# इमारत

अनुसंधान केन्द्र इमारत की वार्षिक हिन्दी गृह पत्रिका

तकनीकी अंक: 3
वर्ष: 2025-26

## अनुसंधान केन्द्र इमारत (आरसीआई)

डॉ. ए पी जे अब्दुल कलाम प्रक्षेपास्त्र समष्टि

पी. ओ. विज्ञान कांचा, हैदराबाद. - 5000 069

अखण्ड देश की गरिमा हिन्दी को, नमन करें हम मिलकर शत-शत ।
हिन्दी का कण-कण अपनाकर, आओ बनाएँ प्रबल इमारत ।।

## दूरदर्शिता

सीमांत प्रौद्योगिकियों, बहु-विषयक सक्षमता एवं अग्रसर अवसंरचना का विकास कर अपनी सशस्त्र सेनाओं के लिए निर्देशित प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों के विकास में अग्रणी रहना और आत्मनिर्भर बनना।

## लक्ष्य

शैक्षणिक संस्थानों एवं उद्योगों के सहयोग से सीमांत प्रौद्योगिकियों के विकास हेतु एक प्रमुख संस्था बनना। व्यवसायिक उत्कृष्टता हेतु मानव संसाधन को पोषित करना। सशस्त्र सेनाओं के लिए निर्देशित प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों के प्रवेश एवं उत्पादन हेतु संगठित होना।

## गुणवत्ता नीति

- सीमांत प्रौद्योगिकी निर्देशित प्रक्षेपास्त्र प्रणालियों की कल्पना, अभिकल्पना एवं विकास करना।
- अपनी सशस्त्र सेनाओं की आवश्यकताओं को पूरा करना।
- समय पर उत्पादन में अग्रसर रहना।
- नियमित रूप से सक्षमता एवं अवसंरचना की उन्नति द्वारा बढ़त बनाए रखना।
- गुणवत्ता एवं आत्मनिर्भरता की संस्कृति का सतत् पोषण करना।

# संपादक दल

## संरक्षक

श्री अनिंद्य बिस्वास
विशिष्ट वैज्ञानिक एवं निदेशक

## सह - संरक्षक

डॉ पी अनिल कुमार
वैज्ञानिक 'जी'

## संपादक

श्री काज़िम अहमद
सहायक निदेशक (राजभाषा)

## संपादन सहयोग

श्री सूरज कुमार पांडेय
क. अनुवाद अधिकारी

श्री सचिन कुमार भारद्वाज
क. अनुवाद अधिकारी

## शब्द संयोजक

श्री गौतम कुमार महतो
निजी सचिव

## विशेष आभार

श्री तरूण मोहिंद्रा
वैज्ञानिक 'जी'

श्रीमती जोइता मुखर्जी
वैज्ञानिक 'जी'

श्रीमती एस. जयप्रदा
वैज्ञानिक 'एफ'

## छायाचित्र

श्री बोंद्रे बालाजी महादेव
तकनीशियन 'ए'

नोट : इस अंक में व्यक्त विचारों के लिए लेखक स्वयं उत्तरदायी हैं।
संपादक दल का उनसे सहमत होना आवश्यक नहीं है।

तकनीकी अंक: 03, वर्ष: 2025-26

# राजभाषा कार्यान्वयन समिति

**अनिंद्य बिस्वास**
विशिष्ट वैज्ञानिक एवं निदेशक
व अध्यक्ष

**डॉ. पी. अनिल कुमार**
वै-जी व उपाध्यक्ष

**डॉ. एम के गुप्ता**
वै-जी व सदस्य सचिव

**संतोष कुमार सतनामी**
वै-एफ व सदस्य

**मनीष नालमवार**
वै-एफ व सदस्य

**अनीश गोपाल**
वै-एफ व सदस्य

**पी. अच्युतरामय्या**
वै-एफ व सदस्य

**एस. जयप्रदा**
वै-एफ व सदस्या

**मदनलाल कसौटिया**
वै-ई व सदस्य

**मेहजबीं**
वै-डी व सदस्या

**एम एम जय बाबू**
वरि. लेखा अधिकारी - I
व सदस्य

**काज़िम अहमद**
सहा. निदेशक (रा.भा.)
व संयोजक

**रवि रंजन गुप्ता**
वै-बी व सदस्य

**बी सत्यनारायण**
वरि.प्रशा.अधिकारी-II
व सदस्य

**धनेंद्र त्रिपाठी**
तकनिकी अधिकारी 'ए'
व सदस्य

**गौतम कुमार महतो**
निजी सचिव
व सदस्य

**सूरज कुमार पाण्डेय**
कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी
व सदस्य

**सचिन कुमार भारद्वाज**
कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी
व सदस्य

**डॉ. समिर वी. कामत**
**Dr. Samir V. Kamat**

सत्यमेव जयते
भारत सरकार
**Government of India**

सचिव, रक्षा अनुसंधान तथा विकास विभाग
एवं
अध्यक्ष, डीआरडीओ
**Secretary, Department of Defence R&D**
**&**
**Chairman, DRDO**

# संदेश

यह बहुत हर्ष का विषय है कि **अनुसंधान केंद्र इमारत, हैदराबाद** अपनी गृह-पत्रिका '**इमारत**' के तृतीय तकनीकी अंक का प्रकाशन करने जा रहा है। यह पत्रिका प्रयोगशाला के वैज्ञानिकों, अधिकारियों एवं कर्मचारियों की नवोन्मेषी सोच, अनुसंधान क्षमता तथा तकनीकी उत्कृष्टता को प्रतिबिम्बित करती है।

अनुसंधान द्वारा देश की तकनीकी प्रगति में योगदान तथा साथ ही राजभाषा नीतियों को प्रयोगशाला में लागू कर संवैधानिक दायित्वों की पूर्ति फलस्वरूप ही आरसीआई को राजभाषा नियम, 1976 के नियम 10 (4) के तहत भारत के राजपत्र में अधिसूचित किया गया है जो अत्यंत गौरव का विषय है। प्रयोगशाला में मुख्यालय के सहयोग से आयोजित द्वितीय अखिल भारतीय तकनीकी राजभाषा सम्मेलन उन्मेष-2025 का आयोजन, एक उदारहण के रुप में स्थापित हुआ जो कि प्रशंसनीय है।

'**इमारत**' पत्रिका के तकनीकी अंक के के माध्यम से आरसीआई ने तकनीकी विषयों और विचारों को भी मौलिक रूप से हिंदी में प्रस्तुत करने का शानदार मंच प्रदान किया है। मैं इस तकनीकी अंक के सार्थक प्रयास के लिए सभी संबंधित अधिकारियों एवं कर्मचारियों को हार्दिक बधाई देता हूँ।

स्थान: नई दिल्ली
दिनांक: 12 जनवरी, 2026

समिर कामत
(**डॉ. समिर वी. कामत**)

रक्षा मंत्रालय, रक्षा अनुसंधान तथा विकास विभाग, डीआरडीओ भवन, नई दिल्ली 110011
**Ministry of Defence, Department of Defence R&D, DRDO Bhawan, Rajaji Marg, New Delhi -110011**
दूरभाष / **Phone:** 011-23011519, 23014350 फैक्स / **Fax:** 011-23018216 ई-मेल/ **E-mail: secydrdo@gov.in**

**यू राज बाबू**
विशिष्ट वैज्ञानिक
महानिदेशक (एम एस एस)

**U RAJA BABU**
**Distinguished Scientist**
**Director General**
**(Missile & Strategic Systems)**

सत्यमेव जयते

स्वच्छ भारत
एक कदम स्वच्छता की ओर

भारत सरकार
रक्षा मंत्रालय
501, डी.आर.डी.ओ. भवन, राजाजी मार्ग
नई दिल्ली–110011

**Government of India**
**Ministry of Defence**
**501, DRDO Bhawan, Rajaji Marg.**
**New Delhi-110011**

# संदेश

यह अत्यंत हर्ष का विषय है कि **अनुसंधान केंद्र इमारत, हैदराबाद** अपनी गृह-पत्रिका '**इमारत**' के तृतीय तकनीकी अंक के प्रकाशन की दिशा में अग्रसर है। यह देख कर मुझे विशेष प्रसन्नता होती है कि डीआरडीओ की प्रयोगशालाएं राजभाषा के कार्यान्वयन को पूर्ण गम्भीरता और प्रतिबद्धता के साथ अपनाती हैं। विशेष रूप से आरसीआई प्रयोगशाला द्वारा राजभाषा के क्षेत्र में निरंतर सराहनीय कार्य किया जा रहा है। आरसीआई को राजभाषा नियम, 1976 के नियम 10 (4) के तहत भारत के राजपत्र में अधिसूचित किया गया है जो एक उल्लेखनीय उपलब्धि है, जो इस बात को भी इंगित करता है कि प्रयोगशाला राजभाषा के क्षेत्र में सराहनीय प्रयास कर रही है।

हिंदी का प्रचार प्रसार हमारा संवैधानिक दायित्व है तथा शासकीय कार्यों में राजभाषा हिंदीं का अधिकाधिक प्रयोग करना इसी दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम है। साथ ही, यदि तकनीकी ज्ञान को सरल एवं जनसामान्य की भाषा में प्रस्तुत किया जाए तो जटिल विषयों को भाषायी कठिनाईयों से मुक्त कर सहज रूप से समझने योग्य बनाया जा सकता है। इस क्रम में तकनीकी पत्रिका का प्रकाशन एक प्रभावी प्रयास है। मुझे यह जानकर अत्यंत प्रसन्नता हो रही है कि प्रयोगशाला के वैज्ञानिकों, अधिकारियों एवं कर्मचारियों ने अपने–अपने कार्य क्षेत्र संबंधित विषयों को हिंदी के माध्यम से अभिव्यक्त करने में उत्साहपूर्वक सहभागिता की है जिससे पाठकों को नई–नई उपयोगी जानकारियाँ प्राप्त होंगी।

तृतीय तकनीकी अंक के सफल प्रकाशन हेतु सभी लेखकगणों एवं संपादक मंडल को मेरी हार्दिक शुभकामनाएं।

स्थान: नई दिल्ली
दिनांक: 18 जनवरी, 2026

यु राज बाबु
**(यू राज बाबू)**

दूरभाष/ Telephone (O) : 91-11-23010654, 23010910 फैक्स/Fax: 91-11-23014784 ई-मेल / E-mail: dgmss.hqr@gov.in

**डॉ. रविन्द्र सिंह**
उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं
महानिदेशक (आर. एण्ड एम.)

**Dr. Ravindra Singh**
**Outstanding Scientist &**
**Director General (R & M)**

सत्यमेव जयते

स्वच्छ भारत
एक कदम स्वच्छता की ओर

भारत सरकार
रक्षा मंत्रालय
अनुसंधान तथा विकास संगठन
101, डी आर डी ओ भवन, राजाजी मार्ग
नई दिल्ली–110011, भारत

**Government of India**
**Ministry oef Defence**
**Defence Research & Development Org.**
**101, DRDO Bhawan, Rajaji Marg**
**New Delhi -110 011, India**

## संदेश

मुझे यह जानकर बहुत खुशी हो रही है कि **अनुसंधान केंद्र इमारत, हैदराबाद** अपनी गृह-पत्रिका '**इमारत**' के तकनीकी अंक का प्रकाशन कर रहा है। मूलतः भाषा आपसी संपर्क का प्रमुख माध्यम होती है और उसकी सरलता ही उसे प्रभावी एवं व्यावहारिक बनाती है। हिंदी हमारे देश में सबसे अधिक लोगों द्वारा बोली जाने वाली भाषा है तथा विभिन्न प्रांतों के लोगों के बीच संवाद और संपर्क की सेतु भाषा के रूप में भी कार्य करती है। इसी को ध्यान में रखते हुए संविधान सभा ने सर्वसम्मति से हिंदी को राजभाषा के रूप में अंगीकृत किया।

डीआरडीओ की प्रयोगशालाओं में राजभाषा से संबंधित विभिन्न आयोजनों तथा पत्रिकाओं के प्रकाशन से न केवल राजभाषा कार्यावयन को गति मिलती है अपितु प्रतिभागियों एवं लेखकों के लिए विज्ञान एवं तकनीकी ज्ञान का आदान-प्रदान भी रचनात्मकता के साथ प्रस्तुत करने के लिए एक प्रभावी मंच प्रदान करता है। राजभाषा हिंदी की संकल्पना को साकार करने के लिए ऐसे वातावरण की आवश्यकता होती है जिसमें वे सभी कार्मिक अपना सरकारी कामकाज़ सहजता और रोचकता के साथ कर सकें। इन्हीं प्रयोजनों की पूर्ति हेतु राजभाषा प्रकोष्ठों/प्रभागों द्वारा उपलब्ध पत्रिका रूपी मंच की महत्ता अनिर्वचनीय है।

इस तकनीकी अंक के प्रकाशन के सराहनीय प्रयास हेतु आरसीआई के सभी संबंधित अधिकारियों एवं कर्मचारियों को हार्दिक शुभकामनाएं देता हूँ और आशा है कि '**इमारत**' का यह तृतीय अंक सफलतापूर्वक अपने उद्देश्यों की पूर्ति करेगा।

स्थानः नई दिल्ली
दिनांकः 07 जनवरी, 2026

(**डॉ रविन्द्र सिंह**)

दूरभाष / **Phone**: 011–23011860 फैक्स / **Fax**: 011–23015395
ई-मेल / **E-mail : dgrm.hqr@gov.in**

**विपिन कुमार कौशिक**
उत्कृष्ट वैज्ञानिक एवं निदेशक

**Vipin Kumar Kaushik**
**Outstanding Scientist & Director**

सत्यमेव जयते

स्वच्छ भारत
एक कदम स्वच्छता की ओर

भारत सरकार
रक्षा मंत्रालय
रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन
348, डी आर डी ओ भवन, नई दिल्ली-110011

**Government of India**
**Ministry oef Defence**
**Defence Research & Development Org.**
**348, DRDO Bhawan, New Delhi-110011**

## संदेश

यह अत्यंत प्रसन्नता का विषय है कि **अनुसंधान केंद्र इमारत, हैदराबाद** अपनी गृह-पत्रिका '**इमारत**' के तृतीय अंक का प्रकाशन कर रहा है। राजभाषा नीति के प्रभावी और सुचारू कार्यान्वयन की दिशा में आरसीआई द्वारा निरंतर सराहनीय प्रयास किया जा रहा है। राजभाषा विभाग द्वारा निर्धारित लक्ष्यों की प्राप्ति हेतु संस्थान की निष्ठा एवं सतत् प्रतिबद्धता स्पष्ट रूप से परिलक्षित होती है। आर सी आई को राजभाषा नियम 1976 के नियम 10 (4) के तहत भारत के राजपत्र में अधिसूचित किया जाना भी इसी प्रतिबद्धता का प्रमाण है, जो राजभाषा के प्रति आर सी आई की गंभीरता एवं सजगता को दर्शाती है। तकनीकी एवं वैज्ञानिक ज्ञान को सरल, सहज एवं सर्वसुलभ भाषा हिंदी में प्रस्तुत करने की दिशा में इस पत्रिका का निरंतर प्रकाशन तथा इसमें कार्मिकों की सक्रिय सहभागिता संस्थान का एक प्रशंसनीय प्रयास है।

तकनीकी एवं विज्ञान के ज्ञान को सरलतम रुप में, सर्वसामान्य सहज भाषा '**हिंदी**' में उकेरने की दिशा में इस पत्रिका का निरंतर प्रकाशन और इसमें कार्मिकों की सहभागिता कार्यालय का प्रशंसनीय प्रयास है जोकि इस प्रयोगशाला के राजभाषा प्रभाग के कठोर परिश्रम तथा उनकी कार्यनिष्ठा का द्योतक है। इस अवसर पर मैं प्रयोगशाला के निदेशक महोदय सहित पत्रिका से जुड़े सभी अधिकारियों एवं कर्मचारियों को उनके इस सराहनीय प्रयास के लिए हार्दिक शुभकामनाएं देता हूँ तथा अनुसंधान केंद्र इमारत की गृह-पत्रिका '**इमारत**' के इस तकनीकी अंक की सफल एवं सार्थक प्रस्तुति की कामना करता हूँ।

स्थान: नई दिल्ली
दिनांक: 07 जनवरी, 2026

(**विपिन कुमार कौशिक**)

**Tele: 23011073** **Telefax 91-11-23007636** **e-mail: dpidrdo.hqr@gov.in**

**अनिंद्य बिस्वास**
विशिष्ट वैज्ञानिक एवं निदेशक

**ANINDYA BISWAS**
**Distinguished Scientist & Director**

सत्यमेव जयते

भारत सरकार, रक्षा मंत्रालय
रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन
**अनुसंधान केन्द्र इमारत**
डॉ. ए.पी.जे. अब्दुल कलाम प्रक्षेपास्त्र समष्टि
विज्ञानकांचा पी. ओ. हैदराबाद-500 069

Government of India, Ministry of Defence
Defence Research & Development Organisation
RESEARCH CENTRE IMARAT
Dr. A.P.J. Abdul Kalam Missile Complex
Vignyanakancha P.O., Hyderabad-500 069

## संदेश

यह सर्वविदित है कि भाषा एक सेतु का कार्य करती है। हिंदी भारत की सबसे ज्यादा बोली एवं समझी जाने वाली भाषा है, इसीलिए संविधान में यह स्पष्ट रूप से वर्णित किया गया है कि देवनागरी लिपि में लिखी जाने वाली हिंदी हमारे संघ की राजभाषा होगी। साथ ही साथ इसके प्रचार एवं प्रसार का दायित्व भी केंद्र सरकार का होगा। इसी उद्देश्य को पूरा करते हुए राजभाषा विभाग, गृह मंत्रालय, भारत सरकार केंद्र सरकारी कार्यालयों, बैंकों, पीएसयू के सभी कार्यालयों में हिदी के समुचित प्रयोग को सुनिश्चित करने के लिए समय-समय पर सुझाव एवं आदेश जारी करता है। जहाँ एक ओर आरसीआई प्रक्षेपास्त्र प्रौद्योगिकी के क्षेत्रों में नित नए आयामों को हासिल कर रहा है, वहीं दूसरी ओर राजभाषा के अनुपालन संबंधी अपने संवैधानिक कर्तव्यों के प्रति सजग एवं सक्रिय है। इमारत पत्रिका के इस तकनीकी अंक का प्रकाशन इसके अनुपालन की गंभीरता को दर्शाता है।

'इमारत' पत्रिका के तृतीय तकनीकी अंक के सभी लेखकों को उनके प्रयासों के लिए मैं बधाई देता हूं जिन्होंने अपने तकनीकी कार्य सरल हिंदी में लिखकर जन-जन तक पहुँचाने का सार्थक प्रयास किया है। साथ ही मैं संपादक दल के सभी सदस्यों को उनके अथक प्रयासों के लिए शुभकामनाएँ देता हूँ और आशा करता हूँ कि यह पत्रिका अपने उद्देश्य सिद्धि में कारगर एवं राजभाषा नीति के अनुपालन की दिशा में सार्थक सिद्ध होगी।

स्थान: नई दिल्ली
दिनांक: 07 जनवरी, 2026

अनिंद्य बिस्वास

(**अनिंद्य बिस्वास**)

दूरभाष/ Tel : 040-24306000, 24306001 फैक्स/Fax: 040-24306002 ई-मेल / E-mail: director.rci@gov.in

**डॉ. पी. अनिल कुमार**
वैज्ञानिक 'जी'
निदेशक, प्रबंध सेवाएँ

**Dr. P. Anil Kumar**
**Scientist 'G'**
**Director, Management Services**

सत्यमेव जयते

स्वच्छ भारत
एक कदम स्वच्छता की ओर

सं. No. आरसीआई/डीओएमएस/रा.भा./301/01/इमारत-13
भारत सरकार/Government of India,
रक्षा मंत्रालय/Ministry of Defence
रक्षा अनुसंधान तथा विकास संगठन/Defence Research & Dev. Orgn.
अनुसंधान केन्द्र इमारत/RESEARCH CENTRE IMARAT
डॉ. ए पी जे अब्दुल कलाम प्रक्षेपास्त्र समाष्टि
Dr. APJ Abdul Kalam Missile Complex,
प्रबंध सेवा निदेशालय/Dte. of Management Services
विज्ञानकांचा पी.ओ./Vignyanakancha P.O
हैदराबाद/HYDERABAD - 500 069

## संदेश

इमारत के इस तृतीय तकनीकी अंक को प्रस्तुत करते हुए हमें अत्यंत हर्ष हो रहा है। आज के डिजिटल युग में विज्ञान और प्रौद्योगिकी हमारे जीवन का अभिन्न अंग बन चुकी है। यह तकनीकी अंक ज्ञान और नवाचार का संगम है। सभी लेखकों और पाठकों को बधाई, जो हिंदी को तकनीकी सशक्तिकरण की दिशा में आगे बढ़ रहे हैं।

इस अंक के माध्यम से हम जटिल तकनीकी अवधारणाओं को सरल हिंदी में प्रस्तुत करने का प्रयास कर रहे हैं, ताकि यह सभी के लिए सुलभ हो सके। मैं उन सभी लेखकों, समीक्षकों और संपादकीय टीम का आभार व्यक्त करता हूँ जिनके अथक प्रयासों से यह अंक साकार हो पाया है। इस अंक से नई सोच और नई दिशा मिले, यही कामना है।

मुझे विश्वास है कि इमारत' का यह तकनीकी अंक न केवल ज्ञानवर्धक होगा बल्कि हमारे युवाओं और पेशेवरों को तकनीकी क्षेत्र में और आगे बढ़ने के लिए प्रेरित भी करेगा। साथ ही मैं संपादक दल के सभी सदस्यों को उनके अथक प्रयास के लिए शुभकामनाएं देता हूँ और आशा करता हूँ कि यह पत्रिका अपने उद्देश्यपूर्ति में कारगर सिद्ध होगी।

पी. अनिल कुमार

(डॉ पी अनिल कुमार)

स्थान: नई दिल्ली
दिनांक: 07 जनवरी, 2026

# संपादक की कलम से...

राजभाषा हिंदी अब प्रशासन की ही भाषा नहीं, बल्कि विज्ञान और तकनीक की भी भाषा के रूप में समृद्ध हो रही है। यह तकनीकी अंक रक्षा के क्षेत्र में हमारी प्रयोगशाला के वैज्ञानिकों, तकनीकी अधिकारियों एवं कर्मचारियों द्वारा प्रक्षेपास्त्र, वांतरिक्ष एवं उससे संबंधित अन्य जटिल तकनीकी विषयों को सर्वसामान्य की भाषा में एक दर्पण के रूप में दर्शाया गया है। आज के युग में तकनीकी प्रगति किसी भी राष्ट्र की उन्नति का आधार है। आर्टिफीशियल इंटेलिजेंस (AI), ब्लॉकचेन और ग्रीन टेक्नोलॉजी जैसे नवाचार हमारे जीवन को नई दिशा दे रहे हैं। तकनीकी विकास ने मानव सभ्यता को एक ऐसे मोड पर लाकर खड़ा कर दिया है, जहाँ असंभव लगने वाली चीजें अब वास्तविकता बन चुकी हैं। इमारत के इस तृतीय तकनीकी अंक को आप के समक्ष प्रस्तुत करने का हमारा मुख्य उद्देश्य आधुनिक तकनीकी परिवर्तनों और उनके भविष्य के प्रभावों को आपके समक्ष लाना है।

डीआरडीओ मुख्यालय एवं सहयोगी प्रयोगशालाओं के संयुक्त प्रयास के अंतर्गत 2024 से अनवरत अखिल भारतीय तकनीकी राजभाषा सम्मेलन 'उन्मेष का आयोजन किया जा रहा है। वर्ष 2025 में आरसीआई ने द्वितीय अखिल भारतीय तकनीकी राजभाषा सम्मेलन उन्मेष–2025' का आयोजन भव्यता एवं सफलतापूर्वक संपन्न किया। इस कार्यक्रम की आप सभी से प्राप्त सकारात्मक प्रतिक्रिया से अति प्रसन्नता हुई। क्लस्टर आधारित दूसरी अखिल भारतीय संयुक्त राजभाषा वैज्ञानिक एवं तकनीकी संगोष्ठी तथा तृतीय अखिल भारतीय तकनीकी राजभाषा सम्मेलन 'उन्मेष–2026' हेतु हमारी प्रयोगशाला से बड़ी संख्या में तकनीकी लेखों का प्रेषण किया गया साथ ही इन आयोजनों में हमारी प्रयोगशाला के वैज्ञानिकों एवं कार्मिकों द्वारा सक्रिय रूप से सहभागिता रही।

मुझे विश्वास है कि यह अंक न केवल नवीनतम तकनीकों की जानकारी प्रदान करेगा, बल्कि युवा अन्वेषकों और पाठकों को शोध एवं नवाचार के लिए प्रेरित भी करेगा। आज के प्रतिस्पर्धी युग में तकनीकी साक्षरता अनिवार्य है। यह तकनीकी अंक रक्षा के क्षेत्र में वैज्ञानिक नवाचारों और भविष्य की संभावनाओं को समझने का एक अद्भुत माध्यम है। आशा है कि यह अंक पाठकों के ज्ञानवर्धन में सहायक होगा और उनमें वैज्ञानिक दृष्टिकोण विकसित करेगा।

इस संदेश के माध्यम से मैं संस्थान के निदेशक महोदय, वैज्ञानिकों, तकनीकी अधिकारियों, प्रशासनिक अधिकारियों एवं कर्मचारियों को 'इमारत' के इस तकनीकी अंक के प्रकाशन में सहयोग के लिए धन्यवाद ज्ञापित करता हूँ। साथ ही आप सभी के मूल्यवान सुझाव एवं सुविचारित तार्किक टिप्पणियों अपेक्षित है, जिससे भविष्य में पत्रिका को बेहतर बनाया जा सके।

**काज़िम अहमद**
सहायक निदेशक (रा.भा.), संपादक

# अनुक्रमणिका


| | |
|---|---|
| ड्रोन (Drones) मानवरहित हवाई वाहन (UAV) | 1 |
| रक्षा क्षेत्र में प्रमाणपत्र रहित डिजिटल हस्ताक्षर के अनुप्रयोग | 4 |
| हरित हाइड्रोजन तकनीक | 6 |
| ऐक्टिव रेडार सीकर की परफॉर्मेन्स का परीक्षण एव मूल्यांकन | 9 |
| विद्युत चुम्बकीय व्यवधान (EMI) और विद्युत चुम्बकीय संगतता (EMC) | 11 |
| हार्डवेयर-इन-लूप अनुकरण सेटअप का विकास, समस्याएँ और समाधान | 13 |
| एक स्थायी और क्रांतिकारी समाधान के रूप में पेपर बैटरियाँ | 18 |
| थ्रेड लॉकिंग फ्लुइड (Loctite आधारित अध्ययन) | 20 |
| प्रक्षेपास्त्र (मिसाइल) में नियंत्रण प्रणाली (कंट्रोल सिस्टम) | 22 |
| थर्मल बैटरी | 24 |
| ईएमआई (विद्युत चुम्बकीय हस्तक्षेप) फिल्टर | 26 |
| ऑनलाइन शिक्षा माध्यम: एक समीक्षा | 27 |
| विद्युत-यांत्रिक नियंत्रण अभिक्रियण तंत्र ... | 29 |
| मिसाइल टेक्नोलॉजी में बूस्टर | 32 |
| यंत्र-अनुवाद और उसकी चुनौतियाँ | 34 |
| एक कदम स्वचालित (automatic) की ओर | 36 |
| उच्च शक्ति विद्युत चुम्बकीय प्रणाली | 39 |
| राष्ट्रीय सेमीकंडक्टर मिशन - एक व्यापक परिचय | 40 |
| ड्रोन एवं उसके विविध आयाम | 43 |
| भारतीय रक्षा क्षेत्र की चुनौतियाँ | 46 |
| एक समकालीन समीक्षा और डिज़ाइन परिप्रेक्ष्य | 48 |
| विभिन्न गतिविधियों की झलकियाँ | 52-67 |

# :: ड्रोन (Drones) मानवरहित हवाई वाहन (UAV) ::

*आधुनिक युग की उभरती तकनीक*

विमल कुमार जैन
वैज्ञानिक 'एफ'

## परिचय

ड्रोन, जिन्हें तकनीकी रूप से *मानवरहित हवाई वाहन* (**UAV**) कहा जाता है, आज दुनिया के लगभग हर क्षेत्र में उपयोग हो रहे हैं। पहले इनका इस्तेमाल मुख्य रूप से सैन्य मिशनों के लिए किया जाता था, लेकिन अब ये कृषि, फोटोग्राफी, सुरक्षा, आपदा प्रबंधन, स्वास्थ्य सेवाओं और डिलीवरी सिस्टम तक में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं।

ड्रोन का मूल सिद्धांत है: दूर से नियंत्रित होकर बिना पायलट के उड़ान भरना।

चित्र: ड्रोन

## ड्रोन कैसे काम करते हैं?

ड्रोन कई तकनीकों के संयोजन से कार्य करते हैं:

- **GPS सिस्टम** - दिशा व लोकेशन तय करने के लिए
- **सेंसर** - ऊँचाई, गति और स्थिति मापने के लिए
- **रिमोट कंट्रोल / ग्राउंड स्टेशन** - पायलट द्वारा नियंत्रित करने के लिए
- **कैमरा और गाइरोस्कोप** - तस्वीरें/वीडियो लेने और स्थिर उड़ान के लिए
- **बैटरी और मोटर** - उड़ान को शक्तिशाली बनाने के लिए

