

इलैक्ट्रॉनिक कलपुर्जे
(एस.टी.-09)
विषय सूची

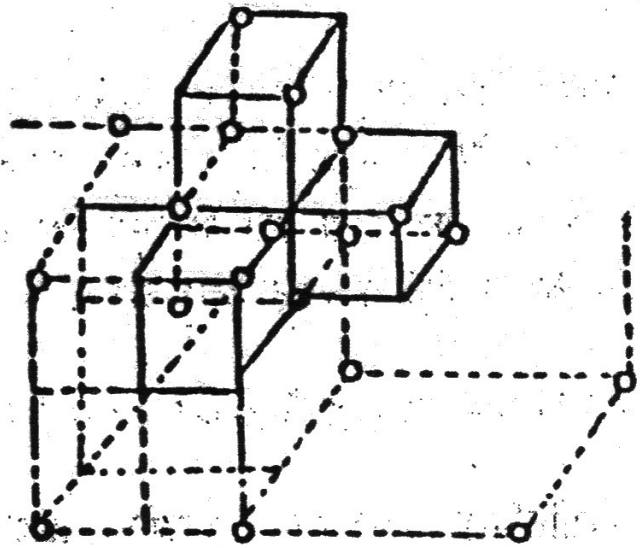
क्र.सं.	नाम	पृष्ठ सं.
1.	अर्धचालक	1—4
2.	P-N जंक्शन	5—9
3.	ट्राँजिस्टर	10—15
4.	ट्राँजिस्टर को सर्किट में लगाने की विधियाँ	15—18
5.	ट्राँजिस्टर की आपरेटिंग लिमिट	18—19
6.	ट्राँजिस्टर को सही कार्य कराने के लिए क्या—क्या नहीं करना चाहिए	19—21
7.	ट्राँजिस्टर के टर्मिनलों की पहचान	21—22
8.	विभिन्न प्रकार के डायोड (LED, वैरेक्टर डायोड, स्टैप रिकवरी डायोड, पिन डायोड, टनल डायोड, शॉटकी रोध डायोड, गन डायोड)	23—32
9.	क्षेत्र प्रभावित ट्राँजिस्टर Field Effect Transistor (FET)	33—37
10.	जीनर डायोड	37—39
11.	सिलिकान कन्ट्रोल्ड रेक्टिफायर (SCR)	39—42
12.	यूनि जंक्शन ट्रांजिस्टर (UJT)	42—44
13.	इन्टीग्रेटिड सर्किट (IC)	44—48
14.	फिल्टर परिपथ पैड तथा अटेन्यूएटर्स सर्किट	49—51
15.	डेसी बैल (DB) व इलैक्ट्रॉनिक संकेत	51—54
16.	वस्तुनिष्ठ	55—56

अर्द्धचालक (सेमीकण्डक्टर)

अर्द्धचालक (सेमीकण्डक्टर) : वे पदार्थ जिनका प्रतिरोध चालक एवं कुचालक पदार्थों के मध्य होता है अर्थात् प्रतिरोध चालकों से अधिक एवं कुचालकों (Insulator) से कम होता है, अर्द्धचालक कहलाते हैं।

विभिन्न प्रकार के अर्द्ध चालक :

1. **जरमेनियम** : यह 73 अणुभार वाला, 4 संयोजकता (valency) वाला तत्व है जिसके क्रिस्टल समांग हैं तथा क्वथनांक 940°C है। चित्र 1 में इसके अणुओं को क्रिस्टल के रूप में समायोजन दिखाया गया है, जिसे क्रिस्टल लैटिस स्ट्रक्चर के नाम से जाना जाता है। चित्र में हम देखते हैं कि प्रत्येक जरमेनियम अणु चार अणुओं से सह-संयोजक बन्धन (covalent bond) द्वारा जुड़ा है। अतः अर्द्ध चालक में इलेक्ट्रान संचरण के लिए स्वतंत्र नहीं है।



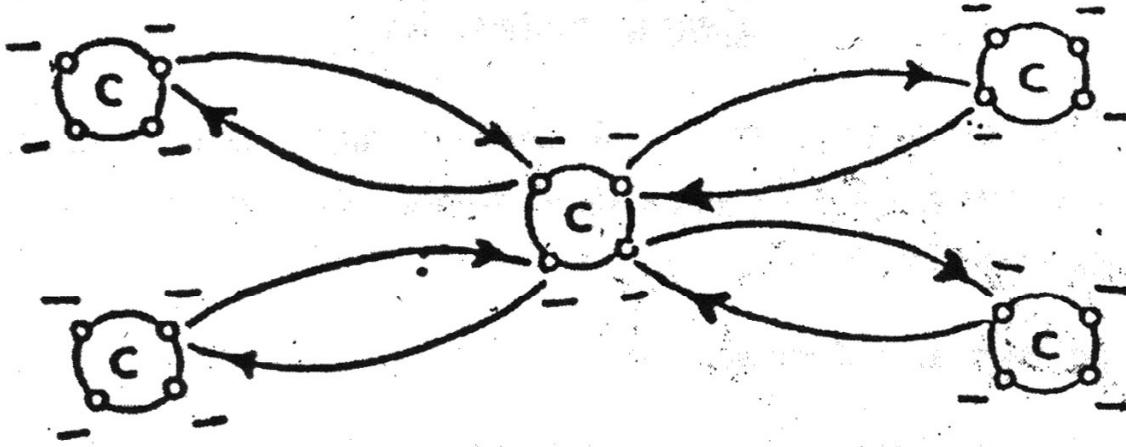
चित्र 1

रवेदार अणु समायोजन

यदि इसकी ऊर्जा, विद्युत दबाव या ऊष्माक्षेपिता द्वारा बढ़ायी जाये तो कुछ इलेक्ट्रान क्रिस्टल के अन्दर चालन क्रिया प्रारम्भ करेंगे।

2. **सिलिकॉन** : यह भी एक अर्द्ध चालक पदार्थ है जिसका अणुभार 28, संयोजकता 4 होती है। यह भी लैटिस स्ट्रक्चर वाला है। इसका प्रतिरोध जरमेनियम से अधिक होता है। लेकिन गुण जरमेनियम जैसे ही है।

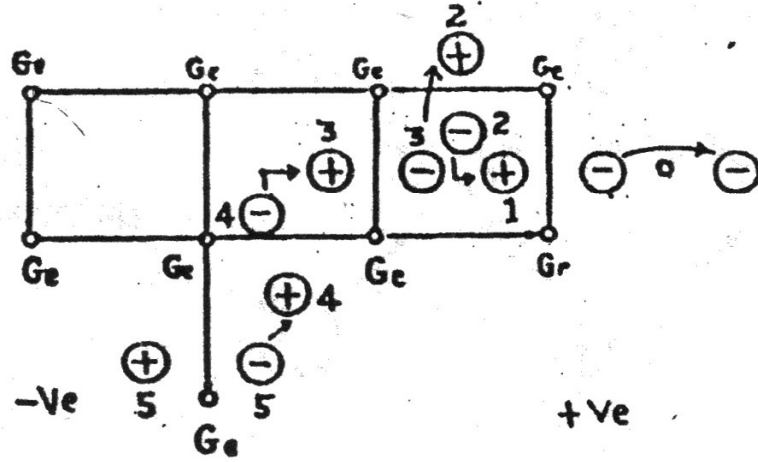
3. **कार्बन** : यह भी चार संयोजक वाला, 12 अणुभार वाला, लैटिस स्वरूप, 1240°C क्वथनांक वाला अर्द्धचालक तत्व है। यह भी जरमेनियम तथा सिलिकॉन की तरह कार्य करता है। देखें चित्र नं. 2



चित्र 2 कार्बन लैटिस

इनट्रिंजिक सेमी कण्डक्टर (Intrinsic semiconductor) : शुद्ध अवस्था में अर्द्ध चालक इनट्रिंजिक अर्द्धचालक कहलाते हैं। शुद्ध अवस्था में अर्द्धचालकों से होकर बहने वाली धारा कम होती है। क्योंकि संयोजक इलेक्ट्रानों की ऊर्जा चालन क्षेत्र ऊर्जा से बहुत कम होती है तथा सह-संयोजक बंधन में होने के कारण इलेक्ट्रानों का चालन बहुत कम है। अतः इलेक्ट्रान का संचरण बढ़ाने के लिए इतनी ऊर्जा देनी होगी कि वह ऊर्जा इलेक्ट्रानों को संयोजक बंधन से मुक्त कर चालन क्षेत्र में प्रवेश करा सके।

चित्र नं. 3 में इलेक्ट्रान का संचरण दिखाया गया है। इसमें ऊष्मा ऊर्जा द्वारा अवस्था (1) पर इलेक्ट्रान मुक्त कराया गया है। अवस्था (2) वाला इलेक्ट्रान अवस्था (1) पर एक 'होल' (Hole) महसूस करेगा जो कि इलेक्ट्रान (1) के मुक्त होने पर बनेगा एवं इलेक्ट्रान अवस्था (2), अवस्था (1) की पूर्ति के लिए स्वयं वहां पहुंचेगा। इस प्रकार अवस्था (1) का होल अवस्था (2) पर शिफ्ट हो गया। इसको भरने के लिए अवस्था (3) से इलेक्ट्रान आएगा एवं होल अवस्था (3) पर पहुंच जाएगा। इस क्रमानुसार होल की पूर्ति के लिए इलेक्ट्रान आते रहेंगे तथा 'होल' आगे बढ़ता रहेगा। जैसे (5) अवस्था का इलेक्ट्रान अवस्था (4) के 'होल' की पूर्ति करेगा आदि-आदि। इस प्रकार 'होल' आगे बढ़ता रहेगा तथा इलेक्ट्रान चालन क्षेत्र में चला जायेगा।



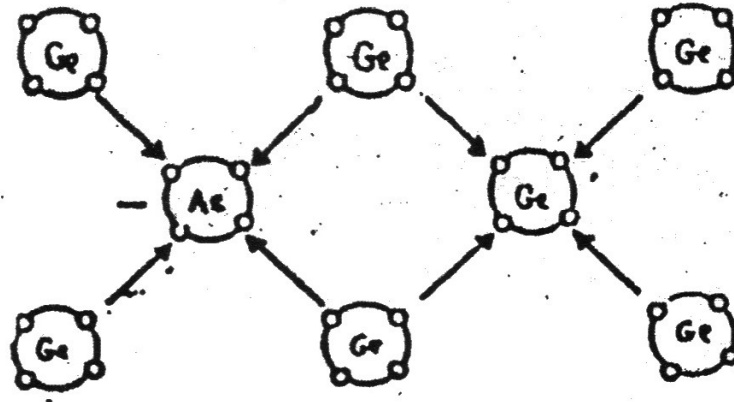
चित्र 3 – इलेक्ट्रानों का चालन

होल : किसी अणु में से यदि एक इलेक्ट्रान मुक्त कर, चालन क्षेत्र में भेज दिया जाये तो अणु धन आवेशित हो जाता है, अर्थात् इसमें एक $+ve$ इकाई चार्ज पैदा हो जाता है। इस प्रकार धन आवेश पैदा करने को या अणु में एक संयोजकता स्थिति बढ़ाने को 'होल' (Hole) कहते हैं। किसी अर्द्ध चालक में धारा का बहना होल के बहने तथा संयोजक इलेक्ट्रानों पर निर्भर करता है। शुद्ध अर्द्ध-चालक (Intrinsic semiconductor) में होल की संख्या मुक्त हुए इलेक्ट्रानों की संख्या के बराबर होती है। एक शुद्ध अर्द्ध चालक विद्युतीय उदासीन (bad conductor of electricity) होता है।

होल का चलना चित्र में समझाया गया है। चित्र में होल अवस्था (1) में पैदा हुआ लेकिन अवस्था (5) में पहुंच गया।

एक्सट्रिंजिक अर्द्धचालक (Extrinsic semiconductor) : इन्ट्रिंजिक अर्द्ध चालकों में मुक्त हुए इलेक्ट्रानों की संख्या होल की संख्या के बराबर होती है, अतः हमारे उपयोग के नहीं हैं क्योंकि इसमें मुक्त इलेक्ट्रान उपस्थित नहीं होते। अतः इस पर नियंत्रण प्राप्त करने के लिए किसी विधि द्वारा इसमें कम या अधिक संयोजकता वाला तत्व बहुत कम मात्रा में अशुद्धि के रूप में मिलाया जाता है। यह अशुद्धि लगभग $1:10^8$ के अनुपात में अर्थात् 10^8 अणु जरमेनियम में एक अणु अशुद्धि की मिलायी जाती है। अशुद्धि के रूप में

जो तत्व मिलाये जाते हैं, वह हैं, बोरान B^{+++} , एल्यूमिनियम Al^{+++} , इन्डियम In^{+++} या आर्सेनिक As^{++++} । जर्मेनियम में इसे उपरोक्त अनुपात में मिलायी जाये तो उसकी चालकता 6 गुना बढ़ जाती है। इस प्रकार के अशुद्धि युक्त अर्द्धचालकों को एक्सट्रिंजिक अर्द्धचालक कहते हैं।



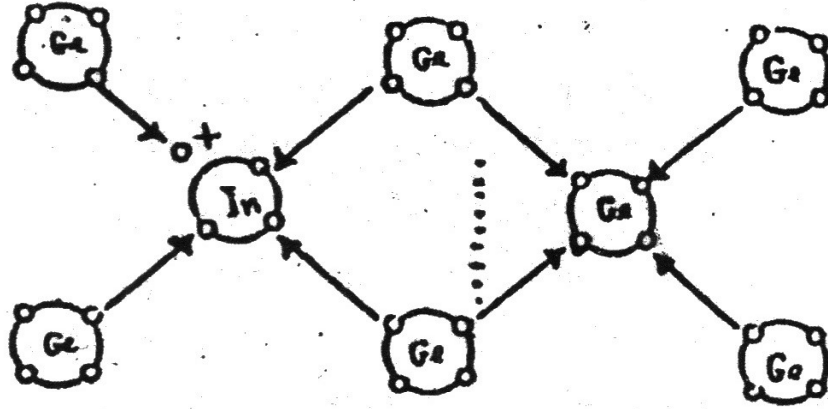
चित्र 4 : N-प्रकार के अर्द्ध चालक

यदि As^{+5} को अर्द्धचालक में मिलाया जाये तो चित्र 4 के अनुसार इलेक्ट्रान पैदा होते हैं तथा इस प्रकार के अर्द्धचालकों को N-टाइप का अर्द्धचालक या दाता अर्द्धचालक (donor semiconductor) कहते हैं।

यदि B^{+3} , Al^{+3} या In^{+3} को अशुद्धि के रूप में मिलाया जाये तो इस प्रकार प्राप्त अर्द्धचालक में होल (इलेक्ट्रानों की कमी) पैदा होते हैं। जैसा चित्र 5 से स्पष्ट है। इस प्रकार से प्राप्त अर्द्धचालकों (acceptor semiconductor) को P-टाइप या प्राप्तकर्ता अर्द्धचालक को कहते हैं।

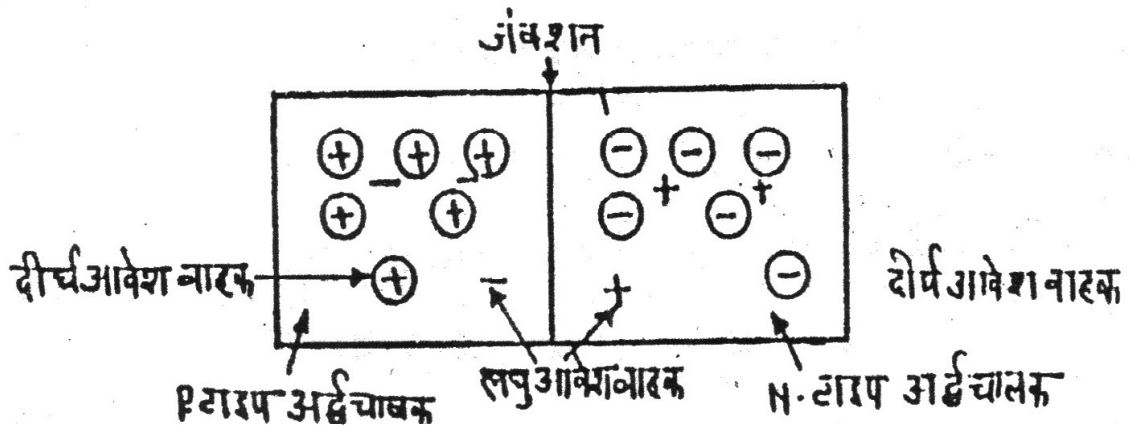
इस प्रकार से प्राप्त अर्द्धचालकों में मुक्त इलेक्ट्रानों या पैदा हुए होल की संख्या अशुद्धि के कणों के बराबर होती है। अशुद्धि मिलाने की प्रक्रिया को डोपिंग (Doping) कहते हैं। अशुद्धि मिलाने पर जिस प्रकार के कणों की अधिकता होती है उसी के अनुसार उस अर्द्धचालक को दीर्घ आवेश वाहक (majority charge carrier) वाला अर्द्धचालक कहते हैं, अर्थात् P-टाइप में होल अधिकता में होने के कारण P-टाइप अर्द्धचालक को होल दीर्घ आवेश वाहक वाला अर्द्धचालक तथा N-टाइप को इलेक्ट्रान दीर्घ आवेश वाहक वाला

अर्द्धचालक कहते हैं।



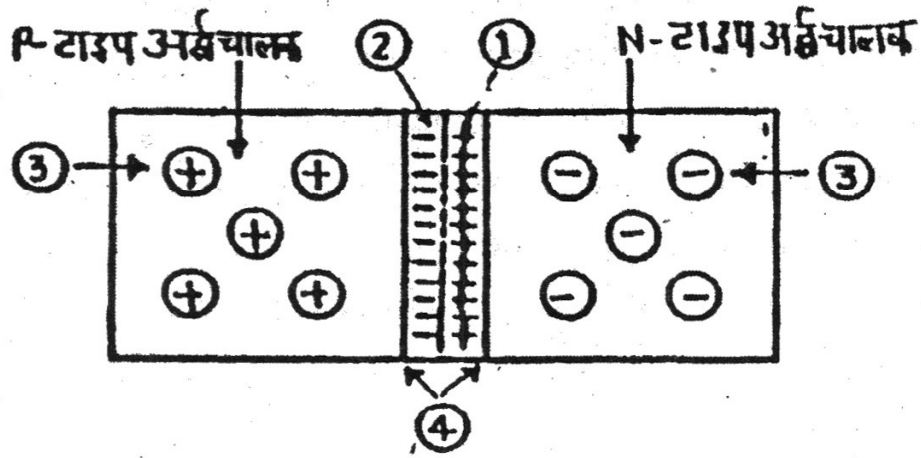
चित्र 5 : P-टाइप के अर्द्धचालक

P-N जंक्शन: जब P तथा N टाइप जर्मेनियम अर्द्धचालक आपस में भली-भांति जोड़े जाते हैं तो उस स्थान को, जिस पर दोनों टाइप के अर्द्धचालक मिलते हैं, जंक्शन कहते हैं। चित्र 6 में जोड़ने के तुरंत बाद की स्थिति दिखायी गयी है। चित्र में P-टाइप के अर्द्धचालक में, अधिक + चिन्ह, P-टाइप के दीर्घ आवेश वाहक तथा - चिन्ह लघु आवेश वाहक एवं इसी प्रकार इसके विपरीत N-टाइप अर्द्धचालक में दिखाया गया है। जब परिपथ में कोई वोल्टता नहीं लगायी तब इलेक्ट्रॉन तथा होल इधर-उधर बिना लक्ष्य के घूमते हैं। इस प्रकार जब दो भिन्न प्रकार के अर्द्धचालक (P तथा N) को जोड़ा जाता है तब जंक्शन के पास N-टाइप के मुक्त इलेक्ट्रॉन P-टाइप



