चैप्टर – 8
ऑषिलेटर / OSCILLATOR

ऑसिलेटर परिभाषाः–

1. यह वह सर्किट होता है जो कि उच्च फ्रिक्वेंसी पर डी.सी. उर्जा को ए.सी. उर्जा में परिवर्तित करता है।

अथवा

2. ऑषिलेटर अल्टरनेटिंग करंट या वोल्टेज जैसे– साईन, स्क्वायर या सा–टुथ या पल्स शेप्स का इलेक्ट्रानिक स्त्रोत होता है।

अथवा

3. ऑसिलेटर, यह वह सर्किट होता है जो की बगैर किसी एक्सटर्नल इनपुट सिग्नल के ए.सी. ऑउट पुट सिग्नल जनरेट करता है।

अथवा

4. यह एक स्थिर एम्प्लीफायर होता है।

ऑषिलेटर का वर्गीकरण :-

ऑसिलेटर को मुख्यतः दो भागों में विभाजित किया गया है :–

1. साईन्यूसोडियल या हार्मोनिक ऑसिलेटर– इस ऑषिलेटर का आउटपुट साईन वेव फार्म में होता है।
2. नान साईन्यूसोडियल या रिलेक्सेशन ऑषिलेटर– इस ऑषिलेअर का आउट पुट स्क्वायर, रेक्टेंग्युलर या सॉ–टुथ वेव फार्म या पल्स शेप में होता है।

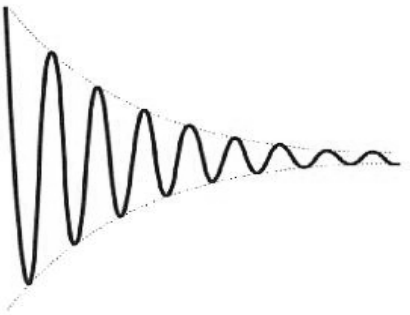
साईन्यूसोडियल या हार्मोनिक ऑषिलेटर को निम्न भागों में विभाजित किया गया हैः–

(a) L-C Oscillator या tuned circuits Oscillator- जैसे Hartley, Colpitts and Clapp oscillators etc.
(b) R-C Oscillator- R-C phase Shift Oscillator, Wien-Bridge Oscillator.
(c) Crystal Oscillator.
(d) Heterodyne or Beat-frequency oscillator (BFO)

साईन्यूसोडियल या हार्मोनिक ऑषिलेटर के प्रकारः–

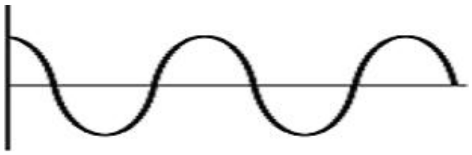
(i) Damped ऑषिलेशन
(ii) Undamped ऑषिलेशन

Damped ऑषिलेशनः - ऐसे इलेक्ट्रीकल ऑषिलेशन जिसका एम्प्लीट्यूड समय के साथ–साथ कम होता जाता है उसे damped ऑषिलेशन कहते है।
इस प्रकार के ऑषिलेशन जिस इलेक्ट्रीकल सिस्टम द्वारा जनरेट किये जाते है उसमें लॉसेस होते है और प्रत्येंक ऑषिलेशन में कुछ उर्जा कि कमी होती है। इस लॉस को भरण किये जाने के लिये कोई उपाय नहीं किया जाता एवं इस प्रकार जनरेटेड़ वेव का एम्प्लीट्यूड़ शनैः–शनैः कम हो जाता है।



Damped Oscillation

Undamped ऑषिलेशन : - ऐसे इलेक्ट्रीकल ऑषिलेशन जिसका एम्प्लीट्यूड समय के सापेक्ष नियत होता है Undamped ऑषिलेशन कहलाते है।
ऐसे इलेक्ट्रीकल सिस्टम में लॉसेस होते है किन्तु सही अनुपात में सिस्टम को ऐनर्जी दी जाकर लॉसेस को समाप्त किया जाता है। इस प्रकार जनरेटेड़ वेव का एम्प्लीट्यूड नियत बना रहता है।



Undamped Oscillation

Oscillatory सर्किट: - ऐसा सर्किट जो की किसी निश्चित फ्रिक्वेंसी के ऑषिलेशन उत्पन्न करता है उसे ऑषिलेटरी सर्किट या टैंक सर्किट कहते है।

एक साधारण ऑषिलेटरी सर्किट में इंडक्टर क्वाईल (L) और कैपेसिटर (C) समानान्तर में जुड़े होते है। इलेक्ट्रीकल सिस्टम द्वारा उत्पन्न किये जाने वाले इलेक्ट्रीकल ऑषिलेशन की फ्रिक्वेंसी L और C की वेल्यू पर निर्भर करती है।

इलेक्ट्रीकल ऑषिलेशन कि फ्रिक्वेंसी अथवा टैंक सर्किट की नेचरल फ्रिक्वेंसी या रैसोनेन्ट फ्रिक्वेंसी निम्नानुसार होगी –

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

ऐसे फेक्टरर्स जो ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी के स्थायित्व को प्रभावित करते है –

किसी ऑषिलेटर की वह योग्यता जिसके द्वारा ऑषिलेटर अपनी फ्रिक्वेंसी को नियत या स्थिर बनाये रखता है फ्रिक्वेंसी stability कहलाती है। निम्न कारक ऑसिलेटर की फ्रिक्वेंसी स्थाईत्व को प्रभावित करते है।

1- **ऐक्टिव डिवाईस का ऑपरेटिंग प्वाइंट:-** ऐक्टिव डिवाईस अर्थात ट्रांजिस्टर का Q point उसके अभिलाक्षणिक कर्व के लिनियर भाग या रैखिक भाग में होना चाहिए। ट्रांजिस्टर का अरैखिक भाग में ऑपरेशन, ऑसिलेटर की फ्रिक्वेंसी के स्थायित्व को प्रभावित करता है।

2- **इंटर एलीमेंट कैपेसिटेंस :-** ट्रांजिस्टर के कलेक्टर से अमीटर के बीच इंटर इलेक्ट्रोड़ कैपेसिटेंस में होने वाला परिवर्तन ऑषिलेटर की ऑउटपूट फ्रिक्वेंसी को परिवर्तित कर सकता है जो ऑसिलेटर के फ्रिक्वेंसी स्थायित्व को प्रभावित कर सकता है। इंटर इलेमेन्ट केपेसिटेन्स के प्रभाव को स्वेम्पींग केपेसिटर का प्रयोग कर न्यूट्रलाईज किया जा सकता है। इस प्रकार जोड़े गये स्वेम्पींग कैपेसिटर का कैपिसिटेंस टैंक सर्किट का ही भाग होता है।

3- **पावर सप्लाई :-** ऐक्टिव डिवाइस को दिये जाने वाले डी.सी. ऑपरेटिंग वोल्टेज में परिवर्तन होने पर ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी बदल सकती है। इस समस्या को रेग्यूलेटेड़ पावर सप्लाई के उपयोग द्वारा दूर किया जा सकता है।

4- **तापमान में परिवर्तन:-** तापमान में परिवर्तन होने पर ट्रांजिस्टर के पैरामीटर्स में परिवर्तन होता है एवं तापमान में परिवर्तन होने से रसिस्टर, इंडक्टर, कैपेसिटर की वेल्यू में भी परिवर्तन होता है। यह परिवर्तन धीरे होते है जो की ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी को धीरे से परिवर्तित कर देते है।

5- **आउटपुट लोड :-** आउटपुट लोड़ मे परिवर्तन होने पर एल–सी टैंक सर्किट का Q-factor प्रभावित होता है जिससे ऑसिलेटर की फ्रिक्वेंसी प्रभावित होती है।

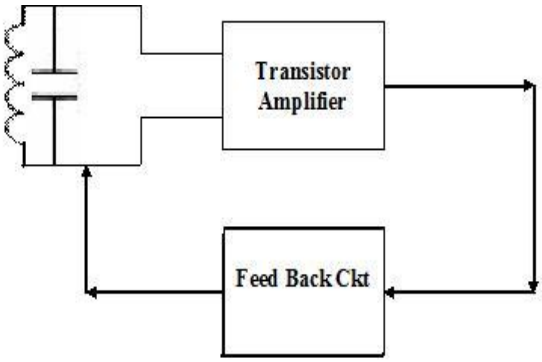
6- **मेकेनिकल वाईब्रेशन :-** मैकेनिकल वाईब्रेशन होने से सर्किट की वेल्यू में परिवर्तन होता है जिसके परिणाम स्वरूप ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी में भी परिवर्तन हो जाता है। ऑषिलेटर में इस प्रकार होने वाली फ्रिक्वेंसी अस्थिरता को दूर किये जाने के लिये मैकेनिकल वाईब्रेशन को ऑषिलेटर से पृथक कर दिया जाना चाहिए।

ऑषिलेशन को मेन्टेन किये जाने के लिये आवश्यक शर्तें :-

1. टैंक सर्किट:- एक साधारण ऑषिलेटरी सर्किट में इंडक्टर क्वाईल (L) और कैपेसिटर (C) समानान्तर में जुड़े होते है। इलेक्ट्रीकल सिस्टम द्वारा उत्पन्न किये जाने वाले इलेक्ट्रीकल ऑषिलेशन की फ्रिक्वेंसी L और C की वेल्यू पर निर्भर करती है। इसे FDN अर्थात Frequency Determine Network भी कहते है।

2. ट्रांजिस्टर एम्प्लीफायर :- ट्रांजिस्टर एम्प्लीफायर, डी.सी. उर्जा को बैटरी से प्राप्त कर ए.सी. पावर में परिवर्तित कर टैंक सर्किट को सप्लाय करता है। टैंक सर्किट से प्राप्त होने वाले ऑषिलेशन को ट्रांसिस्टर के इनपुट पर अप्लाई कर दिया जाता है। ट्रांजिस्टर की एमप्लीफाई किये जाने के गुण के कारण इन ऑषिलेशन का प्रवर्धित आउटपूट प्राप्त होता है। यह ऑषिलेशन का एम्प्लीफाईड आउटपूट बैटरी की डी.सी. पावर सप्लाई के कारण होता है। ट्रांस्टिर के इस ऑउटपुट से टेंक सर्किट के लॉसेस दूर होते है।

3. फीड़ बैक सर्किट:- फीड़ बैक सर्किट, ट्रांजिस्टर की कलेक्टर इनर्जी को टैंक सर्किट को सही फेज अर्थात पॉजिटिव फीड़बैक में प्रोवाईड करता है।



Barkhausen Criterion :- बार्कहाउसन क्राईटेरिया के अनुसार एम्प्लीफायर के ऑउटपुट से लगातार अनडेम्प्ड ऑसिलेशन उत्पन्न होने के लिये पॉजिटिव फीड़बैक इस प्रकार से होना चाहिए कि –

$$M_v * A_v = 1$$

जहॉ A_v = बगैर फीड़बैक के एम्प्लीफायर का वोल्टेज गेन है।

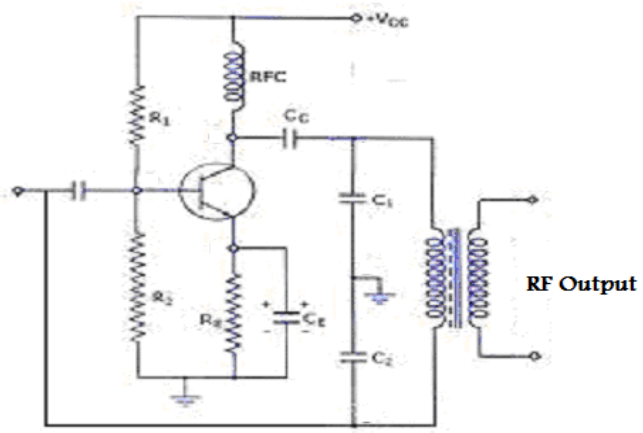
M_v = फीड़ बैक फक्शन है।

पॉजिटिव फीड़बैक एम्प्लीफायर में उक्त शर्त सेट होने पर पॉवर सप्लाई कनेक्ट किये जाने पर तत्काल सतत् अनडेम्प्ड ऑसिलेशन प्राप्त किये जा सकते है।

