हिंदी तकनीकी संगोष्ठी 2015
TECHNICAL HINDI SEMINAR

5 अगस्त AUGUST 2015

लेख संग्रह
Proceedings

समाज, विज्ञान एवं सुरक्षा के लिए अंतरिक्ष

“ Space for Society, Science and Security ”

- सामाजिक एवं उपभोक्ता अनुप्रयोग
- अंतरिक्ष विज्ञान मिशन एवं अनुप्रयोग
- उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव
- सुरक्षा सहित संभावित अभिनव अनुप्रयोग

राजभाषा सत्र

- अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग

- Societal and Consumer Applications
- Space Science missions and Applications
- Advanced Space Technology Elements
- Potential Innovative Applications including Security

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

अनुक्रमणिका

हिन्दी तकनीकी संगोष्ठी - 2015

05 अगस्त 2015

समाज, विज्ञान एवं सुरक्षा के लिए अंतरिक्ष

राजभाषा सत्र

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग

अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र/ विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन

अहमदाबाद

अनुक्रमणिका

ISBN 978-93-82760-14-6

ISBN:978-93-82760-14-6

अनुक्रमणिका

भारतीय अन्तरिक्ष अनुसंधान संगठन
अन्तरिक्ष विभाग
भारत सरकार
अन्तरिक्ष भवन
न्यू बी ई एल रोड, बेंगलूर – 560 231, भारत
दूरभाष : +91-80-2341 5241 / 2217 2333
फैक्स : +91-80-2341 5328

Indian Space Research Organisation
Department of Space
Government of India
Antariksh Bhavan
New BEL Road, Bangalore - 560 231, India
Telphone: +91-80-2341 5241 / 2217 2333
Fax : +91-80-2341 5328
e-mail : chairman@isro.gov.in

आ. सी. किरण कुमार / A. S. Kiran Kumar
अध्यक्ष Chairman

संदेश

अंतरिक्ष विभाग/भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के केंद्र/यूनिट प्रतिवर्ष हिंदी में संगोष्ठियों का आयोजन करते हैं जिनमें अंतरिक्ष विज्ञान, प्रौद्योगिकी और अनुप्रयोग के क्षेत्र में हो रहे नवीनतम अनुसंधान एवं विकास से संबंधित विषयों पर हिंदी में परिचर्चा आयोजित की जाती है। मुझे हर्ष है कि अंतरिक्ष उपयोग केंद्र और विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट हर वर्ष की भांति इस वर्ष भी संयुक्त रूप से हिंदी में तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन कर रहे हैं। संगोष्ठी का विषय “समाज, विज्ञान एवं सुरक्षा के लिए अंतरिक्ष” बहुत ही प्रासंगिक है साथ ही “अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग” विषय पर एक राजभाषा सत्र भी रखा गया है।

विगत कुछ वर्षों में इसरो ने अपनी अनुपम उपलब्धियों के कारण अंतरिक्ष गतिविधियों के विश्वमंच पर अभूतपूर्व गौरव अर्जित किया है। इसरो ने सामाजिक लाभ के लिए अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के उपयोग के अपने ध्येय को सर्वोपरि रखते हुए अंतरिक्ष के हर क्षेत्र में अपनी उपस्थिति दर्ज कराई है। चंद्रयान की सफलता के बाद मंगलयान जैसे जटिल अंतरग्रहीय अभियान की सफलता हर भारतीय को गौरवान्वित कर रही है, अपने निर्धारित जीवनकाल को पूर्ण करके यह अभियान अभी भी मंगल की कक्षा में सक्रिय है।

जीएसएलवी का क्रायो चरण सफल परीक्षण के बाद अब अपनी सेवाएं देने के लिए पूर्णतः तैयार है। संचार और सुदूर संवेदन से आगे बढ़कर अब आईआरएनएसएस जैसी स्वदेशी नैवीगेशन प्रणाली देश को समर्पित करने से हम कुछ ही दूरी पर हैं। चंद्रयान-2, आदित्य जैसे अंतरग्रहीय अभियान विकास के अग्रिम चरण में हैं तो दूसरी ओर शुक्र अभियान के लिए भी योजना के आरंभिक चरण से जुड़ी गतिविधियां आरंभ की जा चुकी हैं। रॉकेटरी, उपग्रह और अनुप्रयोग तीनों ही क्षेत्रों में आगामी वर्ष भारत का गौरवमयी इतिहास लिखने जा रहे हैं।

मुझे हार्दिक प्रसन्नता का अनुभव होता है जब इसरो की अभूतपूर्व उपलब्धियों और भावी अभियानों पर हमारे केंद्र/ यूनिटों के वैज्ञानिक/ इंजीनियर अपने प्रत्यक्ष अनुभवों और कार्यों पर हिंदी में लेखनी चलाते हैं तथा संगोष्ठियों के दौरान हिंदी में परिचर्चा करते हैं।

मैं आयोजन समिति को तथा प्रतिभाशाली लेखकों और आयोजन से जुड़े हर व्यक्ति को संगोष्ठी के सफल आयोजन के लिए हार्दिक शुभकामनाएं देता हूँ।

आ सी किरण कुमार
(आ.सी. किरण कुमार)

बेंगलुरु
22 जुलाई 2015

अनुक्रमणिका

भारत सरकार
अन्तरिक्ष विभाग
अन्तरिक्ष भवन, न्यू बी ई एल रोड
बेंगलूर – 560 231. भारत
तार : स्पेस फैक्स : +91-80-2351 1829
दूरभाष : +91-80-2341 6393

सत्यमेव जयते

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

एस.कुमारास्वामी
संयुक्त सचिव
S. Kumaraswamy
Joint Secretary

संदेश

भारत सरकार की सदा से यह नीति रही है कि राजभाषा हिंदी को जन-जन तक पहुंचाए। इसी से प्रेरणा पाकर केंद्रीय सरकार के कार्यालयों में राजभाषा कार्यान्वयन की दिशा में विभिन्न्न कार्यक्रम होते रहते हैं । अंतरिक्ष विभाग/इसरो के सभी केंद्रों एवं यूनिटों में भी अपनी-अपनी सुविधानुसार, राजभाषा कार्यान्वयन की दिशा में कार्यक्रम तैयार किए जाते हैं । वैज्ञानिक एवं तकनीकी क्षेत्र में हिन्दी को बढ़ावा देने हेतु कई कार्यक्रम आयोजित किए जाते हैं ।

इसी श्रृंखला में 05 अगस्त, 2015 को अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद द्वारा "समाज, विज्ञान एवं सुरक्षा के लिए अंतरिक्ष" पर हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है । संगोष्ठी के विषय वर्तमान समय के अनुसार बड़ा सटीक है । मेरा मानना रहा है कि सदा ही यह विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हो रहे नित नये विकास को आम जनता तक उनकी अपनी भाषा में पहुंचाया जाए । इस दिशा में हमारे वैज्ञानिकों का दायित्व बढ़ जाता है । वे अपने विचार सरल, सुबोध हिंदी में प्रस्तुत करें ताकि सभी आसानी से उनके विचारों को समझ सकें । आशा है यह संगोष्ठी इस दायित्व को पूरा करेगी।

तकनीकी विषय के साथ-साथ "अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग" पर राजभाषा का सत्र भी रखा गया है, यह हर्ष का विषय है। इससे हिंदी के प्रचार-प्रसार को बल मिलेगा और राजभाषा के प्रति हमारा दायित्व भी सध पाएगा।

संगोष्ठी के सफल आयोजन की कामना सहित,

कुमारस्वामी
(एस.कुमारास्वामी)
संयुक्त सचिव एवं
अध्यक्ष, विभागीय राजभाषा कार्यान्वयन समिति
अंतरिक्ष विभाग/इसरो

अनुक्रमणिका

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

सत्यमेव जयते

जय हिन्द

तपन मिश्रा
निदेशक
Tapan Mishra
Director
अध्यक्ष, राजभाषा कार्यान्वयन समिति
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र

संदेश

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) तथा विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट (डेकू) विगत अनेक वर्षों से संयुक्त रूप से हिंदी में तकनीकी संगोष्ठियों का आयोजन करते आ रहे हैं। इस वर्ष भी "समाज, विज्ञान एवं सुरक्षा के लिए अंतरिक्ष" विषय पर हिंदी में तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है। इस प्रकार के आयोजन से अंतरिक्ष विज्ञान एवं अनुप्रयोग जैसे गहन विषयों से जुड़ी नवीनतम जानकारियाँ हिंदी भाषा में उपलब्ध हो जाती हैं और साथ ही हिंदी लेखन में रुचि रखने वाले केंद्र के वैज्ञानिक और इंजीनियरों को भी प्रतिभा एवं ज्ञान की अभिव्यक्ति के लिए सहज ही एक मंच प्राप्त हो जाता है।

सैक में इन्सैट, जीसैट, आईआरएनएसएस, आईआरएस, चंद्रयान, मंगलयान आदि श्रृंखलाओं के उपग्रहों के लिए अत्याधुनिक नीतभारों तथा उनसे संबंधित प्रणालियों, उप-प्रणालियों एवं अनुप्रयोगों के डिजाइन, विकास एवं निर्माण का कार्य किया जाता है। साथ ही सामाजिक एवं वैज्ञानिक उद्देश्य से अनेक अनुप्रयोगों का विकास भी इस केंद्र में किया जाता है। मुझे बड़ी प्रसन्नता है कि उक्त कार्यों में संलग्न वैज्ञानिक अपने आलेखों में अपने प्रत्यक्ष ज्ञान के आधार पर हिंदी में सीधे ही बहुमूल्य जानकारियां एवं उनका विश्लेषण उपलब्ध कराते हैं।

मुझे बताया गया है कि तकनीकी संगोष्ठी के दौरान "अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग" विषय पर राजभाषा सत्र का भी आयोजन किया जा रहा है। निश्चित रूप से राजभाषा सत्र भी संघ सरकार की राजभाषा हिंदी के प्रगामी प्रयोगों पर प्रकाश डालने के लिए उपयोगी सिद्ध होगा।

मुझे आशा है यह संगोष्ठी भी विगत वर्षों की भाँति सफलता के नये मानकों का स्पर्श करेगी। संगोष्ठी के सफल आयोजन के लिए आयोजन समिति को हार्दिक शुभकामनाएं।

तपन मिश्रा
(तपन मिश्रा)

अनुक्रमणिका

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

विक्रम देसाई
निदेशक/ अध्यक्ष, राजभाषा कार्यान्वयन समिति
विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट

संदेश

मानव एवं प्रकृति के हित में आज यह अपरिहार्य हो गया है कि अंतरिक्ष आधारित संसाधनों का अधिक से अधिक उपयोग किया जाए। पृथ्वी पर उपलब्ध प्राकृतिक संसाधनों के तेजी से दोहन के कारण हमारे पारिस्थितिकी तंत्र का संतुलन निरंतर बिगड़ता जा रहा है। अंतरिक्ष आधारित संसाधन अक्षय होते हैं तो दूसरी ओर कम लागत में उनका व्याप्य क्षेत्र विस्तृत होता है। इसलिए भारत जैसे विकासशील देश की परिस्थितियों को समझते हुए विक्रम साराभाई ने सामाजिक हित में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के उपयोग को भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम का लक्ष्य बनाया। आज सामाजिक हित, आधुनिकतम वैज्ञानिक अनुसंधानों, कृषि, व्यवसाय, सुरक्षा तथा संरक्षा हर क्षेत्र की नवीनतम आश्यकताओं को पूरा करने में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी एक वरदान बन कर उभरी है।

इसरो/ अंतरिक्ष विभाग भी अपने सभी केंद्र/ यूनिटों से आशा करता है कि वे अपनी सेवाओं और उपलब्धियों का जनसामान्य के बीच व्यापक प्रसार करें। विकास और शैक्षिक संचार यूनिट जनता से सीधे संवाद के माध्यम से जनोपयोगी अंतरिक्ष अनुप्रयोगों और प्रणाली आवश्यकता की पूर्ति के लिए विभाग और जनता के बीच सेतु का काम करता है। सामाजिक अनुसंधान के अंतर्गत वह समाज की आवश्यकताओं का अध्ययन करता है और अंतरिक्ष प्रौद्योगिकियों के इष्टतम उपयोग से उन आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए मंच प्रदान करता है। टेली-एजूकेशन, टेली-मेडीसिन, आदि जैसे अनेक कार्यक्रमों द्वारा अर्जित ख्याति अंतरिक्ष के इस पहलू पर पर्याप्त प्रकाश डालती है।

यह हर्ष का विषय है कि अंतरिक्ष उपयोग केंद्र तथा विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट द्वारा "समाज विज्ञान एवं सुरक्षा के लिए अंतरिक्ष" विषय पर हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है। वर्तमान परिपेक्ष्य में यह विषय निःसंदेह प्रासंगिक एवं उपयोगी है। राजभाषा हिंदी में ऐसे तकनीकी विषयों पर परिचर्चा से इनका विस्तार क्षेत्र व्यापक हो जाता है। मुझे बताया गया है कि संगोष्ठी के दौरान "अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग" विषय पर राजभाषा सत्र भी आयोजित किया जा रहा है।

संगोष्ठी के सफल आयोजन के लिए मेरी ओर से आयोजन समित और सभी लेख प्रस्तोताओं को हार्दिक शुभकामनाएं।

विक्रम देसाई
(विक्रम देसाई)

अनुक्रमणिका

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

सत्यमेव जयते

जय हिन्द

मल्लिका महाजन, आईआरएस
अध्यक्ष, अंतर केंद्र हिंदी तकनीकी हिंदी संगोष्ठी
नियंत्रक, सैक

संदेश

इसरो/ अंतरिक्ष विभाग के अहमदाबाद स्थित अंतरिक्ष उपयोग केंद्र तथा विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट संघ सरकार की राजभाषा नीति के संबंध में अपने उत्तरदायित्व का बखूबी निर्वहन कर रहे हैं। राजभाषा कार्यान्यिवन और इसरो आउटरीच कार्यक्रम के अंतर्गत हाल ही में गुजरात के पाटन जिले के अंतर्गत झिलिया गाँव के उत्तर बुनियादी विद्यालय में भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम की झलकियाँ नामक कार्यक्रम आयोजित किया गया, जिसमें निकटवर्ती क्षेत्र के लगभग 4000 स्कूली छात्रों ने सहभागिता की। इस कार्यक्रम का उद्देश्य अंतरिक्ष विज्ञान और अंतरिक्ष के क्षेत्र में हासिल की गई भारत की उपलब्धियों के प्रति विद्यार्थियों को जागरूक बनाना था। हिंदी में आयोजित यह कार्यक्रम अत्यधिक सफल रहा।विगत कई वर्षों से अंतरिक्ष विज्ञान एवं तकनीकी के क्षेत्र में कार्य करते हुए सैक और डेकू इन हिंदी तकनीकी संगोष्ठियों के माध्यम से अपने कार्यक्रमों, अनुसंधान व विकास और अपनी महत्वपूर्ण उपलब्धियों से देश को अवगत कराते रहे हैं।

केंद्र में 1986 में पहली बार हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया गया था, तब से ही यह कार्यक्रम केंद्र में अत्यधिक लोकप्रिय रहा है। हर वर्ष की भांति इस वर्ष भी हिंदी में तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया जा रहा है। संगोष्ठी का विषय "समाज, विज्ञान एवं सुरक्षा के लिए अंतरिक्ष" वर्तमान परिपेक्ष्य में अत्यधिक उपयोगी और सारगर्भित है।

अध्यक्ष के रूप में मैंने यह देखा कि लेखकों, आयोजन समिति एवं उप-समितियों के सदस्यों और अन्य सभी सहयोगियों ने संगोष्ठी के आयोजन के लिए बहुमूल्य योगदान दिया है। मुझे आशा ही नहीं पूर्ण विश्वास है कि सबके अथक प्रयासों और सतत श्रम से यह संगोष्ठी सफलता का परचम लहराएगी।

इस आयोजन के लिए मेरी ओर से हार्दिक शुभकामनाएं।

28-7-2015
(मल्लिका महाजन)

अनुक्रमणिका

भारत सरकार, अंतरिक्ष विभाग
GOVERNMENT OF INDIA, DEPARTMENT OF SPACE
इसरो मुख्यालय ISRO HEADQUARTERS
अंतरिक्ष भवन,न्यू बीईएल रोड, बेंगलूरु- 560 231
Antariksh Bhavan, New BEL Road, BENGALURU-560 231
09886465686 ☏08023414374, 08022172229 ✉akbillure@isro.gov.in or akbillure@gmail.com

अशोक कुमार बिल्लूरे
संयुक्त निदेशक रा.भा.

अभिव्यक्ति

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में हिंदी के उत्तरोत्तर हो रही प्रगति को देखकर अति आनंद का अनुभव होता है । हिंदी के दोनों क्षेत्र – प्रशासनिक व तकनीकी । दोनों में समानांतर विकास प्रशंसनीय है ।

प्रशासनिक क्षेत्र में कोआ के माध्यम से दी गई सहायता जिससे इसरो का हर केंद्र/यूनिट हिंदी में कार्य करने के लिए सिद्धहस्त एवं लाभान्वित हुआ है । इसमें अभी और बहुत कुछ करना बाकी है तथा इस कार्य में भी इस केंद्र के वैज्ञानिक जुटे हुए हैं ।

तकनीकी क्षेत्र में हिंदी में सेमिनार आयोजन की प्रथा इसी केंद्र से 1983 से शुरू हुई एवं अब तक 15 सेमिनारों (केंद्र व अंतर केंद्र) का आयोजन संपन्न हुआ है । अब 16वां तकनीकी सेमिनार 'समाज, विज्ञान एवं सुरक्षा के लिए अंतरिक्ष' तथा साथ ही राजभाषा में 'अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग' विषय पर किया जा रहा है ।

यह दोनों ही विषय समीचीन एवं जनोपयोगी हैं । विस्तृत चर्चा एवं परिचर्चा से विषय को सहजता से समझा जा सकेगा । हिंदी की श्रीवृद्धि में और एक मोर पंख जुड़ जाएगा ।

सेमिनार के प्रत्येक प्रतिभागी को शुभेच्छा एवं अपील कि हिंदी के कार्य में इसी तरह जुड़कर उसे यथेच्छ स्थान पर विराजमान कीजिए ।

शुभचिंतक,

05.08.2015 *(अशोक कुमार बिल्लूरे)*

अनुक्रमणिका

श्री निलेश एम. देसाई,
सह अध्यक्ष, संगोष्ठी आयोजन समिति/
उप निदेशक - एमआरएसए, सैक

संपादकीय

अंतरिक्ष विभाग/ भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के सभी केंद्र तथा यूनिट प्रतिवर्ष हिंदी में तकनीकी संगोष्ठियों का आयोजन करते हैं। इस क्रम में इस वर्ष अंतरिक्ष उपयोग केंद्र / विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट, अहमदाबाद "समाज, विज्ञान और सुरक्षा के लिए अंतरिक्ष" विषय पर हिंदी में तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन कर रहे हैं। केंद्र स्तर पर आयोजित इस तकनीकी संगोष्ठी के लिए लेख आमंत्रित किए गए, जिसमें लेखकों की ओर से अच्छा सहयोग मिला और निर्धारित तिथि तक तकनीकी सत्र के अंतर्गत 38 आलेख प्राप्त हुए। इसके पश्चात् मूल्यांकन समिति ने सभी लेखों का मूल्यांकन किया और लेखकों को लेख सुधार के लिए अपने सुझाव दिए। केंद्र में अब तक आयोजित कई हिंदी तकनीकी संगोष्ठियों में पहली बार लेखकों का पजीयंन, लेख प्राप्ति तथा मूल्यांकन समिति के सदस्यों द्वारा लेखों का मूल्यांकन ऑनलाइन किया गया। इसके लिए बनाई गई वेबसाइट के उपयोग से समय तथा कागज़, आदि लेखन सामग्री की बचत के अलावा, मूल्यांकन, पारदर्शिता और द्रुत संप्रेषण सुगमता से किया जा सका। वेबसाइट के माध्यम से दिए गए मूल्यांकन समिति के सुझावों के अनुरूप लेखकों ने अपने लेखों को संशोधित करके पुनः प्रस्तुत किया।

संगोष्ठी के लिए प्रस्तुत लेखों में अंतरिक्ष के सामाजिक पहलू के साथ अनुसंधान, विज्ञान एवं सुरक्षा संबंधी पहलुओं पर अच्छा प्रकाश डाला गया है। यह लेख संग्रह, अंतरिक्ष से जुड़े विषयों पर हिंदी में एक अनोखा और उपयोगी संकलन सिद्ध होगा।

साथ ही अंतरिक्ष विभाग के दिशा-निर्देशों के अनुपालन में इस तकनीकी संगोष्ठी के अंतर्गत राजभाषा सत्र भी शामिल किया गया है, जिसके अंतर्गत "अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग" विषय पर केंद्र के लेखकों से लेख आमंत्रित किए गए। राजभाषा सत्र के अंतर्गत 5 लेख प्राप्त हुए, जिनका गुणवत्ता के आधार पर संगोष्ठी में प्रस्तुति के लिए 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।

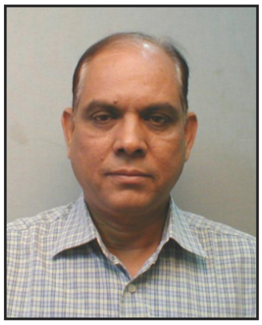
लेख-संग्रह में मूल रूप से लेख-प्रस्तुतकर्ताओं का योगदान ही सर्वोपरि है, इसलिए आयोजन समिति सभी लेख प्रस्तुतकर्ताओं द्वारा लेखन कार्य हेतु प्रदत्त समय और श्रम का सम्मान करती हैं।

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी – 2015 के सफल आयोजन हेतु मेरी हार्दिक शुभकामनाएँ।

(निलेश एम. देसाई)

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 और सह अध्यक्ष श्री निलेश एम. देसाई, उप निदेशक-एमआरएसए के प्रति आभारी हूँ। जिनके विशेष प्रयासों से संगोष्ठी का प्रचालन वेबसाइट के माध्यम से किया गया। संगोष्ठी के क्रय व अन्य लॉजिस्टिक सहयोग के लिए सुप्रचालन समिति के अध्यक्ष श्री डी.के. दास, उपनिदेशक-एसएनपीए और उनकी टीम, प्राप्त आलेखों के यथासमय मूल्यांकन करने के लिए मूल्यांकन समिति के अध्यक्ष डॉ. सी.एम.किस्तवाल, उप निदेशक-एओएसजी-ईपीएसए एवं अन्य समिति सदस्यों और लेख-संग्रह के प्रकाशन के लिए प्रलेख समिति की अध्यक्षा श्रीमती रचना पटनायक, प्रधान-पुस्तकालय प्रभाग व अन्य समिति सदस्यों का हृदय से आभारी हूँ। हमेशा की तरह कवर पृष्ठों की डिज़ाइनिंग में डेकू द्वारा की गई है हम डेकू की मल्टीमीडिया लेब के भी आभारी हैं।

विभाग के निर्देशानुसार संगोष्ठी में इस वर्ष एक राजभाषा सत्र भी शामिल किया गया जिसके अंतर्गत “अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग” विषय पर केंद्र स्तर पर लेख आमंत्रित किए गए।

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

संगोष्ठी आयोजन समिति

मार्गदर्शन

श्री तपन मिश्रा, निदेशक, सैक

श्री विक्रम देसाई, निदेशक, डेकू

अध्यक्ष

श्रीमती मल्लिका महाजन आईआरएस, नियंत्रक, सैक

सह-अध्यक्ष

श्री निलेश देसाई, उप निदेशक - एमआरएसए

सदस्य

श्री सजी ए. कुरियाकोस, उप निदेशक - सेडा

श्री डी.के. दास, उप निदेशक - एसएनपीए

श्री विकास पटेल, ग्रुप प्रधान- पीपीजी, सैक

श्री राजेश खंडेलवाल, ग्रुप प्रधान-पीपीजी, डेकू

डॉ.सी.एम.किस्तवाल, प्रधान - एएसडी

श्री राजेश रंजन, ग्रुप प्रधान - सीएमजी

श्री सी.एन. लाल, प्रधान - ईक्यूसीडी

श्रीमती रचना पटनायक, प्रधान, पुस्तकालय एवं प्रलेखन प्रभाग

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

श्री एम.एम.जोसेफ, प्रधान - का.एवं सा.प्र.

श्री जी. शिवनंदन, प्रधान - लेखा एवं आंविस

सदस्य सचिव

श्री बी.आर. राजपूत, वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी

अनुक्रमणिका

मूल्यांकन समिति

अध्यक्ष

डॉ.सी.एम.किस्तवाल

सदस्य

श्रीमती सुनंदा त्रिवेदी

श्री डी.के.सिंह

श्री राजेश खंडेलवाल

श्री आर.एस.शर्मा

डॉ.बी.एस.मुंजाल

सदस्य सचिव

श्रीमती नीलू सेठ

सुप्रचालन समिति

अध्यक्ष

श्री डी.के.दास

सदस्य

श्री सी.एन.लाल

श्री टी.थॉमस मणि

श्रीमती लीना कोहली कपूर

श्री एच.एस.मिश्रा

श्री राजू आचार्य

सदस्य सचिव

श्री दिनेश अग्रवाल

प्रलेख समिति

अध्यक्ष

श्रीमती रचना पटनायक

सदस्य

श्री धर्मेश भट्ट

श्री कमलेश कुमार बराया

सुश्री रजनी सेमवाल

श्री जी.एल.त्रिवेदी

सदस्य सचिव

श्री सोनू जैन

अनुक्रमणिका

अनुक्रमणिका

अंतरिक्ष विज्ञान मिशन एवं अनुप्रयोग

उपग्रह हार्डवेयर के लिए एल्युमिनियम मिश्रधातु 6061-T6 पर निमज्जन काला विलेपन

Immersion >lack Coating on Aluminum Alloy 6061-T6 for space hardwares

वैशाली उमराणीया, विनोद लिमये

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

सारांश

एल्युमिनियम मिश्रधातु 6061-T6 पर निमज्जन काला विलेपन अंतरिक्ष विज्ञान मिशन एवं अनुप्रयोग के लिए किया गया है। इस परियोजना का उद्देश्य विलेपन के संक्षारण प्रतिरोध गुणधर्म एवं सौर अवशोषणांक में वृद्धि करना है। विलेपन के मूल्यांकन के लिए विभिन्न परीक्षण अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में किए गए हैं। परिणाम दिखाते हैं कि निमज्जन काला विलेपन एल्युमिनियम मिश्रधातु 6061-T6 को संक्षारण से एक बेहतर तरीके से रक्षा कर सकता है। अंतरिक्ष में रहने के लिए विलेपन का मूल्यांकन आर्द्रता परीक्षण, ताप चक्रण परीक्षण और ताप निर्वात परीक्षण जैसे पर्यावरणीय परीक्षणों से किया गया है। विलेपन के प्रकाशीय गुणधर्म (सौर अवशोषणांक और अवरक्त उत्सर्जनांश) पर्यावरणीय परीक्षणों से पहले और बाद में नापे गए हैं। विलेपन की सूक्ष्म संरचना की जाँच लेसर विश्लेषण से की गई है। विलेपन के संक्षारण प्रतिरोध का ASTM मानक >117 के अनुसार सॉल्ट स्प्रे परीक्षण द्वारा अध्ययन किया गया है।

संकेत शब्द

निमज्जन काला विलेपन, एनोडीकरण, उत्सर्जकता, सौर अवशोषणांक, पर्यावरण अवस्था, अंतरिक्ष

नामावली

A_p सूर्य की किरणों से परलाम्बित अंतरिक्ष यान का अनुमानित सतह क्षेत्र (m^2),

α अनुमानित क्षेत्र का सौर अवशोषणांक,

σ स्टीफन बोल्ट्ज़मन स्थिरांक (56.7×10^{-9} W/m^2),

A अंतरिक्षयान का कुल सतह क्षेत्र (m^2),

ε प्रक्षेपित क्षेत्र की सतह उत्सर्जनांश

T अंतरिक्ष यान का निरपेक्ष तापमान (K)

1. परिचय :

एल्युमिनियम मिश्रधातु 6061-T6 का ज्यादातर प्रयोग संरचनात्मक अनुप्रयोगों में किया जाता है। अंतरिक्ष में कुछ घटकों को एल्युमिनियम मिश्र धातु द्वारा उत्पादित भागों से बनाने के कारण पूरे संरचनात्मक सामग्री के वजन में तेजी से कमी आई है। एल्युमिनियम धातु के अत्यंत कम वजन और ज्यादा शक्तिशाली होने की वजह से अंतरिक्ष एवं यातायात अनुप्रयोगों में, हथियार और ऑटोमोबाइल क्षेत्र उपयोग हो रहा है। एल्युमिनियम मिश्रधातुओं के कई अन्य फायदे हैं, जैसे कि उत्कृष्ट विद्युत चुम्बकीय परीक्षण प्रदर्शन, प्रघात अवशोषण की क्षमता, विद्युत और तापीय चालकता, आदि।

एल्युमिनियम वायुमंडलीय ऑक्सीजन और जल के साथ प्रतिक्रिया करके ऑक्साइड फिल्म बनाता है, जो संरक्षण प्रदान नहीं करता है। धातु नम हवा में भी संक्षारित होती है। यह रासायनिक फिल्म निम्मजन काला विलेपन एल्युमिनियम की सभी मिश्रधातुओं पर एक सुरक्षात्मक फिल्म प्रदान करता है। यह प्रक्रिया निष्पक्ष संक्षारण प्रतिरोध देती है और कोई खास आयामी परिवर्तन नही होता है, और सामान्य रूप से मशीनिंग के बाद प्रयोग किया जाता है। विलेपन एक उत्कृष्ट पेंट आधार भी है, और अक्सर प्रकाशीय और वैद्युतीय घटकों के साथ जहाँ गैर परावर्तक सतह की आवश्यकता होती है वहाँ उपयोग किया जाता है। गहरा भूरा से काला प्रकटन इस रासायनिक फिल्म की विशेषता है। यह प्रक्रिया पहले अंतरिक्ष उपयोग के लिए प्रमाणित की गई काले एनोडीकरण की प्रक्रिया की कुछ कमियों को पूरी करती है। इस रासायनिक फिल्म के उपचार माध्यम से संसाधित प्रक्रिया सफलतापूर्वक IRNSS, INSAT, GSAT और उसके बाद के सभी अंतरिक्ष यान के

पेलोड, जहाँ एल्युमिनियम मिश्रधातु 6061-T6 का उपयोग होता है, वहाँ पर इलेक्ट्रॉनिक समुच्चय के सभी भागों पर प्रयोग किया गया है।

2. ताप नियंत्रण अनुप्रयोग:

कक्षा में एक अंतरिक्ष यान एक तरफ प्रत्यक्ष सूर्य के कारण महत्तम तापमान और दूसरे और गहरे ठंडे अंतरिक्ष के समक्ष होता है। संचार एवं सुदूर संवेदन उपग्रह की जिन सतहों पर सूर्य का प्रकाश सीधा पड़ता है, वे सतह अत्यधिक गर्म हो जाती है और जो सतह अंतरिक्ष के कम तापमान (4 केल्विन) के समक्ष होती है, वे अत्यधिक ठंडी हो जाती है। इस प्रकार उपग्रह को तापमान की उग्र सीमाओं सामान्यतया (-100°सेल्सियस से+100°सेल्सियस) का सामना करना पड़ता है। उपग्रहों के नीतभारों के निर्माण में विभिन्न इलेक्ट्रॉनिक पैकेजों जैसे अभिग्राही, शक्तिप्रवर्धक, ईपीसी इत्यादि का उपयोग होता है। ये पैकेज कई इलेक्ट्रॉनिक घटकों के संयोजन से बने होते हैं, जो प्रचक्रण के दौरान उष्मा का उत्सर्जन करते हैं। इन घटकों का निर्दिष्ट कार्य अपेक्षा के अनुरूप संपन्न होने के लिए इनका तापनियंत्रण अतिआवश्यक होता है क्योंकि ये एक अपेक्षित तापमान की सीमा में ही श्रेष्ठ गुणवत्ता पर निर्दिष्ट कार्य का संपादनकर पाते हैं। नीतभारों के निर्माण में कई तरह के इलेक्ट्रॉनिक घटकों, प्रयुक्तियों का उपयोग होता है। अंतरिक्ष के तीव्र उष्मीय वातावरण में उपग्रह के इलेक्ट्रॉनिक घटकों का ताप नियंत्रण चुनौतीपूर्ण होता है। अंतरिक्ष यान के घटकों पर रासायनिक विलेपन करने से वांछित प्रकाशीय गुणधर्म प्राप्त हो सकते हैं। इस तरह रासायनिक विलेपन उपग्रह के तापीय नियंत्रण में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

धारणा करें कि पृथ्वी के वातावरण से दूर अंतरिक्ष में उपग्रह की आंतरिक ऊष्मा नगण्य है। स्थिर तापमान स्थिति में उपग्रह के तापमान की गणना निम्नलिखित समीकरण की मदद से की जा सकती है।

$$S\,A_p\,\alpha = \sigma\,A\,\varepsilon\,T^4 \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (1)$$

जहाँ S सूर्य स्थिरांक है (1353 W/m^2),

A_p सूर्य की किरणों से परलाम्बित अंतरिक्ष यान का अनुमानित सतह क्षेत्र (m^2),

α अनुमानित क्षेत्र का सौर अवशोषणांक,

σ स्टीफन बोल्त्ज़मन स्थिरांक (56.7 X 10^{-9} W/m^2),

A अंतरिक्षयान का कुल सतह क्षेत्र (m^2),

ε प्रक्षेपित क्षेत्र की सतह उत्सर्जनांश है, और

T अंतरिक्ष यान का निरपेक्ष तापमान है। (K)

यह स्पष्ट रूप से पता चलता है कि उपग्रह के किसी भी क्षेत्र का तापमान सीधे α/ε अनुपात द्वारा नियंत्रित किया जाता है यहाँ, शब्द “अवशोषण” सभी सौर विकिरण (एक्स-किरण, पराबैंगनी, दृश्य, अवरक्त, रेडियो आवृति, आदि) को संदर्भित करता है, जबकि शब्द “उत्सर्जनांश” इन्फ्रारेड रेंज से प्रतिबंधित है क्योंकि तापीय विकिरण मुख्य रूप से अवरक्त क्षेत्र से उत्पन्न होते हैं। ज्यादातर उच्च सौर अवशोषण और उच्च तापीय उत्सर्जनांश के लिए ये काले विलेपन उपग्रह की आतंरिक सतहों पर लगाया जाता है।

काले तापीय नियंत्रण कार्बन पेंट्स उत्कृष्ट प्रकाशीय गुण प्रदान करते हैं। (α, ε > 0.90) और अनिवार्य रूप से सभी अंतरिक्ष मिशनों के लिए उपयोग किए गए हैं। निर्वात अवस्था में तापीय नियंत्रण कार्बन पेंट्स का संपूर्ण द्रव्यमान हानि (TML) 1% से ज्यादा एवं संग्रहित वास्पित्र संघनीय द्रव्य (CVCM) 0.1% से अधिक होने से होते नुकसान के कारण प्रकाशीय समुच्चय में अनुप्रयोग कम होता है। निमज्जन काला विलेपन काले पेंट्स के लिए एक आकर्षक विकल्प है क्योंकि 50-60 माइक्रोन की तुलनामें केवल कुछ माइक्रोन (25-30μ) की मोटाई में काले फिल्म के प्रकाशीय गुणों से बेहतर गुण प्रदान करते हैं। मोटा विलेपन स्थिर प्रकाशीय गुण प्राप्त करने के लिए किया जाता है। इसकी वजह से उपग्रह में प्रशंसनीय आयामी परिवर्तन और समग्र वजन में वृद्धि होती है। निमज्जन काला विलेपन एक अकार्बनिक रूपांतरण विलेपन होने के कारण उच्च स्थिरता रखता है। यह प्रतिक्रिया पारंपरिक एनोडीकरण, क्रोमेटिंग से भी सरल है, और तापीय नियंत्रण पेंट्स के लिए एक अच्छा आधार है।

3. प्रयोगात्मक :

एल्युमिनियम मिश्रधातु 6061-T6 पर निम्मजन काले विलेपन प्रक्रिया के 11 नमूने (आकार 110 मिमी X 75 मिमी X 1 मिमी) निम्नलिखित अनुक्रम के अनुसार बनाये गये:

1. अल्ट्रासोनिक उपकरण में 5 मिनट अवधि के लिए ट्राईक्लोरोएथिलीन में विस्नेहन (Degreasing)
2. निम्न संरचना में आल्कलाइन सफाई:

10% सोडियम हाइड्रोक्साइड में 2-3 मिनट के लिए,
तद उपरांत आसुत या आयन मुक्त जल से 2 मिनट के लिए साफ़ किया।

3. निम्न संरचना में एसिडिक सफाई:

10% नाइट्रिक एसिड में 2-3 मिनट के लिए,
तद उपरांत आसुत या आयन मुक्त जल से 2 मिनट के लिए साफ़ किया।

4. तालिका 1 के अनुसार सफ़ेद एनोडीकरण किया गया।

विलयन तैयार करने के लिए आसुत या आयन मुक्त जल उपयोग किया गया है। सभी प्रयोगशाला अभिकर्मक ग्रेड रसायनों का उपयोग किया गया। परीक्षण नमूने को एनोडिक बनाया गया। विलयन संरचना तालिका 1 में सारणीबद्ध है।

सल्फ्यूरिक एसिड	10 % V/V
pH	1.2 - 1.5
समय अंतराल	60 मिनट
कैथोड	सीसा (lead)
कुंड पदार्थ (>ath material)	पोलिप्रोपिलिन
डी.सी. धारा (DC Current)	14 V

तालिका 1: एनोडीकरण विलयन

5. सफ़ेद एनोडीकृत नमूनों को निम्मजन काला विलेपन करने के लिए निम्न रूप से प्रक्रिया की गई।
6. निम्न संरचना में 15 मिनट के लिए डुबाया गया:

200 ग्राम/लीटर कोबाल्ट एसीटेट,
उसके बाद आसुत या आयन मुक्त जल से 2 मिनट के लिए साफ़ किया।

7. निम्न संरचना में 15 मिनट के लिए डुबाया गया:

125 मिली/लीटर अमोनियम सल्फाइड,
उसके बाद आसुत या आयन मुक्त जल से 2 मिनट के लिए साफ़ किया।

8. एनोडीकृत नमूनों में पैदा हुए रंध्रोको बंध करने के लिए उसे 100°C पर आसुत या आयन मुक्त जल में 30 मिनट के लिए रखा गया।

4. मापन तकनीक :

विलेपन को पर्यावरणीय परीक्षणों से पहले और बाद में भौतिक दिखाव में कोई भी निम्नीकरण के लिए 4 गुना आवर्धन पर देखा गया है।

4.1.सतह के आकारीय अध्ययन लेसर सूक्ष्मदर्शक के साथ किए गए हैं।

4.2.विलेपन का संक्षारण प्रतिरोधन सॉल्ट स्प्रे टेस्ट कक्ष (सी.एम.आई. उपकरण प्राइवेट लिमिटेड)में ASTM >117 मानक के अनुसार 336 घंटे के लिए संक्षारक माध्यम के रूप में 5% W/V सोडियम क्लोराइड विलयन का उपयोग करके किया गया। सॉल्ट विलयन 5% W/V सोडियम क्लोराइड आसुत जल में विलयित करके तैयार किया गया है और उपयोग से पहले फिल्टर किया गया। परीक्षण नमूनों को आइसोप्रोपाइल आल्कोहोल में डुबाकर सुखाकर साफ़ किया गया। परीक्षण नमूनों को सॉल्ट

अनुक्रमणिका

स्प्रे कक्ष में ऐसे रखा गया है कि सभी नमूनों पर सॉल्ट के धुंध का समान फैलाव हो। कक्ष का तापमान 38 °C सैट करने के पश्चात् कक्ष बंद किया गया और बाद में धुंध शुरू किया गया। विलेपन को किसी भी प्रकार के निम्नीकरण के लिए हर आठ घंटे के पश्चात् जाँच की गई।

4.3.आर्द्रता परीक्षण एक तापनियंत्रित आर्द्रता कक्ष (हेरौस वोस्च टाइप) में किया गया। कक्ष में सापेक्ष आर्द्रता 50 °C तापमान पर (95% ± 0.5%) पर बनाए रखी गई।

4.4.तापीय सायकलिंग टेस्ट एक तापनियंत्रित गरम और ठंडे कक्ष में किया गया है।

4.5.ताप निर्वात परीक्षण एक ताप नियंत्रित उच्च निर्वात कक्ष में किया गया है।

निम्मजन काले विलेपन के नमूने तालिका 2 में सारणीबद्ध विनिर्देशों के अनुसार परीक्षण किए गए है :

निर्वात	तापमान/ अवधि	चक्र संख्या
10^{-5}टोर (torr)	-40° से ± 3° से 24 घंटे घंटे के लिए	एक हज़ार
	+75° से ± 3° से 24 घंटे के लिए	

तालिका 2: तापनिर्वात परीक्षण

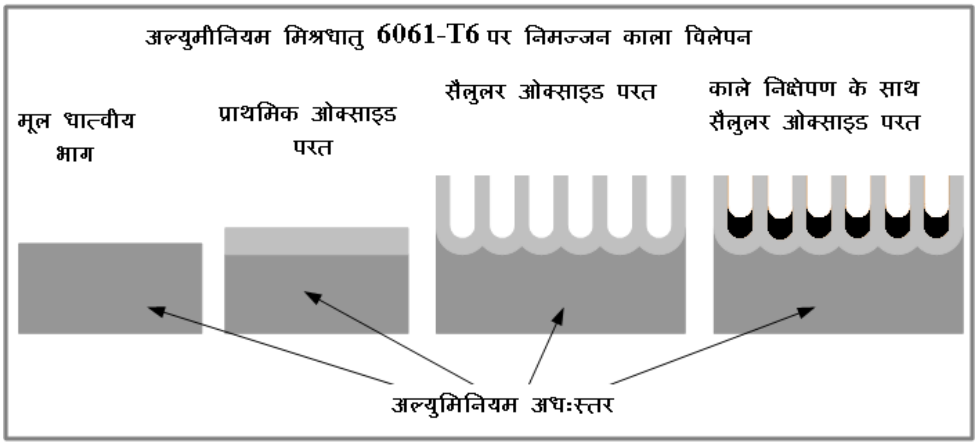
4.6. विलेपन का आसंजन (Adhesion) टेप पील परीक्षण द्वारा मूल्यांकन किया गया है। परीक्षण में एक तेज धार वाली ब्लेड से नमूने पर 11 समानांतर रेखाएं बनायीं गई। सभी रेखाओं का अंतराल लगभग 2 मिमी है। दूसरी 11 समानांतर रेखाएं बनायीं गई जो कि पहले वाली रेखाओं से 90° के कोण पर हैं और उसे काट रही हैं। परिणामस्वरुप 4 वर्ग मिमी के 100 वर्ग बने। उसके ऊपर 25-मिमी चौड़ाई की मास्किंग टेप (peel strength 200 gm/cm) लगायी गई। जिसके ऊपर 2 किलो वजन वाला रोलर दो बार चलाया गया। फिर जल्दी से टेप सतह से लंबवत् दिशा में खिंचा गया, और विलेपन के किसी भी प्रकार के निम्नीकरण के लिए जाँच की गई।

4.7. ऊष्मा-प्रकाशीय गुणधर्म जैसे सौर अवशोषणांश और अवरक्त उत्सर्जनांश क्रमश: परावर्तनमापी (मॉडल SSR – ER), और उत्सर्जनमापी (मॉडल RD1, डिवाइसेस और सेवाएँ यू.एस.ए) का उपयोग करके मापा गया है।

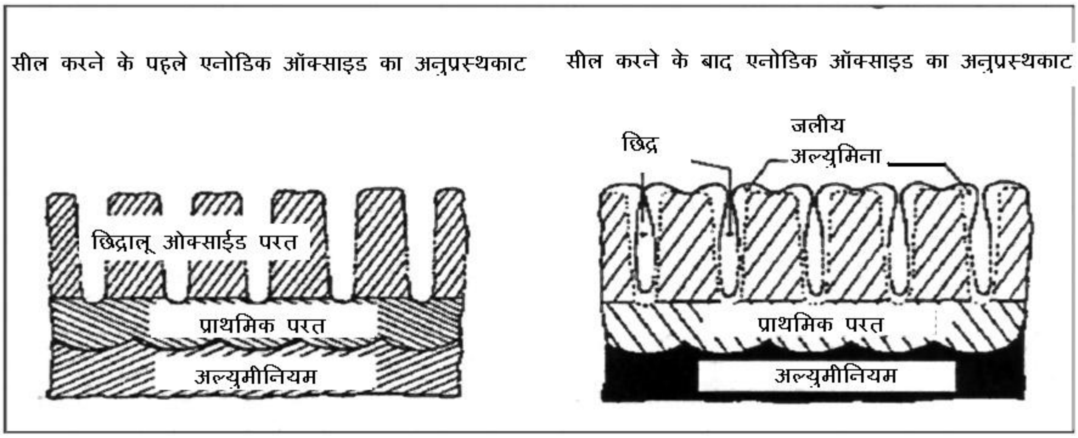
4.8. विलेपन की मोटाई भँवरधारा (Eddy current) सिद्धांत पर आधारित मोटाई मापन उपकरण का प्रयोग करके मापी गई है।

5. फिल्म विश्लेषण की क्रियाविधि :

विलेपन एल्युमिनियम मिश्रधातु की सतह और दो संयोजकता वाले ऑक्सीजन के बीच एक रासायनिक प्रतिक्रिया द्वारा गठित है। मिश्रधातु का सल्फ्यूरिक एसिड से ऑक्सीकरण हो जाता है। मूलत: यह एक नियंत्रित रिडक्शन–ऑक्सीकरण प्रतिक्रिया है, जब मिश्रधातु नमूना एनोडीकरण विलयन में डुबाया जाता है, तब मिश्रधातु की सतह कुछ हद तक विलयन में विलयित होती है, और मिश्रधातु नमूने/जॉब (एनोड) से कैथोड की तरफ धारा शुरू होती है। उसके बाद उसे कोबाल्ट एसीटेट और अमोनियम सल्फाइड में डूबाकर पर निमज्जन काला विलेपन किया जाता है। फिल्म निर्माण का रसायन शास्त्र निम्नलिखित आकृति के द्वारा प्रतिनिधित्व किया जा सकता है।



चित्र 1, फिल्म निर्माण का रसायन शास्त्र



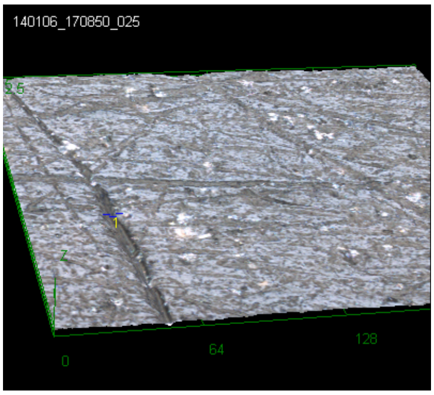
चित्र 2, सील करने के पहले और बादमे बाद एनोडिक ऑक्साइड का अनुप्रस्थकाट

6. परिणाम और चर्चा

विलेपन की गुणवत्ता के लिए सभी नमूनों को 10 गुना आवर्धन पर दृश्य अवलोकन किया गया। विलेपन काले रंग का, सतत, और दिखने में पाउडर क्षेत्र से मुक्त है।

6.1. सतह आकारिकी अध्ययन

सतह आकारिकी अध्ययन लेसर सूक्ष्मदर्शक से किया गया। विलेपन की संरचना षष्ठ कोणीय छिद्रों के स्वरुप में दिखती है जो जलीय अल्युमिना से सील किए गए हैं।



चित्र 3, विलेपन के बाद सूक्ष्मदर्शिकी छवि

6.2. सॉल्ट स्प्रे टेस्ट

निष्प्रभावी सॉल्ट स्प्रे टेस्ट के बाद विलेपन का ध्यान से किसी भी मलीनीकरण और सतह पर संक्षारण धब्बे के गठन के लिए 4 गुना आवर्धन से जाँच की गई है। काले एनोडीकरण को स्थिर करने के लिए 336 घंटे का समय लगा। उत्सर्जनांश और सौर अवशोषणांक के मूल्य में नगण्य बदलाव है। प्रकाशीय गुणधर्म में कमी सॉल्ट स्प्रे परीक्षण के बाद पाए जाने वाले सफ़ेद धब्बों की वजह से हो सकती है। परीक्षण से पहले और बाद में उत्सर्जनांश और सौर अवशोषणांक का मान तालिका 3 में दिए गए हैं।

नमूना संख्या	उत्सर्जनांश ε	
	सॉल्ट स्प्रे परीक्षण के पहले	सॉल्ट स्प्रे परीक्षण के बाद
5	0.92	0.91
6	0.91	0.90
7	0.92	0.91

तालिका 3: सॉल्ट स्प्रे परीक्षण के पहले और बाद में प्रकाशीय गुणों में भिन्नता

6.3. आर्द्रता परीक्षण

आर्द्रता परीक्षण पूर्व प्रमोचन वातावरण में विलेपन के संक्षारक प्रतिरोध की जाँच करने के लिए किया गया है। एक परीक्षण 48 घंटे के लिए ताप नियंत्रित आर्द्रता कक्ष में आयोजित किया गया है। कक्ष में 95 ±± 0.5% सापेक्ष आर्द्रता के साथ 50 ±± 1°°C तापमान रखा गया है। परीक्षण नमूनों का दृश्य अवलोकन किया गया है, और उनके प्रकाशीय गुणों को मापा गया। विलेपन के रंग और गुणता में कोई परिवर्तन नही है। परीक्षण से पहले और बाद में उत्सर्जनांश का मान तालिका 4 में सारणीबद्ध सर है।

नमूना संख्या	उत्सर्जनांश ε	
	आर्द्रता परीक्षण के पहले	आर्द्रता परीक्षण के बाद
5	0.92	0.93
6	0.91	0.90
7	0.92	0.91

तालिका 4: परीक्षण के पहले और बाद में विलेपन के प्रकाशीय गुणों में भिन्नता

6.4. ताप चक्रण परीक्षण

पृथ्वी की कक्षा में एक उपग्रह जब प्रत्यक्ष सूर्य के प्रकाश के सामने होता है, वह सतह गर्म हो जाती है, और जब उपग्रह पृथ्वी की छाया विस्तार में होता है तब बहुत कम तापमान पर होता है। एक अंतरिक्षयान को जीवनकाल भर ताप चक्रण का सामना करना पड़ता है। अंतरिक्षयान के जीवनकाल में आने वाले तापमान चक्रण के प्रभाव का मूल्यांकन करने के लिए यह परीक्षण को डिज़ाइन किया गया है। यह परीक्षण ताप नियंत्रित गरम और ठंडे कक्ष में किया गया है। कुल 1000 चक्रों का परीक्षण किया गया है। नमूनों को एक कक्ष में -45°C से कम तापमान में 5 मिनट के लिए रखा गया, फिर 15 मिनट के वास काल में रखा गया। अब उन्हें +80°C तापमान में 5 मिनट के लिए रखा गया। तापीय चक्रण परीक्षण के बाद नमूनों को किसी भी निम्नीकरण के लिए जांचा गया और उनके प्रकाशीय गुणों को मापा गया। परीक्षण से पहले और बाद में उत्सर्जनांश के मान तालिका 5 में सारणीबद्ध है।

नमूना संख्या	उत्सर्जनांश ε	
	तापीय चक्रण परीक्षण के पहले	तापीय चक्रण परीक्षण के पश्चात्
5	0.92	0.91
6	0.91	0.90
7	0.90	0.89

तालिका 5- तापीय चक्रण परीक्षण के पहले और बाद में विलेपन के प्रकाशीय गुणों में भिन्नता

6.5. ताप निर्वात परीक्षण

नमूनों में कोई भी निम्नीकरण विलेपन के परीक्षण के बाद नही देखा गया है। उत्सर्जनांक स्वीकार्य सीमा के भीतर पाया गया है। टेप पील आसंजन परीक्षण के बाद कोई विलेपन टेप के साथ बहार नहीं आया है।

6.6. टेप पील आसंजन परीक्षण

आरम्भिक आसंजन परीक्षण के दौरान कुछ विलेपन अनुरेख टेप के साथ बहार आया है। कोई ऐसे अनुरेख आर्द्रता परीक्षण, तापीय चक्रण परीक्षण और तापनिर्वात परीक्षण के बाद नही देखे गए हैं।

6.7. उत्सर्जनांश और सौर अवशोषणांक

सभी परीक्षण के बाद नमूनों की उत्सर्जनांश और सौर अवशोषणांक की जाँच की गई है, जो कि तालिका 7, 8, 9 में सारणीबद्ध है।

नमूना क्रम	उत्सर्जनांश		नमूना क्रम	उत्सर्जनांश	
	Side – A	Side – >		Side – A	Side – >
1	0.91	0.9	6	0.92	0.91
2	0.91	0.9	7	0.90	0.91

3	0.91	0.9	8	0.92	0.91
4	0.91	0.9	9	0.90	0.91
5	0.89	0.9	10	0.91	0.90

तालिका 7: परीक्षण के पहले नमूनों की उत्सर्जनांश

नमूना क्रम	उत्सर्जनांश		नमूना क्रम	उत्सर्जनांश	
	Side – A	Side – >		Side – A	Side – >
4	0.91	0.92	7	0.92	0.91
5	0.90	0.90	8	0.90	0.91
6	0.91	0.92	9	0.92	0.91

तालिका 8: परीक्षण के बाद नमूनों की उत्सर्जनांश

तरंग लंबाई (Wave length) microns →	L1 (UV)	L2 (0.35-0.82)	L3 (0.45-1.2)	L4- (0.76-2.5)
नमूना क्रम	0.989	0.995	0.999	0.917
1	0.987	0.995	0.999	0.929
2	0.987	0.993	0.999	0.894
3	0.988	0.994	0.999	0.896
4	0.981	0.994	0.999	0.918
5	0.99	0.995	0.999	0.919
6	0.985	0.993	0.999	0.881
7	0.985	0.993	0.999	0.899
8	0.947	0.989	0.999	0.881
9	0.986	0.994	0.999	0.921
10	0.985	0.993	0.999	0.899

तालिका 9: परीक्षण के पहले नमूनों का सौर अवशोषणांक

7. निष्कर्ष

1. एल्युमिनियम मिश्रधातु 6061-T6 पर निमज्जन काला विलेपन पूर्व स्वच्छ की गई मिश्रधातु के ऊपर किया गया। विलेपन के संक्षारण प्रतिरोधक क्षमता और तापीय स्थिरता की तुलना की गई है। आल्कलाइन सफाई और एनोडीकरण का प्रयोग करके अंतरिक्ष उपयोगों के लिए निमज्जन काले विलेपन को इस्टमीकृत किया गया। यह विलेपन संकीर्ण छेदों के अंदर उत्कृष्ट व्याप्ति प्रदान करता है। अतः यह विलेपन पर्याप्त यांत्रिक गुणों, संक्षारण प्रतिरोध के साथ बाह्य अंतरिक्ष की आवश्यकता के लिए स्थायी है।
2. लेसर सूक्ष्मदर्शिकी जाँच में देखा गया है, कि विलेपन में षष्ठ कोणीय छिद्र बनते हैं जो जलीय अल्युमिना से सील किए गए हैं।
3. विलेपन के संक्षारण प्रतिरोधक क्षमता की सॉल्ट स्प्रे तकनीक के द्वारा जाँच की गई है। यह परीक्षण दिखाता है कि निमज्जन काला विलेपन धातु की बेहतर रूप से रक्षा करता है।
4. विलेपन की अंतरिक्ष पात्रता को आर्द्रता परीक्षण, ताप साइकिल चक्रण परीक्षण और प्रकाशीय गुण धर्म के मूल्यांकन द्वारा जाँच की गई है। विलेपन में कोई निम्नीकरण नही देखा गया है।
5. लेन्स के पास जहाँ तापीय पेंट्स का प्रयोग उचित नही है, वहाँ यह विलेपन का उपयोग सवर्था उचित है।

8. संदर्भ

1. ए. आर. शशिकला, आर. उमारानी, इस.माय्मनाज़ और ए.के. शर्मा, एल्युमिनियम मिश्रधातु पर रासायनिक परिवर्तन विलेपन- तुलनात्मक अभ्यास, इलेक्ट्रॉकेमिकल साइन्स, 3 (2008) 993 – 1004

2. Environmentally friendly sol - gel-based anticorrosive coatings on aluminum alloy 2024 Giancarlo Richard Salazar->andaI, *; Katlin Ivon >arrios EguiluzI; Artur Jesus MotheoII; Sergio Antonio Spinola MachadoIII

3. Porous Layer Characterization of Anodized and >lack-Anodized Aluminium by Electrochemical Studies - M. Franco, S. Anoop, R. Uma Rani, and A. K. Sharma
4. SAC/SRA/QACMG/MQAD/TR/GEN/03/APRIL-2012
5. ASTM >117
6. मैग्नेशियम मिश्रधातु AZ31> पर गैल्वनी एनोडीकरण, वैशाली उमराणीया, विनोद लिमये, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद, अंतर–केंद्रीय तकनीकी संगोष्ठी 2014, इसरो उपग्रह केंद्र, बेंगलूर
7. बराया, के.के., उपग्रह नीतभार के ताप नियंत्रण में उष्मा नली का उपयोग, तकनीकी हिंदी सेमिनार, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद, जनवरी 2004.

9. धन्यवाद

हम राजभाषा कार्यान्वन समिति के अध्यक्ष एवं सभी सदस्यों के प्रति अत्यंत आभारी हैं जिन्होंने हमें यह लेख लिखने का अवसर प्रदान किया। हम श्री तपन मिश्रा, निदेशक सेक, श्री राजकुमार अरोडा उप-निदेशक, ई.एस.एस.ए., श्री दिलीप आर. पटेल, समूह निदेशक, ई.एन.टी.एस.जी. के भी अत्यंत आभारी हैं जिन्होंने हमें यह लेख लिखने के लिए प्रेरित किया। हम एम.क्यू.ए..डी. विभाग के भी आभारी है, जिन्होंने योग्यता परीक्षण में योगदान प्रदान किया। एस.टी.पी.डी. विभाग में कार्यरत श्री जी.के. मेहरा, श्री राघव राव, श्री चंद्रकान्त बोटादरा, श्री भावेश परमार के प्रति आभार व्यक्त करते हैं जिन्होंने विलेपन अनुप्रयोग के दौरान विशेष योगदान दिया। हम वरिष्ठ हिंदी अधिकारी तथा हिंदी कक्ष के सभी सहकर्मियों के भी अत्यंत आभारी हैं जिनके सहयोग से यह लेख संपूर्ण हो सका है।

लेखक परिचय :

वैशाली उमराणीया ने वर्ष 2010 में के.एस.के.वी. कच्छ यूनिवर्सिटी, भुज, गुजरात से रसायन विज्ञान में गोल्ड मेडल के साथ मास्टर डिग्री प्राप्त की। गवर्नमेंट इंजीनियरिंग महाविद्यालय में अध्यापक के रूप में कार्य किया है। वर्ष 2011 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में सतह उपचार एवं उष्मीय पेंट सुविधा में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में यहीं पर कार्यरत हैं।

श्री विनोद लिमये ने वर्ष 1983 में एम.एस.युनिवेर्सिटी, वड़ोदरा से मैकेनिकल इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की और वर्ष 1989 में थर्मल विज्ञान में एम.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 1986 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में ई.एन.टी.एस.जी. समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में सतह उपचार एवं ऊष्मीय पेंटिंग प्रभाग में प्रधान के पद पर कार्यरत हैं।

***

उष्णकटिबंधीय चक्रवात के पूर्वानुमान में उपग्रहीय आँकड़ों की भूमिका

नीरू जैसवाल
वायुमंडलीय विज्ञान विभाग
वायुमंडल एवं समुद्र विज्ञान समूह
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
अहमदाबाद

सारांश

उष्णकटिबंधीय चक्रवात, एक ऐसी प्राकृतिक आपदा है, जिसके कारण जीवन तथा संपदा दोनों की विशाल हानि होती है। यदि इन चक्रवातों की उत्पत्ति, पथ, तथा प्रबलता/तीव्रता का पूर्वानुमान लगा लिया जाए, तो जीवन की हानि को बचाया जा सकता है, तथा आपदा के समय सुरक्षा की दृष्टि से उचित प्रबंध किए जा सकते हैं। उष्णकटिबंधीय चक्रवात का पूर्वानुमान विभिन्न क्षेत्रों में जैसे पर्यटन, मत्स्य पालन, आवागमन, इत्यादि में अत्यंत महत्वपूर्ण है। उष्णकटिबंधीय चक्रवात के पूर्वानुमान में उपग्रह से प्राप्त आँकड़ों का विशेष योगदान है। इन आँकड़ों द्वारा चक्रवात की वास्तविक समय में निगरानी तथा पूर्वानुमान में प्रयोग किया जाता है। भारतीय तथा विदेशी उपग्रहों से प्राप्त आँकड़ों के आधार पर वास्तविक समय में चक्रवात का पूर्वानुमान तथा उसकी संरचना का अध्ययन किया जाता है। भारतीय उपग्रह कल्पना, इन्सैट-3डी, ओशनसैट, मेघाट्रॉपिक, इत्यादि के आँकड़ों का उत्तरीहिंद महासागर में उत्पन्न उष्णकटिबंधीय चक्रवात के पूर्वानुमान में विशेष महत्व है। उपर्युक्त उपग्रहों के आँकड़ों के आधार पर उष्णकटिबंधीय चक्रवात की उत्पत्ति के पूर्वानुमान हेतु "सतह पवन आधारित कलनविधि (एल्गोरिथ्म)" तथा पथ के पूर्वानुमान हेतु "लेगरेन्जीयन एड्वेक्शन मॉडल" का निर्माण किया गया जिसका विवरण इस लेख में प्रस्तुत किया गया है। वास्तविक समय में चक्रवात पूर्वानुमान हेतु इन कलनविधियों का प्रयोग किया जाता है, तथा प्राप्त भविष्यवाणियों को सैक वेब परिसेवक स्कोर्पियो के माध्यम से प्रसारित किया जाता है। उपर्युक्त कलनविधियों पर आधारित उष्णकटिबंधीय चक्रवात हुदहुद की वास्तविक समय में प्रसारित भविष्यवाणियों का विवरण इस लेख में प्रस्तुत किया गया है।

चक्रवात हुदहुद के उत्पत्ति की भविष्यवाणी सतह पवन आधारित कलनविधि द्वारा उसके चक्रवात बनने से दो दिन पूर्व कर ली गए थी। वास्तविक समय में इसके पथ की भविष्यवाणी लेगरेन्जीयन एड्वेक्शन मॉडल द्वारा की गए जिसमें 24 घंटे पूर्व की भविष्यवाणी भारतीय मौसम विभाग की अपेक्षा 48 किमी की त्रुटि थी। भारतीय सेटेलाईट इन्सैट 3-डी द्वारा प्राप्त प्रतिबिंबों का प्रयोग चक्रवात के संरचना के अध्ययन तथा चक्रवात की स्थिति की सटीक जानकारी हेतु किया गया।

सूचक शब्द: उष्णकटिबंधीय चक्रवात, उपग्रहीय आँकड़े, चक्रवात हुदहुद, पूर्वानुमान

1. प्रस्तावना

उष्णकटिबंधीय चक्रवात, समुद्र में उत्पन्न निम्न वायुमंडलीय दाब के क्षेत्र होते हैं, जो अत्यंत तीव्र गति की वायु, भारी वर्षा, ऊंची समुद्री लहरें उत्पन्न करते हैं। इनकी उत्पत्ति गर्म समुद्र में (तापमान > 26.5 ^{0} सेल्सियस) में होती है, तथा वायुमंडल में ये 1-12 किमी तक ऊँचे होते हैं। समुद्र के निकटवर्ती क्षेत्र इन चक्रवातों के कारण उत्पन्न परिस्तिथियों से सर्वाधिक प्रभावित होते हैं। भारत के समुद्र तटीय राज्य जैसे उड़ीसा, आन्ध्र प्रदेश, बिहार, पश्चिम बंगाल, अनेकों ऐसे जीवन नाशक चक्रवातों का सामना करते आ रहे हैं। औसतन 4-5 चक्रवात प्रति वर्ष उत्तरीहिंद महासागर में उत्पन्न होते हैं, तथा भारत के समुद्र तटीय राज्यों में जनजीवन को भारी हानि पहुचाते हैं (फ्रांक, 1971)। भारतवर्ष में चक्रवात का आर्थिक सामाजिक प्रभाव अत्यंत महत्वपूर्ण है। चक्रवात की वजह से मृत्यु दर के आधार पर, भारत विश्व का सबसे अधिक चक्रवात प्रभावित देश है। यद्यपि इस क्षेत्र में पैदा होने वाले चक्रवात अन्य क्षेत्रों में उत्पन्न चक्रवातों से तीव्रता में कमजोर तथा आकार में छोटे होते हैं परंतु इनसे होने वाली मृत्युदर इस क्षेत्र में अधिक है। विश्व के 9 सर्वाधिक नुकसान पहुँचाने वाले चक्रवातों में से 7 मामले इस क्षेत्र में ही उत्पन्न हुए हैं। इसका कारण भारत में समुद्र तटीय क्षेत्रों में अपेक्षाकृत अधिक सघन तथा गरीब जनसँख्या, निचली स्थलाकृति, तथा तटीय विन्यास है।

यदि इन चक्रवातों की उत्पत्ति, पथ, तथा प्रबलता का पूर्वानुमान लगा लिया जाए तो जीवन की हानि को बचाया जा सकता है तथा आपदा के समय सुरक्षा की दृष्टि से उचित प्रबंध किए जा सकते हैं।

आधुनिक संगणक सुविधाओं, विकसित मौसम पूर्वानुमान मॉडल तथा सुदूर संवेदनीय उपग्रहीय आँकड़ों के उपलब्धता के परिणामस्वरूप, पिछले दो दशकों में इन मौसमीय प्राकृतिक आपदाओं के पूर्वानुमान में वैज्ञानिकों को बहुत सफलता प्राप्त हुई है (लिउ इत् आल., 1995; वांग इत् आल., 2008)। भारतीय तथा विदेशी उपग्रहों द्वारा प्राप्त आँकड़ों का प्रयोग मौसम पूर्वानुमान मॉडल में किया जाता है, परिणामतः अत्यंत परिष्कृत फल प्राप्त हो रहे हैं। उष्णकटिबंधीय चक्रवात की भविष्यवाणी हेतु हरीकेन वेदर रिसर्च (एच डब्लू आर एफ) मॉडल को एनसेप में विकसित किया गया है।

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में वास्तविक समय में चक्रवात के पूर्वानुमान का कार्य उपग्रहीय आँकड़ों पर आधारित विकसित कलनविधि के माध्यम से किया गया। प्रस्तुत लेख में चक्रवात हुदहुद के वास्तविक समय में पूर्वानुमान का उल्लेख किया गया है।

1.1 चक्रवात हुदहुद: 8 अक्तूबर, 2014 को दक्षिण बंगाल की खाड़ी में चक्रवात हुदहुद का जन्म हुआ जो उत्तर पश्चिम दिशा में बढ़ा तथा अति प्रबल चक्रवात (प्रबलता 230 किमी/घंटा) के रूप में परिवर्तित हुआ। 12 अक्तूबर 2014 को आन्ध्र प्रदेश राज्य के विशाखापट्टनम जिले के निकट इसका स्थल-पतन हुआ। चक्रवात हुदहुद की उत्पत्ति, पथ तथा प्रबलता का पूर्वानुमान सैक में विकसित कलनविधियों द्वारा उपग्रहीय आँकड़ों की सहायता से किया गया जिसका संक्षिप्त विवरण अगले अंश में प्रस्तुत है।

2. प्रयुक्त आँकड़े

प्रस्तुत कार्य में भारतीय तथा विदेशी उपग्रहों के आँकड़ों का प्रयोग किया गया है। चक्रवात की उत्पत्ति की भविष्यवाणी हेतु क्विकस्केट, ओशनसैट-2, विंडसैट, तथा रेपिडस्केट उपग्रहों के आँकड़ों का प्रयोग किया गया। कलनविधि के विकास हेतु क्विकस्केट उपग्रह द्वारा प्राप्त वर्ष 2000-2010 में निर्मित चक्रवात के निर्माण से पूर्व की निम्न दाब क्षेत्र पर सतह पवन सदिश के आँकड़ों का प्रयोग किया गया है। ओशनसेट-2 के वर्ष 2010-2013 के आँकड़ों का प्रयोग कलनविधि के वास्तविक समय के पूर्वानुमान की सत्यता हेतु किया गया। रेपिडस्केट उपग्रहों के आँकड़ों का प्रयोग चक्रवात हुदहुद की उत्पत्ति की भविष्यवाणी हेतु किया गया।

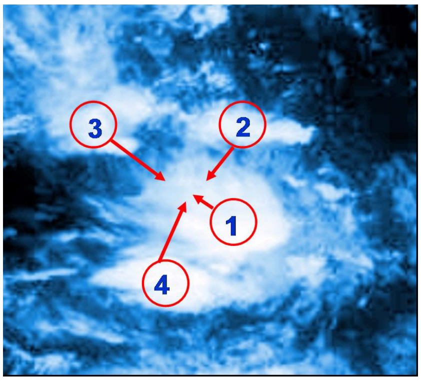
उपग्रह इन्सैट-3 डी के आँकड़ों का प्रयोग चक्रवात की परिशुद्ध स्थिति ज्ञात करने में तथा चक्रवात की संरचना के अध्ययन में किया गया। 00 जीएमटी पर 8-12 अक्तूबर 2015 को जनित 96 घंटे के जीएफएस भविष्यवाणियों (तापमान तथा पवन) का प्रयोग चक्रवात के पथ के पूर्वानुमान में किया गया।

3. कार्य प्रक्रिया

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

3.1 चक्रवात उत्पत्ति का पूर्वानुमान (साइक्लोजेनेसिस)

चक्रवात उत्पत्ति का पूर्वानुमान उपग्रह द्वारा लगातार प्रेषित उष्मीय तरंग आँकड़ों के माध्यम से किया जाता है जिनमें बादलों के झुण्ड आपस में जुड़ते प्रतीत होते हैं तथा एक केंद्र के चारों ओर परिक्रमा करते हुए संघटित होते हैं (चित्र 1)। लगातार प्राप्त उपग्रहीय चित्रों का आकलन करके इस प्रक्रिया का अध्ययन किया जाता है तथा चक्रवात की उत्पत्ति का पूर्वानुमान किया जाता है।



चित्र 1: चक्रवात बनने से पूर्व सांघटित होता हुआ बादलों का झुण्ड

(इन्सैट 3–डी उपग्रह प्रतिबिम्ब)

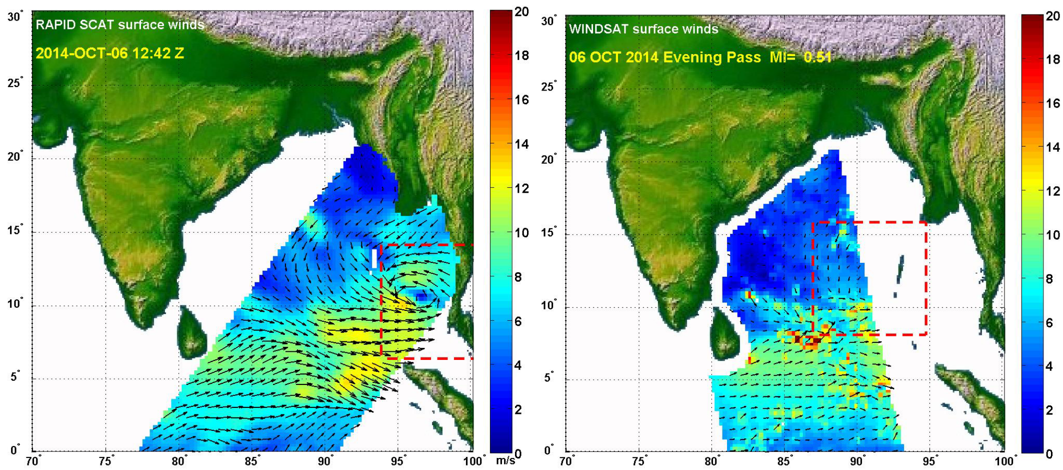
समुद्र के ऊपर निकट सतह पवन के आकड़ें उपग्रह में युक्त स्केट्रोमीटर यन्त्र के माध्यम से प्राप्त होते हैं। यह आकडे चक्रवात की उत्पत्ति के पूर्वानुमान में अत्यंत सहायक होते हैं। हमने स्केट्रोमीटर आँकड़ों के आधार पर ऐसे अल्गोरिथम का निर्माण किया जिसमें भूतकाल में निम्न वायु दाब क्षेत्र के ऊपर पवन सदिश आँकड़ों का साम्य वर्त्तमान काल के निकट पृष्ठ पवन के आकड़ें के साथ किया जाता है (जैसवाल तथा किश्त्वाल, 2011; जैसवाल इत् आल, 2012)। यदि यह समानता एक देहली (0.6) से अधिक होती है तो चक्रवात के बनने की चेतावनी दी जाती है।

3.2 चक्रवात पथ का पूर्वानुमान

चक्रवात के पथ की भविष्यवाणी एक जटिल प्रक्रिया है जिसमें चक्रवात के परिवेश के पवन क्षेत्र, पृथ्वी की वोर्टसिटी, तथा चक्रवात के भीतर हवा के परिसंचरण की पारस्परिक क्रिया निहित है (होल्लैंड, 1982; पाल, 1991;पाल इत् आल, 1989)। सैक में विकसित "लेगरेन्जीयन एड्वेक्शन मॉडल" का सिद्धांत भी इस पर आधारित है। इसके कलनविधि में उपर्युक्त सारी प्रक्रियाओं का समावेश किया गया है। चक्रवात के परिवेश के पवन से भीतर की हवा के परिसंचरण को हटा करके परिणामतः संचालक (स्टीरिंग) पवन प्रवाह का आकलन किया जाता है (सिंह इत् आल, 2012 (अ); सिंह इत् आल, 2012 (ब))। चक्रवात की गति तथा जीएफएस की भविष्यवाणियों से संचालक पवन प्रवाह द्वारा प्रत्येक 6 घंटे में चक्रवात के स्थिति का आकलन इस कलनविधि में किया गया है।

3.3 चक्रवात की संरचना का विश्लेषण

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



चित्र 2: रेपिडस्केट (बाए) तथा विंडसैट (दाये) निकट सतह पवन द्वारा चक्रवात की उत्पत्ति का पूर्वानुमान (6 अक्तूबर, 2014)

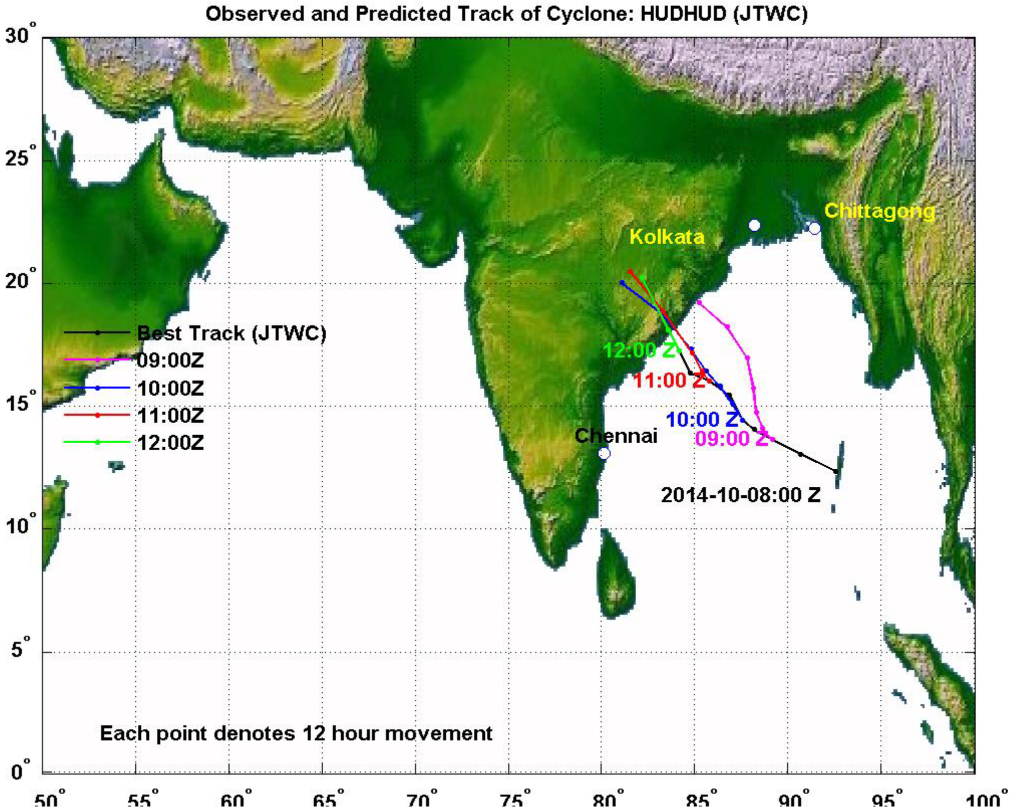
4. परिणाम

चक्रवात हुदहुद की उत्पत्ति की भविष्यवाणी, इसके चक्रवात रूप धारण करने से दो दिन पूर्व रेपिडस्केट तथा विंडसैट उपग्रह के आँकड़ों द्वारा 6 अक्तूबर द्वारा प्राप्त हो गई (चित्र 2)। इस दिन, 6 अक्तूबर 13 जीऍमटी, को समुद्र के ऊपर निम्न दाब के भीतर सतह की हवा का घुमाव निश्चित दहलीज से अधिक (0.8) पाया गया। जिसके आधार पर निम्न दाब के चक्रवात में परिवर्तन की भविष्यवाणी के गई। यह भविष्यवाणी स्कोर्पियो वेब सहायक द्वारा प्रेषित की गई।

चक्रवात के पथ का पूर्वानुमान लेगरेन्जीयन एड्वेक्शन मॉडल द्वारा अभिकलित किया गया जिसमें चक्रवात के प्रारम्भिक स्थिति का आकलन जोइंट टायफून वार्निंग सेंटर (जेटीडब्लूसी) द्वारा दिए गए आकड़ों से किया गया तथा जीएफएस

भविष्यवाणी का प्रयोग किया गया। चक्रवात बनने के पश्चात् तथा उसके स्थल तक आने तक अर्थात् 8 अक्तूबर से 12 अक्तूबर तक प्रत्येक दिन चक्रवात के पथ की भविष्यवाणी की गई जिसे चित्र-3 में प्रस्तुत किया गया है। जेटीडब्लूसी के पर्यवेक्षित (ओब्सर्वड) पथ को भी चित्र में प्रस्तुत किया गया है। चित्र से स्पष्ट है कि मॉडल द्वारा पूर्वानुमानित चक्रवात के पथ जेटीडब्लूसी के पर्यवेक्षित के बहुत निकट हैं।

प्रत्येक भविष्यवाणी की त्रुटि का भी आकलन जेटीडब्लूसी के पर्यवेक्षित पथ की तुलना में किया गया तथा परिणाम को सारणी-1 में प्रस्तुत किया गया है। सारणी द्वारा विदित है कि 24 घंटे पूर्व दी गई भविष्यवाणी में स्थलगिरावट दूरी तथा समय में क्रमशः 48 किमी तथा 5 घंटे की त्रुटि पाई गई।

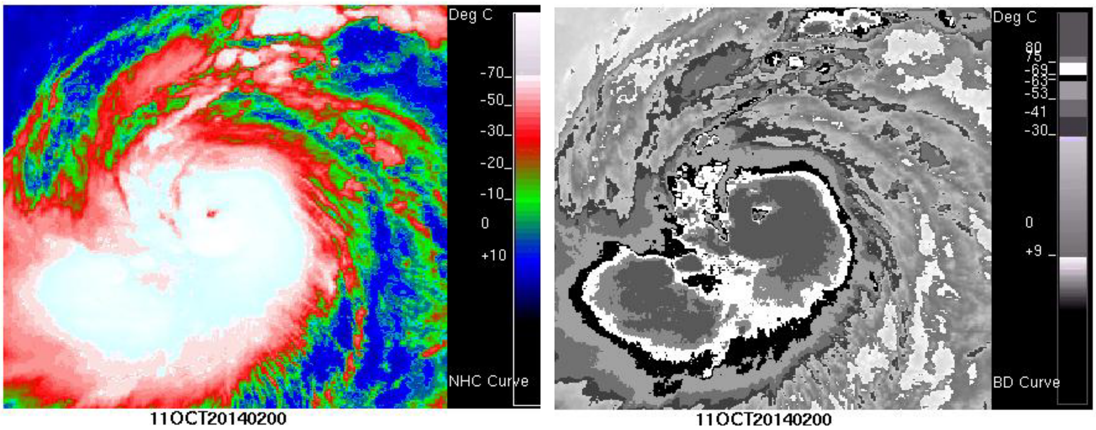


चित्र 3: चक्रवात हुदहुद के पथ की भविष्यवाणी (9-12 अक्तूबर, 2014)

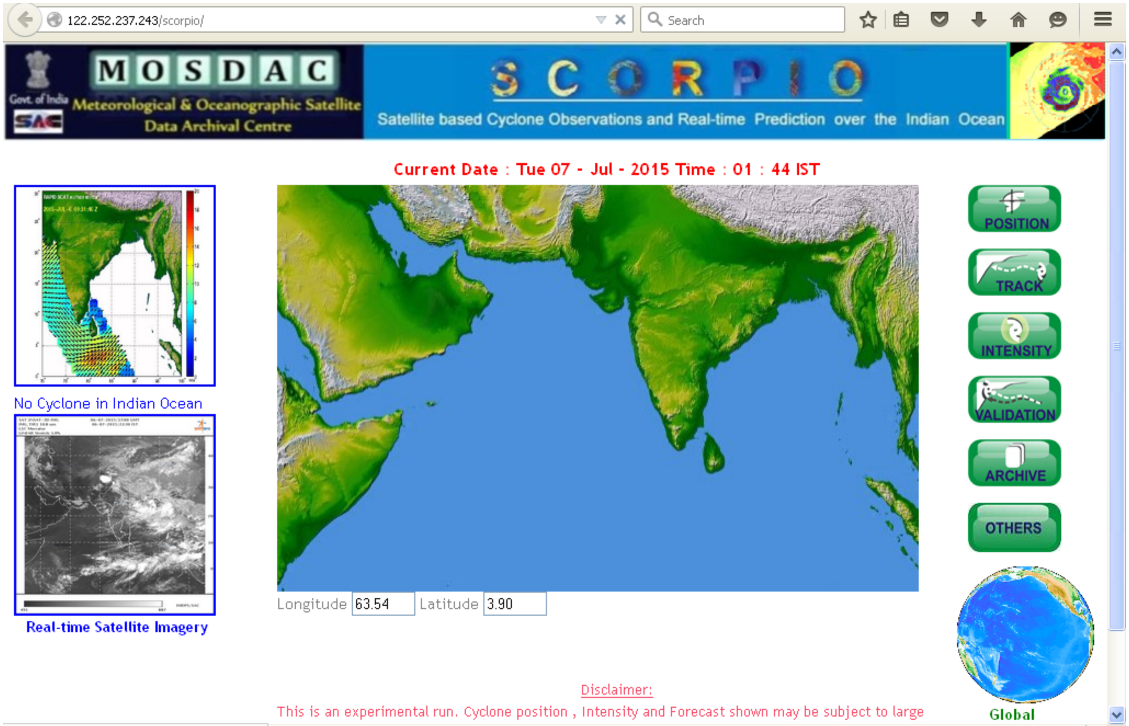
इन्सैट 3–डी प्रत्येक आधे घंटे में चक्रवात का प्रतिबिम्ब प्रदान करता है। इन्सैट 3–डी द्वारा प्राप्त चक्रवात के प्रत्येक प्रतिबिम्ब का विश्लेषण किया गया। उदाहरणतः चित्र 4 में चक्रवात का एक चित्र प्रस्तुत किया गया है जिसमें चक्रवात की संरचना को अत्यंत स्पष्टता पूर्वक देखा जा सकता है। यह प्रतिबिम्ब चक्रवात की प्रबलता के आकलन में अत्यंत सहायक है।

सारणी 1: लेगरेन्जीयन एड्वेक्शन मॉडल द्वारा पूर्वानुमानित पथ में त्रुटि (किमी)

पूर्वानुमान प्रारम्भिक समय पूर्वानुमान घंटा	09 अक्तूबर 00 जीएमटी	10 अक्तूबर 00 जीएमटी	10 अक्तूबर 06 जीएमटी	11 अक्तूबर 00 जीएमटी	11 अक्तूबर 06 जीएमटी	12 अक्तूबर 00 जीएमटी
12	49.83	29.28	74.97	65.17	40.95	**72.31**
24	70.05	65.01	96.21	73.51	97.67	
36	144.19	90.31	104.31	101.81		
48	246.92	65.92	126.28			
72	247.96					
लैंड फाल त्रुटि	252 किमी (+5 घंटे)	93 किमी (+5 घंटे)	120 किमी (+1 घंटे)	92 किमी (+1 घंटे)	83 किमी (+1 घंटे)	48 किमी (+5 घंटे)



चित्र 4: इन्सैट-डी की एनएचसी एन्हांस्ड (बाए) तथा बीडी एन्हांस्ड प्रतिबिम्ब (0200 जीएमटी 11 अक्तूबर, 2014)



चित्र-5 चक्रवात सम्बंधित भविष्यवाणियों को प्रेषित करने हेतु बनाया गया वेब परिसेवक (स्कोर्पियो)

सैक वेब परिसेवक (सर्वर) स्कोर्पियो के माध्यम से चक्रवात से सम्बंधित समस्त भविष्यवाणियों को वास्तविक समय में प्रेषित किया जाता है। यह सभी भविष्यवाणियाँ ईमेल द्वारा भी सम्बंधित व्यक्तियों तक पहुँचाई जाती हैं। सेटेलाइट डेटा द्वारा अर्जित समस्त चक्रवात सम्बंधित जानकारियों को स्कोर्पियो पर डाला जाता है (चित्र -5)।

5. निष्कर्ष

प्रस्तुत लेख में उष्णकटिबंधीय चक्रवात के पूर्वानुमान हेतु विकसित की गई कलनविधियों का उल्लेख किया गया है। चक्रवात के समुद्र में पैदा होने के भविष्यवाणी, चक्रवात के अग्रासित पथ की भविष्यवाणी तथा उसके स्थल तक पहुँचने के स्थान तथा समय की भविष्यवाणी की संपूर्ण प्रक्रिया की चर्चा इस लेख में की गई है। चक्रवात हुदहुद का मामला लेकर चक्रवात के पूर्वानुमान की सारी प्रक्रिया को दर्शाया गया है। वास्तविक समय में जनित चक्रवात हुदहुद की सारी भविष्यवाणियों पर विचार विमर्श किया गया है।

यह पाया गया कि विकसित कलनविधियों द्वारा अत्यंत सटीक भविष्यवाणियाँ पाई गई। चक्रवात हुदहुद के पैदा होने से 2 दिन पूर्व ही उसके उत्पन्न होने का पूर्वानुमान दे दिया गया था। चक्रवात के पथ का पूर्वानुमान, वास्तविक पथ के बहुत निकट पाया गया। 24 घंटे पूर्व की चक्रवात के स्थल से टकराने की भविष्यवाणी में केवल 48 किमी की त्रुटि पाई गए तथा समय में 5 घंटे का विलम्ब पाया गया।

प्रस्तुत लेख में भारतीय उपग्रह इन्सैट 3-डी द्वारा प्राप्त प्रतिबिम्बों की सहायता से चक्रवात की संरचना के विश्लेषण तथा अध्ययन में उपयोगिता को दर्शाया गया है। इन प्रतिबिम्बों से चक्रवात की निरंतर निगरानी रखी जाती है तथा चक्रवात की सतह पर सटीक स्थिति का पता चलता है। यह प्रतिबिम्ब चक्रवात की तीव्रता की जानकारी के लिए भी उपयुक्त किए जाते हैं।

भविष्य में और भी अधिक सटीक भविष्यवाणी हेतु अधिक निपुण प्रक्रिया की आवश्यकता है। ऐसे उपग्रह के आवश्यकता है जो वायुमंडल की उर्ध्व संरचना का पूर्ण विवरण (पवन सदिश, तापमान, आद्रता इत्यादि) प्रदान करे। यह आँकड़े चक्रवात को पूर्ण रूप से समझने में बहुत उपयोगी सिद्ध होंगे तथा इसके द्वारा अधिक सटीक भविष्यवाणियाँ प्रदान करी जा सकेंगी।

संदर्भ

1. फ्रांक, एन. एल., हुसैन, एस. ए., 1971. दि दाद्लिएस्ट ट्रोपिकल साइक्लोन इन हिस्टरी. बुलेटिन ऑफ अमेरिकन सोसाइटी, 52, 438-445.
2. लिउ जी., करी, जे. ए. तथा कलेसन, सी. ए., 1995. स्टडी ऑफ ट्रोपिकल सायेक्लोजेनेसिस यूसिंग सेटेलाईट डेटा. मीटिओरोलोगी एंड एटमोस्फेरिक फिसिक्स, 56,, 1, 111-123.
3. वांग एल., लाओ, के. एच., झांग, क्यू. एच. तथा फुंग, सी. एच., 2008. ओब्सर्वेशन ऑफ नॉन डेवेलोपिंग ट्रोपिकल डिसटरबेन्सेस ओवर दि साउथ चाइना सी यूसिंग एसएसएम्आई सेटेलाइट. जियोफिसिकल रिसर्च लेटर 35, 1-5.
4. जैसवाल एन. तथा किश्त्वाल सी. एम., 2011. प्रीदिक्शन ऑफ ट्रोपिकल सायेक्लोजेनेसिस यूसिंग स्केत्रोमीटर डेटा. आयीईईई ट्रांजेक्शन ऑन जियोसाइंस एंड रेमोट सेंसिंग, 49 (12), 4904-4909.
5. जैसवाल एन., किश्त्वाल सी. एम तथा पाल पी के, 2012. प्रीदिक्शन ऑफ ट्रोपिकल सायेक्लोजेनेसिस यूसिंग ओशीनसेट-2 स्केत्रोमीटर (ओस्केट) विंड्स. मीटिओरोलोगी एंड एटमोस्फेरिक फिसिक्स.
6. होलैंड, जी जे., 1982. ट्रोपिकल साइक्लोन मोशन: इन्विरोंमेंटल इन्ट्रेक्शन प्लस अ बीटा इफेक्ट. जर्नल ऑफ एत्मोस्फेरिक साइंस, 40, 328-342.
7. पाल पी के, 1991. साइक्लोन ट्रेक प्रीदिक्शन ओवर नार्थ इंडियन ओशीन. मंथली वेदर रिव्यु, 119, 2557-2568.
8. पाल पी के, राव, बी एम, किश्त्वाल, सी एम., नारायण, एम एस, तथा राजकुमार जी., 1989. साइक्लोन ट्रेक प्रीदिक्शन यूसिंग इन्सैट डेटा. प्रोसीडिंग इंडियन एकेडेमी साइंस, 98, 353-364.
9. सिंह एस. के., किश्त्वाल सी एम तथा पाल पी के., 2012 (अ). ट्रेक प्रीदिक्शन ऑफ इंडियन ओशीन साइक्लोन यूसिंग लैगरनजियान एड्वेक्शन मॉडल. नचुरल हजार्ड, 63 (3), 745-778.
10. सिंह एस. के., किश्त्वाल सी एम, जैसवाल, एन. तथा पाल पी के., 2012 (ब). इम्पेक्ट ऑफ वोर्तेक्स रेमोवल फ्रॉम इन्विरोंमेंटल फ्लो इन साइक्लोन ट्रेक प्रीदिक्शन यूसिंग लैगरनजियान एड्वेक्शन मॉडल., मीटिओरोलोगी एंड एटमोस्फेरिक फिसिक्स 117, 103-120.

***

अंतरिक्ष विज्ञान मिशन एवं अनुप्रयोग

जीसैट-7 में प्रयुक्त आई. एफ. बैण्ड से यू. एच. एफ. बैण्ड अभिउच्च परिवर्तित्र

(IF-to-UHF band Up-Converter for GSAT-7)

सुदेश कुमार जैन, ज्योत्स्ना लाडकानी, जयेश ठक्कर, डी.के.सिंह,
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद
ई-मेल- sudesh@sac.isro.gov.in

सारांश

यह लेख भारतीय संचार उपग्रह में उपयोग होने वाले आई एफ बैण्ड से यू एच एफ बैण्ड अभिउच्च परिवर्तित्र की विस्तारपूर्ण जानकारी प्रदान करता है। यह इकाई यू एच एफ बैण्ड नीतभार की मुख्य इकाई है। यह अभिउच्च परिवर्तित्र आई. एफ. बैण्ड के मध्य आवृत्ति बैंड को लोकल दोलित्र (LO) की सहायता से यू. एच. एफ. बैण्ड में परिवर्तितकर देता है। इस अभिउच्च परिवर्तित्र में प्रयुक्त होने वाले परिपथ जैसे निम्न रव प्रवर्धक, आई. एफ. बैण्ड पारक फिल्टर, मिश्रक, यू. एच. एफ. बैण्ड पारक फिल्टर, वोल्टेज नियंत्रित-दोलित्र आदि को एफ आर -4 नामक अवस्तर पदार्थ पर आधारित है। इस इकाई का निम्न रव 10.0 डेसीबल और लब्धि -8.5 डेसीबल हैं। इस इकाई की अभिकल्पना सत्यापन प्रतिरूप (DVM) को अं.उ.के. में निर्मित करके और सत्यापित करने के बाद उड्डयन प्रतिरूप (FM) और योग्यता प्रतिरूप (QM) को भी अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (अं.उ.के) में ही अभिकल्पित किया गया है। यह अभिउच्च परिवर्तित्र का जीसैट-7 में उपयोग हो रहा है।

संकेत शब्द:

परिवर्तित्र, प्रवर्धक, निम्न रव, लब्धि, आवृत्ति बैंड लोकल दोलित्र, मिथ्या आवृत्ति

प्रस्तावना :

जीसैट-7 में यू. एच. एफ. बैण्ड नीतभार का मुख्तया उपयोग निम्न बिट दर संचार जैसे कि वाक्, डेटा एवं फैक्स में किया जा रहा हैं। यह यू. एच. एफ. बैण्ड नीतभार सर्वदिश (omni-directional) चल टर्मिनल जोकि एक निश्चित संख्या में संकीर्ड बैण्ड में वाक्, डेटा एवं फैक्स कि अति-आवश्यक संचार के लिए हमेंशा उपलब्ध होगा। इस जीसैट-7 में उच्च बिट दर संचार जैसे कि श्रवण एवं वीडियो की सेवा भी दी जा रही हैं परंतु इन्हें एस., सी. एवं के.यू. आवृत्ति बैंड रखा गया है।

इस अभिउच्च परिवर्तित्र का मुख्य कार्य रेडियो आवृत्ति के निवेशित सिग्नल को निम्न रव के साथ आवश्यक निर्गमन आवृत्ति में रूपांतरित करना होता है। चूँकि यू. एच. एफ. बैण्ड निम्न आवृत्ति बैंड हैं इसलिए इस अभिउच्च परिवर्तित्र को एफ आर -4 नामक अवस्तर पदार्थ अभिकल्पित किया गया है। इसमें उपयुक्त लोकल दोलित्र गुणक (Multiplier) आधार पर अभिकल्पित हैं एवं इसे भी एफ आर-4 नामक अवस्तर पदार्थ अभिकल्पित किया गया है। परिवर्तित्र, लोकल दोलित्र एवं संदर्भ (TCXO reference) को एक ही डिब्बे के अग्र एवं पीछे रखे गए हैं जिसके कारण उनका आकार और वजन कम हो गया है। इस संपूर्ण अभिउच्च परिवर्तित्र को अनुकूलक इकाई से सभी सक्रिय (active) जैसे निम्न रव प्रवर्धक, संदर्भ, लोकल दोलित्र आदि को आवशयक और नियंत्रित निम्न वोल्टेज उपलब्ध कराया जाता है।

अभिकल्पित अभिउच्च परिवर्तित्र :

यह अभिउच्च परिवर्तित्र 60-76 MHz के निवेशित सिग्नल को 188.4 MHz के लोकल दोलित्र कि सहायता से 242.1-254.7 MHz के निर्गमन आवृत्ति में परिवर्तितकर देता है। चूँकि किसी भी परिवर्तित्र अभिकल्पित करने के पहले इसका मिथ्या आवृत्ति संतित्र देखा जाना आवश्यक हैं जिससे कि मिथ्या आवृत्ति के अनुगमन को कम किया जा सके। इसे spurfinder नामक सॉफ्टवेयर में देखा गया है।

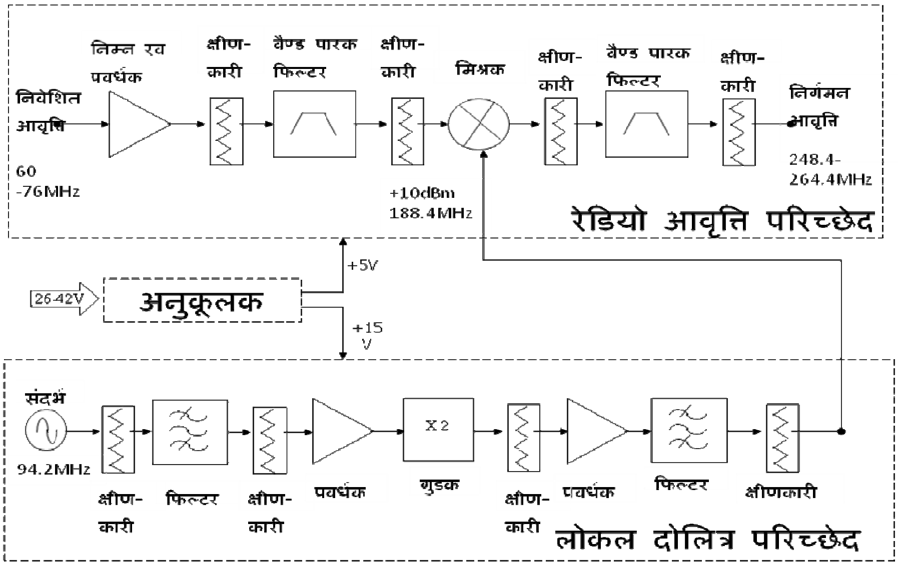
अभिकल्पित अभिउच्च परिवर्तित्र को मुख्यतया तीन भाग में विभाजित किया जा सकता है :

1. रेडियो आवृत्ति परिच्छेद (RF Section)
2. लोकल दोलित्र परिचअछेद (LO –Section)
3. इलेक्ट्रानिकी शक्ति अनुकूलक परिच्छेद (EPC-Section)

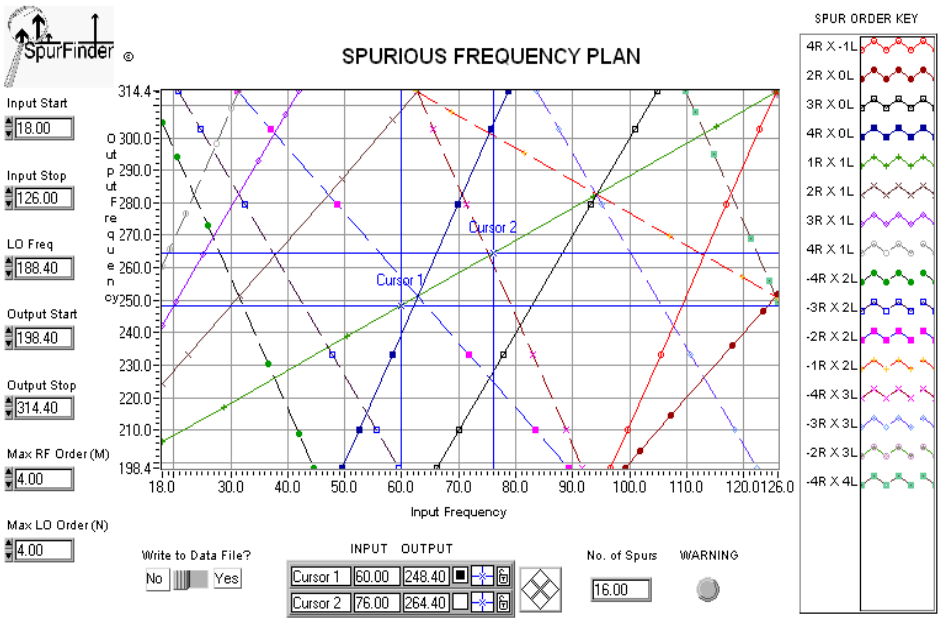
इस परिवर्तित्र का प्रकार्य खंड आरेख, विनिर्देश और मिथ्या आवृत्ति संतित्र क्रमश: चित्र-1 और तालिका-1 और चित्र-2 में दिया गया है।

तालिका-1: विनिर्देश (Specifications)

प्राचल	इकाई	विनिर्देश
निवेशित आवृत्ति बैंड	MHz	60-76
निर्गमन आवृत्ति बैंड	MHz	248.4-264.4
लोकल दोलित्र आवृत्ति	MHz	188.4
लब्धि	डी.बी.	-8.5
रव अंक	डी.बी.	10.0
निवेशित और निर्गमित VSWR	-	1.25:1
3rd क्रम अंतरामाडुलन उत्पाद	डी.बी.सी.	-44
मिथ्या आवृत्ति निर्गमन	डी.बी.सी.	< -60



चित्र-1: आई एफ बैण्ड से यू एच एफ बैण्ड अभिउच्च परिवर्तित्र का प्रकार्य खंड आरेख



चित्र-2: आई एफ बैण्ड से यू एच एफ बैण्ड अभिउच्च परिवर्तित्र का मिथ्या आवृत्ति संतित्र

रेडियो आवृत्ति परिच्छेद :

यह परिच्छेद बहुत ही संहत (Compact) इकाई है जो कि एफ आर -4 नामक अवस्तर पदार्थ को उपयोग करके बनाया गया। इसमें AC457 जोकि एक TO-8 पैकेज को जोकि निम्न रव प्रवर्धक है वह विभिक्त (Discrete) युक्ति को पहली युक्ति के लिए उपयोग किया गया है। इसका सुमेलन घटकों के साथ निम्न रव 3.5 डी.बी. और लब्धि 14.5 डी.बी. है।

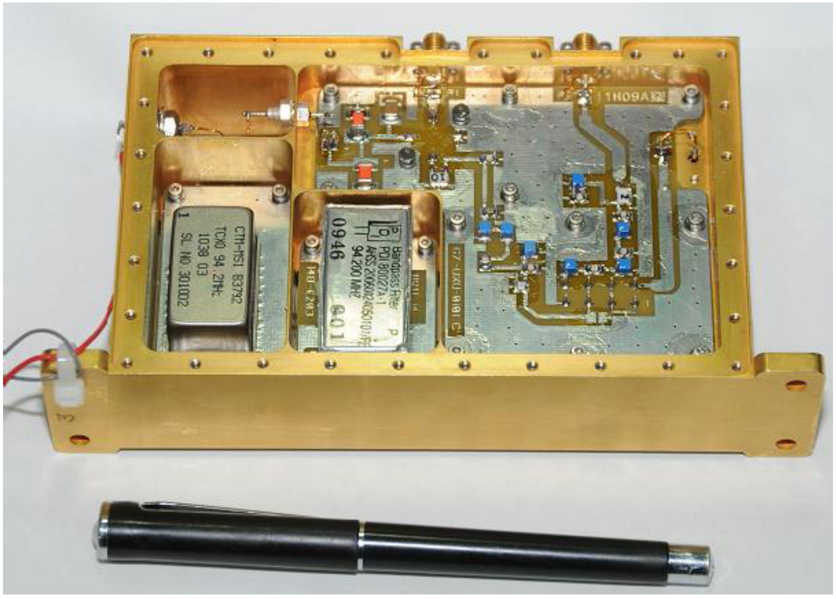
इस निम्न रव प्रवर्धक के बाद एक आई. एफ. बैण्ड पारक फिल्टर का उपयोग किया गया है इसका कार्य आई. एफ. बैण्ड की उपयुक्त रेडियो आवृत्ति के सिग्नल को पार कराना तथा अनुपयुक्त रेडियो आवृत्ति के सिग्नल को रोकना है। इस बैंड पारक फिल्टर का कार्य 60-76 MHz के सिग्नल को पार होने देना तथा सभी दूसरे सिग्नल जैसे 248.4-264.4 को रोकना है। इसे पिण्डित घटक को उपयोग करके किया गया है। इनकी निवेशऩ हानि लगभग 2.0 डी.बी. है।

आई. एफ. बैण्ड पारक फिल्टर से आने वाले रेडियो आवृत्ति के सिग्नल को मिश्रक में निवेशित किया जाता है जिसका कार्य निवेशित सिग्नल को लोकल दोलित्र की आवृत्ति के साथ मिश्रितकर निर्गमन आवृत्ति के सिग्नल में परिवर्तित करना है। इसे M6E नामक मिश्रक से बनाया गया है एवं इस परिपथ का लब्धि अंक -7.5 डी.बी. है।

यह निर्गमन आवृत्ति का सिग्नल आगे यू. एच. एफ. बैण्ड पारक फिल्टर में होकर आगे क्षीणकारी में होते हुए निर्गमित हो जाता है। इस बैंड पारक फिल्टर का कार्य 248.4-264.4 के सिग्नल को पार होने देना तथा सभी दूसरे सिग्नल जैसे 60-76 MHz एवं लोकल दोलित्र से आने वाली एवं बनने वाली मिथ्या आवृत्ति को रोकना है। इसे भी पिण्डित घटक को उपयोग करके किया गया है। इनकी निवेशऩ हानि लगभग 2.0 डी.बी. है। क्षीणकारी घटक का मुख्य उपयोग आवश्यक स्तर का निर्गमित सिग्नल देना तथा उद्देसित VSWR प्रदान करना हैं।

इस लोकल दोलित्र के संपूर्ण परिपथ को ADS नाम के साफ्टवेयर में अनुकरण (Simulate) किया गया तथा अभिविन्यास (Layout) को अभिकल्पित किया गया था।

रेडियो आवृत्ति परिच्छेद का फोटोग्राफ चित्र-3 में दिखाया गया है:



चित्र-3: रेडियो आवृत्ति परिच्छेद का फोटोग्राफ

लोकल दोलित्र परिच्छेद :

प्रयुक्त लोकल दोलित्र भी एफ आर -4 नामक अवस्तर पदार्थ को उपयोग करके बनाया गया। यह परिपथ आवृत्ति गुणक (Multiplier) पर आधारित है, इसका प्रकार्य खंड आरेख चित्र-1 में ही दर्शाया गया है। आवृत्ति गुणक तकनीक के उपयोग के द्वारा प्रयुक्त लोकल दोलित्र आवृत्ति 188.4 MHz की उत्पन्न की जाती है, यह आवृत्ति गुणक (Multiplier) तकनीक का उपयोग इसलिये किया गया है क्योंकि यह बहुत ही विश्वसनीय एवं सरल है।

इस परिपथ में एक संदर्भ (TCXO reference) की आवृत्ति 94.2 MHz को प्रवर्धक द्वारा प्रवर्धित करके सक्रिय (active) गुणक की सहायता से दोगुना (X 2)कर 188.4 MHz की आवश्यक लोकल दोलित्र आवृत्ति उत्पन्न की जाती है। इस 94.2 MHz प्रवर्धक का लब्धि अंक 20 डी.बी. एवं रैखिकता +4.0 डी.बी. एम. है।

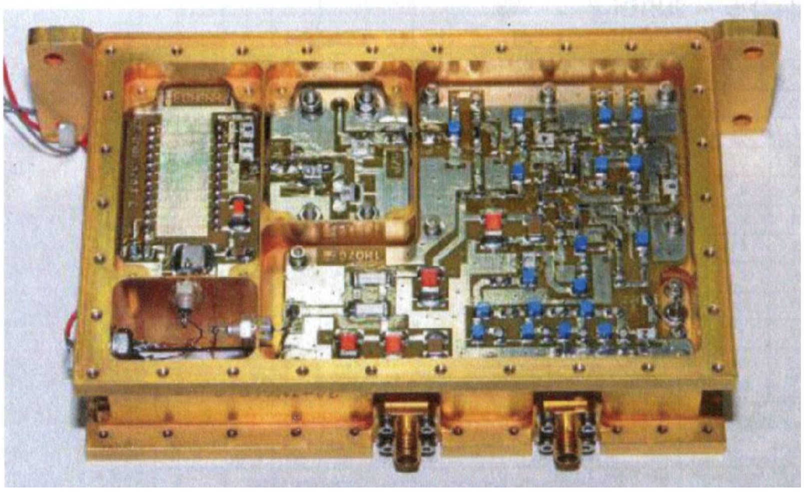
अनुक्रमणिका

सक्रिय (active) गुणक से निर्गमन आवृत्ति को प्रवर्धक युक्ति से लब्धि प्रदान की जाती है। इस प्रवर्धक का मुख्य कार्य निम्न शक्ति के सिग्नल को उपयुक्त लब्धि प्रदान करने के साथ-साथ रेखिकता (linearity) भी प्रदान करना होता है ताकि आवश्यक निर्गमन पावर मिल सके। । इस प्रवर्धक का लब्धि अंक 20 डी.बी. एवं रेखिकता +18.0 डी.बी. एम. है।

यह निर्गमन आवृत्ति का सिग्नल आगे बैण्ड पारक फिल्टर में होकर आगे क्षीणकारी में होते हुए निर्गमित हो जाता है। इस बैंड पारक फिल्टर का कार्य 188.4 MHz के सिग्नल को पार होने देना तथा सभी दूसरे सिग्नल जैसे 248.4-264.4, 60-76 MHz एवं संदर्भ से आने वाली एवं बनने वाली मिथ्या आवृत्ति को रोकना है। इसे भी पिण्डित घटक को उपयोग करके किया गया है। इनकी निवेशन हानि लगभग 3.0 डी.बी. एवं मिथ्या आवृत्ति निरस्तीकरण 40 डी.बी. है। क्षीणकारी घटक का मुख्य उपयोग आवश्यक स्तर का निर्गमित सिग्नल देना तथा उद्देसित VSWR प्रदान करना हैं।

इस लोकल दोलित्र के संपूर्ण परिपथ को ADS नाम के साफ्टवेयर में अनुकरण (Simulate) किया गया तथा अभिविन्यास (Layout) को अभिकल्पित किया गया था।

लोकल दोलित्र परिच्छेद का फोटोग्राफ चित्र-4 में दिखाया गया है:



चित्र-4: लोकल दोलित्र परिच्छेद का का फोटोग्राफ

इलेक्ट्रॉनिकी शक्ति अनुकूलक :

इस परिच्छेद को परिवर्तक सांस्थितिकी (converter topology) से कार्यान्वित किया गया है जिसका मुख्य लाभ निम्न युक्ति गणना और अच्छा निवेशित शक्ति बस छोटी तरंग (ripple) बहिष्करण निष्पादन है। अनुकूलक का मुख्य कार्य सभी सक्रिय (active) इकाई जैसे निम्न रव प्रवर्धक, मिश्रिक, मध्यवर्ती प्रवर्धक, लोकल कद्रोलित्र आदि को आवशयक और नियंत्रित निम्न वोल्टेज उपलब्ध कराना है। यह अनकूलक में एक निम्न आवृत्ति पारक फिल्टर होता है जोकि उच्च आवृत्ति को विक्षोभ का दमनकर देता है। यह अनुकूलक अपनी एक अभिग्राही की स्थिति को मॉनीटरिंग करने के लिए दूरमिति एवं दूरादेश संकेतों को प्रक्रम करता है। इसका अंतरिक्ष यान की बस वोटल्ता (26-42 वोल्ट) से सीधा परिचालन होता है तथा यह इस उच्च और सब वोल्ट को निम्न (±5 वोल्ट, ±15 वोल्ट आदि) और नियंत्रित वोल्टेज में बदल देता है।

एकीकरण एवं मापित परिणाम :

रेडियो आवृत्ति के सभी उप-इकाई को एफ आर -4 नामक अवस्तर पदार्थ में एकीकृत करके एक एलुमिनियम डिब्बे में रखकर उसका एकीकृत परिणाम देखा जाता है और आवश्यकता होने पर उसे समस्वरित (tune) करके आवश्यक परिणाम लाया जाता है। इसी प्रकार लोकल दोलित्र के सभी उप-इकाई के एकीकृत करके उसका एकीकृत और समवस्वरित करके परिणाम किया जाता है। अब रेडियो आवृत्ति परिच्छेद, लोकल दोलित्र परिच्छेद तथा इलेक्ट्रॉनिकी शक्ति अनुकूलक परिच्छेद को एक धातु पट्टिका में रखकर इनके तार-प्रसज्जा से जोड़ा जाता है तथा एकीकृत करके उसका एकीकृत परिणाम देखा जाता है और आवश्यकता होने पर इन सभी को समस्वरित (tune) करके आवश्यक परिणाम लाया जाता है।

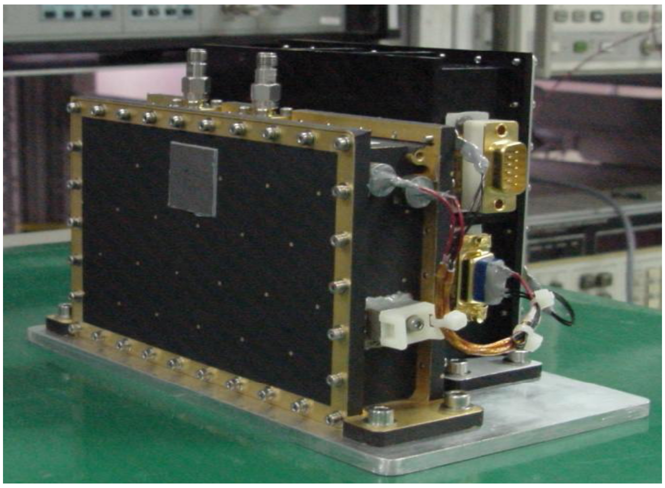
अभिकल्पित अभिउच्च परिवर्तित्र का 1 योग्यता प्रतिरूप (QM) और 2 उड्डयन प्रतिरूप (FM) अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (अं.उ.के) में ही अभिकल्पित किया गया है। इन दोनों प्रतिरूप का संपूर्ण वातावणीय परीक्षण किया गाया है और इसके परिणाम अभिकल्पना गुणवत्ता पर खरे उतरते हैं। इस अभिकल्पित अभिउच्च परिवर्तित्र का मापित परिणाम तथा फोटोग्राफ क्रमश: तालिका-2 तथा चित्र-5 में दर्शाया गया है।

तालिका-2: मापित परिणाम

प्राचल	इकाई	विनिर्देश	मापित परिणाम
निवेशित आवृत्ति बैंड	MHz	60-76	60-76
निर्गमन आवृत्ति बैंड	MHz	242.1-254.7	242.1-254.7
लोकल दोलित्र आवृत्ति	MHz	188.4	188.4
लब्धि	डी.बी.	-8.5	-7.12
रव अंक	डी.बी.	10.0	8.56
निवेशित और निर्गमित VSWR	-	1.25:1	1.20:1
3rd क्रम अंतरामाडुलन उत्पाद	डी.बी.सी.	-44	-47.2
मिथ्या आवृत्ति निर्गमन	डी.बी.सी.	< -60	-62

निष्कर्ष :

विकसित आई एफ बैण्ड से यू एच एफ बैण्ड अभिउच्च परिवर्तित्र का प्रयोग अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में पहली बार किया गया है। अभिउच्च परिवर्तित्र को नीतभार की अन्य इकाईयो के साथ विस्तारपूर्ण परीक्षण किया गया एवं यह सभी आयामों में बेहतर पाया गया। आज जीसैट-7 उपग्रह अपने कक्षा में हैं एवं यू एच एफ बैण्ड का नीतभार अपने लक्षित उढेद्र्स्यो की पूर्तीकर रहा हैं। भविष्य में यू एच एफ बैण्ड नीतभार के लिए विकसित किए गए इस इकाई एवं अन्य सभी इकाईयो को heritage के रूप में उपयोग किया जा सकता है।



चित्र-5: अभिकल्पित अभिउच्च परिवर्तित्र का फोटोग्राफ

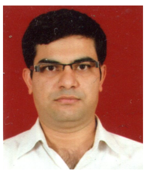
संदर्भ:

1. सी. डी. आर.- जीसैट-7 .
2. सुदेश कुमार जैन, *""भारतीय उपग्रह नौसंचालन उपयोक्ता अभिग्राही में प्रयुक्त अति निम्न रव प्रवर्धक और बैंड पारक फिल्टर परिपथ""*
3. सुदेश कुमार जैन, बी.जी. वाघेला, रति सिंह, डी.के.सिंह, सुरिन्दर सिंह, *""एकखंड सूक्ष्मतरंग एकीकृत परिपथ पर आधारित के.यू.-बैंड अभिग्राही""*
4. सुदेश कुमार जैन, डी.के.सिंह, सुरिन्दर सिंह, *"एम. एस. एस. टाईप-डी सुवाह्य टर्मिनल में प्रयुक्त अति निम्न रव और उच्च लब्धि अंग्रांत अभिग्राही"*
5. अभय जैन, अपूर्वा भट्टाचार्य, *"का-बैंड अभिग्राही"*

धन्यवाद:

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी में यह हमारा लेख हैं। इसमें अपना लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति और अंतरिक्ष उपयोग केंद्र को हार्दिक धन्यवाद। इस लेख को सुंदर रूप देने में सहायता के लिए श्री डी. के. दास उप निदेशक SNPA एवं हिंदी प्रभाग, सैक अहमदाबाद, को भी अनंत धन्यवाद।

लेखक:



सुदेश कुमार जैन ने वर्ष 2000 में गवर्नमेंट इंजीनियरिंग कॉलेज, जबलपुर से इलेक्ट्रॉनिकी एवं दूर संचार इंजीनियरिंग में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। बिरला इंस्टिट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी एंड साइंस, पिलानी से वर्ष 2002 में संचार इंजीनियरिंग में एम.ई. डिग्री प्राप्त की है। वर्ष 2003 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में अभिग्राही प्रभाग में कार्य आरंभ किया।

***

अंतरिक्ष विज्ञान मिशन एवं अनुप्रयोग

कार्टोसैट-2C नीतभार बहुस्पेक्ट्रमी संसूचक आरोपणसमुच्चय का यांत्रिकी अभिकल्प एवं विश्लेषण

कमल कुमार प्रजापत

ईमेल: kamalp@sac.isro.gov.in

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद - 380015.

सारांश

कार्टोसैट-2C अभियान में पिछले अभियानों की तुलना में समय विलंबन समाकलन संसूचक जैसी कई नई प्रौद्योगिकियों का इस्तेमाल किया गया है। कार्टोसैट-2C नीतभार के नाभीय समतल को दो भागों में बाँटा गया है[5]- सार्ववर्णी बैंड और बहुस्पेक्ट्रमी बैंड। इस लेखका मुख्य उद्देश्य यह है कि विभिन्न पर्यावर्णीय बलों के विरुद्ध समुच्चय के सभी संसूचकों (TDI)को स्थितीय संरेखन स्थिरता प्रदान करे।

1. प्रस्तावना:

कार्टोसैट-2C में दो सार्ववर्णी संसूचक और पाँच बहुस्पेक्ट्रमी संसूचक सम्मिलित किए गए हैं। सभी पाँच बहुस्पेक्ट्रमी संसूचकों के लिए आरोपण समरूप है। बहुस्पेक्ट्रमी संसूचक का अभिकल्प एक चुनौतीपूर्ण कार्य हैं क्योंकि अनुकूलन प्लेट और नाभीय समतल में बिल्कुल हि मर्यादित जगह मौजूद है। यह लेख विशिष्ट बलों के विरुद्ध बहुस्पेक्ट्रमी संसूचक आरोपण समुच्चय के तापीय-यांत्रिकी निष्पादन पर प्रकाश डालता है।

2. अभिकल्प के मापदंड: अभिकल्प के लिए निम्नालिखित मापदंड अपनाए गए हैं:

(i) समुच्चय की पहली प्राकृतिक आवृत्ति 100 Hz से ऊपर हो।

(ii) अकेले तीनों अक्षों में 20g अपरिवर्तित अवस्था के बलों की वजह से घटकों में पैदा होने वाले प्रतिबल उनकी खुदकी सहनशीलता से कम हो।

(iii) 20°C के उष्मीय बल के कारण समुच्चय के विभिन्न घटाओं में पैदा होने वाले प्रतिबल उनकी खुदकी सहनशीलता से कम हो।

(iv) समाकलन की सहजता

3. पदार्थों के गुणधर्म:

संरचनात्मक विश्लेषण के लिए पदार्थों के निम्नलिखित गुणधर्म इस्तेमाल किए गए हैं:

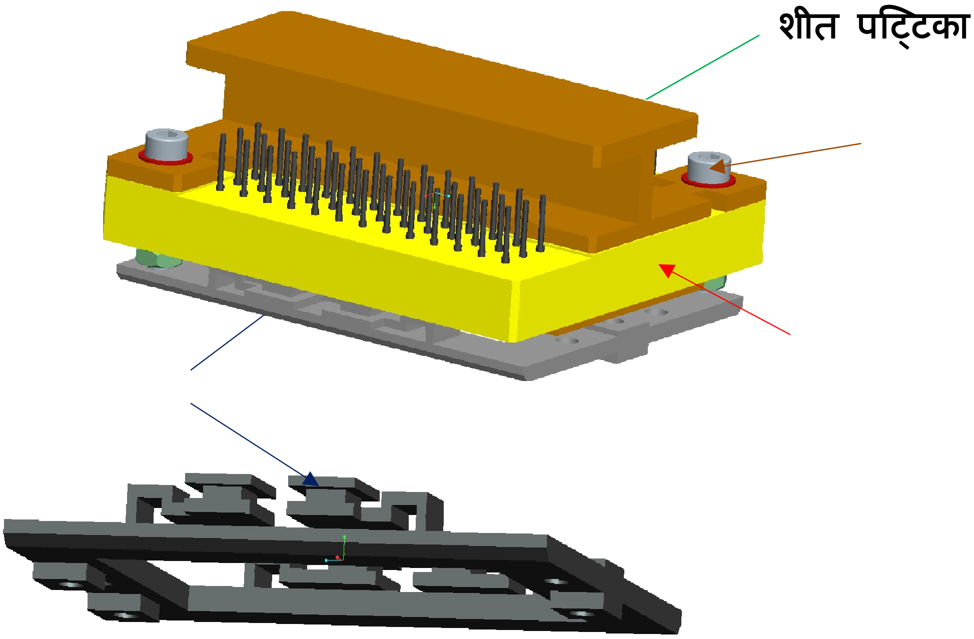
घटक	पदार्थ	प्रत्यास्थता मापांक (GPa)	प्वासों अनुपात (v)	तापीय प्रसरण का गुणांक (°C-1)	उष्मीय चालकता (W/m-K)	पराभव सामर्थ्य (MPa)
संसूचक	एल्युमिनियम मिश्रधातु	330	0.24	4.5E-6	140-180	320
आनमन आरोपण	इन्व्हार	145	0.3	1.3E-6	10.15	300
शीत पट्टिका	तांबा	110	0.35	16.4 E-6	385	33.3
सरेस	इसी 2216 (3M)	0.3	0.5	1 E-4		10

तालिका 1: यांत्रिक गुणधर्म

4. बहुस्पेक्ट्रमी संसूचक आरोपण समुच्चय:

यह समुच्चय कोवार की पिनों वाले संसूचक, आनमन आरोपण और शीत पट्टिका से बना है। संसूचक एल्युमिनियम नाईट्राईड पदार्थ से बना है। बहुस्पेक्ट्रमी संसूचक आरोपणसमुच्चयआकृति-1 में दर्शाया गया है। संसूचक के शीर्ष पृष्ठ पर शीत पट्टिका

स्थापित की जाएगी। शीत पट्टिका और संसूचक के बीच में आदर्श संपर्क सुनिश्चित करने के लिए उनके बीच में 100 μm की पन्नी इस्तेमाल की जाएगी। इन्व्हार के आनमन आरोपण पर संसूचक का आबंधन किया जाएगा। तापीय बलों के विरुद्ध निष्पादन के लिए संसूचक को नम्य फलकों के द्वारा इन्व्हार के आरोपण से आबंधित किया जाएगा। [4]



आकृति-1: बहुस्पेक्ट्रमी संसूचक आरोपण समुच्चय

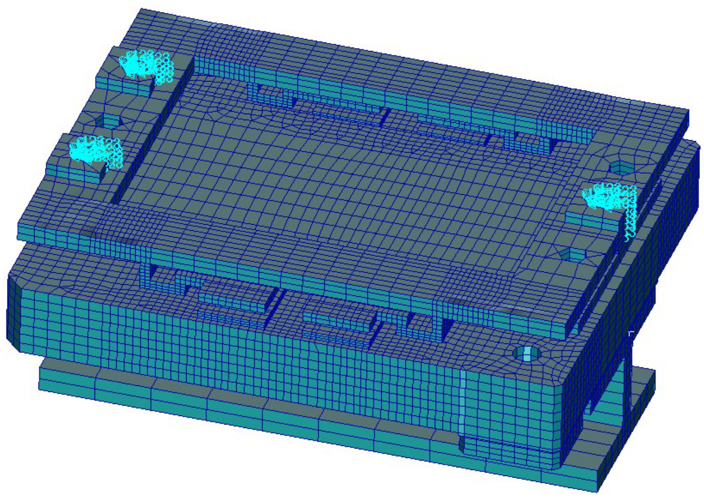
5. संरचनात्मक विश्लेषण:

विभिन्न पर्यावरणीय बलों के विरुद्ध स्थिरता और संरेखन की कठिन जरूरत को पूरा करने के लिए समुच्चय का संरचनात्मक विश्लेषण किया गया है।

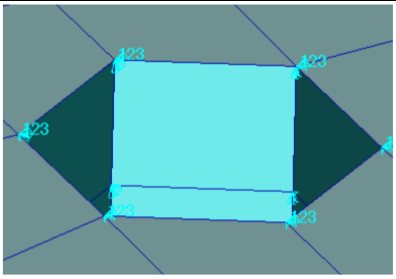
क्रमांक	अवयव की आकृति	अवयव गणना	द्रव्यमान (gm)
1	षट्भुजीय	30222	92.3
2	पच्चर	759	

तालिका-2: परीमित अवयव विधि प्राचल

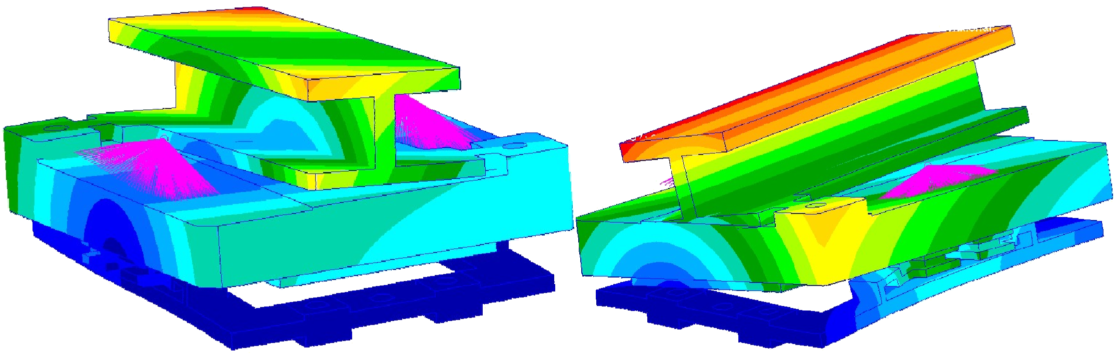
6. अभिलंब विधा विश्लेषण: समुच्चय के आरोपण छिद्रों की सारी स्वातंत्र्य कोटियों (DOF) का निवर्तन किया गया। [1]वास्तविक समुच्चय को विश्लेषण के लिए गणितीय प्रतिरूप में रूपांतरित किया गया है। इसे आकृति- में दर्शाया गया है। परिणाम सारणी-2 में दर्शाए गए हैं। विधा आकृतियाँ आकृति- में दर्शायी गई हैं।



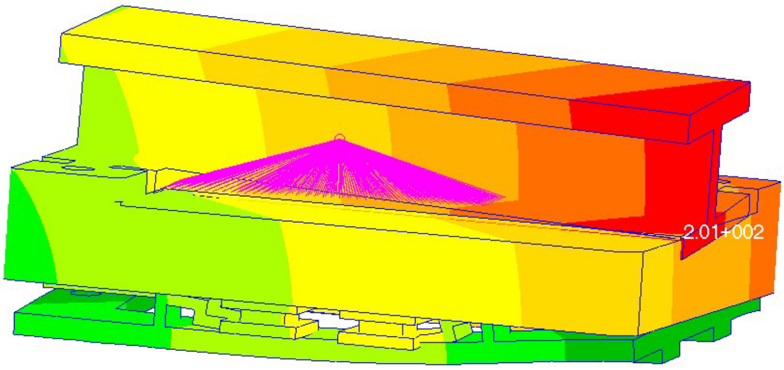
आकृति-2: बहुस्पेक्ट्रमी संसूचक आरोपण समुच्चय कागणितीय प्रतिरूप



आकृति- 3.1: पहली विधा420 Hz



आकृति- 3.1: दूसरीविधा 498 Hz

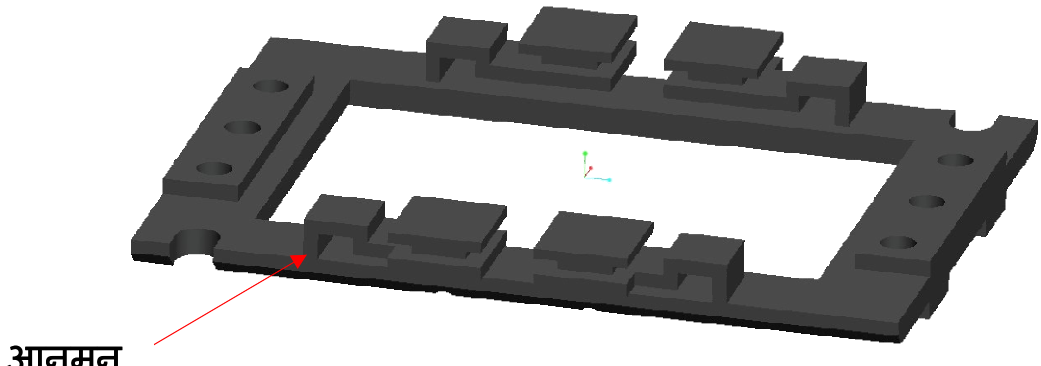


आकृति- 3.3: तिसरी विधा589 Hz

विधि क्रमांक	आवृत्ति (Hz)
पहली विधा	420
दूसरी विधा	498
तिसरीविधा	589

तालिका-3: अभिलंब विधा विश्लेषण के परिणाम

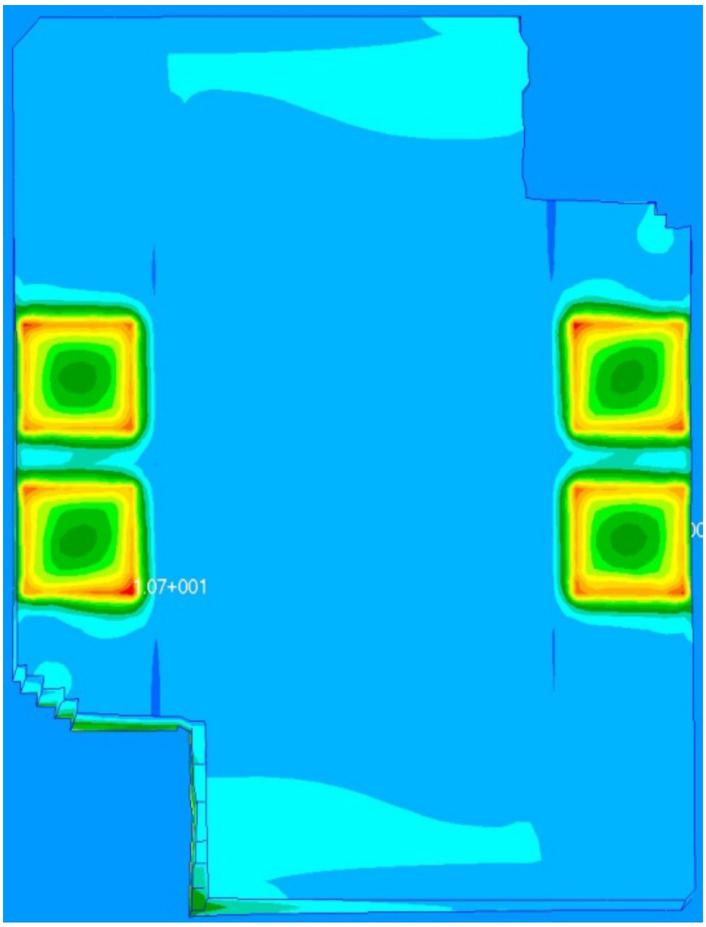
7. स्थैतिक विश्लेषण: जैसा की आकृति-4 में दिखाया गया है, संसूचक का आरोपण एक आनमन आरोपण है। संसूचक के आरोपण क्षेत्र से पैदा होने वाले विक्षोभों को आनमन क्षय करता है। आरोपण में चार सरेश क्षेत्र हैं। प्रमोचन बलों को अनुकारित करने के लिए स्थैतिक विश्लेषण किया गया है जिसमें संसूचक, और आरोपन में पैदा होने वाले प्रतिबलों को आकलन किया गया है। 20gX, 20gY, 20gZ और 20°C तापीय परिस्थितियों के लिए विश्लेषण किया गया है। [3] इन विश्लेषणों के परिणाम तालिका-4में दर्शाए गए हैं।



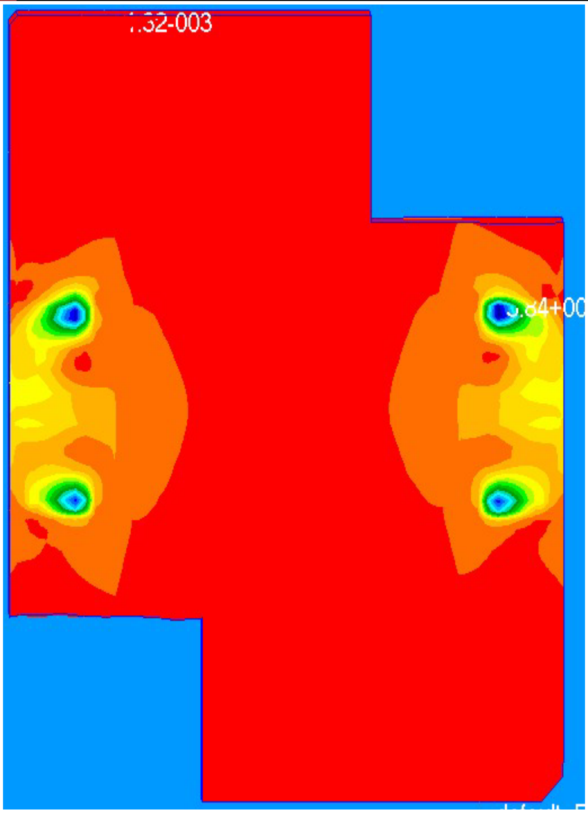
आकृति-4: बहुस्पेक्ट्रमी संसूचक इन्व्हार आरोपण

क्रमांक	परिस्थिति	संसूचक में पैदा होनेवाला प्रतिबल (अधिकतम मुख्य)	सुरक्षा गुणांक	आरोपण (व्होन मिसेस)	सुरक्षा गुणांक
1	20gx	2.58 MPa	7837 %	41.6 MPa	430 %
2	20gy	3.05 MPa	6614 %	52.8 MPa	318 %
3	20gz	2.52MPa	8026 %	43.6 MPa	406 %
4	Δt = 20°C	10.7 MPa	1814 %	13.4 MPa	1332 %

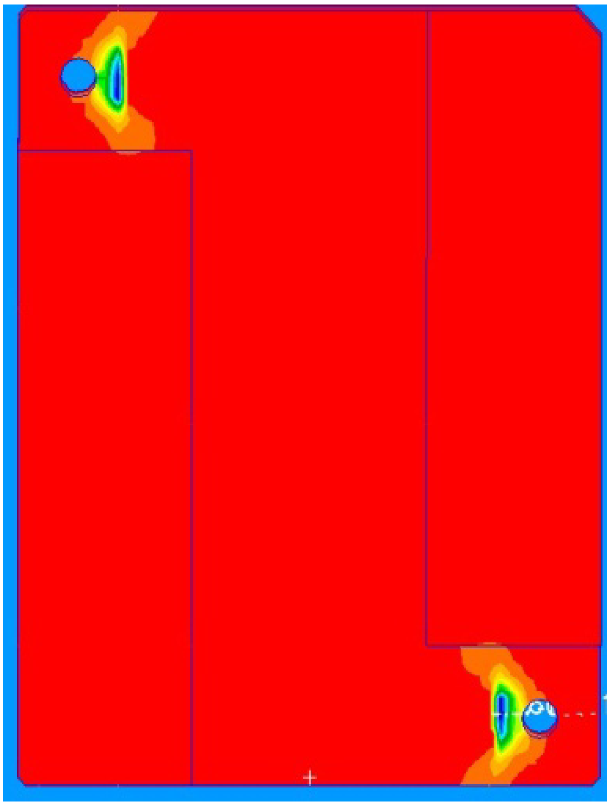
तालिका-4: स्थैतिक विश्लेषण के परिणाम



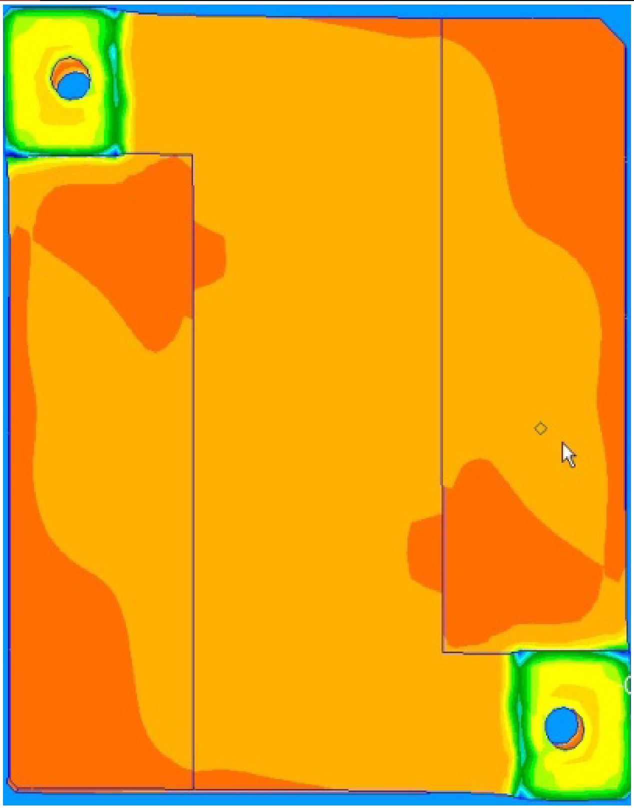
आकृति-5.1 : Δt=20 परिस्थिति में संसूचक के सरेस क्षेत्र पर आने वाले अधिकतम मुख्य



आकृति-5.2 : 20g परिस्थिति में संसूचक के सरेस क्षेत्र पर आने वाले अधिकतम मुख्य प्रतिबल का चित्राम



आकृति-5.3 : Δt = 20 परिस्थिति में संसूचक के शीत पट्टिकाक्षेत्र पर आने वाले अधिकतम मुख्य प्रतिबल का चित्राम



आकृति-5.4 : 20g परिस्थिति में संसूचक के शीत पट्टिकाक्षेत्र पर आने वाले अधिकतम मुख्य प्रतिबल का चित्राम

8. निष्कर्ष:

(i) अभिकल्प अपने मापदंडों पर खरा उतरा है।

(ii) अभिकल्प के मापदंडों के अनुसार प्राकृतिक आवृत्ति पायी गई है।

(iii) तीनों अक्षों में 20g स्थैतिक कल्प बलों की वजह से विभिन्न घटकों में पाए गए प्रेरित प्रतिबल पर्याप्त सुरक्षा गुणकों के साथ उनकी सहनशक्ति से कम हैं।

9. संदर्भ:

(1) स्टेनबर्ग डी. एस., 1973, इलेक्ट्रानिक उपकरणों के लिए कंपन विश्लेषण, जोन विले और संस्, न्यूयोर्क.

(2) लोरा पी. ए. ए., एर्किली एल., 1995, मुद्रित परिपथ बोर्ड (PCB) का गतिकीय दुर्नम्यकरण, ACUSTICA, क्रमांक 81, पृष्ठ 196-197.

(3) अग्लेत्ती जी. एस. और विक्स ए., 1999, संरचनात्मक अभिकल्प का विकास, वांतरिक्ष यांत्रिकी का जर्नल, भाग 213-G, ISSN – 0954-4100, पृष्ठ 255-263.

(4) केथ बी. डोइल, व्हिक्टर एल. जेनबर्ग, समाकलित प्रकाशीय-यांत्रिकी विश्लेषण, 2010, भाग- 1, पृष्ठ 4-19.

(5) कार्टोसैट-2Cनीतभार का प्राथमिक अभिकल्प पुनरावलोकनदस्तावेज क्रमांक SAC/SEDA/14/05/2012/02.