चित्र 6 : P-N जंक्शन

के अर्द्ध चालक में जाकर होल से मिलकर एक दूसरे को उदासीनता करना प्रारंभ कर देना चाहिए। अतः इस क्रिया के होने से ऐसा प्रतीत होता है कि सारे इलेक्ट्रॉन P-टाइप अर्द्धचालक में जाकर सभी होल उदासीन कर देंगे। लेकिन ऐसा प्रायोगात्मक रूप से संभव नहीं होता। क्योंकि N-टाइप से जैसे ही जंक्शन से इलेक्ट्रॉन P-टाइप में जाते हैं तो N-टाइप में धन आयन, जंक्शन पर पैदा हो जाते हैं तथा इसी प्रकार होल को P से N में जाने पर P पर $-ve$ आयन पैदा हो जाते हैं। इस प्रकार उत्पन्न धन एवं ऋण आयन, आने वाले होल व इलेक्ट्रॉनों को क्रमशः प्रतिकर्षित (Repel) करते हैं तथा उसके अर्द्धचालक में वापस कर देते हैं। अर्थात् जंक्शन पर एक डिपलिशन क्षेत्र बन जाता है जो कि होल या इलेक्ट्रॉनों को जंक्शन पार करने से रोकता है, देखें चित्र-7



चित्र 7 P-N जंक्शन डिपलीशन क्षेत्र सहित

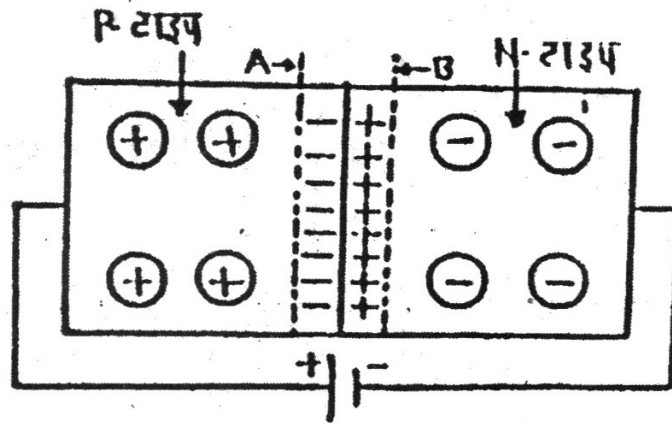
चित्र का व्याख्या :

1. इलेक्ट्रॉन के P-क्षेत्र में जाने से अणु धन (+ve) आवेशित
2. होल के N-क्षेत्र में जाने से अणु ऋण (-ve) आवेशित
3. दीर्घ आवेश वाहक
4. डिपलिशन क्षेत्र

डिपलिशन क्षेत्र (Depletion region): जब N-टाइप से मुक्त इलेक्ट्रॉन जंक्शन पार कर P-टाइप में जाता है। या P-टाइप से होल जंक्शन पार कर

N-टाइप में जाता है तो होल एवं इलेक्ट्रॉन आपस में क्रिया कर एक दूसरे को उदासीन कर देते हैं, परंतु होल के आने से P-टाइप में $-ve$ आयन पैदा हो जाते हैं तथा इसी प्रकार N-टाइप में इलेक्ट्रॉन के जाने से $+ve$ आयन पैदा हो जाते हैं अर्थात् होल पैदा हो जाता है। यह अवस्था जंक्शन स्थान पर पैदा हो जाती है अर्थात् P-टाइप अर्द्धचालक में एक $-ve$ आवेश की पर्त तथा N-टाइप में एक $+ve$ आवेश की पर्त बन जाती है जिस कारण P से N में आने वाले होल पर या N से P में जाने वाली इलेक्ट्रॉनों पर प्रतिकर्षण बल (repulsive force) कार्य करने लगता है तथा इस प्रकार P के होल या N के इलेक्ट्रॉन जंक्शन पार नहीं कर पाते वरन् अपने ही अर्द्धचालक में वापस जाने को बाध्य होना पड़ता है। इस क्षेत्र को जो P तथा N जंक्शन के दोनों ओर होता है तथा इलेक्ट्रॉन एवं होल को क्रमशः P तथा N अर्द्धचालक की ओर जाने से रोकता है, डिप्लिशन क्षेत्र कहते हैं, देखें चित्र-7

फारवर्ड बायस (Forward Bias) : जब बाह्य बैटरी किसी P-N जंक्शन पर इस प्रकार लगायी जाती है कि बैटरी का $(+V)$ धन ध्रुव P क्षेत्र की ओर तथा बैटरी का $-ve$ (ऋण ध्रुव) N क्षेत्र की ओर रहे तो उस अवस्था में बैटरी का $+ve$ होल को जंक्शन की ओर जाने के लिए बाध्य करता है। इस प्रकार कुछ होल एवं इलेक्ट्रॉन डिप्लीशन क्षेत्र में प्रवेश कर एक दूसरे में विलीन हो जाते हैं। इस प्रकार N क्षेत्र में इलेक्ट्रॉनों की कमी पैदा हो जाती है। जिसे पूरा करने के लिए बाह्य स्रोत (तार) से बैटरी के प्रभाव के कारण इलेक्ट्रॉन N-क्षेत्र में प्रवेश करते हैं। इसी प्रकार P क्षेत्र से इलेक्ट्रॉन बैटरी के धन ध्रुव में प्रवेश कर P-क्षेत्र में होल की वृद्धि करते हैं। इस प्रकार होल व इलेक्ट्रॉन क्रमशः P तथा N क्षेत्र में उसी प्रकार बनते रहते हैं। जैसे-जैसे डिप्लीशन क्षेत्र में विलीन होते हैं। इस प्रकार बाह्य परिपथ में इलेक्ट्रॉन का बहना प्रारंभ हो जाता है एवं दूसरे शब्दों में धारा बहनी प्रारंभ हो जाती है। इस अवस्था को फारवर्ड बायस कहते हैं। देखें चित्र-8



$A \rightarrow B$ - डिपलिशन क्षेत्र

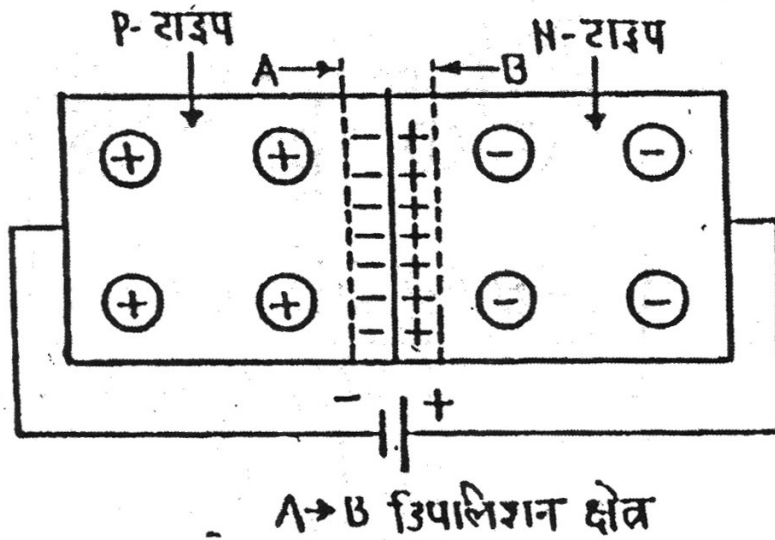
चित्र : फारवर्ड बायस

फारवर्ड बायस (Forward Bias) अवस्था में -

1. बैटरी का -ve, N क्षेत्र से तथा बैटरी का +ve P क्षेत्र से जोड़ा जाता है।
2. फारवर्ड बायस अवस्था में बाह्य परिपथ में धारा बहती है।
3. इसमें होल तथा इलेक्ट्रॉन जंक्शन पार कर जाते हैं।
4. P-N जंक्शन में धारा दीर्घ आवेश वाहकों के जंक्शन पार करने के कारण बहती है।
5. यह अवस्था धारा के बहने में कम प्रतिरोध प्रदान करती है।

रिवर्स बायस (Reverse Bias): जब बाह्य बैटरी किसी P-N जंक्शन पर इस प्रकार लगायी जाती है कि बैटरी का धन ध्रुव (+ve) N-अर्द्धचालक की ओर रहे तथा ऋण ध्रुव (-ve) P क्षेत्र की ओर रहे तब इस अवस्था में P क्षेत्र के होल बैटरी के -ve की ओर तथा N-टाइप के इलेक्ट्रॉन +ve ध्रुव की ओर जंक्शन से परे आकर्षित होते हैं। इस प्रकार जंक्शन से होकर इलेक्ट्रॉन बहाव पैदा नहीं होता। जब होल या इलेक्ट्रॉन (जैसा भी क्षेत्र हो) अपने बैटरी टर्मिनल पर जाते हैं तो इस प्रकार डिपलिशन क्षेत्र बढ़ता रहता है क्योंकि P

तथा N क्षेत्र में क्रमशः -ve तथा +ve आयनों की संख्या बढ़ती रहती है तथा अंत में जब P तथा N क्षेत्र का आवेश बैटरी के आवेश के बराबर हो जाता है तो यह क्रिया बंद हो जाती है। इस प्रकार P-N क्षेत्र में बैटरी जोड़ने की क्रिया को रिवर्स बायस कहते हैं। देखें चित्र—



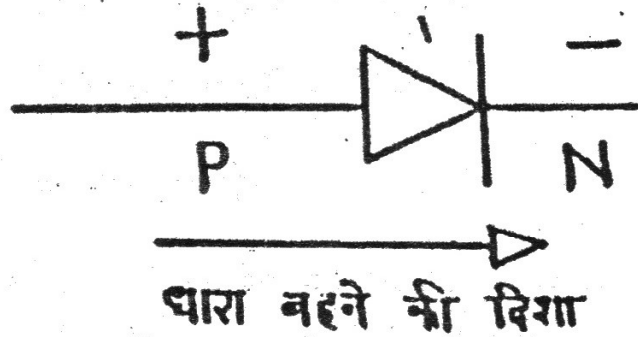
चित्र 9 : रिवर्स बायस

रिवर्स बायस की अवस्था में -

1. बैटरी का -ve, P क्षेत्र से तथा +ve, N क्षेत्र से जोड़ा जाता है।
2. रिवर्स बायस अवस्था में जब तक आवेश बैटरी आवेश के बराबर नहीं हो जाता तब तक धारा बहती है। बाद में धारा बंद हो जाती है अर्थात् क्षणिक धारा बहती है।
3. डिपलिशन क्षेत्र बढ़ता रहता है।
4. P-N जंक्शन से होकर थोड़ी धारा लघु आवेश वाहकों के जंक्शन पार करने से परिपथ में बहती है।
5. यह दीर्घ आवेश वाहकों (majority charge carrier) को बाह्य परिपथ में, बहने में बहुत अधिक प्रतिरोध प्रदान करता है।

P-N जंक्शन के उपयोग :

जैसा कि हम जानते हैं कि P-N जंक्शन में फारवर्ड बायस अवस्था में बाह्य परिपथ में धारा बहती है तथा रिवर्स बायस अवस्था में धारा नहीं बहती। इस प्रकार हमने देखा कि यदि P-N जंक्शन में विद्युत के बहने की दिशा

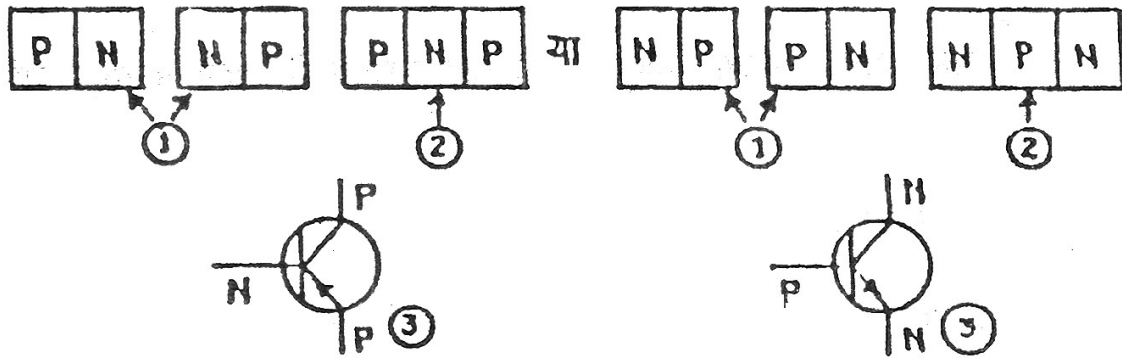


चित्र 10 : डायोड का सांकेतिक चित्र

अदलती-बदलती रहे तो (अर्थात् AC धारा P-N जंक्शन पर लगायी जाये) एक बार P-N जंक्शन फारवर्ड बायस बनेगा तथा दूसरी बार रिवर्स बायस। इस प्रकार P-N जंक्शन में एक बार धारा बहेगी तथा दूसरी बार नहीं। इस कारण का उपयोग करते हुए P-N जंक्शन डायोड AC विद्युत के लिए दिष्टकारी के रूप में उपयोग कर सकते हैं। अर्थात् AC धारा को एक दिशा में बहने वाली धारा के रूप में बदलने के लिए P-N डायोड जंक्शन का उपयोग करते हैं। P-N जंक्शन का दूसरा उपयोग ट्रांजिस्टर बनाने में किया जाता है। इसमें दो P-N जंक्शन आपस में फ्यूजकर PNP या NPN ट्रांजिस्टर बनाये जाते हैं।

ट्रांजिस्टर (Transistor) : इनपुट धारा को आउटपुट परिपथ में स्थानान्तरित करने वाले अर्द्धचालक के बने साधन को ट्रांजिस्टर कहते हैं।

ट्रांजिस्टर दो P-N जंक्शन को, जिसमें एक जंक्शन फारवर्ड बायस तथा दूसरा जंक्शन रिवर्स बायस होता है, मिलाकर बनाया जाता है। देखने में ट्रांजिस्टर दो P-N जंक्शनों का बना लगता है, क्योंकि दोनों P-N जंक्शनों को इस प्रकार जोड़ा जाता है कि उनका P क्षेत्र या N क्षेत्र एक ओर रहे, देखें चित्र-11



चित्र 11

1. P-N जंक्शन अलग-अलग अवस्था में
2. P-N जंक्शन संयुक्त अवस्था में
3. NPN या PNP ट्रांजिस्टर का सांकेतिक चित्र

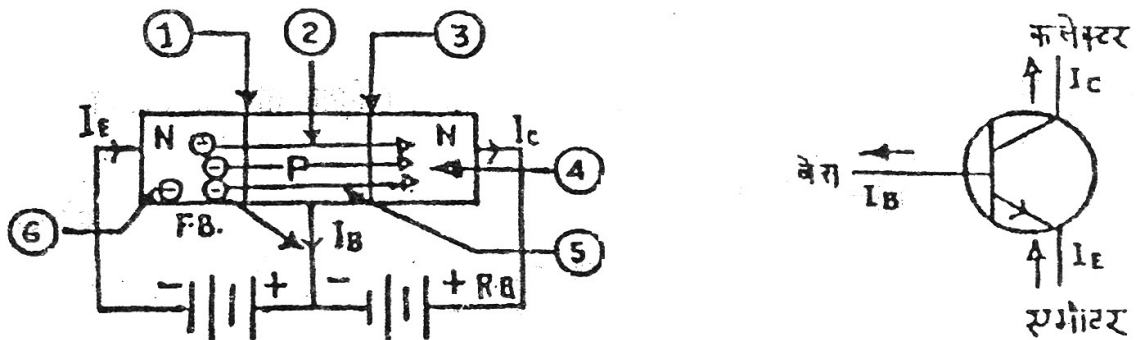
इस प्रकार P-N जंक्शनों को जोड़ने के दो तरीके, जैसा चित्र में दिखाया जा चुका है, हो सकते हैं। उसी अनुसार ट्रांजिस्टर दो प्रकार के होते हैं :-

1. NPN ट्रांजिस्टर: इसमें दो N प्रकार के क्षेत्रों के बीच एक P प्रकार का क्षेत्र होता है।
2. PNP ट्रांजिस्टर: इसमें दो P प्रकार के क्षेत्रों के बीच एक N प्रकार का क्षेत्र होता है।

1. NPN ट्रांजिस्टर की कार्य विधि : जैसा हमें मालूम है कि NPN ट्रांजिस्टर दो P-N जंक्शनों को मिलाकर बनाया जाता है, अर्थात् दो N-टाइप अर्द्धचालक के बीच एक P-टाइप अर्द्धचालक की पट्ट लगा दी जाती है। इसमें एक जंक्शन को फारवर्ड बायस तथा दूसरे को रिवर्स बायस किया जाता है। ट्रांजिस्टर की कार्यविधि समझने के लिए फारवर्ड बायस तथा रिवर्स बायस का समझना आवश्यक है जिसका वर्णन पीछे किया जा चुका है। यहां यह बात भी समझना आवश्यक है कि ट्रांजिस्टर में फारवर्ड बायस वाले जंक्शन में P-टाइप पदार्थ की अपेक्षा N-टाइप पदार्थ में अशुद्धि के कण बहुत अधिक होते हैं जिस कारण दीर्घ आवेश वाहक इलेक्ट्रान बहुत संख्या में जंक्शन पार कर P क्षेत्र में जाते हैं। इनकी गति (बैटरी प्रभाव के कारण) के

कारण तथा संख्या (अशुद्धि प्रतिशतता के कारण) सभी इलेक्ट्रान P क्षेत्र में होल के साथ विलीन नहीं हो पाते हैं।