Colpitt's Oscillator:- Colpitt's Oscillator का चित्र नीचे दर्शाया गया है। इसमें दो केपेसिटर C1 और C2, इंडक्टर क्वाईल के एक्रास लगे होते है। केपेसिटर C1 और C2 टेप्ड होते है। इस प्रकार टैंक सर्किट केपेसिटर C1 और C2 एंव L द्वारा बना होता है। ऑषिलेशन की फ्रिक्वेंसी केपेसिटर C1 और C2 और L द्वारा निर्धारित होती है।

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_T}} \quad \text{Where} \quad C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

सर्किट डायग्रामः–



Colpitt's Oscillator

सर्किट ऑपरेशन:- जैसे ही सर्किट को ऑन किया जाता है केपेसिटर C1 और C2 चार्ज हो जाते है। यह केपेसिटर क्वाईल (L) के द्वारा डिसचार्ज होते है और इस प्रकार ऑसिलेशन सेटअप हो जाते है जिसकी फ्रिक्वेंसी उक्त सूत्र में दर्शाई गई है।

एम्प्लीफायर का आउटपूट वोल्टेज केपेसिटर C1 पर डेवलप होता है एंव फीड़ बैक वोल्टेज कैपेसिटर C2 के एक्रास डेवलप होता है। कैपेसिटर C2 पर डेवलप वोल्टेज कैपेसिटर C1 के एक्रास डेवलप वोल्टेज के 180 डिग्री आउट ऑफ फेज होता है। इस प्रकार कैपेसिटर C2 के एक्रास वोल्टेज अर्थात फीड़बैक वोल्टेज ट्रांजिस्टर को पॉजिटिव फीड़बैक प्रोवाईड करता है। इस प्रकार एक फेज शिफट 180 डिग्री ट्रांजिस्टर द्वारा उत्पन्न होता है एंव एक अन्य फेज शिफट 180 डिग्री कैपेसिटर C1-C2 वोल्टेज डिवाईडर द्वारा प्राप्त होता है। इस प्रकार फीड़बैक प्रापरली इन फेज 360 डिग्री अर्थात पॉजिटिव फीड़बैक होता है जो की सतत् अनडेम्प्ड ऑषिलेशन उत्पन्न करता है।

Feedback Fraction:- (m_v) :- Colpitt's oscillator मे फीड़ बैक वोल्टेज सर्किट के फीडबैक फ्रेक्शन पर निर्भर करता है।

Feedback Fraction,

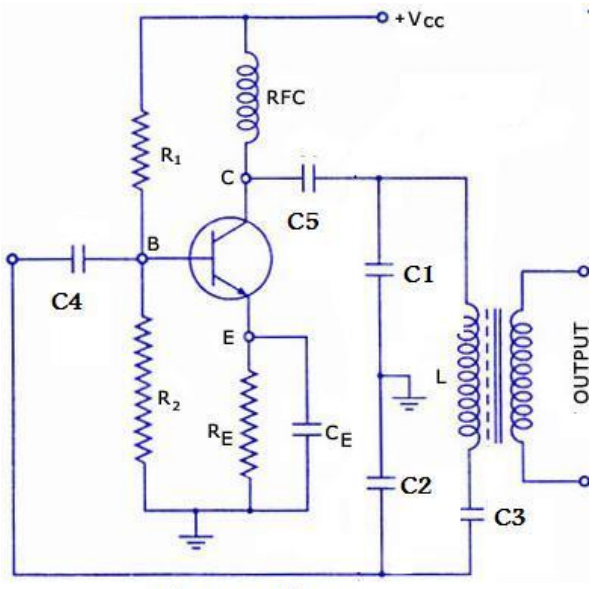
$$m_v = \frac{V_f}{V_{out}} \quad \text{Or} \quad m_v = \frac{X_{c2}}{X_{c1}} \quad \text{Or} \quad m_v = \frac{C_1}{C_2}$$

Clapp Oscillator:- यह ऑषिलेटर collpit's oscillator से कैपेसिटर C3 से भिन्न है यह कैपेसिटर C3 टैंक सर्किट में इंडक्टर क्वाईल के साथ सीरिज में लगाया जाता है। अतिरिक्त कैपेसिटर C3 फ्रिक्वेंसी स्टेबिलटी को इम्प्रुव करता है। तथा ऑसिलेटर के ऑपरेषन के दौरान ट्रांजिस्टर के पैरामीटर के द्वारा ऑषिलटर की फ्रिक्वेंसी स्टेबिलिटी पर होने वाले प्रभाव को दूर करता है। इस ऑषिलेटर का ऑपरेषन Collpitt's Oscillator के समान ही होता है। इस ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी होती है–

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

जहॉ $1/C = 1/C_1+1/C_2+1/C_3$ है।

सर्किट डायग्राम:-



Clapp Oscillator

Hartley Oscillator:- Hartley Oscillator चत्र में दर्षाया गया है। इसमें दो इंडक्टर L1 और L2, कैपेसिटर C के एक्रास लगे होते है। इंडक्टर L1 और L2,टेप्ड़ होते है। इस प्रकार टैंक सर्किट इंडक्टर L1

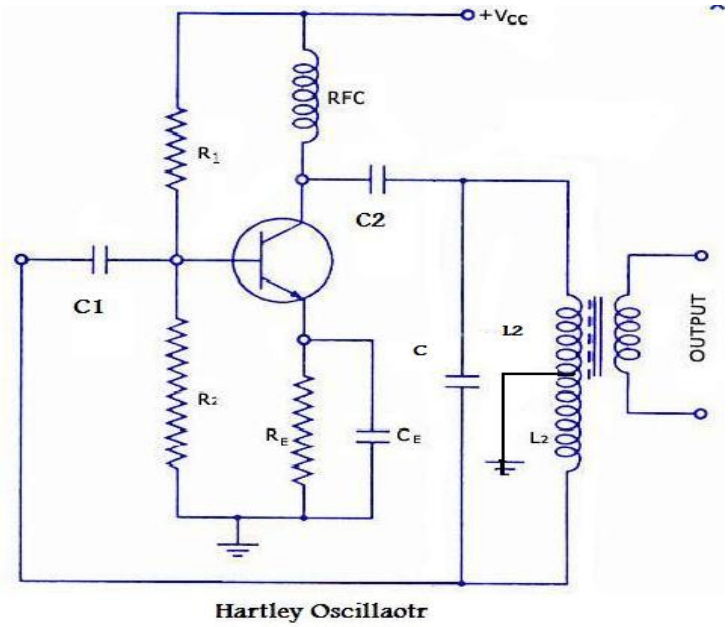
और L2, एंव कैपेसिटर C द्वारा बना होता है। ऑषिलेशन की फ्रिक्वेंसी इंडक्टर L1 और L2 और कैपेसिटर C द्वारा निर्धारित होती है।

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_T C}}$$

जहॉ $L_T = L_1 + L_2 + 2M$

M = क्वाईल L1 और क्वाईल L2 के मध्य म्यूचूअल इंडक्टेंस है।

सर्किट डायग्राम:-



Hartley Oscillaotr

सर्किट ऑपरेशन:- जैसे ही सर्किट को ऑन किया जाता है कैपेसिटर चार्ज हो जाता है। यह केपेसिटर फुल चार्ज होने के पश्चात क्वाईल L_1 और क्वाईल L_2 के द्वारा डिस्चार्ज होते है और इस प्रकार ऑषिलेशन सेटअप हो जाते है जिसकी फ्रिक्वेंसी उक्त सूत्र में दर्षायी गई है।

एम्प्लीफायर का आउटपुट वोल्टेज क्वाईल L_1 के एक्रास डेवलप होता है एंव फीड़बैक वोल्टेज क्वाईल L_2 के एक्रास डेवलप होता है। क्वाईल L_2 के एक्रास डेवलप वोल्टेज क्वाईल L_1 के एक्रास डेवलप वोल्टेज के 180 डिग्री आउट ऑफ फेज होता है। इस प्रकार क्वाईल L_2 के एक्रास वोल्टेज अर्थात फीड़बैक वोल्टेज, ट्रांजिस्टर को पॉजीटिव फीड़बैक प्रोवाईड करता है। इस प्रकार एक फेज षिफ्ट 180 डिग्री ट्रांजिस्टर द्वारा उत्पन्न होता है एंव एक अन्य फेज शिफ्ट क्वॉईल L_1-L_2 वोल्टेज डिवाईडर द्वारा प्राप्त होता है। इस प्रकार फीड़बैक प्रापरली इन फेज अर्थात पॉजिटिव फीड़बैक होता है जो की सतत् अनडेम्प्ड ऑसिलेशन उत्पन्न करता है।

Feedback Fraction:- (m_v) :- Hartley oscillator मे फीड़बैक वोल्टेज सर्किट के फीडबैक फ्रैक्शन पर निर्भर करता है।

$$\text{Feedback Fraction, } m_v = \frac{V_f}{V_{out}}$$

Where V_f = फीड़बैक वोल्टेज (क्वॉईल L2 के एक्रास वोल्टेज) है। एंव V_{out} = क्वॉईल L1 के एक्रास वोल्टेज है।

$$m_v = \frac{X_{L2}}{X_{L1}} \text{ Or } m_v = \frac{L_2}{L_1}$$

Principle of Phase Shift Oscillators-

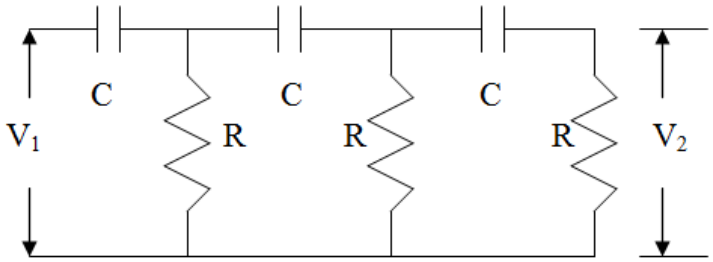
L-C ऑषिलेटर की मुख्यतः दो कमियॉ होती है।

1. इस ऑषिलेटर द्वारा उत्पन्न फ्रिक्वेंसी अस्थिर और इसका वेव फार्म poor होता है।
2. यह ऑषिलेटर्स बहुत कम फ्रिक्वेंसी पर उपयोग नहीं किये जाते क्यों की यह बहुत कम फ्रिक्वेंसी पर bulky और expensive होते है।

इस प्रकार रजिस्टिव और कैपेसिटिव इलेमेंट के प्रयोग के द्वारा अच्छे फ्रिक्वेंसी स्थिरता और अच्छे वेव फार्म के ऑषिलेटर बनाये जा सकते है। यह R-C Phase Shift Oscillators कहलाते है। इनका अतिरिक्त लाभ यह होता है कि इसे बहुत कम फ्रिक्वेंसी के लिये उपयोग किया जा सकता है। इन ऑसिलेटर में 180 डिग्री का फेज शिफ्ट नेटवर्क से प्राप्त किया जाता है और एक अन्य 180 डिग्री का फेज शिफ्ट ट्रांजिस्टर द्वारा उत्पन्न होता है। इस प्रकार पॉजिटिव फीड़बैक प्राप्त होता है।