***

अंतरिक्ष विज्ञान मिशन एवं अनुप्रयोग

सूखे (Drought) के आकलन के लिए भारतीय भूस्थिर उपग्रह का उपयोग

राहुल निगम एवं बिमल कुमार भट्टाचार्य*
सीएडी / बीपीस्जी / ईपीएसए / CAD /> PSG / EPSA
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो) अहमदाबाद / Space Applications Center (ISRO), Ahmedabad

संदर्भ

सूखे का पूर्वानुमान एवं मात्रीकरण एक जटिल समस्या है क्योंकि उसका स्वभाव मंदगमन है और यह धीरे-धीरे समय के साथ विस्तृत होता है। किसी भी कृषि, जल एवं अर्थप्रबंधन की आगामी योजना एवं निर्णय के लिए सूखे की शुरुआत, प्रगमन और तीव्रता का ज्ञान एवं मापन विभिन्न स्थानिक एवं कालगत इकाइयों में आवश्यक है। प्रस्तुत अध्ययन में वर्तमान में उपस्थित भारतीय भूस्थिर उपग्रह इन्सैट-3अ सीसीडी एवं कल्पना-1 का उपयोग सूखे के आकलन के लिए किया गया है। इस अध्ययन में वास्तविक (AET) एवं संभावित (PET) वाष्पोत्सर्जन का आकलन एवं उसके द्वारा सूचकांक का निर्माण सूखे एवं सामान्य वर्षों के लिए किया गया है। निर्मित शुष्कता एवं वनस्पति सूचकांक द्वारा सूखे एवं सामान्य वर्षों में समय स्थान एवं उसके प्रभाव का आकलन कृषि क्षेत्रों के लिए किया गया है।

*ई-मेल: rahulnigam@sac.isro.gov.in

1.0 प्रस्तावना

सूखा बाकी सभी प्राकृतिक आपदाओं से अलग है क्योंकि इसका आगमन सदा धीरे-धीरे और इसका विस्तृतीकरण क्रमबद्ध तरीके से होता है (विल्हाईट 2005)। यह भूमि की नमी को प्रभावित करता है इसलिए यह कृषि, पारिस्थितिक और सामाजिक एवं अर्थप्रबंधन को भी प्रभावित करता है। वर्षा का सामान्य से कम होना मौसमी सूखा है जब कि मिट्टी में नमी की कमी होना जिससे फसलों का उत्पादन का कम होना कृषि संबंधी सूखा है। जल संबंधी सूखे का मतलब है पानी की धाराओं में एवं जल निकायों में पानी की कमी का होना। यह तीनों प्रकार के सूखे से सामाजिक एवं अर्थप्रबंधन संबंधी सूखे का जन्म होता है क्योंकि सूखे से सभी प्रकार के कच्चे माल का उत्पादन कम होता है और जिससे बाज़ार का भाव बढ़ता है (दू ऐट आल, 2013)। भारत में वर्षा पर आधारित कृषि पूर्ण फसल उत्पाद में 44% का योगदान देती है (विट्ठल ऐट आल, 2005)। भारत में मानसून वर्षा का पूर्वानुमान स्थानिक एवं कालगत इकाइयों में वितरण एक बड़ी चुनौती है जिससे वर्षा पर आधारित खेती काफी प्रभावित होती है (चंद्रशेखर ऐट आल, 2010)। सूखे का प्रथम साक्ष्य प्रायः वर्षा संबंधी मापन, वनस्पति की प्रगति में कमी एवं फसल के नष्ट होने से ज्ञात होता है। वर्षा आधारित कृषि में फसलों की बुआई मानसून वर्षा पर निर्धारित है। मानसून वर्षा के देरी से आगमन पर वर्षा पर आधारित फसलों का देरी से उत्पादन होता है जिससे उनकी प्रगति एवं उत्पादन क्षमता पर दुष्प्रभाव पड़ता है। पूरे फसल काल में वनस्पति की स्थिति वर्षा की अवधि एवं मिट्टी में उपस्थित नमी पर आधारित होती है। अतः वर्षा एवं वनस्पति की लगातार निगरानी सूखे सम्बंधित अध्ययन के लिए अति आवश्यक है।

पिछले 200 वर्षों में भारत ने विभिन्न प्रकार के सूखों को झेला है। कुछ सूखों से हमारे अन्न के भंडारों एवं मानवीय जीवन को बड़ा खतरा उत्पन्न हुआ है। सूखा केवल किसी स्थान विशेष पर निर्भर न होकर पूरे भारत में विस्तृत होता है परंतु उसका प्रभाव अलग अलग श्रेणी का होता है। भारत में कुछ स्थानों में जैसे पेनेंसुला, दक्षिण पूर्वी एवं पश्चिमी भाग को सूखे से अधिक प्रभावित पाया गया है। यह सभी स्थानों में सूखा वर्षा की सतत पानी की कमी, भूजल में कमी एवं कृषि संबंधी उपायों में आधुनिकता की कमी से उत्पन्न होता है। वर्ष 2009 में एक गंभीर सूखे की स्थिति से भारत के काफी क्षेत्र प्रभावित हुए थे। भारत मौसम विभाग ने भी इसकी पुष्टि वर्षा के मापन द्वारा की है। सूखे की निगरानी के लिए एवं कृषि पर उसके प्रभाव के लिए यथास्थित आँकड़ों का विश्लेषण किया जाता है परंतु पूरे भारत के भू भाग की स्थिति को इन आँकड़ों द्वारा पूर्ण रूप से ज्ञात नहीं किया जा सकता। अतः उपग्रह से प्राप्त आँकड़ों एवं उपयोगी जानकारियों का लगातार सूखे एवं फसल की निगरानी

के लिए एक महत्वपूर्ण एवं सशक्त उपयोगिता है (टकर एवं चौधरी, 1987)। ऐसे तो कृषि संबंधी सूखे का आकलन मुश्किल है परंतु मौसम एवं वनस्पति संबंधी सूचकांक द्वारा इसका ज्ञान स्थानिक एवं कालगत इकाइयों में किया जा सकता है। विभिन्न प्रकार के सूचकांक का निर्माण सूखा सम्बंधित जानकारियों के लिए उपग्रह के भूमि एवं मौसमी आँकड़ों से किया गया है। पेर्सेंद्त (2009) ने उपग्रह पर आधारित सूखे के ससूचकांको को तीन समूह में विभाजित किया है (1) सूचकांक जो वनस्पति की स्थिति पर निर्धारित है एवं प्रकाशीय बैंड का प्रयोग करते हैं (2) सूचकांक जो भु द्युति ताप पर निर्धारित है एवं तापीय बैंड का प्रयोग करते हैं (3) सूचकांक जो पहले दो सूचकांक के संयोजन से बनते हैं। भारत में क्षेत्रीय सूखे की निगरानी NADAMS (राष्ट्रीय कृषि, सूखा आकलन एवं निगरानी निकाय) द्वारा (1.1. किमी) NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) के आँकड़ों द्वारा 13 राज्यों में की जाती है। AWiFS (Advanced Wide Field Sensor) Resourcesat 2 (56 मीटर-विभेदन) का प्रयोग जिला एवं ब्लॉक के स्तर पर सूखे के आकलन के लिए किया जाता है। इस अध्ययन का उद्देश्य है (1) वास्तविक एवं संभावित वाष्पोत्सर्जन द्वारा निर्मित शुष्कता सूचकांक का सूखे एवं सामान्य वर्षों के लिए आकलन (2) वनस्पति पर आधारित सूचकांक NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) का सूखे एवं सामान्य वर्षों के लिए आकलन।

2.0 अध्ययन क्षेत्र एवं उपयोग आंकड़े

2.1 अध्ययन क्षेत्र

प्रस्तुत अध्ययन में भारत के संपूर्ण भू भाग के ऊपर सूखा संबंधी सूचकांक का अध्ययन जून से अक्तूबर माह के लिए किया गया है। भारत में इस समय जून से अक्तूबर के मध्य खरीफ फसलों का उत्पादन किया जाता है इसमें धान की फसल प्रमुख है जो भारत में कुल फसल उत्पाद का 20% है। इसके अतिरिक्त जुवार, बाजरा, दलहन, मक्का आदि का भी उत्पादन किया जाता है।

2.2 आँकड़ों का विवरण

उपग्रह संबंधी आंकड़े

इस अध्ययन में इन्सैट-3अ सीसीडी एवं कल्पना-1 के आँकड़ों का उपयोग वर्ष 2009 एवं 2011 के लिए किया गया है। जून से अक्तूबर के सभी प्रतिदिन के आँकड़ों को MOSDAC (Meteorological and Oceanographic satellite data Archival Centre) (http://www.mosdac.gov.in) से लिया गया है। इस अध्ययन में इन्सैट-3अ सीसीडी जनित NDVI (2008, 2009, 2011) का एवं कल्पना-1 (2009, 2001) द्वारा जनित सौर विकिरण का विशेष रूप से उपयोग किया गया है। यह सभी आंकड़े 1 किमी से लेकर 8 किमी क्षेत्रीय विभेदन में उपलब्ध है।

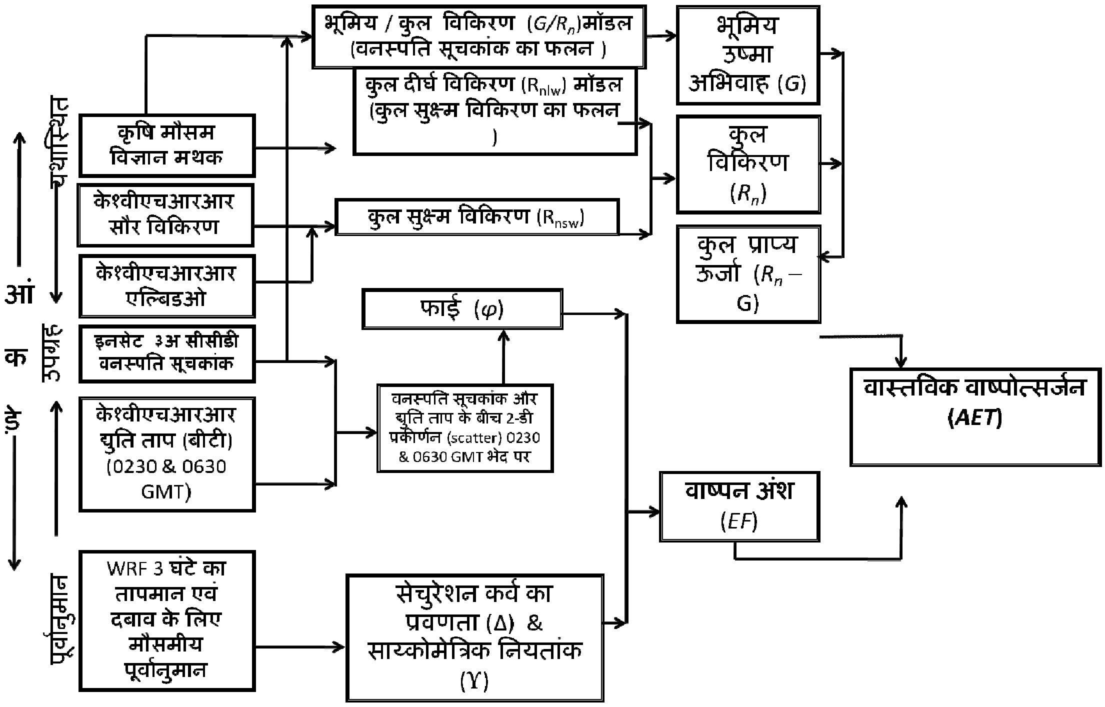
2.3 मौसम पूर्वानुमान संबंधी आंकड़े

इस अध्ययन में वर्ष 2009 एवं 2011 के प्रतिदिन के तीन घंटे वाली मौसम पूर्वानुमान आँकड़ों का प्रयोग किया गया है। विशेषकर तापमान, आद्रता, हवा की गति एवं दबाव का प्रयोग 5 किमी क्षेत्रीय विभेदन में किया गया है।

3.0 कार्यप्रणाली

3.1 वास्तविक वाष्पोत्सर्जन (Actual Evapotranspiration) का आकलन

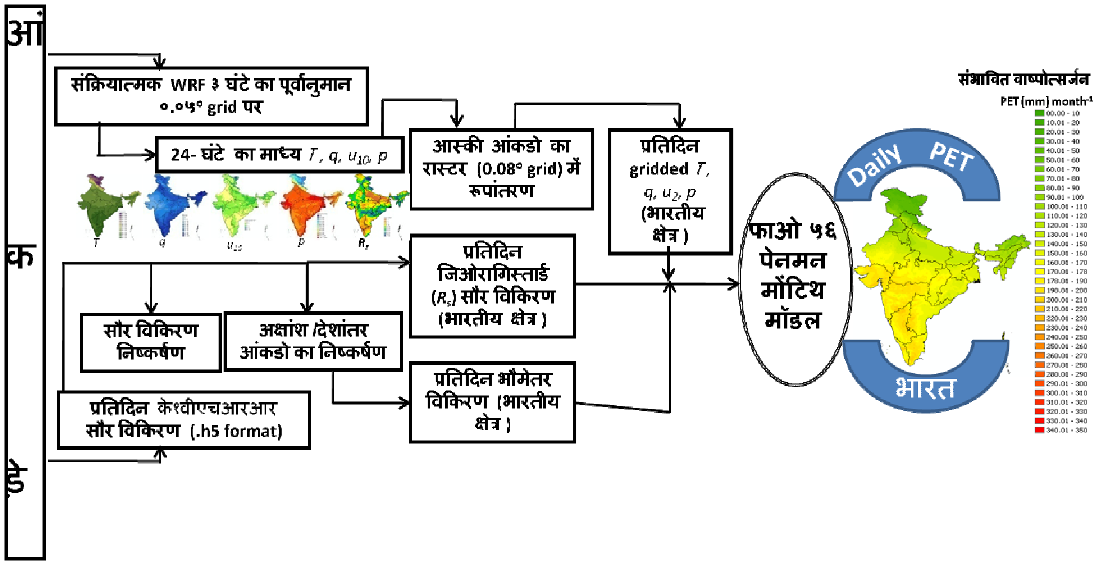
प्रतिदिन के वास्तविक वाष्पोत्सर्जन (AET) के आकलन के लिए कल्पना-1 के तापीय बैंड का प्रयोग इन्सैट जनवरी NDVI के समावेश से किया गया है। इसमें कल्पना-1 से जनित सौर विकिरण का भी प्रयोग किया गया है। प्रतिदिन के वास्तविक वाष्पोत्सर्जन आकलन से मासिक वास्तविक वाष्पोत्सर्जन का आकलन किया गया। संपूर्ण वास्तविक वाष्पोत्सर्जन के आकलन की प्रणाली का विवरण चित्र 1 में दिया गया है।



चित्र 1. वास्तविक वाष्पोत्सर्जन (AET) के मूल्यांकन की कार्यप्रणाली का प्रवाह संचित्र

3.2 संभावित वाष्पोत्सर्जन (Potential Evapotranspiration) का आकलन

प्रतिदिन के संभावित वाष्पोत्सर्जन (PET) का आकलन कल्पना-1 से जनित सौर विकिरण एवं मौसम पूर्वानुमान द्वारा जनित आँकड़ों से किया गया है। इसमें FAO 56 पेंनमन मोंटिथ मॉडल (P-M Model) का उपयोगकर के प्रतिदिन के संभावित वाष्पोत्सर्जन का आकलन किया गया है। प्रतिदिन के संभावित वाष्पोत्सर्जन से मासिक संभावित वाष्पोत्सर्जन का आकलन किया गया। संपूर्ण संभावित वाष्पोत्सर्जन के आकलन की प्रणाली का विवरण चित्र 2 में दिया गया है।



चित्र 2. संभावित वाष्पोत्सर्जन (PET) के मूल्यांकन की कार्यप्रणाली का प्रवाह संचित्र (P-M algorithm के उपयोग से)

3.3 शुष्कता सूचकांक का आकलन

मासिक जनित वास्तविक एवं संभावित (PET) वाष्पोत्सर्जन से संभावित से शुष्कता सूचकांक का निर्माण किया गया जिसका विश्लेषण निम्नानुसार है।

शुष्कता सूचकांक = ((संभावित वाष्पोत्सर्जन - वास्तविक वाष्पोत्सर्जन)/ (संभावित वाष्पोत्सर्जन))* 100

*Aridity Index = ((PET-PAET)/PET))*100*

3.4 वनस्पति सूचकांक द्वारा सूखे का आकलन

इन्सैट-3अ सीसीडी से जनित वनस्पति सूचकांक (NDVI) का विश्लेषण सितम्बर माह से अक्तूबर माह के बीच में किया गया। सामान्य वर्षों (2008) के वनस्पति सूचकांक की तुलना सूखे वर्ष (2009) के वनस्पति सूचकांक से की गई और उन स्थानों को रेखांकित किया गया जहां पर सूखे का प्रकोप अधिक था।

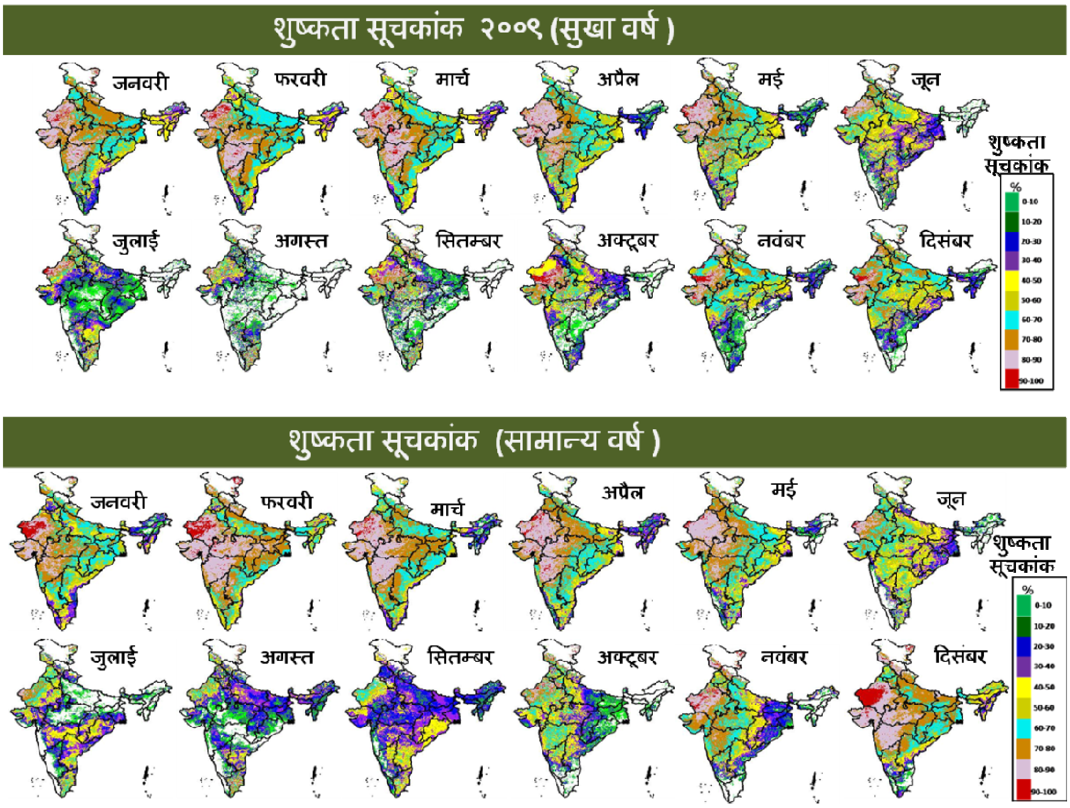
4.0 परिणाम

4.1 शुष्कता सूचकांक का विश्लेषण

प्रस्तुत अध्ययन में शुष्कता सूचकांक की तुलना सामान्य (2011) एवं सूखे (2009) वर्षों के लिए पूरे भारत के कृषि क्षेत्रों के लिए की गई है। शुष्कता सूचकांक हमें सतह की आद्रता/नमी के बारे में अवगत कराता है। यह सूचकांक का मूल्य जितना ज़्यादा होता है उतनी ज्यादा शुष्क सतह होती है। विगत वर्षों में इस सूचकांक का प्रयोग केवल स्थानिक आँकड़ों द्वारा किया जाता रहा है। प्रथम बार इस सूचकांक को उपग्रह द्वारा पूरे भारत भू-भाग के लिए निर्मित किया गया है। यह हमें वर्षा से आई कमी तथा उसके फलस्वरुप वनस्पति में आई गिरावट को बताता है क्योंकि इसमें उपयोग में आई वाष्पोत्सर्जन वनस्पति के भौतिक एवं रासायनिक स्वरुप को भी इंगित करते हैं। इस से हमें ज्ञात होता है कि जनवरी से लेकर अप्रैल तक दोनों वर्षों में अधिक अंतर नहीं पाया गया क्योंकि इस दौरान उपजी फसलें अधिकतर सिंचाई पर निर्भर करती है। इसमें शुष्कता सूचकांक 10 से 70 % के बीच में पाया गया। वर्ष 2009 में मई से लेकर अक्तूबर तक सदैव शुष्कता सूचकांक सामान्य वर्ष (2011) से ज़्यादा बना रहा। जून के माह में मानसून के आगमन से शुष्कता सूचकांक दोनों ही वर्षों में मई माह की अपेक्षा कम हुआ परंतु भारत के अधिकतम कृषि आधारित क्षेत्रों में यह 20 से लेकर 85% तक बना रहा। जुलाई एवं अगस्त माह में शुष्कता सूचकांक 2009 में सदैव 2011 से ज़्यादा रहा। सितम्बर और अक्तूबर में भी शुष्कता सूचकांक सदैव 2009 में ही ज़्यादा बना रहा। इससे हमें उन क्षेत्रों का ज्ञान हुआ जहाँ पर सूखे की गंभीरता अधिक थी और जहाँ पर कृषि पर इसका दुष्प्रभाव पड़ा। इसके साथ शुष्कता सूचकांक से फसलों आद्रता का भी पता चलता है। जब हमने इस की तुलना भारतीय मौसम विभाग द्वारा प्रकाशित जून से सितम्बर की कुल जमा वर्षा से किया तो इस बात की सत्यता प्रमाणित हुई की जहां पर वर्ष 2009 में वर्षा कम हुई थी उन स्थानकों का शुष्कता सूचकांक सामान्य वर्ष से अधिक ही रहा। सामान्य एवं सूखे वर्ष के शुष्कता सूचकांक को चित्र 3 में प्रदर्शित किया गया है।

4.2 वनस्पति सूचकांक का विश्लेषण

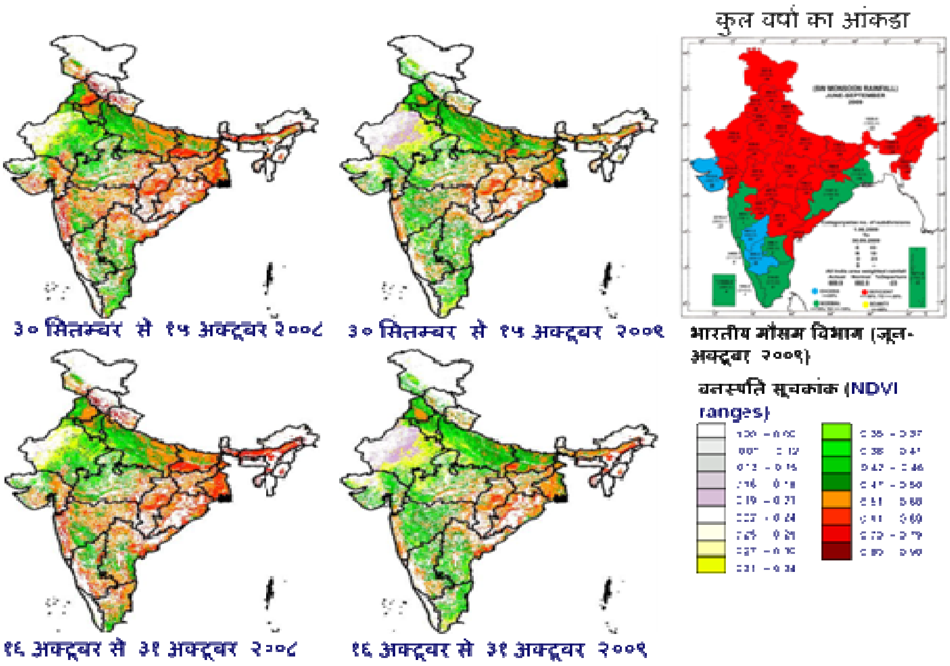
इस अध्ययन में वर्ष 2009 (सूखा वर्ष) एवं वर्ष 2008 (सामान्य वर्ष) के वनस्पति सूचकांक की आपस में तुलना से हम उन क्षेत्रों का पता लगा पाए जहाँ पर कृषि में गिरावट हुई है। इन में प्रमुख पूर्वी पंजाब, संपूर्ण हरियाणा, पूर्वी उत्तरप्रदेश, बिहार, पश्चिम बंगाल, उड़ीसा और छत्तीसगढ़ प्रमुख हैं जहाँ पर वनस्पति सूचकांक की गिरावट 25 से 40% तक प्रेक्षित की गई है। इसके अतिरिक्त पूर्वी मध्यप्रदेश, उत्तरी सीमांध्र एवं तेलंगाना तथा महाराष्ट्र के बहु भाग में कई क्षेत्रों में वनस्पति सूचकांक की गिरावट सामान्य वर्ष की तुलना में 10 से 30% तक देखी गई है। इसका प्रतिपादन मौसम विभाग दवारा प्रकाशित वर्षा के संपूर्ण वर्षा के आँकड़ों द्वारा भी होता है। अतः वर्ष 2009 (सूखा वर्ष) वनस्पति सूचकांक में आई गिरावट मिट्टी की नमी में आई कमी के कारण ही है। अतः पन्द्रह दिनों में वनस्पति सूचकांक के सम्मिश्रित आँकड़ों से कृषि में आई गिरावट का मूल्यांकन संभव है। इस विश्लेषण से ज्ञात हुआ की किस समय में किन क्षेत्रों पर सूखे का प्रकोप कितना था। सामान्य एवं सूखे वर्ष के 15 दिन के सम्मिश्रित वनस्पति सूचकांक को चित्र 4 में दर्शाया गया है।



चित्र 3. भारतीय भूस्थिर उपग्रह से शुष्कता सूचकांक

5.0 निष्कर्ष

प्रस्तुत शोधपत्र में भारत द्वारा प्रक्षेपित भूस्थिर उपग्रह इन्सैट-3अ सीसीडी एवं कल्पना-1 के आँकड़ों से संभावित एवं वास्तविक वाष्पोत्सर्जन के आकलन की तकनीक का सर्वप्रथम बार निरूपण किया गया है तथा शुष्कता सूचकांक का निर्माण उपग्रह के आँकड़ों से किया गया है। भारत में मानसून सदैव से ही अनिश्चित रहा है इसका सबसे अधिक प्रभाव भारतीय कृषि पर ही पड़ता है। अतः पूरे देश में इसके आकलन एवं उससे होने वाले दुष्प्रभाव का अध्ययन आज एक अति आवश्यक विषय है। इस अध्ययन द्वारा पूरे भारत में एक समय पर ही शुष्कता सूचकांक एवं वनस्पति सूचकांक द्वारा सूखे से उत्पन्न स्थिति का समय पर मूल्यांकन एवं निर्धारण किया जा सकता है। इस अध्ययन में वर्ष 2009 के सूखे का आकलन सफलतापूर्वक भारतीय उपग्रह से किया गया है। यह अध्ययन भविष्य में सूखे के निर्धारण के लिए गठित संगठनों में उपयोग किया जा सकता है। इसलिए इसमें उपयोग होनेवाले सभी आँकड़ों का समय पर उपलब्ध होना अति आवश्यक है। इस दिशा में विभिन्न प्रयत्न किए जा रहे हैं। आज प्रत्येक दिन के आंकड़े जैसे इन्सैट-3अ सीसीडी जनित वनस्पति सूचकांक एवं कल्पना-1 जनित सौर विकिरण MOSDAC सर्वर पर उपलब्ध हैं। हाल ही में सूखे के लिए विकसित सूचकांक सीडीअई (Combined Deficit Index) (व्यास ऐट आल, 2015) इस दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है, जिसमें MOSDAC सर्वर से उपलब्ध इन्सैट-3अ सीसीडी जनित वनस्पति सूचकांक एवं कल्पना-1 द्वारा आंकलित वर्षा के आँकड़ों का सफलतापूर्वक उपयोग किया गया है। भविष्य में संभावित वाष्पोत्सर्जन कल्पना-1 एवं इन्सैट-3अ सीसीडी से उपलब्ध होगा। अतः शुष्कता सूचकांक का भी भविष्य में आकलन एवं उपलब्धता MOSDAC सर्वर से होगा। भविष्य में आने वाले इसरो के भूस्थिर उपग्रह जैसे इन्सैट 3डी आर एवं एस का भी प्रयोग इस दिशा में सहायक होगा।



चित्र 4. इन्सैट 3 अ सीसीडी वनस्पति सूचकांक द्वारा सूखे का आकलन

आभार

इस अध्ययन में मार्गदर्शन एवं सहयोग के लिए हम श्री तपन मिश्रा, निदेशक अंतरिक्ष उपयोग केंद्र एवं डॉ. पी. के. पाल, उप-निदेशक ईपीएसए का हार्दिक धन्यवाद देते हैं। इसके अतिरिक्त इस अध्ययन में सहायता एवं रूचि के लिए ग्रुप अध्यक्ष बीपीएस डॉ. प्रकाश चौहान एवं विभागाध्यक्ष सीएडी श्री के. एम. मंजुनाथ का भी हम धन्यवाद देते हैं।

संदर्भ

1. चंद्रशेखर, के शेषा साई, एम. वी. आर., रॉय, पी. एस. एवं द्विवेदी आर. एस., 2010. Land Surface Water index (LSWI) response to rainfall and NDVI using the MODIS Vegetation Index Product. International Journal of Remote Sensing 45, 16-46.
2. टकर, सी.एवं चौधरी, बी. 1987. Satellite remote sensing of drought conditions. Remote Sensing of Environment, 23, 243-251.
3. दू एल, तिआन क्यू, मेंग क्यू, जन्त्सो, टी, उदवार्दी पी एवं होंग वाई. 2013 A comprehensive drought monitoring method integrating MODIS and TRMM data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 23, 245-253.
4. पेर्सेंद्त, एफ. सी., 2009. Drought risk assessment using remote sensing and GIS to alleviate poverty. A case study of the Oshikoto region in Namibia. In: Conference on Applied Geoinformatics for Society and Environment (AGSE), Stuttgart University of Applied Sciences, Germany, 20-21 अगस्त.
5. विट्ठल, केपीआर, राओ, केवी, शर्मा, के, एल, . विक्टर, यु. एस., चारी, जी. आर. एवं सरकार जी. आर. एम. 2005. Guidelines for rainfed Production System and Management. in drought management, K. D. Sharma and K. S. ramasastri (Eds), pp. 76-106 (India: Allied Publisher Private Limited).
6. विल्हाईट, डी. 2005. Drought and water crisis: science, technology and management issues. Taylor and Francis Group.
7. व्यास, स्वप्निल, भट्टाचार्य बी.के., निगम राहुल, गुहार्ताकुर्ता पी, घोष के, चट्टोपाध्याय एन, गैरोला, आर.एम. 2015. A combined deficit index for regional agricultural drought assessment over semi arid tract of India using geo-stationary meteorological satellite data. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 39, 28-39.

***

अंतरिक्ष विज्ञान मिशन एवं अनुप्रयोग

इन्सैट 3 डी नॉर्थ प्लेट का उष्मीय चालकता मापन एवं तापान्तर कम करने हेतु सुझाव

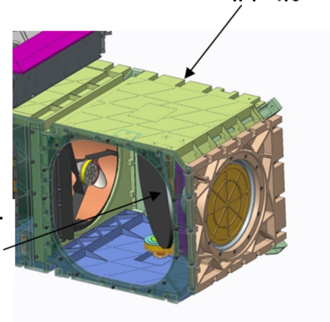
दिनेश नौलखा, जेमिन बी रामी
जी एल एम डी / ओ पी एम जी / एम ई एस ए
dnolakha@sac.isro.gov.in

सारांश

इन्सैट 3 डी उपग्रह की नॉर्थ प्लेट की भीतरी सतह, उपग्रह के प्रकाशीय संकेतों के मापन में, अंकेक्षण हेतु, कृष्णिका पिण्ड की तरह प्रयुक्त होती है। फलस्वरूप इस संपूर्ण हिस्से में तापमान एकसमान रखना आवश्यक होता है। उपग्रह के अपनी कक्षा में पृथ्वी के चारों ओर चक्कर लगाने के दौरान, कुछ समय के लिए सूर्य की किरणें, पृथ्वी दृश (earth view) की दिशा से नॉर्थ प्लेट के हनीकोम्ब संरचना के कुछ भाग पर गिरकर उस भाग का स्थानिक ताप बढ़ा देती हैं, जिससे नॉर्थ प्लेट में तापान्तर उत्पन्न हो जाता है। 25°C से 30°C तक के तापान्तर की वजह से, उस समयावधि के लिए उपग्रह से प्रेषित आंकड़ों की विश्वसनीयता कम हो जाती है। नॉर्थ प्लेट के उष्मीय द्रव्यमान को बढ़ाकर तापान्तर को कम करने का प्रयास किया गया। इस हेतु 2 मिमी मोटाई वाली एलुमिनियम प्लेट को नॉर्थ प्लेट की 1 मिमी वाली सतही प्लेट पर लगाकर उष्मीय द्रव्यमान बढ़ाना निश्चित किया गया। उपग्रह के फ़्लाईट मॉडल में इस युक्ति को अपनाने से पहले इसका तापीय संरचना मॉडल, (structural thermal model, STM) पर परीक्षण किया गया। प्रस्तुत पत्र में इस युक्ति के साथ, नॉर्थ प्लेट की उष्मीय चालकता की गणना, उसका परीक्षण एवं परिणाम को दर्शाया गया है। गणना द्वारा इस समस्या के मूल को समझ कर, एक अन्य उपाय को प्रस्तुत किया गया है तथा उससे तापान्तर में कमी को सैद्धांतिक रूप से समझाया गया है।

प्रस्तावना

इन्सैट 3 डी उपग्रह के कक्षीय भ्रमण के दौरान, प्रतिदिन कुछ समय के लिए सौर किरणें नॉर्थ प्लेट के एक छोटे से भाग पर आपतित होती है। हनीकोम्ब संरचना की मोटाई बहुत ही कम (माइक्रोन में) होने से इन संरचनाओं का उष्मीय द्रव्यमान बहुत कम होता है, परिणाम स्वरूप इस हिस्से के तापमान में तेजी से वृद्धि हो जाती है और यह एकसमान तापमान वाली सतह की तरह कार्य नहींकर पाती है। उपग्रह उस समयावधि के लिए दोष युक्त आंकड़े प्रेषित करता है या अन्य शब्दों में, उपग्रह उस दौरान अनुपयागी हो जाता है। नॉर्थ प्लेट की छत्तानुमा या हनीकोम्ब संरचना, जिसमें एक ही तरफ 1 मिमी मोटाई वाली सतही प्लेट लगी होती है, का उष्मीय द्रव्यमान काफी कम होने को तापान्तर की समस्या का एक कारण माना गया। इसके समाधान हेतु आईजेक द्वारा 2 मिमी की अतिरिक्त प्लेट को 1 मिमी वाली सतही प्लेट पर लगाने का सुझाव दिया गया। उष्मीय यांत्रिकी के सामान्य समीकरण $Q = m\, c_p\, dT$, से यह स्पष्ट था कि द्रव्यमान (m) बढ़ाने से तापान्तर (dT) कम हो जाएगा। इसके लिए बढ़े हुए द्रव्यमान एवं उष्मा के आपतन की सतह के मध्य उच्च उष्मा चालकता का होना जरूरी है। इसी के सत्यापन हेतु, फ़्लाईट मॉडल में इसे अपनाने से पहले, तापीय संरचना मॉडल (STM) की नॉर्थ प्लेट में संवर्धनकर बढ़े हुए द्रव्यमान के साथ नॉर्थ प्लेट का उष्मीय चालकता का मापन किया गया।



चित्र 1 इन्सैट 3 डी का ध्वनित्र

सैद्धान्तिक गणना

छत्तेनुमा संरचना की उष्मीय चालकता का आधिकारिक मान, कई प्रचालकों पर निर्भर होने से उपलब्ध आंकड़ा स्त्रोतों से सही-सही मालूम नहीं किया जा सकता। शोध पत्रों में प्राप्त विवरणों से पता चलता है कि, दोनों तरफ सतही प्लेट वाली छत्तेनुमा संरचना

की उष्मीय चालकता का मान लगभग 200 से 250 w/m^2 k मापा गया है। छत्तेनुमा संरचना के जटिल प्रकार का होने से इसमे उष्मीय संचरण भी जटिल होता है। ऐसी परिस्थिति में तथा आंकड़ों की कम उपलब्धता की वजह से अभिकल्प या प्रस्ताव का सत्यापन करना और भी जरूरी हो गया।

नीचे तालिका 1 में पारंपरिक तरीके से छत्तेनुमा संरचना कि उष्मीय चालकता की गणना को दर्शाया गया है।

तालिका 1 छत्तेनुमा संरचना की उष्मीय चालकता की गणना

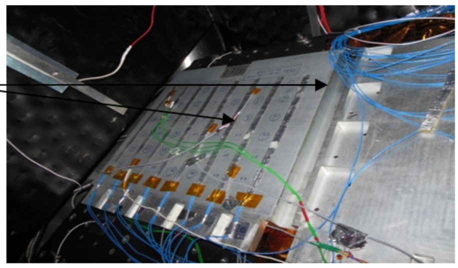
क्र.सं.	पदार्थ	मोटाई X, मी में	उष्मीय चालकत्व, k, w/m k में	उष्मीय अवरोधकता, X/k, m^2 k /w में
1	छत्तेनुमा संरचना या हनीकोम्ब संरचना (घनत्व 50किग्राम/मी^{3})	0.020	4.2	0.00476
2	एलिमिनियम सतह प्लेट	0.001	160	0.00000625
3	EC2216 ग्लू	0.0002	0.394	0.0005
4	अतिरिक्त एलुमिनियम प्लेट	0.002	160	0.0000125
			∑ X/K	5.278x10^{-3}
			U = 1/ ∑ X/K	189 w/m^2 K
सैद्धांतिक गणनाओं द्वारा हनीकोम्ब प्लेट का अनुमानित उष्मीय चालकता का मान (2 मिमी मोटी अतिरिक्त प्लेट के साथ तथा 2 के सुरक्षा गुणक के साथ)				**94.3 w/m^2 K**

इस गणना में छत्तों के कक्षों में आपस में होने वाली विकिरणों के प्रभाव को नगण्य माना गया है।

नॉर्थ प्लेट कि उष्मीय चालकता का मापन

फ्लाईट मॉडल में इस सुझाव के लागू करने से पहले इसका प्रायोगिक सत्यापन एस टी एम मॉडल की नॉर्थ प्लेट पर किया गया। नॉर्थ प्लेट के 1 मिमी वाली सतही प्लेट के ऊपर 2 मिमी मोटाई वाली एल्युमिनियम प्लेट (क्षेत्रफल 0.176 मी^{2}) को एक धातुओं को चिपकाने वाले विशेष ग्लू, "ई सी 2216" से चिपका दिया गया। इसमें दोनों प्लेटों का समतलता का मान उच्च कोटि का रखा गया जिससे इन दोनों प्लेटों के मध्य बेहतर संपर्क बना रहै। 2 मिमी वाली अतिरिक्त प्लेट का द्रव्यमान 1.9 kg था। नॉर्थ प्लेट के किसी हिस्से विशेष में विकिरणों को गिराकर तापान्तर उत्पन्नकर उसे मापना काफी जटिल था, अतः इस संवर्धित प्लेट की उष्मीय चालकता मान को मापने का तय किया गया। Q = U.A.dT, समीकरण द्वारा तय या निश्चित उष्मा भार देकर, प्लेट के दोनों सतहों पर ताप मानों में अंतर को ज्ञातकर उष्मीय चालकता, U का आकलन किया जा सकता है। इस हेतु 2 मिमी प्लेट के ऊपर उष्मीय भार प्रदान करने हेतु 8 हीटरों को एकसमान रूप से प्लेट पर लगाया गया, जैसा कि चित्र 2 में दिखाया गया है। तापान्तर कि गणना के लिए प्लेट के दोनों ओर ताप मापन हेतु 6 स्थानों पर भिन्न-भिन्न ताप संसूचकों को स्थापित किया गया। छत्तों वाली नॉर्थ प्लेट की तरफ, छत्तों की कमजोर संरचना के कारण ताप संसूचक लगाने में काफी दिक्कत हुई।

हीटर के तंतु तथा ताप संसूचक

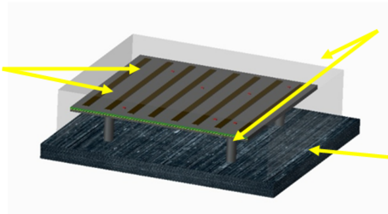


चित्र -2 नॉर्थ प्लेट पर हीटर के तंतु तथा ताप संसूचक

सभी हीटर को श्रृंखला में जोड़कर, TDK Lambda कंपनी के GEN 0-60 v to 0-7 A ऊर्जा स्रोत से शक्ति प्रदान की गई। प्लेट को दी गई उष्मा का अन्य तरीकों से ह्रास होने से बचाने के लिए संपूर्ण प्लेट के ऊपरी भाग को उष्मा प्रतिरोधी परतों से ढँक दिया

गया। तत्पश्चात प्लेट के छत्तों वाले हिस्से से उष्मा को लगातार विस्थापित करते रहने के लिए, प्लेट के इस हिस्से को ताप निर्वात कक्ष कि निम्न ताप वाली प्लेट के साथ विकीरण रूप से सम्बंधितकर दिया गया। जैसा की चित्र 2 एवं 3 से स्पष्ट होता है।

नौर्थ प्लेट के ऊपरी सतह पर दी गई उष्मा को नीचे वाली छत्तों नुमा संरचना सतह की तरफ से लगातार विस्थापित करने के लिए, ताप निर्वात कक्ष के आधार पट्ट को तदनुरूप तापमान पर बनाए रखा गया। इस तरह से नॉर्थ प्लेट के छत्तों वाले भाग को निर्वात कक्ष के आधार पट्ट द्वारा इच्छित तापमान पर बनाए रखकर उष्मीय चालकता की गणना हेतु आवश्यक प्रचालकों के मान को ज्ञातकर लिया गया। 2 मिमी की प्लेट पर लगे उष्मीय तंतुओं (हीटरों) द्वारा निश्चित उष्मा लगातार दी गई। तापमान के साम्य अवस्था में आने के बाद सभी संसूचकों का पठनकर तापान्तर ज्ञातकर लिया गया। इन सभी आंकड़ों को निम्न तालिका 2 में दिखाया गया है।



चित्र 3- नॉर्थ प्लेट के उष्मीय चालकता मापन का रेखा चित्र

तालिका 2 आधार पट्ट के विभिन्न तापमानों पर उष्मीय चालकता की गणना

क्रम संख्या	आधार पट्ट का तापमान ˚C	dT1 ˚C	dT2 ˚C	dT3 ˚C	dT4 ˚C	dT5 ˚C	dT6 ˚C	औसत तापान्तर dT, ˚C	उष्मीय चालकता, U, w/m^2K
1	25	3.40	9.10	8.80	6.30	4.30	11.40	7.22	40.74
2	0	8.40	12.10	11.70	11.40	9.30	14.30	11.20	26.25
3	-25	12.30	16.80	16.60	16.20	13.10	20.30	15.88	18.51

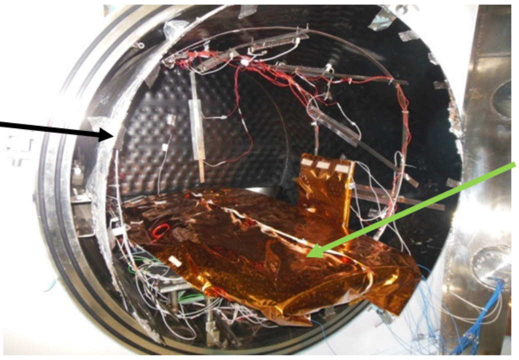
तालिका 3 उष्मा की विभिन्न मात्राओं के लिए उष्मीय चालकता की गणना

क्रम संख्या	उष्मा की मात्रा, Watt	dT1 ˚C	dT2 ˚C	dT3 ˚C	dT4 ˚C	dT5 ˚C	dT6 ˚C	औसत dT ˚C	उष्मीय चालकता, U w/m^2K
1	10	1.40	2.40	1.30	1.60	2.10	2.70	1.92	29.74
2	20	1.30	3.30	0.90	1.80	3.20	3.90	2.40	47.34
3	50	3.40	9.10	8.80	6.30	4.30	11.40	7.22	40.74

परीक्षण के परिणाम एवं विवेचना

नॉर्थ प्लेट का उष्मीय चालकता मान, सिंक प्लेट के विभिन्न तापमानों पर तथा प्रदान की गई विभिन्न उष्मा मात्राओं के लिए लगभग 20 से 47 w/m^2 k के मध्य प्राप्त हुआ। विभिन्न शोध पत्रों में दोनों तरफ की सतही प्लेटों वाली छत्तों नुमा संरचना की उष्मीय चालकता का मान 200 से 250 w/m^2 k के आसपास ज्ञात हुआ है जो हमारे द्वारा ज्ञात मान (एक सतही प्लेट के साथ) से अधिक है। इसका कारण छत्तों नुमा संरचना के धनत्व, उनकी मोटाई एवं दाब जिसके द्वारा सतही प्लेटो को छत्तों के साथ जोड़ा गया है, पर निर्भर करता है, जो विभिन्न प्लेटों में भिन्न होने से यह अंतर हो सकता है। उष्मीय चालकता का मान काफी कम होने से उष्मीय द्रव्यमान बढ़ाने के बावजूद उष्मा का स्थानांतरण शीघ्रता से नहीं होने से यह उपाय ज्यादा प्रभावी नहीं रहा। फलस्वरूप बढ़ाया हुआ उष्मीय द्रव्यमान तापान्तर को कम करने में मददगार साबित नहीं हो सका। इन दोनों मूल कारणों को जानते हुए, अन्य

उपायों का अध्ययन किया गया। उष्मीय द्रव्यमान बढ़ाने के विकल्प को प्रभावी बनाने हेतु, उष्मीय अवरोधकता मान का कम होना जरूरी था। छत्तों नुमा संरचना की मोटाई लग्भग 100 माइक्रोन तथा उसका सतही प्लेट से कमजोर संपर्क, किसी तरह दूरकर हम इसमें काफी सुधार देख सकते थे। एक ही प्लेट से बनायी किसी छत्ते नुमा संरचना तथा सतही प्लेट का स्थानीय उष्मा की वजह से उत्पन्न होने वाले तापान्तर का सैद्धांतिक तौर पर अध्ययन से यह स्पष्ट हुआ कि, इस तरह के प्रयास से तापान्तर में काफी कमी लायी जा सकती है।



चित्र 4 -उष्मीय चालकता मापन हेतु नॉर्थ प्लेट की ताप निर्वात कक्ष में स्थापना। उपरी आवरण से उष्मा में ह्रास को रोकने हेतु उसे उष्मा रोधी परतों से ढँक दिया गया ।

निष्कर्ष

एक-सतही छत्तेनुमा संरचना की उष्मीय चालकता, दोनों सतहों के बीच कम सतही संपर्क होने से तथा उचित दबाव की अनुपस्थिति से, कम हो जाती है। परिणाम स्वरूप, सतही प्लेट पर उष्मीय द्रव्यमान बढ़ा कर, तापान्तर को कम करने के प्रयासों का प्रभावी असर देखने को नहीं मिला। उक्त परीक्षण एवं सैद्धांतिक गणनाओं से यह स्पष्ट हो गया की उष्मीय चालकता के मान को बढ़ाने के लिए, अतिरिक्त उष्मीय द्रव्यमान को छत्तों कि संरचना में समाविष्ट करना होगा | इससे स्थानिक ताप मान अधिक नहीं बढ़ेगा। उपलब्ध संसाधनों द्वारा ऐसा निर्माण हम एक ही मूल प्लेट से छत्तों की संरचना तथा सतही प्लेट का निर्माण करके कर सकते हैं। इस तरह की प्लेट की चालकता का मान, उष्मीय संपर्क अवरोधाकता के समाप्त हो जाने से एवं छत्तों की संरचना की मोटाई बढ़ जाने से, छत्तों में तापान्तर का मान काफी कम हो सकता है। सैद्धांतिक गणनाओं से ज्ञात हुआ कि इससे तापान्तर 3°C से 4°C तक रह सकता है। इसे ध्यान में रखकर नया अभिकल्प तैयार किया जा रहा है, जिसमें उष्मीय चालकता मान के साथ-साथ नॉर्थ प्लेट के द्रव्यमान एवं तापान्तर का इष्टतम संयोजन हो सके, इसका विशेष ध्यान रखा जा रहा है।

आभार

हिंदी तकनीकी संगोष्ठी में अपना लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति का आभार व्यक्त करते है। लेखकगण प्रधान, जी एल एम डी, श्री ए पी वोरा के आभारी हैं, जिनके तकनीकी मार्गदर्शन एवं उत्साह वर्धन से हम तापान्तर को कम करने के प्रयास में सतत प्रयत्नशील है | लेखकगण, ग्रुप प्रधान, ओ पी एम जी, श्री चिराग दीवान एवं समूह निदेशक, एम ई एस ए, श्री ए एम झा के आभारी हैं, जिन्होंने हमें इस तरह का परीक्षण, विश्लेषण करने के लिए प्रेरणा दी। साथ ही हम ताप निर्वात सुविधा, एवं उष्मीय विभाग के आभारी हैं, जिनके सहयोग के बिना इस परीक्षण को पूरा करना संभव नहीं था। लेखकगण हिंदी विभाग का भी आभार व्यक्त करते हैं, जिनकी सहायता से यह लेख संगोष्ठी में भेजा जा सका।

***

अंतरिक्ष विज्ञान मिशन एवं अनुप्रयोग

चन्द्रयान 1-टीऍमसी (TMC) के उच्च लेवल प्रोडक्ट एवं उपयोगिताएँ

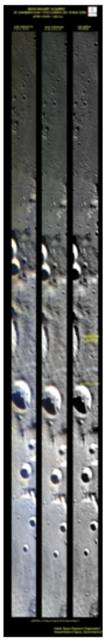
कन्न अय्यर एवं सुनंदा त्रिवेदी
ईमेल: kannan@sac.isro.gov.in, sunanda@sac.isro.gov.in
एच आर डी पी डी / एस0पी0डी0सी0जी0, संकेत एवं प्रतिबिम्ब संसाधन क्षेत्र
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद – 380015

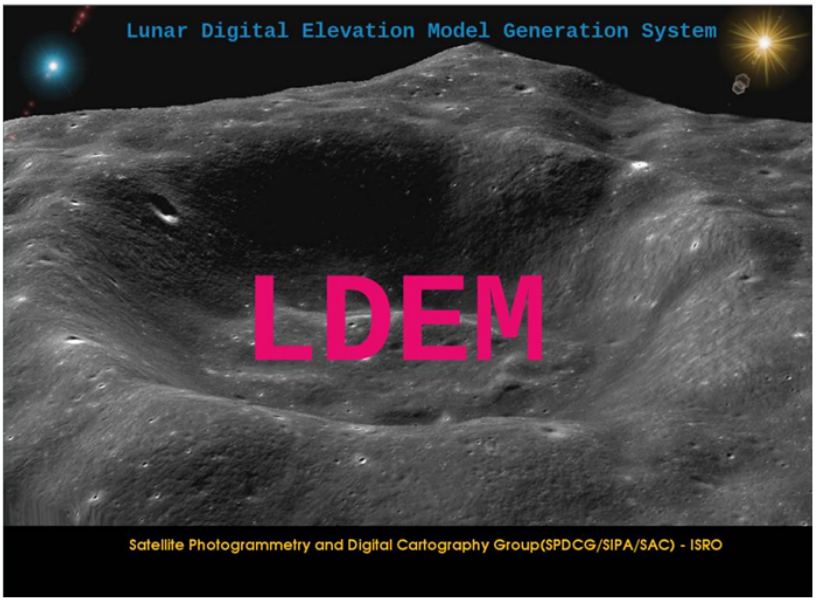
1. परिचय

चन्द्रयान-1 उपग्रह से हमें टीऍमसी (टेरेन मैपिंग कैमरा) त्रिक चित्र चन्द्र की सतह के प्रदान हूऐ हैं। करीब 40 प्रतिशत चन्द्र की सतह के चित्र प्राप्त किए गए हैं। टीऍमसी चित्र, इंडियन स्पेस साईस डेटा सेंटर (ISSDC), जो बेगलुरु के पास बायलालु में है, वहा संग्रह किए गए हैं। ये डाटा सैक पेलोड ऑपरेशन सेंटर (POC), अहमदाबाद को उपलब्ध कराए जाते हैं, उच्च लेवल के प्रोडक्ट प्रजननकर ने लिए ग्रह-विज्ञान में पहली बार पूरी स्ट्रीप डाटा की प्रक्रिया कर डेम एवं ऑर्थो चित्र उत्पादन किए गए हैं, सैक पेलोड ऑपरेशन सेंटर (POC), अहमदाबाद में। यह अपने आप में चुनौती पूर्ण प्रक्रिया है, जो काफी अधय्यन एवं परीक्षण के बाद पूरी की गई हैं। इस चन्द्र के डेम एवं ऑर्थो चित्र से काफी उपलब्धियां प्राप्त की जा सकती हैं और चन्द्र की सतह को द्रुभाषित एवं विश्लेषणकर सकते हैं। ये टेक्नीकल प्रलेखन यान-1 टीऍमसी डाटा के विविध डाटा उत्पादित के बारे में सूचनाएं एवं उपयोगिताएँ अवगत कराता है।

2. उच्च लेवल प्रोडक्ट

टीऍमसी तीन चित्र एकसाथ चन्द्र की धरा से अर्जित करता है [1]। चन्द्रयान-1 उपग्रह की 100 किमी. उचाई से चित्र लिए गए हैं। टीऍमसी में तीन केमेरे है जो एक साथ आगे, मध्य एवं पीछे अवलोकन विधि से चित्र प्राप्त करते हैं (आकृति-1)। टीऍमसी चित्र की 5मि. विभेदी और 20 किमी. प्रमार्ज हैं, 400-900नेनो. बेड में। टीऍमसी का पूर्ण लेवल-0 प्रोडक्ट सैक पेलोड ऑपरेशन सेंटर (POC), अहमदाबाद में संग्रह हैं ओर ये ही मुख्य निवेश है उच्च लेवल प्रोडक्ट उत्पादन करने में। टीऍमसी चित्र को चन्द्र भूमि बिंदुओं (Lunar Control Point) एवं ज्यामितीय मॉडल की प्रक्रिया से डेम (DEM) एवं ऑर्थो (orthoimage) प्रोडक्टस बनाए गए हैं। टीऍमसी डेम (DEM) इस्तेमालकर के ऑर्थो (orthoimage) प्रोडक्टस 5मि. विभेदी से उत्पादित किए गए हैं। इस उच्च लेवल प्रोडक्ट उत्पादन [2] के लिए एक सॉफ्टवेयर विकसित किया गया है, जिसके निरन्तर प्रयोग से प्रोडक्ट बनाए गए हैं। वक्त के साथ इस सॉफ्टवेयर (software)में भी कई नए अल्गोरिथम के साथ उसे बेहतर बनाया गया है जिसका सफल परिणाम हमें मिला हैं। इस सॉफ्टवेयर का नाम 'लूनर डिजिटल एलिवेशन मॉडल सिस्टम (Lunar Digital Elevation



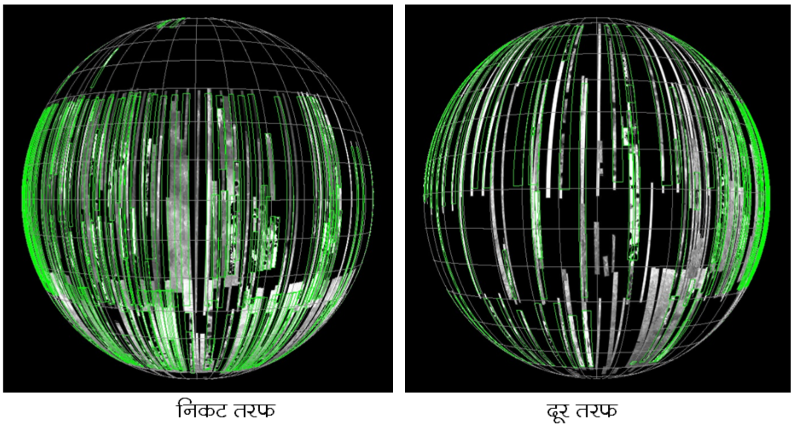


आकृति-1:टीऍमसी डेटा   आकृति-2 : सॉफ्टवेर - 'लूनर डिजिटल एलिवेशन मॉडल शिष्टम'

Model System)' करार किया गया है (आकृति-2), डेम 10 मि. जाली (grid) अंतर्गत उत्पन्न किए गए हैं।

3. टीऍमसी अर्जित डाटा

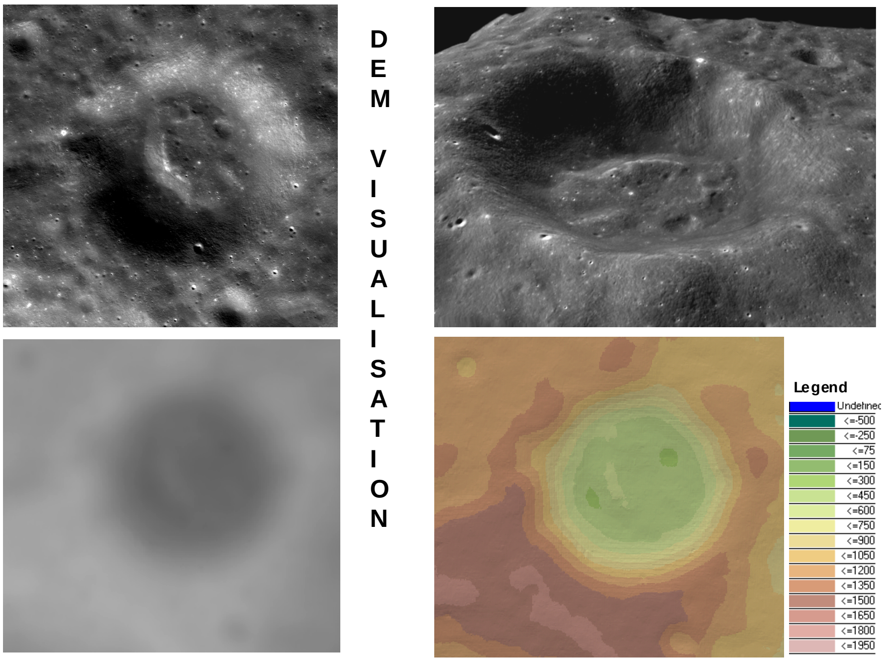
चन्द्र की सतह के 40 डाटा % संकलन किए गए हैं। चन्द्रयान- 1 उपग्रह पूर्ण चन्द्र की सतह के चित्र नहीं ले पाया, करीब 40 प्रतिशत चन्द्र की सतह के चित्र प्रापत किए गए हैं। परंतु इतना डाटा भी द्रुभाषित एवं विश्लेषण के लिए काफी उपयोगी है।



आकृति-3: चन्द्र का डाटा संग्रह

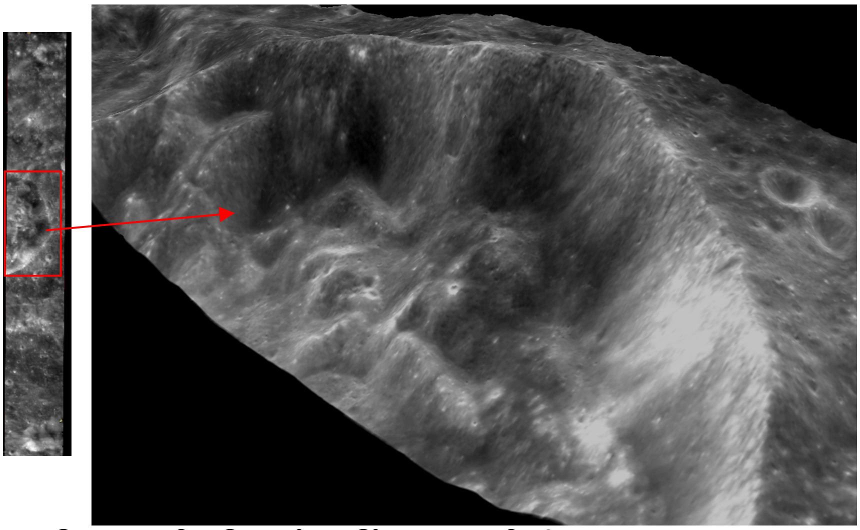
4. टीऍमसी डेम एवं ऑर्थो चित्र की उपयोगिताएँ

डेम (DEM) एवं ऑर्थो (orthoimage) प्रोडक्टस की विविध उपयोगिताएँ हैं, जैसे कि 2.5 परिदृश्य, 3डी दृश्य, आच्छदित चित्र, चन्द्र मानचित्र, एनाग्लीफ प्रोडक्टस इत्यादि। इनके प्रयोग से चन्द्र की सतह द्रुभाषित एवं विश्लेषण के प्रयोग में उपयोगी हैं। काफी वैज्ञानिकों ने इस डाटा का प्रयोगकर के तकनीकी प्रलेख लिखे हैं। डेम चन्द्र की सतह से ऊपर-नीचे वाले जमीन/गड्ढे का ज्ञान प्रदर्शित (आकृति-4) करता है, ये जानकारी से विभिन्न रूप से गड्ढे का विवरण- विश्लेषण के कम आ सकता है। डेम के 2.5 परिदृश्य से गड्ढे की गहराई, ढाल एवं घनत्व के बार में समझा जा सकता है।

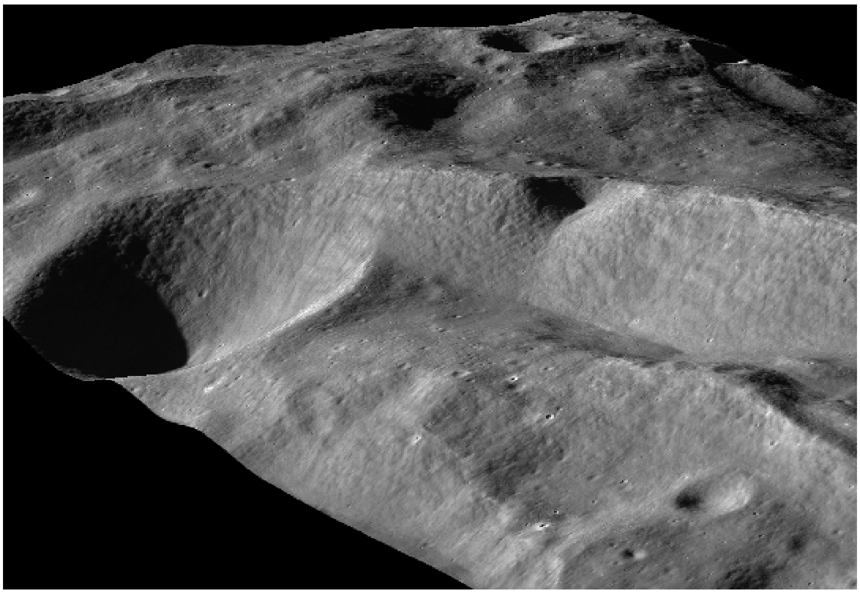


आकृति-4: डेम चित्रकल्प

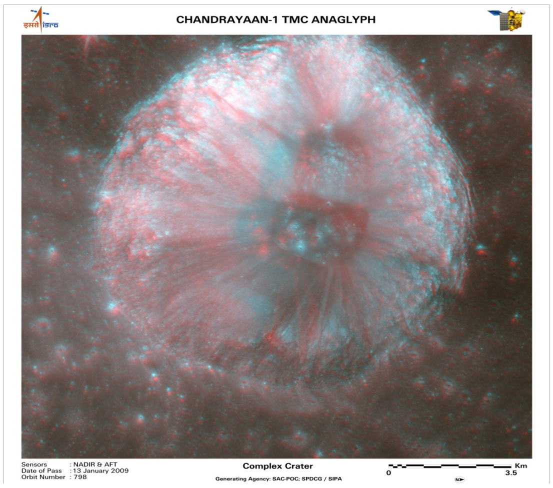
आच्छदित चित्र दर्शन (आकृति-5, 6) भी इसी तरह विश्लेषण के प्रयोग में महत्वपूर्ण योगदान सूचनाएं प्रदान करते हैं। और अधिक में एनाग्लीफ प्रोडक्टस, इसे एनाग्लीफ ऐनक से देखा जाता है, तभी आप 3डी का अनुभवकर पा सकते हैं। इसका महत्व यह है कि बिना किसी यंत्र प्रयोग, आप 3डी कही भी देख सकते हो यह पत्र (Paper) प्रोडक्टस ले के। ऑर्थो प्रोडक्टस से चन्द्र भूदृश्य मान चित्र प्रजनन किए गए है, जो अंतरिक्ष विज्ञानिको के विश्लेषण के प्रयोग में उपयोगी रहेंगे। योगदान प्रदान करते हैं।



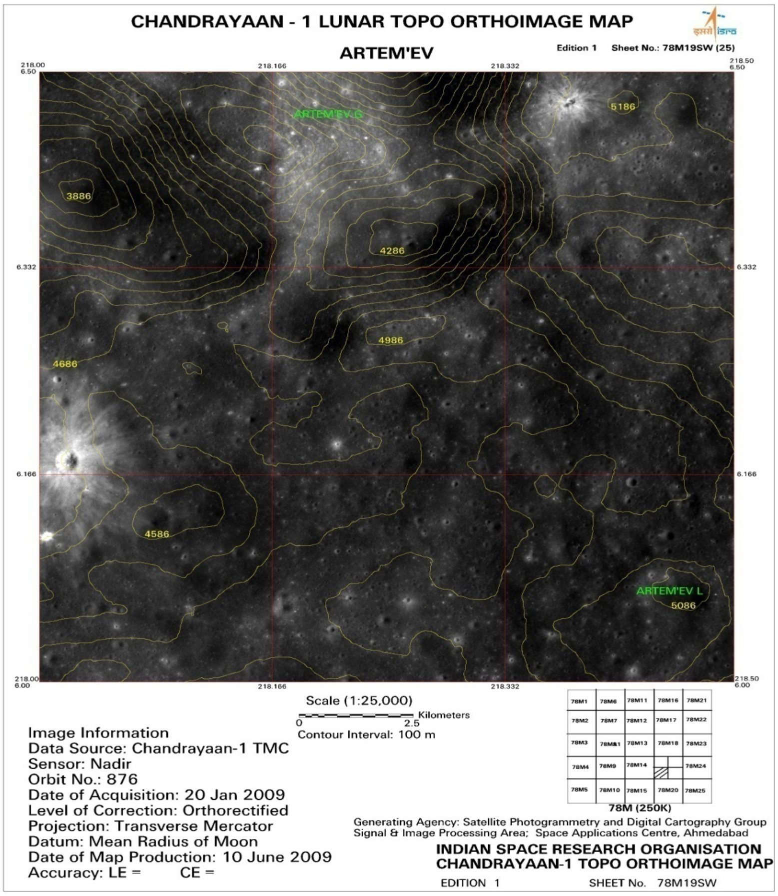
आकृति-5: आच्छदित चित्र दर्शन ऑर्बिट नम.:798, दिनांक:13 जन. 2009



आकृति-6: चन्द्र पर मोरेतटस गड्डे का खंड, दी. 15-नव.-2008 को टीऍमसी कैमेरा से प्राप्त



आकृति-7 :एनाग्लीफ प्रोडक्टस



आकृति-8: चन्द्र भूदृश्य मानचित्र

4. निष्कर्ष

चन्द्रयान-1 टीऍमसी डेम (DEM) एवं ऑर्थो (orthoimage) प्रोडक्टस, टीऍमसी के उच्च लेवल प्रोडक्ट है, जिसका महत्वपूर्ण उपयोग किया जा सकता है। ये डेम एवं ऑर्थो प्रोडक्टस के विविध उपयोगिताएँ हैं, जैसे 2.5 परिदृश्य, 3डी दृश्य, आच्छादित चित्र, चन्द्र मानचित्र, एनाग्लीफ प्रोडक्टस इत्यादि जो ऊपर विभिन्न आकृतियों में दर्शायी गई हैं, इनके प्रयोग से चन्द्र की सतह दुभाषित एवं विश्लेषण के प्रयोग में उपयोगी हैं। उपग्रह चन्द्रयान-2 जो करीबी समय में लांच किया जाने वाला है, ये सारे प्रोडक्टस चन्द्रयान-2 डाटा उत्पादन में बहुत उपयोगी सिद्ध होंगे।

5. संदर्भ

१) चन्द्रयान-1 डाटा प्रोडक्टस उत्पन्न प्रणाली
यान-1/डीपी/सेक/सीप/ एस0पी0डी0सी0जी0/टीएन-/मई 2009

२) चन्द्रयान-1 टीऍमसी डेम एवं ऑर्थो मूल्यांकन रीपोर्ट
यान-1/डीपी/सेक/सीप/ एस0पी0डी0सी0जी0/टीएन-09 /सितम्बर 2012

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

भविष्य के भारतीय अंतरउपग्रहीय अंतरिक्ष अभियानों के लिए उपयोगी रेडियोधर्मी तापवैद्युत उत्पादक (Radioisotope Thermoelectric Generator, RTG): कुछ आरंभिक अध्ययन

विवेक कुमार सिंह
तापीय अभियांत्रिकी प्रभाग
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद
singhvivek@sac.isro.gov.in, 079-26914426

सारांश

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) ने वर्ष 2009 में चंद्रयान-1 का सफल प्रक्षेपण किया। वर्ष 2013 के अंत में इसरो ने मंगल ग्रह की यात्रा मंगल कक्षीययान अभियान (Mars Orbiter Mission) से आरंभ की। निकट भविष्य में इसरो अन्य अंतर उपग्रहीय अभियानों की ओर अपने कदम बढ़ा रहा है। इनमें से अभी चंद्रयान-2 पर कार्य चल रहा है। भविष्य के अंतर उपग्रहीय अभियानों में अंतरिक्षयान के विभिन्न उपकरणों को ऊर्जा प्रदान करने के लिए रेडियोधर्मी क्षय (Radioactive decay) पर आधारित उपकरण, रेडियोधर्मी तापवैद्युत उत्पादक, आरटीजी (Radioactive Thermoelectric Generator, RTG) एक बेहतर विकल्प हो सकता है। इस लेख में आरटीजी की उपयोगिता, कार्य का सिद्धांत, संरचना, लाभों व कुछ आरंभिक प्रायोगिक परीक्षणों का वर्णन किया गया है।

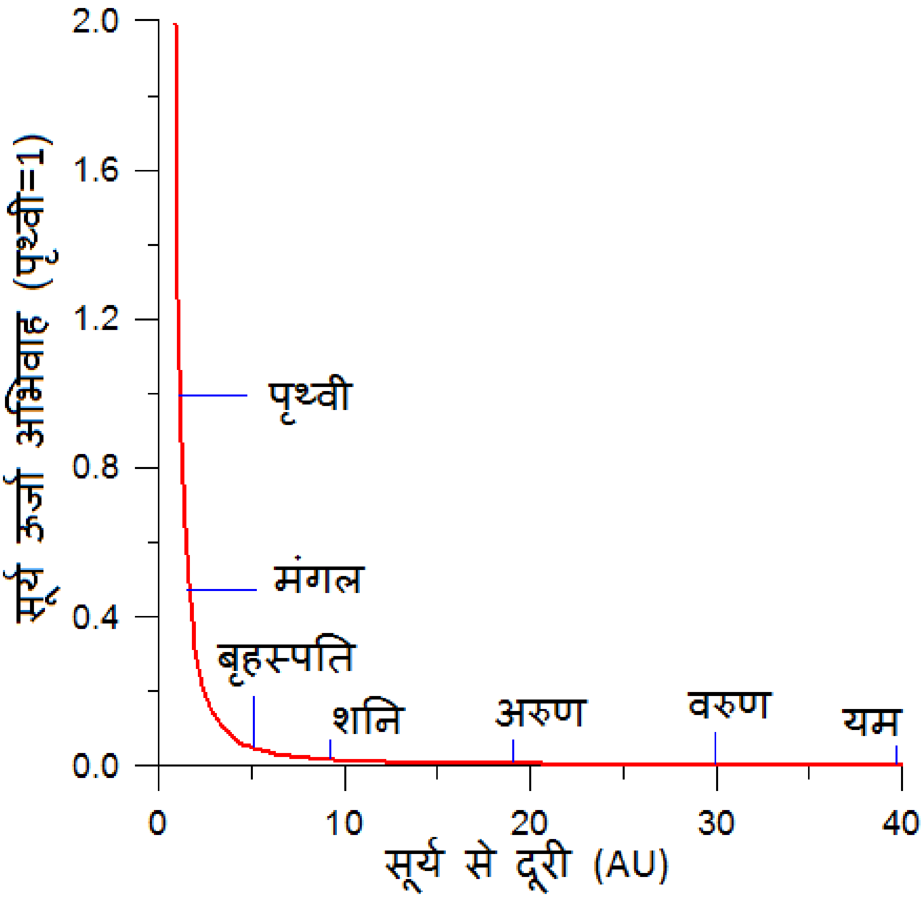
1.प्रस्तावना

18 जुलाई, 1980 को भारत के सुदूर दक्षिण में स्थित श्रीहरिकोटा के सतीश धवन अंतरिक्ष केंद्र से 'एसएलवी-3' नामक उपग्रह प्रमोचन यान (Satellite Launch Vehicle) के सफल प्रमोचन का जो शुभारंभ हुआ वह नित्य नयी ऊँचाइयों को छूता हुआ अनवरत रूप से जारी है। इसरो ने अभी तक ध्रुवीय उपग्रह प्रमोचन यान, पीएसएलवी (Polar Satellite Launch Vehicle, PSLV) व सूर्य तुल्यकाली उपग्रह प्रमोचन यान, जीएसएलवी (Geosynchronous Satellite Launch Vehicle, GSLV) का सफलतापूर्वक विकास एवं प्रचालन किया है। वर्ष 2013 के अन्त तक पीएसएलवी की 25 सफल उड़ानें हो चुकी हैं व वर्ष 2014 के आरंभ में जीएसएलवी भी अपनी आठवीं उड़ान के लिए तैयार है [1]। 4 टन के उपग्रहों को सूर्य तुल्यकाली अंतरण कक्षा, जीटीओ (Geo-transfer Orbit, GTO) में प्रक्षेपित करने के लिए जीएसएलवी मॉक-3 (GSLV-MK3) प्रमोचन यान का विकास पूरे जोरों पर है व वर्ष 2014 में इसकी पहली प्रायोगिक उड़ान की संभावना है [2]। अल्प लागत व कार्य कुशल विश्वस्तरीय प्रमोचन यानों के विकास कार्यक्रमों के अंतर्गत इसरो प्रौद्योगिकी प्रदर्शक पुनरोपयोगी प्रमोचन यान (Reusable Launch Vehicle-Technology Demonstrator, RLV-TD) व वायु श्वसन नोदन (Air >reathing Propulsion) प्रणाली पर भी कार्य कर रहा है। सन् 2007 में एसआरई (Space Recovery Experiment, SRE) परियोजना के अंतर्गत इसरो ने अंतरिक्ष से पृथ्वी के वायुमंडल में पुनः प्रवेश करने की क्षमता अर्जित की। दूरसंचार के क्षेत्र में इसरो के द्वारा प्रक्षेपित किए गए आईआरएस (IRS) एवं इन्सैट (INSAT) उपग्रह लगातार प्रमुख भूमिका निभा रहे हैं। इन उपग्रहों की क्षमता को दिन पर दिन बेहतर बनाने के प्रयास जारी हैं। दूर शिक्षा के क्षेत्र में एडूसैट (EDUSET) नामक उपग्रह सराहनीय भूमिका अदाकर रहा है। आम आदमी के हित को ध्यान में रखकर इसरो के द्वारा प्रारंभ किए गए प्रयास जैसे दूरचिकित्सा (Tele Medicine), दूरशिक्षा (Tele Education) आपदा चेतावनी (Disaster Warning) इत्यादि की व्यापक सराहना की गई है।

प्रमोचन यानों एवं उपग्रहों की अभिकल्पना एवं सफलतापूर्वक परिचालनकर इसरो ने भारत को विकसित देशों के बीच एक विशिष्ट पहचान दी है। इन्हीं सफलताओं से उत्साहित होकर जनकल्याण हेतु ज्ञान प्राप्ति की लालसा में इसरो ने वर्ष 2008 में अपने पहले अंतर उपग्रहीय अभियान चंद्रयान-1 का 22 अक्तूबर, 2008 को सफलतापूर्वक प्रमोचन किया। चंद्रयान-1 में कुल 11 उपकरण लगे थे, इसमें से 5 उपकरणों का विकास भारत में किया गया था, 3 उपकरण यूरोपीय अंतरिक्ष ऐजेंसी (ESA) के, 2 उपकरण अमेरिका के व 1 उपकरण बुल्गारिया का था। चंद्रयान-1 ने चंद्रमा की सतह पर पानी की उपस्थिति का पता लगाने जैसी अनेक नवीन खोजों को अंजाम दिया। इस महाभियान ने भारत को अपनी प्रौद्योगिकी क्षमता में उत्कृष्टता का

भरोसा दिलाया। चंद्रयान-1 के पश्चात् 5 नवंबर, 2013 को इसरो ने मंगल ग्रह की यात्रा आरंभ की। इस दिन 'मार्स ऑर्बिटर मिशन' का प्रमोचन पीएसएलवी सी-25 नामक प्रमोचन यान से किया गया। इसरो चंद्रयान-1 व 'मार्स ऑर्बिटर मिशन' के पश्चात् निकट भविष्य में अन्य अंतर उपग्रहीय अभियानों (यथा चंद्रयान-2) की ओर कदम बढ़ा रहा है।

जैसे-जैसे हम पृथ्वी की सतह से दूर जाते हैं सौर ऊर्जा की तीव्रता कम होती जाती है। चित्र-1 में दिखाया गया है कि कैसे पृथ्वी की सतह से दूर जाने पर सौर अभिवाह (Solar flux) की मात्रा घटती जाती है [3]। सौर अभिवाह की यह घटती मात्रा हमें उपग्रह के उपकरणों को ऊर्जा प्रदान करने के लिए अन्य विकल्पों के बारे में सोंचने को प्रेरित करती है।



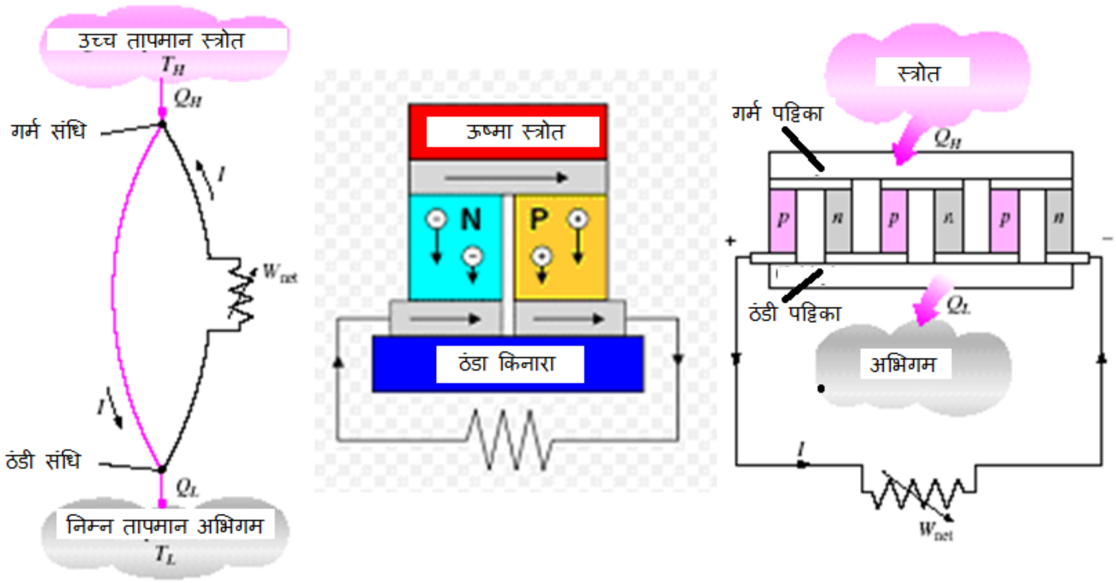
चित्र 1: सौर ऊर्जा की तीव्रता में परिवर्तन

अंतर उपग्रहीय अभियानों में अंतरिक्षयान को विद्युत शक्ति प्रदान करने में नाभिकीय ऊर्जा का प्रयोग अन्य देशों के द्वारा दशकों से किया जाता रहा है। नाभिकीय ऊर्जा को नाभिकीय विखंडन, नाभिकीय संलयन या रेडियोधर्मी क्षय के माध्यम से प्राप्त किया जा सकता है। विखंडन रिएक्टरों का प्रयोग रूस तथा संयुक्त राज्य अमेरिका के द्वारा अपने पूर्व के अंतर उपग्रहीय अभियानों में किया गया है। चूँकि इन रियेक्टरों में गति करने वाले भाग होते हैं अतः यह कम भरोसेमंद होते हैं व दीर्घावधि तक इनके प्रचालन में समस्याएँ आती हैं। संलयन की प्रक्रिया के फलस्वरूप उत्पन्न अत्यंत उच्च तापमान की वजह से पैदा होने वाली असुविधाओं के कारण संलयन रियेक्टरों का निर्माण अंतरिक्ष में उपयोग के लिए अभी तक नहीं किया जा सका है। नाभिकीय ऊर्जा से शक्ति प्राप्त करने का तीसरा तरीका रेडियोधर्मी क्षय से प्राप्त ऊर्जा के माध्यम से है तथा इसका प्रयोग अमेरिका एवं रूस रेडियोधर्मी तापवैद्युत उत्पादक 'आरटीजी' नामक उपकरण द्वारा लंबे समय से अपने अंतरउपग्रहीय अभियानों के लिएकर रहे हैं। इस उपकरण का सफलतापूर्वक प्रयोग वोएजर (Voyager), गैलीलियो (Galileo) तथा कैसिनी (Cassini) जैसे महत्वपूर्ण अभियानों में विभिन्न इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों को विद्युत ऊर्जा प्रदान करने में किया गया है [4&5]। भारत के भविष्य के समानव तथा मानव रहित अंतरउपग्रहीय अभियानों के अंतरिक्षयान के विभिन्न उपकरणों को ऊर्जा प्रदान करने के लिए आरटीजी एक बेहतर विकल्प हो सकता है। यह लेख इसी प्रौद्योगिकी से संबंधित है। लेख का भाग-2 आरटीजी

के कार्य के सिद्धांत से संबंधित है, भाग-3 आरटीजी की संरचना के बारे में है, भाग-4 में आरटीजी के लाभों का वर्णन किया गया है व अंत में भाग-5 में निष्कर्ष दिया गया है।

2. कार्य का सिद्धांत

रेड़ियोधर्मी पदार्थ के रेड़ियोधर्मी क्षय से उत्पन्न तापीय ऊर्जा का विद्युत ऊर्जा में परिवर्तन ही आरटीजी का सिद्धांत है। तापीय ऊर्जा का विद्युत ऊर्जा में परिवर्तन पेल्टियर-सीबेक तापवैद्युतीय प्रभाव (Peltier-Seebeck Thermoelectric Effect) की युक्ति से किया जाता है। इस युक्ति में दो असमान धातुएँ या अर्द्धचालक (Semiconductor) जोकि, भिन्न तापमानों से जुड़े हैं की संधियों के मध्य विभवांतर उत्पन्न होता है [चित्र-2]।



चित्र 2: पेल्टियर-सीबेक युक्ति से ऊर्जा का उत्पादन

आरटीजी में प्रयोग किए जाने वाले रेडियोधर्मी पदार्थ में निम्न गुण होने चाहिए:

क) रेडियोधर्मी पदार्थ की अर्द्धआयु पर्याप्त रूप से अधिक होनी चाहिए ताकि आरटीजी दीर्घ अवधि तक लगभग एकसमान ऊर्जा उत्पन्न कर सके व इसके साथ ही क्षय की तीव्रता भी पर्याप्त रूप से अधिक होनी चाहिए ताकि उचित मात्रा में विद्युत ऊर्जा प्राप्त की जा सके।

ख) एक दिए हुए विद्युत उत्पादन के लिए इसका भार कम होना चाहिए ताकि अंतरिक्षयान में उपयोगवान प्रदायभार को अधिक से अधिक बढ़ाया जा सके। कम भार के साथ ही इसका घनत्व अधिक होना चाहिए ताकि आरटीजी को न्यूनतम आकार में बनाया जा सके।

ग) इससे केवल निम्न भेदन क्षमता (penetration power) के कणों (प्रधानतः एल्फा कणों) का ही विकिरण होता हो। गामा विकिरण तथा न्यूट्रानों की भेदन क्षमता अधिक होती है अतः ये अवांछनीय हैं। बीटा कण द्वितीयक गामा किरणों को उत्पन्न कर सकते हैं अतः इनका उत्सर्जन करने वाले पदार्थों का भी चयन नहीं करना चाहिए।

उपर्युक्त विशेषताओं से युक्त रेडियोधर्मी पदार्थों में सर्वोत्तम पदार्थ प्लूटोनियम-238 [Pu-238] है। इसकी अर्द्धआयु 87.7 वर्ष है तथा इसके लिए मात्र 2.5 मिलीमीटर मोटी रक्षण परत (shielding layer) की आवश्यकता होती है। इससे गामा किरणों तथा न्यूट्रानों का विकिरण अत्यंत निम्न होता है व इससे ठीक-ठाक मात्रा में प्रति इकाई भार ऊर्जा प्राप्त हो सकती है। प्लूटोनियम-238 को प्लूटोनियम ऑक्साईड (Pu_2O_3-238) के रूप में प्रयोग किया जाता है। प्लूटोनियम-238 के एक परमाणु के क्षय से यूरेनियम-234 बनता है व एक एल्फा कण का उत्सर्जन होता है तथा 5.6 मिली इलेक्ट्रॉन वोल्ट की ऊर्जा उत्सर्जित होती है।

$$Pu^{238} \longrightarrow U^{234} + \alpha + 5.6\ MeV$$

प्लूटोनियम-238 के विखंड़न के फलस्वरूप उत्पन्न हुई इस तापीय ऊर्जा को विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित करने के लिए प्रयोग किए गए तापयुग्म (thermocouple) अत्यंत भरोसेमंद होते हैं तथा दीर्घावधि तक सुचारू रूप से कार्य करते हैं। इनकी दक्षता (efficiency) 3-7% के मध्य होती है। तापयुग्म में सिलिकॉन-जर्मेनियम (Si-Ge), जर्मेनियम-चाँदी (Ge-Ag) या अन्य किन्हीं दो विभवांतर वाली मिश्रधातुओं (alloy) का प्रयोग किया जा सकता है। वर्तमान में आरटीजी के लिए सिलिकॉन-जर्मेनियम मिश्रधातु का प्रयोग तापयुग्म के निर्माण में किया जाता है [6]। ऊष्मा का वह भाग जो विद्युत ऊर्जा में परिवर्तित नहीं होता है, उसका प्रयोग अंतरिक्षयान के घटकों को ऊष्मा प्रदान करने के लिए किया जा सकता है व इन सबके पश्चात् बची हुई ऊर्जा को अंतरिक्ष में विकिरणित (radiate)कर दिया जाता है।

3.संरचना

किसी आरटीजी के सामान्य घटक हैं-रेडियोधर्मी पदार्थ, इस पदार्थ को चारों ओर से घेरने वाला आवरण, क्लैडिंग (cladding), तापयुग्म व्यूह (thermocouple array), तापीय प्रबंधन तंत्र (thermal management system), गैस प्रबंधन तंत्र एवं इन सबको सहारा देने वाली संरचना (supporting structure) [3, 7&8]। आरटीजी की सामान्य संरचना को चित्र-3 में दिखाया गया है।

3.1 ऊष्मा स्रोत (Heat Source):

आरटीजी का केन्द्रीय भाग ऊष्मा स्रोत का कार्य करता है जोकि प्लूटनियम ऑक्साइड नामक रोडियोधर्मी पदार्थ से बना होता है। प्लूटोनियम ऑक्साइड के टुकड़े चारों ओर से एक धात्वीय रक्षण परत से घिरे होते हैं। यह रक्षण परत सामान्यतः 'इरीड़ियम' नामक मिश्रधातु (DOP-26) से बनाई जाती है। रक्षण परत की मोटाई इतनी होनी चाहिए कि यह एल्फा कणों के विकिरण को बिना अधिक ताप क्षय के रोक सके। इस रक्षण परत को क्लैडिंग भी कहते हैं।

3.2 तापयुग्म व्यूह (Thermocouple Array):

बडी संख्या में तापयुग्मों को क्लैडिंग की लंबाई की दिशा में क्लैडिंग की परिधि के चारों ओर लगाया जाता है। इनको श्रेणी क्रम (series) व समानान्तर क्रम (parallel) में इस प्रकार जोड़ा जाता है कि इसमें ठीक-ठाक संख्या में अतरिक्त (redundant) रास्ते (pathways) हों। ऐसा करने से तंत्र की विश्वसनीयता (redundancy) में बढ़ोत्तरी होती है। तापयुग्म की गर्म संधि (hot junction) का तापमान लगभग 1300 K व ठंड़ी संधि (cold junction) का तापमान लगभग 600 K के आसपास रखा जाता है। इस प्रकार से निर्मित एक सिलिकॉन - जर्मेनियम तापयुग्म लगभग 0.5 W की विद्युत शक्ति पैदा करता है व तापयुग्म व्यूह में प्रयोग किए गए तापयुग्मों की अधिकतम संख्या 500-600 के मध्य रखी जाती है।

3.3 तापीय प्रबंधन तंत्र (Thermocouple Management System):

चूँकि रेड़ियोधर्मी पदार्थ से अत्यधिक मात्रा में ऊष्मा अभिवाह (heat flow) होता है तथा तापयुग्मों की विद्युत ऊर्जा परिवर्तन की दक्षता अत्यंत निम्न होती है अतः आरटीजी में अधिक तापमान वृद्धि को रोकने के लिए ऊष्मा का बाहरी वातावरण में दक्षता पूर्वक उत्सर्जन करना अत्यंत आवश्यक है। यह कार्य आरटीजी की त्रिज्यीय दिशा (radial direction) में उचित विमाओं (suitable dimensions) की पंखुड़ियों (fins) को लगाकर किया जाता है। चूँकि प्रमोचन के समय भी आरटीजी अंतरिक्षयान में लगा होता है अतः यह अपने वातावरण के तापमान में अत्यधिक वृद्धिकर सकता है। इसको रोकने के लिए आरटीजी में नलियों (tubes) के माध्यम से जल प्रवाहित किया जाता है।

3.4 गैस प्रबंधन तंत्र (Gas Management System):

चूँकि आरटीजी की आंतरिक सतह का तापमान उच्च कोटि का होता है अतः यदि यह वायु के संपर्क में आए तो ऑक्सीकरण की संभावना होती है। अतः भंडारण एवं प्रमोचन के समय इसमें आक्रिय गैस [सामान्यतः ज़ीनॉन (Xe) या आर्गन (Ar)] प्रवेश करा दी जाती है व जब आरटीजी निर्वात में आता है तो इस गैस को बाहर निकाल दिया जाता है। गैस के प्रवाह को नियंत्रित करने के लिए एक आगामी गैस वॉल्व (inlet gas value) लगायी जाती है तथा गैस को ठीक समय पर बाहर निकालने के लिए एक दाब मोचन वाल्व (pressure relief value) लगायी जाती है।

3.5 सहारा देने वाला ढाँचा (Supporting Structure):

आरटीजी को इस प्रकार से अभिकल्पित (design) किया जाता है कि यह उच्च स्तर के झटकों को सह सके। ढाँचा इस प्रकार का होना चाहिए कि किसी दुर्घटना की अवस्था में रेडियोधर्मी पदार्थ टुकड़ों में न बिखरे अन्यथा यदि यह टुकड़ों में टूटकर बिखर गया तो यह रेड़ियोधर्मी क्षय से संबंधित खतरे पैदाकर सकता है। ढाँचागत मज़बूती प्रदान करने के लिए रेडियोधर्मी टुकड़ों (Radioactive Pallets) के चारों ओर इरीडियम की पतली परत चढ़ायी जाती है।

4. आरटीजी के लाभ

आरटीजी के निम्नलिखित मुख्य लाभ हैं --

1. इसमें कोई गति करने वाला भाग नहीं होता है अतः यह अत्यधिक भरोसेमंद तकनीक है।

2. इसके द्वारा ऊष्मा उत्पादन अंतरिक्षयान की स्थिति (position) पर निर्भर नहीं करता है। इसका प्रयोग उन अंतरउपग्रहीय अभियानों के लिए भी अत्यंत उपयोगी होता है, जिन ग्रहों की सूर्य से दूरी बहुत अधिक है।

आरटीजी का भार भी सौर ऊर्जा बैटरियों के समतुल्य है। चंद्रमा व अन्य उपग्रहों में जहाँ पर मिट्टी को खनने के लिए रोवर का प्रयोग किया जाता है वहाँ सौर ऊर्जा बैटरियों के प्रयोग करने की दशा में सौर पैनलों पर मिट्टी की परत जमने का खतरा रहता है। इस प्रकार यह सौर ऊर्जा बैटरियों से बेहतर विकल्प है।

3. चूँकि आरटीजी में प्रयुक्त रेडियोधर्मी पदार्थ की अर्द्धआयु बहुत अधिक (Pu-238 की 87.7 वर्ष) होती है अतः गहरे अंतरिक्ष अभियानों (deep space missions) के लिए यह लंबे समय तक लगभग एक समान ऊर्जा प्रदान कर सकता है।

4. यह अंतरिक्ष में होने वाले उच्च स्तर के विकिरणों के लिए सुग्राह्य (sensitive) नहीं है।

5. चूँकि इसमें प्रयुक्त रेडियोधर्मी ईंधन से उत्सर्जित होने वाले एल्फा-कणों की विभेदन क्षमता अत्यंत कम होती है अतः इसका उपयोग समानव अंतरिक्ष अभियानों के लिए यात्रियों के कक्ष के निकट किया जा सकता है।

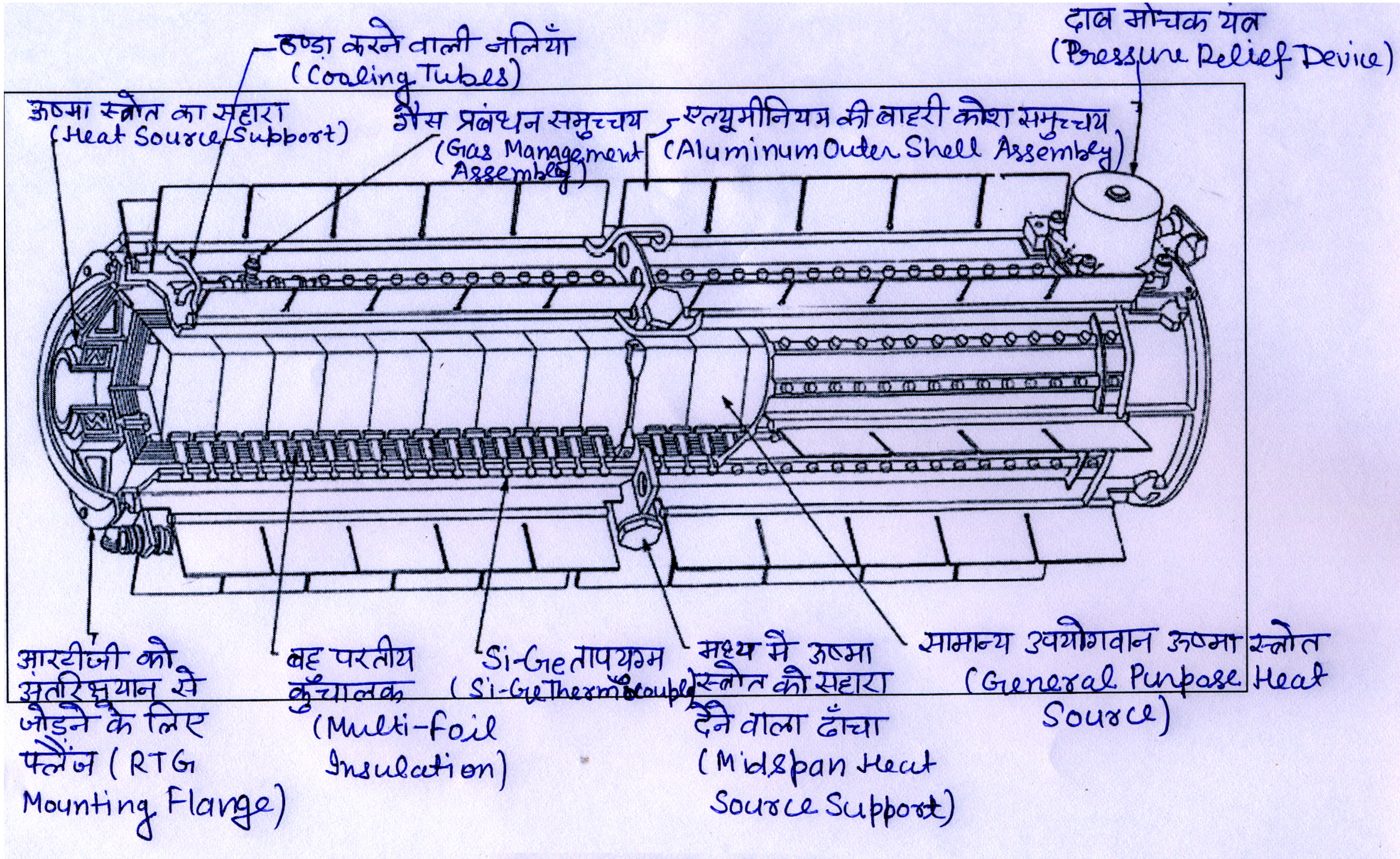
6. इससे पैदा होने वाली अतरिक्त ऊष्मा का प्रयोग अंतरिक्षयान के अन्य उपकरणों के तापमान नियंत्रण में किया जा सकता है।

5. आरंभिक प्रायोगिक अध्ययन

एलपीएससी में सेवा के दौरान हमने भी 5We शक्ति के आरटीजी के प्रयोगशाला स्तर के मॉडल के विकास का कार्य आरंभ किया था/ 5We शक्ति प्राप्त करने के लिए 100 W तापीय ऊर्जा की आवश्यकता होगी / आरंभ प्रायोगिक परीक्षणों हेतु लिए गए आरटीजी के अवयव हैं: तापीय इकाई, ग्रेफाइट संघट्ट कोश (Graphite Impact Shell, GIS), व एरोसेल (Aeroshell) / आरंभ में इरीडियम पैलेट की जगह विद्युत उष्मक (Electric heater) को स्रोत के रूप में प्रयोग किया गया है/ परीक्षणों को 15W, 40W व 60W की तापीय ऊर्जा के लिए किया गया है/ K- प्रकार के तापयुग्म से एरोसेल की सतह पर 6 जगहों पर तापमापन किया गया है।

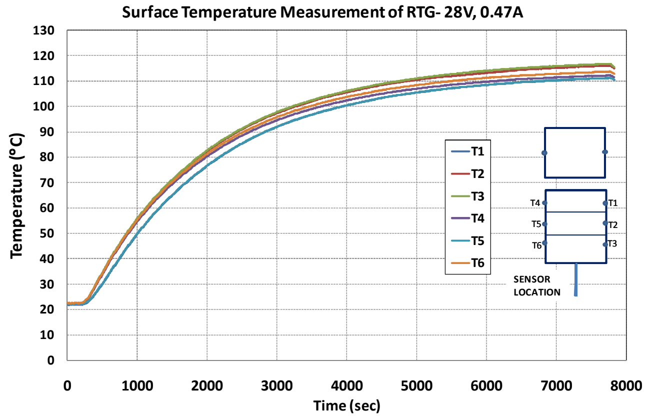
6. निष्कर्ष

इस लेख में भारत के भविष्य के अंतर उपग्रहीय अभियानों में अंतरिक्षयान के विभिन्न उपकरणों को ऊर्जा प्रदान करने के लिए एक विकल्प बन सकने वाली तकनीकी 'आरटीजी' का वर्णन किया गया है। एक 5 We शक्ति के 'आरटीजी' के प्रयोगशाला स्तर के हार्डवेयर का निकटतम उपलब्ध पदार्थों के साथ बनाया भी किया गया है व उसके कुछ प्रायोगिक परीक्षणों का समावेश भी इस पत्र में किया गया है। आरंभिक परिणाम काफी उत्साहवर्धक हैं। आरटीजी भारत के भविष्य के मानव रहित व समानव अंतरउपग्रहीय अभियानों में अंतरिक्षयान के विभिन्न उपकरणों को आवश्यक ऊर्जा प्रदान करने व उपग्रह के तापीय नियंत्रण की जरूरतों को पूरा करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। इसके विकास में तकनीकी रूप से बहुत सारी जटिलताएँ विद्यमान हैं परंतु इस प्रौद्योगिकी से मिलने वाले लाभ व इसके विकास में आने वाली चुनौतियां हमें इसके बारे में सोचने को प्रेरित करती हैं।

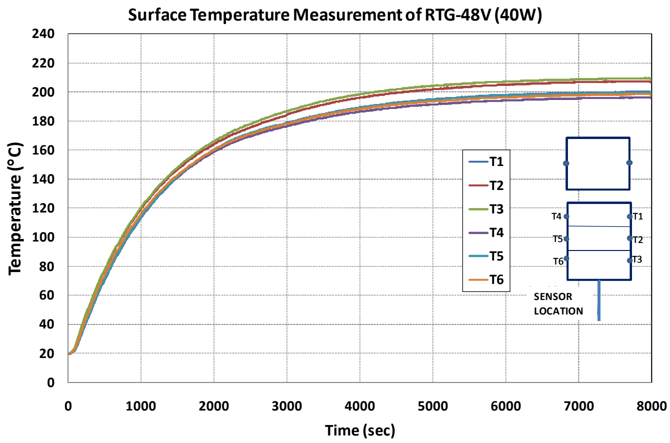


चित्र 3: 'आरटीजी' की संरचना

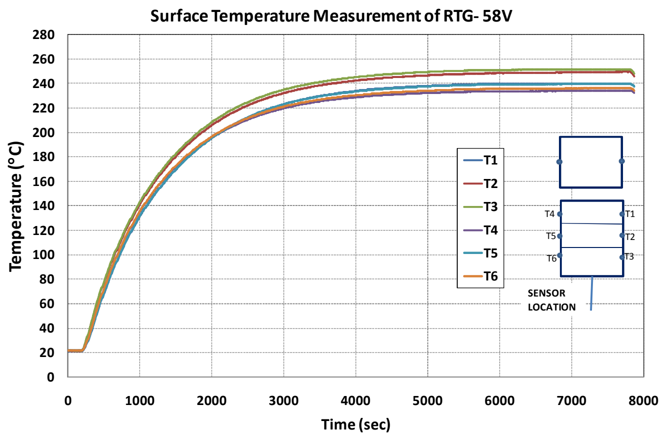
चित्र 4 (क, ख एवं ग) में एरोसेल की सतह पर समय के साथ तापमान के परिवर्तन को दिखाया गया है/



चित्र 4 (क): 15W इन्पुट शक्ति के लिए मापा गया तापमान



चित्र 4 (ख): 40W इन्पुट शक्ति के लिए मापा गया तापमान



चित्र 4 (ग): 60W इन्पुट शक्ति के लिए मापा गया तापमान

संदर्भ

1. www.isro.gov.in

2. http://www.frontline.in/cover-story/gslv-mkiii-the-next-milestone/article5596588.ece

3. Role of Nuclear Power and Nuclear Propulsion in the Peaceful Exploration of Space, International Atomic Energy Agency, Vienna, 2005.

4. The Pluto-New Horizons RTG and Power System Early Mission Performance, Geffrey K. Ottman and Christopher >. Hersman, 4th International Energy Conversion Engineering Conference and Exhibit (IECEC), 26 - 29 June 2006, San Diego, California.

5. Radioisotope Power: A Key Technology for Deep Space Exploration, George R. Schmidt and Thomas J. Sutliff, 6th International Energy Conversion Engineering Conference (IECEC), 28 - 30 July 2008, Cleveland, Ohio

6. >ennett, G.L., Campbell, R.W., Hemler, R.J. and Putnam, L.R., 'Status report on performance of radioisotope thermoelectric generators using silicon germanium thermoelectric elements, ' AIAA 94-4127, 29th Intersociety Energy Conversion Engineering Conference, August 1994.

7. Ferreira, E.A.F., Goodwin, G.M., George, T.G. and Rinehart, G.H., 'Long life radioisotopic power sources and encapsulated in platinum metal alloys, ' Platinum Metals Review, Vol. 41, No. 4, pp. 154-163, 1997.

8. >ennett, G.L., Lombardo, J.L., Hemler, R.J., Silverman, G., Whitmore, C.W., Amos, W.R., Johnson, E.W., Sehock, A., Zocher, R.W., Keenan, T.K., Hagan, J.C. and Englehart, R.W., 'Mission daring: The general-purpose heat source radioisotope thermoelectric generator, AIAA 2006-4096, 4th International Energy Conversion Engineering Conference and Exhibit, June 2006

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

उपग्रहों में ऊष्मा प्रबंधन के लिए डायोड ऊष्मानलियां

कमलेश कुमार बराया
वैज्ञानिक / आभियंता - एस एफ
तापीय अभियांत्रिकी प्रभाग (मेसा)
दूरभाषः 4425 ई-मेलः kkbaraya@sac.isro.gov.in

प्रस्तावना

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का उपयोग सामाजिक कल्याण एवं मानव की समस्याओं के समाधान के लिए होना चाहिए। यही हमारे अंतरिक्ष कार्यक्रम का मुख्य उद्देश्य है। हमारे देश में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी ने संचार, प्राकृतिक संसाधन प्रबंधन, शिक्षा, स्वास्थ्य, कृषि, वैज्ञानिक अनुसंधान एवं सुरक्षा जैसे क्षेत्रों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। चन्द्रयान एवं मंगलयान जैसे अभियानों ने अंतरिक्ष अनुसंधान के क्षेत्र में हमारे देश का दुनिया में गौरव बढ़ाया है। अब देश में विकास की गति को और बढ़ाने के लिए उच्च क्षमता वाले उन्नत उपग्रहों की मांग निरन्तर बढ़ रही है। हमारी आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए संचार उपग्रहों की क्षमताओं में सतत प्रगति की जा रही है। इसी तरह सुदूर संवेदी उपग्रहों की विभेदन क्षमताओं में भी सतत प्रगति हुई है। उपग्रहों की क्षमताओं में वृद्धि के साथ-साथ विशिष्ट उद्देश्यों के लिए लघु एवं सूक्ष्म उपग्रहों का उपयोग भी बढ़ रहा है। उच्च क्षमता के उन्नत उपग्रहों, लघु एवं सूक्ष्म उपग्रहों के निर्माण में कई चुनौतियों का भी सामना करना पड़ता है। उपग्रहों में ऊष्मा प्रबंधन उनमें से एक महत्वपूर्ण चुनौती है। किसी उपग्रह के सफल प्रचालन के लिए यह आवश्यक है कि उपग्रह के जीवनकाल के दौरान उसके सभी अवयवों के तापमान उनकी स्वीकार्य सीमाओं के अंदर होने चाहिए। उपग्रहों में समुचित ऊष्मा प्रबंधन द्वारा यह सुनिश्चित किया जाता है कि उसके सभी अवयवों के तापमान स्वीकार्य सीमाओं के अंदर हों। ऊष्मानलियों के द्वारा उपग्रहों के ऊष्मा प्रबंधन की कई समस्याओं का समाधान किया जा सकता है इसलिए उपग्रहों के ऊष्मा प्रबंधन के लिए ऊष्मानलियों का उपयोग लगभग अनिवार्य होता जा रहा है। हमारे देश के उपग्रहों में ऊष्मानलियों का उपयोग पिछले दो दशकों से किया जा रहा है। उपग्रहों में विशिष्ट परिस्थितियों में विशेष ऊष्मानलियों की आवश्यकता होती है। डायोड ऊष्मानलियां ऐसी विशेष ऊष्मा नलियां है जिनकी आवश्यकता विशेष परिस्थितियों में होती है। भविष्य के उपग्रहों के लिए ऐसी विशेष ऊष्मानलियों पर अनुसंधान एवं विकास की आवश्यकता है। इन आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए इस लेख में डायोड ऊष्मानलियों पर प्रकाश डाला गया है।

डायोड ऊष्मानली क्या है ?

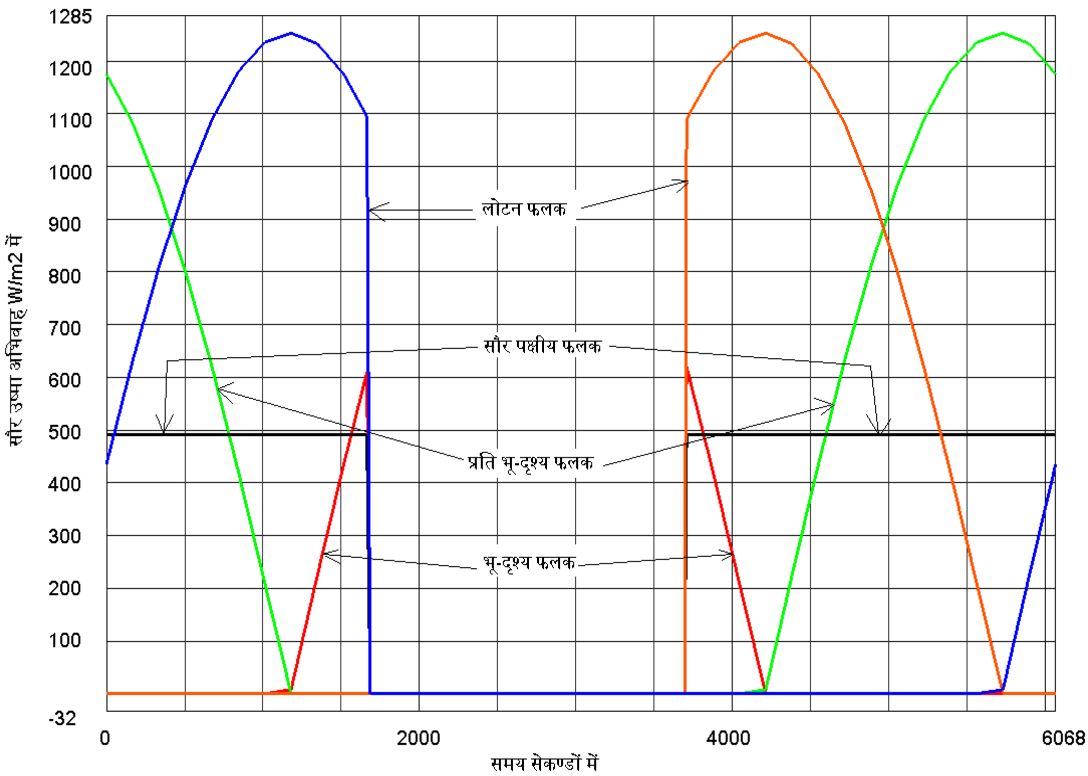
ऊष्मानली एक बहुत अधिक ऊष्मीय चालकता वाली प्रयुक्ति है जो ऊष्मा को एक स्थान से दूसरे स्थान तक बहुत अधिक दक्षता के साथ स्थानांतरितकर देती है। ऊष्मा नली के दो सिरे होते हैं। जो सिरा ऊष्मा के स्रोत के सम्पर्क में होता है वह सिरा वाष्पक की तरह कार्य करता है। जो सिरा ऊष्मा के सिंक के सम्पर्क में होता है वह सिरा संघनित्र की तरह कार्य करता है। साधारण ऊष्मानलियों में ऊष्मा का स्रोत किसी भी सिरे पर रखा जा सकता है तथा दूसरा सिरा स्वतः ही ऊष्मा के सिंक की तरह कार्य करने लगता है। इसलिए साधारण ऊष्मा नलियों में ऊष्मा का स्थानांतरण एक सिरे से दूसरे सिरे की ओर दोनों दिशाओं में हो सकता है। डायोड ऊष्मानलियां वे ऊष्मानलियां होती हैं जिनकी ऊष्मीय चालकता एक दिशा में साधारण ऊष्मानली की तरह बहुत अधिक होती है तथा विपरीत दिशा में ऊष्मीय चालकता बहुत कम होती है। डायोड ऊष्मानली एक दिशा में एक धातु की उत्तम चालक की रॉड़ के समान ऊष्मा का चालन करती है जबकि विपरीत दिशा में एक ऊष्मा रोधक की तरह कार्य करती है। उदाहरण के लिए कोई डायोड ऊष्मानली अग्र दिशा में 100 वाट ऊष्मा स्थानांतरण करती है तो विपरीत दिशा में लगभाग 5 वाट से भी कम ऊष्मा स्थानांतरित करनी चाहिए।

हमारे उपग्रहों में डायोड ऊष्मानलियों की आवश्यकता

उपग्रहों में डायोड ऊष्मानलियों के कई उपयोग सामने आ रहे हैं। उपग्रहों में कई बार ऐसी परिस्थितियां आती हैं जब ऊष्मा स्थानांतरण केवल एक ही दिशा में वांछनीय होता है। दूसरी दिशा में ऊष्मा स्थानांतरण नीतभार के निष्पादन को

बुरी तरह प्रभावितकर सकता है या उपग्रह के किसी अवयव के जीवनकाल को बुरी तरह प्रभावितकर सकता है। कई बार ऊष्मा नली को एक अच्छे चालक की तरह उपयोग में करने की आवश्यकता होती है तो दूसरी ओर ऐसी परिस्थितियां भी होती है जब उनसे एक अच्छे ऊष्मा रोधक की तरह कार्य करने की अपेक्षा होती है। ऐसी परिस्थितियों में डायोड ऊष्मानलियों का उपयोग अनिवार्य हो जाता है। लेख में आगे अंतरिक्ष अभियानों में डायोड ऊष्मानलियों के उपयोग की कुछ परिस्थितियों का संक्षिप्त विवरण दिया गया।

1. विकिरक पर परिवर्ती बाह्य ऊष्मा भारः उपग्रहों में ऊष्मीय विकरकों पर परिवर्ती ऊष्मा भारों के कारण उनका तापमान भी परिवर्ती होता है। सुदूर संवेदी उपग्रह के विभिन्न फलकों पर परिवर्ती सौर ऊष्मा भारों को चित्र 1 में दिखाया गया है। सामान्य परिस्थितियों में डायोड ऊष्मानली ऊष्मा क्षय करने वाले घटकों की ऊष्मा को कम तापमान के विकिरक को स्थानांतरितकर देती है। लेकिन बाह्य ऊष्मा भार के कारण जब विकिरक का तापमान अल्प अवधि के लिए उपग्रह के घटक के तापमान से अधिक हो जाता है उस दशा में डायोड ऊष्मानली में ऊष्मा का संचरण अवरुद्ध हो जाता है इस प्रकार गर्म विकिरक से ठण्डे घटक की ओर ऊष्मा का स्थानांतरण रुक जाता है।

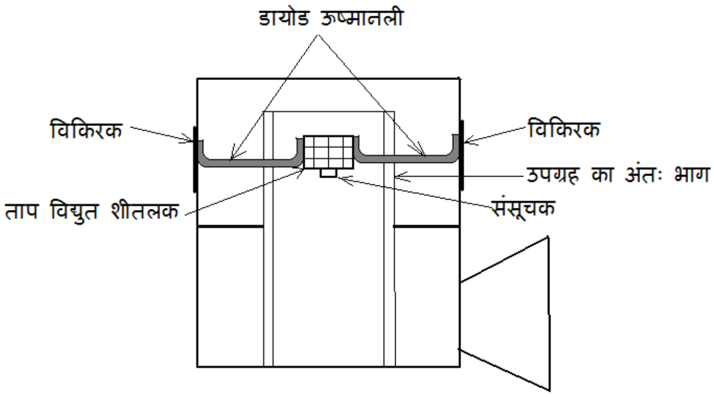


चित्र 1 एक सुदूर संवेदी उपग्रह के विभिन्न फलको पर आपतित सौर अभिवाह

2. इलेक्ट्रॉनिक घटकों का परिवर्ती ऊष्मा क्षयः सुदूर संवेदी उपग्रहों में संसूचकों के द्वारा प्रतिबिम्बन की अवधि उपग्रह की कक्षीय अवधि की तुलना में बहुत कम होती है। इनमें संसूचकों एवं संबंधित इलेक्ट्रॉनिक्स का प्रचालन केवल प्रतिबिम्बन अवधि के लिए होता है। किसी नीतभार के लिए प्रतिबिम्बन अवधि 5 से 10 मिनट तक की हो सकती है। जबकि कक्षीय अवधि अर्थात् पृथ्वी के चारों ओर एक चक्कर लगाने में लिया गया समय लगभग 100 मिनट होता है। संसूचकों एवं उससे संबंधित इलेक्ट्रॉनिक्स के द्वारा ऊष्मा क्षय प्रतिबिम्बन अवधि में ही होता है। सुदूर संवेदी नीतभारों के अच्छे प्रचालन के लिए यह आवश्यक है कि प्रतिबिम्बन के दौरान संसूचक एवं नीतभार को एक नीयत तापमान पर रखा जाए। प्रतिबिम्बन के दौरान संसूचकों को ऊष्मानली, ऊष्मीय विकिरक एवं तापक के संयोजन से अपेक्षित तापमान पर रखा जाता है। कक्षीय अवधि के दौरान अगर विकिरक का तापमान संसूचक से अधिक हो जाता है तब विकिरक से संसूचक की ओर ऊष्मा संचरण वांछनीय नहीं होता है। पारम्परिक ऊष्मानली ऊष्मा का संचरण दोनों दिशाओं में करती है। इसलिए पारम्परिक ऊष्मानली विकिरक से संसूचक की ओर ऊष्मा के संचरण को नहीं रोक

सकती है। ऐसी परिस्थिति में डायोड ऊष्मानली विकिरक का तापमान कम होने पर संसूचक को ठण्डा तो करेंगी लेकिन विकिरक का तापमान अधिक होने पर विकिरक से संसूचक की ओर ऊष्मा के स्थानांतरण को अवरुद्ध कर देगी।

3. क्रायोजेनिक अनुप्रयोगः सुदूर संवेदी नीतभारों में अवरक्त विकिरण संसूचकों एवं खगोलीय नीतभारों में विकिरण संसूचकों के निष्पादन उनके तापमान पर निर्भर करते हैं। उत्तम निष्पादन के लिए इन संसूचकों को क्रायोजेनिक तापमान पर रखना आवश्यक होता है। निष्क्रिय विकिरकों के द्वारा ऐसे संसूचकों को क्रायोजेनिक तापमान पर रखा जा सकता है। डायोड ऊष्मानलियों के उपयोग से ऐसे नीतभारों की क्षमता एवं निष्पादन में बहुत वृद्धि की जा सकती है। डायोड ऊष्मानलियों के द्वारा ऊष्मीय विकिरक के किसी भी अभिविन्यास के लिए उसका उपयोग संभव हो जाता है। जब ऊष्मीय विकिरक ठण्डे अंतरिक्ष की ओर अभिमुख होता है तब उसका तापमान इतना कम हो जाता है कि वह ऊष्मा स्रोत के लिए ऊष्मा अभिगम की तरह कार्य कर सकता है इस प्रकार संसूचक ऊष्मीय विकिरक के कारण ठण्डा हो जाता है। जब बाह्य विकिरण के कारण ऊष्मीय विकिरक की सतह का तापमान ऊष्मा स्रोत से अधिक हो जाता है तो ऊष्मानली के डायोड प्रभाव द्वारा ऊष्मीय विकिरक से ऊष्मा स्रोत की ओर ऊष्मा का संचरण अवरुद्ध हो जाता है। इय अवधि के दौरान नीतभार या तो स्वयं के तापीय जड़त्व के कारण ठण्डा रहता है या इसका किसी वैकल्पिक ऊष्मा अभिगम के साथ संपर्क होने के कारण यह ठण्डा रहता है। चित्र 2 में एक संसूचक के ताप नियंत्रण के लिए दो विकिरकों का उपयोग डायोड ऊष्मानली के साथ दिखाया गया है। क्रायोजेनिक अनुप्रयोगों में इस बात का विशेष ध्यान रखना आवश्यक होता है कि उपग्रह की संरचना के कम्पनों का ऊष्मानली के माध्यम से संसूचकों के निष्पादन पर कोई बुरा प्रभाव नहीं पड़ना चाहिए।

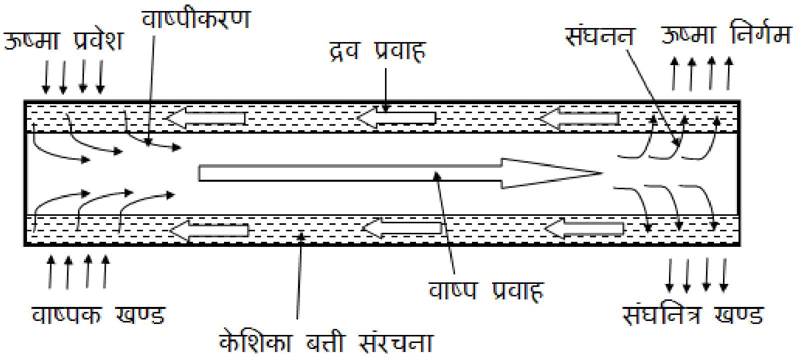


चित्र 2 उपग्रहों में एक से अधिक विकिरकों का डायोड ऊष्मानली के साथ ऊपयोग

डायोड ऊष्मानलियों के प्रचालन का सिद्धांत

डायोड ऊष्मानली की कार्य प्रणाली समझने के लिए हमें पहले सामान्य ऊष्मानली के प्रचालन को समझना होगा। ऊष्मानली एक बंद नली होती है जिसकी आंतरिक दिवारों पर केशिका संरचना होती है। इस नली को पूरी तरह से खाली करके थोड़ी मात्रा में प्रचालन द्रव भरा जाता है। नली में द्रव अपनी वाष्प के साथ संतृप्त अवस्था में होता है। ऊष्मानली बंद वाष्पीकरण एवं संघनन चक्र पर कार्य करती हुई बहुत उच्च दरों से ऊष्मा का स्थानांतरणकर सकती है। वास्तव में ऊष्मानली एक बहुत अधिक ऊष्मीय चालकत्व वाली धातु की छड़ के समान कार्य करती है। इसकी ऊष्मीय चालकता एक उत्तम चालक धातु से भी कई सौ गुना अधिक होती है।

जब ऊष्मानली के किसी भी भाग पर ऊष्मा का निवेश किया जाता है तो केशिका बत्ती में उपस्थित द्रव का वाष्प दाब बढ़ जाता है। केशिका बत्ती में उपस्थित द्रव का वाष्पीकरण हो जाता है तथा वाष्प दाब में अंतर के कारण वाष्प का प्रवाह नली के ठण्डे भाग की ओर होता है, जहां पर वाष्प से ऊष्मा मुक्त होकर उसका द्रव में संघनन हो जाता है। संघनित द्रव केशिका संरचना में केशिका प्रभाव के कारण ऊष्मानली के उन क्षेत्रों की आ जाता है जहां पर वाष्पीकरण के कारण द्रव का अभाव हो गया है। इस तरह वाष्पक से संघनित्र की ओर ऊष्मा का स्थानांतरण होता रहता है। चित्र 3 में ऊष्मानली की कार्यप्रणाली को दिखाया गया है। ऊष्मानली के प्रचालन को छः पृथक सहकालिक प्रक्रियाओं के रूप में स्पष्ट किया जा सकता है।



चित्र 3 ऊष्मानली की कार्य प्रणाली

1. ऊष्मानली की बाहरी सतह से केशिका संरचना में द्रव-वाष्प अंतरापृष्ठ तक ऊष्मा का चालन
2. गर्म भाग में द्रव-वाष्प अंतरापृष्ठ पर द्रव से वाष्प में ऊष्माशोषी प्रावस्था परिवर्तन
3. ऊष्मानली के गर्म भाग से ठण्डे भाग की ओर वाष्प का प्रवाह
4. ठण्डे भाग में द्रव-वाष्प अंतरापृष्ठ पर वाष्प से द्रव में ऊष्माक्षेपी प्रावस्था परिवर्तन
5. द्रव-वाष्प अंतरापृष्ठ से ऊष्मानली की बाहरी सतह की ओर ऊष्मा का चालन
6. प्रचालन द्रव का केशिका प्रभाव के कारण संघनित्र से वाष्पक की ओर प्रवाह

उपरोक्त प्रक्रियाओं में से प्रथम पांच प्रक्रियाएं ऊष्मा एवं द्रव्यमान स्थानांतरण प्रक्रियाएं हैं। इन प्रक्रियाओं के परिचालन के लिए तापीय प्रवणता आवश्यक होती है।

डायोड ऊष्मानली में एक दिशा में ऊष्मा का स्थानांतरण उच्च चालकता के साथ होता है लेकिन विपरीत दिशा में उपरोक्त प्रक्रियाओं में से किसी भी एक प्रक्रिया में अवरोध उत्पन्न होने पर ऊष्मा स्थानांतरण भी अवरुद्ध हो जाता है तब वह ऊष्मानली डायोड ऊष्मानली की तरह कार्य करने लगती है।

ऊष्मानली की सतह पर ऊष्मा निवेश या निस्तारण के लिए क्षेत्र का मान $\mathbf{A}$, ऊष्मानली की बाहरी सतह पर ऊष्मा स्थानांतरण गुणांक $\mathbf{h_{c,e}}$, ऊष्मानली की सतह का तापमान $\mathbf{T_{hp}}$ तथा ऊष्मा स्रोत या सिंक की सतह का तापमान $\mathbf{T_s}$ हो तब ऊष्मा स्रोत या सिंक से ऊष्मानली को ऊष्मा स्थानांतरण का मान निम्न समीकरण द्वारा ज्ञात किया जा सकता है।

$$Q_{c,e} = \mathbf{h_{c,e}\, A\, (T_{hp} - T_s)}$$

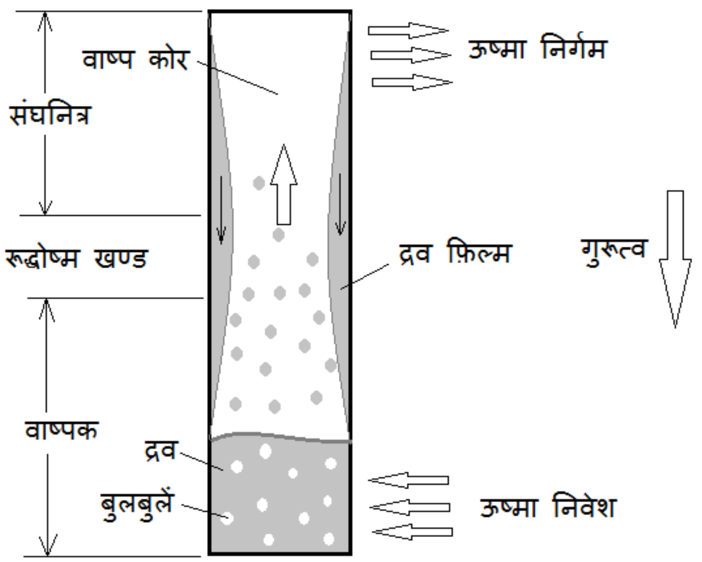
उपरोक्त समीकरण में हम देखते हैं कि $\mathbf{A}$ का मान बदलने से ऊष्मा स्थानांतरण में परिवर्तन लाया जा सकता है तथा यह शून्य होने पर ऊष्मा स्थानांतरण शून्य हो सकता है। अगर हम केवल एक ही दिशा में यह मान शून्य हो जाता है तो वह ऊष्मानली डायोड ऊष्मानली की तरह कार्य करने लगती है।

डायोड ऊष्मानली में डायोड प्रभाव सक्रिय होने पर ऊष्मा स्थानांतरण बहुत कम हो जाता है। इस दशा में जो ऊष्मा स्थानांतरण होता है वह ऊष्मानली के पदार्थ में ऊष्मा के चालन के द्वारा ही होता है। इसलिए डायोड ऊष्मानली में नली की संरचना के पदार्थ का ऊष्मीय चालकता गुणांक न्यूनतम होना चाहिए जिससे विपरीत दिशा में पदार्थ के चालन द्वारा ऊष्मा संचरण न्यूनतम हो। पदार्थ का ऊष्मीय चालकता गुणांक कम होने से डायोड ऊष्मानली की बाहरी सतह से केशिका बत्ती संरचना तक ऊष्मा प्रवाह के मार्ग का तापीय प्रतिरोध भी बढ़ जाता है जिससे डायोड ऊष्मा नली का सामान्य ऊष्मा नली की तरह प्रचालन पर बुरा प्रभाव पड़ता है। इस तरह हम देखते हैं कि डायोड ऊष्मानली की संरचना के पदार्थ के ऊष्मीय गुणधर्मों से परस्पर विरोधी अपेक्षाएं होती है। इसलिए हमें डायोड ऊष्मानली की संरचना का पदार्थ

ऐसा चुनना चाहिए जो एक दिशा में सामान्य ऊष्मा नली की तरह अच्छा निष्पादन प्रदर्शित करें तथा विपरीत दिशा में अच्छे ऊष्मीय डायोड की तरह कार्य करें।

विभिन्न डायोड ऊष्मानलियां:

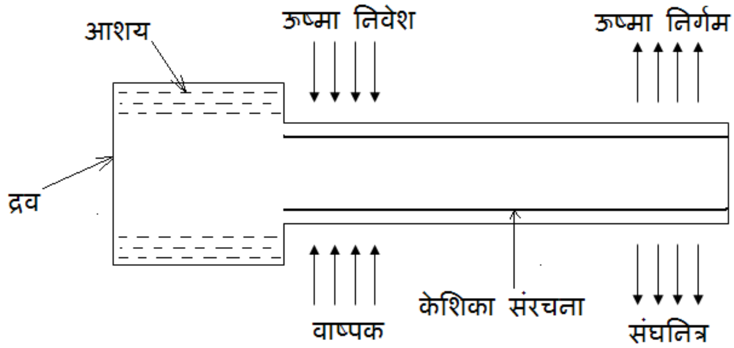
थर्मोंसाइफन ऊष्मीय डायोड का सरलतम उदाहरण है। थर्मोसाइफन एक ऐसी ऊष्मानली है जिसमें द्रव प्रवाह केशिका प्रभाव के स्थान पर गुरूत्व के कारण होता है। सरलतम रूप में थर्मोसाइफन धातु की एक बंद नली होती है जिसमें अल्प मात्रा में द्रव होता है। द्रव उसकी वाष्प के साथ साम्य अवस्था में होता है। चित्र 4 में थर्मोसाइफन की कार्यप्रणाली को दिखाया गया है। अगर एक थर्मोसाइफन को इस तरह रखा जाता है कि उसका वह भाग जहां पर ऊष्मा का प्रवेश होता है अर्थात् वाष्पक, निम्नतर स्तर पर हो तथा वह क्षेत्र जहां से ऊष्मा का निर्गम होता है, जिसे संघनित्र कहते हैं, उच्चतर स्तर पर हो तब वह एक ऊष्मीय डायोड की तरह कार्य करता है। वाष्पक में ऊष्मा का निवेश होने पर द्रव वाष्प में परिवर्तित होता है तथा वाष्प संघनित्र क्षेत्र की ओर जाती है। कम तापमान पर वाष्प संघनन होने पर द्रव में परिवर्तित हो जाती है जो गुरूत्व के कारण द्रव की फ़िल्म के रूप में पुनः वाष्पक की ओर लौट आता है। इस प्रकार द्रव के वाष्पीकरण एवं संघनन तथा वाष्प एवं द्रव प्रवाह के कारण ऊष्मा का वाष्पक से संघनित्र की ओर सतत स्थानांतरण होता रहता है। अगर हम संघनित्र क्षेत्र में ऊष्मा का निवेश करें तो विपरीत दिशा में अर्थात् वाष्पक क्षेत्र की ओर ऊष्मा का स्थानांतरण नहीं होता है क्योंकि संघनित्र क्षेत्र में ऊष्मा ग्रहण करने के लिए आवश्यक द्रव की अनुपस्थिति है। इस तरह थर्मोसाइफन एक ही दिशा में ऊष्मा स्थानांतरण करता है।



चित्र 4 थर्मोसाइफन की कार्य प्रणाली

द्रव पाश डायोड ऊष्मानली (Liquid Trap Diode Heat Pipe)

यह विभिन्न डायोड ऊष्मानलियों में से सबसे सामान्य डायोड ऊष्मानली है। द्रव पाश डायोड में वाष्पक वाले सिरे पर एक केशिका बत्ती संरचना युक्त आशय (Reservoir) बना होता है जैसा कि चित्र 5 में दिखाया गया है। यह आशय ऊष्मानली से जुड़ा होता है लेकिन इसकी केशिका बत्ती संरचना मुख्य नली की बत्ती संरचना से जुड़ी हुई नहीं होती है। सामान्य प्रचालन के दौरान आशय सूखा होता है तथा वाष्पक में ऊष्मा का निवेश करने पर यह डायोड ऊष्मा नली सामान्य ऊष्मा नली की तरह कार्य करती है। विपरीत दिशा में अर्थात् संघनित्र क्षेत्र में ऊष्मा का निवेश करने पर आशय वाला सिरा ठण्डा होता है। तथा वाष्प आशय की ठण्डी सतह पर संघनित होकर आशय में एकत्रित हो जाती है। आशय की बत्ती संरचना पृथक होने के कारण इसमें एकत्रित द्रव केशिका प्रभाव के कारण संघनित्र तक नहीं पहुंच पाता है। जैसै-जैसे आशय में द्रव भरने लगता है मुख्य ऊष्मानली की बत्ती में द्रव की कमीं होने लगती है और अंततः वह पूर्ण रूप से सूख जाती है तथा ऊष्मानली का प्रचालन रूक जाता है। इस स्थिति में ऊष्मानली अच्छे चालक के स्थान पर ऊष्मा के अवरोधक की तरह कार्य करने लग जाती है।

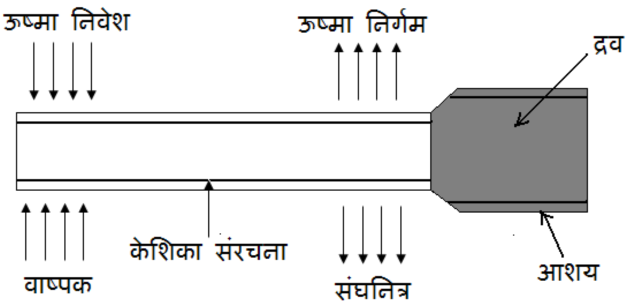


चित्र 5 द्रव पाश डायोड ऊष्मानली

द्रव अवरोधक डायोड ऊष्मानली (Liquid >lockage Diode Heat Pipe)

द्रव अवरोधक डायोड ऊष्मानली में भी एक आशय मुख्य ऊष्मानली संरचना से जुड़ा रहता है। यह आशय ऊष्मानली के संघनित्र क्षेत्र वाले सिरे से जुड़ा रहता है जैसा कि चित्र 6 में दिखाया गया है। द्रव पाश डायोड ऊष्मानली की तरह इस आशय की आंतरिक सतहों पर केशिका बत्ती संरचना होती है जो मुख्य नली की केशिका बत्ती संरचना से जुड़ी हुई नहीं होती है। संघनित्र क्षेत्र के सिरे से जुड़े आशय में अतिरिक्त प्रचालन द्रव भरा होता है। मुख्य ऊष्मानली की केशिका बत्ती संरचना भी प्रचालन द्रव से संतृप्त होती है। जब वाष्पक के सिरे पर ऊष्मा का निवेश होता है तब डायोड ऊष्मानली सामान्य ऊष्मानली की तरह अच्छे ऊष्मीय चालक की तरह प्रचालन करती है। लेकिन विपरीत दिशा में अर्थात् संघनित्र क्षेत्र में ऊष्मा का निवेश करने पर आशय में भरा द्रव भी गर्म होकर वाष्प में परिवर्तित होने लगता है। यह अतिरिक्त वाष्प ठण्डे वाष्पक की सतह के संपर्क में आने से संघनित होकर द्रव में परिवर्तित हो जाती है। ऊष्मा के निवेश के कारण द्रव से भरा आशय सूख जाता है। धीरे-धीरे संपूर्ण वाष्पक क्षेत्र में अतिरिक्त द्रव भर जाने के कारण संघनन प्रक्रिया रुक जाती है और ऊष्मा नली का सामान्य प्रचालन रूक जाता है। इस स्थिति में ऊष्मानली ऊष्मा के अवरोधक की तरह कार्य करने लगती है।

इस डायोड ऊष्मानली की अभिकल्पना इस तरह से होनी चाहिए कि पृथ्वी के गुरूत्व के प्रभाव में परीक्षण के दौरान भी वाष्पक क्षेत्र में अतिरिक्त द्रव भरा रहें। इसके वाष्पक क्षेत्र में एक प्लग लगाया जाता है जिससे प्लग और वाष्पक की सतहों के मध्य का स्थान द्रव से भर सकें।



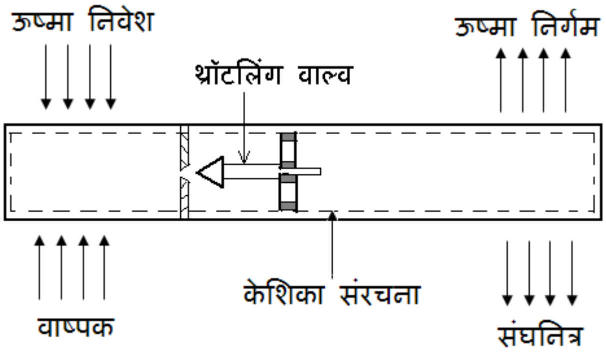
चित्र 6 द्रव अवरोधक डायोड ऊष्मानली

गैस अवरोधक डायोड ऊष्मानली (Gas >lockage Diode Heat Pipe)

गैस अवरोधक डायोड ऊष्मानली की कार्य प्रणाली भी द्रव अवरोधक डायोड ऊष्मानली की तरह होती है, इसमें भी संघनित्र के साथ एक आशय जुड़ा रहता है लेकिन इसके आशय में कोई केशिका संरचना नहीं होती है तथा आशय में द्रव के स्थान पर असंघनीय गैस भरी होती है। वाष्पक को ऊष्मा देने पर यह सामान्य ऊष्मा नली की तरह दक्षता से संघनित्र तक ऊष्मा स्थानांतरितकर देती है। विपरीत दिशा में अर्थात् संघनित्र में ऊष्मा निवेश करने पर केशिका संरचना में प्रचालन द्रव के साथ असंघनीय गैस से भरा आशय भी गर्म होने लगता है। यह गैस गर्म होकर वाष्पक क्षेत्र की ओर प्रवाहित होती है। गैस असंघनीय होने के कारण वाष्पक क्षेत्र में भर जाती है तथा वाष्प की संघनन प्रक्रिया को बाधित कर देती है।

वाष्प नियंत्रित ऊष्मीय डायोड (Vapour Modulated Thermal Diode)

वाष्प नियंत्रित ऊष्मीय डायोड की संरचना सामान्य ऊष्मानली की तरह होती है, इसमें वाष्पक एवं संघनित्र क्षेत्र के मध्य एक थ्रॉटलिंग वाल्व लगा होता है जिसमें से वाष्प का प्रवाह एक ही दिशा में हो सकता है। चित्र 7 में वाष्प नियंत्रित ऊष्मीय डायोड की कार्य प्रणाली को दिखाया गया है। वाष्पक में ऊष्मा निवेश करने पर वाष्प निर्बाध रूप से संघनित्र तक प्रवाह होती है जिससे सामान्य ऊष्मानली की तरह प्रचालन जारी रहता है। लेकिन संघनित्र क्षेत्र में ऊष्मा निवेश करने पर जब वाष्प संघनित्र भाग से वाष्पक भाग की ओर जाती है तो थ्रॉटलिंग वाल्व विपरीत दिशा में वाष्प प्रवाह के कारण बंद हो जाता है इस तरह वाष्प का प्रवाह रूक जाता है। वाष्प प्रवाह रूक जाने पर ऊष्मानली का सामान्य प्रचालन बंद हो जाता है। इस तरह की ऊष्मानली एक दिशा में प्रभावी चालक की तरह कार्य करती है तो दूसरी दिशा में एक ऊष्मा रोधक की तरह कार्य करती है, इसे ऊष्मीय डायोड कहा जाता है।



चित्र 7 वाष्प नियंत्रित ऊष्मीय डायोड

डायोड ऊष्मानलियों का मूल्यांकन

हमने डायोड ऊष्मानलियों की विभिन्न अभिकल्पनाएं देखी हैं। निम्न मापदण्डों के आधार पर इन अभिकल्पनाओं का मूल्यांकन का जा सकता है।

1. अग्रिम विधि या सामान्य ऊष्मानली की तरह प्रचालन के दौरान ऊष्मीय निष्पादन
2. विपरीत विधी या डायोड की तरह प्रचालन के दौरान ऊष्मीय निष्पादन
3. निष्पादन को प्रभावित किए बिना डायोड ऊष्मानली को कितना मोड़ा जा सकता है।
4. एक-गुरूत्व के क्षेत्र में परीक्षण की सामर्थ्य
5. द्रव्यमान एवं आयतन की आवश्यकताएं
6. विश्वसनीयता तथा प्रचालन का अनुभव

निष्कर्ष

अंतरिक्ष उपयोगों में डायोड ऊष्मानलियों के उपयोग की बहुत संभावनाएं हैं। डायोड ऊष्मानलियों के उपयोग से ऊष्मा विकिरक एवं तापकों का इष्तमीकरणकर उपग्रहों में द्रव्यमान एवं विद्युत ऊर्जा व्यय में कमी लाई जा सकती है। क्रायोजेनिक संसूचकों एवं संवेदकों के लिए डायोड ऊष्मानली वरदान सिद्ध हो सकती है इसलिए क्रायोजेनिक डायोड ऊष्मानलियों पर भी अनुसंधान एवं विकास की आवश्यकता है।

संदर्भ सूची

1. Groll.M, Supper.W., Shutdown Characteristics of an Axial-Groove Liquid-Trap Heat-Pipe Thermal Diode, J. Spacecraft, No.2, Mar-April 1982, pp 173-178.
2. Chi. S.W. *Heat Pipe Theory and Practice*, Hemisphere Publishing Corporation, 1976
3. Cryogenic Thermal Diode Heat Pipe, Grumman Aerospace Corporation, NASA-CR-152268

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

राडार उपयोग हेतु मिक्स्ड सिग्नल एसिक (ASIC) का स्वदेशी विकास एवं विकिरण परीक्षण

संजय कसोदनिया, राहुल धिंगाणी, हिमांशु पटेल, बी.एस. रमन और एन.एम. देसाई
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र

1. प्रस्तावना

एमआरएसए (MRSA) ने अपने सूक्ष्मतरंग सुदूर संवेदन प्रोग्राम (MRSP) के तहत विविध वायु-वहित तथा अंतरिक्ष–वहित सूक्ष्मतरंगी संवेदक जैसे कि सार, स्केट्रोमीटर, रेडियोमीटर इत्यादि की अभिकल्पना तथा विकास का कार्य प्रारंभ किया था। सांश्लेषिक द्वारक रडार (SAR) एक सक्रिय प्रतिबिंबन रडार है, जिसका कृषि, आपदा प्रबंधन, समुद्रविज्ञान, भू-विज्ञान, मानचित्रकला इत्यादि के क्षेत्र में बहुसंख्यांक उपयोग है। 1999 में ओशियनसैट-1 (IRS-P4) का प्रमोचन किया गया था, जोकि समुद्रविज्ञान पर विशेष रूप से अध्ययन करने हेतु भेजा गया प्रथम उपग्रह था। इसमें भेजे जाने वाला सूक्ष्मतरंग संवेदक था बहु-आवृत्ति क्रमवीक्षण रेडियोमीटर (MSMR)। समुद्र पर किए गए इस अध्ययन को जारी रखने हेतु इसरो द्वारा 2008 में ओशियनसैट-II उपग्रह का प्रमोचन किया गया, जिनमें भेजे जाने वाले नीतभार में स्केट्रोमीटर शामिल था जिसका उपयोग समुद्र पर स्थानीय तथा भूमंडलीय पवन सदिशों का आकलन करने में किया जा रहा है। वर्ष 2011 में मेघाट्रॉपिक्स नामक इन्डो-फ्रांस संयुक्त अंतर्राष्ट्रीय उपग्रह का प्रमोचन किया गया जिसका प्रयोग उष्णकटिबंध (tropics) में जल चक्र तथा ऊर्जा विनमय के हेतु किया गया। इसके उपरांत, वर्ष 2012 में इसरो द्वारा रडार प्रतिबिंबन उपग्रह (RISAT-1) का सफलतम प्रमोचन किया गया जिसकी अभिकल्पना तथा विकास का कार्य 2000 में प्रारंभ किया गया था।

इन समस्त नीतभारों में अत्याधुनिक एडीसी, सीरियलाईजर, डी-सीरियलाईजर, प्रेष-ग्राही (ट्रांसरिसीवर), सीरियल-इन-पेरेलल-आउटजैसी युक्तियों का प्रयोग करके आधारबैंड अंकीय प्रणाली की अभिकल्पना की है जिसमें शामिल होने वाले उपतंत्र है अंकीय चर्प जनित्र, नीतभार नियंत्रक (तथा उच्च-परिशुद्धता (High Precision) आंकड़े अर्जक तंत्र (DACS)।

एमआरएसए में एडीसी, सीरियलाईजर, डी-सीरियलाईजर, प्रेष-ग्राही (ट्रांसरिसीवर), सीरियल-इन-पेरेलल-आउट आदि मिश्रित (मिक्स्ड) संकेत (सिग्नल) उपयोग विशिष्ट एकीकृत परिपथ (ASIC) युक्तियों की डिजाईन का कार्य तीव्र गति से चल रहा है। परंतु प्रेष-ग्राही (ट्रांसरिसीवर) एवं सीरियल-इन-पेरेलल-आउट प्रकार्यों से युक्त एएसडीआर (एड्रेसेबल सिंक्रोनस डीफ्रेंशिअल रिसीवर) का डिजाईन कार्य, संविरचन एवं परीक्षण पूर्ण हो गया है एवं विकिरण परीक्षण भी कर लिया गया है जिसमें बड़े ही उत्साही नतीजे प्राप्त हुए हैं। इस पत्र में एएसडीआर का विकास पथ एवं परीक्षणों का उल्लेख किया गया है।

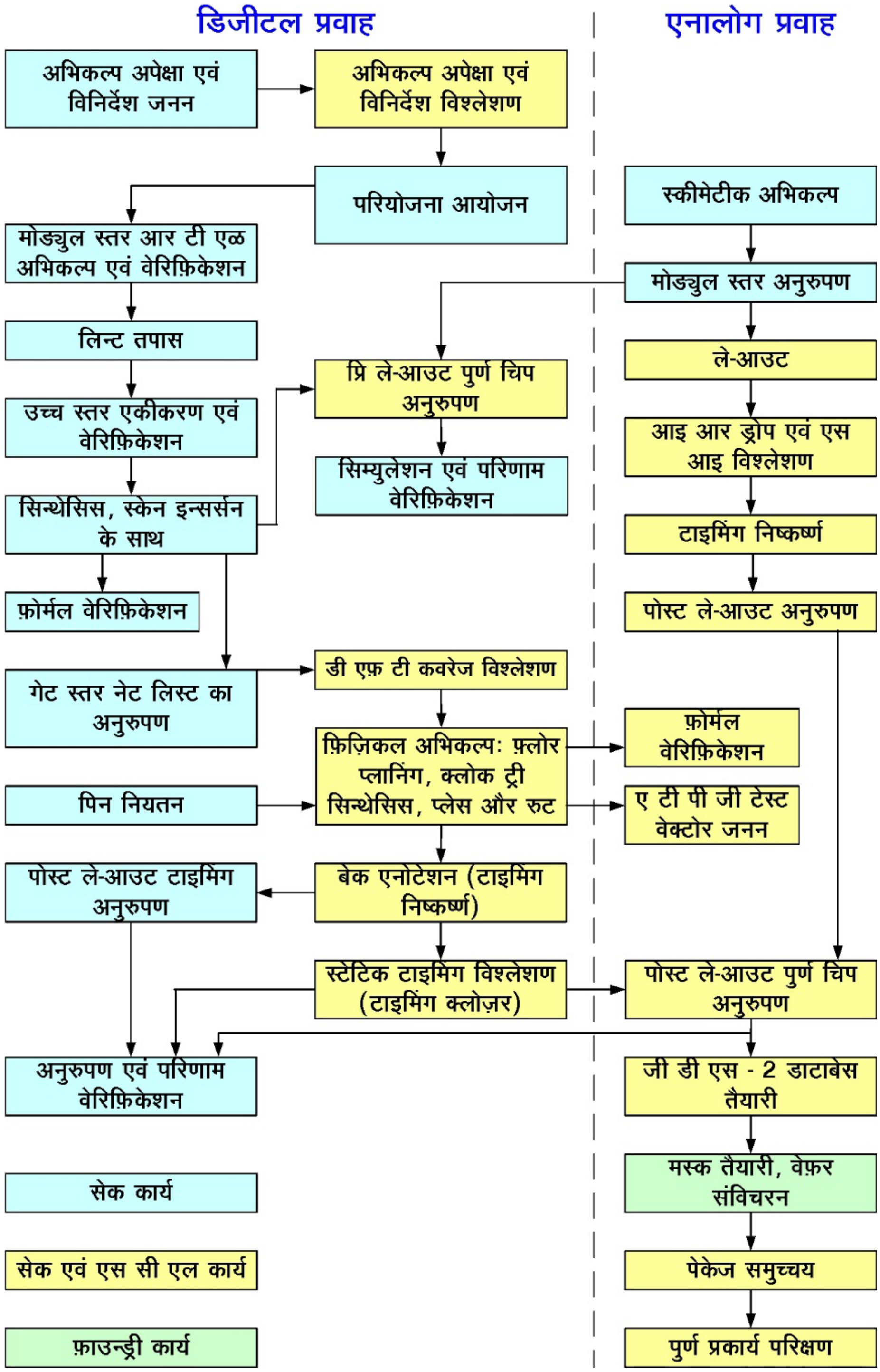
2. मिक्स्ड सिग्नलडिजाइन प्रवाह

एडीसी, सीरियलाईजर, डी-सीरियलाईजरएवं एएसडीआर मिक्स्ड सिग्नल डिजाईन है जो कि एससीएल (चंडीगढ) आधारित 180nm सीमोस (CMOS) तकनीक पर लक्षित है। मिक्स्ड सिग्नल डिजाईन-प्रवाह चित्र सं. 1 में दर्शाया है। 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, फार्मेलीटी एवं मेन्टर के मॉडल-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।

3. एड्रेसेबल-सिंक्रोनस-डीफ्रेंशिअल-रिसीवर (एएसडीआर) डिजाइन

एएसडीआर 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 एएसडीआरमें 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 एएसडीआर का अभिकल्प एवं विकास स्वदेशी रूप से किया जा रहा है।



चित्र सं.1 मिक्स्ड सिग्नल डिजाईन-प्रवाह

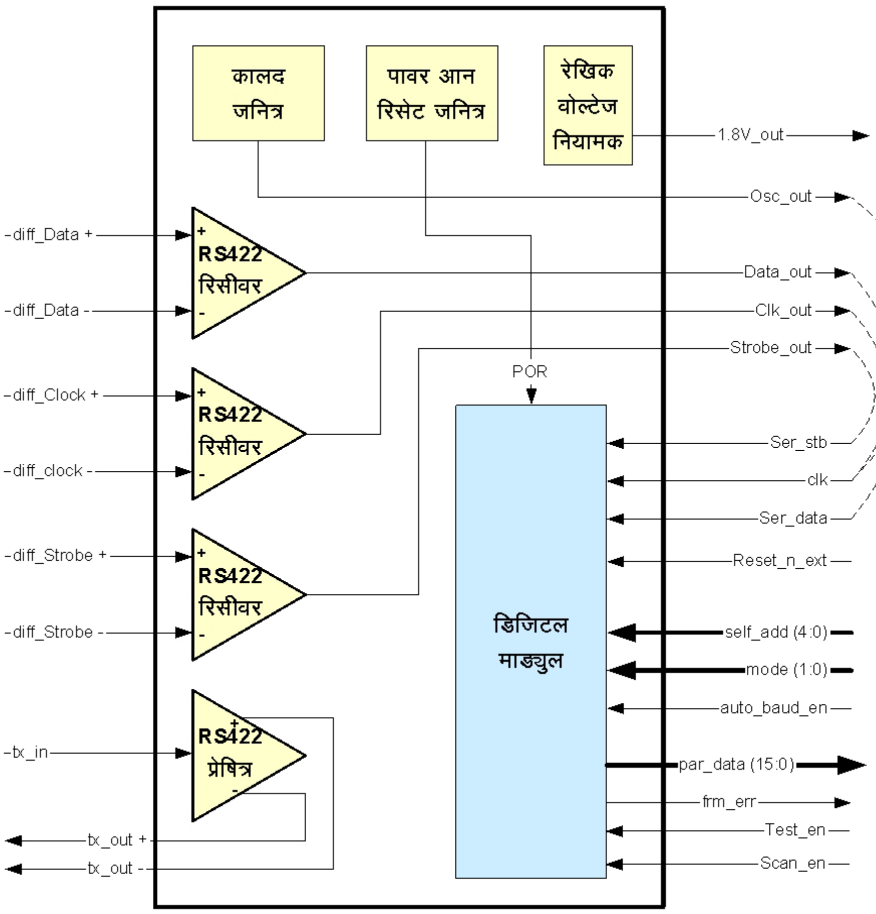
एएसडीआर एक मिक्स्ड सिग्नल डिजाईन है जो कि एससीएल (चंडीगढ) आधारित 180nm CMOS तकनीक पर लक्षित है। यह युक्ति RS422 मानक आधारित तीन सिरियल विभेदी निवेश लेकर इससे 16 बीट के CMOS स्तर के समानान्तर संकेतों का जनन करती है। एएसडीआर स्थित मुख्य एनालॉग मॉडयुल है – तीन RS422 मानक विभेदी रिसीवर, RS422 मानक विभेदी प्रेषित्र, 3.3 वोल्ट से 1.8 वोल्ट का रेखीक वोल्टेज-नियामक (LVR), पावर आन-रिसैट (POR) जनित्र एवं कालद-जनित्र। एएसडीआर 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, फार्मेलीटी एवं मेन्टर के मॉडल-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।

एएसडीआर 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 H>M
विधाओं की संख्या	3 – तुल्यकाली, 1 – अतुल्यकाली
शक्ति क्षय	150 mW

एएसडीआरका 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.2 एएसडीआर का खण्ड आरेख

एनालाग एवं डिजिटल माड्यूल का विस्तृत वर्णन निम्न प्रकार है:

1.3 एनालाग माड्यूल

एएसडीआर स्थित एनालाग माड्यूल इस प्रकार हैः

1.1.3 RS422 मानक विभेदी रिसीवरः

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

1.2.3 RS422 मानक विभेदी प्रेषित्रः

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

3.1.3 3.3 वोल्ट से 1.8 वोल्ट का रेखीक वोल्टेज नियामकः

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 प्रदानकर सकता है।

3.1.4 पावर-आन-रिसैट (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।

3.1.5 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।

2.3 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

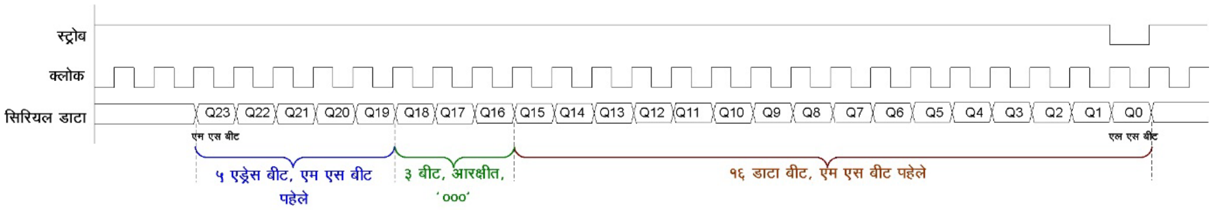
विधा-2 – तुल्याकाली 16 बीट डाटा, द्वारित कालद के साथ

विधा-3 – अतुल्यकाली 8 बीट UART

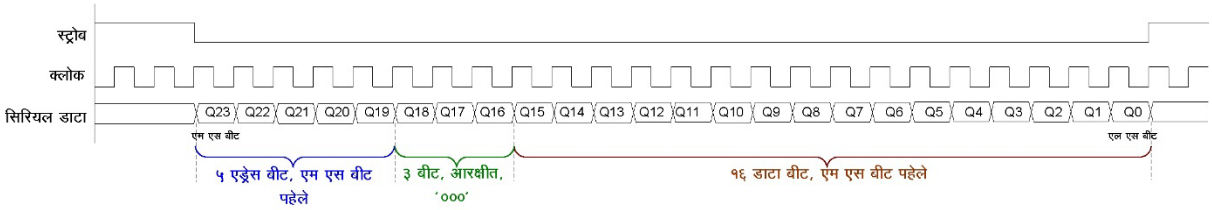
चारों प्रचालन विधाओं का कार्यान्वयन निम्नलिखित 2 माड्यूलों द्वारा किया गया है।

3.2.1 सिरियल 3 तार रिसीवर

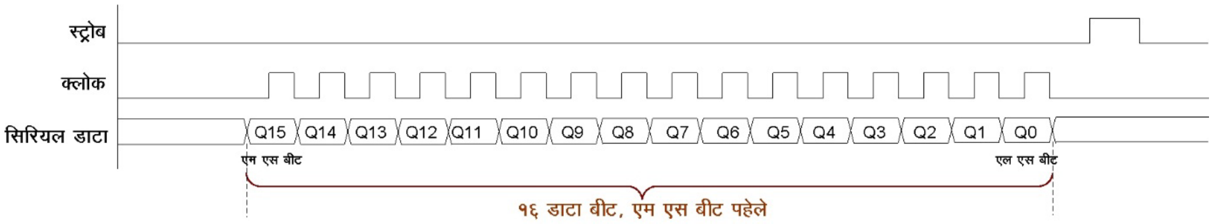
- यह तुल्यकाली 3 सिरियल संकेत अभिग्रहीतकर इसे 16 बीट के समानान्तर संकेतों का जनन करता है।
- सिरियल डाटा में 24 बीट होते हैं, प्रथम 5 बीट सेल्फ एड्रेस, अगले 3 बीट आरक्षित एवं अंतिम 16 बीट में डाटा होता है।
- बीट के समानान्तर संकेत तभी अपडेट हो 16ते हैंः जब सेल्फ एड्रेस का मिलान होता है।
- प्राप्त संकेतों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



चित्र सं. 3 - विधा-0 कासमय आरेख



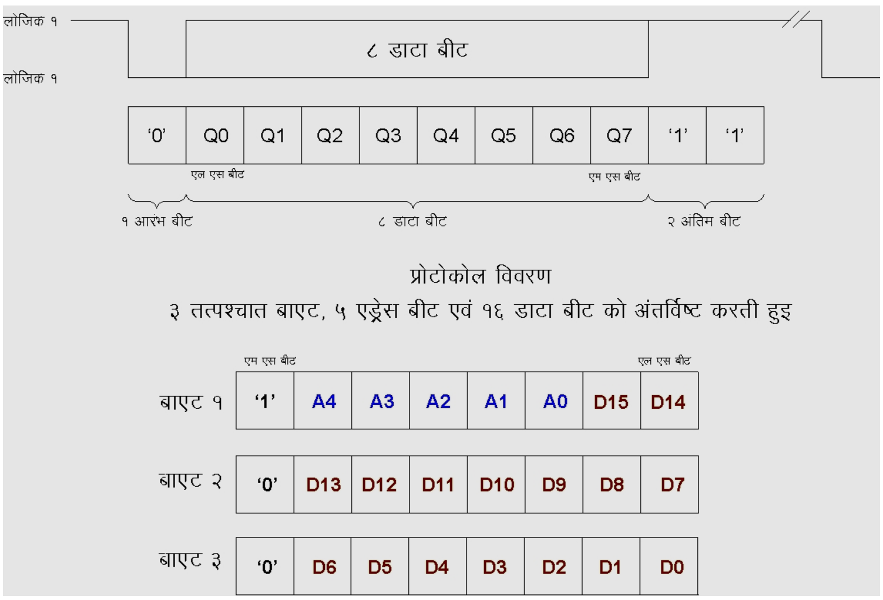
चित्र सं .4- विधा-1 कासमय आरेख



चित्र सं.5 - विधा-2 कासमय आरेख

2.2.3 अतुल्यकाली सिरियल से समान्तर रूपान्तर (UART)

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



चित्र सं.6 विधा-3 कासमय आरेख

4. उपयोगिताः

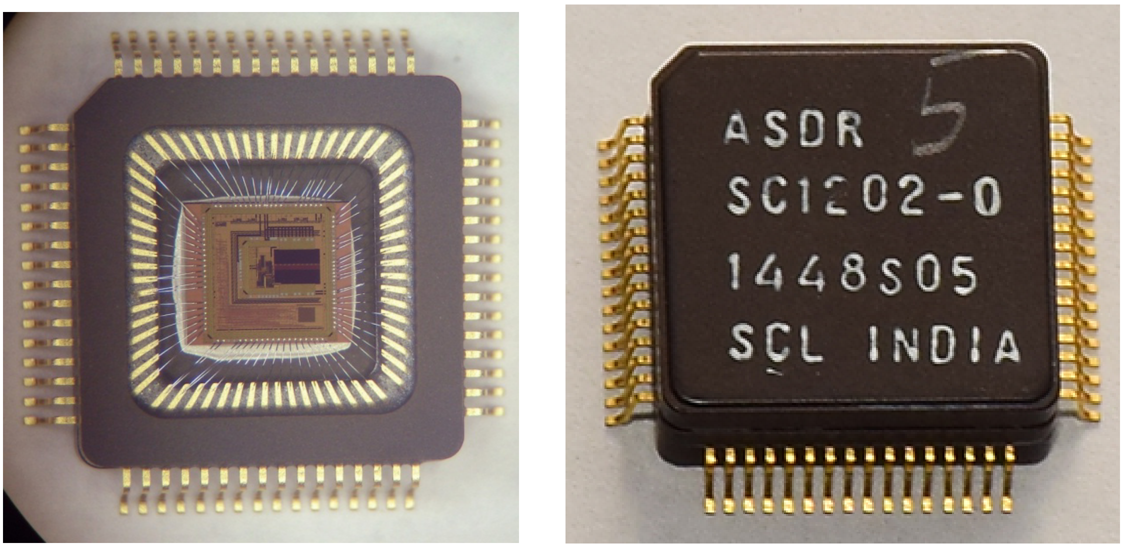
एक उपतंत्र से दूसरे उपतंत्र तक डाटा एवं निर्देश पहुँचाने की आवश्यकता पूर्ति हेतु एएसडीआर बहुत उपयोगी है। पारम्परित तौर पर इस आवश्यकता हेतु समानान्तर तारों का उपयोग किया जाता है जिससे अधिक तार सज्जा, अधिक वजन एवं संकेत-रव की समस्या खड़ी होती थी। एएसडीआरसे यह कार्य सिरियल अंतरापृष्ठ द्वारा होता है एवं इन सभी समस्याओं का हल भी हो जाता है। एएसडीआर 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 एएसडीआर को मल्टी-ड्राप विधा में भी उपयोगकर कई निर्दिष्ट उपतंत्रों को एक ही स्रोत से अंतरापृष्ठकर तार-सज्जा को ओर भी कम किया जा सकता है।

