

# एकीकृत परिपथ - इलेक्ट्रॉनिकी की रीढ़

## Integrated Circuits

**डॉ ओउम प्रकाश शर्मा,**

उप निदेशक, नेशनल सेंटर फॉर इनोवेशन इन डिस्टेन्स  
एजुकेशन, इन्दिरा गांधी नेशनल ओपेन यूनिवर्सिटी,  
मैदान गढ़ी, नई दिल्ली - 110068;

ई-मेल : [oumsharma@gmail.com](mailto:oumsharma@gmail.com)

# परिचय

- एकीकृत परिपथ यानि इंटीग्रेटेड सर्किट (IC) को यदि आधुनिक एलेक्ट्रॉनिकी की रीढ़ कहा जाए तो कोई अतिशयोक्ति नहीं होगी।
- आपने अपने मोबाइल फोन की सिम तो देखी ही होगी। यह एक IC ही है।
- यदि कभी अपने कम्प्यूटर या लैपटॉप को खोलकर देखा हो तो उसमें बहुत सी पतली-पतली रेखाओं वाली आकृतियों का जाल सा बना होता है।
- यह भी एकीकृत परिपथ ही होता है। सूचना प्रौद्योगिकी से लेकर इलेक्ट्रॉनिकी के हर क्षेत्र में चिप्स के रूप में एकीकृत परिपथों का उपयोग किया जाता है।
- चाहे कम्प्यूटर हो या लैपटॉप, मोबाइल हो या टैबलेट, सीसीटीवी कैमरा हो या इलेक्ट्रॉनिक पेन या फिर रिमोट कंट्रोल हो या मेमोरी चिप, ऐसे सभी इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में तरह-तरह के एकीकृत परिपथ इस्तेमाल होते हैं।

# परिचय

- दरअसल, एकीकृत परिपथ सिलिकॉन जैसे किसी अर्धचालक पदार्थ के अन्दर बना हुआ एक एलेक्ट्रॉनिक परिपथ होता है, जिसमें प्रतिरोध, संधारित्र आदि जैसे पैसिव कम्पोनेन्ट यानि निष्क्रिय अवयवों के अलावा डायोड, ट्रान्जिस्टर जैसे अर्धचालक अवयव परिपथ के रूप में लगे होते हैं।
- एकीकृत परिपथ को माइक्रोसर्किट यानि सूक्ष्मपरिपथ, सूक्ष्मचिप, सिलिकॉन चिप, या केवल चिप के नाम से भी जाना जाता है।

