

आज़ादी का अमृत महोत्सव  
आज़ादी के 75 वर्ष

# प्रौद्योगिकी विशेष



खंड 09 अंक 3, मई-जून 2021

डी आर डी ओ की द्विमासिक पत्रिका

ISSN: 2319-5568

## अधुनातन हवाई निगरानी प्रौद्योगिकियां



## ‘आसमानी आंख’ से आगे



# प्रौद्योगिकी विशेष

प्रौद्योगिकी विशेष डीआरडीओ द्वारा विकसित किए गए उत्पादों, प्रक्रमों एवं प्रौद्योगिकियों को शामिल करते हुए इस संगठन द्वारा प्रौद्योगिकीय विकास के क्षेत्र में प्राप्त की गई उपलब्धियों को पाठकों के समक्ष प्रस्तुत करता है।

खंड 09 अंक 3 मई-जून 2021

मुख्य संपादक	प्रबंध संपादक	संपादक	संपादकीय सहायक	संपादकीय सहायता
डॉ. अलका सूरी	सुमति शर्मा	अजय कुमार	राकेश कुमार, सुभाष नारायण	शालिनी छाबडा, राम कुमार
स्थानीय संवाददाता				

<b>आगरा :</b>	श्री एस एम जैन, हवाई वितरण अनुसंधान तथा विकास स्थापना (एडीआरडीई)।			संस्थान (इनमास); श्री अनुराग पाठक, पद्धति अध्ययन तथा विश्लेषण संस्थान (ईसा); डॉ. डी पी घई, लेजर विज्ञान तथा प्रौद्योगिकी केंद्र (लेसटेक); सुश्री नूपुर श्रोतिय, वैज्ञानिक विश्लेषण समूह (एस ए जी); डॉ. रचना ठाकुर, ठोसावस्था भौतिक प्रयोगशाला (एस एस पी एल)।
<b>अहमदनगर :</b>	कर्नल अतुल आपटे, श्री आर ए शेख, वाहन अनुसंधान तथा विकास स्थापना (वी आर डी ई)।			डॉक्टर मनोरमा विमल, रक्षा अनुसंधान तथा विकास स्थापना (डी आर डी ई)।
<b>अंबरनाथ :</b>	डॉ. सुसन टाइटस, नौसेना सामग्री अनुसंधान प्रयोगशाला (एनएमआरएल)।			डॉ. अतुल ग्रोवर, डॉ. रंजीत सिंह, रक्षा जैव ऊर्जा अनुसंधान संस्थान (डिबेर)।
<b>बेंगलूरु :</b>	श्री सतपाल सिंह तोमर, वैमानिकी विकास स्थापना (ए डी ई); श्रीमती एम आर भुवनेश्वरी, वायुवाहित प्रणाली केन्द्र (कैब्स); श्रीमती ए जी जे फहीमा : कृत्रिम ज्ञान तथा रोबोटिकी केंद्र (केयर); श्री आर कमलाकन्नन, सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक); श्रीमती जोसेफिन निर्मला, रक्षा उड्डयानिकी अनुसंधान स्थापना (डेयर); श्री किरण जी, गैस टरबाइन अनुसंधान स्थापना (जी टी आर ई); डॉ. सुशांत क्षेत्रे, सूक्ष्म तरंग नलिका अनुसंधान तथा विकास केंद्र (एम टी आर डी सी)।	<b>ग्वालियर :</b>		डॉ. जे के राय, उन्नत अंकीय अनुसंधान तथा विश्लेषण समूह (अनुराग); श्री ए आर सी मूर्ति, रक्षा इलेक्ट्रॉनिकी अनुसंधान प्रयोगशाला (डीएलआरएल); डॉ. मनोज कुमार जैन, रक्षा धातुकर्मीय अनुसंधान प्रयोगशाला (डीएमआरएल); डॉ. के नागेश्वर राव, रक्षा अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशाला (डीआरडीएल)।
<b>चंडीगढ़ :</b>	श्री नीरज श्रीवास्तव, चरम प्राक्षेपिकी अनुसंधान प्रयोगशाला (टीबीआरएल); श्री एच एस गुसाई, हिम तथा अवधाव अध्ययन स्थापना (सासे)।	<b>हल्दवानी :</b>		श्री रवींद्र कुमार, रक्षा प्रयोगशाला (डीएल)।
<b>चेन्नई :</b>	श्रीमती एस जयसुधा, संग्राम वाहन अनुसंधान तथा विकास स्थापना (सी वी आर डी ई)।	<b>हैदराबाद :</b>		श्री ए के सिंह, रक्षा सामग्री तथा भंडार अनुसंधान तथा विकास स्थापना (डीएमएसआरडीई)।
<b>देहरादून :</b>	श्री अभय मिश्रा, रक्षा इलेक्ट्रॉनिक्स प्रयोज्यता प्रयोगशाला (डील); श्री एस के मिश्रा, यंत्र अनुसंधान तथा विकास स्थापना (आईआरडीई)।	<b>जोधपुर :</b>		सुश्री एम एम लता, नौसेना भौतिक तथा समुद्रविज्ञान प्रयोगशाला (एनपीओएल)।
<b>दिल्ली :</b>	श्री अमित पासी, अग्नि, पर्यावरण तथा विस्फोटक सुरक्षा केंद्र (सीफीस); डॉ. दीप्ति प्रसाद, रक्षा शरीरक्रिया एवं संबद्ध विज्ञान संस्थान (डिपास); डॉ. निधि माहेश्वरी, रक्षा मनोवैज्ञानिक अनुसंधान संस्थान (डी आई पी आर); श्री राम प्रकाश, रक्षा भूभाग अनुसंधान प्रयोगशाला (डी टी आर एल); श्री नवीन सोनी, नाभिकीय औषधि तथा संबद्ध विज्ञान	<b>कानपुर :</b>		डॉ. शेरिंग स्टोब्डन, रक्षा उच्च तुंगता अनुसंधान संस्थान (डिहार)।
		<b>कोच्चि :</b>		श्री अजय कुमार पांडेय, आयुध अनुसंधान तथा विकास स्थापना (एआरडीई); डॉ. (श्रीमती) जे ए कनेटकर, आयुध अनुसंधान तथा विकास स्थापना (एआरडीई); डॉ. हिमांशु शेखर, उच्च ऊर्जा पदार्थ अनुसंधान प्रयोगशाला (एचईएमआरएल); डॉ अनूप आनंद, अनुसंधान तथा विकास स्थापना (इंजी.)।
		<b>लेह :</b>		डॉ. एस एन दत्ता, डॉ सोनिका शर्मा, रक्षा अनुसंधान प्रयोगशाला (डीआरएल)।
		<b>पुणे :</b>		
		<b>तेजपुर :</b>		

पाठकगण कृपया अपने सुझाव निम्नलिखित पते पर भेजें :

**संपादक, प्रौद्योगिकी विशेष**

रक्षा वैज्ञानिक सूचना तथा प्रलेखन केंद्र (डेसीडॉक)

मेटकाफ हाउस, दिल्ली-110054

टेलीफोन : 011-23902403, 23902482; फ़ैक्स : 011-23819151, 011-23813465

ई-मेल : [director@desidoc.drdo.in](mailto:director@desidoc.drdo.in); [techfocus@desidoc.drdo.in](mailto:techfocus@desidoc.drdo.in); [technologyfocus@desidoc.deldom](mailto:technologyfocus@desidoc.deldom)

इंटरनेट : [www.drdo.gov.in/drdo/English/index.jsp?pg=techfocus.jsp](http://www.drdo.gov.in/drdo/English/index.jsp?pg=techfocus.jsp)



## अतिथि संपादक की कलम से

प्रौद्योगिकी विशेष के पाठकों को इस पत्रिका के पिछले अंक 'अप्रैल 2021' में यह बताया गया था कि वायु वाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) द्वारा भारतीय वायुसेना को स्वदेश में विकसित की गई दो वायु वाहित पूर्व चेतावनी एवं नियंत्रण प्रणालियों, 'नेत्र' की आपूर्ति की गई है। इस कार्यक्रम के पूरा होने तथा इस कार्यक्रम को पूर्णता की ओर ले जाने के दौरान विकसित की गई और संस्थापित हुई सक्षमताओं एवं विशेषज्ञताओं से अगली पीढ़ी की वायुवाहित निगरानी प्रणालियों को अभिकल्पित करने, उन्हें विकसित करने तथा उन्हें उपयुक्त एजेंसी को उपलब्ध कराने का मार्ग प्रशस्त हुआ है। अगली पीढ़ी की वायु वाहित निगरानी प्रणालियों में भारतीय वायु सेना के लिए उन्नत वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण प्रणाली (ए ई डब्ल्यू एंड सी) एवं आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली और भारतीय तटरक्षक बल के लिए बहुउद्देशीय समुद्री वायुयान (एम एम एम ए) के नाम उल्लेखनीय हैं। इससे मौजूदा सक्षमता में सुधार लाने तथा साथ ही नई सक्षमताओं एवं प्रौद्योगिकियों को भी उन्नत बनाने की आवश्यकता समुपस्थित हुई है।

इन सभी अपेक्षाओं को ध्यान में रखते हुए, प्रौद्योगिकी विशेष के इस अंक में वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) द्वारा उपर्युक्त कार्यक्रमों को लक्षित करके भविष्य में विकसित की जाने वाली प्रौद्योगिकियों एवं प्रणालियों की एक संक्षिप्त रूपरेखा प्रस्तुत करने का प्रयास किया गया है।

मैं आश्वस्त हूँ कि प्रौद्योगिकी विशेष का यह अंक पाठकों के लिए पूर्व की भांति ही रोचक और विचारोत्पादक सिद्ध होगा।

शुभ कामनाओं सहित

**एम. एस. ईश्वरन**  
विशिष्ट वैज्ञानिक  
निदेशक (कैब्स)

## अधुनातन हवाई निगरानी प्रौद्योगिकियां

स्वदेशी वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण प्रणाली (ए ई डब्ल्यू एंड सी) को विकसित करने का कार्य डी आर डी ओ तथा भारतीय वायुसेना द्वारा वर्ष 2004 में आरंभ किया गया था। 26 जनवरी 2017 को स्वदेशी वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण प्रणाली (ए ई डब्ल्यू एंड सी) ने पहली बार गणतंत्र दिवस के परेड में फ्लाई पास्ट करते हुए उड़ान भरी। फ्लाई पास्ट के दौरान इस प्रणाली का नाम 'नेत्र' रखा गया था जो इस प्रणाली द्वारा निष्पादित किए जाने वाले परिकल्पित क्रियाकलापों के अनुरूप था। 14 फरवरी 2017 को वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण प्रणाली (ए ई डब्ल्यू एंड सी) 'नेत्र' भारतीय वायुसेना को सौंप दी गई। प्रौद्योगिकी विशेष का पिछला अंक 'नेत्र' प्रणाली के प्रति समर्पित था और उस अंक में 'नेत्र' प्रणाली की प्रचालनात्मक अपेक्षाओं, इसके संविन्यास और इस प्रणाली के लिए विकसित की गई विभिन्न उप

प्रणालियों का उल्लेख किया गया था। प्रौद्योगिकी विशेष के इस अंक में वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण प्रणाली (ए ई डब्ल्यू एंड सी) 'नेत्र' में शामिल की गई विभिन्न प्रणालियों, उप प्रणालियों और प्रौद्योगिकियों पर चर्चा की गई है और इसमें मिशन ए ई डब्ल्यू एंड सी प्रणाली से संबंधित अपेक्षाओं को पूरा करने के लिए वायु वाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) में स्थापित की गई विभिन्न तकनीकी सुविधाओं के बारे में बताया गया है। वर्ष 2004 में देश में इतनी जटिल प्रणाली को विकसित करने के लिए सहायक महत्वपूर्ण स्वदेशी प्रौद्योगिकियां उपलब्ध नहीं थीं। उदाहरण के लिए, जब देश में सक्रिय व्यूह रडार प्रणाली को विकसित करने की परिकल्पना की गई तो उस समय इस प्रणाली को विकसित करने के लिए आवश्यक आधारभूत उपकरण ट्रांसमिट/रिसीव मॉड्यूल स्वदेश में पूर्ण विकसित रूप में तैयार नहीं किया गया था। उस समय इलेक्ट्रॉनिक्स तथा

रडार विकास स्थापना (एल आर डी ई) ने एक प्रौद्योगिकी विकास परियोजना के रूप में भूमि पर सक्रिय व्यूह रडार प्रणाली को विकसित करने का कार्य शुरू ही किया था। प्रत्येक उप प्रणाली से जुड़ी प्रौद्योगिकी से संबंधित स्थिति इसी प्रकार की थी। तथापि, प्राथमिक रडार, आई एफ एफ सेंसर, आदि जैसी महत्वपूर्ण प्रणालियों के लिए स्वदेशी प्रौद्योगिकियों को विकसित करने तथा उनके लिए अपेक्षित सॉफ्टवेयर को भी स्वदेश में ही विकसित किए जाने के संबंध में एक प्रमुख एवं महत्वपूर्ण निर्णय लिया गया।

### विकास से संबंधित चुनौतियां

वैश्विक परिदृश्य पर यह ज्ञात होता है कि आवाक्स/वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण (ए ई डब्ल्यू एंड सी) प्रणालियां अभी तक वायुयान की मूल निर्माता कंपनी (ओ ई एम कंपनी) द्वारा विकसित/समेकित की जाती रही है। उदाहरण के लिए, अमेरिका



में मैसर्स बोइंग आवाक्स प्रणालियों की मुख्य संविदाकार कंपनी है, पूर्व के सोवियत संघ (यू एस एस आर) में ए-50 प्रणालियों को मैसर्स बिरीव एयरक्राफ्ट कंपनी द्वारा विकसित किया गया था। एरिए रडार प्रणाली के मामले में इस रडार प्रणाली को समेकित करने के कार्य में जुटी दोनों मुख्य कंपनियां मैसर्स साब (एस ए ए बी) और मैसर्स एंब्रेयर वायुयान की निर्माता कंपनियां हैं। इसके अपवाद के रूप में भारतीय आवाक्स और ए ई डब्ल्यू एंड सी के नाम उल्लेखनीय हैं जिनमें से आवाक्स को मैसर्स एल्टा (ई एल टी ए) से अधिप्राप्त किया गया है तथा वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण (ए ई डब्ल्यू एंड सी) प्रणाली भारतीय रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन (डी आर डी ओ) द्वारा विकसित की जा रही है। इसके अतिरिक्त, इजराइल की कंपनी मैसर्स एल्टा से अधिप्राप्त की गई भारतीय आवाक्स प्रणाली के मामले में मुख्य संविदाकार कंपनी मैसर्स एल्टा रक्षा उद्योग से संबंधित एक प्रमुख कंपनी है जिसके पास स्वयं के पास इतनी अवसंरचना सुविधाएं एवं संसाधन हैं कि यह इस प्रकार की जटिल प्रणालियों को विकसित करने का कार्य कर सकता है और यह कंपनी इजराइली वायुयान उद्योग का एक हिस्सा है। मैसर्स एल्टा के पास भारतीय संविदा पर काम करने से पूर्व रक्षा क्षेत्र से संबंधित इतनी जटिल प्रणालियों को अन्य देशों को निर्यात करने की सक्षमता तथा अनुभव था। इसके विपरीत, भारत में इस प्रणाली को स्वदेश में विकसित किए जाने के लिए डी आर डी ओ एकमात्र ऐसी एजेंसी

था जो इस विकास कार्य को क्रियान्वित कर सकता था और यह संगठन अपने किस्म का देश में एकमात्र संगठन था। इसके अतिरिक्त, डी आर डी ओ को मुख्य रूप से अनुसंधान, अभिकल्प और विकास से संबंधित कार्यों को करने के लिए अधिदेशित किया गया था और इन कार्यों को करने के लिए यह संगठन पूर्णतः सज्जित था, किंतु इसे प्रणालियों के संबंध में पोस्ट डिलीवरी सपोर्ट, अनुरक्षण आदि क्रियाकलापों को करने के लिए अधिदेशित नहीं किया गया था। विकसित की गई अधिकतर प्रणालियों के मामले में यह स्थिति बाधक नहीं थी क्योंकि डी आर डी ओ द्वारा एक ऐसी उत्पादन एजेंसी की खोज की जाती थी जो आवश्यक संख्या में या मात्रा में प्रणालियों की आपूर्ति कर सके और तब डी आर डी ओ ऐसी उपयुक्त उत्पादन भागीदार कंपनी को प्रौद्योगिकी अंतरित करता था और उसके पश्चात उत्पादन भागीदार को संबंधित प्रणालियों की आपूर्ति करने और आपूर्ति के उपरांत भी प्रणालियों का अनुरक्षण करने का कार्य सौंपा जाता था। तथापि, वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण (ए ई डब्ल्यू एंड सी) प्रणाली के बारे में यह संकल्पना उपयोगी सिद्ध नहीं हुई क्योंकि केवल तीन की संख्या में ही इस प्रणाली की आवश्यकता थी। इसके अतिरिक्त, इस कार्यक्रम को शुरू किए जाने के समय प्रक्रिया ऐसी थी कि किसी भी निजी उद्योग को भागीदार के रूप में शामिल नहीं किया जा सकता था। इस कारण इस कार्यक्रम से संबंधित प्रणालियों/ उप प्रणालियों को विकसित करने तथा उनका उत्पादन करने, उन्हें समेकित

