

वांतरिक्ष (ऐयरोस्पेस) क्षेत्र में ईसीआईएल के तीसरी बार बढ़ते कदम अंटार्कटिका में सुदूर संवेदन ग्राउन्ड स्टेशन एवं संचार स्टेशन

डॉ. ब्रज बी. नायक *



ईसीआईएल की संकल्पना

‘सामरिक इलेक्ट्रॉनिकी में देश को आत्म-निर्भरता प्राप्त करने हेतु योगदान देना’

ईसीआईएल का संकल्प

‘परमाणु ऊर्जा, रक्षा, वांतरिक्ष, नागर विपानन, सुरक्षा तथा सामरिक, आर्थिक और सामाजिक महत्व के अन्य क्षेत्रों की आवश्यकताओं को पूरा करते हुए विशेष रूप से सामरिक इलेक्ट्रॉनिकी के क्षेत्र में राष्ट्र को उत्कृष्ट प्रौद्योगिकी प्रदाता के रूप में अपनी स्थिति को सशक्त करना’

ऐन्टेना उत्पाद एवं साटकॉम प्रभाग की गुणता नीति

‘ऐन्टेना उत्पाद एवं साटकॉम प्रभाग अपने सभी उत्पादों तथा सेवाओं में सतत विकास के माध्यम से ग्राहकों की संतुष्टि एवं संपोषित व्यवसाय विकास के लिए प्रतिबद्ध है’

ऐन्टेना उत्पाद एवं साटकॉम प्रभाग (एपीएसडी): संक्षिप्त परिचय
ईसीआईएल ने अपनी स्थापना के समय से ही भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के वैज्ञानिक अनुसंधान एवं विकास कार्यक्रमों में महत्वपूर्ण योगदान दे रहा है। ईसीआईएल के ऐन्टेना उत्पाद प्रभाग का गौरवशाली स्वर्णिम इतिहास 1968 से प्रारंभ होता है जब एआरवीआई (आर्वी) उपग्रह संचार एप्सीसीओएम (आस्कॉम) का गठन किया गया था। आस्कॉम वर्ग में विभिन्न संगठनों से अभिकल्प, विकास, विनिर्माण, संस्थापन, परीक्षण एवं कमीशनन के लिए विशेषज्ञों को आमंत्रित किया गया था। इस वर्ग में सम्मिलित विशेषज्ञों के अधक प्रयासों से आर्वी, पुणे में देश के प्रथम इन्टेलसैट क्लास-ए अर्थ स्टेशन ऐन्टेना को संस्थापित किया जा सका। मुंबई के आस-पास के क्षेत्र में संचार व्यवस्था सुदृढ़ बनाने में ‘आस्कॉम वर्ग’ ने अत्यधिक प्रभावी योगदान दिया।

‘आस्कॉम वर्ग’ ने दिगंश समलंब (अज्ञिमथ पेडस्ट्रल), सर्वो प्रणाली एवं ऐन्टेना नियंत्रण यूनिट के ऊपर किंग पोस्ट उन्नयन (एलिवेशन) के माध्यम से 97 फीट अर्थ स्टेशन ऐन्टेना का अभिकल्प किया। इस स्टेशन का 1968 में संस्थापन एवं कमीशनन किया गया। इसकी फीड आयात की गई थी। नियंत्रण एवं सर्वो प्रणाली, भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र (बीएआरसी) द्वारा विकसित की गई। इस परियोजना की समाप्ति

के बाद इसरो में ‘माइक्रोवेव ऐन्टेना सिस्टम इंजीनियर्स ग्रुप’ का गठन किया गया। इस वर्ग ने देश में संचार सुविधा उपलब्ध कराने के लिए माइक्रोवेव एवं सेटेलाइट अर्थ स्टेशन ऐन्टेना पर अनुसंधान एवं विकास किया। इस एमएसजी वर्ग का बाद में 1972 में ईसीआईएल के साथ विलय हो गया। इसके फलस्वरूप ईसीआईएल में ऐन्टेना उत्पाद प्रभाग का गठन किया गया। इसका प्रमुख उद्देश्य सूक्ष्म तरंग (माइक्रोवेव) एवं अर्थ स्टेशन ऐन्टेना का वाणिज्यिक उत्पादन शुरू करना था। अंटार्कटिका में संस्थापित संचार ऐन्टेना का सार-संक्षेप:

- मैत्री स्टेशन एवं मुख्य भूमि के मध्य सी-बैन्ड में साटकॉम लिंक
- ऐन्टेना का व्यास 3.8 मीटर
- प्राइम फोकस विन्यास
- टू पोर्ट फीट
- विषम पर्यावरण स्थिति में संरक्षण के लिए रैडोम

अंटार्कटिका (भारती) में मुख्य भूमि के लिए संचार सुविधा का सार-संक्षेप

- भारती अंटार्कटिका को अंटार्कटिका एवं भारत के दो स्टेशनों से जोड़ने के लिए ‘सी’ बैन्ड में भारतीय सुदूर संवेदन उपग्रह में S/X-बैन्ड तथा 7.5 मीटर डाटा संचार प्राप्त करने के लिए 7.3 मीटर सुदूर संवेदन भूमि स्टेशन