## ड्रोन के प्रकार

1. **मल्टी-रोटर ड्रोन (Quadcopter, Hexacopter)**
   - सबसे आम प्रकार
   - फोटोग्राफी, सर्वेक्षण और शौकिया उपयोग के लिए
2. **फिक्स्ड-विंग ड्रोन**
   - हवाई जहाज़ जैसी संरचना
   - लंबी दूरी और अधिक समय तक उड़ान क्षमता
   - कृषि व रक्षा में उपयोगी
3. **हाइब्रिड VTOL ड्रोन**
   - ऊर्ध्वाधर टेक-ऑफ क्षमता + लंबी दूरी
   - नवीनतम और उन्नत तकनीक

## ड्रोन के प्रमुख उपयोग

1. **रक्षा क्षेत्र**
   - निगरानी (**Surveillance**)
   - सीमा सुरक्षा
   - लक्ष्यों का पता लगाना
   - युद्ध क्षेत्र में जोखिम कम करना
2. **कृषि (Agriculture)**
   - कीटनाशक/उर्वरक का छिड़काव
   - फसल स्वास्थ्य का विश्लेषण
   - खेतों की मैपिंग
3. **स्वास्थ्य और आपदा प्रबंधन**
   - आपदा क्षेत्रों में दवाइयों की डिलीवरी
   - राहत सामग्री पहुंचाने में तेजी
   - सुरक्षित निरीक्षण
4. **उद्योग और तकनीक**
   - तेल/गैस पाइपलाइन निरीक्षण
   - बिजली लाइनों और टावरों की जांच
   - 3D मैपिंग और सर्वे

**5. मीडिया और फोटोग्राफी**

- हाई-एंगल शॉट
- फिल्मों में सिनेमैटिक दृश्य
- लाइव इवेंट की रिकॉर्डिंग

**रक्षा क्षेत्र में ड्रोन के अनुप्रयोग (Application of Drones in Defence)** ड्रोन, जिन्हें **मानवरहित हवाई वाहन (UAV Unmanned Aerial Vehicle)** भी कहा जाता है, आधुनिक रक्षा प्रणालियों का एक महत्वपूर्ण हिस्सा बन चुके हैं। इनका उपयोग निगरानी से लेकर आक्रमण और लॉजिस्टिक सहायता तक कई क्षेत्रों में किया जा रहा है। रक्षा क्षेत्र में ड्रोन के प्रमुख अनुप्रयोग निम्नलिखित हैं:

**1. निगरानी एवं टोही (Surveillance and Reconnaissance)**

ड्रोन का सबसे व्यापक उपयोग सीमाओं, युद्धक्षेत्र और संवेदनशील क्षेत्रों की निगरानी में किया जाता है।

- दुश्मन की गतिविधियों पर लगातार नजर
- सीमा पार घुसपैठ की पहचान
- रियल-टाइम वीडियो और डेटा संग्रह

**2. युद्ध एवं आक्रमण कार्य (Combat and Strike Operations)**

सशस्त्र ड्रोन दुश्मन के ठिकानों पर सटीक हमले करने में सक्षम होते हैं।

- मिसाइल और स्मार्ट बमों से लक्ष्य पर हमला
- पायलट के जीवन को जोखिम से बचाव
- उच्च सटीकता और कम कोलेटरल डैमेज

**3. लक्ष्य पहचान एवं ट्रैकिंग (Target Acquisition and Tracking)**

ड्रोन उन्नत सेंसर और कैमरों से लैस होते हैं, जिससे वे लक्ष्य की पहचान और ट्रैकिंग कर सकते हैं।

- मूविंग टारगेट का पीछा
- आर्टिलरी और मिसाइल सिस्टम को लक्ष्य निर्देश

**4. इलेक्ट्रॉनिक युद्ध (Electronic Warfare)**

ड्रोन का उपयोग दुश्मन की संचार और रडार प्रणालियों को बाधित करने में किया जाता है।

- रडार जैमिंग
- संचार प्रणाली में हस्तक्षेप
- इलेक्ट्रॉनिक इंटेलिजेंस (**ELINT**) संग्रह

**5. लॉजिस्टिक सपोर्ट एवं सप्लाई (Logistics and Supply)**

दुर्गम और युद्धग्रस्त क्षेत्रों में ड्रोन आपूर्ति पहुँचाने में सहायक होते हैं।

- गोला-बारूद और चिकित्सा सामग्री की आपूर्ति
- सीमावर्ती चौकियों तक तेज डिलीवरी

**6. खोज और बचाव अभियान (Search and Rescue Operations)**

युद्ध के दौरान घायल सैनिकों या लापता कर्मियों को खोजने में ड्रोन उपयोगी होते हैं।

- थर्मल कैमरों से खोज
- आपदा या युद्धक्षेत्र में त्वरित सहायता

**7. प्रशिक्षण एवं सिमुलेशन (Training and Simulation)**

ड्रोन का उपयोग सैनिकों के प्रशिक्षण में भी किया जाता है।

- एयर डिफेंस सिस्टम की ट्रेनिंग
- रियलिस्टिक युद्ध अभ्यास

**8. समुद्री रक्षा में उपयोग (Naval Defence Applications)**

ड्रोन का उपयोग समुद्री निगरानी और पनडुब्बी विरोधी अभियानों में किया जाता है।

- समुद्री सीमा की निगरानी
- दुश्मन जहाजों की पहचान

**ड्रोन उपयोग की चुनौतियाँ**

- सीमित बैटरी बैकअप
- उन्नत प्रशिक्षण की आवश्यकता
- प्राइवेसी और सुरक्षा संबंधी चिंताएँ
- टकराव (**Collision**) और उड़ान प्रतिबंध
- मौसम पर निर्भरता

**भारत में ड्रोन नीति**

भारत ने 2021 में **Drone Rules** 2021 लागू किए, जिनमें अनुमति प्रक्रिया आसान बनाई गई। अब ड्रोन

के लिए:

- डिजिटल स्काई प्लेटफॉर्म पर रजिस्ट्रेशन
- ग्रीन, येलो, रेड ज़ोन के अनुसार उड़ान अनुमति
- ड्रोन पायलट लाइसेंस आवश्यक (कुछ माइक्रो ड्रोन छोड़कर)

भारत ड्रोन निर्माण और स्टार्टअप क्षेत्र में तेजी से आगे बढ़ रहा है।

## भविष्य की संभावनाएँ

ड्रोन भविष्य में:

- एआई आधारित ऑटोनॉमस उड़ान
- ड्रोन टैक्सी
- इंटरसिटी ड्रोन डिलीवरी
- उन्नत सैन्य रक्षा प्रणाली

जैसी तकनीकों में बड़ा योगदान देंगे।

## निष्कर्ष

ड्रोन तकनीक न सिर्फ आधुनिक दुनिया की जरूरत है, बल्कि आने वाले समय की एक अनिवार्य तकनीक भी बन चुकी है। यह सुरक्षा, कृषि, विज्ञान, चिकित्सा और औद्योगिक क्षेत्रों में नए अवसरों का मार्ग प्रशस्त कर रही है। उचित उपयोग और सही नियमों के साथ, ड्रोन मानव जीवन को और अधिक सुरक्षित, सुविधाजनक और विकसित बनाने की क्षमता रखते हैं। ड्रोन तकनीक ने रक्षा क्षेत्र में क्रांति ला दी है। यह न केवल सुरक्षा और सटीकता बढ़ाती है, बल्कि मानव जीवन की रक्षा भी करती है। भविष्य में आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस और स्वार्म ड्रोन तकनीक के साथ इनका महत्व और भी बढ़ने की संभावना है।

संदर्भ (**References**)


1. रक्षा मंत्रालय, भारत सरकार, वार्षिक रिपोर्ट
2. **DRDO** आधिकारिक वेबसाइट **UAV** और ड्रोन कार्यक्रम
3. ऑस्टिन, जी. (2014). मानवरहित विमान प्रणालियाँ: **UAVs** डिज़ाइन, विकास और परिनियोजन।
4. **SIPRI** ईयरबुक - सैन्य प्रौद्योगिकी और सुरक्षा
5. भारतीय सेना और भारतीय वायु सेना के आधिकारिक प्रकाशन


*- जय विज्ञान जय अनुसंधान -*

# :: रक्षा क्षेत्र में प्रमाणपत्र रहित डिजिटल हस्ताक्षर के अनुप्रयोग ::

विनोद कुमार माहौर
वैज्ञानिक 'ई'

आधुनिक रक्षा प्रणालियाँ आज नेटवर्क-केंद्रित (**Network-Centric**) युद्ध, स्वचालन, ड्रोन, सेंसर नेटवर्क और सुरक्षित संचार पर निर्भर हैं। इन सभी प्रणालिओं में डिजिटल संदेशों का सुरक्षित आदान-प्रदान बेहद अहम् भूमिका निभाता है अतएव संदेशों की प्रमाणिकता, डेटा की अखंडता और सुरक्षित पहचानपुष्टि अनिवार्य होती है, जो क्रिप्टोग्राफी की मदद से किया जाता है। पारंपरिक सार्वजनिक कुंजी क्रिप्टोग्राफी डिजिटल प्रमाणपत्र की आवश्यकता होती है, जिन्हें बनाना, वितरित करना और रद्द करना जटिल और समय लेने वाला कार्य है। लेकिन युद्धक्षेत्र में यह मॉडल कई बार धीमा, जटिल तथा जोखिमपूर्ण साबित होता है। साथ ही यह प्रक्रिया उन भविष्यवर्ती रक्षा प्रणालिओं के लिए अनुकूल नहीं मानी जाती जिनमें सेंसरों का अधिकाधिक उपयोग किया जाता जैसे की नेट सेंट्रिक वारफेयर, ड्रोन समूहन एवं वायरलेस सेंसर नेटवर्क (**WSN**) इत्यादि।

पहचान आधारित क्रिप्टोग्राफी एक ऐसा विकल्प है जिसमें डिजिटल प्रमाणपत्र के बिना संदेशों की सुरक्षा सुनिश्चित की जा सकती है। इस प्रक्रिया में संदेश प्रेषक प्राप्तकर्ता की किसी पहचान जैसे ईमेल, फ़ोन नंबर इत्यादि का इस्तेमाल कर संदेश को एनक्रिप्ट कर भेज देता है। इस संदेश को डिक्रिप्ट करने के लिए एक गुप्त कुंजी की आवश्यकता होती है जो कुंजी निर्माण केंद्र (**KGC**) द्वारा जारी की जाती है। यह प्रक्रिया सरलता के नजरिये से सार्वजनिक कुंजी क्रिप्टोग्राफी से बेहतर है लेकिन सुरक्षा की दृष्टि से कमजोर साबित होती है। इसका कारण यह है की सन्देश प्राप्तकर्ता की गुप्त कुंजी **KGC** द्वारा जारी की जाती है, तथा **KCG** को सभी प्राप्तकर्ताओं की गुप्त कुंजियों की जानकारी होती है। ऐसे में दुर्भावनापूर्ण **KGC** किसी भी सन्देश या जानकारी को पद सकता है एवं संचार सुरक्षा को भंग कर सकता है। इस समस्या को तकनीकी भाषा में कुंजी एस्क्रो प्रॉब्लम कहा जाता है।

प्रमाणपत्र रहित हस्ताक्षर (**CLS**) इन समस्याओं का समाधान प्रदान करती हैं- यह डिजिटल प्रमाणपत्र से जुडी जटिलता से निजात दिलाती है और पहचान आधारित क्रिप्टोग्राफी में मौजूद कुंजी-एस्क्रो समस्या से भी बचाती है। इसी कारण प्रमाणपत्र रहित क्रिप्टोग्राफी रक्षा क्षेत्र के लिए अत्यंत उपयुक्त है। **CLS** का प्रयोग रक्षा के विभिन्न क्षेत्रों में महत्वपूर्ण एवं कारगर साबित हो रहा है जो निम्न प्रकार हैं-

### 1. ड्रोन और स्वॉर्म ड्रोन संचार सुरक्षा

आधुनिक युद्ध में स्वॉर्म ड्रोन (**Swarm of Drones**) का उपयोग तेजी से बढ़ रहा है। प्रत्येक ड्रोन को लगातार कमांड, टेलीमेट्री और सेंसर डेटा भेजना होता है।

**CLS** के माध्यम से स्वॉर्म ड्रोन सिस्टम अधिक विश्वसनीय और सुरक्षित बनता है:

- ड्रोन-टू-ड्रोन सुरक्षित संचार
- ड्रोन-टू-ग्राउंड कण्ट्रोल स्टेशन (**GCS**) प्रमाणित संदेश
- स्पूफिंग और फ़ेक ड्रोन से सुरक्षा
- तेज हस्ताक्षर एवं सन्देश सत्यापन एवं न्यूनतम विलंब के साथ सूचना का सुरक्षित आदान-प्रदान

### 2. मिसाइल, रडार और एयर - डिफेंस सिस्टम में डाटा प्रमाणीकरण

रडार स्टेशनों, मिसाइल बैटरियों, कमांड सेंटर और सैटेलाइटों के बीच लगातार संदेशों का आदान-प्रदान होता है।

**CLS** यहाँ महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है:

- रियल-टाइम सिग्नल प्रमाणन
- फॉल्स रडार सिग्नल या इलेक्ट्रॉनिक वॉरफेयर से सुरक्षा
- इंटरसेप्ट किये बिना संदेश प्रामाणिकता सुनिश्चित

**CLS** की वजह से संदेशों की विश्वसनीयता बढ़ती है और सिस्टम के साथ छेड़छाड़ असंभव होती है।

### 3. सैनिकों के पहनने योग्य उपकरणों में सुरक्षित संचार

आधुनिक इन्फेंट्री सैनिक स्मार्ट हेलमेट, पहनने योग्य कैमरे, बायो-सेंसर, **GPS** ट्रैकर और डेटा टर्मिनल से लैस होते हैं।

**CLS** मदद करता है:

- बिना प्रमाणपत्र के सुरक्षित पहचान सत्यापन
- सीमित बैटरी वाले उपकरणों के लिए कम कम्प्यूटेशन इससे सैनिकों के बीच सुरक्षित नेटवर्क बनता है।

### 4. टैक्टिकल कम्युनिकेशन सिस्टम में सुरक्षित मैसेजिंग

टैक्टिकल रेडियो, **MANET** (मोबाइल एडहॉक नेटवर्क), **SDR** आधारित कम्युनिकेशन आदि में **CLS** का उपयोग:

- यूनिट-टू-यूनिट प्रमाणित संदेश
- जामिंग से सुरक्षित एनक्रिप्टेड संचार
- तेज़ कुंजी प्रबंधन
- युद्ध के दौरान प्रमाणपत्र न ले जाने की सुविधा इससे ऑपरेशनल सुरक्षा में वृद्धि होती है।

### 5. इंटरनेट ऑफ़ मिलिट्री थिंग्स (IoMT)

रक्षा क्षेत्र में हजारों सेंसर - जैसे सीमा निगरानी सेंसर, ग्राउंड सेंसर, **UAV** सेंसर - एक स्मार्ट **IoMT** नेटवर्क बनाते हैं।

**CLS** इन उपकरणों के लिए आदर्श है क्योंकि:

- प्रमाणपत्र प्रबंधन की आवश्यकता समाप्त
- क्लाउड-लेस, एज-लेवल सिग्नेचर संभव
- हल्का एल्गोरिद्म छोटे सेंसर पर भी चल सकता है इससे **IoMT** नेटवर्क अधिक सुरक्षित और स्केलेबल होता है।

### 6. सैन्य लॉजिस्टिक्स और सप्लाई चेन सुरक्षा

सैन्य उपकरण, गोला-बारूद, वाहनों और पुर्जों की सप्लाई चेन को सुरक्षित करने के लिए प्रत्येक चरण पर डेटा सत्यापन आवश्यक होता है।

**CLS** के उपयोग से:

- प्रामाणिक ट्रैकिंग डेटा
- फर्जी रिकॉर्डिंग रोकने की क्षमता
- स्टोर-हाउस और डिपो के बीच सुरक्षित डेटा अद्यतन
- ब्लॉकचेन आधारित लॉजिस्टिक्स में सुरक्षित सिग्नेचर इससे सप्लाई चेन अधिक पारदर्शी और विश्वसनीय होती है।

### 7. सैटेलाइट कम्युनिकेशन और अंतरिक्ष-आधारित सिस्टम

सैटेलाइट से जुड़े रक्षा नेटवर्क में **CLS** विशेष उपयोगी है:

- हल्के सिग्नेचर एल्गोरिदम के कारण सीमित-शक्ति वाले सैटेलाइट नोड पर भी लागू
- जटिल **PKI** संरचना की आवश्यकता नहीं
- तेज़ प्रमाणन जिससे रियल-टाइम कम्युनिकेशन अंतरिक्ष आधारित सैन्य ऑपरेशनों के लिए यह उपयुक्त तकनीक है।

### निष्कर्ष

प्रमाणपत्र रहित डिजिटल हस्ताक्षर (**CLS**) आधुनिक रक्षा प्रणालियों की सुरक्षा में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। यह पारंपरिक **PKI** आधारित डिजिटल हस्ताक्षर की जटिलताओं को कम करता है तथा फील्ड-लेवल पर तेज़, सुरक्षित और स्केलेबल समाधान प्रदान करता है।

ड्रोन, रडार, सैटेलाइट, टैक्टिकल कम्युनिकेशन, **IoMT** और सप्लाई चेन जैसे क्षेत्रों में **CLS** का महत्व तेजी से बढ़ रहा है, और भविष्य का स्मार्ट युद्धक्षेत्र इसी प्रकार के हल्के और सुरक्षात्मक क्रिप्टोग्राफिक सिस्टम पर आधारित होगा।

# :: हरित हाइड्रोजन तकनीक ::
## GREEN HYDROGEN

नमन कुमार झा
तकनीकी अधिकारी 'ए'

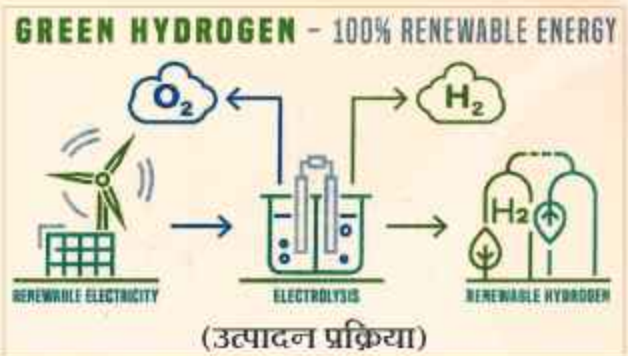
### 1. पृष्ठभूमि (Background)

हरित हाइड्रोजन एक नई और उभरती हुई तकनीक है जो ऊर्जा उत्पादन के क्षेत्र में क्रांति लाने की क्षमता रखती है। यह हाइड्रोजन का एक रूप है जो कार्बन डाइऑक्साइड (**CO2**) उत्सर्जन के बिना उत्पन्न किया जाता है, जिससे यह पारंपरिक हाइड्रोजन उत्पादन विधियों से अलग होता है। पारंपरिक विधियाँ जैसे प्राकृतिक गैस या कोयला का उपयोग करके हाइड्रोजन बनाना, पर्यावरण के लिए हानिकारक होती हैं क्योंकि वे बड़ी मात्रा में **CO2** छोड़ती हैं।

**हरित हाइड्रोजन का उत्पादन मुख्यतः** पानी (**H2O**) के विद्युत अपघटन द्वारा होता है। इस प्रक्रिया में पानी को विद्युत धारा से विभाजित किया जाता है, जिससे हाइड्रोजन और ऑक्सीजन गैसें उत्पन्न होती हैं। अगर इस प्रक्रिया में उपयोग की जाने वाली विद्युत नवीकरणीय स्रोतों से उत्पन्न हो, तो यह हरित हाइड्रोजन कहलाती है।

### 2. उत्पादन प्रक्रिया (Production Process)

**हरित हाइड्रोजन का उत्पादन मुख्यतः** पानी के विद्युत अपघटन द्वारा होता है। इस प्रक्रिया में पानी को विद्युत धारा से विभाजित किया जाता है, जिससे हाइड्रोजन और ऑक्सीजन गैसें उत्पन्न होती हैं। अगर इस प्रक्रिया में उपयोग की जाने वाली विद्युत नवीकरणीय स्रोतों से उत्पन्न हो, तो यह हरित हाइड्रोजन कहलाती है।



(उत्पादन प्रक्रिया)

विद्युत अपघटन की प्रक्रिया निम्नलिखित चरणों से गुजरती है:

- **इलेक्ट्रोलाइट का चयन:** पानी को इलेक्ट्रोलाइट में बदलना पड़ता है ताकि विद्युत धारा प्रवाहित हो सके। सामान्यतः क्षारक या अम्लीय विलयन उपयोग में लाए जाते हैं।
- **विद्युत धारा का प्रवाह:** इलेक्ट्रोलाइट में दो इलेक्ट्रोड डाले जाते हैं, और इनके बीच विद्युत धारा प्रवाहित की जाती है। इस प्रक्रिया में पानी के अणु टूटते हैं और हाइड्रोजन तथा ऑक्सीजन गैसें उत्पन्न होती हैं।
- **गैसों का संग्रह:** उत्पन्न हाइड्रोजन और ऑक्सीजन गैसों को अलग-अलग संग्रहीत किया जाता है ताकि उन्हें आगे के उपयोग के लिए तैयार किया जा सके।

### 3. लाभ और अनुप्रयोग (Benefits and Applications)

हरित हाइड्रोजन का उपयोग विभिन्न क्षेत्रों में हो सकता है, जिसमें परिवहन, उद्योग, और ऊर्जा उत्पादन शामिल हैं। इसके कुछ मुख्य लाभ और अनुप्रयोग निम्नलिखित हैं:

- **पर्यावरणीय लाभ:** हरित हाइड्रोजन का उपयोग करके **CO2** उत्सर्जन को कम किया जा सकता है, जिससे जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम किया जा सकता है।
- **परिवहन:** हाइड्रोजन ईंधन सेल वाहनों में उपयोग किया जा सकता है, जो अधिक दक्ष और पर्यावरण अनुकूल होते हैं।

- **उद्योग:** हाइड्रोजन का उपयोग विभिन्न औद्योगिक प्रक्रियाओं में किया जाता है, जैसे कि अमोनिया उत्पादन और रिफाइनरी प्रक्रियाएँ।
- **ऊर्जा भंडारण:** हाइड्रोजन एक उत्कृष्ट ऊर्जा भंडारण माध्यम हो सकता है, जो अतिरिक्त विद्युत को संगृहीत करने और बाद में उपयोग करने के लिए उपयोग किया जा सकता है।

## 4. वर्तमान स्थिति और विकास (Current Status and Development)

विश्वभर में हरित हाइड्रोजन का विकास तेजी से हो रहा है। कई देशों ने हरित हाइड्रोजन उत्पादन और उपयोग को बढ़ावा देने के लिए महत्वपूर्ण निवेश किए हैं। प्रमुख देशों जैसे जर्मनी, जापान, और अमेरिका ने भी हरित हाइड्रोजन के विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। ये देश नई तकनीकों का विकास कर रहे हैं और इनका व्यापक उपयोग करने के लिए नीति बनाए जा रहे हैं।

भारत ने हरित हाइड्रोजन के उत्पादन और उपयोग में एक वैश्विक नेता बनने की महत्वपूर्ण लक्ष्य रखे हैं। देश अपने विशाल नवीकरणीय ऊर्जा संसाधनों का लाभ उठाकर हरित हाइड्रोजन को बड़े पैमाने पर उत्पादित करने की योजना बना रहा है, जो कार्बन उत्सर्जन को कम कर सकता है और ऊर्जा सुरक्षा को बढ़ा सकता है। भारत के हरित हाइड्रोजन योजना के विभिन्न पहलुओं का विस्तार से वर्णन :-

- *राष्ट्रीय हाइड्रोजन मिशन*
  - **शुरुआत:** भारतीय सरकार ने अगस्त 2021 में राष्ट्रीय हाइड्रोजन मिशन का शुभारंभ किया।
  - **उद्देश्य:** इस मिशन का उद्देश्य भारत को हरित हाइड्रोजन के उत्पादन और निर्यात के लिए एक वैश्विक केंद्र बनाना, फॉसिल ईंधनों पर निर्भरता कम करना, और नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में नौकरियां सृजित करना है।
- *निवेश और बुनियादी ढांचे*
  - **सरकारी निवेश:** हरित हाइड्रोजन तकनीकों के अनुसंधान और विकास में महत्वपूर्ण धनराशि आवंटित की गई है।
  - **प्राइवेट सेक्टर की भागीदारी:** प्रोत्साहन और नीति समर्थन के माध्यम से बुनियादी ढांचे जैसे इलेक्ट्रोलाइजर्स, भंडारण सुविधाएं, और वितरण नेटवर्क बनाने के लिए प्राइवेट सेक्टर निवेश को प्रोत्साहित करना।
- *नवीकरणीय ऊर्जा एकीकरण*
  - **सौर और पवन ऊर्जा:** भारत की समृद्ध सौर और पवन ऊर्जा संसाधनों का उपयोग हाइड्रोजन उत्पादन के लिए इलेक्ट्रोलिसिस प्रक्रिया को चलाने के लिए करना।
  - **ग्रिड स्थिरता:** यह सुनिश्चित करना कि नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का एकीकरण ग्रिड स्थिरता को प्रभावित नहीं करता, जो निरंतर हरित हाइड्रोजन उत्पादन के लिए महत्वपूर्ण है।
- *नीति और नियामक ढांचे*
  - **सब्सिडीज और प्रोत्साहन:** हरित हाइड्रोजन को पारंपरिक फॉसिल ईंधनों के साथ प्रतिस्पर्धी बनाने के लिए सब्सिडीज और कर प्रोत्साहन प्रदान करना।
  - **मानक और प्रमाणपत्र:** हरित हाइड्रोजन की गुणवत्ता और स्थायित्व सुनिश्चित करने के लिए मानकों और प्रमाणपत्र प्रक्रियाओं का विकास करना।
- *अनुसंधान और विकास*
  - **इनोवेशन हब्स:** हरित हाइड्रोजन तकनीकों पर केंद्रित इनोवेशन हब्स और अनुसंधान केंद्रों की स्थापना करना।
  - **सहयोग:** संयुक्त अनुसंधान परियोजनाओं और तकनीक हस्तांतरण के लिए अंतरराष्ट्रीय संगठनों और विश्वविद्यालयों के साथ सहयोग करना।
- *सेक्टरल अनुप्रयोग*
  - **परिवहन:** परिवहन क्षेत्र से उत्सर्जन को कम करने के लिए फ्यूल सेल इलेक्ट्रिक वाहनों (FCEVs) में हरित हाइड्रोजन का उपयोग प्रोत्साहित करना।
  - **औद्योगिक उपयोग:** इस्पात, उर्वरक, और रिफाइनिंग जैसे उद्योगों को अपने प्रक्रियाओं के लिए हरित हाइड्रोजन अपनाने के लिए प्रोत्साहित करना।

- **ऊर्जा भंडारण:** नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की अस्थिरता को संतुलित करने के लिए हरित हाइड्रोजन का उपयोग ऊर्जा भंडारण समाधानों में करना।

- *अंतरराष्ट्रीय सहयोग*
  - **वैश्विक भागीदारी:** सर्वोत्तम प्रथाओं, तकनीकों, और हरित हाइड्रोजन में निवेशों को साझा करने के लिए अन्य देशों के साथ सहयोग करना।
  - **निर्यात क्षमता:** विशेष रूप से उन देशों को निर्यात करने के लिए एक प्रमुख निर्यातक बनने का लक्ष्य रखना जिनके पास पर्याप्त नवीकरणीय ऊर्जा संसाधन नहीं हैं।
- *कौशल विकास और नौकरियां सृजित करना*
  - **प्रशिक्षण कार्यक्रम:** हरित हाइड्रोजन तकनीकों में कुशल श्रम बल बनाने के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रमों और कौशल विकास पहलों का विकास करना।
  - **नौकरी के अवसर:** नवीकरणीय ऊर्जा क्षेत्र में नए नौकरियों के अवसर सृजित करना, जो आर्थिक वृद्धि और रोजगार सृजन में योगदान देता है।

## 5. चुनौतियाँ (Challenges)

हरित हाइड्रोजन के उत्पादन और उपयोग में कई चुनौतियाँ भी हैं, जिनमें से कुछ मुख्य निम्नलिखित हैं:

- **उत्पादन लागत:** हरित हाइड्रोजन का उत्पादन अभी भी महंगा है, क्योंकि नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की लागत उच्च है। इस चुनौती को दूर करने के लिए तकनीकी उन्नति और मात्रा में उत्पादन आवश्यक है।
- **बुनियादी ढांचे का विकास:** हरित हाइड्रोजन के व्यापक उपयोग के लिए बुनियादी ढांचे का विकास आवश्यक है, जैसे कि हाइड्रोजन पंप स्टेशन और भंडारण सुविधाएँ।
- **नवीकरणीय ऊर्जा स्त्रोतों की उपलब्धता:** हरित हाइड्रोजन के उत्पादन के लिए नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों की पर्याप्त उपलब्धता आवश्यक है, जो सभी क्षेत्रों में समान रूप से उपलब्ध नहीं हैं।

