्शन का चयन करना होता है। श्रृंखला के सभी प्रोसेसों के क्रियान्वयन के पश्चात् डीक्यूई की विस्तृत रिपोर्ट दर्शाई जाती है। रिपोर्ट विवरण से संतुष्ट होने की स्थिति में ऑपेरटर डीक्यूई सॉफ्टवेयर द्वारा अभिकलित परिणामों को *डीक्यूई परिणाम डेटाबेस* में संग्रहीत करता है।



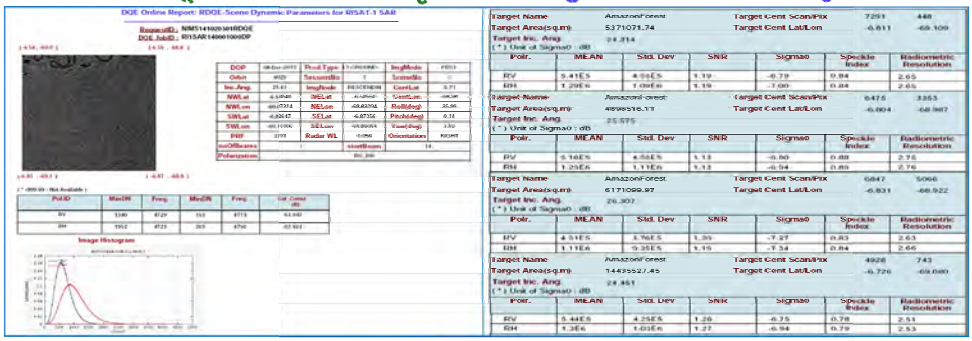
चित्र 3 डीक्यूई प्रोसेस कंट्रोलर





ज्यामितीय डी०क्यू०ई०(Location) की विस्तृत रिपोर्ट

बिंदु लक्ष विश्लेषण की विस्तृत रिपोर्ट



विकीरणमापीय डी०क्यू०ई० की विस्तृत रिपोर्ट

चित्र 4 डीक्यूई विस्तृत रिपोर्ट (DQE Detailed Report)

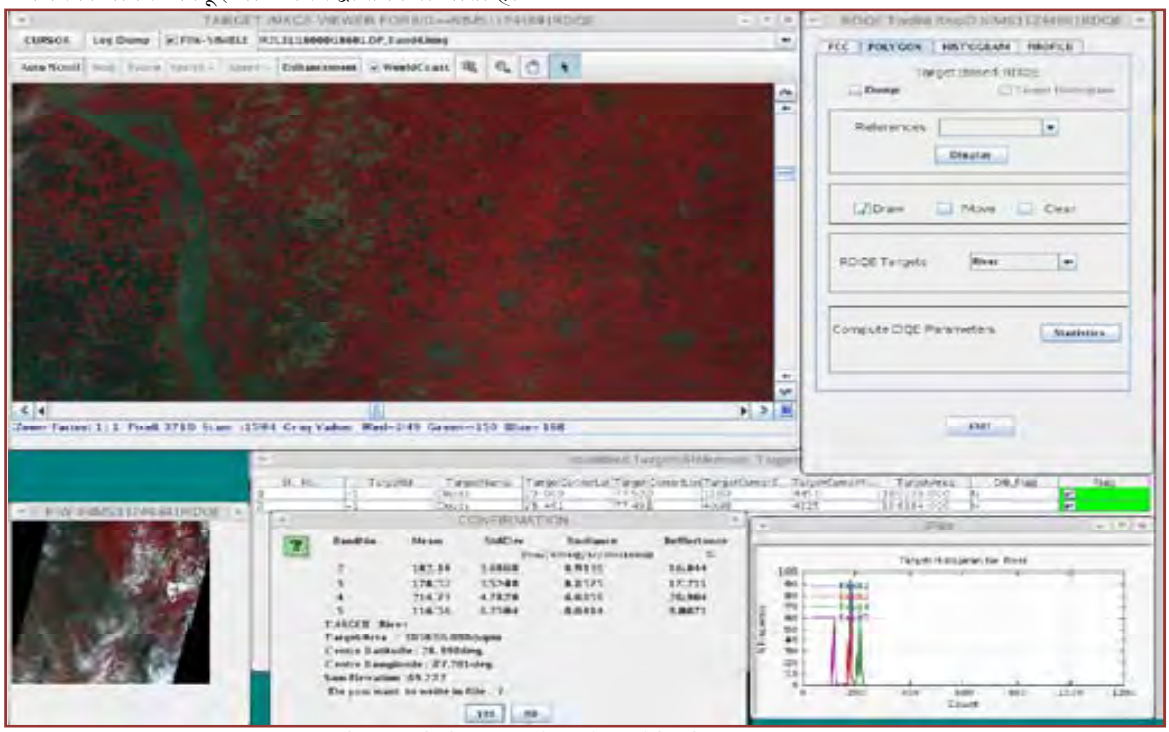
३. डेटा गुणता मूल्यांकन प्राचल

डेटा गुणता मूल्यांकन के प्राचल का मूलतः तीन भागों में वर्गीकरण किया जा सकता है - विकिरणमापीय प्राचल, अंशांकन प्राचल और ज्यामितीय प्राचल। प्रकाशीय संवेदकों की विकिरणमापीय गुणता संवेदक के अभिलक्षण (sensor characteristics) एवं संसूचक अनुक्रिया (detector response) पर निर्भर करती है। इसका प्रभाव प्रतिबिम्ब पर खड़ी रेखाओं (striping), चित्रांश ह्रास (pixel dropout) अथवा रव (noise) के रूप में देखा जा सकता है। रिसैट-1 जैसे सक्रीय सूक्ष्म-तरंगी संवेदक से प्राप्त प्रतिबिम्ब की गुणता रेडार के आवेग अनुक्रिया गुणधर्म (impulse response properties) अथवा वितरित प्रकीर्ण लक्ष्य (distributed scatterer) के लिए रेडार की अनुक्रिया (response) से मापी जाती है।

जियामिती गुणता संवेदक के अभिलक्षण, प्लेटफॉर्म प्राचल जैसे अभिवृत्ति (attitude), स्थिति (position), वेग (velocity), क्षोभ (perturbations) पर निर्भर करती है। इसके अलावा जियामिती गुणता कुछ हद तक भू-धरापृष्ठ (surface terrain) पर भी निर्भर करती है। बैंड-से-बैंड पंजीकरण त्रुटि (band-to-band misregistration), बैंडो के या पोर्टो के मध्य सांतरण मापन (stagger),ध्रुवण-ध्रुवण पंजीकरण त्रुटि (polarization-polarization misregistration) यह सभी मुख्य जियामिती प्राचल है जिनका मापन डीक्यूई सॉफ्टवेयर द्वारा किया जाता है।

अ) विकिरणमापीय डीक्यूई

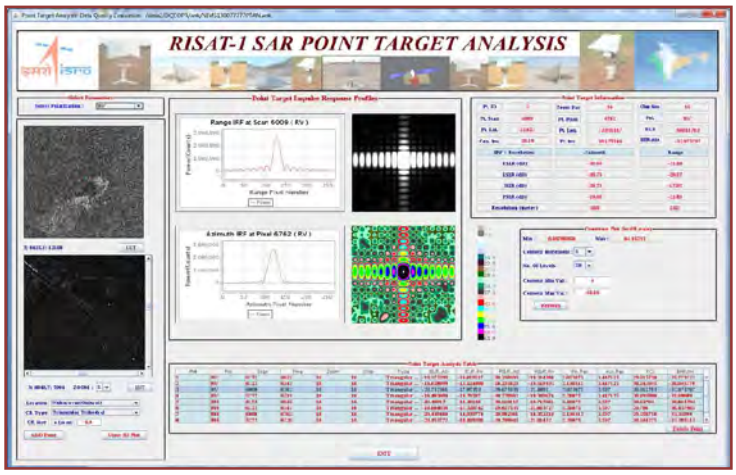
इस क्रिया को विकिरणमितीय संशोधित उत्पाद पर किया जाता है। वर्णक्रमी व्यवहार (spectral behaviour) के मापन और अध्ययन के लिए समांग लक्ष्य (homogeneous target) को सॉफ्टवेयर की सहायता से चुना जाता है (चित्र 5), तत्पश्चात् उस लक्ष्य के लिए विकिरणमापीय प्राचलों का अभिकलन किया जाता है। विकिरणता (radiance), आभासी परावर्तकता (apparant reflectancence), एसएनआर (SNR-signal/noise ratio) आदि प्रकाशीय संवेदक के विकिरणमापीय प्राचल है, सिग्मा-शून्य, स्पेकल इंडेक्स और विकिरणमापीय विभेदन सूक्ष्म-तरंगीय संवेदक के प्रमुख प्राचल हैं। इसके साथ ही प्रतिबिम्ब/दृश्य का गतिक परिसर (dynamic range) काउंट्स एवं विकिरणता/सिग्मा-शून्य एवं आयत चित्र (histogram) का भी अभिकलन किया जाता है। विकिरणमापीय डीक्यूई के परिणामों को डेटाबेस में स्टोर करते है जिससे उसका दीर्घकालीन विश्लेषण किया जा सके। वैश्विक स्तर पर सीईओएस द्वारा प्रमाणित विकिरणमापीय स्थल जैसे सहारा रेगिस्तान, यमन रेगिस्तान, तुज़-गोलू आदि को प्रकाशीय संवेदकों के लिए और अमेज़न रेनफ़ोरेस्ट को रीसैट-1 की विकिरणमापीय डीक्यूई के लिए चुना गया है। विकिरणमापीय डीक्यूई के लिए काम में लिए जाने वाले सॉफ्टवेयर को चित्र 5 में दिखाया गया है।



चित्र 5 विकिरणमापीय डीक्यूई के लिए अंतरापृष्ट

रीसैट-1 के अन्य डीक्यूई प्राचल है - अमेज़न रेनफोरेस्ट के लिए **गामा शून्य का आंकलन, एंटेना चित्राम** (antenna pattern) निकालना और कोना परावर्तक (corner reflector) से प्राप्त बिंदु लक्ष्य का आरसीएस/आवेग अनुक्रिया प्राचल (impulse response parameter) का अभिकलन करना। चित्र 6 में डीक्यूई द्वारा निर्मित बिंदु लक्ष्य विश्लेषण के सॉफ्टवेयर का चित्र दर्शाया गया है।

बिंदु लक्ष्य विश्लेषण क्रिया के लिए सर्वप्रथम दर्शाये (display) गए प्रतिबिम्ब से कोना परावर्तक को अंकित किया जाता है। कोना परावर्तक के आस-पास के पृष्ठभूमि कलरव को मापने के लिए विशिष्ट कलन-विधि का प्रयोग किया गया है। कोना परावर्तक की कलरव रहित तीव्रता के द्वारा आरसीएस/आवेग अनुक्रिया प्राचल का अभिकलन किया जाता है। मापित आवेग अनुक्रिया प्राचल, परास (range) एवं दिगंश (azimuth) दोनों ही दिशाओं में चित्र 6 में नल-सरोवर पर तैनात कोना परावर्तक के लिए दर्शाये गये हैं।



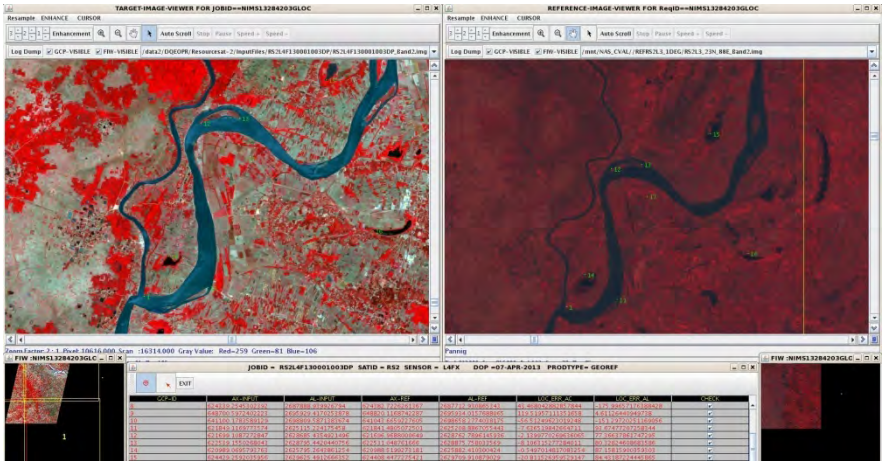
चित्र 6 रीसैट-1 सार बिन्दु लक्ष्य विश्लेषण

ब) ज्यामितीय डीक्यूई

स्थिति-यथार्थता (Location accuracy**)** ज्यामितीय डीक्यूईका प्रमुख प्राचल है जिसका अभिकलन प्रत्येक कक्षा के तीन दृश्यों पर किया जाता है। विभिन्न विभेदन क्षमता के उच्च-यथार्थता वाले सन्दर्भ प्रतिबिम्ब और अंकीय उच्चाव मॉडल और स्वरचित उच्च अभिकलन मॉडल की सहायता से स्थिति त्रुटि (location error in along/across direction), आतंरिक विकृति (internal distortion) और अभिवृत्ति बाएस (attitude biases) का अभिकलन किया जाता है। स्थिति-यथार्थता प्राचल के अभिकलन करने हेतु नीचे दिए क्रम में कार्य किया जाता है।

१) दृश्य के कोना निर्देशांक की सहायता से विभेदन क्षमता अनुसार सन्दर्भ डेटाबेस से प्राप्त सन्दर्भों की सूची तैयार कर दर्शाना
२) ऑपरेटर द्वारा सन्दर्भ का चुनाव
३) चुने हुए सन्दर्भ और प्रतिबिम्ब का दर्शान (चित्र -7)
४) सन्दर्भ और प्रतिबिम्ब में भू-नियंत्रण बिंदुओं का ऑपरेटर द्वारा चयन
५) स्थिति में दोनों दिशाओं में अंतर निकालाना और अन्य प्राचल का अभिकलन
६) विस्तृत रिपोर्ट दर्शान
७) डेटाबेस में डीक्यूईके परिणामों को संग्रहण

डेटाबेस से प्राप्त डीक्यूईदीर्घकालीन ट्रेंड रिपोर्ट का अध्ययन कर उचित बाएस लगा कर सिस्टम संशोधित (system corrected) उत्पाद बनाया जाता है।

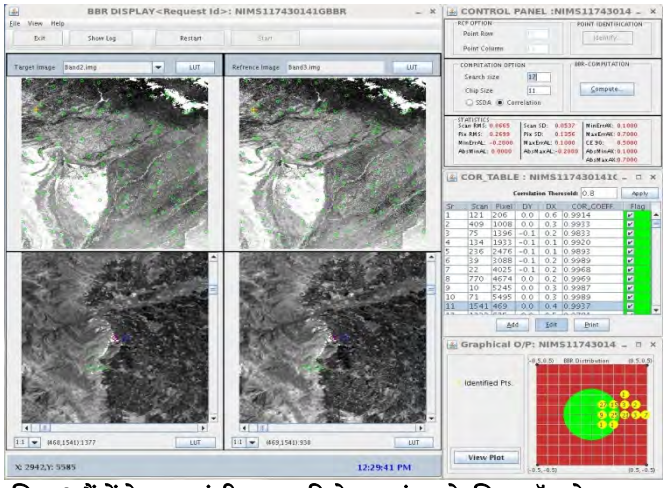


चित्र 7 जियामिति डेटा गुणता मूल्यांकन के लिए सॉफ्टवेयर टूल

इसी प्रकार बहु-स्पेक्ट्रमी संवेदकों के प्रतिबिम्बों की विभिन्न **बैंडों के मध्य पंजीकरण-त्रुटि** मापने के लिए स्वनिर्मित सॉफ्टवेयर की मदद से निम्नलिखित क्रम में कार्य किया जाता है-

१) स्वचलित सॉफ्टवेयर की सहायता से सन्दर्भ बैंड प्रतिबिम्ब में उच्च सघनता वाले सापेक्षिक-नियंत्रण-बिन्दुओ का चयन
२) डिस्प्ले सॉफ्टवेयर में सापेक्षिक-नियंत्रण-बिन्दुओ के वितरण का दर्शान
३) सहसंबंध मॉडल द्वारा बिंदुओं का अन्य बेंडों के साथ सुमेलन
४) पंजीकरण त्रुटि का मापन
५) डिस्प्ले सॉफ्टवेयर में त्रुटि का दर्शान
६) विस्तृत रिपोर्ट डिस्प्ले
७) डेटाबेस में डीक्यूईके परिणामों को स्टोर करना

बैंडों के बीच पंजीकरण-त्रुटि की रिपोर्ट को डेटा उत्पादन टीम को प्रेषित किया जाता है जिससे उत्पाद में उचित संशोधन किया जा सके। इसी प्रकार रीसैट-1 के लिए किन्ही दो ध्रुवण में प्राप्त प्रतिबिम्ब के मध्य **ध्रुवण-ध्रुवण का पंजीकरण त्रुटि** भी आंकी जाती है। प्रकाशीय संवेदक के **पोर्टों के मध्य अथवा बैंडो के मध्य सांतरण को** सहसंबंध विधि से मापने की सुविधा प्रदान की गयी है।

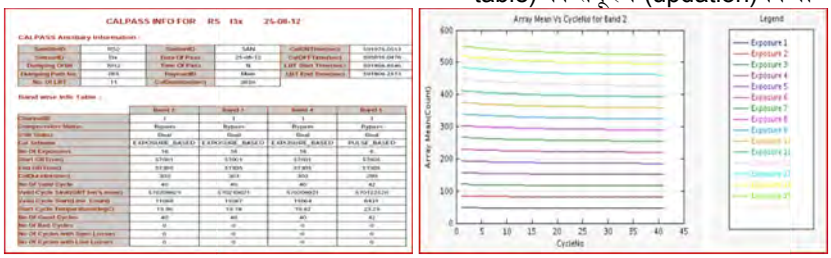


चित्र 8 बैंडों के मध्य पंजीकरण त्रुटि के मूल्यांकन के लिए सॉफ्टवेयर टूल

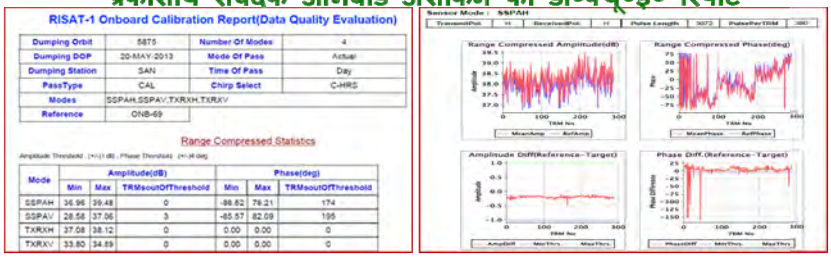
स. ऑनबोर्ड अंशांकन डीक्यूई

प्रत्येक प्रकाशीय संवेदक में ऑनबोर्ड अंशांकन अधियोजना उसके आवेश युग्मित युक्ति आव्यूह (CCD array) के स्वास्थ्य की देख-रेख के लिए निर्धारित की जाती है। इसी प्रकार, रेडार रीसैट -1 में प्रेष-ग्राही मोड्यूल (transmit-receive module) के स्वास्थ्य मोनिटरिंग के लिए भी एक खास ऑनबोर्ड अंशांकन अधियोजना निर्धारित की गयी है।

प्रकाशीय संवेदक के ऑनबोर्ड अंशांकन के लिए, डीक्यूई सॉफ्टवेयर विभिन्न उद्भासन/लब्धि (exposure/gain) पर प्राप्त डेटा के सांख्यिकीय प्राचल का अभिकलन करता है। साथ ही सन्दर्भ के साथ उसकी तुलना कर निम्नीकृत अथवा विफल हुए संसूचक की जानकारी डेटा उत्पादक को प्रदान करता है, जिससे उत्पाद की गुणता बढ़ाने हेतु अवलोकन सारणी (look-up-table) का संपूरण (updation) किया जा सके।



प्रकाशीय संवेदक ऑनबोर्ड अंशांकन की डी०क्यू०ई० रिपोर्ट



सूक्ष्म तरंगीय संवेदक (रीसेट-१) – ऑनबोर्ड अंशांकन की डी०क्यू०ई० रिपोर्ट

चित्र 9 ऑनबोर्ड अंशांकन डीक्यूई

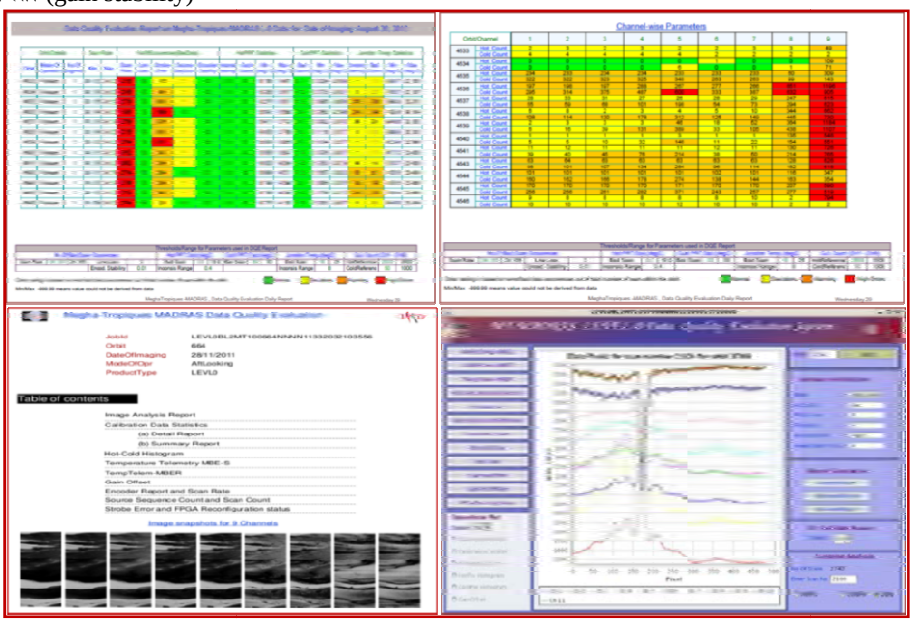
रीसैट-1 का ऑनबोर्ड अंशांकन डेटा द्वारा परास संपीडित आयाम तथा प्रावस्था (range compressed amplitude and phase), शक्ति असंतुलन (power imbalance) और प्रावस्था असुंतलन (phase imbalance) का अभिकलन किया जाता है। सभी प्राचल की तुलना लैब में मापित अंशांकन डेटा या प्रथम दिवस के अंशांकन डेटा को सन्दर्भ डेटा बना कर उससे की जाती है। दोनों के तुलनात्मक आरेख को चित्र 9 में दर्शाया गया है। डीक्यूई के द्वारा दिए गए पुनःभरण से नीतभार प्राचलों को संवर्धित करते है या फिर डेटा उत्पादन क्रिया में संशोधन हेतु उचित निर्णय लिए जाते हैं।

सूक्ष्म-तरंग रेडियोमीटर प्रथम चरण डेटा विश्लेषण (मेघा-ट्रॉपिक्स मद्रास)

मेघा-ट्रॉपिक्स एवं इन्सैट-3डी जैसे उपग्रह जिनका डेटा मॉसडेक (meteorological and oceanographic satellite data centre) में अभिग्रहित या प्राप्त होता है, उनके लिए विशेष रूप से डीक्यूई की सुविधा मॉसडेक में उपलब्ध कराई गयी है। संवेदक द्वारा प्राप्त प्रथम चरण डेटा (Level-0 data) के डीक्यूई के लिए पूर्ण रूप से स्वचलित सॉफ्टवेयर देने का यह प्रथम प्रयास है। प्रति दिवस सभी कक्षाओं का डेटा प्राप्त हो जाने पर डीक्यूई सॉफ्टवेयर प्रत्येक कक्षा के डेटा को डाउनलोड करता है और सभी प्राचलों का सांख्यिकीय अभिकलन किया जाता है। नीतभार द्वारा बताई गयी सीमा के बहार जाने की स्थिति में उस प्राचल को फ्लैग किया जाता है। मद्रास रेडियोमीटर के लिए मौनिटर/अभिकलित किये जाने प्राचल निम्न है-

1. स्कैन रेट (scan rate)
2. सोर्स सेकुएंस काउंट त्रुटि (source sequence count error)
3. एनकोडर कोण (encoder angle)
4. लाइन लॉस् (line loss)
5. स्ट्रोब त्रुटि (strobe error)
6. पीटी तापमान-आर- (उष्ण-hot और तृप्त-cold(
7. जंक्शन तापमान (junction temperature)
8. विकिरणमापीय संवेदनशीलता (radiometric sensitivity)
9. लब्धि स्थिरता (gain stability)

सभी कक्षाओं का डीक्यूई होने के बाद डीक्यूई के परिणाम डेटाबेस में संग्रहित किये जाते है इसके पश्चात् सॉफ्टवेयर द्वारा दिवसीय रिपोर्ट तैयार होती है और सभी कक्षाओं के संक्षिप्त परिणाम वर्ण-कोड से द्वारा दिखाए जाते है (चित्र 10)। वर्ण-कोडेड रिपोर्ट से प्रत्येक कक्षा के रॉ डेटा की गुणता का दर्शान 4 वर्णो के स्केल पर होता है। डेटा में खामियां होने पर उसकी विस्तृत रिपोर्ट देखी जा सकती है या इंटरएक्टिव टूल द्वारा विस्तृत विश्लेषण किया जाता है (चित्र 10)। दिवसीय रिपोर्ट स्वतः ही सॉफ्टवेयर द्वारा ई-मेल से नीतभार, डेटा उत्पादन दल व अन्य सम्बंधित दलों को भेजी जाती है।



चित्र 10 सूक्ष्म-तरंग रेडियोमीटर प्रथम चरण डेटा विश्लेषण रिपोर्ट एवं सॉफ्टवेयर टूल

४. उपसंहार

सुदूर संवेदन उपग्रह से प्राप्त डेटा का गुणता मूल्यांकन तथा विश्लेषण एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। प्रत्येक नीतभार के विनिर्देश एवं व्यवहार के पूर्ण अध्ययन से डीक्यूई दल उसके प्राचल सुनिश्चित करता है और कलन विधि निर्धारित की जाती है। उपग्रह के संपूर्ण जीवन-काल में उसके स्वास्थ्य व प्लेटफार्म निष्पादन की जानकारी देने में एवं डेटा उत्पाद के निरंतर मूल्यांकन के लिए डीक्यूई तंत्र तत्पर रहता है। डीक्यूई तंत्र द्वारा निर्मित सॉफ्टवेयर की सहायता से एन-आर-एस-सी, हैदराबाद (NRSC, Hyderabad) में प्रतिदिन सभी संक्रियात्मक उपग्रहों द्वारा प्राप्त डेटा से बनाये गए उत्पादों का गुणता मूल्यांकन किया जाता है। इसी प्रकार मेघा-ट्रॉपिक्स या इन्सैट-3डी जैसे उपग्रहों से प्राप्त डेटा का गुणता मूल्यांकन स्पेस ऐप्लिकेशन सेंटर, बोपल में मॉसडेक सुविधा के अंतर्गत किया जाता है। मेघा- ट्रॉपिक्स (मद्रास) एवं इन्सैट-3डी में प्रथम चरण डेटा पर स्वचलित सॉफ्टवेयर के उपयोग से डी0क्यू0ई द्वारा दिया जाने वाला पुनःभरण प्रशंसनीय है। डीक्यूई तंत्र, प्रकाशीय एवं सूक्ष्म-तरंगीय संवेदकों की डेटा गुणता मूल्यांकन की विधि को पूर्ण रूप से स्वचालित बनाने और उसके संवर्धन के लिए सक्रिय है।

संदर्भ

१) सॉफ्टवेयर अभिकल्पना (Design) डॉक्युमैंटस्; आईएमजीईओएस, डीक्यूई (विस्तार अभिकल्पना); रिसोर्ससैट-2 डीक्यूई (विस्तार अभिकल्पना) ; रीसैट डीक्यूई (विस्तार अभिकल्पना); मेघा-ट्रॉपिक्स डीक्यूई (विस्तार अभिकल्पना);

२) Satellite image data quality evaluation and analysis, Anuja Sharma, B. Kartikeyan, **Signatures Newsletter of the Indian Society of Remote Sensing** - Ahmedabad Chapter, Volume :25 No.2 April -September 2013

३) Resourcesat-1 Data Quality Evaluation System, S.S. Palsule, Bankim Shah, G. Paswan, Anuja Sharma et al., **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation** 10 (2008) 147–158

४) RISAT-1 SAR Radiometric Data Quality Evaluation using Extended Target, Anuja Sharma, Maneesha Gupta, B. Kartikeyan, **IEEE Expert meet on Microwave Remote Sensing**, Ahmedabad, Dec 2013

आभार

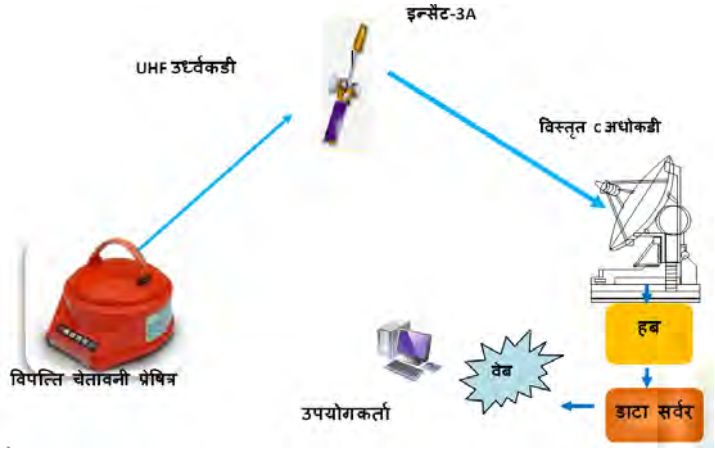
लेखक सर्वप्रथम श्री आ0 सी0 किरण कुमार, निदेशक, अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र, का आभार प्रकट करते हैं जिनके द्वारा डीक्यूईतंत्र को सदैव ही स्वतंत्र रूप से कार्य करने का प्रोत्साहन दिया जाता रहा है। डीक्यूई तंत्र के सुचारू संचालन हेतु श्री शांतनु चौधरी, सीपा उप-निदेशक एवं श्री बी0 कृष्णा, एस0पी0डी0सी0जी0 समूह निदेशक से प्राप्त तकनीकी सहयोग तथा प्रोत्साहन सराहनीय है। डीक्यूई तंत्र के लिए पूर्ण-समर्पित भाव से कार्य करने वाले आई0ऐ0क्यू0डी0 प्रभाग के सभी हमारे सहकर्मियों को लेखक अपना धन्यवाद प्रेषित करते हैं। अंत में हम सैक के हिंदी सैल के सभी सदस्यों एवं इस पत्र का पुनरीक्षण करने के लिए नियुक्त प्रतिनिधि का आभार व्यक्त करते है।

***

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम-आत्म निर्भरता एवं चुनौतियाँ

विपत्ति चेतावनी प्रेषित्र

लीना कोहली कपूर, एस एन सताशिया
एसएटीडी/एसएनएए



सारांश

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के अहमदाबाद केंद्र (SAC) द्वारा विपत्ति चेतावनी प्रेषित्र (Distress Alert Transmitter) का विकास एवं निर्माण किया गया है। इसका उपयोग देश के मछुआरों के लिए किसी भी संकटावस्था में सहायता प्रदान करने के लिए किया जाता है। संकटावस्था के प्रकार के अनुसार उपयोगकर्ता (मछुआरा) द्वारा स्विच दबाने से इस प्रणाली का चेतावनी प्रेषित्र तत्क्षणिक सक्रिय हो कर एक खास प्रकार का संकेत प्रसारित करता है। इस संदेश को प्राप्त करने के लिए चैन्नई स्थित अभिग्राही स्टेशन (MCC) निरंतर कार्यरत रहता है, जो संदेश पाते ही उसके अनुरूप बचाव अभियान आरंभ कर देता है। डीएटी मछुआरों की किसी भी आपातकालिन परिस्थिति में सहायता प्रदान करने के लिए बहुत ही उपयुक्त एवं सक्षम है।

1) प्रस्तावनाः

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) राष्ट्र के सर्वांगीण विकास में अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के उपयोगों के विकास में कार्यरत रहा है। भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की स्थापना के समय से ही उस पर कई प्रश्न चिन्ह लगते रहे हैं। आलोचकों के लिये भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की सार्थकता एवं उपयोगिता हमेशा वाद विवाद का विषय रहीं हैं। आलोचकों का मानना था कि भारत जैसा देश जिसमें 22% लोग गरीबी की रेखा से नीचे रहते हैं, 26% लोग अशिक्षित हैं और कई बुनियादी सुविधाओं जैसे बिजली, पानी, सड़क आदि का नितांत अभाव है उसमें अंतरिक्ष कार्यक्रम के लिए इतने अधिक निवेश का क्या औचित्य है ?

पिछलें कुछ वर्षों में इसरो के अथक प्रयास ने आलोचकों को गलत साबित करते हुए न केवल भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की आवशयकता एवं उपयोगिता को सिद्ध किया है अपितु नाना प्रकार से भारत की अर्थव्यवस्था में भी बहुमूल्य योगदान दिया हैं।

इसी श्रंखला में इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र ने ऐसी कई प्रणालियों का विकास किया है जिनसे आम नागरिकों के जीवन को बेहतर एवं खुशहाल बनाया हैं। इन प्रणालियों से देश कई तकनीकों में स्वावलंबी हुआ है।

प्रस्तुत लेख में विपत्ति चेतावनी प्रेषित्र (DAT) के विकास, निर्माण, उपयोगिता एवं उसकी मुख्य विशिष्टताओं की संक्षिप्त जानकारी देने का प्रयास किया गया है।

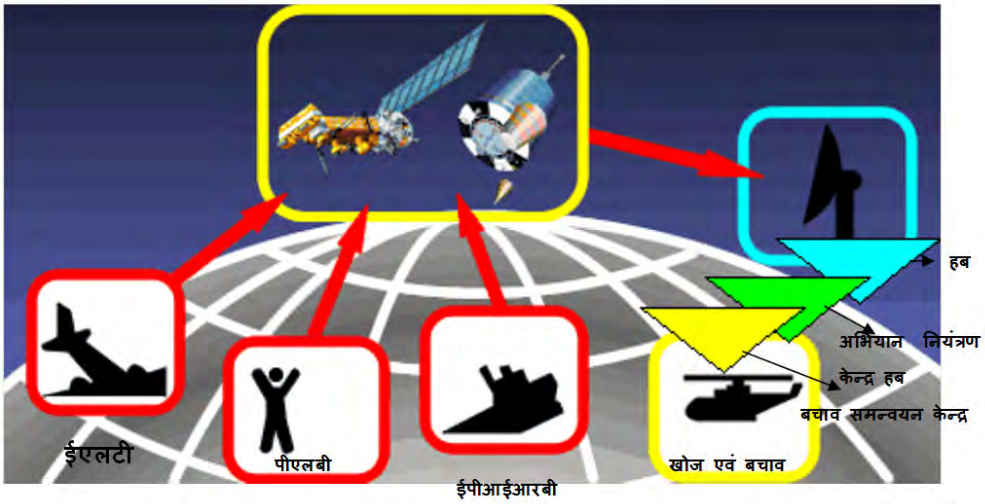
(2) विपत्ति चेतावनी प्रेषित्र (Distress Alert Transmitter) निर्माण की प्रष्ठभूमि:

मछुआरों की सुरक्षा हेतु डीएटी को बनाने का अनुरोध भारतीय तटरक्षक दल (INDIAN COAST GUARD) ने किया था। मछुआरे अपनी नाव लेकर समुद्र में दूर-दूर तक मछली पकड़ने के लिए अकसर जाते रहते हैं। उनके पास संचार, नौकायन तथा अन्य सुरक्षा के उपकरणों का हमेशा अभाव रहता है। कभी-कभी वे अपनी जल-सीमा से बाहर जाकर पकड़े भी जाते हैं। बीच सागर में नाव में किसी विपत्ति से निपटने हेतु डीएटी मछुआरों के लिए अत्यंत लाभदायक सिद्ध हो सकता है।

कासपास सारसैट जो की एक अंतर्राष्ट्रीय खोज तथा बचाव प्रणाली है, के पास ऐसे उपकरण थे। कासपास सारसैट उपग्रहों, अभिग्राही स्टेशनों, बचाव समन्वयन केन्द्रों का एक नेटवर्क हैं जो कि जहाजों, हवाई जहाज या अन्य इकाइयों पर आपदा बीकन से सूचना दलेकर समय पर सहायता प्रदान करता हैं। संकटावस्था में बीकन सक्रिय होने पर एक सिग्रल उपग्रह की ओर प्रसारित किया जाता हैं जो उसे निकटतम अभिग्राही स्टेशन की ओर पुनः प्रसारित करता हैं। अभिग्राही स्टेशन सिग्रल से बीकन कि स्थिति का अनुमान लगा कर उसे अभियान को देता हैं। तत्पश्चात अभियान नियंत्रण केंद्र बीकन का पहचान क्रमांक तथा अन्य आवश्यक डेटा स्थिति के साथ संलग्र करके एक चेतावनी सन्देश बीकन की भूगोलिक स्थिति के अनुरूप उपयुक्त बचाव समन्वयन केंद्र को भेजता है। बीकन यदि किसी और देश में होता हैं तो उसकी सूचना उस देश के अभियान नियंत्रण केंद्र को दी जाती हैं।

406 MHz के बीकन से पृथ्वी के किसी भी कोने से 24 X 7 एवं किसी भी दिन चेतावनी सन्देश

उपयुक्त अधिकारियों को भेजा जा सकता हैं।



चित्र 1: कासपास सारसैट प्रणाली

कासपास सारसैट से जो बीकन उपलब्ध हैं वे इस प्रकार हैं:

- हवाई जहाज के लिए आपदा स्थिति निर्धारण प्रेषित्र (Emergency Locator Transmitter) या ELT
- समुद्री जहाज के लिए आपदा स्थिति सूचक रेडियो बीकन (Emergency Position-Indicating Radio Beacon) या EPIRB
- व्यक्ति विशेष के लिए स्थिति निर्धारण बीकन या पर्सनल लोकेशन बीकन (PLB).

चित्र 2: कासपास सारसैट के विभिन्न बीकन

परन्तु कासपास सारसैट के बीकन का उपयोग करने का अर्थ था सदैव निर्भरता तथा बहुमूल्य विदेशी मुद्रा की क्षति। इसके अतिरिक्त चेतावनी प्रेषित्र की संकल्पना मछुआरों के लिए की गई थी जो इतने महंगें बीकन खरीद नहीं पाते।

अतः भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के अहमदाबाद केंद्र (SAC) ने संचार उपग्रह (इन्सेट-3A) आधारित विपत्ति चेतावनी प्रेषित्र (DAT) के विकास का बीड़ा उठाया। इसका व्यावसायिक उत्पादन तीन भारतीय औद्योगिक इकाईयों द्वारा अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के एसएटीडी (SATD) प्रभाग के तकनीकी सहयोग से सफलतापूर्वक किया गया।

(3) प्रेषित्र तथा अभिग्राही तंत्र की मुख्य विशेषताएं:

चेतावनी प्रेषित्र मुख्यता मछुआरों की सुरक्षा के लिए बनाया गया अतः इसकी निम्न विशेषताएं तय की गई :

- मुख्यतः मछुआरों के लिए संकटावस्था के दौरान तुरंत सहायता हेतु अभिकल्पित किया गया तंत्र।
- इन्सैट3-A संचार उपग्रह के डीआरटी प्रेषानुकर द्वारा परिचालित, जिसकी संचरणबैंड 402.65 आवृत्ति MHz से 402.85MHz है।
- निम्न लागत युएचएफ प्रेषित्र, जो पर्सनल लोकेशन बीकन (PLB) के समरूप है।
- सुवाह्य एवं प्रचालन में सरलता है तथा ऐंटिना पाइटिंग की आवश्यकता नहीं।
- संपूर्णतः प्लवनीय होने के कारण समुद्री पर्यावरण के अनुकूल है।
- संकटावस्था का यथार्थ समय एवं स्थिति की जानकारी हेतु जीपीएस अभिग्राही एकीकृत जो इस प्रणाली की प्रमुख आवश्यकता भी है।

- बैटरी परिचालित ((र्यशीलताघंटे तक की का 24 निम्नतर
- 24) घंटे 24X7) 99.99% अनवरत सेवा की सुनिश्चतता
- हब में नाव की पहचान क्रमांक, संकटावस्था का समय, अवस्थिति, ऑनलाइन, संकटावस्था के प्रकार का प्रदर्शन तथा ध्वनि सचेत, संकटावस्था का तत्कालीन प्रदर्शन एवं फाईल संचय की सुविधा।
- संचरण प्रोटोकोल - एक बार सक्रिय हो जाने पर प्रथम पांच मिनिट तक प्रति एक मिनिट प्रसारण और बाद में प्रत्येक पांच मिनिट के बाद एक प्रसारण, बेटरी क्षीण हो जाने तक।

इस प्रणाली को निम्नलिखित तीन भागों में विभाजित किया गया है:

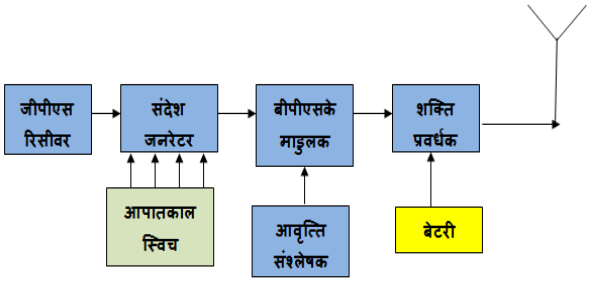
(i) चेतावनी प्रेषित्र

(ii) संचार उपग्रह (INSAT-3A) का डीआरटी प्रेषानुकर

(iii) सागरी बचाव समन्वयन केंद्र (MARINE RESCUE CO-ORDINATION CENTRE-MRCC) जो चैन्नई में कार्यरत है।

3.1 चेतावनी प्रेषित्र:

चेतावनी प्रेषित्र युएचएफ (UHF) बैंड में कार्य करता है। जिसकी वाहक आवृत्ति 402.65-402.85 MHz है। उसका आउटपुट पावर न्यूनतम 5 वॉट है। इसमें जीपीएस रिसीवर का भी उपयोग किया गया है जो प्रेषित्र की वर्तमान स्थिति एवं सटीक समय की जानकारी प्रदान कराना है। इसके अतिरिक्त प्रेषित्र के अंदर आकस्मिक आने वाली संकटावस्था के संदेश निर्माण करने के लिए अंकीय संदेश जनरेटर, बीपीएसके माडुलक, आवृत्ति संश्लेषक, शक्ति प्रवर्धक एवं सर्वदिशात्मक हिलिक्स ऐंटिना भी उपस्थित है। प्रेषित्र का खंड आरेख चित्र 3 में दर्शाया गया है।



चित्र 3: विपत्ति चेतावनी प्रेषित्र का खंड

सरल प्रचालन के लिए उपकरण पर चार स्विच दिए गये हैं, जो आकस्मिक संकटावस्था की स्थिति के नाम से दर्शाये गये हैं।

स्विच नं. (1) FIRE (आग लगने पर)

स्विच नं. (2) BOAT SINKING (नाव डूबने पर)

स्विच नं. (3) MAN OVER BOARD (नाव से किसी के पानी में गिरने पर)

स्विच नं. (4) MEDICAL (चिकित्सा आवश्यकता के लिए)

नाव में संकटावस्था के अनुसार उपयोगकर्ता को उपर्युक्त किसी एक स्विच को दबाना है। उसी के अनुरूप अंकीय मेसेज जनरेटर एक संदेश (मेसेज) निर्माण करता है। इस संदेश के साथ जीपीएस अभिग्राही द्वारा प्राप्त वर्तमान स्थिति एवं समय की जानकारी, नाव का पंजीकृत पहचान, क्रमांक एवं अन्य उपयुक्त जानकारी भी सम्मिलित की जाती है। बाद में इसे युएचएफ बैंड में बीपीएसके माडुलित किया जाता है। इस UHF माडुलित सिग्नल को 5 वॉट शक्ति प्रवर्धक द्वारा प्रवर्धित करके प्रेषित्र की ऐंटिना द्वारा संचार उपग्रह (इन्सैट-3A) की ओर संचारित किया जाता है।

3.2 उपग्रह कड़ी:

इस अनुप्रयोग (APPLICATION) के लिए संचार उपग्रह इन्सेट-3A के UHFXC डेटा रिले ट्रान्सपोंडर (DRT) का उपयोग किया गया है। यह ट्रान्सपोंडर उपर्युक्त प्रकार की सामाजिक अनुप्रयोज्यता के लिए ही उपग्रह पर संलग्न किया गया है। जिसकी उर्ध्वकड़ी आवृत्ति 402.65 से 402.85 MHz है, तथा अधोकड़ी आवृत्ति 4505 MHz है। यह ट्रांसपोंडर चेतावनी प्रेषित्र से प्राप्त यूएचएफ सिग्नल को प्राप्त करके उसकी आवृत्ति को विस्तृत-सी बैंड में परिवर्तित करता है। बाद में इसे उचित पावर पर प्रवर्धित करके अपनी प्रेषण एन्टिना द्वारा पृथ्वी की ओर (अभिग्राही स्टेशन) पुनः प्रसारित करता है।

3.3 अभिग्राही स्टेशन (एमआरसीसी, चैन्नई):

उपग्रह द्वारा पुनः प्रसारित सिग्नल को प्राप्त करने के लिए चैन्नई स्थिति भारतीय कोस्ट गार्ड के सागरी बचाव समन्वयन केंद्र (MRCC) में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद के तकनीकी सहयोग से डीएटी का केन्द्रीय हब स्थापित किया गया है, जो अनवरत (24x7) कार्यरत रहता है। इसमें 2.4 मीटर व्यास की डीश ऐंटिना है, जिसका G/T 19dB केल्विन है। इस ऐंटिना को 90° एलिवेशन एवं 360° एझिमुथ तक सरलता से घुमाया जा सकता है।

अन्य आरएफ उपप्रणालियों में प्रमुख निम्न रव प्रवर्धक (LNA), आरएफ आवृत्ति अधोपरिवर्तक शामिल है, जो उपग्रह कड़ी से प्राप्त सिग्नल को 70 MHz +/-18MHz मध्यवर्ती आवृत्ति (IF) में परिवर्तित करता है।

इस 70MHz आईएफ सिग्नल को पुनः 9KHz अचल मध्यवर्ती आवृत्ति पर अधोपरिवर्तित किया जाता है। बाद में इस 9KHz सिग्नल को डीएसपी आधारित बर्स्ट विमाडुलक को भेज दिया जाता है। इस डीएसपी विमाडुलक की संपूर्ण संरचना सैक के एसएटीडी प्रभाग द्वारा ही की गई है।

डीएसपी विमाडुलक में इस सिग्नल को प्रथम अनुरूप से अंकीय (A TO D) सिग्नल में परिवर्तित करके DSP प्रोसेसर को भेज दिया जाता है, जहाँ पहले इनपुट वाहक आवृत्ति का आंकलन किया जाता है। यह प्रक्रिया तब तक जारी रहती है जब तक उचित सिग्नल लेवल प्राप्त नहीं हो जाता। उचित सिग्नल प्राप्त होने पर प्रोसेसर (DSP) अपना प्राप्त सिग्नल को विमाडुलित करके उसे 600 SPS पर तुल्यकालीन डेटा विकोडित करता है। बाद में एक अंतरापृष्ठ कार्ड इस तुल्यकाली डेटा को अतुल्यकालीन 4800 बाऊड पर परिवर्तित करता है। जिसे आगे संसाधन हेतु कम्प्युटर को भेज दिया जाता है। कम्प्युटर इस डेटा को संसाधित करके ऑनलाइन प्रदर्शित करता है। इस डेटा संसाधन का सॉफ्टवेयर भी सैक में ही विकसित किया गया है।

(4) चेतावनी प्रेषित्र का पीएलबी से तुलनात्मक विवरण:

कासपास सारसैट का समुद्री जहाजों के लिए आपदा स्थिति सूचक रेडियो बीकन Emergency Position-Indicating Radio Beacon (EPIRB) है जो पानी के स्पर्श में आते ही स्वतः सक्रिय हो जाता हैं। परन्तु चेतावनी प्रेषित्र पर्सनल लोकेशन बीकन (PLB) के अधिक समरूप है जो बटन दबाने पर ही सक्रिय होता है। इनका तुलनात्मक विवरण इस प्रकार है:

मापदंड	पीएलबी	चेतावनी प्रेषित्र	टिप्पणी
प्रचालन आवृति	406MHz	402 MHz	चेतावनी प्रेषित्र इन्सैट तथा कल्पना उपग्रह के द्वारा संचरण करता है
आवृति स्थिरता	0.001 पीपीएम (अवन नियंत्रित दोलित्र(	1 पीपीएम (TCXO)	पीएलबी की सुदृढ स्थिरता आवश्यकता
माडुलन	1.1 विकिरण सहित प्रावस्था माडुलन (PM(	बीके माडुलन.एस.पी.	चेतावनी प्रेषित्र की माडुलन योजना की दक्षता बेहतर है
चैनल त्रुटि संशोधन एवं संरक्षण	बीएच.सी. (BCH(	चक्रिय अतिरिक्तता कोड (CRCसहित आर (.एस कोडन	चेतावनी प्रेषित्र में चक्रिय अतिरिक्तता कोड (CRCके (कारण डेटा वैधता जांच
प्रोटोकॉल	अंतर्राष्ट्रीय	स्वनिर्मित	चेतावनी प्रेषित्र प्रोटोकॉल पर पूर्ण नियंत्रण
ऐन्टेना	डाइपोल ऐन्टेना	सर्वदिशात्मक हिलिक्स ऐन्टेना	

(5) चेतावनी प्रेषित्र के निर्माण में चुनौतियाँ:

चेतावनी प्रेषित्र की संरचना करते समय उसकी लागत निम्नतर एवं प्रचालन में सरलता तथा कम से कम ऊर्जा आवश्यकता को प्राथमिकता दी गई क्योंकि इस प्रणाली के प्रमुख उपयोगकर्ता मछुआरे हैं। चेतावनी प्रेषित्र में ऐसा संसाधित्र चाहिए था जिसकी ऊर्जा आवश्यकता एवं लागत कम से कम हो लेकिन संकेत संसाधन अच्छा हो। बहुत खोज के बाद TI के MSP-30 का चयन किया गया।

चेतावनी प्रेषित्र का प्रयोग समुद्री वातावरण में होना था अतः इसके आवरण के निर्माण ऐसा पदार्थ चाहिए था जो नमी रोधी एवं प्लवनीय हो। अनेक परिक्षणों के बाद ABS प्लास्टिक उपयोग में लाया गया जो कि प्लवनीय हैं तथा आसानी से तथा कम लागत पर उपलब्ध हैं। प्रेक्षित्र के सर्वदिशात्मक हिलिक्स ऐंटिना की संरचना भी उपर्युक्त विनिर्देशों के आधार पर कई पुनरावृतियों के बाद सफलतापूर्वक सैक में ही की गई। अन्य घटकों का चयन भी इसी प्रकार किया गया। प्रेषित्र को प्रचालन हेतु विद्युत-ऊर्जा प्रदान करने के लिए 7.2V/3.2Ah लिथियम आयन बेटरी का चयन किया गया है जो 24 घंटे तक लगातार कार्य करने की क्षमता रखती है।

इन सब विनिर्देशों का पालन करते हुए चेतावनी प्रेषित्र मात्र 8000 से 10,000 रुपये में उपलब्ध कराया गया है जबकि पीएलबी का दाम लगभग $ 500 है जो कि मछुआरों की पहुँच से बाहर है।

चेतावनी प्रेषित्र के निर्माण के बाद उसके प्रचालन के प्रति मछुआरों को जागरूक करने की चुनौती थी। इसके लिए डेकू की सहायता से गाँव-गाँव जाकर अनेक वर्कशाप भी आयोजित की गई।

(6) वर्तमान स्थिति:

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र ने उपर्युक्त निम्न लागत विपत्ति चेतावनी संचरण (प्रेषण) प्रणाली का विकास किया है। इसके प्रमुख उपकरण चेतावनी प्रेषित्र का व्यावसायिक उत्पादन भारतीय औद्योगिक इकाइयों द्वारा किया गया। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (SAC) ने चैन्नई स्थित सागरी बचाव समन्वयन केंद्र (MRCC) में इस संपूर्ण प्रणाली का नियंत्रण केंद्र (HUB) भी स्थापित किया है। भारतीय तटरक्षक दल द्वारा इस प्रणाली के लगभग 1000 उपकरण मछुआरों को वितरित किए गए हैं (चित्र 4) जिनका भारतीय कोस्ट गार्ड द्वारा निरंतर निगरानी की जाती है। इसके अतिरिक्त राज्य सरकारों द्वारा ऐसे और 4000 प्रेषित्रों का वितरण किये जाने की योजना है।

चित्र 4 : चेतावनी प्रेषित्र का वितरण

(7) उपसंहारः

कृत्रिम संचार उपग्रह आधारित विपत्ति चेतावनी प्रेषित्र (DAT) का विकास एवं निर्माण देश के सागर तट विस्तार में कार्यरत मछुआरों के लिए किसी भी संकटावस्था में सहायता प्रदान करने के लिए किया गया है। मछुआरों की किसी भी आपातकालिन परिस्थिति में सहायता देने के लिए डीएटी बहुत ही उपयुक्त एवं कार्यक्षम है। इस प्रेषित्र के निर्माण से यह सिद्ध हुआ है कि देश के विकास तथा देशवासियों की सहुलियत के लिए भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम कोई भी चुनौती लेने एवं उसे सार्थक रूप देने में सक्षम है।

(8) संदर्भः-

(i) तकनीकी नोट्स - डीएटी,

(ii) चेतावनी प्रेषित्र का तकनीकी अंतरण लेख
(iii) वेब संदर्भ www.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 निशा वी राणा, वर्षा शाह, संध्या सरोडे, अमीत सिन्हा, विभा जैन एवं चंद्रप्रकाश 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 केंद्र 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।

श्रीमती लीना कोहली कपूर ने वर्ष 1992 में आईईटी 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 केंद्र में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में वह एसऐटीडी/एसएनऐऐ प्रभाग में कार्यरत हैं।

******

उन्नत संचार उपग्रहों की ऐंटेना ट्रैकिंग जरूरतें एवं चुनौतियाँ

पंकज कुमार गुप्ता, जे के होता
प्रणाली अभियांत्रिकी एवं समाकलन प्रभाग

सारांश:

उन्नत संचार उपग्रहों में थल-टर्मिनलों का आकार घटाने एवं संचार क्षमता बढ़ाने के लिए उच्च-लब्धि वाले ऐंटीनों एवं आवृत्ति पुनरुपयोग का प्रयोग किया जाता है। उच्च-लब्धि वाले ऐंटीनों की बीमों की चौड़ाई कम होने के कारण, उपग्रहों के रोल एवं पिच हलचल (motion) के वजह से कवरेज क्षेत्र के अंत में ऐंटेना लाभ में लगभग 5-6 dB तक का अंतर आ सकता है। इस ऐंटेना अनिर्देशन-हानि (de-pointing loss) को न्यूनतम करने के लिए ट्रैकिंग प्रणाली की आवश्यकता पड़ती है। संकीर्ण-बीम उपग्रहों का कवरेज क्षेत्र बढ़ाने के लिए एक से अधिक बीमों का उपयोग किया जाता है। इन उन्नत संचार उपग्रहों की श्रृंखला में, जीसैट-4 (GSAT-4) इसरो (ISRO) का पहला उपग्रह था जिसमें ऑनबोर्ड ट्रैकिंग का इस्तेमाल हुआ था। जीसैट-4 में, 8 Ka-बैंड बीमों को स्थिर करने के लिए ट्रैकिंग का उपयोग किया गया था। इसी श्रृंखला में, जीसैट-11 (GSAT-11) इसरो का दूसरा उपग्रह है जिसमें ऑनबोर्ड ट्रैकिंग का इस्तेमाल 16 Ku-बैंड बीमों को स्थिर करने के लिए किया गया है। जीसैट-4 में एक ऐंटेना के इस्तेमाल से 8 Ka-बैंड बीमें बनाई गई थीं जबकि जीसैट-11 में 16 Ku-बैंड बीमों के लिए चार ऐंटीनों का प्रयोग किया गया है। जीसैट-11 के बहु ऐंटेना उपग्रह होने के कारण, इसकी ट्रैकिंग जरूरतें एवं चुनौतियाँ जीसैट-4 से कहीं ज्यादा हैं। बहु-ऐंटेना उपग्रहों में बीम स्थिरता के साथ-साथ बीम से बीम पृथक्करण बनाये रखने के लिए प्रत्येक ऐंटेना की साझा और निजी त्रुटियों को सही करने की जरूरत पड़ती है जो प्रत्येक ऐंटेना को अलग-अलग ट्रैक करने की माँग करती है। इस लेख में एक-ऐंटेना उपग्रह एवं बहु-ऐंटेना उपग्रहों की ट्रैकिंग जरूरतों, उनकी जटिलता, वर्तमान इसरो ट्रैकिंग प्रौद्योगिकी एवं भविष्य की ट्रैकिंग प्रौद्योगिकी आवश्यकताओं का वर्णन किया गया है।

1. प्रस्तावना:

बढ़ती संचार जरूरतों को पूरा करने के लिए उन्नत संचार उपग्रहों में नई-नई विधियों (जैसे आवृत्ति पुनरुपयोग, उच्च-आवृत्ति बैंड एवं उच्च लब्धि ऐंटेना का उपयोग) का प्रयोग उपग्रहों की क्षमता बढ़ाने के लिए किया जाता है। नई पीढ़ी के संचार उपग्रहों में, थल-टर्मिनलों का आकार घटाने एवं क्षमता बढ़ाने के लिए, उच्च लब्धि वाले ऐंटीनों का प्रयोग किया जाता है। जिसके परिणाम स्वरूप, ऐंटेना बीम की चौड़ाई कम हो जाती है और उपग्रहों के रोल एवं पिच हलचल (motion) के कारण बीम के कवरेज क्षेत्र के अंत में संचार बाधित होने लगता है। कवरेज क्षेत्र के अंत में संचार बाधित होने से बचने के लिए ट्रैकिंग का प्रयोग किया जाता है।

संचार लिंक ट्रांसमिटेड पॉवर, ट्रांसमिटर ऐंटेना लब्धि, ग्राही (receive) ऐंटेना लब्धि एवं अभिग्राही रव (Noise) पर निर्भर करती है। ऐंटेना के अनिर्देशन (de-pointing) के कारण, जरूरी दिशा में ऐंटेना लब्धि कम हो जाती है जिसे अनिर्देशन-हानि कहते हैं। सामान्यतः ट्रैकिंग का उपयोग, भू-केन्द्रों के ऐंटेना की अनिर्देशन-हानि को न्यूनतम करने के लिए किया जाता है लेकिन नई पीढ़ी के संकीर्ण-बीम संचार उपग्रहों में ट्रैकिंग का उपयोग, बीम कवेरज क्षेत्र को स्थिर करने के लिए किया जाता है। संचार उपग्रहों की ट्रैकिंग प्रणाली की निष्पादन (performance) आवश्यकताएँ भू-केन्द्रों से कहीं ज्यादा होती है, जिसका वर्णन खंड-0 में किया गया है। संचार उपग्रहों की ट्रैकिंग प्रणाली की निष्पादन आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए प्रायः मोनोपल्स ट्रैकिंग विधि का प्रयोग होता है क्योंकि यह विधि बीम चौड़ाई की 1/10 से बेहतर अभिलक्ष्यन यथार्थता (pointing accuracy) देने में सक्षम है।

इसरो के उन्नत उपग्रहों की श्रृंखला में, जीसैट-4 पहला उपग्रह था जिसमें ऑनबोर्ड ट्रैकिंग का इस्तेमाल किया गया था। जीसैट-4 में एक एंटेना परावर्तक (Reflector) का उपयोग करते हुए, 8 Ka-बैंड की बीमें बनाई गई थीं। बीमों की चौड़ाई लगभग 0.8° थी। इन बीमों को स्थिरता प्रदान करने और 0.08° से बेहतर अभिलक्ष्यन यथार्थता के लिए, दो- चैनल मोनोपल्स ट्रैकिंग का उपयोग किया गया था।

उन्नत उपग्रहों की श्रृंखला में, जीसैट-11 दूसरा उपग्रह है जिसमें ऑनबोर्ड ट्रैकिंग का इस्तेमाल 16 Ku-बैंड बीमों को स्थिर करने के लिए किया जाना है। जीसैट-11 एक बहु-ऐंटेना संचार उपग्रह है जिसमें 16 Ku-बैंड बीमों को बनाने के लिए चार परावर्तकों का इस्तेमाल किया गया है। बहु-ऐंटेना संचार उपग्रहों में साझा त्रुटियों (रोल एवं पिच हलचल) के कारण बीम अस्थिरता के साथ-साथ निजी त्रुटियों (रिफ्लेक्टर एवं हिंज के तापीय प्रसार) के कारण बीम से बीम पृथक्करण में कमी आ जाती है। इन दोनों त्रुटियों के असर को कम करने के लिए प्रत्येक ऐंटेना को अलग-अलग ट्रैक करना पड़ता है। प्रत्येक ऐंटेना को अलग-अलग ट्रैक करने हेतु अलग-अलग ट्रैकिंग प्रणाली का उपयोग कर सकते हैं पर यह मंहगे उपतंत्रों का श्रेष्ठ उपयोग नहीं होगा और भार, पॉवर तथा आकार भी बढ़ाएगा। इसलिए बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली, जो उपतंत्रों को शेयरिंग बेसिस में उपयोग करके एवं न्यूनतम उपतंत्रों का उपयोग करते हुए बहु-ऐंटेना संचार उपग्रहों के सभी ऐंटीनों को ट्रैक कर सके, का उपयोग किया गया है। इसमें भी उपलब्ध प्रौद्योगिकी के आधार पर दो- चैनल मोनोपल्स ट्रैकिंग का उपयोग किया गया है। बीमों की चौड़ाई लगभग 0.76° है। कवरेज के अंत (EOC-End of Coverage) में अनिर्देशन-हानि की वजह से ऐंटेना-लब्धि में 1dB से कम कमी न होने देने के लिए, 0.05° से बेहतर अभिलक्ष्यन यथार्थता की जरूरत है।

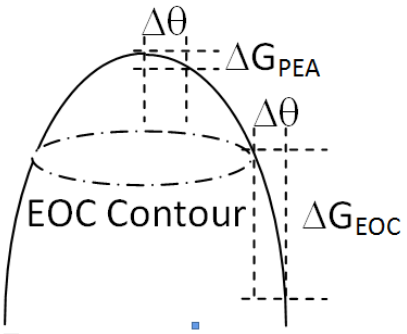
खंड-0 में बहु-ऐंटेना उपग्रहों की ट्रैकिंग आवश्यकताओं को वर्णित किया गया है। मोनोपल्स ट्रैकिंग प्रणाली का संक्षिप्त वर्णन खंड-3 में दिया गया है। खंड-4 में जीसैट-4 की ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली का वर्णन किया गया है। खंड-5 में जीसैट-11 की ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली का वर्णन किया गया है। खंड-6 में ट्रैकिंग प्रणाली की चुनौतियों एवं भविष्य की जरूरतों को प्रस्तुत किया गया है।

2. उपग्रहों की ट्रैकिंग आवश्यकताएँ:

ऑनबोर्ड ऐंटेना की ट्रैकिंग आवश्यकताएँ निम्न कारकों पर निर्भर करती हैं:

- ऐंटेना आकार या बीम-चौड़ाई
- प्लेटफार्म अस्थिरता

- कवरेज के अंत (EOC) में ऐंटेना-लब्धि में अनुमत (allowed) कमी
- रिफ्लेक्टर एवं हिंज के तापीय प्रसार (बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग के लिए)
- बीम से बीम पृथक्करण में अनुमत कमी (बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग के लिए)



चित्र 1: EOC एवं Peak पर ऐंटेना लब्धि-सुग्राहिता

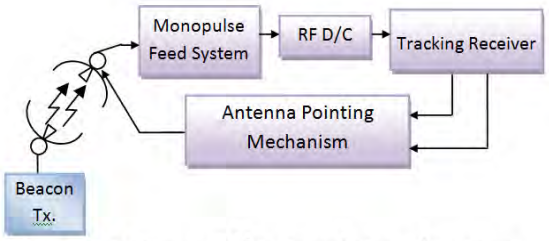
जैसा कि **Error! Reference source not found.** में दिखाया गया है, Δθ त्रुटि के कारण EOC ऐंटेना-लब्धि में आई कमी, शीर्ष ऐंटेना-लब्धि में आई कमी से अधिक है। EOC ऐंटेना-लब्धि, शीर्ष ऐंटेना-लब्धि की अपेक्षा अभिलक्ष्यन त्रुटियों के लिए ज्यादा संवेदनशील है, इसलिए ऑनबोर्ड ऐंटेना के लिए भू-केंद्र ऐंटेना ट्रैकिंग से बेहतर अभिलक्ष्यन यथार्थता वाली ट्रैकिंग प्रणाली की आवश्यकता होती है। नई पीढ़ी के संकीर्ण-बीम उपग्रहों में बीम-चौड़ाई 0.8° से कम होती है, जो 1dB ऐंटेना-लब्धि में अनुमत कमी को प्राप्त करने के लिए 0.05° या उससे बेहतर अभिलक्ष्यन यथार्थता वाली ट्रैकिंग प्रणाली का उपयोग करने की माँग करते हैं।

बहु-ऐंटेना उपग्रहों में साझा त्रुटि (प्लेटफार्म अस्थिरता, जो ऐंटेना लब्धि कम करती है) के साथ-साथ निजी त्रुटि (रिफ्लेक्टर एवं हिंज के तापीय प्रसार, जो बीम से बीम पृथक्करण कम करती है) को भी सुधारने की जरूरत पड़ती है। ट्रैकिंग प्रणाली के तीन भाग होते हैं: संवेदी (sensing) तंत्र, संशोधी (correction) तंत्र एवं प्रक्रमण (processing) तंत्र। बहु-ऐंटेना उपग्रहों के ऐंटीनों की दोनों त्रुटियों को सुधारने के लिए, हर ऐंटेना के लिए अलग-अलग संवेदी एवं संशोधी तंत्र होना अनिवार्य है जिससे हर ऐंटेना की त्रुटियों का संवेदन एवं सुधार अलग से किया जा सके। यदि प्लेटफार्म अस्थिरता दर कम है तो एक प्रक्रमण तंत्र को टाइम-शेयरिंग बेसिस में उपयोग करके सभी ऐंटीनों में आयी त्रुटियों को सुधार सकते हैं। क्योंकि भूस्थिर उपग्रहों की त्रुटियाँ बहुत कम दर से बदलतीं हैं, इसलिए प्रक्रमण तंत्र को टाइम-शेयरिंग में उपयोग किया जा सकता है। यदि प्लेटफार्म अस्थिरता दर के कारण सभी ऐंटीनों के सिग्नलों को एक साथ प्रोसेस करने की जरूरत पड़ती है, तो प्रक्रमण तंत्र की ऐसी डिज़ाइन का उपयोग किया जा सकता है जो कम से कम हार्डवेयर बढ़ाए और सभी सिग्नलों को एक साथ प्रोसेस कर सके [1]।

3. मोनोपल्स ट्रैकिंग प्रणाली:

ऑनबोर्ड मोनोपल्स ट्रैकिंग प्रणाली निम्न उपतंत्रों से मिलकर बनती है जैसा कि **Error! Reference source not found.** में दर्शाया गया है:

- भू-बीकन ट्रांसमीटर
- मोनोपल्स ऐंटेना एवं फीड
- अभिनिम्न-परिवर्तित्र (Down Converter)
- ट्रैकिंग-अभिग्राही
- ऐंटेना पॉइंटिंग यंत्रावली (APM) एवं मोटरें



चित्र 2: मोनोपल्स ट्रैकिंग प्रणाली का खंड आरेख

भू-बीकन ट्रांसमीटर एक निर्देश (reference) का काम करता है। ऐंटेना एवं फीड उपतंत्र बीकन का उपयोग करके तीन मूल सिग्नलों (Σ, ΔAZ & ΔEL) को बनाता है। इन तीन RF सिग्नलों में समाहित जानकारी को निकालने के लिए इनको मध्य-आवृत्ति में परवर्तित करना पड़ता है। यदि तीनों सिग्नलों को अलग-अलग परवर्तित करते हैं, तो यह तीन-चैनल विधि कहलाती है। इसी तरह दो-चैनल विधि में, दोनों Δ सिग्नलों को वर्गकरण (quadrature) में जोड़कर एवं Σ सिग्नल को जस का तस परवर्तित करते हैं। इसी तरह एक-चैनल विधि में तीनों सिग्नलों को एक जटिल तरीके, जो सिग्नलों में समाहित जानकारी को विकृत (distort) नहीं करता, से जोड़कर परवर्तित करते हैं।

ट्रैकिंग-अभिग्राही इन परवर्तित सिग्नल/सिग्नलों का प्रक्रमण (processing) करके, AZ एवं EL दिशाओं के लिए DC त्रुटि सिग्नलों को उत्पन्न करता है। इन DC त्रुटि सिग्नलों का उपयोग करते हुए पॉइंटिंग यंत्रावली ऐंटेना को सही दिशा में घुमाता है जिससे त्रुटियाँ निम्नतम हो जातीं हैं।

जैसा कि ऊपर बताया गया है, ट्रैकिंग प्रणाली के तीन भाग होते हैं: संवेदी तंत्र, संशोधी तंत्र एवं प्रक्रमण तंत्र। भू-बीकन ट्रांसमीटर और मोनोपल्स ऐंटेना एवं फीड मिलकर संवेदी तंत्र बनाते हैं। अभिनिम्न-परिवर्तित्र एवं ट्रैकिंग-अभिग्राही प्रक्रमण तंत्र बनाते हैं। ऐंटेना पॉइंटिंग यंत्रावली एवं मोटरें संशोधी तंत्र हैं।

ऊपर बताई गई तीन मोनोपल्स विधियों में से दो-चैनल एवं एक-चैनल विधियाँ सामान्यतः व्यवहार में उपयोग होती हैं। प्रचालन एवं अनुरक्षण (Operation & Maintenance) के नजरिए से, एक-चैनल विधि दो-चैनल विधि से आसान होती है क्योंकि इसमें धन एवं त्रुटि पथों के बीच की कला (phase), जो ताप एवं किसी भी उपतंत्र में बदलाव के साथ बदलती है, समंजित (adjust) करने की जरूरत नहीं पड़ती है। लेकिन एक-चैनल मोनोपल्स विधि के फीड प्रणाली की डिजाईन कठिन होती है क्योंकि RF-सिग्नलों को स्विच करने कि जरूरत पड़ती है।

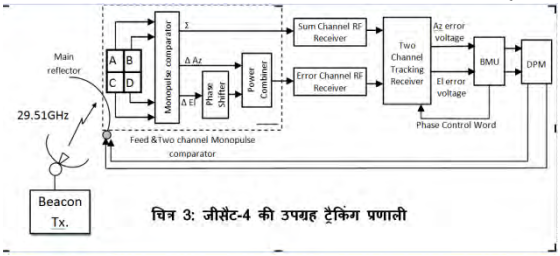
संचार उपग्रहों के ऑनबोर्ड ट्रैकिंग के लिए, प्रचालन एवं अनुरक्षण (Operation & Maintenance) के नजरिये से एक-चैनल विधि ज्यादा उपयुक्त है। लेकिन उपलब्ध प्रौद्योगिकी एवं लागत को ध्यान में रखते हुए, जीसैट-4 एवं जीसैट-11 में दो-चैनल विधि का उपयोग किया गया है।

4. जीसैट-4 की ट्रैकिंग प्रणाली:

जीसैट-4 एक प्रायोगिक उपग्रह था जिसमें Ka-बैंड, स्पॉट-बीम, आवृत्ति पुनरुपयोग एवं RF-ट्रैकिंग प्रणाली का उपयोग किया गया था। इसमें एक ऐंटेना परावर्तक से 8-बीमें बनाई गई

थीं जिनकी चौड़ाई 0.8° थी। इन संकीर्ण-बीमों के कवरेज को निर्धारित जगह पर बनाए रखने के लिए ट्रैकिंग प्रणाली का उपयोग किया गया था। जीसैट-4 इसरो का पहला उपग्रह था जिसमें ऑनबोर्ड ट्रैकिंग प्रणाली की आवश्यकता थी। इस आवश्यकता को पूरा करने और ऑनबोर्ड ट्रैकिंग के क्षेत्र में आत्मनिर्भर होने के लिए कई नए उपतंत्रों की प्रौद्योगिकी विकसित की गई। इन उपतंत्रों में ट्रैकिंग-अभिग्राही एवं एकल द्वारक मोनोपल्स फीड (Single aperture monopulse feed) मुख्य हैं।

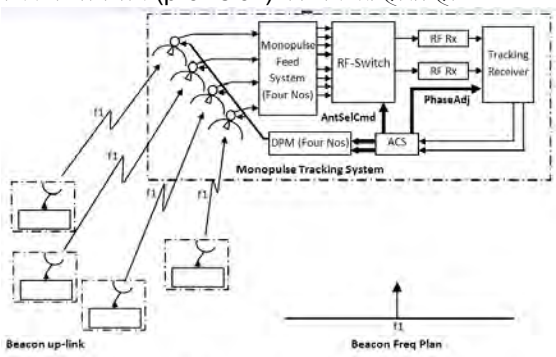
जीसैट-4 की ट्रैकिंग प्रणाली का खंड-आरेख **Error! Reference source not found.** में दिखाया गया है।



चित्र 3: जीसैट-4 की उपग्रह ट्रैकिंग प्रणाली

5. जीसैट-11 की ट्रैकिंग प्रणाली:

जीसैट-11 में चार ऐंटेना परावर्तकों से 16-बीमें बनाई जानी हैं जिनकी चौड़ाई 0.76° है। यह एक बहु-ऐंटेना उपग्रह है इसलिए इसकी साझा त्रुटि के साथ-साथ निजी त्रुटि को सुधारने के लिए बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली का इस्तेमाल किया गया है। बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली के विभिन्न संरूपों की विवेचना [1] में की गई है। इसमें अनुक्रमित बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली का प्रयोग किया गया है जो सभी ऐंटीनों की त्रुटियाँ बारी-बारी से सुधारता है। इसमें हर एक ऐंटेना के लिए अलग-अलग संवेदी तंत्र एवं संशोधी तंत्र का प्रयोग होता है, लेकिन प्रक्रमण तंत्र को टाइम-शेयरिंग में उपयोग किया जाता है। प्रक्रमण तंत्र को टाइम-शेयरिंग बेसिस में उपयोग करने के लिए, इसमें किसी एक ऐंटेना (जिसकी त्रुटियाँ सुधारनी हैं) के सिग्नल को चयन करने के प्रावधान (provision) की जरूरत होती है।



चित्र 4: जीसैट-11 की उपग्रह ट्रैकिंग प्रणाली

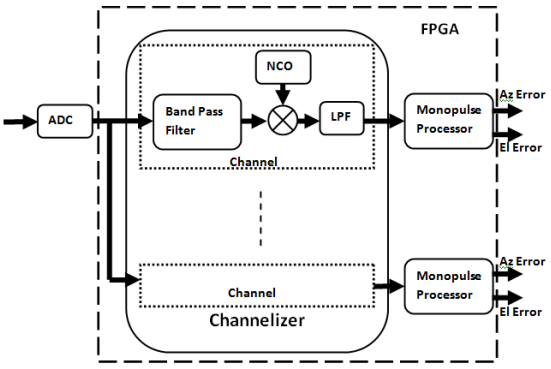
जीसैट-11 की ट्रैकिंग प्रणाली का खंड आरेख **Error! Reference source not found.** में दिखाया गया है। इसमें सभी बीकनों के लिए एक आवृत्ति (12.75 GHz) का प्रयोग किया गया है। इसमें सिग्नल चयन एक RF-स्विच के द्वारा होता है। ऐंटेना कंट्रोल प्रणाली (Antenna Control System) जिस ऐंटेना की त्रुटियाँ सुधारनी हैं उसके अनुसार RF-स्विच और ट्रैकिंग अभिग्राही के कला संशोधक को नियंत्रित करती है एवं ट्रैकिंग-अभिग्राही द्वारा उत्पन्न DC त्रुटि के अनुसार चयनीतभार ऐंटेना के DPM का उपयोग करते हुए त्रुटियों को सही करती है।

ऐंटेना कंट्रोल प्रणाली हर एक ऐंटेना को बारी-बारी से चुन कर उसकी त्रुटियाँ सुधारती है। इसलिए ट्रैकिंग प्रणाली की अभिलक्ष्यन यथार्थता आवश्यक अभिलक्ष्यन यथार्थता से बेहतर होनी चाहिए क्योंकि ट्रैकिंग प्रणाली जिस समय अन्य ऐंटीनों को ट्रैक कर रही है उस अंतराल में उत्पन्न त्रुटि अभिलक्ष्यन यथार्थता को कम कर देती है। जरूरी ऐंटेना चयन दर त्रुटि उत्पन्न होने की दर एवं ट्रैकिंग प्रणाली और आवश्यक अभिलक्ष्यन यथार्थता के अन्तर पर निर्भर करती है।

6. ट्रैकिंग प्रणाली की चुनौतियाँ, आत्मनिर्भरता एवं भविष्य की जरूरतें:

इसरो वर्तमान की ट्रैकिंग आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए आत्मनिर्भर है। वर्तमान की ट्रैकिंग आवश्यकताओं को दो-चैनल मोनोपल्स प्रणाली का उपयोग करके पूरा किया जाता है। जैसा कि ऊपर बताया गया है, दो-चैनल मोनोपल्स विधि में सम एवं त्रुटि चैनलों के बीच कला संरेखण (alignment) की जरूरत होती है। धन एवं त्रुटि चैनलों के बीच की कला वातावरण एवं उपतंत्रों के बदलाव के साथ बदलती है, इसलिए बदलाव के साथ कला संसोधन की जरूरत पड़ती है। कला संसोधन की जरूरत प्रणाली के प्रचालन, अनुरक्षण एवं परीक्षण को जटिल बनाने के साथ-साथ निष्पादन क्षमता को भी सीमित कर देती है। बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली में यह जटिलता और अधिक हो जाती है। इन जटिलताओं को कम करने के लिए, भविष्य में एक-चैनल मोनोपल्स ट्रैकिंग प्रणाली की जरूरत होगी।

सीमित बीम-से-बीम पृथक्करण होने के कारण, बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली में एक आवृत्ति के भू-बीकन जो अलग-अलग बीमों में होते हैं एक दूसरे के लिए व्यतिकरण पैदा करते हैं जिससे प्रणाली की निष्पादन क्षमता घट जाती है। त्रुटि उत्पन्न होने की दर अधिक होने पर, अनुक्रमित बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली के स्थान पर समक्षणिक बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली की जरूरत होगी। भविष्य की इन चुनौतियों का सामना करने के लिए [1] में सुझाए गए ट्रैकिंग प्रणाली संरूपों के निर्माण की आवश्यकता पड़ेगी।



चित्र 5: डिजटल मोनोपल्स ट्रैकिंग-अभिग्राही खंड का आरेख

भविष्य की इन आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए, एक-चैनल डिजटल मोनोपल्स ट्रैकिंग अभिग्राही का विकास किया गया। इसका उपयोग दोनों समक्षणिक एवं अनुक्रमित बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली में किया जा सकेगा। **Error! Reference source not found.** में डिजिटल ट्रैकिंग-अभिग्राही का खंड आरेख समक्षणिक प्रक्रमण के लिए दिखाया

गया है। हर एक सिग्नल के लिए अलग-अलग चैनल सेलेक्टरों एवं मोनोपल्स संसाधित्रों (processors) का उपयोग किया गया है। **Error! Reference source not found.** में दिखाई गई जीसैट-11 की अनुक्रमित बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली के लिए इसको दो तरह से बनाया जा सकता है। पहला तरीका, एक रिलोडेबिल बैंड पारक फिल्टर एवं NCO वाला चैनल सेलेक्टर उपयोग करके सिग्नल चुनकर एक मोनोपल्स संसाधित्र से प्रक्रमण करा लें। दूसरा तरीका, हर सिग्नल के लिए अलग-अलग चैनल सेलेक्टरों का उपयोग करें एवं डिजिटल बहुसंकेतक के उपयोग से किसी एक चैनल सेलेक्टर के निर्गम (output) को मोनोपल्स संसाधित्र के निवेश (input) से जोड़ कर प्रक्रमण करा लें।

7. उपसंहार:

नई पीढ़ी के संकीर्ण-बीम उपग्रहों की ऑनबोर्ड ऐंटेना की ट्रैकिंग जरूरतों को पूरा करना एक चुनौती है। जैसे-जैसे उच्च-आवृत्ति एवं बड़े ऑनबोर्ड ऐंटेनों का प्रयोग संभव होगा वैसे-वैसे बेहतर अभिलक्ष्यन यथार्थता की जरूरत पड़ेगी और चुनौती और बढ़ेगी। इसरो वर्तमान ट्रैकिंग आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए आत्मनिर्भर है। वर्तमान में दो-चैनल मोनोपल्स ट्रैकिंग प्रणाली का उपयोग हो रहा है। भविष्य की जरूरतों को पूरा करने के लिए एक-चैनल मोनोपल्स ट्रैकिंग प्रणाली की जरूरत होगी। इस दिशा में कार्य करते हुए, एक-चैनल डिजटल मोनोपल्स ट्रैकिंग अभिग्राही का विकास किया गया जिसका भविष्य में समक्षणिक एवं अनुक्रमित बहु-ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली में उपयोग किया जा सकेगा।

संदर्भः

[1] पंकज कुमार गुप्ता, जे के होता, "बहु-ऐंटेना संचार उपग्रहों की ऐंटेना ट्रैकिंग प्रणाली के संरूप", अंतर–केन्द्रीय तकनीकी संगोष्ठी 2014, इसरो उपग्रह केंद्र, बेंगलूर

[2] जीसैट-11 नीतभार पी.डी.आर. रिपोर्ट

[3] सामान्य (Generic) डिजिटल मोनोपल्स ट्रैकिंग अभिग्राही आवश्यकता विश्लेषण दस्तावेज

धन्यवादः

इस लेख के लेखक श्री के एस परीख, उपनिदेशक, एस एन ए ए, सैक और श्री विरेन्द्र कुमार, ग्रुप प्रधान, एस एस टी जी, सैक के मार्गदर्शन एवं उत्साहवर्धन करने के लिए आभारी हैं। लेखक श्री प्रतीक जैन के भी लेख की समीक्षा करने के लिए आभारी हैं।

लेखक परिचय

पंकज कुमार गुप्ता ने वर्ष 2001 में आई. ई. टी., कानपुर से

इलेक्ट्रॉनिकी एवं संचार इंजीनियरिंग में बी. टेक. डिग्री प्राप्त की। 2008 में IISC बेंगलूर से इलेक्ट्रॉनिकी डिजाईन एवं प्रौद्योगिकी में एम. टेक. डिग्री प्राप्त की है। वर्ष 2001 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद के प्रणाली अभियांत्रिकी एवं समाकलन प्रभाग में कार्यरत हैं। मुख्यतः ऑनबोर्ड एवं भू ऐंटेना ट्रैकिंग अभिग्राही डिजाईन, ट्रैकिंग प्रणाली एवं ऐंटेना बीमफोर्मिंग क्षेत्रों में कार्य किया है।

जे के होता ने इलेक्ट्रॉनिकी एवं संचार इंजीनियरिंग में बी.ई.

डिग्री सहयोगी सभ्य के द्वारा भारतीय इंजीनियरिंग संस्थान से प्राप्त की है। वर्ष 1975 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), अहमदाबाद में कार्य आरंभ किया। उनका कार्य मुख्यतः भू-केंद्र और उपग्रह के संचार और नौसंचालन के नीतभार का प्रणाली अभियांत्रिकी, समाकलन और परीक्षण का रहा है। वर्तमान में प्रणाली अभियांत्रिकी एवं समाकलन प्रभाग के प्रधान हैं।

****

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रमों का चुनौतियोंपूर्ण सफ़र

सुनील सिंह,
जयेश आर ठक्कर,
आर.एफ.एस.डी-आर.एफ.एस.जी-एस.एन.पी.ए.
ssingh@sac.isro.gov.in, jayesh@sac.isro.gov.in

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम का सफर बहुत ही चुनौतियोंपूर्ण रहा है। सन् 1969 से भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन उपग्रहों एवं प्रमोचन यानि की संरचना, अभिकल्पना, प्रचालिकरण और विकास, राष्ट्रीय विकास में उपग्रहों के अनुप्रयोंगों के लिए तकनीकी विकास में सक्रिय रहा है। भारतीय उपग्रहों ने अपनी सेवाओं से राष्ट्र के विकास के आधारभूत ढाँचे में बहुत ही आन्दोलनकारी परिवर्तन किया है जिनमें दूरसंचार, दूरदर्शन (टेलिविज़न) प्रसारण, मौसम पूर्वानुमान, स्वास्थ्य रक्षा और शिक्षा शामिल हैं। विगत चार दशकों में इसरो ने न केवल देश के सम्पूर्ण विकास में योगदान दिया है बल्कि इसरो के अंतरिक्ष कार्यक्रमों को विश्वस्तर पर विश्वसनीयता भी मिली है।

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम : आत्मनिर्भरता

विगत चार दशकों में भारत ने अंतरिक्ष संबंधी तकनीकी और अभियांत्रिकी में बहुत ही विकास और विशेषज्ञता प्राप्त कर ली है। न केवल उपग्रह संरचना, अभिकल्पना और विकास में विश्वस्तरीय तकनीकी प्राप्त की है बल्कि उपग्रह प्रमोचन वाहनों और रॉकेट प्रणालियों की अभिकल्पना में भी आत्मनिर्भरता प्राप्त की है।

प्रमोचन वाहन : एस.एल.वी. से जी.स.एल.वी. तक का सफल सफ़र

भारत के अंतरिक्ष कार्यक्रम की प्रथम उपग्रह प्रमोचन यान परियोजना एस.एल.वी.-3, जिसने जुलाई 18, 1980 में सफलतापूर्वक उडान भर कर भारत को प्रमोचक यान निर्माण में आत्मनिर्भर बनाया साथ ही भारत चयनीतभार छ: देशों के समूह जिनके पास उपग्रह प्रमोचन क्षमता है में जुड गया। एस.एल.वी.-3 की सफलतापूर्वक उडान ने बृहत एवं अत्यंत परिष्कृत प्रोमोचक रॉकेटों के विकास पर अरोहण करने के लिए भारत को सुविज्ञता प्रदान की। इसी वाहन की तीन सफलता पूर्ण उड़ानों से भारतीय निर्मित रोहणी उपग्रहों को उनकी परिक्रमण कक्षा में स्थापित किया गया। इसके बाद 39-टन, 23.5 मी लम्बा, सभी ठोस संबर्धित पांच खंडिय उपग्रह प्रमोचक रॉकेट (ए.एस.एल.वी.) को पृथ्वी की निकट कक्षा में 150 किग्रा भार का तनीतभार रोहणी उपग्रह श्रंखलाएं (श्रोस) उपग्रह को स्थापित करने के लिए विकसित किया गया।

संबर्धित उपग्रह प्रमोचन यान (ए.एस.एल.वी.) के विकास के दौरान भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन को अत्यंत गंभीर चुनौतियों का सामना करते हुए, 1990 के प्रारंभ में 275 टन वजनी 44 मी लंबा, ठोस और द्रव दोनों ईंधनों से युक्त चार खंडिय प्रमोचन यान ध्रुवीय उपग्रह प्रमोचन यान (पीएसएलवी) को सफलता पूर्वक विकसित किया। लगातार 25 सफल प्रमोचन के द्वारा पीएसएलवीअभिकल्पना की विश्वसनीयता बारंबारता प्रमाणित हुई है। पीएसएलवीको भिन्न भिन्न रूप से अभिविन्यासित कर, इससे एक ही प्रमोचन में बहु नीतभार क्षमता, बहु परियोजना क्षमता और भू-तुल्य प्रमोचन क्षमता में इसरो ने आत्मनिर्भरता प्राप्त की है।

इसरो का भू-तुल्य उपग्रह प्रमोचक यान (जीएसएलवी), ध्रुवीय उपग्रह प्रमोचन यान (पीएसएलवी) की तुलना में अत्यंत जटिल एवं सक्षम है जो की 2000-2500 किग्रा वजनी उपग्रह को भू-तुल्य परिवर्तन कक्षा में स्थापित करने में सक्षम है। जीएसएलवी 49 मी लंबा, 414 टन भारी है जिसका तृतीय खंड निम्न ताप खंड है। जीएसएलवी की सफलतापूर्ण उड़ान भारत को भारी उपग्रह अपनी ही जमीन से छोड़ने में आत्मनिर्भर बना रहा है।

	पी.एस.एल.वी.	जी.एस.एल.वी.	जी.एस.एल.वी. मार्क III
भार (टन)	249	400	629
नीतभर (किग्रा)	1,500 एस एस ओ	2,250 जी टी ओ	4,000 -4,500 जी टी ओ
उड़ाने / सफल उड़ाने	26 / 25	8/5	--

चित्र–1 वर्तमान भारतीय प्रमोचन यान

ध्रुवीय उपग्रह प्रमोचन यान (पीएसएलवी) द्वारा विदेशी उपग्रहों को उनकी निर्धारित कक्षा में प्रक्षेपित करके इसरो भारत को आर्थिक रूप से मदद कर रहा है। साथ ही साथ इसरो की विश्वसनीयता भी अन्य देशों के सामने प्रदर्शित होती है।

इसरो के पीएसएलवीप्रमोचन द्वारा भारतीय विश्वविद्यालयों और संस्थानों के छात्रों द्वारा निर्मित लघु उपग्रहों को प्रक्षेपित करके इसरो छात्रों को अन्तरिक्ष विज्ञान में रूचि और अनुसंधान के लिए प्रेरित कर रहा है ताकि भारत की बौद्धिक कौशलता और संशाधन अपने ही देश की प्रगति और विकास में योगदान करें एवं देश को तकनीकी रूप से आत्मनिर्भर बनाएं।

भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह (इन्सैट) तंत्र : भारतीय संचार तंत्र

भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह (इन्सैट) तंत्र एशिया प्रशान्त क्षेत्र का सबसे बड़ा घरेलु उपग्रह संचार तंत्र है तथा इसके 10 उपग्रह वर्तमान में कार्यरत है एवं अपने कुल 200 ट्रांस्पोंडरों द्वारा संचार एवं प्रसारण (डी.टी.एच.-डायेरेक्ट टू होम सेवा सहित) सेवाओं के अतरिक्त इनमें उपस्थित मौसमीय उपकरणों द्वारा मौसम संबंधी सेवाएँ प्रदान कि जा रही हैं।

वर्तमान में 55000 से अधिक वीसैट-सरकारी एवं गैर-सरकारी क्षेत्रों में इन्सैट द्वारा कार्यरत हैं। इनके द्वारा दूरदर्शन कवरेज क्षेत्र में बढोत्तरी हुई है, इससे 40 से ज्यादा दूरदर्शन और 50 गैर-सरकारी (प्राइवेट) टी.वी. चैनल्स संचालित हैं। इन्सैट तंत्र की वजह से ही डी.टी.एच.-डायेरेक्ट टू होम सेवा संभव हुई है। इन्सैट तंत्र की बहुत से रोचक अनुप्रयोग हैं।

इन्सैट के कारण देश के ग्रामीण एवं पिछड़े क्षेत्रों में आधुनिक संचार गैजेट्स जैसे - फोन और दूरदर्शन (डायेरेक्ट टू होम) की उपलब्धता पहुचाई जा रही हैं जिससे दुर्गम क्षेत्रों को प्रगति की

मुख्य धारा में लाकर इसरो राष्ट्रीय विकास में सहयोग कर रहा है।

इन्सैट श्रेणी के उपग्रहों, जिनमें 24 घंटे मौसम निगरानी की क्षमता है। मौसम संबंधी भविष्यवाणी के लिए इनके डाटा को प्रयोग किया जाता है। आपदा वाले समुद्र तटों पर विशेष रूप से अभिकल्पित आपदा सूचना अभिग्राही को स्थापित किया गया है जिससे आपदा जैसे चक्रवात अदि की सूचना को सीधे ही प्रसारित किया जा सकता है। जिससे कि समय रहते जान -माल की रक्षा की जा सके।

वर्तमान में इसरो के टेलीमेडिसिन एवं टेलीएजुकेशन कार्यक्रमों के द्वारा गुणवता पूर्ण स्वास्थ्य और शिक्षा को ग्रामीण क्षेत्रों में पहुँचाने का कार्य इन्ही इन्सैट और जी-सेट श्रेणी के उपग्रहों द्वारा ही संभव हो सका है। वर्तमान में इन्सैट तंत्र में निम्न दस उपग्रह कार्यशील हैं: जीसेट-7, जीसेट-10, जीसेट -12, जीसेट -8, इन्सैट -4 सीआर, इन्सैट -4 बी, इन्सैट- 4 ए, इन्सैट- 3 इ, इन्सैट- 3 ए, कल्पना-1, इन्सैट -3 सी।

भारतीय सुदूर संवेदन (आइ. आर. एस.) उपग्रह तंत्र : भारतीय प्राकृतिक संसाधनों का प्रबंधन

भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह तंत्र वर्तमान में विश्व में सबसे बड़े सुदूर संवेदन उपग्रह तंत्रों में से एक है। भारत में 1988 से आइ. आर. एस. कार्यक्रम की शुरुआत हुई थी, वर्तमान में 11- उपग्रह जिन्में स्थानिक विभेदन 1 मी से लेकर 500 मी तक वाले बिम्ब चित्र प्रदान कर रहे हैं। आइ. आर. एस. उपग्रह तंत्र से प्राप्त आंकड़े और सूचनाएं विभिन्न अनुप्रयोगों में प्रयुक्त हो कर देश की प्रगति में सहयोग कर रहे हैं। आइ. आर. एस. के अनुप्रयोगों में कृषि, ग्रामीण- विकास, जल-संसाधन, शहरी प्रबंधन, ढांचागत विकास, समुन्द्रिय संसाधन, वन सम्पदा, मतस्य-प्रबंधन, पर्यावरण-निगरानी और आपदा प्रबंधन शामिल हैं। सुदूर संवेदन द्वारा आंकड़ों के प्राप्त करने में इसरो का आइ. आर. एस. तंत्र भारत को वैश्विक स्तर पर अग्रणी बनाता है। वर्तमान में 11-उपग्रह जो की अपनी सेवाएँ दे रहे हैं निम्न हैं: सरल, रीसैट -1, मेगा-ट्रोपिक, रिसौरस सैट -2, कार्टो सैट -2 बी, ओसन सैट-2, रीसैट-2, कार्टो सैट -2 ए, कार्टो सैट -2, कार्टो सैट -1, रिसौरस सैट -1।

भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह तंत्र (आइ.आर.एन.एस.एस.) : भारतीय जी. पी. एस.

बहुत से संचार, मौसम संबंधी, सुदूर संवेदन एवं वैज्ञानिक अंतरिक्ष यानों के सफल निर्माण और प्रचालन के बाद इसरो ने बहुत ही चुनौतीपूर्ण कार्य को करने का निर्णय लिया है जिसमें एक भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह तंत्र को अंतरिक्ष में स्थापित करना है ताकि देश को अत्यधिक परिशुद्ध स्थिति, नौसंचालन और समय डाटा जमीनी, समुन्द्रिय और वायु क्षेत्र में वाहनों के यातायात हेतु प्राप्त हो सके। इस तंत्र में सात उपग्रहों को भू-स्थिर और भू-तुल्यकाली कक्षा में स्थापित करना हैं। यह तंत्र स्वतंत्र क्षेत्रीय उपग्रह तंत्र है जो की सम्पूर्ण भारत और भारत की सीमा से 1500 किमी तक उपभोक्ताओं को परिशुद्ध स्थिति सूचना उपलब्ध कराएगा। इसके द्वारा 20 मीटर से अच्छी अभिलक्ष्य्न यथार्थता प्रदान की जायेगी। सात में से प्रथम नौसंचालन उपग्रह (आइ.आर.एन.एस.एस.-1ए) जुलाई 01, 2013 और द्वितीय उपग्रह (आइ.आर.एन.एस.एस.-1बी) अप्रैल 04, 2014 को सफलतापूर्वक इनकी निर्धारित कक्षाओं में स्थापित कर दिए गए हैं। निकट भविष्य में अन्य पांच उपग्रहों को स्थापित कर इसरो की यह परियोजना सफल होगी और देश का दुर्गम से दुर्गम स्थान पर स्थित नागरिक नौसंचालन हेतु इसकी सेवाओं से लाभान्वित होगा।

चंद्रयान-1 : भारतीय प्रथम वैज्ञानिक चन्द्र-आभियान

अक्टूबर 22, 2008 को पीएसएलवी द्वारा भारत के प्रथम वैज्ञानिक चन्द्र आभियान का सफल प्रक्षेपण कर के भारत ने सिद्ध कर दिया की वह बाह्य अंतरिक्ष अन्वेषण में भी सक्षम है। यह भारत का प्रथम बाह्य अंतरिक्ष अन्वेषण था जिसने चन्द्रमा पर पानी की उपस्थिति का पता लगा कर विश्व में भारत के अंतरिक्ष कार्यक्रमों की महत्ता को सिद्ध कर दिया। भारत के चंद्रयान-1 के मुख्य उद्देश्य चंद्रमा की उत्तपति एवं निर्माण के वैज्ञानिक ज्ञान को प्रसारित करना, भारतीय तकनीकी क्षमता को बढाना एवं ग्रहीय विज्ञान में कार्यरत युवा वैज्ञानिकों के समक्ष चुनौतीपूर्ण अवसर प्रदान करना। चंद्रमा पर अपने अभियान भेजने वाले देशों के समूह सयुक्त राष्ट्र अमेरिका, सयुक्त राष्ट्र संघ, जापान, यूरोप और चीन, में भारत ने भी अपना नाम दर्ज करा दिया।

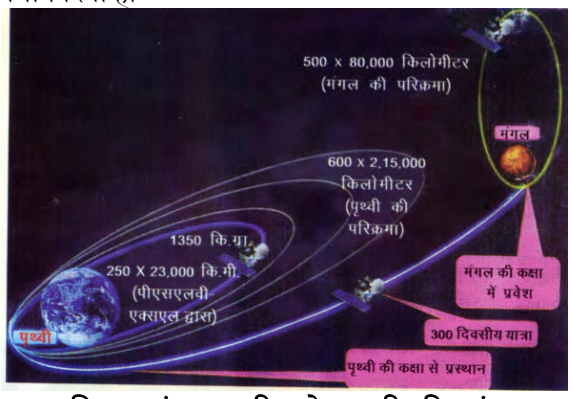
अंतरिक्ष कैप्सूल पुन:प्राप्ति प्रयोग (एस.आर.ई.-1):

अंतरिक्ष कैप्सूल पुन:प्राप्ति प्रयोग (एस.आर.ई.-1) को जनवरी 10, 2007 को श्रीहरिकोटा से सफलतापूर्वक प्रक्षेपित किया गया। भारत के इस अभियान का उद्देश्य कक्षण करती हुई अंतरिक्ष कैप्सूल की पुन:प्राप्ति तकनीक का प्रदर्शन एवं सूक्ष्म गुरुत्व प्रतिबन्ध में वैज्ञानिक प्रोयोगों को कक्षण करते हुए मंच पर करने की तकनीक को विकसित करना। इस प्रयोग के अन्य उपयोग उष्मीय सुरक्षा तंत्र की पुनरुप्योगिता का परिक्षण करना, यान का नौसंचालन, विनिर्देशन एवं नियंत्रण, अतिध्वनिक, वायु-उष्मागतिकी, संचार प्रबंधन, मंदन एवं प्लंवन तंत्र और पुनर्प्राप्ति अभियान। 12 दिवशीय इस अभियान की सफलता से भारत की महत्वाकांक्षी परियोजना पुनरुपयोगी यान एवं भारतीय मानव अंतरिक्ष यान का मार्ग प्रशस्त हुआ है। इस अभियान के सफल प्रक्षेपण से भारत कुछ चुनिंदा देशों में शामिल हो गया है जिन्होंने इस प्रकार के प्रयोगों का सफल प्रक्षेपण किया है इनमें सयुक्त राष्ट्र अमेरिका, रूस, जापान, यूरोप और चीन शामिल हैं।

मंगलयान: भारत का प्रथम अंतरग्रहीय अभियान

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के इतिहास का एक गौरवमयी क्षण जब नबम्बर 5, 2013 को ध्रुवीय रॉकेट (पीएसएलवी-सी 25) के लिफ्ट ऑफ के साथ भारत का मंगलयान अभियान (मार्स ऑर्बिटर मिशन) आरम्भ हो गया। हमारे इस अभियान का प्राथमिक उद्देश्य तो हमारे ध्रुवीय रॉकेट –पीएसएलवीकी प्रौद्योगिकी के चरमोत्कर्ष और तकनीकी कौशल का प्रदर्शन करना है जो उसने अपनी पूर्व उड़ानों में ही संपन्न कर दिया है। इसरो के अध्यक्ष माननीय डॉ. के. राधाकृष्णन के शब्दों में “ हमारा प्राथमिक उद्देश्य मंगल यान को मंगल की कक्षा में प्रवेश कराना और यदि यह यान मंगल के चतुर्दिक उसकी कक्षा में स्थापित हो गया तो समझ लीजिए कि हमारा 85 प्रतिशत कार्य संपन्न हो गया। इसके बाद फिर वैज्ञानिक प्रयोग आरम्भ होंगे।” इस अभियान का दूसरा उद्देश्य मंगल कि सतह कि पड़ताल करना, खनिजों की खोज करना और वहाँ पर मेथैन गैस कि उपस्थिति कि संभावनाओं कि पुष्टि करना। हमारा यह ऑर्बिटर अपने साथ पांच नीतभारों

(पेलोड्स) को ले गया है। इन वैज्ञानिक नीतभारों में लैप (लायमन अल्फा फोटोमीटर) नामक फोटोमीटर है जो कि मंगल पर ड्यूटेरियम और हाइड्रोजन की सापेक्षिक प्रचुरता कि माप करेगा, दूसरा नीतभार मेथैन सेंसर फॉर मार्स-एम एस एम है जोकि मंगल के वातावरण में मेथैन गैस का मापन करेगा और इसके स्रोतों कि भी जानकारी प्राप्त करेगा, इसका तीसरा नीतभार मेनका-मार्स एक्सोस्फेरिक न्यूट्रल कोम्पोसिशन अनाल्यजेर-मेनका है जो द्रव्य विश्लेषक है जो मंगल के बहिर्मंडल में उपस्थित कणों के निष्क्रिय संगठन का विश्लेषण करेगा, चौथा नीतभार तापीय अवरक्त बिम्ब स्पेक्ट्रोमीटर-टी.आइ.एस. है जो मंगल कि सतह के संगठन के मापन और वहाँ पर खनिजों कि खोज में मदद करेगा, पांचवां नीतभार मार्स कलर कैमरा है जो कि मंगल कि सतह के चित्र भेजेगा। हम सभी भारतवासियों को उम्मीद है कि हमारा मंगल अभियान सफलता के एक और उत्तुंग शिखर को पार कर लेगा। मंगलयान की सफलता पर देश मात्र उन तीन देशों के समूह अमेरिका, रूस और फ्रांस में शामिल हो जायेगा जिन्होंने सफलतापूर्वक मंगल अभियानों को अंजाम दिया है।



चित्र-2: मंगलयान की कक्षोन्नयन की प्रक्रियाएं

निम्नतापी (क्रायोजेनिक) इंजन :

प्रगति पथ पर भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम को एक और मील का पत्थर - भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के जीएसएलवी-डी 5 से जनवरी 5, 2014 को भारतीय संचार उपग्रह जीसैट-14 का सफल प्रमोचन। पिछली दो असफलताओं के पश्चात् इस यान का प्रमोचान पूर्णतया सफल रहा जो प्रमोचन यानों के वैश्विक बाजार में अपना स्थान बनाने की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। संयुक्त राष्ट्र अमेरिका, रूस, जापान, चीन और फ्रांस के वर्चस्व वाले अंतरिक्ष शक्ति वाले देशों के समूह (इन देशों को क्रायोजनिक इंजनों के निर्माण एवं प्रमोचन में दक्षता हासिल है) में भारत कि उपस्थिति बहुत ही महत्वपूर्ण हो चुकी है। यह आभियान पूर्णतया स्वदेशी रहा जिसमें भारत द्वारा निर्मित निम्नतापी (क्रायोजनिक) इंजन का प्रयोग हुआ और सफल रहा। जीएसएलवी कि सफल उड़ानें भविष्य में मानव यान और मानवरहित चंद्र अभियानों के लिए मार्ग प्रसस्थ करती हैं।

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम : चुनौतियाँ

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रमों का सफ़र सुरुआत से ही बहुत चुनौतियोंपूर्ण एवं कठिन रहा है। अभी हमारे समक्ष अनेक चुनौतियाँ हैं जिनमें भविष्य के कार्यक्रमों के लिए स्वदेशी निम्नतापी (क्रायोजनिक) इंजन आधारित जीएसएलवी के प्रमोचन में विश्वसनीयता हासिल करना, चंद्रयान-2 अभियान, आदित्य-अभियान और मानव अंतरिक्ष उड़ान शामिल हैं।

जीएसएलवी-मार्क III :

जीएसएलवी-मार्क III को 4500 से 5000 किग्रा भारी संचार उपग्रहों के प्रमोचन में पूर्ण आत्मनिर्भरता हासिल करने के लिऐ अभिकल्पित और निर्माण किया गया है। इस प्रमोचन यान के द्वारा भारत भू-अंतरण कक्षा, निम्न भू-कक्षा, ध्रुवीय कक्षा और माध्यमिक कक्षा में बहु-उपग्रह प्रोमचन में क्षमता प्राप्त कर लेगा। इसमें तीन नोदन स्तर हैं, 42.1 मीटर लंबा और उत्थापन भार 630 टन है। इसकि ऊपरी स्टेज निम्नतापीय (क्रायोजनिक) स्टेज है जिसमें 27 टन नोदन भरने कि क्षमता है। इसके सफल निर्माण के द्वारा भारत स्वयं ही भारी उपग्रहों को प्रक्षेपित कर सकेगा।

पुनरुपयोगी प्रमोचन यान- तकनीकी प्रदर्शन

आज के प्रमोचन बेड़े में नियमित रूप से नौवहन, संचार, मौसम विज्ञान, निगरानी, टोह और अंतरिक्ष खोजों के लिए परिष्कृत अंतरिक्ष यानों को उपयोग में लाया जाता है। अंतरिक्ष के इन प्रभावशाली कार्यक्रमों में प्रमोचन कि भारी लागत के कारण आगामी वर्षों में अंतरिक्ष का और नवीन उपयोग सीमित हो जाता है। इस दृष्टि से पुनरुपयोगी प्रमोचन यान (आरएलवी) प्रणाली के विकास द्वारा अंतरिक्ष अभिगमन कि लागत को कम करने का भारत का प्रयास है। प्रारंभ में दो चरणी रॉकेट से कक्षा में स्थापन (टी.एस.टी.ओ.) हेतु पूर्ण पुनरुपयोगी प्रमोचन यान का विकास किया जायेगा, जिसके लिए इसरो के विभिन्न तकनीकी प्रदर्शन अभियान किये जायेंगे।

चित्र-3 रॉकेट नोदन के साथ पूर्णरूपेण पुनरुपयोगी प्रमोचन यान

मानवयुक्त भारतीय अभियान: परियोजना पूर्व गतिविधियां

मानव अंतरिक्ष उड़ान कार्यक्रम का उद्देश्य निम्न भू-कक्षा में दो-तीन व्यक्तियों को लेजाना और इन्हें पृथ्वी पर पूर्वनियोजित स्थान पर सुरक्षित बापस लाना है। वर्तमान में परियोजना पूर्व गतिविधियां जिनमें उपतंत्र जैसे - क्रू मॉड्यूल, वातावरण नियंत्रण और जीवन आधार तंत्र इत्यादि समीक्षात्मक तकनीकों का विकास प्रगति पर है। पूर्ण स्वसंचालित यान जोकि 2-3 व्यक्तियों को लगभग 300 किलोमीटर निम्न भू-कक्षा में लेजाकर उन्हें बापस सुरक्षापूर्वक ला सके, का विकास चुनौतीपूर्ण है। इसके लिए क्रू-यान, बचाव तंत्र और पृथ्वी के वातावरण में पुन: प्रवेश संबंधी अध्ययन प्रगति पर चल रहा है। इसी कड़ी में, जल्द ही हम अपने जीएसएलवी-मार्क III द्वारा एक प्रायोगिक परीक्षण करने जा रहे हैं जिसमें बिना निम्तापीय स्टेज के मार्क III द्वारा अंतरिक्ष कैप्सूल को उपकक्षीय कक्षा में प्रक्षेपित किया

जायेगा, इस परीक्षण के दौरान हम वायव तापीय संरचना, पृथ्वी के वातावरण में पुन: प्रवेश और कुछ संचार संबंधी तकनीकों का अध्ययन करेंगे। हमें इन समीक्षात्मक तकनीकों में शतप्रतिशत यथार्थता प्राप्त करनी होगी।

अंतरिक्ष कैप्सूल पुन:र्प्राप्ति प्रयोग-II (एस.आर.ई.-II):

अंतरिक्ष कैप्सूल पुन:र्प्राप्ति प्रयोग-II का मुख्य उद्देश्य पूर्ण पुन:र्प्राप्ति कैप्सूल को बनाना और सूक्ष्म गुरुत्व वाले प्रयोगों के लिए एक मंच प्रदान करना है। एस.आर.ई. कैप्सूल के चार मुख्य हार्डवेअर होते है- वायव तापीय संरचना, अंतरिक्ष यान मंच, मंदन एवं प्लवन तंत्र और नीतभार। सूक्ष्म-जीवविज्ञान, कृषि, पाउडर धातुकी इत्यादी पर सूक्ष्म गुरुत्व प्रयोग के लिए इसका उपयोग किया जायेगा। एस.आर.ई.-II को पी.एस.एल.वी द्वारा प्रक्षेपित किया जायेगा।

चंद्रयान-2:

चंद्रयान-2 परियोजना चंद्रयान-1 का उन्नत रूप है। इस अभियान के द्वारा इसरो की चंद्रमा की सतह पर मृदु अवतरण कि क्षमता को प्रदर्शित किया जायेगा। चंद्रयान-2 का संरूपण दो मोड्यूल के रूप में किया गया है जिनमें - एक ऑर्बिटर क्राफ्ट मोड्यूल (ओ.सी.) और दूसरा लेंडर क्राफ्ट मोड्यूल (एल.सी.) है। ऑर्बिटर क्राफ्ट मोड्यूल (ओ.सी.) इसमें उपस्थित नीतभारों के साथ चन्द्रमा कि परिक्रमा करेगा और चंद्रमा का सुदूर संवेदन करेगा। इसमें उपस्थित नीतभार चंद्रमा कि सतह पर उपस्थित खनिजों और तत्वों का अध्ययन करेंगे।

लेंडर क्राफ्ट मोड्यूल अपने वैज्ञानिक नीतभारों के साथ चंद्र सतह पर पूर्वनियोजित स्थान पर मृदु अवतरण करेगा, यह भारत के लिए बहुत ही चुनौतीपूर्ण कार्य रहेगा जिससे प्रथम बार अन्य आकाशीय पिंड पर भारत का नीतभार अवतरण करेगा।

रोवर जो कि लेंडर क्राफ्ट मोड्यूल द्वारा चन्द्रमा कि सतह पर छोड़ा जायेगा। यह निम्न गुरुत्व व निर्वात में अर्द्ध-स्वयं नौसंचालन और जोखिम बचाव क्षमता के साथ चंद्रमा कि सतह पर चलेगा। रोवर अवतरण स्थान के निकट चंद्र स्थल का तत्व विश्लेषण करेगा।

आदित्य-1 : भारतीय सूर्य अभियान

आदित्य-1 एक वैज्ञानिक अभियान है जोकि सौर प्रभामंडल के अध्ययन के लिए अभिकल्पित किया गया है। प्रस्तावित अंतरिक्ष सौर कोरोनाग्राफ का मुख्य वैज्ञानिक उदेश्य निम्न भौतिक प्रक्रियाओं कि मुलभूत जानकारी प्राप्त करना है: (अ) सौर प्रभामंडल कि उष्मीय प्रक्रिया (ब) त्वरित सौर हवाएं और (स) प्रभामंडल द्रव्यमान उत्क्षेपण प्रक्रिया। कोरोनाग्राफ उपकरण कि प्रस्तावित अभिकल्पना का उद्देश्य उच्च आवर्ति प्रबल दोलन (≈ 1 हर्ट्ज), उच्च प्रदर्श प्रभामंडल पाश कि गतिकी, चुम्बकीय क्षेत्र कि संस्थितिकी (टोपोलोजी) और प्रभामंडल द्रव्यमान उत्क्षेपण प्रक्रिया को सौर चक्रिका के नजदीक से समझना हैं। आदित्य-1 को पी.एस.एल.वी प्रमोचन यान के द्वारा 800 किमी की ध्रुवीय कक्षा में स्थापित करने का प्रस्ताव है।

उन्नत उपग्रह :

निकट भविष्य में भारत के अंतरिक्ष कार्यक्रमों में उन्नत उपग्रहों को उनकी निर्धारित कक्षा में स्थापित करना है। इनमें प्रमुख उपग्रह हैं: एस्ट्रोसेट- इस अभियान में ब्रह्मांडीय स्रोतों के अध्ययन के लिए एक खगोलीय वेधशाला की अभिकल्पना, विकास, संविरचन और प्रक्षेपण शामिल है। जीसैट-11 –यह उन्नत संचार उपग्रह है जो 4000-6000 किग्रा बस पर आधारित है।

उपसंहार :

भारतीय अन्तरिक्ष कार्यक्रमों की विकास यात्रा काफी रोमांचकारी रही है। आशा है, जीएसएलवी निकट भविष्य में 4-4.5 टन के उपग्रहों को कक्षा में स्थापित करने में सफल होगा। अन्तरिक्ष कैप्सूल की ठीक-ठीक वापसी एवं परीक्षण से मानव सहित अन्तरिक्ष उड़ान का मार्ग प्रशस्त होगा।

सन्दर्भ सूची :

1. मणीश चन्द्र उत्तम, एस.एल.वी.-3 प्रमोचन यान, इसरो, बंगलौर, 1985।
2. सम्मलेन डाइजेस्ट एवं सौन्निर (Digest & Souvenir) अन्तरिक्ष आधारित नौसंचालन के अनुप्रयोग एवं चुनौतियाँ- राष्ट्रीय सम्मलेन, एरौनोटिकल सोसाइटी ऑफ इंडिया, 2013।
3. शुकदेव प्रसाद, मंगल की ओर अग्रसर भारत का मंगलयान, अविष्कार, 2014।
4. डॉ. केदार नाथ शुक्ल, भारतीय रॉकेटरी के पांच दशक, अविष्कार, 2014।
5. कली शंकर, भारतीय अन्तरिक्ष कार्यक्रम का देश की प्रगति में योगदान, अविष्कार, 2014।
6. डॉ. केदार नाथ शुक्ल, जीएसएलवी-डी 5 का सफल प्रमोचन, अविष्कार, 2014।
7. जयति दत्ता एवं एस.सी. चक्रवर्ती, चंद्रयान-1 इंडियास फर्स्ट साईंटिफिक मिशन टू मून, इसरो हेड क्वार्टर्स, बंगलौर, 2004।

वैब सन्दर्भ :

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

***

अंतरिक्ष उपयोग के लिए सतही ध्वनि तरंग साधनों का सर्वेक्षण

(Overview of Surface Acoustic Wave (SAW) Devices for Space Application)

*उर्वी पोपट, निलेश जिवानी, शांतनु सिन्हा एवं अजय कुमार
माइक्रो इलेक्ट्रोनिक्स एप्लिकेशंस डिविजन,
urvi@sac.isro.gov.in

संक्षेप :
प्रस्तुत लेख में अंतरिक्ष के आधुनिक संचार एवं सुदूर संवेदन उपग्रह में अब तक उपयोग किये गए सतही ध्वनि तरंग (सध्वत) साधनों की चर्चा की गई है। सध्वत साधनों का प्रयोग उपग्रह में अलग अलग आवृतिओ पर हुआ है, जिनका विस्तृत विवरण इस लेख में दर्शाया गया है। इन फिल्टरों की परिकल्पना, रचना, विकास, तथा परिणाम परीक्षण के सारे कार्य अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में किये गए हैं। सध्वत साधन की कई विशेषताओं के कारण इनका प्रयोग GSAT-4, GSAT-7, GSAT-8,GSAT-10, GEOSAT के सारे TTC-Rx, OCEANSAT इत्यादि उपग्रहों में आईएफ पडाव पर हुआ है। प्रस्तुत लेख सध्वत साधन तकनीक के भविष्य की संभावनाएं एवं चुनौतियां और उनका अंतरिक्ष में प्रयोग भी दर्शाता है।

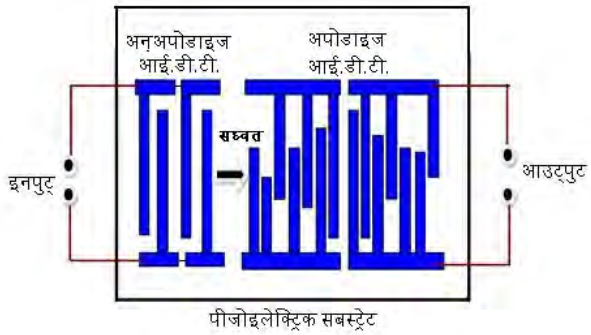
❖ परिचय :

पानी की सतह पर जो तरंग विचरण करते है उसे सतही तरंग कहते हैं, उसी प्रकार जो तरंग तन्यताशील धातुओं पर फैलते है, उन्हें सतही ध्वनि तरंग (सध्वत) कहते है। सध्वत फिल्टर सामान्य तौर से पीज़ोइलेक्ट्रिक पदार्थों पर बनाये जाते है। ध्वनि तरंग की गति विद्युत चुम्बकीय तरंग से 10^5 गुना कम होती है अतः सध्वत साधन छोटे होते है। सामान्य रुप से ये फिल्टर 10MHz -3GHz के बीच की आवृतियों में काम करते हैं। निम्नतर आवृति की सीमा मर्यादा फिल्टर के विस्तार पर आधारित होती है क्योंकि कम आवृति पर सध्वत साधन बहुत बडे माप के होते है। उसी प्रकार उच्च आवृतियों की मर्यादा अश्ममुद्र (lithographic) resolution पर आधार रखती है। सतही ध्वनि तरंग का प्रयोग अनेक रूप से होता है जैसे की filter, oscillator, resonators, sensors इत्यादि। व्यवसायिक रूप से सध्वत साधनों का प्रयोग अलग अलग जगहों जैसे कि टेलीविजन, मोबाइल फोन, पेजर, बेतार संचार व्यवस्था एवं उपग्रह संचारण में होता है। सध्वत फिल्टर की बहुत सी विशिष्टताएं है जैसे; इनका घेरा बहुत तीक्ष्ण होता है अतः यह काफी नजदीक के माध्यमों को भी अलग कर देता है। इन कारणों से हम उपल्ब्ध बैंडविस्तार का समुचित और अधिकतम उपयोग कर पाते है। इनकी delay और phase प्रतिक्रिया बहुत अच्छी होती है। इसके अलावा ये कम वजन के होते है, इनका परिमाण छोटा होता है, ये स्वाभाविक रूप से भरोसेमंद होते है। इन सारी विशेषताओं के कारण इनका प्रयोग अंतरिक्ष में किया जा रहा है।

❖ रूपरेखा :

सध्वत फिल्टर में विद्युत संकेतों को पहले सध्वत में परिवर्तित कर दिया जाता है जिसकी आवृति वही होती है जो विद्युत संकेतों की होती है। विद्युत संकेतों को सध्वत में बदलने के लिये आईडीटी (Inter Digital Transducer) का प्रयोग किया जाता है जो piezoelectric पदार्थ की सतह पर धातु की पतली परत जमा करके बनाई जाती है। सध्वत फिल्टर दो आईडीटी के प्रयोग से बनते हैं; एक जिसमें आईडीटी की अँगुलियों का अतिछादन अलग अलग रहता है उसे Apodized IDT कहते है और एक आईडीटी जिसमे अँगुलियों का अतिछादन स्थिर रहता है उसे Unapodized IDT कहते है। Piezoelectric Substrate की वजह से जब AC वॉल्टेज इनपुट में लगाते है तब सध्वत तरंग उत्पन्न होते है। दूसरी आईडीटी का उपयोग सध्वत को विद्युत चुंबकीय संकेतों में बदलने के लिये किया जाता है। सध्वत फिल्टर में केंद्रीय आवृति आईडीटी की अँगुलियों की चौड़ाई और पुनरावृत्ति निश्चित करती है तथा आईडीटी की अँगुलियों का अतिछादन इसकी इम्पल्स प्रतिक्रिया निर्धारित करता है। इस इम्पल्स प्रतिक्रिया का फुरिअर ट्रांसफॉर्म आवृति प्रतिक्रिया देता है। Apodized IDT के अतिछादन में अलग अलग परिवर्तन करके आवश्यक फिल्टर परिणाम ला सकते है। सध्वत फिल्टर उच्च अनुपालन (High Performance) के लिये समर्थ है।

सध्वत साधन की आधारीय संरचना इस चित्र में दर्शाई गई है।



चित्र 1 : आईडीटी संरचना

सध्वत फिल्टर को बनाने के लिये विशेष प्रकार के piezoelectric substrate अथवा वेफर का प्रयोग किया जाता है जैसे $LiNbO_3$ और Quartz.
सध्वत फिल्टर की रचना प्रक्रिया को निम्नलिखित स्तरों में विभाजित किया जाता है।

- ✓ वेफर का धात्वीकरण (Wafer Metallization)
- ✓ लिथोग्राफी (Lithography)
- ✓ सज्जीकरण (Assembly and Packaging)
- ✓ वायुरुद्ध मुहरबंदी (Hermetic Sealing)

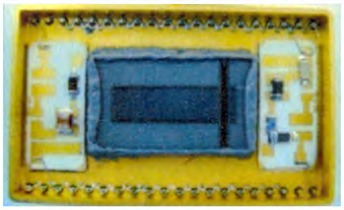
❖ अंतरिक्ष उपयोग में सध्वत फिल्टर का इतिहास

सामान्य रूप से सध्वत फिल्टर का Insertion Loss ज्यादा रहता है (20-30dB) इसलिए इनका प्रयोग नीतभार के अग्र स्थान पर वर्जित करता है। आम तौर से ये नीतभार में मध्यवर्ती

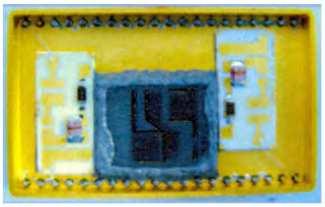
आवृति (आई. एफ.) पड़ाव पर ही लगाए जाते है। गतवर्षों में, नीचे दिये गए उपग्रहों में इनका प्रयोग हुआ है :

GSAT-4 Regenerative नीतभार :

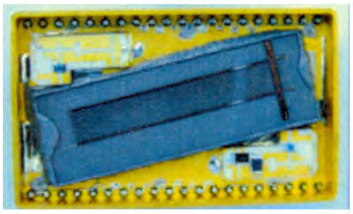
Regenerative नीतभार में तीन अलग अलग प्रकार के सध्वत फिल्टर उपयोग किये गए जिनकी केंद्रीय आवृति 64.512MHz, 66.048MHz और 69.024MHz थी। इन तीनों में से 64.512MHz और 69.024MHz संकीर्ण तरंग समूह वाले और 66.048MHz चौड़े तरंग समूह वाले फिल्टर थे और इनको हम विदेशो से आयत भी नही कर सकते थे। तीनों फिल्टर के सज्जीकृत्त चित्र यहाँ दर्शाए गये हैं। प्रत्येक फिल्टर के कुल 8FM + 2QM इकाई प्रोजेक्ट को दिये गए। **ये वो वक्त था जब सध्वत फिल्टर पहली बार अंतरिक्ष में जा रहे थे।**



चित्र 2 (64.512MHz)



चित्र 3 (66.048MHz)

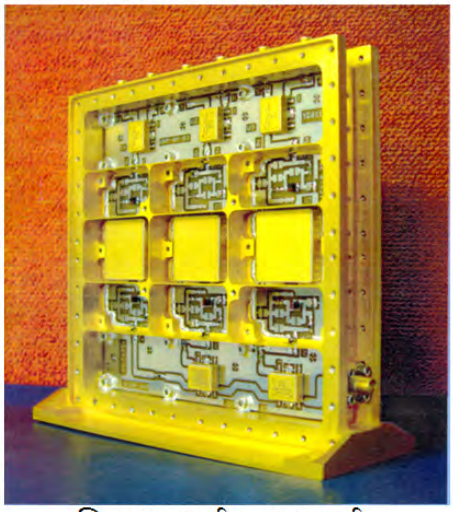


चित्र 4 (69.024MHz)

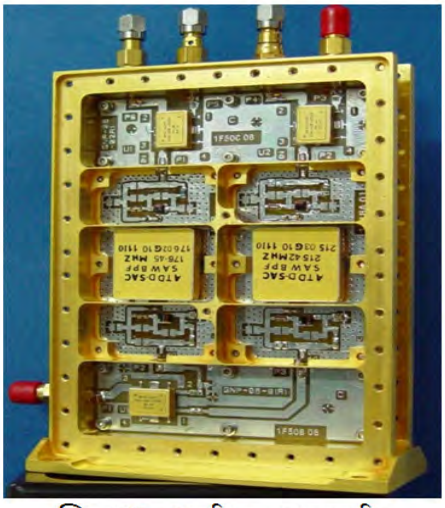
चुनौतियां : चौड़े तरंग समूह वाले फिल्टर 66.048MHz (0.5dB BW, 2 MHz) को बनाने के लिए एक अलग रूपरेखा प्रक्रिया Micro Strip Coupler (MSC) कल्पना का इस्तेमाल किया गया। 69.024MHz एक बहुत ही संकीर्ण तरंग समूह (100KHz, 0.5dB BW) वाला फिल्टर था। इसको बनाने में 3rd Harmonic तकनीक की कल्पना का प्रयोग किया गया। सभी फिल्टरों में Matching Network पैकेज के अंदर ही लगाए गये। इन फिल्टरों का निर्माण सैक में ही हो इसलिए पहली बार माइक्रो फैब्रिकेशन सुविधा को अंतरिक्ष अनुकूलित किया गया।

GAGAN नीतभार का मध्यवर्ती आवृति (IF) अंतरापृष्ठीय (Interface), इकाई

GAGAN नीतभार सबसे पहले GSAT-4 उपग्रह में *प्रयोग किया गया जिसके* मध्यवर्ती आवृति, इकाई में तीन सध्वत फिल्टर; L1, C और L5 आवृति समूह के लिये आवश्यक थे, जिनकी केंद्रीय आवृति क्रमशः 176.45MHz, 212.5MHz और 215.42MHz थी। इन फिल्टरों के साथ दो पावर विभाजक (इनपुट और आउट्पुट) भी संलग्न थे। इन फिल्टरों का मुख्य उद्देश्य वाहक आवृतिओं को अलग करना था। समयांतर इसी इकाई को दो सध्वत फिल्टरों के साथ (176.45MHz & 215.42 MHz) और भी GAGAN नीतभारों में उपयोग किया गया था जैसे की GSAT-8 & GSAT-10 में। कुल 1FM + 1QM इकाई सभी प्रोजेक्ट को प्रदान किये गए। नीचे चित्र 5 और चित्र 6 में क्रमशः तीन और दो सध्वत फिल्टर वाले मध्यवर्ती आवृति (IF) अंतरापृष्ठीय (Interface), इकाई को दर्शाया गया है।



चित्र 5 : आई.एफ. इकाई
तीन सध्वत फिल्टर के साथ

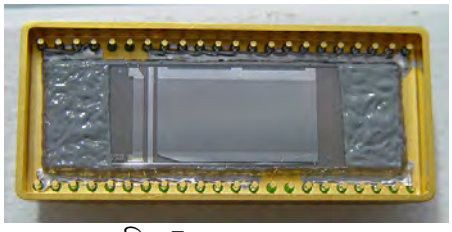


चित्र 6 : आई.एफ. इकाई
दो सध्वत फिल्टर के साथ

चुनौतियां : इस इकाई के साथ उपयोग किए गए सध्वत फिल्टरों उच्च केंद्रीय आवृति वालें एवं बहुत चौड़े तरंग समूह वाले (9%-14% BW) थे। इसको कार्यान्वित करने के लिए MSC तकनीक का प्रयोग किया गया। इनको बनाने में YZ-LiNbO3 substrate का उपयोग किया गया साथ में सध्वत चीप को लगाने के लिए conductive RTV 1075 को भी अंतरिक्ष अनुकूलित करवाया गया। पूरे यूनिट के निर्माण में भी बहुत मेहनत की गई।

- ***Oceansat नीतभार :*** Oceansat एक दूर संवेदक उपग्रह है जिसमे सध्वत फिल्टर का प्रयोग Scatterometer नीतभार के receiver में अंतिम आवृति समूह चुनने के लिये किया गया। इसकी केंद्रीय आवृति 15.625MHz थी और ये बहुत

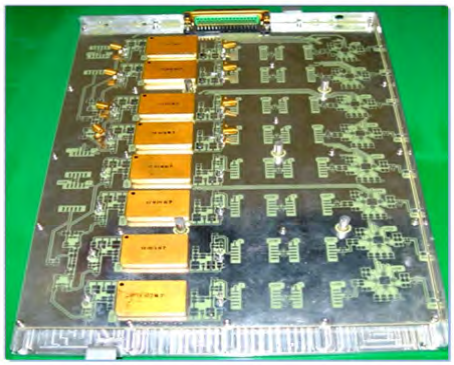
चौड़े समूह वाले (10% BW) एवं तीक्ष्ण घेरे वाले फिल्टर थे। कुल 3FM इकाई प्रोजेक्ट को सौंपे गये। यही केंद्रीय आवृतिवाले फिल्टर बेहतर रूपरेखा से Oceansat-1 उपग्रह में भी प्रयोग किये गए और आनेवाले नीतभार Scatsat में भी इनका उपयोग हो रहा है। सज्जीकृत फिल्टर का चित्र नीचे दिखाया गया है।



चित्र 7 : सध्वत साधन

➢ **चुनौतियां : सध्वत फिल्टर का ये अब तक का लघुतम केंद्रिय आवृति वाला साथ साथ में 10%BW, समतल पासबैंड परिणाम** (<1dB) और तीक्ष्ण घेरे वाला फिल्टर है। इसे बनाने के लिए रूपरेखा प्रक्रिया equip ripple का प्रयोग किया गया और Spurious suppression के लिए Sand Blasting तकनीक को आजमाया गया। रूपरेखा प्रक्रिया में ही तापमान की असर को compensate किया गया।

➢ ***GSAT-7 उपग्रह में मध्यवर्ती आवृति (IF) Mesh Processor:*** आई.एफ. Mesh Processor एक यातायात प्रबन्धक उप प्रणाली है जो की बैंडविस्तार का समुचित उपयोग करके उपग्रह के सामथ्र्य को बढाता है। इस प्रोजेक्ट में चार अलग अलग केंद्रीय आवृति के फिल्टरों 176.52MHz, 178.25MHz, 180.78MHz और 183.06 का प्रयोग हुआ है। इन चारों फिल्टरों के विशेष वर्णन (specifications) बहुत ही कठिन थे। इनको कार्यान्वित करने के लिये बहुत प्रयास और अभ्यास किया गया। कुल 32 (16FM +16QM) फिल्टर प्रोजेक्ट को प्रदान किये गए। नीचे दिखाया गया चित्र पीके उपर सज्जीकृत .बी.सी. को दर्शाता है किये गए फिल्टरों।



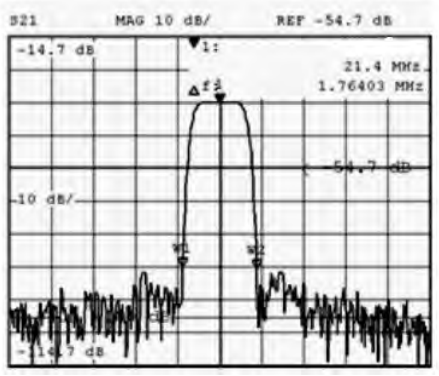
चित्र 8 : सज्जीकृत मेष प्रोसेसर पी.सी.बी. कार्ड

चुनौतियां : चारों फिल्टर संकीर्ण तरंग समूह (<1%BW) को सम्बन्धित करते थे। इनको बनाने में काफ़ी यत्न लगें जैसे : रूपरेखा प्रक्रिया
equiripple, Diffraction estimation & compensation, Tilt in apodized IDT for GD optimization, Substrate : ST-X Quartz

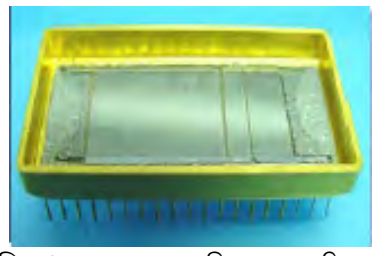
➢ ***GEOSAT उपग्रहों का C-Band TTC-Rx*** :

21.4MHz केंद्रीय आवृति वाला सध्वत फिल्टर एक **high performance** फिल्टर है। इस फिल्टर का प्रयोग प्रत्येक GEOSAT श्रेणी के उपग्रह में TTC-Rx में हुआ है और आनेवाले प्रत्येक नीतभार में भी होगा। इस फिल्टर के मुख्य specifications हाई आउट ऑफ बैंड रिजेक्शन (>45dB), लिनियर phase (<2º), समतल आवृति परिणाम (<0.5dB),और extended तापमान क्षेत्र (-30ºC to +60º C) है।

ये एक Import substitute फिल्टर है जिसका एक विशिष्ट परिणाम यहाँ दिया गया है। अब तक 40FM सध्वत फिल्टर प्रोजेक्ट को दिये गए हैं।



आलेख 1: *रचित और सज्जित सध्वत*



चित्र 9 : सध्वत साधन *फिल्टर का परिणाम*

चुनौतियां : रूपरेखा प्रक्रिया : Equiripple, Narrow band (4% BW) फिल्टर : ST-X Quartz substrate हाई आउट ऑफ बैंड रिजेक्शन के लिए Side lobe Cancellation technique Sand blasted chip 300micron pit depth के साथ Withdrawal weighting technique का प्रयोग तापमान की असर को रूपरेखा में ही compensate किया गया।

❖ ***भविष्य की संभावनाएं :***

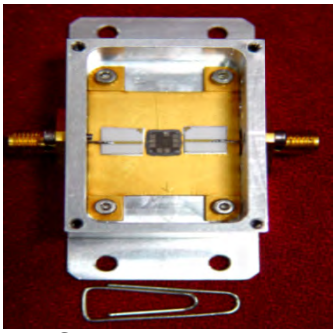
आज संचार उपग्रहों के अभिकल्पक को सध्वत साधनों से बहुत सारी अपेक्षाएँ है। इन अपेक्षाओं को पूरा करने के लिये जो चुनौतियां हमारे सामने हैं, वो निम्नलिखित हैं :

I. कम Insertion Loss और अधिक केंद्रीय आवृति वाले फिल्टर :

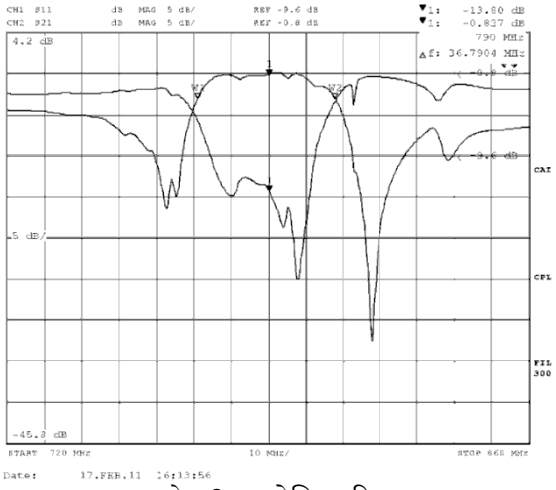
इस प्रकार के फिल्टर की आवृति मर्यादा 800MHz-3GHz है। इस प्रकार के फिल्टर की रूपरेखा सामान्य सध्वत फिल्टर की रूपरेखा से बिल्कुल अलग है। इस आधुनिक तकनीक पर सक्रिय रूप से कार्य प्रारंभ हो चुका है। संचरचना पद्धति को जॉचने के लिये 790MHz केंद्रीय आवृति वाले एक फिल्टर का निर्माण किया गया। इस फिल्टर का विश्लेषण नीचे प्रस्तुत किया गया है।

Sr. No.	Parameter	Simulated Result	Observed Result
1.	CF (MHz)	790	790
2.	IL at CF (dB)	0.65	0.83
3.	3 dB BW (MHz)	37.4	36.8

टेबल 1



चित्र 10 : सध्वत साधन



आलेख 2 : प्रायोगिक परिणाम

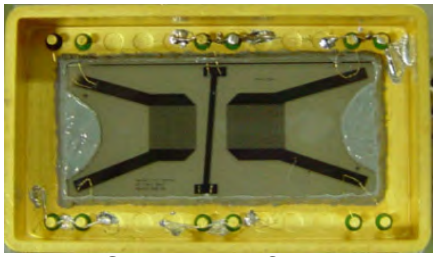
चुनौतियां : इन फिल्टरों के विकास में SAW Resonators का प्रयोग होता है। ऐसे उच्च आवृति वाले SAW resonators के simulation में multi physics software की आवश्यकता होती है। इन सभी तकनिकीयों का विकास MEG में ही किया गया है।

II. ***मध्यम Insertion Loss और संकीर्ण तरंग समूह वाले सध्वत फिल्टर :***

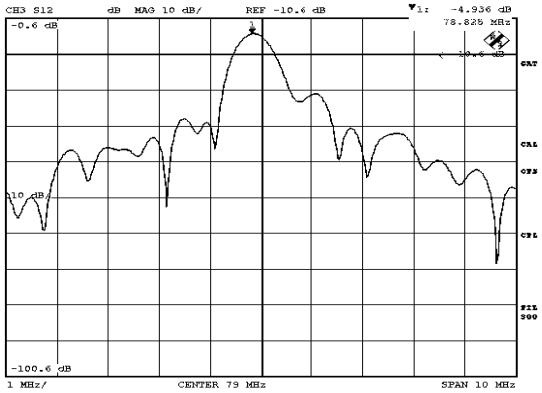
इस प्रकार के सध्वत फिल्टर बनाने के कई तरीके है जिसमे से एक तकनीक Single Phase Unidirectional Transducers (SPUDT) है। ये फिल्टर नीतभार में आई.एफ. पडाव पर प्रयोग किये जा सकते है। प्रयोग स्वरूप 79MHz केंन्द्रिय आवृति वाले फिल्टर की रचना की गई, जिसके सैद्धांतिक और प्रायोगिक परिणाम नीचे के टेबल में दर्शाये गए हैं।

Sr. No.	Parameter	Simulated Result	Observed Result
1.	CF (MHz)	79	78.825
2.	IL at CF (dB)	2.6	4.936
3.	3 dB BW (MHz)	0.79 MHz	~0.75 MHz

टेबल 2



चित्र 11 : सध्वत फिल्टर



आलेख 3 : प्रायोगिक परिणाम

चुनौतियां : इन फिल्टरों के विकास में प्रयुक्त होने वाले सौफ्ट्वेर का निर्माण भी किया गया जो की एक चुनौतीपूर्ण कार्य है।

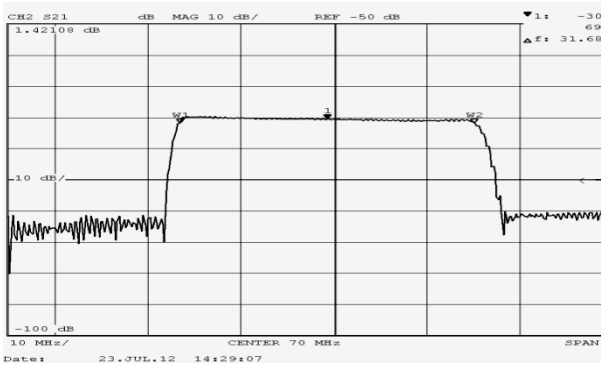
III. ***अति चौड़े तरंग समूह वाले फिल्टर :***

अति चौड़े तरंग समूह वाले फिल्टरों का प्रयोग वहाँ होता है जहाँ बैंडविस्तार की आवश्यकता %20से आधिक हो। इस तकनीक में Slanted Finger Inter digital Transducers (SFIT) का प्रयोग किया जाता है। इस तकनिक को आजमाने के लिये 70MHz केंद्रीय आवृति वाले एक फिल्टर की संरचना और निर्माण किया गया जिसका विश्लेषण नीचे प्रस्तुत किया गया है।

Sr.	Parameter	Target Specification	Observed results
1	CF (nominal)	70 MHz	69.4 MHz
2	B.W.	> 30 MHz (40 %)	> 28 MHz
3	Pass band flatness	< 1 dB	1.5 dB
4	Rejection	> 30 dB	~ 30 dB
6	Insertion Loss	30 dB	30.4 dB

टेबल 3

चित्र 12 : सध्वत फिल्टर



आलेख 4: अवलोकित परिणाम

चुनौतियां : ऐसे फिल्टरों की कल्पना में प्रयोग होनेवालें तकनीक का विकास स्थानिय रूप से किया गया जो काफ़ी जटिल तथा चुनौतियों से भरा है।

इसके अलावा और भी Film Bulk Acoustic Wave Resonators (FBAR), SAW sensors जैसी अत्यंत नई तकनीक के निर्माण का कार्य किया जा रहा है।

❖ **निष्कर्ष :**

प्रस्तुत लेख में अंतरिक्ष में अब तक प्रयोग किये गए सध्वत फिल्टरों की संक्षिप्त समीक्षादेने का प्रयास किया गया है। अलग अलग नीतभार में प्रयोग किये गए सध्वत फिल्टरों का विवरण फोटो, परिणाम और स्पेसीफिकेशन टेबल के साथ दर्शाया गया। तेजी से बदलती तकनीकी एवं उपग्रह के नीतभार में होनेवाले लगातार परिवर्तनों के अनुरूप सध्वत साधनो का आगे का विकास आवश्यक है। उसके अंतर्गत भविष्य में विकसित होने वाली तकनीक के बारे में भी इस लेख में चर्चा की गई है।

❖ **आभारोक्ति :**

इस कार्य को करने के लिए दिए गए सुअवसर एवं प्रोत्साहन के लिए लेखकगण श्री ए. एस. किरण कुमार, निदेशक सैक के प्रति आभार व्यकत करते है। प्रस्तुत लेख के लिये हम सब श्री राजकुमार अरोरा, DD ESSA एवं श्री अपूर्वा भट्टाचार्या, GD MEG के भी आभारी हैं। साथ ही हम पूरे माइक्रोइलेक्ट्रोनिक्स फैब्रिकेशन समूह के प्रति आभार व्यक्त करते है जहाँ पर इन सारे सध्वत फिल्टरों का निर्माण और सज्जीकरण हुआ है। इसके अलावा हम SRA एवं प्रोजेक्ट के भी आभारी है।

❖ **संदर्भ :**

1) "Narrow Band SAW filters for Regenerative Payload of GSAT-4", ICRS - Jodhpur, 2003, Ajay Kumar & Vijaya Sinha

2) "GSAT-7 COMMUNICATION PAYLOAD, detailed design review"; February 2008; SAC/ISRO, Ahmadabad

3) *"Gagan Neetbhar ke liye SAW sadhan"*, ISRO inter-center Hindi Technical Seminar - 2005 at ISAC Bangalore, Ajay Kumar, Divya Pathak, NR Jivani & O.P. Kaushik

4) *"Surface Acoustic Wave Filters for Space Use"* International Conference in Microwave-2008- Jaipur, Ajay Kumar, Santanu Sinha, Urvi Mandavia, NR Jivani, Surinder Singh & O.P. Kaushik

***

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की आत्म निर्भरता और चुनौतियां में अनुसंधान एवं विकास की भूमिका

अंकिता विशाल पटेल, विकास पी पटेल, श्री आर. एम. शाह
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र

सार:
तकनीकी प्रगति की गति अनुसंधान एवं विकास और नए अनुप्रयोगों पर किए गए प्रयासों पर निर्भर है। अनुसंधान और विकास भविष्य तकनीकी उन्नति के लिए इंजन है। किसी भी संगठन के लिए नवीनतम और भविष्य की तकनीकी प्रगति के साथ बराबर रहना अत्यंत महत्वपूर्ण है। इस पेपर में अनुसंधान, अनुसंधान की स्थिति, इसरो में अनुसंधान एवं विकास, भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की आत्म निर्भरता और चुनौतियां में अनुसंधान एवं विकास की भूमिका और सैकमें अनुसंधान एवं विकास का प्रभाव की विस्तृत चर्चा की गई है।

1.0 परिचय

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की शुरुआत 1960 के दसक के प्रारंभ में वैज्ञानिक अनुसंधान एवं विकास से हुई थी। शुरुआत में चुंबकीय भूमध्य रेखा का ऊपरी वायुमंडल तथा आयनमंडल के बारेमे अनुसंधान करने के लिए साउन्डिंग रॉकेट का उपयोग किया गया। तद्पसच्यात, आधुनिक उपग्रह एवं रॉकेट बनाने में आत्म निर्भरता और चुनौतियां का सामना करने के लिए अनुसंधान एवं विकास महत्वपूर्ण है। अनुसंधान एवं विकास तीन तरीके से किया जाता है।

1. इन-हाउस अनुसंधान एवं विकास
2. सहयोगात्मक अनुसंधान एवं विकास
3. प्रायोजित अनुसंधान एवं विकास

अनुसंधान एवं विकास से हमारे देश की जरुरत अनुसार अंतरिक्ष कार्यक्रम में आत्मनिर्भरता प्राप्त की गई है। अनुसंधान से अंतरिक्ष कार्यक्रम की जरुरत अनुसार प्रणाली का विकास करके उपग्रह, राकेट और अनुप्रयोगों का स्वदेशीकरण किया जाता है जिससे आत्मनिर्भरता प्राप्त होती है।

इस पेपर में भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की आत्म निर्भरता और चुनौतियों में अनुसंधान एवं विकास की भूमिका पर चर्चा की है।

2.0 अनुसंधान

अनुसंधान क्या है?