* डॉ. ब्रज बी. नायक, ईसीआईएल मुख्यालय, हैदराबाद में प्रमुख, ऐन्टेना उत्पाद एवं साटकॉम प्रभाग (एपीएसडी) हैं। इन्होंने कंप्यूटर साइंस एवं सूचना प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में ‘अप्लिकेशन आफ न्यूरल नेटवर्क्स फार प्रीडिक्शन आफ इंडियन स्टॉक मार्केट’ विषय पर नार्थ ओडिसा युनिवर्सिटी, वारिपदा से पी-एच.डी. की उपाधि प्राप्त की है। मानव संसाधन विकास मंत्रालय, भारत सरकार के लिए बीआईएसजी, अहमदाबाद में 32 डीटीएच चैनल सुविधा स्थापित करने में इनकी अग्रणी भूमिका थी। इसके लिए ईसीआईएल को भारत के माननीय राष्ट्रपति महोदय द्वारा सम्मानित किया गया।

- यह लिंक भारत को 'नियर रियल टाइम' में 2×40 Mbps पर उपग्रह डाटा स्थानांतरित करने में सहयोग देता है।

रहस्य एवं रोमांच से भेरे 'श्वेत द्वीप' अर्थात् अंटार्कटिका ने सामान्य जनों एवं वैज्ञानिक अनुसंधानकर्ताओं का ध्यान अपनी ओर आकृष्ट किया है। भौगोलिक सुदूरता तथा वहां मानव जीवन का उपलब्ध न होना उसे और अधिक रहस्यमयी बना देता है। बर्फ से आच्छादित यह महाद्वीप अपने यहां आने वाले यात्रियों में प्रेरणा, रोमांच तथा अपार संभावनाओं को भर देता है। इससे अधिक शांत जगह कहां मिलेगी जहां वर्ष के छह माह बर्फ में पड़ने वाली किरणों को लगातार देखा जा सकता है और इसी प्रकार छह तक माह तक आसमान में तारों भरी रात को देखा जा सकता है। यहां के वन्य जीवों को किसी भी प्रकार का मानवीय हस्तक्षेप नहीं है। यहां की प्रकृति अपने अंदर जैव विविधता के असंख्य रहस्य छिपाए हुए है। अपनी पृथ्वी के सबसे नीचे अंटार्कटिका में जाना, किसी के लिए भी जीवन की एक अविस्मरणीय यात्रा होगी।

'अंटार्कटिका' का उद्घव ग्रीक शब्द 'अंटार्कटिके' से हुआ है, जिसका अर्थ है 'उत्तर दिशा के विपरीत' अर्थात् आर्कटिक का विलोम। यह अंटार्कटिक वृत्त में स्थित है तथा दक्षिण महासागर से घिरा हुआ है। जेम्स कुक ने अंटार्कटिक वृत्त को पार करते समय अंटार्कटिका की खोज की है। यहां पर समुद्र की लहरों का प्रवाह विश्व में सबसे अधिक है। 14 मिलियन वर्ग किमी के क्षेत्रफल में यहां का 98% क्षेत्र बर्फ की मोटी चादर से ढका हुआ है। बर्फ का यह जमाव 25 मिलियन वर्ष पूर्व हुआ था। विश्व का 75% शुद्ध जल यहां प्राप्त होता है।

अंटार्कटिका का प्रतिकूल मौसम, मैदानी क्षेत्र, ठंड तथा नितांत एकांत का अनुभव उसी प्रकार है जिस प्रकार अंतरिक्ष यात्रियों को अपने दीर्घकालीन मिशन में होता है। अत्यधिक ठंड, तेज हवाएं, छह माह के दिन और रात का मौसम अंटार्कटिका और अंतरिक्ष के पर्यावरण से काफी समानता रखता है। इन्हीं समानताओं के कारण अनेक देश अंटार्कटिका में अनुसंधान सुविधाओं के लिए आकर्षित होते हैं। अपनी भू-भौतिकीय स्थिति के कारण अंटार्कटिका महाद्वीप ने उपग्रह

वैज्ञानिकों का ध्यान अपनी ओर आकृष्ट किया है। अधिकांश 'लो-अर्थ आर्बिटिंग उपग्रह' अत्यधिक 'इनक्लाइंट आर्बिट' में स्थित होते हैं अर्थात् प्रत्येक 90-100 मिनट में वे अंटार्कटिक द्वीप को पार करते हैं। इस प्रकार, इस ध्रुवीय क्षेत्र में स्थित अर्थ स्टेशन के लिए यह अनुकूल स्थिति है कि यहां प्रत्येक मिशन के लिए दृश्यनीयता (विजिबिलिटी) 10 पैसेस प्रति दिन है। इससे वैश्विक स्तर पर सुदूर संवेदन तथा डाटा अभिग्रहण 'रियल टाइम' में होता है। सैद्धांतिक रूप से ग्राउंड स्टेशन दक्षिणी ध्रुव के जितने समीप होगा यह अधिक और जल्दी-जल्दी उपग्रहों को देख सकेगा। अंटार्कटिका में ग्राउंड स्टेशन का दूसरा लाभ यह है कि समयानुसार इसको दूसरा कार्य दिया जा सकता है।

