सर्किट बोर्ड का सोल्डरिंग और कलर कोडिंग (Circuit board soldering and resistor colour coding)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **आइलैट बोर्ड, लग बोर्ड और PCB के बीच अंतर करना**
- **भागों को ऊपर स्थित करने और बोर्ड पर सोल्डरिंग करने की विधि स्पष्ट करना**
- **सोल्डर बोर्डों की परीक्षण विधि एवं उनके दोष समझने की विधि स्पष्ट करना**
- **रसिस्टर सर्किटों की संरचना, प्रकार्य, कलर कोडिंग और अनुप्रयोग स्पष्ट करना।**

पुर्जो के उपयोग से इलेक्ट्रनिक परिपथ को बनाने के लिये पुर्जों को व्यवस्थित रूप से विन्यास करना, आरोहण करना तथा तार से जोड़ना आवश्यक होता है। कार्य की प्रकृति पर निर्भर करते हुए इलेक्ट्रानिक परिपथ को बनाने के लिये विभिन्न प्रकार के बोर्ड़ उपयोग किये जाते हैं।

बोर्ड के प्रकार (Type of Boards)

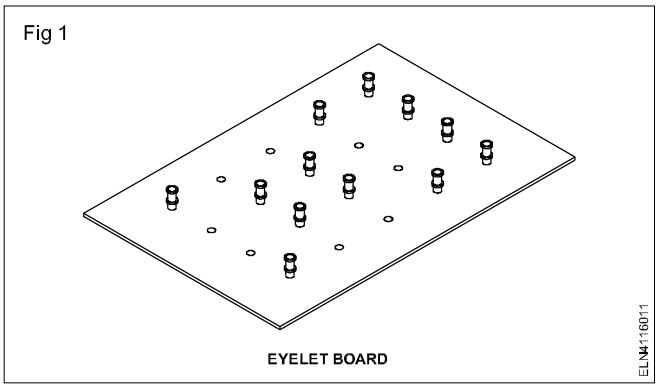
1 सुराख वाला (eyelet) बोर्ड

2 लग या टैग बोड

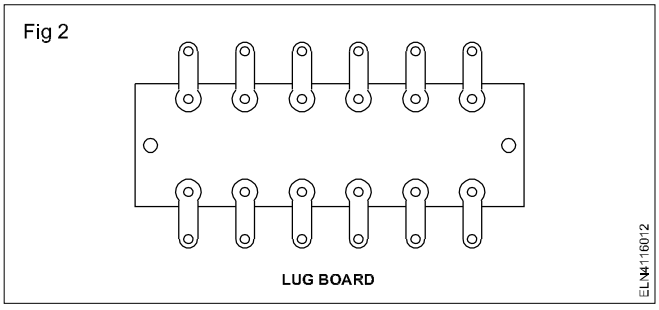
3 मुद्रित परिपथ बोर्ड

4 ब्रेड बोर्ड

सुराख वाला बोर्ड (Eyelet Board) (Fig 1) इसमें छिद्रिल बैकलाइट बोर्ड पर सुराख वाला रिवेट किये होते हैं। (Fig 1) को देखें। इस प्रकार के बोर्ड में, परिपथ के विन्यास पर निर्भर करते हुए, आईलेट केवल सीमित संख्या में ही रिवेट किये जा सकते हैं।

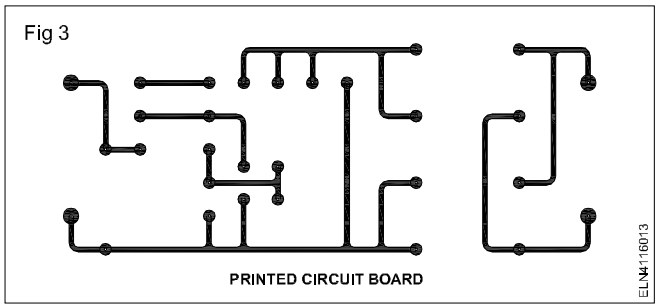


लग या टैग बोर्ड (Lug or tag board) (Fig 2): इस प्रकार के बोर्ड में बैकलाइट जैसे रोधित बोर्ड़ पर पक्तियों में पीतल के लग रिवेट किये होते है। इस प्रकार में लग की स्थिति को परिवर्तन किये बिना, पूर्जो को व्यवस्थित करना तथा परिपथ को बनाया जाता है।

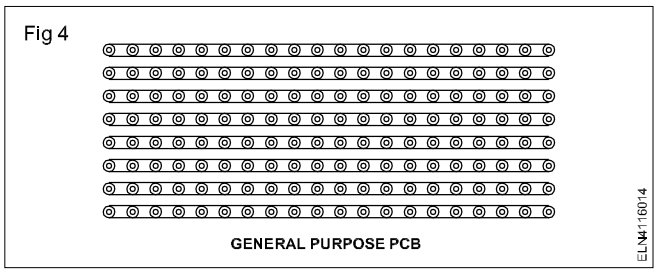


PCB (प्रिंटेड सर्किट बोर्ड) (Printed circuit board): प्रिटेंड सर्किट बोर्ड़ में परस्पर जुड़ें तारो को पतले संवाहक सतह, जिसे कॉपर फाईल (पन्नी) कहते हैं, से बदला जाता है जो रोधित बोर्ड की एक साइड पर ढ़ला हुआ रहता है। रोधित बोर्ड सामान्यतः फिनालिक (या) पेपर या फाइबर ग्लास (रेशेदार कॉच) या इपाक्सी के बनते हैं।

तांबे पटलित बोर्ड़ पर आवश्यक परिपथ के नमूने को इंचिंग कहलाये जाने वाले विधि से बनाये जाते है। इचिंग, केवल आवश्यक भाग को पीछे छोड़ते हुए धातु की फाइल के भाग को हटाने की प्रक्रिया है। (Fig 3) को देखें।



सामान्य प्रायोजन के लिये इलेक्ट्रानिकी परिपथ को डिजाइन एवं विकसित करने के लिये भी प्रिंटेड सर्किट बोर्ड मिलते है। इन्हे मैट्रिक्स बोर्ड भी कहते है। एक स्ट्रिप प्रकार के मैट्रिक बोर्ड को (Fig 4) में दर्शाया गया है।



पुर्जो को स्थिर तथा सुरक्षित करना (Securing and fixing of components) : पुर्जो को आईलेड बोर्ड / लग बोर्ड/ टैग बोर्ड या PCB पर लगाने में 4 मुख्य क्रिया सम्मिलित होती है, ये निम्नलिखित हैं:

1 पुर्जो की लीड तथा सोल्डर की जाने वाली सतह को तैयार करना।

2 पुर्जो की लीड को आकार देना।

3 सोल्डर करने के पूर्व अधिक लम्बाई को मोड़ना तथा काटना।

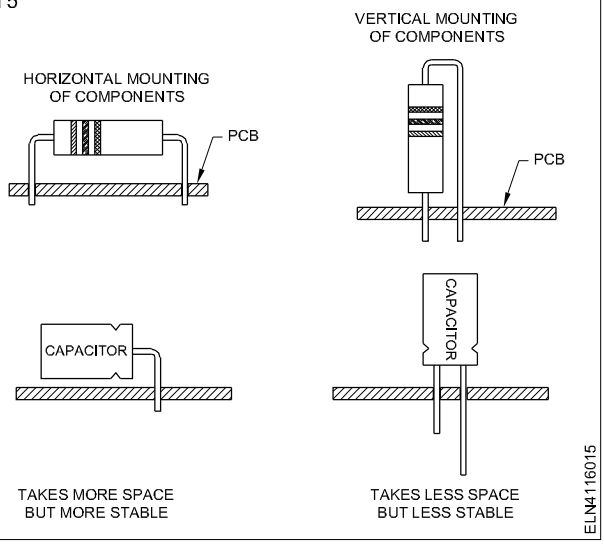
4 लगाने तथा सोल्डरन करने का अनुक्रम।

1 **पुर्जों की लीड़ तथा सतह इत्यादि को तैयार करना (Preparation of components leads and surfaces etc.)** : पूर्जों (घटक) के सिरे तथा सतह पर मिट्टी, तेल, आक्साइड की परत, पेंट या कोई रक्षण परत हो तो उसे, उस स्थान से हटा देना चाहिये, जहॉ पर सोल्डर करना है।

2 **पूर्जों को आकार देना (Shaping the components)** : आकार जिस पर पुर्जों के लीड़ को मोड़ना हो, वह उस ढंग पर निर्भर करता है, जिस ढंग से पूर्जा लगाया जाना हैं। पूर्जे पर प्रधात को कम करने के लिये सावधानी रखनी चाहिये।

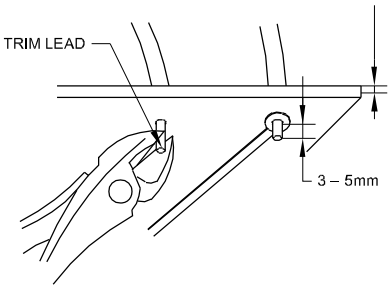
पूर्जे के लीड़ के प्रकार तथा PCB पर उपलब्ध स्थान पर निर्भर करते हुए (Fig 5) में दर्शाये गये अनुसार पूर्जो को या तो ऊर्ध्वाधर या क्षेतिज लगाया जा सकता है।

Fig 5



3 **मोड़ना तथा काटना (Bending and trimming)** : पुर्जों के लीड़ को एक बार PCB के छिद्रो में डालने के बाद (Fig 6) में दर्शाये गये अनुसार साइड कटिंग प्लायर के उपयोग से PCB सतह से सिरो की अतिरिक्त लम्बाई को (0.5 mm से 3 mm) को काट देना चाहिये।

Fig 6



लीड़ो की अतिरिक्त लम्बाई काटने के बाद, कम्पोनेट के सिरो को PCB पर मोड़ना तथा समाप्त कर देना चाहिए।

4 **लगाने का क्रम (Order of mounting)** : पूर्जो को विन्यास के अनुासर क्रम में लगाये तथा उन्हे कनेक्शन चित्र के अनुसार परिपथ को सरलता से पता लगाने योग्य होना चाहिए।

सोल्डर करने के लिये उपयोग होने की तकनीक का अगले पा में वर्णन किया गया है।

सोल्डरन की तकनीक (Soldering technique)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **सोल्डरिंग के समय विशिष्ट घटकों की सूची बनाना**
- **सोल्डरिंग की विधि में छह स्तरों की सूची बनाना**
- **पदार्थ के चयन तथा तैयार करने में सम्मिलित पदों की सूची बनाना**
- **इलेक्ट्रानिकी पुर्जो की सोल्डरन करने की तकनीक बताना**
- **सोल्डरन जोड़ को वायू के तीव्र प्रवाह से क्यों ठंडा नहीं करना चाहिए, यह बताना**
- **फ्लस्क के अवशेष को हटाने के लिए सामान्यतः उपयोग होने वाले विलयन का नाम बताना**
- **सोल्डरन के जोड़ों में दोषों को बताना ।**

जोड़ को सोल्डरन करना (Soldering a joint) : सोल्डरन के जोड़ को बनाने में सोल्डरन के पदार्थ का चयन तथा तैयार करने तथा सोल्डर किये जोन वाली सतह को साफ करना, अधिक समय को खर्च करने की अवस्थायें है। जोड़ को गर्म करना तथा सोल्डर लगाने में सबसे कम समय लगता है लेकिन यह सभी क्रम अच्छे सोल्डर ज्वाइंट में मुख्य भूमिका निभाते हैं।

सोल्डरन के समय विशिष्ट घटक (Critical factor during soldering)

1 कृत्य (वर्कपीस) के ताप को नियंत्रण करना।

2 समय जिसमें वर्कपीस को सोल्डरन के ताप पर पकड़ा जाता है, उसको सीमित करना।

ये घटक विशेषत निर्णायक है जब प्रतिरोधको, धारितीय, ट्रांजिस्टर, IC इत्यादि जैसे इलेक्टनिकी पुर्जो को सोल्डरन करना हो। सही समय तथा जोड़ को गर्म करने तथा सोल्डर मिलाने में समन्वय में विफल होने से निम्न स्तर का जोड़ बनेगा, तथा पूर्जा क्षतिग्रस्त भी हो सकता है।

सोल्डरन के चरण (Stage in soldering): सोल्डरन की प्रक्रिया को अनेक भिन्न चरणों या अवस्थाओं में विभाजित किया जा सकता है, जैसे कि नीचे दिया गया है।

1 पदार्थ को चयन तथा तैयार करना

2 सोल्डर किये जाने वाली सतरह को साफ करना

3 जोड़ को गर्म करना तथा सोल्डर मिलाना

4 जोड़ को ंडा करना

5 जोड़ को साफ करना

6 जोड़ की जांच करना

1 पदार्थ का चयन करना तथा तैयार करना (SELECTION AND PREPARATION OF MATERIALS)