करने, उनकी गुणवत्ता निर्धारित करने, उनका परीक्षण और मूल्यांकन करने तथा पोस्ट डिलीवरी सपोर्ट एवं अनुरक्षण सहायता उपलब्ध कराने से संबंधित संपूर्ण कार्य केवल और केवल डी आर डी ओ द्वारा ही किए जाने का एक मात्र विकल्प था। इस परिस्थिति में जो विकासार्थक दृष्टिकोण प्रयोग में लाया गया उसके अनुसार मूल निर्माता कंपनी (ओ ई एम कंपनी) मैसर्स एंब्रेयर से पूर्णतः आशोधित और प्रमाणित वायुयान को प्राप्त करना और उसके पश्चात संपूर्ण वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण (ए ई डब्ल्यू एंड सी) प्रणाली को तैयार करने के लिए विभिन्न भारतीय एजेंसियों द्वारा अभिकल्पित एवं विकसित की गई मिशन प्रणालियों को उस वायुयान में संस्थापित करना था। इसके अतिरिक्त, मिशन से संबंधित प्रणालियों के वर्गीकृत एवं संरक्षित स्वरूप का होने के कारण मिशन प्रणालियों को मैसर्स एंब्रेयर के परिसर में संस्थापन के लिए भेजना संभव नहीं था। अतः इससे संबंधित पहला कार्य वायुयान की विक्रेता कंपनी से उपयुक्त इंटरफ़ेस अपेक्षाओं को अंतिम रूप से पूरा कराना था और इसके लिए इंटरफ़ेस कंट्रोल डॉक्यूमेंट (आई सी डी) को अंतिम रूप दिया जाना था।

## गुणवत्ता निर्धारण तथा प्रमाणन

ए एस पी कार्यक्रम से प्राप्त हुए पूर्व के अनुभवों को देखते हुए एफ ए आर-25 अपेक्षाओं के अनुसार म द्वारा प्रमाणित आशोधनों से युक्त वायुयान को प्राप्त करने के संबंध में सुविचारित

निर्णय लिया गया। इस संविदा में इस बात का उल्लेख किया गया था कि नागरिक विमानों के संबंध में प्रमाण पत्र देने वाली ब्राजील की प्रमाणन एजेंसी मैसर्स ए एन ए सी द्वारा वायुयान की उपयुक्तता के संबंध में प्रमाण दिया जाए। जबकि इस नीति को प्रयोग में लाए जाने से सभी आशोधनों से युक्त वायुयान को प्राप्त करना संभव हो सका जो अंतरराष्ट्रीय सुरक्षा मानदंडों के अनुरूप पूर्ण रूप में प्रमाणित हों वहीं दूसरी ओर वायुयान को आशोधित किए जाने के साथ ही इसमें कुछ ऐसे परिवर्तन भी किए गए जो किसी भी सैन्य वायुयान के लिए आवश्यक थे, किंतु ऐसे परिवर्तनों के संबंध में प्रमाण पत्र देने के लिए मैसर्स ए एन ए सी अधिकृत नहीं था। ये विशेषताएं मुख्य रूप से हवा-से-हवा में ईंधन भरने, अतिरिक्त ए पी यू पावर सिस्टम, इंटरनल फ्यूल टैंक और संबंधित संवितरण प्रणाली एवं चाफ तथा फ्लेयर संवितरण प्रणाली का सुरक्षित रूप में पृथक्करण किए जाने से संबंधित थीं।

जहां तक मिशन प्रणाली के गुणवत्ता निर्धारण का संबंध है, इस दिशा में एक प्रमुख चुनौती सक्रिय व्यूह एंटीना यूनिट (ए ए ए यू) के प्रमाणन से संबंधित थी जो रडार प्रणाली की एक प्रमुख संरचना थी। एक उप प्रणाली के रूप में सक्रिय व्यूह एंटीना यूनिट (ए ए ए यू) वायुयान की सुरक्षा के लिए एक महत्वपूर्ण संरचना थी, परंतु एक प्रकार्यात्मक यूनिट के रूप में रडार एवं आई एफ एफ के लिए एक प्रमुख उप प्रणाली थी। एक संरचना के रूप में इस यूनिट का प्रमाणन एवं उसे स्वीकृति प्रदान करने का कार्य मैसर्स ए एन ए

सी द्वारा किया जाना था और उसके पश्चात ही इस यूनिट को वायुयान में संस्थापित किए जाने के लिए स्वीकृति प्राप्त होनी थी। तथापि, इसकी संरचना सहित एक समग्र यूनिट के रूप में सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक) और वैमानिकी गुणवत्ता आश्वासन महानिदेशालय (डी जे ए क्यू ए) समग्र प्रमाणीकरण और क्लीयरेंस प्रदान करने के लिए उत्तरदायी बनाए गए थे।

मैसर्स ए एन ए सी द्वारा वायुयान के प्रमाणीकरण के लिए यह आवश्यक था कि मूल निर्माता कंपनी (ओ ई एम कंपनी) को मिशन प्रणालियों से संबंधित अपेक्षित विभिन्न संघटक उपलब्ध करा दिए जाएं ताकि वे वायुयान की उड़ान सुरक्षा के लिए प्रमाणीकरण कर सकें। लगभग 300 कस्टमर फर्निशड इक्विपमेंट (सी एफ ई) जिनमें ए ए ए यू मॉक-आप, उपग्रह संचार रेडोम (सैटकॉम रेडोम), संचार उपकरण, ई एस एम, सी एस एम एंटीना, एम ए डब्ल्यू एस सेंसर, सी एम डी एस संघटक, संविरचित केबल, स्पेशल कनेक्टर, आदि मूल निर्माता कंपनी (ओ ई एम कंपनी) को एक समयबद्ध रूप में उपलब्ध कराए गए ताकि ओ एम द्वारा समग्र प्रमाणन का कार्य पूरा किया जा सके। इन प्रक्रियाओं में इन सभी वस्तुओं/उपकरणों को अनेक देशों से निर्यात करना और उन्हें विभिन्न क्लीयरेंस के माध्यम से फिर से आयात किया जाना शामिल था।

प्रणालियों को स्थापित किया गया और उन्हें बिना किसी परेशानी के चालू कर दिया गया। मैसर्स एंब्रेअर और भारतीय वायु सेना तथा सैन्य

उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक) ने वायुयान उड़यानिकी के संबंध में मिशन प्रणाली के विद्युत चुंबकीय व्यतिकरण/विद्युत चुंबकीय अनुरूपता (ई एम आई/ई एम सी) प्रभाव के संबंध में उड़ान मूल्यांकन से जुड़े संपूर्ण सुरक्षा क्रियाकलापों का निष्पादन किया गया।

## उड़ान परीक्षण तथा मूल्यांकन

इस प्रकार की प्रणाली को अधिप्राप्त करने के मामले में डिलीवरी (आपूर्ति) के लिए उत्तरदायी मूल निर्माता कंपनी (ओ ई एम कंपनी) के पास आयोजना के अनुसार उड़ान मूल्यांकन से संबंधित क्रियाकलापों को करने के लिए सभी अपेक्षित साधन मौजूद होते हैं। प्रायः मूल निर्माता कंपनी (ओ ई एम कंपनी) के पास इस कार्य के लिए विशेष रूप से प्रशिक्षित पायलट एवं परीक्षण टीम होती है जो मूल निर्माता कंपनी से सीधे-सीधे जुड़े होते हैं और साथ ही मूल निर्माता कंपनी के द्वारा क्रियान्वित की जाने वाली योजनाओं और प्रक्रियाओं को उसकी गुणवत्ता आश्वासन टीमों द्वारा नियंत्रित किया जाता है। तथापि, इस प्रणाली को स्वदेश में विकसित किए जाने की स्थिति में वायुयान और इसमें लगी प्रणालियों के लिए क्लीयरेंस सैन्य उड़नयोग्यता तथा प्रमाणीकरण केंद्र (सेमीलेक) और वैमानिकी गुणवत्ता आश्वासन महानिदेशालय (डी जे ए क्यू ए) द्वारा दिया जाता है तथा उड़ान मूल्यांकन का कार्य ए एफ पी टी और एयरक्राफ्ट एंड सिस्टम्स टेस्टिंग एस्टेब्लिशमेंट (ए एस टी ई) के क्रमशः एफ टी ई और पायलटों द्वारा किए जाते हैं।

इस क्षेत्र से संबंधित प्रमुख चुनौतियों में उड़ान अपेक्षाओं के लिए विभिन्न एजेंसियों के साथ तालमेल स्थापित करना, क्षेत्रीय सैन्य उड़नयोग्यता केंद्र (आर सी एम ए) और वैमानिकी गुणवत्ता आश्वासन महानिदेशालय (डी जे ए क्यू ए) से उड़ान हेतु क्लीयरेंस प्राप्त करना, एयरक्राफ्ट एंड सिस्टम्स टेस्टिंग एस्टेब्लिशमेंट (ए एस टी ई) से लक्ष्य और उड़ान सहायता प्राप्त करना तथा प्रणाली को उपयुक्त रूप में तैयार रखने के लिए कोर्स डिजाइनरों से सहायता प्राप्त करना शामिल था। इस कार्य में विभिन्न प्रकार के लक्ष्यों और उत्सर्जकों को प्रयोग में लाए जाने का कार्य शामिल किया गया जिससे यह प्रक्रिया पहले से कहीं अधिक जटिल हो गई। इन चुनौतियों का वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स), डी आर डी ओ द्वारा सफलता के साथ सामना किया गया और उन्नत वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण प्रणाली (ए ई डब्ल्यू एंड सी) को सफलतापूर्वक प्रचालित किए जाने का कार्य संपन्न हुआ जिससे प्रणाली को भारतीय वायुसेना में शामिल किया जा सका।

## अनुरक्षण तथा सहायक प्रक्रियाओं से संबंधित चुनौतियां

किसी भी प्रणाली से संबंधित आखिरी चुनौती, किंतु जो किसी से भी कम महत्वपूर्ण नहीं है, वह चुनौती है प्रणाली का अनुरक्षण और पोस्ट डिलीवरी सपोर्ट (आपूर्ति उपरांत समर्थन) सुनिश्चित करने से संबंधित चुनौती। उन्नत वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण

प्रणाली (ए ई डब्ल्यू एंड सी) के मामले में इस समग्र प्रक्रिया को प्रभावित करने वाले अनेक कारक थे। इनमें पहली बात यह कि डी आर डी ओ को उपकरणों के संबंध में पोस्ट डिलीवरी सपोर्ट (आपूर्ति उपरांत समर्थन) उपलब्ध कराने के लिए अधिदेशित नहीं किया गया था। डी आर डी ओ द्वारा विकसित किए गए अधिकांश उत्पादों के मामले में संबंधित प्रौद्योगिकी एक पहले से निर्धारित उत्पादन एजेंसी को औपचारिक रूप में अंतरित कर दी जाती है जो आपूर्ति किए गए उपकरणों के संबंध में आपूर्ति उपरांत समर्थन एवं अनुरक्षण से संबंधित सभी मामलों में पूरी तरह से उत्तरदायी होता है। उन्नत वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण प्रणाली (ए ई डब्ल्यू एंड सी) के मामले में इनकी एक अत्यधिक सीमित संख्या (केवल तीन) में आवश्यकता थी। अतः किसी भी ऐसी उत्पादन एजेंसी की औपचारिक रूप में पहचान करना संभव नहीं था जो इस प्रणाली के लिए समग्रतः उत्तरदायी हो। इस बात को ध्यान में रखते हुए डी आर डी ओ द्वारा ऐसी कार्यनीति विकसित किए जाने की आवश्यकता थी ताकि उसके द्वारा प्रणालियों के अनुरक्षण तथा पोस्ट डिलीवरी सपोर्ट (आपूर्ति उपरांत समर्थन) की सुविधा उपलब्ध कराई जा सके। तदनुसार, प्रतिस्पर्धी बोली के माध्यम से इंजीनियरिंग एंड लाइफ सपोर्ट एजेंसी (ई एल एस ए) नामक एजेंसी की पहचान योग्य एजेंसी के रूप में की गई है जबकि निर्धारित अपेक्षाओं के अनुरूप मैसर्स भारत इलेक्ट्रॉनिक्स लिमिटेड (बी ई एल) सर्वाधिक प्रतिस्पर्धी मूल्य प्रस्तुत

करने वाली बोलीदाता कंपनी के रूप में सामने आया था।

## उभरते हुए परिदृश्य तथा चुनौतियां

उन्नत वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण प्रणाली (ए ई डब्ल्यू एंड सी) कार्यक्रम से देश के लिए संपूर्ण आत्मनिर्भरता प्राप्त करने का मार्ग प्रशस्त हुआ है और इससे देश में वायुवाहित निगरानी प्रणाली से संबंधित समस्त आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए क्षमता एवं विश्वास सृजित हुआ है। इस कार्यक्रम को क्रियान्वित करने से एक अतिरिक्त लाभ के रूप में आई एफ एफ प्रणाली विकसित की गई है जो एक अन्य प्रमुख उपलब्धि मानी जा सकती है। आज इस प्रकार की क्षमताओं को प्राप्त करने वाले कुछ थोड़े से चुनिंदा देशों की सूची में भारत का नाम भी शामिल है।

चूंकि वर्तमान में मेक इन इंडिया अभियान रक्षा प्रौद्योगिकियों को विकसित करने के लिए भावी कार्यनीति के रूप में अत्यधिक कारगर सिद्ध हो रहा है, अतः रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन (डी आर डी ओ), आदि जैसी सरकारी अनुसंधान एजेंसियों के सामर्थ्य और उद्योग जगत के संगठनों और साथ ही संस्थानों के सामर्थ्य को भी एकजुट करने की आवश्यकता है ताकि हमारा देश प्रमुख रक्षा प्रौद्योगिकी एवं प्रणालियों के क्षेत्र में वास्तव में एक आत्मनिर्भर देश बन सके तथा वैश्विक स्तर पर अपनी पहचान बना सके।

## नेत्र प्रणाली को विकसित किए जाने के दौरान प्राप्त हुए आई एफ एफ मार्क XII (एस) प्रणाली वैरिएंट

आई एफ एफ मार्क XII (एस) प्रणाली उन्नत वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण (ए ई डब्ल्यू एंड सी) प्रणाली को विकसित किए जाने के दौरान अतिरिक्त रूप में प्राप्त हुई एक प्रमुख प्रौद्योगिकी है। आई एफ एफ मार्क XII (एस) प्रणाली वैरिएंट जिस रूप में अंतरराष्ट्रीय बाजार में उपलब्ध है वह एक सिंगल बॉक्स संविरूपण में है जबकि उन्नत वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण प्रणाली (ए ई डब्ल्यू एंड सी) के लिए विकसित की गई आई एफ एफ प्रणाली अपने विशिष्ट प्लेटफार्म अपेक्षाओं के अनुरूप संवितरित कन्फिगरेशन में है। यह उन्नत वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण (ए ई डब्ल्यू एंड सी) प्रणाली के लिए आई एफ एफ प्रणाली को विकसित किए जाने के दौरान देश की तीनों सेनाओं, जिनमें भारतीय वायुसेना प्रमुख एजेंसी के रूप में मानी गई थी, के लिए आई एफ एफ मार्क XII (एस) से संबंधित अपेक्षाओं का अनुमान लगाया था। चूंकि यह प्रौद्योगिकी वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स), डी आर डी ओ के पास एक अतिरिक्त प्रौद्योगिकी के रूप में उपलब्ध थी, अतः इस प्रौद्योगिकी को विकसित किए जाने के संबंध में एक प्रस्ताव प्रस्तुत किया गया।

तथापि, उत्पादन एजेंसी के माध्यम से सिंगल बॉक्स आई एफ एफ मार्क XII (एस) प्रणाली वैरिएंट को विकसित करने एवं अर्हता प्रदान करने की आवश्यकता थी।

इसका अनुसरण करते हुए वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) ने उत्पादन एजेंसी की पहचान करके अंतरराष्ट्रीय बाजार में उपलब्ध सिंगल बॉक्स आई एफ एफ मार्क XII (एस) प्रणाली वैरिएंट की प्रोटोटाइप को निम्नलिखित संविरूपण में विकसित करने का कार्य आरंभ किया:

- लॉन्ग रेंज इंटेरोगेटर
- लॉन्ग रेंज कंबाइंड इंटेरोगेटर ट्रांसपोंडर (सी आई टी)
- ट्रांसपोंडर

### आई एफ एफ मार्क XII (एस) प्रणाली का समेकन तथा मूल्यांकन

विभिन्न संविरूपणों में आई एफ एफ मार्क XII (एस) प्रणाली वैरिएंट को डी आर डी ओ की विभिन्न प्रयोगशालाओं द्वारा चलाई जा रही मिशन मोड परियोजनाओं और प्रौद्योगिकी प्रदर्शक परियोजनाओं में विभिन्न प्लेटफार्मों पर प्रयोग में लाया जा रहा है जिससे संबंधित विवरण का नीचे उल्लेख किया गया है:

### तुरंत जवाबी कार्रवाई करते हुए जमीन-से-हवा में मार करने वाली मिसाइल (क्यू आर एस ए एम)

उत्पादक एजेंसियों द्वारा निर्मित किए गए आई एफ एफ मार्क XII (एस) मीडियम पावर इंटेरोगेटर तथा इलेक्ट्रॉनिक रूप में क्रम वीक्षित एंटीना

व्यूह (ई एस ए ए) को क्यू आर एस ए एम मिसाइल प्रणाली के बैटरी बहु-प्रकार्य रडार (बी एम एफ आर) और बैटरी निगरानी रडार (बी एस आर) के साथ समेकित किया गया है। इस प्रकार की तीन प्रणालियां इलेक्ट्रॉनिक्स तथा रडार विकास स्थापना (एल आर डी ई) को उपलब्ध करा दी गई हैं। डी आर डी ओ द्वारा मूल्यांकन कार्य पूरा कर लिया गया है और प्रयोक्ता परीक्षण संबंधी क्रियाकलाप शीघ्र आरंभ किए जाने हैं।

### रुस्तम 2

उत्पादक एजेंसियों द्वारा निर्मित आई एफ एफ मार्क XII (एस) ट्रांसपोंडर का रुस्तम 2 के संबंध में तैयार की गई कार्य योजना के अनुसार योग्यता निर्धारित किया गया है। एम पी सी सी से संबद्ध एंटीना और इंटरफेस सॉफ्टवेयर से युक्त यूनिट को इस प्लेटफॉर्म पर समेकित किया गया है और इसे चालू परीक्षण क्रियाकलापों में उपयुक्त उपकरण के रूप में प्रयोग में लाया जा रहा है।