ज्ञान की उन्नति के लिए और उसके नए अनुप्रयोगों में उपयोग के लिए एक व्यवस्थित आधार पर किए गए रचनात्मक काम को *अनुसंधान* कहते है।

अनुसंधान के प्रकार:

- वैज्ञानिक
- मानविकी
- कलात्मक
- आर्थिक
- सामाजिक
- व्यापार
- मार्केटिंग
- व्यवसायी

अनुसंधान के कदम:

- एक उद्देश्य के साथ *अनुसंधान* समस्या की पहचान
- साहित्य की समीक्षा
- *अनुसंधान* आधारित प्रश्न या परिकल्पना का निर्धारण करें
- डेटा संग्रह, विश्लेषण और अर्थ
- मॉडल/ सॉफ्टवेयर /हार्डवेयर विकास
- रिपोर्टिंग, सिफारिशें और मूल्यांकन
- शोध निष्कर्षों का संचार

3.0 अनुसंधान की स्थिति

3.1 अनुसंधान एवं विकास पर खर्च : भारत ने अनुसंधान एवं विकास पर 36 billions of USD खर्च वर्ष 2012 में किया है। भारत का क्रम अनुसंधान एवं विकास पर खर्च में जी. डी. पी. के 0.9% के साथ आठवां है।

(वर्ष 2012 के अनुसार)

रैंक	देश क्षेत्र /	अनुसंधान एवं विकास पर खर्च (billions of USD)	% जी.डी.पि. (Gross Domestic Production)
1	संयुक्त राज्य अमेरिका	405	2.7 %
2	चीन	297	1.97 %
3	जापान	160	3.67 %
4	जर्मनी	70	2.3 %
5	दक्षिण कोरिया	56	3.74 %
6	फ्रांस	42	1.9 %
7	यूनाइटेड किंगडम	38	1.7 %
8	भारत	36	0.9 %
9	कनाडा	24	1.8 %
10	रूस	24	1.0 %

3.2 अनुसंधान एवं विकास खर्च का हिस्सा:

दुनिया के कुल अनुसंधान एवं विकास खर्च वर्ष 2010 में लगभग एक खरब डॉलर था। भारत ने 2% खर्च किया है।

3.3 अनुसंधान एवं विकास फंड का ब्रेक-अप:

	विकसित देशों	भारत
सरकार	10 %	74 %
निजी क्षेत्रक	69 %	20 %
संस्थानों	18 %	6 %
एन .ओ .पी . नॉन प्रोफिट) (ऑर्गेनाइजेशन	3 %	-

विकसित देशों में अनुसंधान एवं विकास फंड ज्यादातर निजी क्षेत्र से आता है। भारत में अनुसंधान एवं विकास फंड ज्यादातर सरकारी क्षेत्र से आता है। सरकारी क्षेत्र में डीओएस, डीएसटी, डीआरडीओ जैसे भारत सरकार के विभाग अनुसंधान एवं विकास के लिए खर्च करते है।

4.0 इसरो में अनुसंधान एवं विकास

इसरो में अनुसंधान एवं विकास तीन तरीके से किया जाता है।

4.1 इन-हाउस अनुसंधान एवं विकास

अनुसंधान और प्रौद्योगिकी विकास कार्यक्रम किसी भी अनुसंधान संगठन का एक महत्वपूर्ण हिस्सा है। इन-हाउस अनुसंधान इसरो में प्रौद्योगिकी विकास कार्यक्रम (टी.डी.पी) के तहत किया जाता है। टी.डी.पी. गतिविधियों भविष्य की

परियोजनाओं की आवश्यकता को देखकर अग्रिम में लिया जाता है।
हर साल से अधिक 100 टी.डी.पी गतिविधियों सैक में चल रही है। विशेषज्ञ समितियां चल रही गतिविधियों की प्रगति की निगरानी और समापन रिपोर्ट की समीक्षा, नए प्रस्तावों की समीक्षा करते है। निदेशक, सैक विशेषज्ञ समितियों की रिपोर्ट की समीक्षा करते है।

टी.डी.पी. गतिविधियों के नतीजे संचार, नेविगेशन और सुदूर संवेदन परियोजनाओं के लिए उपयोग में किया जाता है, जो भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की आत्म निर्भरता और चुनौतियों में महत्व पूर्ण भूमिका निभाता है।

4.2 सहयोगात्मक अनुसंधान एवं विकास

इसरो शैक्षणिक कार्यक्रम के रूप में भारतीय विश्वविद्यालयों और अनुसंधान संस्था के साथ अनुसंधान सहयोग कर रहा है।
सैक ने फसल उत्पादन पूर्वानुमान, मौसम और समुद्र विज्ञान, आइनोस्फेरिक अध्ययन जैसे विषयों पर संयुक्त अनुसंधान के लिए विश्वविद्यालयों के साथ समझौता किया है। उपयोगकर्ता मंत्रालयों, संगठनों, सार्वजनिक क्षेत्र के उपक्रमों और अन्य अंतरिक्ष एजेंसियों के साथ भी अनुसंधान के लिए सैक के सहयोगी संयुक्त कार्यक्रम है।
सहयोगी कार्यक्रम कई मायनों में उपयोगी होते हैं। इस तरह के सहयोगी कार्यक्रम संयुक्त रूप से एक ताकत के रूप में प्रति एक परियोजना में योगदान करने में मदद करते हैं। यह बहुत वैज्ञानिक विचारों, ज्ञान और सूचना के आदान प्रदान को प्रोत्साहित करती है। सहयोगी कार्यक्रम बड़े मिशन की डिजाइन के क्षेत्र में या छोटे सीमित उद्देश्यों के लिए किया जा सकता है। सहयोगी कार्यक्रम परियोजना उन्मुख अनुसंधान कार्य के लिए शैक्षिक संस्थानों के साथ हो सकता है।

4.3 प्रायोजित अनुसंधान एवं विकास

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन ((इसरोभारत के विश्वविद्यालयों और शैक्षिक संस्थानों को अंतरिक्ष विज्ञान, अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी और अंतरिक्ष अनुप्रयोग से संबंधित अनुसंधान और विकास गतिविधियों के लिए रिस्पांड कार्यक्रम के तहत वित्तीय सहायता प्रदान करता है। रिस्पांड कार्यक्रम के मुख्य उद्देश्य गुणवत्तायुक्त अनुसंधान करना और अंतरिक्ष परियोजनाओं के लिए शैक्षणिक संस्थानों के साथ मजबूत संबंध स्थापित करने और इसरो के कार्यक्रमों का समर्थन करने के लिए उपयोगी outputs प्राप्त करना हैं। रिस्पांड कार्यक्रम का उद्देश्य अंतरिक्ष कार्यक्रम का समर्थन करने के लिए शैक्षणिक संस्थान में मानव संसाधन और बुनियादी ढांचे उत्पन्न करना है।

सैक रिस्पांड कार्यक्रम के अंतर्गत सैटकॉम, उपग्रह -नेविगेशन और सुदूर संवेदन के क्षेत्र में पेलोड के विकास, डाटा प्रोसेसिंग और अनुप्रयोगों के संबंधित अनुसंधान करवाता है।

5.0 भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की आत्म निर्भरता और चुनौतियां में अनुसंधान एवं विकास की भूमिका

शुरुआत से आज तक भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में आत्म निर्भरता लाने के लिए मज़बूत प्रयत्न किये गए हैं। कार्यक्रम के लक्ष्य प्राप्त करने के लिए स्टेट-ऑफ-धी-आर्ट प्रौद्योगिकी जहा से मिलती है वहा से लायी जाती है और वो प्रौद्योगिकी में हमारे देश की जरुरत के मुताबित अनुसंधान एवं विकास के माध्यम से परिवर्तन किया जाता है। ये कार्य में काफी चुनौतियां आती है जिसका अनुसंधान एवं विकास से हल निकाला जाता है। इसलिए भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की आत्म निर्भरता और चुनौतियां में अनुसंधान एवं विकास की भूमिका बहुत ही महत्वपूर्ण रही है।

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में पिछले कुछ वर्षों के दौरान GEOSAT, आईआरएस, रिसैट, पीएसएलवी और जीएसएलवी की सफलता से एक पूर्ण आत्म निर्भरता की प्राप्ति हुई है।

भारत ने शुरुआत में दूसरे देश के उपग्रह से अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का उपयोग आम आदमी के लाभ के लिए सिद्धहस्त किया। उसके बाद दूसरे देश की प्रौद्योगिकी और अनुसंधान एवं विकास के सहारे खुद के उपग्रह बनाये और उसका प्रमोचन दूसरे देश के रॉकेट से किया। वर्तमान की स्थिति में भारत खुद के बड़े रॉकेट और उपग्रह बनाता है। ये आत्मनिर्भरता की स्तिथि बहुत चुनौतियां के बाद साकार हुई है।

GEOSAT प्रणाली एक - संचार व्यवस्था:

GEOSAT सिस्टम एशिया पेसिफिक क्षेत्र में सबसे बड़ी घरेलू संचार उपग्रह प्रणाली है। GEOSAT सिस्टम में दससे ज्यादा उपग्रहों में 200से ज्यादा ट्रांसपोंडर संचार एवं प्रसारण, डायरेक्ट टू होम और मौसम संबंधी सेवाओं के लिए काम कर रहे है। GEOSAT के माध्यम से से अधिक 40दूरदर्शन टीवी चैनलों और 100से अधिक निजी टीवी चैनलों परिचालित होती है। GEOSAT के माध्यम से डायरेक्ट टू होम टीवी सेवाओं आज एक वास्तविकता बन गए हैं जो आत्म निर्भरता में एक बड़ा कदम है।

GEOSAT कार्यक्रम के कई नवीनतम उपयोग है। EDUSAT शैक्षिक सेवाओं के लिए विशेष रूप से समर्पित पहला उपग्रह है। यह शिक्षा की एक विस्तृत श्रृंखला प्रदान कर रहा है जैसे की एक तरह से टीवी प्रसारण, इंटरेक्टिव टीवी, वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग, कंप्यूटर कॉन्फ्रेंसिंग, वेब आधारित निर्देश आदि। EDUSAT नेटवर्क में 10,000 से अधिक कक्षाओं में विद्यार्थी जुड़े हुए हैं।

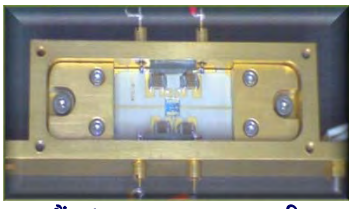
टेलीमेडिसिन एक और उदाहरण है। अंतरिक्ष आधारित टेलीमेडिसिन दूरदराज के हिस्सों में सुपर स्पेशियलिटी चिकित्सा देखभाल का उपयोग करने के लिए सक्षम है। टेलीमेडिसिन नेटवर्क ने कई ज्यादा दूरस्थ और ग्रामीण क्षेत्रों की अस्पतालों और प्रमुख शहरों में कई सुपर स्पेशियलिटी अस्पतालों को जोड़ दिया है।

आईआरएनएसएस प्रणाली नेविगेशन और समय प्रदान करने के लिए अगले कुछ वर्षों में प्रस्थापित होने जा रही है। भारतीय आईआरएनएसएस नेविगेशन उपग्रह प्रणाली का एक स्वदेशी, स्वतंत्र और एक महत्वपूर्ण घटक हो जाएगा।

एमएसएस प्रकार डी टर्मिनल आपदा की स्थिति में और विभिन्न सामरिक अनुप्रयोगों के लिए आवाज संचार प्रदान करता है।

उपग्रह बनाने के लिए हार्डवेयर की जरुरत पड़ती है। उपग्रह बनाने में आत्मनिर्भरता प्राप्त करने के लिए अनुसंधान एवं विकास के जरिये भविष्य के उपग्रह का हार्डवेयर बनाया जाता है।

एमएसएस प्रकार डी टर्मिनल



डब्ल्यू बैंड ((81-90GHz) एम्पलीफायर

वि बैंड (57-69GHz) एम्पलीफायर

हाल ही में वी और डब्ल्यू बैंड प्रवर्धक (V and W band amplifier) बनाने की तकनीक का विकास किया गया है। जिसका उपयोग करके सर्वश्रेष्ठ इंटर उपग्रह लिंक, बेतार संचार, रेडार प्रणाली बना सकते हैं।

आईआरएस - राष्ट्र की प्राकृतिक संपदा की मॉनिटरिंग

आईआरएस भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रहों स्थानिक संकल्प और वर्णक्रमीय बैंड की विविधता के साथ तस्वीरों को उपलब्ध कराने के लिए दुनिया में सबसे बड़ा नागरिक दूरसंवेदी उपग्रह प्रणाली है। कार्टोसैट उपग्रह एक मीटर स्पेसिअल रिसोलुसन प्रदान करता है।

आईआरएस उपग्रहों के डेटा का उपायोग भूजल संभावना मानचित्रण, फसल का एकरेज और उत्पादन आकलन, क्लोरोफिल पर आधारित संभावित मत्स्य क्षेत्र भविष्यवाणी, समुद्र की सतह के तापमान, जैव विविधता लक्षण, जलग्रहण विकास परियोजनाओं का विस्तृत प्रभाव आकलन और प्राकृतिक संसाधनों डेटा / जानकारी आदि में किया जाता है।

माइक्रोवेव सुदूर संवेदन उपग्रह, RISAT हर मौसम में सुदूर संवेदन क्षमता प्रदान करता है जो कृषि अनुप्रयोगों और आपदा प्रबंधन के लिए महत्वपूर्ण है।

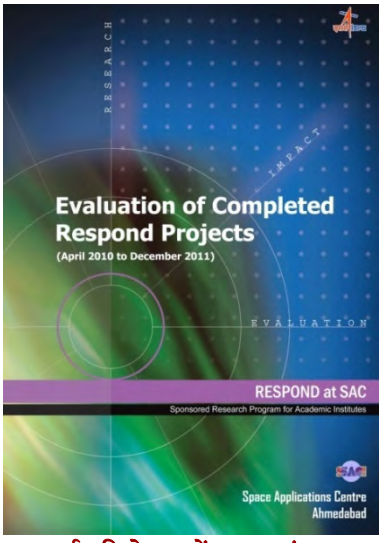
चुनौतियां

अंतरिक्ष कार्यक्रम में अंतरिक्ष मानव मिशन में आत्मनिर्भरता प्राप्त करने के लिए महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकियों के लिए अनुसंधान और विकास करना जरुरी है। उस के लिए पूरी तरह से स्वायत्त मानवयुक्त अंतरिक्ष वाहन जरुरी है जो दो सदस्यीय दल को पृथ्वी की निचली कक्षा में ले जाये और सुरक्षित रूप से पृथ्वी पर लौटाये।

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम, राष्ट्र के विकास की जरूरत को पूरा करते हुए एक आत्मनिर्भर ढंग से अंतरिक्ष प्रणालियों की स्थापना के माध्यम से, राष्ट्रीय विकास प्रयासों में एक बढ़ती भूमिका निभाने में अग्रसर है।

5.1 सैक में अनुसंधान एवं विकास का प्रभाव

इसरो के कार्यक्रम पर पूर्ण परियोजनाओं का प्रभाव जांचने के लिए पूर्ण परियोजनाओं का मूल्यांकन किया जाता है। मूल्यांकन परिणाम, इम्पेक्ट स्टडी का वर्णन, समरी ऑफ फाइंडिंग और वित्तीय वर्णन का मूल्यांकन रिपोर्ट में समावेश किया जाता है।



पूर्ण परियोजनाओं का मूल्यांकन

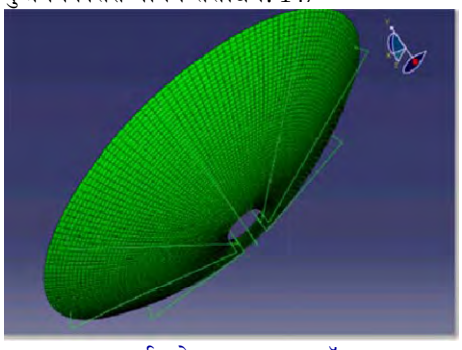
ओवरऑल परिणाम:

रिस्पॉन्ड:

1998 से मार्च 2014 तक में 71पूरी की गई परियोजनाओं के समग्र परिणाम नीचे दिए गए हैं। परिणाम पैदा करने के लिए 61 संस्थानों /विश्वविद्यालयों को संलग्न किया गया है।

a. कुल विकसित मानव संसाधन:

- प्रिंसिपल इन्वेस्टीगेटर : 71
- रिसर्च वैज्ञानिकों / एस्सोसिएट्स/ फेलोस/ स्कोलर: 76
- कुल विकसित मानव संसाधन: 147



परावर्तक के ABAQUS मॉडल

b. पूरी की गई रिस्पोन्ड परियोजनाओंके अंतर्गत पीएचडी: 24

c. पूरी की गई रिस्पोन्ड परियोजनाओं के अंतर्गत एम.टेक. थिसिस: 18

d. रिस्पोन्ड के अंतर्गत प्रकाशित कुल पेपर्स:

- राष्ट्रीय पेपर्स प्रकाशित: 247
- अंतर्राष्ट्रीय पेपर्स प्रकाशित: 101
- सिम्पोजियम आयोजन : 4

क्रू केबिन पर्यावरण निगरानी और प्रकाश व्यवस्था

e. सैक डिलिवरेबल्स:

- रिपोर्ट प्रकाशित : 75
- डेटाबेस उत्पन्न: 6
- पद्धति / तकनीक विकसित: 20
- सोफ्टवेर पैकेज /मॉड्यूल /एल्गोरिदम विकसित: 25
- मॉडल विकसित: 5
- पुस्तक पोस्टर /मैनुअल / प्रकाशित: 6
- टोटल : 137

प्रौद्योगिकी विकास कार्यक्रम/ अनुसंधान एवं विकास (TDP/R&D):

फरवरी 2012 से फरवरी 2014 तक में 116 पूरी की गई परियोजनाओं के समग्र परिणाम नीचे दिए गए हैं।

a. कुल विकसित मानव संसाधन:

- फोकल पोइन्ट और टीम के सदस्यों: 320

b. पेपर्स / रिपोर्ट प्रकाशित / आइ.पी.आर:

- पेपर्स प्रकाशित: 136
- रिपोर्ट प्रकाशित: 153
- आइ.पी.आर (पेटेंट / कॉपीराइट) : 6

c. तकनीकी विकास:

- पद्धति / तकनीक विकसित: 64
- सोफ्टवेर पैकेज /मॉड्यूल /एल्गोरिदम विकसित: 84
- हार्डवर विकसित: 63

6.0 निष्कर्ष

सैक में अनुसंधान एवं विकास परियोजना से महतवपूर्ण परिणाम प्राप्त हुए हैं और उसका उपयोग उपग्रह बनाने में और उपग्रह के अनुप्रयोगों में किया जाता है। भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की आत्मनिर्भरता और चुनौतियों में अनुसंधान एवं विकास की महत्वपूर्ण भूमिका रही है।

7.0 संदर्भ:

दस्तावेज़:

- पूर्ण टीडीपी/अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों पर मूल्यांकन दस्तावेज़

वेबसाइट:

- http://10.61.36.75/sac/rrcd/research.html

लेखक का संपर्क विवरण:

श्रीमती अंकिता विशाल पटेल वरिष्ठ सायन्टिफिक आस्सिस्टंट-ए, आरआरसीडी, पीपीजी अंतरिक्ष उपयोग केंद्र अहमदाबाद-380015 दूरभाष: 079-26913334/ 41 ईमेल पता : ankita@sac.isro.gov.in	श्री विकास पी. पटेल प्रधान, आरआरसीडी, पीपीजी अंतरिक्ष उपयोग केंद्र अहमदाबाद-380015 दूरभाष: 079-26913338 ईमेल पता : vikas@sac.isro.gov.in
श्री आर. एम. शाह वैज्ञा./ अभि. - एसजी, क्यूएएमडी, एसआरए अंतरिक्ष उपयोग केंद्र अहमदाबाद-380015 दूरभाष: 079-26914507 ईमेल पता : rmshah@sac.isro.gov.in	

पतायोज्य तुल्यकाली-अतुल्यकाली विभेदी अभिग्राही मिश्रित संकेत उपयोग विशिष्ट एकीकृत परिपथ का अभिकल्प

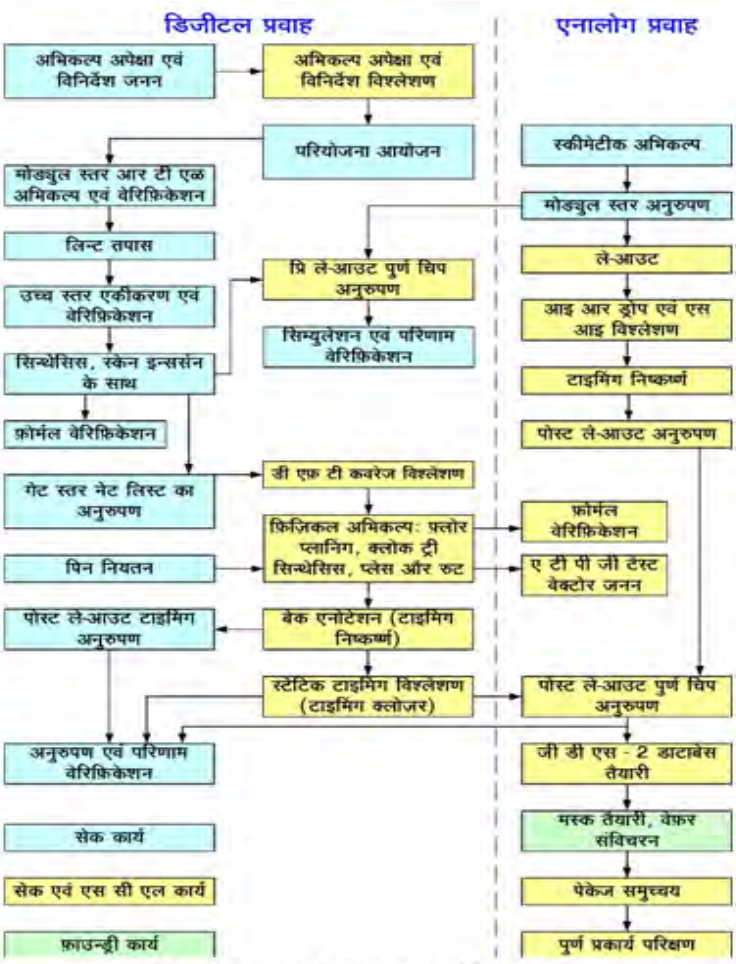
संजय कसोदनिया, राहुल धिंगाणी, हिमांशु पटेल, बी.एस. रमन, एन.एम. देसाई

सारांशः

इस लेख में स्वदेश में विकसित "पतायोज्य तुल्यकाली अतुल्यकाली विभेदी रिसीवर" (ASDR) के अभिकल्प, विकास एवं उपयोगों की विवेचना की गई है। अंतरिक्ष एवं भू-उपयोग दोनों ही स्थानों पर डाटा एक उपतंत्र से दूसरे उपतंत्र को भेजने की आवश्यकता होती है एवं यदि यही डाटा सिरीयली भेजा जाये तो कम तार-साजों की आवश्यकता होगी। इस सिरीयली भेजे गये डाटा को निर्दिष्ट स्थान पर समानान्तर कर के डाटा का उपयोग किया जाता है। इस कार्य हेतु ASDR मिश्रित संकेत एसीक का चित्रकल्प, अभिकल्प एवं संविरचन किया जा रहा है। ASDR में बहु विधा वाली तुल्यकाली एवं अतुल्यकाली सिरीयल डाटा हैंडलींग क्षमता है एवं इसके द्वारा समानान्तर 16-बिट का जनन किया जा सकता है। सिरीयल डाटा अभिग्रहण हेतु ASDR में RS422 विद्युत-मानक का अभिकल्प किया गया है जोकि लम्बी दूरी पर डेटा की गुणवत्ता निश्चित करता है। यह प्रकार्य एक ही चीप में व्यापारिक तौर पर उपलब्ध नहीं है एवं कई चिप्स को मिलाकर अब तक यह प्रकार्य किया जाता रहा है इसलिए एक ही चीप में इस प्रकार्य को पूर्ण करने के हल के रूप में ASDR का अभिकल्प एवं विकास स्वदेशी रूप से कियाजा रहा है। ASDR का संविरचन, एससीएल चंडीगढ द्वारा अधिग्रहीत 180nm कीCMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) तकनीकी पर लक्षित है। इससे इसरो की योजनाएं पूर्ण करने में आत्मनिर्भरता बढ़ेगी। मिश्रित संकेत अभिकल्प होने के कारण, ASDR का कार्यान्वयन एक चुनौतिपूर्ण कार्य रहा।

1. प्रस्तावना

ASDR एक मिक्स्ड सिग्नल डिजाईन है जो कि एससीएल (चंडीगढ) आधारित 180nm CMOS तकनीक पर लक्षित है। यह युक्ति RS422 मानक आधारित तीन सिरियल विभेदी निवेश लेकर इससे 16 बीट के CMOS स्तर के समानान्तर संकेतों का जनन करती है। ASDR स्थित मुख्य एनालॉग मॉडयुल है - तीन RS422 मानक विभेदी रिसीवर, RS422 मानक विभेदी प्रेषित्र, 3.3 वोल्ट से 1.8 वोल्ट का रेखीक वोल्टेज-नियामक (LVR), पावर आन-रिसेट (POR) जनित्र एवं कालद-जनित्र। ASDR के डिजिटल माड्युल है - चार प्रचालन विधा वाला तुल्यकाली सीरियल 3 तार रिसीवर एवं अतुल्यकाली सिरीयल से समानान्तर परिवर्तक UART।फ्रंट-ऐंड एनालाग डिजाईन का कार्य केडेन्स वर्च्युसो एवं सिनोप्सीस HSPICE से पूर्ण किया गया। फ्रंट-ऐंड डिजीटल डिजाईन का कार्य सिनाप्सीस के डिजाईन-कम्पाईलर, प्राईम-टाईम, लेडा, फार्मेलिटी एवं मेन्टर के मोडल-सीम से पूर्ण किया गया है। फ्रंट-ऐंड एनालाग एवं डिजीटल डिजाईन का कार्य MSDG/SAC टीम ने पूर्ण किया एवं बैक-ऐंड डिजाईन एवं ले-आउट का कार्य एससीएल द्वारा पूर्ण किया गया। ASDR का अभिकल्प-प्रवाह चित्र सं. 1 में दर्शाया है।



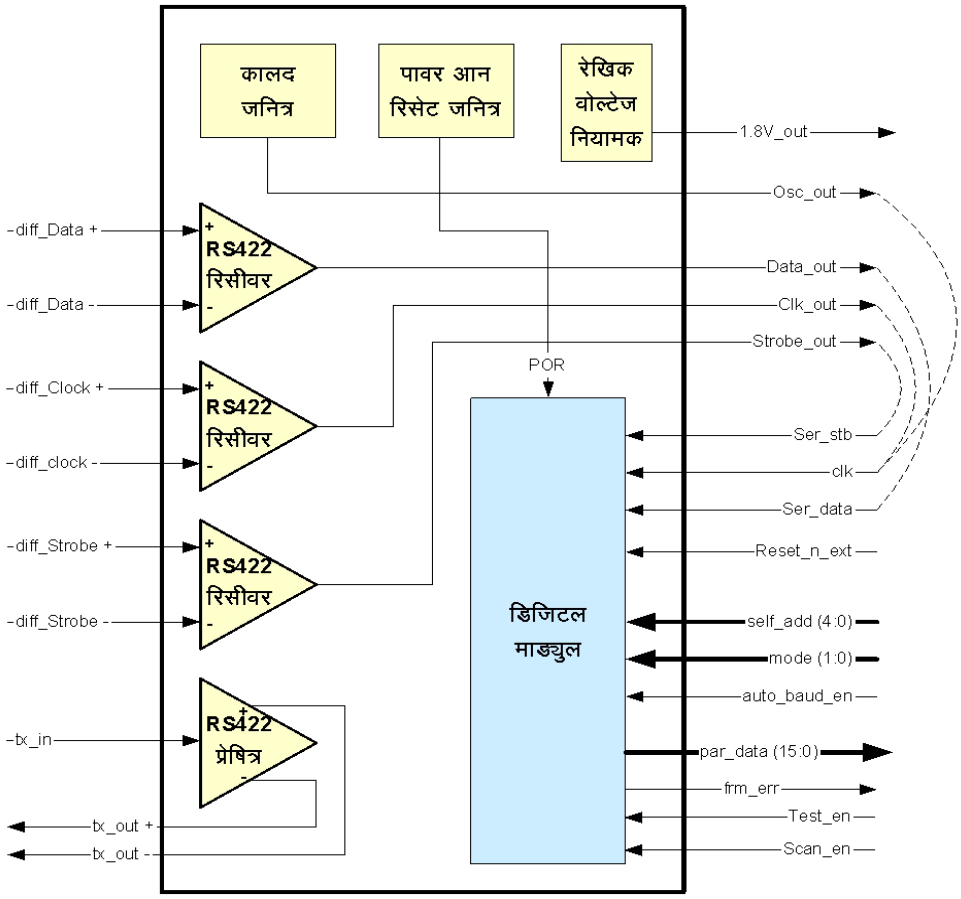
चित्र सं1 . - ASDR का अभिकल्पप्रवाह

2. अभिकल्पनाः

ASDR के विनिर्देश निम्न प्रकार है।

प्राचल	विनिर्देश
शक्ति प्रदाय	I/O 3.3V, कोर-1.8V
डिजीटल निर्गम	16 बीट, 3.3 वोल्ट CMOS
निवेश	RS422 मानक
पैकेज	CQFP
पिनों की संख्या	64
जंक्शन ताप	-40 °C, +125 °C
ESD सुग्राहीता	2KV HBM
विधाओं की संख्या	3 - तुल्यकाली, 1 - अतुल्यकाली
शक्ति क्षय	150 mW

ASDR का खण्ड आरेख चित्र सं. 2 में दर्शाया है। जैसा कि खण्ड आरेख में दर्शाया गया है इसमें 45 प्रकार्य निवेश निर्गम पिन है। इसके 21 पिन निवेश हेतु है एवं 24 पिन निर्गम हेतु है।



चित्र सं .1 - ASDR का खण्ड आरेख

एनालाग एवं डिजिटल माड्यूल का विस्तृत वर्णन निम्न प्रकार है:

2.1 एनालाग माड्यूल

ASDR स्थित एनालाग माड्यूल इस प्रकार है:

2.1.1 RS422 मानक विभेदी रिसीवर:

विभेदी रिसीवर RS422 मानक विभेदी संकेत प्राप्त कर इसे CMOSस्तर के एकल संकेत में रूपांतरित करता है। विभेदी रिसीवर के सभी विनिर्देश RS422 मानक के अनुसार है।

2.1.2 RS422 मानक विभेदी प्रेषित्र:

विभेदी प्रेषित्र, CMOS/TTL स्तर के एकल संकेत प्राप्त कर इसे RS422 मानक विभेदी संकेत में रूपांतरित करता है। ये संकेत विभेदी रिसीवर को भेज कर पुनः CMOS/TTL स्तर के एकल सिग्नल प्राप्त कर सकते हैं।

2.1.33.3 वोल्ट से 1.8 वोल्ट का रेखीक वोल्टेज नियामक:

3.3 वोल्ट से 1.8 वोल्ट का रेखीक वोल्टेज नियामक एक हार्ड-IP है इसका उपयोग 3.3 वोल्ट से 1.8 वोल्ट प्रदाय प्राप्त करने हेतु किया गया है जोकि डिजिटल कोर एवं निवेश/निर्गम हेतु आवश्यक है यह 150 mA तक की धारा प्रदान कर सकता है।

2.1.4 पावर-आन-रिसेट (POR) जनित्र

यह माड्यूल पावर-आन पर निम्न स्तर वाला 40uS का स्पंद जनन करता है, जिससे डिजिटल माड्यूल को जानी हुई स्थायी अवस्था में लाया जाता है।

2.1.5 कालद-जनित्र

यह एक रिंग प्रकार का कालद-जनित्र है। यह 4MHz की कालद आवृत्ति का जनन करता है जिसकी ड्यूटी साईकिल 49-51% है।

2.2 डिजिटल माड्यूल

डिजिटल माड्यूल में चार प्रचालन विधाएं हैं।

विधा-0 - तुल्यकाली 24 बीट डाटा, 24 बीट विस्तार वाले स्ट्रोब के साथ

विधा-1 - तुल्यकाली 24 बीट डाटा, 1 बीट विस्तार वाले स्ट्रोब के साथ

विधा-2 - तुल्याकाली 16 बीट डाटा, द्वारित कालद के साथ

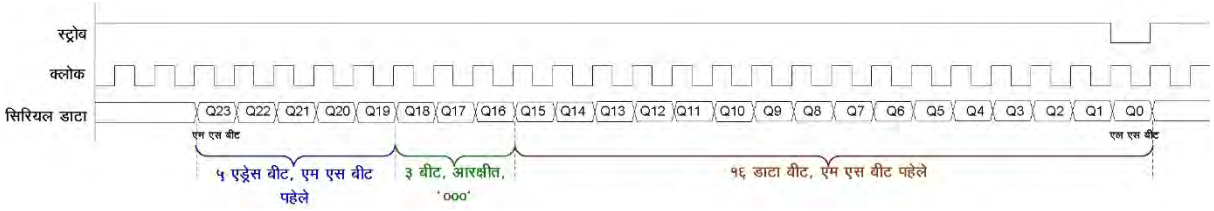
विधा-3 - अतुल्यकाली 8 बीट UART

चारो प्रचालन विधाओं का कार्यान्वयन निम्न लिखीत 2 माड्यूलों द्वारा किया गया है।

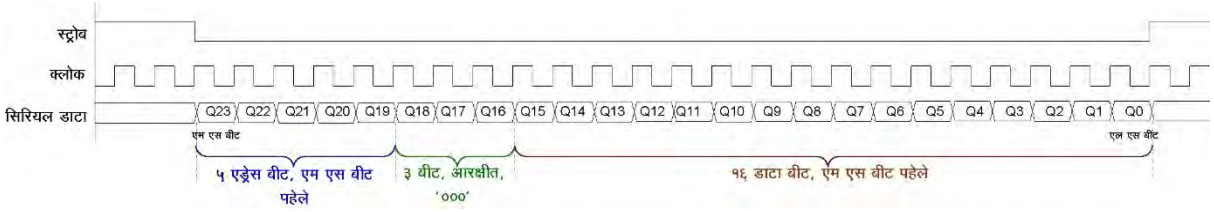
2.2.1 सिरियल 3 तार रिसीवर

- यह तुल्यकाली सिरियल सं 3केत अभिग्रहीत कर इसे बीट के समानान्तर 16संकेतों का जनन करता है।

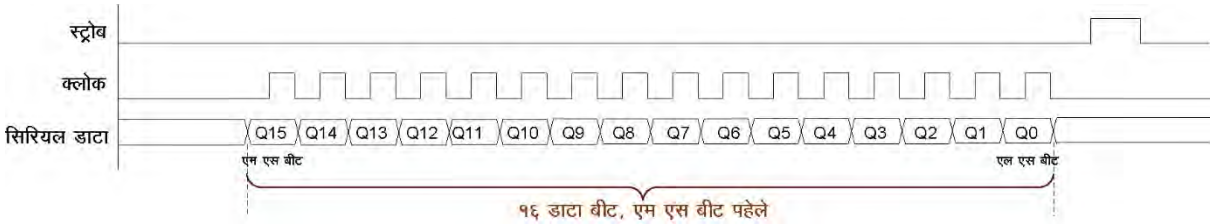
- सिरियल डाटा में बीट सेल्फ 5 प्रथम ,बीट होते हैं 24 बीट में 16 बीट आरक्षित एवं अंतिम 3 अगले ,एड्रेस डाटा होता है।
- बीट के समानान्तर संकेत तभी अपडेट होते हैं 16 जब सेल्फ एड्रेस का मिलान होता है।
- प्राप्त संकेतों के अनुसार, 1-विधा ,0-यह विधाएवं विधा 2-का प्रचालन करता है



चित्र सं . 2 - विधा-0 कासमय आरेख



चित्र सं. 3 - विधा-1 कासमय आरेख



चित्र सं. 4 - विधा-2 कासमय आरेख

2.2.2 अतुल्यकाली सिरियल से समान्तर रूपान्तर (UART)

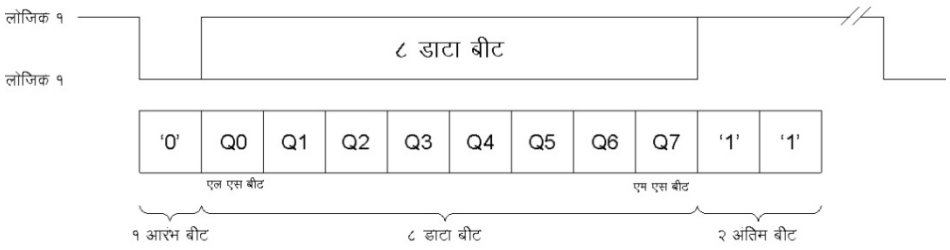
- सार्वत्रिक अतुल्यकाली अभिग्राही ((रिसीवर बीट के 8 अतुल्यकाली डाटा को प्राप्त कर इससे समानान्तर सिग्नल का जनन करता है।
- विधा 3-का कार्यान्वन इस माड्यूल द्वारा होता है।
- एक के बाद एक करके बीट 8के कुल अर्थात) वर्ड 3 अपेक्षित है इस माड्यूल द्वारा (बीट 24।
- इसमें बाड-रेट चुनने के दो विकल्प है स्थायी बाड-रेट एवं आटो बाड रेट
- स्थायी बाड रेट पर-बाड 9600 रेट में-4 MHz की कालद अपेक्षित है।
- आटो रेट में कालद आवृत्ति-बाड-4 MHz या इससे अधिक अपेक्षित है।

3. परिणाम

सभी एनालाग माड्युल का अनुरूपण एवं विश्लेषण, प्रक्रम-वोल्टेज एवं ताप के विचरण पर किया गया एवं विनिर्देश का तुष्टीकरण किया गया। डिजिटल माड्यूल ने 45000 गेट क्षेत्र घेरा है एवं महत्तम प्रचालन आवृत्ति 57 MHz प्राप्त की। इसके ले-आउट का आकार 3.5 मि.मीटर X 3.5 मि.मीटरहै।

4. उपयोगिताः

एक उपतंत्र से दूसरे उपतंत्र तक डाटा एवं निर्देश पहुँचाने की आवश्यकता पूर्ति हेतु ASDR बहुत उपयोगी है। पारम्परित तौर पर इस आवश्यकता हेतु समानान्तर तारों का उपयोग किया जाता है जिससे अधिक तार सज्जा, अधिक वजन एवं संकेत-रव की समस्या खड़ी होती थी। ASDR से यह कार्य सिरियल अंतरापृष्ठ द्वारा होता है एवं इन सभी समस्याओं का हल भी हो जाता है। ASDR में RS422 मानक का कार्यान्वयन होने से लम्बी दूरी वाले तारों में होने वाली संकेत-रव समस्या का भी समाधान हो जाता है। पताभिगमन लक्षण के कारण ASDR को मल्टी-ड्राप विधा में भी उपयोग कर कई निर्दिष्ट उपतंत्रों को एक ही स्रोत से अंतरापृष्ठ कर तार-सज्जा को और भी कम किया जा सकता है।



प्रोटोकोल विवरण

३ तत्पश्चात बाएट, ५ एड्रेस बीट एवं १६ डाटा बीट को अंतर्विष्ट करती हुइ

	एम एस बीट						एल एस बीट
बाएट १	'1'	A4	A3	A2	A1	A0	D15	D14
बाएट २	'0'	D13	D12	D11	D10	D9	D8	D7
बाएट ३	'0'	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0

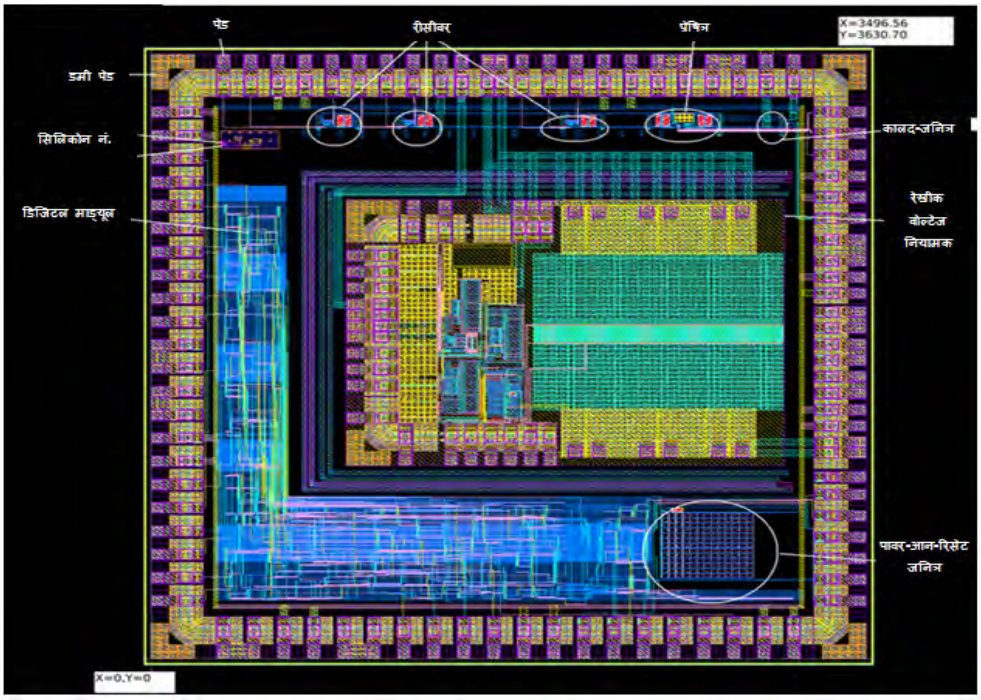
चित्र सं. 6 विधा-3 कासमय आरेख

ASDR के सामान्य उपयोगों में प्रेषण/अभिग्राही को मल्टी-बीट फेस एवं आयाम मानों का भरण, दूरादेश, अभिग्रहण एवं नियंत्रक उपयोग मुख्य है।

5. निष्कर्षः

ASDR के फ्रंट-ऐंडडिज़ाइन का कार्य सैक टीम द्वारा एवं बेक-ऐंड डिज़ाइन का कार्य एससीएल द्वारा सफलतापूर्वक पूर्ण कर लिया गया है एवं संविरचन का कार्य प्रगति पर है। ASDR का ले-आउट चित्र सं. - 7 में दर्शाया गया है जिसका क्षेत्रफल 3.5मि.मीटर X 3.5 मि.मीटरहै। ASDR, सूक्ष्म तरंग नीतभार के लिए बहुत उपयोगी है जिसमें मल्टी-बीट डाटा का डिजीटल उपतंत्र से रेडियो आवृत्ति उपतंत्र में अंतरापृष्ठ है एवं जहाँ लम्बी तार-सज्जा की आवश्यकता होती है।

इस प्रकार ASDR का यह स्वदेशी निर्माण का रास्ता तार-सज्जा एवं वजन को इष्टतम करने में अत्यंत उपयोगी होगा एवं साथ ही लागत प्रभावी भी होगा।



चित्रसं7. - ASDR का ले आउट

6. आभारः

इस लेख के लेखक ASDR के स्वदेशी निर्माण हेतु प्रोत्साहन एवं मार्गदर्शन के लिए श्री ए.एस. किरण कुमार (निदेशक, सैक), श्री तपन मिश्रा (उप निदेशक, सूक्ष्मतरंग सुदूर संवेदन क्षेत्र), टीडीपी समिति के प्रति आभार व्यक्त करते हैं। लेखक, एससीएल, चंडीगढ की टीम का भी आभार व्यक्त करते हैं जिन्होंने ASDR के बैक एंड डिजाइन में महत्वपूर्ण योगदान दिया। लेखक श्री बी.आर. राजपूत (वरिष्ठ हिंदी अधिकारी) और हिंदी कक्ष के सहकर्मियों के प्रति, उनकी इस लेख को हिंदी में मुद्रण के हेतु मदद के लिए आभार व्यक्त करते हैं।

***

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम-आत्म निर्भरता एवं चुनौतियां

"Indian Space Programme - Self Reliance & Challenges"

डॉ. ए. सुब्बाराव
परियोजना एवं प्रगति मॉनीटरिंग प्रभाग,
नियोजन एवं परियोजना समूह,
इमेल: subbarao@sac.isro.gov.in

सारांश

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के मुख्य उद्देश्यों में उपग्रहों, प्रमोचक यानों, परिज्ञापी राकेटों और भू-प्रणालियों का विकास शामिल है। आज भारत न सिर्फ अपने अंतरिक्ष संबंधी आवश्यकताओं की पूर्ति करने में सक्षम है बल्कि दुनिया के बहुत से देशों को अपनी अंतरिक्ष क्षमता से व्यापारिक और अन्य स्तरों पर सहयोग कर रहा है। तरह तरह की प्रबन्धों में आपत्तियों के आने पर ही आत्म निर्भरता से काम चल सकता है। ज्यादातर वैज्ञानिकों ने चुनौतियों को स्वीकार किया तत् द्वारा उनके आत्म निर्भरता के कारण, अनेक भारतीय अंतरिक्ष विज्ञान परियोजनाएँ/ कार्यक्रम पूरे हुए हैं। लक्ष्य और आत्म निर्भरता हमें समाज में उन्नति करने के मार्ग प्रदान करता है। यह हमारी शक्ति है। भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के माध्यम से, पेलोड विकसित से लेकर सामाजिक उपयोग तक, देश में दूरसंचार, टेलीविज़न प्रसारण, डीटीएच सेवाएँ, व्यावसायिक संचार, ग्रामीण संसाधन केंद्र, सुदूर-शिक्षा, टेली-मेडिसिन, ग्राम संपदा केंद्र, खोज और बचाव प्रचालन और आपातकालीन संचार में क्रांतिकारी परिवर्तन हुआ है।

1. परिचय

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम [1] के महाशक्ति बनने की सम्भावना का आकलन अमेरीका आदि देशों की तुलना से किया जा सकता है। महाशक्ति बनने की मुख्य कसौटी तकनीकी नेतृत्व है। भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम डॉ विक्रम साराभाई की संकल्पना है, जिन्हें भारतीय अन्तरिक्ष कार्यक्रम का जनक कहा गया है। वे वैज्ञानिक कल्पना एवं राष्ट्र-नायक के रूप में जाने गए। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) में लगभग सत्रह हजार कर्मचारी एवं वैज्ञानिक कार्यरत हैं। अन्तरिक्ष कार्यक्रम के मुख्य उद्देश्यों में उपग्रहों, प्रमोचक यानों, परिज्ञापी राकेटों और भू-प्रणालियों का विकास शामिल है। आज भारत न सिर्फ अपने अंतरिक्ष संबंधी आवश्यकताओं की पूर्ति करने में सक्षम है बल्कि दुनिया के बहुत से देशों को अपनी अंतरिक्ष क्षमता से व्यापारिक और अन्य स्तरों पर सहयोग कर रहा है। इसरो वर्तमान में ध्रुवीय कृत्रिम उपग्रह प्रक्षेपण वाहन (पीएसएलवी) एवं जीएसएलवी की सहायता से क्रमश: कृत्रिम एवं भू-स्थायी कृत्रिम उपग्रह प्रक्षेपित करता है। भारतीय वैज्ञानिक और राजनीतिज्ञ भारत की रॉकेट तकनीक के सुरक्षा क्षेत्र में उपयोग, एवं अनुसंधान एवं विकास की संभाव्यता की वजह से विख्यात हुए। उदाहरण के लिए, भारत के परमाणु परीक्षणों के बाद, अब भारत बराबरी के स्तर पर विश्व के अन्य देशों से बात कर सकता है।

2. कार्यप्रणाली - आत्म निर्भरता एवं चुनौतियां

भारत की अंतरिक्ष में प्रथम यात्रा 1975 में रूस के सहयोग से इसके कृत्रिम उपग्रह आर्यभट्ट के प्रक्षेपण से शुरू हुयी। भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में वैज्ञानिकों को दूसरों के संपर्क में आना जाना पड़ता है। जो अभियन्ता या वैज्ञानिक (अधिकारी) हमारे अनुकूल है वह भी हर समय हमारी सहायता नहीं कर सकता। ऐसी स्थिती में हर अधिकारी को अपना सहारा आप बनने की ज़रूरत है। तरह तरह की प्रबन्धों में आपत्तियों के आने पर ही आत्म निर्भरता से काम चल सकता है। स्वावलम्बन का यह अर्थ कदापि नहीं कि अभियन्ता या वैज्ञानिक प्रत्येक काम में अपनी मनमर्ज़ी करे। जिन वैज्ञानिकों में आत्म निर्भरता का अभाव है, वे न तो अपना उद्धार कर सकते हैं और न ही देश और जाति की प्रगति में अपना सहयोग प्रदान कर सकते हैं। आज के आधुनिक युग में अभियन्ता या वैज्ञानिक का जीवन अपने स्वार्थ तक सीमित नहीं होना है। ज्यादातर वैज्ञानिकों ने चुनौतियों को स्वीकार किया तत् द्वारा उनके आत्म निर्भरता के कारण, अनेक भारतीय अंतरिक्ष विज्ञान परियोजनाएँ/ कार्यक्रम पूरे हुए हैं। इनमें प्रमुख निम्नानुसार हैं:--

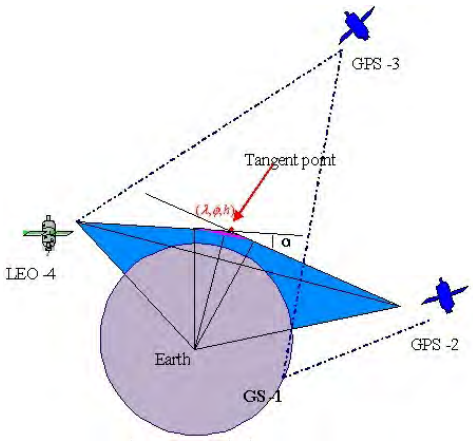
- ग्रहीय विज्ञान/अन्वेषण: राष्ट्र स्तरीय ग्रहीय विज्ञान/अन्वेषण कार्यक्रम, पीएलएएनईएक्स, चंद्रयान-1

चित्र 1 : संकेत & प्रतिबिम्ब प्रक्रिया क्षेत्र, सौजन्य से

- पर्यावरण एवं जलवायु: मेघा-ट्रॉपिक्स (4 नीतभार- एमएडीआरएएस, सफाइर, एससीएआरबी और रोसा [2])

रोसा (वातावरण के रेडियो प्रच्छादन गहराई मापन) --जीपीएस रिसीवर, जीपीएस संकेत का उपयोग कर, स्थिति, गति और समय का निर्धारण करने में सक्षम है, जो रेडियो प्रच्छादन द्वारा अंतरिक्ष जनीतभार अनुप्रयोगों के लिए थेल्स एलीनिया अंतरिक्ष, इटली द्वारा आपूर्ति की एक उपकरण है। रोसा आंकडे अनुसंधान समूहों की बढ़ती संख्या के द्वारा उपयोग किया जाएगा और संख्यात्मक मौसम पूर्वानुमान, वायुमंडलीय भौतिकी अनुसंधान और

जलवायु परिवर्तन के अध्ययन के लिए एक मूल्यवान आंकडे स्रोत माना जाता है।



चित्र 2 : संदर्भ-2, सौजन्य से

- एसआरई-1 और एसआरई-2 के लिए सूक्ष्म-गुरुत्व विज्ञान प्रयोग

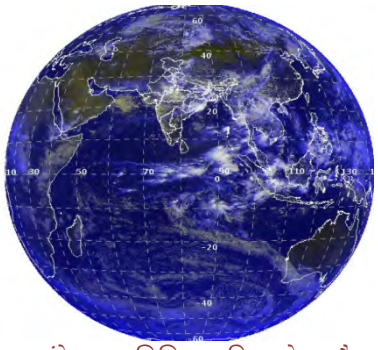
- उत्तराखंड आपदा-2013 के दौरान आपदा प्रबंधन में इसरो की भूमिका

चित्र 3 : सैटकॉम एवं नौसंचालन अनुप्रयोग क्षेत्र, सौजन्य से

- सी-बैंड डीएमएसएआर : शादनगर एवं श्रीसेलम क्षेत्रों पर विभिन्न एसएआर विधियों के लिए परीक्षण उड़ान एवं अंशांकन उड़ान सफलतापूर्वक संचालित की गई। सभी एमएसएआर प्रचालन विधियों-एमआरएस (10 मी), एफआरएस2 (5 मी), एफआरएस1 (3 मी) एवं एचआरएस (1 मी) में डेटा संग्रहित किया गया। उपयोगकर्ता मैनुअल के साथ निकट वास्तविक काल साधित्र (एनआरटीपी), नेशनल सुदूर सेन्सिन्ग सेन्टर—हैदराबाद, को पहुँचाया गया। 12वी पंचवर्षीय योजना, 2012-17 के दौरान इसरो ने 58 अंतरिक्ष मिशनों के संचालन की योजना बनाई हैं।

2013-14 के दौरान भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की कुछ उपलब्धियां इस प्रकार हैं :

(क) 26 जुलाई, 2013 को भारत के उन्नत मौसम उपग्रह इन्सैट-3डी का सफलतापूर्वक प्रक्षेपण किया गया।



चित्र 4 : संकेत & प्रतिबिम्ब प्रक्रिया क्षेत्र, सौजन्य से

(ख) आईआरएनएसएस-1ए को 02 जुलाई, 2013 की सुबह सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र, श्रीहरिकोटा से प्रक्षेपण किया गया। यह भारतीय क्षेत्रीय नौवहन उपग्रह प्रणाली (आईआरएनएसएस) है।

(ग) भारत के उन्नत मल्टीबैंड संचार उपग्रह जीसैट-7 को 30 अगस्त, 2013 को सुबह कोउरू, फ्रेंच गुयाना से एरियाने स्पेस के प्रक्षेपण यान एरियने-5 से प्रक्षेपण किया गया।

(च) 5 नवम्बर 2013 को सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र, श्री हरिकोटा से मंगलग्रह मिशन को सफलतापूर्वक संचालित किया।

(छ) भारत के संचार उपग्रह जीसैट-14 को 05 जनवरी, 2014 को सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र, श्रीहरिकोटा से सफलतापूर्वक संचालित किया।

(ज) आईआरएनएसएस-1बी को 04 **अप्रैल**, 2014 को सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र, श्रीहरिकोटा से प्रक्षेपण किया गया [यह भारतीय क्षेत्रीय नौवहन उपग्रह प्रणाली (आईआरएनएसएस) है]।

3. सुधार

परिणामस्वरुप भारतीय अंतिरक्ष विज्ञान का नैतिक स्वरुप धुँधला नहीं होना है। समाज में फैल रहा भ्रष्टाचार के विकराल रुप से, आज के अर्थप्रधान युग में प्रत्येक अभियन्ता नाम प्राप्त करने में लगा हुआ है।

गरीब परिवारों के बच्चों के लिए तो उपग्रह द्वारा शिक्षा सरकारी स्कूलों व छोटे कॉलेजों तक सीमित नहीं होना है।

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान का काम भारी मात्रा में 'आउटसोर्स' हो रहा है जिसके कारण तकनीकी क्षेत्र में भारत का पलड़ा भारी हुआ है।

लोगों को (कर्मचारियों तथा जनता दोनों को) पर्यावरण प्रदूषण के कारण तथा परिणामों के संबंध में जागरूक बनाएँ, ताकि वे पर्यावरण को नुकसान पहुँचाने की बजाय ऐच्छिक रूप से पर्यावरण की रक्षा कर सकें। उदाहरण के लिए व्यवसाय जागरूकता कार्यक्रमों का आयोजन करे।

उपग्रह संचार (सैटकॉम) प्रौद्योगिकी, देश के सुदूर कोनों में अत्यधिक दूरियों में असंख्य जन तक एक ही समय में पहुँचने की मदद करता है।

इंसैट/जीसैट श्रृखंला के संचार उपग्रहों के लिए ज्यादा ट्रांसपोंडर्स की उपलब्धि।

आईआरएस श्रृखंला के भू-अवलोकन तथा मौसम विज्ञान संबंधी उपग्रहों के लिए प्रकाशिक एवं सूक्ष्म तरंग संवेदक तंत्र निम्नलिखित के लिए भू-तंत्र तथा टर्मिनलों का विकास और उत्पादन।

दूर-शिक्षा, दूर-चिकित्सा तथा आपदा प्रबंधन प्रणाली (डीएमएस) की सहायता [3] सहित विविध सामाजिक उपयोगों के लिए, इन्सैट का उपयोग जारी रखना है। दूर-चिकित्सा प्रौद्योगिकी उपलब्ध कराना तथा दूर-परामर्श, उपचार एवं डॉक्टरों व पराचिकित्सकों के प्रशिक्षणार्थ सुदूर/ग्रामीण अस्पतालों और सुपर स्पेशैलिटी अस्पतालों के बीच संबंध [4] स्थापित करना।

इन्सैट टाइप-डी टर्मिनल (सुवाह्य उपग्रह फ़ोन), मछुआरों के लिए इन्सैट आधारित ख़तरे की चेतावनी देने वाला प्रेषित्र (डीएटी), चक्रवात चेतावनी प्रसार प्रणाली (सीडब्ल्यूसीएस) और आपदा ग्रस्त क्षेत्रों में डीटीएच आधारित डिजिटल विपत्ति सूचना प्रणाली (डीडीडब्ल्यूएस) का स्थापन जारी रखना है

4. भूमिका

अनुप्रयोग उन्मुख प्रयास और भारत देश के लिए प्रोद्भूत लाभ, भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम [5] का प्रमाणक है। उच्च स्तरीय पेलोड इंटिग्रेशन प्रयोगशालाएं, इलेक्ट्रानिक एवं मेकेनिकल फ्रेब्रिकेशन सुविधाएं, पर्यावरण जाँच सुविधाएं, तंत्र विश्वसनियता/आश्वासन, आदि उपलब्ध हैं। हर अभियन्ता या वैज्ञानिक के जीवन में चुनौतियां होते हैं कि वह क्या बनना चाहता है ? उसका लक्ष्य उसके भविष्य की नींव रखता है। अपने लक्ष्य को आधार मानकर ही वह अपनी शिक्षा के स्तर का चुनाव करता है। यदि किसी अभियन्ता या वैज्ञानिक के जीवन में कोई लक्ष्य नहीं होता है, वह जीवन में कभी प्रगति नहीं कर पाता है। बहुत ज़रूरी होता है, उसे निर्धारण करना, यदि आत्म निर्भरता न हो तो अभियन्ता या वैज्ञानिक का लक्ष्य व्यर्थ हो जाता है।

5. उपसंहार

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में नीतभार विकसित करने से लेकर सामाजिक उपयोग तक की विभिन्न विधाओं पर कार्य किया जाता हैं। भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह (इन्सैट) प्रणाली से देश में दूरसंचार, टेलीविज़न प्रसारण, डीटीएच सेवाएँ, व्यावसायिक संचार, ग्रामीण संसाधन केंद्र, सुदूर-शिक्षा, टेली-मेडिसिन, ग्राम संपदा केंद्र, खोज और बचाव प्रचालन और आपातकालीन संचार में क्रांतिकारी परिवर्तन हुआ है। प्राकृतिक संपदा, भू और जल संसाधन प्रबंधन, दूर-चिकित्सा, दूर-शिक्षा, प्रौढ़ शिक्षा, व्यावसायिक प्रशिक्षण, स्वास्थ्य-सुरक्षा और परिवार कल्याण कार्यक्रमों के लिए जानकारी उपलब्ध कराने हेतु इन्सैट तथा आईआरएस उपग्रहों द्वारा सेवाएँ प्रदान किया गया है। डीएमएस बाढ़, चक्रवात, सूखा, दावाग्नि, भू-स्खलन और भूकंप जैसे विपत्तियों में कार्यक्रम प्रस्तुत करती है। लक्ष्य और आत्म निर्भरता हमें समाज में उन्नति करने के मार्ग प्रदान करता है। यह हमारी शक्ति है। अत: हर किसी को अपना लक्ष्य अवश्य निर्धारित करना चाहिए। दिशाहीन भटकने के स्थान पर यदि लक्ष्य निर्धारित है तो जीवन ज्यादा आसान हो जाता है। आत्म निर्भरता से व्यक्तित्व और चरित्र का विकास होता है।

6. धन्यवाद

तकनीकी हिन्दी संगोष्ठी में अपना लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति और अंतरिक्ष उपयोग केंद्र को हार्दिक धन्यवाद। इस लेख में सुंदर चित्रों का उपलब्ध होने में, संकेत एवं प्रतिबिम्ब प्रक्रिया क्षेत्र, सैटकॉम एवं नौसंचालन अनुप्रयोग क्षेत्र तथा पृथ्वी, महासागर, वायुमंडल, ग्रहीय विज्ञान एवं अनुप्रयोग क्षेत्र को भी मेरा अनंत धन्यवाद।

7. संदर्भ:-

1. वेब संदर्भ-1 http://www.isro.gov.in/publications/pdf/GlimpsesBrochure-hindi.pdf
2. सुब्बारव ए *एट आल,* "रोसा रेव्यू",सिग्नेचर्स,न्यूस लेटेर ओफ आइएसआरएस-एसी, वोल. 24, न. 3, जुलाइ-डिसेम्बर 2012,पृष्ठ60-64
3. सुब्बारव ए *एट आल,* "स्पेस टेक्नोलोजी इन डिजास्टर मेनेजमेन्ट", साइन्स होराइझन, फस्ट इस्श्यू., जनवरी 2014, पृष्ठ 18-21
4. वेब संदर्भ-4 http://www.isro.gov.in/publications/pdf/VRC-hindi.pdf
5. वेब संदर्भ-5 www.wikipedia.com

8. **लेखक परिचय** :- डॉ. ए. सुब्बाराव ने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान कानपुर से भौतिक विज्ञान में पीएच.डी डिग्री प्राप्त किया। वर्ष 1991 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में सुदूर संवेदन नीतभारों में, प्रकाश विज्ञान में कार्य आरंभ किया, और तत् पश्चात्, संकेत & प्रतिबिम्ब प्रक्रिया, आंकड़ा उत्पादों का क्षेत्र में भी काम किया। वर्तमान में परियोजना एवं प्रगति मॉनीटरिंग प्रभाग की प्रधान हैं।

***

नैनोतकनीकी आधारित संसूचक - आत्मनिर्भरता और चुनौतियाँ

– अश्वनी कुमार, वैज्ञानिक- एस.डी.
एस.एफ.एस.डी. - संवेदक विकास क्षेत्र, अहमदाबाद

सार-

"भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम - आत्म निर्भरता और चुनौतियाँ" जैसे गूढ़ विषय पर तकनीकी लेख लिखने हेतु भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान मुंबई और अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के बीच एक समझौते के तहत कार्यरत परियोजना से सम्बंधित कार्य जो कि तकनीकी संगोष्टी के विषय के अनुरूप है; उसको चुना है। इस में परियोजना में नैनो तकनीकी आधारित एक नए प्रकार के संवेदकों के अभिकल्पना और विकास का करार हुआ है। इस प्रकार हम अपने अंतरिक्ष कार्यक्रमों में इस प्रकार के तकनीकी संस्थानों के सहयोग से विभिन्न चुनौतियों का सामना करते हुए आत्मनिर्भरता की ओर अग्रसर हो रहें हैं।

प्रस्तावना -

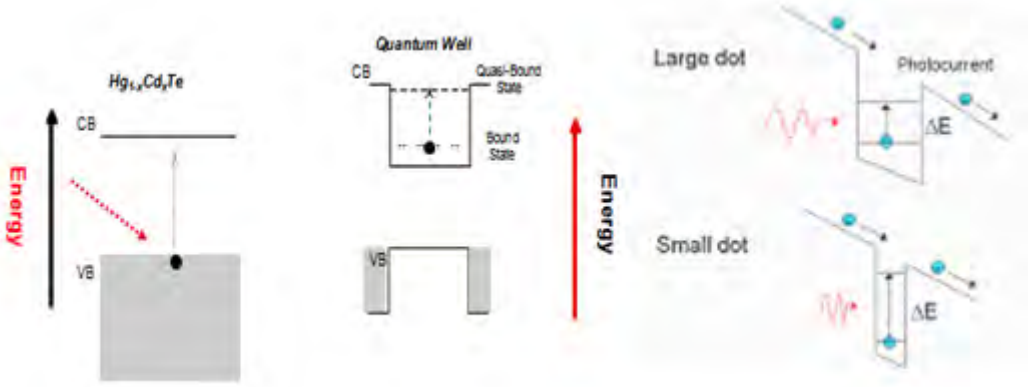
पिछले कुछ दशकों में अन्तरिक्ष प्रौद्योगिकी ने अपने बहुउद्देशीय रूपों में सामाजिक लाभार्थ और अनुसंधान के क्षेत्र में नए आयाम स्थापित किये हैं। हम विभिन्न प्रकार के विद्युत प्रकाशीय नीतभारों की बिना संवेदक के हम कल्पना भी नहीं कर सकते चाहे; वो भूभाग का उच्च विभेदन क्षमता में चित्रण हो या पृथ्वीतर दूसरे ग्रहों में अनुसंधान हेतु उपकरणों का निर्माण, हमेशा संवेदक अपना अमूल्य योगदान देकर हमारे अभियानों को सफल बनाते हैं। यूँ तो अनेकों प्रकार के संवेदक हमारे दैनिक उपयोग से लेकर विज्ञान के नव अनुसंधानों में अपना योगदान देते रहते हैं, पर हम यहाँ प्रस्तुत लेख में मुख्यतया अवरक्त विकिरण में काम करने वाले संवेदकों के क्षेत्र में आधुनिक शोध की समीक्षा कर उनके प्राचलों की व्याख्या कर मूलभूत परिचय व सिद्धांत बताएँगे।

जैसा कि हम सबको विदित है कि अवरक्त भाग विद्युत चुम्बकीय विकिरण में दृश्य प्रकाश के बाद का भाग है जो करीब कई माईक्रोन तक फैला हुआ है। आखों से न दिखने के वावजूद इसके कुछ ऐसे महत्त्वपूर्ण उपयोग क्षेत्र हैं जो इसको बहुत ही उपयोगी बनाते हैं। वैसे तो मरकरी कैडियम टेलुराईट (HgCdTe / MCT) पदार्थ आधारित तकनीकी का आविर्भाव अवरक्त संसूचकों की दुनिया में एक क्रांति लेकर आया, अभी भी ये पदार्थ अपने विशिष्ट गुणों के कारण उतना ही लोकप्रिय है पर नैनो तकनीकी के आगमन से अवरक्त विकिरण संसूचन के लिए नए पदार्थों के लिए अनुसंधान पथ प्रशस्त हुआ है। जब हम नैनो तकनीकी की बात करते हैं तो प्रश्न ये आता है किसी पदार्थ की विमा को किस सीमा तक कम कर सकते हैं, तो ये देखा गया है की जब हम नैनो मीटर के आकार क्षेत्र में आते हैं तो पदार्थ के मूलभूत गुणों में आश्चर्यजनक बदलाव देखने को मिलते हैं और ये संभव होता है नैनो आकार में जाने पर, यानि जब पदार्थ का आकार कुछ नैनोमीटर से लेकर एक सीमा तक रहता है।

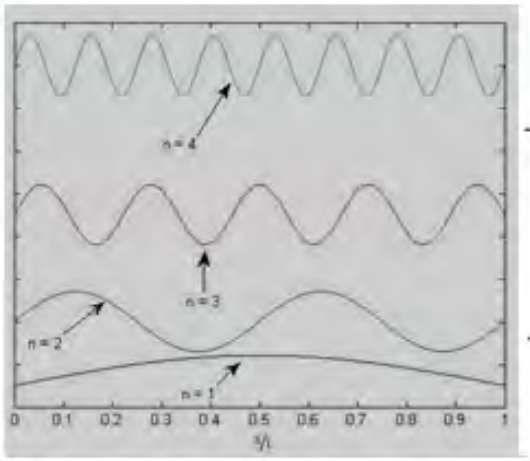
नैनोतकनीकी-

अर्ध चालकों के क्वांटम और नैनो संरचनाओं का उपयोग करके अवरक्त संवेदकों पर अनुसंधान एक सक्रिय क्षेत्र रहा है। क्वांटम कूप अवरक्त प्रकाश संवेदक (QWIP) की सफलता को देखते हुए **क्वांटम बिन्दु अवरक्त प्रकाश संवेदक (QDIP)** ने भी विगत वर्षों में अनुसंधान के लिए आकर्षित किया है QWIP जो कि GaAs / AlGaAs जैसे पदार्थों के बने हैं उनको GaAs की परिपक्व (mature) पदार्थ और तकनीकी के चलते सफलता मिली है, और वर्तमान में अवरक्त प्रतिबिम्बन अनुप्रयोगों के लिए औद्यौगिक स्तर पर बाजार में भी उपलब्ध हैं। एक आदर्श QDIP, QWIP से भी बेहतर विकल्प है इसी के चलते यह क्षेत्र अनुसंधान के लिए काफी सक्रिय रहा है।

सबसे पहले हमें ये जानना होगा कि इन युक्तियों का प्रचालन सिद्धांत क्या है ? जैसा कि हमने देखा कि अन्य अर्ध-चालकीय पदार्थों के बने संवेदक में एक उचित ऊर्जा से अधिक की ऊर्जा का फोटोन, इलेक्ट्रान को संयोजक बैंड से चालन बैंड के बीच उत्तेजित करता है जिसके फलस्वरूप हमे प्रकाशीय धारा प्राप्त होती है। देखें चित्र –1 यहाँ इन नैनो संरचनाओं के आने से एक आश्चर्यजनक बदलाव आता है जिसे हम निम्न प्रकार से समझ सकते हैं –



चित्र –1



$$E = \frac{\hbar^2 n^2 \pi^2}{2mL^2} \qquad n = 0,1,2,3...$$

and

$$\psi_n(x) = \sqrt{\frac{2}{L}} \sin\left(\frac{n\pi}{L}x\right) \qquad for\ 0>x<L \qquad n = 0,1,2,3...$$

and

$$\psi(x) = 0 \qquad for\ x<=0\ and\ x>=L$$

चित्र –2

QWIP और QDIP युक्तियाँ चालन बैंड में बने उप-ऊर्जा स्तरों के बीच इलेक्ट्रान के पारगमन (transition) पर निर्भर करती हैं। क्वांटम बिन्दु जैसी संरचनाओं में इलेक्ट्रोन की सीमित गति के कारण उत्पन्न विविक्त ऊर्जा स्तरों के बीच इलेक्ट्रोन का अवशोषण / उत्सर्जन ही क्वांटम बिन्दु अवरक्त संसूचकों का मूलभूत सिद्धांत है। वैसे अन्य अवरक्त संसूचक दो विभिन्न ऊर्जा पट्टिकाओं (चालन /conduction और संयोजी /valance बैंड) के बीच के रिक्त स्थान यानि "बैंड गैप (E_g)" के अनुसार निम्नलिखित सूत्र से प्राप्त तरंगदैर्ध्य (wavelengthwavelength) तक के विकिरण का संसूचन करने में प्रभावी होते हैं।

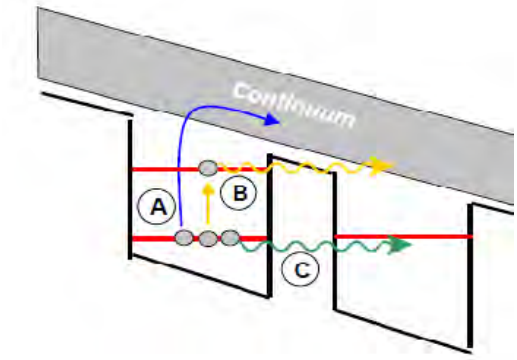
बैंड गैप (eV) = 1.24 / तरंगदैर्ध्य (माएक्रोन में)

अवरक्त संवेदकों के कुछ मुख्य प्राचल-

अब हम अवरक्त संवेदकों के कुछ मुख्य प्राचलों के बारे में जानकारी देकर उनको परिभाषित करेंगे-

प्रकाशीय धारा (photo current) - हमें यहाँ ये जानना होगा कि विद्युत संकेत कहाँ से उत्पन्न होते हैं ? जब आपतित अवरक्त प्रकाश का फोटोन, इलेक्ट्रान को भू स्तर से उच्च ऊर्जा स्तर या सतत ऊर्जा स्तरों में उत्तेजित करता है -

जैसा कि चित्र में प्रदर्शित है प्रकाश या तो इलेक्ट्रान को सीधे निचले स्तर से सतत स्तरों में उत्तेजित करता है या तो दूसरी तरह में फोटोन इलेक्ट्रान को पहले किसी उत्तेजित स्तर में भेजता है जहाँ से प्रकाशोत्तेजित इलेक्ट्रान तापीय प्रभाव से पलायन करके या भेदन करके सतत स्तर में पहुच जाता है।



चित्र –3

तम-धारा (dark current) - तमधारा, संवेदकों में बहने वाली वो अनावश्यक धारा है जो संवेदक में बिना प्रकाश के ही उत्पन्न होकर बहती है। हमें अपने संवेदकों के लिए आवश्यक है कि तम धारा कम से कम हो ताकि हम अधिक से अधिक प्रकाशीय धारा को माप सकें न कि अनावश्यक तम धारा को। यहाँ तम धारा जनन के तीन प्रमुख स्रोत हैं - देखें चित्र-3

A - तापीय उत्सर्जन

B - ताप सहायित भेदन

C- क्रमिक भेदन

रव (noise) - वैसे तो रव विभिन्न प्रकार के होते हैं,जैसे फोटोन, तापीय, 1/f नॉइज पर उदहारण के लिए यहाँ हम मुख्यतया जनन-पुनर्मिलन (G-R) न्वाइज पर ध्यान देना आवश्यक है जिसको हम निम्न समीकरण के माध्यम से प्रदर्शित कर सकते हैं -

$$i^2 = 4egΔfI_d$$

i= G-R रव धारा, g = संवेदक की लब्धि ; e = इलेक्ट्रान का आवेश ; Δf = रव बैंडविस्तार ; I_d = तम धारा

अनुक्रिया (Responsivity) - यह प्राचल आपतित प्रकाशीय विकिरण के सापेक्ष निर्गम विद्युत संकेतों का अनुपात है। इसका मात्रक एम्पिअर / वाट या वोल्ट प्रति वाट होता है।

संसूचकता (Detectivity) - यह संवेदकों का एक मुख्य प्राचल है, इसका मात्रक जोन्स होता है जिस संवेदक की संसूचकता जितनी अधिक होती है वो उतनी ही उत्तम श्रेणी का संवेदक माना जाता है।

नैनोतकनीकी आधारित QDIP के लाभ-

तक़रीबन 1990 के मध्य Ryzhii ने अपने शोध पत्र में क्वांटम डॉट के उपयोग से निर्मित अवरक्त विकिरण संवेदकों की उपयोगिता पर विस्तृत विश्लेषण किया। उसके बाद से QDIP नयी पीढ़ी के संवेदकों के रूप में सततता से अध्ययन का विषय रहा। इसका मुख्य रोचक उपयोग जो कि अध्ययन के सामने आया वो है इसकी उच्च ताप पर उत्तम निष्पादन क्षमता। जैसा कि हमे विदित है कि अवरक्त संवेदकों के समुचित प्रचालन के लिए उनको निम्न ताप पर ठंडा करना होता है तो इसके विपरीत इन QDIP संवेदकों में शोध स्वरुप ज्ञात हुआ कि हम इनको निम्न ताप से भी अधिक ताप पर इनकी दक्षता को प्रभावित किये बिना उपयोग कर सकते हैं।

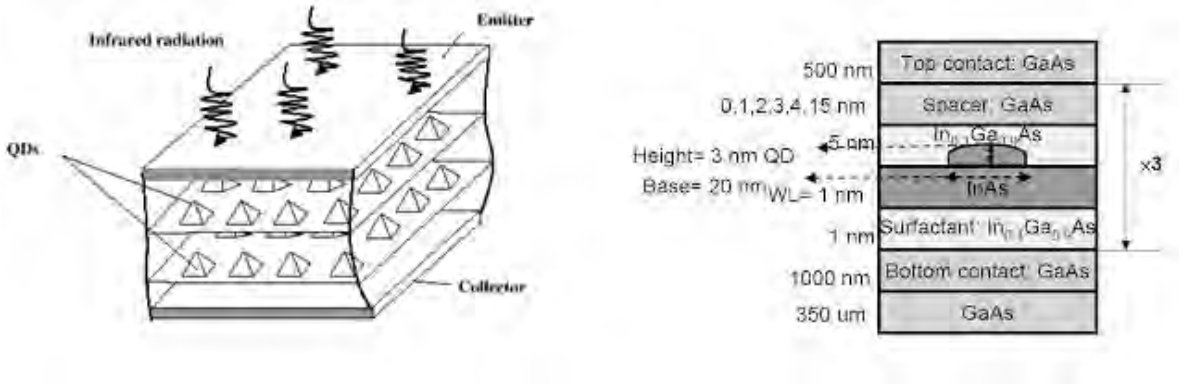
इन क्वांटम संवेदकों के मुख्य तकनीकी लाभ यूँ हैं -

1. उच्च लब्धि और phonon bottleneck - निम्न विमीय संरचनाओं के अध्ययन के फलस्वरूप यह तथ्य सामने आया जो कि phonon bottleneck के नाम से जाना गया। इस प्रक्रिया में फोनोन के माध्यम से होने वाली प्रक्रियाओं की संभावना बहुत कम हो जाती है जिसके कारण आवेश वाहकों का जीवन काल दीर्घ हो जाता है, या हम इन शब्दों में कहें कि प्रकाशोत्तेजित वाहक उत्तेजित तथा सतत ऊर्जा स्तरों में दीर्घकाल तक रहते हैं जो कि संवेदक की लब्धि (gain) को बढ़ता है जिससे संवेदक की अनुक्रिया (responsivity) बढती है जो अत्यावश्यक है।

2. न्यून तमधारा - जैसा कि हमने देखा कि तम धारा के लिए मुख्यतया तीन प्रक्रियाएं जिम्मेदार हैं जिनमे सबसे प्रभावी है तापीय उत्सर्जन के कारन इलेक्ट्रान का निष्काषन, पर में तीनों विमाओं से इलेक्ट्रान की गति सीमित होने के कारन प्रकाशोत्तेजन प्रक्रिया तापीय उत्सर्जन प्रक्रिया से जयादा प्रभावी और त्वरित होती है। इसके कारन तम धारा का मान कम रहता है।

3. अभिलम्बीय आपतन अवशोषण - यहाँ हम QDIP और QWIP में तुलना करे तो पाते हैं कि QDIP युक्तियों में इलेक्ट्रान की गति तीनों विमाओं से सीमित होने के कारण, लम्बवत आपतित विकिरण को अवशोषित करने में समर्थ है, जबकि वही दूसरी तरफ QWIP में एक विमा में ही इलेक्ट्रान की गति सीमित होने के कारण लम्बवत विकिरण अवशोषित नहीं हो पता जिसके लिए ग्रेटिंग जैसे प्रकाशीय युक्तियों की सहायता लेनी पड़ती है जो कि दक्षता को भी कम करता है।

4. बहु-उपयोगितता (versatility) - इस अंतिम लाभ को हम निष्पादन (performance) लाभ न कह कर अभिकल्पना या तकनीकी लाभ कहे तो उचित होगा। स्थूल पदार्थों की तुलना में QDIP में अनेकों समंजन (adjustment) प्राचल हैं जो कि इसकी संभाव्य बहुउपयोगिता को दर्शाते हैं। उदाहरण के लिए - स्थूल पदार्थ में तरंगदैर्ध्य अनुरूपण के लिए पदार्थ का संगठन मुख्य प्राचल है, QWIP में पदार्थ का संगठन,कूप मोटाई (well width) और विकृति (strain) जैसे प्राचल हैं जबकि QDIP तंत्र में पदार्थ का संगठन, विकृति, DOT का आकार तथा रूप इत्यादि सभी को तरंगदैर्ध्य अनुरूपण (tuning) के लिए उपयोग में लाया जा सकता है,पर यह दुधारी तलवार की तरह है जहाँ एक तरफ इतने फायदे हैं तो वही दूसरी तरफ इतने सारे प्राचलों पर उचित नियंत्रण भी उतना ही आवश्यक है।



चित्र -4 क्वांटम बिन्दु संवेदक की संरचना को दर्शाता हुआ

आत्मनिर्भरता और चुनौतियाँ -

इस परियोजना के आरम्भ होने से ही हमने आत्मनिर्भरता की ओर एक दृढ संकल्प के साथ कदम आगे बढ़ाये हैं। जैसा कि सर्व विदित है कि कोई भी बड़ा कार्य हो तो मुश्किलें आती ही हैं, तो हमे उन चुनौतियों का सामना कर परियोजना के उद्दश्यों को पूर्ण करना होगा। यहाँ कुछ चुनौतियों का विवरण दे रहा हूँ -

- संसूचक के लिए अति शुद्ध पदार्थ का वर्धन
- संविरचन तकनीकी में कार्यकुशलता तथा दक्षता
- दीर्घ आकार के नाभीय समतल आव्यूह का निर्माण
- अधिक दक्षता और विश्वसनीयता की युक्तियों का निर्माण

निष्कर्ष –

जैसा हमने प्रस्तुत लेख में देखा कि किस प्रकार नैनो प्रौद्योगिकी ने संवेदक क्षेत्र में नव आयाम देकर नयी पीढ़ी के संवेदकों का मार्ग प्रशस्त किया है। इस क्षेत्र में बहुत शोध हो चुका है और अभी भी कई पहलुओं पर शोध हो रहा है, इसी को ध्यान में रखकर हमारे समूह में भी इस विषय पर इन आधुनिक तकनीकी के संवेदकों पर कार्य जारी है। इसके अंतर्गत सर्वप्रथम उचित पदार्थ का वर्धन उसके उपरांत हमारे लिए आवश्यक रूप जैसे नाभीय समतल आव्यूह (focal plane array) के रूप में संविरचन (fabrication) करके नीतभारों के लिए उपयोगी बनाना। अभी हमने इस लेख में केवल मूलभूत स्तर पर क्या होता है वो जाना, क्योंकि इस क्षेत्र में अनुसंधान के लिए काफी काफी अवसर है। अतः हमे इस तरफ गंभीरता से सोचते हुए नए तथ्यों को उजागर करने में आगे आना चाहिए।

सन्दर्भ - विषय से सम्बंधित विभिन्न तकनीकी लेखों का अध्ययन।

आभार ज्ञापन - सेडा के उपनिदेशक श्री सजी ए . कुरियाकोस जी का हार्दिक धन्यवाद जो कि हमेशा से हिंदी में कार्य के लिए प्रेरित करते है। इसके अलावा हमारे समूह निदेशक और प्रभाग-प्रधान का धन्यवाद जिन्होंने इस लेख के लिए अनुमति दी। अंत में प्रभाग के सभी सहकर्मियों और हिन्दी अनुभाग का हार्दिक आभार।

* * * * *

वैश्विक संदेश एवं अनुवर्तन सेवा में आत्मनिर्भरता के लिए संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार

Achieving Self-reliance in Global Messaging and Tracking Service with Message Courier Hosted Payload

आसिया टोपीवाला[1], प्रतीक जैन[2], जयदीप कैंतुरा[3], हिमांशु शाह[4]
[1]aasiya@sac.isro.gov.in, [2]jainpratik@sac.isro.gov.in, [3]jaydeep@sac.isro.gov.in, [4]himanshushah@sac.isro.gov.in
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), अहमदाबाद - 380 015

सारांश

इस लेख में, तीन स्थिर उपग्रहों या निम्न भू-कक्षीय उपग्रहों के एक विशिष्ट नक्षत्र के उपयोग के बिना ही, वैश्विक संदेश एवं अनुवर्तन सेवा में आत्मनिर्भरता प्रदान करने हेतु संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार, जो अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो) में बनाए जा रहा है, उसका वर्णन किया गया है। विकसित किए जा रहे यजमानीतभार नीतभार को सूर्य-समकालिक कक्षा में परिभ्रमण करनेवाले सुदूर संवेदन उपग्रहों में भेजा जाएगा। यह नीतभार एम.एस.एस. सी-प्रकार के टर्मिनलों से संदेश प्राप्त कर के, उन्हें अपनी स्मृति में संचय करता है; और जब वह इन्सैट उपग्रह की दृश्यता में आता है, तब इन संचित संदेशों को इन्सैट के माध्यम से भू-केंद्र तक पहुँचाता है। कोई अतिरिक्त जमीनी बुनियादी ढाँचों की आवश्यकता नहीं है; क्योंकि जहाजों पर स्थापित एम.एस.एस. सी-प्रकार के टर्मिनल, नई दिल्ली में स्थित भू-केंद्र और डेटा-प्रसार के लिए इंटरनेट पोर्टल जैसे मौजूदा जमीनी ढांचे इस नीतभार के लिए भी अपनी सेवाएँ प्रदान करने के लिए पर्याप्त हैं। भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के लिए संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार कई अनुप्रयोगों जैसे कि भारतीय जहाजों का वैश्विक अनुवर्तन, वैश्विक संदेश, मौसम विज्ञान एवं समुद्र विज्ञान मॉडलिंग आदि के लिए अपनी सेवाएँ प्रदान करेगा।

संकेत शब्द

संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार, वैश्विक संदेश एवं अनुवर्तन, निम्न-कक्षा उपग्रह, इन्सैट एम. एस. एस. सेवा, टाइप 'सी' टर्मिनल

1. प्रस्तावना

इन्सैट उपग्रहों का कवरेज केवल भारतीय उपमहाद्वीप तक सीमित है। इस कवरेज सीमा के बाहर मौजूद जहाज, संवेदक और टर्मिनल भू-केंद्र से संचार के लिए इन्सैट नीतभार का उपयोग नहीं कर सकते हैं। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र ने वैश्विक संदेश संचय एवं अग्रेषण अनुप्रयोग के लिए यजमानीतभार नीतभार के निर्माण का बीड़ा उठाया है। यह नीतभार उन गैर भारतीय क्षेत्रों को कवरेज प्रदान कर सकता है कि जिनको संचार के लिए विदेशी उपग्रहों पर निर्भर रहना पड़ता है अन्यथा जिनको कोई भी भारतीय उपग्रह संचार लिंक उपलब्ध नहीं है। इस तरह के नीतभार वैज्ञानिक अभियान के लिए आई.आर.एस. वर्ग के सुदूर संवेदन उपग्रहों या माइक्रो उपग्रहों पर होस्ट किए जा सकते हैं।

संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार की मुख्य विशेषताएं इस प्रकार हैं:

- कम द्रव्यमान, आकार और शक्ति की खपत
- आई.आर.एस. उपग्रह की दृश्यता में हर 60 सेकण्ड में 2 सेकण्ड के लिए अपना स्थान और सन्देश भेजने वाले प्रोग्रमानीय सॉफ्टवेयर से सज्ज एम.एस.एस. सी-प्रकार के टर्मिनल
- नई दिल्ली में मौजूदा अभिग्राही हब का प्रयोग
- डेटा के प्रसार के लिए मौजूदा इंटरनेट पोर्टल का प्रयोग

संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार के मुख्य अनुप्रयोग निम्नलिखित हैं-

- भारतीय जहाजों का वैश्विक अनुवर्तन
- वैश्विक संदेश, विशेष रूप से मैत्री स्टेशन, अंटार्कटिका से संदेश
- अरक्षित प्लेटफार्मों से मौसम डेटा संग्रह

संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार नीतभार भू-केंद्र आधारित नेटवर्क के बजाय डेटा रिले प्रणाली का इस्तेमाल करता है। यूरोपीय डेटा रिले प्रणाली पर किए गए एक अध्ययन के अनुसार, कम निम्न भू-कक्षीय उपग्रहों के साथ रिले प्रणाली भू-केंद्र आधारित नेटवर्क से बेहतर है, हालाँकि उसमें संदेशवहन में ज़्यादा देर लगती है।

2. संदेश एवं अनुवर्तन नीतभारों का वैश्विक संस्थाओं द्वारा निर्माण

वैश्विक संदेश एवं अनुवर्तन एक महत्वपूर्ण अनुप्रयोग है। यह सरकार एवं निजी संस्थाओं द्वारा उपयोग किया गया है।

शौकिया रेडियो उपग्रह सेवा के उपयोगकर्ताओं और समूहों ने मौजूदा सार्वजनिक टेलीफोन नेटवर्क की सीमाओं से परे संचार सुविधाओं के प्रसार के लिए, संचय एवं अग्रेषण संचार उपग्रहों के विकास का बीड़ा उठाया है।

पहला आधुनिक नागरिक संचय एवं अग्रेषण उपग्रह प्रेषानुकर 1984 में यू.ओ.सैट.-2 उपग्रह था। इस में एक एन.एस.सी.-800 सी.पी.यू, कार्यक्रम स्मृति के 28 KB, और संदेश भंडारण के लिए 96 KB स्मृति का इस्तेमाल किया। इस सादगी के बावजूद, इस ने निरूपण किया के एक एकल, छोटे (60 किलो), कम लागत उपग्रह को सस्ती भू-केंद्र के उपकरण के साथ

जोड़कर, एक प्रभावी वैश्विक संचार नेटवर्क का निर्माण किया जा सकता है।

1985 में, वैश्विक निम्न कक्षा संदेश रिले (GLOMR) नामक उपग्रह, आर.सी.ए. 1802 परिवार के कंप्यूटर और 9.6 kbps पी.एस.के. संचार लिंक के साथ भेजा गया था। अन्य संचय एवं अग्रेषण मिशन में जापान का शौकिया रेडियो संचार उपग्रह फूजी-ऑस्कर-12 था, जो 1986 में एच-1 लांचर पर प्रमोचित हुआ था। इस प्रेषानुकर में एक एन.एस.सी.-800 सीपीयू और 1 MB डायनेमिक आर.ए.एम. का उपयोग किया था।

Argos प्रणाली व्यावसायिक रूप से सबसे सफल उदाहरणों में से एक है। यह एक उपग्रह आधारित प्रणाली है जो स्थिर और चल मंच पर से पर्यावरण आंकड़ों को जमा, प्रक्रम और दुनिया भर में प्रसार करती है। Argos सी.एन.ई.एस (फ्रांसीसी अंतरिक्ष एजेंसी), नैशनल एयरोनॉटिक्स एंड स्पेस एडमिनिस्ट्रेशन (नासा, यूएसए) और राष्ट्रीय समुद्रीय और वायुमंडलीय प्रशासन (एन.ओ.ए.ए., संयुक्त राज्य अमरीका) के बीच एक समझौता ज्ञापन के तहत विकसित किया गया था।

प्रमुख अनुप्रयोगों में से एक उपग्रह आधारित स्वचालित पहचान प्रणाली (ए.आई.एस.) है, जिसका उद्देश्य दुनिया भर में जहाजों का अनुरेखन करना है। उपग्रह आधारित ए.आई.एस. रिसीवर विश्व स्तर पर ए.आई.एस. रिपोर्टिंग की क्षमता प्रदान करता है। 2008 के बाद से कंपनियां जैसे कि exactEarth, ORBCOMM, Spacequest ने और कई सरकारी कार्यक्रमों के तहत उपग्रहों पर ए.आई.एस. रिसीवर तैनात किये हैं। AAUSAT3 डेनमार्क के अलबोर्ग विश्वविद्यालय के छात्रों द्वारा निर्मित और संचालित तृतीय क्यूबसैट है। यह पीएसएलवी रॉकेट द्वारा भारत के सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र से 25 फ़रवरी 2013 पर विमोचित किया गया था। दो ए.आईएस. रिसीवर AAUSAT3 के मुख्य नीतभार हैं। ORBCOMM अपने मौजूदा OG1 नेटवर्क का विस्तार करने के लिए ए.आई.एस. रिसीवर लैस 18 OG2 उपग्रहों का विमोचन कर रहा है। Exactearth के पास कुछ उपग्रह कक्षा में है जो ए.आई.एस. रिसीवर से सुसज्जित है। AprizeSat-3 और AprizeSat-4, संयुक्त राज्य अमेरिका की SpaceQuest लिमिटेड नामक संस्थान के द्वारा निर्मित दो सूक्ष्म-उपग्रह हैं। इसका उद्देश्य ए.आई.एस. द्वारा महासागरों पर जहाजों का अभिज्ञान की प्रौद्योगिकी का निदर्शन करना है।

3. यजमानीतभार नीतभार

यजमानीतभार नीतभार विज्ञान, प्रौद्योगिकी प्रदर्शन और आला बाजार की आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए एक लागत प्रभावी समाधान प्रदान करते हैं। वे उन अंतरिक्ष यानों पर रखे जा सकते हैं जिनका प्राथमिक अभियान सम्पूर्ण बस क्षमता का उपयोग नहीं करता है। अंतरिक्ष यान के अतिरिक्त संसाधनों का उपयोग यजमानीतभार नीतभार को समायोजित करने के लिए किया जा सकता है क्योंकि आम तौर पर यजमानीतभार नीतभार बस के कम-से-कम संसाधनों का उपयोग करते हुए समाज के लिए उपयोगी कार्य करते हैं। इसलिए यजमानीतभार नीतभार विज्ञान और प्रौद्योगिकी प्रदर्शन के कई ऐसे अभियानों के लिए एक आदर्श समाधान है जिनके लिए समर्पित उपग्रह भेजने का खर्च और संसाधन उचित नहीं है।

संदेश कूरियर अनुप्रयोग के लिए यजमानीतभार नीतभार की अवधारणा आदर्श है क्योकि आई.आर.एस. वर्ग के सुदूर संवेदन नीतभारों के साथ इन यजमानीतभार नीताभारों को समंजित करना संभव है। यह अनुमान है कि संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार का द्रव्यमान 2.2 किलो से कम होगा और सामान्य परिचालन अवस्था में उसकी शक्ति की खपत 6 वॉट से कम होगी। यह मुख्य बस से सिर्फ ईपीसी ऑन/ऑफ दूरादेश का ही प्रयोग करेगा। अन्य सभी दूरादेश और दूरमितियाँ स्वतंत्र रूप से प्रबंधित किए जाएँगे।

4. संकल्पना

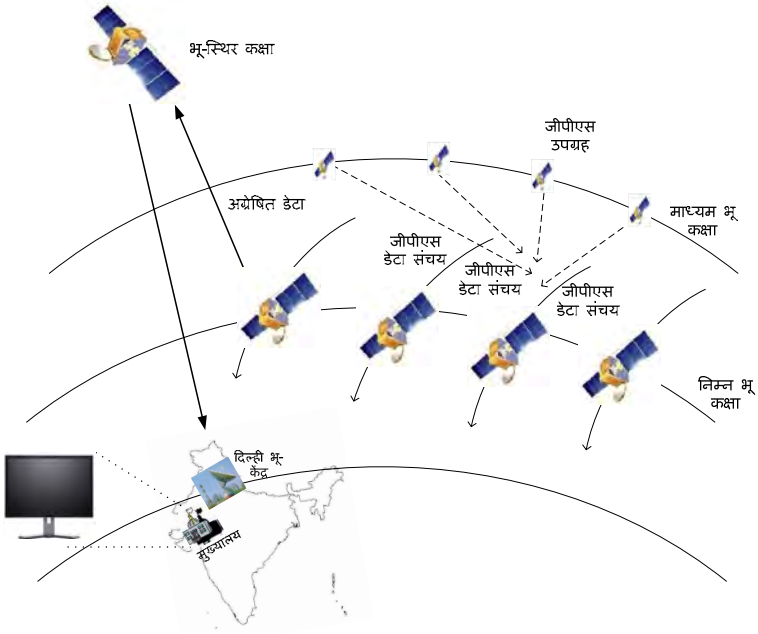
संदेश परिवाहक यजमानीतभार नीतभार मूल रूप से वैश्विक संदेश परिवाहक है जो दुनिया के किसी भी कोने से सूचना एवं आंकड़े उठाता है और संचय एवं अग्रेषण संचार की प्रक्रिया के माध्यम से उपयोगकर्ताओं को पहुंचाता है। आकृति-1 संदेश परिवाहक यजमानीतभार नीतभार के संचालन के बारे में बताता है।

जहाजों पर वाहित एम.एस.एस. प्रकार 'सी' के टर्मिनल अपना स्थिति संदेश भेजते हैं। जब यह टर्मिनल इन्सैट प्रसारण क्षेत्र के भीतर है, तो संदेश इन्सैट उपग्रह से प्राप्त की जाती है और जमीन केंद्र से संप्रेषित कर दी जाती है। परन्तु, यदि यह टर्मिनल भारतीय क्षेत्र के बाहर निकल जाते हैं और संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार नीतभार की दृश्यता में आते हैं तो भी सन्देश प्राप्त किये जा सकते हैं। फिर इस सन्देश का निष्कर्ष निकाल लिया जाता है और एक समय टैग के साथ संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार नीतभार में संचित कर दिया जाता है। अनेक संग्रहीत संदेशों को अपनी दृश्यता की अवधि के दौरान इन्सैट उपग्रह को प्रेषित कर दिया जाता है। डिईएस में स्थित मौजूदा जमीन स्टेशन संदेशों को प्राप्त कर सकता है और एक इंटरनेट पोर्टल के माध्यम से उपयोगकर्ताओं के लिए उपलब्ध बनाने में सहायता करता है। संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार नीतभार से इन्सैट को संचरण की प्रक्रिया आरंभ करने के लिए पूर्व-गणित दृश्यता विश्लेषण के आंकड़े उपग्रह पर और टर्मिनलों में संग्रहित किया जाते है। यह विश्लेषण के आंकड़े संदेशों के माध्यम से नियमित अंतराल पर अद्यतन किये जाते हैं, जो दूरादेश जैसी क्रिया निभाते हैं।

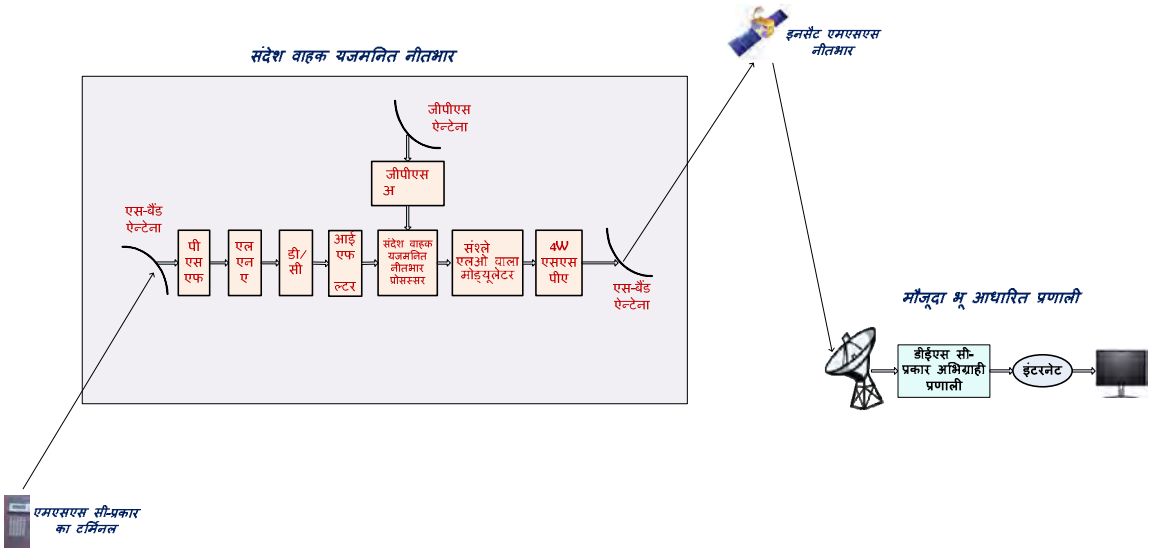
5. संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार प्रणाली का डिजाइन

संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार एक पुनरुत्पादक संचय एवं अग्रेषित प्रसंस्करण नीतभार है। संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार सिस्टम का खंड आरेख आकृति-2 में दिखाया गया है। इस नीतभार प्रणाली में भू-स्थित एम.एस.एस. सी-प्रकार के टर्मिनल से भेजा हुआ संदेश एक एस बैंड अर्ध सर्वदिश ऐन्टेना से प्राप्त होता है। यह सिग्नल एस बैंड अभिग्राही से निकलता है जिस में पूर्व वरण इनपुट फिल्टर, निम्न रव प्रवर्धक और अभिनिम्न परिवर्तित्र समाविष्ट है। इस संदेश का निष्कर्षण डिमोड्युलेटर द्वारा किया जाता है, फिर उस में जी.पी.एस. अभिग्राही से प्राप्त समय टैग लगा दिया जाता है और उन संदेशों को स्मृति में संग्रहित कर दिया जाता है। इन्सैट के दृश्यता में आने पर इन संदेशों को आई.आर.एस. उपग्रह से इन्सैट उपग्रह की ओर प्रेषित कर दिया जाता है। उड़ान मॉडल के अनुरूप एम.एस.एस. सी-प्रकार का टर्मिनल, 4 वॉट की संचारित शक्ति

और अर्ध सर्वदिश ऐन्टेना द्वारा, इन्सैट एम.एस.एस. नीतभार को संदेश पहुंचाता है। यहाँ पर संदेशों के प्रसारण के लिए 300 बी.पी.एस. की गति से दर ½ एफ.ई.सी. सहित बी.पी.एस.के. मोड्यूलेशन का प्रयोग किया गया है।



आकृति-1: संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार की संकल्पना



आकृति 2: संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार प्रणाली

तालिका-1 में नीतभार के विनिर्देश दिए गए हैं।

तालिका-1: संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार के विनिर्देश

क्रम संख्या	प्राचल	विनिर्देश
1	अभिग्राही एस.एफ.डी.	-120 dBW /m^2
2	अभिग्राही ध्रुवीकरण	एल.एच.सी.पी.
3	अभिग्राही ऐन्टेना	अर्ध सर्वदिश
4	अभिग्राही आवृत्ति बैंड	केंद्र आवृत्ति: 2680 मेगाहर्ट्ज बैंड विस्तार: 20 मेगाहर्ट्ज
5	अभिग्राही G/T	-2.2 dB
6	मध्यवर्ती आवृत्ति	70 मेगाहर्ट्ज
7	प्रक्रमण	पुनरुत्पादक बी.पी.एस.के. बर्स्ट डिमोड्युलेटर 300 बी.पी.एस., एफ.ई.सी. दर ½

		महत्तम डॉपलर आवृत्ति शिफ्ट: ±35 kHz महत्तम डॉपलर दर: 600 हर्ट्ज/सेकण्ड
8	संदेश संग्रह क्षमता	25000 (जी.पी.एस. समय टैग के साथ)
9	प्रेषित्र आवृत्ति बैंड	केंद्र आवृत्ति: 2680 मेगाहर्ट्ज बैंड विस्तार: 20 मेगाहर्ट्ज
10	प्रेषित्र ऐन्टेना	अर्ध सर्वदिश
11	प्रेषित्र ध्रुवीकरण	एल.एच.सी.पी.
12	प्रेषित्र ई.आई.आर.पी.	9 dBW

संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार की सिस्टम इंजीनियरिंग आई.आर.एस. उपग्रह रिसोर्ससैट-2 के साथ की गयी है और प्रणाली के निष्पादन का मूल्यांकन 1 एवं 6 आई.आर.एस. उपग्रह पर यजमानीतभार नीतभार के साथ किया है।

आई.आर.एस. कक्षाओं की विशेषताएँ इस प्रकार हैं –

कक्षा: वृत्तिय ध्रुवीय सूर्य-समकालिक
कक्षा ऊंचाई: 817 किमी
कक्षा झुकाव: 98.7°
कक्षा अवधि: 101.35 मिनट
प्रति दिन कक्षाओं की संख्या: 14
भूमध्य रेखा पार करने का स्थानीय समय: 10:30
कक्षा आवर्तन (लिस -3): 24 दिन
स्थानिय पुन:आवर्तन (लिस-4) : 5 दिन
मिशन आयु: 5 साल

नीचे दिए गए आंकड़े इस अनुमान से मिले है कि 6000 कि.मी. प्रमार्ज के अर्ध सर्वदिश ऐन्टेना वाले आई.आर.एस. उपग्रह पर यजमानीतभार नीतभार लगाया गया है। यह दृश्यता विश्लेषण थल से निम्न भू-कक्षा से भूस्थिर कक्षा की प्रणाली के बारे में है।

थल टर्मिनल से निम्न-कक्षा उपग्रह (प्रति दिन)

- न्यूनतम अभिगम अवधि: 4 सेकंड
- अधिकतम अभिगम अवधि: 212 सेकंड

निम्न-कक्षा उपग्रह से भूस्थिर उपग्रह (प्रति दिन)

- न्यूनतम अभिगम अवधि: 105 सेकंड
- अधिकतम अभिगम अवधि: 925 सेकंड
- न्यूनतम रिक्त अवधि: 1:30 घंटे
- अधिकतम रिक्त अवधि: 10:45 घंटे

नीतभार के विभिन्न उपतंत्रों का संक्षेप विवरण नीचे दिया गया है:

अभिग्राही ऐन्टेना: यह ± 45° दृश्य क्षेत्र वाला अर्ध सर्वदिश ऐन्टेना है।

पूर्व वरण इनपुट फिल्टर: यह एस-बैंड पर 4 पोल चेबीशेव फिल्टर है।

निम्न रव प्रवर्धक: इसकी लब्धि 45 dB और रव अंक 2 dB है।

अभिनिम्न परिवर्तित्र: इस में एक मिश्रक है जिस के साथ एलओ है। यह मिश्रक एलओ की मदद से इनपुट आवृत्ति को मध्यवर्ती आवृत्ति में परिवर्तित करता है। इस में मध्यवर्ती आवृत्ति पर काम करनेवाला 4 चरणों का प्रवर्धक भी है।

संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार प्रक्रमक कार्ड: संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार प्रक्रमक कार्ड प्रणाली का दिल है। इसमें 70 kHz की डॉपलर शिफ्ट और 60 हर्ट्ज/सेकंड की डॉपलर दर को संभालने की क्षमता वाला 300 bps बी.पी.एस.के. बर्स्ट डिमोड्युलेटर समाविष्ट है। यह प्रोसस्सर कार्ड प्राप्त संदेशों की पुष्टि करता है, इन संदेशों को स्मृति में संग्रहित करता है, संदेशों को जी.पी.एस. समय से टैग करता है, दूरादेश संदेशों को संसाधित करता है और उपग्रह दूरमिति उत्पन्न करता है। यह एक Xilinx वी5 एफ.पी.जी.ए. पर आधारित है।

प्रेषित्र: इसमें संक्षेपित एल.ओ. वाला सीधा एस-बैंड बी.पी.एस.के. मोड्यूलेटर, 4 वॉट एस.एस.पी.ए. और अर्ध सर्वदिश ऐन्टेना समाविष्ट हैं।

6. उपसंहार

तीन भूस्थिर उपग्रहों या निम्न भू-कक्षीय उपग्रहों के एक विशिष्ट नक्षत्र के उपयोग के बिना ही, वैश्विक संदेश एवं अनुवर्तन सेवा में आत्मनिर्भरता प्रदान करने हेतु, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र एक संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार उपर्युक्त कर रहा है। सूर्य-समकालिक कक्षा में परिभ्रमण करनेवाले सुदूर संवेदन उपग्रहों में भेजे जानेवाले संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार से विविध अनुप्रयोगों, जैसे कि भारतीय जहाजों का वैश्विक अनुवर्तन, वैश्विक संदेश, मौसम विज्ञान एवं समुद्र विज्ञान मॉडलिंग आदि कम लागत से किया जा सकता है। हालांकि संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार की यह अवधारणा बहुत ही आकर्षक है, किन्तु इसकी कई चुनोतियाँ भी है; जैसे की वैश्विक आवृत्ति की मंजूरी प्राप्त करना, डॉपलर दर के कड़े विनिर्देशों के साथ डिमोड्युलेटर का अच्छा निष्पादन, उपग्रह के दृश्य क्षेत्र में आनेवाले टर्मिनलों के संदेशों को छाँटना, कम शक्ति और कम द्रव्यमान के साथ यजमानीतभार नीतभार बनाना आदि।

धन्यवाद

इस लेख के लेखकगण संदेशवाहक यजमानीतभार नीतभार टीम के अन्य सदस्यों श्री आलोक सिंघल, श्री राजेश सिंह, श्रीमती शिल्पी सोनी और श्रीमती जागृति रावल के योगदान और सहकार के लिए उन्हें धन्यवाद देना चाहते हैं; और श्री अलक बनिक, ग्रुप निदेशक, ओ.डी.सी.जी., श्री डी. के. दास, उपनिदेशक, एस.एन.पी.ए. और पद्मश्री श्री किरण कुमार, निदेशक, सैक के सतत समर्थन और प्रोत्साहन के लिए उन्हें धन्यवाद देना चाहते हैं।