Phase Shift Circuit:- निम्न चित्र में RC network का सिंगल सेक्शन दिखाया गया है। इलेक्ट्रीकल इंजिनीयरिंग थ्योरी के अनुसार रजिस्टेंस के एक्रास वोल्टेज V1' एप्लाईड वोल्टेज से 60 डिग्री lead करता है। 60 की वेल्यू मान, R और C के वेल्यू पर निर्भर करता है। यदि रजिस्टेंस (R) की वेल्यू बदलती है तो 60 की वेल्यू भी बदलती है। यदि R की वेल्यू कम होकर शुन्य हो जावे तो V1 से 90 डिग्री से lead करेगा। R की वेल्यू को शुन्य किया जाना अव्यवहारिक है क्यों कि इस स्थिती में रजिस्टेंस के एक्रास वोल्टेज शुन्य हो जावेगा। इस प्रकार R की वेल्यू को इस प्रकार एड़जस्ट किया जाता है कि V1 से V2 3X60 डिग्री lead करे।

Circuit Diagram:-

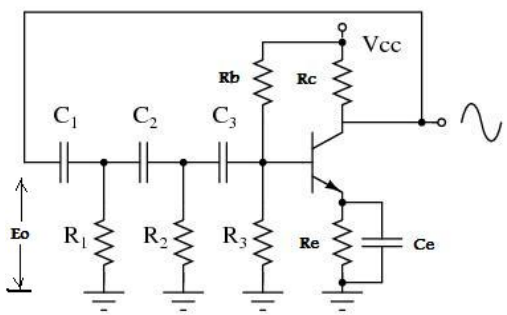


उक्त चित्र में तीन सेक्शन के RC नेटवर्क को दिखाया गया है। इस नेटवर्क का प्रत्येक सेक्षन 60 डिग्री का फेज शिफट उत्पन्न करता है तदानुसार कुल फेज शिफट 180 डिग्री होता है। इस प्रकार वोल्टेज V2 वोल्टेज V1 से 180 डिग्री lead करता है।

Phase Shift Oscillator :- निम्न चित्र में R-C फेज शिफ्ट ऑषिलेटर दर्शाया गया है। यह सिंगल ट्रांजिस्टर एम्प्लीफायर और एक RC फेज शिफ्ट नेटवर्क से मिलकर बना होता है। इस फेज शिफ्ट नेटवर्क में तीन सेक्शनस R1C1, R2C2, R3C3 होते है। किसी निश्चित फ्रिक्वेंसी पर प्रत्येक RC सेक्शन 60 डिग्री का फेज शिफ्ट उत्पन्न करता है। इस प्रकार RC नेटवर्क द्वारा कुल 180 डिग्री का फेज शिफ्ट प्राप्त होता है। ऑषिलेशन की फ्रिक्वेंसी निम्न होती है–

$$f = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}} \quad \text{Where } R1=R2=R3=R \quad C1=C2=C3=C$$

सर्किट डायग्रामः–



सर्किट ऑपरेशन :- जैसे सर्किट को स्वीच ऑन किया जाता है उक्त सूत्र में दर्शायी फ्रिक्वेंसी के ऑषिलेषन उत्पन्न हो जाते है। एम्प्लीफायर के आउटपूट Eo को RC फीड़बैक नेटवर्क पर दिया जाता है। यह नेटवर्क 180 डिग्री का फेज शिफ्ट उत्पन्न करता है। RC फीड़बैक नेटवर्क से प्राप्त होने वाला आउटपुट को ट्रांजिस्टर एम्प्लीफायर में एप्लाई किया जाता है।

इस प्रकार फीड़बैक फ्रैक्शन m = Ei/Eo होता है। इस प्रकार 180 डिग्री का एक फेज शिफ्ट ट्रांजिस्टर एम्प्लीफायर द्वारा प्राप्त होता है और एक अन्य 180 डिग्री का फीड़ बैक RC नेटवर्क द्वारा उत्पन्न होता है। सम्पूर्ण लूप में कुल फीड़बैक 360 डिग्री होता है।

Advantages:-

1. इस ऑषिलेटर के लिये बल्की और मंहगे उच्च वेल्यू के इंडक्टर या ट्रांसफार्मर की आवश्यकता नहीं होती है।
2- इस ऑषिलेटर को बहुत कम फ्रिक्वेंसी उत्पन्न करने के लिये उपयोग किया जा सकता है।
3- इस ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी स्टेबिलिटी ठीक होती है।

Disadvantages:-

1. फीड़बैक सामान्यतः कम होने से सर्किट के लिये ऑषिलेशन प्रारंभ किये जाना कठिन होता है।
2- इस ऑषिलेटर का आउटपुट लो होता है।
3- यह परिवर्तित फ्रिक्वेंसी के लिये उपयुक्त नहीं होता है।
4- यह ऑषिलेटर आउटपुट में 5 प्रतिशत डिस्टार्षन उत्पन्न करता है।
5- RC नेटवर्क में होने वाले लॉसेस के लिये इस ऑषिलेटर के लिये हाई बीटा गेन ट्रांजिस्टर की आवश्यकता होती है।

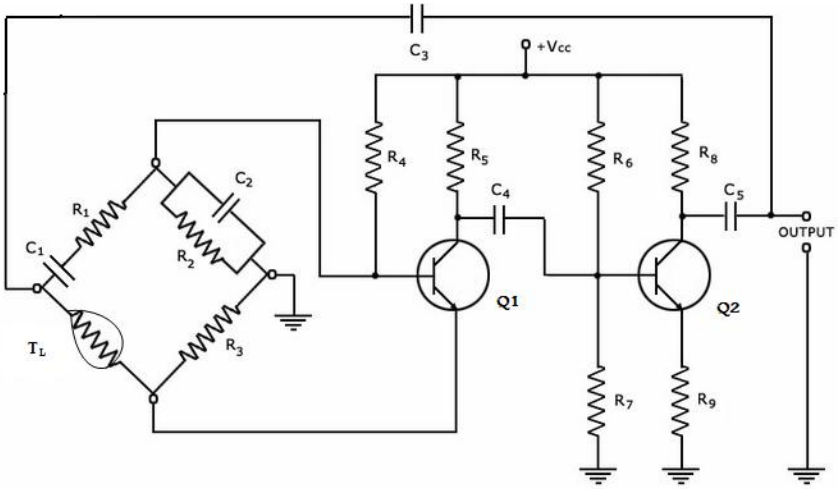
Wien Bridge Oscillator:- यह ऑषिलेटर कम फ्रिक्वेंसी 10Hz से 1Mhz के लिये स्टैण्डर्ड ऑषिलेटर है। इस ऑषिलेटर का आउटपुट सर्किट फ्लक्चुऐशन और ambient temperature अथवा सराउंडिंग के तापमान से मुक्त होता है। इस ऑषिलेटर में ट्रांजिस्टर T_1 एम्प्लीफायर ऑषिलेटर की तरह कार्य करता है एंव ट्रांजिस्टर T_2 फेज रिवर्सल और अतिरिक्त एम्प्लीफिकेशन प्रोवाईड करता है। ब्रिज सर्किट फीड़बैक सिग्नल के फेज को करेक्ट करता है। ब्रिज सर्किट के arm R_1C_1, R_3, R_2C_2, और टंगस्टन लैम्प Lp से बनी होती है। रजिस्टेंस R_3 और Lp आउटपूट का एम्प्लीट्यूड स्टैबलाईज्ड करता है। इस सर्किट में पाजिटिव और नेगेटिव फीड़बैक का उपयोग किया गया है। पॉजिटिव फीड़बैक R_1C_1, R_2C_2 के द्वारा ट्रांजिस्टर T_2 से और नेगेटिव फीड़ बैक ट्रांजिस्टर T_2 के वोल्टेज डिवाईडर के द्वारा पूर्ण होता है।

ऑषिलेशन की फ्रिक्वेंसी सीरिज इलेमेंट R_1C_1 और पैरेलल इलेमेंट R_2C_2 द्वारा निर्धारित होती है।

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{R_1C_1R_2C_2}}$$ **If** R1=R2=R and C1=C2=C then

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

Circuit Diagram:-



Circuit Operation:- जैसे ही सर्किट को सप्लाई से जोड़ा जाता है ट्रांजिस्टर ब्रिज सर्किट के द्वारा उक्त सूत्र में दर्षायी फ्रिक्वेंसी के ऑषिलेशन उत्पन्न हो जाते है। दो ट्रांजिस्टर के उपयोग होने के कारण सम्पूर्ण फेज शिफ्ट 360 डिग्री अर्थात पॉजिटिव फीड़बैक प्राप्त होता है। नेगेटिव फीडबैक के कारण स्थिर एम्प्लीट्युड का ऑउटपुट प्राप्त होता है। यह तापमान संवेदनशील टंगस्टन लैम्प T_L के कारण होता है। करंट वृद्धि होने पर इसका रजिस्टेंस भी बढ जाता है। यदि आउटपुट करंट का एम्प्लीट्युड बढता है तो नेगेटिव फीड़बैक भी बढ जाता है अधिक करंट से अधिक नेगेटिव फीड़बैक प्राप्त होता है। इसका परिणाम यह होता है कि आउटपुट पुनः उसी अनुपात में कम हो जाता है।

Advantageous: - 1. इस ऑषिलेटर से स्थिर ऑउटपुट प्राप्त होता है।
2. सर्किट आसानी से काम करता है।
3. दो ट्रांजिस्टर के उपयोग के कारण इस ऑषिलेटर का ओव्हरआल गेन हॉई होता है।
4. इस ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी को पोटेंषियों मीटर के उपयोग के द्वारा आसानी से बदला जा सकता है।

Disadvantage:-
1. इस ऑषिलेअर सर्किट में दो ट्रांजिस्टर और अधिक संख्या में कम्पोनेन्ट्स की आवश्यकता होती है।
2. इस ऑषिलेटर के द्वारा हाई फ्रिक्वेंसी जनरेट नहीं की जा सकती है।

LC and RC ऑषिलेटर की सीमाऐं :-

LC और RC ऑषिलेटर की कुछ सीमाऐं होती है। इस सर्किट की मेजर समस्या यह होती है कि इसकी ऑपरेटिंग फ्रिक्वेंसी स्ट्रिक्टली नियत नहीं होती है इसके मुख्यतः निम्न कारण है।

1. जैसे ही यह सर्किट ऑपरेट होता है यह वार्मअप होता है। जिससे फ्रिक्वेंसी को निर्धारित करने वाले कारक जैसे रजिस्टर, इंडक्टर, कैपेसिटर की वेल्यू बदलती है जिससे ऑषिलेटर की फिक्वेंसी भी बदल जाती है।
2. फीड़बैक नेटवर्क में स्थित किसी कम्पोनेन्ट की वेल्यू बदलने पर ऑषिलेटर की ऑउटपुट फ्रिक्वेंसी भी बदल जाती है।

इस प्रकार ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी नियत बनाये रखने के लिये पिजो इलेक्ट्रिक क्रिस्टल का उपयोग LC और RC सर्किट के स्थान पर किया जाता है। इस प्रकार के ऑषिलेटर क्रिस्टल ऑषिलेटर कहलाते है। तापमान या अन्य परिवर्तन होने से क्रिस्टल ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी 0.1 प्रतिषत से भी कम परिवर्तित होती है। इस प्रकार यह ऑषिलेटर सेटिस्फेक्टरी फ्रिक्वेंसी स्टेबिलीटी प्रोवाईड़ करते है। इस कारण इनका उपयोग बहुत अधिक इलेक्ट्रानिक एप्लीकेशन्स में किया जाता है।