सोल्डरन इस्त्री के वाटता का चयन (Selection of soldering iron wattage): सोल्ड़रन इस्त्री के 10 वॉट से प्रारंभ होकर अनेक 100 वॉट की विभिन्न वाटता निर्धारण में मिलते है। सोल्डरन इस्त्री का वॉटता उसके द्वारा उत्पन्न की जाने वाली ऊष्मा की मात्रा को निर्दिष्ट करता है। व्यवाहारिक ढ़ंग से कृत्य का भैतिक माप जितना उच्च होगा, सोल्डरन इस्त्री के वॉटता का निर्धारण भी उतना ही उच्च होना चाहिये। सोल्डरन इस्त्री की वाटता के कुछ सुझाव नीचे दिये गये है:

i कम ताप के संवेदनशील पुर्जा की सोल्डरन करते समय, जैसे लग बोर्ड या टैग बोर्ड पर प्रतिरोधको के लिए 25 से 60W के इस्त्री का उपयोग करें। मुद्रित परिपथ बोर्ड पर सोल्ड़रन करते समय 10 से 25W के इस्त्री का उपयोग करें।

ii डायोड, टांजिस्टर तथा इंटीग्रेटेड़ परिपथो जैसे उच्च ताप के संवेदनशील पुर्जो को सोल्डर करने के लिए 10 से 25W के इस्त्री का उपयोग करे।

सोल्डरन लौह टिप (शीर्ष) का चयन (Selection of soldering iron tip) : यह सुनिश्चित करने के लिए कि जोड़, आवश्यक ताप पर आदर्श पूर्ण ढ़ंग से गर्म हो गया है,

- टिप फलक के क्षेत्रफल को सोल्डर किये जाने वाले जोड़ के क्षेत्रफल के लगभग बराबर होना चाहिए।
- टिप (शीर्ष) को पर्याप्त बडा होना चाहिए जिससे कि, जोड़ तक सरलता से पहुँचा जा सकें।
- टिप को बहुत लम्बा नही होना चाहिए, नही तो इसके परिणाम से कार्य करने के सतह के टिप पर कम ताप होगा ।

अधिकांश सोल्डरन इस्त्रीयों में टिप को सरलता से हटाया व बदला जा सकता है।

टिप के आकार का चयन (Selection of tip shape) : सुझाव दिये गये सोल्डरन टिप के आकार तथा उनके अनुप्रयोग नीचे दिये गये है।

सोल्डरिंग कार्य का प्रकार	चयन किये जाने वाले
	टिप का आकार
तार, प्रतिरोधक तथा लग/टेग	चीजल का टिप
बोर्ड पर निष्क्रिय घटक लग बोर्ड तथा मुद्रित परिपथ बोर्ड (PCB) पर IC के अतिरिक्त सभी लघु इलेक्टनिकी पुर्जे	बेवल टिप
मुद्रित परिपथ बोर्ड (PCB) पर एकीकृत (इंटीग्रेटेड) परिपथ (ICs)	कोनिकल का टिप

सोल्डर तथा फ्लक्स का चयन (Selection of solder and flux) : इलेक्टानिकी सोल्डर के अनुप्रयोगों के लिये, टिन तथा लेड़ के 60/40 अनुपात के सोल्डर का उपयोग किया जाता है। सोल्डर के इस अनुपात का गलनांक 200°C होता है, जो सामान्य प्रायोजन के सोल्डरन इस्त्री के लिये आवश्यक तापक्रम हैं।

वैद्यूत के प्रायोजनो के लिये, रेजिन कोर (core) सोल्डर उपयोग किये जाते है।

अनुप्रयोग की सरलता के लिये, उपयोग किये गये फ्लक्स को, सोल्डर में कोर्ड़ (cored) फ्लक्स होने के अतिरिक्त, उसे लेप के रूप में होना चाहिए।

फ्लक्स एक रसायनिक पदार्थ है, जिसमें अम्लीय गुण होते है। इसलिये, यह सलाह दी जाती है कि फ्लक्स को हाथ से स्पर्श न करें। कृत्य (वर्कपीस) पर फ्लक्स को लगाने के लिये स्टिक (खोदने की लकड़ी) या पतले मजबूत ब्रश का उपयोग करें। सोल्डरन के कार्य करने के बाद, हाथ को धो लेना चाहिये।

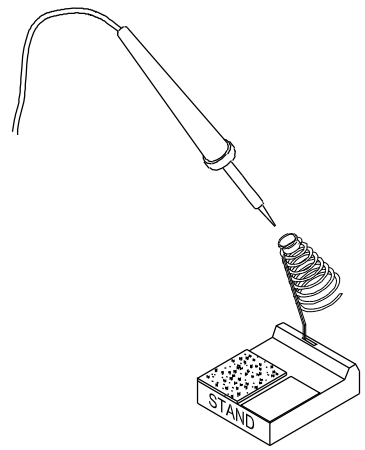
सोल्डरन का स्टेण्ड (Soldering stand): सोल्डरन का स्टैण्ड, सोल्डरन इस्त्री के टिप के ताप को आवश्यक सोल्ड़रन के ताप तक लगभग बनाये रखने में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। सोल्डरन के स्टेण्ड़ को बाहरी ताप से बिट को ण्डा नही होना चाहिए। उसी समय स्टेण्ड को उत्पन्न सभी ऊष्मा को अन्तविष्ट नही करना चाहिये।

सोल्डरन स्टेण्ड उपरोक्त आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए (Fig 1) में दर्शाये गए अनुसार विशेष रूप से डिजाईन किये जाते है। ऐसी डिजाईन सोल्डरन इस्त्री के उपयोग करने वाले को दुर्घटनावश जलना/ चोट लगने से भी बचाती है तथा स्टेण्ड यांत्रिक रूप से स्थिर रहता है।

सोल्डरिंग लोहे का परीक्षण (Inspection of soldering iron): अधिकांश सोल्डरिंग लोहा में AC मेईन वोल्टेज से पावर दिया जाता है। यदि यह वोल्टेज स्तर अधिक है और हम सचेत नहीं है तो झटका लग सकता है। साधारणतः सोल्डरिंग लोहे के मुख्य केबल लम्बे होते हैं। उपयोग करते समय मुख्य केवल मुड़ जाते हैं और उन पर भौतिक दबाव आता है। इस दबाव के कारण केबल के इन्स्यूलेटर कट सकते हैं। उसके कारण विद्युत प्रवाहित वायर बाहर झांक सकते हैं। यदि उपयोगकर्ता उन्हें छू लेता है तो वायर से उसे भारी वैद्युतीय झटका लग सकता है।

इसलिए सोल्डरन इस्त्री को उपयोग करने के पूर्व, उसकी अच्छी तरह से जांच कर लेना चाहिये।

Fig 1



ELN4116021

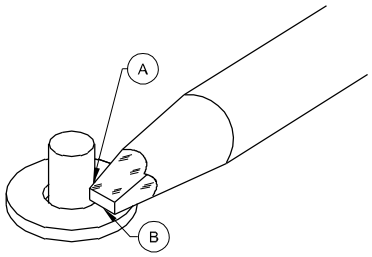
सोल्डर करने के लिए सोल्डरिंग इस्त्री को तैयार करना (Preparation of soldering iron for soldering) : सोल्डरन क्रार्य प्रारंभ करने के पूर्व, सोल्डरन बिट के टिप को साफ करें, गर्म करें तथा कलई करें।

सोल्डर की जाने वाली सतह की सफाई (Cleaning the surfaces to be soldered) : धातू के दो टुकडो को सोल्डरन से जोडने के पूर्व, सतह से बाहर पदार्थ को हटाने के लिए जोडी जाने वाली सतह को साफ कर लेना चाहिए। जुड़ने वाली सतहो को ग्रीस, मिट्टी या तेल से मुक्त होना चाहिए। इसे या तो चाकू या रेत पेपर तथा कपड़े के प्रयोग से प्राप्त किया जा सकता है।

2 जोड को गर्म करना तथा सोल्डर मिलाना (Heating the joint and adding solder) : सोल्डर किये जाने वाले जोड़ को गर्म करना तथा सोल्डर लगाने की मुख्य बातें नीचे दी गई।

- जोड़ पर एक ही स्थान में बहुत अधिक फ्लक्स न लगायें। जोड़ के चारो और कम मात्रा में फ्लक्स लगायें। फ्लक्स को, सोल्डर किये जाने क्षेत्र के बाहर नही बहना चाहिए।
- इस्त्री के टिप को जोड़ पर ऐसे रखे जिससे कि (Fig 2) में दर्शाये गए अनुसार जोड़े जाने वाले भाग के साथ, टिप अधिकतम सम्पर्क में हो।

Fig 2



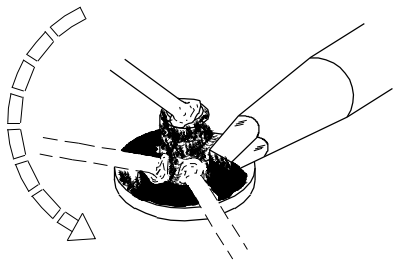
A. COMPONENT LEAD TO IRON CONTACT AREA
B. IRON TO LUG / TERMINAL / PCB CONTACT AREA

ELN4116022

सोल्डर को जोड़ में, सोल्डर टिप निकट से प्रारम्भ करते हुये तथा जोड़ के सिरे कि तरफ धीरे धीरे चलायें, जैसा कि (Fig 3) में दर्शाया गये हैं।

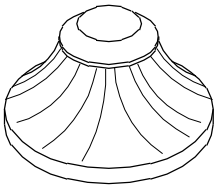
सोल्डर को धीरे धीरे जोड़ में लगातार लगाये, जब तक कि जोड़ पूरी तरह से गीला न हो जाये, तथा जोड में (Fig 4) में दर्शाये गए अनुसार अवतल फिलेट न बन जायें।

Fig 3



ELN4116023

Fig 4



ELN4116024

Fig 4 पर्याप्त सोल्डर लगाने तथा सोल्डर हटाने के बाद, सोल्डर इस्त्री के टिप को जोड पर यह सुनिश्चित करने के लिये कुछ क्षण के लिए रखे कि जोड़ पर सभी फ्लक्स सोल्डरन के ताप पर पहुँच गया है। इससे जोड़ में उपस्थित अधिकांश अम्ल, विघटित हो जायेगें जो अन्यथा जोड में कुछ समय बाद जंग लग जायेगें।

सामान्यतः अच्छे सोल्डरन जोड़ को बनाने में उसे 3 से 7 सेकेण्ड का समय लगता है, जो सोल्डर इस्त्री को लगाने से सोल्डरन इस्त्री को हटाने तक का समय होता है।

3 जोड़ की कोडिंग करना (Cooling the joint) : सोल्डर जोड को ंडा करने के लिए सुझाव नीचे दिये गये हैः

- जोड़ को बिना सहायता के ण्डा होने दें, जोड़ को ण्डा करने के लिए अपने मुंह से या किसी अन्य स्त्रोत से हवा न दें। बल लगाकर ण्ड़ा करने से, जोड़ वास्तविक समय से बहुत शीघ्र ण्डा हो जायेगा, जिससे फलस्वरूप जोड़ सूखा तथा भंगुर हो जायेगा जिससे जोड़ में यांत्रिक तथा वैद्युत दोष होगें।
- ण्डा होते समय जोड के किसी भी भाग को न हिलायें। यह होने वाले रासायनिक बन्धन में बाधा उत्पन्न करेगा। ण्डा होते समय, जोड़ के हिलने के परिणाम से जोड़ सूखा बनेगा।

4 जोड की सफाई (Cleaning the joint): जब सोल्डरन जोड़ बनाया जाता है तो, उसमे लगाये गये फ्लक्स की मात्रा को अच्छा जोड बनाने के लिए पर्याप्त ही होना चाहिए। लेकिन प्रायः यह देखा जाता है कि जोड पर भूरे मोम के रंग का पदार्थ शेष बच जाता है। यह कुछ नही, लेकिन फ्लक्स का अवशेष है। इसके मूल अवस्था में यह संक्षारण होता है। इसलिए सोल्डरन को पूरा होना मानने के पूर्व, फ्लक्स के अवशेष या अतिरिक्त फ्लक्स को जोड से हटा देना चाहिए।

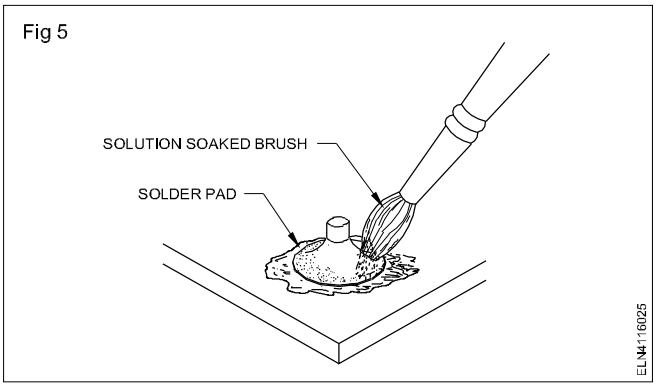
यदि फ्लक्स के अवशेष तथा अतिरक्ति फ्लक्स को अच्छी तरह से नही हटाया जाये तो, फ्लक्स के संक्षारण की प्रकृति, पुर्जो के सिरो तथा परिपथ को बोर्ड को धीरे धीरे नष्ट कर देगी। फ्लक्स का अवशेष, चिपचिपा भी होता है तथा यदि इसे न हटाया जायें तो इस पर मिट्टी तथा गंदगी एकत्र होगी, जिसके परिणाम से परिपथ विफल होगा।

फ्लक्स के अवशेष को हटाने के लिए विलयन का उपयोग करना होता है। विलयन का प्रकार, उपयोग किये गये फ्लक्स पर निर्भर करता है।