# इलैक्ट्रिक एवं इलेक्ट्रॉनिक परिपथ

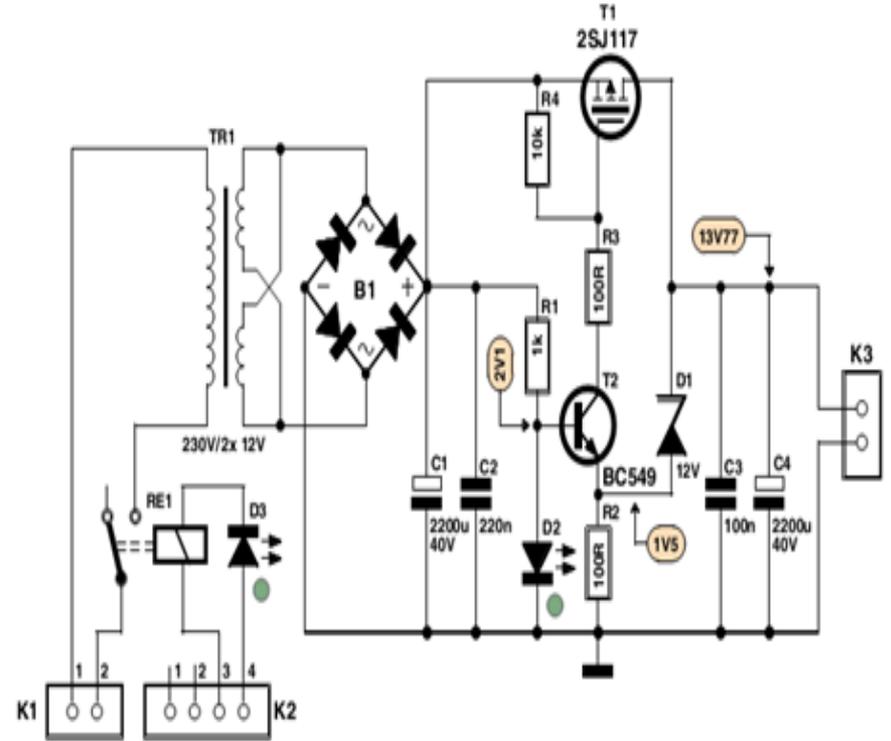
- विभिन्न विद्युत अवयवों जैसे कि वोल्टेज स्रोत, प्रतिरोध, प्रेरकत्व, संधारित्र एवं कंजियों आदि को चालक तारों के साथ जोड़कर जो संयोजन बनता है उसे इलैक्ट्रिक सर्किट यानि **विद्युत परिपथ** कहते हैं। इसमें स्विच, मोटर, बल्ब, पंखा, स्पीकर जैसे विद्युतयांत्रिक अवयव भी लगे होते हैं।
- लेकिन जब किसी परिपथ में प्रतिरोधक, संधारित्र, तथा प्रेरकत्व के अलावा डायोड, ट्रान्जिस्टर आदि लगे होते हैं तो उसे **इलेक्ट्रॉनिक परिपथ** कहा जाता है।
- इलेक्ट्रॉनिक परिपथ मुख्यतः दो प्रकार के होते हैं - एनालॉग परिपथ और डिजिटल परिपथ। जिस परिपथ में एनालॉग और डिजिटल दोनों का मिश्रण होता है उसे मिक्सड सर्किट या हाइब्रिड सर्किट यानि **संकर परिपथ** कहते हैं।

# इलैक्ट्रिकल एवं इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में अंतर

- इलैक्ट्रिकल परिपथ बहुत विशाल क्षेत्र में फैले हो सकते हैं; जैसे कि विद्युत-शक्ति के उत्पादन, ट्रान्समिशन, वितरण एवं उपभोग का नेटवर्क। जबकि अधिकतर इलेक्ट्रॉनिक परिपथ अत्यन्त लघु आकार के होते हैं।
- प्रायः इलैक्ट्रिकल परिपथ उच्च वोल्टेज पर कार्य करते हैं, जैसे कि कुछ वोल्ट से हजारों वोल्ट तक। जबकि इलेक्ट्रॉनिक परिपथ बहुत कम वोल्टेज पर कार्य करते हैं (0.5 वोल्ट से 15 वोल्ट) ।
- इलैक्ट्रिकल परिपथ में लगे अवयवों जैसे कि प्रतिरोध, संधारित्र आदि के मान का काफी महत्व होता है, जबकि इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में लगे अवयवों के स्पेसिफिकेशन का ज्यादा महत्व नहीं होता है।
- इलैक्ट्रिकल परिपथों में आमतौर से ऊर्जा का आदान प्रदान होता है, जबकि इलेक्ट्रॉनिक परिपथों में सूचना या संकेतों का आदान प्रदान होता है।

# डिसक्रीट परिपथ

1. समान्यतः हम जानते हैं कि डायोड तथा ट्रांज़िस्टर जैसे अर्द्धचालकों से बने सक्रिय अवयवों को विभिन्न परिपथों में इस्तेमाल किया जाता है।
2. जब इन्हें प्रतिरोध तथा संधारित्र जैसे निष्क्रिय अवयवों के साथ जोड़कर एलेक्ट्रॉनिक परिपथ बनाया जाता है तो उस परिपथ को डिसक्रीट परिपथ कहते हैं।
3. आवश्यकता पड़ने पर इन परिपथों में लगे अवयवों को अलग-अलग भी किया जा सकता है।