### वायुस्थापी (एयरोस्टेट)

आई एफ एफ मार्क XII (एस) उच्च शक्ति के इंटेरोगेटर को उससे संबद्ध एंटीना के साथ हवाई वितरण अनुसंधान तथा विकास स्थापना (ए डी आर डी ई) द्वारा प्रयोग में लाए जा रहे एयरोस्टेट के साथ समेकित करके इसकी जांच की गई है और इसे संतोषजनक पाया गया है।

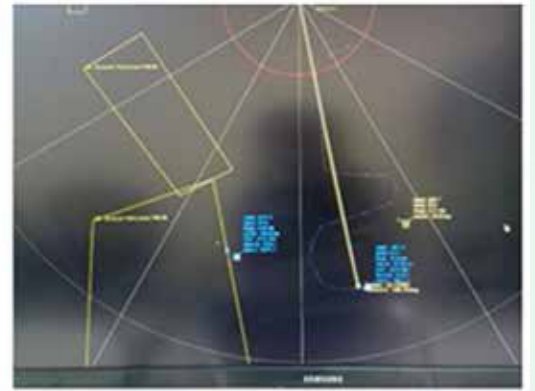




प्लेटफार्म पर संस्थापित किया गया आई एफ एफ एंटीना इंटेरोगेटर तथा अन्य एल आर यू एस

समेकित परीक्षण परिणाम

तुरंत जवाबी कार्रवाई करते हुए जमीन से हवा में मार करने वाली मिसाइल (क्यू आर एस ए एम) पर संस्थापित की गई आई एफ एफ मार्क XII (एस) प्रणाली



रुस्तम 2 पर संस्थापित की गई आई एफ एफ मार्क XII (एस) प्रणाली

## हल्के युद्धक विमान (एल सी ए) मार्क 2

आई एफ एफ मार्क XII (एस) सी आई टी को विखंडित संविरूपण (स्प्लिट कॉन्फिग्रेशन) में योग्यता निर्धारण किया गया है और इसे वैमानिकी विकास एजेंसी (ए डी ए) के एयर रिग में समेकित करके इसकी ट्रांसपोंडर की कार्य क्षमता की जांच की गई है। इस यूनिट की जांच की गई है तथा इसे हल्के युद्धक विमान (एल सी ए) मार्क 2 में प्रयोग में लाए जाने के लिए इलेक्ट्रॉनिक्स तथा रडार विकास

स्थापना (एल आर डी ई) द्वारा विकसित किए गए ए ई एस ए रडार व्यूह के साथ समेकित किया गया है।

## ए डी टी सी आर

आई एफ एफ मार्क XII (एस) उच्च शक्ति के इंटेरोगेटर को इलेक्ट्रॉनिक्स तथा रडार विकास स्थापना ((एल आर डी ई) द्वारा विकसित किए गए रडार सिमुलेटर के साथ समेकित करके इसकी जांच की गई है तथा इसे वास्तविक प्लेटफार्म में प्रयोग में लाए जाने के लिए तैयार ज्ञात किया गया है।

## मध्यम दूरी तक मार करने में सक्षम जमीन से हवा में मार करने वाली मिसाइल (एम आर एस ए एम)

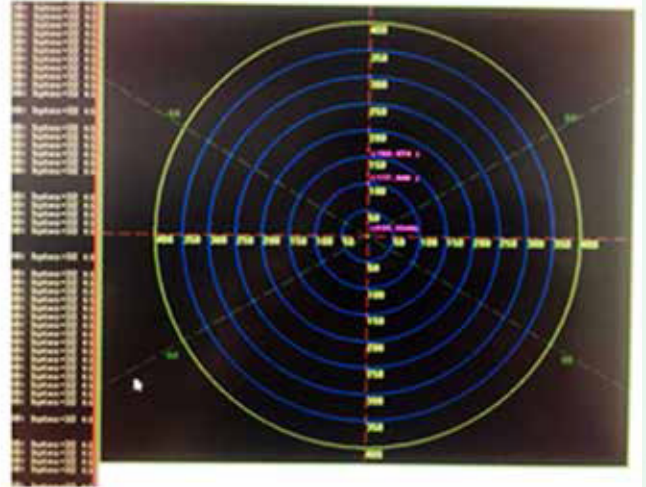
आई एफ एफ मार्क XII (एस) उच्च शक्ति के इंटेरोगेटर को 19" रैक कॉन्फिग्रेशन में और एम-स्कैन फीचर के साथ तथा 2.2 मीटर प्लेनर एंटीना के साथ निर्मित किया गया है और इसकी वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) में स्थापित किए गए रूफटॉप फौसिलिटी में स्टैंड अलोन रूप में जांच की गई है। यह प्रणाली अनुसंधान केंद्र इमारत

# प्रौद्योगिकी विशेष

(आर सी आई) में वास्तविक प्लेटफार्म पर जमीन-से-हवा में मध्यम दूरी तक

मार करने में सक्षम मिसाइल (एम आर एस ए एम) की रडार प्रणाली के साथ

प्रयोग में लाए जाने के लिए तैयार कर ली गई है।



वायु स्थापी (एरोस्टेट) पर संस्थापित की गई आई एफ एफ मार्क XII (एस) प्रणाली



विखंडित संविरूपण (स्प्लिट कंफिग्रेशन) में सी आई टी



सामने का दृश्य (फ्रंट व्यू)



पिछले हिस्से का दृश्य (रियर व्यू)



एम आर एस ए एम में प्रयोग में लाए जाने के लिए एंटीना पैनेल और इंटेरोगेटर

उपर्युक्त अपेक्षाओं, जिन्हें पहले ही तैयार/विकसित कर लिया गया है और/या जिन्हें उनके संबंधित प्लेटफार्म पर प्रयोग में लाया जा रहा है, के अतिरिक्त डी आर डी ओ की विभिन्न प्रयोगशालाओं द्वारा उनकी निम्नलिखित भावी परियोजनाओं के लिए अनुमानित आई एफ एफ मार्क

XII (एस) प्रणाली वैरिएंट की भी आवश्यकता है:

- जमीन-से-हवा में कम दूरी तक मार करने में सक्षम मिसाइल (एल आर एस एम)–(इलेक्ट्रॉनिक्स तथा रडार विकास स्थापना–एल आर डी ई)
- ए एम सी ए–(वैमानिकी विकास

एजेंसी–ए डी ए)

- यू सी ए वी–(वैमानिकी विकास स्थापना–ए डी ई)
- वायु स्थापी (एरोस्टेट)–हवाई वितरण अनुसंधान तथा विकास स्थापना (ए डी आर डी ई)

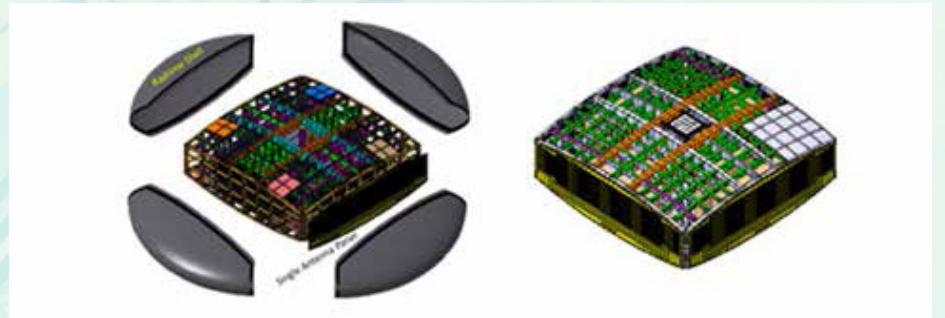
## वायु वाहित बल प्रवर्धकों के लिए विकसित की गई महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकियां

वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) ने उन्नत वायु वाहित पूर्व चेतावनी और नियंत्रण प्रणाली (ए ई डब्ल्यू एंड सी) मार्क-II में निगरानी हेतु प्रयुक्त प्राथमिक एवं द्वितीयक श्रेणी के रडारों के लिए स्वदेश में अत्याधुनिक डिजिटल वायु वाहित सक्रिय एवं इलेक्ट्रॉनिक रूप से क्रम वीक्षित व्यूह रडार (एयर बोर्न एक्टिव इलेक्ट्रॉनिकली स्कैन्ड अरे –डी ए 2 ई एस ए) को अभिकल्पित एवं विकसित किया है। इस प्रणाली में प्राथमिक तथा द्वितीयक श्रेणी के निगरानी रडार के लिए वायुयान के ऊपर ऊपरी हिस्से पर ए ई एस ए रडार व्यूह से युक्त गुंबद एंटीना आरोहित है जो इस अत्यधिक महत्वपूर्ण प्रणाली की सर्वाधिक महत्वपूर्ण संघटक उप प्रणाली है। इस महत्वपूर्ण प्रणाली को अभिकल्पित एवं विकसित किए जाने से कुछ महत्वपूर्ण संघटकों और प्रौद्योगिकियों को विकसित करना आवश्यक हो गया है जैसे कि गुंबद की संरचना, वायु वाहित प्रयोग के लिए द्रव शीतलन प्रणाली, वायु गतिकी, सामर्थ्य एवं विद्युत चुंबकीय (ई एम) प्रभाव से संबंधित अपेक्षाओं को पूरा

करने के लिए सम्मिश्र रेडोम (रडार आर मॉड्यूल, संहत तथा दक्ष पावर गुंबद) प्रौद्योगिकी, अत्याधुनिक टी मॉड्यूल, और प्रणाली के सुचारु



वायुयान के सबसे ऊपरी हिस्से पर आरोहित गुंबद



धातु निर्मित तथा सम्मिश्र रेडोम (रडार गुंबद) संरचना का एक दृश्य



फाइनल असेंबली जिग

गुंबद संरचना का संयोजन (असेंबली)

कार्यकरण के लिए आवश्यक डिजिटल हार्डवेयर और सॉफ्टवेयर, आदि। इस संबंध में विकसित की गई महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकियों का नीचे उल्लेख किया गया है।

## गुंबद संरचना

इसके लिए दीर्घ वृत्ताकार गुंबद की विमा 10.2मी व्यास × 2.2 मी ऊंचाई निर्धारित की गई है और इसका गुंबद और इलेक्ट्रॉनिक्स का भार लगभग 12.5 टन ज्ञात किया गया है। समेकित किए गए एंटीना पैनल की विमा प्राथमिक और द्वितीयक दोनों प्रकार के रडारों के लिए 5.95मी×1.6मी निर्धारित की गई है। सम्मिश्र रेडोम (रडार गुंबद) के ऊपरी कवच की आमाप 7209×2126 ×1787(ऊंचाई) मिमी निर्धारित की गई है।

## संरचनात्मक अभिकल्प तथा

### विकास

- संरचनात्मक विश्लेषण से संबंधित कार्य को पूरा करना
- पुंज (स्टैक) विश्लेषण तथा व्यतिकरण विश्लेषण
- धातु से बने गुंबद को निर्मित करने का कार्य पूरा किया जाना

सम्मिश्र रेडोम (रडार गुंबद) का प्रोटोटाइप तैयार कर लिया गया है। इसके साथ ही गुंबद के प्रोफाइल से संबंधित अपेक्षाओं को ध्यान में रखते हुए आवश्यक जिग संरचना भी विकसित कर ली गई है।

## सम्मिश्र रेडोम (रडार गुंबद)

सम्मिश्र रेडोम (रडार गुंबद) को अभिकल्पित एवं विकसित करने का कार्य अत्यधिक चुनौतीपूर्ण था क्योंकि



**विकसित किया गया सम्मिश्र रेडोम (रडार गुंबद) तथा धातु निर्मित संरचना के साथ संयोजन**

इसे वायुगतिक दबाव को ध्यान में रखते हुए दीर्घवृत्ताकार आकृति में निर्मित किया जाना था और इसके साथ ही पर्यावरण के कारण होने वाली क्षति से सुरक्षा के लिए एंटीना को ढके जाने के लिए आवरण को तैयार करने और साथ ही विद्युत चुंबकीय तरंगों के लिए अपेक्षित पारगमन (ट्रांसपरेन्सी) विशेषता भी उपलब्ध कराए जाने की आवश्यकता थी। यह अभिकल्प एफ ए आर 25 विनियमों के अनुरूप पक्षी के टकराने के कारण उत्पन्न संघात भार को भी सहन कर सकने में सक्षम है। सम्मिश्र रेडोम (रडार गुंबद) को निकल मेल टूल का प्रयोग करके विकसित किया गया है।

## ए ई एस ए रडार व्यूह के लिए इलेक्ट्रॉनिक्स संघटक अभिकल्प

ए ई एस ए रडार व्यूह को व्यूह के नवीनतम एल्गोरिथ्म हेतु संविरूपित किए जाने के लिए डिजिटलीकृत मल्टी चैनल आउटपुट के साथ विनिर्मित किया गया है।

**प्राथमिक रडार के लिए ट्रांसमिट एंड रिसीव (टी आर) मॉड्यूल :** एस टी आर एम एम मॉड्यूल प्राथमिक रडार में प्रयोग में लाए जाने वाला अत्याधुनिक मॉड्यूल है जो स्वदेश में डिजिटल वायु वाहित सक्रिय एवं इलेक्ट्रॉनिक

रूप से क्रम वीक्षित व्यूह रडार (एयर बॉर्न एक्टिव इलेक्ट्रॉनिकली स्कैन्ड अरे-डी ए 2 ई एस ए) के लिए विकसित किए जा रहे ए ई एस ए रडार व्यूह का एक अत्यधिक महत्वपूर्ण संघटक है। प्राथमिक रडार से संबंधित आवश्यकताओं के लिए एकल एस टी आर एम एम मॉड्यूल में सात अन्य मॉड्यूलों को संस्थापित किया गया है। इसमें दक्षता में वृद्धि करने के लिए गैलियम नाइट्राइड आधारित प्रवर्धकों को प्रयोग में लाया गया है। ए ई एस ए रडार व्यूह के एक पार्श्व को XII तैयार करने के लिए 238 एस टी आर एम एम मॉड्यूलों की आवश्यकता होती है।

**आई एफ एफ सेंसर के लिए ट्रांसमिट एंड रिसीव (टी आर) मॉड्यूल :** आई एफ एफ व्यूह को ए ई एस ए आधारित व्यूह प्रणाली के रूप में संविरूपित किया गया है। इस उद्देश्य को ध्यान में रखते हुए गैलियम नाइट्राइड आधारित प्रवर्धकों को प्रयोग में लाकर एल-बैंड टी आर एम एम (एल टी आर एम एम) विकसित किया गया है। एल टी आर एम एम द्रव शीतलन प्रणाली है और इसके लिए तदनुरूपी ऊष्मा विसरण से संबंधित अपेक्षाएं उत्पन्न हुई हैं।

**चैनल रिसीवर एंड डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक्स (सी आर ए डी ई):** उप व्यूह के लिए एकल चैनल रिसीवर

एंड डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक्स (सी आर ए डी ई) प्रयोग में लाया जाता है। चैनल रिसेवर एंड डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक्स (सीआर ए डी ई) दोहरे सुपर हेटरोडाइन रिसेवर के साथ अभिकल्पित किया गया है और इससे डिजिटल इंडरमीडिएट फ्रिक्वेंसी (आई एफ) बाहर निकलता है। चैनल रिसेवर एंड डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक्स (सीआर ए डी ई) द्रव शीतलन प्रणाली है और इसी कारण तदनुरूपी ऊष्मा विसरण से संबंधित अपेक्षाएं उत्पन्न हुई हैं।

**एंटीना :** पावर एपर्चर उत्पाद पर विचार करते हुए तथा सूक्ष्म तरंग से संबंधित पहलुओं को ध्यान में रखते हुए एंटीना को अभिकल्पित किया गया है ताकि यह प्रचालनात्मक विनिर्दिष्टियों को पूरा कर सके। क्रमवीक्षण गुणवत्ता में न्यूनतम ह्रास उत्पन्न करते हुए समग्रतः कवरेज (360 डिग्री कवरेज) प्राप्त करने के लिए और प्राथमिक रडार से संबंधित विनिर्दिष्टियों को पूरा करने के लिए एक 4-पैनल का कॉन्फिगरेशन निर्धारित किया गया है। वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) ने एंटेना पैनलों के संयोजन हेतु जिग और फिक्चर्स तैयार किए हैं और इनके आधार पर चार एंटीना पैनलों को तैयार किया गया है तथा इन्हें संबंधित अपेक्षाओं को पूरा करने को ध्यान में रखते हुए संयोजित किया गया है।

**संपरिक्षित्र अभिकल्प :** प्रत्येक प्राथमिक रडार और एस एस आर संघटक के लिए उपयुक्त संपरिक्षित्र अभिकल्पित किए गए हैं। अभिकल्पित संपरिक्षित्रों को प्रयोग में लाने से प्रचालन की बैंडविस्तृति के लिए

अनुकूल प्रत्यावर्तन क्षति प्रोफाइल उपलब्ध करा कर ये संपरिक्षित्र कैविटी आधारित स्लॉट एंटीना के साथ काफी उपयुक्त रूप में समंजन स्थापित करते हैं।

**पावर सप्लाई यूनिट :** प्रत्येक उप व्यूह के लिए एक पावर सप्लाई यूनिट अभिकल्पित किया गया है जो 8 एस टी आर एम एम मॉड्यूलों तथा एक एकल चैनल रिसेवर एंड डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक्स (सीआर ए डी ई) की विद्युत संबंधी आवश्यकताओं की पूर्ति करता है। पावर सप्लाई यूनिट द्रव शीतलन प्रणाली है और इसी कारण तदनुरूपी ऊष्मा विसरण से संबंधित अपेक्षाएं उत्पन्न हुई हैं।

## शीतलन प्रणाली से संबंधित अध्ययन

**शीतलक का चयन :** गुंबद में लगे इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के शीतलन के लिए द्रव शीतलन प्रणाली (एल सी एस) का चयन किया गया है तथा शीतलक के रूप में पॉलि अल्फा ऑलेफीन (पी ए ओ) को प्रयोग में लाया गया है। राष्ट्रीय परीक्षण और अंशशोधन प्रयोगशाला प्रत्यायन बोर्ड (एन ए बी एल) द्वारा प्रत्यायित प्रयोगशालाओं में इनके तापीय गुणों, संक्षारण से संबंधित गुणधर्मों की जांच की गई है और इन जांच प्रक्रियाओं से यह ज्ञात हुआ है कि प्रयुक्त शीतलक पदार्थ सभी आवश्यक अपेक्षाओं को पूरा करता है।