यह P क्षेत्र दूसरे P-N जंक्शन के लिए रिवर्स बायस है अर्थात् इसके बाह्य परिपथ में धारा केवल लघु आवेश वाहकों (minority charge carrier) इलेक्ट्रान द्वारा बहती है जिसे रिवर्स धारा कहते हैं। लेकिन P क्षेत्र में इस समय फारवर्ड बायस के कारण जंक्शन पार कर काफी इलेक्ट्रान उपस्थित है। अतः सब ही रिवर्स बायस जंक्शन पार करेंगे तथा आउट पुट में धारा बहेगी। फारवर्ड बायस जंक्शन से पार होने वाले इलेक्ट्रानों की संख्या पर नियंत्रण कर (विभव या अशुद्धि को नियंत्रित करके) आउट पुट धारा पर नियंत्रण किया जा सकता है इस प्रकार हमने देखा कि फारवर्ड बायस के N पदार्थ ने इलेक्ट्रान उत्सर्जन किया। अतः इसे ट्रांजिस्टर में एमीटर या उत्सर्जक कहते हैं। P क्षेत्र जो ग्रिड की भांति कार्य करता है को 'बेस' कहते हैं। रिवर्स बायस (R.B.) जंक्शन का N पदार्थ इलेक्ट्रान एकत्र करने का कार्य करता है अतः इसे कलेक्टर या संग्राहक कहते हैं। यह बाह्य परिपथ में धारा भेजने में सहायक है। इस सबका स्पष्टीकरण चित्र 12 में दिखाया गया है।



चित्र 12 NPN ट्रांजिस्टर सांकेतिक चित्र सहित (दाएं)

चित्र की व्याख्या —

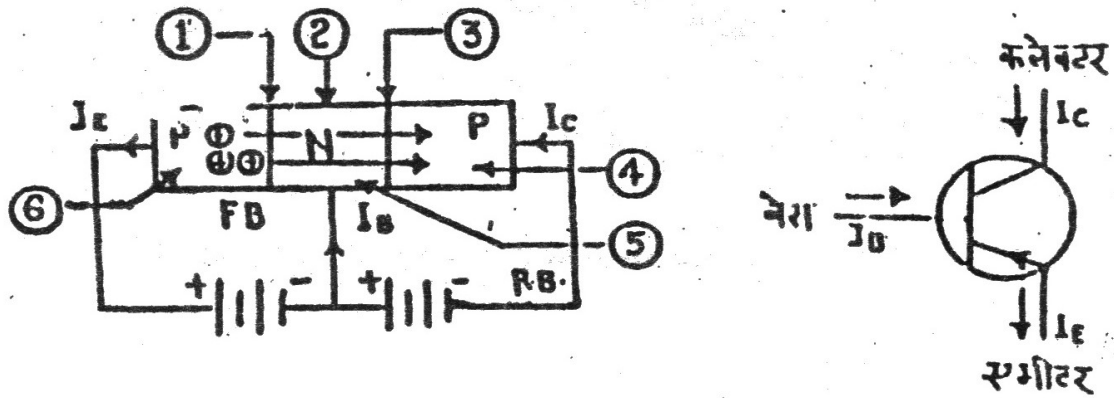
1. फारवर्ड बायस (F.B.) जंक्शन
2. F.B. जंक्शन से आये इलेक्ट्रान जो P अर्द्धचालक में विलीन न होकर

R.B. जंक्शन को पार कर N अर्द्धचालक में पहुंचे

3. रिवर्स वायस (R.B.) जंक्शन
4. अर्द्धचालक, संग्राहक या कलेक्टर
5. कम अशुद्धि वाला P अर्द्धचालक (बेस)
6. अधिक अशुद्धि वाला N पदार्थ (एमीटर)

नोट : I_B , I_C , I_E , क्रमशः बेस, कलेक्टर एवं एमीटर धारा है।

PNP ट्रांजिस्टर की कार्य विधि : इसकी कार्यविधि भी ऊपर वर्णन की भांति ही है। अन्तर केवल N के स्थान पर P तथा P के स्थान पर N मानेंगे। तथा इसमें F.B. के दीर्घ आवेश वाहक इलेक्ट्रान के स्थान पर होल होता है। इसी प्रकार R.B. को पार कर P क्षेत्र में जाने वाले लघु आवेश वाहक भी होल है। बाकी कार्य विधि ऊपर की भांति समझायी जा सकती है। देखें चित्र-13।



चित्र 13 – PNP ट्रांजिस्टर सांकेतिक चित्र सहित (दाएं)

चित्र की व्याख्या

1. फारवर्ड वायस (F.B.) जंक्शन
2. फारवर्ड जंक्शन से आये होल जो N अर्द्धचालक में विलीन नहीं हो पाते रिवर्स वायस जंक्शन पार कर P अर्द्धचालक में पहुंचे;

3. रिवर्स वायस (R.B.) जंक्शन
4. अर्द्धचालक, संग्राहक या कलेक्टर
5. कम अशुद्धि वाला N अर्द्धचालक (बेस)
6. अधिक अशुद्धि वाला P अर्द्धचालक (एमीटर)।

किसी ट्रांजिस्टर के तारों में बहने वाली धारा की दिशा तीर के निशान से नीचे चित्रों में दिखायी गई है जहां हम देखते हैं कि PNP तथा NPN में धारा के बहने की दिशा विपरीत है, क्योंकि एक में दीर्घ आवेश वाहक होल है तथा दूसरे में इलेक्ट्रान। यदि एमीटर धारा, बेस धारा, कलेक्टर धारा को क्रमशः I_E , I_B , I_C से प्रदर्शित करें तो तीनों निम्न सूत्र से बन्धित हैं:—

$$I_E = I_B + I_C$$

कलेक्टर धारा I_C तथा बेस धारा I_B का अनुपात एक स्थिरांक होता है जिसे धारा प्रवर्धन (Current Gain) कहते हैं तथा (ग्रीक अक्षर एल्फा) से प्रदर्शित करते हैं।

$$\alpha \text{ (एल्फा)} = \frac{I_C}{I_B} \text{ एवं वोल्टेज गेन} = \alpha \times \frac{\text{लोड प्रतिरोध}}{\text{इन पुट प्रतिरोध}}$$

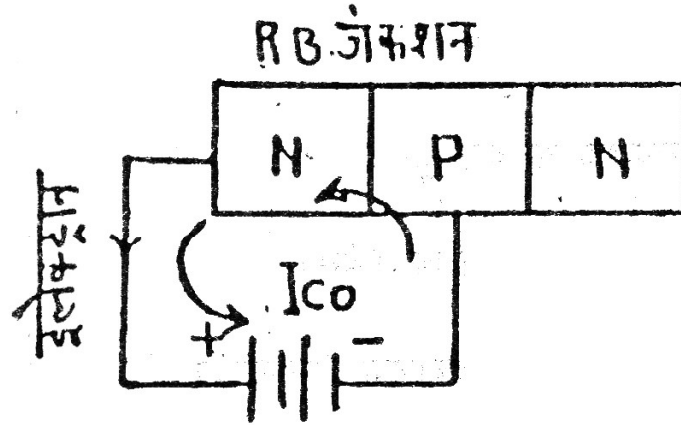
धारा प्रवर्धन एवं वोल्टता गेन के गुणनफल को पावर गेन कहते हैं।

$$\text{पावरगेन} = \text{धारा प्रवर्धन} \times \text{वोल्टता प्रवर्धन} = \alpha^2 \times \frac{\text{लोड प्रतिरोध}}{\text{इन पुट प्रतिरोध}}$$

(current gain) (voltage gain)

इस धारा के साथ-साथ ट्रांजिस्टर के रिवर्स वायस जंक्शन में बेस से कलेक्टर की ओर भी धारा बहती है। यद्यपि यह धारा बहुत कम होती है, क्योंकि यह धारा लघु आवेश वाहकों के कारण बहती है। इसे कलेक्टर कट-आफ धारा कहते हैं एवं I_{CO} द्वारा प्रदर्शित करते हैं। यह धारा हमेशा बहती रहती है चाहे अमीटर बेस में फारवर्ड वायस धारा बह रही है या नहीं। I_{CO} का कमरे के ताप पर एक स्थिर मान होता है। लेकिन ताप बढ़ने के साथ-साथ I_{CO}

का मान बढ़ता है जो कि वादित परिणामों में परिवर्तन कर सकता है। अतः I_{CO} का मान कम होना चाहिए तथा ताप परिवर्तन भी कम होना चाहिए। देखें चित्र 14



चित्र 14—कलेक्टर कट आफ करेन्ट

ट्रांजिस्टर को सर्किट में लगाने की विधियाँ

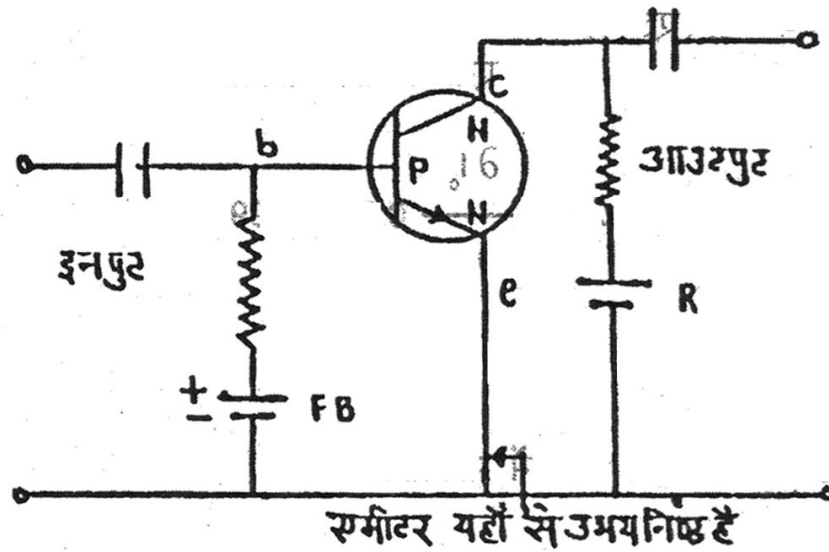
ट्रांजिस्टर को परिपथ में लगाने के लिए चार टर्मिनलों की आवश्यकता होती है : दो इनपुट लगाने के लिए तथा दो आउटपुट लेने के लिए। लेकिन ट्रांजिस्टर में केवल तीन टर्मिनल (एमीटर, बेस तथा कलेक्टर) होते हैं। अतः चार टर्मिनल के तीन टर्मिनल बनाने के लिए आउटपुट तथा इनपुट का एक टर्मिनल कॉमन करना पड़ेगा। कॉमन टर्मिनल ट्रांजिस्टर के जिस टर्मिनल पर लगायेंगे उसी अनुसार उस विधि का नाम होगा। इस प्रकार कॉमन टर्मिनल ट्रांजिस्टर पर लगाने के तीन विधियाँ संभव हैं:—

- (i) कॉमन एमीटर परिपथ (CE)
- (ii) कॉमन बेस परिपथ (CB)
- (iii) कॉमन कलेक्टर परिपथ (CC)

कॉमन एमीटर ट्रांजिस्टर परिपथ : यह ट्रांजिस्टर परिपथों में अधिकतर प्रयोग होने वाली विधि है। इसमें एमीटर इनपुट तथा आउटपुट परिपथों में कॉमन

ST-09 [16]

रहता है जैसा चित्र 15 में दिखाया गया है। इसका इनपुट ($500\Omega-1500\Omega$) तथा आउटपुट इम्पीडेंस (लगभग $50K\Omega$) साधारण होता है। इसकी वोल्टता, धारा एवं पावर प्रवर्धन अन्य दोनों प्रकार की विधियों से अधिक होता है। इनपुट तथा आउटपुट में 180° का कलान्तर (phase difference) होता है। धारा गेन 35 वोल्टता गेन 250 से 300 एवं पावर गेन 40 dB लगभग होता है।



चित्र 15 कॉमन एमीटर परिपथ CE

कॉमन बेस परिपथ : इसमें जैसा नाम से ही विदित है कि बेस इनपुट एवं आउटपुट परिपथ में कॉमन है। इसमें इनपुट सिगनल बेस व अमीटर के बीच तथा आउटपुट बेस तथा कलेक्टर के बीच लेते हैं। इस स्थिति में इनपुट एम्पीडेंस कम (30Ω से 150Ω) तथा आउटपुट इम्पीडेंस अधिक ($300K\Omega$ से $1M\Omega$) होता है अतः धारा प्रवर्धन 1 से कम होता है लेकिन इनपुट तथा आउटपुट में कलान्तर नहीं रहता, इस परिपथ का वोल्टता गेन = 200–1000, पावर गेन 20–30 dB होता है।

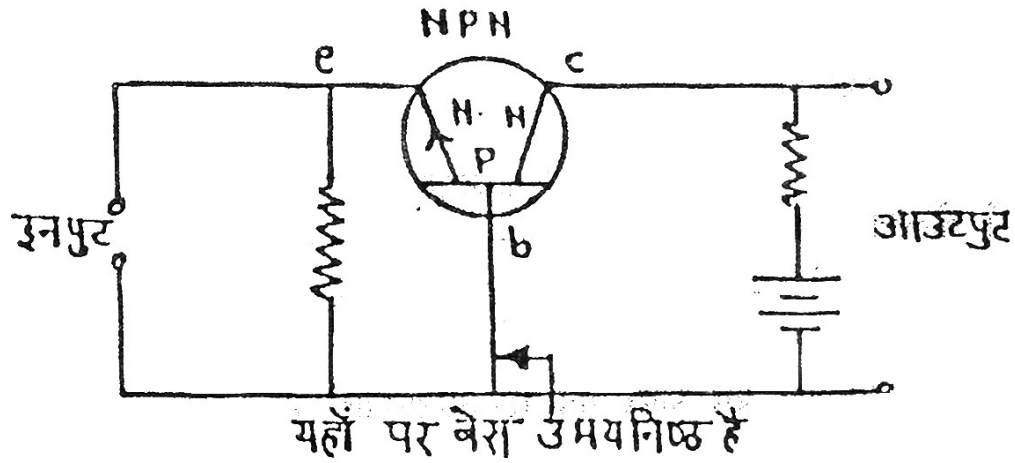
$$\text{करन्ट गेन } \alpha \text{ (एल्फा)} = \frac{\text{कलेक्टर धारा परिवर्तन}}{\text{एमीटर धारा परिवर्तन}}$$

$$\alpha = \frac{\partial I_c}{\partial I_e} = 0.9 \text{ से } 0.99 \text{ तक}$$

जहाँ ∂ = ग्रीक अक्षर का डेल्टा

∂I_c = कलेक्टर धारा में परिवर्तन

∂I_e = एमीटर धारा में परिवर्तन



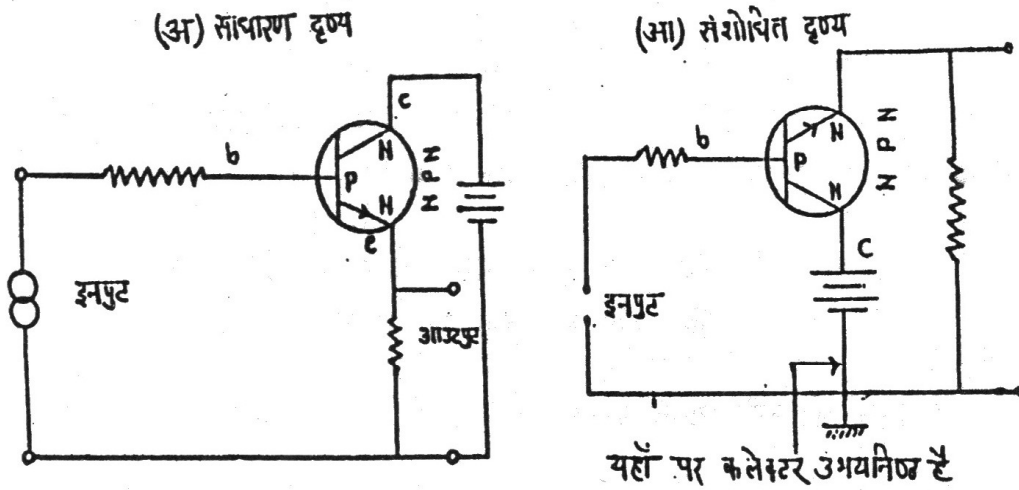
चित्र 16 : कॉमन बेस परिपथ

CC (कॉमन कलेक्टर ट्रांजिस्टर सर्किट) : इसमें कलेक्टर इनपुट तथा आउटपुट परिपथों में कॉमन होता है देखें चित्र 17 इस अवस्था में इनपुट इम्पीडेंस अधिक ($100K\Omega$ - $500K\Omega$) तथा आउटपुट इम्पीडेंस कम (100Ω - 1000Ω) होता है। वोल्टता प्रवर्धन एक से कम होता है। अतः कभी भी वोल्टता प्रवर्धन के लिए प्रयोग नहीं किया जाता। इनपुट तथा आउटपुट में कोई कलान्तर नहीं होता।

$$\text{इसमें वोल्टेज गेन} = \frac{\text{A.C आउटपुट में परिवर्तन}}{\text{A.C इनपुट में परिवर्तन}}$$

धारा गेन = 35 तक एवं पावर गेन 15–30 dB तक होता है।

इस प्रकार के परिपथ को ग्राउण्ड कलेक्टर या एमीटर फालोवर परिपथ के नाम से जाना जाता है।



चित्र 17 : कॉमन कलेक्टर ट्रांजिस्टर सर्किट

ट्रांजिस्टर की आपरेटिंग लिमिट : किसी परिपथ में ट्रांजिस्टर को लगाने के लिए छांटते समय कई बातों का ध्यान रखना पड़ता है जिसमें मुख्य कलेक्टर की अधिकतम वोल्टता, धारा तथा अधिकतम पावर उत्सर्जन (maximum power dissipation) तथा कट ऑफ आवृत्ति है।

1. **ब्रेक डाउन वोल्टता :** यह अधिकतम वोल्टता जो कि कलेक्टर तथा एमीटर के बीच ट्रांजिस्टर को बिना हानि पहुंचाये लगायी जा सकती है, ब्रेक डाउन वोल्टता कहलाती है। अधिकतर ट्रांजिस्टरों में इसका मान 30 वोल्ट तक होता है।

2. **अधिकतम गुजारने योग्य पावर (maximum power handling capacity):** वह अधिकतम पावर जिसे एक ट्रांजिस्टर सुरक्षा सीमा के अन्दर गुजार (Pass) सकता है उसे अधिकतम गुजारने योग्य पावर कहते हैं। इससे अधिक यदि पावर निकाली जायेगी तो ट्रांजिस्टर नष्ट हो जायेगा।

3. **करन्ट एम्पलीफिकेशन :** यह साधारण तथा कम आवृत्ति सिगनल (100 हर्ट्ज) के लिए मापी जाती है। जैसे-जैसे आवृत्ति बढ़ती है (एल्फा) का मान कम होता रहता है। क्योंकि ट्रांजिस्टर में आंतरिक आवेश वाहकों (internal charge carrier) के यात्रा समय (drift time) तथा संघनित्रों के प्रतिघात (capacitive reactance) का मान आवृत्ति बढ़ने के साथ-साथ

परिवर्तित होता है। कलेक्टर धारा परिवर्तन एवं एमीटर धारा परिवर्तन के अनुपात को धारा प्रवर्धन कहते हैं तथा (एल्फा) से लिखते हैं।

4. एल्फा कट ऑफ आवृत्ति : उस कम आवृत्ति को जिस पर धारा प्रवर्धन का मान 0.7 गुणा हो जाता है α कट ऑफ आवृत्ति कहते हैं। ट्रांजिस्टर इससे कम आवृत्ति पर भी कार्य करेगा लेकिन धारा प्रवर्धन कम हो जायेगा।

ट्रांजिस्टर को भली-भांति कार्य कराने के लिए हमें क्या-क्या करना चाहिए और क्या-क्या नहीं करना चाहिए?

