Knowledge Is Power



انجمن علمی آموزشی

نواندیشان

www.NOANDISHAAN.com

انتشارات دانشگاه صداوسیما

دانشگاه صدا و سیمای جمهوری اسلامی ایران

جزوه آموزشی

دستور کار آزمایشگاه مدارهای مخابراتی

مهندس محمد شاهبازی

پاییز ۱۳۹۶

فهرست :

یادآوری ۳

آزمایش یک شناسایی دستگاه RF ژنراتور.....**۱۹**

آزمایش دو مدارهای تیوند **۲۶**

آزمایش سه مشخصات سلف **۲۹**

آزمایش چهار تقویت کننده سیگنال بزرگ **۳۱**

آزمایش پنج اسیلاتورها ۴۳

آزمایش شش مدولاسیون خطی با مدولاتور LM 1496 .....۵۷

آزمایش هفت آشکار ساز پوش ۵۹

آزمایش هشت تولید FM با استفاده از آی سی CD 4046 .....۷۱

آزمایش نه آشکارساز FM با استفاده از PLL ۷۷

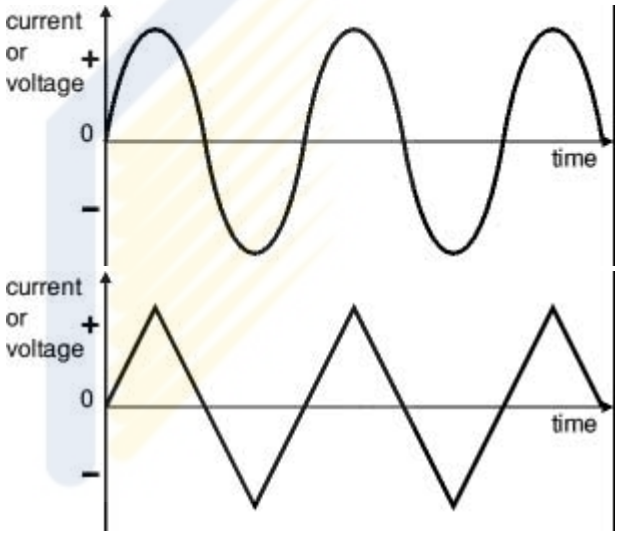
((یادآوری))

قسمت اول)

سیگنالهای DC , AC

AC به معنی جریان متناوب و DC به معنی جریان مستقیم می باشد . این دو مولفه گاهی به سیگنالهای الکتریکی (مثلاً ولتاژ) هم که جریان نیستند اطلاق می شود . بنابراین سیگنالهای الکتریکی جریان یا ولتاژی هستند که منتقل کننده اطلاعات (که معمولا ولتاژ میباشد) هستند .

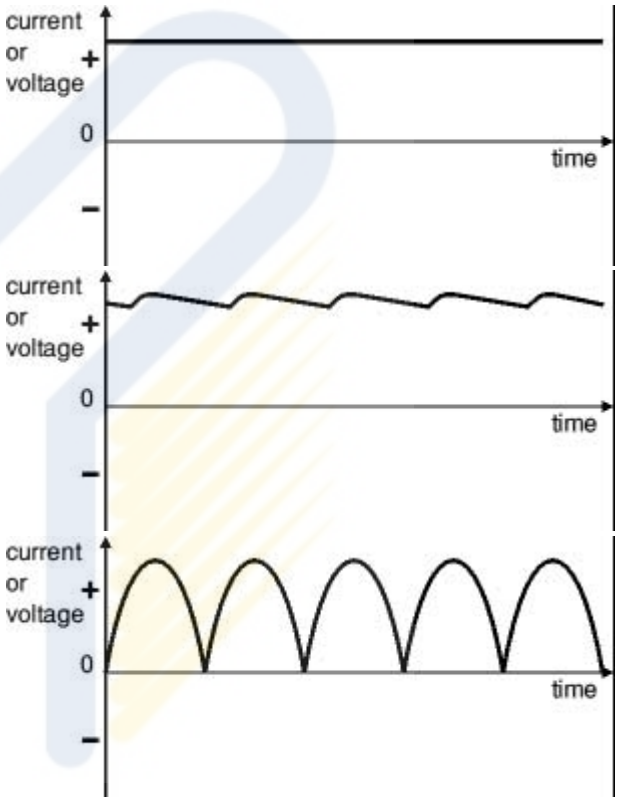
جریان متناوب AC



سیگنالهای متناوب در یک مسیر منتشر می شوند و سپس تغییر مسیر می دهند و این عمل دائماً تکرار می شود . یعنی ابتدا یک سیکل مثبت و بعد یک سیکل منفی و به همین ترتیب تکرار می شوند .یک ولتاژ متناوب دائماً بین مثبت و منفی تغییر میکند و بصورت موجی تکرار میشود .به هر تغییرات بین مثبت و منفی ، یک سیکل گفته می شود و واحد آن هرتز می باشد . در ایران وسائل الکتریکی با فرکانس ۵۰ هرتز کار می کنند .شکل بالا شکل موج یک منبع تغذیه متناوب است که به آن موج سینوسی اطلاق می شود و به شکل پائین از آنجا که مستقیماً بین مثبت و منفی تغییر می کند ، شکل موج مثلثی اطلاق

می شود . سیگنالهای متناوب برای راه اندازی و سائلی از قبیل لامپ ها و گرم کننده ها بکار می روند ولی اکثر مدارهای الکتریکی برای کار نیاز به یک ولتاژ مستقیم دارند که در زیر به آن اشاره شده است .

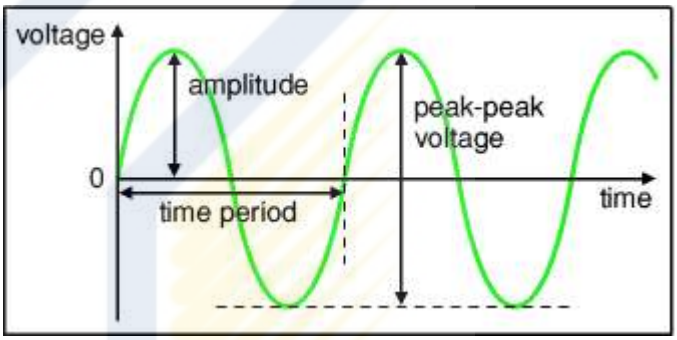
جریان مستقیم DC



جریان مستقیم همیشه در یک مسیر جاری می شود (همیشه مثبت و یا همیشه منفی است) ولی ممکن ا ست میزان آن کاهش یا افزایش پیدا کند .باتری ها و رگولاتورها ولتاژ م ستقیم می دهند و این ولتاژ برای مدارهای الکترونیکی مناسب است . اکثر منابع تغذیه شامل یک تبدیل کننده ترانسفورماتوری هستند که جریان اصلی غیر مستقیم را به یک جریان غیر مستقیم کم و بی خطر تبدیل می کنند .سپس این جریان کم و بی خطر تو سط مدارات یک سو کننده جریان از غیر م ستقیم به م ستقیم تبدیل می شود . البته این ولتاژ مستقیم یک ولتاژ متغییر می باشد و برای مدارهای الکترونیکی مناسب نیست و لذا برای صاف کردن سطح ولتاژ مستقیم از یک خازن استفاده می شود تا ولتاژ مستقیم برای مدارات الکترونیکی حساس قابل

استفاده شود .در شکل مقابل بالا شکل موج یک ولتاژ مستقیم ثابت و یکنواخت که از طریق باتری تامین می شود نشان داده شده است .شکل وسط یک ولتاژ مستقیم با صاف کننده سطح ولتاژ (خازن) است که مناسب بعضی از مدارهای الکترونیکی می باشد .و شکل پائین یک ولتاژ مستقیم بدون استفاده از خازن را نشان می دهد.

مشخصات سیگنال های الکتریکی



همانطور که بیان شد ، سیگنالهای الکتریکی ولتاژ یا جریانی هستند که انتقال دهنده اطلاعات که معمولا ولتاژ است ، هستند .

در نمودار بالا مشخصات مختلفی از سیگنال الکتریکی نشان داده شده است . یکی از این مشخصات فرکانس است که به تعداد سیکل ها در ثانیه اطلاق می شود .

Amplitude ماکزیمم ولتاژی است که سیگنال دارد و Peak voltage نام دیگری برای Amplitude است . یا همان دامنه ماکزیمم که در رابطه فرمولها ریاضی نوشته می شود.

پیک تو پیک (Peak-peak voltage) دو برابر مقدار پیک ولتاژ می باشد .

دوره تناوب (Time period) زمانی است که برای طی شدن یک سیکل کامل نیاز است . این زمان بر حسب ثانیه اندازه گیری می شود و در زمانهای خیلی کوتاه از واحد های میکروثانیه هم استفاده می شود .

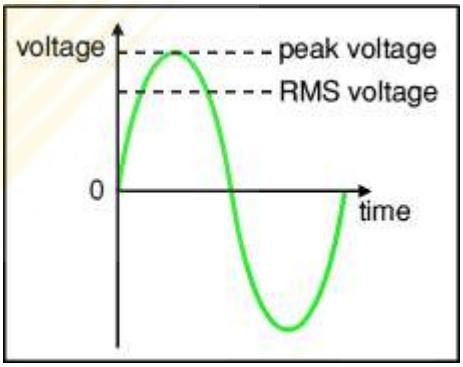
فرکانس (Frequency) به تعداد سیکل ها در هر ثانیه اطلاق می شود و واحد آن هرتز است . در اندازه گیری فرکانس های بالا از واحد های کیلوهرتز و مگاهرتز نیز استفاده می شود .(در ایران فرکانس شبکه برق ۵۰ هرتز است بنابراین دوره تناوب برابر است با ۲۰ میکروثانیه) .

هر کیلو هرتز برابر با هزار هرتز و هر مگاهرتز برابر را یک میلیون هرتز است .

1kHz = 1000Hz و 1MHz = 1000000Hz.

$$\text{فرکانس} = \frac{1}{\text{دوره تناوب}} \quad \text{و} \quad \text{دوره تناوب} = \frac{1}{\text{فرکانس}}$$

ارزش و مقدار RMS (ولتاژ مؤثر):



در ولتاژ غیر مستقیم ، ولتاژ از صفر شروع و به پیک مثبت می رسد و دوباره به صفر رسیده و سپس به پیک منفی می رسد و لذا در بیشتر اوقات ، ولتاژ از مقدار پیک ولتاژ کمتر است . لذا از یک مقدار موثر استفاده می کنیم که همان RMS است . مقدار ولتاژ RMS برابر است با ۰,۷ مقدار ولتاژ پیک برابری می کند.

$V_{RMS} \times ۱,٤ = V_{peak}$ and $V_{peak} \times ۰,۷ = V_{RMS}$

ارزش یا معیار RMS یک ارزش موثر ولتاژ یا جریان متغییر می باشد ، بدین معنی که این ولتاژ تاثیر ا صلیش در مدار معادل آن مقدار ا ست . بعنوان مثال یک لامپ که به ولتاژ ۶ ولت RMS متصل شده ، همان مقدار روشنائی را دارد که اگر به یک ولتاژ ۶ ولت مستقیم متصل می شد .به هر حال نور لامپی که با ولتاژ ۶ ولت RMS روشن شود ، کمتر است از نور لامپی که با ۶ ولت مستقیم روشن شود . چون ولتاژ موثر ۶ ولت غیر مستقیم برابر ا ست با ۴/۲ ولت یعنی برابر با ۴/۲ ولت مستقیم نور می دهد . بحث ولتاژ مؤثر این فکر را بوجود می اورد که مقدار RMS نوع دیگری از میانگین ا ست ولی بخاطر دا شته با شید که این مقدار قطعاً میانگین نیست . در واقع ولتاژ یا جریان میانگین غیر مستقیم ، صفر خواهد بود . چون بخش های مثبت و منفی سیگنال هم را خنثی می کنند و وقتی میانگین می گیریم ، میانگین برابر با صفر خواهد بود . بنابراین ولتاژ RMS قطعاً یک ولتاژ میانگین نیست

اینک این سوال پیش می اید که یک ولتمتر AC چه مقداری را نشان می دهد ، مقدار مؤثر یا مقدار پیک ولتاژ

پاسخ این است که ولتمترهای AC مقدار موثر ولتاژ یا جریان را نشان می دهند در ولتاژهای مستقیم هم مقدار مؤثر DC نشان داده می شود .

سؤال دیگری که مطرح است این است که بطور مثال ۶ ولت مستقیم دقیقاً چه معنائی دارد ، مقدار مؤثر یا مقدار پیک ولتاژ معنی دارد ؟

در این موارد اگر منظور پیک ولتاژ با شد معمولاً قید می شود و در غیر اینصورت منظور مقدار مؤثر خواهد بود . برای مثال وقتی می گوئیم ۶ ولت AC به معنی ۶ ولت مؤثر است که پیک ولتاژ آن ۶/۸ ولت است .

در ایران ولتاژ ۲۲۰ ولت برای مصارف عمده الکتریکی مورد استفاده قرار می گیرد ، این به معنی ۲۲۰ ولت موثر بوده و پیک آن حدود ۳۲۰ ولت است .

معمولا اندازه گیری ولتاژهای DC ساده و سر راست می باشد. تنها سر در گمی ممکن یافتن نقطه مرجع اندازه گیری است. با این حال زمین مدار به عنوان مرجع پتانسیل صفر در نظر گرفته می شود و موارد استثنا نیز به طور واضح ذکر می شود. در اندازه گیری وقتی که ولتاژهای ac به میان می آیند پیچیده تر می شود.یک ولتاژ ac طبق تعریف،یک مقدار دائما در حال تغییر ا ست. برای اندازه گیری ولتاژ ac چندین

راه مختلف وجود دارد که بسته به شرایط مفید واقع می شوند. برای مثال ممکن است دانستن مقادیر مطلق ماکزیمم مورد نظر شما با شد و می خواهید پیک ولتاژ را در یک تناوب بدانید. برای راحتی فرض کنید که تمام شکل موج ها حول محور صفر قرار گرفته اند.یک ولتاژ ac ممکن است شکل سینوسی داشته و دارای دامنه حداکثر ۱۰ولت باشد.(پیک منفی -۱۰ ولت است) گفتن اینکه یک سیگنال ۱۰ ولت ac داریم گمراه کننده است چرا که پیک ولتاژ فقط برای کسر کوچکی از ثانیه برقرار است و در بقیه زمان های یک دوره تناوب ولتاژ لحظه ای به طور قابل توجهی کمتر از این مقدار پیک ا ست. از آنجا که ولتاژ بین دو مقدار حداقل و حداکثر یعنی 10+ , 10- ولت نوسان می کند رنج ۲۰ ولت را پوشش می دهد. در برخی موارد اندازه گیری سیگنال 20v پیک تا پیک مفید است. اما گفتن اینکه یک سیگنال 20vAC داریم باز هم گمراه کننده است.

راه کار منطقی محاسبه متوسط ولتاژهای لحظه ای در یک دوره تناوب است.به علت تقارن شکل موج سینوسی حول محور صفر و خنثی شدن مقادیر مثبت و منفی با یکدیگر کل دوره تناوب قابل استفاده نیست و در صورت چنین کاری مقدار متوسط صفر خواهد شد.

برای متوسط گیری از ولتاژهای ac، فقط نیمی از یک دوره متناوب مورد توجه قرار می گیرد.به لحاظ ریاضی ثابت شده است که برای موج سینوسی،مقدار متوسط همیشه برابر با ۰,۶۹۶ مقدار پیک می باشد.در مثال ما که پیک ولتاژ موج سینو سی ۱۰ولت ا ست مقدار متو سط برابر ۳۶/۶ ولت ا ست. با دا شتن مقادیر متوسط،مقایسه ولتاژهای ac معنی پیدا می کند.متاسفانه فرمول قانون اهم برای مقادیر متوسط محدودیت بزرگی ایجاد می کنند. یک راه برای به کارگیری قانون اهم در ولتاژهای ac بیان کردن این ولتاژها بر اساس ولتاژ dc آنهاست. برای یافتن چنین مقدار معادلی باید مقدار rms (ولتاژ موثر) سیگنال ac را محاسبه کرد. برای موج سینوسی،مقدار rms برابر ۷۰۷/. مقدار پیک است.در مثالی که در بالا آورده شده ولتاژ پیک ۱۰ ولت است.بنابراین ولتاژ rms برابر ۷/۰۷ ولت است یعنی این سیگنال به اندازه یک ولتاژ ۷/۰۷ ولت در یک مقاومت گرما ایجاد می کند.همچنین می توان قانون اهم را همانند مقادیر dc برای مقادیر rms هم به کار برد.به عنوان یک قانون،روابط ولتاژها و جریان های ac معمولا بر حسب rms بیان می شوند.