***

उपग्रहों के लिए निम्नतापीय ऊष्मानली (Cryogenic Heat Pipe) - एक चुनौती

कमलेश कुमार बराया
वैज्ञानिक अभियंता-एस एफ
संरचना एवं तापीय विश्लेषण प्रभाग

प्रस्तावना

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के दीर्घकालीन परिप्रेक्ष्य को ध्यान में रखते हुए अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में आत्मनिर्भरता अत्यंत आवश्यक है। ताप नियंत्रण तंत्र अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का एक आवश्यक अंग है। ताप नियंत्रण प्रौद्योगिकी में आत्मनिर्भरता की दिशा में निम्नतापीय ऊष्मानलियों के अध्ययन एवं विकास की आवश्यकता है।

ऊष्मानलियों को मुख्य रूप से तीन वर्गों में बांटा जा सकता है - (1) निम्नतापीय (2) सामान्य तापमान एवं (3) तरल धातु। इन तीनों तरह की ऊष्मानलियों में कई अंतर पाए जाते हैं, जिनमें प्रचालन तापमानों की परास में अंतर, अधिकतम ऊष्मा वहन क्षमता तथा समान ऊष्मा प्रवाह दर एवं समान ज्यामिति की ऊष्मानली के लिए तापमान में पतन मुख्य अंतर हैं। निम्नतापीय ऊष्मानलियों की अधिकतम ऊष्मा वहन क्षमता सामान्य तापमान पर प्रचालन करने वाली समान ज्यामिति की ऊष्मानलियों की तुलना में लगभग एक परिमाण की कोटि (Order of magnitude) तथा तरल धातु ऊष्मानलियों की तुलना में तीन परिमाण की कोटि (Order of magnitude) कम होती है। निम्नतापीय ऊष्मानलियों के उपयोग में ऐसी कई विशिष्ट समस्याएं होती है जो सामान्यतया सामान्य तापमान पर प्रचालन करने वाली तथा तरल धातु ऊष्मानलियों में नहीं होती हैं। अधिकतर समस्याएं निम्न तापमान पर अपेक्षाकृत कम सतह तनाव, कम तापीय चालकत्व, कम वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा एवं द्रवों की उच्च श्यानता के कारण होती है।

निम्नतापीय ऊष्मानलियों के उपयोग

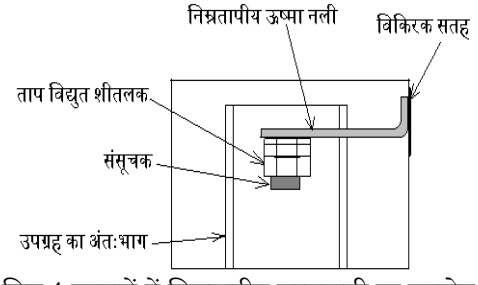
उपग्रहों में ताप नियंत्रण के लिए ऊष्मानलियों का उपयोग व्यापक हो गया है। सामान्यतया 4 से 200 केल्विन के तापमान की परास में प्रचालन करने वाली ऊष्मानलियों को निम्नतापीय ऊष्मानली माना जाता है। उपग्रहों में निम्नतापीय ऊष्मानलियों का उपयोग प्रकाशीय सतहों, अवरक्त क्रमवीक्षण तंत्रों (Scanning systems), संसूचकों (Detectors) इत्यादि के शीतलन एवं ताप नियंत्रण के लिए किया जाता है। खगोल विज्ञान, अंतरिक्ष निगरानी, पृथ्वीतर जीवन की खोज, भू-प्रेक्षण, मौसम विज्ञान, आपदा प्रबंधन इत्यादि के उपग्रह नीतभारों में प्रयुक्त किए जाने वाले उन्नत प्रकाशीय उपकरणों एवं विकिरण संसूचकों के बेहतर निष्पादन, बेहतर स्थायित्व एवं पृष्ठभूमिक विकिरण/तापीय रव (Thermal noise) के निराकरण के लिए निम्नतापीय शीतलन की आवश्यकता होती है।

प्रकाशीय सतहों पर तापीय प्रवणताओं के कारण प्रकाशीय अवयव के तरंगाग्र एवं अभिलक्ष्यन यथार्थता (Pointing accuracy) में महत्वपूर्ण परिवर्तन आ सकते हैं। ये तापीय प्रवणताएं ऊष्मानलियों के उपयोग से सफलतापूर्वक नियंत्रित की जा सकती है। 1970 के आरम्भ में ऑर्बिटिंग एष्ट्रोनोमिकल ऑब्ज़रवेटरी में प्रकाशीय सतहों की गुणवत्ता को सुधारने के लिए ऊष्मानलियों का ऐसा उपयोग किया गया था। अवरक्त प्रतिबिम्बन तंत्रों में निम्नतापीय ऊष्मानलियों का उपयोग तापीय प्रवणताओं के निराकरण के लिए ही नहीं होता बल्कि अवरक्त संसूचकों एवं अपर्चर श्राउड से ऊष्मा निकालने के लिए भी किया जाता है। तालिका-1 में विभिन्न अंतरिक्ष अभियानों के लिए अपेक्षित तापमानों को दिखाया गया है। इन प्रयुक्तियों को 5 से 120 केल्विन तापमान तक शीतलन की आवश्यकता होती है। संसूचक निम्न तापमानों पर बेहतर विभेदन प्रदान करते हैं जबकि अपर्चर श्राउड को निम्न तापमान पर बनाए रखने से पृष्ठभूमिक विकिरण / तापीय रव का निराकरण होता है। इन उपयोगों के अतिरिक्त इलेक्ट्रॉनिकी शीतलन के लिए भी निम्नतापीय ऊष्मा नलियो का उपयोग किया जा सकता है।

तालिका-1 विभिन्न अंतरिक्ष अभियानों के लिए अपेक्षित तापमान

अभियान	घटक	प्रचालन तापमान
अवरक्त खगोलिकी	फोटोकन्डक्टर क्रमवीक्षण दर्पण	5-10 K 4-20 K
गामा किरण खगोलिकी	कॉस्मिक-रे स्पेक्ट्रोमापी गामा-रे स्पेक्ट्रोमापी	~ 4K ~80K
अंतरिक्ष प्रेक्षण	बहुस्पेक्ट्रमी संसूचक	~80K
एक्स-रे खगोलिकी	स्पेक्ट्रोमीटर	~80 K
मौसम विज्ञान	विकिरणमापी एवं क्रमवीक्षित्र	80-100K
दूर संचार	फिल्टर्स	150-200K

विभिन्न अंतरिक्ष अभियानों में संसूचकों का शीतलन तापविद्युत प्रयुक्तियों द्वारा किया जाता है। ये प्रयुक्तियां काफ़ी मात्रा में ऊष्मा उत्पन्न करती है तथा इन्हें निम्न तापमान पर बनाए रखना आवश्यक होता है। निम्नतापीय ऊष्मानलियों द्वारा तापविद्युत प्रयुक्तियों में उत्पन्न ऊष्मा को निम्नतापीय विकिरकों को स्थानांतरित कर दिया जाता है, जिससे प्रयुक्तियों को निम्न ताप पर बनाए रखा जा सकें। हमारे देश के मौसम, खगोलविज्ञान एवं भावी उपग्रहों में निम्न तापीय शीतलन की आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए इसरो उपग्रह केंद्र, बेंगलुरू के वैज्ञानिकों ने अल्यूमिनियम-मीथेन निम्नतापीय ऊष्मानली का विकास किया है। यह ऊष्मानली 100 से 120 केल्विन के तापमान की परास में कार्य कर सकती है। 140 केल्विन के तापमान पर इसकी ऊष्मा परिवहन क्षमता 20 वाट-मीटर प्राप्त हुई है।



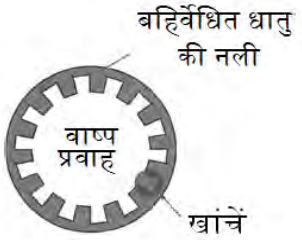
चित्र 1 उपग्रहों में निम्नतापीय ऊष्मानली का उपयोग

चित्र 1 में उपग्रहों में निम्न तापीय ऊष्मानली का उपयोग दिखाया गया है। इस तरह की व्यवस्था में यह आवश्यक हैं कि ऊष्मा अभिवाह का प्रवाह संसूचक से विकिरक की ओर ही होना चाहिए। विकिरक का ताप बढ़ने पर ऊष्मा अभिवाह का प्रवाह विपरीत दिशा में नहीं होना चाहिए अर्थात ऊष्मानली को एक डायोड की तरह प्रचालन करना चाहिए। यह भी ध्यान रखना चाहिए कि ऊष्मानली के द्वारा कंपनों का प्रभाव संसूचक या संवेदक पर स्थानांतरित न हो।

निम्नतापीय तंत्रों में ऊष्मानली के प्रचालन अभिलक्षणों का लाभ लिया जा सकता है। डायोड ऊष्मानलियां एक ही दिशा में ऊष्मा का चालन करती है, इन ऊष्मानलियों के इस गुणधर्म के द्वारा ऊष्मास्रोत को ऊष्मासिंक के उच्चताप के प्रभाव से बचाया जा सकता है। डायोड ऊष्मानली ऊष्मा का चालन ऊष्मास्रोत से ऊष्मासिंक की दिशा में ही करती है, ऊष्मासिंक का तापमान बढ़ने पर विपरीत दिशा में ऊष्मा चालन नगण्य होने के कारण ऊष्मास्रोत की ऊष्मासिंक के उच्चताप से रक्षा हो जाती है। इस तरह ऊष्मानली एक तापीय स्विच की भूमिका निभाती है।
जब निम्नतापीय ऊष्मानली का क्रायोकूलर एवं ऊष्मास्रोत के बीच उपयोग किया जाता है तब क्रायोकूलर एवं ऊष्मास्रोत के बीच तापमान में अंतर ΔT का मान कम हो जाने के कारण क्रायोकूलर तंत्र की तापीय दक्षता बढ़ जाती है। इसके अतिरिक्त ऊष्मानली की उच्च तापीय चालकता के कारण ऊष्मास्रोत एवं क्रायोकूलर के बीच अधिक दूरी रखी जा सकती है। हालांकि निम्नतापीय ऊष्मानलियों की अक्षीय ऊष्मा वहन क्षमता सामान्य तापमान पर प्रचालन करने वाली ऊष्मानलियों से कम होती है, लेकिन द्रव्यमान के दृष्टिकोण से निम्नतापीय ऊष्मानलियां का निष्पादन ठोस चालकों की तुलना में बहुत अच्छा होता है।

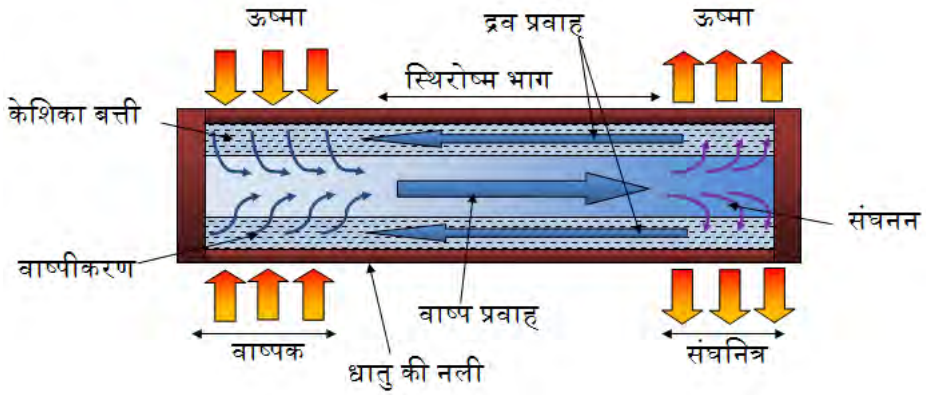
निम्नतापीय ऊष्मानली का प्रचालन

निम्नतापीय ऊष्मानलियों के प्रचालन का मूल सिद्धांत वहीं होता है जो सामान्य तापमान पर प्रचालन करने वाली पारंपरिक ऊष्मानलियों का होता है। ऊष्मानली धातु की एक खोखली नली होती है जिसकी आंतरिक दिवारों पर खांचेदार संरचना होती है, जिसे केशिका बत्ती कहा जाता है। चित्र 2 में एक खांचेदार ऊष्मानली के अनुप्रस्थ-काट को दिखाया गया है। धातु की बनी हुई स्क्रीन की तहें, सिंटर्ड धातु इत्यादि का भी केशिका बत्ती के रूप में उपयोग किया जा सकता है। ऊष्मानली के अंदर उपयुक्त मात्रा में विशेष द्रव भरा जाता है जिसे प्रचालन द्रव कहते है। द्रव का चुनाव ऊष्मानली के प्रचालन तापमान की परास पर निर्भर करता है। निम्नतापीय ऊष्मानलियों को क्रायोजेनिक तापमान पर प्रचालन करना पड़ता है इसलिए उनमें क्रायोजेनिक तरल का उपयोग किया जाता है। सामान्यतः निम्नतापीय ऊष्मानलियों में सामान्य तापमान पर ये तरल पराक्रांतिक अवस्था में रहते हैं। क्रायोजेनिक तरल का विशिष्ट व्यवहार निम्नतापीय ऊष्मानलियों को पारंपरिक ऊष्मानलियों से भिन्न कर देता है।



चित्र 2 एक ऊष्मानली का अनुप्रस्थ-काट

चित्र 3 में ऊष्मानली की कार्य प्रणाली को दिखाया गया है। प्रचालन तापमान पर प्रारंभ में केशिका बत्ती में द्रव संतृप्त अवस्था में होता है। केशिका बत्ती में ऊष्मानली के एक सिरे, वाष्पक से ऊष्मा के प्रवेश होने पर तरल का वाष्पीकरण हो जाता है यह वाष्प अपेक्षाकृत ठण्डे सिरे, संघनित्र की ओर चली जाती है, जहां पर कम ताप एवं दाब के कारण यह वाष्पीकरण की गुप्त ऊष्मा को छोड़ती हुई द्रव में संघनीतभार हो जाती है। वाष्पीकरण और संघनन की प्रक्रिया के कारण केशिका बत्ती में द्रव-वाष्प अंतरापृष्ठ वाष्पक से संघनित्र तक एक समान नहीं होता है। केशिका नली में बदलते हुए अंतरापृष्ठ के कारण द्रव पर केशिका दाब भी ऊष्मानली की लंबाई के समानांतर एक समान नहीं होता है। इन केशिका दाबों में अंतर के कारण द्रव केशिका खांचों में संघनित्र से वाष्पक की ओर प्रवाहित होता है। द्रव एवं वाष्प के इस प्रवाह के कारण ऊष्मानली का प्रचालन होता रहता है।



चित्र 3 ऊष्मानली की कार्य प्रणाली

निम्नतापीय ऊष्मानली, पारंपरिक सामान्य तापमान पर प्रचालन करने वाली ऊष्मानलियों से निम्न रुपों में भिन्न होती हैः-

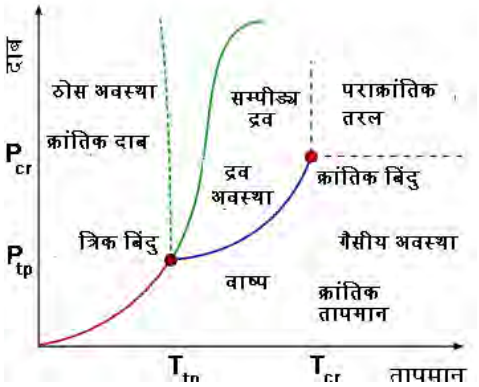
- पराक्रांतिक (Supercritical) अवस्था से शुरूआतः - सामान्य तापमान पर निम्नतापीय ऊष्मानलियों में पराक्रान्तिक अवस्था में कार्यकारी द्रव सामान्यतः होते हैं। इसलिए प्रचालन शुरू करने से पहले संपूर्ण

ऊष्मानली को पराक्रान्तिक तापमान से वाष्पद्रव - करना प्रावस्था के प्रचालन तापमान तक ठण्डा पड़ता है। यह एक अस्थायी प्रक्रिया होती है जिसमें लगने वाला समय ऊष्मानली पर पराश्रयिक ऊष्मा भारों पर निर्भर करता है।

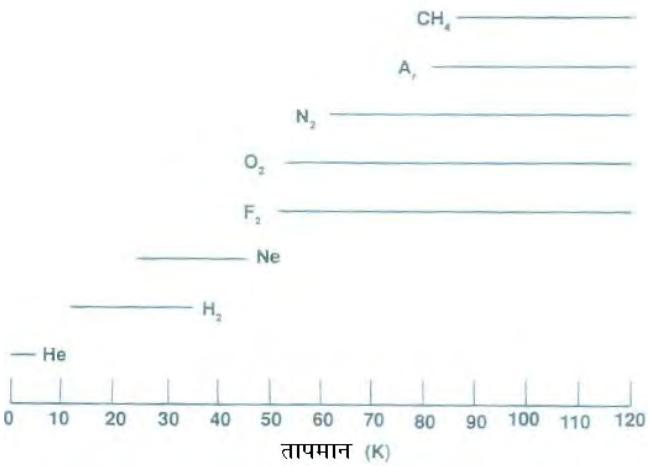
- भण्डारण एवं परीक्षण की विशेष व्यवस्थाएः- सामान्य तापमान पर निम्नतापीय ऊष्मानलियों के कार्यकारी द्रव का वाष्प दाब अधिक होने का कारण ऊष्मानली की दीवार की मोटाई अधिक रखनी पड़ती है। मोटाई अधिक हो जाने के कारण तापीय प्रतिरोध भी बढ़ जाता है, इसलिए ऊष्मानली के निष्पादन में कमी आ जाती है। ऊष्मानलियों का प्रचालन तापमान कम होने के कारण परीक्षण के दौरान उनका तापमान भी बहुत कम बनाए रखना पड़ता है। ऊष्मानली की दीवार का तापीय प्रतिरोध कम करने के लिए उसके पदार्थ का तापीय चालकता गुणांक अधिक होना चाहिए।
- कम ऊष्मा परिवहन क्षमताः -निम्नतापीय ऊष्मानलियों की ऊष्मा परिवहन क्षमता सामान्य तापमान पर प्रचालन करने वाली पारंपरिक ऊष्मानलियों की तुलना में बहुत कम होती है। ऐसा क्रायोजेनिक तरलों के विशिष्ट गुणधर्मों के कारण से होता है .1-न्यून सतह तनाव 2. वाष्पीकरण की न्यून गुप्त ऊष्मा .3उच्च श्यानता .4 कम तापीय चालकता गुणांक।

प्रचालन द्रव

क्रायोजेनिक द्रवों के प्रचालन तापमान की परास बहुत तंग होती है। ऊष्मानली में किसी तरल के प्रचालन तापमान की परास उस तरल के त्रिक बिंदु एवं क्रांतिक बिंदु तापमानों के बीच होनी चाहिए। चित्र 4 में एक शुद्ध पदार्थ के प्रावस्था आरेख में त्रिक बिंदु एवं क्रांतिक बिंदु तापमानों को दिखाया गया है। निम्नतापीय ऊष्मानलियों के लिए शुद्ध रसायनिक पदार्थ जैसे हिलियम, ऑर्गन, नाइट्रोजन या ऑक्सीजन का उपयोग किया जाता है अथवा रसायनिक यौगिकों जैसे मीथेन, ईथेन, फ्रिऑन इत्यादि का प्रचालन द्रव के रूप में उपयोग किया जाता है। चित्र 5 में विभिन्न क्रायोजेनिक द्रवों के प्रचालन तापमानों की परासों को दिखाया गया है। क्रायोजेनिक द्रवों के प्रचालन तापमान की तंग परास के कारण यह आवश्यक है कि निम्नतापीय ऊष्मानली की केशिका बत्ती की तापीय चालकता अच्छी होनी चाहिए तथा ऊष्मानली की आंतरिक दीवारों से अच्छा तापीय संपर्क होना चाहिए।



चित्र 4 शुद्ध पदार्थ का प्रावस्था आरेख

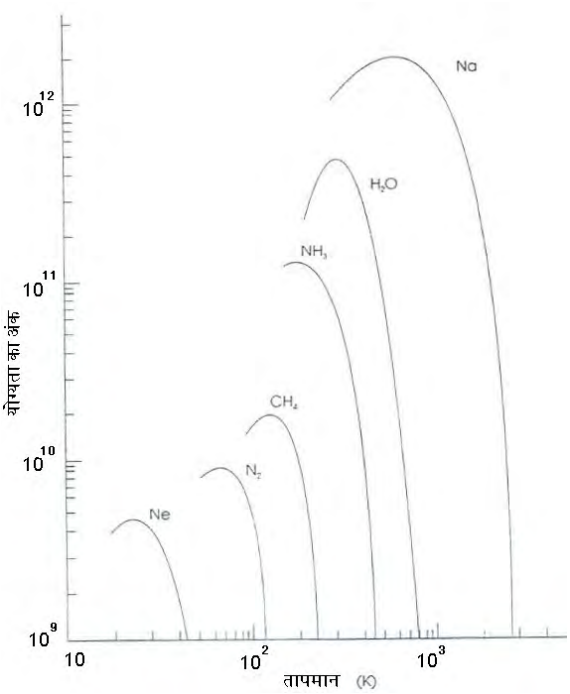


चित्र 5 विभिन्न क्रायोजेनिक द्रवों के प्रचालन तापमान की परास

नाइट्रोजन सबसे अधिक प्रचलित प्रचालन द्रव के रूप में उपयोग की जाती है, जिसके प्रचालन तापमान की परास 63 से 126 K है। नाइट्रोजन का क्रांतिक दाब 34 बार होता है। तरल ऑक्सीजन का भी इन तापमानों के लिए उपयोग किया गया है। किसी द्रव के योग्यता का अंक से उस द्रव की ऊष्मानली के लिए उपयुक्तता का पता चलता है। यह द्रव के विभिन्न गुणधर्मों जैसे घनत्व, सतह तनाव,प्रावस्था परिवर्तन की गुप्त ऊष्मा एवं श्यानता पर निर्भर करता है। चित्र 6 में विभिन्न क्रायोजेनिक द्रवों के योग्यता के अंकों को दिखाया गया है।

निम्नतापीय ऊष्मानलियों के प्रचालन द्रवों के लिए कई अध्ययन किए गए हैं, उन अध्ययनों के परिणामों के मुख्य बिंदु निम्न हैः-

- क्रायोजेनिक प्रचालन द्रवों के प्रचालन तापमान की परास बहुत तंग होती है। यह उस द्रव के त्रिक बिंदु (Triple point) और क्रांतिक तापमानों के मध्य होती है।
- तापमान में बहुत कम परिवर्तन से भी क्रायोजेनिक द्रवों के गुणधर्मों में महत्वपूर्ण परिवर्तन हो जाते हैं। द्रव के गुणधर्मों में परिवर्तन से द्रव की ऊष्मा परिवहन क्षमता में महत्पूर्ण उतार-चढ़ाव आ सकते हैं।
- ऑक्सीजन, हाइड्रोजन और हिलियम जैसे क्रयोजेनिक द्रवों में अभिक्रियाशीलता की प्रकृति होती है, इसलिए निम्नतापीय ऊष्मानली के पात्र का पदार्थ चुनाव करते समय यह सावधानी रखने की आवश्यकता है की पात्र के पदार्थ एवं प्रचालन द्रव की प्रकृति में संगतता हो।
- सामान्य तापमान पर प्रचालन करने वाली पारंपरिक ऊष्मानलियों की तुलना में निम्नतापीय ऊष्मानलियों की ऊष्मा परिवहन क्षमता बहुत कम होती है।
- क्रायोजेनिक ऊष्मानलियों में प्रचालन द्रव वाष्पीकरण के बाद सुपरहीट भी हो जाता है।



चित्र 6 विभिन्न क्रायोजेनिक द्रवों के योग्यता अंकों के मान

निम्नतापीय ऊष्मानली में प्रचालन की सीमाएं

ऊष्मानली के प्रचालन के दौरान ऐसी परिस्थितियां बन सकती है जिससे ऊष्मानली का सामान्य प्रचालन बुरी तरह प्रभावित हो सकता है। उन परिस्थितियों को ऊष्मानली की सीमाओं द्वारा स्पष्ट किया जाता है। ऊष्मानली की अभिकल्पना एव उसका प्रचालन इस तरह से होना चाहिए जिससे ऊष्मानली की इन सीमाओं से बचा जा सकें। ऊष्मानली की कुछ मुख्य सीमाओं को आगे स्पष्ट किया गया है-

- केशिकीय सीमा (Capillary limit): जब ऊष्मानली की केशिका संरचना में प्रचालन द्रव को संघनित्र से वाष्पक तक पम्प करने के लिए पर्याप्त केशिका दाब नहीं होता है, उस दशा को केशिकीय सीमा कहते हैं।
- ध्वनिक सीमा (Sonic limit): जब ऊष्मानली में वाष्प का वेग ध्वनिक वेग की सीमा को पार करता है तो ऊष्मानली में प्रघात तरंगो का निर्माण हो सकता है, इन परिस्थितियों में वाष्प प्रवाह और अधिक नहीं बढ़ सकता है तथा वाष्प का प्रवाह चोक हो जाता है।
- संरोहण सीमा (Entrainment limit): ऊष्मानली की केशिका बत्ती में द्रव का प्रवाह संघनित्र से वाष्पक की ओर होता है, लेकिन वाष्प का प्रवाह विपरीत दिशा में अर्थात वाष्पक से संघनित्र की ओर होता है। वाष्प के तेज वेग के कारण वह अपने साथ द्रव की सूक्ष्म बूंदों को भी संघनित्र की ओर ले जाती है, इससे वाष्पक में द्रव की कमी के कारण वह सूख सकता है और ऊष्मानली का प्रचालन अवरुद्ध हो सकता है। इस परिघटना के होने की परिस्थितियों को संरोहण सीमा कहते हैं।
- उबाल सीमा (Boiling limit): इस सीमा पर ऊष्मानली में निवेश ऊष्मा अभिवाह की मात्रा इतनी अधिक होती है कि वाष्पक भाग की केशिका बत्ती, द्रव के उबाल के कारण बुलबुलों से अवरुद्ध हो जाती है। इसलिए केशिका बत्ती की ऊष्मा स्थानांतरण करने की क्षमता बुरी तरह से प्रभावित हो जाती है।
- श्यान सीमा (Viscous limit): इस दशा में ऊष्मानली में वाष्प दाब इतना कम होता है कि वह वाष्प प्रवाह के लिए पर्याप्त नहीं होता है।

उपर्युक्त चारों सीमाओं में से निम्नतापीय ऊष्मानलियों में साधारणतया केशिकीय, श्यान या उबाल सीमा घटित होती है। निम्नतापीय ऊष्मानलियों में क्रायोजेनिक प्रचालन द्रव के कम सतह तनाव के कारण केशिकीय सीमा घटित होती है। इसलिए निम्नतापीय ऊष्मानलियों के लिए ऐसी बत्ती संरचना के विकास के लिए काफी प्रयास किए गए हैं जिनमें पर्याप्त केशिकीय दाब का तो निर्माण हो लेकिन घर्षणी दाब पतन न्यूनतम हो।

निम्नतापीय ऊष्मानलियों में उबाल सीमा एवं केशिकीय सीमा में एक मुख्य अंतर यह है कि केशिकीय सीमा अक्षीय ऊष्मा अभिवाह से संबंधित है, जबकि उबाल सीमा त्रिज्य ऊष्मा अभिवाह पर निर्भर करती है। उबाल सीमा को समझने के लिए कई प्रायोगिक अध्ययन किए गए हैं लेकिन अल्प गुरुत्व के लिए संरध्र माध्यम में उबाल को अच्छी तरह से समझने के लिए अनुसंधानों की आवश्यकता है। केशिकीय सीमा की तरह उबाल सीमा भी ऊष्मानली की बत्ती संरचना से प्रभावित हो जाती है।

निम्नतापीय ऊष्मानली का परीक्षण

निम्नतापीय ऊष्मानलियों का परीक्षण ताप निर्वात कक्ष में करना चाहिए। इससे संवहन द्वारा ऊष्मा का विनिमय रोका जा सकता है। ऊष्मानली को अपेक्षित तापमान पर बनाए रखने के लिए श्राउड का उपयोग किया जा सकता है। विकिरण द्वारा परार्श्वयिक ऊष्मा विनिमय को रोकने के लिए श्राउड तथा अन्य द्रव लाइन्स को बहु-परत ऊष्मारोधी चादरों से ढककर रखा जाना चाहिए। ऊष्मानली को जिन स्थानों पर स्थापित किया गया हो, उन स्थानों पर तापमान श्राउड के समान होना चाहिए। इन अवस्थाओं में ऐसा माना जा सकता है कि ऊष्मानली के वाष्पक भाग से प्रवेश करने वाली ऊष्मा हीट सिंक को ही जा रही है।

उपग्रहों के लिए अभिकल्पित निम्नतापीय ऊष्मानलियों को तापनिर्वात कक्ष में परीक्षण करने में एक विशिष्ट समस्या का सामना करना पड़ता है। इन ऊष्मानलियों को शून्य गुरूत्व के लिए इष्टतमीकरण किया जाता है, जबकि ताप निर्वात कक्ष में पृथ्वी का गुरूत्व उपस्थित होता है, इसलिए ताप निर्वात कक्ष में प्रचालन द्रव के कम सतह तनाव के कारण इनमें प्राइमिंग ठीक तरह से नहीं हो पाती है।

निष्कर्ष

पारंपरिक ऊष्मानलियों की तुलना में निम्नतापीय ऊष्मानलियों का प्रचालन चुनौतीपूर्ण होता है लेकिन हमारे देश के भावी अंतरिक्ष अभियानों की आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए इन पर सतत अनुसंधान एवं विकास करना चाहिए। निम्नतापीय डायोड ऊष्मानलियों पर भी हमें विकास कार्य प्रारंभ करना चाहिए।

संदर्भ सूची

1. A.R. Anand, M.Srinivas, Dinesh Kumar, Development of Aluminium-Methane Heat Pipe under TDP, Oct.2007, ISRO Satellite Centre, Bangalore.
2. Peterson G.P., An Introduction to Heat Pipes-Modelling, Testing and Applications, John Wiley, 1994.

***

सैटेलाइट संचार में भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान कार्यक्रम की आत्मनिर्भरता और चुनौतियां

डॉ. एम. आर. सुजिमोल, बिंदिया कुमारी, उर्वशी भट्ट, रवि कुमार गुप्ता
दिल्ली भूकेंद्र, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन, नई दिल्ली

1.0 परिचय

1967 में भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के स्थापन के बाद से भारत ने अपने अंतरिक्ष कार्यक्रम और अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी की उपयोगिता को अपने राष्ट्रीय विकास लक्ष्यों के अन्तर्गत रखा है। भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम ने एक बड़े क्षेत्र पर एक बड़ी ग्रामीण आबादी की सामाजिक जरूरतों को पता करने के लिए उपग्रह की उपयोगिता (दूरसंचार, पृथ्वी अवलोकन, मौसम विज्ञान और नेविगेशन) के स्वायत्त विकास पर ध्यान केंद्रित किया है। अपनी खुद की अंतरिक्ष क्षमता का विकास करने के लिए, इसरो मुख्य रूप से संयुक्त राज्य अमेरिका, रूस और फ्रांस सहित स्थापित अंतरिक्ष शक्तियों के साथ व्यापक अंतरराष्ट्रीय सहयोग में लगे हुए हैं। वर्तमान में भारत को 3,000 किलोग्राम वजन तक के भूस्थैतिक संचार उपग्रहों के डिजाइन और निर्माण करने की क्षमता है। वर्तमान में, इन्सैट-4 श्रृंखला संचार उपग्रहों की चौथी पीढ़ी का उपग्रह बन गया है।

कई देश अपने उपग्रहों को पृथ्वी की निम्न कक्षा में प्रक्षेपण केलिए भारतीय ध्रुवीय उपग्रह प्रक्षेपण यान का प्रयोग कर रहे हैं। जबकि देश में 2,000 किलोग्राम से ऊपर भूस्थिर उपग्रहों के प्रक्षेपण में आत्मनिर्भरता हासिल करने के प्रयास जारी है। भारत की 12 वीं पंचवर्षीय योजना के प्राथमिक उद्देश्यों में से एक, भूस्थिर संचार उपग्रहों इन्सैट और जीसैट श्रृंखला के डिजाइन एवं विकास में अधिक त्मनिर्भरता हासिल करना है। भूतुल्यकाली उपग्रह प्रक्षेपण वाहन (जीएसएलवी मार्क 2 और मार्क 3) में अधिक सक्षम संस्करणों को विकास करना है। इसरो के संचार उपग्रह कार्यक्रम में जनवरी 2014 में जीएसएलवी –डी-05 का सफल प्रक्षेपण में एक स्वदेशी क्रायोजेनिक इंजन का उपयोग किया गया था। यह एक महत्वपूर्ण मील का पत्थर है। जीएसएलवी मार्क 2 का नियमित संचालन उपग्रहों के प्रक्षेपण की शुरूआत के लिए आत्मनिर्भरता प्राप्त करने में इसरो की मदद करेगा। स्वदेशी क्रायोजेनिक इंजिन की उपलब्धता से 4,000 से 5,000 किलोग्राम के प्रक्षेपण क्षमता वाले जीएसएलवी मार्क-3 के विकास में गति आएगी।

इसरो ने घरेलू उद्देश्यों के लिए मोबाइल उपग्रह सेवाओं में आत्म निर्भरता हासिल की है। इसके अलावा इसरो ने नौसंचालन (नेविगेशन) उद्देश्य के लिए अपने स्वयं के जीपीएस उपग्रह प्रणाली विकसित करने में आत्म निर्भरता हासिल की है। इस पेपर में हम मोबाइल उपग्रह सेवा (एमएसएस) और भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह नेविगेशन प्रणाली (आईआरएनएसएस) में भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान कार्यक्रम की आत्म निर्भरता और चुनौतियों पर प्रकाश डालते हैं।

2.0. मोबाइल उपग्रह सेवा

2.0.1 मल्टीमीडिया मोबाइल एस-बैंड उपग्रह मिशन (जीसैट -6)

भारत में मोबाइल उपग्रह सेवाएं (एमएसएस) राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन की जरूरत के लिए और सामरिक आवश्यकताओं के उपयोग लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हो गयी है। भविष्य में एस-बैंड उपग्रह, जीसैट -6 को राष्ट्रीय आपदा प्रबंधन सेवाओं और विशेष उपयोगकर्ता समूह के लिए उपयोग किया जाना प्रस्तावित है। पुराने एमएसएस उपग्रहों (इन्सैट-3 सी और जीसैट -2) की अपेक्षा में जीसैट -6 अधिक प्रेषण शक्ति प्रदान करता है। इसलिए यह विभिन्न नई सेवाओं के लिए उपयोगी है। जीसैट -6 उपग्रह के उपयोग को विशिष्ट उपयोगकर्ता समुहों की आवश्यकता के अनुसार विन्यस्त किया जा सकता है। जीसैट -6 का विन्यास और अनुप्रयोगों का विवरण निम्नलिखित है।

2.0.2 जीसैट -6 सैटेलाइट विन्यास

जीसैट -6 में बीएसएस बैंड को फोरवर्ड लिंक में और एमएसएस बैंड को रिटर्न लिंक में प्रयोग किया गया है। यह उपग्रह सीमित इंटरैक्टिव और प्रसारण सेवाओं के साथ उपयोग करने के लिए उपयुक्त है। हालांकि विशेष उपयोगकर्ता समूह द्वारा राष्ट्रीय आवश्यकता को ध्यान में रखते हुए इस संयोजन को विभिन्न दो तरफा संचार के लिए उपयोग किया जा सकता है और साथ में रिपोर्टिंग और प्रसारण उपयोग के लिए भी उपयोगी है।

जीसैट -6 का सी बैंड फीडर लिंक और हब राष्ट्रीय बीम द्वारा जुड़ा हुआ है और डाउनलिंक एस बैंड में 4 विभिन्न स्पोट बीम लिंक है जो भारत देश की सेवा के लिए रखे गए हैं। एमएसएस रिटर्न लिंक के लिए सी X एस ट्रांसपोंडर निर्धारित है। दोनों सेवाओं (बीएसएस एवं एमएसएस) के लिए टर्मिनल पर एस बैंड इंटरफ़ेस और हब पर सी बैंड इंटरफ़ेस का प्रयोग किया जायेगा।

2.0 .3 एमएसएस अनुप्रयोग

जीसैट -6 विभिन्न प्रकार की अनुप्रयोगों का प्रसारण कर सकता है जैसे

1. **वार्तालाप सेवाएं ((वॉयस टर्मिनल**
2. **मल्टीमीडिया और सुरक्षित आईपी डेटा निस्तारण (पोर्टेबल टर्मिनल(**

- वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग
- ध्वनि संचार
- आईपी डेटा निस्तारण
- इंटरनेट सेवाएं

3. **रिपोर्टिंग सेवाएं**

- स्थान रिपोर्टिंग (संकट के समय)
- डाटा संग्रह सेवाएं (पर्यावरण विकिरण निगरानी, मौसम विज्ञान सूचना)
- लघु संदेश सेवा

4. **प्रसारण सेवाओं**

- मल्टीचैनल ऑडियो, वीडियो एवं डेटा
- आर्थिक एवं सामाजिक सूचनायें
- रियल टाइम जानकारी

5. अतिरिक्त सेवाएं

- आपदा चेतावनी प्रणाली
- धीमी गति का डाटा निस्तारण
- दूरगामी निगरानी
- वाहन ट्रैकिंग
- दुर्घटना सेवाएं (रेल एवं जहाज)
- हवाई निगरानी

6. नियोजित सेवाएं

इस उच्च क्षमता वाले एमएसएस उपग्रह के विभिन्न संचालित अनुप्रयोगों को ध्यान में रखते हुए मुख्य रूप से टर्मिनलों को चार श्रेणियों में बांटा गया है। इस की सेवाओं के उपयोग के लिए भू-केंद्र को भी चार प्रकार की सेवाओं के लिए तैयार किया जा रहा है। ये चारों प्रकार की सेवाएं और टर्मिनल निम्न प्रकार है -

1. सैटेलाइट मोबाइल रेडियो (एस एम् आर) टर्मिनल: यह बैटरी संचालित संचार टर्मिनलहै। इस में इनबिल्ट जी पी एस है और यह 2700 बी पी एस डाटा दर पर काम करता है। टर्मिनल 2700 बी पी एस वाक् संचार तथा सीमित डाटा दर के साथ विभिन्न अन्य सेवाओं के लिए भी विन्यस्त किया जा सकता है।

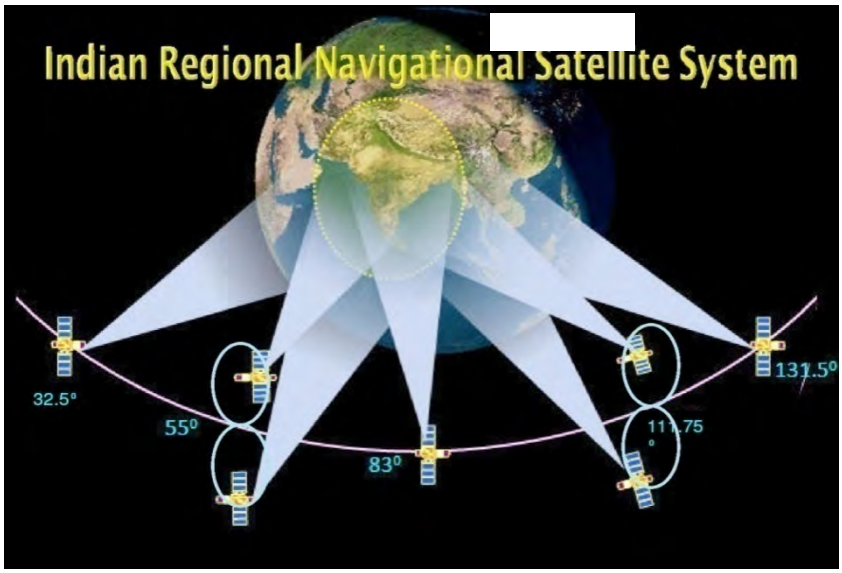
2. पोर्टेबल मल्टीमीडिया टर्मिनल (पी एम टी): पोर्टेबल मल्टीमीडिया टर्मिनल 144 के बी पी एस की डाटा दर से आईपी डेटा ग्रहण करने में सक्षम है और मुख्य रूप से वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग और सुरक्षित आईपी डेटा अंतरण के लिए नियोजित है। नेटवर्क के साथ इस टर्मिनल को दूरस्थ निगरानी या इसी तरह के अन्य अनुप्रयोगों के लिए विन्यस्त किया जा सकता है। टर्मिनल में इनबिल्ट जी पी एस है।

3. रिपोर्टिंग टर्मिनल: रिपोर्टिंग टर्मिनल में मुख्य रूप से विभिन्न डेटा इंटरफेस के साथ इनबिल्ट जीपीएस और 1200 बी पी एस डाटा दर का एक एस बैंड ट्रांसमीटर है। यह टर्मिनल स्थिति रिपोर्टिंग, वाहन /जलयान ट्रैकिंग, डाटा संग्रह, लघु संदेश के लिए उपयुक्त है। यह टर्मिनल बैटरी संचालित है।

4. प्रसारण रिसीवर (बी आर): यह एक बैटरी संचालित रिसीवर टर्मिनल है। यह मल्टीचैनल ऑडियो, वीडियो और डेटा प्रसारण प्राप्त करने के लिए उपयुक्त है। यह एक हैंड हेल्ड टर्मिनल हैं जो एम्बेडेड मल्टीचैनल जानकारी के साथ 2 एमबीपीएस डेटा दर प्राप्त करने की क्षमता रखता है। टर्मिनल को किसी भी सुदूर उपकरण में डाटा ट्रांसफर करने के लिए एक आसान डेटा इंटरफेस के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

3.0 भारतीय क्षेत्रीय नेवीगेशन सेटेलाइट सिस्टम (आईआरएनएसएस)

आईआरएनएसएस सेवा उपयोगकर्ताओं को स्थिति (स्थानीय जानकारी) प्रदान करने के लिए इसरो द्वारा विकसित एक उपग्रह आधारित नेविगेशन प्रणाली है। आईआरएनएसएस प्रणाली में, 7 उपग्रह होंगे, जिसमें से 3 भूस्थैतिक कक्षा में (स्थानों 34^{o} ई, 83^{o} ई और 132^{o} ई) स्थापित किये जायेंगे और भूतुल्यकालिक कक्षा में दो दो उपग्रह प्रत्येक 55^{o} ई और 111^{o} ई देशांतर पर 29^{o} के झुकाव के साथ तैनात किये जायेंगे। आईआरएनएसएस से भारत में स्थिति की जानकारी 20 मीटर से बेहतर प्रदान करने की क्षमता है। आईआरएनएसएस प्रणाली दो स्थिति सेवाएं प्रदान करेगा, मानक स्थिति सेवाएं (एस पी एस) और प्रतिबंधित स्थिति सेवाएं (आ एस)। यह दोनों सेवाएं एस बैंड और एल -5 बैंड आवृतियों में उपलब्ध होंगी। आईआरएनएसएस प्रणाली के 7 उपग्रहों में पहला उपग्रह आईआरएनएसएस -1 ए, 1 जुलाई 2013 को दूसरा आईआरएनएसएस -1 बी, 24 अप्रैल 2014 को प्रक्षेपित किया गए थे। दोनों अच्छी तरह से कार्य कर रहे हैं।



उपर्युक्त चित्र में आईआरएनएसएस नेविगेशन प्रणाली की सातों उपग्रहों की कक्षा की जानकारी दी गयी हैं।

3.0.1 आईआरएनएसएस उपग्रह की उपयोगिता

आईआरएनएसएस के साथ भारत एक नयी दुनिया में प्रवेश करेगा। यह रक्षा प्रतिष्ठानों का ज़मीनी, हवाई और समुद्री नौसंचालन के लिए बहुत उपयोगी होगा। इस प्रणाली के द्वारा वाहन और बेड़े की जानकारियां उपलब्ध करने में सामान्य

नागरिकों को भी सुविधा होगी तथा रक्षा सेवाओं को सीमा पर सैन्य प्रबंधन में मदद करने में उपयोगी होगा।

4.0 समापन

हमारे अंतरिक्ष कार्यक्रम ने वास्तव में, दूरस्थ क्षेत्रों के लिए महत्वपूर्ण सामाजिक, आर्थिक और औद्योगिक परिवर्तन लाने के लिए मदद की है। इसके कारण इन में अनिश्चितायें, अज्ञानता, समय और दूरी कम हो गयी है। हमारे अंतरिक्ष कार्यक्रम अंतरराष्ट्रीय ख्याति के हैं। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी और उसके प्रयोगों के क्षेत्र में हम ने वैश्विक मानक हासिल किया है। भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह प्रणाली एशिया प्रशांत क्षेत्र में संचार उपग्रहों की सबसे बड़ी प्रणालियों में से एक है। सूचना और संचार की क्रांति के साथ लाखों लोगों के जीवन को तेजी से बदल रही हैं। हम अधिक परिष्कृत संचार उपग्रहों के लिए नई प्रौद्योगिकियों को विकसित करने के लक्ष्य को हासिल कर रहे हैं।

5.0 पावती

इस आलेख को लिखने में दिल्ली भूकेंद्र के सभी अभियन्ताओं के सहयोग के लिए लेखक आभार प्रकट करते हैं। विशेषकर, इस आलेख के हिन्दी रूपान्तरण में सहयोग के लिए लेखक श्री वी. पी बंसल, श्री राहुल गर्ग, श्री डी. सी. पांडे, श्री ओ.पी. शर्मा के आभारी हैं।

6.0 संदर्भ

1. "India in Space : A Remarkable Odyssey **"–** बी गुरुप्रसाद .आर .
2. "Achieving Self-Reliance In Space Programme", Source: Indian Press Information Bureau; issued Aug. 2, 2007- जी माधवन नायर
3. "Challenges and Opportunities in the Indian Satcom Market " - दीपू कृष्णन, फरवरी2014.
4. IRNSS–"Analysis of opportunities and challenges", Motts, March 8, 2013 http://crazymotts.blogspot.in/
5. Indian Regional Navigation Satellite System 2011", कृति कत्री, जे.के. होटा.
6. इसरो वार्षिक रिपोर्ट -2011-12.
7. Preliminary Design Review Document (GSAT-6 Ground System)" , स्रा, अंतरिक्ष अनुप्रयोग केंद्र, जनवरी, 2012.

***

अंतरिक्ष अनुप्रयोग के विद्युत-प्रकाशीय प्रणाली के ह्रदय जाँच के लिये इन-हाउस विकसित डिटेक्टर टेस्ट-अप सॉफ्टवेयर

(An In House developed Test Set-up Software for the Heart of Electro-Optical Space Application System)

जितेन्द्र कुमार, अमित दवे- अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

सारांश

इसरो पिछले चार से अधिक दशकों से, अंतरिक्ष अनुसंधान एवं अनुप्रयोग क्षेत्र में शामिल है, और बहुत ही उच्च गुणवत्ता के अंतरिक्ष उपकरणों को विकसित कर जन सामान्य तक अपनी पहुँच बनायी है, जो न केवल संचार, नेविगेशन, सुदूर संवेदन तक सीमित हैं, वरन आज अन्य ग्रहों,उपग्रहों पर भी अपनी पहुँच बना रहे हैं। हमारे दूरदर्शी वैज्ञानिकों द्वारा अंतरिक्ष क्षेत्र में आत्म-निर्भरता के राष्ट्रीय पथ पर, युवा और गतिशील राष्ट्र पीढ़ी उपयुक्त उद्योगों की भागीदारी के साथ आगे बढ़ा रही हैं। फलस्वरूप आज हम अंतरिक्ष से संबंधित अधिकांश क्षेत्रों में आत्मनिर्भर हैं और इसे नीतभार नई ऊंचाइयों पर ले जाने के पथ पर प्रगतिशील हैं। आधुनिकतम (स्टेट-ऑफ-आर्ट) प्रौद्योगिकी अपनाने और वरिष्ठ-वैज्ञानिकों के अनुभव हस्तांतरण से युवा पीढ़ी आज अंतरिक्ष अनुप्रयोग प्रौद्योगिकी क्षेत्र में, चाहे यह संचार हो या सुदूर संवेदन, आत्मनिर्भरता के नीतभार नये आयाम तय कर रही है।

संकेत शब्द

डिटेक्टर, तरंगदैर्घ्य, सीसीडी, रेखियता, अवरक्त, दृश्य, अवरक्त

नामावली

एसडी (σ)- मानक विचलन
एसएनआर-सिग्नल टू नोइस रेसीओ (अनुपात)
डीएसएनयू-डार्क सिग्नल नॉन यूनीफोर्मिटी
पीआरएनयू-फोटोन रेस्पोंस नॉन-यूनीफोर्मिटी

1. प्रस्तावना

सभी सुदूर संवेदन अनुप्रयोगों में प्रयुक्त विद्युत ऑप्टिकल तंत्र का अत्यंत महत्वपूर्ण हिस्सा जिसे कि इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल तंत्र का दिल भी कह सकते हैं, एक डिटेक्टर होता है। इसके इर्द-गिर्द ही अन्य उपतंत्र समायोजित होतें हैं। अंतरिक्ष उपयोग में प्रयोग करने से पहले इन संसूचकों (डिटेक्टरों) की गुणवत्ता को मापना अत्यंत आवश्यक होता है। किसी संसूचक की गुणवत्ता निर्धारित करने के लिये उसके प्रमुख प्राचलों जैसे कि प्रकाशीय (फोटो) धारा, तम धारा, नोइस, अनुक्रिया, संसूचकता आदि का गणना के आधार पर उचित डिटेक्टर का चुनाव किया जाता है। इन प्राचलों को एक डिटेक्टर टेस्ट सॉफ्टवेर द्वारा निर्धारित किया जाता है।

2. संसूचक (एक - ऑप्टिकल तंत्र-एवं इलेक्ट्रो (डिटेक्टर यसामान्य परिच

डिटेक्टर एक ट्रांसडूसर है, जो कि विद्युत-चुम्कीय ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा (धारा या वोल्टेज) में परिवर्तित करता है। यह एक विशेष तरंगदैर्घ्य रेंज पर अपनी संवेदनशीलता के अनुसार प्रतिक्रिया देता है। इस अनुक्रिया (रेस्पोंस) के आधार पर विद्युत-चुम्बकीय ऊर्जा को डिटेक्ट कर, चिप पर उपस्थित एम्पलीफायर circuitry 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।

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।

छवि संवेदक (सेंसर)- छवि संवेदक एक ऐसी युक्ति है, जो कि ऑप्टिकल छवि को विद्युत 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।

3. डिटेक्टरों के प्रकार

सुदूर संवेदन संवेदकों को उनके संरचना, प्रदीप्त स्त्रोत की उपस्थिति, वर्णक्रमीय तथा उनके उपयोगों आदि के आधार पर कई प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है।

सुदूर संवेदन में प्रयुक्त होने वाले संवेदकों को प्रदीप्त स्त्रोत की उपलब्धता के आधार पर सक्रीय तथा निष्क्रिय दो भागों में बाँटा जा सकता है। सक्रीय संवेदकों में, लक्ष्य को स्वः उपलब्ध स्त्रोत के द्वारा प्रदीप्त कर, लक्ष्य के ई.एम. विकिरण में निहित, परावर्तित तरंगदैर्घ्य के आधार पर सेंस किया जाता है। इस प्रकार के संवेदक मौसम से अप्रभावित रहते हुए दिन तथा रात में भी वांक्षित तरंगदैर्घ्य पर ऊर्जा को माप सकतें हैं। 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। वहीँ निष्क्रिय संवेदकों में विकिरण के स्त्रोत के रूप में सोलर ऊर्जा का उपयोग कर तंत्र की जटिलता को कम कर दिया जाता है।

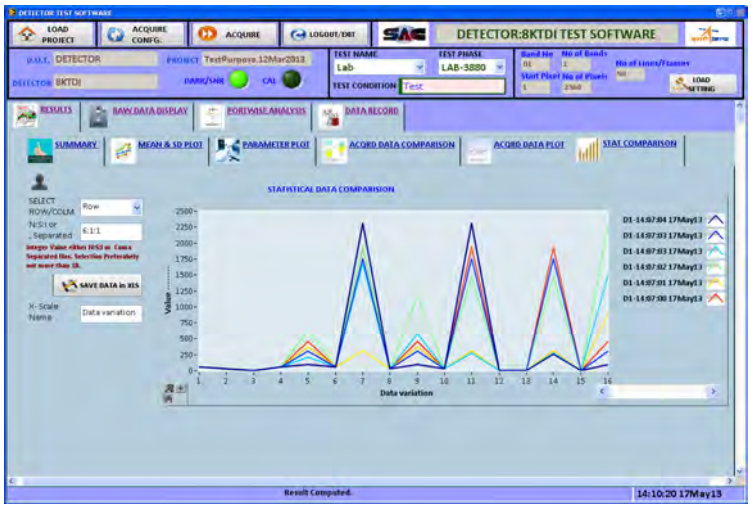
विद्युत-प्रकाशीय संसूचकों को वर्णक्रमीय आधार पर दृश्य तथा अवरक्त क्षेत्र संसूचकों में बाँटा जाता है। दृश्य संसूचक ई.एम. स्पेक्ट्रम के दृश्य स्पेक्ट्रम (0.4-0.8um माइक्रोमी.) बैंड में तथा अवरक्त क्षेत्र संसूचक स्पेक्ट्रम केVNIRआईआर (0.8-1.4 um माइक्रोमी.) बैंड में कार्य करतें हैं। परन्तु आजकल की अंतरिक्ष अनुप्रयोगों में, आवश्यकताओं के मद्देनजर जैसे कि

अत्यंत सूक्ष्म विभेदन तथा उच्च सिग्नल टू नोइस अनुपात टीडीआई तकनीकियों के संसूचकों को जन्म देता है। वहीँ तरंगदैर्घ्य के आधार पर सामान लक्ष्य को भिन्न-भिन्न तरंगदैर्घ्य क्षेत्र में अवलोकन करने के लिये मल्टी स्पेक्ट्रल और हायपर स्पेक्ट्रल संसूचक प्रयुक्त होतें हैं।

यहाँ हम अंतरिक्ष उपयोग में प्रयुक्त लीनियर, क्षेत्रीय तथा टीडीआई संसूचकों के परिपेक्ष में चर्चा करेंगें।

4. डिटेक्टर टेस्ट सेट उप सॉफ्टवेर की आवश्यकता-

डिटेक्टर को सुदूर संवेदन नीतभार (विद्युत-प्रकाशीय तंत्र) में प्रयोग करने से पूर्व, उपलब्ध डिटेक्टरों के प्राचलों को मापा जाता है, और इन मापन परिणामों के आधार पर गुणवत्ता जाँच कर सबसे उपयुक्त डिटेक्टर को चुना जाता है। चूँकि इन उपलब्ध डिटेक्टरों की संख्या सामान्यतः अधिक होती है अतः इनके गुणवत्ता मापन एवं निर्धारण के लिये एक डिटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर को विकसित किया गया। जो कि लीनियर, क्षेत्रीय तथा टीडीआई प्रकार के डिटेक्टरों के मापदंडों को ध्यान में रखकर लेबव्यू में विकसित किया गया है। एक डिटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर का दृश्य आरेख चित्र-1 में दिखाया गया है।

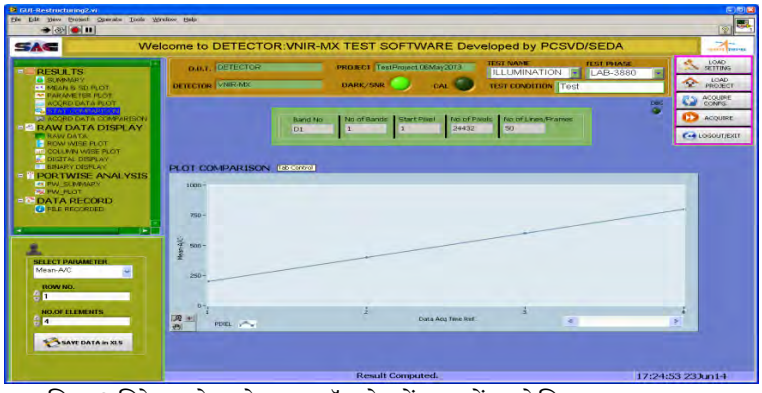


चित्र-1 डिटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर का दृश्य आरेख

5. 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। डिटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर में प्रयुक्त कुछ प्रमुख मानकों और उनकी गणना का संक्षिप्त विवरण यहां दिया गया है,

1. **डार्क सिग्नल/प्रदीप्त सिग्नल माध्य-** यह डार्क या प्रदीप्त अवस्था में डिटेक्टर 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।
2. **डार्क सिग्नल/प्रदीप्त सिग्नल नोइस-** यह डार्क या प्रदीप्त अवस्था में डिटेक्टर 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।
3. **डार्क सिग्नल नॉन यूनीफोर्मिटी (डीएसएनयू)**- यह डार्क (अप्रदीप्त) अवस्था में, पिक्सल मान का पिक्सल के माध्य से प्रतिशत विचलन है।
4. **फोटोन रेस्पोंस नॉन-यूनीफोर्मिटी (पीआरएनयू)-** यह एकसमान प्रदीप्त अवस्था में, पिक्सल मान का पिक्सल के माध्य से प्रतिशत विचलन है।



चित्र-2 डिटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर में आकडों का रेखियता मापन

5. **रेखियता-** इस प्राचल के मापन में, एकसमान प्रदीप्त अवस्था की तीव्रता को परिवर्तित करते हुये, डिटेक्टर 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। इस रेखीय क्षेत्र में इष्टतम फिट (न्यूनतम वर्ग प्रतिगमन विधि) के आर-स्क्वायर मान की गणना की जाती है और फिर ढलान (एम) को ज्ञात कर लिया जाता है। इस प्रकार से निम्न समीकरण से earity रेखीयता को प्राप्त कर लिया जाता है।

अरेखीय प्रतिशता (%)linearity = [(yवाय/एक्स)/एम-1]*100

6. **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।

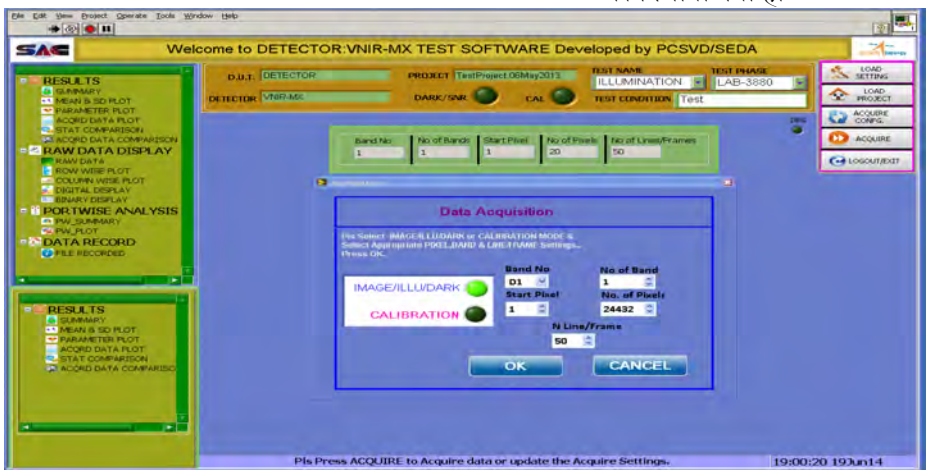
इनके अतरिक्त अन्य प्रमुख प्राचलों जैसे कि चार्ज ट्रान्सफर दक्षता, कन्वरजन लाभ अनुमान, अनुक्रिया, संसूचाकता आदि को भी डिटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर द्वारा अधिग्रहित आंकड़ों से व्युत्पादित कर लिया जाता है।

6. डिटेक्टर 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 डिटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर इन-हाउस लैब-व्यू में 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 समेकन 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 डिटेक्टरों के परिक्षण के लिए प्रयोग किया जा सकता है। इस परीक्षण बेंच को विकसित करने के लिए निम्न गतिविधियों को किया गया,

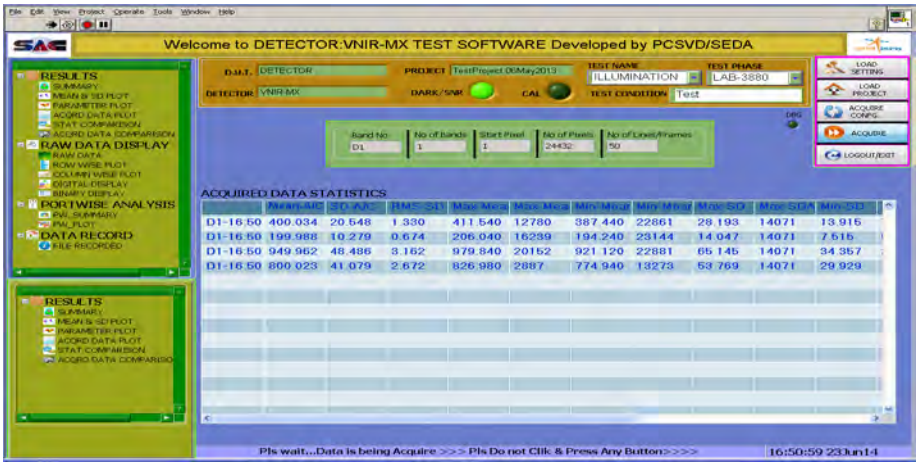
- एक बहुत ही जेनेरिक .VI लाइब्रेरी को विकसित किया गया, जिसको कि अन्य लैबव्यू Labview आधारित अनुप्रयोगों में भी नियोजित किया जा रहा है।
- यह सॉफ्टवेर टीसीपी/आईपी गतिवीधि पर आधारित है, इसलिए यह जीयूआई सॉफ्टवेयर उपयोगकर्ता के साथ नेटवर्क पर टीसीपी/आईपी सॉकेट के माध्यम से विभिन्न अधिग्रहण सेटिंग्स द्वारा संचार स्थापित कर, इन सेटिंग्स को एक आदेश में इनकोड कर सर्वर को भेज देता है, और तदानुसार सर्वर से संचार आदान-प्रदान द्वारा प्राप्त इन प्रतिक्रिया संदेशों को उचित रूप से विकोडित कर समझ लिया जाता है। चित्र-3 में अधिग्रहण सेटिंग्स को लागू करने सम्बंधित पोप-अप विंडोज को दिखाया गया है।



चित्र-3 डिटेक्टर 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 (MeanMEANmeanmean of mean), मानक विचलन का माध्य (Mean Sd), माध्य सिग्नल टू नोइस रेसीओ (SNR) 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-4 में और हेक्स-द्विआधारी-डेसीमल डेटा विश्लेषण चित्र-5 में दिखाया गया है।



चित्र-4 अधिग्रहित डाटा का त्वरित समरी मोड में प्रदर्शन

चित्र-5 डिटेक्टर टेस्ट सेट-उप सॉफ्टवेर में हेक्स-द्विआधारी-डेसीमल डेटा विश्लेषण

- 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 डाटा अधिग्रहण हार्डवेयर उपलब्धता और उच्च डाटा दर सीमा कारण टी.डी.आई डिटेक्टरों के लिए विंडोज प्लेटफॉर्म पर विकसित किया गया था। बाद में, इस सॉफ्टवेयर को, अपेक्षाकृत कम डाटा दर और उपलब्ध लिनक्स आधारित अधिग्रहण हार्डवेयर के अनुरूप 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, इसलिए सॉफ्टवेयर को इस तरह से संशोधित किया कि अब यह लिनक्स या विंडोज प्लेटफॉर्म पर स्वतंत्र कार्य करता है एवं एक ही संस्करण में अद्यतन भी किया जा सकता है।

आजकल यह सॉफ्टवेयर 8के-टीडीआई और वीएनआईआर-एमएक्स डिटेक्टरों के लिये प्रचालनीकरण में है।

7. उपसंहार

इस प्रकार से यह सॉफ्टवेर लीनियर, क्षेत्रीय तथा टी डी आई डिटेक्टर्स के प्रमुख प्राचलों को माप कर उनकी गुणवत्ता निर्धारण में महत्तवपूर्ण भूमिका निभा रहा है। कुछ प्रमुख प्राचलों के निर्धारण में बाहरी उपकरण को भी हस्त द्वारा संचालित करना पड़ता है, अतः इस सॉफ्टवेर में आई.सी.पी. मॉड्यूल को कार्यान्वित करके इस टेस्ट बेंच को स्वचालित कर सकतें हैं।

संदर्भ सूची-

1. डिटेक्टर डाटा शीट
2. लैब-व्यू 2010 टूल
3. डिटेक्टर रिक्वायरमेंट अभिलेख
4. वेब संदर्भ www.wikipedia.com

***

भारतीय नौसंचालन उपग्रह प्रणाली - आत्म निर्भरता एवं चुनौतियां

Indian Navigation Satellite System - Self Reliance and challenges

कुमारी कृती खत्री, श्री धवल उपाध्याय, श्री परिमल माजीठिया, डा. सुभाष **चन्द्र** बेरा

सारांश

विश्व में उपग्रह नौसंचालन का उपयोग अब जीवन के हर स्तर में देखा जा सकता है। नौसंचालन उपग्रह प्रणाली को मुख्यतः तीन भागों में बाँटा जा सकता है - अंतरिक्ष खंड (नीतभारभार), भू-खंड (ground Segment) एवं उपयोक्ता खंड (user receiver)। नौसंचालन सिग्नल का उत्पादन तथा संचारण सही समय एवं सिग्नल गुणता के साथ करना एक बड़ी चुनौती है। नौसंचालन उपग्रह तंत्र में समय की यथार्थता, किसी भी वस्तु की स्थिति के अनुमान में बहुत बड़ा योगदान देती है। प्रस्तुत लेख में पहले उपग्रह नौसंचालन का सिद्धांत के बारे में बताया है, फिर भारत की नौसंचालन के क्षेत्र में आत्मनिर्भरता के प्रयास के बारे में चर्चा करी है। इसके पश्चात् भारतीय क्षेत्रीय उपग्रह नौसंचालन तंत्र (IRNSS) का वर्णन करा है। अंत में IRNSS के नीतभार की कुछ चुनौतियों को प्रस्तुत किया है।

संकेत शब्द

भारतीय क्षेत्रीय उपग्रह नौसंचालन प्रणाली (IRNSS), तुल्यकालन (synchronization) उपग्रह प्रणाली नौसंचालन समय (SNST)

1. प्रस्तावना

नौसंचालन किसी वायुयान अथवा वाहन को एक स्थान से दूसरे स्थान जाने के लिए मार्गदर्शन एवं नियंत्रण प्रदान करता है। यह एक ऐसी कला है जिसमें नौसंचलक अपने विशेष ज्ञान द्वारा मार्गदर्शन स्वंय प्राप्त करता हैं। नौसंचलक अपनी स्थिति (रेखांश, अक्षांश, तुंगात) उपग्रह से भेजे गए तरंगों द्वारा कुछ मी. की यथार्थता तक प्राप्त कर सकता हैं।

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

GPS एवं Glonass वैश्विक नौसंचालन उपग्रह प्रणालियां है जो अपनी सेवाएं विश्वभर में प्रदान करती है। भारत ने भी IRNSS द्वारा अपना स्थान नौसंचालन क्षेत्र में बनाने का निश्चय किया है। इस उपग्रह तंत्र द्वारा भारत नौसंचालन के क्षेत्र में आत्मनिर्भर हो जाएगा। नौसंचालन उपग्रह तंत्र में समय की यथार्थता (accuracy) बहुत ही बड़ा योगदान देती है। स्थिति विलयन (position solution) में इस कारण वर्ष उपग्रह तंत्र का समय बनाय रखना एवं उसका तुल्यकालन (synchronization) उपग्रह प्रणाली नौसंचालन समय (SNST) के साथ करना एक बहुत बड़ी चुनौती है। संकेत बहुसंकेतन तकनीक (Multiplexing Technique) एवं परमाण्विक आवृत्ति मानक घड़ी (Atomic frequency standard clock) का उपयोग भारती क्षेत्रीय उपग्रह नौसंचालन तंत्र के कुछ और चुनौतियां है। आइये आब **भार**त की **नौसंचालन के क्षेत्र** में **आत्म निर्भरता एवं उससे संबंधित** कुछ चुनौतियों के बारे में चर्चा करें।

2. उपग्रह नौसंचालन का सिद्धांत

उपग्रह जिन तरंगों को प्रसारित करता हैं, उनमें उनके स्थान तथा समय की जानकरी होती है। उपग्रह के स्थान की जानकरी आंकडा संदेश में होती है जिसे एक कोड पर अध्यारोपित करते है जो समय संदर्भ का काम कारता है। उपग्रहों में परमाणु घड़ी का प्रयोग करते है, जो अत्यंत परिशुद्ध होता है जिससे उपग्रहों के तारामंडल का समय तुल्यकालन निर्धारित किया जा सके। ग्राही, प्रसारण के समय तथा कोडित समय की तुलना करके उपग्रह तरंग द्वारा दूरी तय करने में लगे समय की गणना करता है।

इस तरह के अल्पतम चार मान का प्रयोग करके त्रिभुजीकरण सिद्धांत से उपभोक्ता के स्थान, समय तथा गति का अनुमान कर सकते है। चित्र-1 में त्रिभुंजीकरण सिद्धांत देखा जा साकता है।

मिथ्या सीमा (PR) और समय के विलम्ब को नीचे दिये गए समीकरण से दर्शाया गया है।

$$(x_1 - x)^2 + (y_1 - y)^2 + (z_1 - z)^2 = (PR_1 - T*C)^2$$
$$(x_2 - x)^2 + (y_2 - y)^2 + (z_2 - z)^2 = (PR_2 - T*C)^2$$
$$(x_3 - x)^2 + (y_3 - y)^2 + (z_3 - z)^2 = (PR_3 - T*C)^2$$
$$(x_4 - x)^2 + (y_4 - y)^2 + (z_4 - z)^2 = (PR_4 - T*C)^2$$

जहा (x, y, z) पाने वाले अभिग्राहक के निर्देशांक है और T अभिग्राहक के घड़ी का समय है जो हमें ढुढना है। (x_1, y_1, z_1, PR_1), (x_2, y_2, z_2, PR_2), (x_3, y_3, z_3, PR_3) और (x_4, y_4, z_4, PR_4) उपग्रह का निर्देशांक और मिथ्या सीमा है।

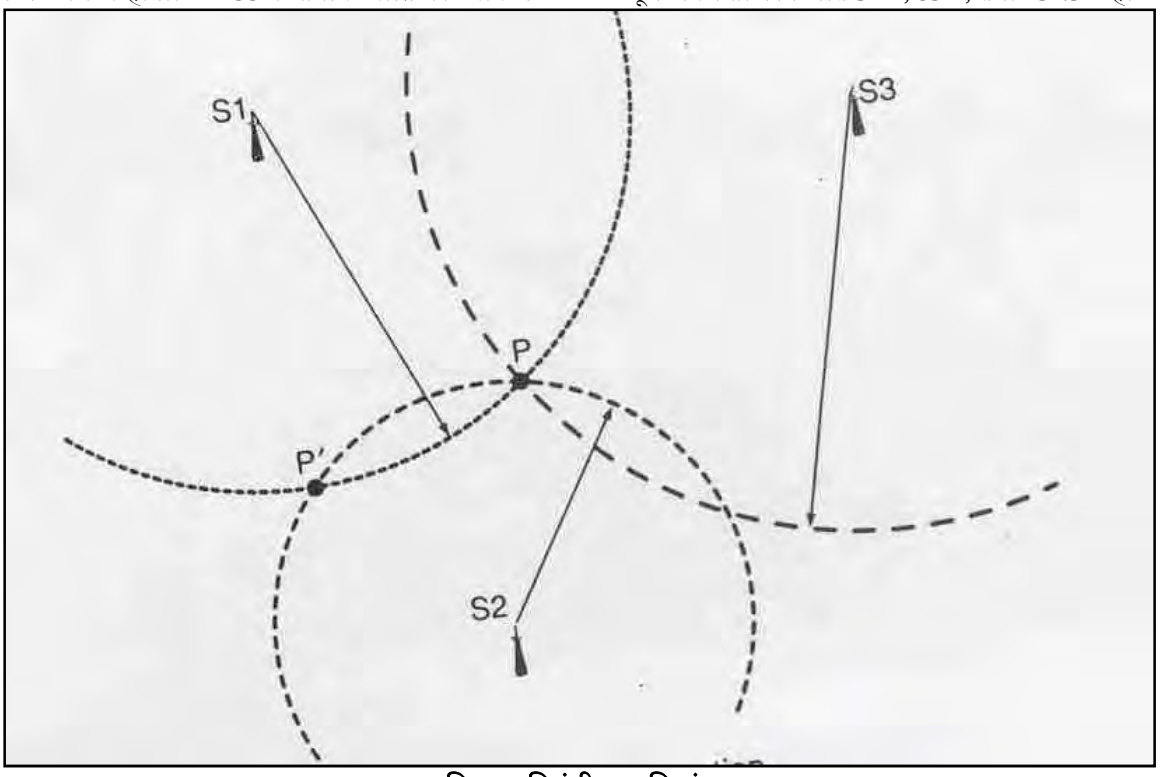
3. भारत की नौसंचालन में आत्मनिर्भरता

GPS एवं Glonass वैश्विक नौसंचालन उपग्रह प्रणालियां है जो अपनी सेवाएं विश्वभर में प्रदान करती है। इन उपग्रह प्रणालियों का नियंत्रण क्रमिक सरकार द्वारा किया जाता है। इन के द्वारा दी गई सेवाएं कभी भी बंद की जा सकती है, या उनका निम्नीकरण किया जा सकता है। इस आधुनिक युग में उपग्रह नौसंचालन मार्गदर्शन के प्रमुख स्त्रोत के रुप में प्रयोग होता है। नौसंचालन, सर्वेक्षण, मानचित्रांकन, रक्षातंत्र आदि उपयोगो में उपग्रह नौसंचालन अवर्णनीय है। नौसंचालन के उपयोग अवर्णनीय है इन उपयोगो को देखते हुए कई देश अपना स्वतंत्र नौसंचालन तंत्र विकसित करना चाहते है। भारत ने भी IRNSS द्वारा अपना स्थान नौसंचालन क्षेत्र में बनाने का निश्चय किया है। इस उपग्रह तंत्र द्वारा भारत नौसंचालन के क्षेत्र में आत्मनिर्भर हो जाएगा।

4. भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह प्रणाली (IRNSS) - वर्तमान दृश्यलेख

IRNSS एक स्वतंत्र एवं क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह प्रणाली है, जोकि भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा विकसित की

जा रही है। यह भारत सरकार द्वारा नियंत्रित है। IRNSS की सेवा भारतीय क्षेत्र एवं इसके आस-पास के 1500 कि.मी के क्षेत्र में उपलब्ध होगी। IRNSS के क्षेत्रीय व्याप्ति को ध्यान में रखते हुए इसमें से तीन उपग्रह भू-स्थिर कक्षा में तथा चार भूतुल्यकाली कक्षा, जिसका झुकाव 29° है, में रखा गया है। तीन भू-स्थिर कक्षा की स्थिति 34°E, 83°E, तथा 131.5°E है।



चित्र 1 : त्रिभुंजीकरण सिद्धांत

भू-तुल्यकाली उपग्रहों की कक्षा भूमध्यरेखा को 55° देशान्तर पर एक ही कक्षीय तल पर काटती है तथा अन्य दो भू-तुल्यकाली उपग्रहों की कक्षा 111.5° देशान्तर पर एक ही कक्षीय तल परन्तु कुछ कला अंतराल पर काटती है। इन उपग्रहों को ध्रुवीय उपग्रह प्रमोचन यान (PSLV) के द्वारा प्रमोचित किया जाएगा।

IRNSS दो प्रकार की सेवायें प्रदान करेगा -

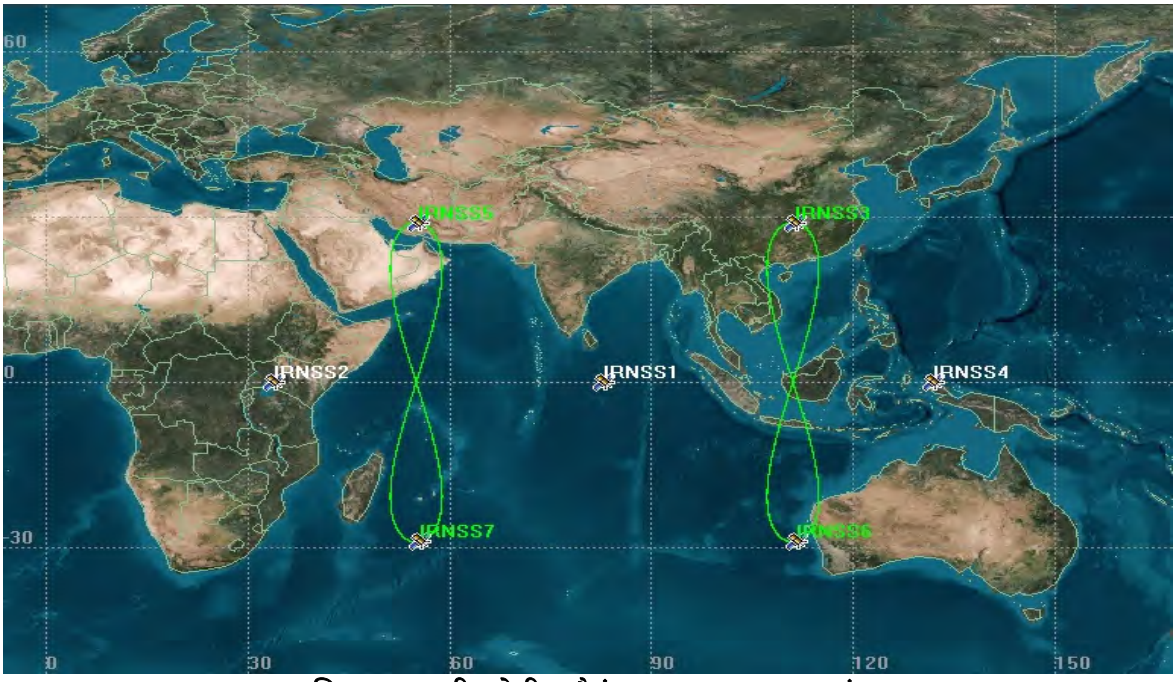
- मानक स्थिति निर्धारण सेवा (SPS)
- सीमित सेवा (RS)

सारणी 1 : IRNSS निष्पादन विनिर्देश (performance Specification)

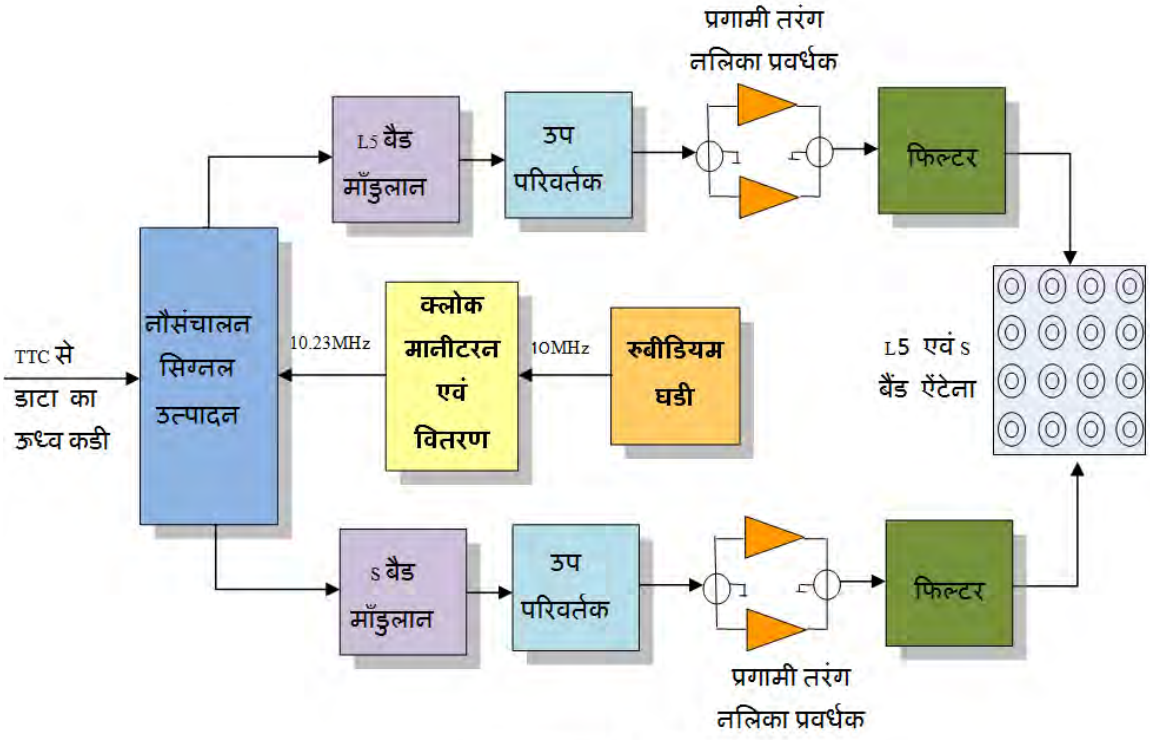
सं.	प्राचल	इकाई	विनिर्देश	
			L5-बैंड	S-बैंड
1.	प्रेषित आवृत्ति	MHz	1176.45	2492.028
2.	बैंड विस्तार	MHz	24	16.5
3.	ध्रुवण		RHCP	RHCP
4.	पूर्ण प्रेषित EIRP (EOC)	dBW	36	39
5.	विस्तार क्षेत्र		ग्लोबल	ग्लोबल
6.	ऐन्टेना लब्धि	dB	16	16
7.	आवृत्ति स्थिरता (100s से ज्यादा)		$1.5x10^{-13}$	$1.5x10^{-13}$
8.	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

IRNSS प्रणाली का तारामंडल चित्र - 2 में देखा जा सकता हैं। IRNSS संकेत L बैंड तथा S बैंड में प्रसारित किए जाएंगे। इसमें BPSK तथा द्वि-आधारी अंतराल वाहक (Binary Offset Carrier-BOC) माडुलन तकनीक का उपयोग किया जाएगा। IRNSS का नीतभार चित्र - 3 में देखा जा सकता हैं। सारणी 1 में IRNSS निष्पादन विनिर्देश (Performance Specification) प्रस्तुत किया गया हैं।

2013 में IRNSS-1A और हाल ही में IRNSS-1B, 55°° की भूस्थिर कक्षा में 29°° के झुकाव पर प्रमोचित किया गया है। 2015 तक उम्मीद है की IRNSS का पूरा तारामंडल का प्रमोचन हो जाएगा और उसकी सेवाएं उपभोक्ता के प्रयोग में आयेगी।



चित्र 2 : भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह का तारामंडल



चित्र 3 : IRNSS का नीतभार

5. IRNSS नीतभार की कुछ चुनौतियां

क) अंतरिक्ष यान (SV) का समय (T_{SV})

नौसंचालन उपग्रह प्रणाली अपने अंतरिक्ष यान (SV) का समय (T_{SV}) सप्ताह की संख्या (WN) एवं सप्ताह के समय (TOW) के रुप में बनाए रखती है। नौसंचालन संदेश द्वारा उपयोक्ता को यह की जानकारी प्रदान कि जाती है। सभी समय से संबधित जानकारी (जैसे की कोड, दाता, उप, फ्रेम, मुख्य फ्रेम आदि) मुख्य कोड द्वारा व्युत्पन्न की जाती है।

सप्ताह का समय (TOW) मुख्य कोड के घटना (epoch) क्षण की संख्या को दर्शाता है जो पिछले सप्ताह के संक्रमण के बाद घटित हुई। सप्ताह की संख्या एक पुर्ण संख्या काउंटर है जो अनुक्रमित सप्ताह की संख्या (WN) बताता है जिसकी शुरुआत उपग्रह नौसंचालन तंत्र समय SNST से हुई।

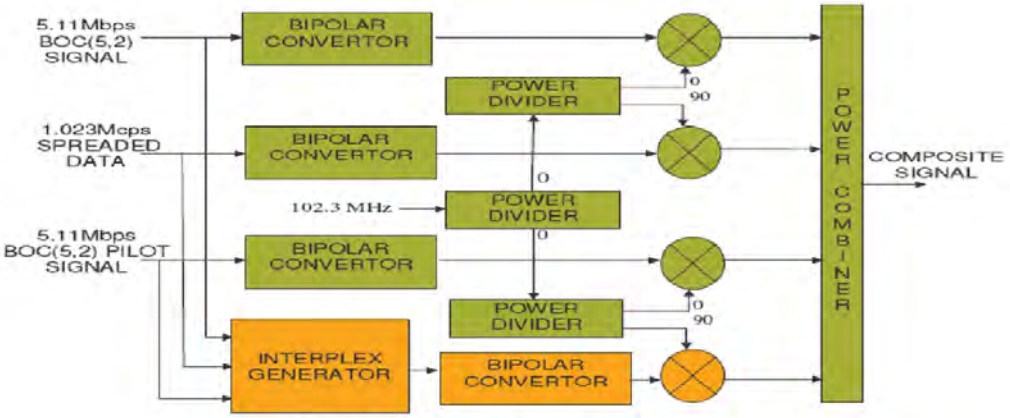
ख) अंतरिक्ष यान (SV) के समय का तुल्यकालन (Synchronization)

अंतरिक्ष में उपग्रह को लांच करने के पश्चात्, सबसे पहले अंतरिक्ष यान की घड़ी को स्थायीकर (stabilize) होने दिया जाता है। इसके बाद अंतरिक्ष यान के समय को SNST के समय के अनुसार प्रारंभन (initialize) और तुल्यकालन किया जाता है। अंतरिक्ष यान का समय नौसंचालन संदेश में उपभोकता को भेजा जाता है। प्राप्त किये गए संदेश से मोनीटरन स्टेशन के उच्चतर (high end) अभिग्राही (receiver) के द्वारा संचारण (Transmission) के समय को ढुढा जाता है। अभीग्राही प्रसारण के समय तथा प्राप्त किये गए समय के बिच के भिन्नता का अनुमान लगाता है। इस भिन्ता को अंतरिक्ष यान के काउटर में क्रमानुसार लोड किया जाता है। इस प्रकार WN, TOW, घटना क्षण का तुल्यकालन किया जाता है। अवशेष त्रुटि को घड़ी संबधित संशोधन से भेजा जाता है।

ग) संकेत बहुसंकेतन तकनीक (Signal Multiplexing Technique)

IRNSS में L5 एवं S बैंड पर मुख्यतः तीन संकेत है - BPSK, BOC (5,2) डाटा तथा BOC (5,2) पायलट। तीनों संकेतों को समान ऊर्जा में रखते हुए संयुक्त (Combine) करने पर 6 बिंदुओं का आवरण प्राप्त होता है परंतु उनकी ऊर्जा असमान हो तो 8 बिंदुओं का आवरण प्राप्त होता है तीनों संकेतों को संयुक्त आवरण नियतांक नही होते संयुक्त संदेश को जब TWTA (प्रगामी तरंग नलिका प्रबंधक) में दिया जाता है तब AM/AM, AM/PM, स्पेक्ट्रम पुनःवृद्धि, तारामंडल का विरुपण इत्यादि होता है।

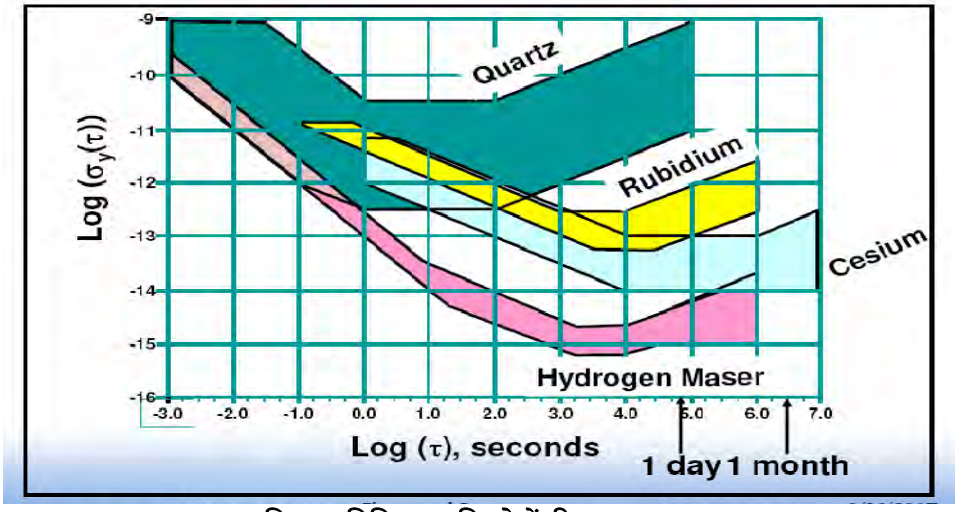
अन्तरविध (Interplex) माडुलन का प्रयोग कर के तीन संकेतों को संयुक्त किया जाता है। इस तकनीक में एक नए संकेत को मूल संकेतों के साथ निश्चित अनुपात एवं कला में मिलाते है। चित्र - 4 में अन्तरविध माडुलन का खंड आरेख दर्शाया गया है।



चित्र 4 : अन्तरविध माड़लन का खंड आरेख

घ) परमाण्विक आवृत्ति मानक (Atomic Frequency Standard)

नौसंचालन में स्थिति की यथार्थता तथा कालन स्थायित्व उसमें इस्तेमाल कि गई परमाणु घड़ी जैसे निष्क्रिय हाईड्रोजन मेजर, सीजियम आवृत्ति मानक, रुबिडियन आवृत्ति मानक (RAFS), PHM सबसे ज्यादा स्थायी है परंतु उसमें ऊर्जा ज्यादा लगती है एवं उसका द्रव्यमान भी अधिक है। सीजियम रुबीडियन से बेहतर है परंतु उसमें ज्यादा ऊर्जा की खपत है एवं द्रव्यमान भी अधिक है। RAFS की स्थायित्व अच्छा है और उसका द्रव्यमान एवं ऊर्जा की आवश्यकता भी बाकी दोनों के तुलना में कम है। यह क्षेत्रीय नौसंचालन प्रणाली के लिए उपयुक्त है। विभिन्न आवृत्ति स्रोतों की तुलना स्थायित्व विपरीत समय नीचे दिए गए चित्र-5 में प्रस्तुत की गई है।



चित्र 5 : विभिन्न आवृत्ति स्रोतों की तुलना

6. उपसंहार

उपग्रह नौसंचालन के उपयोग जीवन के हर स्तर में देखे जा सकते हैं। इन उपयोगों को ध्यान में रखते हुए भारत भी इस दिशा में आपनी आत्मनिर्भरता को IRNSS द्वारा प्रमणित करने जा रहा हैं। IRNSS भारत का अपना स्व्तंत्र नौसंचालन प्रणाली हैं। प्रस्तुत लेख में IRNSS उपग्रह नौसंचालन प्रणाली के नीतभार **की कुछ चुनौतियां जैसे कि समय तुल्यकालन, परमाण्विक आवृत्ति मानक संकेत बहुसंकेतन तकनीक इत्यादि के बारे में चर्चा की है।** IRNSS 2015 **से** अपनी सेवा उपभोकता को प्रदान करना शुरु केरेगा।

संदर्भ:-

5. "भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह तंत्र पी.दी.र (IRNSS PDR) " दस्तावेज 2011।
6. ब्राद्फोर्द व. पार्किंसन, जेम्स ज. सपिलकर, "गलोबल पोजिशनिग सिस्टम (GPS) सिध्दांत एवं उपयोग ", परिमाण -1।
7. **परिमल माजीठिया, कृती खत्री, ज के होता, "** तकनीक **प्रारंभन** और तुल्यकालन अंतरिक्ष यान के समय **को** उपग्रह प्रणाली नौसंचालन समय **(SNST) के साथ " जर्नल ओफ नेविगेशन, 2012**।
8. वेब संदर्भ–1 www.wikipedia.com

****

सुदूर संवेदन तकनीक से भारत में "ताप लहरों" (Heat Waves) का संसूचन

मेहुल आर.पंड्या, धीरज बी.शाह*, निकुंज पी. दरजी, हेतल पंड्या,
आर.पी.सिंह एवं आ.सी.किरणकुमार
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद
*सरदार पटेल विश्वविद्यालय, वल्लभ विधानगर

प्रस्तावना:
विश्वस्तरीय उष्मीकरण और जलवायु परिवर्तन 21वीं सदी की प्रमुख समस्याएं है। इसका प्रमुख कारण पेट्रोल-डीज़ल जैसे ईंधन का अमर्यादित उपयोग और उसकी वजह से ग्रीन हाउस गैस उत्सर्जन में उत्तरोत्तर बढ़ोतरी है। पृथ्वी के जलवायु परिवर्तन के दुष्प्रभावों के अध्ययन के लिए स्थापित अंतर्राष्ट्रीय संस्था आई.पी.सी.सी. ने अपनी चौथीं मूल्यांकन रिपोर्ट (2007) में यह खुलासा 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 विषम घटनाएँ जैसे बाढ़, अतिवृष्टि, सूखा, प्रचंड ताप लहरें और शीत लहरें इत्यादि मानव जीवन को बुरी तरह प्रभावित करती रहेंगी।

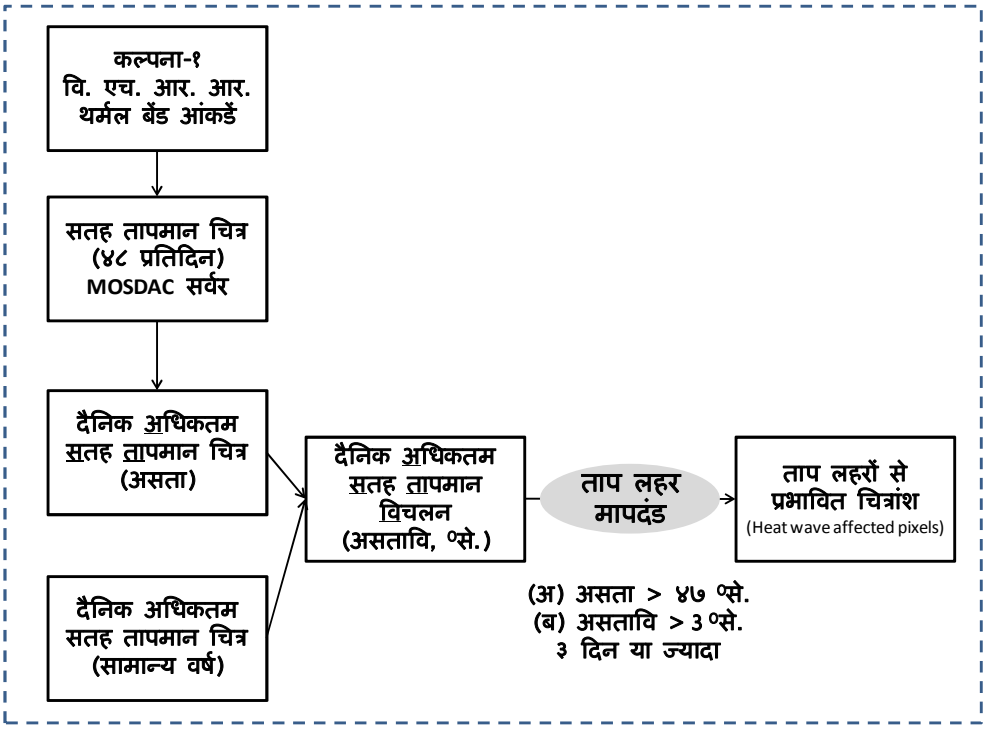
प्रस्तुत शोधपत्र में "ताप लहर" का सुदूर संवेदन तकनीक से आकलन करने से पहले उसकी व्याख्या समझना आवश्यक है। जिस प्रकार शांत जल में पत्थर फेंकने पर ऊर्जा अनुप्रस्थ तरंग के रूप में एक स्थान से दूसरे स्थान को जाती हैं, उसी प्रकार किसी स्थान पर अधिकतम तापमान के असामान्य रूप से बढ़ जाने पर भीषण उष्मीय ऊर्जा प्रकट होकर एक स्थान से दूसरे स्थान पर क्रमश: स्थानांतरित होती रहती है। इस प्रकार की प्राकृतिक घटना को "ताप लहर" या "उष्ण लहर" कहते है। भारत मौसम विज्ञान विभाग ने ताप लहरों को दो भागों में विभाजित किया है: (1) ताप लहर या (2) प्रचंड ताप लहर। किसी समतल भूमि का अधिकतम तापमान 40^0 से. अधिक हो और उस प्रदेश के सामान्य अधिकतम तापमान से 5^0 से. अधिक 3 या उससे ज्यादा दिन रहता है, तो वह स्थान ताप लहरों से प्रभावित कहा जायेगा। यदि सामान्य तापमान का विचलन 7^0 से. अधिक हो तो इसे प्रचंड ताप लहर घोषित किया जाता है। ताप लहरों का मापदंड समुद्र तटीय स्थान पर अलग रखा गया है। यदि किसी समुद्र तटीय स्थान का अधिकतम तापमान 40^0 से. के बराबर या अधिक हो तो वह स्थान ताप लहर से प्रभावित माना जायेगा।

पिछले कई सालों से भारत ग्रीष्म-ऋतु (मार्च से जून) के दरमियान "ताप लहरों" या "प्रचंड ताप लहरों" की चपेट में रहा है। इस प्रचंड ताप (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 और पशु-पक्षी-मनुष्य का मरणासन्न हो जाना प्रमुख है। भारत में सबसे अधिक ताप लहरें उत्तर प्रदेश में आती हैं। इसके बाद ये बिहार, राजस्थान, मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र, आंध्र प्रदेश, उड़ीसा, पश्चिम बंगाल इत्यादि प्रदेशों को घटते हुए क्रम से प्रभावित करती हैं। गुजरात के प्रदेश में 2001 से 2010 के दशक में पिछले दशकों की अपेक्षा ताप और अति ताप दोनों प्रकार की लहरों की संख्या बढ़ी है।

भारत मौसम विज्ञान विभाग इस ताप लहरों के संसूचन की विस्तृत जानकारी प्राप्त करने के लिए गहन 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। उपग्रह की मदद से सुदूर संवेदन की तकनीक का उपयोग करके बृहद क्षेत्र में आने वाली ताप लहरों जैसी प्राकृतिक आपदा का संसूचन शायद बेहतर तरीके से किया जा सकता है। स्वदेशी उपग्रहों की मदद से सूखा, बाढ़ या चक्रवात जैसी प्राकृतिक आपदाओं का आकलन और पूर्वानुमान सफलतापूर्वक किया जाता है।
इस शोधपत्र में भूस्थिर कक्षा में स्थित भारत के सुदूर संवेदन उपग्रह कल्पना-1 के वी. एच. आर. आर. (Kalpana-1 VHRR) नीतभार के थर्मल बैंड (10.5-12.5 uuमाइक्रोमीटर) से प्राप्त आंकड़ों की मदद से ताप लहरों के संसूचन की एक नवीनतम तकनीक प्रस्तुत की गई है। इस नई तकनीक को हाल ही (वर्ष 2014) में भारत में आयी ताप लहरों के संसूचन के लिए सफलतापूर्वक प्रस्थापित किया गया है।

पद्धति:
प्रस्तुत अध्ययन में वर्ष 2014 के ग्रीष्म ऋतु के आखिरी दो माह (मई-जून) की अवधि में भारतवर्ष के कई इलाकों में आई प्रचंड ताप लहरों के संसूचन के लिए भूस्थिर कक्षा में स्थापित कल्पना-1 उपग्रह के थर्मल बैंड (10.5-12.5 uuमाइक्रोमीटर) से प्राप्त आंकड़ों का उपयोग किया गया है। इस पूरी तकनीक का विधिवत् आरेख चित्र-1 में प्रस्तुत किया गया है। कल्पना-1 उपग्रह से प्राप्त मूल आंकड़ों को पंड्या और अन्य (2014) द्वारा विकसित तकनीक से हर आधे घंटे के अंतराल में "*भू सतह 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* (*असंगति*: Anomaly of LST_{max}) का दैनिक चित्र तैयार किया जाता है। यह समग्र प्रक्रिया स्वचालित बनाई गई है, जिसका कंप्यूटर प्रोग्राम द्वारा कार्यान्वयन होता है।

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 (अ) उपग्रह से प्राप्त *दैनिक अधिकतम सतह तापमान* 47^0 से. अधिक हो और (ब) *दैनिक अधिकतम सतह तापमान विचलन* 3 दिन या ज्यादा समय के लिए 3^0 से. या उससे अधिक हो। प्रस्तुत अध्ययन में प्रस्तावित तकनीक का परीक्षण वर्ष 2014 के 25 मई से 12 जून के दिनों में कल्पना-1 के आंकडों पर किया गया।



चित्र-1: सुदूर संवेदन तकनीक से "ताप लहरों" के संसूचन का विधिवत् आरेख

परिणाम:

प्रस्तुत अध्ययन के कुछ महत्वपूर्ण परिणाम निम्नलिखित हैं। कल्पना-1 उपग्रह से प्राप्त सतह तापमान के दैनिक 48 चित्रों का दैनिक विश्लेषण 25 मई से 10 जून किया गया। नियमित रूप से *दैनिक अधिकतम सतह तापमान* के चित्र तैयार किए गए और *अधिकतम सतह तापमान विचलन* (*असतावि: Anomaly of* LST_{max}) का भी परिकलन किया गया। इन *असतावि* आंकड़ों पर ताप लहरों का मापदंड लगाया गया। जो भी चित्रांश ताप लहरों के मापदंड अनुरूप अभिलक्षण प्रदर्शित करें उनकों ताप लहरों से प्रभावित की संज्ञा दी गई।

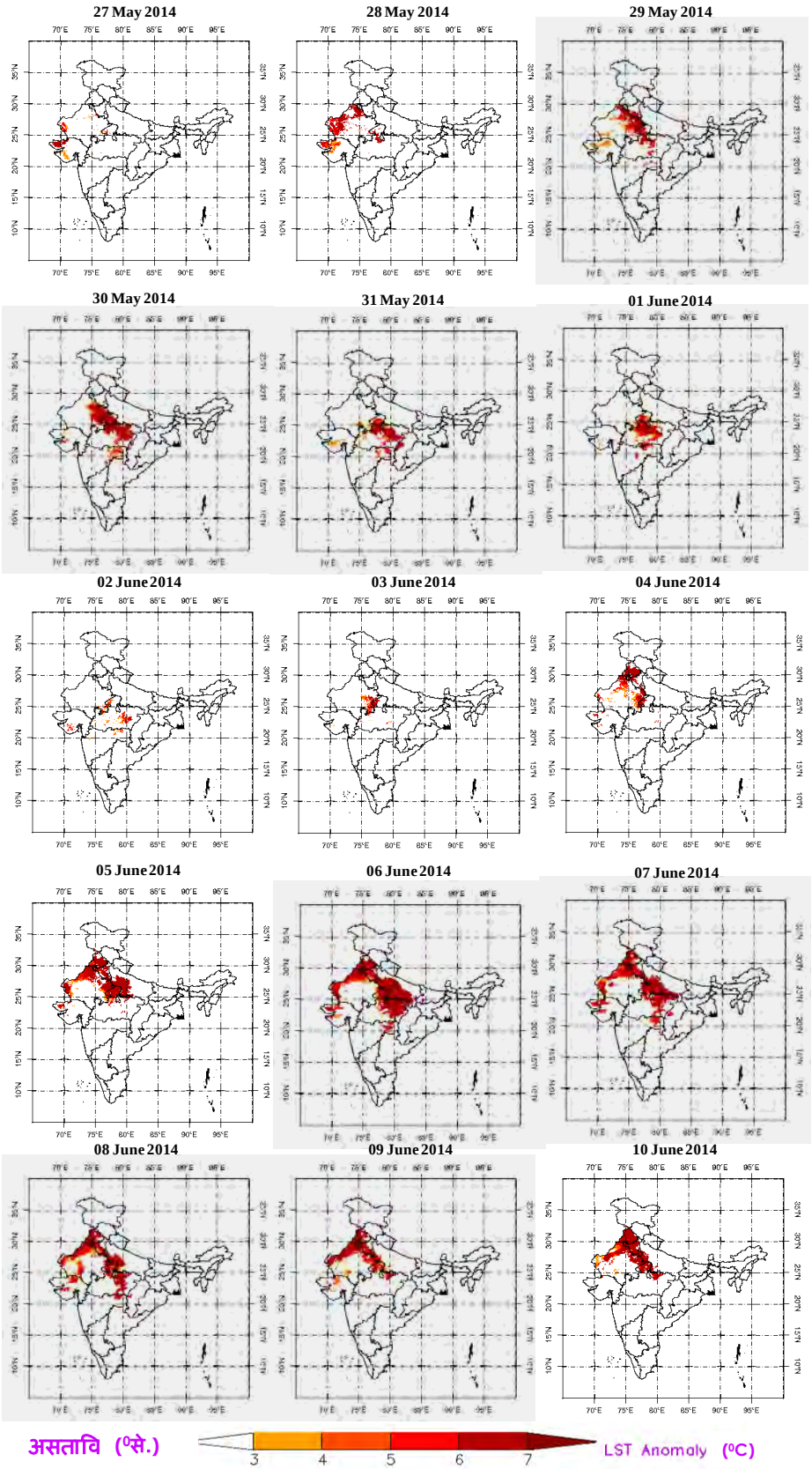
इस अध्ययन में पाया गया की मई 27 से जून 10, 2014 के दिनों में भारत में ताप ओर अति ताप लहरों का प्रकोप देखा गया था। भारत के विभिन्न भागों में खास कर उत्तर, पश्चिमोत्तर और मध्य भारत में इन ताप लहरों का आवागमन रहा था। उपग्रह से अनुमानित ताप लहरों का भारत वर्ष में मई 27 से जून 10, 2014 के दौरान व्याप चित्र-2 में 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* (*असतावि*)" को दर्शाते है जोकि नीचे दिखाई गई निदेशिका से समझा जा सकता है।

उपग्रह से व्युत्पन्न ताप लहरों के मानचित्र (चित्र-2) स्पष्ट रूप से दर्शाते हैं कि राजस्थान का बड़ा प्रदेश, सौराष्ट्र एवं कच्छ का क्षेत्र मई 27 से जून 10, 2014 के सभी दिन ताप लहरों के चपेट में रहा। हालांकि 2 और 3 जून, 2014 के दो दिन ताप लहरों का व्याप बाकी के दिनों की तुलना में कम था। इसके बाद के क्रम में मध्य भारत के प्रदेशों में ताप और अति ताप लहरों का कहर लंबे समय तक देखा गया। दिल्ली और उत्तर प्रदेश में 4 जून से 10 जून, 2014 तक प्रचंड ताप लहरों का प्रकोप देखा जा सकता है। यह पूरा सप्ताह उत्तर एवं मध्य भारत के कई प्रदेशों के *सतह तापमान* सामान्य अधिकतम तापमान से 7^0 से. या उससे काफी अधिक रहा और इस लिए यह समय इन प्रदेशों के लिए एक भीषण ताप लहरों का समय रहा। इन प्रदेशों में पश्चिम भारत की तुलना में ताप लहरों का प्रभाव कुछ दिन बाद में अनुभव किया गया, किन्तु ताप लहरों की मात्रा काफी प्रचंड थी। इसी अवधि में भीषण ताप लहरों से भारत के उत्तर और मध्य भागों में दुर्भाग्यवश गरीब और वृद्ध लोगों की मौतें हुई थी।

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।

सुदूर संवेदन तकनीक से अनुमानित मई 27 से जून 10, 2014 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 परिणाम उत्साहजनक प्राप्त हुए है और इस नवीनतम तकनीक के परिणामों का वैधीकरण दूसरे निरपेक्ष स्रोत जैसेकि वैश्विक प्रचलन मॉडल एवं अन्य उपग्रह के आंकडों से करना आवश्यक है, जोकि भविष्य में अनुसंधान का एक महत्वपूर्ण कार्य रहेगा।



चित्र-2. कल्पना-1 से प्राप्त आंकडों द्वारा बनी तकनीक से भारतवर्ष में उठी "ताप लहरों" का चित्र

निष्कर्ष:

प्रस्तुत शोधपत्र में भारत द्वारा प्रक्षेपित भूस्थिर कक्षा स्थित कल्पना-1 उपगृह से प्राप्त आंकडों के उपयोग से "ताप लहरों" के संसूचन एवं अनुमान की सुदूर संवेदन की एक नवीनतम तकनीक निरूपण की गई है। इस तकनीक के उपयोग से भारतवर्ष में हाल ही (मई-जून, 2014) में आये ताप लहरों का

सफलतापूर्वक अनुमान लगाया गया। यह तकनीक स्वचालित बनाई गई है, जिसका कंप्यूटर प्रोग्राम द्वारा कार्यान्वयन होता है, अत:भविष्य में इस नवीनतम तकनीक को प्रचालनीकरण करके अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के MOSDAC सर्वर पर लागू किया जायेगा। 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।

आभार:
हमे इस कार्य में मार्गदर्शन और सहयोग देने के लिए डॉ. आर. रामकृष्णन, डॉ. प्रकाश चौहान एवं डॉ. जे. एस. परिहार का धन्यवाद करते है। सरलता से हिंदी में इस शोधपत्र लिखने हेतु मदद के लिए श्री सोनू जैन का विशिष्ट आभार प्रगट करते है।

संदर्भ:
चौधरी एस. के., गोरे जे. एम. एवं सिन्हा रे के. सी. (2000). Impact of heat waves over India. Current Science. Vol. 79: 153-155.

पंड्या एम.आर., शाह डी.बी., दरजी एन., रामकृष्णन आर., पाणिग्रही एस., परिहार जे.एस.एवं किरणकुमार आ.सी. (2014). 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.