1. **ट्रांजिस्टर को स्टोर करते समय प्रयोग में ली जाने वाली सावधानियां:**
स्टोर करते समय इस बात का ध्यान रखना चाहिए कि ट्रांजिस्टर किसी कारण से भी निर्माता द्वारा दिये गये ताप (लगभग 85°C) से अधिक ताप पर स्टोर न किया जाये तथा लगाते समय भी रेडियेटर के पास या ऊपर न लगाया जाये।
2. **ट्रांजिस्टर को ले जाते समय बरती जाने वाली सावधानियां :** आधुनिक ट्रांजिस्टर काफी भारी होते हैं। इनकी बारीक लीड ट्रांजिस्टर के पास से टूट सकती है अतः लीडों को आपस में न मरोड़ा जाये तथा न ही अधिक खींचा जाए।
3. **सर्किट में लगाते तथा निकालते समय बरती जाने वाली सावधानियां:**
 - (i) लीड जितना संभव हो अधिक से अधिक लंबी छोड़नी चाहिए।
 - (ii) ट्रांजिस्टर लगाते या निकालते समय पावर बंद होनी चाहिए।
 - (iii) सर्किट के कनेक्शन भली-भांति चेक करके ट्रांजिस्टर लगाना चाहिए।
 - (iv) सोल्डर करते समय या सोल्डर उतारते समय ट्रांजिस्टर लीड को लॉग नोज प्लायर की सहायता से ट्रांजिस्टर एवं सोल्डरिंग आयन बिट के बीच से पकड़ना चाहिए ताकि सोल्डरिंग आयरन की बिट से ऊष्मा ट्रांजिस्टर में न जा सके वरन् नोज प्लायर द्वारा शोषित

कर ली जाये। सोल्डरिंग आयरन अच्छी किस्म का होना चाहिए तथा बहुत गर्म होना चाहिए ताकि कार्य शीघ्र समाप्त हो जाये।

- (v) कम वॉट वाला सोल्डरिंग आयरन प्रयोग करना चाहिए।
- (vi) ट्रांजिस्टर को चुम्बक के पास जैसे ट्रांसफार्मर या लाउडस्पीकर के पास नहीं लगाना चाहिए।
- (vii) जब किसी ट्रांजिस्टर को उसके समान ट्रांजिस्टर से बदलना हो तो उसके अभिलक्षणिक गुण मिला लेने चाहिए।
- (viii) बहुत से ट्रांजिस्टर का धातु केस किसी एक इलेक्ट्रोड से जुड़ा होता है। ऐसे ट्रांजिस्टर को लगाते समय यह ध्यान रखना चाहिए कि कोई लीड केस को स्पर्श न करे तथा भली-भांति लगाना चाहिए।

4. ट्रांजिस्टर की टेस्टिंग में बरती जाने वाली सावधानियां :

- (i) ट्रांजिस्टर पर बहुत अधिक वोल्टता या धारा का प्रयोग क्षणिक रूप से भी नहीं करना चाहिए।
- (ii) निर्माता द्वारा दी गयी वोल्टता या धारा से अधिक धारा का प्रयोग न किया जाये।
- (iii) सर्किट के किसी भी हिस्से के शार्ट सर्किट या शन्ट ट्रांजिस्टर को न निकाला जाए।

5. बैटरी बदलते समय बरती जाने वाली सावधानियां :

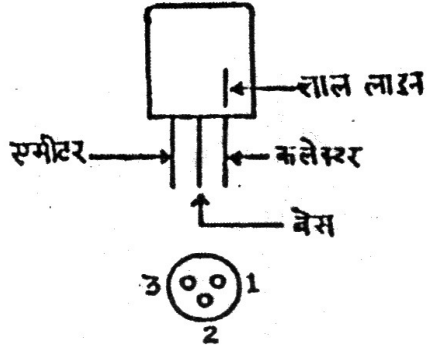
- (i) बैटरी की पोलरिटी का ध्यान रखते हुए सही प्रकार बैटरी लगानी चाहिए अन्यथा ट्रांजिस्टर खराब हो जायेगा।
- (ii) कभी भी पहले से निश्चित बैटरी से अधिक वोल्टेज की बैटरी नहीं लगानी चाहिए।
- (iii) बैटरी परिवर्तन करते समय उपकरण का स्विच बंद रखना चाहिए।

6. हीट सिंक के लिए बरती जाने वाली सावधानियां :

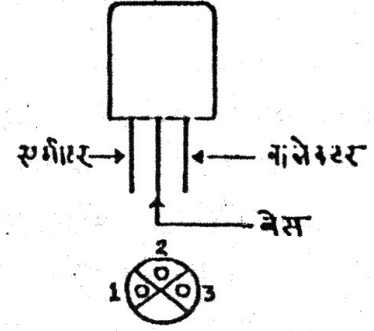
- (i) अधिक ताप से ट्रांजिस्टर दूर रखना चाहिए।
- (ii) सर्किट ताप से बचाने के लिए ट्रांजिस्टर के पास हीट सिंक लगानी चाहिए, विशेषकर पावर ट्रांजिस्टर परिपथों में।
- (iii) सर्किट में ट्रांजिस्टर या प्रतिरोधों के पास नहीं लगाना चाहिए।

ट्रांजिस्टर की लीडों की पहचान : अधिकतर ट्रांजिस्टरों में नीचे चित्र 18 (अ, ब, स, द, ध, न) में दी गयी पहचान में से कोई न कोई मिल जाती है जिससे लीडों की पहचान कर लेते हैं।

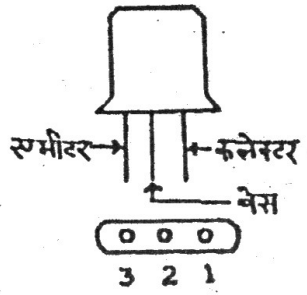
- (i) अन्य लीडों की दूरी की अपेक्षा कलेक्टर की लीड में अधिक दूरी होना देखें, चित्र (अ)।
- (ii) ट्रांजिस्टर पर लाल या हरे रंग की डॉट के पास वाली लीड कलेक्टर होना, शेष क्रमशः बेस व एमीटर होते हैं, देखें चित्र (ब)
- (iii) यदि ट्रांजिस्टर की लीड त्रिभुज आकार में हो तो ट्रांजिस्टर पर कलेक्टर लीड के ऊपर एक लाल लाइन का होना तथा एमीटर लीड का, कलेक्टर लीड से $1/6$ इंच छोटा होना, चित्र (स)
- (iv) यदि लीड एक वृत्ताकार में इस प्रकार स्थित है कि एक चतुर्पाद खाली हो तो खाली स्थान को सामने रखकर नीचे से देखने पर यदि घड़ी के उल्टी दिशा में गिनना शुरू करें तो पहली लीड एमीटर होगी चित्र (द)
- (v) किसी ट्रांजिस्टर में चार लीड होती हैं। कलेक्टर लीड अन्य लीडों से अधिक दूरी पर होती है शेष लीडों को जानने के लिए बायें से एमीटर, बेस 1 बेस 2 समूहो चित्र (न)।
- (vi) बहुत से पावर ट्रांजिस्टर उपकरण में चूड़ीदार पेंच द्वारा लगाये जाते हैं। यह चूड़ीदार पेंच कलेक्टर होता है तथा बेस की लीड पर हरी स्लीव चढ़ी होती है। चित्र (ध)।



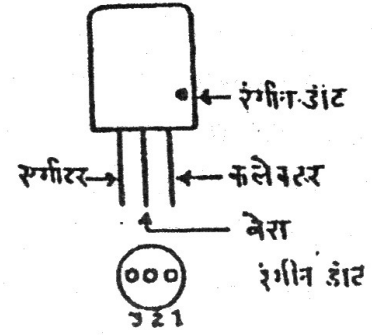
ચિત્ર 18 (અ)



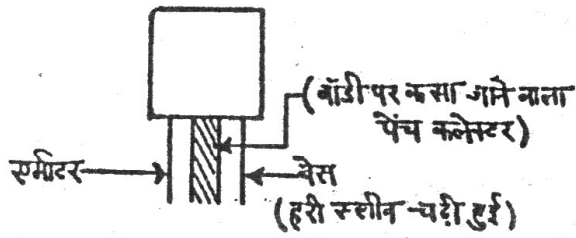
ચિત્ર 18 (બ)



ચિત્ર 18 (સ)

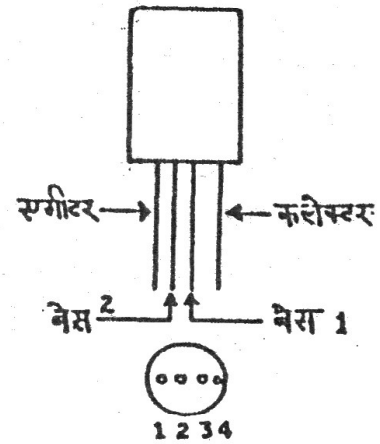


ચિત્ર 18 (દ)



ચિત્ર: (ધ)

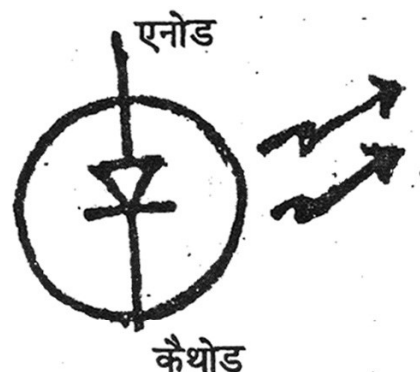
ચિત્ર 18 (ધ)



ચિત્ર 18 (ન)

विभिन्न प्रकार के डायोड

1. **प्रकाश उत्सर्जक डायोड (Light Emitting Diode) LED** – जैसा कि हम जानते हैं कि फारवर्ड बायस अवस्था में रखे गये डायोड में मुक्त इलेक्ट्रॉन जंक्शन पार कर होल से मिलते हैं क्योंकि ये इलेक्ट्रॉन ऊर्जा के उच्च तल (high level of energy) से निम्न तल (low level of energy) में गिरते हैं अतः ऊर्जा उत्सर्जन (Emit) करते हैं। सामान्य डायोड में यह ऊर्जा उष्मा के रूप में



चित्र 19 : LED का सिम्बल

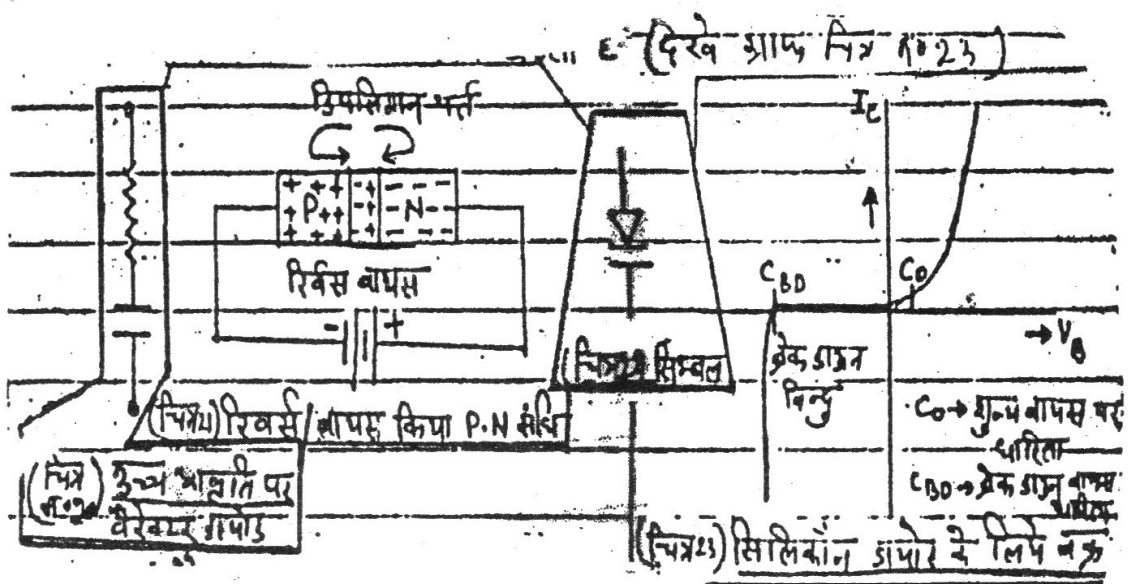
प्रकट होती है। लेकिन प्रकाश उत्सर्जक डायोड LED में यह ऊर्जा प्रकाश उत्पन्न करती है। इसलिये आजकल LED का उपयोग बल्बों के स्थान पर किया जा रहा है। क्योंकि इनकी वोल्टता कम है, जीवन लंबा है एवं ऑन-ऑफ स्विच तीव्र है। सामान्य डायोड सिलीकॉन से बनाया जाता है जो प्रकाश को निकलने से रोकता है। LED इन से भिन्न होती है। एक निर्माता गैलीलियम, आर्सेनिक तथा फारफोरस का प्रयोग कर ऐसी LEDs बना सकता है जो लाल, हरा, पीला, नारंगी, नीला या इन्फ्रारेड (जो दिखायी न दे) प्रकाश प्रदान करे। वे LED जो दिखायी देने वाला प्रकाश पैदा करती है उपकरणों एवं केलकुलेटरों में उपयोगी है तथा इन्फ्रारेड प्रकाश वाली LED का प्रयोग चोर-अलार्म प्रणाली (Burglar alarm system) में या अन्य अनुप्रयोगों में जहां इन्फ्रारेड विकिरण की आवश्यकता होती है प्रयोग की जा सकती है। इस का संकेत चित्र 19 में दिया गया है।

2. **परवर्ती प्रतिघातक डायोड/वैरेक्टर डायोड (Varactor Diode)** – जब किसी विकरित सन्धि डायोड (Diffused Junction Diode) को रिवर्स बायस किया जाता है तो वह डायोड एक संघनित्र की भांति कार्य करने लगता है।



संकेत: परिवर्ती प्रतिघातक डायोड

डिपलिशन लेयर एक कुचालक की भांति कार्य करती है। क्योंकि P तथा N पदार्थ अच्छे सुचालक हैं। अतः हम इस प्रकार के डायोड को एक समानान्तर प्लेट संघनित्र (Parallel Plate Condenser) की भांति मान सकते हैं जिसकी सन्धि (Junction) एक डाई इलैक्ट्रिक की भांति कार्य कर रहा है तथा P, N पदार्थ दो प्लेट की भांति। डिपलिशन पर्त (depletion layer) की मोटाई दी गई बायस वोल्टता पर निर्भर करती है तथा धारिता (Capacitance) डिपलिशन पर्त की मोटाई के व्युक्रमानुपाती (Inversely Proportional) होता है। अर्थात् धारिता का मान बायस वोल्टता बदलकर बदला जा सकता है। इस प्रकार वेरेक्टर डायोड एक साधारण डायोड ही है जो फारवर्ड दिशा में कन्डक्ट करता है। लेकिन रिवर्स धारा सापेक्षता (Relatively) कम वोल्टता पर ही सन्तृप्त हो जाती है तथा उसके बाद स्थिर बहती है तथा ब्रेक डाउन बिन्दु पर यकायक तेजी के साथ बढ़ती है (देखे ग्राफ चित्र नं. 23)



वेरैक्टर अनुप्रयोग (Application) के लिये, वह क्षेत्र जो रिवर्स सन्तृप्त कारक बिन्दु (Reverse Saturation Point) जो अधिकतम सन्धि (Junction) धारिता प्रदान करता है तथा ब्रेक डाउन वोल्टता से तुरन्त पहले का बिन्दु जो न्यूनतम डायोड धारिता देता है, लाभकारी है। तथा इस प्रकार चालन (Conduction) एवं अवधाव (Avalanche) बिन्दु अवस्थाये ही रिवर्स वोल्टता को सीमित करती हैं तथा इसी के साथ-साथ इस लाभकारी आपरेटिंग क्षेत्र में धारिता के बदलने को भी सीमित करता है। उच्च आवृत्ति पर वेरैक्टर डायोड एक संघनित्र श्रेणी क्रम में एक प्रतिरोध लगा हो, की भांति कार्य करता है। देखें चित्र नं. (20) तथा और अधिक आवृत्ति पर स्ट्रे लीड इनड्युक्टेंस (stray lead inductance) का प्रभाव भी पड़ने लगता है।

वेरैक्टर डायोड का प्रयोग - (१) मल्टीप्लायर में :- इस प्रकार के मल्टीप्लायर की अधिकतम दक्षता को $1/n^2$ से दर्शाते हैं जहां n गुणक संख्या है। (2) आटोमैटिक फ्रिकवेन्सी कन्ट्रोल (AFC) परिपथ में। (3) रिमोट ट्यूनिंग परिपथ में। (4) आवृत्ति मोडूलेशन FM परिपथ में (5) वोल्टता कन्ट्रोल आसीलेटर (VCO) में। (6) पैरामीटरिक एम्पलीफायर व्यवस्था में कम शोर वाला एवं माइक्रोवेव को एम्पलीफाई करने वाला एम्पलीफायर।

3. स्टेप रिकवरी डायोड Step Recovery Diode (SRD) — सभी डायोड फारवर्ड बायस के दौरान धारा बहने पर अपने अन्दर आवेश को इकट्ठा कर लेते हैं। तथा जब डायोड कार्य से हटाया जाता है या रिवर्स बायस किया जाता है तो इस आवेश को समाप्त कर देता है।

स्टेप रिकवरी डायोड में इस प्रकार निर्माण किया जाता है कि लघु आवेश वाहकों (Minority Charge Carrier) का जीवन काल लंबा हो तथा फारवर्ड दिशा में धारा बहते समय अधिक आवेश इकट्ठा हो तथा रिवर्स धारा बहने पर जब तक यह आवेश समाप्त हो, एक ही समान धारा बहे।

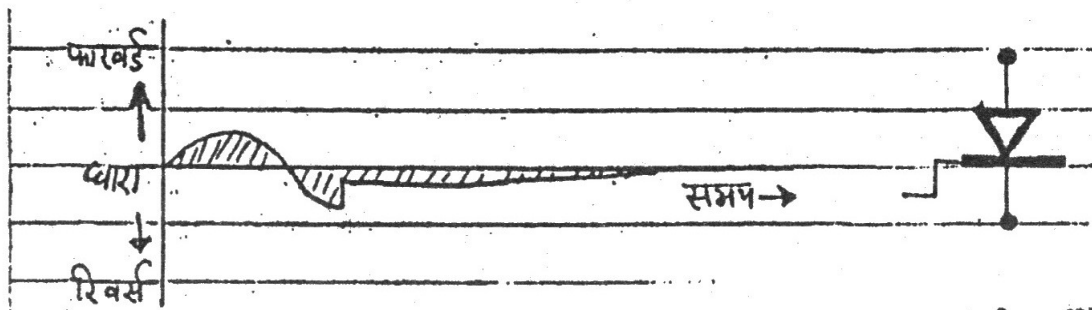
इस प्रकार हम कह सकते हैं स्टेप रिकवरी डायोड का निर्माण इसलिये किया जाता है कि जब वह फारवर्ड बायस अवस्था में कार्य कर रहा हो तो अपने अन्दर आवेश को इकट्ठा करे तथा जब रिवर्स बायस लगायी जाये