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

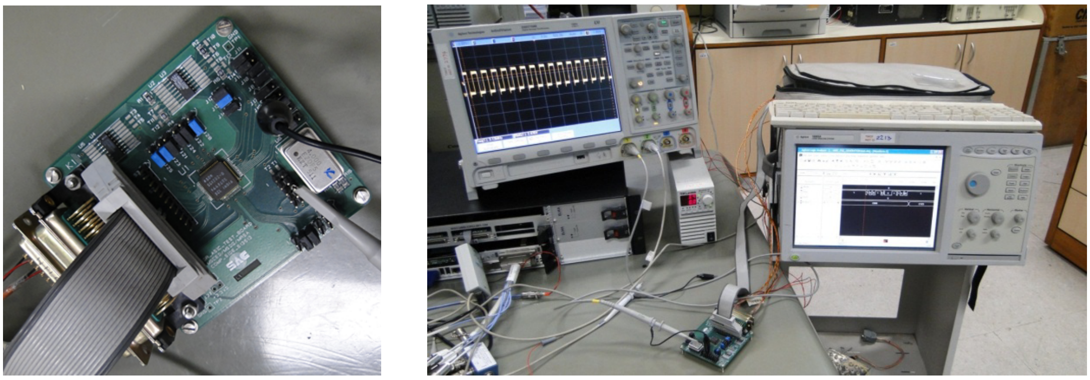
5. लैब परीक्षण

एएसडीआर का संविरचन कार्य टावर-जाज़ इस्राइल में पूर्ण हो चुका है एवं इसका चित्र सं.7 में नीचे दर्शाया गया है।



चित्र सं.7 एएसडीआर डाई एवं चिप का फोटो

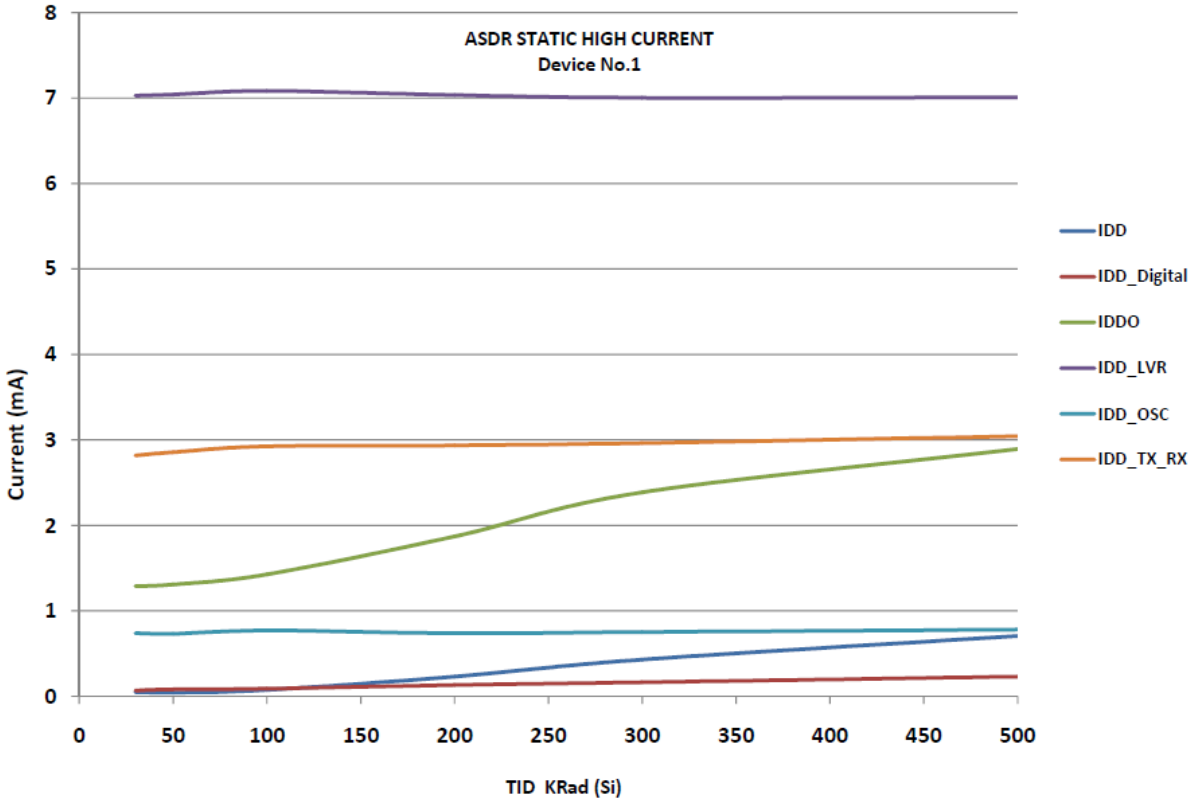
इसका पैकेजिंग कार्य भी एससीएल में किया गया है। एएसडीआर का परीक्षण सैक में किया गया है। परीक्षण सेट-अप का चित्र नीचे दर्शाया गया है।



चित्र सं. 8 एएसडीआर का परीक्षण सेट-अप

6. विकिरण परीक्षण (रेडिएशन टेस्ट)

एएसडीआर का टीआईडी (TID)विकिरण परीक्षण एससीएल स्थित गामा-कक्ष में किया गया. वहाँ पर कोबाल्ट 60 स्रोत से प्राप्त विकिरण का उपयोग किया जाता है जिसका डोस-रेट 62 रेड/ सेकेण्ड था. परीक्षण कुल 500 किलो रेड तक किया गया जिसमें 300 किलो रेड तक सभी प्रकार्य सामान्य रहे एवं इसके बाद स्थायी अवस्था धारा में वृद्धि देखी गई। टीआईडी परीक्षण परिणाम का चित्रण नीचे ग्राफ में दिखाया गया है।



चित्र सं. 9 एएसडीआर का टीआईडी परीक्षण परिणाम

7. निष्कर्षः

एएसडीआर के फ्रंट-ऐंड डिज़ाइन का कार्य सैक टीम द्वारा एवं बेक-ऐंड डिज़ाइन का कार्य एससीएल द्वारा सफलतापूर्वक पूर्ण किया गया एवं संविरचन का कार्य टावर-जाज़ इस्राइल में पूर्ण हुआ है। एससीएल फाउन्डरी कार्यशील नहीं होने से संविरचन कार्य टावर-जाज़ इस्राइल में किया गया परंतु यह कार्य अब एससीएल में भी किया जा सकता है। इसका पैकेजिंग कार्य भी एससीएल में किया गया है। एएसडीआर का परीक्षण सैक में किया गया है एएसडीआर का टीआईडी (TID) विकिरण परीक्षण एससीएल स्थित गामा-कक्ष में किया गया। एएसडीआर का डाई चित्र – 7 में दर्शाया गया है जिसका क्षेत्रफल 3.5मि.मीटर X 3.5 मि.मीटरहै। एएसडीआर, 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 एएसडीआर का यह स्वदेशी निर्माण का रास्ता तार-सज्जा एवं वजन को इष्टतम करने में अत्यंत उपयोगी होगा एवं साथ ही लागत प्रभावी भी होगा।

कुल 28 डिजाईन का संविरचन किया गया था जिसकी लगत 77 लाख रुपये आई एवं प्रत्येक डिजाईन के कुल 516 डाई प्राप्त हुए. इस प्रकार प्रत्येक डाई की कीमत करीब 266 रूपये आई

8. आभारः

इस लेख के लेखक एएसडीआरके स्वदेशी निर्माण हेतु प्रोत्साहन एवं मार्गदर्शन के लिए श्री तपन मिश्रा (निदेशक, सैक), निलेश देसाई (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 एएसडीआरके 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।

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

कार्टोसैट-2C नीतभार के 2-बहुस्पेक्ट्रमी तथा सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज का यांत्रिकी अभिकल्प एवं विश्लेषण

आदित्य कुमार पतिंगे
ईमेल: adityapatinge@sac.isro.gov.in
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद–380015

सारांश

कार्टोसैट-2C अभियान में पिछले अभियानों की तुलना में समय विलंबन समाकलन संसूचक (TDI) जैसी कई नई प्रौद्योगिकियों का इस्तेमाल किया गया है। इस वजह से पिछले अभियानों की तुलना में इस नीतभार के कैमरा इलेक्ट्रानिकी में काफी बदलाव आया है। बहुस्पेक्ट्रमी तथा सार्ववर्णी बैंड में पैकेजों के अभिकल्प इस तरह से किया गए हैं की उनका द्रव्यमान तथा आयतन कम से कम रहै। प्रस्तुत लेख में 2-बहुस्पेक्ट्रमी तथा सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज का यांत्रिकी अभिकल्प एवं विश्लेषण का विवरण पेश किया गया है।

1. प्रस्तावना:

नगरी तथा ग्रामीण संपदा प्रबंधन, तटीय भूमि का नियमन, भौगोलिकसूचना प्रणाली (GIS) के उपयोग तथा मानचित्रकला के उपयोग आदि उद्देशों के लिए बढ़ी हुई पुनरावलोकन क्षमता के साथ कार्टोसैट-2C अभियान का गठन किया गया है। इस अभियान के विनिर्देशों के अनुसार सार्ववर्णी बैंड में भू-प्रतिचयन दूरी 0.65 m तथा बहुस्पेक्ट्रमी बैंड में 2m एवं प्रमार्ज 10 Km अर्जित किया जाना हैं। [5] अभियान की माँग के अंतर्गत कैमरा इलेक्ट्रानिकी के द्रव्यमान तथा आयतन को लघुत्तम पैमाने पर बनाया जाना है। पिछले कार्टोसैट नीतभार– 2/2A/2B की तुलना में कार्टोसैट-2C नीतभार में समय विलंबन समाकलन संसूचकों (TDI) का विन्यास हो रहा है इसलिए पूर्णत: नवीनतम नीतभार कैमरा इलेक्ट्रानिकी विकसित की जा रही है। मुख्य पैमाना यह है कि विद्यमान कार्टोसैट-2B दूरदर्शी की यांत्रिक संरचना, उपग्रह की क्षमता तथा युगपत अभिकलित्र प्रणाली (OBC)को न छेडते हुए भार, माप तथा क्षमता को लघुत्तम बनायाजाए। कैमरा इलेक्ट्रानिकी को निम्नानुसार तीन भागो में बाँटा गया है:

(i) अग्रांत कैमरा इलेक्ट्रानिकी
(ii) अंकीय नियंत्रण प्रक्रमण इलेक्ट्रानिकी
(iii) नीतभार शक्ति प्रदाय

बहुस्पेक्ट्रमी बैंड के अग्रांत कैमरा इलेक्ट्रानिकी को 2 समूहों में बाँटा गया है – 2-बहुस्पेक्ट्रमी अग्रांत कैमरा इलेक्ट्रानिकी जो 2 संसूचकों को सहाय्य करता है और 3-बहुस्पेक्ट्रमी अग्रांत कैमरा इलेक्ट्रानिकी संसूचकों को सहाय्य करता है। इसी प्रकार से सार्ववर्णी बैंड के कैमरा इलेक्ट्रानिकी को उनकी नीतभार डेक पर स्थापन व्यवस्था के अनुसार 2 विन्यासों में बाँटा गया है – ऊर्ध्व और क्षैतिज।

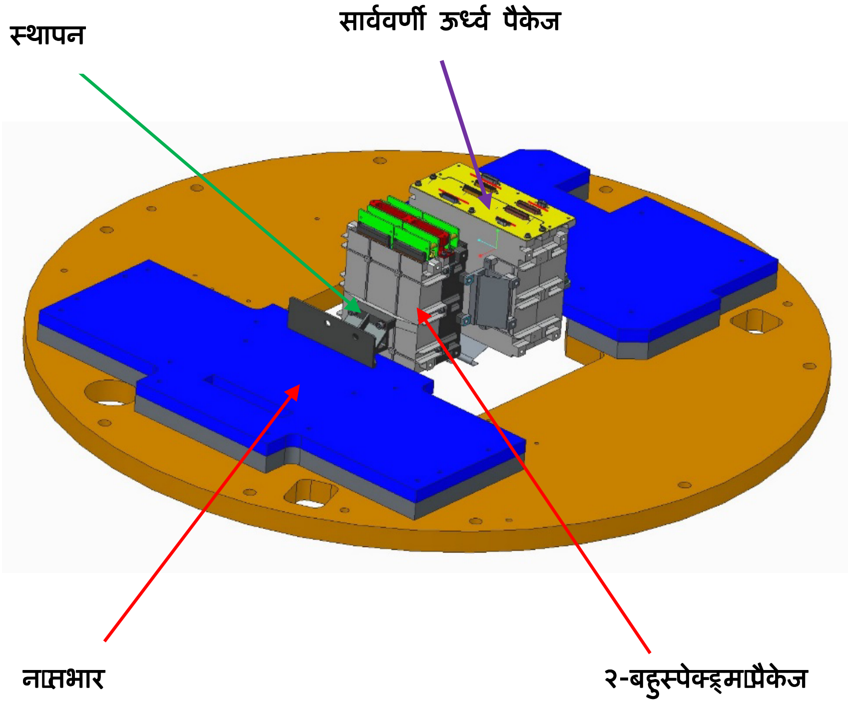
2. स्थापन व्यवस्था:

पैकेजआकृति-1 के अनुसार नीतभार डेक पर स्थापित किए गए हैं।

3. अभिकल्प के मापदंड:

पैकेजों के अभिकल्प के दौरान निम्नालिखित मापदंड अपनाए गए हैं:

(i) वह मुद्रित परिपथ बोर्ड (PCB)को पर्यावरणीय बलों के विपरीत सहाय्य देने का प्राथमिक उद्देश्य पूरा करे।
(ii) उसकी पहली प्राकृतिक आवृत्ति 100Hz से ऊपर हो।
(iii) वह कम से कम जगह और कम से कम द्रव्यमान ले।
(iv) अकेले तीनों अक्षों में 100g अपरिवर्तित अवस्था के बलों की वजह से घटकों में पैदा होने वाले प्रतिबल उनकी खुदकी सहनशीलता से कम हो।
(v) घटकों का उत्पादन करना आसान हो और उनका समुच्चय करना भी आसान हो।



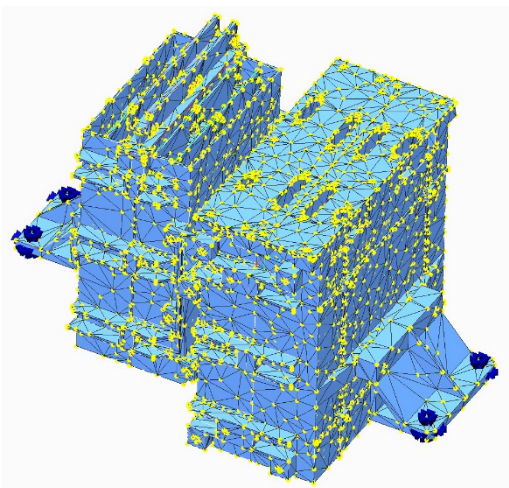
उपर्युल्लिखित मापदंडों के अनुसार माडूली अभिकल्प उपगमन अपनाया गया है जिसके तहत 2-बहुस्पेक्ट्रमी कैमरा इलेक्ट्रानिकी पैकेज को दो माड्यूलों में विभाजित किया गया है – AB बॉक्स समुच्चय तथा CD बॉक्स समुच्चय। इन दो बॉक्सों को बाद में जोड़कर 2-बहुस्पेक्ट्रमीकैमरा इलेक्ट्रानिकी पैकेज बनाया जाएगा। इसी तरह से सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज समुच्चय को दो माड्यूलों में विभाजित किया गया है –समुच्चय1 और समुच्चय2। दोनों 2-बहुस्पेक्ट्रमीकैमरा इलेक्ट्रानिकी पैकेज समुच्चय और सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज समुच्चय दो ब्रैकेटों की सहायता से नीतभार डेक पर स्थापित किए जायेंगे। [1, 4]

4. विश्लेषण के लिए गणितीय प्रतिरूप:

वास्तविक समुच्चय को विश्लेषण के लिए गणितीय प्रतिरूप में रूपांतरित किया गया है। इसके लिए सारे बंधकों को हटा दिया गया है। साथ ही मुद्रित परिपथ बोर्ड (PCB) पर स्थापित सारे संबंधकों को हटा दिया गया है और मुद्रित परिपथ बोर्ड (PCB) के द्रव्यमान का अनुरूपण किया गया है। [3]

5. पदार्थों के गुणधर्म:

संरचनात्मक विश्लेषण के लिए पदार्थों के निम्नलिखित गुणधर्म इस्तेमाल किए गए हैं:



आकृति-२: गणितीय प्रतिरूप

क्रमांक	घटक	पदार्थ	प्रत्यास्थता मापांक (GPa)	पौइझन का अनुपात (v)	तापीय प्रसरण का गुणांक (°C-1)	पराभव सामर्थ्य (MPa)
1	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष बॉक्स	एल्युमिनियम मिश्रधातु	70	0.33	23.6e-6	275
2	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष अंतरक					
3	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष पृथक्करण प्लेट					
4	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष संबंधक पैनल					
5	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल बॉक्स					
6	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल अंतरक					
7	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल पृथक्करण प्लेट					
8	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल संबंधक पैनल					
9	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज ब्रैकेट					
10	2-बहुस्पेक्ट्रमी -सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज ब्रैकेट 1					
11	2-बहुस्पेक्ट्रमी – बॉक्स 2					
12	2-बहुस्पेक्ट्रमी अंतरक					
13	2-बहुस्पेक्ट्रमीपृथक्करण प्लेट					
14	2-बहुस्पेक्ट्रमी – बॉक्स 1					
15	2-बहुस्पेक्ट्रमी ब्रैकेट					
16	2-बहुस्पेक्ट्रमीकड़ी पत्रक सहाय्य प्लेट					
17	2-बहुस्पेक्ट्रमी -सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज ब्रैकेट 2					
18	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज बीसीडी 2पत्रक	एफआर4	50	0.22	2.27e-06	344
19	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष व्हीपी पत्रक					
20	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज बीसीडी 1पत्रक					
21	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तलव्हीपी पत्रक					
22	2-बहुस्पेक्ट्रमीबीसीडी पत्रक					
23	2-बहुस्पेक्ट्रमीव्हीपीपत्रक					

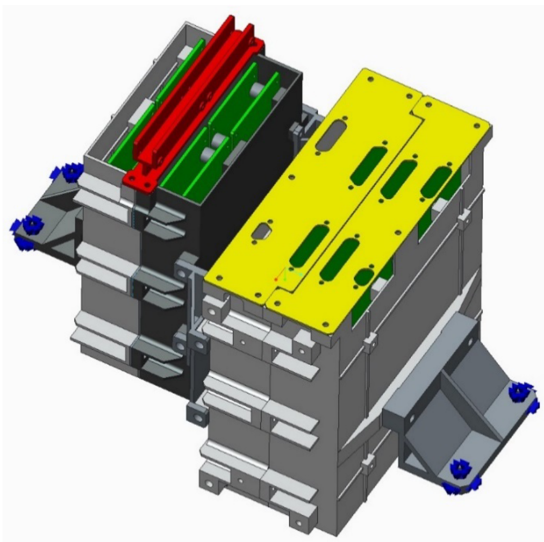
सारणी-1: यांत्रिक गुणधर्म

6. संरचनात्मक विश्लेषण:

समुच्चय का अभिलंब विधा विश्लेषण और स्थैतिक विश्लेषण करके अभिकल्प की जाँच की गई।

6.1 अभिलंब विधा विश्लेषण:

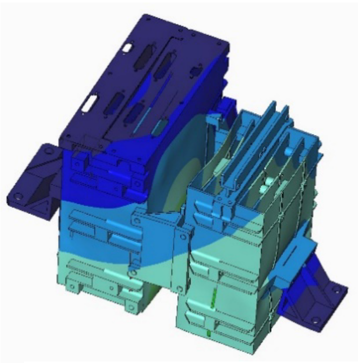
समुच्चय के आरोपण छिद्रों की सारी स्वातंत्र्य कोटियों (DOF) का निवर्तन किया गया। [2] इसे आकृति-3 में दर्शाया गया है। परिणाम सारणी-2 में दर्शाए गए हैं। विधा आकृतियाँ आकृति-4 में दर्शायी गई हैं।



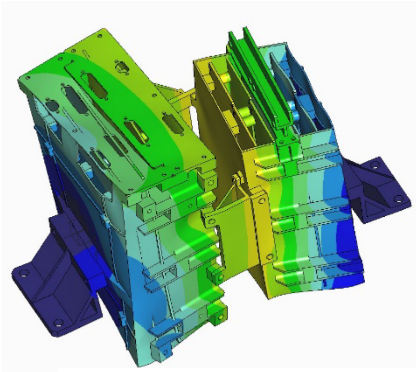
आकृति-3: अभिलंब विधा विश्लेषण में निवर्तन

सारणी-2: अभिलंब विधा विश्लेषण के परिणाम

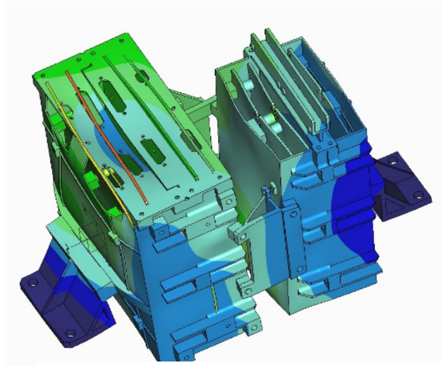
विधाएं	आवृत्ति (Hz)
1	255
2	272
3	300



आकृति-4.1: पहली विधा



आकृति-4.2: दूसरी विधा



आकृति-4.3: तीसरी विधा

6.2 स्थैतिक विश्लेषण:

प्रमोचन बलों के विरुद्ध समुच्चय का निष्पादन जाँचने के लिए उसपरतीनो अक्षों में 100g गुरुत्व बल लगाया गया। विभिन्न घटकों पर आने वाले प्रतिबलों का पूर्वानुमान निकला गया। इस विश्लेषण के परिणाम सारणी-3 में दर्शाए गए हैं।

क्रमांक	घटक	पूर्वानुमानित प्रतिबल (MPa)	सहनशक्ति प्रतिबल (MPa)	सुरक्षा गुणक (FOS)
1	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष बॉक्स	60		4.6
2	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष अंतरक	12		22.9
3	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष पृथक्करण प्लेट	12		22.9
4	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष संबंधक पैनल	13		21.2
5	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल बॉक्स	18		15.3
6	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल अंतरक	61		4.5
7	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल पृथक्करण प्लेट	113		2.4
8	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल संबंधक पैनल	29		9.5
9	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज ब्रैकेट	17	275	16.2
10	2-बहुस्पेक्ट्रमी - सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज ब्रैकेट 1	11		25
11	2-बहुस्पेक्ट्रमी – बॉक्स 2	8		34.4
12	2-बहुस्पेक्ट्रमी अंतरक	49		5.6
13	2-बहुस्पेक्ट्रमी पृथक्करण प्लेट	60		4.6
14	2-बहुस्पेक्ट्रमी – बॉक्स 1	90		3.1
15	2-बहुस्पेक्ट्रमी ब्रैकेट	95		2.9
16	2-बहुस्पेक्ट्रमी कड़ी पत्रक सहाय्य प्लेट	40		6.9
17	2-बहुस्पेक्ट्रमी - सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज ब्रैकेट 2	35		7.9
18	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज बीसीडी 2 पत्रक	40		8.6
19	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष व्हीपी पत्रक	28	344	12.3
20	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज बीसीडी 1 पत्रक	100		3.44

21	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल व्हीपी पत्रक	65		5.3
22	2-बहुस्पेक्ट्रमी बीसीडी पत्रक	65		5.3
23	2-बहुस्पेक्ट्रमी व्हीपी पत्रक	112		3.1

सारणी-3.1: स्थैतिक विश्लेषण में X-अक्ष में 100 g बल की वजह से पाए गए परिणाम

क्रमांक	घटक	पूर्वानुमानित प्रतिबल (MPa)	सहनशक्ति प्रतिबल (MPa)	सुरक्षा गुणक (FOS)
1	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष बॉक्स	85	275	3.2
2	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष अंतरक	14		19.6
3	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष पृथक्करण प्लेट	11		25
4	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष संबंधक पैनल	9		30.6
5	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल बॉक्स	156		1.8
6	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल अंतरक	22		12.5
7	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल पृथक्करण प्लेट	13		21.2
8	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल संबंधक पैनल	14		19.6
9	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज ब्रैकेट	152		1.8
10	2-बहुस्पेक्ट्रमी - सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज ब्रैकेट 1	121		2.3
11	2-बहुस्पेक्ट्रमी – बॉक्स 2	61		4.5
12	2-बहुस्पेक्ट्रमी अंतरक	16		17.2
13	2-बहुस्पेक्ट्रमी पृथक्करण प्लेट	11		25
14	2-बहुस्पेक्ट्रमी – बॉक्स 1	96		2.9
15	2-बहुस्पेक्ट्रमी ब्रैकेट	177		1.6
16	2-बहुस्पेक्ट्रमी कड़ी पत्रक सहाय्य प्लेट	6		45.8
17	2-बहुस्पेक्ट्रमी - सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज ब्रैकेट 2	100		2.75
18	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज बीसीडी 2 पत्रक	15	344	22.9
19	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष व्हीपी पत्रक	13		26.5
20	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज बीसीडी 1 पत्रक	22		15.6
21	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल व्हीपी पत्रक	13		26.5
22	2-बहुस्पेक्ट्रमी बीसीडी पत्रक	30		11.5
23	2-बहुस्पेक्ट्रमी व्हीपी पत्रक	6		57.3

सारणी-3.2: स्थैतिक विश्लेषण में Y-अक्ष में 100 g बल की वजह से पाए गए परिणाम

क्रमांक	घटक	पूर्वानुमानित प्रतिबल (MPa)	सहनशक्ति प्रतिबल (MPa)	सुरक्षा गुणक (FOS)
1	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष बॉक्स	10	275	27.5
2	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष अंतरक	12		22.9
3	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष पृथक्करण प्लेट	32		8.6
4	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष संबंधक पैनल	9		30.6
5	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल बॉक्स	89		3.1
6	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल अंतरक	40		6.9
7	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल पृथक्करण प्लेट	20		13.75

8	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल संबंधक पैनल	18		15.3
9	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज ब्रैकेट	70		3.9
10	2-बहुस्पेक्ट्रमी - सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज ब्रैकेट 1	28		9.8
11	2-बहुस्पेक्ट्रमी – बॉक्स 2	116		2.4
12	2-बहुस्पेक्ट्रमी अंतरक	40		6.9
13	2-बहुस्पेक्ट्रमी पृथक्करण प्लेट	14		19.6
14	2-बहुस्पेक्ट्रमी – बॉक्स 1	140		1.96
15	2-बहुस्पेक्ट्रमी ब्रैकेट	93		2.96
16	2-बहुस्पेक्ट्रमी कड़ी पत्रक सहाय्य प्लेट	8		34.4
17	2-बहुस्पेक्ट्रमी - सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज ब्रैकेट 1	50		5.5
18	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज बीसीडी 2 पत्रक	31	344	11.1
19	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज शीर्ष व्हीपी पत्रक	40		8.6
20	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज बीसीडी 1 पत्रक	13		26.5
21	सार्ववर्णी ऊर्ध्व पैकेज तल व्हीपी पत्रक	25		13.8
22	2-बहुस्पेक्ट्रमी बीसीडी पत्रक	41		8.4
23	2-बहुस्पेक्ट्रमी व्हीपी पत्रक	27		12.7

सारणी-3.3: स्थैतिक विश्लेषण में Z-अक्ष में 100 g बल की वजह से पाए गए परिणाम

7. निष्कर्ष:

(i) अभिकल्प के मापदंडों के अनुसार प्राकृतिक आवृत्ति पायी गई है।

(ii) तीनों अक्षों में 100g स्थैतिक कल्प बलों की वजह से विभिन्न घटकों में पाए गए प्रेरित प्रतिबल पर्याप्त सुरक्षा गुणकों के साथ उनकी सहनशक्ति से कम हैं।

(iii) अभिकल्प अपने मापदंडों पर खरा उतरा है।

8. संदर्भ:

1. हैन एच. एल. & पोलबी. एम., 1979, प्रगत संरचनात्मक अवमंदन रिब्स द्वारा मुद्रित परिपथ बोर्ड (PCB) के प्रगत गतिक अभिलक्षण, NAECON 1971, IEEE, न्यू योर्क, पृष्ठ 222-232.
2. स्टेनबर्ग डी. एस., 1973, इलेक्ट्रानिक उपकरणों के लिए कंपन विश्लेषण, जोन विले और संस्, न्यू योर्क.
3. ओंग जे. एच. & लिम जी एच., कंपित संरचनाओं की प्राकृतिक आवृति को अधिकतम करने के लिए सहज तकनीक, ASME जर्नल, क्रमांक भाग 122, क्रमांक 4, पृष्ठ 341-349, 2000.
4. जी. एस. अग्लेत्ती, वांतरिक्ष अभियांत्रिकी का जर्नल, अंतरिक्ष इलेक्ट्रानिकी उपयोग के लिए हल्का आवरण, भाग G, क्रमांक 216-3, पृष्ठ 131-142, 2002.
5. कार्टोसैट-2Cनीतभार का प्राथमिक अभिकल्प पुनरावलोकनदस्तावेज क्रमांक SAC/SEDA/14/05/2012/02.

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

उन्नत संचार उपग्रहों के लिए उभयनिष्ठ डिजिटल एकस्पंदी अनुरेखन अभिग्राही

संतोष लछेटा1, पंकज कुमार गुप्ता2
1santosh0204@sac.isro.gov.in, 2@sac.isro.gov.in
प्रणाली अभियांत्रिकी एवं समाकलन प्रभाग
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), अहमदाबाद - 380 015

सारांश

एकस्पंदी अनुरेखन (Monopulse Tracking) अभिग्राही अथवा एकस्पंदी प्रक्रमक (Processor), एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली का एक बहुत ही महत्वपूर्ण अंग है। ऐंटेना की निर्देशन त्रुटि को दूर करने के लिए सामान्यतया एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली को दो संरूपों में उपयोग किया जाता है, एकल-चैनल और दो-चैनल। अतः एक ही हार्डवेयर के द्वारा दोनों संरूपों की आवश्यकता की पूर्ति हो सके इस तरह की डिज़ाइन उभयनिष्ठ डिजिटल एकस्पंदी अनुरेखन अभिग्राही (जी.डी.एम.टी.आर.) में प्रस्तावित की गई है, जिसका उपयोग भविष्य के उन्नत संचार उपग्रहों में किया जाएगा। फर्मवेयर/सॉफ्टवेयर को बदलकर जीडीएमटीआर को एकल-चैनल या दो-चैनल संरूप में उपयोग में लाया जा सकता है। पुराने एनालॉग अनुरेखन अभिग्राही की तुलना में जीडीएमटीआर का आकार, भार और ऊर्जा व्यय बहुत कम है और साथ ही यह डिज़ाइन नम्यता व आसान पुनरावृत्ति भी प्रदान करता है।

पुनः संरूपण की आवश्यकता को ध्यान में रखते हुये जीडीएमटीआर का विकास एफ.पी.जी.ए. (FPGA) आधारित हार्डवेयर से किया गया है। जीडीएमटीआर के लिए विकसित किए गए एल्गोरिथ्म को प्रयोगशाला में उद्दीपन जनित्र (Stimulus Generator) की सहायता से जाँचा गया है। दोंनो संरूपों के एल्गोरिथ्म को एन. आर. एस. सी. और एम. सी. एफ. की अनुरेखन प्रणाली के साथ भी जाँचा गया है।

संकेत शब्द

एकस्पंद, अनुरेखन प्रणाली, ऐन्टेना, अभिग्राही

1. प्रस्तावना

आधुनिक बहु-किरणपुंज उन्नत संचार उपग्रहों में निर्देशन त्रुटि दूर करने व ऐंटेना किरणपुंज को विनिर्दिष्ट क्षेत्र में बनाए रखने के लिए एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली की आवश्यकता होती है। बड़े ऐंटेना वाले भू-केन्द्रों में भी GEO एवं LEO उपग्रहों को ट्रैक करने के लिए एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली का उपयोग किया जाता है। उच्च अभिलक्ष्यन यथार्थता के कारण इस तरह के अनुप्रयोगों में एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली का इस्तेमाल किया जाता है। एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली को तीन संरूपों में क्रियान्वित (implemented) किया जा सकता है – एकल-चैनल, दो-चैनल व तीन-चैनल। सामान्य तौर पर एकल-चैनल व दो-चैनल संरूपों का उपयोग किया जाता है। दो-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन अभिग्राही धन (Sum) सिग्नल व त्रुटि (Error) सिग्नल को निवेश के तौर पर लेता है और दिगंश (Azimuth) व उन्नतांश (Elevation) दिष्टकारी (DC) निर्गम सिग्नल उत्पन्न करता है, जबकि एकल-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन अभिग्राही केवल एक मोडुलित सिग्नल को निवेश (Input) के तौर पर लेता है और दिगंश (Azimuth) व उन्नतांश (Elevation) दिष्टकारी (DC) निर्गम सिग्नल उत्पन्न करता है।

दो-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन अभिग्राही की तुलना में एकल-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन अभिग्राही की डिज़ाइन जटिल होती है और इस जटिलता का कारण है- मोडुलित निवेश सिग्नल। एकल-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन अभिग्राही की इस जटिलता को डिजिटल प्रक्षेत्र (Domain) में आसानी से हैंडल किया जा सकता है इसीलिये जीडीएमटीआर का क्रियान्वयन एनालॉग की बजाय डिजिटली किया गया है। इसके अलावा डिजिटल क्रियान्वयन, डिज़ाइन नम्यता (flexibility) एवं आसान पुनरावृति, इत्यादि सुविधाएँ भी प्रदान करता है। सामान्यतया उपग्रह में एकल-चैनल व दो-चैनल अनुरेखन प्रणाली का उपयोग किया जाता है अतएव इस बात को ध्यान में रखकर जीडीएमटीआर की हार्डवेयर

डिज़ाइन इस तरह की गई है कि एक ही हार्डवेयर के द्वारा दोनों अनुरेखन प्रणालियों की आवश्यकता की पूर्ति की जा सके। केवल फर्मवेयर/सॉफ्टवेयर को बदलकर अभिग्राही का संरूप (एकल-चैनल अथवा दो-चैनल) बदला जा सकता है।

जीडीएमटीआर का विकास एक Actel एफपीजीए (FPGA) आधारित हार्डवेयर के द्वारा किया गया है। उपग्रह में उपयोग के लिए निर्मित किए गए इस Actel एफपीजीए (FPGA) आधारित हार्डवेयर मॉडल में MIL-STD-1553> अन्तरापृष्ठ (interface) भी प्रदान किया गया है।

फर्मवेयर डिज़ाइन क्रियान्वयन में मुख्य रूप से डिजिटल कला अनुबंधक पाश (Phase Lock Loop), स्वतः लब्धि नियंत्रण (Automatic Gain Control) पाश, आवृत्ति व आयाम आकलन एवं त्रुटि संसूचक शामिल है। एकल-चैनल व दो-चैनल, दोनों ही मॉडल के लिए पृथक फर्मवेयर की डिज़ाइन की गई है और जांचा गया है।

खंड-2 में दो-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली का संक्षिप्त वर्णन किया गया है। खंड-3 में एकल-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली का वर्णन किया गया है। खंड-4 में विनिर्देशों की सूची दी गई है। खंड-5 में डिज़ाइन विवरण प्रस्तुत किया गया है। प्रचालन और परिणाम खंड-6 में प्रस्तुत किए गए हैं।

2. दो-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली

जैसा कि चित्र 1 में दिखाया गया है, दो-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली में ऐंटेना व फीड प्रणाली, एकस्पंदी तुलनित्र, अभिनिम्न परिवर्तित्र, दो-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन अभिग्राही, MIL-STD-1553> अन्तरापृष्ठ इकाई, अभिवृत्ति और कक्षा नियंत्रण प्रणाली एवं ऐंटेना निर्देशन प्रणाली शामिल होती हैं।

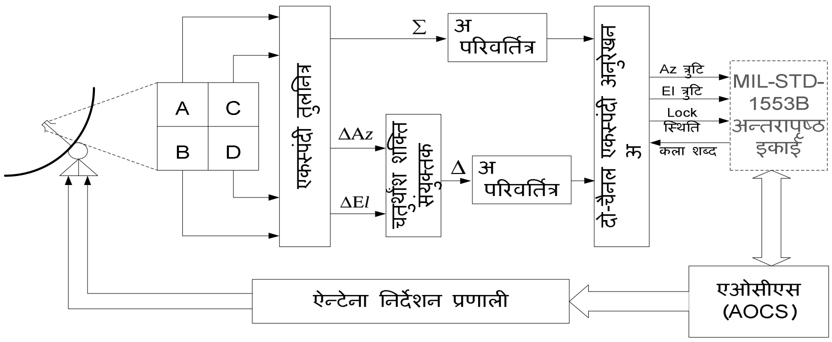
एकस्पंदी तुलनित्र चार शृंग से सिग्नल ग्रहण करके धन (Σ) सिग्नल, दिगंश (ΔAz) त्रुटि सिग्नल तथा उन्नतांश (ΔEl) त्रुटि सिग्नल उत्पन्न करता है जैसा कि नीचे समीकरणों में दिखाया गया है।

$$\Sigma = A+>+C+D$$

$$\Delta Az = (A+>)- (C+D)$$

$$\Delta El = (A+C)- (>+D)$$

यंहा A, >, C, एवं D चारों शृंगों के द्वारा गृहित सिग्नलों को दर्शातें हैं।



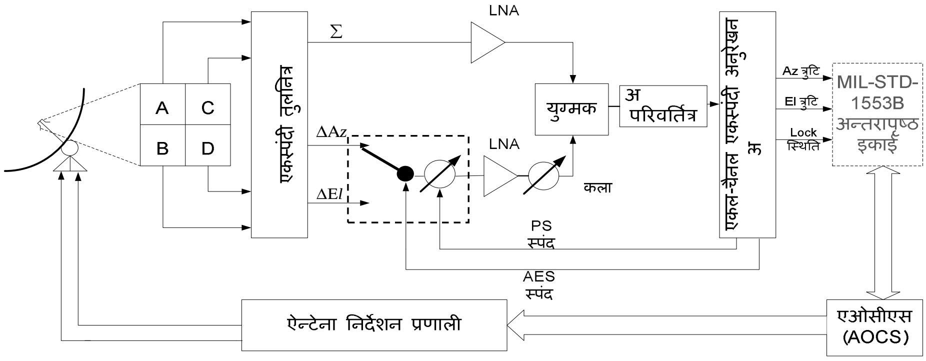
चित्र 1 : दो-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली

चतुर्थांश शक्ति संयुक्तक, दिगंश (ΔAz) त्रुटि सिग्नल तथा उन्नतांश (ΔEl) त्रुटि सिग्नल को संयुक्त करके एक त्रुटि (Δ) सिग्नल उत्पन्न करता है। इसके पश्चात् इन दोनों सिग्नलों को अभिनिम्न परिवर्तित किया जाता है, फिर दो-चैनल अनुरेखन अभिग्राही इन परिवर्तित सिग्नलों का प्रक्रमण (processing) करके, Az एवं El दिशाओं के लिए DC त्रुटि सिग्नलों को उत्पन्न करता है। इन DC त्रुटि सिग्नलों को MIL-STD-1553> अन्तरापृष्ठ इकाई की सहायता से एओसीएस (AOCS) को भेज दिया जाता है जिनका उपयोग करते हुए ऐंटेना निर्देशन प्रणाली ऐंटेना को सही दिशा में घुमाता है जिससे त्रुटियाँ निम्नतम हो जाती हैं।

एकल-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली

जैसा कि चित्र 2 में दिखाया गया है एकल-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली में ऐंटेना व फीड प्रणाली, एकस्पंदी तुलनित्र, बहुसंकेतक इकाई, कला विस्थापक, युग्मक, अभिनिम्न परिवर्तित्र, एकल-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन

अभिग्राही, MIL-STD-1553> अन्तरापृष्ठ इकाई, अभिवृत्ति और कक्षा नियंत्रण प्रणाली एवं ऐंटेना निर्देशन प्रणाली शामिल होते हैं।



चित्र 2 : एकल-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन प्रणाली

एकस्पंदी तुलनित्र का कार्य दो-चैनल अभिग्राही की तरह ही है। इसके पश्चात् ΔAz व ΔEl सिग्नलों को दिगंश-उन्नतांश क्रमवीक्षण स्पंद (AzEl Scan Pulse) की सहायता से काल बहुसंकेतित (Time multiplexed) किया जाता है। अब इस सिग्नल का कला क्रमवीक्षण स्पंद (Phase Scan Pulse) की सहायता से कला परिवर्तित की जाती है। इसके बाद इस सिग्नल को कला विस्थापक के द्वारा धन सिग्नल के साथ संसक्त (coherent) तरीके से युग्मित किया जाता है और एक आयाम मोडुलित सिग्नल में परिवर्तितकर दिया जाता है। एकल-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन अभिग्राही इस अभिनिम्न परिवर्तित आयाम मोडुलित सिग्नल का प्रक्रमण (processing) करके, Az एवं El दिशाओं के लिए DC त्रुटि सिग्नलों को उत्पन्न करता है। इन DC त्रुटि सिग्नलों को MIL-STD-1553> अन्तरापृष्ठ इकाई की सहायता से एओसीएस (AOCS) को भेज दिया जाता है जिनका उपयोग करते हुए ऐंटेना निर्देशन प्रणाली ऐंटेना को सही दिशा में घुमाती है जिससे त्रुटियाँ निम्नतम हो जाती हैं।

3. विनिर्देश

सामान्तया विनिर्देश उपग्रह की अनुरेखन आवश्यकता पर आधारित होते हैं। नीचे टेबल में दर्शाए गए विनिर्देशों के लिए जीडीएमटीआर की डिज़ाइन की गई है।

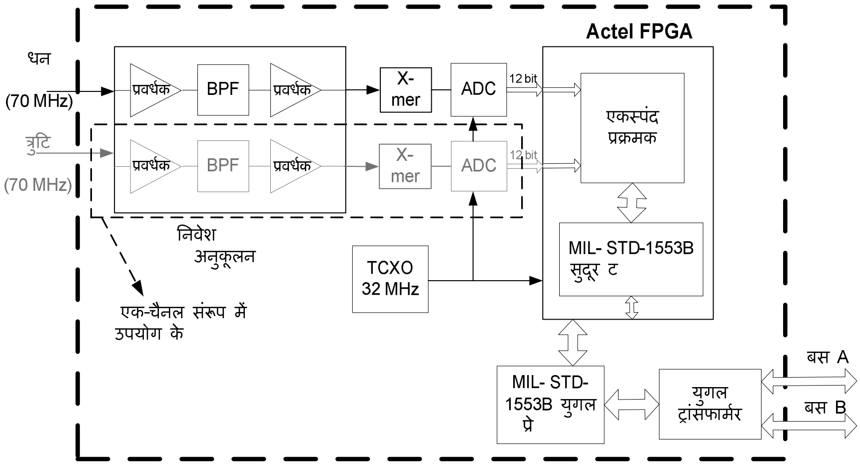
क्रमांक	प्राचल (Parameter)	विनिर्देश (Specifications)
1	निवेश आवृत्ति (Input Frequency)	70 MHz ±100 KHz
2	निवेश प्रतिबाधा (Input Impedance)	50 Ohm
3	गातिक परास (Dynamic Range)	>30 d> (-25 d>m से -55 d>m तक)
4	देहली (Threshold) C/NO	< 55 d>Hz
5	पाश बैंड विस्तार (Loop >W)	~1.5 KHz
6	अर्जन (Acquisition)	±100 KHz
7	ए.जी.सी. काल स्थिरांक (AGC Time Constant)	~100 ms
8	निर्गम त्रुटि बैंड विस्तार (O/P Error >W)	20 Hz
9	Az व El त्रुटि निर्गम	16-बिट डिजिटल
केवल दो-चैनल संरूप के लिए		
10	कला नियंत्रण	12-बिट डिजिटल
केवल एकल-चैनल संरूप के लिए		
11	दिगंश उन्नतांश क्रमवीक्षण स्पंद (AzEl Scan Pulse)	1 KHz
12	कला क्रमवीक्षण स्पंद (Phase Scan Pulse)	500 Hz

4. डिज़ाइन

जीडीएमटीआर की डिज़ाइन को दो भागों में विभाजित किया गया है।

अ. हार्डवेयर डिज़ाइन

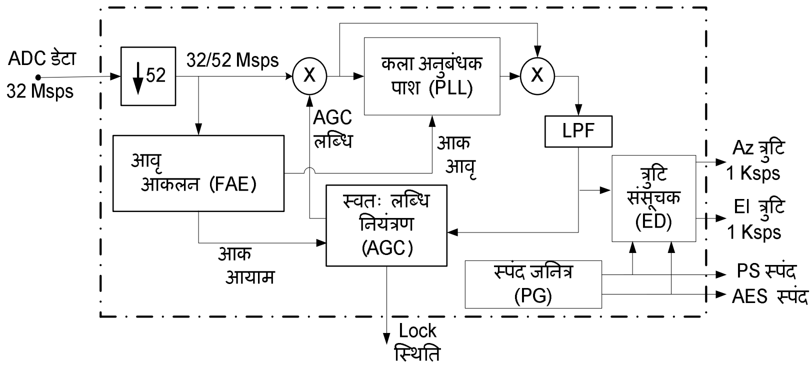
जीडीएमटीआर के हार्डवेयर को इस प्रकार विकसित किया गया है कि एक ही हार्डवेयर को एकल-चैनल व दो-चैनल दोनों संरूपों में उपयोग किया जा सकता है जैसा कि चित्र 3 में दिखाया गया है। यदि यह पहले से तयकर लिया जाए कि अभिग्राही को केवल एकल-चैनल संरूप में उपयोग करना है तो चित्र 3 में दिखाए गए हार्डवेयर में से एक निवेश श्रृंखला को कम भी किया जा सकता है।



चित्र 3 : जीडीएमटीआर का खंड आरेख

आ. फर्मवेयर डिज़ाइन

फर्मवेयर डिज़ाइन को दो खंडों में विभाजित किया गया है; MIL-STD-1553> सुदूर टर्मिनल कोर एवं एकस्पंदी प्रक्रमक। MIL-STD-1553> सुदूर टर्मिनल कोर दो अन्तरापृष्ठ प्रदान करता है, जिसमें पहला है MIL-STD-1553> बस से दोहरा अतिरिक्त अन्तरापृष्ठ और दूसरा है एकस्पंदी प्रक्रमक से डेटा के आदान-प्रदान के लिए अन्तरापृष्ठ। जीडीएमटीआर का प्रकार्य पूरी तरह से एकस्पंदी प्रक्रमक की डिज़ाइन पर आधारित है। एकल-चैनल और दो-चैनल एकस्पंदी प्रक्रमक के खंड आरेख क्रमशः चित्र 4 व चित्र 5 में दर्शाए गए हैं।



चित्र 4 : एकल-चैनल एकस्पंदी प्रक्रमक का खंड आरेख

एकस्पंदी प्रक्रमक के निम्नलिखित मुख्य अवयव है:

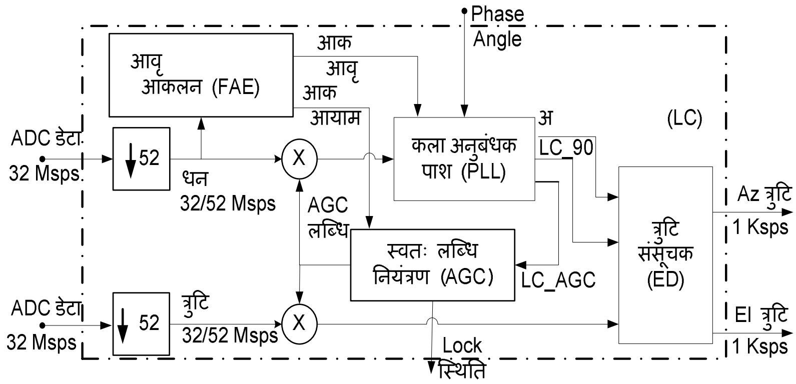
1. कलाबद्ध पाश (Phase Locked Loop)

त्रुटि सिग्नल में से दिगंश त्रुटि व उन्नतांश त्रुटि सिग्नलों को निकालने के लिए एक संसक्त वाहक की आवश्यकता होती है। एक संख्यात्मक नियंत्रित दोलित्र (NCO) को धन सिग्नल से कला अनुबंधितकर संसक्त वाहक को उत्पन्न किया जाता है।

2. स्वतः लब्धि नियंत्रण (Automatic Gain Control) पाश

ऐन्टेना अनिर्देशन के अलावा किसी अन्य कारण से निर्गमित DC सिग्नल में आई हलचल को दूर करने के लिए स्वतः लब्धि नियंत्रण (AGC) पाश का उपयोग किया जाता है। AGC डिज़ाइन को दो भाग में विभाजित किया गया है; संसक्त AGC और असंसक्त AGC।

यदि अभिग्राही कलाबद्ध नहीं है तो उस समय असंसक्त AGC, प्रक्रमण में आई संतृप्ति को दूर करता है। अभिग्राही के कलाबद्ध होते ही संसक्त AGC काम करने लगता है।



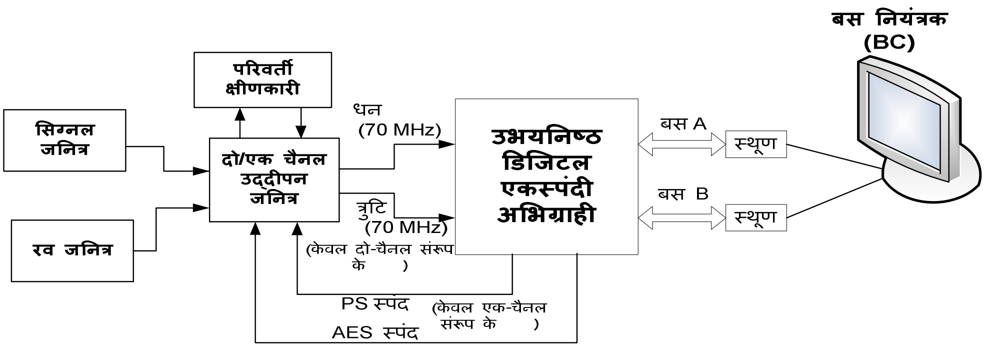
चित्र 5 : दो-चैनल एकस्पंदी प्रक्रमक का खंड आरेख

3. आवृत्ति व आयाम आकलन

आवृत्ति व आयाम के आकलन के लिए द्रुत फुरियर रूपान्तर (एफ.एफ.टी.) का उपयोग किया गया है। आकलित आवृत्ति का उपयोग कला अनुबंधक पाश को बिना किसी चक्र फिसलन (cycle slip) के अनुबंधित करने के लिए किया जाता है तथा आकलित आयाम का उपयोग असंसक्त AGC में निवेश के तौर पर किया जाता है।

4. त्रुटि संसूचक

त्रुटि संसूचक गुणक और फिल्टर की सहायता से दिगंश व उन्नतांश सिग्नल उत्पन्न करता है। त्रुटि संसूचक की डिज़ाइन एकल-चैनल व दो-चैनल दोनों संरूपों के लिए भिन्न-भिन्न होती है। एकल-चैनल संरूप के लिए त्रुटि संसूचक की संरचना दो-चैनल संरूप के त्रुटि संसूचक की तुलना में कठिन होती है क्योंकि इसमें दिगंश, उन्नतांश एवं कला क्रमवीक्षण स्पंदो का उपयोग होता है।



चित्र 6 : जीडीएमटीआर का प्रयोगशाला जांच सेटअप

5. प्रचालन और परिणाम

जीडीएमटीआर को प्रयोगशाला में परखने के लिए उद्दीपन जनित्र और MIL-STD-1553> परीक्षित्र/अनुकारी का उपयोग किया गया है, जैसा कि चित्र 6 में दिखाया गया है।

जीडीएमटीआर के दोनों संरूपों के प्रचालन और परिणाम निम्नलिखित हैं।

अ. दो-चैनल संरूप

उद्दीपन जनित्र के द्वारा उत्पन्न धन और त्रुटि सिग्नल को जीडीएमटीआर में निवेश के तौर पर लगाया जाता है। इन सिग्नलों को प्रवर्धन व फ़िल्टर करने के बाद एक 12-बिट ADC की सहायता से डिजिटल सिग्नलों में परिवर्तितकर दिया जाता है। अब इन डिजिटल सिग्नलों का FPGA में प्रग्रहण किया जाता है। सबसे पहले धन सिग्नल से आवृत्ति व आयाम का आकलन किया जाता है। 2 KHz के विभेदन से आकलित आवृत्ति को कलाबद्ध पाश को दिया जाता है तथा आकलित आयाम को असंसक्त स्वतः लब्धि नियंत्रण पाश को दे दिया जाता है। कलाबद्ध पाश एक कलाबद्ध वाहक उत्पन्न करता है जो कि संसक्त स्वतः लब्धि नियंत्रक तथा दिगंश व उन्नतांश सिग्नलों को उत्पन्न करने के लिए उपयोग

किया जाता है। इन निर्गमित सिग्नलों का MIL-STD-1553> परीक्षित्र/अनुकारी की सहायता से प्रग्रहण किया गया है। द्वो-चैनल संरूप में किए गए परीक्षण से यह निष्कर्ष निकाला गया कि अनुरेखन अभिग्राही प्रस्तावित किए गए विनिर्देशों को पूर्ण करता है।

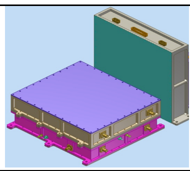
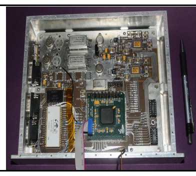
आ. एकल-चैनल संरूप

एकल-चैनल संरूप में भी उद्दीपन जनित्र की सहायता से एक मोडुलित सिग्नल उत्पन्न किया जाता है व अनुरेखन अभिग्राही को निवेश के तौर पर दिया जाता है। एकल-चैनल संरूप में भी द्वो-चैनल संरूप की तरह ही आवृत्ति व आयाम आकलन, कलाबद्ध पाश, संसक्त व असंसक्त स्वतः लब्धि नियंत्रण पाश का उपयोगकर दिगंश व उन्नतांश सिग्नलों को निर्गमित किया जाता है जिन्हें MIL-STD-1553> परीक्षित्र/अनुकारी की सहायता से प्रग्रहण किया जाता है। एकल-चैनल संरूप में भी द्वो-चैनल संरूप की भांति किए गए परीक्षण से यह निष्कर्ष निकाला गया कि अनुरेखन अभिग्राही प्रस्तावित किए गए विनिर्देशों को पूर्ण करता है।

6. उपसंहार

भविष्य के उन्नत संचार उपग्रहों की आवश्यकता की पूर्ति के लिए एक उभयनिष्ठ डिजिटल एकस्पंदी अनुरेखन अभिग्राही (जीडीएमटीआर) का विकास किया गया है और इसे सफलतापूर्वक प्रयोगशाला में जांचा गया है। जैसा कि नीचे टेबल में दिखाया गया है जीडीएमटीआर डिज़ाइन नम्यता, लागत, भार आकार और ऊर्जा व्यय इत्यादि कारकों में पुराने द्वो-चैनल एनालॉग अनुरेखन अभिग्राही की तुलना में बहुत ही महत्वपूर्ण सुधार देता है।

जीडीएमटीआर को गुणवत्ता आश्वासन के बाद इसरो (ISRO) के भविष्य के बहु-किरण, बहु-ऐन्टेना उपग्रहों में उपयोग किया जाएगा।

प्राचल	द्वो-चैनल एकस्पंदी अनुरेखन अभिग्राही (एनालॉग)	उभयनिष्ठ डिजिटल एकस्पंदी अनुरेखन अभिग्राही (जीडीएमटीआर)
आकार		
भार	~4 कि.ग्रा.	~500 ग्रा.
ऊर्जा व्यय	~15 वाट	~2 वाट

धन्यवाद

इस लेख के लेखक श्री के एस परीख, उपनिदेशक, एसएनएए, सैक और श्री विरेन्द्र कुमार, समूह निदेशक, एसएसटीजी, सैक के मार्गदर्शन एवं उत्साहवर्धन के लिए आभारी हैं और श्री तपन मिश्रा, निदेशक, सैक द्वारा प्रदान किए सतत समर्थन और प्रोत्साहन का भी धन्यवाद करना चाहते हैं।

लेखक परिचय

संतोष लछेटा ने वर्ष 2010 में स्वामी विवेकानंद कॉलेज ऑफ़ इंजीनियरिंग, इंदौर से इलेक्ट्रॉनिकी एवं संचार इंजीनियरिंग में बी. ई. (B.E.) डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2011 से वर्ष 2012 तक एक्रोपोलिस इंजीनियरिंग कॉलेज, इंदौर में लेक्चरर रहें एवं वर्ष 2012 से अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद के प्रणाली अभियांत्रिकी एवं समाकलन प्रभाग में कार्यरत हैं। मुख्यतः ऑनबोर्ड एवं भू-केंद्र ऐंटेना अनुरेखन अभिग्राही डिजाईन में कार्य किया है।

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-केंद्र ऐंटेना ट्रैकिंग अभिग्राही डिजाईन, ट्रैकिंग प्रणाली एवं ऐंटेना बीमफोर्मिंग क्षेत्रों में कार्य किया है।

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

अंतरिक्ष अनुप्रयोगों हेतु उन्नत अवरक्त संवेदक प्रौद्योगिकियां

अश्वनी कुमार, अंकुर जैन
संवेदक नाभीयसमतल प्रणाली प्रभाग
संवेदक विकास क्षेत्र –सैक

1.0 प्रस्तावना:

प्रथम पीढ़ी के अंतरिक्ष आधारित अवरक्त प्रतिबिम्बन तंत्र एकल संसूचक अवयव अथवा संसूचक अवयवों की एक रैखिक सरणी का उपयोग करते थे जो एक क्रमवीक्षक दर्पण की सहायता से दृश्य का बिम्बन करते थे। इस तकनीक का मुख्य दोष इसका अल्पवास समय है जिसके परिणामस्वरूप संसूचक से कम संकेत मिलता है और उसकी विकिरणमापीय निष्पादन क्षमता कम हो जाती है। इसके अलावा विद्युत-यांत्रिकीय क्रमवीक्षण तंत्र इस प्रणाली को अति दुष्कर और कम विश्वसनीय बनाता है। वर्तमान में द्वितीय पीढ़ी के अवरक्त प्रतिबिम्बन तंत्र, जिन्हें पूर्ण फ्रेम तंत्र भी कहा जाता है, का प्रचलन है। इन तंत्रों में बड़ी संख्या में सूक्ष्माकार संसूचक अवयव रैखिक अथवा द्विविमीय सरणी में व्यवस्थित रहते हैं। इस विधि में कैमरा अपना दृष्टिकोण लगातार बदलते हुए एक निर्दिष्ट क्षेत्र पर एक निर्दिष्ट समयकाल तक ताकता है और उसके पश्चात् अगले क्षेत्र का बिम्बन करने के लिए कैमरा 'सोपान' करता है। इसके फलस्वरूप संवेदक एक व्यापक क्षेत्र का प्रतिबिम्बन तेज बिम्बगति से करता है और उसके विभेदन तथा विकिरणमापीय निष्पादन क्षमता में सुधार होता है। भविष्य (तीसरी पीढ़ी) के अवरक्त प्रतिबिम्बन तंत्र उच्च निष्पादन संवेदकों की परिकल्पना करते हैं जिनमें बड़ा व्यूह फोर्मेट, बेहतर विकिरणमापीय क्षमता, बहु वर्णक्रमी बैंड संवेदन, उच्च ताप प्रचालन इत्यादि प्रमुख अभिलक्षण हों। इन सभी नई जरूरतों को पूर्ण करना शोधकर्ताओं के लिए एक बहुत बड़ी चुनौती है। प्रस्तुत प्रपत्र में यहाँ उन्नत अवरक्त संवेदक पदार्थ, प्रौद्योगिकियां और उन तकनीकी पर आधारित संवेदकों की चर्चा करेंगे।

2.0 अवरक्त संवेदक पदार्थ

अवरक्त भाग के प्रकाश संसूचन के लिए विस्तृत किस्म के आंतरिक और अपद्रव्यी अर्धचालक उपलब्ध है [1]। सामान्यतया प्रकाश विभवीय विधा में उपयोग में आने वाले पदार्थों की सूची तालिका -1 में दी हुई है। किसी विशिष्ट पदार्थ का चयन इच्छित वर्णक्रम बैंड, विकिरणमापीय निष्पादन क्षमता और प्रचालन ताप पर निर्भर करता है। इण्डियम गैलियम आर्सेनाइड (InGaAs) संसूचक कक्षीय ताप पर 1.68μm तक के वर्णक्रम तक लाभ देते हैं। InAs, InSb, PbTe और PbSe जैसे पदार्थ मध्य अवरक्त भाग (MWIR) के लिए उपलब्ध हैं। इन सब में InSb, अपनी उच्च क्वांटम दक्षता के कारण MWIR संसूचन के लिए सबसे ज्यादा प्रसिद्ध है। Si:As भी विस्तृत बैंड (0.8 से 30 μm) में उपयोगी हो सकता है पर इसके लिए इनको अति निम्न ताप (लगभग 12K) पर प्रचालित करना पड़ता है। विभिन्न मरकरी कैडमियम टेलुराईट (HgCdTe) मिश्र अर्धचालक प्रकाश विभवीय और प्रकाश चालकीय अभिविन्यासों में 0.7μm से 20μm तक कार्य करते हैं। कुछ नई अवरक्त संसूचक तकनीकी जैसे कि क्वांटम कूप (QWIP) और सुपर लैटिस आधारित (SLS) अपने विशिष्ट गुणों जैसे वीर्घ आयूव्ह आकार, उच्च प्रचालन ताप, कम लागत इत्यादि के कारण अपना स्थान बना रही हैं। रवाहीन सिलिकोन और वेनाडियम ऑक्साइड अशीतित तेजमापी के लिए उपयुक्त पदार्थ हैं।

तालिका -1 अवरक्त संवेदक पदार्थ

पदार्थ	अन्तक तरंगदैर्ध्य λc (μm)
जालक सुमेलित InGaAs	1.68
तनावयुक्त InGaAs	2.5
InAs इन्डियम आर्सेनाऐड	3.5
InSb इन्डियम एंटीमोनायेद	5.5
PbTe लेड टेलुराइट	4.1
PbSe लेड सेलेनेड	4.8
PbSnTe लेड स्टेनलेस टेलुराइट	2 to 15
HgCdTe एम.सी.टी.	0.7 to 30
GaAs/AlGaAs (QWIP)	8.9
InAsSb/InSb (SLS)	7 to 10
InAs/InGaSb (SLS)	3 to 30

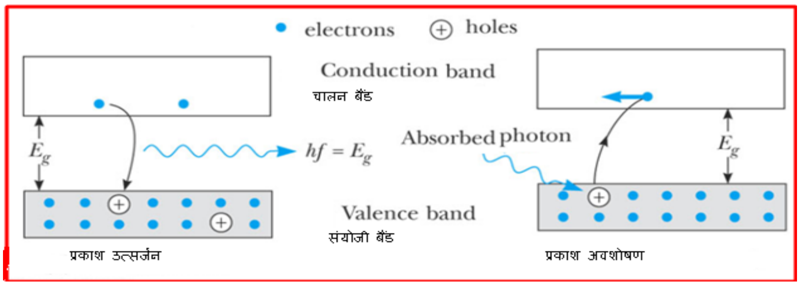
3.0 उन्नत अवरक्त संवेदक प्रौद्योगिकियां

सामान्यतया मरकरी कैडमियम टेलुराईट (एम.सी.टी.)मिश्र अर्धचालक को इसके इच्छित बैंड गैप में करने के गुण और उच्च क्वांटम दक्षता के कारण अवरक्त संवेदकों के लिए आदर्श

पदार्थ माना जाता है। एम.सी.टी पदार्थ तकनीकी की तमाम उपलब्धियों के बावजूद भी क्रिस्टल वर्धन में मरकरी के उच्च वाष्पदाब के कारण एक मुख्य समस्या रही है जो कि वर्धित पदार्थ के यथार्थ संघटन नियंत्रण में कठिनाई उत्पन्न करता है। इसके कारण बड़े आकार के एम.सी.टी नाभीय समतल आव्यूह उच्च असमानता (non-uniformity), अल्प उत्पाद और ज्यादा कीमत जैसी अडचनों का सामना करते हैं। मानक n-on-p तकनीकी की मुख्य समस्या मरकरी रिक्तताओं (vacancies) के कारण इलेक्ट्रोन का अल्प जीवनकाल है। इसके कारण उच्च तमधारा (dark current) जैसी समस्याएं संवेदक के अधिक प्रचालन ताप के लिए बाधक हैं। यहाँ आधुनिक काल के तृतीय पीढ़ी से संवेदकों की आवश्कयताओं को पूर्ण करने हेतु नवीनतम तकनीकी के बारे में विस्तृत जानकारी दी गए हैं।

3.1 एम.सी.टी (MCT) तकनीकी -

अवरक्त संसूचक दो विभिन्न ऊर्जा पट्टिकाओं (चालन और संयोजी बैंड) के बीच के रिक्त स्थान यानि बैंड गैप (E_g) के अनुसार निम्नलिखित सूत्र से प्राप्त तरंगदैर्ध्य तक के विकिरण का संसूचन करने में प्रभावी होते हैं। ***E_g (eV) = 1.24 / तरंगदैर्ध्य (μm)***



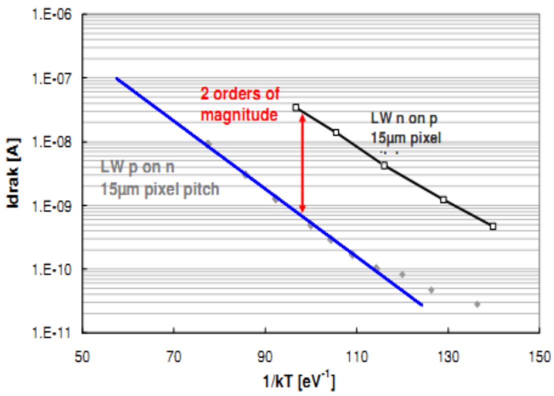
चित्र-1 चालन और संयोजी बैंड में प्रकाश का उत्सर्जन और अवशोषण दर्शाता रेखाचित्र

3.1.1 उच्च प्रचालन ताप (HOT) n-on-p एम.सी.टी. संविरचन:

मानक n-on-p प्रक्रिया में तकनीकी सुधारों से सदोषों के कारण 1/f रव (noise) को न्यूनकर प्रचालन ताप में वृद्धि की जा सकती है। प्रक्रिया में सतत सुधर उच्च गुणवत्ता के पदार्थ और फोटोवोल्टिक प्रक्रम के सभी चरणों के सटीक इष्टतमीकरण (optimization) पर आधारित हैं। सोफ्राडिर ने अवरक्त आयूव्ह को विकसित किया है जिसकी अन्तक (cutoff) तरंगदैर्ध्य 5μm और प्रचालन ताप 90K से 130K तक बिना किसी निष्पादन क्षमता में कमी किए हुए, बढ़ा सकते हैं [2]। संवेदक के उच्च ताप प्रचालन के फलस्वरूप हमें प्रशीतक (cooler) की ऊर्जा खपत को कम करके इसकी विश्वसनीयता को बढ़ाया है। 90K पर प्रचालित मानक संवेदक की तुलना, उच्च ताप पर प्रचालित संवेदक में में ऊर्जा खपत 50% कम करके प्रशीतक का जीवनकाल दो गुना तक बढ़ गया है।

3.1.2 उच्च प्रचालन ताप (HOT) p-on-n एम.सी.टी संविरचन:

मानक **n-on-p** तकनीकी की तुलना में **p-on-n** एम.सी.टी डायोड तकनीकी "अल्प तमधारा " के कारण नाभीय आयूव्ह को उच्च ताप पर प्रचालित करने क्षमता प्रदान करता है अथवा उसी ताप पर संकेत रव अनुपात **(SNR)** को बढ़ा देता है। इस संविरचन तकनीकी में सोफ्राडिर और CEA-LETI को निपुणता प्राप्त है। इसके लिए अतिउच्च गुणवत्ता का पदार्थ, In और As का अपद्रव्यी अपमिश्रण तथा समतलीय तकनीकी में PV प्रक्रम की दक्षता आवश्यक है [3]। इस तकनीकी के मुख्य वैद्युत-प्रकाशीय परिणाम इस तरह है-

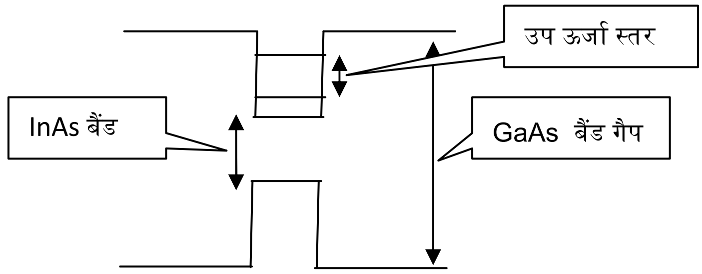


चित्र-2 p-on-n and n-on-p तकनीकी के लिए तम धारा की तुलना

- मानक n-on-p प्रकाशडायोड की तुलना में इस तकनीकी में तम धारा का परिमाण लगभग दो कोटि कम है जैसा कि चित्र-2 में दर्शित है।
- प्रकाश अनुक्रिया असमानता और संचित सदोष चित्रांश दर मानक n-on-p उत्पादन संवेदकों के तुल्य हैं।

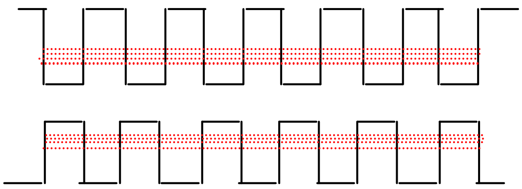
- संकेत रव अनुपात की तुल्यता मानक n-on-p तकनीकी की तुलना में उच्च ताप है जो कि शीतलन आवश्यकता को कमकर प्रणाली की विश्वसनीयता सुधारती है।

3.2 क्वांटम डॉट आधारित (Quantum Dot based) - 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 (discrete) ऊर्जा स्तरों के बीच इलेक्ट्रोन का अवशोषण / उत्सर्जन ही क्वांटम बिन्दु अवरक्त संसूचकों का मूलभूत सिद्धांत है। चित्र-3 में आरेख दर्शित है।



चित्र-3 क्वांटम डॉट आधारित संवेदकों के ऊर्जा स्तर रेखाचित्र

3.3 सुपर लैटिस आधारित (Super Lattice based) इस तकनीकी में दो विभिन्न बैंड गैप वाले पदार्थों की परतों को एक के बाद एक इस क्रम में संवर्धित किया जाता है कि इनके ऊर्जा स्तर आपस में दूसरे कूप के ऊर्जा स्तर से क्वांटम भेदन के माध्यम से सम्बंधित रह सकें। इस प्रकार जब अनेक कूपों के ऊर्जा स्तर मिलकर “मिनी बैंड ” बना लेते हैं। इस प्रकार के बैंडों को हम कूपों यानि डिपोजिट परतों की मोटाई और पदार्थ के बैंड गैप के माध्यम से समंजितकर लेते हैं। इन मिनी-बैंडों के बीच एलेक्ट्रोन का पारगमन से विकिरण का संसूचन इस तकनीकी का सिद्धांत है। देखें चित्र-4



चित्र-4 सुपर लैटिस आधारित संवेदकों के ऊर्जा स्तर रेखाचित्र

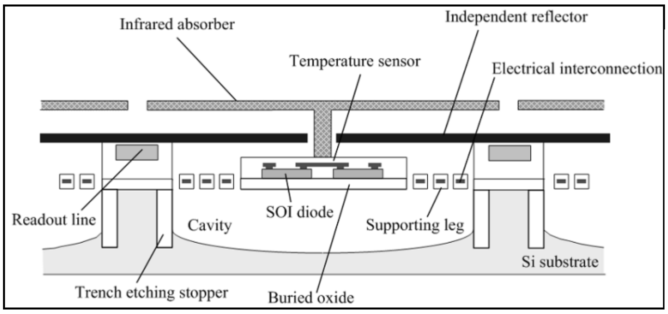
4.0 अशीतित अवरक्त संवेदक

अशीतिती अवरक्त संसूचन में मुख्यता तीन विधियों पर ध्यान देना आवश्यक है जो कि तापमापी, उत्तापमापी और तापवैद्युतीय प्रभाव हैं। उत्तापमापी संवेदक में आंतरिक वैद्युतीय ध्रुवण में परिवर्तन मापा जाता है जबकि तापमापी और तेजमापी में वैद्युत प्रतिरोध में परिवर्तन देखते हैं। ये युक्तियाँ हल्की, मजबूत, विश्वनीय और अल्प कीमत में उपलब्ध होकर सामान्य ताप में प्रचालित हो मध्यम सुग्रहिता प्रदान करती हैं। अशीतित अवरक्त तकनीकी में कुछ मुख्य उन्नत तकनीकी निम्नलिखित हैं-

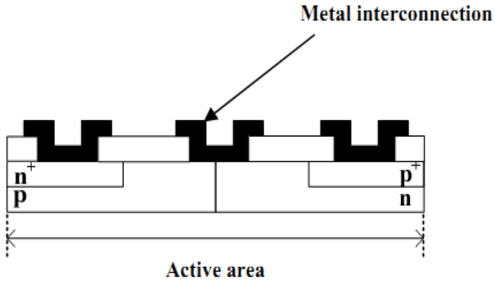
4.1 SOI डायोड आधारित अशीतित आयूव्ह

यद्यपि प्रतिरोधक सूक्ष्मततेजमापी का उपयोग अशीतित में ताप संवेदक की तरह अक्सर किया जाता है पर अचालक पर सिलिकोन (SOI) डायोड तकनीकी जिसमें तह पर p-n डायोड बनाकर इनको ताप संवेदक के रूप में विकसित करने के तथ्य सामने आए हैं। जापानी अंतरिक्ष संस्था के लिए मित्सुविशी ने 2 मिलियन चित्रांश वाला SOI डायोड आधारित अशीतित आयूव्ह विकसित किया है। एक नई चित्रांश संरचना डायोड का विकासकर चित्रांश अंतराल को 17 माईक्रोन के अंदर सीमितकर लिया है।

डायोड का रेखाचित्र चित्र-5 में दिखाया गया है। यहाँ p^+-n और n^+-p उर्ध्वाधर डायोडों को SOI के सक्रिय क्षेत्र में एक साथ बनाया गया है। इन दोनों डायोडों को धातु के अंतरसंबंधी सतह पर श्रेणी क्रम में संयोजित किया गया है। इस तरह की संरचना सामान्यतया डायोड की तुलना में 15 % डायोड क्षेत्रफल की कमी प्रदान करती है [5]।



चित्र-5 : 2-in-1 SOI डायोड संरचना



चित्र-6 :SOI डायोड आधारित चित्रांश संरचना

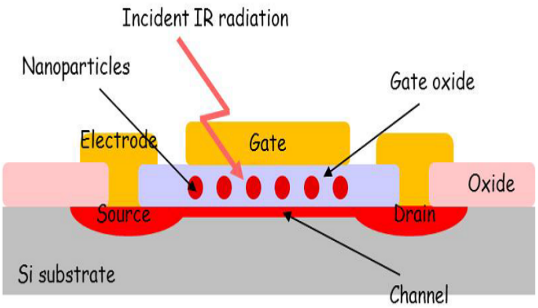
उपुर्यक्त अशीतित आव्यूह डायोड आधारित चित्रांश की अनुप्रस्थ संरचना चित्र-6 दिखाई गए है जिसमें SOI आधारित ताप संवेदक सिलिकोन से वैद्युत अंतरसंबधों की प्रदाय पिनो के द्वारा तापीय रूप से अलग रहते हैं।

आपतित अवरक्त विकिरण को अवशोषक द्वारा अवशोषितकर ये डायोड का ताप परिवर्तित करता है। यह ताप परिवर्तन नियत बायस धारा पर चालित डायोड के अग्र विभव परिवर्तन के रूप में संवेदित किया जाता है। इस तकनीकी आधारित 2 मिलियन चित्रांश आयूव्ह की मुख्य विशेषताएं तालिका-2 में दी गई हैं तथा इसके द्वारा लिया गया प्रतिबिंब चित्र-7 में दर्शित है।

आयूव्ह आकार	2000 x 1000
चित्रांश आकार	15µm
चिप आकार	40.30mm x 24.75mm
डायोड संरचना	2-in-1 SOI diode
रव तुल्य तापान्तर NETD (@f/1.0)[mK]	60 (15 Hz) 84 (30 Hz)
τ_{th} [msec]	12

तालिका- 2 :2 मिलियन चित्रांश आयूव्ह के मुख्य विशेषताएं

चित्र-7 अशीतित आव्यूह से लिया गया प्रतिबिंब



चित्र-8 नैनोतेजमापी चित्रांश संरचना

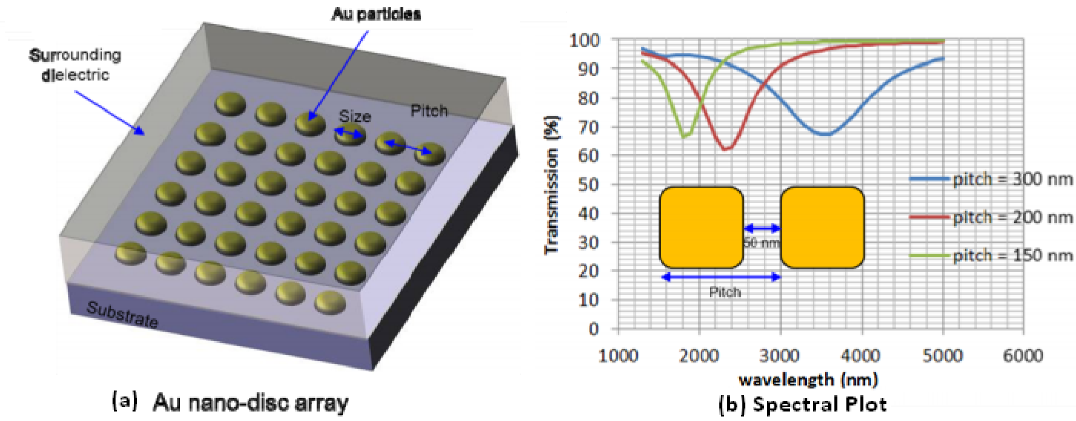
4.2 नैनोतेजमापी (Nanobolometer)

प्रकाशीय अनुनादित नैनोकणों के बैंड-वरणी अवशोषण प्रकृति का उपयोगकर समन्यताप प्रचालित बहु-स्पेक्ट्रमी अवरक्त संसूचन तकनीकी यानि नैनोतेजमापी विकसित किया गया है। इस युक्ति का प्रचालन सिद्धांत प्रकाशचालकीय / प्रकाश डायोड संसूचकों पर आधारित नहीं है अतः इन्हें शीतलन की आवश्यकता नहीं होती। वहीं दूसरी तरफ यह तकनीकी सूक्ष्म तेजमापी की तरह ताप का संवेदन भी नहीं करती।

सिलिकोन अवस्तर पर आधारित नैनोतेजमापी निकट अवरक्त से दीर्घ अवरक्त विकिरण तक की परास में संसूचन करते हैं जो कि पदार्थ और संविरचन लागत को कम करता है, इसके आलावा इसी अवस्तर पर पराबैगनी और दृश्य संसूचक चित्रांश भी समाकलितकर बहु-उद्देश्यी संसूचक बना सकते हैं। दीर्घ तरंगदैर्ध्य अवशोषण के लिए स्वर्ण नैनोकणों के

आयूव्ह की अभिकल्पना चित्र में दर्शाई गए हैं। चित्र-9 में अनुरूपित स्पेक्ट्रमी आलेख में नैनोकणों के अंतराल के साथ उनके अवशोषण गर्त का अध्ययन किया गया है। यहाँ नैनोकणों के गैप को नियत रखा गया है। आलेख देखने पर निष्कर्ष निकलता है कि कणों का अंतराल (pitch) बदलने से पारगमन गर्त में विस्थापन होता है यानि अनुनादी अवशोषण में बदलाव आता है। इस तरह से चयनित अवशोषण गुण का उपयोगकर अवरक्त विकिरण के बड़े भाग के लिए विभिन्न प्रकार के नैनो कणों आयूव्ह का संविरचन बहु-स्पेक्ट्रमी संवेदकों के लिएकर सकते हैं [7]।

नैनोतेजमापी के चित्रांश की संरचना चित्र-8 में दर्शित है। युक्ति है जिसके गेट ऑक्साइड भाग में नैनोकणों को समाहित किया गया है। अवरक्त विकिरण गेट ऑक्साइड भाग में आपतित होकर नैनोकणों में अवशोषित होता है। अनुनाद के कारण प्रत्येक नैनो कणों के पास की वैद्युत क्षेत्र मुख्यतः बढ़ जाता है। वैद्युत क्षेत्र में बढ़ाव चैनल से गेट के इलेक्ट्रोन भेदन द्वारा गेट की क्षरण धारा को बढ़ाता है। इसके फलस्वरूप चैनल धारा में कमी को संसूचक संकेतों की तरह मापा जाता है।



चित्र 9 (a) स्वर्ण कणों के आयूव्ह का रेखाचित्र (b) वर्णक्रम समंजन के लिए प्रारूपण आलेख

5.0 बहुबैंड अवरक्त संवेदक

बहु–बैंड संसूचक एक ही चित्रांश के अंदर स्वतंत्र रूप से विभिन्न स्पेक्ट्रम बैंड के संसूचन की क्षमता प्रदान करता है। इसके फलस्वरूप यह विशिष्ट लक्षण उत्तम संवेदन और पहचान तथा वातावरण की विस्तृत विद्युत चुम्बकीय परास के लिए इष्टतम प्रतिबिम्बकी की आवश्यकता अभियान की विश्वनीयता और शक्ति को बढ़ावा देता है। इस क्षेत्र में सामयिक विकास कुछ इस तरह से है -

5.1 MCT आधारित द्वि-बैंड अवरक्त संवेदक:

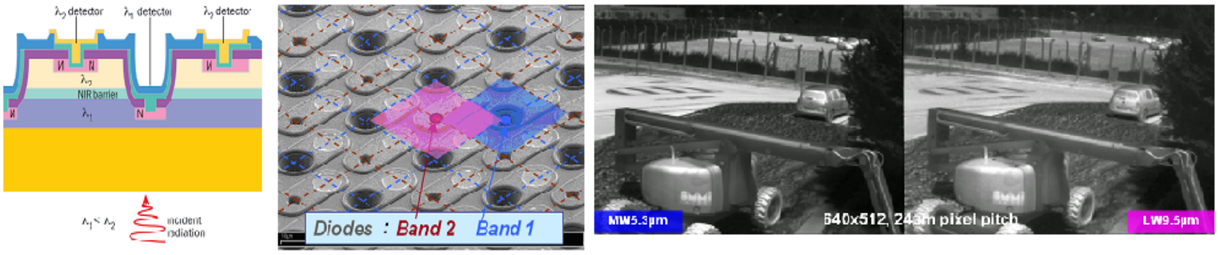
CEA-LETI ने MCT आधारित द्वि-बैंड अवरक्त आयूव्ह को दो विभिन्न वास्तुसंरचना में विकसित किया है:- एक तो अर्ध-समतलीय संरचना और दूसरी **NPN** संरचना [9]। **NPN** संरचना प्रति चित्रांश एकल संबंधन से अनुक्रमित पठन करती है जबकि अर्ध-समतलीय संरचना समकालिक संसूचन करती है।

5.1.1 अर्ध-समतलीय संरचना – यह संरचना दो विभिन्न **MCT** संघटन के n-on-p तलीय डायोड को दो सतहों पर बनाये जाती है। अल्प अन्तक तरंगदैर्ध्य नीचे की p-type अवशोषण परत और ऊपर की p-type अवशोषण परत रोधक के द्वारा अलग रहकर डायोडों के बीच वैद्युत शोर्ट को रोकती हैं। प्रत्येक चित्रांश पर दो स्वतंत्र संपर्क दोनों डायोडों के लिए रहते हैं जो समकालिक संसूचन करते हैं। यह संरचना अंतराल न्यूनीकरण की दृष्टी से कम प्रभावी होते हुए इसके दो महत्वपूर्ण लाभ निम्न हैं-

- यह सामान्य तलीय डायोड संविरचन तकनीकी का उपयोग करता है।

- दोनों बैंडों के लिए पूर्णतः समक्षणिक कालिक सूचना की उपलब्धता।

चित्रांश रेखाचित्र, अनुप्रस्थ दृश्य और 640 x 512, 24µm चित्रांश अंतराल वाले MW/LW अवरक्त आयूव्ह के द्वारा लिए गए प्रतिबिंब को चित्र – 10 में दर्शाया गया है।

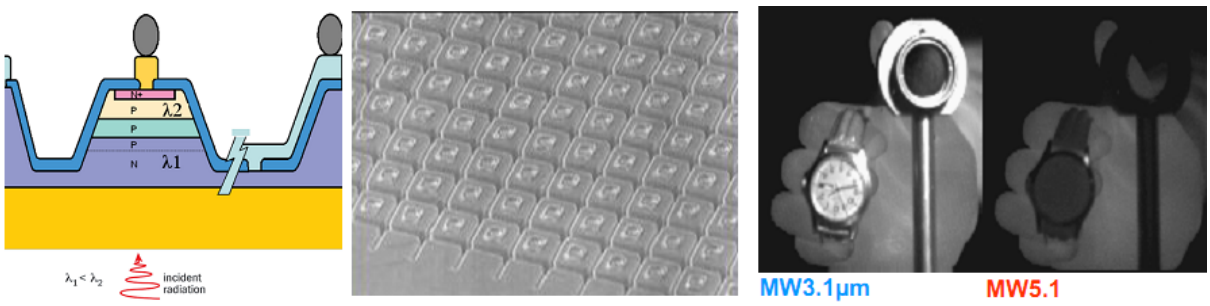


चित्र –10 अर्ध समतलीय द्वि-बैंड MCT FPA के चित्रांश संरचना, अनुप्रस्थ काट और लिए गए प्रतिबिंब

5.1.2 NPN संरचना: इस संचरना में दो n on p प्रकाश डायोड एकल सम्बन्ध के साथ चित्रांश में व्यवस्थित रहते हैं। p-type सतह मरकरी रिक्तिताओं से भरी रहती है और निचला डायोड की प्राप्ति अधिरोहण तकनीकी में प्रथम अवशोषण सतह को इन्डियम के द्वारा डोपिंग करते हैं। यह सतह सभी चित्रांशों के लिए सामान्य रहती है। ऊपरी संधि की प्राप्ति एकल वर्णीय डायोड के लिए मानक संविरचन के अनुसार तलीय प्रत्यारोपण प्रक्रिया होती है। चित्रांश वैद्युतीय रूप से निक्षारण गर्तों के द्वारा एक दूसरे से पृथक रहते हैं। दोनों डायोडों को एकल और सामान्य संबंधो से बायस किया जाता है। दोनों बैंडों का पठन अनुक्रमित ढंग से बायस विभव को धनात्मक से ऋणात्मक मान में स्विचकर के संकेतों का संसूचन करते हैं।

इस विधि में हम चित्रांश का अंतराल कमकर सकते हैं। जबकि इस तरह की युक्तियों के बनाने से प्रत्येक सतह के लिए स्वतंत्र बायस विभव चयन करने का विकल्प नहीं रहता अतः दीर्घ-तरंगदैर्ध्य संसूचक में पर्याप्त मात्रा में मध्य तरंगदैर्ध्य तिर्यक-वार्ता (क्रोस-टॉक) हों सकती है।

चित्रांश रेखाचित्र, अनुप्रस्थ दृश्य और SW/MW अवरक्त आयूव्ह के द्वारा लिए गए प्रतिबिंब को चित्र –11 में दर्शाया गया है।



चित्र –11 NPN द्वि-बैंड MCT अवरक्त आयूव्ह के चित्रांश संरचना, अनुप्रस्थ काट और लिए गए प्रतिबिंब

6.0 निष्कर्ष –

वैश्विक स्तर पर आधुनिक काल के तृतीय पीढ़ी के उन्नत संवेदकों को उच्च ताप प्रचालित और बहु-बैंड में संसूचन योग्य बनाने के लिए सतत प्रयास चल रहें हैं। अंतरिक्ष आधारित अवरक्त प्रतिबिम्बन तंत्र लघु आकार, भार और कम ऊर्जा की आवश्यकता के लिए तकनीकी उन्नतिकरण की मांग करते हैं। दुनिया में चहुँ तरफ हो रहे सतत शोध और विकास विकास प्रयासों ने मानक n-on-p एम.सी.टी तकनीकी का इष्टतमीकरण और p-on-n एम.सी.टी तकनीकी का विकास कर, निम्न तम धारा और उच्च प्रचालन ताप के नाभीय समतल आव्यूहों का पथ प्रशस्त किया है। अशीतित अवरक्त संसूचन क्षेत्र में दीर्घ आकार के तेजमापियों को अचालक पर सिलिकोन तकनीकी से विकसित किया गया है।

बहु बैंड संसूचन तकनीकी के क्रियान्वयन के चलन स्वरुप विभिन्न पदार्थों में वर्णक्रम संसूचन क्षमता को दृश्य से दीर्घ अवरक्त तक बढ़ा रहा है। दो या तीन वर्णक्रमो को एक आयूव्ह के द्वारा संसूचन की विधि, परम्परागत रूप से चले आ रहे संसूचन प्रणाली (जिसमें दो या तीन अलग –अलग आयूव्हों, किरणपुंज विखंडक और प्रकाशिकी इत्यादि) को बदल रही है।

एम.सी.टी. तकनीकी की अर्ध समतलीय और चित्रांश संरचना, नैनोतेजमापी में बैंड वरणी स्वर्ण-नैनोकण तथा समायोजनीय सूक्ष्म-दर्पण संरचना का उपयोगकर प्रतिरोधी सूक्ष्मतेजमापी जैसी तकनीकी सामयिक हैं।

7.0 संदर्भ –

1. M.A. Kinch, “Fundamental Physics of Infrared Detector Materials, ” Journal of Electronic Materials 29, 809 (2000)
2. M. Vuillermet et. al., “Status of MCT Focal Plane Arrays in France, ” SPIE Volume – 8353 (2012)
3. Leroy C, Chorier P, Destefanis G, “LWIR and VLWIR MCT technologies and detectors development at SOFRADIR for space applications, ” SPIE Volume – 8353-115, 2012
4. Daisuke Fujisawa et. al., “2-million-pixel SOI diode uncooled IRFPA with 15μm pixel pitch, ” Proc. of SPIE Vol. 8353, 83531G, 2012
5. D. Takamuro et. al., “Development of new SOI diode structure for beyond 17μm pixel pitch SOI diode uncooled IRFPAs, ” Proc. SPIE Vol. 8012, 80121E, 2011
6. Hyesog Lee and Ravi Verma, “Nanobolometer: Silicon-based Uncooled Multi-Spectral IR Detector, ” Proc. of SPIE Vol. 8353 83531A-1, 2012
7. N. Halas, "Playing with Plasmons: Tuning the Optical Resonant Properties of Metallic Nanoshells, " MRS >ULLETIN 30, 363 (2005).
8. Selcuk Keskin and Tayfun Akin, “The First Fabricated Dual->and Uncooled Infrared Microbolometer Detector with a Tunable Micro-Mirror Structure, ” Proc. of SPIE Vol. 8353 83531C-1, 2012
9. Yann REI>EL et. al., “Infrared Dual >and detectors for next generation, ” Proc. of SPIE Vol. 8012 801238-1, 2011

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

Ku-बैंड नीतभार में नम्यता पर एक तंत्र अभिकल्प दृष्टिकोण

नेहा मेहरा, एवं साकेत डी. बुच
एस.एन.एस.ई.डी. / एस.एन.एस.आई.सी.जी. / एस.एन.पी.ए.
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद
nehachadha@sac.isro.gov.in, saket@sac.isro.gov.in

सारांश

इस पत्र में विभिन्न नम्य Ku-बैंड नीतभार विन्यासों पर एक प्रणाली विश्लेषण प्रदान किया गया है। नीतभार द्रव्यमान और नम्यता के मामले में तकनीकी पहलुओं पर एक तुलनात्मक विश्लेषण प्रस्तुत किया है। इस पत्र में संचार उपग्रह पर एक परारोही के रूप में रखे जा सकने वाले नम्य नीतभार का अभिकल्प प्रस्तुत किया गया है, जो आपदा प्रबंधन और आवेदन पर क्षमता प्रदान करता है। यह पत्र भविष्य के नम्य नीतभार के लिए तकनीकी विकास के क्षेत्रों को भी उजागर करता है।

1. प्रस्तावना

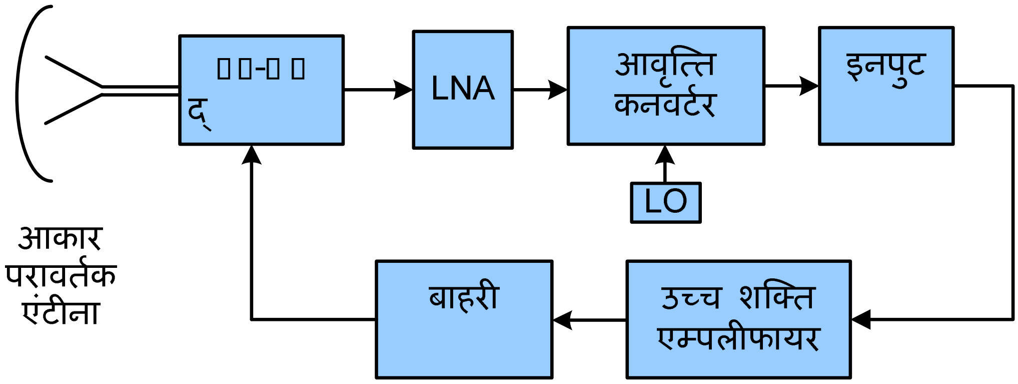
संचार उपग्रह विस्तृत व्याप्ति, कम से कम भू-ढांचागत और तेजी से सेवा तैनाती के कारण वैश्विक संचार के परिदृश्य का एक महत्वपूर्ण हिस्सा है। हालांकि, उपग्रह विकास के लिए आवश्यक लागत और समय तेजी से बढ़ रहे हैं। दूसरी ओर कक्षीय स्थानों, आवृत्ति योजनाओं और सेवा आवश्यकताओं (बैंड-विस्तार, संकेत संरचना और व्याप्ति) में लगातार अपरिवर्तन की आवश्यकता है। इन कारकों ने नीतभार लचीलापन की अवधारणा के लिए मार्ग प्रशस्त किया है। नम्यता के लिए प्रेषानुकर और एंटीना हार्डवेयर में वृद्धि एक उप-इष्टतम अभिकल्प प्रदान करता है। इन कारणों से नम्यता के स्तरों का एक स्पष्ट वर्गीकरण आवश्यक है और संबद्ध प्रदर्शन में निम्नीकरण पर विचार की जरूरत है।

विभिन्न प्रकारों की नम्यता के साथ संचार उपग्रहों के विकास के लिए कई प्रयास किए गए हैं। प्रयोगात्मक संचार उपग्रह जैसे Wideband Inter-networking Satellite (WINDS) और SPACEWAY में क्रमबद्ध व्युह एंटेना और युगपत संसाधन के उपयोग से व्याप्ति और स्विचन में नम्यता की पेशकश की गई है। दूसरी ओर Hylas-1 उपग्रह आवृत्ति योजना, चैनल बैंड-विस्तार, और शक्ति में नम्यता प्रदान करता है। काफी सैद्धांतिक काम नम्य नीतभार के तकनीकी पहलुओं पर जोर देने के लिए कई समूहों द्वारा किए गए हैं। बहरहाल, विभिन्न प्रौद्योगिकियों और विन्यास के लिए नीतभार द्रव्यमान और नम्यता के बीच ट्रेड-ऑफ की आवश्यकता है। अलग-अलग आवृत्ति बैंड के लिए मात्रात्मक विश्लेषण अलग-अलग प्रदर्शन मेट्रिक्स से प्रेरित है। विस्तृत आवेदन के कारण वर्तमान कार्य Ku-बैंड नीतभार में नम्यता पर केंद्रित है।

यह पत्र पहले एक पारंपरिक Ku-बैंड नीतभार की सीमित नम्यता पर प्रकाश डालता है। सामान्य नम्यता आवश्यकताओं और उसके प्रकार पर विचार-विमर्श किया गया है। नम्यता की बढ़ती स्तर के साथ चार नम्य नीतभार विन्यासों को उजागर किया गया है और विभिन्न विन्यास विकल्पों के बीच ट्रेड-ऑफ विश्लेषण किया है। बाद में, सामाजिक अनुप्रयोगों के लिए एक मध्यम जटिलता वाले नीतभार विन्यास का विस्तार से वर्णन किया गया है, जो परारोही नीतभार के समकक्ष द्रव्यमान के साथ महत्वपूर्ण नम्यता प्रदान करता है।

2. पारंपरिक नीतभार विन्यास

Ku-बैंड में पारंपरिक संचार नीतभार एक निश्चित कक्षीय स्थान से निर्दिष्ट आवृत्ति बैंड और व्याप्ति क्षेत्र पर तय क्षमता और सेवा प्रदान करता है। ऐसे विन्यास सीमित ऑनबोर्ड संसाधनों, कम नीतभार जटिलता, और अभिकल्प विरासत के माध्यम से विश्वसनीयता में वृद्धि के साथ क्षमता को अधिकतम करना है। बेंट-पाईप उपग्रह, पुनर्योजी उपग्रहों के विपरीत, स्वाभाविक नम्यता के कारण एयर-इंटरफेस में उभरती प्रवृत्तियों को पूराकर सकते हैं। चित्र-1 एक पारंपरिक Ku-बैंड नीतभार विन्यास को दर्शाता है, जिसमें निश्चित आवृत्ति योजना, बैंड-विस्तार, व्याप्ति और क्षमता है। आकार परावर्तक एंटीना, सिस्टम निर्दिष्ट व्याप्ति क्षेत्र पर कम से कम लाभ भिन्नता के लिए अनुकूलित हैं। यह एंटीना केवल एक विशेष कक्षीय स्थान से इष्टतम व्याप्ति प्रदानकर सकते हैं।



चित्र-1: परम्परागत नीतभार का ब्लॉक आरेख

इन्पुट अनुभाग, जो तय कन्वर्टर्स और फिल्टर द्वारा बना है, में पूर्व प्रक्षेपण चरण के दौरान सीमित नम्यता और प्रक्षेपण के बाद कोई नम्यता नहीं होती है। उच्च शक्ति प्रवर्धन के लिए इस्तेमाल किया लिन्यराईज़ड TWTA संतृप्ति में अधिकतम क्षमता प्रदान करता है (लगभग 140W की अचल उत्पादन शक्ति)। अधिकतम शक्ति में वृद्धि नहीं हो सकती है, और शक्ति कम करने से DC से RF रूपांतरण दक्षता में गिरावट होती है। इस प्रकार, पारंपरिक नीतभार, हालांकि तय अनुप्रयोगों के लिए इष्टतम है, संचालन या विकास के चरण के दौरान किसी भी बदलाव के मामले में सीमित नम्यता प्रदान करता है।

3. तंत्र विनिर्देश के रूप में नम्यता

पिछले अनुभाग में उल्लेख किया गया है कि जब भी नीतभार विन्यास को बदलने के लिए आवश्यकताऐं उठती हैं, पारंपरिक नीतभार इष्टतम नहीं हैं। बढ़ते हुए समन्वय के मुद्दों, लम्बे विकास समय, बाजार के रुझान, जानबूझकर और अनजाने में हस्तक्षेप, और नई प्रौद्योगिकियों के आगमन के साथ, उपग्रह नीतभार में नम्यता के लिए जरूरत उभरी है। नम्यता, विकास के चरण और परिचालन चरण, दोनों के दौरान वांछित है। जमीन पर नम्यता के लिए मुख्य कारक हैं समन्वय के मुद्दों के कारण विन्यास का बदलना, और नीतभार अहसास समय को कम करने के लिए सामान्य हार्डवेयर का होना। पर कक्षा में नम्यता, कक्षीय स्थान, नई व्याप्ति क्षेत्र, गतिशील आवृत्ति योजना पर अतिरिक्त क्षमता और कई परिचालन उपग्रहों के लिए कक्षा में स्पेयर, के लिए आवश्यक है।

नम्यता बढ़ाने का परिणाम है उप-इष्टतम नीतभार द्रव्यमान, शक्ति और प्रदर्शन। किस हद तक नम्यता की जरूरत है और सहनीय गिरावट इरादा आवेदन पर निर्भर करता है। उदाहरण के लिए, एक डायरेक्ट-टू-होम (DTH) सेवा प्रदान करने वाले नीतभार में नम्यता के लिए आवश्यक है कि वह निर्दिष्ट क्षेत्र पर कक्षीय स्थान की परवाह किए बिना EIRP बनाए रखे। इस प्रदर्शन में कोई गिरावट नीतभार की वाणिज्यिक व्यवहार्यता को प्रभावित करता है। इसी प्रकार, आपदा प्रबंधन और मांग पर क्षमता के लिए ऐसे नीतभार की आवश्यकता है जो किसी भी व्याप्ति क्षेत्र में, किसी भी कक्षीय स्थान से तेजी से विस्तरीय है और बैंड-विस्तार और शक्ति में नम्यता प्रदान करता है।

अधिकतम नम्यता शामिल नीतभार के लिए आवश्यकताओं को तालिका-1 में दिखाया गया है और एक पारंपरिक नीतभार के साथ तुलना की गई है। सभी कक्षीय स्थानों से संचालित करने के लिए आवश्यक नम्य नीतभार के लिए व्याप्ति में नम्यता और साथ ही आवृत्ति योजना में नम्यता की आवश्यकता है। व्याप्ति में नम्यता प्रारंभिक विन्यास के प्रकार (एकल या बहुकिरणपुंज) के अधीन है। बहुकिरणपुंज विन्यास के लिए, किरणपुंज की व्यवस्था, किरणपुंज आकार, और लाभ वितरण में नम्यता वांछनीय है, जबकि एक किरणपुंज के मामले में, विकरण संरेखण, आकार और किरणपुंज के आकार में परिवर्तन वांछित हैं। आवृत्ति योजना कि नम्यता में उपलब्ध आवृत्ति बैंड में से किसी में संचालन, जिसमें अपलिंक, डाउनलिंक या दोनों में नम्यता के लिए प्रावधान शामिल है। कई उपयोगों में इष्टतम संचालन के लिए उपलब्ध बैंड-विस्तार के संयोजन या उप-चेनलाईज़ेशन की आवश्यकता होती है। बैंड-विस्तार में नम्यता स्पेक्ट्रम आवंटन के विघटन के रूप में निर्धारित की है। कुछ क्षेत्रों पर अतिरिक्त क्षमता प्रदान करने के लिए या वायुमंडलीय क्षति को कम करने के लिए (भारतीय क्षेत्र पर Ku-बैंड में 6d> तक); उत्पादन शक्ति में नम्यता वांछनीय है।

तालिका-1: सिस्टम प्रदर्शन की तुलना

नम्यता के प्रकार	परम्परागत (विशिष्ट)	अधिकतम वांछित
कक्षीय स्थान	निश्चित (± 2 डिग्री)	चर (± 30 डिग्री)
व्याप्ति	निश्चित आकृति और आकार	चर विकरण संरेखण, आकृति और आकार
आवृत्ति योजना	तय (500 MHz)	चर (अपलिंक और / या डाउनलिंक)
ट्रांसपोंडर बैंड-विस्तार	तय (36 या 72 MHz)	चर (<1 MHz विघटन)
उत्पादन शक्ति	तय आउटपुट (140W)	चर (6 d> तक)

4. नम्य नीतभार विन्यास

पिछले अनुभाग में, नीतभार अहसास जटिलता और वांछित नम्यता की आवश्यकता का उल्लेख किया है। इस विश्लेषण की सुविधा के लिए विभिन्न स्तरों को जटिलता और नम्यता के बढ़ते क्रम में परिभाषित किया गया है। वर्तमान नीतभार परिभाषा एकल-किरणपुंज नीतभार (या कुछ तय किरणपुंज) के लिए प्रस्तुत की गई है। हालांकि, नम्यता के स्तर का यही वर्गीकरण बहु-किरणपुंज सिस्टम के लिए भी मान्य है।

स्तर-I

नम्यता के लिए न्यूनतम प्रौद्योगिकी दृष्टिकोण में पारंपरिक नीतभार RF घटकों में से कुछ का संशोधन या बदलना शामिल है। इस स्तर में व्याप्ति नम्यता के लिए गिमबल्ड एंटीना है, जो आकार एंटीना की तुलना में कम लाभ के साथ एक परिपत्र बीम प्रदान करता है। यह तदर्थ क्षमता या विशिष्ट सामाजिक अनुप्रयोगों की स्थितियों में स्वीकार्य है। यह ±30 डिग्री कक्षीय स्थान परिवर्तनशीलता करने के लिए सक्षम है। अपलिंक आवृत्ति योजना नम्यता ट्युनेबल LO के साथ वाइडबैंड कन्वर्टर्स के उपयोग के माध्यम से हासिल की जा सकती है [1]। डाउनलिंक आवृत्ति योजना कि नम्यता के मामले में विचार नहीं किया है। उत्पादन शक्ति में नम्यता के लिए या तो नम्य TWTA [2], जो बिजली उत्पादन में भिन्नता (3-4 d>) प्रदान करता है, या मलटीपोर्ट एम्पलीफायर (MPA), जो 4-चैनल विन्यास के लिए 6 d> तक का लाभ प्रदान करता है, प्रयोग किया जा सकता है।

स्तर - II

नम्यता के इस स्तर में पारंपरिक नीतभार घटकों का संशोधित RF और IF घटकों के साथ प्रतिस्थापन शामिल है। फ़ीड क्लस्टर परावर्तक एंटीना, आकार परावर्तक एंटीना की जगह प्रयोग किया गया है। इस दृष्टिकोण में, एक पुनःविन्यास आकार किरणपुंज, एक क्लस्टर में फ़ीड के विभिन्न संयोजनों के द्वारा संभव है [3], जो कक्षीय स्थान नम्यता प्रदान करता है। ट्युनेबल LO के साथ वाइडबैंड कन्वर्टर्स और IF फिल्टर बैंक अपलिंक और डाउनलिंक आवृत्ति योजना नम्यता सक्षम करने के लिए प्रयोग किया जाता है। स्विचिंग और बैंड-विस्तार आवंटन अनुरूप जाल प्रोसेसर के उपयोग के द्वारा संभव है। हालांकि, बैंड-विस्तार आवंटन और इन्पुट/आउटपुट चैनलों में विकल्प सीमित हैं। ट्युनेबल उत्पादन फिल्टर के क्षेत्र में प्रौद्योगिकी परिपक्व नहीं है, जिससे कम बैंड-विस्तार उपयोग के लिए लाया जा सकता है। उत्पादन शक्ति नम्यता फ़ीड क्लस्टर (निष्क्रिय किरणपुंजकरनी नेटवर्क) से पहले हर चैनल में नम्य TWTAs का प्रयोगकर प्राप्त किया जा सकता है।

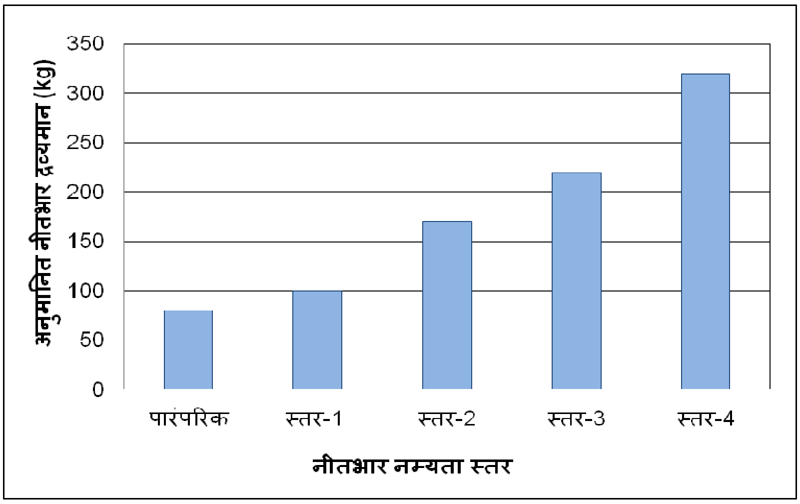
स्तर-III

नम्यता के इस स्तर में पारंपरिक नीतभार घटकों का संशोधित RF और डिजिटल IF उपकरणों के साथ प्रतिस्थापन शामिल है। एक सक्रिय चरणबद्ध सरणी एंटीना प्रयोग किया गया है, जो कक्षा व्याप्ति के साथ-साथ उत्पादन नम्यता को सक्षम बनाता है। RF MMIC प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में प्रगति के साथ, कॉम्पैक्ट ऑनबोर्ड क्रमबद्ध सरणी एंटेना संभव है। क्रमबद्ध सरणी एंटीना का उपयोग करने का एक और लाभ, उपयोगकर्ता टर्मिनल और हस्तक्षेप के बीच स्थानिक जुदाई

के आधार पर हस्तक्षेप को अस्वीकार करने की क्षमता है। आवृत्ति योजना नम्यता स्तर-2 में वर्णित के रूप में ही है। हालांकि बैंड-विस्तार आवंटन और मार्ग में नम्यता डिजिटल पारदर्शी प्रोसेसर के उपयोग के माध्यम से होता है। इस विकल्प को उच्च शक्ति की आवश्यकता है, पर यह एक साथ बैंड-विस्तार आवंटन में चैनलों की बड़ी संख्या और बेहतर कणमयता प्रक्रिया करने की क्षमता प्रदान करता है। संकेत संरचना में नम्यता भी पारदर्शी प्रसंस्करण के उपयोग से है।

स्तर-IV

नम्यता के उच्चतम स्तर में डिजिटल किरणपुंजकारी और पुनर्योजी प्रोसेसिंग का इस्तेमाल शामिल है। डिजिटल किरणपुंजकारी, गठन शक्ति और व्याप्ति में नम्यता प्रदान करता है। इसके RF समकक्ष के फायदे के अलावा, डिजिटल किरणपुंजकारी (D>F) एंटीना पैटर्न पर नियंत्रण प्रदान करता है, और प्रत्येक दिशा में लाभ (या EIRP) को समायोजित करने की क्षमता के साथ एक साथ कई किरणपुंज बनाने की क्षमता प्रदान करता है। अंतरिक्ष योग्य FPGAs और अन्य डिजिटल हार्डवेयर के क्षेत्र में प्रगति D>F के नुकसान, अर्थात् उच्च द्रव्यमान/शक्ति की आवश्यकता की भरपाई करेगा। ऑनबोर्ड पुनर्योजी प्रोसेसर चर आवृत्ति योजना के निहित लाभ के साथ, मार्ग और बैंड-विस्तार आवंटन में नम्यता प्रदान करता है। इसके अलावा, उत्थान ~2.5 d> कड़ी प्रदर्शन में सुधार प्रदान करता है। पारंपरिक, ऑनबोर्ड उत्थान के उपयोग से तय ऑन-बोर्ड डिजिटल हार्डवेयर के कारण संकेत संरचना के उन्नयन का प्रतिबंधन होता है। हालांकि, हाल की प्रगति से ऑनबोर्ड पुन:विन्यास डिजिटल हार्डवेयर उपयोग करने की संभावना है।



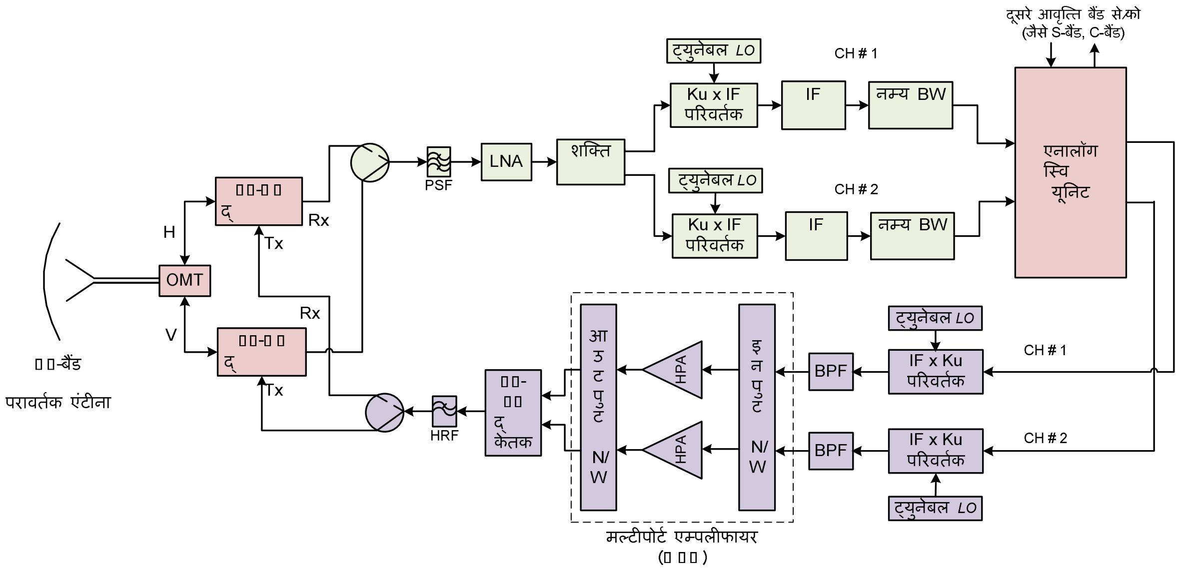
चित्र-2 :विभिन्न नम्यता स्तर के साथ 12-चैनल Ku-बैंड नीतभार के लिए अनुमानित द्रव्यमान

खंड-2 में वर्णित एक पारंपरिक नीतभार की तुलना में नम्यता स्तरों का मूल्यांकन द्रव्यमान के दंड के लिए किया गया है। विभिन्न नम्यता स्तरों पर Ku-बैंड 12 चैनल संचार नीतभार के लिए अत्याधुनिक अंतरिक्ष योग्य घटकों के आधार पर द्रव्यमान का अनुमान लगाया गया है और चित्र-2 में दिखाया गया है। मौजूदा प्रौद्योगिकी के साथ स्तर-1 नम्यता द्रव्यमान में न्यूनतम दंड के साथ प्राप्त किया जा सकता है जबकि, स्तर-2 और 3 की नम्यता से द्रव्यमान और जटिलता में काफी वृद्धि होती है। स्तर-4 में नीतभार द्रव्यमान में उल्लेखनीय वृद्धि है, जो आर्थिक रूप से व्यवहार्य के लिए आगे तकनीकी प्रगति की जरूरत को इंगित करता है।

स्तर-1 में वर्णित विन्यास विशिष्ट अनुप्रयोगों के लिए एक छोटे से परारोही नीतभार के रूप में शामिल किया जा सकता है। स्तर-2 विन्यास वाणिज्यिक उपग्रहों के लिए कक्षा में एक स्पेयर में शामिल किया जा सकता है, जो चर आवृत्ति और बैंड-विस्तार, के प्रावधान के साथ-साथ आकार का व्याप्ति नम्यता प्रदान करता है। स्तरों 3 और 4 के विन्यास अधिकतम संभव नम्यता का प्रतिनिधित्व करते हैं, यानी गतिशील संसाधनों के आवंटन के साथ अलग-अलग संख्या में किरणपुंज फार्म करने की क्षमता। हालांकि, स्तर-4 में डिजिटल किरणपुंज रूपन और ऑनबोर्ड उत्थान के उपयोग से हब-लेस कनेक्टिविटी और संसाधनों के आवंटन पर बेहतर नियंत्रण का अतिरिक्त लाभ मिलता है।

5. सुझावित नीतभार विन्यास

मांग पर क्षमता और आपदा प्रबंधन जैसे कई आवेदन एक छोटी सी, सामान्य परारोही नीतभार का उपयोगकर प्रदान किए जा सकते हैं। स्तर-1 और 2 की प्रौद्योगिकी का उपयोगकर इस तरह के एक नीतभार का अभिकल्प प्रदान किया है। चित्र-3 में सुझाव दिया गया नम्य नीतभार, एक 2-चैनल Ku-बैंड विन्यास के रूप में दिखाया है।



चित्र-3: प्रस्तावित Ku-बैंड नम्य नीतभार का ब्लॉक आरेख

अन्य आवृत्ति बैंड नीतभार भी इस विन्यास के साथ एकीकृत किए जा सकते हैं। एंटीना प्रणाली में एक गिमबल्ड परावर्तक है जो अलग-अलग कक्षीय स्थानों से व्याप्ति नम्यता प्रदान करता है। एंटीना दोहरी ध्रुवीकृत (रैखिक) के साथ है, और ध्रुवीकरण स्विच की सहायता से ध्रुवीकृत में नम्यता प्रदान करता है। दोनों ध्रुवीकरण पोर्टों पर Tx-Rx द्विसंकेतक प्रेष और ग्राही संकेतों को अलग करते हैं। चयनित ग्राही संकेतों को वाइडबैंड PSF और LNA से गुज़रना पड़ता है। LNA के बाद ट्यून करने योग्य LO के साथ Ku x IF वाइडबैंड कन्वर्टर्स वाले दो स्वतंत्र चैनल, नम्य अपलिंक आवृत्ति योजना (पूर्ण Ku-बैंड के भीतर कहीं भी) की सुविधा प्रदान करते हैं। इसके बाद वाइडबैंड फिल्टर आउट ऑफ बैंड स्पुरियस को अस्वीकार करता है और संकेतों को अलग-अलग बैंड-विस्तार (10 से 100 MHz) फिल्टर्स वाले कमांडेबल फिल्टर बैंक में डाला जाता है।

चैनलों के बीच स्विच करने के लिए और एक बहु-बैंड नीतभार के मामले में अलग-अलग बैंड के बीच कनेक्टिविटी प्रदान करने के लिए एक एनालॉग प्रोसेसर रखा गया है। ट्युनेबल LO के साथ IF x Ku कन्वर्टर्स नम्य डाउनलिंक आवृत्ति योजना (पूर्ण Ku-बैंड के भीतर कहीं भी) को सक्षम बनाता है। शक्ति एम्पलीफायर इकाई में एक 2 x 2 MPA शामिल है। यह लगभग 3 d> की हद तक शक्ति नम्यता के लिए अनुमति देता है। वाइडबैंड प्रदर्शन को प्राप्त करने के लिए, प्रत्येक एम्पलीफायर श्रृंखला में एक लिन्यराइज़र के अलावा एक इक्वलाईज़र है। MPA के उत्पादन में दो चैनलों को Tx-Tx द्विसंकेतक के उपयोग से संयुक्त किया जाता है और एक हार्मोनिक रिजेक्ट फिल्टर (HRF) को प्रदान किया जाता है।

नीतभार की अनुमानित द्रव्यमान और शक्ति क्रमश: 55 Kg और 430 W हैं। इस विन्यास के साथ हासिल नम्यता प्रदर्शन तालिका-2 में प्रदान की गई है।

तालिका-2: सुझावित नम्य नीतभार निष्पादन

नम्यता प्रकार	प्रदर्शन	इस्तेमाल की गई तकनीक
कक्षीय स्थान	चर (± 30 डिग्री)	-
व्याप्ति	चर विकरण संरेखण, निश्चित आकृति और आकार	गिमबल्ड एंटीना
आवृत्ति योजना	पूर्ण Ku-बैंड के भीतर (अपलिंक और डाउनलिंक)	ट्युनेबल LO और एनालॉग स्विचिंग

ट्रांसपोंडर बैंड-विस्तार	चर (10 से 100 MHz)	एनालॉग IF फिल्टर बैंक
उत्पादन शक्ति	चर (3 d> तक)	मल्टीपोर्ट एम्पलीफायर (MPA)

6. चुनौतियां

नम्य नीतभार में, वांछित प्रदर्शन प्रणाली प्राप्त करने के लिए कई उपतन्त्रों को पुनः अभिकल्पित करने की आवश्यकता है। वर्तमान तकनीक के साथ, इस आवश्यकता को कुछ उपतंत्र प्रदर्शन मानकों के साथ ट्रेड-ऑफ की जरूरत है। यह नम्य नीतभार एक पारंपरिक नीतभार की तुलना में समग्र उप-अनुकूलित प्रदर्शन दे सकता है। इसके अलावा, ऑनबोर्ड रिकॉन्फ़िग्युरेबल डिजिटल हार्डवेयर, ट्युनेबल उत्पादन फिल्टर और RF सिस्टम ऑन चिप (SoC) की प्रौद्योगिकियों में विकास के साथ स्वीकार्य नीतभार द्रव्यमान और शक्ति के भीतर नम्यता के उच्च स्तर हासिल किए जा सकते हैं।

7. निष्कर्ष

संचार नीतभार में नम्यता और प्रणाली के प्रदर्शन की आवश्यकताओं की मात्रा का इस पत्र में वर्णन किया गया है। अलग-अलग नम्यता स्तर को परिभाषित किया गया है और नम्यता की बढ़ती स्तर के साथ द्रव्यमान में वृद्धि को स्थापित किया गया है। पर्याप्त नम्यता के साथ मध्यम जटिलता वाले दो-चैनल Ku-बैंड नम्य नीतभार का अभिकल्प प्रदान किया गया है। इस तरह का एक नीतभार, जो संचार उपग्रहों पर एक परारोही के रूप में रखा जा सकता है, वाणिज्यिक और सामाजिक अनुप्रयोगों के लिए मांग पर क्षमता प्रदानकर सकता है।

आभार

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

संदर्भ

[1] जी. वीवर, जी. थॉमस, जी. कोब, और आई. मॉरिस, “एजाइल एकउइपमेंट फॉर अडवांसड Ku/Ka सेटेलाईट, ” 24th AIAA ICSSC, सैन डिएगो, USA, pp.11–14, 2006

[2] डब्ल्यु. एल. मेनिंगर, एन. आर. रॉबिंस, डी. आर. डिब्. और डी. ई. लेविस, "पॉवर फ्लेक्सिबल Ka-बैंड ट्रेवेलिंग वेव ट्युब एम्पलीफायर अप टू 250W RF फॉर स्पेस एप्लीकेशन", *Electron Devices*, IEEE Trans on, Vol 54, No. 2, 2007

[3] पी. क्रेरीकोट्स, ए. मोंक, और एच. झोउ, "ऐरे फेड रिकानफिग्युरेबल रिफलेक्टर फॉर स्पेसक्राफ्ट सिस्टम्स" *Electronics Letters*, Volume 30, No. 8, 1994

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

GPGPU पर आधारित संश्लेषी द्वारक रडार प्रक्रमक (SAR Processor)

शिवानी भार्गव, अभिषेक कुनाल, रितेश शर्मा, बीसरवनाकुमार .,
संजय एम. त्रिवेदी एवं एनदेसाई .एम.
एमएसडीपीडी(सैक) अंतरिक्ष उपयोग केंद्र ,एमआरएसए/एमएसडीजी/
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन ((इसरो, अहमदाबाद
इमेलः shivani@sac.isro.gov.in, nmdesai@sac.isro.gov.in

प्रमुख शब्दः: GPGPU (General Purpose Computing on Graphics Processor Unit), Stripmap, CUDA, FPGA, HPC, संश्लेषी द्वारक रडार (Synthetic Aperture RADAR, SAR)

सारांशः आंकड़ों की विशाल मात्रा, अत्याधिक गणन क्षमता एवं कठिन नियंत्रण की आवश्यकता, SAR आंकड़ा संसाधन की विशिष्टता है। अपने सूक्ष्म तरंग सुदूर संवेदन कार्यक्रम (MRSP) के अंतर्गत इसरो दो C-बैंड प्रतिबिंबन SAR तंत्रों का सफलतापूर्वक विकास एवं प्रचालनकर चुका है तथा भावी SAR मिशन, जैसेकि एक्स बैंड-DMSAR, एक्स बैंड-MiniSAR, L&S एयरबोर्न SAR, आदि के अभिकल्प एवं विकास का कार्य एमआरएसए सैक में शुरू/किया, जा चुका है। इन मिशनों की डेटा दरें, वर्तमान में परिचालित SAR मिशनों की तुलना में अधिक होंगी और इसलिए इन मिशनों की वास्तविक काल में प्रसंस्करण आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए और अधिक शक्तिशाली मशीनों की आवश्यकता होगी। Graphics Processor Unit (GPGPU) एक नवीनतम तकनीक है, जिसका उद्देश्य ऐसी समस्याओं का समाधान करना है, जिनमें बड़े डेटा सैट एवं जटिल एल्गोरिदम शामिल हैं और जिन्हें बड़े पैमाने पर अभिकलन की आवश्यकता है।

1. प्रस्तावनाः

इसरो/भारत सन् 1985 से अपने सूक्ष्म तरंग सुदूर संवेदन कार्यक्रम (एमआरएसपी) के अंतर्गत SAR प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में कार्यरत है। इन वर्षों के दौरान इसरो दो C-बैंड प्रतिबिंबन SAR तंत्रों का सफलतापूर्वक विकास एवं प्रचालनकर चुका है। इन तंत्रों में से एक वायुवर्ती आपदा प्रबंधन SAR (DMSAR) है। वर्तमान समय में DMSAR >eechraft >-200 वायुयान पर आरोहित है। तद्उपरांत इसको Jet Class वायुयान द्वारा वहन किया जाएगा एवं बड़े क्षेत्र (50-75 किमी) में क्षति परिमाण का अनुमान लगाने हेतु इसका उपयोग किया जाएगा। DMSAR का उपयोग बाढ़ जैसी प्राकृतिक विपदा के समय राहत कार्यों की सफलता का मूल्यांकन करने के लिए भी किया जाएगा। 26 अप्रैल, 2012 को भारत के पहले अंतरिक्ष वाहित बहु-विधा SAR अभियान रीसैट-1 का सफल प्रमोचन किया गया। इन SAR अभियानों के लिए सर्वप्रमुख और महत्वपूर्ण आवश्यकताओं में से एक SAR चित्रों का वास्तविक या निकट वास्तविक काल में, बहुत कम संसाधन अवधि के साथ, जनन एवं उपलब्धता (generation and availability) है। चूंकि आंकड़ों की विशाल मात्रा, अत्याधिक गणन क्षमता एवं कठिन नियंत्रण की आवश्यकता, SAR आंकड़ा संसाधन की विशिष्टता है, अतः ऑफलाइन SAR आंकड़ा उत्पाद उत्पन्न करने हेतु सॉफ्टवेयर आधारित परिशुद्धता संसाधित्र को अधिगणन यंत्र शक्ति की आवश्यकता होगी तथा उसकी संसाधन अवधि भी अत्यधिक होगी। इसकारण SAR संवेदक की भावी उपयोगिता कम हो सकती है।

वर्तमान में, डिजिटल सिग्नल प्रोसेसर (DSP) पर आधारित हार्डवेयर तीव्र दृश्य संसाधित्र (HWQLP) और निकट वास्तविक काल SAR संसाधित्र (NRTP) का NRSC, Shadnagar में RISAT-1 भू तंत्र के एक घटक के रूप में प्रचालन किया जा रहा है। भावी SAR मिशन, जैसे कि एक्स-बैंड DMSAR, एक्स-बैंड MiniSAR, L&S एयरबोर्न SAR, आदि के अभिकल्प एवं विकास का कार्य एमआरएसए/सैक/इसरो में शुरू किया गया है। इन मिशनों की डेटा दरें, वर्तमान में परिचालित SAR मिशनों की तुलना में अधिक होंगी और इसलिए इन मिशनों की वास्तविक काल में प्रसंस्करण आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए और अधिक शक्तिशाली मशीनों की आवश्यकता होगी।

2. उच्च प्रदर्शन कंप्यूटिंग (HPC), GPGPU और CUDA का अवलोकन

प्रोसेसर प्रौद्योगिकी और स्मृति के तेजी से विकास ने नाटकीय रूप से आधुनिक कंप्यूटिंग प्रणालियों की कंप्यूटिंग शक्ति का संवर्द्धन किया है। हार्डवेयर में विकास के अलावा, सॉफ्टवेयर उद्योग में भी हार्डवेयर के अधिकतम उपयोग के लिए

प्रोग्रामिंग तकनीकों और parallelization समर्थन के संदर्भ में क्रांतिकारी परिवर्तन आया है। ऐसी आवश्यकताओं को पूर्ण करने की क्षमता वाले निकायों को सुपर कम्प्यूटर या उच्च प्रदर्शन मशीन कहा जाता है। उच्च प्रदर्शन कंप्यूटिंग (एचपीसी) उन्नत प्रयोग कार्यक्रमों (advanced application programs) को कुशलता, स्थिरता एवं शीघ्रता से चलाने के लिए समानांतर संसाधन का उपयोग है।

GPU एक विशिष्ट number crunching मशीन या एक वेक्टर प्रोसेसिंग यूनिट है। इसके आर्किटेक्चर में मुख्य रूप से बड़ी संख्या में कोर हैं, जिनका डिज़ाइन अंकगणितीय, तार्किक और फ्लोटिंग प्वाइंट प्रचालन (operations) के लिए किया गया है। एक GPU की यथार्थ शक्ति उसके समानांतर (pipelined) आर्किटेक्चर के पूर्ण उपयोग में निहित है। ऐसा एक स्केलेबल प्रोग्रामिंग मॉडल के माध्यम से करना संभव है, जोकि अभिकलन कार्यों (computation tasks) को हार्डवेयर विशेषताओं के अनुसार वितरित करे। ग्राफ़िक प्रोसेसिंग यूनिट पर सामान्य प्रयोजन कंप्यूटिंग, General Purpose Computing on Graphics Processor Unit (GPGPU) एक नवीनतम तकनीक है, जिसका उद्देश्य ऐसी समस्याओं का समाधान करना है, जिनमें बड़े डेटा सैट एवं जटिल एल्गोरिद्म शामिल हैं और जिन्हें बड़े पैमाने पर अभिकलन की आवश्यकता है। GPGPU तकनीक एक विषम सह-प्रसंस्करण कंप्यूटिंग मॉडल में एक सीपीयू और एक GPU का एक साथ उपयोग करती है। प्रयोग (application) का अनुक्रमिक (sequential) हिस्सा CPU पर चलता है और सर्वाधिक अभिकलन- गहन (computation intensive) हिस्सा GPU द्वारा त्वरित किया जाता है। अनुप्रयोग (application) तेजी से चलता है क्योंकि यह प्रदर्शन (performanceperformance) को बढ़ावा देने के लिए उच्च प्रदर्शन GPU का उपयोगकर रहा है। GPU, जिसमें एक साथ संचालित सैकड़ों प्रोसेसर कोर हैं, के समानांतर आर्किटेक्चर का लाभ GPGPU लेता है। प्रोग्रामिंग मॉडल में, अनुप्रयोग डेवलपर उनके अनुप्रयोग को इस प्रकार संशोधितकर सकते हैं कि उनके कार्यक्रमों का गणना-गहन वर्ग GPU पर मैपकर दिया जाए। अनुप्रयोग का बाकी हिस्सा CPU पर बना रहेगा। किसी प्रकार्य (function) को GPU पर मैप करने में, प्रकार्य (function) को इस तरह नए सिरे से लिखना शामिल है, ताकि प्रकार्य का समानांतर रूप विस्तृत (expose the parallelism) हो सके। इसके अलावा, GPU एवं CPU के बीच डेटा स्थानांतरण हेतु C खोजशब्द (keyword) भी सम्मिलित करने होंगे। डेवलपर का दायित्व सहस्रों threads को एक साथ शुरू करना है। GPU हार्डवेयर threads का प्रबंधन (management) और समयबद्धन (scheduling) करता है।

GPU की प्रसंस्करण क्षमताएं पिछले एक दशक में काफी तेजी से बढ़ गई है। कई वर्षों से डेवलपर GPU को प्रोग्राम करने हेतु Cg, GLSL और HLSL जैसी भाषाओं का उपयोग किया, लेकिन ऐसा करने के लिए GPU के हार्डवेयर एवं अनुप्रयोग प्रोग्रामिंग इंटरफ़ेस (API) का उच्च ज्ञान होना आयाश्यक था। Nvidia ने GPGPU में रुचि रखने वाले डेवलपर्स के लिए Compute Unified Device Architecture (CUDA) नामक एक Software Development Kit (SDK) जारी किया है। इस किट में multithreaded code के प्रबंधन, हार्डवेयर के लिए drivers, एवं C जैसी उच्च स्तर भाषाओं के लिए support प्रदान किया गया है। इस किट के शुभारंभ ने GPU कम्पुटिंग को वैज्ञानिक समुदाय के लिए एक और अधिक सुलभ सुविधा बना दिया और अंततः GPGPU एक व्यापक रूप से स्वीकृत अवधारणा बनाने में मदद की।

3. GPGPU पर आधारित संश्लेषी द्वारक रडार (SAR) प्रोसेसर

GPGPU पर आधारित संश्लेषी द्वारक रडार (SAR) प्रोसेसर का मुख्य प्रोसेसिंग तत्व Kepler K10/K20/K20X GPGPU प्रोसेसर है। SAR प्रोसेसर विन्यास में निम्नलिखित घटक शामिल होंगे:

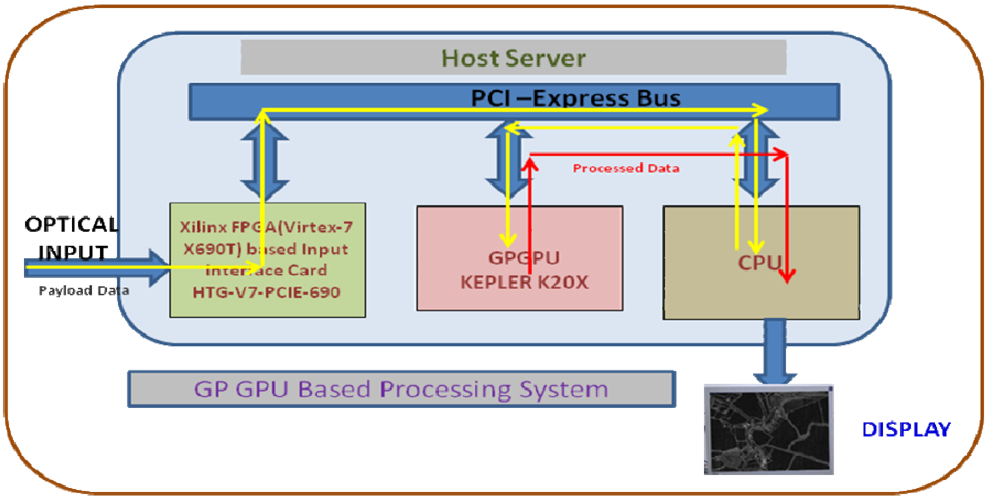
- एक 1U या 2U रैक mountable Xeon प्रोसेसर आधारित सर्वर
- एक या दो GPGPU प्रोसेसर
- एक I/O कार्ड

I/O कार्ड PCIe पर आधारित Serial FPDP (SFPDP) अथवा parallel LVDS मॉड्यूल है जिसमें एक Xilinx Virtex-5/6/7 FPGA का समावेश होगा। भू तंत्र के Front End Harware सहइकाई द्वारा प्राप्त इन्पुट डेटा I/O कार्ड को भेजा जाएगा। I/O कार्ड पर मौजूद FPGA प्राप्त इन्पुट डेटा पर अपेक्षित डेटा de-formatting करेगा एवं पूर्व प्रसंस्कृत डेटा (pre-processed data) को GPGPU की बाह्य स्मृति (external memory) को सीधे या होस्ट के

माध्यम से अंतरण (transfer) करेगा। तत्पश्चात, सभी SAR प्रसंस्करण कार्य GPGPU द्वारा पूर्ण किए जायेंगे। इस डिजाइन की प्रमुख चुनौतियाँ I/O कार्ड के माध्यम से front end data I/O interface का कार्यान्वयन, प्रोसेसिंग तत्वों तक डाटा रूटिंग आदि हैं। तालिका-1 में GPGPU पर आधारित संसाधन प्रणाली के विनिर्देश दिखाए गए हैं। चित्र-1 में GPGPU पर आधारित संसाधन प्रणाली का आर्किटेक्चर दर्शाया गया है।

पैरामीटर	विशिष्टता
प्रोसेसर	Tesla K20X या उच्चतर
GPUs की संख्या	1 या अधिक
CUDA कोर / GPU की संख्या	2688
Peak Throughput	1.31 Teraflops (Double-precision) 3.95 Teraflops (Single-Precision)
स्मृति आकार प्रति बोर्ड (Memory Size per board)	6 G>
स्मृति बस बैंडविड्थ (Memory >us bandwidth)	250 G>ytes/sec
होस्ट कंप्यूटर और हाउसिंग	• GPGPU आधारित प्रणाली के लिए एक 2U रैक mountable सर्वर आधारित विन्यास • CPU विन्यास o प्रोसेसर: इंटेल (R) Xeon सीपीयू 8 कोर o क्लॉक दर : 2.93GHz o स्मृति: 24 G> RAM
वजन एवं शक्ति	25किग्रा1 ,.8 00वाट्स, निवेश आपूर्ति: 230V AC

तालिका-1: GPGPU पर आधारित संसाधन प्रणाली के विनिर्देश



चित्र-1: GPGPU पर आधारित संसाधन प्रणाली का आर्किटेक्चर

1U सर्वर आधारित सिस्टम GPGPU के सफल कार्यान्वयन और प्रदर्शन के पश्चात्, एक अधिक ruggedized और लघुकृत (एक 3/4 या Full ATR मॉड्यूल पर) प्रोसेसिंग सिस्टम का VPX मंच पर निर्माण किया जाएगा। इसमें 3U Intel Xeon/Core-i7 पर आधारित S>C (एकल बोर्ड कंप्यूटर) के साथ साथ दो GPGPU कार्ड का समावेश होगा। युगपत डिजिटल सिस्टम से डेटा रिसेप्शन हेतु प्रयोग किया जाने वाला I/O कार्ड S>C पर आरोहित एक XMC मॉड्यूल होगा। 1U या 2U सर्वर आधारित GPGPU का भी पूर्ण परिशुद्धता चित्र (full precision images) का जनन करने के लिए एक भू आधारित प्रोसेसर के रूप में उपयोग किया जाएगा। चित्र-2 में सर्वर आधारित GPGPU प्रणाली एवं उसके ruggedized और लघुकृत संस्करण की उदाहरण तस्वीरें दर्शायी गई हैं।

(क) 1U / 2U सर्वर आधारित GPGPU

(ख) VPX आधारित GPGPU कार्ड

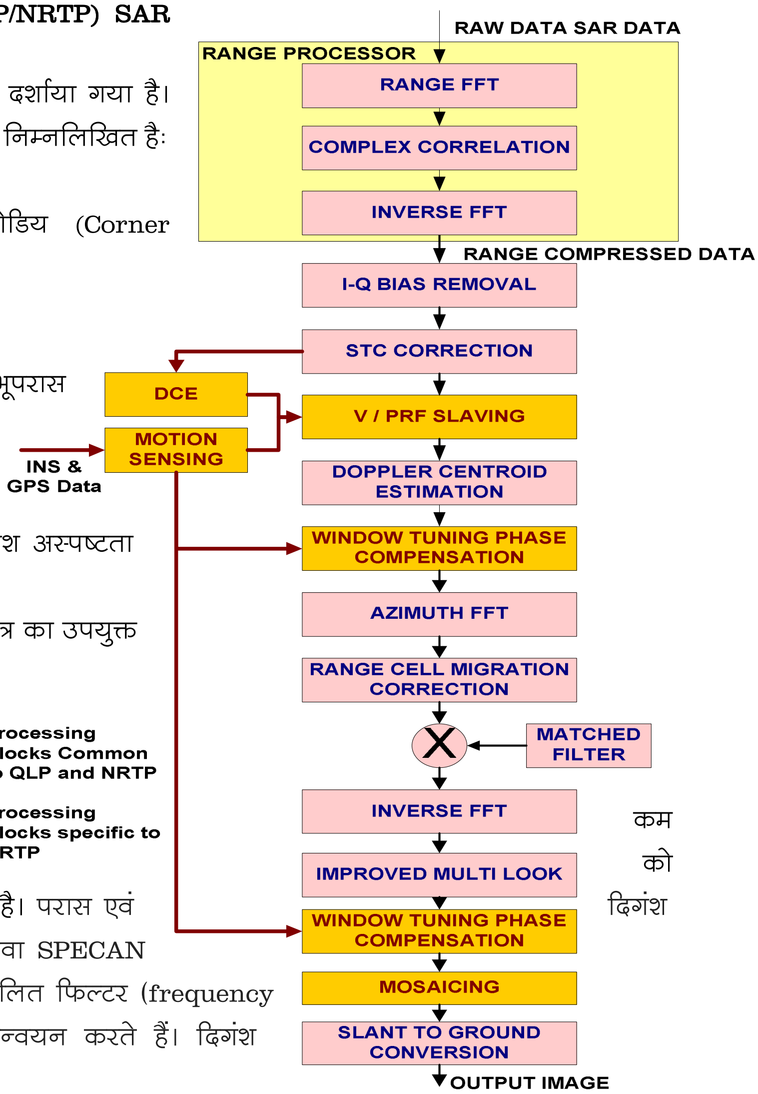
(ग) बीहड़ (rugged) ATR चसिस पर GPGPU प्रणाली

चित्र-2: सर्वर आधारित GPGPU प्रणाली एवं उसके ruggedized और लघुकृत संस्करण

4. Quick Look /Near Real Time (QLP/NRTP) SAR संसाधन कलन विधि (Processing Algorithm)

चित्र3- में QLP/NRTP का कलन विधि विन्यास दर्शाया गया है। QLP/NRTP तंत्र द्वारा किए जाने वाले प्रमुख कार्य निम्नलिखित है:

- परास संपीडन (Range Compression)
- परास संपीडित आंकड़ों का कार्नर मोडिय (Corner Turning)
- परास सेल अभिगमन संशुद्धि (RCMC)
- दिगंश संपीडन (Azimuth Compression)
- संसूचक (Detection) एवं तिर्यक परास का भूपरास में रूपांतरण (Geometric Correction)
- विकिरणमितीय संशोधन (Radiometric Correction)
- स्वफोकस, डॉपलर केंद्रक निर्धारण एवं विगंश अस्पष्टता पृथक्करण
- तीव्र दृश्य प्रदर्शन, टिप्पण सहित संसाधित्र चित्र का उपयुक्त फॉर्मेट में अभिलेखन करने का प्रबंध



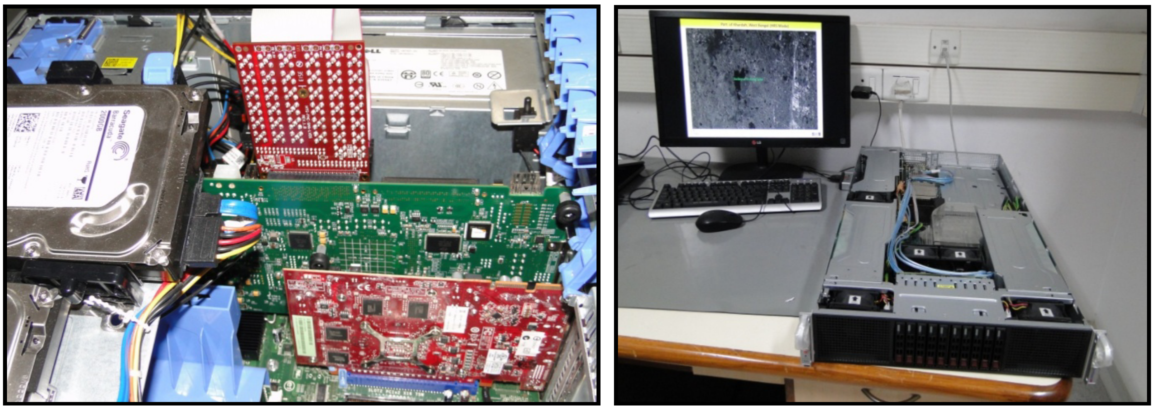
चित्र-3: QLP/NRTP SAR *संसाधन कलन विधि विन्यास*

चित्र3- को देखकर यह अनुमान लगाया जा सकता है कि NRTP हेतु संसाधन के चरण QLP की तुलना में कम हैं। इसका कारण यह है कि NRTP को उच्च परिशुद्धता वाले चित्र का जनन करना होता है। परास एवं दिगंश संसाधित्र, परास-डॉपलर (Range Doppler) अथवा SPECAN एल्गोरिथ्म पर आधारित उपयुक्त आवृत्ति क्षेत्र सुमेलित फिल्टर (frequency domain match filter) एल्गोरिथ्म का क्रियान्वयन करते हैं। दिगंश संसाधित्त (azimuth processed) एवं संसूचित (detected) चित्र को तद्पुरांत ज्यामितीय (geometric)

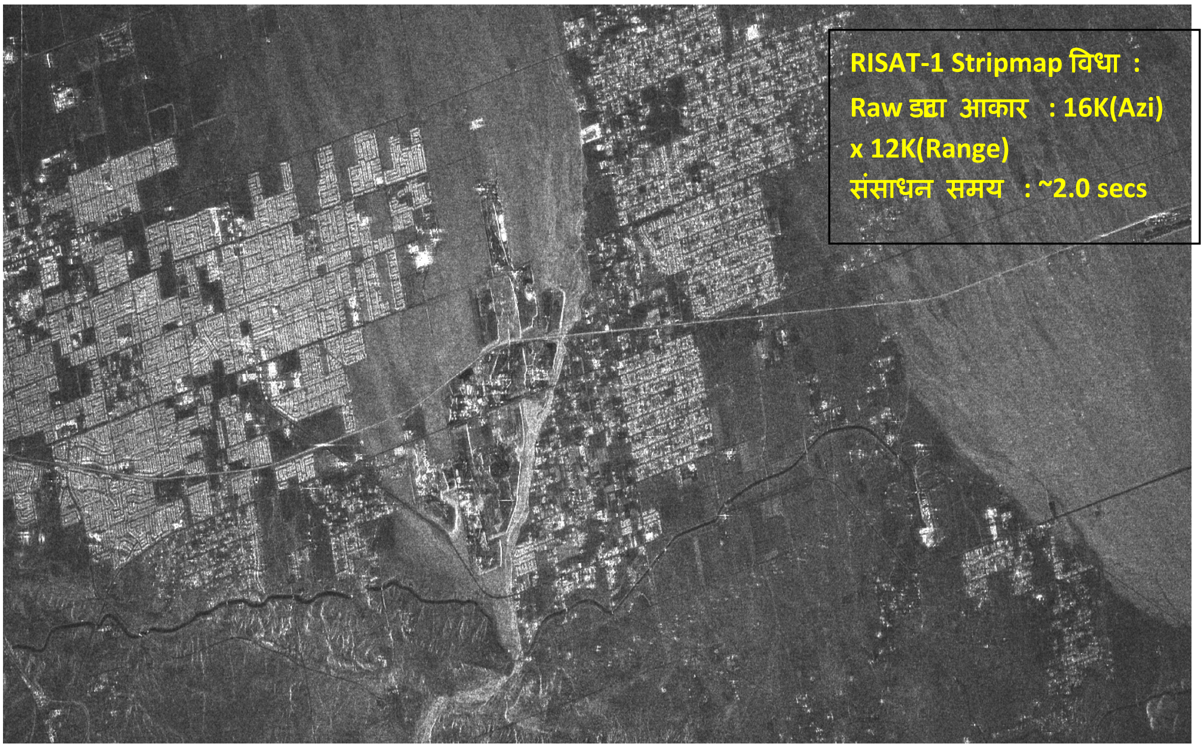
एवं विकिरणमितीय संशोधन (radiometric correction), आंकड़ा समन (data deskewing) एवं प्रतिचयन (resampling) हेतु पश्च संसाधित्र (post processor)को भेजा जाता है। अंतिम संसाधित्र चित्र को चित्रांश फॉर्मेट में मॉनीटर स्क्रीन पर प्रदर्शित किया जाता है। मॉनीटर पर प्रदर्शित चित्र का अभिलेखन कम्प्यूटर पर भी किया जाता है।

5. GPGPU पर आधारित SAR प्रोसेसर का प्रारंभिक विकास एवं प्राप्त परिणाम (Initial Development and Achieved Results)

सार चित्रों का वास्तविक/ निकट-वास्तविक काल में जनन करने हेतु >DH data deformatting, >lock Adaptive Quantization (>AQ) decoding, Two-dimensional matched filtering, motion compensation, post detection, आदि आवश्यक कार्यों को कच्चे आंकड़ों पर, आंकड़े अभिग्रहणके समय वास्तविक काल एवं पुर्नश्रवण के समय निकट लास्तविक काल में करना होता है। GPGPU पर आधारित SAR प्रोसेसर के अभिकल्प एवं विकास के प्रथम चरण में एक बाह्य रिकॉर्डर द्वारा RISAT-1/DMSAR का डेटा Virtex-7 पर आधारित I/O कार्ड को भेजा जाएगा। यह कार्ड PCIe इंटरफेस द्वारा डेटा होस्ट कंप्यूटर को भेजेगा। होस्ट कंप्यूटर इस डेटा को GPU में वितरित करके, संसाधित डेटा GPU से वापिस लेगा एवं SAR चित्र को प्रदर्शित करेगा। चित्र-4 में GPGPU पर आधारित SAR प्रोसेसर का लैब-व्यवस्थापन (Lab Setup) दर्शाया गया है। चित्र-5 में GPGPU द्वारा संसाधित RISAT-1 का Stripmap विधा का चित्र दर्शाया गया है।



चित्र-4: GPGPU पर आधारित SAR प्रोसेसर का लैब-व्यवस्थापन (Lab Setup)



चित्र-5: GPGPU द्वारा संसाधित RISAT-1का चित्र

6. निष्कर्ष

GPGPU पर आधारित संश्लेषी द्वारक रडार प्रक्रमक (SAR Processor) का अभिकल्प एवं विकास इसरो के भावी अंतरिक्षवाही एवं वायुवर्ती SAR मिशनों के लिए अत्यंत उपयोगी साबित होगा। वायुवर्ती SAR मिशनों के लिए इसका विकास onboard QLP एवं on ground NRTP इकाई के रूप में किया जाएगा। अधिक शक्ति एवं वजन (high power and weight) होने के कारण, अंतरिक्षवाही SAR मिशनों के लिए इसका विकास on ground QLP/NRTP इकाई के रूप में किया जाएगा।

7. आभार

लेखकगण GPGPU पर आधारित संश्लेषी द्वारक रडार प्रक्रमक (SAR Processor) संबंधित विकास गतिविधियों के लिए श्री तपन मिश्रा, निदेशक, सैक द्वरा दिए गए प्रोत्साहन व मार्गदर्शन के लिए उनके बहुत आभारी हैं। हम वरिष्ठ हिंदी अधिकारी तथा हिंदी कक्ष के सभी सहकर्मियों का आभार प्रकट करते हैं जिन्होंने इस पत्र का टंकण करने में सहयोग प्रदान किया। अंतत: हम MSDG/MRSA के सभी कर्मियों, सैक/इसरो एवं इसरो के अन्य केंद्रों के वैज्ञानिकों, अभियंताओं व सहकर्मियों, जोकि SAR संबंधित गतिविधियों में सलंग्न है, के प्रति आभार प्रकट करते हैं।

8. संदर्भ

(क) सैक/इसरो आंतरिक रिपोर्ट, जनवरी 2013। मिनीसार एक्स-बैंड ऐयरबोर्न सार- >DR दस्तावेज।

(ख) सैक/इसरो आंतरिक रिपोर्ट, मार्च 2015। RISAT-2A >DR दस्तावेज।

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

40 वॉट एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक

प्रणव प्रकाश सिंह व स्वाति जयस्वाल, वैज्ञानिक/ अभियंता – "एस ई"
एम्प्लिफाएर प्रभाग, आरफएसजी, एसयनपीए

सारांश:
40 वॉट एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक गगन नितिभार के लिए पहली बार अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में डिजाईन और डेवलपमेंट किया गया। इस शक्ति प्रवर्धक की प्रवर्धन क्षमता 73 डेसिबल की है। इस प्रवर्धक का तरंग प्रवर्धक भाग दो हिसो में बटा है। 1. अतिनिम्न तरंग प्रवर्धक भाग 2. शक्ती प्रवर्धक भाग। प्रथम विभाग की रचना बीफवायी 193 के दो स्तरीय प्रवार्ध्कों से, एलूमिना अवस्तर पर बनाया गया है। इसमें पहली बार स्टेट मशीन आधारित प्रोग्रामिंग का इस्तेमालकर के प्रवर्धन और शक्ति का नियत्रंण किया गया है। द्वुतिय विभाग युडायनॉ के शक्ति प्रवर्धको से बनाया गया है। ट्रांजिस्टर के चैनल के तापमान को 110 डिग्री से कम रखने के लिए ब्रांच लाइन युग्मक प्रक्रिया से शक्ति को दो भाग में विभाजितकर दो प्रवर्धको को दिया जाता है। इनके तरंग को दुबारा ब्रांच लाइन युग्मक प्रक्रिया से जोड़कर 40 वाट का सूक्ष्म तरंग शक्ति मिलता है।