फ्लक्स के अवशेष को हटाने के लिए उपयोग होने वाला एक विलयन आइसो प्रोपिल एल्कोहल (IPA) है। यह या तो बिना तनु किये हुये या पूर्व में पानी मिले हए रूप में मिलता है तथा यह उपयोग करने की शैली तथा गुण पर निर्भर करते हुए, पम्प स्प्रे, एरो-विलयन (Aeros) केंन तथा ड्रम में प्राप्त किया जा सकता है।

पानी/ IPA घोल के उपयोग से सफाई (Cleaning using water/ IPA Solution) : अनुप्रयोग की सही विधि को ज्ञात करे, (स्पि या तरल)। सोल्डर किये हुए जोड़ पर विलयन को लगाये। मिश्रण को फैलने से रोकने के लिए सावधानी रखते हुए अवशेष को घुलने में मदद के लिए (Fig 5) में दर्शाये गये अनुसार जोड को धीरे से खरोचने के लिए साफ ब्रश या अन्य प्रकार का ब्रुश का प्रयोग करें।

Fig 5



जब अवशेष घुल जाये तो अधिक से अधिक सम्भव घुले हुए अवशेष को हटाने के लिए लिंट से मुक्त कपडे से, जोड़ को सुखाये।

सोल्डर किये जोड़ की जांच करना (Inspection of soldered joints) : सोल्डर जोड़ को बनाने के शीघ्र बाद, शीघ्र जाँच की तरह, सोल्ड़र जोड के निम्नलिखित लक्षणो की जांच करना चाहिए:

1 सोल्डर किये जोड को चमकीला तथा चमकदार होना चाहिए।

2 सोल्डर किये जोड को चिकना तथा सामंजस्यपूर्ण होना चाहिए।

सतह का रंग (Surface colour) - सही तरह से सोल्डर किये हुए जोड की सतह चमकीली चांदी के रंग की तथा रंग में एक समान होगी।

सतह की रचना (Surface texture) - सही तरह से सोल्डर किये हुए जोड की सतह की रचना, चिकनी, समान तथा बिना दानेदार की होगी। सोल्डर के सतह पर गर्त के चिन्ह नही होने चाहिए।

सामान्य सोल्डरिंग के दोष (Common soldering defects) : सोल्डर के जोड़ में दोषो को निम्नानुसार समूहन किया जा सकता है :

1 तापमान का दोष,

2 वेटिंग का दोष

3 सोल्डर की मात्रा का दोष

4 यांत्रिक दोष ।

तापमान का दोष (Temperature defects): तापमान का दोष, सोल्डरन की प्रक्रिया के समय जोड़ की अत्यधिक या अपर्याप्त गर्म करने के कारण होता है।

अत्यधिक गर्म करने से उत्पन्न दोष (Defects due to excessive heating): अति तप्त जोड पर सोल्डर में दानेदार संरचना, मंद धूसर रंग तथा गर्त होगी।

बहुत अधिक गर्म करने से निम्नलिखित एक या अधिक दोष हो सकते हैं:

- रेंजिन फ्लक्स के अति तप्त होने के कारण फ्लस्क झुलस जायेगा तथा आक्साइड को हटाने की अपनी योग्यता को खो देगा। झुलसा हुआ फ्लक्स का ढ़ेला, गर्त तथा प्रभावहीन बनते हुए सोल्डर में फस जायेगा।
- सोल्डर के अतितप्त होने के कारण, सम्बंधन के तांबे के पुर्जो तथा सोल्डर में टिन की मात्रा के बीच अत्याधिक मिश्रण होता है। अतः इसके कारण टिन का स्थानीय रिक्तीकरण होता है तथा जोड भंगुर हो जाता है।
- सोल्डर का अत्याधिक आक्सीकृत होना। आक्सीकृत सोल्डर, जोड के अन्य भागो के साथ निर्बल बन्धन बनाता है।

अपर्याप्त गर्म करने के कारण उत्पन्न दोष (Defects due to insufficient heating) : बहुत कम गर्म करने के कारण निम्नलिखित एक या अधिक दोष हो सकते है :

दोष को ण्डा जोड़ (cold joint) कहते है। ण्डा जोड तब होता है जब फ्लक्स, जोड़ से मालिनता को हटाने में असमर्थ होता है। कम सोल्डरन तापमान पर फ्लक्स केवल आशिंक रूप से कार्य करता है। इसलिए यह मलिनता को हटाने में कम प्रभावशाली होता है।

अपर्याप्त रूप से गर्म किये गये सोल्डर जोड के परिणाम से निम्न होता है,

- जोड़ का सही तरह से गीला न होना
- कोर्स (अभीष्ट दशा) सोल्डर फिलेट
- सिरो पर सोल्डर का पद (स्टेप)

ठंड़े जोड़ के प्रभाव निम्न है,

- उच्च वैद्युत प्रतिरोध
- कम यांत्रिक मजबूती
- रुक्ष सोल्डर जोड़

सूखा जोड़ कहलाये जाने वाला दोष तब होता है जब सोल्डर, पुर्जे के सिरे से फ्लक्स को दूर करने के लिए बहुत श्यन (Viscous) हो। सिरे के चारो तरफ, फ्लक्स की परत फंस जाती है। फ्लक्स की यह परत के कारण निर्बल बन्धन होता हैं तथा इसके परिणाम स्वरूप वैद्युत सम्बंधन, निर्बल होता है।

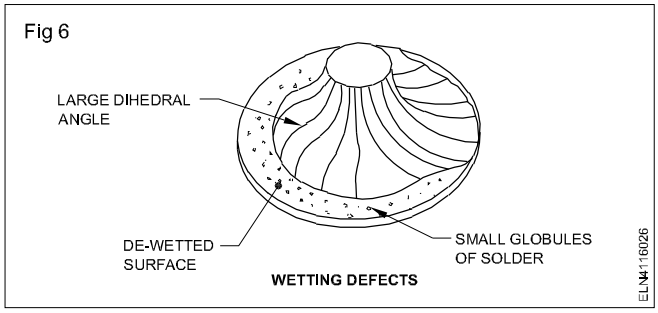
सोल्डरन के गलत तापमान के कारण (Causes of incorrect soldering temperatures) : गलत सोल्डरन तापमान का सामान संकेत यह है कि, इस्त्री को हटाने के बाद जोड के शीर्ष पर छोटे शीर्ष का बनना। ये शीर्ष या तो बहुत उच्च या बहुत कम सोल्डर के ताप पर बनेगें।

सोल्डर के गलत तापमान, निम्न के कारण हो सकते है।

- सोल्डरन इस्त्री के गलत वाटता
- सोल्डर टिप का गलत चयन
- सोल्डरन इस्त्री की अपर्याप्त गर्म होना
- सोल्ड़रन की निर्बल तकनीक, इसके परिणाम से इस्त्री के शीर्ष से जोड़ तक ऊष्मा का निर्बल स्थनान्तरण।

गीला करने में दोष (Wetting defects) (Fig 6 को देखें)

जोड़ को गीला करने की डिग्री, जोड़े जाने वाले भागो की सफाई पर बहुत अधिक निर्भर करती हैं।

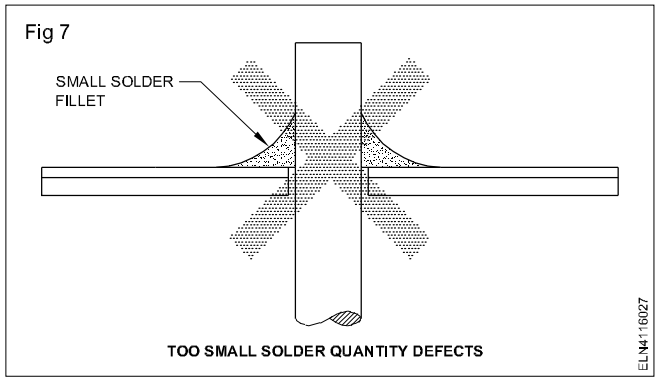


गीला होने के दोष को (Fig 6) में दर्शाये गये अनुसार, अधिक द्वितन (dihedral) कोण का बनना तथा जोड़ पर धातू की पूरी सतह को सोल्डर से ढ़कने की अयोग्यता से सरलता से पहचाना जाता है।

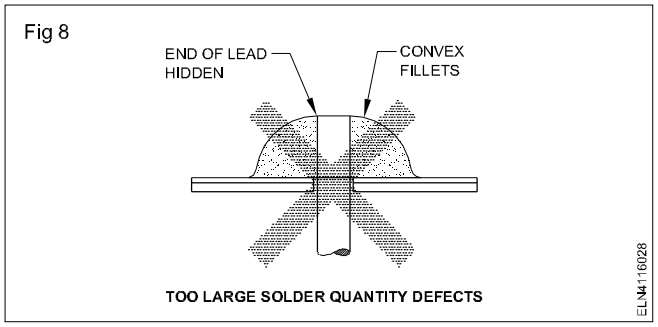
गम्भीर रूप से मलिन सतहो पर सोल्डर मलिन सतह (न गीला होने वाली) पर प्रवाह नही होगा या सोल्डर प्रारंभ में मलिन सतह पर अनुसरण करता है, लेकिन फिर (Fig 6) में दर्शाये गये अनुसार सतह पर सोल्डर के छोटे गोलाकार कण शेष रह जायेंगे।च

सोल्डर की मात्रा का दोष (Solder quantity defects) (Fig 7 तथा Fig 8 को देखें): सोल्डर की मात्रा के दोष, या तो बहुत कम या बहुत अधिक सोल्डर को जोड पर लगाने से होता है।

बहुत कम सोल्डर के परिणाम से (Fig 7) में दर्शाये गये अनुसार छोटे आमाप (साइज) का सोल्डर फिलेट बनेगा। छोटा सोल्डर फिलेट, निर्बल जोड़ बनाता हैं।



बहुत अधिक सोल्डर के परिणाम से (Fig 8) में दर्शाये गये अनुसार उत्तल सोल्डर फिलेट बनता है। इस दोष को फिलेट के उत्तल आकार तथा बडा साइज से पहचाना जाता है।



यांत्रिक दोष (Mechanical defects) : सोल्डर जोड़ के यांत्रिक दोष निम्ननिखित कारण होते हैः

- सोल्डर के ठंडा होते समय, जोड के भागो के हिलने से।

डा होते समय हिलने के कारण सोल्डर के क्रिस्टलीय संरचना को तीव्र विस्थापन हो जाता है। इसके परिणाम से जोड़ निर्बल होगा, जो बाद में टूट सकता है तथा परिपथ के उपयोग होते समय उच्च वैद्युत प्रतिरोध या आंतरिक दोष हो सकता है। जोड को ंडा होने के पूर्व हिलोने से, वह टूटने के साथ कोहरे की तरह दिखाई देगा।

- जोड पर ठंडा होते समय तनाव लगना।

जोड़ पर प्रतिबल, पुर्जो के सिरो में अपर्याप्त प्रतिबल निर्मुक्त बेण्ड़ के परिणाम से सामान्यतः होता है। प्रतिबल रहित जोड़, ताप में परिवर्तन के कारण उपयोग करते समय पूर्जो के प्रसार तथा सिकुडन के कारण सामान्यतः टूट जाते है।

सोल्डरन जोड को शीघ्रता से ठंडा करने के प्रयास से फूकने से अनेक अतिरिक्त शीतलन प्रतिबल उत्पन्न होगे।

जोड़, जिन्हे ठंडा करते समय बिगड गये हो, वे सामान्यतः कोहरे की तरह दिखाई देते है।

यह नियम कभी न भूले कि कि, जोड का गुण या विश्वसनीयता में संदेह हो, तो जोड़ का सोल्डर खोले तथा उसे पुनः सोल्डर करें।

प्रतिरोधक (Resistors) : ये इलेक्टानिक परिपथ में उपयोग होने वाले सबसे सामान्य निष्क्रिय (Passive) घटक है। प्रतिरोधक को ओह्म (प्रतिरोध) के विशिष्ट मान के साथ बनाया जाता है। परिपथ में प्रतिरोधक उपयोग करने का उद्देश्य या तो धारा को विशिष्ट मान तक सीमित करना या वांछित वोल्टता पतन (IR) उपलब्ध कराना है। प्रतिरोधक का शक्ति निर्धारण (rating) 0.1W से सैंकडो वॉट तक हो सकता है।

प्रतिरोधक चार प्रकार के होते हैंः

1 तार-कुंडलित प्रतिरोधक

2 कार्बन संयोजन प्रतिरोधक

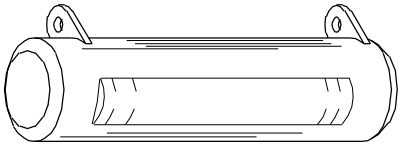
3 धातु फिल्म प्रतिरोधक

4 कार्बन फिल्म प्रतिरोधक

1 तार-कुंडलित प्रतिरोधक (Wire-wound resistors)