**शीतलक प्लेट (कोल्ड प्लेट) :** शीतलक प्लेटों के लिए निर्वात ब्रेजिंग तकनीक प्रयोग में लाई गई है और इसके विभिन्न संघटकों को आपस में बहुत मजबूती से निर्बाध रूप में जोड़ा

गया है। इस कार्य के लिए तापीय दृष्टि से काफी दक्ष तथा कम वजन वाले और साथ ही संरचना से संबंधित सभी अपेक्षाओं को पूरा करने वाले शीतलक प्लेटों को अभिकल्पित एवं विकसित किया गया है तथा इनका सफलतापूर्वक गुण निर्धारण एवं परीक्षण किया गया है। इनका संबंधित प्रक्रियाओं को सुनिश्चित करने को ध्यान में रखते हुए पर्याप्त संख्या में उत्पादन किया गया है। शीतलक प्लेटों को रैकों में एक साथ ढेर बना कर रखा जाता है। इन्हीं रैकों में एस टी आर एम एम मॉड्यूल, चैनल रिसेवर एंड डिजिटल इलेक्ट्रॉनिक्स (सी आर ए डी ई) तथा पावर सप्लाई यूनिट को भी संस्थापित किया गया होता है और इनके प्रचालनात्मक कार्य निष्पादन की जांच की जाती है। तापीय अध्ययन से प्राप्त परिणामों का प्रयोगशाला द्वारा वैधीकरण किया गया है।

## पाइपों का विन्यास

मार्गीकरण तथा विभिन्न आनमन (झुकाव) के कारण दाब में हुई क्षति का अध्ययन करने के लिए एक विस्तृत सी एफ डी विश्लेषण किया गया तथा बेंचमार्क को ध्यान में रखते हुए इस विश्लेषण के आधार पर पाइप के अर्ध विकर्ण विन्यास के संबंध में पूर्ण स्केल विन्यास का जल प्रवाह नेटवर्क के रूप में खाका तैयार किया गया जो गुंबज के भीतर आनमन (झुकाव) को अनुकारित करता है तथा प्राप्त हुए परिणामों का तुलनात्मक अध्ययन किया गया।

## मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसरों का प्रयोग करके प्रदूषण निगरानी

वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) को भारतीय तटरक्षक बल (आई सी जी) हेतु मल्टी मिशन समुद्री विमानों को विकसित करने के लिए केंद्रक एजेंसी के रूप में नामित किया गया है। मल्टी मिशन समुद्री विमानों (एम एम एम ए) का एक प्रमुख कार्य प्रदूषण पर निगरानी रखना है। समुद्र की सतह पर तेल का बिखरना समुद्री परिवेश में प्रदूषण के उत्पन्न होने का एक प्रमुख कारण है। समुद्र की सतह पर तेल बिखरने की घटना दुर्घटनावश या जानबूझकर किए जाने वाले क्रियाकलापों के कारण उत्पन्न होती है। समुद्र की सतह पर तेल के बिखराव के अभिलक्षणों को समझना जैसे कि मोटाई संवितरण,

तेल की रासायनिक संरचना आदि के बारे में जानकारी प्राप्त करना समुद्री सतह पर तेल के बिखरने की स्थिति में किए जाने वाले सुरक्षा उपायों और सफाई से संबंधित कार्यों के लिए अत्यधिक महत्वपूर्ण है। चूंकि समुद्री जल के बहाव और पवन के प्रवाह के कारण समुद्र की सतह पर बिखरे तेल के संवितरण में बहुत तेजी से बदलाव होता रहता है, अतः तेल के बिखराव और इसकी मोटाई संवितरण दोनों की पहचान किए जाने की आवश्यकता है। तेल के बिखराव से संबंधित बोन एग्रीमेंट में तेल के बिखराव के संबंध में एक पर्याप्त और व्यापक जानकारी उपलब्ध कराई गई है। समुद्री प्रदूषण

के संसूचन, वर्गीकरण और अभिनिर्धारण के लिए एक मल्टीस्पेक्ट्रल सेंसर विकसित किया गया है जिसे पोल्यूशन सर्विलेंस सेट (पी एस एस) के नाम से जाना जाता है। पोल्यूशन सर्विलेंस सेट (पी एस एस) की सहायता से समुद्र की सतह पर तेल के बिखराव के संसूचन, अभिनिर्धारण, मात्रा-निर्धारण और वर्गीकरण में प्रभावी निगरानी की सुविधा प्राप्त होती है। पोल्यूशन सर्विलेंस सेट (पी एस एस) के साथ यदि मिशन मैनेजमेंट सिस्टम (मिशन प्रबंधन प्रणाली) तथा बहु प्रकार्य सामरिक कंसोल को भी प्रयोग में लाया जाए तो इससे पी एस एस की कार्य क्षमता में प्रभावी वृद्धि होती है।



पोल्यूशन सर्विलेंस सेट (पी एस एस) को मिशन प्रबंधन प्रणाली (एम एम एस) में एक उपप्रणाली के रूप में मजबूती से प्रयोग में लाए जाने से पी एस एस प्रदूषण निगरानी अनुप्रयोगों के लिए मिशन के उद्देश्यों को प्राप्त करने की दृष्टि से आवश्यकता अनुसार तत्काल प्रयोग में लाए जाने के लिए एक सशक्त स्वचालित मिशन रेडी सेट बन जाता है। पोल्यूशन सर्विलेंस सेट (पी एस एस) में समुद्र की सतह पर तेल के बिखराव के संसूचन, अभिनिर्धारण, मात्रा-निर्धारण एवं वर्गीकरण तथा प्रलेखन के संदर्भ में प्रभावी प्रदूषण निगरानी हेतु निम्नलिखित मल्टी स्पेक्ट्रल सेंसर प्रणाली अंतर्निहित होती है:

## साइड लुकिंग एयरबोर्न रडार (एस एल ए आर)

यह रडार समुद्री तल पर काफी दूर-दूर तक फैले तेल की सतह के संसूचन के लिए एकस बैंड में एक प्राथमिक सेंसर के रूप में कार्य करता है। साइड लुकिंग एयरबोर्न रडार (एस एल ए आर) का प्रयोग करके तेल के बिखराव का संसूचन इस सिद्धांत पर आधारित होता है कि समुद्र की सतह पर बिखरे तेल की पृष्ठीय परत समुद्री सतह की केशिकीय तरंगों को आर्द्र कर देती है जिसके परिणाम स्वरूप रडार के पश्च प्रकीर्णित सिग्नल की प्रबलता कम हो जाती है।

## अवरक्त/पराबैंगनी (आई आर /यू वी) लाइन स्कैनर

इस स्कैनर का प्रयोग समुद्र की सतह पर तेल के संवितरण के संबंध में जानकारी प्राप्त करने तथा इसके

विस्तार का परिकलन करने के लिए किया जाता है। अवरक्त/पराबैंगनी (आई आर/यू वी) लाइन स्कैनर एक अप्रतिरोधी द्वि-स्पेक्ट्रमी सेंसर है जो प्रायः तापीय अवरक्त क्षेत्र में तथा 90 डिग्री के दृष्टि क्षेत्र (फील्ड ऑफ व्यू) वाले निकट पराबैंगनी क्षेत्र में संवेदनशील होता है। यह एक दो चैनलों से युक्त अप्रतिरोधी संसूचक होता है जो 0.28 माइक्रोमीटर से 0.38 माइक्रोमीटर (अल्ट्रावायलेट) और 8 माइक्रोमीटर से 12 माइक्रोमीटर (अवरक्त) तक के क्षेत्र में सुग्राही होता है।

## वी आई एस लाइन स्कैनर

इस प्रकार के स्कैनर का प्रयोग साक्ष्य तथा प्रलेखन सुनिश्चित करने के लिए समुद्र की सतह पर तेल के

बिखराव के कलर मैपिंग के लिए किया जाता है। इस प्रणाली को भू-संदर्भित लाल/हरे/नीले सम्मिश्र प्रतिबिंब को प्राप्त करने के लिए प्रयोग में लाया जाता है। इन प्रतिबिंबों को प्रलेखन तथा तेल के कलर कोड के आधार पर तेल के बिखराव की मात्रा के संबंध में अधिक सटीक अनुमान लगाए जाने के लिए प्रयोग में लाया जाता है।

## लेजर फ्लुओरो सेंसर (एल एफ एस)

यह तेल की किस्म के वर्गीकरण तथा समुद्र की सतह पर फैले तेल की परत की मोटाई के मापन के लिए बिल्कुल नीचे की ओर देखने वाला सक्रिय लेजर आधारित रिमोट सेंसर है और यह तेल की प्रतिदीप्ति से उत्पन्न स्पेक्ट्रम के आधार पर कार्य करता है।





# प्रौद्योगिकी विशेष

## प्रौद्योगिकी विशेष हेतु फीडबैक फार्म

आपका फीडबैक हमारे लिए महत्वपूर्ण है क्योंकि उनसे हमें इस पत्रिका की सामग्री की गुणवत्ता तथा प्रस्तुतीकरण की शैली को और अधिक परिमार्जित एवं संशोधित करने के लिए अधिकाधिक प्रयास करने की प्रेरणा मिलती है। संपादकीय टीम इसके लिए आपसे सहयोग की अपेक्षा रखती है। कृपया नीचे दिया गया फीडबैक प्रपत्र भर कर हमें भेजें। आपके फीडबैक से हमें आपकी संतुष्टि के स्तर को जानने तथा आप भी जिन नई बातों को इस पत्रिका में शामिल करना चाहते हैं उनके संबंध में जानकारी प्राप्त करने का अवसर प्राप्त होगा और हम इस पत्रिका को और अधिक परिमार्जित करने के लिए अधिकाधिक प्रयास करने की दिशा में प्रेरित होंगे।

आप डीआरडीओ द्वारा किए जा रहे प्रौद्योगिकी तथा उत्पाद विकास को उपयुक्त रूप में प्रस्तुत करने के एक माध्यम के रूप में प्रौद्योगिकी विशेष का निम्नलिखित किस रूप में मूल्यांकन करेंगे?

उत्कृष्ट  अच्छा  संतोषजनक  परिमार्जन की आवश्यकता है

आप प्रौद्योगिकी विशेष में दिए गए चित्रों की गुणवत्ता का मूल्यांकन निम्नलिखित किस रूप में करेंगे?

उत्कृष्ट  अच्छा  संतोषजनक  परिमार्जन की आवश्यकता है

आप प्रौद्योगिकी विशेष को उपयुक्त रूप में कितने पृष्ठों की पत्रिका के रूप में देखना चाहते हैं?

16 पृष्ठ  20 पृष्ठ  24 पृष्ठ  28 पृष्ठ

आप प्रौद्योगिकी विशेष को निम्नलिखित किस माध्यम में पसंद करेंगे?

मुद्रित ऑनलाइन (पीडीएफ)  ई-प्रकाशन वीडियो पत्रिका

क्या आपको प्रौद्योगिकी विशेष की प्रति समय से प्राप्त होती है?

हां  नहीं

प्रौद्योगिकी विशेष की आवधिकता क्या होनी चाहिए?

द्विमासिक  त्रैमासिक  अर्ध-वार्षिक  वार्षिक

प्रौद्योगिकी विशेष के नवीनतम संस्करण को प्राप्त करने के लिए कृपया अपना ई-मेल पता दें

ई-मेल पता: \_\_\_\_\_

प्रौद्योगिकी विशेष में निहित तकनीकी सामग्री में आगे और सुधार लाने के लिए कृपया अपने सुझाव दें:

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

नाम :

स्थापना :

हस्ताक्षर



## सूक्ष्म तरंग रेडियोमीटर (एम डब्ल्यू आर)

इसका प्रयोग समुद्र की सतह पर बिखरे तेल की 50 माइक्रोमीटर से अधिक मोटी सतह के मापन के लिए किया जाता है। इन सेंसरों को एक केंद्रीय कमान तथा कंसोल यूनिट जिसे पी एस एस कंट्रोलर कहा जाता है, में समेकित किए जाने की आवश्यकता है। यह यूनिट एक सिंगल सेट के रूप में सेंसरों को नियंत्रित करता है तथा प्रत्येक सेंसर के आउटपुट को पश्च प्रक्रमित करता है और इस प्रकार

अपेक्षित सूचना उपलब्ध कराता है।

वायु वाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) द्वारा विकसित की गई मिशन प्रबंध प्रणाली (एम एम एस) में एक खुले आर्किटेक्चर दृष्टिकोण को प्रयोग में लाया गया है और इस प्रकार यह एन टी पी सर्विस (पूछताछ तथा प्रसारण-क्वैरी एंड ब्रॉडकास्ट-दोनों स्थितियों में) उपलब्ध कराता है और इसके साथ ही नेविगेशन डाटा सर्विस भी उपलब्ध कराता है। यह अवस्था प्रबंधन, हेल्थ मॉनिटरिंग, आदि से संबंधित क्षमता भी उपलब्ध कराता है। पी एस एस

के सेंसरों को निर्धारित प्रोटोकॉलों के माध्यम से एम एम एस में अत्यधिक मजबूती के साथ सम्मिलित किया गया है। एम एम एस एकीकृत प्रचालन संकल्पनाओं के अनुसार प्रचालक को नर्देशन तथा नियंत्रण प्रकार्य उपलब्ध कराने के लिए मल्टीफंक्शनल बहु प्रकार्य सामरिक कंसोल (एम टी सी) के साथ भी समेकित होता है। मिशन के उद्देश्यों को प्राप्त करने के लिए प्रयुक्त सभी सेंसरों को इसी प्रकार नियंत्रण आदेश प्रदान किए जाते हैं और सेंसरों से डाटा प्रदर्शित किए जाते हैं।

## सक्रिय इलेक्ट्रॉनिक रूप से क्रमवीक्षित व्यूह (ए ई एस ए) आधारित समुद्री निगरानी रडार

समुद्री क्षेत्र की निगरानी करना भारतीय तटरक्षक बल (आई सी जी) के लिए एक महत्वपूर्ण बल प्रवर्धक क्रियाकलाप है। समुद्रीय निगरानी रडारसमुद्री क्षेत्र की निगरानी में प्राथमिक सेंसर के रूप में कार्य करता है क्योंकि इसे प्रयोग में लाए जाने से हमारे सशस्त्र बलों को छोटे आकार के जल में तैर रहे वस्तु/छोटी नौकाओं आदि को संसूचित करने, पोतों के संसूचन और उनके वर्गीकरण, तट के प्रतिबिंबन, तटीय गतिविधियों की तस्वीर प्राप्त करना, तलाश तथा बचाव अभियानों को आयोजित किए जाने के संबंध में सूचनाएं उपलब्ध होती हैं। ये सक्षमताएं विभिन्न रूपों में एक जैसे समुद्रीय निगरानी रडार (एम पी आर) को प्रचालित करके प्राप्त की जाती हैं। सक्रिय इलेक्ट्रॉनिक रूप से क्रमवीक्षित व्यूह (ए ई एस ए) आधारित समुद्रीय निगरानी रडारप्रणाली इस प्रकार

की अगली पीढ़ी के रडारों के लिए अत्यधिक उपयोगी सिद्ध हुई है। इस समुद्रीय निगरानी रडार (एम पी आर) के निम्नलिखित मुख्य अभिलक्षण हैं:

**बीम दक्षता :** सक्रिय इलेक्ट्रॉनिक रूप से क्रमवीक्षित व्यूह (ए ई एस ए) आधारित समुद्रीय निगरानी रडारतात्क्षणिक बीम संचालन में सक्षम है। इसका एक विशिष्ट उदाहरण यह है कि बीम एक विशिष्ट दिशा में ही दृश्य क्षेत्र उपलब्ध कराता है और इसे समुद्र की अवस्था, अनुकूल से लेकर प्रतिकूल अवस्था को ध्यान में रखते हुए अपनी आवश्यकता के अनुसार दिशा प्रदान की जा सकती है। बीम की स्फूर्ति और इसकी तीव्रता शत्रु लक्ष्य के प्राथमिकता आधारित निर्धारण में भी सहायक सिद्ध होती है।

**निर्बाध रूप में परस्पर जुड़ाव :** निगरानी के कार्य में रडार को विभिन्न दिशाओं/मात्रा में विभिन्न मोडों में

प्रचालित किए जाने की आवश्यकता होती है। उदाहरण के लिए, समुद्र तटवर्ती क्षेत्र में समुद्रीय निगरानी रडार (एम पी आर) का प्रयोग समुद्री क्षेत्र में संसूचन के लिए तथा स्थलीय क्षेत्र में प्रतिबिंबन के लिए किया जा सकता है। गैलियम आर्सेनाइड के ट्रान्समिट/रिसीव मॉड्यूल (टी आर एम), एस ओ सी सिस्टम कंट्रोलर, अत्यधिक अनुकूल रूप में कार्य करने वाले ए डी सी से युक्त अत्याधुनिक सक्रिय इलेक्ट्रॉनिक रूप से क्रमवीक्षित व्यूह (ए ई एस ए) आधारित समुद्रीय निगरानी रडारको प्रयोग में लाए जाने से तरंग रूपों में सिगनल प्रोसेसिंग और विभिन्न रूपों वाले तरंगों को परस्पर जोड़ने (अंतर ग्रंथित करने) में अपेक्षित बीम स्फूर्ति प्राप्त होती है।

