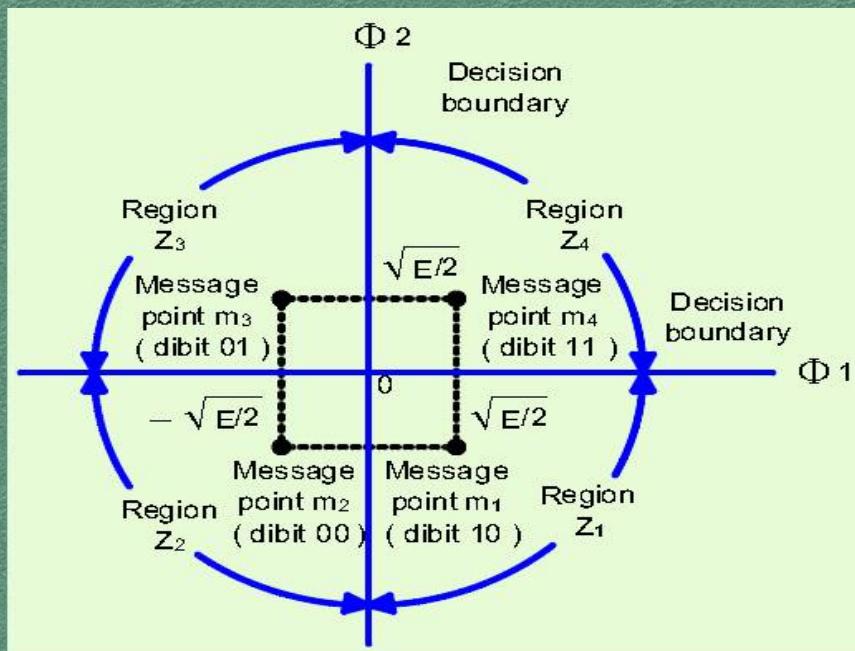




टी.बी.4

डिजिटल मोडयुलेशन तकनीक



भारतीय रेल सिग्नल इंजीनियरी और दूरसंचार संस्थान
सिकंदराबाद-500017

टी.बी.4

डिजिटल मोड्युलेशन तकनीक

दर्शन : इरिसेट को अंतर्राष्ट्रीय प्रसिद्धि का संस्थान बनाना, जो कि अपने मानक व निर्देशचिह्न स्वयं तय करे.

लक्ष्य : प्रशिक्षण के माध्यम से सिगनल एवं दूरसंचार कर्मियों की गुणवत्ता में सुधार तथा उनकी उत्पादक क्षमता में वृद्धि लाना.

इस इरिसेट नोट्स में उपलब्ध की गई सामग्री केवल मार्गदर्शन के लिए प्रस्तुत की गयी है. इस नियमावली या रेलवे बोर्ड के अनुदेशों में निहित प्रावधानों को निकालना या परिवर्तित करना मना है.



भारतीय रेल सिगनल इंजीनियरी और दूरसंचार संस्थान

सिकंदराबाद - 500 017

टी.बी.4

डिजिटल मोडयुलेशन तकनीक

विषय सूची

<u>क्र.सं.</u>	<u>अध्याय</u>	<u>पृष्ठ सं.</u>
1	डिजिटल मोडयुलेशन तकनीक	1
2	अनुबंध - 'क' पेसिव डिवाइज़	24
3	अनुबंध - बी इलेक्ट्रॉनिक्स के मूल सिद्धांत	30
4	अनुबंध - सी (अपलाइड इलेक्ट्रॉनिक्स)	46

1. पृष्ठों की संख्या - 30
2. जारी करने की तारीख - नवंबर - 2016
3. हिंदी और अंग्रेजी संस्करण में कोई विसंगति या विरोधाभास होने पर इस विषय का अंग्रेजी संस्करण ही मान्य होगा.

© IRISET

"यह केवल भारतीय रेलों के प्रयोगार्थ बौद्धिक संपत्ति है. इस प्रकाशन के किसी भी भाग को इरिसेट, सिकंदराबाद, भारत के पूर्व करार और लिखित अनुमति के बिना न केवल फोटो कॉपी, फोटो ग्रॉफ, मेगेटिक, ऑप्टिकल या अन्य रिकार्ड तक सीमित नहीं, बल्कि पुनः प्राप्त की जाने वाली प्रणाली में संग्रहित, प्रसारित या प्रतिकृति तैयार नहीं किया जाए."

<http://www.iriset.indianrailways.gov.in>

अध्याय 1

डिजीटल मॉड्युलेशन तकनीक

1.1 डिजीटल संचार प्रक्रिया का परिचय:

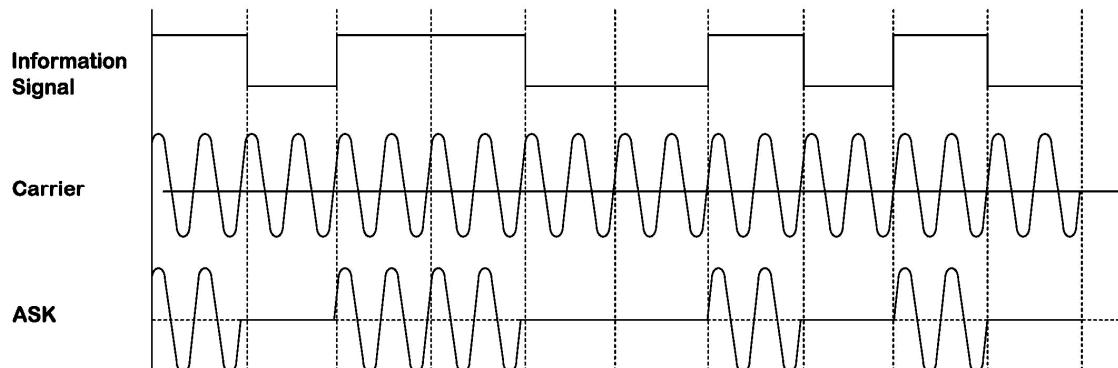
डिजीटल संचार सिस्टमों में अपेक्षाकृत ज्यादा फ्रीक्वेंसी वाले एनालॉग कैरियर को कम फ्रीक्वेंसी वाले डिजीटल इनफारेंशन सिगनलों से मॉड्युलेट किया जाता है एवं ऐसे सिस्टमों में जहाँ डिजीटल पल्स का ट्रांसमिशन किया जाता है.

1.2 डिजीटल मॉड्युलेशन के प्रकार:-

- 1) डिजीटल एम्प्लीट्रॉड मॉड्युलेशन या एम्प्लीट्रॉड शिफ्ट कीइंग (ए.एस.के.)
 - 2) फ्रीकवैर्सी शिफ्ट कीइंग (एफ.एस.के.)
 - 3) फेज़ शिफ्ट कीइंग (पी.एस.के)

1.2.1 डिजीटल एम्प्लीट्यूड मॉड्युलेशन तकनीक या एम्प्लीट्यूड शिफ्ट कीइंग

एम्प्लीट्यूड शिफ्ट कीइंग में कैरियर को बंद या चालू करने की प्रक्रिया शामिल है जो कि डिजीटल पल्स के एक क्रम, जो कि इनफॉर्मेशन सिग्नल बनाती हो, के अनुग्रुण होता है कैरियर की फ्रीकवेंसी निश्चित रहती है.



चित्र 1.1 एम्प्लीटयड शिफ्ट कीर्झिंग (ए.एस.के.) वेव-फॉर्म

गणित के तौर पर डिजीटल एम्पलीट्यूड मॉड्युलेशन या एम्पलीट्यूड शिफ्ट कीइंग (ऐ.एस.के) को इस प्रकार सचित किया जा सकता है:

$V_{am}(t)$ = डिजीटल एम्प्लीफायर मॉड्युलेटेड तरंग

A/2 = यु.एन. मॉड्युलेटेड कैरियर एम्प्लीटयुड(वोल्ट)

$V_m(t)$ = मॉड्युलेटिंग बाइनरी सिग्नल (वोल्ट)

Wc = कैरियर रेडियन फ्रीकवेंसी (रेडियन पर सेकंड)

समीकरण 1 में, मॉड्यूलेटिंग सिग्नल $V_{am}(t)$ एक बाइनरी वेव-फार्म है, जहाँ $+1V = \text{लॉज़िक } 1$ तथा $-1V = \text{लॉज़िक } 0$. इसलिए लॉज़िक 1 इनपुट $V_m(t) = +1$ और समीकरण बन जाता है.

$$V_{am}(t) = [1 + 1] [A/2 \cos (\omega c t)] = ACOS (\omega c t)$$

एवं लॉज़िक 0 के लिए इनपुट $V_m(t) = -1$ और समीकरण बन जाता है.....

$$V_{am}(t) = [1 - 1] [A/2 \cos (\omega c t)] = 0$$

इसलिए 100% मॉड्युलेशन के लिए $V_{am}(t)$ या वो $ACOS (\omega c t)$ है या फिर 0

इसलिए कैरियर या तो चालू होता है या बंद और उस कारण से एम्प्लीट्यूड शिफ्ट कीइंग (ए.एस.के) को सामान्यतया आन-ऑफ कीइंग कहा जाता है.

एम्प्लीट्यूड शिफ्ट कीइंग को कभी-कभी निरंतर तरंग कहा जाता है, क्योंकि जब कैरियर का संचार होता है (यानि चालू) इसकी एम्प्लीट्यूड, फ्रीक्वेंसी, एवं फेज निश्चित रहता है.

एम्प्लीट्यूड शिफ्ट कीइंग कम गुणवत्ता वाले डिजीटल इनफॉर्मेशन के संचार में उपयोग किया जाता है. इसलिए इसे ज्यादा गुणवत्ता वाले, ज्यादा प्रदर्शन (PERFORMANCE) वाले संचार प्रक्रियाओं में बहुत कम उपयोग किया जाता है.

ए.एस.के. का उपयोग

- इसे मल्टी चैनल टेलीग्राफ प्रक्रिया में उपयोग किया जाता है.
- 'नॉइज़' के कारण से साधारण (ए.एस.के) का उपयोग अन्य डिजीटल संचार प्रक्रियाओं में नहीं किया जाता है.

1.2.2 फ्रीक्वेंसी शिफ्ट कीइंग (एफ.एस.के.)

फ्रीक्वेंसी शिफ्ट कीइंग में कैरियर तरंगों की फ्रीक्वेंसी इनफॉर्मेशन, सिग्नल की डिजीटल पल्सों के अनुगुण में बदलती रहती है दो बाइनरी अंकों को कैरियर फ्रीक्वेंसी के आस-पास की दो फ्रीक्वेंसीयों से सूचित किया जाता है. एम्प्लीट्यूड निश्चित रहता है. यह साधारण फ्रीक्वेंसी मॉड्युलेशन जैसा ही है परंतु यहाँ मॉड्यूलेटिंग सिग्नल एक बाइनरी सिग्नल है जो दो निर्दिष्ट वोल्टेज के बीच में बदलती रहती है, ना कि निरंतर बदलती एनालॉग वेव-फार्म में.

फ्रीक्वेंसी शिफ्ट कीइंग का साधारण समीकरण

$$V(fsk)(t) = V_c \cos [2\pi \{f_c + V_m(t) f \} t]$$

जहाँ

$$V_{fsk}(t) = \text{एफ.एस.के. वेव-फार्म}$$

$$V_c = \text{हाई कैरियर एम्प्लीट्यूड (वोल्ट)}$$

$$f_c = \text{सेंट्रल कैरियर फ्रीक्वेंसी (हर्ट्ज)}$$

$$f_\Delta = \text{हाई फ्रीक्वेंसी डिवीयेशन (हर्ट्ज)}$$

$$V_m(t) = \text{मॉड्युलेशन सिग्नल (इनपुट पर) (+/-1)}$$

समीकरण दो में, कैरियर फ्रीक्वेंसी में उच्चतम शिफ्ट बाइनरी इनपुट सिग्नल की एम्प्लीट्यूड एवं पोलारिटी के अनुपातिक हैं। मॉड्युलेशन सिग्नल $V_m(t)$ एक साधारणीकृत बाइनरी वेव-फॉर्म है जहाँ लॉज़िक 1 = +1 और लॉज़िक 0 = -1। इसलिए इनपुट लॉज़िक 1 के लिए $V_m(t) = +1$ और समीकरण 2 इस प्रकार लिखा जा सकता है।

$$V_{fsk}(t) = V_c \cos [2 \{f_c - \Delta f\} t]$$

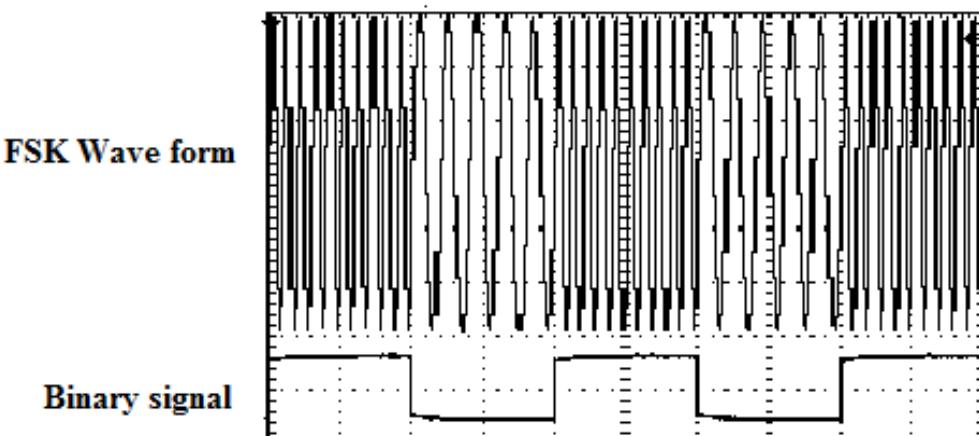
लॉज़िक 0 के लिए इन पुट, $V_m(t) = -1$ और समीकरण 2

$$V_{fsk}(t) = V_c \cos [2 \{f_c - \Delta f\} t] \text{ हो जाता है}$$

तो बाइनरी (एफ.एस.के.) के साथ, बाइनरी इनपुट सिग्नल के द्वारा कैरियर फ्रीक्वेंसी भी बदलती है। जैसे बाइनरी इनपुट सिग्नल तर्क 0 से तर्क 1 तक या तर्क 1 से तर्क 0 में बदलता है, आऊटपुट सिग्नल दो फ्रीक्वेंसीयों के बीच बदलता है: एक चिह्न या तर्क. फ्रीक्वेंसी और खाली जगह या तर्क 0 फ्रीक्वेंसी।

उच्चतम फ्रीक्वेंसी डीवियेशन (यानि $f_c + /-\Delta f$), चिह्न या खाली फ्रीक्वेंसीयों को कैरियर फ्रीक्वेंसी से अलग करता है।

यह नोट करना महत्वपूर्ण है कि चित्र 1.2 में बताए अनुसार प्रणाली अभिकल्प के आधार पर सिग्नल और 'स्पॉट' फ्रीक्वेंसीयां स्वेच्छा से दी जाती हैं।



चित्र 1.2 फ्रीक्वेंसी शिफ्ट कीईंग वेव-फॉर्म जनरेशन

(एफ.एस.के.) के उपयोग

एफ.एस.के. सिग्नलों की प्रक्रियाओं को कम रफ्तार वाली डिजीटल इनफॉर्मेशन संचार में उपयोग किया जाता है।

(ए.एस.के.) की अपेक्षा (एफ.एस.के.) से लाभ

- फेडिंग के प्रभाव का सामना करने के लिए एफ.एस.के. को ऑटोमैटिक गेन कंट्रोल (AGC) की आवश्यकता है।
- एफ.एस.के. को बनाना अपेक्षाकृत आसान है।
- कैरियर फ्रीक्वेंसी के निश्चित एम्प्लीट्यूड के कारण ज्यादा ऊर्जा व्यर्थ नहीं होती और 'नॉइज़' के प्रति निरोधक शक्ति उत्पन्न करता है।

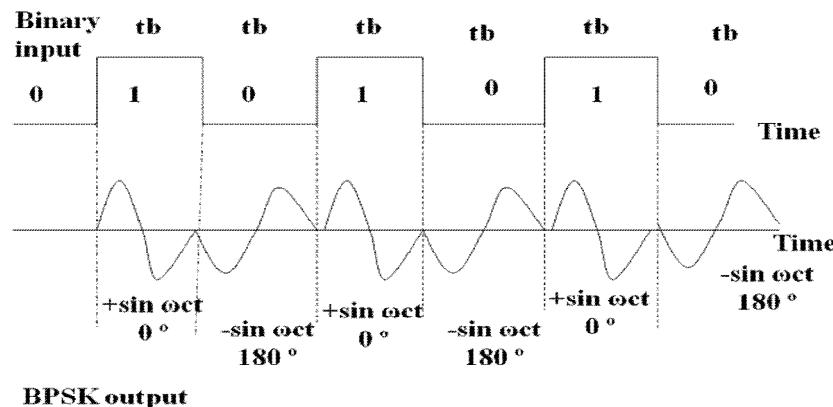
1.2.3 फेज़ शिफ्ट कीइंग

फेज़ शिफ्ट कीइंग (पी.एस.के.) एक तरह की कोण मॉड्यूलेटेड निश्चित एम्पलीट्यूड डिजीटल मॉड्युलेशन तकनीक है। यह साधारण फेज़ मॉड्युलेशन जैसा ही है पर (पी.एस.के.) में इनपुट सिग्नल एक बार्डनरी डिजीटल सिग्नल है और नियमित रूप से आऊटपुट फेज़ संभव है।

1.3 बार्डनरी फेज़ शिफ्ट कीइंग (बी.पी.एस.के.)

बी.पी.एस.के. बार्डनरी फेज़ शिफ्ट कीइंग में मॉड्यूलेशन सिग्नलों की तर्क स्थिति के आधार पर बार्डनरी मोड्यूलेटिंग सिग्नल कैरियर सिग्नल की फेज़ बदलती है।

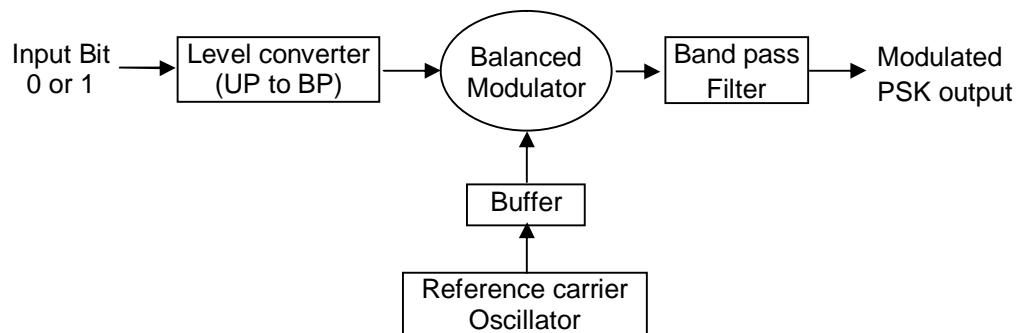
मॉड्यूलेटेड कैरियर सिग्नल का आऊटपुट या तो इन-फेज़ (फेज़ 0) या तो आऊट-ऑफ-फेज़ (180 फेज़) होता है। जब मॉड्यूलेटिंग सिग्नल $+IV$ वोल्ट पर होता है जो कि लॉजिक 1 को सूचित करता है, मॉड्यूलेटेड कैरियर को फेज़ $-1 \sin wct (0^\circ)$ होती है। जब मॉड्यूलेटिंग सिग्नल $-1V$ पर होता है; जो कि लॉजिक 0 को सूचित करता है, मॉड्यूलेटेड कैरियर की फेज़ $-1 \sin Wct (180^\circ)$ होती है।



चित्र 1.3 बी.पी.एस.के. का वेव-फार्म

चिक्ष 1.3 में आऊटपुट फेज़ की अपेक्षा समय का संबंध (बी.पी.एस.के.) वेव-फार्म में दर्शाया गया है। (बी.पी.एस.के.) मॉड्यूलेटर का आऊटपुट स्पेक्ट्रम एक सधारण सा डबल-साइड-बैंड वाले सप्रेस्सड कैरियर सिग्नल है जहाँ ऊपर और नीचे की तरफ वाली फ्रीक्वेंसीय बिट-रेट की आधी मात्रा से कैरियर फ्रीक्वेंसी से अलग होती है।

1.4 बी.पी.एस.के. ट्रांसमीटर



चित्र 1.4 बी.पी.एस.के. ट्रांसमीटर

ऊपर का चित्र 1.4 एक (बी.पी.एस.के.) ट्रांसमीटर का सरलतम ब्लॉक चित्र दिखाता है। यहाँ संतुलित मॉड्युलेटर, फेज उल्टा करने वाली स्विच का काम करता है। डिजीटल इनपुट की तर्क स्थिति के आधार पर, कैरियर को (आऊटपुट के इन-फेज या 180 डिग्री आऊट-ऑफ-फेज) कैरियर ऑसिलेटर के रेफरेंस से स्थानांतरित किया जाता है। चित्र 1.5 (क), 1.5 (ख), 1.5 (ग) में बी.पी.एस.के. मॉड्युलेटर की ड्रूथ-टेबल, फेजर डायग्राम एवं कॉस्टलेशन डायग्राम दिखाया गया है।

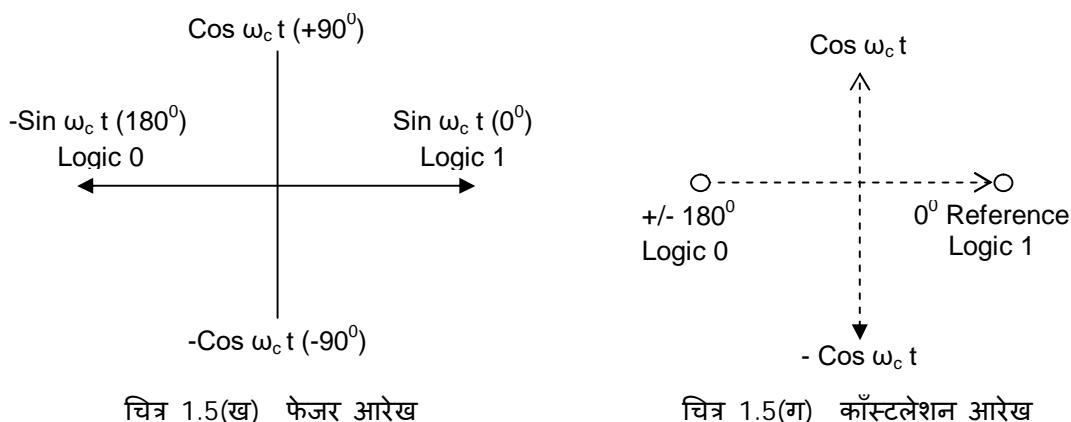
कॉस्टलेशन डायग्राम को कभी कभी सिगनल स्पेस डायग्राम भी कहा जाता है। बस एक अंतर इसके और फेजर डायग्राम के बीच है कि यहाँ पूरी तरह से फेजर नहीं बनाया जाता है। यहाँ सिर्फ फेजर डायग्राम के पीक्स की अपेक्षाकृत जगहों को दिखाया जाता है।

Binary Inputs	Output Phases
Logic 0	180°
Logic 1	0°

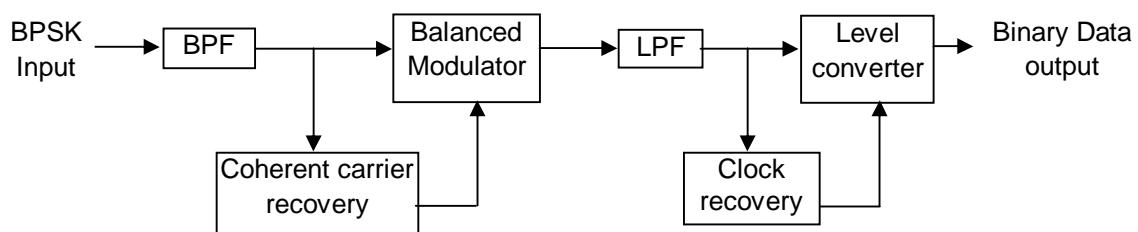
चित्र 1.5(क) - ड्रूथ-टेबुल

1.5 कॉस्टलेशन डायग्राम क्या है?

कॉस्टलेशन डायग्राम, डीजीटल मॉड्युलेशन स्कीम जैसे क्वार्ड्रैचर एम्प्लीट्यूड मॉड्युलेशन या फेज शिफ्ट कीइंग द्वारा मॉड्यूलेटेड सिगनल को सूचित करता है। यह सिगनल को कॉम्पलेक्स प्लेन से एक 'ट्रू-डाईमेंशन' वाले स्कैटर ग्राफ के रूप में दर्शाता है और साधारण तौर पर यह उन संभावित निशानों को सूचित करता है जो कि कामप्लेक्स प्लेन में बिन्दुओं, जैसे मॉड्युलेशन स्कीम द्वारा चयनित हैं। माप किए हुए कॉस्टलेशन द्वारा इंटरफ़ीरेंस के प्रकार एवं सिगनल में बदलाव का पता चल सकता है।



1.6 बी.पी.एस.के. रिसीवर



चित्र 1.6 बी.पी.एस.के. रिसीवर का ब्लॉक आरेख

चित्र 1.6 (बी.पी.एस.के.) रिसीवर का ब्लॉक डायाग्राम दिखाता है। इनपुट सिग्नल या तो $+1 \sin wct$ या फिर $-1 \sin wct$ होता है। कोहरेन्ट कैरियर रिकवरी सर्किट इन कैरियर सिग्नल को पहचानता और फिर उत्पन्न करता है जो कि फ्रीक्वेंसी एवं फेज में वास्तविक ट्रांसमिट कैरियर से मिलती है। संतुलित मॉड्यूलेटर एक प्रॉडक्ट डिटेक्टर है और आऊटपुट, दो इन-पुट का प्रॉडक्ट (बी.पी.एस.के. सिग्नल और रिकवरड कैरियर) लो-पास फिल्टर रिकवर्ड बाईनरी डाटा एवं कॉम्प्लेक्स डीमॉड्यूलेटेड सिग्नल को अलग करता है।

गणित के तौर पर डी-मॉड्यूलेशन प्रक्रिया इस प्रकार दर्शाई जाती है।

बी.पी.एस.के. इनपुट सिग्नल $+ \sin wct$ (लॉजिक 1) के लिए संतुलित मॉड्यूलेटर का आऊटपुट या (फिल्टर हो गया) और बचा आऊटपुट $= + \frac{1}{2} v =$ लॉजिक 1.

$$\begin{aligned} (\sin \omega_c t) (\sin \omega_c t) &= \sin^2 \omega_c t \\ \text{or, } \sin^2 \omega_c t &= \frac{1}{2}(1 - \cos 2\omega_c t) \\ &= \frac{1}{2} - \frac{1}{2} \cos 2\omega_c t \rightarrow (\text{filtered out}) \end{aligned}$$

Leaving output $= + \frac{1}{2} V = \text{logic 1}$

हम जानते हैं कि संतुलित मॉड्यूलेटर के आऊटपुट में एक पॉज़िटिव वोल्टेज ($+ \frac{1}{2} V$) और कैरियर फ्रीक्वेंसी की दोगुनी फ्रीक्वेंसी वाली साइन-वेव रहती है। (एल.पी.एफ.) की कट-ऑफ फ्रीक्वेंसी ($2\omega_c$) से बहुत कम होती है इसलिए वह कैरियर के दूसरे हार्मोनिक को ब्लॉक करता है और सिर्फ पॉज़िटिव निश्चित कॉम्पोनेंट को जाने देता है। पॉज़िटिव वोल्टेज डी-मॉड्यूलेटेड लाजिक 1 को सूचित करता है।

बी.पी.एस.के. का इनपुट सिग्नल $-\sin wct$ (लाजिक 0) के लिए संतुलित मॉड्यूलेटर का आऊटपुट होगा आऊटपुट $= (-\sin \omega_c t) (\sin \omega_c t) = -\sin^2 \omega_c t$

$$-\sin^2 \omega_c t = -\frac{1}{2}(1 - \cos 2\omega_c t) = -\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\omega_c t \rightarrow (\text{filtered out})$$

Leaving output $= -\frac{1}{2} V = \text{logic 0}$ (फिल्टर किया गया)

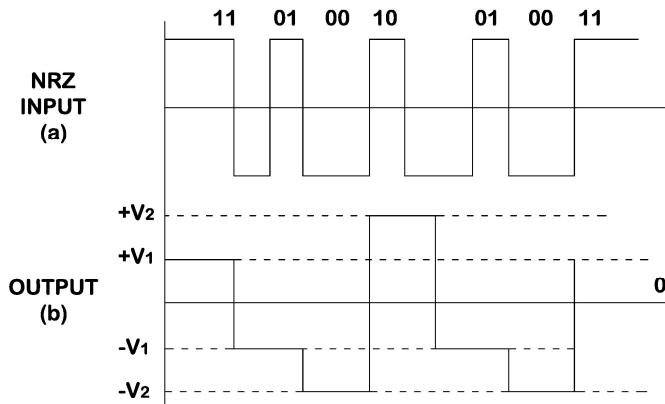
और आऊटपुट लॉजिक 0, संतुलित मॉड्यूलेटर के आऊटपुट में एक पॉज़िटिव वोल्टेज ($-\frac{1}{2} V$) और कैरियर फ्रीक्वेंसी की दोगुनी फ्रीक्वेंसी ($2\omega_c$) वाली को साइन वेव रहती है। फिर से एल.पी.एफ. की कट ऑफ फ्रीक्वेंसी ($2\omega_c$) से बहुत कम होती है और इसलिए वह दूसरी हार्मोनिक को रोक कर सिर्फ निगेटिव निश्चित कॉम्पोनेंट को जाने देता है। निगेटिव वोल्टेज डी-मॉड्यूलेटेड लाजिक 0 को सूचित करता है।

1.7 2 से L लेवल कनवर्टर

एम-ऐरी क्यू.ए.एम. या एम-ऐरी पी.एस.के. मॉड्यूलेटर एवं डी-मॉड्यूलेटर के काम करने के तरीके जानने से पहले बेस-बैंड 2 से एल लेवल कनवर्टर के काम करने का तरीका जानना जरूरी है। उदा. के लिये, एक 2 से 4 लेवल कनवर्टर को लीजिए जो चित्र 1.7 में दिखाया गया है।

सामान्यतया, डीजिटल बिट स्ट्रीम की दो बिट ब्लॉक या डिबिट में ग्रूपिंग होती है जो चित्र 1.7 में दिखाया गया है। कोडिंग ऐसी होती है कि 10 वोल्टेज $+v_2$ को सूचित करता है। डिबिट 11 वोल्टेज लेवल $-v_1$ और डिबिट 00 बन जाता है $-v_2$. यह देखा जा सकता है कि 4 लेवल को दर्शाने के लिए $\log_2 4$

= 2 बाइनरी बिट या डिबिट की जरूरत पड़ती है. L वोल्टेज लेवल के लिए $\log_2 L$ बिट के ब्लॉक की जरूरत बाइनरी कोडिंग के लिए है. 16 क्यू.ए.एम. या 16 पी.एस.के. के लिए 4 बिट की जरूरत है. बी.पी.एस.के. और क्यू.पी.एस.के., एम-ऐरी पी.एस.के. के सबसेट हैं जहाँ आऊटपुट को 'एम डिस्क्रीट फेज' स्थितियों में से एक माना जा सकता है.