प्रस्तावना:
उपग्रह का उपयोग करके संचालन और सटीक स्थिति निर्धारण का कार्य बहुत ही महत्वपुर्ण है। आज के दौर में यह हमारी जिंदगी का अभिन्न अंग बन गया है। गगन नितिभर (जीपिएस ऐडेड जियो औगूमेंटेड नेविगेसन) का उपयोग जीपिएस के उपग्रह मंडल और स्व निर्मित भूस्थिर उपग्रह का इस्तेमाल करके संचालन और सटीक स्थिति निर्धारण के परिशुद्धता को बढ़ाना है। गगन एक अंतराष्ट्रीय जरूरत है। इसके उपयोग से 6 मीटर के परिशुद्धता का तरंग विमान को मिल सकता है। इसकी उपलब्धता 99 से 99.99% रहती है। गगन नितिभर में 40 वॉट एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक एक अतिआवश्यक उपप्रणाली है। यह उपप्रणाली गगन तरंगो को जरूरी शक्ति प्रवर्धककर एंटेना को देता है। जो एंटेना से प्रसारित होकर युजर अभिग्राही को प्राप्त होता है। यह लेख इस शक्ति प्रवर्धक के रचना, विकास और प्रत्यक्षीकारण के बारे में बताया गया है।

परिचय:
यह एक नया डिजाइन किया गया 40 वॉट एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक है। इसका इन्पुट अतिनिम्न स्तर का तरंग है, जिसकी शक्ति 1 से 2.5 माइक्रो वॉट होती है। इसका आउटपुट 40 वॉट से 45 वॉट होता है। इस निति भार के प्रमुख कार्य निम्न है।

1. अतिनिम्न स्तर के तरंग का प्रवर्धन करना।
2. गगन नितिभार के प्रसारित तरंगो को निर्धारित शक्ति प्रदान करना।
3. गगन नितिभार का प्रवर्धन क्षमता बढ़ाना या कम करना।
4. -10^0 डिग्री से +60 डिग्री के बीच <0.40 डेसिबल का प्रवर्धन स्थिरिता रखना।
5. तापमान के साथ उच्च शक्ति प्रवर्धक की दक्षता को स्थिर बनाये रखना।

इस रचना में पहली बार सॉफ्टवेयर नियंत्रित प्रकिर्या का उपयोग प्रवर्धन में नियंत्रित क्षीणता लाने के किए किया गया है। सॉफ्टवेयर नियंत्रित प्रकिर्या का उपयोग प्रवर्धक के प्रवर्धन और उच्च शक्ति को <0.4 डेसिबल रखने के लिया किया गया है।

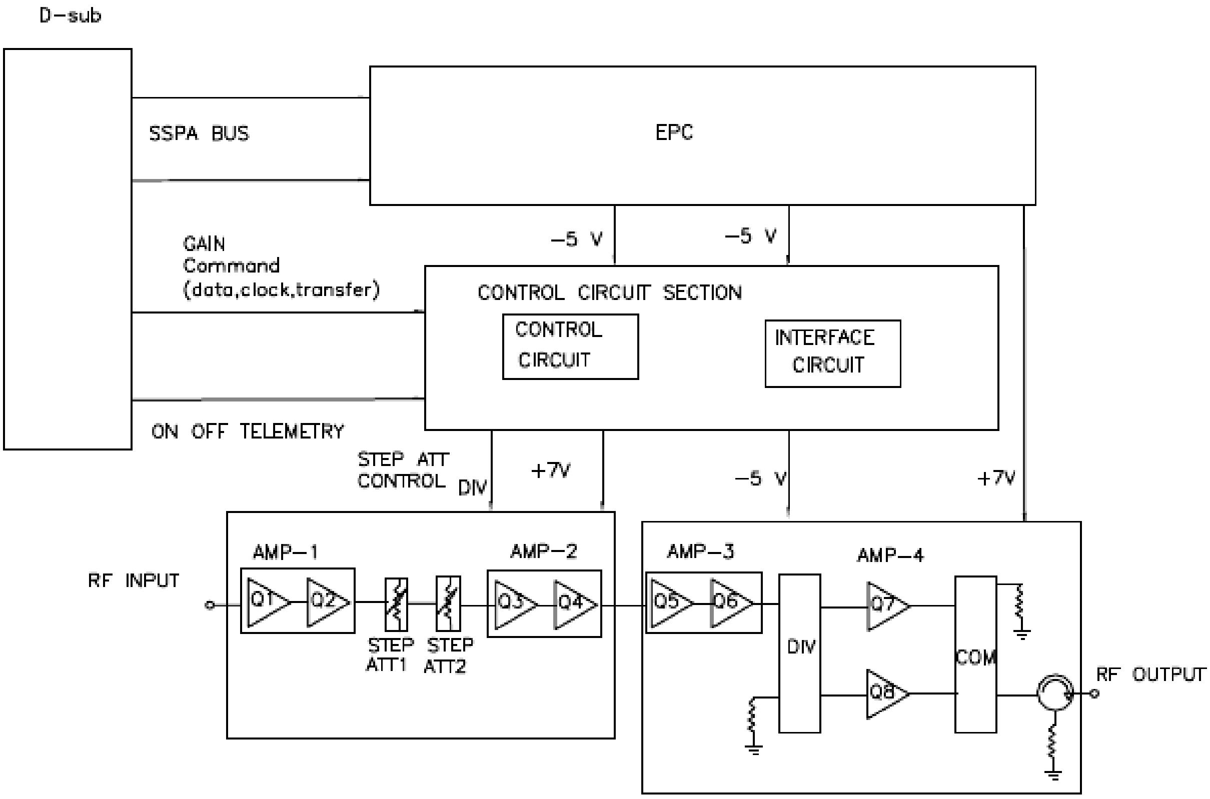
रचना:
40 वॉट एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक प्रणाली के प्रमुख जरूरते निम्नलिखित है।

क्रम संख्या	प्रचाल (पैरामीटर)	युनिट	वलुए
1.	आवृत्तिपट्ट	मेगा हर्ट्ज	1176.45 ± 12, 1575.42 ± 8,
2.	प्रवर्धन	डेसिबल	72 - 75
3.	तरंग उत्पादन शक्ति	डी बी एम	≥ 46
4.	उच्च तरंग सुरेखता	डी बी	≤ 0.3

5.	क्षीणकारी परिसर	डी बी	1 – 12
6.	क्षीणकारी यथार्थता	डी बी	1, 2, 3 से 12 तक बडते क्रम में।
7.	क्षीणकरी अनिश्चितता	डी बी	≤ 0.5
8.	अंतरामाडुलन विरुपण	डी बी सी	
9.	-3 डी बी		≤ -11
10.	-10 डी बी		≤ -20
11.	-17 डी बी		≤ -30
12.	इतर आवृत्ति	डी बी सी	≤ -60
13.	सत्रादी विरुपण		
14.	2 न्द विरुपण	डी बी सी	≤ -40
15.	3 र्द विरुपण	डी बी सी	≤ -40
16.	आगत प्रतिगमन हानि	डी बी	≤ -17
17.	निर्गमन प्रतिगमन हानि	डी बी	≤ -17
18.	टोटल फेज शिफ्ट	डिग्री	≤ 17
19.	डी सी शक्ति की खपत	वाट	≤ 140
20.	तापमान परिसर	डिग्री	-15 से -65 क्यू म -10 से -60 यफ म

इस रचना को प्रारूप में लेन के लिए निम्नलिखित प्रवार्धाको का चयान किया गया।

1. बी फ वायी 193
2. इ म सी 1112 / 1516
3. इ ल म 1112 / 1516



40 वाट एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक का खंड आरेख

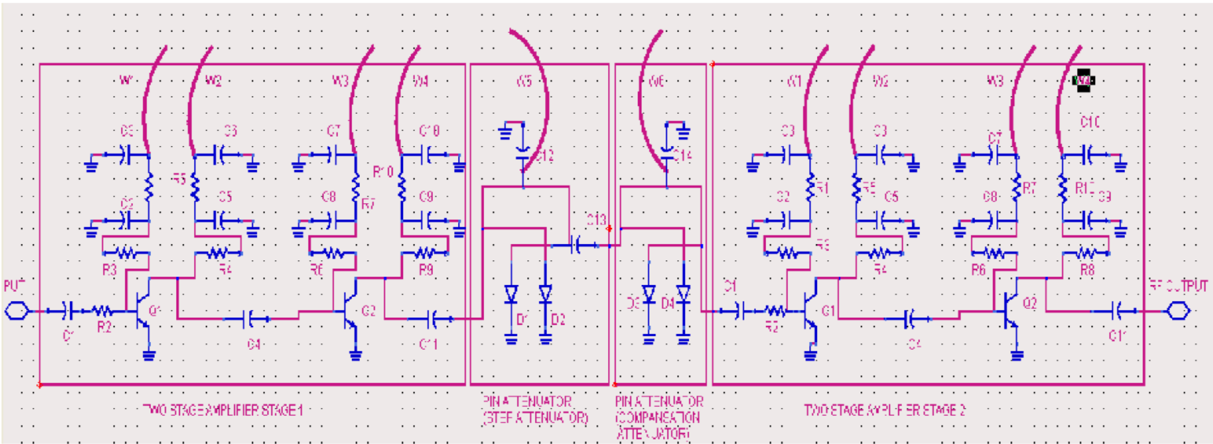
सूक्ष्म तरंगो के लिए एलुमिना के अव्स्तर और टीमम 10 ड्युरोइड का चयन किया गया। नियंत्रण परिपथ को फयार-4 के मुल्टीलेएर (6) पीसीबी पर बनाया गया।

यह अभिलक्षण वाला प्रवर्धक बनाने के लिए अतिनिम्न स्तर विभाग को बीफवायी 193 के निम्न स्तर प्रारूप को एडीएस सॉफ्टवेयर का उपयोग करके रचा गया है। यह एक टुयूनिग रहित रचना है। इसका प्रवर्धन 36 डीबी है। इसी विभाग में क्षीणकारी व नियंत्रण परिपथ भी है। इस विभाग की रचना के अनुसार प्रवर्धन 41 डीबी का है। जिसमें से 5 डीबी को तापमान के साथ प्रवर्धन में होने वाले बदलाव को स्थिर रखने के लिए किया जाता है।

उच्च शक्ति प्रवर्धक विभाग को दो हिस्सो में रखा गया है। ये दो अलग विभाग है। ऊपर का हिस्सा शूक्ष्म तरंग परिपथ के लिए और नीचे का हिस्सा डीसी अभिनति के लिए हैं। अतिनिम्न स्तर विभाग से ये तरंग को मध्य शक्ति प्रवर्धक से बढ़ाया जाता है। यह कार्य इमसी 1112 / 1516 से किया जाता है। इसका आउटपुट 2 वॉट है, जो कि पॉवर विभाजक 3 डीबी हिय्ब्रीड से विभाजित होकर 1 – 1 वाट दो शक्ती स्टेज को जाता है। इनके बीच 90^0 का कला विस्थापन होता है। दोनों शक्ति प्रवर्धकों का आउटपुट 24 वाट होता है। इस शक्ति को दुबारा जोडकर 40 वॉट (46 डीबीम) पॉवर मिलता है।

कार्यपद्धति:

प्रथम सूक्ष्म तरंग प्रवर्धक बीफवायी 193 के कार्य पद्धति इस प्रकार है। इसको कॉमन-एम्मिटर (CE) विधा में बेस को 0.75 वोल्ट पर अग्र्र अभिनति करते हैं और संग्राही से उत्सर्जक की धारा 14 तो 22 मिली अम्पिअर के बीच निर्धारित करते हैं। इस चरण को इस तरह अभिनति करते हैं और आरफ अनुरूप करते हैं की हमें एक सुरेखित अनुक्रिया (रिस्पोंसे) मिले तथा उच्च शक्ती पर यह भाग में 0.2 डीबी से ज्यादा कोम्प्रेस न हो।

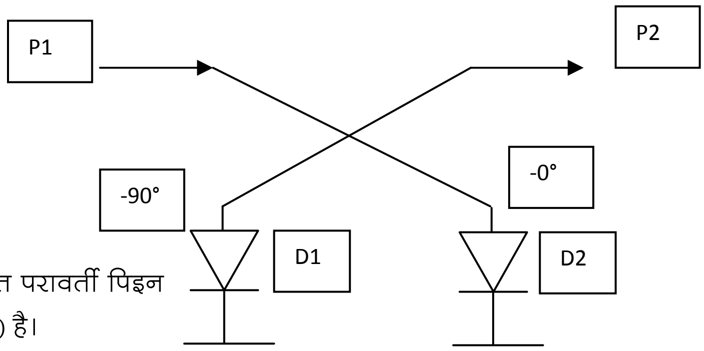


सूक्ष्म तरंग प्रवर्धक का आरेख

इस विभाग के रचना की मुख्य खुबिया है।

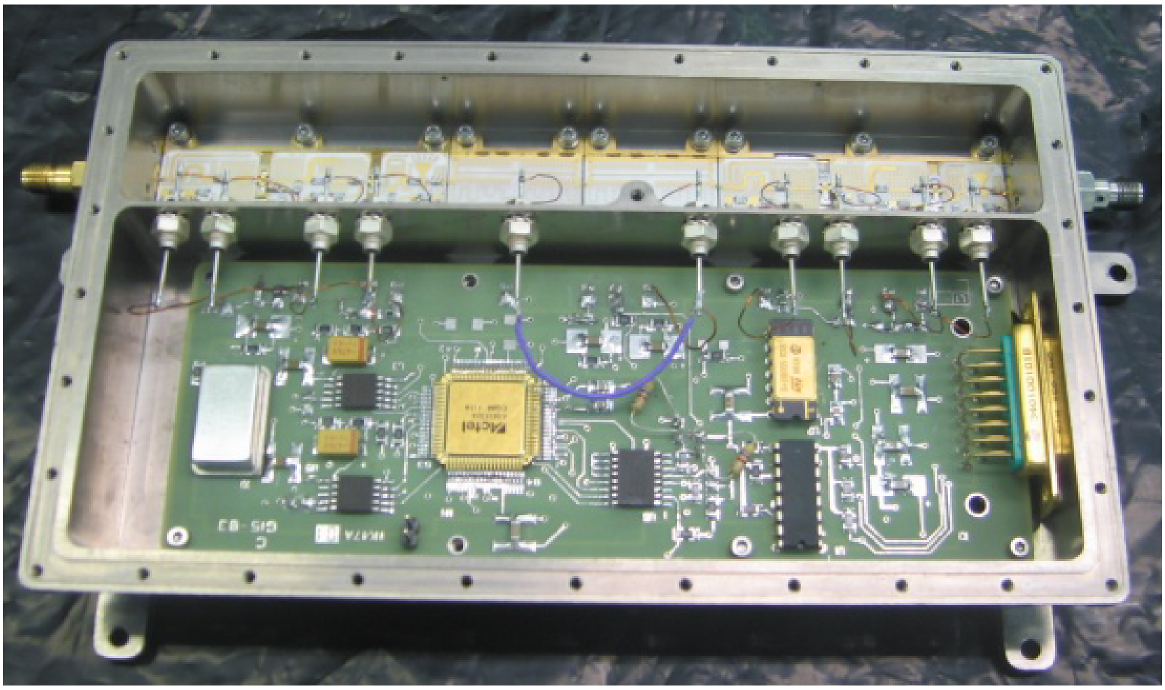
1. अधि परिचालन क्षमता (Over Drive capability)
2. आगत प्रतिगमन हानि (Input return Loss)
3. रव मान (Noise Figure)
4. प्रवर्धन रेखिकता (Flatness)

इस परिपथ में एक मुख्य भाग है, लेंगे युग्मक पर आधारित परावर्ती पिइन डायोड क्षिणकारी (Reflective PIN Diode Attenuator) है।



पिइन डायोड क्षिणकारी का खंड आरेख

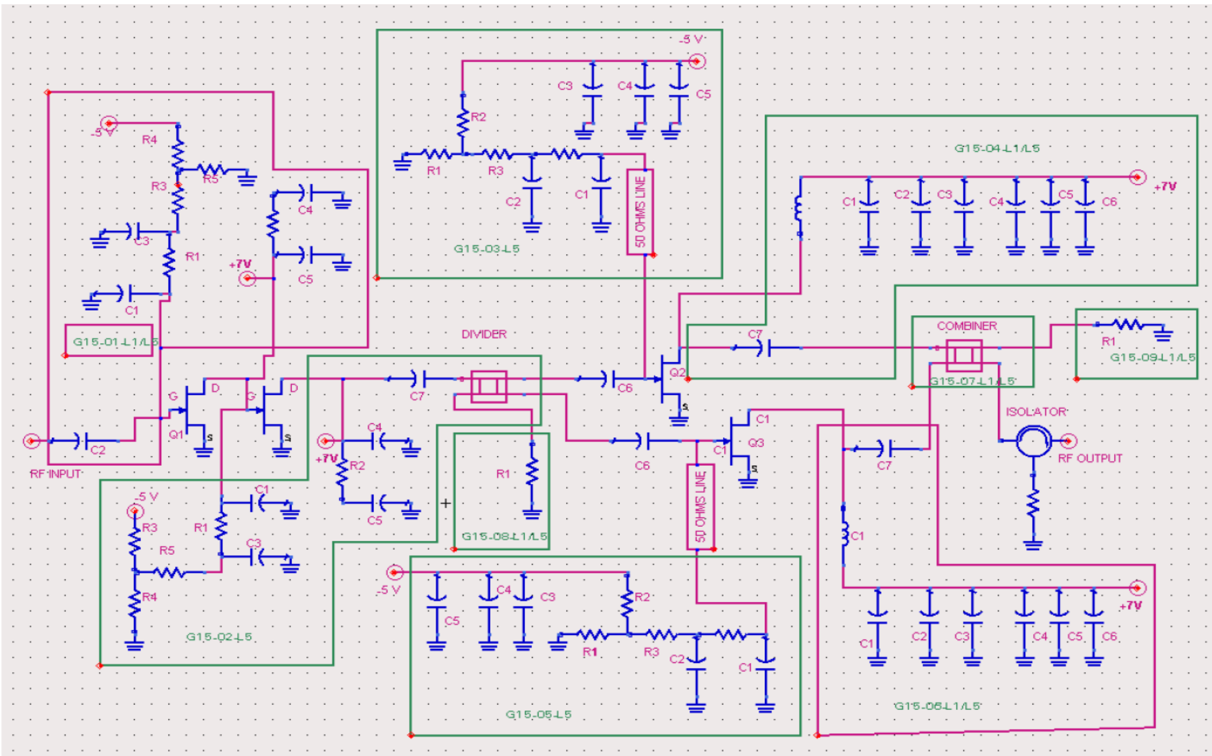
जब डायोड को अभिनति नहीं देते तो यह खुले परिपथ के तरह व्यवहार करता है और परिपथ में कोई भी तरंग शक्ति का क्षय नहीं होता है। हमारी नयी सॉफ्टवेयर आधारित प्रक्रिया से हम बहुत अच्छा प्रवर्धन स्थिरता और बीओये हासिलकर पा रहे हैं।



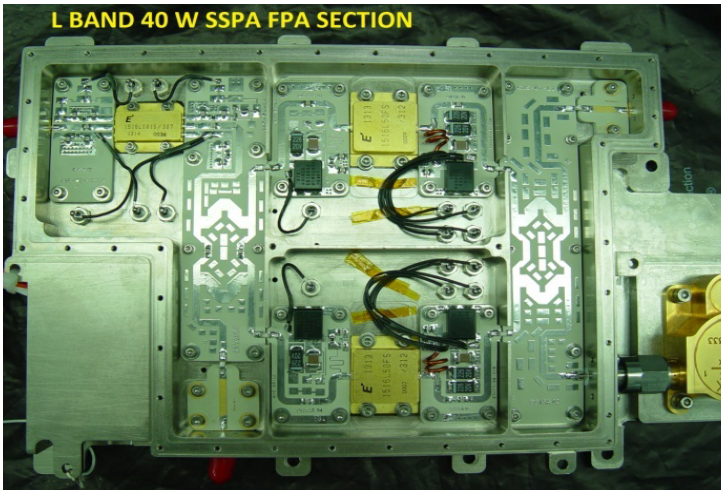
सूक्ष्म तरंग प्रवर्धक का चित्र

उच्च शक्ति प्रवर्धन हिस्से में गेट को इस तरह बायस किया है कि RF बंद होने पर वह न्यूनतम धारा ले। इसमें ड्रेन विभव इस तरह निर्धरित करते हैं की हमें 2 वाट शक्ती 0.5 डीबी कोम्प्रेसन पर मिल जाए।

अंतिम शक्ति प्रवार्धन 1.3 डीबी कोम्प्रेसन पर निर्धरित शक्ति प्रदान करता है। उच्च शक्ति प्रवर्धन हिस्से को टीम 10 – 100मिल ड्रुरोइड (Duroid) पर बनाया गया है। इस प्रोसेस में प्रथम बार विया छिद्र को योग्यता परीक्षण किया गया।

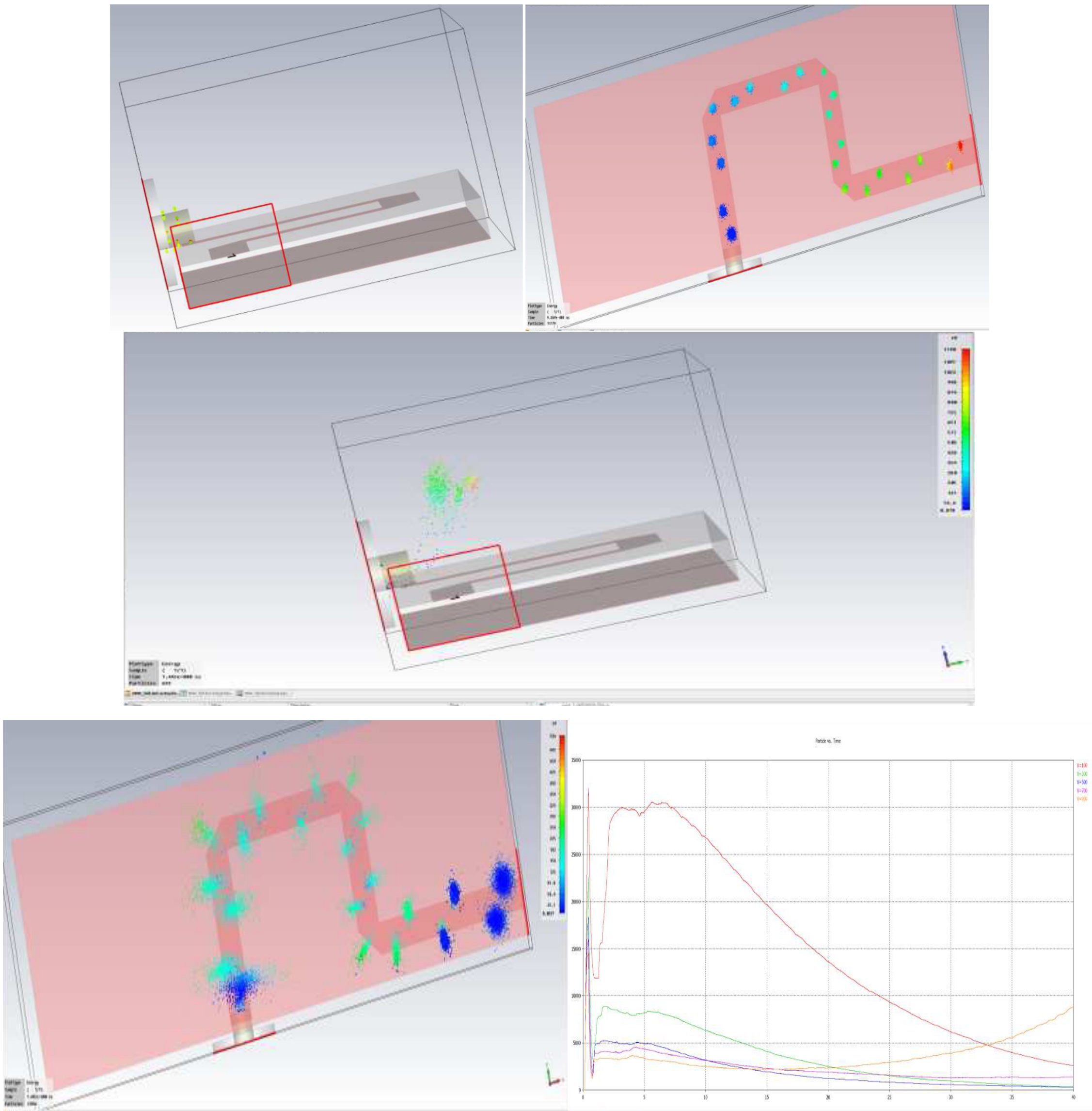


उच्च शक्ति प्रवर्धक का आरेख



उच्च शक्ति प्रवर्धक का चित्र

इस उपप्रणाली के निर्गमन भाग का मल्टिपैक्शन (Multipaction) विश्लेषण सीएसटी के पार्टिकल अनुकारी से किया गया और 12 डीबी से ज्यादा की गुन्जाइश उपलब्ध हुई।



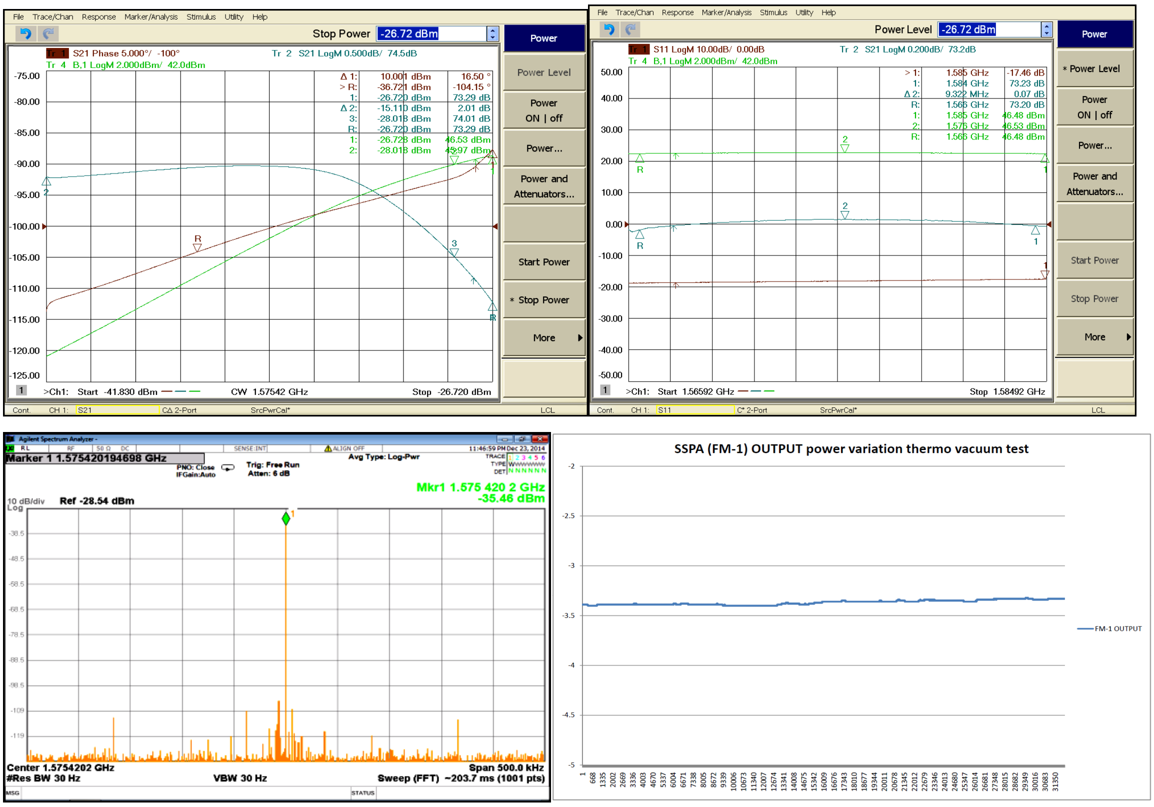
मल्टिपैक्शन (Multipaction) विश्लेषण सीएसटी के पार्टिकल अनुकारी का चित्र

परीक्षण व् मूल्याकन:

येल-1 व् येल- 5 बैंड 40 वाट एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक का निष्कर्ष बहुत ही अच्छा है। निम्नलिखित उसके परिणाम है।

PROJECT	GSAT-15		UNIT ID :	G15-NP12	
UNIT	:L band 40W-SSPA, FM		MODEL	FM	
Sr. No	Parameter	Specification	IBT	COLD Th Vac (-10°C)	HOT Th Vac (+60°C)
1	Center Frequency (in MHz)	1575.42	1575.42		
2	Bandwidth (in MHz)	18	18		
3	Output Power @ 2dB COMP. (in dBm)	≥46	46.49	46.51	46.28
4	Input Power @ 2dB COMP.(in dBm)	≤-26	-26.78	-26.65	-26.83
5	LS Gain @ 2dB COMP.(in dB)	72-74	73.27	73.16	73.11
	SS Gain @ 2dB COMP.(in dB)	74-76	75.27	75.16	75.15
	Gain @ 46dBm O/P		74.00	73.91	73.59
6	LS Gain Flatness (in dBp-p)	0.3	0.07	0.20	0.08
	Gain Flatness @ 46dBm O/P	-	0.16	0.34	0.18
7	T.C Step Att. (in dB)				
	1	±0.5	1.02	1.04	0.96
	2		2.05	2.05	1.89
	3		3.04	3.03	2.94
	4		4.06	4.08	3.85
	5		5.04	5.10	4.84
	6		6.05	6.09	5.79
	7		7.06	7.14	6.80
	8		8.07	8.14	7.77
	9		9.09	9.16	8.76
	10		10.09	10.11	9.73
	11		11.08	11.16	10.71
	12		12.04	12.16	11.73
8	Spurious (in dBc)	≤-60	<-70.0	<-70.0	<-70.0
9	2nd Harmonics (in dBc)	≤-40	<-50.0	<-50.0	<-50.0
10	3rd Harmonics (in dBc)	≤-40	<-50.0	<-50.0	<-50.0
11	3rd Order IMD (in dBc)				
	at 3 dB i/p Back off	≤-11	-17.36	-17.73	-15.72
	at 10 dB i/p Back off	≤-20	-30.25	-34.83	-25.37
12	Total Phase Shift @ 46dBm w.r.t 10dB below saturation (in deg)	≤17	13.86	7.15	20.80
13	AM to PM Conversion @ 46dBm O/P (in deg/dB)				
	at 0 dB i/p Back off	≤4	1.24	0.50	4.60
	at 3 dB i/p Back off		1.26	0.45	1.32
	at 6 dB i/p Back off		1.53	0.38	2.01
	at 10 dB i/p Back off		1.68	0.51	1.99
	AM to PM Conversion @ 2 dB COMP (in deg/dB)				
	at 0 dB i/p Back off	-	4.49	4.01	5.20
	at 3 dB i/p Back off		1.24	0.64	1.29
	at 6 dB i/p Back off		1.36	0.27	1.29
	at 10 dB i/p Back off		1.64	0.58	1.73
14	Output Power Variation (dBp-p)	≤0.4		0.10	0.30
16	Noise Figure (in dB)				
	@Max Gain	≤13	5.42		
	@Min Gain	-	8.30		
17	Input Return Loss (in dB)	≤-17	-17.46		
	Output Return Loss (in dB)	≤-17	-19.46		
18	Voltage (in volts)	-	40.50	41.50	41.50
19	Current (in Amp)				
	RF OFF	-	1.17	0.91	1.48
	@ 46dBm O/P		3.24	3.13	3.34
20	DC Input Power (in watts) 46dBm		131.22	129.90	138.61

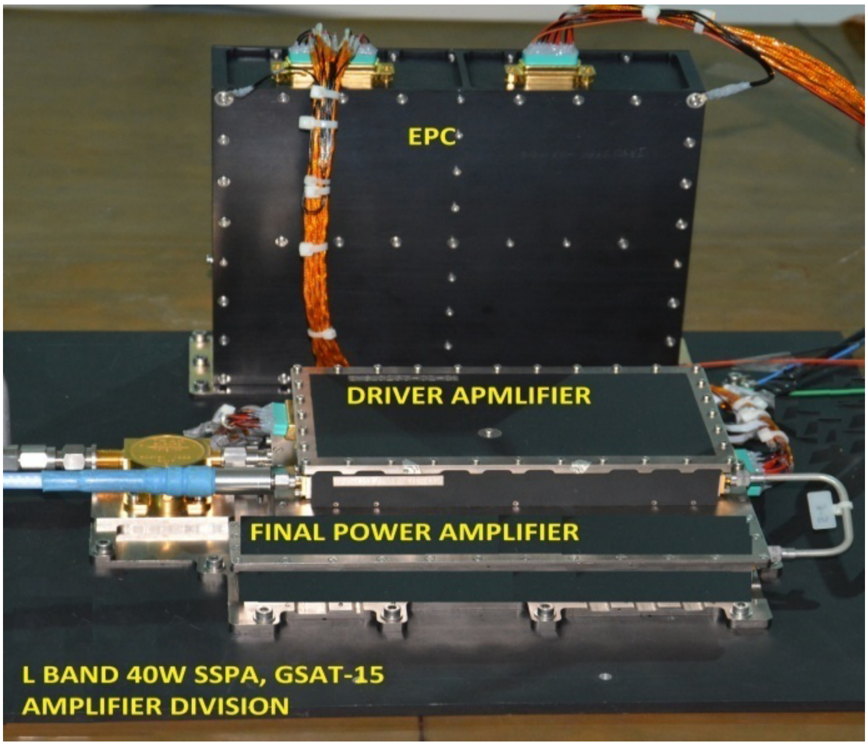
Table: - 3 Detail summary



मापन आलेख चित्र

उपयोगिता:

गगन नीतभार एक विश्व स्तरीय नागरिक वैमानिक की जरूरत है। आईसीएओ के सदस्य देशो ने वैमानिक के लिए जीएनएसएस आकड़े को प्राथमिक माध्यम के रूप में चुना है। इसके संकेत (सिग्नल) का उपयोग विमान के दिशा निर्देशन, अवतरण (लैंडिंग) और उत्प्रश्थान (टेक ऑफ) में बहुत महत्वपूर्ण है। 40 वॉट एसएसपीये इसके तरंग को शक्ति प्रदान करता है। इस तरंग को अभिग्रहकर के विमान अपनी स्थिति का आकलन करते हैं। यह नागरिक सुरक्षा के लिए बहुत महत्वपूर्ण है।



निष्कर्ष:

40 वॉट एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक का विश्‍व में सिर्फ एक निर्माता है। इस तकनीक को अपने गृह में निर्मितकर हम आत्मनिर्भर हुए हैं। एल बैडं में एल -1 व् एल-5 दो अलग अलग बैडं के एसएसपीये है। योग्यता परीक्षण प्रारूप के सारे परीक्षण पूर्ण हो गए है और अभी वह आयु परीक्षण में 65 डिग्री पर जलवायवी कक्ष में है। 19 -6 -2015 को उसके 1200 घंटे पूर्ण हो गए हैं। इसके दो उड़ान प्रारूप (मॉडल) टी & ई से पास हो गए हैं। बनाये गए एसएसपीये की गुणवाता बहुत अच्छी है। इसकी दक्षता बढ़ाने और वजन कम करने के लिए आगे कार्य किया जा सकता है। इसमें इस्तेमाल बीओये, प्रवर्धन प्रतिपूर्ति और शक्ति प्रतिपूर्ति नियंत्रण परिपथ विश्‍वस्तरीय तकनीक है।

आभार:

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

संदर्भ:

1. सीडीआर जीसैट -15

लेखक परिचय:

प्रणव प्रकाश सिंह ने वर्ष 2000 में बीआईटी, दुर्ग से इलेक्ट्रॉनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में स्नातक किया। वर्ष 2001 नवम्बर में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो) अहमदाबाद में कार्य प्रारंभ किया। इन्हे अपने कार्य के लिए वर्ष 2011 में इसरो टीम एक्सलेंस अवार्ड से तथा वर्ष 2014 में आई इ टी इ लाल सी वर्मन अवार्ड प्रदान किया गया।

स्वाति जयस्वाल ने वर्ष 1983 इलेक्ट्रॉनिक एंड रेडियो इंजीनियरिंग में डिप्लोमा किया और वर्ष 1987 अप्रैल में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो) अहमदाबाद में कार्य प्रारंभ किया। इन्होने 1991 में इलेक्ट्रॉनिक एवं संचार इंजीनियरिंग में स्नातक किया। अभी यह 40 वॉट एल बैंड उच्च शक्ति प्रवर्धक के लिए जीसैट -15 में प्रोजेक्ट मैनेजर है।

-इति-

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

चन्द्रयान-2 लैन्डर के लिए चन्द्रमा के दक्षिण ध्रुव पर संभावित अवतरण स्थलों की पहचान एवं अभिलक्षणन

अमिताभ, के सुरेश, टी पी श्रीनिवासन एवं बी गोपाल क्रिष्णा*
एच आर डी पी डी / एस आई पी ए, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद
*एन आर एस सी, हैदराबाद

सारांश

चन्द्रयान -2 मिशन का प्रमुख उद्देश्य चन्द्रमा की सतह पर एक रोवर को अवतारक के माध्यम से नम्र अवतरण कराना है। चन्द्रयान -2 अवतारक (लैन्डर) को पूर्ण रुप से स्वचालित वास्तविक काल के दिशा निर्देशों द्वारा चन्द्र सतह पर उतारने की योजना है। जैसा कि हमें पता है कि चन्द्र सतह क्रेटरों एवं चट्टानों से भरा हुआ है ऐसी स्थिति में अवतारक को बिना किसी जोखिम के एक सुरक्षित स्थल पर उतारना एक चुनौती है। यह पत्र चन्द्रमा के दक्षिण ध्रुव पर सुरक्षित अवतरण स्थल को पहचानने एवं अभिलक्षणन के लिए उपयोग में लाये जाने वाले तकनीकी को प्रदर्शित करने का एक प्रयास है।

संकेत शब्द: अवतारक, अंकीय उच्चावच मॉडल, क्रेटर, प्रदीप्ति, एल आर ओ सी

नामावली:

एल आर ओ सी - लुनार रिकान्सस ऑर्बिटर कैमरा

एल ओ एल ए – लुनार ऑर्बिटर लेजर अल्टिमीटर

कि मी - किलो मीटर

मी. - मीटर

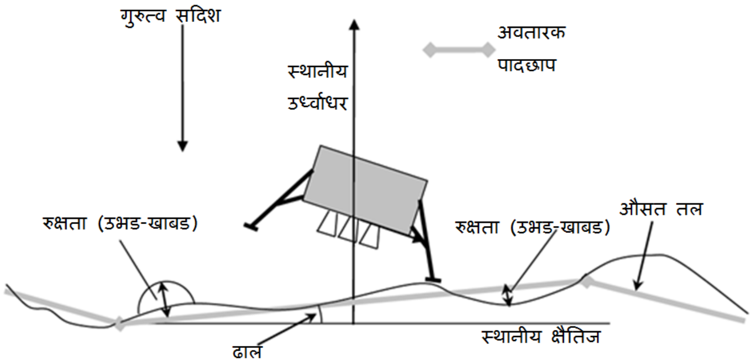
से. मी. - सेंटी मीटर

1. प्रस्तावना

चन्द्रयान -2 अवतारक को चन्द्रमा के दक्षिण ध्रुवीय क्षेत्र में 85-90 अंश अक्षांश के मध्य नम्र अवतरण कराने की योजना है। इस परियोजना का उद्देश्य चन्द्रयान -2 अवतारक को संकटग्रस्त स्थानों से बचाकर नम्र अवतरण कराने की तकनीक का प्रदर्शन करना है। सुरक्षित अवतरण स्थलों की पहचान किसी भी अवतरण मिशन की मुख्य चुनौती होती है एवं इन स्थलों का चुनाव साधारणतः तकनीकी एवं वैज्ञानिक कसौटी के आधार पर किया जाता है। एक तरफ जहां तकनीकी योग्यता में सुरक्षित अवतरण (सन्कटविहीन स्थल), स्थानीय गतिशीलता (भूमंडलीय एवं स्थानिक ढाल) और संचालन व्यवरोध (भू द्रिश्यता एवं सौर प्रदीप्ति, तापमान एवं अवतरण यंत्रो की यथार्थता) शामिल है वहीं दूसरी तरफ वैज्ञानिक योग्यता में चन्द्र सतह संघटन, स्थानिक लूनार भू-विज्ञान एवं पर्यावरण शामिल है। इस अध्ययन में चन्द्रमा के दक्षिण ध्रुवीय क्षेत्र का विस्तार से अभिलक्षणन तकनीकी योग्यता के आधार पर किया गया है। यह अध्ययन चन्द्रयान-1, क्लेमेंटाइन एवं लुनार रिकान्सस ऑर्बिटर (एल आर ओ सी) के द्वारा प्रदत्त डाटा पर आधारित है।

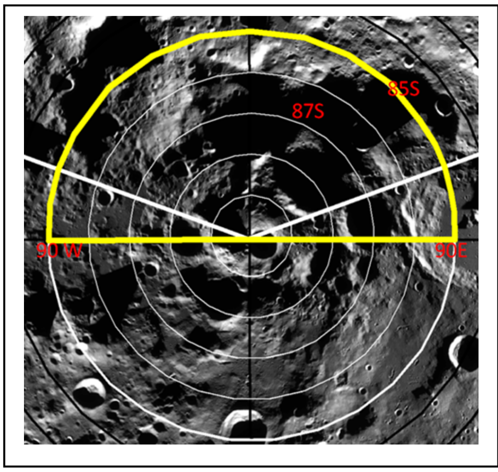
2. आपद वितरणों का अभिलक्षणन

संभावित अवतरण स्थल पर पाये जानेवाले मुख्य आपदों में उच्चावच (उंचाई), ढाल, चट्टानों, क्रेटरों और स्थानिक एवं वैश्विक छाया का विशेष महत्त्व है। किसी स्थल पर ढाल के मान की गणना उस जगह के अंकीय उच्चावच मॉडल से किया जाता है जबकि चट्टानों एवं क्रेटरों की पहचान प्रतिबिम्बों से बिम्ब प्रक्रमण तकनीक द्वारा किया जाता है। मौजूदा अवतारक के विन्यास के अनुसार चन्द्र सतह में 10 अंश से ज्यादा का ढाल एवं 30 से. मी. से ज्यादा का चन्द्र सतह पर पाये जाने वाली आक्रिति आपद (जोखिम) की श्रेणी में आता है [1]। **चित्र -1** में आपद के परिभाषा को दर्शाया गया है।

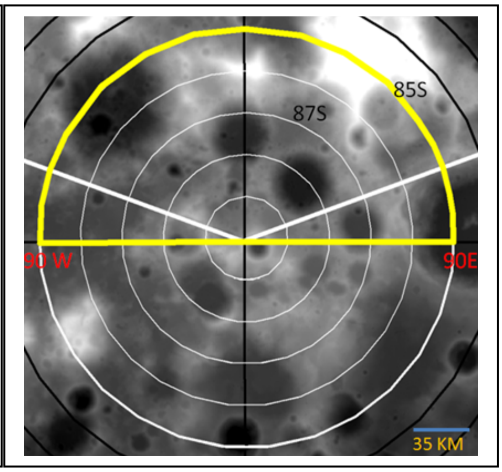


चित्र 1: अवतरण आपदों की परिभाषा [2]

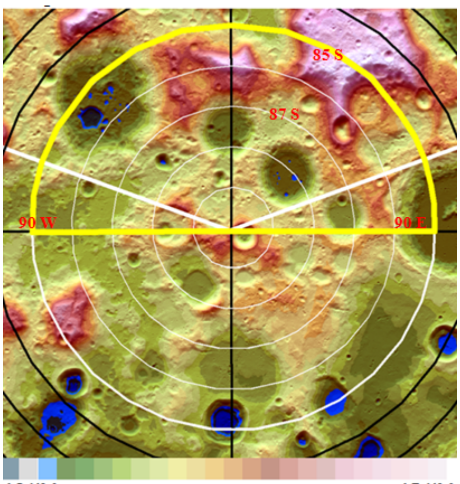
a. **अंकीय उच्चावच मॉडल:** जोखिम भरे स्थानों की अभिलक्षणन के लिए अंकीय उच्चावच मॉडल प्राथमिक आवश्यकता है। चूंकि हमारे अवतारक (लैनडर) के एल ए एम मोटर की ऊंचाई चन्द्र सतह सतह से 34 से. मी. है इसलिए 25 से. मी. से बडा कोई भी चट्टान अवतरण के लिए खतरनाक हो सकता है। 30 से. मी. ऊंचाई से ज्यादा की चट्टनों को पहचानने के लिए 30 से. मी. ग्रिड वाले अंकीय उच्चावच मॉडल की जरूरत है परंतु वर्तमान में 10-20 मी. ग्रिड वाले अंकीय उच्चावच मॉडल (एल ए एल ओ) ही उपलब्ध हैं। एल ए एल ओ अंकीय उच्चावच मॉडल की ऊंचाई यथार्थता 1 मी. है। चन्द्रमा के दक्षिण ध्रुवीय क्षेत्र के एल ए एल ओ अंकीय उच्चावच मॉडल, संगत एल आर ओ सी प्रतिबिम्ब एवं अंकीय उच्चावच मॉडल के रंगीन उच्चावच प्रलेप को **चित्र 2 (ए), 2 (बी) एवं 2 (सी) में** दिखाया गया है।



चित्र 2 (ए): एल ए एल ओ अंकीय उच्चावच मॉडल

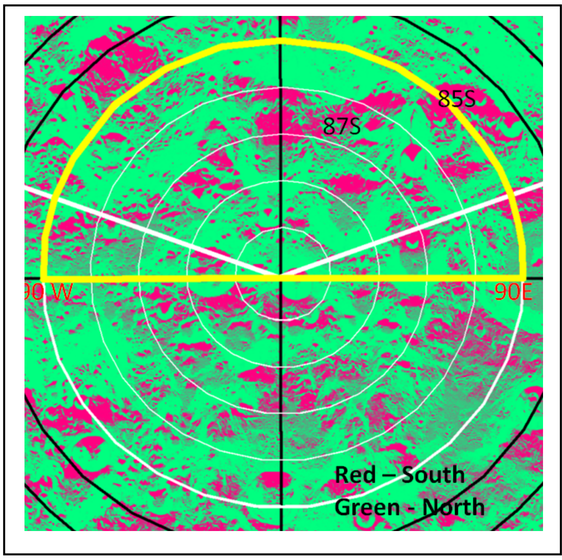


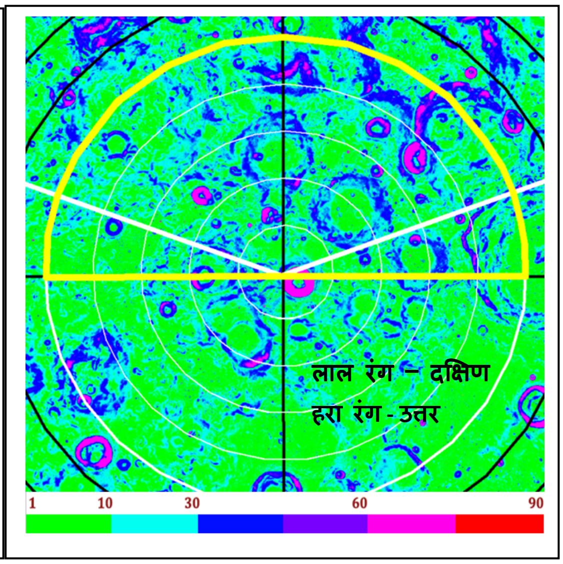
चित्र 2 (बी): एल आर ओ सी प्रतिबिम्ब (दक्षिण ध्रुव)



चित्र 2 (सी): दक्षिण ध्रुव का अंकीय उच्चावच मॉडल

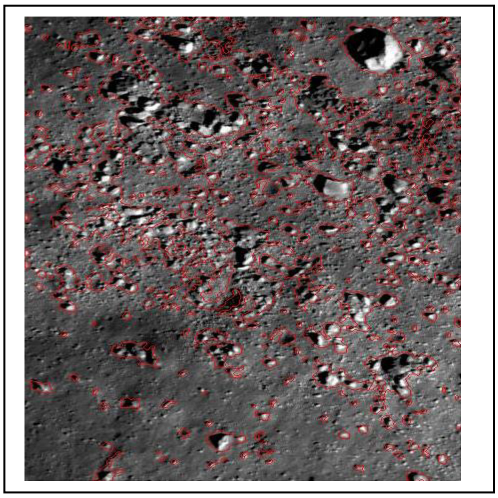
b. **ढाल और अभिमुखता :** ढाल चन्द्र सतह पर उच्चावच के परिवर्तन के दर को मापता है एवं इसकी गणना अंकीय उच्चावच मॉडल के प्रत्येक चित्रांश के लिए अंश या प्रतिशत में की जाती है। अभिमुखता से ढाल के दिशा की जानकारी मिलती है। एल ए एल ओ अंकीय उच्चावच मॉडल से उत्पादित ढाल और अभिमुखता को क्रमश: **चित्र 3 और 4** में दिखाया गया है।

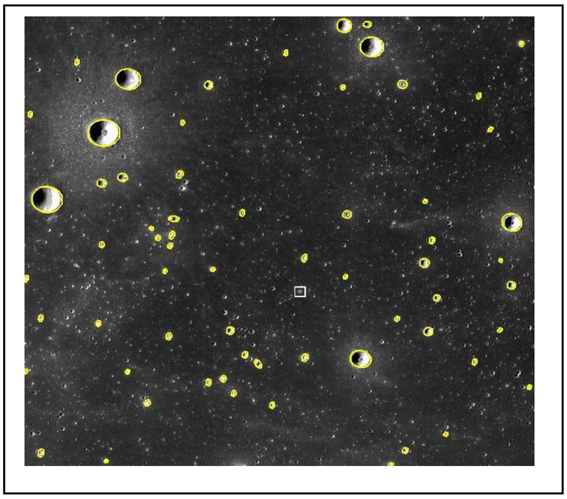




चित्र 3: दक्षिण ध्रुवीय सतह का ढाल (°) चित्र 4: दक्षिण ध्रुवीय सतह के ढाल की दिशा

c. **क्रेटर एवं चट्टान (आकार एवं वितरण) :** क्रेटर एवं चट्टान चन्द्र सतह पर पाये जाने वाले सबसे सामान्य आकृति हैं। ये अवतारक के सुरक्षित अवतरण के लिए सबसे महत्वपूर्ण आपद (जोखिम) हैं। 10 मी. से ज्यादा व्यास वाले क्रेटर की ढाल 15 अंश से ज्यादा होती है जो अवतरण के लिए घातक है। 4 से 10 मी. के बीच व्यास वाले क्रेटर रुक्षता आपद प्रदानकर सकते हैं इसलिए 4 मी. से ज्यादा व्यास वाले क्रेटरों की पहचान आवश्यक है। हमारे अवतारक (लैनडर) के एल ए एम मोटर की ऊंचाई चन्द्र सतह सतह से 34 से. मी. है इसलिए 30 से. मी. से ज्यादा ऊंचा चट्टान अवतरण के लिए जोखिम भरे हैं। **चित्र 5 और 6** में क्रेटरों एवं चट्टानों की पहचान का एक उदाहरण दिया गया है।



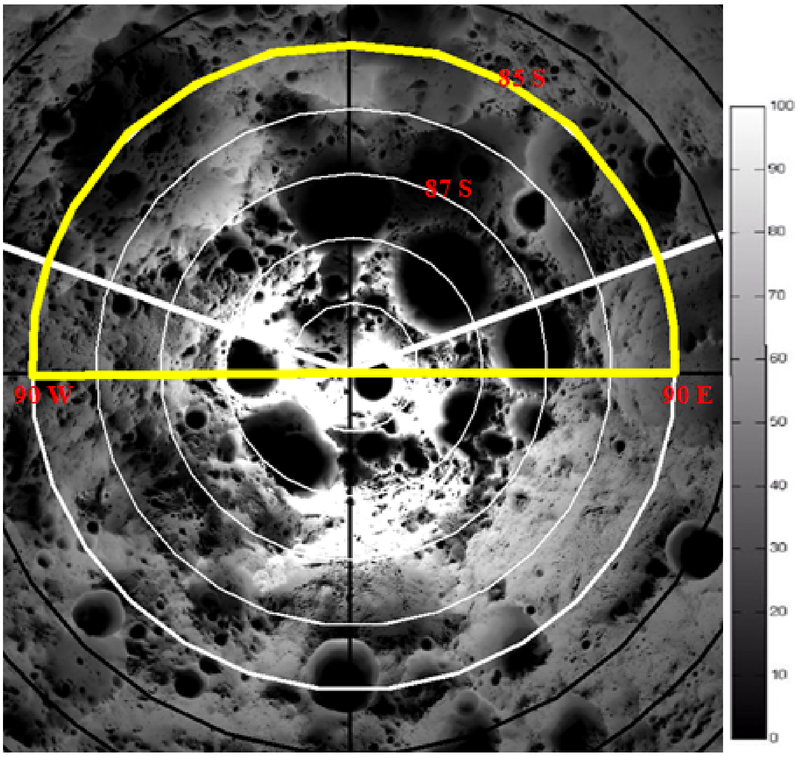


चित्र 5: एल आर ओ सी बिम्ब से क्रेटरों की पहचान चित्र 6: एल आर ओ सी बिम्ब से चट्टानों की पहचान

d. **प्रदीप्ति अवस्था का अभिलक्षणन :** पृथ्वी एवं चन्द्रमा के प्रदीप्ति अवस्थाओं में मूलभूत अंतर है। पृथ्वी धरापृष्ठ की प्रदीप्ति अवस्था में सूर्य, चन्द्र एल्बिडो, क्रित्रिम प्रदीप्तों और परने वाले छाया को वातावरण विसरण नम्रकर देती है। चन्द्र सतह पर प्रदीप्ति सूर्य, प्रिथ्वी एल्बिडो और नगन्य तारा प्रकाश के कारण होता है जिसके परिणामस्वरुप छाया वाले क्षेत्र

पूर्ण रुप से अन्धकारमय होते हैं। चन्द्र रात्रि में चन्द्र सतह का तापमान -180 अन्श तक पहुंच जाता है ऐसी स्थिति में अवतारक को ऊर्जा एवं ऊष्मा प्रदान करने वाले सह प्रणालियो के खराब होने की संभावना रहती है।

अभी तक के सभी पूर्ववर्ती चन्द्र मिशनों का अवतरण इसी कारण विषुवतीय (चन्द्र-मध्य) क्षेत्र में हुआ है जहां मिशन की अवधि एक चन्द्र दिन रही है। चन्द्र के ध्रुव क्षेत्र में चन्द्र घुर्णन, चन्द्रकक्षा (1.54 अन्श का झुकाव) एवं चन्द्र सतह के सम्मिलित प्रभाव के कारण कुछ जगहों पर तो स्थायी छाया रहती है जबकि कुछ जगह साल के अधिकांश समय सूर्य की रोशनी में रहते हैं। इन जगहों पर मिशन का समय एक चन्द्र दिन (14 प्रिथ्वी दिन) से ज्यदा का हो सकता है। **चित्र-7** में एक साल के सूर्य प्रदीप्ति को प्रतिशत में दिखाया गया है जिसकी गणना पूरे एक साल के एल आर ओ के प्रति दो घन्टे पर आने वाले बिम्बों को सन्साधित कर किया गया है।



चित्र 7: एक साल की सन्चय प्रदीप्ति का मानचित्र (16-02-2010 से 15-02-2011)

3. संभावित अवतरण स्थलों की पहचान

संभावित अवतरण स्थल की पहचान निम्न्लिखित शर्तों के अनुसार किया गया:

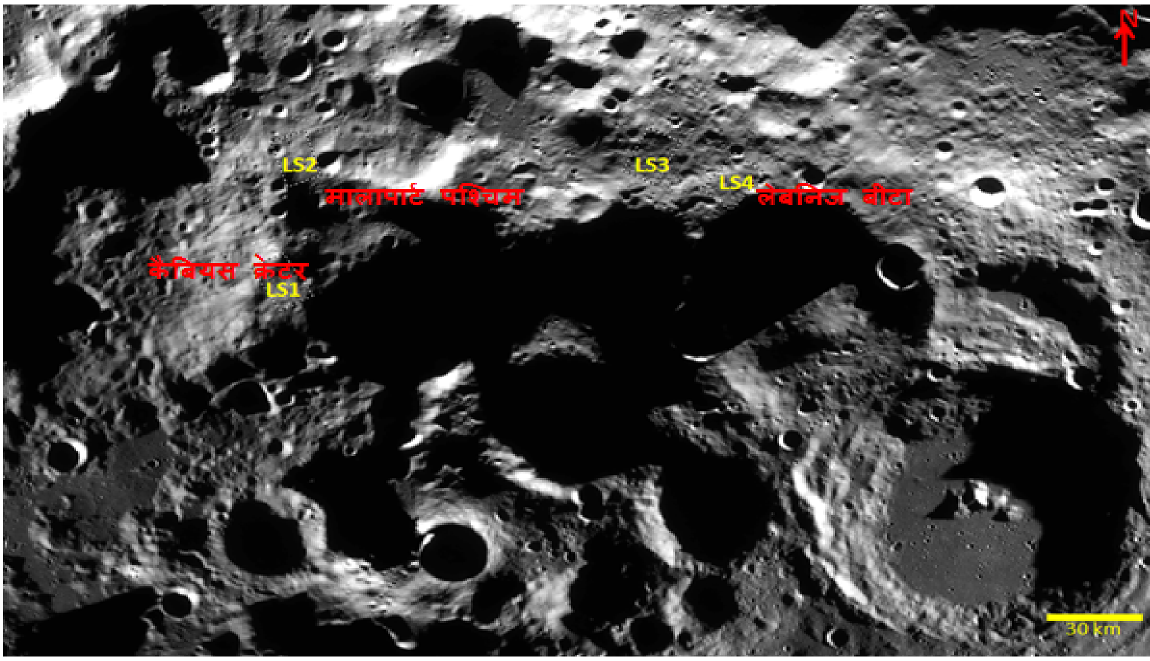
- ढाल < = 10 अन्श; ऊंचाई > 2000 मी.
- अभिमुखता: विषुवतीय (चन्द्र-मध्य) क्षेत्र की ओर
- प्रदीप्ति: स्थायी छाया वाले क्षेत्र नहीं
- दक्षिण ध्रुवीय क्षेत्र : 85-90 अंश अक्षांश के मध्य; चन्द्र के निकट वाले क्षेत्र
- दीर्घव्रित्त: 16 कि मी (पथ के साथ) x 10 कि मी (पथ के सामने)

इन सभी शर्तों के अनुसार 04 अवतरण स्थल की पहचान की गई है जिसे **सारणी-1** एवं **चित्र - 8 में** दिखाया गया है। **चित्र– - 9** दक्षिण लेबनिज बीटा पठार अवतरण स्थल के अभिलक्षणन को दर्शाता है।

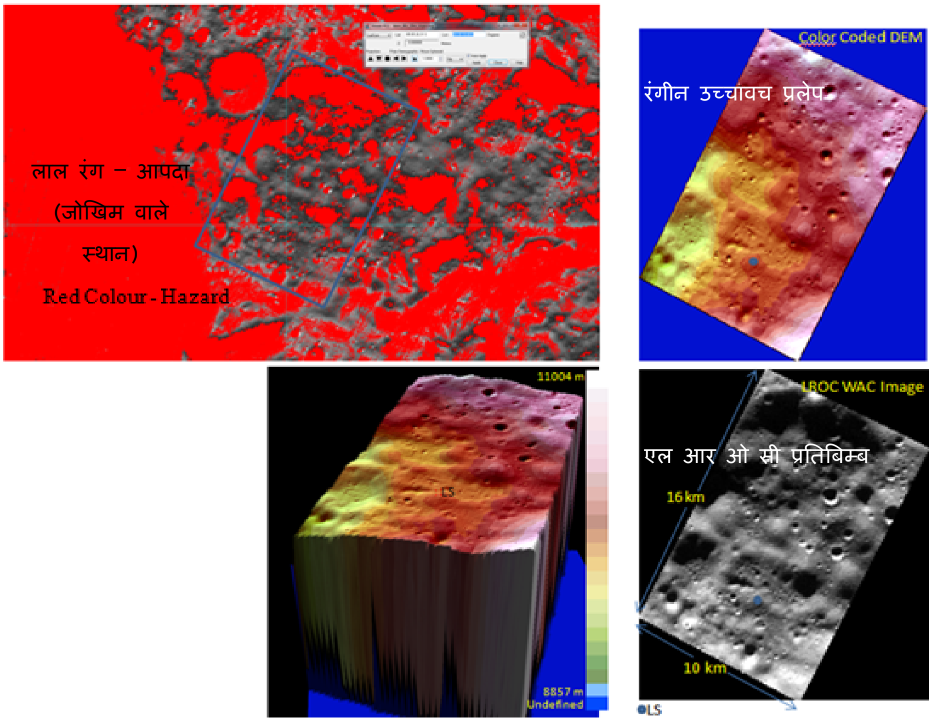
सारणी -1 संभावित अवतरण स्थलों का विवरण

अवतरण स्थल	नाम	अक्षांश (°)	देशान्तर (°)	क्षेत्र (वर्ग कि मी)	औसत ऊंचाई (मी.)	क्रेटर सघनता (> 4 मी.)
1	कैबियस **क्रेटर** रिम	-86.79	-25.80	16 X 10	2685	502

2	मालापार्ट पश्चिम	-85.48	-16.09	16 X 10	2243	434
3	दक्षिण लेबनिज बीटा पठार	-85.09	26.50	16 X 10	6031	354
4	उत्तर लेबनिज बीटा पठार	-84.91	35.92	16 X 10	9408	300



चित्र 8: दक्षिण ध्रुवीय क्षेत्र के 04 संभावित अवतरण स्थल



चित्र 9: दक्षिण ध्रुवीय क्षेत्र के दक्षिण लेबनिज बीटा पठार अवतरण स्थल का अभिलक्षणन

4. परिणाम एवं उपसंहार:

चन्द्रमा के दक्षिण ध्रुवीय क्षेत्र के धरापृष्ठ का विश्लेषण लैन्डर के संभावित अवतरण स्थल को पहचानने के लिए किया गया। अवतरण स्थल की पहचान के लिए प्रमुख शर्तों में उच्चावच (उंचाई), स्थल का विस्तार, ढाल, क्रेटरों और स्थानिक एवं वैश्विक छाया शामिल थे। इन शर्तों के अनुसार चार सबसे उपयुक्त स्थलो की पहचान की गई है। इन स्थलों में

कैबियस क्रेटर रिम, मालापार्ट पश्चिम, दक्षिण लेबनिज बीटा पठार और उत्तर लेबनिज बीटा पठार शामिल हैं। इन स्थलो का अभिलक्षणन चन्द्रयान-1, क्लेमेंटाइन एवं नासा के एल आर ओ मिशन के डाटा को विश्लेषित कर किया गया है। भविष्य में इन अवतरण स्थलों का अध्ययन तापमान, सूक्ष्म एवं स्थानिक छाया के प्रभाव के लिए विस्तार से किया जाएगा।

5. संदर्भ:

1. लैन्डिन्ग साइट्स फार चंद्रयान-2 मिशन - ए स्ट्डी; इसरो -आइ एस ए सी - चंद्रयान-2 - पी आर-2434, अगस्त-2014।

2. कैरकटराइजेशन आफ पोटेन्शियल लैंडिन्ग साइट्स फार द यूरोपियन स्पेश एजेंसी लूनार लैंडर प्रोजेक्ट; डियोगो दे रोस आदि, यूरोपियन स्पेश एजेंसी; एस्तेक, 2200 ए जी नूर्द्विज्क जे एच, द नीदरलैन्ड।

आभार :

तकनीकी संगोष्ठी आयोजित करने के लिए हम निदेशक, सैक एवं नियंत्रक, सैक को हार्दिक धन्यवाद देते हैं। इस अध्ययन के दौरान दिए गए सुझावों के लिए हम श्री कोटेश्वर राव, अध्यक्ष लैंडिन्ग साइट सेलेक्सन कमेटी के बहुत आभारी हैं। इस प्रकार के अध्ययन का मौका प्रदान करने के लिए हम चंद्रयान-2 के परियोजना निदेशक श्री जी नागेश का भी आभार व्यक्त करते हैं। हम एच आर डी पी डी के अपने सभी सहकर्मियों का भी आभार वयक्त करते हैं।

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

उच्च निर्गम-क्षमता उपग्रह हेतु Ka-बैंड उप-प्रणाली की यांत्रिक अभिकल्पना

Mechanical Design of Ka->and Subsystems for High Throughput Satellite

राजू निपाने, जीगर गांधी, निलेश लालवानी, आशिष सोनी, आनंद पाठक एवं एच. आर. कंसारा
सी.एम.डी.डी. / एम.सी.एम.जी. / एम.ई.एस.ए.
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद
nipane_rg@sac.isro.gov.in

सारांश

लाखों डालर के उपग्रह बाजार में आर्थिक एवं तकनीकी दृष्टि से ज्यादा से ज्यादा लचीला (flexible) एवं बहुउपयोगी उपग्रह की आवश्यकता है। इसी को ध्यान में रखकर एक नए बहुउपयोगी “High Throughput Satellite (HTS) : उच्च निर्गम-क्षमता उपग्रह” का विकास शुरूकर दिया गया है कि जो अपने दिए गए कार्य को उच्च कोटि के साथ निष्पादन कर सके एवं जिसकी लागत कम से कम हो। इसलिए एक नए पीढ़ी के वायुरुद्ध (Hermetic) अखंड (Monolithic) Ka-बैंड निम्न रव प्रवर्धक (Low Noise Amplifier; LNA) उप-प्रणाली का विकास एवं निर्माण किया जा रहा है।

Ka-बैंड प्रदायभार में जब ज्यादा घनता के साथ निम्न रव प्रवर्धक एकक लगाये जाते हैं तब यांत्रिक संवेष्टन की अभिकल्पना एक चुनौती बन जाती है। यह पत्र लिखने का उद्देश्य HTS प्रदायभार के लिए निम्न रव प्रवर्धक एवं एलेक्ट्रॉनिक पावर कंडीशनर (Electronic Power Conditioner; EPC) के यांत्रिकी अभिकल्पना के पहलू के अधिकांश प्रमुख सोच-विचारों को संक्षेप में प्रस्तुत करना है।

संकेत शब्द

निम्न रव प्रवर्धक, सूक्ष्म-तरंग संवेष्टन की यांत्रिक अभिकल्पना, वायुरुद्ध

नामावली

HTS = उच्च निर्गम-क्षमता उपग्रह (High Throughput Satellite)

LNA = निम्न रव प्रवर्धक (Low Noise Amplifier)

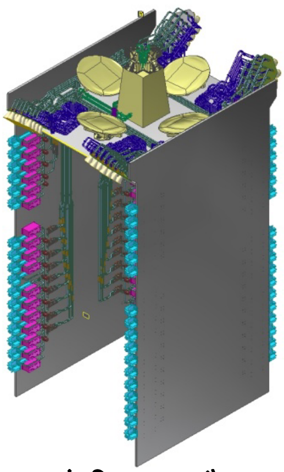
EPC = एलेक्ट्रॉनिक पावर कंडीशनर (Electronic Power Conditioner)

MMIC = अखंड सूक्ष्म-तरंग एकीकृत परिपथ

(Monolithic Microwave Integrated Circuit)

प्रस्तावना

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम विविध सामाजिक-आर्थिक विकासशील उपयोगिताओं का प्रबंध करने की योग्यता का देशज प्रयास है। इस कार्यक्रम की भूमिका, भारतीय नागरिकों के लिए या उनसे संबंधित, अंतरिक्ष तकनीक, प्रणाली-प्रबंधन एवं नए उपयोगिताओं का विकास करना है।



चित्र 1 : अंतरिक्ष यान पैनल (HTS)

हाल के कुछ वर्षों में उपग्रह सेवा की भारतीय उपखंडो में तेजी से मांग बढ़ रही है। INSAT/GEOSAT प्रणाली का उपयोग संचार, प्रसारण एवं मौसम विज्ञान जैसे सामाजिक विकास के महत्वपूर्ण क्षेत्रों में किया जा रहा है। हमारी प्रक्षेपण योग्यता को उन्नत बनाने के लिए एवं भविष्य के HTS की जरूरतों को ध्यान में रखते हुए भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन GSLV MK-III प्रक्षेपण यान को विकसित कर रहा है। यह हमें 4 से 6 टन वर्ग के भारी संचार उपग्रहों के प्रक्षेपण तकनीक में पूरी तरह से आत्म-निर्भर बनायेगा। जिससे की भारत लाखों डालर व्यापारिक प्रक्षेपण बाजार में एक प्रतियोगी खिलाडी की तरह उतर पायेगा।

High Throughput Satellite (HTS): उच्च निर्गम-क्षमता उपग्रह

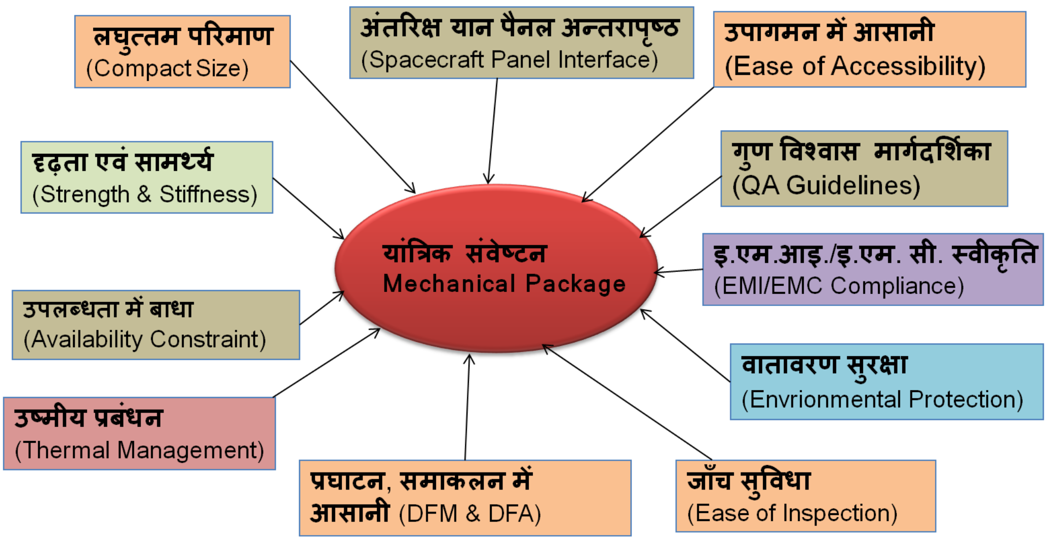
HTS की विशेषता यह है कि इसमें कई छोटे बीम उच्च लब्धि (High Gain) के साथ मौजूद होते हैं। लघु स्पोट बीम का उच्च लब्धि, साधारणतः छोटे उपभोक्ता टर्मिनल के लिंक को बंद करने की सहुलियत देता है, तथा गुणात्मक आवृति के पुनः उपयोग की इजाजत देता है क्यूंकि इनमे बैंड-विस्तार (bandwidth) ज्यादा मुबलक होती है। इससे उपग्रह संचालकों के लिए क्षमता कम खर्चीली होगी। तथापि, संचालकों के पास क्षमताओं को ज्यादा से ज्यादा उपभोक्ताओं को कम लागत पर बेचने की सुविधा होगी। HTS तकनीक के विकास ने Ka-बैंड आवृत्ति को काफी किफायती बना दिया है। चित्र 1 में बहु बीम HTS पैनल की रुपरेखा दिखायी गई है।

Ka-बैंड LNA एवं EPC के लिए यांत्रिक संवेष्टनों का विकास

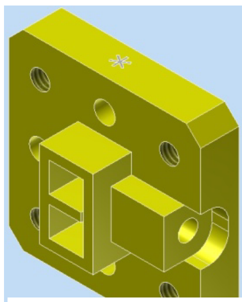
भविष्य के HTS (चित्र-1) के जरूरतों को ध्यान में रखते हुए, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में, Ka-बैंड निम्न रव प्रवर्धक उप-प्रणाली के लिए आधुनिक एवं सघन यांत्रिक संवेष्टन अभिकल्पना की शुरुआत की है। प्रवर्धक की यांत्रिक अभिकल्पना यह आश्वस्त करती है कि परिवहन, परीक्षण, एवं उड़ान के दौरान आने वाले गतिशील भार के कारण किसी भी तरह से विफलता न हो। यांत्रिक अभिकल्पना के वक्त आवश्यक बातों का ध्यान रखा गया जिसका विवरण चित्र 2 में दर्शाया गया है।

संवेष्टन को यांत्रिक कम्प्यूटर सॉफ्टवेयर (CAD) की सहायता से अभिकल्पित किया गया। परिपथ अभिविन्यास का चयन इस तरह से किया गया कि जिससे पूरे संवेष्टन का आकारमान एवं वजन कम से कम हो।

संवेष्टन के मानकीकरण एवं प्रतिरूपक (Modular) अभिकल्पना हमें LNA एवं EPC के एकत्रीकरण (grouping) में सहायता करता है, तथा इसके वजन एवं फूट-मान क्षेत्र को कम करने में भी मदद करता है।



चित्र 2 : यांत्रिक संवेष्टन की अभिकल्पना के मापदंड



चित्र 3: परिवर्तक

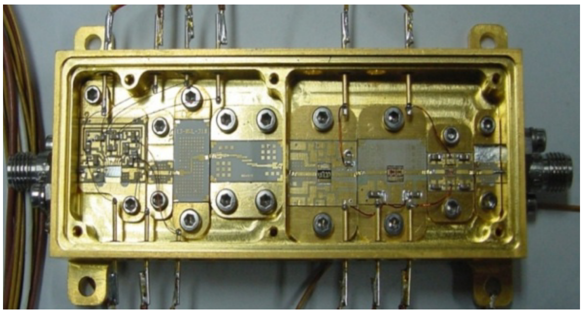
Ka-बैंड निम्न रव प्रवर्धक के यांत्रिक घटकों को हम तीन भागों में बाँट सकते हैं।

I. तरंग पथक (Wave Guide) से माइक्रो-स्ट्रीपलाइन परिवर्तक (Micro Strip-line Transition)
II. वायुरुद्ध (Hermetic) पाथ-पात (Drop-in type), MMIC आधारित निम्न रव प्रवर्धक
III. बाहरी संवेष्टन (Enclosure)

I. धारी (ridge) आधारित तरंग मार्गदर्शक परिवर्तक की जो बाहरी संवेष्टन के इन्पुट में आसंजक के साथ बिठाया जाता है। इसे समस्वरण (Tuning) व्यवस्था के साथ अभिकल्पित किया गया है। यह Ka-बैंड आवृत्ति के लिए परिशुद्ध परिमाण के साथ एक चुस्त सहिष्णुता वाला परिवर्तक है। इसके फ्रेंज को WR28 तरंग पथक एवं विलगक के साथ संगत बनाया गया है। परिवर्तक के

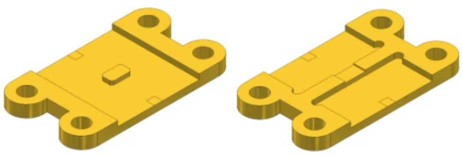
अभिकल्पना (चित्र 3) की मुख्य चुनौती यह है कि परिवर्तक की गुणवत्ता सीधे निम्न रव प्रवर्धक श्रृखंला के नोइज़ फ़िगर (noise figure) पर असर करती है।

II. वायुरुद्ध पाथ-पात अखंड निम्न रव प्रवर्धक में दो प्रकार के MMIC का उपयोग किया गया है (चित्र- 4)। गुहिका अनुनाद (Cavity Resonance) से बचने के लिए गुहिका विधा अवरोधन (Cavity Mode Suppression) तकनीक का उपयोग किया गया। कुछ ड्यूराइड (Duroid) आधारित परिपथ घटकों को वायुरुद्ध संवेष्टन में बिठाने के लिए संवाहक सिल्वर इपोक्सी (Epoxy) का उपयोग किया गया। इस नयी तकनीक से गुहिका के आकार को कम करने एवं इसके कार्य निष्पादन को बढ़ाने में सहायता मिली। कुछ परिपथ घटक एल्युमिना सबस्ट्रेट पर होने से इसके एल्यूमीनियम संवेष्टन पर सिल्वर इपोक्सी से जोड़ने में कुछ कठिनाइयों सामने आयी। जैसे एल्युमिना एवं एल्यूमीनियम के उष्मीय प्रसरण गुणांक (Thermal Expansion Coefficient) के बेमेल के कारण इनके जोड़ में प्रतिबल (stress) पैदा होने से जोड़ो में दरारें पाई गई।



चित्र 4: निम्न रव प्रवर्धक

इस समस्या को सुलझाने के लिए अनुरूप उष्मीय प्रसरण गुणांक वाला कोवार धातु का इस्तेमाल, एल्युमिना एवं एल्यूमीनियम के बीच अन्तरापृष्ठ वाहक पट्टी की तरह किया गया। एक सुवर्ण लेपित कोवार ब्लॉक को काउंटर-संक आसंजक से संवेष्टन में बिठाया गया। इसमें एक और समस्या यह थी की MMIC चिप का संधि तापमान (Junction Temperature) विनिर्देशित मान, 110^{0}C से अधिक जा रहा था। इस समस्या को सुलझाने के दो तरीके यह थे की, सिल्वार (SILVAR) एक उच्च उष्मीय प्रवाहक पदार्थ का उपयोग वाहक पट्टी के लिए किया जाए, या कोवार वाहक पट्टी को पुनः अभिकल्पित किया जाए। लेकिन Ka-बैंड LNA के निर्माण एक बाहरी एजन्सी को दिया जाना है। इसलिए नये पदार्थ की उपलब्धता एवं योग्यता परीक्षण (qualification) – इन सब बातों को ध्यान में रखकर यह निर्णय लिया गया कि वाहक पट्टी को पुनः अभिकल्पित किया जाए। इससे उष्मीय अवरोध कम हुआ, और संधि तापमान को विनिर्देशित मान के अंदर रखने में सफलता मिली (चित्र-5)।



चित्र 5: वाहकपट्टी की अभिकल्पना

पदार्थ के आलोचनात्मक गुणधर्म की जानकारी सारणी-1, 2 में दी गई है।

सारणी 1 : वाहक पट्टी के लिए चयन पदार्थ के आलोचनात्मक गुणधर्म

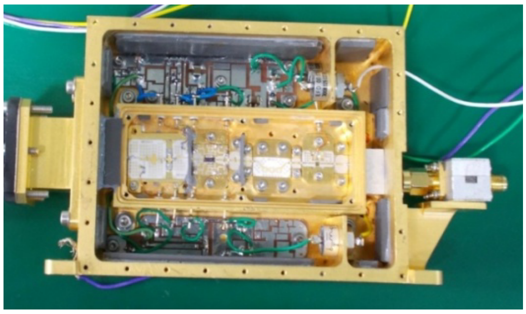
पदार्थ	प्रमाण	घनता ग्राम/घन से.मी.	उष्मीय प्रसरण गुणांक X10^{-6}/K	उष्मीय संवाहकता W/m-K
कोपर	99.95% Cu	8.9	17.1	395
एल्युमिनम 6061-T6	Al+0.6 Mg+1 Si	2.7	23.5	200
कोवार	Fe+28 Ni+18 Co	8.3	5.1-5.5	17.3
सिल्वार	इन्वार + 39% Ag	8.77	6.2-7.2	120-150

सारणी 2 : सबस्ट्रेट के उष्मीय विशिष्ट आलोचनात्मक गुणधर्म

विशेषता	GaAs	एल्युमिना 99.6	ड्यूराइड RT6002	TMM 10
उष्मीय प्रसरण गुणांक X10^{-6}/K	5.4	6.3	16 24 (Z)	21 (X, Y) 20 (Z)
उष्मीय संवाहकता W/m-K	50	30	0.6	0.76

III. सभी प्रदायक (feed-through) को संवेष्टन के निचले पृष्ठ पर सोल्डर किया गया जिससे DC कार्ड एवं प्रदायक के पिन के बीच कम से कम अंतर हो एवं आंतरजोड़ में आसानी हो। यह पाथ-पात प्रकार के वायुरुद्ध संवेष्टन को एक

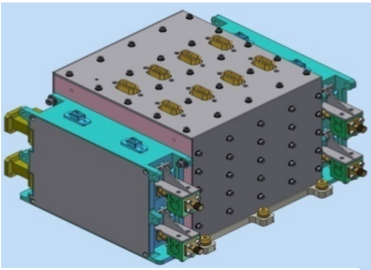
बाहरी संवेष्टन में ऊपरी बाजू से रखकर इसके आसंजक को निचली बाजू से बिठाया जाता है। सभी प्रदायक के पिन निचले भाग में DC कार्ड के ऊपर प्रक्षेपित होते हैं। सभी पाथ निश्यंदक एवं माईक्रो-डी प्रकार संयोजित्र को इसी बाहरी संवेष्टन में बिठाया जाता है।



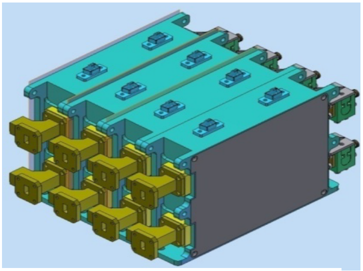
चित्र 6: Ka-बैंड बाहरी संवेष्टन

EMI/EMC के लिए इस संवेष्टन को गास्केट के साथ अभिकल्पित किया गया है। इसमें दो आवरणों का उपयोग किया गया है। निर्गत तरफ समाक्ष विलगक (Coaxial Isolator) बिठाने के लिए वियोज्य क्लैंप (Detachable Clamp) का उपयोग किया गया है।

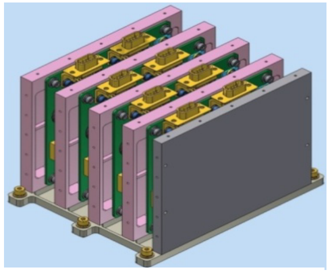
चित्र 6 में कार्यान्वित Ka-बैंड बाहरी संवेष्टन दिखाया गया है।



चित्र 7 (a) क्वाड EPC एवं निम्न रव प्रवर्धक



चित्र 7 (b) निम्न रव प्रवर्धक की श्रृंखला



चित्र 7 (c) क्वाड EPC

चित्र 7 : EPC एवं निम्न रव प्रवर्धक का श्रृंखला में उपयोग

निष्कर्ष

इस नयी यांत्रिक अभिकल्पना से हम उच्च कोटि के कार्य निष्पादन के साथ, एक बहुमुखी एवं पूर्ण रूप से योग्य Ka-बैंड निम्न रव प्रवर्धक उत्पाद का विकासकर पाएंगे। भविष्य के HTS प्रदायभारों में हम इसे द्वय, चतुर्थ एवं दो के गुणांक की श्रृंखला में उपयोगकर सकते हैं (चित्र 7)। इस प्रकार के अभिविन्यास से हम नीतभार पैनल पर इसके वजन, आकार एवं फूटमान क्षेत्र को कमकर सकते हैं। इसके साथ-साथ पैनल पर जरूरी कट-आउट की संख्या को भी कम किया जा सकता है। यह हमें अधिक से अधिक ट्रांसपोंडर को नीतभार में समाविष्ट करने में सहायता प्रदान करेगा।

संदर्भसूची

1. माईकल पेक्ट : "हैंडबुक ऑफ इलेक्ट्रॉनिक्स पैकेज डिजाइन", मार्शल डेक्कर इन., न्यूयॉर्क (1971).
2. एस. के. जैन एट. एल., "Ka-बैंड लो नोइज़ एम्पलीफायर सब-सिस्टम मोड्यूल फॉर कोम्युनिकेशन सेटेलाईट पेलोड्स", 2014 आई.ई.ई.ई. इंटरनेशनल माइक्रोवेव एंड आरएफ कोंफरन्स (2014).
3. सी. मिकेल., जे. सी. केरो, जे. एल. काजोक्स. : "फ्लेक्सिबल Ka-बैंड लो नोइज़ एमप्लिफायर सब-सिस्टम फॉर ओनकमिंग सेटेलाईट पेलोड्स", प्रोसिडिंग्स ऑफ द 36th यूरोपियन माइक्रोवेव कोंफरन्स (2006).
4. पी.डी.आर. डोक्युमेंट नंबर : ISRO-SAC-GSAT11-PDR-001.

धन्यवाद

यह लेख लिखने की प्रेरणा एवं मार्गदर्शन के लिए हमारे केंद्र के निदेशक महोदय श्री तपन मिश्रा, उप निदेशक श्री ए एम झा, इलेक्ट्रोनिक्स उप निदेशक श्री डी के दास, हिंदी कक्ष के सभी सदस्यों एवं हमारे ग्रुप के सभी कर्मचारी गण के हम आभारी है। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में आयोजित तकनीकी हिंदी संगोष्ठी "समाज, विज्ञान एवं सुरक्षा के लिए अंतरिक्ष" में लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति को हार्दिक धन्यवाद।

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

जीसैट-7 – युक्तिपूर्ण सेवाओं हेतु बहु-आवृत्ति, बहु-व्याप्ति एवं बहु-फलनीय नीतिभार की अभिकल्पना

(System Engineering for GSAT-7: A Multi-band and Multi-coverage payload for Multi-Service)

उज्जवल गंगेले, सुभाष चंद्र बेरा, सुमितेश सरकार
एस.एस.ई.डी./एस.एन.एस.ई.जी./एस.एन.पी.ए., सैक
ई-मेल: ujjwal@sac.isro.gov.in, scbera@sac.isro.gov.in, s_sarkar@sac.isro.gov.in,
दूरभाष: 079-26915112

सारांश

जीसैट-7 संचार नीतभार एक बहु- आवृत्ति (multi-frequency) बहु-फलनीय (multi-functional) एवं बहु-व्याप्ति (multi-beam) नीतभार (payload) है जो कि युक्तिपूर्ण उपयोक्ताओं की संचार सेवाओं को ध्यान में रखते हुए अभिकल्पित किया गया है। यह नीतभार यू एच एफ (UHF), एस (S), सी (C), एवं केयू (Ku) – बैंड में विशाल महासागरीय (oceanic) व्याप्ति (coverage) पर संचार सेवाओं को उपलब्ध कराने के लिए संरूपित किया गया है। जहां UHF एवं S-बैंड नीतभारों का संरूपण निम्न बिट दर (low bit rate) सेवाओं (जैसे वोइस, डेटा सेवाएं आदि) के लिए किया गया है वहीं C एवं Ku- बैंड नीतभारों का संरूपण मध्यम एवं उच्च बिट दर (high bit rate) सेवाओं (इंटरनेट आदि) के लिए किया गया है। सर्वदैशिक (omni-directional) टर्मिनलों को संचार सेवा प्रदान करने के लिए उच्च शक्ति वाले UHF प्रेषानुकरों (transponders) की अभिकल्पना पहली बार इन्सैट/जीसैट नीतभारों में की गई है। UHF बैंड नीतभार में व्यतिकरण सुरक्षा (interference protection) एवं विरोध हेतु उन्नत तकनीकों को सम्मिलित किया गया है। उच्च शक्ति प्रबंधन (high power handling) हेतु UHF नीतभार के हार्डवेयर की अभिकल्पना (design) में विशेष ध्यान रखा गया है। Ku - बैंड में क्षेत्रीय पुंजों (regional beams) के बीच में हब मुक्त (hub-less) संचार संयोजकता (connectivity) के लिए एनालोग जाल संसाधक (analog mesh processor) की अभिकल्पना की गई है। यह प्रपत्र जीसैट-7 की तंत्र अभिकल्पना एवं तंत्र अभियांत्रिकी (system engineering) संबंधी जानकारी प्रदान करता है एवं नीतभार की संकल्पना से नीतभार विकास से कक्षा विनिर्देशों तक की सम्मति को प्रस्तुत करता है।

कुंजीशब्द (Keywords)

बहु-आवृत्ति नीतभार (multi frequency payload), महासागरीय व्याप्ति (oceanic coverage), उच्च शक्ति **UHF** प्रेषानुकर, मध्यवर्ती आवृत्ति उप-चैनल उपतंत्र (IF sub-channel unit), नम्य उर्ध्व कड़ी आवृत्ति योजना (flexible uplink frequency plan), हब मुक्त संयोजकता (hub-less connectivity), एनालोग जाल संसाधित्र (analog mesh processor)।

I. परिचय

जीसैट-7 की नीतभार तंत्र अभियांत्रिकी विशेष प्रयोक्ताओं की विशिष्ट संचार आवश्यकताओं (specific communication requirements) को विचार में रखते हुए की गई है। इस नीतभार तंत्र को विशाल महासागरीय व्याप्ति पर दूर संचार सेवाओं को प्रदान करने के लिए विकसित किया गया है। इस नीतभार द्वारा दी जाने वाली सेवाओं को मुख्यतः दो भागों में बांटा गया है : (1) निम्न बिट दर (low bit rate) सेवाएं जैसे भाषा, डेटा एवं फैक्स एवं (2) उच्च दर सेवाएं (high bit rate) (जैसे उच्च गुण श्रवण/वीडियो संचार। इतनी विभिन्न किस्म की सेवाओं को विशाल व्याप्ति पर छोटे एवं सरल (small & simple) टर्मिनल द्वारा प्रदान करने के लिए इस नीतभार को UHF एवं S-बैंड (निम्न बिट दर) और C एवं Ku बैंड (उच्च बिट दर) प्रेषानुकरों के साथ अभिकल्पित किया गया है।

UHF बैंड नीतभार को उचित शक्ति एवं बैंड विस्तार के साथ सर्वदैशिक टर्मिनलों (omni-directional terminals) के द्वारा संकीर्ण बैंड श्रवण एवं डेटा सेवाओं के लिए संरूपित किया गया है। परंतु UHF बैंड की असमन्वयता (uncoordinated) के कारण इस बैंड में संचार सेवाओं में काफी व्यतिकरण (interference) उत्पन्न होता है। अत: इस

व्यतिकरण युक्त वातावरण में संचार सेवाएं प्रदान करने के लिए नीतभार में विशेष सुरक्षा तरीकों की अनुकल्पना की गई है, जिससे संचार को उच्च कोटि की सुरक्षा प्रदान की जा सके।

1. **नम्य आवृत्ति योजना** (flexible frequency plan) : पार्श्व-बैंड (wide-band) व्यतिकरण की स्थिति में उर्ध्व कड़ी आवृत्ति योजना को विस्थापित करने हेतु।
2. **उप-चेनल सीमक उपतंत्र** (sub-channel limiting unit) : किसी भी UHF उप चेनल में संकीर्ण बैंड (narrowband) व्यतिकरण को सीमित करके प्रेषानुकर को अतिचालन (overdrive) से बचाने के लिए।

चल उपग्रह सेवा (mobile satellite service) अर्थात् एम् एस एस (MSS) के लिए नीतभार को C x S (अग्र कड़ी) (forward link) एवं S x C (प्रतिगमन कड़ी) (return link) के रूप में संरूपित किया गया है ताकि हस्त चालित (hand-held) टर्मिनलों से सन्देश सेवा (reporting services) एवं सूटकेस (suitcase) टर्मिनलों से द्वि दिशा (two-way) सेवाएं प्रदान की जा सके।

C एवं Ku बैंड प्रेषानुकरों को उच्च बिट दर सेवाएं जैसे वीडियो सम्मलेन (video conference) एवं इंटरनेट संयोजकता (internet connectivity) के लिए जलयानों (ships) पर स्थापित टर्मिनल एवं भू आधारित हब (ground based hub) के बीच में संचार स्थापित करने के लिए किया गया है। Ku-बैंड नीतभार में क्षेत्रीय पुंजों के बीच में हब मुक्त संयोजकता के लिए एनालोग जाल प्रक्रमक का संरूपण किया गया है।

इस नीतभार की अभिकल्पना विभिन्न अभिमुख्ताओं जैसे बहु-आवृत्ति बैंड प्रचालन, एंटीना अभिविन्यास (antenna design), उच्च शक्ति प्रबंधन विषयों जैसे मल्तिपेक्षन् (Multipaction) एवं पिम्प (PIMP) को ध्यान में रखते हुए की गई है। इस नीतभार का परीक्षण भू स्थिर कक्षा (in-orbit) में भी किया गया है और यह सुचारू रूप से अपने निष्पादन (performance) प्रदर्शितकर रहा है।

II. तंत्र वास्तुकला (System architecture)

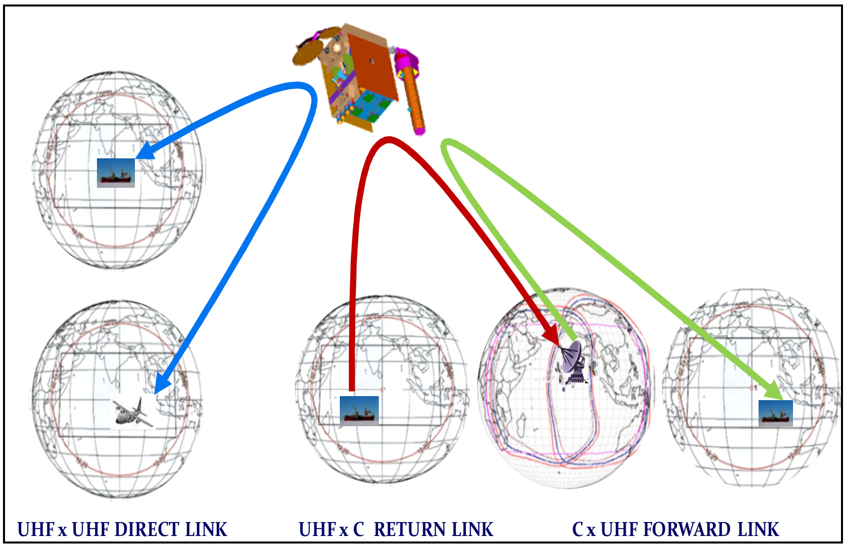
जीसैट -7 जो कि प्रोजेक्ट रुकमणी (Project-Rukmani) के नाम से भी जाना जाता है, भू स्थिर कक्षा में 74 डिग्री पूर्व (74 deg E) में स्थापित है एवं इसका मुख्य उद्देश्य भारत एवं उसके साथ विशाल महा सागरीय क्षेत्र पर समुद्री संचार (marine communication) प्रदान करना है। यह नीतभार इसरो की पूर्ण विकसित I2K बस पर आधारित है। जीसैट-7 की नीतभार अभिकल्पना (design) विशिष्ट संचार आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए किया गया है। इसमें विभिन्न विशेषताओं जैसे बहु-आवृत्ति प्रचालन, C एवं Ku बैंड में बहु पुन्ज (multibeam) व्याप्ति, स्टार नेटवर्क संयोजन, UHF बैंड में व्यतिकरण सुरक्षा आदि का समावेश है।

(अ) **UHF –बैंड तंत्र वास्तुकला** (UHF-band system architecture)

UHF बैंड तंत्र जल एवं वायु यानों को निर्धारित व्याप्ति क्षेत्र पर श्रवण (voice) एवं डेटा (data) संचार हेतु स्थापित किया गया है। जहां संकीर्ण बैंड चेनलों का संरूपण श्रवण संयोजकता (voice connectivity) के लिए किया गया है वहीं पार्श्व बैंड चेनल का संरूपण संपूर्ण क्षेत्र पर प्रसारण संचार (broadcast communication) सेवाओं के लिए किया गया है। यह मुख्यत: बहुत सारे जल यानों (ships) को एक समान सन्देश भेजने हेतु उपयोग में लाया जाएगा।

उपयोक्ता टर्मिनलों (user terminals) के बीच में संयोजन हेतु बहु-संकीर्ण बैंड चेनलों पर दो तरीकों से किया जा सकता है :

1. **स्टार जालक्रम मोड** (Star network mode) जिसमें हब से उपग्रह के बीच में C-बैंड पर संचार होगा एवं उपग्रह से प्रयोक्ता के बीच में UHF बैंड में संचार होगा।
2. **मैश जालक्रम मोड** (Mesh network mode) जिसमें पांच 5 KHz के उप चेनलों का स्टार एवं मैश संयोजन के बीच में स्विचन (switching) हो सकता है। इसमें हब के बिना ही दो टर्मिनलों के बीच में संचार UHF x UHF मोड में संभव है।

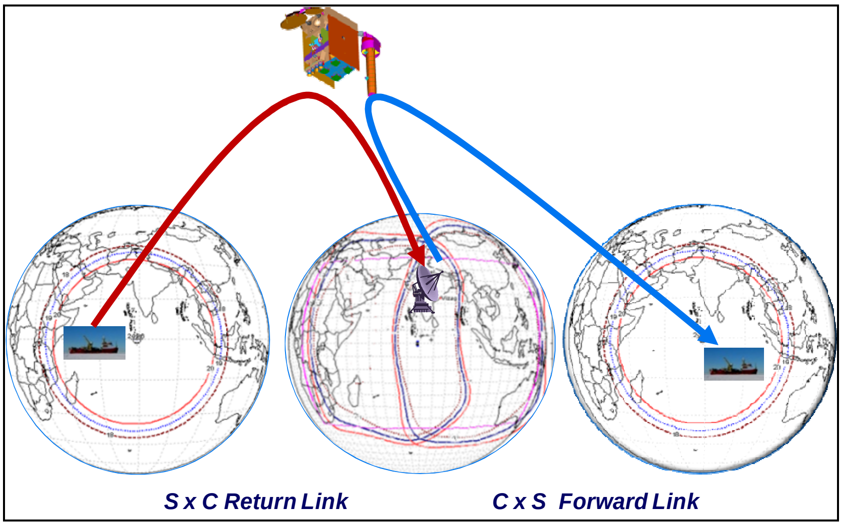


चित्र 1 : UHF तंत्र वास्तुकला

प्रयोक्ता कड़ी UHF बैंड में है एवं हब कड़ी C-बैंड में है। अर्थात् अग्र कड़ी C x UHF बैंड में है एवं प्रतिगमन कड़ी UHF x C बैंड में है . चित्र 1 में UHF तंत्र वास्तुकला (system architecture) को दर्शाया गया है।

(आ) S –**बैंड तंत्र वास्तुकला** (S-band system architecture)

इस नीतभार को वर्तमान में उपयोग होने वाली चल उपग्रह सेवा (एम् एस एस (MSS)) को विस्तृत महासागरीय क्षेत्रफल (wide oceanic area) पर जारी रखने के लिए संरूपित किया गया है। यह नीतभार द्वि-दिशा में एम् एस एस टाइप –डी (MSS-type D) टर्मिनल से भाषा संचार एवं एम् एस एस टाइप C (MSS-type C) टर्मिनल से रिपोर्टिंग सेवाओं को प्रदान करने के लिए किया गया है। चित्र 2 में S –बैंड तंत्र वास्तुकला (अग्र कड़ी एवं प्रतिगमन कड़ी) को दर्शाया गया है।



चित्र 2 : एस-बैंड तंत्र वास्तुकला

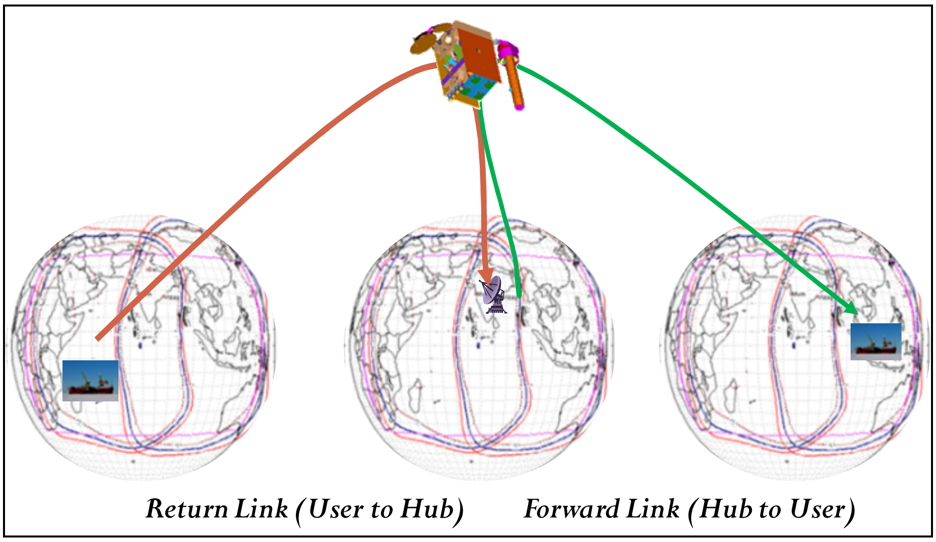
जीसैट-7 के एम् एस एस नीतभार (MSS payload) में प्रयोक्ताओं के बीच संयोजन हब द्वारा स्टार जालक्रम द्वारा स्थापित किया जाता है जिसमें हब से प्रयोक्ता के लिए C x S कड़ी है एवं प्रयोक्ता से हब के लिए S x C कड़ी है। हब स्थापना का स्थान प्रयोक्ता कि आवश्यकताओं को ध्यान में रख के किया गया है एवं यह हब C x S, C x UHF एवं C x C तीनों नीतभारों के लिए कामन (common) रखी गई है।

(इ) C –**बैंड तंत्र वास्तुकला** (C-band system architecture)

C-बैंड (C-band) नीतभार में दो प्रेषानुकरों को संरूपित (configure) किया गया है। इसका मुख्य उद्देश्य डेटा प्रधान सेवाओं जैसे वीडियो सम्मेलन एवं डेटा प्रसार इत्यादि को प्रदान करना है। C-बैंड में लक्षित (targeted) सेवा क्षेत्र को दो प्रेष/ग्राही (transmit/receive) पुंजों (beams) में विभाजित किया गया है जिसे चित्र 3 में दर्शाया गया है। दोनों पुंजों के

बीच में संयोजन स्टार जालक्रम (star network) में भारतीय मुख्यक्षेत्र (mainland) में स्थापित हब द्वारा अग्र (forward) एवं प्रतिगमन (return) कड़ी (link) से किया गया है। हब की स्थापना पश्चिमी (west) एवं पूर्वी (east) पुंज के अतिव्याप (intersection) पर की गई है जिससे दोनों पुंजों पर संचार स्वतंत्र रूप से भी स्थापित हो सके। इस प्रकार के अभिविन्यास द्वारा अंतरपुंज (inter-beam) एवं अंत: पुंज (intra-beam) दोनों प्रकार का संचार संभव है।

हब एवं उसकी स्थापना स्थान को प्रयोक्ता की आवश्यकतानुसार कामन रखा गया है जिससे UHF, C एवं S-बैंड तंत्र के लिए एक केंद्रीय संचार नियंत्रण तंत्र (centralized communication control system) की स्थापना हो सके। इन सभी तंत्रों में हब कड़ी (अग्र एवं प्रतिगमन कडी) C-बैंड में ही है।



चित्र 3 : C-बैंड तंत्र वास्तुकला

(ई) **Ku –बैंड तंत्र वास्तुकला** (Ku-band system architecture)

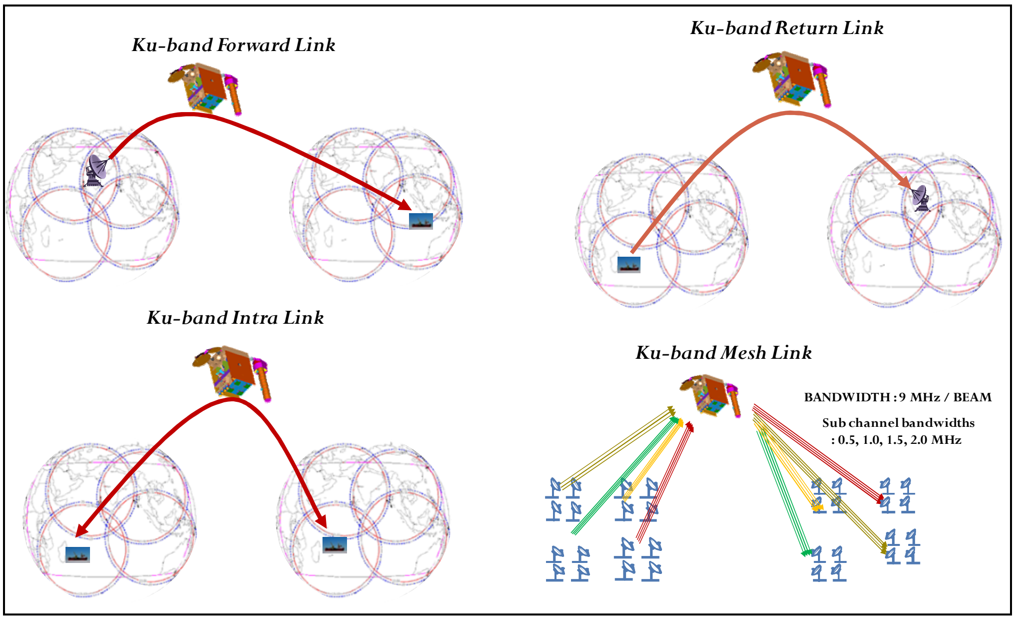
Ku-बैंड नीतभार (Ku-band payload) का संरूपण दो प्रेषानुकरों पर आधारित है जो कि मध्यम एवं उच्च बिट दर सेवाएं जैसे प्रतिबिम्ब/वीडियो डेटा स्थानांतरण (transfer) के लिए हैं। विशाल व्याप्ति पर निष्पादन आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए, Ku बैंड सेवा क्षेत्र को चार पुंजों द्वारा आच्छादित किया गया है। चित्र 4 में व्याप्ति क्षेत्र एवं विभिन्न कड़ियों को दर्शाया गया है। यह नीतभार भारतीय मुख्य क्षेत्र पर उत्तर पश्चिमी पुंज (north west beam) में स्थापित हब के द्वारा चारों पुंजों में अग्र एवं प्रतिगमन कड़ी द्वारा संचार प्रदान करता है। एक ही पुंज में उपस्थित प्रयोक्ता अंत: पुन्ज (intra-beam) चेनलों द्वारा भी संचारकर सकते हैं। इसके अलावा Ku बैंड नीतभार दो प्रयोक्ताओं (जो कि विभिन्न पुंजों में उपस्थित हों) के बीच में हब-मुक्त संयोजन (hub-less connectivity) भी प्रदान करता है। यह मुख्यत: विलम्ब संवेदनशील (delay sensitive) उपयोगों (जैसे दूर संचार, श्रवण सेवाएं) में मुख्य रूप से उपयोगी है।

III. विशिष्ट लक्षण एवं नम्यताएं

यह नीतभार बहुत से विशिष्ट लक्षणों एवं नम्यताओं (flexibilities) से संरूपित किया गया है जो कि इन नीतभारों की प्रचालन आवश्यकताओं को पूरा करने हेतु किया गया है।

(उ) **UHF - बैंड में व्यतिकरण न्यूनीकरण** (interference mitigation)

जीसैट/इन्सैट नीतभारों में प्रथम बार UHF बैंड नीतभार का संरूपण उसके हर मौसम में संचार विशेषता के लिए किया गया है जो कि युक्तिपूर्ण प्रयोक्ताओं की एक विशेष आवश्यकता है। यह नीतभार सर्वदैशिक टर्मिनलों को संचार सेवाएं प्रदान करता है जिससे जल यानों पर लगे टर्मिनलों की अभिलक्ष्यन (pointing)आवश्यकताओं को विश्रांत (relax) किया जा सके। चूँकि UHF एक असमन्वयित बैंड है इसमें संचार बहुत से व्यतिकरण द्वारा प्रभावित होता है। विशेष व्यतिकरण न्यूनीकरण तकनीकों का संरूपण UHF नीतभार में किया गया है। चित्र 5 में इन सभी लक्षणों एवं नम्यताओं को दर्शाया गया है।



चित्र 4 : Ku-बैंड तंत्र वास्तुकला

1. **नम्य आवृत्ति योजना** (Flexible frequency plan) – UHF x C एवं UHF x UHF प्रेषानुकरों में UHF आवृत्ति योजना का तीन विकल्पों के बीच में स्विचन संभव है। अगर उर्ध्व कड़ी में व्यतिकरण आता है तो भूमि नियंत्रण केंद्र से उपग्रह को उचित कमांड प्रेषित की जाएगी जिससे UHF x IF आवृत्ति परिवर्तित्र की लोकल दोलित्र (Local Oscillator) की आवृत्ति बदल जाएगी।

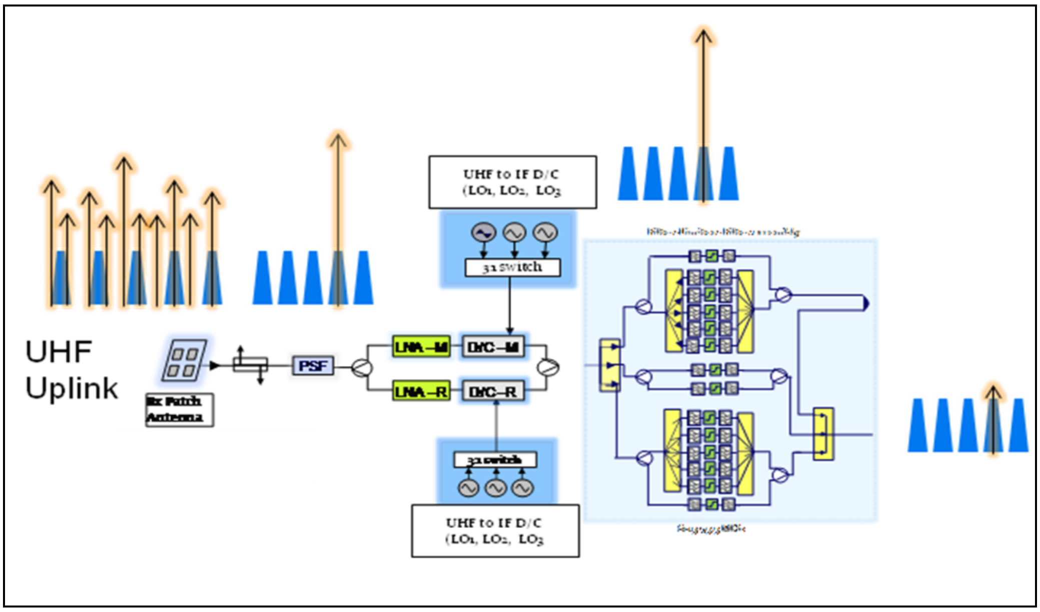
2. **संकीर्ण बैंड/ पार्श्व बैंड संयोजन** - 5 KHz वाले प्रथम सैट के उर्ध्व कड़ी उप चेनलों को भूमि नियंत्रण केंद्र से प्रेषित कमांड द्वारा UHF x C एवं UHF x UHF के बीच में प्रयोक्ता की आवश्यकतानुसार स्विच किया जा सकता है। UHF x C नीतभार में उपस्थित उप चेनल सीमक उपतंत्र 5 KHz संकीर्ण बैंड चैनलों और 25 KHz पार्श्व बैंड चैनलों में आवश्यकतानुसार चुनाव की नम्यता प्रदान करता है।

3. **उप चेनल वाहित व्यतिकरण सीमक उपतंत्र** – UHF x C नीतभार को एक मध्यम आवृत्ति उप चेनल सीमक समुच्चय द्वारा संरूपित किया गया है। इस उपतंत्र में मध्यम आवृत्ति पर क्रिस्टल फिल्टरों द्वारा उप चेनलीकरण किया जाता है। हरेक उप चेनल में एक सीमक प्रवर्धक (limiting amplifier) है जो कि संकीर्ण बैंड व्यतिकरण (narrow band interference) को सीमित (limit) रखता है जिससे प्रेषानुकर में युक्त शक्ति प्रवर्धक को अधिप्रतिबल (overdrive) से बचाया जा सके। इससे जो उप चेनल व्यतिकरित (interfered) है वही प्रभावित् होगा। अन्य उप चेनल सुचारू रूप से कार्य कर सकते हैं। यह संकीर्ण बंद UHF व्यतिकरण को सीमित रखने में सहायक होगा।

4. **Ku बैंड में जाल युक्त संयोजन (mesh connectivity) –** अपने क्षेत्रीय पुंज (regional beam) वाले वास्तुकला में उप चेनल आधारित हब मुक्त संयोजन हेतु एनालोग जाल प्रक्रमक (analog mesh processor) की संरचना की गई है। यह योजना विलम्ब सुग्राही उपयोगों के लिए में काफी कारगर सिद्ध होगी। यह प्रक्रमक युनिकास्ट (टर्मिनल से टर्मिनल), मल्टीकास्ट (टर्मिनल से बहुत से टर्मिनल के बीच) एवं प्रसारण (आदेश एवं सूचना प्रसारण जैसी सेवाओं) के लिए क्षमता प्रदान करता है। जाल प्रक्रमक निम्लिखित क्षमताएं प्रदान करता है :

(अ) **जाल युक्त संयोजकता (mesh connectivity)** : Ku x Ku नीतभार में चारों पुंजों के बीच में संयोजन प्रदान करने हेतु अभियान नियंत्रण केंद्र से उपग्रह को उचित कमांड प्रेषित की जाएगी जो प्रक्रमक को संरूपित करेगी। इसका उपयोग मुख्यत: भाषा अनुप्रयोगों के लिए होगा।

(आ) **उप चेनलों का लब्धि समायोजन (sub channel gain adjustment)** : हरेक उप चेनल में आवश्यकतानुसार ऑन-बोर्ड दूरादेषित क्षीणकारी (on-board commandable attenuator) को सैट किया जा सकता है जो कि छोटे कम शक्ति वाले टर्मिनलों के बीच में संचार हेतु उपयोगी होगा।



चित्र 5: UHF नीतभार में व्यतिकरण विरोधी विशेषताएँ

उपसंहार

जीसैट-7 संचार नीतभार का युक्तिपूर्ण उपयोक्ताओं (strategic users) की संचार सेवा आवश्यकताओं, उपयोक्ता टर्मिनल, व्याप्ति क्षेत्र एवं प्रचालन क्षमताओं को ध्यान में रखते हुए विशेष रूप से संरूपित एवं विकसित किया गया है। उच्च शक्ति वाले UHF नीतभार (high power UHF payload) की अभिकल्पना और विकास में व्यतिकरण एवं उच्च शक्ति निर्वाह संबंधी समस्याओं का ध्यान रखा गया है।

C –बैंड एवं S-बैंड नीतभारों का संरूपण विशाल व्याप्ति पर एफ एस एस (FSS) एवं एम् एस एस (MSS) सेवाओं को प्रदान करने के लिए किया गया है। Ku बैंड से हब मुक्त संयोजन के लिए एनालोग जाल प्रक्रमक के अभिकल्पना एवं विकास् किया गया है। इस नीतभार ने भू –कक्षा में दो वर्ष पूर्णकर लिए हैं एवं इसका निष्पादन (performance) कक्षा में पूर्ण रूप से संतुष्टिजनक है।

आभार

इसकार्य को करने के लिए दिए गए अवसर, प्रोत्साहन एवं दिशा निर्देश के लिए श्री तपन मिसरा, निदेशक-सेक के बहुत आभारी हैं जिन्होंने हिंदी भाषा से सम्बंधित विकास कार्यों की क्रिया करने में हमारा सहयोग दिया। हम श्री दिपक कुमार दास, उप निदेशक-एस एन पी ए के भी बहुत आभारी हैं जिन्होंने हमारा इस कार्य में तकनीकी मार्गदर्शन किया। इस कार्य के लिए वरिष्ठ हिंदी अधिकारी-सैक तथा हिंदी कक्ष के सभी सहकर्मियों का आभार प्रकट करते हैं।

संदर्भ

(अ) "जीसैट-7 कम्युनिकेशन पेलोड- डीटेल्ड डिजाईन रिवू", डोक नो. इसरो-सेक- जीसैट7 –आर आर -001, फरवरी -2008।

(आ) "जीसैट-7 कम्युनिकेशन पेलोड- कम्प्रेहेंसिव डिजाईन रिवू", डोक नो. इसरो-सेक- जीसैट7 –सी डी आर -001, फरवरी -2012।

(इ) ई फ्रेंक एंड डी स्टीफंस, " कोम्बटिंग लो UHF सेटकाम डाउन लिंक मार्जिन", मिल्कोम 97 प्रोसीडिंगस, वोल 3, पेज 1438 -1442, नवम्बर 1997।

(ई) एम् ली, एस राईट एट अल, "एड्वान्सिस इन बीमलिंक टेक्नोलोजी फॉर मिलिटरी एंड कोमेर्सिअल सेटलाईट एप्लिकेशंस, 18 ए आई ए ए, 2000।

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

शीघ्र-चालक किरणपुंज आधारित संचार प्रेषित तंत्र

अभिषेक कक्कड, राजेश कुमार सिंह

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

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो), अहमदाबाद

abhishekk@sac.isro.gov.in, rajeshsingh@sac.isro.gov.in

सारांश – इस लेख में भू-स्थिर कक्षा में स्थित सुदूर संवेदन उपग्रहों के लिए शीघ्र-चालक (Agile) किरणपुंज पर आधारित संचार प्रेषित का विन्यास तंत्र प्रस्तुत किया गया है। पृथ्वी-अवलोकन उपग्रहों में सुदूर संवेदी डेटा को भू-केन्द्रों पर संचारित करने के लिए संचार प्रेषित की आवश्यकता होती है। पृथ्वी अवलोकन उपग्रहों का मुख्य अनुप्रयोगों आपदा प्रभंदन, मौसम संबंधी अवलोकन और वैज्ञानिक अध्ययन के लिए होता है। भू-स्थिर कक्षा पृथ्वी के समक्ष स्थिर होती है जिससे प्रतिबिम्बन के कालिक विभेदन में सुधार होता है। इसलिए भू-स्थिर कक्षा से वांछित क्षेत्र का वास्तविक काल में प्रतिबिम्बन करना संभव हो पाता है। लेकिन वांछित क्षेत्र का प्रतिबिम्बन करने के लिए क्रमविक्षक दर्पण या अंतरिक्ष यान को उसके अक्षो के समक्ष घुमाने की आवश्यकता होती है। उच्च-कालिक और उच्च-स्पेक्ट्रमी विभेदन वाले उपग्रहों के प्रकाशिक नितभार में क्रमविक्षक दर्पण द्विअक्षीय गिम्बल पर नहीं होता है। इसलिए ऐसे उपग्रहों को उसके लोट और अभिनति अक्षो के समक्ष घुमाया जाता है। अंतरिक्ष यान के घुमाव के कारण उसके एंटीना की किरणपुंज स्थिर नहीं रहती। इस कारण भू-केन्द्रों पर डेटा के संचरण के लिए बहु-किरण पुंजो की आवश्यकता होती है, जो किसी भी निश्चित समय पर भू-केन्द्रों पर व्याप्ति प्रदान करते है। इस तरह की किरण पुंजों को शीघ्र-चालक किरण पुंज कहा जाता है।

अंतरिक्ष यान की क्रमवीक्षण गति के कारण, एक उपयुक्त संचार प्रेषित आवश्यक है जो की पूर्व परिभाषित भू-केन्द्रों पर को निरंतर डेटा का संचरण करें। ऐसे ही अनुप्रयोगों के लिए शीघ्र-चालक किरण विन्यास पर आधारित संचार प्रेषित उपयुक्त है।

कुंजिशब्द- सुदूर संवेदन उपग्रह, शीघ्र-चालक किरणपुंज, डेटा संचारित

प्रस्तावना

सुदूर संवेदन उपग्रहों का मुख्य अनुप्रयोग आपदा प्रभंदन, मौसम संबंधी अवलोकन, कृषि, वानिकी, समुद्र विज्ञान और अन्य वैज्ञानिक अध्ययनो के लिए किया जाता हैं। यह उपग्रह प्रकाशिक या सूक्ष्मतरंगी आवृत्ति बैंड में पृथ्वी का प्रतिबिम्बन करते हैं। पृथ्वी-अवलोकन उपग्रहों में सुदूर संवेदी डेटा को भू-केन्द्रों पर संचारित करने के लिए संचार प्रेषित की आवश्यकता होती है। संचार प्रेषित प्रतिबिंबन डेटा को माडुलित करने के पश्चात उच्च आवृत्ति पर परिवर्तित कर प्रवर्धन प्रदान करता है और भू-केन्द्रों को डेटा प्रेषित करता है।

सुदूर संवेदन उपग्रह की कक्षा पृथ्वी की निचली कक्षा (LEO) या भू-स्थिर कक्षा (GEO) हो सकती है। भू-स्थिर कक्षा का लाभ यह है की यह कक्षा पृथ्वी के समक्ष स्थिर होती है जिससे प्रतिबिम्बन के कालिक विभेदन में सुधार होता है। इसलिए यह वांछित क्षेत्र का वास्तविक काल में प्रतिबिम्बन प्रदान करती है।

वांछित क्षेत्र का प्रतिबिम्बन करने के लिए क्रमविक्षक दर्पण या अंतरिक्ष यान को उसके अक्षो के समक्ष घुमाने की आवश्यकता होती है। उच्च-कालिक और उच्च-स्पेक्ट्रमी विभेदन वाले उपग्रहों के प्रकाशिक नितभार में क्रमविक्षक दर्पण द्विअक्षीय गिम्बल पर नहीं होता है। इसलिए ऐसे उपग्रहों को उसके लोट और अभिनति अक्षो के समक्ष घुमाया जाता है।

इसतरह के तंत्र में सभी भू-केन्द्रों पर निरंतर और एक साथ डेटा का संचरण सुनिश्चित करने के लिए, एक ऐसे संचार नितभार की आवश्यकता है जो की आवश्यकता के अनुसार अपने एंटीना चित्राम का पुनः संरूपण कर अपने विस्तार क्षेत्र पर संकेत स्विच कर सके। इस आवश्यकता को यंत्रवत् संचालित गिम्बल एंटीना, कला-व्यूह-एंटीना या बहु किरण एंटीना के माध्यम से पूरा किया जा सकता है। कला-व्यूह-एंटीना से प्रणाली तंत्र की जटिलता बढ जाती हैं और यंत्रवत् संचालित गिम्बल एंटीना के कारण प्रतिबिम्ब में जिटर की समस्या आती है। बहु किरण एंटीना विन्यांस अवरोधन की संभावना को

कम करने के साथ-साथ उच्च एंटीना लब्धि भी प्रदान करते हैं और यह कला-व्यूह-एंटीना तथा यंत्रवत् संचालित गिम्बल एंटीना तंत्र की तुलना में कम जटिल होते हैं। ऐसे स्विचित बहु किरण एंटीना विन्यांस को शीघ्र-चालक किरणपुंज कहा जाता है।

इस लेख में भू-स्थिर कक्षा में स्थित सुदूर संवेदन उपग्रहों के लिए शीघ्र-चालक (Agile) किरणपुंज पर आधारित संचार प्रेषित का विन्यास तंत्र प्रस्तुत किया गया है।

तंत्र विन्यांस

वर्तमान अध्ययन के लिए निम्नलिखित तंत्र प्राचल लिए गये हैं:

- भू-स्थिर कक्षा : 93.5˚ E
- भू-केन्द्र : नई दिल्ली, अहमदाबाद और हैदराबाद
- वांछित क्षेत्र : पूर्ण ग्लोब (9° X 9°)
- डेटा दर : 200 Mbps

वांछित क्षेत्र का क्रमवीक्षण करने के लिए उपग्रह को प्रति सेकंड 0.02 डिग्री के क्रमवीक्षण दर पर लोट और अभिनति धुरियों के समक्ष घुमाया जाता है। इसलिए, अंतरिक्ष यान की अभिवृति लगातार बदलती रहती है। संचार एंटीना की किरणपुंज भी अंतरिक्ष यान के साथ आगे बढ़ती है, और इससे उपग्रह और भू-केन्द्रों के बीच संचार नहीं हो पाता है। डेटा के निरंतर और एक साथ संचरण प्रदान करने के लिए, शीघ्र-चालक किरण विन्यास के साथ डेटा प्रेषित का विश्लेषण किया गया है।

शीघ्र-चालक किरणपुंज विन्यास में वांछित क्षेत्र के लिए बहु किरणपुंज होते हैं। यह किरणपुंज अंतरिक्ष यान की चाल के साथ लगातार चलते है। फेराइट स्विचन नेटवर्क के उपयोग से एक समय पर एक किरणपुंज को सक्रिय किया जाता है। स्विचिंग कार्रवाई तेजी से हो इसका निर्धारण उपग्रह की कक्षा नियंत्रण प्रणाली और अभिवृति की जानकारी के आधार होती है तथा इसे एक किरणपुंज स्विचन नियंत्रक द्वारा नियंत्रित किया जाता है।

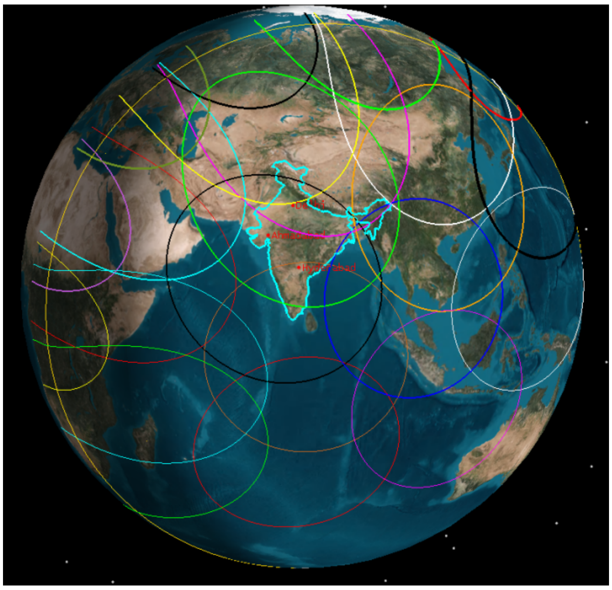
शीघ्र-चालक किरणपुंज विन्यास में सभी भू-केन्द्रों पर एक साथ डेटा संचरण सुनिश्चित करने के लिए बड़ी संख्या में शीघ्र-चालक किरणों की आवश्यकता होती है।

इन शीघ्र-चालक किरणों की संख्या निम्न पर निर्भर करती है:

- प्रतिबिम्बन के लिए वांछित क्षेत्र
- भू-केन्द्रों के बीच भौगोलिक दूरी

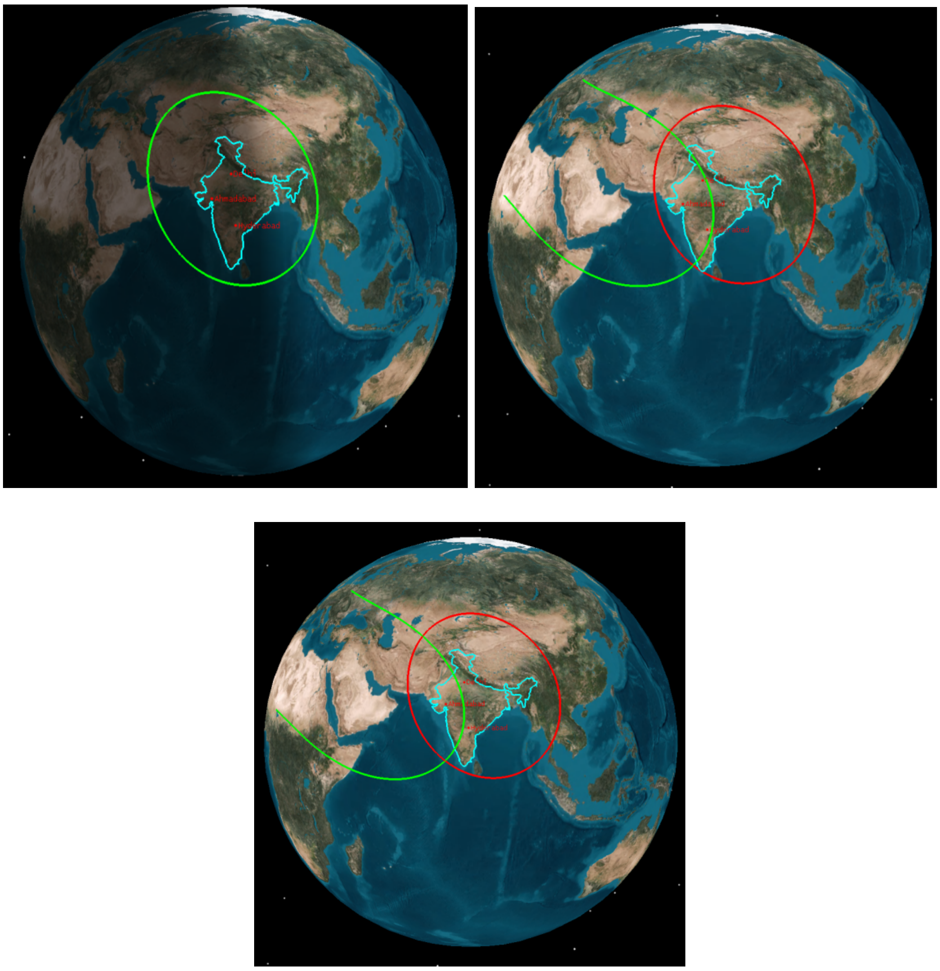
वर्तमान तंत्र प्राचलों और पूरे ग्लोब का क्रमवीक्षण (9° x 9°) के लिए, 24 शीघ्र-चालक किरणों की आवश्यक हैं जिनका किरणपुंज विन्यास चित्र-1 में दिखाया गया है।

बहु किरणपुंजो को कई परावर्तक एंटेनो और एकाधिक फीड प्रति परावर्तक का उपयोग करके उत्पन्न किया जाता हैं। एक समय पर केवल एक ही किरण को सक्रिय किया जाता है। इसके लिए शीघ्र स्विचन की आवश्कता होती है। इस शीघ्र स्विचन की आवश्कता को फेराइट स्विच नेटवर्क के उपयोग से पूरा किया जाता है। इन शीघ्र-चालक किरणों को एक के बाद एक करके दो किरणों के बीच बदला जाता हैं। स्विचिंग समय और किरण का चयन क्रमवीक्षण दर और क्रमवीक्षण विधा पर निर्भर करते है।



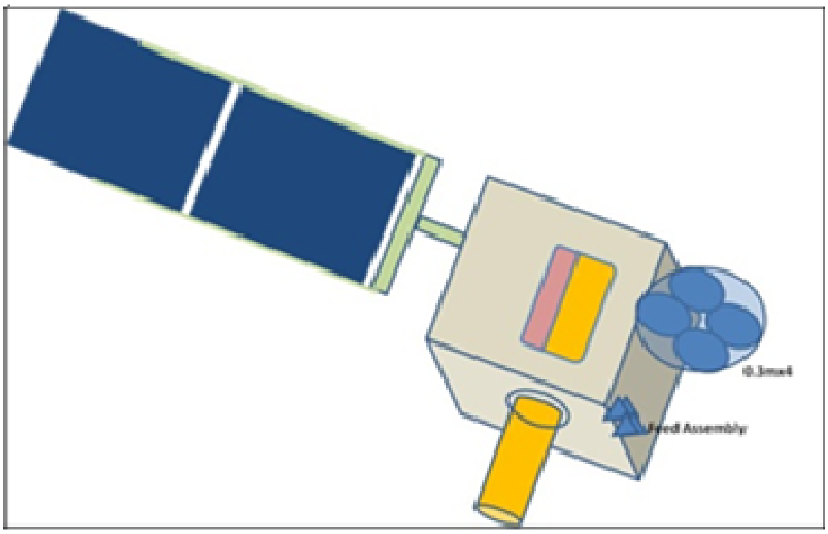
चित्र 1: शीघ्र-चालक किरणपुंज विन्यास

वांछित क्षेत्र का क्रमवीक्षण करने के लिए अंतरिक्ष यान को लोट और अभिनति धुरियों के समक्ष घुमाया जाता हैं, जिसके साथ ही शीघ्र-चालक संचार किरण भी उसी दिशा में चली जाती है। इसलिए, एक ही शीघ्र-चालक संचार किरण कई क्रमवीक्षण दशाओ के लिए वांछित क्षेत्र के लिए संचार किरण का कार्य करता है। इस अध्धयन में स्विचन समय 5 मिनट है।



चित्र 2: शीघ्र-चालक किरणपुंज के लिए हस्तांतरण की प्रक्रिया

चित्र 2 शीघ्र-चालक किरणों के लिए हस्तांतरण की प्रक्रिया को दर्शाता है। यहाँ हरे रंग से दर्शायी गयी किरण अभिनति अक्ष (पूर्व-पश्चिम दिशा) के साथ आगे बढ़ रही है। कुछ समय के बाद यह तीनों भू-केन्द्रों के लिए एक साथ व्याप्ति प्रदान करने में सक्षम नहीं है। इस समय हरे रंग से दर्शायी गयी किरण को बंद कर दिया जाता है और लाल किरण को सक्रिय किया जाता है। तीनों भू-केन्द्रों में से जब कोई एक भी भू-केन्द्र किसी भी एक किरण की व्याप्ति से बाहर होता है तो उस किरणपुंज को बंद कर दूसरी किरणपुंज को चालू जाता है, ताकि अगला किरणपुंज तीनों भू-केन्द्रों को एक साथ संचार प्रदान कर सके।



चित्र 3: एंटीना तंत्र

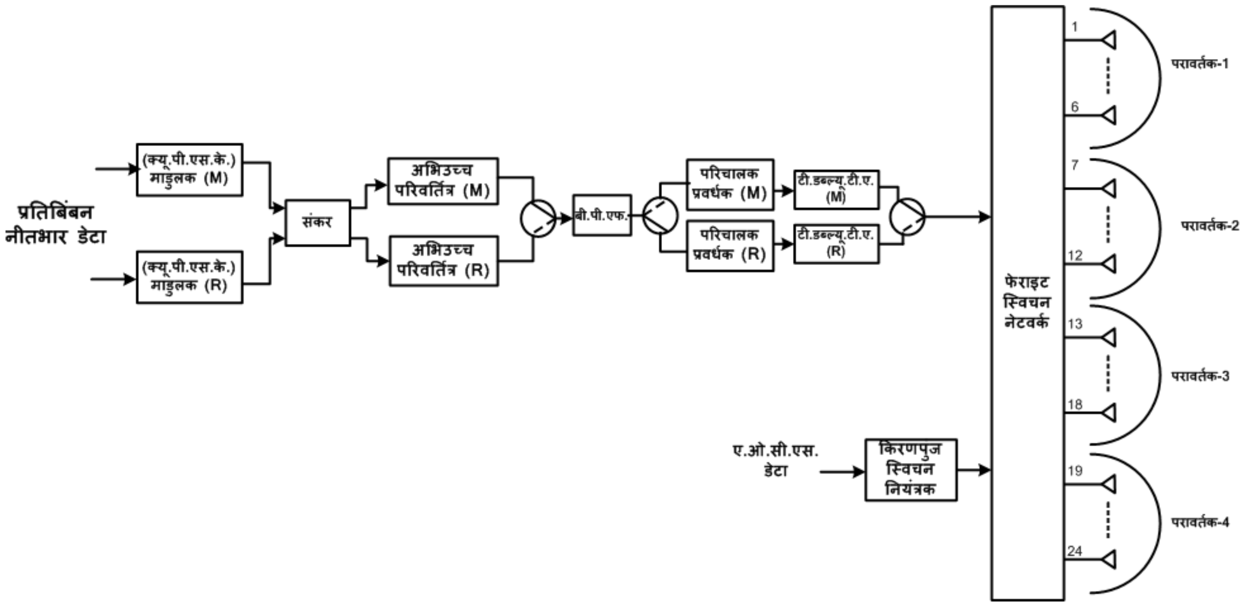
संचार डेटा प्रेषित विन्यास

चित्र-3 संचार डेटा प्रेषित का ब्लॉक आरेख दिखाया गया है। संचार डेटा प्रेषित के मुख्य घटक निम्न है:-

- उच्च डेटा दर चतुष्कला विस्थापन कुंजीयन (क्यू.पी.एस.के.) माडुलक
- IF x Ku अभिउच्च परिवर्तित्र

- परिचालक प्रवर्धक
- प्रगामी तरंग नलिका प्रवर्धक
- फेराइट स्विचन नेटवर्क
- किरणपुंज स्विचन नियंत्रक
- एंटीना उप प्रणाली।

प्रतिबिम्बन डेटा क्यू.पी.एस.के. माडुलक द्वारा उच्च डेटा दर पर माडुलित किया जाता है। माडुलित संकेतो को Ku संचारित बैंड में भेजने के लिए IF x Ku अभिउच्च परिवर्तित्र का उपयोग किया जाता है। अभिउच्च परिवर्तित्र संकेतो को फ़िल्टरीत और परिचालक प्रवर्धित के पश्चात प्रगामी तरंग नलिका प्रवर्धक को दिया जाता है। प्रगामी तरंग नलिका प्रवर्धक से निर्गत संकेत फेराइट स्विचन नेटवर्क के उपयोग से वांछित एंटीना फ़ीड पर जाता है और उसके बाद यह संकेत भू-केन्द्रों को प्रेषित कर दिया जाता है।



चित्र 4: संचार डेटा प्रेषित का ब्लाक आरेख

एंटीना उप तंत्र:

शीघ्र-चालक किरण संचार डेटा प्रेषित के लिए एंटीना उप तंत्र बहु किरण एंटीना होते हैं। 24 शीघ्र-चालक किरण बनाने के लिए 0.3 मीटर प्रत्येक के चार परवलयिक परावर्तक एंटेना उपयोग किये गए हैं और प्रत्येक परावर्तक में 6 फीड उपयोग किये गए हैं।

एंटीना उप तंत्र को चित्र-4 में दिखाया गया हैं

इस एंटीना के प्रमुख मानक निम्न हैं:

तालिका 1: एंटीना मानक

क्रमांक	*मानक*	*इकाई*	*मूल्य*
1	एंटीना व्यास	एम	0.3
2	रिफ़्लेक्टरो की संख्या	-	4
3	फ़ीड प्रति परावर्तक	-	6
4	कुल फ़ीड	-	24
5	किसी एक समय में ऑन् किरणपुंज	-	1

मोडुलक:

मोडुलक उच्च विभेदन प्रतिबिम्बन डेटा को मोडुलित करता है। मोडुलक की डेटा दर 200 Mbps है तथा माडुलन क्यू.पी.एस.के है।

अभिउच्च परिवर्तित्र:

अभिउच्च परिवर्तित्र मोडुलक से निर्गत संकेतो को उच्च आवृत्ति बैंड पर परिवर्तित करता है।

बैन्ड पारक फिल्टर:

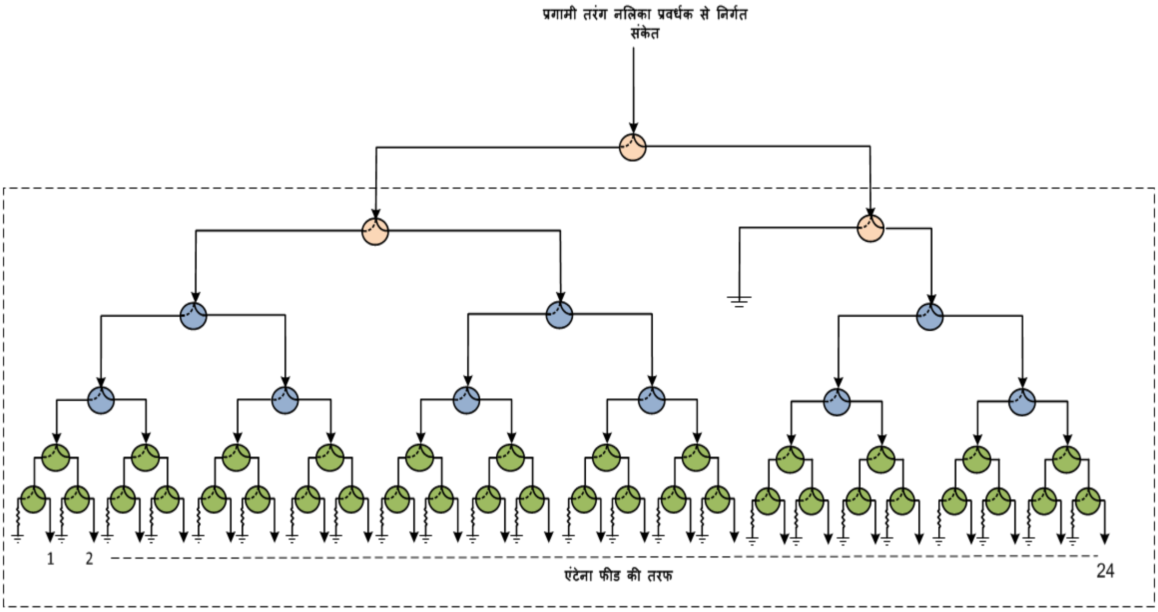
अभिउच्च परिवर्तित्र से निर्गत संकेत को बैन्ड पारक फिल्टर द्धारा फिल्टरित किया जाता है। इससे संकेत का बैंड विस्तार आवंटित बैंड में सिमित रखा जाता है।

परिचालक प्रवर्धक:

परिचालक प्रवर्धक संकेत को प्रगामी तरंग नलिका प्रवर्धक को परिचालन करने के लिए आवश्यक प्रवर्धन प्रदान करता है।

प्रगामी तरंग नलिका प्रवर्धक:

संचार कड़ी के लिए आवश्यक प्रभावी समानुवृति विकिरण शक्ति (EIRP) को पूरा करने के लिए 140 W प्रगामी तरंग नलिका प्रवर्धक आवश्यक प्रवर्धन प्रदान प्रदान करता है।



चित्र 5: फेराइट स्विचन नेटवर्क

फेराइट स्विचन नेटवर्क:

फेराइट स्विचन नेटवर्क (1:24) भू-केन्द्रों के लिए डेटा संचारित करने के लिए वांछित किरण का चयन करता है। चित्र-5 में SPDT स्विच (24 फेराइट स्विच) मेट्रिक्स की संरचना को एक द्धिआधारी पेड़ से दर्शाया गया है। स्विचन नेटवर्क की प्रविष्टि हानि कम होनी चाहिए जिससे की प्रगामी तरंग नलिका प्रवर्धक के बाद हानि न्यूनतम हो।

इन स्विचो की स्विचन समय आम तौर पर 1 μs है। इस तरह के स्विच की विश्वसनीयता भू वातावरण में 0.1 FIT होती है। फेराइट स्विच का मुख्य लाभ कम निवेशन हानि, उच्च शक्ति क्षमता है, और कम डीसी शक्ति की खपत हैं।

किरणपुंज स्विचन नियंत्रक

किरणपुंज स्विचन नियंत्रक उपयुक्त किरणपुंजो के चयन के लिए एक नियंत्रण है। किरणपुंज चयन अवलोकन तालिका के आधार पर पूर्वनिर्धारित कलन विधि द्धारा किया जा सकता है। यह क्रमवीक्षण किरणपुंज के अक्षांश-देशांतर पदों और क्रमवीक्षण विधा पर निर्भर करता है।

संचार डेटा प्रेषित का अनुमानित द्रव्यमान 40 kg और शक्ति 250W है।

संचार कड़ी बजट

संचार कड़ी बजट तालिका 2 में दिखाया गया है।

तालिका 2: संचार कड़ी बजट

मानक	*इकाई*	*मूल्य*
डेटा दर	Mbps	200

माडुलन	-	क्यू.पी.एस.के.
चैनल कोडन	-	FEC-3/4
बिट त्रुटि दर (BER)	-	10^{-5}
उपग्रह प्रभावी समानुवृति विकिरण शक्ति (EIRP)	dBW	43
भू-केन्द्र लब्धि ताप अनुपात (G/T)	dB/K	36
मुक्त आकाशीय हानि	dB	206
वर्षा उपांत	dB	6
एंटीना अभिलक्ष्यन त्रुटि	dB	1
कार्यान्वयन उपांत	dB	2
डाउनलिंक Eb/No	dB	9.6
आवश्यक Eb/No	dB	7.6
तंत्र उपांत	dB	2.0

निष्कर्ष

पृथ्वी अवलोकन उपग्रहों के डेटा को निरंतर और सभी भू-केन्द्रों पर एक साथ संचरण करने के लिए शीघ्र-चालक किरण विन्यास, शक्ति, द्रव्यमान और जटिलता के पैमाने पर एक उपयुक्त विकल्प है जहा अंतरिक्ष यान पृथ्वी का प्रतिबिम्बन करने के लिए लगातार घुमाया जाता है।

आभार

हम इस कार्य को करने के लिए दिए गए अवसर, प्रोत्साहन एवं दिशा-निर्देश के लिए श्री तपन मिश्रा (निदेशक सैक), श्री डी.के. दास (उप निदेशक, एस.एन.पी.ए.), श्री सुमितेश सरकार (ग्रुप निदेशक, एस.एन.एस.आई.सी.जी.), श्री एस सी बेरा (प्रधान, एस.एन.एस.ई.डी.) के आभारी हैं। इस कार्य के लिए हम हिंदी कक्ष के सभी सहकर्मियों का बहुत आभार प्रकट करते हैं।

संदर्भ

[1] 'संचार उपग्रह,' डोनाल्ड एच मार्टिंस।

[2] "केयू बैंड SP4T फेराइट स्विच मैट्रिक्स' COMDEV यूरोप, मई 2012, तकनीकी नोट।

[3] 'बीम फोर्मिंग नेटवर्क', ईएमएस टेक्नोलॉजीज अगस्त 2004, श्वेत पत्र।

***

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

निकट वास्तविक काल रीसैट-1 डाटा उत्पाद हेतु प्रक्रमण शिड्यूलिंग योजना और यूटीलिटी सॉफ्टवेर का विकास

देवांग मांकड, पूजा कक्कड़ और कीर्ति पडीआ,
अभिवर्धित प्रतिबिम्ब प्रक्रमण प्रभाग, डाटा उत्पाद सॉफ्टवेयर समूह,
संकेत और प्रतिबिम्ब प्रक्रमण क्षेत्र

सारांश

रीसैट-1 नीतभार की विभिन्न विधाओं के लिए अर्जित डाटा का प्रक्रमण निकट वास्तविक काल में करने का लक्ष्य रखा गया था। डाटा उत्पाद सॉफ्टवेर में विशिष्ट इष्टतमीकरण तकनीकों का प्रयोग किया गया है। लक्ष्य को प्राप्त करने हेतु उच्च श्रेणी के संगणकों का उपयोग किया गया है। हरेक विधा के अनुसार एक सुनिश्चित क्रम में सॉफ्टवेर घटकों का आह्वान (इन्वोकेशन) करने और डाटा का प्रावधान करने के लिए एक शिड्यूलिंग योजना की आवश्यकता है। यह योजना मास्टर-स्लेव मॉडल पर आधारित होनी चाहिए जिससे बहु संगणकों का उपयोग, कार्य निष्पादन के लिए हो सके। शिड्यूलिंग तकनीक से प्रक्रमण की दक्षता में कोई कमी नहीं आनी चाहिए। प्रचालन की सुगमता हेतु यूटीलिटी सॉफ्टवेर का विकास आवश्यक है जिससे विविध कार्य-कलाप आसानी से किये जा सकें और प्रक्रमण की स्थिति की जानकारी प्राप्त हो। इन लक्ष्यों को पूरा करने हेतु मास्टर शिड्यूलर और अधीन शिड्यूलर का विकास किया गया। इन सॉफ्टवेर घटकों की अभिकल्पना और क्रियान्वयन को इस शोधपत्र में दर्शित किया गया है। प्रचालन में सहायक यूटीलिटी सॉफ्टवेर की कार्य-विधि भी इस शोधपत्र में प्रदान की गई है।

संकेत शब्द

विधा, मुख्य शिड्यूलर, अधीन शिड्यूलर, प्रक्रम कतार, जी.आई.यु., तुल्यकालन, यूटीलिटी सॉफ्टवेर

1. प्रस्तावना

भारत के प्रथम अंतरिक्ष वाहित संश्लेषी द्वारक रेडार (एस.ए.आर.) का प्रक्षेपण अप्रैल 26, 2012 को किया गया। यह नीतभार दिन एवं रात के डाटा के अर्जन और सर्व-मौसम प्रतिबिंबन का सामर्थ्य रखता है। यह विविध विधा में डाटा प्रदान करता है जिसकी विभेदन क्षमता 1 मीटर (उच्च-विभेदन स्पॉटलाइट – एच.आर.एस.) से लेकर 48 मीटर (स्थूल-विभेदन स्केनसार – सी.आर.एस.) तक है और भूमि पर प्रमार्ज की व्याप्ति 30 किमी (सूक्ष्म-विभेदन स्ट्रीपमैप – एफ.आर.एस.-1) से लेकर 223 किमी (सी.आर.एस.) तक है। प्रत्यावर्ती ध्रुवण विधा (एफ.आर.एस.-2) ध्रुवणमापन हेतु उपयोग में लिया जा सकता है जबकि मध्यम-विभेदन स्केनसार (एम.आर.एस.) विधा प्रचालन हेतु नामीय विधा है। सभी विधाओं में वृत्तिय एवं रैखिक संचरण की सुविधा प्राप्त है। उपग्रह द्वारा अर्जित डाटा का सन्निक्षेपण राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केंद्र (रा.सु.सं.के.), शादनगर में प्राप्त 4 उपग्रह पास के दौरान किया जाता है। शादनगर के अतिरिक्त यह अर्जन चुनी हुए कक्षाओं के लिए उत्तर ध्रुव के पास स्थित स्वालबर्ड भू-स्टेशन और दक्षिण ध्रुव के निकट स्थित भारतीय भू-स्टेशन “मैत्री” द्वारा भी किया जाता है। इस कच्चे डाटा का पूर्वसंसाधन (प्री-प्रोसेसिंग) रा.सु.सं.के. और इसरो उपग्रह केंद्र (इ.उ.के.) द्वारा विकसित लेवल-0 सॉफ्टवेयर द्वारा किया जाता है। इसके पश्चात्, पूर्वसंसाधित लेवल-0 डाटा को निवेश (इन्पुट) के तौर पर अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (अं.उ.के.) द्वारा विकसित डाटा उत्पाद सॉफ्टवेयर को, विभिन्न स्तरों के उत्पाद बनाने हेतु, दिया जाता है।

एस.ए.आर. का कच्चा डाटा साल्ट-एंड-पेप्पर रव (नोइज़) के समान होता है। प्रयोक्ता के निवेदन के अनुसार डाटा उत्पाद के विविध स्तरों जैसे कि कच्चा डाटा (लेवल-0), एकल अवलोकन सम्मिश्र (लेवल-1 स्लांट रैंज), बहु-अवलोकन भू-परास (लेवल-1 मल्टीलुक ग्राउंड रैंज) और भू-निर्देशित (लेवल-2) उत्पादों के उत्पादन की आवश्यकता रहती है। चूँकि एस.ए.आर. प्रक्रमण में विपुल मात्रा में अभिकलन की आवश्यकता होती है, विशिष्ट इष्टतमीकरण तकनीकों का इसमें प्रयोग किया गया है। इंटेल एम.के.एल. जैसे त्वरिक (एक्सेलेरेटर) कोड़ का उपयोग विविक्त फूरिये रूपांतर (डी.एफ.टी.), जोकि संकेत प्रक्रमण का आधार है, को गतिमान बनाने हेतु किया गया है। डाटा उत्पाद सॉफ्टवेर से निकट वास्तविक काल में

उत्पादों का जनन करने का लक्ष्य है। इस उद्देश्य को प्राप्त करने हेतु शादनगर में कुल 6 उच्च-श्रेणी के संगणकों का उपयोग किया जाता है। हरेक संगणक तंत्र 4-सीपीयु, 8-कोर विन्यास पर आधारित है। इन संगणकों में हरेक विधा के अनुसार एक सुनिश्चित क्रम में सॉफ्टवेर घटकों का आह्वान (इन्वोकेशन) करने और डाटा का प्रावधान करने का कार्य शिड्यूलर सॉफ्टवेर द्धारा किया जाता है।

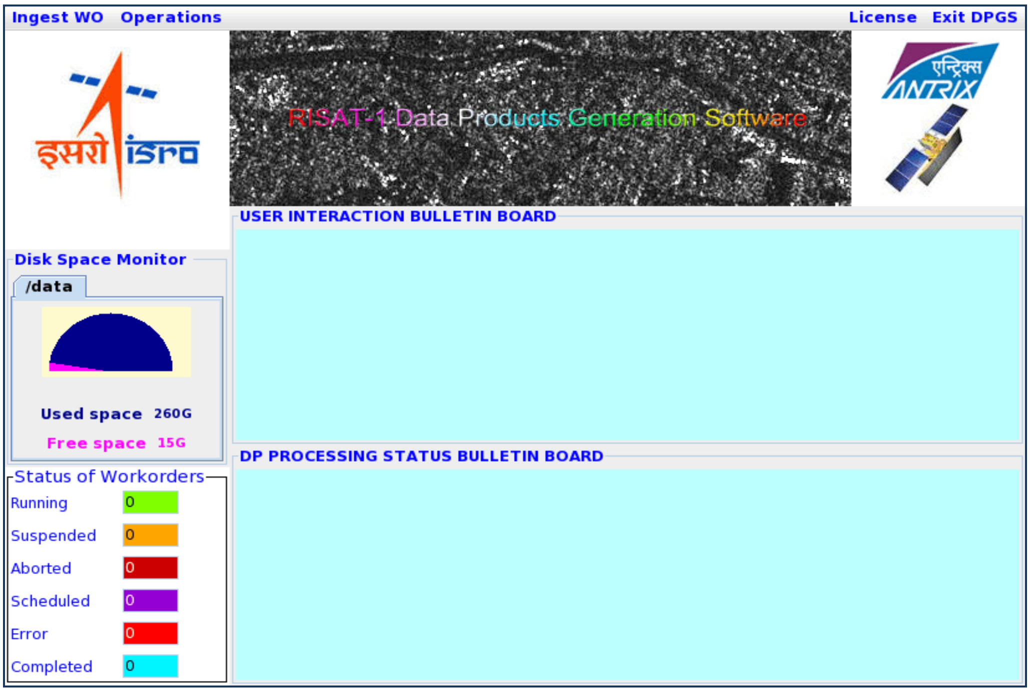
इस शोधपत्र के माध्यम से शिड्यूलर सॉफ्टवेर के अभिकल्प और कार्यान्वियन को दर्शाया गया है। खंड-2 में मुख्य (मास्टर) शिड्यूलर सॉफ्टवेर और समर्पित अधीन (स्लेव) शिड्यूलर सॉफ्टवेर के समुच्चय से प्रक्रमण शिड्यूलिंग योजना का विवरण दिया गया है। इस हेतु उपयुक्त विभिन्न अंतर-प्रक्रम संचार तकनीकों को खंड-3 में उजागर किया गया है। सॉफ्टवेर का नियमित प्रचालन शादनगर में होता है। नॉर्वे में स्थित केसैट आंतरराष्ट्रीय भू-केंद्र (आई.जी.एस.) में भी रिसैट-1 डाटा का अभिग्रहण और प्रक्रमण किया जा रहा है। इन केन्द्रों में प्रचालन की सुगमता हेतु विभिन्न यूटीलिटी सॉफ्टवेर का विकास किया गया है। इन पहलूओं की चर्चा खंड-4 में की गई है।

2. रीसैट-1 डाटा उत्पाद हेतु प्रक्रमण शिड्यूलिंग

सॉफ्टवेर के प्राधार में एक मुख्य (मास्टर) शिड्यूलर सॉफ्टवेर और समर्पित अधीन (स्लेव) शिड्यूलर सॉफ्टवेर का समुच्चय समाविष्ट है [1]। मुख्य शिड्यूलर एक 2-सीपीयु, 4-कोर संगणक में कार्यरत है जबकि पूरी प्रणाली में 6 अधीन शिड्यूलर घटकों का उपयोग किया जाता है। प्रत्येक अधीन शिड्यूलर 4-सीपीयु, 8-कोर संगणक तंत्र पर कार्यरत है। मुख्य शिड्यूलर का विकास जावा (Java) प्रोग्रामन भाषा में किया गया है। इस घटक के कार्य-कलापों का विवरण खण्ड 2.1 में दिया गया है। अधीन शिड्यूलर घटक को C प्रोग्रामन भाषा में विकसित किया गया है। इस घटक के द्धारा किए जानेवाले कार्यों को खण्ड 2.2 में दर्शाया गया है।

2.1 मुख्य (मास्टर) शिड्यूलर सॉफ्टवेर और इसके कार्यकलाप

इस सॉफ्टवेर का मुख्य कार्य प्रचालक को ग्राफी प्रयोक्ता अंतरापृष्ठ (जी.यु.आई.) प्रदान करना है। इस जी.यु.आई. की सहायता से पूरी डाटा उत्पाद प्रणाली में हो रहीं विभिन्न गतिविधियों पर निगरानी रखी जाती है। चूँकि पूरे तंत्र में 6 संगणक का उपयोग हो रहा है, सभी अधीन शिड्यूलरों की स्थिति का मानिटरन करना आवश्यक है। साथ ही, हरेक प्रक्रम की स्थिति का जायज़ा लेकर शिड्यूलिंग संबंधित निर्णय लेने का कार्य यह सॉफ्टवेर करता है। केसैट आई.जी.एस. में कार्यरत मुख्य शिड्यूलर के जी.यु.आई. को चित्र-1 में दर्शाया गया है। इस सॉफ्टवेर के मुख्य कार्यकलापों में कार्य-आदेश (वर्कऑर्डर) डेटाबेस पॉलिंग, प्रक्रम कतार (प्रोसेस क्यू) प्रबंधन, अधीन शिड्यूलरों को कार्य वितरण और कार्य प्रगति सूचना का निर्धारण करना समाविष्ट है।



चित्र 1: मुख्य शिड्यूलर जी.यु.आई.