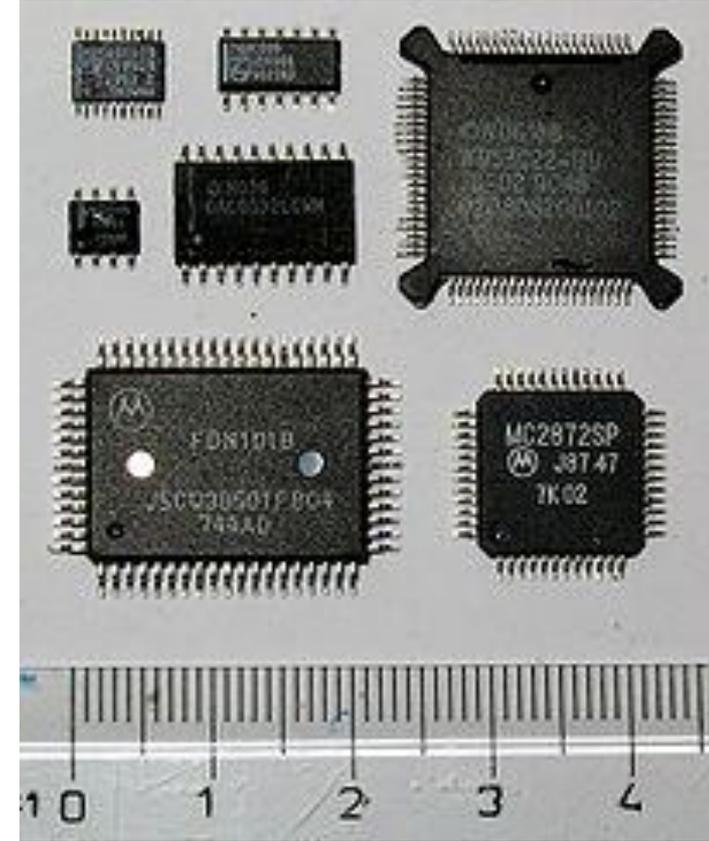
# एकीकृत परिपथ

1. एकीकृत परिपथों यानि इंटीग्रेटेड सर्किट्स को। दरअसल, एकीकृत परिपथ, जिसे आमतौर पर हम चिप या माइक्रोचिप के नाम से भी जानते हैं, हजारों-लाखों प्रतिरोधों, संधारित्रों, ट्रांजिस्टरों तथा डायोड आदि से बने अनेक इलेक्ट्रॉनिक परिपथों का एकीकृत एवं अति सूक्ष्म परिपथ होता है।
2. जब 1958 में टैक्सास इन्स्ट्रूमेंट्स में कार्य करने वाले जैक किल्बी ने पहली बार एकीकृत परिपथ की खोज की तो शायद ही किसी ने यह सोचा होगा कि आने वाले समय में एकीकृत परिपथ इलेक्ट्रॉनिकी जगत की रीढ़ बन जाएगा।
3. उसके बाद से तो इस क्षेत्र में हो रही खोजों के फलस्वरूप सूक्ष्म से सूक्ष्मतम एकीकृत परिपथ बनाए जा रहे हैं, जिसके फलस्वरूप इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों का न केवल आकार एवं वजन कम हुआ है, बल्कि ये सस्ते, अधिक दक्ष और अधिक व्यावहारिक भी हो गए हैं।

