

اوسيلاتورها

یک اوسيلاتور چیست؟

اوسيلاتورها برای ساختن موج حامل انرژی رادیویی و صوتی در مدارات رادیویی استفاده می شوند. و اصولاً دارای خروجی موج سینوسی هستند. گرچه شکل موجها میتوانند مانند موج مربعی یا دندانه اریه ای متفاوت باشند. شکل موج های سینوسی ممکن است **dc** یا **ac** باشند.

اوسيلاتور های استفاده شده در مدارات رادیو فرکانسی همیشه بخشهایی با توان کم هستند (البته در مقایسه با ژنراتورهای **ac** پر توان). با وجود این ژنراتورهای ولتاژ **ac** با الکترونیکی در این که هر دو تولید موج سینوسی الکتریکی میکنند به هم شبیه هستند. تفاوت ژنراتورهای **ac** با الکترونیکی در این است که اسيلاتور الکترونیکی می تواند خروجی ای در محدوده فرکانسی **۱۰ mhz** بدهد. اسيلاتور های ویژه می توانند خروجی در حدود فرکانس میکرو تولید کنند.

خروجی فرکانس رادیویی ساخته شده توسط یک اوسيلاتور در شکل اصلی آن یک موج حامل با توان کم می باشد. در یک فرستنده یا گیرنده رادیویی تا چندین اوسيلاتور ممکن است به کار برده شود. ما قصد داریم تا چندین نوع مختلف از اوسيلاتورها و مدارهای مربوط به آنها را در این مبحث نمایش دهیم. به شما توصیه میکنیم در مورد مداراتی که هیچ اطلاعاتی از جزئیات مدارات آنها ندارید نگران نباشید. شما لازم دارید تا نحوه کار کرد هر یک از مدارات اوسيلاتور ها را یاد بگیرید. به طور مثال شما نوع نام اوسيلاتور نمایش داده شده را خواهید دانست. اوصول و مبانی بنیادی از عملکرد اوسيلاتور را میتوان برای هر نوع از آن شرح داد و شما یک نوع تکرار در مضمون درونی همه نوع اوسيلاتور را خواهید یافت.

شرایط لازم برای نوسان

اگر هر مداری لوازم ذکر شده در منابع را داشته باشد آن مدار خواه یا نه خواه نوسان خواهد کرد.

۱. تقویت کنندگی

۲. وسیله مولد فرکانس

۳. فیدبک مثبت (احیاء)

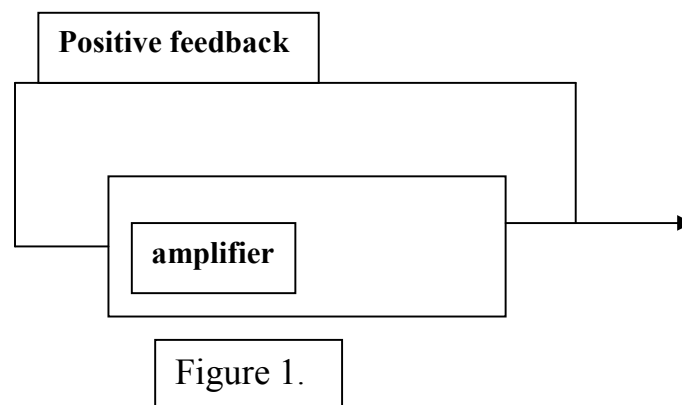
در یک اوسيلاتور فاکتور های بالا عمداً درون طراحی مدار لحاظ می شوند. بخشهای ۱ و ۳ اکثراً در بیشتر آمپلی فایر ها اتفاق می افتد.

به همین خاطر در مورد استفاده از آمپلی فایر ها برای محدود کردن یا کنترل نوسان بخصوص در مورد سومین قسمت یعنی فیدبک مثبت بسیار باید دقت کرد. هر آمپلی فایر ساخته شده با فیدبک مثبت مناسب به خودی خود شروع به نوسان خواهد کرد. آمپلی فایرها در ظاهر برای نوسان کردن نیستند، قابلیت آنها تقویت کردن است گرچه آمپلی فایر های زیادی به آسانی شروع به نوسان میکنند که برای ما نا مطلوب است.

یک آمپلی فایر که به طور نا خواسته فیدبک مثبت دارد تبدیل به یک اوسیلاتور خواهد شد و به صورت نهفته باعث تداخل می شود.

این نوع آمپلی فایر ها سیگنال نویسی تولید میکنند به جای اینکه سیگنال را تقویت کنند. این نوع مولد های سیگنالهای نا خواسته میتوانند باعث تداخل شوند.

یک اوسیلاتور عمومی در شکل ۱ نشان داده شده است که آمپلی فایر آن از هر نوع با فیدبک مثبت میتواند باشد.



مثال: اگر صدای خارج شده از بلندگو ها در یک مجلس یا مکان عمومی به میکروفونهای همان سیستم صوتی برگردد نویسان اتفاق می افتد. در بحث های رادیویی (**audio circles**) به نام فیدبک شناخته می شود. این عمل باعث می شود که آمپلی فایر صدائی شبیه صوت زدن تولی کند. حال زمانی که این حالت در فرکانس رادیویی اتفاق می افتد شما صدای آن را نمی شنوید چون نویسان آن خارج از محدوده شنوایی انسان است اما در عمل همان اثر آمپلی فایر و سیستم صوتی را دارد.

وسیله مولد فرکانس

وسیله مولد فرکانس معمولاً یک مدار رزونانس **LC** یا یک کریستال کوارتز می باشد. یک تکه از کریستال کوارتز میتواند یک اوسیلاتور پایدار را بسازد. به قطعات اضافه شده در اثرات پیزو الکتریک نیز نگاهی بیاندازید.

پایداری

برای تضمین پایداری مناسب یک اوسیلاتور **LC** باید:

۱. داشتن نسبت بالای **C** به **L**

۲. داشتن یک منبع ولتاژ تثبیت شده
۳. داشتن جدا سازی خوب ما بین اوسيلاتور و بار آن
۴. به کار گرفتن قطعانی که ضریب دمائی کمتری داشته باشند
۵. در برابر تغییرات بالای دمائی محافظت شود
۶. همه قطعات از لحاظ مکانیکی مستحکم باشند

DRIFT (رانش - سوق دهی)

Drift یک نوع تغییرات نا خواسته در فرکانس خروجی یک اوسيلاتور را گویند. یکی از اصلی ترین علل ایجاد **drift** در اوسيلاتور های **LC** تغییرات ظرفیتی نا خواسته در مدار می باشد. این تغییرات ظرفیتی ناشی از اثرات تغییرات دمائی است. اگر خازن به کار گرفته شده (درست شده) در مقایسه با اندوکتانس مدار مولد فرکانس بالا باشد در صد تغییرات به وجود آمده کمتر از خازن کوچک تر به وجود خواهد بود. و به سادگی داشتن یک خازن بزرگ در مقایسه با اندوکتانس یک پایداری ظرفیتی به وجود خواهد آورد و باید توجه داشت که هردو این موارد وابسته به قدرت مکانیکی و اثرات دمائی قطعات است. به نظر ما پایداری بیشتر با افزودن نسبت **C** به **L** بدست می آید.

تقویت کننده بافر

یک تقویت کننده بافر ثبات فرکانسی یک اوسيلاتور را با جدا سازی آن از بار بهبود می بخشد. یک اوسيلاتور قابلیت رساندن توان بالا به مدارات دیگر را به تنهایی ندارد. اگر توان زیادی از اوسيلاتور کشیده شود ممکن است فرکانس آن کاهش یابد یا حتی به بدی افت کند که آن باعث خطا یا کاهش در نوسان میشود. آمپلی فایر افر بلافاصله بعد از اوسيلاتور در مدار قرار می گیرد. یک آمپلی فایر بافر امپدانس ورودی زیادی دارد و به همین خاطر توان کم یا هیچ توانی از مدار اوسيلاتور نمی کشد. بافر باید بهره کافی داشته باشد تا موقعیت مورد نظر را با توان قابل استفاده بدون بار گذاری روی اوسيلاتور را تامین کند.

Chirping

در فرستنده های تلگراف (مورس کد) مکان هائی که کلید زنی می شوند (توسط کلید های مورس) نباید به اوسيلاتور نزدیک باشد وگرنه باعث **chirping** در اوسيلاتور می شود. صدای **chirping** شبیه تغییرات سریع و کوتاه در فرکانس است و خیلی شبیه جیر جیر کردن قناری است.

آنچه که اتفاق می افتد ناشی از تغییرات سریع بار روی اوسيلاتور است که زمان کلید زنی تلگرافی روی می دهد. و این عمل اوسيلاتور را تضعیف می کند و به این دلیل خروجی فرکانس کم می شود. **Chirp** ثابت ماندن اوسيلاتور به فرکانس جدید می باشد.