***

संरचनात्मक विश्लेषण में स्वदेशी सॉफ्टवेयर का उपयोग- एक चुनौती

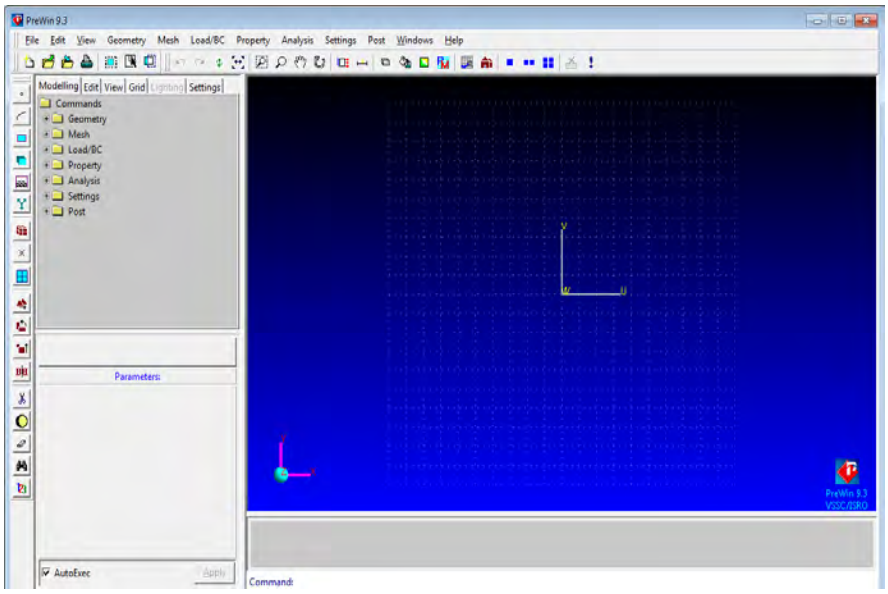
वी. एस. जगदीश
संरचनात्मक और तापीय विश्लेषण विभाग
अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र-इसरो - अहमदाबाद
दूरभाष: 079-26913947/3932

सारांश :

उत्तम अभिकल्पना के लिए विविध प्रकार के संख्यात्मक विधियों का उपयोग किया जाता है। इस संख्यात्मक विधियों में परिमिति अवयव विधि अत्यंत विस्तार रूप से उपयोग किया जाता है। इस विधि को उपयोग करके घटकों का संरचनात्मक व्यवहार को जान सकते हैं। स्वीकार्य अभिकलन लागत (acceptable computational cost) से घटकों का विकास इस विधि के द्वारा कम समय में कर सकते हैं। समदैशिक पदार्थों (isotropic materials) और रेखीय विश्लेषण के लिए संरचनात्मक विश्लेषण के अंतर्गत स्थैतिक और प्राकृतिक आवृत्ति आकलन के लिए फीस्ट साफ्टवेयर को उपयोग करने हेतु विश्लेषणों को प्रस्तुत किया गया है।

परिचय:

संरचनात्मक विभाग, विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र, तिरूवनंतपुरम के द्वारा विकसित संरचनात्मक विश्लेषण सॉफ्टवेयर फीस्ट (**FEAST**) को उपयोग करके विविध नीतभार के घटकों और कोडंतरणों का विश्लेषण किया गया है। इस पत्र में दो कोडांतरणों का संरचनात्मक विश्लेषण के द्वारा **FEAST** और **NASTRAN SOFTWARE** के सात तुलना किया गया है। प्राप्त परिणामों को विस्तार रूप से प्रस्तुत किया गया है। इस पत्र में **NASTRAN** सॉफ्टवेयर के परिमिति अवयव **FEAST** सॉफ्टवेयर में आयात (**import**) किया गया है। इस के द्वारा पता किया विविध त्रुटियों को संशोधन के लिए संरचनात्मक विभाग, विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र, तिरूवनंतपुरम के साथ परस्पर चर्चा किया गया है। विभिन्न त्रुटियों को संरचनात्मक विभाग, विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र की सहयता से सुधार ने के बाद संरचनात्मक विश्लेषण किया गया है।



इस साफ्टवेयर में **command tree** और **menu bar** दोनों के द्वारा निर्धारित आकृति को चयन कर सकते हैं। (इस चित्रपट में दिखाए गए हैं।)

उदाहरण - 1 : इन्सैट - 3 डी का प्राथमिक दर्पण कोडांतरण :

सुदूर संवेदन मौसम उपग्रहों के अंतर्गत इन्सैट- 3डी परियोजना में द्वारा प्रतिबिंबित्र (imager) और ध्वनित्र (Sounder) नीतभार प्रयोग किया जाता है। इस में दर्पण कोंडांतरण का मुख्य भूमिका है। इस दर्पण कोंडांतरण में, प्राथमिक दर्पण कोडांतरण और दर्पण स्थिरीकरण युक्ति, एफ्ट प्रकाशिकी (aft-optics) इत्यादि उप कोडांतरणों को निर्धारित स्थानों पर समाकलित किया गया है। इस कोडांतरण के कुल द्रव्यमान 11.12 कि.ग्रा है। इस निदर्श के विभिन्न पदार्थों और इस के यात्रिक गुणधर्म निम्नसारणी।

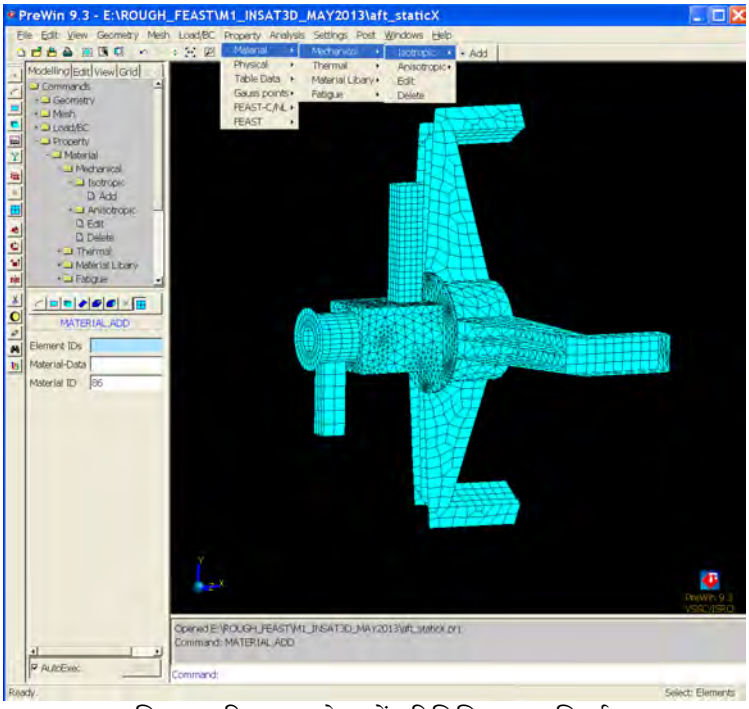
पदार्थों के यांत्रिक गुणधर्म :

इनवार - (दर्पण स्थिरीकरण युक्ति और एफ्ट ट्रैपोड)

यंग मापक - 14000 कि.ग्रा / मि.मि^2
घनत्व - 8.1 ग्रा / घन से.मी
POISSION'S RATIO- 0.24
रैखीय प्रसार गुणांक (α)- 1.30e-6 / डि.सेंग्रे

जिरोडर - (दर्पण)

यंग मापक - 9060 कि.ग्रा / मि.मि^2
घनत्व - 2.53 ग्रा / घन से.मी
POISSION'S RATI- 0.25
रैखीय प्रसार गुणांक (α)- 0.30e-6 / डि.सेंग्रे



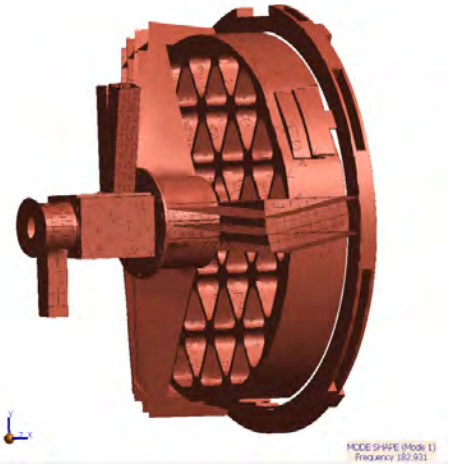
चित्रपटः फीस्ट साफ्टवेयर में परिमिति अवयव निदर्श

प्राकृतिक आवृत्ति आकलन : (Natural Frequencies) :

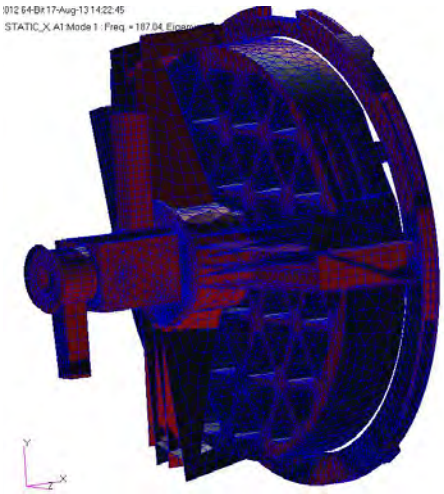
संरचनात्मक विश्लेषण में आवृत्ति आकलन की मुख्य भूमिका है। अनु - कोडांतरण (Sub-Assembly) की अभिकल्पना के लिए, और कोडांतरण का संरचनात्मक व्यवहार जानने के लिए भी इस आवृत्ति आकलन करना जरूरी है। इस परिमिति अवयव निदर्शो को मुख्य दर्पण युक्ति के ऊपर समाकलित (Integrate) करके विश्लेषण किया गया है। (यह प्राकृतिक आवृत्तियाँ नीचे तालिका-3 में दिखाई गई है।)

<u>तालिका : प्राकृतिक आवृत्ति</u>

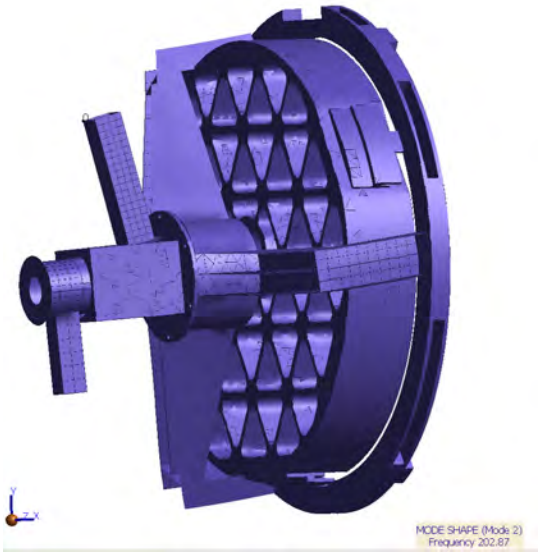
विधा आकृति क्र.सं (Mode Shape No.)	प्राकृतिक आवृत्ति/ (feast s/w) (हेट्र्ज)	विधा आकृति (Mode Shape)	प्राकृतिक आवृत्ति/ (NASTRAN s/w) (हेट्र्ज)
1	182.931	ट्रैपोड घूर्णन	187.0
2	202.87	ट्रैपोड कैंटीलीवर	207.2
3	215.728	--	212.3
4	224.364	--	243. 7
5	306.565	--	336.8



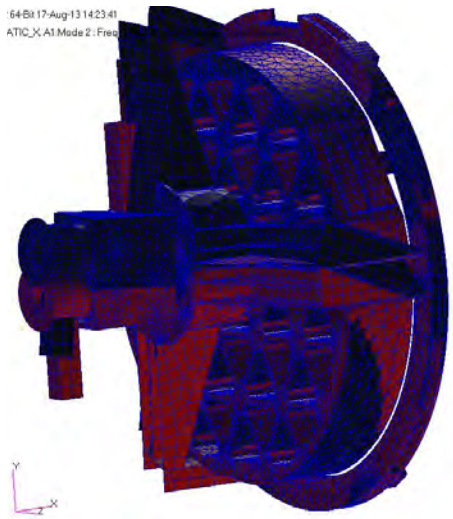
चित्रपट- प्राकृतिक आवृत्ति 182 हट्र्ज (FEAST)



चित्रपट- प्राकृतिक आवृत्ति 187 हट्र्ज (NASTRAN)



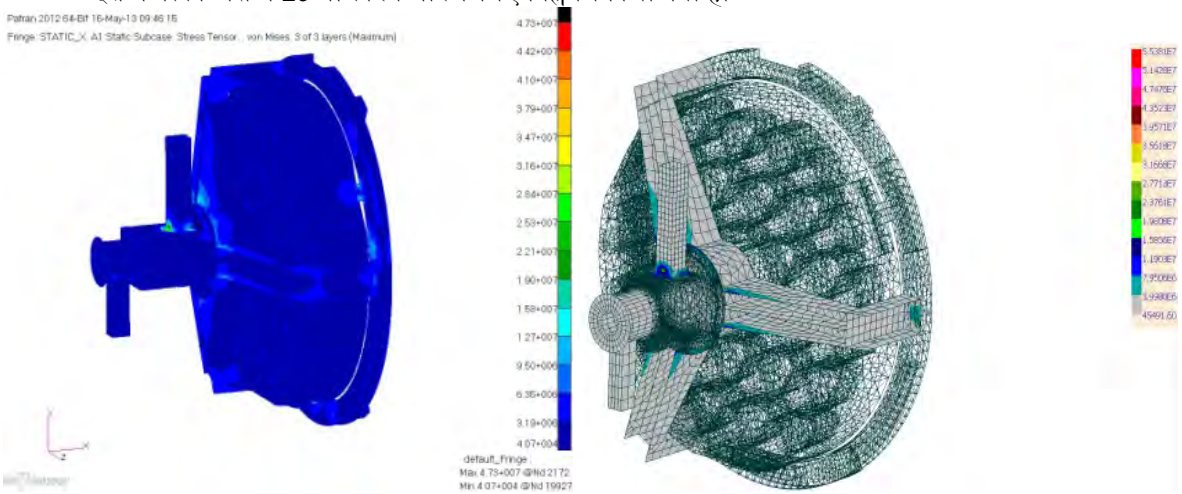
चित्रपट- प्राकृतिक आवृत्ति 202 हर्ट्ज (FEAST)



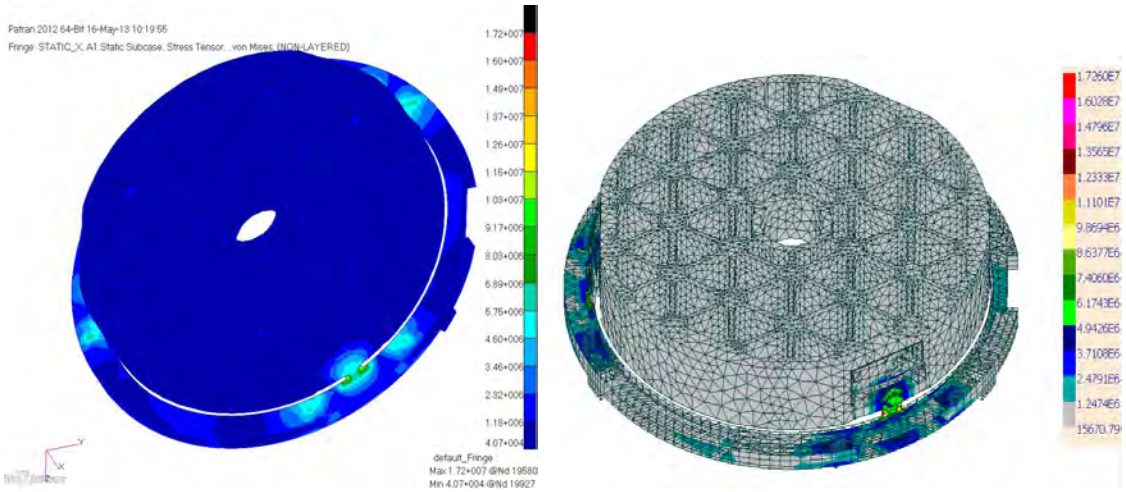
चित्रपट- प्राकृतिक आवृत्ति 207 हर्ट्ज (NASTRAN)

स्थैतिक विश्लेषण :

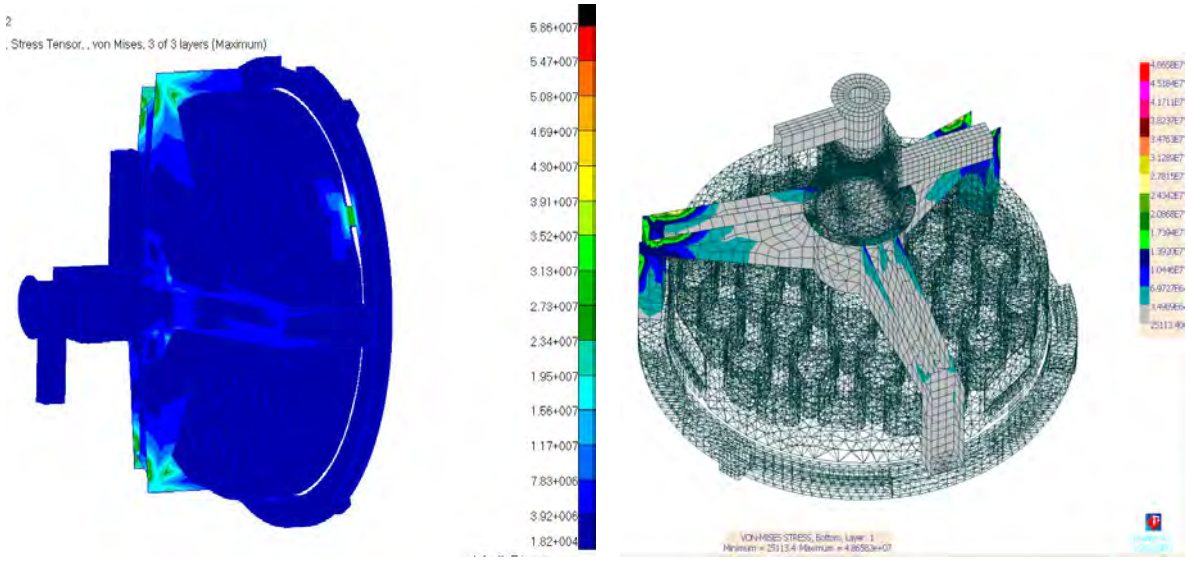
इस में प्रत्येक अक्ष में 20 जी त्वरण भार के लिए विश्लेषण किया गया है।



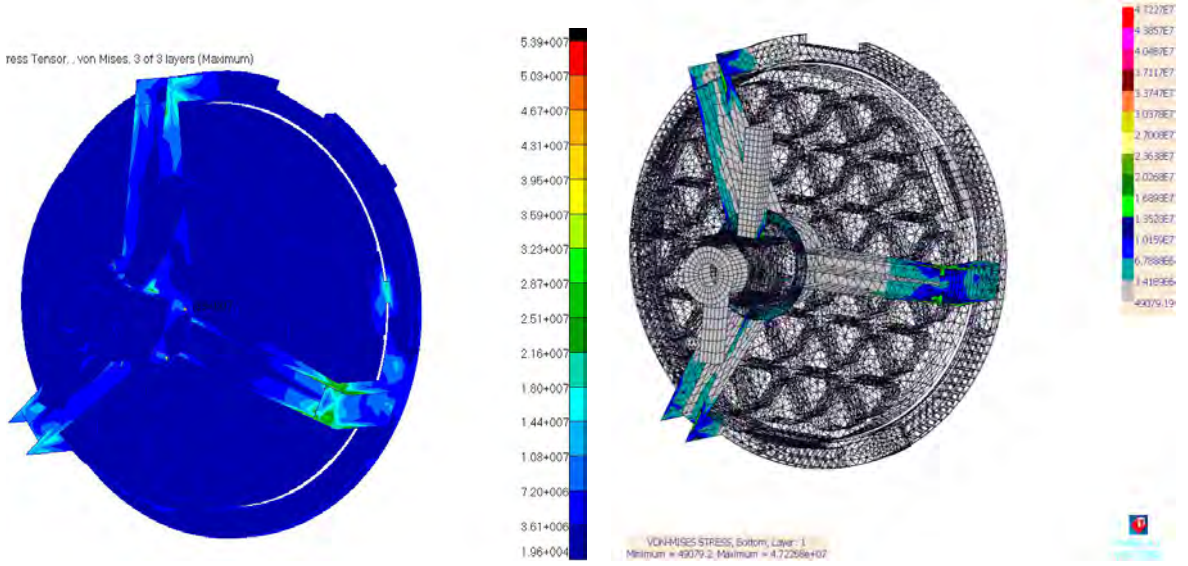
चित्रपट : प्रतिबल - 20/0/0 जी त्वरण के लिए -- नास्टान - 47.3 MPa फीस्ट - 55.38MPa



चित्रपट : प्रतिबल - 20/0/0 जी त्वरण के लिए दर्पण के ऊपर -- नास्टान - 17.2MPa फीस्ट - 17.2MPa



चित्रपट : प्रतिबल –0/20/0 जी त्वरण के लिए - नास्टान - 58.6 MPa फीस्ट - 48.6 MPa



चित्रपट : प्रतिबल –0/0/20 जी त्वरण के लिए -- नास्टान - 53.9 MPa फीस्ट - 47.2 MPa

क्र . सं Sl.No	(वर्णन) DESCRIPTION	(स्टान) NASTRAN	(फीस्ट) FEAST
1.	20/0/0g	47.3 MPa	55.38 MPa
2.	0/20/0g	58.6 MPa	48.65 MPa
3.	0/0/20g	53.9 MPa	47.22 MPa

अभिकलन समय की तुलना :

क्र . सं Sl.No	**(वर्णन) DESCRIPTION**	**(नास्टान) NASTRAN**	**(फीस्ट) FEAST**	**(समय) TIME NASTRAN**	**(समय) TIME SMT**
1.	प्रतिबल रहित प्राकृतिक आवृत्ति	6 प्राकृतिक आवृत्ति O 1e-4	6 प्राकृतिक आवृत्ति O 1.e-1	68.82 s	143 s

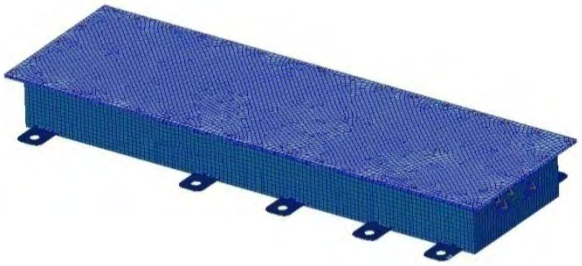
2.	आधार स्थिर प्राकृतिक आवृत्ति	187 Hz.	182 Hz.	--	--

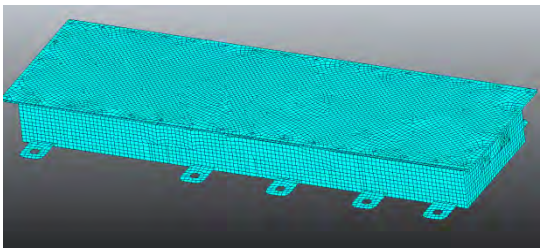
उदाहरण - 2 : 160 वाट एस एस पी ए का संरचनात्मक विश्लेषण :

IRNSS परियोजना के अंतर्गत उपयोग किया गया, 250 वाट अधिक ऊर्जा प्रवर्धक के सारूप्य MARS परियोजना में उपयोग करने के लिए आवश्यक हुए। इस से समान प्रकार प्रत्यावर्ती घटक 160 वाट एस एस पी ए के उपयोग करने के लिए संरचनात्मक विश्लेषण किया गया है। फीस्ट साफ्टवेयर को सफल रूप से उपयोग करने के लिए इस घटक को लेकर विविध प्रकार के परिणामों को तुलना किया गया है।

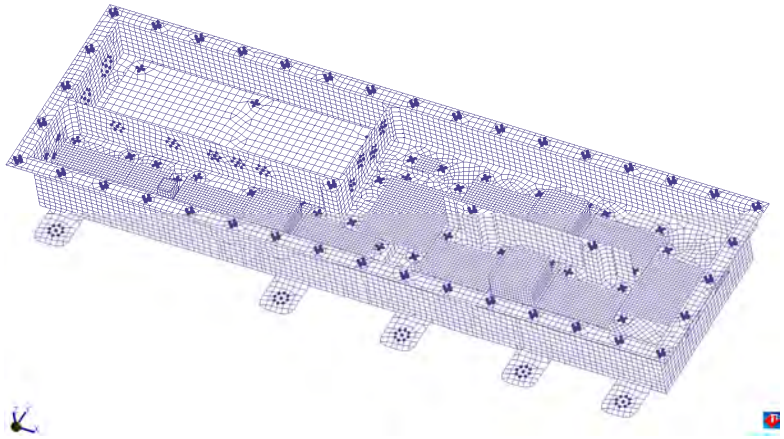
इस कोडांतरण के कुल द्रव्यमान 637.64 ग्रा है। इस निदर्श के विभिन्न विश्लेषणों के द्वारा परिमिति आवयव के सॉफ्टवेयर फीस्ट में विविध अवयवों का द्रव्यमान के आकलन में त्रुटियों को सुधारा गया है।

इस में कुल 227564 स्वतंत्र कोटि उपस्थित है। इस परिमिति अवयव निदर्श को संरचनात्मक विश्लेषण में उपयोग किया गया है।





चित्रपट - परिमिति अवयव निदर्श - 160वाट एस.एस.पी.ए



चित्रपट - परिमिति अवयव निदर्श - 160वाट एस.एस.पी.ए

प्राकृतिक आवृत्ति आकलन : (Natural Frequencies) :

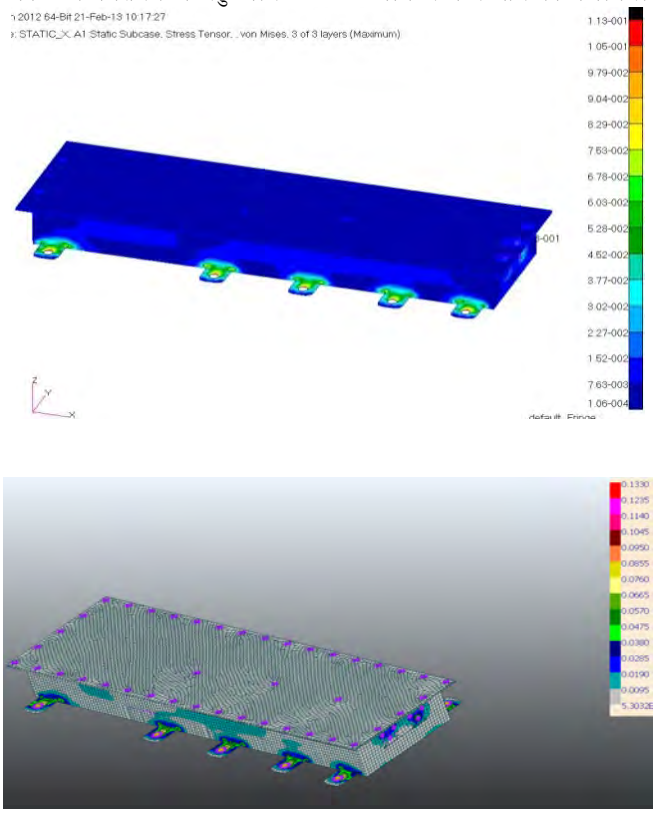
संरचनात्मक विश्लेषण में आवृत्ति आकलन की मुख्य भूमिका है। पीसीबी के विद्युत प्रचालन के लिए और कोडांतरण का संरचनात्मक व्यवहार जानने के लिए भी इस आवृत्ति आकलन करना जरूरी है। इस परिमिति अवयव निदर्शों को पैकेज के लग के ऊपर परिसीमा शर्त लगाके विश्लेषण किया गया है। (यह प्राकृतिक आवृत्तियाँ नीचे तालिका में दिखायी गयी हैं।)

तालिका : प्राकृतिक आवृत्ति

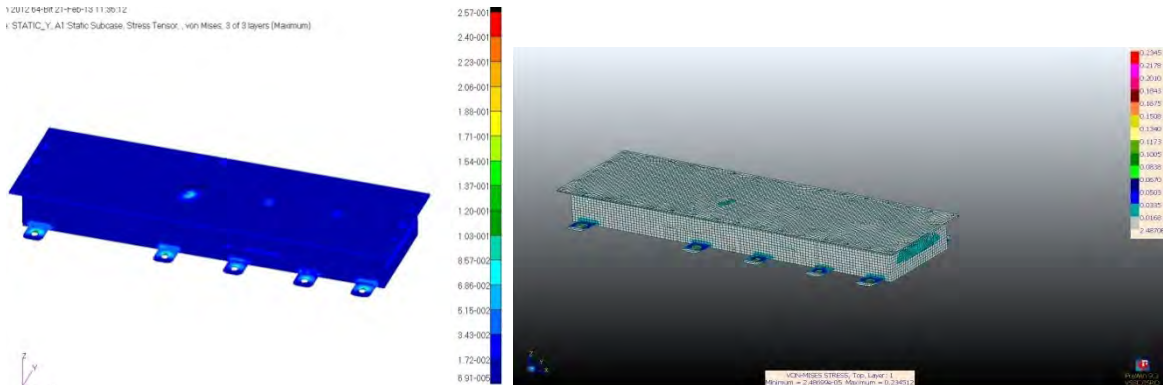
विधा आकृति क्र.सं (Mode Shape No.)	प्राकृतिक आवृत्ति/ (feast s/w) (हट्र्ज)	प्राकृतिक आवृत्ति/ (NASTRAN s/w) (हट्र्ज)
1	913.7	913.7
2	1352.31	1345.2
3	2110.4	2095.6
4	2131.8	2117.3
5	2363.9	2344.6

स्थैतिक विश्लेषण :

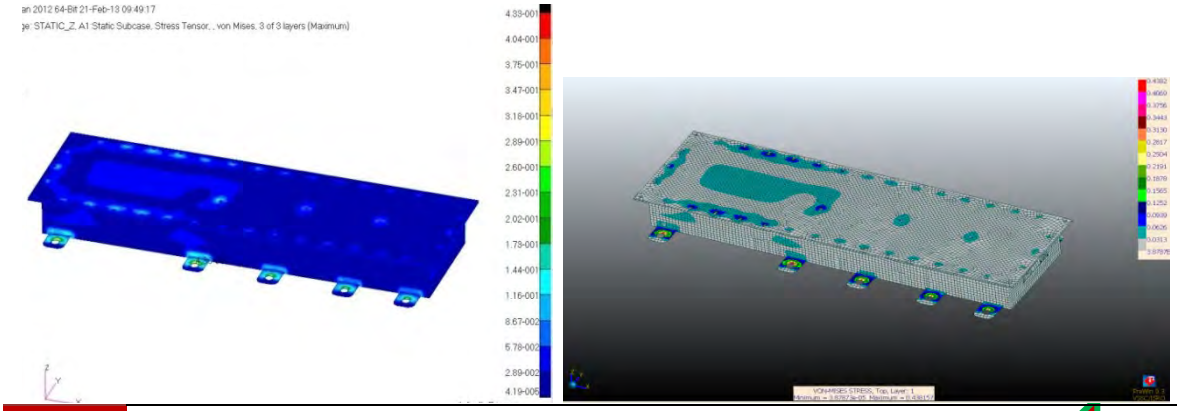
इस में प्रत्येक अक्ष में 20 जी त्वरण भार के लिए विश्लेषण किया गया है। प्रस्तुत फीस्ट के वितरण में बहु भार विश्लेषणों (multiple load cases) एक साथ नही कर सकते हैं। भविष्य में ये आने की संभावना है।



चित्रपट : प्रतिबल –20/0/0 जी त्वरण के लिए -- नास्टान - 1.13 MPa फीस्ट - 1.33 MPa



चित्रपट : प्रतिबल –0/20/0 जी त्वरण के लिए -- नास्टान - 2.57 MPa फीस्ट - 2.34 MPa



चित्रपट : प्रतिबल –0/20/0 जी त्वरण के लिए -- नास्टान - 4.33 MPa फीस्ट - 4.38 MPa

क्र . सं Sl.No	(वर्णन) DESCRIPTION	(स्टान) NASTRAN	(फीस्ट) FEAST
1. 2. 3.	20/0/0g 0/20/0g 0/0/20g	1.13 MPa 2.57 MPa 4.33 MPa	1.33 MPa 2.34 MPa 4.38 MPa

परिणामों की तुलनाः

विवध विश्लेषणों के परिणामों निम्नसारणिः

क्र.सं.	(वर्णन)	**NASTRAN**	**FEAST**
1.	प्रतिबल रहित प्राकृतिक आवृत्ति	6 MODES O 1e-3	6 modes O 1.e-1
2.	आधार स्थिर प्राकृतिक आवृत्ति	913.7 Hz.	913.7 Hz.
3. 4. 5.	20/0/0g 0/20/0g 0/0/20g	1.13 MPa 2.57 MPa 4.33 MPa	1.33 MPa 2.34 MPa 4.38 MPa

निष्कर्ष :

1. इस पत्र में परिमिति अवयव विधि के लिए फीस्ट साफ्टवेयर का उपयोग दो उदाहरण के द्वारा दिया गया है।
2. परिमिति अवयव विधि से, विश्लेषण किया गया और अभिलक्षण अभिकल्पना का परिणामो दोनों फीस्ट साफ्टवेयर और नास्ट्रान साफ्टवेयर के लिए दिया गया है।
3. इस परिणामों से विदित है कि समदैशिक पदार्थों (isotropic materials) और रेखीय विश्लेषण के लिए संरचनात्मक विश्लेषण के अंतर्गत स्थैतिक और प्राकृतिक आवृत्ति आकलन के लिए फीस्ट साफ्टवेयर को उपयोग कर सकते हैं।

आभार :

मैं, प्रबन्धक, एस.टी.ए.डी और ग्रुप प्रबन्धक एस. टी. ए. जी. एवं सहयोगियों के अत्यन्त आभारी हूँ, जिन्होने मुझे यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। मै, हिन्दी कक्ष के सभी सदस्यो के भी आभारी हूँ, जिनकी मदद से यह लेख पूरा हो सका है।

मै, फीस्ट टीम को अत्यन्त अभारी हूँ, जिससे साफ्टवेयर को सही दिशा में उपयोग कर सके। मै, SMSG/SATG/STR/VSSC प्रबंधक श्री सुंदर राजन, सेक्षन प्रबन्धक, श्री अनिल कुमार, अन्य सहयोगियों डा. जयकुमार, श्री दीपक और अन्य फीस्ट टीम के सहयोगियों को भी मै अत्यन्त आभारी हूँ।

संदर्भ :

1. प्रतिबिंबित्र और ध्वनित्र के संरचनात्मक विश्लेषण - इन-सेट-3डी पेलोड - 2009 डा.नं सैक/ एस टी ए एफ/इन्सैट-3डी/ सी.डी.आर-01/09/06/2009
2. संरचनात्मक विश्लेषण - इन-सेट-3डी पेलोड - 2003 डा.नं सैक/ इन्सैट-3डी एस टी ए एफ/टी.आर-01/03/07/2003
3. सुदूर संवेदन मौसम उपग्रह नीतभार ध्वनित्र का संरचनात्मक विश्लेषण - वी.एस.जगदीश & चंद्रशेखर
4. सीमित अवयव प्रक्रियाएं, के.जे. बाथे, प्रेटिंस हाल इंडिया, नई दिल्ली 1997।
5. स्पंदन की बुनियादी बातें, एल.मीरोविच, मैक. ग्रा हिल, सिंगापुर, 2001।
6. फीस्ट साफ्टवेयर हेल्प

***

भूकेंद्र के विकास में आत्मनिर्भरता

रूपल आर याज्ञिक, जे.के. होता
प्रणाली अभियांत्रिकी एवं समाकलन प्रभाग (एस.इ.आई.डी)

सारांश

देश के अंतरिक्ष कार्यक्रम का मुख्य उद्देश्य अंतरिक्ष विज्ञान एवं तकनीकी का उपयोग देश के औद्योगिक, आर्थिक विकास के साथ-साथ जो लोग देश के दूर-दराज के ग्रामीण, दुर्गम एवं समुद्री तट क्षेत्रों में रहते हैं उनकी मूलभूत समस्याओं को सुलझा कर उनका सर्वांगी विकास करना है। इसी महत्वपूर्ण सामाजिक उद्देश्य को ध्यान में रखते हुए भारत (इसरो) ने देश को अंतरिक्ष तकनीकी आधारित सेवाएं प्रदान करने के लिए अपने देश में ही निर्मित कृत्रिम उपग्रह एवं उनके प्रक्षेपण की क्षमता के साथ-साथ भूकेंद्र और टर्मिनल के विकास में काफी हद तक आत्मनिर्भरता हासिल कर ली है। इस लेख में भूकेंद्र के विकास के बारे में जानकारी दी गई है।

संकेत शब्द

इसरो, सैक, ऐंटेना, इन्सैट

1. प्रस्तावना

सन् 1961 के दौरान परमाणु ऊर्जा विभाग को देश के सामाजिक, आर्थिक और शांतिपूर्ण कार्यों को कार्यान्वित करने के लिए बाह्य अंतरिक्ष का उपयोग करने का कार्य सौपा गया था। उपग्रह आधारित संचार सेवा विशाल क्षेत्र में व्याप्त और विश्वसनीय सेवा देने वाली सेवा हैं। यह सेवा स्वतन्त्र रूप से न सिर्फ मैदानी इलाके किंतु प्राकृतिक संकट की स्थिति में, दूर-दराज के गाँवों, पहाडों और समुद्री इलाकों में उपलब्ध हो सकती है। उपग्रह की वजह से इस सेवा में ज्यादा विशेषता, ज्यादा क्षमता और लचीलापन प्राप्त होती हैं।

देश के अंतरिक्ष कार्यक्रम में भूकेंद्र एवं टर्मिनल का विकास एक महत्त्वपूर्ण अंग है। इसलिए सफल उपग्रह संचार सेवा स्थापित करने के लिये पहले प्रायोगिक रूप से विदेशी संस्थाओँ की सहायता से भारत में भूकेंद्र के विकास की नीव रखी गई। बाद में भूकेंद्र की तकनीक की परिकल्पना और स्थापना के लिए भारत सक्षम बन गया। अभी भूकेंद्र के उपयोग में आनेवाली उन्नत संचार प्रणालियों का विकास और निर्माण के साथ साथ कई भारतीय संस्थानों को यह तकनीक का प्रौद्योगिकी हस्तांतरण भी किया गया हैं। हाल में अत्यानुधिक तकनीक का प्रयोग करके भूकेंद्र की ज्यादा जटिल और उन्नत संचार प्रणालियों का विकास और निर्माण का कार्य हो रहा हैं। इस लेख में भूकेंद्र के विकास की यह यात्रा का विवरण दिया गया है।

2. भूकेंद्र के विकास का सबसे पहला कदम: प्रायोगिक तरीके से भूकेंद्र का उपयोग और तालीम

सबसे पहले भारत ने विदेशी संस्थाओ के उपग्रह और भूकेंद्र के उपकरणों को ले कर प्रायोगिक तरीके से तालीम हासिल की। यह तालीम लेने के बाद भूकेंद्र और उसके उपकरणों की परिकल्पना और उपयोग करने में प्रवीणता हासिल की। उदाहरण के तौर पे ऐसी कुछ परियोजना का विवरण निम्नलिखित हैं :

- **एस्क्स परियोजना (Experimental Satellite Communication Earth Station -ESCES):**

भूकेंद्र के विकास की शुरुआत सबसे पहले प्रायोगिक रूप से उपयोग में आनेवाली योजना एस्क्स के द्वारा सन् 1967 में हुई। इस योजना के अंतर्गत भारत में सबसे पहला 14 मीटर का ऐंटेना लगाया गया। इस में एनईसी (NEC), जापान के उपकरण लगाये गए थे। इस कार्यकम में UNDP और ITU संस्थानों की सहायता ली गई थी। यह भूकेंद्र अभी भी अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में स्थित है और उसका छाया चित्र चित्र-1 में दिखाया गया है।

चित्र 1 : 14 मीटर के ऐंटेना का छायाचित्र

- **सबसे पहला व्यावसायिक भूकेंद्र -आर्वी भूकेंद्र (Arvi Earth Station) :**

एस्क्स भूकेंद्र में तालीम पाने के बाद भारतीय वैज्ञानिको ने सबसे पहले व्यावसायिक भूकेंद्र की पुणे में सन् 1969 में स्थापना की। इंटेलसैट-3 (INTELSAT-III) से अंतर्राष्ट्रीय संचार सेवा की सुविधा आर्वी भूकेंद्र के साथ स्थापित हुई। इस में 97 फीट का सी-बैंड का ऐंटेना लगाया गया था। यह ऐंटेना भारतीय औद्योगिक संस्थान में बना हुआ पहला ऐंटेना था। यहाँ से भूकेंद्र के विकास में आत्मनिर्भरता हासिल करने की शुरुआत हुई।

- **साईट परियोजना:**

सन् 1969 में साईट परियोजना की अनुमति दी गयी। आर्वी भूकेंद्र द्वारा मिले गए अनुभव का साईट परियोजना में काफी लाभ हुआ। सन् 1975-76 में इस योजना में विदेशी उपग्रह ATS-6 और भारतीय भूकेंद्र तकनीक द्वारा बने हुए डाईरेक्ट रीसेप्शन सैट (Direct Reception Set) द्वारा ज्यादा लोगों के लिए संचार सेवा उपलब्ध करने में सफलता हासिल हुई।

इस परियोजना के लिए जरूरी टीवी स्टुडियो और सिग्नल को उपग्रह तक भेजने के ग्राउंड हार्डवेयर बनाने का काम अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में हुआ। दिल्ही और खेडा के पीज गाँव में भी अपलिंक स्टेशन स्थापित किये गए। मोबाईल प्रोडक्शन वान का भी निर्माण हुआ।

ग्राउंड स्टेशन के उपग्रह के सिग्नल को ग्रहण करने वाले ऐंटेना की तकनीक को अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में विकसित किया गया। इस तकनीक को भारतीय औद्योगिक संस्था ईसीआईएल (ECIL) को भी दिया गया।

- **स्टेप परियोजना :**

साईट परियोजना के बाद में सन् 1977-79 में स्टेप परियोजना शुरू हुई। इसमें सिम्फोनी उपग्रह का उपयोग हुआ। इस योजना के अन्तर्गत मुख्यत: तीन भूकेंद्र का उपयोग हुआ :

• अहमदाबाद भूकेंद्र
• दिल्ही भूकेंद्र
• मद्रास भूकेंद्र

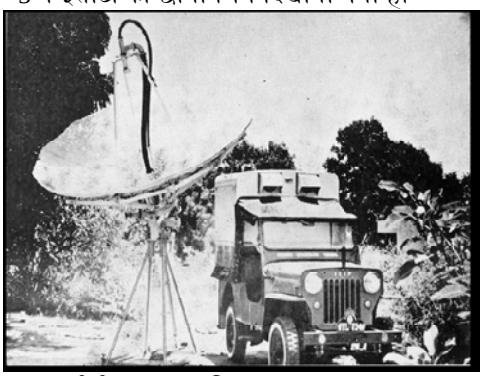
इस परियोजना में सबसे पहला भारतीय ट्रांसपोर्टेबल टर्मिनल ट्रेक्ट (Transportable Remote Area Communication Terminal-TRACT) बना। चित्र -2 में इसका छाया चित्र दिखाया गया है।

चित्र 2 : ट्रेक्ट टर्मिनल का छायाचित्र

स्टेप परियोजना में सबसे पहली बार सीधा टीवी प्रसारण ट्रेक्ट टर्मिनल द्वारा अमरेली, गुजरात से किया गया। यह अंतरिक्ष कार्यकम में वाहन पर स्थापित भूकेंद्र से उपग्रह आधारित संचार सेवा प्राप्त करने की एक महत्वपूर्ण घटना थी।

स्टेप परियोजना का दूसरा महत्वपूर्ण प्रयोग आपातस्थिति में उपयोग में आने वाले छोटी जीप पर स्थापित ट्रांन्सपोर्टेबल टर्मिनल इसीटी (Emergency Communication Terminal :ECT) से हुआ। ट्रेक्ट और ईसीटी टर्मिनल के निर्माण के बाद टर्मिनल बनाने में काफी जानकारी प्राप्त कर ली।

चित्र -3 में इसीटी का छाया चित्र दिखाया गया है।



चित्र -3 : इसीटी का छाया चित्र

3. भूकेंद्र और टर्मिनल के विकास का दूसरा चरण (भूकेंद्र का प्रचालन)

भूकेंद्र बनाने की तालीम हासिल करने के साथ साथ इसरो ने कृत्रिम उपग्रह बनाने में भी सफलता प्राप्त की थी। भारतीय उपग्रह होने से ज्यादा उपभोक्ता उस सेवा का लाभ ले सकते थे। सन 1983 में सबसे पहला इन्सैट-1 (INSAT-1) और बाद में इन्सैट-1, 2, 3 सीरीज (INSAT-1, 2, 3 Series) और अन्य उपग्रहों के प्रक्षेपण हुए। इसके लिए ज्यादा उपभोक्ता टर्मिनल बनाना और भूकेंद्र का उपयोग, प्रचालन और प्रबंध एवं नियंत्रण करना भूकेंद्र विकास के दुसरे चरण की मुख्य चुनौतियाँ थी।

इन्सैट सीरीज और अन्य उपग्रहों को भूकेंद्र से नियंत्रण करने के लिए अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद ने दूरमिति और ट्रेकिंग स्टेशन बनाया, जो कि मुख्य नियंत्रण सुविधा, हासन में स्थापित किया गया। इस उपग्रहों में विशेष सेवाओं के लिए खास नीतभार बनाये गए जैसे की मोबाइल उपग्रह संचार (एमएसएस-MSS), VHRR और डीटीएच (DTH) आदि। इसके लिए जरुरी भूकेंद्र के उपकरण और एमएसएस टर्मिनल और वीसेट (VSAT) आदि की तकनीक विकसित की गई। यह तकनीक को भारतीय ऊद्योग की संस्थाओं को स्थानांतरित भी किया गया जिससे ज्यादा उपभोक्ता यह संस्थाओं से उपकरण ले सकें। सैक में विकसित एमएसएस टर्मिनल को छाया चित्र -4 में दिखया हैं।

सी- प्रकार का रिपोर्टिंग टर्मिनल

डी-प्रकार का बातचीत करने वाला टर्मिनल

चित्र -4 : इन्सैट एमएसएस टर्मिनल के छायाचित्र

सैक, इसरो ने कई खास उपयोग के लिए भूकेंद्र स्थापित किए। सुदूर-संवेदन के क्षेत्र, नौसंचालन क्षेत्र में भी देश को विविध सुविधाएं प्रदान करने के लिए भूकेंद्र बनाये गए हैं। विशेष उपभोक्ताओं को ध्यान में रखते हुए इसरो ने कई भूकेंद्र की स्थापना की, जैसे कि :

- **अंतर्राष्ट्रीय मॉनीटरिंग भूकेंद्र**:
  यह उपग्रह के सिग्नल को रिसीव करने वाला भूकेंद्र जालना में स्थापित किया गया। इससे भारत की भ्रमण कक्षामें जाने वाले सभी उपग्रह का निरिक्षण किया जाता है। इसे अंतर्राष्ट्रीय मॉनीटरिंग संस्था के लिए बनाया गया था। इस भूकेंद्र में उपयोग किये गए 14 मीटर का ऐंटेना और काफी उपकरणों इसरो में बनाये हुए थे।
- **एमएसएस नेटवर्क के भूकेंद्र :**
  एमएसएस नेटवर्क के साथ काम करने के लिए अहमदाबाद और दिल्ही भूकेंद्र की स्थापना की गई। यह भूकेंद्र हाल में कार्यान्वित है और इसको बनाने की तकनीक को भी भारतीय ऊद्योग की संस्थाओं को स्थानांतरित किया गया है। इस के साथ हम भूकेंद्र बनाने में आत्मनिर्भर बने किंतु दूसरे लोगोको तालीम देने में भी सक्षम बन गए।
- **जहाज मानिटरन प्रणाली के भूकेंद्र :**

एमएसएस परियोजना अंतर्गत जहाज मानिटरन प्रणाली का विकास, निर्माण तथा उसका संस्थापन मत्स्य सर्वेक्षण विभाग (FSI, Porbandar), पोरबंदर के परिसर में सफलतापूर्वक संपन्न किया गया।

- **नौसंचालन क्षेत्र (के भू (गगन परियोजनाकेंद्र:**
  वर्तमान में प्रचलित उपग्रह आधारित नौसंचालन प्रणालियों में अमेरिका की वैश्विक स्थान निर्धारण प्रणाली - जीपीएस ही सबसे ज्यादा प्रचलित है। अन्य प्रणालियों में रूस की ग्लोनास, यूरोप की गेलिलियो एवं अन्य वैश्विक नौसंचालन प्रणालियां (GNSS) कार्यरत है। भारत की गगन परियोजना भी जीपीएस का ही विस्तारित रूप है, जो भारतीय भू-क्षेत्र में कार्यरत है।
- **इन्सैट -3A आधारित विपत्ति चेतावनी प्रेषण (DAT) का भूकेंद्र और टर्मिनल :**
  इस प्रणाली का विकास, निर्माण तथा संस्थापन कार्य सैक द्वारा सफलतापूर्वक किया गया। इस प्रणाली का व्यावसायिक उत्पादन एक भारतीय इकाई द्वारा किया गया है। इस प्रणाली का नियंत्रण केंद्र (Hub) भारतीय तट रक्षक दल के परिसर में स्थापित किया है।
- **अंटार्कटिका स्थित मैत्री भूकेंद्र :**
  अंटार्कटिका से संचार सुविधा स्थापित करने के लिए अंटार्कटिका स्थित मैत्री भूकेंद्र को बनाया गया। पृथ्वी के अतीशीत तथा अतिशुष्क भू-क्षेत्र अंटार्कटिका स्थित भारतीय केंद्र मैत्री भू-केंद्र और भारत में गोवा स्थित नेशनल सेंटर फॉर अंटार्कटिका एंड ओशन रिसर्च (NCAOR) केंद्र के बीच उपग्रह संचार प्रणाली के माध्यम से सीधे संचार सुविधा स्थापित करके अंतरिक्ष उपयोग केंद्र ने उपग्रह संचार अनुप्रयोग कार्यक्रम अंतर्गत एक ऐतिहासिक सीमाचिह्न स्थापित किया है।
  अंटार्कटिका क्षेत्र में भारतीय संचार उपग्रहों (INSAT) की सुविधा उपलब्ध नहीं है इसलिए इंटलसैट के IS-1002 भूस्थिर संचार उपग्रह का उपयोग किया गया है। दो केंद्रो के बीच संचार व्यवस्था स्थापित करने के लिए सी. बैंड का प्रयोग किया गया है। इस से दोनों केंद्रों के बीच विडियो कॉन्फ्रसिंग, विडियो स्ट्रीमिंग, इंटरनेट ब्राऊसिंग, डेटा फाइल ट्रान्सफर जैसी उपयुक्त सुविधाएं इस नेटवर्क द्वारा प्रदान की जाती है। इसरो स्थापित मैत्री भूकेंद्र को छाया चित्र -5 में दिखाया हैं।

चित्र -5 : अंटार्कटिका स्थित मैत्री भूकेंद्र का छायाचित्र

यह सभी भूकेंद्र निरंतर (24x7) कार्यरत है।

4. भूकेंद्र और टर्मिनल के उपकरणों का विकास

भूकेंद्र और टर्मिनल के विकास के इस दौर में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र ने भूकेंद्र में उपयोग में आनेवाले निम्नलिखित उपकरणों बनाने में कुशलता प्राप्त कर ली।

- भिन्न प्रकार के ऐंटेना: परावर्तक डिश ऐंटेना, पैचऐंटेना, हेलीक्सऐंटेनाआदि
- ऐंटेना नियंत्रण और ट्रेकिंग की अलग : अलग प्रणाली- ऑटो ट्रेकिंग, स्टेप ट्रेकिंग, मोनोपल्स ट्रेकिंग, प्रोगाम ट्रेकिंग आदि
- निम्न राव प्रवर्धक (Low Noise Amplifier)
- परावर्तक प्रणाली (Converter system)
- उच्च शक्ति प्रवर्धक (High Power Amplifier)
- कम्युनिकेशन कंट्रोल कन्सोल

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र ने उपयुक्त उपकरण और टर्मिनल को बनाने की तकनीक को विभिन्न भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थाओ को हस्तांतरण भी किया है।

5. भविष्य के भूकेंद्र का विकास

आज भारत (इसरो) के सामने वर्तमान कार्यों के साथ-साथ सन 2035 तक का अंतरिक्ष कार्यक्रम मौजूद है। जिसमें भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह प्रणाली (IRNSS), चंद्रयान-2, समानव अंतरिक्ष अभियान (HSP) और साथ ही मंगल ग्रह अभियान की योजना है।

उपग्रह नौसंचालन प्रौद्योगिकी ने नौसंचालन के क्षेत्र में एक अभूतपूर्व क्रांति स्थापित की है। जहाँ अत्याधिक एक्युरेट स्थान निर्धारण एवं समय की सूचना मूलभूत आवश्यकताएं हैं, उन सभी क्षेत्रों में इस प्रौद्योगिकी ने अपनी उपयोगिता की अनिवार्यता सिद्ध कर दी है। हाल में ऐसी भविष्य की परियोजना के उपयोग में आनेवाले भूकेंद्र के उपकरणों और टर्मिनल की तकनीक की परिकल्पना और विकसित करने पर कार्य हो रहा है। इस कार्य में काफी चुनौतियों का सामना करना पड़ेगा। इसरो के ऐसे भावी एवं महत्वाकांक्षी अभियान के लिए विभिन्न प्रौद्योगिकीय विकास परियोजना अंतर्गत भूकेंद्र की उन्नत संचार प्रणालियों का विकास, निर्माण एवं प्रौद्योगिकी हस्तांतरण की योजना है।

6. उपसंहार

देश का समग्र विकास तभी संभव होगा जब हम देश के दूर-दराज के दुर्गम एवं ग्रामीण क्षेत्रों में आपसी संचार तथा संपर्क व्यवस्था कायम कर पायेंगे। जिसमें उपग्रह संचार प्रौद्योगिकी एक मात्र विश्वसनीय तकनीकी है। आज हमारे देश में इन्सेट तथा जीसेट श्रेणी के अनेक संचार उपग्रह एवं अन्य अनेक परियोजनाओं के अंतर्गत दूरसंचार, दूरदर्शन प्रसारण, शिक्षा, स्वास्थ्य, भूमि, जंगल एवं समुद्री सर्वेक्षण, उन्नत मौसम मानिटरन, आपत्ति व्यवस्थापन जैसी अनेक जन-कल्याणकारी सुविधाएं प्रदान कर रहे हैं।

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) का अहमदाबाद केंद्र (SAC) उपग्रह संचार अनुप्रयोग अंतर्गत भूकेंद्र की विभिन्न प्रणालियां एवं उपकरणों के विकास तथा निर्माण कार्य में कार्यरत है। भविष्य में आने वाले उपग्रह में ज्यादा आवृत्ति बैंड (जैसे की Ka, Q, V band इत्यादि) का उपयोग होगा जिससे ज्यादा क्षमता और डाटा रेट वाली प्रणाली बन सके। हाल में ज्यादा आवृत्ति बैंड के भूकेंद्र और उपकरण बनाने में विशष तकनीकों का प्रयोग करने में काफी चुनौतियॉ हैं। भविष्य में आने वाले उपग्रह आधारित संचार सेवा की आवश्यकताओं को

भूकेंद्र की उन्नत संचार प्रणालियों का विकास करके निश्चित रूप से पूरा किया जा सकता हैं।

संदर्भ:-

1. इन्सैट- एमएसएस प्रणाली परिभाषा मेन्यूअल, मार्च 1995।
2. इन्सैट- एमएसएस- टाइप - सी प्रोजेक्ट रिपोर्ट, जुलाई 1995।
3. इन्सैट- एमएसएस- टाइप - डी मेन्यूअल।
4. सेटेलाइट कॉम्यूनिकेशन हैण्डबुक।

धन्यवाद

इस लेख के लेखक श्री के.एस.परीख, उपनिदेशक, एस.एन.ए.ए, सैक और श्री विरेन्द्र कुमार, ग्रुप प्रधान, एस.एस.टी.जी, एस.एन.ए.ए, सैक के अमूल्य मार्गदर्शन और उत्साह देने के लिए आभारी हैं। लेखक श्रीमती नीलू सेठ के भी लेख की समीक्षा करने के लिये आभारी हैं।

लेखक परिचय

रूपल याज्ञिक ने वर्ष 1997 में गुजरात विश्वविद्यालय से इलेक्ट्रॉनिक्स और संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की है। 2008 में आन्ध्र विश्वविद्यालय से उपग्रह संचार इंजीनियरिंग में एम. टेक. डिग्री प्राप्त की है। पीछले 20 वर्षो से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), अहमदाबाद के प्रणाली अभियांत्रिकी एवं समाकलन प्रभाग, में कार्यरत हैं।

जे. के. होता ने इलेक्ट्रॉनिक्स और संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री सहयोगी सभ्य के द्वारा भारतीय इंजीनियरिंग संस्थापन से प्राप्त की है। वर्ष 1975 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), अहमदाबाद में कार्य आरंभ किया। उनका कार्य मुख्यतः भू केंद्र और उपग्रह के संचार और नौसंचालन के नीतभार का सिस्टम इंजीनियरिंग, समाकलन और परीक्षण का रहा है। वर्तमान में प्रणाली अभियांत्रिकी एवं समाकलन प्रभाग, के प्रधान हैं।

वैद्युत नोदन के चुनौती पूर्ण क्षेत्र में आत्मनिर्भरता हेतु इसरो के द्वारा विकसित किये जा रहे 75 mN स्थैतिक प्लाज्मा प्रणोदक (Stationary Plasma Thruster, SPT) के ऐनोड़ गैस वितरक (Anode Gas Distributor, AGD) का संगणकीय द्रव गतिकी (Computational Fluid Dynamics, CFD) अध्ययन

विवेक कुमार सिंह
संरचनात्मक एवं तापीय विश्लेषण प्रभाग
यांत्रिकी अभियांत्रिकी तंत्र क्षेत्र
singhvivek@sac.isro.gov.in

सारांश

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के द्वारा भविष्य के भूतुल्यकाली उपग्रहीय अभियानों (geostationary satellites missions) के उत्तर दक्षिण स्टेशन रख-रखाव (North South Station Keeping, NSSK) संबंधी जरूरतों को पूरा करने के लिए 18 mN एवं 75mN स्थैतिक प्लाज्मा प्रणोदक (SPT) का विकास किया जा रहा है। 75mN एसपीटी का सफल भू-परीक्षण (निर्वात स्थिति में) किया जा चुका है। 75mN एसपीटी में जीनॉन गैस का प्रयोग नोदक (propellant) के रूप में किया गया है। जीनॉन गैस को त्वरणक वाहिका (acceleration channel) में एकरूप से प्रवाहित करने के लिए एजीडी का प्रयोग किया जाता है। 75mN एसपीटी के एजीडी के विकास की अवस्था में, एजीडी के निर्गत पर प्रवाह की एकरूपता जाँचने व अन्य प्रवाह संबंधी गणनाओँ को करने के लिए संगणकीय द्रव गतिकी (Computational Fluid Dynamics, CFD) का प्रयोग किया गया है। इस लेख में 75mN एसपीटी के एजीडी के CFD विश्लेषण की विधि व उससे प्राप्त परिणामों का वर्णन किया गया है। एजीडी के निर्गत ओरिफिसों पर प्रवाह का वितरण एकरूप पाया गया है। 75mN एसपीटी का सफल भू-परीक्षण एजीडी के निर्गत ओरिफिसों पर प्रवाह की एकरूपता की पुष्टि करता है।

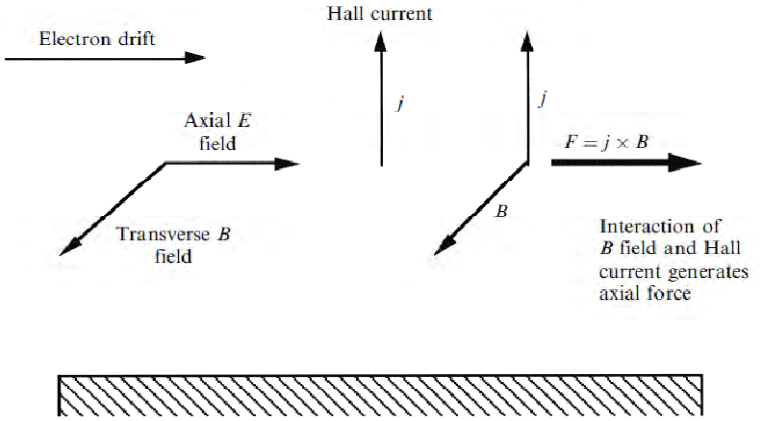
+यह कार्य लेखक ने प्रवाह एवं स्पंदक प्रभाग, द्रव नोदन प्रणाली, वलियामला में सेवा के दौरान किया था।

1. प्रस्तावना

नोदन का क्षेत्र चुनौतियों से परिपूर्ण व अत्यंत गतिमान है। किसी भी नोदन तंत्र के विकास में अनेक समस्याओं का सामना करना पड़ता है और उनका निदान ही सफल नोदन तंत्र के विकास की एक मात्र कुंजी है।

वैद्युत नोदन (Electric Propulsion) अंतरिक्षयान नोदन हेतु एक अत्यंत उभरती हुई प्रौद्योगिकी है। वैद्युत नोदन का विशिष्ट आवेग (I_{SP}) अधिक होने के कारण इसके प्रयोग से उपग्रह का जीवनकाल बढ़ाया जा सकता है और यह उपग्रह का मृत द्रव्यमान (dead mass) कम करने में भी उपयोगी है। वैद्युत नोदन तकनीकी का एक विशिष्ट प्रकार स्थैतिक प्लाज्मा प्रणोदक (SPT) है। एसपीटी में वैद्युत ऊर्जा को गतिज ऊर्जा में बदलने व गतिज ऊर्जा से प्रणोद (thrust) प्राप्त करने के लिए हॉल प्रभाव (Hall effect) का उपयोग किया जाता है। हॉल प्रभाव को त्रिजीय चुंबकीय क्षेत्र (radial magnetic field) व अक्षीय दिशा (axial direction) में उससे संबद्ध वैद्युत क्षेत्र के माध्यम से प्राप्त किया जाता है। चुंबकीय क्षेत्र को चुंबकीय परिपथ (magnetic circuit), जिसके विभिन्न अभिकल्प (design) उपलब्ध हैं, से पैदा किया जाता है। जबकि वैद्युत क्षेत्र प्लाज्मा के तुरंत अर्ध-आवेशित (quasi-neutrality) अवस्था प्राप्त करने की प्रवृत्ति के कारण पैदा होता है [1]। एसपीटी की कार्य विधि को चित्र 1 में दिखाया गया है।

अंतरिक्षयान के उत्तर-दक्षिण स्टेशन रख-रखाव संबावित कार्यों के लिए एसपीटी का प्रयोग हॉल प्रभाव प्रणोदक (Hall Effect Thruster, HET) के एक अन्य प्रतिरूप TAL (Thruster with Anode Layer) के साथ बढ़ रहा है। निकट भूत में इसका प्रयोग ESA के SMART-1 अभियान में कक्षा की अभिवृद्धि के लिए भी किया गया है [2]। अंतरिक्षयान नोदन के क्षेत्र में वैद्युत नोदन की लगातार सफलता व इसके अनेक लाभों ने भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन को इस प्रौद्योगिकी में कार्य करने के लिए प्रेरित किया है।



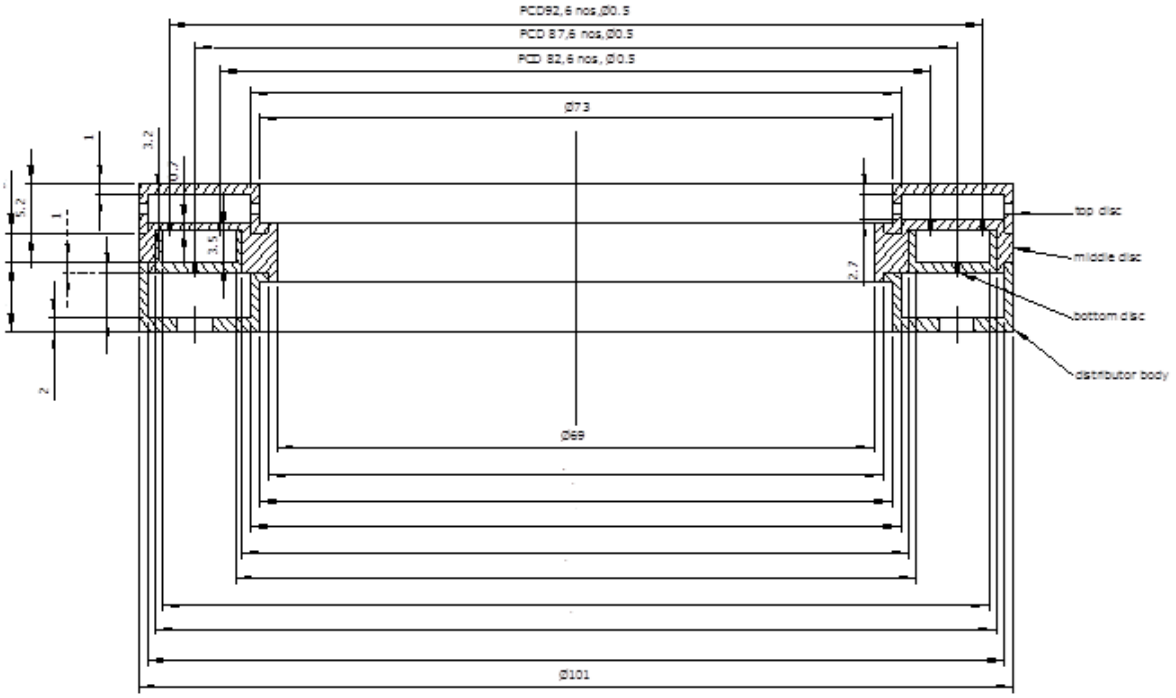
चित्र 1: एसपीटी की कार्य विधि

इसी दिशा में कार्य करते हुए इसरो के द्रव नोदन प्रणाली केंद्र (LPSC) में 18 mN व 75 mN एसपीटी का विकास भविष्य के भू-तुल्यकाली उपग्रहों के लिए किया जा रहा है। इस एसपीटी में लगने वाले एजीडी का विकास हमारे प्रभाग (Flow & Acoustic Division)में किया गया है। एजीडी नोदक के रूप में प्रयोग की जाने वाली आवेशहीन जीनॉन (Xenon) गैस को त्वरणक चैनल में समान रूप से (uniformly) वितरित करने के काम आता है। त्वरणक चैनल में नोदक का एक समान प्रवाह नोदक के बेहतर उपयोग व आयनीकरण की प्रक्रिया को तीव्र करने के लिए आवश्यक है।

काफी समय से सीएफडी का प्रयोग प्रवाह से संबंधित विभिन्न गणनाओं व अनुमानों के लिए किया जाता रहा है तथा निकट भूत में व्यवसायिक सीएफडी उत्पादों का प्रयोग उनकी गुणवत्ता व दक्षता की वजह से बड़ गया है [3]। Reid [4] ने व्यवसायिक सीएफडी उत्पाद FLUENT का प्रयोग NASA-173 M के एनोड में होने वाले प्रवाह के अध्ययन के लिए किया है। लेखक के संज्ञान में अभी तक कोई भी ऐसा पत्र उपलब्ध नहीं है, जिसमें कि एसपीटी के एजीडी के अंदर होने वाले प्रवाह का विस्तार से अध्ययन किया गया हो। यह लेख इसी दिशा में एक प्रयास है। इसमें हमने अपने प्रभाग के द्वारा विकसित किए जा चुके 75 mN एसपीटी के एजीडी की विभिन्न सीएफडी गणनाओं का वर्णन किया है। लेख का भाग 2, 75 mN एसपीटी के एजीडी की संरचना से संबंधित है, भाग 3 में सीएफडी विश्लेषण का वर्णन किया गया है, भाग 4 परिणाम एवं चर्चा से संबंधित है तथा भाग 5 में निष्कर्ष दिया गया है।

2. 75 mN एसपीटी के एजीडी की संरचना

75 mN एसपीटी के एजीडी की संरचना को चित्र 2 में दिखाया गया है [5]। इस एजीडी में 3 सिलेंडर के आकार के वलयाकार (annular) कोष्ठ (chamber) हैं। जीनॉन गैस एजीडी के पहले कोष्ठ में 1.6 mm व्यास के बेलनाकार छेद से प्रवेश करती है। जीनॉन गैस पहले कोष्ठ से दूसरे कोष्ठ में 0.5 mm की 6 ओरिफिसों से प्रवेश करती है तथा दूसरे कोष्ठ से तीसरे कोष्ठ में प्रवेश करने के लिए एजीडी में 0.5 mm व्यास की 12 ओरिफिस (2 अलग-अलग PCD पर) लगायी गयी हैं। जीनॉन गैस तीसरे कोष्ठ से बाहर 1mm व्यास की 48 ओरिफिसों के माध्यम से आती है। इन 48 ओरिफिसों में से 24 को तीसरे सिलेंडरनुमा कोष्ठ की आंतरिक सतह पर पर व 24 ओरिफिसों को बाहरी सतह पर लगाया गया है।



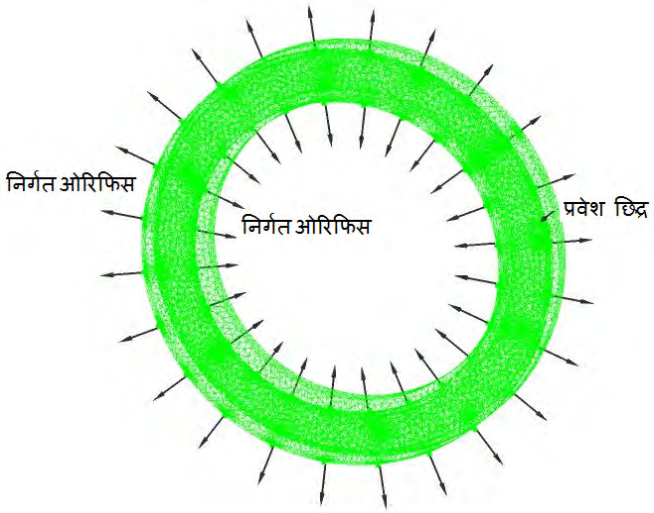
चित्र 2: 75 mN एसपीटी के एजीडी की संरचना

3. सीएफडी विश्लेषण :

एजीडी के तीसरे कोष्ठ में प्रदान की गई 48 निर्गत ओरिफिसों में से प्रत्येक से कितना प्रवाह हो रहा है, यह जानना ही इस सीएफडी विश्लेषण का मूल उद्देश्य है।

3.1 जाल अभिकल्पन (Mesh Design)

सीएफडी गणनाओं की स्थायित्व एवं शुद्धता के लिए उचित ग्रिड का चुनाव आवश्यक है। सीएफडी विश्लेषण के लिए एजीडी का केवल वह क्षेत्र मॉडल किया गया है, जिसमें प्रवाह हो रहा है। एजीडी के प्रवाह के सटीक अनुमानों के लिए त्रि-विमीय (three dimensional) विश्लेषण करना अनिवार्य है। सीएफडी विश्लेषण के लिए प्रयुक्त संगणकीय क्षेत्र को चित्र 3 में दिखाया गया है। प्रवाह क्षेत्र की मेसिंग ICEM-CFD से की गई है व प्रवाह क्षेत्र को लगभग 10 लाख चतुष्फलकीय (tetrahedral) ग्रिडों में बाँटा गया है। विभिन्न क्षेत्रों में ग्रिड संख्या को परिवर्तित करके ग्रिडों की स्वतंत्रता का अध्ययन (grid independence study) भी किया गया है व यह पाया गया है कि 10 लाख चतुष्फलकीय ग्रिड टुकड़े (elements) एजीडी की प्रवाह भौतिकी को ठीक से समझने के लिए पर्याप्त हैं।



चित्र 3: 75 mN एसपीटी के एजीडी के सीएफडी विश्लेषण के लिए प्रयोग किया गया संगणकीय क्षेत्र

3.2 गणितीय समीकरण

सीएफडी संगणनाओं के लिए प्रयुक्त गणितीय समीकरण हैं [6]:

सातत्यता समीकरण (Continuity Equation)

$$\frac{\partial \rho}{\partial T} + \nabla \bullet (\rho \bar{U}) = 0 \qquad (1)$$

संवेग समीकरण (Momentum Equation):

$$\frac{\partial (\rho \bar{U})}{\partial T} + \nabla \bullet (\rho \bar{U} \times \bar{U}) = -\nabla P + \nabla \bullet \tau \qquad (2)$$

जहाँ,

$$\tau = \mu \left(\nabla \bar{U} + \left(\nabla \bar{U} \right)^T - \frac{2}{3} \delta \nabla \bullet \bar{U} \right)$$

$$\delta = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\bar{U} = \begin{bmatrix} U_x \\ U_y \\ U_z \end{bmatrix}$$

$$\nabla = \left[\frac{\partial}{\partial x} \quad \frac{\partial}{\partial y} \quad \frac{\partial}{\partial z} \right]$$

इस सीएफडी विश्लेषण के लिए $k-\varepsilon$ टर्बुलेंस मॉडल का प्रयोग किया गया है।

(जहाँ, k तथा ε क्रमश टर्बुलेंस गतिज ऊर्जा तथा टर्बुलेंस भवर क्षय हैं)

$k-\varepsilon$ टर्बुलेंस मॉडल में समीकरण (2) में 2 नए चर (variable) जोडे जाते हैं:

$$\frac{\partial (\rho \bar{U})}{\partial T} + \nabla \bullet (\rho \bar{U} \times \bar{U}) - \nabla \bullet \left(\mu_{eff} \nabla \bar{U} \right) = \nabla P' + \nabla \bullet \left(\mu_{eff} \nabla \bar{U} \right)^T + \bar{B} \qquad (3)$$

जहाँ, $\bar{B}$ सभी body बलों का योग है।

μ_{eff} प्रभावी श्यानता (effective viscosity) है जोकि टर्बुलेंस को भी समाहित करती है।

k तथा ε को निम्न समीकरणों से प्राप्त किया जाता है:

$$\frac{\partial (\rho k)}{\partial t} + \nabla \bullet \left(\rho \bar{U} k \right) = \nabla \bullet \left[(\mu + \mu_t) \nabla k \right] + P_k - \rho \varepsilon \qquad (4)$$

$$\frac{\partial(\rho\varepsilon)}{\partial t}+\nabla\bullet\left(\rho\bar{U}\varepsilon\right)=\nabla\bullet\left[\left(\mu+\frac{\mu_t}{1.3}\right)\nabla\varepsilon\right]+\frac{\varepsilon}{k}\left(1.44P_k-1.92\rho\varepsilon\right) \quad (5)$$

P_k श्यानता तथा उत्प्लावन (bouyancy) बलों के कारण उत्पन्न टर्बुलेंस उत्पाद हैं।

इस पत्र में उपर्युक्त समीकरणों को हल करने के लिए CFX-10 नामक व्यवसायिक सॉफ्टवेर का प्रयोग किया गया है।

3.3 परिसीमाओं की स्थितियाँ (boundary conditions)

भाग 3.2 में दिए गए समीकरणों को हल करने के लिए एजीडी के प्रवेश छिद्र पर जीनॉन का द्रव्यमान प्रवाह दर (mass flow rate) 1.2 X 10 $^{-6}$ kg/s लिया गया है। एजीडी के 48 निर्गत ओरिफिसों पर 1 Pa का दाब अध्यारोपित किया गया है। एजीडी की सभी दीवारों पर गैर बिछुलन की परिसीमा की स्थिति (No Slip Boundary Condition) का प्रयोग किया गया है।

3.4 गणितीय हल की योजना

संपूर्ण प्रवाह क्षेत्र में जीनॉन का ताप 298^{0}K लिया गया है। जीनॉन के घनत्व को स्थानीय दाब का फलन लिया गया है। जीनॉन का मोलर द्रव्यमान व गतिकीय श्यानता क्रमशः 131.3 Kg/K mol व 0.211 X 10^{-4} Pa-S लिया गया है।

भाग 3.2 में दिए गए गणितीय समीकरणों को भाग 3.3 में दी गई परिसीमाओं की स्थितियों के साथ युग्मित साल्वर (Coupled Solver) का प्रयोग करके परिमित आयतन (Finite Volume) विधि से हल किया गया है। परिमित आयतन विधि में अध्ययन के लिए रुचि के क्षेत्र को कई उप क्षेत्रों में बाँट दिया जाता है, जिन्हें नियंत्रित आयतन (Control Volume) कहते हैं। सभी गणितीय समीकरणों को प्रत्येक नियंत्रित आयतन के लिए हल किया जाता है। युग्मित साल्वर सभी द्रव गतिकी समीकरणों को एक तंत्र के रूप में हल करता है तथा समीकरणों को तब तक हल करता है, जब तक कि अभिसरण (convergence) प्राप्त न हो जाए। सभी गणनाओं के लिए त्रुटि का स्तर (convergence level) 10^{-4} रखा गया है।

4. परिणाम एवं चर्चा :

सभी ओरिफिसों के आगत तथा निर्गत पर वेग व दाब को सीएफडी विश्लेषण से प्राप्त किया गया है व इनका प्रयोग विभिन्न ओरिफिसों के विसर्जन गुणांक (discharge coefficient) की गणना के लिए किया गया है।

एजीडी के तीनों कक्षों में प्रवाह के प्रारूप को समझने के लिए दाब तथा वेग के वितरण को सीएफडी से प्राप्त किया गया है। विभिन्न कक्षों में अध्ययन हेतु लिए गए पटलों (planes) की स्थितियाँ हैं:

1. पटल 1 (कक्ष 1 में): 1.6 mm ओरिफिस के निर्गत से 0.05 mm की दूरी पर
2. पटल 2 (कक्ष 2 में): bottom disc के निर्गत पटल से 0.05 mm की दूरी पर
3. पटल 3 (कक्ष 3 में): middle disc के निर्गत से 0.05 mm की दूरी पर

4.1 प्रथम कोष्ठ में प्रवाह तथा वेग का वितरण

चित्र 4 तथा 5 में दाब व वेग के वितरण को पटल -1 में दिखाया गया है, जोकि distribute body के समीप है। इस क्षेत्र में अधिकतम वेग 1.6 mm व्यास ओरिफिस के समीप है। चित्र 4 तथा 5 से यह भी देखा जा सकता है कि जीनॉन गैस पहले कक्ष में पूर्णतः भर गई है व प्रवाह कम समरूप है।

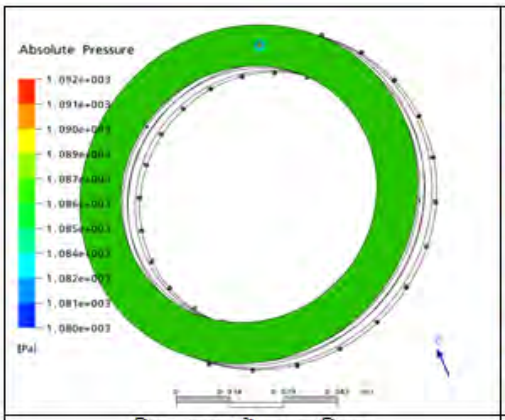
4.2 द्वितीय कोष्ठ में प्रवाह तथा वेग का वितरण

चित्र 6 तथा 7 में दाब व वेग के वितरण को पटल -2 में दिखाया गया है। जीनॉन का वेग 0.5 mm व्यास के 6 ओरिफिसों के समीप अधिकतम है। द्वितीय कक्ष में जीनॉन का वितरण पहले कक्ष की तुलना में और अधिक एकरूप हो गया है।

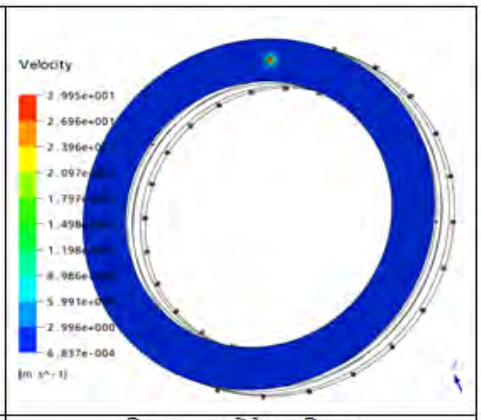
4.3 तृतीय कोष्ठ में प्रवाह तथा वेग का वितरण

पटल -3 में दाब व वेग के वितरण को क्रमशः चित्र 8 तथा 9 में दिखाया गया है। जीनॉन गैस तीसरे कोष्ठ में 12 ओरिफिसों के माध्यम से 110 m/s के वेग से प्रवेश करती है। तीसरे कक्ष में प्रवाह दूसरे कक्ष की तुलना में और अधिक एकरूप हो गया है।

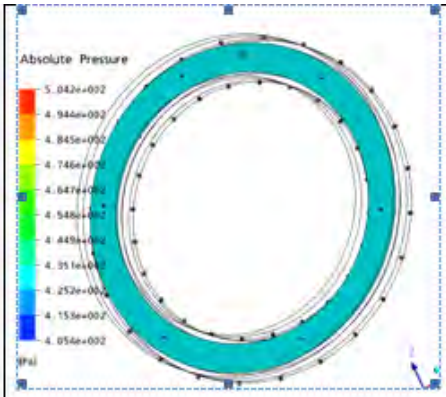
विभिन्न ओरिफिसों के आगत तथा निर्गत पर वेग व दाब का मान सारणी 1 में दिया गया है। एजीडी के आगत पर 1090 Pa का दाब सीएफडी गणना से प्राप्त हुआ है। यह देखा जा सकता है कि तीसरे कोष्ठ के निर्गत पर प्रदान की 48 ओरिफिस chocked हो गई हैं, जोकि एजीडी की design के लिए की गई गणनाओं के अनुरूप हैं [7]।



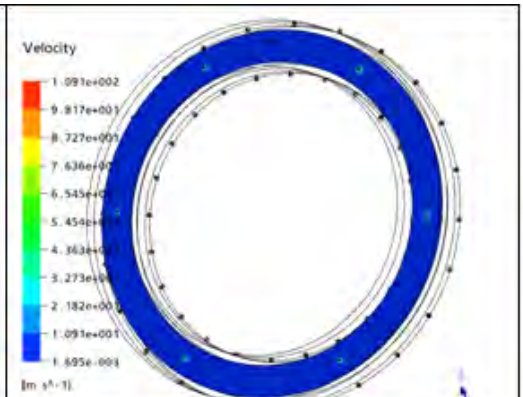
चित्र 4: पटल 1 में दाब का वितरण



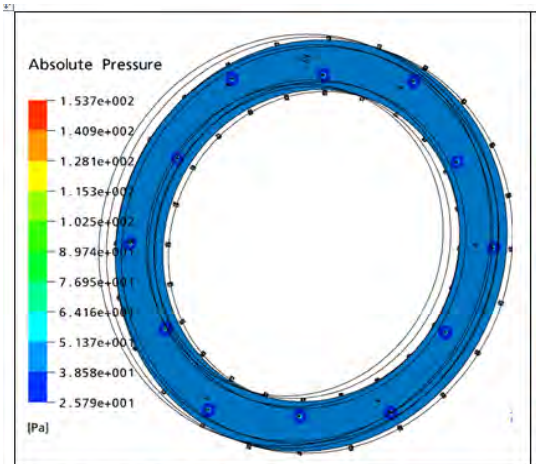
चित्र 5: पटल 1 में वेग का वितरण



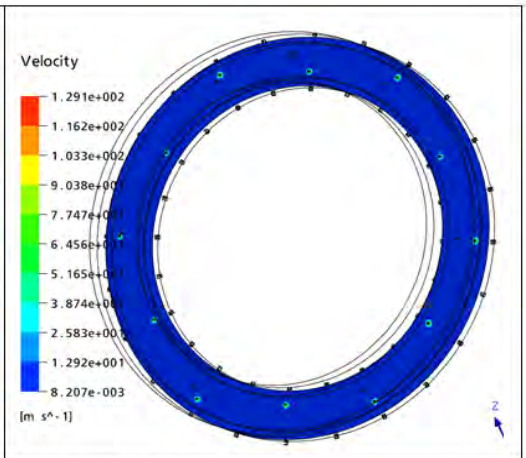
चित्र 6: पटल 2 में दाब का वितरण



चित्र 7: पटल 2 में वेग का वितरण



चित्र 8: पटल 3 में दाब का वितरण



चित्र 9: पटल 3 में वेग का वितरण

4.3 एजीडी के निर्गत पर जीनॉन गैस की एकरूपता

सीएफडी विश्लेषण का सबसे महत्वपूर्ण उद्देश्य एजीडी के निर्गत पर जीनॉन गैस की एकरूपता का अध्ययन करना था। चित्र 10 में एजीडी के निर्गत पर स्थित विभिन्न ओरिफिसों की स्थिति को दिखाया गया है। एजीडी के निर्गत पर एजीडी की अंदरूनी तथा बाहरी सतहों पर स्थित ओरिफिसों से होने वाले द्रव्यमान प्रवाह दर को चित्र 11 तथा 12 में दिखाया गया है। चित्र 11 तथा 12 से यह देखा जा सकता है कि एजीडी के दोनों ही सतहों पर स्थित ओरिफिसों से निकलने वाले प्रवाह में अंतर अत्यंत नगण्य है। एजीडी के निर्गत पर गैस की एकरूपता को सारणी 2 में दिया गया है।

एजीडी के निर्गत पर स्थित ओरिफिसों (आंतरिक एवं बाह्य सतहों) से द्रव्यमान प्रवाह दर का मानक विचलन अत्यंत अल्प है। इससे यह पता चलता है कि एजीडी के निर्गत पर प्रवाह एकरूप है।

5 निष्कर्ष

इस पत्र में हमारे प्रभाग द्वारा विकसित 75mN एसपीटी के एजीडी का सीएफडी विश्लेषण प्रस्तुत किया गया है। एजीडी के तीनों कक्षों में दाब व वेग के प्रारूप का अध्ययन भी किया गया है। अध्ययन से यह पता चलता है कि जीनॉन गैस की एकरूपता पहले कक्ष से तीसरे कक्ष तक जाने में बढ़ती है। एजीडी के निर्गत पर स्थित 48 ओरिफिसों से निकलने वाला प्रवाह एकरूप है।

75mN एसपीटी, जिसमें यह एजीडी लगा हुआ है का सफल भू-परीक्षण किया जा चुका है। 75mN एसपीटी का सफल भू-परीक्षण एजीडी के निर्गत ओरिफिसों पर प्रवाह की एकरूपता की संपुष्टि करता है, जिसका अध्ययन इस सीएफडी विश्लेषण से किया गया है। इस सीएफडी विश्लेषण ने एजीडी की विकासात्मक अवस्था (developmental phase) में अत्यंत महत्वपूर्ण भूमिका अदा की है, क्योंकि इस कार्य के लिए परीक्षण सुविधाएँ उस समय हमारे पास उपलब्ध नहीं थीं। निकट भविष्य में इसरो के द्वारा इस 75mN एसपीटी को अपने किसी भू-तुल्यकाली उपग्रह उपग्रहीय अभियान में उत्तर दक्षिण स्टेशन रख-रखाव के लिए प्रयोग करने की योजना है।

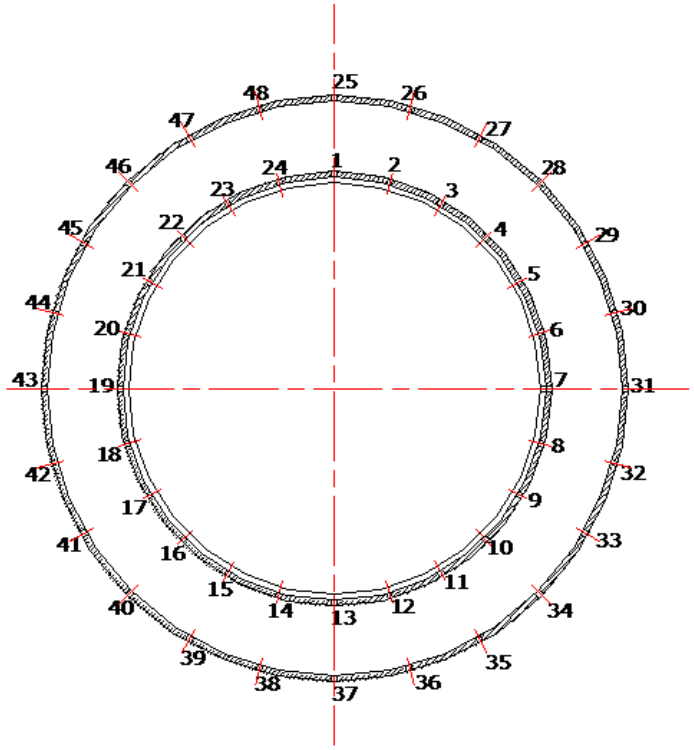
सारणी 1

स्थान	आगमन स्थैतिक दाब (p1), Pa	निर्गत स्थैतिक दाब (p2), Pa	p2/p1	औसत वेग m/s	विसरण गुणांक (Cd)
आगमन ओरिफिस	1090	1060	0.97	30	0.92
bottom disc के	1042	610	0.59	80	0.53

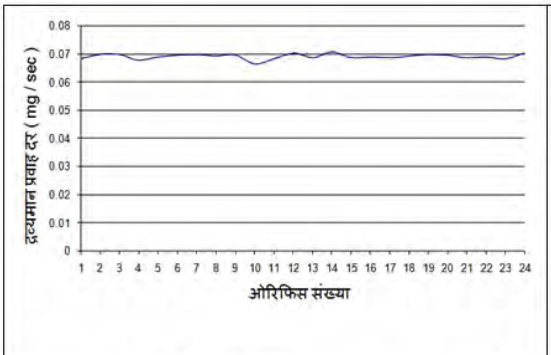
ओरिफिस					
middle disc के ओरिफिस	350	180	0.51	110	0.78
निर्गत ओरिफिस	38	1	0.03	113	0.45

सारणी 2

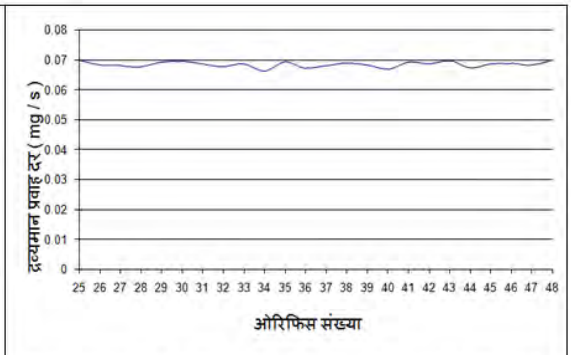
स्थिति	अधिकतम प्रवाह दर m/s	न्यूनतम प्रवाह दर m/s	औसत प्रवाह दर m/s	मानक विचलन (standard deviation)
एजीडी के निर्गत की आंतरिक सतह	0.07067×10^{-6}	0.06640×10^{-6}	0.06908×10^{-6}	0.00095
एजीडी के निर्गत की बाहरी सतह	0.06987×10^{-6}	0.06621×10^{-6}	0.06844×10^{-6}	0.00097



चित्र 10: एजीडी के निर्गत पर स्थित विभिन्न ओरिफिसों की स्थिति



चित्र 11: एजीडी के निर्गत की आंतरिक सतह पर स्थित ओरिफिसों से होने वाले द्रव्यमान प्रवाह दर का वितरण



चित्र 12: एजीडी के निर्गत की बाहरी सतह पर स्थित ओरिफिसों से होने वाले द्रव्यमान प्रवाह दर का वितरण

संदर्भ

1. Dan M. and Katz Ira, Fundamentals of Electric Propulsion: Ion and Hall Thrusters, Jet Propulsion Laboratory, 2008.
2. Landau D., Chase J, Randolph T. Timmerman P. and Oh D., 'Electric Propulsion System Selection Process for Interplanetary Missions', Journal of Spacecraft and Rockets, Vol.48, No3, may-June 2011, pp: 467-476.
3. C.J. Freitas, Perspective-Selected Benchmarks from Commercial CFD codes. Journal of Fluids Engineering, Transactions of the ASME, 117 2 (1995), pp. 208–218.
4. Reid, B. M., Gallimore, A. D., Hofer, R. R., Haas, J. M., "Anode Design Verification and Acceptance Tests for a 6-kW Hall Thruster, " JANNAF Journal, 2007.
5. Singh V. K. and Tharakan T.J., 'CFD Analysis for Anode Gas Distributor of 75 mN Stationary Plasma Thruster', LPSC PR /TR/04/08, June-2008.
6. ANSYS CFX - Solver, Release 10.0: Theory
7. Stationary Plasma Thruster (75mN) - Preliminary Design Document (LPSC/LPS/CSCP/CEAD/DE/187/05), October 2005.

* * * * *

टेफ्लान युक्त छिद्रित मुद्रित परिपथ बोर्ड को धातुरूप करने के लिए कॉपर विद्युतलेपन प्रक्रिया

दिनेश अमोला, संदीप पटेल, वी.आर.सुथार

सार -

मुद्रित परिपथ बोर्ड निर्माण में व्यापक रूप से प्रयुक्त कॉपर लेपन विधि है। जिसके अन्तर्गत मुद्रित परिपथ बोर्ड की सम्पूर्ण सतह पर तथा सतह पर उपास्थित छिद्र की दीवारो पर कॉपर का विद्युत लेपन किया जाता है। प्रस्तुत लेख में टेफ्लान युक्त छिद्रित मुद्रित परिपथ बोर्ड को कॉपर धातुरूप करने का सरल वर्णन है। लेपन विधि के मापद्ण्डो का अध्ययन करने के पश्चात् प्राप्त परिणमो को इस लेख में प्रस्तुत किया गया है। मुद्रित परिपथ बोर्ड की सतह पर एक समान कॉपर वितरण, लेपित कॉपर की चमक, चिकनापन और समरूपता विशेषतह: छिद्र के अन्दर आदि वन्छित परिणाम निम्न धारा घनत्व पर प्राप्त हुए, तथा उत्कृष्ट लचीलापन युक्त लेपित कॉपर प्राप्त हुआ।

संकेत शब्द-

विद्युत लेपित कॉपर, माध्यम छिद्र लेपन (PTH), मुद्रित परिपथ बोर्ड धातुरूप, परमाणु शक्ति माइक्रोस्कोपी (AFM), लचीलापन, टेफ्लान युक्त छिद्रित मुद्रित परिपथ बोर्ड

1-परिचय-

कॉपर अपनी उच्च लेपन क्षमता के फलस्वरूप मुश्किल भागों में भी आसनी से चढ़ाया जा सकता है। और उच्च विद्युत सुचालक होने के कारण यह विद्युत चालन हेतु प्रयुक्त मुद्रित परिपथ बोर्ड के निर्माण हेतु उपयुक्त है, इसी कारण उद्योगों में भी मुद्रित परिपथ बोर्ड, अर्धचालक निर्माण और इलेक्टोफोरमिग आदि प्रक्रियाओं में कॉपर धातुरूप के प्रथम आरोपण हेतु विद्युत कॉपर लेपन विधि का प्रयोग किया जाता है।

आरोपित कापर का एकसमान वितरण विशेषतः छिद्र की दीवारों मुद्रित परिपथ बोर्ड की विश्वनीयता हेतु आवश्यक है मुद्रित परिपथ बोर्ड में माध्यम छिद्र की दीवारों पर अपर्याप्त मात्रा में कॉपर सम्पूर्ण मुद्रित परिपथ की अस्वीकृति का कारण सकता है, अतः विभिन्न आवश्यक गुणों के साथ मुद्रित परिपथ बोर्ड में माध्यम छिद्र का लेपन निर्माणकर्ताओं के लिये चुनौती है। सतह पर आरोपित कॉपर की चमक और समरूपता भी अन्य आवश्यक गुण है।

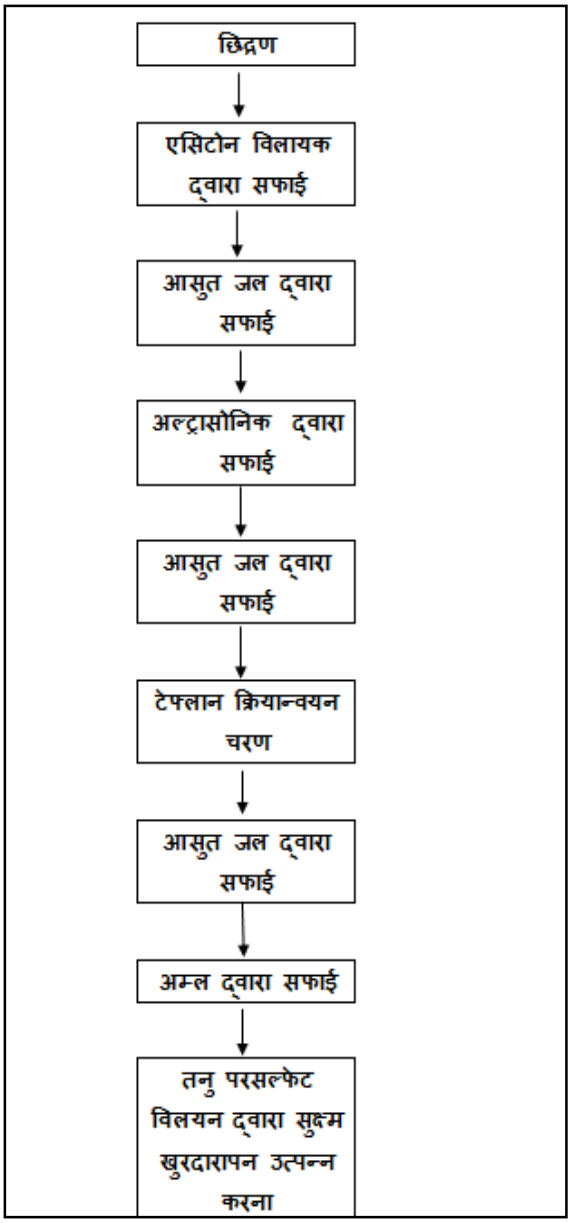
इस लेख के अन्तर्गत टेफ्लान युक्त लेमिनेट में माध्यम छिद्र के भीतर लेपन हेतु आम्लीय कॉपर लेपन विधि का अध्ययन किया गया है। प्रकिया से आरोपित कापर की संरचना का परीक्षण यह सुनिश्चित करने के लिये किया गया, कि सोल्डर प्रकिया के दौरान कोइ दोष उत्पन्न न हो। तथा लेपित कॉपर के विभिन्न गुणों का अध्ययन किया गया।

2-प्रयोगात्मक विधि-

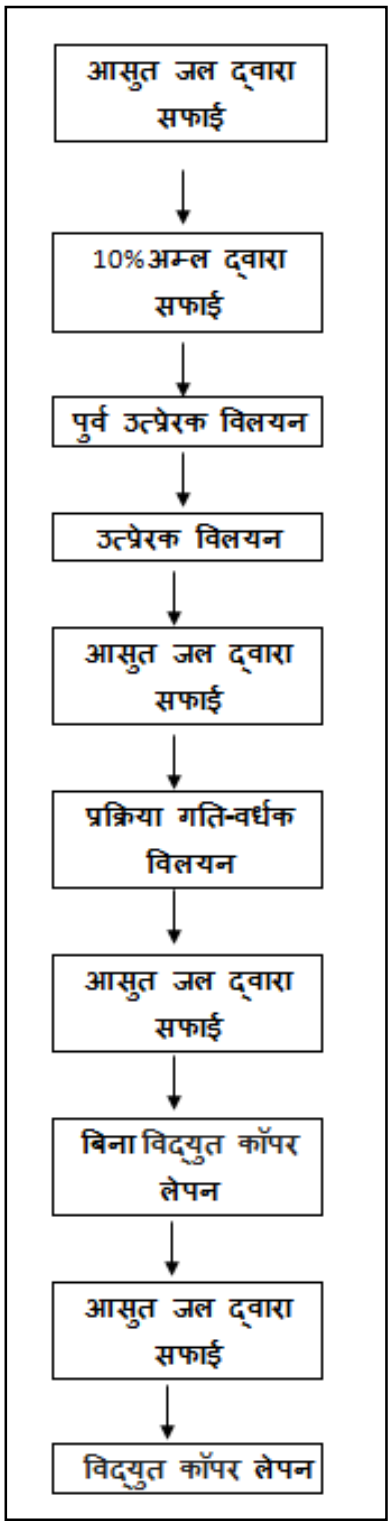
कॉपर सल्फेट, सल्फ्यूरिक अम्ल, क्लोराइड आयन और आरोपण प्रक्रिया तथा लेपित सतह की गुणवत्ता को नियंत्रित करने हेतु कार्बनिक सहायकों का प्रयोग किया। सामान्यतया कार्बनिक सहायक में चमक उत्पन्न करने वाले (आरोपित अणु की शुद्धि द्वारा) और सतह को समरूप करने वाले घटक सम्मिलित है।

हमने प्रक्रिया के मूल्याकन हेतु 10 मील (250 माइक्रोन) और 25 मील (650 माइक्रोन) मोटे विभिन्न 0.2 मिमी से 0.9 मिमी आकार के आर-पार छिद्र वाले, टेफ्लान माध्यम युक्त लेमिनेट प्रयोग किया।

प्रक्रिया में सम्मिलित क्रियाओं का प्रवाह आरेख निम्नलिखित है।



प्रक्रिया प्रवाह आरेख



प्रक्रिया में शामिल विभिन्न मुख्य चरणों की व्याख्या -

1. छिद्रण - विभिन्न आकार के छिद्र का निर्माण
2. एसिटोन विलायक द्वारा सफाई - सतह सेधूलकण आदि अशुद्धि की सफाई
3. अल्ट्रासोनिक द्वारा सफाई - छिद्र से अशुद्धि की सफाई अल्ट्रासोनिक यन्त्र द्वारा आईसो प्रोपिल एल्कोहल में अल्ट्रासोनिक तरगों द्वारा छिद्रों की सफाई
4. टेफ्लान क्रियान्वयन चरण - छिद्र में लेपन हेतु टेफ्लान का क्रियान्वयन आवश्यक होता है। क्रियान्वयन हेतु पोलीटेट्रा हाइड्रो फ्युरान में, नौप्थालीन तथा सोडियम धातु को मिलाकर विलयन तैयर किया गया। क्रियान्वयन की प्रक्रिया पूर्णतः प्रकाश की अनुपस्थिति में की गयी। तथा सोडियम धातु के अत्यधिक क्रियाशील होने के कारण प्रक्रिया में विशेष सावधनी रखी गयी गयी।
5. अम्ल द्वारा सफाई - आक्साइड तथा अन्य अशुद्धि से सतह तथा छिद्र की सफाई
6. सूक्ष्म खुरदारापन उत्पन्न करना - तनु परसल्फेट विलयन द्वारा सतह सूक्ष्म खुरदारापन उत्पन्न करना किया जाता है। जिससे कापर से कापर की अच्छी आसन्जन क्षमता प्राप्त होती है
7. अम्ल 10%, द्वारा सफाई - 10% सल्फ्यूरिक अम्ल द्वारा सल्फेट विलयन के अवशेष को दूर किया जाता है
8. पुर्व उत्प्रेरक विलयन - प्रक्रिया में (स्टेनस क्लोराइड के तनु विलयन द्वारा)बोर्ड की सतह तथा छिद्र पर स्टेनस क्लोराइड कि एक पतली परत आ जाती है
9. उत्प्रेरक विलयन - प्रक्रिया में स्टेनस क्लोराइड का स्टेनिक क्लोराइड में आक्सीकण पौलेडियम द्वारा होता है तथा बोर्ड की सतह तथा छिद्र पर पौलेडियम की पतली परत आ जाती है
10. प्रक्रिया गति-वर्धक विलयन - प्रक्रिया की गति में नियंत्रण इस प्रक्रिया में होता है।
11. बिना विद्युत कॉपर लेपन - इस चरण में विद्युत का प्रयोग किये बिना बोर्ड की सतह तथा छिद्र पर कॉपर की पतली (2-3 माइक्रोन) परत चढ़ायी जाती है
12.विद्युत कॉपर लेपन - आम्लीय कॉपर विलयन में कापर एनोड द्वारा कापर का विद्युत लेपन किया जाता है

प्रक्रिया के वांछित प्रदर्शन हेतु विद्युत अपघट्य की सान्द्रता में परिवर्तन किया जा सकता है। लेपन की एकरूपता विलयन के प्रकार व विलयन के हिलने की गति से भी प्रभावित होती है। उच्च अम्ल व निम्न कॉपर की सान्द्रता पर सर्वधिक उपयुक्त परिणाम प्राप्त हुआ। कम धारा घनत्व पर किया गया लेपन उच्च एआर (लेमिनेट बोर्ड की मोटाई तथा उपस्थित छिद्र का अनुपात)के लिये अधिक विश्वसनीय है। विद्युत अपघट्य तथा विद्युत कॉपर के विलयन हेतु घटक तालिका 1 तथा 2 में है।

तालिका 1. बिना विद्युत कॉपर लेपन विलयन के घटक

घटक	लक्ष्य	रेंज
$CuSO_4$. 5 H_2O	10 ग्राम/लीटर	5-15 ग्राम/लीटर
NaOH	15 ग्राम/लीटर	10-20 ग्राम/लीटर
Na_2CO_3	15 ग्राम/लीटर	10-20 ग्राम/लीटर
सोडियम पोटेशियम टाइट्रेट	24 ग्राम/लीटर	20-30 ग्राम/लीटर
HCHO	12 ग्राम/लीटर	10-15 ग्राम/लीटर
तापमान	24°C	22-32° C

तालिका 2. विद्युत कॉपर लेपन विलयन के घटक

घटक	लक्ष्य	रेंज
$CuSO_4.5H_2O$	75 ग्राम/लीटर	50-85 ग्राम/लीटर
H_2 SO_4.	100 ग्राम/लीटर	90-170 ग्राम/लीटर
क्लोराइड आयन	70 भाग प्रति मिलियन	40-125 भाग प्रति मिलियन
कार्बनिक सहायकों	7 मिमी/लीटर	6-8 मिमी/लीटर

तापमान	24°C	22-32° C
धारा घनत्व	1.8 - 2.2 ऐम्पियर प्रति डेसीमीटर	

3 -परिणाम तथा विवेचना

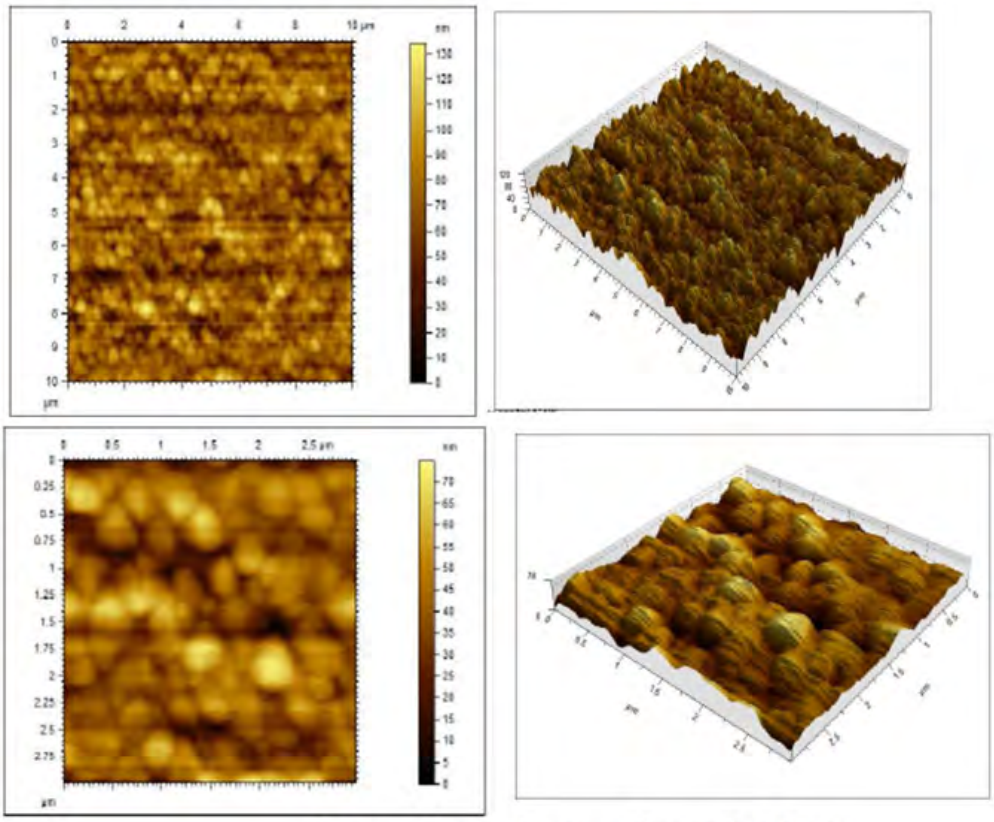
3.1 - सुक्ष्म -वितरण मापन-

माध्यम छिद्र के अन्दर इच्छित लेपन लेमीनेट बोर्ड की मोटाई तथा उपस्थित छिद्र के अनुपात तथा वाहक छिद्र के आकार (मोटाई तथा व्यास) पर निर्भर करता है। समान इच्छित अनुपात में पतले तथा छोटे माध्यम छिद्र वाले बोर्ड में लेपन, मोटे तथा बडे माध्यम छिद्र वाले बोर्ड की अपेक्षा आसान होता है। सुक्ष्म वितरण की गणना सूत्र द्वारा की जा सकती है।

धारा घनत्व परीक्षण द्वारा सुक्ष्म वितरण मापे गये हैं तथा छिद्र के अन्दर व सतह पर 28-35 माइक्रोन लेपित कापर प्राप्त किया गया जो निर्धरित आदर्श के अनुकूल है। प्रकिया से उत्कृष्ट सुक्ष्म वितरण युक्त लेपित कॉपर प्राप्त हुआ। बोर्ड के आकार तथा माध्यम छिद्र में आवश्यक सतह की मोटाई के अनुरूप धारा घनत्व तथा समय चुना जा सकता है। प्रकिया से माध्यम छिद्र के अंदर चमकदार और समरूप लेपित कॉपर प्राप्त हुआ।

3.2 संरचना, सतह उपस्थिति-

प्रयुक्त विद्युत अपघट्य से चमकदार और समरूप लेपित सतह प्राप्त हुई। लेपित सतह की आकारिकी जांच करने के लिए परमाणु शक्ति माइक्रोस्कोपी (AFM) चित्र लिया गया। सतह पर आरोपित कॉपर (चित्र1) से पता चलता है, यह 200-300 नैनोमीटर आकार के समरूप कण है। कण का कोई विशेष आकार नही है। औसत खुरदरापन 13.1-15.4 नैनोमीटर पाया गया।



चित्र 1 - सब्सट्रेट सतह की परमाणु शक्ति माइक्रोस्कोपी AFM

3.3- माध्यम छिद्र की विश्वसनीयता-

लेपित सतह की विशेषताओं का अध्ययन करने के तापीय चक्रण और थर्मो VAC परीक्षणो का इस्तेमाल किया गया। सभी आकार के लेपित माध्यम छिद्रो में अच्छी थर्मल अखंडता प्राप्त हुई छिद्र के किनारो पर और अंदर कोई दरार नही दिखायी दी।

4-समापन-

आम्लीय कॉपर लेपन विधि को टेफ्लान माध्यम युक्त छिद्रित लेमिनेट के अंदर इच्छित अनुपात में उत्कृष्ट सुक्ष्म -वितरण के साथ लेपन के लिए विकसित किया गया। टेफ्लान युक्त लेमिनेट का क्रियान्वयन एक जटिल प्रक्रिय है। प्रयोग के द्वारा वांछित परिणाम प्राप्त किया गया। एकदिशीय विद्युत धारा इस्तेमाल किया गया। कम धारा घनत्व पर माध्यम छिद्र के अंदर इच्छित अनुपात में उच्च वांछित सुक्ष्म वितरण का लेपन प्राप्त हुआ। माध्यम छिद्र के अंदर तथा सतह पर अच्छी समरूपता प्राप्त हुई। आरोपित लेपित कॉपर के भौतिक तथा यांत्रिक गुण उद्योगों के लिये निर्धारित मापदन्डो के समान प्राप्त हुए।

आभार
अपने समर्थन और प्रेरणा के लिए डीडी, ESSA श्री राजकुमार अरोड़ा को धन्यवाद देना चाहूंगा। तथा जानकारीपूर्ण विचार-विमर्श के लिए श्री आर.एस.शर्मा जी एच, EFMG / ESSA धन्यवाद देना चाहूंगा।

लेखक
1.दिनेश अमोला
तकनीकी सहायक,
AC08209
sac8209@sac.dos.gov.in
दूरभाष-4865
2.संदीप पटेल,
इन्जिनियर एफ,
AC06422
sandeep@sac.isro.gov.in
दूरभाष-4860
3.वी.आर.सुथार.
कनिष्क इन्जिनियर.
AC06544
दुरभाष-4843

रेडार नीतभार परीक्षण हेतु एकल बोर्ड आधारित भू-परीक्षण माड्यूल

(Single Board based Ground Checkout Module for Radar Payloads)

अभिषेक कुणाल, माधव दास, आर. सेंथिल कुमार, संजय त्रिवेदी एवं निलेश एम. देसाई
एम.एस.डी.जी./एम.आर.एस.ए.,
टेली. - +91-079 26915229/30/32
ईमेल- nmdesai, abhishek, madhavdas}@sac.isro.gov.in

मूल शब्द - भू-परीक्षण इकाई (Ground checkout unit), एकल बोर्ड (Single board), एफ.पी.जी.ए. (FPGA), मदर बोर्ड (Mother board), डाउटर बोर्ड (Daughter board) इत्यादि

प्रस्तावना

इसरो ने विगत कुछ वर्षों में अपने सूक्ष्तरंग संवेदी कार्यक्रम (Microwave Remote Sensing Programme) के अंतर्गत अनेक अंतरिक्ष-वाहित एवं वायुवर्ती अभियान जैसे कि रीसैट-I (RISAT-I), स्केट्रोमीटर, मेघा-ट्रापिक्स, आपदा प्रबंधन संश्लेषी द्वारक रेडार (DMSAR) इत्यादि का सफल विकास एवं प्रचालन किया है, जिनके आंकडों का उपयोग देश-विदेश के विभिन्न संगठनों ने DDS अनुसंधान एवं जन कल्याण के लिए किया है। इन सूक्ष्मतरंग नीतभारों के कोर रेडार इलेक्ट्रानिकी के प्रमुख अवयवों में अंकीय चर्प जनित्र (Digital Chirp Generator), आँकडें अर्जन एवं संपीडन निकाय (Data Acquisition & Compression Subsystem) तथा नीतभार नियंत्रक (Payload Controller) है। सूक्ष्मतंरग कार्यक्रम के अंतर्गत उपर्युक्त सभी अंकीय निकायों का विवरणात्मक परीक्षण, अभिलक्षणन, निष्पादन विश्लेषण जैसे कार्य अत्यन्त महत्वपूर्ण हैं। विभिन्न कार्य जैसे कि उद्दीप (Stimulus) प्रस्तुतीकरण, उद्दीप कालद संकेत प्रस्तुतीकरण (Stimulus Timing Signal Generation), आंकड़ें अर्जन, ऑफ लाईन विश्लेषण, अर्जित आँकडों का मूल्यांकन इत्यादि की भूमिका इन जटिल अंकीय निकायों के परीक्षण हेतु अत्यन्त महत्वपूर्ण होती है। इसके अलावा बाहय् शक्ति प्रदाय ईकाई (External Power Supply), कालद ईकाई अनुरूप ईकाई, इत्यादि का सुचारू ढ़ंग से अनुक्रमण प्रमुख होता है। इन अंतर-सम्बन्धित आवश्यकताओं के हेतु एम.एस.डी.जी सैक ने व्यापकी एकल बोर्ड (Generic Single Board) पर आधारित भू परीक्षण ईकाई की परिकल्पना की है। पहले इन आवश्यकताओं की पूर्ति हेतु विदेशी कम्पनियों के द्वारा प्रदत्त कार्ड का उपयोग किया जाता था। परन्तु इस नए एकल कार्ड की अभिकल्पना सैक/इसरो में की गयी है एवं सैद्धान्तिक सत्यापन के लिए आदि-प्ररूप (Proto Boards) का विकास स्वदेशी कम्पनी के माध्यम से किया गया है।

रेडार परीक्षण प्रणाली के आवश्यक गुण

सूक्ष्मतंरग नीतभारों के प्रमुख आधारबैंड अंकीय तंत्र है-

- अंकीय चर्प जनित्र (Digital Chirp Generator)
- आँकड़ें अर्जन तथा संपीडन उपतंत्र (Data Acquisition and Compression Subsystem)
- पे-लोड नियंत्रक (Payload Controller)

अंकीय चर्प जनित्र अंकीय तकनीक से रैखिक आवृत्ति माडुलित (Linear Frequency Modulated) संकेत का जनन करता है। इस संकेत को एक वाहक (Carrier) पर माडुलिक करके रेडार से प्रेषित किया जाता है। आँकड़ें अर्जन तथा संपीडन उपतंत्र कच्चे आंकड़ों (Raw data) का एनालोग से अंकीय रूपांतर, ब्लॉक ऐडपेटिव क्वांटाईजेशन (Block Adaptive Quantization, BAQ) कोडन एवं आंकड़ों का फारमेटन करता है। यह उपतंत्र उच्च गति के आंकड़ों को उपर्युक्त कार्यों के पश्चात् आधार बैंड डाटा प्रबंधन इकाई (Baseband Data Handling Unit, BDH) को प्रेषित करता है। पे-लोड नियंत्रक का दूरमिति एवं दूरादेश (Telemetry & Telecommand) के लिए अंतरिक्ष यान के साथ MIL-STD-1553 बस के ऊपर प्रत्यक्ष अंतरापृष्ठ होता है। इन सभी अंकीय उपतंत्रों के परीक्षण के लिए, परीक्षण प्रणाली में निम्नलिखित मुख्य विशेषताएं होनी चाहिए:

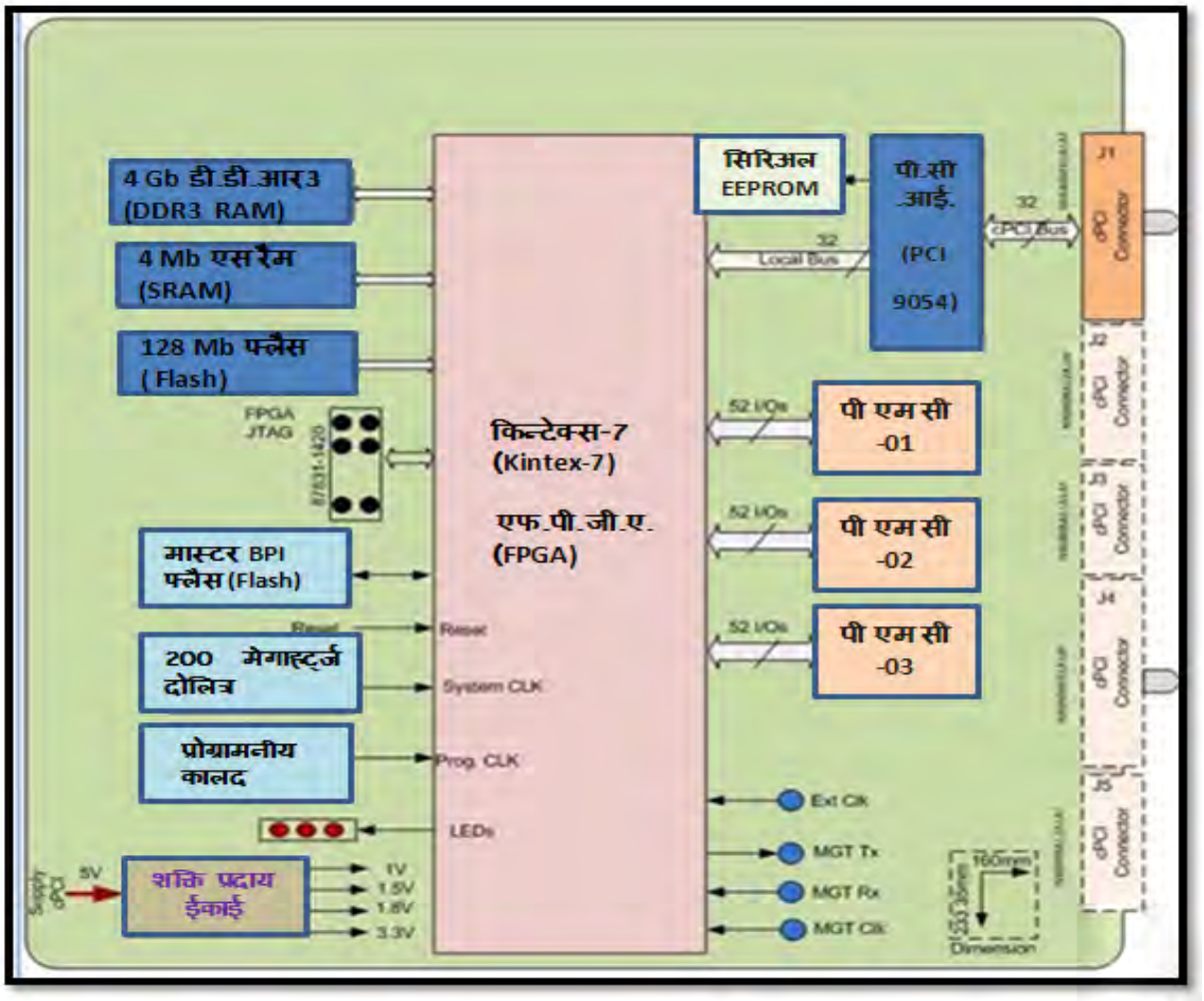
- MIL-STD-1553 बस संबंधित प्राचल का सत्यापन।
- परिशुद्ध कालन जनन (Precise timing generation)
- अनुकारी (Simulated) आंकड़ें जनन।
- उच्च गति वाले डाटा का अर्जन।
- ए-डी परिवर्तक (Analog to Digital Converter, ADC) एवं चर्प संकेत का अभिलक्षणन।
- ब्लाक ऐडेपटिव क्वांटाईजेशन (Block Adaptive quantization)/ का सत्यापन।
- संकेत प्रक्रमक /आंकड़ें फारमेटन का सत्यापन।
- विभिन्न यंत्र जैसे कि शक्ति प्रदाय, कालद स्रोत, एनालोग स्रोत इत्यादि का नियंत्रण।
- विभिन्न विधाओं के लिए उद्दीप (Stimulus) का जनन।

इन तकनीकी पहलूओं के अलावा भू-परीक्षण इकाई (Ground checkout Unit, GCU) मॉडयूल में पुनर्विन्यास एवं पुनःउपयोगिता जैसे प्रावधानों का समायोजन होना चाहिए ताकि विभिन्न परियोजनाओं में इनका उपयोग किया जा सके। इसके अलावा GCU के फर्मवेयर (Firmware) में फेरबदल की भी व्यवस्था होनी चाहिए, जिससे किसी भी अपरिवर्तन का सफलतापूर्वक कार्यान्वयन किया जा सके। GCU मॉडयूल की विश्वसनीयता एवं संगत निष्पादन की क्षमता उच्च होनी चाहिए ताकि शून्य दोष के नीतभारों का विकास किया जा सके।

एकल बोर्ड आधारित भू-परीक्षण प्रणाली के अभिकल्प अभिमुख

उपर्युक्त बिन्दुओं को ध्यान में रखकर, एक सीपीसीआई (CPCI) प्लेटफार्म पर आधारित एक एकल बोर्ड भू-परीक्षण प्रणाली की सैक/इसरो में परिकल्पना की गयी है। यह एकल बोर्ड सूक्ष्मतरंग नीतभारों के अंकीय उपतंत्रों की आवश्यकताओं के लिए पर्याप्त होगा। यह बोर्ड मदरबोर्ड-डाउटरबोर्ड (Motherboard - Daughterboard) के अभिकल्प पर आधारित है। डाउटर बोर्ड में अनेक प्रकार के निवेश-निर्गत (Input-output, I/O) अंतरापृष्ठों जैसे कि एल.वी.टी.टी.एल.

(LVTTL), एल.वी.डी.एस. (LVDS), अक्रमिककारक (Deserializer) होगें। मदरबोर्ड में अत्याधुनिक किन्टेक्स-7 (Kintex-7) एफ.पी.जी.ए. (FPGA), डी.डी.आर 3 (DDR3) एवं ONFI पूरक SRAM (Static Ram) संलग्न होगें। यह शक्तिशाली एफ.पी.जी.ए. इस बोर्ड को अनेक परियोजनाओं में पुनः उपयोग करने में सक्षम सिद्ध होगा। इसके अलावा, डी.डी.आर 3, एवं एस रैम (SRAM) उच्च गति के आंकड़ों के अर्जन में सहायक होगें। चित्र संख्या 1 में GCU बोर्ड के आलेख को दर्शाया गया है। एफ.पी.जी.ए. एवं अन्य घटकों का चुनाव इस तरह किया गया है ताकि लम्बे समय तक इनकी उपलब्धता बनी रहें। आलेख में डाउटर बोर्ड की स्थिति एवं संबंधित्रों को भी दर्शाया गया है।



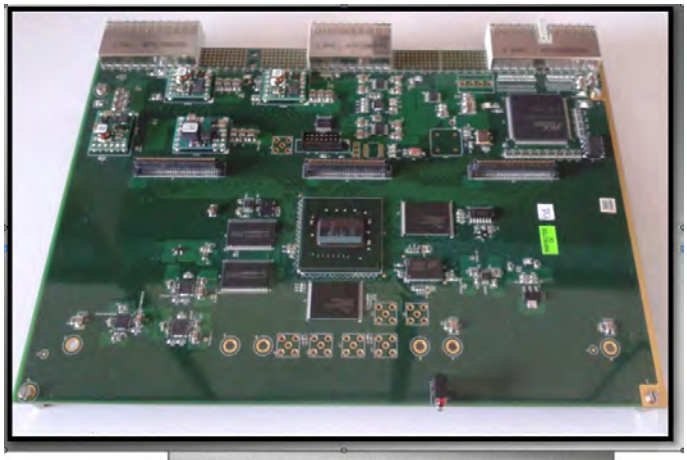
चित्र संख्या –1

एकल बोर्ड आधारित परीक्षण प्रणाली की विशेषताएं –

एकल बोर्ड परीक्षण प्रणाली की मुख्य विशेषताएं इस प्रकार हैं –

- **एफ.पी.जी.ए.** - जाईलिंक्स (Xilinx) किन्टेक्स-7 (Kintex-7)
- **अंतरापृष्ठ**
  - कालद (Clock)
    - → 200 मेगाहट्र्ज दोलित्र
    - → प्रोग्रामनीय कालद जनित्र (30 किलोहट्र्ज से 66.6 मेगाहट्र्ज की आवृत्ति तक
  - स्मृति (Memory)
    - → डी.डी.आर. 3 (DDR3) RAM - 4 गीगाबिट
    - → फ्लैस (Flash) -128 मेगाबिट
    - → एस रैम (SRAM) - 4 मेगाबिट
  - क्रमिक अंतरापृष्ठ
    - → आर.एस. 232 (RS-232)
  - पी.सी.आई. अंतरापृष्ठ
    - → पी.सी.आई. अंतरापृष्ठ (PCI Interface)
  - प्रोग्रामिंग विन्यास
    - → मास्टर BPI (Byte Parallel Interface) विधा
    - → जे टैग (JTAG) विधा
- **संबंधक**
  - → पी.एम.सी. (PMC - Peripheral Mezzanine Card)
  - → सी.पी.सी.आई. (CPCI)
  - → शक्ति प्रदाय संबंधक
  - → एस.एम.ए. (Subminiature Version A - SMA)
  - → एच.डी.सी.आईH (safsadfadfsadffsd High Density Connector Interface)

चित्र संख्या 2 में एकल बोर्ड को दर्शाया गया है, जिसमें सभी आवश्यक घटक माउन्टेड हैं।



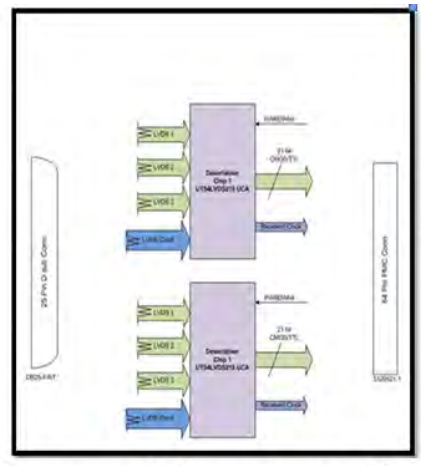
चित्र संख्या –2 सी.पी.सी.आई. एकल बोर्ड (मदरबोर्ड)

भू-परीक्षण प्रणाली हेतु एकल बोर्ड

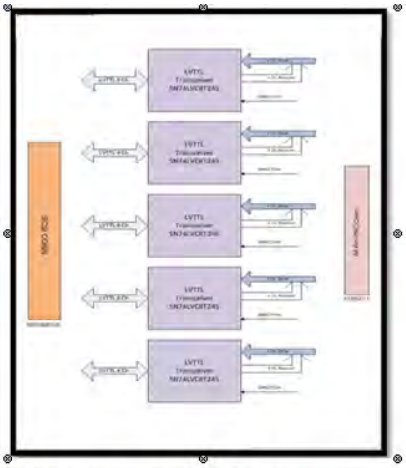
चित्र संख्या-2 में प्रस्तुत मदर बोर्ड के अलावा छह डाउटर बोर्ड का भी विकास किया गया है जो कि विभिन्न नीतभारों के विभिन्न अंतरापृष्ठों के प्रोटोकॉल (Protocol) के अनुरूप है। ये सभी डाउटर बोर्ड को मदर बोर्ड के पर बने हुए स्लाट (Slot) में आसानी से बिठाया जा सकता है, जिसके परिणामस्वरूप कोई भी उपयोक्ता अपने I/O प्रोटोकॉल के अनुरूप इन्हें प्रयोग कर सकता है। इन डाउटर बोर्ड की प्रमुख विशेषताएं इस प्रकार हैः

1. आर.एस. 422 (RS-422) प्रेषित-अभिग्राही पर (Trans-receiver) आधारित डाउटर बोर्ड
   - RS-422 परिचालक, स्तर संचरक, परिवर्तक इत्यादि
   - चित्र संख्या 5 में प्रस्तुत आलेख
2. एल.वी.डी.एस. (LVDS) प्रेषित-अभिग्राही पर आधारित डाउटर बोर्ड
   - Texas Instruments द्वारा प्रपत्त पाँच एल.वी.डी.एस. प्रेषित अभिग्राही
   - 80 पिन Kell संबंधक
3. एल.वी.टी.टी.एल. प्रेषित अभिग्राही पर आधारित डाउटर कार्ड
   - C4 पिन पी.एम.सी. (PMC) संबंधक
   - पाँच एल.वी.टी.टी.एल. उपकरण
   - चित्र संख्या 4 में प्रस्तुत आलेख
4. सीरयलाइजर डाउटर बोर्ड (Serializer)
   - दो ऐरोफ्लैक्स के सीरयलाइज़र
   -चित्र संख्या 6 में प्रस्तुत आलेख
5. डी-सीरयालाइज़र (Deserializer) डाउटर बोर्ड
   - चित्र संख्या 5 में प्रस्तुत आलेख
6. डी.डी.सी. (DDC) अंतरापृष्ठ बोर्ड

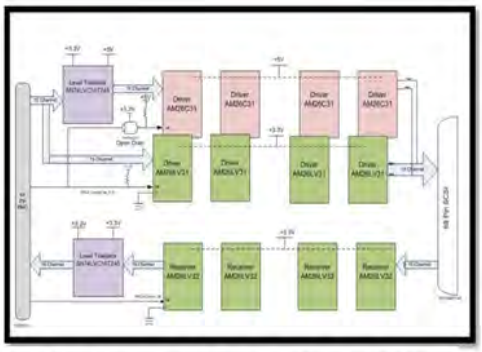
चित्र संख्या 3, 4, 5, 6 में विभिन्न डाउटर बोर्ड के आलेख को दिखाया गया है।



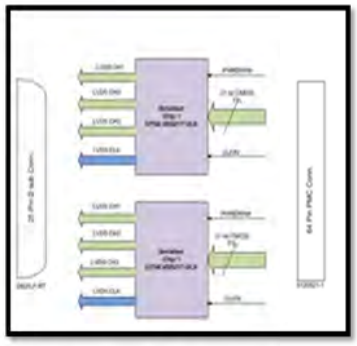
चित्र संख्या –3 डी-सीरयालाइज़र डाउटर बोर्ड



चित्र संख्या –4 एल.वी.टी.टी.एल.डाउटर

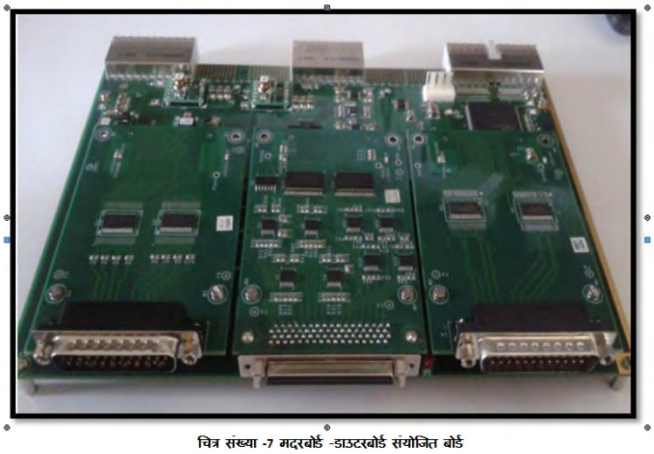


चित्र संख्या -5 आर.एस. 422 (RS-422)



चित्र संख्या –6 सीरयालाइज़र डाउटर बोर्ड

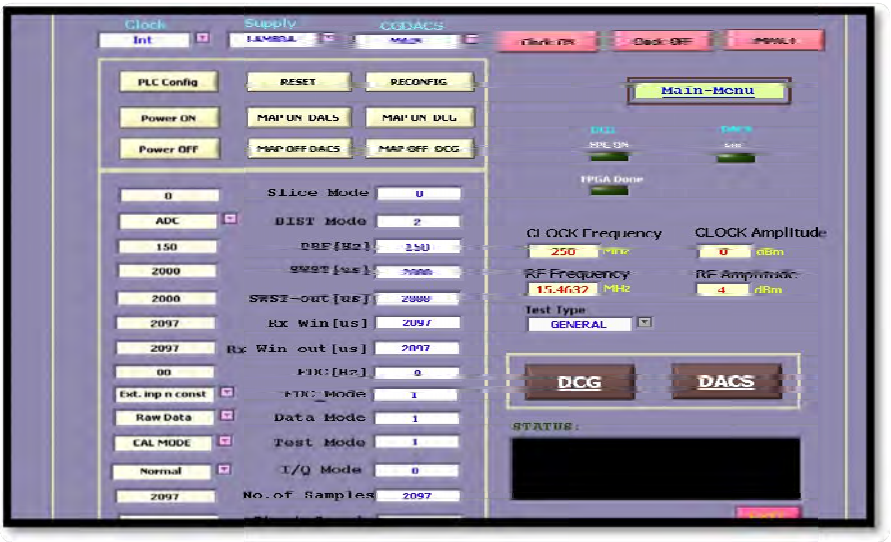
चित्र संख्या 7 में मदरबोर्ड डाउटर बोर्ड संयोजित बोर्ड को दिखाया गया है। इस कार्ड को सी.पी.सी.आई. (CPCI) कम्प्यूटर में सीधे माउन्ट किया जा सकता है।



चित्र संख्या -7 मदरबोर्ड -डाउटरबोर्ड संयोजित बोर्ड

<u>सी.पी.सी.आई. अंतरापृष्ठ</u>

एकल बोर्ड आधारित भू-परीक्षण इकाई होस्ट कम्प्यूटर (Host computer) से सी.पी.सी.आई. बस (bus) के माध्यम से संचरण करता है। इसके लिए एक समर्पित पी.सी.आई. (PCI) ब्रिज होता है, जो कि इन संचरणों का वहन करता है। ये संचरण या तो सामान्य मोड (Normal Mode) या डायरेक्ट मेमोरी एक्सेस (Direct Memory Access, DMA) mode में हो सकते हैं। डी.एम.ए. मोड उच्च गति के आंकड़ों के अर्जन अधिक उपयोगी सिद्ध होते हैं। इन सब अवयवों हेतु visual C में एक ग्राफी प्रयोक्ता अंतरापृष्ठ (Graphical user Interface, GUI) का निर्माण किया गया है। चित्र संख्या 8 में SCATSAT-1 नीतभार के लिए निर्मित GUI को दर्शाया गया है। यह GUI नीतभार के अंकीय उपतंत्रों के परीक्षण में अत्यन्त उपयोगी है।



चित्र संख्या -8 SCATSAT-1 नीतभार के लिए निर्मित ग्राफी प्रयोक्ता अंतरापृष्ठ (GU GUI)

उपसंहार

एम.आर.एस.ए./सैक/इसरो के विभिन्न सूक्ष्मतरंग नीतभार जैसे कि रीसैट-1, स्केट्रोमीटर, मेघा-ट्रापिक्स, डी.एम.सार की सफलता के पीछे उनका व्यापक परीक्षण है, जिसमें भू-परीक्षण प्रणाली का योगदान उल्लेखनीय रहा है। यह एम.एड.डी.जी. के द्वारा निर्मित एकल बोर्ड विदेशी कम्पनियों से खरीदे हुए बोर्ड की तुलना में काफी कम लागत का है एवं इसका निर्माण भारतीय कम्पनी से कराया गया है। हमें आत्मनिर्भर बनाने की दिशा में यह एक छोटा सा प्रयास है। यह बोर्ड आगामी सूक्ष्मतरंग मिशन जैसे कि SCATSAT-1, X-Band डी.एम. सार, L-Band सार, चन्द्रयान-2 इत्यादि के परीक्षण में व्यापक रूप से प्रयोग में लाया जाएगा।

आभार

हमें इस कार्य को करने के लिए दिए गए सुअवसर एवं दिशा-निर्देश के लिए श्री ए.एस. किरणकुमार (निदेशक, सैक), श्री तपन मिश्रा (उप निदेशक, एम.आर.एस.ए.) के अत्यन्त आभारी है जिन्होंने सूक्ष्मतरंग संबंधित विकास कार्यों को करने में हमें अपना मार्गदर्शन एवं सहयोग दिया है। हम श्री बी.आर. राजपूत, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी तथा हिंदी कक्ष के सभी सहकर्मियों का आभार प्रकट करते हैं, जिन्होंने इस पत्र के टंकण में सहयोग प्रदान किया है।

अंत में हम एम.आर.एस.ए. के सभी वैज्ञानिकों, अभियंताओं, सैक/इसरो के कर्मियों तथा समस्त इसरो परिवार के आभारी है।

"भविष्य के सार हेतु ऐडीसी तथा सर-डेस ऐसिको का स्वदेशी अल्पविकास"

Indigenous Development of ADC & SER-DES ASIC's for future SAR

रिंकु अग्रवाल, शालिनी गंगेले, शौकिन, पंकज जैन, आर सेंथिल कुमार,
एस.एम.त्रिवेदी एवं निलेश एम. देसाई
एम.एस.डी.जी/एम.आर.एस.ए
rinku@sac.isro.gov.in, shalinisethia@sac.isro.gov.in

सारांश

एमएसडीजी/एमआरएसए में विभिन्न निदेश निर्मित ASIC (ऐसिक-उपयोग विशेष एकीकृत परिपथ) उपकरण के अभिकल्प एवं उनके अल्पविकास की शुरूआत सन् 2005 से की थी। उनमें से एक ऑनबोर्ड नियंत्रक (OBC-1) ऐसिक जोकि 8051 (MCS-51) पर आधारित है और उसमें सूक्ष्म नियंत्रक सॉफ्टकोर भी समाहित है। यह ऐसिक का अभिकल्प RISAT-1 (रडार प्रतिबिंबन रडार) सार नीतभार में वितरण किरणकुज नियंत्रक काम को पूर्ण करने हेतु किया गया था। इससे मेघाट्रॉपिक्स के नीतभार में भी नियंत्रक की तरह उपयोग किया गया था। RISAT-1 की कार्यकारी सफलता को देख कर हमने इस ऐसिक को आनेवाले अभियानों के नीतभार में भी प्रयोग कर रहे है जैसेकि चंद्रयान-2, स्कैटसैट-1 एवं बिंदु नियंत्रक एल/एक्स बैंड में भी।

(OBC-1) ऐसीक एक स्वदेशी अभिकल्प का उदाहरण है जिसका निर्माण हमने रेडहाड ऐसिक के उत्पादक ऐरोफेल्क्स के द्वारा पूर्ण किया गया था। यह अभिकल्प 5.0V विद्युत प्रक्षय पर आधारित है और आने वाले नए ऐसिक OBC-1.1 का अभिकल्प 3.3 V विद्युत प्रक्षय पर आधारित किया गया है। OBC-1.1 में हमने चल बिंदु सह संसाधक के अभिकल्प का समावेश किया है।

ASDR (पतायोग्य अतुल्यकालिक/तुल्यकालिक अंतरीय अभिग्राही) ऐसिक का भी अभिक्लप किया है जिसमें UART अंतरापृष्ठ एवं तीन तार अंतरापृष्ठ का समावेश किया है।यह भी 3.3 V विद्युत प्रक्षय पर आधारित है। यह दोनों अभिकल्पों का उत्पादक हमारे स्वदेशी फाउंड्री SCL चंडीगढ़ स्थित पर किया गया जाएगा। आगे इन्ही अभिकल्पों को रेडहाड में परिवर्तित भी किया जाएगा। हमने मिश्र सिग्नल एसीक के अभिकल्पों की भी शुरूआत कि है जिसमें प्रथम हमने ADC (ऐनालोग से अंकीय परिवर्तक) एवं सर-डेस (श्रृंखलाकार-विश्रृंखलाकार) का चयन किया गया है। यह हमारी स्वदेशी फाउंड्री SCL चंडीगढ़ पर 180nm CMOS प्रक्रम पर आधारित होगी। यह विभिन्न भावी नीतभारों के डाटा अर्जन एवं डाटा स्थानोतरण के उपयोग में लाए जाएंगे। इन उपकरणों के विकास से हम स्व निर्भर हो जाएंगे और अपने स्व विनिर्देशों के अनुसार उपकरणों का उत्पादक करेंगे। तत्पश्चात् यह हमारे आयात के खर्च में भी कमी लाने में मददरूप साबित होगा। जो समय हमारे उपकरणों को आयात में खर्च होता है उसे हम कम कर सकेंगे और एक उपग्रह बनाने में भी समय कम लग सकता है।

यह पत्र में एडीसी एवं सर-डेस के अभिकल्पों के विन्यास का विवरण किया गया है। मुख्य लक्षणों एवं उनकी विशिष्टताओं को भी दर्शाया गया है।

प्रस्तुति

सन् 2005 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र द्वारा ऐसीक के अभिकल्प एवं उनके विकास की शुरूआत कर दी गई थी। यह विकास इसरो के महत्वपूर्ण अंतरिक्ष अभियानों जैसे कि रीसैट-1, मेघाट्रॉपिक्स, एल/एस बैंड चंद्रयान-2 एवं एल/एक्स सार नीतभारों में उपयोग किया गया है। यह शुरूआत हमने अपने स्वनिर्भर होने हेतु की गयी थी और आज हम अपने अभिकल्पों के उपकरणों का निर्माण कर पा रहे है।

पिछले कई सालों से विभिन्न विनिर्देशों वाले एडीसी उपकरणों का सूक्षमतरंग एवं प्रकाशिय नीतभारों के डाटा अर्जक तंत्र के निर्माण में उपयोग किए जा रहे है। 20KHz से 1GHz प्रतिचयन आवृत्ति एवं 8 से 24 बिट विभेदन वाले विभिन्न ऐडीसी का उपयोग किया जा रहा है। यह ऐडीसी का उपयोग हम सूक्ष्मतरंग के नीतभार के विकास में उपयोग कर पाएंगे।

श्रृंखलाकार की आवश्यकता समांनातर अंकीय डाटा को श्रृंखला अंकीय डाटा में रूपांतर करने उपयोग में लाया जाता है। यह डाटा समाहित कलाद के साथ या अलग कलाद के साथ भी भेजा जा सकता है। यह डाटा विभिन्न डाटा दर पर जोकि संवेदक के विधाओं के अनुसार होता है उसे अंतरिक्ष यान के डाटा संसाधक (BDH) के साथ अंतरापृष्ठ करवाया जाता है। इसमें कोशिश की जाती है कि कम से कम तारों में हम अंतरापृष्ठ करें एवं बिट त्रुटि को भी कम करें। तदसंगत विश्रृंखलाकार का उपयोग अंतरिक्ष यान के डाटा संसाधक पर उपयोग किया जाता है। यहाँ पर श्रृंखला डाटा को समानांतर डाटा में परिवर्तित करके कलाद सिग्नल की पुन:प्राप्ति की जाती है। BDH आगे इस डाटा को फॉरमेटन संवेदक डाटा के साथ अन्य अंतरिक्ष यान यंत्र के प्राचलों को भी करता है।

अभी के श्रृंखलाकार की क्षमता 15MHz से 125 MHz तक है एवं अधिकतम डाटा दर 1Gbits/Sec है। यह LVTTL के अनुकूल निवेश है। रिसैट के डाटा अर्जन में श्रृंखलाकार और विश्रृंखलाकार दो अलग उपकरणों के द्वारा किया गया है। यह श्रृंखलाकार का उत्पात अलग तीन सामान्तर डाटा लाईन पर किया जाता है जिस में कलाद सिग्नल अलग दी जाती है। तदसंगत विश्रृंखलाकार में यह निवेश होकर डाटा को समानांतर डाटा में रपांतर किया जाता है। SER-DES (ऐसीक) का जो अभिकल्प कर रहे हैं उसमें एक ही श्रृंखला लाईन में डेटा भेजा जाएगा और

उसमें कलाद सामहित होगी। इस उपकरण में श्रृंखलाकार/विश्रृंखलाकार का काम एक ही उपकरण में सामवेश होगा और यह LVDS निवेश के अनुकूल होगा।