# एकीकृत परिपथ

1. इलेक्ट्रॉनिक परिपथों का निर्माण सामान्य परिपथ की तरह न करके एक अर्धचालक के एक पतले वेफ़र पर सभी आवश्यक अवयवों जैसे कि डायोड, ट्रंजिस्टर, तथा प्रतिरोध तथा संधारित्र आदि को एक साथ ही एक विशिष्ट प्रक्रिया का पालन करते हुए निर्मित किया जाता है।
2. विशेष युक्तियों द्वारा इन अवयवों को आवश्यक परिपथ के हिसाब से जोड़ा जाता है। इस तरह, अर्धचालक पदार्थ के छोटे से टुकड़े पर अनेक इलेक्ट्रॉनिक परिपथों को इंटीग्रेट किया जा सकता है।
3. इस तरह अर्धचालक पदार्थों से बनी छोटी चिप्स पर फोटोलिथोग्राफी प्रक्रिया द्वारा हजारों-लाखों इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों वाले परिपथ बनाए जाते हैं, जिन्हें एकीकृत परिपथ कहते हैं।

4.



# इंटीग्रेटेड सर्किट की विकास यात्रा

1. वैसे तो सन् 1947 में ट्रांजिस्टर के आविष्कार के साथ ही एकीकृत परिपथ के विकास का रास्ता साफ हो गया था।
2. परंतु वास्तव में इंटीग्रेटेड सर्किट बनाने की टेक्नालजी की खोज टेक्सास इंस्ट्रूमेन्ट्स में काम करने वाले जैक किल्बी (Jack Kilby) और फेयरचाइल्ड सेमीकंडक्टर कारपोरेशन के सह-संस्थापक रॉबर्ट नॉयस (Robert Noyce) ने सन् 1950 में की।
3. दोनों ने अलग अलग कार्य करते हुये लगभग एक ही समय में लगभग एक ही तरह की आई सी विकसित की। वे अलग-अलग काम कर रहे थे और एक-दूसरे के काम से अनभिज्ञ थे।
4. दोनों का एक ही उद्देश्य था कि बहुत सारे परिपथों को एकीकृत परिपथ के रूप में छोटे से छोटे आकार में बनाया जाए।
5. सही मायनों में आईसी की खोज इलेक्ट्रॉनिकी के क्षेत्र में एक क्रांतिकारी खोज रही है।
6. इसके विकास के साथ ही न केवल एलेक्ट्रॉनिक उपकरणों की कीमत में बहुत कमी आई है, बल्कि इनहीने एलेक्ट्रॉनिक डिवाइस की डिज़ाइन आदि को भी बदल दिया है।

# एकीकृत परिपथों के लाभ

1. बड़े बड़े परिपथों की अपेक्षा इनमें अत्यंत कम ऊर्जा की खपत होती है।
2. इनका आकार इतना छोटा होता है, कि एक इंच के वर्गाकार चिप पर लगभग 20 हजार इलेक्ट्रॉनिक परिपथ आ जाते हैं।
3. कम आकार का होने के कारण इनका वजन भी बहुत कम होता है और इनकी कीमत भी बहुत ही कम होती है,
4. चूंकि इनको बनाने के लिए बड़े बड़े परिपथों की तरह कनैक्शन जोड़ने के लिए किसी भी प्रकार की सोल्जरिंग की आवश्यकता नहीं होती है, इसलिए अत्यंत भरोसेमंद एवं टिकाऊ होते हैं।
5. आजकल आईसी इतने छोटे बनाए जा रहे हैं कि बिना सूक्ष्म दर्शी के इनके अवयवों को देख ही नहीं सकते हैं।
6. इतने सारे अवयवों को आपस में जोड़ने में बहुत ही कम समय लगता है ।
7. परिपथ का आकार बहुत छोटा हो जाता है जिससे छोटे आकार के इलेक्ट्रॉनिक चीजें बनायी जा सकती हैं।
8. बड़े परिपथ इस प्रकार योजना किये जा सकते हैं कि वे कम से कम शक्ति (पावर) से काम कर सकें।
9. यदि कोई आईसी खराब हो जाता है तो इसे आसानी से बदलकर दूसरा आईसी लगाया जा सकता है।