میان پرده (**interlude**)

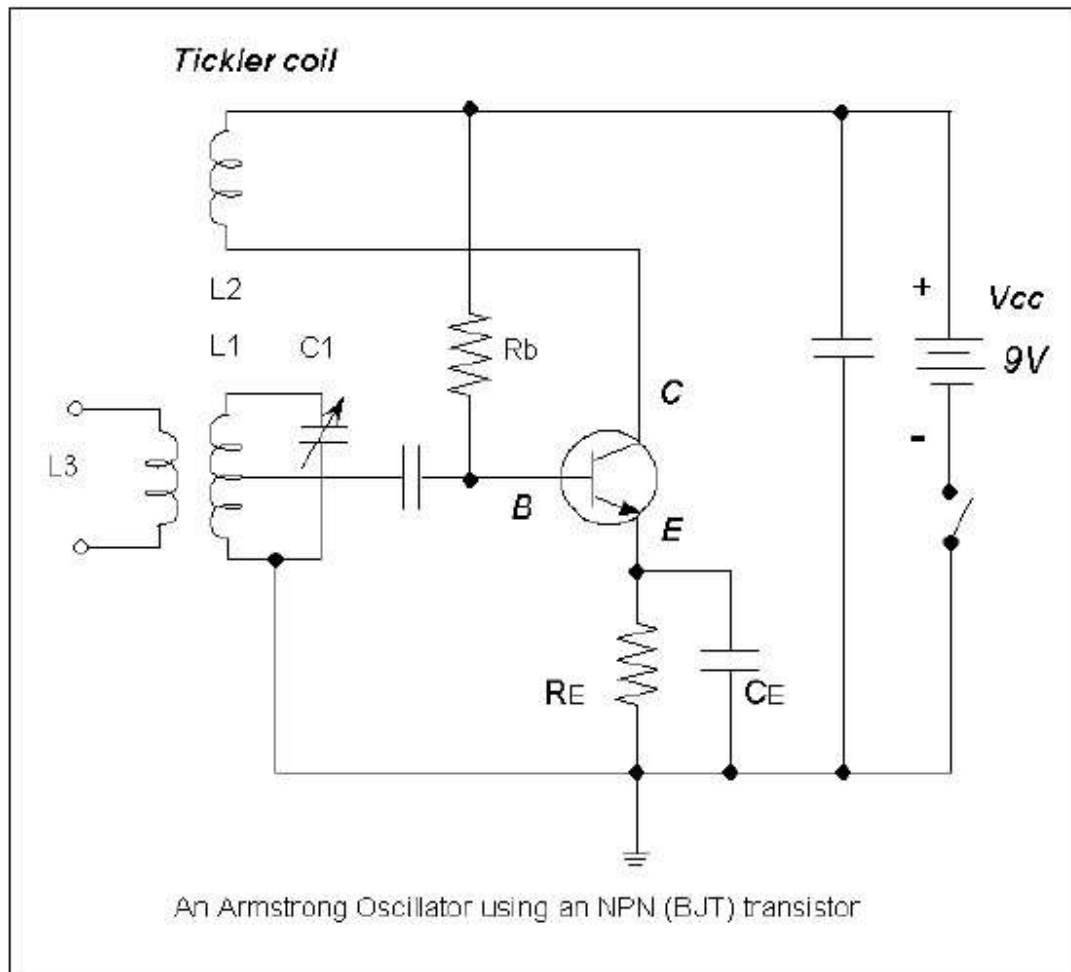
زمانی که ما داخل تعداد متفاوتی از اوسيلاتور را بررسی میکنیم شما مفهوم مشترکی بین آنها خواهید یافت و من می خواهم شما به این نکات پی ببرید .

۱. نوع قسمت فعال به کار گرفته شده (به هر حال نوع اوسيلاتور نمایان کننده وسیله فعال استفاده شده نیست)
۲. قطبیت منبع تغذیه و اینکه آیا صحیح است یا نه !!
۳. چه طور فیدبک (احیاگر) کار می کند...
۴. وسیله مولد فرکانس چیست؟

اگر لازم باشد که قسمتی از مدار را به خاطر داشته باشید من در متن درس نسبت به آن تاکید خواهم کرد. حروف و اعداد اختصاری که من برای قطعات استفاده می کنم به صورت عمومی هستند و لازم نیست آنها را حفظ کنید یا به خاطر داشته باشید.

اوسيلاتور **armstrong**

Figure 2.



در شکل ۲ یک ترانزیستور **BJT** از نوع **NPN** به عنوان بخش فعال استفاده شده است. **L2** مورد استفاده **ticklercoil** نامیده می شود و مشخص کننده عملکرد یک اوسیلاتور آرمسترانگ است. **L2** موج احیاگر را برای ورودی **BJT** تهیه می کند و این کار را با استفاده از تزویج القایی با **L1** انجام می دهد. برخی از سیگنالهای خروجی مدار با استفاده از تزویج القایی توسط **L2** به ورودی مدار بر می گردد.

بیس ترانزیستور مدار حاوی مدار موازی شده **C1** و **L1** می باشد. این مدار فرکانس کار مدار را تولید می کند. **C1** به صورت متغیر است تا فرکانس مدار را بتوان تغییر داد.

اتصالات تهیه شده برای **tickler** از سمت راست هستند. تا فیدبک مثبت باشد (احیاگر) و نوسان تداوم یابد.

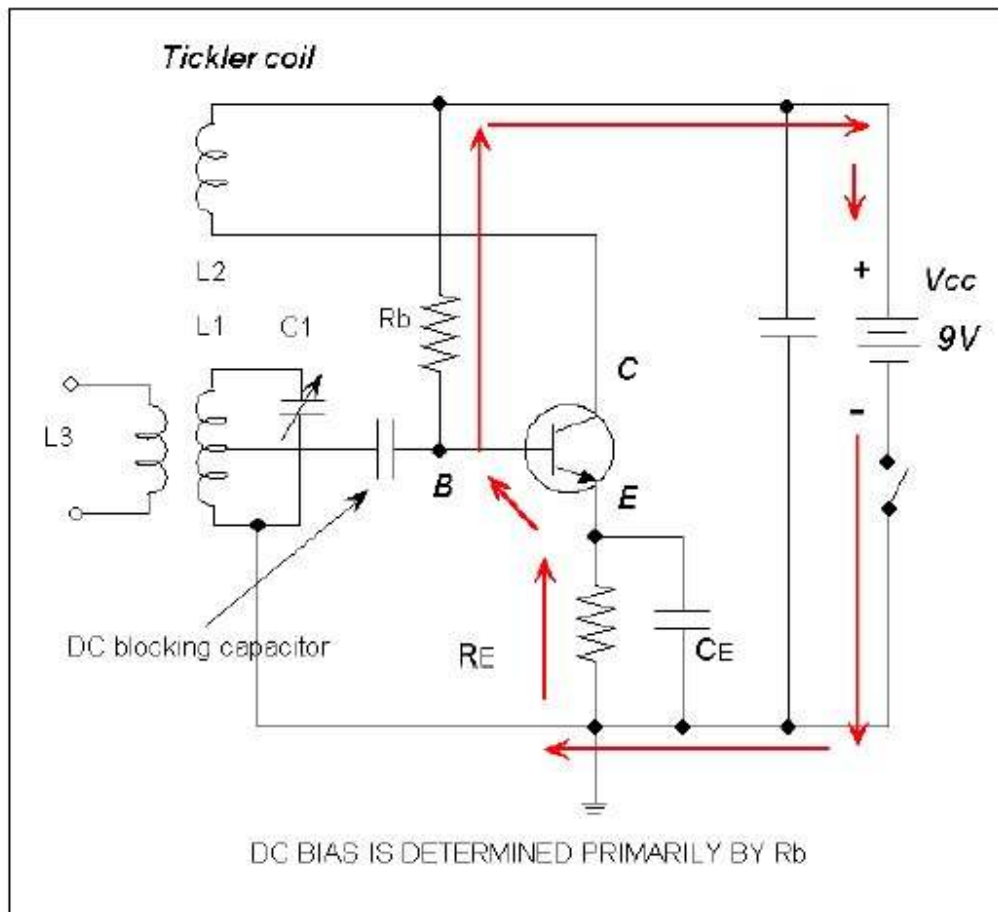
اگر **tickler** به صورت اشتباه اتصال داده شود فیدبک منفی خواهد بود (میرا کننده) و مدار عمل نخواهد کرد.

R b مقدار مناسب جریان بایاس را تهیه می کند. جریان بایاس **DC** شارش میابد یا (منفی) از طریق **R E** به امیتر و از طریق **R b** از بیس خارج شده و به مثبت بر می گردد.

مقدار **r b** و در اندازه کمتر **RE** مقدار جریان بایاس **DC** را ایجاد می کنند. **RE** پایداری امیتر را از طریق از بین بردن اثرات گرمائی باعث میشود و **CE** خازن بای پس امیتر است. ما نمی خواهیم سیگنال نوسان هم از طریق **RE** شارش یابد , همانند همه جریانهای که فیدبک مثبت تولید میکند و از طریق **RE** عبور میکنند. عملکرد **RE , CE** در آموزشهای قبلی توضیح داده شده است.

مدار شکل ۳ شماتیک مدار را نمایش میدهد و اینکه چگونه جریان بایاس **DC** در اوسيلاتور آرمسترانگ جاری می شود.

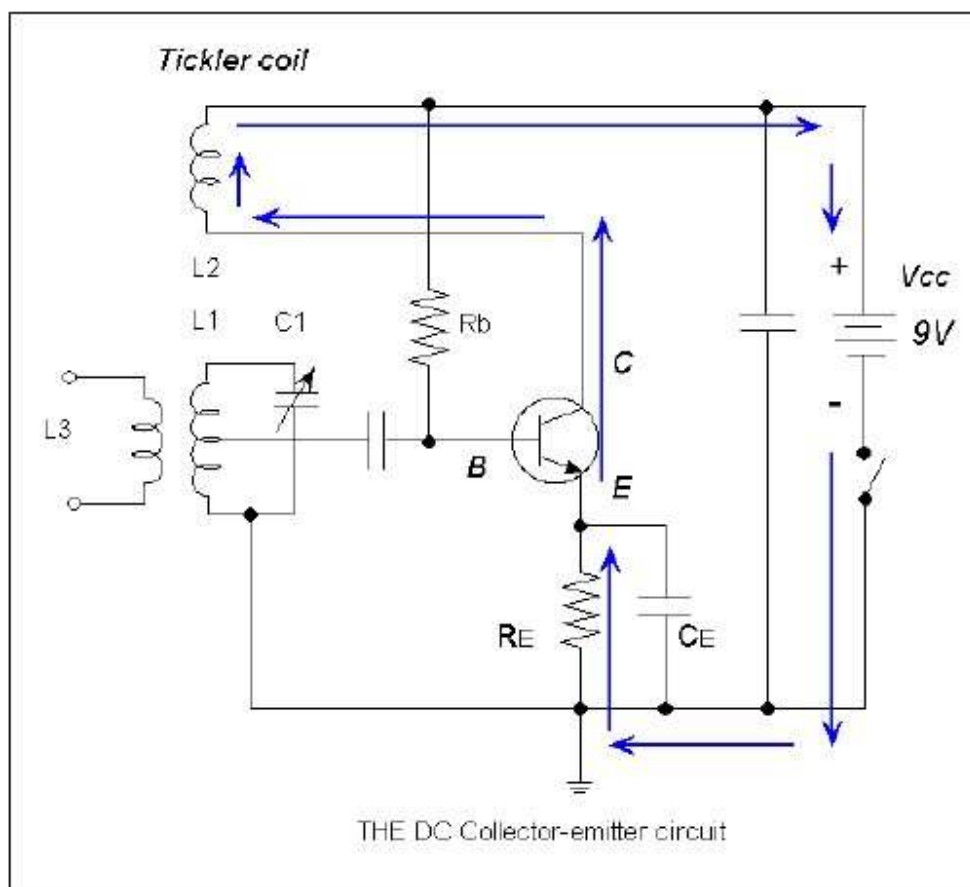
Figure 3.