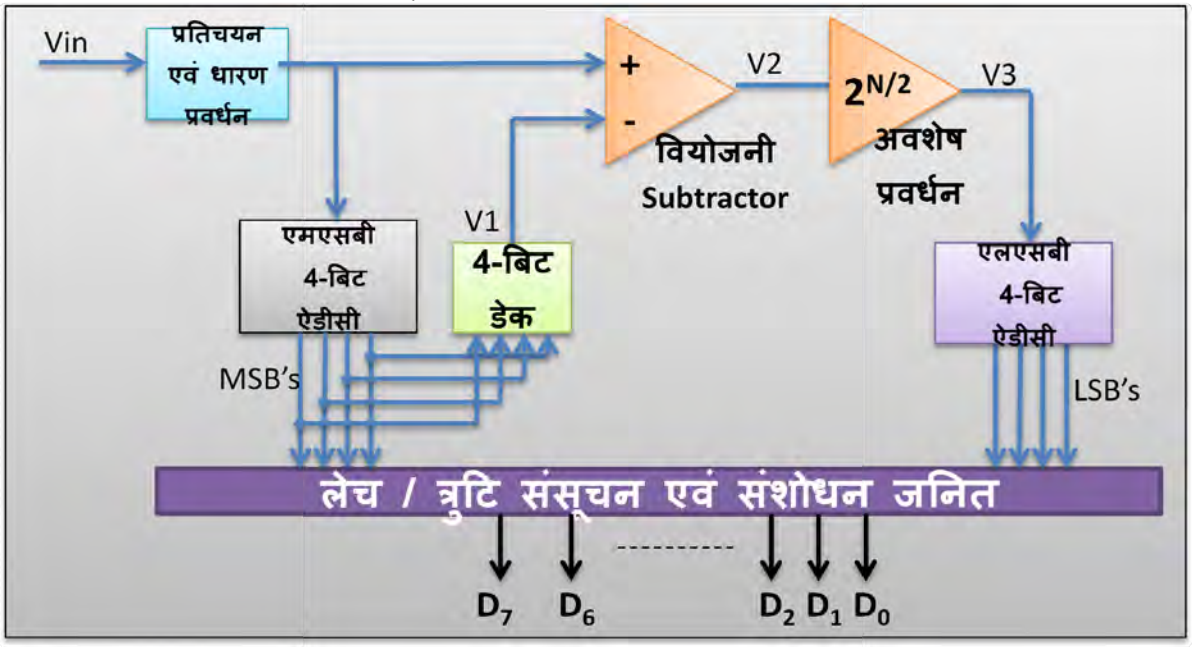
हमने ADC एवं SER-DES के कुछ मॉड्यूल के अभिकल्प cadence virtuoso A/D पर किये है। इस अभिकल्प का अनुकरण एवं सत्यापन HSPICE सॉफ्टवेयर के द्वारा किया गया है। इस पत्र में विभिन्न मॉड्यूल्स के बारे में चर्चा कि है और उनके अभिकल्प के विवरण को भी प्रस्तुत किया गया है।

ADC (एनालोग से अंकीय रूपांतरित्र) ऐसीक

मुख्य लक्षण

- यह एक मिश्र सिग्नल ऐसिक है जिसका निर्माण 180nm CMOS प्रक्रम द्वारा एसलीएल चंडीगढ़ में किया जाएगा।
- यह ऐडीसी की प्रतिचयन आवृत्ति 100MHz होगी एवं 8 बिट विभेदन देने की क्षमता प्रदान करता है।
- इसका एनालोग बैंड 250MHz प्राप्त कर सकते है जोकि एकल या अंतरी निवेश पर आधारित होगा।
- 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 है।
- विद्युत क्षय 250mW से कम रखा जाएगा।

यह ऐडीसी के अभिकल्प के लिए विभिन्न वास्तुकलात्मकों का अध्ययन किया गया जैसेकि फेल्श, उत्तरोत्तर सन्निकटन, सिग्मा डेल्टा, पाईप लाईन एवं उप-परासन दिए गए विनिर्देशों जैसेकि 100 MHz प्रतिचयन आवृत्ति, 8 बिट का विभेदन देख कर हमने फेल्श प्रारूप को चुना और यह निर्णय लिया गया कि इस कार्य को हम दो हिस्सों में उप-परासन प्रारूप द्वारा पूरा कर सकते हैं।



चित्र 1 – फेल्श प्रकार का वास्तुकलात्मक

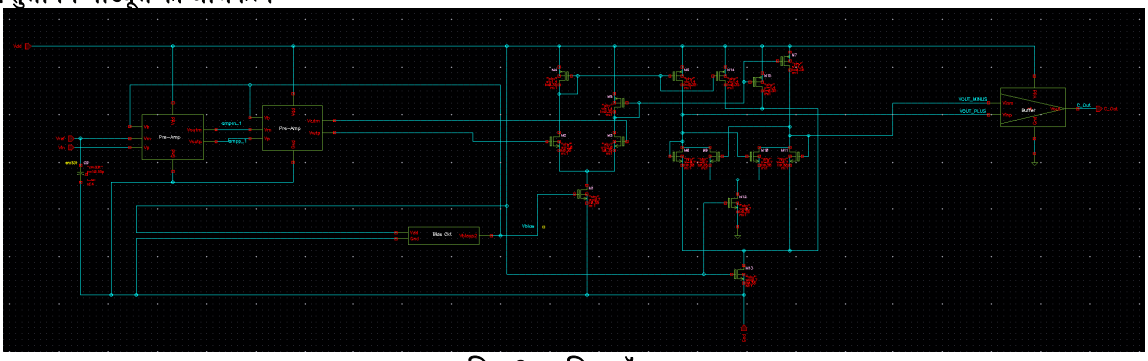
जैसा कि चित्र-1 में दर्शाया गया है कि प्रथम चार बिट वाले फेल्श ऐडीसी का निर्गमन सिग्नल 4 बिट DAC द्वार एनालोग में फिर से रूपांतर होगा। तद्पश्चात् निवेश सिग्नल एवं 4 बिट DAC का निर्गमन सिग्नल दोनों वियोजनी मॉड्यूल द्वारा सिग्नल प्राप्त होगा। यह अवशेष सिग्नल को फिर से प्रवर्धक किया जाएगा और यह सिग्नल द्वितीय श्रृंखला वाले 4 बिट फेल्श ऐडीसी के लिए निवेश होगा।

प्रथम ऐडीसी के निर्गमन अंकीय डाटा MSB की तरह कार्य करेंगे तथा द्रुतिय ऐडीसी के निर्गमन अंकीय डाटा LSB की तरह कार्य करेंगे। सब मिलाकर 8 बिट डाटा को लेच करके उनका त्रुटि संसूचन एवं संशोधन जनित लगाकर अंतिम 8 बिट निर्गमन किया जाएगा।

अभिकल्प के उपगमन

चित्र 2 एवं चित्र 3 में दर्शाए गए चित्र के अनुसार 4 बिट फेल्श प्रकार के वास्तुकलात्मकों के लिए हमने तुलनित्र मॉड्यूल के अभिकल्प का विकास किया है। इस अभिकल्प में हमने पूर्व प्रवर्धन एवं पश्च प्रवर्धन का भी अभिकल्प किया है।

चित्र-2 तुलनित्र मॉड्यूल का अभिकल्प



चित्र 3 तुलनित्र मॉड्यूल

4 बिट फेल्श ऐडीसी

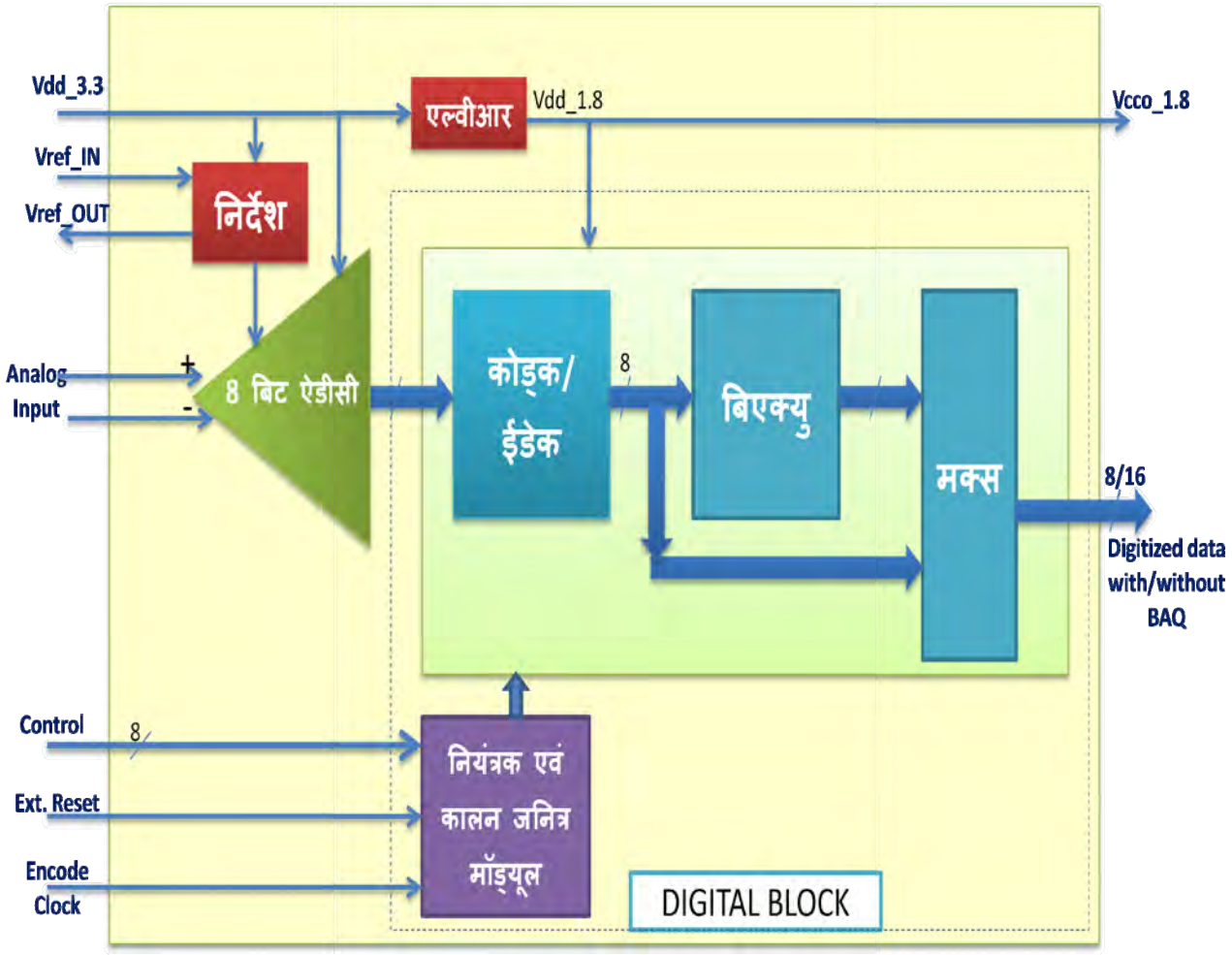
4 बिट ऐडीसी की प्राप्ति के लिए हमे 2^4-1 यानि 15 तुलनित्रों एवं 2^4 यानि 16 प्रतिरोधक की आवश्यकता होगी। जैसे कि चित्र 4 में दर्शाया गया है यह मॉड्यूलों का निर्गमन तापमापी कोडक होता है जिसे हम द्विआधारी कोडक में परिवर्तन करना आवश्यक होता है।

आगे इस अभिकल्प को हम बढ़ाना चाहते है जिसमें उसके संबंधित अंकीय कोडन, ब्लॉक अनूकुलित राशिकरण BAQ अंकीकरण डाटा या बिना BAQ अंकीयकरण डाटा का BAQ चयन MUX द्वारा किया जाएगा। इसके साथ नियंत्रक एवं कालन जनित्र मॉड्यूल का भी समावेश होगा।

ऐडीसी थेर्मोमिटर तक थेर्मोमिटर से बाइनरी एन्कोडर

चित्र -4 4 बिट फेल्श ऐडीसी

जैसाकि चित्र 5 में बताया गया है कि यह समग्र अभिकल्पों का उपयोग विभिन्न मध्यम गति वाले नीतभारों में जहाँ पर 8 बिट विभेदन एवं 100MHz की प्रतिचयन आवृत्ति आवशयक होगी वहां पर संपीडीत 2 से 6 बिट BAQ डाटा द्वारा का अंतरापृष्ठ श्रृंखलाकार/विश्रृंखलाकार के द्वारा किया जा सकता है। हमने ऐडीसी के अन्य मॉड्यूल के अभिकल्प की शुरूआत की है जैसे अवशेष प्रवर्धन, 4 बिट DAC, प्रतिचयन एवं धारण प्रवर्धन और BAQ जोकि एक मिश्र सिग्नल ऐसीक होगा।



चित्र 5- मिश्र सिग्नल ऐसिक 8 बिट ऐडीसी एवं BAQ

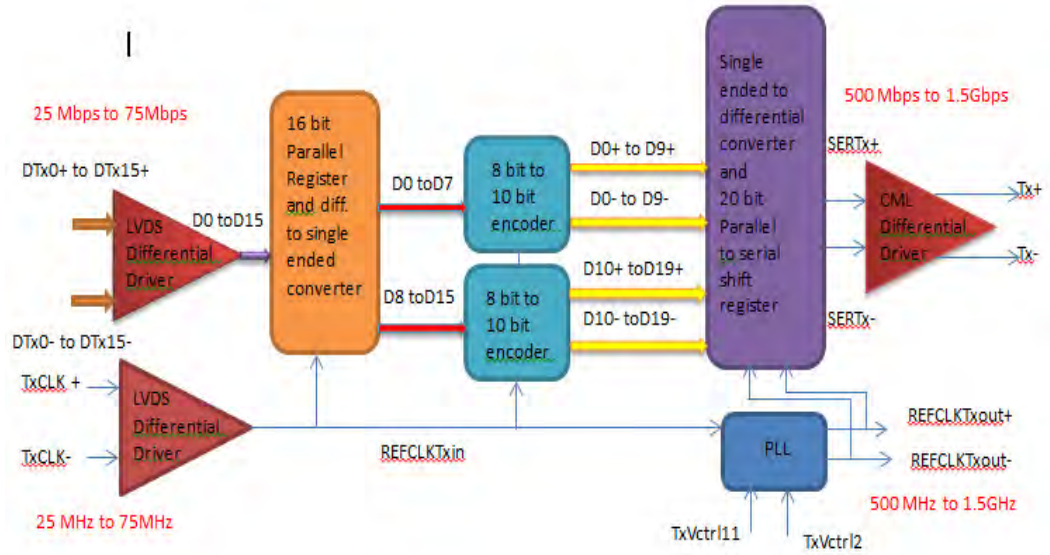
सर-डेस (श्रृंखलाकार/विश्रृंखलाकार)

मुख्य लक्षणों

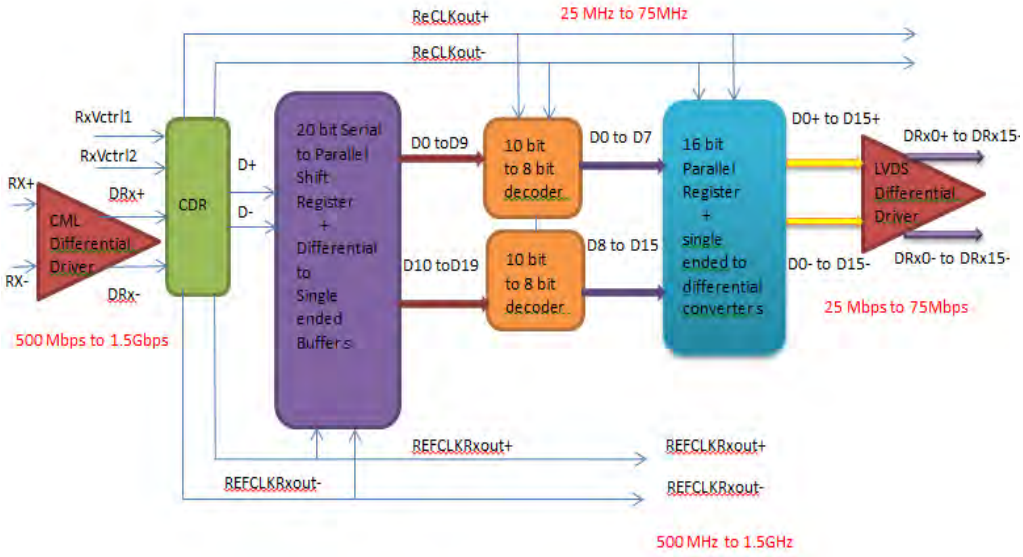
- उच्च गति वाले विस्तृत बैंड 25)MHz से 150MHz ,(बिट16LVDS श्रृंखलाकार) विश्रृंखलाकार/SER-DES) प्रेषीग्राही
- 500Mbps से 3Gbps की डाटा दर की क्षमता
- LVDS निवेश निर्गमन अनुकुलीत/I/O अंतरापृष्ठ
- डाटा में से कालद की स्व पुन: प्राप्ति
- 180nm CMOS प्रक्रम पर आधारित

जैसा कि चित्र -6 में बताया गया है कि 16 बिट LVDS समानांतर प्रेषित डाटा निर्देश कालद 25MHz से 150MHz के दर पर 8 बिट /10 बिट के द्वारा 20 बिट का कोडण किया जाएगा। सामान्तर 16 बिट LVDS निवेश डाटा को विस्थापन रजिस्टर द्वारा समानांतर से श्रृंखला कड़ी में परिवर्तित किया जाएगा। यह डाटा दो भागों में विभाजित होकर 8/10 बिट कोडन द्वारा 20 बिट विस्तार डाटा शब्द को फिर से विस्थापन रजिस्टर द्वारा श्रृंखला धारा में रूपांतर किया जाता है।

यह विस्थापन रजिस्टर को PLL द्वारा आंतरिक जनित्र बिट कालद के उत्थान छोर पर लॉच किया जाता है जोकि निर्देश निवेश कालद से 20 गुना ज्यादा है।



चित्र -6 श्रृंखलाकार का ब्लॉक चित्र



चित्र -7 विश्रृंखलाकार का ब्लॉक चित्र

निर्गमन श्रृंखलाकार LVDS अनुकूल डाटा को सुमेलित 100 ओम प्रतिबाधा पर्यावरण में प्रेषित्र किया जाएगा। अभिग्राही परिच्छेद में श्रृंखला से समानांतर परिवर्तित डाटा को पुन: प्राप्त कालद से तुल्यकालित्र किया जाता है।

विश्रृंखलाकार 8/10 बिट कोडित LVDS श्रृंखला डाटा को स्वीकार करता है पुन:प्राप्त कालद परिपथ डाटा द्वारा अनुबंधक करके कालद की बिट दर को निष्कर्ष करता है।

प्राप्त कालद का उपयोग निवेश डाटा द्वारा पुन: काल में परिवर्तित किया जाता है। यह पुन:कालित डाटा को दो 10 बिट वाले शब्द में विभाजित किया जाता है। तत् पश्चात् डाटा का 8/10 बिट विकोडन करके निर्गमन 16 बिट LVDS को अंतरी प्रेषित्र श्रृंखला से सामानांतर में रूपांतर किया जाता है। यह निष्कर्षण अभिग्राही कालद से तुल्यकालित्र है।

अभिकल्प के उपगमन

अति विस्तार परास एवं उच्चगति वाले VCO की उपलब्धि के लए अति विस्तार बैंड एवं समस्वरणीय VCO (500MHz से 3GHz) तक का अभिकल्प 180nm CMOS प्रक्रिया द्वारा किया जा रहा है। विस्तार बैंड समस्वरणीय वाले PLL की क्षमता मुख्य तर पर VCO के समस्वरण क्षमता पर आधारित होती है ।

अति विस्तार बैंड वाले VCO का अभिकल्प

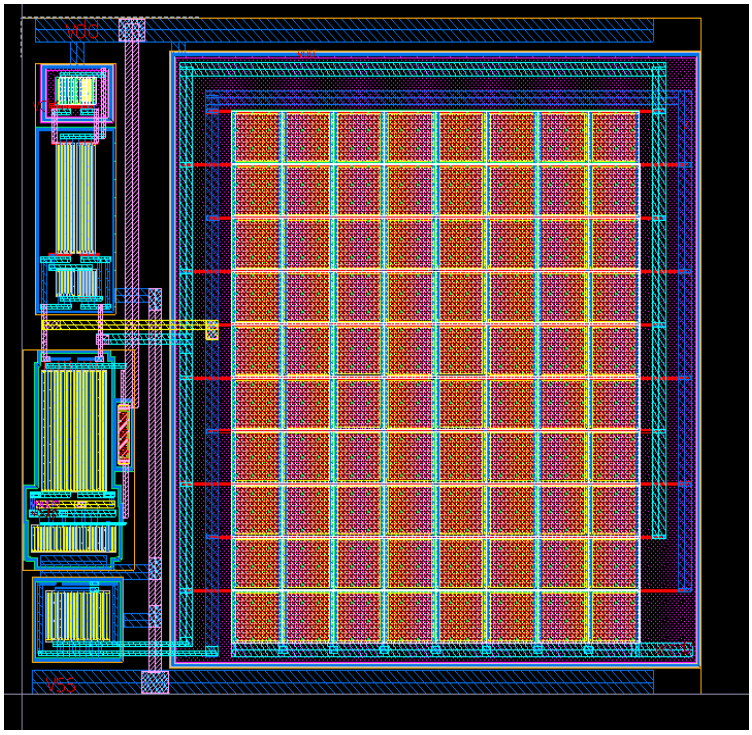
विस्तार बैंड समस्वरण VCO को उपलबध करने हेतु सक्रिय प्रेरक का संकल्प सम्मिलित किया जाता है। सक्रिय प्रेरक

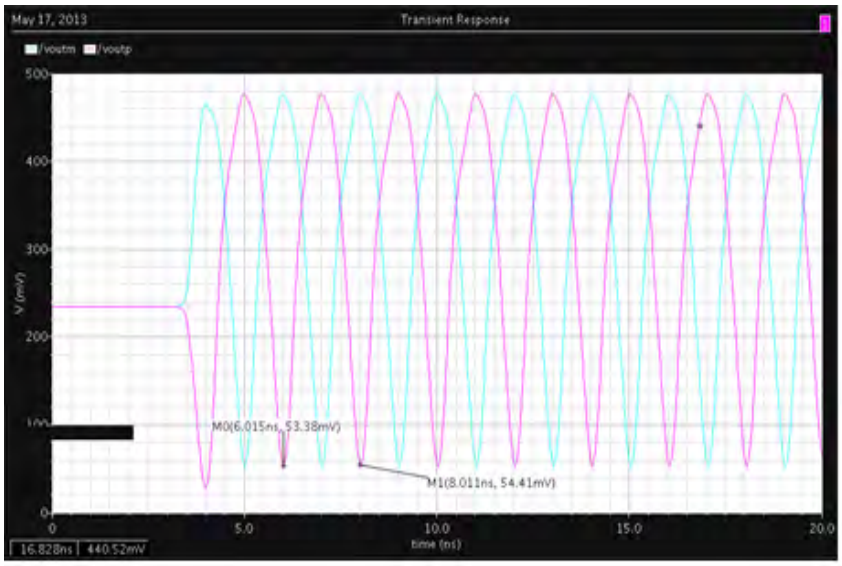
एवं चरधारक बैंक ही विस्तृत आवृत्ति परिसर VCO की समस्वरण क्षमता को प्रदान करता है।

VCO की स्थूल आवृत्ति का समस्वरण की उपलब्धि सक्रिय प्रेरक को नियंत्रण वोल्टेज को परिवर्तित करके प्राप्त किया जा सकता है तथा बारिक आवृत्ति का समस्वरण को चरधारक के नियंत्रण वोल्टेज को परिवर्तित करके प्राप्त किया जा सकता है। चित्र 8 में अभिकल्प का टेप-आउट SCL के वेफर पर किया गया है और उनके परिणामों को दर्शाया गया है।

अति विस्तार वाले PLL

PLL की समस्वरण क्षमता VCO की समस्वरण क्षमता पर आधारित है। यहाँ पर 20 भागों में विभाजित पूर्व आर्दश लॉजिक को प्राप्त निदेश कालद सिग्नल (25MHz से 150MHz) एवं डाटा के तुल्यकालन को सम्मिलित किया गया है।





चित्र-8 VCO RFIC में सक्रिय प्रेरक द्वारा अभिकल्प एवं परिणाम

विकिरण कोटरन के लिए अन्य अपरिवर्तन आवेश पंप के अभिकल्प को सम्मिलित किया गया है। आगे इस अभिकल्प का दर निवेश निर्देश कालद से 40 गुना बढ़ाया जा सकता है। यह दर हम कालद की दोनों छोर पर डाटा को प्रतिचयन करेंगे। PRBS के उत्पादन का भी हम समावेश करेंगे जिससे कि स्व अंशांकन कर सकें।

निष्कर्ष

यह दोनों उपकरण हमारे इसरो के विभिन्न सार नीतभारों के विकास में उपयोग होंगे जहाँ पर मध्यम आवृत्ति पर डाटा अर्जन एवं BAQ संपीडन को एकल सोपानी प्रक्रम द्वारा आवश्यकता होगी।

BAQ डाटा सीधे से LVDS बर्फर द्वारा SER-DES से अंतरापृष्ठ किया जा सकता है। यह उपकरण एक उन्नत प्रौद्योगिकी विकास का उदाहरण साबित होंगे जिसमें स्वदेशी फाउन्ड्री का उपयोग किया जाएगा। यह विकास करने से हम स्व निर्भर हो जाएंगे उपकरणों के निर्माण पर तथा हमारी आयात में भी कमी होगी।

आभार

इस लेख के लेखक, सूक्ष्मतरंग संवेदक सबंधी विकास गतिविधि तथा तकनीकी काम में हिंदी के इस्तेमाल की बढ़ोतरी हेतु मार्गदर्शन और प्रोत्साहन के लिए श्री ए.एस.किरण कुमार (निदेशक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र), श्री तपन मिश्रा (उप निदेशक, सूक्ष्मतरंग सुदूर संवेदन क्षेत्र) और श्री निलेश देसाई (ग्रुप निदेशक, सूक्ष्म तरंग संवेदन अंकीय समूह) एवं एस.एम.त्रिवेदी (प्रमुख एम.एस.डी.डी) के प्रति आभार व्यक्त करते हैं। लेखक श्री बी.आर.राजपूत (वरिष्ठ हिंदी अधिकारी) और हिंदी कक्ष के सहकर्मियों के प्रति, उनकी इस लेख को हिंदी में मुद्रण के हेतु की मदद के लिए अभार व्यक्त करते है। लेखक अपने सूक्ष्मतरंग संवेदन अंकीय समूह के सहकर्मीयों, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के बाकी कर्मचारी तथा इसरो के अन्य केंद्रों के कर्मचारी जिन्होंने सूक्ष्मतरंग रडार संवेदक मिशन हेतु अपना योगदान और सहयोग दिया है उनके प्रति भी आभार व्यक्त करते हैं।

***

स्वदेशी नई प्रणालीः यू.एच.एफ. लिनीअराइज़र

संजय पंचाल, विशाल आंबलिया एवं आर.जे.दोशी, प्रभाग प्रधान

सारांशः

प्रस्तुत संशोधन पत्र में आधुनिक एवं अति उपयोगी लिनीअराइज़र (रैखिय लाक्षणिकता करने वाली प्रणाली) के विषय में जो यू.एच.एफ. (परा उच्च आवृत्ति) तरंगों पर कार्य करता है, विस्तार से बताया गया है। यह प्रणाली को हमने पहली बार संशोधन के फलस्वरूप पाया है। यह संपूर्ण स्वदेशी है। लिनीअराइज़र सी/एन गुणोंत्तर को नीतभार (ट्रान्सपोन्डर) स्तर पर बढ़ाने की विशिष्ट व्यवस्था है। इससे न केवल सी/एन गुणोंत्तर बढ़ता है बल्कि इसके फलस्वरूप नीतभार की चेनल क्षमता (अधिक तरंगों को वहन करने की क्षमता) बढ़ती है। इसके उपयोग से अंतरामाडुलन विरूपण कम हो जाने के कारण नीतभार की शक्ति प्रवर्धन करने की कार्यक्षमता बढ़ती है। इस संशोधन पत्र में पूर्व विकृति ध्रुवीय टोपोलोजी से रैखिय लाक्षणिकता करने वाली प्रणाली के बारे में विस्तार से बताया गया है। इस प्रणाली से नीतभार की तरंगों को वहन करने की क्षमता एवं कार्यक्षमता कितनी प्रभावित है इसके बारे में समझाया गया है। इस नयी प्रणाली के साथ-साथ यू.एच.एफ. शक्ति प्रवर्धक के साथ किये गये परीक्षण प्रस्तुत किए गये हैं। यह प्रणाली कार्यक्षमता बढ़ाने के साथ उपग्रह के उष्णता संचालन में भी काफी सहायक सिद्ध होती है। यह प्रणाली आने वाले समय में देश की दरियाई सीमा की सुरक्षा के लिए उपयोगी उपग्रह में कार्यरत होगी। लेख के अंत में इसके लाभालाभ की चर्चा विस्तार से की गई है।

प्रस्तावनाः

आर्थिक व्यवस्था में आते बदलाव को झेलने के लिए स्वदेशी तकनीक वाली प्रौद्योगिकी विकसित करना भारत वर्ष के लिए अति आवश्यक जिम्मेदारी है। देश की सुरक्षा की दृष्टि से यू.एच.एफ बैंड में विभिन्न तकनीकी का विकास अति आवश्यक है। यू.एच.एफ बैंड में शक्ति प्रवर्धक की तरंगों को वहन करने की क्षमता बढ़ाने के साथ कार्यक्षमता बढ़ाना और अंतरामॉडुलन विरूपण कम करना हमारा लक्ष्य था। प्रस्तुत लेख में यू.एच.एफ. लिनीअराइज़र का विकास कैसे किया है उसके बारे में विस्तार से बताया गया है। विभिन्न कार्यप्रणाली में से कौन सी कार्यप्रणाली ज्यादा उपयुक्त है यह बताया गया है। नई प्रणाली का शक्ति प्रवर्धक के साथ किए गए परीक्षण के अवलोकन इस लेख में प्रस्तुत है। नई प्रणाली की उपयोगिता की विस्तृत चर्चा इस लेख में प्रस्तुत है।

परिचयः

संचार उपग्रह में आवृत्ति पट्ट और प्राप्त ऊर्जा का समुचित उपयोग एक महत्वपूर्ण कार्य है। आधुनिक संचार प्रणाली एक ही नीतभार में एक से ज्यादा तरंगों का शक्ति प्रवर्धन करती है। इस तरंगों के शक्ति प्रवधर्क की लाक्षणिकता रैखिय नहीं है। इस वजह से महत्तम आऊटपुट शक्ति के समय प्रवर्धक की लब्धि कम होती है। साथ ही अंतरामॉडुलन विरूपण की मात्रा ज्यादा होती है। यह मात्रा को सीमित रखने के लिए शक्ति प्रवर्धक को कम कार्यक्षमता पर कार्यान्वित करना पडता है। इसके फलस्वरूप ऊर्जा का व्यय होता है। जिससे ऊष्माक्षय बढ़ता है। ऊष्माक्षय का सुचारू रूप से व्यवस्थापन नीतभार के लिए कठिन कार्य है। यू.एच.एफ. लिनीअराइज़र का प्रयोग न केवल अंतरामॉडुलन विरूपण को कम करता है बल्कि महत्तम आउटपुट शक्ति प्रदान करता है। साथ ही शक्ति प्रवर्धक की कार्यक्षमता बरकरार रखता है। इस नयी प्रणाली से नीतभार का सी/एन गुणोत्तर बढ़ता है।

लिनीअराइज़र के प्रकारः

1) फीड फारवर्डः

इस प्रकार के लिनीअराइज़र में दो उच्च शक्ति प्रवर्धक का उपयोग करना पड़ता है जिससे न केवल नीतभार का वजन बढ़ता है बल्कि ऊर्जा की खपत भी बढ़ती है।

2) नेगेटिव फीडबैकः

यह कार्यप्रणाली कम आवृत्ति पट के लिए सीमित होने के कारण उपग्रह के नीतभार में ज्यादा उपयोगी नहीं है।

3) प्री-डिस्टार्सनः

पूर्व विकृत्ति से रैखिय लाक्षणिकता करने वाली प्रणाली एक सुयोग्य प्रणाली है जिससे सूक्ष्म तरंगों का शक्ति प्रवर्धक ज्यादा सुचारू रूप से और कार्यक्षम तरीके से किया जाता है।

यू.एच.एफ. ध्रुवीय पूर्व विकृति लिनीअराइज़रः

डिजाइन सिद्धांतः

यह प्रणाली शक्ति प्रवर्धक की लाक्षणिकता से बिल्कुल विरुद्ध प्रकार की है। अरैखिक लाक्षणिकता को रैखिक करने के लिए लिनीअराइज़र की लाक्षणिकता का आयाम समान रहता है और कला को विरुद्ध रखा जाता है।

शक्ति प्रवर्धक की लाक्षणिकता

$Y(t)=\Sigma^{\alpha}_{n=0} a_n X(t) = a_0+a_1x(t)+ a_2x^2(t)+ a_3x^3(t)+\ldots\ldots$

यहाँ x (t) इनपुट शक्ति और Y (t) आउटपुट शक्ति को दर्शाता है। a_0 से a_3 वास्तविक गुणांक है जो प्रणाली के बारे में बताता है। a_1 रैखिक लब्धि दर्शाता है। a_2 और a_3 द्विघाती एवं त्रिघाती लब्धि गुणांक है।

दो इनपुट सिग्नल शक्ति

$X(t) = V_1 \cos(\omega_1 t) + V_2 \cos(\omega_2 t)$

शक्ति प्रवर्धक को दी जाए तब,

आउटपुट शक्ति

$Y(t) = Y_1(t) + Y_2(t) + Y_3(t) + \ldots\ldots$.मिलेगी।

आउटपुट शक्ति का रैखिक पद

$Y_1(t) = a_1x(t) = a_1 (v_1\cos(\omega_1 t) + V_2(\cos(\omega_2 t))^3$ मिलेगा।

त्रिघाती आउटपुट शक्ति

$Y_3(t) = a_3x^3(t) = a_3 (V_1 \cos(\omega_1 t) + V_2 \cos(\omega_2 t))^3$

$= \cos(\omega_1 t)(3/4\, a_3v_1^3 + 3/2\, a_3v_1v_2^2)$

$+ \cos(\omega_2 t)(3/4\, a_3v_2^3 + 3/2\, a_3v_1^2v_2)$

$+ 3/2\, a_3v_1^2v_2 \cos((2\omega_1-\omega_2)t)$

$+ 3/2\, a_3v_1^2v_2 \cos((2\omega_2-\omega_1)t)$

$+ 3/2\, a_3v_1v_2^2 \cos((2\omega_1+\omega_2)t) + 3/2\, a_3v_1 v^2_2 \cos((2\omega_1+\omega_2)t)$

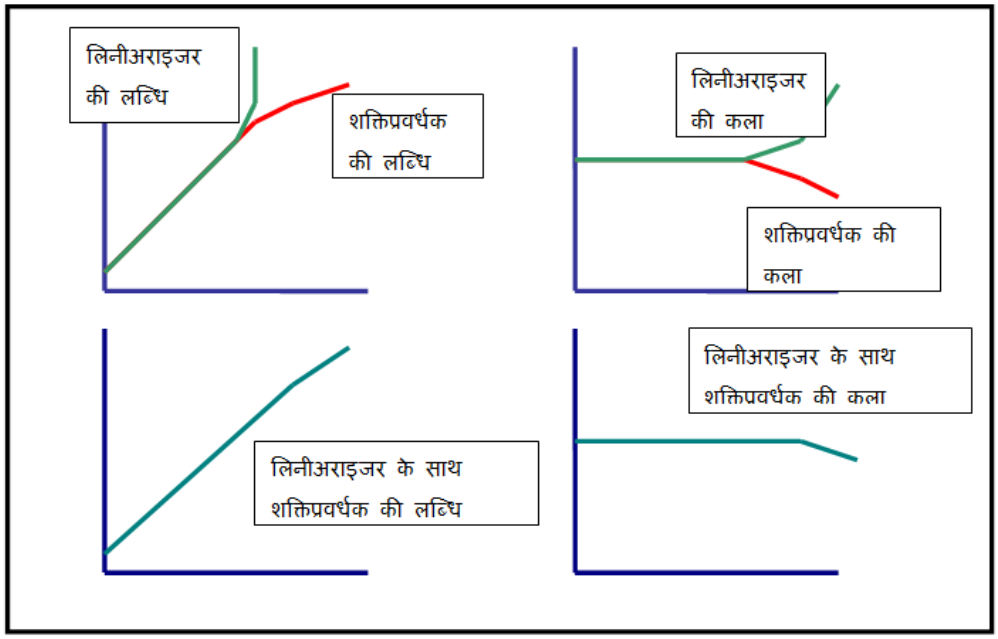
$+ 1/4\, a_3v_1^3 \cos(3\omega_1 t) + 1/4\, a_3v_2^3 \cos(3\omega_2 t)$

त्रिघाती आउटपुट शक्ति को हम फिल्टर नहीं कर सकते क्योंकि यह शक्तिप्रवर्धक की बैंड के अंदर समाविष्ट होता है। इस अरैखिक लाक्षणिकता को रैखिक बनाने के लिए विशिष्ट ध्रुवीय प्रकार का लिनीअराइज़र संशोधित किया गया है।

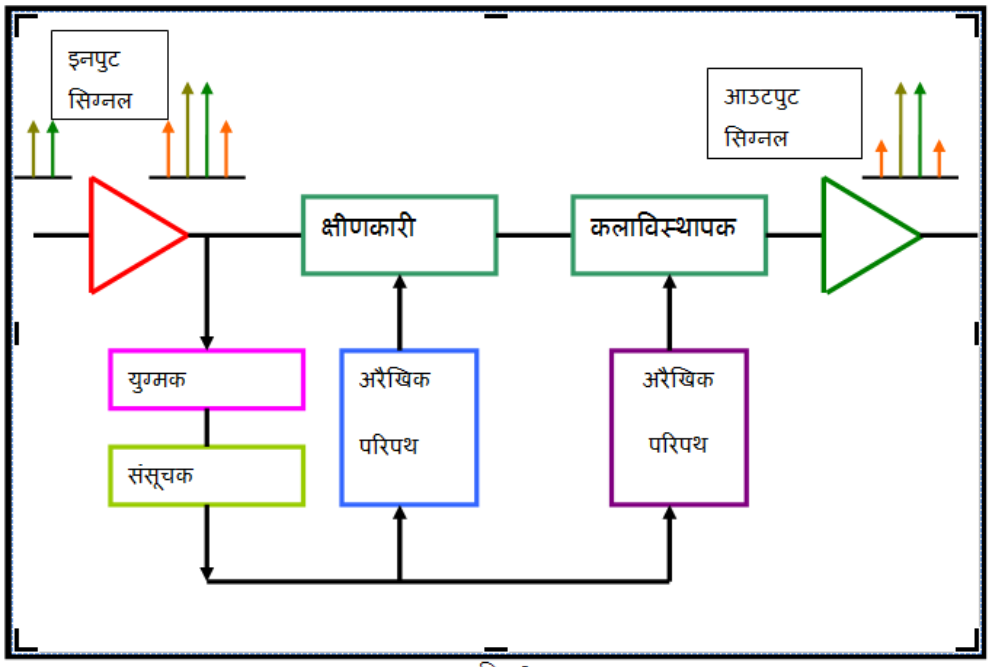
लिनीअराइज़र की कार्यपद्धति और अभिलक्षणः

यू.एच.एफ. लिनीअराइज़र निम्नलिखित विभिन्न परिपथ से बना हुआ है:

1) युग्मक (कप्लर)
2) संसूचक (डिटेक्टर)
3) क्षीणकारी (एटेन्युएटर)
4) कला विस्थापक (फेज़ सिफ्टर)
5) अरैखिक लाक्षणिकतावाला परिपथ (नॉन लिनीयर सर्किट)



आकृति – 1



आकृति – 2

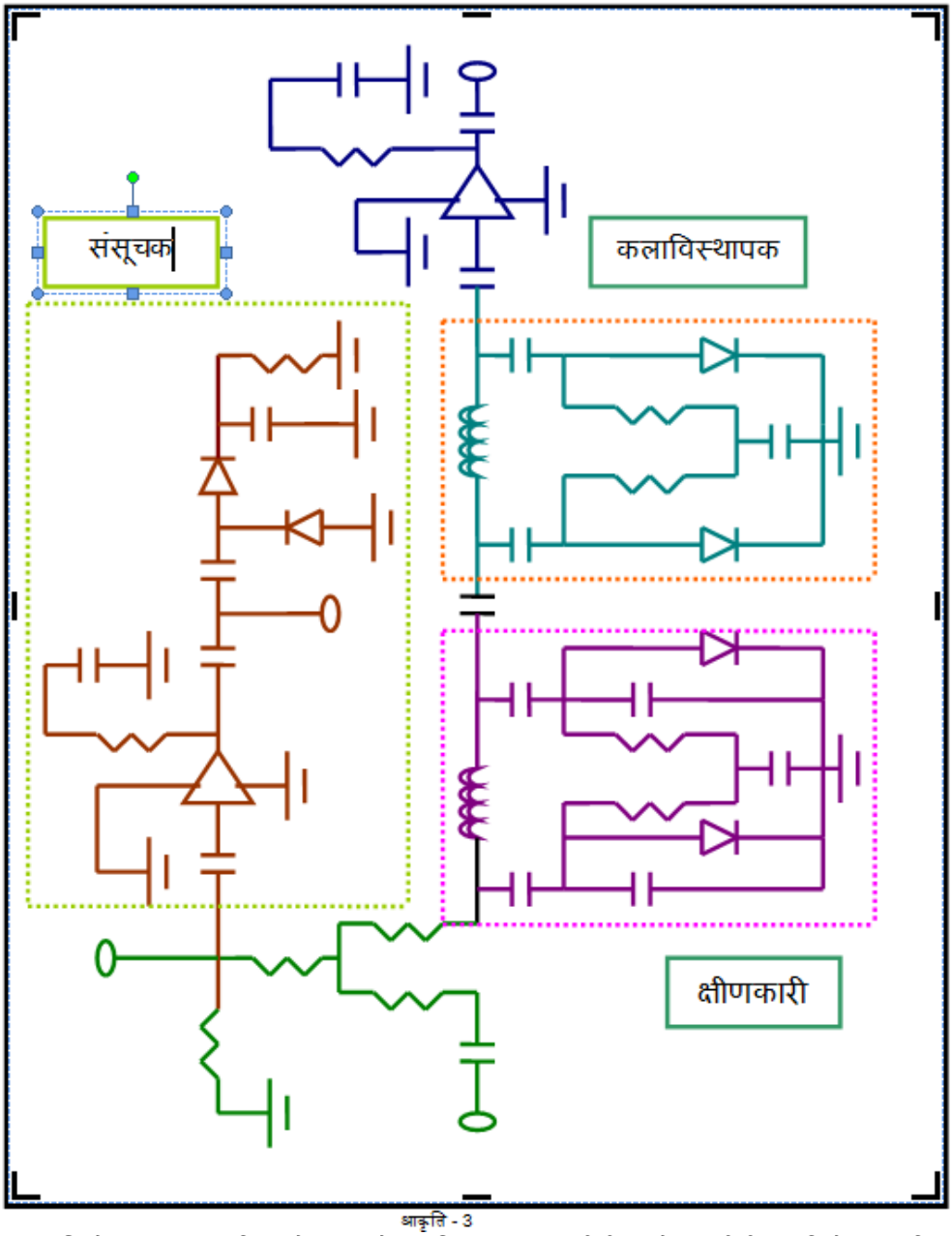
यह लिनीअराइज़र 250 मेगाहर्टज आवृत्ति पर कार्य करता है। आवृत्ति पट्ट 20 मेगाहर्टज है। आर.एफ. इनपुट शक्ति के आधार पर युग्मक की आउटपुट शक्ति निर्भर करती है। यह शक्ति को संसूचक के जरिए नापा जाता है। संसूचक की आउटपुट शक्ति अरैखिक लाक्षणिकतावाले परिपथ की इनपुट शक्ति है। क्षीणकारी एवं कलाविस्थापन के जरिए समान एवं विरुद्ध क्षमता का सिग्नल यह परिपथ के जरिए मिलता है। अरैखिक परिपथ में यह क्षमता होती है जो सिग्नल शक्ति की लाक्षणिकता जरूरत के हिसाब से बदल सकता है। यह एक अतिउपयोगी प्रणाली है। जिससे श्रीणकारी एवं कलाविस्थापन अलग-अलग बदल सकते हैं।

लब्धि में प्रसरण 5 डीबी तक हासिल कर सकते हैं। कलाविस्थापक में 20 डिग्री तक बदलाव हासिल कर सकते हैं। युग्मक अपनी इनपुट शक्ति की आंशिक शक्ति संसूचक को देता है। संसूचक इनपुट RF शक्ति को DC वोल्टता में तब्दिल करता

है। यह डीसी वोल्टता क्षीणकारी एवं कलाविस्थापन की अरैखिक लाक्षणिकतावाली परिपथ की इनपुट शक्ति है। डीसी वोल्टता के परमाण (कांतिमान) के आधार पर क्षीणकारी को अरैखिक परिपथ से इनपुट मिलता है। यह क्षीणकारी समान परमाण की सिग्नल शक्ति उत्पन्न करता है। साथ ही कलाविस्थापन वाले अरैखिक परिपथ से आउटपुट शक्ति विरुद्ध परमाण की कला उत्पन्न करता है। मुख्य परिपथ 3 डीबी 90° क्वाड्रेचर संकर युग्मक है। यह युग्मक तांबे के विद्युतरोध वायर के जरिए बनाया जाता है। इससे 3 डीबी युग्मन 90° कलाविस्थापन के साथ पाया जाता है। युग्मक के चार द्वार होते हैं। इसमें टर्मिनल 1 का टर्मिनल 4 से जोडा जाता है। टर्मिनल 2 को टर्मिनल 3 से जोडा जाता है। टर्मिनल 3 का विलगन और प्रतिगमन हानि सैद्धांतिक रूप से सभी आवृत्ति पर लगभग अनंत है। और टर्मिनल 2 और 4 के बीच कलाविस्थापन 90° होता है। टर्मिनल 2 और 4 पर शक्तिविभाजन fo आवृत्ति के लिए

$\omega_o L = 1/\omega_o c = Z_0$

$\omega_0 = 2\pi fo$ के आधार पर होता है। मतलब कि L की रिएक्टंस Z_0 के बराबर हो तब समान 3 डीबी शक्तिविभाजन संभव है। यह युग्मक क्षीणकारी एवं कलाविस्थापक के परिपथ के लिए महत्वपूर्ण है।



आकृति - 3

संसूचक आकृति में बताए गए परिपथ के द्वारा तैयार किया गया है जिसमें दो सोटकी डायोड उपयोग में लिए गए हैं। यह वोल्टता द्विगुणक परिपथ है। जिसकी प्रचालन अवधि -20 डीबीएम से +5 डीबीएम की है। यह परिपथ रेडियो शक्ति को डीसी वोल्टता में परिवर्तित करता है।

क्षीणकारी परिपथ में क्वाड्रेचर हाइब्रीड उपयोग में लिया गया है। हाइब्रीड के टर्मिनल 2 और 4 पर पीन डायोड जोड़ा गया

है। यह परिपथ में डायोड के समांतर दो संधारक लगाए गए हैं।

यह संधारित्र कला में हाइब्रीड के जरिए बढ़ते विचलन को रोकता है। क्षीणकारी में क्षीणन के बदलने से कला के बदलाव आता है। यह बदलाव के जरिए लिनीअराइज़र के कलाविस्थापन को कम किया जाता है। इस क्षीणकारी में 5082-2080 डायोड उपयोग में लिया गया परंतु इसमें अचल माडूलन संभव नहीं था। बाद में HPND-3140 डायोड उपयोग में लिया गया किन्तु इसमें क्षीणन में बदलाव के साथ कला में भी विस्थापन होता था। अंत में HPND-3895 डायोड से उचित और आवश्यक कार्य पूर्ण हुआ। यह क्षीणकारी 12 डीबी तक क्षीणन देने में समर्थ है।

कलाविस्थापन वेरेक्टर डायोड के जरिए बना हुआ है। इस डायोड में इनपुट वोल्टता बदलने से उसकी संधारित्र लाक्षणिकता में बदलाव आता है जिससे कलाविस्थापन संभव है। 25 डिग्री तक कलाविस्थापन इस परिपथ से संभव है। यह कलाविस्थापन के इनपुट में माडूलन 250 KHz तक अरैखिक लाक्षणिकतावाले परिपथ से मिलता है। यह डायोड को रिवर्स बायस पर चलाने से चर संधारित्र की तरह कार्य करता है। अंतरामाडूलन विरूपण को कम करने के लिए कला में विस्थापन इस परिपथ से संभव है।

अरैखिक डीसी परिपथ एक क्षीणकारी के लिए हैं और दूसरा कलाविस्थापक के लिए हैं। क्षीणकारी परिपथ में संकारक प्रवर्धक, डामोड और प्रतिरोधक है। संकारक प्रबंधक एडी-844 उपयोग में लिया गया है क्योंकि यह एक समान अनुक्रिया देता है। अरैखिक डीसी परिपथ सीमक का कार्य करता है। संकारक प्रवर्धक की डीसी लब्धि को सीमक ब्रेक बिंदु के बाद सीमित रखता है। प्रतिरोधक की मात्रा में बदलाव लाने से परिपथ की ए.एम.-ए.एम. अनुक्रिया में बदलाव ला सकते हैं।

कलाविस्थापन के लिए बनाए गए डीसी परिपथ में डायोड के "नी पोइंट" में प्रतिरोधक के जरिए बदलाव लाया जाता है। यह परिपथ कला के कद में बदलाव लाकर लिनीअराइज़र के ए.एम.-पी.एम. प्रतिक्रिया में बदलाव लाया जा सकता है।

लिनीअराइज़र के अभिलक्षणः

आवृत्तिपट्टः 240 से 260 मेगाहर्टज तक
लब्धि विस्तरणः 5 डीबी तक
कला संसुद्धिः 20 डिग्री तक
रैखिकता के साथ कलाविस्थापनः 3 डिग्री
रैखिकता के साथ अंतरामाडूलन विरूपणः
2 टोनः 26 डीबीसी
5 टोनः 23 डीबीसी
आधार बैंड बैंड विस्तारः 250 किलोहर्टज

यह अभिलक्षण की पूर्ति परीक्षण के द्वारा की गई है।

परीक्षण

परीक्षण के द्वारा यह सिद्ध हुआ है कि अंतरामाडूलन विरूपण में किस प्रकार कमी आई है। साथ ही कार्यक्षमता में बढ़ोतरी होने से उष्णता नियमन में कितना लाभ होगा।

अंतरामाडूलन के आधार पर परीक्षण

2 टोन अं.मा.वि. 2 वोट शक्ति प्रवर्धक के साथ

	अंतरामाडूलन विरूपण	केरियर के बीच अंतर	निर्गम शक्ति
शक्ति प्रवर्धक	24	10 KHz	2 वॉट
लिनीअराइज़र के साथ शक्तिप्रवर्धक	34	10 किलोहर्टज	2 वॉट

5 टोन अं.माडू. वि. 2 वोट शक्तिप्रवर्धक के साथ

	अं.मा.वि.	केरियर के बीच अंतर	निर्गम शक्ति
शक्तिप्रवर्धक	16	25	2 वोट
लिनीअराइज़र के साथ शक्तिप्रवर्धक	24	25	2 वोट

2 टोन अं.मा.वि. 60 वोट शक्ति प्रवर्धक के साथ

	अं.मा.वि.	केरियर के बीच अंतर	निर्गम शक्ति
शक्तिप्रवर्धक	14.7	10 कि.हर्टज	60 वोट
लिनीअराइज़र के साथ शक्तिप्रवर्धक	26	10 कि.हर्टज	60 वोट

2 टोन अं.मा.वि. 100 वोट शक्तिप्रवर्धकों के साथ

	अं.मा.वि.	केरियर के बीच अंतर	निर्गम शक्ति
शक्तिप्रवर्धक	12	10 कि.हर्टज	100 वोट
लिनीअराइज़र के साथ शक्तिप्रवर्धक	19	10 कि.हर्टज	100 वोट

कार्यक्षमता के आधार पर परिक्षणः

2 टोन अ.मा.वि. 20 वोट शक्तिप्रवर्धक के साथ

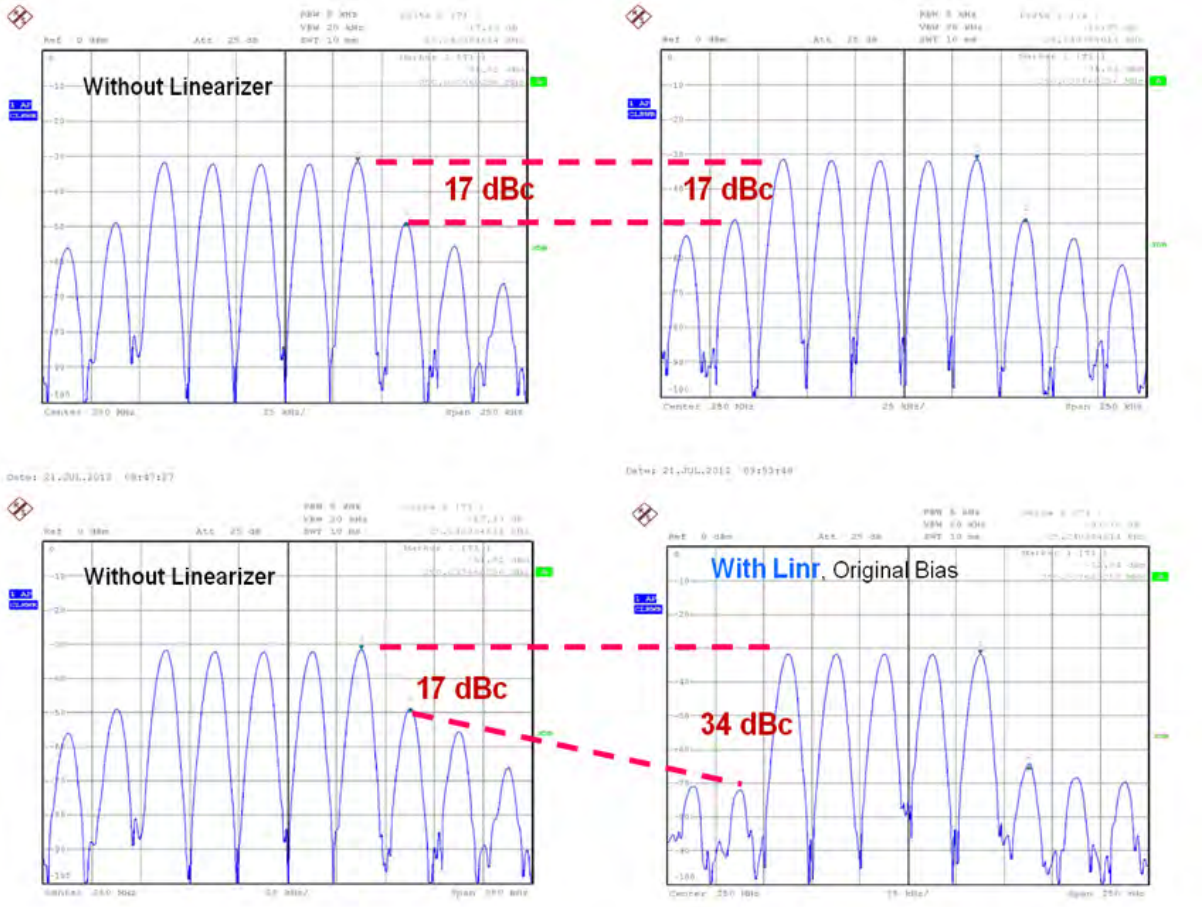
	अं.मा.वि.	डीसी शक्ति	निर्गम शक्ति	कार्यक्षमता
शक्तिप्रवर्धक	17	208	19	9.1%
लिनीअराइज़र के साथ शक्तिप्रवर्धक	17	128	19	14.8%

5 टोन अ.मा.वि. 20 वोट शक्तिप्रवर्धक के साथ

	अं.मा.वि.	केरियर के बीच अंतर	निर्गम शक्ति	कार्यक्षमता
शक्तिप्रवर्धक	17	171	19.5	11.4%
लिनीअराइज़र के साथ शक्तिप्रवर्धक	17	91	19.5	21.4%

5 टोन अ.मा.वि. 100 वोट शक्तिप्रवर्धक के साथ

	अं.मा.वि.	केरियर के बीच अंतर	निर्गम शक्ति	कार्यक्षमता
शक्तिप्रवर्धक	17	280	100	35.7%
लिनीअराइज़र के साथ शक्तिप्रवर्धक	17	199	100	53.2%



निष्कर्ष:

यह संशोधन पत्र से सिद्ध होता है कि संचार में बढ़ती हुई मांग के चलते कम डीसी शक्ति का उपयोग करके महत्तम निर्गमशक्ति का उपयोग कैसे किया जा सकता है। अंतरामाडूलन विरूपण में कमी लाकर संचार उपग्रह के प्रेषानुकर की कार्यक्षमता बढ़ाने के साथ सी/एन गुणोंत्तर कैसे बढ़ा सकते हैं। रैखिकता में बढ़ोतरी करके शक्तिप्रवर्धक कैसे बढ़ाया जा सकता है यह सिद्ध किया गया है। यू.एच.एफ. लिनीअराइज़र आने वाले समय में देश की सुरक्षा के लिए उपयोगी संचार उपग्रह के लिए कैसे कार्य करेगा यह सिद्ध हुआ है। कार्यक्षमता में बढ़ोतरी से उष्णता नियमन में कैसे लाभ होता है, बताया गया है। यह संशोधन कार्य से अतिउपयोगी प्रणाली उपलब्ध हुई है।

आभार:

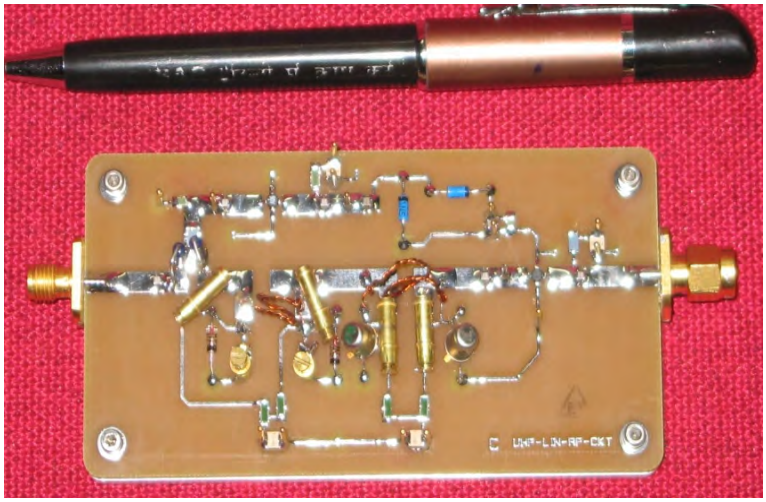
मैं आभारी हूँ श्री विशाल आंबलिया का जिन्होंने इस संशोधन कार्य में अपना पूर्ण समय दिया। मैं आभारी हूँ श्री प्रवीण भारद्वाज का जिनके अविरत मार्गदर्शन के जरिए यह कार्य संपन्न हुआ। मैं आभारी हूँ श्री डी.के. सिंह, ग्रुप निदेशक का जिन्होंने हमारा उत्साहवर्धन किया। मैं आभारी हूँ श्री दीपक दास, उप निदेशक का जिनके मार्गदर्शन में यह संशोधन कार्य का अनुमोदन प्राप्त हुआ। मैं आभारी हूँ श्री राजपूत जी, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी का जिन्होंने यह संशोधन कार्य हिंदी में प्रस्तुत करने के लिए मुझे प्रोत्साहित किया। मैं आभारी हूँ त्रिवेदी जी का जिन्होंने मुझे हिंदी में टंकण कार्य सिखाया और लेख का पूर्ण टंकण किया।

संदर्भ:

1) चुन पुई चींग, "इन्वेस्टीगेशन ओन पावर एम्प्लीफायर लिनीअराइजेसन टेकनीक - एन एप्रोच ओफ बेइज बैंड इन्जेक्शन", टेकनिकल रिपोर्ट, सीटी युनिवर्सिटी ओफ होंगकोंग मई, 2008

2) जयंति पटेल, "एडप्टिव डिजिटल प्रीडिस्टोर्शन लिनीअराइज़र फोर पावर एम्प्लीफार्यस इन मिलिटरी यू.एच.एफ. सेटेलाइट", टेकनिकल रिपोर्ट, युनिवर्सिटी ओफ साउथ फ्लोरिडा 2004

3) आर.इ.फिशर, "ब्रोड बैंड ट्विस्टेड-वायर क्वाड्रेचर हाइब्रीड्स" आइइइइ ट्रान्स. माइक्रोवेव थीयरी एन्ड टेकनीक, पीपी. 355-357, मई, 1973.


UHF-LIN-RF-CKT

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम : वामन से विराट कदम

हेतल पंड्या, डॉ. आर रामकृष्णन निकुंज दरजी और देबज्योति धर

प्रस्तावना

भारत ने सन 1960 में अपना अंतरिक्ष कार्यक्रम परिज्ञापी रॉकेट के प्रयोग के साथ शुरू किया था। हम 1980 तक में पूर्ण भारतीय तकनीक से बनाये गए उपग्रह प्रक्षेपास्त्र से सफल प्रक्षेपण कर उस समय इस क्षेत्र में कामयाबी हासिल करने वाला विश्वमें सातवाँ देश बन गये। हमारे देश के अंतरिक्ष कार्यक्रमों के लिये भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) कार्यरत है। आज इसरो एक साथ एक से अधिक उपग्रहों के प्रक्षेपण और ऐसे अनेक जटिल अंतरिक्ष कार्यक्रमों के लिये सक्षम है। भारत का अंतरिक्ष कार्यक्रम संस्थापक पिता डॉ. विक्रम साराभाई की दूरदर्शिता का परिणाम है।

भारत में अंतरिक्ष कार्यक्रमों की शुरुआत

शुरुआत के समय पर भारत को अंतरिक्ष आधारिक संरचना की स्थापना के लिये कई प्रकार की चुनौतियों को पार करना था। भारत के पास उस समय अंतरिक्ष कार्यक्रम शुरू करने के लिये जरुरी तजुर्बे और दक्षता की कमी थी। उस समय दूसरे कुछ विकासशील देश अपने प्रक्षेपास्त्र कार्यक्रम विकसित कर चुके थे, जबकि भारत के पास रॉकेट संबंधित रूपरेखा और निर्माण से संबंधित कोई जानकारी नहीं थी। इस संजोग में भारत के पास इस विषय में तकनीकी जानकारी उपलब्ध नहीं थी, जिसकी मदद से अंतरिक्ष कार्यक्रम बनाया जाये। भारत के पास इतने बड़े अंतरिक्ष कार्यक्रम के लिये जरुरी पूँजी भी नहीं थी।

अंतरिक्ष कार्यक्रमों को लेकर भारत की स्पष्ट नीति

भारत का मुख्य लक्ष्य सामाजिक फायदे के लिये ही अंतरिक्ष कार्यक्रम में पूंजी निवेश का है। भारत के मूल अंतरिक्ष कार्यक्रमों को नज़र में रखते हुए चंद्र अभियान और मंगल अभियान जैसे जटिल अंतरिक्ष कार्यक्रमों को दूसरी श्रेणी में रखा गया है। सफल चंद्र अभियान के बाद सन 2014 में जीसेट-9 के लिये पूर्ण भारतीय क्रेयोजेनिक इंजन वाले जी एस एल वी प्रक्षेपास्त्र की ज्वलंत सफलता से इसरो ने भारत को गर्व दिलाया है। सफल चंद्र अभियान के बाद चंद्र पर जल राशि ढूंढ कर इसरो के वैज्ञानिकों ने अपने महेत्वपूर्ण योगदान से भारत का गर्व बढ़ाया है। भारत के भविष्य के कार्यक्रमों में मंगल अभियान और एस्ट्रो-सेट अभियान महत्वपूर्ण अंतरिक्ष कार्यक्रम हैं। भारत अपनी क्षेत्रीय नौसंचालन संबंधी प्रणाली भी विकसित करके संचालित करने जा रहा है।

भारत की उपग्रह सेवाएँ

भारत का उपग्रह संचार प्रणाली जो कि दुनियाँ मैं सबसे बडा है, उससे जमीन प्रबन्धन, जल संपदा, कुदरती आपदा प्रबंधन, कुदरती आपदा पूर्वानुमान, रेडियो प्रणाली, वातावरण संबंधित पूर्वानुमान, मौसम विज्ञान बिम्बन और कम्प्यूटर संचार के कार्य करता है। व्यापार, प्रशासनिक सेवाएं और राष्ट्रीय सूचना संस्थान इसके सीधे लाभार्थी हैं।

भारत का इन्सेट-2 उपग्रह दूर दराज के इलाकों में दूरसंचार सेवा, राष्ट्रीय संचय विनिमय जैसे संगठनों के लिए माहितीसूचना प्रसारण, व्यक्तिगत प्रचालकों, रेलवे और मार्ग परिवहन के लिए चल उपग्रह सेवाएं और भारत की राज्य स्तरीय टेलेविज़न संस्थाएं और व्यापारिक टेलेविज़न चेनलों को उपग्रह प्रसारण सेवाएँ देता है। भारत का एड्युसेट प्रौढ शिक्षण और गाँवो में दूर के इलाकों में शिक्षा की सेवाएं उपलब्ध कराता है।

भारत के भारतीय दूर संवेदन उपग्रहों का हमारे प्राकृतिक संसाधनों के प्रबंधन में महत्वपूर्ण योगदान है। हमारे देश में पांच शहरों में दूर संवेदन सेवाओं के केंद्र बनाये गए हैं, और विकास प्रयोजन के लिए उपयोग करते हैं। इस में पर्यावरणीय माईईनीटरन, मिट्टी के अपरदन का विष्लेषण और उसके संरक्षण के असर, वानिकी प्रबंधन, अभयारण्यों के लिए योग्य क्षेत्र निर्धारित करना, भूगर्भ जल सम्भावित क्षेत्रों का विवरण देना, बाढ़ से जलप्लावित विस्तारों का प्रतिचित्रण, सूखे का अनुश्रवण करना, फसल की कई वर्ग भूमि का अनुमान करना और कृषि उत्पत्ति का अनुमान, मत्स्य क्षेत्र अनुश्रवण, खनन और भूगर्भीय उपयोग जैसे कि धातु और खनिज पदार्थों की जमा राशि का अनुमान और शहरी आयोजन जैसे अनेक क्षेत्रों में कार्य हो रहा है।

इन सभी उपग्रहों से अलग अलग तकनीकी क्षेत्रों में सेवा प्रदान की जा रही है। सभी अंतरिक्ष कार्यक्रमों का अंतिम लक्ष्य है, कि आम आदमी को रोजाना जरुरी सूचनाएं समय पर संक्षिप्त रूप में और सरल भाषा में मिले। कुछ तकनीकी सूचना हमारे शहरी आयोजन एवं संघ संगठन की संस्थओं को उन संस्थओं के देश के लिये योगदान को ध्यान में रखकर मामूली कीमत पर दी जाती है।

हमारे अंतरिक्ष कार्यक्रमों के मुख्य चरण और आत्मनिर्भरता

भारत के सभी अंतरिक्ष कार्यक्रम बहुत सावधानी से कमसे कम पूँजी निवेश से किये जाते हैं। इस ध्येय को पार करने के लिए हमारे अंतरिक्ष कार्यक्रम आत्म निर्भरता से किये जाए यह बहुत जरुरी है।

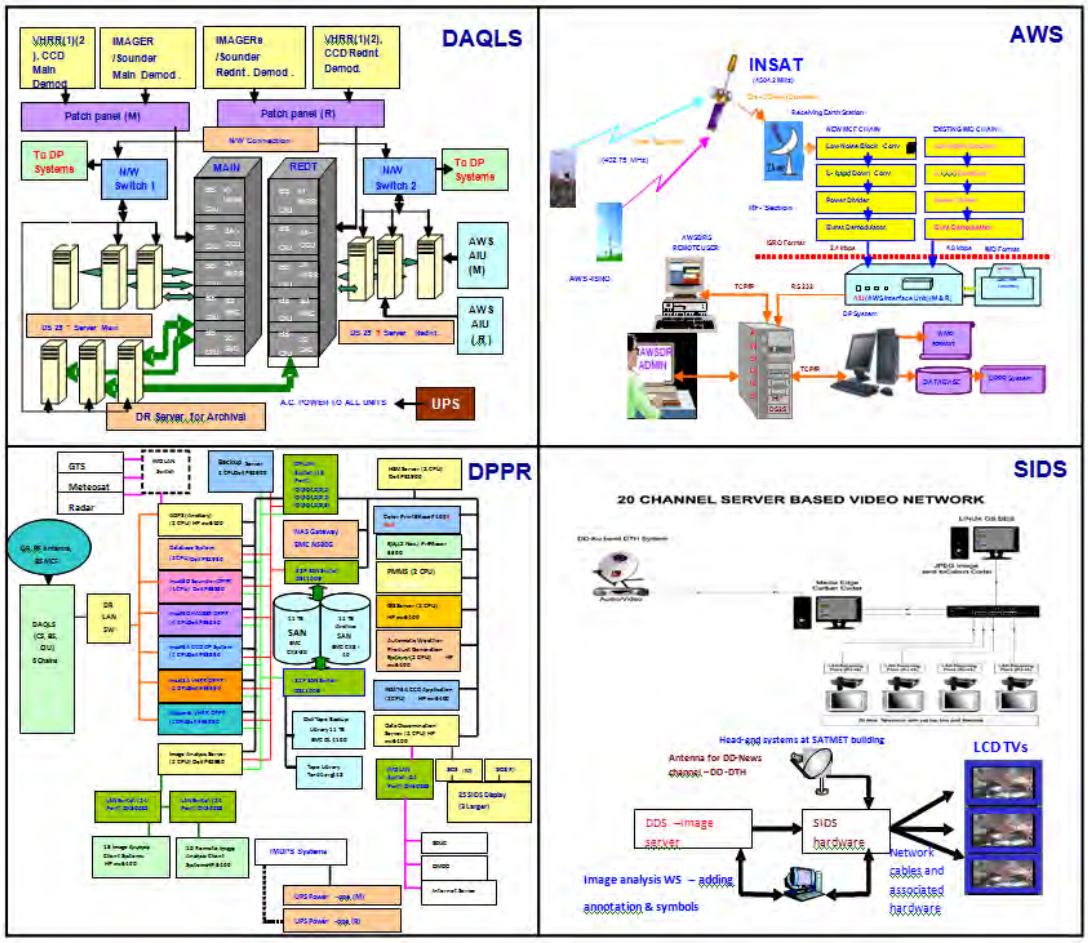
इस दिशा मैं इसरो के वैज्ञानिकों ने कुछ सालों में बहुत सफलता हासिल की है। अंतरिक्ष कार्यक्रम मुख्य तीन चरणों में किया जाता है। उपग्रह निर्माण से लेकर प्रमोचन और उसके बाद डाटा के प्रुत्थकरण और उपयोग तक के कार्यों पर इसरो का जमीनी हिस्सा (ग्राउंड सेगमेंट कमिटियां) बारीकी से निगरानी रखती है। इसरो के इस जमीनी हिस्से में अपने अपने क्षेत्र के विचक्षण वैज्ञानिक समाविष्ट होते हैं। वे अंतरिक्ष कार्यक्रम के हर एक चरण में बारीकी से निरीक्षण के साथ साथ कमियों को खोज कर सुधारने की तकनीकी सलाह भी देते हैं और अंतरिक्ष कार्यक्रम को शत प्रतिशत सफल बनाने में अपना महत्वपूर्ण योगदान देते हैं।

पहले चरण में पेलोड बनाया जाता है, जो उपग्रह का मुख्य अंग होता है। पेलोड बनाने के लिए बहुत सारे तकनीकी विशेषज्ञों एवं बाहरी संस्थाओं की मदद की ज़रूरत पड़ती है। हमारे हर एक अंतरिक्ष कार्यक्रम के इस चरण में संपूर्ण भारतीय बनावट और कसौटी में खरे उतरे हुए संघटकों के उपयोग पर ही भार दिया जाता है। जहां कहीं भी बाहरी मदद की ज़रूरत पड़ती है, वहाँ ज्यादातर भारतीय औद्योगिकी की मदद ली जाती है। इस के बाद भी हमारा पेलोड उच्च तकनीकी क्षमता वाला परन्तु सबसे कम पूँजी से बनता है, जो हमारे वैज्ञानिकों के लिए गर्व की बात है। हमारे अंतरिक्ष कार्यक्रम के सभी पेलोड अहमदाबाद स्थित इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में बनाये और जांचे जाते हैं।

दूसरे चरण में पेलोड एवं सूचना प्रसारण के लिए ज़रुरी साधनों (बेसबेंद डाटा हेंडलिंग सिस्टम) को इकठ्ठा करके उपग्रह के सभी पेलोड को एक प्लेटफार्म पर रखा जाता है। इस कार्य में इसरो के बंगलूर स्थित भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के आइसैक केंद्र के वैज्ञानिकों का बड़ा योगदान रहता है। इस चरण में भी भारत संपूर्ण भारतीय संघटकों के इस्तेमाल का आग्रही है। हमारे वैज्ञानिक इस चरण में भी अपने अनुभव और मेहनत से लगभग शत प्रतिशत भारतीय तकनीक से उच्चतम क्वालिटी के उपग्रह का निर्माण करते हैं।

तीसरे और अंतिम चरण मैं उपग्रह को पूर्व निर्धारित भ्रमण कक्षा मैं रखना होता है। उपग्रह के प्रक्षेपण कार्य के लिए भारत मुख्य दो प्रकार के प्रमोचन यान का प्रयोग करता है। एक ध्रुवीय उपग्रह प्रमोचन यान (पी एस एल वी) और दूसरा भूस्थिर उपग्रह प्रमोचन यान (जी एस एल वी) के नाम से जाना जाता है। आजसे कुछ समय पहले भारत भूस्थिर उपग्रह के प्रमोचन के लिये शतप्रतिशत आत्मनिर्भर नहीं था परंतु 2014 में हमने इस विषय में आत्मनिर्भरता प्राप्त कर ली है।

भारत ने रेडार इमेजिंग सेटेलाइट के सफल प्रक्षेपण के बाद माइक्रोवेव्स उपग्रह के उपयोग से भूमि सम्पदा के स्पष्ट अनुमान और मापन की तरफ बड़ा कदम बढ़ाया है। उत्तराखंड की कुदरती आपदा की जाँच के लिये इस उपग्रह के डाटा का उपयोग किया गया था। इस उपग्रह की विशेषता यह है कि वह बारिश के समय में भी प्रतिबिम्बन करके जरुरी जानकारी दे सकता है।



प्रतिबिम्ब प्रस्तुतीकरण में संकेत एवं प्रतिबिम्ब संसाधन क्षेत्र का योगदान और आत्मनिर्भरता

उपग्रह से बिम्बित चित्र तकनीकी सुधार के बाद ही विष्लेषण के लिये उपलब्ध होता है। संकेत एवं प्रतिबिम्ब संसाधन क्षेत्र इस प्रकार की सॉफ्टवेर प्रणाली के विकास और संचालन के लिये कार्यरत है। संकेत एवं प्रतिबिम्ब संसाधन क्षेत्र के वैज्ञानिक सबसे जटिल कंप्यूटर प्रणाली पर उपग्रह के प्रतिबिम्ब, अपने सॉफ्टवेर से आन्तरराष्ट्रीय स्तर पे मानक प्रारूप में देते हैं। यह आंकड़ों के उत्पाद (डाटा प्रोडक्ट) आन्तरराष्ट्रीय मानक प्रारूप में होने के कारण कोई भी विष्लेषण सॉफ्टवेर प्रणाली से उपयोग में लिये जा सकते हैं। इस प्रकार हमारे आंकड़ों के उत्पाद का भारतीय एवं दुनिया के कोई भी विष्लेषण सॉफ्टवेर प्रणाली में सीधा उपयोग किया जा सकता है। संकेत एवं प्रतिबिम्ब संसाधन क्षेत्र द्वारा भारतीय फसल अनुमान केंद्र (एन सी एफ सी) में फसल के अनुमान के लिये संपूर्ण भारतीय सॉफ्टवेर प्रणाली कार्यरत की गयी है। इस प्रणाली से फसल का अनुमान आंकड़ों के उत्पाद को एक ही जगह पर केंद्रित करके शीघ्रता से किया जाता है।

दुनिया के कई विकासशील एवं विकसित देशों में उनके भू केंद्र में भारतीय दूर संवेदन उपग्रहों से उस क्षेत्र के आंकड़े के प्रक्रमण एवं विष्लेषण के लिये भारतीय सॉफ्टवेर प्रणाली कार्यरत है, जो भारत के लिये विदेशी पूँजी का सक्षम स्त्रोत्र है। यह आंकड़े उन देशों के प्राकृतिक खजानों के प्रबंधन कार्यक्रम के लिए उपयोग में लिए जाते हैं। इस तरीके से भारत दूसरे देशों की प्रगति में भी अप्रत्यक्ष रूप से भागीदार है।

आज विदेशी सॉफ्टवेर प्रणाली कि जगह संकेत एवं प्रतिबिम्ब संसाधन क्षेत्र द्वारा दी गयी संपूर्ण भारतीय सॉफ्टवेर प्रणाली भारतीय मौसम विभाग में मौसम के अनुमान के लिये उपयोग में ली जाती है। नीचे आई एम् डी पी एस प्रणाली का चित्र दिखाया गया है।

इस प्रकार आज हमारा देश अंतरिक्ष कार्यक्रम के सभी महत्वपूर्ण कार्यों में संपूर्ण आत्मनिर्भर है। हमारे वैज्ञानिक उच्चतम गुणवत्ता की सॉफ्टवेर प्रणाली अलग अलग उपयोगों के लिये भारत में ही तैयार करते हैं। इस से हमें हमारे उपग्रह से बिम्बित चित्रों के प्रक्रमण एवं विष्लेषण के लिये ऊँची कीमत देकर विदेशी सॉफ्टवेर प्रणालियाँ नहीं खरीदनी पड़ती है। आत्मनिर्भर होने के कारण सॉफ्टवेर प्रणाली में आवश्यक बदलाव शीघ्रातिशीघ्र शक्य बनते हैं।

भारत ने विविध अंतरिक्ष कार्यक्रमों से उपग्रह सेवाओं में बहुत प्रगति की है। भारत प्रतिबिम्बन प्रणाली की क्षमता कुछ किलोमीटर से लेकर एक मीटर के उच्च विभेदन तक उत्तरोत्तर बढाता रहा है, जो बिम्बन से प्राप्त माहिती के विष्लेषण में बहुत महत्वपूर्ण प्राचल है। नीचे अलग अलग विभेदन क्षमता के पेलोड से बिम्बित भू चित्रों को बताया गया है।

ऊपर बताये गए चित्रों से उपग्रह की विभेदन क्षमता के लिये जरुरी प्रतिबिम्ब प्रक्रमण का महत्व समझा जा सकता है।

भारत के अंतरिक्ष कर्यक्रम के लिये चुनौतियाँ

भारत अंतरिक्ष कार्यक्रमों से विश्व भर में जाना माना देश है। आज भारत को विश्व में अपना स्थान बनाये रखने के साथ अपने अंतरिक्ष कार्यक्रमों में उच्च तकनीकी खूबियों का आविष्कार करके मानव कल्याण के कार्यों में उपयोग करना है। भारत के लिये इस समय मुख्य चुनौतियाँ अधिसूचित की गयी है।

- अपनी उपग्रह प्रक्षेपण सेवाओं को दूसरे देशों के लिये बाजारू रूप से उपलब्ध कराके अर्थोपार्जन से भारत की आर्थिक प्रगति में अपना योगदान
- मंगल अभियान की सफलता और मंगल ग्रह संबंधित जानकारी पाना
- समानव अंतरिक्ष कार्यक्रम
- एस्ट्रो-सेट की मदद से अंतरिक्ष में गतिविधिओं का अनुमान एवं अवलोकन
- गगन और आई आर एन एस एस की मदद से हवाई परिवहन की गतिविधिओं का संचालन और उपग्रह नौसंचालन सेवाओं को उपलब्ध कराना
- इन्सैट, रिसेट और अन्य ,आई आर एस उपग्रहों की श्रुंखला के उपग्रहों का सफल प्रक्षेपण और उनसे प्राप्त माहिती का योग्य उपयोग
- अंतरिक्ष यात्रिओं को अंतरिक्ष यात्रा के लिये प्रशिक्षण

उपसंहार:

डॉ विक्रम साराभाई की दीर्घ दृष्टि से शुरू हुए अंतरिक्ष कार्यक्रम ने परिज्ञापी रॉकेट के प्रयोग से शुरू कर के आज भूस्थिर उपग्रह के पूर्ण भारतीय प्रमोचन यान की सफलता तक का सफर तय किया है, जिसके साथ भारत विश्व में पांचवा स्थान प्राप्त कर चुका है। आज भारत में कई प्रकार की उपग्रह सेवाएँ आम आदमी के लिये उपलब्ध है और इसरो के वैज्ञानिक एवं अभियन्ता इस दिशा में ओर सुविधाएँ प्राप्त कराने के लिये कृतनिश्चयी हैं।

आभार

इस लेख से हिंदी भाषा में मौलिकता से तकनीकी जानकारी को प्रस्तुत करने का प्रयास किया गया है। लेखक इस दिशा में मौका प्रदान करने के लिये निदेशक, सैक, और नियंत्रक, सैक के आभारी हैं। हिंदी में लेखन को बढ़ावा देने के लिये लेखक उप निदेशक एस आई पी ए के आभारी हैं। लेखक तकनीकी हिंदी संगोष्ठी के आयोजन के लिये मुख्य संरक्षक, संरक्षक, संगोष्ठी आयोजन समिति एवं सदस्य सचिव के आभारी हैं। लेखक श्री शैलेन्द्र श्रीवास्तव का व्याकरण और वर्तनी शुद्धि संबंधी सुझावों के लिये सही दिल से आभार व्यक्त करते हैं। अंततः लेखक प्रत्यक्ष और परोक्ष रूप में मदद करने वाले सभी सहकर्मियों का आभार व्यक्त करते हैं।

उपग्रह आधारित सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली

जितेन्द्र खर्डे
एसएनएए-एससीटीडी

1.0 सारांशः-

26 दिसंबर 2004 को आई विनाशकारी सुनामी के कारण देश के प्रभावित तटवर्ती क्षेत्रों में लगभग लाख लोगों की मृत्यु हो गई, साथ ही साथ इन तटीय क्षेत्रों की प्राकृतिक इकोलॉजी भी तहस-नहस हो गई। समुद्री इको-सिस्टम पर भी इसका विपरित प्रभाव पडा। मेंग्रोव वन और कोरल रिफ को भी भारी मात्रा में नुकसान हुआ। जिससे इस पर निर्भर समुद्री जीव-जंतु, कछुओ, मछलियों एवं अन्य जलचरों का प्राकृतिक आवास भी उजड गया। इस अचानक आई आपत्ति से प्रकृति एवं इकोलॉजी संतुलन के नुकसान की भरपाई आगामी कई बरसो तक नहीं हो पाएगी।

हमारे देश की संरचना ही कुछ ऐसी है जिससे कुछ क्षेत्रों में प्राकृतिक आपत्तियों का बार-बार आना एक आम बात हो गई है। देश को तीनों दिशाओं से सबसे बड़ा और लंबा समुद्री किनारा भी उपलब्ध है। जहां कई बार बाढ़, चक्रवात, सुनामी जैसी प्राकृतिक आपत्तियों का सामना बार-बार करना पडता है। इस तरह की सभी परिस्थितियों से निपटने के लिए एक उन्नत सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली की नितांत आवश्यकता है जिसकी सहायता से सुनामी घटना की पूर्व चेतावनी और वह कहां और किस समय पर आ सकती है, उसकी सही सूचना देकर तटवर्ती क्षेत्रों में रहते लोगों को सतर्क किया जा सकता है। वर्तमान समय में इस तरह की प्रणाली की देश को बहुत बड़ी आवश्यकता है।

पिछले पांच-छः दशकों में हमने देखा है कि 'अंतरिक्ष' ने विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में एक अभूतपूर्व क्रांति स्थापित की है। खास तौर पर दूरसंचार, रेडियो प्रसारण, नौसंचालन, मौसम पूर्वानुमान, कृषि, आपत्ति व्यवस्थापन आदि में। 26 दिसंबर, 2004 की सुनामी घटना ने हमें यह सोचने पर मजबूर कर दिया कि भविष्य में इस प्रकार की त्रासदी से सुचारू रूप से निपटने के लिए हमें अंतरिक्ष का सहारा लेना चाहिए। इसके लिए संचार उपग्रह एक विश्वसनीय विकल्प है। संचार उपग्रह, जीपीएस और अन्य संवेदक उपकरणों की सहायता से एक बृहद सुनामी पूर्व चेतावनी तंत्र स्थापित करके देश के तटवर्ती क्षेत्र में रहते लोगों को सुनामी आने की पूर्व सूचना समय से पहले देकर उनके होने वाले जान-माल के नुकसान से बचाया जा सकता है। प्रस्तुत लेख में एक संचार उपग्रह आधारित सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली के विभिन्न पहलुओं पर प्रकाश डालने का प्रयास किया गया है।

2.0 प्रस्तावनाः

अंतरिक्ष के अनगिनत रहस्यों को जानने और समझने की जिजीविषा मानव जगत में सदियों से चली आ रही है। दृढ़ इच्छाशक्ति एवं विज्ञान के तेज बढ़ते कदमों ने अब अंतरिक्ष के कुछ रहस्यों को उजागर किया है। यह सिलसिला आज भी निरंतर चल रहा है।

कुछ समय पहले आपने अखबारों की सुर्खियों में पढा होगा कि अमेरिकन अंतरिक्ष यात्री सुनिता विलियम्स ने अंतरिक्ष में सबसे ज्यादा दिन तक रहने का विश्वविक्रम स्थापित किया। सुनिता ने अंतरिक्ष के वास्तविक पर्यावरण में ऐसे अनेक प्रयोग किए, जिन्हें पृथ्वी पर करना लगभग असंभव था। कुछ समय पहले भारत ने भी मंगल ग्रह पर अंतरिक्ष यान भेज कर समस्त विश्व का ध्यान अपनी ओर आकर्षित किया था।

भारत के महान वैज्ञानिक डॉ. विक्रम साराभाई ने भी कहां था कि - "मानव और समाज की मूलभूत समस्याओं को सुलझाने के लिए उन्नत तकनीकी के अनुप्रयोगों में हमें किसी से भी पीछे नहीं रहना चाहिए।" आज यही कोई ऐसा क्षेत्र है, जिससे मानवी तेज गति से अपना सर्वांगी विकास कर सकता हो तो अवश्य ही वह अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी का क्षेत्र है।

3.0 अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में भारतः

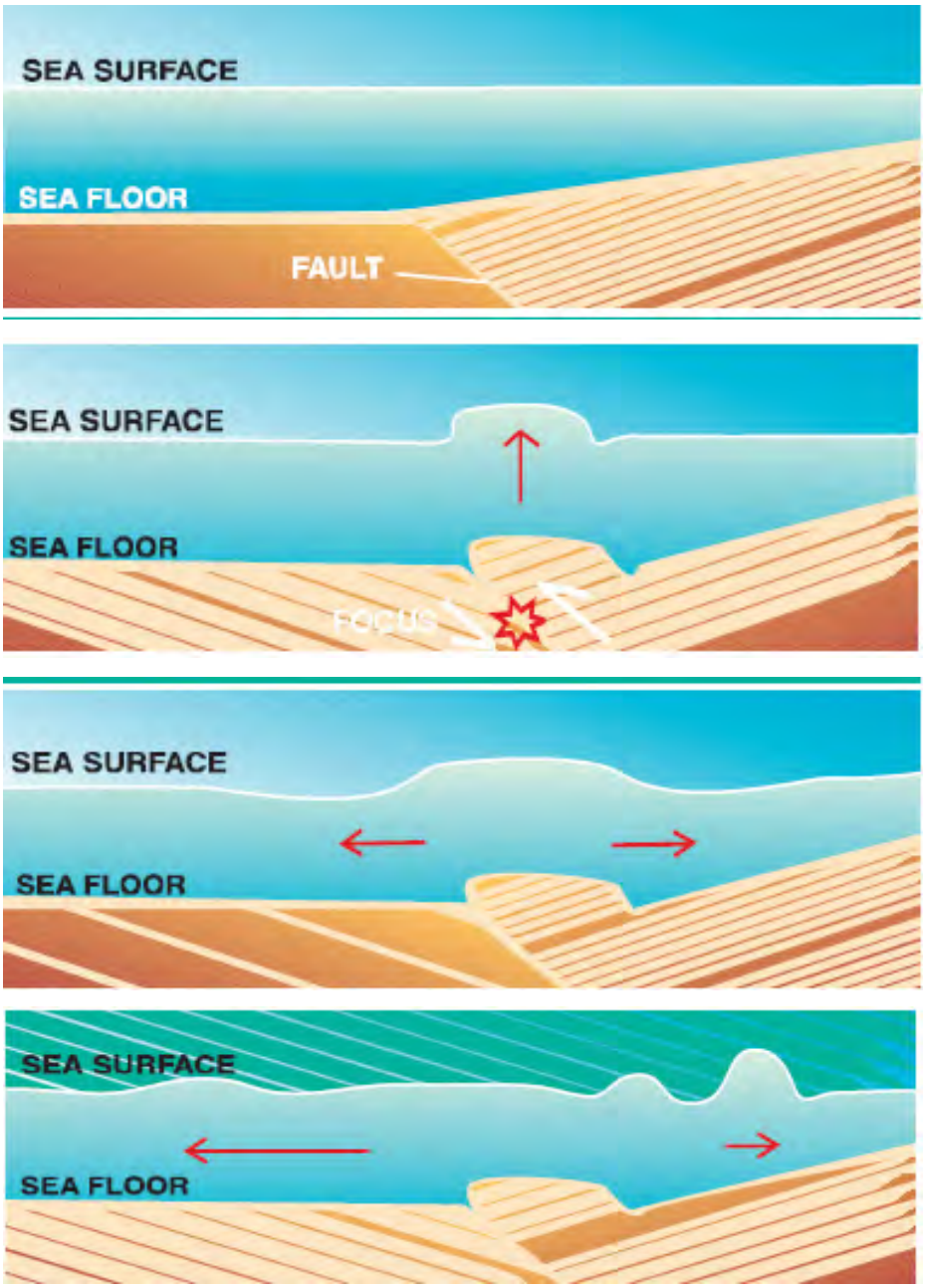
भारत में सन् 1961 के दौरान परमाणु ऊर्जा विभाग को देश के आर्थिक, सामाजिक और शांतिपूर्ण कार्यों को कार्यान्वित करने के लिए बाह्य अंतरिक्ष का उपयोग करने का महत्वपूर्ण कार्य सौंपा गया था। उसके एक वर्ष बाद डॉ. विक्रम साराभाई की अध्यक्षता में भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) की स्थापना की गई। दिनांक 21 नवंबर, 1963 को त्रिवेन्द्रम

नजदीक के थुम्बा भूमध्य रेखीय रॉकेट प्रक्षेपण केंद्र (टर्ल्स) से परिज्ञापी रॉकेट को अंतरिक्ष में सफलतापूर्वक प्रक्षेपित कर के भारत ने अंतरिक्ष के क्षेत्र में प्रवेश किया था।

देश के अंतरिक्ष कार्यक्रम का मुख्य उद्देश्य अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी का उपयोग देश के औद्योगिक, आर्थिक और सामाजिक विकास के साथ-साथ जो लोग देश के दूर-दराज के ग्रामीण, दुर्गम एवं समुद्र तटवर्ती क्षेत्रों में रहते हैं। उनकी मूलभूत समस्याओं को सुलझाना है। इसी महत्वपूर्ण शांतिपूर्ण उद्देश्य को ध्यान में रखतेहुए भारत ने अंतरिक्ष आधारित सेवाएं प्रदान करने के लिए अपने देश में ही निर्मित कृत्रिम उपग्रह निर्माण एवं उनके सफल प्रक्षेपण की क्षमता के साथ-साथ काफी हद तक आत्मनिर्भरता हासिल कर ली है। सुदूर संवेदन के क्षेत्र में भी भारतीय उपग्रहों ने देश को विविध उपयोगी सेवाएं प्रदान की है। आज भारत के सामने वर्तमान परियोजनाओं के साथ-साथ सन् 2035 तक का अंतरिक्ष कार्यक्रम मौजूद है जिसमें –

(1) पुनरुपयोगी प्रक्षेपण यान
(2) भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह प्रणाली का विकास एवं स्थापन
(3) जीएसएलवी मार्क II तथा मार्क III
(4) चंद्रयान II
(5) समानव अंतरिक्ष अभियान

4.0 सुनामी का विज्ञानः



सुनामी अथवा सु-नामी जापानी भाषा का शब्द है। जिसका अर्थ है - समुद्र से तट की ओर आती ऊँची लहरें। सुनामी शब्द का संधिविच्छेद करें तो सु (Tsu) का मतलब है समुद्री तट या बंदरगाह जहां जहाज रूकते हैं। नामी (NAMI) का अर्थ है - विराट ऊँची लहरें। सुनामी की ज्यादातर घटनाएं पेसिफिक महासागर क्षेत्र में खास तौर पर जापान, इंडोनेशिया के आसपास बार-बार होती रहती है। सुनामी एक विशेष प्रकार की समुद्री लहरें हैं जो ज्यादातर समुद्र तल पर आए भूकंप से निर्माण होती है। जब समुद्र की तलहटी में कोई भूकंप होता है तो उससे भारी मात्रा में भू-स्खलन या भूकंप निर्माण होता है। इससे समुद्री जल का विशाल मात्रा में विस्थापन होता है। इसके कारण भूकंप के अधिकेंद्र से लहरें उठने लगती है। जैसे-जैसे ये लहरें समुद्र की गहराइयों से समुद्र के ऊपरी तल की ओर आती है इनकी तीव्रता और गति तेज हो जाती है। सागर तट तक पहुंचते-पहुंचते तो ये विनाशकारी रूप ले लेती है और एक बड़ी तबाही का कारण बनती है। सुनामी सागरी तल में होने वाले भूकंप के सिवाय भू-स्खलन, ज्वालामुखी फटने या फिर उल्कापात के समुद्र में गिरने से भी निर्माण हो सकती है लेकिन इनकी संभावना बहुत ही कम होती है।

सन् 1963 में आयोजित अंतरराष्ट्रीय सम्मेलन में इस प्रकार की घटना के लिए 'सुनामी' शब्द पहली बार प्रयोग में लाया गया था। तबसे समग्र विश्व में साधारण लोगों में भी यह शब्द अधिक प्रचलित हुआ। इससे पहले ज्यादातर लोग नियमित रूप से समुद्र में आने वाले ज्वारभाटा (TIPAL WAVES) तथा सिसमिक (SEISMIC WAVES) तरंगों को भी सुनामी समझते थे। परंतु इनका सुनामी से कोई सीधा संबंध नहीं है। दरअसल ज्वारभाटा दो ग्रहों के बीच गुरुत्वाकर्षण और आपके द्वीप बल के सामूहिक प्रभाव के कारण पैदा होता है तथा सिसमिक तरंगे भूकंप से संबंधित है।

खुले समुद्र में इन सुनामी लहरों की तरंगदैर्घ्य (Wavelength) 100-150 कि.मी. तक की होती है, जब की उनकी ऊंचाई (Amplitude) इतनी कम होती है कि सागरी सतह पर चलते बड़े-बड़े जहाजों को इनका पता तक नहीं चलता। ये लहरें प्रति घंटा 650-950 कि.मी. तक की तेज रफ्तार से चारो ओर तटवर्ती क्षेत्र की ओर सफर करती है। दरअसल समुद्र की गहराई के अनुसार उनकी गति में थोड़ा परिवर्तन जरूर आता है लेकिन जैसे-जैसे ये लहरें समुद्री तट की ओर प्रवेश करती है, उनकी ऊँचाई भयंकर रूप लेने लगती है। ये लहरें 40-50 मीटर्स तक ऊपर उठती है। इस प्रकार समुद्री तट की ओर बढ़ती सुनामी लहरों की गति तो कम होने लगती है लेकिन उनकी ऊँचाई लगातार बढ़ती ही जाती है। इन लगातार ऊँचाई में वृद्धि होने वाली लहरों को ही सुनामी कहा जाता है। इनका बार-बार तटवर्ती क्षेत्रों से टकराना भारी तबाही का कारण बनता है।

कुछ लोगों को यह बात अजीब-सी लग सकती है कि समुद्र की तलहटी पर भी भूकंप आते हैं। ज्यादातर सुनामी घटनाएं समुद्री तल पर होने वाले भूकंप द्वारा ही पैदा होती है इसलिए सुनामी को समझने के लिए भूकंप का समझना उतना ही आवश्यक है।

भूकंप के विज्ञान को समझने के लिए प्लेट-टेकरोनिक्स अत्याधुनिक संकल्पना है। सभी वैज्ञानिक समुदाय इसे अनुमोदन दे चुके हैं। प्लेट-टिक्टोनिक्स सिद्धांत अनुसार पृथ्वी का ऊपरी भू-पृष्ठ (महाद्वीप एवं महासागर दोनों ही) जिसे लिथोस्फेयर कहते हैं। यह स्तर बहुत ही विशाल और उतनी ही मजबूत एकदूसरे के साथ जुड़ी हुई अनेक भू-प्लेटों (टेकरोनिक प्लेट्स) से बना हुआ है। उनकी मोटाई कुछ 8-10 किलोमीटर तक की होती है। ये सभी भू-प्लेट्स उनके नीचे स्थित ज्यादा नरम और गरम ऐसे मृदावरण (एस्थेनोस्फेयर) पर स्वतंत्र रूप से गतिमान रहती है। समय अंतराल के बाद इनके स्थान तथा आकार में थोड़ा-थोड़ा परिवर्तन होता रहता है। इन टेकटोनिक प्लेटों में आपसी गतिविधि के कारण तीन प्रकार की संभावनाएं संभव है –

(1) जब इनमें से दो आपसी प्लेट एकदूसरे से दूर खिसकती है तब एक नया भू-भाग, पर्वत या नए समुद्र को जन्म देती है।

(2) कभी-कभी दो प्लेट एकदूसरे के ऊपर लेकिन विरुद्ध दिशा में खिसकती है, जो कोई खास नुकसान नहीं करती।

(3) लेकिन जब इनमें से कोई दो प्लेट एकदूसरे के पास करीब आकर आपस में टकराती है तब भारी प्लेट हल्की प्लेट के भीतर प्रचंड शक्ति से धंस जाती है तब भयानक भूकंप आता है। सन् 2004 के अंत में आई सुनामी के पीछे इस तरह दो प्लेटों के बीच के टकराव को ही मुख्य कारण माना जा रहा है। भू-विशेषज्ञों के अनुसार भारतीय प्लेट बर्मा प्लेट से टकराई, जिस कारण समुद्र में भयंकर भूकंप आए और हिंद महासागर की तलहटी में सुनामी लहरें निर्माण हुई।

5.0 सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली की आवश्यकता:

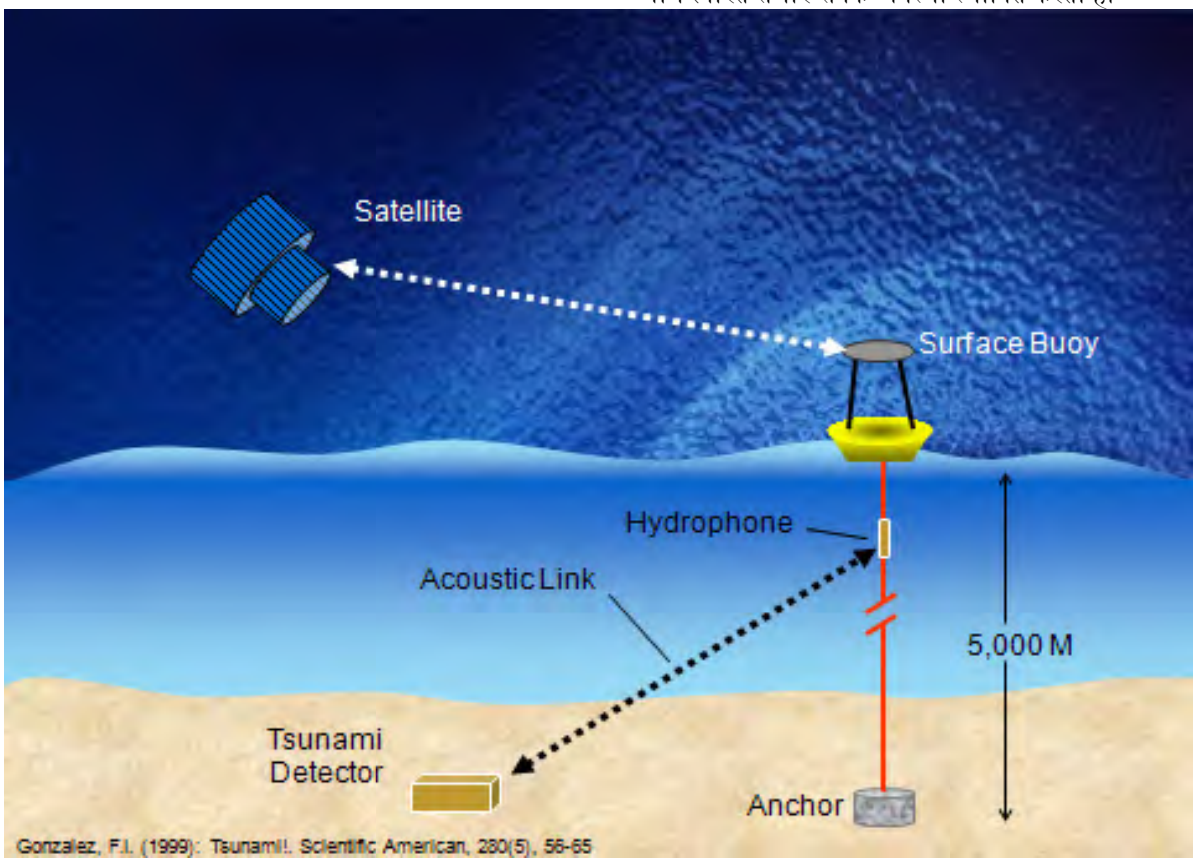
सन् 2004 की सुनामी की उत्पत्ति का कारण जावा-सुमात्रा क्षेत्र में आया वो भूकंप था जिसकी तीव्रता रिक्टर स्केल पर लगभग 9.1 मापी गई थी। इस भूकंप से उठी विनाशक सुनामी लहरों को भारत के पूर्वी तट तक पहुंचने में पूरे तीन घंटे लग गए थे। इतना समय रहते हुए भी हम उस खतरे को समझ नहीं पाए और सुनामी की विकराल लहरें देश के पूर्वी तटवर्ती क्षेत्रों में कहर मचा गई। दक्षिण-पूर्वी एशिया के देशों में इस तरह की घटनाएं अक्सर आती रहती है जिस कारण इन देशों ने एक सामूहिक तंत्र विकसित कर रखा है ताकि इस क्षेत्र में आए किसी भी भूकंप की जानकारी सभी सदस्य देशों को तुरंत देकर जान-माल के होने वाले नुकसान को कुछ हद तक कम कर ले। सन् 2004 की घटना के पहले भारत में कभी इस तरह की सुनामी को कभी महसूस ही नहीं किया था इसलिए वह उस सामूहिक सूचना तंत्र का सदस्य भी नहीं था। यही कारण है कि तीन घंटे का समय रहते हुए भी खतरे की जानकारी हमें नहीं मिल पाई। इस महाविपदा से सीख लेकर भारत सरकार ने तुरंत ही देश के समुद्री तटवर्ती क्षेत्रों में देश की स्वतंत्र भारतीय सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली (ITEWS) स्थापित की है, जो अक्तूबर 2007 से कार्यरत है। यह प्रणाली संचार उपग्रह, सूचना प्रौद्योगिकी (IT) एवं अल्पसंचार नेटवर्क द्वारा कार्यान्वित की जाती है। देश के भू-विज्ञान मंत्रालय (MOES) की निगरानी में इंडियन नेशनल सेंटर फोर ओशन इन्फोरमेशन सर्विस (INCOIS) द्वारा इस संपूर्ण प्रणाली का संचालन करने एवं कार्यान्वित करने में निम्नलिखित उत्कृष्ट संस्थाओं का योगदान प्रमुख है:

(1) अंतरिक्ष विभाग (DOS)
(2) विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग (DST)
(3) भारतीय सर्वेक्षण विभाग (SOI)
(4) राष्ट्रीय समुद्री टेक्नोलॉजी संस्थान (NIOT)

(5) विज्ञान एवं औद्योगिक अनुसंधान परिषद (CSIR)

6.0 सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली में संचार उपग्रह की भूमिका: पिछले पांच दशकों में हमने देश के सर्वांगी विकास में भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम का प्रभाव देखा है। इस कार्यक्रम में संचार उपग्रहों की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण रही है। संचार उपग्रह प्रौद्योगिकी द्वारा पृथ्वी के विशाल क्षेत्र में आर्थिक दृष्टि से सस्ती एवं विश्वसनीय संचार तथा संपर्क व्यवस्था त्वरित स्थापित की जा सकती है। इस तथ्य को समझते हुए देश की राष्ट्रीय सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली में भी भारतीय संचार उपग्रह (इन्सेट, कल्पना) एक प्रमुख घटक है।

सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली का कार्य समुद्री तल पर हुए भूकंप तथा उससे उठने वाली संभवित सुनामी लहरों की अचूक सूचना वास्तविक काल में अति शीघ्रता से तटवर्ती क्षेत्रों को भेजना है। इसके लिए समुद्र की तलहटी पर भूकंप एवं दाबमापी उपकरण लगाए जाते हैं, जो भूकंप के अधिकेंद्र एवं दबाव में होने वाले बदलाव की सूचना समुद्री सतह पर तैरते उपकरणों को भेजते हैं। यहां से इन सूचनाओं को तुरंत संचार उपग्रह की ओर प्रसारित किया जाता है। संचार उपग्रह इन सूचनाओं को सुनामी नियंत्रण केन्द्रों को प्रसारित करता है। इस तरह से संचार उपग्रह भूकंपमापी यंत्र और नियंत्रण केंद्रों के बीच त्वरित संचार-संपर्क व्यवस्था स्थापित करता है।



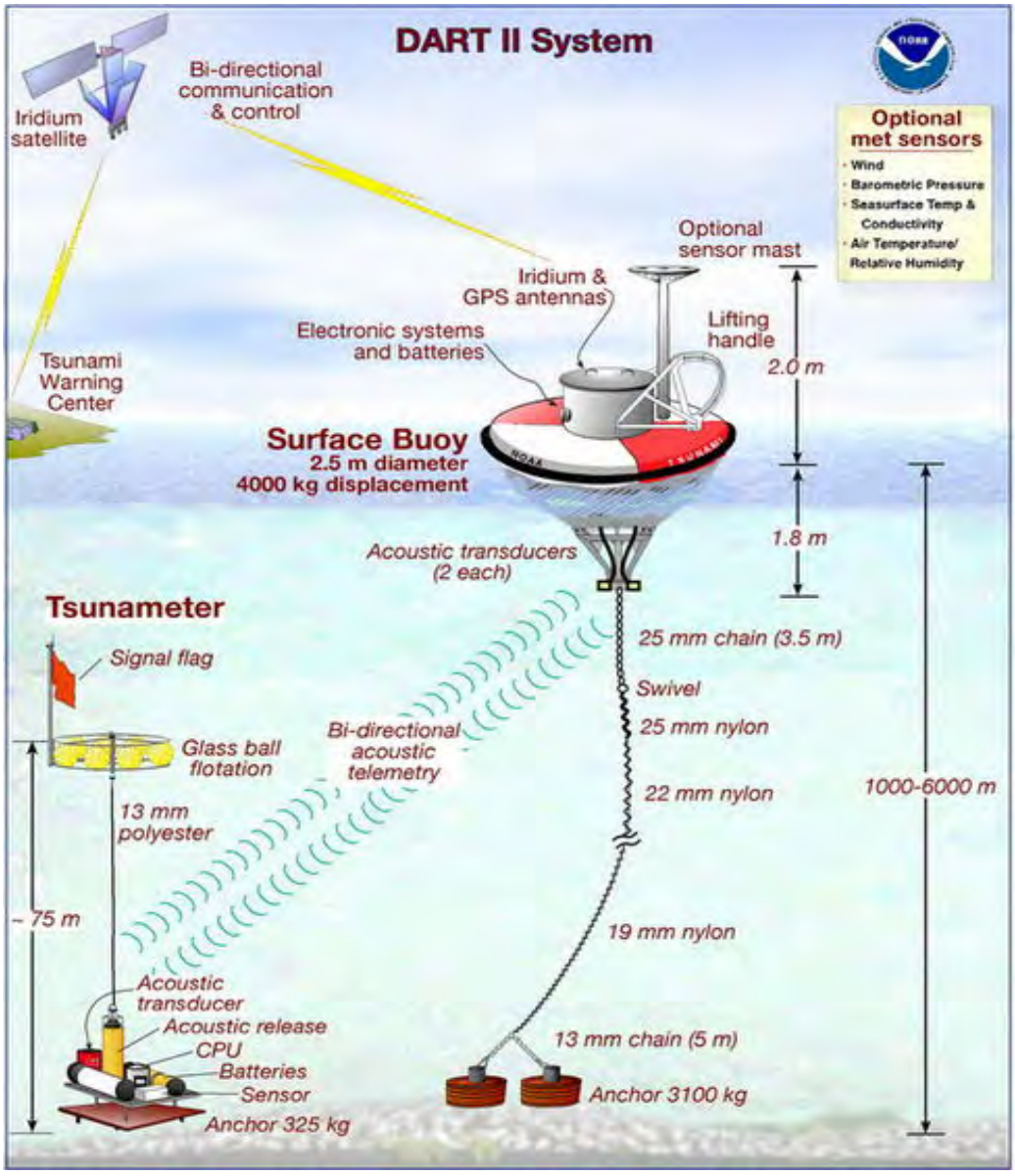
7.0 प्रणाली के प्रमुख घटकः-

संचार उपग्रह आधारित राष्ट्रीय सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली का मुख्य उद्देश्य भारतीय क्षेत्र में समुद्र तल पर होने वाले किसी भूकंप और उससे उठने वाली संभवित सुनामी लहरों की सूचना तटवर्ती क्षेत्रों में रहते लोगों को अति शीघ्रता से पहुंचाने हैं। इस प्रणाली के प्रमुख घटक है:

1. (1) टाईड गेज (TD) और बोटम प्रेशर रेकोर्डर यूनिट (SBPR) जिसे डिप ओशन एसेसमेंट रिपोर्टिंग टर्मिनल (DART) भी कहते हैं।
2. (2) जीपीएस एकीकृत सरफेस बोय (SB)
3. (3) उपग्रह (संचार/हवामान)
4. (4) 24x7 कार्यरत चेतावनी नियंत्रण, प्रसारण केंद्र

जब समुद्री तल पर भूकंप होता है तब वहां पर भारी मात्रा में दबाव उत्पन्न होता है जिससे समुद्र के पानी में विक्षोभ निर्माण होता है, जो बाद में सुनामी लहरों को जन्म देता है। इस संपूर्ण घटना को सही यथार्थता से नापने के लिए समुद्री तल पर बोटम प्रेशर रेकोर्डर, सिस्मोमीटर, मेडिम, एकोस्टिक रिलिज़ यूनिट, बेटरी आदि को एक प्लेटफार्म पर स्थापित करके उसे जमीन में गाढ़ दिया जाता है ताकि वह उसी जगह पर स्थिर रहे। यह प्लेटफार्म तीन साल तक निरंतर कार्यरत रहता है। इस संपूर्ण उपकरण (DART) का कार्य समुद्री तल पर होने वाले ≥6.0 तीव्रता वाले किसी भी भूकंप की सूचना एकोस्टिक मोडेम की सहायता से समुद्र की ऊपरी सतह पर स्थित सरफेस बोय उपकरण की ओर प्रसारित करना है।

8.0 प्रणाली की कार्यप्रणालीः-



समुद्री तल पर हुए किसी भी विक्षोभ को प्राप्त करने के लिए समुद्र के ऊपरी तल पर स्थापित सरफेस बोय उपकरण निरंतर कार्यरत रहता है जिसमें मोडेम, जीपीएस अभिग्राही, संचार उपकरण और एक ऐंटेना होती है जो बीपीआर द्वारा प्रसारित भूकंपीय सूचना को अंतरिक्ष में स्थापित संचार उपग्रह (इन्सेट) की ओर प्रसारित कर देता है। उपग्रह उस सूचना को पृथ्वी पर स्थित सुनामी नियंत्रण केंद्र की ओर पुनः प्रसारित कर देता है। उसके बाद नियंत्रण केंद्र प्राप्त सूचना का संपूर्ण विश्लेषण करके समुद्र की असली स्थिति क्या है ? सुनामी लहरें कब और किस गति से आगे बढ़ रही है तथा किस समय किस जगह कितनी तीव्रता से आ सकती है उसका आंकलन करके उसके अनुसार चेतावनी संदेश प्रसारित करता है। यह सूचना संदेश मोबाईल फोन, एसएमएस, फेक्स, रेडियो, डिजिटल टीवी के माध्यम से स्थानिक भाषाओं में प्रसारित किए जाते हैं।

9.0 निष्कर्ष:

हमारे देश की संरचना ही कुछ ऐसी है जिससे देश के कई क्षेत्रों में प्राकृतिक आपत्तियों का बार-बार आना एक आम बात हो गई है। देश को सबसे बड़ा समुद्री किनारा भी उपलब्ध है। जहां कई बार बाढ़, चक्रवात, सुनामी जैसी घटनाओं का सामना बार-बार करना पड़ता है। जलवायु परिवर्तन तथा ग्लोबल वोर्मिंग के कारण हमारे तटवर्ती क्षेत्रों में मौसम भी बहुत तेजी से बदल रहा है। इन परिस्थितियों में संचार उपग्रह आधारित राष्ट्रीय सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली बहुत ही उपयोगी है।

इस प्रणाली ने भारतीय समुद्री क्षेत्रों में हुए अभी तक के ≥6.0 रिकटर स्केल तीव्रता के सभी भूकंपों की बहुत ही सही यथार्थता से जानकारी प्राप्त की थी और उसके अनुरूप प्रभावित क्षेत्रों में सुनामी संबंधित योग्य सूचनाएं प्रसारित की थी। इस प्रणाली को निरंतर बेहरतर और अत्याधुनिक तकनीकी से उन्नत भी किया जा रहा है। हाल ही में इस प्रणाली को विश्व की अन्य क्षेत्रीय तथा वैश्विक सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणालियों के साथ टाई-अप (TIE-UP) किया गया है, जिससे आसपास के किसी भी क्षेत्रों में हुए भूकंप की सूचना का आदान-प्रदान करके प्रभावी क्षेत्रों को समय पर सतर्क किया जा सकता है।

10.0 संदर्भः

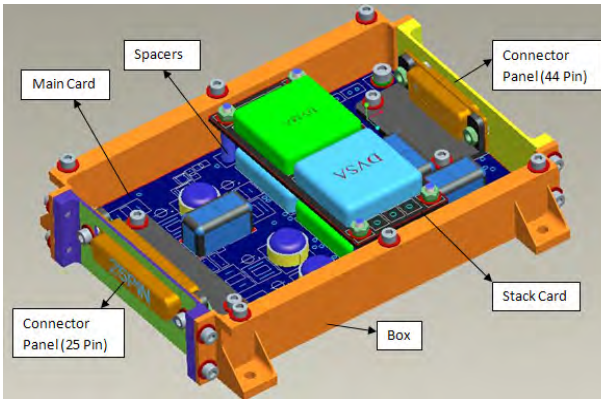
(1) भारतीय राष्ट्रीय सुनामी पूर्व चेतावनी प्रणाली की मार्गदर्शक पुस्तिका (INCOIS)
(2) ITEWS प्रस्तुतिकरण. डॉ. शैलेष नायक

चंद्रयान-II के शक्ति इलेक्ट्रानिक पैकेज - एक चुनौती (संरचनात्मक और तापीय विश्लेषण)

संदीप र. सोमाणी / चंद्रशेखर / प्रशांत दास / आर.आर.भावसर / वी.एस.जगदीश
संरचनात्मक और तापीय विश्लेषण विभाग
दूरभाष: 079-26913947/3932

सारांश :
चंद्रयान-2 मिशन के अंतर्गत सार नीतभार से संबंधित इलेक्ट्रानिक पैकेज को विकास करने के लिए संबंधित तापीय और संरचनात्मक विश्लेषणों किया गया है। इस शक्ति इलेक्ट्रानिक पैकेज अंतरिक्ष यान डेक के सूर्य के अभिलंब दिशा में स्थिर किया जाता है। इस पैकेज में कुल दो पीसीबी है, एक मुख्य-मुद्रित परिपथ फलक और दूसरा स्टेक-मुद्रित परिपथ फलक (स्टेक पीसीबी)। इस पैकेज प्रणाली में स्टेक पीसीबी मुख्य पीसीबी के ऊपर 4 लग के द्वारा स्थिर किया गया है।
इस लेख में इलेक्ट्रॉनिक्स प्रणाली, के लिए किए गए तापीय और संरचनात्मक विश्लेषणों का परिणाम विस्तृत रूप से प्रस्तुत किये गए हैं। और संरचनात्मक परिणामों को कंपन जाँच परीक्षण में प्राप्त किए गए परिणामों से तुलना किया गया है।

परिचय:
चंद्रयान-2 मिशन के इलेक्ट्रॉनिक्स प्रणाली में कुल 1 ट्रे है। ट्रे के अंदर मुद्रित परिपथ बोर्ड के ऊपर मैक्रो-इलेक्ट्रानिक घटकों को स्थिर किया जाता है। सभी पीसीबी के ऊपर विभीन्न मैक्रो-इलेक्ट्रानिक घटकों और संबंधकों को निर्धारित स्थानों पर स्थिर किया गया है। मुख्य और स्टेक पीसीबी अंतरालक चालकीय (conductive spacer) से अलग किया गया है। इस में दो अधिक ताप क्षय घटकों *SVSA2800S DC-DC* converters and *DVMA28 EMI filters* को मुख्य और स्टेक पीसीबी में स्थापन किया गया है। कंपन जांच परीक्षण में इलेक्ट्रॉनिक्स पैकेज का घटकों का सुरक्षा के लिए संरचनात्मक विश्लेषण किया गया है। (चित्रपट-1)

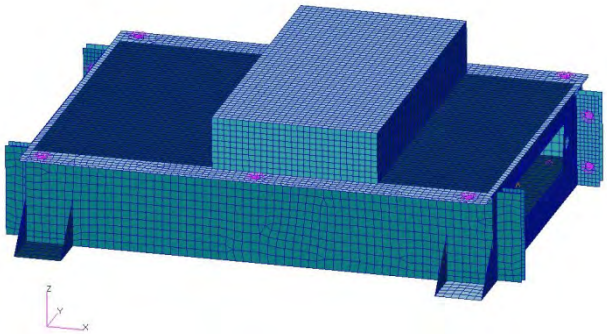


चित्रपट-1 : शक्ति इलेक्ट्रॉनिक्स पैकेज

पदार्थों के यांत्रिक गुणधर्म :
(एल्युमिनियम 6061-T6) :
यंग मापक - 7000 कि.ग्रा / मि.मि^2
घनत्व - 2.7 ग्रा / घन से.मी
poission's ratio- 0.33
रैखीय प्रसार गुणांक (α)- 23.0E-6 डि.सेंग्रे
(पीसीबी) :
यंग मापक - 5000 कि.ग्रा / मि.मि^2
घनत्व - 1.88 ग्रा / घन से.मी
poission's ratio- 0.118
रैखीय प्रसार गुणांक (α)- 10.0E-6 डि.सेंग्रे

संरचनात्मक विश्लेषण के लिए अक्षीय नामांकन पद्धति (AXIS DEFINITION):
इस पत्र में निम्न तरीके का नामांकन पद्धति उपयोग किया गया है। (चित्रपट-2)

1.X-अक्ष स्थिरीकरण लग समांतर दिशा
2.Y-अक्ष स्थिरीकरण तिर्यक दिशा
3.Z-अक्ष स्थिरीकरण अभिलंब दिशा


चित्रपट-2 - इलेक्ट्रानिक पैकेज - परिमिति अवयव निदर्श

संरचनात्मक विश्लेषण (STRUCTURAL ANALYSIS) :
उपयुक्त अभिकल्पना को प्राप्त करने के लिए परिमिति अवयव विधि विश्लेषण (Finite element Analysis) के द्वारा अभिकल्पना का विश्लेषण MSc Nastran के द्वारा किया गया है। अभिकल्पना के पूर्ण निदर्श में लगभग 19901 अवयवों, 21767 निर्नति बिन्दुओं (grid points), 30 बहुबिन्दु-व्यवरोध अवयवों का उपयोग किया गया है। विविध प्रकार के अभिकल्पना से उपयुक्त दुर्नम्यता (stiffness) को प्राप्त किया गया है। इस अभिकल्पना में फलक, घन इत्यादि अवयवों को उपयोग किया गया है।
मुख्य उप कोडांतरणों का द्रव्यमान सन्निकटन मूल्य तक निम्न सारणि : (नीचे तालिका - 1 में दिखाया गया है।)

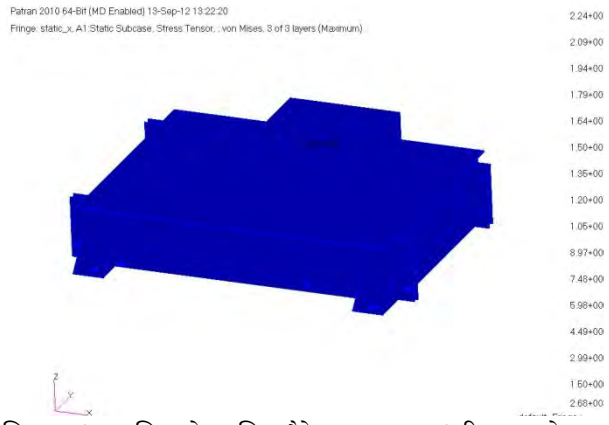
तालिका-1 घटकों का द्रव्यमान

घटक	ग्रा
पैकेज और शीर्ष-आच्छादन (topcover)	130.8
मुख्य-मुद्रित परिपथ फलक (main-pcb)	138.5
चित्ति-मुद्रित परिपथ फलक (stack-pcb)	37.0
कुल द्रव्यमान (पूर्ण कोडांतरण)	306.3 ग्रा

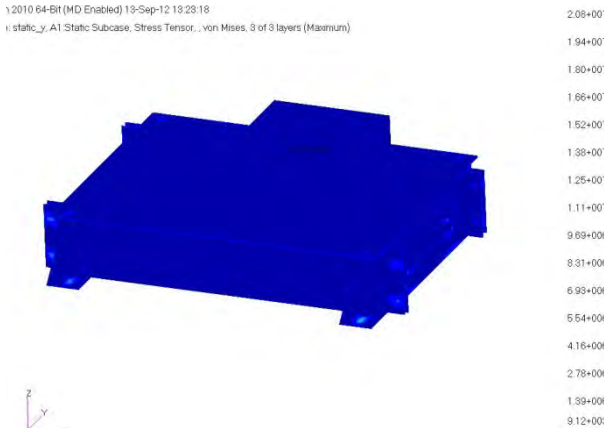
स्थैतिक विश्लेषण : (STATIC ANALYSIS):
इस विश्लेषण में चंद्रयान-II के शक्ति इलेक्ट्रानिक पैकेज (Power Electronics Package) कोडांतरण को पैकेज लग के ऊपर 8 निर्धारित आधार स्थानों पर स्थिर किया गया है। प्रत्येक अक्ष में `जी` त्वरण भार के लिए विश्लेषण किया गया है। नीचे तालिका-2 में प्रतिबल के विविध परिणामों के आंकडे निम्न सारणी तालिका-2 में दिखाए गए हैं।

तालिका-2 प्रतिबल

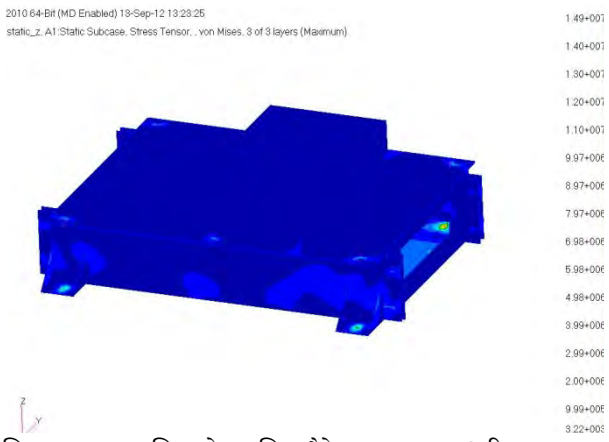
क्र सं.	त्वरण ((जी (X/Y/Z - अक्ष(	प्रतिबल (मि.मि/ग्रा.कि^2)
1.	20/0/0	2.24 (स्थिरीकरण क्षेत्र) (चित्रपट-3)
2.	0/20/0	2.08 (स्थिरीकरण क्षेत्र) (चित्रपट-4)
3.	0/0/20	1.49 (स्थिरीकरण क्षेत्र) (चित्रपट-5)



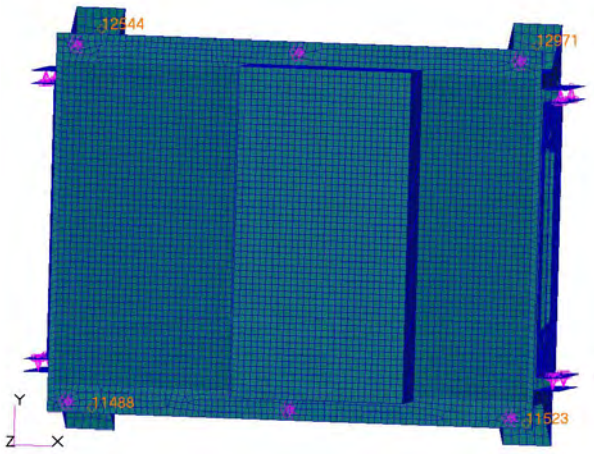
चित्रपट-3 - शक्ति इलेक्ट्रानिक पैकेज - x-अक्ष-20जी त्वरण के लिए प्रतिबल



चित्रपट-4 : - शक्ति इलेक्ट्रानिक पैकेज - Y-अक्ष-20जी त्वरण के लिए प्रतिबल



चित्रपट-5 : - शक्ति इलेक्ट्रानिक पैकेज - Z-अक्ष-20जी त्वरण के लिए प्रतिबल



चित्रपट-5-1 : स्थिरीकरण बिंदु

तालिका 3 - अभिक्रिया बल (कि.ग्रा)

बल - स्थिति	लग (स्थिरीकरण बिंदु)	T1	T2	T3
स्थैतिक बल_X	11488	-14.50	-3.02	6.11
	11523	-15.75	3.02	-6.37
	12544	-14.41	-2.89	-6.16
	12971	-15.43	2.89	6.42
स्थैतिक बल_Y	11488	-0.64	-3.48	13.93
	11523	0.05	-2.64	16.09
	12544	0.62	3.48	13.88
	12971	-0.02	2.64	16.19
स्थैतिक बल_Z	11488	-5.15	-14.06	8.92
	11523	4.93	-16.27	11.24
	12544	-4.45	-13.25	-8.73
	12971	4.67	-16.51	-11.43

प्राकृतिक आवृत्ति आकलन : (NATURAL FREQUENCY ESTIMATES) :