कार्य-आदेश का डेटाबेस पूर्व-संसाधन के पश्चात् रा.सु.सं.के. के लेवल-0 सॉफ्टवेर द्धारा तैयार किया जाता है। यह डेटाबेस ओरेकल में है और इसके प्रत्येक रिकॉर्ड में सन्निक्षेप कक्षा संख्या, प्रतिबिम्बन कक्षा संख्या, सन्निक्षेपण केंद्र,

नीतभार विधा, प्रक्रमण दृश्य संख्या इत्यादि की सूचना सम्मिलित होती है। इस डेटाबेस का पूर्व-निर्धारित समय अंतराल में निरंतर शोधन किया जाता है जिससे प्रणाली को नये दृश्य का प्रक्रमण करने की सूचना प्राप्त होती है।

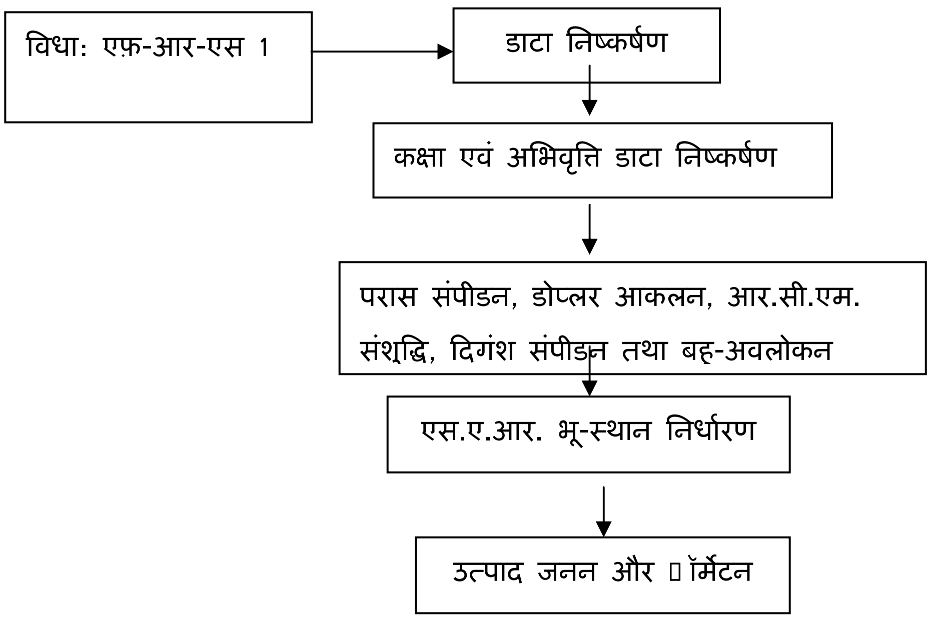
प्रत्येक संगणक पर कार्यरत अधीन शिड्यूलर एक समय में एक दृश्य का प्रक्रमण करता है। मास्टर शिड्यूलर हरेक प्रक्रम की स्थिति को संचित रखता है जिससे सभी संगणकों में भार संतुलन (लोड बेलेंसिंग) किया जा सके। इस सूचना को प्रक्रम कतार (प्रोसेस क्यू) में संचित किया जाता है जिसमें प्रत्येक प्रक्रम को चालित कतार (रनिंग क्यू), निलंबित कतार (सस्पेंडेड क्यू), विफल कतार (एरर क्यू) इत्यादि में से संबंधित किसी एक कतार में रखा जाता है। इन कतारों के प्रबंधन का कार्य संगणक की स्मृति में संचित सदिशों द्वारा किया जाता है।

हरेक अधीन शिड्यूलर को कार्य वितरित करने के लिए मास्टर शिड्यूलर द्वारा निर्धारित प्रारूप (फॉर्मेट) में संदेश भेजे जाते हैं। संदेशों के प्रेषण हेतु सॉकेट प्रोग्राम्मिंग किया गया है जिससे प्रत्येक अधीन शिड्यूलर का संचार समर्पित रूप से मास्टर शिड्यूलर से बना रहे। मास्टर शिड्यूलर कार्य प्रगति की सूचना प्राप्त करता है जिसके आधार पर नये कार्य-आदेशों को निष्पादन हेतु प्राप्य अधीन शिड्यूलर को भेजा जा सके।

2.2 अधीन (स्लेव) शिड्यूलर सॉफ्टवेर और इसके कार्यकलाप

इस सॉफ्टवेर का प्रमुख कार्य प्रत्येक विधा के डाटा का प्रक्रमण करना है। इस सॉफ्टवेर में कोई पारस्परिक क्रिया (इंटरएक्शन) नहीं है। प्रत्येक विधा और हरेक लेवल के उत्पाद के लिए एक अलग प्रक्रमण शृन्खला का प्रावधान रखा गया है। इस घटक को C प्रोग्रामन भाषा में विकसित किया गया है। यह सॉफ्टवेर मास्टर शिड्यूलर द्वारा भेजे गए संदेश का विकोडन करता है और आदेश के अनुरुप कार्यकलाप करता है। चूँकि इसे प्रक्रमण हेतु कई और प्रक्रमों का निश्चित क्रम में आह्वान करना है, इस सॉफ्टवेर में मल्टी-थ्रेडिंग तकनीकों का उपयोग किया गया है।

चित्र 2 में उदाहरण के तौर पर एक प्रक्रमण शृन्खला में सम्मिलित सोपानों को प्रस्तुत किया गया है।



चित्र 2: प्रक्रमण शृन्खला का नमूना

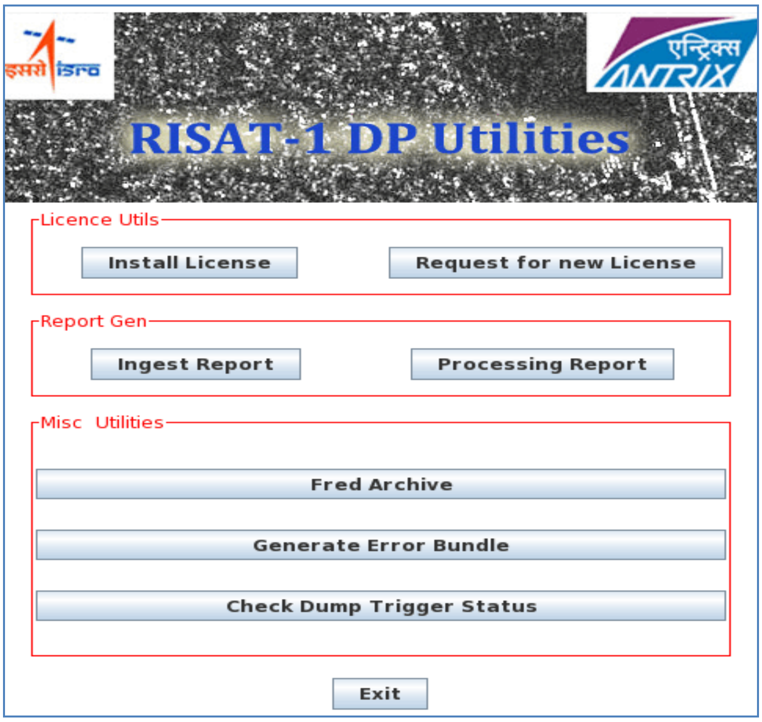
एक प्रक्रम की शुरुआत करके, निश्चित समयावधि पर, उस प्रक्रम की स्थिति के निर्धारण करने का कार्य भी अधीन शिड्यूलर द्वारा किया जाता है। यदि प्रक्रम में कोई त्रुटि अथवा विफ़लता आती है तो अधीन शिड्यूलर मास्टर को सूचित करता है। ऐसे अवसर पर यदि त्रुटि त्वरित सुधारी जा सकती है (उदाहरण के तौर पर, किसी डाटा फाइल को पढने की अनुमति नहीं है और बाद में वह अनुमति प्रदान की गई) तो मास्टर शिड्यूलर उसी कार्य-आदेश को फिर से, त्रुटि सुधार करने के पश्चात्, अधीन शिड्यूलर को भेज देगा जिससे पूरी प्रक्रमण शृन्खला का पुन: क्रियान्वयन किया जा सके। यदि डाटा में समस्या अथवा किसी और वजह से शृन्खला में रूकावट आती है तो डाटा को संबंधित टीम के द्वारा त्रुटि विश्लेषण के लिए भेज दिया जाता है। ऐसे त्रुटि-युक्त डाटा को इकट्ठा करने का कार्य भी स्वतः रूप से यूटीलिटी सॉफ्टवेर द्वारा किया जाता है जिसका विवरण आगे के खंड में दिया गया है।

3. अंतर-प्रक्रम संचार तकनीकों का उपयोग

मास्टर शिड्यूलर और प्रत्येक अधीन शिड्यूलर पृथक संगणक पर होने के कारण इनमें संचार के माध्यम के रूप में सॉकेट का उपयोग किया गया है। सॉकेट को एक संगणक से दूसरे संगणक के बीच के संचार हेतु मुख्य बिंदु गिना जाता है। सॉकेट दोनों सिरों पर एक पूर्व-निर्धारित पोर्ट पर खोला जा सकता है। इस संयोजन के अनेक प्रकार संरूपित किये जा सकते हैं, जैसे पॉइंट-टू-पॉइंट, पॉइंट-टू-मुल्टीपॉइंट इत्यादि। शिड्यूलर सॉफ्टवेर में हमने पॉइंट-टू-पॉइंट संरूपण का प्रयोग किया है जिससे हमें संयोजन समर्पित रूप से मिल सके। यह संचार तकनीक टीसीपी अधियोजना (स्कीम) के अनुरूप बनाई गई है।

जब एक ही संगणक में दो (अथवा ज़्यादा) प्रक्रमों के बीच संचार करना हो तो संगणक तंत्र की संदेश कतार (मेसेज क्यू) का उपयोग कर सकते हैं। प्रत्येक प्रक्रम को उस कतार का पहचानक (मेसेज क्यू आईडी) प्राप्त करना होता है। उस पहचानक का उपयोग करके कोई भी प्रक्रम, संगणक तंत्र स्मृति (कर्नल मेमोरी) में संदेश लिख सकता है। यदि किसी विशिष्ट प्रक्रम को संदेश भेजना है तो उसी कतार में विभिन्न चिह्नों (फ़्लैग्स) का प्रयोग किया जा सकता है। अधीन शिड्यूलर में हमने बहुधा संदेश कतार प्रणाली का उपयोग किया है। यदि प्रक्रमण में कार्यरत कोई भी थ्रेड अपनी स्थिति निर्दिष्ट करना चाहता है तो वह उन चिह्नों का प्रयोग करके अधीन शिड्यूलर को अपना संदेश भेज सकता है।

इसके अतिरिक्त विभिन्न प्रक्रमों/थ्रेड के बीच तुल्यकालन (सिंक्रोनाइजेशन) के लिए सीमाफोर और म्यूटेक्स जैसे तुल्यकालन आधारों का प्रयोग किया गया है। जब दो अथवा ज़्यादा प्रक्रम साझा साधनों को अद्यतन करने की कोशिश एक ही समय में करते हैं, तो प्रणाली को सुचारू रूप से कार्य कराने हेतु तुल्यकालन का उपयोग करना पड़ता है। उदाहरण के तौर पर, पूरी प्रणाली के संलेखन (लॉगिंग) में सही रूप से सूचना प्राप्त करने के लिए तुल्यकालन आधारों की सहायता लेनी पड़ती है।



चित्र 3: यूटीलिटी सॉफ्टवेर पैकेज

4. विविध यूटीलिटी सॉफ्टवेर का विवरण

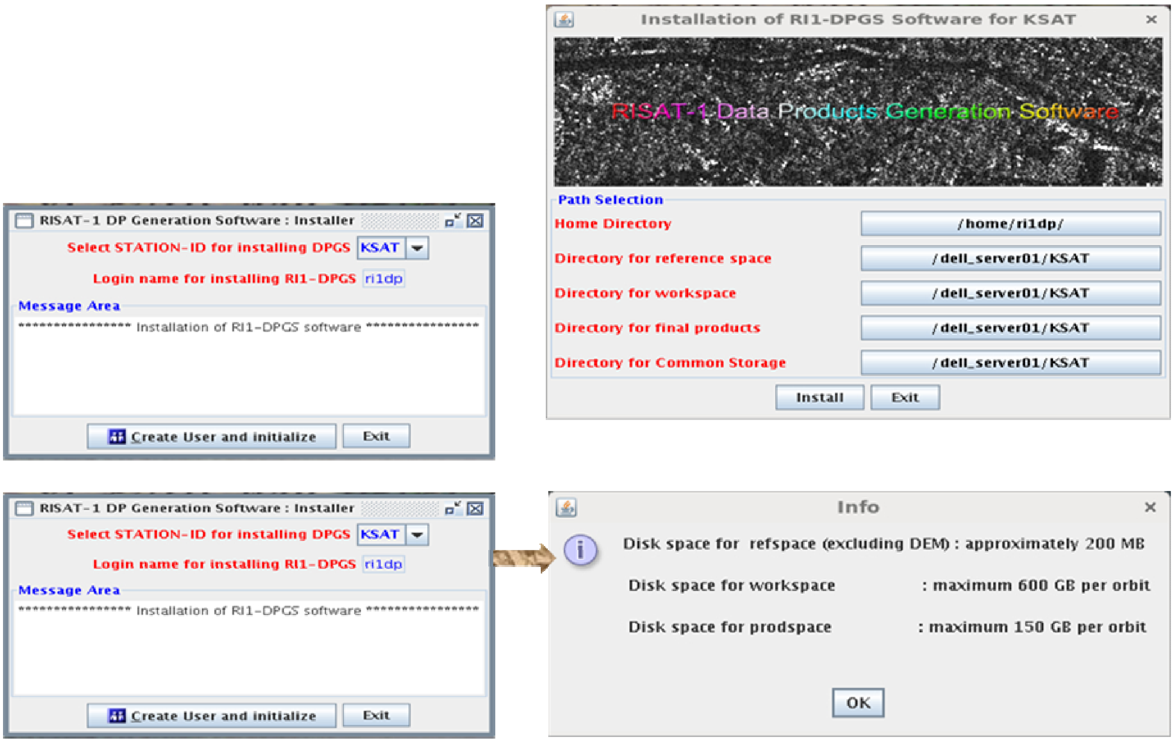
प्रचालकों के दल की सुगमता हेतु अन्योन्यक्रिया सुचारू रूप से रहे और संपूर्ण डाटा उत्पाद प्रणाली की प्रचालन क्षमता अच्छी हो इस हेतु से विभिन्न यूटीलिटी सॉफ्टवेर का विकास किया गया है। ये यूटीलिटी सॉफ्टवेर का विषय क्षेत्र निम्नलिखित कार्यों को देखता है:

1) डाटा उत्पाद सॉफ्टवेर का इंस्टोलेशन
2) नए लाइसेंस के लिए निवेदन और लाइसेंस इंस्टोलेशन (केवल आई.जी.एस. सॉफ्टवेर के लिए लागू)
3) कार्य-आदेश के आगमन की सूचना और प्रक्रमण की तात्क्षणिक स्थिति की जानकारी प्रदान करना
4) त्रुटि होने पर स्वतः रूप से त्रुटि-युक्त डाटा को इकठ्ठा करना इत्यादि।

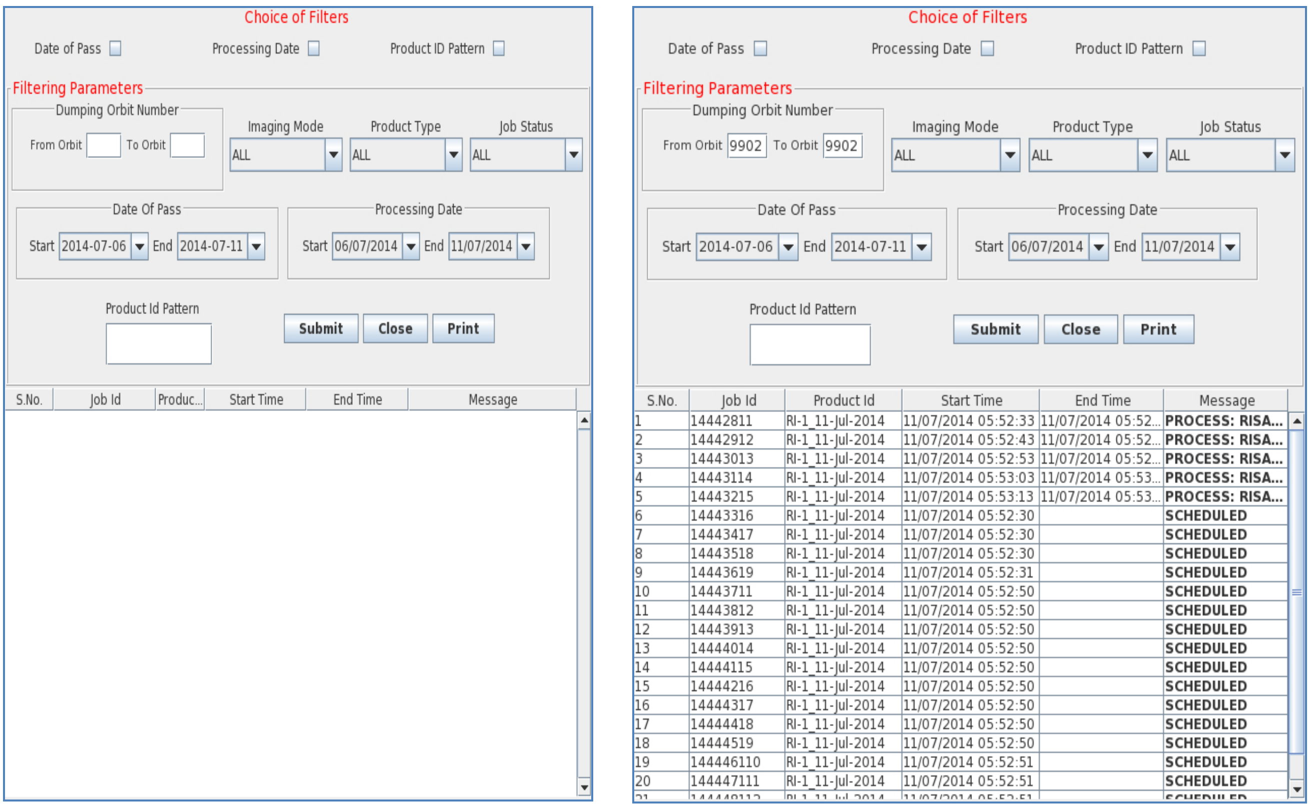
इन कार्यों को एक पैकेज के रूप में तैयार किया गया है [2]। इस पैकेज के जी.यु.आई. को चित्र 3 में दिखाया गया है।

डाटा उत्पाद सॉफ्टवेर के लिए एक इंस्टोलेशन कीट तैयार की गई है। यह यूटीलिटी प्रचालन हेतु विभिन्न डाटा फोल्डर का पथ प्रयोक्ता से निवेश (इन्पुट) लेती है और उन पथ में जाकर उपलब्ध जगह की जानकारी देती है। सभी आवश्यक जाँच के पश्चात् सॉफ्टवेर को संगणक पर इंस्टोल किया जाता है। इंस्टोलेशन समय के कुछ अंतरापृष्ठ चित्र 4 में दर्शित किये गए हैं।

आई.जी.एस. सॉफ्टवेर का लाइसेंस नियत संगणक और निश्चित समयावधि के लिए आंतरराष्ट्रीय प्रयोक्ता को प्रदान किया जाता है। इस लाइसेंस के नवीकरण हेतु संगणक के मैक-आईडी का उपयोग करके एक निवेदन तैयार किया जाता है। यह निवेदन इसरो को भेजा जाता है जिसका उपयोग करके नया लाइसेंस और उसको इंस्टोल करने की स्वचालित प्रक्रिया प्रयोक्ता को इमेल अथवा एफ़टीपी के ज़रिये भेजी जाती है।



चित्र 4: इंस्टोलेशन कीट के अंतरापृष्ठ



चित्र 5: प्रक्रमण की तात्क्षणिक जानकारी हेतु अंतरापृष्ठ

प्रक्रमण हेतु सारे कार्य-आदेशों से जुड़ी हुई जानकारी को एक आंतरिक डेटाबेस में संचित किया जाता है। यह डेटाबेस माय-एसक्यूएल पर आधारित है। जैसे ही कोई कार्य-आदेश से संबंधित प्रक्रमण में परिवर्तन होता है, इस डेटाबेस को अद्यतन किया जाता है। सारे कार्य-आदेशों की सूची में से कुछ प्राचलों के आधार पर (पास की तारीख़, प्रक्रमण की तारीख़, प्रतिबिम्बन विधा इत्यादि) इच्छित जानकारी को प्राप्त किया जा सकता है। इस यूटीलिटी सॉफ्टवेर को चित्र 5 में दर्शाया गया है।

इन सभी जी.यु.आई. पैकेज से प्रचालन प्रक्रिया में बहुत सुविधा प्राप्त हुई है। डाटा उत्पाद सॉफ्टवेर के साथ संलग्न इन यूटीलिटी सॉफ्टवेर को लिनक्स ऑपरेटिंग प्रणाली पर पोर्ट किया गया है। सारी प्रणालियों का नियमित रूप से परिवीक्षण किया गया है और प्रणाली में प्रक्रमित उत्पादों को प्रयोक्ता तक पहुँचाया जाता है। अक्टूबर, 2012 से रा.सू.सं.के. में और अगस्त, 2014 से आई.जी.एस. में यह सॉफ्टवेर संपूर्ण रूप से प्रचालनी रूप से कार्यरत है, जिसकी प्रतिदिन रिपोर्ट परियोजना के सदस्यों को इ-मेल के ज़रिये दी जाती रही है।

5. उपसंहार

रीसैट-1 के डाटा उत्पाद को निकट वास्तविक काल में प्रक्रमित करने में मास्टर-स्लेव मॉडल पर आधारित प्रक्रमण शिड्यूलिंग योजना का योगदान महत्वपूर्ण रहा है। इस मॉडल पर आधारित सॉफ्टवेर को शादनगर और आई.जी.एस. में पृथक संगणक विन्यास पर प्रचालित किया गया है और इनसे विभिन्न विधाओं में डाटा उत्पादों का जनन करके विभिन्न प्रयोक्ताओं को प्रदान किये गये हैं। सॉफ्टवेर की संरचना में लोड बेलेंसिंग को ध्यान में रखते हुए शिड्यूलिंग योजना तैयार की गई है, जिससे उच्च-श्रेणी के संगणकों में सामंजस्य से डाटा उत्पाद का कार्य निष्पादन किया जा सके। सॉफ्टवेर के इन्हीं मॉडलों को बेहतर बनाकर भविष्य के डाटा उत्पाद परियोजनाओं में वास्तविक काल में प्रक्रमण करने की संभावनाएं खोजी जा सकती हैं।

6. संदर्भ:-

5. " रीसैट 1-डाटा प्रोडक्ट्स सिस्टम : प्रीलिमिनरी डिजाईन रिव्यू ", अप्रैल 2006
6. “डीपीजीएस सिस्टम मैन्युअल”, Antx/14/IGS/RISAT/DPGS/SM/V1.0, मई 2014

7. धन्यवाद

प्रभाग के सहकर्मियों को धन्यवाद जिनसे हमें निरंतर सहयोग प्राप्त होता है। श्री शांतनु चौधरी, सहनिदेशक, एड्रीन और पूर्व उपनिदेशक, संकेत और प्रतिबिंब प्रक्रमण क्षेत्र (सीपा),अं.उ.कें., के हम आभारी हैं, जिन्होंने इस कार्य के लिए हमेशा हमारा पथ-प्रदर्शन किया और सदैव हमारा उत्साह-वर्धन किया। श्री आर. रामचंद्रन, उपनिदेशक, सीपा,अं.उ.कें., के हम आभारी हैं, जिन्होंने सदैव हमारा उत्साह-वर्धन किया। अं.उ.कें. के हिन्दी अनुभाग के हम आभारी हैं, जिनका निरंतर सहकार हिन्दी कार्यान्वयन हेतु प्राप्त होता रहता है। तकनीकी संगोष्ठी में लेख लिखने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति को हार्दिक धन्यवाद।

****

उन्नत अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी अवयव

चंद्रयान-2 लैंडर हेतु एच.डी.ए. प्रोसेसर (HDA PROCESSOR)

रितेश कुमार शर्मा, निलेश एम. देसाई एवं एम.एस.डी.जी. टीम
एम.एस.डी.जी./एम.आर.एस.ए
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक)
दूरभाषः + 91-7926915222/40, फैक्स + 91-7926915850
ई मेलः nmdesai@sac.isro.gov.in, ritesh@sac.isro.gov.in

मुख्य शब्दः चंद्रयान-2, रडार ऊँचाईमापी (Radar Altimeter) एच.डी.ए. प्रोफेसर (Hazard Detection & Avoidance Processor) मृदु अवतरण (Soft-Landing), रोवर (Rover), नेविगेशन, गाइडेंस एवं कंट्रोल निकाय (Navigation, Guidance and Control System, NGC System), ओ एच आर सी कैमरा (Orbiter High Resolution Camera, OHRC Camera), एलएचडीएसी कैमरा (Lander Hazard Detection Avoidance Camera LHDAC)

सारांश

इसरो/भारत के अति महत्वाकांक्षी मिशन चंद्रयान-2 का निर्माण एवं विकास कार्य, इसरो के विभिन्न केंद्रों में तीव्र गति से अपने लक्ष्य की ओर वर्तमान में अग्रसर है। इस मिशन में पूर्णतः स्वदेशी लैंडर-रोवर को समावेशित किया गया है, जिनको की चंद्र-सतह पर मृदु अवतरण (Soft Landing) विधि द्वारा उतारा जायेगा। एक बार लैंडर के सफलतम चंद सतह पर स्थापना होने के बाद उसमें स्थित रोवर चंद्र सतह पर उतरकर चंद्रमा धरातल के विभिन्न भागों में घूम-घूमकर वैज्ञानिकों द्वारा निर्मित विभिन्न संवेदकों द्वारा प्राप्त जानकारी को पृथ्वी पर भेजकर विभिन्न प्रयोगों को अंजाम देगा। इस लैंडर के द्वारा भू एवं रोवर के मध्य संचार प्रणाली को स्थापित किया जायेगा। लैंडर-माड्यूल के सफलतापूर्वक चंद्र-सतह पर स्थापित होने के तद्धुपरांत ही चंद्रयान-2 मिशन के विभिन्न वैज्ञानिक प्रयोगों के मुख्य उद्देश्यों की परिपूर्ति संभव है। अतः इस कार्य के सफलतम संपादन हेतु विभिन्न संवेदकों को प्रस्तावित किया गया है।

लैंडर को उसके पूर्व-निर्धारित स्थान पर स्थापित करने हेतु, लैंडर को नियत गति एवं दिशा प्रदान करके पहुँचाया जायेगा। इसके लिए सर्वप्रथम ऑर्बिटर में आरोपित OHRC Camera के माध्यम से नियत सुरक्षित स्थान का उच्च-विभेदन चित्र प्राप्त करके सुरक्षित स्थान की गणना की जायेगी, फिर एलपीडीसी (LPDC camera) के माध्यम से प्राप्त चित्रों के माध्यम से लैंडर की वास्तविक-काल की स्थिति की गणना की जायेगी और अंत में एलएचडीएसी (LHDAC camera) के माध्यम से प्राप्त चित्रों को OHRC से प्राप्त चित्रों का मिलान करके सबसे सुरक्षित स्थान पर लैंडर को उतारा जायेगा। इन सब चित्रों में शुद्धतम ऊँचाई तथा ऊर्ध्व-वेग (Vertical Velocity) का मापन रडार ऊँचाईमापी से करके इन सभी कार्यों को कार्यान्वित किया जायेगा।

यह सभी निकाय मिलकर सामूहिक रूप में एचडीए संवेदकों (Hazard Detection & Avoidance Sensor HDA Sensors) का निर्माण करते हैं एवं इन सभी संवेदकों द्वारा प्राप्त चित्रों/किरणों को वास्तविक काल में प्रक्रमण करने हेतु संसाधित्र का नाम एचडीए संसाधित्र/प्रोसेसर (HDA Processor)

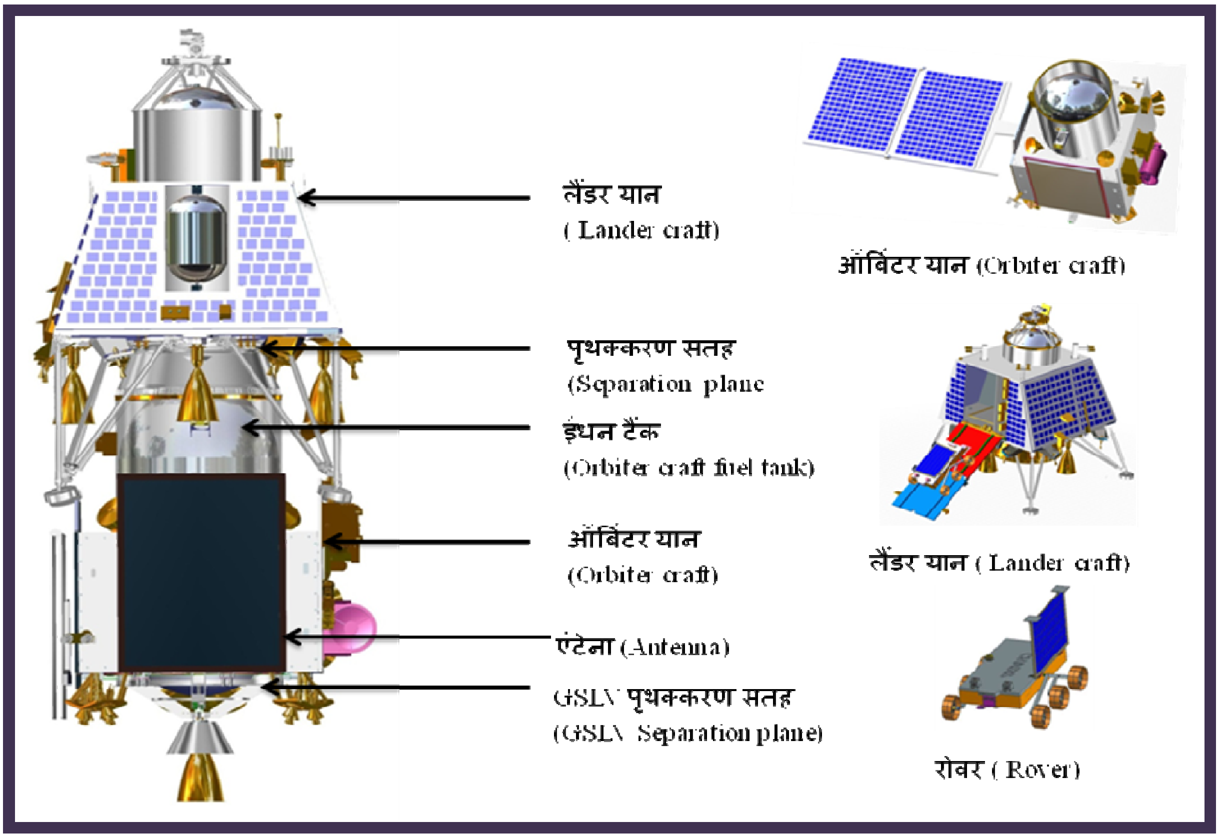
यह प्रोसेसर समस्त विवरणों के जनन हेतु जरूरी संकेतों को संवेदकों तक पहुँचाकर, उनका संचयन करके वास्तविक काल में समस्त गणनाओं को प्रारंभ करके जरूरी विवरणों को एन.जी.सी. निकाय (Navigation Guidance and Control, NGC System) तक पहुँचाता है जिसके माध्यम से NGC संपूर्ण निकाय को सुरक्षित स्थान पर मृदु अवतरण (Soft Landing) करने में सक्षम होगा।

प्रस्तुत पत्र में एच.डी. प्रोसेसर के अभिकल्प, विन्यास, प्रक्रमण एवं इसका अन्य संवेदकों के साथ के अंतरापृष्ठों का विवरण, विस्तृत रूप में प्रस्तुत किया गया है।

प्रस्तावना

भारत के द्वितीय चंद्र-मिशन, चंद्रयान-2 को, इसरो भेजने के लिए निर्माण कार्य एवं विकास चरणों को तीव्रगति से पूर्ण करने में लगा हुआ है। चंद्रयान-2 मिशन के लिए एक द्वि-खंडीय विन्यास को अंतिम रूप प्रदान किया गया है जिसमें प्रथम खंड

ऑर्बिटर यान (Orbiter Craft) का होगा जबकि द्वितीय खंड लैंडर यान (Lander Craft) का होगा। लैंडर-यान के अंदर इसरो निर्मित एक रोवर भी होगा जोकि चंद्र सतह पर विभिन्न वैज्ञानिक प्रयोगों को अंजाम देगा। चित्र-1 में ऑर्बिटर-लैंडर रोवर के विन्यास को दर्शाया गया है।



चित्र-1: ऑर्बिटर-लैंडर–रोवर का संयुक्त विन्यास

लैंडर को विभिन्न उद्देश्यों की परिपूर्ति हेतु सुरक्षित स्थानों का चुनाव पूर्व निर्धारित किया जा चुका है। अतः लैंडर को उसी सुरक्षित स्थान पर उतारने हेतु नियत समय पर तय गति प्रदान करना अत्यंत आवश्यक है। लैंडर के संपूर्ण पथ-विन्यास को चित्र संख्या-2 के माध्यम से दर्शाया गया है। इसमें मुख्यतः निम्नलिखित चरण होंगे:

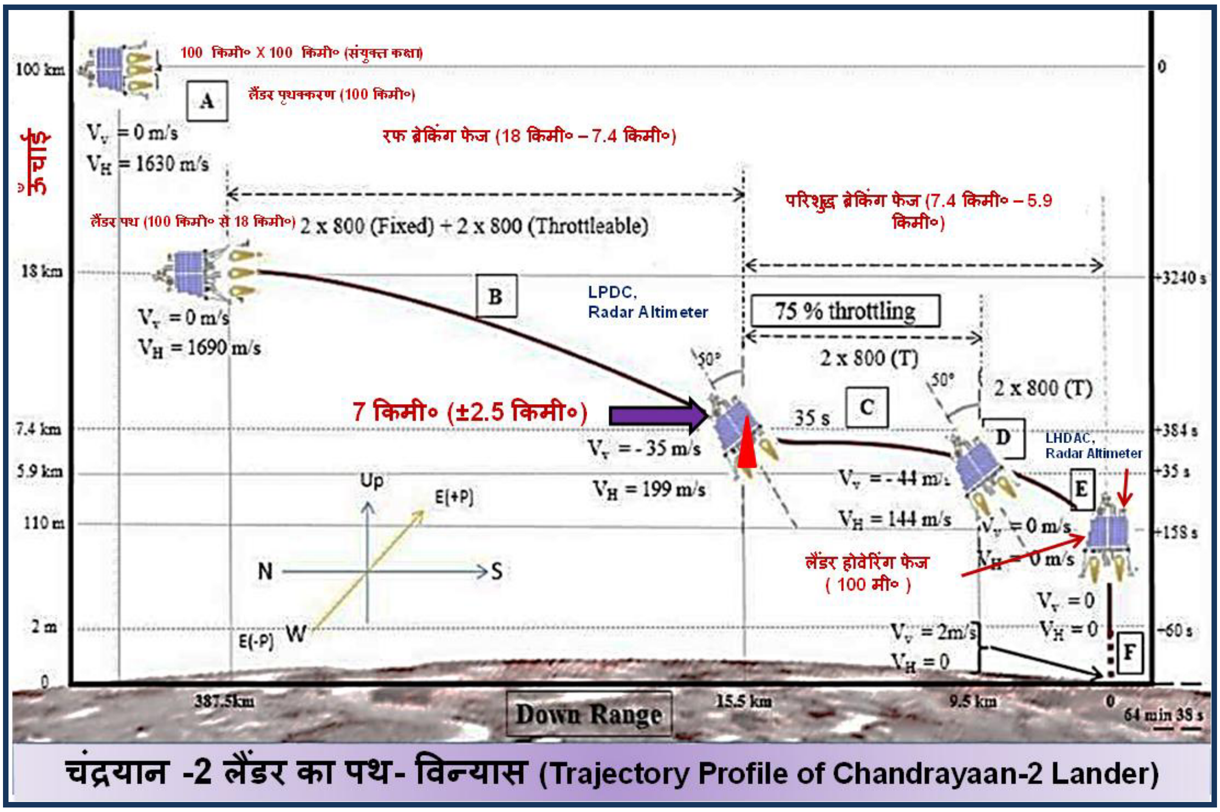
1. 100 किमी x 100 किमी. कक्षा
2. 100 किमी. से लैंडर का ऑर्बिटर से पृथक्करण
3. 100 किमी. से 18 किमी. लैंडर का पथ
4. 18 किमी. से 74 किमी. तक रफ ब्रेकिंग फेज
5. 7.4 किमी. से 5.9 किमी. तक विभिन्न संवेदकों द्वारा पथ गणना
6. 5.9 किमी. से 110 मी. तक परिशुद्ध पथ-गणना पर लैंडर का गमन
7. 100 मी. पर लैंडर होवरिंग एवं सुरक्षित स्थान गणना
8. 100 मी. से 2 मी. तक लैंडर को सुरक्षित स्थान के ऊपर पहुँचाना
9. 2 मी. से लैंडर का मृदु अवतरण का अंतिम चरण एवं सतह पर सुरक्षित उतरना

चूँकि लैंडर को बिना किसी मानव-हस्तक्षेप के ही स्वचालित प्रक्रिया के माध्यम से ही समस्त कार्यों का स्वयं निर्वाह करना है अतः लैंर के समस्त संवेदकों का यह महत्वपूर्ण एवं एकदम परिशुद्ध कार्य होना चाहिए कि वो लैंडर को मृदु एवं सुरक्षित अवतरण (Soft & Safe Landing) द्वारा चंद्र-सतह पर उतार दे। लैंडर के संवेदकों के माध्यम से निम्नलिखित बातों का शुद्धतम विवरण प्राप्त होना चाहिए जोकि HDA फलन-विधि (HDA-Algorithm) के मुख्य घटक है:

1. लैंडर के नीचे कोई भी अवरोध नहीं आना चाहिए।

2. लैंडर छाया वाले क्षेत्र में नहीं उतरना चाहिए, नहीं तो लैंडर के सोलर-पैनल ऊर्जा का आवश्यक जनन नहीं कर पायेंगे।

3. लैंडर किसी भी ढाल पर (>15°) नहीं उतरना चाहिए, नहीं तो रोवर को बाहर निकलने में दिक्कत हो सकती है या लैंडरयान पलट भी सकता है।



चित्र-2: चंद्रयान-2 लैंडर का पथ - विन्यास

इन सभी उद्देश्यों की प्राप्ति अति शुद्ध एवं जटिल संक्रियाओं के माध्यम से HDA प्रोसेसर में आरोपित करके वास्तविक/निकट वास्तविक काल में लैंडर के पूर्व निर्धारित उतरने की जगह वातावरण, अवरोधों की विभाओं, दिशा तथा स्थिति का सही आंकलन करके किया जा सकता है। इन आँकड़ों का प्रयोग करके NGC निकाय, लैंडर को मृदु एवं सुरक्षित अवतरण करने में सहयोग प्रदान करेगा। उतरने के समय में इन आँकड़ों का वास्तविक/निकट-वास्तविक काल में स्वनिर्धारण-विधा से परिशुद्ध आंकलन करना अत्यंत आवश्यक कार्य है। उपरोक्त सभी HDA फलन-विधि कार्यों की पूर्ति हेतु लैंडर में निम्नलिखित नीतभारों का समावेश होगा:

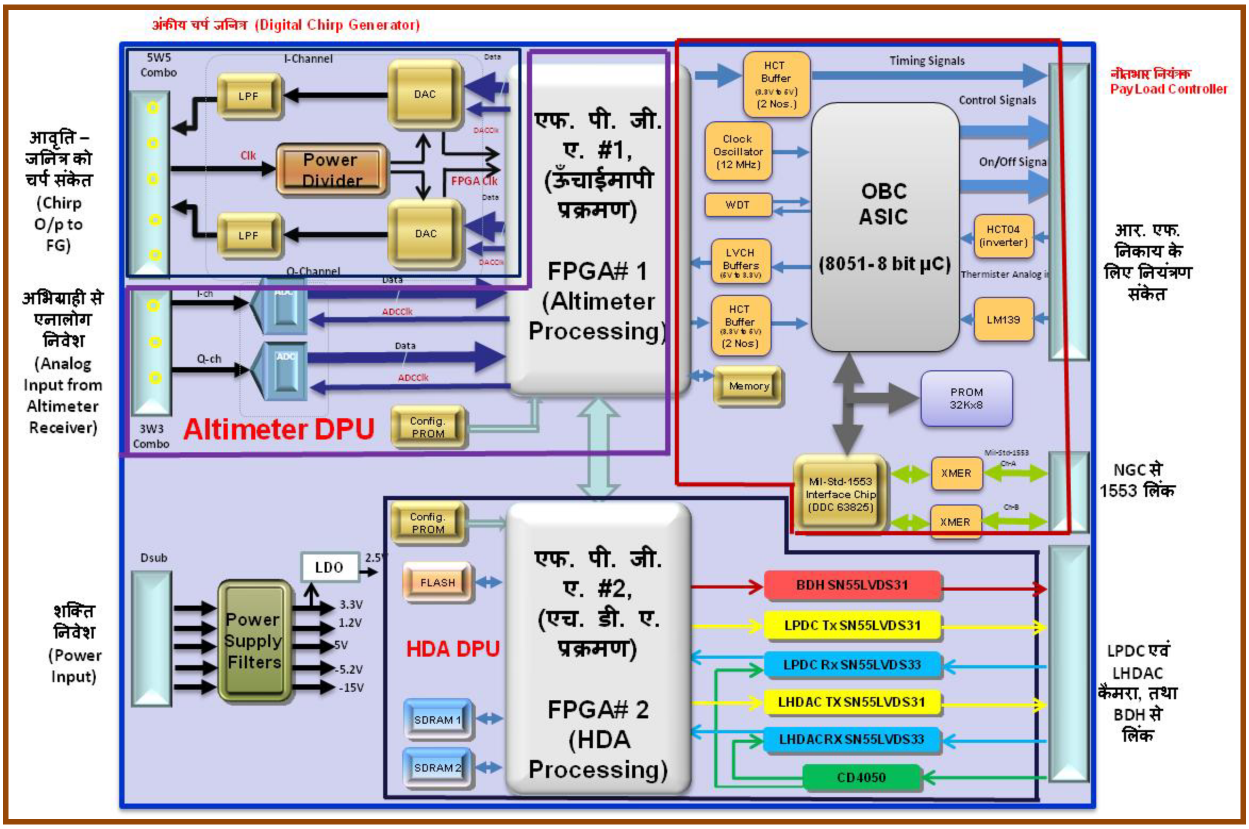
1. OHRS कैमरा (ऑर्बिटर खंड)
2. Ku-band रडार ऊँचाईमापी (Ku-band Radar Altimeter)
3. लैंडर LPDC कैमरा (Lander Position Detection Camera)
4. लैंडर HDA कैमरा (Lander Hazard Detection & Avoidance Camera)

उपरोक्त सभी संवेदकों को ऑनबोर्ड प्रोसेसर (Onboard HDA Processor) द्वारा अंतरापृष्ठ प्रदान किया गया है तथा यह HDA Processor समस्त जटिल प्रक्रमणों को वास्तविक/निकट-वास्तविक काल में पूर्ण करके महत्वपूर्ण आँकड़ों को NGC तक पहुँचाने में सक्षम होगा। HDA प्रोसेसर NGC तथा अन्य संवेदकों के अंतरापृष्ठों को चित्र संख्या-3 में दर्शाया गया है।

एच.डी.ए. (HDA) प्रोसेसर का विन्यास-विवरण

एच.डी.ए. (HDA) प्रोसेसर, जो कि ऑनबोर्ड आँकड़े प्रक्रमण (संसाधित्र) (Onboard Data Processing Unit) निकाय का उपखंड है एवं जिसको द्वि-एफ.पी.जी.ए. आधारित बोर्ड के एक एफ.पी.जी.ए. में आरोपित किया जा रहा है, का विकास-चरण बोर्ड (Development Model) को चित्र संख्या-4 में दर्शाया गया है। दो एफ.पी.जी.ए. के अलावा इस बोर्ड में एम.आर.एस.ए./सैक द्वारा निर्मित एक एसिक भी है। इस एसिक के माध्यम से एवं ऊँचाईमापी के एफ.पी.जी.ए. से नीतभार नियंत्रक (Payload

Converter) का विकास किया गया है जिसके माध्यम से सभी नियंत्रण संकेतों का जनन एवं NGC का 1553 बस से संकेतों एवं आँकड़ों का आदान-प्रदान होता है। इस निकाय में दूसरा अत्यंत आवश्यक निकाय अंकीय चर्प जनित (Digital Chip Generator) है जोकि रडार ऊँचाईमापी के लिए आवश्यक बैंड-परास का चर्प संकेत जनन करता है। इसमें दो ए.डी.सी. (Analog to Digital Converter) का भी समावेश किया गया है जोकि ऊँचाईमापी डी.पी.यू. (Data Processing Unit) हेतु अभिग्राही से संकेतों को ग्रहण करके अग्रभाग बनता है।



चित्र -3: एच. डी. ए. संसाधित्र (HDA PROCESSOR) का ब्लाक आरेख एवं अन्य संवेदकों से अन्तरापृष्ठ

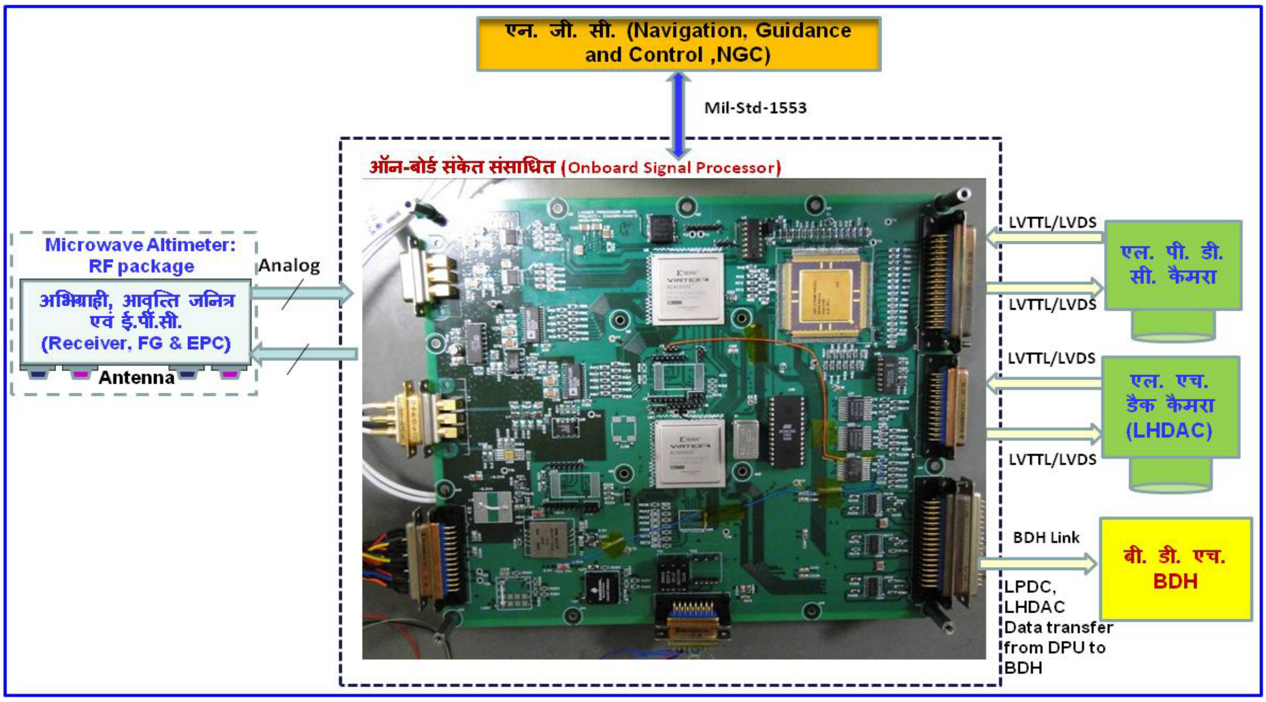
एच.डी.ए. प्रोसेसर (HDA Processor) का एफ.पी.जी.ए., एल.पी.डी.सी., एल.एच. डैक (LPX & LHDAC) तथा बी.डी.एच. (Baseband Data Hardling) निकाय के साथ आवश्यक अंतरापृष्ठ का निर्माण करते हैं। इसके अलावा वास्तविक काल में प्रकाशीय संकेतों से प्राप्त चित्रों को तथा संदर्भ-चित्रों (DHRC L LRD) के संचयन का कार्य एच.डी.ए. (HDA Processor) से जुड़े आर.टीमस (RTIMS) फ़्लैश तंत्र में किया जायेगा तथा वास्तविक काल में प्रक्रमण का कार्य एस.डी. रैम (SDRAM) के माध्यम से कार्यान्वित किया जाता है।

समस्त संचित चित्रों को सफल अवतरण के पश्चात RTIMS/SDRAM से निकालकर 1553-NGC/BDH द्वारा पृथ्वी पर प्रेषित कर दी जायेगी।

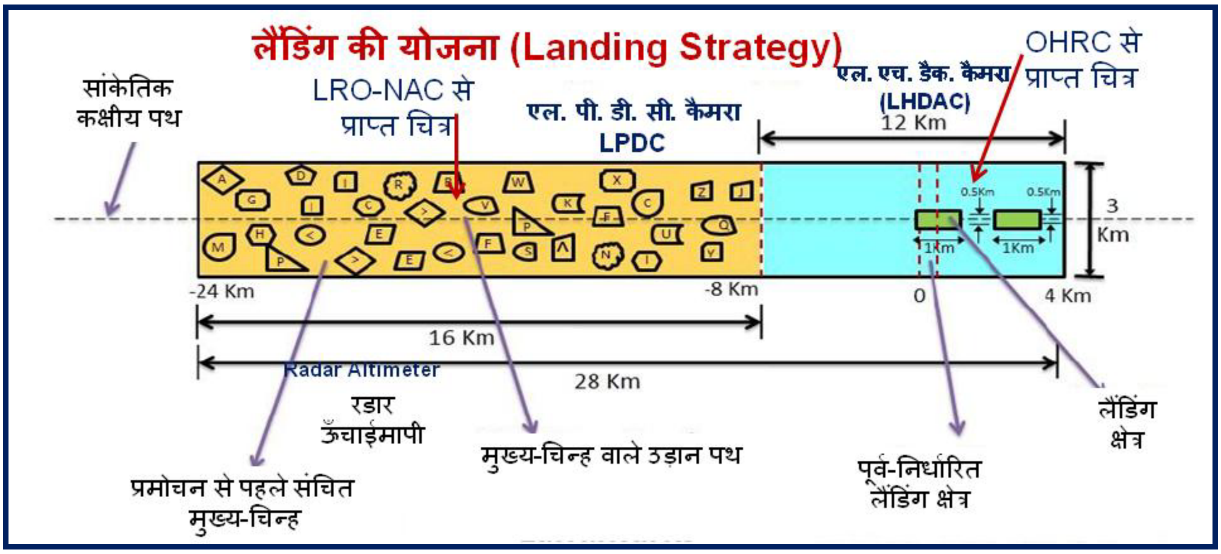
लैंडर के लैंडिंग की योजना

चंद्रयान-2 के लैंडर के लैंडिंग की योजना का वितरण चित्र-5 में दर्शाया गया है। इसमें सर्वप्रथम प्रमोचन के पहले LRO-NAC से प्राप्त 16 किमी. X 3 किमी. के चित्र में से प्रमुख मुख्य चिन्हों के कैटलाग को HDA प्रोसेसर के RTIMS मेमोरी में सुरक्षित रख दिया जायेगा। तद्रुपरांत प्रमोचन के पश्चात OHRC से प्राप्त उच्च-विभेदन वाले चित्रों को भू पर प्रेषित करके उसमें से मुख्य चित्रों को निकालकर HDA प्रोसेसर के RTIMS में अपलोड कर दिया जायेगा। इन्हीं चित्रों में सुरक्षित ग्रिडों (Safe Grid) की जानकारी निहित रहेगी तथा लैंडर को इन्हीं सुरक्षित ग्रिडों में से एक ग्रिड में उतारा जायेगा। यह सब कार्य समस्त संदर्भ चित्रों के सुमेलन (Reference Image Matching) से की जायेगी। एक बार चित्रों के मुख्य चिन्हों के मिलाप हो

जाने पर लैंडर को NGC द्वारा सही दिशा में गंतव्य तक उपयुक्त पूर्व-निर्धारित गति में उतार-चढाव करके सही स्थान पर मृदु अवतरण किया जायेगा।



चित्र -4: एच. डी. ए. संसाध्रित (HDA PROCESSOR) का विकास चरण मॉडल (DVM)



चित्र-5 चंद्रयान-2 लैंडर के लैंडिंग की योजना

सारणी-1: आँकड़े संसाधित्र इकाई के प्रमुख विनिर्देश

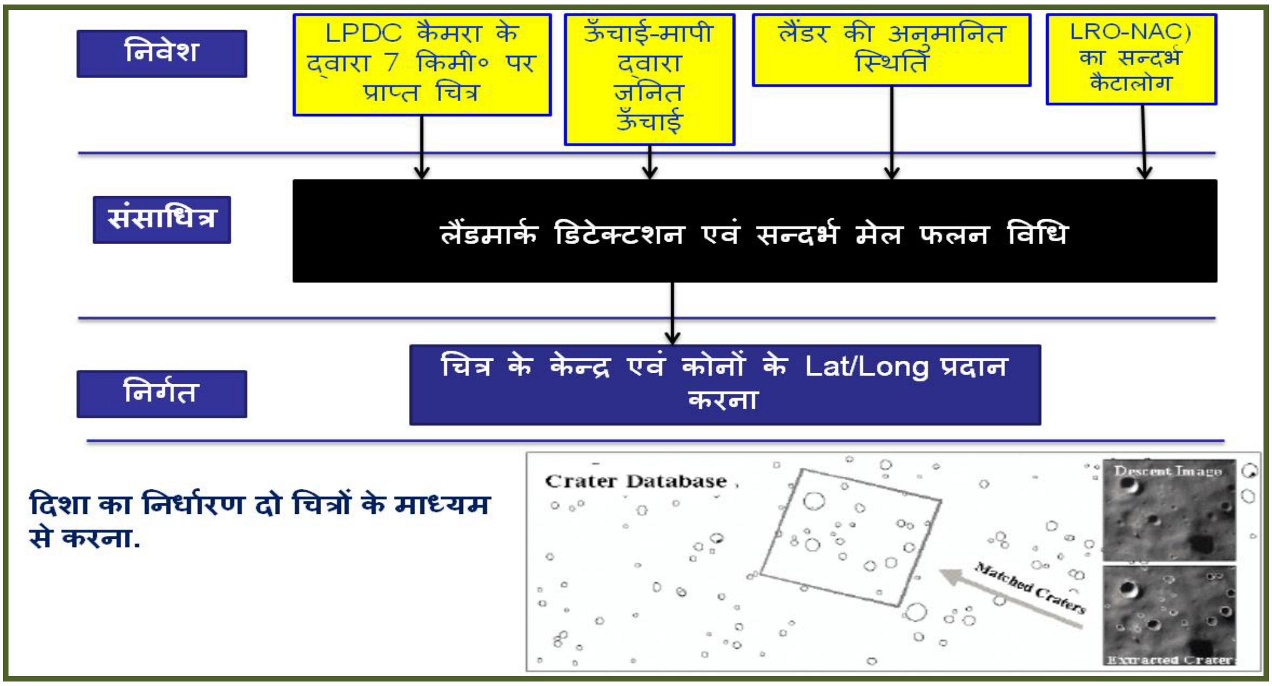
आँकड़े संसाधित्र इकाई (Data Processing Unit,DPU)		
विनिर्देश	का- बैंड ऊँचाईमापी (Ka-band Altimeter)	एच. डी. ए. संसाधित्र (HDA Processor)
आँकड़े (Data)	ऊँचाई मापी आँकड़े	एल. पी. डी. सी. (LPDC) एवं एल. एच. डैक. (LHDAC) कैमरा आँकड़े

संसाधित्र (Processing)	तीव्र फूरिये रूपांतरण (Fast Fourier Transform), फिल्तरण (Filtering), ऊँचाई की गणना, उर्ध्व-गति की गणना **आंकडों की संख्या = ~250000 to 15**	क्रेटर निर्धारण, क्रेटर केंद्रक मापन, सन्दर्भ मेल (Reference Matching), चित्र स्केलिंग, घुमाव, क्रेटर/बौल्डर का पता लगाना, क्रेटर कैटालोग बनाना, सुरक्षित स्थान का पता लगाना इत्यादि
NGC को निवेश	ऊँचाई, उर्ध्व-गति Altitude and Vertical Velocity	चित्र के केन्द्र एवं कोनों के Lat/Long प्रदान करना, सुरक्षित ग्रिड का Lat/Long (होवरिंग चरण में प्रदान करना)
एफ. पी. जी. ए. संसाधित्र काल (FPGA Processing Time)	• ऊँचाई ~ 500 ms-1s. • उर्ध्व-गति ~ 500 ms-1s.	• **स्थान एवं दूरी का पता लगाना (7 km ± 2.5 km):** ~5 s (लक्ष्य) • **होवरिंग चरण :सुरक्षित ग्रिड का Lat/Long** : ~5 s (लक्ष्य)

आँकड़ें संसाधित्र इकाई (Data Processing Unit)

द्वि-आँकड़ों संसाधित्र इकाई (DPU) आधारित इस बोर्ड के मुख्य विनिर्देशों को सारणी-1 के माध्यम से दर्शाया गया है। Ka-बैंड ऊँचाईमापी एवं एच.डी.ए. संसाधित्रों में क्रमशः रडार ऊँचाईमापी (Radar Altimeter) एवं LPDC तथा LHDAC से प्राप्त आँकड़ों को भेजा जायेगा। प्रथम DPU प्रोसेसर में तीव्र फूरिये रूपांतरण, फिल्तरण, ऊँचाई की गणना तथा ऊर्ध्व-गति (Vertical Velocity) की गणना हेतु उपयुक्त संसाधित्र माड्यूलों का आरोपण किया जा रहा है जहाँ पर वास्तविक/निकट वास्तविक काल में लगभग 2,50,000 से लेकर 15 आँकड़ों का संसाधन किया जायेगा एवं तद्उपरांत NGC को लैंडर की परिशुद्ध ऊँचाई तथा ऊर्ध्व-गति प्रदान की जायेगी और इनकी गणना में क्रमशः 500ms से 1 सेकंड का समय लगेगा।

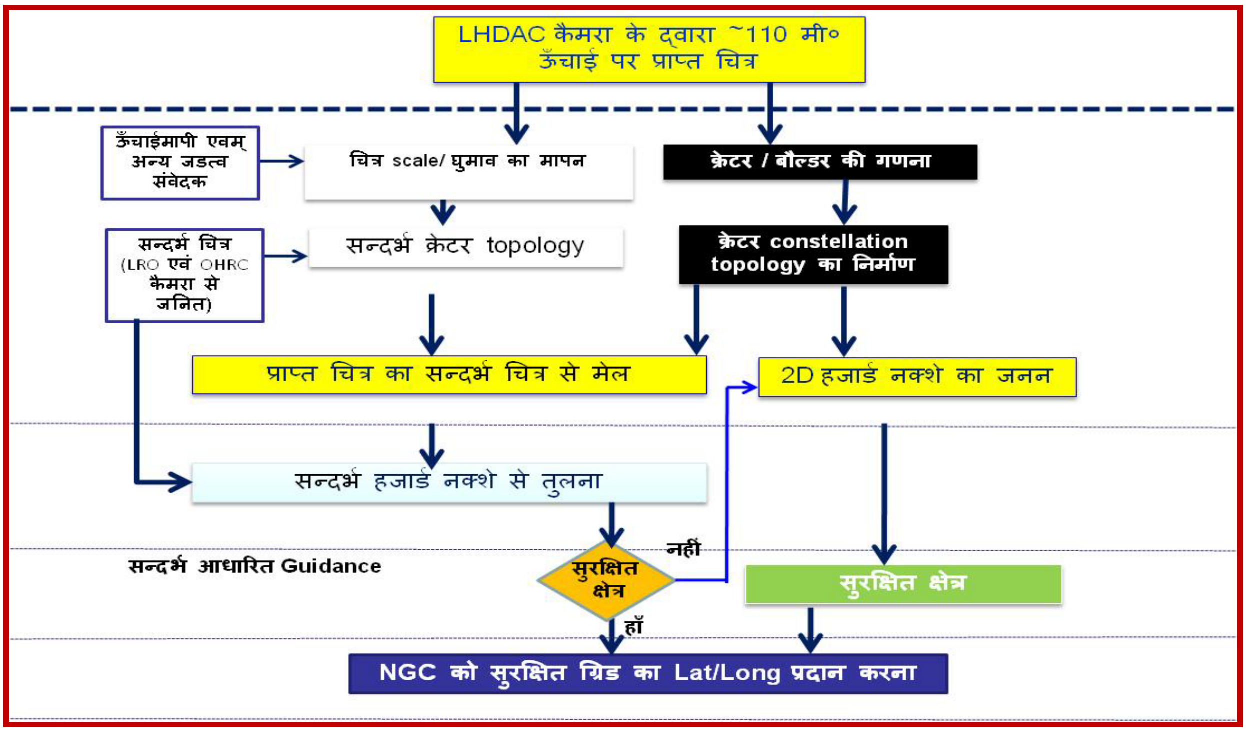
एच.डी.ए प्रोसेसर LPDC एवं LHDAC कैमरा से प्राप्त आंकड़ों से क्रेटर निर्धारण, क्रेटर केंद्रक मापन, संदर्भ मेल, चित्र स्केलिंग, घुमाव क्रेटर। बोल्डर का पता लगाना, क्रेटर कैटलॉग बनाना, सुरक्षित स्थान का पता लगाना इत्यादि है जिसके द्वारा प्राप्त वास्तविक काल चित्रों के केंद्र एवं कोनों के Lat/Long प्रदान करेगा तथा होवरिंग चरण में सुरक्षित ग्रिड का Lat/Long प्रदान करेगा। LPDC तथा LHDAC कैमरा से प्राप्त आंकडों द्वारा उपरोक्त मानों के जनन के लिए फलन-विधियों को निम्नलिखित प्रक्रिया द्वारा संपूर्ण किया जाता है।



चित्र -6: एल. पी. डी. सी. कैमरा से प्राप्त चित्र की फलन-विधि

एच.डी.ए प्रोसेसर (HDA) की फलन-विधि

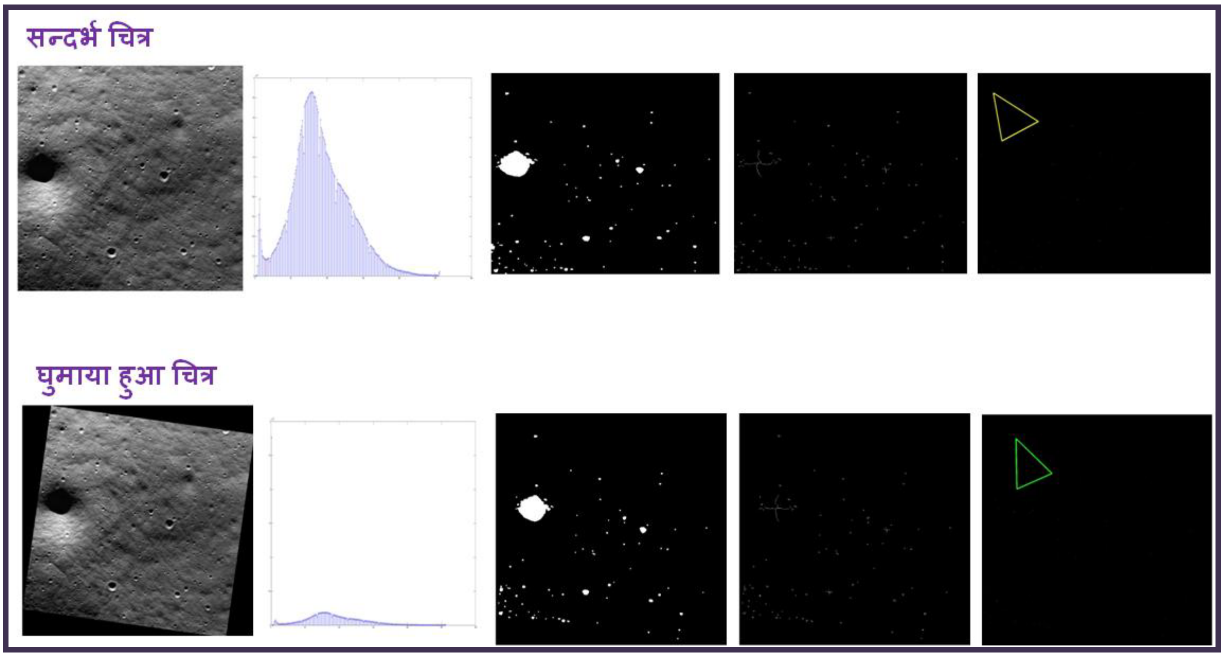
LPDC कैमरा आंकड़ें मुख्यत: लैंडर का पूर्व-निर्धारित गमन-पथ पर लैंडर को उचित गति प्रदान करके सुरक्षित स्थान-पर मृदु-अवतरण कराने हेतु, होवरिंग चरण (Hovering Stage) में पहुँचाना है। सर्वप्रथम इस फलन-विधि में LPDC कैमर के द्वारा 7 कि.मी. ऊँचाई पर प्राप्त वास्तविक काल चित्रों से मुख्य-चिंहों एवं क्रैटर कैटलॉग का जनन करता है जिसके लिए ऊँचाई, लैंडर की अनुमानित स्थिति तथा LRO-NAC का संदर्भ कैटलॉग प्रयुक्त होता है। एक बार मपख्य चिन्हों को जनन करके संदर्भ-कैटलॉग के मुख्य चिन्हों से मिलान किया जाता है। HDA प्रोसेसर इन सभी कार्यों को लगभग 5 सेंकड (लक्ष्य) में करने में सक्षम होगा। एक बार मुख्य-चिन्हों के मिलान हो जाने पर लैडर की यथास्थिति की जानकारी, समय के साथ, NGC को भेजी जाएगी। तद्नुपरांत HDA प्रोसेसर LPDC कैमरा से द्वितीय चित्र को अर्जित करके पुन:उपरोक्त फलन-विधि को दोहराएगा। इन दोनों गणना किए गए Lat/Long के मानों से लैंडर के दिशा की गणना की जाएगी तथा यह जानकारी भी NGC को पहुँचायी जाएगी। NGC इन जानकारियों के आधार पर लैंडर को ~110 मी. की ऊँचाई पर निर्धारित गति के साथ सही समय पर पहुचायेगा। चित्र-6 में एल.पी.डी.सी कैमरा से प्राप्त चित्र की फलन-विधि को दर्शाया गया है।



चित्र -7: एल. एच. डैक. LHDAC कैमरा से प्राप्त चित्र की फलन-विधि

एल.एच.डैक (LHDAC) कैमरा से प्राप्त चित्रों में संदर्भ चित्रों से मिलान LPDC कैमरा की फलन-विधि के अनुसार ही किया जाता है, इसमें मुख्य अंतर यह है कि LPDC कैमरा में LRO के संदर्भ चित्रों का प्रयोग होता है। जबकि LHDAC कैमरा में OHRCC कैमरा से प्राप्त उच्च-विभेदन संदर्भ चित्रों को प्रयुक्त किया जाता है LHDAC द्वारा होवरिंग चरण में सुरक्षित क्षेत्र की फलन-विधि को चित्र-7 के माध्यम से दिखाया गया है।

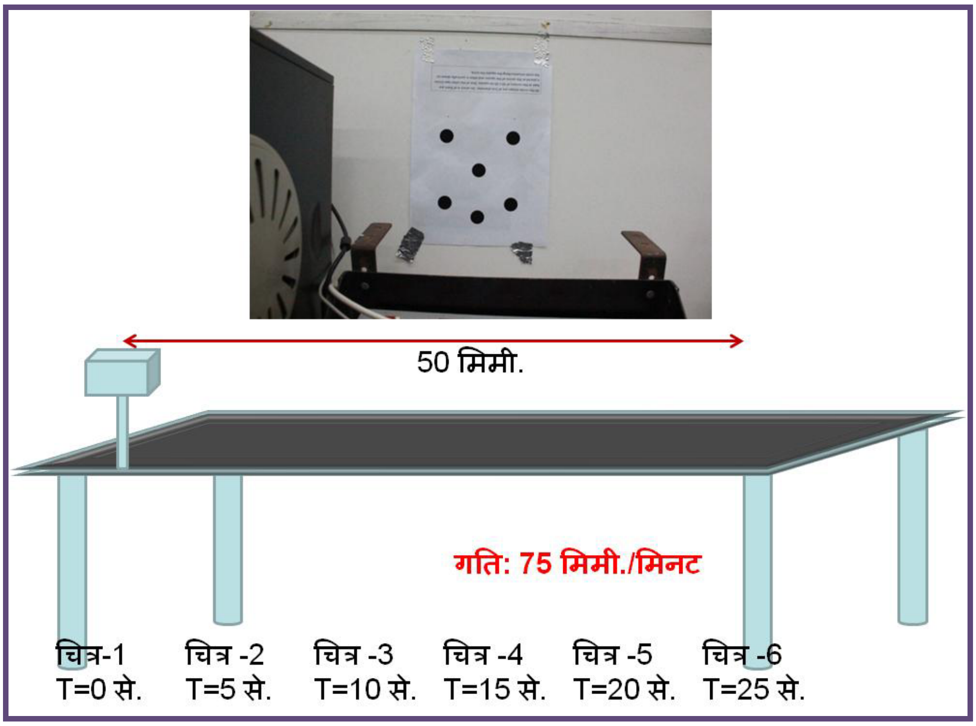
इस चरण में अगर लैंडर उपयुक्त जगह पर नहीं पहुँच पाया तो उस समय समांतर प्रक्रिया द्वारा सुरक्षित क्षेत्र की गणना की जाएगी और इन सब प्रक्रियाओं के उपरांत NGC को सुरक्षित ग्रिड का Lat/Long प्रदान किया जाएगा और NGC लैंडर को सुरक्षित ग्रिड के ऊपर पहुँच Retroroclcects को प्रज्वलित करके ऊर्ध्व-गति शून्य तक पहुँचा देगा और लैंडर को 2 मी. तक लाकर समस्त निकायों को बंद करके चंद्र के गुरुत्वाकर्षण के अंतर्गत 2 मी.से मुक्त रूप में लाकर सुरक्षित चंद्र सतह पर उतार देगा।



चित्र संख्या -8 में LPDC एवं LHDAC कैमरा के अनुकरण

प्रयोगशाला स्थापना एवं परिणाम

परिणामों को दिखाया गया है। इसमें सर्वप्रथम संदर्भ एवं घुमाए गए चित्रों (LRO Camera) के माध्यम से क्रेटर निर्धारण करके निम्नानुसार आकृतियों का निर्माण किया गया। चूँकि किसी भी त्रिभुज के आंतरिक कोणों का मान ऊँचाई से पूर्णतया मुक्त होता है अत: इन दोनों चित्रों में कई त्रिभुजों को बनाकर उनके आंतरिक कोणों का मिलान किया गया। जैसे ही दोनों चित्रों में एक-समान कोणों का मिलान हो जाता है तो वहाँ पर मुख्य-चिन्हों के संचालित किए गए look up table से Lat/Long की मानों का पता चल जाता है। एक बार Lat/Long का पता चलने पर चित्र-फ्रेम के केंद्र एवं कोनों के Lat/Long की गणना सफलतापूर्वक कर ली जाती है। Lat/Long के यही मान NGC निकाय को HDA DPU से Altimeter DPU एवं 1553 बस के द्वारा पहुँचा दिए जाते हैं। इन मानों के आधार पर NGC को लैंडर की यथास्थिति का विवरण प्राप्त हो जाता है तथा लैंडर को उपयुक्त गति प्रदान करके सुरक्षित स्थान पर अवतरण किया जा सकेगा।



चित्र -9: लैंडर के क्षैतिज गति का मान निर्धारण हेतु प्रयोगशाला स्थापना

लैंडर के क्षैतिज गति (Horizontal Velocity) का प्रयोग एवं परिणाम

लैंडर के क्षैतिज गति का मान निर्धारण करने के प्रयोग की स्थापना को चित्र -9 में दर्शाया गया है।इस प्रयोग में प्रकाशीय-कैमरा को एक स्टैंड, जिसकी गति 750 मिमी./मिनट थी, पर लगाकर दीवार पर चिपके एक चित्र की प्रत्येक 5 सेकंड में एक चित्र खींची गयी। इन सभी प्राप्त 6 चित्रों में सुमेलित प्रक्रिया के द्वारा चित्रों के सुमेलन coefficients का मान निकाला गया। इन मानों के द्वारा प्रत्येक चित्रों के मध्यम कुल Pixel में अंतर को मापा गया तथा प्रत्येक चित्रों के माध्यम कुल Pixel के Resolution के आधार पर हर दो चित्रों के मध्य दूरी की गणना की गयी।

माना दो चित्रों के मध्य दूरी = d_1
तथा दो चित्रों के मध्य समय = t_1
तब क्षैतिज गति $Vh = (d1/t1)$

चित्र-10 में दो चित्रों के मध्य ज्ञात किए गए सुमेलन प्रक्रिया द्वारा लैंडर के क्षैतिज गति के मापन की प्रक्रिया को दर्शाया गया है। सारणी-2 एवं सारणी-3 में चित्रों में पिक्सेल (Pixel) के अंतर तथा मापी गयी क्षैतिज गति के मैट्रिक्स(Matrix) को दर्शाया गया है।

सारणी – 2: चित्रों में पिक्सेल (Pixel) का अंतर

	Img_0011	Img_0012	Img_0013	Img_0014	Img_0015	Img_0016
Img_0011	0	36	76	114	153	192
Img_0012	36	0	39	76	116	154
Img_0013	76	39	0	37	76	114
Img_0014	114	76	37	0	38	76
Img_0015	153	116	76	38	0	37
Img_0016	192	154	114	76	37	0

सारणी – 3: मापी गयी क्षैतिज गति (Horizontal Velocity)

	Img_0011	Img_0012	Img_0013	Img_0014	Img_0015	Img_0016
Img_0011	0	74.1601	78.2802	78.2802	78.7952	79.1042
Img_0012	74.1601	0	80.3402	78.2802	79.6535	79.3102
Img_0013	78.2802	80.3402	0	76.2201	78.2802	78.2802
Img_0014	78.2802	78.2802	76.2201	0	78.2802	78.2802
Img_0015	78.7952	79.6535	78.2802	78.2802	0	76.2201
Img_0016	79.1042	79.3102	78.2802	78.2802	76.2201	0

परिणाम – सारणी-2 एवं सारणी-3 के द्वारा
प्रत्येक पिक्सल का आकार = 0.1716 मिमी. (कैमरा विभेदन)
अधिकतम अशुद्धि =।(अनुमानित मान – अधिकतम गणना)।

=5.3402 मिमी/मिनट

= 0.089 मिमी./से.

= 0.52 पिक्सल

अत: अत्याधिक अशुद्धि मान = 0.6 पिक्सल

इसलिए 0.6 पिक्सल तक शुद्धि क्षैतिज गति की गणना। इस विधा द्धारा सफलतापूर्वक की जा सकती है।

उपसंहार

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

आभार

लेखक एवं एम.एस.डी.जी टीम इस कार्यों को करने के लिए दिए गए सुअवसर प्रोत्साहन एवं दिशा-निर्देश के लिए श्री आ. सी. किरन कुमार (अध्यक्ष, इसरो), श्री तपन मिश्रा (निदेशक, सैक), का तहेदिल से आभार प्रकट करते हैं। हम श्री.बी.आर.राजपूत, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी तथा हिंदी कक्ष के सभी सहकर्मियों का आभार प्रकट करते हैं, जिन्होंने इस पत्र के टंकण में अपना सहयोग प्रदान किया।

अंत में हम एम.एस.डी.जी के सभी वैज्ञानिकों, अभियंताओं, सहकर्मियों, सैक/इसरो के क्रमियों तथा समस्त इसरो परिवार के कर्मियों के आभारी है।

***

सुरक्षा सहित संभावित अभिनव अनुप्रयोग

रडार हेतु व्यापकी भू-परीक्षण प्रणाली

(Generic Ground Checkout Unit for RADARs)

किरल बी घोदाद्रा, माधव दास, अभिषेक कुणाल, हिमांशु पटेल, बी एस रामन, मिलेश एम. देसाई
एम.एस.सी.इ.डी/एम.एस.डी.जी./एम.आर.एस.ए
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो, अहमदाबाद-380015, भारत
ईमेल- {nmdesai, kiral, madhavdas}@sac.isro.gov.in

मूल शब्द : भू-परीक्षण प्रणाली(**Ground checkout unit**), अंकीय उपतंत्र (**Digital Subsystem**), नीतभार नियंत्रक (**PayLoad Controller**), अंकीय चर्प जनित्र (**Digital Chirp Generator**), डाटा अर्जन और संपीडन प्रणाली **(Data Acquisition and Compression System)**

परिचय:

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन ने कई अंतरिक्ष वाहित रडार नीतभारो का प्रचालिकरण सफलतापूर्वक किया है और इन भू–प्रेक्षण उपग्रहों से अर्जित डाटा को विभिन्न वैज्ञानिक और सामाजिक उपयोगों के लिए प्रयोग किया है। इन रडार नीतभारों की सफलता का श्रेय इनकी वृधिकार परिक्षण और अभिलाक्षानन को जाता है। इन नीतभारों के सम्मिश्र और संसक्त अंकीय उपतंत्रो का परीक्षण इन-हॉउस विकसित भू-परीक्षण प्रणाली से किया गया है। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र के सूक्ष्म तरंग सुदूर संवेदक क्षेत्र ने इन रडार नीतभारों के लिए व्यापकी भू-परीक्षण प्रणाली का विकास किया है। भू-परीक्षण प्रणाली इन नीतभारों के प्रत्येक स्पंद पुनरावर्तन आवृत्ति का अभिलाक्षानन कर सकता है। भू-परीक्षण प्रणाली ओन बोर्ड तंत्र के संपादन में विचलन और परिवर्तन संसूचन में सक्षम है व त्रुटियुक्त निवेश का अनुकरण कर सकता है। यह पत्र भू-परीक्षण प्रणाली के अभिकल्प और विकास की अभिमुखताओं की चर्चा करता है।

आवश्यकताएँ:

आधुनिक और उन्नत सूक्ष्म तरंग रडार न्यूनतम आयतन, भार, और ऊर्जा की कठोर आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए बनाये जाते हैं। इन नयी पीड़ी सूक्ष्म तरंग रडार के अंकीय उपतंत्र जैसे की नीतभर नियंत्रक (**PayLoad Controller - PLC**), अंकीय चिर्प जनित्र **(Digital Chirp Generator - DCG)** और डाटा अर्जन और संपीडन प्रणाली **(Data Acquisition and Compression System - DACS)** एक ही पैकेज में संयोजित किये जाते हैं। इस कारण से इन अंकीय उपतंत्रों को योग्य करने की परीक्षण आवश्यकताएँ और भी चुनौती पूर्ण बनती जा रहीं हैं। यह एकीकृत जाँच प्रणाली इन अंकीय उपतंत्रों की सभी कार्य क्षमताओं को ध्यान में रख के अभिकल्प और विकसित की जाती है। इन परीक्षण प्रणालियों को उड़ान मॉडल पैकेज के साथ अंतरापृष्ठ करने के लिए प्रणालियों की गुणता जांच और मूल्यांकन करना आवश्यक होता है। अत: परीक्षण प्रणाली को कुछ निश्चित गुणता मापदंडों को पूर्ण करना ज़रूरी है। इसलिए इन परीक्षण प्रणालियों को उड़ान मॉडल के मूल्यांकन बेंच मार्क करने से पहले उनको विशिष्ट परिक्षण और मूल्यांकन प्रक्रिया से गुज़रना पड़ता है। एक व्यापक भू-परीक्षण प्रणाली के प्रमुख लाभ पुन: प्रयोज्य, विश्वस्नीयता, तेज विकास चक्र आदि हैं।

अभिकल्प विशेषता:

एक व्यापकी भू-परीक्षण प्रणाली का अभिकल्प ऐसा होना चाहिए की वह नीतभार के उपतंत्रों का संपूर्ण परीक्षण और मूल्यांकन कर सके। यह भू-परीक्षण प्रणाली उपग्रह के विभिन्न उपतंत्रों का अनुकरण करता हे जैसे की,

- बस मेनेजमेन्ट यूनिट (Bus Management Unit)
- बेसबैंड डाटा हेंडलिंग यूनिट (BaseBand Data Handling Unit)
- आवृति जनित्र (Frequency Generator)
- अभिग्राही (Receiver), इत्यादी।

यह व्यापकी भू-परीक्षण प्रणाली की निम्नलिखित विशेषताएं और कार्य हें :

- बस मेनेजमेन्ट यूनिट MIL-STD-1553 अंतरापृष्ठ दूरादेश – दूरमिति के लिए
- परिवर्तनशील दर डाटा का अर्जन, विश्लेषण और सत्यापन
- परिशुध्द कालन जनन (precise timing generation)
- संकेत उद्दीप (stimulus) उत्पन्न करना
- ए-डी परिवर्तक का अभिलक्षणन
- चर्प संकेत का अभिलक्षणन
- ब्लाक ऐडेपिटव क्वांटाईजेशन एवं संकेत प्रक्रमक का सत्यापन
- अन्य उपतंत्रों का अंतरापृष्ठ अनुकरण करना
- रिपोर्ट उत्पन्न करना
- प्रग्रहित तरंगाकृति का विश्लेषण
- दोष स्थिति का संकेत
- सोफ्टवेर द्वारा मानक यंत्रो का स्वचालित नियंत्रण

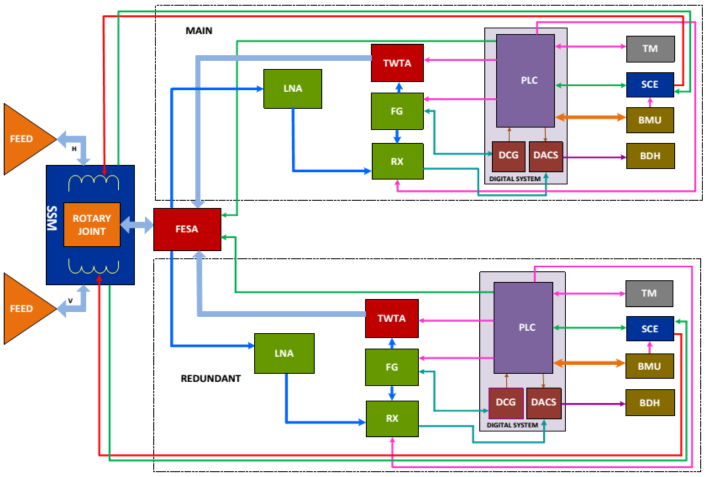


Figure 6: SCATSAT-1 खंड चित्र

एक व्यापकी भू-परीक्षण प्रणाली पूर्वकथित कार्यों का संपादन करती हे एवं संगठित डाटाबेस में परीक्षा परिणाम का अभिलेख निर्वाह करती हे।

SCATSAT-1 नीतभार के एकीकृत भू-परीक्षण प्रणाली का अध्ययन इस पत्र में उदाहरण के रूप में किया गया हे। लघु अपरिवर्तानो के साथ इस प्रणाली का उपयोग चंद्रयान – 2 के उपतंत्रों के परीक्षण के लिए भी किया जा सकता हे। यह भू-परीक्षण प्रणाली की युक्ति सभी प्रकार के रडार नीतभारो के एकीकृत अंकीय उपतंत्रों के परीक्षण के लिए लागु हो सकती हे।

मामला अध्ययन: SCATSAT-1 भू – परीक्षण प्रणाली

SCATSAT-1 अभियान पूर्व Oceansat-II Scatterometer जो की अनेक राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय ग्राहकों को डाटा सेट प्रदान करता है, उसका सातत्य अभियान है। यह डाटा सेट समुद्र उपरी पवन सदिश को निष्कर्ष करने में उपयोग होता है जो की चक्रवात पथ पूर्वानुमान में एक महत्वपूर्ण निवेश है। SCATSAT-1 नीतभर का खंड चित्र नीचे दर्शाया गया है:-

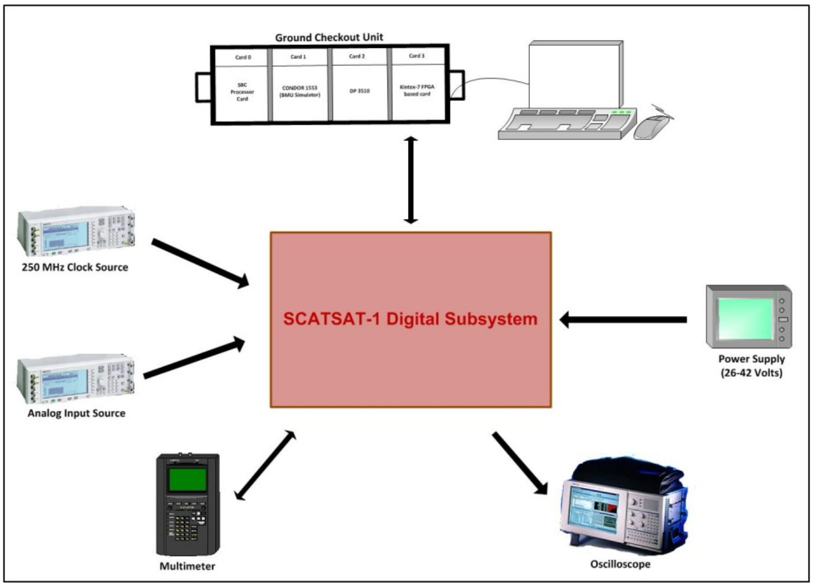


Figure 7: SCATSAT-1 परीक्षण ढांचा

उपरी खंड चित्र SCATSAT-1 के अंकीय उपतंत्र का अन्य उपतंत्रों के साथ अंतरापृष्ठ दर्शाता है। इस अंकीय उपतंत्र के सम्पूर्ण परीक्षण के लिए एक व्यापकी और एकीकृत भू- परीक्षण प्रणाली का विकास किया गया है।

SCATSAT-1 परीक्षण ढांचा:

SCATSAT-1 नीतभर के अंकीय उपतंत्र के परीक्षण ढांचे का खंड चित्र नीचे दर्शाया गया है। SCATSAT-1 भू-परीक्षण प्रणाली में एक cPCI (Compact Peripheral Computer Interface) आधारित कंप्यूटर है जिसमे बहु cPCI बोर्ड लगाये जाते हैं। ये बोर्ड भिन्न कार्यक्षमता और निवेशों का अनुकरण करता है। निम्नलिखित SCATSAT-1 भू-परीक्षण प्रणाली के प्रमुख घटक हैं:-

i. **BMU अनुकारक**

अंकीय उपतंत्र BMU से MIL-STD-1553 पर अंतरापृष्ठ करता है। BMU अनुकारक एक MIL-STD-1553 आधारित अनुकारक है जो सभी दूरादेश भेजने और दूरमिति संग्रहीत करने का कार्य करता है। इसमें एक ग्राफी प्रयोक्ता अंतरापृष्ठ है जो Visual Basic में बनाया गया है। इसके द्वारा अंकीय उपतंत्र ऊर्जा को चालू-बंद कर सकते हैं और सभी विन्यास प्रचाल को भेज सकते हैं।

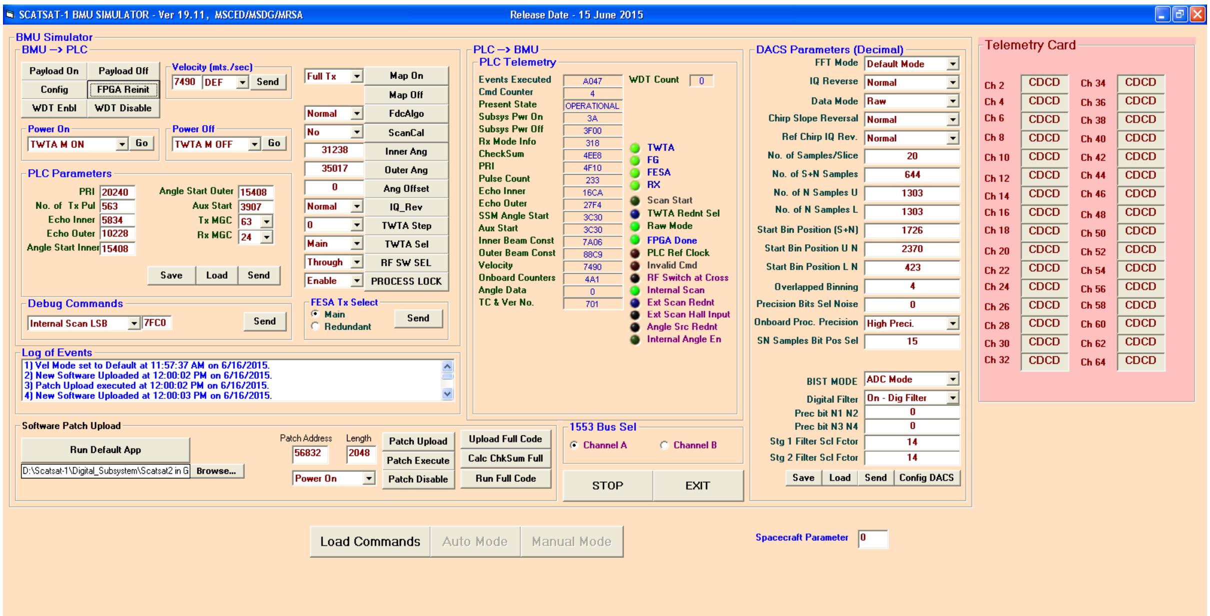


Figure 8: BMU अनुकारक

ii. **Scan Control Electronics(SCE) अनुकारक**

SCE अनुकारक स्कैन स्टार्ट स्पंद (Scan Start Pulse) और दिगंश कोण डाटा (Azimuth Angle Data) समय-समय पर उत्पन्न करता है। सम्पुर्ण SCATSAT-1 नीतभर स्कैन स्टार्ट स्पंद से तुल्यकालित है। स्कैन स्टार्ट स्पंद प्रेश – ग्राही स्पंदों (Transmit- Receive pulses) को उत्पन्न करने और अन्य रडार प्रचालन प्रवर्तन में मुख्य भूमिका निभाता है। अत: Scan Control Electronics जनित संकेतों में अतिरिक्तता अभिकल्प की गयी है। भू-परीक्षण प्रणाली Scan Control Electronics के सभी अतिरिक्तता के विकल्पों का अनुकरण करती है। एक ग्राफी प्रयोक्ता अंतरापृष्ठ आधारित सॉफ्टवेर के द्वारा इन विकल्पों का समर्थ-असमर्थ (**enable-disable**) किया जा सकता है। SCE अनुकारक सॉफ्टवेर का स्नेप-शोट और उससे जनित संकेतों को **नीचे**दिखाराया किया गया है।

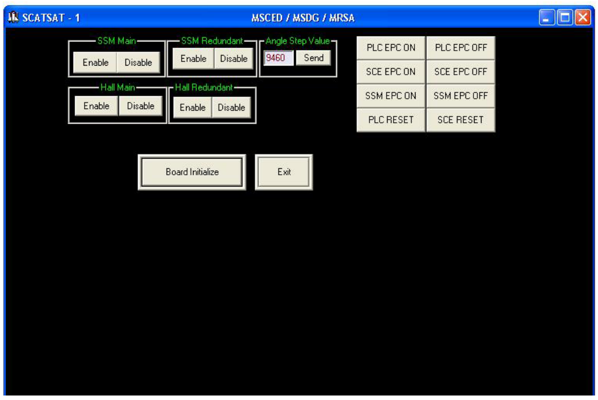


Figure 10: Scan Control Electronics(SCE) अनुकारक

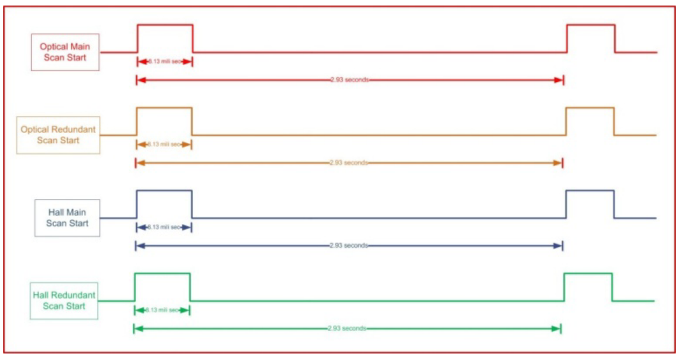


Figure 9: स्कैन स्टार्ट स्पंद

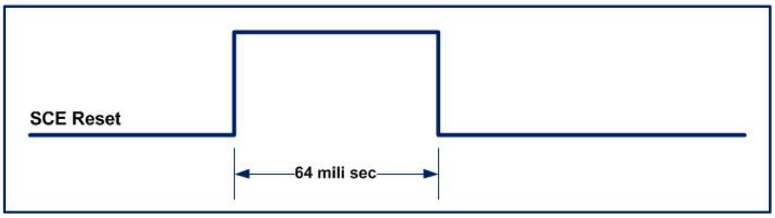


Figure 11: SCE रिसेट स्पंद

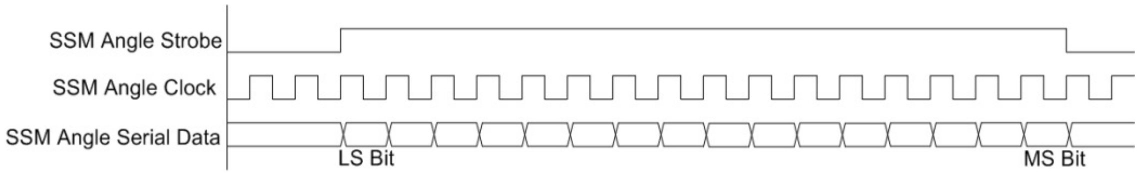


Figure 12: दिगंश कोण डाटा (Azimuth Angle Data)

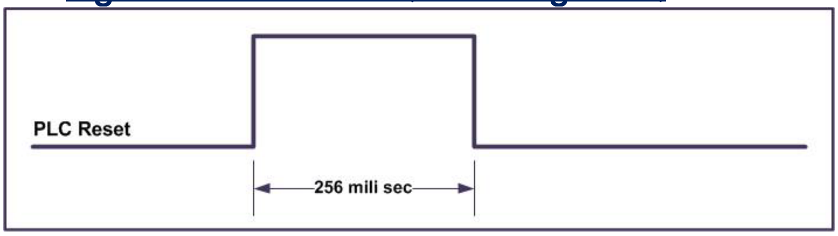


Figure 13: PLC रीसेट स्पंद

iii. **डाटा अभिलेखन सॉफ्टवेर (Data Recording Software)**

SCATSAT-1 डाटा अभिलेखन सॉफ्टवेर अंकीय उपतंत्र के बेस-बैंड डाटा हन्डि्लंग यूनिट अंतरापृष्ठ का अनुकरण करता है। यह सॉफ्टवेर का ग्राफी प्रयोक्ता अंतरापृष्ठ Microsoft Visual Studio में बनाया गया है। इसकी मुख्य भूमिका PCI अंतरापृष्ठ के द्वारा वास्तविक काल में डाटा ग्रहण/अभिलेखन है। यह सॉफ्टवेर अन्तस्थ फलन का उपयोग कर के Kintex-7 FPGA बोर्ड से संवाद करता है।

उपयोगकर्ता को डाटा अभिलेखन के अधिवेशन (data recording session) को आरंभ करने से पहले कुछ निवेश को चुनना है। उपयोगकर्ता को यह ध्यान रखना है की DUT और Kintex-7 आधारित बोर्ड के बिच की कड़ी सही तरह से स्थापित की गयी है। उपयोगकर्ता की सहायता के लिए सॉफ्टवेर के ग्राफी प्रयोक्ता अंतरापृष्ठ में अभिलेखित डाटा के ओनलाइन स्थिति सम्पूरण (online status update) की सुविधा दी गयी है। डाटा अभिलेखन सॉफ्टवेर के

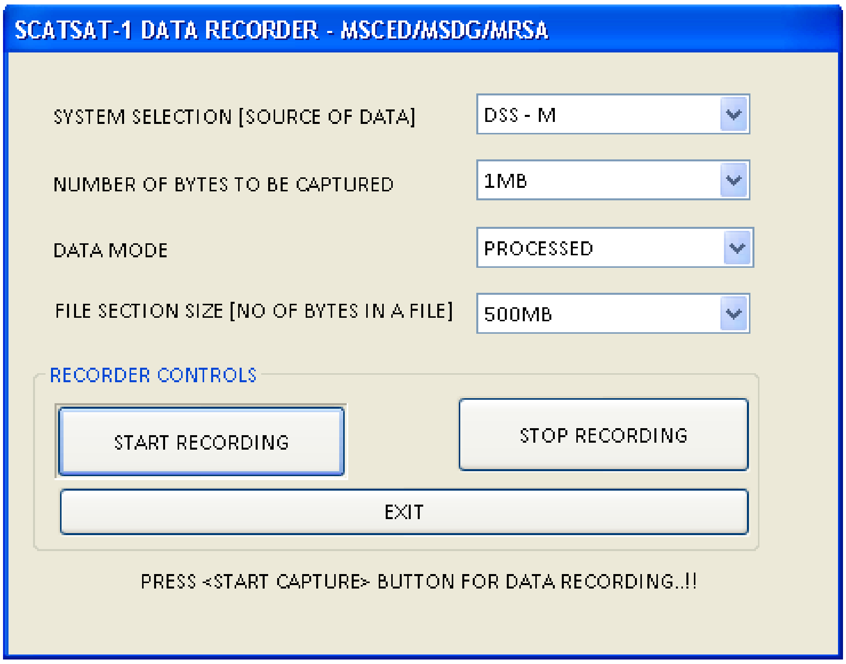


Figure 14: SCATSAT-1 डाटा अभिलेखन सॉफ्टवेर

ग्राफी प्रयोक्ता अंतरापृष्ठ का स्नेप-शोटनीचेदर्शाया गया है।

iv. **डाटा विश्लेषण अवं सत्यापन सॉफ्टवेर (Data Analysis & Verification Software)**

डाटा विश्लेषण एवं सत्यापन सॉफ्टवेर अंकीय उपतंत्र के DCG-DACS अनुभाग का परीक्षण करता है। DCG अनुभाग के कार्य का सत्यापन करने के लिए प्रेश स्पंद एवं एकल चैनल चर्प एक स्वचालित सॉफ्टवेर से आवश्यक समय मुद्रांकन (time stamping) के साथ दोलनदर्शी (Oscilloscope) यन्त्र से कम्प्युटर में प्रग्राहित किया जाता है। दोलनदर्शी में अभिग्रहण के लिए सभी आवश्यक सेटिंग स्वचालित रूप से किया जाता है एवं प्रग्रहित फ़ाइल भू-परीक्षण प्रणाली में LAN द्वारा अंतरित की जाती है।

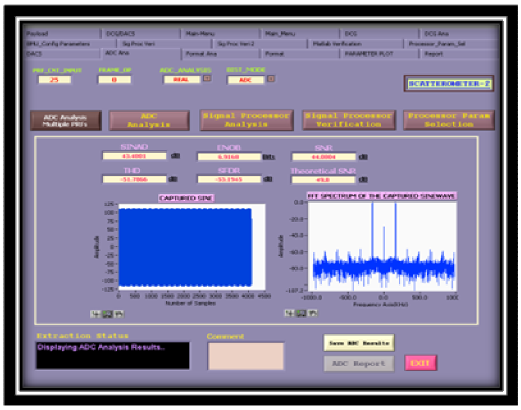


Figure 16: डाटा विश्लेषण सॉफ्टवेर

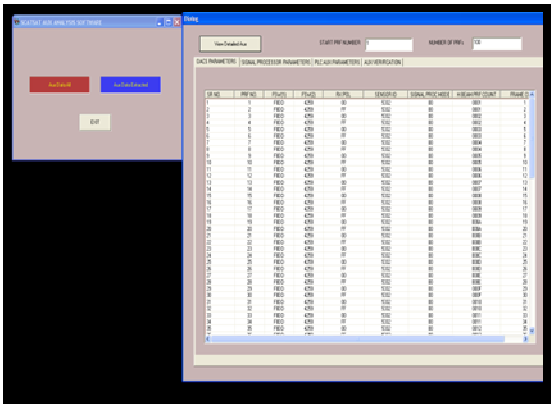


Figure 15: डाटा सत्यापन सॉफ्टवेर

उपसंहार:

यह रडार व्यापकी भू-परीक्षण प्रणाली MRSA/SAC में सफलतापूर्वक अभिकल्प एवं विकसित की गयी है। यह प्रणाली इस समय चल रही परियोजनाए जैसे की SCATSAT-1, चंद्रयान-2 आर्बिटर एवं लेंडर, X-band SAR, आदि में उपयोग में ली जा रही है। पुन: प्रयोज्य, विश्वस्नीयता, तेज विकास चक्र, प्रतिरूपकता, लागत-प्रभावशीलता, आदि व्यापकी भू-परीक्षण प्रणाली की यह संकल्पना के प्रधान लाभ है। यह इन-हॉउस बनायीं गयी भू-परीक्षण प्रणाली रडार नीतभारो के परीक्षण के लिए सबसे उपयुक्त है।

आभार:

हमें इस कार्य को करने के लिए दिए गए सुअवसर एवं दिशा-निर्देश के लिए श्री तपन मिश्रा) निदेशक, सैक(के अत्यन्त आभारी है जिन्होंने रडार हेतु व्यापकी भू-परीक्षण प्रणाली के विकास संबंधित कार्यों को करने में हमें अपना मार्गदर्शन दिया है। हम श्री बी.आर .राजपूत, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी तथा हिंदी कक्ष के सभी सहकर्मियों का आभार प्रकट करते हैं। अंत में हम एम.आर.एस.ए .के सभी वैज्ञानिकों, अभियंताओं, सैक/इसरो के कर्मियों तथा समस्त इसरो परिवार के आभारी है।

सन्दर्भ:

अ. SCATSAT-1 Scatterometer – Preparatory Design Review Document, SAC/SCATSAT/PDR/01, April 2014

आ. BMU Simulator for SCATSAT-1 Digital Subsystem, MRSA/MSDG/MSCED/SCATSAT-1 BMU Sim 1.0, June 2015

इ. SCE Simulator for SCATSAT-1 Digital Subsystem, MRSA/MSDG/MSCED/SCATSAT-1 SCE Sim 1.0, June 2015

ई. Data Recording Software for SCATSAT-1 Digital Subsystem, SAC/MRSA/MSDG/MSCED/SCATSAT-1/DSS/SCATSAT-1 DATA RECORDING SOFTWARE v1.0, June 2015

उ. SCATSAT-1 Ground Checkout Unit for Digital Subsystem, MRSA / MSDG / MSCED / SCATSAT-1 DSS GCU 1.0, June 2015

सुरक्षा सहित संभावित अभिनव अनुप्रयोग

रेडार नीतभार हेतु उच्च गति, उच्च क्षमता सॉलिड स्टेट रेकॉर्डर

(High Speed, High Capacity Solid State Recorder for Radar Payloads)

अभिषेक कुणाल, रमेश.बी.गामेती, माधव दास, विनय कुमार एस.,रमेश कुमार गुप्ता,
वी. मनावला रामानुजम, वी. वी. वेदम, संजय त्रिवेदी एवं निलेश एम. देसाई
एम.एस.डी.जी./एम.आर.एस.ए., अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो, अहमदाबाद-380015, भारत
ईमेल- {abhishek, nmdesai,vish }@sac.isro.gov.in}

मूल शब्द – सॉलिड स्टेट रेकॉर्डर (Solid State Recorder, SSR), एकल बोर्ड (Single board), एफ.पी.जी.ए. (FPGA), NAND फ्लैश (NAND FLASH), ग्राफी प्रयोक्ता अन्तरापृष्ठ (Graphical User Interface,GUI) इत्यादि

प्रस्तावना

विगत् कुछ वर्षों में इसरो ने अपने सूक्ष्तरंग संवेदी कार्यक्रम (Microwave Remote Sensing Programme) के अंतर्गत अनेक अंतरिक्ष-वाहित एवं वायुवर्ती अभियान जैसे कि रीसैट-I (RISAT-I), स्केट्रोमीटर(Scatterometer-1), आपदा प्रबंधन संश्लेषी द्वारक रेडार (Disaster Management Synthetic Aperture Radar) इत्यादि का सफल विकास एवं प्रचालन किया है। इन सूक्ष्मतरंग नीतभारों के कोर रेडार इलेक्ट्रानिकी के प्रमुख अवयवों में से एक उपतंत्र, अभिलेखित्र (Recorder) होता है जिसका उपयोग रेडार से प्राप्त आंकड़ो के संचयन(storage) हेतु किया जाता है। बाद में, उन्ही आंकड़ो को इस्तेमाल करके रेडार प्रतिबिम्ब(Image) बनाया जाता है। वर्तमान में, इसरो के रेडार वायुवर्ती अभियान जैसे की आपदा प्रबंधन संश्लेषी द्वारक रेडार (DMSAR) में वाणिज्यिक/औधोगिक अभिलेखी उपतंत्र का उपयोग आंकड़ो के संचयन हेतु किया जाता है, जिसकी लागत काफी ज्यादा होती है और इनका आयात विदेशी कंपनी से किया जाता है। इसके अलावा इस उपतंत्र के बिगड़ने की स्थिति में, समय और धन के साथ-साथ मिशन संबंधित कार्यकर्मो पर भी गहरा असर पड़ता है। इन सब बिन्दुओं को ध्यान में रख कर, एक आंतरिक (in-house) Solid State Recorder (SSR) की अभिकल्पना एवं विकास एम.आर.एस.ए/सैक (MRSA/SAC) में की गयी है, जिसकी आंकड़ो के संचयन की क्षमता वाणिज्यिक/औधोगिक अभिलेखी उपतंत्रो के तुलनात्मक होगी, इसका द्रव्यमान (Mass), आयतन(Volume),शक्ति क्षय(Power Dissipation) उन अभिलेखित्रों के मुकाबले काफी कम होगी और साथ-साथ ही इसकी कीमत भी उनके एक चौथाई से भी कम होगी। उच्च कार्यक्षमता निष्पादन हेतु औद्योगिक प्रमाणित NAND FLASH चिप्स का उपयोग इस एस.एस.आर(SSR) के निर्माण में किया गया है। इस एस.एस.आर(SSR) की वास्तुकला(architecture) को द्रव्यमान, आयतन, शक्ति की आवश्यकताओं को ध्यान में रखकर अनुकूलतम बनाया गया है। इसके साथ-साथ इसकी वास्तुकला का विकास इस प्रकार किया गया है कि, इसकी आंकड़ो के संचयन की क्षमता का संवर्धन(augmentation) आसानी से किया जा सकता है। इस अत्याधुनिक एस.एस.आर के संचरण(control) हेतु Visual C ++ में एक ग्राफी प्रयोक्ता अन्तरापृष्ठ (Graphical User Interface, GUI) का निर्माण किया गया है।

एस.एस.आर की प्रमुख विशेषताएँ

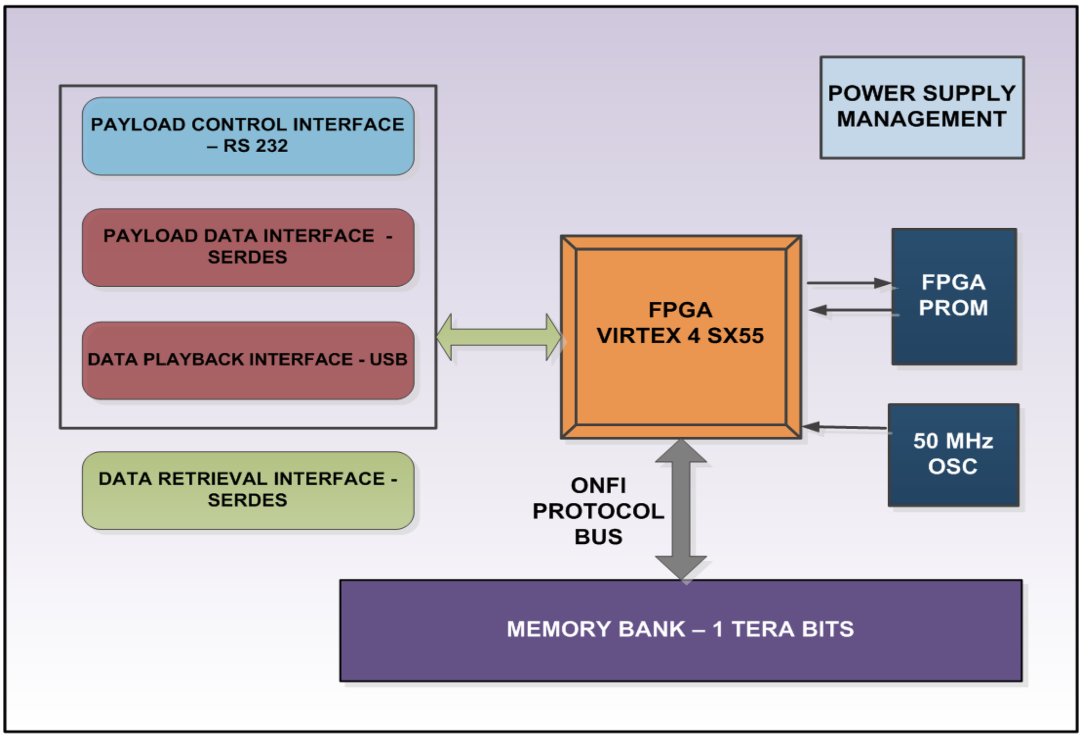
इस अत्याधुनिक, स्वदेशी एस.एस.आर(SSR) की प्रमुख विशेषताएँ इस प्रकार हैं -

दीर्घकालिक आंकडे निवेश दर (Sustained Input Data Rate)	1.2 गीगा बॉड (1.2 Giga Baud)
संचायन क्षमता (storage capacity)	16 टेरा बिट्स (Tera bits) तक
द्रव्यमान(Mass)	600 ग्राम (gram)
शक्ति की आवशयकता	<10 वाट्स (Watts)
पैकेज विस्तार (Package Dimension)	(220 x 150 x 25) मिमी (mm)
नियंत्रण अन्तरापृष्ठ (Control Interface)	RS-232
डेटा प्रत्यानयन यंत्रावली (Data Retrieval Mechanism)	USB
संक्रियात्मक तापमान(Operational Temp.) रेंज	0-70°C
संकारक अन्तरापृष्ठ (Operator Interface)	विंडोज(Windows) आधारित GUI
संचयन माध्यम (Storage Medium)	NAND फ्लैश(FLASH)

एस.एस.आर का हार्डवेयर विन्यास

इस एकल बोर्ड(Single Board) आधारित एस.एस.आर के विन्यास का प्रमुख अंग जाइलिंक्स(Xilinx) Virtex-4 एफ़. पी. ज़ी. ए. (Field Programmable Gate Array, FPGA) है, जो कि मास्टर नियंत्रक के रूप में कार्य करता है। चित्र संख्या 1 में एस.एस.आर के आलेख को दर्शाया गया है। उच्च गति के आंकड़ो के निवेश अन्तरापृष्ठ(input interface) के लिए पेलोड विशिष्ट(specific) सिरियलाईजर-डी सिरियलाईजर(Serializer-Deserializer,SER-DES) का उपयोग किया गया है। आंकड़ो के संचयन हेतु कुल 36 NAND फ़्लैश(FLASH) चिप्स(chips) का प्रयोग किया गया है। इनमें से प्रत्येक चिप की संचयन क्षमता 32 गीगा बिट्स है। इतने ज्यादा फ़्लैश चिप्स का उपयोग उच्च गति (high speed) के आंकड़ो का दीर्घकालिक निवेश दर(sustained input rate) की आवश्यकताओं के कारण किया गया है।

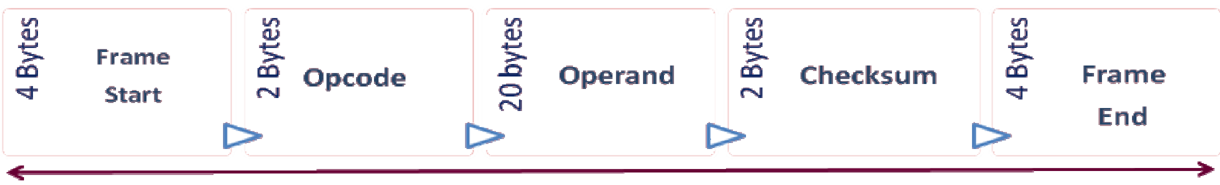
एस.एस.आर में संचयित आंकड़ो के प्रत्यानयन(retrieval) हेतु व्यापकी यूनिवर्सल सीरियल बस(Universal Serial Bus, USB) अन्तरापृष्ठ का उपयोग किया गया है एवं एस.एस.आर के समस्त कमांड एवं नियंत्रण हेतु RS-232 का उपयोग किया गया है। इसके साथ ही बहु-अधिवेशन अनुक्रमी फाइल प्रबंधन प्रणाली(Multi-Session Sequencial File Management System) का भी समावेश इसके अभिकल्प में किया गया है, ताकि इसमें संचयित सभी आंकड़ो को उनके अर्जन समय(Acquisition time) के तदनुसार पृथक करके उनका सूचकांक (index) रखा जा सके। एफ़. पी. ज़ी. ए. एवं अन्य परिधीय चिप्स(peripheral chips) के क्लॉक के लिए 50 मेघाहट्र्ज़(Megahertz) के क्रिस्टल दोलित्र (Crytal Oscilllator) का उपयोग किया गया है।



चित्र संख्या –1 एस.एस.आर का खंड आलख

एस.एस.आर की कमांड संरचना एवं सूची

एस.एस.आर के सफल परिचालन हेतु, इसके प्रत्येक फलन के लिए एक यूनिक(unique) कमांड का विकास किया गया है, जिसकी कुल लंबाई 32 बाईट(Byte) की होगी।

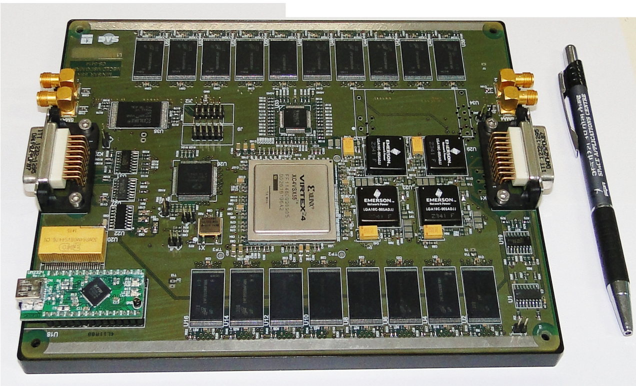


32 बाईट (Byte)

एस.एस.आर कमांड	कमांड (COMMAND)	(ऑपकोड) OPCODE	
	रीसेट एफ़. पी. ज़ी. ए.(Reset FPGA)	0x75	0x06

	रीसेट फ़्लैश मेमोरी (Reset Flash Memory)	0x75	0x08
	(रीड फ़्लैश आईडी) Read Flash Device IDs	0x75	0x09
	(बैड ब्लाक अभिनिर्धारण) Bad Blocks Identification	0x70	0x03
	एस.एस.आर रेकॉर्डिंग स्टार्ट (SSR Start Recording)	0x70	0x04
	एस.एस.आर स्टॉप रेकॉर्डिंग (SSR Stop Recording)	0x70	0x05
	SSR Playback एस.एस.आर प्लेबैक	0x78	0x27
	Recorder Erase(रेकॉर्डर एरेज़)	0x69	0x66

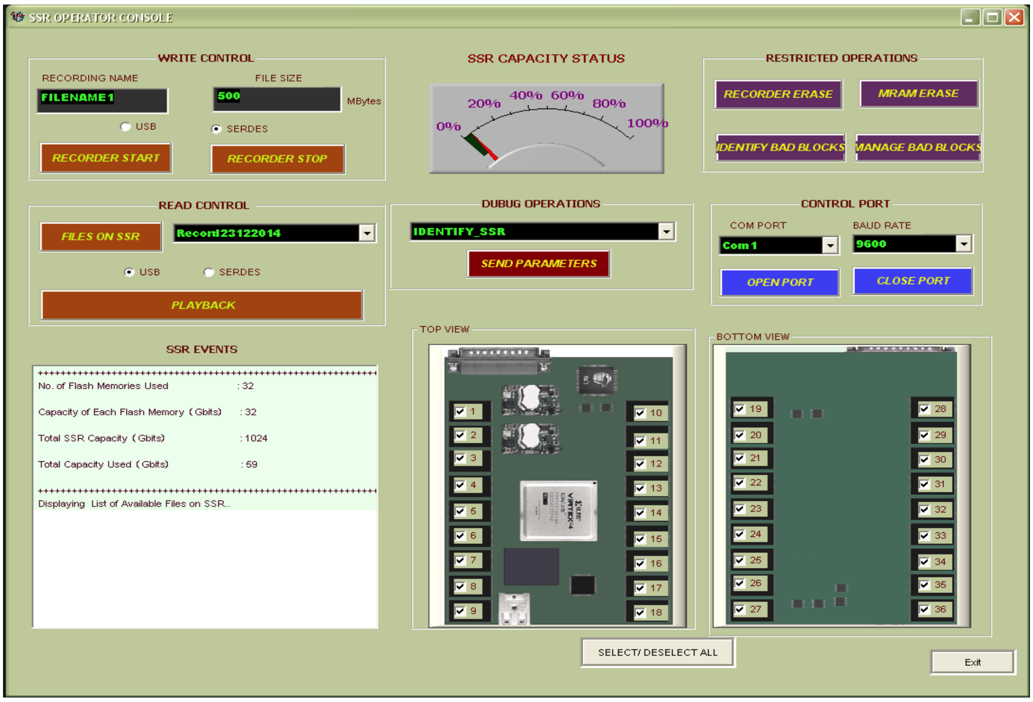
चित्र संख्या –2 एस.एस.आर की कमांड सूची



चित्र संख्या-3 एस.एस.आर का हार्डवेयर एवं इसका पैकेज

एस.एस.आर हार्डवेयर एवं अंतरापृष्ठ

एस.एस.आर का समस्त नियंत्रण एक होस्ट कम्प्यूटर/लैपटॉप (Host computer/Laptop) से RS-232 बस (bus) के माध्यम से किया जाता है। इसके लिए एक Visual C++ में एक ग्राफी प्रयोक्ता अंतरापृष्ठ (Graphical user Interface, GUI) का निर्माण किया गया है।। चित्र संख्या 3



चित्र संख्या-4 एस.एस.आर का ग्राफी प्रयोक्ता अंतरापृष्ठ (GUI)

में एस.एस.आर के हार्डवेयर एवं इसके पैकेज को दर्शाया गया है।
एस.एस.आर के हार्डवेयर में 18 NAND फ़्लैश चिपस् उपरी तल पर लगाये गए हैं और 18 चिपस् की माउन्टिंग नीचे के तल पर की गयी है। चित्र संख्या 4 में एस.एस.आर के GUI को दिखाया गया है।

इस GUI के द्धारा एस.एस.आर में डेटा लेखन(Data Writing), डेटा प्रत्यानयन(Data Retrieval) एवं एस.एस.आर के दोषमार्जन(Debugging) जैसे कार्य आसानी से किये जा सकते हैं। इसके अलावा इसमें अनुक्रमी फाइल प्रबंधन प्रणाली (Multi-Session Sequencial File Management System) की भी विशेषता है जो की एस.एस.आर में संचयित सभी फाइलों(files) का अनुवर्तन (track) रखता है और बाद में डेटा प्रत्यानयन में सहायक सिद्ध होता है।इसके साथ ही, इसमें रेकॉर्डर एरेज़ (Recorder Erase) की भी व्यवस्था है,जिससे एस.एस.आर में संचयित अनावश्यक फाईलों को विलेखित (delete) किया जा सकता है।

उपसंहार

सूक्ष्मतरंग नीतभारों(Microwave Payloads) से प्राप्त उच्च गति के आंकड़ो के संचयन हेतु अभिलेखित्र (Recorder) तंत्र का उपयोग किया जाता है। इसरो के वायुवर्ती रेडार अभियान जैसे की आपदा प्रबंधन संश्लेषी द्धारक रेडार (DMSAR) में वाणिज्यिक/औधोगिक अभिलेखी उपतंत्र का उपयोग आंकड़ो के संचयन हेतु किया जाता है, जिसकी लागत काफी ज्यादा होती है और इनका आयात विदेशी कंपनी से किया जाता है। आत्मनिर्भरता कि दिशा में एक कदम आगे बढ़ते हुए,एम.एस.डी.जी. में एक एकल बोर्ड आधारित एस.एस.आर का निर्माण किया गया है, जिसकी लागत काफी कम है और हमारी सभी आवयकताओं को परिपूर्ण करने में सक्षम है। भविष्य में होने वाले इसरो के वायुवर्ती अभियानों में यह एस.एस.आर अत्यंत सहायक सिद्ध होगा।यह एस.एस.आर अभी विवरणात्मक परीक्षण के दौर से गुजर रहा है और जल्द ही इसका समावेश पेलोड के अभिन्न अंग के रूप में कर लिया जायेगा। अभी इसकी परिकल्पना एवं विकास वायुवर्ती अभियानों के लिए की गयी है, परन्तु भविष्य में इसी अभिविन्यास का उपयोग अंतरिक्ष-वाहित अभिलेखित्र (Space-borne Recorder) के रूप में भी किया जा सकता है।

आभार

हमें इस कार्य को करने के लिए दिए गए सुअवसर एवं दिशा-निर्देश के लिए श्री तपन मिश्रा (निदेशक, सैक)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 अपना 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 हैं।

***

सुरक्षा सहित संभावित अभिनव अनुप्रयोग

समाज, विज्ञान एवं सुरक्षा के लिए अंतरिक्ष में संभावित अनुप्रयोग

स्वतः एकीकरण प्रणाली (Automatic Identification System)

लीना कोहली कपूर, एस एन सताशिया
एसएटीडी/एसएनएए

सारांश: उपग्रह आधारित एआईएस (AIS) ऐसी प्रणाली है जो की देश के समुद्री पर्यावरण के मानिटरन एवं संरक्षण में सहायक सिद्ध हो सकती है। इस संभावित अनुप्रयोग के क्रियान्वयन में कुछ तकनीकी समस्याएँ एवं चुनौतियाँ है। प्रस्तुत लेख में इनका संक्षिप्त वर्णन करके भू-आधारित एआईएस (AIS) अभिग्राही अभिकल्प प्रस्तावित किया गया है।

प्रस्तावना

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

स्वतः एकीकरण प्रणाली (एआईएस (AIS)) जहाज वाहित सार्वत्रिक प्रणाली है जो इस लक्ष्य की पूर्ति में महत्वपूर्ण सिद्ध हो सकती है। इस प्रणाली का उद्देश्य समुद्री पर्यावरण का संरक्षण तथा नौचालन में सुरक्षा और दक्षता प्रदान करना है।

एआईएस

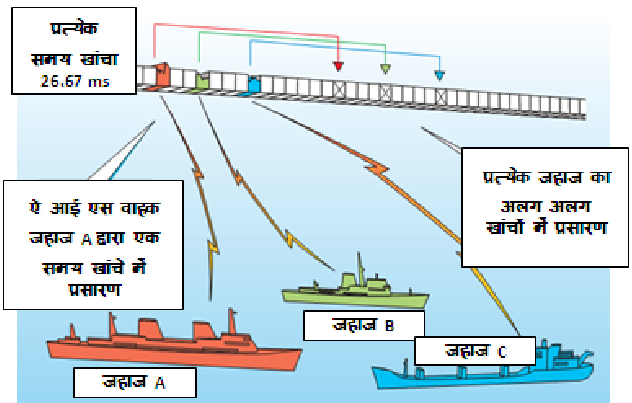
इस प्रणाली के अंतर्गत जहाजों के बीच तथा जहाज एवं तटीय स्टेशनों के बीच संदेशों का आदान प्रदान होता है। इस प्रणाली की संरचना कुछ इस प्रकार है कि **40 nm** के परास में यह स्वतंत्रता से काम करती है। कोई भी एआईएस (AIS) सज्जित जहाज समय समय पर लघु TDMA सन्देश प्रेषित करता है जिसमें उसका पहचान क्रमांक, उसकी गति, स्थिति तथा अन्य आवश्यक जानकारी सम्मिलित होती है। आस पास के जहाज वाहित एआईएस (AIS) अभिग्राही इन संदेशों का संसूचन करके समुद्री पर्यावरण का संपूर्ण चित्र निर्मित करने में सक्षम हो जाते हैं जिसका प्रयोग रेडार द्वारा प्राप्त सूचना के साथ किया जा सकता है। एआईएस (AIS) तंत्र निम्न जहाज़ों के लिए आवश्यक है:

8	24	8	168	16	8	24
रैम्प अप	आमुख	HDLC आरम्भ फ्लैग(SF)	सूचना बिट्स	चक्रिय अतिरिक्तता जाँच(CRC)	HDLC फ्लैग(SF)	सुरक्षा बिट्स

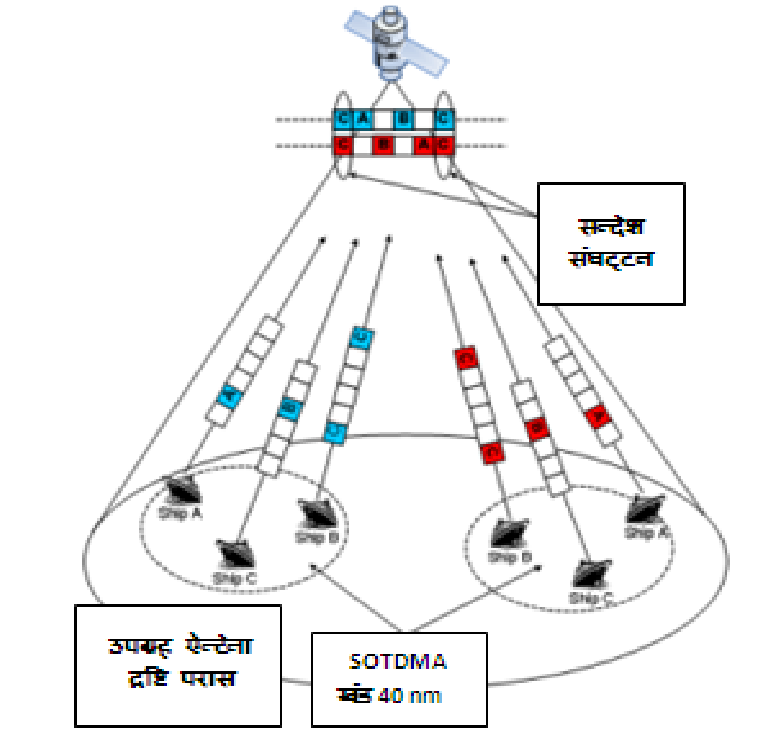
चित्र 1: ऐआईएस सन्देश फार्मेट

- सभी यात्री जहाज
- सभी 500 GT से अधिक माल ले जाते हुए पोतभार जहाज जो कि अन्तराष्ट्रीय यात्रा पर नहीं जा रहें है
- सभी 300 GT से अधिक माल ले जाते हुए पोतभार जहाज जो कि अन्तराष्ट्रीय यात्रा पर जा रहें है

एआईएस (AIS) प्रणाली अंकीय संदेशों का प्रसारण के लिए SOTDMA संचार तकनीक का प्रयोग करती है। 1 मिनट के फ्रेम को 2250 खाचों में विभाजित होता है तथा सन्देश इन्ही खाचों में प्रसारित किया जाता



बिट्स का प्रसारण



चित्र 2: जहाज द्वारा ऐआईएस सन्देश का SOTDMA में प्रसारण

है। प्रत्येक सन्देश 256 बिट्स का होता है तथा खाचों में सन्देश प्रवेश UTC से तुल्यकालित होता है। यह सन्देश VHF के दो चल समुद्री चैनल (एआईएस 1) 87B (एआईएस 2) 88B पर एक के बाद एक प्रसारित होते हैं जिससे प्रणाली को 4500 खाचें उपलब्ध हो जाते हैं और उसकी क्षमता दोगुनी हो जाती है। 256

9600 b/s की दर से GMSK (गाउसियन न्यूनतम विस्थापन कुंजीयन) माडुलन द्वारा वाहक आवृति पर होता है। इस प्रणाली में जहाज स्वयं को अपनी स्थिति अनुसार विभिन्न SOTDMA खण्डों में व्यवस्थित कर लेते है तथा प्रत्येक खंड में प्रसारण SOTDMA नियमों के अंतर्गत ही होता है। प्रत्येक जहाज अपने सुनिश्चित खाचें में ही प्रसारण करता है ताकि संदेशों का संघट्टन न हो पाए।

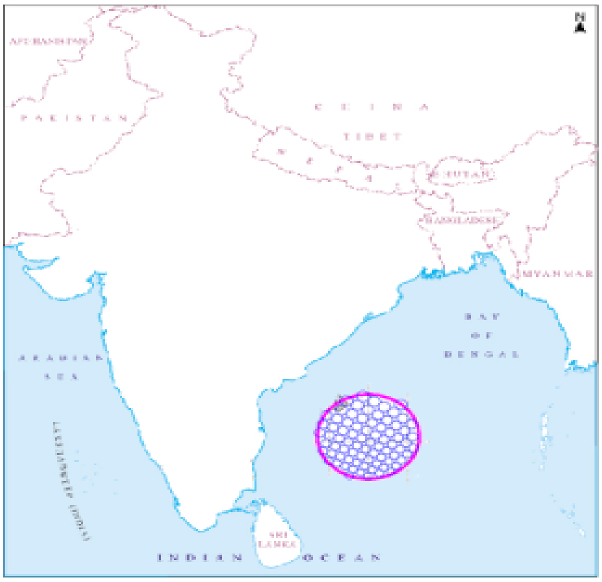
एआईएस के प्रमुख प्राचल निम्नलिखित सारणी में दिए गये है:

बहुगाम योजना	SOTDMA
TDMA फ्रेम लम्बाई	60 s
TDMA फ्रेम में खाचों की संख्या	2250
आमुख	24 बिट्स
जहाज सूचना दर	2 s–6 m के बींच
संचरण शक्ति	12.5W
सिम्बल दर	9600 बाड
प्रचालनी आवृति बैंड	VHF25 kHz 25 kHz बैंड विस्तार के 2 चैनल (161.975 और162.025MHz)

उपग्रह आधारित ऐ आई एस

जहाज वाहित एआईएस तंत्र का परास 40 nm तक सीमित है। ITU ने एआईएस के दीर्घ परासीय उपयोग का भी विवरण दिया है जिसका सार्वत्रिक मानीटरन तथा समुद्री पर्यावरण के संरक्षण के लिए प्रयोग किया जा सकता है। इस उद्देश्य की पूर्ति केवल उपग्रह आधारित एआईएस द्वारा ही की जा सकती है।

एआईएस की संकल्पना अंतरिक्ष में अभिग्रहण के लिए की ही नहीं गई थी। अतः उपग्रह आधारित एआईएस के कार्यान्वयन हेतु कुछ तकनीकी समस्याएँ तथा प्रचालनीय चुनौतियाँ है।



चित्र 3: उपग्रह ऐन्टेना के दृष्टि परास में अनेक SOTDMA खंड

सन्देश संघट्टन एआईएस सन्देश के अभिग्रहण के लिए 600 से 1000 किमी की ऊँचाई पर LEO उपग्रह समूह की आवश्यकता होगी। इस ऊँचाई पर तथा प्रतिरूपी VHF ऐन्टेना के पुंज विस्तार के कारण उपग्रह का दृष्टि विस्तार हजारों नाटिकल माइल्स (nm) का होगा। अतः उपग्रह को एक समय में अनेक SOTDMA खंड दृष्टिगोचर होंगे (चित्र 3)। एआईएस सन्देशों का प्रेक्षण UTC से केवल एक SOTDMA खंड में तुल्यकालिक होता है।

अतः जब उपग्रह अनेक ऐ आई एस प्रेषित्रों से सन्देश अभिग्राहित करेगा तब उनका आपस में तालमेल नहीं होगा। एक ही समय खाचें में कई खण्डों के जहाजों से संदेश प्राप्त होनें तथा उनके संघट्टन होने की सम्भावना बढ़ जायेगी जैसा कि चित्र 4 में दर्शाया गया है।

पथ विलम्ब

एआईएस सन्देश का निर्माण 2 मिली सेकण्ड पथ विलम्ब को ध्यान रखकर किया गया था लेकिन उपग्रह पर यह विलम्ब अधिक है अतः संघट्टन की दो विधियाँ संभव है:

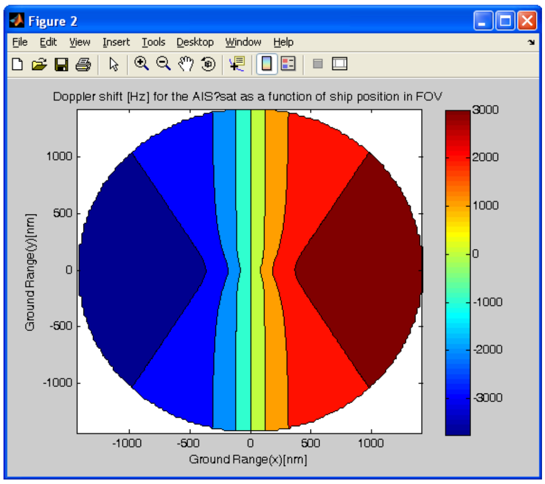
1. विभिन्न SOTDMA खण्डों से एआईएस सन्देश का एक ही खाचें में प्रेषण।

2. विभिन्न SOTDMA खण्डों से एआईएस सन्देश का अलग-अलग खाचों में प्रेषण लेकिन पथ विलम्ब के कारण समकालिक अभिग्रहण

चित्र 4: विभिन्न SOTDMA खंडों से प्राप्त संदेशों का संघट्टन

एआईएस सन्देश में 12 बिट का दूरी विलम्ब बफ़र निहित है ताकि संलग्न खाचों के सन्देश अतिव्याप ना हो। 9600 बिट दर के लिए यह 202 nm तिर्यक् परास के तुल्य है।

तिर्यक् परास = (12 बिट/9600 b/s) * 3 .108 मी/ से= 375 किमी ≈ 202नाटिकल माइल्स (nm)



600 किमी की ऊँचाई पर उपग्रह के लिए यह 394 नाटिकल माइल्स (nm) के भू- परास के बराबर है (चित्र 5)। अतः 800 नाटिकल माइल्स (nm) के प्रमार्ज विस्तार तक संघट्टन पहली विधि से और 800 नाटिकल माइल्स (nm) के प्रमार्ज विस्तार के बाहर दूसरी विधि से होता है।

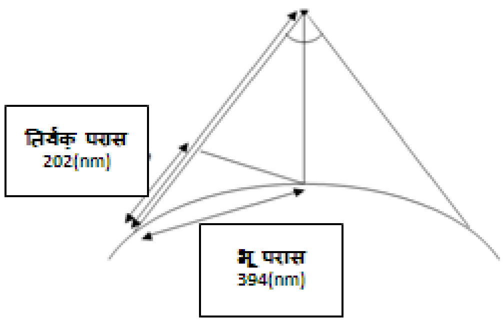
डाप्लर प्रभाव

डाप्लर आवृति विस्थापन प्रेषक तथा अभिग्राही के आपेक्षिक वेग पर आधारित है।

उपग्रह आधारित ऐ आई एस में जहाज वेग उपग्रह वेग की तुलना में बहुत कम है अतः

डाप्लर आवृति विस्थापन $\Delta f = v_r/\lambda$,

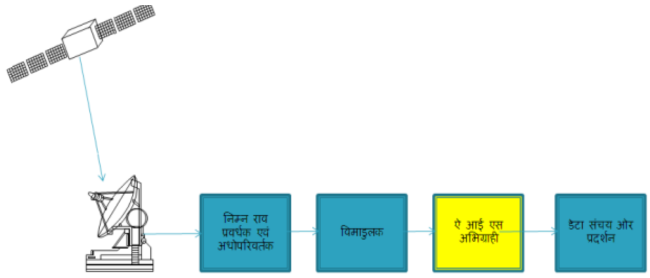
जहाँ $\lambda = c/f$ (= 1.86 मी) मौलिक एआईएस सिग्नल का तरंगदैघर्य है तथा v_r उपग्रह वेग का घटक है जो जहाज की ओर निर्देशित है।



चित्र 6: ऐ आई एस द्रष्टि क्षेत्र में अधिकतम डाप्लर विस्थापन

प्रतिरूपी LEO ऊँचाई तथा एआईएस दृष्टि क्षेत्र के लिए अधिकतम डाप्लर विस्थापन 4 kHz है। क्षेत्रिय व्याप्ति की सममिति के कारण

डाप्लर विस्थापन **-4 kHz to +4 kHz** के बीच रहता है। अतः दो संदेशों के बीच अधिकतम आपेक्षिक डाप्लर **8 kHz** होगा।

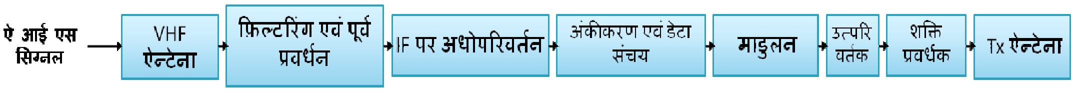


चित्र 7: भू-अभिग्राही ऐआईएस

ऐ आई एस अभिग्राही

कामड़ेव **(COMDEV)** नामक एक कंपनी ने एआईएस के सिग्नलों के अभिग्रहण के लिए नैनो उपग्रहों का निर्माण किया है।

आन बोर्ड एआईएस अभिग्राही का निष्पादन माप, भार तथा शक्ति आवश्यकता से सीमित होगा। अतः भू-आधारित अभिग्राही जिसका उपग्रह आधारित घटक सिग्नल का संचय कर आगे भू-आधारित अभिग्राही को आगे भेज दे, कार्यान्वियन के लिए उपयुक्त होगा। चित्र में भू-अभिग्राही श्रंखला दर्शायी गई है: चित्र 8 में ऐ आई एस संकल्पनात्मक नीतभार खंड आलेख दिखाया गया है।

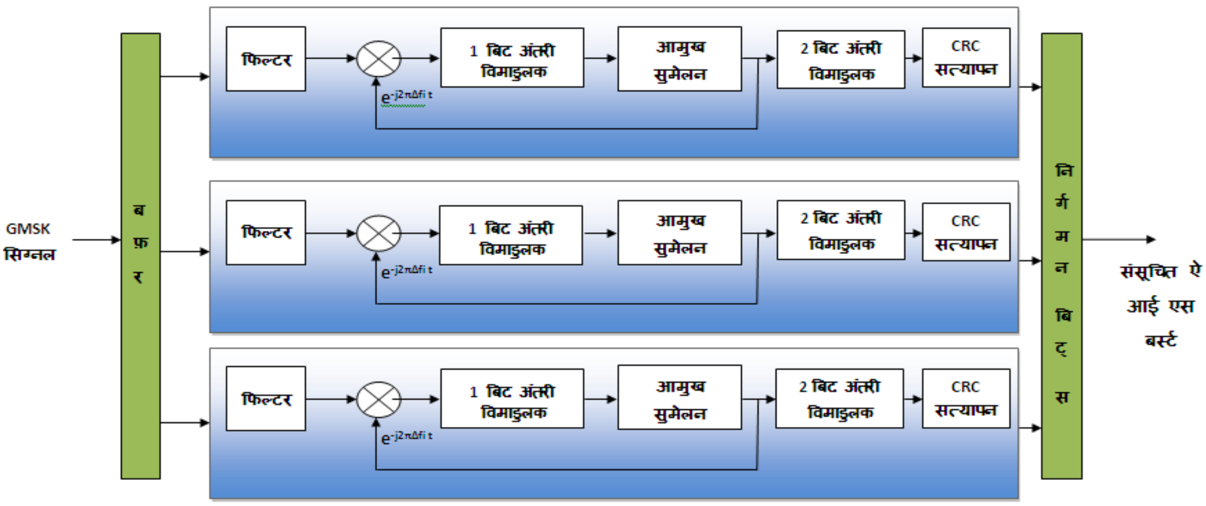


चित्र 8: एआईएस संकल्पनात्मक नीतभार

VHF ऐन्टेना से प्राप्त सिग्नल को फिल्टर कर निम्न आवृति पर अधोपरिवर्तित किया जा सकता है। तत्पश्चात इसका अंकीकरण करके उचित आवृति पर माडुलन कर भू- आधारित अभिग्राही के ओर पुनः प्रेषण किया जा सकता है।

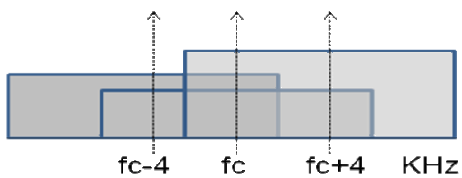
भू-आधारित अभिग्राही

चित्र 9 में भू-आधारित अभिग्राही का खंड आरेख दिखाया गया है। ऐन्टेना से प्राप्त सिग्नल को आधार बैंड पर परिवर्तन करने से पूर्व उसका संसाधन RF अग्रांत से होता है जिसमें निम्न राव प्रवर्धक, आवृति अधोपरिवर्तक तथा फिल्टर निहित होता है। A/D परिवर्तक IF सिग्नल का अंकीय नमूना आधार बैंड को देता है। यह अंकीय सिग्नल बफ़र में संचित कर क्रम से एक फिल्टर बैंक से पार करके विमाडुलित किया जाता है।



चित्र 9: एआईएस का खंड आरख

जैसाकि पहले वर्णन किया गया है उपग्रह आधारित एआईएस से प्राप्त सिग्नल में उपग्रह वेग के कारण डाप्लर विस्थापन **-4 kHz to +4 kHz** के बीच रहता है। दूसरी चुनौती उपग्रह ऐन्टेना के विशाल दृष्टि क्षेत्र में एक ही खाँचे में एक से अधिक एआईएस सन्देश का अभिग्रहण और संघट्टन।



चित्र 10 फिल्टर बैंक

इस समस्या के समाधान के लिए अभिग्राही संरचना में एक फिल्टर बैंक तथा 3 समानांतर विमाडक शाखाओं का समावेश किया गया है। "फिल्टर बैंक" डाप्लर विस्थापन द्वारा प्रदान कि गई आवृति विविधता का फायदा उठाता है। यह चित्र 10 में दर्शाया गया है जहाँ एआईएस चैनल बैंड को 3 अतिव्यपित उप बैंड्स में विभाजित किया गया है। प्रत्येक उप बैंड का बैंड विस्तार सिग्नल बिट दर के बराबर तथा $0.3R_b$ से विस्थापित है।

प्रत्येक शाखा का निर्माण एआईएस चैनल के केवल एक हिस्से का विश्लेषण करने के लिए किया गया है। प्रत्येक शाखा में बफ़र से अंकीय सैम्पल लेकर उसका विमाडलन तथा संसूचन होता है। प्रत्येक शाखा में अधिग्रहण, असंसक्त संसूचन (Non-coherent detection) तथा CRC सत्यापन पुष्टि के उप खंड होते हैं।

ऐ आई एस सन्देश कि सूचना बिट्स का NRZI कोडन करके इन द्विध्रुवी सिम्बल्स का अंतरी कोडन इस अनुक्रम $a_n = b_n a_{n-1}$, $n \geq 0$ में किया जाता है। अंतरी कोडन के पश्चात कोडन किये गये सिम्बल्स GMSK (गाउसियन न्यूनतम विस्थापन कुंजीयन) माडलित किये जाते हैं।

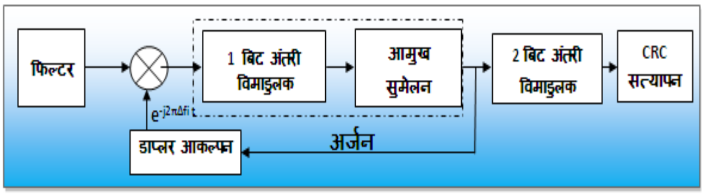
$$s(t) = e^{j\phi(t)}$$

प्राप्त सिग्नल ***r(t)*** चैनली योज्य गाउसीय रव (AWGN) z(t), के साथ प्राप्त होता है

जहाँ **Δf** सिग्नल की वाहक आवृति से आफसेट है तथा Φ_0 वाहक कला आफसेट है।

$$r(t) = As(t-\tau)e^{j2\pi\Delta ft+\phi_0} + z(t)\,,$$

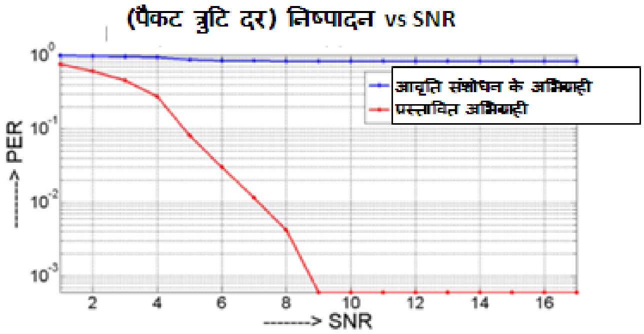
GMSK के लिए अंतरी संसूचन (differential detection) सुविधाजनक है क्योंकि उसपर दीर्घ डाप्लर परास तथा तात्क्षणिक आवृति एवं कला परिवर्तन का प्रभाव कम पड़ता है तथा इस संसूचन योजना का कार्यान्वयन आसानी से किया जा सकता है। दो सबसे सरल संसूचन तकनीक हैं – 1-बिट और 2-बिट अंतरी संसूचक।



चित्र 11: संकर संसूचक ब्लाक

अर्जन के लिए 1-बिट संसूचन का प्रयोग किया गया है। प्राप्त सैम्पल्स का 1-बिट विमाडुलन करके उसमें आमुख सुमेलन (Preamble match) किया जाता है। यदि आवृति आफसेट ज्ञात होता है तो यह तकनीक सही काम करती है लेकिन अधिक डाप्लर परास होने के कारण आमुख सुमेलन

की क्रिया कई आवृति बिन्स पर दोहरानी पड़ती है।



चित्र 12: प्रस्तावित अभिग्राही का PER निष्पादन वक्र

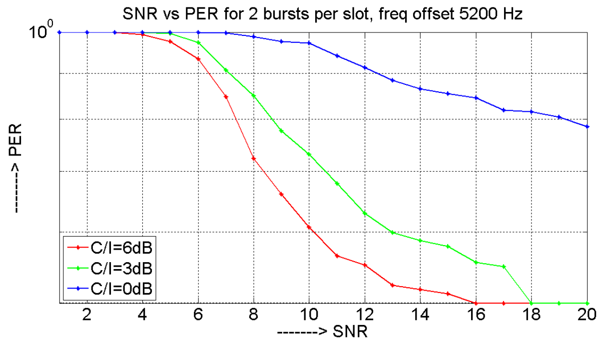
आमुख प्राप्त होने पर 2-बिट विमाडुलन किया जाता है क्योंकि उसका BER निष्पादन 3 dB बेहतर होता है। चित्र 11 में संकर संसूचक ब्लाक दिखाया गया है :