نسبتاً قابل قبول است که مقدار جریان بایاس **DC** را به صورت ابتدائی از طریق مدار مقاومت **R b** بدانیم. خازن سری با بیس ترانزیستور خازن بایاس **DC** می باشد این خازن جلوگیری از جاری شدن جریان بایاس را به **L 1** می گرد ولی اجازه میدهد که سیگنال از **C 1** و **L 1** به بیس عبور کند.

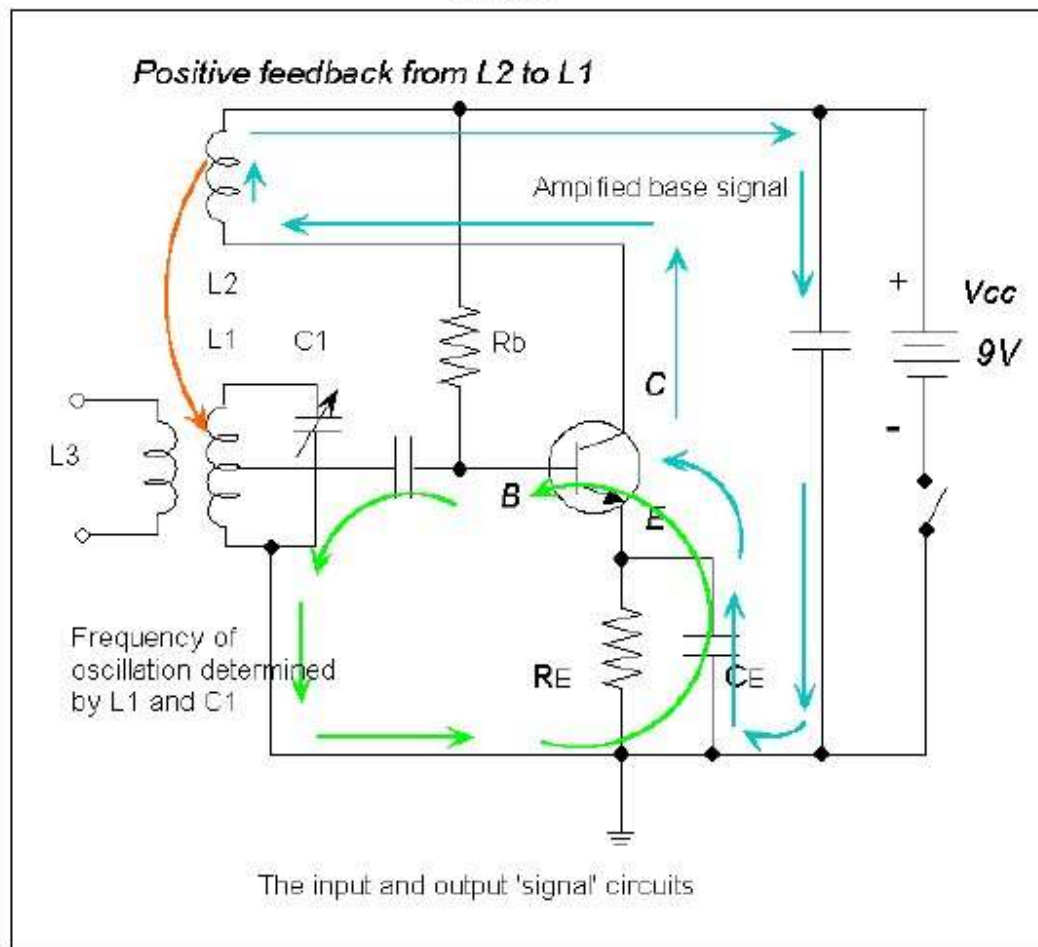
مدار شکل شماره ۴ جریان خروجی ترانزیستور را نشان میدهد. (آبی) به خاطر بایاس مستقیم ترانزیستور در حالت بیس-امیتر، جریان از امیتر به کلکتور جاری میشود. این مدار جریان **DC** امیتر کلکتور را نشان میدهد.

Figure 4.



مقدار جریان بسیار بیشتری از جریان بیس از طریق پایه منفی باتری و از راه **RE** به بالا به داخل آمپتر و بیرون از کلکتور جاری می شود و سپس به پایه مثبت باتری بر می گردد. این دو مدار (شکل ۳ و ۴) جریان **DC** را نمایش می دهد که در زمان نوسان مدار اتفاق می افتد. بنابراین اگر نوسان متوقف شود، تقریباً با باز کردن **tickler** یا برداشتن **L 1** و یا **C 1** در این صورت تنها جریان **DC** را که رسم شده خواهیم داشت.

Figure 5.



مدار شکل ۵ چگونگی شارش سیگنال های اوسیلاتور را نمایش می دهد. فرض کنید که اوسیلاتور قابلیت تولید موج سینوسی در حد یک مگا هرتز را دارد. این موج سینوسی متفاوت است و **DC** می باشد نه **AC**. بیشتر بخشهای فعال در حالت **AC** کار نمی کند.

وقتی که اوسیلاتور روشن می شود **L1** و **C1** شروع به تولید نوسان در یک مگا هرتز می کند. این نوسان در حالت نرمال کم می شود که مربوط به حذف شدن **L1** و **C1** در مدار است. ولتاژ نوسان بین **L1** و **C1** بیشتر از جریان **DC** در بیس مدار است، همچنین سیگنال یک مگا هرتزی به صورت خطوط سبزی که در شکل است جریان می یابد. توجه داشته باشید که سیگنال چگونه از میان **CE** جاری می شود و نه از

RE (یک مقدار جریان بسیار ناچیز از **RE** عبور میکند ولی به اندازه ای نیست که قابل ملاحظه باشد). راکتانس خازن **CE** در **1 MHz** به اندازه $1/10$ مقدار **RE** می شود.

حال این سیگنال یک مگا هرتزی در بیس مدار باعث یک سیگنال **1MHz** در کلکتور مدار می شود. سیگنال کلکتور مدار بسیار قوی تر است و به صورتی جاری می شود که با رنگ آبی دیده می شود. خازن موازی با باتری سیگنال های اطراف منبع را بای پس می کند. برای اولین قسمت منبع تغذیه مشترک با همه بخشها است پس اگر ما اجازه دهیم سیگنال همه بخشها به منبع ولتاژ وارد شوند آنها میتوانند در عملکرد بقیه بخشها از طریق منبع اثر بگذارند. شما بعد از این همیشه منبع را بای پس شده با خازن خواهید دید و

اغلب یک **RFC** (چوک فرکانس رادیویی) سری با منبع تغذیه قرار دارد تا باعث شود که سیگنال های جریان به هیچ وجه وارد منبع ولتاژ نشود.

توجه کنید که سیگنالهای تقویت شده از **tickler coil** عبور می کنند. **tickler coil** یعنی **L2** با **L1** تزویج القایی دارد. اگر شما می خواهید **L2** را به عنوان اولیه و **L1** را به عنوان ثانویه ترانسفورمر در نظر بگیرید.

ما در مدار فیدبک مثبتی از **L2** به **L1** داریم تا باعث نوسان مداوم شود. **L1** نیز در تزویج القایی با **L3** است. به همین خاطر می توانیم مقداری از سیگنال جریان را بر داریم تل در جای دیگر مدار استفاده کنیم. یک اوسیلاتور زیاد به کار گرفته نمی شود اگر برای ما خروجی نداشته باشد. **L3** خروجی مدار است، ما در مورد چگونگی استفاده از اوسیلاتور های در بحث های دیگر گفتگو خواهیم کرد.

اوسیلاتور آرمسترانگ با لامپ الکترونی

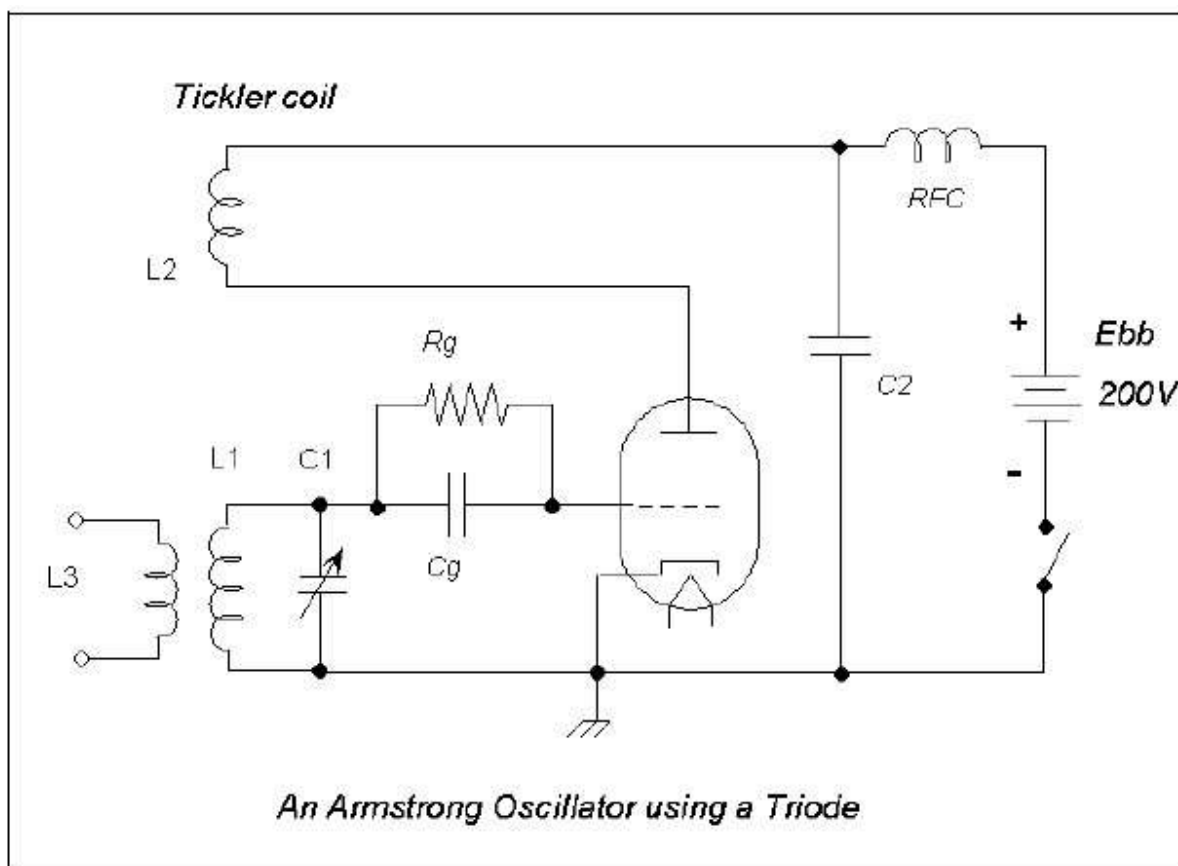


Figure 6.