Piezoelectric Crystal or Crystal:- उच्च कोटि के फ्रिक्वेंसी स्थिरता के ऑषिलेशन के लिए क्रिस्टल आवश्यक होते है। यह क्रिस्टल मटेरियल रोशेल साल्ट, क्वार्टज और टर्मुलिन के बने होते है।

Piezoelectric effect:- उक्त दर्शाये क्रिस्टल में पिजोइलेक्ट्रिक प्रभाव होता है। अर्थात अल्टरनेटिंग वोल्टेज को क्रिस्टल के एक्रास लगाया जाता है तो इनमें कम्पन उत्पन्न हो जाते है इन कम्पनों की फ्रिक्वेंसी एप्लाईड वोल्टेज की फ्रिक्वेंसी के बराबर होती है। इसके विपरीत यदि क्रिस्टल को कम्पनित किये जाने के लिये मैकेनिकल स्ट्रेन में रखा जाये या कम्प्रेस्ड किया जावे तो यह एल्टरनेटिंग वोल्टेज उत्पन्न करते है। इसे पिजो इलेक्ट्रिक इफैक्ट कहते है। जो क्रिस्टल यह पिजो इलेक्ट्रिक इफैक्ट उत्पन्न करते है उन्है पिजो इलेक्ट्रिक क्रिस्टल कहते है। जैसे–रोशेल साल्ट, क्वार्टज और टर्मुलिन।

Frequency of Crystal:- प्रत्येक क्रिस्टल की नेचरल फ्रिक्वेंसी होती है। क्रिस्टल की नेचरल फ्रिक्वेंसी निम्न प्रकार से दर्शायी जा सकती है।

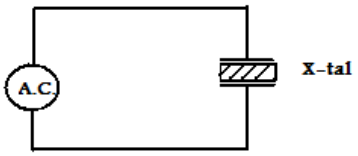
$$F=K/t$$

जहॉ K नियतांक है जो कि क्रिस्टल की कटिंग पर निर्भर करता है।

एवं t क्रिस्टल की मोटाई है। उक्त संबध से स्पष्ट है कि क्रिस्टल की फ्रिक्वेंसी, क्रिस्टल की मोटाई के व्युत्क्रमानुपानी होती है। क्रिस्टल जितना पतला होगा उसके द्वारा जनरेट कि जाने वाली फ्रिक्वेंसी भी उतनी ज्यादा होगी। अत्यधिक पतला क्रिस्टल वाईब्रेशन या कम्पन के कारण टूट सकता है। यह कारण क्रिस्टल के द्वारा उत्पन्न की जाने वाली फ्रिक्वेंसी को सिमित करता है। प्रायोगिक तौर पर क्रिस्टल के द्वारा 25 Khz से 5 Mhz की फ्रिक्वेंसी प्राप्त की जा सकती है।

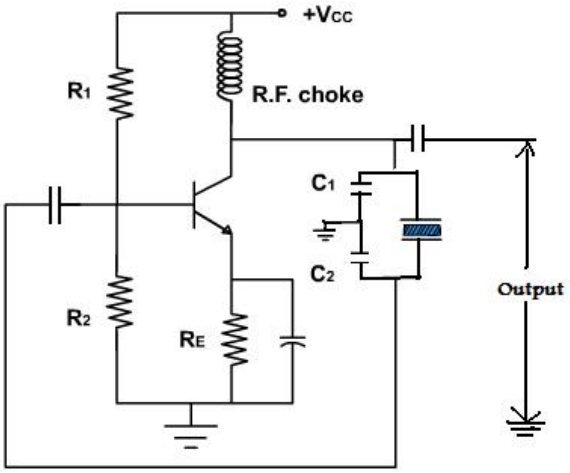
Working of Crystal :- क्रिस्टल को इलेक्ट्रानिक सर्किट में उपयोग करने के लिये इसे दो मेटल प्लेट्स के बीच रखा जाता है। ऐसे क्रिस्टल पर जब अल्टरनेटिंग वोल्टेज एप्लाई किया जाता है तो क्रिस्टल वाईब्रेट करना शुरू कर देता है। यदि एप्लाईड वोल्टेज की फ्रिक्वेंसी, क्रिस्टल की नेचुरल फ्रिक्वेंसी के बराबर

होती है तो रेसोनेन्स होता है और क्रिस्टल के वाईब्रेशनस अधिकतम वेल्यू पर पहुँच जाते है। यह नेचुरल फ्रिक्वेंसी अधिकांशतः नियत होती है। तापमान के परिवर्तन को इलिमिनेट करने के लिये क्रिस्टल को तापमान नियंत्रित ओव्हन में माउन्ट किया जाता है।



Transistor Crystal Oscillator:-

Circuit Diagram:-

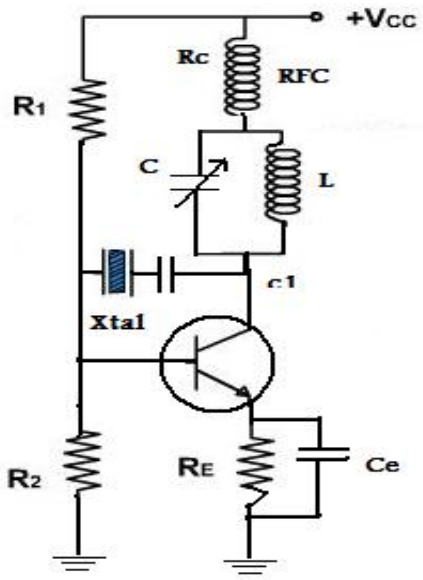


उक्त चित्र में ट्रांजिस्टर क्रिस्टल ऑषिलेटर दर्शाया गया है। यह Collipt's Oscillator है जिसे क्रिस्टल ऑषिलेटर की तरह कार्य करने के लिये modified किया गया है। फीडबैक नेटवर्क में क्रिस्टल को लगाया गया है। क्रिस्टल पैरेलल ट्यूनड सर्किट की तरह कार्य करता है। क्रिस्टल के द्वारा पैरेलल रेजोनेन्स प्राप्त होता है। पैरेलल रेजोनेन्स पर क्रिस्टल का इंपीडेन्स अधिकतम होता है। अर्थात C1 के एकास अधिकतम वोल्टेज ड्राप प्राप्त होता है। इस कारण फीड़बैक नेटवर्क के द्वारा अधिकतम इनर्जी ट्रांसफर होती है। एक फेज शिफ्ट ट्रांजिस्टर के द्वारा प्राप्त होता है व एक अन्य फेज शिफ्ट कैपेसिटर वोल्टेज डिवाईडर के द्वारा प्राप्त होता है। इस प्रकार सम्पूर्ण पॉजिटिव फीड़बैक प्राप्त होता है। इस प्रकार यह ऑसिलेटर क्रिस्टल की पैरेलल फ्रिक्वेंसी पर ऑषिलेट करता है।

Advantage: - 1. इस ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी स्टेबिलिटी बहुत अधिक होती है।
2.क्रिस्टल का क्वालिटी फैक्टर बहुत अधिक होता है। क्रिस्टल का यह क्वालिटी फैक्टर, LC tank circuit के क्वालिटी फैक्टर 100 की तुलना में 10000 गुना होता है।

Disadvantage:-1.ऑसिलेशन की फ्रिक्वेंसी को परिवर्तित नहीं किया जा सकता।
2.ये कमजोर होते है इस कारण यह कम पावर सर्किट में ही उपयोग किये जा सकते है।

Crystal Controlled Oscillator:-



उक्त चित्र में क्रिस्टल का उपयोग फीड़बैक नेटवर्क में किया गया है जो कि ट्यूनड कलेक्टर ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी को स्टेबलाईज़ड करता है। LC टैंक सर्किट की oscillation frequency –

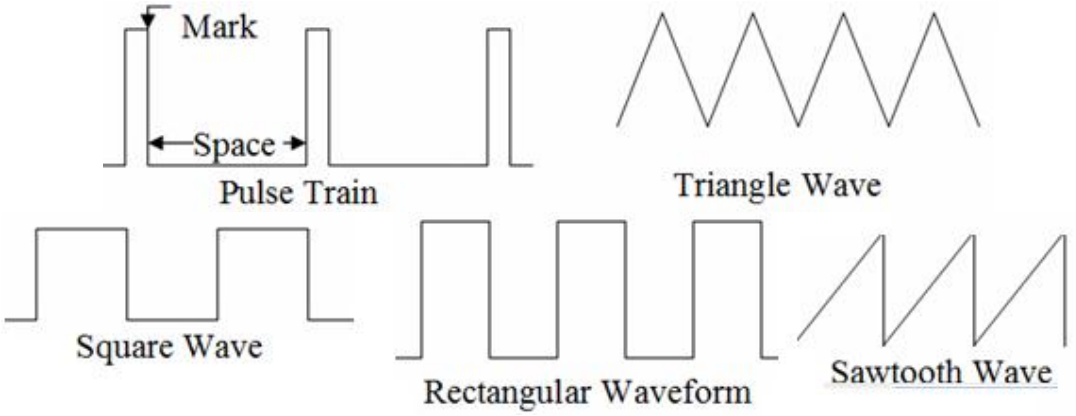
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Exact frequency, को क्रिस्टल के द्वारा सेट किया जाता है एवं फ्रिक्वेंसी का स्टेबलाईज़ेशन भी क्रिस्टल के द्वारा किया जाता है। उदाहरणार्थ यदि क्रिस्टल की नेचुरल फ्रिक्वेंसी 30 Mhz है तो तब LC सर्किट, क्रिस्टल की फ्रिक्वेंसी पर रैसोनेट करता है। रजिस्टर R_1, R_2 और Re, वोल्टेज डिवाईडर की तरह कार्य करते है और ट्रांजिस्टर को बायसिंग प्रोवाईड करते है। कैपेसिटर Ce जो कि रजिस्टर Re के एक्रास लगा होता है यह अधिक वोल्टेज गेन मैनटेन करता है। रेडियो फ्रिक्वेंसी चोक क्वॉईल के उपयोग से ए.सी., डी.सी. सोर्स में प्रवेश नहीं करती है। कपलिंग कैपेसिटर C_1 का ऑपरेटिंग फ्रिक्वेंसी पर नगण्य इंपिडेंस होता है किन्तु यह ट्रांजिस्टर पर कलेक्टर और बेस के बीच किसी भी डी.सी लिंक को रोकता है।

Non Sinusoidal Oscillator :-

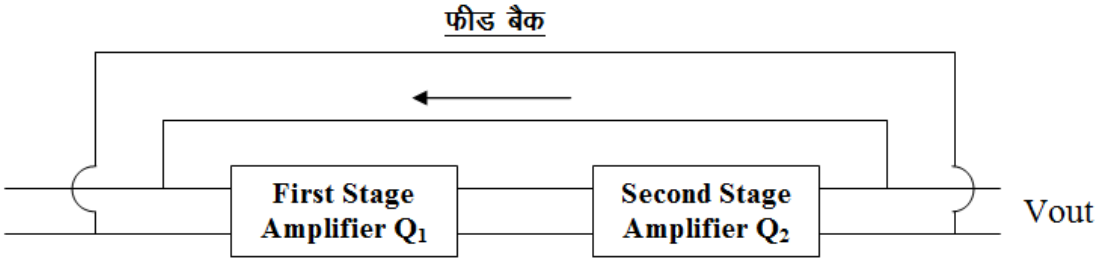
Non Sinusoidal Waveforms:-

ऐसा वेव फार्म जिसका शेप स्टैण्र्ड साईन वेव फार्म से भिन्न होता है Nonsinusidal waveform कहलाते है। जैसे Square Wave, Rectangular Waveform, Sawtooth Waveform, Triangle Waveform,