तो अति शीघ्रता से, एक तीव्र पल्स के रूप में, इस आवेश को विसर्जित (Discharge) करे। यह तीव्र पल्स अधिक हारमोनिक वाली होती है। इस पल्स का समय बहुत कम 100 से 1000 पीको सैकिन्ड (Pico Second) होता है। जो डायोड की रचना पर निर्भर करता है। यह स्नेप समय प्रयोगात्मक रूप से आउटपुट आवृत्ति के व्युत्क्रमानुपाति से कम होना चाहिए उदाहरण के लिए 8 GHZ आउटपुट आवृत्ति के लिये स्नेप टाइम = 125 पिको सै. से कम होना चाहिये। इस डायोड से टयून्ड परिपथ को साथ लेकर आउटपुट में बीसवां हारमोनिक भी प्राप्त कर सकते हैं। यदि परिपथ को भली-भांति बनाया जाये तब दक्षता $1/n$ से भी अधिक होगी। जहां n गुणक पद (Multiplication Factor) है। अधिक पावर प्राप्त करने के लिए एक से अधिक डायोड को एक पैकेज में इकट्ठा रखा जा सकता है।

एक आदर्श SRD में निम्न गुण होने चाहिए।

- (i) लघु आवेश वाहकों का जीवन काल लंबा।
- (ii) फारवर्ड दिशा में अनन्त धारिता।
- (iii) स्विचन समय अति शीघ्र।
- (iv) रिवर्स दिशा में धारिता शून्य।
- (v) पराश्रयी Parasitic अवयवों का समूह कम।

स्टैप रिकवरी डायोड का उपयोग फ्रिकेवेन्सी मल्टीप्लायर में किया जाता है।



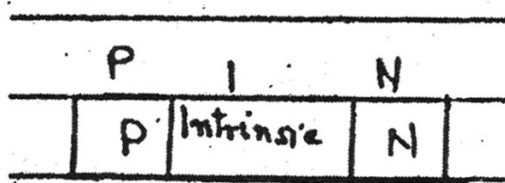
चित्र 24 : एस. आर. डी. की कार्यविधि

चित्र 25 : सिम्बल SRD

4. **पिन डायोड (PIN Diode)** – पिन डायोड दो एक समान पतले P तथा N पत्तों के मध्य एक थोड़ी मोटी इन्ट्रिन्जिक सेमीकन्डेक्टर की पर्त लगा कर बनाया जाता है। इसीलिए इसका नाम P-Intrinse-N के आधार पर PIN डायोड रखा गया। इसमें प्रयुक्त माल इस प्रकार का होता है कि इससे इसकी पावर हैंडलिंग कैपेसिटी अधिक हो जाती है तथा इन्ट्रिन्जिक क्षेत्र की प्रतिरोधकता (Resistivity) उच्च होती है। पिन डायोड में निम्न पांच गुण होते हैं। जिस कारण बहुत से अनुप्रयोगों में (Application) उपयोग किया जाता है। वे हैं,

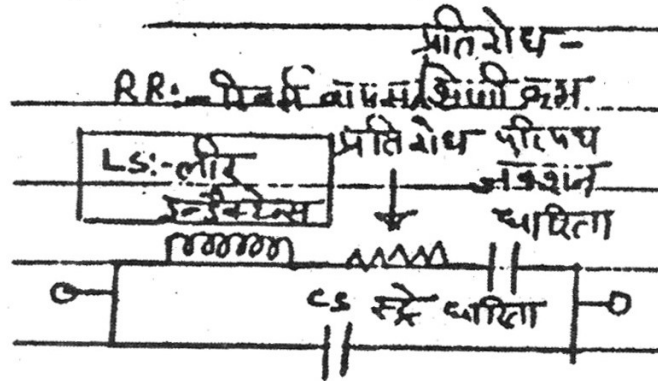
- (i) डायोड कम ताप वृद्धि पर उच्च पावर तल हैंडलिंग करने में सक्षम है।
- (ii) क्रियाशील होने के लिए कम पावर की आवश्यकता।
- (iii) अनुक्रिया समय (Response Time) कुछ सौ नैनो सैकिन्ड ही होता है।
- (iv) इसकी सहायता से सर्किट डिजाइन छोटा हो जाता है।
- (v) यह अधिक विश्वसनीय है।

PIN डायोड जब रिवर्स बायस होता है तो श्रेणी क्रम अनुनाद परिपथ (Series Resonant Circuit) की भांति कार्य करता है तथा माइक्रोवेव ऊर्जा को परावर्तित (Reflect) करती है तथा फारवर्ड बायस होने पर यह समान्तर क्रम अनुनाद Parallel resonant circuit की भांति कार्य करता है एवं माइक्रोवेव ऊर्जा को अपने अन्दर से गुजारती है।

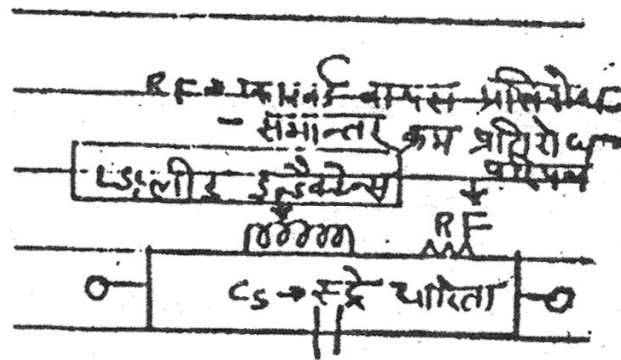


चित्र 26 : सिम्बल PIN डायोड

PIN डायोड का उपयोग माइक्रोवेव पावर के स्विचन (Switching), नियन्त्रण करने, एवं मोडूलेशन करने (Limiting & Modulation) में किया जाता है।



चित्र 27 : पिन डायोड का रिबर्स बायस के समतुल्य परिपथ



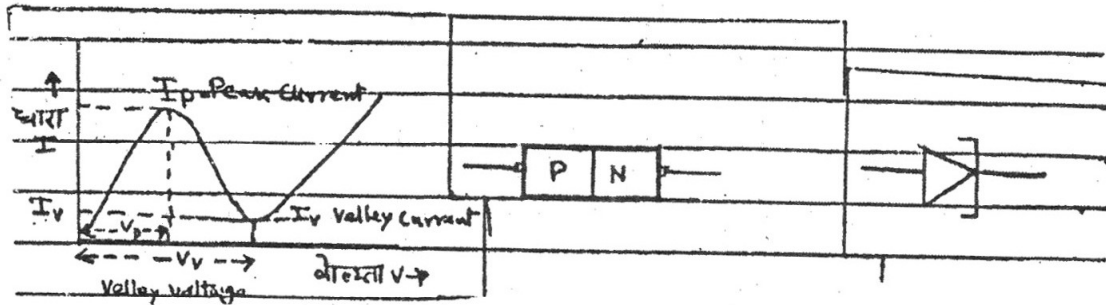
चित्र 28 : पिन डायोड का फारवर्ड बायस के समतुल्य परिपथ

5. **सुरंग डायोड/टनेल डायोड (Tunnel Diode)** – यह भी एक P-N जंक्शन डायोड ही है अन्तर केवल इतना है कि P, N पदार्थों में अशुद्धि की मात्रा अधिक होती है अर्थात् अधिक डोपिंग की जाती है जिस कारण जंक्शन की डिपलिशन पर्त इतनी पतली (लगभग .01 माइक्रोमीटर) हो जाती है सुरंग प्रभाव उत्पन्न हो जाता है। जंक्शन पर्त पतली होने के कारण यह माइक्रोवेव प्रचालन (Operation) में उपयोगी है। क्योंकि चार्ज कैरियर को जंक्शन पार करने में बहुत कम समय लगता है। टनल डायोड की वोल्ट-एम्पीयर अभिलक्षण वक्र (Characteristic Curve) नीचे चित्र में दिखाया गया है। जिसमें स्पष्ट है कि पहले थोड़ी धनात्मक +ve वोल्टता तुरन्त चालन

(Conduction) प्रारम्भ करती है तथा धारा अपने अधिकतम शिखर मान I_p पर पहुंच जाती है जब वोल्टता V_p है। तथा और अधिक वोल्टता बढ़ाने पर धारा का मान घटना प्रारम्भ हो जाता है तथा न्यूनतम धारा मान I_v पर पहुंच जाती है। इसे घाटी धारा (Valley Current) कहते हैं। तथा फिर और अधिक वोल्टता बढ़ाने पर धारा का मान बढ़ता है तथा फिर डायोड सामान्य डायोड की भांति कार्य करता है।

शिखर एवं घाटी (Peak and Valley) के मध्य पड़ने वाला क्षेत्र ऋणात्मक प्रतिरोध क्षेत्र (-ve resistance region) कहलाता है। जब टनल डायोड इस क्षेत्र में कार्य करता है तो ए.सी. सिगनल पर -ve प्रतिरोध प्रदान करता है अर्थात् वोल्टता बढ़ने के साथ प्रतिरोध घटता है जिसका अर्थ है कि डायोड पावर शोषण करने के स्थान पर पावर उत्सर्जित करता है।

टनल डायोड का उपयोग स्थाई माइक्रोवेव आसीलेटर के रूप में रिएक्टिव ऐलीमेन्ट के साथ मिलाकर किया जाता है।



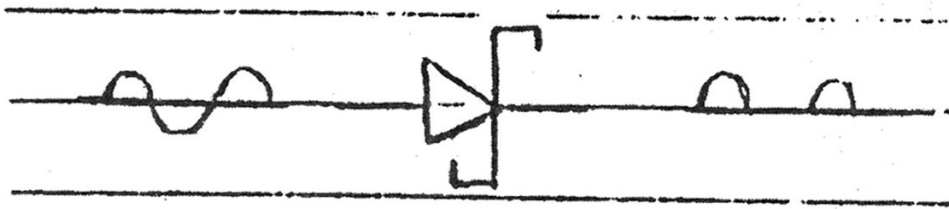
चित्र 29 : टनल डायोड के लिये
वोल्टता-धारा वक्र

चित्र 30 : अधिक डोपिंग वाला
डायोड (टनल डायोड)

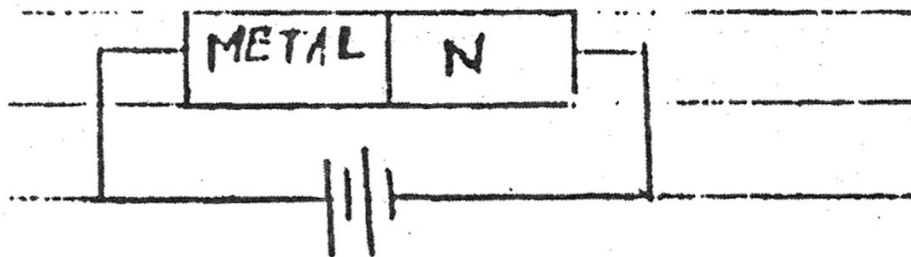
चित्र 31 : सिम्बल टनल डायोड

6. शॉटकी बैरियर डायोड (Schottky Barrier Diode) – शॉटकी बैरियर डायोड Schottky Barrier Diode में जंक्शन के एक और धातु जैसे सोना, चांदी या प्लेटिनम आदि की तथा दूसरी तरफ डोपिंग किया हुआ सिलिकान Silicon (सामान्य: N-टाइप) होता है। इस प्रकार के डायोड जब बिना वायस के होते हैं तो सेमी कन्डक्टर साइड में मुक्त इलेक्ट्रान धातु में उपस्थित मुक्त

इलैक्ट्रान के सापेक्ष लघु कक्ष (Smaller Orbit) में होते हैं। यही कक्ष (Orbit) का अन्तर शॉटकी बैरियर (Schottky, Barrier) कहलाता है। जब डायोड फारवर्ड बायस होता है तब सेमी कन्डैक्टर साइड में उपस्थित इलैक्ट्रॉन दीर्घ कक्ष longer orbit में चलने के योग्य काफी मात्रा में ऊर्जा प्राप्त करते हैं। इसी कारण मुक्त इलैक्ट्रान जंक्शन पार कर धातु में प्रवेश कर अधिक धारा पैदा करते हैं। क्योंकि धातु में न तो होल है, न ही डिपलिशन पर्त तथा न ही आवेश स्टोर करने की क्षमता। इसीलिये रिवर्स बायस करने पर धातु से सेमीकन्डैक्टर की ओर कोई सार्थक (Significant) धारा नहीं बहती है। इस प्रकार जंक्शन डायोड में Delay (देरी) होती है।



चित्र 32 : सिम्बल शाट की रोध डायोड



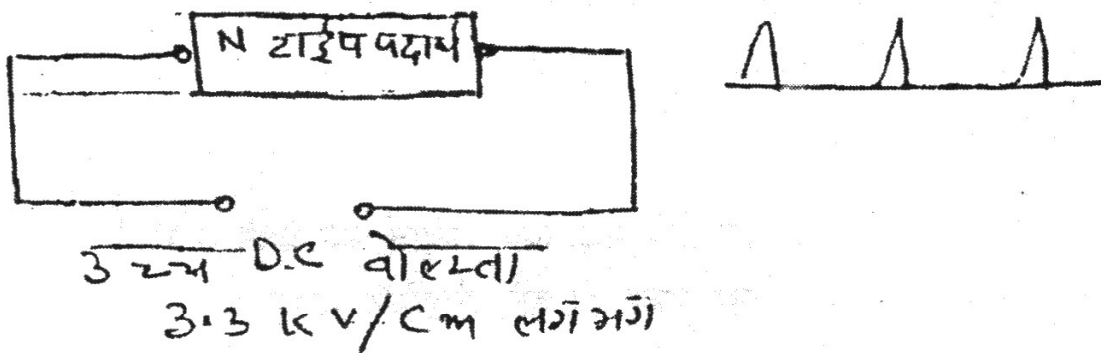
चित्र 33 शॉकटी रोध. डायोड

तथा यहां होल एवं इलैक्ट्रानों का पुर्नमिलन (Recombination) नहीं होता। लेकिन यहां धातु एवं सेमीकन्डैक्टर का सम्पर्क क्षेत्र (Contact area) अधिक होने के कारण फारवर्ड प्रतिरोध कम है इसलिये शोर है। आवेश अधिगृहण की कमी (Lack of charge storage) का अर्थ है शॉकरी रोधी डायोड। जिस कारण यह डायोड साधारण डायोड की अपेक्षा तीव्र स्विचन (fast switching) करता है।

इस डायोड का उपयोग तीव्र स्विचन वाले डिजिटल परिपथों में, माइक्रोवेव आवृत्ति डिटेक्टर के रूप में किया जाता है। इस प्रकार के डायोड को “गर्म वाहक डायोड” (Hot Carrier Diode) या गर्म इलेक्ट्रॉन डायोड भी कहलाते हैं।

7. गन डायोड (Gunn Diode) – यह जंक्शन डायोड नहीं है यह शुद्ध N टाइप पदार्थ वाले सेमीकन्डक्टर से बनाया जाता है अब मन में शंका उठती है कि तब यह डायोड क्यों कहलाता है। इसका कारण यह है कि इसमें दो धातु लीड निकाली गई है। इसीलिये डायोड कहलाता है। यह एक ट्रांजिट टाइम विधि है। इस विधि में आपरेटिंग आवृत्ति उस समय से ज्ञात की जाती है जो यह इलेक्ट्रॉन को सेमी कन्डक्टर क्षेत्र से पार कराने में लेती है एक बार पार करने का समय एक दोलन (cycle) के बराबर होता है। इस सिद्धान्त पर कार्य करने वाली तीन विधियां हैं।

- (i) गन प्रभाव विधि
- (ii) रीड एवलान्ची डायोड
- (iii) सीलिकान एवलान्ची डायोड



चित्र 34 : गन डायोड

जैसा ऊपर बताया गया है कि गन डायोड शुद्ध N टाइप पदार्थ का बना होता है जिसमें दो धातु की लीड निकली होती है। इस पर उच्च डी.सी. सप्लाय देने पर (3.3 v/cm) लगभग माइक्रोवेव आवृत्ति सीधे पैदा होती है इन की

पावर टनल डायोड से उत्पन्न माइक्रोवेव प्रकृति से अधिक होती है। इस प्रभाव को अनवेषक के नाम पर गन प्रभाव कहते हैं। इसमें चल विद्युतीय डोमेन (सेमी कन्डैक्टर में अशुद्धि समान रूप से नहीं होती जिस कारण जब हम उच्च वोल्टता देते हैं तो N टाइप पदार्थ के इलेक्ट्रान अशुद्धि की ओर जाते हैं एवं एक इलेक्ट्रानों को गुच्छा बना लेते हैं इसे डोमेन कहते हैं, होते हैं जिनका प्रतिरोध अधिक होता है। उत्पन्न आवृत्ति इस डोमेन के यात्रा समय के अनुसार होती है जिसे पदार्थ की मोटाई एवं प्रदत्त वोल्टता से नियन्त्रित किया जाता है इस विधि से 2 से 3 GHz तक जिसकी पावर 60 मिली वाट तक हो सकती है, पैदा की जा सकती है।

गन डायोड का उपयोग सीधे माइक्रोवेव आवृत्ति पैदा करने में रिसीवर साइड पर किया जाता है। इसे ट्रांसमीटर साइड में प्रयोग इसलिये नहीं करते क्योंकि इसकी पावर कम है।

क्षेत्र-प्रभावित ट्रांजिस्टर

The Field Effect Transistor (FET)

क्षेत्र प्रभावित ट्रांजिस्टर (Field effect Transistor) सेमीकन्डैक्टर क्षेत्र में नयी उपलब्धि है इस प्रकार के ट्रांजिस्टर का कार्य का सिद्धान्त है – धारा का नियंत्रण एक विद्युत क्षेत्र से किया जाता है जबकि सामान्य ट्रांजिस्टरों में एक धारा दूसरी धारा से नियन्त्रित होती है।

FETs का मुख्य आकर्षण है – इसका इनपुट इम्पीडैन्स अधिक होती है जिस कारण इनपुट नियन्त्रित है जैसे कि वाल्व में होती है। वास्तव में FET के गुण वाल्व के तुल्य होते हैं।

FETs दो प्रकार के होते हैं।

(i) जंक्शन क्षेत्र प्रभावित ट्रांजिस्टर **Junction Field Effect Transistor (JFET)**

(ii) इन्सूलेटिड गेट क्षेत्र-प्रभावित ट्रांजिस्टर **Insulated Gate Field Effect Transistor (IGFET)** जिसे अक्सर मेटल^M आक्साइड^O सेमीकन्डैक्टर^S फील्ड^F इफैक्ट^E ट्रांजिस्टर^T (MOSFET) के नाम से जाना जाता है।