همانند مدار ترانزیستوری (**BJT**) سیم پیچ **tickler coil** فیدبک در مدار ایجاد می کند. **Tickler** مهمترین بخش اوسیلاتور آرمسترانگ برای تعیین عملکرد آن می باشد. **L1** و **C1** فرکانس نوسان را تولید می کنند. خروجی از **L3** گرفته شده است که آن نیز با **L1** در تزویج القایی قرار دارد.

اوسیلاتور در یک فرکانس بالا و در حدود فرکانس رادیویی عمل می کند. اولین بخشی که در سیستم های رادیویی با همه بخشها مرتبط است منبع تغذیه است بنابراین منبع تغذیه به صورت نهفته باعث ایجاد تداخل در بقیه قسمتها می کند. **C 2** و **RFC** (چوک فرکانس رادیویی) به تنهایی یا با هم در بسیاری از مدارات رادیویی دیده می شوند.

C 2 در فرکانس رادیویی تولید شده اوسیلاتور راکتانس بسیار کمی دارد و انرژی اطراف منبع تغذیه را بای پس می کند.

منبع تغذیه بیشتر برای تسهیل با یک باتری نمایش داده می شود. در سوی دیگر **RFC** راکتانس بالائی در فرکانس های تولیدی دارد و از ورود فرکانسهای رادیویی به منبع تغذیه جلوگیری می کند. **C 2** و **RFC** هیچ تاثیری در مقدار **DC** که منبع تولید میکند و به اوسیلاتور میدهد ندارد.

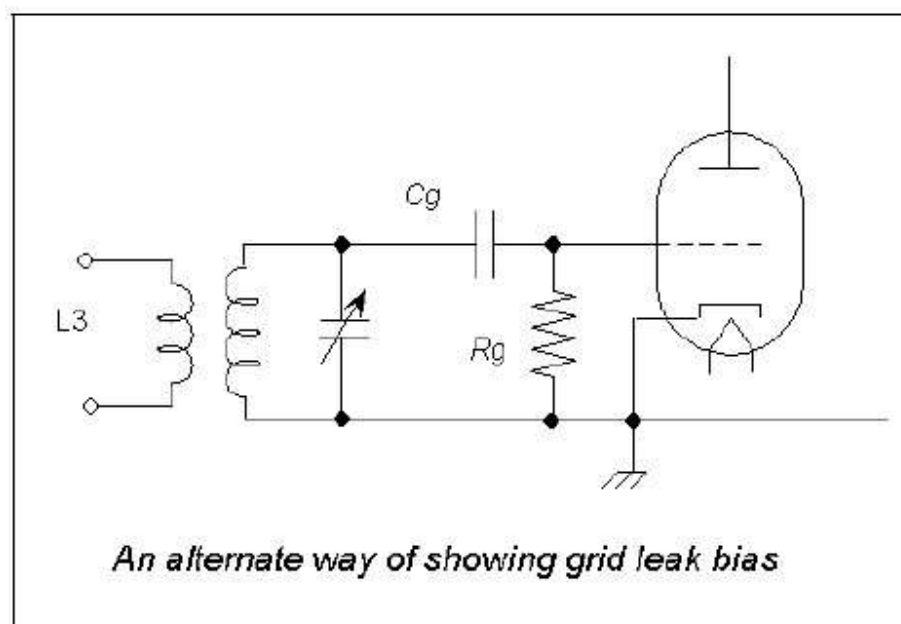
اگر از سوی دیگر نگاه کنیم **C2** و **RFC** یک فیلتر پایین گذر می سازند تا به ولتاژ **DC** تولیدی از منبع اجازه عبور دهد تا به اوسیلاتور برسد اما به **RF** تولیدی در اوسیلاتور اجازه ورود به منبع را نمی دهد.

بایاس نشد دهنده گرید

بایاس لامپ الکترونی با استفاده از **Cg** و **Rg** می باشد. من قبلا برنامه ای برای توضیح این بایاس نداشتم. در مورد لامپ الکترونی این نوع بایاس به نام نشد دهنده گرید شناخته می شود این نوع از بایاس اکثرا در انواع **FET** یافت می شود که در آن موضوع به آن بایاس نشد گویند.

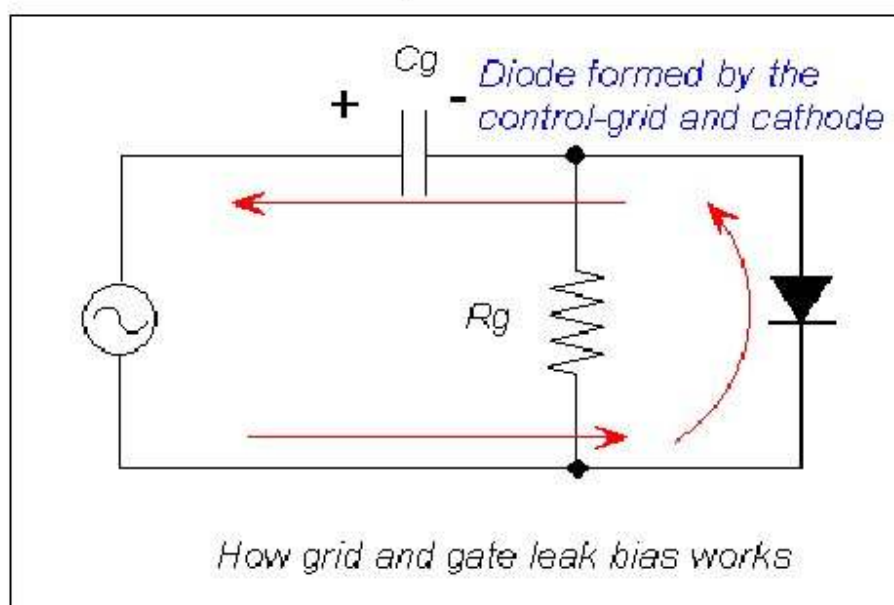
اکنون شما باید به درستی هدف از بایاس بخشهای فعال را فهمیده باشید و درک کنید که نقش بایاس قرار دادن مقدار **DC** مناسب در ورودی قطعه بخش فعال است تا در موقعیت عملکرد درست و نوع آن قرار بگیرد. به هر حال در بایاس **BJT** موضوع جریان است در حالی که اینجا ولتاژ است.

Figure 7.



بایاس نشستی گیت یا گرید شما همیشه همان ترکیب R_g و C_g را در ورودی قطعه خواهد دید. (کنترل گرید یا گیت) هنگامی که اوسیلاتور برای اولین بار روشن می شود آن هیچ نوع بایاسی ندارد. نوسان در مدار LC موازی (C_1 و L_1) یک ولتاژ AC را در گرید قرار خواهد داد. هنگامی که گرید مثبت شود جریان را از کاتد می کشد (فضای شارژ) و C_g شارژ خواهد شد که صفحه چپ آن منفی و صفحه راست آن مثبت شارژ می شود. بعد از کمی چرخش ولتاژ صفحه راست منفی خواهد شد و ثابت میماند و نیاز به بایاس منفی پیدا خواهد کرد.

Figure 8.

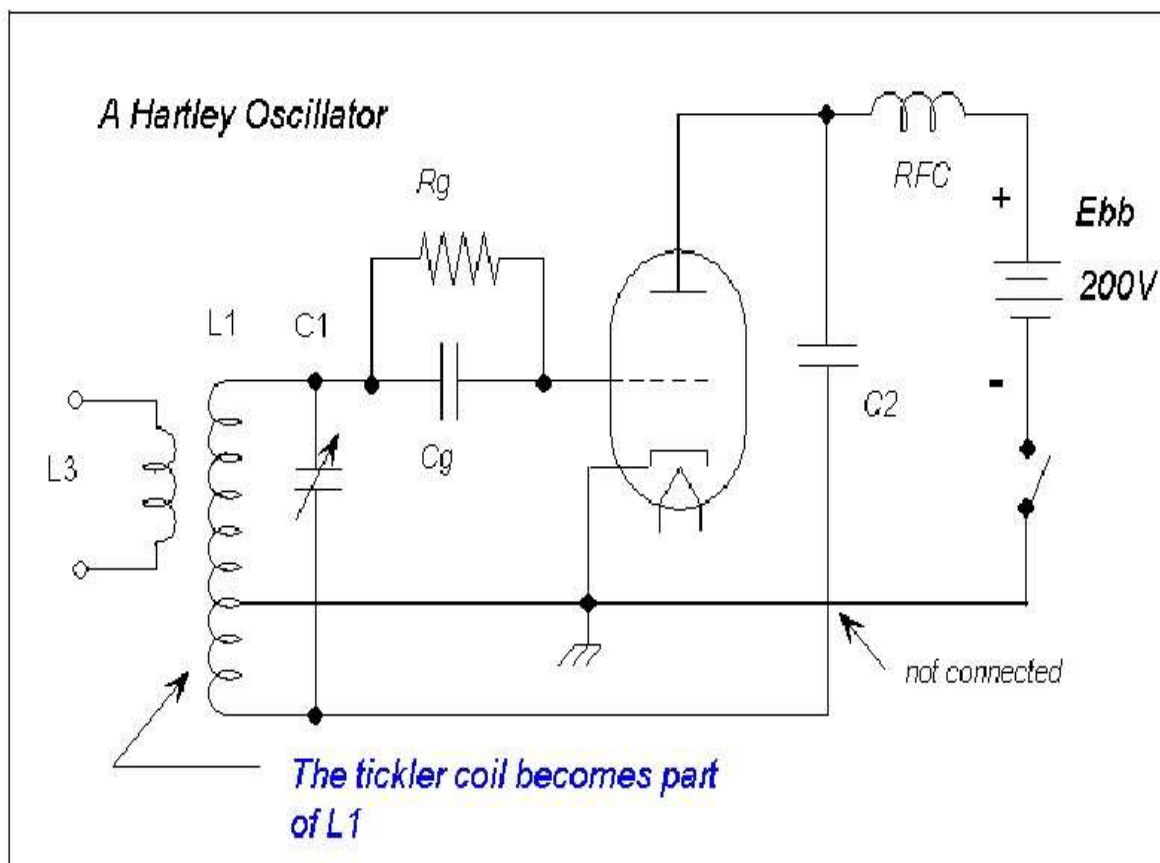


مدار شکل ۸ چگونگی کارکرد بایاس نشستی گرید را نشان میدهد. L_1 و C_1 با یک منبع AC جایگزین شده اند. یک دیود یکسوساز همان عمل کنترل گرید و کاتد را انجام می دهد. من در اینجا فقط یک دیود نیم رسانا را نشان داده ام.