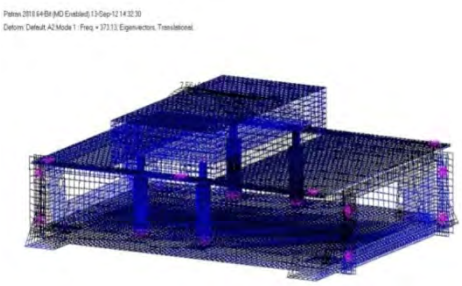
संरचनात्मक विश्लेषण में आवृत्ति आकलन की मुख्य भूमिका है। कोडांतरण का संरचनात्मक व्यवहार जानने के लिए और कार्यकारी समस्याओं को जानने के लिए भी इस आवृत्ति आकलन करना जरूरी है। (यह प्राकृतिक आवृत्तियाँ नीचे चित्रपट-6, 7 में दिखाई गई है।) इस विश्लेषण में परिमिति अवयव निदर्श के संशुद्धि को जाँच करने के लिए प्रतिबल रहित आवृत्ति आकलन गणना किया गया है। इस प्राकृतिक आवृत्ति आकलन के द्वारा कंपन जांच परीक्षण में त्वरणमापियों को स्थिर करने का सही जगह का प्राप्त कर सकते हैं। तालिका-4, 5 में प्राकृतिक आवृत्तियों को दिखाया गया है।

तालिका-4 प्रतिबल रहित प्राकृतिक आवृत्ति

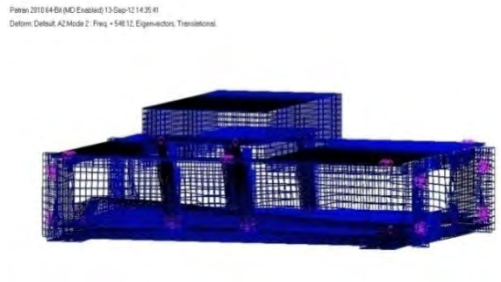
विधा आकृति क्र.सं (Mode Shape No.)	प्राकृतिक आवृत्ति (हेट्र्ज)
1, 2, 3, 4, 5, 6	O ‘ 1E-03

तालिका-5 प्राकृतिक आवृत्ति

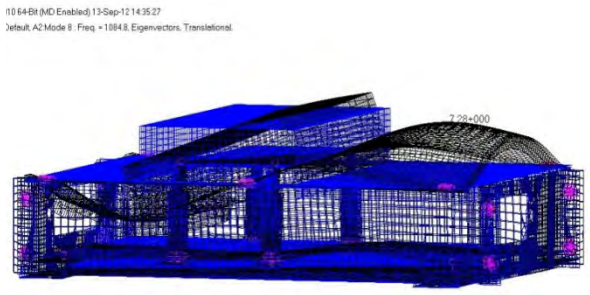
विधा आकृति क्र.सं (Mode Shape No.)	प्राकृतिक आवृत्ति (हेट्र्ज)	विधा आकृति (Mode Shape)
1	373	मुद्रित परिपथ बोर्ड आकृति (p c b mode)□ (चित्रपट-6)
2	548, 561	मुख्य पीसीबी आकृति (चित्रपट-7)
3	1084	शीर्ष-आच्छादन आकृति (चित्रपट-8)



चित्रपट-6 विधा आकृति = 373 हेट्र्ज



चित्रपट-7 विधा आकृति = 548 हेट्र्ज



चित्रपट-8 विधा आकृति = 1084 हेट्र्ज

कंपन जाँच विश्लेषण :

विविध अनुक्रिया बिंदुओं को इस प्रकार लिया गया है।

आधार बिंदु (**Base location**) : **Node id : 21768**

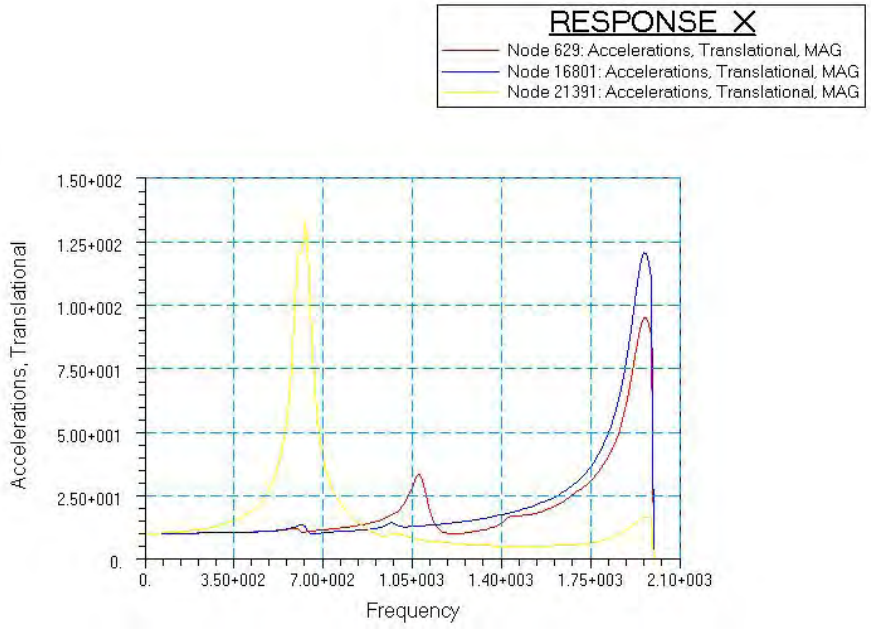
शीर्ष-आच्छादन (**top cover**) : **Node id : 629**

स्टेक पीसीबी : **Node id : 21391**

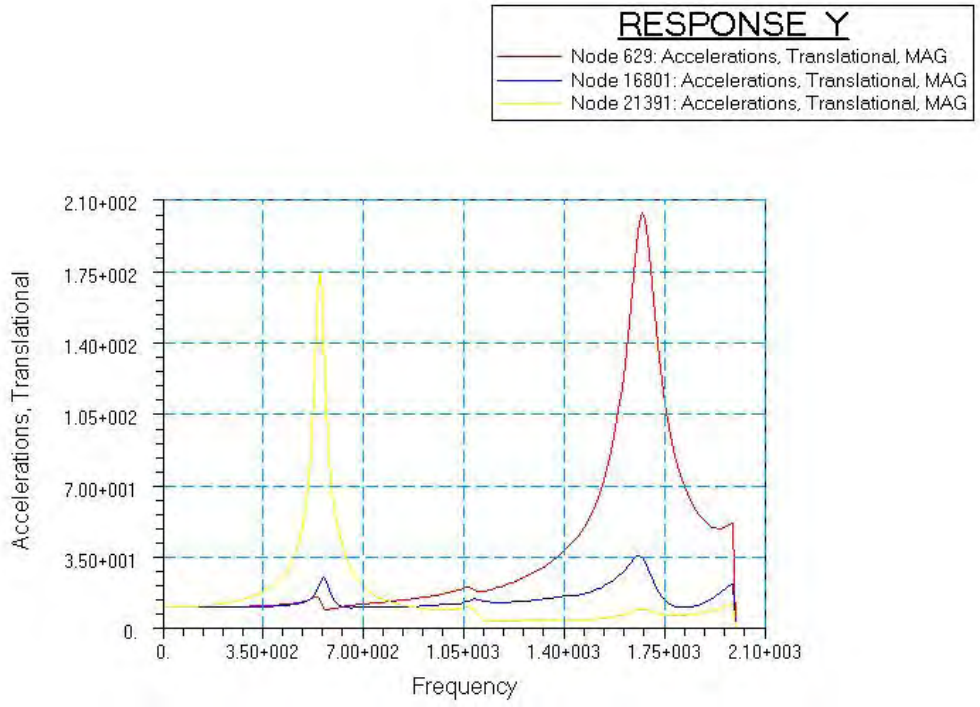
मुख्य पीसीबी (**Main PCB**) : **Node id : 16801**

ज्या वक्रीय कंपन बल : (Sine vibration load):

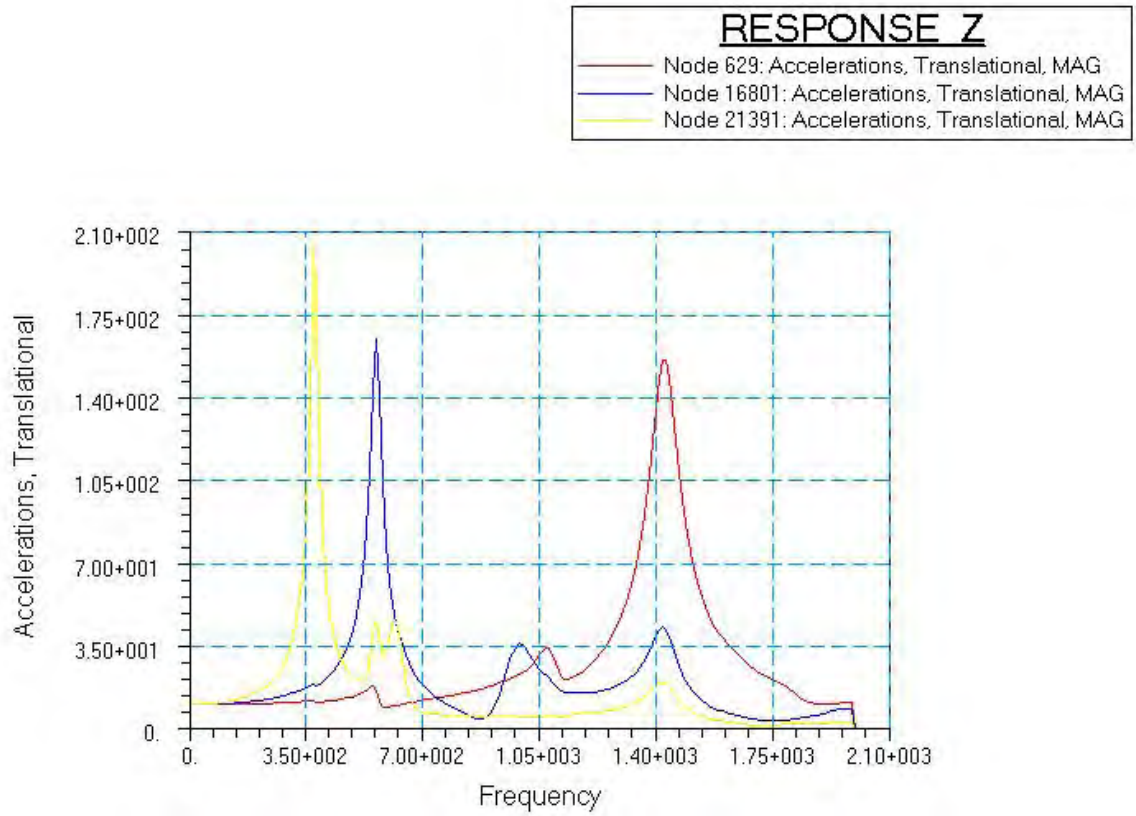
प्राकृतिक आवृत्ति 100 हेट्र्ज के ऊपर होने के कारण, ज्या वक्रीय कंपन बल से इस पैकेज में प्रवर्धन (amplification) नही होगा। विश्लेषणों के अनुसार इस बल के लिए संरचना में निर्धारित स्थानों पर प्रवर्धक नही होगा क्यों कि, इस संरचना के प्राकृतिक आवृत्ति 100 हर्टज से अधिक है। इस बल के लिए चंद्रयान-II शक्ति इलेक्ट्रानिक पैकेज सुरक्षित रहेगा।



चित्रपट 9 - ज्या वक्रीय कंपन बल अनुक्रिया - त्वरण 1जी (X-दिशा)



चित्रपट 10 - ज्या वक्रीय कंपन बल अनुक्रिया - त्वरण 1जी (Y-दिशा)



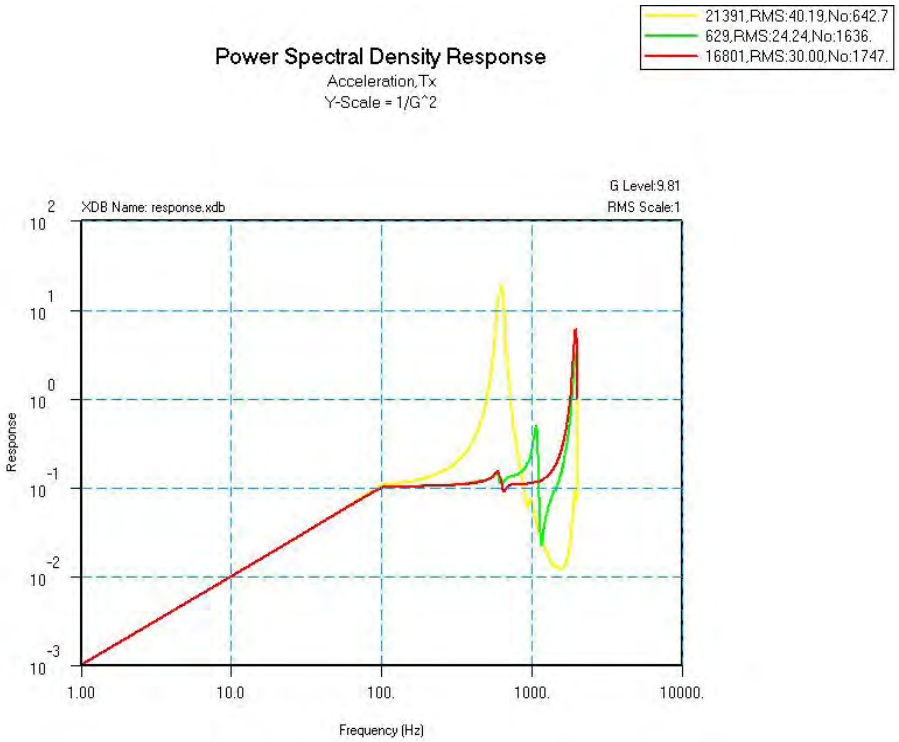
चित्रपट 11 - ज्या वक्रीय कंपन बल अनुक्रिया - त्वरण 1जी (Z-दिशा)

यादृच्छिक कंपन बल : (Random vibration load):

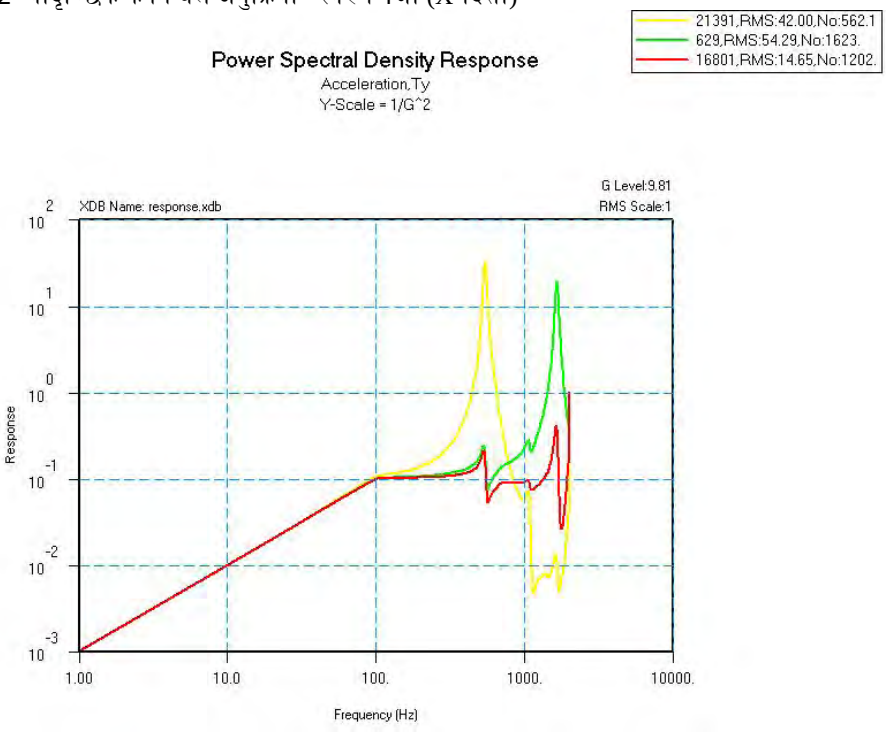
पी.सी.बी के ऊपर लगे हुए मैक्रो इल्कट्रानिक घटको की यादृच्छिक कंपन परीक्षण (तालिका-6) में सुरक्षित के लिए इस विश्लेषण को 2000 हर्टज तक किया गया है।

तालिका-6 : यादृच्छिक कंपन बल

क्र.सं	आवृत्ति (हर्टज) परास (range)	स्तर (जी^2 / हर्टज)
1.	20-100	+3 डीबी / अष्टक
2.	100-700	0.1जी^2/ हर्टज
3.	700-2000	-3 डीबी / अष्टक
4.	समग्र जी वर्ग माध्य मूल (overall grms)	11.8 अवधि - 2 मिनट



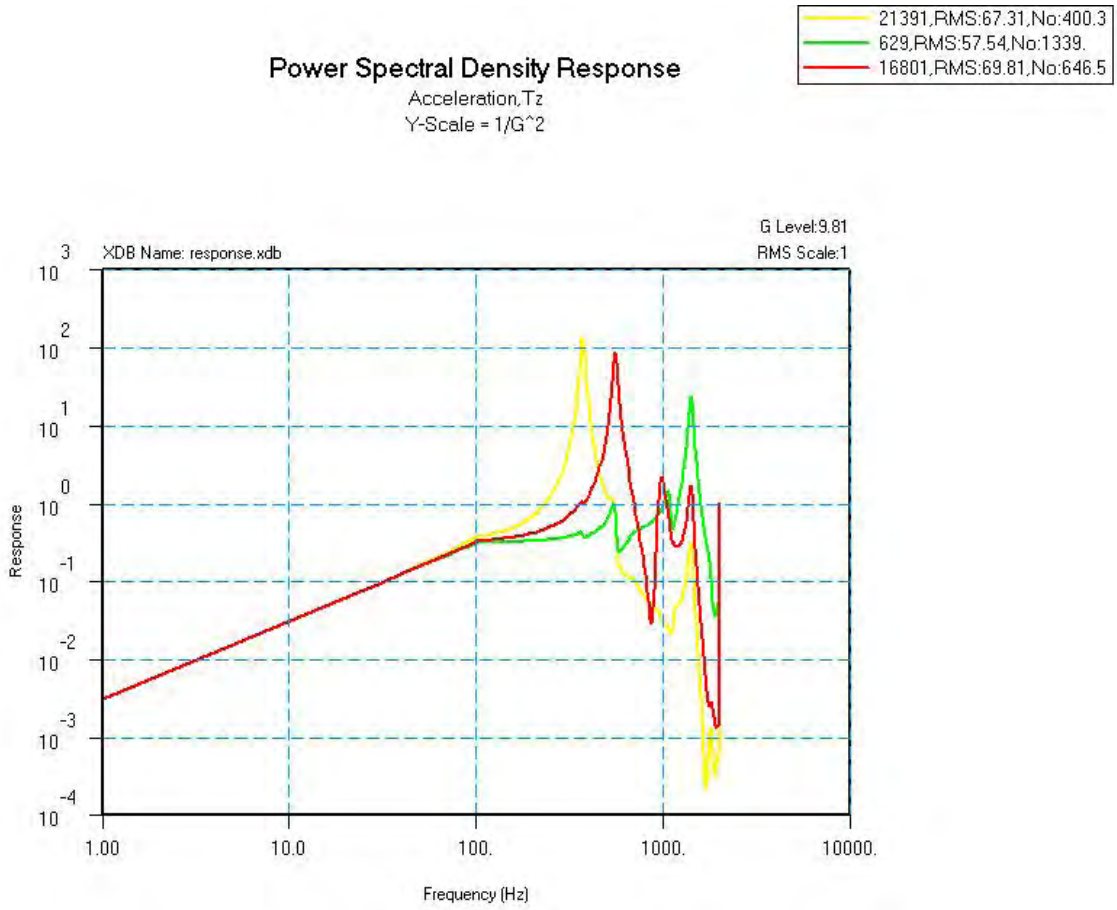
चित्रपट 12- यादृच्छिक कंपन बल अनुक्रिया - त्वरण 1जी (X-दिशा)



चित्रपट 13 - यादृच्छिक कंपन बल अनुक्रिया - त्वरण 1जी (Y-दिशा)

तालिका-7 : यादृच्छिक कंपन बल

क्र.सं	आवृत्ति (हर्टज) परास (range)	स्तर (जी^2 / हर्टज)
1.	20-100	+ 3 डीबी / अष्टक
2.	100-700	0.30
3.	700-2000	-6 डीबी / अष्टक
4.	समग्र जी वर्ग माध्य मूल (overall grms)	18.1 g अवधि - 2 मिनट

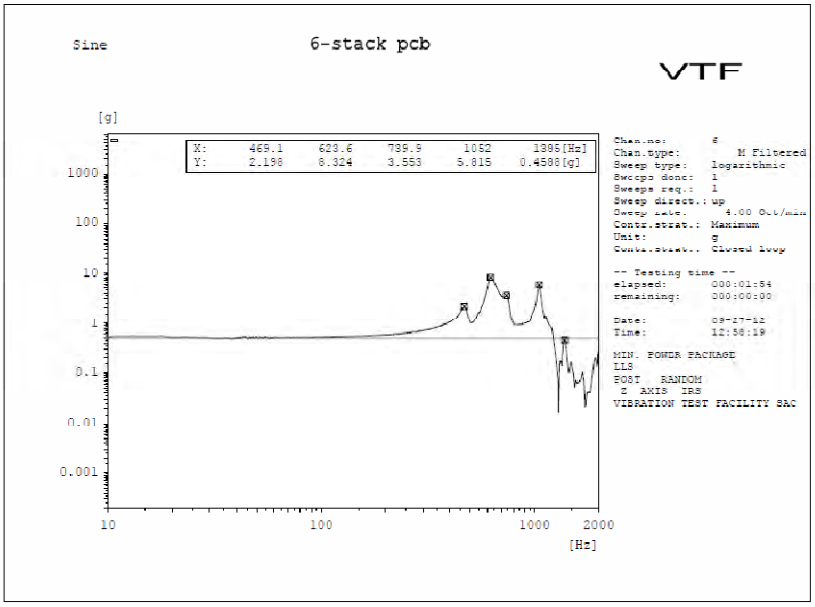


चित्रपट 14 - यादृच्छिक कंपन बल अनुक्रिया - त्वरण 1जी (Z-दिशा)

तालिका-8 यादृच्छिक कंपन बल अनुक्रिया परिणाम

बल - दिशा **(grms)**	समग्र जी वर्ग माध्य मूल (overall grms)	मुख्य पीसीबी **(Main PCB)**	स्टेक पीसीबी **(Stack PCB)**	शीर्ष-आच्छादन **(Top Cover)**
X	11.9	30	40.1	24.2
Y	11.9	14.6	42	54.2
Z	18.7	69.8	67.3	57.5

कंपन जाँच परीक्षण में इस पैकेज का परिणाम को आकलन किया गया है। इस परीक्षण में प्राप्त किया परिणाम संरचनात्मक विश्लेषण के अनुसार है। और इस पैकेज को चंद्रयान-2 मिशन के लिए संविरचित किया गया है।



चित्रपट 15 - कंपन जाँच परीक्षण परिणाम (Z-दिशा)

तापीय विश्लेषण (THERMAL ANALYSIS) :

इस पैकेज के लिए दिया गया तापक्षय (Heat dissipation) और पदार्ध गुण धर्म निम्न सारणि तालिका-9, 10, 11 के प्रकार है।

तालिका **9** - ताप क्षय

क्र.सं	घटक **(COMPONENT)**	**Heat Dissipation,** (ताप क्षय) **W**
1.	SVSA2800S DC-DC converters	1.3
2.	DVMA28 EMI फिल्टर	0.14
3.	Uniformly distributed (एकसमान वितरित)	0.2
4	कुल ताप क्षय	1.64

तालिका **10** ताप-भौतिक गुणधर्म

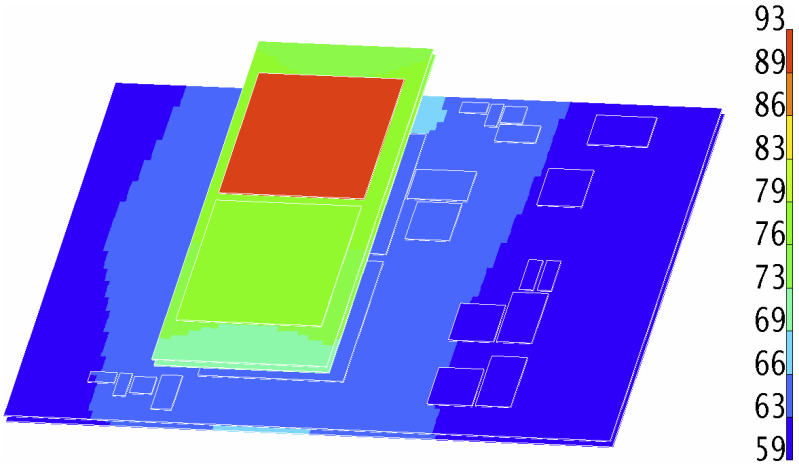
क्र.संख्या	पदार्ध (MATERIAL)	**घनत्व** Density (Kg/m^3)	विशिष्ट ऊष्मा **Specific Heat (J/Kg-K)**	ऊष्मीय चालकता **Thermal Conductivity (W/m-K)**	**Emissivity** εir उत्सर्जकता
1	FR4	1900	595	0.3	0.75
2	Solder	8520	150	50	---
3	Ceramic case	2350	879	17	0.8
4	Steel case	8030	504	16.3	0.04
5	Alloy 52	---	---	13	---

तालिका **11** ताप-प्रकाशिक गुणधर्म

क्र.सं	सतह **(surface)**	अवशोषकता **Absorptivity,** α_{sol}		उत्सर्जकता **Emmissivity,** ε_{ir}
		BOL	**EOL**	
1	काला प्रलेप Black Paint	0.90	0.90	0.90
2	स्वर्ण प्रलेप Gold Plating	0.2	0.3	0.03-0.06

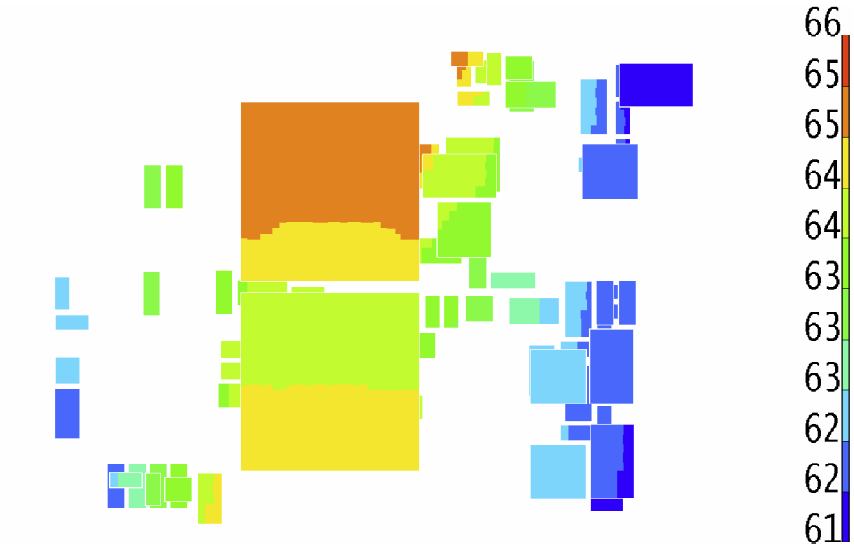
चित्रपट-16 तापीय विश्लेषण निदर्श

तापीय विश्लेषण परिणाम :



चित्रपट-17 स्टेक पीसीबी घटकों के ऊपर तापमान वितरण

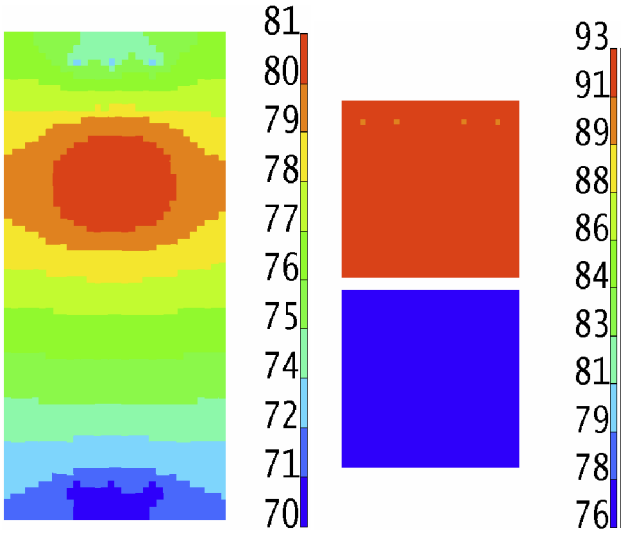
चित्रपट-18 मुख्य पीसीबी के ऊपर तापमान वितरण



चित्रपट - 19 मुख्य पीसीबी घटकों के ऊपर तापमान वितरण

तालिका 12 - विविध घटक के तापमान

घटक	तापमान [°C]	क्षय Dissipation [W]	Junction to case resistance [°C/W]	Junction Temperature [°C]	तापमान सीमा [°C]
SVSA2800S DC-DC converters (redundant)	93	1.3	3.7	98	125 at case
DVMA28 EMI filters (redundant)	77	0.14	3.7 *	76	125 at case



चित्रपट 20 स्टेक पीसीबी घटकों के ऊपर तापमान वितरण

निष्कर्ष :

चंद्रयान-2 मिशन के अंतर्गत सार नीतभार से संबंधित शक्ति इलेक्ट्रानिक पैकेज का संरचनात्मक का परिणाम दिया गया है। इस विश्लेषणों को कंपन जाँच परीक्षण के अनुसार निर्धारित किया गया है। कंपन जाँच परीक्षण के बाद इस पैकेज का वैद्युत निष्पादन स्वीकृत है। इस विश्लेषणों के अनुसार निर्धारित बलों से पैकेज संरचनात्मक विश्लेषण की दृष्टि से सुरक्षित है। और तापीय परिणामों को देखते हुए प्रारंभिक रूप से तापीय विश्लेषण की दृष्टि से सुरक्षित है।

आभार :

हम, ग्रुप प्रबन्धक एस. टी. ए. जी. एवं सहयोगियों के अत्यन्त आभारी है, जिन्होने हमे यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। हम हिन्दी कक्ष के सभी सदस्यो के भी आभारी है जिनकी मदद से यह लेख पूरा हो सका है। हम, श्री के.जी डोमाडिया SEPD/SEG/SEDA के भी आभारी है, कि उनके पर्यवेक्षण से यह पैकेज को प्रत्यक्षीकरण कर सके है।

संदर्भ :

1. चंद्रयान-2 पेलोड - पी.डी.आर - दस्तावेज
2. सीमित अवयव प्रक्रियाएं, के.जे. बाथे, प्रेटिंस हाल इंडिया, नई दिल्ली 1997
3. स्पंदन की बुनियादी बातें, एल.मीरोविच, मैक. ग्रा हिल, सिंगापुर, 2001
4. संरचनात्मक विश्लेषण रिपोर्ट नंबर: सैक-एसटीएडी-एसटीएजी-सीएच-2-टीएमसी-02-टीआर-01-17092012
5. तापीय विश्लेषण रिपोर्ट नंबर: **Doc. No.: SAC / MESA / STAG / STAD / TH / 2012 / 01**
6. तापीय विश्लेषण रिपोर्ट नंबर: **Doc. No.: SAC / MESA / STAG / STAD / TH / 2012 / 01-R2**

***

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम - आत्म निर्भरता और चुनौतियाँ

सुनील सिंह कुशवाहा, एस एन सताशिया
एसएटीडी/एसएनएए

1. प्रस्तावना:

भारत सदैव से ही समाज के हर क्षेत्र में आत्म निर्भर रहा है चाहे वह कला हो या विज्ञान; चाहे वह समाज शास्त्र हो या दर्शन शास्त्र। भारत ने भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान केंद्र (इसरो) की सहायता से अंतरिक्ष विज्ञान में जो सफलता हासिल की है वो सराहनीय है। पहले चाँद पर और फिर मंगल ग्रह पर अपने स्वनिर्मित यान और वैज्ञानिक उपकरणों को भेजकर जो सफलता हासिल की है वह उसे विश्व के अग्रणी देशों की श्रेणी में ला खड़ा किया है। इसरो ने अपनी हर असफलता से सीख लेकर हर चुनौती का सामना किया है और अपने हर कदम को मानव कल्याण के लिए समर्पित किया है। हम आज एक ऐसी ही चुनौती का उल्लेख करेंगे जिससे देश को एक बार फिर गौरवांवित होने का अवसर प्राप्त हुआ। यह चुनौती थी **"भारत को अंटार्कटिका से उपग्रह संचार के माध्यम से जोड़ना"।**

इसरो के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र ने सन् 2007-2008 में 3 मीटर का परवलयाकार ऐन्टेना उपयोग करके अंटार्कटिका के मैत्री स्टेशन को भारत के अंटार्कटिका एवं महासागर अनुसंधान, गोवा से द्विदिशिक उपग्रह संचार लिंक से जोड़ दिया। इस लिंक को स्थापित करने के लिए गोवा में 7.3 मीटर का परवलयाकार ऐन्टेना भी कमीशन करना पड़ा। मैत्री में वैज्ञानिक और अनुसंधान दल द्वारा एकत्रित डेटा को राष्ट्रीय अंटार्कटिक एवं समुद्री अनुसंधान केंद्र (एनसीएओआर) के लिए स्थानांतरित किया जाता है। इस के अलावा यह लिंक वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग, वीडियो स्ट्रीमिंग और इंटरनेट ब्राउज़िंग अनुप्रयोगों को कार्यान्वित करने के लिए सक्षम है। इस लिंक के माध्यम से, मैत्री और एनसीएओआर के बीच लगभग 1 एमबीपीएस की डाटा दर से डेटा को भेजा जा सकता है। यह लिंक पिछले लगभग 6 साल से निरंतर सेवा प्रदान कर रहा है।

2. अंटार्कटिका में उपग्रह संचार माध्यम की आवश्यकता एवं उपयोगिता

अंटार्कटिका पृथ्वी का दक्षिणतम महाद्वीप है, जिसमें दक्षिणी ध्रुव अंतर्निहित है। यह चारों ओर से दक्षिणी महासागर से घिरा हुआ है। अत्यन्त शीतल जलवायु के कारण इसका स्थलीय भाग (औसतन 98%) सदैव 1.6 किलोमीटर मोटी बर्फ से आच्छादित रहता है और संपूर्ण महाद्वीप निर्जन है। औसत रूप से अंटार्कटिका, विश्व का सबसे ठंडा, शुष्क और तेज हवाओं वाला महाद्वीप है, और सभी महाद्वीपों की तुलना में इसका औसत उन्नयन सर्वाधिक है। अंटार्कटिका को एक रेगिस्तान माना जाता है।

अंटार्कटिक में पहला भारतीय अभियान दल जनवरी 1982 में उतरा और तब से भारत ध्रुवी विज्ञान में अग्रिम मोर्चे पर रहा है। मैत्री स्थित भारतीय अनुसंधान केंद्र एवं पूर्व में दक्षिण गंगोत्री उपलब्ध मूलभूत आधार में वैज्ञानिकों को विभिन्न विषयों यथा वातावरणीय विज्ञान, जैविक विज्ञान और पर्यावरणीय विज्ञान के क्षेत्र में अग्रणी अनुसंधान करने में सक्षम बनाया। इनमे से कई अनुसंधान कार्यक्रमों में अंटार्कटिक अनुसंधान संबंधी वैज्ञानिक समिति (एससीएआर) के तत्वावधान में सीधे वैश्विक परिक्षणों में योगदान किया है।

अंटार्कटिक वातावरणीय विज्ञान कार्यक्रम में अनेक वैज्ञानिक संगठनों ने भाग लिया। इनमें उल्लेखनीय है भारतीय मौसम विज्ञान, राष्ट्रीय भौतिकी प्रयोगशाला, भारतीय भू-चुम्बकत्व संस्था, कोलकाता विश्वविद्यालय, भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला और बर्कततुल्ला विश्वविद्यालय आदि। इन वैज्ञानिक संगठनों में विशेष रूप से सार्वभौमिक भौतिकी (उपरी वातावरण और भू-चुम्बकत्व) मध्यवर्ती वातावरणीय अध्ययन और निम्न वातावरणीय अध्ययन (मौसम, जलवायु और सीमावर्ती परत)। कुल वैश्विक सौर विकीरण और वितरित सौर विकीरण को समझने के लिए विकीरण संतुलन अध्ययन किये जा रहे हैं। इस उपाय से ऊर्जा हस्तांतरण को समझने में सहायता मिलती है जिसके कारण वैश्विक वातावरणीय इंजन आंकड़े संग्रह का काम जारी रख पाता है।

मैत्री में नियमित रूप से ओजोन के मापन का काम ओजोनसॉन्डे के इस्तेमाल से किया जाता है जो अंटार्कटिक पर ओजोन -छिद्र तथ्य और वैश्विक जलवायु परिवर्तन में ओजोन की कमी के प्रभाव का अध्ययन करने के लिए अंतर्राष्ट्रीय प्रयासों को गति प्रदान करता है। आयनमंडलीय अध्ययन ने एंटार्कटिक वैज्ञानिक प्रयोगों का एक महत्वपूर्ण हिस्सा बनाया है। मैत्री में वैश्विक आयनमंडलीय चमक और पूर्ण इलैक्ट्रोन अवयव अनुश्रवण प्रणाली (जीआईएसटीएम) स्थापित की गयी है जो

पूर्ण इलैक्ट्रोन अवयव (आईटीसीई) और ध्रुवीय आयनमंडलीय चमक और उसकी अंतरिक्ष संबंधी घटनाओं पर निर्भरता के अभिलक्षणों की उपस्थिति की जानकारी देते हैं।

क्रायो जैव विज्ञान प्रयोगशाला में इस समय ध्रुवीय निवासियों के जीवाणुओं का अध्ययन किया जा रहा है। जैव वैज्ञानिक कार्यक्रमों की कुछ उपलब्धियों में शीतल आबादियों से विषाणुओं की कुछ नई उपजातियों का पता लगाया गया है। अंटार्कटिक में अब तक पता लगाई गयी 240 नई उपजातियों में से 30 भारत से हैं।

इस तरह से हमें पता चलता है कि अंटार्कटिका भारतीय अभियान दल विज्ञान की उत्कृष्ट शाखाओं पर कार्य करता है जिससे प्राप्त आंकड़ों की विश्व स्तर पर मांग है। पहले वैज्ञानिक वहाँ पर किये प्रयोगों से प्राप्त आंकड़ों को पूरे 1 साल के बाद अपने साथ वापस भारत आते थे और फिर उनका विस्तृत रूप से अध्ययन प्रयोगशालाओं में किया जाता था। परन्तु इस लिंक की स्थापना से आंकड़ों को तुरंत ही भारत भेजा जाता है। शोधकर्ता इन आंकड़ों का विश्लेषण करके प्रतिपुष्टि भी कर सकते हैं जिससे और भी उन्नत शोध करने में सहायता मिलती है।

इसके साथ ही साथ वहाँ पर रहने वाले वैज्ञानिकों को परिवार वालों से संपर्क बनाने में अब IRIDIUM और INMARSAT जैसे विदेशी फ़ोन पर भी निर्भर नहीं रहना पड़ता है। इंटरनेट के अभिगम से वहाँ बैठे बैठे वे लोग अपने घरवालों और रिश्तेदारों से वीडियो के माध्यम से बात-चीत करने में सक्षम हैं।

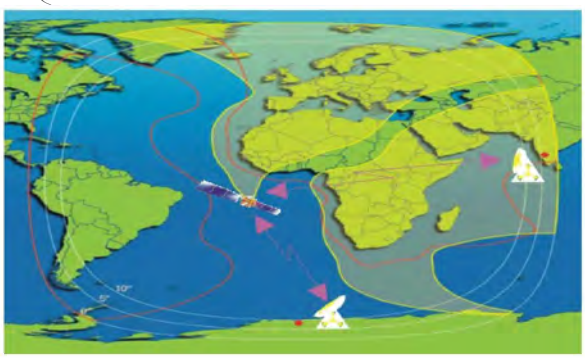
3. संचार नेटवर्क विवरण:

संचार नेटवर्क मैत्री, अंटार्कटिका और एनसीएओआर, गोवा में भू-केन्द्रों और भूस्थिर उपग्रह के साथ योजना बनाई गई है। संचार स्थापित करने के लिए C - बैंड का उपयोग किया गया। C-बैंड का चुनाव निम्नलिखित आधारों पर किया गया:

1) कम उन्नयन कोण पर भी सिग्नल प्रसारण में हानि न्यूनतम होती है

2) इस बैंड के सिग्नलों पर बारिश का असर नगण्य होता है

3) अंटार्कटिका और गोवा दोनों पर उपग्रह पदचिन्हों वाले उपग्रहों की उपलब्धता



चित्र 1: मैत्री, अंटार्कटिका और गोवा के बीच उपग्रह संचार प्रणाली

मैत्री स्टेशन भारतीय राष्ट्रीय उपग्रह (इन्सैट) की किरण कवरेज के भीतर नहीं आता है इसलिए इस नेटवर्क को बनाने के लिए इन्टेलसैट के उपग्रह INTELSAT IS-1002 का चयन किया गया। अंटार्कटिका में माल परिवहन की अशुलभता को देखते हुए वहाँ पर 3 मीटर और गोवा में 7.3 मीटर ऐन्टेना आकर से भू - केन्द्रों को विन्यसित किया गया। अंटार्टिका की जलवायु को देखते हुए यहाँ पर ऐन्टेना को ढँकने के लिए रेडोम का भी विकल्प रखा गया है। संचार प्रणाली को निरंतर उपयोग में लाने के लिए दो निश्चित नोड् के साथ योजना बनाई गई है जिसमे मल्टीप्ल एक्सेस की योजना PAMA निर्धारित की गयी है। इस योजना के अंतर्गत दोनों भू-केन्द्रों को स्थायी रूप से एक-एक आवृत्ति युग्म प्रदान किये गए हैं और इन्ही आवृत्तियों पर ये सदैव संचार कायम रखते हैं।

मैत्री, अंटार्कटिका 71 डिग्री दक्षिणी आक्षांश और 11 डिग्री पूर्वी देशान्तर एवं गोवा 15.3 डिग्री उत्तरी आक्षांश और 73.5 डिग्री पूर्वी देशान्तर में स्थित है। यहाँ से उपग्रह के दर्शन कोण निम्नलिखित हैं :

मैत्री भू - केंद्र से उपग्रह दर्शन कोण :

दिगंश कोण : 345.5^0 उन्नयन कोण : 10.0^0

गोवा भू - केंद्र से उपग्रह दर्शन कोण :

दिगंश कोण : 266^0 उन्नयन कोण : 6^0

3.1 उपग्रह INTELSAT IS -1002 की विशेषताएं :

359 डिग्री पूर्वी देशान्तर पर स्थित INTELSAT IS-1002 के प्रमुख विनिर्देश निम्नलिखित हैं:

क्र.	पैरामीटर	विनिर्देश
1.	कुल नीतभारों की संख्या	C- बैंड - 70 Ku- बैंड - 32
2.	ऊर्ध्वगमन आवृत्ति	5850 to 6425 MHz 13.75 to 14.50 GHz
3.	अधोगमन आवृत्ति	3625 to 4200 MHz 10.95 to 12.75 GHz
4.	ध्रुवण	C- बैंड: बामवर्त, दक्षिणावर्त परिपत्र ध्रुवण Ku- बैंड: क्षैतिज, उर्ध्व ध्रुवण
5.	EIRP	32.0 up to 36.0 dBW
6.	G/T	-10.7 up to -7.7 dB/K
7.	संतृप्ति प्रवाह घनत्व	C- बैंड: -89.0 to -67.0 dBW/m2 Ku- बैंड: -87.0 to -69.0 dBW/m2

3.1 मैत्री, अंटार्कटिका भू - केंद्र एवं कार्य प्रणाली:

मैत्री अंटार्कटिका भू-केंद्र में ऐन्टेना के अतिरिक्त सभी उप-प्रणालियाँ 1:1 की अतिरिक्तता विन्यास पर आधारित हैं। यह अतिरिक्तता वह पर आवागमन की असुविधा के कारणवश राखी गयी है। जिसमें एक समूह मुख्य प्रणाली का हिस्सा होता है और दूसरा समूह अतिरिक्त के तौर पर कड़ी में विद्यमान रहता है। किसी भी कारणवश मुख्य उप-प्रणाली के ख़राब होने की स्थिति में अतिरिक्त उप-प्रणाली उसका स्थान ले लेती है और केंद्र अनवरत रूप से कार्य करने में सक्षम होता है।

मुख्यतः केंद्र में निम्नलिखित दो तरह की उप-प्रणालिया होती हैं:

आउटडोर उप-प्रणाली

1) ऐन्टेना, ऐन्टेना मोटर और रेडोम

2) निम्न रव प्रवर्धक

3) 400 W शक्ति का उच्च शक्ति प्रवर्धक

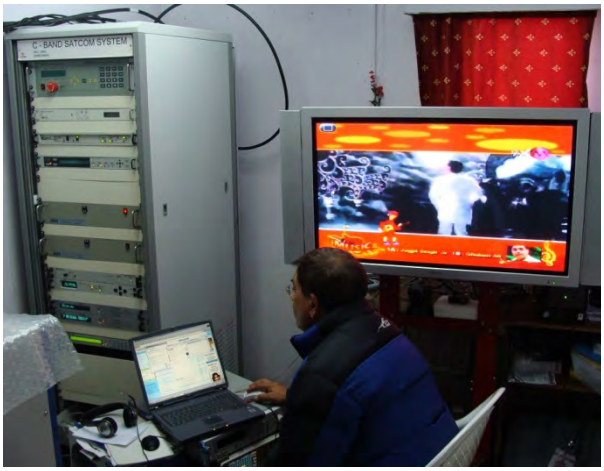
4) हीटर

इनडोर उप-प्रणाली

1) डाउन कनवर्टर यूनिट / अप कनवर्टर यूनिट

2) मॉडुलक / विमोडुलक

3) वीडियो कांफ्रेंस प्रणाली 42" प्लाज्मा मॉनिटर के साथ



चित्र 2: इनडोर उप-प्रणाली

आउटडोर उप-प्रणाली केंद्र से 50 मीटर की दूरी पर बाहर स्थापित किया गया है। इनडोर उप-प्रणाली तार के माध्यम से आउटडोर उप-प्रणाली से जोड़ी गयी है। सभी इनडोर उप-प्रणालियां 19" के आलमारी में सुनियोजित ढंग से स्थापित हैं। एक ईथरनेट स्विच की सहायता से वीडियो कॉन्फ्रेंसिंग उप-प्रणाली को सुविधानुसार कही भी लगाया जा सकता है। और साथ ही साथ लैपटॉप या किसी भी कंप्यूटर को इससे जोड़कर इंटरनेट को भी अभिगमित किया जा सकता है।

अंटार्कटिका भू-केंद्र की मुख्य विशेषताऐं:

क्र.	पैरामीटर	विनिर्देश
1.	ऐन्टेना	3 मीटर परवलयाकर परावर्तक
2.	ऊर्ध्वगमन आवृत्ति	5900 - 6400 MHz
3.	अधोगमन आवृत्ति	3700 - 4200 MHz
4.	ध्रुवण	बामवर्त, दक्षिणावर्त परिपत्र ध्रुवण
5.	ऐन्टेना लाभ ऊर्ध्वगमन अधोगमन	 43 dB 40 dB
6.	EIRP	64.5 dBW
7.	G/T	18.3 dB / K @ 4 GHz & 5 डिग्री उन्नयन कोण पर
8.	मॉडुलन और डाटा रेट	QPSK ; 640 kbps
9.	मध्यवर्ती आवृत्ति	950-1750 MHz

3.2 एनसीएओआर, गोवा भू - केंद्र एवं कार्य प्रणाली:

गोवा, भारत के मुख्य भू-भाग से जुड़े होने के कारण यहाँ पर अंटार्कटिका की तरह से उप-प्रणालियों की अतिरिक्तता का प्रावधान नहीं किया गया था। कोई खराबी होने पर कभी भी इसका निदान आसानी से किया जा सकता है। यहाँ पर भी आउटडोर उप-प्रणाली बाहर और इनडोर उप-प्रणाली एक कंटेनर के भीतर लगायी गयी है। आउटडोर उप-प्रणाली, इनडोर उप-प्रणाली से 50 मीटर की दूरी पर बाहर खुले में स्थापित किया गया है। तार के माध्यम से आउटडोर उप-प्रणाली से इनडोर उप-प्रणाली जोड़ी गयी है। यहाँ पर ऐन्टेना का आकर 7.3 मीटर है और रेडोम अनुपस्थित है। बाकि सभी उप-प्रणालियां लगभग वही हैं। यहाँ भी इण्डोर उप-प्रणाली एक 19" की आलमारी में सुनियोजित ढंग से स्थापित की गयी है।

एनसीएओआर, गोवा भू-केंद्र की मुख्य विशेषताऐं:

क्र.	पैरामीटर	विनिर्देश
1.	ऐन्टेना	7.3 मीटर परवलयाकर परावर्तक
2.	ऊर्ध्वगमन आवृत्ति	5900 - 6400 MHz
3.	अधोगमन आवृत्ति	3700 - 4200 MHz
4.	ध्रुवण	बामवर्त, दक्षिणावर्त परिपत्र ध्रुवण
5.	ऐन्टेना लाभ ऊर्ध्वगमन अधोगमन	 48 dB 51 dB
6.	EIRP	69 dBW
7.	G/T	28 dB / K @ 4 GHz & 5 डिग्री उन्नयन कोण पर
8.	मॉडुलन और डाटा रेट	QPSK ; 640 kbps
9.	मध्यवर्ती आवृत्ति	950-1750 MHz

4. चुनौतियाँ:

अंटार्टिका में स्टेशन लगाने में तकनीकी एवं गैर-तकनीकी कई तरह की चुनौतियां सामने आईं। उनमे से कुछ का उल्लेख निम्नलिखित है :

4.1 आउटडोर उप-प्रणाली के लिए स्थल चयन:

चित्र 3: आउटडोर उप-प्रणाली

जैसा की अंटार्टिका के बारे में पता है की वहां बर्फ़ के सिवा कुछ नहीं है, ऐसी जगह पर एक भरी-भरकम ऐन्टेना स्थापित करने के लिए जगह का चुनाव करना बहुत मुख्य है। मैत्री एक उबड़-खाबड़ चट्टानों वाली जगह है जहाँ पर जमीन बहुत ही ढीली है। ऐसी स्थिति में आधार को मजबूत बनाने के लिए भरी लोहे की पाइप का इस्तेमाल बहुतायत में किया गया था। मजबूती से पकड़ने के लिए सीमेंट और कंक्रीट का बहुत इस्तेमाल करने का प्रावधान था। जहाँ जमीन अच्छी मिलती थी वहाँ उपग्रह के सिग्नल को रोकने के लिए पहाड़ियाँ थीं क्योंकि वहां पर उपग्रह का उन्नयन कोण केवल 10 डिग्री था। इसलिए स्थल का चयन करना उतना आसान नहीं था।

4.2 माल परिवहन:

एक मजबूत आधार के साथ भू-केंद्र की स्थापना होने के कारण, पुरे सामान का वजन लगभग 22 टन था। अंटार्टिका में जहाज से मैत्री की दूरी लगभग 150 किलोमीटर थी जिसे हेलीकाप्टर द्वारा ही तय करना था। हेलीकाप्टर की वजन ढोने की क्षमता लगभग 550 किलोग्राम ही थी। इसलिए सामान को इस तरह से व्यवस्थित करना की इसे हेलीकाप्टर द्वारा उठाने में कोई परेशानी न हो, एक नयी चुनौती थी। इतने सामन को जहाज से मैत्री तक ले जाने में हेलीकाप्टर को लगभग 37 चक्कर लगाने पड़े और पूरे सामान को पहुचने में करीब 18 दिन लगे। जबकि वहाँ पर समय की एक निश्चित सीमा थी जिसके भीतर ही सारे काम को पूरा कर लेना था। सबसे भारी लोड ऐन्टेना परावर्तक था जो की करीब 600 किलोग्राम था और आयतन इतना कि ऊपर इसके आकर के कारण हवा का तेज़ खिंचाव होता। कई दिनों के इंतज़ार के बाद जब वहाँ हवा का बहाव कम हुआ, उस दिन इस काम को अंजाम दिया गया।

चित्र 4: हेलीकाप्टर द्वारा माल परिवहन

4.3 रेडोम स्थापना:

रेडोम की स्थापना के दौरान हवा का बहाव बहुत महत्व रखता है। रेडोम कई खण्डों में विभाजित था जिसे क्रेन की सहायता से लगाया जाना था। वहाँ हवा का वेग प्रायः 30-40 km/hr होता है और इस स्थिति में इसे लगाना अति दुस्कर था। इसके किसी भी खंड के टूट जाने पर पूरा मिशन समाप्त हो सकता था। इस रेडोम स्थापना में काफी चुनौतियों का सामना करना पड़ा।

4.4 5 डिग्री के न्यूनतम उन्नयन कोण पर संचार लिंक:

जैसे-जैसे ऐन्टेना का उन्नयन कोण बढ़ता जाता है वैसे वैसे निकाय में रव तेजी से बढ़ता जाता है। प्रणाली की G/T जितनी होनी चाहिए, उससे कुछ भिन्न होती जाती है। अंटार्कटिका में उन्नयन कोण केवल 10 डिग्री था और वहाँ पर इतने कम उन्नयन कोण पर सिग्नल्स को बर्फ़ पर परावर्तन का सामना भी करना पड़ सकता था। इस तरह के वातावरण में इसरो का यह पहला अनुभव था।

इसी तरह से गोवा में न्यूनतम उन्नयन कोण जो कि केवल 5 डिग्री था। यह समुद्र के ठीक किनारे पर स्थापित निकाय है। इस बहुत कम उन्नयन कोण के कारण, समुद्र में उठने वाले ज्वर और भाटा भी सिग्नल को प्रभावित करते रहते हैं। इन विषम परिस्थितियों से गुजरना और उनसे उबरकर संचार की व्यवस्था को सुचारू रूप से कार्यान्वित करना एक बहुत बड़ी चुनौती थी।

5. उपसंहार :

इसरो के इस सफल परियोजना से देश के करीब पचास से भी अधिक वैज्ञानिक हर वर्ष लाभान्वित होते हैं। इंटरनेट अभिगम से वो वहाँ रहते हुए भी वो अपने आप को दुनिया से जोड़ कर रख सकते हैं, अपने आप को सदा अद्यतन रख सकते हैं। अपनों से दूर रहकर एक वर्ष का समय ऐसे निर्जन स्थान पर बिताना इस लिंक के जरिये अब बहुत आसान हो गया है। अंटार्टिका में आस पास के दूसरे देशों के केन्द्रों पर भी संचार की ऐसी व्यवस्था नहीं है जो व्यवस्था भारतीय स्टेशन मैत्री में है। इस अंटार्टिका लिंक में टीवी चैनल का भी प्रसारण किया जाता है जो वहाँ के जीवन को ज्यादा सुखमय और उत्पादक बनाते हैं। इस पूरे निकाय को स्थापित करने में भारतीय उद्योगों का अभूतपूर्व योगदान रहा है। इससे यह प्रमाणित होता है कि विज्ञान की इस अंतरिक्ष विधा में भी भारत, अंतरिक्ष कार्यक्रमों में कितना आत्म निर्भर और चुनौतियों का सामना करने में सर्वोपरि है।

6. परियोजना समूह सदस्य

श्री एमवाईएस प्रसाद, श्री एसएस वाल्दिया, कु. शोभा जोशी, श्री सुनील एस कुशवाहा और श्री प्रमोद इस परियोजना के मुख्य सदस्य थे। श्री एसएस वाल्दिया और श्री सुनील एस कुशवाहा ने ECIL की मदद से मैत्री भू-केंद्र की स्थापना सन 2008 में करने में सफल रहे। कु. शोभा जोशी और श्री प्रमोद ने MCF, हसन से मैत्री भू -केंद्र के परीक्षण कराने में अतिमहत्वपूर्ण योगदान दिया। ECIL की सहायता से श्री एसएस वाल्दिया और श्री प्रमोद ने मिलकर एनसीएओआर, गोवा की सफलता पूर्वक स्थापना की और इसे मैत्री केंद्र से जोड़कर कार्यान्वित किया। पूरे परियोजना के स्थापना और कार्यान्वयन में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के क्रय एवं लेखा विभाग का अभूतपूर्व योगदान रहा जिससे समय रहते सभी जरुरी उप - प्रणालियों को ख़रीदा गया।

***

इथोपिया में उपग्रह डाटा का उपयोग कर फसल क्षेत्र का आपदा में आकलनः भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की आत्मनिर्भरता की ओर बढ़ते कदम

डॉ. सर्वेश्वर प्रसाद व्यास
सीएडी/ बीपीएसजी/ एप्सा
spvyas@sac.isro.gov.in

प्रस्तावना

पृथ्वी भू-प्रक्षेण समूह (जिओ-GEO) अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर पृथ्वी के अवुलोकन की प्रणाली (जिओस-GEOSS) हेतु प्रयासरत है। जिओस किसानों की मदद करने और नीति निर्माताओं द्वारा खाद्य सुरक्षा व उत्पादकता में सहायक है।

साथ ही जिओस कृषि में सतत् प्रबंधन विशेषकर मौसम पूर्वानुमान, तूफान व आपदा तथा अन्य अतिवादी घटनाओं की प्रारंभिक चेतावनी में सहायक होंगे। पृथ्वी अवलोकन में अगले 10 वर्षों में उपग्रह संसाधन क्रांति ला सकते हैं-विशेषकर कृषि के बेहतर प्रबंधन व देशों के कुपोषण को कम करने में। वैश्विक क्षेत्रीय कृषि निगरानी प्रणाली के कुछ उदाहरण है - UNFAO वैश्विक सूचना और अर्ली वार्निंग सिस्टम (GIEWS), USDA विदेशी कृषि सेवा (FAS), भारत में फसल (FASAL) ऐसा ही कार्य कर रहा है (परिहार व ओझा, 2006)।

इथियोपिया, सोमालिया, केन्या व अफगानिस्तान विश्व में सबसे भोजन असुरक्षित क्षेत्र है, जहाँ अकाल, सूखा, बाढ़ आदि कृषि उत्पादन को प्रभावित करते हैं। USDA व इथियोपिया का ग्रामीण विकास ब्यूरो फसली क्षेत्र के अलग-अलग आंकड़े करते हैं पर एक विश्वसनीय व सटीक फसल अनुमानों की जरूरत है, जो उपग्रह डाटा से संभव है यह अध्ययन इसी को ध्यान में रखकर किया गया है। यह भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की आत्मनिर्भरता ही है कि देश के साथ-साथ अब हम दूसरे देशों के फसलों का भी अनुमान निकालने में सक्षम होने लगे हैं। 1987-88 में एक फसल गैंहूँ से प्रारंब हुआ कैप अब तक 140 फसलों का पूर्वानुमान उपग्रही आंकड़ों से कर सकता हैं। इसी से उत्साहित होकर नई दिल्ली में भारत सरकार के कृषि मंत्रालय ने राष्ट्रीय फसल पूर्वानुमान केंद्र की 2012 में स्थापना की। सूखा, अकाल, प्रलय व आपदा में यह और भी कारगर है।

अध्ययन क्षेत्र -इथियोपिया

इथियोपिया पूर्वी अफ्रिका में स्थित है (चित्र-1) और सोमालिया के पश्चिम में। इसके भौगोलिक निर्देशांक है 3° 15′ से 15° 00′ उत्तरी अक्षांश और 32° 55′ से 48° 05′ पूर्वी देशांतर। इथियोपिया दुनिया में सबसे गरीब देशों में से एक है, जो सूखा व अकाल से पीड़ित रहता है। यहाँ आपदा प्रबंधन में अंतरिक्ष प्रणाली की सबसे ज्यादा जरूरत है। मानव विकास सूचकांक (HDI) में 177 में से 169 वे स्थान पर है। इसका भौगोलिक क्षेत्रफल 11 लाख वर्ग कि.मी. है। देश की वार्षिक फसल वर्षा पर निर्भर है।

उद्देश्य

इस अध्ययन का मुख्य उद्देश्य आपदा प्रधान इथियोपिया में उपग्रह आंकड़ो का उपयोग कर फसल आकलन की पद्धति विकसित करता है। बादल मुक्त भारतीय उपग्रह डेटा एविफ्स (AWiFS) के नहीं मिलने पर मोडिस (MODIS) का उपयोग किया गया।

फसल कलैंडर

इथियोपिया की प्रमुख फसलें - गन्ना, मक्का, ज्वार, सिसल, आलू व गेहूँ है। प्रमुख नगदी फसलों में तिलहन, गन्ना, काफी, चाय, आम व मसाले हैं। जनवरी से अप्रैल फसल कटाई के बाद परती रहती है। अप्रैल से जून/जुलाई बुवाई का समय है दो मुख्य फसल बेल्ग (Belg) फरवरी से जून तथा मेहर जून से अक्तूबर है। मेहर मुख्य मौसम है, जहाँ से 90-95% कृषि उत्पादन आता है। मकई व चारी बेल्ग का आधा हिस्सा है। (चित्र2 व अनुबंध 1)

15 प्रांतों में से 9 प्रदेश चुने गए। निचली ऊँचाई पर मकई व ज्वार, मध्यम में गेहूँ व उच्चतम ऊँचाई पर जौ व जई ली जाती है। (चित्र 3)

आंकड़े

27 तिथि के मई से नवंबर तक मोडिस डेटा का उपयोग किया गया। (h21/22 v7/8)। मोडिस 8 दिन का मिश्रित उत्पाद है। इसके प्रथम 2 वर्णक्रमीय बैंड 620-670 nm (लाल) व दूसरा 841-876 nm (निकट अवरक्त-NIR) है।

मोरिस (MERIS) का भू-नक्शा, VSDA का मानचित्र व इथियोपिया का फसल केलेंडर भी आकलन हेतु उपयोग के लिए गए (चित्र 4 व 5 व सारणी)।

पद्धति

इसके चरण है –

- 8 दिन समग्र मोडिस के 2 बैंड की 27 तिथि डाउनलोड, मई-नवंबर 2008
- अरदास इमेजिन सॉफ्टवेयर का उपयोग कर HDFC को IMG में परिवर्तन
- NDVI (प्रसामान्य अंतर वनस्पतिक सूचकांक –प्रअवसू (लाल एवं अवरक्त बैंड द्वारा
- संकर पद्धति द्वारा वर्गीकरण
- फसल क्षेत्र आकलन

आठ दिन मिश्रित तिथि के डेटा डाउनलोड कर 27 बैंड 2HDF से Img में Erdas 9.1सॉफ्टवेयर से बदले गए। Img से एन डी वी आई बनाया गया।

एन डी वी आई ((प्रअवसू= लालअवरक्त -
लाल + अवरक्त

इन 27 तिथि की अप्रअवसू को जोड़ा गया। डेटा के अनावश्यक अस्थितरता को कम करने हेतु 3 तिथि का मेल कर इसे 9 तिथि जाना दिया यानि 8 की जगह 24 दिन का मिश्रण, जो तालिका में बताया है।

(तालिका -). मेरिस डेटा हेतु शर्मा व परिहार ने 1 X 1 और 7.5 X 7.5′ मिनट की ग्रिड प्रतिशत फसल क्षेत्र गणना में उपयोग की थी, जिसमें 15′ X 15′ सबसे उपयुक्त पाया गया व इस अध्ययन में प्रयोग लिया गया। (चित्र)

हाइब्रिड वर्गीकरण

छवि डेटा वर्गीकरण की प्रत्येक विधि के अपने फायदे - नुकसान है। पर्यवेक्षित वर्गीकरण **(supervised classification)** में विश्लेषक अनुभव के आधार पर इनपुट देता है, वहीं अपर्यवेक्षित

वर्गीकरण (**unsupervised classification)** स्वत: वर्णक्रमीय वर्ग है, जो सूचना की कई संख्या उत्पन्न कर सकते हैं।

इसमें 2 चरणों का **ISO DATA** क्लस्टरिंग अपनाया गया। पहले चरण में श्रृखंला प्रअवसू से 50 क्लस्टर बनाए गए। फिर मेरिस डेटा से इनकी तुलना की गयी। दूसरे चरण में फसल केलेंडर व **USDA** नक्शा से इसे परिष्कृत किया गया। (चित्र 6)। कृषि फसल वर्ग की लेबलिंग कर इन्हें वन, झाड़ी, जंगल हर्ब, बंजर, जल व वनस्पति में वर्गीकृत किया गया।

परिणाम व चर्चा

साप्ताहिक फसल वृद्धि की अवधि में मोडिस डेटा से प्रअवसू तीन ग्रीड स्तर (1° **x** 1°, 15 ' **x** 15 ' व 7.5 ' **x** 7.5 ') में फसल की स्थिति की निगरानी हेतु उत्पन्न किया गया। चित्र 6 व अनुबंध 4 - दर्शाता है कि 17वें सप्ताह से फसल क्षेत्र में वृद्धि होती है (सिंतबर 5-12) और 24वें सप्ताह में (31 अक्तूबर-7 नवम्बर) कमी होती है। (यह फसल केलेंडर से मल खाता है।

मेरिश नक्शा व मोडिस के वर्णक्रमीय पार्श्वचित्र के प्रयोग से मोडिस आंकड़ो पर फसल, वनस्पति, बंद व खुले जंगल, झाड़ी, हर्ब, बंजर व पानी आदि पहचाने गए। फसल की 6 विभिन्न वर्णक्रमीय प्रोफाइल की पहचान की गयी पर उन्हें अलग करने में बड़े बुवाई जैव खिड़की (लार्ज **Sowing Bio-Window)** के कारण असमर्थ रहे। **USDA** फसल केलेंडर व मोडिस फसल कक्षाओं में बुवाई तथा कटाई की समानता दिखी। इथियोपिया में फसल की बुवाई जून-जुलाई व शिखर सितंबर-अक्तूबर में आता है तथा कटाई दिसंबर में शुरू होती है। चित्र - 7 भी दर्शाता है कि शिखर पाँच से सात की दिनांक यानि 4 अगस्त से 14 अक्तूबर के मध्य आता है। ये तीन दिनांक 4-27 अगस्त, 28 अगस्त-20 सितंबर व 21 सितंबर -14 अक्तूबर कक्षाओं के अंतर हेतु बहुत महत्वपूर्ण है, कम से कम एक दिनांक का डेटा मिलना चाहिए। फसल केलेंडर से यह भी मेल खाया कि गैंहूँ-जौ की बुवाई कपास व अन्य तिलहन, सब्जी व फलों से अलग है। आठवीं तिथि यानि 15 अक्तूबर से प्रअवसू में गिरावट भी देखी गयी जो फसल परिपक्वता की पुष्टि करता है। (चित्र 8) इथियोपिया में नवम्बर-दिसम्बर फसल की कटाई होती है। 12 वा घटाव ज्यादा लंबा दिखा जोकि गन्ना व सिसल जैसी लंबी अवधि की फसल को इंगित करता है।

मोडिस से अनुमानित फसल क्षेत्र 35 लाख हैक्टेयर रहा जो संयुक्त राज्य अमेरिका संस्था **(USDA)** द्वारा अनुमानित क्षेत्र (33.27 लाख) के आसपास रहा। केंद्रीय सांख्यिकी एजेंसी (सीसीए) का क्षेत्रफल 24.73 लाख व कृषि ग्रामीण विकास ब्यूरो (बोर्ड) का 34.65 लाख हैक्टेयर रहा (तालिका - 3 व चित्र 9)। इथियोपिया में स्थलाकृतिक नियंत्रण (ऊँचाई व ढलान) फसली क्षेत्र के प्रमुख घटक है, जिन्हें पता लगाने की जरूरत है।

भूमि कवर व संकर पद्धति से फसल क्षेत्र आकलन अमरिकी संस्था **USDA** से करीब 6 % ज्यादा हा व 5-6 लग वर्गों की पहचान की, जो मेरिस नक्शा व **USDA** नक्शा से भी मेल खा गयी।

छोटे आकार के खेत व फसल बुवाई की लंबी अवधि वर्गों व फसलों को अलग करने में बाधा रही। मेहर में बुवाई मई-जून से सितंबर तक चलती है। टैप एक घास है जो गेहूँ से मिश्रित हो जाती हा। यदि 30 मीटर से कम का डेटा उपयोग ले व 56 मीटर के अविफस से जोड़ ले तो बेहतर परिणाम आ सकता है (रेयनोल्ड, 2009)

निष्कर्ष –

यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि (1) मोडिस डेटा द्वारा 5 से 6 फसल प्रचिह्न की पहचान की गयी जो कि **USDA** के फसल केलेंडर से मेल खाते हैं। (2) बहुतिथि मोडिस के कुल फसल क्षेत्र का तो अनुमान लगाया जा सकता है पर फसल की पहचान मुश्किल है।

(3) बुवाई व परिपक्वता तिथि में मोडिस व केलेंडर से समानता पायी गयी।

(4) मोडिस से प्राप्त साप्ताहिक प्रअवसू फसल निगरानी हेतु प्रभावी पाया गया। विशेषकर सूखे, फसल की स्थिति निगरानी व आपदा में।

(5) छोटे-छोटे मिश्रित खेत होने से मोडिस के 250 मीटर का विभेदन फसलों को पहचान नहीं पाता। इस हेतु मध्यम एविफ्स (56 मीटर) या लिस-**III** (ज्यादा उचित होगा।

(6) इथोपिया एक सूखा व आपदा प्रधान देश है तथा फसल पुर्वानुमान की कोई भी संस्था यहाँ काम नहीं कर रही है जिओस के अंतर्गत यह काम किया गया व परिणाम उत्साहवर्धक हैं।

(7) भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम देश की चुनौतियों के बाद विदेश की चुनौतियों को भी बखूबी हल कर सकते हैं, इसका प्रमाण है कि हाल ही में हमने पाँच विदेशी उपग्रह अपने स्वदेशी प्रमोचक रॉकेट पीएसएलवी से अंतरिक्ष में स्थापित किए हैं। अब सार्क उपग्रह छोड़कर इन देशों की फसलों का भी पूर्वानुमान लगा पाएंगे।

आभार

लेखक कार्य के प्रोत्साहन हेतु निदेशक के आभारी है साथ ही सुझाव हेतु डॉ. जयसिंह परिहार, डॉ. प्रकाश चौहान, श्री मंजूनाथ व श्री शशिकांत शर्मा को धन्यवाद देते हैं।

संदर्भ

कर्ट रेयनोल्ड, 2009 निजी संचार . **USDA-FAS** ग्लोबल विश्लेषण का कार्यालय। < cmt.reynolds@fas.usda.gov >

एफ ए ओ, 2009. एफ ए ओ/डब्ल्यू एफ पी. फसल और खाद्य सुरक्षा का आकलन हेतु इथियोपिया मशन-फसल और खाद्य आपूर्ति और आपातकालीन खाद्य सुरक्षा आकलन, 27 जुलाई, 2009, रोम।

यू एसए आई डी, 2008. सुदूर संवेदन से इथियोपिया, जिंबाबेव व नाइजर में फसल आकलन
http://www.pecad.fas.usda.gov/glam.cfm

परिहार, जे. एस और ओझा, मार्कण्ड, 2006। फसल-फसल उत्पादन का आकलन और पूर्वानुमान लिए एक एकीकृत दृष्टिकोण, SPIE कार्यवाही वोल्यूम- 6411 कृषि और जल विज्ञान का सुदूर संवेदन में उपयोग, लेखक-रार्बट परिहार व जेन्या।

***

सूचना आत्म-निर्भरता के लिए इलेक्ट्रॉनिक पुस्तकालय: स्थापना, विकास, प्रबंधन और चुनौतियाँ

मुकेश कुमार मिश्र एवं रचना पटनायक
पुस्तकालय एवं प्रलेखन प्रभाग

सार

इलेक्ट्रॉनिक / डिजिटल सूचना संसाधनों के उद्भव से पुस्तकालयों के संग्रह की प्रकृति में तेजी से परिवर्तन आया है। सूचना प्रौद्योगिकी (आईटी) और नेटवर्क प्रौद्योगिकी (एनटी) ने इलेक्ट्रॉनिक प्रकाशन के विकास को बढ़ावा दिया है और पारंपरिक पुस्तकालयों को इलेक्ट्रॉनिक पुस्तकालयों या मिले-जुले पुस्तकालयों में बदल दिया है। भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम में सूचना के विशिष्ट महत्त्व को देखते हुए, एवं बदलती प्रकाशन प्रवृत्ति के साथ तालमेल रखते हुए, सैक पुस्तकालय ने भी एक इलेक्ट्रॉनिक पुस्तकालय की स्थापना कर केंद्र स्तर पर सूचना आत्मनिर्भरता का प्रयास किया है। प्रस्तुत लेख में उपयोगकर्ताओं की सूचना जरूरतों को पूरा करने और उन्हें 'सूचना आत्म-निर्भर' बनाने के लिए, इलेक्ट्रॉनिक स्वरूप में सूचना सामग्री के चयन के लिए मापदंड निर्धारण, से लेकर उनके एकीकरण तक से जुड़ी अन्य चुनौतियों को उजागर करने का प्रयास किया गया है।

संकेत शब्द: इलेक्ट्रॉनिक पुस्तकालय, इलेक्ट्रॉनिक संसाधन, संग्रह विकास।

1. परिचय

इंटरनेट के विकास और इलेक्ट्रॉनिक / डिजिटल रूप में सूचना की प्रचुर मात्रा में उपलब्धता को ई-पुस्तकालयों के विकास का उत्प्रेरक माना जाता है। उभरती प्रौद्योगिकियों को अपनाकर पुस्तकालय अपने संग्रह और सेवाओं को एक नया स्वरूप दे रहे हैं, और इलेक्ट्रॉनिक स्वरूप में सूचना का प्रसार कर अपने प्रयोक्ताओं को 'सूचना आत्म-निर्भर' बना रहे हैं। अंतरिक्ष विज्ञान एवं तकनीकी विषयक सूचना की इलेक्ट्रॉनिक रूप (ई-पुस्तकें, ई-लेख, ई-रिपोर्ट, ऑडियो और वीडियो आदि) में प्रचुरता के कारण इन संसाधनों का प्रबंधन आवश्यक हो गया है। इलेक्ट्रॉनिक संसाधनों के स्वरूपों में लगातार परिवर्तन के कारण इनके चयन से लेकर प्रभावी ढंग से प्रबंधन तक, सभी चरण पुस्तकालयों के लिए एक चुनौती होते हैं। ई-पुस्तकालयों के विकास में ई-संसाधनों का प्रापण, संरक्षण, सॉफ्टवेयर एवं यूजर इंटरफेस, प्रबंधन जैसे विषयों के अलावा, पुस्तकालय उपयोगकर्ताओं को इलेक्ट्रानिक संसाधनों के उपयोग और अभिगम के विषय में शिक्षित करना; इत्यादि महत्वपूर्ण मुद्दे हैं।

2. ई -पुस्तकालय और सूचना आत्म-निर्भरता

पुस्तकालय अब मुद्रित पुस्तकों और पत्रिकाओं के संग्रह से इलेक्ट्रॉनिक सूचना और ज्ञान के वितरित नेटवर्क के रूप में विकसित हो रहे है, जिन्हें इलेक्ट्रॉनिक पुस्तकालय (ई-पुस्तकालय) के नाम से जाना जा रहा है। इलेक्ट्रॉनिक पुस्तकालयों में जानकारी आंकिक रूप में संग्रहित की जाती है और नेटवर्क के माध्यम से उपयोगकर्ताओं को इलेक्ट्रॉनिक प्रारूप में ही उपलब्ध करायी जाती है। उपयोगकर्ताओं की सूचना आत्म-निर्भरता के लिये इलेक्ट्रॉनिक अभिगम को वरीयता के कारण ई-संसाधन, पुस्तकालयों के संग्रह में आवश्यक होते जा रहे हैं।

"इलेक्ट्रॉनिक संसाधन" उन सामग्रियों को कहते हैं जिनका अभिगम / उपयोग करने के लिए कंप्यूटर की आवश्यकता होती है, और जिनका स्थानीय या सुदूर अभिगम (इंटरनेट या इंट्रानेट के माध्यम से) किया जा सकता है। [1]

मुद्रित स्रोतों की तुलना में ई-संसाधनों की बहुआयामी सुविधाओं को देखते हुए, पुस्तकालयों ने इनका प्रापण / इनके लिए अंशदान करना या इनकी सदस्यता लेना आरम्भ कर दिया है। ई-संसाधनों में ई-जर्नल्स, ई-किताबें, ई-रिपोर्टें, ई-पत्रिकाएं, सीडी और डीवीडी-रोम डेटाबेस, या ऑनलाइन पूर्ण-पाठ डेटाबेसों, अन्य इंटरनेट संसाधन; जैसे इलेक्ट्रॉनिक सूचना स्रोत शामिल हैं। ई-संसाधनों के लाभों में कुछ निम्नलिखित हैं-

- इनका भौगोलिक बाधाओं को पार कर, दूरदराज से (सुदूर) अभिगम और उपयोग किया जा सकता है;
- इनका उपयोग बिना किसी सूचना मध्यस्थ (पुस्तकालय कर्मी) की सहायता से, स्वतन्त्र या आत्म-निर्भर रूप से किया जा सकता है;
- इनका एक साथ एक से अधिक उपयोगकर्ता द्वारा उपयोग किया जा सकता है;
- इनमे सूचना के बहुरूपों (मल्टीमीडिया) को एक साथ संगठित करने की अद्वितीय विशेषता है;
- विभिन्न प्रकार के खोज कार्यक्रमों के समर्थन से इनकी पुनर्प्राप्ति (Retrieval) अति सुगम हो जाती है;
- इनके प्रापण से भौतिक भंडारण स्थान का बचाव होता है ;और
- इनके भौतिक प्रसंस्करण, जैसे कि पुस्तकालय चिन्हांकन, पुस्तक कार्ड, तिथि पर्ची चिपकाना, जिल्दसाजी, और भौतिक व्यस्थापन एवं देखरेख इत्यादि की आवश्यकता नही होता है।

लीवर (1995) [2] ने ई-प्रकाशनों के प्रमुख विशेषताओं की पहचान निम्न रूपों में की है, जो कि इनके उपयोगकर्ताओं को 'सूचना आत्म-निर्भर' बनाने में सहायक हैं –

- संपर्क क्षमता (कनेक्टिविटी): लाखों लोग इंटरनेट का उपयोग करते हैं, और यह संख्या प्रति माह तेजी से बढ़ रही है। इस प्रकार इंटरनेट पर जानकारी अनंत पाठकों तक पहुँचती है।
- संग्रहण क्षमता (कैपेसिटी): इंटरनेट पर सूचना संग्रहण और पुनर्प्राप्ति की जबरदस्त क्षमता है।
- नवीनता (करेंसी): इलेक्ट्रॉनिक मीडिया पर सूचना को कम समय में अद्यतन किया जा सकता है और नवीनतम जानकारी उपयोगकर्ताओं को उपलब्ध करायी जा सकती है।

संग्रह विकास उपयोगकर्ताओं की सूचना आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए एक सुनियोजित एवं सुव्यवस्थित पुस्तकालय-संग्रह के निर्माण की प्रक्रिया है। "हमें एक ई-पुस्तकालय की जरूरत क्यों है?"; "हमारे उपयोगकर्ता कौन हैं और उनकी सूचना आवश्यकताएं क्या हैं?"; "संग्रह का संगठन कैसे किया जाय और उस तक पहुँच या अभिगम कैसे उपलब्ध कराया जाय"; इत्यादि जैसे कुछ मूलभूत प्रश्नों के उत्तर, ई-पुस्तकालय के निर्माण से पहले आवश्यक है। [3] बजट की कमी / सीमितता के कारण, उपयोगकर्ता की सूचना जरूरतों और संसाधनों की उपलब्धता के बारे में गहराई से अध्ययन और प्राप्त जानकारी / ज्ञान के आधार पर खरीदने से पहले ई-संसाधनों का मूल्यांकन आवश्यक है।

3 सैक इलेक्ट्रॉनिक पुस्तकालय: एक परिचय

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) पुस्तकालय, केंद्र / संगठन के आंतरिक नेटवर्क (सैकनेट/स्पेसनेट) के माध्यम से उपयोगकर्ताओं को उनके अपने डेस्कटॉप पर विभिन्न इलेक्ट्रॉनिक सेवाएं प्रदान करता है। इलेक्ट्रॉनिक प्रकाशनों के तीव्र विकास के साथ, पुस्तकालय ने न

केवल मुद्रित पुस्तकों और पत्रिकाओं के रूप में पठन सामग्री संग्रहित की है, बल्कि इनके इलेक्ट्रॉनिक स्वरूपों और अन्य आंकिक शैक्षणिक संसाधनों तक अभिगम या पहुँच प्रदान करने के लिए व्यवस्था भी की है। सैक इलेक्ट्रॉनिक पुस्तकालय का मूलभूत-ढांचा, विभिन्न संसाधन, और सेवाएं निम्नलिखित हैं-

3.1 मूलभूत ढांचा:

इलेक्ट्रॉनिक संसाधनों और सेवाओं को पुस्तकालय उपयोगकर्ताओं तक पहुचने के लिए सैक पुस्तकालय ने विभिन्न सर्वर युक्त एक संगणक-प्रणाली का प्रबंध किया है, जिसका रखरखाव पुस्तकालय स्वयं कर रहा है।

पुस्तकालय में उपलब्ध मुद्रित प्रलेखों के पुस्तक-संबंधी विवरण (Bibliographical Details) का डेटाबेस वेब-आधारित "लिबसिस-7" नामक सॉफ्टवेयर में निर्मित और अनुरक्षित; एवं रेड हैट लिनक्स आधारित उच्च-शक्ति सर्वर पर होस्ट है। सैक पुस्तकालय ने अपने वैज्ञानिक समुदाय के प्रकाशनों के डिजिटल स्वरूपों के प्रबंधन के लिए "उबन्टू" मंच पर "डी-स्पेस' नामक ओपन-सोर्स सॉफ्टवेयर का उपयोग कर एक डिजिटल रिपोजिटरी विकसित की है। सूचना सामग्री के भंडारण के लिए यह सर्वर, 4TB और 7TB के भंडारण उपकरणों (डाइरेक्ट अटैचड स्टोरेज, DAS) से जुड़ा हुआ है।

पुस्तकालय में परिग्रहित या अनुदान में प्राप्त सीडी/डीवीडी इत्यादि को उपयोगकर्ताओं को उनके डेस्कटॉप पर उपलब्ध कराने के लिए प्रत्येक सीडी/डीवीडी को एक सीडी-मिरर सर्वर पर मिरर (कॉपी या प्रतिबिंबित) कर दिया जाता है, जो कि एक 6TB की क्षमता वाला नेटवर्क अटैच्ड स्टोरेज (NAS) है।

इसी प्रकार एनपीटीईएल वीडियो और पुस्तकालय में उपलब्ध इस प्रकार के अन्य इलेक्ट्रॉनिक शैक्षणिक प्रलेखों के इलेक्ट्रॉनिक अभिगम को संभव करने के लिए एक अलग से सर्वर का प्रबंध किया गया है।

पुस्तकालय के विशाल सूचना-संग्रह को उपयोगकर्ताओं तक के लिए पहुँचाने के लिए ओपन-सोर्स सॉफ्टवेयर "जूमला" में निर्मित सैक लाइब्रेरी पोर्टल एक सशक्त माध्यम है, जिससे सैक पुस्तकालय में उपलब्ध सभी इलेक्ट्रॉनिक संसाधनों और सेवाओं का अभिगम सैकनेट के माध्यम से न सिर्फ केंद्र के किसी भी कम्प्यूटर से बल्कि स्पेसनेट के माध्यम से इसरो के किसी भी केंद्र से किया जा सकता है।

इंटरनेट आधारित संसाधनों के अभिगम के लिए, पूरे परिसर के प्रत्येक प्रभाग में उपलब्ध इंटरनेट टर्मिनलों (साइबर रोम व नुक्कड़) के साथ ही साथ पुस्तकालय में भी 10 साइबर नुक्कड़ टर्मिनलों की व्यवस्था नेटवर्क प्रभाग के सहयोग से की गयी है, जो इन संसाधनों के सुदूर अभिगम / घर से अभिगम हेतु आवश्यक प्रॉक्सी सर्वर व इंटरफेस का प्रबंधन और रखरखाव भी कर रहा है।

3.2 इलेक्ट्रॉनिक संसाधन

सैक पुस्तकालय के इलेक्ट्रॉनिक संसाधनों को अभिगम के माध्यम के आधार पर निम्नलिखित रूप में प्रस्तुत किया जा सकता है -

चित्र 1: पुस्तकालय ओपैक

3.2.1 मुद्रित प्रकाशनों के विवरण का ऑनलाइन अभिगम

सैक पुस्तकालय के स्वामित्व वाले लगभग 1 लाख प्रलेखों, जिनमे पुस्तकें, मानक, प्रतिवेदन, बाउंड-वॉल्यूम्स, जर्नल, पत्रिकाएं, और अन्य इलेक्ट्रॉनिक दस्तावेज एवं पठन-सामग्री शामिल हैं, से सम्बन्धित जानकारी तक ऑनलाइन पब्लिक एक्सेस कैटलॉग (ओपैक) के माध्यम से पहुँचा जा सकता है, और जिसकी लेखक, शीर्षक, विषय, की-वर्ड, प्रकाशक, जगह, आदि के अनुसार खोज की जा सकती है। नवीन सम्मिलित प्रलेखों एवं जर्नलों की विषय-

सूचियां भी पुस्तकालय ओपैक के माध्यम से अभिगमित की जा सकती हैं।

3.2.2 डिजिटल रिपॉजिटरी में फुल-टेक्स्ट इलेक्ट्रॉनिक प्रलेख

सैक पुस्तकालय की डिजिटल रिपॉजिटरी में वर्तमान में लगभग 3700इलेक्ट्रॉनिक प्रलेख अनुरक्षित हैं, जिसमें पिछले कुछ माह की अंतरिक्ष विज्ञान एवं तकनीकी विषयक समाचारों की समाचार पत्रों और इन्टरनेट से संकलित कतरनें, सैक/डेकू/इसरो के अंकीकृत तकनीकी प्रतिवेदन, सैक/डेकू के वैज्ञानिकों के विभिन्न पत्र पत्रिकाओं, जर्नलों में प्रकाशित लेख एवं शोधपत्र, गृह पत्रिका (सैक कुरियर एवं अभिव्यक्ति) के अंक, ई-पुस्तकें, मानक, वीडियो, इत्यादि सम्मिलित हैं।

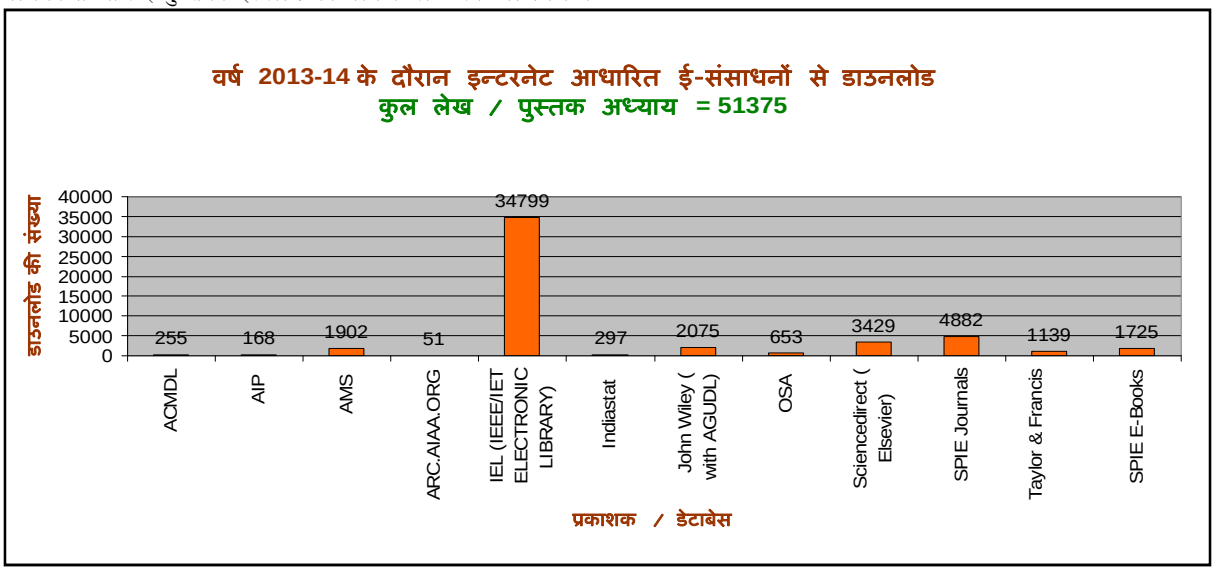
3.2.3 सीडी/डीवीडी एवं NPTEL वीडियोज

चित्र 3: पुस्तकालय पोर्टल पर उपलब्ध सीडी/डीवीडी एवं NPTEL वीडियोज के लिंक

पुस्तकालय में परिग्रहित या अनुदान में प्राप्त हुई लगभग 3000 सीडी / डीवीडी-मिरर सर्वर पर प्रतिबिंबित हैं, जिससे उनका सुदूर इलेक्ट्रॉनिक अभिगम किया जा सकता है इसी प्रकार National Programme on Technology Enhanced Learning ((NPTEL द्वारा निर्मित, इंजीनियरिंग की पांच मुख्य शाखाओं (सिविल, कम्प्यूटर विज्ञान, वैद्युत, इलेक्ट्रॉनिक्स एवं संचार, और यांत्रिक) के विषयों पर IITs और IISc की कक्षाओं में बनाये गये लगभग 150 वीडियो या वेब कोर्सेज, जिनमें प्रत्येक में करीब40 घण्टे के वीडियोज सम्मिलित हैं, का इलेक्ट्रॉनिक अभिगम भी पुस्तकालय पोर्टल के माध्यम से किया जा सकता है।

3.2.4 ऑनलाइन संसाधन

सैक पुस्तकालय विगत कई वर्षों से विभिन्न इलेक्ट्रॉनिक जर्नलों, ई-पत्रिकाओं और ई-पुस्तकों इत्यादि का प्रापण या उनके अभिगम के लिए वार्षिक अंशदान कर रहा है। वर्तमान में लगभग 550 ई-जर्नल को वार्षिक अंशदान और 94 पुस्तकों को सतत अभिगम आधार पर परिग्रहित किया गया है, जिनका अभिगम सैक के मुख्य, बोपल और दिल्ली भू-केंद्र परिसरों में किसी भी इंटरनेट टर्मिनल के माध्यम से किया जा सकता है। इनके उपयोग के निर्देशों के साथ ई-जर्नलों और पत्रिकाओं की पूरी सूची पुस्तकालय पोर्टल एवं साइबर-नुक्कड़ टर्मिनल पर उपलब्ध कराई गई है। इंटरनेट आधारित इन संसाधनों का आईपी प्रमाणीकारण और एक प्रॉक्सी सर्वर के माध्यम से परिसर के बाहर भी अभिगम किया जा सकता है। वर्ष 2013-14 के दौरान इन ई-संसाधनों के उपयोग का आंकड़ा ग्राफ 1 में दर्शाया गया है, जोकि इनकी



अनुसंधान कार्य में उपयोगिता और लोकप्रियता का परिचायक है।

3.3 इलेक्ट्रॉनिक सेवाएं

उपर्युक्त वर्णित संसाधनों और मूलभूत ढांचे का उपयोग कर सैक पुस्तकालय अपने उपयोगकर्ताओं को विभिन्न इलेक्ट्रॉनिक सेवाएं प्रदान कर रहा है, जिसमें से कुछ प्रमुख सेवाएं निम्नलिखित है-

- समाचार पत्र कतरन सेवा - पुस्तकालय पोर्टल, डिजिटल रिपोजिटरी, और ई-मेल द्वारा;
- वर्तमान जागरूकता सेवा (नवीन प्रलेखों की सूचना, आरक्षण सूची, पुस्तक चयनसूची, इत्यादि) - पुस्तकालय पोर्टल और ई-मेल द्वारा;
- परियोजना साहित्य सेवा - ई-मेल द्वारा;
- विषय-सूची सेवा - ओपैक द्वारा;
- ऑनलाइन पुस्तक आरक्षण - ओपैक द्वारा;
- पुस्तक पुनर्निगमन (रि-इश्यू), अतिदेयता सूचना - ई-मेल द्वारा;
- पुस्तक सुझाव और मांगपत्र - ओपैक और ई-मेल द्वारा;
- अंतर-पुस्तकालयी लेन-देन - ई-मेल द्वारा।

4 ई-पुस्तकालयों के विकास में चुनौतियाँ

इलेक्ट्रॉनिक संसाधनों और प्रौद्योगिकियों को पारंपरिक पुस्तकालय परिवेश में एकीकृत करने में ई-प्रकाशनों के संग्रह और उपयोग के लिए आवश्यक बुनियादी सुविधाओं की उपलब्धता, स्वामित्व, लाइसेंस, और कॉपीराइट; अभिगम का प्रबंध, तकनीकी की कार्यशीलता एवं तकनीकी का तेजी से होता अप्रचलन, आदि जैसी कई जटिलताएं है, जिन्हें निम्न स्तरों में बाँटा जा सकता है-

4.1 संग्रह-विकास के स्तर पर

4.1.1 बुनियादी सुविधाओं की आवश्यकता

इलेक्ट्रॉनिक संसाधनों के प्रापण और उनके पुस्तकालय संग्रह में एकीकरण से पूर्व कुछ आवश्यक बुनियादी आवश्यकताओं, जैसे ऑफलाईन ई-संसाधनों के संग्रह के लिए डिजिटल रिपॉजिटरी की स्थापना और संस्था या परिसर में इंट्रानेट का फैलाव, या ऑनलाइन अभिगम के लिए इन्टरनेट की उपलब्धता; उपयोगकर्ताओं को कम्प्यूटर इत्यादि की उपलब्धता और उसके प्रचालन और खोज का ज्ञान, पुस्तकालय कर्मियों की सम्पूर्ण क्रियाकलापों में प्रयुक्त हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर के प्रबंधन की क्षमता इत्यादि, की उपलब्धता के पश्चात् ही एक सफल ई-पुस्तकालय की स्थापना हो सकती है।

4.1.2 ई-संसाधनों का प्रापण

उचित बुनियादी ढांचे की स्थापना के पश्चात् सबसे अहम कार्य संग्रह-विकास यानी ई-संसाधनों का प्रापण या परिग्रहण होता है। ई-पुस्तकालय के संग्रह में संस्था या केंद्र के स्व-प्रकाशित प्रलेखों को अंकीकृत कर; और कॉपीराइट तथा लाइसेंस करार की शर्तों का सम्मान करते हुए परिग्रहित ई-संसाधनों का संग्रहण डिजिटल रिपॉजिटरी में कर ई-पुस्तकालय की स्थापना की जा सकती है। परन्तु अपने पारम्परिक प्रारूपों की भांति ही ई-संसाधनों के लिए भी एक सुस्पष्ट और सुनियोजित संग्रह विकास नीति अति आवश्यक है, जिससे कि ई-पुस्तकालय में प्रासंगिक प्रलेखों का संग्रह हो और "जंक" (निरर्थक या अप्रासंगिक प्रलेख) से बचा जा सके।

ई-संसाधनों के प्रापण या परिग्रहण के समय उचित व्यापार मॉडल का चुनाव, अभिलेखीय या पुरालेखों के अभिगम का अधिकार और उसका तरीका, लाइसेंस करार की शर्तें, इत्यादि जैसे कुछ महत्वपूर्ण विचार बिंदु हैं।

4.1.3 ई-संसाधनों की कार्यक्षमता और विश्वसनीयता

खरीदे या अंशदत्त सभी ई-संसाधनों की इंटरफेस नेविगेट करने में आसान, और उपयोगकर्ता के अनुकूल होना चाहिए। साथ ही साथ इसे कीवर्ड और बूलियन खोज, पूर्ण पाठ खोज, ट्रंकेशन, प्रासंगिकता रैंकिंग, आदि जैसी सुविधाओं के साथ एक शक्तिशाली और लचीले खोज इंजन से युक्त होना चाहिए, जो उपयोगकर्ताओं के लिए अलर्ट, अकाउंट, खोज इतिहास को बचाने, आदि में सक्षम हो। ई-संसाधनों को होस्ट कर रहे पोर्टलों और प्लेटफार्मों को 24X7 उपलब्ध, और न्यूनतम डाउनटाइम के साथ विश्वसनीय होना चाहिए। संसाधनों को प्लेटफार्मों और वेब ब्राउज़रों की एक विस्तृत श्रृंखला और उनके अपडेट्स के संगत होना चाहिए।

4.2 अभिगम के स्तर पर

4.2.1 सीमाविहीन-अभिगम (Seamless access)

जहाँ कई भारतीय पुस्तकालयों में इलेक्ट्रॉनिक संसाधनों की प्रचुरता है, उनकी अभिगम प्रणाली, उपयोगकर्ता के दृष्टिकोण से भिन्न-भिन्न प्रणालियों का एक असंयोजित तंत्र की तरह है। इन संसाधनों के सीमाविहीन-अभिगम (Seamless access) के लिए, नीचे से ऊपर की ओर बढ़ते हुए, निम्नलिखित प्रकार के अभिगम आवश्यक हैं [4] -

- सन्दर्भ के स्तर पर (at citation level);
- संसाधन के स्तर पर (at resource level);
- एक सत्र में कई डेटाबेसों का एक साथ अभिगम; और
- सर्वव्यापक तरीके से उपर्युक्त सभी प्रकार के अभिगम की सुविधा उपलब्ध कराना।

पूर्ण पाठ संसाधनों के अभिगम के दौरान, एक डेटाबेस में उद्धृत कोई लेख यदि किसी दूसरे अंशदत्त संसाधन में उपलब्ध हो तो उसका अभिगम कभी-कभी एक चुनौती हो सकता है। "लिंक रिसॉल्वर" नामक सॉफ्टवेयर दो डेटाबेसों के बीच एक सेतु के रूप में कामकर इस कार्य को आसान बनाता है। इस तरह के व्यावसायिक रूप से उपलब्ध कुछ लिंक रिसॉल्वर हैं - WebBridge LR[5], SFX[6], LinkSource[7], आदि। वर्तमान में लगभग सभी पोर्टलों और प्लेटफार्मों में यह सुविधा अंतर्निहित (इन-बिल्ट) रहती है।

4.2.2 अभिगम के तरीके (Access Mechanism)

ई-संसाधनों का अभिगम उपयोगकर्ता को निम्न प्रकार से किया जा सकता है –

- आई0पी0 आधारित
- यूज़रनेम और पासवर्ड द्वारा
- सुदूर अभिगम प्रॉक्सी सर्वर द्वारा
- सुदूर अभिगम एथेन्स लॉगिन द्वारा

अभिगम के इन तरीकों में से उपयुक्त तरीके का चुनाव, संसाधन और उपयोगकर्ताओं की प्रकृति पर निर्भर करता है। आईपी आधारित अभिगम एक ही संसाधन कई उपयोगकर्ताओं को एक साथ उपयोग करने का अवसर प्रदान करता है।

किए गये लाइसेंस समझौते के अंतर्गत, इलेक्ट्रॉनिक संसाधनों का अभिगम आम तौर पर, पुस्तकालय या संस्थान के परिसर के भीतर से ही उपलब्ध करने का प्रावधान होता है। इस पहुँच को दूरदराज तक एक प्रमाणीकरण सॉफ्टवेयर या एक प्रॉक्सी सर्वर के माध्यम से बढ़ाया जा सकता है।

सुदूर प्रमाणीकरण सॉफ्टवेयर या प्रॉक्सी सर्वर एक वैध उपयोगकर्ता को, जो शारीरिक रूप चाहें जहां हो, की पहचान कर, पुस्तकालय द्वारा अंशदत्त एवं सर्वर पर सूचीबद्ध सूचना संसाधनों के पोर्टलों से पूर्ण-पाठ का अभिगम उपलब्ध कराता है।

4.3 संग्रहण और प्रबंधन के स्तर पर

4.3.1 ई-संसाधनों का सूचीकरण

ई-पुस्तकों के विवरण या मार्क रिकार्डों का स्थानीय ओपैक के साथ एकीकरण; सहज पुनर्प्राप्ति और अभिगम के लिए सबजेक्ट गेटवे (Subject Gateways), इंडेक्सेस (Indexes) इत्यादि का निर्माण; या मैश-अप (Mash ups), इत्यादि का उपयोग कर ई-संसाधनों का सूचीकरण किया जा सकता है, पर ई-संसाधनों के लगातार बदलते यूआरएल को स्वचालित इंडेक्स से जोड़ पाना पुस्तकालय के लिए एक चुनौती भरा काम है। AtoZ सूचीकरण के लिए व्यावसायिक इंडेक्सिंग सेवाएं भी उपलब्ध हैं।

4.3.2 उपयोगकर्ताओं के लिए प्रशिक्षण

निवेशित धन के समुचित उपयोग और अंशदत्त / खरीदे हुए सभी ई-संसाधनों से अधिकतम लाभ लेने के लिए, एवं उपयोगकर्ताओं को आत्मनिर्भर बनाने के लिए जागरूकता और संसाधन विज्ञापन या प्रोत्साहन कार्यक्रम अति आवश्यक है। सभी ई-संसाधनों के अभिगम के तरीकों और ब्राउज़र आवश्यकताओं, लाइसेंस समझौते की शर्तों, कॉपीराइट कानूनों खासकर योजनाबद्ध डाउनलोड और अंशदत्त सामग्री के इलेक्ट्रॉनिक सम्प्रेषण से संबधित शर्तों और नियमों के बारे में उपयोगकर्ताओं को प्रशिक्षित करना अति आवश्यक है।

4.3.3 पुरालेखों का अभिगम (Archival Access):

सामान्यतः अंशदत्त या परिग्रहित ई-संसाधनों के सतत अभिगम का अधिकार पुस्तकालयों को होता है। यह एक लाइसेंस एग्रीमेंट में निर्धारित शर्तों के अधीन होता है, जिसमें कि प्रकाशक या विक्रेता इन ई-संसाधनों के लिए अंशदान समाप्त करने कि स्थिति में अंशदत्त समयकाल में प्रकाशित सामग्री के सतत अभिगम के तौर तरीके निर्धारित करता है। यह एक अति महत्वपूर्ण और संवेदनशील विषय है। प्रकाशक पुरालेखों का अभिगम एक साथ किसी ऑफलाइन भण्डारण उपकरण जैसे सी0डी0/ डी0वी0डी0 या प्रथकनीय हार्ड डिस्क पर या फिर अपने ऑनलाइन प्लेटफार्म से मुफ्त / एक न्यूनतम शुल्क पर उपलब्ध करा सकते हैं। यदि प्रकाशक LOCKSS[8], पोर्टिको[9] या अन्य समान प्रकार के अभिलेखीय उत्पादों के अनुरूप है तो इन अभिगम मंचों के अंशदान / सदस्यता से भी पुरालेखों का सतत अभिगम किया जा सकता है। ऑफलाइन भण्डारण उपकरण जैसे सी0डी0/ डी0वी0डी0 या प्रथकनीय हार्ड डिस्क पर प्राप्त पुरालेखों के सन्दर्भ में प्रारूप-अप्रचलन (Format Obsolescence) एवं यदि ऐसे लेखो की संख्या अधिक हो तो उनके लिए खोज प्रणाली विकसित करना भी एक चुनौती है।

4.3.4 तकनीकी अप्रचलन (Technical Obsolescnce) /अद्यतनीकरण

ई- संग्रह के संरक्षण में सबसे बड़ी चुनौती इलेक्ट्रॉनिक प्रलेखों का उपयोग करने के लिए आवश्यक हार्डवेयर / सॉफ्टवेयर के अप्रचलन की है। आवश्यक हार्डवेयर / सॉफ्टवेयर की तकनीकि नित नई और अधिक प्रभावी होती जा रही है, परन्तु पिछली तकनीकि पर विकसित इलेक्ट्रॉनिक सूचना संसाधनों को नए प्रारूप और प्लेटफॉर्म पर लाना (पलायन/Migration); या अद्यतनीकरण, एक सतत प्रक्रिया है और यह सूचना के दीर्घ जीवन और उपयोग सुनिश्चित करने के लिए बहुत जरूरी है।

4.3.5 उपयोग को बढावा, समीक्षा और नवीकरण या निरस्तीकरण:

किसी भी संसाधन के नवीकरण से पहले, ई-संसाधनों के प्रभावी उपयोग के आंकड़ों की समीक्षा आवश्यक है। हालांकि यह आंकडे भी प्रकाशक द्वारा ही उपलब्ध कराये जाते हैं, पर इनके निर्धारण और रिपोर्टिंग के लिए "काउंटर" (Counting Online Usage of Networked E-Resources)[10] और "सुशी" (Standard Usage Statistics Harvesting Initiative)[11] जैसे मानक उपलब्ध हैं, अतः उपयोग सम्बन्धित आंकड़ों की इन मानकों के अनुरूप मांग करनी चाहिए। आंकड़ों की समीक्षा और विश्लेषण के उपरांत ही इन ई-संसाधनों के नवीकरण या निरस्तीकरण के विषय में उचित फैसला लिया जा सकता है।

5 निष्कर्ष

इलेक्ट्रॉनिक पुस्तकालय का विकास एक लंबी और चुनौतीपूर्ण प्रक्रिया है, पर यह किसी भी शोध कार्यक्रम की सूचना आत्म-निर्भरता के लिए अति आवश्यक है। इलेक्ट्रॉनिक सूचना के संग्रह से लेकर संरक्षण तक विभिन्न जटिलताओं के बावजूद, ई-संसाधन वैज्ञानिकों की वरीयता प्राप्त सूचना स्रोत बनते जा रहे हैं, और इस बदलती अभिगम प्रवृत्ति का परिलक्षण सैक पुस्तकालय के संग्रह में बढ़ते ई-संसाधनों और उनके उपयोग के आंकड़ों से सुस्पष्ट है। सैक पुस्तकालय द्वारा प्रापित / अन्शदत्त, इंटरनेट आधारित ई-संसाधनों का व्यापक उपयोग, केंद्र के वैज्ञानिक एवं तकनीकी समुदाय की सूचना आत्म-निर्भरता का परिचायक है। ई-पुस्तकालयों के विकास से जहाँ संस्थान या सम्पूर्ण अंतरिक्ष कार्यक्रम की बौद्धिक संपदा के संरक्षण, सूचना स्रोतों की एक सीमाविहीन विस्तारण, भौतिक स्थान, समय की बचत इत्यादि जैसे महत्वपूर्ण मुद्दों को सुलझाया जा सकता है, वहीं इनका समुचित उपयोग, तकनीकी अप्रचलन, प्रभावी प्रबंधन एवं संरक्षण जैसी चुनौतियाँ भी हैं; परन्तु एक सुनिश्चित संग्रह विकास नीति को उचित कौशल के साथ लागू करते अपने लक्ष्यों की पूर्ति की जा सकती है।

धन्यवाद ज्ञापन

इस लेख को लिखने और प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु मूल्यांकन समिति और तकनीकी संगोष्ठी आयोजन समिति सैक और डेकू का आभार। लेखक बौद्धिक और ज्ञानमूलक गतिविधियों के लिए सदैव प्रेरित करने, और प्रस्तुत लेख की समीक्षा और सुझाव के लिए अध्यक्ष, पुस्तकालय समिति श्री निलेश देसाई को हार्दिक धन्यवाद ज्ञापित करते हैं। राजभाषा कार्यान्वयन के लिए सतत प्रोत्साहन के लिए निदेशक सैक व डेकू एवं हिन्दी कक्ष को अनंत धन्यवाद।

सन्दर्भ

1. एल0 एम0 हैरोड, "हैरोड'स लायब्रेरियन्स' ग्लोसरी", 6वां संस्करण, हान्ट्स: गॉवर प्रेस, 1987, पृष्ठ 181.
2. रिकी लीवर, "द फ्यूचर ऑफ इलेक्ट्रॉनिक पब्लिशिंग फॉर बुक पब्लिशर्स विद ब्रिटेन", एस्लिब प्रोसिडिंग्स, वॉल्यूम 47, इश्यू 7/8, 1995, पृ0 163-174.
3. स्वाती भट्टाचार्य, "ई-रिसोर्स मैनेजमेंट", इनडेस्ट-ए0आई0सी0टी0इ0 वर्कशॉप, 2010, http://paniit.iitd.ac.in/indest/archives/workshop/2010/Eresource%20management-Swati%20Bhattacharyya.pdf से दिनांक 20/6/14 को अभिगमित।
4. रचना पटनायक, "बिल्डिंग इलेक्ट्रॉनिक लायब्रेरिज: इश्यूज एण्ड चैलेंजेज", सी0एस0आई0 कम्युनिकेशन, वॉल्यूम 36, इश्यू 12, मार्च 2013, पृ0 7-9.
5. वेब संदर्भ - http://iii.com/products/webbridge_lr.shtml
6. वेब संदर्भ - http://www.exlibrisgroup.com/category/SFXOverview
7. वेब संदर्भ - http://www2.ebsco.com/en-us/ProductsServices/linksource/Pages/AboutLinkSource.aspx
8. वेब संदर्भ - http://www.lockss.org
9. वेब संदर्भ - http://www.portico.org
10. वेब संदर्भ - http://www.projectcounter.org
11. वेब संदर्भ - http://www.niso.org

*****

पारिभाषिक शब्दावली का निर्माण - कुछ महत्वपूर्ण मुद्दे

योगेन्द्र कुमार त्रिवेदी
भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला, अहमदाबाद

सारांश

हिन्दी में वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन में पारिभाषिक शब्दावली का महत्व इस बात से ही लगाया जा सकता है कि उसके बिना उस खास विषय पर सार्थक लेख या पुस्तक लिख पाना संभव नहीं होता। लगभग हर विषय की पारिभाषिक शब्दावली बनाई जाती है ताकि उस विषय और संकल्पनाओं को ठीक से समझा जा सके। हम चूंकि वैज्ञानिक एवं तकनीकी विभाग से संबंधित हैं अत: हमारी चर्चा का विषय वैज्ञानिक पारिभाषिक शब्दावली तक ही सीमित रहेगा। मैंने इस लेख में पारिभाषिक शब्दावली निर्माण के कुछ मुद्दों के बारे में चर्चा की है।

प्रस्तावना

किसी भी भाषा में वैज्ञानिक एवं तकनीकी पारिभाषिक शब्दों का महत्व अनन्य है। एक ही पारिभाषिक शब्द कभी-कभार अर्थ के मायने में एक प्रकरण के बराबर होता है। पारिभाषिक शब्दों के इस प्रभाव से यह बहुत आवश्यक है कि उसका निर्माण करते समय अत्यंत सावधानी बरती जाए। अंतरिक्ष विभाग द्वारा पारिभाषिक शब्दावली **अंतरिक्ष विज्ञान शब्दावली** की अद्यतन आवृत्ति अभी-अभी प्रकाशित की गई है। इस शब्दावली निर्माण करने वाली समिति का सदस्य होने के नाते मुझे यह लेख लिखते हुए आनंद एवं गौरव की अनुभूति हो रही है।

शब्दावली निर्माण के लिए मुद्दे

वैज्ञानिक तथा तकनीकी पारिभाषिक शब्दावली का उपयोग संदर्भ के लिए होता है। अगर किसी भी शब्द का अर्थ सही नहीं हो तो संदर्भित मुद्दों पर काफी विपरीत असर पड़ सकता है। जैसा कि सर्व विदित है कि जिस तरह सामान्य शब्दकोश महत्वपूर्ण होता है उतना ही नहीं बल्कि उससे भी अधिक महत्व परिभाषिक शब्दावली का होता है क्योंकि उसमें खास विधा का विस्तृत ज्ञान समाया रहता है। इस उपयोगिता को ध्यान में रखते हुए पारिभाषिक शब्दावली का निर्माण करते समय हमें सतर्क रहना चाहिए।

उपरोक्त शब्दावली का निर्माण करते वक्त निम्न मुद्दों को ध्यान में रखना अति-आवश्यक है :

(1) स्पष्टता

(2) यथार्थता

(3) संक्षिप्तता

हर पारिभाषिक शब्द में उपरोक्त तीनों का होना बहुत जरूरी है। शब्द के निर्माण के वक्त यह बराबर ध्यान में रखना चाहिए कि किसी एक गुण को प्राधान्य देते वक्त दूसरे पर अन्याय न हो अर्थात स्पष्टता को महत्व देते हों तब यह न हो कि शब्द इतना लंबा हो जाए कि संक्षिप्तता बनी ही ना रहे। यह भी देखा जाए कि स्पष्टता व संक्षिप्तता के साथ यथार्थता भी हो।

मेरा ऐसा मंतव्य है कि उपरोक्त ध्येय को प्राप्त करने के लिए निम्न मुद्दों का पालन किया जाए :

(1) स्पष्टता

जहां तक हो सके संस्कृत भाषा के आधार पर शब्द निर्माण किया जाना चाहिए। परंतु, जब मूल शब्द संस्कृत में उपलब्ध न हो तब अंग्रेजी शब्द को तत्सम स्वरूप में परंतु देवनागरी लिपि में लिखकर उसी शब्द को हिंदी के शब्द के रूप में स्वीकार कर लिया जाए। इससे उन शब्दों की सर्व ग्राह्यता बढ़ जाएगी व उपयोग में भी तेजी आएगी। मेरा निजी अनुभव तथा मंतव्य यह है कि गत 50 वर्ष व अधिक समय से हम हर पारिभाषिक शब्द को हिंदी में भाषांतर करते वक्त उसका इतना संस्कृतीकरण करते हैं कि पढ़ने वाले को पहले उसका अंग्रेजी

अर्थ समझना पड़ता है और बाद में ही वह आगे बढ़ सकता है। "हम अंग्रेजी भाषा के हर शब्द को हिंदी में भाषांतर करके ही छोड़ेंगे" इस मानसिकता ने बहुत सी समस्याओं को जन्म दिया है। अगर हिंदी में लिखने से या पढ़ने से कठिनाई होती है तो लेखक या वाचक दूसरी भाषा में खासकर अंग्रेजी भाषा में चला जाता है। मेरा सबसे यह अनुरोध है कि जहां तक संभव हो हम पारिभाषिक शब्दों का हिंदीकरण करते समय उस शब्द को मूल स्वरूप में परंतु हिंदी में स्वीकार करने में उदार रहें। अंग्रेजी भाषा अगर आज बहुत प्रचलित है तो उसके अन्य कारणों के अलावा यह एक कारण महत्त्वपूर्ण रहा है कि अंग्रेजी भाषा ने किसी भी भाषा के शब्द को स्वीकार करने में बहुत ही उदारता दिखाई और उसके फलस्वरूप अंग्रेजी भाषा समृद्ध होती ही चली गई। आइए ! हम इस बात को ध्यान में रखें और किसी भी भाषा के परिभाषिक शब्द को जितना हो सके उतनी सरलता से, सहजता से स्वीकार करलें जिससे हिंदी भाषा का उपयोग करने वाले को कोई कठिनाई नहीं होगी और वे हिंदी का प्रयोग करने के प्रति आकर्षित रहेंगे।

(2) यथार्थता

जब भी आसान हो हमें संस्कृत भाषा पर आधारित प्रचलित हिंदी शब्दों कोे पारिभाषिक शब्द बनाने में कोई आपत्ति नहीं होनी चाहिए। परंतु हमे प्रामाणिक रूप से इस तथ्य को जांचना होगा की मूल शब्द वास्तव में इतना प्रचलित हो कि उस पर आधारित पारिभाषिक शब्द बनाने के बाद वाचक को उसका अंग्रेजी में अर्थ जांचने की आवश्यकता नहीं रहेगी। अत: यह जरूरी है कि पारिभाषिक शब्दों के अनुवाद करते समय संकल्पनाओं के अर्थ कि यथार्थता बनी रहे एवं दुविधा की स्थिति पैदा न हो। हरेक संकल्पना के लिए अलग शब्दों को तय करना चाहिए।

(3) संक्षिप्तता

जैसा कि ऊपर बताया गया है पारिभाषिक शब्दों में गागर में सागर जैसा भाव छिपा रहता है और उन शब्दों के उच्चार मात्र से ही उसकी व्याख्या को समझ जाते हैं या उस पूरी प्रकिया का चित्र हमारी आंखों के समक्ष उपस्थित हो जाता है। ये शब्द चूंकि एक पूरी प्रक्रिया को समेटे हुए होते हैं अत: उनका संक्षिप्त होना उनकी उपयोगिता और प्रासंगिकता दोनों को ही बढ़ा देता है।

निष्कर्ष

विज्ञान एवं तकनीकी एक सतत प्रक्रिया है जो लगातार आगे बढ़ती रहती है। इस यात्रा में नए शब्द एवं संकल्पनाएं विकसित होती रहती हैं। अत: यह आवश्यक है कि पारिभाषिक शब्दावली को हर 5 वर्ष में एक बार संपादित करके पुन: प्रकाशित किया जाए और पुन: प्रकाशन के वक्त हर शब्द की उपरोक्त तीनों मुद्दों के अंतर्गत समीक्षा की जाए और आवश्यक बदलाव के साथ उसको प्रकाशित किया जाए।

यदि ऐसा किया गया तो मुझे विश्वास है कि आने वाले समय में पारिभाषिक शब्दावली की विश्वसनीयता और उपयोगिता बढ़ती चली जाएगी और हिन्दी में वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन और सटीक व प्रासंगिक होता चला जाएगा।

हिंदी में वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप

राकेश शुक्ला
वैज्ञानिक 'एस एफ', ऐड्रिन ,अंतरिक्ष विभाग,भारत सरकार,
203,अकबर रोड,टारबंड,मनोविकास नगर पोस्ट,
सिकंदराबाद-500009,आंध्र प्रदेश
दूरभाष:09849289806, ईमेल:rakesh_shuklas@yahoo.com

आज का युग अंतरिक्ष युग कहलाता है तथा अंतरिक्ष कार्यक्रमों के संदर्भ में एक बड़ा स्वाभविक प्रश्न उठता है कि 'हम अंतरिक्ष में क्यों जाएँ जब हमारे पास पृथ्वी में ही अनेक समस्याएँ मौजूद है' और अंतरिक्ष कार्यक्रमों ने ने मानव को आखिर दिया ही क्या है? यह कुछ स्वाभाविक प्रश्न हैं और दुर्भाग्यवश पर्याप्त लोग इन बातों के प्रति अनभिज्ञ हैं कि अंतरिक्ष ने मानव को किस प्रकार लाभान्वित किया है। अंतरिक्ष अन्वेषण के लिए विकसित अनेक तकनीकों ने पृथ्वी में मानव की जीवन शैली,आर्थिक स्थिति और सुरक्षा इत्यादि को सुधारने में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। आज जीवन का कोई भी क्षेत्र ऐसा नहीं दिखाई देता है जो अंतरिक्ष अन्वेषण के लिए विकसित तकनीकों से अछूता रह गया हो। मानव निर्मित पिंड-पृथ्वी से इष्टतम दूरी 16247 बिलियन किलोमीटर तय कर चुका है। लगभग सभी ग्रहों के लिए अंतरिक्ष मिशन भेजे जा चुके हैं। पृथ्वी के 37 देशों के सभी अंतरिक्ष यात्रियों ने मिलकर अंतरिक्ष में कुल 34016 दिन, 13 घंटे , 49 मिनट(लगभग 13 वर्ष का समय, 9 अगस्त 2009 तक) गु.जार लिया है। अंतरिक्ष और विज्ञान के क्षेत्र में इतनी महान प्रगति और जागरुकता को सामान्य आदमी तक पहुँचाना के लिए यह नितांत आवश्यक है कि इन तथ्यों को जनसामान्य की साधारण भाषा में लिखा जाय। यह सर्वविदित है कि किसी भी व्यक्ति की अपनी मातृभाषा ही अभिव्यक्ति का सर्वश्रेष्ठ साधन है। यह धारणा निराधार है कि तकनीकी विषयों का अध्ययन हिंदी में नहीं किया जा सकता है। इसमें कोई संदेह नहीं कि आज मनुष्य का जीवन तथा उसका वातावरण प्रत्यक्ष अथवा परोक्ष रूप से वैज्ञानिक सिद्धांतों, तत्संबधी आविष्कारों और उपयोगी वस्तुओं से घिरा हुआ है।जनसामान्य में अपने चारों ओर दिखने वाली वस्तुओं,प्रयोग किए जाने वाले उपकरणों, यंत्रों या साधनों तथा घटित होने वाली घटनाओं को जानने की उत्सुकता रहती है। जनसामान्य में अंतरिक्ष विज्ञान के प्रति रुचि और प्यास पैदा करने की आवश्यकता महसूस की जा रही है। विज्ञान की तरह ही अंतरिक्ष विज्ञान भी किसी वस्तु के गुण अथवा उसमें होने वाली परिवर्तन को, जिसका आधार प्रत्यक्ष साधारण अनुभव है, बुद्धि द्वारा समझने का प्रयत्न है।परंतु बुद्धि की विशेष सीमा है जिसे वह पार नहीं कर सकती है।वह यह है कि यदि कोई वस्तु निरंतर परिवर्तनशील है अथवा उस वस्तु का परिवर्तन किसी बँधे हुए नियम के अनुसार नहीं होता तो बुद्धि उसे नहीं समझ सकती।किसी भी ज्ञान के वैज्ञानिक होने के लिए आवश्यक है कि उसके लिए वस्तु के संबंध में कुछ प्रश्न हों, उस वस्तु का निरीक्षण और विश्लेषण किया जाए, उस वस्तु के गुण, विकास आदि का अध्ययन किया जाए और इसके पश्चात् उस वस्तु के संबंध में सामान्य नियमों का आविष्कार किया जाए।वैज्ञानिक सिद्धांतों के अनुसार इन नियमों की भी जाँच होनी चाहिए।अंतरिक्ष विज्ञान जैसे जटिल और हाइटेक विषय को जनसामान्य की सरल भाषा में लिखकर जन जन तक पहुँचाने के लिए , महान साहित्यकार भारतेन्दु हरीशचन्द्र की इस भावना को साकार किया जा सकता है:

'निज भाषा उन्नति अहे, सब उन्नति को मूल।
बिन निज भाषा ज्ञान के, मिटत न हिय को शूल॥'

अंतरिक्ष लेखन के क्षेत्र में आज अनेक पुस्तकें हिंदी में लिखी जा चुकी हैं तथा इस विषय में तकनीकी लेखन के लिए पर्याप्त सामग्री इंटरनेट के माध्यम से अर्जित की जा सकती है जैसे नासा, योरोपीय अंतरिक्ष संस्था(ईसा),इसरो तथा अन्य देशों की वेब साइटें। प्रस्तुत लेख में अंतरिक्ष विज्ञान तकनीकी के क्षेत्र में लेखन की आवश्यकता और इस दिशा में तकनीकी लेखन करने के लिए उपलब्ध स्त्रोतों पर प्रकाश डाला गया है।

आज का युग विज्ञान और अंतरिक्ष का युग कहलाता है। अंतरिक्ष विषय भी विज्ञान की ही एक शाखा है जिसमें विगत दो तीन दशकों में महान प्रगति हुई है। अंतरिक्ष विज्ञान विषय में लेखन वह प्रयास है जो अंतरिक्ष विज्ञान को , अंतरिक्ष विज्ञान के व्यवहारिक पक्ष के साथ-साथ सैध्दांतिक पक्ष को सहज एवं बोधगम्य रूप में जनमानस तक पहंचाता है। अंतरिक्ष विज्ञान की लोकप्रियता की सार्थकता इसी में है कि वह जनमानस में रुचि जाग्रत करे व उसे प्रेरित करे कि वह विज्ञान के संप्रयोग को समझे, उसके मूल सिध्दांतों को समझकर उन्हें जीवन में उतारे, उनसे शिक्षा ग्रहण करे तथा हो सके तो नई विचार धारा को जन्म दे। अंतर्राष्ट्रीय अंतरिक्ष स्टेशन अल्फ़ा का निर्माण कार्य तेज़ी से चल रहा है तथा दसवें अंतरिक्ष स्टेशन के रूप में यह अंतरिक्ष इतिहास की सबसे बड़ी परियोजना है। मंगल ग्रह के लिए अंतरिक्ष मिशन मार्स खोजी आरबिटर (एम.आर.ओ), फीनिक्स, चंद्रमा के लिए मिशन-कागुया,चेन्जे-1 चंद्रयान-1,चंद्र खोजी आरबिटर(एल.आर.ओ), सौर मिशन-हिनोडे,स्टीरियो, पुच्छल तारे मिशन-रोसेट्टा, स्टारडस्ट प्रमोचित किए जा चुके हैं। स्पेस शटल सेवानिवृत होने वाली है तथा इसको प्रतिस्थापित करने (रिप्लेस) करने के लिए 'ओरियन' अंतरिक्ष यान पर कार्य चल रहा है। भविष्य के लिए प्रमोचित किए जाने वाले अभियानों-सौर गतिजता प्रेक्षणशाला, भारत के जीसैट-10 उपग्रह , बृहस्पति ग्रह मिशन जूनो, बुध ग्रह मिशन बेप्पी कोलंबो इत्यादि पर कार्य तेज़ी से

चल रहा है। अंतरिक्ष तकनीकों का प्रयोग पृथ्वी पर मानव जीवन शैली को सुधारने में वृहत पैमाने पर किया गया है। पेसमेकर,सी.टी. स्कैन और एम.आर.आई, डायलिसिस मशीन इत्यादि का विकास चिकित्सा के क्षेत्र के लिए नहीं बल्कि अंतरिक्ष विज्ञान के लिए किया गया था। अंतरिक्ष विज्ञान के क्षेत्र में महान प्रगति हुई है लेकिन एक सामान्य मानव इससे अनभिज्ञ है। इसका प्रथम कारण तो यह है कि एक तो अंतरिक्ष विज्ञान हाइटेक विषय है तथा दूसरा कारण यह है कि अंतरिक्ष विज्ञान मूल रूप से ऍंग्रेज़ी में ही उपलब्ध है और उच्च स्तर की ऍंग्रेज़ी पत्रिकाओं में ही पाया जाता है। विज्ञान के प्रति लोकरुचि का विकास तकनीकी लेखन की लोकप्रियता या लोकप्रिय तकनीकी विज्ञान लेखन का ही दूसरा नाम है। इसके कारण सामान्य जनमानस इस विषय को समझ नहीं पाते हैं और इसके प्रति जागरूक नहीं हैं। पाठकों के साथ ही साथ अंतरिक्ष विज्ञान को लोकप्रिय भाषा में लिखने वालों की भी कमी है। दोनों बातों को बढ़ावा देने के लिए तकनीकी साहित्य को जनसामान्य की भाषा में लिखा जाना नितांत आवश्यक है।हिंदी में साहित्य लेखन की परंपरा बहुत पुरानी है जबकि विज्ञान अपेक्षाकृत नया है। हिंदी में विज्ञान साहित्य का अभाव है और प्राय: यह पाठ्यपुस्तकों के रूप में ही मिलता है।कुछ लोग बोलचाल की भाषा में लेख प्रकाशित करते हैं लेकिन यह लेख व्यवसायिक विज्ञान लेखन तक ही सीमित है। वैज्ञानिक उपलब्धियों को अनुवाद के द्वारा प्रकाशित करने के प्रयास किए गए हैं और किए जा रहे हैं। अनुवाद से विषय का सही प्रस्तुतिकरण संभव नहीं हो पाता है क्योंकि प्राय: अनुवादकों को विषय का ज्ञान नहीं होता है। हिंदी में विज्ञान लेखन किस दिशा में जा रहा है? उसकी शैली क्या है? इसमें कहाँ तक सफलता मिल पा रही है? उपरोक्त प्रश्नों पर विचार करना अत्यंत आवश्यक है।