**उप व्यूह बीम निर्माण तथा एस टी ए पी :** कम विस्तृति की समुद्री सतह पर लक्ष्य निर्धारण और संसूचन

के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले समुद्रीय निगरानी रडार (एम पी आर) के सर्वाधिक महत्वपूर्ण रूप के लिए बुद्धिमत्ता पूर्ण सिग्नल प्रोसेसिंग किए जाने की आवश्यकता होती है ताकि अनपेक्षित शोर को हटाया जा सके तथा लक्ष्य का संसूचन किया जा सके। सक्रिय इलेक्ट्रॉनिक रूप से क्रमवीक्षित व्यूह (ए ई एस ए) आधारित समुद्रीय निगरानी रडार और मल्टी चैनल रिसेवरों को प्रयोग में लाए जाने से मल्टी चैनल बीम निर्माण का कार्य किया जा सकता है। इससे प्रत्यावर्तित शोर का समवर्ती स्थानिक तथा तात्कालिक उपचार करके शोर को समाप्त करने में सहायता प्राप्त होती है। इस प्रक्रिया को स्पेस टाइम एडाप्टिव प्रोसेसिंग (एस टी ए पी) के नाम से जाना जाता है। स्पेस टाइम एडाप्टिव प्रोसेसिंग (एस टी ए पी) को प्रतिकूल समुद्री दशाओं में छोटे आमाप के लक्ष्य के संसूचन के लिए एकमात्र उन्नत सिग्नल प्रोसेसिंग उपकरण के रूप में ज्ञात किया गया है।

## समुद्रीय निगरानी रडार (एम पी आर) का हार्डवेयर

**रेडियो आवृत्ति अग्र शीर्ष :** समुद्री क्षेत्र की निगरानी के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले रडारों को उनके छोटे आकार का होने और अभिलाक्षणिक समुद्री शोर प्रत्यावर्तन को ध्यान में रखते हुए प्रायः एक्स-बैंड में तैयार किया जाता है। उपर्युक्त सक्षमताओं से युक्त तथा एक्स-बैंड में निर्मित किए गए सक्रिय इलेक्ट्रॉनिक रूप से क्रमवीक्षित व्यूह (ए ई एस ए) आधारित समुद्रीय निगरानी रडार में आमतौर पर



1000 से अधिक उप संघटक निहित होते हैं। सक्रिय इलेक्ट्रॉनिक रूप से क्रमवीक्षित व्यूह (ए ई एस ए) आधारित समुद्रीय निगरानी रडार के संघटकों को गैलियम आर्सेनाइड के ट्रान्समिट / रिसेव मॉड्यूल (टी आर एम) द्वारा शक्ति प्रदान की जाती है जिसका कारण यह है कि इस उपकरण के लिए कुछ परिमाण में शक्ति दक्षता (पावर एफिशिएंसी) और अत्याधुनिक समेकित प्रावस्था शिफ्टर और अटेन्युएटर लगे होते हैं जिनकी सहायता से यह उपकरण दिगंश तथा उन्नतांश दोनों में क्रम वीक्षण (स्कैनिंग) का कार्य कर सकता है।

**डिजिटल बीमफॉर्मर तथा रिसेवर:** ऊपर बताए गए अनुसार उप व्यूह डिजिटल बीम फॉर्मिंग का कार्य

अत्यधिक अनुकूल तथा उच्च सैंपलिंग दर वाले ए डी सी से युक्त मल्टीपल रिसेव चैनलों को प्रयोग में लाकर किया जाता है। यहां प्रयुक्त प्रत्येक चैनल में एक परिशुद्ध 6-बिट की प्रावस्था और चैनल बैलेंसिंग के लिए क्षीणन नियंत्रण की सुविधा मौजूद होती है।

**कम शोर करने वाला एक्स बैंड एक्साइटाइर :** समुद्रीय निगरानी रडार (एम पी आर) में प्रयुक्त इस उप प्रणाली द्वारा स्थायी, सुसंगत और निम्न प्रावस्था का शोर, उच्च स्पेक्ट्रल परिशुद्धता के एक्स बैंड ड्राइव; एक्स बैंड में निर्मित किए गए ए ई एस ए यूनिट से जुड़ा स्थाई मुख्य दोलित्र (एस टी ए एम ओ) प्राप्त होता है। इसके अतिरिक्त, इस उप प्रणाली में रिसेवर द्वारा प्रयोग में लाए जाने हेतु स्पेक्ट्रम की दृष्टि से

शुद्ध एल ओ सृजित किए जाते हैं तथा सुसंगत आवृत्ति हेतु घड़ी क्लॉक एवं इलेक्ट्रॉनिक काउंटर-काउंटर मेज्यर (ई सी सी एम) के लिए स्फूर्त तरंग रूप सृजित किए जाते हैं।

**रडार प्रोसेसिंग यूनिट** : यह यूनिट

रडार के लिए कोर सिगनल प्रोसेसर यूनिट के रूप में कार्य करता है। अत्याधुनिक आर पी यू को 2200 टी एफ एल ओ पी एस से युक्त निष्पादन करने वाले संस्तरित कंप्यूटिंग प्रोसेसरों (एच पी ई सी) का प्रयोग करके अभिकल्पित

किया गया है। यह प्रणाली एस टी पी को निष्पादित करने के लिए 6 चैनल उच्च बैंडविथ आई क्यू डाटा को एक साथ प्रक्रमित करने में सक्षम है।

## समुद्री क्षेत्र की निगरानी के लिए वैद्युत प्रकाशीय/अवरक्त (ई ओ/ आई आर) प्रणाली

वायु वाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) ने उद्योग जगत से भागीदार के रूप में मैसर्स टोनबो इमेजिंग के साथ मिलकर समुद्री क्षेत्र की निगरानी के लिए वायु वाहित अनुप्रयोग हेतु वैद्युत प्रकाशीय/अवरक्त (ई ओ/आई आर) प्रणाली विकसित की है। इस यूनिट को अवेज-एस 50 के नाम से जाना जाता है। अवेज-एस 50 एक वायुवाहित 4-अक्षीय यांत्रिक रूप से स्थिर किया गया वैद्युत प्रकाशीय पेलोड है जिसे हवाई तथा समुद्री क्षेत्रों की निगरानी के लिए प्रयोग में लाया जाता है। यह प्रणाली दृश्य, एस डब्लू आई आर और एम डब्ल्यू आई आर स्पेक्ट्रम में एक साथ प्रतिबिंब को प्राप्त करने में सक्षम है और इस प्रकार यह प्रणाली बृहत्तर परिस्थितिजन्य जानकारी प्रदान करने के लिए प्रतिबिंब उपलब्ध कराने में सक्षम है। इस प्रणाली को वायुयान के उदर भाग पर ऊपर या नीचे की स्थिति में संस्थित करके प्रयोग में लाया जा सकता है। इस प्रणाली में एक लेजर रेंज फाइंडर और एक लेजर प्वाइंटर भी निहित होता है।

**इस प्रणाली की निम्नलिखित मुख्य विशेषताएं हैं:**

➤ यह प्रणाली चार अक्षीय जाइरो



स्थिरीकृत प्रणाली है

- इसकी स्थिरीकरण परिशुद्धता <10 माइक्रो रेडियन है
- लक्ष्य को साधने के संदर्भ में इसकी परिशुद्धता <5 मिली रेडियन है
- 4 उच्च स्पष्टता युक्त वीडियो(हाई डेफिनिशन वीडियो) का एक साथ प्रदर्शन करने में सक्षम
- समेकित वीडियो ट्रैकर
- वीडियो ट्रैकिंग करने के दौरान लक्ष्य पर केंद्रित करने में सक्षम निगरानी प्रणाली (स्लू टू क्यू)
- जियो रेफरेंसिंग (भू संदर्भ) में सक्षम निगरानी प्रणाली
- जियो पॉइंटिंग में सक्षम निगरानी प्रणाली
- व्यापक बाइट (बी आई टी ई) से युक्त प्रणाली
- भार 55 किग्रा; शक्ति <380 वाट (28 वोल्ट)



➤ व्यास ~390मिमी; ऊंचाई ~490 मिमी;

➤ हैंड ग्रिप कंट्रोल

**इस प्रणाली के विभिन्न अनुप्रयोगों में निम्नलिखित शामिल हैं:**

- हवाई तथा समुद्री लक्ष्यों की लंबी दूरी तक निगरानी करने में सक्षम उपकरण
- विद्युत प्रकाशीय डायरेक्टर
- रिमोट कंट्रोल वेपन स्टेशन
- अवेज-एस 50 एक वैद्युत प्रकाशीय/अवरक्त (ई ओ/आई आर) प्रणाली है जो वायुवाहित

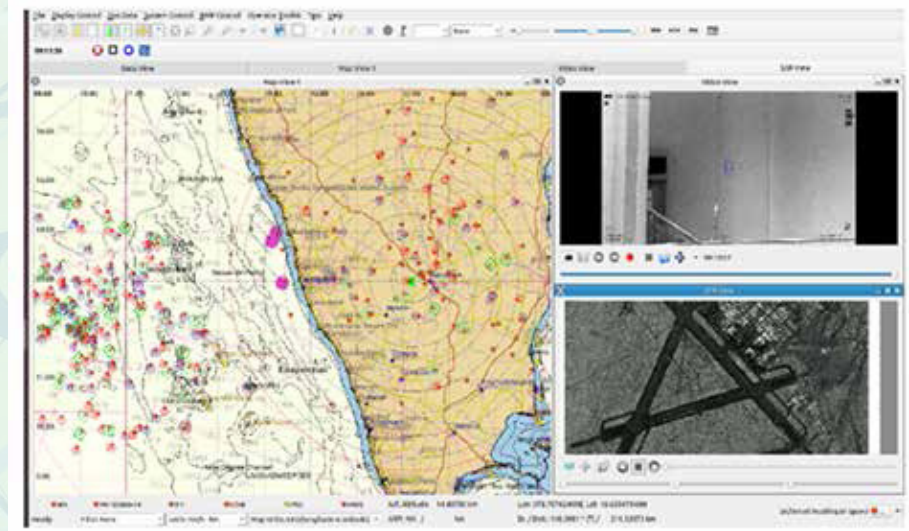
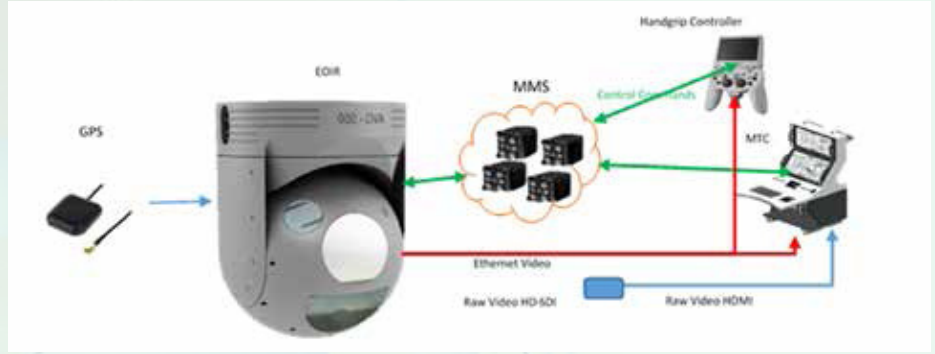
मंचों से निगरानी के लिए यांत्रिक दृष्टि से स्थिरीकृत पैकेज उपलब्ध कराता है

**वैद्युत प्रकाशीय/अवरक्त (ई ओ/आई आर) प्रणाली पर निम्नलिखित पेलोडों को समेकित किया जा सकता है:**

- तापीय प्रतिबिंबन हेतु शीतित एम डब्ल्यू आई आर तापीय प्रतिबिंबन प्रणाली
- एस डब्ल्यू आई आर प्रतिबिंबन प्रणाली
- कम प्रकाश में काम करने वाला उच्च स्पष्टता युक्त (हाई डेफिनिशन) सी एम ओ एस एच डी कलर कैमरा
- लेजर रेंज फाइंडर
- लेजर पॉइंटर
- भू संस्थिति निर्धारण प्रणाली (जी पी एस)
- समेकित जड़त्व मापक सेंसर
- डिजिटल चुंबकीय दिक्सूचक यंत्र
- नेशनल मरीन इलेक्ट्रॉनिक्स एसोसिएशन (एन एम ई ए) द्वारा निर्धारित विनिर्दिष्टियों के सुसंगत भू संस्थिति निर्धारण प्रणाली (जी पी एस) के साथ बाह्य इंटरफेस

## वायु वाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) द्वारा विकसित की गई मिशन प्रबंधन प्रणाली (एम एम एस) और मल्टी फंक्शनल टैक्टिकल कंसोल (एम एम एम ए) का परस्पर समेकन

मिशन प्रबंधन प्रणाली (एम एम एस) को समुद्रीय निगरानी वायुयान (एम पी ए) का सर्वाधिक महत्वपूर्ण



## मल्टी फंक्शनल टैक्टिकल कंसोल (एम टी सी) में वैद्युत प्रकाशीय/अवरक्त (ई ओ आई आर) प्रणाली द्वारा सृजित वीडियो चित्रों का समेकित प्रदर्शन

हिस्सा माना जाता है। यह प्रणाली सभी सेंसरों और सामरिक कंसोलों के लिए एक संवितरित नियंत्रण प्रणाली के रूप में कार्य करती है। मल्टी फंक्शनल टैक्टिकल कंसोल (एम टी सी) कार्मिकों की सुरक्षा एवं श्रम दक्षता को ध्यान में रखते हुए अभिकल्पित की गई है तथा इसमें पुनर्विन्यास किए जा सकने योग्य कंसोल को प्रयोग में लाया गया है जिसमें समुद्री क्षेत्र की निगरानी हेतु प्रयुक्त वायुयान (एम पी ए) पर अनेक मॉनिटर संस्थापित किए गए हैं। इसका प्रयोग वायुयान पर संस्थापित विभिन्न सेंसर सेटों को निर्देशित और नियंत्रित करने के लिए

किया जाता है। वास्तविक समय के भीतर रियल टाइम समुद्रीय और हवाई स्थितियों से संबंधित तस्वीर मल्टी फंक्शनल टैक्टिकल कंसोल (एम टी सी) के मॉनिटरों पर प्रदर्शित होते हैं।

वैद्युत प्रकाशीय/अवरक्त (ई ओ/आई आर) प्रणाली को मिशन प्रबंधन प्रणाली (एम एम एस) के माध्यम से मल्टी फंक्शनल टैक्टिकल कंसोल (एम टी सी) के साथ समेकित किया गया है। मल्टी फंक्शनल टैक्टिकल कंसोल (एम टी सी) द्वारा मिशन प्रबंधन प्रणाली (एम एम एस) के माध्यम से निर्देश एवं नियंत्रित संदेश भेजे जाते हैं और मिशन प्रबंधन प्रणाली (एम एम एस)

द्वारा प्राप्त हुए निर्देशन एवं नियंत्रण संदेशों को वैद्युत प्रकाशीय/अवरक्त (ई ओ/आई आर) प्रणाली को अग्रेषित कर दिया जाता है। इसके प्रत्युत्तर में वैद्युत प्रकाशीय/अवरक्त (ई ओ आई आर) प्रणाली द्वारा भेजे गए संदेशों को

मिशन प्रबंधन प्रणाली (एम एम एस) के माध्यम से मल्टी फंक्शनल टैक्टिकल कंसोल (एम टी सी) को प्रेषित किया जाता है।

इस संबंध में वीडियो चित्र एच-264 एनकोडेड इथरनेट फॉर्मेट में उपलब्ध

होते हैं। इथरनेट वीडियो चित्र को मल्टी फंक्शनल टैक्टिकल कंसोल (एम टी सी) तथा हैंड ग्राप कंट्रोलर के माध्यम से सीधे देखा जा सकता है।

## निम्न गति पर पवन सुरंग परीक्षण एवं निर्णयन हेतु डेटा विश्लेषण

वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) स्वदेश में वायुवाहित निगरानी प्रणालियों को विकसित करने के लिए केंद्रक एजेंसी होने के कारण निगरानी से संबंधित कार्यों को करने में सक्षम वायुयान प्लेटफार्मों के मूल्यांकन तथा चयन से संबंधित कार्यों को करने के लिए भी उत्तरदायी है। इस संदर्भ में चयन से संबंधित कार्य में आशोधन के उपरांत वायुगतिकीय मूल्यांकन तथा न्यूनतम कार्य-निष्पादन को पूरा करने के संदर्भ में उपयुक्तता एवं मिशन तथा विनियामक अपेक्षाओं के संबंध में वायुयान की उड़ान एवं रखरखाव से संबंधित गुणवत्ता से जुड़े पहलुओं पर विचार किया जाता है।

वायुयान पर विभिन्न प्रकार की



सुरंग के भीतर पवन सुरंग मॉडल

एंटीनाओं को लगाने से वायुगतिकीय अभिलक्षणों में बदलाव आता है जिससे वायुयान के कार्य-निष्पादन, उसके स्थायित्व एवं नियंत्रण से संबंधित गुणवत्ता संवर्धित होती है। आरंभ में विभिन्न वायुयानों के आधारभूत वायुगतिकीय अभिलक्षणों का आकलन निम्न क्रम के वायुगतिकीय मॉडलों को प्रयोग में लाकर किया जाता है। इंजन अभिलक्षणों तथा इस वायु गतिकीय मॉडल की सहायता मूल निर्माता कंपनी (ओ ई एम कंपनी) द्वारा उल्लिखित संख्या में वायुयान के कार्य निष्पादन की जांच की जाती है। उस वायु गतिकीय मॉडल में अलग-अलग विमाओं की विभिन्न एंटीना को संस्थापित किए जाने के कारण अनुमानित संवर्धनकारी परिवर्तनों को शामिल किया जाता है तथा उसके उपरांत कार्य निष्पादन से संबंधित तथ्यों का पुनः मूल्यांकन किया जाता है और इस प्रकार चयनित वायुयान की उपयोगिता के संबंध में वास्तविक जानकारी प्राप्त की जाती है। किसी वायुयान के संबंध में अंतिम निर्णय कर लिए जाने के पश्चात जांच किए जाने के लिए पवन सुरंग मॉडल का अभिकल्प विकसित किया जाता है।

पवन सुरंग मॉडल का अभिकल्प विकसित किए जाने के लिए उपयुक्त पैमाने को अभिनिर्धारित किए जाने की