## 6. भविष्य के दृष्टिकोण (Future Prospects)

हरित हाइड्रोजन का भविष्य उज्ज्वल दिख रहा है। तकनीकी उन्नति और अनुसंधान के क्षेत्र में महत्वपूर्ण प्रगति हो रही है, जो हरित हाइड्रोजन के उत्पादन को सस्ता और अधिक कुशल बनाएगी। सरकारी नीतियाँ और समर्थन भी इस क्षेत्र में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएँगे।

भविष्य में, हरित हाइड्रोजन का उपयोग विभिन्न क्षेत्रों में बढ़ेगा, जैसे कि परिवहन, उद्योग, और ऊर्जा उत्पादन। यह जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगा और सतत विकास के लिए एक उम्मीद भरी तकनीक होगी।

## 7. निष्कर्ष (Conclusion)

हरित हाइड्रोजन पर्यावरण संरक्षण और स्वच्छ ऊर्जा उत्पादन में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगी। इसके उत्पादन और उपयोग को बढ़ावा देने के लिए तकनीकी उन्नति, सरकारी समर्थन, और बुनियादी ढांचे का विकास आवश्यक है। भविष्य में, हरित हाइड्रोजन का व्यापक उपयोग जलवायु परिवर्तन के प्रभावों को कम करने और सतत विकास के लिए एक महत्वपूर्ण कदम होगा।

## संदर्भ (References)

हरित हाइड्रोजन पर आधारित प्रमुख शोध पत्रों, लेखों, और रिपोर्टों का उल्लेख

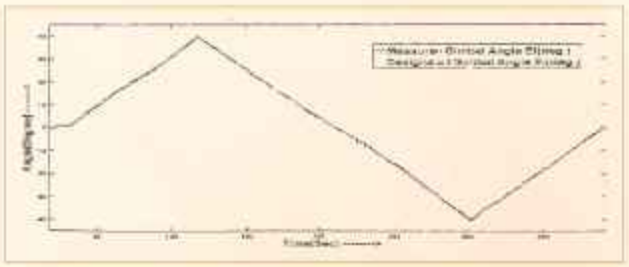
# :: ऐक्टिव रेडार सीकर की परफॉर्मेन्स का परीक्षण एव मूल्यांकन ::

**परिचय:** ऐक्टिव रेडार सीकर की परफॉर्मेन्स का पूर्ण फंक्शनल परीक्षण एवं मूल्यांकन का कार्य आरसीआई प्रयोगशाला में डीआरएसएस निदेशालय के अर्न्तगत रास्टेफ अनुभाग (परीक्षण सुविधा केंन्द्र) में किया जाता है। इस परीक्षण के दौरान सीकर को पोजीशनर पर स्थापित कर के, लक्ष्य (टारगेट) को विभिन्न पैरमीटर के साथ गतिमान करा के सीकर के कार्य निष्पादन की क्षमता एवं दक्षता का पता लगाते हैं। परीक्षण की इस गतिविधि के दौरान, सीकर पर निम्नलिखित टेस्ट किये जाते हैं जिनके द्वारा ऐक्टिव रेडार सीकर की परफॉर्मेन्स का परीक्षण एव मूल्यांकन का निर्धारिण होता है।

सुमित खण्डेलवाल
तकनीकी अधिकारी 'ए'

### 1. सीकर जिम्बल फ्रीडम परीक्षण:

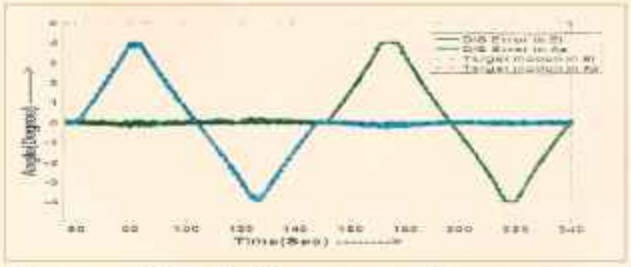
इस परीक्षण के दौरान, सीकर के जिम्बल को जीयूआई इन्टरफेस की मदद से स्टेप - वाईस मूव करा के क्षैतिजतः (एजीमूथ) जिम्बल एंव अर्ध्वाधरतः (ऐलीवेशन) जिम्बल त्रुटि का पता लगाते हैं।



चित्र 1: सीकर के जिम्बल परीक्षण का ग्राफ

### 2. सीकर डी बाय एस परीक्षण

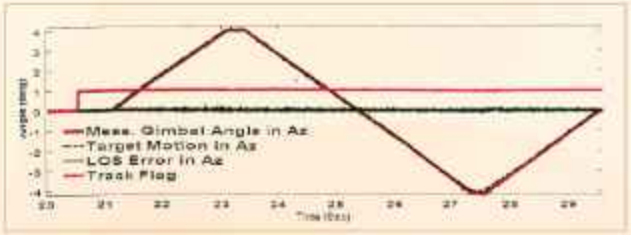
इस परीक्षण में लक्ष्य (टारगेट-हॉर्न एन्टीना) को क्षैतिजतः (एजीमूथ) एंव अर्ध्वाधरतः (ऐलीवेशन) दिशा में एक-एक निश्चित मान से गति करा के (जो कि सिमुलेटर के द्वारा प्रदान किया जाता है) सीकर की लक्ष्य को ट्रैक करने की क्षमता का पता चलता है।



चित्र 2 : सीकर के डी बाय एस परीक्षण का ग्राफ

### 3. सीकर क्लोजड लूप रंगिल ट्रेकिंग (क्लैट) परीक्षण:

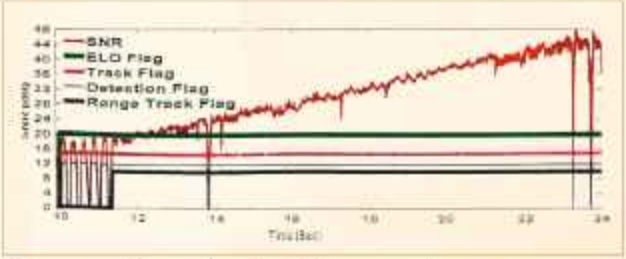
इस परीक्षण में टारगेट (हॉर्न एन्टीना) को एजीमूथ च एलीवेशन दोनो दिशाओं में एक साथ मूव करा के सीकर की टारगेट को ट्रैक करना की क्षमता का पता चलता है।




चित्र 3: सीकर के क्लैट परीक्षण का ग्राफ

### 4. सीकर प्रोफाईल रन परीक्षण:

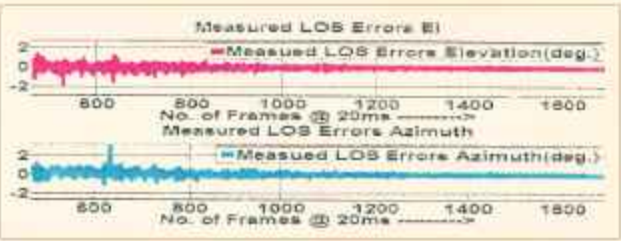
इस परीक्षण में वास्तविक सिनेरियो के आधार पर लक्ष्य (टारगेट) को विभिन्न वेग, ऐक्सेलेरेशन, रेंज के साथ मूव कराते हैं एवं इस दौरान टारगेट से सीकर पर प्राप्त ईको सिग्नल (आरएफ सिग्नल) के आधार पर कुछ पैरामीटर जैसे एसएनआर, रेंज त्रुटि, वेग त्रुटि इत्यादि का पता चलता है।




**चित्र 4: सीकर के प्रोफाईल रन परीक्षण का ग्राफ**

**5. बोर-साइट त्रुटि परीक्षण:**

इस परीक्षण के द्वारा यह सुनिश्चित किया जाता है कि पोजीशनर पर स्थापित सीकर, उससे कुछ दूरी पर स्थापित लक्ष्य (टारगेट - हॉर्न एन्टीना) के साथ बोर साइट में एक सीध में है या नहीं। इस परीक्षण में 0.2° तक की बोर साइट त्रुटि को स्वीकृत रेंज में माना जाता है।




**चित्र 5: सीकर के बोरसाइट त्रुटि परीक्षण का ग्राफ**

**6. सीकर सेन्सिटिवीटि परीक्षण:**

इस परीक्षण के द्वारा सीकर को प्राप्त होने वाले आरएफ सिग्नल जो कि सीकर से उत्सर्जित हो कर टारगेट से टकराकर वापिस सीकर को प्राप्त होता है) के उस न्यूनतम मान का पता लगाते हैं जिसे सीकर डिटेक्ट कर सकता है एवं इस न्यूनतम मान को ही सीकर की सेन्सिटिवीटि कहा जाता है।

**7. सीकर ट्रांसमिशन (ईआरपी) परीक्षण:**

इस परीक्षण के दौरान सीकर को डोम से कवर कर के, सीकर से उच्च आवृत्ति (हाई-फ्रीक्वेंसी) का आरएफ सिग्नल को ट्रांसमिट करा के पावर डिटेक्टर की सहायता से यह जाँचा जाता है कि इस ट्रांसमिशन मोड के दौरान सीकर को कोई और सिग्नल प्राप्त तो नहीं हो रहा।

**निष्कर्ष:** अतः उपरोक्त मुख्यतः सात परीक्षण के द्वारा ऐक्टिव रेडार सीकर की परफॉर्मेन्स का पूर्ण फंक्शनल परीक्षण एवं मूल्यांकन का निर्धारण किया जाता है। इन सभी परीक्षणों में आवश्यक पैरामीटर के मान प्राप्त होने पर ही सीकर को मिशन मोड में फ्लाईट ट्रायल के लिये भेजा जाता है। और सीकर को इन परीक्षण में पास मान लिया जाता है।

**सन्दर्भ:** यह तकनीकी लेख, मैंने विगत वर्षों में अनुभाग में किये कार्यों से अर्जित ज्ञान के आधार पर स्वंय ही स्व-विवेक से लिखा है।

# :: विद्युत चुम्बकीय व्यवधान (EMI) और विद्युत चुम्बकीय संगतता (EMC) ::

संजीव कुमार
वरिष्ठ तकनीकी सहायक 'सी'

**प्रस्तावना:** आज के आधुनिक दौर में हमारा परिवेश इलेक्ट्रानिक उपकरणों से घिरा हुआ है। यह समय इलेक्ट्रॉनिक युग है। ये उपकरण एक दूसरे के साथ काम करते हैं। अक्सर एक-दूसरे के प्रदर्शन को प्रभावित कर सकते हैं या करते भी हैं। यहीं से वि. चुम्बकीय अवधान (**EMI**) और वि. चुम्बकीय संगतता (**EMC**) की अवधारणाएं महत्वपूर्ण हो जाती है।

सरल शब्दों में कहा जाय तो ईएमआई एक ऐसी घटना है जहाँ इलेक्ट्रॉनिक उपकरण से पैदा हुई अवांछित विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा एक दूसरे उपकरण के सामान्य काम काज में बाधा पहुँचाती है।

वही ईएमसी इलेक्ट्रानिक उपकरण की वह क्षमता है जिससे वह अपने विद्युत चुम्बकीय वातावरण में कुशलतापूर्वक और बिना किसी व्यवधान के कार्य कर सके और साथ ही स्वयं भी कोई व्यवधान पैदा न करे।

**ईएमआई (EMI): विद्युत चुम्बकीय व्यवधान**

ईएमआई, जिसको रेडियो फ्रीक्वेंसी इंटरफेरेंस (**RFI**) भी कहा जाता है एक प्रकार का व्यवधान है जो किसी विद्युत परिपथ के माध्यम से अथवा विद्युत चुम्बकीय विकिरण माध्यम से फैलता है। इस व्यवधान को मुख्यतः दो श्रेणियों में विभाजित किया जा सकता है।

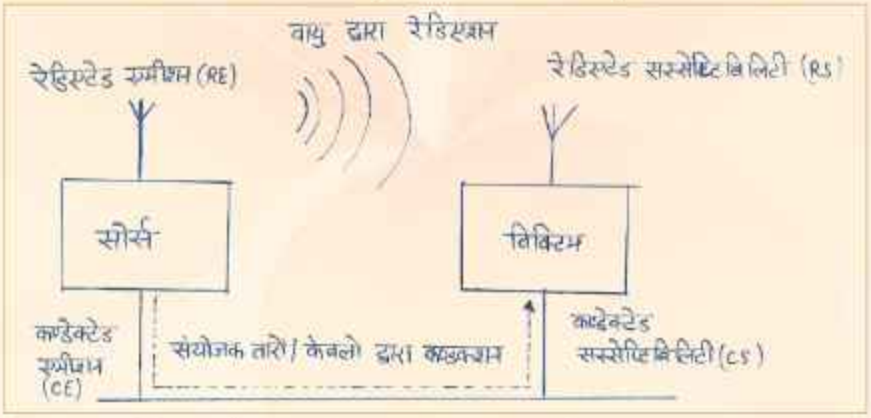
**(a) कंडक्टेड ईएमआई (Conducted EMI):** यह व्यवधान तब होता है जब किसी परिपथ से जुड़े तारों या केबलों के माध्यम से फैलता है। जैसे किसी विद्युत आपूर्ति इकाई द्वारा उत्पन्न शोर उसी लाइन पर जुड़े 3 दूसरे उपकरण के प्रदर्शन को प्रभावित कर सकता है।

**(b) रेडिएटेड ईएमआई (Radiated EMI):** यह व्यवधान विद्युत चुम्बकीय तरंगों के रूप में हवा में फैलता है तथा उसके आस पास के अन्य इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों को प्रभावित करता है।

जैसे-एक मोबाइल फोन से निकलने वाला चुम्बकीय विकिरण पास के रेडियो या टेलीविजन सिग्नल को प्रभावित कर सकता है।

ईएमआई के प्राकृतिक स्रोत (जैसे आकाशीय बिजली और मानव निर्मित स्रोत (जैसे बिजली स्विचिंग उपकरण, मोटरें, कम्प्यूटर आदि) दोनों हो सकते हैं।

इन व्यवधानों से डेटा हानि, उपकरण की खराबी और कभी-कभी सुरक्षा सम्बन्धी खतरे भी हो सकते हैं।




चित्र: ईएमआई का आधारभूत ब्लॉक डायाग्राम

**ईएमसी (EMC): विद्युत चुम्बकीय संगतता / अनुकूलता**

ईएमसी यह सुनिश्चित करती है कि कोई इलेक्ट्रॉनिक उपकरण अपने वातावरण में मौजूद विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा से प्रभावित हुए बिना काम करें तथा साथ ही स्वयं इतनी कम ऊर्जा उत्सर्जित करे कि अन्य उपकरणों के लिए कोई व्यवधान उत्पन्न न हो। इसे पाने के दो प्रमुख सिद्धान्त हैं–

**(b) उत्सर्जन (Emission) नियंत्रण:** उपकरण को कम से कम विद्युत ऊर्जा चुम्बकीय ऊर्जा उत्सर्जित करनी चाहिए। यह सुनिश्चित करने के लिए वह स्वीकृत मानकों के भीतर रहे, डिजाइन के दौरान इन बातों का ध्यान रखा जाना चाहिए।

**(ब) संवेदनशीलता (Susceptibility) या प्रतिरक्षा (Immunity):** उपकरण को बाहरी विद्युत चुम्बकीय ऊर्जा से प्रभावित हुए बिना कार्य करने में सक्षम होना चाहिए। इसका तात्पर्य यह है कि उसे एक निश्चित स्तर तक के ही व्यवधानों को सहने की क्षमता रखनी चाहिए। ईएमसी के लिए अन्तर्राष्ट्रीय तथा राष्ट्रीय स्तर पर कई मानक (जैसे **CSIPR, FCC, IEC**) निर्धारित किये गए हैं जिनका पालन सभी निर्माताओं को करना अनिवार्य है। इन मानकों का उद्देश्य यह सुनिश्चित करना है कि सभी इलेक्ट्रानिक उपकरण एक ही वातावरण में सह-अस्तित्व में रह सके।

**ईएमआई - ईएमसी को नियंत्रित करने के तरीके :**

ईएमसी को प्राप्त करने के कई तकनीकों का उपयोग किया जाता है।

**(I) परिरक्षण (Shielding):** उपकरण को एक विद्युत चुम्बकीय ढाल (**Shield**) से ढककर अन्दर आने तथा अन्दर की विकिरण को बाहर जाने से रोका जाता है।

जैसे प्रेशर कुकर के ढक्कन में लगी रबड़ जो अन्दर की भाप को बाहर जाने से रोकती है तथा बाहर की ऊर्जा को अन्दर आने से रोकती है।

**(ii) ग्राउण्डिंग (Grounding)**

उचित ग्राउंडिंग यह सुनिश्चित करती है कि अवांछित विद्युत धाराएं, जो ईएमआई का कारण बन सकती है, सुरक्षित रूप से जमीन में चली जाए।

**(iii) फिल्टरिंग (Filtering):** सर्किट्स (परिचय) में फिल्टर का उपयोग करके अबांछित उच्च आवृत्ति वाले शोर को हटा दिया जाता है।

**(iv) सर्किट बोर्ड ले आउट (PCB Layout) डिजाइन :** सर्किट बोर्ड का डिजाइन करते समय ही ईएमआई को कम रखने का ध्यान रखा जाता है। उदाहरण के लिए सिग्नल लाइनों को छोटा तथा व्यवस्थित रखना।

**(v) केबल प्रबन्धन :** केबलों को सही ढंग से व्यवस्थित करना तथा परिरक्षित (**Shielded**) केबलों का उपयोग करना भी ईएमआई को कम करने में मदद करता है।

**निष्कर्ष :**

ईएमआई और ईएमसी में अटूट सम्बंध है। ये आधुनिक इंजीनियरिंग तथा उत्पाद डिजाइन के अभिन्न अंग है। यदि ईएमआई समस्या है तो ईएमसी उसका समाधान है। हमारी सभी मिसाइल प्रणाली और उससे सम्बद्ध उप - प्रणाली की टेस्टिंग में ईएमआई - ईएमसी की महत्वपूर्ण भूमिका रहती है। सभी मिसाइल प्रणाली का ईएमसी रहना अतिआवश्यक है। यह यह एक ऐसा क्षेत्र है जिसमें लगातार अनुसंधान तथा विकास होता रहता है ताकि हम और भी जटिल तथा शक्तिशाली प्रणालियों को बना सकें जो बिना किसी व्यवधान के काम करें। सही डिजाइन तथा परीक्षण के साथ हम उपकरण की कार्यक्षमता में सुधार करके एक सुरक्षित तथा अधिक अनुकूल तकनीकी वातावरण भी बना सकते हैं।

# :: हार्डवेयर-इन-लूप अनुकरण सेटअप का विकास, समस्याएँ और समाधान ::

गौरव कुमार शर्मा
तकनीकी अधिकारी 'ए'

मार्गदर्शक: राजेश शंकर कस्वंदे
वैज्ञानिक 'एफ'

**हार्डवेयर-इन-लूप (एचआईएल) अनुकरण** एक परीक्षण और सत्यापन तकनीक है, जिसका उपयोग मुख्य रूप से अभियांत्रिकी तथा तंत्र विकास (विशेष रूप से जटिल प्रणालियों जैसे अंतरिक्षयान, मोटर वाहन, विमान और औद्योगिक मशीनरी इत्यादि) के क्षेत्र में किया जाता है। एचआईएल अनुकरण में संगणक आधारित अनुकरण वातावरण के साथ वास्तविक हार्डवेयर अवयवों को एकीकृत करके किसी तंत्र या घटक के प्रदर्शन की जाँच की जाती है।

**वास्तविक हार्डवेयर:** एचआईएल अनुकरण में हमारे पास ऐसे हार्डवेयर तंत्र होते हैं जिनका परीक्षण किया जाना आवश्यक होता है। इनमें संवेदक (सेंसर), कार्यकारी यंत्र (एक्ट्यूएटर), नियंत्रक तथा अन्य उपकरण सम्मिलित हो सकते हैं, जो किसी बड़ी प्रणाली का हिस्सा होते हैं।

**अनुकरण वातावरण:** यह एक संगणक-आधारित आभासी वातावरण होता है, जो संपूर्ण प्रणाली या उप-प्रणाली के व्यवहार का प्रतिरूप प्रस्तुत करता है। गणितीय प्रतिमान (मॉडल), संगणक सॉफ्टवेयर तथा कलनविधि (एल्गोरिदम) की सहायता से यह अनुकरण वातावरण अत्यन्त विस्तृत और परिष्कृत बनाया जा सकता है।

**अंतरफलक (इंटरफ़ेस) हार्डवेयर:** वास्तविक हार्डवेयर और अनुकरण वातावरण के बीच कुछ अंतरफलक हार्डवेयर तथा संगणक सॉफ्टवेयर अवयव होते हैं। ये अवयव भौतिक संसार और आभासी अनुकरण के बीच सेतु का कार्य करते हैं। यह वास्तविक समय में वास्तविक हार्डवेयर और अनुकरण वातावरण के बीच आँकड़ा-प्रवाह (डेटा फ्लो) को संभव बनाते हैं।

**परीक्षण और सत्यापन:** परीक्षण के दौरान वास्तविक हार्डवेयर अनुकरण वातावरण के साथ इस प्रकार संवाद करता है, मानो वह वास्तविक परिचालन वातावरण में कार्य कर रहा हो। अनुकरण वातावरण विभिन्न परिदृश्यों, परिस्थितियों और दोषों का पुनर्निर्माण कर सकता है, ताकि यह मूल्यांकन किया जा सके कि हार्डवेयर किस प्रकार प्रतिक्रिया देता है। एचआईएल अनुकरण का उपयोग हार्डवेयर के प्रदर्शन के विभिन्न पहलुओं की जाँच और मान्यता के लिए किया जाता है, जैसे विभिन्न प्रविष्टियों (इनपुट) पर उसकी प्रतिक्रिया, भिन्न परिस्थितियों में उसका व्यवहार तथा उसकी समग्र कार्यक्षमता।

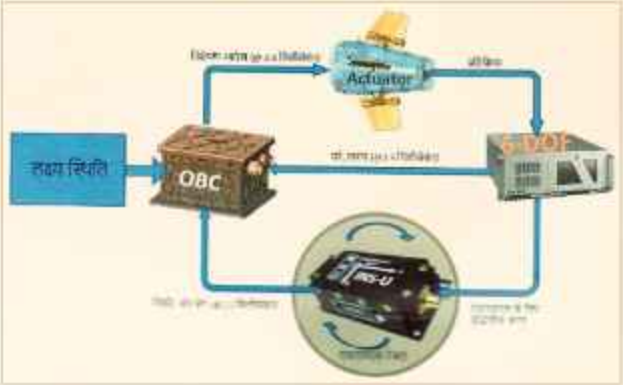
**दोष-निवारण (डीबगिंग) और अनुकूलन:** एचआईएल अनुकरण, हार्डवेयर तंत्र को दोषमुक्त करने तथा उसे अनुकूलित करने के लिए एक अत्यंत उपयोगी साधन है। अभियंता बिना भौतिक प्रतिरूप (प्रोटोटाइप) या वास्तविक संसार में परीक्षण की आवश्यकता की समस्याओं की पहचान कर सकते हैं और उनका समाधान निकाल सकते हैं, जो प्रायः समय लेने वाला और महंगा होता है।

***एचआईएल अनुकरण के प्रमुख लाभ निम्नलिखित हैं:***

- **लागत की बचत:** एचआईएल अनुकरण भौतिक प्रतिरूप (प्रोटोटाइप) तथा वास्तविक संसार में परीक्षण की आवश्यकता को कम करता है, जो प्रायः समय लेने वाला और महंगा होता है।
- **सुरक्षा:** यह अभियंताओं, कार्मिकों अथवा उपकरणों को जोखिम में डाले बिना नियंत्रित वातावरण में संभावित रूप से खतरनाक अथवा महत्वपूर्ण प्रणालियों का परीक्षण करने की सुविधा प्रदान करता है।

- **पुनरावृत्ति:** एचआईएल अनुकरण को परिणामों की सत्यता की पुष्टि करने या विभिन्न परिदृश्यों का परीक्षण करने हेतु सरलता से दोहराया जा सकता है।
- **दक्षता:** अभियंता विकास प्रक्रिया के दौरान समस्याओं की पहचान और समाधान कर सकते हैं, जिससे उत्पाद-विकास अधिक प्रभावी और दक्ष हो जाता है।

- **पारंपरिक एचआईएल अनुकरण टेस्ट-बेड**




ऊपर दी गयी तस्वीर में एक पारंपरिक एचआईएल अनुकरण (एचआईएलएस) सेट-अप की तस्वीर दर्शायी गयी है।

जैसा कि चित्र में दिखाया गया है, ओबीसी (ऑन बोर्ड कंप्यूटर) कार्यकारी यंत्रों (एक्चुएटर) तथा अन्य नियंत्रकों (जैसे प्रणोदक, अभिक्रमण नियंत्रण प्रणाली **RCS** इत्यादि) को निर्देश प्रेषित करता है। तत्पश्चात उप-प्रणालियाँ उसी के अनुसार कार्य करती हैं और प्रतिक्रिया वापस भेजती है, जिसे हमारे प्रतिरूप संगणक (मॉडल पीसी) द्वारा ग्रहण किया जाता है।

हमारे प्रतिरूप संगणक में वास्तविक परिदृश्य (जैसे एयरोडायनामिक्स, प्रणोदन, **RCS**, डीपी आदि) के लिए सभी गणितीय प्रतिमान (मॉडल) उपलब्ध होते हैं। इसके अतिरिक्त, ऊँचाईमापी (अल्टीमीटर), कार्यकारी यंत्र, जड़त्वीय नौवहन प्रणाली (**INS**), सीकर तथा लक्ष्य जैसी उप-प्रणालियों के गणितीय प्रतिमान भी इसमें सम्मिलित रहते हैं।

6-**DOF** (छह-स्वतंत्रता-डिग्री) संगणन समीकरणों के आधार पर, दरों तथा त्वरण की गणना की जाती है और उन्हें प्रत्येक 2.5 मिलीसेकंड पर ओबीसी को भेजा जाता है। इसी दर पर उड़ान गतिक अनुकरणक (**FMS**) को वृद्धिशील कोण भी प्रेषित किए जाते हैं। इन कोणों को बाद में वास्तविक अवस्था में जायरो द्वारा संवेदित किया जाता है और प्रतिक्रिया पुनः **INS** के माध्यम से ओबीसी को भेजी जाती है। जब ओबीसी को दर, त्वरण, स्थिति और वेग प्राप्त होते हैं, तो वह अगला आदेश (कमांड) प्रेषित करता है, और यह प्रक्रिया निरंतर चलती रहती है।

इस प्रकार, ओबीसी वास्तविक परिदृश्य का अनुभव करता है क्योंकि सभी अपेक्षित प्रतिक्रियाएँ निर्दिष्ट समय (2.5 मिलीसेकंड) के भीतर प्राप्त हो जाती हैं। एक आदर्श एचआईएलएस में अनुकरण वातावरण और वास्तविक हार्डवेयर के बीच संचार तथा समन्वय अत्यंत सुचारू होना चाहिए। किसी भी प्रकार का विचलन नमूना-हानि (सैम्पल लॉस) का कारण बन सकता है।

- **एचआईएलएस रन के चरण:-**

**एनआरटी (गैर-वास्तविक समय अनुकरण):** इस स्तर पर हम 6-डीओएफ में प्रत्येक उप-प्रणाली के लिए अपनी अनुकरण योजना के अंतर्गत सभी गणितीय प्रतिमानों (जैसे नियंत्रण एवं मार्गदर्शन प्रतिमान, नौवहन प्रतिमान, कार्यकारी प्रतिमान, प्रणोदन प्रतिमान आदि) का निर्माण प्रारम्भ करते हैं। इस अनुकरण में प्रत्येक प्रतिमान अन्य प्रतिमानों के साथ इस प्रकार संवाद करता है, मानो वे वास्तविक उप-प्रणालियाँ हों।

एनआरटी अनुकरण में समय उसी गति से अग्रसर होता है, जितनी संगणन संसाधन (**computational resources**) अनुमति देते देते हैं। यह एक गैर-वास्तविक समय समकालिकीकरण (**synchronization**) होता है, जिसके कारण हम सीमित समय में दीर्घावधि घटनाओं का अनुकरण कर सकते हैं।

**लूप अनुकरण में हार्डवेयर:** इस प्रकार के अनुकरण के विभिन्न चरण होते हैं। प्रक्रिया की शुरुआत ओबीसी (ऑन-बोर्ड कंप्यूटर) से की जाती है और तत्पश्चात एचआईएलएस की प्रगति के साथ लूप से उसके संबंधित गणितीय प्रतिमान को हटाकर प्रत्येक उप-

प्रणाली (हार्डवेयर) को जोड़ा जाता है। एचआईएलएस हार्डवेयर में अनुकरण के साथ वास्तविक समय में संवाद आवश्यक होती है, अतः दोनों तंत्रों का परस्पर समकालिक (सिंक) होना अनिवार्य है। इस उद्देश्य के लिए हार्डवेयर तंत्र की घड़ी को अनुकरण घड़ी के साथ समकालिक करने हेतु वास्तविक समय पैच (**real-time patch**) तथा बहु-धारा अवधारणा (**multi-thread concept**) का प्रयोग किया जाता है।

अर्थात, अनुकरण को वास्तविक हार्डवेयर से प्राप्त प्रविष्टियों (इनपुट) का तुरंत प्रत्युत्तर देना चाहिए और उसी क्षण उपयुक्त आउटपुट प्रदान करना चाहिए। यह समकालिकीकरण सुनिश्चित करता है कि आँकड़ा विनिमय (**data exchange**) आवश्यक समय-सीमा में सटीक रूप से हो, जिससे हार्डवेयर का शुद्ध परीक्षण एवं सत्यापन संभव हो पाता है।