लोकप्रिय विज्ञान लेखन एक कला है

विज्ञान लेखन में मानवीकरण एवं सजनात्मक भाव होता है। विज्ञान लेखन समाज को प्रभावित करता है और यह समाज की भाषा के रूप में कार्य करता है।विज्ञान साहित्य की भाषा लोकप्रिय होनी चाहिए। तकनीकी विज्ञान लेखन का प्रभाव भाषा, शब्द चयन और शैली पर दिखाई देता है।लोकप्रिय विज्ञान को कभी कभी वैज्ञानिक साहित्य भी कहते हैं जो विज्ञान का अर्थ निर्वचन (इन्टरप्रटेशन) होता है। विज्ञान पत्रकारिता नवीनतम वैज्ञानिक विकासों पर केंद्रित होती है लेकिन लोकप्रिय विज्ञान विस्तृत क्षेत्र में फैला विषय होता है जो अनेक स्वरूपों में प्रस्तुत किया जाता है जिसमें पुस्तकें, पत्रिका लेख, टेलिविज़न वृत्तचित्र (डाक्युमेन्टरी) और वेब पृष्ठ(पेज) हो सकते हैं। इस तरह लोकप्रिय विज्ञान एक प्रकार से वैज्ञानिक साहित्य और वैज्ञानिक अनुसंधानों के वृत्तिक (प्रोफ़ेशन) माध्यम के बीच का एक सेतु होता है।

तकनीकी लेखन की कुछ ख़ास तरीक़े (ट्रिकें)

1. तकनीकी लेखन सरल भाषा में किया जाए तथा कठिन शब्दों का न प्रयोग किया जाए। जहाँ तक हो सके अधिकृत तकनीकी शब्दावली का प्रयोग किया जाए।

2. विषय के मूल विषय को रोचक बनाकर प्रस्तुत किया जाय तथा उसके मानवीय उपयोगों की प्रासंगिकता को ठीक से स्पष्ट किया जाए।लोकोपयोगी विज्ञान का प्रचार एवं प्रसार तकनीकी लेखन का मूल उद्देश्य होना चाहिए।

3. तकनीकी लेखन के समय यह बात अवश्य ध्यान में रखी जाय कि लेख का प्रस्तुतिकरण एक सामान्य पाठक के लिए है तथा प्रयासों की सफलता इस बात से आँकी जाएगी कि सामान्य पाठक तकनीकी लेख को समझ सका है।

4. गणित सूत्रों का प्रयोग जहाँ तक हो सके न किया जाय। सूत्रों के मतलब को सरल भाषा में समझाने का प्रयास किया जाए।

5. मुश्किल तथ्यों को समझाने के लिए कुछ उदाहरणों का दिया जाना काफ़ी उपयोगी सिध्द हो सकता है।

6. तकनीकी लेखन करने वालों को विषय में समुचित ज्ञान होना अति आवश्यक है जिससे अर्थ का अनर्थ न हो जाए।तकनीकी लेखक को वैज्ञानिक सामाग्री को श्रंखलाबध्द और संगठित करके प्रस्तुत करना चाहिए। विषय वस्तु को समझनेवाले लेखक ही सरल और समझने वाली भाषा में लेखन कर सकते हैं।

बहुत क्लिष्ट शब्दों का प्रयोग न किया जाए

हिंदी भाषा के संदर्भ में हिंदी के तकनीकी पक्ष को सबल बनाने की दिशा में शोध की प्रक्रिया आरंभ करनी पड़ेगी। जहाँ एक ओर वैज्ञानिकों को हिंदी में लिखने के लिए प्रवृत्त करना है वहीं दूसरी ओर हिंदी भाषा में विज्ञान संबंधी विषयों पर शोधकार्य एवं लेखन कार्य करने की पहल करना आवश्यक है। विज्ञान संबंधी लेखन की महत्ता से ही हिंदी जगत को वैज्ञानिक स्वरूप मिल रहा है और आगे भी मिलता रहेगा। विशुध्द हिंदी में तकनीकी लेखन करने से पाठक के लिए कभी कभी समस्या खड़ी हो जाती है। इसलिए आम भाषा के शब्दों का ही प्रयोग किया जाना चाहिए। रेल शब्द को हम रेल के ही रूप में प्रयोग कर सकते हैं। उसके लिए *'लौह पथ गामिनी'* शब्द का प्रयोग करने की कोई आवश्यकता नहीं है।एन्टेना शब्द को एन्टेना ही कहा जा सकता है। वैज्ञानिक और तकनीकी शब्दावली आयोग ने इस दिशा में महत्वपूर्ण प्रयास किए हैं लेकिन तकनीकी शब्दावली के संदर्भ में ज्ञातव्य है कि शब्द अपेक्षाकृत जल्दी-जल्दी बदलते हैं तथा इनकी परिभाषा भी बदल जाती है और नए शब्द गढ़े जाते हैं। तकनीकी शब्दावली को तकनीकी के मुख्य भागों में बाँट कर विषयवार शब्दावली का प्रकाशन

आवश्यक है। प्रत्येक 2-3 वर्ष बाद तकनीकी शब्दावली का पुनर्मूल्यांकन आवश्यक प्रतीत होता है , अन्यथा तकनीकी शब्दावली और तकनीकी विकास के बीच सामंजस्य नहीं हो सकेगा। आज कंप्यूटर विज्ञान स्वतंत्र रूप में विकसित हो गया है। इसकी शब्दावली तैयार होने से इस महत्वपूर्ण विज्ञान को हिंदी के माध्यम से अभिव्यक्ति करना आसान हो गया है। तकनीकी शब्दों को इनके निरंतर प्रयोग के आधार पर ही प्रचलित करना संभव है।

देश की कुछ लोकप्रिय विज्ञान हिंदी पत्रिकाएँ

- विज्ञान प्रगति
- वैज्ञानिक
- आविष्कार
- इलेक्ट्रानिकी आप के लिए
- बाल हंस

कुछ लोकप्रिय विज्ञान हिंदी पुस्तकें

- नैनोटेक्नोलाजी, लेखक: डा पी.के. मुखर्जी
- अंतरिक्ष में जीवन: लेखक काली शंकर
- इलेक्ट्रानिक आधारित सामरिक सुरक्षा: लेखक डा मनमोहन बाला
- अंतरिक्ष अन्वेषण: लेखक काली शंकर
- अंतरिक्ष प्रश्नोत्तरी: लेखक काली शंकर
- घर घर में विज्ञान:लेखक डा कपूरमल जैन
- जल संरक्षण:लेखक डा डी.डी. ओझा
- उपग्रह संचार प्रणाली के बढ़ते कदम: लेखक काली शंकर

तकनीकी लेखन में इन्टरनेट की उपयोगिता

इस लेख में तकनीकी लेखन में अंतरिक्ष विज्ञान विषय पर बल दिया गया है। अंतरिक्ष विज्ञान पर तकनीकी लेखन में पत्रिकाओं और पुस्तकों का सहारा लिया जा सकता है लेकिन शायद अंतरिक्ष विज्ञान के ऊपर(एवं अन्य विषयों के लिए भी) तकनीकी लेखन में इन्टरनेट काफ़ी अधिक उपयोगी हो सकता है। अंतरिक्ष विज्ञान के ऊपर तकनीकी लेखन में निम्न इन्टरनेट साइटों की सहायता ली जा सकती है:-

क) भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम से संबंधित विषयों के लिए इसरो की साइट है।

ख) अप टू डेट(संपूर्ण) मानवयुक्त अंतरिक्ष कार्यक्रमों की जानकारी के लिए 'पायलटिंग आस्ट्रोनटिक्स' नाम की निम्न साइट है।
http://space.kursknet.ru/cosmos/english/main.sht

ग) नासा के अंतरिक्ष कार्यक्रमों की जानकारी के लिए निम्न साइट है।
http://spaceflight.nasa.gov/home/index.html

घ) योरोपीय अंतरिक्ष कार्यक्रमों की जानकारी के लिए निम्न साइट है।
http://www.esa.int/esaSC/index.html
http://www.sci.esa.int/science-e/www/area/index.cfm?fareaid=1

च) विश्व स्तर की अंतरिक्ष जानकारी के लिए निम्न साइट है।
http://www.universetoday.com

छ) जापानी अंतरिक्ष कार्यक्रमों की जानकारी के लिए निम्न साइट है।
http://www.jaxa.jp/index_e.html

ल) चीनी अंतरिक्ष कार्यक्रमों की जानकारी के लिए निम्न साइट है।
http://www.cnsa.gov.cn/n615709/cindex.html

ज) कनाडा अंतरिक्ष कार्यक्रमों की जानकारी के लिए कनाडा अंतरिक्ष साइट है।
http://www.asc-csa.gc.ca/eng/default.asp

ब) ब्राज़ील की अंतरिक्ष संस्था
फ)गन्टर्स स्पेस पेज
ट) विकिपीडिया की अंतरिक्ष विषयों से संबंधित साइटें

निष्कर्ष: हिंदी भाषा को समृध्द बनाने में हिंदी तकनीकी लेखकों का योगदान रहा है। तकनीकी हिंदी को लोकप्रिय बनाने में और राष्ट्रीय एकता का माध्यम बनाने में इन लेखकों का योगदान सराहनीय है। आधुनिक युग में आर्थिक पहलू की महत्ता को देखते हुए हिंदी के प्रसार में हिंदी तकनीकी लेखन की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है।भारतीय समाज को आविष्कारोन्मुखी बनाने में लोक भाषा हिंदी के माध्यम से विज्ञान शिक्षण,प्रशिक्षण, शोध आदि की अत्यंत आवश्यकता है। तकनीकी हिंदी के समन्वित विकास के लिए वैज्ञानिकों एवं हिंदी लेखकों को एक मंच पर आकर , अनेक परियोजनाओं पर कार्य करना है, जैसे तकनीकी संगोष्ठी, लेखन प्रोत्साहन, लेखन में कार्यशाला,मानस पुस्तकें, शोध प्रकाशन, तकनीकी विकास आदि।

***

हिन्दी मे वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप

अनिल कुमार

ड्राफ्ट्स्मैन-बी

एसआईजी, आईजैक, बेंगलूरू

हिन्दी हमारी राजभाषा है जो कि भारत के अधिकांश क्षेत्र में बोली व पढी जाती है। परंतु जहां बात आती है विज्ञान व तकनीकी शिक्षा कि तो इस क्षेत्र में हिन्दी अपने को पिछडा महसूस करती है। रही बात हिन्दी मे तकनीकी लेखन की तो इस दिशा मे अभी कार्य नग्ण्य के बराबर है। वैज्ञानिक यह जानता है कि विश्वमंच पर यदि अपने शोध प्रस्तुत करने है तो अग्रेंजी माध्य्म उत्तम है। किंतु यह कारण कतई नही है कि हिन्दी शब्दावली मे वैज्ञानिक व तकनीकी शब्दो का अभाव है। देश को जगाने के लिए वैज्ञानिक भाईयो को थोडा समय हिन्दी को अवश्य देना चाहिए। उस हिन्दी को जिसमे उनका लालन पालन हुआ है। हमारे वैज्ञानिक व इस क्षेत्र से जुडे भाईयो को अपने लेख हिन्दी मे भी लिखने के लिए एक कदम बढाने कि कोशिश अवश्य करनी चाहिए आप देखेंगे चार कदम आपकी ओर बढते हुए आप का साथ देने के लिए तैयार है यही तो हिन्दी की पहचान है। हिन्दी के स्वरुप को उसके उदभव से आज तक के सफर को रखा गया है या यों कहे हिन्दी के बचपन से लेकर वर्तमान मे जवानी के स्वरुप को मै रखने की कोशिश कर रहा हूँ। यहां जवानी का अर्थ् गलत न लगाए।

सन 1947 तक अंग्रेज़ी शासन के दौरान पूरे हिन्दुस्तान की राजभाषा अंग्रेज़ी थी। उस समय अंग्रेज़ी भाषा के अलावा अन्य किसी भारतीय भाषा मे राजकार्य् शून्य के बराबर था। आज़ादी के बाद 26 जनवरी 1950 को गणतंत्र का सविंधान लागू हुआ। सविंधान मे यह उल्लेख था कि हिन्दी जो देवनागरी लिपि मे लिखी जाती है। इस देश की राजभाषा हैं। लेकिन राजभाषा के प्रकार्य के निर्वाहू मे हिन्दी भाषा कि तैयारी को देखते हुए यह भी उल्लेख था कि अंग्रेज़ी 1961 तक राजभाषा के रुप मे पूर्ववत काम में आती रहेगी और इस अवधि में हिन्दी साहित्य के निर्माण के साथ साथ किन्ही क्षेत्रों में उसके प्रयोग के प्रयत्न किए जाते रहेंगे। 1963 मे राजभाषा अधिनियम द्वारा हिन्दी को एकमात्र राजभाषा घोषित किया गया। किंतु परंतु होते हुए अग्रेंजी को राजकाज की भाषा के रुप मे आगे तक बनाए रखने की नीति अपनाई गई। इस तरह हमारे देश में अंग्रेजी व हिंदी दोनों को राज काज की भाषा रखा गया है। हिन्दी संघ की भाषा।

हिन्दी मे वैज्ञानिक तकनीकी लेखन

जैसे की हम जानते है हिन्दी भाषी हमारे देश में बहु संख्यक है जिसका 2/3 गाँवो मे निवास करता है। जब तक इस विशाल समूह में विज्ञान व तकनीक की चेतना का संचार नहीं होता तब तक देश की उन्नती दर को तेज गति प्राप्त नहीं होगी। आज का दौर विज्ञान व तकनीक का है जिस के ऊपर भारत में कब्जा अंग्रेजी भाषा किए बैठी है। पूरे देश में हमारे वैज्ञानिकों के शोध जो कि अंग्रेजी में होते है यदि वे अपनी शोध हिन्दी में भी प्रस्तुत करते हैं। और इन शोध पत्रों को किन्ही माध्यमो से लोगों तक पंहुचाया जाए तो एक विशाल समूह के इस शोध को पढने की खिडकी खुल जाती है। बेशक वह उसके जटिल पहलू को समझने में थोडा या बहुत नाकाम हो किन्तु उसे समझने के लिए कुछ लोगो तो प्रयास करेंगे। यहाँ एक वैज्ञानिक या शोधकर्ता अपने शोध को लिखते समय अपनी भाषा शैली को सरल व सहज रखे तथा इस बात का भी ध्यान रखे लेख या शोध केवल उसके सहपाठी सत्र तक सीमित ना रहे अपितु निचले सत्र के व्यक्ति को भी समझ में आ सके। सही शब्दों में तभी उसके शोध को सही मूल्य मिलेगा। यहां मूल्य से तात्पर्य आर्थिक कदापि नहीं है। जब जपान, चीन व कोरिया आदि अन्य देश जो केवल अपनी भाषा का उपयोग करते है। अपनी वैज्ञानिक उपलब्धियों को अपनी भाषा में देश कि जनता को समझा सकते है तो भारत अपनी हिन्दी भाषा के माध्यम से क्यों नहीं।

इस देश में केन्द्रीय मंत्रायल ने सन 1950 में वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली मंडल कि स्थापना की जिस ने लगभग दस वर्ष बाद अक्तूबर 1961 को एक आयोग का रूप ले लिया। इस आयोग ने कुछ सिद्धांत निर्धारित किए जैसे

1. **अंतराष्ट्रीय शब्दों** को यथा संभव इनके प्रचलित अंग्रेजी रूपों मे ही अपनाना उदाहरण के तौर पर तत्वों और यौगिक को के नाम जैसे हाइड्रोजन, नाइट्रोजन आदि। ,कार्बन
2. तौल और माप की इकाईयाँ और भौतिक परिमाण की इकाईयाँ जैसे डाइन, एम्पियर आदि। ,कैलोरी
3. ऐसे शब्द जो व्यक्तियों के नाम पर बनाये गये है जैसे फारेनहाइट के नाम पर फारेनहइट तापक्रम, वोल्टा के नाम पर वोल्टमीटर आदि।

इस प्रकार और भी अनेक सिद्धांत है सभी का जिक्र करना मुश्किल है इन सिद्धांतों के आधार पर **शब्दावली आयोग** द्वारा लगभग चार लाख से अधिक परिभाषिक शब्दों को अंतिम रूप दिया जा चुका है। अधिकांश भारतीय भाषाओ की शब्दावली में संस्कृत शब्दों की प्रधानता है। हिन्दी में प्रकाशित विज्ञान एवं तकनीकी विषयों के कुछ मौलिक एवं महत्वपूर्ण ग्रंथ है। भौतिकि, विज्ञान के सौ से अधिक ग्रंथ हिन्दी मे उपलब्ध है जैसे भौतिकी दीपिका, उष्मा और गतिकी, भौतिकी

का रोचक अध्ययन, प्रकाशिक आदि इसी प्रकार रसायन विज्ञान मे रासायनिक विश्लेष्ण, रसायन दर्शन, जीव रसायन की रुपरेखा आदि। ऐसा नही है कि वैज्ञानिक व तकनीकी लेखन का हिन्दी में कार्य शुरु ही नही हुआ अपितु बहुत कम। हमारे देश कि आबादी का आधे से अधिक नौजवान वर्ग है। यह स्वर्ण वक्त है जब हमारे वैज्ञानिक व विद्वान अपने हिन्दी लेखो की लहर लाकर जिज्ञासु व अन्य पाठको को वैज्ञानिक व तकनीक की लहरो मे आन्नदित कर सकते हैं।

राजभाषा का स्वरुप

संस्कृत , पाली अपभ्रंश तथा प्राकृत के महानद से प्रवाहित होती हुए हिन्दी भाषा ने कब अपनी अलग पहचान बनानी शुरु की यह निश्चित रुप से नही कहा जा सकता। 1000 ई0 के बाद भी अपभ्रंश भाषा मे साहित्य रचना होती रही लेकिन बोलचाल की भाषा का रुप बदल गया। अपभ्रंश की बोलियो के माध्यम से अनेक भारतीय भाषाए विकसित हुई। जैसे पश्चिम हिन्दी, बिहारी, उडिया, बंगाली पुर्वी हिन्दी, सिन्धी, राजस्थानी गुजराती, मराठी, पहाडी आदि।

1 **पश्चिम हिन्दी :** इस उपभाषा के अंर्तगत बोलियाँ है।

खडी बोली या कौरवी : यह देहरादून का मैदानी भाग, सहारनपुर , मेरठ, दिल्ली का कुछ भाग, गाजियाबाद का कुछ भाग और भी आस पास का कुछ भाग इस बोली का प्रयोग करता है। सब का जिक्र करना शब्द सीमा बढा देगा।

ब्रज भाषा : इसकी अनेक उपबोलिया प्रचलित हैं। जैसे भरतपुरी, डौगी, एटा, मैनपुरी, नैनाताल की भुक्सा, बदायु आदि। अनेक रचनाकारो जैसे सूरदास, तुलसीदास, रहीम, बिहारी आदि ने रचनाए ब्रजभाषा मे की। भारतेन्दु युग तक ब्रजभाषा मे रचनाए होती रही।

हरियाणी : हरियाणा का कुछ भाग तथा दिल्ली का पश्चिमी देहाती क्षेत्र मे यह बोली जाती है। जाटु तथा बांगरु इसकी बोलियां हैं।

बुंदेली :यह बुंदेलखण्ड मे बोली जाती है। राठौरी, ,लाघोती बनाफरी इसकी उपबोलियां है।

कन्नौजी : कन्नौजी शोरसेनी अपभ्रंश से निकला है। यह बोली ब्रजभाषा और अवधी के बीच बोली जाती है।

2 **पूर्वी हिन्दी :** इस उपभाषा के अंर्तगत बोलियाँ है।

अवधी : इसे कोसली भी कहते है यह पूर्वी हिन्दी की सबसे महत्वपूर्ण बोली है। रामचरितमानस अवधी मे ही लिखा गया। सम्पूर्ण सूफी काव्य मे लिखा गया। इसका दायरा लखीमपूर, खीरी, बहराईच, गोन्डा, बाराबांकी, लखनउ, सीतापुर उन्नव, फैजाबाद, सुलतानपुर, प्रतापगढ और रायबरेली तक रहा है।

बघेली : बघेल रजपूतो के आधार पर इस क्षेत्र का नाम बघेलखण्ड पडा। इसका क्षेत्र उत्तर मे मध्य प्रदेश, उत्तर प्रदेश की सीमा से लेकर दक्षिण मे बालाघाट तक और पश्चिम मे दामोह और बादाँ की पूर्वी सीमाओ तक विस्तृत रहा।

छत्तीसगढी : इसका प्रमुख क्षेत्र आज का छत्तीसगढ है।

3 **बिहारी हिन्दी :** इस उपभाषा की मुख्य बोलियाँ है।

भोजपुरी : भोजपुरी प्राचीन काशी जनपद की बोली है वर्तमान मे शाहाबाद जिले के भोजपुर गॉव के नाम पर इस बोली का नाम भोजपुरी हुआ। यह बोली उत्तर प्रदेश मे बनारस, गाजीपुर, बलिया, गोरखपुर, देवरिया, आजमगढ, मिर्जापुर, जोनपुर तथा बसती के कुछ भाग एवं बिहार के भोजपुर सारन के पूरे क्षेत्र और चम्पारन, झारखंड के रांची तथा पलामू के कुछ भाग मे प्रचलित है।

मगही : संस्कृत मगध के विकसित शब्द मगह के आधार प्र इसका नाम पडा है। पटना, गया, हजारीबाग के पूरे जिले पलामू का पश्चिमी भाग एवं भागलपूर का कुछ क्षेत्र इस बोली के बोलनी वालो का है।

मैथिली : मिथिला क्षेत्र से ही इस बोली का नाम पडा।यह हिन्दी और बंगला

राजस्थानी – इसके अंतरगत निम्न बोलिया आती है।

पश्चिमी राजस्थानी (मारवाडी: (राजस्थान के सभी भागों में लेखको ने साहित्य रचना के लिए मारवाडी को ही चुना। मीराबाई के पद इसी में लिखे गए है। शुद्ध रूप में मारवाडी जोधपुर और उसके आसपास बोली जाती हैं। राजस्थान के कुछ अन्य हिस्सो में भी यह बोली जाती है।

उत्तर राजस्थानी (मेवाती) : मेवाती नाम मेओ जाति के नाम पर पडा है। यह उत्तरी राजस्थान में अलवर, भरतपुर, गुड्गॉव(हरियाणा) के आसपास बोली जाती है।

पूर्वी राजस्थानी (जयपुरी) : जयपुर का स्थानीय नाम ढुढाडी था। इसलिए जयपुरी को ढुढाडी भी कहते है। ढुढाडी जयपुर नगर के 40 मील उत्तर, 50 मील पूर्व और 60 मील दक्षिण तक बोली जाती है। बूंदी और कोटा मै बोली जानेवाली हाडौत इसकी उपबोली है

दक्षिण राजस्थानी (मालवी) : मालवा उज्जैन के आसपास का क्षेत्र है। इस क्षेत्र की बोली का नाम ही मालवी है। यह इन्दौर,

उज्जैन, देवास, भोपाल, रतलाम, होशंगाबाद तथा आसपास के इलाके मे बोली जाता है। सौडवाडी, रांगडी, पार्खी, रतलामी आदि इसकी उपबोलियां है।

इस प्रकार राजस्थानी पूरे राजस्थान में बोली जाती है।

पहाडी हिन्दी

पश्चिमी पहाडी : इसका विस्तार शिमला का निकतटवर्ती क्षेत्रों तक रहा है। शिमला के आसपास का जौनसार, सिरमौर, शिमला, मडीं, चंबा तथा आसपास यह बोली जाती हैं।

मध्यवर्ती पहाडी :इसमें गढवाली और कुमायूंनी दोनों आती है। गढवाली का क्षेत्र गढवाल, टेहरी, चमौली और उत्तरकाशी तक है, जबकि कुमायूंनी नैनीताल, अल्मोडा और पिथोरगढ तक बोली जाती है। इसमें कुछ लोक साहित्य मिलते हैं।

गौरतलब है की हिन्दी हमेशा ही राजकाज से कोसो दूर पर सदा कि जनता के सबसे निकट खडी रही है। आंग्रेजों के खिलाफ स्वतंत्रता संग्राम के वक्त जैसे राष्ट्रीय आजादी की वर्दी खादी थी वैसे ही राष्ट्रीय स्वतंत्रता संग्राम की वाणी हिन्दी बन गई। हिन्दी ने समाज के प्रत्येक क्षेत्र में राष्ट्रीय आंदोलन का अलख जगाने में अपना योगदान दिया और उसकी सफलता काबिले तारीफ रही क्योंकि स्त्री-पुरुष, किसान-मजदूर, विद्यार्थी-नौजवान सभी को राष्ट्र की समृद्धि और स्वतंत्रता हेतु बलि देने की प्रेरणा देने मे यह भाषा सफल रही। यह वही भाषा थी जिसमें अंतिम मुगल साम्राट (बहादुर शाह जफर) ने दिल्ली में देश भर से आये हुए अंग्रेजों के विद्रोंही स्वतंत्रता सैनिकों से कहा था। "**मैं तो बूढा हूँ, लाचार हूँ। आप लोग ही मेरे हाथ पाँव है"** और चेतावनी दी थी **"गाजियों में बू रहेंगी जब तक ईमान की"** और वही भाषा थी जिसमें लक्ष्मीबाई ने अंग्रेज रेजिडेंट से तडप कर कहा था **"मेरी झाँसी मै नहीं दूंगी"**। वंदेमातरम् रचयिता बंकिम चन्द्र ने ही सबसे पहले हिन्दी को राष्ट्रभाषा का पद देने की सिफारीश की।

डॉ. जाकिर हुसेन लिखते है हिन्दी की प्रगति से ही देश की सभी भाषाओ की प्रगति होगी।

देश आजाद हुआ व कामकाज के लिए एक राजभाषा की आवश्यकता थी। 1949 में राष्ट्रभाषा व्यवस्था परिषद ने यह प्रस्ताव परित किया की देवनागरी लिपि में लिखित हिन्दी को देश की राजभाषा के रूप में स्वीकार किया जाए। किंतु इसके पूर्णरूप से व्यवहारिक बनाने में काफी अडचने खडी हुई। जिनका ज़िक्र करना मुश्किल है। भारत के बाहर हिन्दी बोलने और समझने वालों की संख्या करोडों में है। भारतीय मूल के डेढ करोड लोग विश्व के 132 देशों में रह रहे है। अमरिका के 24 तथा अन्य प्रमुख देशों के लगभग 150 विश्वविद्यालयों में हिन्दी के अध्ययन-अध्यापन की व्यवस्था सुलभ है। मॉरिशस के सरकारी गैर सरकारी लगभग 500 विद्यालयों में हिन्दी पढाई जा रही है। आज हिन्दी विश्व की तीसरी बोली जाने वाली भाषा बन चुकी है। हिन्दी अब एक ग्लोबल भाषा बन चुकी है।

राजभाषा होने के नाते नहीं, बल्कि एक बडे जनसमुदाय की लचीलि और उदार भाषा के रूप में हिन्दी की शाखाँए लगातार फैल रही है। बाजार की भाषा, मनोरंजन की भाषा, शिक्षा व ज्ञान की भाषा, मीडिया की भाषा, राजनीतिज्ञों की भाषा, फिल्मों की भाषा, विज्ञापन की भाषा, कंप्यूटर की भाषा के रूप में हिन्दी का स्वरूप लगातार बदल रहा है। और दिनो-दिन इसका विस्तार एवं प्रसार हो रहा है। भारतीय टेलीविजन चैनलों पर हिन्दी कार्यक्रमों की पहुँच अब एक अरब से ज्यादा लोगों तक है। 21 वी शताब्दी के आरंभिक दौर में टेलीविजन और अन्य जन संचार माध्यमों के कारण बाजार में अपना माल खपाने के लिए हिन्दी जितना कारगर सिद्द हो रही है दूसरी कोई भारतीय भाषा नहीं। हिन्दी आज मनोरंजन एवं विज्ञापन की नंबर एक भाषा बन गई है। हिन्दी सिनिमा आज देश ही नहीं विदेशों में भी बडे चाव् से देखा जा रहा है। और यही कारण है आज मुबई आर्थिक नगरी के नाम से जानी जाती है। आज से 10 -15 साल पहले टी.वी मे अधिकतर विज्ञापन अंग्रेजी मे आते थे परंतु वही विज्ञापन देखते देखते हिन्दी मे बदल गए। हर घर कुछ कहता है। क्या आपके टूथपेस्ट में नमक नहीं है, सन्ट्र फ्रेश दिमाग की बत्ती जला दे। थम्सअप पहले पहल थम्सअप टेस्ट दा थंडर बोलकर बिकता था। पेप्सी आया तो यही है राइट चवाइस बेबी, आहा। चिल्लाते हुए आया। थम्सप भी, तूफानी ठंडा हो गया। विज्ञापन दाता को पता है कि किस भाषा में बात करनी है। वह वक्त की नब्ज को पहचानता है। आपनी बात कहने के लिए पैसा जो खर्च करता है।

कंप्यूटर के बेताज बादशाह बिल गेटस ने संस्कृत भाषा को कंप्यूटर के सर्वाधिक अनुकूल बताया जिसकी लिपि देवनागरी है। अमेरिका की सॉफ्टवेयर कम्पनी माइक्रोसॉफ्ट कार्पोरेशन द्वारा पहला हिन्दी सॉफ्टवेयर वर्ड 2000 जारी किए जाने के बाद हिन्दी में वेब पेज तैयार करना, ई-मेल भेजना और हिन्दी से इंटरनेट पर गप्पे लडाना संभव हो गया है। इंटरनेट ने हिन्दी का दायरा बढाय है।

डॉ. कांति कुमार जैन के अनुसार **हिन्दी सभी साधुओ के संसर्ग में बढी थी, कभी लश्कर के संपर्क में आकर। आज हिन्दी बजार की भाषा बनकर फैल रही है। यह बजारवाद का हिन्दी सत्य है। इस सत्य की उपेक्षा नहीं की जा सकती।**

***

विज्ञान एवं तकनीकी साहित्य की प्रासंगिकता एवं प्रयुक्त राजभाषा का स्वरुप

एम जी सोम शेखरन नायर
वरि. हिंदी अधिकारी
सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र, शार, ई-मेलः mgs_nair@shar.gov.in

प्रस्तावना

संपूर्ण विश्व में विज्ञान एवं नई तकनीकों से संबंधित कई आविष्कार एवं खोज हो रहे हैं। नित्य विज्ञान की नई-नई शाखाएं खुल रही हैं। आविष्कारों एवं उपलब्धियों के साथ नए शब्दों का निर्माण भी हो रहा है। इस बात पर तनिक भी संदेह नहीं कि जिस राष्ट्र या देश में नए आविष्कार हो रहें है वहीं सबसे पहले अपनी भाषा में एक नया शब्द लेकर आता है। विश्व में प्रचलित हजारों भाषाओं में बाद में जाकर यह अनुदीत होता है या फिर अन्य भाषाओं में इसका अनुकूलन कर लिया जाता है। वैज्ञानिक साहित्य को एक भाषा की सीमा से निकालकर दूसरी भाषा की सीमा में लाने का उद्देश्य पूरे विश्व में नई उपलब्धियों को परिचित कराना एवं उसे अन्य प्रदेश की जनता के लिए लभ्य बनाना है। समाजोपयोगी साहित्य जो हमारी संस्कृति और समाज का प्रतिबिंब होता है, किंतु इसके साथ-साथ वैज्ञानिक साहित्य का सृजन भी उतना हीं उपयोगी होता है। इस लेख में हिंदी में तकनीकी साहित्य के लेखन की प्रासंगिकता और इसके लिए प्रयुक्त राजभाषा के स्वरुप पर विचार किया गया है।

नए आविष्कार, नई खोज

विज्ञान के क्षेत्र में निरंतर नए प्रयोग एवं नई खोज किए जा रहे हैं। जिसका असर हमारी जीवनशैली में प्रत्यक्ष या परोक्ष रुप से दृष्टिगोचर होता है। बायोटेक्नोलॉजी, माइक्रोबायोलॉजी, नैनो टेक्नोलॉजी, अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी, जेनेटिक्स, रोबोटिक्स इत्यादि कई नई शाखाएं बहुत कम वर्षों में उभर कर सामने आयी हैं और हमारे जीवन स्तर में गुणात्मक परिवर्तन ला रही हैं। इन आविष्कारों एवं उपलब्धियों को यदि विश्व की संपूर्ण जनता तक पहुँचाना है तो इन्हें विश्व की सभी भाषाओं में अनुदीत करना होगा। यह एक महत्वपूर्ण कार्य है साथ हीं इसमें निरंतरता की भी आवश्यकता है, क्योंकि आविष्कार नित्य होते रहते हैं।

विज्ञान विषयक साहित्य की कमी

भारत देश की 125 करोड़ की जनता में से 70 प्रतिशत हिंदी भाषा का प्रयोग कर सकते हैं या समझ सकते हैं जबकि केवल 3 प्रतिशत जनता अंग्रेज़ी समझ सकती है। भारत में विज्ञान एवं इंजीनियरिंग से संबंधित उच्च शिक्षा का माध्यम आज भी अंग्रेज़ी है। हरेक व्यक्ति अपनी मातृभाषा में चीजों को बेहतर ढंग से समझ एवं व्यक्त कर सकता है। भारत के हिंदी भाषी राज्यों में भी कुछेक को छोड़कर स्नातकोत्तर, इंजिनीयरिंग, चिकित्सा विज्ञान, विधिक, प्रबंधन, वास्तुकला, वाणिज्य व अन्य व्यावहारिक पाठ्यक्रमों में अंग्रेज़ी का हीं वर्चस्व है। यह प्रवृत्ति उन कई मेधावी छात्रों को एक अतिरिक्त भाषा सीखने को बाध्य करती है जो अन्यथा अपनी मातृभाषा में इन वैज्ञानिक एवं तकनीकी विषयों का सरलता से एवं आसानी से अध्ययन कर पाते। अन्य या विदेशी भाषा में शिक्षण उनके लिए एक अतिरिक्त बोझ होता है जिसे उन्हें ढोना हीं पड़ता है।

पारिभाषिक शब्दावली

विज्ञान विषयक साहित्य के निर्माण में पारिभाषिक शब्दावलियों का विशेष महत्व है। साहित्यिक भाषा से इतर वैज्ञानिक साहित्य में प्रत्येक शब्द का पारिभाषित एवं केवल एक अर्थ होना ज़रुरी है अन्यथा यह शब्द भ्रम पैदा कर सकता है। विज्ञान की विभिन्न शाखाओं में प्रयुक्त होनेवाले एकहीं शब्द संदर्भानुसार अलग-अलग अर्थ दे सकते हैं। उदाहरण के लिए Plant शब्द का वनस्पति विज्ञान के अंतर्गत अर्थ पौधा होता है, जबकि इंजीनियरिंग में Plant शब्द का अर्थ संयंत्र। अतः पारिभाषिक शब्दावली निर्माण एक अनवरत प्रक्रिया है जिसे भाषाविदों एवं विज्ञान की विशिष्ट शाखाओं से संबंधित विशेषज्ञों के संयुक्त प्रयास से पूरा किया जाना है।

वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग

भारत सरकार ने राजभाषा हिंदी का विकास एवं वैज्ञानिक साहित्य के निर्माण के लिए आवश्यक तकनीकी एवं पारिभाषिक शब्दावली के निर्माण के उद्देश्य से वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग का गठन किया। इस आयोग ने विज्ञान के विभिन्न शाखाओं के लिए वैज्ञानिक शब्दावली निर्माण का कार्य आरंभ किया तथा आंशिक रुप से सफल भी हुए किंतु इस प्रक्रिया की सबसे महत्वपूर्ण कड़ी, निरंतरता से दूर हो गए। फलतः शब्दावली निर्माण की प्रक्रिया कछुए की चाल की तरह धीमी पड़ गई तथा अभिष्ट परिणाम प्राप्त न कर सकी। इसका एक ज्वलंत उदाहरण इस बात से दिया जा सकता है कि जहां अंतरिक्ष शब्दावली का पहला संस्करण 1984 में प्रकाशित हुआ वहीं इसका दूसरा संस्करण 24 वर्ष बाद 2008 में प्रकाशित हुआ। इन शब्दावलियों में से कई के सॉफ्ट संस्करण आज भी उपलब्ध नहीं हैं।

शब्दावली निर्माण का कार्य बड़े पैमाने पर पूर्णकालिक कार्यक्रम के रुप में आगे ले जाने की ज़रुरत है जिसमें विज्ञान के हर विषय के लिए विशेषज्ञों की समितियों का गठन हो और वे दैनिक रुप से शब्दावली निर्माण में जुड़े रहें।

शब्द संवर्धन के उपाय

तकनीकी शब्दावली के संवर्धन में इस क्षेत्र से जुड़े सभी का सहयोग नितांत आवश्यक है। विकिपीडिया के माफिक कोई ऐसा वेबसाइट इस खास प्रयोजन के लिए निर्मित किया जाए जिसमें अब तक उपलब्ध एवं निर्मित सभी

शब्दावलियों को ढूंढा जा सके एवं किसी को भी ऐसे शब्दों का सुझाव देने का अवसर हो जिसका अबतक अनुवाद तैयार न किया गया हो या तकनीकी शब्दों के अनुवाद सुझाने का भी अवसर हो। इससे विज्ञान व प्रौद्योगिकी के अध्येताओं को अपना योगदान देने का एक तरफ अवसर मिलेगा तो दूसरी तरफ विशेषज्ञ समिति का काम आसान हो जाएगा।

शब्दानुवाद और लिप्यंतरण

तकनीकी शब्दावली के निर्माण में अकसर इस बात पर विवाद होता है कि शब्द का अनुवाद किया जाए या लिप्यंतरण। इसके लिए कोई नियम नहीं बनाए गए हैं। हां यह अलग बात है कि वे शब्द जो वर्षों से प्रचलित होकर रुढ़ हो गए हैं उन्हें ज्यों के त्यों रखना हीं उचित है क्योंकि आम जनता उस शब्द को बार-बार सुन चुकी है और उसकी अवधारणा उसके मस्तिष्क में बनी हुई है। ऐसी स्थिति में इन प्रचलित शब्दों का अनुवाद या पर्याय किसी अन्य भाषा में ढूंढना समीचीन नहीं होगा। यह ज़रुरी नहीं कि सभी तकनीकी शब्द अंग्रेज़ी में सृजित हों। अन्य विकसित देश जैसे- फ्रांस, चीन, रुस, जापान इत्यादि जहां वैज्ञानिक अनुसंधान और प्रौद्योगिकी विकास के कार्य होते हैं वहां से भी ऩए शब्दों का निर्माण होता है यथा जापानी शब्द सुनामी। अतः हमारी शब्दावली निर्माण प्रक्रिया में शब्दानुवाद तब किया जाए जब शब्द रुढ़ न बन गया हो, ऐसी स्थिति में शब्दानुवाद को लोकप्रिय बनाया जा सकता है अन्यथा लिप्यंतरण हीं मुनासिब है। शब्दानुवाद द्वारा जहां भाषा का संवर्धन होता है, वहीं लिप्यंतरण से इसकी गति आगे नहीं बढ़ पाती व लिप्यंतरित शब्दों से भाषा का स्वाभाविक स्वरुप व संरचना नष्ट होने लगता है। आयातित शब्दों ने उर्वरता कम होती है अतः एक हीं शब्द से अन्य संबंधित शब्दों का निर्माण संभव नहीं हो पाता है।

संघ सरकार द्वारा प्रोत्साहन

राजभाषा विभाग द्वारा मूल रुप से हिंदी में विज्ञान विषयक पुस्तकों के लेखन हेतु प्रोत्साहन योजनाएं तैयार की गई हैं। राजीव गांधी ज्ञान-विज्ञान पुरस्कार योजना के तहत यह पुरस्कार दिए जाते हैं, जिसकी राशि आकर्षक बनायी गयी है। इसी तरह विज्ञान या अनुसंधान एवं विकास से जुड़े विभागों द्वारा भी विभागीय स्तर पर वैज्ञानिक लेखन के लिए नकद प्रोत्साहन का प्रावधान है साथ हीं हिंदी की सामयिक पत्रिकाओं में प्रकाशित विज्ञान संबंधी हिंदी लेखों के लिए भी पुरस्कार दिए जा रहे हैं। इन सारी योजनाओं से हिंदी में तकनीकी लेखन को बढ़ावा मिला है किंतु ऐसी योजनाओं को सभी विभागों एवं मंत्रालयों में लागू किया जाना चाहिए।

अनुवाद को भी प्रमुखता देना

भारत सरकार ने विज्ञान विषयक मूल हिंदी लेखन को बढ़ावा देने के लिए विभिन्न योजनाएं लागू की हैं किंतु अनुदीत तकनीकी साहित्य के लिए अबतक कोई विशेष पुरस्कार योजना घोषित नहीं हुई है। सरकार को ऐसी योजनाओं के लिए भी प्रावधान रखने चाहिए क्योंकि अंग्रेज़ी सहित अन्य विदेशी भाषाओं में ऐसी श्रेष्ठ पुस्तकें छपी हैं जिनके भाषांतरण से देश लाभान्वित हो सकता है। जिस प्रकार साहित्यक कृतियों का एक भाषा से दूसरी भाषा में अनुवाद किया जाता है। उसी प्रकार वैज्ञानिक साहित्य का भी निरंतर अनुवाद किया जाना चाहिए।

नेशनल बुक ट्रस्ट, चिल्ड्रेन बुक ट्रस्ट

नेशनल बुक ट्रस्ट, चिल्ड्रेन बुक ट्रस्ट, प्रकाशन विभाग जैसी सरकारी प्रकाशन संस्थाओं द्वारा विज्ञान की अनुदीत व मूल रुप से हिंदी में लिखी गई पुस्तकों के प्रकाशन की ज़िम्मेदारी उठानी चाहिए। इसका लाभ यह होगा कि अच्छी वैज्ञानिक पुस्तकें जनता की अपनी भाषा में सस्ते में उपलब्ध होगी। मध्यम वर्ग के अध्येता, छात्र इसका भरपूर उपयोग कर सकेंगें। सरकारी विद्यालयों, कॉलेजों, विश्वविद्यालयों में सरकारी अनुदान के तहत इन पुस्तकों को उपलब्ध कराया जाना चाहिए। उचित पारिश्रमिक के प्रावधान से कुशल अनुवादकों को इस क्षेत्र में अपना योगदान देने के लिए आकृष्ट किया जा सकता है। वैज्ञानिक साहित्य को तीन अलग-अलग स्तर पर प्रोत्साहित किया जाना चाहिए। आम जनता के लिए, उच्च शिक्षा के अध्येताओं के लिए तथा स्कूली छात्रों के लिए। विज्ञान के प्रति रुचि जागृत करने में इन सभी स्तरों पर ऐसे साहित्य का महत्वपूर्ण योगदान प्राप्त किया जा सकता है।

संस्कृतनिष्ठ शब्दों की उर्वरता

पिछले कई वर्षों के अनुभवों एवं राजभाषा नीति में कहे गए सिद्धांतों के अनुरुप यह कह सकते हैं कि संस्कृतनिष्ठ शब्दों में जो उर्वरता है वह देशज अथवा अनुकूलित विदेशी शब्दों में नहीं है। अतः पूरा प्रयास किया जाना चाहिए कि जहां तक हो सके ऐसे शब्दों का गठन किया जाए जहां मूल शब्द से अन्य संबंधित शब्द बनाए जा सकें जो एकरुपता रखते हों। संस्कृतनिष्ठ शब्द क्लिष्ट एवं अबोधगम्य माने जाते हैं किंतु इसमें सच्चाई नहीं है। हर नया शब्द रुढ़ होने से पहले क्लिष्ट हीं होता है निरंतर प्रयोग द्वारा हीं यह जाना पहचाना एवं अपना लगने लगता है। संस्कृतनिष्ठ शब्दों की उर्वरता के लाभ को ध्यान में रखते हुए थोड़े क्लिष्ट लगने पर भी इनका प्रयोग हीं अभिष्ट है। कालांतर में निरंतर प्रयोग से यही शब्द सरल लगने लगेंगे।

उपसंहार

भारत में तकनीकी साहित्य एवं उससे संबंधित शब्दावली निर्माण की प्रक्रिया अब भी शैशवावस्था में है। ढुलमुल नीतियों एवं निष्ठा में कमी की वजह से हम लक्ष्य से कोसों दूर हैं। हरित क्रांति एवं धवल क्रांति की तर्ज पर राजभाषा के संपोषण एवं संवर्धन हेतु राष्ट्रीय स्तर पर कारगर कार्य योजना बनाने की ज़रुरत है अन्यथा हिंदी शब्द संपदा में वैज्ञानिक विषयों का वहन करने में अक्षम साबित होगी। वैज्ञानिक समुदाय एवं भाषाविदों का एक संयुक्त एवं निरंतर प्रयास हीं इसे उन विदेशी भाषाओं के समकक्ष लाकर खड़ा करेगा जो आज पूर्णतः वैज्ञानिक साहित्य के प्रतिपादन में सक्षम हैं। हम ऐसे सुनहरे भविष्य की आशा करेंगे।

हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरुप

देवांग मांकड,
अभिवर्धित प्रतिबिम्ब प्रक्रमण प्रभाग, डाटा उत्पाद सॉफ्टवेयर समूह,
संकेत और प्रतिबिम्ब प्रक्रमण क्षेत्र

सारांश

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी की उपलब्धियां राष्ट्र की उन्नति का मेरुदंड होती हैं। यदि विज्ञान के विविध आयाम एवं विकसित तकनीकी की जानकारी को प्रयोगशालाओं में परिसीमित न रखकर, प्रयोक्ताओं एवं विशाल मानव समुदाय तक पहुँचाना है तो जनभाषा और राजभाषा का उपयोग करना आवश्यक हो जाता है। उन्नत देशों के समानांतर चलने के लिए हमें ज्ञान-विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में अत्यंत महत्वपूर्ण विषयों को हिंदी भाषा के माध्यम से अभिव्यक्त करना होगा। हिंदी में वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन और विवरण की प्रक्रिया को बेहतर बनाने की विपुल संभावनाएं हैं। संगणक और इन्टरनेट के क्षेत्र में हिंदी की स्थिति निरंतर बेहतर हो रही है जिससे नयी तकनीकी के फायदे जन-जन तक पहुंचाकर सही रूप में विकास किया जा सकता है।

संकेतशब्द

वैज्ञानिक और तकनीकी शब्दावली आयोग, संगणक सोफ्टवेयर, यूनीकोड एनकोडिंग

1. प्रस्तावना

विज्ञान जागरूक एवं प्रशिक्षित मस्तिष्क द्वारा प्रेक्षण और प्रयोग की सहायता से भौतिक जगत की प्रकृति को समझने का सतत एवं मुक्त प्रयास है – एक ऐसा प्रयास जिसके फलस्वरूप क्रमबद्ध ज्ञान के भण्डार में निरंतर वृद्धि हो रही है। भाषा विचार की अभिव्यक्ति का माध्यम है। प्रारंभ में भाषा का प्रयोग आवश्यकताओं और इच्छाओं की पूर्ति एवं भावनाओं को व्यक्त करने हेतु होता था। कालांतर में मानव ने अनुभूत विश्व को शाब्दिक रूप प्रदान करना प्रारंभ कर दिया। वर्तमान में वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन में भाषा इसी आवश्यकता को पूर्ण करती है। वैज्ञानिक लेखन के लिए परिशुद्धता एवं संक्षिप्तता को ग्रहण करना आवश्यक है। वैज्ञानिक अनुसंधान सामाजिक एवं औद्योगिक प्रशाखाओं में विभाजित हो गया है और संचार योग्य ज्ञान का परिमाण भी बहुत बढ़ गया है। प्रस्तुत पत्र के खण्ड-2 में वैज्ञानिक भाषा की विशिष्टताओं को उजागर किया गया है। विज्ञान और तकनीकी से संबंधित लेखन के इतिहास को खण्ड-3 में दर्शाया गया है। साथ ही साथ सरकार एवं विभिन्न संस्थाओं द्वारा इस क्षेत्र में किये गए प्रयासों की चर्चा की गई है। खण्ड-4 में वर्तमान स्वरुप में वैज्ञानिक और तकनीकी प्रलेखों की रचना में उपस्थित समस्याओं को उजागर किया गया है। साथ ही इनके निवारण हेतु प्राप्त विविध सुविधाओं और संगणक सॉफ्टवेयर की भूमिका को दर्शाया गया है। खण्ड-5 में हिंदी में किये गए अंतरिक्ष-संबंधित कार्यकलापों को दर्शाया गया है।

2. वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन की विशिष्टताएं

विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में साहित्य की रचना हेतु लेखन के अभिलक्षण निम्नलिखित हैं [1]:

2.1 सुस्पष्टता और परिशुद्धता

लेखन की भाषा स्पष्ट, सुनिश्चित और संक्षिप्त होनी चाहिए। वैज्ञानिक प्रक्रियाओं के विवरण में प्रत्येक शब्द और वाक्य का संतुलित और स्पष्ट अर्थ होना अत्यंत आवश्यक है। स्पष्ट प्रेक्षणों को सरल वाक्यों में व्यक्त किया जाना चाहिए। यदि वाक्यों के मिश्रण की आवश्यकता है तो भी मुख्य उपवाक्य के विचार की तुलना में गौण विचारों की अभिव्यक्ति हेतु आधारित उपवाक्यों का प्रयोग होना चाहिए।

2.2 संक्षिप्तता

विचारों को यथासंभव थोड़े एवं उचित शब्दों में व्यक्त करने से पाठक के समय और शक्ति बच जाते हैं। इससे लेखन की सुबोधता भी बढ़ जाती है।

2.3 वस्तुनिष्ठता

विज्ञान के लिए प्रयुक्त भाषा औपचारिक होनी आवश्यक है। वैज्ञानिक लेखन के खण्डों में व्यक्तिपरक विचारों की अभिव्यक्ति का स्थान नहीं है।

2.4 वैज्ञानिक शब्दावली

वैज्ञानिक के लिए अपने विषय की शब्दावली का विशेष महत्व है। शब्दावली को विषय से पृथक नहीं समझा जा सकता है। विविध नियमों, प्रेक्षणों और सिद्धान्तों की अभिव्यक्ति और सम्प्रेषण हेतु यह परमावश्यक साधन है। विज्ञान की शब्दावली में शब्द या व्यंजक होते हैं जिनका उस विज्ञान में विशेष महत्व होता है। वैज्ञानिक साहित्य में इन शब्दों की निश्चित परिभाषा होती है और विज्ञान के पाठक उसका मान्य अर्थ ही ग्रहण करते हैं। उदाहरण के तौर पर, भौतिकी में जड़त्व (इनर्शिया), रसायनशास्त्र में उत्प्रेरक (केटेलिस्ट) और जीव-विज्ञान में सहजीविता (सिम्बायोसिस) जैसे शब्दों का निश्चित महत्व है।

वैज्ञानिक भाषा और दैनिक व्यवहार में प्रयुक्त भाषा के पारस्परिक आदान-प्रदान से वैज्ञानिक विवरण की समस्याएं हो जाती हैं। सामान्य भाषा से लिए गए शब्दों का भी विशिष्ट वैज्ञानिक महत्व है। उदाहरण के तौर पर, शब्द "कार्य" किसी भी प्रकार के श्रम का द्योतक है, किन्तु भौतिकी में इस शब्द का

अर्थ "किसी पिंड कि दिशा में गतियमान पिंड कि दूरी का गुणनफल" होता है। इन्हीं संदिग्धताओं को दूर करने की विशेषता वैज्ञानिक तथा तकनीकी लेखन में प्रयोग की जानेवाली भाषा में होना आवश्यक है।

3. हिंदी में विज्ञान और तकनीकी लेखनर इतिहास औ : वर्तमान स्वरूप

भारत ने प्राचिन युग से ही विज्ञान के क्षेत्र में अग्रणी भूमिका अदा की है। "शून्य" का आविष्कार, वृत और त्रिभूज आदि के सिद्धांतों का वर्णन, दशमलव प्रणाली का प्रतिपादन इत्यादि क्षेत्रों में हमारे देश का विपुल योगदान रहा है। आयुर्वेद, गणित, ज्योतिष और खगोल शास्त्रों में कई ग्रंथों की रचना संस्कृत, प्राकृत या विभिन्न भारतीय भाषाओँ में की गई। हिंदी में ज्ञान-विज्ञान के साहित्य लेखन की परंपरा 19वीं शताब्दी और मुख्य रूप से स्वतंत्रता प्राप्ति के बाद ही आरंभ हुई। शुरू में अन्य भाषाओं से अनूदित ग्रन्थ और तत्पश्चात हिंदी में मौलिक रूप से पुस्तकों का प्रकाशन होने लगा। 1910 में हिन्दी साहित्य सम्मेलन की स्थापना हुई जिसने समय-समय पर "प्रत्यक्ष शरीर कोश" (1951), "भूतत्व विज्ञान कोश" (1953) और "चिकित्सा विज्ञान कोश" प्रकाशित किये। अन्य महत्वपूर्ण विषयों में प्रकाशित "जीव रसायन कोश", "वैद्युत शब्दावली" और "जंतु विज्ञान शब्दकोश" समाविष्ट हैं। 1913 में हिंदी विज्ञान परिषद कि स्थापना हुई और 1915 में मासिक पत्रिका "विज्ञान" का प्रकाशन प्रारंभ हुआ। विज्ञान परिषद ने पदार्थ विज्ञान, बीजगणित जैसे विविध विषयों में पुस्तकें प्रकाशित कीं। विभिन्न राज्यों में हिंदी ग्रंथ अकादमियों की स्थापना की गई, जिनमें मौलिक और अनूदित दोनों प्रकार की पुस्तकों का प्रकाशन संभव हो सका।

भारत सरकार द्वारा 1961 में वैज्ञानिक और तकनीकी शब्दावली आयोग की स्थापना हुई। इस आयोग ने विज्ञान की विभिन्न शाखाओं में अनेक शब्दावलियों का प्रकाशन किया है। आयोग द्वारा 1986 से निरंतर "विज्ञान गरिमा सिंधु" का त्रिमासिक प्रकाशन होता रहा है।वैज्ञानिक पारिभाषिक शब्दावली के निर्माण हेतु निम्नलिखित सिद्धांत निर्धारित किए गए हैं [1]:

1) जहाँ तक हो सके हिंदी और भारत की दूसरी प्रमुख भाषाओं की पुस्तकों में अंतरराष्ट्रीय वैज्ञानिक और पारिभाषिक शब्दों का प्रयोग किया जाए। वनस्पति-विज्ञान, प्राणी-विज्ञान और भूविज्ञान के अंतरराष्ट्रीय शब्द ज्यों-के-त्यों ले लिए जाएँ।

2) गणित और विज्ञान में प्रयोग किये जाने वाले प्रतीक, चिह्न और सूत्र बिना किसी परिवर्तन के ग्रहण कर लिये जाएँ।

3) वैज्ञानिक शब्दावली/कोश तैयार करने में अंतरराष्ट्रीय पारिभाषिक शब्दों का नागरीकरण किया जाए और उनका मूलरूप रोमन लिपि में कोष्ठक में दिया जाए। जहाँ कहीं ज़रुरी हो, वहीँ शब्दों का अनुवाद और व्याख्या दी जाए।

वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद् ने हिंदी में विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में उपलब्ध हिंदी ग्रंथों की निर्देशिकाएं विविध संस्करणों में प्रकाशित की हैं। वर्ष 2001 में प्रकाशित संस्करण में 2336 प्रकाशनों की जानकारी उपलब्ध कराई गई है [2]। सरकार के गृह मंत्रालय में कार्यरत राजभाषा विभाग द्वारा विभिन्न प्रोत्साहन योजनाएं परिचालित की गई हैं।

बिहार की राष्ट्रभाषा परिषद और काशी हिंदू विश्वविद्यालय की हिंदी प्रकाशन समिति ने भी हिंदी में विज्ञान साहित्य के निर्माण में योगदान दिया है। राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद स्कूल स्तर की पुस्तकें तैयार करता है, जिनमें विज्ञान के विषय भी समाविष्ट हैं। केंद्रीय सचिवालय हिंदी परिषद की ओर से "विज्ञान गंगा" प्रकाशित होती है। इस प्रकार विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्रों में हिंदी का उतरोतर विकास होना उसकी क्षमता की ओर संकेत करता है।

4. लेखन की समस्याएँ और समाधान

वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन की प्रक्रिया के दौरान अनेक समस्याएँ उद्भवित होती हैं।

प्रायः यह देखा गया है कि लेखन-कार्य से हम विद्यार्थी-स्तर से ही दूर रहते हैं। यह एक सर्वमान्य बात है कि हमारे सोच और विचार प्राकृतिक रूप से हमारी मातृभाषा अथवा उससे नज़दीक की भाषा में आने की संभावना ज़्यादा होती है। अपितु विद्यालयों और विश्व-विद्यालयों में अंग्रेज़ी में ही वैज्ञानिक और तकनीकी विषयों को पढ़ाया जाता है। इस वास्तविकता में आमूल परिवर्तन करने की संभावनाएँ नगण्य दिखती हैं, किन्तु परिस्थिति में सुधार अवश्य किया जा सकता है। विद्यालय-स्तर से ही वैज्ञानिक विषयों में इस्तेमाल की जानेवाली विविध संज्ञाओं के हिंदी में बराबर के शब्दों का ज्ञान प्रदान करना चाहिए। सन्दर्भ हेतु साहित्य की हिंदी में विपुल मात्रा में उपलब्धता न होने की वजह से संकल्पनात्मक ज्ञान अंग्रेज़ी भाषा में ही प्राप्त होता है। इस कारण उच्च-स्तर पर जाकर उस ज्ञान को हिंदी में रूपांतरित करने में विशेष बाधा उत्पन्न होती है। हिंदी में वैज्ञानिक और तकनीकी शब्दवालियों की पहुँच बढ़ाकर विज्ञान प्रवाह के विद्यार्थिओं और तकनीकी क्षेत्र के अभिभावकों को बहुत फ़ायदा पहुँचाया जा सकता है। इन शब्दावलियों की संगणकीय आवृतियों का प्रचार एवं प्रसार बढ़ाना आवश्यक है। प्रयोजनमूलक हिंदी के उपयोग से सभी विधाओं को सार्थक अभिव्यक्ति प्राप्त होती है।

सूचना प्रौद्योगिकी के बदलते परिवेश में हिंदी भाषा ने अपना स्थान प्राप्त कर लिया है। हिंदी की उपादेयता पर अब कोई भी शंका नहीं रही। सूचना प्रौद्योगिकी विभाग ने हिंदी के लिए विभिन्न प्रकार के सॉफ्टवेयर विकसित किए हैं। "मंत्र-राजभाषा" एक मशीन साधित टूल है जो विशिष्ट विषय क्षेत्र के अंग्रेज़ी पाठ का हिंदी में अनुवाद करता है [3]। इंटरनेट के क्षेत्र में भी हिंदी किसी भी मायने में अंग्रेज़ी से पीछे नहीं है। यूनिकोड एनकोडिंग के उपयोग से हिंदी में फाईलें तैयार की

जा सकती हैं। प्रत्येक संगणक पर हिंदी को मानक भाषा एनकोडिंग में प्रयोग के लिए सक्रिय करने के प्रयास किए जा रहे हैं। मानकीकृत व्यवस्था में संगणक की अपार क्षमता का इष्टतम उपयोग संभव है। इसलिए भाषा के विविध अंगों और संगणक प्रणाली को मानकीकृत करने की प्रक्रिया पर ध्यान देना जरुरी है। ऐसा करने से ही हिंदी तकनीकी दृष्टि से तैयार होगी और अंतत: हिंदी भाषा के विकास को गति प्राप्त होगी। हिंदी सामग्री के संगणक पर टंकण हेतु विविध टूल प्राप्त हैं जिनमें गूगल हिंदी इनपुट प्रमुख है। यह एक आभासी कुंजी-पटल (वर्चुअल की-बोर्ड) है जिससे उपयोक्ता अपनी स्थानीय भाषा में टंकण कर सकता है। इंटरनेट पर हिंदी लिखने हेतु विभिन्न साधन उपलब्ध हैं जिनमें ऑनलाइन एवं ऑफलाइन साधन समाविष्ट हैं। इनमें फॉण्ट परिवर्तक, लिपि परिवर्तक, निर्देशिकाएं और शब्दकोश शामिल हैं। हिंदी अन्तरापृष्ठ (इंटरफेस) के साथ उपलब्ध कुछ लोकप्रिय सोफ्टवेयर निम्नलिखित हैं [4]:

1) आई++ ब्राउज़र (हिंदी एक्सप्लोरर): अंग्रेजी जाल पृष्ठ पर मौजूद शब्द पर क्लिक करते ही हिन्दी अनुवाद सुविधा युक्त मात्र एक अनूठा सॉफ़्ट्वेयर
2) भारत आपरेटिंग सिस्टेम्स सालुशन (बॉस)
3) भारतीय ओपेन आफिस
4) हिंदी सरल मशीन मंच इत्यादि।

5. अंतरिक्ष प्रक्षेत्र में हिंदी भाषा में वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन

वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन हेतु अंतरिक्ष विभाग की भौतिक अनुसंधान प्रयोगशाला एवं अन्य केन्द्रों के वैज्ञानिक/अभियंताओं के सहयोग से और वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग के विशेषज्ञों के साथ मिलकर अंतरिक्ष विज्ञान शब्दावली को वर्ष 2008 में अद्यतन किया गया और इसे इलेक्ट्रोनिक रूप में भी प्रकशित किया गया। इस प्रयोग से हिंदी में अंतरिक्ष-संबंधित तकनीकी लेखन कार्य को काफ़ी वेग प्राप्त हुआ। विभाग के सभी केन्द्रों की इंट्रानेट में प्राप्त वेबसाइटों पर पर्याप्त मात्रा में प्रासंगिक हिंदी सामग्री उपलब्ध है, जैसे कि, ऑनलाइन हिंदी एडिटर, हिंदी शब्दकोश, तकनीकी शब्दावली इत्यादि। प्रत्येक केंद्र में तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन वार्षिक रूप से किया जाता है। इन आयोजनों से कर्मियों को अपने वैज्ञानिक और तकनीकी कार्य हिंदी में अभिव्यक्त करने का अवसर प्राप्त होता है। इसी उपलक्ष्य में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र द्वारा विविध क्षेत्रों में मौलिक पुस्तक लेखन की योजना भी कार्यान्वित की गई, जिसके अंतर्गत वर्ष 2013-14 के दौरान लगभग 7 पुस्तकों का लेखन एवं प्रकाशन किया गया। साझा प्रयासों से वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन को सही दिशा प्राप्त होती है और हिंदी कार्यान्वयन में एक कदम आगे बढ़ने का सुअवसर प्राप्त होता है।

6. उपसंहार

हिंदी के लगभग एक हज़ार वर्ष के इतिहास में सभी विधाओं में नि:संदेह विपुल समृद्ध और सक्षम साहित्य की रचना हुई है। देश की सामाजिक संस्कृति की सबल संवाहिका के रूप में आरंभ से ही हिंदी प्रेम, सौहार्द और राष्ट्रीय एकता की प्रतीक रही है। इसे साहित्य ही नहीं, ज्ञान-विज्ञान और प्रौद्योगिकी तथा सूचना आदि के क्षेत्र में एक सक्षम और समृद्ध माध्यम के रूप में अपने दायित्वों का निर्वाह करना है। इस दिशा में हिंदी आगे बढ़ रही है। हिंदी में ज्ञान-विज्ञान का विपुल साहित्य उपलब्ध है जिसके आधार पर इसे उच्च शिक्षा संस्थानों, प्रशिक्षण संस्थानों और विश्वविद्यालयों में पठन-पाठन और शोध का माध्यम बनाया जाना राष्ट्र की अनिवार्य आवश्यकता है। आज हिंदी में कार्य करने के लिए संगणक पर प्राय: सभी सुविधाएं उपलब्ध हैं। यदि बड़े पैमाने पर विज्ञान के लोकप्रियकरण का कार्य करना है तो इसका ज़रिया हिंदी से ही होगा। वैज्ञानिक विचारधारा ऊपर से नीचे की ओर बहने वाली है। उच्च-स्तरीय ज्ञान का सहजीकरण करके ही लोकप्रिय साहित्य का सृजन हो सकता है। विज्ञान और तकनीकी क्षेत्रों की क्षितिज अब अत्यंत व्यापक हो गई हैं। इसलिए यह अत्यंत आवश्यक हो गया है कि हिंदी में इन विषयों का लेखन बढ़े और उत्कृष्ट एवं प्रामाणिक विज्ञान-साहित्य जनसाधारण को सुलभ हो सके।

संदर्भ:-

1. बलराज सिंह सिरोही, "संघीय राजभाषा के संदर्भ में पारिभाषिक वैज्ञानिक शब्दावली के निर्माण की समस्याएं", वाणी प्रकाशन।
2. परमानंद पांचाल, "हिंदी – भाषा, राजभाषा और लिपि", हिंदी बुक सेंटर।
3. दिलीपकुमार पाण्डेय, "राजभाषा हिंदी – अनुवाद एवं तकनीकी समावेश की सार्थकता", राजभाषा भारती, वर्ष:33, अंक: 130, जुलाई-सितम्बर 2010
4. इंटरनेट स्रोत, विकिपीडिया: इंटरनेट पर हिंदी के साधन

धन्यवाद

श्री शांतनु चौधरी, उपनिदेशक, संकेत और प्रतिबिंब प्रक्रमण क्षेत्र, डॉ. आर. रामकृष्णन, समूह निदेशक, डाटा उत्पाद सॉफ्टवेयर समूह और श्री कीर्ति पडीआ, प्रधान, अभिवर्धित प्रतिबिम्ब प्रक्रमण प्रभाग का मैं आभारी हूँ, जिन्होंने हमेशा हिंदी लेखन के लिए मेरा उत्साह-वर्धन किया। हिंदी तथा अन्य कार्यकलापों में सदैव सहयोग देने के लिये मेरे प्रभाग के सहकर्मियों का धन्यवाद। केंद्र के हिन्दी अनुभाग का आभार, जिनका निरंतर सहकार हिंदी कार्यान्वयन हेतु प्राप्त होता रहा है। राजभाषा संगोष्ठी में लेख लिखने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति को हार्दिक धन्यवाद।

हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन एवं राजभाषा का स्वरूप

दिनेश कुमार अग्रवाल, ईएफपीडी
एवं जी.एल. त्रिवेदी, हिंदी अनुभाग
सैक

सारांश : इस लेख में लेखक ने विज्ञान एवं तकनीकी लेखन में हिंदी की महत्ता के बारे में वर्णन किया है। सूचना एवं तकनीक के इस युग में विश्व की इस प्रमुख भाषा में आज इंटरनेट पर भी अपार सामग्री उपलब्ध है और दिन प्रतिदिन इसमें बढोतरी हो रही है। लेख में विभिन्न वेबसाईटों की जानकारी, विभिन्न टूल एवं फॉन्ट संबंधित जानकारी, राजभाषा के स्वरूप में आए बदलाव पर भी प्रकाश डाला गया है। पहले तकनीकी लेख ज्यादातर अंग्रेज़ी में ही लिखे जाते थे जिससे उन लेखों की ग्रामीण क्षेत्रों तक पहुँच नहीं हो पाती थी पर अब हिंदी में तकनीकी लेखन के विस्तार से राजभाषा का दायरा विस्तृत हो चला है।

1.0 प्रस्तावना

वर्तमान युग विज्ञान का है, तेजी से बदलते तकनीकी दौर में शिक्षा महत्वपूर्ण है। विज्ञान, कर्मबद्ध ज्ञान का ही नाम है। यह वैज्ञानिक तथ्य है कि बच्चा अपनी मातृभाषा में सर्वाधिक एवं सबसे ज्यादा एवं जल्दी सीखता है। हिन्दी का इतिहास गौरवमय रहा है। हिन्दी का साहित्य भी समृद्ध है। हिन्दी जैसी बोली जाती है वैसी ही लिखी जाती है। भाषा का व्याकरण भी स्पष्ट एवं समृद्ध है। आज विश्व में 90 करोड़ से ज्यादा लोग हिन्दी को जानते है एवं हमारे देश में सबसे बड़ी संख्या, करीबन 75 करोड़ से ज्यादा लोग, संपर्क भाषा के रूप में प्रयोग में लाते हैं। देश में सर्वाधिक लोगो द्वारा बोले एवं समझे जाने के कारण हिन्दी को राजभाषा का दर्जा दिया गया हैI

कुछ वर्षों से विज्ञान और प्रौद्योगिकी संबंधी जानकारियों व स्वधारणाओं को जनसामान्य की भाषा में प्रस्तुत करने की मांग बहुत बढ़ गई हैI सूचना प्रौद्योगिकी के व्यापक प्रसार को देखते हुए विभिन्न जनसंचार माध्यमों से हिन्दी विश्व prodkprodproprpके कोने-कोने तक पहुँच रही हैI आज हिन्दी माध्यम में करोड़ों बच्चों को शिक्षा दी जा रही है एवं विज्ञान जैसे जटिल विषय को भी हिंदी जैसी सरल भाषा में समझाने से विज्ञान का प्रचार – प्रसार संभव हो पाया है। आज तकनीकी क्षेत्र में किसी भी तकनीकी से कारीगर की चर्चा हिन्दी में ही होती है। जटिल समस्याओं को सुलझाने में, विचार – विमर्श में, हिन्दी भाषा का महत्वपूर्व योगदान है। हिंदी में अब अधिक तेजी से लेखन कार्य किया जा रहा है। हिंदी में लिखे जाने वाले विज्ञान साहित्य को मुख्यतः दो भागो में विभाजित किया जा सकता है : विशुद्ध विज्ञान साहित्य और विज्ञान परक साहित्य। विशुद्ध विज्ञान साहित्य में विज्ञान को ज्यों का त्यों हिंदी में प्रस्तुत किया जाता हैं परन्तु विज्ञान परक साहित्य में विज्ञान के विभिन्न विषयों पर मौलिक लेखन किया जाता हैं। विशुद्ध विज्ञान साहित्य के लिए प्रयुक्त विज्ञान शब्दावली, आवश्यकता के अनुसार तैयार किये जाने के कारण सामान्यजन इसके शब्दों को आसानी से आत्मसात नहीं कर पाते है अधिकांशतः यह अंग्रेजी से हिंदी का शब्दशः अनुवाद होता है, वहीं दूसरी ओर विज्ञान परक साहित्य में पहले विज्ञान की समझ विकसित करनी पड़ती है फिर आम जनता के लिए लेख लिखे जाते है। तकनीकी लेखकों की सुविधा के लिए वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग ने विभिन्न वैज्ञानिक विषयों पर शब्दावलियों का निर्माण किया है एवं समय - समय पर उसका विस्तार किया जाता हैं।

2.0 तकनीकी ब्लाग्स और वेबसाइट्स

वर्तमान समय में हमारे लिए बहुत सारा तकनीकी ज्ञान और तकनीकी खज़ाना उपलब्ध है जिससे हमारे तकनीकी मसले चुटकियों में हल होते है। हिंदी में तकनीकी ब्लाग्स और वेबसाइट्स की इंटरनेट पर को ई कमी नही है। यहाँ हमें तरह तरह की जानकारियां मिलती है और तरह तरह के कंप्यूटर की समस्याओं के हल भी मिलते है। आइये आज उन ब्लोग्स और वेबसाइट्स के बारे में जानें जहाँ पर जानकारियों के खजाने हैं. निम्नलिखित तालिका से यह सुनिश्चित हो जाता है कि हिंदी में वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन की कमी नहीं है और लेखन हेतु विभिन्न संसाधन उपलब्ध है।

2.1 विभिन्न तकनीकी वेबसाइट्स एवं ब्लाग्स की तालिका:

क्रमांक	वैबसाइट / ब्लाग का नाम (Website / WebsiteBlog Name)	वैबसाइट / ब्लाग का पता (Website /Blog URL)
1	Tech Prévue · तकनीक दृष्टा	http://techprevue.blogspot.in
2	हिंदी 2 टेक (2 ब्लॉग)	http://www.hindi2tech.com

क्रमांक	वैबसाइट / ब्लाग का नाम (Website / WebsiteBlog Name)	वैबसाइट / ब्लाग का पता (Website /Blog URL)
3	इलेक्ट्रॉनिकी आपके लिये – कम्प्यूटर, विज्ञान एवं नई तकनीक जैसे विषयों पर प्रकाशित होने वाली इसी नाम की पत्रिका का जाल संस्करण।	http://www.electroniki.com/
4	जिज्ञासा	http://pramathesh.blogspot.in
5	अन्तरिक्ष यात्रा,अन्तरिक्ष यात्रा से सम्बन्धित जानकारी। भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन इसमें भारतीय अन्तरिक्ष कार्यक्रम की झलक मिलती हैं.	http://library.thinkquest.org/03oct/02144/hindi/firstpage.htm www.isro.gov.in
6	विज्ञान प्रसार - भारत सरकार द्वारा विज्ञान के फैलाव के लिए बनाई गई वेबसाइट। यहाँ पर विज्ञान सम्बन्धी टीवी व रेडियो कार्यक्रमों का भी जिक्र है।	http://www.vigyanprasar.gov.in/indexhindi.asp
7	विज्ञान विश्व - एक हिन्दी चिट्ठा जो विज्ञान की नवीनतम् जानकारी देने के उद्देश्य से बनाया गया है।	http://vigyan.wordpress.com/
8	ज्ञान दर्पण	http://www.gyandarpan.com
9	केन्द्रीय समुद्री मत्स्यिकी अनुसन्धान संस्थान - कोच्ची स्थित इस संस्थान का वार्षिक कार्यक्रम, वर्ष के दौरान प्रगति, योगदान।	http://www.cmfri.com/hindi/index.html
10	विज्ञान चिट्ठाजगत - विज्ञान संबंधित चिट्ठों की प्रविष्टियाँ। प्रविष्टियों में खोज करने की सुविधा भी उपलब्ध है।	http://vijyan.chitthajagat.in/
11	कम्प्यूटर दुनिया	http://www.hinditechguru.com
12	पर्यावरण डाइजेस्ट - सन् 1987 से निरंतर प्रकाशित, पर्यावरण पर राष्ट्रीय हिन्दी मासिक।	http://paryavaran-digest.blogspot.com/
13	भारत में विज्ञान कथा - हिंदी में विज्ञान कथाओं के अतीत और वर्तमान की चर्चा करने वाला चिट्ठा। यह द्विभाषीय है।	http://indiascifiarvind.blogspot.com/

क्रमांक	वैबसाइट / ब्लाग का नाम (Website / WebsiteBlog Name)	वैबसाइट / ब्लाग का पता (Website /Blog URL)
14	भारतीय कृषि अनुसन्धान परिषद् - कृषि से सम्बन्धित अनुसन्धान करने वाली स्वायत्त राष्ट्रीय संगठन का अधिकारिक पृष्ठ। राजकीय कृषि विश्वविद्यालय के बारे में जानकारी तथा सम्पर्क सूचना।	http://www.icar.org.in/hindi/welcomeh.htm

तालिका में कुछ के ही बारे में जानकारी दी है और इसके अतिरिक्त भी ढेरों वैबसाइट उपलब्ध हैं

1. **कंप्यूटर ज्ञान.**
2. **ई-पंडित**
3. **कंप्यूटर टिप्स एंड ट्रिक्स**
4. **मास्टर्स टेक टिप्स**
5 **यूनिक ब्लॉग**
6. **टिप्स हिंदी में**
7. **हिंदी 4 टेक**
8. **मनोज जैसवाल तकनीक ब्लॉग**
9. **हिंदी ब्लॉग टिप्स इत्यादि**

10 dict.hinkhoj.com/: यह वेब पर *हिन्दी* से अंग्रेजी या अंग्रेजी से *हिन्दी* डिक्शनरी है।

11 ***shabdkosh.raftaar.in/Hindi-English - Dictionary*** **हिंदी-अंग्रेजी-शब्दकोश**

रफ़्तार **हिंदी शब्दकोश-अंग्रेजी-(डिक्शनरी** (रफ़्तार शब्दकोष एक मुफ़्त ऑनलाइन अंग्रेजी हिन्दी शब्दकोष है। जिसमे हम अंग्रेजी शब्दों के हिंदी मायने और हिंदी शब्दों का अंग्रेजी में मतलब ढूँढ सकते हैं। इसे इस्तेमाल करने का तरीका एकदम आसान है। पहले भाषा चुनिए और फिर ऊपर बने सर्च बार में अपना शब्द टाइप कीजिये.नतीजा सामने होगा .सर्च का बटन दबाइए .

3.0 राजभाषा का स्वरूप

भारतीय संविधान की आठवीं अनुसूची में 22 भाषाओं को मान्यता दी गई हैI सविंधान में प्रावधानों के तहत भाग 17 अनुच्छेद 343 के अंतर्गत, भारत संघ की राजभाषा के रूप में हिंदी को मान्यता प्राप्त है इसे जनवरी 1965 से लागू किया गया इसके पश्चात ही हिंदी का प्रयोग एवं विस्तार सरकारी कार्यक्रम के माध्यम से हुआ. राज्य अपनी संबधित भाषा को राजकीय भाषा के रूप में उपयोग कर सकते हैंI हमारे देश में करीबन 1760 भाषाएं एवं बोलियाँ बोली जाती हैं परन्तु हिन्दी जानने वालो की संख्या सर्वाधिक है। किसी से भी प्रथमदृष्टया संपर्क या चर्चा हेतु संवाद भाषा हिन्दी ही होता है। कुल मिलाकर भारत में 58 भाषाओं में स्कूलों में पढ़ाई की जाती है। आज संघ सरकार की राजभाषा हिन्दी ही है, जिससे शिक्षा के प्रचार – प्रसार एवं हिन्दी की सहजता, सरलता के कारण व्यापकता बढ़ी है। हिंदी भाषा में अंकों का रूप भारतीय अंकों का अन्तर्राष्ट्रीय रूप प्रयुक्त होता है।

3.1 राजभाषा क्या है

राजभाषा,सरकारी काम–काज चलाने की आवश्यकता होती है। राजभाषा का शाब्दिक अर्थ है— राज–काज की भाषा। जो भाषा देश के राजकीय कार्यों के लिए प्रयुक्त होती है, वह 'राजभाषा' कहलाती हैं राजाओं–नवाबों के ज़माने में इसे 'दरबारी भाषा' कहा जाता था।

1. भारत में भी राष्ट्रभाषा हिंदी को राजभाषा का दर्जा प्राप्त हुआ। राजभाषा एक संवैधानिक शब्द है। हिंदी को 14 सितंबर 1949 ई. को संवैधानिक रूप से राजभाषा घोषित किया गया। इसीलिए प्रत्येक वर्ष 14 सितंबर को 'हिंदी दिवस' के रूप में मनाया जाता है।

2. राजभाषा देश को अपने प्रशासनिक लक्ष्यों के द्वारा राजनीतिक–आर्थिक इकाई में जोड़ने का काम करती है अर्थात् राजभाषा का प्रमुख कार्य राजनीतिक प्रशासनिक एकता क़ायम करना है। राजभाषा कोई भी भाषा हो सकती है, स्वभाषा या परभाषा। जैसे, मुग़ल शासक अकबर के समय से लेकर मैकाले के काल तक फ़ारसी, राजभाषा तथा मैकाले के काल से लेकर स्वतंत्रता प्राप्ति तक अंग्रेज़ी, राजभाषा थी जो कि विदेशी भाषा थी। जबकि स्वतंत्रता प्राप्ति के बाद हिंदी को राजभाषा का दर्जा दिया गया जो कि स्वभाषा है।

3. राजभाषा का प्रयोग क्षेत्र सीमित होता है, यथा—वर्तमान समय में भारत सरकार के कार्यालयों एवं कुछ राज्यों- हिंदी क्षेत्र के राज्यों में राज–काज हिंदी में होता है। अन्य राज्य सरकारें अपनी–अपनी भाषा में कार्य करती हैं, हिंदी में नहीं;

महाराष्ट्र मराठी में, पंजाब पंजाबी में, गुजरात गुजराती में आदि।

4. 4. राजभाषा का एक निश्चित मानक स्वरूप होता है, जिसके साथ छेड़छाड़ या प्रयोग नहीं किया जा सकता।

3.2 देवनागरी लिपि

यह लिपि बायीं ओर से दायीं ओर लिखी जाती है। भाषा विज्ञान की शब्दावली में यह 'अक्षरात्मक' लिपि कहलाती है। यह विश्व में प्रचलित सभी लिपियों की अपेक्षा अधिक पूर्णतर है। इसके लिखित और उच्चरित रूप में कोई अंतर नहीं पड़ता है। प्रत्येक ध्वनि संकेत यथावत् लिखा जाता है। **इसमें कुल 52 अक्षर हैं, जिसमें 14 स्वर और 38 व्यंजन हैं।** अक्षरों की क्रम व्यवस्था (विन्यास) भी बहुत ही वैज्ञानिक है। स्वर-व्यंजन, कोमल-कठोर, अल्पप्राण-महाप्राण, अनुनासिक-अन्तस्थ-ऊष्म इत्यादि वर्गीकरण भी वैज्ञानिक हैं। केन्द्रीय हिन्दी निदेशालय ने लिपि के मानकीकरण पर अधिक ध्यान दिया और देवनागरी लिपि तथा 'हिन्दी वर्तनी का मानकीकरण' (1983 ई.) का प्रकाशन किया।

3.3 राजभाषा की सहजता:

हिन्दी हमारी संस्कृति है, सदियों से प्रयुक्त संस्कृत से उत्पन्न हुई है एवं समस्त भारतीय भाषाओं से निकटता एवं घनिष्टता है। आज सभी प्रकार का साहित्य हिन्दी भाषा में आसानी से उचित मूल्य पर सभी जगह उपलब्ध है। कोई भी भाषा केवल शब्दकोष नहीं होती है, हिन्दी में विश्व कि अनेक भाषाओं से हजारों शब्दों को आत्मसात किया है और यह प्रक्रिया जारी है,जिससे " ऋग्वेद " का कथन कि " ज्ञान सभी ओर से आएं " को सार्थक कर भाषा समृद्ध होकर शिक्षा में महत्वपूर्व भूमिका प्रदान कर रही है। आज इंटरनेट पर भी लिपि, फोंट, सामग्री इत्यादी का कोई प्रश्न नहीं है। ढेरों वेबसाईटो पर उम्दा श्रेणी की वैज्ञानिक अनुसंधान सामग्री उपलब्ध है। आज उच्च गुणवत्ता के हिन्दी माध्यम शालाओं की संख्या एवं छात्रों की संख्या में दिन – प्रतिदिन बढ़ोतरी हो रही है।

अन्य क्षेत्रीय भाषाओं के संपर्क में आकर, उनसे बहुत कुछ ग्रहण करके और हिन्दीतर भाषियों द्वारा प्रयुक्त होते-होते उसका यथासमय एक सर्वसम्मत अखिल भारतीय रूप विकसित होगा-ऐसी आशा है। यद्यपि यह सही है कि एक विस्तृत भू-खंड में और बहुभाषी समाज के बीच व्यवहृत किसी भी विकासशील भाषा के उच्चारणगत गठन में अनेकरुपता मिलना स्वाभाविक है, उसे व्याकरण के कठोर नियमों में जकड़ा नहीं जा सकता; उसके प्रयोगकर्ताओं को किसी ऐसे शब्द को, जिसके दो या अधिक समानांतर रूप प्रचलित हो चुके हों, एक विशेष रूप में प्रयुक्त करने के लिए बाध्य नहीं किया जा सकता; ऐसे शब्दारुपों के बारे में किसी विशेषज्ञ समिति द्वारा निर्णय दे देने के बाद भी उनकी ग्राह्यता-अग्राह्यता के विषय में मतभेद बना ही रहता है; फिर भी प्रथमत: कम-से-कम लेखन, टंकण और मुद्रण के क्षेत्र में तो हिन्दी भाषा में एकरूपता और मानकीकरण की तत्काल आवश्यकता है। हिन्दी वर्णमाला के मानकीकरण में और हिन्दी वर्तनी के एकरुपता विषयक नियम निर्धारित करते समय इन सब तथ्यों को ध्यान में रखा गया है और इसीलिए, जहाँ तक बन पड़ा है, काफ़ी हद तक उदारतापूर्ण नीति अपनाई गई है।

हिन्दी भाषा की सहजता, सरलता के कारण इसे बच्चे आसानी से सीख जाते है। विश्व के अधिकाश देशों में हिन्दी भाषा के जानकार उपलब्ध है। आज विज्ञान के जटिल सिद्धांतों की व्याख्या हिन्दी भाषा में सभी को आसानी से समज में आती हैं। हिन्दी चल-चित्रों गानों से सामान्य मानस का मन प्रफुल्लित हो जाता है। आज हिन्दी भाषा का योगदान हमारे देश की वेज्ञानिक धरोहर बढ़ाने में बहुमूल्य है। आज सामान्य जन तक हिन्दी भाषा में तकनीक का प्रसार आसानी से हो जाता है, इससे लोगो में विज्ञान के प्रति रूचि एवं तकनीकों को सिखने की लो जल पड़ती है। आज विश्व के कोने – कोने में हिन्दी भाषा में शिक्षा ग्रहण करने वाले विद्यार्थी है। भाषा, अभिव्यक्ति का माध्यम होती है ओर स्पष्ट अभिव्यक्ति से शिक्षा आसानी से ग्रहण की जा सकती है। भारत की समृध्ध संस्कृति एवं गौरवमय इतिहास से जन्मी हिन्दी भाषा का उदय विशाल है। विश्व को ज्ञान से ओत – प्रोत करने में महत्वपूर्व भूमिका रही है। आज सभी चेनलो पर घर बैठे ही हिन्दी में आसानी से शिक्षा प्राप्त ही जा सकती है। विश्व के सबसे बड़े लोकतंत्र देश में देश के एकीकरण में " हिन्दी " का महत्वपूर्ण योगदान रहा है। आज दूरदराज – गाँवों में भी हिन्दी भाषा के द्वारा ही शिक्षा एवं विज्ञान का प्रसार हो रहा है।

देश की सामाजिक संस्कृति, विभिन्न बोलियों, परिवेश बदलाव, खान – पान की विभिन्नता के बावजूद हिन्दी सभी के मान एवं जगहों पर अपनी अमिट छवि रखती है निश्चल प्रवाह के रूप में आगे बढ़ रही है जहाँ उसे सभी का स्नेह मिल रहा है और विश्वभाषा के रूप में अग्रसर हो रही है। कुछ माह पूर्व ही दक्षिण-अफ्रीका के जोहानसबर्ग शहर में नौवां विश्व हिंदी सम्मलेन आयोजित हुआ था जिसमे विश्व के कोने-कोने से तकनीकी एवं शिक्षाविद शामिल हुए थे। यह दशार्ता है कि किस तेजी से विज्ञान एवं शिक्षा में हिंदी का योगदान बढ़ रहा है।

4.0 उपसंहार : भाषा ही अस्मिता और स्वाभिमान और अस्मिता की चाहत होती हैI भाषा से ही विचारों, संस्कृति और सभ्यता का विकास होता हैI हिन्दी बहुत उत्कृष्ट भाषा है जिसकी वर्ण माला, शब्द संपदा व ग्राह्य शक्ति बहुत सरल हैI इसमें विस्तरण की असीम संभावना हैI जिसके कारण हिन्दी ने उदार हृदय से अन्य भाषाओं के प्रचलित शब्द भी अपने में समाहित कर लिए हैI मगर हम हिन्दी में निष्ठा से मौलिक एवं सरकारी कार्य करे तो निसंदेह यह विश्व की द्विगुणी भाषाओं में सर्वोच्च स्थान पर होगीI देश के अधिकांश राज्यों में विविध रूप से बोली जाने वाली हिन्दी ही एक मात्र भाषा हैI जो पूरे देश को एक सूत्र में बांधने का कार्य कर सकती हैI हिन्दी अंतर-राष्ट्रीय स्तर पर भी, हमारी सभी भाषाओं का प्रतिनिधित्व कर सकती हैI अगर हम संयुक्त राष्ट्र में हिन्दी भाषा को प्रतिस्थापित कर पातें है तो दुनिया के करीब आधा दर्जन देश जेसे मॉरीसस, फिजी, त्रिनिदाद, सुरीनाम, गुयाना इत्यादि भी प्रतिस्थापित होंगे क्योंकि इन देशों में हिन्दी भाषियों की जनसंख्या बहुत हैI आज 'हिंदी' भारत का गौरव है। हिंदी भाषा का शिक्षा एवं विज्ञान में विशिष्ट योगदान है। भाषा के बिना देश गूंगा व बहरा होता है। आज विश्व की सेवा के लिए हिंदी का प्रचार-प्रसार अत्यावश्यक है, आज हिंदी भाषा में विश्व की समस्त भाषाओं की पुस्तकों का इत्यादि का अनुवाद होना चाहिए। समस्त विश्व में जनकल्याण हेतु आपसी मतभेद हटाकर भाषा को और समृद्ध बनाने की आवश्यकता है। किसी भी भाषा के उन्नति के लिए आवश्यक है कि ज्ञान, विज्ञान, साहित्य समृद्ध होती रहे और तेजी से प्रचार-प्रसार हो। आज हम हिंदी में आसानी से तकनीकी लेख लिख रहें है। वह दिन दूर नहीं जिस दिन विश्व की भाषा अपनी हिंदी होगी।

5.0 संदर्भ: इंटरनेट की वेबसाइटें:

www.google.co.in

http://hi.bharatdiscovery.org/india/

हिंदी किताब: राजभाषा हिंदी 2020

. आभार सैक का आभारी है। लेखक ,लेखक इस लेख को लिखने एवं प्रेरणा देने के लिए निदेशक : समूह प्रधान ईएफ़एमजी, उपनिदेशक ईसा एवं श्रीमती प्रीति अग्रवाल का आभारी हैं। लेखक इस लेख को प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु तकनीकी संगोष्ठी आयोजन समिति सैक और डेकू का आभार व्यक्त करता है। लेखक इस लेख में सहयोग के लिए हिंदी कक्ष का भी आभारी है।

***

हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन एवं राजभाषा का स्वरूप

कमलेश कुमार बराया
संरचनात्मक एवं तापीय विश्लेषण प्रभाग
अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद
दूरभाष: 079-26914425 ई-मेल: kkbaraya@sac.isro.gov.in

भाषा केवल संप्रेषण का ही माध्यम नहीं होती है, किसी देश या प्रदेश की संस्कृति तथा संस्कार वहां की भाषा के साथ जुड़े होते हैं। भाषा का लोप होने के साथ-साथ वहां की संस्कृति का भी लोप होना शुरू हो जाता है। लेकिन विज्ञान और तकनीक की समझ किसी विशेष भाषा पर निर्भर नहीं होती है। विश्व के कई देशों जैसे चीन, जापान, जर्मनी ने अपनी-अपनी मातृभाषाओं के द्वारा विज्ञान और तकनीकी के क्षेत्र में उल्लेखनीय प्रगति की है। विश्व के प्रसिद्ध विद्वानों का भी यह मत रहा है कि विज्ञान एवं तकनीक को हम हमारी मातृभाषा में अधिक सरलता से समझ सकते हैं। हमारे देश में हमनें विज्ञान एवं तकनीकी क्षेत्र को अंग्रेजी भाषा से जोड़ रखा है। हम अंग्रेजी में प्रस्तुत विज्ञान एवं तकनीकी लेखन सामग्री को स्तरीय मान बैठते हैं। इसके विपरीत हिंदी में प्रस्तुत तकनीकी लेखन सामग्री को इतना निम्न स्तरीय मान लेते हैं कि अगर हिंदी में तकनीकी लेखन सामग्री उपलब्ध भी है तो उसे पढ़ने लायक भी नहीं समझते हैं। हिंदी के प्रसार के लिए हमें हमारी इस मानसिकता में परिवर्तन लाना होगा।

हमारी ऐसी भी सोच हो गई है कि विज्ञान एवं तकनीकी विषयों की शिक्षा एवं अनुसंधान का कार्य हिंदी में अंग्रेजी की तुलना में बहुत कठिन होता है। हम अंग्रेजी में प्रस्तुत अध्ययन सामग्री को ही विश्वसनीय एवं स्तरीय मानते हैं। हिंदी में उपलब्ध अध्ययन सामग्री की हम विश्वसनीयता पर ही संदेह की दृष्टि से देखते हैं। लेकिन हमें यह गहराई से समझना चाहिए कि भाषा केवल विज्ञान एवं तकनीकी ज्ञान के संप्रेषण का माध्यम मात्र है। विज्ञान एवं तकनीकी ज्ञान का स्तर, विश्वसनीयता एवं विषय-वस्तु भाषा विशेष पर निर्भर नहीं करता है।

आधुनिकता की अंधी दौड़ में हमने धन कमाना ही जीवन का उद्देश्य मान लिया है। इस अंधी दौड़ में हमने वह विदेशी भाषा चुन ली है जिसके माध्यम से अधिक से अधिक धन आसानी से कमाया जा सके। हमें यह नहीं भूलना चाहिए कि जीवन में धन कमाना आवश्यक है लेकिन हमारे लिए एवं हमारी आने वाली पीढ़ी के लिए उससे भी अधिक आवश्यक है हमारी संस्कृति एवं संस्कारों का पोषण। किसी भी देश या प्रदेश की संस्कृति एवं संस्कारों का वहां की भाषा के साथ प्रगाढ़ संबंध होता है। अगर हम चाहते है कि हमारी भावी पीढ़ी अपनी संस्कृति का अनुसरण करें एवं संस्कारों से जुड़े रहें तो हमें उनके जीवन को हमारी भाषा और साहित्य के साथ जोड़ना होगा।

हिंदी हमारे देश में आमजन की भाषा है। हमारे देश की जनसंख्या के एक बड़े भाग की संपर्क भाषा भी हिंदी ही है। इसलिए हिंदी हमारे देश के विभिन्न प्रदेशों की संस्कृतियों, भाषाओं, परम्पराओं एवं संप्रदायों के मध्य एक सेतु का कार्य करती है। इन्हीं बातों को ध्यान में रखते हुए हमारे संविधान निर्माताओं ने हिंदी को हमारे देश की राजभाषा के रूप में मान्यता दी है। इसलिए हमें सभी कार्यालयीन कार्य, तकनीकी एवं गैर तकनीकी, हिंदी में ही करने का प्रयास करना चाहिए। यह हमारा संवैधानिक एवं सामाजिक उत्तरदायित्व है कि हम हिंदी को दोयम दर्जे की भाषा से उपर उठाकर इसे शीर्ष स्तर तक ले जाएं।

राजभाषा के प्रचार के लिए हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन अत्यंत आवश्यक है। वैज्ञानिक तकनीकी लेखन का संबंध सामान्य शिक्षा, तकनीकी शिक्षा, अनुसंधान एवं विकास, संचार, उद्योगों तथा व्यवसाय से जुड़ा होता है। विज्ञान एवं तकनीक के क्षेत्र में राजभाषा के प्रसार के लिए यह आवश्यक है कि हिंदी में उत्कृष्ट स्तर की वैज्ञानिक एवं तकनीकी अध्ययन सामग्री सरलता से सभी को उपलब्ध होनी चाहिए। हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन का उद्देश्य भी यही हैं कि विज्ञान एवं तकनीक के क्षेत्र में भी देश के नागरिक हिंदी में कार्य करें एवं इसके लिए नागरिकों को हिंदी में उत्कृष्ट स्तर की अध्ययन सामग्री उपलब्ध हो सके।

हिंदी में तकनीकी लेखन के कार्य में कई बड़ी चुनौतियां है। एक चुनौती तो यह है कि हिंदी में स्तरीय तकनीकी लेखन सामग्री की पर्याप्त मात्रा उपलब्ध नहीं है। हिंदी में तकनीकी लेखन की इस परिस्थिति के कई कारण है।

- उत्कृष्ट तकनीकी विशेषज्ञों की हिंदी में लिखने में रूची ही नहीं होती है। उत्कृष्ट तकनीकी विशेषज्ञ प्रायः अपने शोध पत्र अंतर्राष्ट्रीय पाठकों को ध्यान में रखकर लिखते हैं। हमारे देश में भी तकनीकी शिक्षा एवं व्यवसाय के क्षेत्र में आज भी अंग्रेजी भाषा की ही प्रधानता है।
- तकनीकी ज्ञान एवं शोध के प्रचार के लिए स्तरीय पत्रिकाएं एवं पुस्तकें उपलब्ध नहीं है।
- स्नातक एवं उच्च स्तर की विज्ञान एवं तकनीकी शिक्षा प्रायः अंग्रेजी माध्यम में ही होती है।
- हिंदी में तकनीकी लेखन सामग्री के लिए पाठक सीमित होते हैं। ऐसे पाठकों की बहुत कमी है जो हिंदी में तकनीकी लेखन को उतनी ही गम्भीरता से पढ़ते हैं जितनी गम्भीरता से वे अंग्रेजी में उपलब्ध तकनीकी लेखन सामग्री को पढते हैं।

हम यह भी देखते हैं कि जो व्यक्ति या लेखक अंग्रेजी में कठिन शब्दों का उपयोग करते हैं हम उन्हें सम्मान की दृष्टि से ही नहीं देखते हैं बल्कि हम उन्हें विद्वान भी मान बैठते हैं। जबकि अगर कोई व्यक्ति हिंदी में बोलने या लिखने के दौरान कठिन शब्दों

का उपयोग करता है तो हम उसके हिंदी के ज्ञान के प्रति कृतज्ञ होने या उससे सीखने के बजाय उसकी भाषा को क्लिष्ट बता कर आपत्ति उठाते हैं। हमारे देशवासियों का हिंदी के प्रति इस तरह का पक्षपात पूर्ण व्यवहार भी हिंदी के गिरते स्तर के लिए जिम्मेदार रहा है। हिंदी के प्रयोग में हम सरल एवं प्रचलित शब्दों की अपेक्षा करते हैं। सरकार ने हमारी इस कमजोरी को स्वीकार करते हुए सरकारी कामकाज में हमें सरल हिंदी एवं अंग्रेजी के प्रचलित शब्दों के उपयोग की भी छूट दे रखी है। लेकिन इसके बावजूद भी हम हिंदी में कार्य करने से कतराते हैं। हम अंग्रेजी के मुश्किल या नए शब्द सीखकर स्वयं को गौरान्वित महसूस करते हैं, अगर हिंदी को भी हम इसी सम्मान की दृष्टि से देखें तो हिंदी में भी क्लिष्ट एवं नए शब्द प्रयोग करना आसान हो सकता है।

तकनीकी लेखन के क्षेत्र में हिंदी की प्रतिद्वंदी भाषा अंग्रेजी है। इसका मुख्य कारण यह है कि आज भी हम विज्ञान एवं तकनीक के क्षेत्र में पश्चिमी एवं अन्य विकसित देशों से पीछे हैं तथा तकनीकी ज्ञान और शोध के अधिकतर क्षेत्रों में हम उनका अनुसरण कर रहे हैं। अगर हम तकनीकी शिक्षा, शोध एवं विकास के कार्यों में राजभाषा हिंदी का ही अधिकाधिक उपयोग करें तो इससे हिंदी के प्रचार एवं प्रसार में वृद्धि के साथ-साथ देश में तकनीकी शिक्षा, शोध एवं विकास का कार्य भी तेजी से प्रगति करेगा। क्योंकि तकनीकी लेखन सामग्री हिंदी में उपलब्ध होने से हमारी जनसंख्या का अधिकतर भाग उसका लाभ उठा सकता है। इससे शीघ्र ही हम एक ऐसी स्थिति में पहुंच सकते हैं जहां पर हमें अन्य देशों को अनुसरण करने की भी आवश्यकता नहीं रहेगी। चीन और जापान जैसे देशों ने अपनी भाषा में कार्य करते हुए विज्ञान एवं तकनीकी के क्षेत्र में शीर्ष स्तर तक पंहुच गए हैं। हम तकनीकी क्षेत्र में हमारी राजभाषा हिंदी में ही कार्य करने की प्रेरणा इन देशों ले ले सकते हैं।

आज हिंदी में तकनीकी लेखन के स्तर एवं मात्रा दोनों को बढ़ाने की बहुत अधिक आवश्यकता है। इसके लिए हमें तकनीकी लेखन को प्रोत्साहित करने के उपायों में तेजी से वृद्धि करने की आवश्यकता है। हिंदी में तकनीकी लेखन को बढ़ाने के कुछ निम्नलिखित उपाय हो सकते हैं।

- हिंदी में स्तरीय तकनीकी पुस्तकें तैयार कराने के लिए विशेष अभियान की आवश्यकता है।
- हिंदी में तकनीकी लेखकों को प्रोत्साहित करने के लिए बहुत आकर्षक योजनाएं शुरू करनी चाहिए।
- हिंदी में तकनीकी पुस्तकों की खरीद को प्रोत्साहित करने के लिए पुस्तक प्रकाशकों को सरकार की ओर से आर्थिक सहायता दी जानी चाहिए। हिंदी में तकनीकी सामग्री की कीमतें इतनी आकर्षक होनी चाहिए कि सभी नागरिक उन्हें आसानी से खरीद सकें।
- अंग्रेजी एवं अन्य भाषाओं में उपलब्ध स्तरीय तकनीकी पुस्तकों का हिंदी में अनुवाद के कार्य को भी विशेष रूप से प्रोत्साहित करना चाहिए तथा अनुवादित पुस्तकें भी आकर्षक कीमतों पर नागरिकों को उपलब्ध करवानी चाहिए।
- राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय स्तरों पर हिंदी में तकनीकी सम्मेलनों एव संगोष्ठीयों के आयोजनों को विशेष प्रोत्साहन दिया जाना चाहिए। ऐसे मंचों पर उच्च स्तर के तकनीकी लेख एवं शोध पत्रों के प्रस्तुतिकरण के लिए समुचित रूप से प्रोत्साहन प्रदान किए जाने चाहिए।
- हिंदी में स्तरीय तकनीकी पत्रिकाओं को समुचित प्रोत्साहन मिलना चाहिए।
- हिंदी माध्यम में तकनीकी शिक्षा के लिए प्रोत्साहन योजनाएं लागू की जा सकती है।

ऐसा नहीं है कि हमने राजभाषा हिंदी के प्रचार एवं प्रसार में कोई सफलता नहीं मिली है। हमारे देश की कई प्रतिष्ठित प्रतियोगी परीक्षाओं में अभ्यर्थियों को हिंदी माध्यम चुनने का विकल्प दिया जाता है। संघ लोक सेवा आयोग द्वारा ली जाने वाली सिविल सेवा परीक्षा एवं भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थानों द्वारा ली जाने वाली संयुक्त प्रवेश परीक्षा में हिंदी माध्यम में शिक्षा ग्रहण किए हुए कई छात्रों ने इन परीक्षाओं को भी हिंदी माध्यम से पास कर महत्वपूर्ण सफलताएं अर्जित की है। कई व्यवसायिक प्रतिष्ठित पाठ्यक्रम भी हिंदी माध्यम में संचालित किए जा रहे हैं। चार्टर्ड अकाउंटेन्सी जैसे प्रतिष्ठित पाठ्यक्रम को छात्र हिंदी माध्यम से सफलतापूर्वक कर रहे हैं तथा ये छात्र देश और दुनिया के प्रतिष्ठित संस्थानों में अपनी सेवाएं भी दक्षता से प्रदान कर रहें हैं। इसी तरह से इंस्टीट्यूशन ऑफ इंजीनियर्स से छात्र हिंदी माध्यम से अभियांत्रिकी में स्नातक पाठ्यक्रम पूरा कर रहें हैं।

राजभाषा हिंदी के कार्यान्वयन में सफलताओं से संतुष्ट हो कर बैठने के बजाय हमें इन सफलताओं से प्रेरणा लेकर हिंदी में तकनीकी लेखन एवं कार्यालयीन कार्य में हिंदी के कार्यान्वयन के लिए और अधिक परिश्रम, उत्साह एवं विश्वास के साथ जुट जाने की आवश्यकता है।

हिंदी में तकनीकी लेखन कई संस्थानों में मात्र राजभाषा के प्रति औपचारिकता निभाने के लिए किया जाता है। राजभाषा के प्रति हमें इस तरह का दृष्टिकोण रखना बहुत निराशापूर्ण है। इस तरह के दृष्टिकोण का मतलब यह है कि हम हमारे संवैधानिक एवं सामाजिक दायित्व को गंभीरता के साथ नहीं निभा रहे हैं। इससे हम सबके समय और संसाधनों की बर्बादी ही होती है। वास्तव में हिंदी में तकनीकी लेखन एवं कार्यान्वयन को मात्र औपचारिकता के रुप में देखने की मानसिकता हिंदी की वर्तमान दशा के लिए भी जिम्मेदार है।

हिंदी में तकनीकी लेखन का कार्य हमें पूर्ण गंभीरता एवं जिम्मेदारी के साथ करना चाहिए। यह एक अमूल्य संपत्ति है जो हम अपनी भावी पीढ़ीयों के लिए छोड़कर जा रहे हैं। हिंदी में तकनीकी लेखन के कार्य में योगदान कर हम तकनीकी ज्ञान का संप्रेषण तो कर ही रहे हैं साथ में भावी पीढ़ी को उनके

संस्कृति एवं संस्कारों के नजदीक भी लेकर जा रहे हैं। इसमें कोई संदेह नहीं है कि हिंदी में तकनीकी लेखन देश के विकास के लिए उपयोगी है, साथ में देश की एकता को भी इससे बल मिलता है। विभिन्न प्रदेशों एवं संस्कृति के लोग हिंदी में तकनीकी लेख या पुस्तकों का लाभ आसानी से उठाते हुए देश की प्रगति में योगदान दे सकते हैं।

हिंदी में तकनीकी लेखन का कार्य अब बहुत आसान हो गया है। मानव संसाधन एवं विकास मंत्रालय के अधीन वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग द्वारा विभिन्न तकनीकी विषयों पर हिंदी में मानक पारिभाषिक शब्दावलियों का निर्माण किया गया है। ये पारिभाषिक शब्दावलियां हिंदी में तकनीकी लेखन में बहुत मददगार सिद्ध होती है। सूचना प्रौद्योगिकी, कंप्यूटर एवं इंटरनेट इत्यादि के कारण भी हिंदी में तकनीकी लेखन सुविधाजनक हो गया है। सॉफ्टवेयरों में यूनिकोड प्रणाली के कारण कम्प्यूटरों पर हिंदी में टंकण का कार्य बहुत आसान हो गया है। गूगल के माध्यम से एक भाषा का दूसरी भाषा में अनुवाद भी आसान हो गया है। इंटरनेट के माध्यम से किसी भी विषय पर अद्यतन जानकारी घर या कार्यालय में तुरंत मिल जाती है। इससे हिंदी में तकनीकी लेखन के कार्य को बहुत मदद मिलती है।

भारत सरकार के कई विभागों जैसे अंतरिक्ष, परमाणु ऊर्जा तथा रक्षा अनुसंधान एवं विकास के वैज्ञानिकों एवं अभियंताओं ने उन्नत प्रौद्योगिकियों के क्षेत्र में उत्कृष्ट शोध कार्य करने के साथ-साथ हिंदी में तकनीकी लेखन के क्षेत्र में सराहनीय कार्य किया है। इन विभागों के वैज्ञानिकों ने यह सिद्ध कर दिखाया हैं कि उन्नत प्रौद्योगिकी एवं अंतर- विषयक अनुसंधान एवं विकास के जटिल क्षेत्रों में भी हिंदी में तकनीकी लेखन का कार्य करना संभव है। प्रति वर्ष इन विभागों के विभिन्न केन्द्रों एव इकाइयों में राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर हिंदी में तकनीकी संगोष्ठी एवं सम्मेलनों का आयोजन किया जाता है। इन विभागों के कई वैज्ञानिकों ने जटिल तकनीकी विषयों पर हिंदी में कई पुस्तकें भी लिखी हैं। अब हमें हिंदी में तकनीकी लेखन के इस कार्य को संगोष्ठियों एवं सम्मेलनों से देश एवं दुनिया के जन-जन तक पहुंचाना है। यह कार्य मुश्किल जरूर है लेकिन असंभव नहीं है। अगर हम राजभाषा के प्रति हमारे उत्तरदायित्व के लिए पूर्ण समर्पित होकर कार्य करें तो वह दिन दूर नहीं होगा जब तकनीकी शिक्षा एवं व्यवसाय में हमारी राजभाषा हिंदी शीर्ष स्तर पर होगी।

।।। जय हिंद।।।

हिंदी वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप

वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन हेतु शब्द चयन संबंध में विभिन्न अभिमत

लेखकः सोनू जैन

कनिष्ठ हिन्दी अनुवादक

सह लेखकः बी.आर.राजपूत, नीलू सेठ,

रजनी सेमवाल, गौतम त्रिवेदी

हिंदी अनुभाग, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र/ विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट

सारः

भारत की अधिकांश जनता हिंदी समझती और बोलती है, यही कारण है कि संविधान निर्माताओं ने हिंदी को संघ की राजभाषा का दर्जा प्रदान किया। सामान्य बोलचाल और दैनिक कार्य व्यापारों के लिए उपयोग में लायी जाने वाली भाषा का विकास नैसर्गिक रूप से होता रहता है और वह पानी के प्रवाह की तरह अपना प्रगति पथ और स्वरूप स्वयं निर्मित करती है। वैज्ञानिक एवं तकनीकी विषयों के संबंध में भाषा को स्वच्छंद नहीं छोड़ा जा सकता, यहाँ वाच्य – वाचक के संबंध का मानकीकरण अनिवार्य हो जाता है, ऐसा न करने पर अर्थ का अनर्थ होने की पूरी संभावना बनी रहती है। इस लेख में इसी प्रश्न पर विचार-विमर्श किया गया है कि वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन के लिए शब्दों के मानकीकरण के लिए किन आधारों का चयन किया किया जाए और किन आधारों को गौण रखा जाए। इस संबंध में विभिन्न विचारधाराओं का विश्लेषण इस लेख में किया गया है।

प्रस्तावनाः

मौलिक ज्ञान के विकास की प्रक्रिया नित नये तकनीकी और पारिभाषिक शब्दों के आविर्भाव और प्रसार की सतत् प्रगतिशील यात्रा है। इस प्रक्रिया के समानान्तर अन्य देशों में विकसित नवीन प्रौद्योगिकीगत और वैज्ञानिक ज्ञान को अनुप्रयोग हेतु अपनाने के लिए स्वभाषा में रूपांतरित करना चाहते हैं, ऐसे स्थान पर शब्दों के विकास की यात्रा एक भिन्न मार्ग का अनुसरण करती है। यह प्रक्रिया सहज और प्राकृतिक नहीं होती, अपितु सायास, कृत्रिम और नियोजित होती है; इसमें तकनीकी शब्दों का नहीं, अपितु तकनीकी पर्यायों अथवा समानार्थी शब्दों का विधान किया जाता है। मूल तकनीकी अथवा वैज्ञानिक शब्द प्रतयक्षरूपेण मूल संकल्पनाओं की जड़ से जुड़ा होता है, जबकि पर्याय या समानार्थी उस संकल्पना के द्योतक किसी अन्य भाषा के शब्द का अनूदित रूप होता है। अन्वेषक अथवा विचारक के द्वारा किसी प्रत्ययविशेष के लिए प्रयुक्त शब्द पर कोई विवाद नहीं होता; किन्तु इन्हीं प्रत्ययों के लिए प्रयुक्त अन्य भाषा का पर्याय प्राय: विसंवाद और धुंधलेपन से ग्रसित होने के साथ आलोचना का विषय भी बनता है, जिसका कारण इन शब्दों के एकाधिक एवं अपरार्थी होने की प्रवृति होती है। पर्याय और समानार्थी अन्वेषक या विचारक की संकल्पना नहीं है, यह तो किसी अनुवादक, भाषाविज्ञ अथवा विषय विशेषज्ञ के लिए किसी सूचना को लक्ष्य भाषा में अन्तरित करने का उपकरण मात्र है।

वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली के विकास की पहल

भूमण्डलीकरण के दौर में विभिन्न संस्कृतियां और सभ्यताएं तेजी से एक-दूसरे के सम्पर्क में आयी हैं। इसी द्रुत सम्पर्क की वैचारिक और सूचनात्मक आदान-प्रदान की अपरिहार्यता ने तकनीकी/ वैज्ञानिक और वैज्ञानिक शब्दावली के निर्माण को महत्वपूर्ण स्थान दिया है। तकनीकी शब्दावली के निर्माण/ मानकीकरण में निम्नलिखित बातों का ध्यान रखना अत्यधिक आवश्यक है:-

- समाज की प्रचलित भाषा
- वैज्ञानिक वास्तविकता
- शब्द निर्माण का व्याकरणिक विधान
- प्रयोक्ता से प्राप्त प्रतिसाद (फीडबेक)

भारतीय भाषाओं में तकनीकी शब्दावली के निर्माण और विज्ञान की पुस्तकों के लेखन के छिटपुट प्रयास स्वतंत्रतापूर्व युग में ही शुरू हो गये थे, जैसे गुजराती में प्रो.टी.के. गुज्जर (1888), नागरी प्रचारिणी सभा (1898-1906), दांते कर्वे (1948)। स्वतंत्रता के पश्चात् राष्ट्र निर्माण और सशक्तीकरण की दिशा में समाज की संप्रेषण व्यवस्था को सुगम बनाने के लिए भारतीय भाषाओं को नई भूमिकाएं प्रदान की गई। तभी से भारतीय भाषाओं के मानकीकरण और आधुनिकीकरण की शुरूआत हुई। तकनीकी शब्दावली का निर्माण भाषा के इसी मानकीकरण्ण और आधुनिकीकरण का अंग है।

हिंदी में वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली के विकास हेतु विभिन्न विचारधाराएं

जहाँ तकनीकी शब्दावली का सृजन और विकास का आधार प्राकृतिक न होकर अनुवाद पर्याय और नवनिर्मितियाँ हों, वहाँ विभिन्न भाषिक तथा सामाजिक दृष्टिकोणों का टकराव अवश्यंभावी है। भारत में भी तीन परस्पर विरोधी

विचारधाराओं ने तकनीकी शब्दावली निर्माण के कार्य को अत्यंत प्रभावित किया।

1) शुद्धतावादी विचारधारा: शुद्धतावादी विचारधारा के प्रतिनिधि डॉ.रघुवीर सहाय ने अंग्रेजी के समस्त शब्दों के बहिष्कार का संकल्प कर, संस्कृत की 520 धातुओं की सहायता से एक अंग्रेजी हिन्दी तकनीकी कोश तैयार किया। इसके कुछ शब्द ग्राह्य हुए, कुछ क्लिष्ट अथवा अतिवाद से ग्रसित होने के कारण प्रचलन में न आकर शब्दकोश का ही अंश बने रह गये। इनमें से कुछ शब्द निम्नलिखित हैं:-

वहित्रयान	Motor car
कूपी	Bottle
द्विचक्रिका	Bicycle
भौतिकी	Physics
अभियंता	Engineer
पंजीकरण	Registration

2) हिन्दुस्तानी विचारधारा: हिन्दुस्तानी कल्चर सोसाइटी के प्रमुख पण्डित सुन्दरलाल ने संस्कृत आधारित शब्दों का बहिष्कार करते हुए हिन्दुस्तानी उर्दू तथा बोलचाल के शब्दों का आधार लेकर तकनीकी शब्दावली बनाने का निर्णय लिया। हैदराबाद से प्रकाशित हिन्दी अंग्रेजी तकनीकी कोश के कुछ शब्द निम्नानुसार हैं:-

नार्मलियाना	Normalise
स्टैण्डर्डियाना	Standardise
पलटकारी	Reactionary
मसनरी	Chairman

3) व्यवसायियों की विचारधारा: इस तीसरी विचारधारा में वैज्ञानिक, वकील और उच्चाधिकारियों का वर्ग शामिल था। यह लोग तकनीकी और वैज्ञानिक अंग्रेजी शब्दों के अनुवाद के पक्षधर नहीं थे, वे चाहते थे कि इन शब्दों का मात्र लिप्यंतरण करते हुए वैसे ही देवनागरी में लिख दिए जाने के पक्षधर थे। जिनका लिप्यंतरण कुछ इस प्रकार किया जाने का विचार रखा गया:-

ब्लड	Blood
टेम्प्रेचर	Temperature
फिजिक्स	Physics
केमिस्ट्री	Chemistry

हिन्दी भाषा-भाषी समाज ने तीनों में से किसी भी दृष्टिकोण को पूर्णत: स्वीकार नहीं किया, क्योंकि एक की दृष्टि केवल भाषा व्याकरण पर थी प्रयोक्त पर नहीं, दूसरे की दृष्टि केवल भाषा समाज पर थी भाषा व्याकरण पर नहीं और तीसरे की दृष्टि केवल मौखिक भाषा रूप पर थी लिखित भाषा रूप पर नहीं। लिखित और मौखिक भाषा-रूपों के प्रतिमान हर भाषा-समाज में भिन्न-भिन्न होते हैं। यह तीनों ही विचारधाराएं इस भाषिक सत्य को नहीं समझ सके।

इस तकनीकी शब्दावली विकास के संक्रांति काल में कुछ विद्वानों, लेखकों और राज्य सरकारों ने अति उत्साह में आकर तकनीकी शब्दों की अपनी-अपनी टकसालें खोल दीं। जिसका परिणाम हुआ कि एक अभिव्यक्ति के लिए बहुपर्यायों की भीड़ सामने आने लगी, इससे मानकता, सूक्ष्म अर्थविभेद, प्रयोग समरूपता आदि तकनीकी शब्दों के प्राथमिक गुणों पर आघात होने लगा। वैसे तो यह भाषा आधुनिकीकरण का ही एक प्रतिफलन था, क्योंकि यह भाषा की प्रयोग संभावनाओं का विस्तार है, किन्तु निर्बंध विस्तार अराजकता की स्थिति उत्पन्न कर देता है। निर्बंध विस्तार को मर्यादित कर समरूपता स्थापित करने का विधान ही मानकीकरण कहलाता है। भारत सरकार ने 1961 में तकनीकी शब्दावली के क्षेत्र में मानक पर्यायों का विकास करने और अखिल भारतीय स्तर पर सभी भारतीय भाषाओं के लिए शब्दावली निर्माण के सिद्धांत का निरूपण करने के उद्देश्य से वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग की स्थापना की। इस आयोग ने वैज्ञानिक और तकनीकी शब्दावली के सुव्यवस्थित विकास के लिए कुछ सिद्धांतों की स्थापना की, जिनमें निम्नलिखित चार सिद्धांत महत्वपूर्ण हैं:-

क) अंतर्राष्ट्रीय तकनीकी शब्दों तथा कुछ विशेष कोटि के प्रचलित अंग्रेजी शब्दों को देवनागरी में लिप्यंतरित कर ग्रहण कर लिया जाए। यथा- प्रोटीन, मीटर, इलेक्ट्रॉन, न्यूट्रान आदि।

ख) परंपरा से प्राप्त हिन्दी, उर्दू, हिन्दुस्तानी, अरबी, फारसी व तत्सम शब्दों को यथावत् ग्रहण कर लिया जाए। यथा- दस्तावेज, शिख़्वात, बरामद आदि।

ग) अन्य भारतीय भाषाओं में उपलब्ध तकनीकी शब्दों को आवश्यकतानुसार ग्रहण कर लिया जाए। यथा- साजगृह (Greenroom), बंगला आदि।

घ) इन सबके बावजूद भी नये शब्दों का निर्माण जरूरी हो तो संस्कृत को आधार स्वीकार किया जाए, जिसमें सरलता का विशेष ध्यान रखा जाए। यथा- आदेश, अधिग्रहण, सौरमंडल, प्रक्षेपास्त्र, पर्यावरण आदि।

अभी तक विज्ञान की विभिन्न शाखाओं के पाँच लाख से भी अधिक तकनीकी/ वैज्ञानिक शब्द विकसित किए जा चुके हैं। मानकता और सामाजिक ग्राह्यता की दृष्टि से पिछले चार दशकों के दौरान विकसित तकनीकी शब्दावली का आकलन आज आवश्यक प्रतीत होता है। कोई भी तकनीकी पर्याय केवल अर्थ निर्धारित कर देने से मानक और स्वीकृत नहीं हो जाता है।

मानकीकरण प्रक्रिया के दो प्रमुख सोपान होते हैं:-

कोडीकरण: कोडीकरण का तात्पर्य है रूपों की विविधता को कम से कम करना। शब्दावली के संदर्भ में इसका तात्पर्य है किसी स्थान के प्रचलित या उपलब्ध एक से अधिक पर्यायों में

से एक का चयन कर उसे एस अर्थ में स्थिर या रूढ़ करना। इसका प्राप्य लक्ष्य है-एक रूप(शब्द) का एक अर्थ।

विस्तारीकरण: विस्तारीकरण का तात्पर्य है व्यवहार या प्रकार्य की विविधता को अधिक से अधिक बढ़ाना। दूसरे शब्दों में कोडीकृत या चयन किए गए पर्यायों का अधिक से अधिक व्यवहार-क्षेत्रों में प्रयोग सुनिश्चित कर उन्हें प्रयोगसिद्ध बनाना। इस सोपान में इन तकनीकी पर्यायों का प्रयोग परीक्षण, पुनरीक्षण, और संशोधन भी होता है और इन्हें सामाजिक स्वीकृति या अस्वीकृति मिलती है।

तकनीकी शब्दावली के हिन्दी संदर्भ की बात करें तो पर्यायों के चयन और कोडीकरण सोपान का अधिकांश काम पूरा हो चुका है, विज्ञान की नयी संकल्पनाओं के आगमन के साथ नवीन पर्यायों का अविर्भाव भी समय के साथ होता रहेगा। अभी पर्यायों के विस्तारीकरण हेतु व्यापक प्रचार-प्रसार का सोपान अधूरा है। जो शब्दावली निर्माण की अपेक्षा अधिक जटिल और मुश्किल काम है। इसके लिए भी एक रणनीति अपना कर कार्य किया जा रहा है। उच्च शिक्षा में माध्यम परिवर्तन करना, प्रयोक्ताओं से संपर्क स्थापित करना, सामाजिक ग्राह्यता और प्रयोगवत्ता की दृष्टि से फील्ड सर्वेक्षण करना, निर्मित शब्दावली का पाठ-लेखन के स्तर पर प्रयोग परीक्षण करना, उपयुक्त तकनीकी लेखन शैली का विकास करना और समस्त कोश निर्माण प्रक्रिया का आधुनिकीकरण करना।

तकनीकी/ वैज्ञानिक शब्दावली की विकास यात्रा में यदि हम वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग की शब्दावली की बनावट और बुनावट को ध्यान से देखें तो इसके पीछे कम-से-कम चार दृष्टिकोणों का विंब साफ़ नजर आएगा।

1. एक अर्थ के लिए यथासंभव केवल एक पर्याय निर्धारित करने का आग्रह , जिससे समानधर्मा शब्दों के बीच सूक्ष्म तकनीकी अर्थभेद की रक्षा हो सके। इसका एक प्रासंगिक परिणाम यह हुआ कि अर्थ की दृष्टि से शिथिल लेकिन लोकप्रचलित कई पर्यायों को कोश में स्थान नहीं मिल पाया।
2. पर्यायों के चयन में अधिक प्रचलित होते हुए भी अनुर्वर शब्दों के बजाय उर्वर शब्दों को प्राथमिकता देने का आग्रह, क्योंकि उर्वर शब्दों से अनेक शब्द व्युत्पन्न किए जा सकते है यथा: विमान-हवाईजहाज, विधि-कानून आदि।
3. तकनीकी शब्दावली को अखिल भारतीय रूप प्रदान करने का आग्रह, जिसके फलस्वरूप पर्यायों के चयन में प्राय: संस्कृत शब्द, हिन्दुस्तानी या उर्दू शब्दों की तुलना में अधिक बोधगम्य हैं।
4. पर्यायों के चयन तथा निर्माण में परंपरागत तथा गैर-परंपरागत युक्तियों का प्रयोग जैसे- **परंपरा से प्राप्त शब्द** यथा-विषवत् रेखा, मुआवजा आदि, **नया अर्थ देकर प्राचीन अथवा अप्रचलित शब्दों का पुनरुद्धार** यथा- संसद, आकाशवाणी आदि, **अर्थ संकोच तथा अर्थ विस्तार** यथा-जनगणना, लाभांश आदि, **संयोगात्मकता** यथा-आस्थगन, वनस्पतिकी आदि, **संकर अथवा मिश्र पद्धति** यथा-शेयरधारक, आयनीकरण, **शब्द सर्जन या नवनिर्मिति** यथा-संकाय, अभियंता आदि, **शब्दग्रहण** यथा-प्रोटीन, हीटर आदि, **शाब्दिक अनुवाद** यथा- हरित क्रांति, वामपंथी आदि और **भावानुवाद** यथा- प्रसूति, विषकन्या दंश आदि।

आयोग की शब्दावली मानकीकरण की प्रक्रिया में एक नार्म या संदर्भ शब्दावली के रूप में अपना महत्व रखती है। इसकी उपस्थिति जहां एक ओर यह सुनिश्चित करती है कि लेखक या अनुवादक प्रमाणिक शब्दवली के अभाव में अपनी-अपनी अलग टकसाल खोलकर तकनीकी शब्दावली के क्षेत्र में अराजकता पैदा न करें, वहीं यह भी सुनिश्चित करती है कि किसी शब्द की उपयुक्तता सिद्ध न होने पर ही प्रयोक्ता अन्य वैकल्पिक पर्याय प्रस्तुत करे।

हिन्दी में विकसित तकनीकी शब्दावली पर दुरूहता और क्लिष्टता आरोप लगाया जाता रहा है। जबकि यथार्थ यह है कि तकनीकी शब्दावली का सरलीकरण और मानकीकरण दोनों अलग पहलू हैं। तकनीकी शब्दावली की अपनी सीमाएं होती हैं, क्योंकि शब्दभेद की सूक्ष्मता के परिरक्षण के लिए मानकीकरण की प्रक्रिया के दौरान कुछ क्लिष्ट पर्यायों का निर्माण अपरिहार्य हो जाता है, लेकिन यहां हमें विस्तारीकरण नामक सोपान को नहीं भूलना चाहिए। तकनीकी शब्द जितना आपके परिचय में आयेंगे, उतना ही सरल भाषित होंगे। भारत सरकार के गृह मंत्रालय के अधीन राजभाषा विभाग और वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग की योजनागत कार्यशालाएं इन शब्दों के प्रचार-प्रसार के माध्यम से सरलीकरण के कार्य को अंजाम दे रही हैं।

॥ समाप्त ॥

संदर्भ:

राजभाषा भारती (राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय की पत्रिका)
अमृत भारती (भारतीय ज्ञानपीठ की पत्रिका)

आभार: लेखन कार्य में मेरी अभिरूचि मेरे विद्यालयीन दिनों से ही रही है, किंतु जब तक कोई मुझे लेखन के लिए प्रेरित न करे, मैं कुछ नहीं लिख पाता। इस लेख के प्रेरक कारकों में सर्वप्रथम सैक निदेशक श्री आ सी किरण कुमार के प्रति आभार व्यक्त करता हूँ, क्योंकि इस प्रकार के कार्यक्रमों के आयोजन की अनुमति देकर वे लेखन हेतु अवसर प्रदान करते हैं। मैं भावना जैन और मैत्रेयी जैन का भी आभारी हूँ, जिनसे मैं इन विषयों पर चर्चा करता हूँ और सरल भाषा में अभिव्यक्त कर पाता हूँ।

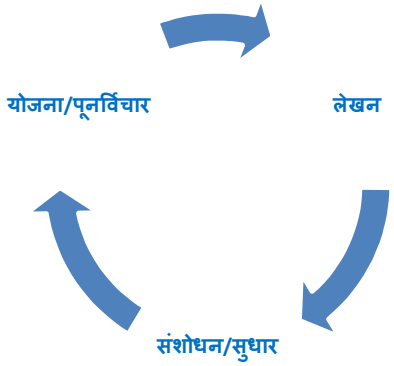
हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरुप

चन्दन सिंह
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र

"ज्ञान" चाहे किसी भी प्रकार का क्यों न हो उसका तेजी से व्यापक विस्तार सबसे ज्यादा बोली जाने वाली भाषा में ही हो सकता है, हिंदी तो लगभग पूरे उतर-भारत में बोली जाने वाली भाषा है जो अंग्रेजी बोली जाने वाली महादेश यूरोप और उतर-अमेरिका के कुल जनसंख्या से भी अधिक है, यहाँ तो देश की राजभाषा की ही बात है। लेकिन वैज्ञानिक तकनीकी शोध-पत्र,जार्नल,पूस्तकें की बात करें तो जीतने अंग्रेजी(65%) और अनेक विदेशी भाषाओं जैसे फ्रेंच,रसीयन,जर्मन,स्पेनिश, ईटालियन में जीतने प्रकाशीत हुए हैं शायद ही दो फीसदी भी हिंदी में प्रकाशीत हुए हों। अंग्रेजी जो कि हमारी सभ्यता-संस्कृती की भाषा है ही नहीं,तो फिर मनोरंजन संबंधी साधन जैसे अधिकतर टी.वी. धारावाहिक , फिल्में एवं पत्रिकाएं हिंदी में क्यों। स्पषटत: कमी है जागरुकता की , वैज्ञानिकी चेतना की।

अगर विज्ञान को हम क्यों और कैसे के संदर्भ में समझे तो क्यों- हमें विज्ञान के धार्मिक मूल्य की ओर , और कैसे- वैज्ञानिक अन्वेषण की चेतना जगता है। पुरानी डाटा और निष्कर्षो पर लागातार संशोधन कर नये पड़ाव पर पँहुचाना ही विज्ञान है।असंगठीत समाजीक परिस्थिति के बीच के अलगाव को वैज्ञानिक चेतना द्वारा ही पाटा जा सकता है। बस जरुरत है, बैज्ञानिक महौल तैयार करने की, जिसके लिए एक आवश्यक कदम है ज्यादा से ज्यादा पुस्तकें , पत्रिकाएँ ,सोशल साईट पर अपडेटस् हिंदी भाषा में उपलब्ध हों। विज्ञान में तकनीकी लेखन के लिए जरुरी नहीं है कि लिखने वाला पूर्णत: रुप से हिंदी का जानता हो क्योंकि यहां साहित्यिक रचना का उल्लेख नहीं करना है।हिंदी भाषा के ऐसे कई कठीन शब्द हैं कि पूर्णत: हिंदी जाननेवाला भी उसका अर्थ न समझा पाए। अत: वैज्ञानिकी लेखन सहज, सरल एवं जहां आवश्यक हो तकनीकी विशेष शब्दों को ईटैलिसाईज कर वर्णन कर देनी चाहिए। हिंदी में लिखने का स्वरुप कैसा हो, ईसके कुछ तत्थ पर विचार किया जा सकता है।

हिंदी तकनीकी लेखन चक्र



सबसे पहले योजना बनातें हैं जैसे ही लिखने ख्याल और जरुरत महशुश होती है फिर उसपर सोच-विचार कर लेखन का फ्रेम बनाते है फिर कुछ सुधार एंवं संशोधन कर लेख तैयार करतें हैं यही चक्र चलते हुए एक सुस्जित एवं बहुमूल्य सुचना तैयार होती है।अत: कुछ महत्वपूर्ण सुचनाओं को संगठीत कर प्रसार करना ही वैज्ञानिक तकनीकी लेख का उद्धेश्य है।

हिंदी में अच्छी वैज्ञानिक तकनीकी लेखन की कला को निम्नलिखित चरणों में बाँट कर विचार किया जा सकता है।

Q लेख किसको ध्यान में रखकर लिखना है जैसे वैज्ञानिक स्तर पर, छात्रों के लिए, विश्वविद्यालय प्रोफोसरो के लिए, अंतराष्ट्रीय स्तर एवं उनसे क्या उपेक्षाएँ हैं।

Q अपने उद्धेश्य को स्पष्ट रुप से रखना जैसे उस टॉपिक का चलन किसी शोध से संबंधित मुदा , जिसके आपका अविर्भाव सापेक्ष रुप से व्यक्त हो सके।

Q हस्तलेखन में फ्रेम करना जिससे आपके सारी सब-टॉपिक कवरेज हो सके।

Q अपने विचार और संग्रह किए गए हस्तलेखन को सुव्यवस्थित करना।

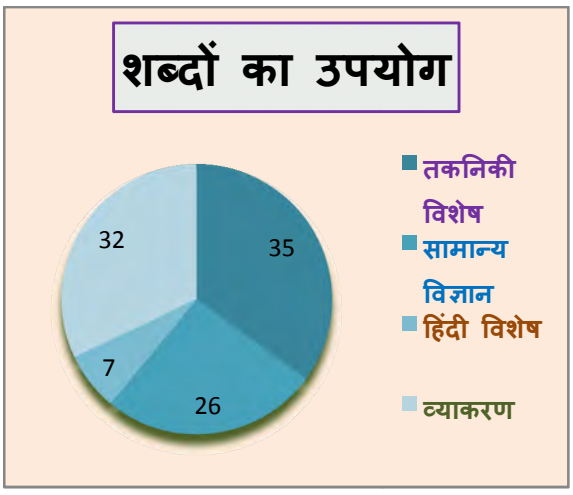
Q अब ईस लेख को अंतिम रुप देने से पहले फार्मेट करना, संशोधन करना और सुधार करना।

हिंदी में लेखन के लिए कुछ जटील शब्दार्थ को अंग्रेजी के जैसा ही लिखना होता है, जैसे वृताकार या वृतीय पाश यहां पाश एक हिंदी शब्द है जो आम लोग के समझ से बाहर है तो हम

पाश को लुप(loop) हिंदी में लिख दें या पाश के ब्रैकेट में लुप हिंदी या अंग्रजी में लिख सकतें हैं। जैसे वृताकार पाश(circular loop)।ऐसे अनेक शब्द हैं जीसे हम इसतरह सजा सकते हैं।क्योंकि हमे हिंदी सीखाना नहीं अपनी बात को रखना है जिससे ज्यादा से ज्यादा लोग लाभान्वित हो सके एवं विज्ञान का व्यापक विस्तार हो सके। मशहुर अमेरीकी वैज्ञानिक जार्ज गोपेन एवं जुडीथ स्वान के अनुसार,

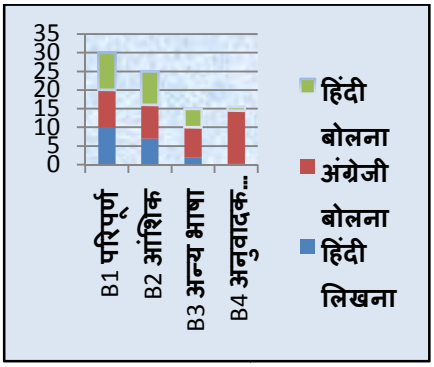
"It doesn't matter how pleased an author might be to have converted all the right data into sentence and paragraph; it matters only whether a large majority of the reading audience accurately perceives what the author had in mind."