0.707=rms * مقدار پیک

1.11=rms * مقدار متوسط

rms * 0.9=مقدار متوسط

مقدار متوسط= 0.636* مقدار پیک

مقدار پیک=1/41 * rms

مقدار پیک=1.57 * مقدار متوسط

پیک=2 * پیک تا پیک

به خاطر داشته باشید که روابط و مقادیر فوق فقط برای سیگنالهای سینوسی صحت دارند.

اغلب ولت متر های ac برای اندازه گیری ولتاژهای سینوسی کالیبره شده اند و برای اندازه گیری های سایر سیگنالهای ac دقیق نیستند.چنانچه صرفا بخواهید یک مقایسه ساده انجام دهید،ولت متر ac برای سیگنالهای غیر سینو سی کفایت می کند.اما اگر مقدار دقیق rms یک سیگنال غیر سینو سی مورد نظر باشد ولت متر acکمک چندانی نخواهد کرد.

سوال مهم : لطفا دانشجویان عزیز مقادیر پیک و متوسط و موثر را برای سیگنالهای مربعی و مثلثی را بنویسید؟

تمرین سر کلاسی :

۱- در این قسمت تعدای المان بروی میز آزمایشگاه موجود است لطفا هر المان را تفکیک کرده و مشخصات هر کدام را یاد داشت نموده و به مسئوول آزمایشگاه تحویل دهید.
۲- شماره ترانزیستورها و آی سی های موجود بروی میز را یاد داشت نموده و دیتا شیت بهمراه جدولی از پارامترهای مهم آن را درگزارشکار خود یاد داشت نمایید؟

قسمت دوم)

بررسی استانداردهای نمایش کمیت های RF :

الف) حقیقی : که شامل ولت ، آمپر ، وات می باشد . که در بالا توضیح داده شده است .

تکلیف : دانشجویان محترم لطفا دستگاه های مورد استفاده جهت اندازه گیری بهمراه روابط ریاضی آنرا یاد داشت نمایند؟

ب) مقایسه ای : (دسی بل) این فرمت dB جهت نمایش و بیان سطح یا مقدار یا توان سیگنال رادیویی مورد نظر نسبت به یک سطح مرجع قراردادی مشخص هم جنس خودش می باشد .بل ، لگاریتم مشترک نسبت قدرت خروجی به ورودی می باشد.چون در الکترونیک با سه کمیت وات، ولت و شدت جریان سرو کار داریم، ممکن است برای سنجش نسبت ورودی به خروجی یک دستگاه در مورد ولت و شدت جریان هم از واحد (بل) استفاده شود.

در عمل چون واحد بل خیلی بزرگ است (مثل فاراد در ظرفیت خازن) از واحد کوچکتر آن به نام دسیبل استفاده می شود که معادل یک دهم مقدار بل است و با حروف (dB)مشخص می گردد.به طور کلی می توان این مطالب را در فرمول زیر خلاصه کرد:

dB=10log(P1/P2)

که در این فرمول P1 توان خروجی یا قدرت بزرگتر و P2 توان ورودی یا قدرت کوچکتر است. معادله فوق باید طوری نوشته شود که همیشه عدد بزرگتر در صورت کسر قرار گیردکه حاصل کسر همیشه بیش از یک باشد این عمل باعث می شود که هیچ گاه مشخصه منفی نباشد. البته اگر توان ورودی بیش از توان خروجی باشد، پاسخ بصورت (dB-) نگاشته خواهد شدکه به معنای تضعیف است و اگر توان خروجی بزرگتر از توان ورودی باشد پاسخ بصورت (dB+) نشان داده خواهد شد که به معنای کسب بهره می باشد.

حال که این مطلب را آموختید ، حتما مایلید رابطه شدت صوت منبع ۲۰ وات را نسبت به ۱۰ وات ازاین طریق بدست آورده، اولا بدانید که عدد ۱/۳۰۱ از کجا آمده و ثانیا در چه حدی مطالب مربوط به دسیبل را آموخته اید. اما قبل از این محاسبه، بهتر است خود لگاریتم را یادآوری کرده باشم:

معمولا لگاریتم را چنین تعریف می کنند : لگاریتم عدد مفروض Nعبارتست از توان aکه اگر پایه bبه آن توان یا نما برسد، عدد Nحاصل گردد.

به عنوان مثال:

b^a=N---> logN = a ---> 10^2 = 100--->log 100 = 2

مبناهای مختلفی برای لگاریتم می توان فرض نمود. اما برای محاسبه شدت صدا، فقط از لگاریتم در مبنای ۱۰ استفاده می شود.در مورد مطالب مربوط به لگاریتم و چهار عمل اصلی آن و غیره صحبت در اینجا جایز نبوده ، آن را به عهده خود شـــما دانشـــجویان عزیز واگذار می کنم تا به کتاب های ریاضـــیات و جداول لگاریتم مراجعه نمایید. گفتیم که دســـیبل به مقدار قدرت، ولتاژ یا جریان دلالت ندارد بلکه فقط نســـبت میان دو مقدار مشخصی را شامل می شود. در مخابرات حد قراردادی صفر دسیبل برابر ۶ میلی وات است که در دو سریک بار ۱۵۰۰ اهمی ایجاد می شود. بنابراین هر توانی بیش از ۶ میلی وات نماینده د سی بل مثبت و هر توان کمتر از آن نشان دهنده دسیبل منفی می باشد.

اما درواحد حجم صوتی و آمپلی فایرها و غیره که با مخفف VUیا dBmنشان داده می شود، بجای ۶ میلی وات از مبنای ۱ میلی وات در دو سر بار ۶۰۰ اهمی استفاده می شود.

مبنای قراردادی صفر ولت VUیا صفر dBmبرابر ۱/۲۹ میلی آمپر است وقتی که ۱ میلی وات روی دو سر بار ۶۰۰ اهمی موجود باشد.

برای درک بیشتر به مثال زیر توجه نمایید:

بهره یک تقویت کننده را با ورودی ۱ وات و خروجی ۵۰ وات بر حسب دسیبل محاسبه کنید:

dB=10Log (P1/P2) ----> 10Log (50/1) ----> 10Log 50 = 16/99dB

ا صطلاح د سیبل (Decibel) در بسیاری از مباحث فیزیکی مو سیقی و نیز بهنگام ا ستفاده از د ستگاههای ضـــبط و اعمال افکت در اســـتودیوهای موســـیقی کاربرد دارد. با وجود اینکه بســـیاری از دســـت اندرکاران موسیقی از این اصطلاح استفاده می کنند، دید صحیحی نسبت به این اصطلاح ندارند. در این نوشته سعی می کنیم مفهوم این اصـــطلاح را برای علاقمندان بـه موســـیقی تشـــریح کنیم. اصطلاح دسیبل برای مقایسه نسبت بین دو مقدار در علوم فیزیک ، الکترونیک و ... بخصوص رشته های مختلف مهندسی بکار برده می شود. در اغلب موارد مقادیری که با یکدیگر مقایسه می شوند از جنس توان ، فشار، ولتاژ و ... هستند. از مواردی که دسیبل در آن کاربرد بسیار دارد می توان به فیزیک صوت اشاره کرد.

در فیزیک صوت برای محاسبه میزان و سطح قدرت منابع صوتی از این معیار استفاده می شود. دسیبل که آنرا با علامت dB نشان می دهند، عبارت است از لگاریتم مبنای ده نسبت دو توانی که قرار است با یکدیگر مقایسه شوند.

چرا از لگاریتم استفاده می شود؟

از آنجایی که هر دو مقداری که قرار است مقایسه شوند دارای ابعاد فیزیکی (دیماندسیون یا dimention) یکسان هستند، خارج قسمت آنها عدد خالص بدون واحد است، لذا می توان از خارج قسمت آنها لگاریتم گرفت. علت اصلی گرفتن لگاریتم آن است که بتوان توسط آن بسادگی مقایسه ای برای مقادیر بسیار بزرگ و یا بسیار کوچک داشت، بدون اینکه نیاز به استفاده از اعداد بسیار بزرگ یا کوچک داشته باشیم. برای ساده تر شدن موضوع به یک مثال توجه کنید. فرض کنید که دو منبع صوتی (ساز یا سیستم پخش صوت و ...) داریم که اولی توان خروجی معادل P1 دارد و دومی توانی معادل P2. هر دو بصورت یکسان در حال اجرا یا پخش یک موسیقی هستند و تنها تفاوت آن است که یکی از آنها، مثلاً P2 با قدرت بیشتری موسیقی را پخش می کند. (فرض می کنیم که شکل موج هر دو منبع یکسان است.) تحت این شرایط ، نسبت توان این دو منبع صوتی را بر حسب دسیبل می توان به اینصورت بیان کرد :

$10 \log_{10} (P_2/P_1)$

بنابراین مشاهده می کنید که اگر $P_1=2P_2$ باشد در آنصورت نسبت دو توان معادل ده برابر لگاریتم دو در مبنای ده یا همان عدد ۳ خواهد بود. در اینحالت قدرت P2 معادل ۳dBاز P1 بیشتر است. و یا اگر P2 قدرتی معادل ده برابر P1 داشته باشد در مقام مقایسه قدرت آن ۱۰dB از P1 بیشتر است. اگر P2توانی معادل یک میلیون برابر P1 داشته باشد، می توان بسادگی گفت که توان P2 معادل ۶۰dB از P1 بیشتر است. مشاهده می کنید که چقدر بیان و استفاده از لگاریتم در مقایسه توان دو منبع صوتی می تواند ساده باشد. نکته دیگر اینکه چنانچه در مقایسه های بالا توان P2 کمتر از P1 باشد به همین سادگی محاسبات انجام شده و فقط نتیجه یک عدد منفی خواهد بود. یک مثال کاربردی فرض کنید که یک آمپلی فایر صوتی می خرید که ادعا می کند توان خروجی آن ۳dB از نسخه قبلی که به بازار آمده است بیشتر است، در اینصورت بسادگی مشخص است که توان خروجی این دستگاه دو برابر توان نمونه قبلی است، چرا که لگاریتم ۲ در مبنای ۱۰ معادل عدد ۰,۳ است. بنابراین ۳dB بالا یا پایین

کـردن تـوان مـعـادل دو بـرابـر کـردن یـا نصـــف کـردن تـوان مـحســـوب مـی شـــود.

سطح فشار صوت یا Level Sound Pressureدر مواردی که هدف ارائه ایده از قدرت یک منبع صوتی برای تاثیر گذاری بر روی گوش انسان است، داشتن احساس از میزان توان آن دستگاه عملاً کاربردی ندارد. لذا از معیار دیگری بنام SPL یا سطح فشار صوتی استفاده می شود. این شاخص نیز کماکان با همان مبانی که برای دسـیبل در توان توضـیح دادیم، همخوانی دارد. در این حالت از فرمول زیر اسـتفاده می کنیم $20 \log_{10} (P/P_0)$

(علت استفاده از ضریب ۲۰ بجای ضریب ۱۰ آن است که در واقع اگر از همان فرمول قبل بخواهیم استفاده کنیم، قدرت rms یک منبع صوتی متناسب است با نسبت P/P_O ، که می توان توان دو را به پشت لگاریتم برد و به ضریب تبدیل کرد.) در هر صورت هنگامی که می خواهیم از سطح یا حجم تنها یک منبع صوتی صحبت کنیم و بحثی از مقایسه وجود ندارد، نیاز به یک منبع مبنا داریم که شدت صوتی منبع مورد نظر خود را نسبت به آن بسنجیم.در اینگونه از موارد، سطح مقایسه (در واقع مخرج کسر لگاریتم)، فشاری انتخاب می شـــود که توســـط آن گوش تحریک شـــده و در آســـتانه شـــنیدن قرار می گیرد، به این فشار Absolute Threshold of Hearing با ATHگفته می شود که معادل فشاری است برابر با ۲۰ میکرو پاسکال است که در فرمول بالا با P. نمایش داده شده است. (هر پاسکال معادل فشاری است که با نیروی یک نیوتنی بر سـطح یک مترمربع وارد می شـود.)طبیعی اسـت که پاسـخ فرکانسـی گوش انسـان در فرکانسهای مختلف یکسان نیست بنابراین لازم است تا این آستانه در فرکانس خاصی حساب شود، برای این منظور در مبـاحـث عمومی فرکـانس یـک کیلوهرتز بعنوان مبنـا بکـار برده می شـــود. واحدی که برای اینگونه از مقادیر بکار برده می شود با dB SPL نمایش داده می شود تا مشخص شود که مقدار مقایسه نسبت به رفرنس آستانه شنوایی انجام گرفته شده است. جدول بالا نمونه ای از قدرت صوتی منابع مختلف را نشان می دهد.لازم به ذکر است که آستانه شدت صوتی که می تواند برای گوش خطرناک باشد حدود ۸۰-۹۰ دسیبل SPL است.

جدول برابری dBm – dBW - Watt		
توان P بر حسب وات (W)	توان P بر حسب (dB W)	توان P بر حسب (dBm)
۱۰ وات	۱۰	۴۰
۱ وات	۰	۳۰
۱۰۰ میلی وات	-۱۰	۲۰
۱۰ میلی وات	-۲۰	۱۰
۸ میلی وات	-۲۱	۹
۵ میلی وات	-۲۳	۷
۴ میلی وات	-۲۴	۶
۲/۵ میلی وات	-۲۶	۴
۲ میلی وات	-۲۷	۳
۱ میلی وات	-۳۰	۰
۱۰۰ میکروووات	-۴۰	-۱۰
۱۰ میکروووات	-۵۰	-۲۰
۱ میکروووات	-۶۰	-۳۰
۱ نانووات	-۹۰	-۶۰
۱ پیکووات	-۱۲۰	-۹۰

قسمت سوم)

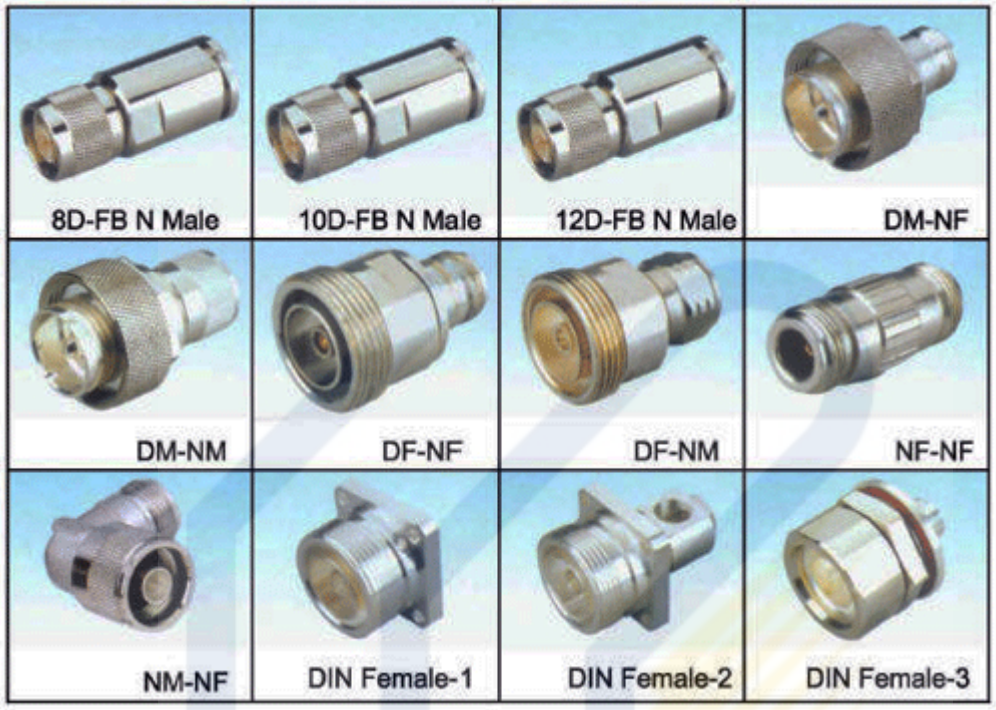
انواع کانکتورهای مخابراتی:

بعضی از کانکتورهای مورد استفاده در مخابرات جهت آشنایی شما دانشجویان در زیر آمده است :