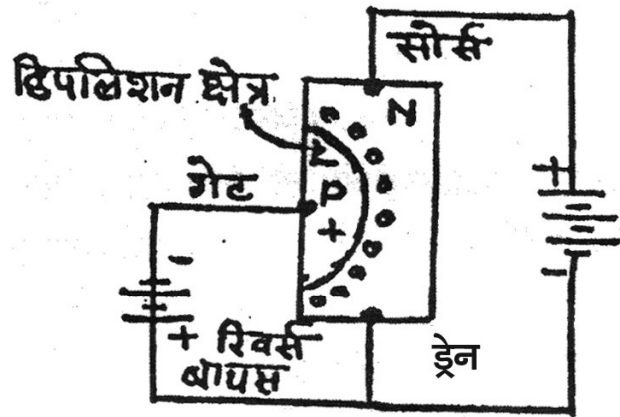
1. **JFET**—मूलतः JFET को एक चल प्रतिरोध (Variable resistance) माना जा सकता है। यह प्रतिरोध एक अशुद्धि मिश्रित सिलिकॉन छड़ Doped Silicon bar है यह अशुद्धि N प्रकार या P प्रकार वाली कोई भी हो सकती है। चित्र में N प्रकार की अशुद्धि युक्त पदार्थ को दिखाया गया है इसमें इस छड़ में दो टर्मिनलों को जोड़ा गया है जिसमें से एक को सोर्स तथा दूसरे को ड्रेन कहते हैं। सोर्स तथा ड्रेन के मध्य धारा का प्रवाह N प्रकार के पदार्थ के प्रतिरोध पर निर्भर करता है। N प्रकार के पदार्थ में एक P प्रकार का क्षेत्र विसरित Diffused किया जाता है। इस P प्रकार के पदार्थ का उपयोग N प्रकार के पदार्थ का प्रतिरोध नियन्त्रण करने में किया जाता है। इसीलिए

जो लीड P प्रकार के पदार्थ में से निकाली जाती है उसे गेट कहते हैं जैसा कि हम जानते हैं कि प्रत्येक P-N जंक्शन में डिपलिशन क्षेत्र होता है जो रिवर्स वोल्टता के घटने, बढ़ने के अनुसार क्रमशः घटता, बढ़ता रहता है। जिससे N प्रकार के पदार्थ में बहने वाली धारा का मान बढ़ता, घटता रहता है। इस प्रकार सोर्स एवं ड्रेन के मध्य प्रतिरोध का मान गेट एवं सोर्स के मध्य रिवर्स बायस के कारण नियन्त्रित होता है। इसमें यह भी ध्यान देने योग्य है कि जंक्शन क्योंकि रिवर्स बायस है अतः गेट परिपथ में कोई धारा नहीं बहती। JFETs का इम्पीडेंस मैगा ओहम में होता है।

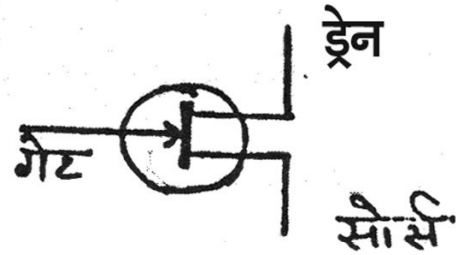
उस जेफेट (JFET) जिसमें सोर्स एवं ड्रेन N टाइप में एवं गेट P प्रकार में हो को N-वाहिका

जेफेट (N-Channel JFET) तथा यदि सोर्स एवं ड्रेन P प्रकार के पदार्थ में एवं गेट N प्रकार के पदार्थ में हो को P-वाहिका जेफेट (JFET) कहते हैं।

2. मोसफेट (MOSFET) या इन्सूलेटिड गेट फेट (IGFET) – इनके निर्माण की विधि JFET से भिन्न है क्योंकि इसकी नियन्त्रण यान्त्रिकी भी उससे भिन्न है। N चैनल मोसफेट (MOSFET) की बनावट चित्र नं. 37 में दिखायी गई है। इसमें एक P प्रकार के उपस्तर (Substrate) में दो प्रकार



चित्र 35 : N वाहिका JFET की रचना
या N चैनल JFET की रचना



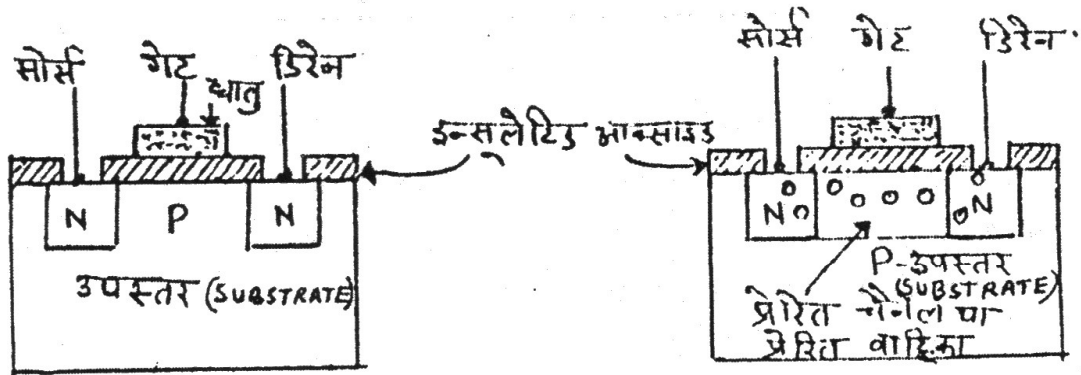
चित्र 36 : N वाहिका JFET का सिम्बल
या N चैनल JFET का सिम्बल

के पदार्थ विसरित (Diffuse) किये गये हैं। इन दोनों को क्रमशः सोर्स व ड्रेन कहते हैं। इसमें लीड लगाने के छिद्र छोड़ कर शेष सतह पर कुचालक आक्साइड पदार्थ की तह लगा दी जाती है तथा इस इन्सुलेटिड पर्त पर गेट पदार्थ को लगा दिया जाता है।

उपरोक्त निर्माण को देखने से ज्ञात होता है कि इसमें गेट व सोर्स या ड्रेन के मध्य कोई सीधा संबंध नहीं है। इस प्रकार गेट परिपथ में कोई धारा प्रवाहित नहीं होती इसीलिये सभी प्रयोगात्मक कार्यों के लिये इसे खुला परिपथ (Open Circuit) माना जा सकता है।

मोसफेट (MOSFET) की कार्य प्रणाली : ड्रेन एवं सोर्स बनाने वाले N प्रकार के पदार्थों के मध्य प्रेरित धारा, गेट एवं P प्रकार के उपस्तर के मध्य उत्पन्न विद्युत क्षेत्र पर निर्भर करती है। जैसे-जैसे गेट धनात्मक विभव (Voltage) बढ़ता है तब ड्रेन एवं सोर्स के पास वाले P प्रकार के उपस्तर में -ve आवेश प्रेरित (Induced) होता है। इस कारण से इस क्षेत्र का पदार्थ N प्रकार का बन जाता है, विशेष कर ड्रेन एवं सोर्स के मध्य। इस प्रकार ड्रेन एवं सोर्स के मध्य N चैनल बन जाती है (देखें चित्र नं. 37)। तथा इस प्रकार ड्रेन एवं सोर्स के मध्य धारा प्रवाह प्रारम्भ हो जाता है तथा धारा का मान गेट क्षेत्र के द्वारा उत्पन्न N प्रकार के पदार्थ पर निर्भर करता है। इस प्रकार ड्रेन-सोर्स धारा गेट वोल्टता से नियन्त्रित होती है।

उपरोक्त वर्णित मोसफेट (MOSFET) बढ़ोतरी 'Enhancement' प्रकार का है क्योंकि गेट वोल्टता के बढ़ने पर चैनल में कैरियरों की संख्या में वृद्धि होती है। एक अन्य प्रकार का मोसफेट भी होता है जिसे 'डिपलिशन' प्रकार का कहते हैं। इस प्रकार के मोसफेट में एक N प्रकार की चैनल को सोर्स एवं ड्रेन के मध्य विसरित Diffused किया जाता है (देखें चित्र नं. 37 स)। इसमें गेट वोल्टता चैनल में उपस्थित कैरियरों में कमी करती है। इस प्रकार ड्रेन-सोर्स धारा में कमी होती है।

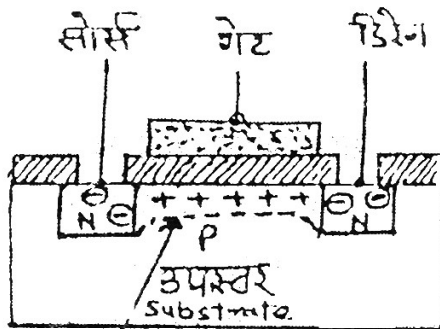


(अ) बनावट मोसफेट N चैनल
CONSTRUCTION MOSFET

चित्र 37

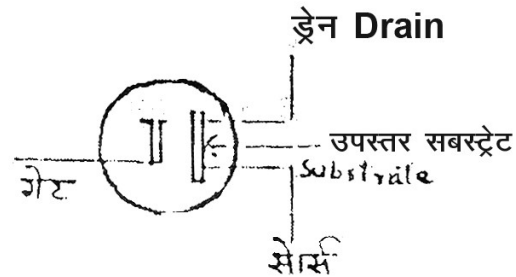
(ब) ड्रेन-सोर्स धारा
N-CHANNEL MOSFET

P चैनल एवं चैनल प्रकार के मोसफेट MOSFET के सिम्बल (चित्र नं. 38, 39) में दिखाये गये हैं।



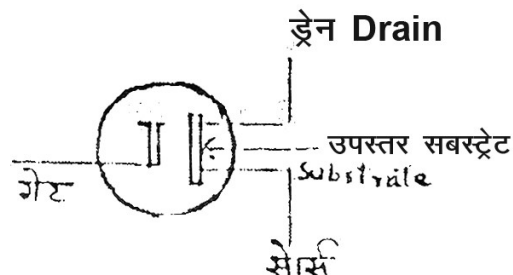
विस्तारित वाहिका (चैनल)

चित्र 37 : (स) डिप्लिशन प्रकार का N
वाहिका (चैनल) मोसफेट MOSFET



चित्र 38 : सिम्बल N चैनल

N चैनल मोसफेट MOSFET की कार्य विधि एवं गुण पैन्टोड वाल्व की भांति ही है। ट्रांजिस्टर सामान्य एवं इसके अभिलक्षण वक्रों Characteristics Curves में मुख्य अन्तर यह है कि ट्रांजिस्टर बेस धारा पर कार्य करता है जबकि मोसफेट MOSFET गेट वोल्टता के परिवर्तनशील होने पर कार्य करता है।



चित्र 39 : सिम्बल P चैनल MOSFET

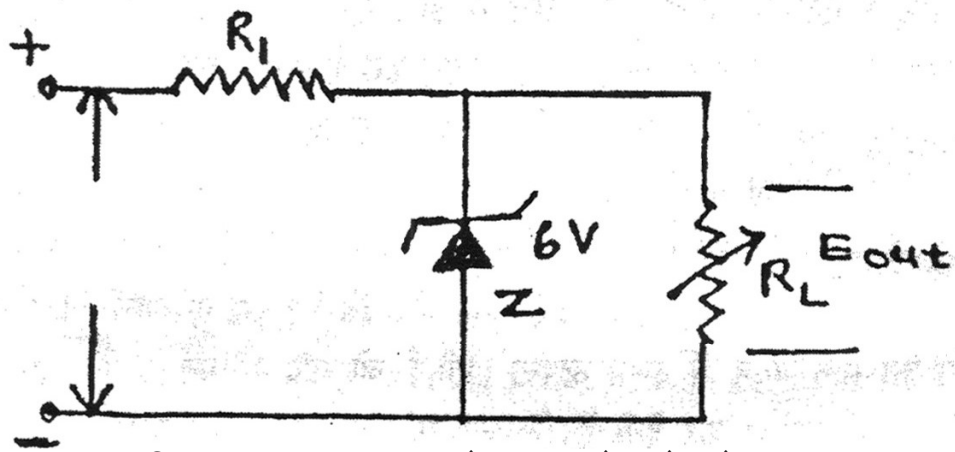
ट्रांजिस्टर की भांति FETs का उपयोग असीमित है। इसका उपयोग AF ए.एफ, स्विचिंग लाजिक एवं टाइमिंग परिपथों में किया जाता है।

जेनर डायोड

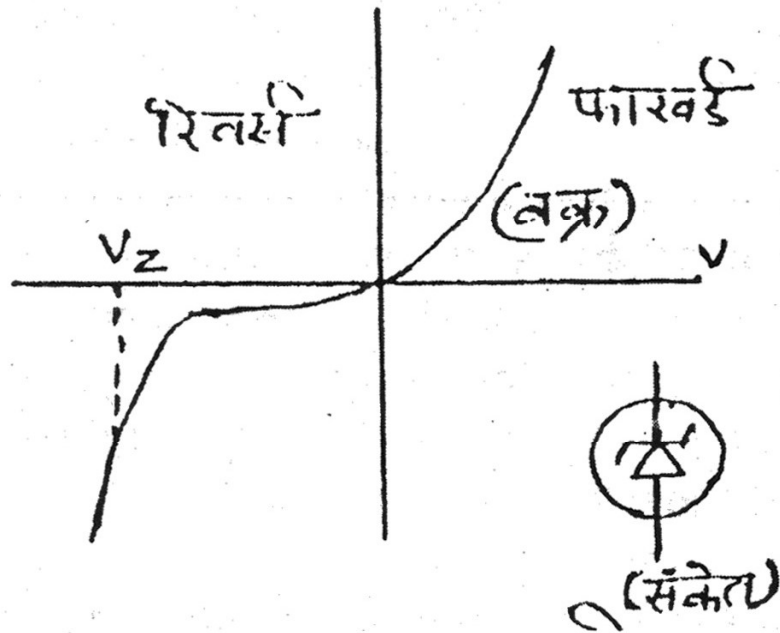
Zener Diode

जैसा कि हम जानते हैं कि P-N जंक्शन डायोड जब फारवर्ड बायस होता है तो दीर्घ आवेश वाहकों के कारण धारा प्रवाह होता है। परन्तु जब डायोड रिवर्स बायस होता है तो प्रयोगात्मक रूप से कोई धारा प्रवाहित नहीं होती परन्तु लघु आवेश वाहकों (जो P में इलेक्ट्रॉन एवं N में होल के रूप में होते हैं) के जंक्शन पार करने के कारण एक क्षीण रिवर्स धारा प्रवाहित होती है। जैसे-जैसे रिवर्स वोल्टता बढ़ाते हैं तो वोल्टता के एक विशेष मान पर डायोड में रिवर्स धारा एकाएक बढ़ जाती है वोल्टता के इस मान को जेनर वोल्टता कहते हैं। यह इसलिए होता है कि जंक्शन के पास के अणुओं के इलेक्ट्रॉनों की ऊर्जा रिवर्स वोल्टता बढ़ने के कारण बढ़ जाती है तथा उनके सह संयोजक बन्ध (Covalent Bond) टूट कर उन्हें मुक्त कर देते हैं। इसे एवलाँची ब्रेक डाउन कहते हैं। धारा का मान बढ़ने से उष्मा उत्पन्न होती है जो यदि सीमित न की जाये तो डायोड के जंक्शन को खराब कर देती है। लेकिन यदि धारा का मान सीमा में रहे तो वोल्टता कम करने पर धारा प्रवाह

रुक जाता है तथा डायोड भी खराब नहीं होता। इस प्रकार काफी बड़े क्षेत्र में वोल्टता का मान स्थिर रहता है तथा धारा का मान बढ़ता रहता है। इस प्रभाव को जेनर प्रभाव कहते हैं। जेनर वोल्टता का मान सेमी कन्डक्टर में अशुद्धि की मात्रा की उपस्थिति से बढ़ता-घटता है। इसलिये जेनर डायोड का परिवार बहुत बड़ा है किसी भी जेनर डायोड के लिये निर्माता दो बातें स्पष्ट तौर पर दर्शाता है – 1. जेनर वोल्टता : जिससे मालूम हो कि कितनी



चित्र 40 : साधारण जेनर डायोड रेगुलेटर



चित्र 41 : जेनर डायोड का अभिलक्षण वक्र एवं संकेत

रिवर्स वोल्टता पर जेनर प्रभाव उत्पन्न होगा (2) अधिकतम पावर क्षय (Max Power Dissipation) जिससे उस अधिकतम धारा का ज्ञान होता है जो उस जेनर डायोड से सुरक्षित रूप से बह सकती है। क्योंकि बहने वाली अधिकतम धारा का मान सीमित है तथा डायोड के अन्दर धारा सीमित करने का कोई साधन नहीं है अतः जेनर डायोड को परिपथ में वोल्टता के साथ कभी भी सीधे नहीं लगाया जाता वरन् श्रेणी क्रम में एक प्रतिरोध लगाया जाता है जो धारा के मान को सीमित करता है जैसा चित्र 40 में दिखाया गया है। जेनर डायोड कुछ वोल्ट से लेकर कुछ सौ वोल्ट तक के उपलब्ध हैं। (जेनर डायोड की जो वोल्टता निर्दिष्ट होती है वह 20% से 10% या 5% के अन्दर रहती है। जेनर डायोड 250, 500, 750, मिली वाट, 1, 15, 3–5, 10 और 50 वाट पॉवर क्षय (Power Dissipation) वाले बाजार में उपलब्ध है।

उपरोक्त सभी अवस्थायें रिवर्स वायस के लिये हैं। जेनर डायोड फारवर्ड बायस अवस्था में साधारण डायोड की भांति कार्य करता है।

जेनर डायोड का उपयोग रेगुलेटर परिपथ तथा क्लिपर के रूप में किया जाता है।

सिलिकॉन कन्ट्रोल्ड रेक्टिफायर

Silicon Controlled Rectifier (SCR)

सिलिकॉन नियंत्रित दिष्टकारी (SCR) एक बहुपत्तीय सेमीकन्डक्टर साधन है जो 2-N प्रकार के पदार्थों में एक के बाद एक P प्रकार के पदार्थों का युग्म बनाकर बनाया जाता है या यह कह सकते हैं कि दो P-N जंक्शनों को इकट्ठा कर बनाया जाता है। जैसा चित्र नं. 42 में दिखाया गया है। यह रेक्टिफायर या दिष्टकारी इसलिये कहलाता है क्योंकि फारवर्ड दिशा में कम प्रतिरोध प्रदान करता है अतः धारा को प्रवाहित करता है। लेकिन रिवर्स दिशा में अधिक प्रतिरोध प्रदान करता है अतः धारा को रोकता है। लेकिन इसमें समान्य डायोड से अन्तर यह है कि यह हमेशा ही धारा प्रवाहित नहीं करता वरन् एक गेट के नियन्त्रण में कार्य करता है। नियन्त्रित दिष्टकारी