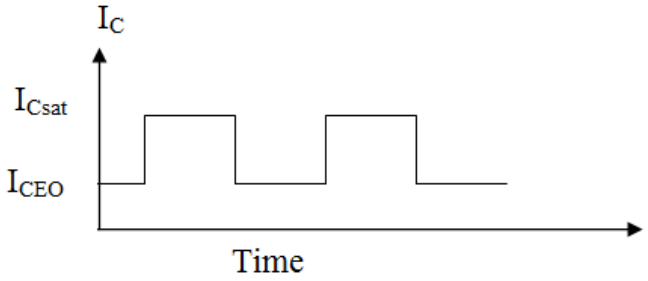


मल्टीवाईब्रेटर्सः– ऐसा इलेक्ट्रानिक सर्किट जो कि स्क्वायर वेव या अन्य ननसाईनोसोडियल वेव जैसे रेक्टेंग्युलर वेव, जनरेट करता है उसे मल्टीवाईब्रटर के नाम से जाना जाता है। यह आधारभूत रूप से दो

स्टेज एम्प्लीफायर होते है, जिसमें पॉजिटिव फीड़बैक का उपयोग किया जाकर एक एम्प्लीफायर के आऊट पुट को दूसरे एम्प्लीफायर के इनपुट में फीड़ कर दिया जाता है। यह फीड़बैक इस मैनर में सप्लाई किया जाता है कि एक एम्प्लीफायर कटऑफ में कार्य करता है तो अन्य सेच्युरेशन में। इससे सेच्युरेशन ट्रांजिस्टर, कटऑफ स्थिती में ड्राईव होता है और कटऑफ ट्रांजिस्टर सेच्युरेषन स्थिती में ड्राईव होता है।



उक्त चित्र में मल्टीवाईब्रेटर का ब्लॉक डायग्राम दर्शाया गया है। किसी क्षणिक समय पर एक ट्रांजिस्टर ऑन है और वह कंडक्ट होता है तो अन्य ट्रांजिस्टर ऑफ होगा। माना कि ट्रांजिस्टर $\mathbf{Q_2}$ ऑन है और ट्रांजिस्टर $\mathbf{Q_1}$ ऑफ है तो, ट्रांजिस्टर $\mathbf{Q_2}$ की कलेक्टर करंट I_{Csat} होगी और कुछ समय के बाद ट्रांजिस्टर $\mathbf{Q_2}$ ऑफ होगा और ट्रांजिस्टर $\mathbf{Q_1}$ ऑन होगा। इस स्थिती में ट्रांजिस्टर $\mathbf{Q_2}$ की कलेक्टर करंट I_{CEO} होगी, सर्किट इस स्थिती में कुछ समय के लिये रहेगा उसके बाद पुनः ट्रांजिस्टर $\mathbf{Q_2}$ ऑन होगा और ट्रांजिस्टर $\mathbf{Q_1}$ कटऑफ स्थिती में ड्राईव होगा। इस प्रकार आऊट पुट स्क्वायर वेव होगा।



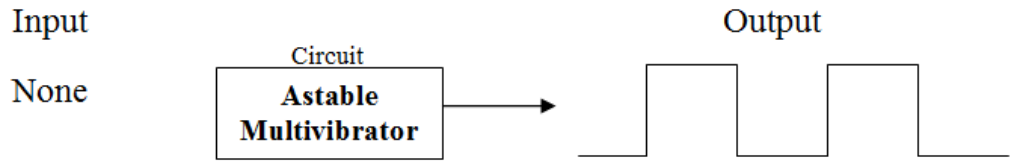
मल्टीवाईब्रेटर की दो संभव स्थिती हो सकती है।

	ऑन	ऑफ
प्रथम स्टेट	Q_1	Q_2
द्वितीय स्टेट	Q_2	Q_1

यह इस स्थिती पर निर्भर करता है कि, दो स्टेजेस आपस में किस तरह इंटरचेंज होती है।
मल्टीवाईब्रटर को निम्न प्रकार से वर्गीकृत किया जा सकता है ।

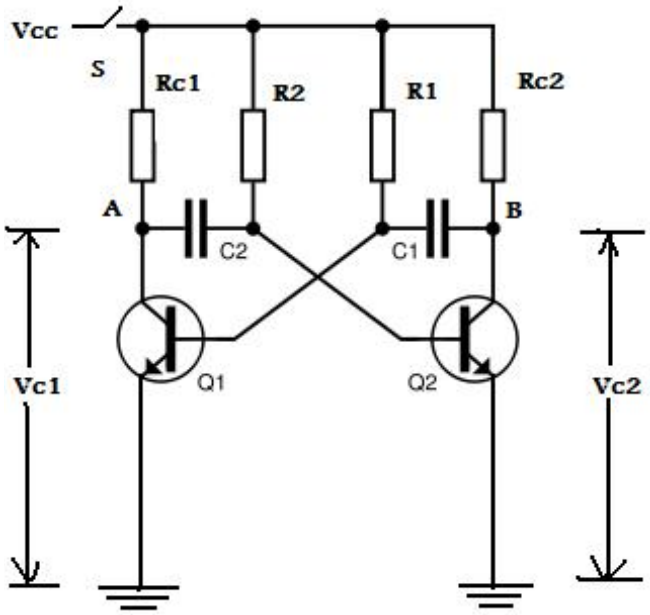
1- अस्टेबल या फ्री रनिंग मल्टीवाईब्रटर (AMV)
2- मोनो स्टेबल या फ्री शॉट मल्टीवाईब्रटर (MMV)
3- बाई स्टेबल या फ्लिफ–फ्लॉप मल्टीवाईब्रटर (BMV)

अस्टेबल या फ्री रनिंग मल्टीवाईब्रेटर (AMV):- ऐसा मल्टीवाईब्रेटर जो कि स्वंय बिना किसी इनपुट टिगर के स्क्वायर वेव जनरेट करता है वह अस्टेबल या फ्री रनिंग मल्टीवाईब्रेटर कहलाता है। इस मल्टीवाईब्रेटर की कोई भी स्टेबल स्टेट नहीं होती है पहला एक ट्रांजिस्टर कन्डक्ट करता है तो अन्य दूसरा ऑफ होता है कुछ समय के बाद दूसरा ट्रांजिस्टर ऑटोमैटिक ऑन होता है तो पहला ट्रांजिस्टर कटऑफ हो जाता है। इस प्रकार मल्टीवाईब्रेटर स्क्वायर वेव जनरेट करता है। इस स्क्वायर वेव की चौड़ाई और इसकी फ्रिक्वेंसी सर्किट नियतांक अर्थात RC समय नियतांक पर निर्भर करती है।



सर्किट डायग्रामः– निम्न चित्र में अस्टेबल मल्टीवाईब्रेटर दर्शाया गया है। यह दो कॉमन इमीटर एम्प्लीफायर से मिलकर बना होता है प्रत्येक से फीड़बैक लिया गया है। फीड़ बैक का रेशो इकाई एंव यह पॉजिटिव होता है क्योंकि 180 डिग्री का प्रत्येक स्टेज में फेज शिफ्ट होता है। इस प्रकार सर्किट में ऑषिलेशन उत्पन्न होते है बहुत अधिक स्ट्रान्ग फीड़बैक सिंग्नल के कारण ट्रांजिस्टर या तो सेच्युरेशन या कॅट ऑफ में ड्राइव होता है।

ट्रांजिस्टर Q_1, Vcc एंव R_1 के द्वारा फारवर्ड बायस होता है जब कि ट्रांजिस्टर Q_2, Vcc एंव R_2 के द्वारा फारवर्ड बायस होता है। कलेक्टर व इमीटर वोल्टेज R_{C1} और R_{C2} के द्वारा, Vcc के साथ निर्धारित होते है। ट्रांजिस्टर Q_1 का ऑउट पुट, ट्रांजिस्टर Q_2 के इनपुट में कैपेसिटर C_2 के द्वारा कॅपल्ड़ होता है। और ट्रांजिस्टर Q_2 का ऑउट पुट, ट्रांजिस्टर Q_1 के इनपुट में कैपेसिटर C_1 के द्वारा कॅपल्ड़ होता है। आउट पुट या तो A या B से लिया जा सकता है इन दो बिन्दुओं से लिया जाने वाला आउट पुट एक दूसरे का फेज रिवर्सल होता है।



सर्किट ऑपरेशनः– जैसे ही पॉवर, स्विच ऑन किया जाता है एक ट्रांजिस्टर कंडक्ट होना प्रारंभ हो जाता है दूसरे ट्रांजिस्टर के पहले, ऐसा इसलिये कि दोनों ट्रांजिस्टर के पैरामीटर समान नहीं हो सकते है। माना कि ट्रांजिस्टर Q_1 ,ट्रांजिस्टर Q_2 से पहले कनड़क्ट करता है। फीड़बैक सिस्टम के कारण ट्रांजिस्टर Q_1 ,तेजी से सेच्युरेशन पर जाता है और ट्रांजिस्टर Q_2 ,तेजी से कट ऑफ पर जाता है।

1. ट्रांजिस्टर Q_1 सेच्युरेशन पर होता है तो सम्पूर्ण Vcc रजिस्टेंस R_{C1} इस प्रकार V_{c1}=0 होगा या ग्राउन्ड पोटेशिन्यल पर होगा।
2. उस स्थिती में ट्रांजिस्टर Q_2 ,कटऑफ होगा अर्थात इस ट्रांजिस्टर से कोई भी करंट प्रवाहित नहीं होता है। इस कारण रजिस्टेंस R_{C2} के एक्रास कोई वोल्टेज ड्राप नहीं होता है। बिन्दु B को वोल्टेज Vcc के बराबर होगा।
3. बिन्दु A जो कि 0 वोल्टेज पर होता है तो कैपेसिटर C_2 रजिस्टेंस R_2 के द्वारा Vcc वोल्टेज से चार्ज होना शुरू कर देता है।
4. जब कैपेसिटर C_2 के एक्रास वोल्टेज प्रर्याप्त हो जाता है (0.7 वोल्ट से अधिक) तो यह ट्रांजिस्टर Q_2को बायस देता है जो फारवर्ड दिशा में होती है जिससे ट्रांजिस्टर Q_2 कन्डक्ट करना प्रारंभ करता है और जल्दी ही सेच्युरेशन पर चले जाता है।

5. V_{c2} का मान कम होता है और कम होकर शून्य हो जाता है जब ट्रांजिस्टर Q_2 सेच्युरेशन को प्राप्त हो जाता है। बिन्दु B का वोल्टेज 0 वोल्ट हो जाता है। यह 0 वोल्ट ट्रांजिस्टर Q_1 के बेस पर कैपेसिटर C_1 के द्वारा नेगेटिव स्वींग देता है। जिससे ट्रांजिस्टर Q_1सेच्युरेशन की स्थिती से निकलकर कॅटऑफ की स्थिती में ड्राईव होता है।
6. अब बिन्दु B, 0 वोल्ट की स्थिती में होता है। तब कैपेसिटर C_1 का चार्जिंग रजिस्टेंस R_1 के द्वारा प्रारंभ होता है।
7. जब कैपेसिटर C_1 का वोल्टेज पर्याप्त हो जाता है जो ट्रांजिस्टर Q_1 फारवर्ड बायस हो जाता है और कंडक्ट करना प्रारंभ करता है।

इसी प्रकार सम्पूर्ण साईकिल की पुनरावृत्ति होती है।

स्विचिग टाईमः– इस प्रकार सिद्ध किया जा सकता है कि ट्रांजिस्टर Q_1 का ऑफ टाईम $T_1=0.69R_1C_1$ होता है और ट्रांजिस्टर Q_1 का $T_2=0.69R_2C_2$