- **کانکتور**N-Type



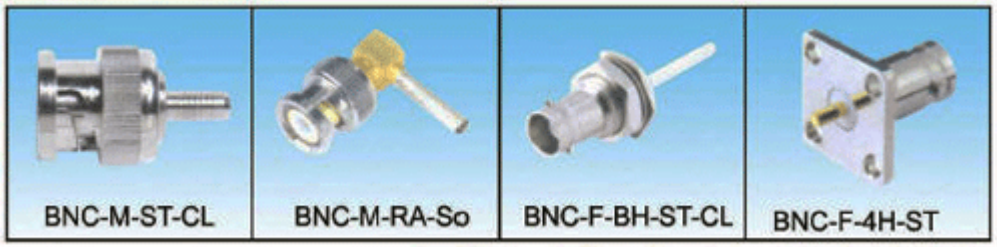
- **کانکتور** DIN



- RF Adapters

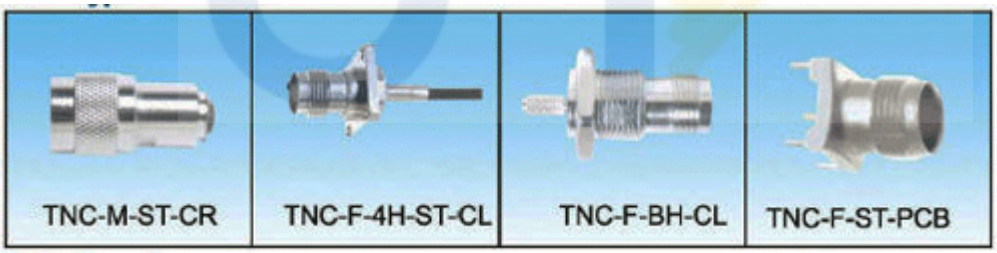


- **کانکتور** BNC



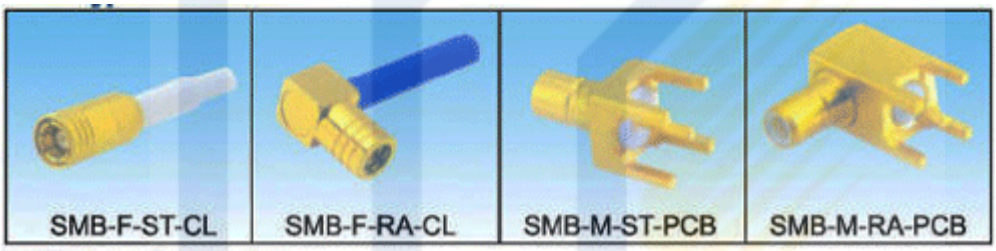


- **کانکتور**TNC



- **کانکتور** SMB.SMA





تکلیف :

۱) انواع کانکتورهای مخابراتی فرکانس بالا با ذکر توضیح و کاربرد و عکس نام ببرید؟

۲) انواع کابل های مخابراتی مورد ا ستفاده در فر ستنده های رادیویی و تلویزیونی را با ذکر م شخ صات ویژه توضیح دهید؟

آزمایش یک

عنوان آزمایش : شناسایی دستگاه RF ژنراتور

هدف: آشنایی کامل و کاربردی با دستگاه RF ژنراتور

جهت تولید دو سیگنال کریر و پیام در آزمایشگاه مدارهای مخابراتی احتیاج است این دو سیگنال توسط دستگاهی به نام RF ژنراتور تولید و در اختیار مدولاتور قرار گیرد لذا در این قسمت با اجزا مهم و کاربردی این دستگاه آشنا می شویم.



اجزا مهم دستگاه RF ژنراتور به شرح زیر می باشد:

۱) صفحه نمایش یا Display : در این قسمت دارای سه سطر می باشد که منوی اصلی دستگاه به شرح زیر می باشد:

سطر اول) مربوط به کانال یک که شامل نوع شکل موج و اندازه فرکانس و اندازه دامنه می باشد.

سطر دوم) مربوط به کانال دو که شامل نوع شکل موج و فرکانس و اندازه دامنه می باشد.

سطر سوم) دارای یک سری بلوک می باشد که در زیر هرکدام یک عدد کلید فانکشن (F) وجود دارد که هر کدام از این دکمه های فانکشن را بصورت کامل توضیح دهید؟

۲) Keypad یا صفحه کلید اعداد جهت وارد کردن اعداد بکار می رود.
۳) جهت نما : این کلید ها جهت حرکت بروی ارقام مورد نظر در دامنه و فرکانس خاص را می باشد.
۴) ولوم جهت تنظیم دقیق تر
۵) چهار پورت خروجی که سه تا آن مربوط به CH1 می باشد و یکی که در زیر آن نوشته شده مربوط به CH2 می باشد.

فانکشن ژنراتور چیست؟

ژنراتور هایی که در رنج فرکانسی ۱ مگاهرتز (AF) شکل موج های مختلفی از جمله سینوسی-مربعی - دندان اره ای-مثلثی ایجاد می کنند فانکشن ژنراتور نام دارند.

سیگنال ژنراتور چیست؟

د ستگاهی که قادر به تولید سیگنالها یا امواج الکترونیکی با مقدار دامنه (ولتاژ) و فرکانس مورد نظر ما میباشد و برای وارد کردن به مدار و دیگر کارها آن را به خروجی میفرستد سیگنال ژنراتورنامیده میشود.

تفاوت فانکشن ژنراتور با سیگنال ژنراتور در چیست؟

بسیاری از افراد فکر میکنند فانکشن ژنراتور و سیگنال ژنراتور با هم تفاوتی ندارند .سیگنال ژنراتور و فانکشن ژنراتور از مهم ترین د ستگاههایی ه ستند که کابرد زیادی دارند. میتوان گفت ماهیت این دو ژنراتور مثل هم است و هر دو وظیفه تولید سیگنال متناوب تولید میکنند. اصلی ترین تفاوت این دو مولد در نوع سیگنالی میبا شد که آنها تولید میکنند. فانک شن ژنراتورهاقادرند انواع سیگنال های مربعی ، سینو سی، مثلثی و .. را تولید کنند ، در حالی که سیگنال ژنراتور فقط سیگنال سینوسی تولید میکند. تفاوت دیگر سیگنال ژنراتور با فانکشن ژنراتور در دامنه سیگنال و میزان فرکانس میباشد. کلا فرکانس سیگنالی که تو سط فانکشن ژنراتورها تولید میشود از فرکانس سیگنالی که سیگنال ژنراتورها تولید میکنند کمتر میباشد. پس سیگنال ژنراتورها قادرند سیگنالهایی با فرکانس بالا ایجاد کنند ، به عنوان مثال فرکانس تولیدی در مدل های معمولی تا ۱۵۰ مگا هرتز قابل تنظیم میباشد. در فانکشن ژنراتورهای معمولی فرکانس تولیدی حدود ۲،۳ مگاهرتز میباشد. شرایط در دامنه سیگنال هست. در سیگنال ژنراتورها دامنه سیگنال های تولیدی خیلی کم و حدودا چند ده میلی ولت میباشد. در فانکشن ژنراتورهادامنه سیگنال های تولید شده خیلی از سیگنال ژنراتورها بیشتر است. دامنه سیگنال در فانکشن ژنراتورهای معمولی در حدود ۱۰ تا ۲۰ ولت پیک تا پیک میباشد.

تکلیف :

۱- لطفا شرح کاملی از کار کرد دستگاه RF ژنراتور را بنویسید؟

۲- با توجه به این که د ستگاه دارای دو کانال می با شد هر کدام از دو کانال بطور جداگانه و با تو ضیح هر فانکشن با زیر منوهای آن را بنویسید؟

۳- حداکثر فرکانس و دامنه سیگنال کانال یک و دو چقدر است؟

۴- کدام خروجی برای سیگنال کریر و پیام بهتر است ؟ چرا؟

ترانسفرمر :

عبارت از یک وسیله الکترومغناطیسی می باشد که انرژی را بر اساس القاء متقابل در سیم پیچها از سیم پیچ اولیه به سیم پیچ ثانویه انتقال می دهد .

ساختمان ترانسفرمر : ترانسفرمر از هسته و سیم پیچ اولیه و ثانویه تشکیل شده است . هسته از ورقه های آهنی ایزوله شده ازهم به شکل قاب ساخته می شود .
سیم پیچ اولیه و ثانویه از همدیگر عایق (ایزوله) شده اند هرگاه اولیه را به جریان متناوب یا متغیر وصل نمائیم در اطراف قاب ، میدان متغیر آهنربایی به وجود می آید و مثل آن است که یک میله آهنربایی را داخل سیم پیچ ثانویه به حرکت در آورده باشیم خطوط این میدان مغناطیسی به وسیله سیم پیچ ثانویه قطع شده و جریان عیناً به ثانویه القاء میگردد .

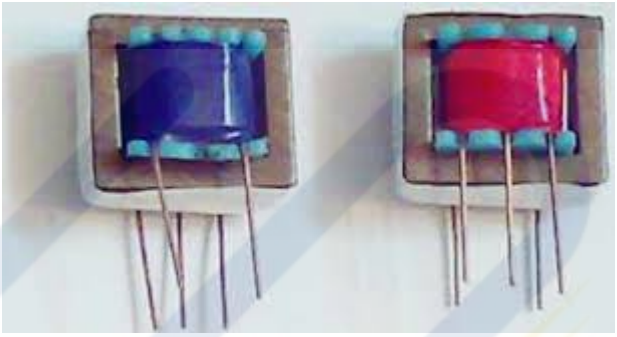
انواع ترانسفرمر :

۱) ترانس نیرو یا ترانس power یا ترانس برق
۲) ترانس صوتی یا چوک یاAF
۳) ترانس فرکانس میانی یا IF
۴) ترانس HV
۵) ترانس چاپر یا ترانس سوئیچینگ

ترانس نیرو : برای کم و زیادکردن ولتاژ برق شهر در دستگاههای الکترونیکی استفاده می شود . که با عبور جریان متناوب از سیم پیچ اولیه میدان مغناطیسی متغیری به وجود می آید که در سیم پیچ ثانویه القاء می گردد .
هرچه دور ثانویه کمتر از اولیه باشد به همان نسبت ولتاژ القایی کمتر خواهد شد . در این صورت ترانس را کاهنده گویند .
هرچه دور ثانویه بیشتراز اولیه باشد به همان نسبت ولتاژ ثانویه بیشتر خواهد شد و در این حال ترانس را افزاینده گویند .

در هر ترانسی رابطه مقابل صادق است$N1/N2 = V1/V2= I2/I1$

ترانسفورماتور صوتی : ترانس های صوتی که معمولاً به دو دسته ترانس بلندگو و ترانس رابط تقسیم می شوند دارای هسته آهنی بوده و از نوع ترانس های کاهنده می باشند . ترانس بلندگو دارای امپدانس ورودی چند کیلو اهم و امپدانس خروجی چند اهم است و به غلط به چوک بلندگو هم مشهور است . معمولاً اولیه دارای سه و ثانویه دارای دو سر است و سیم های ثانویه دارای قطر بیشتری هستند چرا که ترانس بلندگو کاهنده ولتاژ و افزاینده جریان است و بنابراین جریان ثانویه بیشتر از جریان اولیه است . در شکل زیر تصویری از یک ترانس نمایش داده شده است .



ترانس رابط بر عکس ترانس بلندگو ، دارای دو سر اولیه و سه سر ثانویه است و برای ارتباط کوپلاژ طبقات مختلف یک تقویت کننده صوتی به کار می رود .

ترانس های صوتی در واقع مبدل امپدانس هستند و به عبارت دیگر به عنوان تطبیق دهنده امپدانس استفاده می شوند . در اینجا می خواهیم این خاصیت ترانس را مورد بررسی قرار دهیم . اصولاً در یک ترانس مفهوم امپدانس ورودی و خروجی به صورت زیر است .

$$Z_1 = \frac{V_1}{I_1} \qquad \text{و} \qquad Z_2 = \frac{V_2}{I_2}$$

که در این روابط Z_1 امپدانس ورودی و Z_2 امپدانس خروجی است .

بنابراین نسبت ولتاژ اولیه به جریان اولیه را امپدانس ورودی و نسبت ولتاژ ثانویه به جریان ثانویه را امپداس خروجی می گویند که امپدانس خروجی در واقع برابر با امپدانس بار است . خیلی مواقع مقدار امپدانس بار خیلی کم و مقدار امپدانس منبع خیلی زیاد است . برای مثال یک بلندگوی ۸ اهمی دارای امپدانس ۸ اهم است و اگر این بلندگو را به یک سیگنال ژنراتور صوتی که عموماً دارای امپدانس ۶۰۰ اهم است متصل کنیم مشاهده می شود که صدایی از بلندگو شنیده نمی شود . در صورتی که اگر سیگنال ژنراتور صوتی از

طریق یک ترانس به بلندگو متصل شود صدای بلندگو قابل شنیدن می شود . علت پیست ؟ در جواب باید گفت که علت این امر تطبیق امپدانس است . اصولاً برای اینکه یک منبع حداکثر توان را به یک بار تحویل دهد باید امپدانس منبع و امپدانس بار با هم مساوی باشند . هر چه این دو امپدانس با هم اختلاف بیشتری داشته باشند توان تحویلی به بار کمتر خواهد بود .

که در این رابطه Z_1 امپدانس ورودی و برابر با حاصل تقسیم ولتاژ اولیه به جریان اولیه است و Z_2 امپدانس خروجی و برابر با حاصل تقسیم ولتاژ ثانویه به جریان ثانویه است و n نسبت دور ترانس است . به عنوان مثال یک ترانس بلندگو دارای نسبت دور ۱۰ است . چنانچه این ترانس را به یک بلندگوی ۸ اهمی متصل کنیم امپدانس ورودی چقدر می شود ؟

$$Z_1 = n^2 Z_2 \longrightarrow Z_1 = (10)^2 \times 8\,\Omega = 800\,\Omega$$

بنابراین ترانس مزبور امپدانس ۸۰۰ اهم در اولیه را به مقدار ۸ اهم در ثانویه تبدیل کرده است و به همین علت است که به آن مبدل امپدانس می گویند .

توجه نمایید که اگر ترانس کاهنده باشد ، کاهنده امپدانس و چنانچه افزاینده باشد ، افزاینده امپدانس است .

ترانسفورماتور رادیویی : ترانس های رادیویی به دو دسته IF وRF تقسیم می شوند . ترانس های IF در طبقات IF گیرنده های رادیو و تلویزیون برای کوپلاژ طبقات تقویت کننده IF استفاده می شود . معمولاً در اولیه ترانس های IF خازنی قرار گرفته که با سیم پیچ اولیه ، مدار هماهنگ را تشکیل می دهد که در فرکانس خاصی به حالت تشدید در می آید . در شکل های زیر نمونه هایی از ترانس IF نمایش داده شده است .



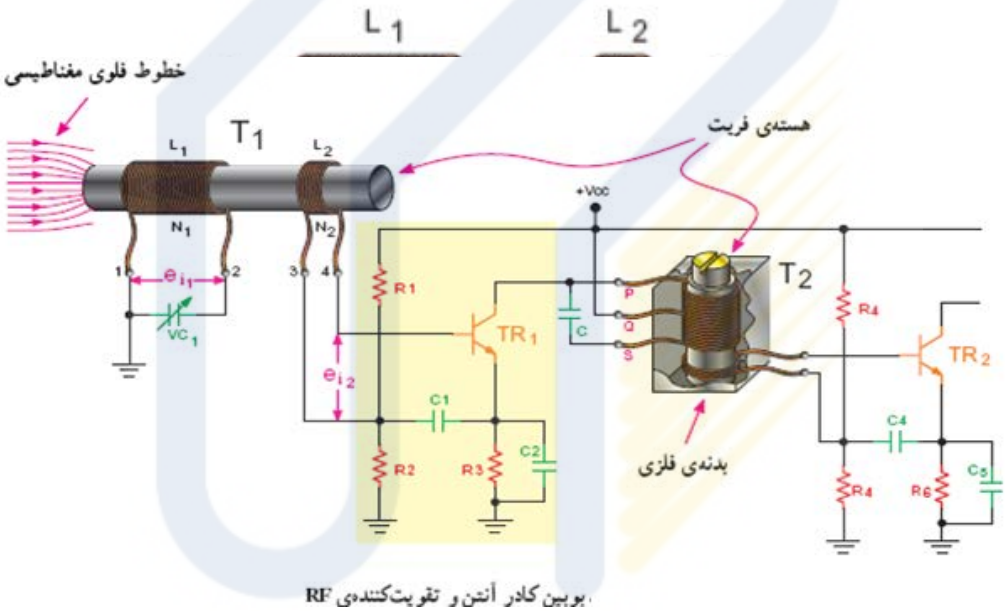
سیم پیچ IF معمولاً بر روی یک استوانه پلاستیکی پیچیده می شود به نحوی که یک هسته فریت رزوه شده داخل استوانه به سمت بالا و پایین قابل حرکت است و مجموعه مزبور جهت جلوگیری از تشعشع و یا تداخل امواج ، درون یک قوطی فلزی قرار می گیرد. خازن مربوطه هم معمولاً در زیر قوطی جاسازی می شود . به کمک پیچ گوشتی می توان هسته فریت را درون استوانه بالا و پایین برد . با این کار اندوکتانس اولیه سیم پیچ و در نتیجه فرکانس تشدید مدار هماهنگ را می توان تنظیم نمود . در بعضی از ترانس های

IF ، در ثانویه هم خازنی قرار دارد و بنابراین دو مدار هماهنگ ایجاد می شـــود .اینگونه ترانس ها دارای دو هســـته فریت قابل تنظیم هســـتند . فرکانس تشـــدید مدارهای هماهنگ مزبور معمولاً نزدیک به هم تنظیم می شوند که به این کار ا ستگرتیون (Stagger Tuned) می گویند . با این کار پهنای باند کلی ترانس IF افزایش می یابد .