2-बिट विमाडुलन के पश्चात प्राप्त 168 सूचना डेटा बिट्स का CRC निकाल के अनुबंधित CRC के साथ सुमेलित किया जाता है। सुमेलन इस बात का संकेत है कि ऐ आई एस बर्स्ट का सफल संसूचन हो गया है।

निष्पादन परिणाम

चैनली योज्य गाउसीय रव (AWGN) चैनल में उपरोक्त वर्णित किये गये अभिग्राही का निष्पादन PER वक्र (PER curve) के रूप में चित्र में दर्शाया गया है। अनुरूपण परिक्षण में एक पैकेट या फ्रेम में त्रुटि निम्न कारणों से हो सकती है - आमुख सुमेलन ना हो पाए या प्रेषित्र सन्देश के CRC का अभिग्राहित सन्देश से निकाले गये CRC से सुमेलन ना हो पाए। चित्र में उपरोक्त वर्णित

किये गये अभिग्राही की तुलना एक साधारण अभिग्राही, जिसमें डाप्लर आवृति संशोधन ना हो, से की गई है। जैसा कि देखा जा सकता है इस अभिग्राही का PER निष्पादन बेहतर है तथा यह ±4 KHz के डाप्लर का विस्थापन सह सकने में सक्षम है।



चित्र 13: 2 बर्स्ट प्रति खांचा के लिये प्रस्तावित अभिग्राही का PER निष्पादन

यदि अभिग्राही को एक ही समय खाचें में एक से अधिक सन्देश विभिन्न डाप्लर विस्थापन के साथ प्राप्त होते है तो ऐसी स्थिति में भी अभिग्राही के निष्पादन का मूल्यांकन किया गया है। दो समकालिक एआईएस बर्स्ट जिनका आवृति विस्थापन 5200 Hz से अधिक हो अभिग्रहित होने पर पर PER वक्र चित्र में दर्शाया गया है।

उपसंहार

भारत देश की तटीय सुरक्षा के लिए एआईएस प्रणाली एक महत्वपूर्ण संभावित अनुप्रयोग सिद्ध हो सकता है। उपग्रह आधारित एआईएस में जो तकनीकी समस्याएँ है उनका ध्यान रखकर इस लेख में एक भू-आधारित अभिग्राही प्रस्तावित किया गया है। एक तकनीकी विकास परियोजना के अंतर्गत इसका अनुरूपण एवं क्रियान्वयन किया गया है। निष्पादन वक्र से यह निष्कर्ष निकलता है कि संकर अंतरी संसूचन पर आधारित यह अभिग्राही ± 4 kHz डाप्लर विस्थापन में भी ऐ आई एस बर्स्ट का विमाडुलन करने में सक्षम है। एक से

अधिक बर्स्ट आने पर यदि इनका डाप्लर विस्थापन 5200 Hz से अधिक है तो फिल्टर बैंक के कारण सन्देश संघट्टन कम तथा संसूचन संभावना बढ़ जाती है। डाप्लर आवृति के बेहतर आकलन द्वारा तथा संसूचित सन्देश का एक ही खांचे में प्राप्त संदेशों से वियोजन करके इस अभिग्राही की निष्पादन क्षमता और भी बढ़ाई जा सकती है।

संदर्भः-

i) ऐ आई एस का तकनीकी अंतरण लेख
SAC/SNAA/SSTG/SATD/TN/2012/02/April 2014
(ii) **ITU-R M.1371-1** तकनीकी परामर्श
(iii) वेब सन्दर्भ

लेखक परिचय

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

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 केन्द्र में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में वह एसऐटीडी/एसएनऐऐ प्रभाग में कार्यरत हैं।

***

सुरक्षा सहित संभावित अभिनव अनुप्रयोग

उड़ान डेटा विश्लेषण द्वारा एयर बोर्न सेंसर का प्रदर्शन मूल्यांकन

जितेन्द्र कुमार, नूतन कुमारी एवं पीसीईजी टीम
पीसीएसवीडी/सेडा, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

सार:

भारत में भौगोलिक क्षेत्रों, जलवायु क्षेत्रों तथा स्थानों के साथ साथ उच्च घनत्व आबादी में निरंतर परिवर्तन होता रहता है। अतः सुदूर संवेदन वानिकी, कृषि,शहरी फैलाव आदि के बारे में डेटा इकट्ठा करने का सबसे अच्छा तरीका है। वर्णक्रमीय बैंड, जमीन विभेदन क्षमता, रीविजिट समय, पास समय के बारे में पूर्व आईआरएस मिशन से प्राप्त व्यापक अनुभव ने एयर बोर्न इमेजिंग की नींव नीचे रखी है। वर्तमान दिनों में एयर बोर्न आधारित रिमोट सेंसिंग ने panchromatic, बहु-स्पेक्ट्रमी और हाइपर स्पेक्ट्रल इमेजिंग के क्षेत्र में, उच्च विभेदन क्षमता, प्रणाली अंशांकन, quick look display की सीमाओं पर बहुत प्रभावी तरीके से न्यूनतम कर दिया है।

संकेत(कीवर्ड): एयर बोर्न, AHySI, ANano, ATMC, SNR, रेडीयेंस

नामावली:

AHySI-एयरबोर्न हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजर
ANano-एयरबोर्न multispectral नैनो पेलोड
ATMC-एयरबोर्न टेरेन मैपिंग कैमरा
एसएनआर-सिग्नल टू नोइस रेसीओ
FOV फील्डआफ व्यू
IFOV तात्कालिक फील्डआफ व्यू
SWR-स्क्वायर वेव रिस्पांस
ईओ- इलेक्ट्रो ऑप्टिकल
सेडा-सेंसर विकास क्षेत्र
क्यूएलडी-कुइक्क लुक डिस्प्ले

परिचय:

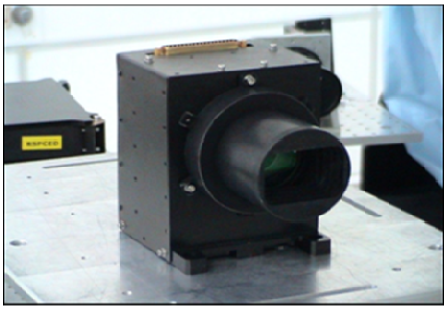
उड्डयन मंत्रालय की मदद से SEDA गतविधियों में सतत रूप से एयरबोर्न इमेजिंग के विभिन्न सत्रों को क्रियान्वित किया जा रहा है। हाल ही में, नागपुर, कटक और अरुणाचल प्रदेश के क्षेत्रों में multispectral और हाइपर स्पेक्ट्रल डोमेन में, एयर बोर्न इमेजिंग की गयी। इन एयर-बोर्नें इमेजिंग में AHySI, ANano और ATMC इलेक्ट्रो ऑप्टिकल सेंसरों का प्रयोग किया गया। उपग्रह इमेजरीके सन्दर्भ में एयरबोर्न इमेजिंग के अपने फायदे और सीमाएं हैं। उनमें से कुछ अधोलिखित हैं:

- सैटेलाइट इमेजरी एक उच्च ऊंचाई से एक परिक्रमा उपग्रह द्वारा लिया जाता है, जबकि एयरबोर्न इमेजिंग पृथ्वी के वायुमंडल के भीतर हवाई जहाज से की जाती है, अतः इस परिकल्पना में अंतरिक्ष में सेंसर प्रतिस्थापित करने की जरूरत नहीं है।यद्धपि सैटेलाइट इमेजरी अपेक्षाकृत सस्ता (छवि प्रति लागत) है।
- सामान्यतः, जहाँ बेहतर स्पष्टता और विवरण की मांग है, उन क्षेत्रों के लिए एयरबोर्न इमेजिंग में प्रयुक्त ईओ सेंसर ultra-high resolution (कम ऊंचाई के कारण) प्रदान करते हैं। वर्तमान में सैटेलाइट इमेजरी भी बड़े क्षेत्रों की (देशव्यापी) कवरेज के लिए प्रदाताओं को उच्च विभेदन क्षमता के आंकड़े देने में समर्थ है।
- एयरबोर्न चित्रण देश के भीतर ही सीमित है, जबकि सैटेलाइट इमेजरी विश्व भर में कहीं भी संभव है।

एयरबोर्न इमेजिंग में, एयर विमान की turbulences की वजह से रोल त्रुटियों हो सकतीं हैं, जिन्हें छवि प्रसंस्करण प्रक्रियायों द्वारा बाद में ठीक किया जा सकता है। किसी सेंसर का प्रदर्शन मूल्यांकन, उससे प्राप्त कच्चे स्तर के डेटा सेटों के विश्लेषण तथा लैब आंकडों से व्युत्पन्न विशिष्टताओं के तुलनात्मक विश्लेषण के आधार पर किया जाता है। अतः इन डेटासेटों से गतिशील रेंज, छवि कंट्रास्ट,पिक्सेल व्यवहार,SNR आदि आंकड़ों को व्युत्पन्न किया गया। इन मापदंडों की गुणवत्ता के आधार पर, इन सेंसोरों को स्पेस बोर्न (सैटेलाइट इमेजरी) में भी प्रयोग किया जा सकता है। चूकिं एयरबोर्न इमेजिंग में

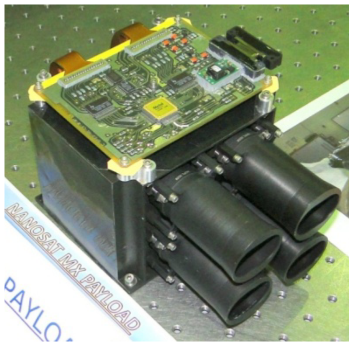
क्यूएलडी सुविधा के कारण दृश्य प्रदर्शित किया जा सकता है, इसलिए छवि अधिग्रहण सेटिंग्स द्वारा अद्यतन कर बेहतर गुणवत्ता के आंकड़े प्राप्त किये जा सकतें हैं।

प्रयुक्त सेंसरों के बारे में:



चित्र-1A: AHySI का दृश्य-आरेख

एयर-बोर्न इमेजिंग में AHySI, ANano और ATMC इलेक्ट्रो ऑप्टिकल कैमरे क्रमशः हाइपर स्पेक्ट्रल,multispectral, और तीन चैनल panchromatic श्रेणी के हैं। लक्ष्य क्षेत्र की विशिष्टताओं को अधिकधिक समाहित करने के उद्देश्य से, इन सेंसरों को एयर-बोर्न इमेजिंग में शामिल किया गया।



चित्र-1बी: ANano का दृश्य-आरेख

इन सेंसरों की डिजाइन विशेषतायें तथा दृश्य-आरेख तालिका-1 ए से 1 सी और चित्र-1 ए से 1-सी में सूचीबद्ध हैं।

तालिका-1 ए:एयरबोर्न हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजर (AHySI)

पैरामीटर विशिष्टता	विशिष्टता
पिक्सेल पिच (माइक्रोन)	50
एकीकरण समय (ms)	51.8
बैंड संख्या	512
स्पेक्ट्रल कवरेज (μm)	0.47-0.99
FOV (across track/along track)	±5.80 / ±11.60
IFOV (μrad)	800
परिमाणीकरण Quantization (Bits)	12
लाभ सेटिंग्स की संख्या	4
एक्सपोजर सेटिंग्स की संख्या	4
SWR (%)	>20
पिक्सल संख्या	256

तालिका-1 बी: एयरबोर्न multispectral नैनो पेलोड (ANano)

Parameter	**Specification**
पिक्सेल पिच (माइक्रोन)	7
एकीकरण समय (ms)	3.23
बैंड संख्या	4
स्पेक्ट्रल कवरेज (μm)	B1 : 0.45-0.52, B2 : 0.52-0.59 B3 : 0.62-0.68, B4 : 0.77-0.86
FOV (across track/along track)	± 6.680
IFOV (μrad)	58.3
परिमाणीकरण Quantization (Bits)	12
लाभ सेटिंग्स की संख्या	4
एक्सपोजर सेटिंग्स की संख्या	16
SWR (%)	B1: >20, B2:> 20, B3:> 20, B4: >10
पिक्सल संख्या	4000

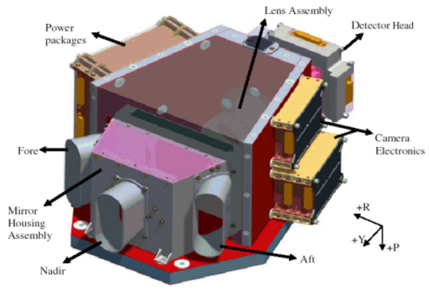
तालिका-1 सी: एयरबोर्न टेरेन मैपिंग कैमरा (ATMC)

Parameter	**Specification**

पिक्सेल पिच (माइक्रोन)	7
एकीकरण समय (ms)	3.23
स्पेक्ट्रल बैंड तथा बैंडविथ (µm)	तीन panchromatic बैंड,0.50-0.75
स्टीरियो इमेजिंग	Along track triplet F: 24.970, N: 00, A: 25.710
FOV (across track)	F: ±5.650,N: ±5.730,A: ±5.650
IFOV (µrad)	50
परिमाणीकरण Quantization (Bits)	12
लाभ सेटिंग्स की संख्या	4
एक्सपोजर सेटिंग्स की संख्या	4
SWR (%)	>10

पैरामीटर मूल्यांकन सिद्धांत:

ईओ सेंसर का प्रदर्शन मूल्यांकन, विभिन्न कच्चे स्तर के डेटा सेटों के विश्लेषण के आधार पर किया जाता है। इन डेटासेटों का गतिशील रेंज, छवि कंट्रास्ट,पिक्सेल व्यवहार और SNR के संदर्भ में विश्लेषण किया गया। इन मापदंडों की गणना करने के लिए इन-हाउस एल्गोरिद्म विकसित किए गए। एयर बोर्न चित्रण से प्राप्त आकडों से इन मापदंडों की गणना करने के लिए प्रयुक्त कार्यप्रणाली संक्षिप्त में वर्णित है।

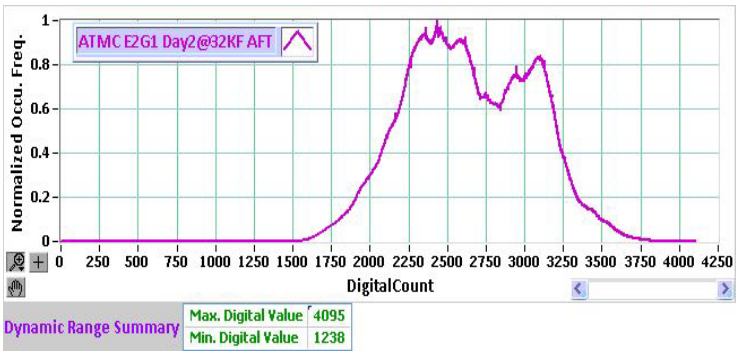


चित्र-1सी: ATMC का दृश्यआरेख

• यह पैरामीटर संवेदक द्वारा पंजीकृत डीएन आकडों को दर्शाता है।

• सॉफ्टवेयर विभिन्न छवियों के प्रत्येक स्कैन पंक्ति और पिक्सेल को क्रमशः स्कैन करता है और संवेदक द्वारा अवलोकित डीएन आकडों का हिस्टोग्राम उत्पन्न करता है।

गतिशील रेंज कवरेज में, संवेदक द्वारा अवलोकित न्यूनतम से अधिकतम मान तक के डीएन आकडें सारणीबद्ध और प्लॉट किए जाते हैं। ATMC सेंसर का गतिशील रेंज कवरेज का प्रोफाइल आंकड़ा चित्र-2A में दिखाया गया है।

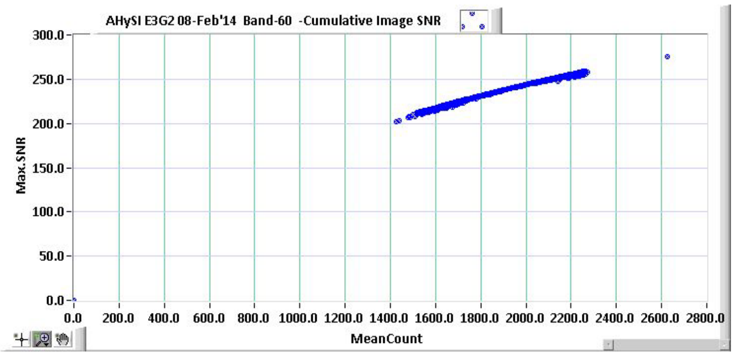


चित्र-2A: ATMC गतिशील रेंज कवरेज

- छवि हिस्टोग्राम से, रेडीयेंस गणना लैब में एकत्रित एलटीसी डेटा (प्रत्येक पिक्सेल के लिए ऑफसेट और ढलान एलयूटी के रूप में) के आधार पर डीएन तथा रेडीयेंस का रेखियता गुणांक प्राप्त कर लिया जाता है।
- इस एलयूटी तालिका का उपयोग कर, डीएन मूल्यों को, रेडीयेंस आकडों में बदल लिया जाता है।
- सिग्नल टू नोइस रेसीओ (SNR)• खंड लंबाई और एसडी (standard deviation) को चर के रूप में मानकर, विभिन्न इमेजिंग आकडों में से, पूरे गतिशील रेंज के लिये एकसमान क्षेत्रों की पहचान की जाती है।
- एक थ्रेसहोल्ड एसडी सीमा के आधार पर, इन एकसमान क्षेत्रों पर से SNR की गणना की जाती है।
- कोई भी खंड जिसका एसडी मान, थ्रेसहोल्ड एसडी सीमा से अधिक है, को SNR गणना में उपेक्षित कर दिया जाता है।

इस विधि में कच्चे छवि आकडों की हर पिक्सेल के लिये जांच होती है। हर पिक्सेल के लिए, खंड लंबाई की एक चलित खिड़की, प्रथम लाइन से आरम्भ की जाती है। इस खिड़की को प्रत्येक दोहराव पर 1-लाइन शिफ्ट कर SNR एसएनआर की गणना की जाती है।

इस पूरी प्रकिया में, प्रत्येक डीएन मान के लिये अधिकतम SNR मूल्य की एक तालिका को बनाए रखा जाता है। यह प्रक्रिया SNR मूल्यों को व्यापक रेंज पर प्राप्त करने के लिए कई छवि चित्रों पर चलाया जा सकती है। औसत मान तथा अधिकतम SNR के लिए अंतिम तालिका तथा प्लाट उत्पन्न कर लिये जाते हैं।



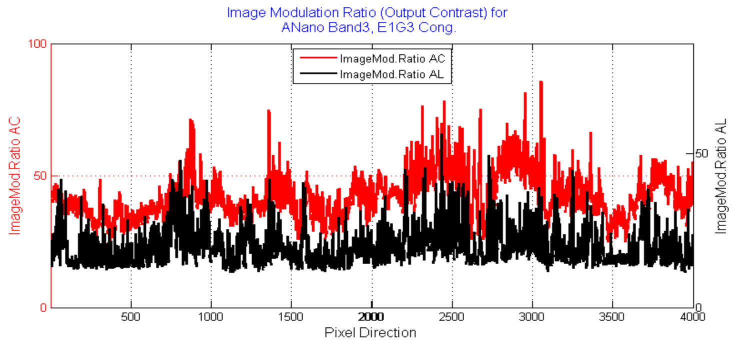
चित्र-2 बी: AHYSI बैंड-60, छवियाँ से SNR की प्रोफाइल

AHYSI बैंड-60 के लिए एक SNR प्रोफाइल आंकड़ा चित्र-2 बी में दिखाया गया है।

छवि कंट्रास्ट अनुपात

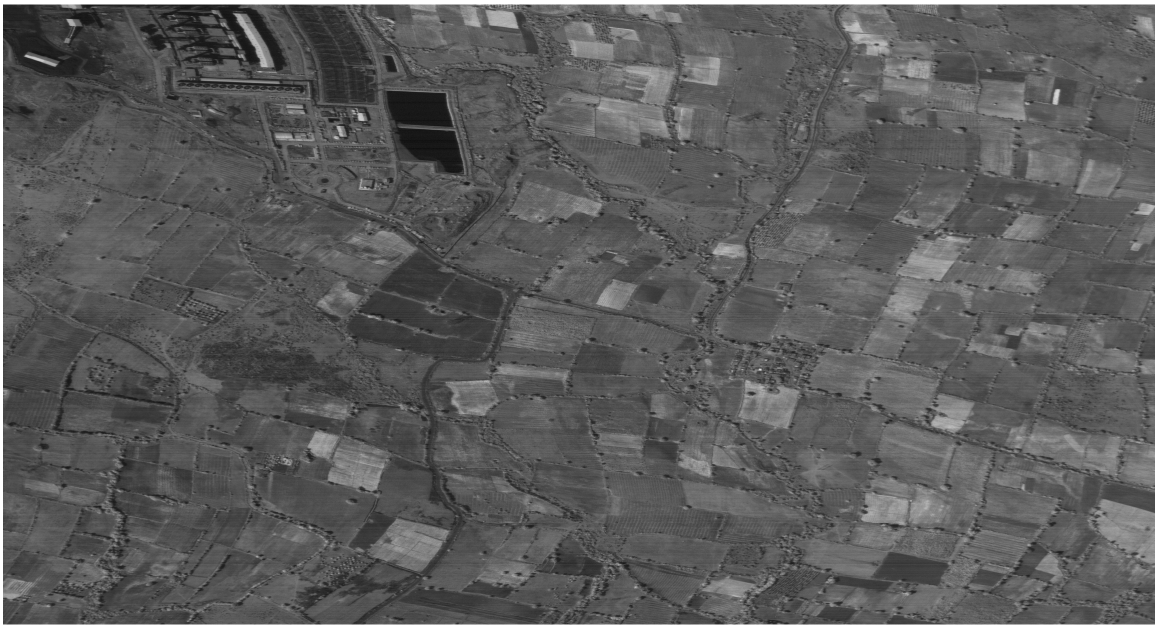
• किसी छवि में उपलब्ध छवि कंट्रास्ट की गणना आसन्न पिक्सेल जोड़े में अधिकतम डीएन मान के अंतर के लिए की जाती है।

•विभिन्न रो-इमेजिस की प्रत्येक लाइन को स्कैन कर, हर एक पिक्सेल के लिये छवि कंट्रास्ट मान को ज्ञात कर लिया जाता है।



चित्र-2 सी: ANano बैंड -3, छवि मॉड्यूलेशन प्रोफ़ाइल

ANano, बैंड-3 के लिए Along और Across ट्रैक के छवि मॉड्यूलन सूचकांक (आउटपुट कंट्रास्ट अनुपात) चित्र-2 सी में दिखाया गया है।
ANano, बैंड-4 के सामान्य एयरबोर्न छवि आरेख को चित्र-3 में दिखाया गया है।



चित्र-3: ANano बैंड -4 (80 माइक्रोन) सेंसर द्वारा देखा गया कटक क्षेत्र, जिसकी भू-विभेदन क्षमता ~ 1meter (15Km, उड़ान ऊंचाई से)

मृत / बुरा पिक्सेल निर्धारण

• पूरी छवि को प्रत्येक पिक्सेल यानी पूरी सीसीडी पिक्सेल लंबाई के लिए के लिए स्कैन किया जाता है, और इस प्रकार से छवि न्यूनतम एवं छवि अधिकतम मान का पता लगा लिया जाता है।

• इस छवि न्यूनतम एवं छवि अधिकतम मान के बीच अंतर v / s पिक्सेल के साथ सारणी बना कर एक प्लाट के रूप में प्रदर्शित कर लिया जाता है।

कोई भी पिक्सेल जिसके लिए यह मान अन्तर शून्य या बहुत कम पाया जाता है, वह एक मृत या बुरा पिक्सेल के लिए एक उम्मीदवार हो सकता है, और उसे आगे की जांच के लिए चयनित कर लेते हैं। बुरा पिक्सल के लिए संभावित कारणों में, क्लोक युग्मन के कारण सब्सट्रेट दोष, वातावरणीय संदूषण आदि हैं।

निष्पादन मूल्यांकन एवं परिणाम:

यहाँ वर्णित एयर-बोर्न उपकरणों को विभिन्न विन्यासों में संचालित कर और डेटा सेट दर्ज किए गए। इन विभिन्न छवि आंकड़ों के विशलेषण से परिणाम व्युत्पादित किये गये। इस प्रकार से ये परिणाम एयर-बोर्न उपकरणों की उड़ान-दौरान निष्पादन क्षमता और उनके द्वारा स्कैन किये गये विभिन्न छवियों के अवलोकन गुणवत्ता की टिप्पणियों को बाहर लातें हैं। इन परिणामों की प्रयोगशाला उत्पन्न आंकड़ों के साथ तुलना की गई। तालिका -3, एयरबोर्न चित्रों से निकले गये परिणामों और प्रयोगशाला के परिणाम तथा डिज़ाइन विशिष्टताओं के साथ, इन सेंसरों का तुलनात्मक प्रदर्शन प्रस्तुत करता है।

तालिका 3: उड़ान-दोरान सेंसर की निष्पादन मूल्यांकन का सारांश

AHySI, E3G2 विन्यास	गतिशील रेंज		संतृप्त रेडीयेंस		एसएनआर	
बैंड	डिज़ाइन विशिष्टता	छवि व्युत्पादित	डिज़ाइन विशिष्टता	छवि व्युत्पादित	विशिष्टता @डीएन	छवि व्युत्पादित एसएनआर
60	>4000	2873	41.9	27.4	210@1900	250@2200
170	>4000	4000	18.6	18.1	300@3000	350@4000
350	>4000	4000	22.7	22.1	325@3380	350@3700
500	>4000	3744	18.3	16.5	280@2900	280@3200

ANano, E1G3 विन्यास		गतिशील रेंज		संतृप्त रेडीयेंस		एसएनआर
बैंड	डिज़ाइन विशिष्टता	छवि व्युत्पादित	डिज़ाइन विशिष्टता	डिज़ाइन विशिष्टता	डिज़ाइन विशिष्टता	छवि व्युत्पादित
60	>4000	4000	35.5	34.6	93@1000	37@900
170	>4000	4000	31.1	30.3	110@1200	40@900
350	>4000	4000	46.8	45.7	122@1300	45@1300
500	>4000	3697	56.6	50.8	61@850	35@1100

ATMC, विन्यास		गतिशील रेंज	संतृप्त रेडीयेंस		एसएनआर	
बैंड	डिज़ाइन विशिष्टता	छवि व्युत्पादित	डिज़ाइन विशिष्टता	डिज़ाइन विशिष्टता	डिज़ाइन विशिष्टता	छवि व्युत्पादित
FORE,E1G2	>4000	4000	10.8	10.4	550@3900	420@4000
AFT,E2G1	>4000	4000	25.6	24.9	530@3600	420@4000
NADIR,E3G1	>4000	4000	20.9	20.5	560@3900	420@3800

निष्कर्ष:

सभी सेंसोरों के प्रत्येक बैंड के लिये गतिशील रेंज कवरेज 70% से अधिक है। उड़ान-डेटा से दर्ज SNR आंकड़े लैब डेटा के आंकड़ों के साथ अच्छी तरह से तुलनात्मक हैं, एनेनो सेंसर के लिये एसएनआर मान में भिन्नता, चयनित एकसमान क्षेत्र में उपलब्ध दोष के कारण है। सभी ईओ सेंसरों के लिए, छवि कंट्रास्ट अनुपात पूर्ण गतिशील रेंज से प्राप्त की गई है। दृश्य रेडीयेंस तथा छवि कंट्रास्ट अनुपात अपेक्षित विनिर्देशों को पूरा करते हुए प्राप्त हुए। किसी भी ईओ सेंसर में कोई भी नया बुरा/मृत पिक्सेल नहीं पाया गया।

कार्य की आगामी संभावनायें एवं विस्तारण:

इन परिणामों के आधार, बेहतर छवि गुणवत्ता प्राप्त करने के लिए, इन सेंसोरों की अगली उड़ान के लिये उपलब्ध लाभ तथा एक्स्पोसर सेटिंग्स को संशोधित किया जा सकता है। गतिशील रेंज कवरेज और SNR जैसे बुनियादी छवि सुधार कारक का उड़ान के दौरान अभिकलन कर तथा क्यूएलडी प्रदर्शन से, उपलब्ध लाभ तथा एक्स्पोसर सेटिंग्स द्वारा अद्यतन कर छवि गुणवत्ता को और सुधरा जा सकता है। उड़ान डेटा से निकाले गये छवि आंकड़ों को अक्षांश-देशांतर और तरंग दैर्ध्य के साथ मैप कर, इमेजेस की वास्तविक स्कैन स्थान स्थिति ज्ञात कर, वैज्ञानिक आंकड़े प्राप्त किये जा सकते हैं। इन विकसित एल्गोरिथ्म में अपेक्षित संशोधनों के साथ समान प्रकार के इलेक्ट्रो ऑप्टिकल सेंसर के निष्पादन मूल्यांकन के लिए उपयोग किया जा सकता है।

आभार:

हम श्री सजी ए कुरियाकोस, उप निदेशक, सेडा के आभारी हैं, जिनकी निरंतर प्रेरणा, मार्गदर्शन और प्रोत्साहन हमको समय समय पर मिलता रहा। इसके अतरिक्त श्री डी.आर. गोस्वामी, जीडी पीसीईजी, श्री ए.बी.मिश्रा, हेड पीसीएसवीडी, श्री जितेन्द्र शर्मा और परियोजना टीम के सहयोगियों से अमूल्य जानकारी एवं निरंतर सहयोग ने इस लेख को लिखने में अहम भूमिका निभायी।

संदर्भ:

1. “ईवेल्यूशन आफ इलेक्ट्रो-ऑप्टिकल रिमोट सेंसिंग पेलोड ओवर ए क्वाटर सेंन्चुयुरी” सजी ए कुरियाकोस, बीएन शर्मा और आनंद कुमार
2. “कुइक्क ईवेल्यूशन आफ रिसोर्ससैट-2 कैमरा परफोर्मेंस फ्रॉम इनिशियल ऑर्बिट डाटा” अमित दवे, जितेंद्र शर्मा,जितेंद्र कुमार, अनिल सुखेजा, आशीष मिश्रा, एच के दवे, डी.आर. गोस्वामी
3. “परफोर्मेंस एनालिसिस ऑफ एयर-बोर्न फ्लाइट डाटा फॉर एटीएमसी,एहायसी एंड एनेनो पेलोड” (सेक/पीसीएसवीडी/टीआर/एम्स/01/2014)
4. “परफोर्मेंस एनालिसिस ऑफ एहायसी,एनेनो एंड एम्स-2 सेंसर्स बेस्ड ऑन फेब-2014 एरिअल केमपिन्न” (सेक/पीसीएसवीडी/टीआर/एआईस/03/2014)
5. डिजाइन डोकमेन्ट्स ऑफ एहायसी,एनेनो एंड एटीएमसी

***

सुरक्षा सहित संभावित अभिनव अनुप्रयोग

स्थानिक डेटा के आधार पर आपदा के दौरान सुरक्षा कार्य हल करने के लिए स्थानिक निर्णय समर्थन प्रणाली का उपयोग

राजेंद्र नि. गायकवाड, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र

उद्देश्य

आपदा के कारण बचाव अभियान के समय परिसर के चयन के काम में स्थानिक निर्णय समर्थन प्रणाली का उपयोग।

माहिती –

शहरी समाज के सामने आपदा के दौरान क़ाफी कठिनाइयां खड़ी होती हैं, चुनौतियाँ कि कोई सीमा ही नही होती है। बाढ़, भूकंप जैसी आदि चुनौतियाँ तो आम तौर पर हर साल सामने आ रही है। इन स्थितियों में ज़ान-माल का नुकसान हमें करना पडता है। विज्ञान के आधार पर हम कई हद तक उपयुक्त तकनीकी सामग्री से इन परिस्थितियों का सामना करते है। परंतु ज्यादातर नुकसान हमें होता आ रहा है। इसके साथ-साथ ज्यादातर सुरक्षा के उपाय भी सफल नही होते है। शहर की सुरक्षा के लिए स्पेस तकनीकी का उपयोग कर हमें भुमि क्षेत्र पर उपलब्ध रस्ते, इमारत एवं अन्य वस्तुऒ का आकलन होता है। इस परिपत्र में आपदा के दौरान जैसे बाढ़ की स्थिति, या भूकंप पश्चात की स्थिति में निर्माण प्रणाली के आधार पर किस तरह शहरी ज़ानमाल का नुकसान कम करने का प्रयास हो सके, इस संदर्भ में उपाय ढूढ़ने का प्रयास किया है।

प्राकृतिक बचाव दौरान अभियान के लिए उत्पन्न परिदृश्य आपदा (जैसे, बाढ़, भूकंप आदि) या असामान्य कारण से शहर परिसर में इमारत का चयन करना कठीण कार्य होता है। इसी कारण सक्षम निर्णय प्रणाली कि अधिक आवश्यकता है। इस कार्य के दौरान सरल कुलयोग के भार का उपयोग कर और आदर्श समाधान के लिए आदेश वरीयता तकनीक तरीकों द्वारा, आपदा स्थिति में स्थानिक डेटा के आधार पर परिसर का चयन किया।

उपग्रह छवि से इमारत पैर के निशान निकासी आसानी से ले सकते है। विभिन्न छवि प्रसंस्करण दृष्टिकोण का उपयोग संभव है। इस अध्ययन में प्राथमिक स्तर पर आसानी से उपलब्ध एल एस एम (बड़े पैमाने मैपिंग परियोजना) अंतर्गत उपलब्ध वर्ष 2009 स्थानिक डेटा, भारत के बेंगलुरू शहर क्षेत्र के लिए स्थानिक डेटा परीक्षण किया गया।

निर्णय निर्माताओं के लिए स्थिति बनाने के उद्देश से लिए गये विभिन्न काल्पनिक गुण/क्षेत्रों को जोड़ा जा सकता है, जिससे आपदा स्थिति में विविध विकल्प के आधार पर निर्णय प्रणाली सक्षम हो सकती है।

गणना की विधि

अनेक (विविध) विकल्प के आधार पर निर्णय प्रणाली की मुख्य्य भूमिका है कि, मानव निर्णय निर्माताओं परिसर के बड़े टुकड़े में सामना करते वक्त कठिनाइयों से निपटने के लिए एक सुसंगत तरीके में जानकारी देना है।

उपलब्ध विकल्प का मूल्यांकन की गणना सरल कुलयोग के भार और आदेश वरीयता द्वारा आदर्श समाधान तकनीक तरीकों के अनुसार की जा रही है। अनेक (विविध) विकल्प के आधार पर निर्णय प्रणाली में " वरीयता निर्णय "(जैसे मूल्यांकन, प्राथमिकता और चयन के रूप में) शामिल है। आमतौर पर परस्पर विरोधी विकल्प जीआईएस वातावरण में होते है "(ह्वांग एट. अल.)।

विशेषताएँ (या विकल्पों) सबसे महत्वपूर्ण होनी चाहिए जो अंतिम निर्णय के लिए प्रासंगिक है, परस्पर अनन्य होनी चाहिए: गुण, स्वतंत्र संस्थाओं के रूप में देखा जाना चाहिए, जो बाद में उचित किया जा सकता है। प्रत्येक प्रस्तावित विकल्प के लिए सबसे महत्वपूर्ण बात है कि, चुने हुए विशेषताओं के लिए, एक सार्थक और व्यावहारिक तरीके से औसत दर्जे का होना चाहिए। प्रदर्शन मैट्रिक्स बहु मापदंड विश्लेषण की सुविधा के लिए एक मानक है, या परिणाम है, जिसमें प्रत्येक पंक्ति एक विकल्प का वर्णन करता है और प्रत्येक स्तंभ प्रत्येक कसौटी के संबधित विकल्पों का प्रदर्शन का वर्णन करता है।

अनेक (विविध) विकल्प के आधार पर, निर्णय तकनीक संख्यात्मक विश्लेषण वस्तुओं पर आमतौर में प्रदर्शन मैट्रिक्स के लिए दो चरणों में होते है: स्कोरिंग और भार

स्कोरिंग: प्रत्येक कसौटी के प्रत्येक विकल्प के लिए, वरीयता पैमाने के ताकत पर एक संख्यात्मक स्कोर, प्रत्येक उम्मीद विकल्प के परिणामों को आवंटित किया जाता है। अधिक पसंदीदा विकल्प पैमाने पर उच्च स्कोर, और कम पसंदीदा विकल्प कम स्कोर अपेक्षित है।

वास्तव में, 0 से 1, अंको का पैमाने के लिए अक्सर इस्तेमाल किया जाता है।

भार: संख्यात्मक भार, प्रत्येक कसौटी के लिए आवंटित, संबधित मूल्यांकन में एक ऊपर और नीचे के बीच बदलाव को चुने हुए पैमाने में परिभाषित करने के लिए हैं।

अध्ययन में नमूना भवन का इस्तेमाल किया और निर्णय निर्माताओं के लिए स्थिति बनाने के लिए विभिन्न काल्पनिक गुण / क्षेत्रों को जोड़ा गया।

किसी भी प्राकृतिक बचाव दौरान अभियान के लिए उत्पन्न परिदृश्य आपदा (जैसे, बाढ़, भूकंप आदि) या असामान्य कारण, का चयन करने के लिए प्रति क्षेत्र के रूप में कम से कम जोखिम है, जो इमारतों के रूप में चिंता का विषय है, अधिक से अधिक जोखिम इमारत की ऊंचाई माना जाता है और जनसंख्या के रूप में अधिक से अधिक जोखिम (व्यक्तियों है) इमारत में रहनेवाले दर्ज की गई है।

बेंगलुरू, भारत क्षेत्र के लिए अध्ययन

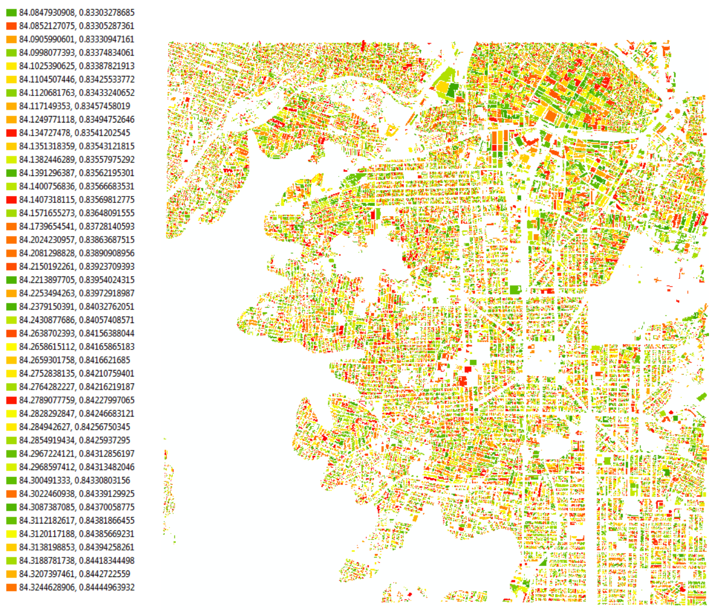
अध्ययन क्षेत्र बेंगलुरू भारत का शहर है, और इमारतों की संख्या 48779 (एल एस एम डेटा) की है। ढलान (स्लोप) डाटासेट वर्ष 2005 का एन आर आइ एस परियोजना से इस्तेमाल किया गया। यह डाटासेट एन आर आइ एस परियोजना के तहत आईआरएस उपग्रह से उत्पन्न किया है और नक्शे उपयोगकर्ताओं के लिए एनएनआरएमएस साइट पर उपलब्ध है। इंटरसेक्शन आपरेशन का उपयोग कर, आवश्यक ढलान (स्लोप) बहुभुज निर्णय के लिए एक कसौटी के रूप में जोड़ा है।

एल एस एम की परत (लेअर) - विवरण

इमारतें, पार्क, स्विमिंग पूल, स्टेडियम, आवागमन द्वीपों, खेती भूमि, वृक्षारोपण, जल समुह: (झील, तालाबों, नदियों आदि), नहरों, नाली, खनन / खदान साइटों, दलदली भूमि, स्क्रब आदि. लेअर एनएनआरएमएस सैकनेट संस्करण साइट पर उपलब्ध है, और बहुत जल्द ही एनएनआरएमएस इंटरनेट संस्करण साइट पर उपलब्ध होगा। इमारत की ऊँचाई स्तंभ, काल्पनिक मूल्य आबादी स्तंभ प्रत्येक इमारत बहुभुज (यादृच्छिक मूल्य) के खिलाफ जोड़ा गया है।

इसरो के एल एस एम परियोजना, जिसमें बड़े पैमाने पर स्थानिक डाटा मैपिंग 10000 पैमाने पर उपलब्ध हैं। बेंगलुरू शहर के डेटा के लिए इस तकनीक या विधि का इस्तेमाल किया गया है। मौजूदा तालिका में 175 रिकॉर्ड सबसे अच्छा विकल्प के रूप में चुने है। जहां बहुभुज सबसे अच्छा विकल्प है हरे रंग में दिखाया है, और सबसे खराब विकल्प लाल रंग में दिखाया। इमारत चयन के निर्णय/कार्रवाई के लिए उच्च प्राथमिकता दिए जाने की जरूरत में प्रकाश डाला है।

डाटासेट की कुल रिकॉर्ड 48779 हैं, इन्हे दो भागों, पूर्व और पश्चिम में कम्प्यूटेशनल आपरेशन उद्देश्य के लिए विभाजित कर दिया गया है, और फिर विलय कर दिया है।



चित्र -1 बेंगलुरू शहर का इमारत लेअर

इस दृष्टिकोण के रूप में पहले कम्प्यूटेशनल गणना, और मूल्यांकन स्कोर का वर्णन किया है। दो कॉलम SAW और TOPSIS अवरोही क्रम में और उपयुक्त सीमा मूल्य व्यवस्था द्वारा 175 अभिलेखों का चयन किया है। यह इमारतें जरूरत मापदंड अनुसार, निर्णय निर्माताओं द्वारा दिए उच्च प्राथमिकता और लागू वजन के आधार पर है।

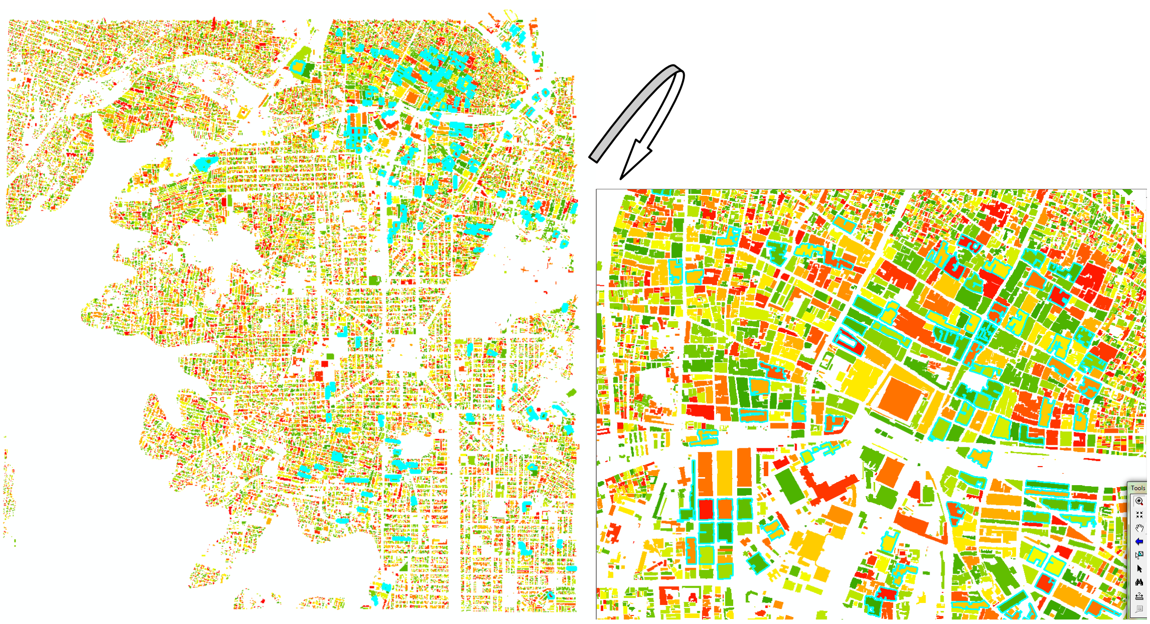
ढलान (slope) = 0.1, आकृति क्षेत्र (Shape area) = 0.2 ऊंचाई (height) = 0.3 और जनसंख्या (population) = 0.4

Attributes of sl_part1_union

LSM_CODE	DESCR_L1	DESCR_L2	DESCR_L3	City	Shape_Leng	Shape_Area	FID_slope1	SLOPE_ID	SLP_CODE	SLOPE	ASPECT	SHAPE_AR_1	SHAPE_LEN	height	population	TOPSIS	SAW	FID_slop_2	OBJECTID_2	LAYER_2	LSM_CODE_2	D
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2543.875	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.803436	83.463791	4	78382	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2547.167969	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.803187	83.458557	4	17820	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2561.1875	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.802127	83.436317	4	65926	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2576.898438	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.800939	83.411392	4	69795	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2578.777344	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.800797	83.408409	4	53277	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2604.53125	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.798849	83.367546	4	30306	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2622.890625	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.797461	83.338417	4	36692	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2623.367188	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.797425	83.337662	4	65416	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2623.792969	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.797393	83.33699	4	54817	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2632.878906	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.796706	83.322571	4	72471	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2634.832031	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.796559	83.319473	4	27552	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2641.511719	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.796054	83.308868	4	79287	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2643.640625	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.795893	83.305496	4	79805	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2666.578125	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.794159	83.269104	4	71648	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2667.335938	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.794101	83.267899	4	69628	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2678.003906	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.793295	83.250977	4	79193	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2679.703125	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.793166	83.248276	4	75386	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2688.207031	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.792524	83.234787	4	77215	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2701.550781	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.791515	83.213608	4	75973	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2713.664063	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.790599	83.194397	4	16816	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2718.671875	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.790221	83.186447	4	72721	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2722.523438	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.78993	83.180336	4	52462	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2722.984375	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.789895	83.179604	4	27031	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2724.800781	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.789758	83.17672	4	73885	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2749.214844	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.787912	83.137985	4	86428	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2763.199219	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.786855	83.115799	4	79042	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2767.53125	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.786528	83.108925	4	78421	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2771.402344	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.786236	83.102783	4	23227	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2785.847656	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.785144	83.079865	4	28515	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2790.414063	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.784799	83.072617	4	79935	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2790.539063	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.784789	83.072418	4	51249	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2800.957031	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.784002	83.055893	4	49494	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2825.613281	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.782139	83.016769	4	70896	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2831.605469	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.781686	83.007263	4	28991	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2832.894531	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.781589	83.005219	4	66391	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2841.125	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.780967	82.992157	4	65395	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2850.664063	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.780246	82.97702	4	70506	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2853.878906	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.780004	82.971924	4	78622	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2886.855469	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.777512	82.919601	4	29578	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2912.382813	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.775584	82.879089	4	66359	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2925.714844	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.774577	82.857941	4	66330	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2928.421875	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.774373	82.853645	4	76631	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	552.059311	12747.683594	4	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	2.842188	2	300	0.399732	82.828613	0	0			
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2947.792969	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.77291	82.822906	4	70662	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2951.882813	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.772601	82.816422	4	68086	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2955.976563	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.772292	82.809929	4	79666	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2968.34375	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.771358	82.790306	4	74791	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2981.371094	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.770374	82.769638	4	12538	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2981.875	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.770336	82.768837	4	75010	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	2.842188	2986.726563	0	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	0	7	250	0.76997	82.761139	4	51377	CFBILDNG	110101	Cu
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	1967.645388	13546.015625	4	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	2.842188	2	300	0.363076	82.066368	0	0			
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	0.329608	0.003887	4	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	2.842188	1	200	0.978227	75	0	0			
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	0.426777	0.007813	4	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	2.842188	1	200	0.978227	75	0	0			
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	0.324557	0.003825	4	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	2.842188	1	200	0.978227	75	0	0			
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	1059.618258	20946.960938	4	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	2.842188	2	300	0.095609	75	0	0			
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	1059.618258	20946.960938	4	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	2.842188	2	300	0.095609	75	0	0			
110101	Cultural features	Built-up	Building	Bangalore	1059.618258	20946.960938	4	43335	0200	1-3%	Unknown	0.023847	2.842188	2	300	0.095609	75	0	0			

Record: 0 Show: All Selected Records (175 out of 48779 Selected) Options

चित्र -2: 175 अभिलेखों का चयन एवं ढलान, आकृति क्षेत्र,ऊंचाई और जनसंख्या दिखाया



चित्र -3 दर्शायी गई इमारतें (बिल्डिंग)

ऊपर किये दोंनो कार्यों में इमारत का चयन बताये गये विकल्प के अनुसार गणना कराते, तुरंत किया है।

सरल कुलयोग के भार की विधि

सबसे बेहतर विकल्प का मानदंड सरल कुलयोग भार की विधि के अनुसार गणना कराते है। यह विधि (MacCrimmon, 1968; Churchan, Ackoff, 1954; क्री, 1971) सबसे अच्छा जाना जाता है और सरलतम में से एक है और व्यापक रूप से इस्तेमाल की जाती है। समाधान मैट्रिक्स- गैर संख्यात्मक मूल्य नहीं हो सकता। इसके अलावा, वहाँ परिभाषित मापदंड महत्व के मूल्यों का होना चाहिए (कम से कम बराबर आकार के रूप में परिभाषित)

इस तरह से समाधान निम्नानुसार कराते है:

जब कसौटी अधिकतम हो जाती है:

$$X_{i,j} = X_{i\,l} / X_i^{\,min}$$

कसौटी कम से कम हो जाती है:

$$X_{i,j} = X_i^{\,min} / X_{i\,l}$$

मैट्रिक्स सामान्यीकृत होता है, जब एक ही विकल्प के हर सदस्य के साथ महत्व गुणा किया जाता है; और अन्य वैकल्पिक (पंक्ति) के सदस्यों के साथ जोड़ कर एक ही तरह से प्राप्त किया जाता है। प्राप्त योग राशि के भार (महत्व) से विभाजित करते है। समझदारी विकल्प की प्राप्त पंक्ति को अधिकतम मूल्य से वर्णन किया गया है। इस विकल्प का उपयोग कर, सभी महत्व का योग 1 के बराबर होना चाहिए।

W – Importance, $W = (W_1, \ldots W_n)$;

$$\sum_{i=1,n}^{n} W_i = 1 \text{ Mandatory condition;}$$

$$A^* = \{ A_i / \max_i \sum_{j=1}^{n} W_i X_{i,j} \;/\; \sum_{j=1,n}^{n} W_j \}$$

विकल्प को A* के अनुसार उतरते आदेश क्रमबद्ध किया जा सकता है।

आदेश वरीयता द्वारा आदर्श समाधान के लिए तकनीक

आदेश वरीयता द्वारा आदर्श समाधान के लिए तकनीक (यून, ह्वांग, 1981a; Arditi, Gunaydin, 1998) एक "समानता सूचकांक" (सापेक्ष निकटता) निकटता के संयोजन के द्वारा सकारात्मक आदर्श समाधान और नकारात्मक आदर्श के सुदूरता समाधान से परिभाषित करता है। इस मामले में "समानता सूचकांक" KBIT होगा। चुने हुए विकल्प सकारात्मक आदर्श समाधान से कम से कम दूरी में होने चाहिए और नकारात्मक आदर्श समाधान से सबसे ज्यादा से ज्यादा तक दूरी होनी चाहिए (ह्वांग और यून), कसौटी क्रमवाचक या कार्डिनल हो सकती है। अगर कसौटी क्रमसूचक (व्यक्तिपरक) हैं, उसकी मात्रा को निर्धारित किया जाना चाहिए (पूर्णांक मान के बराबर)। इसके अलावा, बराबर आकार के रूप में परिभाषित (कम से कम मापदंड महत्व मान परिभाषित) किया जाना चाहिए। "आदेश वरीयता द्वारा आदर्श समाधान के लिए तकनीक" की सामान्य कार्यप्रवाह योजना के लिए नीचे दिखाया गया है।

इस तरह से समाधान निम्नानुसार किया:

मैट्रिक्स सामान्यीकृत अनुसार करना है:

भारित सामान्यीकृत रेटिंग्स की गणना:

$P^* = P_{ij} * q$, जहां q - मानदंडों के महत्व है;

सकारात्मक आदर्श समाधान सूत्र के आधार पर गणना की है:

दूरियों को निकाले जाते हैं:

वास्तविक से सकारात्मक आदर्श समाधान के लिए दूरी:

$L^{+}_{j} = (f_{ij} - f_{j}^{+})\ 2;\quad \forall_{ij} = 1, m^{-};$

वास्तविक से नकारात्मक आदर्श समाधान के लिए दूरी:

$L^{-}_{j} = (f_{ij} - f_{j}^{-})\ 2;\quad \forall_{ij} = 1, m^{-};$

सकारात्मक आदर्श बिंदु के सापेक्ष दूरी का निर्धारण K BIT:

$K_{BIT} = L^{-}_{j} / (L^{+}_{j} + L^{-}_{j});\quad \forall\ ij = 1, m -;$

आदर्श समाधान, सभी गुण में आदर्श स्कोर (या रेटिंग्स) का संग्रह माना जाता है। K_{BIT} - बहूत बेहतर (1 के करीब, बेहतर है), K_{BIT} के उच्चतम मूल्य के साथ होना सबसे अच्छा विकल्प है, तो विकल्प को अवरोही क्रम में K_{BIT} के अनुसार क्रमबद्ध किया जा सकता है।

निष्कर्ष -

ऊपर किया कार्य निर्णय प्रणाली प्रक्रिया को मजबूत बनाने और आपदा के समय में बहुत ज्यादा उपयोगी है। कम्प्युटेशनल स्थानिक डेटा कार्य का उपयोग करना, विधि निर्णय विशेषज्ञ के लिए काम के प्रवाह को सरल, और बेहतर परिणाम प्रदान करना संभव है। यह भी अध्ययन किया है, की, हम उच्च रिज़ॉल्यूशन डेटा को, कई रूप में उपलब्ध संसाधनों के साथ जोड़ सकते हैं। इस विकल्प को लागू करने से बहु मापदंड के सिद्धांत प्रक्रिया में और सुधार होगा। इस अध्ययन में, की गई प्रक्रिया को चयनित परिणाम पर आगे दोहराने की सलाह दी गई है, जिससे निर्णय की कारवाई के लिए बेहतर विकल्प मिल सकता है। जनगणना के आंकड़ों और स्थानीय गैर-स्थानिक डेटा एकीकृत करने की जरूरत है, जिसके लिए कम्प्यूटेशनल कार्य में चुनौती और ऐसे परिदृश्य में कलन विधि विकसित करने हेतु जरूरत है।

आभार -

लेखक, प्रोत्साहन, मार्गदर्शन और समर्थन के लिए डॉ. अंजलि क्षीरसागर, प्रोफेसर, भौतिकी विभाग एवं निदेशक, मॉडलिंग और सिमुलेशन केन्द्र, और निर्देशक, वैज्ञानिक कंप्यूटिंग के अंतःविषय स्कूल, सावित्रीबाई फुले पुणे विश्वविद्यालय के आभारी है।

इसके अलावा, एक इस काम के लिए सुविधा लाने और समय पर सहायता प्रदान करने के लिए, निदेशक सैक और उप-निदेशक, इपसा और समुह-निदेशक, एटीडीजी और प्रधान, डी डब्ल्यु डी का धन्यवाद।

साहित्य:

- ई.के. जवा्क्सकास, एल नौस्कास, ए कालाकौस्कास "Sprendimų paramos sistemos statyboje", विनियस," Technika "1998.
- एस मिट्कस, टी. Dėjus "Kokybiniai tyrimų metodai", mokomoji medžiaga, VGTU, Statybos technologijos आईआर vadybos katedra 1999.
- चिंग-लाइ ह्वांग, क्वांग-सन यून "कई गुण निर्णय बनाने तरीके और आवेदन "स्प्रिंगर-वेर्लग, बर्लिन, हीडलबर्ग, न्यूयॉर्क, 1981, पृ. 260
- जियो-इनफॉरमेशन प्रणाली ग्रुप, विलनियस द्वारा जारी रिपोर्ट
- एनआरडीबी/एनएनआरएमएस परियोजना.
- तकनीक रिपोर्ट UPDG/EPSA/SAC/ISRO/NRDB-02/TN/2011”Hindi Application tool for web page creation”

***

सुरक्षा सहित संभावित अभिनव अनुप्रयोग

एक्स बैंड सार उपयोगी, अंकीय तंत्रों का नवीनीकरण

रिंकु अग्रवाल ,विनयकुमार ,रमेश गामेती, राहुल धिंगानी, आर. सेंथिल कुमार, जयमिन तन्ना,
एस. एम. त्रिवेदी, बी. एस. रामन एवं निलेश एम. देसाई
एम.एस.डी.जी / एम.आर.एस.ए, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
ई मेल-: rinku@sac.isro.gov.in, vinay@sac.isro.gov.in

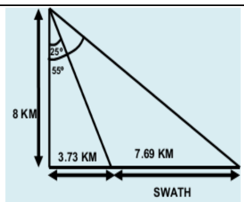
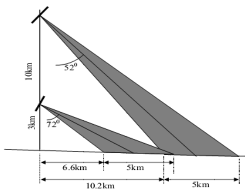
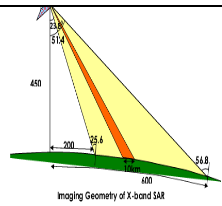
प्रस्तावना:

एक्स बैंड संश्लेषी द्वारक रेडार(Synthetic Aperture Radar) उच्च विभेदन क्षमता के प्रतिबिम्ब के उत्पादन में सक्षम होता है, जिनका उपयोग विभिन्न अनुप्रयोगों जैसे कि भूविज्ञान मैंपिंग, वानिकी वर्गीकरण, जहाज़ संसूचन, तेल रिसाव संसूचन एवं रक्षा विभाग के विभिन्न आतंरिक कार्यक्रमों में किया जाता है। इसके अलावा वायुवर्ती (Airborne) एक्स - बैंड आपदा प्रबंधन संश्लेषी द्वारक रेडार (Disastar Management synthetic Apertur Radar DMSAR) का उपयोग आपदा प्रबंधन कार्यक्रम जैसे की शहरी एवं ग्रामीण इलाकों में बाढ़ एवं चक्रवात से प्रभावित इलाकों का सर्वेक्षण करने में होता है। बाढ़ एवं चक्रवात जैसी प्राकृतिक आपदाओं का विस्तार काफी बड़ा होता है, इसी कारण एक तरफ प्रभावित इलाकों के निर्धारण हेतु स्थूल विभेदन क्षमता के प्रतिबिम्ब की आवश्यकता होती है, वहीं दूसरी तरफ प्रभावित इलाकों में बचाव अभियानों के लिए उच्च विभेदन क्षमता के प्रतिबिम्ब की आवश्यकता होती है। इसरो C - बैंड DMSAR प्रणाली का सफल विकास एवं परिचालन पहले ही कर चुका है, और इस रेडार से प्राप्त आंकड़ो के उपयोग बिहार, आसाम, उडीसा इत्यादि राज्यों में प्राकृतिक आपदाओं जैसे कि बाढ़ में बखूबी किया गया है। परन्तु, इसके साथ ही उच्च विभेदन क्षमता के रेडार की भी मांग बढ़ी है।

सैक/इसरो ने C- बैंड DMSAR को अनुकूलतम बनाने की दिशा में कार्य करना शुरू कर दिया है।एक ओर जहाँ, वायुवर्ती अभियानों की विभेदन क्षमता को बढ़ाने का कार्य अग्रसर है,वहीं दूसरी तरफ इसके समग्र वजन को कम करने की कोशिश जारी है। इसके अलावा, X- बैंड अंतरिक्ष-वाहित संश्लेषी द्वारक रेडार के अभिकल्प एवं विकास का कार्य चालू हो गया है, जिससे हमें उच्च विभेदन क्षमता के साथ ज्यादा प्रमार्ज(swath) भी प्राप्त होंगे।

1 एक्स बैंड सार तंत्रों का विन्यास :

सन 2011 में सेक द्वारा एक्स बेब्ड डीएमसार एक्स बेब्ड डीएमसार तंत्र के अभिकल्प की शुरुआत सी बैंड डीएमसार के अभिकल्पों को जारी रखने के हेतु एवं एक्स बेब्ड डीएमसार में बहेतर विभेदन एवं इष्टतमीकृत तंत्र को बनाने के लिये किया गया था।

तंत्र के मुख्य प्राचल	एक्स बैंड डीएमसार	एक्स बैंड मिनीसार	एक्स बैंड अंतरिक्ष वाहित सार
आवृत्ति	9.65GHz	9.6GHz	9.65GHz
प्लेटफोर्म	बीचक्राफ्ट (हवाई यान)	बीचक्राफ्ट / UAV	अंतरीक्ष यान
विभेदन	0.5mt (Gr. Range)	0.25m (Az) x 0.24m (Gr. Range) /0.25m (Az) x 0.31m (Gr. Range)	0.36m (Az) x 0.25m (Slant Range)
तुंगता	8Km	3Km/10Km	500Kms
ध्रुवण	Single HH	Single / Dual/ Circular	337.5 MHz
पी आर एफ	360Hz	1500/1600HZ	
औसत् निर्गम शक्ति	43.2W	3.6/7.8W	720W
ऐन्टेना	प्लाननर ऐन्टेना	प्लाननर मुद्रित व्यूह ऐन्टेना	प्लाननर सक्रिय TR मोड्युल्स के द्वारा
			

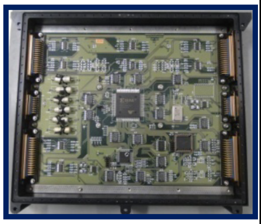
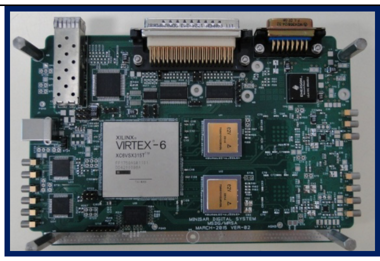
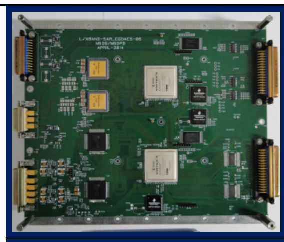
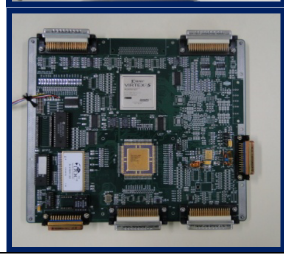
सारणी 1: एक्स बैंड सार तंत्र, तुलनात्मक लक्षण

एक्स बेब्ड डीएमसार तंत्र के अभिकल्पों को प्राप्त करने हेतु सारे पैकेजेस को समाकलित कर, परीक्षण एवं सत्यापित सी बैंड के डाटा द्धारा किया गया है। आज एक्स बैंड उपयोग हेतु अभिकल्प का विकास एकल चैनल से द्धि चैनल ध्रुवण तक किया जा रहा है, और हवा वाहित सार से लेकर अंतरिक्ष वाहित सार तक का अभिकल्प कायहन विकास किया जा रहा है। इनमें इष्टतमीकृत इशतम शक्ति, भार तथा आयतन पर ध्यान रखा गया है।निचे दिखाये गये सारणी 1: में एक्स बेब्ड आवृत्ति पर तीन तंत्रों के विनिर्देशो का तुलनात्मक विवरण किया गया है।

2. एक्स बेब्ड सार उपयोगी अंकीय तंत्र

2.1 प्रस्तावना :

एक्स बैंड सार पेलोड के निर्माण के लिये उच्च गति में डाटा का अधिग्रहण जरूरी है जिससे उच्च विभेदन की आवश्यकता को पूरा किया जा सके। डाटा का विबहुविसंक्केतन भिन्न चैनलों में विभाजित एवं डाटा का संपीडन करने की आवश्यकता है जिससे परिणामी डाटा दर को पुरे सार डाटा का आयतन bdh या हवा वाहित अभिलेखित की जा सके। विशाल बैंड विस्तार वाले चिर्प जर्नन करना भी जरुरी है जिससे आगे FG में कम गुणन किया जा सके।

उपतंत्र के मुख्य प्राचल	एक्स बैंड डीएमसार	एक्स बैंड मिनीसार	एक्स बैंड अंतरिक्ष वाहित सार
ADC एवं DAC की प्रतिचयन आवृत्ति	500MHz	750MHz	750MHz
अधिकतम एनालोग बैंड विस्तार	225MHz	300MHz	337.5MHz
अधिकतम चिर्प बैंड विस्तार (I & Q)	225 MHz	300MHz	337.5 MHz
डाटा दर	148Mbps/Pol	1.2Gbps/Pol	1.9Gbps/Pol
FPGA's का चयन	वर्टेक्स-4 आधारित	वर्टेक्स-6 आधारित	वर्टेक्स-5 आधारित
पी एल सी	SI labs 8051 आधारित microcontroller एवं वर्टेक्स 600 आधारित अलग पैकेज	PSOC-5 microcontroller & आधारित वर्टेक्स- 6 संयुक्त सीजी.डीएसीएस एवं पी एल सी एकल अंकीय बोर्ड	OBC ASIC & वर्टेक्स-5 आधारित एकलबोर्ड एकल पैकेज पर
ध्रुवण	एकल ध्रुवित	द्धि ध्रुवित	द्धि ध्रुवित
शक्ति	26 Watts (CGDACS+PLC)	28 Watts	35 Watts
ट्रे भार	2 Kg	1.0 Kg	2Kg
पी सी बी का रूप	260mm x 220mmx 2.4mm (CGDACS & PLC)	166mm x 106mm x.2.7mm	260mm x 220mmx 2.5mm (CGDACS & PLC)
CGDACS (चिर्प जनित्र तथा डाटा अधिग्रहण तथा संपीडन तंत्र) नितभार नियंत्रक (PLC)	 		 

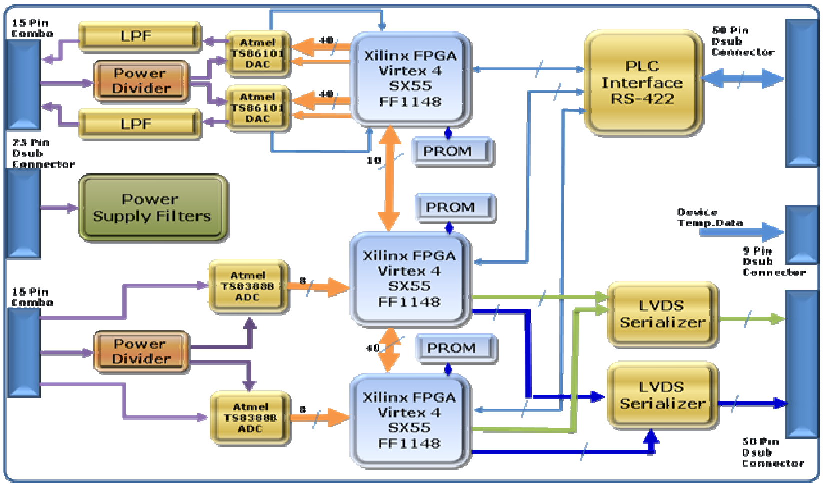
सारणी :2 एक्स बैंड सार अंकीय तंत्रों का नवीनीकरण

2.2 सीजी.डीएसीएस उपतंत्र की मुख्य विशेषताएं:

- द्वि एवं उच्च गति पर (@ 500 MHz तथा @750 MHz) 8-Bit से 12 bit I/Q चैनलों का अंकीकरण एकल कार्ड पर.
- वास्तविक कालित Flexible Block Adaptive Quantiser (BAQ) कोडक पर आधारित सार डाटा का संपीडन.
- ओन लिइन परिवर्ती डाटा दर फारमेंटन जिसमे परिवर्तीक PRF, BAQ विधा, सार प्रचालन विधा तथा डाटा संग्रहण कालावधि
- Xilinx Virtex FPGA आधारित BAQ एवं फारमेंटन का कार्यान्वयन
- प्रमुख कालन निर्देश 7.8125MHz LVDS से 93.75MHz तक का निर्गत क्लोक्क से अभिलेखित
- चिर्प बैंड विस्तार (I & Q) 37.5-337.5 MHz तक का उद्पादन
- RS-422 आधारित नियंत्रण, कलन एवं सहायक सिग्नलों का पीएलसी से अंतरापृष्ठ
- LVDS डाटा अंतरापृष्ठ BDH के साथ एकक चैनल द्वारा उच्चगति वाले ट्रांसरिसिवर के साथ
- DDCS (,Direct Digital Chirp Synthesis) उपगमन से प्रोग्रामनिय स्पंद चिर्प जनित्र
- सीजी.डीएसीएस एवं पी एल सी के साथ उनका इ पी सी द्वारा एकल पैकेज में गठित किया जायेगा।

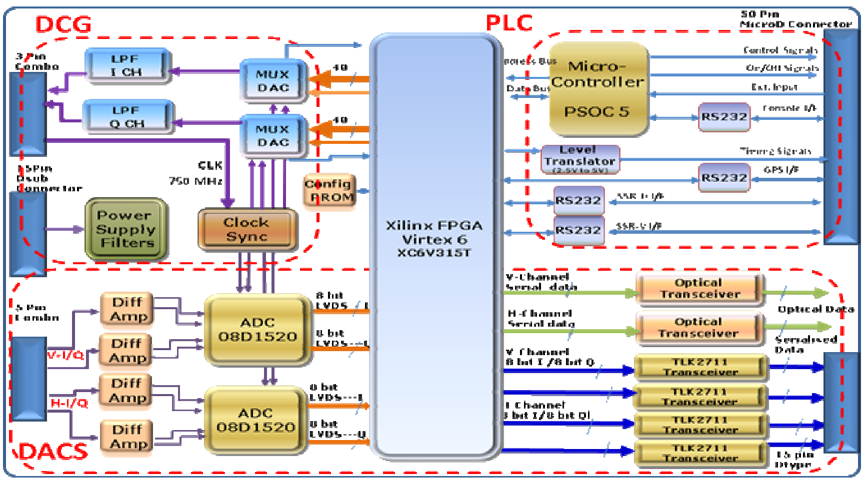
2.3 पी.एल.सी उपतंत्र की मुख्य विशेषताएं:

- बस प्रंबध इकाई (BMU) / प्रचारक कंसोल से सैन्य मापदंड- चीप 1553 / आर.एस. 232 द्वारा जुडाव
- प्रचालन विधा के हिसाब से नितभर उपतंत्र संरूपण
- RS422, RS485, सी.मोस. अनुकूल विभिन्न कालन और नियंत्रक सिग्नल्स जनन
- वर्टेक्स 600, वर्टेक्स 5, वर्टेक्स 6 एफ.पी.जी.ए.(FPGA).
- एस.आई लेब 8051, PSOC,8051,ओ.बी.सी.सूक्ष्म नियंत्रक
- भू से भेजे गए नीतभार प्राचल व रडार के विभिन्न उपतंत्रों के लिए अलग-अलग संचालन प्रकारका अभिग्राह
- प्रोग्रामनीयकालन और नियंत्रक सिग्नल जनन
- विभेदी और एक भेदी कालन और नियंत्रक सिग्नलजनन



चित्र 1: एक्स बेंड डीएमसार सीजी.डीएसीएस उपतंत्र के वास्तुकला

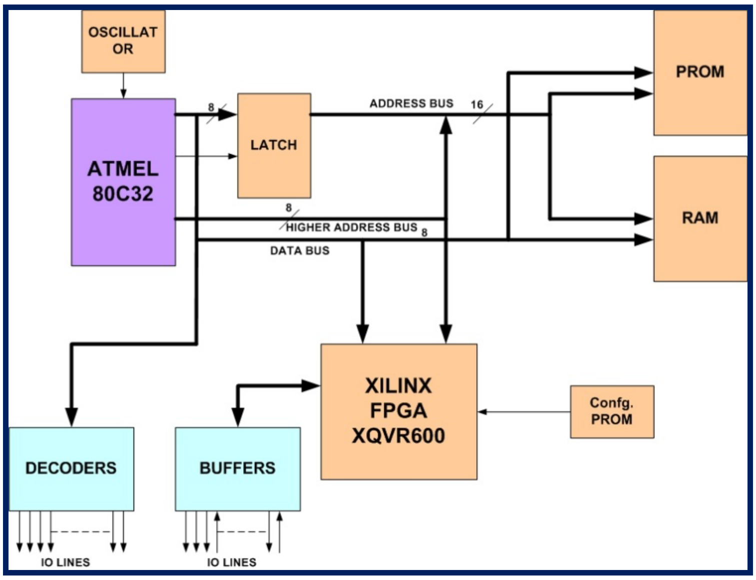
2.4 सीजी.डीएसीएस का हार्डवेयर विन्यास



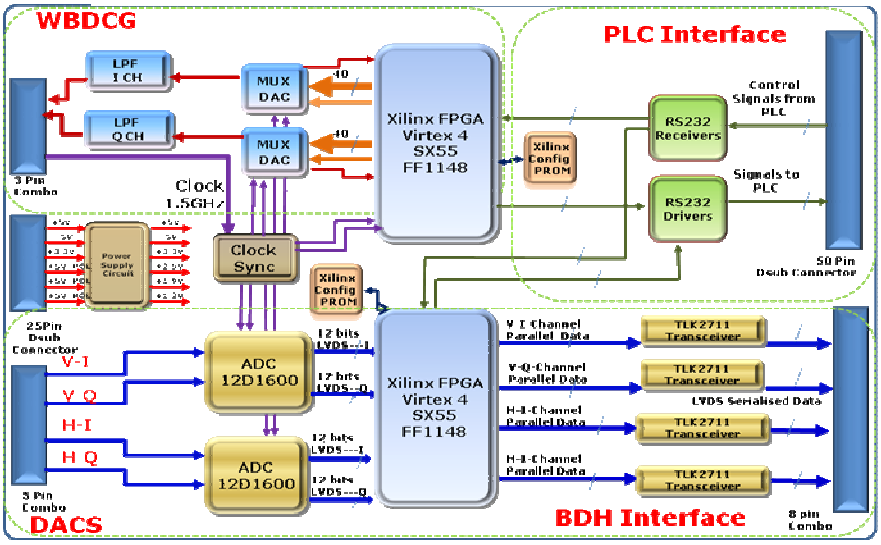
चित्र -2 : एक्स बेंड मिनीसार अंकीय तंत्र के वास्तुकला

चित्र 1,2 3 में दिखाये गए भिन्न सीजी.डीएसीएस उपतंत्र के हार्डवेयर विन्यास को दर्शाया गया है। मुख्य तोर पर जी.डीएसीएस में क्लोक्क का तुल्यकालन जो की 500 MHz से 750 MHz की आवृत्ति

पर है। क्लोक्क का सही तरीके से विभाजन तथा तुल्यकालन करना बहुत जरुरी है जब कार्ड इतनी उच्च आवृत्ति पर कार्य कर रह है। उच्च आवृत्ति वाले क्लकॉक का विभाजन हो कर ADC, DAC तथा FPGA's जैसे युक्ति पर पहुँच ता है। दो 10 bit 4:1 MUXDAC I & Q चिर्प जनित हो रह है। दो 8 बिट के ADC08D1520/ TS8388B या 12 बिट के A-to-D converter ADC12D1600 जिसमें द्वि चैनल ADC तथा 1:2 बहुविसंकेतक है वैसे वाले युक्तियों का प्रयोग किया गया है। यह द्वि चैनल वाले ADC से चार चैनलों का डाटा अधिग्रहण किया जा सकता है। दो Xilinx Virtex-4 XQR4VSX55 FPGA से डाटा का संपीडन पूरी तरह से किया जा सकता है। चार SERDES युक्तियों की मदद से उच्च गति ~2.65Gbps तक डाटा के अंतरापृष्ठ को संभाला जा सकता है। RS-422 युक्ति से पीएलसी से अंतरापृष्ठ नियंत्रण सिग्नलों को हवाई वाहित, अंतरिक्ष वाहित सार एवं मिनीसार के लिये जनित किया जा सकता।



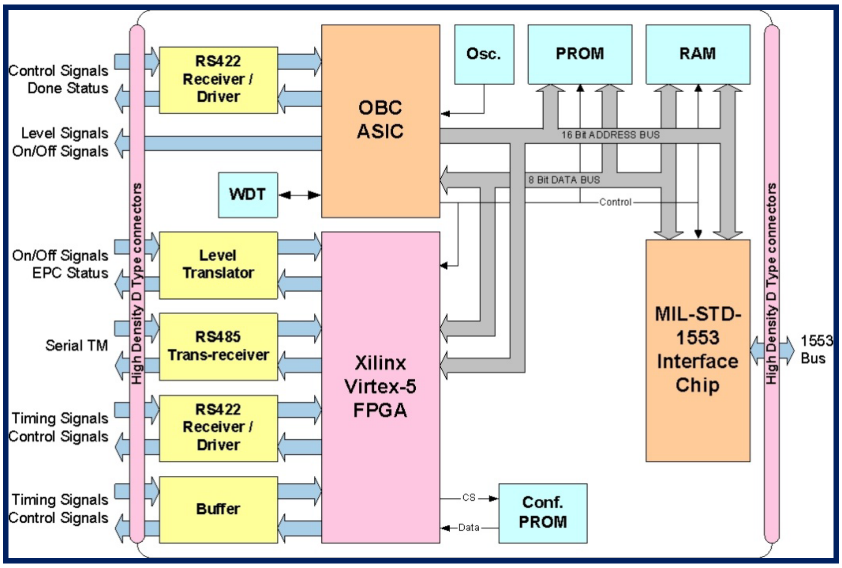
चित्र 4 : एक्स बेंड डीएमसार पी एल सी उपतंत्र के वास्तुकला



चित्र -3: एक्स बेंड अंतरिक्ष वाहित सार सीजी.डीएसीएस उपतंत्र के वास्तुकला

2.5 पी.एल.सी का हार्डवेयर विन्यास

भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के विभिन्न अंतरिक्ष-वाहित सूक्ष्मतरंग नीतभार के लिए"नीतभार नियंत्रक" एक आवश्यक अवयव है।नीतभार नियंत्रक की रुपरेखा चित्र 2, 4, 5 में दिखाई गई है। नीतभार नियंत्रक एक प्रमुख और केंद्रीय नियंत्रक उप प्रणाली है जो विभिन्न कालन और नियंत्रक सिग्नल्स दूसरी नीतभार उप प्रणाली के लिए उत्पन्न करता है।

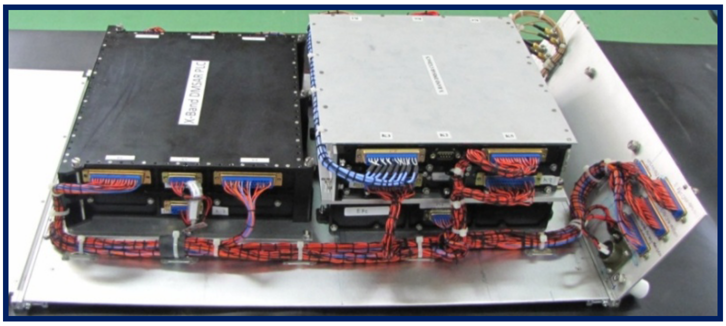


चित्र 5 : एक्स बेंड अंतरिक्ष वाहित सार पी एल सी उपतंत्र के वास्तुकला

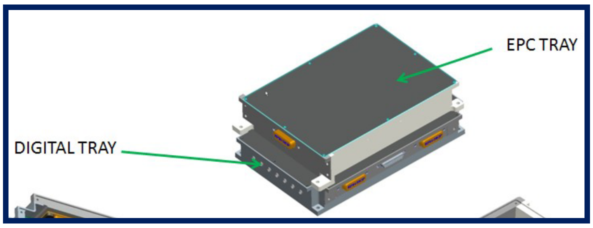
डी.एम.सार नीतभार नियंत्रक की संरचना एस.ई लेब 8051सूक्ष्म नियंत्रक और वर्टेक्स 600 एफ.पी.जी.ए.(FPGA) जैसे मुख्य घटक से की गई है तथा CGDACS अलग से पैकेज है।मिनीसार नीतभार नियंत्रक की संरचना

पि.सोक.8051सूक्ष्म नियंत्रक और वर्टेक्स 6 एफ.पी.जी.ए.(FPGA) जैसे मुख्य घटक से की गई है तथा CGDACSउसके साथ में ही विलीन है। अंतरीक्ष वाहित एक्स बैंड सार नीतभार नियंत्रक की संरचना ओ.बी.सी.सूक्ष्म नियंत्रक और वर्टेक्स 5एफ.पी.जी.ए.(FPGA) जैसे मुख्य घटक से की गई है।

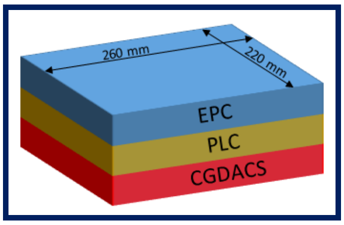
"नीतभार नियंत्रक", नीतभार के विभिन्न कार्य जैसे के, ऑन बोर्ड अंतरिक्ष यान कंप्यूटर के साथ अंतरापृष्ठ, दूरादेश का वीकोर्ड और अनुपालन और दूरमिति का संपूरण करता है। यह भू से भेजे गए नीतभार प्राचल को अभिग्राह करता है व रडार के विभिन्न उपतंत्रों के लिए अलग-अलग संचालन प्रकार के हिसाब से कालन और नियंत्रक सिग्नल उत्पन्न करता है। आवश्यक रूप से कहे तो, नीतभार नियंत्रक नीतभार प्रचालन हेतु मुख-द्धार का सर्जन करता है।



चित्र 6: एक्स बेंड डीएमसार अंकीय तंत्र का अभिकल्प



चित्र 7 : एक्स बेंड मिनीसार अंकीय तंत्र का अभिकल्प

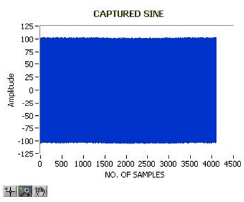


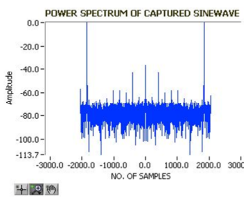
चित्र 8 : एक्स बेंड अंतरिक्ष वाहित सार (RISAT-2A) अंकीय तंत्र का अभिकल्प

HRS2 Data ADC-I Channel
Freq Ain = 225MHz Freq Clock = 500MHz

Supply	Values (Amp)
+5.1V	1.0A
-5.1V	1.9A
+3.4V	1.8A
+1.2V	1.6A

Parameters	Values
SFDR[dB]	-43.264124
THD [dB]	-42.383108
ENOB [Bits]	6.354037
SINAD CAPTURED[dB]	40.012204
SNR CAPTURED[dB]	43.772562
Theoretical SNR[dB]	49.800000
I/Q Amp. Imbalance[dB]	0.111568
I/Q Phase Imbalance[Deg]	2.796698





चित्र 9: एक्स बेंड डीएमसार सीजी.डीएसीएस उपतंत्र परीक्षण के परिणाम

सैन्य मापदंड- 1553 चीप के उपयोग से नीतभार नियंत्रक, अंतरिक्ष यान के बस प्रबंध इकाई (BMU) के साथ जुड़ती है।नीतभार नियंत्रक का सैन्य मापदंड- 1553 के सुदूर टर्मिनल के रूप में संरूपण हुआ है और यह बस प्रबंध इकाई से दोहरे अतिरिक्त बस से जुड़ा हुआ है।नीतभार नियंत्रक के कालन और नियंत्रक सिग्नल जो दूसरे उपतंत्र से अंतरापृष्ठीय है व विभेदी और एक भेदी है। नीतभार के लिए सारे कालन सिग्नल एफ.पी.जी.ए से उत्पन्न होते है और ये सब ऑन-ऑफ कालन के लिए प्रोग्रामनीय है।

2.6 अंकीय तंत्र के पैकेज का अभिकल्प

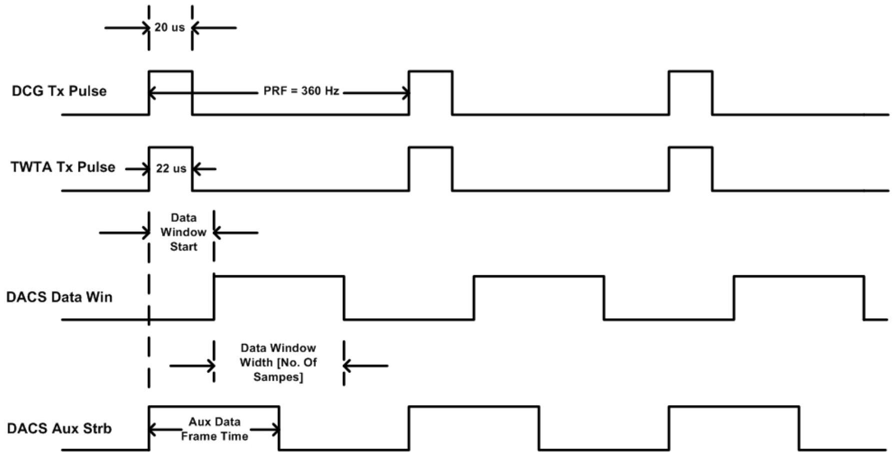
दिखाये गए चित्र के अनुसार हमने अंकीय तंत्र अभिकल्प को काफी छोटा एवं हल्का करने की कोशिश की है। डीएमसार के सीजी. मिनिसर में तीनों उपतंत्र को एक ही कार्ड में समावेश कर, एक पैकेज में गठित किया गया है। एक्स बेब्ड अंतरिक्ष वाहित सार (RISAT-2A) के सीजी.डीएसीएस एवं पी एल सी के कार्ड अलग होंगे परंतु यह दोनों कार्ड एक ही इ. पी सी के साथ एक पैकेज में गठित होंगे।डीएसीएस एवं पी एल सी के साथ I/O कार्ड को अलग अलग पैकेज में रखा गया था।

7. एक्स बेब्ड डीएमसार परीक्षण के परिणाम

एक्स बैंड डीएमसार के तंत्रों का हमने दूसरे उपतंत्र के साथ समाकलित अवस्था में परीक्षण किया था। परीक्षण के परिणाम काफी संतोषजनक है। चिर्प बैंड विस्तार (I & Q), एनालोग बैंड विस्तार एवं ऐ डी सी का ENOB विनिनिर्देश के अनुसार पाया गया है। पी एल सी जनित आवश्यक सिग्नल भी संतोषजनक है।

3.0 निष्कर्ष

एक्स बैंड **सार के उपयोग के लिये** अंकीय तंत्र के अभिकल्प में काफी **नवीनीकरण किया गया है। इसमें एकक चेनल से द्वि चेनलों (H & V) को एक ही कार्ड में रखा गया है।** प्रतिचयन आवृत्ति को 500MHz से लेकर 750MHz तक किया गया है। चिर्प बैंड विस्तार (I तथा Q) को 112MHz से बढ़ा कर 168.5MHz का दिया है। तीव्र गति वाले डाटा का अंतरापृष्ठ BDH के साथ 3 रेखा में से एक रेखा में किया गया है। FPGA का चयन Virtex-4 से ले कर virtex-6 तथा virtex-5 पर भी अभिकल्प किया गया है। पी एल सी के अभिकल्प में भी 8051 आधारित microcontroller से ले कर OBC ASIC तथा PSOC पर भी किया गया है। एस **एक्स बेब्ड** सार की आवृति पर अभिकल्प के गठन करने में हमने संकेत पुण्ता, EMI/EMC, तापीय तथा सम्मिश्र अंतरापृष्ठ मुंदो को पूर्ण करने में चुनौतियाँ का सामना किया है। अल्पविकासीय मॉडल का लेब में परीक्षण किया गया है। हमें उड़ान मॉडल के अभिकल्प में उप्पर दिखाई गयी चुनौतियाँ को पूर्ण करना होगा।



चित्र 10 एक्स बेंड डीएमसार पी एल सी उपतंत्र परीक्षण के परिणाम

4.0 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 तपन मिश्रा (निदेशक, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र), श्री निलेश देसाई (उप निदेशक, सूक्ष्मतरंग सुदूर संवेदन क्षेत्र),बी. एस. रामन (ग्रुप प्रधान, सूक्ष्म तरंग संवेदन अंकीय समूह(और एस एम त्रिवेदी (प्रधान 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।

***

भूस्थानिक एवं क्षेत्र आंकड़ों द्वारा भारतीय ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र के ऊर्जा संतुलन का अध्ययन

आभा छाबडा
पर्यावरण और जल विज्ञान प्रभाग
जैविक एवं ग्रहीय विज्ञान तथा उपयोग ग्रुप
भू, समुद्र, वायुमंडल, ग्रहीय विज्ञान और उपयोग क्षेत्र
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद
ई-मेल: abha@sac.isro.gov.in

सारांश

प्रमुख रूप से भारत एक कृषि एवं ग्रामीण प्रधान देश है। भौगोलिक स्थिति, क्षेत्रफल, मानव एवं पशु जनसँख्या, जनसँख्या घनत्व, प्राकृतिक संसाधनों की उपलब्धता, खेती के साधन एवं आजीविका चित्राम आदि की दृष्टि से देश के ग्रामीण क्षत्रों में बहुत विभिन्नता देखी जाती है। पर्यावरण की दृष्टि से ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र का ऊर्जा संतुलन एक महत्वपूर्ण वैज्ञानिक शोध का विषय है। प्रस्तुत अध्ययन देश के एक अर्ध-शुष्क ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र के विभिन्न घटकों द्वारा ऊर्जा उत्पादन तथा ऊर्जा खपत के निवल ऊर्जा संतुलन का विस्तृत आकलन दर्शाता है। ग्रामीण तंत्र की सीमा के अंतर्गत घटित होने वाले अनेक मानवीय ऊर्जा प्रवाहों के निवेश-निर्गमन को समझने के लिए एक 'ग्रामीण ऊर्जा संतुलन' मॉडल का विकास किया गया। क्षेत्र, सहायक, उच्च–विभेदन उपग्रही आंकड़ों, एवं भौगोलिक सूचना प्रणाली पर आधारित एक एकीकृत उपगमन द्वारा मॉडल के विभिन्न निवेशों को तैयार किया गया। ग्राम एवं घरेलू स्तर पर विधिवत विकसित प्रश्नावलियों के माध्यम से उपलब्ध ऊर्जा संसाधनों एवं ऊर्जा खपत के मूल एवं गौण क्षेत्रीय आंकड़ों को एकत्रित किया गया। उच्च–विभेदन बहुकालिक RESOURCESAT-2 (LISS-IV) आंकड़ों को प्रयोगकर भूउपयोग/भूआवरण मानचित्र तथा वन-क्षेत्र के बाहर स्थित पेड़ों द्वारा जमीनी सतह से ऊपर संचयित बायोमास का आकलन भी किया गया। अध्ययनरत अर्ध-शुष्क ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र का निवल ऊर्जा संतुलन 13.06 Terra Joules आंका गया है जो यह दर्शाता है कि यह एक स्वंय-चिरंतन ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र है। इस अध्ययन के परिणाम भविष्य में ग्रामीण विकास के लिए उपलब्ध ऊर्जा संसाधनों एवं भावी ऊर्जा आवश्यकताओं की नीति-नियमों व परियोजनाओं हेतू बहुत महत्वपूर्ण सिद्ध हो सकते हैं।

1. प्रस्तावना

भारत एक कृषि एवं ग्रामीण प्रधान देश है। नवीनतम जनसँख्या आँकड़ों के अनुसार देश की तक़रीबन 70 प्रतिशत आबादी ग्रामीण क्षेत्रों में रहती है तथा पिछले दशक में ग्रामीण जनसँख्या में 90.47 मिलियन की वृद्धि हुई है (जनसँख्या, 2011)। संपूर्ण देश में भौगोलिक स्थिति, क्षेत्रफल, मानव एवं पशु जनसँख्या, जनसँख्या घनत्व, प्राकृतिक संसाधनों की उपलब्धता, खेती के साधन एवं आजीविका चित्राम आदि की दृष्टि से देश के ग्रामीण क्षत्रों में बहुत विभिन्नता देखी जाती है। भारतीय परिवेश में एक ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र में विभिन्न कृषि प्रथायें, पशुपालन, मुर्गी-पालन, वृक्षों की प्रजातियां, भूउपयोग, बंजर भूमि, रिहायशी ग्रामीण परिवार, उद्योग तथा व्यापार आदि समाहित होते हैं। देश की अधिकतम ग्रामीण जनसँख्या अर्ध-शुष्क ऊषणकटिबंध क्षेत्रों में रहती है, जहाँ भूमि प्रायः निम्न वर्षा व ज्यादातर वर्षा-आधारित कृषि एवं बंजर भूमि की बहुलता पाई जाती है (हरिस वैट एवं गरीक्पति, 2008)। अनेक प्रकार के शुष्क वातावरणीय प्रतिबलों के कारण इन क्षेत्रों में रहने वाले ग्रामीण लोगों की आजीविका जलवायु परिवर्तन के प्रति अतिसंवेदनशील होती है। साथ ही इन क्षेत्रों में उपलब्ध ऊर्जा संसाधनों एवं भावी ऊर्जा आवश्यकताओं को समझना व उनका आकलन करना एक वैज्ञानिक शोध का महत्वपूर्ण विषय है।

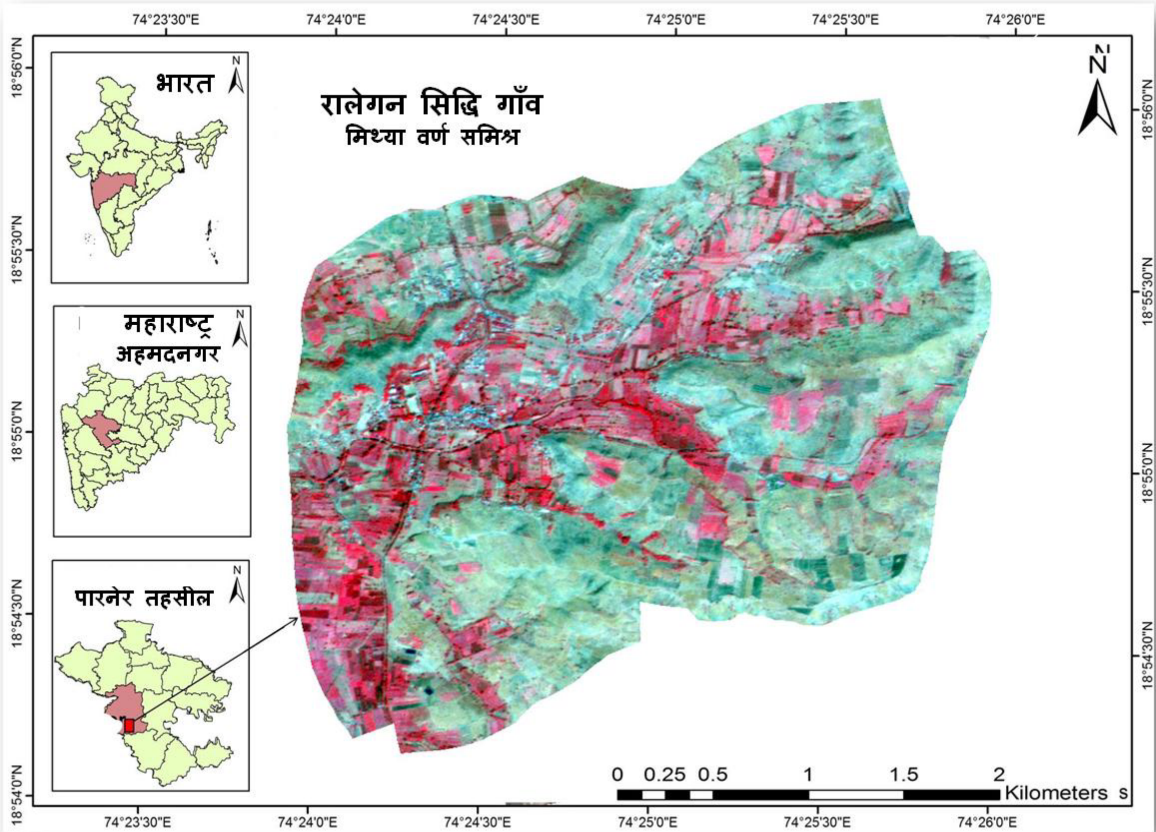
2. अध्ययन-उद्देश्य

वर्तमान भारतीय परिपेक्ष्य में अर्ध-शुष्क ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र के ऊर्जा संतुलन पर आधारित बहुत सीमित अध्ययन उपलब्ध हैं। पंड्या एवं पेधादिया (1993) ने गुजरात के एक अर्ध-शुष्क ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र का सीमित ऊर्जा संतुलन

प्रस्तुत किया था। पर्यावरण की दृष्टि से एक ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र की जटिलता को समझना तथा सभी मानवीय ऊर्जा प्रवाहों का मात्रीकरण करना अंत्यंत महत्वपूर्ण होता है। इसी लक्ष्य को ध्यान में रखते हुए यह प्रस्तुत अध्ययन किया गया है। इस अध्ययन का प्रमुख उद्येश्य एक अर्ध-शुष्क ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र की सीमा के अंतर्गत आने वाले सभी प्रकार के प्राकृतिक ओर मानवीय ऊर्जा उत्पादन, ऊर्जा खपत, ऊर्जा आयात व ऊर्जा निर्यात के स्रोतों का मानकीकरण तथा निवल ऊर्जा संतुलन का आकलन करना है।

3. अध्ययन-क्षेत्र एवं प्रयुक्त आँकड़े

यह अध्ययन मध्य महाराष्ट्र के अहमदनगर जिले की पारनेर तहसील में स्थित रालेगन सिद्धि गाँव में किया गया था। यह गाँव पुणे शहर से 87 किलोमीटर तथा अहमदनगर राज्य मार्ग से तक़रीबन 40 किलोमीटर की दूरी पर स्थित है। इस गाँव का कुल क्षेत्रफल 982.31 हेक्टर है। भौगोलिक दृष्टि से यह गाँव एक सूखा-प्रधान क्षेत्र के अंतर्गत आता है जहाँ तापमान 12-44 डिग्री सेल्सिअस तथा वर्षा मात्र 50-650 मिलीमीटर होती है। रालेगन सिद्धि गाँव चारों ओर से ऊँची-नीची पहाड़ियों से घिरा हुआ है। कुछ क्षेत्रों में कंकड के साथ काली मिट्टी है, परंतु मुख्यतः बंजर भूमि है।



चित्र 1: अध्ययन-क्षेत्र का स्थिति मानचित्र

इस अध्ययन के लिए सुदूर संवेदन, भौगोलिक सूचना प्रणाली व सहायक आंकड़ों के साथ विस्तृत क्षेत्र व भू-सत्यता आँकड़ों का प्रयोग किया गया। क्षेत्र सर्वे द्धारा ग्रामीण घरस्तर (Rural Household) व ग्राम स्तर पर विविध प्रकार के प्राथमिक आँकड़ों जैसे जनसँख्या, आजीविका साधन, सामाजिक व आर्थिक स्तर, कृषि, पशुपालन, भोजन, बिजली खपत, उपलब्ध जीवाश्म और पुनर्नवी ईधन स्त्रोतों की उपलब्धता, उद्योग/व्यापार के निवेश-निर्गमन को एकत्रित किया गया। स्तरीय यादृच्छिक प्रतिचयन उपगमन (Stratified Random Sampling approach) पर आधारित व्यवस्थित प्रश्नावालिओं के माध्यम से अध्ययन क्षेत्र के 100 घरों से प्राथमिक आंकडे एकत्रित किए गए। भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद के वर्गीकरण को ध्यान में रखते हुए किसान परिवारों को उनके भूमि अधिकारिता के आधार पर सीमांत, छोटे, अर्ध-माध्यमिक, माध्यमिक ओर बड़े किसानो की श्रेणीयों में बांटा गया। इसके अतिरिक्त ग्राम/ब्लॉक स्तर पर अनेक कार्यालयों जैसे ग्रामसेवक, ग्राम पंचायत, तलाटी, ब्लॉक विकास, पशु चिकित्सक, विद्युत आदि से अन्य आंकडे एकत्रित किए गए। सहभागी ग्रामीण एप्रिसल (Participatory Rural Appraisal) की विभिन्न तकनीकों जैसे सामाजिक

मानचित्रण केंद्रित चर्चा प्राथमिक रंकिंग ऋतविय चित्रों द्वारा भी ग्रामीण परिपेक्ष के अनेक प्राथमिक आंकड़ों को एकत्रित किया गया। साथ ही उपलब्ध शोध पत्रों से देश-विशिष्ट ऊर्जा रूपांतरण कारकों को संग्रहित किया गया।

चित्र 2: रालेगन सिद्धि गाँव में क्षेत्र व भू-सत्यता आँकड़ों का एकत्रीकरण

RESOURCESAT-2 (LISS-IV) 5.8 मीटर के बहुकालिक आंकड़ों (20 अक्तूबर 2011, 25 दिसम्बर 2012, 31 मार्च 2013) को प्रयोगकर अध्ययन क्षेत्र के भूउपयोग/भूआवरण मानचित्र बनाये गए। इसके अतिरिक्त वन-क्षेत्र के बाहर स्थित पेड़ों द्वारा जमीनी सतह से ऊपर संचयित बायोमास के आकलन में भी इनका प्रयोग किया गया। भारतीय वन सर्वेक्षण द्वारा स्थापित विधि (रावत एवं अन्य, 2005) के अनुरूप वन-क्षेत्र के बाहर स्थित पेड़ों के विस्तृत क्षेत्र आँकड़ों को भी एकत्रित किए गया।

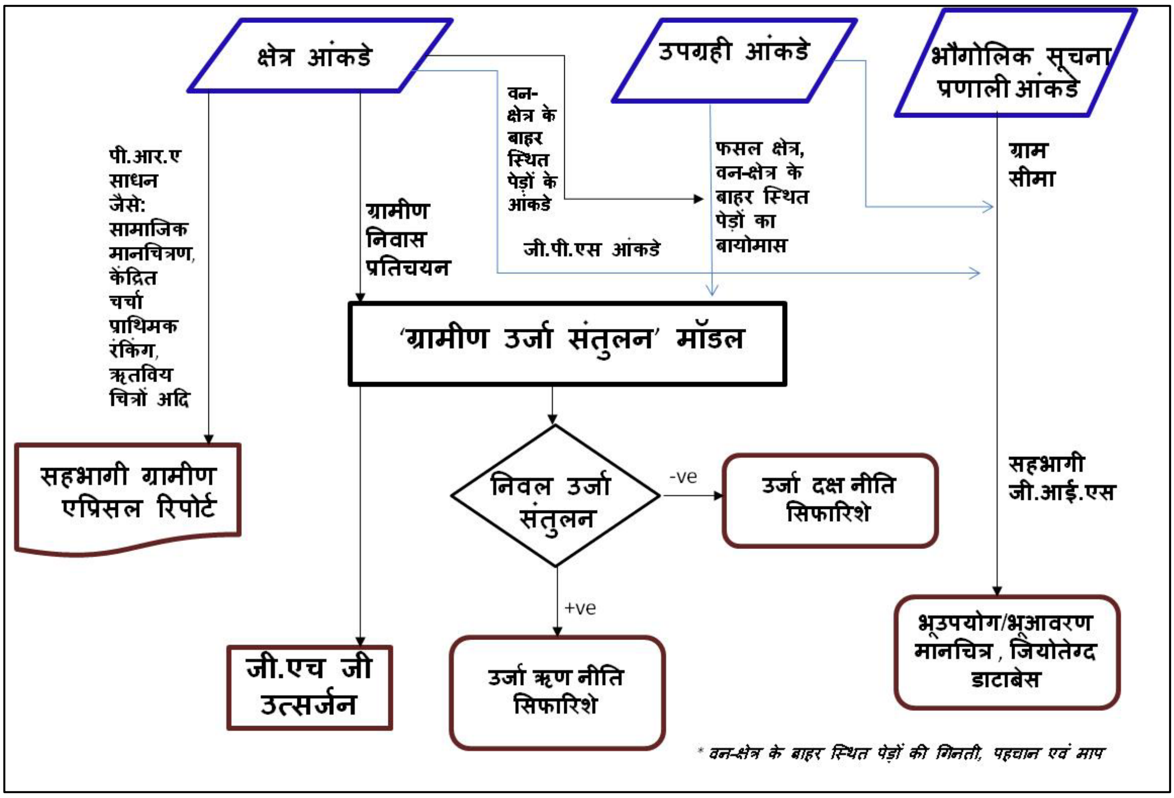
4. प्रयुक्त विधि

ग्रामीण निवास स्तर व ग्राम स्तर पर एकत्रित आँकड़ों का एक विस्तृत संख्यिकीय डाटाबेस तैयार किया गया। साथ ही वन-क्षेत्र के बाहर स्थित पेड़ों के विस्तृत क्षेत्र आँकड़ों का भी एक विस्तृत संख्यिकीय डाटाबेस तैयार किया गया। एफ. आर. ई (1996) द्वारा बताई गई विशिष्ट आयतन समीकरण को प्रयोगकर प्रत्येक वृक्ष की लकड़ी का आयतन का आकलन किया गया। इसके पश्चात् प्रत्येक वृक्ष की प्रजाति की लकड़ी का विशिट घनत्व को प्रयोगकर उस पद का जमीनी सतह से ऊपर संचयित बायोमास का आकलन किया गया। तदुपरांत प्रत्येक प्लाट के कुल पेडों का जमीनी सतह से ऊपर संचयित बायोमास का आकलन किया गया।

मेघारहित RESOURCESAT-2 (LISS-IV) 5.8 मीटर के बहुकालिक आंकड़ों (20 अक्तूबर 2011, 25 दिसम्बर 2012, 31 मार्च 2013) को प्रयोगकर एक सुदूर संवेदन डाटाबेस बनाया गया। अध्ययन-क्षेत्र की लिए भारतीय सर्वेक्षण विभाग की प्रशासनिक सीमा को प्रयुक्तकर LISS-IV बिम्बों को सबसैट किया गया। भूसंधर्भित डाटा का वायुमंडलीय संशोधन SACRS-2 टूल (पंड्या एवं अन्य, 2013) के माध्यम से किया गया। बहुकालिक आंकड़ों का ERDAS IMAGINE 9.2 सॉफ्टवेयर द्वारा बिंब वर्गीकरण किया गया। तत्पश्चात स्पेक्ट्रामी वर्गों को 7 विभिन्न श्रेणियों –

रिहायशी भूमि, एक फसल, द्विफसल, बंजर भूमि, झाड-झंकाड़, वृक्षाछित एवं जलाशय या नदी में बाँटा गया। प्रत्येक भूउपयोग/भूआवरण वर्ग की अंतर्गत भूमि का आकलन किया गया तथा ArcGIS 9.2 भौगोलिक सूचना प्रणाली सॉफ्टवेयर की मदद से भूउपयोग/भूआवरण मानचित्र बनाये गए। वन-क्षेत्र के बाहर स्थित पेड़ों का कुल जमीनी सतह से ऊपर संचयित बायोमास को 0.5 (ब्राउन एवं अन्य, 1999) से गुणा करके कुल कार्बन का आकलन किया गया।

इस अध्ययन की अंतर्गत एक 'ग्रामीण ऊर्जा संतुलन' मॉडल का विकास किया गया। यह मॉडल एक ग्राम सीमा में घटित सभी ऊर्जा उत्पादन व ऊर्जा खपत स्त्रोतों, ऊर्जा आयात व निर्यात जैसे ऊर्जा प्रवाहों पर आधारित है। ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र के पंच उपतंत्र – कृषि, पशुपालन, ग्रामीण निवास, उद्योग/व्यापार एवं वन-क्षेत्र के बाहर स्थित पेड़ के सभी निवेशों को समाहितकर निवल ऊर्जा संतुलन का विस्तृत आकलन देता है। ग्रामीण घरस्तर पर एकत्रित आँकड़ों को संख्यिकीय सॉफ्टवेयर SPSS ver. 19 की मदद से ग्राम स्तर पर प्रक्षेपित किया गया। मॉडल में प्रयुक्त देश-विशिष्ट ऊर्जा रूपांतरण कारकों का संकलन किया गया है (नाग एवं अन्य, 2014 और गर्ग एवं अन्य, 2014)। इस मॉडल में सामाजिक स्थिति, आजीविका एवं आर्थिक स्थिति की आधार पर अलग-अलग रूप से विस्तृत निवल ऊर्जा संतुलन का



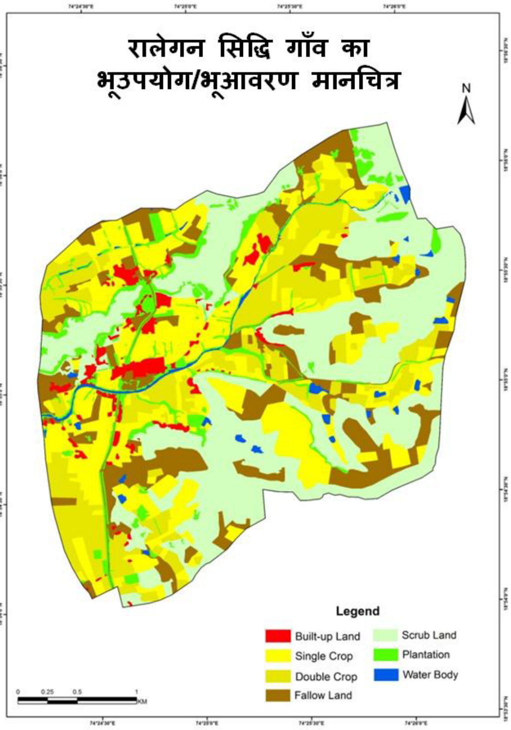
आकलन किया जा सकता है। चित्र 3 में क्रमदर्शी आरेख के द्वारा अध्ययन विधि को विस्तार से दर्शाया गया है।

चित्र 3: प्रयुक्त अध्ययन विधि का क्रमदर्शी आरेख

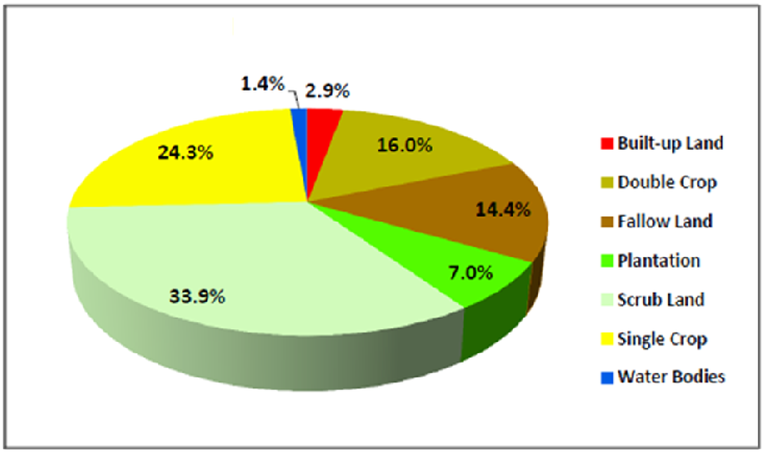
5. परिणाम एवं चर्चा

मुख्यतः रालेगन सिद्धि गाँव अर्ध-शुष्क, वर्षाहीन ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र का द्योतक है। विपरीत परिस्थितियों के बावजूद गाँव के लोगों ने समाजसेवी श्री अन्ना हजारे के नेतृत्व में जल संग्रहण क्षेत्रों का विकास एवं जल प्रबंधन के अथक प्रयासों द्वारा इस गाँव को एक मॉडल गाँव के रूप में विकसित किया है। अधिकतम ग्रामीण निवासियों की आजीविका कृषि आधारित है। RESOURCESAT-2 (LISS-IV) के बहुकालिक आंकड़ों पर आधारित भूउपयोग/भूआवरण मानचित्र (चित्र 4) व आरेख (चित्र 5) से ज्ञात होता है कि गाँव के कुल क्षेत्रफल का 40% भाग कृषि के अंतर्गत है, तथा 34% हिस्सा बंजर भूमि में आता है। अलग-अलग भूउपयोग के अंतर्गत वितरण को चित्र 4 में दर्शाया गया है। अध्ययनरत इस गाँव में ऊर्जा का प्रवाह प्रमुखतः जलवायु स्थिति, मानवीय एवं पशु जनसँख्या, कृषि पद्धतियाँ ओर पेडो द्वारा संचालित होता है। अध्ययन के परिणामों से ज्ञात होता है कि यह गाँव ऊर्जा संतुलन कि दृष्टि से बहुल है

जो यह दर्शाता है कि यह एक स्वंय-चिरंतन ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र है। इसका प्रमुख कारण सौर ऊर्जा द्वारा प्रवाहित वनस्पति ऊर्जा (कृषि व पेड़) है जो ऊर्जा खपत से अधिक है। कृषि-उपतंत्र का निवल ऊर्जा संतुलन 3.044 Terra Joules आंका गया है। बिजली, जलाऊ लकड़ी व जीवाश्म ईंधन स्त्रोतों की उपलब्धता के कारण ग्रामीण रिहायशी उपतंत्र में ऊर्जा खपत ज्यादा है। संपूर्ण रूप से इस अर्ध-शुष्क ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र का निवल ऊर्जा संतुलन 13.06 Terra Joules आंका गया है।



चित्र 4 : बहुकालिक RESOURCESAT-2 (LISS-IV) के बहुकालिक आंकड़ों पर आधारित रालेगन सिद्धि गाँव का भूउपयोग/भूआवरण मानचित्र



चित्र 5 : सुदूर संवेदन आंकड़ों पर आधारित रालेगन सिद्धि गाँव का भूउपयोग/भूआवरण वर्गीकरण

सहभागी ग्रामीण एप्रिसल द्वारा गाँव के लोगों की ऋतविय ऊर्जा आवश्यकताओं, ऊर्जा संसाधनों की उपलब्धता एवं भविष्य में पुनर्नवी ईंधन स्त्रोतों की क्षमता और ऊर्जा आवश्यकताओं के बारे में महत्वपूर्ण जानकारी प्राप्त हुई। पूर्व में पुनर्नवी ईंधन स्त्रोतों जैसे गोबर गैस, सौर ऊर्जा साधन आदि को प्रयोग करने के प्रयास किए गए थे परंतु उचित रखरखाव की कमी के कारण इन प्रयासों में अधिक सफलता नहीं मिल पाई। क्योंकि यह गाँव निचली पहाड़ियों और समतल जमीन में स्थित है, अतः भविष्य में पवन ऊर्जा के साधनों के लिए प्रयास करना लाभदायक हो सकता है। साथ ही ग्रामीण जनता को ऊर्जा के पुनर्नवी ऊर्जा स्त्रोतों के प्रयोग और रखरखाव के बारे में शिक्षित करना भी आवश्यक है।

5. निष्कर्ष

प्रस्तुत अध्ययन देश के महाराष्ट्र राज्य के अर्ध-शुष्क अहमदनगर जिले की पारनेर तहसील में स्थित रालेगन सिद्धि गाँव के पारिस्थिति तंत्र के विभिन्न घटकों द्वारा ऊर्जा उत्पादन तथा ऊर्जा खपत के निवल ऊर्जा संतुलन का विस्तृत आकलन दर्शाता है। ग्रामीण तंत्र की सीमा के अंतर्गत घटित होने वाले अनेक मानवीय ऊर्जा प्रवाहों के निवेश-निर्गमन को समझने के लिए एक 'ग्रामीण ऊर्जा संतुलन' मॉडल का विकास किया गया। क्षेत्र, सहायक, उच्च–विभेदन उपग्रही आंकड़ों, एवं भौगोलिक सूचना प्रणाली पर आधारित एक एकीकृत उपगमन द्वारा मॉडल के विभिन्न निवेशों को तैयार किया गया। उच्च–विभेदन बहुकालिक RESOURCESAT-2 (LISS-IV) आंकड़ों को प्रयोगकर भूउपयोग/भूआवरण मानचित्र तथा वन-क्षेत्र के बाहर स्थित पेड़ों द्वारा जमीनी सतह से ऊपर संचयित बायोमास का आकलन भी किया गया। अध्ययनरत अर्ध-शुष्क ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र का निवल ऊर्जा संतुलन 13.06 Terra Joules आंका गया है जो यह दर्शाता है कि यह एक स्वंय-चिरंतन ग्रामीण पारिस्थिति तंत्र है। जल संग्रहण क्षेत्रों का विकास एवं जल प्रबंधन के अथक प्रयासों द्वारा इस गाँव को एक 'मॉडल गाँव' के रूप में विकसित किया है। भविष्य में पुनर्नवी ऊर्जा साधनों के लिए प्रयास करना लाभदायक हो सकता है। साथ ही ग्रामीण जनता को ऊर्जा के स्त्रोतों का प्रयोग और रखरखाव के बारे में शिक्षित करना भी आवश्यक कदम होगा। इस अध्ययन के परिणाम भविष्य में ग्रामीण विकास के लिए उपलब्ध ऊर्जा संसाधनों एवं भावी ऊर्जा आवश्यकताओं की नीति-नियमों व परियोजनाओं हेतू बहुत महत्वपूर्ण सिद्ध हो सकते हैं।

आभार

प्रस्तुत अध्ययन इसरो की 'एनर्जी एंड मास एक्स्चंज इन वेजिटेटीव सिस्टम्स" परियोजना के अन्तर्गत किया गया। मैं श्री आ सी किरणकुमार (पूर्व निदेशक, सैक), डॉ. जय सिंह परिहार (पूर्व उपनिदेशक, एपसा सैक), डॉ. पी. के. पाल (उपनिदेशक, एपसा सैक), डॉ. प्रकाश चौहान (ग्रुप प्रधान, बीपीएसजी) तथा डॉ. आर. पी. सिंह (प्रधान, ई.एच.डी) से प्राप्त प्रोत्साहन एवं मार्गनिर्देशन के लिए उनके प्रति धन्यवाद प्रकट करती हूँ। इस अध्ययन में परस्पर सहयोग एवं सतत प्रयासों के लिए मैं हैदराबाद स्थित राष्ट्रीय ग्रामीण विकास संस्थान के सीगार्ड केंद्र के वैज्ञानिक एवं प्रोजेक्ट कर्मी तथा अहमदाबाद स्थित भारतीय प्रबंध संस्थान के प्रोफेस्सर एवं प्रोजेक्ट कर्मी की आभारी हूँ।

संदर्भ

1. एफ. आर. ई (1996) वोल्युम इक्कुएतिओन्स फॉर फोरेस्ट्स ऑफ इंडिया नेपाल एंड भूटान. फोरेस्ट रेसार्च इंस्टिट्यूट, देहराडून, मिन्सिट्री ऑफ एन्विरोंमेंट एंड फोरेस्ट्स, गवर्नमेंट ऑफ इंडिया।
2. जनसँख्या (2011) *http://www.censusindia.gov.in*
3. नाग, टी.; गर्ग अ., शर्मा अ. एवं जैकोब (2014) रूरल एनर्जी बैलेंस मॉडल, एक्सस मॉडल: यूसर मनुअल, 40 पेज।
4. पंड्या, एम आर; पाठक, वी इन, शाह, डी, बी, चिपडे, आर ए; सिंह आर पी (2013) SACRS-2: ए स्कीम फॉर अत्मोस्फेरिक करेकशन ऑफ रेसौर्ससैट—2 AWiFS डाटा। सैक/एपसा/एबीएचजी/इएचडी/SACRS2/SN/02/2013
5. पंड्या, एस एम एवं पेधादिया एम डी (1993) एनर्जी अनाल्य्सिस ऑफ एन इंडियन वीलेज सेमी-अरिड एकोसिस्टम। अग्रीकलचर, एकोसिस्टम एंड एन्विरोंमेंट, 45: 157-175।
6. ब्राउन, स. एल.; स्च्रोएदर, पी एवं कर्ण, जेएस (1999) स्पेशिअल डिस्ट्रइबयुशन ऑफ बिओमास इन फोरेस्ट्स ऑफ इस्टर्न यूएसए। फोरेस्ट, एकोलोजी एंड मैनेजमेंट 123: 81-90।
7. रावत, जे के; दासगुप्ता, एस, कुमा, आर, कुमार, ए एवं चौहान, केवीएस (2005) ट्रेनिंग मनुअल ऑन इन्वेंट्री ऑफ ट्रीस आउटसाइड फोरेस्ट्स, फोरेस्ट सर्वे ऑफ इंडिया, इंडिया।
8. गर्ग अ., शर्मा अ. एवं नाग, टी. (2014) एनर्जी कन्वरशन टेबल्स, 58 पेज।

***

सामाजिक एवं उपभोक्ता अनुप्रयोग

अंटार्कटिका में बर्फ की परतों की गहराई मापने के लिए भूभेदी रडार

मनीष कुमार, अमिता शाह और राजकुमार कमलजीत सिंह
manish@sac.isro.gov.in

संक्षेप: इस पत्र में भूभेदी रडार के अभिकल्प एवं उसके विकास की प्रक्रिया का वर्णन किया गया है। भूभेदी रडार के विविध वज्ञानिक एवं व्यापारिक उपयोग और भूभेदी रडार के अंटार्कटिक महाद्वीप में किए गए परीक्षण एवं उनके परिणामों के बारे में भी चर्चा की गई है।

I.परिचय

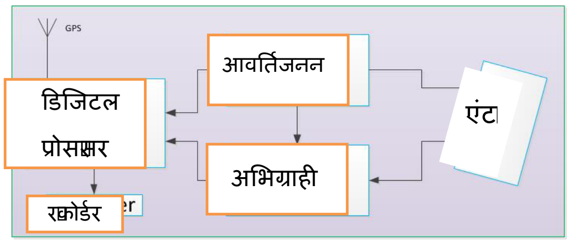
भूभेदी रडार एक महत्वपूर्ण यंत्र है जिससे रेडियो आवर्ति परावर्तन में अस्तताका अभिलेखन करके सतह के नीचे के लक्षणों के बारे में पता लगाया जाता है। भूभेदी रडार एक बहुत अधिक विभेदन वाली विद्युत-चुम्बकीय प्रतिबिम्बन तकनीक का उपयोग करता है जो कि विद्युत-चुम्बकीय तरंगों के प्रकीर्ण के नियम पर कार्य करता है और सतह के नीचे दबे हुए पदार्थो का पता लगाता है। इस तकनीक को विस्तृत करके एवंपदार्थोके वैद्युत गुणों का निष्कर्षण करके सतह के नीचे के पदार्थो की संरचना को समझने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। यह मुख्यत पृथ्वी एवं ग्रहों के उप सतह के प्रोफाइल की जांच के लिए इस्तेमाल किया जाता है व कम हानि वाले डाईइलेक्ट्रिकस्थितियों में सबसे अच्छे से काम करता है।

भूभेदी रडार को बहुत सारी वैज्ञानिक एवं व्यापारिक उपयोगों के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है, जिसमें निम्न उपयोग सम्मिलित है –अंटार्कटिक महाद्वीप में बर्फ की सतह की गहराई मापने के लिए जो कि ध्रुवीय वातावरण में हो रहे परिवर्तन एवं विकास को समझने में मदद करता है, शहरी विकास योजना के लिए उपयोग में लाया जाता है, बोरहोल निरीक्षण, बिल्डिंग की स्थिति का निर्धारण, भूमि के नीचे दबी हुई माइंस के संसूचन के लिए, केबल एवं माइंस का पता लगाने के लिए, सुरंग लाईनिंग के लिए, दीवार की स्तिथि पता लगाने के लिए, फोरेन्सिक विज्ञानं में एवं पुरातत्व विज्ञानं में उपयोग, इत्यादि। इनके अलावा भूभेदी रडार का उपयोग अंतरग्रही अभियानों में भी किया जाता है।

II.प्रचालन का नियम

भूभेदी रडार को प्रचालन के नियम अनुसार मुख्यत दो श्रेणीयो में वर्गीकृत किया जाता है जिसमें प्रथम है आवर्ति क्षेत्र भूभेदी रडार एवं द्वितीय है समय या टाइम क्षेत्र भूभेदी रडारआवर्ति क्षेत्र भूभेदी रडार को पल्स मोड भूभेदी रडार भी कहा जाता है एवं टाइम क्षेत्र भूभेदी रडार को स्टेप आवर्ति या सी डब्लू भूभेदी रडार भी कहा जाता है। पल्स मोड भूभेदी रडार एक बहुत संकीर्ण विद्युत-चुम्बकीय ऊर्जा पल्सजिसमें तक़रीबन 10 किलो वाट शीर्ष क्षमता होती है, का इस्तेमाल करता है। यह ऊर्जा डाईइलेक्ट्रिकअसातत्य की वजह से परावर्तित होकर रडार द्वारा प्राप्त की जाती है जिससे सतह के नीचे दबे हुए पदार्थो का प्रोफाइल बनाया जा सकता है। स्टेप आवर्तिभूभेदी रडार के केस में प्रेक्षण आवर्ति को लगातार बढ़ाया जाता है जब तक आवर्ति अधिकतम आवर्ति के बराबर ना हो एवं उसके बाद फिर से आवर्ति का स्कैन शुरू हो जाता है। स्टेप आवर्तिभूभेदी रडार में एक आवर्ति स्कैन को एक चक्र भी कहते हैं जो कि पल्स मोड भूभेदी रडार से अधिक समय लेता है एवं प्राय स्टेप आवर्तिभूभेदी रडार, पल्स मोड भूभेदी रडार से तुलनात्मक धीमा होता है।

भूभेदी रडार का प्रचालन मुख्यत3 महतवपूर्ण अंशो से प्रभावित होता है। इसमें प्रथम है भूभेदी रडार के नियम की आवर्ति, द्वितीय है माध्यम काडाईइलेक्ट्रिक अचल, एवं तृतीय है माध्यम की चालकता। सी डब्लू भूभेदी रडार की आवर्ति एवं बंड विस्तार इसके वेधन गहराई एवं विभेदन की क्षमता पर असर करता है। अगर आवर्ति कम है तो भूभेदी रडार ज्यादा गहराई तक भेदनकर सकता है एवं अगर बंड विस्तार अधिक है तो भूभेदी रडार की विभेदन क्षमता अच्छी होती है। माध्यम का डाईइलेक्ट्रिक गुण विद्युत-चुम्बकीय तरंगों की क्षणन प्रक्रिया को प्रभावित करता है जबकि माध्यम की चालकता विद्युत-चुम्बकीय तरंगों की गति को प्रभावित करता है।



चित्र 1: सी डब्लू भूभेदी रडार का खंड चित्र

भूभेदी रडार मुख्यत3 महतवपूर्ण अवयव से बनता है। इसमें एंटेना, रेडियो आवर्ति प्रेक्षण-अभिग्राही, एवं डिजिटल प्रोसेसर सम्मिलित है। सी डब्लू भूभेदी रडार का सरल खंड चित्र नीचे दर्शाया गया है।

III.डिजिटलप्रोसेसिंग इकाई

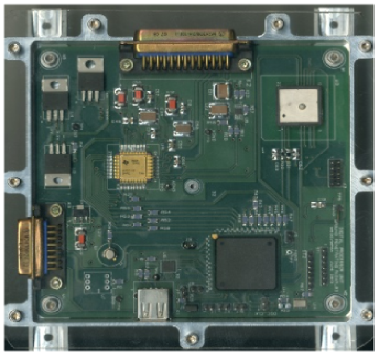
डिजिटल प्रोसेसिंग इकाई एक डिजिटल उपतंत्र है जो भूभेदी रडार द्वारा अर्जित डाटा पर डाटा अर्जन, डाटा प्रोसेसिंग एवं डाटा संचयन का कार्य करता है। डिजिटल प्रोसेसिंग इकाई के मुख्य विनिर्देश नीचे दी गई सारणी में है।

राशिकरण	16 बिट युगल (I, Q)
प्रतिचयन दर	62.5Ksps
एडीसीनिवेश गतिक-परास	5 वोल्ट (~100d>)
संसाधक निर्गम	औसत (I, Q)
स्थिति	जीपीएस
पैकेज आमान	130 x 130 mm^2
पैकेजशक्तिखपत	1.45W @ 12V
पैकेजभार	400 ग्राम

सारणी 1: डिजिटल प्रोसेसिंग इकाई के मुख्य विनिर्देश

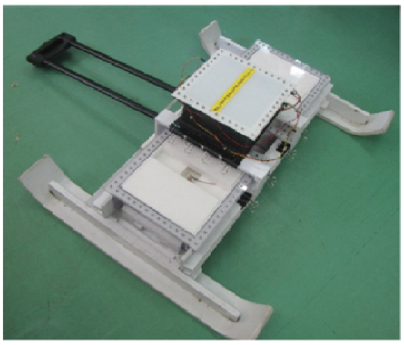
डिजिटल प्रोसेसिंग इकाई एक लघु इकाई है जिसमें जाईलिंक्स का स्पार्टन एफपीजीए का उपयोग किया है। इस एफपीजीए का सबसे बड़ा फायदा यह है कि इसकी फ्लश कोन्फिग्रुरेशन प्रोम इसके अंदर ही है जिससे डिजिटल प्रोसेसिंग इकाई को लघु करने में मदद मिलती है। इसमें दो सिग्मा-डेल्टा तकनीक वाले 24 बिट के उच्च विभेदन एडीसी भी है जो कि आई एवं क्यू चैनल डेटा का अंकीकरण करते हैं। भूभेदी रडार कहाँ पर प्रतिबिम्बनकर रहा है इसकी जानकारी के लिए डिजिटल प्रोसेसिंग इकाई में एक जीपीएस चिप का उपयोग किया है जो कि जीपीएस स्थिति को मुख्य डटा के साथ ही रिकॉर्डर में दे देता है। डिजिटल प्रोसेसिंग इकाई एक 12 वोल्ट की लिथियम-आयन बेटरी से चालित होता है एवं इसके विभिन् परिपथ के सही ढंग से कार्य करने के लिए खुद ही एलडीओ की मदद से बाकी सारी आतंरिक वोल्टता की पूर्ति करता है। विकसित डिजिटल प्रोसेसिंग इकाई कोनिचे आरेख में दर्शाया गया है।

IV.भूभेदी रडारइकाई स्वदेशीरूप से विकसितभूभेदी रडार एक सी डब्लू भूभेदी रडार है जिसमें आवर्ति को 250MHz से 750MHz तक 5MHzएवं 1msके सोपान में कुल 101msतक बढ़ाया गया है। रिसीवर परावर्तित सिग्नल को एंटेना की मदद से प्राप्त करके एवं उसको अभिनिमनपरिवर्तित करके डिजिटल प्रोसेसिंग इकाईको अन्किकरत करने के लिए देता है।



चित्र 2:डिजिटल प्रोसेसिंग इकाई

अन्किकरत करने के, डिजिटल प्रोसेसिंग इकाई के एडीसी 16MHz की आवर्ति पर कार्य करते हुए 62.5kspsकी गति से प्रतिचयनकरता है। हर एक आवर्ति वाले सिग्नल को औसत करके औसतन मान को बाह्य ठोस अवस्था अभिलेखी (एसएसआर) में आगे प्रक्रमण के लिए संचित किया जाता है। स्वदेशीरूप से विकसित भूभेदी रडार को नीचे आरेख में दर्शाया गया है।



चित्र 3: स्वदेशीरूप से विकसितभूभेदी रडार

भूभेदी रडार को बाई-स्टेटिक बो-टाई एंटेना से संरूपण किया है जिसका किरणपुंज विस्तार बहुत अधिकहै एवं सभी इलेक्ट्रॉनिक इकाइयों को एक केंद्रीय इलेक्ट्रॉनिक पैकेज में संकुलित किया गया है। समग्र भूभेदी रडार की संरचना इसके अंटार्कटिक महाद्वीप में बर्फ की सतह पर प्रचालन के अनुकूल की गई है। इसके भार को कम करने के लिए इसकी संरचना पीवीसी फोम पदार्थ से की गई है एवं अंटार्कटिक महाद्वीप में बर्फ की सतह पर

सम-सर्पण के लिए इसके बेस पर दो स्लेजो को फिट किया गया है जिससे वहां परीक्षण करने में बहुत सहायता मिली।

चित्र 4: समुद्र की सतह पर बर्फ का माप

V.भूभेदी रडारकाअंटार्कटिका में परीक्षण

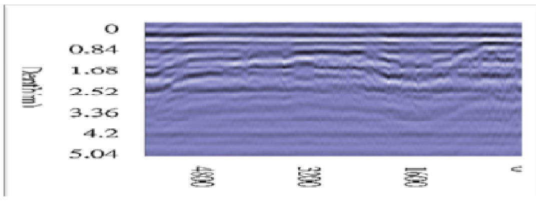
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र पिछले काफी सालो से ध्रुवीय बर्फ चिंतन में शामिल है एवं अंटार्कटिका में समुद्र की सतह पर बर्फ की गहराई की जानकारी उपलब्ध करा रहा है। यह अनुसंधान करने के लिए विविध प्रकार के उपकरणों की आवश्यकता होती है जिसमें भूभेदी रडार एक महत्वपूर्ण उपकरण है। स्वदेशीरूप से विकसितभूभेदी रडार के विनिर्देश इससे पूर्णरूप से सुमेल करते हैं एवं इसीलिए इस भूभेदी रडार को अंटार्कटिका में भारतीय अनुसंधान केन्द्रों (भारती एवं मैत्री) के पास बर्फ की गहराई मापने के लिए उपयोग किया गया। नीचे आरेखो में अंटार्कटिका में भूभेदी रडार की मदद से बर्फ की गहराई का माप करते हुए दिखाया गया है।

चित्र 5: महाद्वीप पर बर्फ का माप

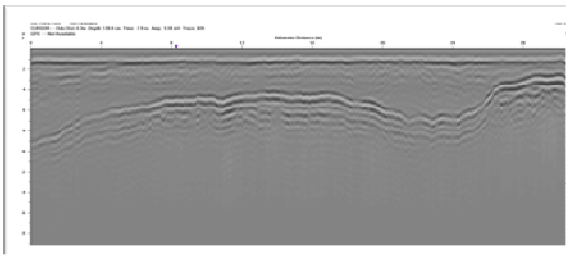
अंटार्कटिका में किए गए मापो में समुद्र की सतह पर बर्फ (सी आईस एवं आईस शेल्फ़की गहराई) की गहराई एवं महाद्वीपपर बर्फ (आईसशीट) की गहराई शामिल है। इन मापो का उपयोग अंटार्कटिका में कोन्वोय मार्ग को चिह्नित करने के लिए (दरारो (क्रेवास)का पता लगाकर), उपग्रह के डाटा प्रोडक्ट फलनविधि की पुष्टि करने के लिए, बहु-वर्षीय बर्फ को समझने के लिए एवं अन्य बहुत सारे उपयोगों के लिए किया जाता है।

चित्र 6: स्नो पार्क में भूभेदी रडार का परीक्षण

अंटार्कटिका मेंबर्फ की गहराई का माप करने से पहले भूभेदी रडार के प्रचालन की पुष्टि के लिए बहुत सारे परीक्षण किए गए हैं। इसमें सबसे पहले प्रयोगशाला में इसका परीक्षण ऐसे लक्ष्यो के साथ किया गया जिसकी जानकारी पहले से प्राप्त थी एवं इससे भूभेदी रडार के निष्पादन का पता लगाया जा सके। इसके बाद अहमदाबाद में एक स्नो पार्क में इसका परीक्षण किया गया जहाँ पर बर्फ की गहराई मापने की क्षमता एवं उसके सही प्रोफाइल की पुष्टि की गई। भूभेदी रडार का निरपेक्ष अंशांकन भी यहीं पर किया गया। स्नो पार्क में इसका परीक्षणनिचे आरेख में दर्शाया गया है।



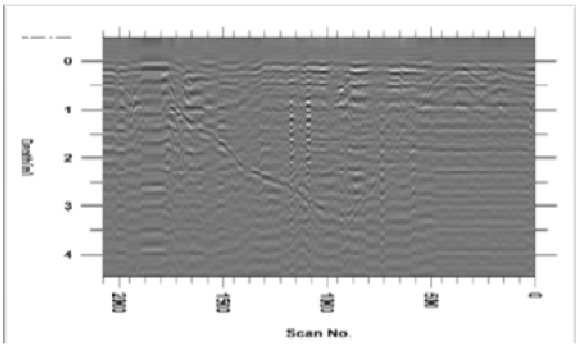
चित्र 7: व्यापारिक भूभेदी रडार के परिणाम



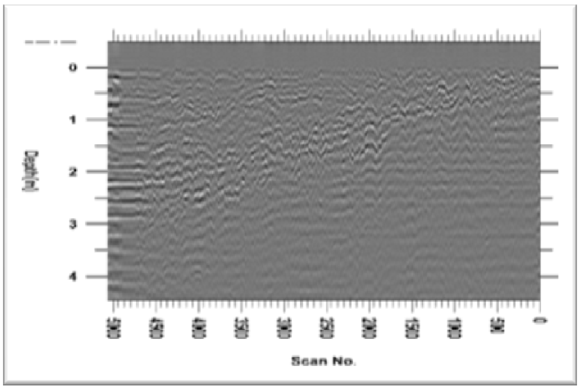
चित्र 8: स्वदेशीरूप भूभेदी रडार के परिणाम

निरपेक्ष अंशांकन पूर्ण करने के पश्चात् भूभेदी रडार का क्रोस अंशांकन भी एक दूसरे व्यापारिक भूभेदी रडार के साथ भिन्न भिन्न स्थानों पर (जिसमें स्नो पार्क भी सम्मिलित है) किया गया एवं स्वदेशीरूपभूभेदी रडार के परिणाम व्यापारिक भूभेदी रडार से पूर्ण रूप से समान

है। नीछे आरेखो में दोनों भूभेदी रडार के अग्रग्रमित छायाचित्र दर्शाया गया है।



चित्र 9: भारती केंद्र के पास आईस शीट पर परीक्षण परिणाम



चित्र 10: मैत्री केंद्र के पास आईस शीट पर परीक्षण परिणाम

अंटार्कटिक महाद्वीप पर बर्फ की गहराई मापने के लिए निर्मित भूभेदी रडार का विकास एवं इसका निष्पादन इसके परिणामों से एकदम सही साबित हो रहा है। ध्रुवीय बर्फ के अनुसंधान एवं चिंतन को जारी रखने किए लिए भूभेदी रडार द्वारा भविष्य में भी शोध जारी रहेगी एवं इससे प्राप्त परिणामों से उप्पर बताये गए क्षेत्रों में काफी महतवपूर्ण उन्नति की जा सकती है। इसके अलावा भूभेदी रडार को बहुत सारे व्यापारिक उपयोग में भी इस्तेमाल किया जा सकता है।

VI.परिणाम

अंटार्कटिका में भारतीय अनुसंधान केन्द्रों के आसपास से भूभेदी रडारद्वारा किए गए परीक्षण से बहुत अधिक डेटा प्राप्त किया गया है एवं इस डेटा के प्रारंभिक संशाधन के परिणाम बहुत ही प्रोत्साहन- जनक है। नीचे आरेखो में भूभेदी रडार के कुछ संशाधित परिणाम दर्शाये गए हैं।

VII.आभार

लेखक इस केंद्र के निदेशक श्री तपन मिसरा एवं उप-निदेशक श्री निलेश देसाई के अत्यंत आभारी है जिन्होंने इसकार्य के लिए निरंतर उत्साहन एवं दिशा-निर्देश प्रदान किया जिसके फल स्वरुप भूभेदी रडार का सफल विकास हुआ। हम श्रीमती स्वाति शुक्ला, श्री दीपक पुत्रेवु एवं श्री आनंद पटेल का मुख्य रूप से आभार प्रकट करते हैं जो भूभेदी रडार विस्तार टीम के सदस्य है एवं जिन्होंने भूभेदी रडार के विचार से लेकर हर एक पद पर महतवपूर्ण भूमिका निभाई है। अंटार्कटिका में भूभेदी रडार को सही तरीके से इस्तेमाल करने के लिए एवं अंटार्कटिका की जानकारी के लिए हम श्री संदीप ओझा, श्री राम रजक एवं श्री जया प्रसाद के भी आभारी है। हम श्री धवल ठक्कर एवं सैक भंडार विभाग के लिए भी अपना आभार व्यक्त करते हैं जिन्होंने भूभेदी रडार को अंटार्कटिका तक पहुचाने में सहयोग दिया। अंत में हम श्री बी.आर. राजपूत, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी तथा हिंदी कक्ष के सभी सहकर्मियों के प्रति आभार प्रकट करते हैं।

VIII. संदर्भ

[1] Lambot Sebastien: Ground Penetrating Radar Theory and Applications, ISWT, IIT Kharagpur, May 2014

[2] GPR User Manual, Sensors & Software Inc, Canada

[3] H. Lentz, H.M. >raun. GINGER II: An Upgrade of the Technology Demonstrator of the Guidance and INto the Ground Exploration Radar (GINGER)

[4] J. A. Grant, A. E. Schutz, >. A. Campbell. Development of a Rover Deployed Ground Penetrating RADAR. 1535, Lunar and Planetary Science XXXI

[5] >in Sai, Leo P. Ligthart. GPR Phase->ased Techniques for Profiling Rough Surfaces and Detecting Small, Low-Contrast Landmines under Flat Ground in IEEE Transactions on geosciences and remote sensing, Vol. 42, No. 2, February 2004

[6] David J Daniels. GPR for Landmine Detection, an Invited Review Paper in Tenth International Conference on Ground Penetrating Radar, 21-24 June, 2004, Delft, The Netherlands

***

सामाजिक एवं उपभोक्ता अनुप्रयोग

उपग्रह से संदेश के अभिग्रहण के लिए सी.डी.एम.ए. (CDMA) अभिग्राही (Receiver)

घनश्याम दोशी (अभियन्ता – एस.एफ.), कल्पेश बोरसदिया (अभियन्ता – एस.डी.)
SNTD/DCTG/SNAA

1. परिचय

भारतीय क्षेत्रीय नौसंचालन उपग्रह प्रणाली (IRNSS) के उपग्रहों का विस्तार क्षेत्र भारतीय मुख्य भूमि एवं आसपास लगभग 1500 कि.मी. तक है। इन उपग्रहों की अभिकल्पना मुख्य रूप से क्षेत्रीय नौसंचालन सेवाओं के लिए की गई है। इसके उपरांत जी.पी.एस. अभिग्राही (GPS Receiver) के लिए उपग्रह आधारित संवर्धन सेवा प्रदान करने के लिए भारतीय क्षेत्र में GAGAN प्रणाली उपलब्ध है। GAGAN नीतभार GSAT8 और GSAT10 उपग्रहों में अंतरिक्ष में हैं और तीसरे GAGAN नीतभार की योजना GSAT15 उपग्रह में बनाई गई है। GAGAN और IRNSS दोनों की फ्रेम संरचना नौसंचालन सेवाओं के उपरांत विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त है। इनका उपयोग प्राथमिक सेवा के अलावा, अतिरिक्त लघु संचार संदेशों के प्रसारण के लिए भी किया जा सकता है। उनको बाढ़, भूकंप, सुनामी, चक्रवात, भूस्खलन इत्यादि प्राकृतिक आपदायें एवं मौसम पूर्वानुमान से संबंधित चेतावनी, संदेश और निर्देशों के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। यह प्रणाली दूरसंचार बुनियादी सुविधाओं के अभाव वाले क्षेत्रों में काफी उपयोगी हो सकता है। यह बड़ी दुर्घटना या आपदा की स्थिति में सरकार या स्थानीय अधिकारियों द्वारा पूर्व चेतावनी और संदेशों को लोगों को भेजने के लिए बेहद उपयोगी हो सकता है।

IRNSS में प्रादेशिक नौसंचालन सेवाएं प्रदान करने के लिए 7 उपग्रहों की योजना बनाई गई है। इन में से तीन उपग्रहों को भूस्थिर और चार उपग्रहों को भूतुल्यकाली कक्षा में प्रस्थापित किया जाएगा। ये उपग्रह 300 बिट्स को 4 उपफ्रेम में पैक किया हुआ नौसंचालन डेटा 25 बिट प्रति सेकंड पर प्रेषित करते हैं। इसमें उपफ्रेम 1 और 2 में पंचांग (ephemeris) और घड़ी संशुद्धी (clock correction) और अन्य प्राथमिक नौसंचालन डेटा प्रसारित किया जाता है। उपफ्रेम 3 और 4 मुख्य रूप से आयनमंडल, टाइम ऑफसैट इत्यादि के संबंधित प्राचल और पाठ संदेशों (text messages) को एक पूर्वनिर्धारित संदेश पहचान क्रमांक (Message ID) के साथ प्रसारित किया जाता है। इन संदेशों में पाठ संदेशों को संदेश पहचान क्रमांक 18 के साथ प्रसारित करने का प्रावधान है। इन पाठ संदेशो का समय अंतराल और अनुक्रम का विन्यास किया जा सकता है। ये पाठ संदेश IRNSS विस्तार क्षेत्र में सलाह एवं निर्देश संदेश प्रसारित करने के लिए इस्तेमाल किए जा शकते हैं। IRNSS और GAGAN उपग्रह सी.डी.एम.ए. (CDMA) संचरण का उपयोग कर रहे हैं। प्रत्येक IRNSS उपग्रह में अलग PRN कोड है, इसलिए बहुसंकेतन या क्षेत्र का चयन संभव है। हम विभिन्न सेवाओं या विभिन्न क्षेत्र के लिए अलग उपग्रह नियतकर सकते हैं।

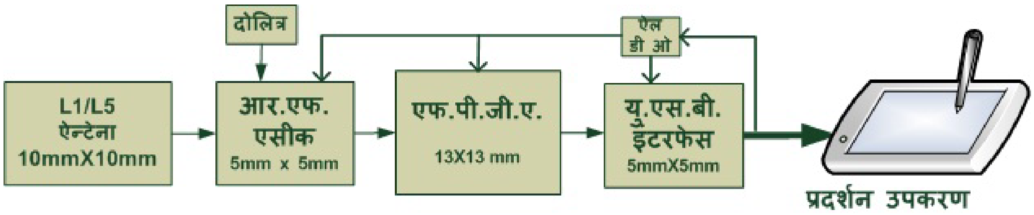
भारत के पास जी.पी.एस. नौसंचालन सेवा को उपग्रह आधारित संवर्धन सेवा प्रदान करने के लिए GAGAN नीतभार के साथ दो उपग्रह है। GAGAN में, 250 बिट प्रति सेकंड पर डेटा प्रसारित होता है। GAGAN में कई संदेश प्रकार उपलब्ध हैं। इन संदेशों में भारत भर में विभिन्न ग्रिड अंक के लिए आयनमंडल, टाइम और पंचांग संशुद्धि से संबंधीत प्राचल प्रसारित होते हैं। इनमे, कुछ संदेश प्रकार अपरिभाषित या आरक्षित हैं। उनमें से कोई भी सन्देश प्रकार इस उद्देश्य के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। GAGAN प्रेशानुकार का संचरण L1 और L5 दोनों आवृत्तियों पर है। वर्तमान में यह मुख्य रूप से L1 पर प्रयोग किया जाता है इसलिए L5 आवृत्ति के संचरण को पाठ संदेश प्रेषित करने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।

इस प्रकार के संदेशों के अभिग्रहण के लिए हमें एकल चैनल सी.डी.एम.ए. अभिग्राही की जरूरत है जो L5 आवृत्ति पर सी.डी.एम.ए. संकेत (signal) का अभिग्रहण करके संदेशों को निष्कर्ष करें। अभिग्राही संहत (compact) होना चाहिए और यू.एस.बी. (USB) जैसे मानक अंतरापृष्ठ (interface) पर काम करना चाहिए। इस अभिग्राही की विस्तृत अभिकल्पना और उसके विकास एवं अनुप्रयोग के बारे में इस पत्र में चर्चा की गई है।

2. आर्किटेक्चर

जैसे आकृति -1 में दिखाया गया है, एक छोटा पैच ऐंटेना RF अग्रांत संसाधित्र (RF Front End Processor-RFFE) से जुड़ा है। RF अग्रांत संसाधित्र L1 और L5 दोनों आवृत्तियों में काम करने के लिए प्रोग्राम किया जा सकता है। RF

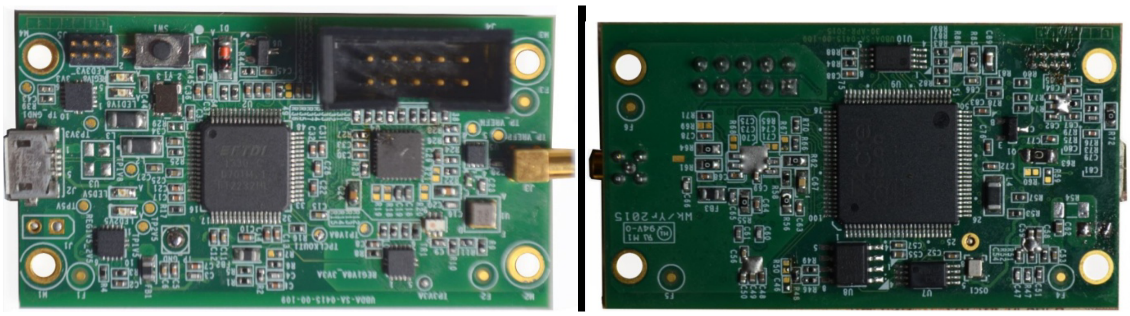
अग्रांत संसाधित्र L5 बैंड के लिए प्रोग्राम किया गया है। RF अग्रांत संसाधित्र L5 आवृत्ति पर प्रसारित किए गए संकेत (signal) का निम्न आवृत्ति (IF) पर रूपांतरण करता है। यह संकेत ADC द्वारा डिजिटल संकेत में रूपांतरित किया जाता है। ADC के आउटपुट सेम्पल डिजिटल बेजबैंड प्रोसेसर (D>>P) अनुभाग को पारित किए जाते हैं जिसमें आगे की सिग्नल प्रोसेसिंग होती है। इसमें संकेत के अर्जन और अनुवर्तन करने के लिए सहसंबंधक प्रक्रमण और डेटा को डिस्प्ले प्रोसेसर में भेजने के लिए US> से UART कन्वर्टर हैं।



आकृति -1 : अभिग्राही का आर्किटेक्चर

अभिग्राही 42 d>Hz C/No तक के संकेत का अर्जन और 39 d>Hz C/No तक अनुवर्तनकर सकता है। इस आर्किटेक्चर में Actel FGPA का उपयोग किया गया है क्योंकि इसमें बिजली की लागत कम है। इस अभिग्राही में किसी भी उपग्रह से संकेत अभिग्रहण के लिए उसका PRN कोड FPGA में सैट किया जा सकता है। इस आर्किटेक्चर का लाभ यह है कि डिस्प्ले प्रोसेसर पर बहुत कम प्रोसेसिंग भार होता है। रिसीवर की माप 60 मि.मी. x 42 मि.मी. है। RFFE और D>>P की बिजली की खपत कम होना चाहिए क्योंकि वे बाहरी उपकरण से उनकी शक्ति प्राप्त करते हैं।

3. अभिग्राही हार्डवेयर



आकृति - 2 : अभिग्राही हार्डवेर की पी.सी.बी.

अभिग्राही के प्रमुख घटक निम्नलिखित हैं।

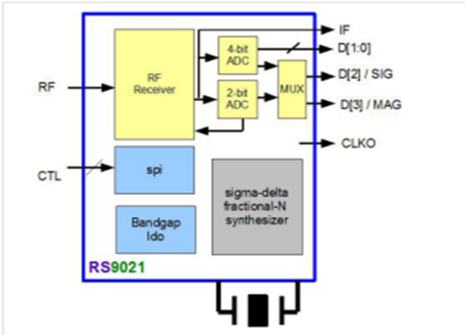
घटक	भाग
यू.एस.बी. इंटरफ़ेस	CP2102
आर.एफ. अनुभाग	RS9021
वोल्टेज नियामक	TPS70358
FPGA	Actel AGL1000
यू.एस.बी. कनेक्टर	मिनी यू.एस.बी.
आर.एफ. इन्पुट	MMCX कनेक्टर
JTAG	10 पिन हैडर
दोलित्र	एस.एम.डी. दोलित्र
ऐन्टेना (antenna)	पैच एन्टेना
बिजली की खपत	<500 मिलि वोट
माप (Size)	60 मि.मी. x 42 मि.मी.