زمانی که اوسیلاتور روشن می شود، نیمه اول تناوب مثبت باعث شارش جریان در مدار مطابق شکل می شود و **Cg** در سمت راست خود منفی شارژ می شود. این همان ولتاژ منفی است که کنترل گرید را بایاس می کند.

اوسیلاتور هارتلی

Figure 9 – Hartley Oscillator using Triode.



هارتلی ادامه ساده شده ای از اوسیلاتور آرمسترانگ است. من گمان می برم علت به وجود آمدن هارتلی اینست که به اسانی کار میکند و مثل آرمسترانگ در آن مجبور به پیچیدن سیم پیچ جداگانه برای **tickler coil** نیستیم.

القاگر **tikler** در این مدار به القاگر مدار تانک ملحق شده است. یعنی **L1**. خروجی از یکی از بخشهای **L1** شارش می یابد و احیای مورد نیاز را تولید می کند. هارتلی مهمترین اوسیلاتور شناخته شده است که

در آن سیم پیچ سر وسط دار وجود دارد. سر وسط تنظیم شده تا مقدار فیدبک را کنترل کند. آن نقطه همان سر وسط رسم شده در دیاگرام مدار نیست. هیچ تفاوتی بین هارتلی و آرمسترانگ وجود ندارد به جز اینکه سیم پیچ **tickler** جزئی از **L1** شده است. به جای داشتن تزویج متقابل **L1** یک اتو ترنسفورمر می باشد و سیم پیچ **tickler** اولیه آن است وجود دارد و تمام اعمال بعدی این مدار همان اعمال قبلی آرمسترانگ است.

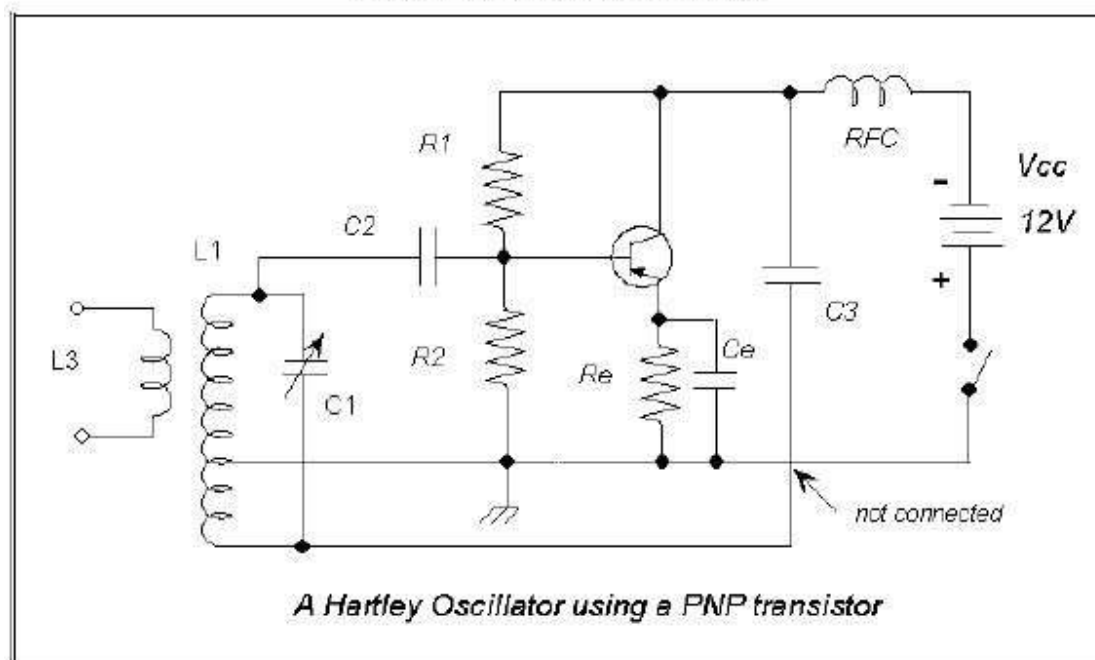
یک اوسيلاتور هارتلی با BJT

بار دیگر فقط یک اوسيلاتور هارتلی (سیم پیچ سر وسط دار عملکردی جدا از سیم پیچ **tickler** دارد). **L1** و **C1** فرکانس نوسان را تولید میکنند. **RE** و **CE** برای پایداری امپتر و بای پس آن است. سیگنال های ورودی از مدار اوسيلاتور از مابین سر وسط و انتهای بالائی سیم پیچ **L1** گرفته می شود. فیدبک به خاطر جریانهای بین قسمت پایین و سر وسط **L1** به داخل مدار برگشت داده می شود. تنها تفاوت و تمایز این مدار در مورد بایاس آن است که توسط **R1** و **R2** ایجاد می شود. این عمل به نام بایاس تقسیم کننده ولتاژ نامیده می شود.

C2 یک خازن مسدود کننده **DC** و **C3** یک خازن بای پس منبع تغذیه هستند. جدا کردن منبع تغذیه از سیگنال داخلی مدار با استفاده از **RFC** ها و خازن بای پس مثل **C3** بر خی مواقع منجر به دی کوپله شدن منبع تغذیه می شود. به همین خاطر ممکن است شما **C3** و **RFC** را با نام یا اصطلاح قطعات دی کوپله کننده منبع تغذیه ببینید.

گفتن اینکه **RFC** خازن بای پس منبع تغذیه را دی کوپله میکنند یا آن را از نقاط ارتباطی با سیگنال قطع می کنند فقط یک سخن فانتزی یا تخیلی است.

Figure 10 – Hartley Oscillator using Transistor.



اوسیلاتور کولپیتس

طراحی یک اوسیلاتور کولپیتس در عملکرد و شکل ظاهری آن همانند اوسیلاتور هارتلی است. تفاوت دو اوسیلاتور در مدار رزونانس سر وسط در آنهاست. که در کولپیتس به جای استفاده از اندوکتانس سر وسط از خازن تقسیم کننده ولتاژ ساخته شده است.

ولتاژ خروجی از طریق تقسیم کننده ولتاژ به ورودی وابسته است. نسبت $C1$ و $C2$ مقدار فیدبک را خیلی ساده تر از مشکلاتی که با اندوکتانس داشتیم کنترل می کند. برخی مواقع $C1$ و $C2$ به صورت جمعی یک مقدار تقریباً ثابتی فیدبک که بیشتر از باند فرکانسی مورد عمل است را تولی می کند.

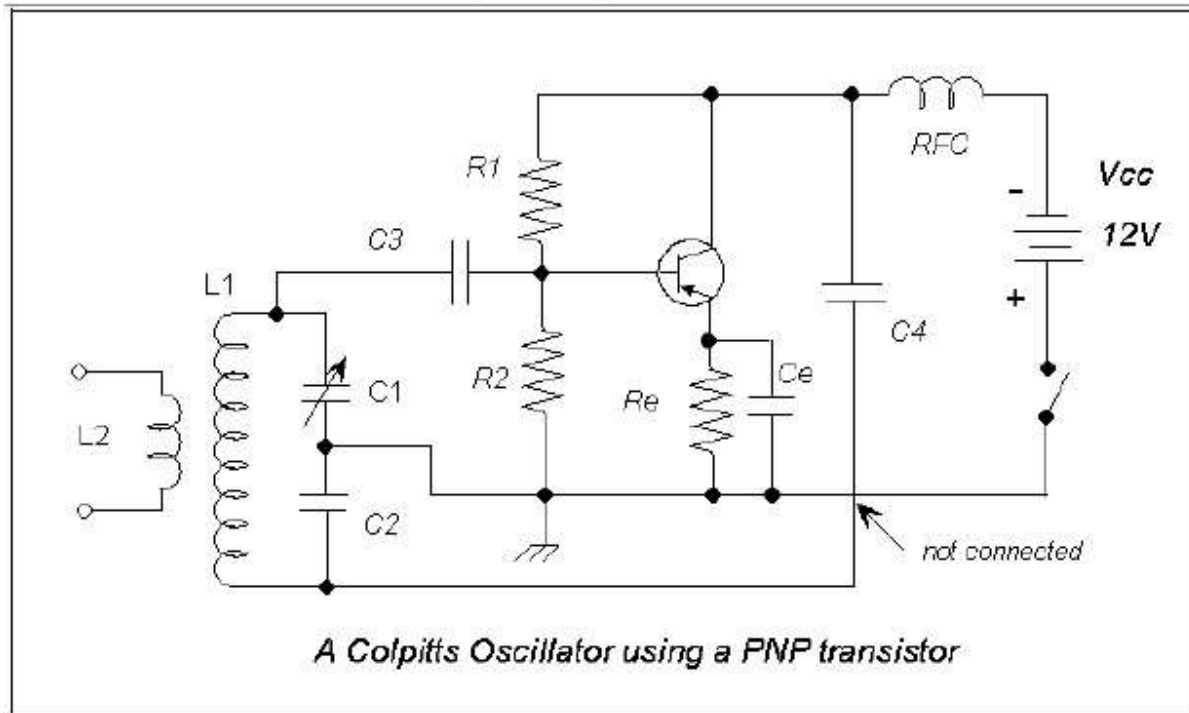
خازنهای جمع شده دو یا بیشتر خازنهای متغییر روی یک محور هستند که صفحه های قابل حرکت آنها به محور متصل شده است.