तार-कुंडलित प्रतिरोधको को सिरेमिक पोर्सलेन, बैकेलाइट, दबे पेपर इत्यादि जैसे रोधित कोर के चारो तरफ प्रतिरोध तार (नाइक्रोम नामक निकल-क्रोम मिश्रण) को कुंडलित कर उपयोग करते हुए बनाए जाते है। Fig 9 में इस प्रकार का प्रतिरोधक दर्शाया गया है। इकाई में उपयोग किया गया अन आवर्णित (bare) तार सामान्यतः विद्युतरोधी पदार्थ में परिबद्ध रहता है। तार-कुंडलित प्रतिरोधकत उच्च धारा के अनुप्रयोगो के लिए उपयोग किए जाते है। ये एक वॉट से 100 वाट या अधिक तक के वॉटता निर्धारण में मिलते है। प्रतिरोध 1 ओह्म से कम या अनेक हजार ओह्म तक हो सकते है। ये वहाँ पर भी उपयोग होते हैं, जहॉ परिशुद्व प्रतिरोध के मान की आवश्यकता है।

Fig 9



WIRE-WOUND FIXED RESISTOR

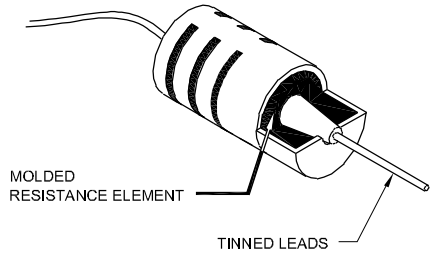
ELN411602D

एक प्रकार के तार-कुंडलित प्रतिरोधक को गलनीय प्रतिरोधक कहते हैं, जो पोर्सलेन के आवरण में परिबद्ध होते है। प्रतिरोध को ऐसे डिजाइन किया जाता है जिससे कि उसमें निश्चित सीमा से अधिक धारा प्रवाह हो तो परिपथ खुल जाये।

2 कार्बन संयोजन प्रतिरोधक (Carbon composition resistors)

ये वांछित प्रतिरोध के मान के लिए आवश्यक अनुपात में सुक्ष्म कार्बन या बंधक के रूप में चूर्ण विद्युतरोधी सामग्री के साथ मिश्रित ग्रेफाइड से बनाए जाते है। कार्बन-प्रतिरोध घटको को परिपथ में सम्बंधन को सोल्डरन करने के लिए ताँबा के तार की कलईदार लीड के साथ धातु के आवरण (cap) के साथ स्थिर होते है। (Fig 10) में कार्बन संयोजन प्रतिरोधक की रचना दर्शायी गई है।

Fig 10



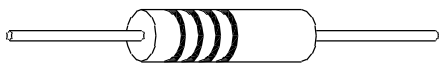
CARBON COMPOSITION RESISTOR

ELN411602A

कार्बन प्रतिरोधक 1 ohm से 22 Meghoms के मानों में तथा सामान्यतः 0.1, 0.125, 0.25, 0.5 तथा 2 वॉट के विभिन्न शक्ति निर्धार (Power rating) में मिलते है।

3 धातु फिल्म प्रतिरोधक (Metal film resistors) (Fig 11)

Fig 11



METAL FILM RESISTOR

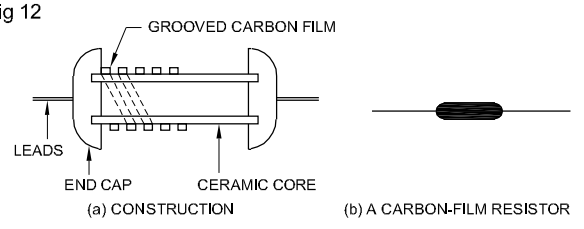
ELN411602B

धातु फिल्म प्रतिरोधक, दो प्रक्रमों से बनाये जाते हैं। मोटी फिल्म प्रतिरोधक, धातु मिश्र तथा चूर्ण काँच के साथ लेपित किए जाते है जो सिरेमिक आधार फैला कर पकाये जाते हैं।

पतले फिल्म के प्रतिरोधक को सिरेमिक आधार पर धातु के वाष्प को एकत्र कर के बनाया जाता है। धातु फिल्म प्रतिराधक 1 ohm से 10MΩ तक 1 W में मिलते हैं। धातु फिल्म प्रतिरोधक 120°C से 175°C तक कार्य कर सकते हैं।

4 कार्बन फिल्म प्रतिरोधक (Carbon film resistors) (Fig 12)

Fig 12



CARBON – FILM RESISTOR

ELN411602C

इस प्रकार में, सिरेमिक आधार/ ट्यूब पर कार्बन की पतली परत को निक्षिप्त किया जाता है। पन्नी की लम्बाई को बढ़ाने के लिए पृष्क ऊपर विशिष्ट प्रक्रिया द्वारा एक सर्पिल खांचा काटा जाता है।

कार्बन फिल्म प्रतिरोधक 1 ohm से 10 meghom तथा 1W तक मिलते है, तथा 85°C से 155°C तक कार्य कर सकते है।

उपरोक्त सभी चार प्रकार के प्रतिरोधक को,यांत्रिक क्षति तथा जलवायु के प्रभाव के सापेक्ष उन्हे बचाव के लिये उन्हे कृत्रिम रेजिन से लेनित किये होते है, इसलिये उन्हे बाहर से देखते हुए प्रभेद करना कनि होता है।

प्रतिरोधकों का निर्दिष्टीकरण (Specification of resistors): प्रतिरोधकों को सामान्यतः चार महत्वपूर्ण प्राचलों (पैरामीटर) से निर्दिष्ट किया जाता है।

1 प्रतिरोधक का प्रकार

2 प्रतिरोधक का अभिहित मान ओह्म (या) किलो ओह्म (या) मैगओह्म में।

3 प्रतिशत में प्रतिरोधक मान की सह्य (टालरेंस) सीमा

4 घटकों की भारण क्षमता वॉटता में

उदाहरण

100 ± 10%, 1W जहाँ प्रतिरोध का अभिहित (nominal) मान 100Ω है।

प्रतिरोध का वास्तविक मान 90Ω से 110Ω के बीच तथा भारण क्षमता अधिकतम 1 वॉट हो सकती है।

प्रतिरोधकों को उनके कार्य के सापेक्ष में भी वर्गीकृत किया जा सकता है जैसे-

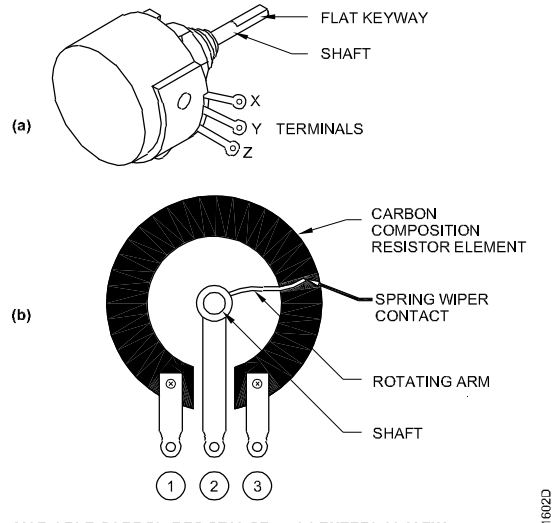
1 स्थिर प्रतिरोधक

2 परिवर्तीय प्रतिरोधक

स्थिर प्रतिरोधक (Fixed resistors): स्थिर प्रतिरोधक वे है जिसमें, प्रतिरोधक का अभिहित मान स्थिर होता है। इन प्रतिरोधकों में एक जोड़ा लीड़ की व्यवस्था रहती है। (Fig 10 से 12)

परिवर्तीय प्रतिरोधक (Variable resistors) (Fig 13): परिवर्तीय प्रतिरोधक वे है, जिनके मान को परिवर्तित किया जा सकता है। परिवर्ती प्रतिरोधक में वे घटक सम्मिलित होते है जिनमें सर्पी सम्पर्क की सहायता से प्रतिरोध मान को विभिन्न स्तरों पर सेट किया जा सकता है। इन्हें विभवमापी प्रतिरोधक या सरल रूप से विभवमापी कहते है।

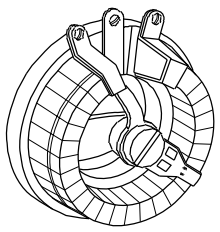
Fig 13



VARIABLE CARBON-RESISTANCE (a) EXTERNAL VIEW
(b) INTERNAL VIEW OF CIRCULAR RESISTANCE ELEMENT

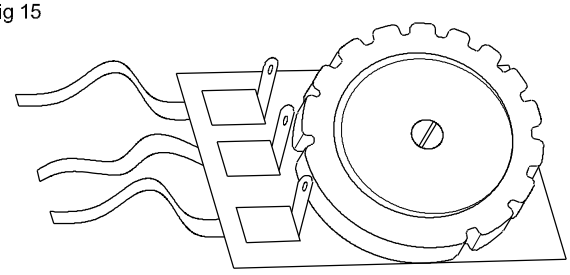
इनमें (Fig 13) तथा 14 में दर्शाये गये अनुसार, इनमें 3 टर्मिनल लगाए जाते है। ये कार्बन ट्रैक्स (Fig 13) तथा तार कुंडलित (Fig 14) प्रकार में मिलते है। कतरनी (Timmer) विभवमापी या प्रतिरोधकों को एक छोटे पेंचकस की सहायता से समायोजित किया जा सकता हैं। (Fig 15)

Fig 14



WIRE-WOUND VARIABLE RESISTOR

Fig 15



TRIMMER RESISTOR

प्रतिरोध ताप, वोल्टता और प्रकाश पर निर्भर करता है (Resistance depends upon temperature, voltage light): विशेष प्रतिरोधक भी बनाए जाते है, जिनका प्रतिरोध ताप, वोल्टता तथा प्रकाश के साथ परिवर्तनीय होता है।

PTC प्रतिरोधक (ताप वर्धक प्ररिोध) (Sensistors): क्योकि विभिन्न पदार्थो का विभिन्न क्रिस्टलीय संरचना होती है, इसलिए प्रतिरोध की दर जिस से वह ताप के साथ बढ़ता है, वह विभिन्न पदार्थो में परिवर्तनीय होता हैं। PTC प्रतिरोधक (धनात्मक ताप गुणांक प्रतिरोधक) में जैसे ताप बढ़ता है तो प्रतिरोध रेखीय रूप से बढ़ता है। उदाहरण के लिए PTC का प्रतिरोध कमरे के ताप पर 100Ω के अभिहित (nominal) मान का हो सकता हैं। जब ताप माना 10°C बढ़ता है तो वह 150 Ω तक बढ सकता है, तथा ताप को और आगे 10°C बढ़ाने पर वह 500Ω तक बढ़ सकता हैं।

NTC रजिस्टर (तापी प्रतिरोधक) (Thermistors): NTC प्रतिरोधक (ऋणात्मक ताप गुणांक प्रतिरोधक) की स्थिति में जैसे ताप बढ़ता है तो प्रतिरोध का मान रेखीय रूप से घटता है। उदाहरण के लिए NTC प्रतिरोधक, जिनका कमरे के ताप पर प्रतिरोधक का साधारण मान 500 Ω है, वे ताप के 10 °C बढने पर 400Ω घट सकते है तथा, और आगे 150 Ω तक घट सकते है, जब ताप को पुनः 10 °C बढ़ाया जायें।

PTC तथा NTC प्रतिरोधक विशिष्ट ताप पर स्विचन प्रचालन का कार्य कर सकते है। ये मापने तथा ताप प्रतिकारित (compensators) के लिये भी उपयोग होते है।

VDR (वैरिरस्टर/चर रोधक) (Varistors): VDR (Voltage Depended Resistor) प्रतिरोध, वोल्टता बढ़ने पर रेखीय रूप से कम होते हैं, उदाहरण के लिए एक VDR का 10V पर 100 Ω प्रतिरोध हो सकता हैं तथा वह 5V बढ़ने पर वह 90 Ω तक कम हो सकता है। वोल्टता को 5V पुनः बढाने पर प्रतिरोध 50 Ω तक कम हो सकता है। VDR का उपयोग वोल्टता स्थिरीकरण, आर्क शमन (क्विंचिंग) तथा अति वोल्टता रक्षण में उपयोग किया जाता है।

प्रकाश आश्रित प्रतिरोधक (Light Dependent Resistor) (LDR): LDR को प्रकाश चालक भी कहते हैं। LDR में प्रदीप्ति की तीव्रता बढ़ने के साथ प्रतिरोध कम होता है। घटना का वर्णन, इस तरह से किया जाता है, कि प्रकाश उर्जा, प्रतिरोधक के पदार्थ में से कुछ इलेक्ट्रोन मुक्त करता है जो फिर अतिरिक्त संवाही इलेक्ट्रोन की तरह मिलते हैं। LDR का प्रकाश को संवेद करने के लिए खुली सतह हो सकती है। ये रिले (relays) के कार्य करने में प्रकाश के अवरोध लिये उपयोग किये जाते हैं। ये प्रकाश की तीव्रता को मापने के लिए भी उपयोग किये जाते हैं।

प्रतिरोधको के लिए चिन्हांकन कोड (Marking codes for resistors)

व्यापारिक रूप से प्रतिरोधों का मान तथा सहिष्णुता (टालरेंस) का मान, रंगों के कोड या अक्षर तथा अंककीय कोड से प्रतिरोधकों पर अंकित रहता है।