चित्र 1.7 2 से 4 लेवल कनवर्टर

एम-ऐरी सिस्टम के लिए $M = 2^v$ जहाँ

$M =$ अनुमतित फेज स्टेटों की संख्या

$N =$ एम के माप के लिए आवश्यक बाइनरी बिटों की संख्या

सिंबल रेट $r_s = r_b \log 2m$ जहाँ, r_b बिट रेट है.

इसका मतलब है कि सिग्नलिंग रेट को एम-ऐरी सिस्टम में N फैक्टर से कम किया जा सकता है. क्योंकि एक चैनल के द्वारा सिंबल की अधिकतम रेट उसकी बैंड-विड्थ से अनुपातिक है. जब रेट कम हो जाए तो बैंड-विड्थ भी कम हो जाती है. इसलिए एम-ऐरी सिस्टम को बैंड-विड्थ एफीशियंट कहा जाता है. लेकिन जैसे-जैसे मॉड्युलेशन का लेवल यानि 'एम' की मात्रा बढ़ती है, सिग्नल स्पेस कम हो जाता है और फेज वेक्टर की भीड़ लग जाती है जिससे गलती होने की संभावना भी बढ़ जाती है क्योंकि डी-मॉड्युलेशन और सिंक्रोनॉइज़ेशन प्रक्रिया में फेज डिस्टॉर्शन भी नहीं टाला जा सकता.

इसलिए, जब मॉड्युलेशन का लेवल बढ़ जाता है, तब एक आवश्यक डी-मॉड्यूलेटेड डाटा के बी.ई.आर. के लिए डी-मॉड्यूलेटर को ज्यादा से ज्यादा E_b/N_b की जरूरत होती है. प्रयोग के आधार पर, इमप्लीमेंटेशन मार्जिन को छोड़े बगैर बैंड-विड्थ क्षमताओं को पाने के लिए (क्यू.पी.एस.के.) सिस्टम को उत्तम पाया गया है.

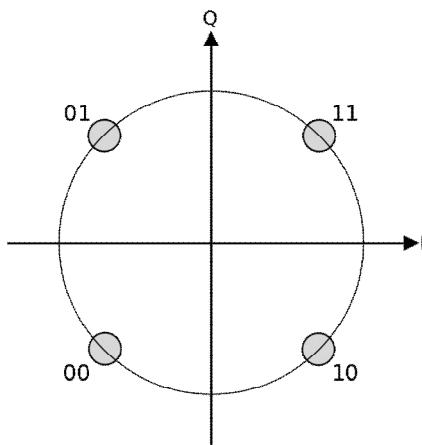
(क्यू.पी.एस.के.) में चार अलग - अलग फेज स्टेट (45, 135, 225, 315) हैं. इन फेजों को एनकोड करने के लिए दो बिट जरूरी हैं. इसलिए डाटा सिग्नलों को डिबिट में सीरीज़ से पैरलल कन्वर्शन के द्वारा बदला जाता है. हर दो बिट को एक सिंबल से जोड़ने में बिट रेट आधे तक गिर जाता है.

क्यू.पी.एस.के. मॉड्यूलेटर को बनाने के लिए दोगुने संतुलित मिक्चरों को क्वाड्रेचर ऑफसेट लोकल ऑसिलेटर से भर दिया जाता है एवं बेस-बैंड से सिग्नल से भर दिया जाता है. मिक्चरों (मिश्रण) से पाए गए आऊटपुट को मिला कर क्यू.पी.एस.के. सिग्नल बनाया जाता है.

1.8 क्वाटेनरी फेज़ शिफ्ट कीइंग (क्यू.पी.एस.के)

क्यू.पी.एस.के. में डाटा बिट, जिनको मॉड्युलेट करना हो, उन्हें सिंबलों में संगठित किया जाता है। हर सिंबल में एक बिट रहता है और यह चार संख्याओं को ले सकता है 00, 01, 10 या 11। हर सिंबल के बीच में, मॉड्यूलेटर कैरियर चार में से किसी एक संभावित फेज़ जो इनपुट सिंबल के चार संभावित मात्राओं के अपग्रेड है। एक सामान्य स्थिति में फेजेस 90 डिग्री की दूरी पर रहते हैं और उनको इस प्रकार चुना जाता है कि सिग्नल कॉस्टलेशन कॉन्फिगरेशन से मिलती हो और चार अलग आपसी फेज़ मात्राओं का उपयोग किया गया हो (45,135,225,315)।

क्योंकि सीरीयल डाटा का उपयोग (एक बार में दो बिट) सिंबल बनाने में किया गया है, सिंबल रेट, बिट रेट की आधी मात्रा में है। तो हम कह सकते हैं कि सिर्फ (बी.पी.एस.के.) के आधे बैंडविड्थ की जरूरत है क्योंकि इसके सिंबल रेट आधे हैं।

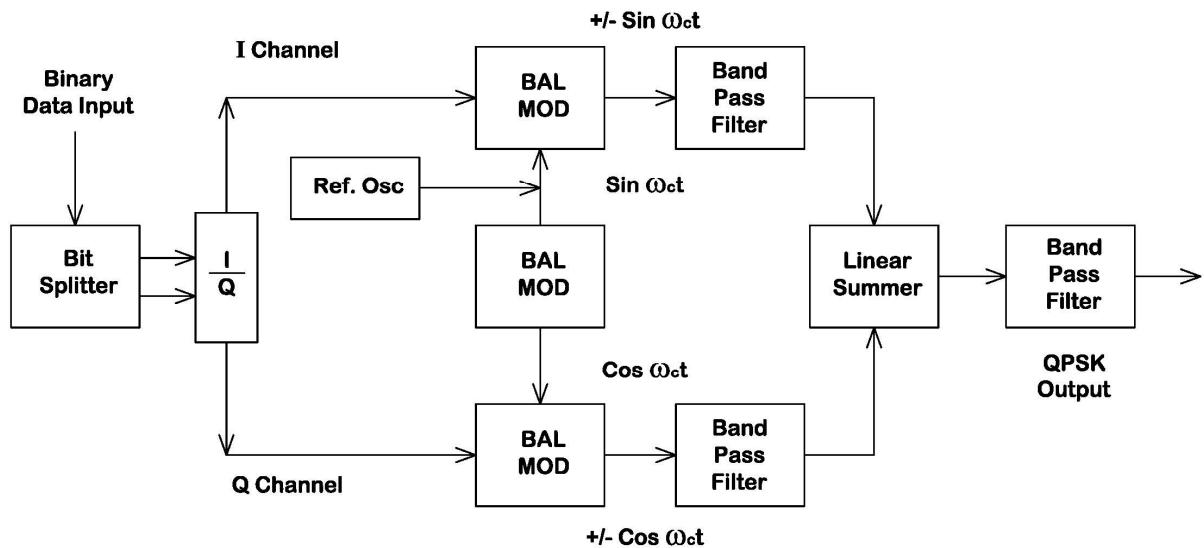


चित्र 1.8 - क्यू.पी.एस.के का कॉन्सटलेशन आरेख

1.9 क्यू.पी.एस.के. ट्रांसमीटर:-

चित्र 1.9 में क्यू.पी.एस.के मॉड्यूलेटर का ब्लॉक डायग्राम दिखाया गया है। बिट स्पिलटर में दो बिट भर दिए जाते हैं। दोनों बिटों को सीरीयल इनपुट के बाद दोनों के साथ में पैरलल(समानांतर) आऊटपुट किया जाता है। एक बिट को चैनल के तरफ निर्देशित किया जाता है तो दूसरे को Q चैनल की तरफ। बिट सिफरेसन ऑसिलेटर के फेज़ में रहने वाले कैरियर को मॉड्यूलेट करता है और 'Q' बिट रिफरेंस, 90° आऊट-ऑफ-फेज़ या क्वार्ट्रैचर वाले कैरियर को मॉड्यूलेट करता है।

अगर एक बार बिट को 1 Q चैनल में अलग कर दिया जाए, तो इसका काम बी.पी.एस.के. मॉड्यूलेटर जैसे ही रह जाता है। एक क्यू.पी.एस.के. मॉड्यूलेटर, दो बी.पी.एस.के. मॉड्यूलेटर को पैरलल में जोड़ने के समान है। लॉजिक $1 = +IV$ और लॉजिक $0 = -IV$ के लिए। संतुलित मॉड्यूलेटर के आऊटपुट में दो फेज़ ($+\sin wct$ और $-\sin wct$) और Q संतुलित मॉड्यूलेटर के आऊटपुट में दो फेज़ ($+\cos wct$ और $-\cos wct$) संभव हैं। जब लीनियर सम्मर, दो क्वार्ट्रैचरों (90° आऊट-ऑफ-फेज़) सिग्नलों को मिलाता है, चार फेज़ बनते हैं। जिन्हें इन समीकरणों से सूचित किया जा सकता है। ($+\sin wct + \cos wct$, $+\sin wct - \cos wct$, $-\sin wct + \cos wct$ और $-\sin wct - \cos wct$)



चित्र 1.9 क्यू.पी.एस.के. मॉड्यूलेटर का ब्लॉक आरेख

इन सभी फेज़र की एम्प्लीट्यूड समान हैं। इसलिए क्यू.पी.एस.के. सिग्नल स्थानांतरण के समय में $+45^\circ$ या -45° फेज़ में बदलाव के बावजूद सही इनफॉर्मेशन का प्रसार डी-मॉड्यूलेशन के समय करता है।

1.10 (क्यू.पी.एस.के.) की बैंड-विड्थ कांसिडरेशन, क्यू.पी.एस.के के साथ इनपुट डाटा को दो चैनल में विभाजित किया जाता है। या तो 'I' की या 'Q' की बिट रेट इनपुट डाटा रेट की आधी है ($fb/2$). (बिट स्प्लिटर 'I' और 'Q' बिट को उनके इनपुट बिट लेंथ के दोगुने तक फैलाता है। या 'Q' संतुलित मॉड्यूलेटर के डाटा इनपुट पर स्थित उच्चतम फंडामेंटल फ्रीक्वेंसी इनपुट डाटा रेट की एक चौथाई के समान है ($fb/2$ का आधा $fb/4$), इसलिए 'I' और 'Q' संतुलित मॉड्यूलेटर के आऊटपुट को न्यूनतम, डबल-साइड वाले नैक्रिस्ट बैंड-विड्थ इन-कमिंग बिट रेट की आधी मात्रा में होनी चाहिए।

इसलिए क्यू.पी.एस.के. के साथ बैंड-विड्थ कंप्रेशन तभी सफल है जब न्यूनतम बैंड-विड्थ इनकमिंग बिट रेट से कम हो। संतुलित मॉड्यूलेटर की आऊटपुट को इस प्रकार दर्शाया जा सकता है।

$$\text{आऊटपुट} = (\sin \omega_a t) (\sin \omega_c t)$$

$$\text{जहाँ } \omega_a t = 2 \pi fb/4t \quad \text{और} \quad \omega_c t = 2 \pi f_c t$$

मॉड्यूलेटिंग फेज़

अन-मॉड्यूलेटेड कैरियर फेज़

$$\text{इसलिए आऊटपुट हो गया} = (\sin 2 \pi fb/4 t)(\sin 2 \pi f_c t)$$

$$= \frac{1}{2} \cos 2 \pi (f_c - fb/4) t - \frac{1}{2} \cos 2 \pi (f_c + fb/4) t$$

$$\text{आऊटपुट फ्रीक्वेंसी स्पेक्ट्रम } f_c + fb/4 \text{ से } f_c - fb/4 \text{ तक फैला रहता है। न्यूनतम बैंड-विड्थ } (f_N) \text{ है}$$

$$(f_c + fb/4) - (f_c - fb/4) = 2 fb/4 = fb/2$$

यह देखा जा सकता है कि दिये गए इनपुट बिट रेट के लिए, क्यू.पी.एस.के. मॉड्यूलेटर के आऊटपुट का पास करने के लिए आवश्यक न्यूनतम बैंड-विड्थ बी.पी.एस.के. मॉड्यूलेटर 1 के लिए आवश्यक बैंड-विड्थ के आधे के समान है।

1.11 क्यू.पी.एस.के. रिसीवर

क्यू.पी.एस.के. रिसीवर का ब्लॉक डायग्राम चित्र 1.10 में दिखाया गया है। इनपुट सिग्नल को I और Q दो भागों में बांट कर प्रॉडक्ट डिटेक्टर और कैरियर रिकवरी सर्किट में भर दिया जाता है। कैरियर रिकवरी सर्किट असली ट्रांसमिट कैरियर ऑसिलेटर सिग्नल को फिर से उत्पन्न करता है। रिकवर किए गये कैरियर की फ्रीक्वेंसी एवं फेज़, ट्रांसमिट रेफरेंस कैरियर से मिलनी चाहिए। क्यू.पी.एस.के. सिग्नल को I और Q प्रॉडक्ट डी-मॉड्यूलेटर में डी-मॉड्यूलेट किया जाता है। जो कि I और Q डाटा बिट को उत्पन्न करता है। प्रॉडक्ट डिटेक्टर के आऊटपुट को बिट मिलाने वाले सर्किट या मल्टीप्लेक्सर में भर दिया जाता है जहाँ वो पैरलल। और Q डाटा चैनल से अकेले बाईनरी आऊटपुट डाटा स्ट्रीम में बदल जाते हैं।

गणित के तौर पर डी-मॉड्यूलेशन प्रक्रिया इस प्रकार है।

रिसीव किया गया क्यू.पी.एस.के. सिग्नल $(-\sin \omega_c t + \cos \omega_c t)$ । प्रॉडक्ट डिटेक्टर का एक इनपुट है। दूसरा इनपुट है रिकवर्ड कैरियर $(\sin \omega_c t)$, I प्रॉडक्ट डिटेक्टर का आऊटपुट है।

$$I = (-\sin \omega_c t + \cos \omega_c t) (\sin \omega_c t)$$

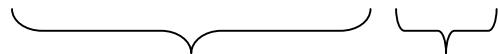
QPSK input signal carrier

$$= (-\sin \omega_c t) (\sin \omega_c t) + (\cos \omega_c t) (\sin \omega_c t)$$

$$= -\sin^2 \omega_c t + (\cos \omega_c t) (\sin \omega_c t)$$

$$= -\frac{1}{2} (1 - \cos 2\omega_c t) + \frac{1}{2} \sin (\omega_c + \omega_c) t + \frac{1}{2} \sin (\omega_c - \omega_c) t$$

$$= -\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\omega_c t + \frac{1}{2} \sin 2\omega_c t + \frac{1}{2} \sin 0 = -\frac{1}{2} V \text{ (लागिक 0)}$$

 (फिल्टर किया हुआ)  (Equal to 0)

(फिल्टर किया हुआ) (Equal to 0)

फिर से क्यू.पी.एस.के. सिग्नल $(-\sin \omega_c t + \cos \omega_c t)$ 'Q' प्रॉडक्ट डिटेक्टर के लिए एक इनपुट है।

दूसरा इनपुट है रिकवर्ड कैरियर (90 डिग्री शिफ्ट किया हुआ), Q प्रॉडक्ट डिटेक्टर का आऊटपुट है।

$$Q = (-\sin \omega_c t + \cos \omega_c t) (\cos \omega_c t)$$

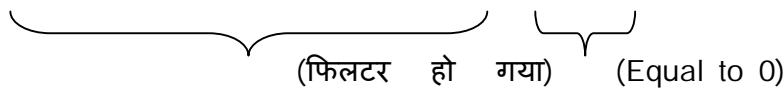
(क्यू.पी.एस.के.) कैरियर इनपुट सिग्नल

$$= \cos^2 \omega_c t - (\sin \omega_c t) (\cos \omega_c t)$$

$$= \frac{1}{2} (1 + \cos 2\omega_c t) - \frac{1}{2} \sin (\omega_c + \omega_c) t$$

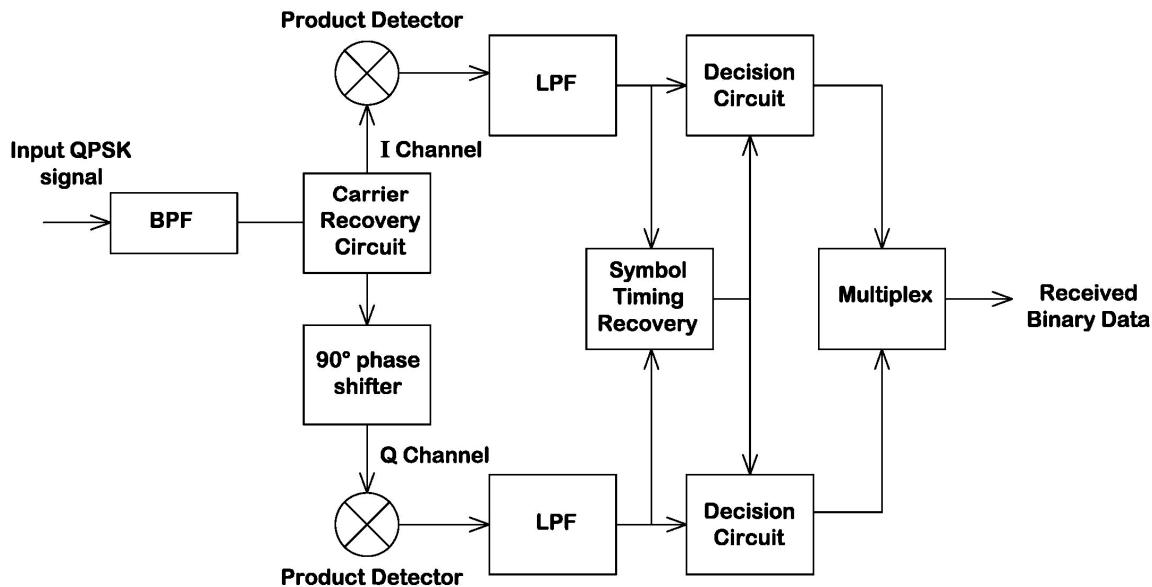
$$+ \frac{1}{2} \sin (\omega_c - \omega_c) t$$

$$= \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \cos 2\omega_c t - \frac{1}{2} \sin 2\omega_c t + \frac{1}{2} \sin 0$$

 (फिल्टर हो गया)  (Equal to 0)

= $\frac{1}{2} V$ (लागिक 1)

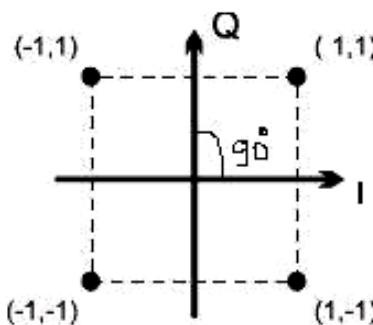
कॉस्टलेशन डायग्राम डी-मॉड्यूलेटेड (1 और 0 बिट) को सूचित करता है।



चित्र: 1.10 - क्यू.पी.एस.के. रिसिवर का ब्लॉक आरेख

1.12 ऑफसेट (क्यू.पी.एस.के.) या ओ.क्यू.पी.एस.के.

ऑफसेट क्यू.पी.एस.के., क्यू. पी. एस. के. का एक आधुनिक रूप है जहाँ T और Q चैनल के बिट वेवफार्म को फेज़ में एक दूसरे से बिट समय के आधे मात्रा से अलग या ऑफसेट किया जाता है। क्यू.पी.एस.के. सिग्नल का एम्प्लीट्यूड निश्चित रहता है। ऑफसेट क्यू.पी.एस.के. में, T और Q चैनल में बदलाव स्थिर नहीं रहता है और क्यू.पी.एस.के. कॉस्टलेशन डायग्राम में दिखाया गया है कि फेज़ में बदलाव 90° डिग्री तक मान्य है।

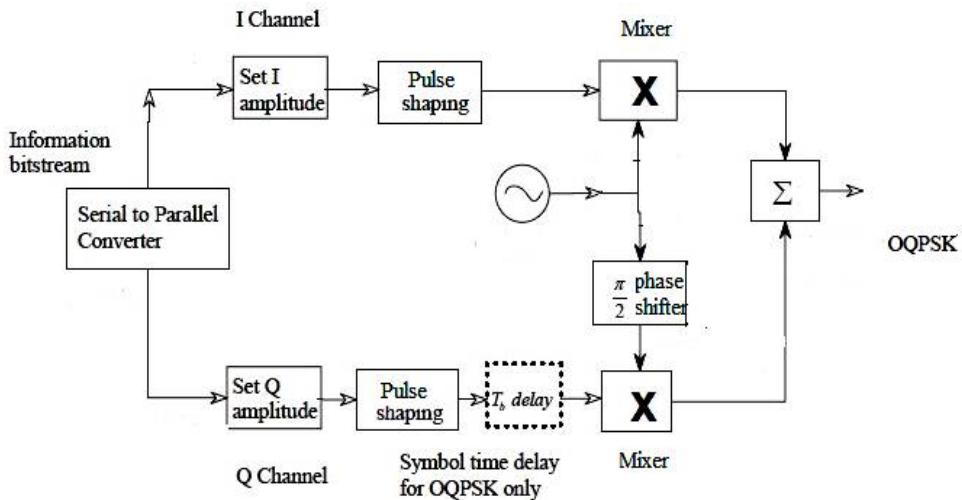


चित्र: 1.11 - क्यू.पी.एस.के. कान्स्टलेशन का ब्लॉक आरेख

ओ.क्यू.पी.एस.के.सिग्नल का स्पैक्ट्रम क्यू.पी.एस.के. सिग्नल जैसा ही होता है इसलिए दोनों सिग्नल एक ही बैंड-विड्थ में रहते हैं।

ऑड एवं इवन बिट स्ट्रीमों की अस्थिर श्रंखला, स्पैक्ट्रम के स्वभाव को नहीं बदलता। ओ.क्यू.पी.एस. के. अपने बैंड नियंत्रत प्रकृति को नॉन-लीनियर एम्प्लीफिकेशन के बाद भी कायम रखता है और इसलिए यह मोबाइल संचार के लिये बहुत उपयोगी है जहाँ ऊर्जा नष्ट को कम करने के लिए बैंड-विड्थ ऐफिशियंसी और इफेक्टीव नॉन-लीनियर एम्प्लीफायर बहुत ही जरूरी है। रिसीवर के पास रिफेरेंस सिग्नल के कारण फेज़ के समय ओ.क्यू.पी.एस.के.सिग्नल, क्यू.पी.एस.के. सिग्नल से बेहतर काम करता है। ओ.क्यू.पी.एस.के. एक विशेष तरह का क्यू.पी.एस.के. है जिसमें एम्प्लीट्यूड मॉड्युलेशन नहीं रहता। यह

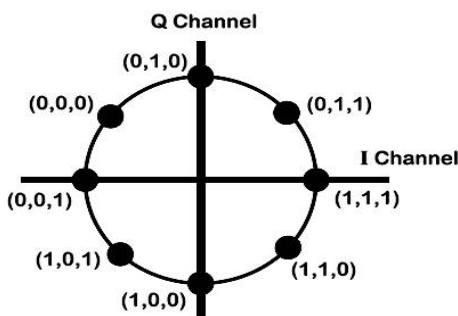
फेज में 180° बदलाव के कारण होता है. ओ.क्यू.पी.एस.के. में आने वाले सिग्नल को मॉड्यूलेटर में दो भागों में बांट दिया जाता है. एक फेज(I) और क्वाड्रेचर(Q) जिनको हाफ सिंबल इयरेशन में स्थानांतरित कर दिया जाता है. चित्र 1.12 में ओ.क्यू.एस.पी.के. ट्रांसमीटर का ब्लॉक डायग्राम दिखाया गया है. इनपुट बिट स्ट्रीम पेरलल कनवर्टर से हो कर दो भागों में बट जाता है. एक है फेज (1 चैनल) और दूसरा क्वाड्रेचर (क्यू चैनल). उसके बाद सिग्नल को पल्स शेपिंग में भर दिया जाता है. पहले इन-फेज सिग्नल मिक्सर में जाता है. उसके कुछ देर बाद क्वाड्रेचर सिग्नल मिक्सर में जाता है. अंत में दो चैनल । और Q को मिलाकर आऊटपुट ओ.क्यू.पी.एस.के. सिग्नल बनता है.