مزیت خوب اوسیلاتور کولپیتس موج نسبتاً خالص و کامل آن است. این مزیت ناشی از این حقیقت است که $C1$ و $C2$ مسیری با امپدانس کم و موثر و کوتاه کردن آن مسیر برای موجهای هماهنگ برای رسیدن به امپتر تولید می کند.

کولپیتس یک اوسیلاتور منحصر فرکانس بالای خوب می باشد و در بیشتر فرستنده گیرنده ها به عنوان **VFO** (اوسیلاتوری با فرکانس قابل تغییر) به کار برده می شود.

کولپیتس و هار تلی با هم شبیه هستند ، به استثنای اینکه کولپیتس از خازن سر وسط دار (**taped capacitance**) به جای سیم پیچ سر وسط دار برای تولید فیدبک استفاده می کنند.

Figure 11 – Colpitts Oscillator.



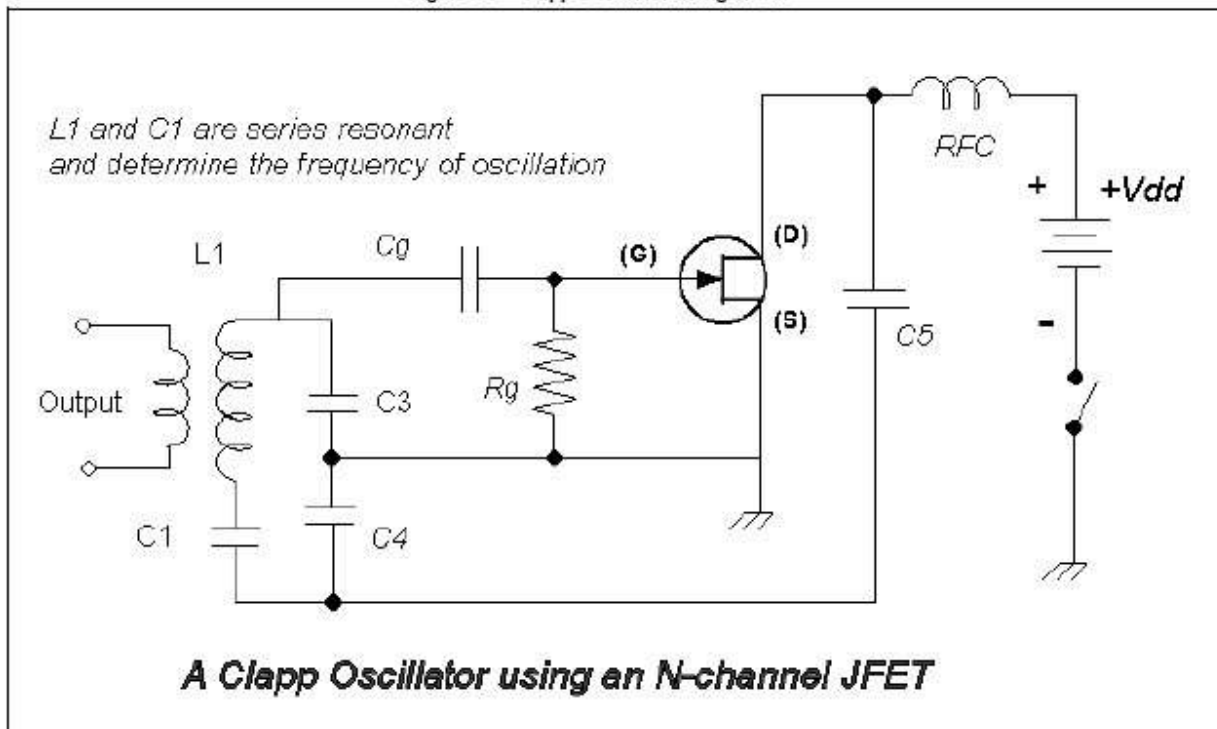
اوسیلاتور کلاپ (**clapp**)

تمام اوسیلاتور هائی که تا به حال بحث کرده ایم شامل مدار موازی **LC** در ورودی بخش فعال برای تولید فرکانس کار بوده اند اما اوسیلاتور کلاپ از مدار **LC** سری بهره برده است. در شکل ۱۲ پایین ، **L1** و **C1** مدار سری رزونانس برای تولید فرکانس عمل ساخته اند. خازنهای تقسیم کننده ولتاژ **C3** و **C4** همان نقش اوسیلاتور کولپیتس را ایفا میکنند. فرکانس نوسان کمی بیشتر از فرکانس رزونانس سری است.

با توجه به اینکه مدار سری امپدانس کمی دارد اوسیلاتور کلاپ کمتر تحت تاثیر تغییرات وضعیت بار قرار میگیرد. اوسیلاتور کلاپ پایداری فرکانسی بسیار خوبی دارد و بیشتر در بخشهای فرکانسی فرستنده و گیرنده های آماتوری یافت می شود.

Cg و **Rg** بایاس نشستی گیت را تولید می کنند. این بایاس کمی متفاوت با مدارات قبلی که از بایاس نشستی گیت یا گرید استفاده می کردند به نظر می رسد . در آن مدارات **Rg** بین گیت و منبع کشیده می شد ، به جای اینکه با **Rg** موازی باشد. از منظر الکتریکی مدار همان است. هدف **Rg** تخلیه الکتریکی خازن **Cg** می باشد.

Figure 12 – Clapp Oscillator using JFET.



شما باید کمی دقت کنید تا اوسیلاتورهای کولپیتس و کلاپ را با هم اشتباه نگیرید. اوسیلاتور کلاپ همانطوری که در شکل ۱۲ نشان داده شده دارای مدار سری LC است. اگر **C1** در این مدار برداشته شود مدار تبدیل به کولپیتس می شود.

کریستالهای کوارتز

کریستالهای کوارتز تکه ای نازک و ریز بریده شده از یک کریستال بزرگتر است که اثرات پیزو الکتریک از خود بروز می دهند. آنها مانند یک مدار دقیق نوسان میکنند، دقت فرکانسی نوسان بشدت پایدار است از این رو ما ساعت های کوارتز و بسیاری دیگر لوازم زمانی کوارتز داریم.

فرکانس یک کریستال کوارتز

فرکانس رزونانس یک کریستال کوارتز اصولاً توسط ابعاد فیزیکی آنها تولید میشود و به آن وابسته است. به هر حال؛ بریده ای از (صفحه یا تکه ای از کریستال اصلی) یک کریستال طبیعی فرکانسهای متفاوتی در رنج و انواع مختلف تولید خواهد کرد.

با انتخاب مناسبی از نوع برش ، ابعاد صفحه (صفحه ها به صورت الکتریکی به کریستال متصل اند) و نوع نوسان ممکن خواهد شد که کریستالهائی به دست بدست آورید با فرکانس رزونانسی از حد پائین **6 KHZ** و حد بالای **75 MHZ** .

برای فرکانسهای بالاتر صفحات کریستال بسیار نازک و شکننده خواهد شد و بسیار مستعد برای تغییرات فرکانسی در اثر تغییرات دما می شوند.

بیشتر از یک فرکانس رزونانس

یک کریستال کوارتز در واقع دو فرکانس رزونانس دارد. یکی فرکانس رزونانس سری و دیگری فرکانس رزونانس موازی .

یک کریستال کوارتز قادر است عملکردی شبیه یک مدار رزونانس سرس و یا مدار رزونانس موازی از خود نشان دهد. مدار معادل یک کریستال در شکل ۱۳ نشان داده شده است.

Figure 13.

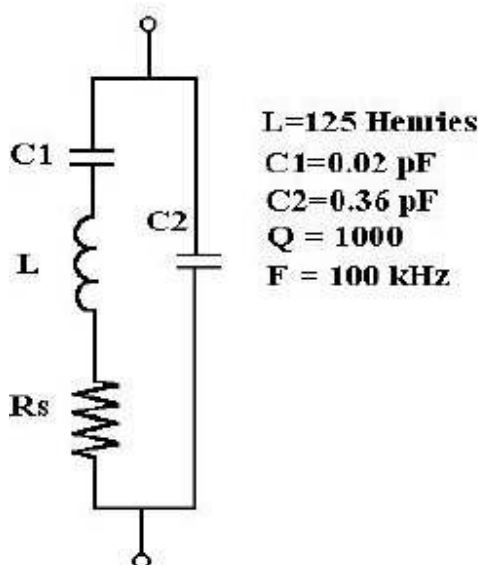
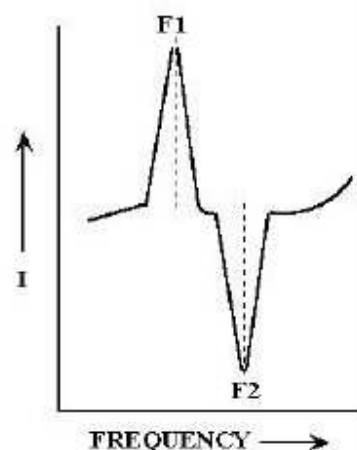


Figure 14.



مدار معادل ترکیبی از شبکه منظم سری و موازی است. ممکن نیست که بتوان مدار معادل یک کریستال را در واقعیت ساخت چون سیم پیچ های مغناطیسی بسیار بزرگتر از آنچه که نشان داده شده است می باشند. اگر یک کریستال کوارتز در مسیر سری با سیگنال قرار بگیرد سیگنالهای فرکانس رزونانس سری به راحتی از میدان امپدانس کم ایجاد شده توسط کریستال عبور خواهد کرد. در واقع کریستال شبیه یک مدار **LC** سری رفتار می کند.

در شکل ۱۴ جریان عبوری از کریستال نشان داده شده است. جریان بیشتر دارای امپدانس کمتری است، **F** **1** فرکانس رزونانس سری می باشد و کریستال امپدانس کمتری دارد و در نتیجه جریان بیشتری از خود عبور می دهد. در **F2** کریستال یک رزونانس موازی است و مانند یک امپدانس بالا عمل می کند .