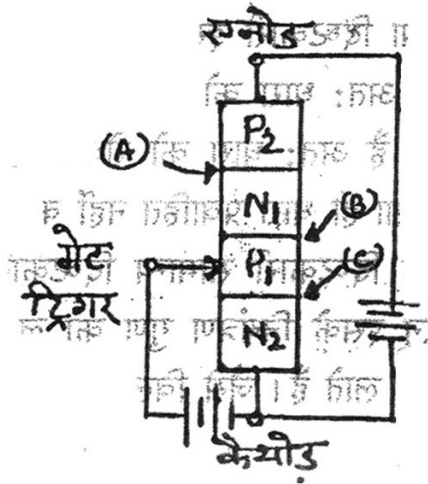
सामान्य दिष्टकारी के रूप में कार्य के लिए उपयोग नहीं किया जाता वरन् इसके नियंत्रण गुण का लाभ उठाते हुए इसे ऑन-ऑफ पावर स्विच के रूप में कार्य में लाते हैं। जैसे विलम्ब परिपथ (Delay Circuit)] वोल्टता रेग्युलेटर परिपथ आदि।

SCR की कार्य विधि : एस.सी.आर. की बनावट चित्र 42, 44 में दिखायी गई है चित्र से स्पष्ट है कि SCR में तीन लीड हैं (1) एनोड (2) कैथोड (3) गेट। एनोड P पदार्थ से जुड़ा है जो N पदार्थ से मिल कर एनोड जंक्शन का निर्माण करता है जिसे चित्र में P_2 एवं N_1 से दिखाया गया है। N_1 पदार्थ भी P_1 से मिल कर कन्ट्रोल जंक्शन का निर्माण करता है क्योंकि P_1 से गेट लीड जुड़ी हुई है। P_1 पदार्थ की पर्त अगले N_2 से मिल कर कैथोड जंक्शन बनाता है। क्योंकि N_2 पदार्थ से कैथोड लीड जुड़ी है।

बाह्य सिगनल एस.सी.आर. में चित्रानुसार जोड़ी जाती है। बाह्य पावर सप्लाई का धन ध्रुव +ve एनोड से तथा ऋण ध्रुव -ve कैथोड से जोड़ी जाती है ताकि एनोड एवं कैथोड जंक्शन फारवर्ड बायस हो सके लेकिन जब तक गेट पर -ve पल्स है तब तक कोई धारा आउटपुट परिपथ में नहीं बहेगी लेकिन जब गेट पर +ve पल्स दी जाती है तब कैथोड जंक्शन धारा प्रवाहित होती है। तथा कन्ट्रोल जंक्शन ऐसे माना जा सकता है जैसे कैथोड जंक्शन से कम प्रतिरोध से जुड़ा हो। तब फारवर्ड बायस वाला एनोड जंक्शन धारा प्रवाहित तथा इस प्रकार एनोड से कैथोड तक कम प्रतिरोध युक्ति (Device) बन जाती है तथा धारा आसानी से प्रवाहित होती है। उपरोक्त से यह स्पष्ट है जब तक गेट पर +ve वोल्टता नहीं दी गई तब तक एनोड एवं कैथोड के मध्य कोई धारा प्रवाह नहीं होती अर्थात् कंट्रोल जंक्शन रिवर्स बायस होने पर एनोड एवं कैथोड के मध्य कोई धारा नहीं बहती।

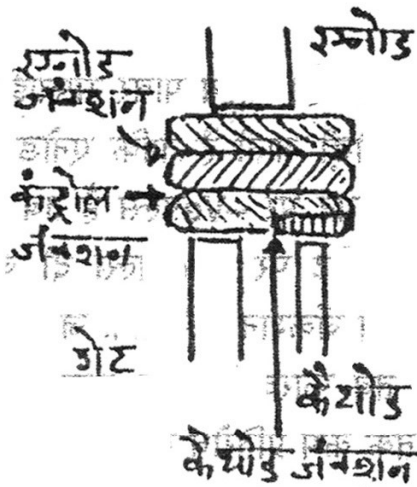
SCR का सांकेतिक चित्र, चित्र 45 में दिया गया है। साधारण डायोड जैसा ही संकेत है अंतर केवल गेट लीड लगाने का है जो वास्तव SCR में धारा प्रवाह को नियन्त्रित करती है।

गेट ऑन करने का समय 0.1 माइक्रो सैकिन्ड से 1 माइक्रो सैकिन्ड



चित्र 42 SCR की बनावट सब फारवर्ड दिशा के लिए बैट्री-कनेक्शन

A = एनोड जंक्शन
B = कंट्रोल जंक्शन
C = कैथोड जंक्शन



चित्र 44 (अ) : SCR की आंतरिक बनावट



चित्र 43 : SCR दो ट्रांजिस्ट्रों के श्रेणी क्रम में जुड़े रूप में



चित्र 44 (ब) : SCR का संकेत

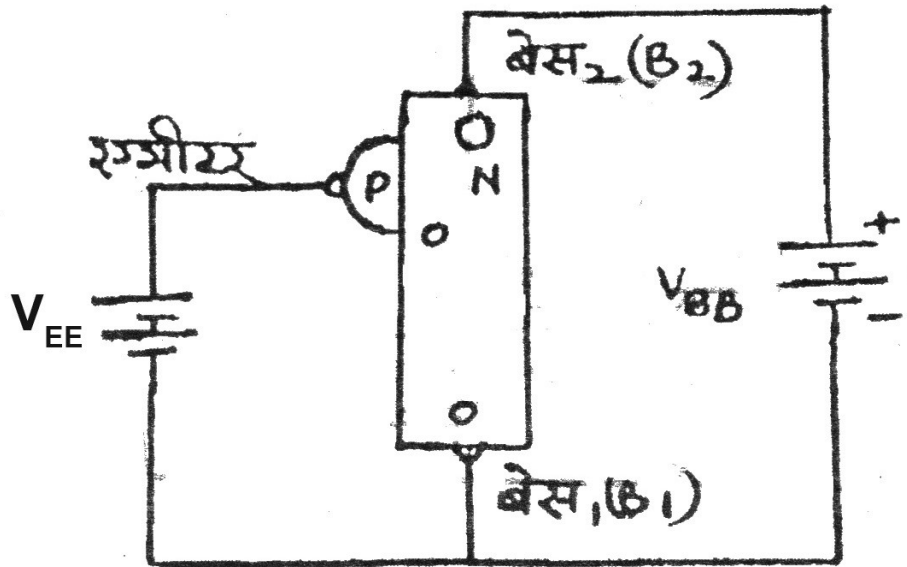
तक होता है तथा इस समय को कन्डैक्शन एन्गिल कहते हैं। तथा SCR को आफ होने में 5 से 30 माइक्रो सैकिन्ड तक लगता है SCR को ऑफ

करने के लिए एनोड को -ve करना पड़ता है या एनोड वोल्टता हटानी होती है।

SCR को दो ट्रांजिस्टर्स को श्रेणी क्रम में जुड़ा माना जा सकता है जैसा चित्र में 43 में दिखाया गया है।

यूनि जंक्शन ट्रांजिस्टर The Unijunction Transistors (UJT)

जैसा नाम से ही ज्ञात होता है कि इसमें केवल एक जंक्शन होता है। इसे नीचे चित्र में दिखाया गया है। यह ट्रांजिस्टर की भांति कार्य नहीं करता। इसके कार्य सामान्य ट्रांजिस्टर्स से भिन्न है। लेकिन क्योंकि इसमें तीन लीड निकली होती है अतः ट्रांजिस्टर कहलाता है। इसका उपयोग एम्पलीफायर के रूप में न कर आसीलेटर, टाइमिंग परिपथ, ट्रिगर परिपथ आदि में किया जाता है।

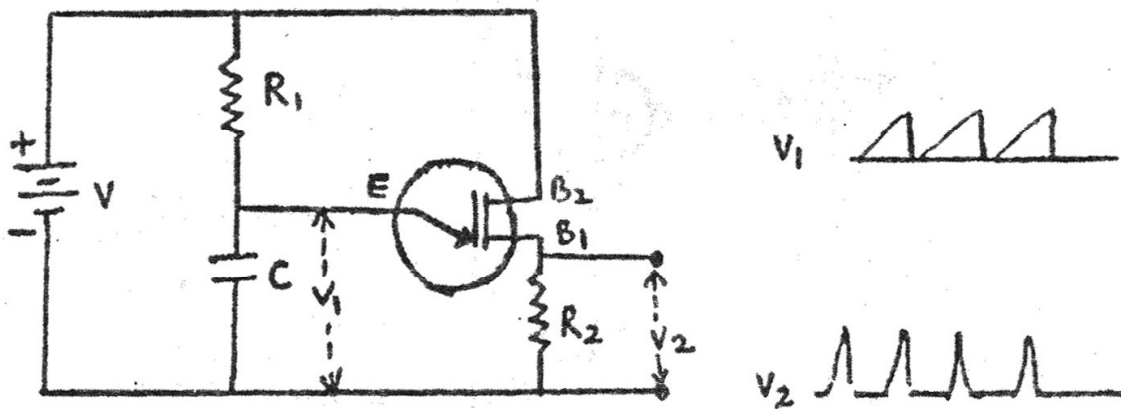


चित्र 45 एकल जंक्शन ट्रांजिस्टर (UJT) बनावट विवरण

बनावट : इसमें यद्यपि एक जंक्शन है फिर भी इसमें तीन लीड है। इसमें चैनल (वाहिका) के रूप में N प्रकार का पदार्थ लिया जाता है जिसके दोनों सिरों पर चित्र 45 के अनुसार दो लीड जोड़ दी जाती है इन्हें बेस

(B_1) एवं बेस (B_2) के नाम से जाना जाता है। इस N (एन) चैनल में बेस₂ (B_2) के निकट एक P टाइप का पदार्थ लगाया जाता है, जिससे एक तीसरी लीड जिसे एमीटर कहते हैं, निकाली जाती है। इस प्रकार B_2 के समीप एक जंक्शन बन जाता है। B_1 तथा B_2 के मध्य $5K\Omega$ से $10K\Omega$ तक का प्रतिरोध होता है। B_1 तथा B_2 के मध्य पावर सप्लाई इस प्रकार जोड़ी जाती है कि B_1 धनात्मक रहे। एमीटर सप्लाई यदि बेस B_2 से -ve हो तो E- B_2 जंक्शन रिवर्स बायस होगा तथा कोई धारा जंक्शन से होकर नहीं बहेगी तथा जंक्शन बहुत अधिक प्रतिरोध प्रदान करेगा लेकिन जैसे-जैसे एमीटर वोल्टता बढ़ायेंगे तैसे-तैसे प्रतिरोध का मान कम होकर अंत में जंक्शन फारवर्ड बायस हो जायेगा तथा धारा बहने में बहुत कम प्रतिरोध प्रदान करता है। इस प्रकार होल P टाइप पदार्थ से निकल कर N टाइप के पदार्थ में प्रवेश कर जायेंगे तथा इस प्रकार धारा E तथा B_2 के मध्य प्रवाहित होगी जिसका मान एमीटर वोल्टता पर निर्भर होगा। इस प्रकार यह एक चल विभव विभक्तकारी (Variable Potential Divider) की भांति कार्य करता है इसका संकेत चित्र 46 में दिया गया है।

इससे स्पष्ट है कि यदि दोनों बेस B_1 तथा B_2 को शार्ट कर दिया जाये तो यह एक सामान्य डायोड की भांति दिखायी देता है।



चित्र 47 : एकल जंक्शन ट्रांजिस्टर का रिफ्लैक्स आसीलेटर के रूप में अनुप्रयोग करते हुए

उपयोग : यूनिजंक्शन ट्रांजिस्टर का उपयोग, चल विभव विभक्तकारी (variable potential divider), आसिलेटर, टाईमिंग परिपथ, ट्रिगर परिपथ में किया जाता है देखे चित्र नं. 47, 48।

इन्टीग्रेटिड सर्किट (Integrated Circuit)

अब तक पढ़े गये परिपथों में प्रयुक्त अवयवों (तार, ट्रांजिस्टर, प्रतिरोध, संघनित्र, इन्डक्टैन्स) से परिपथ काफी बड़ा हो जाता है। जिस कारण स्थान अधिक घेरता था। लेकिन आजकल फोटो ग्राफिक तकनीकी को अपना कर एक या अधिक परिपथ एक छोटे से सेमीकन्डक्टर के टुकड़े (जिसे चिप कहते हैं) की सतह पर छोटे रूप में बनाये जा सकते हैं तथा बनाया गया नेटवर्क इतना छोटा होता है कि बिना सूक्ष्मदर्शी की सहायता के नहीं देखा जा सकता। ऐसे परिपथ को इन्टीग्रेटिड सर्किट (समाकलित परिपथ) आई. सी. (IC) कहते हैं। क्योंकि इसमें ट्रांजिस्टर, प्रतिरोध तथा डायोड आदि चिप के अभिन्न अंग होते हैं।

इन्टीग्रेशन (समाकलन) के स्तर :

यह तीन प्रकार के होते हैं।

1. स्माल स्केल इन्टीग्रेशन SSI: जिस आई.सी. चिप में 12 गेट से कम गेट होते हैं, को SSI के नाम से जाना जाता है।
2. मीडियम स्केल इन्टीग्रेशन MSI : यदि 12 से 100 गेट प्रति चिप हो तो उसे MSI कहते हैं।
3. लार्ज स्केल इन्टीग्रेशन LSI : (100—1000) गेट से अधिक एक चिप में होने पर उसे LSI के नाम से जाना जाता है।
4. वैरी लार्ज स्केल इन्टीग्रेशन : 1000 गेट से अधिक।

तकनीकियां एवं लॉजिक परिवार :

IC बनाने की दो तकनीकियां हैं

1. बाइपोलर Bipolar
2. मेटल आक्साइड सेमीकन्डक्टर MOS

बाइपोलर तकनीकी में चिप पर ट्रांजिस्टर बनाये जाते हैं तथा इस तकनीकी का प्रयोग SSI एवं MSI में किया जाता है क्योंकि ये तीव्र गति वाले हैं। इस क्रम में निम्न मूल परिवार आते हैं।

1. DTL—डायोड—ट्रांजिस्टर लॉजिक
2. TTL—ट्रांजिस्टर—ट्रांजिस्टर लॉजिक
3. ECL—एमीटर कपल्ड लॉजिक

DTL का आजकल प्रयोग लगभग बंद हो गया है। अधिकतर TTL का ही प्रयोग SSI व MSI चिप में हो रहा है। ECL जो एक तीव्र गति वाली तकनीकी है अतः इसका प्रयोग उच्च गति वाली विधियों में प्रयोग किया जाता है। TTL परिवार में 7400 श्रेणी का प्रयोग आजकल लगभग सभी अनुप्रयोगों में प्रयोग की जाती है। इसकी कार्य करने की ताप रेंज $0-70^{\circ}\text{C}$ तक होती है। तथा कार्य करने की अधिकतम वोल्टता 4.75 V से 5.25 वोल्ट तक होती है। मिलिटरी के कार्यों के लिए अधिक ताप पर (-55°C से 125°C तक) तथा सप्लार्ड वोल्टता 4.5 से 5.5 वोल्ट तक कार्य करने वाली IC श्रेणी नं. 5400 का निर्माण किया गया इसका बाकी अन्य कार्य 7400 श्रेणी जैसा ही है इस श्रेणी में उच्च गति High Speed TTL, कम पावर Low Power TTL, शाकटी Schottky TTL कम पावर वाली शॉटकी टी.टी.एल. भी उपलब्ध है।

मेटल-ऑक्साइड सेमीकन्डैक्टर तकनीकी : में चिप पर MOSFET (मेटल—ऑक्साइड सेमीकन्डैक्टर फील्ड इफ़ैक्ट ट्रांजिस्टर) बनाये जाते हैं। इस तकनीकी से LSI प्रकार की आई सी बनाई जाती है। क्योंकि एक चिप

क्षेत्र में अधिक MOSFET आ सकते हैं। MOS परिवार में निम्न श्रेणी आती है।

(i) N-MOS N Channel MOS FETs

(ii) C-MOS पूरक Complementary MOS FETs

P-MOS सबसे पुरानी एवं सबसे कम गति वाली श्रेणी है तथा अब इसका प्रयोग प्रायः समाप्त हो गया है। N-MOS का प्रयोग LSI श्रेणियों में किया जाता है इस प्रकार से बनी आई.सी. का प्रयोग माइक्रो प्रोसेसर एवं मेमोरी में किया जाता है। C-MOS, N-Channel तथा P-Channel MOSFETs का प्रयोग वहां किया जाता है जहां पर कम पावर खपत की आवश्यकता होती है जैसे पॉकेट कैल्कुलेटर्स या कलाई घड़ियों आदि में।

आई.सी. लीड्स की पहचान करना

सामान्यतः बाजार में आई.सी. दो प्रकार के पैकेज में मिलती है।

(1) TO₅ पैकेज (2) प्लास्टिक पैकेज

IC में लीड्स की संख्या उनके प्रयोग के अनुसार निकाली जाती है।

TO₅ पैकेज में आने वाली आई.सी. ये वृत्त के रूप में होती है देखें चित्र नं. (49 स) तथा उनके पहचान चिन्ह दिया रहता है। तथा 8, 10 या 12 पिन हो सकते हैं। प्लास्टिक में IC की तीन प्रकार के पैकेज होते हैं।

(i) सिंगल-इन लाईन पैकेज (SIP)

(ii) ड्यूल-इन लाईन पैकेज (DIP) तथा Mini DIP

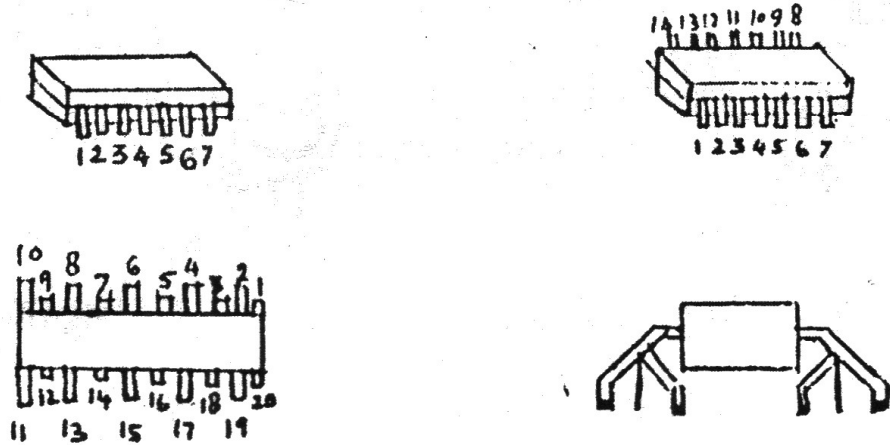
(iii) क्वाड इन लाईन पैकेज (QIP)

उपरोक्त सभी प्रकार की आई.सी. की लीडों को चित्र में दर्शाया गया है जो स्वयं वर्णित हैं। कुछ आई.सी. में पावर खपत अधिक होती है जैसे CA 1100, CA810, Bell IC No 1044 इनमें हीट सिंक भी लगायी जाती है।