रंग कोड किये हुए प्रतिरोधकों के प्रतिरोध तथा सहिष्णुता (टालरेंस) **का मान।**

मान को संकेत करने के लिए रंगों के कोड को दो सार्थक अंको तथा टालरेंस को IS 8186 के अनुसार टेबल में दिये गए है।

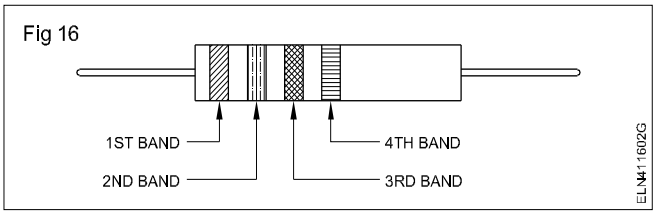
टेबल -1

रंगों के संगत की साथर्कता अंकों तथा टालरेंस का मान

रंग	प्रथम बैण्ड/ डाट	द्वितीय बैण्ड/डाट	तृतीय बैण्ड/डाट	चतुर्थ बैण्ड/ डाट
	प्रथम अंक	द्वितीय अंक	गुणक	सहिष्णुता
Silver (रजत)	–	–	10^{-2}	± 10 %
Gold (स्वर्ण)	–	–	10^{-1}	± 5 %
Black (काला)	–	0	1	–
Brown(भूरा)	1	1	10	± 1 %
Red (लाल)	2	2	10^2	± 2 %
Orange (नारंगी)	3	3	10^3	–
Yellow (पीला)	4	4	10^4	–
Green (हरा)	5	5	10^5	–
Blue (नीला)	6	6	10^6	–
Violent (बेगंनी)	7	7	10^7	–
Grey (धूसर)	8	8	10^8	–
White (सफेद)	9	9	10^9	–
None (कोइ नहीं)	–	–	–	± 20 %

दो सार्थक अंक तथा टालरेंस रंग कोड प्रतिरोधकों में (Fig 16) में दर्शाये गए अनुसार काय (बॉडी) पर रंगों का लेपन किये हुए 4 बेण्ड होते है।

प्रथम बेण्ड प्रतिरोधक घटक के एक सिरे के निकट हो सकता है। द्वितीय, तृतीय एवं चतुर्थ रंगो के बेण्ड (Fig 16) में दर्शाये गऐ है।



प्रथम दो रंगो के बेण्ड, प्रतिरोध के आंकिक मान में प्रथम दो अंको को संकेत करते है। तीसरा रंग, बेण्ड गुणक को संकेत करता है। वास्तविक प्रतिरोध मान को ज्ञात करने के लिए प्रथम दो अंको को गुणक से गुणा किया जाता है। रंगो का चौथा बेण्ड टालरेंस को प्रतिशत में संकेत करता है।

***उदाहरण* (Example)**

प्रतिरोध का मान (Resistance value) : यदि प्रतिरोधक में रंगो का बेण्ड, इस क्रम में हो तो लाल, हरा, नारंगी तथा स्वर्ण हो तो प्रतिरोधक का मान 27,1000 ohms हैं, + 5% सहिष्णुता (टालरेंस) के साथ

प्रथम रंग	द्वितीय रंग	तृतीय रंग	चतुर्थ रंग
लाल	बेंगनी	नारंगी	स्वर्ण
2	7	1000(10^3)	± 5%

टालरेंस (सहिष्णुता) **का मान (Tolerance value)**: चौथा बैण्ड (टालरेंस), प्रतिरोध के परास को संकेत करता है, जो उसका वास्तविक मान है। उपरोक्त उदाहरण में टालरेंस (छूट) ± 5% है। 27000 का ±5% 1350 ohms है। इसलिए प्रतिरोधक का मान 25650 ohms तथा 28350 ohms के बीच किसी भी मान का होगा। सहिष्णुता (टालरेंस) के निम्न मान के प्रतिरोधक (सूक्ष्म) साधारण मान के प्रतिरोधकों से मँहगे होते हैं।

दस ohms से कम के लिए, तीसरा बेण्ड या तो सोने का या चांदी के रंग का होगा।

रंग निम्न है।

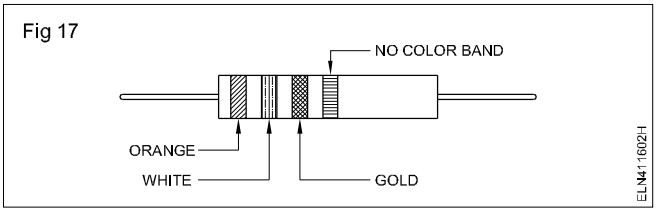
सोना - 10^{-1} = 1/10 = 0.1

रजत - 10^{-2} = 1/100 = 0.01

उदाहरण (Fig 17 देखें)

प्रथम बेण्ड का रंग	द्वितीय बेण्ड का रंग	तृतीय बेण्ड का रंग
नारंगी	सफेद	स्वर्ण
3	9	1/10

अतः प्रतिरोधक का मान 39/10 या 3.9 ohms है।



अधिक मान के प्रतिरोधों को किलो ओह्म तथा मेगा ओह्म में व्यक्त किया जाता है। अक्षर 'k' किलो तथा M मेगा को व्यकत करता है। एक किलो 1000(10^3) तथा एक मेगा 1000000(10^6) के बराबर होता है। प्रतिरोध के मान को निम्नानुसार व्यक्त किया जाता है।

1000 ohms	=	1k
1800 ohms	=	1k 8
100 ohms	=	0.1k
10000 ohms	=	0.1 M
1500000 ohms	=	1 M 5.

प्रतिरोधको के लिये अधिमानित मान (Preferred values for resistors):

एक ohms से मिलीयन ohms तक के सभी मान के प्रतिरोधकों के निर्माण करना संभव नही है। इसलिये केवल वरीयता मान के प्रतिरोधको के सेट को ही सामान्यतः बनाया जाता है। निर्माण के प्रक्रम में भी, जिसमें प्रतिदिन हजारों प्रतिरोधक बनते है, यह संभव नही है कि हर सामान्य प्रतिरोधक को सटीक मान के लिये समायोजित किया जा सकें। शब्द सहिष्णुता (टालरेंस), प्रतिरोधक के प्रतिरोध मान में स्वीकार्य विचलन को व्यक्त करता है। सामान्य प्रतिरोधक के लिए सामान्यतः निर्दिष्ट टालरेंस ±5%, ±10% तथा ±20% हैं। यथार्थ प्रतिरोधको का चयन किया गया सहिष्णुता (टालरेंस) ±0.1% के निकट तक हो सकता है। प्रत्येक सहिष्णुता के परास में वरीयता मान के सेट उपलब्ध है। टेबल 2 को देखें।

टेबल -2

सामान्य सहिष्णुतावाले प्रतिरोधको के लिये मान की वरीयता श्रेणी

E24 श्रेणी टालरेंस ± 5 प्रतिशत	E12 श्रेणी टालरेंस ±10 प्रतिशत	E6 श्रेणी टालरेंस ±20 प्रतिशत
1.0	1.0	1.0
1.1	–	–
1.2	1.2	–
1.3	–	–
1.5	1.5	1.5
1.6	–	–
1.8	1.8	–
2.0	–	–
2.2	2.2	2.2
2.4	–	–
2.7	2.7	–
3.0	–	–
3.3	3.3	3.3
3.6	–	–
3.9	3.9	–
4.3	–	–
4.7	4.7	4.7
5.1	–	–
5.6	5.6	–
6.2	–	–
6.8	6.8	6.8
7.5	–	–
8.2	8.2	–
9.1	–	–

प्रतिरोध मान के लिये अक्षर तथा अंककीय संख्या कोड (Letter and digit code for resistance value): कोडिंग को इस प्रणाली में अक्षर तथा संख्या का उपयोग किया जाता है। सामान्यतः तीन या चार या पांच लक्षणों का उपयोग किया जाता है, जिसमें

1 दो अंक तथा अक्षर

2 तीन अंक तथा अक्षर

3 चार अंक तथा अक्षर

उपयोग होते है, जैसी स्थिति हो।

अक्षर R.K. तथा M. को, ohms में व्यक्त प्रतिरोध के मान के गुणक के लिये उपयोग जा सकता है। R = (10°) = 1, k = 10^3 = 1000, M = 10^6 = 1000000.

उदाहरण के लिये (Fig 18)

0.1Ω को R 10 की तरह कोड किया जाता हैं, तथा 1200 Ω या 1.2 k Ω को 1.2 kΩ की तरह कोड किया जाता है। इसी तरह से 1500000Ω या 1.5MΩ को 1M5 की तरह कोड किया जाता है। प्रतिशत में सामंजस्यपूर्ण टालरेंस के लिये प्रतिरोध के टालरेंस को संकेत करने के लिये निम्नलिखित अक्षर उपयोग किये जा सकते है। ±5%=J, ±10%=K, ±20%=M

उदाहरण के लिये (Fig 3 देखें)

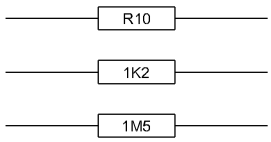
1 1.5 Ω ± 10 % 1 W को K 1R51W की तरह अक्षर से कोड किया जाता है।

2 330 Ω ± 20 % 0.5W को M 330R0.5W की तरह को अक्षर से कोड किया जाता है।

3 2.7 K Ω ±5 % 2W को J2K72W की तरह अक्षर से कोड किया जाता है।

4 1MΩ ± 20 % 1W को M 1M1W की तरह अक्षर से कोड किया जाता है।

Fig 18



LETTER CODING OF RESISTORS

ELN411602I

सेमिकन्डक्टर सिद्धांत-सक्रिय एवं निष्क्रिय घटक (Semiconductor theory-Active and passive components)

उद्देश्य : इस पाठ के अन्त में आप निम्नलिखित कार्य करने योग्य होंगे :

- **परमाणु, अर्द्धचालक, विद्युतरोधी तथा परमाणु संरचना स्पष्ट करना**
- **N प्रकार के आन्तरिक तथा बाह्य अर्धचालक, तथा P प्रकार के अर्धचालक PN जन्कशन, डेप्लिशन क्षेत्र के प्रकार्य बताना**
- **अर्धचालक पदार्थ - की परमाणु संरचना का वर्णन करना**
- **सक्रिय एवं निष्क्रिय तत्वों एवं प्रयुक्त चिह्नों को स्पष्ट करना ।**

परमाणु (Atom)

घटक की सबसे छोटी मूल इकाई जो स्वतंत्र रूप से अस्तित्व में रहने योग्य है, वह परमाणु हैं। किसी भी घटक के परमाणु में एक केन्द्रीय कोर होता है जिसे नाभिक (Nucleus) कहते हैं। अनेक छोटे कण जिन्हे इलेक्ट्रॉन कहते है, केन्द्रीय कोर के चारो तरफ घूमते हैं। नाभिक में प्रोटान तथा न्यूटान होते है। नाभिक में प्रोटान का धनात्मक विद्युत आवेश होता है। परमाणू में इलेक्ट्रान में ऋणात्मक विद्युत आवेश होता है।

सामान्य अवस्था में, परमाणु विद्युत रूप से उदासीन होता है, अर्थात नाभिक में इलेक्ट्रान की संख्या, प्रोटान के बराबर होती है। पदार्थ (शैस) की स्थिरता के लिए, परमाणु की संयोजकता (बाहरी) शैल (shell) में पूरा होने के लिए उसे या तो 8 या अधिक इलैक्ट्रान होने चाहिये। उपरोक्त स्थिरता परमाणु तथा अणु को एक साथ शैस अवस्था में रखता है।

ठोस में अणु तथा परमाणु के बीच तीन महत्वपूर्ण प्रकार के बन्धन होते है। ये निम्न है (i) आयनिक (ii) असंयोजक तथा (iii) धात्विक बन्धन।

विभिन्न बंधन के अंतर्गत ठोस के उदाहरण निम्न है,

i आयनिक बन्धन : सोडियम क्लोराइड

ii असंयोजक बन्धन : सिलिकॉन तथा जर्मेनियम

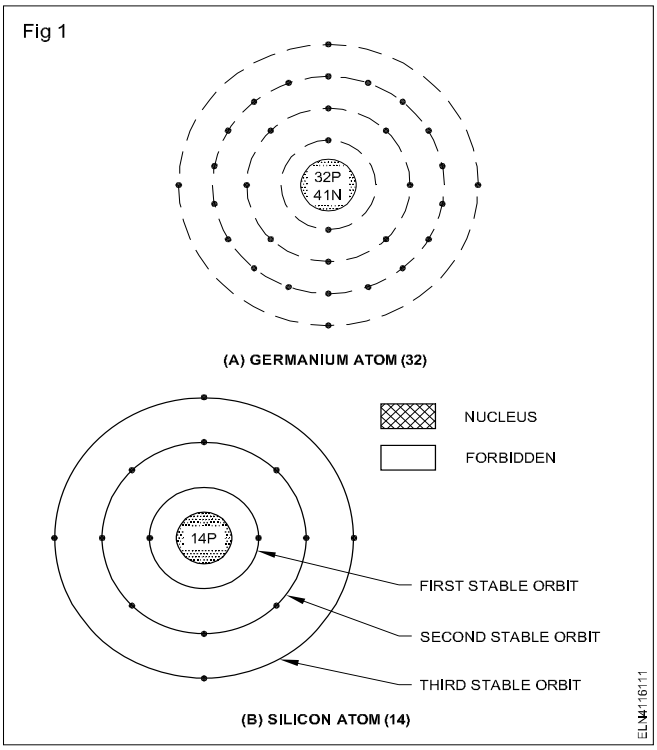
iii धात्विक बन्धन : तॉबे जैसी धातु

चालक, विद्युतरोधी (कुचालक) तथा अर्धचालक के बीच अन्तर (Difference between conductors insulators & semi conductors) : हम चालक तथा कुचालक पदार्थो से परिचित है। चालक पदार्थ, विद्युत के अच्छे चालक होते है। कुचालक पदार्थ, वैद्युत के कुसंवाहक होते हैं। पदार्थे की एक अन्य श्रेणी भी होती है, जिसे अर्ध चालक कहते है। जैसे जर्मेनियम तथा सिलिकान। ये न तो अच्छे चालक तथा न ही अच्छे कुचालक है। कुचालक पर संयोजी इलेक्ट्रांस सदैव मुक्त होते है। कुचालक में संयोजी इलेक्ट्रॉन सदैव बन्धन में होते है, जबकि अर्ध चालक में संयोजी इलेक्ट्रॉन, सामान्यतः बंधे होते है। लेकिन कम मात्रा में ऊर्जा देनें पर मुक्त हो सकते है। अर्ध चालक पदार्थ के उपयोग से अनेक इलेक्ट्रॉनकीय उपकरण बनाये जा रहे है।