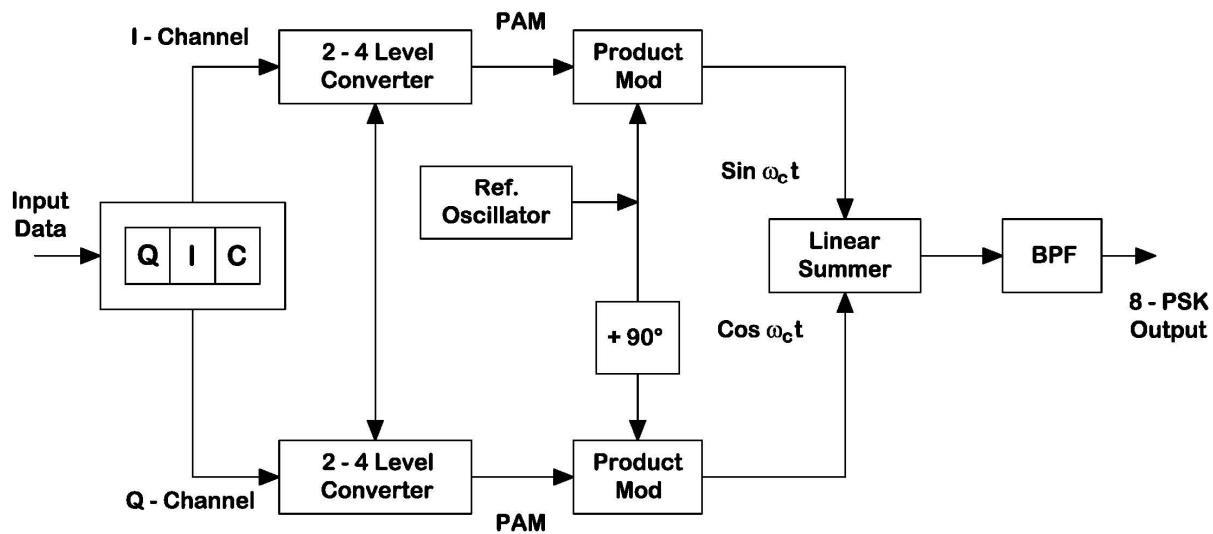
चित्र: 1.12 - ओ.क्यू.पी.एस.के. ट्रांसमीटर का ब्लॉक आरेख

1.13 8 फेज पी.एस.के (8 PSK)

8 फेज पी.एस.के में एक एम-एरी एनकोडिंग तकनीक है जहां एम = 8. आठ पी.एस.के मॉड्यूलेटर के साथ आठ संभावित आऊटपुट फेज हैं. आठ अलग अलग फेजों को एनकोड करने के लिए इनकमिंग बिट को 3 बिटों के संकलन के रूप में देखा जाता है. ($2^3 = 8$)



चित्र 1.13 - 8 पी.एस.के. कान्सटेलेशन का ब्लॉक आरेख



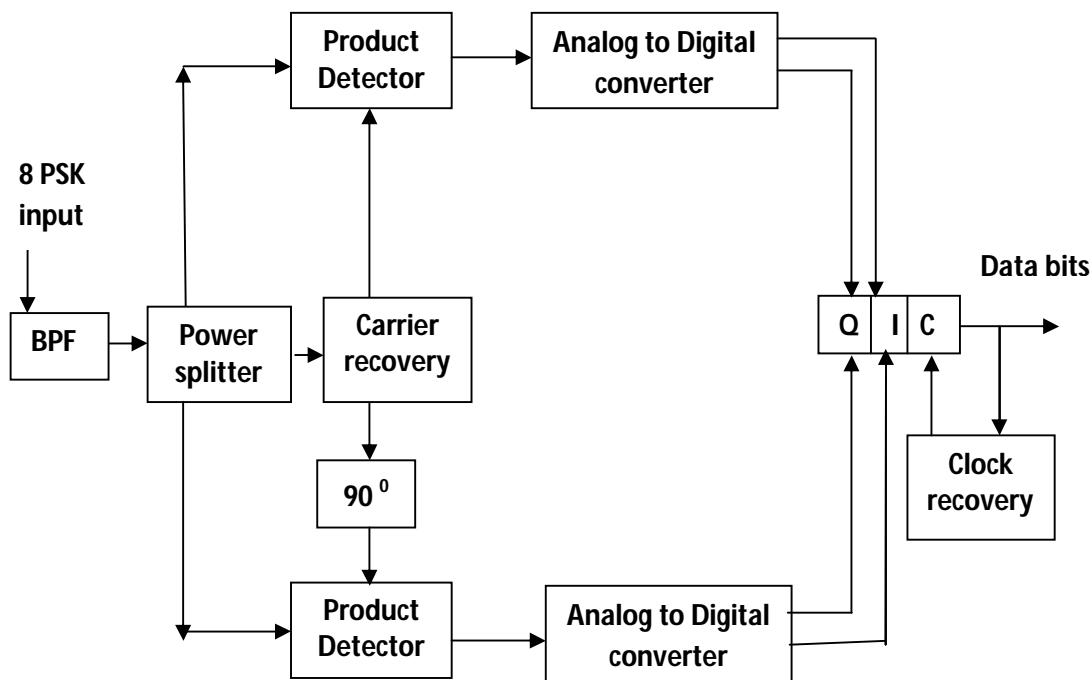
चित्र 1.14 - 8 पीएसके ट्रांसमीटर का ब्लॉक आरेख

आठ पी.एस.के. मॉड्यूलेटर का एक ब्लॉक डायग्राम चित्र 1.14 में दिखाया गया है। इनकमिंग बिट स्ट्रीम बिट स्पिलिटर में प्रवेश करती है जहाँ इसे पैरलल तीन चैनल आऊटपुट ($I =$ फेज में चैनल, $Q =$ क्वार्ड्रेचर चैनल, $C =$ कंट्रोल चैनल)। उसके बाद तीनों चैनलों में बिट रेट $fb/3$ है। I और C चैनल वाले बिट 2 या 4 लेवल कनवर्टर में जाते हैं, और Q और C बार चैनल के बिट Q चैनल 2-4 लेबल कनवर्टर में प्रवेश करते हैं। 2-4 लेबल कनवर्टर पैरलल इनपुट डिजीटल से एनालॉग कनवर्टर है जो पी.ए.एम. सिगनल को उत्पन्न करते हैं। अब इसे प्रॉडक्ट मॉड्यूलेटर में भर दिया जाता है जहाँ यह रेफरेंस कैरियर के साथ मॉड्यूलेट होता है।

दोनों क्वार्ड्रेचरों को, 'लीनियर सम्मर' जोड़ कर 8 पी.एस.के. आऊटपुट सिगनल बनाता है। ध्यान देने वाली बात है कि किसी भी दो पड़ोस में रहने वाले फेजों के बीच ट्रिबिट कोड सिर्फ एक बिट से बदलता है और इसे 'ग्रे-कोड' कहा जाता है।

1.14 8 पी.एस.के. रिसीवर

चित्र 1.15 एक 8 पी.एस.के. रिसीवर को दिखाता है। पवर स्पिलिहर इनपुट 8-पीएस के सिगनल को I और Q प्रॉडक्ट डिटेक्टर एवं कैरियर रिकवरी सर्किट की तरफ निर्देशित करता है। कैरियर रिकवर सर्किट, असली रिफरेंस ऑसिलेटर सिगनल को फिर से उत्पन्न करता है। आने वाले 8 पी.एस.के. सिगनल को ' I ' प्रॉडक्ट डिटेक्टर के रिकवर कैरियर एवं ' Q ' प्रॉडक्ट डिटेक्टर से क्वार्ड्रेचर कैरियर से मिलाया जाता है। प्रॉडक्ट डिटेक्टर के आऊटपुट में चार लेवल के पी.ए.एम. सिगनल मौजूद हैं जो 4 से 2 लेवल एनालॉग से डिजीटल कनवर्टर में भर दिया जाता है। 1 चैनल 4 से 2 कनवर्टर के आऊटपुट ' I ' और ' C ' बिट्स हैं और ' Q ' चैनल 4 से 2 कनवर्टर के आऊटपुट ' Q ' और ' C ' बार बिट्स हैं। पैरलल से सीरीयल लॉजिक सर्किट I/C और Q/C बार बिट्स जोड़ी को I , Q और C आऊटपुट डाटा स्ट्रीमों में बदलता है।



चित्र 1.15 - 8 पीएसके रिसिवर का ब्लॉक आरेख

1.15 क्वाड्रेचर एम्प्लीट्यूड मॉड्युलेशन

क्वाड्रेचर एम्प्लीट्यूड मॉड्युलेशन, डिजीटल मॉड्युलेशन का एक रूप है जहाँ डिजीटल इनफोर्मेशन एम्प्लीट्यूड और फेज कैरियर दोनों में रहती है। उन्हें डाटा संचार और ज्यादातर रेडियो संचार प्रक्रियाओं में उपयोग किया जाता है। रेडियो संचार प्रक्रिया जैसे सेल्यूलर टेक्नालॉजी से लेकर वायरलेस प्रक्रियाएँ जैसे वाइ-मैटिक्स वाइ-मैक्स 802.11 विविध प्रकार के क्यू.ए.एम. का उपयोग करते हैं और क्यू.ए.एम. का उपयोग रेडियो संचार प्रक्रियाओं में बढ़ता ही जा रहा है।

1.16 क्यू.ए.एम. लाभ और हानि

क्यू.ए.एम. लाभ और हानि भले ही क्यू.ए.एम. स्थानांतरण की क्षमताओं को एम्प्लीट्यूड एवं फेज वेरियेशन के द्वारा बढ़ाता हुआ नज़र आए, किंतु उसमें भी हानि है। इसमें 'नॉइज़' के प्रभाव की संभावना ज्यादा है क्योंकि स्टेट एक दूसरे के करीब होते हैं और बहुत कम मात्रा में 'नॉइज़' भी सिग्नल को दूसरे डिसीजन पाइंट पर पहुँचाने के लिए कफी है। फेज या फ्रीक्वेंसी मॉड्युलेशन वाले रिसिवर दोनों लिमिटिंग एम्प्लिफायर का उपयोग कर एम्प्लीट्यूड 'नॉइज़' को दूर करते हैं और 'नॉइज़' निरोधक शक्ति बढ़ाते हैं। क्यू.ए.एम. ऐसा नहीं करता।

दूसरा नियंत्रण भी एम्प्लीट्यूड कंपोनेट से संबंधित है। जब फेज या फ्रीक्वेंसी मॉड्यूलेटेड सिग्नल रेडियो ट्रांसमीटर में एम्प्लिफाई किया जाता है तो लीनियर एम्प्लिफायर का उपयोग करने की जरूरत नहीं पड़ती। लेकिन एम्प्लीट्यूड कंपोनेट वाले क्यू.ए.एम. में लीनियारिटी को कायम रखना जरूरी है। दुर्भाग्यवश, लीनियर एम्प्लीफायर, कम क्षमता एवं ज्यादा उर्जा लेते हैं और इसलिए उन्हें मोबाइल एप्लीकेशन में ज्यादा उपयोग नहीं किया जाता।

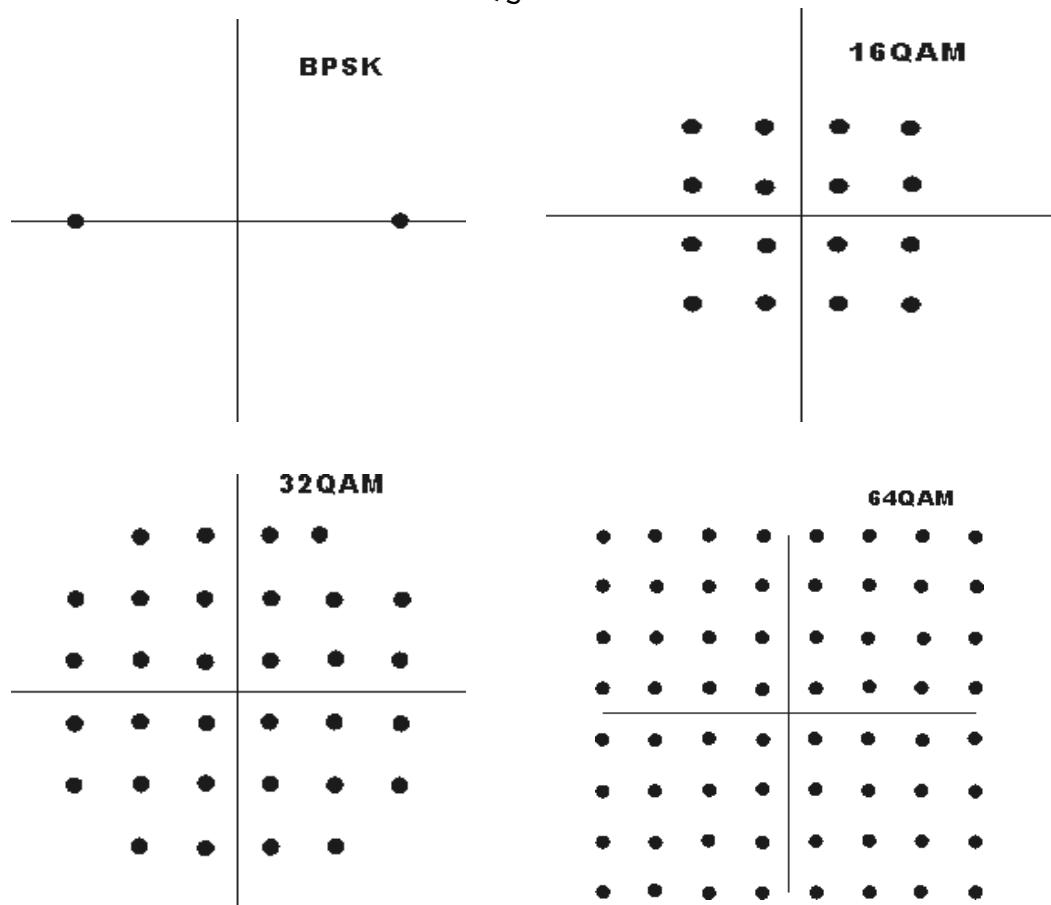
1.17 क्यू.ए.एम. एपलीकेशन

क्यू.ए.एम. को बहुत सारे रेडियो संचार प्रणाली व डाटा डिलीवरी उपयोगिताओं में उपयोग किया जाता है। लेकिन क्यू.ए.एम. को कुछ विशिष्ट एपलीकेशन और स्टैंडर्ड में उपयोग किया जाता है। डोमेस्टिक ब्रॉडकास्ट एपलीकेशन में 64 क्यू.ए.एम. और 256 क्यू.ए.एम को डिजीटल केबल दूरदर्शन और केबल मॉडेम एपलीकेशन में उपयोग किया जाता है। यू.के. में 16 क्यू.ए.एम. और 64 क्यू.ए.एम. को डिजीटल टेरेस्ट्रियल दूरदर्शन में डी.वी.बी. - डिजीटल वीडियो ब्रॉड-कास्टिंग के द्वारा वर्तमान में उपयोग किया जाता है। यू.एस. मे. डिजीटल केबल के लिए एस.सी.टी.ई द्वारा स्टैंडर्डइज्ड ANSI/SCTE 07200 स्टैंडर्ड के अधीन 64 क्यू.ए.एम. एवं 256 क्यू.ए.एम. दोनों मैनेडेटेड मॉड्युलेशन स्कीम हैं। इनके अलावा भी क्यू.ए.एम. को कई वायरलेस और सेल्यूलर टेक्नालॉजी में उपयोग किया जाता है।

1.18 क्यू.ए.एम. के काँस्टलेशन डायग्राम

काँस्टलेशन डायग्राम क्यू.ए.एम. के स्टेट के अलग - अलग रूपों के लिए अलग-अलग जगह दिखाता है। जैसे मॉड्युलेशन का क्रम बढ़ता है, काँस्टलेशन डायग्राम में बिंदुओं की संख्या भी बढ़ती है।

नीचे दिखाए गये डायग्राम विविध प्रकार के मॉड्युलेशन फार्मेटों को दिखाता है।



चित्र:1.16 - क्यू.ए.एम. के लिए कंसलेटेशन आरेख

1.19 क्यू.ए.एम 'बिट पर सिंबल'

क्यू.ए.एम. के उपयोग के द्वारा लाभ यह है कि यह मॉड्युलेशन की हाइयर आर्डर फॉर्म और ज्यादा संख्या में इनफार्मेशन 'बिट पर सिंबल' को लेकर जा सकता है। क्यू.ए.एम. के हाइयर आर्डर फार्मेट के चयन द्वारा लिंक की डाटा रेट बढ़ाई जा सकती है।

नीचे दिखाए गए टेबल विविध क्यू.ए.एम. और पी.एस.के. के फॉर्म के बारे में दिया गया है.

Modulation	Bits per symbol	Symbol Rate
BPSK	1	1 x bit rate
QPSK	2	1/2 bit rate
8PSK	3	1/3 bit rate
16QAM	4	1/4 bit rate
32QAM	5	1/5 bit rate
64QAM	6	1/6 bit rate

1.20 क्यू.ए.एम नॉइज़ मार्जिन

हाइयर आर्डर मॉड्युलेशन रेट, ज्यादा तेज डाटा रेट और ऊंची तौर पर 'स्पैक्ट्रल' क्षमता प्रदान करती है. पर इसमें ज्यादा लागत लगती है. हाइयर आर्डर वाली मॉड्यूलेशन स्कीम 'नॉइज़' व इंटरफेरेन्सेस से कम प्रभावित होते हैं.

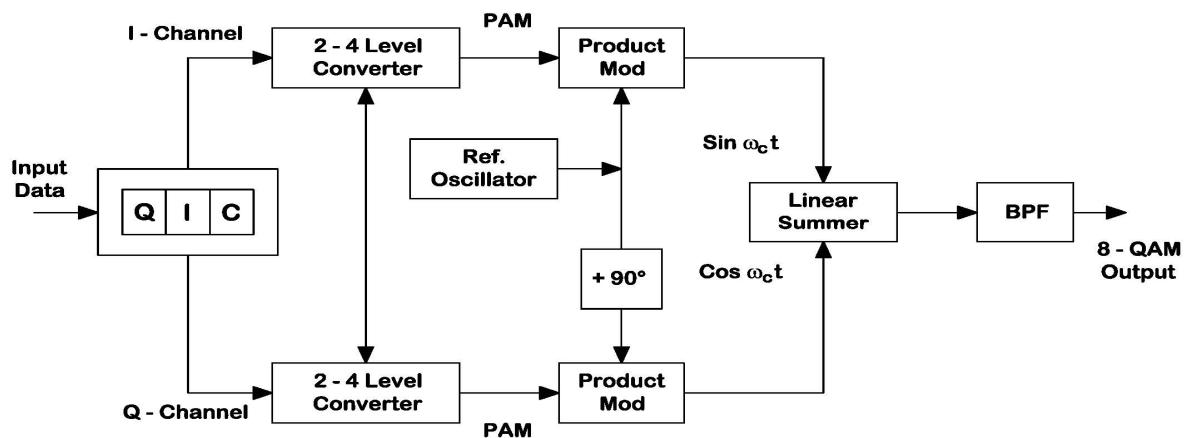
इसलिये आज कल की बहुत सारी रेडियो संचार प्रणालियाँ डाइनामिक इंटरैक्टिव मॉड्यूलेशन तकनीकों का उपयोग कर रही हैं. वे चैनल कंडीशन को परख लेते हैं और दी गई परिस्थितियों में उच्चतम डाटा रेट पाने के लिए मॉड्युलेशन स्कीम को एडाप्ट कर लेते हैं. जैसे सिग्नल से 'नॉइज़' के अनुपात में कम होती है, डाटा को फिर से भेजने के साथ गलतियाँ भी बढ़ जाती हैं जिससे आऊपुट धीमी हो जाती है. कम आर्डर वाले मॉड्यूलेशन स्कीम बदल जाने से लिंक में कम गलतियाँ एवं री-सेन्ड से ज्यादा भरोसेमंद बनाया जा सकता है.

1.21 8 क्यू.ए.एम. (8 क्यू.ए.एम)

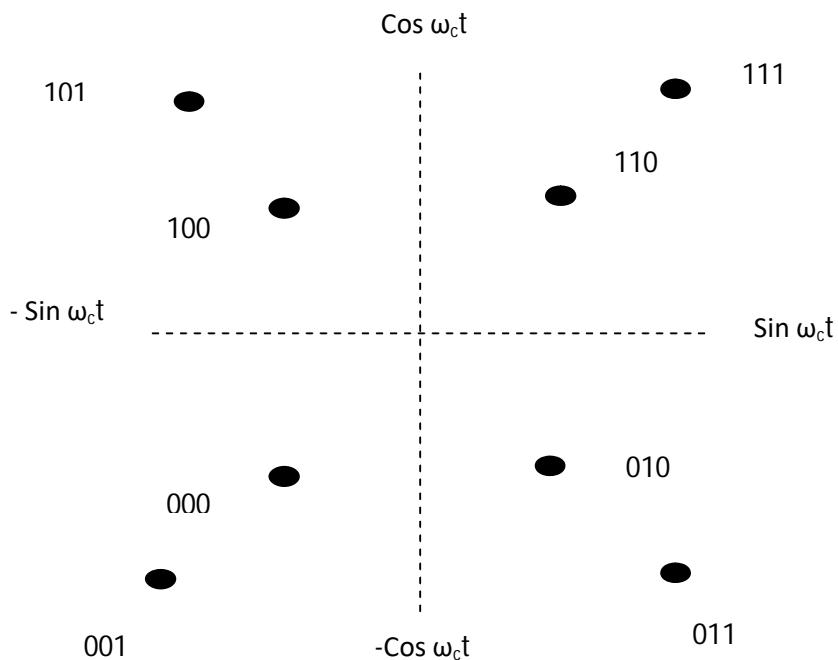
8 क्यू.ए.एम एक एम-ऐरी एनकोडिंग तकनीक है जिसमें एम = 8 है. 8पी.एस.का.के. की तरह, 8 क्यू.ए.एम ट्रांसमीटर का आऊटपुट सिग्नल स्थिर एम्प्लीट्यूड सिग्नल नहीं है.

1.22 8 - क्यू.ए.एम ट्रांसमीटर

8 - क्यू.ए.एम ट्रांसमीटर का ब्लॉक डायग्राम चित्र 1.17 में दिखाया गया है. यह 8 पी.एस के ट्रांसमीटर से सिर्फ इस बात में अलग है कि इसमें C - चैनल और Q चैनल के बीच में इनवर्टर नहीं है. 8 पी.एस. के साथ इनकमिंग डाटा तीन बिट के ग्रुप में बांट दिया जाता है. - I, Q और C बिट स्ट्रीम, हर एक की बिट रेट इनकमिंग डाटा रेट के एक तिहाई होती है. पी.ए.एम. सिग्नल की पोलारिटी I और Q बिट तय करते हैं और C चैनल, मैग्नीट्यूड तय करती है. I और Q पी.ए.एम. के मैग्निट्यूड हमेशा समान रहते हैं क्योंकि सी बिट दोनों I और Q चैनलों के 2 से 4 लेवल कनवर्टर में अन-इनवर्टर भरा जाता है. उनकी पोलारीटी I और Q बिट के लॉजिक कंडीशन पर निर्भर करती है और इसलिए अलग - अलग हो सकती है.



चित्र: 1.17 - 8 क्यू.ए.एम. ट्रांसमीटर का ब्लॉक आरेख



चित्र: 1.18 - 8 क्यू.ए.एम. के लिए कॉस्टलेशन आरेख

1.23 8 - क्यू.ए.एम. रिसीवर

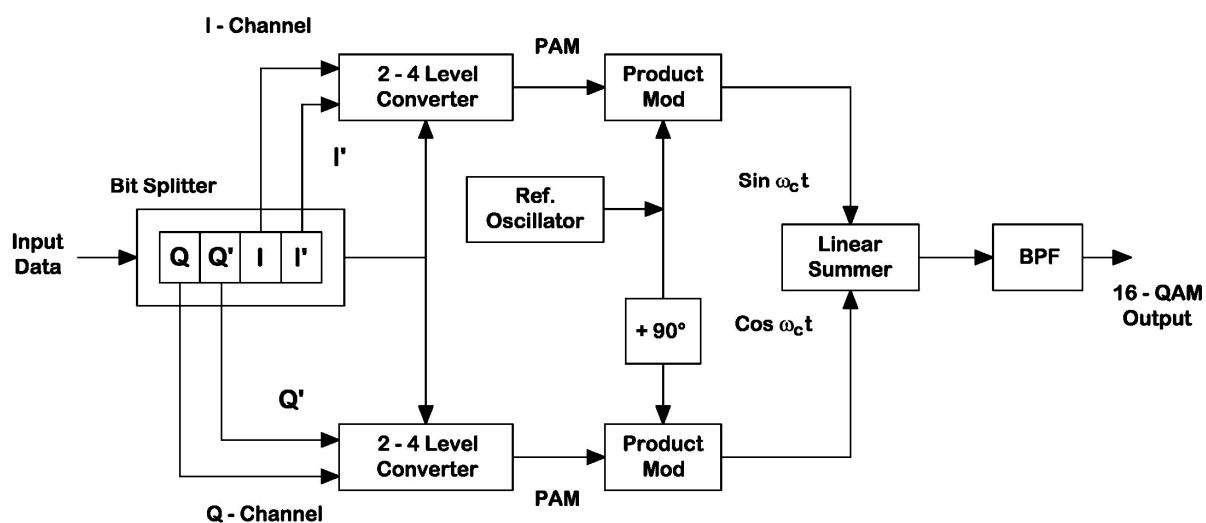
8-क्यू.ए.एम. रिसीवर, 8 पी.एस.के. रिसीवर जैसा ही होता है. अंतर सिर्फ़ प्रॉडक्ट डिटेक्टर के आऊटपुट और एनालॉग से डिजीटल कनवर्टर के आऊटपुट पर बाइनरी सिग्नल में होता है. क्योंकि 8 - क्यू.ए.एम के साथ दो ट्रांसमिट एम्प्लीट्यूड संभव हैं जो 8-पी.एस.के से संभावित एम्प्लीट्यूड से अलग हैं. 8-क्यू.ए.एम में 4 डी-मॉड्यूलेटेड लेवल 8 - पी.एस.के. वालों से अलग हैं. इसलिए ए.डी.सी. के लिए कनवर्शन फैक्टर भी अलग होना चाहिए. और 8-क्यू.ए.एम. के साथ 'I' चैनल ए.डी.सी. के साथ बाइनरी आऊटपुट सिग्नल 1 और C बिट्स हैं और Q चैनल ए.डी.सी के साथ बाइनरी आऊटपुट सिग्नल Q और C बिट्स हैं.

1.24 16 क्यू.ए.एम. (16 क्यू.ए.एम.)

16 पी.एस.के. की तरह 16 क्यू.ए.एम. एक एम-ऐरी प्रक्रिया है जहाँ एम-16 है. इनपुट डाटा को ग्रुप में बांटा जाता है. 8-क्यू.ए.एम. के जैसे ही कैरीयर के फेज़ और एम्प्लीट्यूड दोनों बदलते हैं.

1.25 16 - क्यू.ए.एम ट्रांसमीटर

16 - क्यू.ए.एम. ट्रांसमीटर का ब्लॉक डायग्राम चित्र 1.16 में दिखाया गया है। इनपुट बाइनरी डाटा को चार चैनलों में विभाजित किया गया है। I, I', Q, और Q' हर चैनल में बिट रेट इनपुट बिट रेट का एक चौथाई है। चार बिट्स को बिट स्पिलिटर में सिरयली क्लॉक किया जाता है और फिर I, I', Q, Q' चैनलों के पैरलल में एक साथ आऊटपुट किया जाता है। I और Q बिट 2 - 4 लेवल कनवर्टर के आऊटपुट की पोलारिटी निर्धारित करते हैं। I और Q, मैग्निट्रॉड को निर्धारित करते हैं। उसके बाद 2 - 4 लेवल कनवर्टर एक 4-लेवल पी.ए.एम. सिग्नल को उत्पन्न करते हैं। पी.ए.एम. सिग्नल प्रॉडक्ट मॉड्यूलेटर में फेज में रहने वाले और क्वार्ड्रेचर कैरियर को मॉड्यूलेट करते हैं।



चित्र: 1.19 -16 क्यू.ए.एम. ट्रांसमीटर का ब्लॉक आरेख

1.26 क्यू.ए.एम. विशिष्टताएं

क्वार्ड्रेचर एम्प्लीट्रॉड मॉड्युलेशन, एक ऐसा रूप है जो डाटा सिग्नलों को कैरियर पर मॉड्यूलेट करने के लिए और रेडियो संचार में उपयोग किया जाता है। इसका उपयोग अधिकाधिक किया जाता है क्योंकि यह दूसरे तरह के मॉड्युलेशन जैसे कि पी.एस.के. से ज्यादा लाभ प्रदान करता है। हालांकि अलग - अलग तरह के डाटा मॉड्युलेशन साथ-साथ काम करते हैं।

क्वार्ड्रेचर एम्प्लीट्रॉड मॉड्युलेशन, एक ऐसा सिग्नल है जिस में दो कैरियर जो कि 90° इन-फेज में बदल दिए गए हैं, मॉड्यूलेट किये जाते हैं और परिणामी आऊटपुट में एम्प्लीट्रॉड और फेज वेरियेशन दोनों रहते हैं। इस बात को ध्यान में रखते हुए कि इसमें एम्प्लीट्रॉड और फेज वेरियेशन, दोनों ही मौजूद हैं, इसे एम्प्लीट्रॉड और फेज वेरियेशन का मिश्रण भी कहा जा सकता है।

1.27 न्यूनतम शिफ्ट कीइंग (एम.एस.के)

न्यूनतम शिफ्ट कीइंग, एम.एस.के. एक तरह की फेज शिफ्ट कीइंग है जिसके बहुत सारे उपयोग हैं। गासियन फिल्टर्ड मिनिमम शिफ्ट कीइंग है जो एम.एस.के. मॉड्युलेशन का एक प्रकार है, रेडियो संचार एप्लीकेशन जैसे जी.एस.एम. सेल्यूलर दूरसंचार प्रणाली में उपयोग किया जाता है। इसके अलावा इसमें पी.एस.के. के मुकाबले कई लाभ हैं जिससे यह रेडियो संचार प्रक्रियाओं में उपयोग किया जाता है।

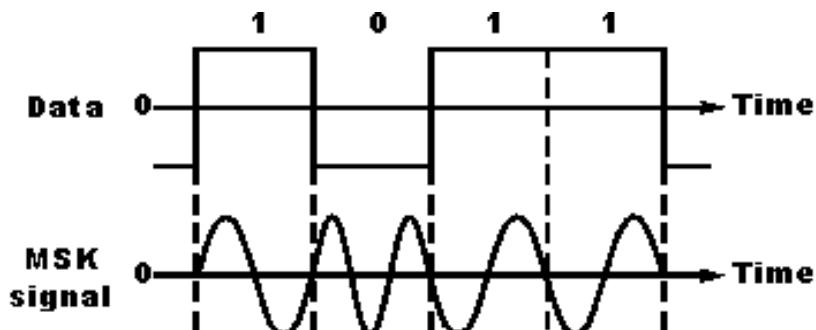
1.28 मिनिमम शिफ्ट कीइंग के कारण, एम एस के

वन और ज़ीरो स्टेट के बीच शार्प ट्रांज़ीशन वाले बाईनरी डाटा ऐसे सिग्नल पैदा करता है जिनके साइडबैंड कैरियर से दूर तक फैले हैं। यह बहुत सारे रेडियो संचार प्रक्रियों में मुश्किल पैदा करता है क्योंकि परिमित बैंड-विड्थ के बाहर कोई भी साईड-बैंड बगल वाली चैनलों में और कोई भी रेडियो संचार जो सीमित इस्तेमाल करती हैं उनमें इंटरफ़ेरेंस पैदा कर सकता है।

1.29 मिनिमम शिफ्ट कीइंग बेसिक्स

मुश्किल का सामना कुछ हद तक सिग्नल को फिल्टर करके किया जा सकता है परं जैसे जैसे फिल्टरिंग का लेवल बढ़ता जाता है वैसे डाटा कम शार्प हो जाती है और बैंड-विड्थ कम हो जाता है। इसका सामना करने के लिए जी.एम.एस.के. जो कि मिनिमम शिफ्ट कीइंग पर आधारित है, का उपयोग किया जाता है। इसका लाभ है कंटिन्यूअस फेज़ स्कीम, क्योंकि फ्रीक्वेंसी में बदलाव जीरो क्रासिंग पॉइंट पर होती है, यहाँ कोई फेज़ डिस्कंटिन्यूटी नहीं रहती है।

जब एम.एस.के. मॉड्यूलेशन का उपयोग कर के सिग्नल के प्लॉट को देखा जाए तो यह वास्तव है कि मोड्यूलेटिंग डाटा, सिग्नल की फ्रीक्वेंसी बदलता है और कोई भी फेज़ की निरंतरता दृटी नहीं है। यह एम.एस.के. के एक अनोखे फैक्टर के कारण होता है, इसलिए लॉजिकल 1 और लॉजिकल 0 के बीच फ्रीक्वेंसी का अंतर हमेशा डाटा रेट के आधे के समान है। यह मॉड्यूलेशन इंडेक्स के तौर पर दिखाया जा सकता है और यह हमेशा 0.5 के बराबर है।



चित्र 1.20 एम.एस.के. मॉड्यूलेशन का उपयोग करने वाला सिग्नल

एम.एस.के. - कैसे काम करता है। बेस-बैंड मॉड्यूलेशन 0 और 1 की बिट स्ट्रीमों और एक बिट क्लॉक के साथ शुरू होता है। बेस बैंड सिग्नल पहले 0/1 इनकोडेट बिट को एन.आर.जे.ड. फिल्टर के द्वारा -1/1 में बदलने से उत्पन्न होता है। फिर इसे फ्रीक्वेंसी मॉड्यूलेट करके पूरी तरह से एम.एस.के. सिग्नल बनाया जाता है। बिटों के बीच में जो ओवरलैप होता है वह इंटर-सिंबल इंटरफ़ेरेंस में बदल जाता है।

फेज़ शिफ्ट कीइंग को आज के दौर में पूरी तरह के रेडियो संचार प्रक्रियाओं में काम में लाया जा रहा है। यह डाटा संचार की बढ़ती जगह को अच्छी तरह ढाल लेता है। पी.एस.के. फेज़ शिफ्ट कीइंग रेडियो संचार सिग्नल में डाटा को ले जाने में ज्यादा विश्वसनीय है। फ्रीक्वेंसी शिफ्ट कीइंग एक अलग प्रकार के मॉड्यूलेशन तकनीकों के मुकाबले ज्यादा लाभदायक है।

एनालॉग से डिजीटल फॉरमैट में बदलने वाले संचार के अलग-अलग रूप आने से डाटा संचार की महत्ता भी बढ़ रही है और उसके साथ मॉड्यूलेशन के विविध प्रकार, जो डाटा को लेकर जाते हैं वह भी बढ़ रहे हैं।

फेज़ शिफ्ट कीइंग, के बहुत सारे रूप मौजूद हैं हर एक तरीके के अपने लाभ और हानियाँ हैं तथा उत्तम फॉरमैट का चयन रेडियो संचार प्रक्रियाओं के चयन के हिसाब से होनी चाहिए. सही चयन के लिए पी.एस.के के काम करने के तरीके की जानकारी और समझ होनी जरूरी है.