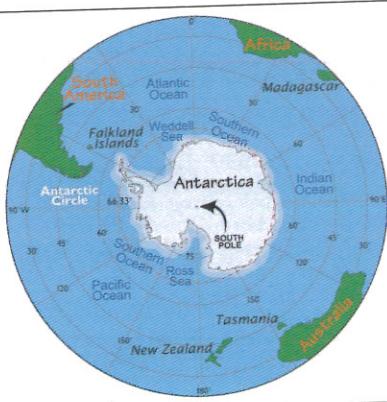
भारत द्वारा अंटार्कटिका में ग्राउंड स्टेशन स्थापित करने से यह विश्व के अग्रणी राष्ट्रों की पंक्ति में खड़ा हो गया है। इस महत्वपूर्ण कार्य को अंतरिक्ष विभाग के अंतर्गत भारतीय अंतरिक्ष अनुसंधान संगठन (इसरो) के महत्वपूर्ण केन्द्र राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केन्द्र (एनआरएससी), हैदराबाद को दिया गया। एनआरएससी, निम्न भूकक्ष (एलईओ) सुदूर संवेदन उपग्रह से डाटा प्राप्त करने का मुख्य केन्द्र है। इस डाटा से प्राप्त उत्पादों का प्रयोग कृषि, शहरी योजना, मत्स्य पालन, मौसम की भविष्यवाणी, बन एवं रक्षा आदि के लिए किया जाता है। एनआरएससी के सुदूर संवेदन ग्राउंड स्टेशन देश तथा देश के बाहर स्थित हैं। ध्रुवीय आधारित सुदूर संवेदन केन्द्र से प्रौद्योगिकीय लाभ लेने के लिए वैश्विक

निविदा (ग्लोबल टेन्डर) के माध्यम से एनआरएससी द्वारा ईसीआईएल को चुना जाना गर्व की बात है। ईसीआईएल को अंटार्कटिका के दिसंबर, जनवरी, फरवरी 2012-13 के गर्मी के दिनों में अंटार्कटिका में पृथ्वी प्रेक्षण उपग्रह के लिए ग्राउंड स्टेशन स्थापित करने के लिए चुना गया।

इसने ईसीआईएल को अंटार्कटिका के भारतीय अंतरिक्ष स्टेशन 'भारती' के 'मेन लैंड' में सुदूर संवेदन केन्द्र स्थापित करने का सुअवसर प्राप्त हुआ। ईसीआईएल के पास ऐसे तकनीकी कार्यों को निर्धारित समय में पूरा करने के लिए आवश्यक कौशल तथा गहन अनुभव है। ईसीआईएल

द्वारा आवश्यक तकनीकी परियोजना संबंधी सामान एवं प्रणाली डिजाइन, इंजीनियरिंग क्षमता, गुणता आश्वासन तथा विश्वसनीयता के आधार पर यह सुनिश्चित किया गया कि परियोजना को तकनीकी एवं उच्चत प्रौद्योगिकीय आवश्यकताओं के अनुरूप पूरा किया जाए। अंटार्कटिका जाने से पूर्व ईसीआईएल ने निरंतर डिजाइन समीक्षा तथा सहायक प्रणालियों का निरीक्षण किया।

इस परियोजना को दो प्रकार के कार्य करने थे, प्रथम S/X- बैन्ड से राष्ट्रीय सुदूर संवेदन केन्द्र से डाटा अभिग्रहण प्रणाली (डीआरएस) के लिए डाटा प्राप्त करना तथा द्वितीय अंटार्कटिका और भारत के दो स्टेशन एनआरएससी, शादनगर तथा एनसीएओआर, गोवा के मध्य संचार सुविधा स्थापित करना। इस संचार लिंक को सुदूर संवेदन उपग्रह पेलोड को अंतरण करने के लिए चिह्नित किया गया। इसे ध्रुव से भारतीय द्वीप में 'रियल टाइम' में 2×40 Mbps की दर से हूपिंग किया जाता है। इसी प्रकार एनआरएससी के लिए 4 Mbps तथा एनसीएओआर के लिए 2 Mbps की संचार सेवा डीसीएस स्थापित करके उपलब्ध कराई जाती है। इस प्रकार के संचार लिंक का प्रयोग अंटार्कटिका में अनुसंधान कार्यरत वैज्ञानिकों के लिए वैज्ञानिक डाटा के आदान-प्रदान, इन्टरनेट अधिगम तथा वीडियो कॉन्फ्रेन्सिंग के लिए किया जाता है।



अंटार्कटिका महाद्वीप

साहसिक एवं रोमांचकारी समुद्री यात्रा

अंटार्कटिका के लिए भारतीय अभियान प्रायः दिसंबर से जनवरी माह के मध्य प्रारंभ होता है। इसे दक्षिण अफ्रीका के केप टाउन से प्रस्थानित किया जाता है। इस समुद्री यात्रा को बर्फ श्रेणी के जहाज (वर्तमान में एमवी, इवैन पैपनिन) द्वारा पूरा किया जाता है। इस जहाज में एक हैंगर होता है जिसमें एक छोटे हेलीकॉप्टर (4 या 5 सीट वाला स्किरेल)



