

ध्रुव64 (DHRUV64) माइक्रोप्रोसेसर: सेमीकंडक्टर आत्मनिर्भरता की ओर भारत का कदम

UPSC प्रासंगिकता

- **जीएस पेपर III (GS Paper III):** विज्ञान और प्रौद्योगिकी (Science and Technology), स्वदेशीकरण, आईटी और कंप्यूटर



चर्चा में क्यों है?

दिसंबर में, इलेक्ट्रॉनिक्स और सूचना प्रौद्योगिकी मंत्रालय (MeitY) ने भारत के घरेलू सेमीकंडक्टर और प्रोसेसर पारिस्थितिकी तंत्र (ecosystem) को मजबूत करने के अपने प्रयास के तहत ध्रुव64 (DHRUV64) लॉन्च किया है। यह सी-डैक (C-DAC) द्वारा विकसित एक स्वदेशी माइक्रोप्रोसेसर है।

पृष्ठभूमि: स्वदेशी प्रोसेसर क्यों मायने रखते हैं?

माइक्रोप्रोसेसर डिजिटल बुनियादी ढांचे (digital infrastructure) के मुख्य घटक या 'मस्तिष्क' होते हैं, जो निम्नलिखित को शक्ति प्रदान करते हैं:

- दूरसंचार नेटवर्क (Telecommunications networks)|
- औद्योगिक स्वचालन (Industrial automation)|
- परिवहन, ऊर्जा और रक्षा प्रणालियाँ।

एक बड़ा इलेक्ट्रॉनिक्स बाजार होने के बावजूद, भारत अभी भी आयातित प्रोसेसर पर निर्भर है, जिससे देश को कई जोखिमों का सामना करना पड़ता है:

1. **आपूर्ति श्रृंखला में व्यवधान:** जैसा कि महामारी के दौरान देखा गया।
2. **निर्यात नियंत्रण और भू-राजनीतिक जोखिम:** अन्य देशों द्वारा तकनीक पर प्रतिबंध।
3. **साइबर सुरक्षा की कमजोरियाँ:** विदेशी चिप्स में छिपे हुए 'हार्डवेयर ट्रोजन' या सुरक्षा खामियां हो सकती हैं।

इसलिए, डिजिटल संप्रभुता (digital sovereignty), रणनीतिक स्वायत्तता और आर्थिक लचीलेपन के लिए स्वदेशी प्रोसेसर अत्यंत महत्वपूर्ण हैं।

ध्रुव64 (DHRUV64) क्या है?

- **निर्माता:** सेंटर फॉर डेवलपमेंट ऑफ एडवांस्ड कंप्यूटिंग (C-DAC)।
- **आर्किटेक्चर:** 64-बिट, डुअल-कोर (Dual-core)।
- **क्लॉक स्पीड:** लगभग 1 गीगाहर्ट्ज़ (GHz)।
- **इंस्ट्रक्शन सेट:** RISC-V (ओपन-सोर्स)।
- **कार्यक्रम:** माइक्रोप्रोसेसर विकास कार्यक्रम (Microprocessor Development Programme), MeitY.

उपयोग: ध्रुव64 को हाई-एंड उपभोक्ता उपकरणों (जैसे स्मार्टफोन या गेमिंग पीसी) के बजाय एम्बेडेड सिस्टम, औद्योगिक नियंत्रण और दूरसंचार उपकरणों के लिए उपयुक्त एक 'सामान्य-उद्देश्यीय प्रोसेसर' (general-purpose processor) के रूप में डिज़ाइन किया गया है।

RISC-V और DIR-V की भूमिका

RISC-V (Reduced Instruction Set Computer - V)

- यह एक मुक्त (open) 'इंस्ट्रक्शन सेट आर्किटेक्चर' है।
- इसमें कोई लाइसेंसिंग शुल्क नहीं लगता है।
- यह देशों को मालिकाना बौद्धिक संपदा (Proprietary IP - जैसे Intel या ARM) पर निर्भर हुए बिना अपने स्वयं के प्रोसेसर डिज़ाइन करने की अनुमति देता है।