# एकीकृत परिपथों का वर्गीकरण

- 1. एनालॉग आईसी (Analog IC)** – इनमें इनपुट तथा आउटपुट दोनों ही सिग्नल कंटिन्युअस होते हैं, इन्हें लिनियर आईसी यानि रेखिक एकीकृत परिपथ भी कहते हैं। इनका उपयोग मुख्यतः ऑडियो फ्रिक्वेन्सी एम्प्लीफायर तथा रेडियो फ्रिक्वेन्सी एम्प्लीफायर में किया जाता है। इसके अलावा, ऑपरेशनल एम्प्लीफायर, वोल्टेज रेग्युलेटर तथा टिम्पर आदि में एनालॉग आईसी का उपयोग किया जाता है। **uA741** आईसी एक ऑपरेशनल एम्प्लीफायर है जोकि एक एनालॉग आईसी है।
- 2. डिजिटल आईसी (Digital IC)** – डिजिटल आईसी शून्य (0) तथा एक (1) बाइनरि डाटा के आधार पर कार्य करते हैं। समान्यतः डिजिटल सर्किट में 0 का मतलब 0V होता है, तथा 1 का मतलब +5V होता है। विभिन्न लॉजिक गेट्स जैसे कि एंड गेट, और गेट, नैंड गेट, एक्स और गेट आदि लॉजिक गेट्स तथा माइक्रोप्रोसेसर आदि डिजिटल आईसी के उदाहरण हैं।
- 3. मिश्रित संकेत आईसी (Mixed signal IC)** – कोई ऐसा एकीकृत परिपथ जिसमें एनालॉग और डिजिटल दोनों ही परिपथ मौजूद हों तो वह मिश्रित संकेत आईसी कहलाता है। उदाहरण के लिये कुछ माइक्रोकंट्रोलरों पर दोनों तरह के परिपथ होते हैं। एनालॉग टू डिजिटल कन्वर्टर (ADC) तथा डिजिटल टू एनालॉग कन्वर्टर (DAC) के एकीकृत परिपथ इस श्रेणी में आते हैं।

# ट्रांजिस्टरों की संख्या के आधार पर वर्गीकरण

1. **स्माल स्केल इंटीग्रेटेड (SSI):** इसमें एक आईसी चिप पर लगभग 100 ट्रांजिस्टर तक लगाए जा सकते हैं।
2. **मिडियम स्केल इंटीग्रेटेड (MSI):** इसमें एक आईसी चिप पर 100 से 1000 तक ट्रांजिस्टर तक लगाए जा सकते हैं।
3. **लार्ज स्केल इंटीग्रेटेड (LSI):** इसमें एक आईसी चिप पर 1000 से 20000 ट्रांजिस्टर तक लगाए जा सकते हैं।
4. **वेरी लार्ज स्केल इंटीग्रेटेड (VLSI):** इसमें एक आईसी चिप पर 20000 से दस लाख ट्रांजिस्टर लगाए जा सकते हैं।
5. **अल्ट्रा लार्ज स्केल इंटीग्रेटेड (ULSI):** इसमें एक आईसी चिप पर दस लाख से एक करोड़ ट्रांजिस्टर लगाए जा सकते हैं।

# निर्माण प्रौद्योगिकी के आधार

1. **मोनोलिथिक आईसी (monolithic ICs)**- इन्हें एक अकेले सिलिकॉन के क्रिस्टल पर बनाया जाता है। अधिकांशतः मोनोलिथिक आईसी का उपयोग किया जाता है।
2. **थिक फिल्म आईसी (Thick film ICs)**: ये मोनोलिथिक आईसी से बड़े परत डिस्क्रीट परिपथों से छोटे होते हैं। जब ज्यादा पावर की आवश्यकता होती है तो इनका उपयोग किया जाता है।
3. **थिन फिल्म आईसी (Thin film ICs)**
4. इनके अलावा हाइब्रिड या मल्टीचिप आईसी (Hybrid or multi-chip ICs) भी हो सकती हैं। ये भी लघु आकार के एकीकृत परिपथ होते हैं किन्तु वे अलग-अलग अवयवों को एक छोटे बोर्ड पर जोड़कर बनाये जाते हैं। अतः ये *मोनोलिथिक आईसी* से भिन्न होते हैं।