यात्रा जहाज महासागर में बर्फ को पार करता हुआ

तथा कैमोव (रूस निर्मित) कॉप्टर होता है। पहले हेलीकॉप्टर का उपयोग अंटार्कटिका में आने-जाने के लिए किया जाता है, जबकि दूसरे का उपयोग शिप से भारी सामान को स्टेशन तक ले जाने के लिए किया जाता है। इस परियोजना में कार्यरत सभी लोग इसी जहाज से केप टाउन से अंटार्कटिका जाते और आते हैं। केप टाउन से भारती, अंटार्कटिका जाने में लगभग 12 दिन का समय लगता है।

अंटार्कटिका संधि विधान

अंटार्कटिका संधि विधान के अनुसार इस महाद्वीप को शांतिपूर्ण एवं अंतरराष्ट्रीय सहयोग अनुसंधान क्षेत्र घोषित किया गया है। इस संधि का प्रमुख प्रयोजन यह सुनिश्चित करना है कि 'संपूर्ण मानव जाति एवं अंटार्कटिका के लिए इसका उपयोग केवल शांतिपूर्ण प्रयोजनों के लिए किया जाएगा। यह किसी भी प्रकार से अंतरराष्ट्रीय बहिष्कार का विषय नहीं बनेगा।'

अंटार्कटिका में स्थापित सामग्री को इस प्रकार सुनियोजित करना चाहिए कि आवश्यक अनुसंधान के बाद पूरा सामान वापस आ जाए। वहां पर कुछ भी सामान छूटना नहीं चाहिए। भारती को डीसीएस और डीआरएस के लिए यह मुख्य डिजाइन में सम्मिलित है।

भारतीय अनुसंधान स्टेशन "भारती"

नया भारतीय अनुसंधान स्थल 'भारती' थाला जॉर्ड एवं विल्टी बे समुद्र तल से 35 मीटर की ऊंचाई पर अंटार्कटिका में स्टार्नस प्रायद्वीप (पेनिन्सुला) में स्थित है। इस स्टेशन को मार्च, 2012 में स्थापित करने का एक छोटा लेकिन महत्वपूर्ण प्रयास किया गया। इससे भारतीय अंटार्कटिका कार्यक्रम में अनुसंधान कार्यरत वैज्ञानिकों के लिए वर्ष भर तकनीकी सविधाएं प्राप्त हो सकीं।



भारतीय अनुसंधान स्टेशन - भारती

इस स्टेशन में मुख्य भवन, फ्यूल फार्म, फ्यूल स्टेशन, समुद्र जल पंप हाउस, एक समर कैम्प तथा अनेक छोटे कंटेनर वाले माड्यूल्स हैं। मुख्य भवन में नियंत्रित विद्युत की आपूर्ति, स्वचालित हीटिंग एवं एयर कंडीसरिंग, गर्म और ठंडा जल, फ्लश प्रसाधन, साउना, कोल्ड स्टोरेज, पी.ए. सिस्टम, आवासीय सुविधा, भोजनकक्ष, लांज तथा प्रयोगशाला का स्थान है। इसका संचार पूर्ण रूप से उपग्रह चैनल पर निर्भर है। इसी के माध्यम से भारत की मुख्य भूमि से वायस, वीडियो और डाटा के लिए जुड़ना संभव हो पाता है।

प्रणाली विवरण: एजीईओएस की मुख्य भूमिका एनआरएससी, शादनगर ग्राउन्ड स्टेशन विजिबिलिटी से डाटा अधिग्रहण आवश्यकताओं को पूरा करना है। एजीईओएस सुविधा में निम्नलिखित हैं:-

- ए) दूरमिति अनुवर्तन एवं नियंत्रण (टीटीएस) क्षमता वाला मल्टी मिशन 7.3 मीटर S/X- बैन्ड डाटा अधिग्रहण प्रणाली।
- बी) एनआरएससी शादनगर को 36 MHz इन्टेलसैट लिंक का प्रयोग करके रियल टाइम में C-बैन्ड 7.5 मीटर डाटा संचार ऐन्टेना से डाटा स्थानांतरित करना।
- सी) भारती स्टेशन में दो कंटेनर स्पेस सहित नियंत्रण कक्ष। इनमें रेडियो, संचार एवं कंप्यूटर प्रणाली को रखा जाता है।

विषम पर्यावरण परिस्थितियों के कारण अंटार्कटिका में परियोजना का कार्यान्वयन एक चुनौतीभरा कार्य है। अंटार्कटिका में जगह और बिजली की उपलब्धता अत्यंत महत्वपूर्ण है और प्रस्तावित प्रणाली सीमित अवसंरचना में जगह और बिजली दोनों की आवश्यकता है। सभी सामग्री, उपकरण, मशीनरी, जनशक्ति (मैन पावर) तथा अन्य सामान को ले जाने के लिए पहले से व्यवस्थित करके अंटार्कटिका ले जाने की तैयारी की जाती है। यदि महासागर में बर्फ की मोटी पर्त को जहाज