इस बोर्ड को कंप्यूटर/ लैपटॉप/ स्मार्ट डिवाइस से यू.एस.बी. कनेक्शन द्वारा बिजली प्राप्त होती है। एक मानक यू.एस.बी. 5V और 500 mA तक विद्युत प्रवाह दे सकता है। यह अभिकल्पना 100mA से कम विद्युत प्रवाह लेता है। ऐंटेना

कनेक्ट करने के लिए पी.सी.बी. पर कनेक्टर प्रदान किया गया है। आउटडोर अनुप्रयोग में ऐंटेना सीधे पी.सी.बी. पर बैठा सकते हैं और इनडोर अनुप्रयोगों में ऐंटेना को खुले आकाश में रखने के लिए लंबा केबल लगाया जा सकता है।

आर.एफ. अनुभाग:

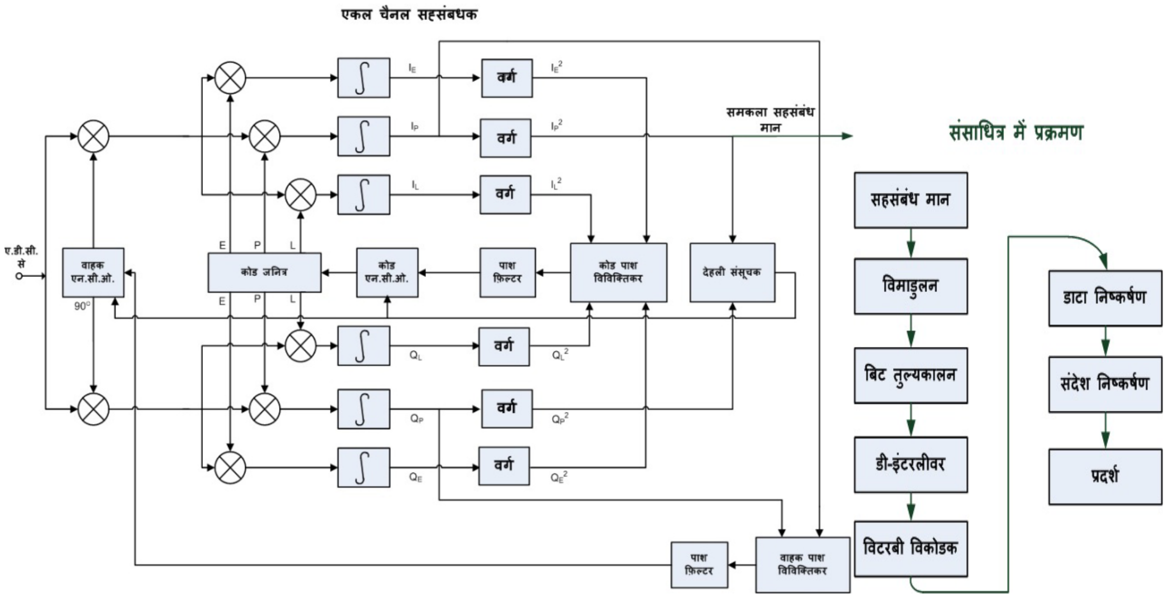
L5 के पैच ऐंटेना का अनुमानित माप 10 मि.मी. x 10 मि.मी. है। आर.एफ. अनुभाग में RF ASIC RS 9021 है जिसका माप 5 मि.मी. x 5 मि.मी. है। RF ASIC RS 9021 सिंगल चिप GNSS अभिग्राही RFIC है। यह चिप L5 और L1 आवृत्तियों पर प्रसारित संकेतों के अभिग्रहण के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। इस चिप के साथ वोल्टेज नियामक, TCXO और कुछ RLC निष्क्रिय घटक जैसे बाह्य घटकों की आवश्यकता है। AGC और ADC चिप में ही समाविष्ट है। यह चिप 1.8 V विद्युत प्रदाय पर काम करती है और बिजली की लागत 80 mW है। इस चिप का रव मान 2.7 dB और प्रतिबिम्ब आवृत्ति अस्वीकृति 26 dB है। इस चिप की IF श्रृंखला में VGA, IF फ़िल्टर और 2 bit / 4 bit ADC समाविष्ट है। VCO और PLL भी चिप के अंदर समाविष्ट है। RS9021 का कुल वोल्टेज लाभ करीबन 106 dB और C/No निम्नीकरण अधिकतम 4 dB तक है। IF आवृत्ति का चयन 4 MHz से 10 MHz के बीच और ADC की प्रतिचयन आवृत्ति को 10 MHz से 40 MHz तक रखा जा सकता है। हमारे अनुप्रयोग के लिए IF आवृत्ति को 4 MHz और ADC की प्रतिचयन आवृत्ति को 16 MHz रखा गया है।



RF ASIC RS 9021

आकृति - 3 : RF ASIC RS 9021 का खंड आरेख

बेजबैंड अनुभाग :



आकृति - 4 : सहसंबंधक एवं प्रक्रमण का खंड आरेख

जैसे आकृति – 4 के खंड आरेख में दिखाया गया है कि FGPA में ADC सेम्पल पारित किए जाते हैं और सहसंबंधक से सम्बंधित सिग्नल प्रोसेसिंग किया जाता है। बेजबैंड अनुभाग में पहला प्रचालन उपग्रह से आने वाले संकेत के अज्ञात डॉप्लर विस्थापन और कोड फ़ेज का अर्जन है। इन्पुट संकेत को अभिग्राही में उत्पन्न सम-कला और चतुर्थांश-कला वाहक प्रतिकृति और कोड प्रतिकृति संकेतों के साथ गुणा करके बेजबैंड में रूपांतरित किया जाता है। यहाँ असंसक्त प्रक्रमण का उपयोग किया गया है। बेजबैंड संकेत का एक कोड अवधि (1 ms) तक समाकलन किया जाता है जो प्रति मिली सेकंड सम-कला और चतुर्थांश-कला भुजा के तत्पर (prompt) सहसंबंधक में सहसंबंधन मान उपलब्ध कराता है। वाहक प्रतिकृति को 500 Hz के चरण में विस्थापित किया जाता है जिसे डॉप्लर बिन कहा जाता है। प्रत्येक डॉप्लर बिन में, PRN कोड को आधे (1/2) चिप के चरण में विस्थापित किया जाता है। यहाँ +/- 2000 Hz की डॉप्लर अनिश्चितता के लिए 8 डॉप्लर बिन और कोड लंबाई 1023 चिप होने की वजह से 2046 कोड चरण खोजने पड़ते हैं। जब कोई एक सहसंबंधन मान पूर्व निर्धारित देहली से अधिक पाया जाता है तो संकेत को अर्जित घोषितकर दिया जाता है। इससे आने

वाले संकेत का अभिग्राही में उत्पन्न वाहक के साथ +/- 250 Hz और कोड चरण के साथ आधे (1/2) चिप के भीतर स्थूल संरेखण मिलता है। PRN कोड 10-चरण रैखिक पुनर्भरण विस्थापन रजिस्टर (LFSR) आधारित गोल्ड कोड जनित्र से उत्पन्न होता है जो 1.023 MHz आवृत्ति की क्लॉक पर चलता है। कोड जनित्र की 1.023MHz आवृत्ति की क्लॉक संख्यात्मक नियंत्रित दोलित्र (NCO) द्वारा उत्पन्न होती है। वाहक प्रतिकृति संकेत वाहक संख्यात्मक नियंत्रित दोलित्र (NCO) द्वारा उत्पन्न होता है। ये संख्यात्मक नियंत्रित दोलित्र (NCO) का कार्यान्वयन अवलोकन सारणी आधारित है।

स्थूल संरेखित संकेत को स्थानीय वाहक और कोड प्रतिकृति के साथ सूक्ष्म संरेखित करने के लिए अनुवर्तन जरूरी है। डेटा संकेत को प्राप्त करने के लिए अनुवर्तन कायम रखना पड़ता है। वाहक अनुवर्तन आवृत्ति अनुबंधक पाश (FLL) और कला अनुबंधक पाश (PLL) का उपयोग किया गया है। कोड अनुवर्तन के लिए विलम्ब अनुबंधक पाश (DLL) का उपयोग किया गया है।

अभिग्राही में अनुवर्तन (Tracking) की अवस्था में सम-कला तत्पर शाखा में जो सहसंबंधन मान होता है वो डेटा को प्रस्तुत करता है। ये सहसंबंधन मान USB से UART कनेक्शन के माध्यम से एक स्मार्ट डिवाइस / कंप्यूटर / लैपटॉप को पारित किया जाता है। स्मार्ट डिवाइसमें एक सॉफ्टवेयर प्रोग्राम इन सहसंबंधन मान से डेटा संकेत को पुनर्प्राप्त करके उसमे से डीइंटरलीवर (deinterleaver) और विटरबी विकोड़क (Viterbi decoder) से प्रेषित डेटा बिट्स को प्राप्त करता है। इसके बाद डाटा बिट्स से प्रेषित सन्देश का निष्कर्षण करके उसे डिस्प्ले पर प्रदर्शित किया जाता है।

4. संदेश के अभिग्रहण के लिए IRNSS और GAGAN अभिग्राही की तुलना

IRNSS और GAGAN दोनों समान कोड लंबाई और चिप दर के साथ सी.डी.एम.ए का उपयोगकर रहे हैं और वे L5 आवृत्ति पर प्रेषित हैं। इसके अलावा GAGAN L1 आवृत्ति पर भी संचरण करता है। इससे अभिग्राही का हार्डवेयर प्रकार ऐंटेना पर निर्भर करेगा। एंटीना L1 और L5 दोनों बैंड के रिसीवर के लिए बनाया गया है, तो एक ही हार्डवेयर को किसी भी संकेत का अभिग्रहण करने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। सहसंबंधक की अभिकल्पना IRNSS और GAGAN के लिए समान ही रहेगी, केवल PRN कोड IRNSS या GAGAN के अनुसार FPGA में सैट करने की जरूरत है। सॉफ्टवेयर प्रक्रमण दोनों रिसीवर के लिए अलग अलग हो जाएगा। हालांकि मोड चयन के साथ संयुक्त सॉफ्टवेयर विकसित किया जा सकता है। IRNSS उपफ्रेम 3 और 4 में पाठ संदेश प्रसारितकर सकते हैं। IRNSS से 12 सेकंड में 235 बिट्स लंबाई का पाठ संदेश हो सकता है। GAGAN से 1 सेकंड में 188 बिट्स लंबाई का संदेश भेज सकते हैं।

	IRNSS	GAGAN
आवृत्ति	L5 और S	L1 और L5
आर.एफ अनुभाग उपलब्धता	कम	बहुत सरे
डेटा दर	25 बिट प्रति सेकंड	250 बिट प्रति सेकंड
फ्रेम दर	48 सेकंड	1 सेकंड
संदेश लंबाई	235 बिट्स प्रति उपफ्रेम (12 सेकंड)	188 बिट्स प्रति फ्रेम
उपफ्रेम उपलब्धता	केवल उपफ्रेम 3 और 4 को इस्तेमाल किया जा सकता है	किसी भी फ्रेम को इस्तेमाल किया जा सकता है
अधिकतम संदेश दर	2 संदेश / 48 सेकंड / उपग्रह	1 संदेश / 1 सेकंड / उपग्रह
उपग्रहों की संख्या	7 उपग्रहों तक	3 उपग्रहों तक

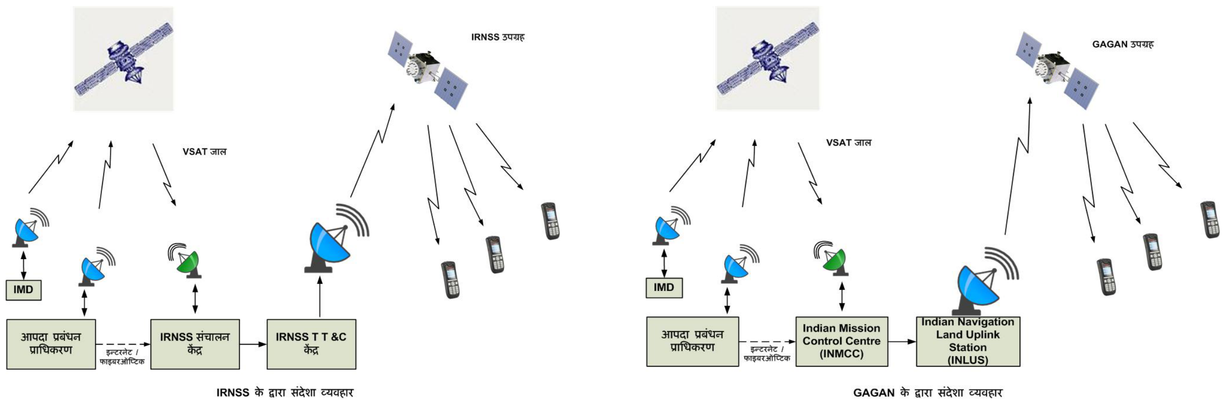
हालांकि दोनों प्रणाली में लंबे संदेश का अप्खंदन करके बहुगम उपफ्रेम पर प्रसारित किया जा सकता है।

5. संदेश संकल्पना

IRNSS / GAGAN नौसंचालन चैनल के द्वारा संदेश प्रणाली का संकल्पनात्मक खंड आरेख आकृति - 5 में दिखाया गया है।

जब भी आई.एम.डी (IMD) या आपदा प्रबंधन प्राधिकरण के पास भेजे जाने के लिए संदेश है, वे वीसैट (VSAT) नेटवर्क या फाइबर ऑप्टिक्स लाइन या संचार के किसी भी अन्य माध्यमों का उपयोगकर के IRNSS नौसंचालन केंद्र को संदेश भेज सकते हैं। नौसंचालन केंद्र संदेश को प्रारूप करके टेलीमेटरी और टेली कमांड केंद्र को IRNSS उपग्रह में संदेश अपलोड करने को लिए भेज देता है। उपग्रह से प्रोग्रामित समय और पुनरावृत्ति दर के अनुसार संदेश प्रसारित होगा।

इसके अलावा, एक उपग्रह पूरे भारतीय क्षेत्र को कवर करने के लिए पर्याप्त है। जैसा कि पहले उल्लेख किया हे, प्रत्येक IRNSS उपग्रह में अलग PRN कोड है इसलिए प्रत्येक उपग्रह विभिन्न अभिग्राही समूह या विभिन्न अनुप्रयोगों को संबोधितकर सकते हैं। उपग्रहों को विभिन्न क्षेत्र के लिए निर्दिष्ट किया जा सकता है, जैसे की, एक उपग्रह पश्चिमी तट सागर क्षेत्र के लिए; अन्य को हिमालयी क्षेत्रों के लिए आयोजन सकते हैं। इस तरह से उस क्षेत्र के अभिग्राही निर्धारित PRN कोड के अनुरूप रहेंगे और प्रणाली को कुशलता से इस्तेमाल किया जा सकता है।



आकृति - 5 : सन्देश संकल्पना का खंड आरेख

GAGAN का उपयोग करने के लिए, संदेश संचार लिंक के माध्यम से संदेश भारतीय मिशन नियंत्रण केंद्र (INMCC) तक पहुँचना चाहिए। INMCC परिभाषित संदेश प्रकार में संदेश अपलिंक करने के लिए भारतीय नेवीगेशन लैंड अपलिंक स्टेशन (INLUS) को निर्देश देगा।

6. अनुप्रयोग

1. **आपदा**: आपदा से संबंधित जानकारी IMD, INCOIS, CWC, आदि संबंधित एजेंसियों द्धारा उत्पन्न कि जाती और उनको वीसेट (VSAT) / अन्य नेटवर्क के माध्यम से केंद्रीय सर्वर को प्रेषित किया जा सकता है जो जानकारी को प्रारूप (फॉर्मेट) करके प्राथमिकता तयकर सकते हैं। संदेश IRNSS / GAGAN मास्टर नियंत्रण स्टेशन को भेजा जा सकता है। मास्टर नियंत्रण स्टेशन संदेश प्रसारित करने के लिए अपलिंक स्टेशन को जानकारी भेज सकते हैं। अपलिंक स्टेशन उपग्रह को संदेश भेजकर उपग्रह के द्धारा प्रसारितकर सकते हैं।

2. रिपोर्टिंग टर्मिनल: रिपोर्टिंग टर्मिनल का उपयोग उपग्रह को संदेश भेजने के लिए किया जाता है। यह संदेश उपग्रह से होता हुआ रिपोर्टिंग हब को मिलाता है। यह एक मार्गी संदेश भेजने का तंत्र है। यह अभिग्राही का उपयोग करके रिपोर्टिंग हब रिपोर्टिंग टर्मिनल के लिए स्वीकृति (acknowledgement) भेज सकते हैं। रिपोर्टिंग हब और नेविगेशन मास्टर नियंत्रण केंद्र इस अनुप्रयोग के लिए वीसैट / ओएफसी आदि के माध्यम से जोड़ा जाना चाहिए। इस अनुप्रयोग के लिए टर्मिनल पहचान कोड भी संदेश में प्रदान की जानी चाहिए।

7. निष्कर्ष

छोटे आकार और कम बिजली की खपत के साथ एक चैनल सी.डी.एम.ए अभिग्राही की अभिकल्पना की जा सकती है और उसको मौजूदा स्मार्ट उपकरणों के साथ संलग्न किया जा सकता है। यह अभिग्राही बड़ी घटना या आपदा की स्थिति में पूर्व चेतावनी और निर्देश संदेशों को प्राप्त करने के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। ऐसे अनुप्रयोगों के लिए अभिग्राही का आकार ASIC बना के कम किया जा सकता है।

IRNSS की तुलना में GAGAN का डेटा दर ज्यादा है और GPS का संचरण L1 बैंड में होता है इसलिए GAGAN L5 बैंड ऐसे अनुप्रयोग के लिए बेहतर उम्मीदवार है। IRNSS और GAGAN की पूरी अंतरिक्ष खंड का उपयोग करके विविध अनुप्रयोगों की योजना बनाई जा सकती है।

***

सामाजिक एवं उपभोक्ता अनुप्रयोग

भारतीय रेल में उपग्रह प्रणाली द्वारा इंटरनेट उपलब्ध कराने वाली व्यवस्था

रूपल आर याज्ञिक
प्रणाली अभियांत्रिकी एवं समाकलन प्रभाग (एस.ई.आई.डी)
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

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 के क्षेत्रों में लंबी यात्रा करते रहते हैं, उनकी मूलभूत समस्याओं को सुलझाकर उनका सर्वांगी विकास करना भी है। इसी महत्वपूर्ण सामाजिक उद्देश्य को ध्यान में रखते हुए देश को अंतरिक्ष तकनीकी आधारित सेवाएं प्रदान करने के लिए भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन, इसरो विविध सामाजिक परियोजनाओं पर कार्य कर रहा है। आज हमारे देश में इन्सैट तथा जीसैट श्रेणी के अनेक संचार उपग्रह एवं अन्य अनेक परियोजनाओं के अंतर्गत दूरसंचार, दूरदर्शन प्रसारण, शिक्षा, स्वास्थ्य, भूमि, जंगल एवं समुद्री सर्वेक्षण, उन्नत मौसम निगरानी और आपत्ति व्यवस्थापन जैसी अनेक जन-कल्याणकारी सुविधाएं प्रदानकर रहे हैं।

इस लेख में ऐसी ही बहुत उपयोगी "भारतीय रेल में उपग्रह प्रणाली द्वारा इंटरनेट उपलब्ध कराने वाली व्यवस्था" का प्रस्ताव दिया गया है। यह प्रणाली रेल उपभोक्ताओं के लिए बहुत उपयोगी होगी। भारतीय रेल हमारे देश का मुख्य यातायात का साधन है। आज के समय में यात्रियों के लिए लंबे समय की रेल यात्रा के दौरान संचार एवं इंटरनेट सुविधा होना अत्यंत आवश्यक हो गया है। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो) में अभी उन्नत संचार सेवा के आधुनिक उपग्रह जैसे कि जी.सैट-11, जी.सैट-6 को प्रमोचित करने की योजना है। ये उपग्रहसे उपयोगकर्ता विस्तृत बैंड की संचार सेवा और मल्टीमीडिया (ध्वनि, दृश्य एवं सूचना) सेवा भी उपलब्धकर सकते हैं। जी.सैट-11 उपग्रह के द्वारा Ku बैंड में उपयोग में आने वाले वी.सैट टर्मिनल और जी.सैट-6 उपग्रह के द्वारा s बैंड में उपयोग में आने वाले टर्मिनल को रेल में स्थापित करके उपभोक्ताओं को इंटरनेट और संचार सेवा की सुविधाएँ उपलब्ध करवाई जा सकती हैं। इस लेख में जी.सैट-11 के Ku बैंड के टर्मिनल के उपयोग से रेल में इंटरनेट प्राप्त करनेवाली प्रणाली का विवरण दिया गया है।

संकेत शब्द

इसरो, सैक, एन्टेना, जी.सैट, भारतीय रेल

1. प्रस्तावना

भारतीय रेल दुनिया का बहुत बड़ा रेल नेटवर्क है जिसमें 1, 15, 000 kms. का ट्रैक और 7, 172 स्टेशन शामिल हैं। भारतीय रेल हमारे देश का मुख्य यातायात का साधन हैं, इसमें करीब 12, 617 यात्रि रेलगाडियाँ और 7, 421 मालभाडा रेलगाडियाँ शामिल हैं। भारतीय रेल ने दिए गए 2014-15 के आँकड़ों के हिसाब से एक ही दिन में करीब 230 लाख यात्रि रेलगाड़ी से सफर करते हैं। पूरे भारत के सभी इलाकों के अलावा यह नेपाल, बंगलादेश और पाकिस्तान जैसे पड़ोसी देशों में सीमित अंतरराष्ट्रीय सेवाओं के लिए भी उपलब्ध है। भारतीय रेल को रेलगाड़ियों के लिए कार्यकुशल संचार और नौसंचालन की तकनीकियों की बहुत आवश्यकता है जिनके निम्नलिखित उपयोग किए जा सकते हैं-

- रेल प्रचालन/संचालन
- रेल प्रशासन/प्रबंधन
- रेल निगरानी
- रेल यात्रि के लिए रेल संचार एवं इंटरनेट सेवा

भारतीय रेल को यात्रा करने के लिए लोग पसंद करते हैं, इसीलिए भारत की बहुत बड़ी जनसंख्या करीब 230 लाख यात्रियों लंबी अवधि की रेल में हर रोज सफर करते हैं। आज के समय में यात्रियों के लिए लंबे समय की रेल यात्रा के दौरान संचार एवं इंटरनेट सुविधा होना अत्यंत आवश्यक हो गया है। सूची-1 (टेबल-1) में पिछले कई सालों में रेल में सफर करने वाले यात्रियों और उनके द्वारा किए गए औसत सफर के फासले का विवरण दिया है।

वर्ष	कुल यात्रियों की संख्या (Millions)	यात्रियों द्वारा की गई औसत यात्रा (kms.)
1980-81	3613	57.7
1990-91	3858	76.6
2000-01	4833	94.6
2010-11	7651	127.9
2013-14	8397	138.0

टेबल-1-भारतीय रेल में सफर करने वाले यात्रियों और उनके द्वारा की गई यात्रा के अंतर की जानकारी

भारतीय रेल के आँकड़ों के हिसाब से देखा जा सकता है कि करीब 180 रेलगाड़ी हररोज 10 घंटे से ज्यादा चलती हैं और करीब 2 लाख लोग (1100 यात्रियों/ रेलगाड़ी) 10 घंटे से ज्यादा रेलगाड़ी के एक ही डब्बे में सफर करते हैं। इस दौरान यह अत्यंत आवश्यक हो जाता है कि यात्रि को कम खर्च वाली इंटरनेट जैसी मूलभूत सेवा उपलब्ध होनी चाहिए। इसके द्वारा यात्रिगण बाहर की दुनिया से जुड़े रह सकते हैं। लंबे सफर के दौरान लोगों को सूचना और मनोरंजन मिलना जैसे कि देश के समाचार एवं हवामान की जानकारी, परिवारजनों और मित्रों के साथ संपर्क बनाना, गाने सुनना, मूवी देखना, खेलना इत्यादि अत्यंत आवश्यक होता है। इंटरनेट के माध्यम से यात्रिगण स्थल पर पहुँचने से पहले होटल बुकिंग और कार बुकिंग भी करवा सकते हैं। ऐसी कई महत्वपूर्ण सेवाएं रेल यात्रीगण को प्रदान करने के लिए रेल में इंटरनेट का होना बहुत जरूरी है। कई बार रेल रूकावट की वजह से नियत समय पर नहीं पहुँच पाती है, ऐसे समय पर आगे करने वाले कार्यक्रमों की व्यवस्था करने के लिए भी इंटरनेट जैसी संचार सेवा बहुत उपयोगी बनती है।

2. भारतीय रेल में संचार व्यवस्था की वर्तमान स्थिति

आज के समय में संचार व्यवस्था के लिए सिर्फ रेल चालक, गार्ड और अन्य रेल कर्मचारियों के पास लंबी यात्रा की रेलगाड़ी में रेडियो सैट (वोकी-टोकी) की सुविधा उपलब्ध है।

इस समय रेल यात्रियों के पास अपने लिए काम में आने वाला मोबाइल फोन और समाचार एवं गाने सुनने के लिए व्यापारिक रेडियो रिसीवर की सुविधाएँ ही उपलब्ध हैं। जहाँ पर सेल्युलर स्टेशन / रेडियो प्रसारण नहीं होता है ऐसे इलाकों में मोबाइल फोन और रेडियो रिसीवर की सुविधाएँ नहीं मिल सकती हैं। ये सुविधाएँ केवल बड़े शहरों और उसके आसपास के इलाकों में ही मिल पाती हैं। इन सुविधाओं की गुणवत्ता भी कई जगहों पर ठीक नहीं होती। रेल में सेल्युलर (GSM) आधारित सेवा तभी संभव है जब पूरे भारत वर्ष के भूक्षेत्र में 100% कवरेज वाला स्थानीय सेल्युलर सेवा का नेटवर्क उपलब्ध हो। स्थानीय सेल्युलर सेवा का नेटवर्क सभी जगह नहीं होने से रेल संचार सेवा में विघ्न आते हैं और उससे योग्य और निरंतर सेवा नहीं मिल सकती है।
इन्मरसैट टर्मिनल को महत्वपूर्ण रेलगाड़ी जैसे कि राजधानी और शताब्दी रेलगाड़ी के अंदर आपातकालीन संचार सेवा के लिए परीक्षण में लिया गया है।

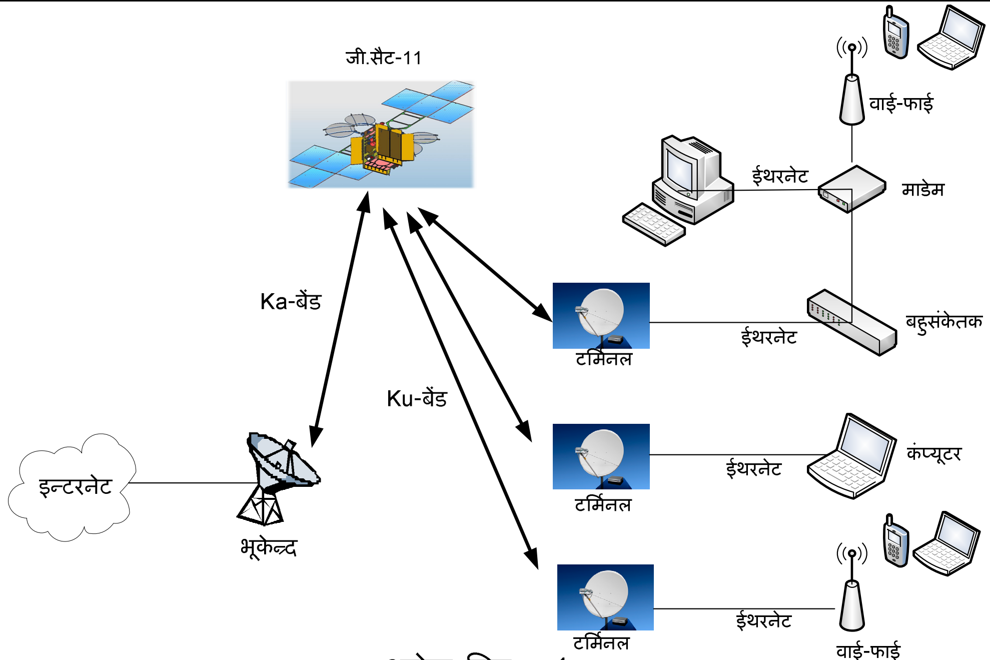
भारतीय रेल ने भविष्य में यात्रिगण को संचार सेवा देने के लिए सेल्युलर नेटवर्क आधारित योजना जैसे कि जी.एस.एम-आर (GSM-R) और उपग्रह आधारित संचार सेवा का प्रयोग करने का सोचा है। उपग्रह आधारित सेवा सेल्युलर नेटवर्क आधारित सेवा की तुलना में काफी सस्ती और आसान होने के कारण उसे उपयोग में लेना चाहिए। उपग्रह आधारित संचार सेवा स्थानीय नेटवर्क आधारित न होने से उसके कई लाभ हैं। उपग्रह आधारित सेवा जो लोग देश के दूर-दराज के ग्रामीण, दुर्गम क्षेत्रों में यात्रा करते हैं उन्हें भी मिल सकती है और आपातकालीन स्थिति में भी बहुत उपयोगी साबित हो सकती है। उपग्रह संचार प्रौद्योगिकी द्वारा भारत के विशाल क्षेत्र में आर्थिक दृष्टि से सस्ती (LOW COST) एवं विश्वसनीय संचार तथा संपर्क व्यवस्था स्थापित की जा सकती है।

भविष्य में आने वाले जी.सैट-11 और Ka x Ku बैंड के उपग्रह से उपभोक्ता के लिए ज्यादा गति से डेटा (Data rate) भेजने की संचार सेवा उपलब्ध होगी। टर्मिनल छोटे और कम ऊर्जा खर्च करने वाले होने से वे भारतीय रेल में इंटरनेट सेवा देने के के लिए अनुकूल होंगे।

3. जी.सैट-11 नेटवर्क

आधुनिक तकनीकी से बनाया गया जी.सैट-11 भारत के भू-क्षेत्र को 32 Ku बैंड के धरन (beam) से आवरितकर देगा। जी.सैट-11 नेटवर्क को आरेख चित्र-1 में दर्शाया गया है। इस नेटवर्क में निम्नलिखित समाविष्ट हैं–

1. Ku बैंड के टर्मिनल
2. जी.सैट-11 Ka x Ku और Ku x Ka प्रेषानुकर
3. Ka बैंड के भूकेंद्र



आरेख चित्र – 1
जीसैट – 11 नेटवर्क

जी.सैट 11 के टर्मिनल स्टार नेटवर्क में कार्य करते हैं। टर्मिनल से भूकेंद्र और भूकेंद्र से टर्मिनल के बीच में संचार सेवा उपलब्ध की जा सकती है। भूकेंद्र स्थलीय (terrestrial) संचार प्रणाली के साथ जुड़ा हुआ होता है। टर्मिनल 45 Mbps तक की सूचना प्राप्त कर सकता है और 5 Mbps तक की सूचना भेज सकता है। इस नेटवर्क के कई महत्वपूर्ण उपयोग हैं जैसे कि –

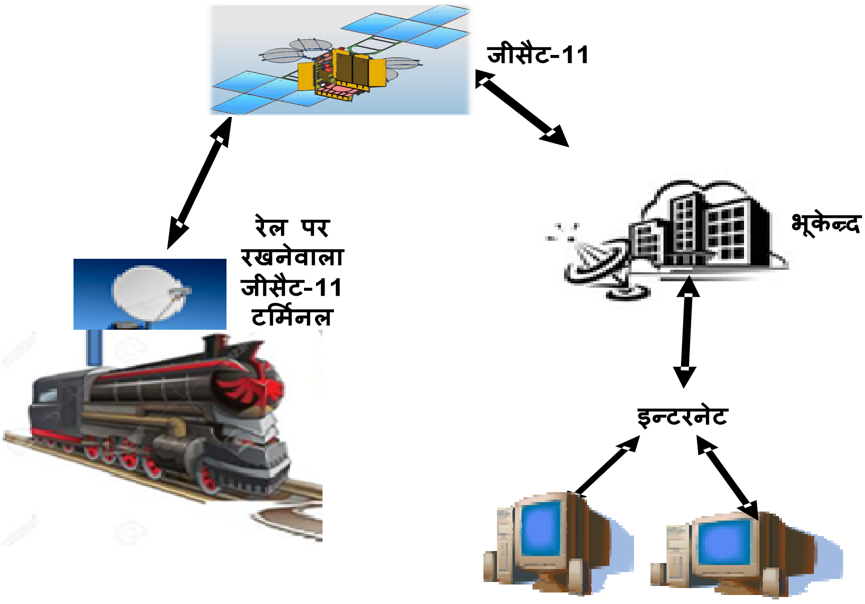
- दूरदराज की जगह में इंटरनेट/ब्रोड बैंड की सेवा
- आपदा के बाद पुनःस्थापन एवं तत्कालीन सेवा प्रबंधन
- सरकारी और निजी संस्थाओं के नेटवर्क
- सेना के लिए बनाया गया निपुण नेटवर्क
- खास समूह के लिए बनाया गया नेटवर्क

4. भारतीय रेल में उपग्रह प्रणाली द्वारा इंटरनेट उपलब्ध कराने वाली व्यवस्था

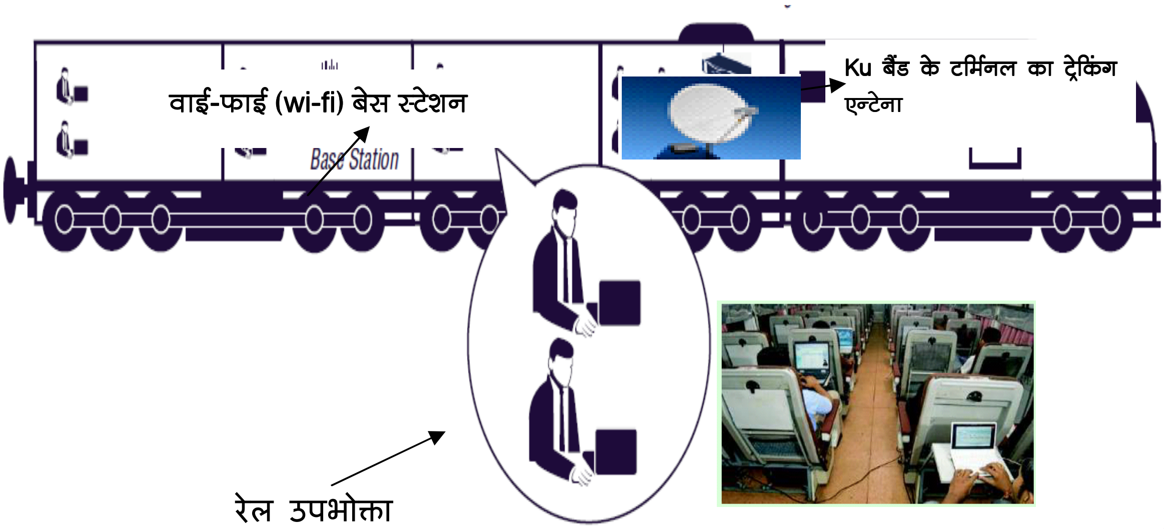
आरेख चित्र-2 में भारतीय रेल में उपग्रह प्रणाली द्वारा इंटरनेट उपलब्ध कराने वाली प्रणाली दिखाई गई है। इसमें उपग्रह आधारित प्रणाली और Ku बैंड के टर्मिनल का भारतीय रेल में इंटरनेट प्राप्त करने के लिए उपयोग किया गया है।

इस प्रणाली के दो भाग है –

1. **रेल में स्थापित प्रणाली** – इसको आरेख चित्र-3 में दिखाया गया है, इसमें रेल के अंदर रहने वाले उपयोगकर्ता, रेल पर रखनेवाले Ku बैंड के छोटे आकार के टर्मिनल और अन्य उपकरण समाविष्ट हैं। इसमें उपभोक्ता के मोबाइल फोन पर स्थानीय सेवा के साथ उपग्रह आधारित टर्मिनल का उपयोग करने से लगातार इंटरनेट सेवा मिल सकती हैं। रेल के डब्बे के बीच में वाई-फाई (wi-fi) की सुविधा होने से एक ही Ku बैंड के टर्मिनल से सभी यात्रि उपग्रह आधारित इंटरनेट सेवा प्राप्त कर सकते हैं।
2. **भूकेंद्र क्षेत्र** – इसमें भारतीय रेल के मुख्यालय पर स्थापित करनेवाला Ka बैंड का भू-केंद्र शामिल हैं, जिससे स्थलीय पी.एस.टी.एन./आई.पी. (PSTN/IP) नेटवर्क जुड़ा हुआ होता है। सभी रेल यात्री इससे इंटरनेट से जुड सकते हैं।



आरेख चित्र - 2
भारतीय रेल में उपग्रह प्रणाली द्वारा इन्टरनेट उपलब्ध करानेवाली व्यवस्था



आरेख चित्र – 3

रेल उपभोक्ता

उपर्युक्त दर्शाए गए दोनों क्षेत्र के बीच में जी.सैट-11 उपग्रह द्वारा संपर्क स्थापित होता है। प्रस्तुत प्रणाला का बाजार म मिलने वाले साधनों के साथ प्रस्थापित किया जा सकता है। इससे बहुत लोगों को एक ही समय पर संचार/इंटरनेट सेवा उपलब्ध होने में सहायता मिलती है। जी.सैट –11 टर्मिनल से संदेश भेजने के लिए 4 MHz से भी ज्यादा बैंड विस्तार उपलब्ध होने के कारण इससे आधुनिक फोन की मल्टीमिडिया (दृश्य, ध्वनि और सूचना आदि की) संचार सेवा संभव है। टर्मिनल से भेजे गए संदेश भूकेंद्र में उपग्रह द्वारा प्राप्त होते हैं और उसे सर्वर कम्प्यूटर के साथ संलग्न किया जा सकता है। सर्वर कम्प्यूटर से सभी रेल उपयोगकर्ता सूचना प्राप्त कर सकते हैं। विभिन्न उपयोग में आने वाले कम्प्यूटर भूकेंद्र के साथ वेब अंतरापृष्ठ (Web interface) से जुड़े होते हैं। विवरण की गई प्रणाली में उपयोग में आने वाले टर्मिनल और भूकेंद्र के विनिर्देश (Specification) नीचे दिए गए हैं।

5. प्रणाली से प्राप्त सेवाएं और लाभ

- **इंटरनेट / मल्टीमीडिया (ध्वनि, दृश्य एवं सूचना) संचार सेवा –**

रेल में उपलब्ध सभी मोबाइल फोन के उपयोगकर्ता दुनिया के बाकी क्षेत्र से इंटरनेट/मल्टीमीडिया संचार सेवा से जुड़ सकते हैं।

- **प्रसारित आपातकालीन संदेश को ग्रहण करना –**

रेल उपभोक्ता भूकेंद्र से प्रसारित किए गए संदेश जैसे कि तत्कालीन चेतावनी इत्यादि ग्रहण कर सकते हैं।

उपभोक्ता टर्मिनल

- ऐन्टेना : 1.2 मीटर (1.2m)
- ट्रान्समीट (प्रेषित) आवृत्ति : 12.75 से 13.25 GHz
- रिसीव (ग्राह्य) आवृत्ति : 10.7 से 10.95 GHz
  : 11.2 से 11.45 GHz
- ट्रान्समीट पावर : 2 वॉट/4 वॉट
- G/T : 20 dB/K

भूकेंद्र

- ऐन्टेना : 9 मीटर (9m)
- ट्रान्समीट (प्रेषित) आवृत्ति : 29.5 से 30.0 GHz
- रिसीव (ग्राह्य) आवृत्ति : 19.7 से 20.2 GHz
- ई.आई.आर.पी. (EIRP) : 89dBW
- G/T : 39 dB/K

- **छोटे संदेश (एस.एम.एस.) / व्होट्स एप (Whats App) का उपयोग करना –**

रेल यात्रियों के द्वारा छोटे संदेश, तस्वीर इत्यादि रेल से भेजे जा सकते हैं।

- **स्थान निर्धारित सेवा (Location Based service)**

अभी उपलब्ध आधुनिक मोबाइल से उपभोक्ता अपनी उपस्थिति की जगह की सही सूचना दे सकते हैं। इस सूचना से नक्शे में उपभोक्ता के रेलगाड़ी की स्थिति देखी जा सकती है।

प्रणाली से लाभ :

- इंटरनेट सुविधावाली रेल होने से उपभोक्ता आकर्षित होते हैं और काफी सुविधाओं और मनोरंजन के साधन यात्रा के दौरान मिलते हैं
- सभी जगह लगातार इंटरनेट सेवा प्राप्त होती है
- आमदनी देने वाली कई सेवाएँ स्थापित हो सकती हैं
- ज्यादा गति वाली इंटरनेट की उपयोगी सेवा चलती हुई रेल में मिलती है
- लंबी यात्रा के दौरान बाहर की दुनिया से संपर्क बना रहेता है
- उपभोक्ता ई-मेल, सामाजिक नेटवर्किंग और रियल टाइम सेवा प्राप्त कर सकते हैं
- लंबी यात्रा के दौरान मनोरंजन के लिए गाने सुनना, खेल खेलना इत्यादि हो सकता है

6. प्रणाली स्थापित करने में आने वाली चुनौतियाँ

- ज्यादा पॉवर की तारें रेल नेटवर्क के ऊपर से जाती हैं जो कि इलेक्ट्रोमैग्नेटिक अवरोध उत्पन्न करती हैं, ऐसे वातावरण में चलने वाला उपग्रह आधारित टर्मिनल का पैकेज बनाना
- ज्यादा गति वाली ट्रेन में टर्मिनल से उपग्रह का संकेत ग्रहण करने के लिए टर्मिनल के एन्टेना की खास ट्रैकिंग व्यवस्था बनाना
- अलग अलग अवरोध जैसे कि टनल के अंदर, ब्रिज और बड़ी इमारतों के पास उपग्रह के संकेत बिना ग्रहण किए काम में आने वाली वैकल्पिक व्यवस्था बनाना
- रेलगाड़ी में स्थापित करने के अनुकूल टर्मिनल का पैकेज बनाना

- उपग्रह आधारित टर्मिनल का रेल की अन्य प्रणाली के साथ संयोजन करना

7. उपसंहार

"भारतीय रेल में उपग्रह प्रणाली द्वारा इंटरनेट उपलब्ध कराने वाली व्यवस्था" राष्ट्रीय स्तर पर रेलगाड़ी में इंटरनेट संचार सेवा प्राप्त करने की एक खास व्यवस्था है, जो भारत के रेल प्रबंधन क्षेत्र में बहुत उपयोगी हो सकती है। हाल में कोई राष्ट्रीय सुंमेलित और व्यापक रूप से रेल में उपयोग लेने वाली संचार सेवा उपलब्ध नहीं है। प्रस्तुत लेख में दी गई व्यवस्था एक आदर्श व्यवस्था है, जिसमें भविष्य में आधुनिक तकनीक से सुधार भी किया जा सकता है। आधुनिक संचार सेवा और सही जानकारी के संग्रह और प्रबंधन से रेल में आपत्ति के समय जानहानि और संपत्ति का भी बचाव हो सकता है। भारत सरकार ने रेल प्रबंधन के लिए राष्ट्रीय संस्थान (RDSO - Research Design & Standards Organisation) का गठन किया है। इस लेख में प्रस्तुत व्यवस्था को शुरू में आर.डी.एस.ओ. (RDSO) में उत्तरदायी अधिकारी का संपर्क करके किसी खास रेल में स्थापित किया जा सकता है।

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 ऐसी प्रणाली को भारतीय रेल की सभी रेलगाड़ियों में कार्यान्वित करके हम प्रधानमंत्रीजी के भारत में निर्माण और कौशल के विकास के आन्दोलन को बढ़ावा दे पाएंगे।

संदर्भः

1. जी.सैट-11 भू व्यवस्था रिपोर्ट, अगस्त 2011

2. जी.सैट-11 पी.डी.आर. रिपोर्ट, सितंबर 2011

आभारः

इस लेख के लेखक श्री के.एस.परीख, उपनिदेशक, एस.एन.ए.ए, सैक और श्री विरेन्द्र कुमार, समूह निदेशक, एस.एस.टी.जी, एस.एन.ए.ए, सैक के मार्गदर्शन और उत्साहवर्धन के लिए आभारी हैं।

***

सामाजिक एवं उपभोक्ता अनुप्रयोग

स्वदेशी संकर माइक्रोवेव सर्किट (HMC) पैकेजिंग तकनीक की गुणवत्ता का मूल्यांकन

दीपक पाटीदार, धवल वर्तक, के.बी. व्यास
अभियन्ता- अेस. डी., अभियन्ता- अेस. डी., ग्रुप प्रधान - क्युअेसीएमजी
deepakpatidar@sac.isro.gov.in, dhaval@sac.isro.gov.in, kbvyas@sac.isro.gov.in
क्वालिटी अेश्युरन्स मैकेनिकल डिवीज़न / एस. आर. अे. (4430/4422/4681)

अंतरिक्ष में मानव गतिविधि के पचास वर्ष से अधिक हो चुके है, सामाजिक लाभ और पृथ्वी पर जीवन की गुणवत्ता का अध्ययन करनेके लिए उपग्रहों का निर्माण किया जाता है। अंतरिक्ष में लगभग 1100 उपग्रह है, ज्यादातर भू-समकालीन कक्षा में दूरसंचार सेवाए प्रदान कर रहे हैं।

अंतरिक्ष खोज ब्रह्माण्ड में मानवता को एक अनूठा और उभरता परिपेक्ष्य प्रदान करता है, हर दिन, अंतरिक्ष अन्वेषण मिशन लोगों की जिज्ञासा को पूरा करता है और नए आंकड़े प्रदान करता है, जिससे हमारे प्रश्न, हमें उत्तरों के करीब लाते हैं, जैसे कि कई वर्षो से पूछे जानेवाले प्रश्न : ब्रह्माण्ड की प्रकृति क्या है? मानवजाति क्या पृथ्वी तक ही बाध्य है? ऐसे कई उदाहरण है जिसमें अंतरिक्ष ज्ञान से सामाजिक लाभ जैसे कि जलशोधन प्रणाली से कंप्यूटिंग प्रणाली तक, सौर पेनलो से कैंसर थेरपी तक, यह सब अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी में खोज के परिणाम है। जिससे समाज सीधे तौर पर लाभान्वित हुआ है।

व्यवसायिकों के लिए उपयुक्त डेटा जैसे कि सटीक कृषि, भू वैज्ञानिक शोषण, बीमा, सुरक्षा, दवाईयां और शिपिंग, पृथ्वी अवलोकन द्वारा प्राप्त होते हैं। पृथ्वी अवलोकन, पृथ्वी के बदलते माहोल के बारे में महत्वपूर्ण आंकड़े प्रदान करता है और मैप तकनीक को सत्यापित करके, उसका उपयोग भविष्य में व्यावसायिक अनुप्रयोगों के लिए किया जा सकता है। पृथ्वी अवलोकन कई अंतरराष्ट्रीय संदर्भो में जैसे कि मौसम की भविष्य वाणी, जलवायु परिवर्तन और आपदा निगरानी के लिए महत्वपूर्ण है।

कई सूक्ष्मीकृत उपकरणों का उपयोग पृथ्वी अवलोकन के लिए भूस्थिर कक्षा वाले उपग्रहों मे, किया जाता है, जो कि लगातार कवरेज देते हैं। प्रस्तुत लेख सूक्ष्मीकरण पर आधारित प्रणालियों पर ध्यान केंद्रित करता है, जो कि कम लागत और उच्च परिणाम वाले उपकरण दक्षता उपलब्ध कराता है। जिससे सेवाओं को बेहतर तरीके से संचालित किया जा सकता है।

तकनीकी स्थानांतरण, अनुसंधान और विकास संगठन के लिए एक महत्वपूर्ण बिंदु है, जिससे हमारे उद्योगों को आगे बढ़ने का मौका मिलता है। जिसका यह संकर माइक्रोवेव सर्किट (HMC) पैकेज, एक उत्तम उदहारण है। यह भारतीय उद्योगों को बढ़ावा देने से प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से समाज के लिए महत्वपूर्ण है।

पृष्ठभूमि :
आधुनिक उपग्रहों में डिजिटल पैकेज में डायोड, रेसोनेटर, कैपेसिटर मक्स आदि संवेदनशील इलेक्ट्रॉनिक घटकों को माइक्रोस्ट्रिप सर्किट ऊपर लगाकर हाइब्रिड माइक्रोवेव पैकेज बनाया जाता है इसमें सक्रिय एवं निष्क्रिय घटकों का एकीकरण होता है। ऐसे ही एक, 64 चैनल Mux के HMC पैकेज का निर्माण एवं परीक्षण, सेंटम इलेक्ट्रॉनिक्स द्वारा किया गया जिसका इस्तेमाल भविष्य में आने वाले पेलोड के लिए होगा। इस पैकेज के निर्माण के बाद इसका विभिन्न स्तर पर परीक्षण होना था। शुरुवाती परीक्षण के दौरान यह कंपन जाँच में विफल हो गया था। यह 50 जी कंपन स्तर पर स्फूर्त किया गया था। गुणवत्ता आश्वासन यांत्रिक प्रभाग द्वारा इस पैकेज के लिए विफलता विश्लेषण का सुझाव दिया गया। परीक्षण के परिणाम के आधार पर लिड डिज़ाइन के लिए संशोधन का सुझाव दिया गया। जिसको सर्व सहमति से स्वीकार किया गया। 50 जी कंपन परीक्षण के बाद कोवार ढक्कन पर दरार देखी गई थी। चित्र : 1 में दिखायी गई दरार वेल्डिंग लाइन के पास बुनियादी कवर में दिखाई दी। जिसकी पुष्टि सेन्टम इलेक्ट्रॉनिक्स के क्वालिटी विभाग द्वारा की गई। यह विफलता z अक्ष में साइन परीक्षण 50g के दौरान हुई।

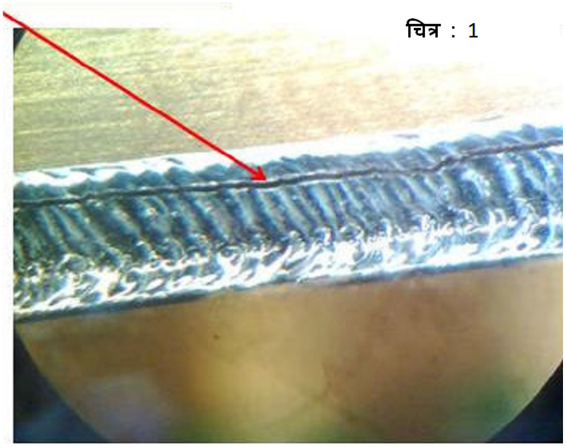
बुनियादी विन्यास:

HMC पैकेज 'चित्र : 2' के मुख्य रूप से दो घटक होते हैं।

1. बॉक्स 2. लिड कवर

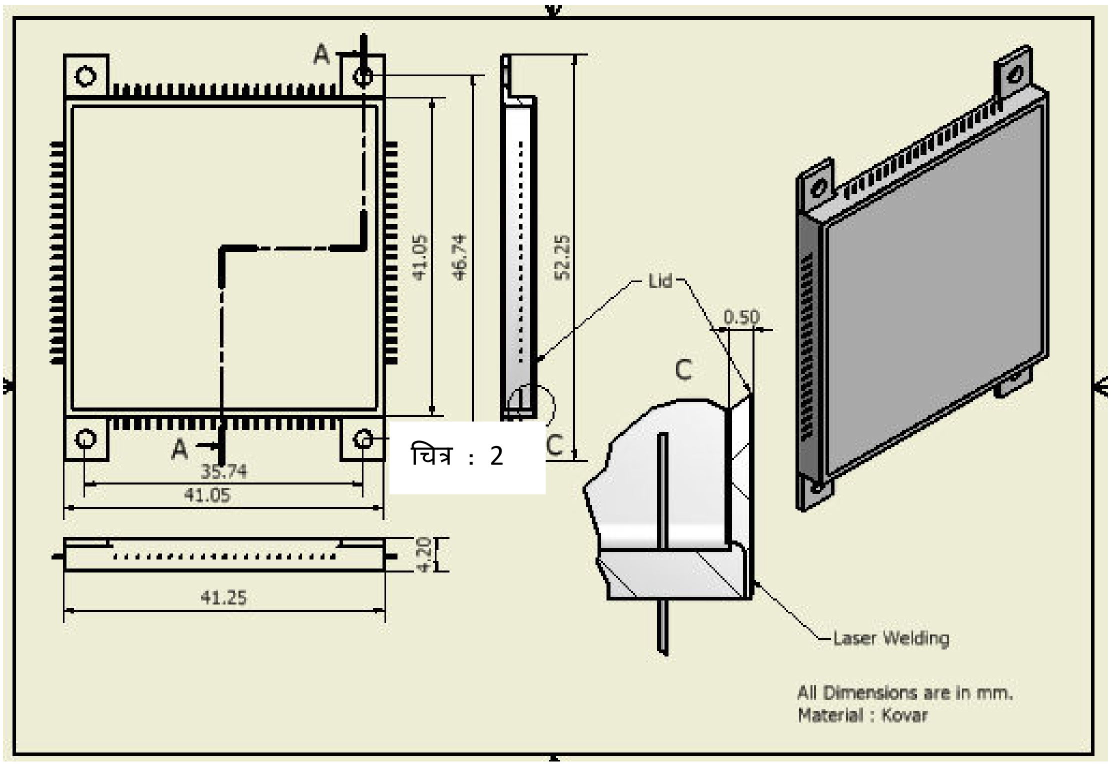
पैकेज भली भांति बंद करके निर्वात (वैक्यूम) पाक के बाद सीवन वेल्डिंग तकनीक से बंद किया जाता है। सीलिंग प्रक्रिया अक्रिय नाइट्रोजन गैसीय वातावरण में की जाती है। मॉनीटर पर बॉक्स और लीड की बड़ी छवि का उपयोग करके, बॉक्स ऊपर लिड का गठबंधन चिमटी की मदद से इस तरह से किया जाता है कि जिससे लिड केंद्र संरेखित (सेंट्ली अलाइन) रहै।

दरार



चित्र : 1

ट्रैक वेल्डिंग सीलिंग प्रक्रिया के दौरान, बॉक्स और लिड के केंद्र में उन्हें बरकरार रखते हुए किया जाता है। वेल्डिंग इलेक्ट्रोड प्रचंड विद्युत प्रवाह (150 to 300 एम्पेयर) के साथ पैकेज और लिड के किनारों पर रोल किया जाता है। यह विद्युत प्रवाह पैकेज और लिड के संपर्क बिन्दुओं का तापमान बढ़ाता है और उनके पिघलने से दोनों घटकों की सतह पर सीलिंग होती है और लिड पर वेल्ड स्टिचेस बनते हैं। लिड की किनारी (फ्रेंज) की मोटाई वेल्डिंग के दौरान पिघलनेसे 50% कम होती जाती है (सेन्टम द्वारा उपलब्ध कराये गए आंकड़े)। इस HMC पैकेज का विफलता विश्लेषण करने हेतु, इसका संरचनात्मक विश्लेषण और प्रयोगात्मक विश्लेषण किया गया।



चित्र : 2

विश्लेषणात्मक पद्धति से गणना :

लिड के किनारे की मोटाई : 0.05 mm और 0.1 mm

लिड का वजन : 6.4 ग्राम & 6.7 ग्राम

लिड आयाम (लम्बाई और चौड़ाई) : 41.05 x 41.05 mm

लिड का मटेरियल : कोवार

लिड की उपज ताकत : 350 न्यूटन / मिमी ^{2}

थियरी ऑफ़ प्लेट्स और शैल - स. टीमोशेंको (प्लेट की समान मोटाई के लिए)

अधिकतम तनाव = $\dfrac{6q\left(\frac{y}{a^2}+\frac{1}{b^2}\right)}{\pi^2 h^2 \left(\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}\right)}$

जहाँ q = प्लेट के केंद्र में लोड की तीव्रता 50g के लिए

Y = 0.3 स्थिर

a=b= लंबाई / चौड़ाई = 41.05 मिमी

h = प्लेट की मोटाई

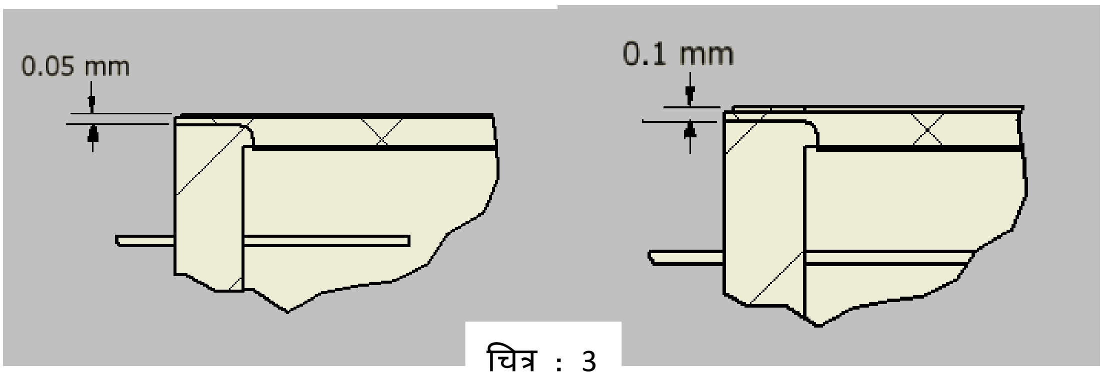
प्लेट की मोटाई	अधिकतम तनाव
0.05	496.17 न्यूटन / मिमी ^{2}
0.1	129.84 न्यूटन / मिमी ^{2}

टेबल : 1

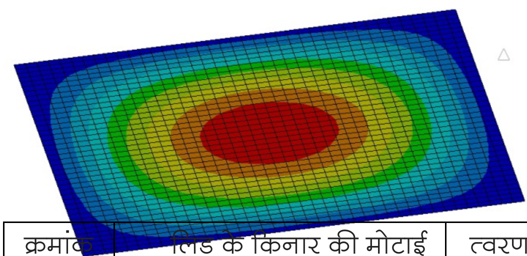
लिड पर विकसित तनाव, उसकी मोटाई पर अवलंबित है ('टेबल : 1')। 50g के लिए अगर लिड की मोटाई दुगनी की जाए तो उससे उत्पादित तनाव का स्तर कोवर की उपज ताकत से काफी कम हो जाता, जिससे सुरक्षा मार्जिन में इजाफा होता है।

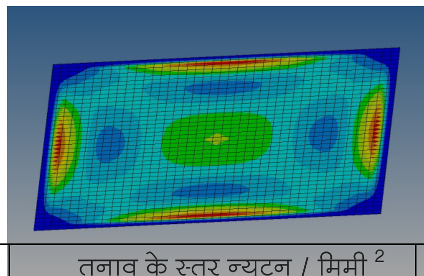
संरचनात्मक विश्लेषण:

पैकेज का संरचनात्मक विश्लेषण 30g से 500g लोड लगाकर किया गया। जिसमें Q फैक्टर ट्रांसमिसिबिलिटी शामिल है, जो पैकेज विन्यास और लिड स्टिफनेस की वजह से लिड पर आता है। लिड की मोटाई मध्य भाग में 0.5 मिमी और किनारी फ्लैंज पर क्रमशः 0.05 मिमी और 0.1 मिमी ली गई 'चित्र : 3'। लिड पर आनेवाला अधिकतम विस्थापन व अधिकतम तनाव निकाला गया 'चित्र : 4'।



चित्र : 3





लिड के किनारे की मोटाई लिड पर अधिकतम विस्थापन व अधिकतम तनाव

क्रमांक	लिड के किनार की मोटाई	त्वरण (g)	तनाव के स्तर न्यूटन / मिमी ^{2}	सुरक्षा मार्जिन
1	0.05	30	22	15
	0.1		9	38
2	0.05	40	29.5	11

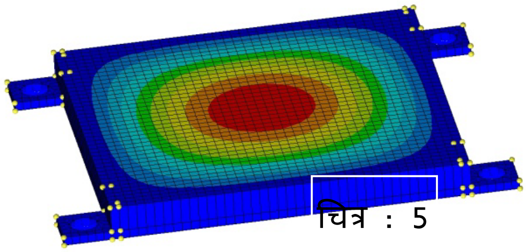
	0.1		12.3	28
3	0.05	50	36.8	9
	0.1		15.4	23
Q घटक धारणा = 10				
4	0.05	500	360	0.97
	0.1		247	1.41

टेबल : 2

ऊपर दिया गया 'टेबल : 2' से यह स्पष्ट है कि 500g पर (Q घटक = 10 मान लेते हुए बॉक्स के तल पर 50g के इन्पुट स्तर के साथ) 0.05 मिमी लिड की मोटाई के लिए डिज़ाइन मार्जिन उपलब्ध नहीं है। लिड की किनार मोटाई 0.2 मान लेते हुए, जो 0.1 तक सीम वेल्डिंग के दौरान कम होती है इसका संरचनात्मक विश्लेषण किया गया और विश्लेषण से साबित हुआ के लिड की 0.1 मिमी किनार की मोटाई, बॉक्स के तल पर 50g का स्तर झेल सकती है।

प्राकृतिक आवृत्ति विश्लेषण :

प्राकृतिक आवृत्ति 1763 हर्ट्ज पायी गई थी 'चित्र : 5', यह प्रयोगात्मक विश्लेषण के दौरान परिणाम सत्यापित करने के लिए उपयोगी हुआ।



चित्र : 5

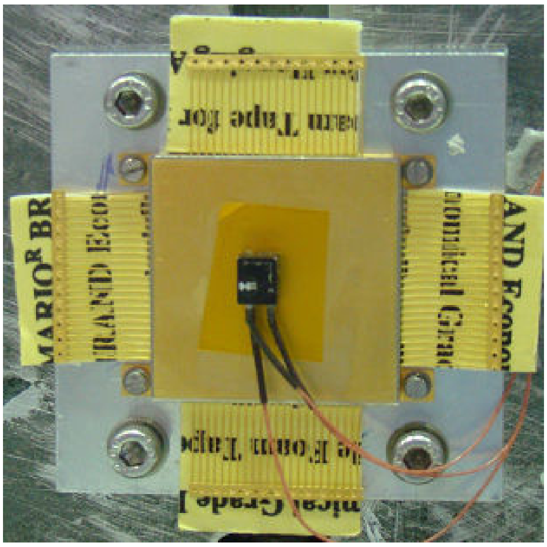
प्रयोगात्मक विश्लेषण :

संरचनात्मक विश्लेषण के बाद, डिजाइन के मार्जिन का पता लगाने के लिए और इसके सत्यापन के लिए, गुणवत्ता आश्वासन यांत्रिकी विभाग द्वारा पैकेज और लिड की कंपन जाँच की गई 'चित्र : 6'। लिड किनार की मोटाई 0.2 मिमी ली गई। जिसे बॉक्स के साथ वेल्डिंग किया गया। ताकि वेल्डिंग के बाद उसकी 0.1 मिमी हो।

कंपन परीक्षण MIL STD 883-2007 के अनुसार किया गया और इसके लिए विशेष प्रकार के फिक्सचर का भी निर्माण किया गया तथा परीक्षण संपन्न किया गया।

सिफारिश :

संरचनात्मक विश्लेषण और परीक्षण के परिणाम के आधार पर लिड की किनारी (फ़्लैंज) मोटाई बढ़ाने का सुझाव दिया गया और यह तय किया गया कि, लिड के किनारी (फ़्लैंज) की मोटाई 0.1 मिमी से बढ़ाकर 0.2 मिमी कर देनी चाहिए।



चित्र : 6 कंपन परीक्षण

उपसंहार :

इस उपकरण का उपयोग स्केटसैट, जीआईसैट जैसे उपग्रहों में किया जाता है। जिसका मुख्य उद्देश्य आपदा निगरानी, मेटीरिओलॉजिकल उपयोग तथा वैज्ञानिक अभ्यास के लिए किया जाएगा।

इस सूक्ष्म संकर सर्किट का उपयोग इन्सैट श्रृंखलावाले उपग्रहों में भी होता है, जिनका उपयोग दूरसंचार तथा मेटीरिओलॉजिकल प्रयोगो में होता है।

अंत में इस बात पर ध्यान केंद्रित किया जा सकता है कि इस उपकरण का स्वदेशीकरण, वित्तीय और तकीनीकी दोनों रूप में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के लिए महत्वपूर्ण है। इसका सफलता पूर्वक परीक्षण विश्वस्तरीय मानकों के अनुसार किया जा चुका है और इस पर यह खरा उतरा है।

***

सामाजिक एवं उपभोक्ता अनुप्रयोग

परिशुद्ध टैपिंग मैकेनिज्म

PRECISION TAPPING MECHANISM

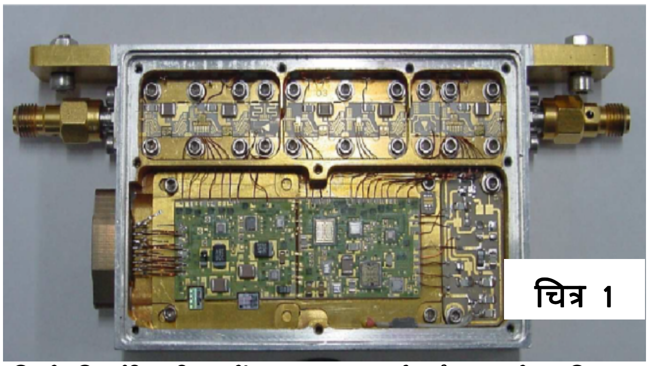
आशिष सोनी, एल. सी. कालिया, आनंद पाठक, आर. जी. निपाने, जिगर गांधी एवं एच. आर. कंसारा
सी.एम.डी.डी./एम.सी.एम.जी./एम.ई.एस.ए.
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, इसरो, अहमदाबाद
ashishsoni@sac.isro.gov.in

सारांश

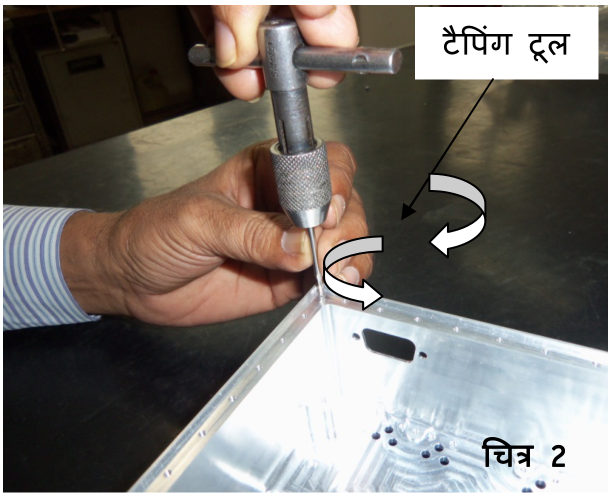
जीओसैट संचार नीतभार की प्रणाली एवं उप-प्रणालियों में यांत्रिक एवं इलेक्ट्रोनिक्स संवेष्टन का समावेश होता है। यांत्रिक संवेष्टन का मुख्य उद्देश्य किसी भी प्रणाली के सभी घटकों को इस प्रकार समाकलित करना है कि इससे इसके इष्टतम द्रव्यमान एवं आकार के साथ साथ विश्वसनीयता भी-बढ़े। संवेष्टन में बिठाये जानेवाले ज्यादातर घटक M1.2 के अति सूक्ष्म से M3 तक के आसंजक कि मदद से ही बिठाये जाते हैं। यह आसंजक को बिठाने के लिए ड्रिलिंग (छेद क्रिया) के पश्चात् इसमें टेपिंग क्रिया की जाती है। यदि टैपिंग सही न किया जाए तो आसंजक की मदद से घटकों को बिठाने नामुमकिन है। आसंजक ही घटकों को सामर्थ्य एवं उच्च कार्यसिद्धि भी प्रदान करते हैं। प्रस्तुत लेख में M1.2 के अति सूक्ष्म एवं उससे ज्यादा माप के सही टैपिंग के अति महत्वपूर्ण ऐसी परिशुद्ध टैपिंग मीकेनिज़्म के निर्माण, उसकी आवश्यकता, उसके फायदे इत्यादि के बारे में बताया गया है। परिशुद्ध टैपिंग मैकेनिज्म से कम लागत में उत्पादकता में बढ़ौती पाई गई है। सामान्य जन यह तकनीक पहुँच पाए और सभी को इस तकनीक का लाभ मिले इस हेतु यह मैकेनिज्म का तकनीकी स्थानांतरण (Technology Transfer) किया गया है।

परिचय / प्रस्तावना

यांत्रिक संवेष्टन में विभिन्न घटक के संयोजन हेतु उपयोग किए जाने वाले आसंजक को बिठाने के लिए जॉब में सही टैपिंग होना अति आवश्यक है। संचार नीतभार के संवेष्टन को चित्र 1 में दिखाया गया है, जिसमें विभिन्न प्रकार के आसंजक का उपयोग किया जाता है। जॉब में छेद करने के पश्चात् उसमे थ्रेड बनाने की क्रिया को आंतरिक टैपिंग या टैपिंग कहा जाता है। सामान्य रूप से, जिस छेद में टैपिंग करना हो उसमें टैपिंग औजार (टूल) को जॉब से लम्ब दिशा में रखकर निर्धारित गति से निर्धारित दिशा में घुमाया जाता है और टूल के प्रतिगमन के लिए निर्धारित गति से विरुद्ध दिशा में घुमाया जाता है। प्रायोगिक रूप से इस क्रिया कई तरीके से की जा सकती है। पर सामान्यतः टैपिंग के दौरान जॉब को स्थिर रखा जाता है जबकि टैपिंग टूल को आगे बढ़ाते समय निर्धारित दिशा में और टूल के बाहर निकालते समय उसकी विरुद्ध दिशा में घुमाया जाता है। चित्र 2 में सामान्य रूप से की जानेवाली टैपिंग क्रिया दिखाई गई है। ब्लाइंड होल या थ्रू होल में हस्त संचालित (मेन्युअल) टैपिंग के दौरान टैपिंग टूल का लम्ब दिशा में होना अति आवश्यक है। इस दौरान टूल का जकड जाना या टूटना संभव है। टैपिंग की गुणवत्ता, फीटर की प्रवीणता, ज्ञान एवं अनुभव पर आधारित है। संपूर्ण लंबाई में, लंब दिशा में परिपूर्ण टैपिंग के लिए परिशुद्ध टैपिंग मैकेनिज्म अति आवश्यक है।



चित्र 1

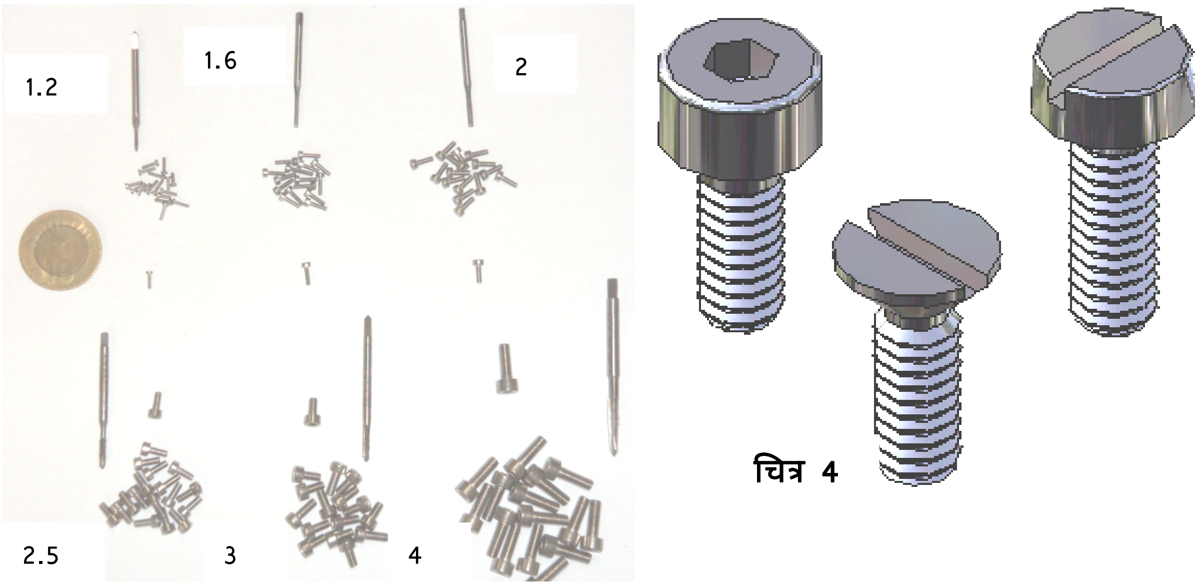


चित्र 2

यांत्रिक संवेष्टन हस्त संचालन से ही उच्च परिशुद्धता वाले टैपिंग के लिए परिशुद्ध टैपिंग मैकेनिज्म का उपयोग किया जाता है। टैपिंग क्रिया के पश्चात् ही हेलिकोइल बिठाई जाती है।

चित्र 3 में सामान्य रुप से की जानेवाली क्रिया 1. छेदन (ड्रीलिंग) 2. टैपिंग और उसके बाद 3. हेलिकोइल बिठाना दिखाया गया है। चित्र 4 में संवेष्टन में उपयोगी ऐसे विभिन्न प्रकार एवं माप के आसंजक (M1.2 से M4 तक) दिखाए गए हैं।

चित्र 3



चित्र 4

मुख्य हेतु

परिशुद्ध टैपिंग मैकेनिज्म के मुख्य हेतु इस प्रकार है :

1. M1.2 के अति सूक्ष्म टैपिंग को परिपूर्ण करना।
1. परिपूर्ण एवं लंब दिशा में परिशुद्ध टैपिंग आस्वस्त करना।
2. निर्धारित लंबाई/गहराई में टैपिंग आस्वस्त करना।
3. टैपिंग टूल का न तो जकड जाना या न तो टूटना।
4. अशिक्षित या बिना कुशलता प्राप्त कारीगर भी इसका उपयोग कर सकता है।
5. उत्पादकता में बढ़ौती।

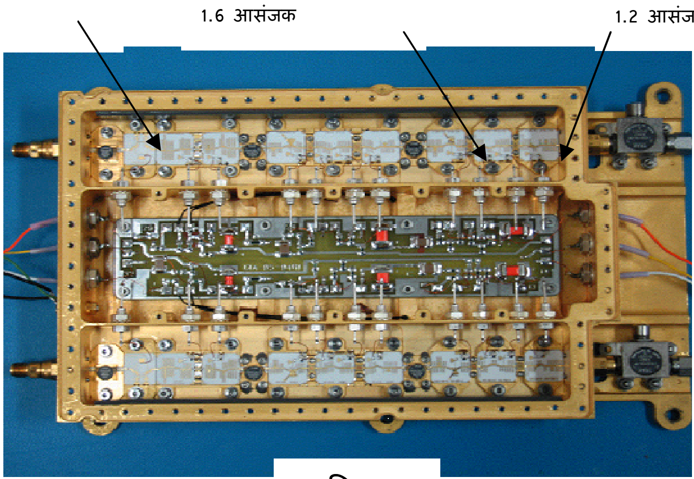
उपयोग एवं लाभ

परिपूर्ण, लंब दिशा में एवं परिशुद्ध टैपिंग के लिए परिशुद्ध टैपिंग मैकेनिज्म का उपयोग किया जाता है। नीतभार के यांत्रिक संवेष्टन में हर एक टैपिंग का लंब दिशा में ही होना अति आवश्यक है। सही टैपिंग से ही विभिन्न घटकों के निर्धारित टोर्क (बल-आधूर्ण), ग्राउंडिंग एवं संरेखन को आस्वस्त किया जा सकता है।

परिशुद्ध टैपिंग मैकेनिज्म के उत्पादकता में बढ़ौती पी गई है, क्यूंकि इसके उपयोग से कम प्रयास से एवं आसानी से टूल तो पकड़ा जा सकता है और उसे जॉब में परिशुद्धता से घुमाया जा सकता है। टैपिंग क्रिया के दौरान होल के अंदर टूल के जकदन एवं टूल के टूटने को रोकने में यह मैकेनिज्म उपयोगी साबित हुई है। टैपिंग मैकेनिज्म के उपयोग से ब्लाइंड होल या थ्रू होल में निर्धारित लंबाई/गहराई तक टैपिंग को आस्वस्त किया जा सकता है। इस टैपिंग मैकेनिज्म की सबसे खास बात यह है कि इसे बिना कुशलता प्राप्त या अशिक्षित कारीगर भी इसका इस्तेमालकर सकता है।

अति महत्व पूर्ण बात:

यांत्रिक संवेष्टन में कई सूक्ष्म एवं अति सूक्ष्म इलेक्ट्रोनिक्स डिवाइसका उपयोग किया जाता है। यह डिवाइस या घटक M1.2 के स्क्रू से बिठाये जाते हैं। M1.2 के स्क्रू को बिठाने अति सूक्ष्म एवं परिशुद्ध टैपिंग के लिए इस टैपिंग मैकेनिज्म का उपयोग विशेषरूप से किया जाता है। M1.2 के अति सूक्ष्म आसंजक से बिठाई जानेवाली डिवाइस एवं उसकी अन्य घटकों के साथ संगतता/संयोजन चित्र 5 में दिखाया गया है। M1.2 के साथ साथ M1.6 एवं M2 जैसे आसंजक का प्रयोग भी होता है।



चित्र 5

तकनीकी विनिर्देश *

टैपिंग क्षमता	:	M1.2 से M4 तक और उससे भी अधिक
समस्त माप	:	345 mm x 300mm x 330 mm ऊंचाई
भुजा का भ्रमण	:	360°
उर्ध्वाधर समायोजन	:	आसानी से 300 mm तक
क्षैतिज समायोजन	:	50 mm की श्रेणी में, महत्तम अंतर 215 mm
टैपिंग क्रिया	:	हस्त संचालित
समस्त भार	:	9 kg
टूल	:	प्रमाणित टूल का उपयोग किया जा सकता है
विस्तारणीयता लिए	:	हेलिकोइल डालने हेतु एवं उर्ध्व चाल तथा स्नेहन (लुब्रिकेशन) के अर्ध-स्वचालन के

* लेख के स्वीकृत होने पर प्रस्तुतीकरण के दौरान परिशुद्ध टैपिंग मैकेनिज्म के चित्र एवं वीडियो दिखाया जाएगा।

तकनीकी स्थानांतरण (Technology Transfer):

डॉ. विक्रम साराभाई के शब्दों में कहा जाए तो "तकनीकी सामान्य जन तक पहुंचनी चाहिए। इसी बात को ध्यान में रखते हुए, इस परिशुद्ध टैपिंग मेकेनिज़्म का उपयोग सभी लोग कर सके उस हेतु, निर्धारित समिति द्धारा इसका तकनीकी स्थानांतरण किया गया है। इससे कम से कम किमंत में सभी लोग इस मैकेनिज्म का लाभ ले सकेंगे।

धन्यवाद

यह लेख लिखने की प्रेरणा एवं मार्गदर्शन के लिए हमारे केंद्र के निदेशक महोदय श्री तपन मिश्रा, एम. ई. एस. ए. के उप निदेशक श्री ए. एम. झा, पी.पी.जी. ग्रुप एवं हमारे ग्रुप के सभी कर्मचारी गण के हम आभारी है।

❖❖❖❖❖

सामाजिक एवं उपभोक्ता अनुप्रयोग

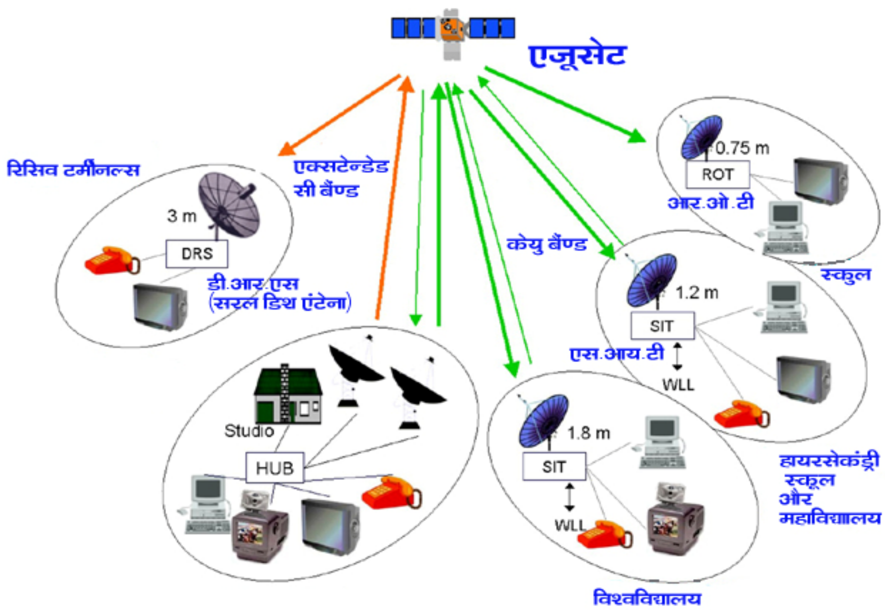
अंतरिक्ष अनुप्रयोगों में एडुसैट के अन्तर्गत कम लागत स्टूडियो एवं सम्मिलित कैमरा श्रृंखला

धर्मेंद्र तोमर, कैमेरामैन-डी
विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट

एडुसैट शिक्षा के प्रसार तथा प्रचार के लिए इसरो की एक महत्वाकांक्षी परियोजना हैं। इस् योजना में बहुमाध्यम सुदूर शिक्षण द्वारा देश के कोने कोने स्थित शिक्षण संस्थानों में शिक्षण दिया जा रहा हैं। शिक्षलाक्षी दृश्य श्राव्य कार्यक्रम निर्माण एडुसैट की एक महत्वपूर्ण गतिविधि हैं। उच्च गुणवत्ता वाले एवं शेक्षणिक कार्यक्रम हेतु अल्प व्यय वाले प्रसार कक्षा/स्टूडियो एडुसैट के अन्तर्गत कार्यक्रम निर्माण का एक महत्वपूर्ण घटक हैं। प्रस्तुत लेख में कम लागत वाले प्रसार कक्षा/स्टूडियो एवं इसके अन्तर्गत सम्मिलित कैमरा श्रृंखला, कैमरा के मुख्य घटक, प्रकाश व्यवस्था तथा स्टूडियो की कार्य पध्यति आदि के बारे में विस्तार में जानकारी देने का प्रयास किया गया हैं।

प्रस्तावना

आज शिक्षा के क्षेत्र में संचार प्रोद्योगिकी ने अपना एक विशिष्ट स्थान बना लिया हैं। खासकर सुदूर शिक्षण या डिस्टेंस एजूकेशन जो कि एक नई शिक्षा प्रणाली हें, मूल रूप से इन्ही संचार और सूचना तकनीकों पर निर्भर करती हैं। उपग्रह संचार प्रणाली के द्वारा पृथ्वी के विशाल क्षेत्र में संचार व्यवस्था स्थापित की जा सकती हें तथा उपग्रह संचार प्रणाली की इस विशेषता को विश्व के दूरस्थ स्थानों में शिक्षा के लिए तथा इसके प्रसार के लिए प्रयोग में लाया जा सकता हैं। विकास, शिक्षा एवं वार्तालाप के लिए अंतरिक्ष प्रोद्योगिकी का उपयोग कभी न खत्म होने वाली प्रक्रिया हैं।



भारतीय अंतरिक्ष विभाग ने इस चुनोती को स्वीकार किया हें तथा समस्त भारतवर्ष में ज्ञान के प्रकाश से प्रसार हेतु प्रतिबदधता प्रदर्शित की हें और पूर्ण रूप से शिक्षा के लिए समर्पित भारतीय उपग्रह एडुसैट की अंतरिक्ष में स्थापना की गई। एडुसैट कार्यक्रम एक महत्वकांशी परियोजना हैं। इस तंत्र को इस प्रकार परिकल्पित किया गया हें, जिससे इंटरएक्टिव (Interactive) उपग्रह आधारित दूरस्थ शिक्षा तंत्र को देश के लिए विकसितकर सके तथा डायरेक्ट-टू-होम (डी .टी .एच.) स्तर का प्रसारण प्रदानकर सके।

उपग्रह संचार प्रणाली के शिक्षण में उपयोग के लिए व्याख्याता अपना व्याख्यान एक केंद्रीय स्थान से देता हें तथा यह व्याख्यान एक विशाल भू-केंद्र के द्वारा प्रसारित किया जाता हें, जिसे अंतरिक्ष में स्थित उपग्रह ग्रहण करके पुनः पृथ्वी की और वापसकर देता हैं। इस संकेत (सिग्नल) को पृथ्वी के विभिन्न केंद्र जहाँ पर उपग्रह कक्षाएँ स्थापित की गई हें, ग्रहण करते हें तथा इस प्रकार इन कक्षाओं का संचालन होता हैं।

ये कक्षाएँ दूरस्थ और समीप सभी स्थानों पर स्थापित की जाती हें, तथा प्रत्येक कक्षा में अनेक विद्यार्थी इनसे लाभान्वित होते हैं।

पुरे भारतवर्ष में लगभग 69 टीचिंग एण्ड, 3000 उपग्रह अंतर्क्रियात्मक टर्मिनल (SIT) तथा 30, 000 अभिग्राही टर्मिनल (ROT) स्थापित किए जा चुके हैं।

एडुसैट जैसा शिक्षण कार्यक्रम एक प्रभावी और महत्वपूर्ण कार्यक्रम हें, तथा इसमें केंद्रीय और प्रांतीय विभागों के राष्ट्रीय स्तर पर प्रयास आवश्यक होगे। इसमें सबसे बड़ी चुनोती कार्यक्रम निर्माण (कंटेंट जेनेरेसन) में महसूस की जा रही हें, जो शिक्षाविदों के द्वारा किया जाएगा।

एडुसैट के अन्तर्गत स्थापित किए गए टीचिंग-एन्ड में अच्छी गुणवत्ता के दृश्य-श्रव्य (Video-Audio) प्राप्त करने एवं शेक्षणिक कार्यक्रम हेतु एक प्रसार-कक्ष/स्टूडियो की आवश्यकता महसूस की जा रही थी, चुकि राज्यों के स्कूल, कॉलेजो में आयव्ययक की कमी होती हें, अत: वर्तमान में इस एडुसैट तन्त्र में कम लागत वाले प्रसार कक्ष/स्टूडियो की आवश्यकता महसूस की गई और इस आवश्यकता की कमी को पूरा करते हुए विकास एवं शेक्षिक संचार केंद्र (डेकू), जो कि प्रसारकक्ष/स्टूडियो कार्यक्रम का मुख्य केंद्र-बिंदु हें, ने एक कम लागत वाले प्रसारकक्ष/स्टूडियो की स्थापना की।

प्रसारकक्ष/स्टूडियो

स्टूडियो : प्रसार-कक्ष। यह ध्वनि एवं ताप नियंत्रित विशेष कक्ष होता हें जिसमें रिकोर्डिंग और इनडोर शूटिंग की जाती हैं। इसमें कैमरा, लाइट, सेट, माइक, आदि का पूरा प्रबंध रहता हैं।

स्टूडियो अलग-अलग किस्म के लम्बाई व चौड़ाई में भिन्न हो सकते हें, पर एक बात निश्चित हें, कि इनमे न्यूनाधिक कार्यक्रम बनाने के उपकरण एक जैसे ही लगे होते हैं। जहाँ नीचे लंबे-चौड़े खुले स्थान में कैमरा, सेट, लाइट, व अन्य मशीन लगती हैं।

डेकू स्थित एडुसैट मॉडल स्टूडियो कि लम्बाई-चौड़ाई लगभग 20 फीट * 18 फीट हें, तथा इस स्टूडियो के दो भाग हैं, एक स्टूडियो क्षेत्र और नियन्त्रण कक्ष।

स्टूडियो से जो भी ऑडियो-वीडियो सिग्नल (श्रव्य-दृश्य) धवनी व चित्रों के रूप में नियन्त्रण कक्ष से प्राप्त होते हें, उन्हें कार्यक्रम की आवश्कयतानुसार सीधा प्रसारित भी किया जाता हें एवं अंकित (record) भी किया जाता हैं।

स्टूडियो की ध्वनिकता

ध्वनिमुन्द्रण के लिए स्टूडियो का श्रवणगुण (ACOUSTIC) होना अति आवश्यक हें, जिससे शिक्षक की आवाज बिना किसी प्रति-ध्वनि के आसानी से प्रसारित भी की जा सके एवं वीडियो-टेप में अंकित भी की जा सके। इसके साथ-साथ बाहरी वातावरण की ध्वनिया भी अंदर न पहुँच सके, इस उद्देश्य से स्टूडियो में विशेष ध्वनिकला का धयान रखा गया हैं।

स्टूडियो का फर्श

स्टूडियो में 3 मिलीमीटर की पी.वी.सी. फर्श बिछाया गया हें, जिससे कैमरे का संचलन (movement) आसानी से हो सके।

डेकू में स्थापित एडुसैट मॉडल स्टूडियो बहुल परिचालक प्रणाली पर कार्य करता हैं। स्टूडियो तंत्र से मिलने वाला वीडियो स्रोत को एडुसैट नेटवर्क के साथ सीधे जोड़ा जा सकता हैं। इसके साथ-साथ कार्यक्रम निर्माण प्रक्रिया, जिसके अन्तर्गत कार्यक्रम को वीडियो-टेप में अंकित किया जाता हें, का भी प्रावधान इस स्टूडियो में किया गया हैं। प्रसारण के लिए पूर्व में अभिलेखित किए गए कार्यक्रमो को डी.वी.डी. प्लेयर को स्रोत के रूप में लेकर प्रसारित किया जा सकता हैं। इस प्रकार इसीस स्टूडियो में ऑन-लाइन एवं अभिलेखन प्रणाली दोनों का समावेश किया गया हैं।

सीधा प्रसारण तथा दृश्य-श्रव्य को अंकित करने के लिए स्टूडियो में एक सघन उपकरण प्रणाली की आवश्यकता होती है, जिसके द्वारा कार्यक्रम का सफलतापूर्वक निर्वाह किया जाता हैं।

डेकू के एडुसैट मॉडल स्टूडियो में निम्नलिखित उपकरण लगाये गए हैं

1. प्रो-कंज्यूमर केम-कोर्डर 02

2.	ट्राई-पोड	02
3.	माइक्रोफोन	03
4.	दृश्य-मुन्द्रण यन्त्र	01
5.	श्रव्य-मुन्द्रण यन्त्र	01
6.	स्पीकर	01
7.	केरेक्टर जेनेरेटर	01
8.	एच.डी.वी. रिकॉर्डर	01
9.	वी.डी.ए.	01
10.	एल.सी.डी.	06
11.	स्कैन कनवर्टर	01
12.	डी.वी.डी.प्लेयेर	01
13.	टॉक-बेक तंत्र	01
14.	डी.वी.डी. रिकॉर्डर	01

एडुसैट स्टूडियो की कैमरा श्रृंखला

वीडियो कैमरा एक इलेक्ट्रॉनिक युक्ति हें, जिसके द्वारा हम वीडियो शूटिंगकर सकते हैं। इससे चलायमान चित्र इलेक्ट्रॉनिक रूप में परिवर्तित होकर लिखे जा सकते हैं।

इसमें आधारभूत रंगों के लिए तीन सी.सी.डी. लगे होते हैं। यह कैमरे 50 हजार से 10 लाख से आधिक की रेंज में बाजार में उपलब्ध हैं।

एडुसैट स्टूडियो में दो कैमरा सेट-अप का प्रावधान किया गया हें जिसमें दो सोनी के कैमरे लगाये गए हैं। शूटिंग स्टूडियो में बनाये गए सैट पर की जाती हैं। दो कैमरे के द्वारा हमें अधिक-से-अधिक शोट में से चुनाव करने की छुट मिलती हें और दृश्य-संयोजन के लिए हर एंगल और दिशा के शोट जोड़े जाते हैं। इस प्रकार उपस्थित लोगों को सही कवरेज मिलता हें और हर प्रकार के शोट समाहित किए जा सकता हैं। शोट में और अधिक विभिन्नता लाने के लिए ट्रैक, डाली आदि का प्रयोग होता हें, जो इसमें जान फूकते हैं।

कैमरे के मुख्य घटक

लेन्स

कैमरा लेन्स किसी भी दृश्य के आकार को छोटे, बड़े या मध्यम आकार में बदल सकता हैं। लेन्स की क्षमता विषय की स्पष्टता को अभिव्यक्त करने में उपयोगी सिद्ध होती हैं। कैमरा लेन्स अक्सर किसी भी दृश्य को 1.5 डिग्री एंगल से 360 डिग्री एंगल फिश आई एंगल तक के आकार में शूटकर सकता हैं।

जूम लेन्स

जूम लेन्स आमतौर पर 3:1 से 42:1 या इससे अधिक अनुपात के होते हैं। इन्हें आप स्वंय हाथ से ओपरेटकर सकते सकते हें या बटन दबाकर ऑटो ऑपरेटिंग मोड पर भी ओपरेटकर सकते हैं। इसको आगे-पीछे करके शोट के आकार को घटा-बड़ाकर नेरो, मीडियम और वाइड एंगल में बदला जा सकता हैं।

इसका प्रयोग दो प्रकार से विषय-वस्तु को निकट लाने यानि जूम इन और विषय-वस्तु से दूर जाने यानि जूम आउट के रूप में होता हैं। कैमरा में मैनुअल और ऑटो जूम लगा होता हें, जिसमें से हम अपनी जरूरत के हिसाब से चयनकर सकते हैं।

आइरिस व एक्सपोजर

शोट के लिए हम कैमरे के मुँह को कितना खोलते हें और किस अनुपात तक लाइट भीतर जाने देते हैं। कैमरे के भीतर झाकने पर आप देख सकते हें, एक बैरल-सा बना होता हें और वहाँ आपको बहुत सारे ब्लेडो का एक वर्त नजर आएगा, इसे "आयरिस" कहते हैं। यह लेन्स अपरचर को नियन्त्रित करता हें और सी.सी.डी. पर पड़नेवाले प्रकाश को नियन्त्रित करता हैं। इसको लेन्स के दाहिने लगी एक रिंग को घुमाकर बदला जा सकता हैं। यह एक स्केल हें, जिस पर नंबर लगे होते हैं। इनके अनुसार आप लेन्स के भीतर जानेवाले प्रकाश के अनुपात को अपनी जरूरत के हिसाब से बदल सकते हैं। ऐसा करने से दो नतीजे तुरंत हाथ आते हें –

१. यह प्रकाश कि मात्रा को नियमित करता हें, जिससे पिक्चर कि स्पष्टता और उसका रेखांकन सही झलकता हैं।
२. यह सीन कि गहराई उभरने में मदद करता हें, जिससे वस्तु सही फोकस में रहती हैं।

फोकस

कैमरा उन सब वस्तुओ को सही और स्पष्ट फोकस में दिखाता हें, जो इसकी फोकल रेंज में आती हो। हालाकि देखनेमें यह भी आता हें कि कुछ नजदीक और दूर रखी वस्तुएँ समान रूप से फोकस में दिख रही हो; पर इनकी गहराई के बोध में अच्छा-खासा अंतर स्पष्ट नजर आएगा, जो कि कुछ सेंटीमीटर से लेकर अनंत सीमा तक हो सकता हैं। यह फोकस के क्षेत्र कि गहराई दर्शाता हें, जिसे "डेप्थ ऑफ फील्ड" कहते हैं। इसी प्रकार फोकस में आये क्षेत्र को, जहाँ तक कि हमें चीजें स्पष्ट फोकस में दिखती हें, फोकल दुरी कहते हैं।

विभिन्न कैमरा एंगल

हम टीवी पर दो आयाम की तस्वीर ही देखते हैं। हमें अच्छा लगता हें, जब हम एक ही तस्वीर को अलग-अलग कोण से देखते हैं। इससे हमारी वस्तु को अच्छे से देखने कि उत्सुकता और इच्छा शांत होती हैं। हमारी ज्ञानेन्द्रियों की जिज्ञासा शांत होती हें और हमें वस्तु कि परिपूर्णता का आभास होता हैं। यही कारण हें कि हम आयाम बदल-बदलकर विभिन्न एंगल के शोट लेते हैं। अच्छा कैमरा एंगल शोट को अर्थ प्रदान करता हैं।

वास्तव में हम शोट को मोटे तोर पर तीन भाग में बाँट देते हें – एक वाइड एंगल, जिसमें अधिक-से-अधिक क्षेत्र आ सकता हें; दूसरा सामान्य एंगल, यह 20 से 25 डिग्री का शोट होता हें और लॉन्ग-मिड या मिड शोट के लिए प्रयोग किया जाता हें; तीसरा नेरो एंगल शोट होता हें, जो 5 से 10 डिग्री के बीच होता हैं। इसमें वस्तु को निकट से देख सकते हैं।

शोट (SHOT)

कैमरा एक बार खुलने से लेकर बंद होने तक शोट कहलाता हैं। कैमरे का फ्रेम जितना अधिक या कम रखा गया हो, यह उतना ही क्षेत्र दिखायेगा और जिस तरह के एंगल व साइज़ का यह सब्जेक्ट/विषय दिखायेगा वैसा हमारा शोट कहलायेगा। तात्पर्य यह कि कैमरा अपने फ्रेम में जिस साइज का क्षेत्र दर्शाता हें, वह शोट का हिस्सा बनता हैं। जो कुछ फ्रेम के भीतर हें, बस वाही शोट का अंग हैं। इस प्रकार, हम केवल आवश्यक वस्तुओ को ही फ्रेम में शामिल करते हैं। फ्रेम संतुलित और सार्थक होना बहुत आवश्यक हैं। इसका मतलब यह कि फ्रेम में दिखनेवाली हर वस्तु सुसंबद्ध और स्पष्ट नजर आणि चाहिए।

शोट के प्रकार

मोटे तोर पर हम शोट को तीन भागो में विभाजित करते हें- ढुरी के लिए लॉन्ग शोट, कम ढुरी के लिए मिड शोट और निकट के लिए क्लोस-अप।

जिस प्रकार भाषा कि अपनी मानक शब्दावली होती हें, जिससे अक्षर और वाक्य बनते हें, ठीक वैसेही फ़िल्म के लिए विजुअल व्याकरण हें, जिसका निर्माण शोट, दृश्य और घटनाओ से होता हैं। इस व्याकरण को विश्व स्तर पर पहचान मिली हें और यह फ़िल्म बनाने का मानक रूप धारणकर चूका हैं। इसके व्यव्हार में एक सहजता हें, जिससे कैमरामैन और निर्देशक का कार्य संप्रेषणीय व सरल हो जाता हैं।

टीवी और क्लोस-अप

टेलीवीजन को आमतोर पर क्लोस-अप का माध्यम कहा जाता हैं। छोटे परदे पर बड़े वाइड एंगल के दृश्य अधिक समीचीन नहीं दिखते, क्योंकि इनमे अक्सर मुख्य सन्देश दब जाते हें और केवल एक बड़ा विस्तार ही नजर आता हैं। जबकि मिड और क्लोस-अप शोट काफी आत्मीयता उभारते हें और स्पष्ट एवं नजदीक दिखते है।

प्रकाश व्यवस्था (LIGHTING)

आप चाहे स्टूडियो में शूटकर रहे हो या बाहर लोकेशन पर, आपकी कार्यक्रम की सफलता में प्रकाश व्यवस्था की विशेष भूमिका रहती हैं। यह विषय-वस्तु की स्पष्टता, रंग, बनावट, लक्षण एवं भाव – भंगिता को उभारने में मदद करती हैं।

प्रकाश व्यक्ति, वस्तु, स्थान, की स्पष्टता प्रदान करता हें, और इन्हें हमारी मन:स्थिति के लिए स्वीकार्य या अस्वीकार्य बनाता हैं। हमारा मन जहाँ अनुकूल प्रकाश व्यवस्था न होने की स्थिति से उत्पन्न अस्पष्ट और खंडित चित्रों से खिन्न होकर रूचि खो देता हें, वही स्पष्ट और सही संदर्भ में प्रकाशित चित्र हमें आकर्षक, सुन्दर एवं रोचक लगने के कारन हमारा ध्यान अपनी और खीचे रखते हैं।

कैमरा हमारी आँख कि तरह दिखता तो हें, पर होता नहीं हैं। जहाँ हम अपनी आँखों से अपने आस-पास का समग्र परिदृश्य त्रिआयामी रूप में देखते हैं। वही कैमरा एक सपाट दृश्य भर देख पता हैं। कैमरा रंगों का प्राकृतिक रंगारंग विधान वैसे नहीं देखता जैसे कि हम तुरंत आँख खोलते ही देख पाते हैं। हालाकि आजकल अति सूक्ष्म उपकरनोवाले

कैमरे चकित करनेवाले परिणाम देते हें; पर इनके लिए भी प्रकाश को व्यवस्थित करना आवश्यक हें, क्योंकि ये प्रकाश को इच्छित रूप में संतुलित और अभिव्यक्त नहीं कर पाते।

प्रकाश रंगों को प्रकट करता हैं। इसमें एक प्रक्रिया काम करती हैं। प्रकाश के मूल रंगों में लाल, हरा और नीला हैं। ये अन्य सारे रंगों के साथ मिलकर नाना प्रकार के गुल खिलाते हैं। एक रंगीन फ़िल्म बनाने में कैमरा लेन्स इमेग को एक जैसी तीन प्रणालियों में विभक्त करके गुजार देता हें, यहाँ रंगीन फिल्टर सीन में रंगों का अंश-विश्लेषण करता हें और तत्संबद्ध लाल, हरा, पीला वीडियो सिग्लन उत्पन्न करता हैं। ये सिग्नल टीवी सैट या मोनिटर में प्रतिक्रिया करके रंगों को इस प्रकार संयोजित करते हें कि ये आपस में घुले-मिले दिखते हैं।

कैमरा वस्तु विशेष को देखता हैं। कैमरा इस वस्तु पर गिर रही रोशनी से उत्पन्न रंग/कलर तापमान के अनुपात से वस्तु के रंग, आकार व बनावट का संज्ञान लेता हें, वस्तु अपनी प्रकृति और कलर तापमान के अनुसार कुछ रंग जज्ब करती हें और कुछ छिटक देती हैं। जो रंग जज्ब होते हें, वे दिखते नहीं हें और जो जज्ब नहीं हो पाता, वह उस वस्तु का रंग कहलाता हैं। इस प्रकार, हम देख सकते हें कि कैमरे के पीछे कई तत्व काम करते हें, हमारी आँखों की तरह यह जस-का-तस नहीं देखता। हमारी आँखे स्वतंत्र रूप से बिना किसी बाहरी मदद के किसी दृश्य को तुरंत हमारे सामने प्रस्तुत करती हें; पर कैमरे में यह काम एक्सपोजर कण्ट्रोल की मदद से एवं अन्य प्रकाश आदि को नियंत्रित करके ही होता हैं।

स्टूडियो में लाइट्स तराफे और स्टैंड पर भी लगी होती हैं। तराफे कि लाइट्सको आसानी से दाएँ-बाऐ और ऊपर-नीचे किया जा सकता हैं। प्रकाश कि व्यवस्था के बाद ध्वनि एक महत्वपूर्ण विषय हें, जिस पर जोर दिया जाता हैं। ध्वनि उपकरणों को स्टूडियो में कैमरा, माइक, लेपल, कॉर्डलेस आदि के द्वारा वी.टी.आर. में लगे ऑडियो मिक्सेर के माध्यम से वीडियो रिकॉर्डर के साथ जोड़ा जाता हैं।

पी.सी.आर. एक ऐसा कक्ष हें, जो आमतोर पर स्टूडियो के एक तरफ सटी दीवार के ऊपर बना होता हें, यहाँ से स्टूडियो में हो रही हर गतिविधि पर नज़र रहती हैं। स्टूडियो फ़्लोर का सारा क्षेत्र आसानी से देखा जा सके इसके लिए स्टूडियो कि तरफ बड़ा शीशा लगा होता हैं।

पी.सी.आर. में भारी-भरकम मशीनों का जमावड़ा होता हैं। इसमें लगी हर मशीन और उसपर काम करनेवाले हर व्यक्ति का प्रोडक्सन की सफलता या असफलता में महत्वपूर्ण योगदान रहता हैं।

फ़्लोर पर कामकर रहे हर कैमरामेंन का सीधा संपर्क पेनल पर बैठे निर्देशक से टॉक-बेक व्यवस्था से जुड़ा होता हैं। इसके द्वारा निर्देशक कैमरामेंन को वांछित शोट देने का निर्देश देता हैं।

एडुसैट में मुख्यतः प्रेसेंटर आधारित कार्यक्रम जिसमें शिक्षक अपना व्याख्यान, छात्र-छात्राओ के सम्मुख बयान करता हैं। सभी दर्शकों को लगता हें की शिक्षक उन्हें ही देख रहा हैं। ऐसा शिक्षक के लगातार कैमरे में देखने के कारण होता हैं। एडुसैट स्टूडियो में मंच पर एक साथ तीन लोंगो को बैठाकर कार्यक्रम का संचालन किया जा सकता हैं।

शिक्षक सारा कार्यक्रम अकेले प्रस्तुतकर रहा हो तो उसे एक स्थान पर खड़ा या बैठाकर उसके पीछे एक नीला या हरा पर्दा डालकर, उसके विभिन्न शोट जो कि विषय से सम्बंधित हो, लेकर शूटिंग पूरी की जाती हें, बाद में क्रोमाकियींग से कोई भी बेकड्रॉप सैट करके एंकर को दिखाया जाता हैं।

एडुसैट में सीधा प्रसारण के साथ-साथ अंकित किए हुए कार्यक्रम को भी प्रसारित किया जाता हैं। इन कार्यक्रम के निर्माण की एक प्रक्रिया होती हैं। इसमें सबसे पहले एक विचार की आवश्यकता होती हैं। विचार पाठ्यकर्म से संम्बधित, रोचक और छात्र-छात्राओं में उत्सुकता एवं रूचि जगानेवाला होना चाहिए। विचार का विस्तार संकल्पना में होता हें, इसमें हम विचार के अवयवो को जोड़ने का प्रयास करते हैं। आलेख (script) में हम विचार, संकल्पना एवं परिकल्पना का विस्तार करते हैं।

टेलिविज़न कार्यक्रम निर्माण में बहुत से तत्व एक साथ जुड़े होते हैं। आलेख के अनुसार कार्यक्रम का छायांकन किया जाता हें, तत्पश्चात इसे संकलित किया जाता हें जिसमें हम एनीमेशन, मल्टीमीडिया, धवनी प्रभाव आदि का उपयोगकर कार्यक्रम को अंतिम रूप देते हें, और दर्शकों तक पहुचाया जाता हैं।

उपसंहार

शिक्षा किसी भी राष्ट्र के विकास की रीड हैं। इसे सामाजिक परिवर्तन एवं चेतना का अमूल्य मंत्र माना जाता हैं। शिक्षा को किसी भी राष्ट्र की सब्सेसबसे बड़ी सुरक्षा का मापदंड माना जाता हैं। किसी भी विकास में शिक्षा की अहम भूमिका होती हैं। आज शिक्षा का सार्वभौमीकरण विकासशील देशो की शीर्षस्थ प्राथमिकता हैं। लेकिन भारत जैसे विशाल देश में, जहाँ अनेक प्रकार की भाषाएँ बोली जाती हें तथा जहाँ जनसँख्या विशाल भूगोलिक दूरियों में फ़ेली हो वाहन के लिए एडुसैट कार्यक्रम बहुत महत्वपूर्ण और लाभकारी सिद्ध हो सकता हैं।

ऐसी आशा हें की यह कार्यक्रम शिक्षण सेवाओ में महत्वपूर्ण योगदान प्रदान करेगा। इस प्रकार के कार्यक्रमो में उपग्रहों और सूचना प्रोद्योगिकी की अहम भूमिकाएं होंगी। उपग्रह गुणवत्तापूर्ण शिक्षा प्रदान करने की क्षमता रखनेवाले शहरी संस्थानों, विशाल संख्या में ग्रामीण क्षेत्रों के बीच कोन्नेक्टिविटी प्रदानकर सकते हैं। शिक्षा के प्रसार में सहायक होने के साथ-साथ उपग्रह संचार तंत्र ग्रामीण और सुदूर क्षेत्रों में ज्ञान के प्रसार में महत्वपूर्ण विषयो, जैसे- स्वास्थ्य, स्वच्छता और व्यक्तित्व विकास में भी अपना विशिष्ट योगदान दे सकते हैं। एडुसैट कार्यक्रम वर्चुअल क्लासरूम संकल्पना का प्रयोग करेगा तथा इसके द्धारा सुदूर ग्रामो के बच्चो को उच्च शिक्षा में भी यह बड़ा उपयोगी सिद्ध होगा।

आधुनिक समाज को सूचना समाज की संज्ञा दी गई हैं। आधुनिक तकनीके, जैसे – कंप्यूटर तकनीक, संचार तकनीक और मीडिया तकनीक का प्रयोग एक ओर सूचना के जनरेशन, संचयन, प्रोसेसिंग और विस्तरण के लिए किया जा रहा हें तो दूसरी ओर इसका उपयोग सिखाने की प्रक्रिया में एवं प्रशिक्षण की प्रक्रिया में (कक्षा के अंदर भी तथा कक्षा के बाहर भोगोलिक दृष्टि से पहुँच के बाहर के क्षेत्रों में ज्ञान को फेलाने में) नये-नये परिवर्तन को जन्म दे रहा हैं।

देश में स्थापित एडुसैट नेटवर्क तथा आने वाले नए नेटवर्क में इस नए मॉडल स्टूडियो की स्थापना की जा सकेगी, जिसके द्वारा दृश्य-श्रव्य के साथ-साथ क्रोमा-की, कार्यक्रम अभिलेखन (RECORDING) एवं सीधे प्रसारण आदि की सुविधा डी.वी.डी., डी.वी.केम, डी.वी. आदि में प्राप्त होगी।

संदर्भ:-

7. एडुसैट मॉडल स्टूडियो पुस्तिका, जिसे डेकू-इसरो द्वारा तैयार किया गया।

8. "टेलिविज़न कार्यक्रम निर्माण प्रक्रिया" लेखक- अशोक जेलखानी, महाराज शाह।

9. एसएनडीगी (SNDG), डेकू से प्राप्त आँकड़े।

***

सामाजिक एवं उपभोक्ता अनुप्रयोग

Dat Data Data मौसम उपग्रह इन्सैट-3डी और कल्पना का वास्तविक काल kaal आधारबैंड डाटा अधिग्रहण, विश्लेषण और रिपोर्ट जनन

(RealReaReal Time Baseband Data Reception, Analysis and Report Generation of Meteorological Satellites INSAT-3D and Kalpana)

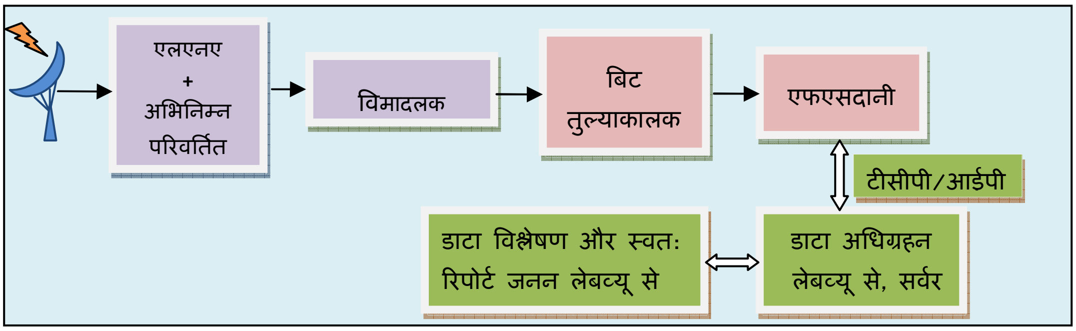
रोहित कुमार
पीसीएसवीडी/सेडा/सेक

1. सारांश

प्रस्तुत लेख में भूस्थिर मौसम उपग्रह इन्सैट-3डी और कल्पना का वास्तविक काल आधारबैंड डाटा अधिग्रहण और विश्लेषण के बारे में वर्णन किया गया है। दोनों ही मौसम उपग्रह, मौसम संबंधी जानकारी के लिए अत्यंत ही महत्त्वपूर्ण हैं। इसलिए इनके स्वास्थ्य प्राचल का निरंतर मोनिटरिंग जरूरी है। इन्सैट-3डी के डाटा अधिग्रहण, विshleshanश्लेषण और रिपोर्ट जनन के लिए सॉफ्टवेयर लेबव्यू (LabVIEW) में बनाया गया है जबकि कल्पना का डाटा विश्लेषण और रिपोर्ट जनन सर्वर से डाटा लेकर लेबव्यू में किया गया है। इन्सैट-3डी के लिए दैनिक, मासिक डाटा और कल्पना के लिए मासिक और वार्षिक डाटा का विश्लेषण किया गया है। इसीप्रकार इनका रिपोर्ट भी सॉफ्टवेयर से दैनिक, मासिक और वार्षिक काल में जनन किया जाता है। सभी अव्लोकोनो को समेकितकर सम्बन्धित परियोजना को ईमेल से सूचित किया जाता है और मासिक एवं वार्षिक रिपोर्ट को वेदांश (तकनीकी) में अपलोड किया जाता है।

2. प्रस्तावना

इन्सैट-3डी में दो मौसम प्रदायभार हैं: इमेजर और साउन्डर, इनकी डाटा अधिग्रहण गति क्रमश: 4 मेगाबिट्स और 40 किलोबिट्स प्रति सेकंड है। कल्पना में वीएचआरआर प्रदायभार है, जिसका डाटा अधिग्रहण गति है, 526.5 किलोबिट्स प्रति सेकंड. डाटा अधिग्रहण के मूल ढाँचे को निम्न आरेख से दर्शाया गया है:

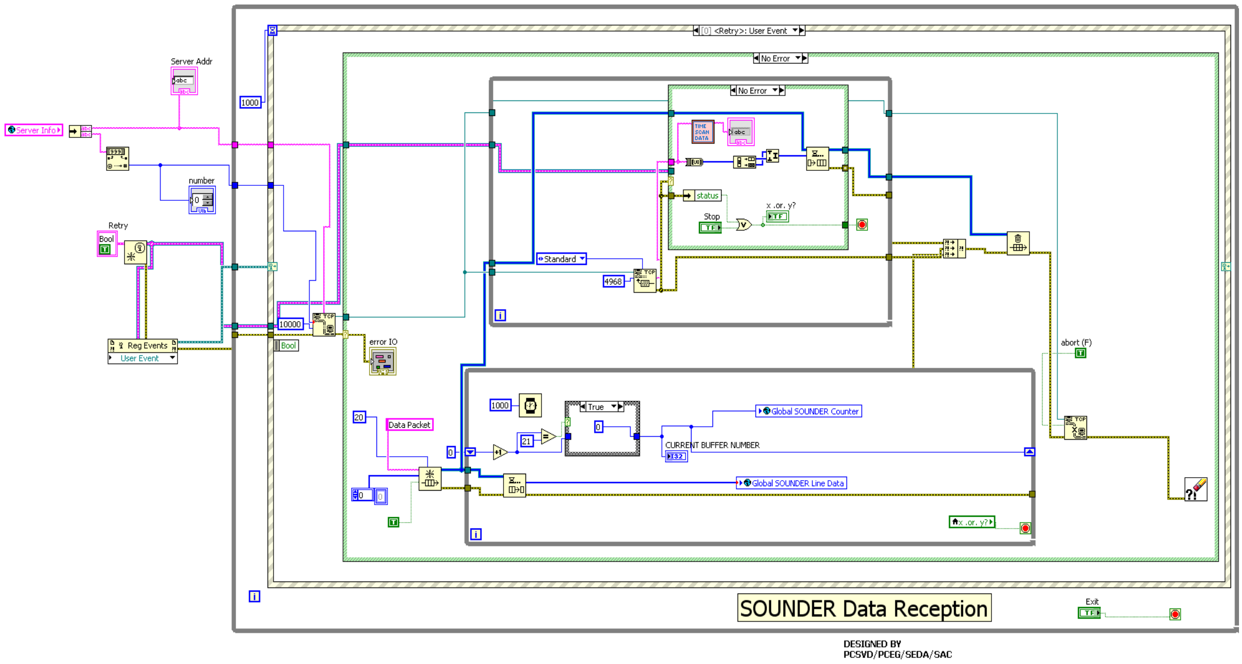


लेबव्यू परिचय

लेबव्यू एक आरेखीय प्रोग्रामिंग भाषा है जिसमें कोड को पंक्ति में लिखने के बजाय चित्र (icons) का उपयोग करते हैं। इसमें दो भाग होते हैं: सामने का भाग (Front Panel) और ब्लॉक आकृति (Block Diagram)। लेबव्यू में हम प्रयोक्ता (user) संपर्क (interface) सामने के भाग में करते हैं और इसको नियंत्रण (control) करने के लिए कोड, चित्र के माध्यम से ब्लॉक आकृति में लिखते हैं। लेबव्यू प्रोग्राम को हम काल्पनिक यन्त्र (Virtual Instrument) भी कहते हैं क्योंकि वे दिखने में वास्तविक यन्त्र की तरह प्रतीत होते हैं। लेबव्यू एक सरल प्रोग्रामिंग भाषा है जिसमें आसानी से हम चित्रों का उपयोगकर सॉफ्टवेयर बना सकते हैं। डाटा अधिग्रहण के लिए इसका उपयोग काफी होता है।

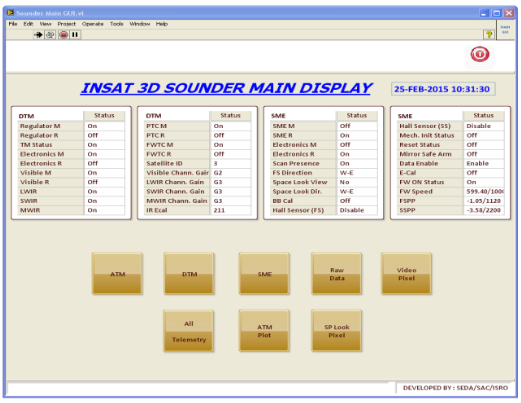
3. इन्सैट-3डी इमेजर और साउन्डर का डाटा अधिग्रहण सॉफ्टवेयर

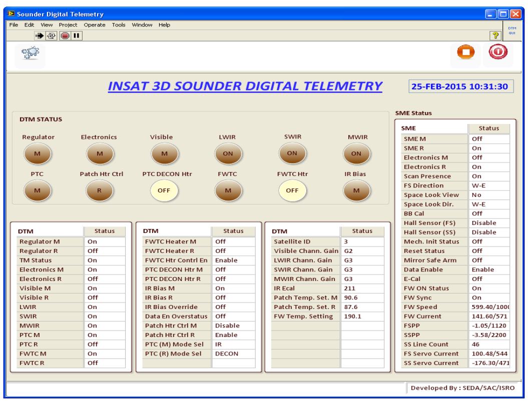
इन्सैट-3डी इमेजर और साउन्डर से kaa वास्तविक काल आधारबैंड डाटा नेटवर्क (टीसीपी/आईपी) के जरिये सर्वर से अधिगृहीत किया गया है। डाटा अधिग्रहण के लिए सॉफ्टवेयर लेबव्यू में लिखा गया है। मुख्य डाटा अधिग्रहण के लिए बफर (आकार :20), क्यू (Queue) के माध्यम से बनाया गया है। यह बफर आने वाले डाटा से भरता है जिसको ग्लोबल चर (Global Variable) में उपयोग करते हैं। उपयोग होने के बाद यह खाली किया जाता है और पुनः अगले डाटा से भरा जाता है। इसे निम्न आकृति से दिखाया गया है:



चित्र क्रमांक : 2 लेबव्यू में डाटा अधिग्रहण की ब्लॉक आकृति

अब इस ग्लोबल चर (Global Variable) से डाटा को प्रदायभार संरूप के अनुसार उसे दूरमिति, चित्र आदि में अलग-अलगकर दिया जाता है। इन प्राचलों (Parameters)PPParP को अभियांत्रिकी इकाई में बदला जाता है और अलग-अलग 'आरेखीय प्रयोक्ता अंतरानिक' (GUI) में प्रदर्शित किया जाता है। प्राचलों का निम्नतम, मध्यम और अधिकतम मान निकाला जाता है और उसे ग्राफ से भी प्रदर्शित किया जाता है। 'आरेखीय प्रयोक्ता अंतरानिक' (GUI), प्रयोक्ता अनुकूल है, जिसमें प्राचलों की दशा एलईडी (LED) से प्रदर्शित की गई है। साउन्डर के लिए निम्न आरेख दिखाया गया है:





चित्र क्रमांक : 3 साउन्डर का मुख्य डाटा प्रदर्शन

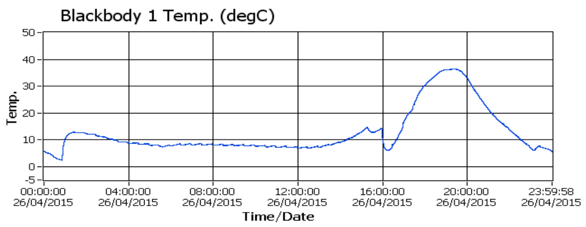
चित्र क्रमांक : 4 साउन्डर का प्राचल

इन अलग किए गए प्राचलों को दिन (24 घंटे) के हिसाब से फाइल में संग्रहित किया जाता है। रिपोर्ट जनन और विश्लेषण सॉफ्टवेयर बनाया गया है जो एक फाइल पूरी लिख जाने के बाद लेबव्यू के 'रिपोर्ट जनन' टूलकिट से स्वत: रिपोर्ट बनाता है। यह रिपोर्ट वर्ड (Microsoft Word) में दैनिक संग्रहित होता है। इमेजर और साउन्डर के लिए दैनिक रिपोर्ट अवलोकनों के साथ के साथ परियोजना को भेजी जाती है। संग्रहित डाटा फाइल में से मासिक और वार्षिक रिपोर्ट भी सॉफ्टवेयर की मदद से बनाई जाती है।

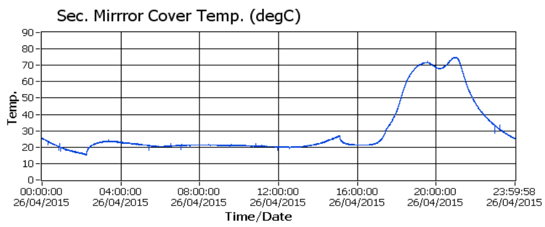
4. इन्सैट-3डी इमेजर और साउन्डर का डाटा विश्लेषण और परिणाम

इन्सैट-3डी इमेजर और साउन्डर के दूरमीति और दृश्य प्राचलों का विश्लेषण किया जाता है। इसके लिए निम्नतम, मध्यम और अधिकतम मान निकाला जाता है और उसे ग्राफ से भी प्रदर्शित किया जाता है। इनकी समय काल में प्रवृति भी देखी जाती है।

एक दिन (24 घंटे) में प्राचलों का प्रदर्शन (इमेजर के लिए)

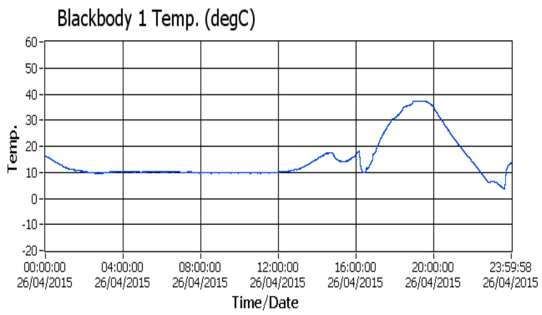


चित्र क्रमांक:5 इमेजर के ब्लैकबॉडी1 का तापमान

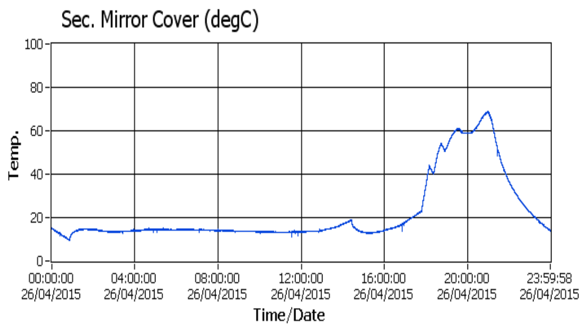


चित्रक्रमांक:6 इमेजर के द्युतिय दर्पणकवर का तापमान

एक दिन (24 घंटे) में प्राचलों का प्रदर्शन (साउन्डर के लिए)

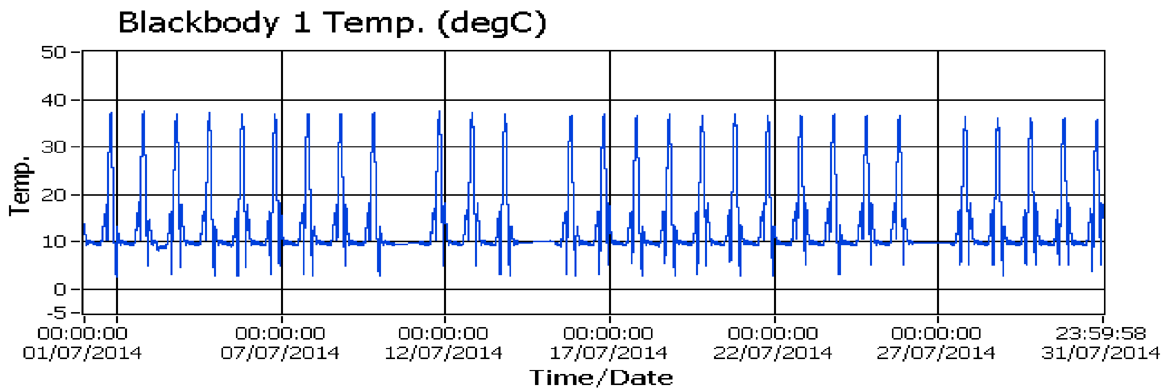


चित्र क्रमांक:7 साउन्डर के ब्लैकबॉडी1 का तापमान



चित्र क्रमांक:8 साउन्डर के द्युतिय दर्पणकवर का तापमान

एक माह में प्राचलों का प्रदर्शन (साउन्डर के लिए)



Parameter	Min	Max	Mean
Blackbody 1 Temp. (degC)	2.6	37.5	14.1

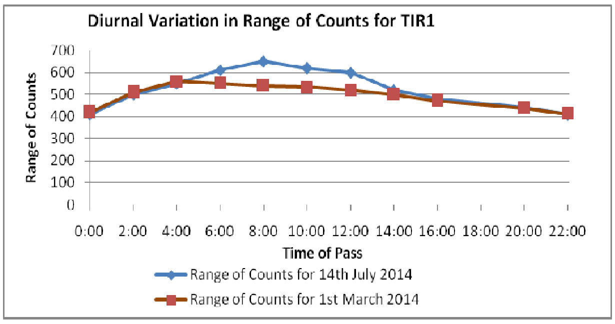
चित्र क्रमांक:9 साउन्डर के ब्लैकबॉडी1 का तापमान (एक माह में)

5. कल्पना

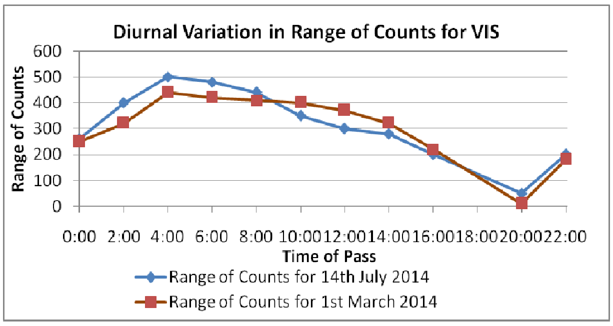
कल्पना उपग्रह 2002 में प्रक्षेपित किया गया था। यह अभी भी मौसम भविष्यवाणी में अहम भूमिका निभा रहा है। यह अपने जीवनकाल से ज्यादा कामकर रहा है। इसलिए इसके डाटा का विश्लेषण बेहद जरूरी है। कल्पना का kaalआधारबैंड डाटा सर्वर से लिया जाता है और लेबव्यू (LabVIEW) में विश्लेषण किया जाता है। कल्पना के मासिक

और वार्षिक डाटा का विश्लेषण किया गया है। इन रिपोर्ट को सम्बंधित परियोजना को ईमेल से सूचित किया जाता है और वेदांश-तकनीकी पर भी अपलोड किया जाता है।

एक दिन (24 घंटे) में दृश्य प्राचलों का प्रदर्शन (इमेजर के लिए)

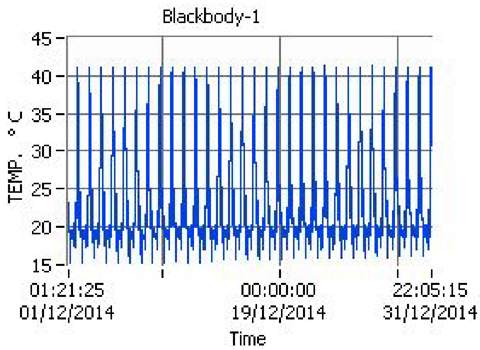


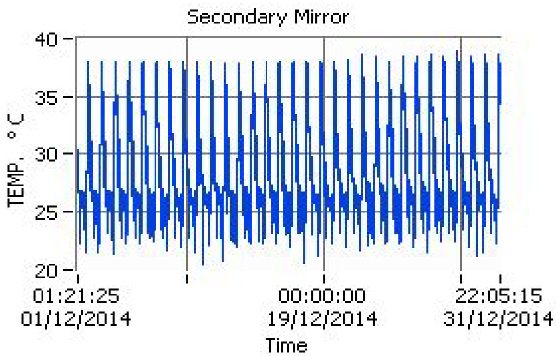
चित्र क्रमांक:10 इमेजर का टीआईआर1 बैंड



चित्र क्रमांक:11 इमेजर का विजिवल बैंड

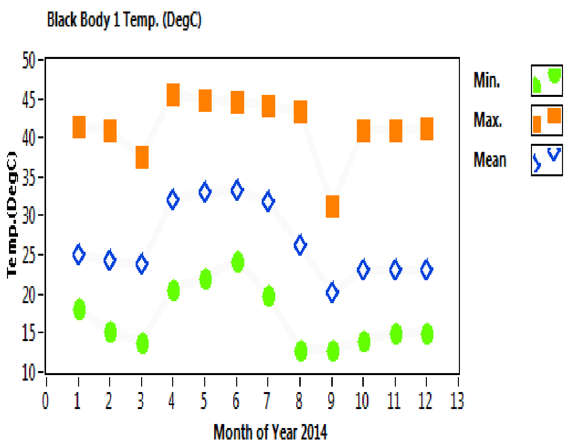
एक माह में प्राचलों का प्रदर्शन

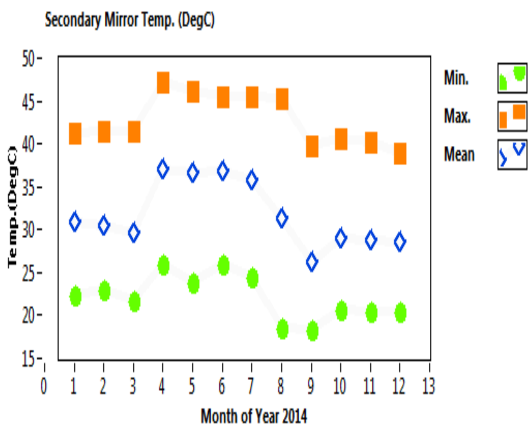




चित्र क्र.:12 कल्पना के ब्लैकबॉडी1 का तापमान (1 माह में) चित्र क्र.:13 कल्पना के द्युतिय दर्पणकवर का तापमान (1 माह में)

एक साल में प्राचलों का प्रदर्शन





चित्र क्र.14: कल्पना के ब्लैकबॉडी1 का तापमान (1 साल में) चित्र क्र.:15 कल्पना के द्युतिय दर्पणकवर का तापमान (1 साल में)

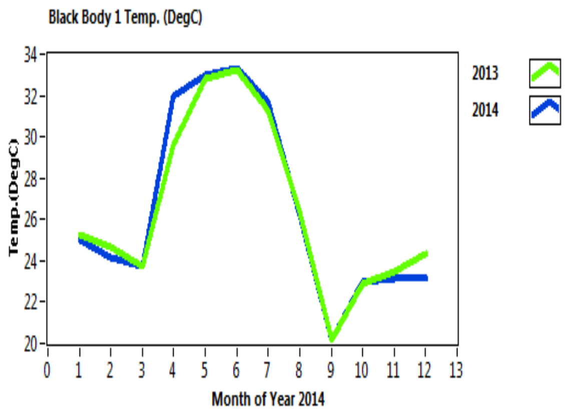
साल दर साल प्राचलों का प्रदर्शन

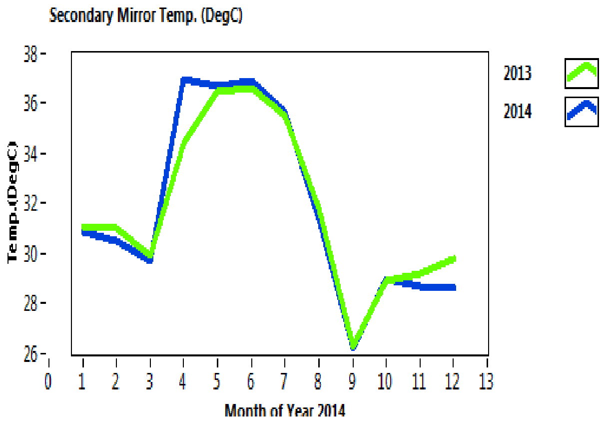
6. निष्कर्ष

उपर्युक्त विश्लेषण से हमें पता चलता है कि उपग्रह की दशा कैसी है। अगर कोई प्राचल में अनियमितता पाई जाती है तो उसे तुरंत अवलोकित किया जाता है। जिससे उपग्रह बिना किसी बाधा के कामकर सके।

7. कार्य की आगामी भविष्य संभावनाएं

वास्तविक काल में इमेजर और साउन्डर के लिए अलग-अलग दृश्य बैंड में चित्र बनाना एक संभावना है।





चित्र क्र.16: कल्पना के ब्लैकबॉडी1 का तापमान (2013-14) चित्र क्र.:17 कल्पना के द्युतिय दर्पणकवर का तापमान (2013-14)

8. आभार

मैं इस सॉफ्टवेयर के निर्माण और लेख लिखने के प्रोत्साहन के लिए अपने ग्रुप निदेशक और प्रभाग प्रधान का आभार व्यक्त करता हूँ, जिन्होंने मुझे पथ प्रदर्शित किया। मैं अपने प्रभाग के श्री जीतेन्द्र कुमार का भी धन्यवाद करता हूँ जिन्होंने लेख को शुद्ध हिंदी में लिखने के लिए बहुमूल्य सुझाव दिए।

9. संकेतशब्द

वासत्विक काल: Real Time

आधारबैंड : Baseband

डाटा अधिग्रहण : Data Reception

विश्लेषण : Analysis

प्रदायभार : Payload

प्राचल : Parameter

दूरमीति: Telemetry

आरेखीय प्रयोक्ता अंतरानिक : Graphical User Interface

अभिनिम्न परिवर्तित : Down Converter

विमाडुलक : Demodulator

बिट तुल्याकालक : Bit Synchronizer

10. संदर्भ

1. इन्सैट-3डी इमेजर प्रदायभार का विवरण अभिलेख (Parameter Handbook of INSAT 3D Imager Payload), संख्या: SAC/EOSG/GPID/08/04/2011/22 V-2.1

2. इन्सैट-3डी साउन्डर प्रदायभार का विवरण अभिलेख (Parameter Handbook of INSAT3D Sounder Payload), संख्या: SAC/EOSG/GPID/05/04/2011/21 V2.1

3. लेबव्यू सॉफ्टवेयर और सम्बंधित पुस्तकें

***

सामाजिक एवं उपभोक्ता अनुप्रयोग

इसरो टेलीमेडीसिन नेटवर्क का सतत चिकित्सा शिक्षा कार्यक्रम

एस. फणिकुमार, वैज्ञानिक/अभियंता – एस. ई.
(टी.एन.डी-एस.एन.डी.जी-डेकू)

1.0 प्रस्तावना:

टेलीमेडीसिन (दूर चिकित्सा) इसरो के सामाजिक अनुप्रयोगों में से एक है। विशिष्ट स्वास्थय चिकित्सकों की सेवाओ को अप्रत्यक्ष इलाकों तक पहुचाने के लिए दूर चिकित्सा एक उचित माध्यम है। 2001 में कुछ टर्मिनलों के साथ इसरो टेलीमेडीसिन नेटवर्क का प्रारंभिक चरण शुरू किया गया था। बाद में, देश भर में 380 स्थानों पर टर्मिनल स्थापित करके इस नेटवर्क का विस्तार किया गया। इस तरह से कश्मीर से लेकर कन्याकुमारी और लक्षद्वीप व् अंदमान को भी इस नेटवर्क में सम्मिलित किया गया था। यह टर्मिनल विभिन्न अस्पतालों, चिकित्सा संस्थानों तथा कोलेजों में स्थापित किए गए हैं। इसरो टेलीमेडीसिन सुविधा नेटवर्क द्वारा रोगी के स्वास्थ्य संबंधी माहिती दृश्य श्राव्य माध्यम के द्वारा डॉक्टर को प्रदान की जाती है जिसके आधार पर डॉक्टर परामर्श देते हैं। कुछ मामलों में तो दूर चिकित्सा ने आपातकालीन स्थितिओं में भी मदद की है।

चिकित्सा के क्षेत्र में नए उपचार, दवाइयाँ, रोग के बदलते पेटर्न, इत्यादि होते रहते हैं। इसलिए चिकित्सा में जुड़े हुए निष्णातों के बीच ज्ञान का आदान-प्रदान होना आवश्यक है। चिकित्सक को निरंतर अध्ययन करने के लिए, सतत चिकीत्सा शिक्षा (सी.एम.ई) ही एक मात्र उपाय है। इसरो टेलीमेडीसिन नेटवर्क में सतत चिकित्सा शिक्षा सुविधा को सम्मिलित करना एक महत्वपूर्ण प्रयास था। इस प्रयास से चिकित्सकों के ज्ञान के आदान प्रदान की सुविधा उपलब्ध होने से समाज को स्वास्थय क्षेत्र में बहुत लाभ होगा।

2.0 प्रौद्योगिकी:

मौजूदा टेलीमेडीसिन नेटवर्क में लर्निंग मैनेजमेंट सिस्टम (ऐल.एम.एस) – ट्रेननेट सॉफ्टवेयर द्वारा संवर्धित किया गया है। इस सॉफ्टवेयर से सतत चिकित्सा शिक्षा इसरो टेलीमेडीसिन नेटवर्क से प्रदान किया जा सकता है।

2.1 नेटवर्क कान्फिगरेशन :

सतत चिकित्सा शिक्षा (सी.एम.ई) के अभिन्न अंग निम्नलिखित हैं:

2.1 संचार माध्यम

दूर चिकत्सा नेटवर्क में इसरो के उपग्रह GSAT 12 का Ext-C बैंड ट्रांस्पांडर उपयोग किया जाता है। इस नेटवर्क में अप्रत्यक्ष अस्पताल तथा विशिष्ट अस्पताल के बीच VSAT के द्वारा संपर्क बनाया जाता है, जो कि TDM/TDMA टोपोलोजी पर आधारित है।

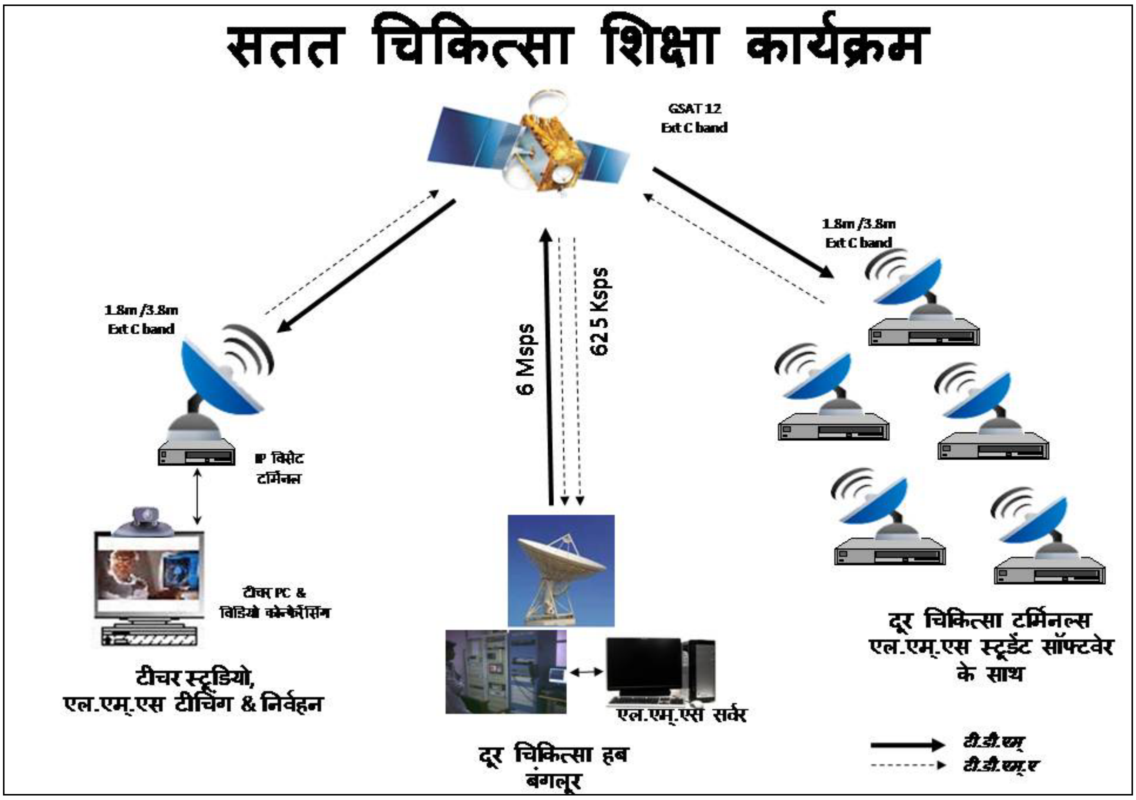
इस नेटवर्क का संचालन बंगलूर स्थित इस्ट्रैक (ISTRAC) हब से किया जाता है। इस नेटवर्क के परिचालन के लिए इसरो ने 6.1 MHz का बैंडविस्तार आबंटित किया है।

- विसैट टर्मिनल – 3.8/1.8m Ext-C बैंड आई.पी टर्मिनल
- 2.2. दृश्य श्रवण यन्त्र – टीचर और स्टूडेंट के दृश्य प्रसारण करने के लिए, इन उपकरणों (कैमेरा, माइक्रोफोन, वीडियो मिक्सर, ऑडियो मिक्सर, इत्यादि) के साथ एल.एम.एस. सॉफ्टवेयर में इन्पुट दिया जाता है।

2.3. कंप्यूटर्स – जिनमें एल.एम.एस. सॉफ्टवेयर स्थापित किया जाता है

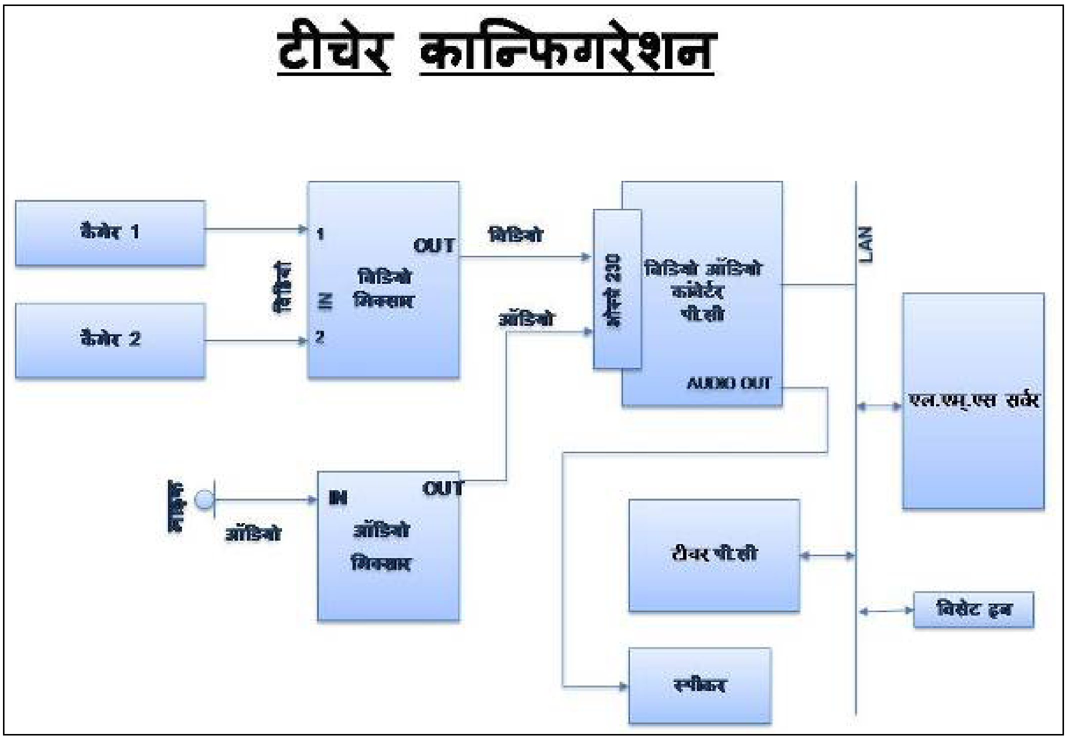
2.4 लर्निंग मैनेजमेंट सिस्टम (एल.एम.एस)

2.4.1 एल.एम.एस सर्वर – यह दूर चिकित्सा हब बंगलूर में स्थापित हैं। इसमें 150 लाइसंस उपलब्ध है। इसके द्वारा 150 अस्पताल, मेडिकल कॉलेज, जहाँ टेलीमेडीसिन टर्मिनल है, वह सी.एम.ई. सेवा का लाभ ले सकते हैं।



चित्र – 1 : सतत चिकित्सा शिक्षा नेटवर्क कान्फिगरेशन

2.4.2. ट्रेननेट टीचर सॉफ्टवेयर – टीचर के व्याख्यान का जीवित दृश्य श्राव्य और पावर पॉइंट स्लईड्स इस टीचर सॉफ्टवेयर द्वारा प्रसारित किया जा सकता है। इस सॉफ्टवेयर के माध्यम से अप्रत्यक्ष टर्मिनल की उपस्तिथि की देखरेख भीकर सकते हैं। इस सॉफ्टवेयर के द्वारा स्टूडेंट टर्मिनल के साथ जुड के स्टूडेंट टर्मिनल का जीवित दृश्य श्रव्य प्राप्त करके वार्तालाप कर सकते हैं।



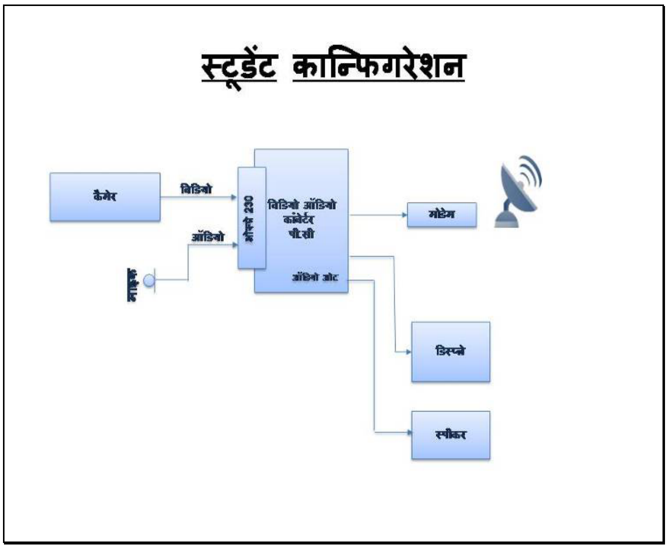
चित्र – 2 टीचर स्टूडियो कान्फिगरेशन

2.4.3. ट्रेननेट स्टूडेंट सॉफ्टवेयर – स्टूडेंट अपने लोग-इन आईडी के द्वारा टीचर टर्मिनल से जुडकर प्रसारित हो रहे व्याख्यान देख सकते हैं। जब स्टूडेंट कोई प्रश्न पूछना चाहे तब सॉफ्टवेयर में रेज हेण्ड का उपयोग करके नेटवर्क के माध्यम से व्याख्याता को सूचितकर सकते हैं। जब टीचर इस टर्मिनल से कनेक्शन जोड़ता है तब स्टूडेंट सॉफ्टवेयर स्थानिक दृश्य श्राव्य टीचर सॉफ्टवेयर को भेजता है। एल.एम.एस सॉफ्टवेयर के द्वारा एक टर्मिनल से आ रहा दृश्य श्राव्य टीचर टर्मिनल के साथ साथ अन्य टर्मिनलों को भी प्राप्त होता है। इस तरह से नेटवर्क में जुड़े हुए सभी टर्मिनल एक वर्चुअल कक्षा जैसा बन जाते हैं।

चित्र – 3 एक आम स्टूडियो और टीचर सॉफ्टवेर

चित्र – 4 : डेकू स्टूडियो से सी.एम्.ई सत्र #1

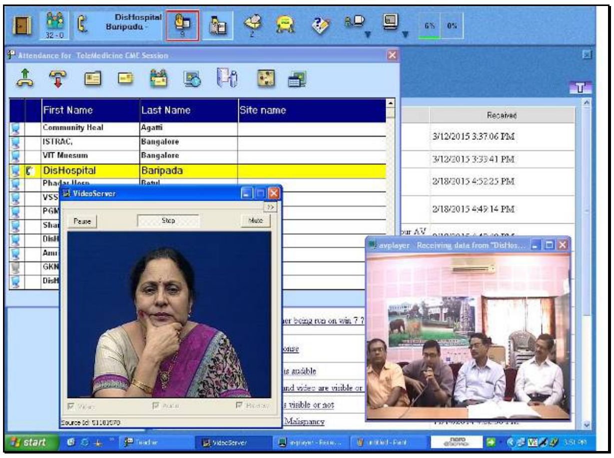
चित्र – 5 : डेकू स्टूडियो से सी.एम्.ई सत्र # 8



चित्र – 6: स्टूडेंट (रिसीव) काक्ष कान्फिगरेशन

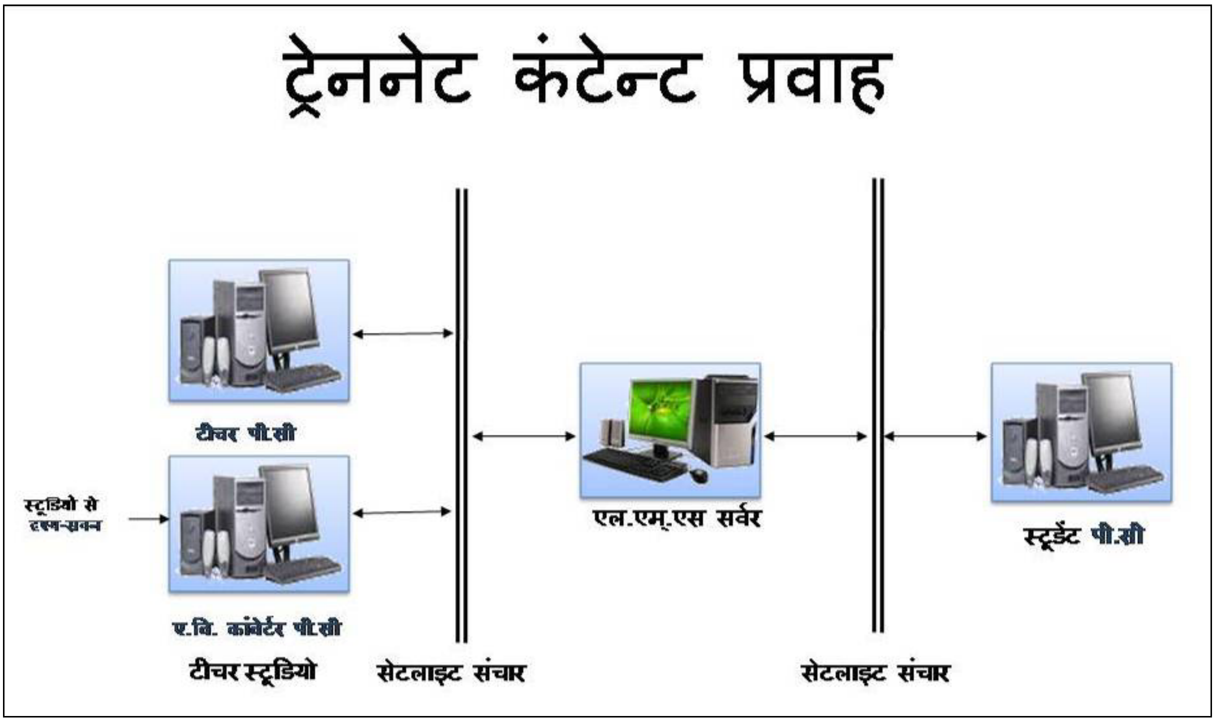
चित्र – 7 :वीसैट और स्टूडेंट काक्ष

चित्र – 8: डेकू स्टूडियो से सी.एम.ई सत्र #6 में तणुकू (ए.पी) अस्पताल से पारस्परिक क्रिया



चित्र – 9 : डेकू स्टूडियो से सी.एम.ई सत्र #5 में बारीपदा (ओडिसा) अस्पताल से पारस्परिक क्रिया

सत्र में दृश्य, श्राव्य, पावर पॉइंट स्लाईड्स टीचर- स्टूडेंट पी.सी के बीच कंटेन्ट प्रवाह सर्वर के द्वारा होता है (चित्र – 11)