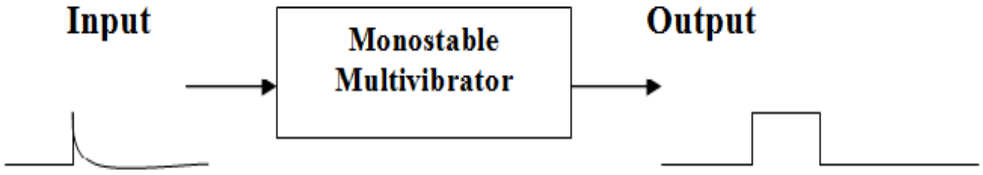
इस प्रकार वेव का सम्पूर्ण टाईम पीरियड़ $T=T_1+T_2= 0.69(R_1C_1+R_2C_2)$

यदि $R_1=R_2=R$ और $C_1=C_2=C$ तब दोनों स्टेजेस सिमेट्रिकल होगी तब –

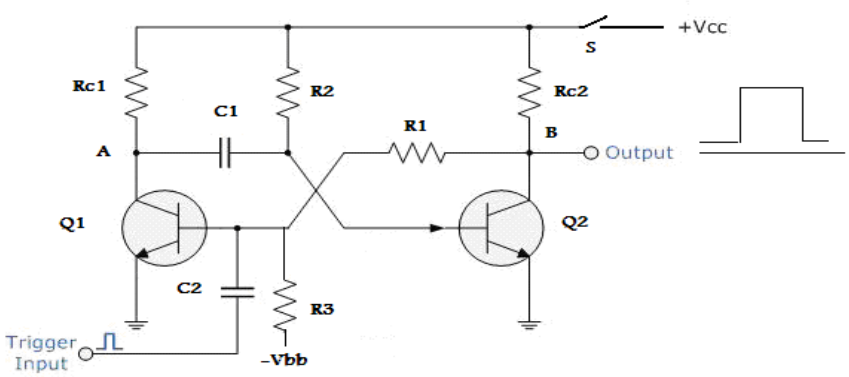
$T= 1.38\ RC$

ऑषिलेशन की फ्रिक्वेंसीः– $f=1/T = 1/1.38RC = 0.7/RC$

मोनो स्टेबल मल्टीवाईब्रेटरः– MMV का सर्किट डायग्राम नीचे दर्शाया गया है। ट्रांजिस्टर Q_1,ट्रांजिस्टर Q_2 से कपल्ड़ होता है किन्तु कपलिंग में अन्तर होता है। इस मल्टीवाईब्रेटर में सिंगल नेरो पल्स सिंगल रेक्टेंग्यूलर पल्स उत्पन्न करती है जिसका ऐम्प्लीट्यूड़, पल्स की चौड़ाई, वेव का शेप निर्भर करता है सर्किट के कम्पोनेन्टस पर न कि ट्रिगर पल्स पर।



सर्किट डायग्रामः–



सर्किट ऑपरेशनः–जब कैपेसिटर C_2 के एक्रास कोई ट्रिगर पल्स नहीं होती है और उसी समय स्विच को ऑन किया जाता है तब–

1. तब Vcc, ट्रांजिस्टर Q_1 और ट्रांजिस्टर Q_2 के कलेक्टर और बेस जक्शन को रिवर्स बायस प्रोवाईड़ करता है और सिर्फ ट्रांजिस्टर Q_2 का इमीटर और बेस जंक्शन को फारवर्ड बायस प्रोवाईड करता है। इस प्रकार ट्रांजिस्टर Q_2 सेच्युरेशन में कनडक्ट करता है।
2. V_{bb} और R_3 ट्रांजिस्टर Q_1 को रिवर्स बायस में होने से इस ट्रांजिस्टर को कटऑफ में रखता है।
3. कैपेसिटर C_1 चार्ज होता है और वह V_{cc} के समीप होता है द्वारा रजिस्टेंस R_{c1}से ग्राउन्ड द्वारा लो रजिस्टेंस पाथ ट्रांजिस्टर के द्वारा प्रोवाईड़ किया जाता है।

इस प्रकार इनिशियल स्टेट को इस प्रकार से प्रदर्शित किया जा सकता है।

(1) ट्रांजिस्टर Q_1 सेच्युरेशन पर कंडक्ट करता है। (2) ट्रांजिस्टर Q_2 कॅट ऑफ होता है।

जब ट्रिगर पल्स को एप्लाई किया जाता है :– जब ट्रिगर पल्स को ट्रांजिस्टर Q_1 पर कैपेसिटर C_2 कि द्वारा एप्लाई किया जाता है। तब मोनोस्टेबल मल्टीवाईब्रेटर, विपरीत अनस्टेबल स्टेट में स्विच हो जाता है जहॉ ट्रांजिस्टर Q_2 कट ऑफ होता है और ट्रांजिस्टर Q_1 सेच्यूरेशन पर कन्डक्ट करता है।

1. यदि धनात्मक पल्स पर्याप्त एम्प्लीट्यूड़ की जो कि ट्रांजिस्टर Q_1 के इमीटर और बेस जक्शन की रिवर्स बायस को फारवर्ड बायस में बदल देती है और ट्रांजिस्टर Q_1 का कंडक्शन प्रारंभ हो जाता है।
2. जैसे ही ट्रांजिस्टर Q_1 का कंडक्शन प्रारंभ होता है तो इस ट्रांजिस्टर के कलेक्टर वोल्टेज रजिस्टेंस R_{L1} के एकास ड्राप होने के कारण गिर जाते है। अर्थात बिन्दु A के वोल्टेज कम होकर नेगेटिव गोइंग वोल्टेज जो कि ट्रांजिस्टर Q_2 को कैपेसिटर C_1 के द्वारा फीड कर दिये जाते है और इस ट्रांजिस्टर की फारवर्ड बायस को कम देते है।
3. इस प्रकार ट्रांजिस्टर Q_2 का कलेक्टर करंट कम होने लगता है और बिन्दु B का पोटैंशियल बढने लगता है और इस प्रकार ट्रांजिस्टर Q_2 कंडक्शन से बाहर आ जाता है।
4. बिन्दु B के पॉजिटिव गोइंग सिग्नल रजिस्टेंस R1 के द्वारा ट्रांजिस्टर Q_1 के बेस पर रजिस्टेंस R_1 के द्वारा फीड़ किये जाते है। जो कि इस ट्रांजिस्टर की फारवर्ड बायस को बढ़ाते है। जिससे ट्रांजिस्टर Q_1 अधिक कंडक्ट करता है और बिन्दु A का पोटैंशियल 0 वोल्ट हो जाता है।

इनिशीयल स्टेबल स्टेट में वापस आना:–

1. जब बिन्दु A अलमोस्ट 0 वोल्ट हो जाता है तो कैपेसिटर C_1 का डिस्चार्ज सेच्युरेटेड़ ट्रांजिस्टर Q_1 और ग्राउन्ड के द्वारा प्रारंभ हो जाता है।
2. जैसे ही कैपेसिटर C_1 डिस्चार्ज होता है तब ट्रांजिस्ट Q_2 के आधार का नेगेटिव पोटैंशियल कम होने लगता है और कैपेसिटर C_1 के पूर्ण रूप से डिस्चार्ज हो जाने पर ट्रांजिस्टर Q_2 कटऑफ से बाहर आ जाता है।
3. ट्रांजिस्टर Q_2 कंडक्ट करता है और बिन्दु B के नेगेटिव गोइंग सिग्नल रजिस्टेंस R_1 के द्वारा ट्रांजिस्टर Q_1 को कट ऑफ में लाते है।

इस प्रकार सर्किट उसकी ओरिजनल स्टेट में वापस आ जाता है। जहॉ ट्रांजिस्टर Q_2 सेच्युरेशन में कंडक्ट करता है और ट्रांजिस्टर Q_1 कट ऑफ में होता है। यह इस स्थिती में तब तक रहता है जब तक कि अन्य दूसरी ट्रिगर पल्स नहीं आ जाती। और सम्पूर्ण सायकल की पुनरावर्ती होती है।

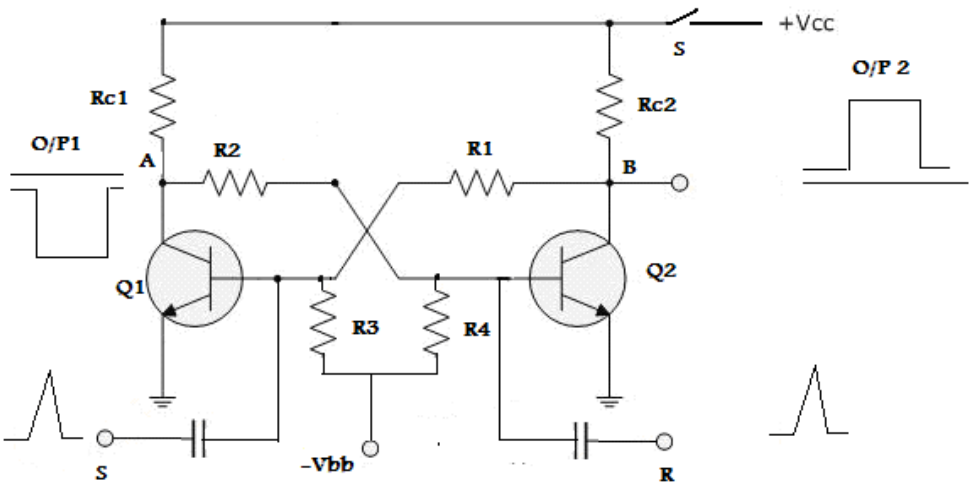
उक्त चित्र में आउटपुट ट्रांजिस्टर Q_2 के कलेक्टर से लिया गया है इसे बिन्दु A से भी लिया जा सकता है। इस वेव की विड्थ टाईम कान्सटेन्ट C_1R_2 के निर्धारित होती है। इस प्रकार मल्टीवाईब्रेटर एक आउटपुट पल्स उत्पन्न करता है, प्रत्येक इनपुट ट्रिगर पल्स के प्राप्त होने पर। इस कारण इसे मोनोस्टेबल या वन शॉट मल्टीवाईब्रेटर कहते है।

पल्स की विड्थ :– $T=0.69R_2C_1$ के द्वारा दी जा सकती है।

<u>बाई–स्टेबल मल्टीवाईब्रेटर:–</u> इस मल्टीवाईब्रेटर का सर्किट डायग्राम नीचे दर्शाया गया है। इस मल्टीवाईब्रेटर की दो एब्सिल्यूट स्टेबल स्टेट होती है। यह इन दो स्टेट में से अनिश्चित रूप से एक में स्टेबिल रहता है जब तक कि पावर सप्लाई मिलती रहती है। यह अपनी स्थिती को तब ही बदलता है जब की अन्य ट्रिगर पल्स प्राप्त नहीं हो जाती है। तब ही यह अपनी पूर्व की मूल स्थिती में वापस जाता है। इस प्रकार एक ट्रिगर पल्स के कारण मल्टीवाईब्रेटर एक स्टेट से दूसरी स्टेट में ''फ्लिप'' होता है और अन्य पल्स मिलने पर वह अपनी पूर्व की स्थिती में वापस लौट आता है अर्थात ''फ्लाप'' हो जाता है इस बाईस्टेबल मल्टीवाईब्रेटर को फ्लिप –फ्लाप सर्किट भी कहते है।

सर्किट डायग्राम:– यह मल्टीवाईब्रेटर अस्टेबल मल्टीवाईब्रेटर से निम्न कारणों से अलग होता है।

1. बेस रजिस्टर को V_{CC} से जोड़ा नहीं जाता बल्कि कॉमन सोर्स $-V_{BB}$ से जोड़ा जाता है।
2. फीड़बैक दो रजिस्टर के द्वारा कॅपल्ड़ होता है न कि कैपेसिटर के द्वारा।