- **ओआईएल (लूप अनुकरण में ओबीसी)**: इस स्तर पर हम 6-डीओएफ प्रतिमान से नियंत्रण एवं मार्गदर्शन प्रतिमान को हटाकर ओबीसी (ऑन-बोर्ड कंप्यूटर) को लूप में सम्मिलित करते हैं। ओबीसी, डिजिटल चैनलों (जैसे **RS**-422, **MIL-STD-1553**) के माध्यम से 6-डीओएफ (आभासी वातावरण) के साथ संवाद करता है। इस विन्यास में सभी नियंत्रण एवं मार्गदर्शन संबंधी निर्णय वास्तविक ओबीसी द्वारा किए जाते हैं, जबकि अन्य सभी उप-प्रणालियाँ अनुकरण के माध्यम से भाग लेती हैं।
- **लूप अनुकरण में अन्य उप-प्रणालियाँ**: इस प्रकार चरणबद्ध तरीके से प्रत्येक उप-प्रणाली को एक-एक करके संयोजन (सेटअप) के साथ लूप में जोड़ा जाता है। इनमें संवेदक (सेंसर), कार्यकारी यंत्र (एक्चुएटर), नियंत्रक तथा अन्य उपकरण सम्मिलित हो सकते हैं।

### *हार्डवेयर को लूप में सम्मिलित करने पर उत्पन्न होने वाली चुनौतियाँ:-*

जब वास्तविक हार्डवेयर को अनुकरण लूप में सम्मिलित किया जाता है, तो उससे संबंधित कुछ चुनौतियाँ और जटिलताएँ बढ़ जाती हैं।

**कठिनाई 1:**

हार्डवेयर सीमाएँ एचआईएलएस संयोजन में प्रयुक्त वास्तविक हार्डवेयर अवयव अथवा उपकरण, अपने प्रतिक्रिया समय और अद्यतन (अपडेट) दरों के संदर्भ में सीमित हो सकते हैं। उदाहरणतः, कुछ संवेदक (सेंसर) अथवा कार्यकारी यंत्र (एक्चुएटर) अत्यधिक आवृत्तियों पर कार्य करने में सक्षम नहीं होते हैं।

**समाधान:**

उच्च गति वाले संगणक तथा उपयुक्त हार्डवेयर का चयन किया जाए। एचआईएलएस संयोजन का रूपांकन (डिज़ाइन) करते समय ऐसे संगणक एवं हार्डवेयर अवयव चुने जाएँ जो वांछित अद्यतन दर पर कार्य कर सकें। इसके लिए तीव्र गति वाले संवेदक, कार्यकारी यंत्र तथा नियंत्रक में निवेश करना उपयोगी होगा, जो अनुकरण की आवश्यकताओं के अनुरूप हों।

**कठिनाई 2:**

संचार विलंबता अनुकरण वातावरण और वास्तविक हार्डवेयर के मध्य संचार में विलंबता (**latency**) उत्पन्न हो सकती है, जो अद्यतन दर को सीमित कर देती है। इस समस्या में नेटवर्क संचार, आँकड़ा-रूपांतरण तथा प्रसंस्करण में लगने वाला समय सभी की भूमिका होती है।

**समाधान:**

संचार विलंबता को कम करने के लिए उच्च गति डेटा बस, अनुकूलित संचार प्रोटोकॉल तथा समर्पित संचार हार्डवेयर का प्रयोग किया जा सकता है। साथ ही, संचार एवं प्रसंस्करण कार्यों का भार कम करने हेतु समांतर प्रसंस्करण (**parallel processing**) और वितरित प्रणालियों (**distributed systems**) का उपयोग करना भी प्रभावी उपाय है।

**कठिनाई 3:**

संगणनात्मक भार (**Computational Load**) उच्च निष्ठा (**high-fidelity**) या अनुकरण को तीव्र अद्यतन दर पर बताने से अनुकरण वातावरण पर अत्यधिक संगणनात्मक भार पड़ सकता है, जिससे प्रदर्शन में बाधाएँ उत्पन्न हो सकती हैं।

**समाधान:**

संगणनात्मक अधिभार (**computational overload**) को कम करने के लिए अनुकरण प्रतिमानों को सुव्यवस्थित एवं अनुकूलित किया जाए। सटीकता से समझौता किए बिना जहाँ संभव हो, प्रतिमानों को सरल बनाया जाना चाहिए। इसके अतिरिक्त, बढ़े हुए संगणनात्मक भार को सँभालने हेतु बहु-कोर प्रोसेसर (**multi-core processors**) तथा जीपीयू जैसे उच्च प्रदर्शन संगणन संसाधनों में निवेश करना एक उपयुक्त उपाय है।

**कठिनाई 4:** वास्तविक समय प्रचालन तंत्र (**RTOS**) की बाधाएँ:

यदि एचआईएलएस संयोजन वास्तविक समय प्रचालन तंत्र (**RTOS**) पर आधारित है, तो कार्य-सारण (शेड्यूलिंग) और कार्य-प्राथमिकता के कारण अधिकतम प्राप्त करने योग्य अद्यतन दर सीमित हो सकती है।

**समाधान:**

आरटीओएस का विन्यास (**configuration**) तथा कार्य–सारण इस प्रकार अनुकूलित (**optimize**) किया जाए कि एचआईएलएस से संबंधित महत्वपूर्ण कार्यों को प्राथमिकता मिले। इससे यह सुनिश्चित होगा कि उन्हें समय पर निष्पादन के लिए आवश्यक संगणन (**CPU**) समय प्राप्त हो।

**कठिनाई 5:** उपयुक्त भूमिसंपर्क (**Grounding**)

अनुचित भूमिसंपर्क के कारण अनेक विद्युत समस्याएँ उत्पन्न हो सकती हैं।

**समाधान:**

भूमिसंपर्क एक मौलिक विद्युत अवधारणा है, जिसमें विद्युत परिपथ (**circuit**) में एक संदर्भ बिंदु स्थापित किया जाता है। उचित भूमिसंपर्क विद्युत सुरक्षा, शोर नियंत्रण, संकेत-संदर्भ, वोल्टेज स्थिरता तथा ग्राउंड-लूप से बचाव के लिए अत्यंत आवश्यक है। अनुकरण के दौरान सटीक आँकड़े प्राप्त करने हेतु उपकरणों (जैसे ऑसिलोस्कोप, आँकड़ा अधिग्रहण प्रणाली) में इंस्ट्रूमेंटेशन ग्राउंडिंग भी समान रूप से महत्त्वपूर्ण है। इस प्रकार, विश्वसनीय एवं सार्थक परिणाम प्राप्त करन के लिए अनुकरण में भूमिसंपर्क की सर्वोत्तम प्रथाओं का पालन आवश्यक है।

**कठिनाई 6:**

सत्यापन और अंशांकन (**Calibration**) जैसे-जैसे अद्यतन दर बढ़ती है, एचआईएलएस संयोजन की सटीकता सुनिश्चित करना और भी महत्वपूर्ण हो जाता है, क्योंकि त्रुटियाँ अथवा अशुद्धियाँ तीव्र गति से प्रसारित हो सकती हैं।

**समाधान:**

इसके लिए कठोर सत्यापन एवं अंशांकन प्रक्रियाएँ विकसित की जानी चाहिएँ, ताकि आईएलएस संयोजन वांछित अद्यतन दर पर वास्तविक तंत्र का सटीक प्रतिनिधित्व कर सके।

**कठिनाई 7:**

विचलन-सुधार (**Offset Correction**) एवं रैखिकता-सुधार (**Linearity Correction**) अनुकरण में एडीसी (**ADC**), डीएसी (**DAC**) तथा स्थिति-संवेदकों (**Position Sensors**) के लिए विचलन-सुधार और रैखिकता सुधार आवश्यक होता है।

**समाधान:**

विचलन-सुधार, आउटपुट में उपस्थित स्थिर संदर्भ-विचलन को हटाता है, जिससे यह सुनिश्चित होता है कि शून्य प्रविष्टि (**input**) पर शून्य आउटपुट उत्पन्न हो। वहीं, रैखिकता-सुधार अरैखिक विकृतियों को दुरुस्त करके संकेत की अनुपातिक एवं सटीक अभिव्यक्ति सुनिश्चित करता है। विश्वसनीय एवं शुद्ध अनुकरण प्राप्त करने के लिए एडीसी, डीएसी और स्थिति संवेदकों पर दोनों सुधार प्रक्रियाओं का पालन अनिवार्य है।

**सारांश:** एचआईएलएस संयोजन में तीव्र अद्यतन दर को सफलतापूर्वक लागू करने हेतु हार्डवेयर सुधार, संचार का अनुकूलन, संगणनात्मक संवर्द्धन तथा प्रतिमानों की निष्ठा (**model fidelity**) का संतुलित एवं सावधानीपूर्वक समायोजन आवश्यक है। इसके अतिरिक्त, उचित भूमिसंपर्क, आदर्श विद्युत आपूर्ति

जैसी सहायक व्यवस्थाएँ भी परीक्षण आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए अनिवार्य हैं। अंततः अद्यतन दर और सटीकता के बीच उपयुक्त संतुलन स्थापित करने के लिए विशिष्ट आवश्यकताओं एवं संभावित बाधाओं का सम्यक मूल्यांकन करना अत्यंत आवश्यक होता है।

**अनुवाद संग्रह:**

- सिमुलेशन = अनुकरण
- सबसिस्टम उप = प्रणाली
- सॉफ्टवेयर = संगणक सॉफ्टवेयर
- डीबगिंग दोष = निवारण / दोषमुक्त करना
- नेविगेशन = नौवहन
- थ्रस्ट = प्रणोदन
- सिमुलेशन = अनुकरण
- अपडेट = अद्यतन
- कम्प्यूटेशनल = संगणनात्मक
- ग्राउंडिंग = भूमिसंपर्क
- ऑफसेट = विचलन
- सिस्टम = प्रणाली / तंत्र
- मॉडल = प्रतिमान
- एल्गोरिद्म = कलनविधि
- प्रोटोटाइप = प्रतिरूप
- एक्चुएशन = कार्यकारी
- सिंक्रनाइज़ेशन = समकालिकी करण
- सेंसर एक्ट्युएटर = संवेदक / कार्यकारी यंत्र
- डिज़ाइन = रूपांकन
- **RTOS** = वास्तविक समय प्रचालन तंत्र
- कैलिब्रेशन = अंशांकन
- लिनियरिटी = रैखिकता

# :: एक स्थायी और क्रांतिकारी समाधान के रूप में पेपर बैटरियाँ ::

रवि रंजन गुप्ता
वैज्ञानिक 'सी'

बैटरियाँ रोजमर्रा की जिंदगी का अहम हिस्सा है। ऐसा कोई दिन नहीं जाता जब हम बैटरी का इस्तेमाल न करते हों। मोबाइल फोन से लेकर इलेक्ट्रिक वाहन तक, हर गैजेट बैटरी से चलता है। बैटरी उद्योग में पेपर बैटरी एक उल्लेखनीय आविष्कार है।

पेपर बैटरी एक इलेक्ट्रिक बैटरी है जिसमें पतली समायोज्य ऊर्जा उत्पादन और भंडारण उपकरण होते हैं जो कार्बन नैनोट्यूब और सेल्यूलोज-आधारित कागज की एक पारंपरिक शीट को जोड़ते हैं।

कागज की बैटरियाँ अन्य पारंपरिक रासायनिक बैटरियों की तरह ही कार्यात्मक होती है। इनमें मुख्य अंतर यह है कि ये संक्षारक नहीं होती और इन्हें व्यापक आवरण की आवश्यकता नहीं होती। पेपर बैटरी अन्य बैटरियों की तुलना में अधिक समायोज्य और पर्यावरण के अनुकूल होती हैं।

**पेपर बैटरी में प्रयुक्त घटक:**

पेपर बैटरी बनाने के लिए निम्नलिखित घटकों का उपयोग किया जाता है:-

- **कैथोड:-** कार्बन नैनोट्यूब का उपयोग कैथोड के रूप में किया जाता है।
- **एनोड:-** लिथियम धातु (Li+) का उपयोग एनोड के रूप में किया जाता है।
- **इलेक्ट्रोलाइट (विद्युत अपघट्य):-** मूत्र, रक्त और पसीने जैसे जैव पदार्थों का उपयोग विद्युत अपघट्य के रूप में किया जाता है।
- **विभाजक:-** सेल्यूलोज या कागज का उपयोग विभाजक के रूप में किया जाता है।

**सिद्धांत :-**

- पेपर बैटरियां पारंपरिक लिथियम बैटरियों की तरह ही बिजली पैदा करती है, लेकिन इनके घटकों को सेल्यूलोज आधारित कागज की अति पतली, लचीली, हल्की शीट पर रखा जाता है।
- यह उपकरण कार्बन नैनोट्यूब को सेल्यूलोज के साथ संयोजित करके बनाया जाता है।
- बैटरी के उपयोग के आधार पर चार्ज करने वाले इलेक्ट्रो लाइट्स और आयन भिन्न हो सकते हैं।
- पेपर बैटरियों में, लिथियम को एनोड, कार्बन नैनोट्यूब को कैथोड तथा सेल्यूलोज को विभाजक के रूप में प्रयोग किया जाता है।
- इलेक्ट्रॉलाइट्स और कार्बन की रासायनिक प्रतिक्रिया के कारण इलेक्ट्रॉन उत्पन्न होते हैं। इसी प्रकार इलेक्ट्रॉलाइट्स और धातु के बीच रासायनिक प्रतिक्रिया के कारण आयन उत्पन्न होते हैं। ये उत्पन्न इलेक्ट्रॉन बाहरी परिपथ से कैथोड से होकर एनोड की ओर प्रवाहित होते हैं।

**पेपर बैटरी के लाभ**

- पेपर बैटरी पतली, मजबूत, लचीली और हल्की होती है। काटा और रोल किया जा सकता है और किसी भी आकार में बनाया जा सकता है।

- कागज की बैटरियां गैर विषैली और पर्यावरण अनुकूल होती है।
- पेपर बैटरियां स्थिर शक्ति प्रदान करती है, और वे कई आकारों में उपलब्ध हो सकती है।
- पेपर बैटरियों की लागत कम होती है और उनका निपटान आसानी से किया जा सकता है।
- कागज की बैटरियाँ भी **1.5 V** की वोल्टता प्रदान कर सकती है और पुनः चार्ज की जा सकती है।

**पेपर बैटरी की सीमाएँ**

- पेपर बैटरियों के निर्माण में प्रयुक्त कार्बन नैनोट्यूब महंगे होते हैं।
- पेपर बैटरियों को शरीर के अंदर लेने से फेफड़ों को नुकसान पहुँच सकता है। इसलिए, यह मानव स्वास्थ्य के लिए खतरनाक है।
- पेपर बैटरियां ई-कचरा उत्पन्न कर सकती है।

**पेपर बैटरी के अनुप्रयोग**

जहाँ आकार और आकृति की आवश्यकता होती है, वहाँ पेपर बैटरियों के कई उपयोगी अनुप्रयोग होते हैं। अधिकांश आधुनिक अति-पतली बैटरियों की आवश्यकता होती है जो विषाक्त नहीं होती, इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों, जैसे डिजिटल पत्रियाँ स्मार्ट कार्ड आदि के लिए तथा जो लचीली और लंबे समय तक चलती है। पेपर बैटरी के निम्नलिखित अनुप्रयोग हैं:-

- पेपर बैटरी का उपयोग पहनने योग्य प्रौद्योगिकी जैसे गूगल ग्लास, पहनने योग्य बायो सेंसर आदि में किया जाता है।
- पेपर बैटरी का उपयोग मनोरंजन उपकरणों में किया जाता है। टैग और स्मार्ट कार्ड में भी इसका उपयोग होता है।
- पेपर बैटरी का उपयोग पेसमेकरों में उनके गैर विषाक्त, पर्यावरण-अनुकूल और जैव-निम्नीकरणीय प्रकृति के कारण किया जाता है।
- पेपर बैटरी विमान, ऑटोमोबाइल और रिमोट-नियंत्रित उपकरणों के लिए आदर्श हो सकती है।

**पेपर बैटरी - भविष्य का ऊर्जा श्रोत**

पेपर बैटरी की सबसे अच्छी खूबी यह है कि यह बैटरी तथा सुपर कैपेसिटर दोनों प्रकार से काम कर सकती है। भारत जैसे विकासशील राष्ट्र को ऊर्जा संकट से ऊबारने में पेपर बैटरियाँ अहम भूमिका अदा कर सकती है। ये बैटरियाँ अगली पीढ़ी के इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के लिए विद्युत स्रोत बन सकती है। इसके अलावा हम उम्मीद कर सकते हैं कि भविष्य में पेपर बैटरियाँ एक कार को भी बिजली देंगी। अतः निष्कर्षतः हम कह सकते हैं कि अपनी अतिरिक्त विशेषताओं के कारण पेपर बैटरियों का उपयोग भविष्य में निश्चित रूप से बढ़ेगा।

# :: थ्रेड लॉकिंग फ्लुइड (Loctite आधारित अध्ययन) ::

राजकुमार पंडित
तकनीकी अधिकारी 'ए'

## परिचय

यांत्रिक संयोजन (**Mechanical Assemblies**) में जब बोल्ट और नट उपयोग किए जाते हैं, तो कंपन (**vibration**), थर्मल साइक्लिंग और झटकों (**shocks**) के कारण ये ढीले हो सकते हैं। इससे मशीन की कार्यक्षमता कम हो जाती है और दुर्घटना का खतरा भी बढ़ जाता है। इसी समस्या के समाधान हेतु थ्रेड लॉकिंग फ्लुइड (**Thread Locking Fluid**) का उपयोग किया जाता है। यह एक प्रकार का एनेरोबिक एडहेसिव (**Anaerobic Adhesive**) होता है, जो हवा की अनुपस्थिति और धातु के संपर्क में आने पर ठोस (**cure**) होकर बोल्ट-नट को स्थायी या अर्ध-स्थायी रूप से लॉक कर देता है।

## Loctite का परिचय

**Loctite** कंपनी (**Henkel Group**) थ्रेड लॉकिंग फ्लुइड्स की अग्रणी निर्माता है। इसके अलग-अलग ग्रेड्स को संख्याओं (जैसे 222, 243, 271 आदि) से पहचाना जाता है। प्रत्येक ग्रेड का रंग, शक्ति (**strength**), तापमान सहनशीलता (**temperature resistance**) और उपयोग (**application area**) अलग-अलग होता है।

## Loctite के विभिन्न ग्रेड्स और उनके उपयोग

(क) **Low Strength (कम शक्ति)**

**Loctite** 222 (**Purple**)

उपयोग: छोटे स्क्रू और हल्के टॉर्क वाले कनेक्शन।

लाभ: स्क्रू आसानी से मैनुअल टूल से खोले जा सकते हैं।

सामान्य उपयोग: इलेक्ट्रॉनिक उपकरण, प्रिसिजन मशीनरी।

(ख) **Medium Strength (मध्यम शक्ति)**

**Loctite** 243 (**Blue**)

उपयोग: सामान्य मशीन स्क्रू, बोल्ट, नट।

विशेषता: ऑयल टॉलरेंट (तेल की हल्की उपस्थिति में भी प्रभावी)।

सामान्य उपयोग: मोटर, गियरबॉक्स, पंप।

**Loctite** 248 (**Blue, Stick Form**)

उपयोग: 243 जैसा, लेकिन स्टिक फॉर्म में (सुविधाजनक अप्लिकेशन)।

(ग) **High Strength (उच्च शक्ति)**

**Loctite** 271 (**Red**)

उपयोग: भारी मशीन बोल्ट, स्थायी लॉकिंग।

सामान्य उपयोग: इंजन ब्लॉक, हेवी इंडस्ट्रियल असेंबली।

खोलने के लिए हीट (150°C+) की आवश्यकता पड़ती है।

**Loctite** 272 (**High Temp Red**)

विशेषता: 230°C तक तापमान सहनशीलता।

उपयोग: उच्च तापमान वाले ऑटोमोबाइल और एयरोस्पेस पार्ट्स।

(घ) **Wicking Grade (पहले से टाइट किए हुए स्क्रू पर उपयोग)**

**Loctite** 290 (**Green**)

**उपयोग:** पहले से असेंबल किए हुए बोल्ट-नट पर (कैपिलरी एक्शन द्वारा अंदर प्रवेश करता है)।

**सामान्य उपयोग:** इलेक्ट्रिक मोटर, कार्बोरेटर स्क्रू, छोटे फास्टनर।

### 4. Loctite का कार्य सिद्धांत

यह फ्लुइड एनेरोबिक पॉलीमराइजेशन से कार्य करता है।

जब हवा की अनुपस्थिति में धातु की सतह के संपर्क में आता है तो फ्लुइड कठोर (**cure**) होकर एक मजबूत बंधन बना लेता है।

यह कंपन, जंग (**corrosion**) और लीकेज से सुरक्षा प्रदान करता है।

### 5. Loctite उपयोग की प्रक्रिया

1. सतह को साफ और सूखा करें।
2. उचित ग्रेड का चयन करें।
3. बोल्ट के थ्रेड पर फ्लुइड लगाएँ।
4. सामान्य तरीके से बोल्ट को टॉर्क करें।
5. **Cure** होने का समय (10-20 मिनट तक सेट, 24 घंटे में पूर्ण **cure**)।

### 6. निष्कर्ष

**Loctite** थ्रेड लॉकिंग फ्लुइड्स आधुनिक उद्योग में एक आवश्यक समाधान है, जो न केवल कंपन और ढीले होने से सुरक्षा देता है, बल्कि असेंबली की विश्वसनीयता और उम्र भी बढ़ाता है। हर ग्रेड (222, 243, 271, 290 आदि) का अपना विशिष्ट उपयोग है। उचित चयन और सही प्रक्रिया अपनाने से मशीनरी की सुरक्षा और दक्षता में वृद्धि होती है।

# :: प्रक्षेपास्त्र (मिसाइल) में नियंत्रण प्रणाली (कंट्रोल सिस्टम) ::

राहुल कुमार
वरिष्ठ तकनीकी सहायक 'बी'

**प्रस्तावना:**

आधुनिक युद्ध एवं रक्षा प्रणाली में प्रक्षेपास्त्र (मिसाइल) की भूमिका अत्यंत महत्वपूर्ण है। प्रक्षेपास्त्र की सफलता केवल उसकी विनाशकारी शक्ति पर निर्भर नहीं करती, बल्कि उसकी सटीकता और लक्ष्य भेदन क्षमता पर भी निर्भर करती है। इस सटीकता का आधार होता है नियंत्रण प्रणाली (कंट्रोल सिस्टम), जो प्रक्षेपास्त्र को निर्धारित पथ पर संचालित करती है।

**नियंत्रण प्रणाली का महत्व:**

नियंत्रण प्रणाली का कार्य प्रक्षेपास्त्र को सही दिशा, गति और ऊँचाई संवेदक पर बनाए रखना है। यह प्रणाली संवेदक (सेंसर), नियंत्रक (कंट्रोलर) और प्रवर्तक (एक्चुएटर) की सहायता से कार्य करती है। जब प्रक्षेपास्त्र अपने मार्ग से विचलित होता है, तो नियंत्रण प्रणाली तुरंत त्रुटि (एरर) को मापती है और आवश्यकतानुसार सुधार करके उसे पुनः दिशा में मोड़ देती है।

**नियंत्रक प्रणाली के प्रमुख घटक :**

(i) **संवेदक (सेंसर):** यह गति, ऊँचाई और कोण की जानकारी देता है।

(ii) **गाइरोस्कोप एवं एक्सेलेरोमीटर:** यह प्रक्षेपास्त्र की दिशा और त्वरण मापते है।

(iii) **नियंत्रक (कंट्रोलर):** यह सेंसर से प्राप्त आकडों का विश्लेषण कर सुधारात्मक आदेश देती है।

(iv)**प्रवर्तक (एक्चुएटर):** यह प्रक्षेपास्त्र के पंखो या नोजल को नियंत्रित करते है ताकि दिशा बदली जा सके।

**नियंत्रण प्रणाली के प्रकार**

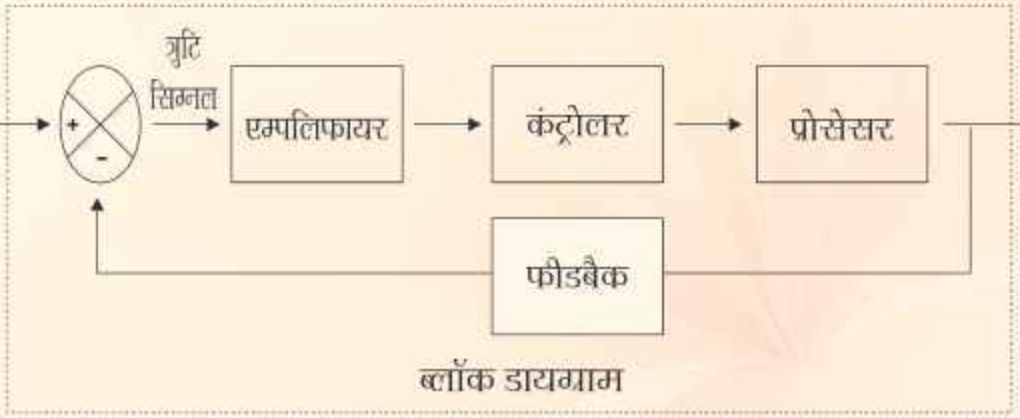
1. **ओपन लूप प्रणाली:** इसमें लक्ष्य की स्थिति के अनुसार केवल प्रारंभिक आदेश दिया जाता है, बीच में कोई सुधार नहीं किया जाता है।

ओपन-लूप नियंत्रण प्रणाली वह सिस्टम है जिसमें आउटपुट नियंत्रण क्रिया पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता और इनमें कोई फीडबैक नहीं होता है। यह प्रणाली पूर्वनिर्धारित इनपुट के आधार पर काम करती है और सिस्टम के आउटपुट से स्वतंत्र होता है। यह सरल, लागत प्रभावी और कम रखरखाव वाली होती है, लेकिन इसकी सटीकता और विश्वसनीता कम हो सकती है। जैसे स्वचालित ट्रैफिक लाइट, टीपी रिमोट आदि।

ब्लॉक डायग्राम

2. **क्लोज्ड-लूप प्रणाली:** इसमें लगातार फीडबैक मिलता है और त्रुटियों को सुधारते हुए प्रक्षेपास्त्र लक्ष्य की ओर बढ़ता है। आधुनिक मिसाइले इसी प्रणाली पर आधारित होती है।

क्लोज्ड–लूप प्रणाली एक ऐसी स्वचालित प्रणाली है जो वास्तविक आउटपुट की वांछित आउटपुट से लगातार तुलना करती है और त्रुटियों को कम करने के लिए फीडबैक का उपयोग करके अपनी कार्य प्रणाली को स्वचालित रूप से समायोजित करती है इस प्रणाली में एक फीडबैक लूप होता है जो सिस्टम को वास्तविक समय के डेटा के आधार पर स्व-नियमन करने की अनुमति देता है, जिससे यह अधिक सटीक और स्थिर बनती है।




ब्लॉक डायग्राम

**कार्यप्रणाली**

**आउटपुट मापना** - सिस्टम अपने वास्तविक आउटपुट को लगातार मापता है।

**तुलना करना** - मापे गए आउटपुट की तुलना वांछित आउटपुट जो कि सेट पॉइंट होता है उससे की जाती है।

**त्रुटि सिग्नल** - इन दोनों के बीच के अंतर को एक त्रुटि सिग्नल के रूप में पहचाना जाता है।

**समायोजन** - नियंत्रक (कंट्रोलर) इस त्रुटि सिग्नल का उपयोग करके नियंत्रण कार्रवाई करता है, जिससे सिस्टम के आउटपुट को समायोजित किया जाता है।

**फीडबैक-लूप** - यह फीडबैक लूप आवश्यक सुधारों को लागू करता है जब तक कि वास्तविक आउटपुट वांछित आउटपुट के समान न हो जाए।

**भारतीय परिप्रेक्ष्य में महत्व :**

भारत के रक्षा अनुसंधान एवं विकास संगठन (डी.आर.डी.ओ.) ने अग्नि, ब्रह्मोस, आकाश, पृथ्वी, नाग जैसी मिसाइलों में अत्याधुनिक नियंत्रण प्रणाली विकसित की है। जिसमें आर.सी.आई. के कंट्रोल डिविजन (सी.एस.एल.) का बहुत बड़ा योगदान है। इनकी मदद से हमारी मिसाइल न केवल लंबी दूरी तक मार करने में सक्षम है, बल्कि लक्ष्य पर अत्यंत सटीकता से प्रहार भी कर सकते हैं।

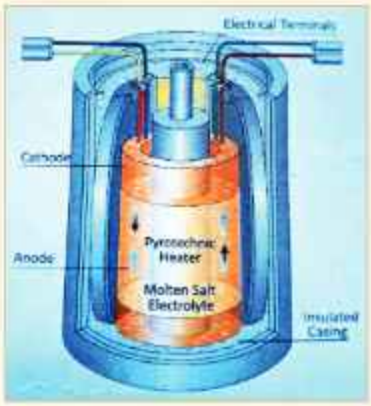
**उपसंहार :**

प्रक्षेपास्त्र (मिसाइल) में नियंत्रण प्रणाली किसी भी राष्ट्र की शक्ति की रीढ़ है। बिना इसके, कोई भी मिसाइल विस्फोटक यंत्र बनकर रह जाएगी। मात्र एक उन्नत नियंत्रण प्रणाली ही प्रक्षेपास्त्र को स्मार्ट और सटीक हथियार बनाती है, जो आधुनिक युद्धकला में निर्णायक भूमिका निभाती है।