1.30 समीक्षा

फेज़ शिफ्ट कीइंग (पी.एस.के) एक महत्वपूर्ण तरीके का मॉड्युलेशन फार्म है. नई रेडियो संचार प्रक्रियों और रेडियो संचार लिंक में बढ़ते ट्राफिक के साथ, पी.एस.के. एक महत्वपूर्ण स्कीम है.

इन दिनों फेज शिफ्ट कीइंग (पीएसके) मुख्यतः एक माइयुलेशन के महत्वपूर्ण रूप है ज्यादातर ट्राफिक, नई रेडियो संचार प्रणाली और रेडियो संचार लिंक का प्रयोग करते हैं. पी.एस.के. के स्वरूपों का उपयोग करके डाटा को ले जाया जाता है इसलिए पी.एस.के. महत्वपूर्ण है.

गाउसीयन मिनिमम शिफ्ट कीइंग या उसे ये शीर्षक दिया जाए गाउसीयन फिल्टर्ड मिनीमम शिफ्ट कीइंग, GMSK, एक तरह का मॉड्यूलेशन है जो विभिन्न प्रकार के डिजीटल रेडियो संचार प्रणाली के उपयोग में आता है. इसका एक लाभ यह है कि ये स्पैक्ट्रम का सकुशल प्रयोग कर, डिजीटल मॉड्यूलेशन को ले जाने में सक्षम है. अन्य प्रकार के फेज़ शिफ्ट कीइंग में एक समस्या है कि उनमें साइड-बैंड मुख्य कैरियर से बाहर की ओर विस्तारित हो जाता है और जिससे रेडियो संचार प्रणाली में नजदीकी चैनलों के बीच बाधा उत्पन्न हो सकती है. रेडियो संचार के क्षेत्र में इसका प्रयोग किया जाता है. संभवतः व्यापक रूप से सेल्युलर तकनीक में दुनियाभर में इसका प्रयोग सबसे ज्यादा किया जाता है. जिसके 3 अरब से ज्यादा उपभोक्ता हैं.

1.31 बुनियादी जी.एम.एस.के.

एम.एस.के. और जी.एम.एस.के. मॉड्यूलेशन को कंटीन्युअस फ्रीक्वेंसी शिफ्ट और कंटीन्युअस फ्रिक्वेंसी शिफ्ट कीइंग भी कहा जाता है. चालू या बंद बायनरी सिगनल पहले ध्रुवीय बायनरी सिगनल में परिवर्तित होता है. ध्रुवीय बायनरी सिगनल को इस तरह फिल्टर किया जाता है कि वह एक गासियन - रूप के सिगनल का उत्पादन करें. उसके बाद फ्रीक्वेंसी मॉड्यूलेशन को सिगनल पर लगाया जाता है.

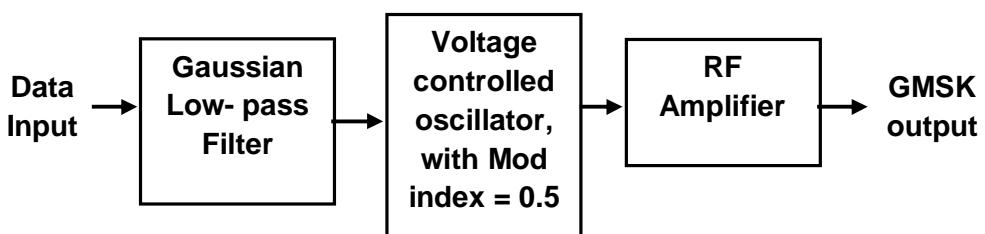
कैरियर शून्य कॉसिंग ज्वाइंट के पास फ्रीक्वेंसी बदलने के कारण फेज की निरंतरता में कोई बाधा नहीं होती. यह एम.एस.के. का एक अनूठा पहलू है जिसके परिणाम स्वरूप तार्किक एक और तार्किक शून्य स्टेट्स के बीच का फ्रीक्वेंसी अंतर हमेशा आधे डाटा दर का हो जाता है, जिससे यह स्थिति उत्पन्न होती है. इसे मॉड्यूलेशन इंडेक्स के रूप में व्यक्त किया जा सकता है जो कि हमेशा 0.5 के बराबर होती है.

एक एम.एस.के. सिगनल के स्पेक्ट्रम का प्लॉट, चित्र 1.20 में साइड-बैंड को दिखाया गया है जिसमें ये साइड-बैंड,बैंड-विड्थ से कहीं आगे तक फैले हैं जो कि इसके डाटा-दर के बराबर है. कैरियर में लगाने से पहले इस मॉड्यूलेटिंग सिगनल को लो-पास फिल्टर से पारित किया जाए तो इसे कम किया जा सकता है. फिल्टर को चाहिए कि उसके पास एक तीक्ष्ण 'कट-ऑफ' हो, एक संकीर्ण बैंड-विड्थ हो, और उसकी इंपल्स प्रतिक्रिया, ओवरशूट नहीं दिखाना चाहिए. एक आदर्श फिल्टर को गॉसियन फिल्टर कहा जाता है जिसके पास इंपल्स के लिए गॉसियन आकार की प्रतिक्रिया हो और कोई रिंगिंग न हो.

इस तरह मूलभूत एम. एस. के. सिगनल को जी.एम.एस.के. मॉड्यूलेशन के रूप में परिवर्तित कर दिया जाता है.

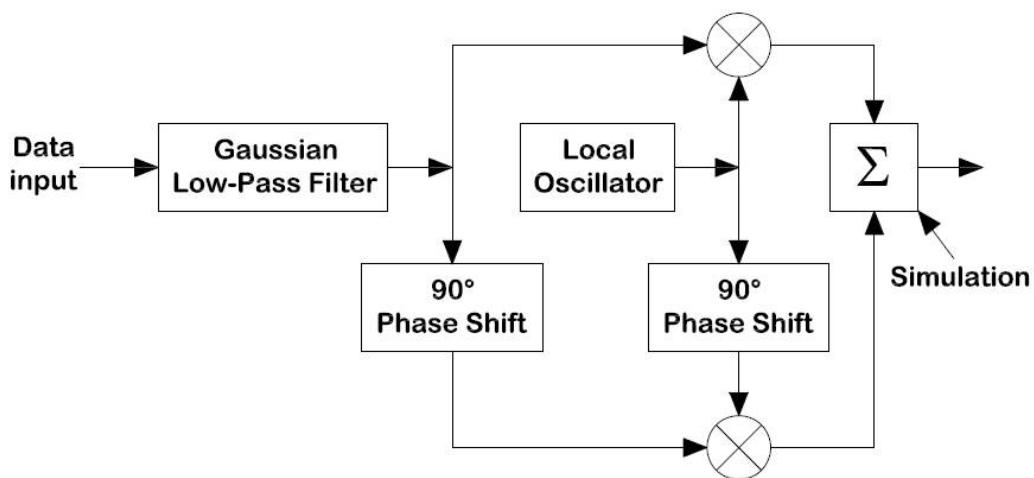
1.32 जनरेटिंग जी.एम.एस.के. मॉड्यूलेशन

जी.एम.एस.के. मॉड्यूलेशन का उत्पादन करने के दो मुख्य तरीके हैं। सबसे स्पष्ट तरीका है कि गासियन फिल्टर का इस्तेमाल करते हुए मॉड्यूलेशन सिग्नल को फिल्टर करना उसके बाद उसे फ्रीकवेंसी मॉड्यूलेटर में लगाना जहाँ मॉड्यूलेशन सूचकांक 0.5 पर सेट हो (चित्र 1.21 में दर्शाया गया है)। यह विधि बहुत सरल और सीधी है परंतु इसकी एक कमी है कि मॉड्यूलेशन सूचकांक बिल्कुल 0.5 के बराबर ही चाहिए। वास्तव में यह एनालॉग विधि उपयुक्त नहीं है क्योंकि घटक टालेरेसेस बहाव को यथार्थ सेट नहीं किया जा सकता। यहाँ क्वाड्रेचर मॉड्यूलेटर का उपयोग किया जाता है (चित्र 1.22 में दर्शाया गया है) क्वाड्रेचर शब्द का अर्थ है, एक सिग्नल का फेज दूसरे से क्वाड्रेचर या 90 डिग्री में होता है। क्वाड्रेचर मॉड्यूलेटर एक सिग्नल का इस्तेमाल करता है जो कि कहा जाता है कि एक फेज में है और दूसरा उसके क्वाड्रेचर में है। इन-फेज और क्वाड्रेचर तत्वों को ध्यान में रखते हुए इस तरह के मॉड्यूलेटर को अक्सर आई-क्यू (I-Q) मॉड्यूलेटर भी कहा जाता है।



चित्र: 1.21- गोससियन फिल्टर या वी.सी.ओ. का उपयोग कर जी.एम.एस.के. जनरेट करना

इस तरह के मॉड्यूलेटर का प्रयोग करके, बिना किसी सेटिंग या समायोजन के आवश्यकतानुसार मॉड्यूलेशन इन्डेक्स को बिल्कुल 0.5 पर बनाए रखा जा सकता है। यह, इसे उपयोग करने में बड़ा आसान बना देता है और बिना किसी सामायोजन के, इसे अपेक्षित स्तर पर संपादन करने में सक्षम बनाता है। डी-मॉड्यूलेशन के लिए इस तकनीक को विपरीत दिशा में प्रयोग किया जा सकता है।



चित्र: 1.22 - जी.एम.एस.के. उत्पन्न करने के लिए उपयोग आई क्यू मॉड्यूलेटर का ब्लॉक आरेख

1.33 जी.एम.एस.के. के लाभ

एक रेडियो संचार प्रणाली के लिए जी.एम.एस.के. मॉड्यूलेशन का उपयोग करने के कई लाभ हैं। एक अन्य फेज शिफ्ट कीइंग मोड की तुलना में स्पेक्ट्रल क्षमता में सुधार स्वाभाविक है।

जी.एम.एस.के. का एक और लाभ यह है कि ये बिना विकृत हुए नॉन-लीनियर एम्पलीफायर के द्वारा एम्पलीफाइड हो सकता है। यह इसलिए क्योंकि ऐसा सिग्नलों का तत्व नहीं है जो एम्पलीफायर महत्व है। नॉन-लीनियर एम्पलीफायर, पॉवर के डी.सी. पॉवर इन-पुट के मामले में जो कि वो रेडियो सिग्नलों में बदल देते हैं, ज्यादा सक्षम हैं।

इसका यह तात्पर्य है कि पॉवर की खपत एक दिये गए आउट-पुट से ज्यादा है और परिणाम स्वरूप बैटरी की खपत कम मात्रा में होगी जो सेल फोनों के लिए एक बहुत ही महत्वपूर्ण घटक है।

जी.एम.एस.के. मॉड्यूलेशन का एक और भी लाभ है, वह यह तथ्य कि, उसकी किसी भी जानकारी को एम्पलीट्यूड वेरियेशन्स के रूप में ले जाया नहीं जाता है।

चूंकि ज्यादातर 'नॉइज़', एम्पलीट्यूड पर निर्भर है, इसका तात्पर्य यह है कि वह एम्पलीट्यूड वेरियेशन्स से उन्मुक्त है और इसलिए यह अन्य तरह के मॉड्यूलेशन की तुलना में 'नॉइज़' से ज्यादा परिरक्षित है।

1.34 जी.एम.एस.के. की विशेषताएं

जी.एम.एस.के., मॉड्यूलेशन का अत्याधिक सफलतम रूप है जिसे सेल्यूलर प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में उपयोग किया जा रहा है और परिणामस्वरूप इसका उपयोग विशेष रूप से व्यापक है। इसका उपयोग अन्य रेडियो संचार प्रणालियों में भी किया जाता है, इसकी स्पैक्ट्रल दक्षता संबंधी, 'नॉइज़' परिरक्षित में ज्यादा प्रभावशाली तथा इसके सक्षम ट्रांसमिटर्स फाइबर एम्पलीफाइयर के उपयोग करने की क्षमता के कारण उसका ज्यादा महत्व है। हालांकि अन्य रेडियो संचार प्रणालीयों अन्य प्रकार के मॉड्यूलेशन का प्रयोग करते हैं पर कई सारी योजनाओं में जी.एम.एस.के. एक उत्तम चयन है।

वस्तुनिष्ठः

1. डिजीटल कम्यूनिकेशन में..... समस्याओं की वजह से ए.एस.के. का अब उपयोग नहीं किया जा रहा है. (ध्वनि)
2. एफ.एस.के. सिगनलिंग योजनाओं के उपयोग मुख्य रूप से..... गति डिजीटल डाटा ट्रांसमिशन के लिए किया जाता है. (धीमी)
3. बी.पी.एच.के. मॉड्यूलेटर का आठट-पुट स्पेक्ट्रम सामान्यतया..... साइड-बैंड सप्रेस्ट कैरियर है. (डबल)
4. संभाव्य सिंबलों का प्रतिनिधित्व करता है, जिन्हें कॉम्प्लेक्स प्लेन में पॉइंट्स के रूप में दिये गये मॉड्यूलेशन स्कीम में चयन किया जाता हो. (कॉन्स्टेलेशन) डायग्राम)
5. की चार विभिन्न फेज स्टेट्स होती हैं. (ओ.क्यू.पी.एस.के.)
6. क्यू.पी.एस.के. में, मॉड्यूलेट किये जाने वाले डाटा बिटों को सिंबलों में ग्रुप किया जाता है, जिसमें प्रत्येक में बिट होते हैं. उन्हें.....कहा जाता है. (दो, डिबिट)
7. ओ.पी.क्यू.एस.के. में । तथा Q चैनलों में बिट वेब-फॉर्म को प्रत्येक से बिट टाइम द्वारा फेज में ऑफ-सेट या शिफ्ट किया जाता है. (डेढ़)
8. 8 पी.एस.के., एक एम-एरे एन्कोडिंग तकनीक है जहाँ एम=..... (8)
9. क्वारेचर एम्प्लीट्यूड मॉड्यूलेश, एक प्रकार का डिजीटल मॉड्यूलेशन ही है जहाँ, डिजीटल सूचनाएँ, ट्रांसमिट किए गये कैरियर केदोनों ओर समाविष्ट रहता है. (एम्प्लीट्यूड और फेज)
10. मॉड्यूलेशन के हाइयर ऑर्डर फारमैट के चयन द्वारा, लिंक के डाटा-रेट को बढ़ाया जा सकता है. (क्यू.ए.एम.)
11. जी.एम.एस.के. मॉड्यूलेशन को भी कहा जाता है. (कंटीन्यूअस फेज स्कीम)

विषयनिष्ठ :

- 1) क्यू.ए.एम. के बारे में चित्र सहित समझाएँ.
- 2) डिजीटल मॉड्यूलेशन में क्यू.पी.एस.के. की आवश्यकता क्या है ?
- 3) क्यू.पी.एस.के. ट्रांसमीटर का ब्लॉक आरेख बनाएं और संक्षेप में उसके बारे में समझायें.
- 4) क्यू. पी. एस. के. रिसीवर का ब्लॉक आरेख बनाएं और संक्षेप में समझायें.
- 5) निम्नलिखित पर लघु टिप्पणी लिखें
 - क. 8 पी.एस.के.
 - ख. कॉन्स्टेलेशन डायग्राम
 - ग. ओ.क्यू.पी.एस.के.
 - घ. क्यू.ए.एम.
 - च. एम.एस.के.
 - छ. जी.एम.एस.के.

अनुबंध - 'ए'

पैसिव डिवॉइस

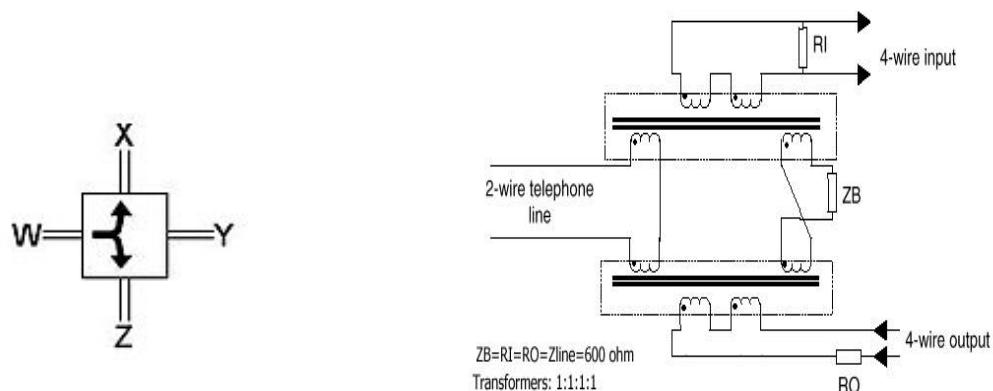
ए 1.0 हाइब्रिड

कोई भी उपकरण, जो कतिपय सर्किटों के बीच इंपिडेंस मैचिंग और कतिपय सर्किटों के बीच आइसोलेशन प्रदान करता हो उसे हाइब्रिड कहा जाता है।

ए 1.1 ट्रांसफॉर्मर हाइब्रिड

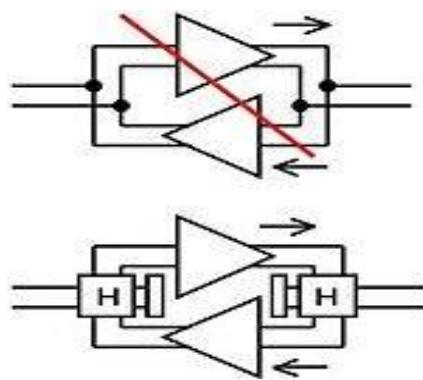
यह हाइब्रिड ट्रांसफॉर्मर एक कॉइल है, जिसमें 3 वाइंडिंग होती हैं यदि कान्फिगर्ड है, जिसमें चार ब्रांचेस होते हैं वो कान्जिगेट्स जोड़ी होते हैं। सिग्नल एक ब्रांच पर आएगा और दो एडजेसेंट ब्रांचों में विभाजित होगा, लेकिन उसके विपरीत ब्रांच में नहीं आएगा। इस आरेख में, सिग्नल X और Z, के बीच W में स्पिलिट होगा और Y में सिग्नल पास नहीं होगा। इसी प्रकार जो सिग्नल X में आएगा W & Y के बीच में स्प्लिट होगा किंतु Z में नहीं आएगा।

सही ऑपरेशन के लिए कैरेक्टर इंपीडेंस चारों पोर्टों में मैच होना आवश्यक है।



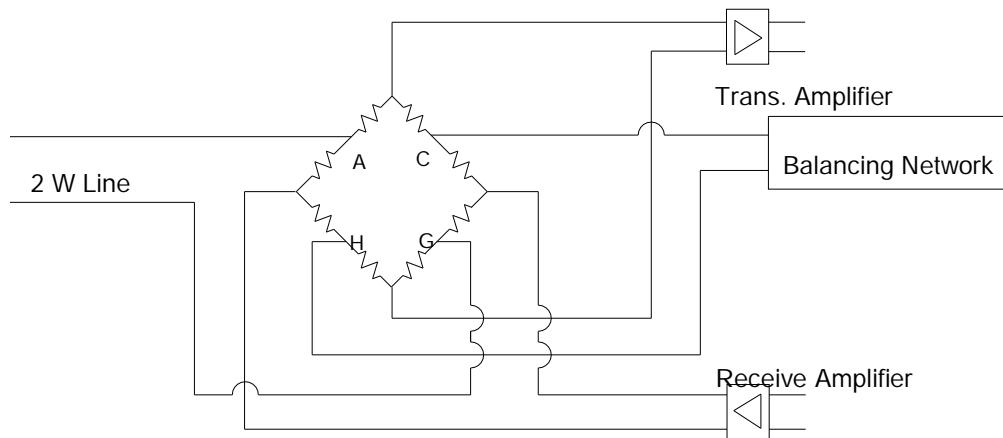
चित्र ए 1.1 (क) W & Y, X & Z कॉन्जिगेट पेयर (ख) बेसिक हाइब्रिड कॉन्फिगरेशन

बैंड हाइब्रिड कॉइल का वॉइस प्रयोग यह है कि कम्यूनिकेशन सर्किटों में सीक्वेंशियल सेक्शनों में 2-वायर और 4-वायर के बीच ऑपरेशन को बदलना है। 20 वीं सदी के आरंभ में इस प्रकार के कन्वर्शन की तब आवश्यकता होती थी जब 2-वायर सर्किटों में रिपीटर्स आरंभ किए गए थे। बिना हाइब्रिड के एक एम्लीफायर की इन-पुट में दूसरे एम्लीफायर का आउट-पुट सीधा फीड किया जाता है। हाइब्रिड का प्रयोग करते हुए इन-पुट और आउट-पुट के बीच में आइसोलेशन उपलब्ध किया जाता है और इसके परिणाम स्वरूप सही 2-वायर रिपीटर ऑपरेशन बनता है। सदी के अंत में, इसका प्रयोग कम होता गया परंतु हाइब्रिड का उपयोग लाइन-कार्डों में निरंतर किया जा रहा है।



चित्र ए 1.1 (ग) बाय-डायरेक्शनल एम्पलिफिकेशन का प्रयोग हाइब्रिड के लिए

ए 1.2 रेजिस्टेंस हाइब्रिड



चित्र ए 1.2 रेजिस्टेंस हाइब्रिड

इसमें 4 समान सेंट्रल टाइपड रेजिस्टेंस होते हैं। ये हाइब्रिड ट्रांसफॉर्मर के समान बैलेन्स नहीं दे पाता है। वॉइस फ्रीक्वेंसी एप्लिकेशनों के लिए रेजिस्टेंस हाइब्रिड का ट्रांसमिशन लॉस 6db से लेकर 9.5db होता है। इस फ्रीक्वेंसी रेंज में ट्रांसफॉर्मर हाइब्रिड अधिक मात्रा में प्रयोग होता है क्योंकि यह रेजिस्टेंस हाइब्रिड (6db) की तुलना में कम लॉस (3.5 db) प्रदान करता है। लेकिन 1MHz फ्रीक्वेंसी के लिए ट्रांसफॉर्मर लॉस अधिक होता है। इसलिए रेजिस्टेंस हाइब्रिड को प्राथमिकता दी जाती है। इस कारण से, माइक्रोवेव रेडियो इक्विपमेंट में रेजिस्टेंस हाइब्रिड का प्रायोग किया जाता है।

ए.1.3 एप्लिकेशन्स

1. हाइब्रिडों का प्रयोग टेलीफोनों में साइड टोन कम करने के लिए या माइक्रोफोन आउटपुट के वाल्यूम जो कि फ़िडबैक देता है, इसके बिना फोन को प्रयोग करने वाले की आवाज़ सामने वाले की आवाज़ से अधिक सुनाई देती है।
2. हाइब्रिड के वाइंडिंग की व्यवस्था इस प्रकार की जाती है जिससे कि वह इंपीडेंस मैचिंग ट्रांसफॉर्मर की तरह काम करता है। आजकल, हाइब्रिड का ट्रांसफॉर्मर्स वर्शन, रेसिस्टर नेटवर्क और कॉम्पैक्ट ICs को बदल दिया है जिसमें हाइब्रिड कॉइल का प्रयोग इंटिग्रेटेड सर्किट इलेक्ट्रॉनिक से काम करता है।
3. रेडियो फ्रीक्वेंसी हाइब्रिड, रेडियो और टेलीविज़न स्पिलिट करने के लिए प्रयोग किया जाता है। मल्टीपल रिसीवर्स को फीड देने हेतु स्पिलटर एंटीना सिग्नलों को विभाजित करता है।

ए. 2.0 एटेन्युएटर्स

एटेन्युएटर एक रेसिस्टिव नेटवर्क है, सिग्नल ट्रांसमिशन पाथ में एटेन्युएटर को एक पूर्व-नियोजित लॉस के मान के साथ डिज़ाइन किया जाता है। एटेन्युएशन डिस्टोर्शन को रोकने के लिए पूर्णतया रेसिस्टिव कॉम्पोनेंट्स का उपयोग करते हुए एटेन्युएटर नेटवर्क की डिज़ाइन तैयार की जाती है। कई एप्लिकेशनों में इस प्रकार की आवश्यकता होती है जिसमें इंपीडेंस मैचिंग को बिना बदले सोर्स और समान लोड के बीच में निर्धारित लॉस प्रयोग करना पड़ता है। अतः एटेन्युएटर्स दो उद्देश्यों के लिये करता है। एक निर्धारित लॉस प्रयोग करता है और दूसरा इन-पुट और आउट-पुट सर्किटों के बीच इंपीडेंस को मैच करता है। सामान्यतया एक ट्रांसफॉर्मर का प्रयोग इंपीडेंस मैच करने के लिए होता है।

लेकिन कैरियर फ्रीक्वेंसी सर्किटों में एक और ट्रांसफॉर्मर एटेन्युएशन डिस्टोर्शन करता है। (सभी फ्रीक्वेंसी एक ही डिग्री में एटेन्यूएट नहीं होती हैं)

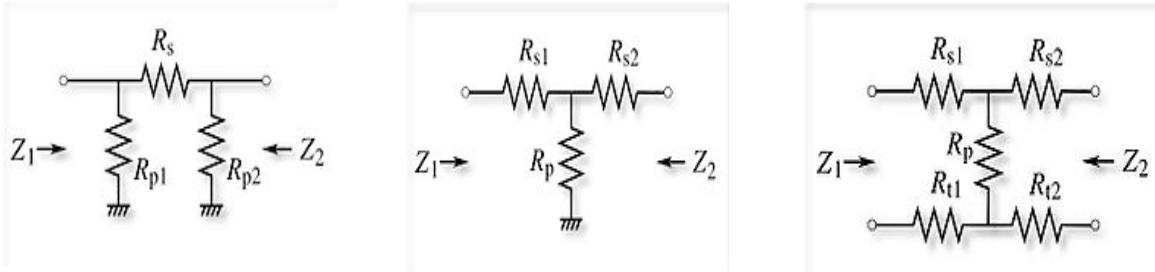
ये रेसिस्टिव एटेन्युएटर नेटवर्क कोई फेज शिफ्ट नहीं करेगा। अतः एटेन्युएटर नेटवर्क के मामले में फेज कॉन्सटेंट (B) शून्य होगा और यह प्रोपगेशन कॉन्सटेंट (γ) एटेन्युएशन कॉन्सटेंट (α) के बराबर होगा। एटेन्युएटर स्थिर होगा या बदलता रहेगा। स्थिर एटेन्युएटर को --- कहा जाता है। इनपुट और आउटपुट को मैच करने के लिए एटेन्युएटर नेटवर्क का प्रयोग किया जाता है।

एटेन्युएटर के इनशर्शन से पॉवर लॉस होता है जिसे डेसिबल में व्यक्त किया जा है।

db में एटेन्युएशन, $D = 10 \log_{10} (P_1/P_2)$ जहाँ P_1 , इनपुट पॉवर है और P_2 आउटपुट पॉवर है।

मूल एटेन्युएटर्स P_i पैइस और T पैइस हैं।

ये बैलेंसड हो सकता है या अन-बैलेंसड नेटवर्क हो सकता है। इसका निर्धारण ज्योमेट्री लाइन में बैलेंस लाइन है या अन-बैलेंसड लाइन है। उदाहरणार्थ, ऐसे एटेन्युएटर जिसमें को-एक्सियल लाइनों का प्रयोग किया जाता है उन्हें अन-बैलेंसड कहा जाता है, जब कि एटेन्युएटर जिसमें टिवस्टेट पेयर का प्रयोग करता है उन्हें बैलेंसड कहा जाता है।



चित्र ए 2.1 (क) π टाइप
बैलेंसड एटेन्युएटर

(ख) Γ - टाइप
अनबैलेंसड एटेन्युएटर

(ग) - T - +YPP
बैलेंसड एटेन्युएटर

ए 2.1 एप्लिकेशन्स

कई एप्लिकेशनों में इस प्रकार की आवश्यकता होती है जिसमें इंपीडेंस को बिना बदले सोर्स और समान लोड के बीच में निर्धारित लॉस प्रयोग करना पड़ता है। अतः एटेन्युएटर्स दो उद्देश्यों के लिये करता है। एक निर्धारित लॉस प्रयोग करता है और दूसरा इन-पुट और आउट-पुट सर्किटों के बीच इंपीडेंस को मैच करता है। सामान्यतया एक ट्रांसफॉर्मर का प्रयोग इंपीडेंस मैच करने के लिए होता है।

ए 2.2 आर.एफ. एटेन्युएटर्स

रेडियो फ्रीकवैसी एटेन्युएटर्स के स्ट्रक्चर में को-एक्सियल हैं. कनेक्टरों में पोर्टों का प्रयोग किया जाता है और भीतरी स्ट्रक्चर में को-एक्सियल माइक्रोस्ट्रिप या पतली फिल्म होता है. पॉवर का अपव्यय, एटेन्युएटर की साइज और शेप की क्षमता पर आधारित है. आर.एफ. एटेन्युएटर्स का प्रयोग सर्किट में लोड करने हेतु किया जाता है. पॉवर आर.एफ.का प्रयोग सर्किट में एटेन्युएटर्स और प्रोटेक्टिव dissipation के लिए किया जाता है.