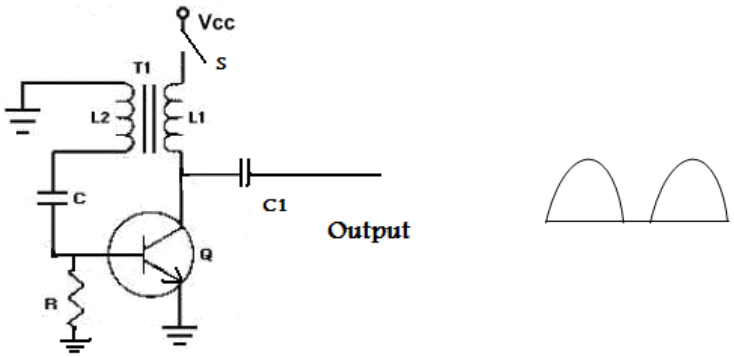


सर्किट ऑपरेशनः– जब ट्रांजिस्टर Q_1 कंडक्ट करता है उस स्थिती में बिन्दु A, 0 वोल्ट के समीप होगा जो कि ट्रांजिस्टर Q_2 के बेस को नेगेटिव वोल्टेज देगा (पोटैंशीयल डिवाईडर R_2–R_4 के द्वारा) जो कि ट्रांजिस्टर Q_2 को ऑफ रखेंगे। इसी प्रकार ट्रांजिस्टर Q2 के ऑफ होने पर पोटैंशियल डिवाईडर V_{CC} से $-V_{BB}$ (R_{C2}, R_1, R_3) इस प्रकार डिजाईन किये गये है कि जो ट्रांजिस्टर Q_1 के बेस को 0.7 वोल्ट पर रखते है और ट्रांजिस्टर Q_1 कंडक्ट करता है। इस स्थिती में ट्रांजिस्टर Q_1, ट्रांजिस्टर Q_2 को ऑफ रखता है और ट्रांजिस्टर Q_2, ट्रांजिस्टर Q_1 को ऑन रखता है।

माना कि एक धनात्मक पल्स R को दी जाती है तो जिससे ट्रांजिस्टर Q_2 कंडक्ट करता है और इसके कलेक्टर का वोल्टेज 0 वोल्ट के समीप हो जाता है जो कि ट्राजिस्टर Q_1 को ऑफ कर देता है। तद्नुसार बाईस्टेबल मल्टीवाईब्रेटर अन्य स्थिती में स्विच हो जाती है। इसी प्रकार एक धनात्मक पल्स S पर एप्लाई की जाती है तो बाईस्टेबेल मल्टीवाईब्रेटर अपनी पूर्व मूल स्थिती में स्विच बैक हो जाता है।

ट्राजिस्टर ब्लॉकिंग ऑसिलेटरः–

सर्किट डायग्राम–



जैसे ही स्विच S को ऑन किया जाता है तो ट्राजिस्टर के ईमीटर और बेस जंक्शन के मध्य Vcc के कारण फारवर्ड बायस होने से बेस करंट रेपिडली बढ़ता है। इस कारण इसका कलेक्टर करंट रेपिडली बढ़ता है। बढता हुआ कलेक्टर करंट क्वाईल L_1 से बहता है तो यह क्वाईल L_2 में ई.एम.एफ. इंड्युस्ड हो जाता है। क्वाईल L_1 और L_2 की कपलिंग इस प्रकार होती है कि क्वाईल L_2 का ग्राउन्ड सिरा नेगेटिव और क्वाईल L_2 का निचला सिरा पॉजिटिव होता है। क्वाईल L_2 का यह पॉजिटिव वोल्टेज कैपेसिटर C के द्वारा ट्रांजिस्टर Q के बेस में एप्लाई होता है। जो कि ट्रांजिस्टर के ईमीटर और बेस के फारवर्ड बायस को बढ़ाता है जिससे कलेक्टर करंट और बढ़ता है। ट्रांजिस्टर तेजी से सेच्युरेशन पर चला जाता है और इस स्थिती में कोई कलेक्टर करंट नहीं बहता है और क्वाईल L_2 पर कोई इंड्यूजड ई.एम.एफ. वोल्टेज नहीं होता है जो कि ट्रांजिस्टर Q को एप्लाई किया जा सके।

कैपेसिटर C जो कि पूर्व में चार्ज हो चुका था जो कि नेगेटिव चार्ज रखता है, ट्रांजिस्टर Q के बेस को नेगेटिव चार्ज देता है जो कि इमीटर और बेस जंक्शन को रिवर्स बायस देता और ट्रांजिस्टर Q कटऑफ में चला जाता है।

ट्रांजिस्टर Q कटऑफ में रहता है और कैपेसिटर रजिस्टेंस R के द्वारा डिस्चार्ज होना शुरू कर देता है । जब कैपेसिटर की प्रर्याप्त मात्रा का चार्ज लिकेज हो जाता है तो ईमीटर और बेस का रिवर्स बायस दूर हो जाता है और फारवर्ड बायस स्थापित हो जाता है। और ट्रांजिस्टर Q कटऑफ से बाहर आ जाता है और उसका कलेक्टर करंट पुनः बढने लगता है। और इस प्रकार ऑपरेशन की सम्पूर्ण सायकल रिपीट होती है।

इस ऑषिलेटर के आउटपुट में शार्प और नेरो पल्स प्राप्त होती है।

वोल्टेज कन्ट्रोल्ड़ ऑषिलेटरः– वोल्टेज कन्ट्रोल्ड़ ऑषिलेटर सर्किट का उपयोग ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी को इलेक्ट्रॉनिकली ट्यूनिंग के लिये किया जाता है। वोल्टेज कन्ट्रोल्ड़ ऑषिलेटर के बहुत उपयोग है जैसे– रेडियो की ट्यूनिंग के लिये, ऑटोमैटिक फ्रिक्वेंसी कन्ट्रोल के लिये, और फेज लॉक लूप के लिये। इस ऑषिलेटर में वैरेक्टर डॉयोड का उपयोग किया जाता है। इस डॉयोड का कैपेसिटेंस रिवर्स वोल्टेज बदलने पर बदलता है।

वैरेक्टर डायोड़ का प्रभावी कैपेसिटेन्स $C= \varepsilon A/W$ होता है।

जहॉ ε = सेमीकंडक्टर मटैरियल की परमिटीविटी है।

A= जंक्शन का क्षेत्रफल है।

W= स्पेस चार्ज क्षेत्र की विड्थ है।

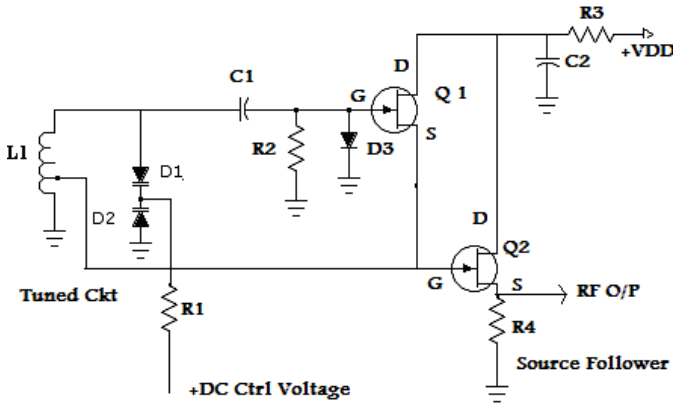
स्पेस चार्ज क्षेत्र की विड्थ लगाये गये रिवर्स वोल्टेज के वर्गमूल के लगभग समानुपाति होती है।

अर्थात $W= \sqrt{V_R}$

इस प्रकार वेरेक्टर डॉयोड़ का कैपेसिटेन्स $C = \varepsilon A / \sqrt{V_R}$

स्पेस चार्ज क्षेत्र का क्षेत्रफल व परमिटीविटी नियत है तो $C= K / \sqrt{V_R}$

सर्किट डायग्राम :–



Ckt of Voltage Controlled Oscillator (VCO)

D1 and D2 are Capacitive Diodes used to control the oscillator freq.
Q1&Q2 are field effect transistor

ट्रांजिस्टर Q_1 हार्टले ऑषिलेटर ट्रांजिस्टर है।

डॉयोड़ D_1 और D_2 वैरेक्टर डॉयोड्स है।

क्वॉइल L_1 ऑषिलेटर क्वाईल है।

कैपेसिटर C_1 कपलिंग कैपेसिटर है।

रजिस्टेन्स R_2 ट्रांजिस्टर Q_1 के गेट पर रिटर्न डी.सी. वोल्टेज प्रदान करता है।

डॉयोड़ D_3 सिग्नल को रैक्टिफाय कर ट्रांजिस्टर Q_1 के गेट पर सिग्नल बायसिंग प्रदान करता है।

कैपेसिटर C_2 ड्रेन इलेक्ट्रोड़ के लिये RF बाई पास कैपेसिटर है।

रजिस्टेन्स R_3 ट्रांजिस्टर Q_1 व ट्रांजिस्टर Q_2 के ड्रेन को वोल्टेज प्रदान करता है।

V_{DD} डी.सी. सप्लाई वोल्टेज है जो कि ट्रांजिस्टर Q_1 व ट्रांजिस्टर Q_2 के ड्रेन को वोल्टेज प्रदान करता है।

ट्रांजिस्टर Q_2 सोर्स फालोअर ट्रांजिस्टर Q_1 हार्टले ऑषिलेटर का भाग है। ट्यूनड़ सर्किट टेप्ड़ क्वाईल और कैपेसिटिव डॉयोड़ D_1 और D_2 से मिलकर बना होता है। इन दोनों डायोड़ के कैथोड़ पर धनात्मक डी.सी. वोल्टेज जो कि डायोड्स के लिये रिवर्स बायस होता है रजिस्टेन्स R_1 के द्वारा दिया जाता है। इस प्रकार इस रिवर्स वोल्टेज से वेरेक्टर डॉयोड्स का कैपेसिटेन्स बदलता है जिससे ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी बदलती है। दो डॉयोड् का उपयोग सिरिज में किया जाता है जिससे ऑषिलेटर के वोल्टज का प्रभाव दोनों डायोड् पर संतुलित हो सके।

ऑषिलेटर का आउटपुट ट्रांजिस्टर Q_1 के सोर्स इलेक्ट्रोड़ से ट्रांजिस्टर Q_2 के गेट पर डायरेक्टली कपल्ड़ होता है। ट्रांजिस्टर Q_2 स्टेज का प्रयोग बफर स्टेज के रूप में किया जाता है जिससे कि लोड़ ट्रांजिस्टर Q_2 स्टेज से कनेक्ट हो न कि ट्रांजिस्टर Q_1 स्टेज से, क्यों कि लोडिंग इफेक्ट नहीं होने के कारण ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी स्टेबिलिटी अधिक होती है।