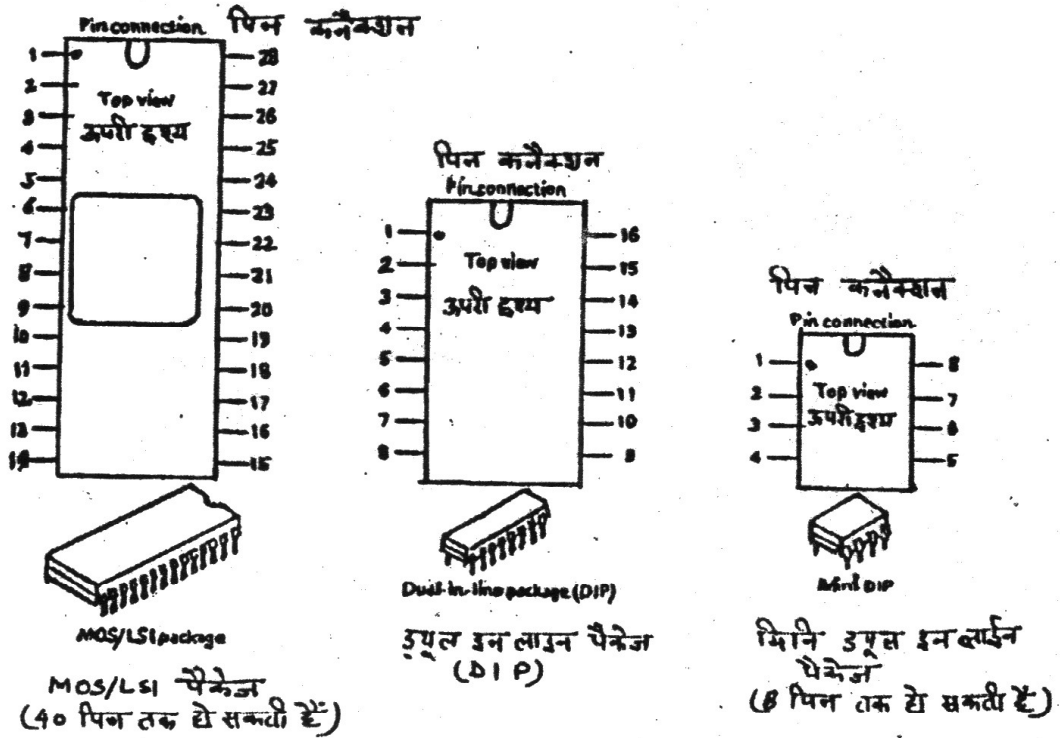
MOS IC: यह 40 पिन तक हो सकती है।

DIP IC : यह 14 से 16 पिन वाली होती है तथा मिनि DIP आई.सी. 8 पिन

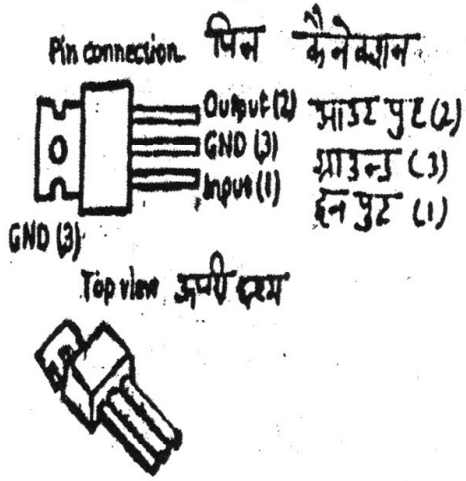
को होती है। TO_2 तथा TO_{220} पैकेज अधिकतर वोल्टेज रेगुलेटर के लिए प्रयोग किये जाते हैं। इनका आकार ट्रांजिस्टर जैसा ही होता है, इन्हें चित्र नं. 49स में दिखाया गया है।



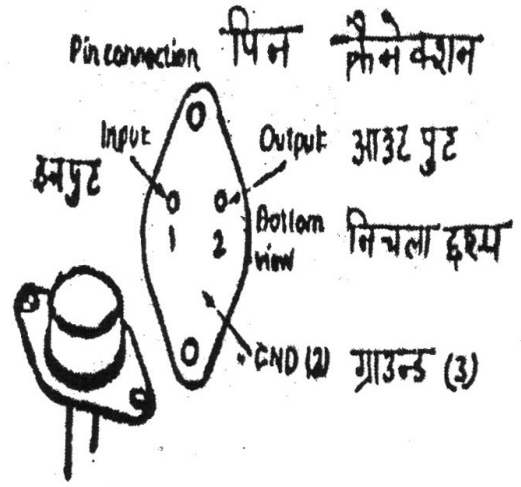
चित्र 49 (अ) : क्वाड-इन लाइन प्लास्टिक पैकेज आई०सी० एवं उनकी लीड्स की गिनती करना



चित्र 49 (ब) : ड्यूल इन लाइन पैकेज (DIP) आई०सी० एवं उनकी लीड्स की गिनती करना

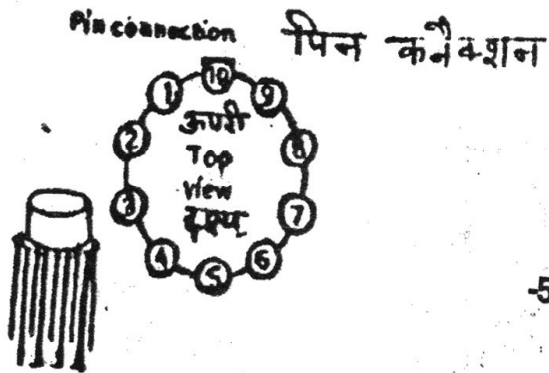


TO-220 Package/TO-220 पैकेज



TO-3 Package/TO-3 पैकेज

TO-220, एवं TO-3, पैकेज अधिकतर वोल्टेज रेग्युलेटर के लिये प्रयोग किये जाते हैं।



TO-5 package
TO-5 पैकेज
(यह 8, 10, 12 पिनो में मिलता है)

चित्र 49 (स) : TO-220, TO-3, TO
पैकेज के पिन कनेक्शन

फिल्टर परिपथ (Filter Circuit)

वे विद्युतीय परिपथ है जो ए.सी. घटक को (Component) को डी.सी. घटक से अलग करते हैं। या एक विशेष आवृत्ति के ए.सी. घटक को अन्य आवृत्तियों के ए.सी. घटक से अलग करते हैं। वांछित आवृत्ति की ए.सी. विद्युत को ये परिपथ कम से कम प्रतिरोध तथा शेष अवान्छनीय आवृत्तियों को अधिकतम प्रतिरोध प्रदान करते हैं।

फिल्टर परिपथ के गुण

1. फिल्टर परिपथ को वांछित आवृत्ति को ए.सी. पर कम तथा समान प्रतिरोध देना चाहिए तथा अवान्छित आवृत्ति की ए.सी. के लिये बहुत अधिक प्रतिरोध लगाना चाहिए।
2. वांछित तथा अवान्छित आवृत्तियों की छांट शीघ्रता से करनी चाहिए।
3. परिपथ का इम्पीडेन्स समान होना चाहिए।
4. फिल्टर का इम्पीडेन्स उपस्कर के इम्पीडेन्स से मेल खाना चाहिए। अन्यथा परिपथ में परावर्तन (Reflection) एवं विकृति (Distortion) हो जायेगी।

फिल्टर के प्रकार :

1. **लो पास फिल्टर** : वे परिपथ जो एक निश्चित आवृत्ति (सीमान्त आवृत्ति) से नीचे की सभी आवृत्तियों को पास करता है तथा उससे ऊपर की आवृत्तियों को रोकता है।
2. **हाई पास फिल्टर** : वे परिपथ जो सीमान्त आवृत्ति से ऊपर वाली आवृत्तियों को पास करते हैं तथा नीचे वाली आवृत्तियों को रोकते हैं।

3. **बैन्ड पास फिल्टर** : जो किन्हीं आवृत्ति विशेष के समूह को पास करते हैं तथा उनसे ऊपर या नीचे वाली आवृत्तियों को रोकते हैं।
4. **बैन्ड स्टाप फिल्टर** : जो किन्हीं आवृत्ति विशेष के समूह को रोकते हैं तथा शेष सभी आवृत्तियों को पास करते हैं।

फिल्टर में प्रयुक्त अवयवों के आधार पर फिल्टर

1. **इन्डक्टैन्स—कैपेसीटेन्स** : LC प्रकार के फिल्टर इन्हें बनाने में इन्डक्टर तथा संघनित्रों का प्रयोग किया जाता है। इन्हें साधारण फिल्टर भी कहते हैं।

साधारण फिल्टर के दोष

- (i) इनका कट—आफ बिन्दु तेज नहीं होता।
- (ii) इम्पीडेन्स पूरी आवृत्तियों के लिये समान नहीं होता। अतः सिगनल विकृत हो जाता है।

उपरोक्त समस्या को दूर करने के लिए M डिराइब्ड टी या पाई (T या π) खण्ड वाले फिल्टर प्रयोग में लाते हैं। इस प्रकार के फिल्टर 20 KHz तक ही ठीक प्रकार कार्य कर पाते हैं।

2. **क्रिस्टल फिल्टर** : इन फिल्टरों को चयन क्षमता (Selectivity) तथा सिगनल कट—आफ तीव्र होता है। ये 100KHz तक कार्य कर सकते हैं। ये महंगे, बड़े आकार वाले तथा दोलन व झटकों से खराब होने वाले होते हैं।
3. **यान्त्रिक फिल्टर** : इनका पास बैन्ड अधिक (100-500KHz तक) होता है। ये जल्दी खराब नहीं होते ये मैग्नेटोस्ट्रिक्टिव गुण (Magnetostrictive Property) के सिद्धान्त पर कार्य करते हैं। जिसके अनुसार यदि

कोई छड़ एक चुम्बकीय क्षेत्र में रखी जाये तो क्षेत्र की तीव्रता की दिशा के अनुसार छड़ की लंबाई में परिवर्तन होता है। ये फिल्टर आकार में छोटे, उग्र-ताप तथा लगातार कार्य करने पर भी आवृत्ति स्थिर, पास बैंड पर प्रतिरोध कम, तीव्र कट-ऑफ, चयन क्षमता तीव्र एवं फ्रिस्टल फिल्टर से सस्ता होता है।

पैड तथा अटेनुएर्स : पैड परिपथ में वांछित लॉस देने के काम आते हैं ये नान इन्डक्टिव प्रतिरोध के बनाये जाते हैं।

अटेनुएर्स स्पेशल टाइप के चल (Variable) और अचल (Fixed) पैड होते हैं।

पैड के गुण :

- (i) पैड स्थिर लास परिपथ में देते हैं।
- (ii) पैड में इम्पीडेन्स का मेल जरूरी है।
- (iii) पैड का इम्पीडेन्स मास्किंग के रूप में प्रयुक्त किया जा सकता है।

मास्किंग पैड : यह एक साधारण पैड है जो कि परिपथ में इस प्रकार समायोजित किया जाता है कि परावर्तित तरंग एक ओर से दूसरी ओर परिपथ में न जा सके चाहे लोड में बहुत अधिक परिवर्तन हो जाये।

डेसी बैल : डेसी बैल दो पावरों की तुलना की लघु-गुणकीय इकाई है। पावर के तल (Level) को भी डेसी बैल (डी.बी.) कहते हैं। इसमें पावर की तुलना किसी स्पेशल तल (अलग-अलग प्रणाली में अलग-अलग) के सापेक्ष किया जाता है तथा तल के अनुसार उसका नाम, जैसे Dbu, Dbm, Dbi आदि लिखते हैं। दो पावर की तुलना के लघुगणक को बैल (Bel) कहते हैं।

$$\text{बैल (Bel)} = \text{Log}_{10} \frac{V_2}{V_1} \text{ या लघु}_{10} \frac{V_2}{V_1}$$

लेकिन यह एक बड़ी इकाई है। अतः बैल के स्थान पर डेसी बैल का प्रयोग करते हैं।

$$1 \text{ बैल (Bel) = 10 Decibel}$$

$$= \text{Log}_{10} \frac{V_2}{V_1} \text{ बैल या } 10 \text{ Log}_{10} \frac{V_2}{V_1} \text{ डेसीबैल}$$

स्पेशल केस : यदि $P_2 = 2P_1$ तब

$$= 10 \text{ Log } \frac{V_2}{V_1} = 10 \text{ Log } \frac{2P_1}{P_1} = 10 \text{ Log } 2$$

$$\text{Log } 2 = 0.30103, \text{ अतः } = 10 \times 0.30103 = 3 \text{ dB लगभग}$$

अतः पावर दो गुणी होने पर केवल 3 dB का अंतर पड़ा। इस प्रकार यदि पावर दो गुणी होती है तो dB केवल 3 बढ़ती है तथा यदि पावर आधी होती है तो पावर केवल 3 dB कम हो जाती है। अतः dB में इकाई लेने पर संचार व्यवस्था में गणनायें सरल हो जाती हैं।

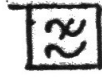
यदि पावर के स्थान पर वोल्टताओं या धाराओं की तुलना की जाये तथा हम जानते हैं की पावर $P \propto V^2$ या I^2 अर्थात् पावर वोल्टता या धारा के वर्ग के समानुपाती होती है अतः P के स्थान पर यदि V^2 या I^2 रख दे तब

$$= 10 \text{ Log } \frac{P_2}{P_1} = 10 \text{ Log } \frac{V_2^2}{V_1^2} \text{ या } 10 \text{ Log } \frac{I_2^2}{I_1^2}$$

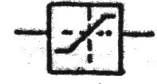
$$= 20 \text{ Log } \frac{V_2}{V_1} \text{ या } 20 \text{ Log } \frac{I_2}{I_1}$$

अर्थात् वोल्टता या धारा की अवस्था में 10 के स्थान पर 20 हो जाता है।

लो पास फिल्टर



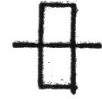
डिसक्रिमीनेटर



हाई पास फिल्टर



आयताकार वेव गाइड



बैंड स्टॉप फिल्टर



गोलाकार वेव गाइड



बैंड पास फिल्टर



कोर्रिस्पन्डिंग वेव गाइड



माड्युलेटर



रून् सी स्प्रोट



डीमोड्युलेटर



थर्मिस्टर



पैड



आसीलेटर या दोलित्र



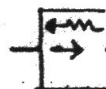
हाईड्रिड



रुन्टिना



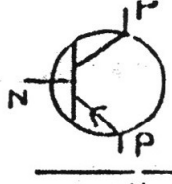
आइसोलेटर या प्रयक्कारी



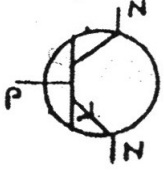
मैजिक टो



પીએન, પી ટ્રાંઝિસ્ટર



એન પી એન ટ્રાંઝિસ્ટર



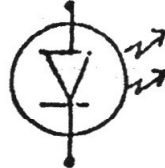
સ્થિર ફેઝ પરિવર્તક



ચલ ફેઝ પરિવર્તક



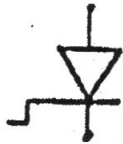
પ્રકાશ ઉત્સર્જક ડાયોડ
Light Emitting Diode.



પરિવર્તી પ્રતિઘાતક
ડાયોડ
Varactor Diode



સ્ટેપ રિસ્ત્રી
ડાયોડ



ટનલ ડાયોડ



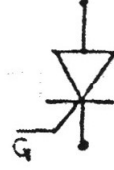
શૉટકી રોધ ડાયોડ
Schottky Barrier
Diode



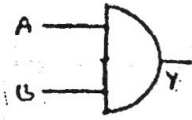
જેનર- ડાયોડ



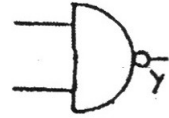
સિલિકૉન નિયંત્રિત
રેક્ટિફાયર
Silicon Controlled
Rectifier (SCR)



તથા દ્વાર
AND Gate



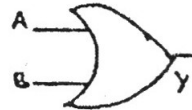
ન તથા દ્વાર
NAND Gate



ન દ્વાર
NOT Gate



અથવા દ્વાર
OR Gate



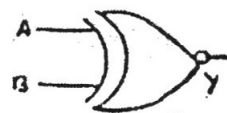
ન અથવા દ્વાર
NOR Gate



અસમાવેશી અથવા દ્વાર
Ex OR Gate



અસમાવેશી નકલ અથવા દ્વાર
Ex NOR Gate



वस्तुनिष्ठ

क. निम्नलिखित का पूरा नाम लिखें।

1. LED _____
2. MOSFET _____
3. DIP _____
4. SCR _____
5. I.C. _____
6. HPF _____
7. UJT _____
8. dB _____
9. VLSI _____
10. TTL _____

ख. निम्नलिखित रिक्त स्थानों की पूर्ति करें।

1. सबसे बाहरी कक्षा में स्थित इलेक्ट्रानों को _____ इलेक्ट्रॉन कहा जाता है।
2. क्रिस्टल में सिलिकॉन एटम _____ बंध के द्वारा आपस में जुड़े होते हैं।
3. शुद्ध जर्मेनियम को _____ सेमीकन्डक्टर तथा अशुद्धि मिलाने के बाद प्राप्त क्रिस्टल को _____ सेमीकन्डक्टर कहते हैं।
4. N-टाइप सेमीकन्डक्टर में इलेक्ट्रॉन _____ कैरियर तथा होल्स _____ कैरियर होते हैं।
5. परम ताप पर इन्ट्रिन्सिक सेमीकन्डक्टर एक _____ की तरह काम करते हैं।

6. फॉरबिडन एनर्जी गेप _____ बैण्ड तथा _____ बैण्ड के मध्य होता है।
7. डायोड का प्रयोग _____ को _____ में बदलने के लिये करते हैं।
8. जीनर डायोड का प्रयोग _____ के लिये करते हैं।
9. एक्टिव रिजन में एमीटर-बेस जक्शन _____ बायस तथा को क्लैक्टर-बेस जक्शन _____ बायस तथा को क्लैक्टर-बेस जक्शन बायस में होते हैं।
10. जब डायोड को रिवर्स बायस किया जाता है तो पोटेंशियल बैरियर _____ जाता है।
11. वेलेन्स बैण्ड में स्थित इलेक्ट्रान की ऊर्जा, कन्डक्शन बैण्ड में स्थित इलेक्ट्रान की ऊर्जा से _____ होती है।
12. ट्रान्जिस्टर का प्रयोग सिगनल को _____ करने के लिए करते हैं।
13. FET का इनपुट इम्पीडेंस _____ तथा आउटपुट इम्पीडेंस _____ होता है।
14. जब एक नार्मल एटम में से एक इलेक्ट्रान निकाल लिया जाता है तो वह एटम _____ ऑयन बन जाता है।
15. जक्शन में पोटेंशियल बैरियर, जक्शन के दोनों तरफ स्थित _____ कैरियर के कारण होता है।