ترانس های RF هم در ا ساس کار ، شبیه ترانس های IF هستند . یک مثال خوب برای ترانس RF ، سیم پیچ های مدار کادر آنتن رادیوهای AM ا ست که در آن ، سیم پیچ های اولیه و ثانویه بر روی یک ه سته فریت پیچیده شده است . در شکل زیر تصویری از یک ترانس RF نمایش داده شده است .

بوبین کادر آنتن

به سیم پیچ مدار هماهنگ ورودی گیرنده های رادیویی بوبین کادر آنتن گویند. این بوبین دارای یک هسته از جنس فریت می باشد. بوبین کادر آنتن به عنوان آنتن عمل می کند. بوبین کادر به صوت سه سر یا چهار



بوبین کادر آنتن و تقویت‌کننده‌ی RF

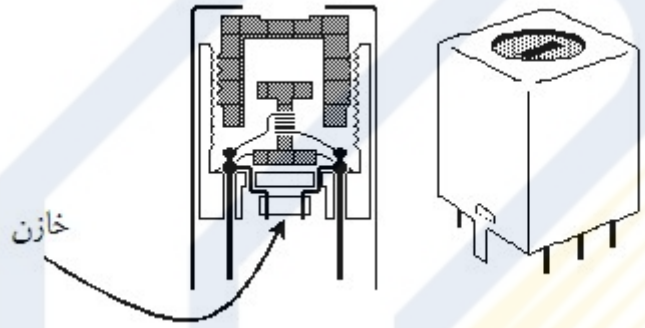
سر وجود دارد.بوبین کادر آنتن داری μ_r می با شد لذا میدان مغناطی سی قوی تری ایجاد می کندL1, L2. تشکیل ترانس می دهند.

آزمایش دوم

عنوان آزمایش: مدارهای تیوند

هدف: بدست آوردن مشخصات یک ترانسفورماتور تیوند

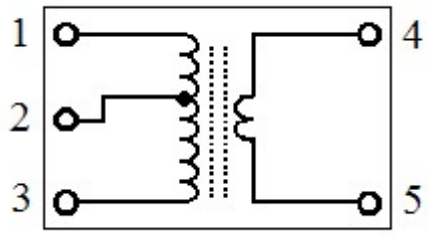
۱- ترانسفورماتورIF زرد رنگ مربوط به رادیوی AM را مطابق شکل 1 انتخاب کرده، خازن داخلی آنـــرا با دقت جدا کنید.



شکل 1 – تصاویری از ترانسفورماتور IF

۲- به کمک اهم متر تراز سفورماتور را تست کرده و از صحت آن مطمئن شوید. مقاومت اهمی بین پایه هـــای مرتبط بایستی کمتر از ده اهم باشد. سپس پایه ها را مطابق با شکل 2 شماره گذاری کنید. (بدیهی است مقاومت اهمی بین پایه های 1 و2 بایستی کمتر از 2 و3 باشد)

R_{12} = R_{23} = R_{13} = R_{45} =



شکل2 – پایه های شماره گذاری شده ترانسفورماتور IF

۳- با اعمال یک سـیگنال سـینوسـی با مشـخصـات f=500 KHZ و $V_{PP} = 500mv$ به نقاط 1 و 3 ولتاژهای بین پایه های مربوطه زیر را اندازه گیری و یادداشت نمایید.

V12 = V23 = V45 =

۴- با کاهش دامنه منبع ولتاژ به نصـــف و اعمال آن به نقاط۴ و 5 ولتاژهای زیر را نیز اندازه‌گیری و یادداشت نمایید.

V12 = V23 = V13=

۵- منبع ولتاژ را به نقاط 1 و 2 اعمال کرده و مقادیر زیر را اندازه گیری و یادداشت نمائید.

V13= V23 = V45 =

۶- با بسـتن مدار شـکل ،3 سـلف L_{13} را بصـورت مدار رزونانس بکار گرفته ، با تغییر فرکانس سـیگنال ژنراتـــــورمدار را رزونانس کرده و در این حالت ولتاژ های زبر را اندازه گیری نمائید. به منظور کاهش خطـای انـدازه‌گیری ،اندازه‌گیری ها را در حالتی انجام دهید که هر دو کانال اسیلوسکوپ همزمان بـه نقـاط ۰ و 1 وصـل شده اند.

V_{03}=

V13=

شکل 3 – مدار رزونانس

7- فرکانس سیگنال ورودی را حوالی فرکانس رزونانس تغییر داده، فرکـانس هـای قطـع بـالا و پـائین-3db را اندازه گیری و یادداشت نمائید.

f_H = f_L =

بررسی نتایج وسئوالات

۱- با استفاده از نتایج مرحله 6 مقادیر $R_P, Q_{L_{13}}, L_{13}$ را محاسبه کنید؟

۲- با استفاده از نتایج مراحل 3 الی 5 مقادیر $M_{13,12}$ ،4 $M_{13,45}$ ،L_{45} و $M_{13,23}$ را محاسبه کنید.

۳- مقدار $Q_{L_{13}}$ را به کمک نتایج مرحله 7 آزمایش محاسبه کرده و با نتایج حاصل از مرحله 6 مقایسه کنید؟

۴- شرایطی که باعث می گردد یک مدار به حالت تشدید می رود را توضیح دهید؟

۵- نحوه انجام آزمایش پیدا کردن فرکانس تشدید را بصورت مختصر و کامل توضیح دهید؟

آزمایش سوم

عنوان آزمایش :مشخصات سلف

هدف: بدست آوردن مشخصات یک سلف

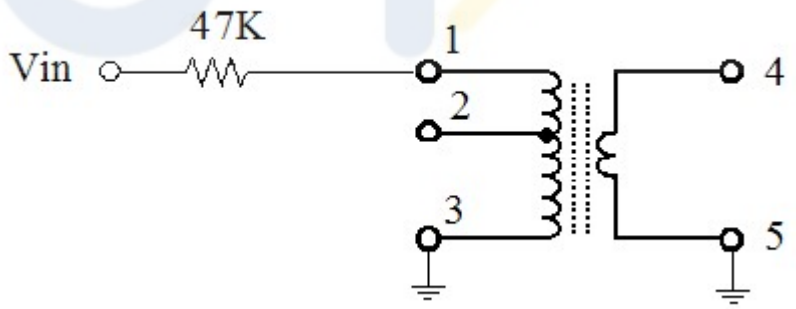
۱- ترانسفورماتور IF زرد رنگ آزمایش قبل را مطابق شکل 1 از طریق یک مقاومت 47 کیلو اهمی به سیگنال ژنراتور وصل کرده سپس با قرار دادن دامنه سیگنال ورودی برابر با 500 میلی ولت و تغییرفرکانس ورودی ، چهار مورد زیر را انجام دهید :

الف : با اتصال اسیلوسکوپ به نقطه1 و قرار دادن ضریب تضعیف پروب در حالت 1X فرکانس رزونانس سلف را اندازه گیری و یادداشت نمائید؟

ب : با اتصال اسیلوسکوپ به نقطه1 و قرار دادن ضریب تضعیف پروب در حالت 10X فرکانس رزونانس سلف را اندازه گیری و یادداشت نمائید؟

ج: با اتصال اسیلوسکوپ به نقطه4 وقرار دادن ضریب تضعیف پروب در حالت 1X فرکانس رزونانس سلف را اندازه‌گیری و یادداشت نمائید؟

د : با اتصال اسیلوسکوپ به نقطه4 و قرار دادن ضریب تضعیف پروب در حالت 10X فرکانس رزونانس سلف را اندازه گیری و یادداشت نمائید؟



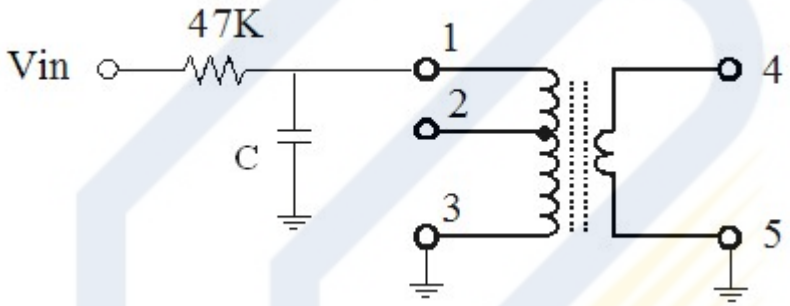
شکل 1 – اندازه گیری فرکانس رزوناس سلف

۲- با حفظ شرایط حالت 1- ب و قرار دادن فرکانس ورودی 500 کیلو هرتز ، ولتاژ اولیه و ثانویه ترانس را اندازه گیری و یادداشت نمائید؟

۳- یک مقاومت بار 100 اهمی را به ثانویه ترانسفورماتور (نقاط 4 و 5) اضافه کرده و مرحلـــــه2 را تکـرارکنید؟

۴- مطابق شکل 2 با اتصال یک خازن 330 پیکوفاراد به اولیه ترانس و بـا قـرار دادن همزمـان کانـال هـای اسیلوسکوپ در ورودی و نقطه 1 (ضریب تضعیف 10X) ، فرکـانس ورودی را تغییـر داده تـا مـدار رزوناس شود. در این حالت ولتاژهای V_{IN}و V_1 و فرکانس رزوناس را اندازه گیـری و یادداشـت نمائید؟

V_1 = V_{in} = f_r =



شکل 2 – اندازه گیری ضریب کیفیت سلف در فرکانس های مختلف

۵- مرحله 4 را برای خازن 220 پیکوفارادی تکرار نمائید؟

V_1 = V_{in} = f_r =

۶- مجددا مرحله 4 را برای یک خازن 100 پیکوفارادی تکرار نمائید؟

V_1 = V_{in} = f_r =

بررسی نتایج وسئوالات

۱- چرا نتایج حاصل از اندازه گیری فرکانس رزونانس سلف در مرحله 1 آزمایش با هم متفاوتند؟ شرح دهید؟

۲- کدام فرکانس رزوناس به واقعیت نزدیک تراست و چرا؟

۳- با استفاده از منحنی شکل 3 فرکانس رزوناس سلف را محاسبه و با نتایج مرحله 1 مقایسه کنید

۴- به کمک نتایج مرحله ۲و 3 آزمایش نسبت تبدیل ترانس را محاسبه نمائید؟

۵- با استفاده از نتایج مراحل 4 و5 و 6 آزمایش مقدار ضریب کیفیت سلف ، $L_{13}, Q_{L_{13}}$ را در سه فرکانس محاسبه کرده و در جدول زیر ثبت نمائید؟

C (PF)	330	220	100
f (KHz)			
Q			

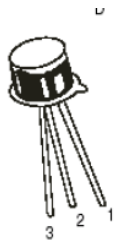
شکل 3 – منحنی فرکانس رزونانس

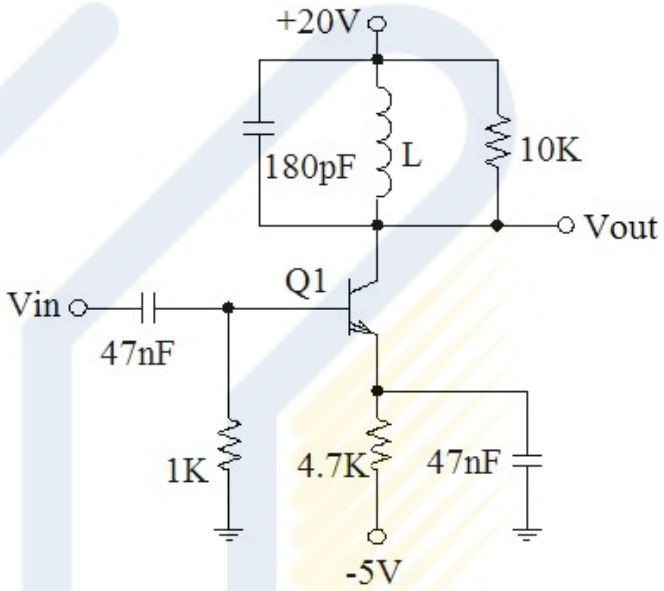
آزمایش چهارم

عنوان آزمایش :تقویت کننده سیگنال بزرگ

هدف: بدست آوردن منحنی سیگنال بزرگ برای یک تقویت کننده امیتر مشترک

۱- مدار یک تقویت کننده تیوند را مطابق شکل 1 ببندید. سلف L همان L_{13} یعنی اولیه ترانسفورماتورIF زرد رنگ آزمایش شماره 1 است که مشخصات آنرا قبلاً بدست آورده اید . ترانزیستور Q_1 نیز یک ترانزیستور معمولی است (مثلاً BC 107).





شکل 1 – تقویت کننده سیگنال بزرگ

۲- به منظور حصول اطمینان از سلامت مدار نقطه کار DC مدار را (بدون اعمال سیگنال AC به مدار) اندازه گیری و یادداشت نمائید.

VB = VC = VE =

چنانچه مقادیر اندازه گیری شده نامناسب است نسبت به رفع عیب مدار اقدام کنید

۳- اکنون سیگنالی سینوسی با مقدار پیک تو پیک ۱۰ میلی ولت به ورودی اعمال کرده و با تغییر فرکانس مدار را رزونانس کرده فرکانس رزونانس را یادداشت کنید.

f_r =

۴- با ثابت نگهداشتن فرکانس و تغییر دامنه ورودی جدول زیر را کامل کنید

Vinpp (mV)	10	20	40	70	100	150	200	250	300
Voutpp (V)									
AV = $\frac{Voutpp}{Vinpp}$									

جدول 1 – بهره ولتاژ تقویت کننده سیگنال بزرگ

۵- خازن بای پاس امیتر را از مدار تقویت کننده حذف کرده ، مجدداً جدول زیر را کامل نمائید.

Vinpp (mV)	10	20	40	70	100	150	200	250	300
Voutpp (V)									
AV = $\frac{Voutpp}{Vinpp}$									

جدول2 – بهره ولتاژ تقویت کننده بدون حضور خازن بای پاس

بررسی نتایج وسئوالات

۱- با توجه شکل مدار نوع بایاس dc را بیان نموده و شرح کاملی از کار مدار در سیگنال ac را بنویسید؟

۲- فرکانسهای قطع بالا و پایین مدار فوق را بنویسید؟

۳- در چه فر کانس سیگنال ورودی ؛ سیگنال خروجی مدار دارای اعوجاج می گردد؟

۴- حداکثر دامنه سیگنال ورودی چقدر باشد تا سیگنال خروجی بدون اعوج می باشد؟

اسیلاتور یا نوسان ساز چیست:

ا سیلاتور ها برای ساختن موج حامل انرژی رادیوئی و صوتی در مدارات رادیوئی ا ستفاده می شوند و دارای خروجی موج سـینوسـی هسـتند. گرچه شـکل موج ها میتوانند مانند موج مربعی یا دندانه اره ای متفاوت باشند.شکل موج هاممکن است dc ویا ac باشند.

شرایط لازم برای نوسان:

اگر هر مداری موارد زیر را داشته باشد آن مدار خواه یا ناخواه نوسان خواهد کرد.

۱_ تقویت کنندگی

۲_ وسیله مولد فرکانس

۳_ فیدبک مثبت (احیاء)

در یک او سیلاتور فاکتور های بالا عمدتا درون طراحی مدار لحاظ می شوند.بخشهای ۱ و ۳ بیشتر آمپلی فایر ها اتفاق می افتد.

توجه شود که نوسان سازها اغلب توسط فرکانس سیگنال خروجی خود توصیف می‌شوند و در یکی از دسته بندی های زیر جای میگیرند.