चित्र ए.2.2 30dB 5W RF-एटेन्युएटर, डी.सी.-18 GHz, एन. प्रकार का को-एक्सियल कनेक्टर.

ए 2.3 ऑप्टिकल एटेन्युएटर

ऑप्टिकल एटेन्युएटर एक ऐसा डिवॉइस है जो ऑप्टिकल सिग्नल का स्तर कम करने के लिए प्रयोग किया जाता है. इसका प्रयोग या तो फ्री स्पेस में हो सकता है या ऑप्टिकल फाइबर में हो सकता है. ऑप्टिकल फाइबर का मूल इस प्रकार है कि यह स्थिर (फिक्सड), स्टेप वायर वेरियबल या निरंतर वेरियबल बेसिक प्रकार के हैं.

एप्लीकेशन

इसे दो तरह से प्रयोग कर सकते हैं, फाइबर ऑप्टिक कम्यूनिकेशनों में सिग्नल लॉस के अंशशोधित राशि को अस्थाई रूप से शामिल करके प्रयोग किया जाता है या टेस्ट पॉवर के रूप में सही ढंग से ट्रांसफॉर्मर और रिसीवर लेवलों को मैच करने के लिये प्रयोग किया जाता है.

ए 3.0 कनेक्टर्स

दो मुख्य उद्देश्यों के लिए प्रत्येक इलेक्ट्रॉनिक सिस्टम में सब-यूनिट्स मॉड्युलों के बीच इंटरकनेक्शनों की आवश्यकता होती है. पहला उद्देश्य, सिंगल और पूर्ण सिस्टम के रूप में सिस्टम स्वयं कार्य करने हेतु और दूसरा उद्देश्य अनुरक्षण और रेस्टोरेशन दोनों के लिए सिस्टम पर मापने और टेस्ट (परीक्षण) करने के लिए है.

ए 3.1 कनेक्टरों के प्रकार:

- क) ऑडियो कनेक्टर्स
- ख) को-एक्सियल कनेक्टर्स

ए 3.1.1 ऑडियो कनेक्टर्स: प्रोफेशनल ऑडियो के लिए सामान्यतया प्रयोग किये जाने वाले कनेक्टर 3-पिन XLR, RCA और $\frac{1}{4}$ " फोन कनेक्टर (6.5 mm जैक) हैं. 3-पिन XLR और 6.5mm जैक दोनों का प्रयोग बैलेंसड़ केबल सहित किया जाता है जबकि RCA कनेक्टर का प्रयोग अन-बैलेंसड़ केबलों के साथ किया जाता है.



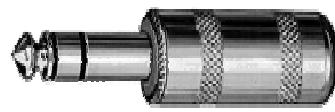
3-pin XLR Male



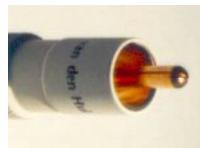
3-pin XLR Female



1/4" Stereo



1/4" Mono Connector



RCA Connector
(Male)

Frequency of operation: Max. Up to 10 MHz

ए 3.1.2 कोएक्सिल कनेक्टर्स (आर.एफ. कनेक्टर्स)

Sl.No.	Type of connector	Frequency of operation
1.		300MHz or less
2.	F Connector	250MHz to 1GHz
3.	Type N Connector	12 GHz or more
4.	C Connector: It is called Concelman's connector	12GHz
5.	BNC Connector: The "Bayonet Neil-Concelman" connector.	2GHz or higher
6.	SMA Connector (Sub-Miniature A') Very popular, small, threaded connectors.	12 to 18GHz

6(a).	SMC Connector: A push-on version of the SMA 	
6(b).	SMB Connector: A very small version of the SMC 	

अनुबंध - बी

इलेक्ट्रॉनिक्स के मूल सिद्धांत

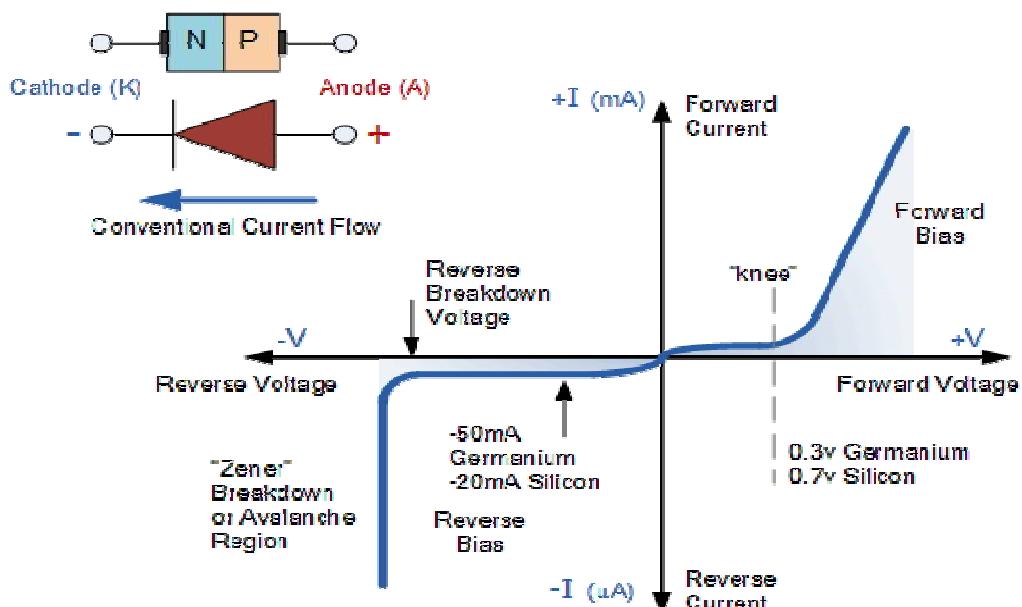
बी 1.0 सेमी-कंडक्टर

सेमी-कंडक्टर एक ऐसी सामग्री है, जो कंडक्टर और इंसुलेटर के बीच मध्यवर्ती कंडक्टिविटी प्रदान करता है अर्थात् एक कंडक्टर जैसे एल्यूमिनियम और इंसुलेटर जैसे कॉच के बीच भौतिक लक्षण होते हैं डोपिंग प्रक्रिया में शुद्ध सेमी कंडक्टरों में कम मात्रा में इम्प्यूरिटीज़ को मिलाया जाता है, ताकि सामग्री की कंडक्टिविटी में ज्यादा परिवर्तन होते हैं। सेमीकंडक्टरों के उदाहरण, सिलिकॉन और जर्मनियम हैं।

सेमी-कंडक्टरों को इंट्रेन्सिक (प्यूर) और एक्सिट्रॉनिसक (इंप्यूर) के रूप में विभाजित किया जा सकता है। आगे एक्सिट्रॉनिसक सेमी-कंडक्टरों को एन-टाइप और पी-टाइप में वर्गीकृत किया जाता है। एन-टाइप सेमी-कंडक्टर ऐसी सामग्री होती है, (जिसमें पैटवेलेंट इम्प्यूरिटी एटम (उदाहरणार्थ एंटीमनी डोनर) मिलाया जाता है तथा इस वजह से इलेक्ट्रॉन मूवमेंट द्वारा कंडक्टिविटी प्रदान की जाती है।

पी-टाइप सेमी-कंडक्टर ऐसी सामग्री होती है जिसमें ट्राइवेलेंट इम्प्यूरिटी एटम (उदाहरणार्थ बोरान एक्सेप्टर्स) मिलाया जाता है तथा इस वजह से 'होल' मूवमेंट द्वारा कंडक्टिविटी प्रदान की जाती है।

डायोड एक साधारण सेमी-कंडक्टर उपकरण होता है, जिसमें करेंट को एक ही दिशा में अनुमत करने का लक्षण होता है तथापि रेसिस्टर के विपरीत डायोड, दिये गये वोल्टेज के संबंध में लीनियरली व्यवहार नहीं करता, क्योंकि डायोड में एक्सपोनेन्शियल आई-वी संबंध होता है अतः ओम्स लॉ का प्रयोग करके इसके परिचालन का विवरण नहीं दिया जा सकता।



चित्र: बी.1.1 - जंक्शन डायोड सिंबल और स्टैटिक आई-वी केरेक्टरिस्टिक

बी 1.1 जंक्शन डायोड के पी.एन. जंक्शन क्षेत्र में निम्नलिखित महत्वपूर्ण लक्षण होते हैं

सेमी-कंडक्टरों में दो प्रकार के मोबाइल चार्ज कैरियर होते हैं. वे हैं - होल्स और इलेक्ट्रॉन्स. होल्स पॉजिटिव रूप से चार्जड़ होते हैं और इलेक्ट्रॉन्स नेगेटिव रूप से चार्जड़ होते हैं. जंक्शन क्षेत्र में चार्ज कैरियर नहीं होते हैं और उसे डिप्लीशन क्षेत्र कहा जाता है. जंक्शन (डिप्लीशन) क्षेत्र में जो फिजिकल थिकनेस होता है, वह एप्लाइड वोल्टेज के अनुसार बदलती है जब डायोड जीरो बयास्ड होता है, कोई एक्सटर्नल एनर्जी सोर्स का प्रयोग नहीं किया जाता है और एक सहज पोटेंशियल बेरियर डिप्लीशन लेयर के आर-पार उत्पन्न होता है, जो सिलिकॉन डायोड के लिए लगभग 0.5 से 0.7 वोल्ट होता है और जर्मेनियम डायोड के लिए लगभग 0.3 वोल्ट होता है. जब जंक्शन डायोड फारवर्ड बयास्ड होता है, डिप्लीशन क्षेत्र की थिकनेस कम होती है और डायोड शार्ट सर्किट जैसे काम करता है, जो पूर्ण करेंट प्रवाह को अनुमती प्रदान करती है, यदि जंक्शन डायोड रिवर्स बयास्ड होता है तो डिप्लीशन क्षेत्र की थिकनेस बढ़ती रहती है और डायोड ओपन सर्किट जैसा काम करता है, जो किसी भी करेंट प्रवाह को अवरुद्ध करता है.

बी. 2.0 ट्रांजिस्टर

ट्रांजिस्टर तीन या अधिक एलीमेंट वाला सॉलिड स्टेट उपकरण है, जो उसके सेमी-कंडक्टर सामग्री द्वारा करेंट कैरियर के प्रवाह को नियंत्रित करते हुए एम्पलिफाई करता है ट्रांजिस्टर के तीन एलिमेंट होते हैं, वे हैं -

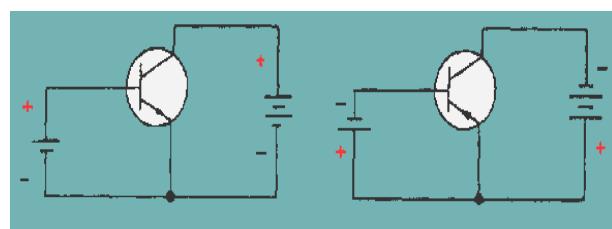
1. एमिटर जो करेंट कैरियर देते हैं
2. बैस जो करेंट कैरियर को नियंत्रित करते हैं
3. कलेक्टर जो कैरियर को जमा करते हैं.

बी 2.1 ट्रांजिस्टरों के मूल प्रकार ये हैं, एन.पी.एन. और पी एन पी दो ट्रांजिस्टरों के बीच, केबल एमिटर पर तीर के निशान की दिशा में अंतर है यदि तीर का निशान अंदर की तरफ होता है वह पी.एन.पी. ट्रांजिस्टर होता है और यदि तीर का निशान बाहर की तरफ होता है तो वह एन.पी.एन. ट्रांजिस्टर होता है.



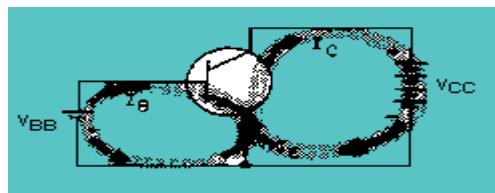
चित्र: बी. 2.1 - पी.एन.पी. और एन.पी.एन टाइप बी.जे.टी. के लिए विवरणात्मक सांकेतिक चिन्ह

बी. 2.2 ट्रांजिस्टर की सही बयासिंग से ट्रांजिस्टर को एम्पलिफायर के रूप में प्रयोग किया जा सकता है. इसी क्षमता में काम करने के लिए ट्रांजिस्टर का एमिटर-बेस जक्शन फारवर्ड बयास्ड होता है, जब कि बेस-कलेक्टर जक्शन रिवर्स बयास्ड होता है.



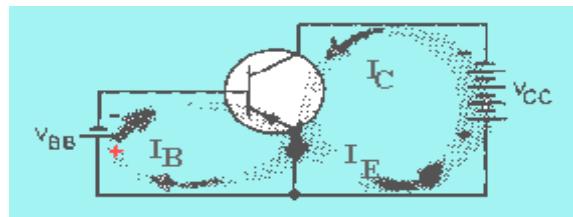
चित्र बी 2.2 ट्रांजिस्टर की सही बयासिंग

एन.पी.एन. ट्रांजिस्टर ऑपरेशन मूलतः छोटे एमिटर-बेस बयास वोल्टेज के उपयोग द्वारा अधिक एमिटर-ट्रॉकलेक्टर करेंट को नियंत्रण करता है।



चित्र बी 2.3 एन.पी.एन. ट्रांजिस्टर ऑपरेशन

पी.एन.पी. ट्रांजिस्टर ऑपरेशन बहुसंख्यक करेंट कैरियर्स को छोड़कर और शेष ऑपरेशन एन.पी.एन. ऑपरेशन के समान हमेशा होता है।



चित्र बी 2.4 पी.एन.पी. ट्रांजिस्टर ऑपरेशन

कट-ऑफ तब होता है, जब बेस-ट्रॉकलेक्टर बयास करेंट के बहाव को रोकता है। उदाहरण के लिए, पी.एन.पी. ट्रांजिस्टर में एमीटर के साथ यदि बेस पॉजिटिव होता है, एमीटर-बेस जंक्शन पर होल्स रिपील्ड हो जाते हैं। यह करेंट को कलेक्टर सर्किट में बहने से करने से रोकता है।

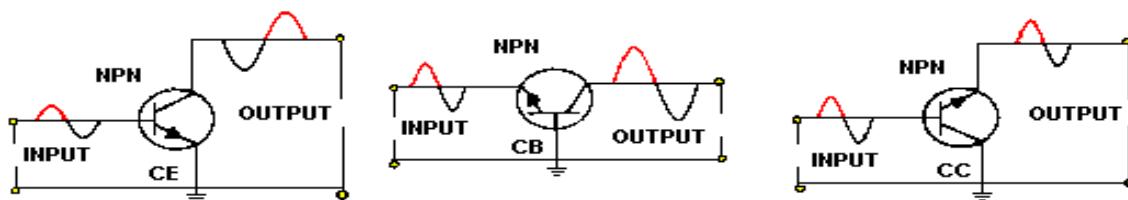
सैचुरेशन

जब सैचुरेशन होता है तब पी.एन.पी. ट्रांजिस्टर में बेस इतना निगेटिव होता है कि सिग्नलों में परिवर्तन, कलेक्टर करेंट फलों में रिफ्लेक्ट नहीं होता है।

बी 2.3 ट्रांजिस्टर कॉन्फिगरेशन

यह एक विशेष रूप से ट्रांजिस्टर सर्किट में कनेक्ट होता है। यह कॉन्फिगरेशन तीन में से किसी एक कॉन्फिगरेशन में कनेक्ट होता है।

- (1) कॉमन एमिटर (CE)
- (2) कॉमन बेस (CB)
- (3) कॉमन कलेक्टर (CC)



चित्र 2.5 ट्रांजिस्टर कॉन्फिगरेशन

बी 2.3.1 कॉमन एमिटर कॉन्फिगरेशन (सीई): यह कॉन्फिगरेशन वास्तविक एम्प्लीफायर सर्किटों में हमेशा प्रयोग किया जाता है, क्योंकि इसमें अच्छा वोल्टेज, करेंट और पॉवर-गेन उपलब्ध हैं। इनपुट से सी-ई को बेस-एमिटर सर्किट को अप्लाई किया जाता है और आउटपुट को कलेक्टर - एमिटर सर्किट से लिया जाता है। एमिटर इन-पुट और आउट-पुट दोनों को कॉमन एलिमेंट बना देता है। यह एक विशेष कॉन्फिगरेशन है क्योंकि ये, इन-पुट और आउट-पुट सिग्नल के बीच में फेज़ रिवर्सल प्रदान करता है।

बी 2.3.2 कॉमन बेस कॉन्फिगरेशन (सीबी) गृह मुख्यतया इंपिडेंस मैचिंग के लिए प्रयोग किया जाता है क्योंकि इसके इनपुट में लो इंपिडेंस होता है और आउटपुट में हाई इंपिडेंस होता है। इसमें करेंट गेन भी 1 से कम होता है। सीबी में एमिटर को इनपुट अप्लाई करता है, आउटपुट कलेक्टर से लिया जाता है, और बेस एक एलिमेंट है जो इनपुट और आउटपुट दोनों के लिए कॉमन है।

बी 2.3.3 कॉमन कलेक्टर कॉन्फिगरेशन (सीसी) इस कॉन्फिगरेशन को इंपिडेंस मैचिंग के लिए करेंट ड्राइवर के रूप में प्रयोग किया जाता है और वास्तव में स्विचिंग सर्किटों में प्रयोग किया जाता है। सीसी एमिटर - फॉलोअर के रूप में भी रेफर किया जाता है और इलेक्ट्रॉन - ट्र्यूब कैथोड फॉलोअर के समान है। दोनों में हाई इन-पुट इंपिडेंस और लो आउट-पुट इंपिडेंस हैं।

सी-सी में, इन-पुट का अप्लाई बेस में किया जाता है, आउट-पुट को एमिटर से लिया जाता है और कलेक्टर इन-पुट और आउट-पुट दोनों में कॉमन एलिमेंट है।

'गेन' वह शब्द है, जो एम्प्लीफायर की एम्प्लिफिकेशन क्षमताओं का वर्णन करने हेतु उपयोग किया जाता है। यह मूलतः आउट-पुट से इन-पुट का अनुपात है तीन ट्रांजिस्टर कॉन्फिगरेशनों (सीबी, सीई और सीसी) के लिए करेंट गेन क्रमशः अल्फा(α), बीटा (β) और गामा(γ) है।

बी 2.4 ट्रांजिस्टर कॉन्फिगरेशन तुलनात्मक चार्ट के तीन कॉन्फिगरेशनों की विभिन्न विशेषताएँ नीचे दी गई हैं।

एम्प्लीफायर टाइप	कॉमन बेस	कॉमन एमिटर	कॉमन कलेक्टर
इनपुट/ आउटपुट फेज़ का संबंध	0°	180°	0°
वोल्टेज गेन	500 से 800	300 से 600	30 - 300
करेंट गेन	1 से कम	30 से 300	30 - 300
पॉवर गेन	लो	हाई	मीडियम
इनपुट रेजिस्टेंस	50 से 200 Ω	500 से 1000 Ω	20 किलो Ω से 100 किलो Ω
आउटपुट रेजिस्टेंस	300 किलो Ω	50 किलो Ω	500 Ω

बी 2.5 एप्लिकेशन्स

ट्रांजिस्टरों का प्रयोग नीचे दिए अनुसार किया जाता है:-

- लॉजिक गेट्स के ब्लॉक्स बनाने हैं, जो डिजीटल सर्किटों के डिज़ाइन में मूल आधार हैं। माइक्रो प्रोसेसर जैसे डिजीटल सर्किटों में, ट्रांजिस्टर ॲन-ॲफ स्विचों के रूप में काम करता है। उदाहरण के लिए, MOSFET में, वोल्टेज प्रयुक्त करने के लिए, गेट निर्धारित करता है कि स्विच ॲन है या ॲफ है।

2. कॉमन एनालॉग सर्किटों में एम्प्लीफायर्स और ऑसिलेटर्स
3. डिजीटल सर्किटों और एनालॉग सर्किटों के बीच इंटरफेस या ट्रांसलेट जो मिश्रित - सिग्नल सर्किट है.
4. हाई करेंट या हाई वोल्टेज एप्लिकेशनों में पॉवर सेमी-कंडक्टर डिवाइज़ेस के रूप में.

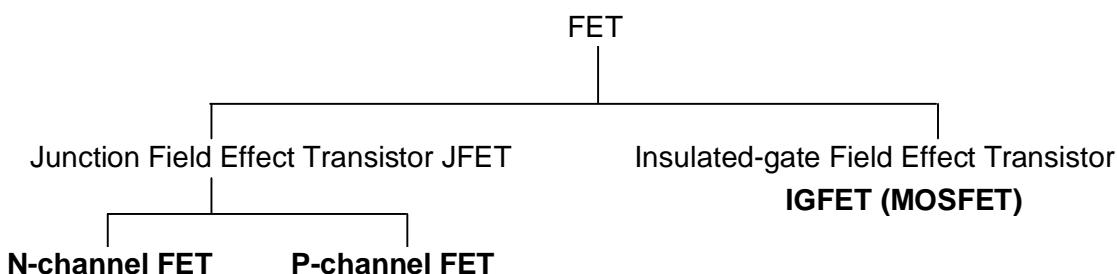
बी 3.0 फील्ड एफेक्ट ट्रांजिस्टर (एफ.ई.टी.)

एफ.ई.टी. तीन टर्मिनल यूनिपोलर सेमी-कंडक्टर डिवॉइस है, जिसमें इन्स्टैंट ऑपरेशन, रोबस्ट है और स्स्ता है तथा इलेक्ट्रॉनिक सर्किट एप्लिकेशनों को उनके समतुल्य बायपोलार जंक्शन ट्रांजिस्टरों (बी.जे.टी.) के स्थान पर उपयोग किया जा सकता है.

तथापि एफ.ई.टी. इन-पुट टर्मिनल में जो वोल्टेज सप्लाई किया जाता है, उसे गेट-टु-सोर्स कहा जाता है और यह करेंट को कंट्रोल करता है. अतः आउट-पुट करेंट इन-पुट वोल्टेज के अनुपात में होता है. इन-पुट वोल्टेज (GATE) जो इलेक्ट्रिक फील्ड को जनरेट करता है, इस पर एफ.ई.टी. ऑपरेशन निर्भर करता है.

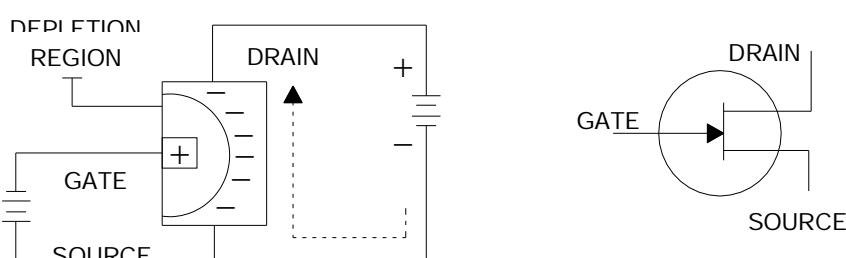
एफ.ई.टी. को बी.जे.टी. ट्रांजिस्टर के समतुल्य से और उनके लो-पॉवर खपत सहित थोड़ा-बहुत छोटा बनाया जा सकता है तथा रेज डिजीटल लॉजिक चिप्स और इंटिग्रेटेड सर्किटों में प्रयोग करने के लिए लो-पॉवर अपव्यय, उनको आइडियल बना देता है.

बी 3.1 एफ.ई.टी. के प्रकार



चित्र बी 3.1

बी 3.1 जे.एफ.ई.टी. तीन टर्मिनल डिवॉइस जो ड्रैग्न और सोर्स टर्मिनलों के बीच मुख्य करेंट कैरियर पाथ के भीतर कोई पी.एन. जंक्शनों को नहीं बनाता है. इन दोनों टर्मिनलों के बीट के करेंट पाथ को चैनल कहते हैं, जिसमें या तो पी-टाइप या एन-टाइप सेमी-कंडक्टर सामग्री को बनाया जा सकता है. गेट में जो वोल्टेज सप्लाई किया जाता है उसे करेंट के चैनल में फ्लो होने वाले करेंट को कंट्रोल करता है. एफ.ई.टी. एक यूनिपोलार डिवॉइस होने पर केबल इलेक्ट्रॉन्स (एन-चैनल) या होल्स (पी - चैनल के कंडक्शन पर निर्भर है.



— A. CONSTRUCTION

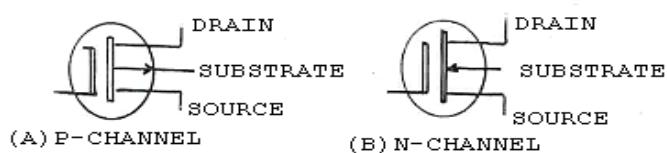
— B. SCHEMATIC SYMBOL

चित्र बी 3.2 एन-चैनल-जे.एफ.ई.टी.