# :: थर्मल बैटरी ::

कुंदन कुमार झा
तकनीकी अधिकारी 'ए'

थर्मल बैटरी एक प्रकार की प्राथमिक (**Primary**) बैटरी है, जिसका उपयोग मिसाइल टेक्नोलॉजी में होता है। यह बैटरी सामान्य तापमान पर अक्रिय (**inert**) रहती है और तब तक कोई प्रतिक्रिया नहीं करती, जब तक कि इसे सक्रिय करने के लिए उच्च तापमान पर गर्म न किया जाए। मिसाइल लॉन्च के बाद, एक गैस जनरेटर या हीटर के माध्यम से इसे सक्रिय किया जाता है, जिसमें यह बहुत कम समय में अधिकतम बोल्टेज प्रदान करती है।




**कार्यप्रणाली (Mechanism)** थर्मल बैटरी की कार्यप्रणाली को समझने के लिए, इसके मुख्य घटकों और उनकी भूमिका को समझना महत्वपूर्ण है। इलेक्ट्रोलाइट (**Electrolyte**): थर्मल बैटरी का इलेक्ट्रोलाइट सामान्य लिथियम-आयन बैटरी की तरह तरल नहीं होता, बल्कि यह एक ठोस लवण (**Molten salt**) होता है। यह एक अकार्बनिक लवण (**Inorganic salt**) होता है, जैसे लिथियम क्लोराइड (**LiCl**) और पोटेशियम (**KCl**) सामान्य तापमान पर विद्युत का कुचालक (**Insulator**) होता है। जब इसे 400°C से 700°C तक गर्म किया जाता है, तो यह पिघलकर विद्युत का सुचालक (**Conductor**) बन जाता है। एनोड (**Anode**) और कैथोड (**Cathode**): एनोड (**Anode**): एनोड आमतौर पर लिथियम-सिलिकॉन (**Li-Si**) या लिथियम-एल्यूमीनियम (**Li-Al**) मिश्र धातु (**alloy**) से बना होता है, जो पिघलने के बाद लिथियम आयन (**Li^+**) उत्पन्न करता है। कैथोड (**Cathode**): कैथोड में अक्सर आयरन डाइसल्फ़ाइड (**FeS_2**) या कोबाल्ट डाइसल्फ़ाइड (**CoS_2**) जैसे धातु सल्फाइड का उपयोग किया जाता है।

**हीटर (Heater):** बैटरी को सक्रिय करने के लिए एक आंतरिक हीटिंग तत्व (**Internal heating element**) का उपयोग किया जाता है। यह आमतौर पर एक ज्वलनशील सामग्री (**Pyrotechnic material**) होती है, जैसे बोरॉन-पोटेशियम नाइट्रेट (**Boron-Potassium Nitrate**) का मिश्रण। मिसाइल लॉन्च के बाद, यह हीटर सक्रिय होता है और कुछ ही मिलीसेकंड में बैटरी के आंतरिक तापमान को बहुत अधिक बढ़ा देता है, जिससे इलेक्ट्रोलाइट पिघल जाता है।

**सक्रियण और विद्युत उत्पादन सक्रियण (Activation):** मिसाइल लॉन्च के समय, एक इलेक्ट्रिकल इग्नाइटर या पिस्टन (**Piston**) थर्मल बैटरी के आंतरिक हीटर को प्रज्वलित करता है। यह हीटर तुरंत 400°C से अधिक तापमान उत्पन्न करता है। इलेक्ट्रोलाइट का पिघलना: अत्यधिक गर्मी के कारण, ठोस इलेक्ट्रोलाइट (पिघला हुआ लवण) पिघल जाता है और आयनों के लिए एक माध्यम (**medium**) के रूप में कार्य करना शुरू कर देता है।

**रासायनिक अभिक्रिया (Chemical Reaction):** एनोड पर: पिघले हुए इलेक्ट्रोलाइट में, लिथियम एनोड से लिथियम आयन (**Li^+**) और इलेक्ट्रॉन (**e^-**) मुक्त होते हैं। **Li(s) \rightarrow Li^+(molten) + e^-**कैथोड पर ये लिथियम आयन (**Li^+**) और इलेक्ट्रॉन (**e^-**) कैथोड पर आयरन डाइसल्फ़ाइड (**FeS_2**) के साथ प्रतिक्रिया करते हैं।

**2Li^+ +2e^- + FeS_2 → Li_2FeS_2(s)**

यह रासायनिक प्रतिक्रिया त्वरित रूप से होती है, जिससे उच्च वोल्टेज (**High Voltage**) और करंट (**Current**) उत्पन्न होता है। विद्युत की आपूर्ति: उत्पन्न विद्युत ऊर्जा मिसाइल के नियंत्रण प्रणाली, नेविगेशन उपकरण और अन्य इलेक्ट्रॉनिक घटकों को शक्ति प्रदान करती है। यह बैटरी कुछ मिनटों तक ही काम करती है क्योंकि इसका उद्देश्य एक छोटी अवधि के लिए उच्च शक्ति प्रदान करना होता है।

**मिसाइल टेक्नोलॉजी में उपयोग के कारण उच्च शक्ति घनत्व (High Power Density):** थर्मल बैटरी बहुत कम समय में अत्यधिक शक्ति प्रदान कर सकती है, जो मिसाइल के लॉन्च के बाद तुरंत उसकी प्रणालियों को चालू करने के लिए आवश्यक है। लंबी शैल्फ लाइफ (**Long Shelf Life**): चूंकि यह सामान्य तापमान पर अक्रिय (**inert**) होती है, इसे सालों तक संग्रहित किया जा सकता है बिना इसकी क्षमता खोए। विश्वसनीयता (**Reliability**) इसमें कोई तरल घटक नहीं होता, इसलिए यह झटकों, कंपन और अत्यधिक तापमान के प्रति अधिक प्रतिरोधी (**resistant**) होती है, जो मिसाइल के वातावरण में महत्वपूर्ण है। त्वरित सक्रियण (**Rapid Activation**): यह मिलीसेकंड में पूरी तरह से सक्रिय हो जाती है जो मिसाइल के तत्काल कार्यों के लिए महत्वपूर्ण है।

# :: ईएमआई (विद्युत चुम्बकीय हस्तक्षेप) फिल्टर ::

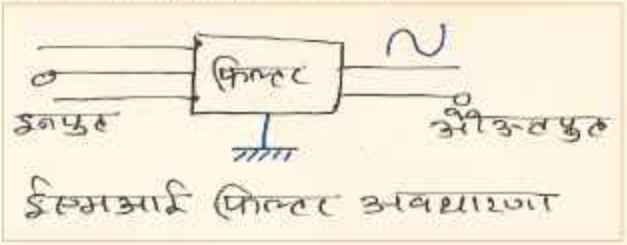
परविन्द कुमार
तकनिकी अधिकारी 'ए'

**सारांश**

विद्युत चुम्बकीय हस्तक्षेप फिल्टर का मुख्य उद्देश्य विद्युत उपकरणों और सर्किट में उत्पन्न होने वाले अवांछित उच्च–आवृत्ति संकेतों को कम करना और तंत्र की विश्वसनीयता बढ़ाना है। यह पेपर ईएमआई फिल्टर के प्रकार, कार्यप्रणाली, डिजाइन मानक और रक्षा एवं औद्योगिक अनुप्रयोगो में उपयोग पर केंद्रित है।

**1. परिचय:**

विद्युत चुम्बकीय हस्तक्षेप फिल्टर जो कि बिजली आपूर्ति या संकेत रेखा से अवांछित विद्युत चुम्बकीय शोर को हटाकर इलेक्ट्रोनिक उपकरणों को सही संचालनों को सुनिश्चित करता है।




**2. ईएमआई फिल्टर का प्रकार :-**

**(i) निम्न पास फिल्टर:-** उच्च आवृत्ति वाले संकेतों को रोकता है और कम आवृत्ति वाले संकेतों को पास करता है आमतौर पर पावर लाइन पर उपयोग किया जाता है।

**(ii) उच्च पास फिल्टर:-** यह कम आवृत्ति वाले संकेतों रोकता है और उच्च आवृत्ति वाले संकेतों को पास करता है।

**(iii) बैंड पास फिल्टर:-** यह फिल्टर एक विशेष आवृत्ति वाले रेंज को जाने देता है या रोक देता है। इसका उपयोग रेडियो मे सिग्नल प्रोसेसिंग मे होता है।

**3. विद्युत चुम्बकीय हस्तक्षेप फिल्टर का कार्य:-**

- विद्युत चुम्बकीय फिल्टर मुख्य रूप से इंडक्टर्स (प्रेरक) और कैपेसिटर्स (संधारित्र) से बना होता है।
- प्रेरक उच्च आवृत्ति वाले शोर को रोकता है और संधारित्र शोर को ग्राऊंड में भेज देता है, जिससे केवल वांछित कम आवृत्ति वाली धाराएँ ही आउटपुट तक पहुंचती हैं।
- साधारणत: पावर लाइन में श्रृंखला इंडक्टर और शंट कैपेसिटर का संयोजन किया जाता है।

**4. डिजाइन विचार:-**

(i) सिस्टम की कार्यशील आकृत्ति रेंज

(i) लोड करंट और वोल्टेज रेटिंग

(iii) वांछित इंसर्शन लॉस

(iv) पर्यावरणीय कारक : तापमान, आर्द्रता, कंपन

(v) ईएमसी मानको का पालन

**5. विद्युत चुम्बकीय हस्तक्षेप फिल्टर का लाभ :-**

- यह इलेक्ट्रॉनिक उपकरो की विश्वासनीयता को बढ़ाता है।
- डेटा और संचार संकेत की गुणवत्ता बनाए रखता है।
- यह उत्पाद निर्माताओं को विद्युत चुम्बकीय संगतता मानकों का अनुपालन सुनिश्चित करने में मदद करता है।
- यह इलेक्ट्रॉनिक समिति मे संकेत भी गुणवत्ता में सुधार और संकेत (सिग्नल) विरूपण को न्यूनतम करता है।

**6. विद्युत चुम्बकीय हस्तक्षेप फिल्टर का अनुप्रयोग**

**(I) रक्षा क्षेत्र**

- रेडियो कम्युनिकेशन सिस्टम में
- रडार और नेविगेशन उपकरण में
- इलेक्ट्रॉनिक हथियार और लेबर सिस्टम में

**(ii) औद्योगिक क्षेत्र मे**

- पावर सप्लाई और स्विचिंग डिवाइस में
- मोर और इलेक्ट्रिक कंट्रोल सिस्टम में
- मेडिकल उपकरण में

**7. निष्कर्ष :-**

विद्युत चुम्बकीय हस्तक्षेप फिल्टर आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम का एक अनिवार्य हिस्सा है, जो उपकरण को विद्युत चुम्बकीय हस्तक्षेप से सुरक्षित करता है। सही फिल्टर का चयन और डिजाइन इलेक्ट्रोनिक सिस्टम की विश्वसनीयता और कार्यक्षमता को बहुत बढ़ा सकता है।

**8. संदभ:-**

- ईएमआई / ईएमसी बुक

# :: ऑनलाइन शिक्षा माध्यम - एक समीक्षा ::

राजीव रंजन
प्रशासनिक सहायक 'बी'

'ऑनलाइन' शब्द से हम सभी भलीभाँति परिचित होंगे। दैनिक जीवन में यह इतना प्रचलित हो गया है कि शायद इसके बिना आज कोई भी काम असंभव हो जाए। ऑनलाइन माध्यम से कोई भी आवेदन करना हो, पूछताछ करना हो, डॉक्टर से मुलाकात का समय लेना हो, जमीन-जायदाद का काम हो, ई फाइलिंग हो, ई एफआईआर हो आदि। ऐसे अनेकों काम है जो कि ऑनलाइन माध्यम से काफी आसानी से एवं त्वरित गति से संभव हो गए हैं। इसी क्रम में एक नया प्रचलन हुआ है - ऑनलाइन शिक्षा।

**ऑनलाइन शिक्षा है क्या** - इंटरनेट के माध्यम से शिक्षा देना। शिक्षक एवं छात्रों के बीच विचारों का आदान-प्रदान ई माध्यम यानी की इलेक्ट्रॉनिक माध्यम से करना। इसे ई-शिक्षण या ई-लर्निंग के नाम से भी जाना जाता है। ये एक ऐसी शिक्षा पद्धति है जिसमें विद्यार्थी इंटरनेट के माध्यम से घर से या किसी साइबर केंद्र से पढ़ाई करते हैं, जिसमें रिकार्ड किए गए व्याख्यान, लाइव सत्र और ऑनलाइन परीक्षाएँ शामिल हैं। इसके प्रमुख लाभों में लचीलापन, घर से सीखने की सुविधा, लागत में कमी और विभिन्न क्षेत्रों के शिक्षकों तक पहुँच शामिल हैं।

**ऑनलाइन शिक्षा के लाभ:-**

1. **लचीलापन** - ऑनलाइन शिक्षा के अनेक लाभओं में से एक बड़ा लाभ यह है कि वर्चुअल कक्षाएँ उन लोगों के लिए बहुत ही उपयोगी है जो काम करते हुए अपनी शिक्षा को आगे बढ़ा रहे हैं। पारंपरिक कक्षा में, व्याख्यान दिन के एक विशिष्ट समय पर निर्धारित किए जाएँगे और छात्रों का कार्यक्रम कक्षाओं की उपलब्धता के अनुसार तय होगा। यदि आप वर्तमान में कार्यरत हैं और आपके कार्य समय के बाद पाठ्यक्रम उपलब्ध नही है तो अपने कार्य कर्तव्यों के साथ-साथ पाठ्यक्रम का भार संभालना मुश्किल हो सकता है।
2. **कम लागत** - शिक्षा महंगी हो सकती है, लेकिन वर्चुअल लर्निंग छात्रों को बचत के कई तरीके प्रदान कर सकती है। कैंपस आने-जाने की जरूरत न होने से परिवहन की लागत बचाने में मदद मिलती है। हर साल, औसत पाठ्यपुस्तकों और पाठ्यक्रम सामग्री पर बहुत खर्च करता है। ऑनलाइन शिक्षा या ई-लर्निंग वर्चुअल संसाधनों का लाभ उठाता है जिससे पाठ्यपुस्तकों पर कम पैसा खर्च होता है।

   ऑनलाइन और कैंपस कार्यक्रमों के बीच ट्यूशन की लागत भी अलग-अलग हो सकती है। अतः बचत के सभी स्रोतों के बीच लागत में कटौती ऑनलाइन कक्षाओं का एक बड़ा लाभ हो सकता है।
3. **अधिक खाली समय** - चूँकि आपका शेड्यूल कक्षाओं से तय नहीं होता, इसलिए आप अपनी पसंद की चीजें करने में ज्यादा समय बिता सकते हैं। इसके अलावा, पैसे बचाने के अलावा आने-जाने की जरूरत न होने का मतलब समय की भी बचत है क्योंकि आपको कैंपस आने-जाने की जरूरत नहीं होती।

   इस अतिरिक्त समय का उपयोग आप अपनी इच्छानुसार किसी भी तरह से कर सकते हैं जैसे कि अपने करियर पर ध्यान देना या अपने परिवार के साथ समय बिताना। आपको बस एक डिजिटल डिवाइस और इंटरनेट कनेक्शन की जरूरत है।
4. **पाठ्यक्रम की विविधता में वृद्धि** - ऑनलाइन स्कूल कुछ लोगों के लिए बेहतर क्यों हैं इसका एक कारण शिक्षा के विकल्पों की बढ़ती विविधता है। चूँकि विद्यार्थियों को विशिष्ट दिनों और समय पर निर्धारित पाठ्यक्रमों के लिए कैंपस जाने की आवश्यकता नही होती, इसलिए छात्र अपनी रुचि के अनुसार पाठ्यक्रम में दाखिला ले सकते हैं।

कार्यक्रम को पुर्नव्यवस्थित करने की कोई आवश्यकता नही होती है। ऑनलाइन कार्यक्रम में छात्र अपनी पसंद का पाठ्यक्रम चुन सकते हैं और अपने लिए सुविधाजनक समय पर पाठ्यक्रम पूरा कर सकते हैं। ऑनलाइन पाठ्यक्रमों के माध्यम से, छात्र अपनी डिग्री प्राप्त करने या अपने पेशे में आगे बढ़ने के लिए आवश्यक ज्ञान प्राप्त कर सकते हैं। ऑनलाइन शिक्षा के पाठ्यक्रम किसी भी विद्यार्थी को मूलतः वही विभिन्न डिग्रियाँ प्राप्त करने का अवसर देते हैं जो पारंपरिक शैक्षणिक वातावरण में प्राप्त की जा सकती हैं। इनमें शिक्षण प्रमाण-पत्र और व्यवसायिक प्रमाणन से लेकर मास्टर डिग्री या डॉक्टरेट तक शामिल है।

5. **करियर में उन्नति के अवसर** - पारंपरिक कक्षा-कक्ष में लिए गए पाठ्यक्रम की तरह, आभासी शिक्षा आपको कैरियर में उन्नति के अनेक अवसर प्रदान कर सकती है। चूँकि आप अपने शेडयूल के मालिक खुद होते हैं, इसलिए वर्चुअल लर्निंग के छात्र अकादमिक योग्यता हासिल करते हुए काम जारी रखने के लिए बेहतर रूप से तैयार होते हैं। जो छात्र नौकरी नही करते, उनके लिए अकादमिक कार्य उनके रिज्यूमे में किसी भी रूकावट या अंतराल को समझाने में मददगार साबित हो सकता है। किसी भी स्थिति में, वर्चुअल लर्निंग के फायदे रिज्यूमे पर साफ दिखाई देते हैं।

6. **सहयोग में वृद्धि** - ऑनलाइन छात्रों को वर्चुअल ग्रूप और मीटिंग्स के जरिए सहपाठियों से साथ सहयोग करने के बेहतर अवसर मिलते हैं। ऑनलाइन पाठ्यक्रमों का एक फायदा संदेश बोर्ड और ग्रूपिंग टूल हैं जो छात्रों को पढ़ाई और अन्य असाइनमेंट पर अपनी प्रतिक्रिया पोस्ट करने एवं अपन सहपाठियों को जवाब देने की सुविधा देते हैं।

7. **व्यक्तिगत शिक्षा** - जिन छात्रों को कक्षा की गतिविधियों से ध्यान भटकता हुआ महसूस होता है, उन्हें ऑनलाइन कक्षाओं से लाभ हो सकता है। जो छात्र उतने मुखर नहीं होते, उन्हें ऑनलाइन संवाद करते समय कक्षा की चर्चाओं में भाग लेने के बेहतर अवसर मिल सकते हैं। अपनी पसंद के वातावरण में, स्व-गति से सीखने के साथ, परिणाम एक अधिक व्यक्तिगत शिक्षण अनुभव हो सकता है।

8. **उन्नत समय प्रबंधन कौशल** - ऑनलाइन शिक्षा के लाभों में से छात्र के लिए सबसे सुविधाजनक समय पर असाइनमेंट पूरा करने की सुविधा शामिल है, फिर भी छात्र अपने समय का बुद्धिमानी से प्रबंध करते हैं ताकि वे प्रोफेसर द्वारा निर्धारित समय तक अपने असाइनमेंट पूरा कर सके। ऑनलाइन पाठ्यक्रम छात्रों को अपने समय का बेहतर प्रबंधन करना सिखाते हैं क्योंकि छात्र न केवल निर्धारित दिन और समय पर कक्षा में उपस्थित होने के बजाय पाठ्यक्रम से ज्ञान प्राप्त कर सकते हैं, बल्कि अपने समय प्रबंधन कौशल को भी निखार सकते हैं।

इस प्रकार हम देख सकते हैं कि ई-लर्निंग के किस तहर से प्रभावी एवं विशेष उपयोगी है। सिर्फ वर्तमान ही नही अपितु आने वाले वर्षों में शिक्षण का यह माध्यम और भी ज्यादा लोकप्रिय होता चला जाएगा।

**निष्कर्ष**:- ऑनलाइन शिक्षा या इ-लर्निंग सीखने का एक प्रभावी तरीका हो सकता है, खासकर आत्म-प्रेरित और आत्म-अनुशासित छात्रों के लिए, भारत मे डिजिटल शिक्षा के विकास के लिए बुनियादी ढांचे को बढ़ावा देने और ग्रामीण और शहरी क्षेत्रों के बीच डिजिटल विभाजन को पाटने की आवश्यकता है। इसमें कोई संदेह नहीं कि ऑनलाइन शिक्षा एक बेहद ही शक्तिशाली उपकरण है, खासकर एआई, रोबोटिक्स और ऑटोमेशन जैसे तकनीकी बदलावों के दौर में। यह शिक्षा को और अधिक सुलभ एवं समावेशी बनाने की क्षमता रखती है। हालांकि, इसके समक्ष चुनौतियाँ भी हैं, जैसे डिजिटल डिवाइड, ग्रामीण क्षेत्रों में इंटरनेट की समस्या और आत्मनिर्भर शिक्षार्थियों की आवश्यकता। फिर भी, यह तकनीकी प्रगति के साथ शिक्षा के लोकतंत्रीकरण का एक महत्वपूर्ण साधन है। डिजिटल बुनियादी ढांचे में सुधार और सभी छात्रों के लिए डिजिटल संसाधनों तक समान पहुँच सुनिश्चित करने के प्रयासों की आवश्यकता है ताकि यह वास्तव में सफल और प्रभावी हो सके।

# :: विद्युत-यांत्रिक नियंत्रण अभिक्रियण तंत्र तथा वर्तमान परिदृश्य में उनके उन्नयन की भूमिका ::


## सारांश

विद्युत-यांत्रिक नियंत्रण अभिक्रियण तंत्र (ई.एम.सी.ए.एस.) आज के एयरोस्पेस तथा रक्षा क्षेत्र में विशेषकर निर्देशित मिसाइल प्रणालियों में एक महत्वपूर्ण तकनीक के रूप में उभर कर सामने आया है। यह तंत्र विद्युत ऊर्जा को यांत्रिक गति में परिवर्तित कर नियंत्रण पंखों तथा भ्रष्ट दिशा-परिवर्तन तंत्र को संचालित करता है। पारंपरिक द्रव-गतिक (हाइड्रोलिक) तथा वायुगतिक (न्यूमैटिक) तंत्रों की तुलना में में यह हल्का, अधिक विश्वसनीय, रख-रखाव में सरल तथा उच्च दक्षता वाला है। इस शोध-पत्र में विद्युत-यांत्रिक अभिक्रियण तंत्र की कार्यप्रणाली, इसमें हुए तकनीकी उन्नयन तथा आधुनिक मिसाइल प्रणालियों में इसके योगदान का विवेचन किया गया है।

मोहम्मद इमरान
एस.आर.एफ.


## 1. भूमिका

आधुनिक युद्ध की परिस्थितियों में उच्च सटीकता, शीघ्र प्रतिक्रिया तथा कम रख-रखाव वाले नियंत्रण तंत्रों की आवश्यकता ने पारंपरिक हाइड्रोलिक तथा न्यूमैटिक प्रणालियों से हटकर विद्युत-यांत्रिक अभिक्रियण तंत्रों के विकास को बढ़ावा दिया है। मिसाइलों में नियंत्रण अभिक्रियण तंत्र मार्गदर्शन संगणक और नियंत्रण सतहों के बीच सेतु का कार्य करता है। जहाँ हाइड्रोलिक तंत्र अधिक बल उत्पन्न करते हैं वहीं वे भारी, जटिल और रिसाव-प्रवण होते हैं। इसके विपरीत विद्युत-यांत्रिक तंत्र हल्के, सुगम तथा पूर्णतः डिजिटल नियंत्रण वाले होते हैं। यही कारण है कि वर्तमान परिदृश्य में इनका महत्व लगातार बढ़ रहा है।

## 2. विद्युत - यांत्रिक अभिक्रियण तंत्र के घटक

एक सामान्य ई.एम.सी.ए.एस. निम्नलिखित प्रमुख घटकों से बना होता है:

### 2.1 विद्युत चालिका (मोटर)

यह मुख्य प्रेरक अंग है। इसमें प्रायः ब्रश-रहित चालिकाएँ प्रयोग की जाती हैं। यह उच्च दक्षता, हल्केपन तथा सटीक गति और बल नियंत्रण की सुविधा प्रदान करती हैं। नियंत्रण प्रणाली सेंसर जैसे एनकोडर या रिजॉल्वर से फीडबैक के आधार पर मोटर की गति और टॉर्क को नियंत्रित करती है।

### 2.2 संचरण एवं गियर तंत्र

इसमें हार्मोनिक गियर, ग्रहण गियर अथवा बॉल-स्क्रू यंत्र का प्रयोग होता है। इनका उद्देश्य चालिका की गति को घटाकर आवश्यक टॉर्क को बढ़ाना होता है। सिस्टम उच्च सटीकता और बल प्रदान करते हैं, जो सीधी रेखा में गति के लिए आदर्श हैं। सोलनॉइड का उपयोग वाल्व नियंत्रण या लॉकिंग तंत्र जैसे सरल, तेज रैखिक या घूर्णन गति के लिए किया जाता है। ये एक कॉइल को सक्रिय करके फेरोमैग्नेटिक प्लंजर को गति देते हैं, जिससे तेज प्रतिक्रिया समय मिलता है, हालांकि इनकी स्ट्रोक लंबाई सीमित होती है।

### 2.3 शक्ति-नियंत्रण इलेक्ट्रॉनिकी

यह भाग मार्गदर्शन संगणक से प्राप्त आदेशों के अनुसार चालिका को नियंत्रित करता है तथा क्लोज़ - लूप प्रतिक्रिया तंत्र के माध्यम से सटीक स्थिति निर्धारण करता है। माइक्रोकंट्रोलर या प्रोग्रामेबल लॉजिक कंट्रोलर (**PLC**) इस डेटा को संसाधित करके एक्चुएटर के आउटपुट को समायोजित करते हैं, जिससे सटीकता और स्थिरता सुनिश्चित होती है।

### 2.4 संवेदक एवं प्रतिक्रिया प्रणाली

स्थिति एन्कोडर, टॉर्क संवेदक तथा अन्य उपकरणों की सहायता से वास्तविक समय में गति और बल की जाँच होती है। इससे उच्च सटीकता प्राप्त होती है।

## 3. तकनीकी उन्नयन

पिछले वर्षों में इस तंत्र में अनेक उल्लेखनीय सुधार हुए हैं:

- उच्च टॉर्क-घनत्व वाली नई चालिकाओं का विकास।
- उन्नत शक्ति-नियंत्रण अर्धचालक (सिलिकॉन कार्बाइड, गैलियम नाइट्राइड) का प्रयोग।
- हल्के पदार्थ जैसे कार्बन मिश्रधातु तथा अभिवर्धित निर्माण तकनीक (थ्री-डी प्रिंटिंग)।
- कृत्रिम बुद्धिमता आधारित अनुकूली नियंत्रण एल्गोरिद्म।
- समेकित स्वास्थ्य निगरानी तंत्र, जिससे संभावित दोषों का पूर्वानुमान लगाया जा सकता है।
- उच्च ताप सहनशीलता के लिए उन्नत शीतलन तकनीक।

वर्तमान परिदृश्य में, **EMCAS** ने सामग्री, इलेक्ट्रॉनिक्स और सॉफ्टवेयर में नवाचारों के कारण महत्वपूर्ण प्रगति की है। इन विकासों ने उनकी दक्षता, विश्वसनीयता और जटिल अनुप्रयोगों के लिए अनुकूलन क्षमता को बढ़ाया है। प्रमुख प्रगतियां निम्नलिखित हैं:

I. **स्मार्ट सामग्री और एक्चुएटर:** पीजोइलेक्ट्रिक एक्चुएटर और शेप-मेमोरी मिश्र धातुओं जैसे स्मार्ट सामग्री के एकीकरण ने **EMCAS** में क्रांति ला दी है। पीजोइलेक्ट्रिक एक्चुएटर नैनोस्केल सटीकता और तेज प्रतिक्रिया समय प्रदान करते हैं, जो माइक्रो-रोबोटिक्स और सटीक विनिर्माण में आदर्श हैं। शेप-मेमोरी मिश्र धातुएं, जो थर्मल या विद्युत उत्तेजना के तहत आकार बदलती हैं, एयरोस्पेस और चिकित्सा उपकरणों में कॉम्पैक्ट, हल्के एक्चुएशन के लिए उपयोग की जा रही हैं।

II. **लघुकरण और एकीकरण:** माइक्रोइलेक्ट्रॉनिक्स और एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग (3D प्रिंटिंग) में प्रगति ने कॉम्पैक्ट, हल्के एक्चुएटर के विकास को सक्षम किया है। ये ड्रोन और पहनने योग्य रोबोटिक्स जैसे अनुप्रयोगों में महत्वपूर्ण हैं, जहां आकार और वजन की बाधाएं सर्वोपरि हैं। उदाहरण के लिए, माइक्रो-इलेक्ट्रोमैकेनिकल सिस्टम (**MEMS**) एक्चुएटर अब चिकित्सा प्रत्यारोपण और ऑप्टिकल उपकरणों में उपयोग किए जाते हैं, जो छोटे स्थानों में उच्च सटीकता प्रदान करते हैं।