अर्धचालक - परमाणु संरचना (Semi-conductors - Atomic structure) : जर्मेनियम (Ge) तथा सिलिकॉन (Si) अर्ध चालक के उदाहरण है। Fig 1a में जर्मेनियम का परमाणु दर्शाया गया है। केन्द्र में 32 प्रोट्रॉन के साथ नाभिक होता है। घूमने वाले इलेक्ट्रॉन स्वयं को विभिन्न कक्षों में विभाजित होते है। प्रथम कक्ष (orbit), द्वितीय कक्ष में 8 अ-इलेक्ट्रॉन तथा तीसरे कक्ष में 18 इलेक्ट्रॉन होते है। चौथा कक्ष बाहरी या संयोजी कक्ष होता है, जिसमें 4 इलेक्ट्रॉन होते हैं।

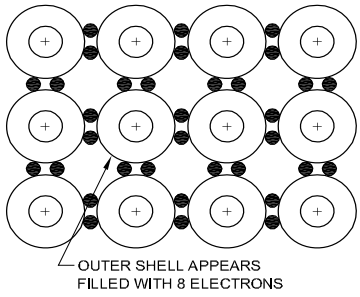
Fig 1b में सिलिकॉन परमाणु दर्शाया गया है। इसके नाभी में 14 प्रोटान तथा कक्ष में 14 इलेक्टान होते है। प्रथम कक्ष में 2 इलेक्ट्रॉन तथा दूसरे कक्ष में 8 इलेक्ट्रॉन होते है। शेष 4 इलेक्ट्रॉन, बाहरी या संयोजी कक्ष में होते है।

Fig 1



अर्धचालक पदार्थो में परमाणु क्रमिक प्रकार में व्यवस्थित रहते है, जिसे क्रिस्टल लेटिस संरचना कहते है। यदि शुद्व सिलिकॉन क्रिस्टल को परीक्षण किया जाये तो, हम यह देखेगे कि परमाणु के बाहरी (संयोजी) कक्ष में 4 इलेक्ट्रॉन (Fig 2) में दर्शाये गये अनुसार निकटवर्ती परमाणु से बंट गये है।

Fig 2



CRYSTAL LATTICE STRUCTURE OF SILICON ATOMS

ELN4116112

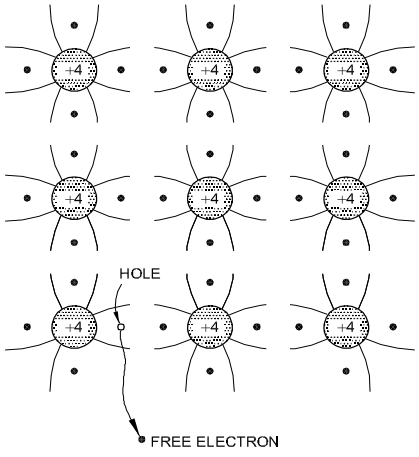
संयोजी इलेक्ट्रॉन को बांटने वाले परमाणू के संघ (जोड़) को **अंसयोजक बन्ध** (covalent bond) कहते है। इसका अर्थ यह है कि संयोजी इलेक्ट्रॉन, दो संगत परमाणुओं में बंटे हुए हैं। प्रत्येक परमाणु के बाहरी शैल के पूर्ण आ इलेक्ट्रॉन दिखाई देते हैं।

अर्ध कुचालक के प्रकार (Types of semi-conductors) : शुद्व अर्धचालक को नैज अर्धचालक (Intrinsic semiconductor) कहते है। उदाहरण के लिए, सिलिकान क्रिस्टल नैज अर्धचालक है क्योंकि क्रिस्टल में प्रत्येक परमाणु, सिलिकान परमाणु है। अर्धचालक में चालकता (Conductivity) को बढ़ाने की एक विधि अपमिश्रण (Doping) या मादन से है।

इसका अर्थ हैं कि नैज अर्ध चालक में अशुद्व परमाणुओ को मिलाना है। मादन अर्धचालक को बाह्य अर्ध चालक कहते है।

कमरे के ताप (300K) पर अवशिष्ट ऊष्मा, नैज अर्द्धचालक के संयोजी इलेक्ट्रान को, असंयोजक बन्ध से अलग करने के लिए पर्याप्त है तथा फिर असंयोजक बन्ध टूट जायगा तथा इलेक्ट्रॉन, क्रिस्टल में चलने के लिए मुक्त इलेक्ट्रॉन बन जायेगा। इसे (Fig 3) में दर्शाया गया है। जब एक इलेक्ट्रॉन, अंसयोजक बन्ध को तोड़ता है तथा अलग हो जाता है तो, टूटे हुए असंयोजक बन्धन में रिक्ति उत्पन्न होगी। इस रिक्ति को 'कोटर' (Hole) कहते है। कोटर में धनात्मक आवेश होता है। जब मुक्त इलेक्ट्रॉन निकलता है तो, कोटर उत्पन्न होता है।

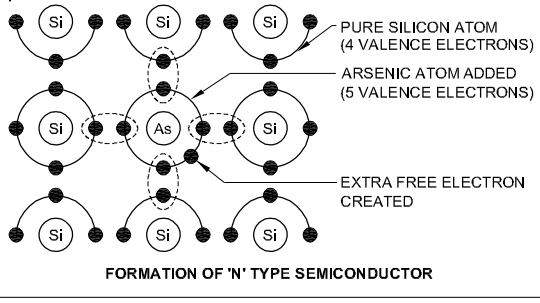
Fig 3



ELN4116113

N - प्रकार के अर्धचालक (N - type semiconductor) : अतिरिक्त इलेक्ट्रॉन वाले अर्ध चालक को N-प्रकार कहते है। अतिरिक्त मुक्त इलेक्ट्रॉन प्राप्त करने के लिए, अर्ध चालक पदार्थ के साथ मादन (डोपड़) घटक आर्सेनिक या एंटिमनि या फॉसफोरस है। इन प्रत्येक परमाणु में उसके बाहरी कक्ष में पांच इलेक्ट्रॉ होते है। (Fig 4)

Fig 4



FORMATION OF 'N' TYPE SEMICONDUCTOR

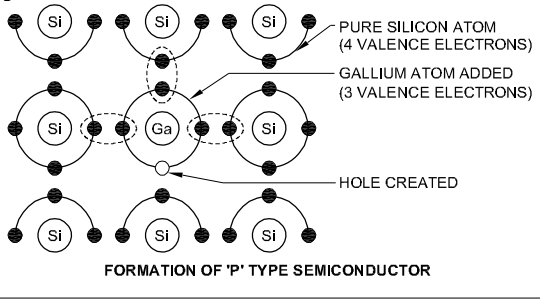
ELN4116114

चूँकि इन परमाणुओ के बाहरी कक्ष में आ इलेक्ट्रॉन रह सकता है इसलिए आर्सेनिक परमाणु में पांचवे इलेक्ट्रॉन को उसमे जाने के लिए कोई कोटर (होल) उपलब्ध नही है। यह इसलिए एक मुक्त इलेक्ट्रॉन बन जाता है। ऐसे मुक्त इलेक्ट्रॉनो की संख्या, क्रिस्टल में मिलाई गई आर्सेनिक की मात्रा से नियंत्रण होता है।

N - प्रकार में मुक्त इलेक्ट्रानो को बहुसंख्यक वाहक कहते है, तथा छिद्रो को अल्पसंख्यक वाहक कहते है।

P- प्रकार के अर्धचालक (P-type semiconductor) : अधिक कोटर प्राप्त करने के लिए शुद्ध सिलिकॉन क्रिस्टल को एल्युमिनियम या बोरान या गैलिनियम जैसे घटको के साथ मादन किया जाता हैं। इन घटको में से प्रत्यके के परमाणू में उनके बाहरी कक्ष में केवल तीन इलेक्ट्रान होते हैं। शुद्ध सिलिकॉन क्रिस्टल में गैलेनियम को मिलाने से दो घटको के परमाणु, सात इलेक्ट्रान बांट लेते हैं। (Fig 5) आवें इलेक्ट्रान के स्थान पर कोटर उत्पन्न हो जाता हैं। अब कोटर की संख्या, मुक्त इलेक्ट्रान की संख्या से बढ़ जाती है तो पदार्थ, 'P' प्रकार का पदार्थ बन जाता हैं। P - प्रकार में कोटर, बहुसंख्यक वाहक होते हैं, तथा मुक्त इलेक्ट्रॉन अल्प संख्यक वाहक होते हैं।

Fig 5



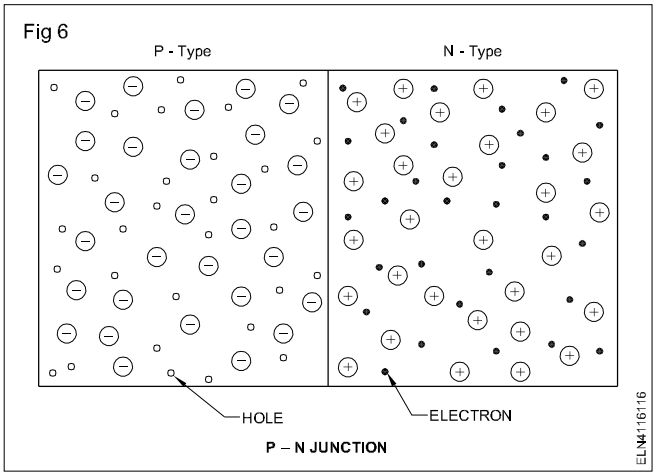
FORMATION OF 'P' TYPE SEMICONDUCTOR

ELN4116115

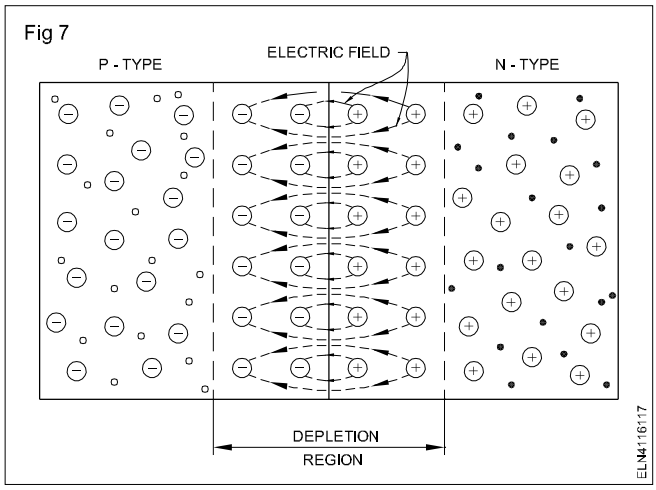
PN संधि (PN Junction) : P तथा N प्रकार के पदार्थो को मिलाने से P-N संधि बनती है। सतह जहॉ पर ये मिलते है, उन्हे P-N संधि कहते है। P-N संधि को (Fig 6) में दर्शाया गया है।

N- क्षेत्र में मुक्त इलेक्ट्रान, P - क्षेत्र में संधि के मध्य विसरण करते है। मुक्त इलेक्ट्रान ऊर्जा खो देते हैं, तथा P – क्षेत्र में कोटर के साथ पुनः जुड़ जाते हैं। यह समिश्रण मुक्त इलेक्ट्रान तथा कोटर का विलोपन करता है। जब N- क्षेत्र से चलित इलेक्ट्रान, तथा संधि के मध्य विसरण करते है, तो यह परमाणु को धनात्मक आयन बना देता है। धनात्मक आयन, N- क्षेत्र

में ऋणात्मक आवेश से संतुलित नही होते है। पुनः संयोजन से P – क्षेत्र में कोटर विलोपित होता हैं। कोटर तथा उसका धनावेश को विलोपन, पर P – क्षेत्र में परमाणु को ऋणात्मक आयन बनाता है।



क्रिस्टल की संरचना में आयन स्थिर होते है तथा चल नही सकते हैं। अतः संधि के दो साइडो पर स्थिर आवेश की परत की जाती है। इसे (Fig 7) में दर्शाया गया है।