एफ.ई.टी. में उसके बी.जे.टी. पर एक मुख्य लाभ है, उसमें उसका इनपुट इंपीडेंस (रिन) बहुत हाई है (हजारों ओम्स के लगभग). जबकि बी.जे.टी. की तुलना में बहुत ही कम है बहुत हाई इनपुट इंपीडेंस इनपुट वोल्टेज सिग्नलों को काफ़ी सेन्सिटिव बना देता है, किंतु हाई सेन्सिटिविटी का मूल्य यह है कि स्थिर विद्युत प्रभाव उन्हें आसानी से क्षति पहुंचा सकता है

बी.3.1.2 मेटल ऑक्साइड सेमी-कंडक्टर फील्ड इफेक्ट ट्रांजिस्टर (एम.ओ.एस.एफ.ई.टी.) -

एम.ओ.एस.एफ.ई.टी., जे.एफ.ई.टी. से भिन्न है जिसमें जे.एफ.टी. पर सिलिकॉन डायऑक्साइड की लेयर और उसके बाद सिलिकॉन नाइट्रोजन की लेयर लगाई जाती है। परिणाम स्वरूप एक उपकरण बनता है जिसकी इनपुट इंपीडेंस बहुत अधिक लगभग (10^{15} ओम के ऑर्डर) होती है। यह अत्यधिक इनपुट इंपीडेंस इस बात को अनुमत करता है कि एम्पलीफायर द्वारा कुछ सिग्नलों के सैंपल न्यूनतम 'लोडिंग' या इंटरफेरेंस के साथ सोर्स से सैंपलिंग कर सके।



चित्र बी.3.3 एम.ओ.एस.एफ.ई.टी. सिंबॉल्स

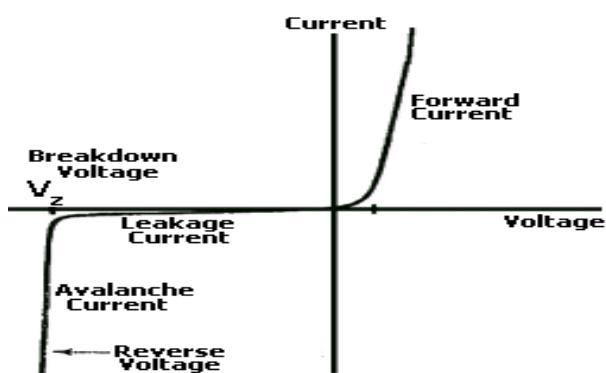
बी.4.0 ज़िनरडायोड

ज़िनरडायोड एक विशेष प्रकार का डायोड है जो करेंट को आगे की दिशा में सामान्य रूप से फ्लो करने के लिए अनुमत करता है, लेकिन वोल्टेज जब कुछ निश्चित मान से अधिक विपरीत (रिवर्स) दिशा में बहाव को भी अनुमत करता है।



चित्र बी.4.1 ज़िनरडायोड सिम्बॉल

स्टैंडर्ड डायोड का ज़िनर वोल्टेज हाई है, पर यदि रिवर्स करेंट उपर्युक्त वैल्यू द्वारा पास कर देने पर यह डायोड हमेशा के लिए खराब हो जाएगा। ज़िनर वोल्टेज को ऐसे डिज़ाइन किया गया है जिससे कि उनका ज़िनर वोल्टेज बहुत कम हो - उदाहरणार्थ केवल 2.4 वोल्ट्स। जब रिवर्स करेंट ज़िनर वोल्टेज से ज़िनर डायोड द्वारा पास होता है, तो वहां एक नियंत्रित ब्रेकडाउन होता है जिससे डायोड खराब नहीं होता है। ज़िनर डायोड की ओर वोल्टेज ड्रॉप डायोड के ज़िनर वोल्टेज के समान है। ज़िनर वोल्टेज पर वोल्टेज कितना भी ज्यादा हो इसके कोई मायने नहीं हैं।



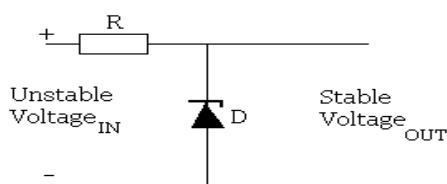
चित्र बी.4.2 ज़िनरडायोड करेंट वर्सेस वोल्टेज ग्राफ

करेंट वर्सेस वोल्टेज ग्राफ, उपर्युक्त चित्र में यह दर्शाता है कि आगे दिशा में कनेक्ट किया गया ज़िनरडायोड सहित, यह स्टैंडर्ड डायोड के समान ही बताता है। अर्थात् कुछ अप्रतिबंधिता द्वारा 0.3 से 0.7 वोल्ट के साथ फ्लो किया गया करेंट एक छोटा-सा वोल्टेज ड्रॉप है। विपरीत दिशा में फिर भी ओवर-वोल्टेज और ज़िनरवोल्टेज के बीच थोड़ा बहुत करेंट लीकेज होता है अर्थात् केवल बहुत कम करेंट फ्लो होता है। बाद में, जब ब्रेक डाउन (V_Z) वोल्टेज पर पहुंचता है अचानक आने वाला करेंट आसानी से फ्लो हो सकता है।

चूंकि ज़िनरडायोड की ओर वोल्ट ड्रॉप होता है और स्थिर मान है, इलेक्ट्रिक सर्किट में वोल्टेज रेग्युलेटर का प्रयोग ज़िनरडायोड के रूप में विशिष्ट रूप से किया जाता है। ज़िनरडायोड द्वारा पास किया गया करेंट सुनिश्चित करता है कि कम से कम 5 mA (0.005 एम्प्स) रेसिस्टर का प्रयोग किया जा रहा है, सर्किट डिजाइनर को पता है कि डायोड की ओर वोल्टेज ड्रॉप डायोड के ठीक ज़िनर वोल्टेज के समान है।

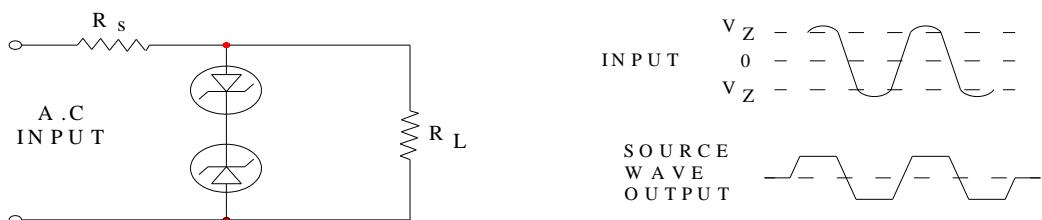
बी.4.1 एप्लिकेशन्स

- ज़िनर डायोड का प्रयोग नीचे बताए अनुसार सामान्य वोल्टेज रेग्युलेशन सर्किट बनाने के लिए किया जाता है। आउटपुट वोल्टेज ज़िनर डायोड का प्रयोग, ज़िनर वोल्टेज पर नियत किया जाता है ताकि आवश्यक नियत वोल्टेज पॉवर डिवाइज़ेस का प्रयोग किया जा सकता है।



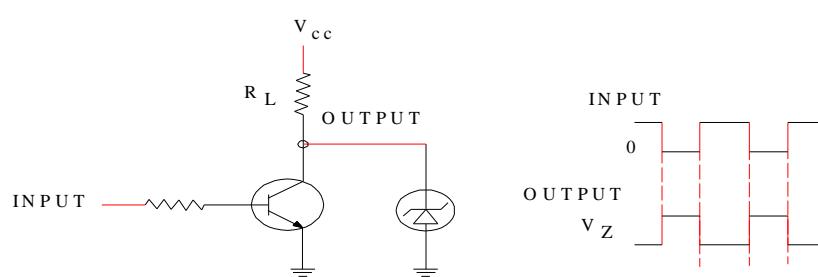
चित्र बी.4.3 ज़िनर डायोड वोल्टेज रेग्युलेशन सर्किट

- दूसरा एप्लीकेशन ज़िनर डायोड क्लिपपर है, जो चित्र में दर्शाया गया है-



चित्र बी 4.4: ज़िनर डायोड क्लिपपर

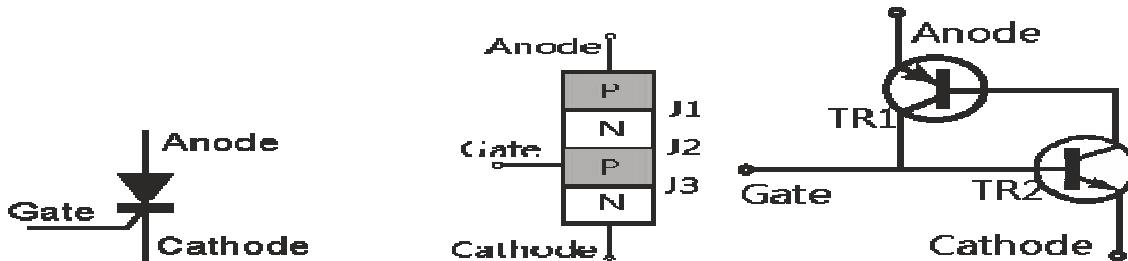
- ज़िनर डायोड लिमिटर



चित्र बी.4.5 ज़िनर डायोड लिमिटर

बी.5.0 सिलिकॉन कंट्रोल्ड रेक्टीफायर (एस.सी.आर.)

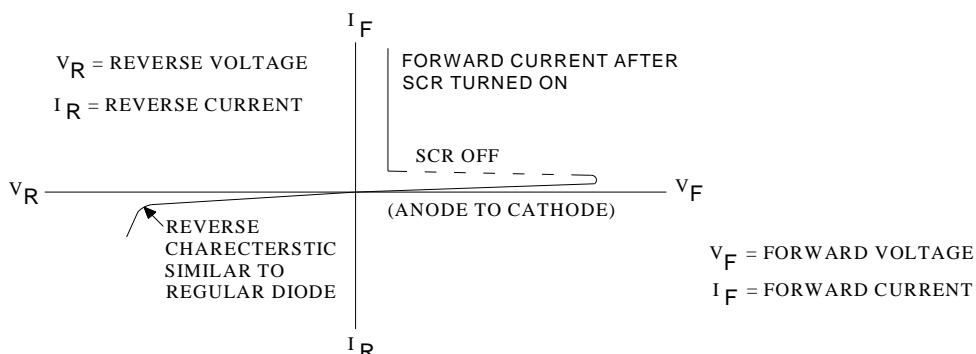
सिलिकॉन कंट्रोल्ड रेक्टीफायर (एस.सी.आर.) मल्टीलेयर्ड सेमी-कंडक्टर डिवॉइस है जिसमें दो एन-टाइप मटेरियल सहित आल्टर किए गये दो पी-टाइप मटेरियल होते हैं। डिवाइज़ को रेक्टिफायर कहते हैं क्योंकि इसमें फॉरवर्ड डायरेक्शन है जिसमें लो रेजिस्टेंस होता है और अतः करेंट पास करता है, तथा, एक रिवर्स डायरेक्शन जिसमें हाई रेजिस्टेंस होता है और करेंट को ब्लॉक करता है। फॉरवर्ड डायरेक्शन हमेशा लो डायरेक्शन नहीं होता है, बल्कि टर्न ऑन गेट पर नियंत्रणाधीन होता है। कंट्रोल्ड रेक्टीफायर हमेशा सामान्य रेक्टीफायर कार्यों के प्रयोग के लिए नहीं होता है। कंट्रोलिंग फीचर का उसकी क्षमता को पूर्ण रूप से विकसित कर प्रयोग के लिए एप्लिकेशनों को बनाया गया है।



चित्र बी.5.1 (क) एस.सी.आर. का सिम्बॉल

(ख) सिलिकॉन कंट्रोल्ड रेक्टीफायर का ईक्वीवलेंट सर्किट (एस.सी.आर.)

एस.सी.आर. या सिलिकॉन कंट्रोल्ड रेक्टीफायर थाइरिस्टर के साथ हमेशा विपरीत दिशा में प्रयोग किया जाता है - वास्तव में एस.सी.आर. या सिलिकॉन कंट्रोल्ड रेक्टीफायर एक व्यापारिक नाम है जो थाइरिस्टर के लिए सामान्य विद्युत द्वारा प्रयोग किया जाता है।



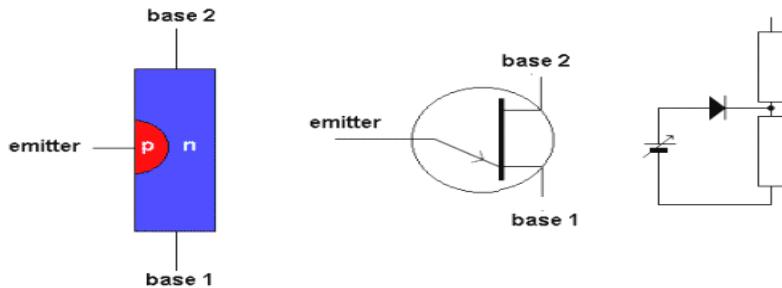
चित्र बी.5.2 एससीआर कैरेक्टरिस्टिक कर्व

बी.5.1 अप्लिकेशन्स

एस.सी.आर. का प्रयोग इलेक्ट्रॉनिक्स के कई क्षेत्रों में प्रयोग किया जाता है जहां विभिन्न एप्लिकेशन्स के विविध प्रकार में प्रयोग करने हेतु पाए जाते हैं।

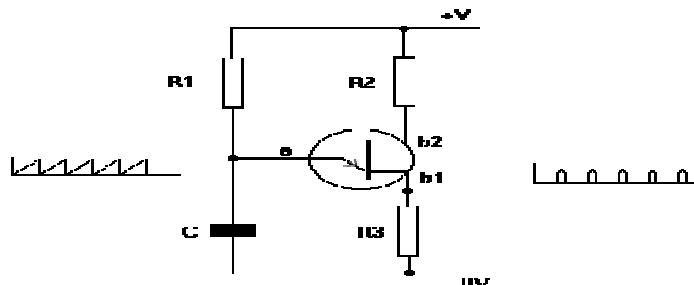
1. ए.सी. पॉवर कंट्रोल (लाइट्स, मोटर्स आदि शामिल हैं)
2. पॉवर सप्लाई के लिए ओवर प्रोटेक्शन क्रो-बार
3. ए.सी. पॉवर स्विचिंग
4. फेज एंगल ट्रिगर्ड कंट्रोलरों में कंट्रोल एलिमेंट्स
5. फोटोग्राफिक फ्लैश लाइटों के भीतर जहां वे फ्लैश लैंप द्वारा स्टोर्ड वोल्टेज स्विच को डिस्चार्ज करने के रूप में काम करते हैं और आवश्यक समय पर कट ऑफ करता है।

बी 6.0 यू.एन.आई. जंक्शन ट्रांसिस्टर (यू.जे.टी.)



चित्र 6.0 यू.जे.टी. स्ट्रक्चर व सिम्बॉल

यू.एन.आई. जंक्शन ट्रांसिस्टर (यू.जे.टी.) सेंटर के पास पी-टाइप मटेरियल जंक्शन (एमीटर) सहित एन-टाइप मटेरियल के बार से बनाया गया है। बेस1 ज़ीरो वोल्ट से कनेक्ट किया है और बेस 2 पॉजिटिव सप्लाई से कनेक्टेड है। दो बेस (इंटरबेस रेजिस्टेंस) के बीच रेजिस्टेंस विशिष्ट रूप से 10 किलो ओम्स है। अन-कनेक्टेड एमीटर के साथ, बार पोटेन्शियल डिवायडर के रूप में काम करता है, और लगभग 0.5 वोल्ट एमीटर पर दिखाई देता है। यदि वोल्टेज एमीटर से कनेक्ट किया हुआ है, जब तक 0.5 वोल्ट्स से कम है, कुछ नहीं होगा, क्योंकि पी-एन जंक्शन रिवर्स बायस्ड है। जब एमीटर वोल्टेज 0.5 वोल्ट्स से अधिक हो जाता है, जंक्शन को फार्वर्ड बायस्ड किया जाता है और एमीटर करेंट फ्लो हो जाता है। करेंट में इसकी वृद्धि बेस 1 व एमीटर के बीच रेजिस्टेंस के घटने के बराबर है।



चित्र 6.01 - रिलैक्सेशन ऑसिलेटर

सर्किट में, R1 से C चार्ज होता है। जब वोल्टेज पर 'C' 0.6 वोल्टेज से अधिक होता है, बी1/एमीटर जंक्शन लो रेजिस्टेंस में जाता है और 'C' को डिस्चार्ज करता है। परिणाम 'C' की ओर सॉ-टूथ-वेव-फॉर्म है। R3 से करेंट का पल्स भी हैं, वोल्टेज की ओर पल्स देता है। इस सर्किट को रिलैक्सेशन ऑसिलेटर कहते हैं। 'C' की ओर वोल्टज धीरे-धीरे चार्ज करता है और अचानक रिलैक्स होता है। यह सर्किट कभी-कभी थाइरिस्टर सर्किट को ट्रिगर करने हेतु प्रयोग किया जाता है।

बी 7.0 विशेष डिवाइज़

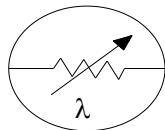
बी.7.1 फोटो रेसिस्टर्स

यह एक सेमी-कंडक्टर डिवाइज़ है जहां रेजिस्टेंस, डिवाइज (फोटोसेन्सिटिव क्षेत्र) पर लाइट के सघनता सहित विपरीत रूप से भिन्न होता है। ये कैडमियम सल्फाइड या कैडमियम सेलेनाइड जैसे, कैडमियम कॉम्पाउंडों से बने होते हैं। वे लाइट की एक विशेष वेवलैंथ पर अधिक संवेदनशील होते हैं।

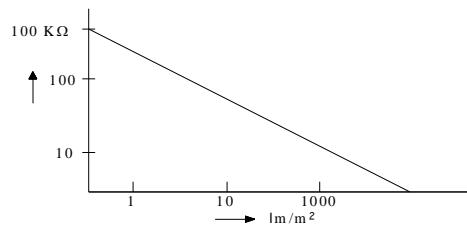
CdS - लगभग 7000 A^0

CdS - लगभग 5500 A^0

जब कोई लाइट, डिवाइज पर नहीं पड़ता तब सेल रेजिस्टेंस अधिकतम होता है और इसे डार्क रेजिस्टेंस कहते हैं। नीचे ग्राफ में दर्शाए अनुसार डिवाइज पर लाइट इंटेन्सिटी गिरने के साथ रेजिस्टेंस घट जाता है।



चित्र बी.7.1 (क) फोटो ट्रांजिस्टर का सिंबॉल

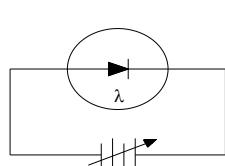


(ख) कैरेक्टरिस्टिक्स

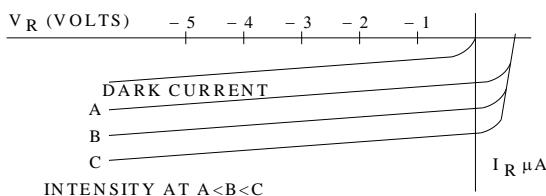
बी 7.2 फोटो डायोड

फोटो डायोड एक पी-एन जंक्शन डिवाइज है जो रिवर्स बायास में कार्यरत होता है। फोटो डायोड का सिंबॉल नीचे चित्र में दर्शाया गया है। डिवाइजड का पी-एन जंक्शन में एक छोटा-सा विंडो होता है ताकि लाइट, जंक्शन पर स्ट्राइक कर सके।

नीचे दर्शाए अनुसार जब उस पर लाइट नहीं गिरता, केवल साधारण डायोड की तरह रिवर्स बायास में बहुत कम लीकेज करेंट फ्लो होता है। जब लाइट इन्सिडेंट है, तो लाइट एनर्जी की मात्रा पर आधारित रिवर्स करेंट बदल जाता है (अर्थात् लाइट एनर्जी की मात्रा बढ़ने पर रिवर्स करेंट में उत्पादन बढ़ता है)। इसका प्रयोग लाइट इंटेन्सिटी द्वारा नियंत्रित वेरियबल रेजिस्टेंस डिवाइज के रूप में किया जा सकता है।



चित्र बी.7. (क) सिंबॉल



(ख) फोटो डायोड का कैरेक्टरिस्टिक्स

बी.7.3 लाइट एमीटिंग डायोड (एल.ई.डी.)

इसका नाम ही यह बताता है कि, यह एक फार्वर्ड बायास्ड पी-एन जंक्शन है, जब एनार्जीइज़ड होता है तो चित्र बाहर आता है। चार्ज कैरियर रिकॉम्बिनेशन तब लेता है जब इलेक्ट्रॉन्स एन-साइड जंक्शन की ओर क्रॉस करता है और पी-साइड पर होल्स के साथ रिकॉम्बाइन होता है। अब, इलेक्ट्रॉन्स एन-साइड पर उच्च कंडक्शन बैंड में हैं जहां पी-साइड पर लोअर वैलेंस बैंड में होल्स हैं। रिकॉम्बिनेशन के दौरान, इसकी कुछ विभिन्न एनर्जी को हीट व लाइट के रूप में दिया गया है (अर्थात् फोटोन्स)। सिलिकॉन और जर्मनियम जंक्शनों के लिए, यह एनर्जी हीट के रूप में अधिक से अधिक लाभ देता है ताकि एमिट किए गये लाइट की मात्रा इनसिग्नीफिकेंट हो। लेकिन गॉलियम आर्सिनाइड (GaAs), गॉलियम-फॉस्फाइड (GSP) और गॉलियम- आर्सिनाइड -फॉस्फाइड (GaAsP) जैसे अन्य सेमी-कंडक्टर मेटीरियलों के मामले में रीकॉम्बिनेशन के दौरान एनर्जी की मात्रा लाइट के रूप में दी जाती है। प्रयोग किये गये सामग्री के प्रकार पर निर्भर करके लाइट के कलर को एमिट किया जाता है।

GaAsP	-	लाल लाइट
GaP	-	पीले से हरा लाइट
GaAs	-	इन्फ्रा रेड रेडियेशन



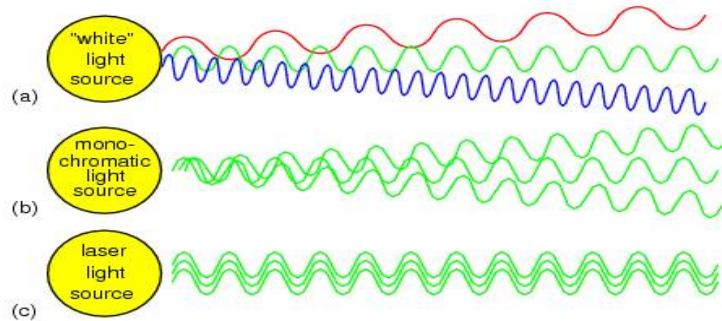
चित्र बी.7.3 एल.ई.डी. का सिम्बॉल

बी.7.3.1 अप्लिकेशन्स

- छोटे इंडिकेटर लैंप के रूप में प्रयोग किया जाता है.
- अल्फा-न्यूमरिक डिस्प्ले में भी इनका उपयोग किया जाता है.
- हाल ही के विकास के साथ रोशनी के लिए इनकैनडीसेंट लैंपों के स्थान पर लाइट एमिटिंग डायोडों का प्रयोग किया जा रहा है.

बी.7.4 लेज़र डायोड्स

लेज़र डायोड्स, लाइट एमिटिंग डायोड या एलईडी से आगे का विकसित रूप हैं। "लेज़र" शब्द वास्तव में लघु नाम है, तत्थों के बावजूद भी कभी कभी लोअर केस अक्षरों में लिखा जाता है। "लेज़र" रेडियेशन के स्टिम्युलेशन एमिशन द्वारा लाइट एम्प्लीफिकेशन के लिए है और अन्य स्ट्रेंज क्वान्टम प्रोसेस को दर्शाता है। यह सिन्क्रोनाइज़ेशन एमिटेड लाइट के वास्तविक फेज़ को विस्तृत करता है, ताकि सभी लाइट वेव "लेज़िंग" मटेरियल्स से एक ही तरह की फ्रीक्वेंसी (कलर) एमिट न की गई हो, लेकिन एक दूसरे के फेज़ एक समान हो, ताकि वे एक दूसरे को रीइनफोर्स हो और काफी सीमित दृढ़ता से प्रवाहित हो सकें, इसलिए लेज़र लाइट्स लंबी दूरी तक विशिष्ट ढंग से फोकस कर सकता है। लेज़र से आने वाली प्रत्येक लाइट वेव का अपना एक स्टेप है।



चित्र बी.7.4 क) कई वेवलेंथ्स के सफेद लाइट (ख) मोनो-क्रोमैटिक एल.ई.डी. लाइट, एक सिंगल वेवलेंथ (ग) फेज़ कोहरेन्ट लेज़र लाइट

उपर्युक्त चित्र (ए) में दर्शाए अनुसार इन्कैनडीसेंट लैंप, "सफेद" (मिश्रित फ्रीक्वेंसी, या मिश्रित-कलर) लाइट उत्पन्न करता है। पारंपरिक एल.ई.डी., मोनोक्रोमैटिक लाइट उत्पन्न करता है, समान फ्रीक्वेंसी (कलर), लेकिन विभिन्न फेसेस, उक्त चित्र (बी) के समान है, लेज़र एल.ई.डी. कोहरेन्ट लाइट उत्पन्न करता है: लाइट मोनोक्रोमैटिक (सिंगल-कलर) व मोनो फेज़ (सिंगल-फेज़), दोनों हैं, जो उपर्युक्त चित्र (सी) में दर्शाया गया है।

बी.7.4.1 अप्लिकेशन्स

आधुनिक युग में लेज़र लाइट अधिक पाए जाते हैं सर्वेक्षण से पता चलता है कि, मापन मार्करों के सटीक मार्कर देखने हेतु सीधे और नॉन-डिस्पर्सिंग लाइट बीम काफी लाभदायक हैं और ऑप्टिकल डिस्क्स को पढ़ने और लिखने के लिए, डिस्क जिसमें डिजीटल इनफॉर्मेशन के वायनरी 1 व 0 माइक्रोस्कोपिक "बिट्स" में फोकस्ड लेज़र बीम जहां केवल नैरोनेस होते हैं रिसॉल्व करता है।

कुछ लेज़र डायोडों को शॉट्ट बस्टों में वोल्टेज और करेंट को अधिक मात्रा में पहुंचाने के लिए विशेष हाइ-पॉवर "पल्सिंग" सर्किटों की आवश्यकता होती है। अन्य लेज़र डायोडों में लोअर पॉवर पर निरंतर ऑपरेट किया जाना होगा। निरंतर लेज़र में, डायोड करेंट के कुछ रेंज के भीतर, केवल लेज़र एक्शन होता है और करेंट-रग्युलेटर सर्किट के कुछ फॉर्म की आवश्यकता होती है। जैसे-जैसे लेज़र डायोड्स पुराने हो जाते हैं, उनके पॉवर की आवश्यकताएं बदल जाती हैं (कम आउटपुट पॉवर के लिए अधिक करेंट की आवश्यकता होती है), एल.ई.डी. जैसे लो पॉवर लेज़र डायोड्स सैकड़ों घंटों के लिए अर्थात् लंबे समय तक काम करते हैं।

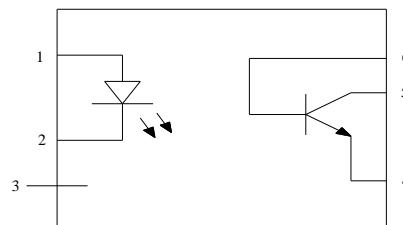
बी.7.5 ऑप्टो कप्लर

यह एक डिवाइज़ है, जो प्रकाश की उर्जा को इलेक्ट्रिकल उर्जा में परिवर्तित करता है। सर्किट्स आईसोलेड होने के बावजूद भी यह डिवाइज़ एक सर्किट से दूसरे सर्किट में सूचनाओं (इलेक्ट्रिकल सिग्नल) को पास करता है।

ऑप्टो कप्लर (टिपिकल), जो लाइन पैकेज में छह पिन सहित जोड़ा गया है चित्र में दर्शाया गया है। पिन नंबरों को पहचानने के लिए पैकेज के ऊपर एक डॉट होता है। पैकेज में एक एल.ई.डी. और एक ट्रांजिस्टर होता है। एल.ई.डी. जब ठीक से झुकाया हुआ हो तो इनफ्रा-रेड रेडियेशन निकला होता है। ये रेडियेशन फोटो ट्रांजिस्टर पर गिरता है तथा कलेक्टर करेंट बदलता है (रेडियेशन की प्रखरता पर आधारित)।

ऑप्टोकप्लर की गुणवत्ता निम्नलिखित पर आधारित है-

1. अच्छा आईसोलेशन
2. करेंट ट्रांसफर रेशियो और
3. स्विचिंग स्पीड



चित्र बी.7.5 ऑप्टो कप्लर

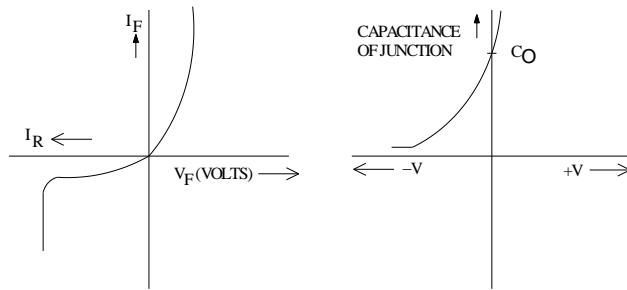
बी.8.0 सेमी-कंडक्टर माइक्रोवेव डिवाइजेस

बी.8.1 वरेक्टर डायोड

वरेक्टर डायोड एक सेमी-कंडक्टर है या वोल्टेज-डिपन्डेंट वेरियबल कपेसिटर है जिसे वेरीकैप (VARICAP) डायोड भी कहते हैं। मूलतः यह एक रिवर्स बायस्ड डायोड है जिसके ऑपरेशन का मोड उसके ट्रांजिशन कैपैसिटेंस (C_T) पर आधारित है। जैसा कि हम जानते हैं, रिवर्स बायस्ड जंक्शन कपेसिटर की तरह काम करता है, जिसका कपैसिटेंस $\propto 1(V_R)^N$ है जबकि $1/3$ से $1/2$ में बदल जाता है। जैसे रिवर्स वोल्टेज V_R में बढ़ जाता है, डिप्लीशन लेयर चौड़ा हो जाता है। अतः, केवल V_R को परिवर्तित करते हुए डायोड कपैसिटेंस को बदला जा सकता है। सिलिकॉन डायोड्स जो इस वेरियबल कपैसिटेंस प्रभाव के लिए ऑप्टिमाइज़ड किया गया है और इसे वरेक्टर्स कहते हैं।



चित्र बी.8.1 वरेक्टर डायोड



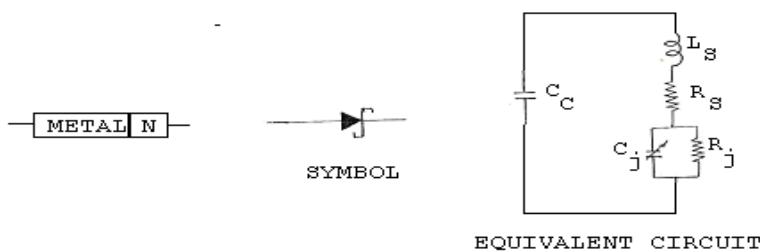
चित्र बी.8.1.1 वरेक्टर डायोड कैरेक्टरिस्टिक्स

बी.8.1.1 अप्लिकेशन्स

1. ऑटोमैटिक फ्रीक्वेंसी कंट्रोल डिवाइज़
2. एफ.एम. मॉड्युलेटर
3. एडजेस्टबल बैंड-पास फिल्टर
4. पैरामेट्रिक एम्प्लीफायर (ऑपरेशनल एफ. अप्लिकेशन)
5. फ्रीक्वेंसी मल्टीप्लिकेशन: यूकि वरेक्टर डायोड के कैपैसिटेंस अप्लाइड रिवर्स बायस से भिन्न है इसलिये डायोड, एक नॉन-लीनियर कैपैसिटेंस के रूप में काम करता है, (नॉन-लीनियर रेजिस्ट्रेंस) और इस विशिष्टता को, फ्रीक्वेंसी मल्टीप्लिकेशन उत्पन्न करने हेतु प्रयोग किया जाता है.