III. **उन्नत नियंत्रण एल्गोरिदम:** कृत्रिम बुद्धिमत्ता (**AI**) और मशीन लर्निंग (**ML**) का नियंत्रण प्रणालियों में उपयोग **EMCAS** के प्रदर्शन को काफी हद तक सुधार रहा है। भविष्यवाणी एल्गोरिदम और अनुकूली नियंत्रण तकनीके एक्चुएटर को वास्तविक समय में अपने व्यवहार को अनुकूलित करने की अनुमति देती हैं, जो पर्यावरणीय परिवर्तनों या सिस्टम टूट-फूट की भरपाई करती हैं। उदाहरण के लिए, स्वायत्त वाहनों में **AI**-आधारित नियंत्रण प्रणालियां विभिन्न सड़क परिस्थितियों में स्टीयरिंग और ब्रेकिंग की सटीकता को बढ़ाती हैं।

IV. **ऊर्जा दक्षता और स्थिरता:** आधुनिक **EMCAS** को ऊर्जा दक्षता को ध्यान में रखकर डिजाइन किया गया है, जो वैश्विक स्थिरता के लिए प्रेरित है। ब्रशलेस डीसी मोटर और पुनर्जनन ब्रेकिंग सिस्टम इलेक्ट्रिक वाहनों और औद्योगिक मशीनरी में ऊर्जा खपत को कम करते हैं। इसके अतिरिक्त, वाइड-बैंडगैप सेमीकंडक्टर (जैसे सिलिकॉन कार्बाइड) जैसे पावर इलेक्ट्रॉनिक्स में प्रगति ने मोटर ड्राइव की दक्षता में सुधार किया है, जिससे गर्मी का नुकसान कम होता है और सिस्टम का जीवनकाल बढ़ता है।

V. **एयरोस्पेस में अधिक इलेक्ट्रिक सिस्टम:** एयरोस्पेस क्षेत्र में, 'अधिक इलेक्ट्रिक विमान' (**MEA**) की ओर बदलाव ने **EMCAS** के उपयोग को तेज किया है। पारंपरिक हाइड्रोलिक और न्यूमेटिक एक्चुएटर को इलेक्ट्रो-मैकेनिकल सिस्टम से बदल दिया जा रहा है, क्योंकि इनमें रखरखाव की आवश्यकता कम होती है, वजन कम होता है और

विश्वसनीयता अधिक होती है। उदाहरण के लिए, बोइंग का 787 ड्रीमलाइनर लैंडिंग गियर और उड़ान नियंत्रण सतहों के लिए इलेक्ट्रो-मैकेनिकल एक्चुएटर का उपयोग करता है, जिससे ईंधन दक्षता और सिस्टम रिडंडेंसी में सुधार होता है।

**VI. IoT और इंडस्ट्री 4.0 के साथ एकीकरण:** इंटरनेट ऑफ थिंग्स (**IoT**) और इंडस्ट्री 4.0 के उदय ने **EMCAS** को स्मार्ट, कनेक्टेड सिस्टम में बदल दिया है। एक्चुएटर अब एम्बेडेड सेंसर और संचार मॉड्यूल के साथ आते हैं, जो वास्तविक समय में निगरानी और भविष्यवाणी रखरखाव को सक्षम करते हैं। स्मार्ट कारखानों में, **IoT**-सक्षम एक्चुएटर केंद्रीय नियंत्रण प्रणालियों के साथ संचार करके उत्पादन प्रक्रियाओं को अनुकूलित करते हैं, जिससे डाउनटाइम कम होता है और दक्षता बढ़ती है।

## 4. आधुनिक मिसाइल प्रणालियों में भूमिका

विद्युत-यांत्रिक अभिक्रियण तंत्र ने मिसाइल प्रणालियों में निम्नलिखित लाभ प्रदान किए हैं:

- अत्यंत सटीक लक्ष्यभेदन तथा न्यूनतम त्रुटि।
- द्रव-गतिक तंत्रों की तुलना में हल्कापन, जिससे मिसाइल की गति और दूरी बढ़ जाती है।
- शीघ्र प्रतिक्रिया क्षमता, जिससे चलायमान लक्ष्यों पर प्रहार संभव होता है।
- रख-रखाव की न्यूनतम आवश्यकता तथा दीर्घकालिक विश्वसनीयता।
- विभिन्न प्रकार की सामरिक तथा सामरिक रोधी मिसाइलों में समान रूप से प्रयोग की क्षमता।

## 5. भविष्य की संभावनाएँ

भविष्य में इन तंत्रों से निम्नलिखित प्रगतियाँ अपेक्षित हैं:

- सूक्ष्म-चालिकाओं का विकास, जो सूक्ष्म मिसाइलों एवं मानव रहित यानों में प्रयुक्त हो।
- मिश्रित (हाइब्रिड) तंत्र, जिनमें विद्युत और द्रव-गतिक दोनों की विशेषताओं का संयोजन हो।
- **पूर्णतः** स्वायत्त तथा कृत्रिम बुद्धिमत्ता संचालित मार्गदर्शन।
- **ऊर्जा पुनः** प्राप्ति तकनीक, जिससे संचालन अधिक स्थायी बने।

## 6. निष्कर्ष

विद्युत-यांत्रिक नियंत्रण अभिक्रियण तंत्र ने आधुनिक मिसाइल नियंत्रण तकनीक में एक नया अध्याय जोड़ा है। हल्केपन, उच्च सटीकता, शीघ्र प्रतिक्रिया तथा रख-रखाव की सरलता के कारण इनका महत्व दिन-प्रतिदिन बढ़ रहा है। भविष्य में इनके और उन्नत रूपों से मिसाइल प्रणालियों और अधिक घातक, सटीक तथा विश्वसनीय बनेंगी।

## संदर्भ:


1. पी. सी. ह्यूजेस, स्पेसक्राफ्ट एटिट्यूड डायनामिक्स, न्यूयॉर्क: वाइली प्रकाशन, 2004।
2. आर. डब्ल्यू. प्रैट, फ्लाइट कंट्रोल सिस्टम्स: प्रैक्टिकल इश्यूज इन डिज़ाइन एंड इम्प्लीमेंटेशन, लंदन: आई.ई.ई., 2000।
3. एस. सूर्यनारायण और वी. राघवन, 'मिसाइल मार्गदर्शन हेतु अभिक्रियण प्रौद्योगिकियों,' डिफेन्स साइंस जर्नल, खण्ड 58, अंक 6, पृष्ठ 676–684, 2008।
4. एच. ए. टोलियात और जी. क्लिमन, हैंडबुक ऑफ इलेक्ट्रिक मोटर्स, बोका रैटन: सी.आर.सी. प्रेस, 2018।
5. टी. योशिदा, 'एयरोस्पेस यंत्रों में हार्मोनिक गियर का अनुप्रयोग,' एक्टा एस्ट्रोनॉटिका, खण्ड 41, अंक 1, पृष्ठ 53-61, 1997।
6. जे. आर. वर्ज़, स्पेस मिशन विश्लेषण एवं डिज़ाइन, एल सेगुंडो: माइक्रोकॉज़्म प्रेस, 2011।
7. ए. के. सिंह, 'एयरोस्पेस नियंत्रण हेतु संवेदक प्रौद्योगिकियाँ,' जर्नल ऑफ एयरोस्पेस इंजीनियरिंग, खण्ड 32, अंक 5, पृष्ठ 1-11, 2019।
8. वाई. फांग, जे. वांग और डी. हाउ, 'उच्च टॉर्क-घनत्व स्थायी चुम्बक मशीनें,' आई.ई.ई.ई. ट्रांजैक्शन्स ऑन मैग्नेटिक्स, खण्ड 47, अंक 10, पृष्ठ 4451-4457, 2011।
9. जे. मिल्लान तथा सह-लेखक, 'वाइड बैंडगैप शक्ति अर्धचालक उपकरणों पर सर्वेक्षण,' आई.ई.ई.ई. ट्रांजैक्शन्स ऑन पावर इलेक्ट्रॉनिक्स, खण्ड 29, अंक 5, पृष्ठ 2155-2163, 2014।
10. एम. बैंडल तथा सह-लेखक, 'एडिटिव निर्माण द्वारा निर्मित हल्के एयरोस्पेस अभिक्रियण तंत्र,' एक्टा एस्ट्रोनॉटिका, खण्ड 137, पृष्ठ 285–292, 2017।

# :: मिसाइल टेक्नोलॉजी में बूस्टर ::

बी. रत्न कुमारी
तकनीकी अधिकारी 'सी'

मिसाइल टेक्नोलॉजी में, **बूस्टर** एक रॉकेट इंजन है जिसका मुख्य काम मिसाइल को लॉन्च के शुरुआती चरण में **अधिकतम थ्रस्ट (thrust)** देना होता है। इसका उद्देश्य मिसाइल को बहुत कम समय में इतनी गति प्रदान करना है कि वह वायुमंडल के घने हिस्से से तेजी से बाहर निकल सके और अपने अगले चरण के लिए पर्याप्त वेग प्राप्त कर ले। बूस्टर का उपयोग आमतौर पर **मल्टी-स्टेज मिसाइलों** में होता है।

### काम करने का तरीका

बूस्टर की कार्य-शैली को निम्नलिखित बिंदुओं में समझा जा सकता है।

1. **प्रक्षेपण (Launch):** जब मिसाइल को लॉन्च किया जाता है, तो इस्टर इग्नाइट (ज्वलित) होता है। यह एक बहुत शक्तिशाली और तीव्र प्रतिक्रिया वाला इंजन होता है जो कुछ ही सेकंड या मिनटों के भीतर अपना सारा ईंधन जला देता है।
2. **अधिकतम थ्रस्ट (Maximum Thrust):** बूस्टर का डिज़ाइन **उच्च थ्रस्ट** उत्पन्न करने के लिए किया जाता है, न कि लंबे समय तक चलने के लिए। यह मिसाइल को पृथ्वी के गुरुत्वाकर्षण और वायुमंडलीय खिंचाव (**drag**) को पार करने के लिए आवश्यक प्रारंभिक गति और शक्ति देता है।
3. **स्टेज सेपरेशन (Stage Separation):** जैसे ही बूस्टर अपना ईंधन पूरी तरह से जला देता है, यह मिसाइल के मुख्य हिस्से से अलग हो जाता है। इससे मिसाइल का कुल वजन कम हो जाता है, जिससे आगे की यात्रा के लिए कम ईंधन की आवश्यकता होती है और मिसाइल अधिक कुशलता से उड़ान भर पाती है।
4. **सस्टेनर का सक्रियण (Sustainer Ignition):** बूस्टर के अलग होने के बाद, मिसाइल का मुख्य इंजन जिस सस्टेनर (**sustainer**) कहा जाता है, सक्रिय हो जाता है। सस्टेनर का उद्देश्य कम बूस्ट के साथ लंबी दूरी तक मिसाइल को गतिमान रखना है, जबकि बूस्टर का काम केवल आरंभिक चरण (**acceleration**) प्रदान करना होता है।

### बूस्टर में उपयोग होने वाला ईंधन

अधिकांश बूस्टर **ठोस प्रणोदक (Solid Propellants)** का उपयोग करते हैं।

**ठोस प्रणोदक:** इनमें इंधन और ऑक्सीडाइजर (**oxidizer**) दोनों को एक ही ठोस पदार्थ में मिलाया जाता है। एक बार जब इसे इग्नाइट किया जाता है, तो यह पूरी तरह जलने तक नियंत्रित रूप से जलता रहता है। इसका सबसे बड़ा फायदा इसकी सादगी, भंडारण की सुविधा और उच्च शक्ति-से-भार अनुपात (**high power-to-weight ratio**) है, जो इसे लॉन्च के लिए आदर्श बनाता है।

कुछ बूस्टर में **तरल प्णोदक (Liquid Propellants)** का भी उपयोग किया जाता है, लेकिन वे अधिक जटिल होते हैं क्योंकि उन्हें अलग-अलग टैंक और पंपिंग सिस्टम की आवश्यकता होती है।

बूस्टर का मेकैनिज्म काफी सीधा और प्रभावी होता है। यह मुख्य रूप से एक रॉकेट मोटर होता है, जिसमें ठोस

प्रणोदक (**solid propellant**) का इस्तेमाल होता है। यह मिसाइल को लॉन्च के शुरुआती क्षणों में अत्यधिक शक्ति (**thrust**) देने के लिए डिज़ाइन किया गया है।

**बूस्टर के मुख्य भाग**

1. **मोटर केसिंग (Motor Casing)**: यह एक मजबूत धातु का खोल होता है जो बूस्टर के अंदर के सभी घटकों को सुरक्षित रखता है और उच्च आंतरिक दबाव को झेलता है।
2. **ठोस प्रणोदक (Solid Propellant)**: इसे **ग्रेन (Grain)** भी कहते हैं। यह ठोस ईंधन और ऑक्सीडाइज़र का मिश्रण होता है, जो रॉकट के अंदर एक विशिष्ट आकार में भरा होता है। इसके अंदर एक खोखला चैनल (**channel**) होता है जिससे दहन (**combustion**) की प्रक्रिया शुरू होती है।
3. **इग्नाइटर (Igniter)**: यह एक छोटा विस्फोटक उपकरण होता है, जो बूस्टर के प्रणोदक को जलाने के लिए आवश्यक होता है।
4. **नोजल (Nozzle)**: यह मोटर के पीछे का हिस्सा होता है, जो दहन से उत्पन्न हुई गर्म गैसों को एक निश्चित दिशा में बाहर निकालता है। नोजल का आकार ऐसा होता है कि यह गैसों की गति को अत्यधिक बढ़ा देता है, जिससे थ्रस्ट उत्पन्न होता है।

# :: यंत्र-अनुवाद और उसकी चुनौतियाँ ::

रामकृष्ण मरि
वरिष्ठ तकनीकी सहायक 'बी'

**प्रस्तावना**

आधुनिक तकनीक के साथ हम एक और स्वचालित दुनिया की ओर बढ़ रहे हैं। यंत्र शिक्षण और कृत्रिम बुद्धिमत्ता (**artieficial intelligence, AI**) तकनीकें हमें बेहतर और तेज तरीके से जटिल समस्याओं का समाधान करने में मदद कर रही है। एक ऐसा उदाहरण हैं हिंदी भाषा अनुवाद, जिस पर विकासकर्ताओ द्वारा वर्तमान को खोज की जा रही है। इस लेख में, हम वर्तमान में हिंदी भाषा अनुवाद के साथ क्या हो रहा है, और इस क्षेत्र में भविष्य के रुझानो को भी जानेंगे।

**हिंदी भाषा अनुवाद की विकास-यात्रा**

हिंदी भाषा अनुनाद की विकास यात्रा एक रोचक यात्रा है, जो शताब्दियों के दौरान भाषा के विकास और परिवर्तन को दर्शाती है। संस्कृत से उत्पन्न हिंदी का एक लंबा और समृद्ध इतिहास है, जिस ने अपनी अनुवाद प्रथाओं को प्रभावित किया है।

1. **प्राचीन काल** - प्राचीन काल मे संस्कृत ने हिंदी का मूल और आधार बनाया था। धार्मिक पाठ, जैसे वेद और रामायण, संस्कृत में लिखे गये थे और धीरे-धीरे हिंदी में अनुवाद किये जाते थे। इस काल के दौरान अनुवाद और विकास अधिक रूप से विद्वानों और धार्मिक व्यक्तियों द्वारा किये जाते थे।
2. **मध्यकाल** - मध्यकाल में हिंदी का अनुवाद और विकास अधिक गतिशील हुआ। भक्ति, साहित्य, समाज महाभारत, और अन्य ग्रंथों के अनुवाद हिंदी मे किये गये। इस युग में अनुवादको ने भाषा को सामाजिक, सांस्कृतिक और राजनीतिक संदर्भों में भी उपयोग किया।
3. **आधुनिक काल** - आधुनिक काल में हिंदी भाषा अनुवाद की विकास-यात्रा और भी गहराई तक पहुंची है। आजकल कृत्रिम बुद्धिमत्ता और यंत्र-शिक्षण के उपयोग से हिंदी भाषा अनुवाद में बड़ा बदलाव आया हैं।

यंत्र अनुवाद की चुनौतियाँ और उन के उपाय यंत्र - अनुवाद के कुछ मुख्य चुनौतियाँ है

1. **सांदर्भिक समझ** - यंत्र अनुवाद की तकनीकों को भाषा के संदर्भ समझने में कठिनाइयाँ हो सकती है। भाषा के विशेष संदर्भ को समझने के लिए अधिक आँकड़ो और संदर्भ की आवश्यकता होती है।
2. **विशेष शब्दों का अनुवाद** - कई शब्द और वाक्यांश ऐसे होते हैं, जिनका सही अनुवाद करना यंत्रों के लिए मुश्किल हो सकता हैं। विशेष शब्दों के लिए अधिक व्यापक शब्दकोश और आंकड़ो की आवश्यकता होती है।
3. **भाषाई संरचना** - भाषाई संरचना को सही तरीके से समझना और अनुवाद करना यंत्र के लिए चुनौतीपूर्ण हो सकता है। हिंदी अनुवाद के लिए यंत्र अनुवाद का उपयोग करना अन्य भाषाओं की तुलना में कुछ अतिरिक्त चुनौतियों का सामना करता है।

**इनमें से कुछ प्रमुख हैं -**

- संस्कृत के प्रभाव से उत्पन्न जटिल वाक्य रचना,
- व्याकरणिक लिंग और लिपि की जटिलता,
- अनेकार्थी शब्द,
- अल्प विराम के कम उपयोग के कारण वाक्य अर्थ की अस्पष्टता।

**कृत्रिम बुद्धिमत्ता समाधान प्रदान करती है**

हाँलाकि चुनौतियाँ हैं, कृत्रिम बुद्धिमत्ता इन बाधाओं को पार करने में मदद करती हैं। विशेष रूप से तंत्रिका यंत्र-अनुवाद (**nural machine translation**) नामक

एक तकनीक का उपयोग तेजी से बढ़ रहा हैं। यह यंत्र अनुवाद (**machine learning**) के एक रूप पर आधारित है जो यंत्रों को प्राकृतिक भाषा को समझने और अधिक सटीक अनुवाद उत्पन्न करने की अनुमति देती है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता समाधान प्रदान करती है।

**कृत्रिम बुद्धिमत्ता समाधान के कुछ तरीके**

**आंकडो के बड़े समुच्चयो से सीखना** - कृत्रिम बुद्धिमत्ता यंत्र बड़ी मात्रा में अनूदित पाठ का विश्लेषण कर सकते हैं, जिस से उन्हें भाषा की पेचीदगियों को बेहतर ढंग से समझने से मदद मिलती है।

**संदर्भ को समझना** - कृत्रिम बुद्धिमत्ता से सज्जित अनुवाद-प्रणालियाँ आसपास के शब्दों और वाक्य-रचना को ध्यान में रखकर अनुवाद कर सकती हैं, जिस से अधिक स्वाभाविक और सटीक परिणाम मिलते हैं।

**हिंदी की विशिष्टताओं को ध्यान में रखकर मॉडल तैयार करना** - अनुवाद मॉडल को हिंदी भाषा की जटिलताओं को संभालने के लिए बनाया जा सकता है।

**भविष्य उज्ज्वल है**

कृत्रिम बुद्धिमत्ता के क्षेत्र में निरंतर प्रगति के साथ यह उम्मीद की जाती है कि यंत्र - अनुवाद हिंदी अनुवाद और भी बेहतर होते जाएंगे। इसका मतलब है कि दुनियाभर के लोग भाषा की बाधाओं को तोड़कर अधिक प्रभावी ढंग से जुड़ सकेंगे।

# :: एक कदम स्वचालित (automatic) की ओर ::

संजय कुमार
तकनीशियन 'ए'

सी एन सी का मतलब कम्प्यूटर न्यूमेरिकल कन्ट्रोल (**CNC**) होता है सी एन सी प्रोग्रामिंग एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें कम्प्यूटर कोड लिखें जाते हैं जो सी एन सी को यह निर्देश देते है कि उसे विशिष्ट कार्य को कैसे करना है जैसे कि किसी सामग्री को काटना, मोडना, ड्रिल करना और जटिल आकृतियो को बनाना यह एक प्रकार की स्वचालित तकनीकी है जो मशीन टूल की गति को सटीकता से नियंत्रित करती है

**प्रोग्रामिंग के मुख्य बिंदु**

1) **G कोड और M कोड** :- ये सी एन सी मशीन की भाषा है **G** कोड का उपयोग टूल पाथ और टूल की गति को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है, जबकि **M-CODE** सहायक कार्यो (जैसे स्पिंडल चालू / बंद करना, टूल बदलना को नियंत्रित करते हैं)

2) **कोआर्डिनेट सिस्टम** :- **X, Y, Z** अक्षों और होम पोजीशन को समझना महत्वपूर्ण है। और कार्य के अनुसार कोआर्डिनेट सिस्टम को समझना अति आवश्यक है, जिससे कि किसी कार्य की प्रोग्रामिंग आसानी से बनायी जा सकती है।

3) **नियंत्रण प्रकार** :- **Fanue** और **Siemens** जैसे विभिन्न नियंत्रकों के बीच के अंतर को समझना भी फायदेमंद होता है, क्योंकि प्रोग्रामिंग में थोडा अंतर रहता है जैसे – **G** कोड, **M** कोड आपरेटिंग सिस्टम आदि ।

4) **प्रोग्राम नंबर** :- प्रोग्राम की शुरुआत एक प्रोग्राम नंबर से होती है, जैसे कि 0001

5) **ब्लॉक नंबर (M-CODE)** :- हर लाइन को एक ब्लाक नंबर दिया जाता है। जैसे **M0010, M 0021** यह प्रोग्राम को पढने और संपादित करने में मदद करता है।

6) **निर्देश** :- इसमें **G** कोड, **M** कोड और अक्ष (**axis**) की स्थिति जैसे **X, y, z** और कोड रेट **CF**) तथा स्पिंडल स्पीड **CS**) के कान शामिल होते है तथा (डिप ऑफ कट) कट की गहराई आदि और रेडियस के लिए (**R**) शामिल है।

**प्रोग्रामिंग के तरीके** :-

1) **मैन्युअल प्रोग्रामिंग** :- 1) इसमें प्रोग्रामर सीधे मशीन कंट्रोल यूनिट के लिए **G** कोड, **M** कोड लिखता है 2) यह सरल ज्यामितीय आकृतियों और छोटी प्रोग्रामिंग के लिए उपयोगी है।

2) **कैम प्रोग्रामिंग** :- 1) इसमें साफ्टवेयर का उपयोग किया जाता है 2) यह जटिल 3**D** आकृतियो के लिए प्रयोग होता है प्रोग्रामर **CAD** मॉडल को **CAM** साफ्टवेयर में डालता है टूल और आपरेशन को परिभाषित करता है, और **CAM** साफ्टवेयर स्वचालित रूप से **G** कोड उत्पन्न करता है।

**सी एन सी मशीन और मैनुअल मशीन में अंतर** :-

**सी एन सी मशीन** :-

**संचालन** :- इसे चलाने के लिए **M** और **G** कोड और संख्या की सहायता से बनाये गये प्रोग्राम से चलाया जाता है। इसे चलाने के लिए कुशल आपरेटर की आवश्यकता नहीं होती। यह कंप्यूटर नियंत्रित (**computer controlled**) मशीन होती है जो पूरी तरह से स्वचालित होती है।

**सटीकता और दोहराव** : इन मशीनो की सटीकता अत्यधिक सटीक होती है, क्योकि प्रोग्रामिंग के कारण यह बहुत उच्च सटीकता और दोहराव प्रदान करती है और जटिल पुर्जों को एक ही गुणवत्ता में बना सकती है

**जटिलता** :- अधिक जटिल आकृतियो और प्रोफाइल को आसानी से बनाया जाता है (3**D** आकृति)

**कौशल आवश्यकता** :- आपरेटर को प्रोग्रामिंग सेटिंग और मॉनिटरिंग का ज्ञान होना चाहिए।

**उत्पादन** : बहुत अधिक बड़े पैमाने पर उत्पादन और जटिल डिजाइन वाले पुर्जों को बनाने के लिए सबसे अच्छी है।

**स्वचालन (automatic) :- उच्च स्तर का स्वचालन होता है एक बार प्रोग्राम सेट हो जाने पर मशीन** बिना मानवीय हस्तक्षेप के काम करती है। और एक आपरेट एक से अधिक मशीनों को आपरेट कर सकता है

**खतरा** :- इन मशीनो पर कार्य करना सुरक्षित रहता क्योंकि आपरेटर मशीन से दुर रहकर प्रोग्राम के माध्यम से नियंत्रण करता है।

**लागत** :- मशीन की प्रारंभिक लागत अधिक होती है परंतु पार्ट और आपरेटर को दी जाने वाली लागत को बड़ी आसानी से कम किया जा सकता है।

**मैनुअल मशीन** :-

**संचालन** :- इस मशीन को चलाने के लिए कुशल ऑपरेटर आवश्यकता होती है। ऑपरेटर हाथ से पहियों और लीवर को नियंत्रित करके कटिंग टूल और वर्कपीस कि गति को नियंत्रित करता है।

**सटीकता और दोहराव** :- यह आपरेटर के कौशल पर निर्भर करती है, आपरेटर अपने कार्य कार्य मे अधिक कुशल होना चाहिए। सी एन सी की तुलना में दोहराव कम होता है।

**जटिलता** :- जटिल आकृतियो (**Design**) को बनाना कठिन होता है। और यदि जुगाड की सहायता से उन आकृतियो को बना भी लिया गया फिर भी उन आकृतियों को किसी न किसी प्रकार की त्रुटि रह ही जाती है और अधिक समय भी लगता है।

**आपरेटर का कौशल** :- इन मशीनों की आपरेट करने के लिए उच्च या अनुभवी कारीगर की आवश्यकता होती है सटीकता और गति आपरेटर पर निर्भर करती है।

**उत्पादन** :- इन मशीनों से उत्पादन नहीं किया जा सकता क्योंकि उत्पादन की गति धीमी होती है जिससे छोटे बैच और साधारण मरम्मत के काम के लिए उपयोगी है जिनकी आवश्यकता अधिक होती है।

**स्वचालन (automatic)** :- स्वचालन कम, अधिकांश कार्य मैनुअल ही किया जाता है।

**खतरा**:- आपरेटर के लिए अधिक खतरा होता है क्योंकि वह मशीन के करीब रहकर ही दिए गए कार्य (वर्क पीस) को पूर्ण करता है। इन मशीनों में दरवाजा बंद (**Door lock**) सिस्टम नही होता जिससे वर्कपीस के टुकडे से आपरेटर को हानि हो सकती है

**लागत** :- मशीन की प्रारंभिक लागत कम होती है, परंतु बनने वाले वर्कपीस (पार्ट) और कारीगर की लागत अधिक लगती है, जिससे समय भी अधिक लगता है।

**'M' कोड और G कोड टर्निंग / ग्राइंडिंग मशीन**

**'M' कोड - CNC** ('**M**' - कोड) सी एन सी प्रोग्रामिंग का एक बहुत ही महत्वपूर्ण हिस्सा है। इन्हें विविध कोड (**miscellaneous codes**) भी कहा जाता है, ये मशीन टूल की गैर ज्यामितीय क्रियाओं की और मशीन के सहायक कार्यों (**Auxiliary fanction**) को नियंत्रित करने के लिए किया जाता है। अर्थात मशीन की हलचल (गतिविधि) व्यक्तिक हार्डवेयर एक्टिविटी (**Hardware Activity**) के लिए प्रयोग किया जाता है। जैसे **:-**

* स्पिंडल (**spindle**) को चालू / बंद करना।
* टूल बदलने की प्रक्रिया शुरू करना। (**Tool change**)
* प्रोग्राम को रोकना या समाप्त करना।

**संरचना** - एक **M** - कोड में अक्षर के बाद दो या तीन अंको की संख्या होती है (जैसे :- **M** 03, **M** 08, **M** 030)

**प्रकृति** :- **M code** आमतौर पर मॉडल विशिष्ट (**model-specific**) होते है। इसका मतलब है कि एक मशीन पर **M** - कोड का जो अर्थ है, वह दूसरी मशीन पर अलग हो सकता है (हालांकि कुछ कोड मानक होते हैं)

**प्रोग्राम में उपयोग** - एक **M code** को आमतौर पर **G**-कोड वाली लाइन में भी रखा जा सकता है, लेकिन यह ध्यान रखना महत्वपूर्ण है कि एक ब्लाक में सिर्फ एक ही **M** कोड होता है जो मशीन की गति को प्रभावित करता है कुछ **M-code** उसी ब्लॉक में **G**–कोड के साथ काम कर

सकते है। जैसे **M** 03, **M** 08 (**G**92 **S**1000 **M**03)

(**G** 96 **S**500 **M** 08)

इस तरह **M-code** अक्सर उस ब्लॉक के अंत में या उस गति के बाद क्रियान्वित होते हैं, जिसे पहले **G** - कोड द्वारा परिभाषित किया गया था

**CNC** प्रोग्रामिंग में **M** – कोड को समझना मशीन की कार्यक्षमता (**functionality**) को पूरी तरह से नियंत्रित करने के लिए अत्यंत आवश्यक है।