चित्र – 11 : ट्रेननेट सॉफ्टवेयर से कंटेंट प्रवाह

3.0 कार्यान्वयन

इसरो टेलीमेडीसिन नेटवर्क के उपयोगकर्ता दूर चिकित्सा के साथ साथ सतत शिक्षा की सुविधा भी प्राप्त हो ऐसी इच्छा प्रकट करते थे। कुछ अस्पताल, नेटवर्क में वीडियो कोन्फेरेंसिंग माध्यम से दूसरे अस्पताल के साथ (One to One) चर्चा-विचारणा करते थे। यह एक प्रकार की सिमित सतत शिक्षा हैं।

किन्तु एक टर्मिनल से प्रसारित हो रहा व्याख्यान ज्यादा से ज्यादा टर्मिनल तक पहुचे - ऐसी ज़रूरत थी। इस जरूरत को सुविधाजनक बनाने के लिए डेकू ने उपलब्ध विकल्पों का अभ्यास कर, ट्रेननेट लर्निंग मैनेजमेंट सिस्टम सॉफ्टवेयर का चयन किया। 2013 में ट्रेननेट सर्वर बंगलोर के टेलीमेडीसिन हब में स्थापित किया गया।

इस प्रकार से टेलीमेडीसिन नेटवर्क सतत चिकित्सा शिक्षा प्राप्त करने के लिए सज्ज हुआ। 22 मई, 2013 के दिन सी.एम.ई. सेवा शुरू की गई जिसमें डेकू स्टूडियो से डॉ. दर्शना नाईक ने प्रारंभिक व्याख्यान दिया था।

4.0 प्रचालन

सतत चिकित्सा शिक्षा कार्यक्रम के अंतर्गत, हर महीने कम से कम एक सत्र डेकु अहमदाबाद के स्टूडियो से निर्वहन करने का निर्णय किया गया था। 2014 नवम्बर से अभी तक 9 सत्र प्रसारित किए गए हैं। जिनमें अहमदाबाद स्थित विशिष्ट डॉक्टरों को व्याख्यान देने के लिए आमंत्रितकर 1 घन्टे का व्याख्यान रखा गया था। व्याखान के पश्चात् 30 मिनिट संवाद के लिए दी जाती हैं। इस संवाद में स्टूडेंट टर्मिनल से संपर्क बनाकर प्रश्नोतरी की जाती हैं। इन 9 सत्रों में लगबग 2800 चिकित्सको ने भाग लिया था। औसत: हर संवाद सत्र में 6से 8 टर्मिनल जुड़ के प्रश्नोतरी में सक्रीय रूप से भाग लिए थे।

तालिका 1 - डेकू स्टूडियो से सी.एम.ई सत्र

क्र.	सी. एम. ई कार्यक्रम का विवरण	सी. एम. ई की तारीख	हाजिर टर्मिनल की संख्या	हाज़िर संख्या
1.	“मिथ्स & मिस्कोंसेप्शन अबाउट चाइल्डहूड मेलिन्नंसिस एंड रोल ऑफ पेडीआट्रीशियन इन डायगनोसिस एंड फोलो अप ऑफ ध पेशंट” — डा. सोनिया परीक्	14 नवेम्बर 2014	40	अंदाजित 230
2.	“लाइफ स्टाइल डिसीस एंड मैनेजमेन्ट” — डा. बी. डी. मांकड	11 दिसम्बर 2014	48	अंदाजित 350
3.	“रिसेंट अप्रोच इन मैनेजमेंट ऑफ टाइप – 2 डायबिटीस” — डा. तिवेन मारवाह	9 जनवरी 2015	60	अंदाजित 400
4.	“रिसेंट एडवान्सिस इन ट्रीटमेंट अकयुट कोरोनरी सिंड्रोमस” — डा.अमोल अगरवाल	12 फेब्रुआरी 2015	50	अंदाजित 350
5.	“ रिसेंट एडवान्सिस इन मैनेजमेंट ऑफ हाइपरटेंशन” - डा. अशा एन. शाह	12 मार्च 2015	45	अंदाजित 350
6.	“रिव्यू ऑफ इम्पोर्टेन्ट एडवान्सिस इन ओन्कोलोजी फॉर ए नॉन ओन्कोलोजी डॉक्टर” — डा. चिराग ए. शाह	7 अप्रेल 2015	44	अंदाजित 210
7.	“ओस्त्योआर्थराइटीस ऑफ नि, अ क्यूरेटीव अप्रोच” — डा. विक्रम शाह	29 अप्रेल 2015	34	अंदाजित 250
8.	“ डरमेटोलोजी इन डे टू डे प्रेक्टिस” — डा. बेला शाह	26 मई 2015	35	अंदाजित 240
9.	“ब्रेस्ट् केंसर मैनेजमेंट मलटीडीसीप्लिनरी ट्रीटमेंट एंड ओंकोप्लास्टिक सर्जरी” — डा. अनघा जोपे	25 जून 2015	39	अंदाजित 240

5.0 समस्याएं – किसी भी नयी प्रणाली अमल करने में समस्याएं जरूर आती हैं। टेलीमेडीसिन नेटवर्क के टर्मिनल देश के विभिन्न प्रान्तों में स्थित होना और दूर दराज के क्षेत्र भी इस सेवा से जुड पाना, यह एक महत्वपूर्ण मुद्दा है। सतत शिक्षा कार्यक्रम के तहत एक ही समय पर सभी टर्मिनल संबोधित होते हैं। परंतु निश्चित किए गए समय पर सभी टर्मिनल उपस्थित रह पाना मुश्किल हैं, जैसे की उत्तर-पूर्वी राज्य, लक्षद्वीप और अंदमान-निकोबार द्वीप, इत्यादि। अत: सी.एम.ई. कार्यक्रम के संचालन के लिए सभी टर्मिनल को अनुकूल हो ऐसा समय निश्चित करना एक समस्या हैं।

कई बार कुछ अस्पताल और चिकित्सक अन्य अस्पताल या चिकित्सकों से जुड के विचार विमर्श करने में अहम का खलन मानते हैं। ऐसे मनोभावों को दूरकर पाना भी एक समस्या हैं।

6.0 भविष्य प्रणाली

टेलीमेडीसिन नेटवर्क सेटलाइट संचार पर आधारित हैं इसलिए नेटवर्क में मौजूद कोई भी टर्मिनल टीचर टर्मिनल बन के व्याख्यान दे सकता है। डेकु के सी.एम.ई. कार्यक्रम के अलावा, भाग लेने वाले विशिष्ठ अस्पतालों को खुद अपने टर्मिनल से व्याख्यान देने के लिए प्रेरित करना तथा सी.एम.ई. प्रणाली को बिना रूकावट जारी रखना।

हाल में, कुल 100 टर्मिनल सी.एम.ई. कार्यक्रम में भाग लेने के लिए सक्षम हैं। भविष्य में विस्तार करके इन टर्मिनल की संख्या दोगुनी करना की योजना हैं।

7.0 सारांश

सी.एम.ई. कार्यक्रम के संवाद सत्र में दूरस्थ इलाकों के चिकित्सकों की सक्रीय भागीदारी इसकार्यक्रम को मिल रहे सकारात्मक प्रतिभाव को दर्शाता है। कुछ केन्द्रों ने इस तक का लाभ लेकर रोगियों की बीमारी की चर्चाकर उसके बारेमे निष्णातो का परामर्श भी प्राप्त किया था।

जब ज्ञान का आदान- प्रदान होता है तब एक और अनेक, सब को उसका लाभ मिलता है। विशिष्टत: जब चिकित्सा संबंधी ज्ञान का प्रचार व प्रसार होता है तब समाज और देश का स्वास्थ्य सुधरता है।

****

सामाजिक एवं उपभोक्ता अनुप्रयोग

जीएनएसएस अभिग्राही (GNSS Receiver)

जितेन्द्र खर्डे
जूनियर इंजीनियर
एससीटीडी/एसएनएए

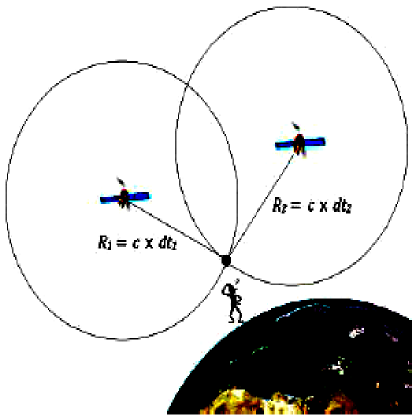
जी.जे. दोशी
इंजीनियर एसएफ
एसएनटीडी/एसएनएए

1.0 प्रस्तावना:

जीएनएसएस अभिग्राही वर्तमान में प्रचालित विविध वैश्विक नौसंचालन प्रणालियो (जीपीस, ग्लोनास, गेलिलिओ आदि.) के उपयोगकर्ता खण्ड अंतर्गत आता एक समान्य अभिग्राही ही है। जो अंतरिक्ष में स्थापित विभिन्न नौसंचालन तंत्रो के उपग्रहों द्वारा प्रसारित रेडिय्रो संकेतो को प्राप्त करके अभिग्राही स्थित संगणक सॉफ्टवेयर द्वारा उनका विश्लेषण करके पृथ्वी पर या आकाश में कही भी अपना निश्चित स्थान (Position- Latitude, longitude), समय एव गति की सूचना निर्धारण (PVT Solutions) करते हैं।

2.0 परिचय:

कोई भी उपग्रह आधारित नौसंचालन प्रणाली मुख्यत अंतरिक्ष में स्थापित कृत्रिम उपग्रहों का निश्चित स्थान तथा अभिग्राही का पृथ्वी पर स्थान, इन दोनों के बीच का दुरी मापन (Range Measurement) और उपग्रहों से प्रसारित रेडिय्रो संकेतो को अभिग्रही तक पहुँचने के समय पर आधारित है। निम्नतर चार उपग्रहों द्वारा प्राप्त की गई दुरी और समय की सूचना को मिलाकर चार समिकरण बनते हैं, उन को अभिग्राही स्थित अभिकलित्र (Processor) द्वारा सुलझाकर अभिग्राही के निश्चित स्थान एवं समय का परिकलन किया जाता है। उपग्रहों से प्रसारित रेडिय्रो संकेतो को अभिग्रही तक पहुँचने को जो समय लगता है, उसे ज्ञात करने के लिए न्यूटन के सामान्य गति नियम दूरी = वेग X समय, को प्रयोग में लिया गया है। रेडियो संकेतों का वेग प्रकाश वेग के समान होता है और समय जानने के लिए यह मान लिया जाता है कि अंतरिक्ष में स्थापित उपग्रह और अभिग्राही दोनों एक ही संकेत एक ही सुनिश्चित समय पर उत्पन्न करते हैं और दोनों की घड़ी (एटमिक क्लॉक) भी लगभग समकालिन है। बाद में उपग्रह द्वारा प्राप्त और अभिग्राही द्वारा निर्मित दोनों संकेतों को एक साथ मिला जाता है, जिससे दोनो के बीच के अंतर का पता चल जाता है। इस तरह 4 उपग्रहों द्वारा प्रसारित रेडियो संकेतों को अभिग्राही तक पहुंचने के समय की गणना की जाती है। बाद में अभिग्राही स्थित अत्याधुनिक संगणक सॉफ्टवेयर द्वारा अभिग्राही के स्थान तथा परिशुद्ध (accurate) समय कि सूचना का निर्धारण किया जता है।



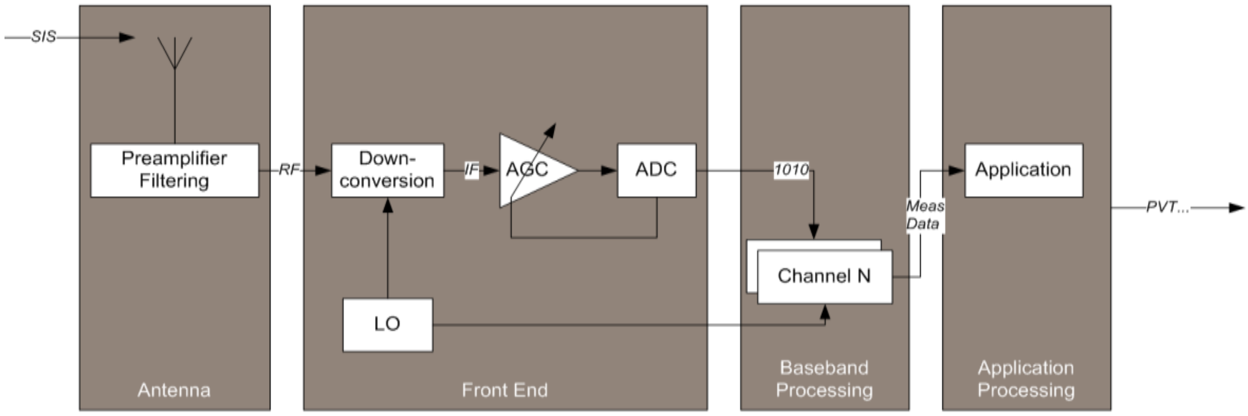
चित्र संख्या – 01

त्रिकोणमिति के सिधांत अनुसार स्थान निर्धारण कि प्रक्रिया में सिर्फ तीन उपग्रहों से दुरी मापन पर्याप्त है, जिससे 3डी स्थान निर्धारण कि गणना संभव है। परंतु उपग्रहों के समय को उस पर लगी एटमिक क्लॉक से नापा जाता है, जो कुछ नेनो सेकंड तक की परिशुद्धता रखती है। जब की अभिग्राही का कद, भार, कीमत नियंत्रित रखने हेतु उसकी क्लॉक इतनी अचुक (Accurate) नही रखी जाती। जिससे समय के परिकलन थोडासा परिवर्तन (त्रुटि) आ जाता है। इस त्रुटि को न्युंनतम करने हेतु एक और उपग्रह से दुरी मापन किया जाता है। जिसकी सहायता से समय के इस अंतर को निरस्त किया जाता है। परिणाम स्वरुप नौसंचालन समाधान में उच्च यथार्थता प्राप्त की जा सकती है।

3.0 अभिग्राही संरचना:

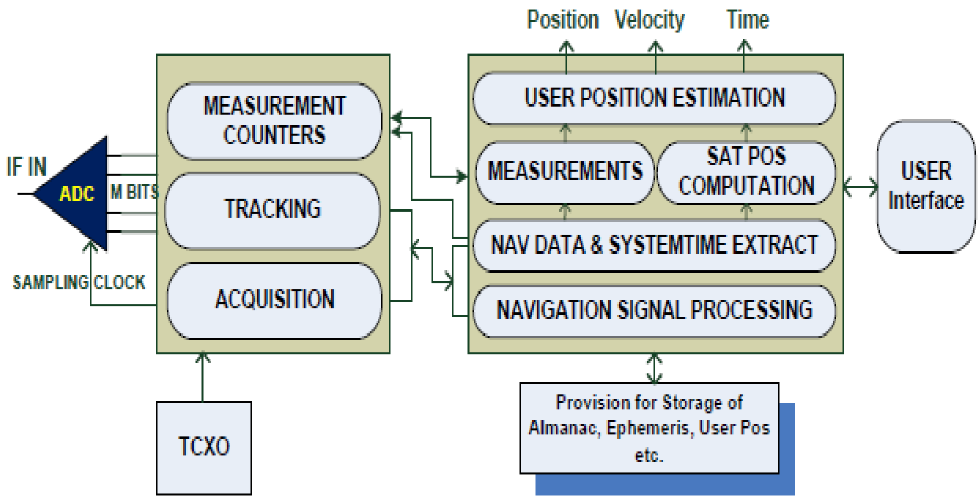
वर्तमान में प्रचलित अधिंकाश जीएनएसएस अभिग्राही का खंड आरेख देखें तो एक जैसा ही है। यद्यपि कुछ विशिष्ट उपयोगिता (Critical Applications) समाधान प्राप्ति हेतु उनकी संरचना में थोडी बहुत भिन्नता हो सकती है। चित्र संख्या – 02 एक सामान्य जीएनएसएस अभिग्राही के प्रमुख घटकों को दर्शाता है। जिसकी अभिकल्पना में अत्याधुनिक उच्च तकनीकि तथा जटिल इंजिनीयरी शामिल है।

उपरोक़्त घटकों के अतिरिक़्त अभिग्राही के अन्य घटकों में आवश्यक ऊर्जा पुर्ति के लिए कार्यदक्ष बेटरी तथा जरूरी द्रढता प्रदान करने के लिए दक्ष (Strong) संग्लनक (Enclosure) को भी अभिकल्पना में सम्मिलित किया जाता है। साथ ही सभी प्रकार की अनुप्रयोज्यताओं (भीतरी, बाहरी, विषेश लक्षित आदि) को संरुपित करने के लिए अभिग्राही की अभिकल्पना में सभी महत्वपूर्ण आयामों को सम्मिलित किया जाता है। अभिग्राही की प्रणाली स्तर पर संरचना अंतर्गत वर्तमान में उपलब्ध एवं भविष्य में प्रस्तावित, संशोधित सभी जीएनएसएस सिग्नल को ट्रेक करके उसे डिकोड करने की संपूर्ण सुसंगतता भी होनी चाहिये। जिसमें मुख्यत भिन्न बैंड-विस्तार, मोड्युलेशन टेकनिक, भिन्न कोड-रेट तथा अन्य जटिल प्राचल (Parameters) भी शामिल है।



चित्र संख्या – 02

4.0 अभिग्राही प्रचालन:



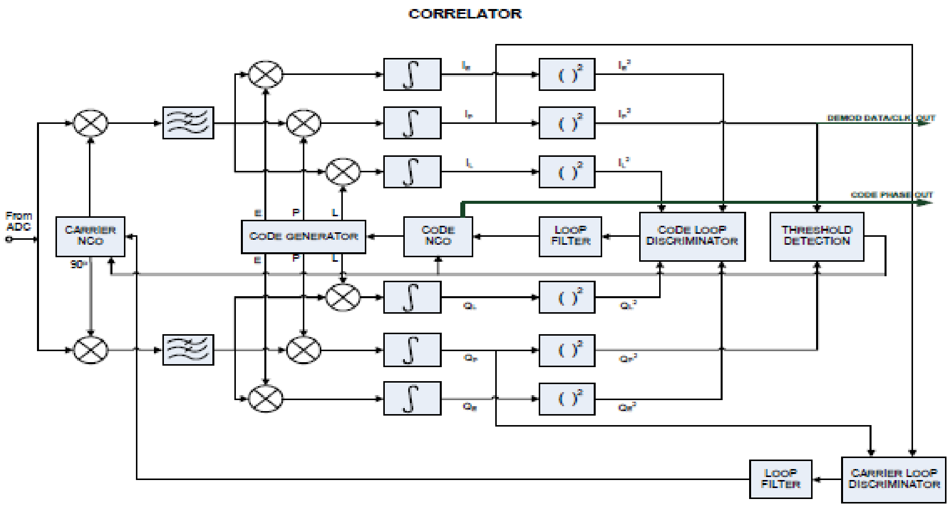
चित्र संख्या – 03

वैश्विक नौसंचालन प्रणालियो के शुरुआती दोर में जब जीपीस एक मात्र प्रचालित प्रणालि सामान्य जनता के पास उपलब्ध थी, तब उसमें सिर्फ स्थान एवं समय की सूचना ही प्राप्त होती थी। नौसंचालन सुविधाए उनसे अपेक्षित नहीं थी, जो हम आज के आधुनिक जीएनएसएस उपकरणो में देख सकते हैं। दरअसल प्रथम श्रेणी के जीपीस अभिग्राही में चार या पांच उपग्रहों द्वारा प्राप्त संकेतों से सिर्फ स्थान एवं समय की सूचना का समाधान मिलता था। वर्तमान समय में बढ़ती हुई जीएनएसएस उपग्रहों की संख्या तथा उनसे प्राप्त विभिन्न प्रकार के संकेतों से वर्तमान का कोई भी अभिग्राही न्यूनतम दस-बारह से लेकर नब्बे-सौ तक के वैविध्यपूर्ण सिग्नल प्राप्त करके लक्षित प्रयोज्यताओ के समाधान में बेहतर परिशुद्धता प्राप्त कर सकते हैं।

वर्तमान के लगभग सभी जीएनएसएस अभिग्राही अपेक्षित उपग्रहों द्वारा प्रसारित प्रत्येक संकेतो को स्वतंत्र नियंत्रित चैनल आबंटित करते हैं। प्रत्येक चैनल दो विधा (मोड) में हो सकती है – एक अधिग्रहण (Acquisition) मोड और दुसरी

अनुवर्तन (Tracking) मोड। प्रारंभ में हर एक चैनल द्वारा सिग्नल का कोड विलम्ब (Code Delay) एवं उसके डोप्लर आवृति की (2D search) खोज प्रक्रिया आरंभ की जा ती है। जिससे प्रत्येक चैनल में सिग्नल की उपस्थिति है या नहीं, उसका सही मुल्यांकन किया जाता है। जब तक उपरोक़्त प्रक्रिया सम्पन्न नही होती चैनल अधिग्रहण मोड में ही विध्यमान रहती है।

4.1 चैनल स्तर प्रचालन (Chennal level operations):

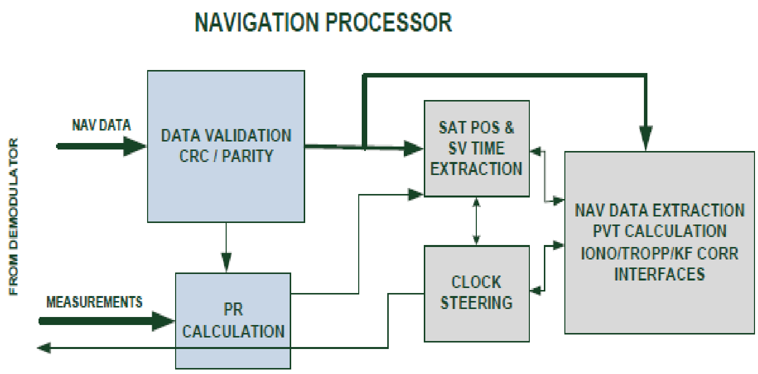


चित्र संख्या – 04

वर्तमान के लगभग सभी जीएनएसएस अभिग्राही अपेक्षित उपग्रहों द्वारा प्रसारित प्रत्येक संकेतो को स्वतंत्र नियंत्रित चैनल आबंटित करते हैं। प्रत्येक चैनल दो विधा (मोड) में हो सकती है – एक अधिग्रहण (Acquisition) मोड और दुसरी अनुवर्तन (Tracking) मोड। प्रारंभ में हर एक चैनल द्वारा सिग्नल का कोड विलम्ब (Code Delay) एवं उसके डोप्लर आवृति की (2D search) खोज प्रक्रिया आरंभ की जा ती है। जिससे प्रत्येक चैनल में सिग्नल की उपस्थिति है या नहीं, उसका सही मुल्यांकन किया जाता है। जब तक उपरोक़्त प्रक्रिया सम्पन्न नही होती चैनल अधिग्रहण मोड में ही विध्यमान रहती है।

अनुवर्तन मोड में चैनल द्वारा अगर सिग्नल उपस्थित है तथा सही तरीके से अनुवर्तित किया गया है, तब उसकी उचित क्वालिटी तथा उस की ऊपरी सीमा का निरंतर मानिटरन किया जाता है। जब भी सिग्नल का स्तर (Level) निश्चित मात्रा से निम्न है तब सिग्नल लुप्त (Signal Unlock) मान लिया जाता है। इस परिस्थिति में चैनल फिरसे अधिग्रहण मोड में जाकर समग्र प्रक्रिया पुन आरंभ हो जाती है। सामान्यतः सिग्नल का स्तर कई कारकों (Factors) से निम्न हो सकता है जैसे - छाया ग्रस्त उपग्रह, रव सधनता (Noise Density), सिग्नल की चक्रिय फिसलन (Cycle Sleep of signal) ईत्यादि।

4.2 अभिग्राही स्तर प्रचालन (Receiver level operation):



चित्र संख्या – 05

अभिग्राहि स्तर पर चैनल के सभी बहिर्वेशों (Outputs) को अपेक्षित समाधान में परिवतर्तित करने हेतु संसाधित किया जाता है। बाद में नौसंचालन संसाधित्र (नेविगेशन प्रोसेसर) इन सूचनाओं को अभिग्राही के स्थान, समय, गति की सूचना (PVT Solutions) में परिवर्तित करता है। इस प्रक्रिया के दौरान ही वह (अभिग्राही) उपग्रहों के अंन्तरिक्ष में निश्चित स्थान तथा समय की गणना, सूचनाओं का वैधिकरण (Validation), क्लॉक की स्टियरिंग के साथ-साथ अन्य सभी अंतरापृष्ठो (Interfaceses) आदिं का संचालन भी करता है।

5.0 अभिग्राही के प्रकार (Receiver Types):

जीएनएसएस अभिग्राहियों को उनकी वैविध्यपूर्ण विशेषताओं, मानदंडों के आधार पर अलग-अलग श्रेणी में वर्गीकृत किया जा सकता है। इनमें उच्च यथार्थता श्रेणी के व्यावसायिक अभिग्राही (उच्च यथार्थता, सर्वेक्षण, तथा सैनिकी उपयोगिता हेतु निर्मितियों के सिवाय यातायात वाहनों में स्थापित वर्तमान के बहुत ही छोटे और सुवाह्य नौसंचालन उपकरण (Portable Navigation Devices-PNDs) अति सामान्य है। आज बडी विस्तृत मात्रा में स्मार्ट-फोन, निजी तथा व्यावसायिक वाहनों, परिवहन क्षेत्र (सडक, रेल, वायु और सागरी) के लगभग सभी उपकरणों को उपरोक्त अभिग्राहियों (PNDs) के साथ एकीकृत (integrat) किया जा रहा है।

इन सभी अभिग्राहियों की डिज़ाइन में अति सामान्य माइक्रो प्रोसेसर से लेकर बहुत ही उन्नत ऐसी एसिक (ASIC), डीएसपी (DSP), एफपीजीए (FPGA) जैसी अध्यतन तकनीकी युक्तियों (प्लेट्फोर्म्स) को प्रयोग में लाया जाता है। सामान्यतया युक्तियों का चयन लक्षित अभिग्राहियों के कुछ महत्वपूर्ण प्राचलों (Parameters) को ध्यान में रखकर किया जाता है, जैसे कि–निष्पादन उद्देश्य, निर्माण विधि, अनुरक्षण, प्रसरणीयता (Expandability), स्वायत्तता (Autonomy), वातावरण, ऊर्जा खपत आदि।

उपरोक़्त अभिग्राही कार्यांवयन के अतिरिक़्त कुछ अन्य अंतरिय डिज़ाइन उपगमन (Design approach) भी मौजूद है, जिनके प्रयोग से संपूर्ण जीएनएसएस समाधान सही यथार्थता से प्राप्त किया जा सकता है, उनका विवरण नीचे दिया गया है।

- **बहु तारामंडल (Multi Constallations):** उभरती हुई बहुविध उपग्रह नौसंचालन प्रणालियों (क्षेत्रीय तथा वैश्विक) की प्रचालनियता से बहु तारामंडल परिचालित अभिग्राही सरलता से उपलब्ध है, जो आज सभी उपलब्ध प्रणालियों के बीच अंतर प्रचालनीय संगतता (Inter operatibility) प्रदान करते हैं।

निम्नालिखित प्रणालियों के अभिग्राही बहुविध तारामंडलों के सयोजन से प्राप्त अलग-अलग आवृति संकेतों द्वारा उपयोगकर्ताओं को उपयुक्त संपूर्ण जीएनएसएस समाधान प्रदान करते हैं –

- जीपीस अभिग्राही
- गेलिलिओ अभिग्राही
- ग्लोनास अभिग्राही
- बीयडु
- आइआरएनएसएस

- **बहु आवृत्ति (Multi Frequency):विभिन्न** जीएनएसएस सिग्नल्स को निर्धारित आवृत्ति बैंड (एल-1, एल-2, एल-5 एवं एस बैंड)में एक निश्चित आवृत्ति आबंटित की गई है। अभिग्राही चाहे एकल या बहुविध तरामंडल प्रचालनिय हो, इस अभिगम से आवृत्ति अवलम्बित (Freq. dependant error)त्रुटि दर को न्यूनतम करके नौसंचालन समाधान में उच्च यथार्थता अर्जित की जा सकती है।

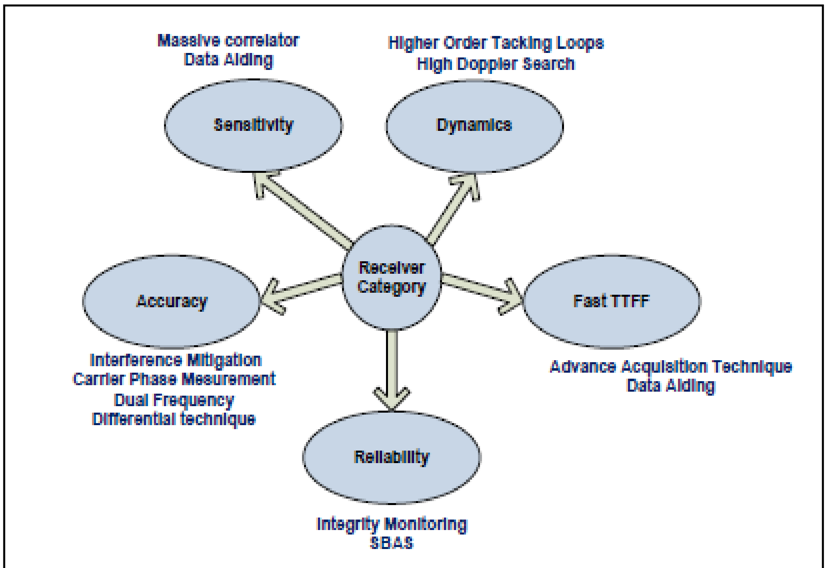
- **संवर्धन प्रणालियां (Augmentation systems): वर्तमान में प्रचालित कई** संवर्धन प्रणलियों द्वारा मापित एवं संशोधित सूचनाओं के प्रयोग से भी जीएनएसएस अभिग्राही अपने नौसंचालन समाधान परिकलन में सर्वोच्च परिशुद्धता (प्रिसिशन) तथा यथार्थता प्राप्त कर सकते हैं। ये संवर्धन प्रणालियां हैं -

- इग्नोस (EGNOS)
- वास (WASS)
- गगन (GAGAN)

- **अंतरीय तकनीकी (Differential technic);** इस तकनीकी में अभिग्राही को किसी एक ज्ञात (Precisely known) स्थान पर स्थिर रखा जाता है। उससे करीब 15-20 मिनिट तक सूचनाएं प्राप्त करके उन की औसत निकाली जाती है। बाद में वास्तविक काल में मापन किया जाता है। अगर ज्ञात अभिग्राहि के स्थान एवं प्राप्त सूचनाओं में कुछ त्रुटियां है तो उसे एक जटिल सॉफ्टवेयर द्वारा संशोधित किया जाता है। बाद में इस संशोधित गुणक (करेक्शन फेक्टर) को उस क्षेत्र में कार्यरत सभी अभिग्राहियों को रेडियो या किसी अन्य भौतिक प्रसारण कड़ी द्वारा प्रसारित किया जाना है। जिससे ये सभी अभिग्राही त्रुटि रहित नौसंचालन समाधान प्राप्त कर सकते हैं। इस तरीके से 0.5 मीटर तक की उच्च यथार्थता अर्जित की जा सकती है। वर्तमान में व्यापक रुप से प्रचलित कुछ अंतरीय तकनीकी आधारित प्रणालियां है
- डीजीएनएसएस (Diffeerential GNSS)
- पीपीपी (Precise Point Positioning)
- आरटीके (Real-Time Kinematics)

सामान्यतः जीएनएसएस अभिग्राहियों को उनकी आवश्यकताओं के अनुसार विभिन्न श्रेणीयों में वर्गीकृत किया जा सकता है। चित्र संख्या – 06 देखे।

6.0 **अंतरापृष्ठ एवं संलेख (Interfaces & Protocols):** जीएनएसएस अभिग्राहियों का अंतिम लक्ष्य नौसंचालन संबंधी समाधान की बहुतही सही यथार्थता से संगणना (computation) करना है। इस जटिल प्रक्रिया के लिए एक या अनेक उपग्रह तरामंडलों से प्रसारित सभी संकेत प्राप्त करना बहुत ही आवश्यक होता है। इन सभी संकेतों का उपयोग सिर्फ नौसंचालन हल प्राप्त करने के लिए ही नही बल्कि बहु संयोजित उपयोगिता (Applications) में भी उतना ही जरूरी होता है। विभिन्न प्रकार के अभिग्राही तथा भूकेंद्रों द्वारा बहु विध उपग्रह संकेतों का विश्लेषण करने की प्रक्रिया में हो रही वृद्धि के कारण भी अब यह आवश्यक हो गया है कि सभी सम्बद्ध उपयोगकर्ताओं (उत्पादक, सोफ्टवेयर विशेषज्ञ, विश्वविद्यालय, सामान्य व्यक्ति, आदि) के बीच एक समान सूचना आदान-प्रदान के लिए एक मानक संलेख (Standards Protoclos) स्थापित किया जाय, जिससे सभी महत्वपूर्ण सूचनाओं का प्रसारण, हस्तांतरण सरलता से हो। यद्यपि वर्तमान में बहु प्रचलित मानक आस्कि (ASCII) ही है, अन्य द्विआधारी उपलब्ध फोर्मेट निम्न लिखित है -



चित्र संख्या – 06

- संकेत संबंधी – RINEX, SP3
- अल्मेनेक संबंधी – YUMA, SEM, TLE, RTCM, NTRIP
- सूचना प्रसारण संबंधी – NMEA, EMS

7.0 जीएनएसएस अभिग्राही का चयन (सिलेक्शन):

वर्तमान समय में नौसंचालन प्रणालियो की विस्तिर्ण उपयोगिताओं को देखते हुए कई प्रकार के उच्च गुणवत्ता वाले जीएनएसएस अभिग्राही बाजार में सरलता से उपलब्ध है। कोई भी व्यक्ति एक या दूसरे तरीके से इनके उपयोग से लाभान्वित हो सकते हैं। भू-सर्वेक्षण, नौसंचालन के अलावा भी इनके विविध संभवित कई उपयोग है। अतः सही उपकरण खरीदने से पहले उनका सही विश्लेषणकर लेना चाहिए। निम्नलिखित कुछ सुझाव है, जिन्हें ध्यान में रखकर सही उपकरण का चयन किया जा सकता है:

1) स्थान मापन व्यवस्था निरंतर या आवसरिक आवश्यक है।

2) यथार्थता का स्तर (लेवल ऑफ एक्युरेसी)
3) वातावरणीय अवस्था
4) कीमत
5) स्थान के अलावा समय, ऊँचाई और गतिमापन भी आवश्यक है
6) प्रौद्योगिकीय या अनुसंधान कार्य हेतु उच्च यथार्थता
7) अपेक्षित कद, भार, विद्युत शक्ति खपत आदि

8.उपसंहारः

आज से करीब 20-30 साल पहले नौसंचालन मानव की एक मूलभूत जटिल समस्या थी। मैं इस धरती पर कहाँ हूँ ? इस सरल प्रश्न का उत्तर खोजने के लिए उसने कई प्रयोग किए। कितने ही उपकरणों का सहारा लिया। लेकिन उसे उपयुक्त सफलता नहीं मिल रही थी। इस समस्या का सही समाधान प्राप्त करने के लिए ही विविध नौसंचालन प्रणालियों (जीपीस, ग्लोनास, गेलीलिओ आदि.) की परियोजनाओ पर सभी विकसित देश कार्य कर रहे हैं।

अंतरिक्ष में स्थापित कृत्रिम उपग्रहों (मानव निर्मित तारे) का निश्चित स्थान और पृथ्वी पर किसी भी कोने में स्थित अभिग्राही के बीच की त्रिकोणमिति का सहारा लेकर उस पर स्थित अति आधुनिक संगणक सॉफ्टवेयर द्वारा अभिग्राही के सही स्थान (पोज़िशन – अक्षांश, रेखांश) का निर्धारण किया जाता है। अति यथार्थ नौसंचालन के साथ-साथ सटिक समय, ऊँचाई और गतिमापन भी इस प्रणालीयो द्वारा संभव हो सका है। इसीलिए यह प्रणाली (जीएनएसएस) आधुनिक मानव के लिए अति आवश्यक एवं अनिवार्य उपयुक्त प्रणाली सिद्ध हुई है।

9. निरंतर विकसित जीएनएसएस अभिग्राही :



(1987 में विकसित प्रथम जीपीएस अभिग्राही) **(1990 में विकसित प्रथम व्यावसायिक अभीग्राही)** **(1998 में विकसित पोर्टेबल अभिग्राही)**


(2006 में विकसित वेहिकल माउंट) **(2009 में विकसित युएसबी आधारित 66 चैनल जीएनएनएसएस अभिग्राही)**

***

सैक पुस्तकालय के क्रिया-कलापों में हिंदी का प्रगामी प्रयोग

मुकेश कुमार मिश्र, सतेंदर नेगी एवं रचना पटनायक
पुस्तकालय एवं प्रलेखन प्रभाग
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद

प्रस्तावना:

पुस्तकालय के एक 'जन-सुविधा' होने के कारण, यह अति आवश्यक है कि इसके प्रयोक्ताओं या पाठकों को ज्ञानोपार्जन में 'कम-से-कम भाषा सम्बन्धित असुविधाएं न आयें, और पुस्तकालय में उपलब्ध सूचना स्रोत अति विद्धान से लेकर सामान्य या निम्न ज्ञान स्तर के पाठकों के लिए न सिर्फ समान रूप से उपलब्ध हों बल्कि समान पहुंच और समान रूप से अभिगमीय (Accessible) हों। यही सुनिश्चित करने और राजभाषा संबंधी विभिन्न आदेशों, अनुदेशों के पालन हेतु, सैक पुस्तकालय ने अपने प्रशासनिक एवं तकनीकी क्रिया-कलापों में हिंदी के प्रगामी अनुप्रयोग का यथा संभव प्रयास किया है।

इस्केस पुस्तकालय में 28 अक्तूबर 1965 को परिग्रहीत "ड्राइंग ऑफिस मैनुअल"[1] नामक प्रथम पुस्तक से लेकर जॉन-वायली द्धारा प्रकाशित ऑन-लाइन पुस्तकों के प्रापण तक, हमारे अंतरिक्ष कार्यक्रम के विकास के साथ ही साथ पुस्तकालय एवं प्रलेखन प्रभाग, सैक ने भी एक लंबी दूरी तय की है। अपने लक्ष्यों की पूर्ति हेतु किए गए प्रयासों के फल-स्वरुप आज सैक ही नही बल्कि इसरो के प्रत्येक केंद्र पर एक अति विशिष्ट, समृद्ध, और अद्धितीय पुस्तक संग्रह उपलब्ध हैं, जोकि भविष्य की सूचना आवश्यकताओं के साथ-साथ ही प्रयोक्ता की बदलती अभिगम प्रवृत्तियों को ध्यान में रखकर विकसित किए जा रहे हैं।

पुस्तकालय के क्रिया-कलाप: कार्यों के अनुसार, एक पुस्तकालय के समस्त क्रिया-कलापों को मुख्यतः तीन भागों में बाँटा जा सकता है-

1. पुस्तक संग्रह का विकास एवं संवर्धन
2. पुस्तक संग्रह का उपयोग, अभिगम एवं अन्य पाठक सुविधाएँ
3. सामान्य प्रबंधन एवं प्रशासन

इन गतिविधियों का निस्तारण पुस्तकालय एवं सूचना विज्ञान के विभिन्न सिद्धांतों, भारत सरकार द्धारा प्रतिपादित विभिन्न आदेशों और अनुदेशों के अनुरूप, विभिन्न प्रकार के वैज्ञानिक एवं तकनीकी संसाधनों, सूचना प्रौद्योगिकी के अनुप्रयोग के साथ-साथ मानवीय हस्तक्षेप से किया जाता है, जिसमें भाषा संबंधी अवरोध हमेंशा से एक चुनौती रहे हैं। सैक पुस्तकालय ने न सिर्फ सामान्य प्रशासनिक कार्य-कलापों में, बल्कि विभिन्न सॉफ्टवेयर अनुप्रयोगों द्धारा होने वाले तकनीकी कार्यों में भी हिंदी का समावेश किया है।

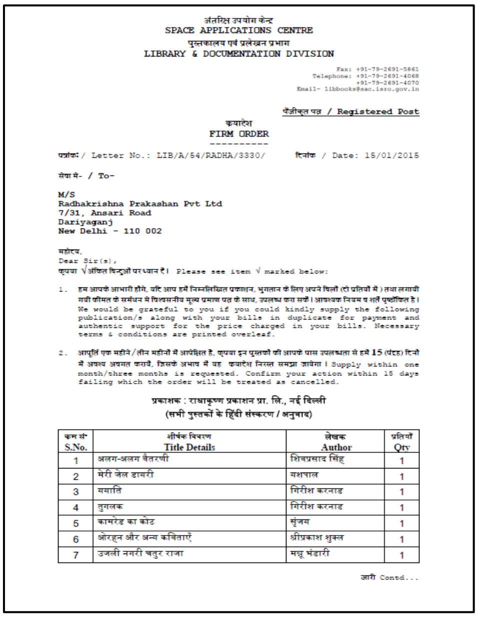
1. पुस्तक संग्रह का विकास एवं संवर्धन:

परंपरागत रूप से किसी भी पुस्तकालय के पुस्तक-संग्रह को पुस्तकालय का 'ह्रदय' भी कहा जाता है। चूँकि विभिन्न पुस्तकालय सेवाएं इसी संग्रह के आधार पर उपलब्ध कराई जाती हैं, इसीलिए किसी भी पुस्तकालय की सेवाओं की गुणवत्ता उसके ग्रंथ-संग्रह की गुणवत्ता और समृद्धि पर निर्भर करती है। इसमें पुस्तकों एवं पत्र पत्रिकाओं आदि के चयन एवं परिग्रहण या उनके Subscription (अनुदान) से सम्बन्धित कार्य किए जाते हैं। विगत कुछ वर्षों से सैक पुस्तकालय ने इलेक्ट्रॉनिक संसाधनों (जैसे ई-पुस्तकें, ई-जर्नल, इत्यादि) का प्रापण और केंद्र के वैज्ञानिक और तकनीकी बौद्धिक संपदा (तकनीकी प्रतिवेदनों और लेखों) का संस्थागत निक्षेपागार (Institutional Repository) में संग्रहण भी प्रारंभ किया है। इस गतिविधि से जुड़े निम्नलिखित कार्यों; जोकि पुस्तकालय प्रबंधन सॉफ्टवेयर "लिबसिस" और शब्द संसाधन सॉफ्टवेयर (Word Processing Software) की सहायता से या हस्तलिखित रूप से किए जा रहे हैं; में सैक पुस्तकालय ने द्धिभाषा (हिंदी और अंग्रेजी) का सफलतापूर्वक अनुप्रयोग किया है –

(1) केंद्र से बाहर जाने वाले विभिन्न पत्र जैसे पुस्तकों एवं सामयिकों के क्रयादेश (हिंदी पुस्तकों के शीर्षक हिंदी में भी लिखकर), क्रयादेश अनुस्मारक निरस्तीकरण आदेश, पावती एवं अन्य विविध पत्र द्धिभाषा में जारी किए जाते हैं। परिग्रहण सम्बंधित भुगतान हेतु लेखा अनुभाग को भेजे जाने वाले पत्र द्धिभाषा में जारी किए जाते हैं।

(2) प्राप्ति उपरांत हिंदी पुस्तकों के विवरण हिंदी परिग्रहण पंजिका में हिंदी में ही अंकित किए जाते हैं। परिग्रहण पंजिका का अंकीकरण भी द्विभाषी प्रारूप में किया जा रहा है।

(3) प्राप्ति, निरस्तीकरण, अनुस्मारक एवं अन्य सामान्य टिप्पणियाँ एवं हस्ताक्षर हिंदी में किए जाते हैं।



अंतरिक्ष उपयोग केन्द्र
SPACE APPLICATIONS CENTRE
पुस्तकालय एवं प्रलेखन प्रभाग
LIBRARY & DOCUMENTATION DIVISION

Fax: +91-79-2691-5861
Telephone: +91-79-2691-4068
+91-79-2691-4070
Email- libbooks@sac.isro.gov.in

पंजीकृत पत्र / Registered Post

क्रयादेश
FIRM ORDER

पत्रांक / Letter No.: LIB/A/54/RADHA/3330/ दिनांक / Date: 15/01/2015

सेवा में- / To-

M/S
Radhakrishna Prakashan Pvt Ltd
7/31, Ansari Road
Dariyaganj
New Delhi - 110 002

महोदय,
Dear Sir(s),
कृपया √ अंकित बिन्दुओं पर ध्यान दें। Please see item √ marked below:

1. हम आपके आभारी होंगे, यदि आप हमें निम्नलिखित प्रकाशन, भुगतान के लिए अपने बिलों (दो प्रतियों में) तथा लगायी गयी कीमत के समर्थन में विश्वसनीय मूल्य प्रमाण पत्र के साथ, उपलब्ध करा सकें। आवश्यक नियम व शर्तें पृष्ठांकित है। We would be grateful to you if you could kindly supply the following publication/s along with your bills in duplicate for payment and authentic support for the price charged in your bills. Necessary terms & conditions are printed overleaf.

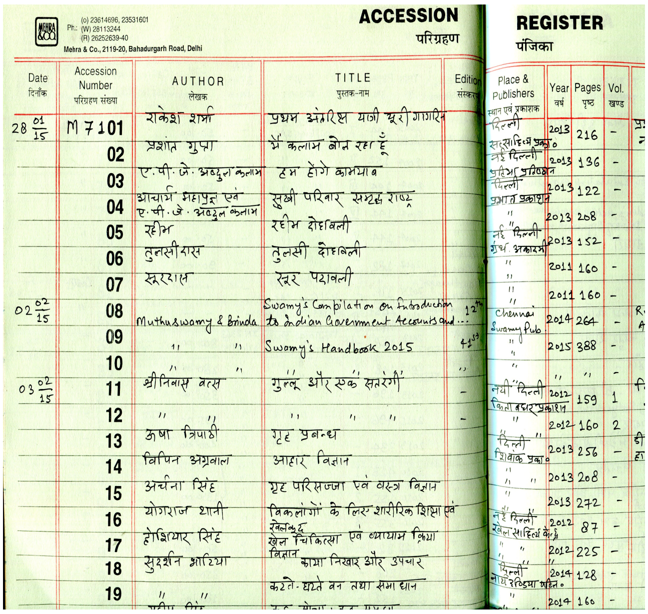
2. आपूर्ति एक महीने/तीन महीनों में आपेक्षित है, कृपया इन पुस्तकों की आपके पास उपलब्धता से हमें 15 (पंद्रह) दिनों में अवश्य अवगत करायें, जिसके अभाव में यह क्रयादेश निरस्त समझा जायेगा। Supply within one month/three months is requested. Confirm your action within 15 days failing which the order will be treated as cancelled.

प्रकाशक : राधाकृष्ण प्रकाशन प्रा. लि., नई दिल्ली
(सभी पुस्तकों के हिंदी संस्करण / अनुवाद)

क्रम सं S.No.	शीर्षक विवरण Title Details	लेखक Author	प्रतियाँ Qty
1	अलग-अलग वैतरणी	शिवप्रसाद सिंह	1
2	मेरी जेल डायरी	यशपाल	1
3	ययाति	गिरीश करनाड	1
4	तुगलक	गिरीश करनाड	1
5	कामरेड का कोट	सृंजय	1
6	ओरहन और अन्य कविताएँ	श्रीप्रकाश शुक्ल	1
7	उजली नगरी चतुर राजा	मन्नू भंडारी	1

जारी Contd...

चित्र 1 - क्रयादेश



Mehra & Co. Ph.: (o) 23614696, 23531601 (W) 28113244 (R) 26252639-40
Mehra & Co., 2119-20, Bahadurgarh Road, Delhi

ACCESSION REGISTER
परिग्रहण पंजिका

Date दिनाँक	Accession Number परिग्रहण संख्या	AUTHOR लेखक	TITLE पुस्तक-नाम	Edition संस्करण	Place & Publishers स्थान एवं प्रकाशक	Year वर्ष	Pages पृष्ठ	Vol. खण्ड
28 01/15	M 7101	राकेश शर्मा	प्रथम अंतरिक्ष यात्री यूरी गागरिन		दिल्ली सत्साहित्य प्रका०	2013	216	-
	02	प्रशांत गुप्ता	मैं कलाम बोल रहा हूँ		नई दिल्ली प्रतिभा प्रतिष्ठान	2013	136	-
	03	ए.पी.जे. अब्दुल कलाम	हम होंगे कामयाब		दिल्ली प्रभात प्रकाशन	2013	122	-
	04	आचार्य महाप्रज्ञ एवं ए.पी.जे. अब्दुल कलाम	सुखी परिवार समृद्ध राष्ट्र		"	2023	208	-
	05	रहीम	रहीम दोहावली		नई दिल्ली ग्रंथ अकादमी	2013	152	-
	06	तुलसीदास	तुलसी दोहावली		"	2011	160	-
	07	सूरदास	सूर पदावली		"	2011	160	-
02 02/15	08	Muthuswamy & Brinda	Swamy's Compilation on Introduction to Indian Government Accounts and ...	12th	Chennai Swamy Pub	2014	264	-
	09	" "	Swamy's Handbook 2015	41st	"	2015	388	-
	10	" "	"	"	"	"	"	-
03 02/15	11	श्रीनिवास वत्स	गुल्लू और एक सतरंगी	-	नयी दिल्ली किताबघर प्रकाशन	2012	159	1
	12	" "	" "	-	"	2012	160	2
	13	ऊषा त्रिपाठी	गृह प्रबन्ध		दिल्ली शिवांक प्रका०	2013	256	-
	14	विपिन अग्रवाल	आहार विज्ञान		"	2013	208	-
	15	अर्चना सिंह	गृह परिसज्जा एवं वस्त्र विज्ञान		"	2013	272	-
	16	योगराज थानी	विकलांगों के लिए शारीरिक शिक्षा एवं खेलकूद		नई दिल्ली खेल साहित्य केंद्र	2012	87	-
	17	होशियार सिंह	खेल चिकित्सा एवं व्यायाम क्रिया विज्ञान		" "	2012	225	-
	18	सुदर्शन भाटिया	काया निखार और उपचार		दिल्ली नाथ इंडिया पब्लि०	2014	128	-
	19	" "	करते-धरते वन तथा समाधान		"	2014	160	-

चित्र 2 – परिग्रहण पंजिका

वर्ष 2012 से हिंदी कक्ष के प्रयासों से एक अलग हिंदी पुस्तक चयन समिति का गठन किया गया, जोकि राजभाषा नीति के प्रावधानों के अनुरूप गुणवत्तापूर्ण हिंदी पुस्तकों की खरीद के लिए निर्धारित लक्ष्य की पूर्ति में सहयोगकर रही है। इन्ही प्रयासों के फल-स्वरुप आज पुस्तकालय संग्रह में लगभग 5000 हिंदी पुस्तकें (वैज्ञानिक, तकनीकी एवं सामान्य) और लगभग 70 हिंदी ई-पुस्तकें, संग्रहित हैं, साथ-ही-साथ लगभग 20 हिंदी वैज्ञानिक सामायिकों, लोकप्रिय पत्रिकाओं, और हिंदी समाचार पत्रों के लिए नियमित अंशदान किए जा रहे हैं।

पुस्तक संग्रह का उपयोग, अभिगम एवं अन्य पाठक सुविधाएँ

परिग्रहण के उपरांत विभिन्न प्रलेखों का विषय-वस्तु के अनुसार वर्गीकरण, सूचीकरण, उनका साप्ताहिक प्रदर्शन, एवं इनकी पुर्नप्राप्ति या पाठकों द्वारा खोजे जा सकने के लिए इनके विवरण को पुस्तकालय डेटाबेस में उपलब्ध कराने को पुस्तकालय की भाषा में तकनीकी प्रक्रिया (Technical Processing) कहते हैं। पुस्तकों का निर्गमन, वापसी, अतिदेयता, आरक्षण, सदस्यता आदि सम्बन्धित कार्य, प्रलेखों का पुस्तकालय में भौतिक व्यवस्थापन, उन तक पाठकों को पहुँचने में मदद करने के लिए विभिन्न दिशा-सूचकों का निर्माण, एवं प्रयोक्ता सुविधाओं का रखरखाव का कार्य परिसंचरण पटल करता है। इसके अतिरिक्त पुस्तकालय में कम्प्यूटर आधारित सूचना प्रणाली का संस्थापन, प्रबन्धन, सीडी, डीवीडी आदि की मिररिंग, तकनीकी जर्नल एवं पुस्तकों की विषय वस्तु का लिबसिस डेटाबेस में संग्रहण, समाचार पत्र कतरन सेवा, अन्तर पुस्तकालय लेन देन, परियोजना साहित्य संधान सेवा, एवं पुर्नमुद्रण एवं जिल्दसाजी इत्यादि कार्य एवं सेवाएं पुस्तकालय द्वारा नियमित रूप से अपने प्रयोक्ताओं को उपलब्ध कराई जाती है। इन सभी कार्यों में यथा संभव यह प्रयास किया जा रहा है कि हिंदी भाषा के संसाधन या तो पूर्ण-पाठ (Full Text) या कम से कम उनकी विषयवस्तु एवं विवरण (metadata), पाठकों तक हिंदी में ही पहुंचे। इसी प्रयास में पुस्तकालय ने निम्नलिखित तकनीकी कार्यों में हिंदी का अनुप्रयोग किया है।

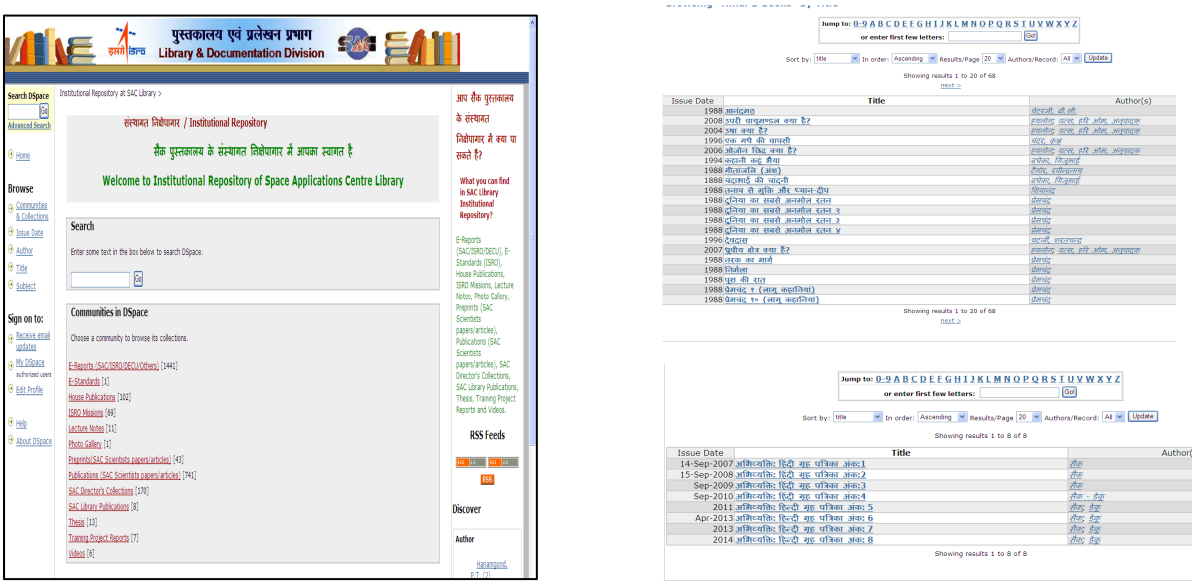
2.1 पुस्तकालय की हिंदी वेबसाईट का निर्माण एवं अनुरक्षण- पुस्तकालय वेबसाईट एक ओपन सोर्स सॉफ्टवेयर "जूमला" में निर्मित है। इनमें हिंदी भाषा के समावेश के लिए इनका आवश्यक customization पुस्तकालय कर्मियों द्वारा स्वयं किया गया है।

चित्र 3 – पुस्तकालय वेबसाइट का मुख्यपृष्ठ

चित्र 4 – लिबसिस डेटाबेस में हिंदी पुस्तकों का विवरण

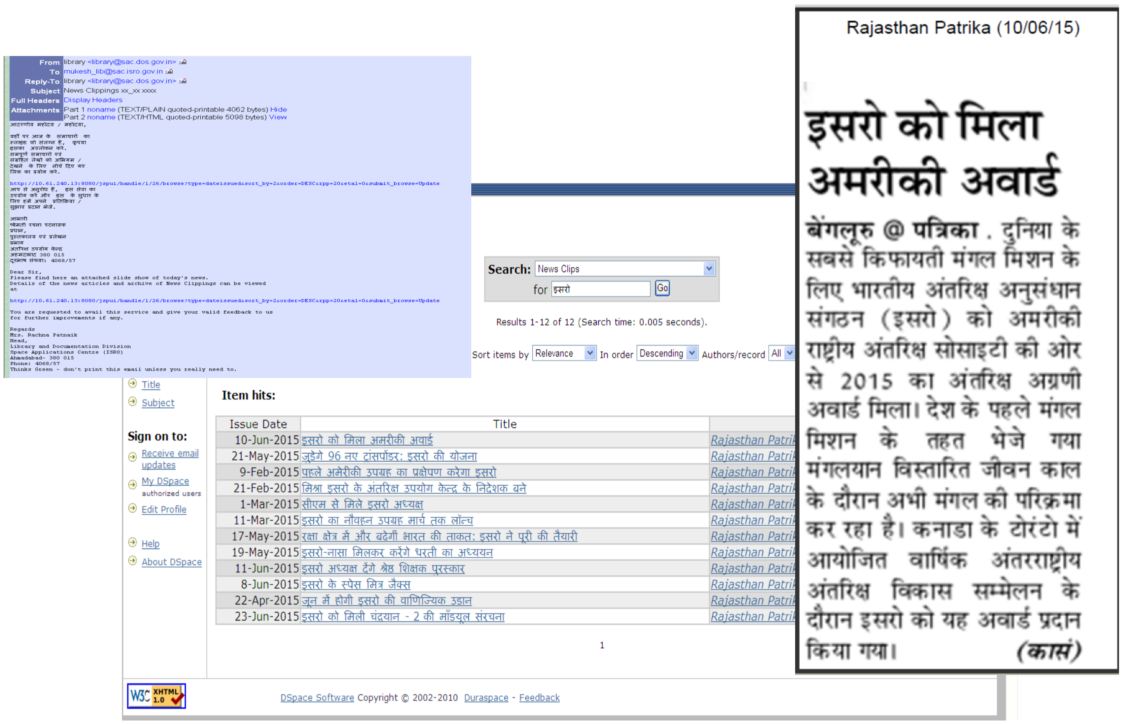
2.2 हिंदी पुस्तकों के शीर्षक विवरण की लिबसिस डेटाबेस में हिंदी में प्रविष्टि- यह कार्य एक प्रोप्रायटरी पुस्तकालय प्रबंधन सॉफ्टवेयर "लिबसिस" में किया जा रहा है। इनमें हिंदी भाषा के समावेश के लिए इनका आवश्यक customization विक्रेता को अनुरोधकर अपनी आवश्यकतानुसार करवाया गया है।

2.3 पुस्तकालय की अंकीकृत निक्षेपागार (Digital Repository) के विभिन्न मुखपृष्ठों का द्विभाषा में अनुवाद एवं हिंदी समाचार पत्रों की कतरनों, हिंदी ई-बुक्स, तकनीकी प्रतिवेदनों, अभिव्यक्ति इत्यादि का संग्रहण।



चित्र 5 – अंकीकृत निक्षेपागार में हिंदी पठन-सामग्री

2.4 समाचारों पत्रों की कतरनों के प्रदर्शन का निर्माण, अंकीकृत निक्षेपागार में संग्रहण, और प्रदर्शन को प्रतिदिन केंद्र के वरिष्ठ वैज्ञानिकों एवं इच्छुक कर्मचारियों को द्विभाषी ई-मेल द्वारा प्रेषण।



चित्र 6 – समाचारों पत्रों की कतरनों का अंकीकृत निक्षेपागार में संग्रहण एवं द्विभाषी ई-मेल

ई-मेल सॉफ्टवेयर द्विग और शब्द संसाधन सॉफ्टवेयर MS-Word, Excel, आदि पहले से ही यूनीकोड समर्थक हैं। "गूगल हिंदी इन्पुट" की मदद से इन सभी में कार्य अति सुगम हो जाता है। इन कार्यों के साथ-साथ ही-

(1) विभिन्न विषयों के हिंदी प्रलेखों का विषय वर्गीकरण एवं सूचीकरण;

(2) सामायिको के विशिष्ट अंको की सूची, आरक्षण सूची, पुस्तक चयन सूची, नवीनतम प्राप्त पुस्तकों, पत्र-पत्रिकाओं, इलेक्ट्रॉनिक प्रलेखों इत्यादि की सूचियों इत्यादि का द्विभाषा में निर्माण;

(3) पुस्तकालय संग्रह में विषयसूचियाँ एवं मार्गदर्शिकाएँ द्विभाषा में उपलब्ध कराना;

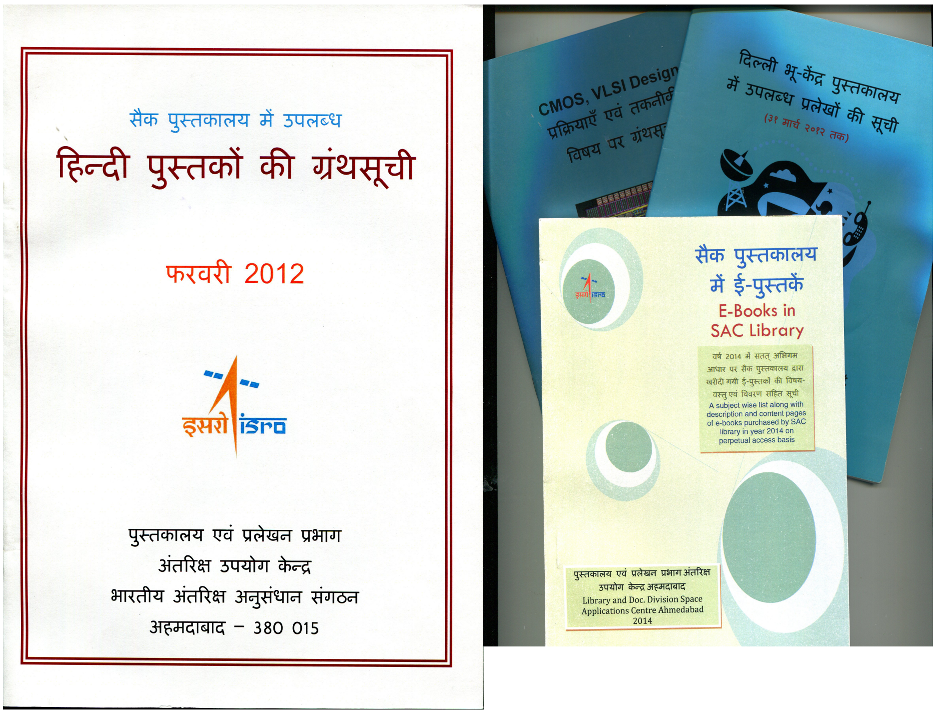
(4) केंद्र के हिंदी प्रकाशनों का मुद्रण एवं जिल्दसाजी;

(5) हर हफ्ते सूचना पट्ट पर एक सुविचार लिखना; आदि,

ऐसे कार्य हैं, जोकि बराबरी से हिंदी और अंग्रेजी दोनों ही भाषाओं में, शब्द संसाधन सॉफ्टवेयर (Word Processing Software) की मदद से या अन्यथा किए जा रहें हैं।

2.4 पुस्तकालय की Out-reach गतिविधियां - अमेरिकन लाइब्रेरी एसोसिएशन के प्रेसीडेंट कर्टनी यंग के अनुसार " ... लाइब्रेरी सिर्फ जानकारी के निष्क्रिय खजाने नहीं हैं। ये अब इंटरएक्टिव हो गई हैं। जानकारी और तेजी से बदलते विश्व में प्रगति करने के लिए लोगों को ज़रुरी दक्षता पहुंचाने की दृष्टि से हमारा समाज एक अहम मोड़ पर है। इस मामले में लाइब्रेरी सकारात्मक माहौल बनाने में एक बड़ी भूमिका निभाएंगीं जहां लोग सीखेंगे, आगे बढ़ेंगे और निमार्ण करेंगे। "[2] इसी आशय से सैक पुस्तकालय ने भी गत-वर्षों में कई नई गतिविधियां प्रारंभ की, जिनमें प्रयोक्ताओं तक अपनी पहुंच बनाने और पाठकों तक सैक पुस्तकालय में संगृहीत "जानकारी या ज्ञान के इस खजाने" को और "इंटरएक्टिव" ढंग से पहुँचाने का प्रयास किया गया एवं साथ-ही-साथ इनके विस्तृत और समावेशी प्रभाव के लिए राजभाषा का भी उचित समावेश किया गया। इनमें से कुछ निम्नलिखित हैं -

2.4.1 प्रकाशन: किसी विशिष्ट विषय पर, सैक पुस्तकालय संग्रह में उपलब्ध सूचना संसाधनों की, विभिन्न अनुक्रमणिकाओं सहित, एक संपूर्ण (exhaustive) सूची को पुस्तिका के रूप में प्रकाशित कर, उस विषय विशेष पर पुस्तकालय ग्रन्थ-संग्रह की समृद्धि को पाठकों की दृष्टि में लाने के लिए, गत वर्षों में कई पुस्तिकाओं का प्रकाशन किया गया। इनमें से राजभाषा के प्रचार-प्रसार के लिए संग्रहित "सैक पुस्तकालय में हिंदी पुस्तकें" (2012) और "दिल्ली भू-केंद्र पुस्तकालय में उपलब्ध पुस्तकें" (2012) प्रमुख हैं।



चित्र 7 – विभिन्न हिंदी प्रकाशन

2.4.2 हिंदी पुस्तक प्रदर्शनी: वर्ष 2009 से हिंदी पखवाडा या माह के दौरान उस एक वर्ष में खरीदी गई हिंदी पुस्तकों की प्रदर्शनी का लगातार आयोजन किया जा रहा है, जिससे कि हिंदी पुस्तकों के परिसंचरण और पठन को बढ़ावा मिला है।

चित्र 8 – हिंदी पुस्तक प्रदर्शनी 2014

2.4.3 दृश्य-श्रव्य प्रदर्शन: विशेष अवसरों, जैसे सुरक्षा सप्ताह, अंतरिक्ष सप्ताह, हिंदी माह, आदि, पर सैक पुस्तकालय में उपलब्ध दृश्य-श्रव्य संसाधनों में से अवसरोचित विषय-वस्तु के वीडियो का प्रदर्शन किया जाता है। गत वर्ष हिंदी माह के दौरान डेकू द्वारा हिंदी में निर्मित दो वृत्तचित्रों का प्रदर्शन किया गया।

2. सामान्य प्रबंधन एवं प्रशासन: उपरोक्त प्रयोक्ता सेवाओं के सफलता पूर्वक निष्पादन के लिए पृष्ठभूमि में बहुत सी प्रशासनिक एवं प्रबंधन गतिविधियां करनी होती है, जिनमें पुस्तकालय का संचालन, मानव संसाधन प्रबन्धन, एवं अन्य प्रशासनिक कार्य सम्मिलित हैं। यथासंभव इन सभी कार्यों को हिंदी या द्विभाषा में किए जाने का प्रयास किया जाता है, इसमें से कुछ मुख्य प्रयोग निम्नलिखित हैं -

(1) पुस्तकालय सुविधाओं के लिए अनुभाग में प्रयोग किए जाने वाले विभिन्न फार्म, प्रपत्र, जैसे कि परिग्रहण हेतु मांग पत्र; पुस्तकालय सदस्यता फार्म (कर्मचारी गण), पुस्तकालय सदस्यता प्रपत्र (प्रशिक्षु, प्रशिक्षार्थी एवं कनिष्क अनुसंधान फेलो), सदस्यता प्रपत्र (अस्थायी), अन्तर पुस्तकालय लेन देन, पुनर्मुद्रण एवं जिल्दसाजी जॉब-कार्ड; आरक्षण पर्ची, ड्यू-डेट स्लिप, जर्नल इश्यू स्लिप इत्यादि द्विभाषा में उपलब्ध हैं।

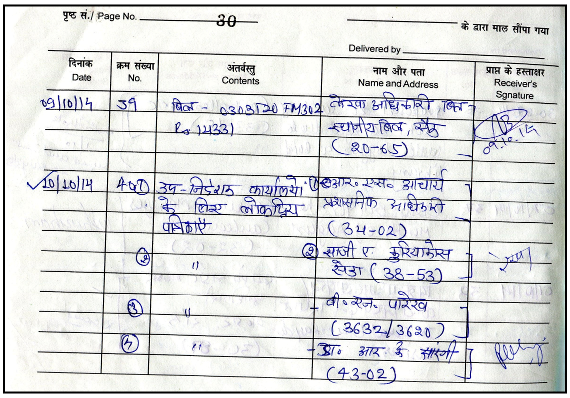
(2) समस्त नामपट्ट एवं मार्गदर्शिकाएँ, परिसंचरण पटल पर एवं कंप्यूटर कक्ष में समस्त सामान्य निर्देश, पुनर्मुद्रण अनुभाग में सभी मशीनों की नाम पट्टिकाएं इत्यादि द्विभाषा में उपलब्ध हैं।

(3) अभिलेख रखरखाव के लिए प्रयोग होने वाली विभिन्न फाइलों, बॉक्स फाइलों एवं पंजिकाओं पर लेबल द्विभाषा में उपलब्ध हैं।

(4) निर्गमन पंजिका एवं अनुचर पुस्तिका में विवरण हिंदी में दर्ज किए जाते हैं, एवं यथासंभव सामान्य टिप्पणियाँ एवं हस्ताक्षर हिंदी में किए जाते हैं।

(5) सभी परिपत्र, क्रय, भण्डार, लेखा एवं अन्य अनुभागों को भेजे जाने वाले पत्र, यथासंभव द्विभाषा में जारी किए जाते हैं। हिंदी में प्राप्त पत्रों के उत्तर हिंदी में दिये जाते हैं।

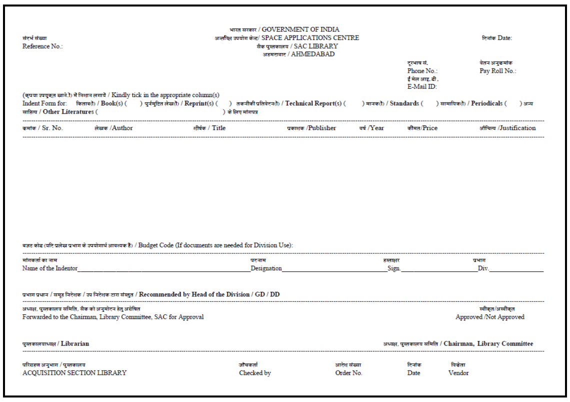
(6) पुस्तकालय समिति बैठक, स्टाफ बैठकों आदि हिंदी में संचालित की जाती हैं।


पृष्ठ सं./ Page No. 30 के द्वारा माल सौंपा गया

Delivered by

दिनांक Date	क्रम संख्या No.	अंतर्वस्तु Contents	नाम और पता Name and Address	प्राप्त के हस्ताक्षर Receiver's Sgnature
09/10/14	39	बिल - 0303T20 FM302 Rs 14331	लेखा अधिकारी बिल स्थानीय बिल, सैक (20-65)	09.10.14
10/10/14	40 ①	उप-निदेशक कार्यालय के लिए लोकप्रिय पत्रिकाएँ	① आर. एस. आचार्य प्रशासनिक अधिकारी (34-02)	
	②	"	② साजी ए. कुरियाकोस सेडा (38-53)	
	③	"	वी. एन. पारेख (3632/3620)	
	④	"	डा. आर. के. सारंगी (43-02)	

चित्र 9 - परिग्रहण हेतु मांग पत्र


भारत सरकार / GOVERNMENT OF INDIA
अन्तरिक्ष उपयोग केन्द्र/ SPACE APPLICATIONS CENTRE
सैक पुस्तकालय / SAC LIBRARY
अहमदाबाद / AHMEDABAD

संदर्भ संख्या Reference No.: दिनांक Date:

दूरभाष सं. Phone No.: वेतन अनुक्रमांक Pay Roll No.:
ई मेल आइ.डी. E-Mail ID:

(कृपया उपयुक्त खाने में निशान लगायें / Kindly tick in the appropriate column(s)
Indent Form for: किताब(ें) / Book(s) ( ) पुर्नमुद्रित लेख(ों) / Reprint(s) ( ) तकनीकी प्रतिवेदन(ों) / Technical Report(s) ( ) मानक(ों) / Standards ( ) सामयिक(ों) / Periodicals ( ) अन्य साहित्य / Other Literatures ( ) के लिए मांगपत्र

क्रमांक / Sr. No.	लेखक /Author	शीर्षक / Title	प्रकाशक /Publisher	वर्ष /Year	कीमत/Price	औचित्य /Justification

बजट कोड (यदि प्रलेख प्रभाग के उपयोगार्थ आवश्यक है) / Budget Code (If documents are needed for Division Use):

मांगकर्ता का नाम Name of the Indentor ______ पदनाम Designation ______ हस्ताक्षर Sign ______ प्रभाग Div. ______

प्रभाग प्रधान / समूह निदेशक / उप निदेशक द्वारा संस्तुत / Recommended by Head of the Division / GD / DD

अध्यक्ष, पुस्तकालय समिति, सैक को अनुमोदन हेतु अग्रेषित Forwarded to the Chairman, Library Committee, SAC for Approval — स्वीकृत/अस्वीकृत Approved /Not Approved

पुस्तकालयाध्यक्ष / Librarian — अध्यक्ष, पुस्तकालय समिति / Chairman, Library Committee

परिग्रहण अनुभाग / पुस्तकालय ACQUISITION SECTION LIBRARY — जाँचकर्ता Checked by — आदेश संख्या Order No. — दिनांक Date — विक्रेता Vendor

चित्र 10 – अनुचर पुस्तिका

निष्कर्ष: सूचना प्रौद्योगिकी ने पुस्तकालयों के कार्य-कलापों को बहुत प्रभावित किया है, परंतु इसके पुस्तकालय में अनुप्रयोग के प्रारम्भिक वर्षों में, चूँकि विभिन्न सॉफ्टवेयर मात्र अंग्रेजी-सहयोगी थे, अतः पुस्तकालयीन कार्यों में राजभाषा का प्रयोग हस्तलिखित या अन्य मानव-निष्पादित कार्यों तक ही सीमित रहा। पर सूचना प्रौद्योगिकी के विकास, इसके यूनीकोड के समर्थन, फोनेटिक कीबोर्ड एवं अन्य आसान इन्पुट सहायक सॉफ्टवेयरों की उपलब्धता ने राजभाषा के तकनीकी कार्यों में समावेश का सुनहरा अवसर उपलब्ध कराया है, और इनके अनुप्रयोग से सैक पुस्तकालय भी “जन-सुविधा” को “जन-सुलभ” बनाने के अपने लक्ष्य की पूर्ति में एक स्तर तक पहुंचा है, और अनवरत प्रयासरत है।

धन्यवाद ज्ञापन: लेखक पुस्तकालय के समस्त कर्मियों के प्रति आभार व्यक्त करते हैं, जिनके सतत प्रयासों से ही पुस्तकालय राजभाषा क्रियान्वयन के अपने लक्ष्यों की पूर्तिकर पा रहा है। इस लेख को लिखने और प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति और हिंदी कक्ष का भी आभार।

संदर्भ

1. परिग्रहण पंजिका (1965-1975), इस्केस पुस्तकालय, अहमदाबाद।

2. फॉक्स, स्टीव. पुस्तकालयों का नया अवतार!. *स्पैन*, जनवरी / फरवरी 2015. http://span.state.gov/hi/node/8665, से 07/03/2015 को अभिगामित।

****

अंतरिक्ष विभाग की वेबसाइटों में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग

सोनू जैन, कनिष्ठ हिंदी अनुवादक
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र

सारः

विश्व पटल पर भारत एक अंतरिक्ष शक्ति के रूप में स्थापित हो चुका है। अपनी स्वदेशी तकनीकियों और नवीनतम मिशनों के कारण भारत की दक्षता और लागत प्रभावशीलता के सभी कायल हुए हैं। अंतरिक्ष विभाग के तहत कार्यरत भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन भारत सरकार से वित्तपोषित एवं नियंत्रणाधीन वैज्ञानिक संस्थान है। संघ सरकार की राजभाषा नीति के अनुपालन में विभिन्न गतिविधियों का संचालन इस संगठन की भी जिम्मेदारी है, जिसे न केवल इस संगठन ने बखूबी निभाया है अपितु राजभाषा के प्रगामी प्रयोगों के क्षेत्र में अपेक्षा से अधिक नवाचारयुक्त कार्य संपन्न किए हैं। इस आलेख में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी के नवाचारयुक्त प्रगामी प्रयोगों पर प्रकाश डाला गया है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग को तीन चरणों के संदर्भ में देखा जा सकता है। अंतरिक्ष विषयक अध्ययन अध्यापन कार्य हिंदी में किया जाना, विश्लेषण, अनुसंधान एवं विकास कार्यों में हिंदी का प्रयोग किया जाना और विकसित प्रौद्योगिकियों की आम जनता तक पहुँच सुलभ बनाने के लिए प्रसार की भाषा के रूप में राजभाषा के प्रयोग का आग्रह रखना।

प्रस्तावनाः

यदि हम निकट भूतकाल पर दृष्टिपात करें तो पाएंगे कि मात्र 65 वर्ष पूर्व ही भारत सरकार ने यह निर्णय लिया कि भारत को सूत्र में पिरोने के लिए हिंदी की सर्वस्वीकार्यता के लिए कार्य करने की आवश्यकता है। जिसकी संविधान के भाग 17 में अनुच्छेद 343 से 351 में रूपरेखा परिकल्पित की गई। तत्पश्चात् इस संवेदनशील मुद्दे पर 1963 में राजभाषा अधिनियम और 1976 में राजभाषा नियम निबद्ध किए गए। भाषा के जटिल प्रश्न के समाधान के लिए 1975 में राजभाषा विभाग की स्थापना की गई।

केंद्रीय हिंदी निदेशालय, वैज्ञानिक तकनीकी शब्दावली आयोग, केंद्रीय हिंदी प्रशिक्षण संस्थान, आदि जैसी अनेक संस्थाओं को राजभाषा के विकास एवं विस्तारीकरण के लिए कार्यरत किया गया। इन सब प्रयासों के बावजूद यह मान्यता दृढ़ बनी हुई है कि वैज्ञानिक और तकनीकी विषयों के लिए माध्यम के रूप में अंग्रेजी ही एकमात्र उपयुक्त विकल्प है। इस दृढ़ मान्यता के विपरीत पिछले कुछ समय में अंतरिक्ष प्रोद्यौगिकी के क्षेत्र में मानसिक स्तर पर अनेक परिवर्तन देखने में आए हैं जिनसे यह प्रतीत होता है कि वह दिन दूर नहीं जब हिंदी इस क्षेत्र में एक सशक्त माध्यम भाषा के रूप में उभरकर सामने आएगी। अंतरिक्ष विभाग और भारतीय अनुसंधान संगठन के केंद्र/यूनिटों में अंतरिक्षोन्मुखी स्वदेशी तकनीकियों का विकास कार्य लंबे समय से होता चला आ रहा है अब इसमें एक धारा और जुड़ती दिखाई दे रही है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग।

अंतरिक्ष अनुप्रयोगों में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग:

भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम के जनक विक्रम साराभाई की परिकल्पना थी कि अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी का दोहन सामाजिक हित में किया जाना चाहिए, इसी परिकल्पना को ध्येय बनाकर भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम ने अनेक विकास चरण पूर्ण किए आज विश्वपटल पर अंतरिक्ष के असैन्य/नागरिक उपयोग के क्षेत्र में कोई संस्था अग्रणी है तो वह है भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन। भुवन, साकार, आदि अनेक अनुप्रयोगों के नाम हिंदी में रखे जा रहे हैं। ऐसे प्रयास किए जा रहे हैं कि अधिक से अधिक हिंदी के प्रयोग के माध्यम से जनसामान्य तक अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी की पहुँच सुनिश्चित की जा सके।

अंतरिक्ष विभाग/इसरो की वेबसाइटों का समानांनतर हिंदी रूपांतरणः

भारत सरकार की ओर से कड़े निर्देश हैं कि संघ सरकार से वित्तपोषित एवं उसके नियंत्रण के अधीन सभी संगठनों, निगमों, कार्यालयों तथा संस्थाओं की वेबसाइटें नियमानुसार द्विभाषी होनी चाहिए। संसदीय समिति समय समय पर अपने निरीक्षण दौरों के दौरान कंप्यूटर आधारित अनुप्रयोगों की हिंदी में उपलब्धता पर विशेष बल देती जाता है।

प्रधानमंत्री कार्यालय ने भी इस संबंध में कड़ा रुख अपनाते हुए निर्देश जारी किए हैं कि वेबसाइटों पर अंग्रेजी और हिंदी अद्यतनीकरण साथ-साथ किया जाए।

अंतरिक्ष विभाग/इसरो के केंद्र/यूनिटों की सभी इंटरनेट वेबसाइटों को द्विभाषी रूप में अद्यतित रखा जाता है। अंतरिक्ष विभाग / इसरो की स्वतंत्र वेबसाइट के अतिरिक्त इसके अधीन कार्यरत विभिन्न केंद्र/ यूनिटों की स्वतंत्र वेबसाइटें भी हैं। कुछ केंद्र/यूनिटों का मुखपृष्ठ का हिंदी संस्करण नीचे दर्शाया जा रहा है: –

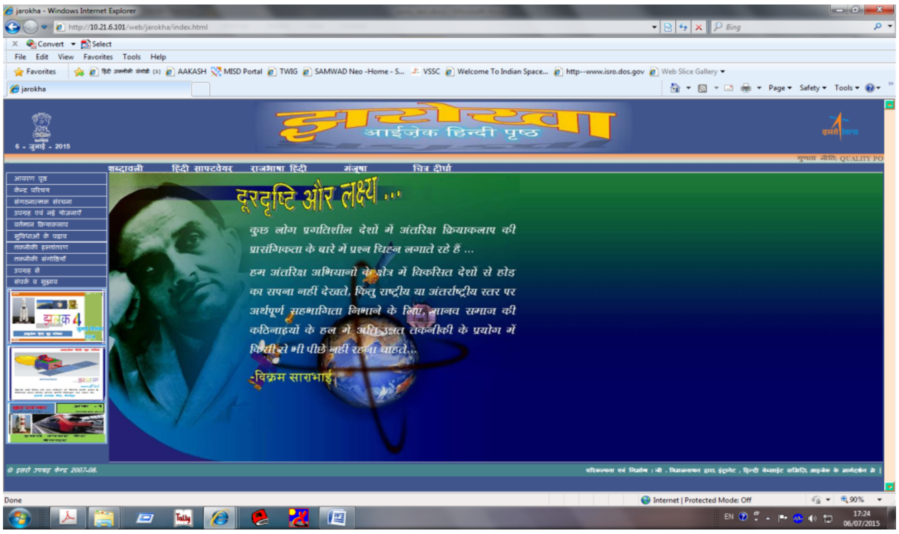
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन की वेबसाइटः

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र की वेबसाइट

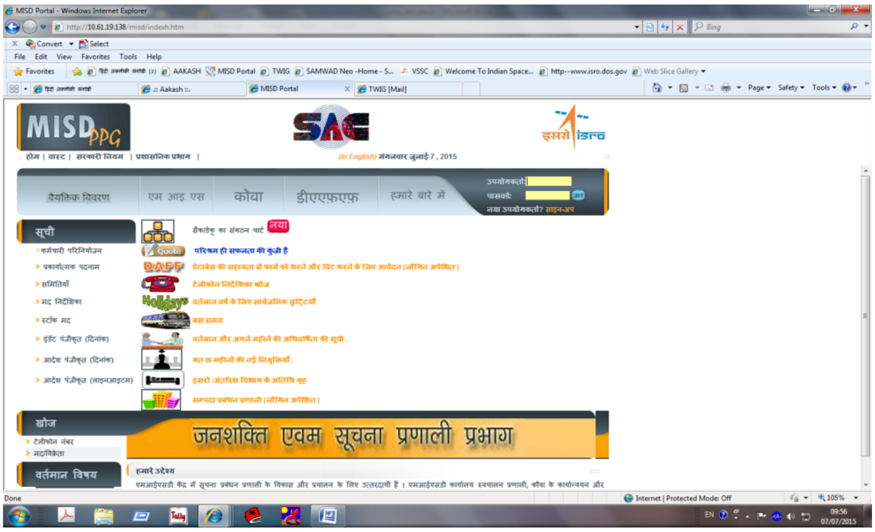
इस्ट्रैक की वेबसाइट

कुछ केंद्र/यूनिट एक कदम और आगे बढ़कर अपने केंद्र की इंट्रानेट वेबसाइटों और अनुप्रयोगों को भी द्विभाषी रूप में अद्यतित रखने का प्रयासकर रहें हैं। इसके केंद्र/यूनिटों के अधिकारियों/कर्मचारियों के अंदर भी राजभाषा के प्रति सजगता का माहौल तैयार होता है। कुछ केंद्र/ यूनिटों की इंट्रानेट वेबसाइटों/ अनुप्रयोगों को नीचे दर्शाया जा रहा है:

आईजेक की इंट्रानेट वेबसाइट:



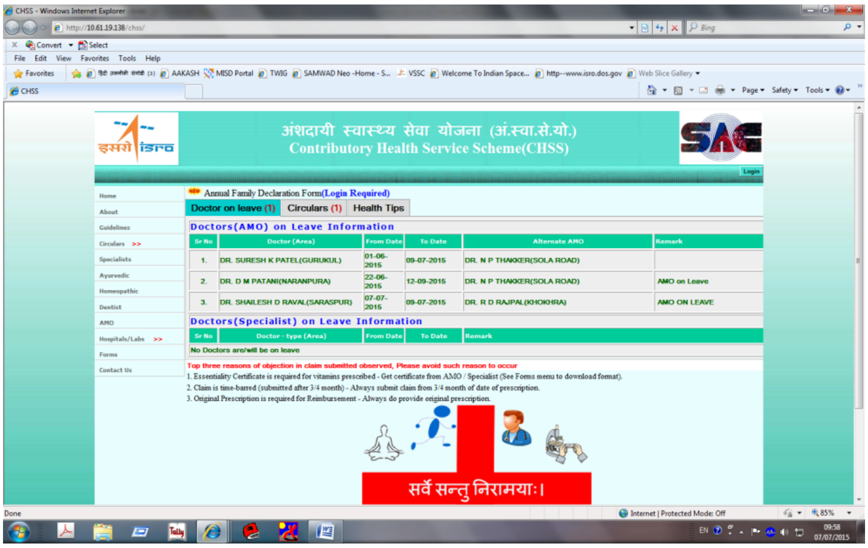
सैक की एमआईएसडी वेबसाइट



सैक की कैंटीन प्रबंधन हेतु इंट्रानेट वेबसाइट अक्षयपात्र

सैक की आकस्मिक अवकाश प्रबंधन हेतु सीएलवर्कफ़्लो एप्लीकेशन

सैक की अंशदायी स्वास्थ्य सेवा योजना प्रबंधन हेतु अनुप्रयोग



भारत सरकार के निर्देशानुसार विकसित अनुभव अनुप्रयोग

अंतरिक्ष मिशनों के भारतीय नाम:

संसदीय राजभाषा समिति की रिपोर्ट के आधार पर भारत के राष्ट्रपति के अनुमोदन पर निदेश जारी किए गए जिसमें इस बात पर बल दिया गया है कि संघ सरकार के नियंत्रण के अधीन सभी संगठन/निगम/कार्यालयों के भारतीय नाम रखे जाएं। इस संबंध में अंतरिक्ष विभाग की पहल अभूतपूर्व रही है। प्रथम भारतीय उपग्रह का नाम आर्यभट्ट रखा गया उसके बाद भास्कर, रोहिणी, कल्पना, चंद्रयान, मंगलयान, आदित्य, आदि कई नाम इसमें जुड़ते जा रहे हैं। यह अंतरिक्ष से जुड़ी गतिविधियों में संघ की राजभाषा हिंदी के सशक्त प्रगामी प्रयोग का सुस्पष्ट उदाहरण है। अभी भी इस दिशा में और अधिक प्रयासों की आवश्यकता दिखाई देती है। अधिकतर मिशनों और उपग्रहों तथा रॉकेटों के नाम व्याख्यात्मक हैं इन्हें सुसंबद्ध भारतीय नाम देकर भारतीय शब्दों को विश्व स्तर पर लोकप्रिय बनाया जा सकता है।

उपयोगिता की दृष्टि से अधिक प्रयासों की आवश्यकताः

जैसा कि जन सामान्य के लिए अंतरिक्ष से जुड़ी प्रौद्योगिकी का उपयोग हमारा मूल ध्येय रहा है, इसलिए यह आवश्यक हो जाता है कि अंतरिक्ष से जुड़ी जानकारियां तथा अनुप्रयोगों में शत-प्रतिशत हिंदी का प्रयोग भी किया जाए। अन्यथा हम कड़ी मेहनत से हासिल की गई उपलब्धियों को मात्र अंग्रेजी भाषा में उपलब्ध कराकर संतुष्ट बने रहेंगे और आम जनता हमारी मेहनत से अपेक्षित लाभ नहीं उठा सकेगी। अतः जब भी कोई सामाजिक उपयोग की दृष्टि से किसी वेबसाइट/अनुप्रयोग/सुविधा का विकास किया जाए तो इस बात का ध्यान रखा जाए कि उसमें राजभाषा का प्रयोग अनिवार्य रूप से किया जाए।

उपसंहारः

अंतरिक्ष विशाल है उसका दोहनकर हम मानव कल्याण के लिए अनेक सुविधाओं का सृजनकर सकते हैं और विगत वर्षों में किया भी है, लेकिन जनसामान्य की भाषा में इन सुविधाओं का प्रसार एवं निर्माण न होने से अपेक्षित लाभ नहीं मिल पा रहा है। हालांकि इस दिशा में अनेक प्रयास हुए हैं और प्रगतिशील ढंग से राजभाषा का उपयोग बढ़ा है लेकिन कहीं न कहीं हम व्यापक जनमानस से सीधे जुड़ने में उतने सफल नहीं हुए हैं। क्योंकि अंग्रेजी में विकसित अनुप्रयोगों तक उनकी सीधी पहुँच नहीं होती। उन्हें किसी एजेंसी (जो मात्र भाषांतर/विवाचक की भूमिका निभाती है) के माध्यम से इनका उपयोग समझाया जाता है। आज आवश्यक है कि हम कृत संकल्प हों और जनसामान्य की भाषा का उपयोग निरपवाद रूप से करें। निश्चित अंतरिक्ष वरदान है और इससे व्यापक पैमाने पर जनकल्याण कार्य किए जा सकते हैं, बस भाषा की गहरी खाई ने हमें जनकल्याण से रोक रखा है।

।।इति।।

अंतरिक्ष अनुप्रयोग के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी के बढ़ते कदम

कमलेश कुमार बराया
4425, तापीय अभियांत्रिकी प्रभाग
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (इसरो)
अहमदाबाद-380015
दूरभाषः 079-26914425
ई-मेलः kkbaraya@sac.isro.gov.in

प्रस्तावना

विश्व में हमारे देश की पहचान हमारी विविधताएं हैं। धार्मिक, सामाजिक, सांस्कृतिक, भाषाई एवं भौगोलिक विविधताओं को एक सूत्र में बांधे रखने में हिंदी भाषा की महत्वपूर्ण भूमिका है। महान स्वतंत्रता सेनानी केशव चन्द्र सेन के अनुसार अपनी बात को इस देश में आखिरी व्यक्ति तक पहुंचाने का सरलतम मार्ग हिंदी ही है। क्योंकि हिंदी भारत के आमजन की आत्मा में बसती है। हमारे देश के अधिकतर लोग हिंदी भाषा के जानकार हैं। हिंदी हमारे देश के जन-जन की भाषा है। इसलिए, अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के लाभों को आमजन तक पहुंचाने में हिंदी भाषा की भूमिका महत्वपूर्ण है। हिंदी, हमारे देश के बहुसंख्यक लोगों की भाषा होने के कारण यह संपर्क भाषा के रूप में भी सबसे उपयुक्त भाषा मानी गई है। हिंदी हमारे देश के इतिहास, संस्कृति, भूगोल एवं जीवन जीने के तरीके से जुड़ी हुई है। हिंदी ही हमारे देश की सामासिक संस्कृति के तत्वों को अभिव्यक्त करने का श्रेष्ठ माध्यम बन सकती है। यह भाषा हमारी पहचान है। इसलिए जन-जन तक पहुंच बनाने के लिए हिंदी ही श्रेष्ठ है। संविधान निर्माताओं ने हिंदी के इस महत्व को स्वीकारते हुए हिंदी को संविधान में राजभाषा का स्थान दिया है।

विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी की अनेक शाखाएं हैं तथा मानव के लिए सभी शाखाएं समान रूप से महत्वपूर्ण हैं। लेकिन अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी का मानव मस्तिष्क में एक विशेष स्थान होता है। प्रायः सभी लोगों को अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के प्रति विशेष आकर्षण एवं कौतुहल होता है। आमजन अंतरिक्ष को एक रहस्य एवं रोमांच के रूप में देखता है। अंतरिक्ष की विशालता एवं जटिलताएं आमजन की कल्पना से बाहर होना भी इसका एक कारण है। एक आमजन अंतरिक्ष एवं संबंधित ज्ञान को अपनी पहुंच से बाहर समझता है लेकिन अंतरिक्ष के प्रति उसकी जिज्ञासा हमेंशा बनी रहती है। इसलिए आमजन में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के प्रति जागरूकता विकसित करने के लिए अंतरिक्ष विज्ञान सबसे प्रभावशाली विषय सिद्ध हो सकता है। विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के विकास ने अंतरिक्ष में मानव की पहुंच को संभवकर दिया है और वह दिन दूर नहीं है जब आमजन के लिए भी अंतरिक्ष में पहुंच सुगम हो जाएगी। इसलिए लोगों में विज्ञान के प्रति जागरूकता बढ़ाने एवं वैज्ञानिक सोच को विकसित करने के लिए अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी से जुड़े लोगों की जिम्मेदारी और अधिक हो जाती है। अगर अंतरिक्ष के ज्ञान एवं लाभों का प्रचार एवं प्रसार आमजन की भाषा में हो तो उसका प्रभाव कई गुना अधिक हो जाता है। हिंदी आमजन की भाषा होने के कारण भारत के अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी की भूमिका अधिक महत्वपूर्ण हो जाती है।

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी

संविधान के अनुच्छेद 343 के अनुसार हिंदी को भारत संघ की राजभाषा के रूप में मान्यता दी गई है। संविधान के अनुच्छेद 351 के अनुसार भारत सरकार का यह दायित्व है कि वह सरकारी काम-काज में हिंदी के प्रयोग को बढ़ाए तथा उसका विकास करे जिससे हमारे देश में हिंदी भाषा को वह स्थान प्राप्त हो सके जिसकी वह हकदार है। इसकार्य के लिए गृह मंत्रालय के स्वतंत्र विभाग के रूप में जून 1975 में राजभाषा विभाग की स्थापना की गई। तभी से यह विभाग सरकारी कार्यों में हिंदी के प्रगामी प्रयोगों के लिए प्रयासकर रहा है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी के प्रयोग को बढ़ाने के लिए कई योजनाएं एवं कार्यक्रम बनाए गए हैं। हमारे देश में अंतरिक्ष विज्ञान, प्रौद्योगिकी एवं अंतरिक्ष के अनुप्रयोगों से संबंधित कार्य अंतरिक्ष विभाग के कार्य क्षेत्र के अंतर्गत आते हैं। इसलिए अंतरिक्ष विभाग के सभी केन्द्रों में राजभाषा अनुभागों की स्थापना की गई है। ये अनुभाग अंतरिक्ष विभाग में हिंदी के प्रयोगों को बढ़ाने के लिए विभिन्न कार्यक्रमों का संचालन एवं समन्वय करते हैं। विभाग के केन्द्रों एवं इकाइयों में राजभाषा कार्यान्वयन समितियों का भी गठन किया जाता है। ये समितियां केन्द्रों में काम-काज में हिंदी के प्रयोग को बढ़ाने के लिए आवश्यक मार्ग दर्शन प्रदान करती हैं। अंतरिक्ष विभाग के केन्द्रों में हिंदी के प्रगामी प्रयोगों के लिए कई कार्यक्रमों का संचालन किया जाता है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी के कुछ मुख्य प्रयोगों का विवरण आगे दिया जा रहा है।

हिंदी में तकनीकी संगोष्ठियां

अंतरिक्ष विभाग के विभिन्न केन्द्रों एवं इकाइयों में प्रतिवर्ष हिंदी तकनीकी संगोष्ठियों का आयोजन किया जाता है। प्रत्येक वर्ष एक केंद्र में अंतरकेन्द्रीय स्तर की संगोष्ठी का भी आयोजन किया जाता है। इन संगोष्ठियों में अंतरिक्ष के कार्यों से जुड़े वैज्ञानिक एवं अभियंता अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी से संबंधित विकास एवं अनुसंधान के कार्यों पर हिंदी में लिखे लेखों की प्रस्तुति करते हैं। इन संगोष्ठियों के माध्यम से वैज्ञानिक अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के अद्यतन क्षेत्रों में कार्य और अपने अनुभवों के बारे में हिंदी में चर्चा करते हैं तथा हिंदी भाषा के माध्यम से ज्ञान का आदान प्रदान करते हैं। इन संगोष्ठियों के सफल आयोजनों ने यह सिद्धकर दिखाया है कि अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के जटिल एवं अद्यतन क्षेत्रों में भी हिंदी में कार्य किया जा सकता है। ऐसा देखा जा सकता है कि वर्ष दर वर्ष इन संगोष्ठियों में प्रस्तुत लेखों की गुणवत्ता में आशातीत वृद्धि हो रही है। इन संगोष्ठियों के आयोजन से अंतरिक्ष विभाग के अतिरिक्त आमजन एवं शोध छात्रों को भी अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में किए जा रहे कार्यों के बारे में जानकारी प्राप्त होती है।

हिंदी में पुस्तक लेखन

अंतरिक्ष विभाग ने हिंदी में मौलिक पुस्तक लेखन को प्रोत्साहित करने के लिए एक पुरस्कार योजना शुरू की है। हिंदी में वैज्ञानिक एवं तकनीकी विषयों पर मौलिक पुस्तकों के लेखन को प्रोत्साहित करने के लिए यह एक अच्छी शुरुआत है। भारत सरकार के राजभाषा विभाग के द्वारा भी हिंदी में मौलिक पुस्तक लेखन के लिए प्रोत्साहन योजनाएं चल रही हैं। अंतरिक्ष विभाग के कई वैज्ञानिकों ने तकनीकी विषयों पर लोकप्रिय पुस्तकें लिखी हैं। ऐसी पुस्तकें आमजनों के साथ-साथ अंतरिक्ष वैज्ञानिकों के लिए भी उपयोगी होती हैं।

हिंदी पत्रिकाएं

अंतरिक्ष विभाग के विभिन्न केन्द्रों द्वारा हिंदी में गृह पत्रिकाओं का प्रकाशन किया जाता है। ये पत्रिकाएं अंतरिक्ष विभाग के वैज्ञानिकों की वैज्ञानिक अभिव्यक्ति के साथ-साथ साहित्यिक अभिव्यक्ति के लिए भी मंच प्रदान करती है।

अंतरिक्ष परियोजनाओं से संबंधित बैठकों में हिंदी का प्रयोग

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी एक ऐसा अंतर-विषयक क्षेत्र है जहां विभिन्न विषयों में कार्य कर रहे वैज्ञानिकों एवं अभियंताओं की सहभागिता से ही कोई परियोजना सफल हो सकती है। इसलिए तकनीकी चर्चाओं के लिए बैठकों का आयोजन दैनिक कार्य का अनिवार्य अंग होता है। ऐसी बैठकों में अंतरिक्ष वैज्ञानिक तकनीकी चर्चाओं के लिए हिंदी का प्रयोग अधिक करने लगे हैं। ऐसा भी देखा गया है कि हिंदीतर क्षेत्रों के लोग भी हिंदी का अच्छा प्रयोगकर लेते हैं। इन बैठकों में भाग लेने वाले प्रतिभागी विभिन्न विषयों के विशेषज्ञ ही नहीं होते हैं बल्कि वे विभिन्न भाषाई क्षेत्रों के लोग होते हैं। भिन्न-भिन्न प्रांतों के लोग परस्पर हिंदी में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के अद्यतन विषयों पर चर्चा करते हैं। इस तरह अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी हमारे देश की विविधताओं को भी एकसूत्र में बांधे रखने का कार्य कर रही है।

हिंदी माह

अंतरिक्ष विभाग के विभिन्न केन्द्रों एवं इकाइयों में प्रत्येक वर्ष सितंबर माह के दौरान हिंदी माह/पखवाड़ा का आयोजन किया जाता है। हिंदी माह/पखवाड़ा के दौरान विविध प्रतियोगिताओं का आयोजन किया जाता है इन प्रतियोगिताओं में प्रतिभागियों के हिंदी भाषा के ज्ञान का मूल्यांकन तो होता ही है इसके अतिरिक्त ये मनोरंजक एवं ज्ञानप्रद होती है। इन प्रतियोगिताओं में वैज्ञानिक/अभियंता एवं अन्य कर्मचारी उत्साह के साथ भाग लेते हैं। ये आयोजन अंतरिक्ष विभाग के कार्यालयों में वातावरण को हिंदीमय बनाने में अत्यंत सहायक होते हैं जिससे हिंदी के प्रयोग को बढ़ावा मिलता है।

हिंदी में वेबसाइटें

हिंदी के प्रयोग को बढ़ाने के लिए अंतरिक्ष विभाग से संबंधित वेबसाइटों के हिंदी संस्करण भी विकसितकर लिए गए हैं। इन वेबसाइटों के माध्यम से अंतरिक्ष वैज्ञानिकों के अतिरिक्त अन्य कर्मचारियों एवं देश के आमजनों को भी अंतरिक्ष संबंधित गतिविधियों के बारे में हिंदी में जानकारी मिल रही है।

तकनीकी प्रभागों एवं अनुभागों के हिंदी में कार्य करने के लिए प्रोत्साहन

सैक/डेकू की ओर से इसके विभिन्न तकनीकी प्रभागों एव अनुभागों में हिंदी में दैनिक कार्य करने के लिए प्रोत्साहन योजना चल रही है। इस योजना से अंतरिक्ष वैज्ञानिकों एवं अभियंताओं को तकनीकी कार्य हिंदी में करने के लिए प्रोत्साहन मिलता है।

हिंदी में वीडियों कार्यक्रमों का निर्माण

अंतरिक्ष विज्ञान एवं अंतरिक्ष संबंधित गतिविधियों की जानकारियों को विद्यार्थियों एवं आमजन के मध्य पहुंचाने के लिए अंतरिक्ष विभाग द्वारा वीडियों कार्यक्रमों का निर्माण किया जाता है।

उपग्रह प्रक्षेपण कार्यक्रमों का हिंदी में प्रसारण

अंतरिक्ष विभाग द्वारा उपग्रह प्रक्षेपण के कार्यक्रमों का सीधा प्रसारण हिंदी में भी किया जाता है। ऐसे प्रसारणों सें अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी से संबंधित गतिविधियों की हिंदी में प्रत्यक्ष जानकारी प्राप्त हो जाती है।

हिंदी में प्रशिक्षण एवं कार्यशालाएं

अंतरिक्ष विभाग के कार्यालयों में हिंदी अनुभागों द्वारा हिंदी में कार्यसाधक ज्ञान न रखने वाले कर्मचारियों के लिए तीन पाठ्यक्रमों प्रबोध, प्रवीण एवं प्राज्ञ हेतु कक्षाओं का संचालन किया जाता है। हिंदी अनुभागों द्वारा कार्यशालाओं का भी आयोजन किया जाता है जिनमें कर्मचारियों को हिंदी का प्रायोगिक प्रशिक्षण दिया जाता है।

हिंदी में कम्प्यूटर के प्रयोग - टंकण एवं अनुवाद

सूचना प्रौद्योगिकी एवं कम्प्यूटर के उपयोग से अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी का प्रयोग सुगम हो गया है। माइक्रोसॉफ्ट विंड़ोज में हिंदी के यूनीकोड़ फोन्ट्स की उपलब्धता से कम्प्यूटर पर हिंदी में टंकण आसान हो गया है। हिंदी अनुभागों द्वारा कम्प्यूटर पर हिंदी में टंकण के प्रशिक्षण की भी व्यवस्था की जाती है। इंटरनेट पर हिंदी अनुवाद के लिए विभिन्न सॉफ्टवेयर उपलब्ध हो गए हैं, इनकी मदद से तकनीकी विषयों पर लेखन कार्य हिंदी में आसानी से किया जा सकता है। इंटरनेट पर हिंदी समानार्थी शब्द, अंग्रेजी-हिंदी रुपांतरण इत्यादि सुगमता से मिल जाते हैं। तकनीकी शब्दावली आयोग के माध्यम से विभिन्न तकनीकी एवं विज्ञान विषयों से संबंधित अंग्रेजी-हिंदी तकनीकी शब्दावलियां इंटरनेट के माध्यम से सुगमता से डाउनलोड की जा सकती हैं। ये शब्दावलियां हिंदी में तकनीकी लेखन के लिए बहुत उपयोगी सिद्ध होती हैं।

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी के प्रयोगों को बढ़ाने के सुझाव

स्वतंत्रता के छः दशक बीत जाने के बाद भी हमें हिंदी के प्रयोग को बढ़ाने के लिए विशेष कार्यक्रमों का आयोजन करना पड़ता है अब हमें ऐसी मानसिकता बनानी चाहिए कि हिंदी के इन विशिष्ट कार्यक्रमों के अतिरिक्त नियमित क्रिया कलापों में भी हिंदी को वही जगह मिले जो वर्तमान में अंग्रेजी को मिली हुई है। इस दिशा में आगे बढ़ने के लिए कुछ सुझाव दिये जा रहे हैं।

- नियमित कार्यों से संबंधित तकनीकी प्रतिवेदनों को हिंदी में तैयार करना
- अंतरिक्ष विभाग में उपयोग में किए जा रहे तकनीकी एवं प्रशासनिक कार्यों से संबंधित अधिक से अधिक सॉफ्टवेयरों के उपयोग को द्विभाषी बनाना
- अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी से संबंधित विषयों पर हिंदी में पत्रिकाओं का प्रकाशन
- अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी से संबंधित विषयों पर वर्ष में कम से कम एक बार अंतरिक्ष विभाग के किसी भी एक केंद्र या इकाई में राष्ट्रीय या अंतर्राष्ट्रीय स्तर की संगोष्ठी एवं सम्मेलन का हिंदी में आयोजन।
- कार्यालयों में नियमित तकनीकी कार्यों से संबंधित बैठकों के कार्यवृत्त के विवरणों को हिंदी भाषा में भी तैयार करने के लिए प्रोत्साहन
- हिंदी में अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी से संबंधित विषयों पर आधारित व्याख्यानमालाओं का नियमित आयोजन
- अनुभागों एवं प्रभागों में तकनीकी कार्यों को हिंदी में करने के लिए योजना को अधिक आकर्षक बनाना चाहिए जिससे वैज्ञानिक तकनीकी कार्य हिंदी में करने के लिए आसानी से प्रेरित हो सके।

प्रथम दृष्टि में उपर्युक्त सुझाव सपनों की तरह अव्यवहारिक भी प्रतीत हो सकते हैं, लेकिन हमें यह याद रखना चाहिए कि अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हमने जो सफलताएं अर्जित की हैं वे भी कुछ दशकों पहले सपनों के रूप में ही थी।

हमारे देश के अंतरिक्ष वैज्ञानिकों ने यह कई बार सिद्धकर दिखाया है कि वे सपनों को मूर्त रूप देने की क्षमताएं रखते हैं। इसलिए हमारे वैज्ञानिक हिंदी भाषा को भी सफलता की नई ऊंचाईयों तक पहुंचा सकते हैं, इसमें हमें कोई संदेह नहीं रखना चाहिए। इसकार्य को करने में हमें हमारी क्षमताओं में कोई संदेह नहीं है अगर जरूरत है तो इच्छा शक्ति और प्रोत्साहन की।

हम अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में विश्व के अग्रणी देशों की श्रेणी में पहुंच गए हैं। अब हमें देश के जन-जन के जीवन स्तर को भी ऊंचा उठाना है। हिंदी भाषा के द्वारा विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के ज्ञान एवं लाभों को अधिकतम लोगों तक सुगमता से पहुंचाया जा सकता है। जिससे हमारे देश के लोगों की समस्याएं जैसे अशिक्षा, गरीबी, पिछड़ापन इत्यादि को दूर करने में मदद मिलेगी। हमें पूर्ण विश्वास है कि भारत में अंतरिक्ष कार्यक्रम के जनक डॉ. विक्रम साराभाई के सपनों को और आगे ले जाने में हमारी राजभाषा हिंदी की महत्वपूर्ण भूमिका होगी।

आभारः मैं, श्री पी.जे. सोनी, समूह निदेशक, संरचना एवं तापीय समूह एवं श्री ए. एम. झा, उपनिदेशक, यांत्रिकी अभियांत्रिकी तंत्र क्षेत्र, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद का आभारी हूं, जिन्होंने हिंदी में कार्य करने के लिए हमेंशा प्रोत्साहित किया है। मैं, श्री बी.आर. राजपूत, वरिष्ठ हिंदी अधिकारी एवं हिंदी अनुभाग के सदस्यों का भी आभारी हूं, जिनके सहयोग से यह कार्य सम्पन्न हो सका है।

***

अंतरिक्ष अनुप्रयोग के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग

राजभाषा हिंदी के प्रचार एवं प्रसार में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र की महती भूमिका

दिनेश कुमार अग्रवाल, किशोर डी वाघेला
ई एफ पी डी, सैक, अहमदाबाद
dinesh@sac.isro.gov.in
079-26914813/26914893

सारांश : इस लेख में लेखक ने अंतरिक्ष विभाग एवं सैक /डेकू में राजभाषा हिंदी के प्रगामी उपयोग के बारें में वर्णन किया है तथा राजभाषा के कार्यान्वियन के संबध में चर्चा की है। इस लेख में सैक /डेकू में हिंदी में होने वाली बेहतरीन गतिविधियों पर प्रकाश डाला गया है और राजभाषा के प्रचार प्रसार के लिए जितने कदम उठाए जा रहें हैं उसका विवरण दिया है। विभाग ने अंतरिक्ष विज्ञान में हिंदी के मूल लेखन को बढ़ावा देने हेतु एक समिति का गठनकर वैज्ञानिक और तकनीकी लेखन के लिए विभिन्न मापदंड एवं पुरस्कारों का निर्धारण किया है। सैक /डेकू, अंतरिक्ष विभाग का अग्रणी केंद्र है जिसमें राजभाषा को प्रभावी रूप से अपनाया जा रहा है।

संविधान में राजभाषा हिंदी के प्रावधानों के संदर्भ में विस्तार में जाएँ तो कार्य करने की इच्छा, कार्यान्वियन के लिए हिंदी में कार्य करने का ज्ञान अवश्यंभावी है। डा विक्रम साराभाई के सपने को साकार करते हुए भारतीय अंतरिक्ष अनुसन्धान संगठन के सभी केंद्र / यूनिट सामाजिक हित में भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम को बडी ऊंचाईयों पर ले जाने के लिए सतत प्रयासरत हैं। हम संचार, सुदुर, संवेदन, नौसंचालन, अंतर-ग्रहीय अभियान, आदि सभी अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के अनुसंधान एवं विकास से जुड़े हर क्षेत्र में तेजी से आगे बढ़ रहे हैं। संक्षेप में, उपयुक्त विचारों के साथ-साथ आधुनिक तकनीक, संगणक (Computer), इंटरनेट (Internet) पर उपलब्ध टूल एवं प्रबल इच्छाशक्ति की सहायता से राजभाषा के प्रचार- प्रसार को तीव्र गति प्रदान की जा सकती हैं।

1.0 प्रस्तावना: हमारे चारों ओर घटित हो रही घटनाओं के कारणों, प्रक्रियाओ और परिणामों का परिशुद्ध एवं व्यवस्थित ज्ञान ही विज्ञान कहलाता है। विज्ञान की अवधारणाओं का उपयोग करके मानव के कल्याण की दिशा में उपयोगी प्रणालियां या अवसंरचनाए विकसित करना तकनीकी पहलू है। 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 हैं कि इनको व्यवस्थित रूप से अभिव्यक्त करने के लिए शब्दों और संकेतों का उपयोग किया जाता है। विज्ञान और तकनीकी जैसे विषयों को परिशुद्ध बनाने में तो ये अभिव्यक्तियां सहायक हैं किन्तु जब इन मानक अभिव्यक्तियों का आधार कोई विदेशी, ऐतिहासिक, भौगोलिक और भाषाई परिपेक्ष्य हो तब ये विषय और अधिक जटिल प्रतीत होने लगते हैं।

विज्ञान एवं तकनीक की बारीकियों को व्यक्त करने के लिए अपना भाषाई, स्वदेशी, ऐतिहासिक, और भौगोलिक परिपेक्ष्य हो तो जटिलता को काफी हद तक कम किया जा सकता 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 संगोष्ठी, परिचर्चाओं आदि का आयोजन करें ताकि इनमें तकनीकी और वैज्ञानिक विषयों पर हिंदी में मौलिक लेखन को प्रोत्साहित किया जा सके। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन / अंतरिक्ष विभाग ने इस दिशा में पहल करते हुए अपने केंद्र / यूनिटों को उनमें चल रही वैज्ञानिक एवं तकनीकी अनुसंधान की विकास गतिविधियों से जुड़े विषयों पर हिंदी में संगोष्ठी आयोजित करने का उत्तरदायित्व सौंपा है। अंतरिक्ष उपयोग केंद्र तथा विकास एवं शैक्षणिक संचार यूनिट इस उत्तरदायित्व का बखूबी निर्वाहकर रहे हैं।

वर्तमान समय में अंतरिक्ष से संबंधित अनेक खोज एवं अन्वेषण कार्य चल रहे हैं जिनसे मानव को प्रकृति को समझने में मदद मिल रही है तथा इस ज्ञान के उपयोग से नित नये संसाधनों की रचना हो रही है। इन संसाधनों से मानवीय कार्य को दक्षता एवं सुविधाजनक रूप से पूर्ण करने में मदद मिल रही है। इन्हीं खोजों और आविष्कारों को अंतरिक्ष विभाग के वैज्ञानिक प्रतिवर्ष तकनीकी हिंदी सेमिनारों द्वारा राजभाषा में प्रस्तुत करते हैं। सभी केन्द्रों में इन संगोष्ठियों के आयोजन में प्रतिवर्ष प्रतिभागियों की संख्या के साथ-साथ लेखों की संख्या में भी उत्साहजनक वृद्धि देखी गई है।

"ऋग्वेद" के कथन "**ज्ञान सभी ओर से आए** को सार्थक करते हुए हिंदी ने विश्व की अनेक भाषाओं से हजारों शब्दों को आत्मसात किया है और यह प्रक्रिया जारी है, जिससे, भाषा समृद्ध होकर, शिक्षा में महत्वपूर्व भूमिका प्रदानकर रही है। आज इंटरनेट पर भी लिपि, फोंट, सामग्री इत्यादि का कोई प्रश्न नहीं है। हिंदी माध्यम में उच्च गुणवत्ता के काम करने वालों की संख्या में दिन – प्रतिदिन बढ़ोतरी हो रही है। विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में विश्व की प्राचीनकाल की उपलब्धियों से लेकर इस शताब्दी में प्राप्त महान सफलताओं की एक लम्बी और अनूठी परंपरा रही है। प्राचीन विश्व में विज्ञान, गणित, खगोलशास्त्र और दर्शनशास्त्र का अद्वितीय विकास हुआ। कालांतर में विश्व भर में विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी के माध्यम से आर्थिक और सामाजिक परिवर्तन आया। परंपरागत कुशलताओं को परिष्कृत करके तर्कसंगत एवं स्पर्धात्मक बनाने और विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी के मुख्य क्षेत्रों में अग्रिम क्षमताओं का विकास करने के प्रयास होते रहै।

2.0 राजभाषा एवं कार्यान्वयन: भारत सरकार की यह नीति रही है कि राजभाषा हिंदी को घर-घर तक पहुचाएं। अंतरिक्ष विभाग भी इस दिशा में पीछे नहीं रहा है। वैज्ञानिक एवं तकनीकी क्षेत्र में हिंदी को बढ़ावा देने के उद्देश्य से विभाग तथा इसके केंद्र एवं यूनिट कई कार्यक्रम आयोजित करते रहते हैं। प्रतिवर्ष हिंदी में तकनीकी विषयो पर संगोष्ठियां आयोजित करना, इनमें से एक है। इस प्रकार हम आम जनता तक अपने कार्यक्रमों को पहुंचाने का प्रयास करते हैं। बीते वर्षों में सैक /डेकू में संगोष्ठियों के विषय "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रमों में स्वदेशी उद्योगों एवं संस्थाओ का योगदान", अब यहाँ से कहाँ जायें हम ? अंतरग्रहीय मिशन, सामाजिक उत्थान के लिए अंतरिक्ष विज्ञान का योगदान, इत्यादि रखा गया था। समकालीन भारतीय परिदृश्य में ये विषय अत्यधिक प्रासंगिक एवं उपयोगी हैं। इसरो के अंतरिक्ष कार्यक्रम मूलत: जन कल्याण और सामाजिक उत्थान के लिए अंतरिक्ष के उपयोग से जुडे हुए हैं, साथ ही साथ विभाग ने अंतरिक्ष में उपयोगी हार्डवेयरों के विकास एवं निर्माण के लिए भारत के सार्वजनिक और निजी उद्योगों को अपना भागीदार बनाया। इससे भारतीय उद्योगों को तकनीकीगत एवं आर्थिक, दोनों प्रकार से संबल मिलता रहा है। इनसे संबंधित सेमिनार पुस्तिका, लेख संग्रह, विद्वानों द्वारा प्रस्तुतीकरण से तकनीकी साहित्य में काफी इजाफ़ा हुआ है।

2.1 लिपि विशेषता एवं राजभाषा कार्यान्वयन में सरलता:

हिंदी अपनी विशुद्ध वैज्ञानिक लिपि तथा अनुशासित भाषा के साथ सरल, बोधगम्य एवं बहुत कम समय में सीखी जा सकने वाली भाषा है। वेबसाइट पर उपलब्ध हिंदी पोर्टल, ऑनलाइन हिंदी शब्दावलियों की मदद से राजभाषा में सब कुछ संभव है। 'इंटरनेट' के माध्यम से देवनागरी में यांत्रिक सुविधाओं तथा नवीनतम द्विभाषी शब्द संसाधक प्रणाली का विकास हो रहा है। विंडोज पर आधारित देवनागरी फॉण्ट उपलब्ध हो रहे हैं जिससे हिंदी भाषा के विकास को नई दिशा मिल रही है। सेमिनारों में सुखद तथ्य यह है कि कार्यालयों में अधिकांश कंप्यूटरों में हिंदी सॉफ्टवेयर एवं फोंट्स उपलब्ध होने की वजह से अधिकतर वैज्ञानिक अपना शोधपत्र स्वयं ही टाइप करते हैं जिससे यह सिद्ध होता है कि हमारे विभाग में राजभाषा का प्रगामी उपयोग बढ़ रहा है।

2.2 अंतरिक्ष शब्दावली का अद्यतनीकरण : हमें विज्ञान की अद्यतन एवं जटिल संकल्पनाओं को हिंदी में यथासंभव सरल ढंग से व्यक्त करने की विधि विकसित करनी चाहिए। संकल्पनाओं को किस प्रकार सुबोध बनाने का प्रयास किया जाए ताकि विज्ञान एवं तकनीक से संबंधित विभिन्न शाखाओं के तथ्यों, विचारों एवं संकल्पनाओं को हिंदी भाषा की प्रकृति के अनुरूप सहज रूप में प्रस्तुत किया जा सके। यह एक बड़ी चुनौती थी जिसे हमारे भाषाविदों ने स्वीकार करके वर्षों पहले इस दिशा में महत्वपूर्ण कार्य शुरूकर दिया 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। शब्द हमेंशा परिचित एवं अपरिचित ही होते हैं। जितना उनका अभ्यास होगा उतने ही वे सरल लगेंगे। सामान्यत: अंग्रेजी कार्य की अनुवाद-भाषा के रूप में अंग्रेजी की क्लिष्टता हिंदी में अनूदित हो जाती है और उसे ही हिंदी की मूल प्रकृति बता दिया जाता है। जबकि हकीकत यह है कि किसी भी व्यक्ति के लिए उसकी मातृभाषा ही सबसे सरल भाषा होती है। शब्दों की पहचान के लिए हिंदी के क्लिष्ट समझे जाने वाले शब्दों का प्रयोग मीडिया जगत में भी निरंतर होना चाहिए, ताकि लोग उन शब्दों से परिचित हो सकें। साथ ही कई शब्दों के मानक शब्द निर्धारित करने की जरूरत है। आज हिंदी में विज्ञान का भविष्य बहुत उज्जवल हो चुका है। वैज्ञानिक एवं तकनीकी शब्दावली आयोग, केंद्रीय निदेशालय एवं हिंदी ग्रंथ अकादमियों तथा स्वयं सेवी संस्थाओं ने इस दिशा में महत्वपूर्ण कार्य किया है। अंतरिक्ष

शब्दावली का अद्यतनीकरण अंतिम चरण में है, समय की मांग के अनुसार, शब्दावली आयोग के तत्वाधान में, विशेषज्ञों द्वारा नए शब्दों को जोड़ने के अलावा निर्धारित किए गए शब्दों का भी तीसरी बार पुनरावलोकन किया जा रहा है।

3. हिंदी के प्रगामी उपयोग को बढ़ावा देने के लिए उठाए गए कदम: अंतरिक्ष विभाग के अंतरिक्ष उपयोग केंद्र में हिंदी के प्रगामी उपयोग को बढ़ावा देने के लिए काफी कदम उठाये गए हैं। सैक एवं डेकू कार्यालयों में राजभाषा कार्यान्वयन समिति (OLIC) केन्द्रों में राजभाषा के अधिकतम उपयोग के लिए सतत प्रयत्नशील रहती है, नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति (टॉलिक) समय- समय पर बैठकें करता रहता है और हमारे कार्यालयों को मिलने वाले पुरस्कार इन तथ्यों के प्रमाण है कि राजभाषा के प्रगामी उपयोग में हमारी स्थिति बेहतर है। यहाँ यह उल्लेखनीय करना आवश्यक होंगा कि हमारे विभाग के सचिव एवं अध्यक्ष इसरो कार्यालयीन पत्रों में हिंदी में ही हस्ताक्षर करते हैं, अनेकों अवसरों पर हिंदी में उदबोधन कर, राजभाषा के प्रगामी उपयोग हेतु कर्मचारियों को प्रेरणा प्रदान करते हैं।

3.1. अंतरिक्ष उपयोग केंद्र अहमदाबाद की विभिन्न योजनाएं : यह सर्वविदित है कि सैक /डेकू अंतरिक्ष विज्ञान और प्रौद्योगिकी में उपयोग के क्षेत्रों में अंतरिक्ष विभाग / इसरो का अग्रणी केंद्र है, साथ ही राजभाषा के कार्यान्वयन में भी इसका नाम एक आदर्श कार्यालय के रूप में जाना जाता है। अतः सैक ने अपने केंद्र में कर्मचारियों को हिंदी में अधिक से अधिक काम करने के लिए प्रोत्साहित करने हेतु विभिन्न योजनाएं आरंभ की हैं जिसके लिए अलग अलग समितियों का गठन किया गया है।

3.1.1. वित्तीय वर्ष में कार्यालयीन कार्य के दौरान हिंदी में अधिकतर कार्य करने के लिए प्रोत्साहन योजना :

1.स्टाफ सदस्यों के लिए हिंदी में मूल टिप्पण एवं आलेखन में 20000 से ज्यादा शब्दों के उपयोग करने पर प्रोत्साहन योजना समिति द्वारा आवेदकों के कार्य का मूल्यांकनकर उनके द्वारा लिखे गए शब्दों की सीमा तथा किए गए कार्य की गुणवत्ता, कार्य के प्रकार (तकनीकी/प्रशासनिक) के आधार पर आवेदकों को पुरस्कार दिया जाता है। इस प्रोत्साहन योजना के अंतर्गत करीबन 25 पुरस्कार दिए जाने का प्रावधान है।

2.चालकों, कैंटीन स्टाफ तथा अटेंडेंट वर्ग के कर्मचारियों के लिए कार्यालयीन कार्य में 10000 से ज्यादा हिंदी शब्दों के उपयोग करने पर प्रोत्साहन योजना

इस प्रोत्साहन योजना के अंतर्गत वाहन चालकों, कैंटीन स्टाफ तथा अटेंडेंट वर्ग के कर्मचारियों को पुरस्कार दिये जाने का प्रावधान है।

3.1.2 तकनीकी प्रभागों द्वारा हिंदी में अधिकतर कार्य करने हेतु प्रोत्साहन योजना : इस योजना के अंतर्गत सैक /डेकू के जो तकनीकी विभाग हिंदी में कार्यालय का अधिकतम कार्य करते हैं उन्हें चल शील्ड प्रदानकर प्रोत्साहित किया जाता है यह पुरस्कार विगत सात वर्षों से केवल सैक में ही प्रदान किया जा रहा है।

3.1.3 अंतरिक्ष विज्ञान से संबंधित विषयों एवं गतिविधियों पर लिखी पुस्तकों के लिए विभाग की पुरस्कार योजना :

सरकार का हिंदी में वैज्ञानिक विषयों में लेखन कार्य को बढावा देने का प्रयास है ताकि हिंदी भाषा में वैज्ञानिक साहित्य प्रचुर मात्रा में उपलब्ध हो सके। इस दिशा में सरकार की कई पुरस्कार योजनाएँ चल रही हैं। इस पुस्तक-लेखन पुरस्कार योजना को "विक्रम साराभाई हिंदी मौलिक पुस्तक लेखन योजना" नाम भी दिया गया है। राष्ट्रीय स्तर पर पुरस्कार समारोह के पश्चात्, पुस्तकों को सैक /डेकू की पुरस्कार योजना के तहत, हिंदी भाषी/हिंदीतर भाषी लेखकों को अलग-अलग पुरस्कृत करने हेतु उनका चयन किया जाएगा। प्रत्येक रू. 25, 000/- के दो प्रथम पुरस्कार, प्रत्येक रू 20, 000/- के दो द्वितीय पुरस्कार, प्रत्येक रू 15, 000/- के दो तृतीय पुरस्कार एवं प्रत्येक रू. 10, 000/- के छः सान्त्वना पुरस्कार प्रदान किया जाएँगे। विभाग में प्राप्त ऐसी सभी पुस्तकों के लेखकों को मानदेय दिया जाएगा, जिन्हें कोई पुरस्कार न मिला हो। मानदेय की राशि रू. 7, 500/- होगी।

3.1.4 सैक /डेकू द्वारा गावों में अंतरिक्ष विज्ञान से संबंधित और इसरो की गतिविधियों पर आधारित चल -प्रदर्शनी का आयोजन किया जाता है एवं वैज्ञानिकों द्वारा विद्यार्थियों को इसरो के कार्यकलापों के बारे में विस्तृत जानकारियां एवं उनके प्रश्नों के उत्तर राजभाषा में एवं गुजराती में दिए जाते हैं।

3.1.5 सुरक्षा सप्ताह के दौरान भी हिंदी भाषा में निबंध, स्लोगन वगैरह विभिन्न प्रतियोगिताओ के आयोजन में केंद्र अग्रसर है।

3.1.6 केंद्रीय सतर्कता आयोग द्वारा आयोजित सतर्कता सप्ताह में हिंदी में प्रतियोगिताएँ आयोजित की जाती है।

3.1.7 संपूर्ण कार्य हिंदी में करने पर विभिन्न प्रभागों को नामाँकित किया जाता है।

3.1.8 सैक /डेकू के कर्मचारियों के बच्चो को हिंदी विषय में (10वीं एवं 12वीं कक्षा में) अधिकतम अंक मिलने पर प्रोत्साहन स्वरुप पुरस्कार प्रदान किए जाते हैं।

3.1.9. विभाग द्वारा विवाहितियों एवं बच्चों के लिए कार्यक्रम : विभाग द्वारा इसके अंतर्गत प्रतिवर्ष हिंदी माह/पखवारा/सप्ताह के दौरान बच्चों के लिए वाद-विवाद, तात्कालिक भाषण जैसी प्रतियोगिताओ का आयोजनकर उन बच्चों को कार्य में राजभाषा का महत्व बताया जाता है, साथ ही कर्मचारीगण के विवाहितियों के लिए अन्ताक्षरी जैसी मनोरंजक प्रतियोगिता द्वारा हिंदी को बढ़ावा दिया जाता है, जो कि वास्तव में अनूठा प्रयोग है। **विश्व हिंदी दिवस पर** केंद्र में हिंदी में आयोजित विभिन्न कार्यक्रमों द्वारा राजभाषा का प्रचार स्वत: ही हो जाता है।

3.1.10. केंद्र द्वारा हिंदी में **"अभिव्यक्ति"** नामक त्रैमासिक पत्रिका का प्रकाशन किया जाता है। जिसमें कर्मचारीगण के साथ साथ उनके परिवार के सदस्य भी अपनी रचनाएं भेजते हैं।इसके द्वारा कर्मचारियों के परिवारजन भी राजभाषा के प्रसार में सहभागी बन रहे हैं।

3.2. कर्मचारियों के लिए हिंदी कार्यशाला : कार्यालयों में हिंदी कार्यशालाओं सम्बन्ध में भी गृह मंत्रालय के निर्देशानुसार इन कार्यशालाओं का आयोजन किया जाता है। हिंदी माह में प्रतिवर्ष विभिन्न प्रतियोगिताओ में प्रतिभागियों की संख्या में वृद्धि इस तथ्य का प्रमाण है कि अंतरिक्ष विभाग में राजभाषा का विशिष्ट सम्मान हैं। अच्छी बात तो यह है कि हिंदीतर प्रतिभागियों की संख्या भी हिंदी भाषावर्ग के प्रतिभागियों सेकम नहीं है। वास्तव में अंतरिक्ष विभाग की प्रत्येक यूनिट एक प्रकार का मिनी इंडिया ही है और राजभाषा के प्रगामी उपयोग में सभी अपना भरसक योगदान दे रहे हैं। भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन / अंतरिक्ष विभाग का अहमदाबाद स्थित अंतरिक्ष उपयोग केंद्र सामाजिक उत्थान के लिए नवाचार युक्त प्रणालियों और सॉफ्टवेयरों के अनुसंधान एवं विकास में सदैव तत्पर रहता है एवं समय समय पर हिंदी में कार्यशालाओं का आयोजन करता रहता है।

3.3. कर्मचारियों के लिए हिंदी संगोष्ठी : हिंदी तकनीकी संगोष्ठी का मूल उद्देश्य वैज्ञानिक एवं तकनीकी विषयो में गहन जान को जनमानस तक जन सामान्य की भाषा यानि कि राजभाषा में प्रस्तुतकर उन तक पहुँचाना हैं। इससे समाज में अंतरिक्ष विज्ञान कार्यक्रमों में जागरूकता बढ़ती है, जिससे समाज एवं विज्ञान दोनों ही लाभान्वित होते हैं। प्रतिवर्ष तकनीकी हिंदी संगोष्ठियों के आयोजन से केन्द्रों में हिंदी का उपयोग तकनीकी क्षेत्रों में निर्बाध रूप से आगे बढ़ रहा है। इन संगोष्ठियों के माध्यम से भविष्य की भी रूपरेखा तय होती है। इनका उद्देश्य अंतरिक्ष विज्ञान के जटिल पहलुओं को अपनी हिंदी भाषा में सहज रूप से समझ ने और समझाने के लिए किया जाता है। विगत वर्षों में सैक में कई संगोष्ठियों का आयोजन किया गया है जिनके विषय "भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रमों में स्वदेशी उद्योगों एवं संस्थाओ का योगदान", अब यहाँ से कहाँ जायें हम ? अंतरग्रहीय मिशन, सामाजिक उत्थान के लिए अंतरिक्ष विज्ञान का योगदान, इत्यादि रखा गए थे।

3.4 अभिमुखीकरण कार्यक्रम : इसमें केन्द्रों के हिंदी अधिकारी एवं संबंधित कर्मचारी अंतरिक्ष से संबधित विषय पर विशेष रूप से चर्चा करते हैं और विभिन्न केन्द्रों में अंतरिक्ष विज्ञान से संबंधित गतिविधियों के ज्ञान का आदान-प्रदान होता है, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र अहमदाबाद इसकार्यक्रम में सक्रिय रूप से भाग लेता है।संसदीय समिति द्वारा विभिन्न अवसरों पर कार्यालय में हिंदी राजभाषा के प्रभावी उपयोग से संबंधित निरीक्षण के दौरान केंद्र की प्रशंसा की गई है।

4.0 उपसंहार: आधुनिक ज्ञान-विज्ञान की शिक्षा अंग्रेजी में ही दी जाती है। अगर मस्तिष्क की भाषा अंग्रेजी हैं तो मन की भाषा मातृभाषा और जन भाषा हिंदी है, जो हमारी राजभाषा भी है। इस जन भाषा, राजभाषा में व्यवहार करना न केवल कार्यालय में काम करना ही है, बल्कि हमारे विचारों को लोगो तक पहुँचाने का उत्तम साधन भी है। प्रतिवर्ष इसरो के विभिन्न केंद्र/यूनिट में आयोजित हो रही तकनीकी हिंदी संगोष्ठीयो ने इन्ही विषयों को सरल हिंदी में भी उपलब्ध कराया है। अंतरिक्ष विभाग इसरो के विभिन्न केंद्र/यूनिट जितने समर्पण के साथ अंतरिक्ष कार्यक्रमों के लिए कामकर रहे हैं, हिंदी के प्रचार प्रसार के लिए ऐसे कार्यक्रम आयोजितकर उतनी ही निष्ठा से राजभाषा संबंधी संवैधानिक उत्तरदायित्वों का निर्वहनकर रहे हैं। अंतरिक्ष विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी के उपयोगों में नवीनतम विचारों को आम जनता तक पहुँचाना हमारा दायित्व भी है साथ ही, इससे हिंदी में तकनीकी साहित्य बढ़ेगा और अगली पीढ़ी में हिंदी में तथा अन्य भारतीय भाषाओं में लेखन के प्रति झुकाव बढ़ेगा। आज हिंदी इतनी समृद्ध हो चुकी है कि विज्ञान का आधारभूत साहित्य हिंदी में उपलब्ध हो चुका है। विज्ञानपरक तथा तकनीकी शब्दावली भी पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध है। जरूरत सिर्फ इस बात की है कि भविष्य में इसे अपनाते हुए विज्ञान में सभी कार्य हिंदी में किए जाएँ। तभी हिंदी विज्ञान की भाषा के रूप में विकसित होगी। 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। जब तक मूल लेखन में हिंदी का प्रयोग नहीं होता है तब तक संप्रेषणीयता की समस्या बनी रहेगी। अनुवाद के माध्यम से सरल, सुबोध और संप्रेषणीय भाषा की अपेक्षा करना हिंदी के विकास की दृष्टि से हितकर नहीं है।

5.0 संदर्भ: इंटरनेट की वेबसाइटे: http://rajbhashavikasparishadnag.blogspot.in, http://www.rachanakar.org hi.wikibooks.org/

6.0 आभार: लेखक इस लेख को लिखने एवं प्रेरणा देने के लिए निदेशक, सैक का आभारी है। लेखक समूह प्रधान ई एफ़ एम जी, उपनिदेशक ईसा का आभारी है। 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।

***

अंतरिक्ष अनुप्रयोग के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग

अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा की अहम भूमिका

रंजन परनामी, पंकज जे. शाह
पीसीइडी/पीसीइजी/सेडा/सैक
ईमेल :{ranjanparnami, pjshahpjshah} @ sac.isro.gov.in, दूरभाष: 079-26914217/49

सारांश

"पूरे राष्ट्र की आशा है, हिंदी अपनी भाषा है,

जात-पात बंधन को तोड़े, हिंदी सारे देश को जोड़े""

हिंदी भाषा भारतवर्ष की राजभाषा है। आज देश के अधिकाँश लोग हिंदी भाषा को बोल एवं समझ सकते हैं। हिंदी भाषा का समृद्ध तथा वैभवशाली इतिहास रहा है। हिंदी देश की संपर्क भाषा, राजभाषा की सीमा लांघकर अब विश्वभाषा बनने की और अग्रसर हो रही है। कम्प्यूटर, हिंदी टाइपराइटरों, हिंदी सॉफ्टवेयर एवं मोबाइल के साथ–साथ इंटरनेट पर हिंदी लिखने–पढ़ने एवं हिंदी अनुवाद की सुविधाएँ अब बढ़ने लगी हैं, जिससे राजभाषा के विकास में उत्साहजनक वृद्धि देखने को मिल रही है। किसी भी ज्ञान का अर्जन यदि अपनी मातृभाषा में किया जाए तो वह काफी कारगर और उसके मूलभूत सिद्धांत को समझाने में आसानी होती है। विज्ञान के सम्बन्ध में भी यही बात लागू होती है। यह लेख अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग को इंगित करते हुए इसका अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के प्रसार में योगदान को प्रस्तुत करता है।

1 प्रस्तावना:

भारत एक विशाल देश है तथा यहाँ नाना प्रकार की संस्कृतियों एवं भौगोलिक परिस्थितियों का समावेश है एवं यहाँ विविध प्रकार की भाषाएँ बोली जाती हैं। एक अनुमान के मुताबिक, भारत देश में लगभग 70% से अधिक लोग हिंदी भाषा बोलने में सक्षम हैं एवं इसीलिए हिंदी भाषा को राजभाषा का दर्जा प्राप्त हुआ है। फ़िजी, मोरिशस, गयाना और सूरीनाम की अधिकतर और नेपाल की कुछ जनता हिंदी बोलती है। हिंदी राजभाषा, सम्पर्क भाषा, जनभाषा के सोपानों को पारकर विश्वभाषा बनने की ओर अग्रसर है। आज आई.टी. यानी कि इन्फोरमेशन टेकनोलोजी अर्थात् सूचना प्रौद्योगिकी का नाम बच्चे-बच्चे की जुबान पर चढ़ा हुआ है, जिससे हिंदी में काम करने में और कार्यान्वन में गति आई है। सूचना प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में आज मात्र विकसित राष्ट्रों में ही नहीं विकासशील व अविकसित राष्ट्रों में सूचना क्रांति जागृत हुई है। कंप्यूटर ने सूचना प्रौद्योगिकी को आगे बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका अदा की है। भारतीय वैज्ञानिकों ने कंप्यूटर में हिंदी की जगह बनाने के लिए भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थानों के साथ मिलकर इस क्षेत्र में काफी काम किया और क्रांतिकारी शोध किए हैं। अंतर्जाल पर भी हिंदी भाषा का प्रयोग अब शुरू हो गया है। भाषा विकास क्षेत्र से जुड़े वैज्ञानिकों की भविष्यवाणी हिंदी प्रेमियों के लिए बड़ी सन्तोषजनक है कि आने वाले समय में विश्वस्तर पर अन्तरराष्ट्रीय महत्त्व की जो चन्द भाषाएँ होंगी उनमें हिंदी भी प्रमुख होगी।

हिंदी एक समृद्ध भाषा है एवं इसका एक वैभवशाली इतिहास है। क्योंकि हिंदी भाषा का उपयोग आज भारत वर्ष में सबसे ज्यादा किया जाता है, अतः इसकी गरिमा एवं प्रभाव से कोई भी अछूता नहीं है। चाहें वह भारत का जन सामान्य व्यक्ति हो या फिर देश –विदेश के बड़े औद्योगिक घरानें, सभी इस देश में राजभाषा के प्रभाव से परिचित हैं। विज्ञापन की दुनिया में हिंदी का बोलबाला है। विज्ञापन की दुनिया का हिंदी के बगैर काम नहीं चलता। इक्कीसवीं सदी की व्यावसायिकता जब हिंदी को केवल शास्त्रीय भाषा कहकर इसकी उपयोगिता पर प्रश्नचिह्न लगाने लगी तब इस समर्थ भाषा ने न केवल अपने अस्तित्व की रक्षा की, वरण इस घोर व्यावसायिक युग में संचार की तमाम प्रतिस्पर्धाओं को लाँघ अपनी गरिमामयी उपस्थिति भी दर्ज कराई। जनसंचार के सबसे सशक्त माध्यम सिनेमा और टेलीविजन और सामाजिक मीडिया या इंटरनेट ने हिंदी भाषा के प्रचार-प्रसार में वैश्विक क्रांति दी है।

आज सामाजिक मीडिया में हिंदी के प्रयोग ने फिर से देश के नवयुवकों को स्वभाषा के प्रति आकर्षित किया है। सामाजिक मीडिया, हिंदी के प्रचार-प्रसार के कार्य में एक नई क्रांति लेकर आया है, जिससे हिंदी के प्रसार में अभूतपूर्व वृद्धि हुई है। विज्ञान के हर क्षेत्र में हिंदी भाषा के प्रयोग होने लगा है, जिससे देश का आम इंसान भी विज्ञान के लाभ को पाने में समर्थ होने लगा है एवं इसे समझने में सक्षम हुआ है।

2 अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में राजभाषा के प्रगामी प्रयोग – एक परिदृश्य:

आज हिंदी भाषा की गूँज विज्ञान के हर एक क्षेत्र में फ़ैल चुकी है। चाहे वह चिकित्सा विज्ञान, भू विज्ञान, रसायन विज्ञान या अंतरिक्ष विज्ञान का क्षेत्र हो, विज्ञान की हर शाखा को हिंदी भाषा के प्रयोग से सींचा जाने लगा है। आज देश भर में अनेकों तकनीकी संगोष्ठियों का आयोजन हिंदी में किया जाने लगा है जिससे विज्ञान के हर क्षेत्र में हिंदी भाषा का योगदान बढ़ रहा है। अंतरिक्ष विज्ञान के क्षेत्र में हिंदी के प्रयोग हेतु भारत सरकार और भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन काफी सजगता से कामकर रहे हैं। वर्तमान सरकार हिंदी के विकास को लेकर काफी गंभीर एवं सक्रिय है। स्वयं प्रधानमंत्री महोदय कई अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलनों एवं मंचों पर हिंदी भाषा में अपना अभिभाषण दे चुके हैं। हाल ही में उन्होंने संयुक्त राष्ट्र संघ सम्मेलन और ब्रिक्स (BRICS) सम्मेलन में राजभाषा का उपयोगकर विश्व भर में राजभाषा का गौरव बढ़ाया है।

इंटरनेट पर हिंदी का उपयोग बढ़ने लगा है, जिसके फलस्वरूप विकिपीडिया में सभी जानकारियाँ हिंदी में भी उपलब्ध हैं। गूगल ट्रांसलेट वेबसाइट के जरिये किसी भी भाषा के संवाद का हिंदी भाषा में अनुवाद करने में आसानी हो जाती है। भारत सरकार की और से हर वर्ष विज्ञान सहित कई विषयों में अनुसन्धान पर लिखी किताबों या लेखों के लेखकों कों सम्मानित किया जाता है, जिससे हिंदी भाषा में तकनीकी लेखन कों और प्रोत्साहन मिलने लगा है। समय – समय पर हिंदी में तकनीकी शब्दावलियों का प्रकाशन एवं इसका अद्यतन किया जाता है जिससे की हिंदी में तकनीकी ज्ञान अर्जित करने वालों कों काफी सहायता मिलती है।

आजकल हर वर्ष भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन के विभिन्न केन्द्रों में तकनीकी हिंदी संगोष्ठियों और तकनीकी पत्र लेखन एवं प्रकाशन का आयोजन किया जाता है, हिंदी माह के दौरान अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र से सम्बंधित कई तकनीकी प्रतियोगिताओं का आयोजन भी किया जाता है। इसके साथ ही भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन द्वारा हिंदी में अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी से सम्बंधित एक हिंदी शब्दावली का निर्माण भी किया जिसमें समय-समय पर नए शब्दों को सम्मिलितकर इस शब्दावली का अद्यतन किया जाता है। इन सब प्रयासों से अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी का प्रयोग बढ़ने लगा है एवं कई शोध पत्र भी हिंदी में प्रकाशित हुए है जिसके परिणामस्वरूप अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी की जटिलताओं को अपनी मूल भाषा में समझने में आसानी होने लगी है।

3 उपसंहार

आज जब अंतर्जाल, विज्ञापन जगत और टेलीविजन जगत सब जगह हिंदी का बोलबाला है, तो हमें भी इसकी ताकत को समझते हुए स्वभाषा को उच्चतम स्थान तक पहुँचाने में हरसंभव प्रयास करने चाहिए। अब जबकि हर तरफ सूचना-प्रौद्योगिकी का प्रभाव बढ़ रहा है, हर कोई इसके उपयोग से अछूता नहीं है। लोग अंतर्जाल पर और समाजिक मीडिया में बढ़-चढकर हिंदी भाषा का प्रयोगकर रहे हैं, यह सब सूचना- प्रौद्योगिकी के विकास से ही संभव हुआ है एवं हिंदी भाषा का प्रचार-प्रसार वैश्विक स्तर पर पहुँच गया है। अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में हिंदी का प्रयोग बढ़ने लगा है परिणामस्वरूप अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी की जटिलताओं को अपनी मूल भाषा में समझने एवं समझाने में आसानी होने लगी है। अंत में भारतेंदु हरीशचंद्र की पंक्तियां व्यक्त करना चाहता हूँ:

निज भाषा उन्नति अहै:, सब उन्नति को मूल।
बिन निज भाषा-ज्ञान के, मिटत न हिय को सूल। ।

4 संदर्भ

[1] “हिंदी का जन्म” - मिथिलेश वामनकर

[2] "हिंदी का भाषा वैभव तथा महत्व" - मिथिलेश वामनकर

[3] "संचार माध्यमों से हिंदी का भला या बुरा... ? " - मनोज कुमार

[4] "राजभाषा नीति कार्यान्वन " – हरिबाबू कंसल

[5] इंटरनेट और वेब पत्रिकाएँ

5 धन्यवाद

हिंदी राजभाषा संगोष्ठी, अंतरिक्ष उपयोग केंद्र (सैक) में यह हमारा पहला लेख है। इसमें अपने लेख प्रस्तुत करने का अवसर प्रदान करने हेतु संगोष्ठी समिति और अंतरिक्ष उपयोग केंद्र को हार्दिक धन्यवाद।

6 लेखक परिचय

[1] रंजन परनामी ने वर्ष 2007 में बीकानेर इंजीनियरिंग कॉलेज, राजस्थान से इलेक्ट्रोनिक्स एवं संचार अभियांत्रिकी में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। वर्ष 2007 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में विद्युत प्रकाशीय संवेदक समूह में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में नीतभार परीक्षण इलेक्ट्रोनिक्स समूह में कार्यरत है।

[2] पंकज जे. शाह ने वर्ष 1978 में एल.डी. इंजीनियरिंग कॉलेज, अहमदाबाद से इंस्ट्रूमेंटेशन एवं कंट्रोल अभियांत्रिकी में बी.ई. डिग्री प्राप्त की। अपने विद्यालय काल में उन्होंने राष्ट्रभाषा प्रचार समिति द्वारा संचालित 'कोविद' तक की परीक्षा उत्तीर्ण की है। वर्ष 1978 में अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में संवेदक विकास प्रभाग में कार्य आरंभ किया। वर्तमान में नीतभार परीक्षण इलेक्ट्रोनिक्स प्रभाग के प्रधान पद पर कार्यरत है।

मुद्रित
पुस्तकालय एवं प्रलेखन प्रभाग
अंतरिक्ष उपयोग केंद्र
भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो)
अहमदाबाद

अनुक्रमणिका

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र तथा विकास एवं शैक्षिक संचार यूनिट के संयुक्त तत्वावधान में संपन्न हिंदी तकनीकी संगोष्ठी 2014 की रिपोर्ट

अंतरिक्ष उपयोग केंद्र, अहमदाबाद में दिनांक 25 जुलाई 2014 को 'भारतीय **अंतरिक्ष कार्यक्रम – आत्मनिर्भरता एवं चुनौतियां**' विषय पर हिन्दी तकनीकी संगोष्ठी का आयोजन किया गया, इसके साथ ही "हिंदी में वैज्ञानिक तकनीकी लेखन एवं राजभाषा का स्वरूप" विषय पर राजभाषा सत्र भी शामिल किया गया। श्री आ.सी.किरण कुमार, निदेशक, सैक की अध्यक्षता में संगोष्ठी के उद्घाटन समारोह का आयोजन किया गया। इस अवसर पर मुख्य अतिथि के रूप में श्री एस.के.राय भा.रा.से., प्रधान मुख्य आयकर आयुक्त गुजरात उपस्थित रहे। श्री विलास पलसुले, निदेशक, डेकू, श्रीमती मल्लिका महाजन,भा.रा.से. नियंत्रक, सैक एवं अध्यक्ष, संगोष्ठी आयोजन समिति और श्री बी.आर.राजपूत, वरिष्ठ हिन्दी अधिकारी, सैक एवं सचिव, संगोष्ठी आयोजन समिति भी मंच पर आसीन थे।

संगोष्ठी का आयोजन कुल चार सत्रों में किया गया, जिनमें से तीन सत्रों में तकनीकी लेख प्रस्तुत किए गए और अंतिम एक सत्र में राजभाषा हिंदी से संबंधित लेख प्रस्तुत किए गए। तकनीकी सत्रों की श्रृंखला में "सत्र-1 चुनौतियाँ" की अध्यक्षता श्री डी.के. दास ने की तथा सत्र संचालन श्री दिनेश अग्रवाल, "सत्र-2 आत्मनिर्भरता (खंड-1)" की अध्यक्षता श्री सजी कुरियकोस एवं सत्र संचालन श्रीमती रचना पटनायक, "सत्र-2 आत्मनिर्भरता (खंड-2)" की अध्यक्षता श्री आर.एम. परमार एवं सत्र संचालन श्री आर. एस. शर्मा ने किया। राजभाषा सत्र के सत्राध्यक्ष श्री अशोक कुमार बिल्लूरे, संयुक्त निदेशक (राजभाषा), अंतरिक्ष विभाग एवं सत्र संचालन श्रीमती नीलू सेठ, हिंदी अधिकारी ने किया।

लेख प्रस्तुत करते हुए प्रतिभागी गण

लेख प्रस्तुति संपन्न होने के पश्चात् पैनल चर्चा रखी गई, इस दौरान सत्र-अध्यक्षों ने लेखों पर अपने विचार रखे और सभा में उपस्थित प्रतिभागियों ने अपने सुझाव दिए।

चारों सत्रों में सर्वश्रेष्ठ प्रस्तुति के लिए क्रमशः सुश्री उर्वी पोपट, श्री अश्वनी कुमार, श्रीमती रिंकू अग्रवाल तथा देवांग मांकड को चुना गया। इसके साथ विक्रम हॉल की दीर्घा में कुछ लेखों की पोस्टर प्रस्तुति प्रदर्शित की गई, जिसमें सर्वश्रेष्ठ तकनीकी पोस्टर प्रस्तुति के लिए श्री एस.पी.व्यास तथा राजभाषा पोस्टर प्रस्तुति के लिए श्री सतिंदर पाल सिंह, वीएसएससी को चुना गया।

पोस्टर प्रस्तुति की झलकियाँ

कार्यक्रम के अंत में, संगोष्ठी के सह अध्यक्ष डॉ. पी. के. श्रीवास्तव, ग्रुप निदेशक, पीपीजी तथा अन्य सत्राध्यक्षों ने प्रत्येक सत्र की सर्वश्रेष्ठ प्रस्तुतियों तथा संगोष्ठी के अन्य प्रतिभागियों को प्रमाण-पत्र प्रदान किए।

वर्ष 2014 के दौरान
'भारतीय अंतरिक्ष कार्यक्रम : आत्म निर्भरता एवं चुनौतियां'
विषय पर संपन्न हिंदी तकनीकी संगोष्ठी की झलकियाँ

अनुक्रमणिका

आवरण पृष्ठ एम एम लेब, डेकू द्वारा अभिकल्पित

ISBN 978-93-82760-14-6

9 789382 760146

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

डेकू DECU

अनुक्रमणिका