बी.8.2 स्कॉट्की बैरियर डायोड

यह डायोड जंक्शनों की एक साइड पर सोने और चांदी जैसी धातुओं का प्रयोग करके बनाई जाती है और दूसरी ओर सिलिकॉन (सामान्यतः n टाइप) डॉप हो जाता है। यूकि कोई मायनॉरिटी कैरियर नहीं है इसलिये यह एक यूनिपोलर डिवाइज़ है तथा इसमें बैक बायस सहित रिवर्स करेंट नहीं है। मेटल में इलेक्ट्रॉन्स जो कि सेमी-कंडक्टर से मेटल में फलो होते हैं, इलेक्ट्रॉन्स से हायर एनर्जी लेवल होता है। इनमें अधिकांशतया सिलिकॉन और GaAs का प्रयोग किया जाता है।



चित्र बी.8.2 स्कॉट्की डायोड

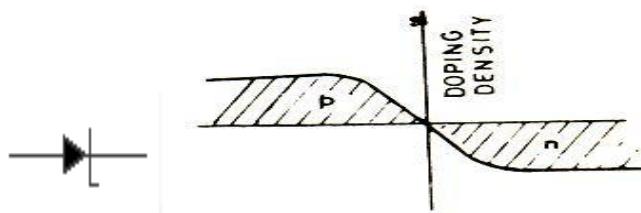
बी 8.2.1 अप्लिकेशन

1. इनका प्रयोग अधिकतर रेडियो फ्रीक्वेंसी (आर.एफ.) एप्लिकेशनों के लिए मिक्सर या डिटेक्टर डायोड के रूप में किया जाता है।
2. पॉवर अप्लिकेशन में फिर से रेक्टिफायर के रूप में उपयोग किया जाता है, क्योंकि उसका कम फॉर्वर्ड वोल्टेज ड्रॉप, जिसमें सामान्य पी-एन जंक्शन डायोड की तुलना में पॉवर लॉस के कम स्तर होते हैं।

3. स्विच के रूप में उपयोग करते समय ऑपरेशन कि गति बढ़ाने के लिए ट्रान्सिस्टर सर्किट में क्लैप डायोड के रूप में प्रयोग किया जाता है।

बी 8.3 स्टेप रिकवरी डायोड (एस.आर.डी.)

यह एक अन्य प्रकार का वेरेक्टर डायोड है, जिसमें ग्रेडेड डोपिंग प्रोफाइल होता है, जहाँ जंक्शन के पास डॉसिटी कम हो जाती है। इससे जंक्शन के दोनों ओर सघन इलेक्ट्रिक फील्ड उत्पन्न होते हैं। स्टेप रिकवरी डायोड या एस.आर.डी. एक सेमी-कंडक्टर डायोड के रूप में है, जिसका उपयोग, चार्ज कंट्रोल्ड स्विच के रूप में किया जा सकता है और वह बहुत ही शार्प पल्सेस को उत्पन्न करने की क्षमता रखता है। उसके ऑपरेशन की पद्धति की व्यष्टि से, इसे "स्नैप-ऑफ" डायोड, "चार्ज स्टोरेज" डायोड या मेमोरी वेरेक्टर भी कहते हैं।



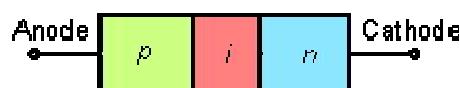
चित्र बी 8.3 (क) एस.आर.डी. का सिंबल. (ख) एस.आर.डी. का डोपिंग प्रोफाइल।

बी 8.3.1 अप्लिकेशन

- माइक्रोवेव रेडियो फ्रीक्वेंसी इलेक्ट्रॉनिक्स में पल्स जनरेटर या पैरामैट्रिक एम्प्लिफायर के रूप में।
- बहुत ही शार्ट पल्स जनरेटर, अल्ट्रा फास्ट वेवफार्म जनरेटर के रूप में।
- हाई आर्डर फ्रीक्वेंसी मल्टीप्लायर के रूप में।
- मॉडरेट पॉवर लेवलों में काम करने के लिए योग्य और कुछ अन्य उपलब्ध रेडियो फ्रीक्वेंसी तकनीकों की तुलना में अनोखा लाभ मिलता है।

बी 8.4 पिन डायोड।

पिन डायोड को रेखा चित्र द्वारा पिन जंक्शन के रूप में दर्शाया जा सकता है, किंतु पी.-एन. और लेयर के बीच इंट्रिन्सिक लेयर होते हैं। पिन डायोड का इंट्रिन्सिक लेयर डोपिंग के बिना होता है और परिणाम स्वरूप डिप्लीशन रीजन के आकार को बड़ा करता है। संरचना में यह परिवर्तन ही इस पिन डायोड को अनोखे लक्षण प्रदान करता है।



चित्र बी 8.4 बेसिक पिन डायोड संरचना।

पिन डायोड ठीक उसी तरह काम करता है जैसा कि एक सामान्य डायोड कार्य करता है। केवल एक ही वास्तविक अंतर यह है कि पी. और एन. क्षेत्रों के बीच सामान्यतया उपलब्ध डिप्लीशन रीजन अनबयास्ड है या रिवर्स बयास्ड डायोड अधिक लंबा (लार्जर) है।

जब डायोड फार्वर्ड बयास्ड है, कॅरियर कांसेंट्रेशन, अर्थात् होल्स और इलेक्ट्रॉन्स लेवल, कॅरियर कांसेंट्रेशन से बहुत अधिक होता है। इस हाई लेवल इंजक्शन लेवल के कारण इलेक्ट्रिक फील्ड पूरी तरह (लगभग /

लंबाई) क्षेत्र में विस्तारित होता है। यह इलेक्ट्रिक फ़िल्ड, पी. से एन. क्षेत्र तक चार्ज कैरियर के ट्रासपोर्ट की शीध गति में मदद करती है, जिससे डायोड का त्वरित गति से ऑपरेशन होता है और इसलिए यह उपकरण हाई फ्रीक्वेंसी ऑपरेशनों के लिए उपयुक्त होता है।

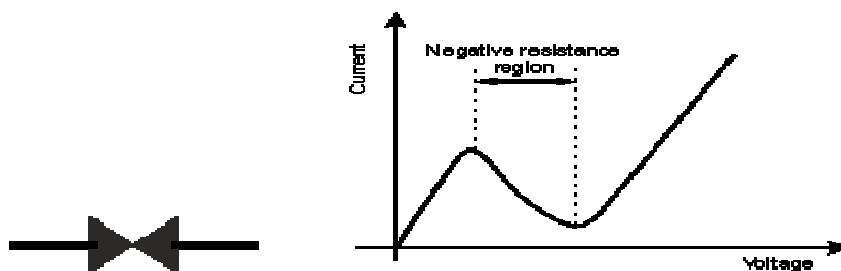
कई इलेक्ट्रॉनिक क्षेत्रों में इलेक्ट्रॉनिक स्विचिंग प्रदान करने के लिए पिन डायोड एक आदर्श पुर्जा है। विशेष रूप से इसका उपयोग आर एफ डिज़ाइन एप्लिकेशनों और स्विचिंग की व्यवस्था या आर एफ स्विचेस और आर.एफ. अटेन्युएटरों में अटेन्युएटिंग एलिमेंट में होता है। आर.एफ. रिले की तुलान में पिन डायोड अत्यधिक विश्वसनीय स्तर प्रदान करता है और कई बार एकमात्र अन्य विकल्प होता है।

बी 8.4.1 आप्लिकेशन.

- हाई वोल्टेज रेकिटफायर: पिन डायोड का उपयोग हाई वाल्टेज रेकिटफायर के रूप में किया जा सकता है।
- आर.एफ. स्विच: पिन डायोड एक आदर्श आर.एफ. स्विच बनता है।
- फोटो डिटेक्टर: चूंकि लाइट का करेंट के रूप में परिवर्तन, फोटो डायोड के डिप्लीशन रीजन के अंदर होता है, इसलिए इंट्रिन्सिक लेयर को जोड़कर डिप्लीशन रीजन को बढ़ाने पर उस वाल्यूम को बढ़ाये जाने के द्वारा, जहाँ लाइट कन्वर्शन होता है, कार्यनिष्पादन में सुधार होता है।

बी 8.5 गन डायोड.

गन डायोड एक अनोखा पुर्जा है, यद्यपि इसे डायोड करते हैं, किंतु इसमें पी.एन. डायोड जंक्शन नहीं होता है। गन डायोड को डायोड कह सकते हैं, क्योंकि इसमें दो इलेक्ट्रोड होते हैं। यह, पी.-एन. जंक्शन के मटेरियल पर आधारित नहीं है बल्कि मटेरियल प्रॉपर्टीस पर आधारित है। गन डायोड ऑपरेशन इस तथ्य पर होता है कि इसमें वोल्टेज नियंत्रित नेगटिव रेजिस्टेंस होता है।



चित्र बी 8.5 (ए) गन डायोड सिबंल।

(बी) गन डायोड कैरेक्टरस्टिक

गन डायोड ऑसिलेटर या ट्रांसफर्ड इलेक्ट्रॉन डिवॉइस ऑसिलेटर सामान्यतया डायोड है जिसमें, डी.सी. बयास एप्लाई किया हुआ और एक ट्यून किया हुआ सर्किट होता है।

गन डायोड ऑसिलेटर सर्किट या ट्रांसफर्ड इलेक्ट्रॉन आसिलेटर, गन डायोड के V/I कर्व के एक भाग पर नेगटिव रेजिस्टेंस का उपयोग करता है, जो पुर्जे के अंदर के टाइमिंग प्रॉपर्टीयों से भी युक्त होता है जिससे कि वह आर.एफ. रिलेक्सेशन ऑसिलेटर के निर्माण को अनुमत करता है। जब पुर्जे द्वारा उपर्युक्त करेंट पास होता है, तब वह ऑसिलेटर को शुरू करता है।

V/I कैरेक्टरस्टिक द्वारा सृजित नेगेटिव रेजिस्टेंस, सर्किट में वास्तविक रेजिस्टेंस को समाप्त करता है, ताकि डी.सी. सप्लाई देते समय ऑसिलेशन निर्मित हो और अनिश्चित रूप से बने रहें। गन डायोड के नेगटिव रेजिस्टेंस रीजन की सीमाओं द्वारा एम्प्लिट्यूड सीमित रहेगा।

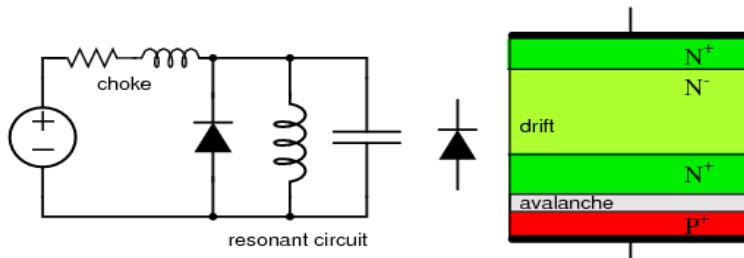
बी 8.5.1 अप्लिकेशन

- गन डायोड का उपयोग सामान्यतः 1 और 100 GHZ के बीच फ्रीक्वेंसि उत्पन्न करने के लिए माइक्रोवेव आर एफ एप्लिकेशनों में किया जाता है.
- गन डायोड का उपयोग एम्प्लिफायर में भी किया जाता है, जिससे ट्रांसफर्ड इलेक्ट्रॉन एम्प्लिफायर या टी.ई.ए. के रूप में जाना जाता है.
- चूंकि गन डायोड, उपयोग करने में आसान है, माइक्रोवेव आर.एफ. सिग्नलों को उत्पन्न करने के लिए उसे तुलनीय रूप से कम लागत पद्धति माना जाता है.

बी 8.6 आई.एम.पी.ए.टी.टी. डायोड

इम्पैक्ट एवलांच ट्रांसिट टाइम (आई.एम.पी.ए.टी.टी.) डायोड एक हाई पॉवर रेडियो फ्रीक्वेंसी (आर.एफ.) जनरेटर है, जो 100 GHZ पर आपरेट होता है। आई.एम.पी.ए.टी.टी. डायोड का निर्माण सिलिकॉन, गैलीलियम आर्सिनाइड या सिलिकॉन कार्बाइड से किया जाता है।

ब्रेकडाउन के ऊपर यह रिवर्स बयास्ड है, हाई डोपिंग लेवल एक पतली डिप्लीशन रीजन उत्पन्न करते हैं, परिणामी हाई इलेक्ट्रिक फील्ड, कैरियरों की शीघ्र वृद्धि करती है, जो क्रिस्टल लैटेटिस के टक्कर से अन्य कैरियरों को मुक्त करता है, पी. रीजन में होल्स चले जाते हैं। इलेक्ट्रॉन्स एन. रीजन में सरक जाते हैं। कैस्केडिंग एफेक्ट एवलांच करेंट उत्पन्न करता है, जो जंक्शन पर वोल्टेज कम होने पर भी बढ़ जाता है। करेंट के पल्सेस, जंक्शन पर वोल्टेज को अधिकतम बनाये रखता है। रेसोनेंट सर्किट के साथ "नेगेटिव रेजिस्टेंस" हाई पॉवर स्तरों पर (सेमी-कंडक्टरों के लिए हाई) ऑसिलेशन उत्पन्न करता है।



चित्र बी 8.6 आई.एम.पी.टी.टी. डायोड (क) ऑसिलेटर सर्किट (ख) सिंबल (ग) हेवीली डोप्ड पी और एन लेयर।

उपर्युक्त चित्र के स्कीमेटिक आरेख का रेसोनेंट सर्किट, वेव गाइड सेक्शन के समतुल्य लंप्ड सर्किट है, जहां पर आई.एम.पी.टी.टी. डायोड निर्मित किया जाता है। एक चोक द्वारा डी सी रिवर्स बयास को अप्लाई किया जाता है जो, बयास सप्लाई में आर.एफ. की हानी से बचाता है। यह वेव गाइड का सेक्शन है, जिसे बयास 'टी' के रूप में जाना जाता है। लो पॉवर राडार ट्रांसमीटर, एक आई.एम.पी.टी.टी. डायोड को पॉवर सोर्स के रूप में उपयोग करता है। रिसीवर में उपयोग के लिए वे बहुत ज्यादा 'नॉइज़' प्रदान करते हैं।

बी 8.6.1 अप्लिकेशन

- आई.एम.पी.ए.टी.टी. डायोडों का उपयोग, लो पॉवर राडार सिस्टम से लेकर अलार्म तक विभिन्न अप्लिकेशनों में किया जाता है।
- आई.एम.पी.ए.टी.टी. डायोड वहां पर अधिक उपयोगी है, जहां छोटे, सस्ते माइक्रोवेव रेडियो सोर्सों की आवश्यकता है। वे कई आर.एफ. माइक्रोवेव एप्लिकेशनों के लिए उत्कृष्ट सिग्नल सोर्स माने जाते हैं।

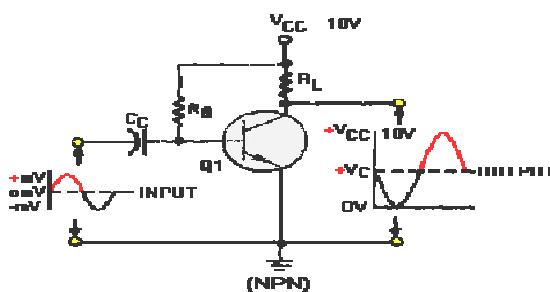
अनुबंध - सी

एप्लाइड इलेक्ट्रॉनिक्स

सी.1.0. एम्पलीफायर

यह डिवॉइस मूल सिग्नल बदले बिना, प्रवर्धन प्रदान करता है।

सी.1.1 बेसिक ट्रांजिस्टर एम्पलीफायर, बेस करेंट में छोटे परिवर्तन कर कलेक्टर करेंट में ज्यादा परिवर्तन करते हैं। इसका परिणाम स्वरूप वोल्टेज एम्पलीफिकेशन होता है क्योंकि, कलेक्टर करेंट में ज्यादा परिवर्तन, कलेक्टर का सीरीज में लगा हुआ लोड रेसिस्टर, प्रतिक्रिया करके आउटपुट वोल्टेज में ज्यादा परिवर्तन उत्पन्न करता है।

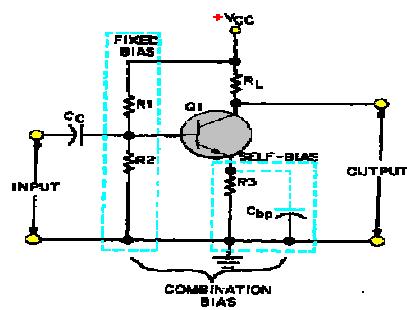


चित्र सी.1.1 बेसिक ट्रांजिस्टर एम्पलीफायर

ट्रांजिस्टर को बायस (BIAS) करने के लिये तीन प्रकार की विधियां प्रयुक्त की जाती हैं।

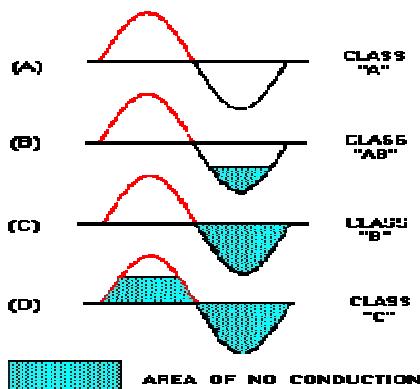
1. बेस करंट बयास,
2. सेल्फ बयास और
3. कॉंबिनेशन बयास।

कॉंबिनेशन बयास सबसे व्यापक रूप से इस्तेमाल किया जाता है क्योंकि यह सर्किट स्थिरता को बेहतर बनाता है और साथ ही साथ बेस करंट बयास और सेल्फ बयासों की होने वाली कुछ हानी पर भी काढ़ पाया जाता है।



चित्र सी.1.2 कॉंबिनेशन बयास

सी.1.2 जो इनपुट सिग्नल के हिस्से के जिसके लिये एक आउटपुट होगा उससे एम्पलीफायर संचालन का वर्ग निर्धारित किया जाता है। एम्पलीफायर ऑपरेशन चार प्रकार के होते हैं। क्लास- A, क्लास - बी, क्लास - एबी और क्लास - एबी।



चित्र सी.1.3 एम्पलीफायर संचालन की श्रेणियाँ

सी.1.2.1 क्लास A एम्पलीफायर इस तरह बयास किया जाता है जिससे कट-ऑफ और सैच्यूरेशन सीमाओं के भीतर हों. इस तरह बयासिंग करने से कलेक्टर करेंट पूरा 360° तक प्रवाहित होता है.

इस प्रकार आउटपुट की प्रतिकृति है लेकिन 180° आउट ऑफ फेज में प्रदान करता है.

प्रयुक्ति: क्लास - ए एम्पलीफायर

ऑडियो और रेडियो फ्रीक्वेंसी एम्पलीफायर में प्रयोग किया जाता है.

सी.1.2.2 क्लास एबी एम्पलीफायर ऐसे बयास किया जाता है ताकि इनपुट सिग्नल के बदलाव में कलेक्टर करेंट 0 होता है. इसलिये 180° से ज्यादा 360° से नीचे प्रवाह करेगा.

प्रयुक्ति: सामान्यतया क्लास एबी एम्पलीफायर को पुश-पुल एम्पलीफायर के रूप में प्रयोग किया जाता है. यह क्लास बी एम्पलीफायर के द्रुष्टभाव पर नियंत्रण के लिए होता है.

सी.1.2.3 क्लास बी एम्पलीफायर ऐसे बयास किया जाता है कि इनपुट सिग्नल के आधे समय तक कलेक्टर करेंट कट-ऑफ होता है.

इस प्रकार इनपुट सिग्नल लगभग 180° तक कलेक्टर करेंट प्रवाहित करेगा.

प्रयुक्ति: क्लास बी एम्पलीफायर

ऑडियो एम्पलीफायर और कभी कभी ट्रांसमीटरों में ड्राइवर और पॉवर एम्पलीफायर स्टेज के रूप में उपयोग किया जाता है.

सी.1.2.4 क्लास सी एम्पलीफायर ऐसे बयास किया जाता है कि इनपुट सिग्नल साइकल में आधा से कम समय तक कलेक्टर करेंट प्रवाहित करेगा.

प्रयुक्ति: क्लास - सी एम्पलीफायर, ट्रांसमीटरों में, रेडियो फ्रीक्वेंसी एम्पलीफायर के रूप में प्रयोग किया जाता है.

सी.1.3 फिडिलिटी और क्षमता (Fidelity & Efficiency)

इन दो शब्दों का एम्पलीफायर के साथ संयोजन किया जाता है.

सिग्नल का विश्वस्नीय पुनः उत्पादन, फिडिलिटी कहलाता है जबकि कुल इनपुट पॉवर की तुलना में आऊटपुट सिग्नल पॉवर के अनुपात को एम्पलीफायर की क्षमता कहा जाता है।

निष्ठा की सर्वोच्च डिग्री क्लास-ए एम्पलीफायर में है, जबकि क्लास-सी एम्पलीफायर में सर्वोच्च दक्षता है।

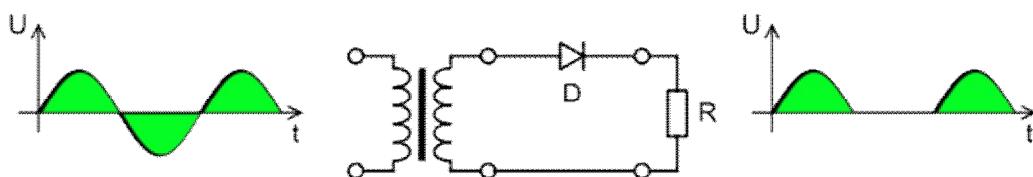
सी.2.0. रेक्टीफायर्स

रेक्टीफायर एक विद्युत उपकरण है जो परिवर्तनशील विद्युत प्रवाह को एक दिशा विद्युत प्रवाह बनाता है और इस प्रक्रिया को रेक्टीफिकेशन कहा जाता है।

सी.2.1 रेक्टीफायर्स के प्रकार

सी.2.1.1 हाफ वेव रेक्टीफायर सर्किट

यह रेक्टीफायरों की श्रेणी में, सरलतम रूप है। अक्सर केवल एक डायोड प्रयोग करके आधे साइकल को अवरोध प्रदान करता है और बाकी आधे साइकल को जाने देता है, इसीलिये केवल आधा वेव-फॉर्म प्रयोग किया जाता है, चूंकि यह सर्किट का सरलतम रूप है इसलिए इसमें हानि यह है कि लगातार साइकल के शिखरों के बीच में लंबे समय लेता है। यह स्मूथनिंग को कम प्रभावशाली और रिपल रिजेक्शन को ज्यादा कठिन बनाता है।



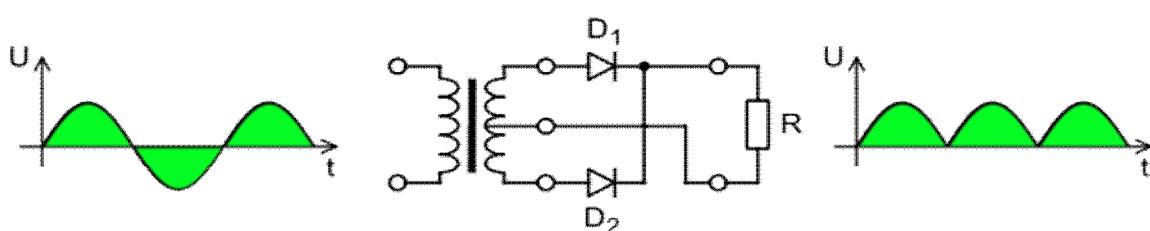
चित्र सी. 2.1 हाफ-वेव रेक्टिफायर सर्किट

सी.2.1.2 फुल वेव रेक्टिफायर सर्किट:

रेक्टिफायर सर्किट का यह रूप, वेव-फॉर्म के दोनों आधे साइकल प्रयोग करता है। दोनों आधे साइकलों में कंडक्शन होता है और स्मूथनिंग बहुत ही आसान हो जाती है।

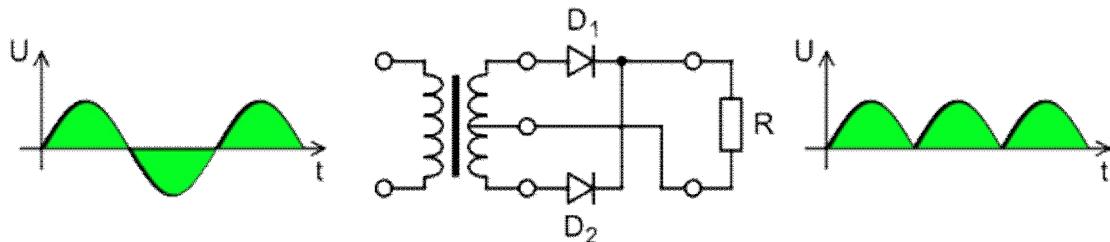
फुल-वेव रेक्टीफायर के दो डायोड के स्वरूप के लिये सेंटर-टैप ट्रांसफॉर्मर आवश्यक है। तथापि चार डायोड ब्रिज सर्किट, सेंटर-टैप ट्रांसफॉर्मर की लागत कम करता है और इसकी सामान्य रूप से प्रथा भी है।

फुल-वेव रेक्टिफायर सर्किट: यह एक विशिष्ट रूप का फुल-वेव रेक्टिफायर है जो एक ब्रिज-टोपोलॉजी में चार डायोड का उपयोग करता है। फुल रेक्टिफायर व्यापक रूप से उपयोग होता है, विशेष रूप से पॉवर रेक्टिफीकेशन और ये सिंगल यूनिट के रूप में प्राप्त किया जा सकता है जो कि ब्रिज के रूप में जुड़े हुए हों।



चित्र सी.2.2 फुल-वेव रेक्टीफायर सर्किट

सी.2.1.3.ब्रिज रेक्टीफायर सर्किट: यह एक विशेष प्रकार का फुल-वेव रेक्टीफायर है, जो ब्रिज टोपोलॉजी में चार डायोडों का उपयोग करते हैं। ब्रिज रेक्टीफायर का विशेष रूप से पॉवर रेक्टीफायर के लिए अधिकतर उपयोग किया जाता है और इन्हें सिंगल कांपोनेंट के रूप में प्राप्त किया जाता है, जिसमें एसी इनपुट के लिए ब्रिज फार्मेट में संयोजित चार डायोड होते हैं।



चित्र सी.2.3.ब्रिज रेक्टीफायर सर्किट

डायोड रेक्टीफायर सर्किट का चुनाव, प्रयुक्ति पर आधारित होता है। जबकि फुल-वेव रेक्टीफायर सर्किट एवं विशेष रूप से ब्रिज रेक्टीफायर सर्किट का उपयोग अधिकांश रूप से किया जाता है। किंतु कुछ परिस्थितियों में हाफ-वेव रेक्टीफायर सर्किटों का उपयोग करना सर्वोत्तम विकल्प साबित हो सकता है।

सी.2.2 अप्लिकेशन

- रेक्टीफायर की प्रारंभिक एप्लीकेशन ए.सी. सप्लाई से डी.सी. पॉवर प्राप्त करने के लिये होता है। साधारणतया सभी इलेक्ट्रॉनिक उपकरणों के लिए डी.सी. की आवश्यकता होती है। इसीलिए सामान्यतया सभी इलेक्ट्रॉनिक उपस्करणों में पॉवर सप्लाई में इन रेक्टीफायरों का उपयोग किया जाता है।
- रेक्टीफायरों का उपयोग डी.सी.-डी.सी. कन्वर्टरों में किया जाता है।
- रेक्टीफायरों का उपयोग एम्प्लीट्यूड मॉड्युलेटेड रेडियो सिग्नलों के डिटेक्शन के लिए किया जाता है।
- रेक्टीफायरों का उपयोग वेल्डिंग में पोलाराइज़ेशन सप्लाई के लिए किया जाता है। ऐसी सर्किटों में आउटपुट करेंट का नियंत्रण आवश्यक है। इसे कभी-कभी ब्रिज रेक्टीफायर में डायोडों को थायरिस्टर के साथ बदल कर प्राप्त किया जाता है। ये प्रभावकारी डायोड हैं, जिनकी वोल्टेज आउटपुट को फेज फार्यर्ड कंट्रोलरों द्वारा स्विच ऑन और ऑफ करके नियंत्रित किया जा सकता है।