# कुछ प्रसिद्ध एकीकृत परिपथ

1. लगभग प्रत्येक इलेक्ट्रॉनिक उपकरण में आईसी का इस्तेमाल किया जाता है,
2. **555 टाइमर आईसी** - यह एक लोकप्रिय टाइमर आईसी है। इसका आविष्कार 1971 में किया गया। इसमें एक वाह्य प्रतिरोध-संधारित्र नेटवर्क की सहायता से समय अंतराल को नियंत्रित किया जाता है। यह अन्य कामों के अलावा मुख्यतः ए-स्टेबल मल्टीवाइब्रेटर एवं मोनो-स्टेबल मल्टीवाइब्रेटर बनाने के लिये काम आता है।
3. 8 पिन वाले 555 चिप के अलावा 556 ड्यूल टाइमर आईसी भी मिलता है जिसमें दो 555 टाइमर आईसी को 14 पिन वाले एक आईसी में प्रस्तुत किया जाता है।
4. **741 ऑपरेशनल प्रवर्धक**- यह एक 8 पिन वाला ऑपरेशनल एम्प्लीफायर है, इसको सबसे पहले 1968 में तैयार किया गया था।
5. **LM324**: यह भी एक ऑपरेशनल एम्प्लीफायर है।
6. **78xx वोल्टेज रेग्युलेटर** : यह घटती बढ़ती वोल्टेज को एक निश्चित मान की वोल्टेज में बदलने के लिए इस्तेमाल किया जाता है।
7. **74xx श्रृंखला के आईसी** - ये लॉजिक यानि तार्किक फैमिली के आईसी है।
8. **Intel 4004**- यह विश्व का पहला माइक्रोप्रोसेसर है।
9. MOS Technology 6502 और Zilog Z80 माइक्रोप्रोसेसर जो 1970 के दशक में अनेकों घरेलू कम्प्यूटरों में प्रयुक्त हुए।

# एकीकृत परिपथ के उपयोग

1. एकीकृत परिपथ आजकल जीवन के हर क्षेत्र में उपयोग में लाये जा रहे हैं।
2. स्मार्ट फोन, लैपटाप, कम्प्यूटर आदि सभी इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में अनेक एकीकृत परिपथों का इस्तेमाल किया जा रहा है। इनमें लगाई जाने वाली रैंडम एक्सेस मेमोरी चिप तथा माइक्रोप्रोसेसर यूनिट आदि इंटीग्रेटेड सर्किट का ही उदाहरण है।
3. हमारे मोबाइल में इस्तेमाल किए जाने वाला सिम भी तो एक इंटीग्रेटेड सर्किट ही है।
4. इनके कारण एलेक्ट्रानिक उपकरणों का आकार अत्यन्त छोटा हो गया है, उनकी कार्य क्षमता बहुत अधिक हो गयी है एवं उनकी शक्ति की जरूरत बहुत कम हो गयी है।
5. बहुत से इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में लगने वाली सूक्ष्मचिप भी एक एकीकृत परिपथ होती है, जो कि सिलिकॉन अर्द्धचालक से बनी होती है।
6. आजकल कम्प्यूटर, मोबाइल, घड़ियों ऑटोमैटिक वॉशिंग मशीन पेसमेकर और माइक्रोवेव ओवन आदि अनेक इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों में सूक्ष्मचिप का इस्तेमाल किया जाता है।
7. सूक्ष्मचिप का प्रयोग विभिन्न बायोलॉजिकल सिस्टम से लेकर स्पेस शटल तक में हो रहा है।

**धन्यवाद**