DIR-V (डिजिटल इंडिया RISC-V)

- ध्रुव64 'डिजिटल इंडिया RISC-V' (DIR-V) कार्यक्रम का हिस्सा है।
- इसके तहत, भारत रणनीतिक, औद्योगिक और नागरिक उपयोग के लिए प्रोसेसर का एक पोर्टफोलियो विकसित कर रहा है।

भारत का स्वदेशी प्रोसेसर पारिस्थितिकी तंत्र

ध्रुव64 भारत के अन्य प्रोसेसर प्रयासों का पूरक है:

1. **शक्ति (SHAKTI):** आईआईटी मद्रास (IIT Madras) द्वारा विकसित।
2. **अजित (AJIT):** आईआईटी बॉम्बे (IIT Bombay) द्वारा विकसित।
3. **विक्रम (VIKRAM):** इसरो-एससीएल (ISRO-SCL) द्वारा।
4. **तेजस64 (THEJAS64):** सी-डैक (आगामी)।

ये प्रोसेसर रक्षा, अंतरिक्ष, औद्योगिक स्वचालन और रणनीतिक प्रणालियों को लक्षित करते हैं, जो घरेलू डिज़ाइन पारिस्थितिकी तंत्र (domestic design ecosystem) बनाने में मदद करते हैं।

ध्रुव64 (DHRUV64) का महत्व

1. **रणनीतिक स्वायत्तता:** यह विदेशी चिप डिज़ाइनों पर निर्भरता कम करता है।
2. **आपूर्ति श्रृंखला का लचीलापन:** यह प्रतिबंधों और वैश्विक व्यवधानों से उत्पन्न जोखिमों को कम करता है।
3. **पारिस्थितिकी तंत्र का निर्माण:** यह स्टार्टअप्स और शिक्षाविदों को भारतीय प्लेटफॉर्म पर काम करने और विकास करने में सक्षम बनाता है।
4. **क्षमता विकास:** यह घरेलू चिप डिज़ाइन कौशल को मजबूत करता है।

नोट: ध्रुव64 को एक उपभोक्ता-बाजार प्रतियोगी (consumer-market competitor) के रूप में नहीं, बल्कि 'क्षमता-निर्माण' (capability-building) के एक मील के पथर के रूप में देखा जाना चाहिए।

प्रमुख चुनौतियाँ और सीमाएँ

1. सीमित तकनीकी पारदर्शिता

- इसके कोई सार्वजनिक बेंचमार्क, बिजली-दक्षता डेटा (power-efficiency), या मेमोरी आर्किटेक्चर विवरण उपलब्ध नहीं हैं।
- इससे उद्योग द्वारा इसे अपनाना मुश्किल हो जाता है।

2. अस्पष्ट फैब्रिकेशन (Fabrication) विवरण

- फाउंड्री (निर्माण स्थल), प्रोसेस नोड (चिप का आकार), और विश्वसनीयता लक्ष्यों का खुलासा नहीं किया गया है।
- टेलीकॉम और ऑटोमोटिव जैसे क्षेत्रों के लिए यह जानकारी महत्वपूर्ण होती है।

3. पारिस्थितिकी तंत्र की कमी

- डेवलपर बोर्ड, ऑपरेटिंग सिस्टम (OS) सपोर्ट और दीर्घकालिक सॉफ्टवेयर इकोसिस्टम पर स्पष्टता का अभाव है।
- वैश्विक प्रतिस्पर्धियों के पास पहले से ही परिपक्व पारिस्थितिकी तंत्र मौजूद हैं।

4. व्यावसायिक व्यवहार्यता

- सरकार द्वारा सुनिश्चित खरीद (assured procurement) या मुख्य ग्राहकों (anchor customers) के बिना, इसे व्यापक रूप से अपनाए जाने में उच्च जोखिम बना हुआ है।

सरकारी सहायता उपाय

स्वदेशी चिप विकास का समर्थन करने के लिए, भारत ने निम्नलिखित पहल शुरू की हैं:

- चिप्स टू स्टार्टअप (Chips to Startup) कार्यक्रम।
- डिज़ाइन लिंकड इंसेंटिव (DLI) योजना।
- INUP-i2i पहल।
- **इंडिया सेमीकंडक्टर मिशन (ISM):** (1.6 लाख करोड़ रुपये की निवेश मंजूरी)।

इनका उद्देश्य डिज़ाइन, विनिर्माण और मानव पूंजी (human capital) को मजबूत करना है।



आगे की राह (Way Forward)

- तकनीकी खुलासे और पारदर्शिता को बढ़ाना चाहिए।
- मजबूत सॉफ्टवेयर और डेवलपर पारिस्थितिकी तंत्र का निर्माण करना चाहिए।
- सरकारी खरीद (Government procurement) का उपयोग एक 'एंकर मार्केट' के रूप में किया जाना चाहिए ताकि शुरुआती मांग पैदा हो सके।
- प्रोसेसर डिज़ाइन को घरेलू फैब्रिकेशन क्षमता के साथ संरेखित करना चाहिए।
- क्रमिक नवाचार (incremental innovation) और पैमाने (scale) पर ध्यान देना चाहिए।

निष्कर्ष

ध्रुव64 (DHRUV64) सेमीकंडक्टर आत्मनिर्भरता की दिशा में भारत की यात्रा में एक महत्वपूर्ण कदम है। यद्यपि यह प्रदर्शन या पारिस्थितिकी तंत्र की परिपक्वता में अभी वैश्विक प्रोसेसर को टक्कर नहीं देता है, लेकिन इसका वास्तविक मूल्य रणनीतिक क्षमता निर्माण और पारिस्थितिकी तंत्र के विकास में निहित है। निरंतर नीतिगत समर्थन और बाजार एकीकरण ही इसकी दीर्घकालिक सफलता का निर्धारण करेंगे।

UPSC Prelims अभ्यास प्रश्न

Q1. DHRUV64 माइक्रोप्रोसेसर के संदर्भ में, निम्नलिखित कथनों पर विचार करें:

1. यह 64-बिट डुअल-कोर प्रोसेसर है, जिसे सेंटर फॉर डेवलपमेंट ऑफ़ एडवांस्ड कमप्यूटिंग (C-DAC) ने विकसित किया है।
2. यह RISC-V इंस्ट्रक्शन सेट आर्किटेक्चर पर आधारित है।
3. इसे मुख्य रूप से स्मार्टफोन और लैपटॉप में उपयोग होने वाले हाई-एंड कंज्यूमर प्रोसेसर से प्रतिस्पर्धा करने के लिए डिजाइन किया गया है।

उपरोक्त में से कौन-से कथन सही हैं?

- (A) केवल 1 और 2
(B) केवल 2 और 3
(C) केवल 1 और 3
(D) 1, 2 और 3

सही उत्तर: (A)

Q2. भारत के स्वदेशी प्रोसेसर इकोसिस्टम के तहत विकसित निम्नलिखित प्रोसेसरों पर विचार करें:

प्रोसेसर	विकास संस्थान
SHAKTI	IIT मद्रास
AJIT	IIT बॉम्बे
VIKRAM	ISRO-सेमीकंडक्टर लैब
DHRUV64	C-DAC

सही उत्तर चुनें:

- (A) केवल 1 और 2
(B) 1, 2 और 3
(C) केवल 2 और 4
(D) 1, 2, 3 और 4

सही उत्तर: (B)

भारत की पहली स्वदेशी चिप



यूपीएससी मुख्य परीक्षा अभ्यास प्रश्न (सामान्य परीक्षा पत्र 3)

प्र. “स्वदेशी माइक्रोप्रोसेसर विकास भारत की डिजिटल संप्रभुता की प्राप्ति के लिए केंद्रीय महत्व रखता है।” इस संदर्भ में, ध्रुव64 माइक्रोप्रोसेसर के महत्व का विश्लेषण कीजिए और आत्मनिर्भर अर्थचालक पारिस्थितिकी तंत्र के निर्माण में भारत के सामने आने वाली चुनौतियों पर चर्चा कीजिए। (250 शब्द)