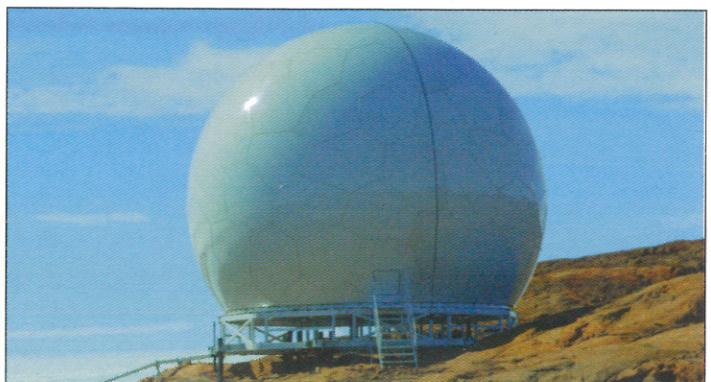
तोड़ नहीं पाता है तो केपटाउन से 'आइस क्लास चार्टर्ड शिप' में रखा सामान अंटार्कटिका नहीं पहुंच पाएगा। ऐसी दशा में या तो सामान को हेलीकॉप्टर से ले जाया जाएगा और या तो पिस्टन बुली के माध्यम से महासागर से सामग्री को खींचा जाएगा।

डाटा संचार प्रणाली

डाटा संचार प्रणाली (डीसीएस) मुख्य भूमि (मैन लैंड) भारत के साथ भूरैतिक इन्टेलसैट/जीसैट उपग्रह के माध्यम से संचार लिंक उपलब्ध कराती है। विभिन्न प्रयोजनों के लिए विभिन्न प्रकार के संचार लिंक स्थापित किए जाते हैं। इनके माध्यम से भू-रैतिक (जिओ-स्टेशनरी) उपग्रह के माध्यम से 40 Mbps उच्च गति डाटा चैनल को सुदूर संवेदन डाटा स्थापित किया जाता है। आगे, सुदूर नियंत्रण ऑपरेशन, वीडियो कॉन्फ्रेन्सिंग, वायस एवं डाटा के लिए 'टू वे' संचार लिंक का उपयोग किया जाता है। इस 'टू वे' संचार लिंक के अतिरिक्त अंटार्कटिका में शोध कर रहे वैज्ञानिकों के लिए असीमित वायस, वीडियो एवं इन्टरनेट अभिगम के लिए एक अतिरिक्त 2 Mbps का 'टू वे' लिंक प्रयोग किया जाता है।



डीआरएस एवं डीसीएस



डैम में डाटा संचार ऐन्टेना

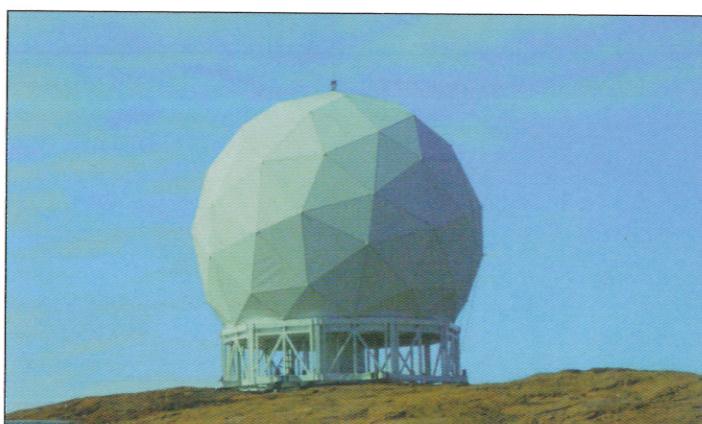
डीसीएस में 7.5 मीटर दोहरे आकार वाला परावर्तक (रेफ्लेक्टर) ऐन्टेना होता है। यह दोहरे वृत्ताकार ध्रुवीकरण में प्रचालित होता है। यह सी-बैन्ड उपग्रह की इन्टेलसैट/जीसैट श्रृंखला में कार्य करता है। ऐन्टेना और इससे संबंधित इलेक्ट्रानिकी एवं आरएफ उपकरणों को स्वदेशी रूप से डिजाइन एवं विकसित किए गए प्लेटफॉर्म पर स्थापित किया जाता है। अंटार्कटिका पृथ्वी में सबसे तेज हवाओं वाला ठंडा तथा शुष्क स्थान है। ऐन्टेना तथा बाहर की इलेक्ट्रानिकी को प्रतिकूल मौसमजन्य परिस्थितियों से बचाने के लिए ऐन्टेना एवं बाहर स्थापित समस्त इलेक्ट्रानिकी को रैडोम के अंदर रखा जाता है। रैडोम में 250 किमी प्रति घंटा के वेग से चलने वाली हवा को सहन करने क्षमता है। उसमें ऐन्टेना और इलेक्ट्रानिकी उप प्रणालियों के ऊपर बर्फ के जमाव को बचाया जा सकता है।

ईसीआईएल द्वारा संचार प्रणाली (डीसीएस) को फरवरी 2013 में प्रचालित किया गया तब से बिना किसी व्यवधान के यह 24x7 आधार पर कार्य कर रही है।

डाटा संग्रहण प्रणाली

एस/एक्स बैन्ड डाटा संग्रहण प्रणाली में ऐन्टेना/ फीड/ रैडोम/ अनुवर्तन पेडस्ट्रल, ऐन्टेना प्लेटफॉर्म, आर एफ प्रणाली, बेस बैन्ड प्रणाली, सर्वों नियंत्रण प्रणाली और टीसीएस चेन होती है। इस संग्रहण प्रणाली में बारी-बारी से एस एवं एक्स बैन्ड में वृत्तीय ध्रुवीय सिग्नल प्राप्त करने की क्षमता होती है।