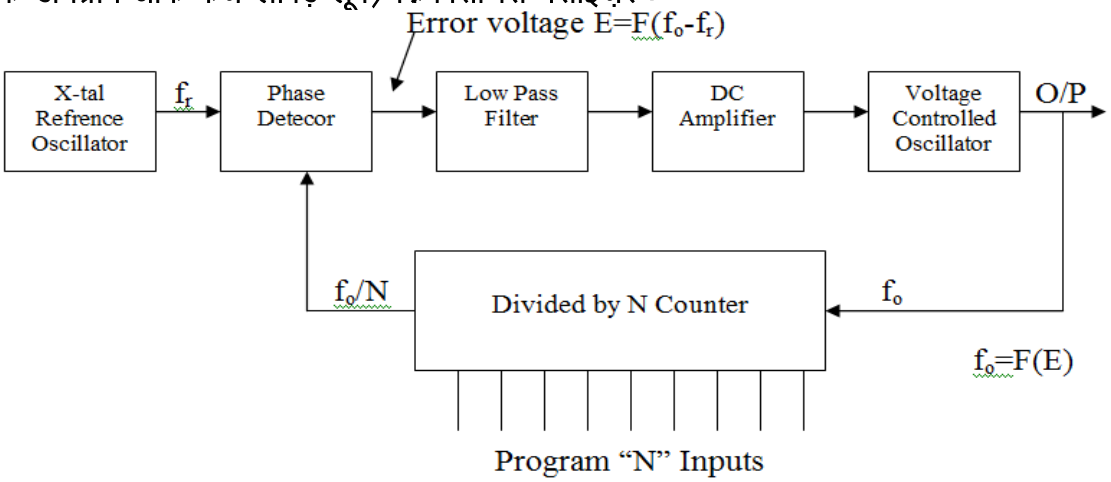
वोल्टेज कन्ट्रोल्ड़ ऑषिलेटर के उपयोगः–1. इस ऑषिलेटर की आउटपुट फ्रिक्वेंसी डी.सी वोल्टेज के द्वारा कन्ट्रोल्ड होती है।

3. डी.सी. कन्ट्रोल्ड़ वोल्टेज को मैन्यूअली एड़जस्ट किया जा सकता है।
4. डी.सी. वोल्टेज को ऑटोमैटिकली भी एड़जस्ट किया जा सकता है।
5. इस ऑषिलेटर के साथ फेज लॉक्ड़ लूप सर्किट का भी उपयोग किया जाता है।

फेज लॉक्ड़ लूप/फ्रिक्वेंसी सिन्थेसाईज़र :– फ्रिक्वेंसी सिंथेसाईजर का हदय फेज लॉक्ड लूप होता है। फेज लॉक्ड़ लूप सर्किट का उद्देश्य वेरियेबल फ्रिक्वेंसी ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी को एक फ्रिक्वेंसी पर लॉक किया जाना है जिसमें एक स्टैण्डर्ड फ्रिक्वेंसी और उसके फेज ऐन्गल को रिफ्रेन्स के रूप में उपयोग किया जाता है। जिससे ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी ऐक्यूरेसी, स्टैण्डर्ड फ्रिक्वेंसी के समान हो जाती है।

इस विधि में फेज डिटेक्टर का उपयोग किया जाता है जो कि दो फ्रिक्वेंसियों की तुलना करता है। यदि फेज में कोई अंतर होता है तो त्रुटि सिग्नल बनता है जो कि यह दर्शाता है कि यह ऑषिलेटर, स्टैण्डर्ड ऑषिलेटर से कितना अलग है। यह ऐरर या त्रुटि सिग्नल डी.सी. कंट्रोल्ड़ वोल्टेज होते है जो ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी को करेक्ट करते है।

ब्लॉक डायग्राम ऑफ फेज लॉक्ड़ लूप/फ्रिक्वेंसी सिन्थेसाईज़र :–



वोल्टेज कन्ट्रोल्ड़ ऑषिलेटरः– जो f_o फ्रिक्वेंसी जनरेट करता है। जो कि डी.सी. कन्ट्रोल वोल्टेज से निम्न फंक्शन में होती है।

$$f_o = F(E)$$

जहॉ E डी.सी. कन्ट्रोल्ड़ वोल्टेज या ऐरर वोल्टेज है। यह E डी.सी. कन्ट्रोल्ड़ वोल्टेज वी.सी.ओ. की फ्रिक्वेंसी को क्रिस्टल ऑषिलेटर या स्टैण्डर्ड फ्रिक्वेंसी ऑषिलेटर की फ्रिक्वेंसी और फेज के अनुसार लॉक करता है।

डिवाईडेड बाई N काउन्टर :– यह एक डिजिटल काउन्टर सर्किट होता है जो कि इनपुट फ्रिक्वेंसी को N भागों में विभाजित करता है। यह विभाजन का अनुपात यदि प्रोग्रामेबल काउन्टर है तो उसे प्रोग्रामिंग के द्वारा प्रोग्राम कर परिवर्तित किया जा सकता है। डिवाईडिड बाई N काउन्टर की आउटपुट फ्रिक्वेंसी f_o / N के बराबर होती है।

फेज डिटेक्टर सर्किटः– फेज डिटेक्टर या कम्परेटर सर्किट में दो डॉयोड का उपयोग बैलेन्स रेक्टीफायर सर्किट के रूप में उपयोग किया जाता है। इसके दो इनपुट होते है एक रिफ्रेरेन्स क्रिस्टल ऑषिलेटर फ्रिक्वेंसी f_r और काउन्टर आउटपुट का सिग्नल (f_o / N) फेज कम्प्रेरटर सर्किट होता है जो कि डी.सी. सिग्नल वोल्टेज या ऐरर वोल्टेज उत्पन्न करता है, जिसका एम्प्लीट्युड़ रिफ्रेरेन्स ऑषिलेटर फ्रिक्वेंसी और काउन्टर आउटपुट फ्रिक्वेंसी के अन्तर के बराबर होता है।

$$E= F (f_o- f_r)$$

लो पास फिल्टरः– यह RC लो पास सर्किट होता है जो कि फेज डिटेक्टर के रेक्टीफाईड़ आउटपुट से ए.सी. सिग्नल परिवर्तन को हटाता है। इस प्रकार लो पास फिल्टर का आउटपुट ए.सी. परिवर्तन से मुक्त होता है। इस फिल्टर्ड डी.सी. वोल्टेज को डी.सी. एम्प्लीफायर में फीड़ कर दिया जाता है।

डी.सी. एम्प्लीफायर– यह एम्प्लीफायर आने वाले डी.सी. ऐरर कन्ट्रोल वोल्टेज को एम्प्लीफाई करता है जिससे अच्छा नियंत्रण प्राप्त हो सके।

जब दो फ्रिक्वेंसी का फेज अन्तर शून्य होता है तो इस स्थिती में फेज डिटेक्टर का आउटपुट एक्जेक्टली उतना होता हे जितना की वी.सी.ओ. की फ्रिक्वेंसी ऐक्जेक्ट $N f_r$ हो। यदि दोनों में फेज अन्तर होता है तो बायस वोल्टेज जो कि फेज डिटेक्टर में उत्पन्न होते है उसे वी.सी.ओ.में एप्लाई किया जाता है जो कि वी.सी. ओ. की फ्रिक्वेंसी को अधिक या कम दिशा में परिवर्तित कर ऐक्जेक्ट स्थिती में ले आता है।

$$f_r = f_o / N$$

$$f_o = N f_r$$

आउटपुट फ्रिक्वेंसी को डिवाईडेड बाई– N परिवर्तित होने पर परिवर्तित किया जा सकता है।

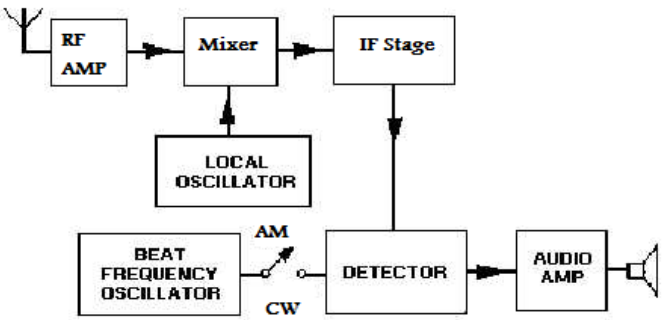
ऑपरेटिंग मोडः– वी.सी.ओ. के लिये पी.एल.एल. सर्किट के तीन ऑपरेटिंग मोड़ होते है। फ्री रनिंग मोड़, कैप्चर मोड़ और लॉक्ड़ मोड़।

फ्री रनिंग मोड़ः– यदि f_o, f_r की तुलना में अत्यधिक दूर होती है तो पी.एल.एल. सर्किट वी.सी.ओ. को लॉक नहीं कर सकता है। इस स्थिती में वी.सी.ओ. फ्री रनिंग की स्थिती में कार्य करता है।

कैप्चर मोड़ः– जब वी.सी.ओ. की फ्रिक्वेंसी पी.एल.एल. सर्किट के रेंज में होती है जो डी.सी. कन्ट्रोल वोल्टेज जनरेट करती है जो दो फ्रिक्वेंसीयों के अन्तर को कम करता है इस स्थिती को कैप्चर मोड़ कहते है।

लॉक्ड इन मोड़ – जब f_o ऐक्जेक्टली f_r के तुल्य होती है तो इस स्थिती में वी.सी.ओ. लॉक इन स्टेट में कहलाता है। इस स्थिती में पी.एल.एल. वी.सी.ओ. को लाक्ड स्थिती में होल्ड़ करता है जब तक की डी.सी. कन्ट्रोल वोल्टेज एप्लाई किये जाते है।

<u>बीट फ्रिक्वेंसी ऑषिलेटरः–</u> बीट फ्रिक्वेंसी ऑषिलेटर की आवश्यकता कैरियर वेव ट्रांसमिशन में केरियर वेव सिग्नल को प्राप्त किये जाने के लिये होती है। कैरियर वेव ट्रांसमिशन में ऑडियो सिग्नल को कैरियर के साथ मॉडूलेट नहीं किया जा सकता है। कम्यूनिकेशन रिसिवर में AM और CW दोनो के लिये एम्प्लीफिकेशन, मिक्सर, लोकल ऑशिलेटर, आई.एफ. एम्प्लीफायर का समान कार्य होता है। किन्तु CW सिग्नल डिटेक्टर स्टेज पर पहुँचने पर सिंगल फ्रिक्वेंसी सिग्नल होते है जिसमें साईड बैन्ड कम्पोनेन्ट नहीं होते है। डिटेक्टर स्टेज के पश्चात आडियो फ्रिक्वेंसी के आउटपुट प्राप्त करने के लिये CW सिग्नल को किसी अन्य फ्रिक्वेंसी के RF सिग्नल से बीट (हेट्रोडाईन) किया जाना होगा। यह पृथक सिग्नल एक अन्य ऑसिलेटर के द्वारा प्राप्त किया जाता है जिसे बीट फ्रिक्वेंसी ऑसिलेटर कहते है। यह बींटिंग या हेट्रोडाईन की प्रक्रिया डिटेक्टर स्टेज में होती है। इसके लिये द्वितीय मिक्सर (डिटेक्टर) का प्रयोग किया जाता है, प्रथम मिक्सर का नहीं क्यों कि प्रथम मिक्सर का उपयोग सामान्यतः ऑटोमैटिक गेन कन्ट्रोल के रूप में होता है।



यदि आई.एफ. फिक्वेंसी 455 किलो हर्टज है तो बी.एफ.ओ. की फ्रिक्वेंसी 456 किलो हर्टज या 454 किलो हर्टज पर ट्यून होगी एव इस प्रकार ऑउटपुट में 1 किलो हर्टज की फ्रिक्वेंसी की टोन सुनाई देती है। बी. एफ.ओ. फ्रिक्वेंसी को कम्प्यूनिकेशन रिसवर के फ्रन्ट पैनल के द्वारा ट्यूनड किया जा सकता है। जब हम बी. एफ.ओ. फ्रिक्वेंसी को बदलते है तो प्राप्त होनी वाली टोन में परिवर्तन होते है।

000

लेखक – उ.नि. रे. राजेन्द्र स्वामी

बिषय सामग्री का संदर्भ –

Osicalltor

1. Basic Electronics- B.L.Theraja
2. Principles of Electronics – V.K.Mehata
3. Internet Web Sites