**मानक कोड -**

**M** 00 - प्रोग्राम को स्थायी रूप से रोकना।

**M** 01 - **Optional** प्रोग्राम को रोकना ।

**M** 02 - प्रोग्राम को समाप्त करता है और कंट्रोल को रीसेट करता है।

**M** 03 - स्पिंडल को घड़ी की दिशा में घुमाना शुरू करता है।

**M** 04 - स्पिंडल को घड़ी की विपरीत दिशा में घुमाना शुरू करता है।

**M** 05 - स्पिंडल को घुमाना बंद करना ।

**M** 06 - टूल बदलने की प्रक्रिया करता है। (टूल न0 1 कोड जैसे **T0101**)

**M** 07 - मिस्ट कूलेंट चालू करता है।

**M** 08 - कूलेंट चालू करता है।

**M** 09 - सभी कूलेंट को बंद करता है।

**M** 30 - प्रोग्राम को समाप्त करता है और कंट्रोल को प्रोग्राम शुरुआत में वापस करता है (M 02) से अधिक उपयोग होता है।

अन्य **M** – **Code** – **M 98** - उप प्रोग्राम को समाप्त करता है और कंट्रोल को वापस मुख्य प्रोग्राम में भेजता है।

**M** 19 - स्पिंडल को ओरिएंट करना (स्पिंडल को विशिष्ट, सटीक कोण पर रोकने के लिए)

**M**10/11**or**21/22 - चक जकड़ने / ढीला करने ।

**M** 10/21 - चक को जकड़ने ।

**M** 11/22 - चक को ढीला करने ।

**'G' Codes** :- सी एन सी मशीनिंग में **G**-कोड (**G-code**) एक प्रोग्रामिंग भाषा है। जिसका उपयोग मशीन टूल की गति और स्थिति को नियंत्रित करता है। इसे ज्यामितीय कोड (**Geometric Code**) भी कहा जाता है। **CNC G-code**, जिसे **RS** - 274 भी कहा जाता है। जो कंप्यूटर सहायित विनिर्माण (**computer - Aided manuefacturing**) का एक हिस्सा है।

**संरचना** - अधिकांश मशीनो में अक्षर **G** के बाद दो अंक या एक अंक भी हो सकता है। क्योंकि विभिन्न मशीनों अलग-अलग प्रारूपो में **G** - कोड पढ़ती है। उदाहरण एक अन्य मशीन **G** 3 कमांड को पढ़ती है। जबकि दूसरी मशीन **G** 03 कमांड के पढ़ती है।

**कार्य**:- **'G' code** यह बताता है कि मशीन को कितनी तेजी से जाना है। कहाँ जाना है, और किस रास्ते पर चलना है। अर्थात टूल की गति को नियंत्रित करते हैं।

**मानक कोड (G-code ज्यामितिय कोड Geometric code)**

**G00** - तीव्र गति से टूल को एक स्थान से दूसरे स्थान पर ले जाना ।

**G**01 - सीधी रेखा में गति ।

**G**02 - घड़ी की दिशा में वृत्त / चाप में गति ।

**G**03 - घड़ी की विपरीत दिशा में वृत्त / चाप की गति ।

**G**04 - कुछ समय के लिए मशीन की गति रोकना।

**G**28 **Home Position.**

**G**90 - सभी निर्देशकों को मशीन के मूल बिंदु के सापेक्ष मापना ।

**G**91 - अगले बिंदु को पिछले बिंदु के सापेक्ष मापना।

**G**95 - फीड रेट **Revolution/mm.**

**G**94 - फीड रेट **mm/minut.**

कुछ और अन्य कोड **G**40/**G**41/**G**42-**compansation code/left/Right side**

**G**54 - **G**59 - टूल ऑफसेट कोड ।

**निष्कर्ष** :- सी एन सी प्रोग्रामिंग स्वचालन के लिए महत्वपूर्ण है जो उन्नत मशीनिंग तकनीको और क्षमताओं के उपयोग की अनुमति देती है। जिससे यह निर्माताओ को अपने मशीनिंग कार्यों मे स्वचालन, सटीकता, दक्षता और लचीलेपन के स्वर को उच्च सक्षम बनाती है। यह जटिल पुर्जो (आकृति) उत्पादन को स्थिरता, गुणवत्ता और गति के साथ संभव बनाती है जिससे यह आधुनिक विनिर्माण प्रक्रियाओं का एक मूलभूत घटक बन जाती है। आज स्वचालित मशीनो से अपनी देश की उन्नति में उच्च योगदान है।

# :: उच्च शक्ति विद्युत चुम्बकीय प्रणाली ::

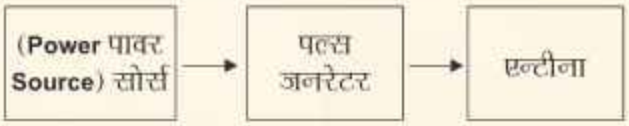
संजीव कुमार
वरिष्ठ तकनीकी सहायक 'बी'

उच्च शक्ति विद्युत चुम्बकीय प्रणाली (**High Power Electromagnetic - HPEM**) आधुनिक तकनीक और रक्षा प्रणालियों का एक महत्वपूर्ण हिस्सा है।

1. **परिचय : HPEM** प्रणालियों वे उपकरण हैं जो बहुत ही कम समय (नैनो सेकडो में गीगावाट (**GW**) स्तर की विद्युत शक्ति को विद्युत चुम्बकीय तरंगों के रूप में उत्सर्जित करते हैं।

इनका मुख्य उद्देश्य उच्च तीव्रता वाले विकिरण (**Radiation**) के माध्यम से लक्ष्य के इलेक्ट्रॉनिक सर्किट को अस्थायी रूप से बाधित करना या स्थायी रुप से नष्ट करना होता है।

**2. HPEM प्रणाली का ब्लॉक आरेख (Block diagram) :**




**3. प्रमुख घटकों का विवरण :**

एक मानक **HPEM** प्रणाली में निम्नलिखित मुख्य भाग होते हैं–

**(i) पावर सोर्स :** यह प्रणाली का ऊर्जा स्रोत है। यह बैटरी, बैंक ऑफ कैपेसिटर या डीजल जनरेटर हो सकता है। यह शुरुआती ऊर्जा प्रदान करता है।

**(ii) पल्स पावर सिस्टम :** यह **HPEM** प्रणाली का हृदय है। यह संग्रहीत ऊर्जा को एक बहुत ही छोटी अवधि वाली 'पल्स' (**Pulse**) में बदल देता है। इसमें **spark** गैप्स या स्वा सॉलिड स्टेट उपयोग किया जाता है। जो वोल्टेज को तेजी से बढ़ा देते हैं।

**(iii) माइक्रोवेव सोर्स :-** यह पल्स पावर को उच्च आवृत्ति वाली विद्युत चुम्बकीय तरंगों में परिवर्तित करता है। इसके लिए मैग्नेट्रॉन, **klystron** या वर्चुअल कैथोड आक्सीलेटर (वैरीकेटर) का उपयोग किया जाता है।

**(iv) एंटीना:** इसमें हाई गेन एंटीना का प्रयोग किया जाता है। विशिष्ट दिशा में केंद्रित करके अंततः उत्पन्न ऊर्जा को हवा में प्रसारित किया जाता है, पर रिफ्लेक्टर एंटीना आमतौर पर फेज्ड एरे एन्टीना होते हैं जो लक्ष्य की ओर भेजते हैं।

**4. HPEM के कार्य करने के सिद्धान्त :**

**(i) ऊर्जा संचय :** सबसे पहले धीमी गति से बिजली को कैपेसिटर में स्टोर किया जाता है।

**(ii) संपीडन (Compression) :-** स्विच की मदद से उस ऊर्जा को नैनो सेकेण्ड के भीतर रिलीज किया जाता है। जिससे ऊर्जा का घनत्व बढ़ जाता है।

**(iii) रुपांतरण :-** इस ऊर्जा को रेडियो फ्रीक्वेन्सी (**RF**) या माइक्रोवेव में बदला जाता है।

**(iv) प्रसारण:-** एन्टीना के माध्यम से इसे टारगेट की ओर फेंक दिया जाता है।

**5. अनुप्रयोग (Applications) :**

**(I) रक्षा (Defense):** दुश्मन के रडार, ड्रोन और मिसाइल गाइडेंस सिस्टम को जाम करने में।

**(ii) आतंकवाद विरोधी :** रिमोट कंट्रोल वाले बमों ((**EDS**) को निष्क्रिय करने में।

**(iii) वैज्ञानिक अनुसंधान :-** उच्च ऊर्जा भौतिकी और प्लाज्मा के अनुसंधान में **HPEM** का प्रमुखता से प्रयोग किया जाता है।

**6. निष्कर्ष :-**

उच्च शक्ति विद्युत चुम्बकीय प्रणालियाँ भविष्य के युद्ध कौशल और सुरक्षा प्रणालियों के लिए अपरिहार्य हैं। हालांकि ये मनुष्यों को सीधा शारीरिक नुकसान नहीं पहुँचाती (अघातक) लेकिन आधुनिक दुनिया की रीढ़ इलेक्ट्रॉनिक्स को पूरी तरह ठप करने की क्षमता रखती हैं।

# राष्ट्रीय सेमीकंडक्टर मिशन - एक व्यापक परिचय

अभिषेक कुमार झा
तकनीकी अधिकारी 'ए'

आज की डिजिटल दुनिया में सेमीकंडक्टर्स या चिप्स का उपयोग हर आधुनिक तकनीकी उपकरण में होता है - स्मार्टफोन से लेकर कंप्यूटर, ऑटोमोबाइल से लेकर रोबोटिक्स, और रक्षा-उद्योग से लेकर कृत्रिम बुद्धिमत्ता तक। ये चिप्स हमारे दैनिक जीवन का एक अभिन्न हिस्सा बन चुके हैं। भारत में भी इस क्षेत्र को आत्मनिर्भर बनाने, तकनीकी क्षमता विकसित करने और वैश्विक प्रतिस्पर्धा में हिस्सेदारी बढ़ाने के लिए **राष्ट्रीय सेमीकंडक्टर** मिशन की शुरुआत की गई है। यह भारत सरकार की एक महत्वाकांक्षी पहल है, जिसका उद्देश्य देश को विश्व स्तर पर सेमीकंडक्टर विनिर्माण तथा डिजाइन हब के रूप में स्थापित करना है।

## मिशन की पृष्ठभूमि

सेमीकंडक्टर चिप्स आधुनिक इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के 'दिल' माने जाते हैं। पूर्व में भारत को अपनी ज़्यादातर सेमीकंडक्टर आवश्यकताओं के लिए चीन, ताइवान, दक्षिण कोरिया आदि देशों पर निर्भर रहना पड़ता था। **COVID-19** महामारी और वैश्विक चिप संकट ने यह स्पष्ट कर दिया कि विदेशी आपूर्ति पर अत्यधिक निर्भरता जोखिम भरी है। यही कारण है कि भारत ने **Semicon India Programme** और राष्ट्रीय सेमीकंडक्टर मिशन जैसे बड़े कार्यक्रमों को मंजूरी दी - जिनके लिए लगभग ₹76,000 करोड़ का प्रावधान किया गया है।

## मिशन का उद्देश्य और दृष्टि

राष्ट्रीय सेमीकंडक्टर मिशन की मुख्य दृष्टि भारत को एक वैश्विक सेमीकंडक्टर और डिस्प्ले डिजाइन तथा विनिर्माण केंद्र के रूप में स्थापित करना है। इसके अंतर्गत सरकार न केवल चिप्स के निर्माण पर बल दे रही है, बल्कि डिजाइन, अनुसंधान, शिक्षा और नवोन्मेष के क्षेत्र में भी बड़े निवेश कर रही है।

## मुख्य उद्देश्य

1. **सेमीकंडक्टर विनिर्माण इकाइयों का विकास:** भारत में चिप फैब्रिकेशन प्लांट स्थापित करना ताकि देश विदेशी आयात पर निर्भरता कम कर सके।
2. **डिज़ाइन और नवोन्मेषण:** उन्नत सेमीकंडक्टर डिजाइन केंद्र विकसित करना और भारतीय कंपनियों तथा स्टार्ट-अप को आवश्यक उपकरण और सहायता प्रदान करना।
3. **अनुसंधान तथा शिक्षा:** उच्च स्तरीय अनुसंधान, डिज़ाइन टूल्स (जैसे **Electronic Design Automation**) व शोध के लिए सुविधाएँ प्रदान करना।
4. **सामाजिक एवं आर्थिक प्रभाव:** रोजगार सृजन, तकनीकी कौशल विकास अनुसंधान-आधारित व्यवसायों का विस्तार, तथा आत्मनिर्भर भारत की दिशा में प्रगति।
5. **वैश्विक भागीदारी और निवेश आकर्षित करना:** अंतर्राष्ट्रीय कंपनियों, शोध संस्थानों और देशों के साथ सहयोग को बढ़ावा देना, ताकि भारत सेमीकंडक्टर सप्लाई चेन का एक मजबूत हिस्सा बन सके।

## मिशन की प्रमुख विशेषताएँ

1. **विनिर्माण (Manuefacturing Ecosystem)**

भारत सरकार फैब्रिकेशन प्लांट और डिस्प्ले यूनिट्स स्थापित करने के लिए वित्तीय सहायता प्रदान कर रही है। इन योजनाओं के तहत मंत्रालय परियोजनाओं की लागत का लगभग 50% तक सहायता दे रहा है। इससे निवेश आकर्षित होता है और भारत में विनिर्माण इकाइयों की स्थापना को प्रोत्साहन मिलता है।

फैब्रिकेशन के अलावा **Assembly, Testing, Packaging and Marking (ATPM/OSAT)** सुविधाओं का विस्तार भी किया जा रहा है, जिससे पूरा सेमीकंडक्टर चेन मजबूत हो।

2. **डिज़ाइन और स्टार्ट-अप समर्थन**

राष्ट्रीय सेमीकंडक्टर मिशन के तहत **Design Linked Incentive (DLI)** स्कीम के माध्यम से सेमीकंडक्टर डिज़ाइन पर निवेश को आर्थिक प्रोत्साहन मिलता है। इस स्कीम से छोटे और मध्यम उद्यमियों, स्टार्ट–अप एवं डिज़ाइन कंपनियों को डिज़ाइन तथा उत्पादन के शुरुआती चरण में सहायता मिलती है।

इसके अलावा **Chips-to-Startups (C2S)** प्रोग्राम के जरिए लगभग 85,000 अभियंताओं को प्रशिक्षण देने तथा डिज़ाइन कौशल विकसित करने का लक्ष्य रखा गया है ताकि आने वाले वर्षों में चिप डिज़ाइन उद्योग में कुशल कार्यबल उपलब्ध हो सके।

3. **अनुसंधान-विकास और नवोन्मेष**

सेमीकंडक्टर तकनीक अत्यंत जटिल होती है और इसे विकसित करने के लिए उच्च स्तरीय अनुसंधान की आवश्यकता होती है। राष्ट्रीय सेमीकंडक्टर मिशन के अंतर्गत कई अनुसंधान-और-विकास (**R&D**) केन्द्र, विश्वविद्यालयों तथा उद्योगों के बीच सहयोग को मजबूत किया जा रहा है।

इसके अलावा **Centers of Excellence (CoE)** का निर्माण और विभिन्न विश्वविद्यालयों में उन्नत सेमीकंडक्टर शोध सुविधाएँ स्थापित करना भी इस मिशन का हिस्सा है।

4. **आपूर्ति श्रृंखला और बुनियादी ढांचा**

एक सफल सेमीकंडक्टर पारिस्थितिकी तंत्र को केवल विनिर्माण केंद्रों तक सीमित नहीं रहना चाहिए। इसके लिए कच्चे माल, विशेष रसायन, गैस, मशीनरी और अन्य सहायक उद्योगों की भी आवश्यकता होती है। राष्ट्रीय सेमीकंडक्टर मिशन इन सभी पहलुओं को ध्यान में रखता है तथा देश में सुरक्षित और भरोसेमंद सप्लाई चेन विकसित करने पर काम कर रहा है।

## मिशन का महत्व

भारत द्वारा सेक्टर में कदम रखते हुए आत्मनिर्भरता की दिशा में बड़ा कदम उठाया गया है। सेमीकंडक्टर उद्योग सिर्फ तकनीक का विषय नहीं है, बल्कि यह राष्ट्रीय सुरक्षा, आर्थिक वृद्धि, वैश्विक प्रतिस्पर्धा और रोजगार सृजन से जुड़ा हुआ है।

1. **आत्मनिर्भरता**: भारत अब विदेशी चिप्स पर बहुत अधिक निर्भर नहीं रहेगा और तकनीकी आत्मनिर्भरता की दिशा में अग्रसर होगा।
2. **राष्ट्रीय सुरक्षा**: कई रक्षा और रणनीतिक उपकरणों में सेमीकंडक्टर्स का इस्तेमाल होता है। स्वनिर्मित चिप्स सुरक्षा चिंताओं को भी कम करेंगे।
3. **आर्थिक विकास**: सेमीकंडक्टर क्षेत्र में निवेश और उत्पादन से **GDP** तथा रोजगार दोनों को बढ़ावा मिलेगा।
4. **वैश्विक प्रतिस्पर्धा**: भारत वैश्विक चिप-निर्माण संसाधन के रूप में विकसित होता है, तो वह तेज़ी से तकनीकी प्रतिस्पर्धा के केंद्र में आ सकता है।

## चुनौतियाँ

हालाँकि मिशन बहुत बड़े लक्ष्य रखता है, परंतु सुधार की राह में कई चुनौतियाँ भी हैं:

1. **पूंजी–गहन उद्योग**: सेमीकंडक्टर फैब्रिकेशन प्लांट की स्थापना में अरबों डॉलर का खर्च आता है और यह बेहद पूंजी-गहन होता है।

2. **विशेषज्ञता और कौशल:** तकनीकी रूप से सक्षम वैज्ञानिक और इंजीनियरों की कमी कभी-कभी गति को धीमा कर सकती है, इसलिए प्रशिक्षण पर विशेष ध्यान देना आवश्यक है।

3. **वैश्विक प्रतिस्पर्धा:** ताइवान, दक्षिण कोरिया जैसे देशों की मजबूत पकड़ है, जिससे भारत को अपनी प्रतिस्पर्धात्मक क्षमता बढ़ानी होगी।

## भविष्य की दिशा

आने वाले वर्षों में, भारत की **semiconductor** क्षमता बढ़ने की स्पष्ट संभावना है। रिपोर्टों के अनुसार भारत ने अब तक कई सेमीकंडक्टर इकाइयों को मंजूरी दी है और डिज़ाइन केंद्रों का विस्तार हो रहा है। सरकार वैश्विक साझेदारी और निवेश को बढ़ावा देने के लिए बातचीत कर रही है, जैसे कि कुछ वैश्विक कंपनियों के साथ **MoU** और सहयोग।

इसके अलावा उच्च-स्तरीय नवाचार के क्षेत्र जैसे 2 नैनोमीटर चिप डिज़ाइन और अत्याधुनिक **R&D** पर भी काम चल रहा है, जिससे भविष्य में भारत की तकनीकी वृद्धि और प्रतिस्पर्धा क्षमता बढ़ेगी।

## निष्कर्ष

**National Semiconductor Mission** यानी राष्ट्रीय सेमीकंडक्टर मिशन भारत का एक ऐतिहासिक तथा तकनीकी दृष्टि से महत्वपूर्ण कदम है। यह मिशन देश को तकनीकी आत्मनिर्भरता, आर्थिक समृद्धि तथा वैश्विक प्रतिस्पर्धा की दिशा में आगे बढ़ाएगा। सेमीकंडक्टर और इलेक्ट्रॉनिक डिज़ाइन के क्षेत्र में भारत का उभरता हुआ पारिस्थितिकी तंत्र न केवल राष्ट्रीय महत्व रखता है बल्कि भविष्य में यह विश्व में भारत की भूमिका को भी प्रभावित करेगा। इस मिशन के सफल कार्यान्वयन से भारत वैश्विक तकनीकी मानचित्र पर एक नई पहचान बनाएगा और 'आत्मनिर्भर भारत' के सपने को साकार करेगा।

# :: ड्रोन एवं उसके विविध आयाम ::

गौतम कुमार महतो
निजी सचिव

रक्षा तकनीक में आज ड्रोन (**DRONE**) का नाम बहुत ही प्रसिद्ध हो चुका है। **DRONE** का पूरा नाम होता है – **DYNAMIC REMOTELY OPERATED NAVIGATION EQUIPMENT** यानी कि अगर विशुद्ध हिंदी में कहें तो गतिशील रिमोट संचालित नेविगेशन उपकरण। आज संसार में विविध प्रकार के ड्रोनों की संख्या न केवल बढ़ती जा रही है बल्कि उनकी उपयोगिता में भी जादुई ढंग से वृद्धि हो रही है। ऑपरेशन सिंदूर में भारत के कुशल एवं कारगर ड्रोन्स की भूमिका कौन भूल सकता है। आज ड्रोन ने हमारे काम करने के तरीके को बदल दिया है। ड्रोन का इस्तेमाल मानव जीवन के विविध क्षेत्रों में क्रांतिकारी परिवर्तन ला रहा है। खासकर रक्षा, कृषि, निगरानी, वितरण, फोटोग्राफी आदि में। ड्रोन को सामान्यतया मानवरहित हवाई वाहन (**UAV - Unmanned Arial Vehicle**) कहा जाता है।

**ड्रोन क्या है** - ड्रोन एक मानवरहित हवाई विमान होता है जो बिना पायलट के दूर से स्वायत रूप से संचालित किया जा सकता है। इसमें जीपीएस, सेंसर और एआई सॉफ्टवेयर का उपयोग करके दूरस्थ रूप से या स्वचालित रूप से संचालित किया जा सकता है। इनमें कैमरे, जीपीएस मॉड्यूल, रडार, नियंत्रण, इन्फ्रारेड, इनर्शियल मेजरमेंट यूनिट, बाधाओं का पता लगाने के लिए तथा सटीक नेविगेशन के लिए उपकरण होते हैं।

**ड्रोन की संरचना** - ड्रोन में ड्रोन मोटर, प्रोपलर, फ्लाइट कंट्रोलर, बैटरी और रिमोट कंट्रोल सिस्टम शामिल हैं। मोटर और प्रोपेलर ड्रोन को जमीन से ऊपर उठाने के लिए जरूरी बल प्रदान करते हैं जबकि फ्लाइट कंट्रोलर ड्रोन के दिमाग की तरह होता है। यह डेटा को संसाधित करने और ड्रोन की गति को नियंत्रित करने के लिए जिम्मेदार होता है। बैटरी ड्रोन के इलेक्ट्रॉनिक घटकों को शक्ति देती है और रिमोट कंट्रोल सिस्टम ऑपरेटर को ड्रोन की गति को नियंत्रित करने में सहायक होता है। ड्रोन विद्युत घटकों और सॉफ्टवेयर एल्गोरिदम के संयोजन के माध्यम से संचालित होता है।

ड्रोन की सबसे बड़ी विशेषता यह है कि यह बिना किसी मानवीय हस्तक्षेप के स्वतः ही उड़ान भर सकता है। इन्हें हवा में सटीकता और विश्वसनीयता के साथ कार्य करने हेतु तैयार किया गया है। हल्के वजन और छोटे आकार के कारण ये ड्रोन उन दुर्गम, खतरनाक और मुश्किल क्षेत्रों तक पहुँच सकते हैं जहाँ मनुष्य नहीं पहुँच सकते।

**ड्रोन के विविध प्रकार** - ड्रोनों को विविध प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है।

**1. आकार के आधार पर -**

क) नैनो ड्रोन - जिनका भार 250 ग्रा. से कम हो

ख) माइक्रो ड्रोन - जिनका भार 250 ग्रा. से लेकर 2 किलोग्राम के बीच हो

ग) मिनी ड्रोन - जो 2 किलोग्राम से लेकर 25 किलोग्राम के बीच के हो

घ) बड़े ड्रोन - जिनका भार 25 किलोग्राम से अधिक हो

**2. उद्देश्य के आधार पर -**

क) निगरानी ड्रोन - निगरानी कार्यों हेतु।

ख) लड़ाकू ड्रोन - सैन्य हमले हेतु ।

ग) डिलीवरी ड्रोन - दवाइयां या पैकेज पहुंचाने हेतु ।

घ) कृषि ड्रोन - कृषि कार्यों में सहायता हेतु

च) फोटोग्राफी ड्रोन - शादी, फिल्म आदि में शूटिंग हेतु।

छ) राहत व बचाव ड्रोन - बचाव, खोज अभियान तथा राहत सामग्री पहुंचाने हेतु ।

**3. उड़ान तकनीक के आधार पर**

क) फिक्स्ड विंग ड्रोन - विमान जैसे पंख।

ख) रोटरी विंग ड्रोन - हेलीकॉप्टर जैसे पंख, स्थिर रह सकता है।

ग) सिंगल ड्रोन - एक बड़ा मुख्य रोटर, अधिक ऊर्जा कुशल।

घ) हाइब्रिड ड्रोन - फिक्स्ड एवं रोटरी दोनों का मिश्रण।

**4. नियंत्रण प्रणाली के आधार पर -**

क) मैनुअल ड्रोन - रिमोट कंट्रोल से पूरी तरह से संचालित

ख) स्वचालित ड्रोन - जीपीएस, सेंसर और आर्टिफिशियल इंटेलीजेंस तकनीक से युक्त

ग) सेमी-ऑटोनोमस ड्रोन - आंशिक रूप से मानव और मशीन दोनों द्वारा

**5. कुछ विशेष ड्रोन उपरोक्त के अलावा कुछ विशेष ड्रोन्स भी होते हैं -**

क) स्वार्म ड्रोन - कई ड्रोन्स एक साथ मिलकर समन्वय में काम करते हैं।

ख) अंडरवाटर ड्रोन - जैसा कि नाम से ही स्पष्ट है कि पानी के अंदर काम करते हैं।

ग) स्पेस ड्रोन - आकाश में होने वाले विभिन्न मिशनों में प्रयुक्त होते हैं।

**ड्रोन का उपयोग:** ड्रोनों का इस्तेमाल कई कार्यों में होने लगा है और विभिन्न कार्यों के स्वरूप के अनुसार ड्रोन भी विकसित किए जा रहे हैं। ड्रोन ने आधुनिक समय में बहुत परिवर्तन लाया है। इनके प्रमुख कार्य हैं:-

1. निगरानी हेतु - दुश्मन की गतिविधियों पर कड़ी नजर रखने के लिए, देश की सीमाओं की निगरानी करने एवं वास्तविक समय में डेटा भेजने के लिए।
2. युद्ध के लिए - सशस्त्र ड्रोन जैसे कि अटैक ड्रोन लक्ष्य पर बम या मिसाइल गिरा सकते हैं। स्काईस्ट्राइकर जैसे सुसाइड ड्रोन लक्ष्य पर गिर कर खुद को भी विस्फोट कर सकते हैं। ऑपरेशन सिंदुर में कुछ इसी तरह के कामिकेज ड्रोन/लाइटरिंग म्यूनिशन का इस्तेमाल किया गया था।
3. संचार एवं लॉजिस्टिक्स के लिए - दुर्गम इलाकों में आपूर्ति पहुँचाने, संचार बढ़ाने हेतु।
4. ड्रोन को इलेक्ट्रॉनिक सिग्नल इंटरसेप्ट करने और जाम करने हेतु भी प्रयोग किया जाता है।
5. फोटोग्राफी, वीडियोग्राफी, भवन जाँच, खेतों की निगरानी, कृषि छिड़काव आदि हेतु
6. जासूसी, वैज्ञानिक अनुसंधान हेतु
7. इ. कॉमर्स, चिकित्सा आपूर्ति हेतु
8. भीड़ नियंत्रण, वन्यजीवों की सुरक्षा, प्रदूषण का पता लगाने हेतु।

**भारत के मुख्य मिलिट्री ड्रोन:**

**रुस्तम-II** - इसका निर्माण डीआरडीओ ने विकसित किया है। यह एक मीडियम एल्टीट्यूड लांग एन्ड्योरेंस ड्रोन है जिसे 24 घंटे तक उड़ाया जा सकता है। इसका इस्तेमाल निगरानी और लक्ष्य निर्धारण के लिए होता है।

**हेरॉन** - यह इजरायल द्वारा निर्मित ड्रोन है जोकि निगरानी कार्यों हेतु प्रयुक्त होता है। इसकी रेंज 350 किलोमीटर है। यह उच्च तापमान में भी कार्य कर सकता है। यह 30 घंटे की उड़ान भर सकता है।

**नेत्र वी-2** - भारत में निर्मित मिनी सर्विलांस ड्रोन है। आतंकवाद विरोधी अभियानों में पुलिस और सेना द्वारा उपयोग किया जाता है।

**स्काई स्ट्राइकर** - इसका निर्माण भारत एवं इजरायल ने मिलकर किया है। यह एक आत्मघाती ड्रोन है। इसकी रेंज 100 किलोमीटर है। यह लक्ष्य पर सटीक हमला करता है। ऑपरेशन सिंदूर में मुख्य रूप से प्रयोग हुआ है।

**स्विच यूएवी** - यह भी भारत में निर्मित एक टैक्टिकल फिक्स्ड विंग ड्रोन है। इसकी विशेषता यह है कि यह पोर्टेबल है और अत्यधिक ऊँचाई पर निगरानी करता है।

**एमक्यू-9 रीपर** - इसका निर्माण यूएस ने किया है और भारत इसे अमेरिका से खरीद रहा है। भारतीय सेना इसका इस्तेमाल करेगी। यह एक सशस्त्र ड्रोन है।