आवश्यकता होती है और इस संदर्भ में चयनित पवन सुरंग के जांच परिच्छेदीय क्षेत्र में अवरोध अनुपात को ध्यान में रखा जाता है। इसके पश्चात वायुयान के ज्यामितीय दृष्टि से तैयार किए गए मॉडल का बल एवं आघूर्ण को ध्यान में रखते हुए अभिकल्प तैयार किया जाता है और इस क्रम में वायुयान पर अलग-अलग एंटीना को स्थापित किए जाने और उसके स्थान में परिवर्तन किए जाने के संबंध में उपयुक्त प्रावधान पर विचार किया जाता है। सुरंग के भीतर अनुमानित वायुगतिकीय भारों के लिए मॉडल की संरचनात्मक अखंडता को मॉडल के अभिकल्प तथा उसके संविचन हेतु प्रयुक्त सामग्री के द्वारा सुनिश्चित किया जाता है।

पवन सुरंग मॉडल की सभी अनुमानित प्रचालनात्मक वायुगतिकीय पहलुओं को ध्यान में रखकर जांच की जाती है तथा प्राप्त बल एवं आघूर्ण संबंधी आंकड़ों का विश्लेषण किया जाता है। आधारभूत वायुयान और अशोधित वायुयान के अनुदैर्ध्य तथा पार्श्व दिशिक अभिलक्षणों की जांच की जाती है। वायु गतिकीय मॉडलों को वायु गतिकीय कोणों के रैखिक रेंजों में विकसित किया जाता है। वायु गतिकीय कार्य निष्पादन का पवन सुरंग परीक्षण से ज्ञात हुए वायु गतिकीय गुणों से

संबंधित संशोधित अनुमानों के संदर्भ में मूल्यांकन किया जाता है। अशोधित वायुयान के स्थायित्व से संबंधित अभिलक्षणों का मूल्यांकन किया जाता है। वायुयान पर एंटीना की अवस्थिति

में परिवर्तन करने से प्राप्त हुए आंकड़ों से वायुगतिकीय कार्य निष्पादन तथा स्थायित्व दृष्टिकोण से एंटीना की निकट अनुकूल अवस्थिति ज्ञात की जाती है। इसके अतिरिक्त, अशोधित वायुयान का

स्थायित्व आधारभूत वायुयान के समान करने के लिए अतिरिक्त वायु गतिकीय समस्याओं के समाधान की आवश्यकता के संबंध में भी आकलन किया जाता है।

## श्रव्य तथा आंकड़ा प्रबंधन प्रणाली (ऑडियो एंड डाटा मैनेजमेंट सिस्टम)

वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैम्स) ने निगरानी प्लेटफार्म पर प्रयोग में लाए जाने के लिए मिशन संचार अनुप्रयोगों हेतु एक श्रव्य तथा आंकड़ा प्रबंधन प्रणाली (ए डी एम एस) अभिकल्पित एवं विकसित की है। श्रव्य तथा आंकड़ा प्रबंधन प्रणाली (ए डी एम एस) एक वॉइस ओवर इंटरनेट प्रोटोकॉल (वी ओ आई पी) आधारित प्रणाली है। यह प्रणाली वायुयान के भीतर स्थित ऑन बोर्ड क्रू सदस्यों के बीच और साथ ही वायुयान और ग्राउंड स्टेशन के बीच रेडियो तरंगों के माध्यम से श्रव्य एवं आंकड़ा (ऑडियो एंड डाटा) के मार्गीकरण में सहायक है। यह प्रणाली सभी संचार प्रौद्योगिकियों को, चाहे उनमें किसी भी श्रेणी का रेडियो बैंड, आवृत्ति और हार्डवेयर प्रयोग में लाया जा रहा हो, परस्पर अंतर संयोजित करने में सक्षम है।

इस प्रणाली को एक प्रचालक से लेकर अनेक प्रचालकों द्वारा प्रयोग में लाया जा सकता है और यह प्रणाली एकल रेडियो व्यवस्थापन से प्रचालन को पूर्ण करने के लिए रिमोट नियंत्रित संस्थापनाओं में एक केंद्रीय उपकरण के रूप में कार्य करती है। यह प्रणाली वायुयान में संस्थापित सभी ऑनबोर्ड आंतरिक संचार व्यवस्था का नियंत्रण करती है जिनमें किसी भी प्लेटफार्म

पर संस्थापित की गई संचार सुविधाएं, रिकॉर्ड तथा प्ले बैक करने, आदि जैसी विशेषताएं शामिल हैं। श्रव्य तथा आंकड़ा प्रबंधन प्रणाली (ए डी एम एस) की मॉड्यूलर संरचना इस प्रकार की है कि इसे थल सेना, नौसेना और वायु सेना द्वारा अपनी आवश्यकता के अनुसार अशोधित एस डब्ल्यू एंड पी –सी हार्डवेयर संघटकों की सहायता से आसानी से प्रयोग में लाया जा सकता है।

श्रव्य तथा आंकड़ा प्रबंधन प्रणाली (ए डी एम एस) में चार प्रमुख उप मॉड्यूल शामिल हैं:

- निर्देश तथा संचार नियंत्रण यूनिट (सी सी सी यू)
  - रेडियो गेटवे यूनिट (आर जी यू)
  - संचार प्रयोक्ता इंटरफेस पैनल (सी यू आई पी)
  - रेडियो कंट्रोलर यूनिट (आर सी यू)
- निर्देश तथा संचार नियंत्रण यूनिट (सी सी सी यू) चयनित संचार माध्यम के आधार पर इन्टरनेट आधारित संचरण माध्यम से होकर ध्वनि एवं आकड़ों (वॉइस एंड डाटा) का मार्गीकरण करता है। निर्देश तथा संचार नियंत्रण यूनिट (सी सी सी यू) संचार सॉफ्टवेयर के सर्वर के रूप में कार्य करता है। इसमें



सी यू आई पी



सी सी सी यू



श्रव्य तथा आंकड़ा प्रबंधन प्रणाली (ए डी एम एस) क्लाइट एप्लीकेशन से युक्त सी यू आई पी



रेडियो कंट्रोलर

इंटरनल मेमोरी से युक्त दो इंटेलिजेंट बोर्ड और प्रत्येक के लिए पृथक पावर सप्लाई (विद्युत आपूर्ति) व्यवस्था होती है।

रेडियो गेटवे यूनिट (आर जी यू) श्रव्य तथा आंकड़ा प्रबंधन प्रणाली (ए डी एम एस) का एक प्रमुख संघटक अवयव है तथा यह विवृत मानकों से युक्त वॉइस ओवर इंटरनेट प्रोटोकॉल (वी ओ आई पी) का प्रयोग करके रेडियो एवं टेलिफोनी उपकरणों के बीच एक निर्बाध इंटरफेस उपलब्ध कराता है। यह रेडियो तरंगों तथा मानकों पर आधारित वॉइस ओवर इंटरनेट प्रोटोकॉल (वी ओ आई पी) से जुड़े अन्य एनालॉग चैनलों से प्राप्त श्रव्य आंकड़ों (ऑडियो) को ध्वनि संकेतों में बदल देता है जिसे लोकल एरिया नेटवर्क (एल ए एन) पर किसी भी अनुकूल उपकरण की सहायता से सुना जा सकता है।

संचार प्रयोक्ता इंटरफेस पैनल (सी यू आई पी) एक प्रयोक्ता अनुकूल इंटरफेस प्रणाली है जैसे कि कॉट्स (सी ओ टी एस) 10.4" सॉफ्टवेयर की सहायता से तैयार किया गया एक सॉफ्ट फोन जो एक सुदृढ़ सैन्य मानक (मिलिट्री स्टैंडर्ड) टेबलेट के रूप में होता है और जिसमें 1 एच डी एम आई पोर्ट, 4 यू एस बी पोर्ट और 1 गीगाबिट इथरनेट पोर्ट लगे होते हैं। इसकी सहायता से प्रयोक्ता रेडियो पैरामीटर पर नियंत्रण स्थापित करके इंटरकॉम का प्रयोग कर सकता है और हवा-से-धरती पर तथा धरती-से-हवा में संदेशों का आदान-प्रदान कर सकता है। संचार प्रयोक्ता इंटरफेस पैनल (सी यू आई पी) पर विशिष्ट मानव-मशीन इंटरफेस प्रदर्शित होता है। इसका प्रयोग करके



**श्रव्य तथा आंकड़ा प्रबंधन प्रणाली (ए डी एम एस) को समेकित करने से संबंधित व्यवस्थागत चित्र**

प्रयोक्ता एक एकल सहज ज्ञानात्मक ग्राफिकल यूजर इंटरफेस को प्रयोग में लाकर स्थानीय और सुदूर दोनों ही अवस्थितियों की रेडियो, टेलिफोनी, इंटरकॉम और फैक्स प्रणालियों तक अपनी पहुंच और उन पर नियंत्रण स्थापित कर सकता है। सामान्य मोड में परिचालन के दौरान सॉफ्ट पी टी टी फंक्शनैलिटी भी उपलब्ध कराई जाती है।

रेडियो कंट्रोलर यूनिट (आर सी यू) को मुख्य रूप से आर एस 422 और डिजिटल आई ओ (डिजिटल इनपुट / आउटपुट) से प्राप्त हुई अति उच्च आवृत्ति/अल्ट्रा उच्च आवृत्ति (वी एच एफ/यू एच एफ) की रेडियो तरंगों को नियंत्रित करने के लिए तथा मिशन



**श्रव्य तथा आंकड़ा प्रबंधन प्रणाली (ए डी एम एस) में लाइन रिप्लेसमेंट यूनिट (एल आर यू) रैक**

सिस्टम कंट्रोलर से प्राप्त हुई टी सी पी /आई पी निर्देशों के आधार पर मुख्य चैनल, प्रिसेट, मॉड्यूलन, गार्ड चैनल, टी एक्स पावर और स्क्वेल्च आदि की आवृत्ति जैसी विभिन्न अति उच्च आवृत्ति/अल्ट्रा उच्च आवृत्ति (वी एच एफ/यू एच एफ) की रेडियो तरंगों को संविन्यस्त करने के लिए प्रयोग में लाया जाता है। रेडियो कंट्रोलर यूनिट (आर सी यू) का प्रयोग आई पी नेटवर्क पर श्रव्य दृश्य सामग्री की सुपुर्दगी के लिए नेटवर्क प्रोटोकॉल आर टी पी (आईपी आरटीपी) की श्रव्य सामग्रियों को रिकॉर्ड करने के लिए किया जाएगा तथा श्रव्य सामग्रियों से युक्त ऑडियो फाइलों को एक लोकल हार्ड डिस्क में स्टोर किया जाएगा।

श्रव्य तथा आंकड़ा प्रबंधन प्रणाली (ए डी एम एस) की निम्नलिखित मुख्य विशेषताएं हैं:

- ऑपरेटरों के लिए ऑन बोर्ड अंतः संचार की सुविधा
- संयोजित संस्थापनाओं के बीच श्रव्य सामग्रियों का मार्गीकरण
- संयोजित डाटा समर्थित संस्थापनाओं के बीच डाटा (आंकड़ों) का मार्गीकरण
- रेडियो तरंगों का नियंत्रण तथा संयोजित रेडियो तरंगों का संविरूपण
- रेडियो रिले से संबंधित कार्य करने में समर्थ
- मिशन से संबंधित श्रव्य सामग्रियों की रिकॉर्डिंग
- हवा-से-धरती पर और धरती-से-हवा में श्रव्य-दृश्य सामग्रियों की कांफ्रेंसिंग
- ऑन बोर्ड तथा ऑफ बोर्ड डाटा एवं पाठ्य सामग्रियों का संप्रेषण
- ऑन बोर्ड वीडियो कांफ्रेंसिंग
- हवा-से-धरती पर फैक्स भेजने की सुविधा
- सुरक्षित तथा असुरक्षित वॉइस संचार
- मापनीय तथा प्लेटफार्म स्वतंत्र संचार की व्यवस्था

## अधुनातन वायुवाहित निगरानी प्रणालियों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई) का प्रयोग

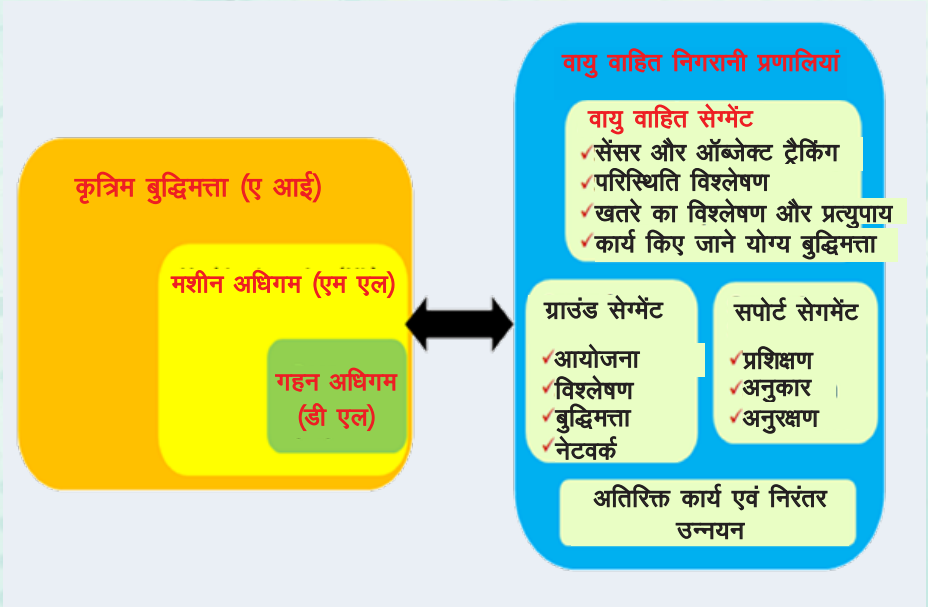
### कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई) का विकास

वर्तमान दौर में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का प्रवेश जीवन के सभी क्षेत्रों यथा – खेल, प्रतिबिंब पहचान, व्याख्यान, ऑटोमोटिव, नेचुरल लैंग्वेज प्रोसेसिंग, चिकित्सा तथा सैन्य, आदि में हो चुका है। हाल ही में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई) के क्षेत्र में पर्याप्त प्रगति हासिल की गई है जो गहन अधिगम (डीप लर्निंग) का परिणाम है। गहन अधिगम (डीप लर्निंग) मशीन अधिगम का एक उप क्षेत्र है जो स्वयं भी कृत्रिम बुद्धिमत्ता का एक उप क्षेत्र है। गहन अधिगम (डीप लर्निंग) में अनेक स्तरों पर कृत्रिम न्यूरल नेटवर्क्स (ए एन एन) में प्रशिक्षण प्रदान करने की आवश्यकता होती है जिसमें इनपुट के आधार पर विभिन्न विशेषताएं अंतर्निहित होती हैं।

इन सभी क्षेत्रों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता तथा गहन अधिगम की उपयोगिता गुप्त पैटर्नों को दक्षता पूर्वक तथा परिशुद्धता पूर्वक ज्ञात करने की क्षमता द्वारा

प्रदर्शित होती है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता का सैन्य क्षेत्र में प्रयोग इसलिए किया जाता है ताकि इससे सभी आधुनिक युद्ध परिदृश्य में सकारात्मक प्रभाव पड़े। वर्तमान में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का हवाई शक्ति से जुड़े सभी क्षेत्रों जैसे कि-हवाई क्षेत्र का नियंत्रण, हवाई आक्रमण, हवा में मोबिलिटी और आसूचना, निगरानी एवं टोही क्रियाकलापों से संबंधित सभी

क्षेत्रों में अधिकाधिक उपयोग किया जाने लगा है। इस प्रकार यह स्पष्ट है कि भविष्य में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई) को शत्रु क्षेत्र की सभी गतिविधियों के संसूचन, निर्धारण, लक्ष्य अनुवर्तन, लक्ष्य पर प्रहार करने और मूल्यांकन (एफ2 टी2 ई ए) से संबंधित सभी प्रमुख वायुवाहित निगरानी प्रणालियों में प्रयोग में लाया जाएगा।



हवाई निगरानी कार्यों के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई) पारिस्थितिकी



कृत्रिम बुद्धिमत्ता की सफलता के लिए प्रमुख समर्थकारी उपकरणों में विहत डाटा सेटों की उपलब्धता, बढ़ते हुए डाटा वॉल्यूम के रखरखाव के लिए बिग डेटा एनालिटिक्स की क्षमता, ग्रैफिक्स प्रोसेसिंग यूनिट (जी पी यू) की शक्ति ताकि वह बृहत नेटवर्क ओं को प्रशिक्षण देने में सक्षम हो, और परिपक्व एल्गोरिथ्म एवं उपकरण श्रृंखला की आवश्यकता है।

तथापि, वायुवाहित प्रणालियों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई) तकनीकों को प्रयोग में लाया जाना एक चुनौतीपूर्ण कार्य है क्योंकि इसके लिए पर्याप्त प्रशिक्षण आंकड़े कभी भी उपलब्ध नहीं होते। इसके अतिरिक्त, विकासात्मक अनुप्रयोग काफी सुदृढ़ होना चाहिए और हल्के वजन का भी होना चाहिए ताकि उन्हें वास्तविक एवं विशिष्ट समय के भीतर प्रयोग में लाए जाने में किसी भी प्रकार की कठिनाई न हो। इन तकनीकों में स्पष्टता की स्थिति तथा युद्ध क्षेत्र में इनकी उपयोगिता के संबंध में मूल्यांकन तथा इस तकनीक को निरंतर उन्नत बनाए जाने की आवश्यकता के कारण भी चुनौतियां निरंतर बनी रहती हैं। इनके अतिरिक्त, कृत्रिम बुद्धिमत्ता को प्रयोग में लाए जाने से महत्वपूर्ण निर्णयों को लेने का कार्य मशीन द्वारा स्वतंत्र रूप में किया जाने लगेगा जिसकी अनुमति प्रदान करने के लिए सैन्य क्षेत्र से संबंधित सिद्धांत पर पुनर्विचार किए जाने की आवश्यकता उत्पन्न होगी।