हमें हिंदी माध्यम में नवयुवकों को विज्ञान के प्रति आकर्षित करना है न की हिंदी भाषा में , अत: लिखने वाला पूर्ण रुप से हिंदी भाषा में ही सारे शब्दों को रखे यह आवश्यक नहीं,पर ज्यादा से ज्यादा कोशिश रखनी चाहिए की सारे शब्द हिंदी में रखी जाए जहाँ जटीलता जैसी अनुभव हो उसे ब्रैकेट में अंग्रजी में उपर बताए गए नियम के अनुसार सजा सकतें है।अत: हिंदी में तकनीकी लेख लिखना कोई कठिन कार्य नहीं है।अथार्त् इसके स्वरुप में थोड़ा परिवर्तन कर हम हिंदी में भी अपने वैज्ञानिक विचारों को देश के साथ-साथ विश्व के कई देशों के लोगों के सामने रख सकते है क्योंकि विज्ञान का प्रचार-प्रसार कर के ही हम मानव चेतना का विकास कर सकते है जो कि हमारे विकास का एक अभिन्न भाग बन चुका है।यह हिंदी जैसी सरल भाषा में हो तभी भारत के लोगो का वैज्ञानिकी कौशल की पहचान हमारी राजभाषा में की जा सकेगी।वैज्ञानिकी तकनीकी लेखन के जरुरी है हिंदी शब्दों का पर्याप्त ज्ञान,क्योंकि लेखन किसी भी भाषा में क्यों न हो शब्दों का सही ईस्तेमाल ही उसकी मूख्य आशय को प्रकट करता है।



ज्यादातर लोग इसलिए लेख नहीं लिख पातें हैं कि वे डर जातें है कि हिंदी में काफी अशुद्धियाँ हो सकती है,वास्तव में ऐसे लोग अंग्रजी या उनकी ही क्षेत्रिय भाषा में भी लेख नहीं लिख सकते हैं क्योंकि वैज्ञानिकी संबंधी लेख लिखने के लिए विचार,कार्य-अनुभव,तकनीकी कौशलता,अच्छे स्रोत-संदर्भ एवं अपने क्षेत्र में नपुनता की जरुरत होती है, न की भाषा की पकड़ पर ,अतार्थ तकनीकी लेख भाषा विशेष न होकर ज्ञान विशेष होती है, अतार्थ जिस भाषा पर थोड़ी सी पकड़ हो आप लिखना शुरु कर सकतें हैं। यहाँ तो हिंदी की ही बात है,जिससे हरकोई भलीभाँति परिचित है।आखिरकार क्यों हम हिंदी में कुछ सोचना,लिखना पसंद नहीं करते ,जरुरत है मानसिक विकास की, जबतक हम विकसीत नहीं होंगे हमारी सभ्यता विकसीत नहीं हो सकती न ही हमारी सभ्यता की विश्व में पहचान बन सकेगी। अब यहाँ हिंदी भाषा की शब्दों के ईस्तेमाल एवं व्यक्तिगत विशेष क्षमता एवं भाषाई क्षेत्रवार का विवरण का उल्लेख किया गाया है।

तकनीकी हिंदी में शब्दलेखन का गाफिय चित्रण हिंदी में व्यक्तिगत लेखन क्षमता का निरुपण

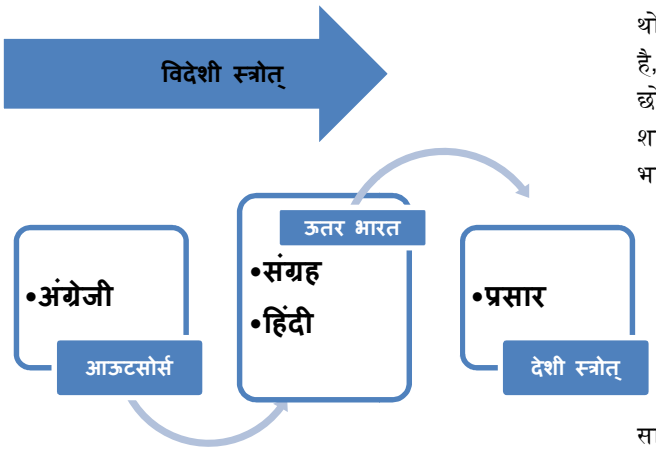


ग्राफ **A** ग्राफ **B**

यहाँ ग्राफ A में तकनीकी लेखों में हिंदी शब्दों के प्रयोग की संख्या का विवरण है,आप देख सकतें हैं कि तकनीकी विशेष शब्द ज्यादा उपयोग होंते है स्पष्टत: आधा से अधिक कठिनाई तो यूं ही निपट गयी , क्योंकि अंग्रेजी तकनीकी शब्दों के पर्याय हिंदी शब्दों में न के बराबर होतें है तो उनको लिखना अंग्रेजी की अपेक्षा सरल है,उसके बाद सामान्य विज्ञान के शब्द आतें हैं जिसको हिंदी में लिखना अत्यंत सरल हैं , क्योंकि एन.सी.ई.आर.टी की 10वीं,12वीं कक्षा तक के विज्ञान की पुस्तकें लगभग सभी पढतें हैं जो कि हिंदी एवं अंग्रेजी दोनों में पर्याप्त रुप से उपलब्ध हैं।अब लेखन के दौरान कुछ शब्द का ईस्तेमाल हिंदी विशेष शब्द भी करने होते हैं। उदाहरण के लिए एक वाक्य लेतें हैं ,"कोशिकाओं की कुछ परतें ऊतक के आधारीय पैकिगं का निर्माण करती हैं।इन्हें पैरेन्काइमा ऊतक कहते हैं, जो स्थायी ऊतक का एक प्रकार है। यह पतली कोशिका भिति वाली सरल कोशिकाओं का बना होता है।" यहाँ आप देख सकतें है अधिकतर शब्द तकनीकी एवं सामान्य ज्ञान में हैं एवं हल्के चिन्हित शब्द व्याकरण के हैं जो शायद ही कोई न जानता हो(ग्राफ B के चौथे प्रकार के लोगों को छोड़कर).अब ग्राफ B के ग्राफीय निरुपण के अनुसार B1 व्यक्ति वैसे लोग हैं जो हिंदी एवं अंग्रेजी बोलने के साथ हिंदीं एवं अंग्रेजी में सामन्य रुप से बेहिचक लिख सकतें है अत: हिंदी के विकास में तकनीकी लेखन में महत्वपूर्ण योगदान दे सकतें हैं यदि वे विज्ञान क्षेत्र से संबंध रखतें हैं। B2 प्रकार के वे व्यक्ति हैं जो आंशिक रुप से हिंदी एवं अंग्रजी में बोल एवं लिख सकतें है, उतर – भारत में विज्ञान क्षेत्र से सबसे ज्यादा इस समुह में आतें हैं अत: सबसे

ज्यादा इनसे ही उपेक्षा की जा सकती है, B3 इस समुह के लोग क्षेत्रिय भाषा विशेष होतें है लेकिन विज्ञान जो कि हायर एजुकेशन के अंतर्गत रखी जाती है अंग्रजी में ही शीक्षा दी जाती है और जहां आवश्यक हो हिंदी में समझाया जाता है अत: ये लोग अंग्रजी एवं क्षेत्रिय भाषा में तो माहिर होते हैं लेकिन हिंदी में बोल सकतें है लिखना काफी कठीन होता है।लेकिन शब्दकोश एवं कुछ ईंटरनेट के माध्यम जैसे क्वालीपैड,गुगल ईत्यादि की मदद से लिख भी सकतें हैं क्योंकि हिंदी लेखन को काफी हद तक वे समझ पातें हैं। ऐसे क्षेत्र में गुजरात,महाराष्ट्र,पंजाब और कुछ पूर्वी क्षेत्र आतें है।समुह B4 के लोग हिंदी न के बराबर हैं वे क्षेत्रिय भाषा ज्यादा बोलतें हैं एवं शहरी क्षेत्र के लोग अंग्रजी में बोलना एवं लिखने के साथ-साथ क्षेत्रिय भाषा में भी सहज महसूस करतें हैं।ऐसे लोग दक्षिणि क्षेत्र एवं कुछ पुर्वोतर राज्य में होते हैं।अत: ईन्हे हिन्दी में कोई लेख लिखने के लिए अनुवादक की मदद लेना पड़ता है।

अत: B4 प्रकार के लोगों को पुरे देश के साथ जोड़ने के लिए एक ही तरीका हो सकती है "रिवर्स आऊटसोर्सिंग" लेकिन यहाँ वैज्ञानिकी लेख को नॉलेज प्रॉसेस आऊटसोर्सिंग की तरह हम उतर भारत के लोगों के सहारे कई महत्वपूर्ण लेख को हिंदी में कवरेज कर सकतें हैं।अब तो इसे अमल करना और भी आसान है क्योंकि क्लाउड कंप्युटींग अवधारणा ने सारे विश्व को एक बना दिया है।आपको यह जानकर आशचर्च होगा कि भारत अंग्रेजी में पुस्तकें प्रकाशित करने वाला विश्व का तिसरा देश है।कारण भारत आऊटसोर्सिंग में पहला स्थान रखता है।कुछ



निष्कर्ष: हिंदी भाषा में अन्य लेख लिखने में कठिनाई हो सकती है परंतु हमने देखा कि तकनीकी लेख में लिखे गये शब्द हिंदी महत्वपूर्ण सुझाव जो लेख को लिखते समय ध्यान रखनी पड़ती है।जैसे अपनी क्षमता की पहचान , डॉक्युमेनटेशन जैसे प्रिंट मिडीया में करना है या वेब पर पबलिश करना है,महत्वपूर्ण सुचनाएँ जो सुरक्षा(कॉपीराईटेड,पेटेंट) या ऐसी कोई सुचना जिसको लेख में डालना हमारे प्राजेक्टस संबंधित डॉक्युमेंन्टेशन को क्षति पहुँचा सकती है वैसी कुछ तस्वीरों एवं सुचनाओं को गुप्त रखना चाहिए या बदल देनी चाहिए।ऐसी कोई भी स्त्रोत् जो कॉपीराईटेड हो तो ऊसके संदर्भ के लिए तथा किसी चित्रण का संदर्भ के लिए उचित अनज्ञेय होनी चाहिए, खासकर जब हम पुस्तकें व्यापारिक महत्व की हों तब यह एक अनिवार्य कदम बन जाती है।विज्ञान को सामाज से जोड़ने के लिए पुस्तकें या पत्रिकाओं को बाजार में माँग के अनुसार ही लिखना चाहिए।लेकिन जब कोई महत्वपूर्ण टॉपीक हो तो यह जरुरी नहीं है कि उसे विशेष रुप से प्रकाशित की जाए उसके लिए मासिक वैज्ञानिक पत्रिकाएँ में अपना विचार व्यक्त कर सकतें है।वैज्ञानिक विचारधारा को व्यक्त करने के लिए भाषा से ज्यादा महत्वपूर्ण उसकी अभिकलन , साक्ष्य की सिद्धता,एवं ग्राफीय निरुपण होती है जिसके व्यक्त करने के लिए रेखिय निरुपण एवं आंकिक निरुपण की जरुरत पड़ती है जिसकी कोई भाषा नहीं होती।हिंदी में वैज्ञानिकी लेखन की मौलिक अवधानणा भी दूसरे ही भाषाओं की तरह होती है।अत: ऊपर ईसका उल्लेख नहीं किया गया है।आऊटसोर्सिंग एक ऐसी विकसित अवधारणा है जो कि सिर्फ कुछ ही सालों में हिंदी को भाषाओं में लिखे गये संग्रह को रातों-रात प्रसार किया जा सकता है।

विशेष क्षेत्र से बहुत कम ही प्रयुक्त होतें है। राजभाषा का स्वरुप थोड़ा बदल देने पर भी हिंदी भाषा की महता बरकार रहती है,अर्थात् सरकार ईसकी ओर ध्यान दें एवं हिंदी भाषा के एक छोटे पाठ्यक्रम को हायर एजुकेशन में शामिल कर दी जाए तो शायद ही हिंदी भाषा के विकास के साथ साथ हिंदी तकनीकी भाषा के रुप में पहचान बन सकती है।आप भली भाँति जानते होंगे कि विज्ञान के सबसे लोकप्रय चैनल डिस्कवरी और नैशनल ज्योग्रफी ने भारत में ऐसी पहचान बना ली है कि अंग्रजी में उसकी टीआरपी(दर्शकों की किसी खास समय तदात) दर हिंदी से कहीं कम पड़ जाती है।हम हिंदी में सुन सकते हैं बोल सकतें हैं तो लिख भी तो सकतें हैं।वहीं दूसरी ओर सरकार का एक आवश्यक कदम अंग्रजी के साथ–साथ हिंदी को भी प्रतियोगिता परीक्षा में शामिल की जा सकती है, ऐसी कुछ कदम ऊठाकर ही हम हिंदी को ऊपर बढा सकतें हैं।

संदर्भ:

1.http://www.economist.com/research/articlesbysubject/displaystory.cfm?subjectid=3282216&story_id=9725614

2.www.niscair.res.in

3.विज्ञान प्रगति

4.एन.सी.ई.आर.टी.

5.बी.बी.सी. हिन्दी

6.नैशनल ज्योग्रफी

7. डिस्कवरी सांयस

8.सांयस रिपोर्टर

हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरुप

लीना कोहली कपूर
एसएटीडी/एसएनएए

प्रस्तावना:

भाषा, आंतरिक विचारों तथा भावनाओं को व्यक्त करने तथा संपर्क का माध्यम है। वह संस्कृति व संस्कार के संरक्षण, संवर्धन व संवहन का संसाधन भी है। हिन्दी भारत की सर्वाधिक बोली जाने वाली भाषा है। इस भाषा को बोलने वालों की संख्या लगभग सत्तर करोड़ है और यह चीनी मंदारिन के बाद विश्व की दूसरी सर्वाधिक बोली जाने वाली भाषा है। इस भाषा को बोलने वाला सबसे बड़ा वर्ग भारत में उपस्थित है। जम्मू और कश्मीर से लेकर कन्याकुमारी तक और गुजरात से लेकर अरुणाचल प्रदेश तक यह देशवासियों के बीच संपर्क की भाषा है। अपने विविध रूपों में लगभग सभी स्थानों पर हिन्दी बोली और समझी जाती है। हिन्दी भाषा का भारत की अर्थव्यस्था में भी बहुत बड़ा योगदान है। देश का सबसे बड़ा फिल्म उद्योग इस भाषा पर ही आधारित है। भारत के प्रत्येक क्षेत्र में आज हिन्दी जाने वालों की संख्या में वृधि हो रही है। इन सबके साथ हिन्दी भारत की संस्कृति का दर्पण है। इस भाषा ने भारत के साहित्य ,कला एवं विज्ञान के क्षेत्र में भी अतिविशेष योगदान दिया है। हिन्दी समूचे देश की आत्मा को शक्तिसम्पन्न बनाती है।

हिन्दी के कई स्वरूप है। मात्रभाषा के रूप में वह वैयक्तिक और पारिवारिक पृष्ठभूमि का बोध कराती है, राष्ट्रभाषा के अवतार में समाज को स्वदेशी भाव-बोध से परिपूर्ण करते हुए विश्व स्थर पर राष्ट्रीय स्वाभिमान की विशिष्ट पहचान देती है। इनसे अलग राजभाषा के रूप में सरकार तथा जनता-जनार्दन के मध्य संपर्क का प्रावधान करती है। राजभाषा के रूप में हिन्दी सरकारी राज-काज की भाषा है, सरकारी पत्र व्यवहार की भाषा है तथा शासकीय प्रयोजनों के लिए प्रयोग की भाषा है। राजभाषा देश की केंद्रीय तथा प्रांतीय सरकारों के बीच सेतु का काम भी करती है।

राजभाषा का एतिहासिक स्वरूप:

भारत के इतिहास में पहली बार जनभाषा को राजभाषा का दर्जा स्वतंत्र भारत की संविधान सभा ने 14 सितम्बर, 1949 को दिया। वह जनभाषा हिन्दी थी क्योंकि भारत भूमि में सदियों से हिन्दी ही, चाहे किसी भी रूप में, एक ऐसी भाषा रही है जो पूरे भारत वर्ष में किसी ना किसी रूप में लिखी, पढ़ी या बोली अथवा समझी जाती रही है तथा संपर्क का माध्यम रही है। हिन्दी भारत राष्ट्रीयता के स्वरुप को साकार करने में एक अहम कारक भी रही है। यानी हिन्दी भारत के जन-गण की भाषा रही है। स्वतंत्रता संग्राम के दिनों में राष्ट्रभक्त आंदोलनकारियों के बीच हिन्दी राष्ट्रीय एकता के सशक्त सूत्र के रूप में कार्य करती रही। अतः स्वतंत्रता के पश्चात भारतीय जनमानस ने हिन्दी को राष्ट्र भाषा के रूप में मान दिया। किन्तु स्वतंत्र भारत के संविधान ने हिन्दी को राष्ट्रभाषा के रूप में नहीं, शासकीय प्रयोजनों के लिए भारत संघ की राजभाषा के रूप में स्वीकार किया। इसके लिए संविधान के भाग 17 में अनुच्छेद 343 से 351 तक प्रावधान किये गये। अनुच्छेद 351 में कहा गया कि भारत सरकार मुख्यतः संस्कृत से और गौणतः अन्य भारतीय भाषाओं से शब्द-सम्पदा ग्रहण करते हुए हिन्दी का विकास इस रूप में करेगी कि वह भारत की सामासिक संस्कृति के समस्त वर्गों की भावनाओं की अभिव्यक्ति का सशक्त माध्यम बन सके।

स्वाधीन भारत की संविधान-सभा द्वारा भारत संघ की राजभाषा के रूप में स्वीकार किये जाने से लेकर अबतक आधी शताब्दी से भी अधिक की लंबी यात्रा के बाद यह जानना अति अनिवार्य है कि हिन्दी की क्या स्थिति है तथा वैज्ञानिक तकनीकी लेखन के संदर्भ में हिन्दी को कौन-कौन सी व्यवहारिक समस्याओं का सामना करना पड़ रहा है।

हिन्दी में वैज्ञानिक लेखन

हिन्दी में वैज्ञानिक तथा तकनीकी लेखन होता रहा है पर अंग्रेजी भाषा में ऐसे लेखन की तुलना में यह नाममात्र है। इस अभाव के कारण इस प्रकार है:

क्लिष्टता एवं अव्यवहारिक भाषा का प्रयोग :

हिन्दी भारत के जन-मानस की भाषा है, संपर्क भाषा है और साथ ही शासकीय प्रयोजनों के लिए राजभाषा भी है। अपने प्रथम दो रूपों में हिन्दी कल-कल बहती नदी के प्रवाह की भांति बदलते रहने के लिए स्वतंत्र है। उसका प्रयोग करने वाले अपनी आवश्यकतानुसार उसका रूप बदलने के लिए स्वतंत्र है। तभी तो बिहार की भोजपुरी, मैथिली, मगही आदि के रंग से रंगी हुई भाषा भी हिन्दी कहलाती है तो उत्तर-प्रदेश में ब्रज की माधुरी, अवध की ठेठ और हरियाणा की कड़कदार भाषा भी हिन्दी ही कही जाती है। इसके प्रथम दो रूपों में स्वाभाविक रूप से व्याप्त निर्बंधता इसके तीसरे राजभाषा के रूप में ज्यों कि त्यों नहीं अपनाई जा सकती थी क्योंकि इन सभी रूपों में अपनाने से भाषा कि अराजक स्थिति उत्पन्न हो जाती। इन उद्देश्यों को ध्यान में रखकर विभिन्न आयोगों, समितियों आदि का गठन हुआ।

राजभाषा से सम्बंधित आयोगों और समितियों का काम संविधानिक प्रावधानों के तहत निति तय करना तथा शासकीय एवं तकनीकी कार्यों के लिए एक ऐसी शब्दावली तैयार करना था जो हिन्दी को व्यापक स्वरुप के साथ-साथ एकरूपता भी प्रदान करे। ऐसे आयोगों/समितियों में भिन्न- भिन्न प्रदेशों के विद्वान, भाषाविद, साहित्यकार आदि उनके अनुभवों का लाभ उठाने के लिए शामिल किये गये। आवश्यकता थी उनमें परस्पर सहयोग एवं सामंजस्य की, व्यवहारिक एवं उपयोगी नजरिया अपनाने की, राष्ट्र की जनता की अपेक्षाओं के अनुकूल हिन्दी का एक रूप तैयार करने की जो सभी को मान्य हो। लेकिन इन सबके के बीच शायद उन सबका अहंकार आ गया और हिन्दी का व्यवहारिक रूप लुप्त हो गया। हिन्दी कि ऐसी शब्दावली का निर्माण हुआ, जिसके प्रयोग से हिन्दी भाषा का सहज-स्वाभाविक रूप तिरोहित होता रहा है। तकनीकी शब्दावली भी इससे अछूति नहीं रही है।

उच्चतर शिक्षा में अंग्रेजी का वर्चस्व:

भारत में स्वतंत्रता के पश्चात अंग्रेज चले गए लेकिन अंग्रेजी छोड़ गये। आज भी भारत में विज्ञान के समस्त विषयों में उच्चतर शिक्षा का माध्यम अधिकतर अंग्रेजी ही है। गणित, भौतिकी, रसायन शास्त्र आदि में तो फिर भी उच्चतर शिक्षा के लिए हिन्दी का विकल्प कई महाविद्यालयों में है किन्तु अभियांत्रिकी के सभी विषयों में तो उच्चतर शिक्षा केवल अंग्रेजी में ही उपलब्ध है। अतः विज्ञान के विषयों में शोध कार्य व लेखन अधिकतर अंग्रेजी में ही होता है।

भारत में तकनीकी लेखन से सम्बंधित शायद ही कोई प्रतिष्ठित पत्रिका है। यदि कोई वैज्ञानिक अपने लेख को प्रकाशित करना चाहता है तो उसे विवश होकर अंग्रेजी में ही लिखना पड़ता है। इसी तरह विश्व की प्रतिष्ठित पत्रिकाओं में लेख प्रकाशित करने के लिए भी अंग्रेजी में लेखन आवश्यक है।

अनुवाद सम्बंधित कठिनाइयाँ:

राजभाषा हिन्दी का तकनीकी लेखन से जुड़ा एक उल्लेखनीय पहलू है कि यह मुख्यतः अनुवाद की भाषा है। अनुवादक तकनीकी शब्दों का हिन्दी में अनुवाद तो करता है परन्तु अनुवाद से संरचना का मौलिक और स्वाभाविक रूप काफी हद तक परिवर्तित हो जाता है जो की हिन्दी के प्रयोग में बाधक होता है।

कम्प्यूटीकरण का हिन्दी तकनीकी लेखन पर प्रभाव:

कम्प्यूटर के आगमन से तकनीकी लेखन में जहाँ एक क्राँति आई है वहां हिन्दी लेखन में इसका इतना प्रभावशाली असर नहीं हुआ है। कम्प्यूटर का कुंजीपटल अधिकतः अंग्रेजी में ही होता है अतः तकनीकी सम्बन्धी हिन्दी कार्यों एवं लेखन में असुविधा होती है। जहाँ हिन्दी का कुंजीपटल उपलब्ध भी है वहाँ तकनीकी लेखन से जुड़े हिन्दीतर भाषियों को अधिक असुविधा होती है क्योंकि हिन्दी में मात्रायों का समावेश भी है। कम्प्यूटर पर लेखन तथा फार्मेटिंग के साफ्टवेयर अधिकांश अंग्रेजी भाषा के स्वरुप पर ही आधारित है। हिन्दी लेखन व फार्मेटिंग के लिए इनका अभाव तकनीकी लेखन के लिए हिन्दी के उपयोग में बाधक सिद्ध हुआ है।

राजभाषा समिति की भूमिका:

संसद की राजभाषा समिति का कर्तव्य है कि वह तकनीकी प्रयोजनों के लिए हिन्दी के प्रयोग में की गई प्रगति का पुनर्विलोकन करे। इस समिति का उद्देश्य देश के भिन्न क्षेत्रों में जाकर राजभाषा के प्रयोग की जानकारी लेना और अपने सुझाव देना होता है। यो तो ऐसे दौरे प्रत्येक वर्ष होते है परन्तु एक सामान्य अवधारणा है कि अधिकांश मामलों में यह दौरे पर्यटन मात्र का साधन बन जाते है। जिस उद्देश्य से इन समितियों की स्थापना की जाती है उसकी पूर्ति नहीं होती। जगह-जगह पर हिन्दी अधिकारियों तथा अनुवादकों के स्थान भी रिक्त रहते है तथा उनको भरने के प्रयास में भी कमी है।

हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन की आवश्यकता:

विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में देश में बहुत विकास हुआ है। इस विकास से सम्बंधित जानकारी का लाभ देश के प्रत्येक व्यक्ति तक पहुँचे इसके लिए आवश्यक है की वह ऐसी भाषा में हो जिसे अधिकाँश लोग समझते हो। हिन्दी देश भर में संपर्क भाषा के रूप में प्रचलित है। अतः राजभाषा हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन से सभी वर्गों के लोग लाभान्वित होंगें।

हिन्दी में विज्ञान लेखन से अन्य क्षेत्रीय भाषाओं में भी इस तरह के प्रयास को बल मिलेगा।

हिन्दी भाषा में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन बढ़ाने के सुझाव:

हिन्दी को विकासशाली एवं संपन्न बनाने के लिए हमारा यह कर्तव्य है कि हम एक उदार द्रष्टिकोण अपनायें। हिन्दी के सरलीकरण तथा स्वरुप-निरूपण का विवेचन आवश्यक है। इसके लिए हमें व्याकरण के नियमों को सुगम बनाना होगा। तदभव शब्दों का तत्सम शब्दों में परिवर्तन करने के कारण भाषा में जो कृत्रिमता आ गई है, उसे एकदम दूर करना होगा अन्यथा भाषा की जटिलता उत्तरोतर बढती जायेगी और उसके प्रयोगकर्ताओं की संख्या घटती जायेगी। हिन्दी के लिए ऐसे शब्दकोष की आवश्यकता है जिसमें हिन्दी के सभी रूपों का प्रतिनिधित्व करने वाले सहज-स्वाभाविक एवं लोक-प्रचलित शब्दों का समावेश होना चाहिए। इसे सरल बनाने की चर्चा सरकार के शीर्ष स्तर के साथ- साथ हिन्दी भाषा एवं विज्ञान से जुड़े विभिन्न मंचों पर होनी चाहिए।

हिन्दी के द्वार प्रांतीय भाषाओं के शब्दों के लिए खोल दिए जाने चाहिए। हिन्दी की संरचना ऐसी होनी चाहिए जिससे हिन्दितर भाषी व्यक्तियों में भी हिन्दी सीखने-पढ़ने, लिखने-बोलने की स्वाभाविक इच्छा पैदा हो सके। शासन की ओर से पारिभाषिक शब्दों का जो निर्माण हो रहा है , उनका प्रामाणिकरण भी अवश्य हो जाना चाहिये।

अंग्रेजी के तकनीकी शब्दों के सरल हिन्दी पर्याय निर्धारित किये जाने चाहिए। यह निर्धारण ऐसा होना चाहिए कि उनकी सहजता और सामान्य जन की भाषा में उनके प्रयोग को महत्व मिले।

कार्यालयों, विज्ञान सम्बन्धी विश्वविद्यालयों तथा तकनीकी अनुसन्धान केन्द्रों में कम्प्यूटर पर हिन्दी के अनुप्रयोग संबंधी प्रशिक्षण दिया जाना चाहिए। ऐसे साफ्टवेयरों का विकास होना चाहिए जिनका सरलता से कोई भी हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन के लिए प्रयोग कर सकें।

राजभाषा का तकनीकी कार्यान्वयन कार्यक्रम केन्द्रीय कर्मचारियों के हिन्दी ज्ञान के स्तर पर आधारित होना चाहिए। यदि किसी केन्द्रीय कर्मी को हिन्दी का अधिक ज्ञान नहीं है तो उसके लिए आवश्यक प्रशिक्षण दिया जाना चाहिए। यह सरकारी खर्च पर कार्यालय अवधि के दौरान कराया जाना चाहिए। राजभाषा की प्रचार एवं प्रसार पूरी तरह प्रेरणा और प्रोत्साहन पर आधारित होना चाहिए।

हिन्दी में तकनीकी लेखन को प्रोत्साहित करने के लिए आवश्यक है कि हिन्दी तकनीकी पत्रिकाओं का प्रकाशन किया जाए और ऐसी पत्रिकाओं को सरकार की और से आर्थिक सहायता प्रदान की जानी चाहिए। ऐसी पत्रिकाओं में लेख लिखने के लिए वैज्ञानिकों को प्रोत्साहित करने के लिए समूची राशि तथा सम्मान दिया जाना चाहिए।

उपसंहार:

भारत देश एक बहुत विशाल सांस्कृतिक तथा भाषिक विरिधाभास है। विभिन्नता रहते हुए भी समस्त भारत की जड़ें अखंड है। इसी विविधता में एकता लाना हिन्दी भाषा का दायित्व है। हिन्दी के विकास में हिन्दितर भाषियों का योगदान हिन्दी भाषियों से किसी भी रूप में कम नहीं रहा हैं और किसी भी भाषा के विद्वानों, वैज्ञानिकों और साहित्यकारों से कमतर विद्वान हिन्दी में भी नहीं है। आवशयकता है संकीर्ण प्रवत्ति त्यागने की, हीन भावना से मुक्त होकर रचनात्मक एवं प्रेरणादायक मानसिकता विकसित करने की। तभी हिन्दी समस्त देश को एक सूत्र में आबद्ध करके नवराष्ट्र के निर्माण में अपना पूर्ण सहयोग प्रदान कर सकेगी। तभी प्रत्येक क्षेत्र में लेखन तथा संपर्क का माध्यम बन पायेगी और सही मायनों में राजभाषा के पद पर स्थापित होगी।

****

हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप

डॉ. ए. सुब्बाराव
परियोजना एवं प्रगति मॉनीटरिंग प्रभाग,
नियोजन एवं परियोजना समूह,
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र,
ईमेल: subbarao@sac.isro.gov.in
दूरभाष (ओ) : +91 79 2691 3320 / 3372

सारांश

हमारे भारत देश में अनेक प्रकार के वैज्ञानिक तकनीकी अनुसंधान विभाग, संस्थान एवं कार्यालय हैं। इन में वैज्ञानिकों के अलावा, आचार्य एवं विद्यार्थी गण भी शामिल हैं। वे अंग्रेजी में बराबरी-पुनरवलोकित-जर्नल्स में लेख वा आलेख प्रकाशित करते हैं। यदि उन वैज्ञानिक तकनीकी लेखन के अनुवाद हमारी राजभाषा हिन्दी में किया जाए, और जो सभी को उपलब्ध हो तो, सभी स्टाफ सदस्यों को वह ज्ञान प्राप्त होगा। सभी कर्मचारियों को अपने प्रकाशन को हिन्दी में अनुवादन कर के अंकीकृत निक्षेपागार में सम्मिलित कराना चाहिए। केन्द्र के वैज्ञानिक/अभियंताओं के प्रकाशन (अंग्रेजी में बराबरी-पुनरवलोकित-जर्नल्स में), आंतरिक प्रकाशन (अंग्रेजी में) को हिन्दी में अनुवादन कर के, उन को और तत् द्वारा उत्पन्न वृतचित्र एवं दृश्य-श्रव्य का अभिगम वेबसाइट के माध्यम से कराना चाहिए। ऐसा अनुवाद किए हुए लेखों के विश्लेषण कर के किसी एक कार्यान्वयन समिति द्वारा पुनरवलोकित लेखों का संग्रहण तैयार कर के पुस्तक रूप में विद्यार्थी, आम जनता एवं अन्य स्टाफ सदस्यों के लिए प्रकाशित करना चाहिए। आजकल तो हिन्दी सप्ताह, पखवाडा एवं माह कार्यक्रम जो सितम्बर वा अकतूबर में होते हैं, वे नियमित-कार्यालय-काम को क्षति या हानि पहुँचाते हैं। यहाँ मेरा प्रस्ताव यह है कि ऐसी हिन्दी उत्सवों (वैज्ञानिक तकनीकी लेखन सहित) एवं कार्यशालाओं का आयोजन करना आदि हर शनिवार को किया जाना चाहिए। इस से छुट्टी के दिन में भी लोग वैज्ञानिक तकनीकी लेखन को हिन्दी में समझेंगे, और मैं मानता हूँ कि राजभाषा हिन्दी का भी कुशल स्वरूप एवं उद्धार अवश्य होगा।

1. परिचय

14 सितम्बर का दिन प्रतिवर्ष हिन्दी दिवस के रूप में मनाया जाता है क्यों कि हिन्दी को भारत की राजभाषा के रूप में 14 सितम्बर, सन् 1949 को स्वीकार किया गया। 1950 में हिन्दी को राजभाषा घोषित किए जाने पर, प्रशासनिक, वैज्ञानिक, तकनीकी एवं विधि-शब्दावली का निर्माण, प्रशासनिक एवं विधि-साहित्य का हिन्दी में अनुवाद और अहिन्दी भाषी सरकारी कर्मचारियों का हिन्दी प्रशिक्षण आदि तैयारियाँ प्रारम्भ किए गए थे [1]।

मेरा विचार यह है -- 80 प्रतिशत उर्दू भाषा के शब्दों का प्रयोग से और 20 प्रतिशत अन्य वा दूसरी भाषाओं के शब्दों का प्रयोग से मिली-जुली, देवनागरी लिपि में लिखी गई भाषा आज की हिन्दी भाषा है। दक्षिण भारत के भाषाओं में संस्कृत भाषा के शब्द ज्यादा मात्रा में पाये जाते हैं। इसलिए दक्षिण भारत वासियों को उर्दू भाषा के शब्दों का प्रयोग मुश्किल होता है। इस तरह दक्षिण भारत में हिन्दी भाषा को अपनाने में बाधा होती है। कर्मचारियों की प्रतिरोध दूर करके उन्हें हिन्दी में काम करने के लिए प्रोत्साहित किया जा रहा है। सन् 2004 में केन्द्रीय सरकार की राजभाषा नीति के अनुपालन/कार्यान्वयन के लिए न्यूनतम हिन्दी पदों के मानक पुन निर्धारित कर दिया।

2. भूमिका

हमारे भारत देश में अनेक प्रकार के वैज्ञानिक तकनीकी अनुसंधान विभाग, संस्थान एवं कार्यालय हैं। उदाहरण के लिए, विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केंद्र, सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र, **इसरो दूरमिति अनुवर्तन और आदेश नेटवर्क,** अंतरिक्ष उपयोग केंद्र एवं भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान कानपुर आदि हैं। इन में वैज्ञानिकों के अलावा, आचार्य एवं विद्यार्थी गण भी शामिल हैं।

चित्र 1 : अंतरिक्ष उपयोग केंद्र -- हिन्दी अनुभाग, सौजन्य से

वे अंग्रेजी में बराबरी-पुनरवलोकित-जर्नल्स में लेख वा आलेख प्रकाशित करते हैं। इस तरह उन के खोज, सुझाव एवं योगदान आम जनता के समझ से बाहर है। यदि उन वैज्ञानिक तकनीकी लेखन के अनुवाद हमारी राजभाषा हिन्दी में किया जाए, और जो सभी को उपलब्ध हो तो, सभी स्टाफ सदस्यों को वह ज्ञान प्राप्त होगा। केंद्रीय सरकार के कार्यालयों से संबंधित अनुसंधान लेख हिन्दी और अंग्रेज़ी, दोनों में द्विभाषिक रूप में होना चाहिए। यदि कोई लेख अंग्रेज़ी में भेजा जाता है तो उसका

हिन्दी अनुवाद भी बाद में होना चाहिए। यदि कार्यालयों में कर्मचारियों की संख्या (चतुर्थ श्रेणी कर्मचारियों को छोड़कर) 25 या इससे अधिक है, वहाँ राजभाषा कार्यान्वयन समितियों का गठन किया गया है।

3. कार्यप्रणाली – हिन्दी में लेखन

राजभाषा हिन्दी का कार्यान्वयन करने के लिए अनेक स्पर्धाओं और संगोष्ठी-कार्यक्रमों का आयोजन होते है। दक्षिण भारत वासियों को उर्दू-प्रबल और प्रभावित हिन्दी को सीखना और कार्यान्वयन करना कठिन है। इस लिए उर्दू-प्रभाव से राजभाषा हिन्दी के प्रचार एवं प्रसार में व्यवहारिक समस्याएँ हो रहे हैं। हिन्दी भाषी राज्य सरकारें भी, जहाँ पर अधिकांश कर्मचारी हिन्दी जानते हैं, उन का वैज्ञानिक तकनीकी (अनुसंधान) लेखों का अनुवाद हिन्दी में नहीं कर रहें हैं। केन्द्र, संस्थान एवं कार्यालयों वैज्ञानिक तकनीकी लेखों का अनुवाद करने के लिए पर्याप्त मात्रा में, अनुवादक/अनुवादिका गण की आवश्यकता है। अनुवादन के पश्चात, प्रत्येक वैज्ञानिक को अपना अनुवाद किया हुआ लेख वा आलेख को, सभी स्टाफ सदस्यों को प्रस्तुत करना चाहिए।

4. सुधार

वैज्ञानिक तकनीकी क्षेत्र में हिन्दी में लेखन अमल करना सब के लिए कठिन है। प्रत्येक वैज्ञानिक अपना अनुसंधान लेख वा आलेख जो अंग्रेज़ी में प्रकाशित किए गए थे, उन को हिन्दी में अनुवाद करवाना और बाद में पुस्तकालय में प्रस्तुत करना चाहिए।

पुस्तकालय, वैज्ञानिक समुदाय की वर्तमान एवं भविष्य की सूचना आवश्यकताओं को ध्यान में रखकर सूचना चयन, संग्रह और उसके प्रसार में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

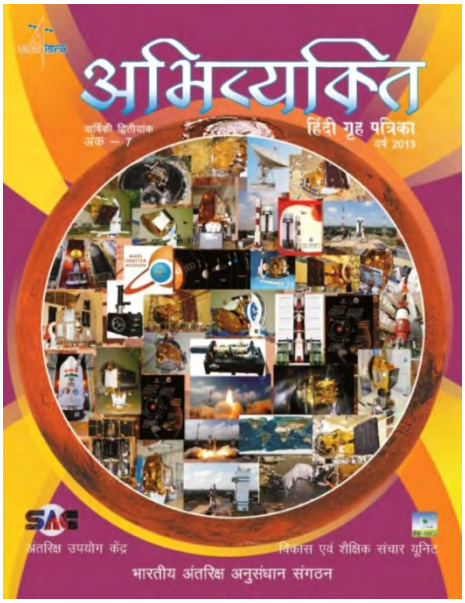
चित्र 2 : अंतरिक्ष उपयोग केंद्र -- पुस्तकालय प्रभाग, सौजन्य से

हिन्दी में, अंकीकृत (डिजिटल) संसाधनों के अभिगम के लिए विभिन्न तरीकें हैं। पुस्तकालय के अंकीकृत निक्षेपागार (डिजिटल रिपॉजिटरी) के विभिन्न समुदायों एवं संग्रहों का, सुनिर्दिष्ट मेटाडेटा के साथ, हिन्दी में किया जा सकता है। हिन्दी में, समुदाय की सूचना आवश्यकताओं की पूर्ति हेतु उचित ज्ञान-संसाधन उपलब्ध कराना चाहिए। सभी कर्मचारियों को अपने प्रकाशन को हिन्दी में अनुवादन कर के अंकीकृत निक्षेपागार में सम्मिलित कराना चाहिए। केन्द्र के वैज्ञानिक/अभियंताओं के प्रकाशन (अंग्रेजी में बराबरी-पुनरवलोकित-जर्नल्स में), आंतरिक प्रकाशन (अंग्रेजी में) को हिन्दी में अनुवादन कर के, उनको और तत् द्वारा उत्पन्न वृतचित्र एवं दृश्य-श्रव्य का अभिगम वेबसाइट के माध्यम से कराना चाहिए।

ऐसा अनुवाद किए हुए लेखों के विश्लेषण कर के किसी एक कार्यान्वयन समिति द्वारा पुनरवलोकित लेखों का संग्रहण तैयार कर के पुस्तक रूप में विद्यार्थी, आम जनता एवं अन्य स्टाफ सदस्यों के लिए प्रकाशित करना चाहिए।

हिन्दी में सर्वाधिक काम करने वाले कर्मचारियों को पुरस्कार देने की व्यवस्था है। ज्यादा लोग केवल पुरस्कार प्राप्त करने के लिए, कुछ समय तक हिन्दी में काम कर रहे हैं। जिन की मातृ भाषा हिन्दी है, उन से हिन्दी में लेखन तथा अनुवाद अनिवार्य होना चाहिए। यह विषय ए.पी.ए.आर प्रपत्र में भी लिखित हो

जाना चाहिए। हिन्दी अनुभाग जो हिन्दी में दुर्बल और कमजोर लोगों को लेख-अनुवाद में मदद अवश्य करना चाहिए। यह कार्य कामकाज-समय (कार्यालय-समय-सारणी-अनुसार) के पश्चात किया जाना चाहिए, जैसे पुस्तकालय खुला रहता है। राजभाषा हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन प्रस्तुत करने के लिए शनिवार (छुट्टी) का दिन भी ठीक रहेगा (वैज्ञानिकों के लिए; अनुवादक/अनुवादिका गण के लिए नहीं), यह मेरा मानना है।



चित्र 3 : अंतरिक्ष उपयोग केंद्र -- हिन्दी अनुभाग, सौजन्य से

सोचिए, कितना आनन्द मिलेगा शनिवार को वैज्ञानिक तकनीकी लेखन हिन्दी में सुनने में ! तब यह राजभाषा स्वरूप आनन्दमय होगा। ऐसा प्रस्तुत किया हुआ लेखन को वेबसाइट पर अपलोड करना चाहिए और सी.डी. के माध्यम से इच्छुक लोगों को वितरण करना चाहिए। इन विषयों में यह ध्यान देना चाहिए कि सभी अनुवाद उर्दू-प्रभावित न हो। यदि लेखन उर्दू-प्रभावित है तो योग्य रूपांतर प्राप्त करने हेतु हिन्दी अनुभाग से अनुवाद करवाना चाहिए। दक्षिण भारत अधिकारियों को उनके दैनन्दिन कार्यों में जैसे आलेखन, टिप्पण तथा पत्र आदि को हिन्दी में तैयार करने हेतु प्रशिक्षण देने के लिए अनेक हिन्दी-कार्यशाला-आयोजन होना आवश्यक है। वेबसाइट पर लिखने में और अपलोड करने में भी हिन्दी अनुभाग से सहायता लेना चाहिए।

5. उपसंहार

सभी केंद्रों एवं कार्यालयों में हर हिन्दी अनुभाग को प्रभाग बनाना चाहिए, जहाँ कर्मचारियों की संख्या (चतुर्थ श्रेणी कर्मचारियों को छोड़कर) 50 से अधिक है। इस के लिए हिन्दी संवर्ग की सभी रिक्तियों को शीघ्र भरना आवश्यक है। वैसे मेरे को उर्दू (शायरी, गजलें, मुहावरें और चुटकुलें) भाषा सुनने में बहुत अच्छा लगता है, परन्तु समझ में नहीं आता है। यहाँ मेरा सुझाव यह है कि -- कम से कम 50 प्रतिशत संस्कृत भाषा के शब्दों का प्रयोग, हिन्दी भाषा में होना चाहिए। तब हिन्दी को सही परिभाषा और सीमांकन किया जायेगा। अतः उस हिन्दी भाषा को राजभाषा मानने में, किसी को भी दिक्कत नहीं होगी और उस भाषा का स्वरूप के द्वारा भारतवर्ष का आपसी धार्मिक, आर्थिक और राजनीतिक व्यवहार हो जायेगा। आजकल तो हिन्दी सप्ताह, पखवाडा एवं माह कार्यक्रम जो सितम्बर वा अकतूबर में होते हैं, वे नियमित-कार्यालय-काम को क्षति या हानि पहुँचाते हैं। यहाँ मेरा प्रस्ताव यह है कि ऐसी हिन्दी उत्सवों (वैज्ञानिक तकनीकी लेखन सहित) एवं कार्यशालाओं का आयोजन करना आदि हर शनिवार को किया जाना चाहिए। इस से छुट्टी के दिन में भी लोग वैज्ञानिक तकनीकी लेखन को हिन्दी में समझेंगे, और मैं मानता हूँ कि राजभाषा हिन्दी का भी कुशल स्वरूप एवं उद्धार अवश्य होगा।

6. संदर्भ:-

1. वेब संदर्भ -- www.wikipedia.com

7. लेखक परिचय :

डॉ. ए. सुब्बाराव ने भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान कानपुर से भौतिक विज्ञान में पीएच.डी डिग्री प्राप्त किया। वर्ष 1991 में अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र, अहमदाबाद में सुदूर संवेदन नीतभारों में, प्रकाश विज्ञान में कार्य आरंभ किया, और तत् पश्चात् , संकेत एवं प्रतिबिम्ब प्रक्रिया, आंकड़ा उत्पादों का क्षेत्र में भी काम किया। वर्तमान में परियोजना एवं प्रगति मॉनीटरिंग प्रभाग की प्रधान है।

हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप

सतिन्दर पाल सिंह
(दूरभाष 7736595630)
इंजीनियर एस सी
वैधुत द्रवचलित प्रवर्तन प्रणाली प्रभाग
विक्रम साराभाई अंतरिक्ष केन्द्र
तिरुवनंतपुरम 695022

प्रस्तावना :-

आज का युग विज्ञान का युग है। आधुनिक जीवन में चिकित्सा, सूचना, अंतरिक्ष विज्ञान, मनोरंजन, यातायात व व्यवसाय आदि सब विज्ञान की ही देन है। आज विज्ञान के बिना जीवन की कल्पना करना भी असम्भव सा लगता है। कोई भी देश उतना ही विकासशील कहलता है, जितना वहाँ विज्ञान का प्रसार हो या यूँ कहें तो विज्ञान के बिना कोई भी देश उन्नति नहीं कर सकता। किसी भी देश के विकास और सफल होने के लिए वहाँ की जनता / जन साधारण का स्तर विज्ञान में ऊंचा होना आवश्यक है।

इस लिए विज्ञान के प्रति जागरूकता को जन साधारण तक पहुंचाना बेहद महत्वपूर्ण है। जब तक इस बात को समझा नहीं जाता तब तक विकास को पाना आसान नहीं होगा। आज की युवा पीढ़ी की विज्ञान के लिए जिज्ञासा को बढ़ाने के लिए सबसे सशक्त और समर्थ माध्यम है- जन मानस की भाषा में विज्ञान लेखन। विज्ञान क्षेत्र की जानने योग्य प्रत्येक जानकारी को प्राप्त करना, संशोधित करना तथा लोगों के अनुरूप उसे ढालकर उसे प्रस्तुत करना ही विज्ञान लेखन है।

जन साधारण को विज्ञान के साथ जोड़ना आज समय की मांग है और इसी लिए विज्ञान लेखन की महिमा को सही ढंग से पहचानना लाज़मी है। विज्ञान लेखन का उद्देशय भी यही होना चाहिए, जिससे जन-मानस में तीव्र विकास की इच्छा शक्ति विकसित हो और सरलता से उसे जन-मानस समझ सके और अपना सके। इसे कहने की या दोहराने की आवश्यकता नहीं है कि विज्ञान के सरल ज्ञान को जन–जन तक पहुंचाना विदेशी भाषा द्वारा संभव नहीं है। यहाँ इस बात को नकारा नहीं जा सकता कि आज हमारे पास विज्ञान की अपनी भाषा नहीं है। विज्ञान लेखन के लिए भाषा का अहम महत्तव है। हिन्दी भाषा और इसमें निहित भारत की सांस्कृतिक धरोहर इतनी सुदृढ और समृद्ध है कि इस ओर ध्यान देना आवश्यक है। यह बात माननी होगी कि अगर हमें भी विकास की राह पकड़नी है, तो हमें अपनी राजभाषा हिन्दी की तरफ विशेष ध्यान देना होगा।

पूर्व प्रधानमंत्री स्वर्गीय श्री पी.वी. नरसिंहराव ने लिखा है “विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में विदेशी भाषा से कोई राष्ट्र न तो मौलिक ढंग से विकास कर सकता है और न तो अपनी विशिष्ट वैज्ञानिक एवं प्रौद्योगिकीय पहचान बना सकता है। विदेशी भाषा से अनुवाद की बैसाखी का सहारा भी अधिक समय तक नहीं लिया जा सकता है।“

इस अतिविशिष्ट ज्ञान को जन साधारण तक पहुंचाने के लिए राजभाषा हिन्दी में लेखन की क्या स्थिति है, उसे दर्शाना ही इस आलेख की विषय वस्तु है।

राजभाषा हिन्दी – कल और आज

हर देश की अपनी राष्ट्रभाषा होती है। सारा सरकारी तथा अर्ध-सरकारी काम उसी भाषा में किया जाता है। वही शिक्षा का माध्यम भी होती है। कोई भी देश अपनी राष्ट्रभाषा के माध्यम से ही विकास पथ पर अग्रसर होता है। हिन्दी भाषा की महत्ता को समझते हुए 14 सितंबर 1949 को संविधान सभा ने एक मत से यह निर्णय लिया गया कि हिन्दी ही भारत की राजभाषा होगी। अनुच्छेद 343 में लिखा गया है- संघ की राजभाषा हिन्दी होगी और लिपि देवनागरी होगी परन्तु बाद में कहा गया कि संविधान के लागू होने के समय से 15 वर्ष की अवधि तक संघ के प्रयोजनों के लिए अंग्रेज़ी का प्रयोग होता रहेगा। इस तरह हिन्दी को 15 वर्ष का वनवास मिल गया।

राजभाषा संबंधी सांविधानिक और कानूनी उपबंधों का अनुपालन सुनिश्चित करने और संघ के सरकारी कामकाज में हिन्दी के प्रयोग को बढ़ावा देने के लिए एवं हिन्दी भाषा के प्रचार, प्रसार और प्रयोग के लिए गृह मंत्रालय के एक स्वतंत्र विभाग के रूप में जून 1975 में राजभाषा विभाग की स्थापना की गई।

संसार के सभी देशों ने अपने देश की भाषा के माध्यम से ही अनेक आविष्कार किए हैं। इज़राएल, चीन, जर्मनी, कोरिया और जापान जैसे देश जो हमसे अधिक विकसित हैं, अपने यहां अपनी मातृभाषा का प्रयोग करते हैं। लेकिन विडबंना देखिए कि हिन्दी आज़ादी के छह दशक से ज्यादा गुज़र जाने के पश्चात भी अपना सम्मानजनक स्थान नहीं पा सकी है। आज़ादी के समय हिन्दी को राष्ट्रभाषा के रूप में स्थापित करने के प्रयास का भरसक विरोध किया गया और तर्क दिया गया कि इससे अन्य प्रांतीय भाषाएँ पिछड़ जाएँगी। हिन्दी के कुछ समर्थकों की भी यह राय है कि हिन्दी आधुनिक विज्ञान और प्रौद्योगिकी के साथ मेल नहीं खाती हैं। इस तर्क के आधार पर युवावर्ग भी अपनी दिनचर्या में हिन्दी को अपनाने के लिए अनिच्छुक है। लेकिन एक दिन ऐसा अवश्य आएगा, जब जनता सरकार को बाध्य कर देगी और हिन्दी अपना स्थान अवश्य प्राप्त करेगी।

राजभाषा का हो ऐसा सम्मान,

तकनीकी प्रगति का वो बने प्रमाण।

राजभाषा कार्यान्वहन में अड़चनें

ध्यानयोग्य बात है कि भारत देश में उच्च माध्यमिक तक तो गणित, विज्ञान और भौतिक विज्ञान के लिए हिन्दी में विद्यालय उपलब्ध है लेकिन उसके बाद स्नातक में पढ़ने के लिए केवल अँग्रेजी का ही सहारा लेना पड़ता है, यही कारण है कि कुछ जन- मानस तो भाषा रूपान्तरण में फंस कर विज्ञान पढ़ना ही छोड़ देते हैं और कुछ साहसी मानस जो विज्ञान विषय ले भी लेते हैं किन्तु मुश्किल से अंत तक अपनी जागरूकता बनाए रख पाते हैं। हैरानी की बात है कि उच्चतम न्यायालय और उच्च न्यायालय में भी कार्यवाही अँग्रेजी में ही होती है यहाँ तक कि

- कम्प्यूटर सीखना है तो... अंग्रेजी
- विश्व स्तरीय अच्छी किताबें पढ़ना है तो... अंग्रेजी
- इंटरनेट से अच्छा ज्ञान प्राप्त करना हो तो... अंग्रेजी
- प्रतियोगी परीक्षा में पास होना है तो... अंग्रेजी
- इंटरव्यू में पास होना है तो... अंग्रेजी
- मोटी तन्ख्वाह वाली नौकरी पानी है तो... अंग्रेजी
- सामाजिक प्रतिष्ठा बनानी है तो... अंग्रेजी

वैज्ञानिक एवं तकनीकी पारिभाषिक शब्दावली का हिन्दी में अब अभाव नहीं है परन्तु फिर भी राजभाषा का स्वरूप सफल नहीं हुआ है। विज्ञान लेखक इसका समुचित उपयोग नहीं कर पा रहे हैं और तमाम लेखक स्वयं नित नए शब्द गढ़ रहे हैं। इस अराजक स्थिति के निम्नलिखित कारण समझ में आते हैं।

1. लेखन में भाषागत शब्दों के चयन की कठिनाई और शब्दों के सही चयन पर ही लेखन की गुणवत्ता निर्भर करती है।
2. राजभाषा में वैज्ञानिक लेखन जगत की घोर उपेक्षा जिसके लिए जन मानस का राजभाषा के इस्तेमाल और जानकारी का अभाव है।
3. राजभाषा में लिखे आलेखों शोधपत्रों को प्रस्तुत करने के लिए उपयुक्त मंचों और श्रोताओं का अभाव।
4. राजभाषा में लेखन के प्रकाशन की असुविधा, अथवा प्रकाशक जन की अरुचि का होना है।

सरकारी कार्यालयों में जहां आज-कल सूचना प्रभाग बनाए गए हैं, जिनका मुख्य कार्य मासिक या वार्षिक वैज्ञानिक एवं तकनीकी पत्रिकाएँ, रिपोर्ट, नोट, बुलेटिन निकालना है, किन्तु आवश्यकता की तुलना में यह अपर्याप्त होते हैं। कहीं पर तो इनका मूल्य भी लिया जाता है जिसके कारणवश यह सफल नहीं हो पाते। इसके मुक़ाबले में अँग्रेजी में पत्रिकाएँ, रिपोर्ट मुफ्त / कम शुल्क में उपलब्ध हो जाती हैं, जो हमारे लेखक आराम से इस्तेमाल कर लेते हैं। शायद यही कारण है कि स्वदेशी वैज्ञानिक जानकारियाँ जन-मानस तक नहीं पहुँच पाती।

प्रयास अब तक

विज्ञान , कृषि , चिकित्सा , अभियांत्रिकी तथा प्रौद्योगिकी की शिक्षा हेतु भाषागत परिवर्तन ले आने के लिए स्वतंत्रता के बाद से किए जा रहे सरकारी और गैर सरकारी प्रयासों को सराहा गया है। सरकारी कार्यालयों में कर्मचारी को प्रबोध, प्रवीण और प्रज्ञा कार्यालय में ही सीखने का बीड़ा लिया गया है, जिससे कि राजभाषा को प्रोत्साहन मिल सके।

राजभाषा विभाग द्वारा कंप्यूटर पर हिन्दी प्रयोग को सरल व कुशल बनाने के लिए **लीला सॉफ्टवेयर** विकसित किया है। लीला सॉफ्टवेयर के माध्यम से हिन्दी प्रबोध, प्रवीण और प्राज्ञ पाठयक्रम असमी, बांग्ला, अंग्रेज़ी, कन्नड़ मलयालम, मणिपुरी, मराठी, उड़िया तमिल, तेलुगू, पंजाबी, गुजराती, नेपाली और कश्मीरी के द्वारा इंटरनेट पर सीखे जा सकते हैं। अब इंटरनेट के माध्यम से ही परीक्षा दी जा सकेगी। अंग्रेज़ी-हिन्दी उच्चारण सहित ई-महाशब्दकोश का विकास भी किया गया है। ई-महाशब्दकोश में हर शब्द का उच्चारण दिया गया है जो कि किसी और शब्दकोश में नहीं मिलता। हिन्दी शब्द देकर भी उसका अंग्रेज़ी में अर्थ खोजना संभव हो पाया है। इसमें प्रत्येक अंग्रेज़ी और हिन्दी शब्द के प्रयोग भी दिए गए हैं।

इसके अतिरिक्त राजभाषा विभाग द्वारा विभन्न प्रकार की पुस्तक लेखन पुरस्कार योजनाए प्रारम्भ की है ताकि राजभाषा में लेखन को बढ़ावा मिल सके। कार्यालय में हिन्दी में कार्य करने के लिए कर्मचारियों को प्रोत्साहित करने हेतु हिन्दी प्रतियोगिताओं का आयोजन हिन्दी पखवाड़े में प्रतिवर्ष किया जाता है। विशेष रूप से हिंदीतर भाषी कर्मचारियों के लिए अलग से "हिन्दी में टिप्पणी प्रतियोगिता" का भी आयोजन किया जा चुका है।

कोटि-कोटि कंठों की भाषा,
जन-गण की मुखरित अभिलाषा।
हिन्दी है पहचान हमारी,
हिन्दी हम सब की परिभाषा।

वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली के सृजन में आज उल्लेखनीय प्रगति हुई है। एक सर्वेक्षण के अनुसार आज 3500 से अधिक हिन्दी में विज्ञान लेखक हैं जिनमें 140 से अधिक महिलाएं हैं तथा 8000 हजार से भी अधिक विज्ञान संबंधी पुस्तकें लिखी जा चुकी हैं। हर्ष की बात है कि हिन्दी भाषा में विज्ञान की पत्रिकाओं का अवश्य विस्तार हुआ है जो विज्ञान को लोकप्रिय बनाने की दिशा में सक्रिय हैं। लेकिन इन सब के बावजूद भी ऐसा प्रतीत हुआ है कि लेखन में उच्च स्तर की गुणवत्ता, सामंजस्य, प्रामाणिकता का अभाव है।

वैज्ञानिक लेखन में राजभाषा की भूमिका

राजभाषा हिन्दी में अच्छा विज्ञान लेखन बहुत ही कम मिलता है। लेकिन हर्ष की बात है कि ध्यान, योग, आसन और आयुर्वेद विषयों के साथ-साथ इनसे संबंधित हिन्दी शब्दों का विश्व की दूसरी भाषाओं में विलय हो रहा है। भारतीय संगीत, हस्तकला, भोजन और वस्त्रों की विदेशी मांग जैसी आज है पहले कभी नहीं थी। लगभग हर देश में योग, ध्यान और आयुर्वेद के केन्द्र खुल गए हैं जो दुनिया भर के लोगों को भारतीय संस्कृति की ओर आकर्षित करते हैं। ऐसी संस्कृति जिसे पाने के लिए केवल हिन्दी के रास्ते से ही पहुंचा जा सकता है।

हिन्दी में वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन की परंपरा लगभग दो सौ साल पुरानी है। परंतु जब भी हिन्दी में वैज्ञानिक विषयों पर पुस्तकों की माँग की जाती है तो प्रायः यह सुनने में आता है कि इसके लिए आधारभूत सामग्री उपलब्ध नहीं है और हिन्दी आदि भारतीय भाषाएँ आधुनिक ज्ञान-विज्ञान को अभिव्यक्त करने की दृष्टि से समर्थ नहीं हैं। किन्तु ऐसा नहीं है, हिन्दी सहित सभी भारतीय भाषाओं में सब प्रकार की प्रगतिपरक संस्कृति, ज्ञान-विज्ञान को सहज और गहन दोनों रूपों में अभिव्यक्त और संप्रेषित करने की संपूर्ण शक्ति विद्यमान है।

किसी भी राजभाषा के लिए यह ज़रूरी है कि उसमें पर्याप्त मात्रा में शब्द होने चाहिए। वैज्ञानिक लेखन के लिए विशिष्ट पारिभाषिक शब्दावली की आवश्यकता को हिन्दी ने बहुत पहले पहचान लिया था। वैज्ञानिक लेखन और अनुसंधानों के अनुरूप हिन्दी में भाषाकोश का पर्याप्त विकास किया गया है। जब कभी किसी व्यक्ति से किसी वैज्ञानिक विषय की पुस्तक लिखने या अनुवाद करने के लिए कहा जाता है तो वह तभी तैयार होता है जब सभा उन वैज्ञानिक शब्दों के पर्यायवाची शब्द हिन्दी में बनाकर दे दे जिनकी उस पुस्तक या लेख को लिखने में ज़रूरत पड़ेगी। परंतु आज पहले जैसी स्थिति नहीं है। इतना ही नहीं अंग्रेजी के बेहद प्रचलित शब्द जो विज्ञान, प्रशासन इत्यादि से जुड़े हैं, उनको भी इस्तेमाल किया गया ताकि हम हमारी राजभाषा के वैज्ञानिक, तकनीकी व प्रशासनिक क्षेत्रों में लाभ उठाते हुए देश को उन्नत कर पाए। अब शब्दों को बनाने की उतनी ज़रूरत नहीं जितनी बनाए जा चुके शब्दों के प्रयोग की।

भारतीय वैज्ञानिक न हो विदेशी भाषा का मोहताज,

अपने हर आविष्कार को पहनाए राजभाषा का ताज।

आज तकनीक के कारण कंप्यूटर लिपि-अक्षर अब 'युनिकोड' में बहुत सरल हो गये हैं। हिन्दी में अपनी बात हिन्दी के अंतर्जाल (Internet) के माध्यम से सरलता से लोगों के सामने रखी जाना आज आम बात है। इसी कारण आज हिन्दी में विज्ञान का भविष्य उज्ज्वल दिखाई दे रहा है।कम्प्यूटर पर भाषाओं के बीच एक पुल बनाने के लिए 'मंत्र' प्रोजेक्ट के तहत एक हिन्दी सॉफ़्टवेयर के विकास के सहयोग से ये कुछ हद तक मुमकिन होता दिख रहा है।

वैज्ञानिक जगत में प्रयोग के लिए निम्नलिखित बातों का भी विशेष ध्यान अनिवार्य है कि

1. विज्ञान से संबन्धित विभिन्न कार्यो, अनुसंधानो, परियोजनाओं आदि को सरल शब्दो में जन-जन तक पहुंचाने के लिए ज़रूरी है कि वैज्ञानिक साहित्य की भाषा अधिक कठिन न हो।
2. विषय को पर्याप्त उदाहरणों द्वारा पुष्ट किया गया हो ताकि हर वर्ग के लोगो के लिए समझना आसान हो।
3. उसमें मूल सिद्धांतों की सही-सही और सटीक व्याख्या की गयी हो। वैज्ञानिक अनुसंधान की दिशा स्पष्ट की गई हो। उसमें अनावश्यक विवरण नहीं होने चाहिए।
4. उसमें स्पष्ट शब्दों का निर्वाह किया जाना चाहिए।

उपसंहार

इसमें कोई संदेह नहीं कि आज वैज्ञानिक शब्दावली और अभिव्यक्तियों की दृष्टि से हिन्दी अत्यंत समृद्ध है। इतने पर भी आज वैज्ञानिक विषयों पर हिन्दी में लेखन बहुत ही कम और अपर्याप्त है। इसका कारण भाषा की अशक्तता कदापि नहीं है बल्कि वैज्ञानिकों का इस दिशा में रुझान न होना ही हमारी दरिद्रता का कारण बना हुआ है। जैसा कि कहा जाता है, भारत ऐसा देश है जो संपन्न होते हुए भी दरिद्र है। वैज्ञानिक लेखन के क्षेत्र में भी यही बात सच है। इसका निराकरण तभी संभव है जब एक तो, शिक्षा के माध्यम के रूप में हिन्दी राजभाषा को अपनाया जाए तथा दूसरे, वैज्ञानिकों को हिन्दी में बोलने और लिखने के लिए प्रेरित किया जाए। यहाँ पारिभाषिक शब्दावली की दुरूहता की बात उठाई जा सकती है, परंतु सच यही है कि भारतीय व्यक्ति के लिए भारतीय भाषाओं की शब्दावली अंग्रेज़ी की अपेक्षा अधिक पारदर्शी और बोधगम्य है। हिन्दी के माध्यम से ही वैज्ञानिक चेतना भारत के जनगण तक पहुँच सकती है।

बीसवीं सदी में विज्ञान ने बड़ी उन्नति की है, इसे देखते हुए ही अनुमान लगाया जा सकता है कि आने वाली सदी में विज्ञान क्या-क्या कर सकता है। इसलिए ज़रूरी है कि जन-जन तक उसकी महत्ता पहुंचे। हमे चाहिये कि अनुसंधान के लिये सरल शब्दों की संरचना द्वारा भाषा को सरल बना, बोलचाल की भाषा से थोडे ऊपर बैठा , हर-एक आम-आदमी समझ सके, ऐसी भाषा को इन क्षेत्रों में लानी होगी।

आवश्यकता है कि प्रारंभिक शिक्षा स्तर से ही सही हिन्दी के प्रयोग पर जोर दिया जाए। विभिन्न विषयों के विद्वान और वैज्ञानिक इस देश के आम जन को ध्यान में रखकर वैज्ञानिक लेखन में प्रवृत्त हों। इसके लिए उन्हें अपने लक्ष्य पाठक समाज को ध्यान में रखकर अलग-अलग प्रकार की शैलियाँ विकसित करनी होंगी, क्योंकि बच्चों के लिए, विद्यार्थियो के लिए, जनसाधारण के लिए और विशेषज्ञों के लिए वैज्ञानिक लेखन की शैली एक जैसी नहीं हो सकती।

अंग्रेज़ी तथा दूसरी यूरोपीय भाषाओं से वैज्ञानिक साहित्य का हिन्दी में अनुवाद किया जाए और वहीं शब्दावली

निर्माण, पत्र-पत्रिकाओं में वैज्ञानिक लेखन और मौलिक ग्रंथों के प्रणयन को भी प्रोत्साहित किया जाए। आज के दौर में इंटरनेट पर सभी तरह की महत्वपूर्ण जानकारियाँ व सूचनाएँ उपलब्ध हैं जैसे परीक्षाओं के परिणाम, समाचार, ई-मेल, विभिन्न प्रकार की पत्र-पत्रिकाएँ, साहित्य, अति महत्त्वपूर्ण जानकारी युक्त डिजिटल पुस्तकालय आदि। परन्तु ये सभी प्राय: अंग्रेज़ी भाषा में हैं। अत: आज ये जरुरी है कि ये जानकारियां भी हिन्दी में उपलब्ध कराई जाए ।

विज्ञान तभी लोकप्रिय हुआ है जब उसने लोकभाषा को अपनाया है। विज्ञान के इस माध्यम परिवर्तन में यदि चीन, कोरिया, जापान अथवा यूरोप के वैज्ञानिकों की भूमिका इतनी महत्वपूर्ण रही, तो भारत के वैज्ञानिक भी भारत की जनता की खातिर भारतीय राजभाषा में वैज्ञानिक लेखन को समृद्ध क्यों नहीं बना सकते?

मेरा विचार है कि किसी भी अन्य भाषा को सीखने का तभी कोई अर्थ निकलता है जब हम उस भाषा में उपलब्ध ज्ञान को अपनी राजभाषा में अपने लोगों तक पहुंचा पायें।

राजभाषा में हो इतने तकनीकी लेख,

कि मिट जाए कमी के आक्षेप।

ज्ञान का हो ऐसा विस्तार,

कि जन जन तक पहुंचे खोज के संदेश।

***

तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरूप

प्रमोद प्रकाश
वैज्ञानिक / अभियंता - एस डी
इस्ट्रैक, बेंगलूर

प्रस्तावना

"तकनीकी लेखन का मुख्य उद्देश्य केवल विचारों का प्रस्तुतीकरण ही नहीं बल्कि एक वार्ता का माध्यम भी है।यह महत्वपूर्ण नहीं है कि लेखक ने कितनी कठिनाइयों से आकलित किए गये आँकड़ों को वाक्यों में प्रस्तुत किया है जबकि यह महत्वपूर्ण है कि तकनीकी लेख को कितने जनमानस के द्वारा पढ़ा गया और उनके दिमाग़ पे छाप छोडी गयी।"

----जॉर्ज गोपेन व जूडिथ स्वान

उपर्युक्त बातों की सार्थकता के लिए भाषा का महत्वपूर्ण योगदान है। वस्तुतः भाषा वार्ता का माध्यम और संपर्क का साधन होने के साथ - साथ संस्कृति का संरक्षण, संवर्धन और संवहन का संसाधन भी है।मातृभाषा व्यक्तिगत और पारिवारिक पृष्ठभूमि का बोध कराती है।राष्टभाषा समाज को स्वदेशी भाव-बोध से समन्वित कराते हुए विश्व धरातल पर राष्टीय स्वाभिमान की विशिष्ट पहचान का पुख़्ता इंतज़ाम करती है।राजभाषा शासन प्रशासन में जनता जनार्धन की पहुँच का प्रावधान कराती है।

हिन्दी और राजभाषा हिन्दी

मन में यह सवाल हमेशा उठता है कि राजभाषा हिन्दी और हिन्दी में क्या अंतर है?इसके जवाब के लिए हमें दोनों पर एक दृष्टि डालनी होगी।हिन्दी भारत के हर व्यक्ति की भाषा है, राष्टभाषा है, संपर्क भाषा है और साथ ही शासकीय प्रायोजनों के लिए भारत संघ की राजभाषा भी है।अपने प्रथम तीन रूपों में हिन्दी कहीं भी बदलने के लिए आज़ाद है।उसका प्रयोग करने वाले अपनी ज़रूरत के अनुसार स्वतंत्र है।उनपर कोई बंधन नहीं, कोई सीमा नहीं।इसी वजह से हमें भारत में हिन्दी के कई रूप दिखते हैं।उत्तर और पूर्व की हिन्दी में ब्रज, मैथली, भोजपुरी, मगहि आदि का समावेश है।वैसे ही उड़ीसा, असम और बंगाल की अपनी हिन्दी है तो आंध्रा, कर्नाटका, तमिलनाडु की भीअपनी हिन्दी है।मुंबइया हिन्दी और हैदराबादी हिन्दी सुनने में कितनी अच्छी लगती है।

हिन्दी का एक रूप भारत संघ की राजभाषा का भी है जिसकी अपनी सीमाएँ हैं और अपना परिवेश भी है।हिन्दी के प्रथम तीन रूपों की व्यापकता इसके चौथे रूप यानि राजभाषा में ज्यों की त्यों नहीं अपनाई जा सकती क्योंकि एक ही संस्था या एक ही कार्यालय मे इन तमाम रूपों को अपनाने से भाषा की अराजक स्थिति उत्पन्न हो जाएगी, जो उसकी अस्वाभाविक मौत का ज़िम्मेदार होगी। इसीलिए राजभाषा हिन्दी की परिमितता को व्यापकता प्रदान करने के लिए, उसके प्रथम तीन रूपों का अनुकूल प्रतिनिधित्व करने के लिए उसे संवैधानिक स्थान दिया गया।

हिन्दी को संवैधानिक स्थान देने के बाद उसका रूप कैसा हो। किस तरह से राजभाषा का प्रचार प्रसार हो सके।किस तरह प्रशासनिक कार्यो में ज़्यादा से ज़्यादा बढ़ावामिल सके।इन्हीं सब बातों को ध्यान में रखते हुए अनेक समितियों और आयोगों का गठन भी हुआ और उन्होंने कई प्रस्ताव भी दिए, फिर भी आज राजभाषा हिन्दी अपना सही स्थान पाने में पूरी तरह से सफल नही हो पायी है।

आज विश्व के कई छोटे बड़े देश अपनी भाषा को एक सम्मान की नज़र से देखते है।वे अपने सभी कार्यों चाहे वह शिक्षण व्यवस्था हो, चाहे वह अन्य देश के साथ वार्ता हो में अपनी भाषा का विशेष ध्यान रखते हैं। फिर भारत में ऐसा क्यों नहीं?

इसके पीछे भारत की विशालता साथ में उसकी विविधता एक मुख्य कारण है। हम इस तथ्य को नज़रअंदाज नहीं कर सकते कि विशाल भारत-भूभाग जो कश्मीर से कन्याकुमारी तक और कच्छ से नागालेंड तक फैला हुआ है जिसमे अनेक भाषाएँ, अनगिनत धर्म, जाती का समावेश है और विविधता में एकता का एक बहुत ही सुंदर उदाहरण है।

तकनीकी लेखन और राजभाषा हिन्दी

राजभाषा हिन्दी का स्वरूप तकनीकी लेखन मे कैसा हो? आज के नौजवान अपनी तकनीकी लेख को मुख्यत: अंग्रेज़ी भाषा में ही क्यों लिखते हैं। उसकी क्या-क्या वजह हो सकती हैं, इसके बारे में हमें चिंता करनी है।यहाँ पर अंग्रेज़ी भाषा का ज़िक्र करते ही इतिहास के पन्नों से एक बात कहना चाहूँगा। भारत मेंब्रिटिश की अंग्रेज़ी भाषा कूटनीति के रूप मेंकाम कर रही सोच का उजागर करना ज़रूरी है। लॉर्ड मेकोले ने भारत भ्रमण के बाद ब्रिटिश संसद मे 02 फ़रवरी 18351835 को जो भाषण दिया था उसके एक अंश, जिसे यहाँ उद्धत किया जा रहा है, से उनकी सोच का उजागर हो जाएगा।

"I have travelled across the length and breadth of India and i have not seen one person who is thief. Such a wealth i have seen in this country, such high moral values, people of such calibre that i do not think we would ever conquer this country, unless we break the very backbone of this nation, which i propose that we replace her old and ancient education system, her culture, for if the Indians think that all that is foreign and English is good and greater than their own and they will lose their self-esteem, their native self-culture and they will become what we want them, a truly dominated nation."

अर्थात

" पूरे भारत के भ्रमण के दौरान मैंने एक आदमी भी ऐसा नहीं देखा जो चोर हो। मैंने उस देश मेंऐसी समृद्धि और प्रतिभाएँ देखी हैं, ऐसे श्रेष्ठ नैतिक मूल्य और लोग देखे हैं कि मुझे नहीं लगता की उसके सांस्कृतिक एवं नैतिक मेरुदण्ड को तोड़े बगैर हम उसे पराजित कर सकेंगे। इसीलिए मेरा प्रस्ताव है कि भारत की प्राचीन शिक्षा पद्धति और संस्कृति के स्थान पर अंग्रेजियत भर दी जाए ताकि भारतवासियों के दिलोदिमाग में यह सोच घर कर जाए की जो कुछ भी विदेशी

और अंग्रेज़ी है, वही बेहतर और श्रेयस्कर है। ऐसा होने से वेअपना स्वाभिमान एवं अपनी संस्कृति भूल जाएँगे और जैसा कि हम चाहते हैं, वे एक पराधीन क़ौम बन जाएँगे।"

सन 18351835 मे लॉर्ड मेकोले ने अपनी शिक्षा पद्दति लागू की थी जिसमेंअंग्रेज़ी भाषा का महत्वपूर्ण योगदान था और वही शिक्षा पद्दतिआज हमारे नस-नस में बैठ गयी है। यहीं से हमारी अपनी भाषा ब्रिटिश की कूटनीति का शिकार हुई। जिधर देखो उधर एक रोज नयी इंग्लीशमीडियम विद्यालय खुल रहा है।

शिक्षा का माध्यम : हिन्दी की बजाय अंग्रेज़ी

आज हमारी शिक्षा पद्धति में मुख्यत: अंग्रेज़ी होने के कारण सामान्य जीवन में हिन्दी के प्रयोग के प्रति अपनी ज़िम्मेदारी का एह्शास नहीं होने का ख़ामियाजा हमें भुगतना पड़ रहा है। आज दूसरे देश जैसे चीन, जापान,जर्मनी, नीदरलेंड आदि जैसे विकसित देशों में उनकी अपनी मुख्य भाषा उनकी शिक्षा पद्धति का एक महत्वपूर्ण माध्यम है।

उन देशो मेंअंग्रेज़ी को उतनी प्राथमिकता नहीं है जितनी कि अपने देश में। आज हम यह बताने की स्थिति में नहीं है किइतने सारे राष्ट में जिसकी मूक भाषा हिन्दी हो,में कोई महाविद्यालय जो प्रोफेशनल डिग्री हिन्दी माध्यम में देती हो, यह हमारे लिए बहुत शर्म की बात है।

जब विज्ञान में स्नातक या मास्टर्स डिग्री हिन्दी माध्यम से नहीं ली जाएगी तो ये कैसे उम्मीद लगाई जा सकती है कि वैज्ञानिक/ तकनी की लेखन हिन्दी में हो?

दूसरा मुख्य कारण है भारत में विश्व-स्तरिय विश्व विद्यालयों का ना होना। आज हमारे देश में एक भी विश्वविद्यालय नहीं है जो विश्व की सौ बेहतरीन महाविद्यालायों में अपना स्थान बना सके। अगर इस पर गौर फरमाया जाए तभी यह बात समझ में आ पाएगी कि हिन्दी में तकनीकी लेखन क्यों नहीं हो पा रहा है। मान लीजिए कि कोई कॉलेज हिन्दी माध्यम में आपको विज्ञान की स्नातक डिग्री दे दे। जब आप कोई तकनीकी पेपर लिखेंगे और दूसरे उच्च गुणता वाले महाविद्यालयों में दाखिला लेने की कोशिश करेंगे तब आपका हिन्दी में लिखा हुआ तकनीकी पेपर उतना काम नहीं आएगा और वे आपसे उसका अनुवाद अंग्रेज़ी में माँगेगे।

यदि हम आने वाले समय में विश्व-स्तरीय विश्वविद्यालायों की स्थापना कर सकेंगे और भारत में ही रहकर उनके अनुसंधान कार्यों को सभी प्रकार से बढ़ावा देंगे तभी हम उनसे हिन्दी में तकनीकी पेपर की उम्मीद कर सकेंगे क्योंकि रिसर्च करने वाले को दूसरे देशों में जाने की ज़रूरत ही नहीं पड़ेगी।

इसके अलावा तकनीकी लेख लिखने वाला किसी साहित्यिक कृति के अनुवाद की भाँति शब्दों के प्रयोग में स्वतंत्र नहीं होता है। ख़ासकर तकनीकी सहित्य के अनुवाद के मामलों में शब्द विशेष के लिए स्वीकृत प्रतिशब्द का प्रयोग बाध्यकारी होता है।ऐसा नहीं होने पर अनुवाद में तो अनर्थकारी परिणाम हो सकते हैं तो फिर शब्दों के लिए दोष उन अनुवादकों को क्यों दिया जाए?इसीलिए आवश्यकता यह है कि शब्दों का प्रचार अधिक से अधिक मात्रा मे हो।

आज राजभाषा हिन्दी बनाम विशुद्ध हिन्दी के बीच का शीत युद्ध भी हमारी तकनीकी भाषा में हमारे काम पर फ़र्क डालता है। विशुद्ध हिन्दी के तहत तत्सम शब्दों की उपयोगिता, अलंकार का प्रयोग आदि मुख्य है।

यदि आज किसी को लगता है कि हिन्दी के साथ षडयंत्र हो रहा है तो सबसे पहले यह बताइए कि उसमें किस हद तक आप शामिल नहीं है। यदि यह मानते हैं कि राजभाषा हिन्दी में अपच पैदा करने वाले शब्द भर दिए गये हैं, तो पहले यह तो बताइए कि विषयगत शब्दों का कौन -कौन -सा कोश आप तैयार कर रहे हैं या करा रहे हैं। क्या गारंटी है कि शब्दावली निर्माताओं में यदि आप भी होते तो आप अपने कुछ पसंदीदा शब्दों का रख-रखाव कर संतुष्ट नहीं हो गये होते? सभी कहते हैं सरल हिन्दी का प्रयोग हो। अब सरल हिन्दी की क्या परिभाषा हो, वह तो शब्दावली आयोग में मनोनीत किए गये उन हिन्दी महारथी को ही तय करना था, तो इसके लिए राजभाषा को क्यो कोसा जाए?

निष्कर्ष

इसके अतिरिक्त यह भी विचार करें कि कोई भी भाषा सरल या मुश्किल नहीं होती, कोई भी शब्द कठिन या सहज नहीं होता बल्कि परिचित या अपरिचित होते हैं।

साथ ही, अपने गिरेवान में झाँक कर भी देखें कि जिस अंग्रेज़ी को हज़ारो-लाखों खर्च करके वर्षो पढ़े रहे, उसे तो आप शुद्ध लिख-बोल नहीं सकते और हिन्दी सीखने में परिणाम तत्काल चाहते हैं। कुछ इसके शब्द गूढ लगते हैं तो उन्हें सीखने मे कुछ अभ्यास क्यों नहीं करते? उनसे परिचय क्यों नही बढ़ाते। अंग्रेज़ी तो चोटी को खंभे में बाँधकर पढ़ते रहे, परंतु हिन्दी सीखने मे अलादीन के चिराग की अपेक्षा रखते हैं। कहते हैं

"हिन्दी मे काम करना आसान है एक बार शुरू कर के तो देखें "

****

स्रोत:

राजभाषा की वेबपेज :http://www.rajbhasha.nic.in/
The Science of Scientific Writing by George Gopen and Judith Swan
Wikipedia

हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरुप

राम प्रकाश यादव, कनि. हिन्दी अनुवादक
राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केंद्र, हैदाराबाद

प्रस्तावना-

भारत विविधाओं में एकता का देश है। यहां विभिन्न जाति, धर्म, संप्रदाय, वर्ग, भाषा, भौगोलिक क्षेत्रों के लोग एक साथ रहते हैं। जिनके सामाजिक, धार्मिक, आर्थिक, भौगोलिक, रहन-सहन, व्यहार तथा शिक्षा के माध्यम अलग-अलग होते हैं। परंतु भारत सरकार की शासन व्यवस्था एक होने के कारण संघ सरकार के कार्यालयों में अनेकताओं में एकता का रुप दिखाई पड़ता है। अतः सरकार के कार्यालयों में प्रशासनिक कार्यों के साथ वैज्ञानिक एवं तकनीकी कार्यों में तारतम्य होना जरुरी है। तभी हम भारत सरकार के कार्योलयों में हिन्दी में प्रशासनिक कार्य के साथ वैज्ञानिक एवं तकनीकी कार्य कर पाएंगे और जनता की सुविधा वाले कार्यों को उनकी ही भाषा में उनके उत्थान के लिए संप्रषित कर पाएंगे। तभी हम वर्तमान परिपेक्ष्य में, हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा के स्वरुप को सार्थक दिशा दे पाएंगे।

परिचय-

हमारे देश भारत की स्वतंत्रता के पूर्व हिन्दी भाषा की व्यापकता के कारण देश के स्वाधीनता सेनानियों ने स्वतंत्रता-संग्राम के दौरान हिन्दी भाषा को ही संपर्क भाषा के रुप में महत्ता दी। स्वतंत्रता प्राप्ति के बाद में, हिन्दी भाषा को इन्हीं गुणों के कारण भारतीय-संविधान के निर्माताओं ने भारतीय गणतंत्र संघ की राजभाषा का दर्जा दिया। हिन्दी सिनेमा, आकाशवाणी और दूरदर्शन के सहयोग से हिन्दी भाषा ने देश की सांस्कृतिक जनभाषा का दर्जा पाया। समय के बदलते स्वरुप के अंतर्गत उदारीकरण और वैश्वीकरण ने तो हिन्दी की आर्थिक महत्ता में जबर्दस्त परिवर्तन आया और हिन्दी विश्व की प्रमुख भाषा बनकर उभरी है। आज हिन्दी बिना किसी व्यवधान के आगे बढ़ रही है और इसी का परिणाम है कि हम राजभाषा हिन्दी का प्रयोग प्रशासनिक कार्यों के साथ-साथ वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन में भी प्रारंभ कर दिया है। वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन को आगे बढ़ाने के लिए प्रतिवर्ष तकनीकी संगोष्ठी आयोजित की जाती है। तकनीकी एवं वैज्ञानिक संगोष्ठी को और अधिक रोचक बनाने के लिए तकनीकी संगोष्ठी के साथ राजभाषा संगोष्ठी आयोजित करने का प्रावधान भी किया गया है।

उद्येश्य-

डॉ. विक्रम साराभाई को भारतीय अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का जनक कहा जाता है। उन्होंने कहा था कि भारतीय अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का उद्येश्य भारत की आम जनता को सुविधा उपलब्ध कराना है। डॉ. विक्रम साराभाई का सपना अब चरितार्थ होता नजर आ रहा है। आज अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के माध्यम से आम लोगों की सुविधा के लिए दूर संचार सेवा, मोबाइल, दूर शिक्षा, मौसम विज्ञान, प्राकृतिक आपदा से निपटने के लिए अग्रिम चेतावनी, आपदा के दौरान और आपदा के बाद पुनर्वास की व्यवस्था हेतु प्रशासन को मदद करता है।

फिलहाल, पीएसएलवी-23 के सफल प्रक्षेपन के बाद प्रधानमंत्री नरेंद्र मोदी ने कहा है कि भारत उपनिषद से उपग्रह तक सफलता की लंबी दूरी तय की है। अब भारत अन्य देशों के उपग्रह को किफायती दर पर भारत से प्रमोचित कर रहा है। जिससे भारत की आर्थिक स्थिति को मजबूती मिलेगी और भारत अंतरिक्ष के क्षेत्र में विश्व के चुनिंदा देशों के साथ खड़ी नजर आ रही है। आज समय की मांग है कि अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का फल देश के जन-जन को पहुंचाने के लिए सरकार प्रतिबद्ध है। यह तभी संभव हो सकता है, जब अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी देश की राजभाषा के माध्यम से देश के जन-जन तक पहुंचेगा।

भाषा –

भाषा केवल संप्रेषण ही नहीं करती, चरित्र का उद्घाटन भी करती है। भाषा मात्र चरित्र की ही नहीं, पूरे राष्ट्र के चरित्र को उजागर करती है। समाज को जोड़ती है और समाज को धारण करती है। हिन्दी भाषा ने समाज को जोड़ा और धारण भी किया है। जिसके कारण वह न केवल भारत में बल्कि भारत के बाहर भी अपनी विशिष्ट क्षमताओं के कारण जानी-पहचानी जाती है तथा बोली समझी जाती रही है। भारत के अधिकांश भाग में अधिकांश भारतीयों द्वारा हिन्दी भाषा बोली और समझी जाती है। हलांकि, भिन्न–भिन्न प्रांतों के क्षेत्रीय भाषा का प्रभाव हिन्दी भाषा पर पड़ता है। परंतु अभिव्यक्ति में कोई समस्या नहीं होती है। जब सरकार अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी को जन-जन तक पहुंचाने के प्रतिबद्ध हैं, तब हमलोगों का दायित्व बनता है कि वैज्ञानिक तकनीकी लेखन को जन-जन पहुंचाने के साहित्य उपलब्ध कराएं।

हिन्दी भाषा में तकनीकी एवं वैज्ञानिक संगोष्ठी की अनिवार्यता-

राजभाषा कार्यान्वयन समिति (अंतरिक्ष विभाग) की 96वीं बैठक में यह निर्णय लिया गया था कि हिन्दी भाषा को वैज्ञानिक एवं तकनीकी क्षेत्रों में प्रचार-प्रसार के लिए सभी केंद्रों में प्रतिवर्ष हिन्दी में एक आंतर केंद्र/ अंतर केंद्र तकनीकी संगोष्ठी आयोजित की जाएगी। तभी से अंतरिक्ष विभाग के सभी केंद्रों में हिन्दी में तकनीकी संगोष्ठी आयोजित की जाती है। जैसा कि हम सब जानते हैं कि इलेक्ट्रॉनिक मीडिया, प्रिंट मीडिया, सिनेमा जगत,प्रशासन और अन्य क्षेत्रों में हिन्दी का प्रचार-प्रसार काफी हद तक आगे बढ़ चुका है। इन क्षेत्रों में हिन्दी साहित्य की कमी नहीं है। परंतु, वैज्ञानिक एवं तकनीकी क्षेत्र में अभी कई मील के पत्थर पार करने होंगे। वैज्ञानिक एवं तकनीकी क्षेत्र में हिन्दी साहित्य की बहुत कमी है। जैसा कि हम सब जानते हैं कि भारत के विभिन्न राज्यों में प्रारंभिक शिक्षा अलग-अलग भाषाओं में दी

जाती है। अधिकांश राज्यों में उच्च शिक्षा, खासकर वैज्ञानिक एवं तकनीकी शिक्षा अंग्रेजी माध्यम है। जिससे लोग वैज्ञानिक एवं तकनीकी क्षेत्र में अंग्रेजी भाषा में अभिव्यक्ति के आदी हो चुके हैं। हलांकि, ऐसे वैज्ञानिक और तकनीकीविद अपनी मातृभाषा में सोचते हैं, परंतु उनका अंग्रेजी अनुवाद कर डिलीवर करते हैं। आपको एक बार, किसी चीज की आदत बन जाएगी, तो आपको कठिन काम भी आसान लगेगा। जिस कारण लोग वैज्ञानिक और तकनीकी ज्ञान को अंग्रेजी में प्रेषित करना आसान समझ बैठते हैं। वैज्ञानिक और तकनीकी साहित्य हिन्दी में उपलब्ध नहीं होने के कारण आम लोगों को जानकारी नहीं मिल पाती है। कुछ लोगों का मानना है कि विज्ञान और तकनीकी विषयों का ज्ञान हिन्दी माध्यम से प्राप्त करना आसान नहीं है। अतः इसी मिथक को दूर करने के लिए तकनीकी एवं वैज्ञानिक संगोष्ठी आयोजित की जाती है। जिससे हिन्दी –अंग्रेजी की खाई कम हो सके। अतः धीरे-धीरे तकनीकी संगोष्ठी, कार्यशाला, हिन्दी शिक्षण एवं अन्य माध्यमों से हिन्दी भाषा के प्रचार-प्रसार हेतु प्रावधान बनाया गया है।

हिन्दी भाषा को अनिवार्य बनाने से कई फायदे होंगे। पहला, हिन्दी; विश्व की प्राचीनतम भाषा एवं देश की अधिकांश भाषाओं की जननी संस्कृत की छोटी बहन मानी जाती है। जिसे अधिकांश भारतीयों को समझने में आसाना होती है। दूसरा, हिन्दी उर्दू के काफी नजदीक है, जिससे उर्दू के जानकार को सहोदर का एहसास दिलाती है। तीसरा सबसे महत्वपूर्ण है- हिन्दी अपनी संपर्क भाषा के गुणों एवं भाषायी स्वीकार्यता के चलते पूरे देश में व्यापक रुप से स्वीकृत हुई है।

हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और राजभाषा का स्वरुप.....

जहां एक ओर पिछले कुछ दशकों में सांस्कृतिक, सामाजिक और आर्थिक क्षेत्र में अभूतपूर्व बदलाव आया है, वहीं दूसरी ओर हिंदी के ज़रिए तकनीकी क्षेत्र में भी धीरे-धीरे विकास हो रहा है। हमने प्रशानिक क्षेत्र में कुछ हद तक सफलता पा ली है। उत्तरी भारत के अधिकांश क्षेत्रों हिन्दी के माध्यम से कार्यालीन कार्य संपन्न हो रहे हैं। परंतु दक्षिण भारत के क्षेत्रों में द्विभाषिकता की स्थिति बनी हुई है। मुख्य रुप से वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन अनुवाद का एक रुप है। जिसे हमारे तकनीकीविद अंग्रेजी में लिखी विषय-वस्तु को अनुवाद के माध्यम से हिन्दी में प्रस्तुत करते हैं। जिसमें अंग्रेजी हिन्दी दोनों का समन्वय होता है। अर्थात मिलीजुली भाषा में प्रस्तुत किया जाता है। जिससे हमारे वैज्ञानिक एवं तकनीकीविद को समझना आसान होता है। हलांकि भाषा का स्वरुप द्विभाषिक होता है। यदि शुद्ध रुप से हिन्दी अनुवाद करेंगे तो संभवतः तकनीकी विषय को समझने में कठिनाई होगी। अतः कठिन हिन्दी शब्द के बदले प्रचलित अंग्रेजी शब्द रखना ही उचित होगा। अथवा हिन्दी शब्द के बाद कोष्टक में अंग्रेजी शब्द भी रखा जा सकता है। जब हम पूर्णतः उस हिन्दी शब्द या भारत की अन्य भाषाओं के सटीक शब्दों के आदी हो जाएंगे, तब इसे भी प्रत्यारोपित किया जा सकेगा। चूंकि, वैज्ञानिक एवं तकनीकी अभी परिवर्तन अवधि (Transformation period) में हैं। हिन्दी के शब्द पूर्ण रुप से प्रचलित हो जाने पर अंग्रेजी के शब्दों को हटा सकते हैं। हलांकि, इस सिद्धांत को कई विशुद्ध हिन्दी का समर्थन करने वाले लोग विरोध कर सकते हैं और करते भी आये हैं। परंतु वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन में दूसरा कोई रास्ता भी नहीं है। इतिहास गवाह है कि विशुद्धतावादी हिन्दी को अपनाकर हिन्दी की प्रगति नहीं हो पाई है। जबकि द्विभाषी या मिलीजुली भाषा को अधिक स्वीकारा गया है। जिससे भारत की सांस्कृति संस्कृति का विकास होता है, जो हमारी संविधान की मंशा भी है।

अनुच्छेद 351. हिंदी भाषा के विकास के लिए निदेश--

संघ का यह कर्तव्य होगा कि वह हिंदी भाषा का प्रसार बढ़ाए, उसका विकास करे, जिससे वह भारत की सामासिक संस्कृति के सभी तत्वों की अभिव्यक्ति का माध्यम बन सके और उसकी प्रकृति में हस्तक्षेप किए बिना, हिंदुस्थानी में और आठवीं अनुसूची में विनिर्दिष्ट भारत की अन्य भाषाओं में प्रयुक्त रूप, शैली और पदों को आत्मसात करते हुए और जहां आवश्यक या वांछनीय हो वहां उसके शब्द-भंडार के लिए मुख्यतः संस्कृत से और गौणतः अन्य भाषाओं से शब्द ग्रहण करते हुए उसकी समृद्धि सुनिश्चित करे।

अतः यह अत्यावश्यक है कि हिन्दी के इस नए स्वरुप को मानकीकृत किया जाए। भारत की अष्टम सूची में दर्ज भाषा के सटीक और उपयोगी शब्द को हिन्दी भाषा में जगह मिलना चाहिये। भारतीय सरकार को भी चाहिए कि वह सभी प्रमुख भाषाविदों से विचार-विमर्श करके हिन्दी का एक ऐसा मानक शब्दकोश तैयार करें, जिसमें वर्तमान में प्रयोग किए जा रहे सभी शब्दों का समावेश हो तथा इस शब्दकोश में आम बोलचाल में स्वीकृत दूसरी भाषा के शब्दों को आसानी से जगह मिले। जिस प्रकार अंग्रेजी भाषा अपनी लोचता के कारण अंतर्राष्ट्रीय भाषा बन गई है तथा प्रत्येक वर्ष ऑक्सफोर्ड शब्दकोष में अंग्रेजी भाषा में स्वीकार्य शब्दों को अपनी शब्दावली में आसानी से जगह देता है। उसी प्रकार, हिन्दी शब्दकोष में भी दूसरी भाषा के शब्दों को आसानी से जगह मिले। तभी, हिन्दी को ज्यादा अंतर्राष्ट्रीय स्वीकार्यता मिलेगी। साथ ही हिन्दी की इस स्वीकार्यता से हमारी भाषायी अस्मिता को भी सम्मान मिलेगा और हिन्दी भारत के जन-जन की भाषा बन पायेगी और वैज्ञानित एवं तकनीकी क्षेत्र में साहित्य निर्माण का मार्ग प्रशस्त होगा।

वैज्ञानिक तथा तकनीकी क्षेत्र में हिन्दी का प्रभाव-

हिन्दी संचार माध्यमों भी दिनों-दिन प्रगति की ओर बढ़ रही है। हिन्दी भाषा के बदलते स्वरुप को हम आधुनिक संचार माध्यमों के आधार पर भी देख सकते है। भाषाएं संस्कृति की वाहक होती है और इन दिनों आधुनिक संचार माध्यमों पर प्रसारित हो रहे कार्यक्रमों से समाज के बदलते सच को हिन्दी का आधार माना जाता है। वर्तमान समय में हिंदी भाषा कई कारणों से लोगों का ध्यान विशेष रूप से आकृष्ट कर रही है। हिन्दी भाषा के बदलते स्वरुप को हम मीडिया के बहाने भी देख सकते है। मीडिया ने भी हिन्दी के इस नए रुप को गढ़ने में पर्याप्त सहयोग किया है।

अतः ऐसी परिस्थिति में कार्यालयों में हिंदी को प्रचलित करने तथा स्टाफ़ सदस्यों को सक्षम बनाने के लिए सतत और सत्यनिष्ठा के साथ शिक्षण प्रशिक्षण का हर संभव प्रयास करना होगा एवं हिंदी की सेवा से जुड़े हर व्यक्ति को अपने अहम् को दूर रखकर प्रयास करना होगा। आज की भाषिक चुनौतियाँ पहले की तरह नहीं हैं। तमाम उम्मीदों, आकाक्षों और कामनाओं के बावजूद, हिंदी भाषिक चुनौतियों से वंचित नहीं है। **इक्कीसवीं सदी में समन्वित भाषा की आवश्यकता बढ़ी है**। हिंदी को इन मानदण्डों पर खरा उतरना होगा। भाषिक मनोवृति में बदलाव लाने की एवं हिंदी को समन्वित दिशा की ओर अग्रसित करने की जरूरत है। जिसे हम वैज्ञानिक एवं तकनीकी संगोष्ठी के माध्यम से मूर्त रुप दे सकते हैं। इसी कड़ी को आगे बढ़ाने के लिए वैज्ञानिक एवं तकनीकी संगोष्ठी के साथ-साथ राजभाषा संगोष्ठी भी आयोजित की जा रही है।

वर्तमान में हिन्दी - स्वतंत्रता के बाद, पिछले साठ वर्षों से हिन्दी दिवस को वार्षिक उत्सव के रुप में मनाया जाता है। परंतु, लक्ष्य हासिल नहीं किया जा सका है। एक कहावत है '"नौ दिन चले अढाई कोस"' की स्थिति बनी हुई है। '"गाडी तो चली, लेकिन रिवर्स गियर में"'

निज भाषा उन्नति को मूल-

राष्ट्रीय स्तर पर विचारणीय है कि भारत के ज्ञान कर्मी में '"उद्योग कौशल और ज्ञान में नवाचार"' दोनों का समन्वय हो। इस संदर्भ में आधुनिक विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी की जानकारी बिना समय खोए जन सामान्य तक पहुँच सके। जिससे उनका भी नवीनतामय योगदान संभव हो। इसके अतिरिक्त अतीत की गौरवमय परंपरा से जुडकर सतत शोधमय आधुनिक विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी की जानकारी नितांत आवश्यक है। लेकिन भाषा बाधक तत्त्व है। भारत में भाषायी विविधता है, लेकिन सांस्कृतिक एकता है, वैचारिक समता है। हिन्दी आधे भारत में भलीभाँति और शेष में अधिकांशतः समझी जाने वाली भाषा है। हिन्दी की प्रकृति भी प्रगतिशील है, समाहरण इसकी विशिष्टता है, सरलता इसका आचार है, लचीलापन लोकप्रियकारी है। पहले उर्दू शब्दों का प्रयोग बढा, अब अंग्रेजी शब्दों की बहुलता है।

अंग्रेजी में उपलब्ध विपुल साहित्य और प्रविधियों को हिन्दी में लाने के लिए निरंतर प्रयास आवश्यक हैं। लेकिन इस समय अंग्रेजी और हिन्दी में उपलब्ध विज्ञान साहित्य की खाई बड़ी है, और बढती जा रही है। अनेक प्रचलित शब्द पराए हो गए हैं। जन मानस की जड़ता नवाचार को नकारती है। बाधक तत्त्व अनेक हैं। सेतु-उपाय ऐसे हों, जिन्हें राष्ट्रीय स्तर पर, कम से कम समय में करना संभव हो, सामूहिक योगदान की संभावना है। प्रयोग पर बल हो, ज्ञान और उद्योग में सामंजस्य हो, वैज्ञानिक दृष्टिकोण के विकास का राष्ट्रीय लक्ष्य हो। इन प्रयासों के मापन, मूल्यांकन और संशोधन की भी व्यवस्था हो।

निज भाषा उन्नति अहै, सब उन्नति को मूल।
बिन निज भाषा-ज्ञान के, मिटत न हिय को सूल।।
विविध कला शिक्षा अमित, ज्ञान अनेक प्रकार।
सब देसन से लै करहू, भाषा माहि प्रचार।।

भावार्थ:
निज यानी अपनी भाषा से ही उन्नति सम्भव है, क्योंकि यही सारी उन्नतियों का मूलाधार है। मातृभाषा के ज्ञान के बिना हृदय की पीड़ा का निवारण सम्भव नहीं है। विभिन्न प्रकार की कलाएँ, असीमित शिक्षा तथा अनेक प्रकार का ज्ञान, सभी देशों से जरूर लेने चाहिये, परन्तु उनका प्रचार मातृभाषा में ही करना चाहिये।

निष्कर्ष- हिन्दी भाषा की उपादेयता इस बात से प्रमाणित होती है कि यह हमारे बहुसंख्य लोगों की भाषा है, साहित्यकार और कवियों की भाषा है, लोकप्रिय फिल्मों की भाषा है। इसमें विज्ञान और व्यापार की अद्यतन जानकारियाँ भी हैं। अब इन जानकारियों को संकलित करने की जरुरत है। जिसे वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन एवं हिन्दी संगोष्ठी के माध्यम से पूरा किया जा सकता है।

***

हिन्दी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन और हिन्दी का स्वरूप

कमलेश कुमार खरे

हिन्दी टंकक, एमसीएफ-हासन

Email: kamleshgwl@gmail.com

Phone Office: 08172-273310, 273593

Mob: 09060028606

भाषा क्या है?

अपने भाव व्यक्त करने के लिए जनमानस या जानवर जिस ध्वनि का प्रयोग करते हैं उसे समान्यतः भाषा की संज्ञा दी गई है। लेकिन क्या किसी ने यह सोचा है कि ये ध्वनियां आई कहाँ से हैं ? इनकी उत्पत्ति कहाँ से हुई है। वास्तव में अगर हम ध्यान दें तो जब बच्चे का जन्म होता है तब वह जिस आवाज को सुनता है उसी को दोहराने की कोशिश करता है और धीरे-धीरे यही उसकी भाषा बन जाती है। उदाहरण के लिए हमने अक्सर देखा है कि जब बच्चा एक या दो साल का होता है तो पानी को मम-मम कहकर पुकारता है क्योंकि उसे पानी की जगह वही ध्वनि सुनाई देती है और हमारे देश की माओं ने सामान्यतः बच्चों को पानी का शुरुआती नाम मम-मम ही बताया है। अब अगर ऐसे में बच्चा बड़ा होकर मम ही बोलेगा तो सभी लोग नहीं समझ सकते इस लिए बड़ा होकर उसे पानी को पानी ही बोलना पड़ता है, और धीरे-धीरे बच्चा सुनने-सुनते उसे ही अपनी भाषा बना लेता है। बच्चा प्रारंभ से जिस भाषा को सुनता है वही बोलने लगता है और वही उसकी भाषा बन जाती है। संक्षिप्त में हम कहना चाहें तो यही कहेंगे की अभिवयक्ति का माध्यम ही भाषा है। भाषा का जहाँ तक प्रश्न है वह तो अपार है भाषा को सीमा में नहीं बाधा जा सकता है परंतु जीव जन्तु अभिवयक्ति को दर्शाने के लिए एक दूसरे से संपर्क करने के लिए जिन आवाजों या ध्वनियों को प्रयोग में लाते हैं वही भाषा है। किसी भी देश का विकास उसकी भाषा के बिना संभव नहीं है। भाषा ही संपर्क सूत्र है। अगर हमें किसी देश की संस्कृति के साथ खिलवाड़ करना है तो उसकी भाषा के साथ खिलवाड़ करिये संस्कृति अपने आप डगमगाने लगेगी। ऐसे ही अगर हमें किसी देश की संस्कृति वहां कि विरारत को नष्ट करना है तो वहाँ की भाषा को नष्ट कर दीजिए फिर देखिए संस्कृति व विरासत अपने आप समाप्त हो जाती हैं। इसे हम इस प्रकार समझ सकते हैं जैसे आरंभिक आक्रमणकारियों ने संस्कृत जैसी समृद्ध और संस्कृतिवाणी को नोक पर रखकर अपने-अपने क्षेत्र की भाषाएँ लादने की कोशिश की। बाद में सभ्यता के बहरूपिये के रूप में अँगरेज आया। उसने अपनी दूरगामी नीति के तहत भारतीय भाषाओं की धज्जियाँ उड़ाकर अपनी भाषा और अपना हित लाद दिया। भारतीय भी उनकी भाषा को ढोते रहे। नियंत्रण अंग्रेजों के हाथ में होने के कारण वे असहाय थे, और इसी तरह भाषाओं के ऊपर भाषाएं बढ़ती गईं।

राष्ट्रीय एवं अंतर्राष्ट्रीय रूप में हिन्दी

हिन्दी का विश्व की भाषाओं में बहुत ही महत्वपूर्ण योगदान है। हिन्दी बोलने की दृष्टि से हिन्दी दुनिया की चौथी बड़ी भाषा मानी जाती है। हिन्दी भारत के कुछ 40 प्रतिशत लोगों की मातृभाषा है। यह 60-65 प्रतिशत भारतीयों द्वारा पढ़ी एवं समझी जाती है। संस्कृत के शब्दों के साथ अरबी-फारसी और अन्य देशी तथा विदेशी भाषाओं के शब्दों का इसमें सम्मिश्रण है, जिससे इसकी व्यापकता और लोकप्रियता काफी बढ़ी है। विशेषतः उर्दू, फारसी तथा अरबी के शब्दों के सम्मिश्रण से हिन्दी के काव्यों में काफी कुशलता आई है और विश्व पटल पर इसने वाह-वाही बटोरी है। हिन्दी की लिपि देवनागरी होने की वजह से इसे वैज्ञानिक तौर पर विशेषता मिली है। हिन्दी हिन्दी सम्मेलनों द्वारा भी इस भाषा को पूरे विश्व को समाहित करने का मौका मिला है। यह आज दुनिया को कोने-कोने में अपनाई जा रही है। हिन्दी की वैज्ञानिक शैली को देखते हुए अमेरिका और आस्ट्रेलिया जैसे विकसित देशों में कुछ ने तो से अपने पाठ्यक्रम में भी स्थान दिया है। यह दर्शाता है कि हिन्दी सिर्फ राष्ट्रीय स्तर पर नहीं बल्कि अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर भी अपना परचम लहरा रही है।

विज्ञान तथा तकनीकी विकास के साथ हिन्दी

भारतीय अर्थव्यवस्था के भूमंडलीकरण और उदारीकरण के कारण आज तकनीकी आवश्यकताएं भी बढ़ गई है। वास्तव में तकनीकी एवं प्रौद्योगिकीय गतिविधियों को बनाए रखने के लिए तथा सामाजिक-आर्थिक चुनौतियों का सामना करने के लिए भारतीय जन मानस में वैज्ञानिक चेतना का विकास करना अनिवार्य है। देश की सम्पर्क भाषा हिन्दी में वैज्ञानिक तथा प्रौद्योगिकीय ज्ञान के सतत विकास और प्रसार के लिए वैज्ञानिक भाषा के रूप में हिन्दी विकास के लिए वैज्ञानिकों एवं हिन्दी भाषा के विशेषज्ञों को मिलकर निरन्तर कार्य करना पड़ता है और भविष्य में भी करना पड़ेगा।

हिन्दी में विज्ञान संबंधी साहित्य के लेखन कार्य का आरंभ वैसे तो भारतेन्दु काल से ही माना जा सकता है। स्कूल बुक सोसायटी, आगरा (सन् 1847), साइंटिफिक सोसायटी, अलीगढ़ (सन् 1862), काशी नागरी प्रचारिणी सभा, वाराणसी (सन् 1898), गुरुकुल कांगड़ी, हरिद्वार (सन् 1900) विज्ञान परिषद, इलाहाबाद (सन् 1913), वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली मण्डल (सन् 1950), वैज्ञानिक तथा तकनीकी शब्दावली आयोग (सन् 1961) आदि ने वैज्ञानिक साहित्य के

निर्माण में उल्लेखनीय कार्य किया। इस वैज्ञानिक साहित्य-लेखन की भाषिक स्थिति के सम्बन्ध में अपेक्षित विचार सम्भव नहीं हो सका। हिन्दी में जो पुस्तकें वैज्ञानिक विषयों पर उच्चतर माध्यमिक एवं इन्टरमीडिएट कक्षा के विद्यार्थियों को ध्यान में रखकर लिखी गई हैं उनकी संख्या बहुत अधिक है। उनकी भाषा-शैली भी अपेक्षाकृत सहज एवं बोधगम्य है। किन्तु जिन ग्रन्थों का निर्माण *मानक ग्रन्थ अनुवाद योजना* के अंतर्गत किया गया है उनकी भाषा-शैली में अस्पष्टता, अस्वाभाविकता तथा अँगरेज़ी की संरचना निर्माण की छाया दिखाई देती है।

विज्ञान और प्रौद्योगिकी के विकास के अनुरूप हिन्दी भाषा के विकास में नए आयाम जोड़ने की आवश्यकता है जिससे सुगम एवं बोधगम्य तकनीकी लेखन की शैली का तीव्र गति से अधिकाधिक विकास हो सके, जन-सामान्य के लिए विज्ञान और प्रौद्योगिकी को सुबोध और सम्प्रेषणीय बनाया जा सके, उसमें जिज्ञासा की प्रवृत्ति स्वाभाविक रूप से उत्प्रेरित की जा सके। विश्लेषणात्मक चिंतन शक्ति का विकास किया जा सके और प्रकृति की प्रक्रियाओं के बीच समन्वय स्थापित करने की दृष्टि पैदा की जा सके। साथ ही, बच्चों और किशोरों की कल्पनाशीलता को आकर्षित किया जा सके तथा वयस्कों को रोचक ढंग से समुचित ज्ञान उपलब्ध हो सके।

विद्वानों को वैज्ञानिक लेखन की विषय-वस्तु और उसके प्रस्तुतीकरण, सरलीकरण, मानकीकरण, शैलीकरण आदि पर विचार-विमर्श करना चाहिए, एक स्पष्ट नीति बनानी चाहिए। वैज्ञानिक एवं प्रौद्योगिकी के विभिन्न विषयों के ग्रन्थों के हिन्दी अनुवाद की चर्चा होती है। वैज्ञानिक एवं प्रौद्योगिकी के विभिन्न विषयों के ग्रन्थों का हिन्दी अनुवाद करते समय भाषा कठिन और अस्पष्ट हो जाती है। अगर हम देखें कि कि तकनीकी या वैज्ञानिक अनुवाद करने के बाद हमें उसे समझने के लिए मूल ग्रंथ की आवश्यकता महसूस हो तो फिर यह तकनीकी हिन्दी अनुवाद किसी काम का नहीं रहता। इससे बचने के लिए हमें वैज्ञानिक एवं तकनीकी के विभिन्न विषयों के विशेषज्ञ विद्वानों के हिन्दी में व्याख्यानों की योजना बनानी चाहिए। विद्वानों को अँगरेज़ी के तकनीकी शब्दों के प्रयोग की छूट मिलनी चाहिए और इसे आधार बनाकर ग्रन्थों के निर्माण की योजना बनाई जानी चाहिए।

विश्वविद्यालयों, आई.आई.टी. संस्थानों, राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं तथा उद्योगों के हिन्दी जानने वाले विख्यात वैज्ञानिकों एवं तकनीकी विशेषज्ञों की श्रम-शक्ति एवं निष्ठा के समन्वयन से यह कार्य अपेक्षाकृत कम धनराशि के नियोजन तथा कम समय में सम्पन्न हो सकता है।

इस प्रयोजन में चाहें तो हम एक ऐसी प्रणाली विकसित करने के बारे में कदम उठा सकते हैं जहाँ एकबार उस तकनीकी या वैज्ञानिक शब्द या वाक्य का अनुवाद हिन्दी में हो जाता है तो दूसरी बार वही शब्द या वाक्य आने पर खुद-ब-खुद मशीन इसे पढ़ ले और हमें सुझाव दे।

हमें विज्ञान की अद्यतन एवं जटिल संकल्पनाओं को हिन्दी में यथासंभव सरल ढंग से व्यक्त करने की विधि विकसित करनी चाहिए। वैज्ञानिकों संकल्पनाओं को किस प्रकार सुबोध बनाने का प्रयास किया जाए; विज्ञान एवं तकनीक से संबंधित विभिन्न शाखाओं के तथ्यों, विचारों एवं संकल्पनाओं को हिन्दी भाषा की प्रकृति के अनुरूप सहज रूप में प्रस्तुत किया जाए। वैज्ञानिक साहित्य की विषय-वस्तु को हिन्दी भाषा के प्रयोजनमूलक और व्यावहारिक परिप्रेक्ष्य में प्रस्तुत करना आवश्यक है। विज्ञान और प्रौद्योगिकी के विकास और प्रसार के लिए तदनुरूप भाषिक विकास भी आवश्यक है।

हिन्दी और वैज्ञानिक एवं तकनीकी लेखन

आज के युग में विज्ञान के ज्ञान को जन साधारण तक पहुँचाने का कार्य कितना महत्वपूर्ण है, इसे दोहराने की आवश्यकता नहीं है। विज्ञान के सरल ज्ञान को जन-जन तक पहुँचाना विदेशी भाषा के द्वारा नहीं हो सकता और न ही विकास का मार्ग ही प्रशस्त हो सकता है। इस संदर्भ में भारतेन्दु हरिशचन्द की निम्न पंक्तियाँ सार्थक हैं-

निज भाषा उन्नति अहै, सब उन्नति को मूल।

बिनु निज भाषा ज्ञान के, मिटै न हिय के शूल।।

ऐसा विज्ञान जो जनमानस के ज्ञानवर्द्धन के लिए रोचक ढंग से लिखा कहा या प्रदर्शित किया जाए जिससे कि सैद्धांतिक पक्षों में उलझे बिना वैज्ञानिक तथ्यों की जानकारी हो सके, लोकप्रिय विज्ञान कहलाता है। विज्ञान, साहित्य से भिन्न होता है तथा इसमें मनचाहे शब्दों का प्रयोग नहीं किया जा सकता है। विज्ञान अपने आप में एक अनुशासित विषय है तथा इसकी अपनी भाषा होती है। इसमें तकनीकी शब्दावली का ही प्रयोग अपेक्षित है जिसमें शब्दार्थ एवं भावार्थ दोनों एक ही होते हैं। अतः जो लोग यह तर्क देते हैं कि शब्दावली आयोग द्वारा निर्धारित की गई पारिभाषिक शब्दावली क्लिष्ट है, सरलीकरण होना चाहिए, उन लोगों को ध्यान रखना चाहिए कि शब्द कभी क्लिष्ट नहीं होते हैं। शब्द हमेशा परिचित एवं अपरिचित ही होते हैं। जितना-जितना उनसे परिचित होने का अभ्यास होता रहेगा, वे सरल लगने लगेंगे।

आज अनुसंधानकर्त्ताओं द्वारा ऐसे तथ्यों और शब्दों का पता लगाया जा रहा है जिन्हें जन सामान्य की भाषा में व्यक्त ही नहीं किया जा सकता है, जैसे क्वांटम सिद्धांत, पार्टिकल फिजिक्स अथवा वनस्पति विज्ञान में पौधों के वर्गीकरण से संबंधित कुलों के नाम, ऐसे शब्दों को हिन्दी के किसी विशेष शब्द द्वारा नहीं समझाया जा सकता है। इनका ज्यों का त्यों प्रयोग करना ही श्रेयस्कर रहता है क्योंकि ये जन मानस में प्रचलित हो चुके हैं, जैसे हारमोन, विटामिन, एक्स-रे, अल्ट्रासाउन्ड, कम्प्यूटर, इंटरनेट, जीनोम आदि।

किसी भी ज्ञान-विज्ञान को लोकप्रिय बनाने में भाषा, लेखन शैली एवं लेखन विधा का योगदान महत्वपूर्ण रहा है। संभवतः इसीलिए लेखन की अनेक अन्य विधाओं का विकास हुआ है, जैसे कथा, कहानी, कार्टून, गल्फ, कविता, नाटक, लेख, फीचर, समाचार कथा आदि। इस कारण आज विज्ञान साहित्य भी प्रचुर मात्रा में इन विधाओं में प्राप्त हो रहा है। बच्चों में

वैज्ञानिक रूचि एवं जागृति उत्पन्न करने के लिए तो ये विज्ञान कथाएँ बहुत ही प्रभावी माध्यम हैं। अतःएव बाल विज्ञान कथा लेखन विशेष रूप से महत्वपूर्ण है। हिन्दी विज्ञान लेखन में नाटक विधा का भी समावेश हो चुका है। इसके द्वारा वैज्ञानिक जानकारी देने, अवैज्ञानिक भ्रांतियों का निवारण करने तथा विज्ञान में रूचि उत्पन करने का सफल प्रयास किया जा सकता है। विज्ञान लेखन की एक विधा `चम्पू' भी है। इस शैली में गद्य तथा पद्य दोनों का उपयोग होता है। मोटेतौर पर इसे लोग `नौटंकी' विधा भी कहते हैं। आजकल साक्षरता के प्रचार में दूरदर्शन पर अनेक विज्ञापन इसी शैली में आते है। विज्ञान लोकप्रियकरण के सिलसिले में आयोजित नाटकों एवं नुक्कड़ नाटकों में यह विधा उपयोगी होती है। इसमें वार्तालाप के बीच-बीच में, प्रभावी कविताओं तथा शेर-शायरी का उपयोग किया जाता है। विज्ञान लेखन को ललित बनाने में यह शैली अत्यन्त ही उपयोगी है।

आज हिन्दी माध्यम से विज्ञान, तकनीकी, व्यवसाय, समुद्र विज्ञान, मौसम विज्ञान, अंतरिक्ष विज्ञान आदि विषयों पर उच्च स्तरीय शिक्षा प्रदान की जा रही है। अब तक पर्याप्त हिन्दी शब्दावली भी विकसित की जा चुकी है। हिन्दी में हर अर्थ के लिए अलग-अलग शब्द हैं। अंग्रेजी में सही उच्चारण के लिए शब्दकोष की आवश्यकता पड़ती है परंतु हिन्दी में केवल अर्थ देखने के लिए ही शब्दकोष की आवश्यकता पड़ती है। आज इंजीनियरिंग से लेकर चिकित्सा विज्ञान, परमाणु-ऊर्जा, वैमानिकी और जैव प्रौद्योगिकी तक जैसे विषयों में हिन्दी में पुस्तकें उपलब्ध हो रही है। यह हिन्दी भाषा की व्यापकता ही है जो जनमानस तक तकनीकी और वैज्ञानिक लेख भी हिन्दी में उपलब्ध करा रही है। भारत सरकार ने भी इस ओर अपना ध्यान आकर्षित किया है ताकि जनता जनार्दन तक उनकी अपनी भाषा में सारी जानकारी चाहे वह वैज्ञानिक या तकनीकी हो या फिर सामान्य विषय की हो, सभी तक पहुंच सके। इस दिशा में हमारा भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन एवं अंतरिक्ष विभाग भी महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं। यहां पर विभिन्न तकनीकी विषयों पर हिन्दी में लेखा लिखने की प्रथा को बढ़ावा दिया गया है ताकि अंतरिक्ष एवं अन्य तकनीकी विषय से जुड़ी जानकारी आम आदमी तक उनकी अपनी भाषा में पहुंच सके।

हिंदी की तकनीकी शब्दावली को समृद्ध करने के लिए यह अति आवश्यक है कि हम सरल अनुवाद की संस्कृति को प्रोत्साहित करते रहें। कोई भाषा तभी समृद्ध होती है, जब वह अन्य भाषाओं के शब्द भी ग्रहण करती चले। हिंदी में शब्द आते हैं और नया संस्कार ग्रहण करते हैं। हिंदी भाषा में आकर अँगरेज़ी के कुछ शब्द समरस होते हैं, तो यह खुशी की बात है। तकनीकी शब्दावली सरल होगी, तभी स्वीकार्य होगी, वरना सारी शब्दावलियाँ पुस्तकों तक ही सीमित होकर रह जाएँगी।

अंत में मैं यही करना चाहूँगा कि जब तक हिन्दी को हृदय से नहीं अपनाया जाएगा तब तक हिन्दी का पूर्णतः विकास संभव नहीं होगा। आज इस ओर देश के प्रमुख विज्ञान एवं शब्दावली आयोग, विज्ञान परिषद, राजभाषा विभाग एवं स्वयं हमारा अंतरिक्ष विभाग हिन्दी को जन-जन तक पहुंचाने की जी तोड़ कोशिशें कर रहा है। परंतु यह तभी संभव होगा जब हम अपना योगदान समर्पण भाव से करेंगे।

तो आइये आज हम यह निश्चय करें कि हिन्दी को वैज्ञानिक तथा तकनीकी विषयों के साथ प्राथमिकता देंगे और अपने देश की उन्नति तथा विकास में अपना योगदान देंगे।

जय हिन्दी, जय हिन्दी।

संदर्भः

विभिन्न वेबसाइट्स एवं हिन्दी पत्रिकाएं।

****