۱) نوسان ساز صوتی، فرکانس‌هایی را در محدوده صوتی تولید می‌کند، تقریباً از ۲۰هرتز تا ۲۰کیلو هرتز

۲) نوسان ساز RF، سیگنال‌هایی را در محدوده فرکانس رادیویی از ۱۰۰ کیلو هرتز تا ۱۰۰گیگا هرتز تولید می‌کند

۳) نوسان ساز فرکانس پایین، یک نوسان ساز الکترونیکی است که فرکانس‌های زیر ۲۰هرتز تولید می‌کند.

نو سان سازهایی که برای تولید یک خروجی AC توان بالا از یک منبع DC طراحی شده‌اند معمولاً مبدل نامیده می شوند. دو نوع ا صلی از نو سان سازها وجود دارد: نو سان ساز خطی یا هارمونیک و نو سان ساز غیرخطی یا رلاکسیون.

انواع اسیلاتور ها :

۱) نوسان ساز هارتلی – سینوسی

۲) نوسان ساز آرمسترانگ – سینوسی

۳) نوسان ساز کولپیتس – سینوسی

۴) مولتی ویبراتور مونوآستابل (۱ حالته) – مربعی

۵) مولتی ویبراتور بای آستابل (دو حالته) – مربعی

کاربرد اسیلاتورها :

۱) استفاده برای عمل مدولاسیون

۲) استفاده برای نوسان سازی رادیویی

۳) استفاده برای مدارات اینورتر ولتاژ

۴) استفاده برای راه اندازی میکروکنترلرها و پردازنده ها

۵) تعیین فرکانس کاری و سرعت پردازنده ها

و . . .

نوسان ساز با فیدبک:

بطور کلی در مدارهای فیدبک دار بوا سطه شبکه فیدبک ق سمتی از سیگنال خروجی با سیگنال ورودی برای د ستیابی به مقا صد م شخ صی مخلوط می‌گردد. در مدارهای تقویت کننده که هدف بهبود و تثبیت و مشخصات تقویت کنندگی (یعنی مقاومت ورودی و خروجی و بهره ولتاژ و جریان ، پاسخ فرکانسی و عملکرد خطی تقویت کننده) ا ست، عموما از فیدبک منفی ا ستفاده می شود. اما نو سان سازهای با فیدبک ، تقویت کننده‌هایی هستند که خروجی انها بوا سطه شبکه فیدبک مثبت به حالت ناپایداری ونو سان ر سیده ا ست. بوجود آمدن این حالت بدان علت ا ست که شبکه فیدبک به صورت ت شدید کننده (مثبت) و بر هم زننده پایداری و نه تثبیت کننده (منفی) پایداری تقویت کننده عمل نموده است.

نوسان سازهای رادیویی:

نو سان سازهای رادیویی همانطور که از نام شان پیدا ست برای تولید امواج در محدوده فرکان سی رادیویی برای بکار گیری در مدارهای مخابراتی طراحی و ساخته می‌شوند. در این نوع نوسان سازها شبکه فیدبک به صورت LC (سلف و خازن) و بکار گیری سه روش پایه‌ای آرمسترانگ ، کولپیتس و هارتلی قابل پیاده سازی می با شند. بنا به خا صیت فیلتری مدارات LC و عبور دادن محدوده فرکان سی م شخ صی از خود ، دستیابی به فرکانس مورد نظر شکل موج خروجی از طریق محاسبه مقادیر L و C شبکه فیدبک امکان پذیر می‌باشد.بطوری که تنها موج با فرکانس تعیین شده می‌تواند از خروجی و از طریق مسیر فیدبک به ورودی اعمال گردد. این روزها به دلیل مشکلات طراحی از طریق مدار و دستیابی دقیق به فرکانس مورد نظر از عنصری به نام کریستال استفاده می‌گردد. کریستالها از مواد پیزو الکتریک که خاصیت جالبی دارند ساخته می شوند. این ویژگی عبارت ا ست از اینکه هرگاه به این مواد ولتاژ الکتریکی اعمال شود شروع به لرزش و تکان مکانیکی ، با فرکانس م شخ صی می‌نمایند و اگر به آنها لرزه وارد شود ولتاژ ضعیف الکتریکی تولید می‌نمایند. کری ستالها علاوه بر نو سان سازهای رادیویی در سایر نو سان سازهای دیگر نیز به عنوان

عنصر فرکانسی مهم و مطمئن کاربرد دارد و نقش خود را ایفا می‌نماید. نوسان سازهای رادیویی را در صورتهای مختلف ، بسته به محل بکارگیری این در سیستمهای مخابراتی و با محدوده فرکانسی متنوع رادیویی می‌توان دید.

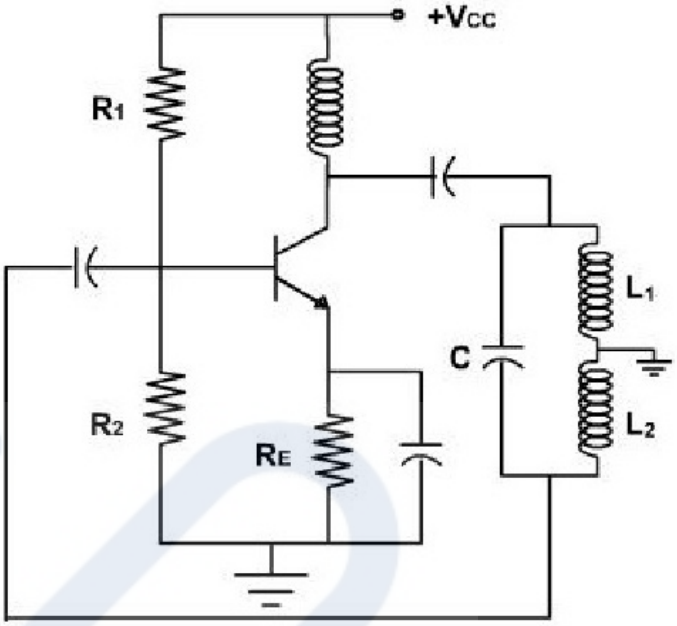
نوسان سازهای منطقی:

در سیستم دیجیتالی تولید پالس ساعت با شکل موج و فرکانس قابل قبول از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. برای تولید پالس ساعت مورد نیاز سیستم می‌توان از امکانات موجود در آی سی‌های TTL (سری ۷۴۰۰) و CMOS (سری ۴۰۰۰) به همراه قطعات جانبی استفاده نمود. در مواردی که اهمیت پایداری فرکانس در حداقل ممکن خود قرار می‌گیرد می‌توان مدار نوسان ساز را با استفاده از گیتهای منطقی ، مقاومت و خازن (RC) ساخت. در کاربردهای دقیقتر ، استفاده از کریستال به همراه مدار RC بسیار متداول می‌باشد. همانطور که گفته شد کریستالها در اطراف فرکانس کار خود ، نوسان می‌نمایند. بنابراین در طراحی این نوع مدارها تعیین مقدار C , R برای بکار گیری صحیح کریستال مهم می‌باشد. در موارد حساستر مانند سیستمهای ریز پردازنده (میکرو پروسسوری) اغلب آی سی‌های پالس ساعت مخصوص چه به صورت مجزا و یا درون آنها ساخته می‌شود که کریستالها را در رابطه با آنها بکار می‌گیرند.

مسیر اصلی نوسان سازها:

در بسیاری از موارد ، بکار گیری تقویت کننده‌های عملیاتی در این بخش می‌تواند علاوه بر ساده سازی مراحل طراحی ، امکان تولید شکل موجهای مختلف از قبیل سینوسی ، مربعی و مثلثی را ایجاد نماید. تقویت کننده‌های عملیاتی را اغلب با شبکه‌های RC به صورت نوسان ساز طراحی می‌نمایند.

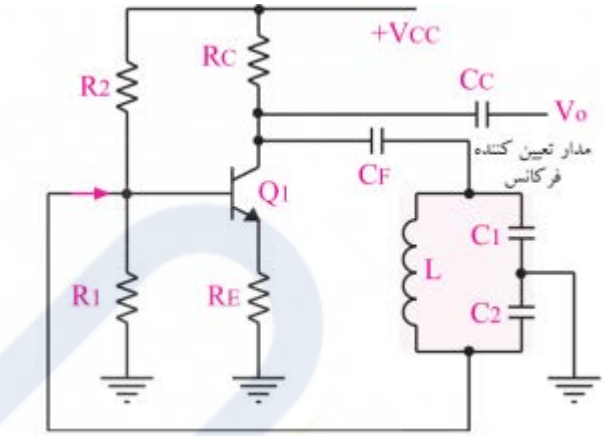
نوسان ساز هارتلی:



این نو سان ساز نمونه ای از نو سان ساز های فرکانس پایین ا ست که با ا ستفاده از مدار ,فرکانس را تعیین می کند ویک ترانزیستور نیز تامین کننده پالس های نگه دارنده است.مدار بالا یک تقویت کننده امیتر مشترک را نشان می دهد که مدار بین کلکتور و بیس آن متصل شده است سر وسط سلف به طور موثر به امیتر متصل شده است (مقاومت منبع تغذیه برابر صفر فرض می شود). تقویت کننده امیترمشترک سیگنال ورودی خود را معکوس می کند و سیگنال خروجی آن با سر وسط زمین شده سلف قبل از اعمال به بیس معکوس می شود.در نتیجه در این مدار ورودی را خود تقویت کننده تا مین می کند. یعنی فید بک مثبت قابل تو جهی که وجود داردباعث ایجاد نو سان می شود و دامنه سیگنال (در فر کانس تشدید) به سرعت افزایش می یابد.پالس های ناشی از جریان بیس را پر می کنند در نتیجه جهت ولتاژ تو لید شده بیس را به طور منفی بایاس می کند با افزایش دامنه سیگنال ولتاز دو سر نیز زیاد می شود تا به حالت تعادل بر سد. حالت تعادل زمانی رویمی دهد که اتلاف مدار ناشی از بار شدن خروجی مقاومت اهمی و جریان بیس با انرژی وارد شده از کلکتور به این خازن برابرشود.در این شرایط نهایی ترانزیستور می تواند به خوبی در بیشتر قسمتهای سیکل قطع باشد ودر هر قله مثبت بیس پالس ناگهانی به جریان بیس (وجریان کلکتور)اعمال شود.در فا صله زمانی بین دو فله متوالی از طریق شروع به تخلیه می کند. اما اگر یک ثابت زمانی در مقایسه با زمان تناوب نو سان بزرگ با شد مقدار کمی از ولتاژ دو سر در این فا صله زمانی از بین می رود و می توان را به عنوان یک منبع ثابت بایاس منفی در نظر گرفت . در بسیاری از نو سان ساز ها از این روش بایاس کردن استفاده می شود. این روش دارای مزیت جبران سازی برای هر گونه افت دامنه

نوسان در اثر افزایش بار خروجی یا افت ولتاژ منبع تغذیه است.کاهش دامنه نوسان باعث کاهش بایاس می شود به طوری که ترانزیستور پالس های جریان بزرگتری برای ثابت نگه داشتن دامنه می گیرد.

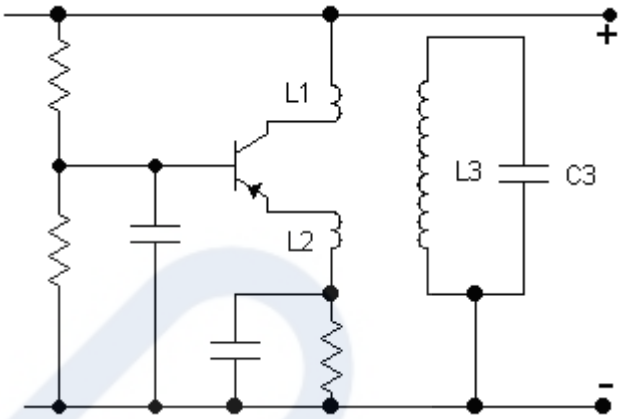
نو سان ساز کولپیتس:



نکته مهم در شـکل بالا نیاز به وجود سـه اتصـال میان مدار تنظیم شـده و ترانزیسـتور برای ایجاد فیدبک مثبت است. امیتر به سر وسط سلف متصل می شود ولی می توان آن را به صورت معادل با استفاده از دو خازن برابر به طور سری مانند شکل بعد به شاخه خازنی مدار متصل کرد.در این نو سان ساز از یک فت اتصالی با مقاومت در مدار درین استفاده شده و مدار با خازن به درین متصل شده است. بنا بر این مدار بر خلاف تغذیه مسـتقیم شـکل اول به طور موازی تغذیه می شـود.خازن های تعیین کننده فرکانس با خازن های ورودی و خروجی ترانزیسـتور موازی هسـتند و در نتیجه این خازن ها در تعیین فرکانس نوسـان نیز تاثیر دارند. با بزرگتر کردن آنها تا حد امکان، تاثیر آنها نیز به حداقل می رسد.از سوی دیگر اگر به نوسانی با فرکانس بالا نیاز با شد، خازن های تنظیم، باید خیلی کوچک با شند. در این موارد می توان از خازن های ورودی و خروجی ترانزیستور به جای آن استفاده کرد. یک خازن متغییر کوچک مانند شکل سوم برای تنظیم به دو سر سلف متصل می شود. در این مدار نیز که با پالس های جریان، گیت شارژ و از طریق سلف تخلیه می شود. به طور خود کار بایاس لازم را تامین می کند. برای آنکه امکان زمین شدن سر متغییر خازن (و در نتیجه بیس ترانزیستور) وجود دا شته با شد یک چوک با امپدانس زیاد در فرکانس کار به مدار امیتر افزوده می شود.هر سه نوسان ساز بالا که شرح داده شد در کلاس برای دامنه های نوسان بزرگ عمل می کنند. برای به د ست آوردن شکل موج سینو سی خروجی را باید از مدار گرفت. مثلا با سیم پیچی که مانند شکل اول و دوم به طور القایی به مدار متصل می شود.اگر خروجی از خود ترانزیستور گرفته شود

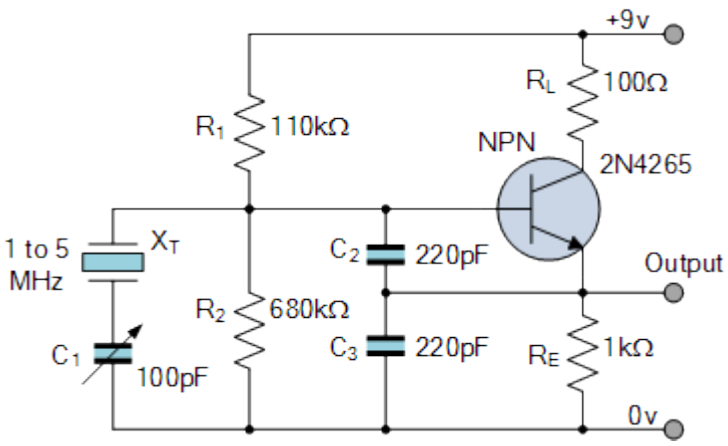
مثلا از مقاومتی در مدار امیتر یا سورس قطار پالسی با فرکانس تکراری برابر با فرکانس تشدید به دست می آید.

نوسان ساز راینارتز



این نوسان ساز چون زیاد در گیرنده های ترانزیستوری استفاده می شود باید حتما در بارش می نوشتم.در این مدار فید بک مثبت با اتصال مدار کلکتور به مدار امیتر با القای متقابل تامین می شود. و هر دوبه مدار تعیین کننده فرکانس نیز متصل هستند. این نوسان ساز به روش تقسیم ولتاژ پایدار می شود ولی همانطور که نشان داده شده است اثر بازوی پایینی مقسم ولتاژ باید با خازن کم مقاومتی خنثی شود تا سیگنال تولید شده در دو سرمستقیما بین بیس و امیتر اعمال شود . در نگاه اول به نظر می رسد که بخش تعیین کننده فرکانس در نوسان ساز راینرتز چهار اتصال دارد ولی اتصال مثبت و منفی منبع تغذیه در واقع مشترک هستند زیرا امپدانس منبع در فرکانس نوسان ناچیز است یا بهتر است که چنین باشد.