## हवाई निगरानी के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई)

किसी भी प्ररूपी नेटवर्क केंद्रित हवाई निगरानी प्रणाली के लिए

आवश्यक है कि इसमें बहुत से सेंसर और संचार लिंक उपलब्ध कराए गए हों जो विविध मिशनों को क्रियान्वित करने के लिए हवाई प्लेटफार्म पर एक मिशन और डाटा प्रबंधन प्रणाली से सुदृढ़ता पूर्वक जुड़े हुए हों। विभिन्न प्रणालियों को शामिल करके एक ऐसे नेटवर्क केंद्रित जटिल प्रणाली को विकसित करने में विविध हवाई प्रणालियों, भू-संस्थित प्रणालियों और सपोर्ट सेगमेंट के परस्पर सहयोजित होकर कार्य करने की आवश्यकता है। इसके लिए अत्याधुनिक सेंसर, संचार लिंक को प्रयोग में लाने तथा ह्यूमन-इन-लूप एलिमेंट्स (मानव को लूप एलिमेंट्स के साथ संयोजित करके कार्य करने), अनुकार सुविधाओं की उपस्थिति, सैन्य नेटवर्कों के साथ इंटरफेस, आयोजना, विश्लेषण, आसूचना एकत्रीकरण, प्रशिक्षण तथा प्रभावी अनुरक्षण की आवश्यकता है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता को प्रयोग में लाकर हवाई निगरानी तथा पारिस्थितिकी से संबंधित इन सभी क्षेत्रों में को उन्नत बनाया जा सकता है।

इन क्षेत्रों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता का प्रयोग निम्नलिखित रूप में किया जाता है:

ये क्षेत्र मूल क्षेत्र हैं और इनकी एक विशिष्ट सेंसर (उदाहरण के लिए रडार, वैद्युत प्रकाशीय/अवरक्त (ई ओ आई आर) सेंसर, ए आई एस, आई एफ एफ, ई एस एम, आदि) सेंसरों के समूह के संदर्भ में व्याख्या की जा सकती है।

**मिशन वायुयान के संबंध में अनुमानित अनुरक्षण** – इससे संबंधित प्ररूपी अनुप्रयोगों में समेकित मिशन प्रणाली, ग्राउंड रिगों तथा वायुयान के पावर सिस्टम/मार्गीकरण में नैदानिकी

और अनुमानित विश्लेषण जैसे कार्य शामिल हैं।

इस कार्य के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले कुछ उपकरणों में मल्टी इंस्टेंस रिगेशन, रेंडम फॉरेस्ट, सपोर्ट वेक्टर मशीन (एस वी एम) के नाम उल्लेखनीय हैं।

**लक्ष्य की स्वतः पहचान (ऑटोमेटिक टारगेट रिकॉग्निशन) प्रणाली – ए टी आर** : इस कार्य के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले कुछ प्ररूपी उपकरणों में लक्ष्य संसूचन, लक्ष्य की पहचान करना तथा उसका वर्गीकरण, वैद्युत प्रकाशीय/अवरक्त (ई ओ आई आर), एस ए आर, आई एस ए आर प्रतिबिंबन, उच्च रेंज का वियोजन (एच आर आर)/आर एस प्रोफाइल, इमेज टैगिंग आदि कार्य शामिल हैं।

इस कार्य हेतु प्रयोग में लाए जाने वाले कुछ प्रमुख उपकरणों में कन्वॉल्यूशनल न्यूरल नेटवर्क (सी एन एन), वेरिएशन ऑटो इनकोडर (वी ए ई), रिकरेंट अटेंशन मॉडल्स (आर ए एम) और जेनरेटिव एडवर्सरियल नेटवर्क्स (जी ए एन) के नाम उल्लेखनीय हैं।

**लक्ष्य का अनुवर्तन और प्रहार** – इस कार्य हेतु प्रयोग में लाए जाने वाले कुछ प्रमुख उपकरणों में काफी तेजी से स्थान परिवर्तित कर रहे हवाई लक्ष्यों की पहचान तथा अनुवर्तन, समुद्री लक्ष्य को ज्ञात करना और उसका अनुवर्तन, धरती पर तेजी से स्थान परिवर्तित कर रहे लक्ष्य का अनुवर्तन (जी एम टी टी), वैद्युत प्रकाशीय तथा अवरक्त (ई ओ आई आर) प्रतिबिंबों का संलयन, एस ए आर और वैद्युत प्रकाशीय (ई ओ) प्रतिबिंबों का संलयन, सी एस एम और ईएसएम लक्ष्यों का अप्रतिक्रियाशील

अनुवर्तन तथा संलयन, आदि शामिल हैं।

इस कार्य हेतु प्रयुक्त कुछ महत्वपूर्ण उपकरणों में सी एन एन, साइमीज नेटवर्क, लांग शॉर्ट टर्म मेमोरी नेटवर्क (एल एस टी एम) वेरिएशन आर एन एन (वी आर एन एन), आदि उपकरण शामिल हैं।

**लक्ष्य की पहचान** – इससे संबंधित प्रमुख प्ररूपी अनुप्रयोगों में एस एल ए आर तेल बिखराव सेगमेंट, समुद्री पोत के नाम का पठन तथा उस वाहन पर लगे लाइसेंस प्लेट को पढ़ना शामिल है।

इस कार्य हेतु प्रयुक्त कुछ उपकरणों में सी एन एन, यू ओनली लुक वन्स (वाई ओ एल ओ), सिंगल शॉट मल्टी बॉक्स डिटेक्शन (एस एस डी), वेरिएशन ऑटो इनकोडर्स (वी ए ई), आदि उपकरण शामिल हैं।

**खतरे का संसूचन** – इस कार्य हेतु प्रयुक्त प्ररूपी अनुप्रयोगों में मुख्य रूप से हवाई उड़ान मार्गों, समुद्री मार्गों, समुद्री आतंकवाद, भूमि पर सैन्य संरचनाओं का संसूचन, ऑयल रिग प्रोटेक्शन, वी ए/वी पी प्रोटेक्शन, आदि अनुप्रयोग शामिल हैं।

इस कार्य हेतु प्रयोग में लाए जाने वाले कुछ उपकरणों में डायनेमिक स्टोइकास्टिक नेटवर्क, इंस्टैबिलिटी स्कोर, वी आर एन एन के नाम उल्लेखनीय हैं।

**सक्रिय प्रावस्था व्यूह एंटीना (एक्टिव फेज्ड अरे एंटीना)** – इसके कुछ प्ररूपी अनुप्रयोगों में पारस्परिक कपलिंग की स्थिति में समाधान ज्ञात करना, विफल हो गए एंटीना संघटकों के संबंध में रेंज डॉप्लर नक्शों के आधार पर अनुमान

लगाना, विफलता का समाधान करने के लिए ऑटोमेटिक पैटर्न संशोधन को प्रयोग में लाना आदि शामिल हैं।

इस कार्य हेतु प्रयोग में लाए जाने वाले कुछ उपकरणों में सी एन एन, डीप – रिइंफोर्समेंट लर्निंग (डीप आर एल), आदि उल्लेखनीय हैं।

**अनुकार तथा प्रशिक्षण** – इससे संबंधित कुछ प्ररूपी अनुप्रयोगों में सेंसर पिकअप की क्षति हो जाने के दौरान परिस्थिति का अनुमान लगाना, पायलट प्रशिक्षण के लिए बुद्धिमत्ता पूर्ण हवाई संग्राम का अनुकार करना, ओ टी एस में अनुकारित पायलट प्रशिक्षण, युद्ध क्षेत्र प्रबंधन समाधान उपलब्ध कराना आदि शामिल हैं।

इस कार्य हेतु प्रयुक्त कुछ उपकरणों में हवाई संग्राम अनुकार मॉडल, मल्टी एजेंट रिइंफोर्समेंट लर्निंग, मल्टी ऑब्जेक्टिव रिइंफोर्समेंट लर्निंग आदि के नाम उल्लेखनीय हैं।

**सेंसर प्रक्रमण** – इससे संबंधित कुछ प्ररूपी अनुप्रयोगों में एच आर आर, एस ए आर/आई एस ए आर प्रतिबिंब निर्माण प्रक्रमण, रडार से प्राप्त होने वाले सिग्नलों का अनुमान तथा अनुसरण (ई एस एम) नॉन होमोजेनिटी डिटेक्टर एस टी ए पी अनुप्रयोग, आई एफ एफ में गार्बल प्रोसेसिंग, आदि शामिल हैं।

इस कार्य हेतु प्रयुक्त कुछ उपकरणों में एल एस टी एम, ऑटो इनकोडर नेटवर्क, और सी एन एन के नाम उल्लेखनीय हैं।

**बुद्धिमत्ता पूर्ण आयोजना केंद्र** – इस केंद्र द्वारा किए जाने वाले प्रमुख अनुप्रयोगों में प्रयोग में लाए जाने वाली कार्यनीति के संबंध में आयोजना तैयार

करना, आक्रमण संबंधी आयोजना, संसाधन आयोजना तैयार करना, आदि शामिल हैं।

इस कार्य हेतु प्रयुक्त कुछ उपकरणों में विशाल परिमाण के आंकड़ों के विश्लेषण हेतु उपकरण, ओपन-सोर्स सॉफ्टवेयर यूटिलिटी अपाचे हैडूप, अपाचे स्पार्क, अंतर्निर्मित मशीन अधिगम, आदि शामिल हैं।

**बुद्धिमत्ता पूर्ण डाटा नोड** – इसके प्ररूपी अनुप्रयोगों में उड़ान आंकड़ों का विश्लेषण, समुद्री डोमेन के संबंध में जागरूकता (एम डी ए), समेकित ए एस पी तथा मिशन कंप्यूटर आदि के नाम उल्लेखनीय हैं।

इस कार्य हेतु प्रयुक्त कुछ उपकरणों में विशाल परिमाण के आंकड़ों के विश्लेषण हेतु उपकरण, ओपन-सोर्स सॉफ्टवेयर यूटिलिटी अपाचे हैडूप, अपाचे स्पार्क, अंतर्निर्मित मशीन अधिगम, विभिन्न विशेषताओं का परस्पर संलयन (फीचर फ्यूजन), आदि शामिल हैं।

**मानव-मशीन इंटरफेस (एच एम आई)** – इस उपकरण द्वारा किए जाने वाले प्ररूपी अनुप्रयोगों में बोल कर दिए जाने वाले निर्देश (वॉइस एक्टिवेटेड कमांड) वाक् को पाठ्य सामग्री में परिवर्तित करना (स्पीच टू टेक्स्ट कन्वर्जन), स्मार्ट मैप आदि अनुप्रयोग शामिल हैं।

इस अनुप्रयोग हेतु प्रयोग में लाए जाने वाले कुछ उपकरणों में आर एन एन, एल एस टी एम के नाम उल्लेखनीय हैं।

हवाई निगरानी प्रणाली में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई) को प्रयोग में लाए जाने से अधिक तेजी से कार्य करने वाली, दक्ष एवं परिशुद्ध प्रणालियां

विकसित होंगी। इससे प्रचालक को आयोजना तथा निर्णय करने में लगने वाले समय की बचत होगी। इसका एक अन्य महत्वपूर्ण पहलू यह है कि कृत्रिम बुद्धिमत्ता को प्रयोग में लाए जाने से अधिक परिशुद्ध प्रणाली विकसित होगी और साथ ही उसके आकार

और विस्तृति में भी कम आएगी। यह स्थिति वैश्विक स्तर पर समझी जा रही परिस्थिति के अनुरूप मानव के वैश्विक दृष्टिकोण का समावेशन करके प्राप्त की जाएगी। वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) ने वायु वाहित निगरानी प्रणालियों में कृत्रिम बुद्धिमत्ता (ए आई)

तकनीकों को विकसित करने और उसे प्रयोग में लाए जाने के लिए आवश्यक पारिस्थितिकी तैयार की है और यह भविष्य में तैयार किए जाने वाले उत्पादों में भी इस दिशा में संभावित प्रौद्योगिकियों को शामिल करेगा।

## निकट भविष्य में प्रयोग में लाए जाने के लिए विकसित की जा रही हवाई बल प्रवर्धक प्रणालियां

### विभिन्न मिशनों के लिए प्रयोग में लाए जाने वाला समुद्री वायुयान (मल्टी मिशन मैरिटाइम एयरक्राफ्ट)

अत्याधुनिक तथा विभिन्न मिशनों के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले बहुउद्देशीय समुद्री वायुयान (एम एम ए) को नवीनतम प्रौद्योगिकी से युक्त संसरो और आयुधों से सज्जित किया जाएगा ताकि यह विशिष्ट आर्थिक जोन में उन्नत निगरानी कार्यों को कर सके और इस वायुयान की अवरोधक क्षमता में भी वृद्धि हो तथा साथ ही इसका प्रयोग करके भारतीय तलाशी एवं बचाव क्षेत्र (सर्च एंड रेस्क्यू रीजन) में तलाशी एवं बचाव अभियानों को भी तेजी से चलाया जा सके। यह समुद्री क्षेत्र की निगरानी, तलाशी एवं बचाव अभियानों, अवरोधक एवं निवारक निगरानी कार्यों का अपनी प्राथमिक भूमिका के रूप में निर्वहन करने के

लिए एक विविध भूमिकाओं को निभाने वाली प्रणाली सिद्ध होगा। इसके अतिरिक्त, वायुयान द्वारा कुछ अन्य द्वितीयक भूमिकाओं का भी निर्वहन किया जा सकता है जैसे कि माल वाहक विमान या सैन्य कार्मिकों को लाने ले जाने के लिए प्रयोग में लाए जाने वाले विमान के रूप में भी तथा साथ ही चिकित्सीय आपात की स्थिति में एयर एंबुलेंस के रूप में भी इस वायुयान का प्रयोग किया जा सकता है। इसके उड़ान अभिलक्षणों को समुद्री गश्ती उड़ान भरने वाले वायुयानों में प्रयुक्त अभिलक्षणों के अनुरूप किया जाएगा और इसमें कम ऊंचाई पर उड़ान भरने की उत्कृष्ट क्षमता एवं साथ ही उत्कृष्ट मिशन निष्पादन क्षमताओं से भी सुसज्जित किया जाएगा।

बहुउद्देशीय समुद्री वायुयान (एम एम ए) मिशन प्रणाली में निगरानी संसरो का एक संपूर्ण समुच्चय, वॉइस, डाटा तथा प्रतिबिंब संप्रेषण के लिए एक व्यापक संचार प्रणाली एवं सामरिक निर्देशन, नियंत्रण, डेटा एवं डिस्प्ले के लिए पूर्णतः समेकित मिशन एवं डाटा प्रबंध प्रणाली (आई एम ए डी एम एस) अंतर्निहित होगी।

समेकित मिशन एवं डाटा प्रबंध प्रणाली (आई एम ए डी एम एस) वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) द्वारा विकसित की गई एक पलेक्सिबल प्रणाली है जिसमें एक मॉड्यूलर, मापनीय तथा संवितरित संरचना को प्रयोग में लाया गया है जो मिशन संसरो और वायुयान नेविगेशन प्रणालियों से आ रही सूचनाओं को समेकित करता है, उन्हें प्रस्तुत करता है और उन पर नियंत्रण करता है। यह प्रणाली परिस्थितिजन्य जागरूकता को संवर्धित करती है, निर्णय करने की क्षमता को सुदृढ़ बनाती है और मिशन की प्रचालनात्मक दक्षता को उन्नत बनाती है।

वायुवाहित प्रणाली केंद्र (कैब्स) को भारतीय तटरक्षक बल के लिए ऐसी छह बहुउद्देशीय समुद्री वायुयान (एम एम ए) को स्वदेश में विकसित करने के लिए रक्षा मंत्रालय द्वारा नोडल एजेंसी के रूप में नामित किया गया है।

### बहुउद्देशीय समुद्री वायुयान (एम एम ए) में प्रयुक्त मिशन प्रणालियां

बहुउद्देशीय समुद्री वायुयान (एम एम ए) में प्रयोग में लाई जा रही



मिशन प्रणालियों में अत्याधुनिक सेंसर प्रयोग में लाए जाएंगे जैसे कि ई एस ए आधारित समुद्रीय निगरानी रडार, मित्र अथवा शत्रु की पहचान करने के लिए प्रयुक्त आई एफ एफ सेंसर, वैद्युत प्रकाशिकीय अवरक्त (ई ओ/आई आर) सेंसर, प्रदूषण निगरानी सेट (पी एस एस), कम्युनिकेशन सपोर्ट मेजर (सी एस एम) ऑटोमेटिक आईडेंटिफिकेशन सिस्टम (ए आई एस), दृष्टि रेखा (एल ओ एस) तक संचार तथा दृष्टि रेखा से परे संचार दोनों के लिए डाटा लिंक और मिशन संचार प्रणाली (एम सी एस) अंतर्निहित होंगी। इन सभी सेंसरों को संवितरित एम एम एस द्वारा निर्देशित एवं नियंत्रित किया जाएगा तथा प्रचालक को बहु प्रकार्य सामरिक कंसोल (एम टी सी) पर समुद्री प्रक्षेत्र के संबंध में जागरूकता/तस्वीरें प्रस्तुत की जाएंगी। इसके द्वारा ये सभी जानकारीयां संचार लिंकों के माध्यम से ग्राउंड डेटा टर्मिनलों को भी उपलब्ध कराई जाएंगी।

## ए ई एस ए आधारित समुद्री निगरानी रडार

बहुउद्देशीय समुद्री वायुयान (एम एम एस) में प्रयुक्त प्राथमिक सेंसर समुद्रीय निगरानी रडार ए ई एस ए आधारित रडार प्रणाली है जो वायुयान के निचले पृष्ठ (उदर भाग) पर आरोहित होता है। इस प्रणाली का प्रयोग हवाई तथा समुद्री लक्ष्यों के संसूचन, अनुवर्तन तथा प्रतिबिंबन के लिए किया जाता है। इस प्रणाली को विभिन्न मोडों जैसे कि हवा-से-हवा, हवा-से-समुद्र, समुद्र एवं धरती पर गतिशील लक्ष्य संसूचक (एम टी आई) के रूप में, रेंज