डाटा संग्रहण प्रणाली (डीआरएस) का उपयोग दो प्रयोजनों के लिए किया जाता है; प्रथम- ‘लो आर्बिट उपग्रह’ से डाटा संग्रहण के लिए और दूसरा-लिओ (एलईओ) उपग्रह के लिए। दूरमिति अनुवर्तन एवं



रैडोम में डाटा संग्रहण ऐन्टेना

नियंत्रण (टीटीसी) डीआरएस में क्लास ग्रेन अभिविन्यास में 7.3 मीटर दोहरे आकार का परावर्तक (रेफ्लेक्टर) होता है। यह लिओ उपग्रह को अनुवर्त करने के लिए पूर्ण गति का (फुल मोशन) ऐन्टेना है। ऐन्टेना प्रणाली को दिगंश समलंब (अज्ञिमथ पेडस्ट्रल) के ऊपर उठाकर स्थापित किया गया है। इसमें दोहरे सर्वों ड्राइव होते हैं। अज्ञिमथ के नीचे ‘ट्रेन एक्सिस’ के माध्यम से पूर्ण अर्धगोलीय कवरेज मिलता है। इससे लिओ उपग्रह संग्रहण ‘X’ एवं ‘S’ बैन्ड में तथा टीटीसी का संचारण (ट्रांसमिशन) ‘S’ बैन्ड में होता है। प्रणाली दोनों ध्रुवीकरण में बारी-बारी से ‘X’ एवं ‘S’ बैन्ड में डाटा संग्रहण करने के लिए सक्षम है।

अनुवर्तन (ट्रैकिंग) प्रणाली, लो अर्थ आर्बिट (लिओ) उपग्रह को बिना किसी ‘की होल’ के अनुवर्तन (ट्रैक) करने की क्षमता रखती है। मैकेनिकल, आरएफ तथा सर्वों प्रणाली को इस प्रकार अभिकल्पित किया गया है कि अपेक्षित ‘प्वाइनिंग’ तथा ‘यथार्थता’ प्राप्त हो सके। यह प्रणाली पूर्ण रूप से स्वचालित परिवेश में कार्य करेगी। किसी भी प्रकार की आकस्मिक आवश्यकता को पूरा करने के लिए यह पूरी तरह स्वतंत्र है। किसी भी प्रकार से प्रणाली के प्रचालन के रूपने की स्थिति में ‘जीयूआई’ के माध्यम से सुदूर स्थित माड्यूल्स तथा यूनिटों को परस्पर विनिमय की पूर्ण स्वतंत्रता है।



ऐन्टेना के साथ डीआरएस

प्लेटफॉर्म

ऐन्टेना को रैडोम के साथ स्थापित करने के लिए स्टील की संरचना वाला प्लेटफॉर्म प्रयोग किया जाता है। ऐन्टेना स्थापना को विशेष रूप से डिजाइन किए गए प्लेटफॉर्म में ले जाया जाता है। यह पहले से स्थापित किए गए फाउन्डेशन से मिलान रखता है। बेस प्लेटफॉर्म को इस प्रकार डिजाइन किया गया है कि रैडोम, ऐन्टेना और प्लेटफॉर्म से

आने वाला लोड फाउन्डेशन पर सुरक्षित प्रकार से पढ़े। प्लेटफार्म और रैडोम 250 किमी प्रति घंटा की हवा का भार सह सकते हैं। चूंकि साइट पर रैडोम, एन्टेना और प्लेटफार्म की संरचना में किसी भी प्रकार का परिवर्तन करना संभव नहीं है, इसलिए उनको भेजने से पूर्व शून्य त्रुटि, स्थाईपन एवं साजसज्जा को पहले से ही जांच लिया जाता है। प्लेटफार्म की मुख्य संरचना में उच्च विस्कोसिटी तथा कम तापमान वाले स्टील पार्ट्स का उपयोग किया जाता है। इनको क्षण (कोरोसेन) से बचाने के लिए 'हाट डिप गैलवनाइजिंग' किया जाता है। साइट में प्लेटफार्म को पाइल फाउन्डेशन में वेलिंग किया जाता है। साइट में कम तापमान और कठोरता के लिए विशेष वेलिंग इलेक्ट्रोडों का उपयोग किया जाता है। दोनों 11 मीटर व्यास के प्लेटफार्म दो दसभुजीय होते हैं जो ऊपर और नीचे ऊर्ध्व, धैरिज तथा तिर्यक रूप से आपस में जुड़ते हैं।