N - साइड पर धनावेश की परत तथा संधि के P - साइड पर ऋणात्मक रूप से आवेशित आयन होते है। विपरीत आवेशित आयनो के बीच संधि के मध्य वैद्युत क्षेत्र उत्पन्न हो जाता है। इसे संधि क्षेत्र कहते है। संधि क्षेत्र को 'रोधिका' (Barrior) भी कहते है। रोधिका के दो साइडों के बीच की दूरी को रोधिका की 'चौडाई' कहते है।

अवक्षय क्षेत्र (Depletion region): संधि के सामीपता में वाहक, संधि को बनाने में सम्मिलित होते है। एक बार संधि क्षेत्र स्थापित हो जायें, तो कोई भी वाहक, संधि में चल नही सकता है। अतः संधि क्षेत्र को 'अवक्षय क्षेत्र' या 'स्थान आवेश क्षेत्र' कहते हैं। इस परत को अवक्षय क्षेत्र या अवक्षय परत इसलिये कहते हैं क्योकि इसमें न ही मुक्त इलेक्ट्रान न ही कोटर उपस्थित होते है। यह अवक्षय क्षेत्र, N- पदार्थ से P- पदार्थ को और आगे इलेक्ट्रान को चलने से रोकता है, तथा इस तरह से संतुलन प्राप्त होता हैं। क्षेत्र की तीव्रता को रोधिका की ऊंचाई या विभव संधि पर धनात्मक तथा ऋणात्मक आयन पर उत्पन्न आंतरिक वोल्टता को रोधिका विभव कहते है। यदि और इलेक्ट्रांस को N- साइड से P- साइड जाना हो तो उन्हेइस रोधिका विभव को पार करना होगा। इसका अर्थ यह है, कि केवल तभी जब N- साइड के इलेक्ट्रान्स को राधिका विभव पार करने के लिए ऊर्जा की आपूर्ति की जायगी, तो वे तभी P- साइड पर जा सकेंगे।

रोधिका को पार करने के लिए सिलिकन को 0.7V तथा जरमेनियम डायोड को 0.3V के विभान्तर की आवश्यकता होती हैं। सिलिकन के लिए रोधिका विभव अधिक होता है क्योकि उसका कम परमाणु क्रमांक, असंयोजक बंध में अधिक स्थिरता देता है। रोधिका विभव उच्च ताप पर घटना है।

पुरानी पद्धति (Old system) : कुछ पूर्व के अर्धचालक डायोडों तथा ट्रांजिस्टरों में, एक, दो या तीन अंक के समूह से अनुपालित करते हुए, दो या तीन अक्षर में टाइप नम्बर होते थे। प्रथम अक्षर सदैव 'O' होता है, जो अर्धचालक उपकरण को संकेत करता है।

द्वितीय (तथा तृतीय) अक्षर, उपकरण के सामान्य वर्ग को संकेत करता है।

A - डायोड दिष्टकारी
AP - फोटो डयोड,
AZ - वोल्टता नियामक डायोड
C - ट्रांजिस्टर
CP - फोटोट्रांजिस्टर

क्रम संख्या में अंको का समूह, विशिष्ट डिजाइन या विकास को संकेत करता है।

वर्तमान पद्धति (Present system) : इस पद्धति में दो अक्षरो के बाद एक क्रम संख्या लिखी होती है। उपकरण के मुख्य अनुप्रयोग पर निर्भर करते हुए क्रम संख्या में एक अक्षर तथा दो अंक के तीन संख्यायें होती है।

प्रथम अक्षर उपयोग किये गए अर्धचालक पदार्थ को संकेत करता है।

A जर्मेनियम

B सिलिक्नन

C योगिक पदार्थ जैसे गेलियम आरसेनाइड

R योगिक पदार्थ जैसे केडमियम सल्फाईड

द्वितीय अक्षर, उपकरण के सामान्य कार्य को संकेत करता है।

A पता लगाने के डायोड, उच्च गति के डायोड, मिक्सर डायोड

B विभिन्न धारितीय डायोड

C I.F. अनुप्रयोगो के लिए डायोड (शक्ति प्रकार के नही)

D A.F. अनुप्रयोगो के लिए शक्ति ट्रांजिस्टर (शक्ति प्रकार के नही)

E टनल (tunnel) डयोड

F A.F. अनुप्रयोगो के लिए ट्रांजिस्टर (शक्ति प्रकार के नही)

G असमान उपकरणो का गुणक, विविध उपकरण

L A.F. अनुप्रयोगो के लिए शक्ति ट्रांजिस्टर

N फोटो-कपलर (युग्मन)

P फोटो-डायोड, फोटो-ट्रांजिस्टर, फोटो-चालक सेल या रेडियेशन डिटेक्टर (विकिरण ज्ञात करने का डायोड) जैसे विकिरण संवेदनशील युक्तियाँ

Q प्रकाश विसर्जित करने वाले डायोड जैसे विकिरण जनित्र उपकरण

R विशिष्ट विभंग लक्षण वाले नियंत्रक तथा स्विचन उपकरण (उदाहरण थाइरेस्टर) शक्ति प्रकार के नहीं

S स्विच अनुप्रयोगो वाले ट्रांजिस्टर (शक्ति ट्रांजिस्टर के नहीं)

T विशिष्ट विभंग लक्षण (शक्ति प्रकार के नही) वाले नियंत्रक तथा स्विचन शक्ति युक्तियाँ (उदाहरण थाइरेस्टर)

U स्विचन अनुप्रयोगों के लिये शक्ति ट्रांजिस्टर

X गुणक डायोड जैसे वैरेक्टर (Varactor) या सोपान पुनरानयन डायोड (step recovery diode)

Y दिष्टकारी डायोड, वर्धक डायोड, दक्षता डायोड़

Z वोल्टता संदर्भ या वोल्टता नियामक डायोड, क्षणिक निरोधी डायोड़

प्रकार संख्या का शेष, विशिष्ट डिजाइन या विकास को संकेत करते हुए, क्रमांक संख्या होती है, तथा निम्नलिखित दो समूहो में से एक होती हैं।

a युक्तिँ जो मुख्यतः उपभोक्ता के अनुप्रयोगो में उपयोग के लिए बने है (रेडियो तथा टेलीविजन ग्राही, श्रव्य प्रवर्धक, टैप रिकार्डर, घरेलू अनुप्रयोग इत्यादी)। **क्रमांक संख्या** में तीन अंक होते हैं।

b युक्तिँ जो मुख्यतः (a) के अतिरिक्त अनुप्रयोगो के लिए बने है। उदाहरण- औद्योगिक, व्यावसायिक तथा प्रेषण के उपकरण

सीरियल क्रमांक में एक अक्षर (Z, Y, X, W इत्यादि) के बाद दो संख्याऐं होती है।

अंर्तराष्टीय पद्धति में चार संख्यायें से अनुपालित करती हुई अक्षर 1N, 2N, 3N इत्यादि होते है।

1N एक संधि का संकेत करता है।

2N एक संधि का संकेत करता है।

3N एक संधि का संकेत करता है।

नम्बर, अंतरार्ष्ट्रीय रूप से सहमत निर्माताआ के कोड को संकते करता है। उदाहरण 1N 4007, 2N3055, 3N2000

पुनः, निर्माता, अर्धचालक युक्तियों के लिए अपने स्वयं के कोड नम्बर का उपयोग करते है। जापान में निर्माता 2SA, 2SB, 2SC, 2SD इत्यादि के बाद, नम्बर के समूह का उपयोग करते है। उदाहरण के लिए 2SC,1061, 2SA 934, 2SB 77. भारतीय निर्माताओ के भी उनके स्वयं के कोड नम्बर होते हैं।

Passive and active electronic components

परिचय (Introduction) : इलेक्ट्रानिकी परिपथों में उपयोग किये जोने वाले पुर्जो का दो शीर्षको में मुख्य रूप से समूहन किया जा सकता है।

– निष्क्रिय पुर्जे (passive components)

– सक्रिय पुर्जे (active components)

निष्क्रिय घटक (पुर्जे) **(Passive components) :** इलेक्ट्रानिकी परिपथों में उपयोग होने वाले घटको जैसे प्रतिरोधक संधारित्र तथा प्रेरित्र को निष्क्रिय पुर्जे कहते है। ये पुर्जे स्वयं वैद्युत के संकेत (सिग्नल) को प्रवर्धन या प्रक्रमण करने के अयोग्य होते है। फिर भी ये पुर्जे इलेक्ट्रनकीय परिपथ में सक्रिय पुर्जो की अपेक्षा समान रूप से महत्व पूर्ण होते है। निष्क्रिय पुर्जो की सहायता के बिना ट्रांजिस्टर सक्रिय पुर्जे विद्युत सिग्नल को प्रवर्धन नहीं कर सकेगा।

निष्क्रिय पुर्जो से बने परिपथ, ओह्म का नियम, किरचॉफ का नियम जैसे विद्युत परिपथों के नियमों का पालन करते हैं।

प्रतिरोधक (Resistors) : वे पुर्जे जिनका प्रायोजन, परिपथ में प्रतिरोध लाना है, वे प्रतिरोधक कहलाते हैं। प्रतिरोधको का अन्य विवरण पिछले पाठों में किया जा चुका है।

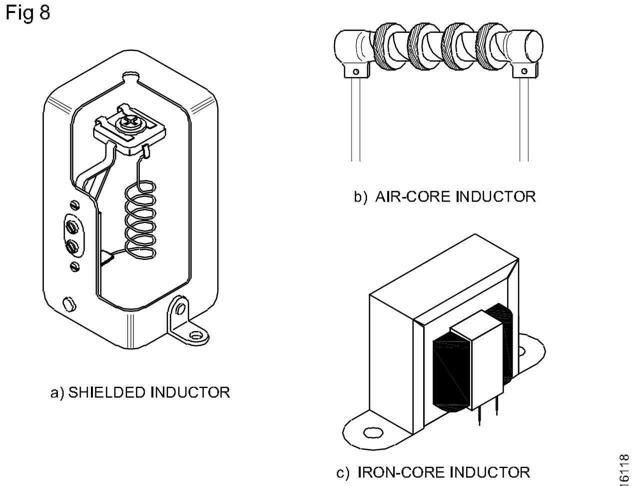
संधारित्र (Capacitor) : वे पुर्जे जिनका प्रायोजन परिपथ में धारिता को लाना है, वे संधारित्र कहलाते है। धारितीय की इकाई फैरड है। व्यापारिक संधारित्र माइको फैरड (μF), नैनो फैरड (nf) तथा पिको फैरड (pf) में मिलते हैं।

संधारित्र तथा प्रतिरोधको के रंगों की कोडिंग, समान होती है जबकि स्थिर संधारित्र की स्थिति में रंग कोड की इकाई पिको फैरड होती है।

संधारित्र की स्थिति में अक्षर की कोडिंग के लिए अक्षर 'p' 'n' 'μ' को गुणक के जैसे उपयोग होते है, जहॉं $P = 10^{-12}$, $n = 10^{-9}$ तथा $\mu = 10^{-6}$ फैरड होता है तथा संधारित्र पर अक्षर कोड के लिए टालरेस (सहिष्णुता) प्रतिरोधक के समान ही है।

इन्डेक्टर (Inductor) : इन्डेक्टोर की जब करन्ट बदलता है तो अपने में ही वोल्टेज को इन्ड्यूस करने की जो क्षमता होती है उसे स्वतः इन्डक्टान (अथवा) वैसे ही इन्डक्टान्स कहा जाता है । परिपथ में इन्डक्टान्स के लिए जिस कायल को डाला जाता है उसे इन्डकटोर कहते हैं । (Fig 8) में विभिन्न प्रकार के इन्डक्टर दर्शाये गये हैं । इन्डक्टान्स का मात्र के है "Henry" व्यापारिक दृष्टि से एक कायल में millihenry (10^{-3}H) का इन्टक्टान्स हो सकता है । (अथवा Micro henry (10^{-6}H))

Fig 8



TYPES OF INDUCTORS

प्रेरक्तव का विनिर्देशन करते समय निम्नलिखित घटको को ध्यान में रख जाता है।

- प्रेरकत्व का साधारण मान हेनरी/ मिलि हेनरी/ माइक्रो हेनरी (m)
- सहिष्णुता (टालरेंस) प्रतिशत में (± 5/10/20%)
- लपेटन का प्रकार जैसे एकल परत, द्वि परत, बहु परत तथा पाई (p) इत्यादि।
- कोड के प्रकार जैसे वायु कोर, लौह कोर, फैराईट कोर
- अनुप्रयोग के प्रकार जैसे श्रव्य आवृत्ति (AF), रेडियो आवृत्ति युग्मन कुण्डल (RF) फिल्टर कुण्डली इत्यादि।

इलेक्ट्रानिकी परिपथ में कभी कभी प्रेरकत्व को भी बदलने की आवश्यकता होती है।

कुण्डली के प्रेरकत्व को निम्नप्रकार से बदला जा सकता है:-

- (Fig 9) में दर्शाय गए अनुसार टैपड प्रेरकत्व कुण्डल की व्यवस्था करके या
- कुण्डल के क्रोड़ को (Fig 10) में दर्शाये गए अनुसार समायोजित करके।