این نتایج در آینده بسیار مهم خواهند شد چون برای دانستن اینکه چگونه یک کریستال یا ترکیبی از کریستالها می توانند یک فیلتر (بالا گذر) با کیفیت بسازند به آنها نیاز داریم. ضریب حرارتی

اصطلاح ضریب حرارتی فرکانس کریستال را متفاوت از تغییرات دمایی معرفی می کند. کریستال معمولاً به تغییر هرتز یا مگا هرتز بر تغییرات دمایی درجه سلسیوس بر آورد می شود. یک کریستال شاید یک ضریب دمایی (حرارتی) مثبت، منفی یا صفر داشته باشد. اگر یک کریستال ضریب حرارتی منفی داشته باشد (NTC) افزایش دما باعث کاهش فرکانس می شود. یک ضریب حرارتی مثبت ایجاد میکند که افزایش دما باعث کاهش فرکانس شود. یک کریستال با ضریب حرارتی صفر فرکانس نسبتاً ثابتی را در محدوده فرکانسی معین شده برای تولید حفظ خواهد کرد.

ضریب حرارتی معمولاً با هرتز یا مگا هرتز برای هر درجه سلسیوس (سانتی گراد) یا به طور ساده برای هر قسمت یک میلیونی با درجه سلسیوس شناخته می شود. زمانی که پایداری کریستال اهمیت فوق العاده ای پیدا میکند، کریستال در یک اجاق کنترل کنندن دمایی به نام اون (oven) محصور می شود. کریستالی که به این صورت در دمای ثابت نگهداری می شود بر اساس حرارت و مکانیزم فیدبک دمای ثابت خود را حفظ می کند. کریستال های oven در برخی تجهیزات مخابراتی استاندارد و ویژه استفاده شده اند. در کریستال های زمانی جدید پایداری بسیار بهبود یافته است و "اون ها" زیاد رایج نیستند. به هر حال آنها هنوز در تجهیزاتی که احتمالاً شدت دمایی زیادی را بدون حفاظ خواهند دید استفاده می شوند. (مانند فضا، میدانهای دوقطبی و شبیه آنها...).

Overtone

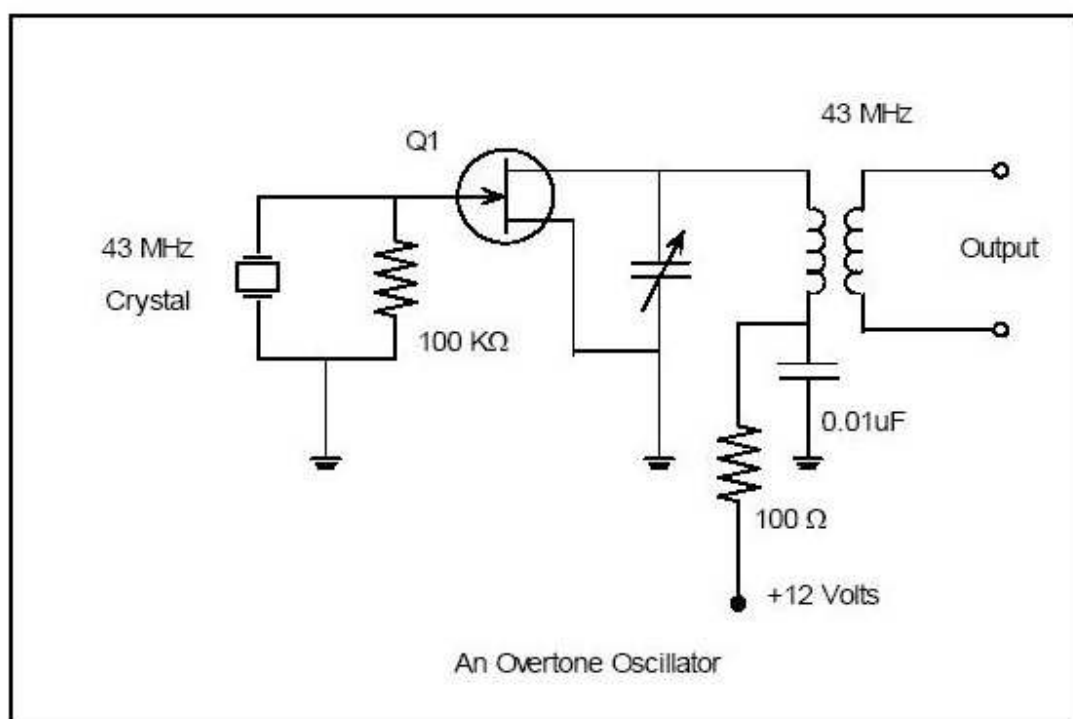
اساس یک کریستال overtone به خاطر بدست آوردن نوسان تقویت شده هماهنگ فرد (odd harmonics) از فرکانس اولیه آن است. برشی از یک کریستال با فرکانس اولیه 10MHZ امکان فراهم کردن نوسانی در حد ۳۰ و ۵۰ مگاهرتز با سه و پنج اورتون (overtone) را به ترتیب دارد. استفاده از کریستال در فرکانسهای اورتون اوسیلاتور پایداری را می سازد که امکان عملکردی در رنج VHF را مهیا می سازد. در بیشتر گیرنده/فرستنده های UHF/VHF آماتوری تبدیل سیگنالهای ورودی به فرکانس های باند میانی IF توسط اوسیلاتور اورتون محلی انجام می شود. بیشتر کریستالهایی که در فرکانس اورتون استفاده می شوند معمولاً به صورت سری با مسیر سیگنالها متصل می شوند زیرا برای عملکرد اورتون کریستال باید در فرکانس رزونانس سری خود کار کند. به همین دلیل یک اورتون دقیقاً یک مضرب فردی از فرکانس رزونانس سری تعریف می شود. بیشتر کریستالهای معمولی می توانند در سه یا پنج اورتون استفاده شوند.

مدار یک اوسیلاتور اورتون

در مدار اوسیلاتور اورتون نشان داده شده در شکل ۱۵، فرکانس کریستال ۴۳ مگاهرتز نشان داده شده است که این برای فرکانس کریستال بسیار زیاد است. فرکانس اولیه کریستال برای پایداری بسیار کم است. کریستال در فرکانس اورتون عمل می کند. فرکانس اولیه حقیقی کریستال باید ۱۴,۳۳۳ مگاهرتز باشد. به هر حال برشی از یک کریستال به همان صورت فیزیکی در یک اورتون لرزش خواهد نمود. به همین دلیل ۴۳ MHz یک مضرب فردی از فرکانس رزونانس سری کریستال است. شما می توانید مدار را یک اوسیلاتور هارمونیک شناسید زیرا فرکانس کریستال همان فرکانس خروجی می باشد.

خازن متغییر در خروجی JFET برای تنظیم اولیه ترانسفورمر در 43 MHz موج RF استفاده شده است. مقاومت ۱۰۰ اهم و خازن 0.01 uf برای دی کوپله کردن منبع هستند. همچنین آنها یک فیلتر پایین گذر برای جلوگیری از رسیدن RF به منبع تغذیه می باشند.

Figure 15 – Overtone Oscillator.



کریستال اوسیلاتور هارمونیک

یک کریستال اوسیلاتور با مدار خروجی تنظیم شده برای هر فرکانس اولیه کریستال یک اوسیلاتور هارمونیک نامیده می شود. اوسیلاتور هارمونیک از اثرات گردابی طبقه خروجی سود می برد تا نوسان را همانند یک ضرب کننده فرکانسی ادامه دهد. اصول عملکرد اوسیلاتور هارمونیک به طور کلی با اوسیلاتور اورتون متفاوت است. در اوسیلاتور هارمونیک ارتعاش کریستال بر اساس فرکانس اولیه آن است. در اوسیلاتور اورتون هیچ فرکانس یا ارتعاش اولیه ای به هیچ جای مدار ارائه نمی شود.

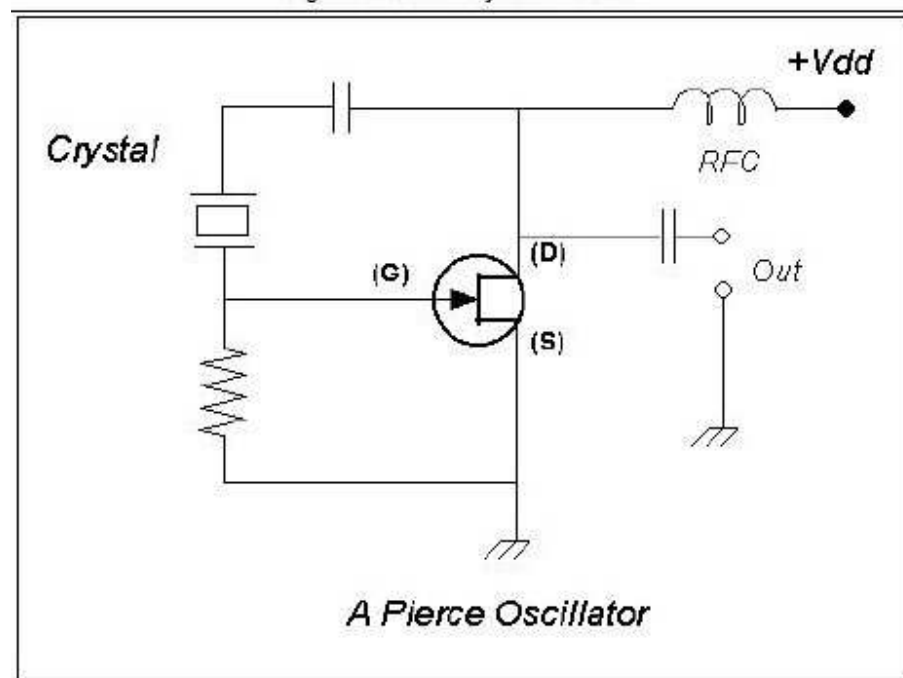
اوسیلاتور کریستالی پیرس

اوسیلاتور کریستالی پیرس مدار رزونانس تانک ندارد. کریستال مستقیماً مابین خروجی و ورودی بخش تقویت کننده نصب شده است. کریستال در فرکانس رزونانس سری خود عمل می کند.

اوسیلاتور پیرس یک اوسیلاتور کریستالی است و به همین خاطر باید یک کریستال داشته باشد. جالب ترین مورد درباره پیرس این است که کریستال یک مسیر فیدبک ایجاد میکند. کریستال نشان داده شده در شکل زیر بین گیت و درین وصل شده است. کریستال یک رزونانس سری است یعنی اینکه کریستال در فرکانس رزونانس سری خود با یک امپدانس کم کار می کند.