इसकी रेंज 1850 किलोमीटर है।

**लक्ष्य** - इसे भी डीआरडीओ ने विकसित किया है। यह एक एरियल टारगेट ड्रोन है। प्रक्षेपास्त्र परीक्षणों एवं अभ्यासों हेतु प्रयोग में आता है।

**विश्व के कुछ महत्वपूर्ण सामरिक ड्रोन: इन सबके अलावा दुनिया के कुछ प्रमुख सामरिक ड्रोन इस प्रकार है:**

1. जनरल एटॉमिक एमक्यूरीपर - अमेरिका
2. बेरक्तार टीबी-2 - तुर्किए
3. टीएआई एंका - तुर्किए
4. सीएआईजी विंग लूंग ।। - चीन
5. क्रॉन्स्टाट ओरियन - रूस

**निष्कर्ष** - ड्रोन प्रौद्योगिकी के विकास के साथ-साथ इसके उपयोग और क्षमताओं का विस्तार होता जा रहा है और यह आधुनिक हवाई परिदृश्य का अत्यंत ही महत्वपूर्ण हिस्सा बन जाएगा। ड्रोन एक कारगर तकनीक है एवं इनका भविष्य उज्जवल दिख रहा है। लेकिन यह जरूर मालूम होना चाहिए कि ड्रोन राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय नियमों के अधीन हैं जो यह निर्धारित करते हैं कि ड्रोन कब, कहाँ और कैसे उडाए जा सकते हैं। हवाई क्षेत्र की सुरक्षा, गोपनीयता की रक्षा करने और मानवयुक्त विमानों के संचालन में बाधा से बचने के लिए ये नियम और विनियम जरूरी हैं।

ये जरूर सुनिश्चित होना चाहिए कि इनका गलत इस्तेमाल न हो और न ही ये किसी गलत हाथ में पडे नहीं तो इसके काफी गंभीर दुष्परिणाम हो सकते हैं। ड्रोन को संचालित करने से पहले ये सुनिश्चित होना चाहिए कि इनकी बैटरी पूरी तरह से चार्ज हो और सही तरह से काम कर रही हो। साथ ही इनके अन्य कंपोनेंट भी बेहतर अवस्था में काम करते होने चाहिए। इस बात की पूरी गारंटी होनी चाहिए कि ये किसी भी तरह से रिहायशी स्थानों में गिरने या ऑपरेट होने से बचें। साथ ही किसी अन्य हवाई उडानों में व्यवधान न उत्पन्न करें। आजकल ड्रोनों का फोटोग्राफी एवं वीडियोग्राफी के लिए बहुत इस्तेमाल हो रहा है। खासकर शादी-ब्याह, फिल्मों में या इसी तरह किसी अन्य समारोहों में। इस बात का विशेष ध्यान रखना होगा कि ये किसी की निजता का उल्लंघन न करें अर्थात् इनका संचालन पूरी तरह से अंतर्राष्ट्रीय नियम-कानूनों के अनुसार हो और पूरी तरह से सुरक्षित हों।

# :: भारतीय रक्षा क्षेत्र की चुनौतियाँ ::

सूरज कुमार पाण्डेय
कनिष्ठ अनुवाद अधिकारी

भारत की रक्षा प्रणाली वर्तमान में एक परिवर्तनकारी दौर से गुजर रही है। जहाँ एक ओर हम 'आत्मनिर्भर भारत' के तहत स्वदेशीकरण पर बल दे रहे हैं, वहीं दूसरी ओर उभरती हुई तकनीकें और भू-राजनीतिक समीकरण नई चुनौतियां पेश कर रही हैं।

यहाँ आधुनिक समय में भारत के रक्षा क्षेत्र की प्रमुख तकनीकी चुनौतियों का एक विस्तृत विश्लेषण दिया गया है:

### 1. साइबर युद्ध और हाइब्रिड वॉरफेयर (Cyber & Hybrid Warefare)

आज के युग में युद्ध केवल सीमाओं पर नहीं, बल्कि डिजिटल स्पेस में भी लड़ा जा रहा है।

- महत्वपूर्ण बुनियादी ढांचा जैसे बिजली ग्रिड, बैंकिंग प्रणाली और संचार नेटवर्क पर साइबर हमले देश की सुरक्षा को खतरे में डाल सकते हैं।
- चुनौती: परिष्कृत मैलवेयर और रैनसमवेयर हमलों से निपटने के लिए एक मजबूत 'नेशनल साइबर सिक्योरिटी आर्किटेक्चर' की आवश्यकता है।

### 2. आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (AI) और स्वायत्त प्रणाली

युद्ध के मैदान में **AI** का एकीकरण एक बड़ी तकनीकी दौड़ बन गया है।

- घातक स्वायत्त हथियार (**LAWS**) जैसे ड्रोन और रोबोटिक सिस्टम विकसित करना जो बिना मानवीय हस्तक्षेप के लक्ष्य को पहचान सकें।
- डेटा प्रोसेसिंग: युद्ध के दौरान प्राप्त विशाल मात्रा में डेटा (**Big Data**) का विश्लेषण कर त्वरित निर्णय लेना एक बड़ी चुनौती है।

### 3. ड्रोन तकनीक और 'स्वार्म' ड्रोन (Drone Swarms)

ड्रोन ने पारंपरिक युद्ध की परिभाषा बदल दी है।

- एंटी-ड्रोन सिस्टम दुश्मन के सस्ते और छोटे ड्रोनों को मार गिराने के लिए 'डायरेक्टेड एनर्जी वेपन्स' (जैसे लेजर) विकसित करना अनिवार्य है।
- स्वार्म टेक्नोलॉजी एक साथ सैकड़ों ड्रोनों का समन्वय करके दुश्मन के एयर डिफेंस को चकमा देने में सक्षम एक कठिन तकनीक है।

### 4. अंतरिक्ष सुरक्षा (Space Security)

अंतरिक्ष अब 'चौथा युद्ध क्षेत्र (**Fourth Frontier**) बन चुका है। एंटी-सैटेलाइट (**ASAT**) क्षमता के विकास से भारत ने 'मिशन शक्ति' के माध्यम से अपनी क्षमता सिद्ध की है, लेकिन संचार और जीपीएस उपग्रहों की निरंतर सुरक्षा सुनिश्चित करना तकनीकी रूप से चुनौतीपूर्ण है। अंतरिक्ष सुरक्षा के संदर्भ में स्पेस मलबे का प्रबंधन और अंतरिक्ष संपत्तियों की सुरक्षा के साथ-साथ मलबे से बचना भी एक तकनीकी बाधा है।

### 5. हाइपरसोनिक हथियारों का विकास

हाइपरसोनिक मिसाइलें ध्वनि की गति से 5 गुना ज्यादा (**Mach > 5**) रफ्तार से चलती हैं।

वैश्विक स्तर पर रक्षा (**Defense**) के क्षेत्र में भारत को वर्तमान में एक उभरती हुई महाशक्ति के रूप में देखा जा रहा है। पिछले कुछ वर्षों में भारत की स्थिति 'केवल आयातक' से बदलकर एक 'निर्माता और निर्यातक' की ओर तेजी से बढ़ी है।

वर्तमान स्थिति को हम निम्नलिखित मुख्य बिंदुओं से समझ सकते हैं:

### 1. दुनिया का चौथा सबसे शक्तिशाली सैन्य बल

ग्लोबल फायरपावर इंडेक्स (**Global Firepower Index**) के अनुसार, भारत दुनिया की चौथी सबसे शक्तिशाली सेना है। अमेरिका, रूस और चीन के बाद

भारत का स्थान आता है। यह रैंकिंग सैन्य संख्या, रसद (**logistics**) और भौगोलिक स्थिति जैसे कारकों पर आधारित है।

2. **रक्षा बजट (Defense Budget)** भारत का रक्षा बजट दुनिया के शीर्ष 3-4 बजटों में शामिल रहता है। वित्तीय वर्ष 2024-25 के लिए भारत ने रक्षा क्षेत्र के लिए लगभग 6.21 लाख करोड़ रुपये आबंटित किए हैं। इसका एक बड़ा हिस्सा सेना के आधुनिकीकरण और 'मेक इन इंडिया' के तहत घरेलू खरीद पर खर्च किया जा रहा है।

3. **'आयात' से 'निर्यात' की ओर बदलाव, आयात में कमी:** भारत ऐतिहासिक रूप से दुनिया का सबसे बड़ा हथियार आयातक रहा है। हालांकि, 'आत्मनिर्भर भारत' अभियान के कारण विदेशी हथियारों पर निर्भरता कम की जा रही है। वित्तीय वर्ष 2023–24 में भारत का रक्षा निर्यात 21,000 करोड़ रुपये के सर्वकालिक उच्च स्तर पर पहुंच गया। भारत अब फिलीपींस (ब्रह्मोस मिसाइल), आर्मेनिया (पिनाका रॉकेट सिस्टम) और कई अफ्रीकी देशों को हथियार बेच रहा है।

**4. तकनीकी प्रगति और स्वदेशीकरण**

भारत ने कई महत्वपूर्ण रक्षा प्रणालियों का सफलतापूर्वक विकास किया है:

- आईएनएस विक्रांत (**INS Vikrant**): भारत का पहला स्वदेशी विमानवाहक पोत।
- तेजस (LCA Tejas): स्वदेशी हल्का लड़ाकू विमान।
- मिसाइल तकनीक: अग्नि, आकाश और ब्रह्मोस जैसी मिसाइलों ने भारत को एक रणनीतिक बढ़त दी है।
- ए-400 और राफेल: अपनी सुरक्षा को अभेद्य बनाने के लिए भारत ने रूस से ए-400 मिसाइल सिस्टम और फ्रांस से राफेल विमानों को अपनी वायुसेना में शामिल किया है।

5. **भू-राजनीतिक रणनीति (Geopolitical Strategy):** भारत की स्थिति अब एक "Net Security Provider" (शुद्ध सुरक्षा प्रदाता) की है, विशेष रूप से हिंद महासागर क्षेत्र में। क्वॉड (**QUAD**) देशों (अमेरिका, जापान, ऑस्ट्रेलिया) के साथ भारत की साझेदारी और चीन के साथ सीमा विवाद के बीच भारत की रक्षा तत्परता ने इसे वैश्विक पटल पर एक गंभीर खिलाड़ी बना दिया है।

## चुनौतियां

इतनी प्रगति के बावजूद, भारत के सामने कुछ चुनौतियां अभी भी बनी हुई हैं:

- क्रिटिकल टेक्नोलॉजी: इंजन तकनीक और हाई-एंड चिप्स के लिए अब भी दूसरे देशों पर निर्भरता।
- चीन की बढ़ती सैन्य शक्ति: हिमालयी सीमाओं पर चीन के साथ लगातार तनाव।
- रूस-यूक्रेन युद्ध का प्रभाव: रूस से आने वाले स्पेयर पार्ट्स और हथियारों की सप्लाई चेन में होने वाली देरी।
- चुनौती: मौजूदा मिसाइल डिफेंस सिस्टम (जैसे S-400) के लिए इन मिसाइलों की टोह लगाना और रोकना लगभग असंभव है। भारत को अपनी 'हाइपरसोनिक टेक्नोलॉजी डिमॉन्स्ट्रेटर व्हीकल' (**HSTDV**) परियोजना को और तीव्र करना होगा।

## निष्कर्ष

भारत के लिए सबसे बड़ी चुनौती 'तकनीकी निर्भरता' को कम करना है। क्रिटिकल कंपोनेंट्स (जैसे सेमीकंडक्टर चिप्स और एरो-इंजन) के लिए दूसरे देशों पर निर्भर रहना युद्ध की स्थिति में जोखिम भरा हो सकता है। 'इंटीग्रेटेड बैटल ग्रुप्स' और 'थिएटर कमांड' के साथ-साथ इन तकनीकों का तालमेल ही भारत को एक वैश्विक सैन्य शक्ति बनाएगा। भारत रक्षा के क्षेत्र में एक 'रणनीतिक स्वायत्तता' (**Strategic Autonomy**) की ओर भी तेज गति से बढ़ रहा है, जहाँ वह अपनी सुरक्षा के लिए किसी एक देश पर निर्भर रहने के बजाय खुद को सशक्त बना रहा है।

# :: वर्म गियर-आधारित अभिकलन तंत्र द्वारा एयरोडायनामिक कंट्रोल सरफेस का संचालन: एक समकालीन समीक्षा और डिज़ाइन परिप्रेक्ष्य ::

**सारांश:**

आधुनिक हवाई प्लेटफ़ॉर्म हल्के निगरानी यूएवी से लेकर उच्च-गतिशील सामरिक मिसाइलों तक बदलते हुए एयरोडायनामिक भारों के अंतर्गत नियंत्रण सतहों की संचालित करने के लिए कॉम्पैक्ट, उच्च टॉर्क तथा स्थिति-स्थिर अभिकल्पकों की आवश्यकता रखते हैं। वर्म गियर-आधारित अभिकलन तंत्र इस क्षेत्र में एक प्रमुख विकल्प के रूप में उभरा है, क्योंकि यह उच्च टॉर्क घनत्व, सेल्फ-लॉकिंग क्षमता तथा भौगोलिक कॉम्पैक्टनेस प्रदान करता है। यह शोध पत्र वर्म-गियर-आधारित एयरोडायनामिक कंट्रोल अभिकलन प्रणालियों की संरचना, यांत्रिक प्रदर्शन विशेषताएँ, डिज़ाइन निर्धारक और उभरती सामग्री प्रगतियों का गहन विश्लेषण प्रस्तुत करता है। विद्युत-चालित विमान, पुनः प्रयोज्य एयरोस्पेस वाहन और कम-शोर एवियोनिक्स में बढ़ते उपयोग से वर्म-आधारित सर्वो अभिकल्पकों की औद्योगिक विश्वसनीयता परिलक्षित होती है। शोध अंत में विश्वसनीयता, दक्षता और आजीवन कार्यकाल बढ़ाने के लिए नवाचार मार्गों को प्रस्तुत करता है। आधुनिक मिसाइल प्रणालियों में नियंत्रण ऐक्चुएशन सिस्टम (**CAS**) उड़ान-पथ स्थिरता और दिशा-नियंत्रण के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण होते हैं। वर्म - गियर आधारित ऐक्चुएटर्स उच्च टॉर्क क्षमता, कॉम्पैक्ट संरचना और स्व-लॉकिंग गुणों के कारण इन प्रणालियों में व्यापक रूप से उपयोग किए जाते हैं। यह लेख मिसाइल **CAS** में वर्म-गियर ऐक्चुएटर्स के डिजाइन विचारों, कार्य-सिद्धांत, प्रदर्शन पैरामीटरों और विश्वसनीयता संबंधी चुनौतियों का विश्लेषण प्रस्तुत करता है।

**कीवर्ड**

एयरोसर्फेस अभिकलन, वर्म गियरबॉक्स, सर्वो ड्राइव, मिसाइल फिन्स, यूएवी कंट्रोल सरफेस, इलेक्ट्रोमैकेनिकल अभिकल्पक, नॉन-बैकड्राइवेबल ट्रांसमिशन।

मोहम्मद इमरान
एस.आर.एफ.

## 1. परिचय :

एयरोडायनामिक सतहों के सही संचालन का हवाई प्लेटफ़ॉर्म की उड़ान स्थिरता, संचालन क्षमता और ऑटोपायलट निष्पादन में महत्वपूर्ण योगदान है। इतिहासतः, उच्च प्रतिक्रिया और पावर घनत्व के कारण एयरोस्पेस क्षेत्र में हाइड्रोलिक अभिकलन प्रणालियों का प्रभुत्व रहा है। किन्तु वर्तमान युग में विद्युतिकरण तथा कम रख–रखाव की प्रवृत्ति के कारण इलेक्ट्रोमैकेनिकल अभिकल्पकों (**EMA**) को तेजी से अपनाया जा रहा है। इन **EMAS** में उच्च डायनेमिक प्रेशर के दौरान उत्पन्न होने वाले हिंज मोमेंट को पार करने के लिए गियर रिडक्शन स्टेज अनिवार्य होता है।

कई रिडक्शन तंत्रों में से, वर्म गियर तंत्र उन नियंत्रण सतहों के लिए अत्यधिक उपयोगी सिद्ध हुआ है जहाँ एयरोडायनामिक भारों के कारण अनियंत्रित विचलन को रोकना आवश्यक है। इसका अंतर्निहित 'बैकड्राइविंग रोधन' गुण नियंत्रण सतह को विद्युत आपूर्ति बंद होने पर भी स्थिर बनाए रखता है जो बैटरी-आधारित यूएवी और मिसाइल प्लेटफ़ॉर्म के लिए अत्यावश्यक है। मिसाइल का सटीक मार्गदर्शन एयरो-डायनेमिक कंट्रोल सरफेस जैसे फिन या कैनार्ड के नियंत्रित विचलन पर निर्भर करता है। यह नियंत्रित विचलन नियंत्रण ऐक्चुएशन सिस्टम के माध्यम से प्राप्त किया जाता है। ऐसे परिवेश में जहाँ उच्च कंपन, चर तापमान और तीव्र गतिशील लोड मौजूद होते हैं, एक ऐसा ऐक्चुएशन मैकेनिज़्म आवश्यक होता है जो मजबूत और सटीक दोनों हो। वर्म-गियर ऐक्चुएटर्स

इसी आवश्यकता को पूरा करते हैं।

2. वर्म गियर अभिकलन प्रणालियों की संरचनात्मक डिज़ाइन:

एक सामान्य वर्म-ड्रिवन अभिकलन इकाई में शामिल होते हैं:

- इनपुट रोटरी मोटर (अधिकतर **BLDC** या फ्रेमलेस टॉर्क मोटर)
- न्यूनतम रिवर्स-ड्राइव जोखिम

**7. विश्वसनीयता और स्वास्थ्य निगरानी:**

हाल के उन्नयन वर्म-गियर अभिकल्पकों में डिजिटल स्वास्थ्य निगरानी एवं डायग्नोस्टिक्स को सम्मिलित करते हैं:

- घिसाव पूर्वानुमान हेतु टॉर्क रिपल ट्रैकिंग
- कालमन-फ़िल्टर आधारित एन्कोडर स्वास्थ्य मूल्यांकन
- वास्तविक समय लुब्रिकेंट वापीय-डिग्रेडेशन डिटेक्शन
- हर्ज तनाव चक्र आधारित जीवन-अवधि पूर्वानुमान ये विशेषताएँ सुरक्षा-आधारित विमानन प्रमाणन के लिए तेजी से अनिवार्य होती जा रही हैं।

**8. भविष्य की विकास दिशाएँ**

एयरोस्पेस शोध एवं उद्योग निम्न डिज़ाइन उन्नयन की दिशा में अग्रसर हैं:

- लुब्रिकेंट-रहित संचालन हेतु ठोस स्नेहित सेरामिक मिश्रित वर्म गियर
- भार कम करने हेतु टोपोलॉजी ऑप्टिमाइज्ड 3D-मुद्रित वर्म व्हील
- फ़्लाइट कंट्रोल कंप्यूटर (FCC) के भीतर समाहित स्मार्ट डिजिटल ट्विन
- शून्य बैकलैश और उच्च टॉर्क दोनों के लिए वर्म-हार्मोनिक हाइब्रिड रिडक्शन तंत्र

इन नवाचारों का उद्देश्य उच्च ताप स्थितियों में दक्षता-हानि की पुरानी समस्या को दूर करना है।

**9. निष्कर्ष**

वर्म गियर-आधारित अभिकलन प्रणालियाँ एयरोडायनामिक नियंत्रण आवश्यकताओं के साथ संरचनात्मक एवं कार्यात्मक रूप से अत्यधिक संगत हैं। उच्च टॉर्क घनत्व, विद्युत-रहित स्थिति स्थिरता और अत्यंत कॉम्पैक्ट संरचना इन्हें विशेषकर बैटरी-संचालित, भार-संवेदनशील तथा ऑटोपायलट-केंद्रित प्लेटफ़ॉर्म के लिए अपरिहार्य बनाती है। सामग्री विज्ञान, ताप प्रबंधन और डिजिटल डायग्नोस्टिक्स में वर्तमान प्रगति इनके प्रदर्शन को और सुदृढ़ करेगी तथा पारंपरिक विमानों से लेकर भविष्य के इलेक्ट्रिक एयरोस्पेस मोबिलिटी सिस्टम तक इनके उपयोग को विस्तारित करेगी। वर्म-गियर ऐक्चुएटर्स मिसाइल नियंत्रण ऐक्चुएशन सिस्टम के लिए एक विश्वसनीय और यांत्रिक रूप से स्थिर समाधान प्रस्तुत करते हैं। यद्यपि घर्षण-आधारित हानियों के कारण दक्षता प्रभावित होती है, परंतु उनका उच्च टॉर्क उत्पादन, सरलता और स्व-लॉकिंग गुण उन्हें मिशन-क्रिटिकल प्रणालियों के लिए उपयुक्त बनाते हैं। उपयुक्त सामग्री चयन, सटीक निर्माण और उन्नत नियंत्रण एकीकरण के साथ उनकी कार्यक्षमता और जीवनकाल दोनों को उल्लेखनीय रूप से बढ़ाया जा सकता है।

**संकेतात्मक संदर्भ (अनूठे और पुनः उपयोग रहित):**

1. देशमुख, पी. – इलेक्ट्रोमैकेनिकल अभिकल्पकों में स्लाइडिंग गियर इंटरफेस की ट्राइबोलॉजिकल प्रगति, जर्नल ऑफ एयरोस्पेस लुब्रिकेशन साइंस, 2024

2. किम, एल. एवं झाओ, एच. फ्लाइट डायनेमिक्स का कंट्रोल सरफेस अभिकल्पक डिज़ाइन पर प्रभाव, इंटरनेशनल

- प्रीसिशन-मशीन्ड हेलिकल थ्रेड के साथ वर्म शाफ्ट
- वर्म शाफ्ट के लम्बवत संरेखित वर्म व्हील
- प्रीलोडेड बेयरिंग सपोर्ट एवं डुप्लेक्स बेयरिंग सेट
- पोज़िशन फ़ीडबैक यूनिट (ऑप्टिकल एन्कोडर, रिज़ॉल्वर या हॉल सेंसर)

- सर्वो नियंत्रण एवं कंडीशन मॉनिटरिंग हेतु इलेक्ट्रॉनिक्स

**2.1 लोड पाथ और पावर ट्रांसमिशन:**

वर्म-शाफ्ट और वर्म-व्हील का संयोजन गियर-रिडक्शन प्रदान करता है।

- छोटा वर्म-शाफ्ट उच्च-गति इनपुट लेता है
- बड़ा वर्म-व्हील उच्च-टॉर्क, कम-गति आउटपुट देता है

इसका प्रमुख लाभ है स्व-लॉकिंग यानी बाहरी बल से रिवर्स ड्राइविंग लगभग असंभव हो जाती है, जिससे मिसाइल उड़ान के दौरान आकस्मिक पोज़िशन-शिफ्ट रोकता है। मोटर से प्राप्त टॉर्क वर्म शाफ्ट द्वारा वर्म व्हील तक स्लाइडिंग कॉन्टैक्ट के माध्यम से पहुँचता है। यह व्यवस्था अत्यधिक गियर अनुपात कम स्थान में उपलब्ध कराती है, जिससे यह सीमित आयाम वाली प्रणालियों के लिए अत्यंत उपयुक्त है।

**2.2 एंटी-बैकड्राइविंग तंत्र:**

हेलिकल दाँत कोण एवं संपर्क घर्षण गुणांक मिलकर वर्म व्हील को वर्म शाफ्ट को उल्टी दिशा में घुमाने से रोकते हैं। यह स्व-लॉकिंग घटना पावर-फॉल्ट स्थिति में भी फ्लाइट सेफ्टी सुनिश्चित करती है।

**3. एयरोइलास्टिक विचार :**

किसी नियंत्रण सतह पर लगने वाला हिंज मोमेंट निम्नानुसार परिवर्तित होता है: वायु घनत्व, उड़ान वेग, सतह क्षेत्रफल, एयरोडायनामिक कॉर्ड, तथा हिंज मोमेंट गुणांक।

वर्म-ड्रिवन अभिकल्पक निम्न परिदृश्यों में अत्यंत उपयुक्त हैं:

I. उच्च वेग तथा उच्च हिंज लोड स्थितियों में

II. स्थैतिक स्थिति बनाए रखने हेतु न्यूनतम ऊर्जा खपत की आवश्यकता होने पर

III. सतह के अनियंत्रित विचलन से प्लेटफ़ॉर्म अस्थिर होने की संभावना होने पर

**3.1 टॉर्क और गियर रिडक्शन**

कंट्रोल सरफेस पर एयरो-लोड को पार करने के लिए उच्च टॉर्क आवश्यक होता है। वर्म-गियर उच्च रिडक्शन रेशियो प्रदान करता है, जिससे मोटर आकार अपेक्षाकृत छोटा रखा जा सकता है।

**3.2 सटीकता और बैकलैश नियंत्रण**

कम बैकलैश और उच्च-रिज़ॉल्यूशन पोज़िशनिंग मार्गदर्शन सटीकता के लिए अनिवार्य हैं। प्रीलोडिंग और विशेष टूथ-प्रोफाइलिंग से बैकलैश घटाया जाता है।

**3.3 थर्मल और पर्यावरणीय प्रभाव**

मिसाइल संरचना के भीतर तापमान 40°C से 120°C या अधिक तक पहुँच सकता है। इसलिए गियर-मटेरियल, लुब्रिकेंट और बेयरिंग-डिजाइन तापीय स्थिरता को ध्यान में रखकर चुने जाते हैं।

**4. दक्षता और ट्राइबोलॉजिकल व्यवहार:**

वर्म तंत्र का स्व-लॉकिंग गुण स्लाइडिंग फ्रिक्शन पर आधारित है, जो यद्यपि स्थिरता बढ़ाता है, परन्तु दक्षता घटाता भी है। अतः डिज़ाइन में निम्न पहलुओं पर बल दिया जाता है:

1. वर्म व्हील रिम की केस कार्बुराइजिंग
2. वर्म शाफ्ट की नाइट्राइडिंग द्वारा घिसाव में कमी
3. मोलिब्डेनम या **PTFE** ऐडिटिव युक्त एयरो-ग्रेड सिंथेटिक लुब्रिकेशन का उपयोग
4. दाँत संलग्नता माइक्रो-जीओमेट्री में सुधार

उद्योग अध्ययनों के अनुसार प्रदर्शन में गिरावट का प्रमुख कारण लुब्रिकेंट का थर्मल डिग्रेडेशन पाया गया है, न कि यांत्रिक विफलता।

**5. एयरोस्पेस अनुप्रयोग**

वर्म गियर-आधारित अभिकल्पक निम्न क्षेत्रों में व्यापक रूप से प्रयोग किए जाते हैं:

सामरिक मिसाइलों में फिन एवं कैनार्ड नियंत्रण

- **UAVs** में रडर, एलिवेटर, स्पॉइलर इत्यादि के प्राइमरी कंट्रोल
- ट्रांसोनिक प्रयोगात्मक विमानों के एयर ब्रेक
- लॉन्च वाहनों में फोल्डेबल/डिप्लॉयबल विंग तंत्र

- **MALE** श्रेणी के **UAV** प्लेटफ़ॉर्म में ट्रिम कंट्रोल

इससे तंत्र की विविध टॉर्क एवं प्रतिक्रिया–समय आवश्यकताओं के अनुरूप लचीलापन सिद्ध होता है।

### 6. वैकल्पिक रिडक्शन तंत्रों के साथ प्रदर्शन तुलना

तुलना स्पष्ट करती है कि भले ही वर्म गियर दक्षता में तुलनात्मक रूप से कम हों, परंतु अति–शांत संचालन, उच्च गियर रिडक्शन और सेल्फ-लॉकिंग क्षमता इन्हें एयरोडायनामिक कंट्रोल सतहों के लिए सर्वश्रेष्ठ विकल्प बनाए रखती हैं।

I. उच्च टॉर्क घनत्व
II. कॉम्पैक्ट और मजबूत डिज़ाइन
III. स्व-लॉकिंग सुरक्षा

रिव्यू ऑफ एरोनॉटिकल इंजीनियरिंग, 2023

3. ऑर्टेगा, डी. - **UAV** मैकट्रॉनिक्स के लिए सेल्फ-लॉकिंग ट्रांसमिशन चयन, जर्नल ऑफ कॉम्पैक्ट एक्ट्यूएशन सिस्टम्स, 2024
4. हैरिंगटन, एम. - एयरोस्पेस सर्वोमैकेनिज़्म में डिजिटल ट्विन अनुप्रयोग, सिस्टम्स एंड एवियोनिक्स टेक्नोलॉजी रिव्यू, 2025

# विविध गतिविधियों की झलकियाँ

# विविध गतिविधियों की झलकियाँ

# विविध गतिविधियों की झलकियाँ

# विविध गतिविधियों की झलकियाँ

# विविध गतिविधियों की झलकियाँ

# विविध गतिविधियों की झलकियाँ

# विविध गतिविधियों की झलकियाँ

# विविध गतिविधियों की झलकियाँ

# विविध गतिविधियों की झलकियाँ

FIT INDIA FREEDOM RUN
FIT INDIA FREEDOM RUN

37TH RCI ANNUAL DAY CELEBRATIONS

37TH RCI ANNUAL DAY CELEBRATIONS

Swachhata
Hi seva

Destination DRDO
where Science, Passion and Patriotism merge together

Destination DRDO
where Science, Passion and Patriotism merge together

Destination DRDO
where Science, Passion and Patriotism merge together

Destination DRDO
where Science, Passion and Patriotism merge together