आंतरिक सुविधा लिंक

नियंत्रण कक्ष और एन्टेना पेडस्ट्रल के बीच की दूरी लगभग 200 मीटर है। नियंत्रण कक्ष एवं एन्टेना के मध्य आरएफ एवं सिग्नल प्राप्त करने के लिए फाइबर आप्टिक केबल का उपयोग किया जाता है। अपेक्षित लंबाई की केबल को केबल ट्रेन्च के माध्यम से बिछाया जाता है। सिग्नल और पॉवर केबल को एक ही केबल ट्रेन्च में अलग-अलग व्यवस्थित किया जाता है। उसके साथ-साथ नियंत्रण कक्ष एवं पेडस्ट्रल के बीच पेडस्ट्रल में इन्टरनेट एवं आईपी फोन सुविधा के लिए आवश्यक केबल को बिछाया जाता है। केबल के समुचित संरक्षण एवं उसके टिकाऊपन के लिए केबल ट्रेन्च के 200 मीटर को डिजाइन किया गया तथा उसका विनिर्माण भारत में किया गया। इसे जमीन से 1.5 मीटर ऊंचाई पर स्थापित किया गया। अंटार्कटिका में मौसम की विषम परिस्थितियों में काम करने के लिए केबल के लिए विशेष ग्रेड पदार्थ का प्रयोग किया गया। इसका उपयोग नियंत्रण कक्ष एवं एन्टेना पेडस्ट्रल केबल बिछाने और राउटिंग के लिए किया जाता है। जैसा कि यह ट्रेन्च एक या दो स्थानों से निकलता है इसके लिए भूमिगत केबल राउटिंग का उपयोग किया जाता है।

डीआरएस एवं डीसीएस प्रणाली को समुद्र तटीय क्षेत्रों में स्थापित किया जाता है। अतः लवणीय परिवेश संरक्षण के लिए आउटडोर यूनिट को अच्छी तरह से संरक्षित किया जाता है ताकि यह लगभग 10 वर्ष तक चल सके। एन्टेना प्रणाली के 'इन्डोर' एवं 'आउटडोर' घटकों को विषम परिस्थितियों को पर्यावरण संबंधी आवश्यकताओं

को पूरा करने के लिए डिजाइन करके निर्मित किया गया है। उसे नीचे सारणी में दर्शाया गया है :-

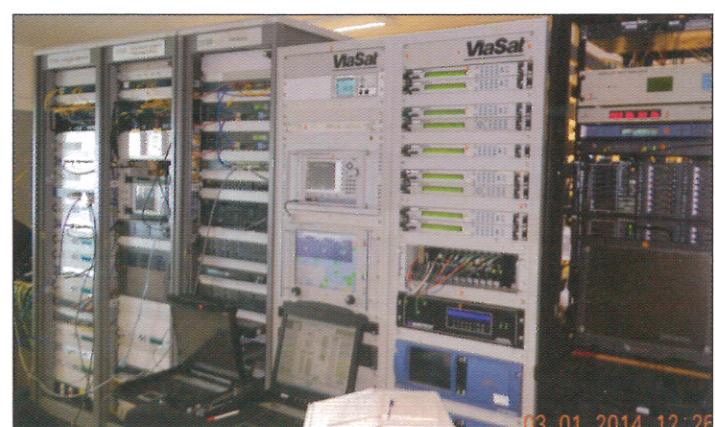
इनडोर इलेक्ट्रॉनिकी

क्र.	पैरामीटर	मान
1.	प्रचालन तापमान	10° से 300°C
2.	भंडारण तापमान	-20° से +400°C
3.	आर्द्रता	20% से 80% आरएच असंघनित

आउटडोर इलेक्ट्रॉनिकी

क्र.	पैरामीटर	मान
1.	प्रचालन तापमान	-40° से 20°C
2.	भंडारण तापमान	-50° से 40°C
3.	आर्द्रता	20% से 100% आरएच असंघनित
4.	रैडोम प्रचालन गस्टिंग सरवाइनल	60 किमी प्रति घंटा 80 किमी प्रति घंटा 250 किमी प्रति घंटा

इनडोर उपस्करों को स्टेशन में दो कंटेनरों में 'रूम तापमान' में रखा जाता है ताकि इन्हें बाहरी असामान्य पर्यावरण के प्रभाव से बचाया जा सके। इस इनडोर उपस्कर में उपग्रह संचार, मॉडेम्स, डाटा संग्रहण, भंडारण, मॉनीटरन प्रणाली तथा नेटवर्किंग उपकरण आदि होते हैं। इनको पांच 42यू रैक में रखा जाता है। इनको जनरेटर से चलाया जाता है तथा 'पावर आपूर्ति' में किसी भी प्रकार का व्यवधान नहीं आता है।



संस्थापित उपस्कर- इनडोर

आउटडोर इलेक्ट्रॉनिक उपस्कर जैसे पॉवर एम्प्लिफायर तथा ऐन्टेना नियंत्रण यूनिट इत्यादि को दोनों प्रणालियों के रैडोम में स्थापित किया जाता है। इनकी विशिष्टता अंटार्कटिका में 'सब ज़ीरो' तापमान को बनाए रखती है। भारती स्टेशन पूर्ण रूप से स्वचालित व्यवस्था में कार्य करता है। इसको भारत में सुदूर मॉनीटरिंग एवं नियंत्रण प्रणाली से नियंत्रित किया जाता है। इस परियोजना को सफल बनाने के लिए ईसीआईएल ने तीन वर्ष के लिए वारंटी सहायता हेतु अपने अभियंताओं को वहां पर प्रतिनियुक्त किया।