نوسان ساز کنترل شده کریستالی



و اما از همه مهمتر که حتما باید درباره اش بدانید این مورد است چون در بعضی کاربرد ها لازم که نوسان ساز پایداری فرکانسی زیادی داشته باشد یعنی یک فر کانس ثابت را بدون وابستگی به عوامل دیگر تولید کند مثل منبع موج حامل در فرستنده ها اگر کنترل تلویزیون را دیده باشید احتمالا یک قطعه مکعبی زرد رنگ(کریستال) را در آن دیده اید یا مدار تلویزیون یا بعضی رادیو ها واز دیگر جاهایی که این نوسان ساز به کار می رود منابع تولید کننده پالسهای ساعت در کامپیوتر ها و سیستم های دیجیتال است . روش رایج برای به دست آوردن پایداری فرکانسی لازم استفاده از کریستال پیزوالکتریک برای کنترلفرکانس نوسان است .چنینکریستالهایی(بسته به ابعاد و شکلشان)دارای فرکانس تشدید طبیعی هستنددر عمل کریستال بین دو صفحه فلزی نصب می شود که اتصال الکتریکی با کریستال را ایجاد می کند . راه های متعددی بزای اتصال کریستالبه مدار نوسان ساز وجود دارد.که یک نمونه از آن در شکل بعدی آمده است در این شکل کریستال بین کلکتور و بیس ترانزیستور وصل شده تا نوسان ساز کلپیتس را تشکیل دهد . خازنهای داخلی کلکتور بیس و بیس امیتر فید بک مثبت را تامیین می کنند. مدار کلکتور نیازی به تنظیم ندارد سیم پیچ ثانویه ترانسفورماتور نقطه ی خروجی را ایجاد می کند.

نوسان سازهای مقاومت منفی

همان طور که گفتم اگریک مدار تشدید به منبعی با مقاومت منفی مناسب متصل شودنوسان خواهد کرد. که تفاوت آن با نوسان ساز هایی که قبلا گفتم این است که تنها به دو اتصال به بخش تعیین کننده فرکانس نیاز دارد.منظور از مقاومت منفی قطعه ای است که مشخصه انقالی آن(نمودار ولتاژ _جریان) حد اقل در یک محدوده ی کو چک شیب منفی داشته باشد یعنی با افزایش ولتاژ لا اقل در بعضی از ناحیه های ولتاژی جریان آن کاهش یابدویا با افزایش جریان ولتاژ آن کاهش یابد.این عنصر می تواند یک قطعه خواص یا یک مدار باشد که یکی با کلی فکر طراحی کرده.برای استفاده از یک مقاومت منفی در یک نوسان ساز از این نوع باید مقدار مقاومت منفی برابر مقدار مقاومت مثبت مدار تشدید متصل به آن باشد.چون اصولا چیزی که باعث میرایی دامنه نوسان می شود مقاومت مثبت است(ای عنصرمزاحم)و تمام این قصه ها که گفتیم خلاصه اش این بود که چه طور این میرایی را جبران کنیم حالا یک عنصر مطلوب مثل مقاومت منفی را داریم که اثر میرایی مقاومت مثبت را از بین می برد.

دیود تونل

یکی ازقطعات نیمه رسانا که مشخصه اش یک مقاومت منفی را نشان می دهد دیود تونل است . این قطعه یک دیود است که غلظت ناخالصی درآن بسیار زیاد وپیوند آن بسیارنازک است. شکست در دیود تونل در مقاذیر بایاس معکوس خیلی پایین اتفاق می افتد و در نتیجه ناحیه ی مقاومت معکوس زیاد وجود ندارد. شیب منفی در بایاس مستقیم کم معمولا بین۰,۱ تا ۰,۳ ولت ایجاد می شود.(از این جا به بعد چند خط حرف بیخود...)_این مشخصه جالب و عجیب ومفیدو..به دلیل نفوذ در سد پتانسیل در پیوند با الکترونهایی که انرژی کافی برای عبور از این سد ندارند به وجود می آید. این اثر معروف به اثر تونل در فیزیک کلاسیک غیر قابل توجیه است ولی با مکانیک کوانتومی قابل توضیح است . دیود های تونل را می توان باظرفیت خیلی کمی تولید کرد و نوسان ساز هایی که با آن کار می کنددر فرکانسهای چند مگا هرتزی قابل ساخت هستند برای به دست آوردن بیشترین مقدار خروجی (یا همان به قول دانشجویان متعال برق ماکزیمم سوییینگ متقارن) باید نقطه کار در وسط ناحیه مقاومت منفی قرار داده شود واضح است که دامنه خروجی کمتر از یک ولت می باشد.

نوسان ساز پوش_ پول

مشخصه مقاومت منفی را می توان از یک مدار دو ترانزیستوری نیز به دست آورد. .اگر ترکیب وجود نداشته باشد شکل موج مربعی خروجی در هر دو کلکتور تولید خواهد کرد و ترانزیستورهابه طور متناوب بین قطع و اشباع تغییر وضعیت خواهند داد. وجود مدار تنظیم شده این عملکرد را اصلاح می کند زیرا سلف در فرکانس های پایین مسیری با امپدانس کم میان کلکتور ها ایجاد می کند در حالی که خازنها این کار را در فرکانس های بالا انجام می دهند که هر دو عملکرد معمولی مولتی ویبراتور را تحت تاثیر قرار خواهد داد عملکرد مدار منطبق بر فرکانس تشدید مدار تنظیم شده است که در آن مدار تنظیم شده بیشترین امپدانس را دارد و در نتیجه خروجی مدار سینوسی است در این فرکانس مقاومت موثر میان کلکتورها تقریبا برابر است که قابلیت هدایت متقابل ترانزیستور هاو تضعیف مدار های تزویج میان ترانزیستور هاست . یکی از این مدار های تزویج است ولی با خازن ورودی موازی است و این امر می تواندر تضعیف مدار تاثیر بگذارد . برای ایجاد نوسان باید مقاومت دینامیکی مداربیشتر از باشد. اسیلاتور ها برای ساختن موج حامل انرژی رادیوئی و صوتی در مدارات رادیوئی استفاده می شوند.و اصولا دارای خروجی موج سینوسی هستند.اوسیلاتور ها برای ساختن موج حامل انرژی رادیوئی وصوتی در مدارات رادیوئی استفاده می شوند.و اصولا دارای خروجی موج سینوسی هستند.گرچه شکل موجها میتوانند مانند موج مربعی یا دندانه اره ای متفاوت باشند.شکل موج هاممکن است dc یا ac باشند.

به طور خلاصه:

ا سیلاتور یا نو سان ساز مداری ا ست که پس از طی مدت زمان کوتاهی پس از اتـ صال تغذیه مـ ستقیم، به نو سان پایدار می‌ر سد.ا سیلاتورها در ابتدا با ا ستفاده از بازخورد مثبت ناپایدار شده و دامنه نو سان رو به افزایش می‌دهد. اما در دامنه‌ای معین این افزایش دامنه متوقف شـده و نوسـان‌سـاز در آن دامنه شـروع به نو سان می‌کند.یک ا سیلاتور بایستی دارای بازخورد مثبت برای افزایش دامنه نو سانات با شد. یک ا سیلاتور می‌بایست پس از رسیدن به دامنه نهایی از ناپایدار شدن نوسانات جلوگیری کند؛ و با آن دامنه به نوسانات خود ادامه دهد. این امر از طریق مختلفی قابل دستیابی است.

آزمایش پنجم

عنوان آزمایش: اسیلاتور ها – اسیلاتور کولپیتس

هدف : طراحی و راه اندازی یک اسیلاتور کولپیتس

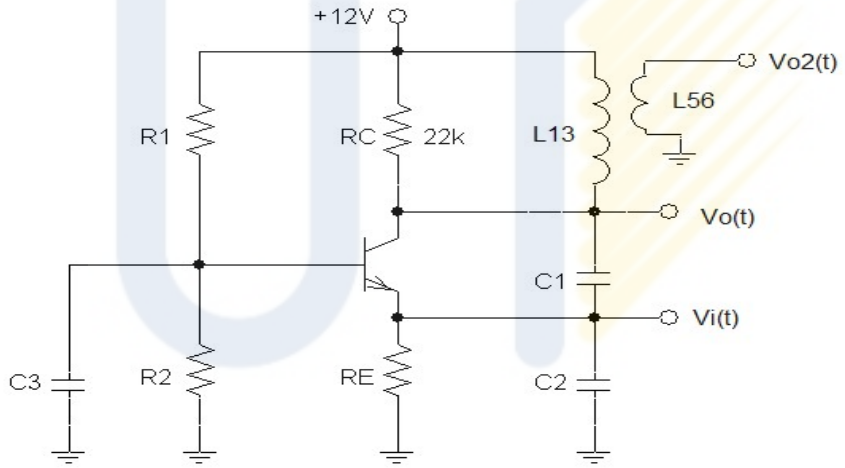
۱- اسیلاتور کولپیتس شکل زیر را با توجه به مشخصات داده شده طراحی نمائید. سلف بکار گرفته شده در این آزمایش همان ترانسفورماتور IF زرد رنگ آزمایش اول است که مشخصات آنرا قبلاً بدست آورده اید. دقت نمائید که با توجه به Q_L سلف، مقاومت درونی سلف را بایستی با مقاومت بار موازی کرد فرکانس رزوناس مدار تیوند شکل 3 در آزمایش اول است که در مرحله 6 آن آزمایش اندازه گیری کرده اید.

چنانچه سلف اولیه را دراختیار ندارید مجددا مرحله 6 آزمایش اول را تکرار کنید و از آنجا فرکانس رزونانس و مقاومت موازی سلف (R_{PL}) را بدست آورید

پس از طراحی و بدست آوردن مقادیر المانها، سعی کنید از المانهای استاندارد استفاده کنید

$v_o(t) = 6\text{Cos } 2\pi f\, t_0$ [V]

C_3 = C_2 = C_1 = R_E = R_2 = R_1 =



شکل 1 – مدار اسیلاتور کولپیتس مورد آزمایش

۲- پس از تعیین المانها مدار را بسته و کمیت های زیر را اندازه بگیرید. چنانچه مقادیر اندازه گیری شده با مقادیر محاسبه شده اختلاف زیادی دارند محاسبات خود را دوباره انجام دهید.

V C = V B = V E = I EQ =

۳- اکنون پروب ا سیلو سکوپ را به خروجی ا سیلاتور و صل کرده ، شکل موج خروجی را م شاهده و ر سم نمائید . اگر دامنه نوسان اختلاف فاحشی با مقدار پیش بینی شده دارد در محاسبات تجدید نظر نمائید؟

۴- توسط کانال 1 اسیلوسکوپ و درحالت x1 و v_i , v_{o2}, v_o را اندازه گیری و فرکانس و دامنه آنها را یادداشت نمائید.

V O = f O =
V O_2 = f $_{O2}$ =
V i = f $_i$ =

5- اکنون کانال 1 اسیلوسکوپ را درحالت x10 قرارداده ، مجددا و v_i , v_{o2}, v_o را اندازه گیری و فرکانس و دامنه آنها را یادداشت نمائید.

V O = f O =
V O_2 = f $_{O2}$ =
V i = f $_i$ =

6- خازن C3 را از مدار خارج کنید و اثر آنرا بر روی خروجی اسیلاتور بررسی نمائید

بررسی نتایج وپرسش ها

۱- برای اسیلاتور مورد آزمایش THD را محاسبه کنید.

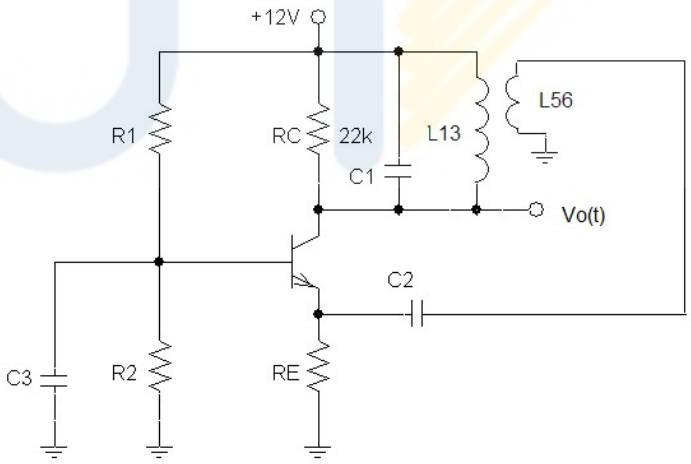
۲- با توجه به نتیجه مرحله 3 آزمایش، آیا فرکانسهای f_i, f_o, f_{o2} برابرند؟ اگر پاسخ منفی است علت را توضیح دهید.

۳- با توجه به نتایج حاصل از مرحله 3 آزمایش نسبت تبدیل ترانسفورماتور را بدست آورید

۴- چرا نتایج مراحل 4 5 با هم متفاوتند ؟ توضیح دهید کدام نتیجه به واقعیت نزدیک تراست

۵- اگربخواهیم در عمل از این اسیلاتور استفاده کنیم خروجی را از کدام نقطه بگیریم منطقی تراست و چرا؟

۶- با توجه به نتیجه پرسش 3 اسیلاتور را مجددا برای شکل زیر طراحی کنید . در این طراحی فقط مقدار RE را تغییر داده و بقیه مقادیر را دست نخورده باقی بگذارید . توجه داشته باشید که مقدار دامنه ولتاژ خروجی دراین حالت 6 ولت نبوده و تابع محاسبات خواهد بود



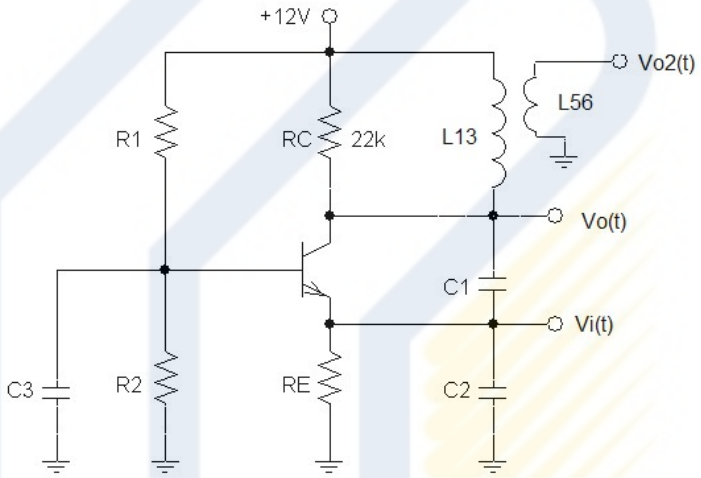
قسمت دوم

اسیلاتور

هدف بررسی : مشخصات اسیلاتور کولپیتس

۱ - اسیلاتور کولپیتس شکل زیر را که در آزمایش پنجم طراحی کرده اید مجددا با همان مقـادیر بـر روی بردبرد ببندید و تغذیه مدار را برقرار کنید .

پس از دریافت خروجی مطابق با آزمایش قبلی، مراحل زیر را دنبال کنید



شکل 1 – مدار اسیلاتور کولپیتس مورد آزمایش

۲ - با اضافه کردن (موازی کردن) یک خازن1 nf به c_2 مقادیر زیر را اندازه بگیرید.

V_O = و f_O =

۳ - مدار را به حالت اولیه برگردانده و با اضافه کردن یک خازن 100 nf به c_1 مقادیر زیر را اندازه گیری نمائید .

V_O = و f_O =

۴- مجددا مدار را به حالت اولیه برگردانده ، این بار یک مقاومت 33 k با RL موازی کرده و مقادیر زیر را اندازه گیری نمائید .

$V_O =$ و $f_O =$

۵ - مجددا مدار را به حالت اولیه برگردانده ، اکنون مقاومت 33K را در ثانویه ترانسفورماتور قرارداده ، مقادیر زیر را اندازه گیری نمائید .

$V_O =$ و$f_O =$

۶- با ایجاد $\pm 1\ V$ تغییرات در ولتاژ تغذیه ، ولتاژ خروجی را در حالات زیر اندازه بگیرید.

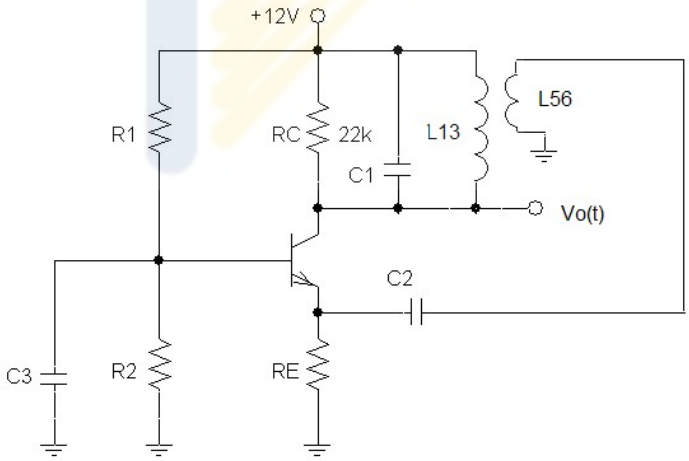
$V_{CC} = 11\ V \Rightarrow V_O =$

$V_{CC} = 13\ V \Rightarrow V_O =$

۷- مقاومت امیتر را به نصف کاهش داده ، در این حالت سیگنال خروجی اسیلاتور را مشاهده و و با تعیین مقادیر دامنه و فرکانس رسم نمائید.