هر سیگنالی که می تواند از درین به گیت عبور کند یک فیدبک مثبت می سازد. مقاومت بین گیت و سورس یک ولتاژ بایاس کوچک برای **JFET** تهیه میکند.

Figure 16 – Pierce Crystal Oscillator



اوسیلاتور کریستالی کولپیتس

اوسیلاتور کریستالی کولپیتس شبیه کولپیتس قبلی است به جز اینکه یک کریستال به جای **LC** تانک نصب شده است. همانند یک کولپیتس معمولی فیدبک توسط خازن تقسیم کننده ولتاژ تهیه می شود. عملکرد مدار همان است به جز اینکه اکنون کریستال فرکانس نوسان را تولید می کند. کریستال در فرکانس رزونانس موازی خود عمل می کند. از زمانی که **Q** مدار زیاد شده به طور قابل ملاحظه ای فیدبک کمتری از مدار استاندارد دارای **LC** نیاز دارد.

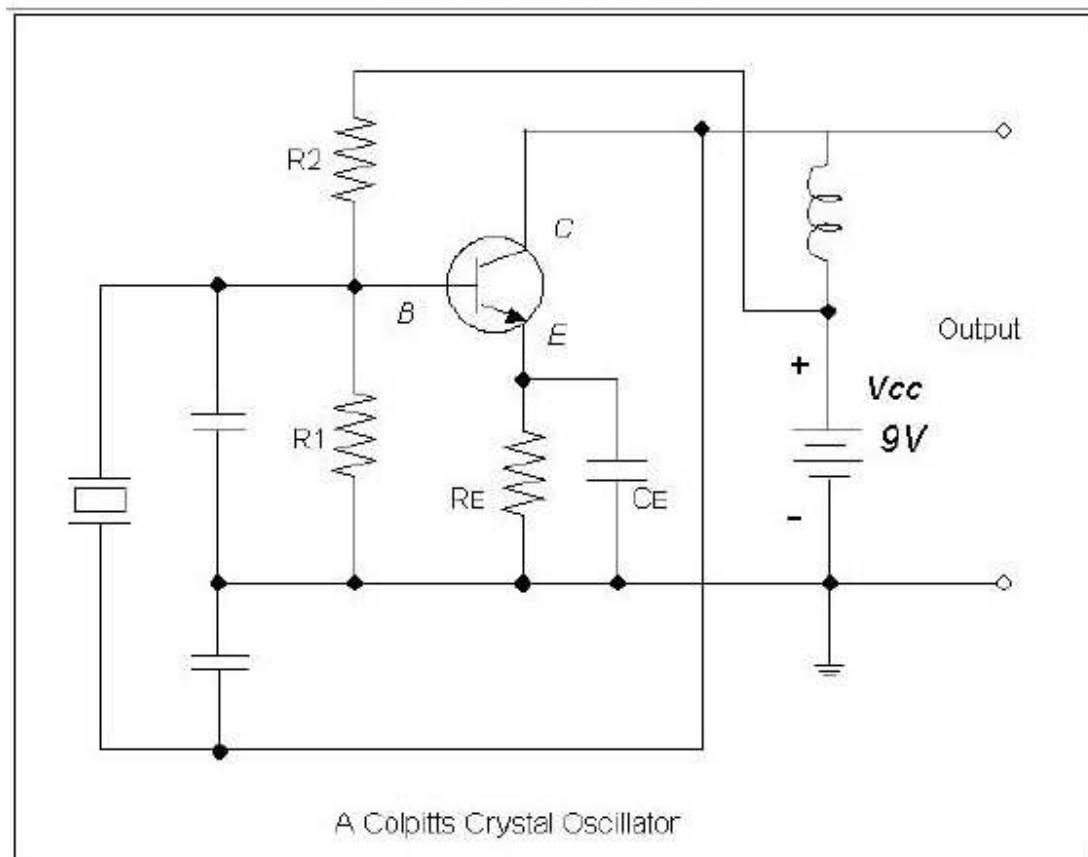
شاید بتوان یک تریممر کوچک را به صورت سری با کریستال قرار داد تا سازگاری کوچکی با فرکانس کریستال ایجاد کرد. (این کار منحصر به کولپیتس نیست).

این خازن باید به طور معمول ۲۰ تا ۳۰ پیکوفاراد باشد و نباید انتظار تغییر دادن فرکانس از حد بسیار کم را داشت زیرا عملکرد آن قابل پیشبینی است.

تطبیق فرکانسی با این روش کشش کریستال نامیده میشود. اگر تلاش کنید با این روش تغییرات فرکانسی بیشتری داشته باشید و امید فهمید که کریستال به فرکانسهای غیر قابل پیشبینی خواهد پدید آمد و عملکرد مدار غیر قابل اطمینان و ناپایدار خواهد شد.

این کشش بیش از حد همان است که در باند رادیویی داخل شهری **27 MHZ** انجام می گیرد. و منبعی برای کاربران کنترل صفحات بانندی می شود. این کار یک عمل مهندسی بد و غیر مجاز است و میتواند باعث شود که فرستنده در کانالی غیر مجاز و ناخواسته عمل کند. (غیر از آنی که هدف ما بود) به هر حال مهمتر از جنبه های قانونی تداخل به دیگر سرویسهای رادیویی است که پتانسیلی برای خطرات زندگی است.

Figure 17 – Colpitts Crystal Oscillator

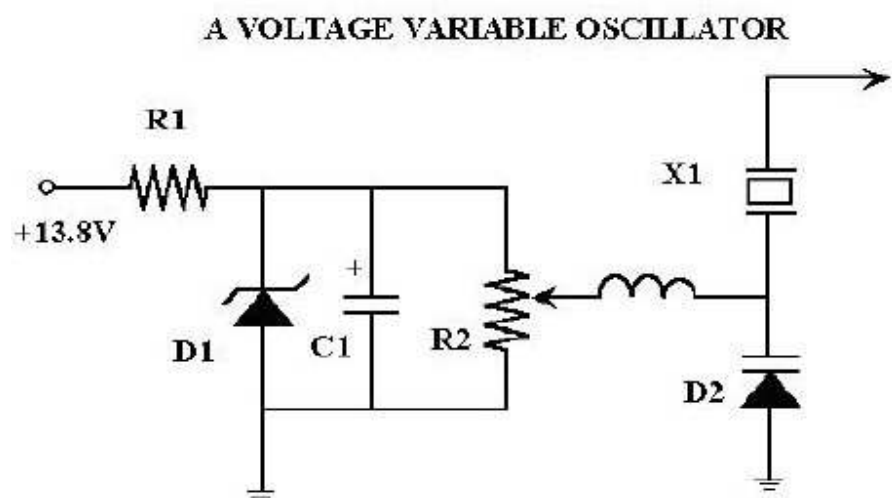


در مدار شکل ۱۷ موارد جدیدی وجود ندارد و فقط مدار **LC** با کریستال جاگذاری شده است .

یک اوسیلاتور کنترل شده با ولتاژ

شکل ۱۸ یک متد از اصلاح فرکانس یک کریستال اوسیلاتور با استفاده از دیود ورکتور را نشان می دهد.

Figure 18.



این تکنیکی است از به کارگیری فرکانسی در توضیح دادن مدارات باند شهری و دیگر فرستنده ، گیرنده ها . کریستال باید بخشی از یک کریستال اوسیلاتور استاندارد قرار بگیرد . دیود ورکتور به صورت بایاس معکوس و در حالت سری با کریستال وصل شده است. ولتاژ بایاس معکوس (بنابراین اتصال خازن) توسط پتانسیومتر (مقاومت متغیر) **R2** سازگار سازی می شود. **R1 , D1 , C1 , R2** ولتاژ تطبیق یافته و کنترل شده ای برای بایاس معکوس دیود **d2** را تهیه می کنند.

شاید از پرسید چرا با این نوع طراحی مدتر خود را به زحمت می اندازیم؟ برای جایگزینی میتوانیم یک خازن متغییر به جای **D2** داشته باشیم. به علاوه این خازن ضرورتاً باید در پشت رادیو (گیرنده) نصب شده باشد و این کار بیشتر سختی های مهندسی را ایجاد می کند. سیم بین خازن متغییر و کریستال خود بخشی از کل خازن ها در مدار اوسیلاتور می شود. به هر حال با استفاده از متد دیود ورکتور گفته شده خازن متغییر در خور کریستال نهفته است و در کنار آن و **R2** را میتوان در جعبه عقبی در جایی مناسب نصب کرد و همچنین سیم بین **R2** و **D2** اثر محسوسی در عملکرد اوسیلاتور ندارد. و این روشی عالی برای چیره شدن بر اثرات خازنی اتفاقی و ناخواسته سیم می باشد.

حلقه قفل شونده فازی

تجهيزات رادیویی مدرن از یک متد فرکانسی ترکیبی به نام حلقه قفل شونده فازی **PLL** استفاده می کنند. گیرنده و فرستنده های مدرن نیاز دارند تا در یک رنج بسیار بزرگ فرکانسی کار کنند و لوازم مدرن و استاندارد بر پایداری فرکانسی تاکید دارند. پایداری را میتوان با همه با همه کریستال اوسيلاتور ها بدست آورد. و بنابراین در یک فرستنده ، گیرنده مدرن شاید با صدها کانال با هزاران کریستال معنی می شود. و این زمانی است که **PLL** به وجود می آید .

یک روش بسیار هوشمندانه برای کسب پایداری کریستال اسفاده شده در اوسيلاتور ها و در حالی که هنوز میتوان تقریباً تعداد شمرگان نامحدودی از فرکانسهای عملیاتی را تهیه کرد. **PLL** در بحث های جداگانه ای توضیح داده شده است و این درس (اوسيلاتور) به صورت بسیار عمیق تر از آن چه که نیاز بود بحث شد اما هیچ سختی و سنگینی را در بر نداشت. حال از شما انتظار می رود تا به صورت اولیه **PLL** را فهمیده باشید.

تهیه و تنظیم به وسیله : مرتضی خادمیان

برای دانلود کتاب های بیشتر به آدرس www.Arsanjan.blogfa.com مراجعه کنید.