टीम एवं फील्ड वर्क

इस परियोजना को पूरा करने के लिए ईसीआईएल की सात सदस्यीय टीम को अक्टूबर 2012 से मार्च, 2013 तक 6 माह के लिए अंटार्कटिका में प्रतिनियुक्त किया गया। टीम के सदस्यों की अखिल भारतीय आयुर्विज्ञान संस्थान (एम्स), नई दिल्ली द्वारा शारीरिक स्वस्थता की जांच की गई। बर्फले क्षेत्र में काम करने योग्य बनने हेतु इन सदस्यों को भारत तिब्बत सीमा पुलिस बल द्वारा अउली, उत्तराखण्ड में सामान्य प्रारंभिक प्रशिक्षण दिया गया।

'भारती' साइट में कार्य करना चुनौतियों से भरा हुआ था। सामान्य रूप से स्वतंत्रता का अभाव था। काम करने के लिए प्रचुर मात्रा में 'कार्य समय' था। क्योंकि यहां सूर्यास्त नहीं होता था। क्योंकि 'कार्य स्थल' एवं 'विश्राम स्थल' एक ही जगह थे, अतः इन विषम मौसमीय परिस्थितियों में भी प्रत्येक व्यक्ति अपने काम में ध्यान रखता था। इसका प्रमुख कारण है; वहां का शुद्ध पर्यावरण, पूर्ण शांति एवं किसी



अंटार्कटिका में ईसीआईएल टीम के सदस्य श्री पी. भास्कर, श्री के.एस.आर. राजु, श्री एम. श्रीधर, श्री के. श्रीनिवास, श्री एस. श्रीकांत एवं श्री वी.वी.एस.एन. राजु अन्य वैज्ञानिकों के साथ

भी प्रकार का बाहरी व्यवधान न होना। उस महाद्वीप में नितांत एकांतता होने से भी टीम में एकता की भावना अधिक थी। टीम के सभी सदस्य प्रत्येक काम को आपस में मिल-जुल कर करते थे, चाहे उनकी विशेषज्ञता का कोई भी क्षेत्र या उनका कोई भी पद या रैंक हो। सभी ने उस परियोजना को इस प्रकार पूरा किया जैसे कि वे किसी राष्ट्रीय टीम के सदस्य हों। प्रत्येक कठिन एवं चुनौती भरे कार्य को वे देश भक्ति की भावना से करते थे। टीम के सदस्य किसी भी परेशानी को चुनौती के रूप में स्वीकार करके उसका समाधान करते थे। यही कारण है कि अनेक समस्याओं के होने पर तथा मौसम की विषम परिस्थितियों में भी प्रणाली की कमीशनिंग समय से पूरी की गई। इस परियोजना की सफलता का प्रमुख श्रेय सुनियोजित योजना तथा ईसीआईएल मुख्यालय के कुशल समन्वय को भी जाता है। यहां तक कि 500 ग्राम पुराने समाचारपत्र को ले जोने की भी योजना बनाई गई क्योंकि अंटार्कटिका में पहुंचने के बाद आपको कुछ भी उपलब्ध नहीं होगा। आप के पास जो सामान होगा, उसी का वहां उपयोग करना होगा। 'मिशन साउथ पोल' की सफलता के बाद ईसीआईएल को वर्ष 2017-18 में अंटार्कटिका में स्थापित किए जाने वाले स्टेशन में सहयोग देने के लिए तीसरी बार सुअवसर प्राप्त हुआ। इसके लिए परियोजना संबंधी कार्य पूरे जोरो से किया जा रहा है।

अंटार्कटिका की भौतिक स्थिति, मौसम की अत्यधिक प्रतिकूलता, जीवन के लिए असाधारण चुनौतियां तथा चारों ओर बर्फ ही बर्फ का भंडार किसी भी साहसिक यात्री के अंतर्मन को आकर्षित कर सकती है। आने वाले समय में संभावना है कि यहां 12 या इससे अधिक अनुसंधान स्टेशन स्थापित किए जा सकते हैं, जहां 1000 से 4000 लोग अनुसंधान कार्य करेंगे। अंटार्कटिका के संबंध में अभी भी अनेक रहस्यों का उद्घाटन होना शेष है। इसे प्रेरणा कहें..... या इसे अदम्य साहस कहें, अंटार्कटिका के अनुभवों को व्यक्त कर पाना संभव नहीं है। अंटार्कटिका की मनोरम सुंदरता एवं प्राकृतिक वैभव आज भी सभी के मन में समाया हुआ है।

यह सदैव एक महत्वपूर्ण सामरिक क्षेत्र तथा विश्व के लिए अंतरराष्ट्रीय शांति एवं सुरक्षा, आर्थिक, पर्यावरण, वैज्ञानिक अनुसंधान, मौसम विज्ञान, दूर संचार, अंतरिक्ष प्रौद्योगिकी तथा दूर चिकित्सा (टेलीमेडिसिन) के क्षेत्र में सदैव उपयोगी बना रहेगा। इस प्रकार अंटार्कटिका अभियान का केन्द्र बिन्दु वैज्ञानिक अनुसंधान है, क्योंकि अंटार्कटिका सदैव ही विश्व स्तर पर वैज्ञानिकों का ध्यान अपनी ओर आकर्षित करता रहेगा।