۸- با تغییر در مدار اسیلاتور مطابق با شکل زیر (که در آزمایش قبل طراحی کرده اید) شکل موج خروجی را رسم کرده فرکانس و دامنه ولتاژ را انداز گیری نمائید. اگر اسیلاتور نوسان نکرد قطب های ثانویه را جابجا کنید

$f_O =$ و $V_O =$



بررسی نتایج وسئوالات

۱- چرا نتایج مراحل4 , 5 با هم متفاوتند؟

۲- با استفاده از مراحل 2 الی 7 ضرایب پایداری S_{RL}، S_{Vcc}, S_{C1}, S_{C2} و را بدست آورید.

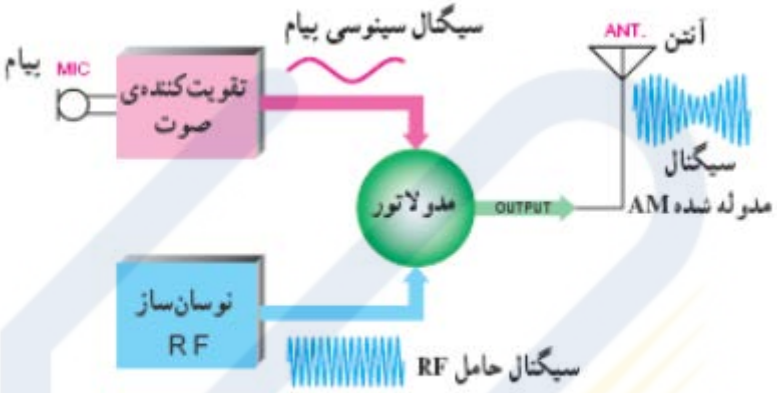
۳- ضرایب پایداری مذکور در بند 2 را بصورت تئوری محاسبه و با نتایج عملی مقایسه کنید.

۴- با توجه به نتایج حاصل از مرحله 7 آزمایش آیا اسیلاتور در حالت اشباع کلکتور پایدار شده است ؟

۵- مدار های کاربردی چهار ا سیلاتور مختلف را با طراحی مدار و فرمولهای آن بنویسید و در آزمایشگاه تست نمایید؟

مدولاتور (modulators)

فرستنده های رادیویی از جمله دستگاه هایی است که کاربرد فراوان دارند. این فرستنده ها در ابعاد کوچک و بزرگ وجود دارند. در ابعاد کوچک در گیرنده و فر ستنده پلیس و کوهنوردی ا ستفاده می شوند. در ابعاد بزرگ در فر ستنده های AM و FM و تلویزیون به کار می روند.در فر ستنده ها از مدولاتور و ا سیلاتور و تقویت کننده RF و آنتن استفاده می شود. مدولاتور مداری است که سیگنال پیام را روی سیگنال حامل سوار می کند.

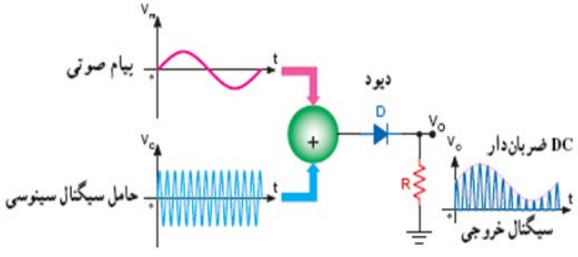


بلوک دیاگرام مدولاتور AM

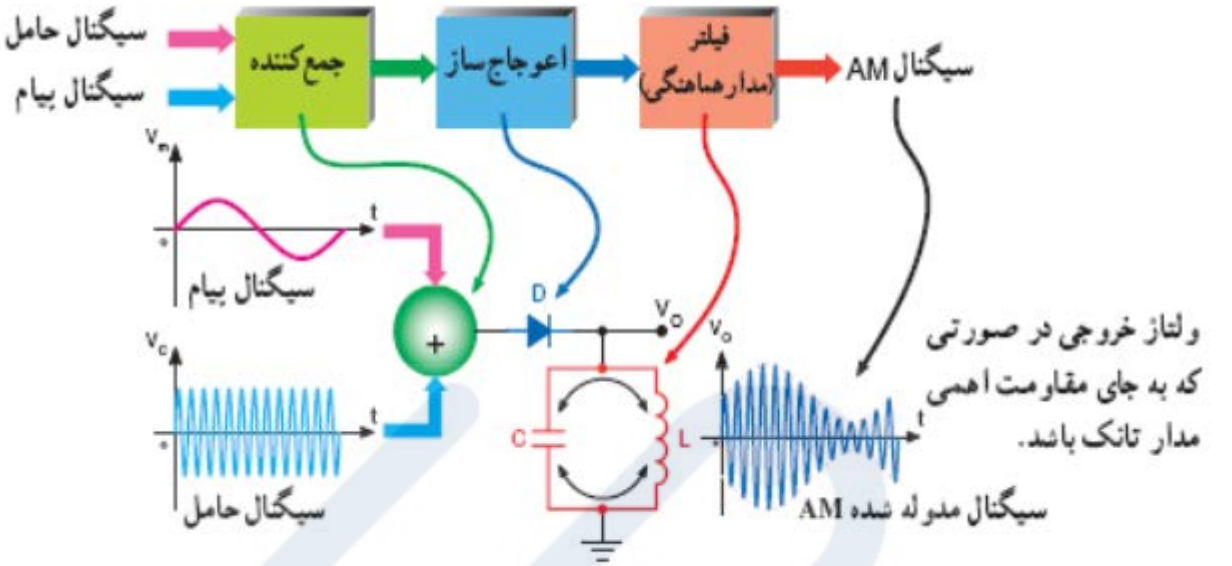
متناسب با نوع مدولاسیون نوع مدولاتور فرق می کند. در ادامه چند نوع مدولاتور ساده را نام می بریم:

مدولاتور دیودی

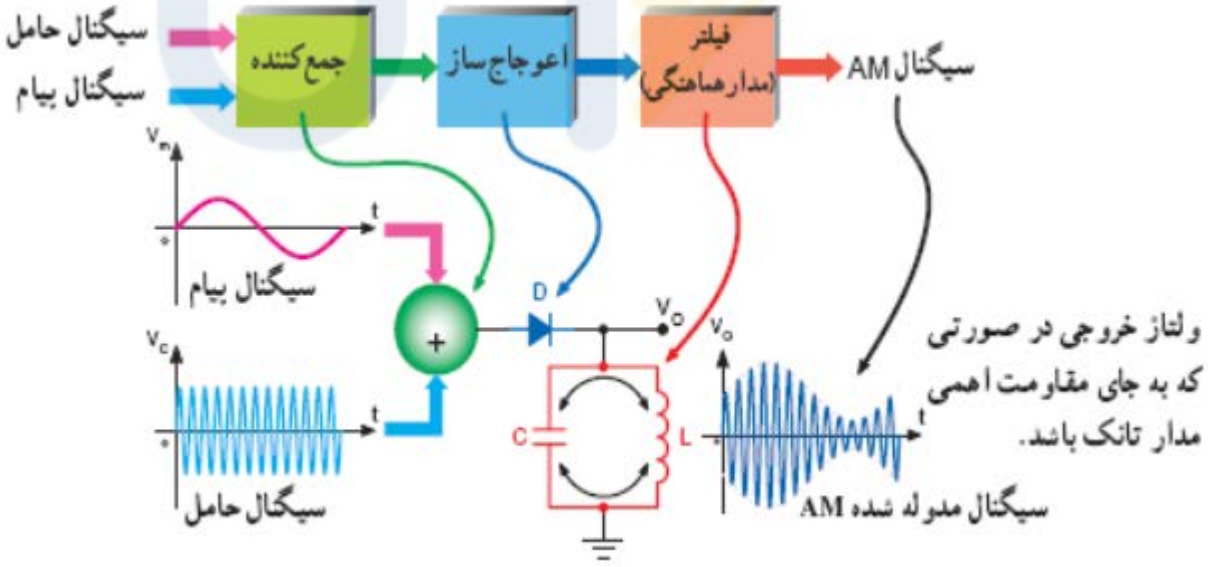
حال ببینیم شکل موج ایجاد شده چگونه به سیگنال AM استاندارد تبدیل می شود. در صورتیکه بتوان در شکل ایجاد شده اعوجاج ایجاد کنیم و سپس به یک مدار هماهنگ داده شود در خروجی مدار هماهنگ موج AM ایجاد می شود. ساده ترین روش ایجاد اعوجاج استفاده از دیود می باشد. که سیگنال حاصل جمع پیام و حامل ، به یک سیگنال DC ضربان دار تبدیل می شود و در نهایت با اعمال سیگنال خروجی به مدار هماهنگی ، سیگنال مدوله AM بوجود می آید.



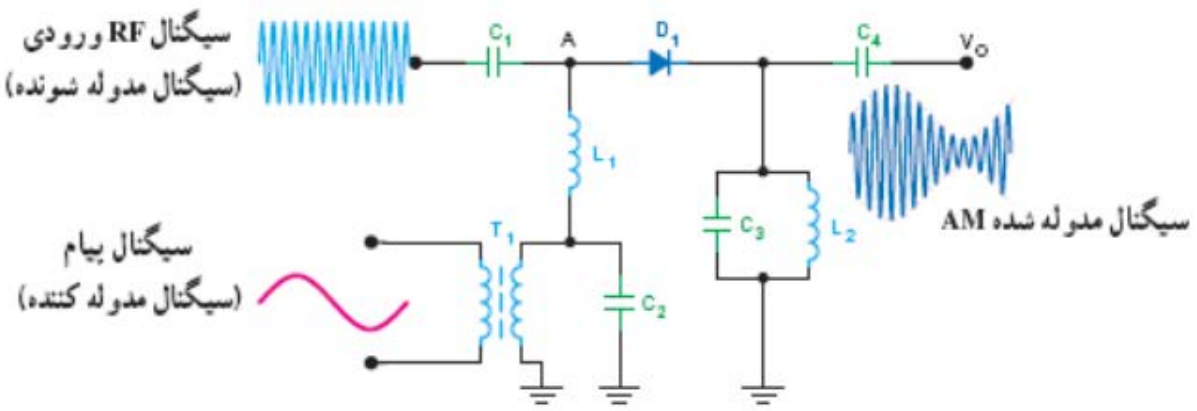
ایجاد اعوجاج در شکل موج مجموع حامل و پیام



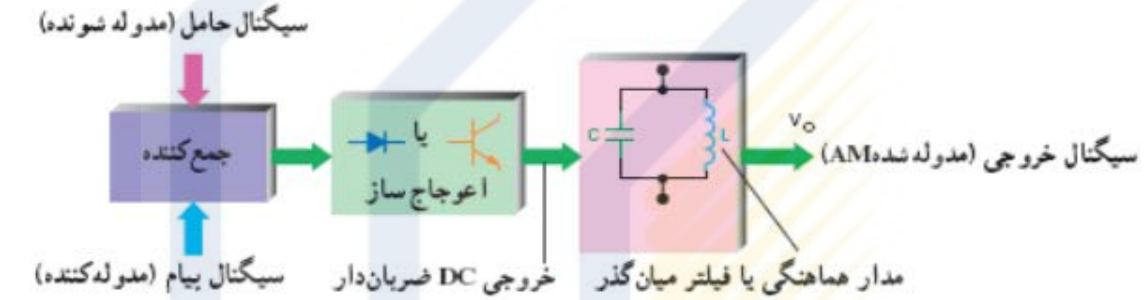
مدار مدولاتور دیودی



مدار مدولاتور دیودی



مدار عملی مدولاتور دیودی

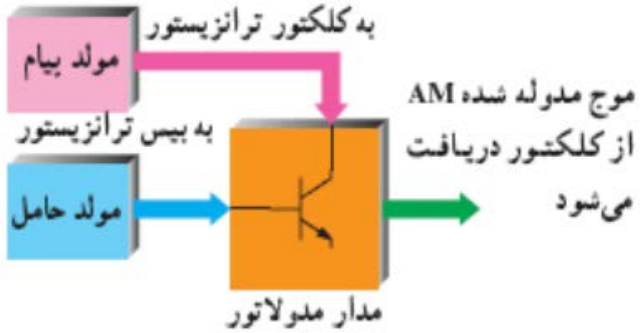


مراحل اجرای مدولاسیون در مدولاتور AM، با استفاده از المان غیرخطی

مدولاتور ترانزیستوری

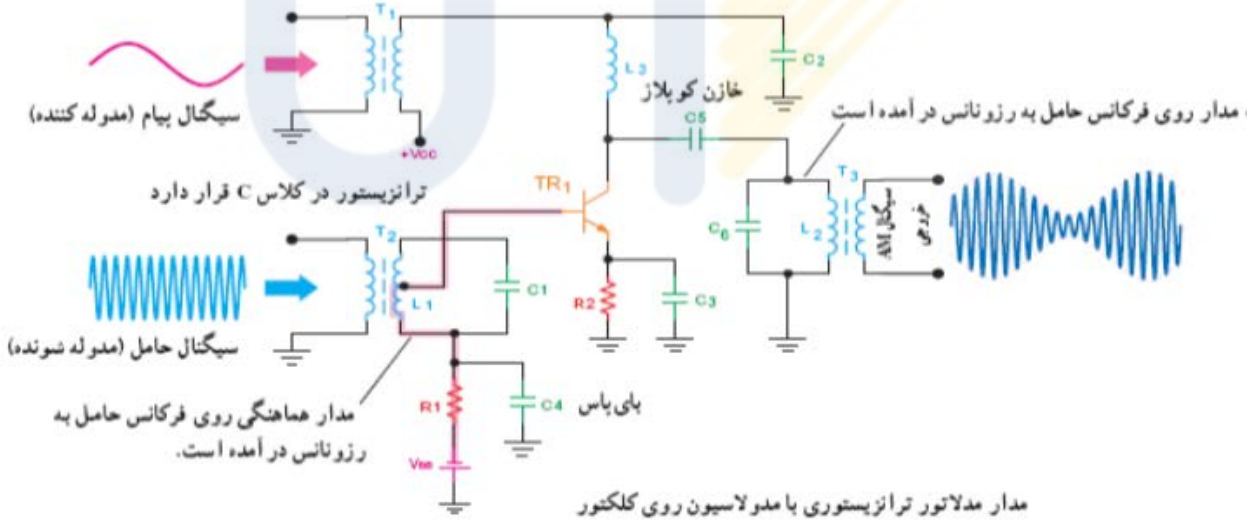
مدولاتورهای ترانزیستوری با توجه به نحوه اعمال سیگنال پیام طبقه بندی می کنند و به نحوه اعمال سیگنال حامل بستگی ندارد. سه نوع مدولاتور ترانزیستوری وجود دارد که عبارتند از:

۱– مدولاتور روی کلکتور :



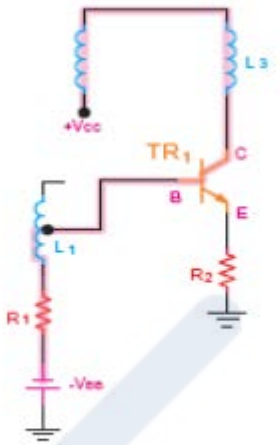
بلوک دیاگرام مدولاتور با مدولاسیون کلکتور

در مدولاتور روی کلکتور سیگنال پیام به کلکتور اعمال می شود.c3,c4 خازن بای پس می باشد. ترانزیستور در کلاس c کار می کند تا اعوجاج مورد نیاز ایجاد شود.در کلکتور سیگنال RF به صورت DC ضربان دار ظاهر می شود. ظرفیت c2 باید طوری با شد که در برابر سیگنال RF اتصال کوتاه و در برابر پیام مدار باز با شد. این نوع مدولاتور دارای بازده خوب می باشد و برای مدولاسیون صد درصد باید دامنه پیام زیاد باشد.