फिर भी कुण्डल में लपेटन तार के प्रतिरोध के कारण सभी प्रेरित्र कुण्डल का अन्तर्निहित प्रतिरोध होता है। और आगे प्रेरित्र द्वारा सुरक्षित रूप से ले जा सकने वाली अधिकतम धारा, उपयोग किये गए लपेटन तार के आमाप पर निर्भर करता है।

Fig 9

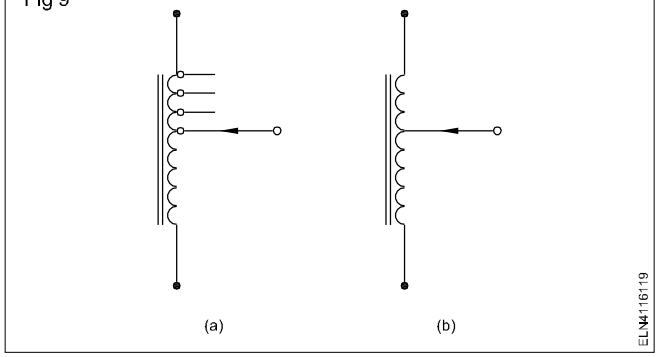
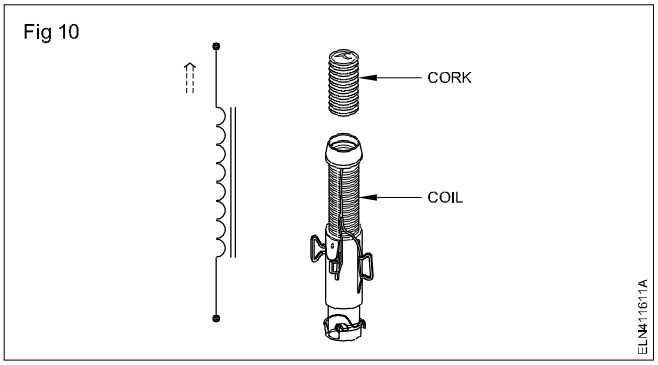


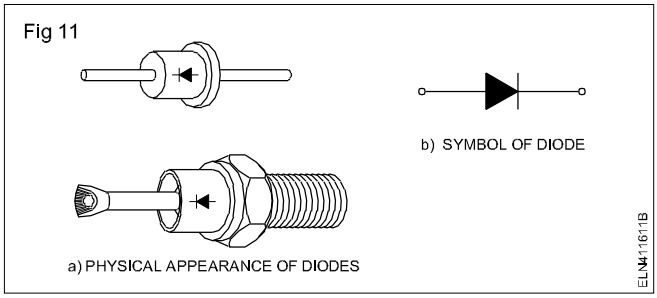
Fig 10



क्रियाशील घटक (Active components) : इलेक्ट्रानिकी परिपथो में प्रतिरोधको, संधारित्रों तथा प्रेरकत्व के अतिरिक्त अन्य पुर्जे (घटकों) भी उपयोग हेते है, जैसे ट्रांजिस्टर, डायोड, निर्वात नालिका, SCR, Diacs, जेनर डायोड (Fig 11) इत्यादि। उपरोक्त पुर्जों को अन्तर्विष्ट करने वाले परिपथ में वैद्युतीय परिपथ के नियम (ओह्म के नियम इत्यादि) के अनुप्रयोग सही परिणाम नहीं देंगे, अर्थात ये पुर्जे ओह्म के नियम, क्रिश्चाफ का नियम इत्यादी का पालन नही करते है। ऐसे पुर्जो को क्रियाशील पुर्जे कहते हैं।

विभिन्न क्रियाशील पुर्जे तथा परिपथ आरेख में उन्हें चिन्हों से संकेत करने की विधि नीचे दी गई है। (Fig 11)

Fig 11



विशिष्ट प्रयोजनों के लिए उपयोग होने वाले विभिन्न प्रकार के डायोड (Fig 12) दिये गऐ चिन्हो द्वारा प्रदर्शित किये जाते हैं।

ट्रांजिस्टर (Transistor) : (Fig 13a) में ट्रांजिस्टर का भौतिक रूप दर्शाया गया है। ट्रांजिस्टर को प्रदर्शित करने के लिए दो चिन्ह होते हैं। (Fig 13b) चिन्ह का चयन NPN या PNP प्रकार के ट्रांजिस्टर पर आधारित होता है।

Fig 12

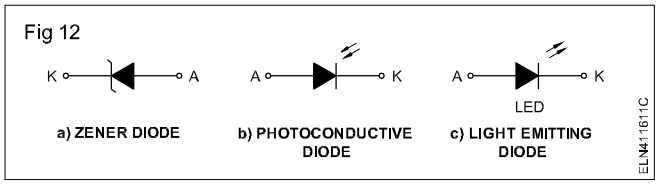
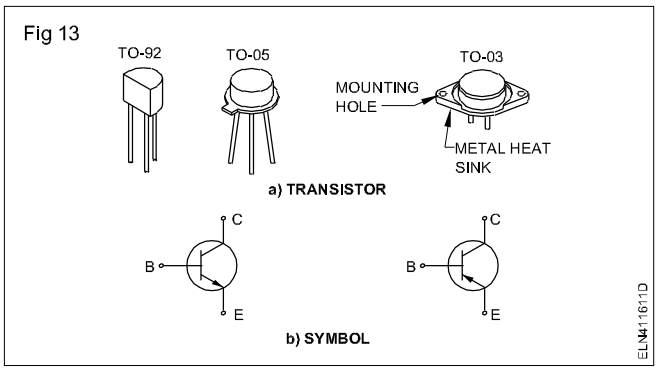
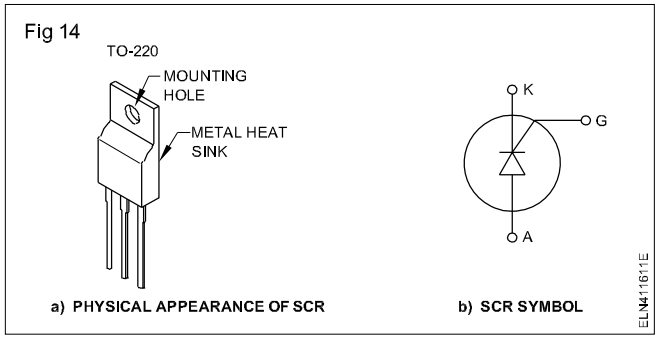


Fig 13

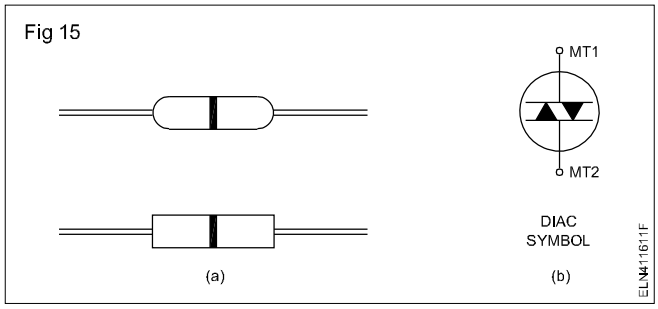


SCR- सेलिकोन कन्टोल्ड रेक्टिफायर (SCR- Silicon controlled rectifier): (Fig 14a) में एक प्रकार के SCR का भैतिक रूप को दर्शाया गया है तथा (Fig 14b) में चिन्ह को दर्शाया गया है। SCR को थाइरेस्टर भी कहते है तथा इसे स्विचन उपकरण की तरह उपयोग होता है।

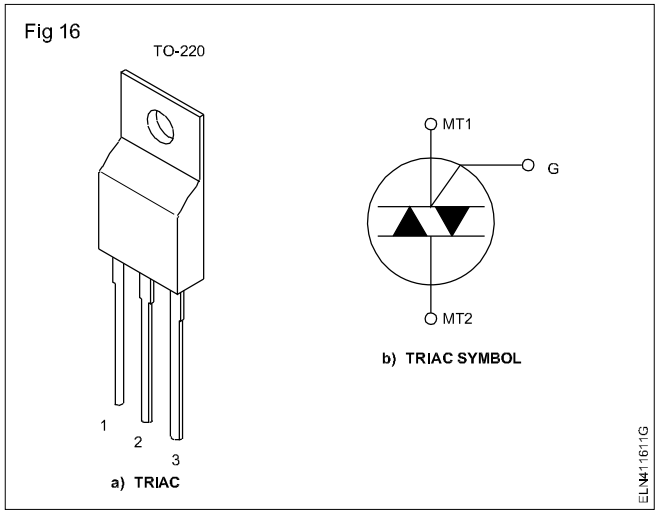
Fig 14



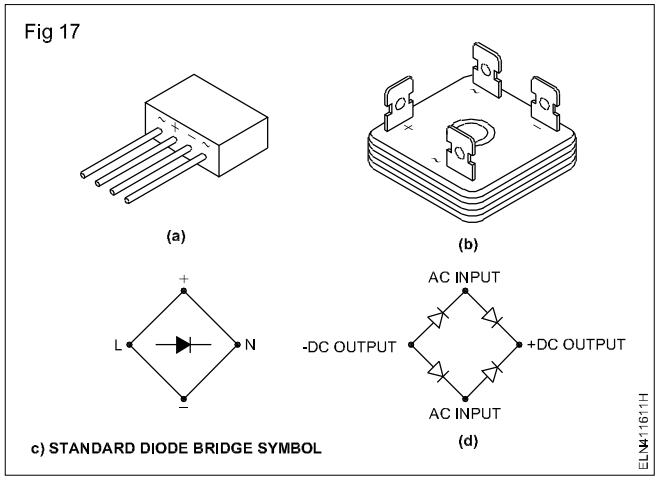
ड़ायक (Diac): ड़ायक (Fig 15a), डायोड की तरह ही दो सिरो वाला एक उपकरण होता है। यह द्विदिशा स्विचन उपकरण है। इसके चिन्ह को (Fig 15b) में दर्शाया गया है।



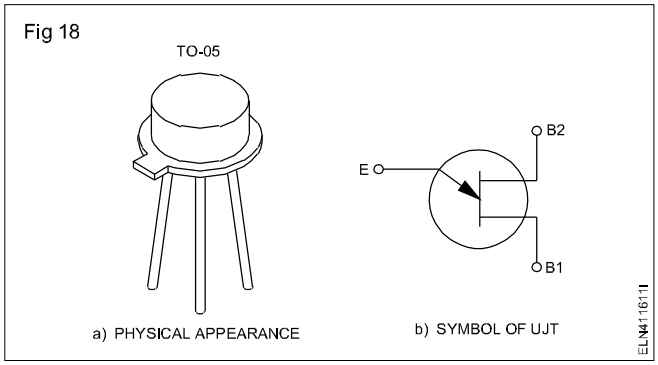
ट्रायक (Triac): ट्रायक भी एक अर्धचालक उपकरण है जिसमें समान्तर में दो SCR की तरह तीन लीड़ होती है। ट्रायक, परिपथ को किसी भी दिशा में नियत्रिंत कर सकता है। (Fig 16)



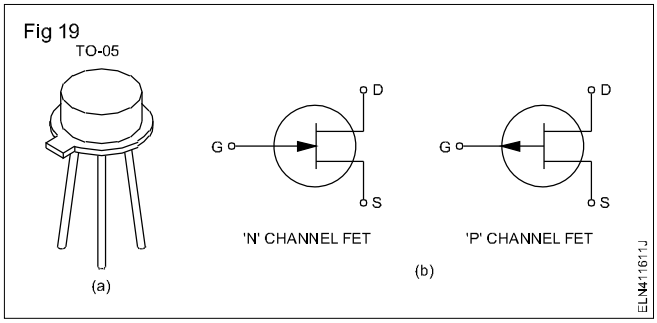
सेतू दिष्टकारी या डायोड सेतू (Bridge rectifier or diode bridge): यह सेतू परिपथ में जुड़े हुए चार अर्धचालक डायोड का एकल पैकेज होता है। निवेशी AC तथा निर्गत DC के सिरे चिन्हांकित होते है, तथा टर्मिनल निकले रहते हैं जैसा कि (Fig 17) में दर्शाया हैं।



Uni-जन्क्शन ट्रान्सिस्टोर UJT (Uni- junction transistor): एकल संधि ट्रांजिस्टरः इसमे दो आधार तथा एक उत्सर्जक तथा तीन लीड़ के साथ दो मादन (doped) क्षेत्र होते है। (Fig 18)



FET-फिल्ड इफेक्ट ट्रान्सिस्टोर FET- (Field effect transistor): (Fig 19a) में पुर्जे का चित्रीय दृश्य तथा (Fig 19b) में क्षेत्र प्रभाव ट्रांजिस्टर (FET) को प्रदर्शित करने के लिए सम्बधिंत चिन्ह को दर्शाया गया है। चिन्ह का चयन इस पर आधरित होता है कि क्या FET, 'N' चैनल का या 'P' चैनल का हैं।



टिप्पणी : ट्रांजिस्टर, SCR ट्रायक, UJT तथा FET जैसे उपकरण रचना एवं रूप में समरूप होने के कारण एक जैसे प्रतीत होते हैं। इन्हे केवल कोड नम्बर तथा सम्बंधित आंकड़ा पुस्तिका से ही पहचाना जा सकता है।