सिगनेचर (आर एस), सिंथेटिक एपर्चर रडार (एस ए आर) बीकॉन मौसम मोडों में प्रचालित किया जा सकता है। इस प्रणाली को प्रयोग में लाए जाने से निर्बाध रूप में अंतर्संयोजन प्राप्त होता है तथा वर्गीकरण एवं अभिनिर्धारण मोडों के लिए इस प्रणाली को प्रयोग में लाए जाने से समय की बचत होती है और साथ ही यह प्रणाली बेहतर टाइम ऑन स्टेशन की सुविधा भी उपलब्ध कराती है।

## मित्र एवं शत्रु की पहचान करने वाला आई एफ एफ सेंसर

मित्र एवं शत्रु की पहचान करने वाला आई एफ एफ सेंसर एक द्वितीयक सहकारी सेंसर है जो उपयुक्त ट्रांसपोंडर से सज्जित लक्ष्यों को ज्ञात करता है तथा उसकी ऊंचाई से संबंधित सूचना उपलब्ध कराता है। प्राप्त हुई सूचना को निगरानी क्षेत्र के संबंध में मित्र अथवा शत्रु लक्ष्यों की पहचान



आई एफ एफ सेंसर

करने के लिए प्रयोग में लाया जाता है। इस प्रणाली को आई सी ए ओ के अनुबंध एक्स/एस टी ए एन ए जी 4193, मोड-एस (लेवल 2) सक्षमता से युक्त प्रणाली के रूप में निर्मित किया गया है। यह प्रणाली आई एस-1 (मोड 4) और आई एस-2 (मोड 5) के अनुरूप भी परिचालन करती है।

## पी एस एस

पी एस एस प्रणाली का प्रयोग समुद्री सतह पर बिखरे तेल की सतह के संसूचन, अभिनिर्धारण एवं वर्गीकरण के लिए किया जाता है।

पी एस एस प्रणाली में निम्नलिखित शामिल हैं:

- **साइड लुकिंग एयरबोर्न रडार (एस एल ए आर)** – इस रडार का प्रयोग समुद्री सतह पर तेल के दूर तक बिखराव के संसूचन (फार रेंज डिटेक्शन) के लिए किया जाता है। यह रडार 3000 फीट की ऊंचाई पर 60-80 किलोमीटर तक के बिखराव को ज्ञात करने में सक्षम है।
- **पराबैंगनी/अवरक्त (यू वी/आई आर) लाइन स्कैनर** – इस स्कैनर का प्रयोग तापीय अवरक्त एवं निकट पराबैंगनी क्षेत्र में निकट रेंज को ज्ञात करने के लिए किया जाता है।
- **वी आई एस स्कैनर** – इस स्कैनर का प्रयोग दृश्य क्षेत्र में निकट रेंज को ज्ञात करने के लिए किया जाता है।
- **लेजर फ्लुओरो सेंसर (एल एफ एस)** – इस सेंसर का प्रयोग समुद्र की सतह पर बिखरे तेल की परत के किस्म के वर्गीकरण और उसकी

मोटाई को ज्ञात करने के लिए किया जाता है।

- **सूक्ष्म तरंग रेडियोमापी** – इस उपकरण का प्रयोग समुद्र की सतह पर बिखरे तेल की झ50 मिमी मोटाई की माप करने के लिए किया जाता है।



## वैद्युत प्रकाशिकीय/अवरक्त सेंसर (ई ओ/आई आर सेंसर)

वैद्युत प्रकाशिकीय/अवरक्त सेंसर (ई ओ/आई आर सेंसर) संबंधित लक्ष्यों का प्रतिबिंब ज्ञात करने में सहायक सिद्ध होता है।

इस सेंसर में हाई डेफिनेशन दिवस कैमरा, तापीय इमेजर (प्रतिबिंबक), लघु तरंग अवरक्त (एस डब्लू आई आर) प्रतिबिंबक, लेजर रेंज फाइंडर और लेजर प्वाइंटर अंतर्निहित होता है। यह सेंसर दिवस के प्रकाश/मौसम की



दशाओं के अनुसार एक साथ प्रचलित किए जाते हैं तथा प्रचालक को एच डी एम आई प्रतिबिंब प्रदर्शित करते हैं।

इस सेंसर में जियो प्वाइंटिंग, जियो रेफ्रेंसिंग और वीडियो ट्रैकिंग की सुविधा भी उपलब्ध है।

## स्वचालित अभिनिर्धारण प्रणाली (ए आई एस) -

स्वचालित अभिनिर्धारण प्रणाली (ए आई एस) समुद्री जहाजों पर सज्जित होती है और यह प्रणाली वाहन यातायात सेवाओं द्वारा निकटस्थ जहाजों, ऑटोमेटिक आइडेंटिफिकेशन सिस्टम्स आधारित स्टेशनों और ए आई एस से सज्जित वायुयानों के साथ आंकड़ों का इलेक्ट्रॉनिक रूप में आदान-प्रदान करके यानों की पहचान करने और उनकी अवस्थिति का पता लगाने के लिए प्रयोग में लाए जाने वाली एक स्वचालित ट्रैकिंग प्रणाली है।

स्वचालित अभिनिर्धारण प्रणाली (ए आई एस) की निम्नलिखित विशेषताएं हैं:

- परिस्थितिजन्य जागरूकता में वृद्धि करने के लिए निगरानी
- यान परियात सेवाओं के लिए प्रयोग में लाई जाती है



मध्यम तरंग स्वचालित अभिनिर्धारण प्रणाली (ए आई एस)

- नेविगेशन में सहायक प्रणाली
- इससे सूचना संवितरण सेवाओं जैसे कि मौसम से संबंधित रिपोर्ट, सुरक्षा से संबंधित सूचना आदि प्राप्त होती है

## सी एस एम प्रणाली

सी एस एम प्रणाली एक व्यापक विस्तार की आवृत्तियों में संचार सिग्नलों की तलाश, अंतरावरोधन और रिकॉर्ड करने कार्य तथा इस प्रकार उड़ान के दौरान आवश्यक संक्रियाओं के लिए अपेक्षित विश्लेषण से संबंधित कार्य करती है। सी एस एम प्रणाली संचार सिग्नल के स्पेक्ट्रम की तलाश, दिशा-निर्धारण, अवस्थिति निर्धारण, निगरानी, विश्लेषण और डिजिटल रिकॉर्डिंग का कार्य करती है। इस प्रणाली द्वारा उड़ान उपरांत विश्लेषण के लिए ऑन बोर्ड संचार संदेशों का मल्टी चैनल ऑडियो रिकॉर्डिंग भी किया जाता है। यह प्रणाली 3 गीगाहर्टज तक की आवृत्ति वाले सिग्नलों की तलाश करने और 1.2 गीगा हर्टज तक की आवृत्ति वाले सिग्नलों की दिशा ज्ञात करने में सक्षम है।

## डाटा लिंक

समुद्रीय निगरानी रडार, आई एफ एफ, ए आई एस और सी एस एम प्रणालियों से प्राप्त आंकड़े ग्राउंड स्टेशनों (भू केंद्रों) के साथ डाउनलिक होते हैं तथा सामरिक नियंत्रण आंकड़े बहुउद्देशीय समुद्री वायुयान (एम एम एम ए) प्रणालियों से अपलिक होते हैं। बहुउद्देशीय समुद्री वायुयान (एम एम एम ए) प्रणाली और ग्राउंड एक्सप्लॉइटेशन स्टेशन (जी ई एस) के बीच संदेशों का संप्रेषण 'सी'-बैंड एल ओ एस लिंक

तथा 'के यू'-बैंड उपग्रह संचार लिंक के माध्यम से होता है।

## मिशन संचार प्रणाली (एम सी एस)

मिशन संचार प्रणाली (एम सी एस) की सहायता से हवा-से-हवा में और हवा-से-भूमि पर अति उच्च/अल्ट्रा उच्च आवृत्ति वाले ध्वनि संदेशों का आदान-प्रदान किया जाता है। इसके अतिरिक्त, यह सभी मिशन ऑपरेटरों तथा उड़ान के चालक दल के सदस्यों (फ्लाइट क्रू मेंबर्स) के लिए सभी ऑनबोर्ड संचार सेटों और इंटरकॉमों पर समेकित नियंत्रण करने की सुविधा भी उपलब्ध कराता है।

## एम एम एस प्रणाली

एम एम एस प्रणाली बहुउद्देशीय समुद्री वायुयान (एम एम ए) प्रणाली का मुख्य संघटक है और यह निर्देशन एवं नियंत्रण, मिशन सेंसरों का समेकन, सामरिक नेविगेशन और संचार प्रणाली का समेकन जैसी समस्त सुविधाएं उपलब्ध कराता है। इस प्रणाली की निम्नलिखित विशेषताएं हैं।

- मापनीयता
- संवितरित संरचना
- अतिरिक्तता और दोष के प्रति सहनशीलता
- ए आर आई एन सी, 1553, आर एस-232, आर एस एस-422



और इन्टरनेट इंटरफेस की सुविधा उपलब्ध कराता है।

## एम टी सी

बहुउद्देशीय समुद्री वायुयान (एम एम ए) प्रणाली में तीन पुनः संविरूपणीय, तीन डिस्प्ले से युक्त बहु-प्रकार्य सामरिक कंसोल (एम टी सी) निहित होते हैं जो किसी भी निर्धारित मोड में प्रचालन करने में सक्षम होते हैं। बहु प्रकार्य सामरिक कंसोल (एमटीसी) विभिन्न सेंसरों से प्राप्त समग्र परिदृश्य का आसानी से पहचाने जाने योग्य समुद्री तस्वीर (आर एम पी) मिशन ऑपरेटर को एम एम एस के माध्यम से प्रदर्शित करता है। यही आर एम पी डाटा लिंकों के माध्यम से ग्राउंड स्टेशन को भी संप्रेषित किया जाता है।

बहु प्रकार्य सामरिक कंसोल (एम टी सी) सभी प्रणालियों की कार्य क्षमता से संबंधित स्थिति के संबंध में जानकारी भी समय-समय पर प्राप्त करता है और उसे ऑपरेटर को सूचित करता है। बहु प्रकार्य सामरिक कंसोल (एम टी सी) की निम्नलिखित विशेषताएं हैं:

- यह एक मौलिक तथा मॉड्यूलर सॉफ्टवेयर संरचना है।
- यह सेंसर इंटरफेसों के लिए फिर से प्रयोग में लाए जा सकने योग्य प्लग-इन आधारित संरचना है।
- इसमें अन्य सेंसरों को प्रयोग में लाए जाने के लिए पर्याप्त विस्तार दिया जा सकता है।

## आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली

गतिशील लक्ष्यों के विरुद्ध आक्रमण की योजना तैयार करने के लिए समय के अनुसार परिवर्तनशील और अत्यधिक समयानुकूल निर्णय लिए जाने की आवश्यकता होती है क्योंकि लक्ष्य को साधने के लिए उपलब्ध समय अवधि काफी कम होती है। अतः सीमांत प्रदेशों और उग्रवाद से प्रभावित क्षेत्रों में उन्नत परिस्थिति जनित जागरूकता द्वारा लक्ष्य पर प्रहार करने की समय अवधि में अत्यधिक कमी लाने के लिए समय अनुरूप परिवर्तनशील और समय को ध्यान में रखते हुए लक्ष्य पर प्रहार करने की सक्षमता विकसित करना अत्यधिक अनिवार्य है। इन तथ्यों को देखते हुए समय की यह मांग है कि निर्णय कर्ताओं को विशिष्ट समय के भीतर आवश्यक आसूचना से संबंधित जानकारीयां उपलब्ध कराई जाएं। आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण

तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली समय अनुरूप परिवर्तनशील और समय को ध्यान में रखते हुए लक्ष्य पर प्रहार करने की सक्षमता प्रदान करती है और राष्ट्र की सुरक्षा से संबंधित उद्देश्यों को पूरा करने में उल्लेखनीय योगदान करती है। आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली युद्ध क्षेत्र में किए जाने वाले विभिन्न कार्यों को परस्पर संयोजित करके युद्धक सेना को इसके सेंसरों को प्रयोग में लाने और एकत्रित की गई सूचना के प्रबंधन में सहायता करती है। सूचना की प्राप्ति तैनात किए गए मानव संसाधनों के अतिरिक्त अति उच्च निष्पादन प्रदर्शित करने वाले सेंसरों को प्रयोग में लाकरकी जाती है। आसूचना से संबंधित क्रियाकलापों में प्राप्त हुई सूचना को प्रक्रमित करना, उसे प्रयोग में लाना, उसका विश्लेषण, व्याख्या और उसके पश्चात संबंधित एजेंसियों तक उसे पहुंचाना अंतर्निहित है। सेंसरों की क्षमता का चयन प्रचालन से संबंधित अपेक्षाओं को ध्यान में रखते हुए किया जाता है। आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली की भूमिका का निर्धारण इस बात को ध्यान में रखकर किया जाता है कि प्रयोग में लाया गया प्लेटफार्म अंतरिक्ष में स्थित हवाई यान मानव चालित वायुयान है या मानव रहित हवाई यान है अथवा समुद्री पोत पर तैनात कोई अन्य प्लेटफार्म है। इसके अतिरिक्त इनका वर्गीकरण रणनीतिक प्रणाली के रूप में किया जाता है यदि इस प्रणाली का प्रयोग रणनीतिक आसूचना को एकत्रित करने के लिए किया जाता हो अथवा

सामरिक प्रणाली के रूप में किया जाता है जब कि प्रणाली का प्रयोग सामरिक आसूचना को एकत्र करने के लिए किया जाता हो।

विश्व भर के विभिन्न देशों द्वारा आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली को प्रयोग में लाया जाता है जिनमें ब्रिटेन द्वारा प्रयोग में लाई जा रही सेंटिनेल (ए एस टी ओ आर), संयुक्त राज्य अमेरिका द्वारा प्रयोग में लाई जा रही जे एस टी ए आर एस प्रणाली, ब्रिटेन की शैडो आर 1 प्रणाली और इजराइल की आई एस आर एम एम ए प्रणाली, आदि के नाम उल्लेखनीय हैं। आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली नेटवर्क केंद्रित युद्ध में एक संघटक के रूप में कार्य करता है। अवाक्स प्रणाली हवा-से-हवा में तथा हवा-से-समुद्री सतह पर निगरानी का कार्य करती है जबकि आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली शत्रु लक्ष्य पर परिशुद्धतः प्रहार करने में सहायता करने के लिए हवा-से-धरती पर निगरानी का कार्य करके अवाक्स की भूमिका में पूरक का कार्य करती है। इस प्रकार आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली देश की सेनाओं को समय अनुरूप परिवर्तनशील और समय को ध्यान में रखते हुए लक्ष्य पर प्रहार करने की सक्षमता उपलब्ध कराती है और इस प्रकार राष्ट्र के सुरक्षा उद्देश्यों को पूरा करने में उल्लेखनीय योगदान करती है। यह प्रणाली पहचाने नहीं गए शत्रु खतरों की गंभीरता और जटिलता

को कम करने में सहायक सिद्ध होगी। इस प्रणाली में बहु स्पेक्ट्रमी निगरानी क्षमता है जिसका प्रयोग करके यह प्रणाली उग्रवादी ताकतों की पहचान, उनकी उपस्थिति का निर्धारण और उन पर निगरानी का कार्य आसानी से कर सकती है।

आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली का प्रयोग एक सुरक्षित दूरी से दिन और रात हर समय आसूचना से संबंधित जानकारियों को एकत्र करने, निगरानी टोही क्रियाकलाप तथा शत्रु लक्ष्य के निर्धारण एवं प्रहार से संबंधित कार्यों को करने के लिए किया जाएगा। आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली को एक काफी अधिक सुरक्षित दूरी से अधिक ऊंचाई वाले स्थानों पर संचालित किया जाएगा और इसका प्रयोग आसूचना प्रक्रमण तथा सामान्य प्रचालन, तस्वीरों को प्राप्त करने और उनका प्रसार एवं सृजन करने के लिए किया जाएगा। आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली से सृजित वायुयान को एक साथ वायु वाहित नेटवर्क, भूसंस्थित नेटवर्क तथा निर्देशन एवं नियंत्रण नेटवर्क से लैस किया जाएगा।

आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली से युक्त वायुयान प्रणालियों की एक प्रणाली के रूप में कार्य करेगा जिसमें हवाई एवं ग्राउंड सेगमेंट दोनों निहित होंगे। वायु वाहित सेगमेंट में विभिन्न मिशन प्रणालियां निहित होती हैं जैसे कि ए ई एस ए आधारित सिंथेटिक एपर्चर रडर/ग्राउंड मूविंग

टारगेट इंडिकेटर (एस ए आर/जी एम टी आई), इलेक्ट्रॉनिक आसूचना (ई एल आई एन टी) प्रणाली तथा संचार आसूचना (सी ओ एम आई

एन टी) प्रणाली, वैद्युत प्रकाशीय/अवरक्त इमेजरी सेंसर (ई ओ/आई आर), विस्तृत बैंड दृष्टि रेखा (लाइन ऑफ साइट), दृष्टि रेखा से परे और

अत्युच्च/अल्ट्रा उच्च आवृत्ति (वी/यू एच एफ) लिंक तथा आत्मरक्षा हेतु प्रयोग में लाए जाने वाले सेल्फ प्रोटेक्शन सेट (एस पी एस), आदि।



बहुउद्देशीय समुद्री वायुयान (एम एम एम ए) प्रणाली



आसूचना, निगरानी, लक्ष्य-निर्धारण तथा टोही (आई एस टी ए आर) प्रणाली



उन्नत ए ई डब्ल्यू एंड सी प्रणाली

रक्षा वैज्ञानिक सूचना तथा प्रलेखन केंद्र (डेसीडॉक) प्रौद्योगिकी विशेष के इस अंक को प्रकाशित कराने में वायुवाहित प्रणाली केन्द्र (कैम्स) की डॉ रीना शर्मा, वैज्ञानिक 'जी' और श्री वाई महेश्वरन, वैज्ञानिक 'एफ' द्वारा किए गए बहुमूल्य योगदान के लिए उन्हें धन्यवाद प्रदान करता है।

डेसीडॉक द्वारा प्रकाशित  
आर एन आई सं. 55787/93