सी.2.3 रेक्टीफायर सर्किट की तुलना

रेक्टीफाइयर के प्रकार	डायोड संख्या	पी.आई.वी.	ट्रांसफॉर्मर के प्रकार	डीसी-आउटपुट वोल्टेज	रिप्प कारक	क्षमता
हाफ-वेव	1	V _m	घुमावदार एकल केंद्र नल	0.318 V _m	1.21	40.6 %
फुल-वेव	2	2V _m	घुमावदार एकल केंद्र नल	0.636 V _m	0.482	81.2 %
ब्रिज	3	V _m	घुमावदार एकल केंद्र नल	0.636 V _m	0.482	81.2 %

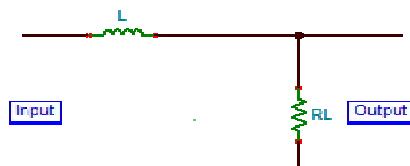
सी.3.0 फिल्टर्स

फिल्टर सर्किट, रेक्टीफाइयर सर्किट से ए.सी. घटकों को निकालने या फिल्टर करने के लिए प्रयोग किया जाता है। फिल्टर सर्किट एक ऐसा उपकरण है जो रेक्टीफाइयर से ए.सी. घटकों को निकालता है परंतु डी.सी. घटकों को 'लोड' तक पहुँचने के लिए अनुमती देता है फिल्टर सर्किट सामान्य रूप से इंडक्टर (एल) और कैपैसिटर (सी) के संयोजन से बना होता है जिसे एल-सी फिल्टर सर्किट कहते हैं। कैपैसिटर सिर्फ ए.सी. को अनुमति देता है और इंडक्टर सिर्फ डी.सी. को पारित होने की अनुमति देता है। इसलिए एक उपयुक्त एल और सी नेटवर्क प्रभावी रूप से ए.सी. घटक को रेक्टीफाइयर वेव से शेष रिपल एल और सी के संयोजन से हट जाते हैं। यह सर्किट LC फिल्टर से ज्यादा अच्छा फिल्टर देता है। हालांकि C1 अभी भी आपूर्ति भर में सीधे जुड़ा हुआ होता है जिसके लिए अगर लोड करने पर ज्यादा हो तो उच्च करेंट पल्स की आवश्यकता होगी। यह फिल्टर कम विद्युत उपकरणों के लिए प्रयोग किया जाता है।

फिल्टरों के प्रकार

- इंडक्टर फिल्टर
- कैपैसिटर फिल्टर
- एल.- सी. फिल्टर
- 'पाई' फिल्टर

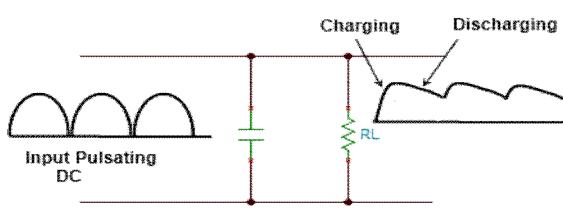
इंडक्टर फिल्टर



चित्र सी.3.1 इंडक्टर फिल्टर

इस तरह के फिल्टर को चोक फिल्टर भी कहा जाता है। यह एक इंडक्टर से युक्त होता है जो रेक्टीफाइयर और 'लोड' रेजिस्ट्रेन्स R के रूप में डाला जाता है। रेक्टीफाइयर में ए.सी. घटक और डी.सी. घटक, दोनों भी शामिल हैं। जब आउटपुट इंडक्टर से पारित होता है, वह ए.सी. घटकों को उच्च प्रतिरोध और डी.सी. घटकों को कोई प्रतिरोध प्रदान नहीं करता है। इसलिए रेक्टीफाइड आउटपुट सभी घटकों को अवरुद्ध करते हैं और केवल डी.सी. घटक ही 'लोड' तक पहुँचते हैं।

कैपैसिटर फिल्टर

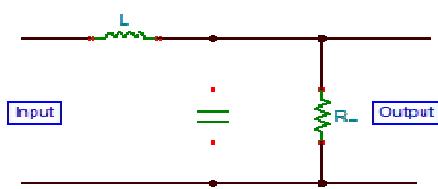


चित्र सी.3.2 कैपैसिटर फिल्टर

इस फिल्टर में एक कैपैसिटर, जब वोल्टेज साइकल शुरू होता है तब 'लोड' से जुड़ जाता है, यह चार्ज होता है और जब वोल्टेज साइकल में गिरावट होती है तब यह चार्ज, 'लोड' में आपूर्ति करता है। यह प्रक्रिया प्रत्येक साइकल के लिए दोहराया जाता है। कम लागत, छोटा आकार, कम वजन और अच्छी

विशेषताओं के कारण यह बहुत लोकप्रिय है.

एल-सी फिल्टर

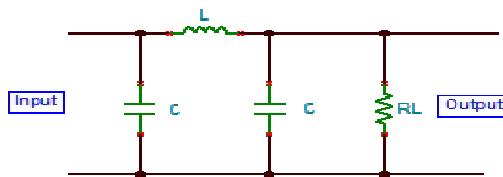


चित्र सी.3.3 एल-सी फिल्टर

इंटक्टर फिल्टर में रिपल फैक्टर सीधी तरह लोड रेजिस्टेंस के अनुपातिक होता है। जबकि केपैसिटर फिल्टर में वह लोड रेजिस्टेंस का विलोम रूप से अनुपातिक होता है। अतः यदि हम इंटक्टर फिल्टर के साथ केपैसिटर को जोड़ते हैं तब वह पूरी तरह 'लोड' फिल्टर से स्वतंत्र हो जाता है। इसे इंटक्टर इनपुट फिल्टर, चोक इनपुट फिल्टर, एल इनपुट या एल-सी सेक्शन के रूप में जाना जाता है।

इस सर्किट में चोक को 'लोड' के साथ सीरीज़ में संयोजित किया जाता है। यह ए.सी. कॉम्पोनेंट को हाई रेजिस्टेंस प्रदान करता है और डीसी कॉम्पोनेंट को 'लोड' के माध्यम से प्रवाहित होने के लिए अनुमत करता है। 'लोड' पर केपैसिटर को समानांतर रूप से चोक के माध्यम से प्रवाहित होने वाले किसी भी एसी कॉम्पोनेंट के फिल्टर के साथ जोड़ा जाता है। इस प्रकार रिपल्स को ठीक करते हुए 'लोड' के माध्यम से डी.सी. के सुगम प्रवाह की व्यवस्था की जाती है।

'पाई' फिल्टर



चित्र सी.3.4 पाई फिल्टर

इसमें एक इंडक्टर और दो केपैसिटर होते हैं जो प्रत्येक सिरे पर एक दूसरे के साथ संयोजित होते हैं। तीनों कॉम्पोनेंट ग्रीक अक्षर Pi के आकार में व्यवस्थित होते हैं। इसे केपैसिटर इनपुट Pi फिल्टर भी कहा जाता है। इनपुट केपैसिटर सी1 का चयन इसलिए किया जाता है कि वह रिपल फ्रीक्वेंसी के लिए कम रियाक्टेंस प्रदान करें अतः फिल्टरिंग का अधिक भाग सी1 द्वारा किया जा सकता है। अधिकतर शेष रिपलों को एल और सी2 की संयुक्त प्रक्रिया द्वारा हटाया जाता है। यह सर्किट एल-सी फिल्टर की तुलना में बेहतर फिल्टर प्रदान करता है। तथापि सी1 अब भी सप्लाई के साथ सीधा संयोजित रहता है और 'लोड' करेंट यदि ज्यादा तो इसे करेंट के हाई पल्स की आवश्यकता होती है। कम करेंट उपस्करणों के लिए इस फिल्टर का उपयोग किया जाता है।

सी.4.0 ऑसीलेटर्स

एक इलेक्ट्रॉनिक ऑसीलेटर एक इलक्ट्रॉनिक सर्किट है जो दोहराव ऑसीलेटिंग इलेक्ट्रॉनिक सिगनल उत्पादित करता है जो अक्सर एक साइन-वेव या एक स्क्वेयर-वेव होता है। ऑसीलेटर्स, पाँवर आपूर्ति से (डीसी) डायरेक्ट करेंट को एक वारंवारता वाले करेंट सिगनलों में परिवर्तित करता है। कई सारे विद्युत उपकरणों में इसे व्यापक रूप में प्रयोग किया जाता है। ऑसीलेटर्स, अक्सर आउटपुट सिगनलों की

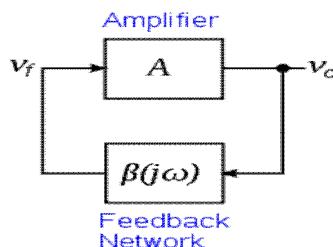
फ्रीक्वेंसी से प्रसिद्ध है.

एक ऑडियो ऑसीलेटर, लगभग 16 HZ से 20 KHZ के ऑडियो श्रेणी में फ्रीक्वेंसीयों उत्पन्न करता है. एक आर.एफ. ऑसीलेटर रेडियो फ्रीक्वेंसी (आर एफ) लगभग 100 KHZ से 100 GHZ के श्रेणी में सिग्नल उत्पन्न करता है.

एक लो-फ्रीक्वेंसी ऑसिलेटर (LFO) एक इलेक्ट्रॉनिक ऑसिलेटर है जो 20HZ के नीचे काउंटर्स उत्पन्न करता है, हालांकि क्रिस्टल ऑसीलेटर्स को उसके ज्यादा स्थिरता प्रदान करने के लिए अधिक बढ़ावा दिया जाता है.

सी 4.1 इलेक्ट्रॉनिक ऑसिलेटर के प्रकार : (1) लीनियर या हार्मोनिक ऑसिलेटर (2) नॉन-लीनियर या रिलक्सेशन ऑसिलेटर

सी. 4.1.1 लीनियर ऑसिलेटर



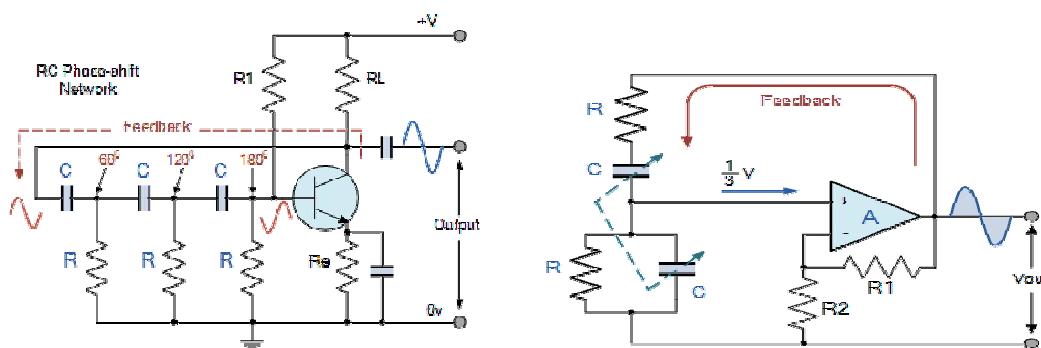
चित्र सी.4.1 फीडबैक ऑसिलेटर के ब्लॉक आरेख

हार्मोनिक या लीनियर ऑसिलेटर, साइनुसोडियल आउटपुट उत्पन्न करता है.

फीडबैक ऑसिलेटर, लीनियर ऑसिलेटर के अधिकतम रूप सामान्य प्रकार के इलेक्ट्रॉनिक एम्प्लीफायर हैं, जिसमें सकारात्मक फीडबैक उपलब्ध करने हेतु फ्रीक्वेंसी सिलेक्ट इलेक्ट्रॉनिक फिल्टर से उसके आउटपुट फीड बैक से उसके इनपुट सहित फीड बैक लूप में ट्रांजिस्टर या ओपी एम्प कनेक्ट किया होता है. जब एम्प्लीफायर को पॉवर सप्लाई होता है पहला स्विच ऑन होता है, सर्किट में इलेक्ट्रॉनिक नॉइज़ उपलब्ध होता है, जिससे सिग्नल प्राप्त करने के लिए ऑसिलेटर प्रारंभ होता है. नॉइज़, लूप के चारों ओर घूमता है और सिंगल फ्रीक्वेंसी पर साइन वेव एम्प्लीफाइ होता है और बहुत जल्दी फिल्टर हो जाता है.

फीड बैक ऑसिलेटर सर्किटों को, फीड बैक लूप में प्रयोग होने वाले फ्रीक्वेंसी सेलेक्टिव फिल्टर के प्रकारों के अनुसार वर्गीकृत किया जा सकता है.

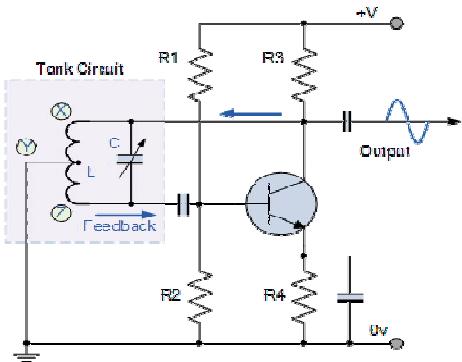
1. आर-सी ऑसिलेटर सर्किट में, फिल्टर एक रेसिस्टर व केपैसिटरों का नेटवर्क है. आर-सी ऑसिलेटर अधिकतर लोअर फ्रीक्वेंसियों को उत्पन्न करने हेतु प्रयोग किया जाता है. उदा. के लिए ऑडियो रेज में सामान्य प्रकार के आर-सी ऑसिलेटर सर्किट, फेज़ शिफ्ट ऑसिलेटर तथा वेन-ब्रिज़ ऑसिलेटर हैं.



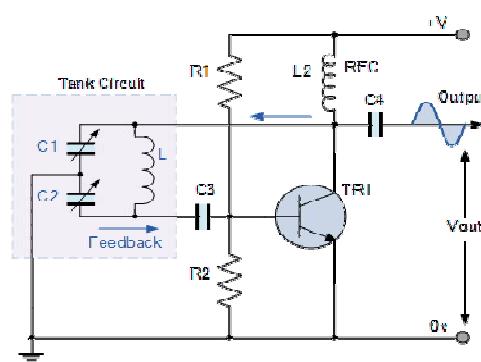
चित्र सी.4.2 (क) फेज़ शिफ्ट ऑसिलेटर

(ख) वेन-ब्रिज़ ऑसिलेटर

2. एल-सी ऑसिलेटर सर्किट में, फिल्टर ट्यून्ड सर्किट होता है (कभी कभी टैंक सर्किट), जिसमें इंडक्टर (एल) तथा कैपेसिटर (सी) दोनों से जोड़ा जाता है. चार्ज, विपरीत और आगे इंडक्टर से कैपेसिटर प्लेटों के बीच प्रवाहित होता है, ताकि रेसोनेंट में इलेक्ट्रिकल एनर्जी ऑसिलेटिंग पर स्टोर कर सकता है. टैंक सर्किट में छोटे लूजेस हैं, लेकिन ऐम्प्लीफायर, इन लूजेस की भरपाई करता है और आउटपुट सिग्नल के लिए पॉवर सप्लाई करता है. जब ट्यूनेबल फ्रीक्वेंसी सोर्स की आवश्यकता है, तब रेडियो फ्रीक्वेंसियों में एल-सी ऑसिलेटरों का प्रयोग किया जाता है, जैसाकि रेडियो रिसीवर में सिग्नल जनरेटर, ट्यूनेबल रेडियो ट्रांसमीटर और लोकल ऑसिलेटर में प्रयोग किया जाता है. 'हार्ली', 'कॉलपिट्टस' और 'क्लैप' सर्किट्स, विशिष्ट एल-सी ऑसिलेटर सर्किट्स हैं.

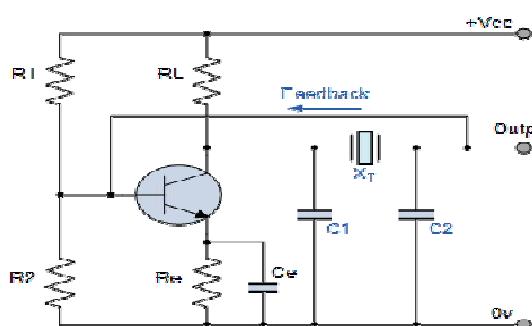


चित्र सी.4.3 (क) हार्ली ऑसिलेटर



(ख) कॉलपिट्टस ऑसिलेटर

3. कभी कभी क्रिस्टल ऑसिलेटर का प्रयोग ट्यून्ड सर्किट को हटाकर क्रिस्टल सहित एलसी ऑसिलेटर की तरह किया जाता है; सामान्य रूप से ऑसिलेटर सर्किट प्रयोग किया जाता है. क्वार्डज़ क्रिस्टल सामान्यतया 30 MHz या कम सीमित फ्रीक्वेंसी है. सर्फेस अकॉस्टिक वेव (SAW) डिवाइज़ पिझो-इलेक्ट्रिक रेज़ोनेटर का दूसरा प्रकार है, जिसका प्रयोग क्रिस्टल ऑसिलेटरों में किया जाता है, जो उच्च फ्रीक्वेंसियों में प्राप्त किया जाता है. उनका प्रयोग विशेष प्रयुक्तियों में किया जाता है, जिसकी आवश्यकता हाई फ्रीक्वेंसी रेफरेंस के लिए होती है, उदा. के लिए सेल्युलर टेलीफोन में.



चित्र सी.4.4 क्रिस्टल ऑसिलेटर

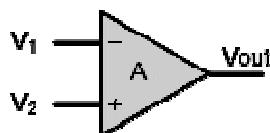
सी.4.1.2 नानलीनियर या रिलैक्शेशन ऑसिलेटर

एक नॉन-लीनियर या रिलैक्शेशन ऑसिलेटर एक नॉन-सायनुसोयडल आउटपुट उत्पन्न करता है जैसे कि एक स्क्वेयर, सॉ-टूथ या त्रिकोण वेव. इसमें ऊर्जा को संचय करने का तत्व (एक कैपेसिटर या कदाचित एक इंडक्टर) और एक नॉन-लीनियर स्वीचिंग सर्किट (एक लैच, स्थिमिट ट्रिगर, या नकारात्मक प्रतिरोधक तत्व होता है, जो सामायिक तरीके से भंडारण तत्व में संग्रहित ऊर्जा को चार्ज और डिस्चार्ज करता है जिससे आउटपुट वेव-फॉर्म में अचानक बदलाव आ जाता है.

क्रिस्टल ऑसिलेटर होने पर भी अधिक स्थिरता के लिए कभी-कभी क्रिस्टल ऑसिलेटर को, स्क्वेयर-वेव रिलक्सेशन ऑसिलेटर टाइमर व काउंटर जैसे सीक्वेंशियल लॉजिक सर्किटों के लिए क्लॉक सिग्नल उपलब्ध कराने हेतु प्रयोग किया जाता है। एनालॉग ऑसिलोस्कोप तथा टेलिविज़न सेटों में कैथोड-रे ट्रॉबॉं के लिए, क्षैतिज डिफलेक्शन सिग्नल उत्पन्न करने के लिए टाइम बेस सर्किट में ट्रैंगल-वेव या सॉ-टूथ ऑसिलेटरों का प्रयोग किया जाता है। कार्यों को उत्पन्न करने के लिए, साइन-वेव के क्लोज़ अप्रॉक्सिमेशन में इस ट्रैंगल-वेव का आकार दिया जा सकता है।

सी.5.0 ऑपरेशनल एम्पलीफाइयर्स (OP AMP)

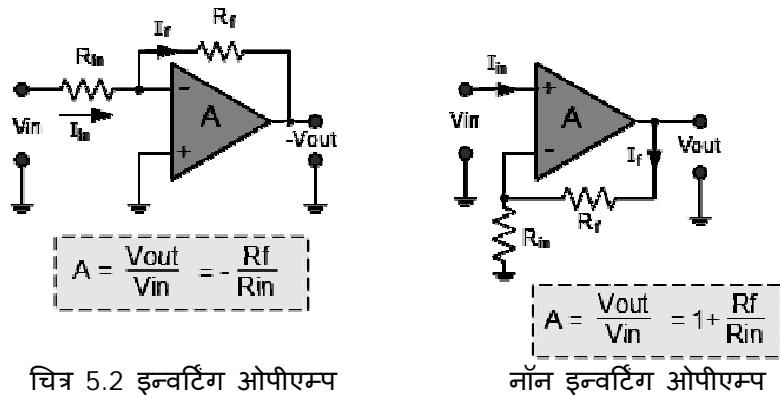
ऑपरेशनल एम्पलीफाइयर या साधारणतः जिसे ओ.पी.एम्प. कहते हैं, एक आदर्श एम्पलीफाइयर है जिसमें अनंत लाभ और बैंड-विड्थ है। यह ओपन लूप मोड में प्रयोग किया जाता है जो सामान्यतः 100,000 या 100 db से ज्यादा डी.सी. प्राप्त करता है।



चित्र सी.5.1 ओ.पी.-एम्प. सिंबल

- बुनियादी ओ.पी.एम्प. का निर्माण एक 3 - टर्मिनल उपकरण, 2 इनपुट और आउटपुट से होता है।
- एक ऑपरेशनल एम्पलीफाइयर, एक दोहरी सकारात्मक और उसके अनुरूप नकारात्मक आपूर्ति से संचालित होता है या एक ही डी.सी. आपूर्ति वोल्टेज को संचालित करता है।
- दो मुख्य नियम ऑपरेशनल एम्पलीफाइयर से जुड़े हुए हैं एक इसमें अनंत इनपुट इम्पीडेंस ($Z\infty$) है उत्पादन करता है, परिणाम स्वरूप उसके दोनों इनपुटों में कोई करेंट फ्लो नहीं होता है और 0 वोल्टेज इनपुट ऑफसेट वोल्टेज "V1=V2" है।
- ऑपरेशनल एम्पलीफायर में ज़ीरो आउटपुट इम्पीडेंस होता है. ($Z=0$)
- ओपी-एम्प. सेंसर, दो इनपुट टर्मिनलों को दिए गये वोल्टेज सिग्नलों के बीच भिन्नता उत्पन्न करता है तथा प्री-डिटर्मिनेटेड गेन (A) से मल्टिप्लाई करना चाहिए।
- यह गेन (A), कभी-कभी "ओपन-लूप गेन" एम्पलीफायर के रूप में दर्शाता है।
- आउटपुट और ओपी-एम्प. के एक इनपुट टर्मिनल के बीच रेसिस्टिव या रियाक्टिव कॉम्पोनेंट को जोड़कर ओपन लूप को बंद करके, ओपन लूप गेन को ज्यादा, कम और नियंत्रित किया जा सकता है।
- ओपी-एम्प को दो बुनियादी कॉन्फिगरेशन अर्थात इन्वर्टिंग और नॉन-इन्वर्टिंग में संयोजित किया जा सकता है।

सी.5.1 दो बुनियादी ऑपरेशनल एम्पलीफायर सर्किट्स:



चित्र 5.2 इन्वर्टिंग ओपीएम्प

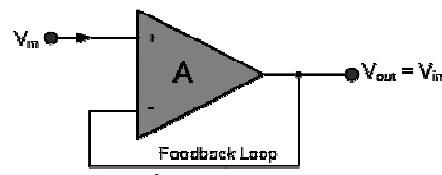
नॉन इन्वर्टिंग ओपीएम्प

उपयुक्त प्रतिक्रिया अवरोध (R_f) के उपयोग से, एम्पलीफायर के पूर्ण लाभ को पूरी तरह से नियंत्रित किया जा सकता है।

नकारात्मक प्रतिक्रिया एक ऐसी प्रक्रिया है जिसमें फिडिंग बैक आउटपुट सिग्नल के कुछ अंश वापस इनपुट में जाते हैं। परंतु प्रतिक्रिया को नकारात्मक बनाने के लिए बाहरी प्रतिक्रिया अवरोध (R_f) का उपयोग करके हमें इसे वापस ओ.पी. एम्प. के नकारात्मक या इन्वर्टिंग इनपुट टर्मिनल के पास भेजना चाहिए। जिससे कि इस आउटपुट और इन्वर्टिंग इनपुट के बीच प्रतिक्रिया जोड़ डिफरेन्शियल इनपुट वोल्टेज के शून्य होने पर एम्पलीफायर का कुल लाभ बढ़ जाता है।

सकारात्मक प्रतिक्रिया के लिए, एम्पलीफायर के गेन में इनपुट सहित "फेज" में फीड-बैक वोल्टेज होता है।

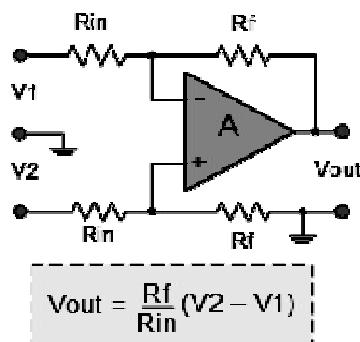
सी.5.2 वोल्टेज फॉलोअर



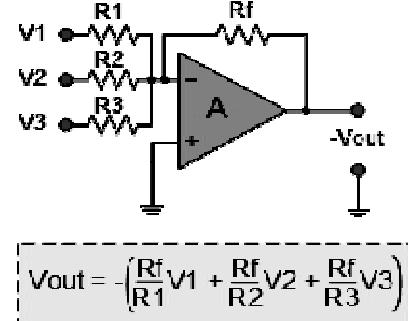
चित्र सी.5.3 वोल्टेज फॉलोअर

आउटपुट को सीधे नकारात्मक इनपुट टर्मिनल से जोड़ने पर, 100% प्रतिक्रिया मिलती है, परिणाम स्वरूप कान्सटेंट गेन 1 (यूनिटी) के साथ एक वोल्टेज फॉलोअर सर्किट मिलता है।

C.5.3 डिफरेंशियल और समिंग ऑपरेशनल एम्पलीफायर सर्किट्स



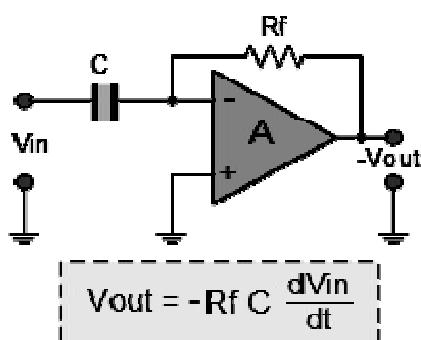
चित्र सी.5.4 डिफरेंशियल ऑपी.एम्प.



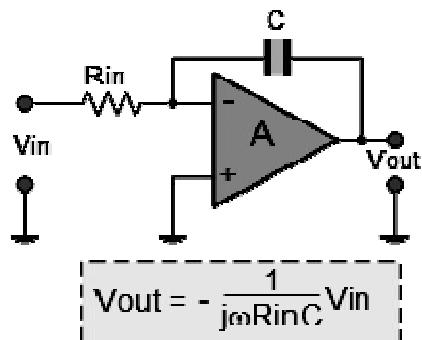
समिंग ऑपी.एम्प.

- एक पोटेंस्योमीटर के लिए फिक्स फीड-बैक रेजिस्टर (R_f) को बदलने पर सर्किट पर समायोज्य 'गेन' होगा।
- डिफरेंशियल एम्पलीफायर एक आउटपुट निष्पादित करता है जो दो इनपुट वोल्टेज के बीच के अंतर का अनुपातिक होता है।
- इन्वर्टिंग या नॉन-इन्वर्टिंग इनपुट में से किसी के साथ अधिक इनपुट रेजिस्टर जोड़ने पर वोल्टेज एडर या सम्मर को बनाया जा सकता है।
- वोल्टेज फॉलोअर ऑपी-एम्प को डिफरेंशियल एम्पलीफायर के इनपुट के साथ जोड़ा जा सकता है ताकि हाई इम्पीडेंस इंस्ट्रमेंटेशन एम्पलीफायरों को बनाया जा सके।
- समिंग एम्पलीफायर को उचित रूप से प्रयोग करना डिजीटल से एनलॉग कनवर्टर के रूप में होता है।

C.5.4 डिफरेनशियेटर और इन्टीग्रेटर ऑपरेशनल एम्पलीफायर सर्किट्स



चित्र सी.5.5 डिफरेनशियेटर ओ.पी.एम्प.



इंटिग्रेटर ओ.पी.एम्प.

- इन्टीग्रेटर एम्पलीफायर, एक ऐसा आउटपुट का उत्पादन करता है जो इंटीग्रेशन का गणतीय ऑपरेशन है।
- डिफरेंशियल एम्पलीफायर, एक ऐसा आऊटपुट का उत्पादन करता है जो डिफरेंशियेशन का गणितीय ऑपरेशन है।
- इंटिग्रेटर और डिफरेंशियेटर एम्पलीफायर दोनों में एक रेजिस्टर और एक कैपेसिटर होता है, जो ऑपरेशनल-एम्प से जुड़ा होता है और यह आर.सी. टाइम कॉन्ट्रोल से प्रभावित होता है।
- मूल रूप से, डिफरेंशियेटर एम्पलीफायर, अस्थिर नॉइज़ से ग्रस्त होता है, किंतु समग्र क्लोस्ड लूप गेन को कम करने के लिए अतिरिक्त कॉम्पोनेंट जोड़े जा सकते हैं।