مدار مدلاتور ترانزیستوری با مدولاسیون روی کلکتور

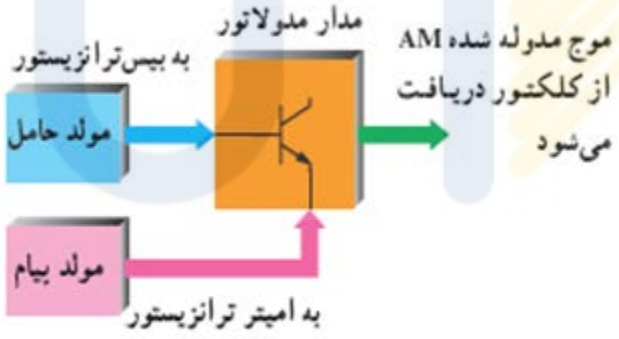
به نحو بایاس ترانزیستور در این نوع مدو لاتور دقت نماید:



بایاس DC مدولاتور مدولاسیون روی کلکتور

۲- مدولاتور روی امیتر :

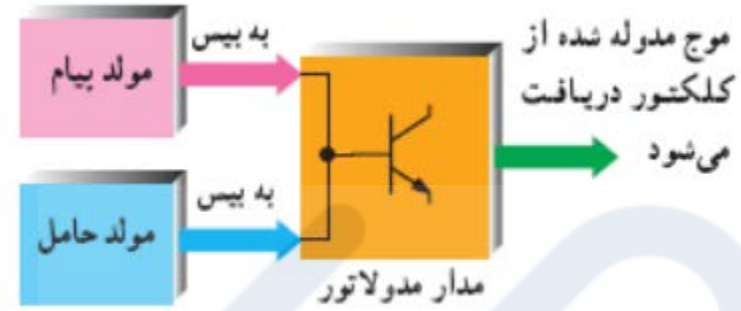
به امیتر داده شده و سیگنال حامل به بیس داده می شود. در این نوع مدولاتور ترانزیستور در کلاس A می باشد لذا دارای راندمان کمتر می باشد و برای مدولاسیون صددرصد به دامنه پیام کمتر نیاز است.



بلوک دیاگرام مدولاتور با مدولاسیون امیتر

۳- مدولاتور روی بیس:

در مدولاتور روی بیس پیام و حامل به بیس ترانزیستور اعمال می شود



بلوک دیاگرام مدولاتور با مدولاسیون روی بیس

فرستنده های رادیویی AM

در این قسمت به تجزیه و تحلیل بلوک دیاگرام فرستنده های رادیویی با مدولاسیون ضعیف و قوی می پردازیم.

هر فرستنده رادیویی از دو قسمت AF و RF درست شده است.

صدا یا موسیقی و هر پیام در محدوده ۲۰ هرتز تا ۲۰ کیلو هرتز را سیگنال صوتی یا AF گویند.

قلب یک فرستنده رادیویی یک نوسان ساز یا اسیلاتور می باشد. اسیلاتور یک سیگنال فرکانس بالا به نام RF تولید می کند.

در فرستنده های رادیویی ابتدا سیگنال های RF و AF تقویت شده سپس آنهار به مدولاتور اعمال می کنند ، سیگنال خروجی از مدولاتور را دوباره تقویت می کنند و به آنتن می فرستند.

نکته: عمل مدولاسیون قبل از طبقه آخر یا در قسمت آخر انجام می گیرد.

انواع فرستنده های رادیویی

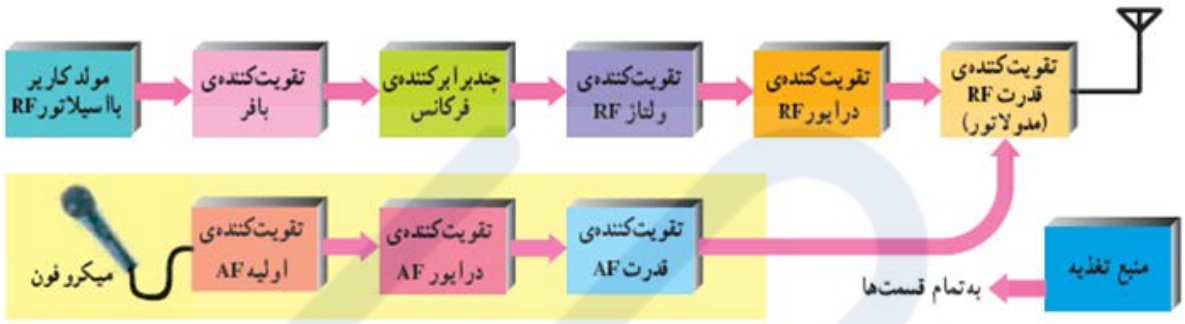
با توجه به محل اجرای مدولاسیون دو نوع مدولاسیون مطرح می شود.

۱- فرستنده رادیویی با مدولاسیون قدرت زیاد یا سطح زیاد

۲- فرستنده رادیویی با مدولاسیون قدرت کم یا سطح کم

فرستنده رادیویی با مدولاسیون قدرت زیاد یا سطح زیاد high level modulation

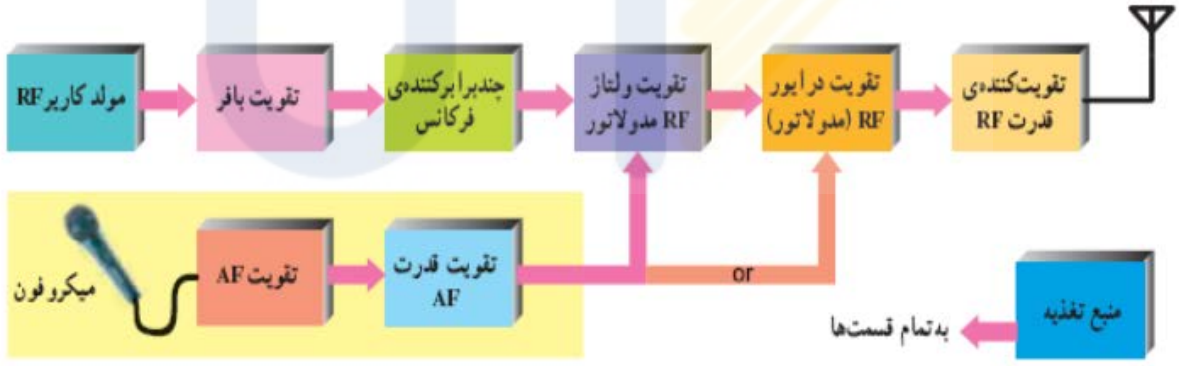
در این نوع فرستنده مدولاسیون در طبقه آخر انجام می شود. در این فرستنده تقویت کننده بافر به منظور تطبیق امپدانس بین اسیلاتور و چند برابر کننده استفاده می شود.



فرستنده‌ی AM با مدولاسیون قدرت زیاد یا سطح بالا

فرستنده رادیویی با مدولاسیون قدرت کم یا سطح پایین Low level modulation

در این نوع فرستنده مدولاسیون درطبقه تقویت کننده درایور RF یا طبقه تقویت ولتاژ RF انجام می شود. این روش نسبت به روش قبل اقتصادی تر است و دارای راندمان کم می باشد.



فرستنده‌ی AM با مدولاسیون قدرت کم یا سطح پایین

آزمایش شماره ۶

عنوان آزمایش :مدولاسیون خطی با مدولاتور LM 1496

هدف آزمایش: آشنایی با IC **مدولاتور** LM1496 **در کاربردهای مدولاسیون** AM

مراحل آزمایش:

۱- مدار شکل صفحه بعد را بااستفاده از عناصر بالا ببندید.

۲- یک سیگنال سینوسی با دامنه ۵۰۰ میلی ولت و فرکانس 100 khz به عنوان سیگنال کریر به مدار اعمال کنید.

۳- یک سیگنال سینوسی با دامنه 200 میلی ولت و فرکانس 1khz را به عنوان سیگنال پیام به مدار اعمال کنید.

۴- سپس دامنه سیگنال پیام را با ثابت گرفتن فرکانس ۱ کیلو هرتز یکبار در جهت افزایش دامنه و یا یکبار در جهت کاهش دامنه آزمایش را تکرار کنید؟ نتایج را بدست آورده را در جدولی ترسیم نمایید؟

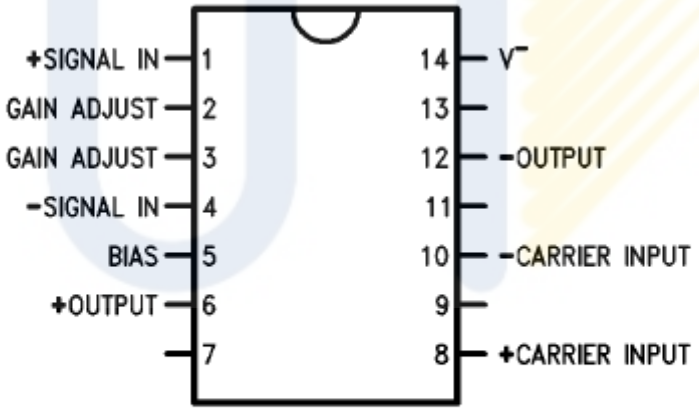
۵- سپس دامنه سیگنال پیام را ثابت بروی ۲۰۰ میلی ولت در نظر گرفته و غرکانس را تا ۲۰ کیلو هرتز و یکبار در جهت کاهش تا ۲۰ هرتز انجام دهید؟نتایج را در جدو.لی بنویسید؟

۶- برای سیگنال پیام نیز بهمین ترتیب بالا آزمایش را انجام دهید؟ (**تعداد نمونه سه عدد باشد کافی است)**

۷- شکل موج خروجی را رسم کنید، سپس ضریب مدولاسیون ماکزیمم را نیز به دست بیاورید.

۸- اثر تغییرات پتانسیومتر را بر روی ضریب مدولاسیون و خروجی مدار شرح دهید.

Dual-In-Line and Small Outline Packages



TL/H/7887–3

Order Number LM1496M or LM1496N
See NS Package Number M14A or N14A

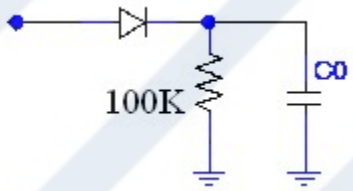
آزمایش ۷

عنوان آزمایش :آشکار ساز پوش

هدف آزمایش : بررسی مشخصات یک آشکار ساز پوش

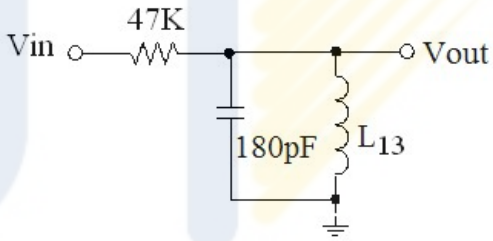
1- در آشکار ساز پوش شکل 1 خازن c_0 را با توجه به مقادیر زیر محاسبه نمایید. از دیود ژرمانیم در این مدار استفاده کنید

m = 0.4 f_m =1kHz C_o =



شکل 1 – آشکار ساز پوش

۲- مدار تیوند شکل زیر را بسته و سیگنالی با دامنه 3 ولت به ورودی آن اعمال نمائید .

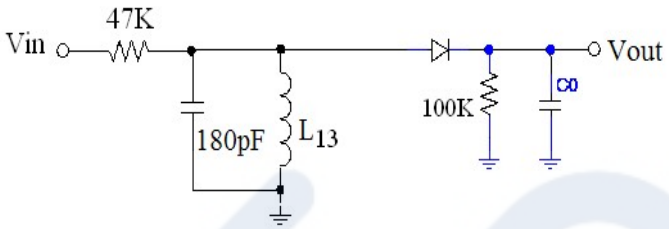


شکل2 – مدار تیوند

۳- با تغییر فرکانس ورودی فرکانس رزوناس و پهنای باند مدار را بدست آورید .

f C2 = f C1 = fBWr =

۴- اکنون آشکار ساز شکل ا را مطابق با شکل 3 به خروجی مدار فوق وصل کرده مجددا فرکانس روزناتس مدار تیوند و پهنای باند آنرا بد ست آورید. (از این مرحله به بعد یک کانال ا سیلو سکوپ را روی مدار تیوند ورودی ثابت نگاهدارید)



f C2 = f C1 = fBWr =

۵- مقاومت 100 کیلو اهمی را با یک مقاوت 220 کیلواهمی جایگزین کرده و مرحله قبل را تکرار کنید.

f C2 = f C1 = fBWr = =

۶- مرحله قبل را با بکار گیری یک مقاومت 47 کیلو اهمی تکرار کنید

f C2 = f C1 = fBWr = =

۷- مدار را به حالت اولیه برگردانید (بکار گیری مقاومت 100 کیلو اهمی) و با حفظ فرکانس رزونانس،شکل دقیق ولتاژ خروجی آشکار ساز را اعم از DC و AC در این حالت اندازه گیری و رسم نمائید.

۸- سیگنال ژنراتور را در حالت مدولاسیون داخلی AM قرار داده و سیگنال مدوله شده را برای ضریب مدولاسیون 0/4 تنظیم نمائید. شکل سیگنال دو سر مدار تیوند را مشاهده کرده ، دامنه و ضریب مدولاسیونرا اندازه گیری کنید.

۹- خروجی آشکار ساز را مشاهده و با مشخص کردن مقدار DC و ریپل رسم نمائید

۱۰- خازن آشکار ساز را (Co) به سه برابر مقدار محاسبه شده در مرحله 1 افزایش داده سپس مرحله را9 تکرار نمائید.

۱۱- با کاهش خازن مذکور به یک سوم مقدار محاسبه شده در مرحله 1 مجددا مرحله 9 را تکرار نمائید

بررسی نتایج وسئوالات

۱- با استفاده از نتایج مرحله 3 آزمایش مقدار مقاومت موازی و ضریت کیفیت سلف را محاسبه کنید

۲- علت تغییر پهنای باند مدار تیوند در مرحله 4 نسبت به مرحله 3 چیست ؟ توضیح دهید.

۳- پهنای باند مدار تیوند مدار شکل 3 را بروش تئوری محاسبه و با نتیجه عملی مرحله 4 مقایسه کنید

۴- در مورد نتایج مراحل 5 و 6 بحث کنید

۵- نتایج مراحل 9، 10 و 11 را باهم مقایسه کنید و علت تغییر شکل موج آشکار شده را شرح دهید.

اسیلاتور کنترل شده با ولتاژ

VCOs (Voltage Controlled Oscillators)

اسیلاتور کنترل شده با ولتاژ یک اسیلاتور الکترونیکی است که فرکانس خروجی نوسانی آن بر اساس ولتاژورودی کنترل می شود. سیگنال پیام به VCO داده می شود و مدولا سیون فرکانس (FM)، مدولا سیون فاز (PM) ومدولا سیون پهنای پالس (PWM) بد ست می آید.دریک VCO ولتاژ ورودی ،فرکانس رزونانس را تعیین می کند ویک دیود ورکتور برای تغییر ظرفیت این اسیلاتوراستفاده می شود .(یکی از انواع دیودها در الکترونیک که با ظرفیت خازنی متغیر کار می کند، دیود واراکتور ،دیود واریکاپ یا دیود تنظیمی اســت . مقدار این ظرفیت خازنی تابعی اســت از ولتاژی که به پایه‌های دیود می دهیم. به طور معمول دیود واراکتور در آمپلی فایرهای پارامتری، اسیلاتورهای پارامتری و اسیلاتور کنترل شده با ولتاژ کاربرددارند. ولی عمده‌ترین کاربرد آن در خازن کنترل شده با ولتاژ است. همچنین این دیود می تواند فرکانس رزونانس یک رزوناتور کریستال را تغییر دهد.)

انواع VCO :

VCO می تواند بر اساس نوع موج تولیدی به دودسته زیر تقسیم شود:

۱-اسیلاتورهای خطی یا هارمونیک که امواج سینو سی را تولید می کنند .این اسیلاتور ها در الکترونیک از یک رزوناتورهمراه با یک آمپلی فایر تشکیل می شودکه این آمپلی فایر اتلاف رزوناتور را جبران می کند ورزوناتور را از خروجی ایزوله می نماید که باعث می شــود بارها بر روی رزوناتور تاثیری نداشــته باشــند.یک مثال بارز از این اسیلاتورها ،اسیلاتورهای تانک LC هستند.

۲-اسیلاتورهای غیرخطی یا ریلکسیشن که امواج مستطیلی یا دندان اره ای تولید می کنند.معمولا در مدارات مجتمع یک پارچه استفاده می شوند.این اسیلاتورها می توانند رنج وسیعی از فرکانس های کاربردی را با تعداد محدودی ازقطعات خارجی ایجاد کنند.این دسته از اسیلاتورهایVCO دارای سه توپولوژی زیر هستند:

۱-VCOs grounded –capacitors (زمان سپری شده در هر حالت بستگی به میزان شارژ ودشارژ خازن دارد.)

۲-emitter-coupled VCOs

۳-delay-basedv ring VCOs (فرکانس خروجی تابعی از تاخیر در هر مرحله است.)

اسیلاتورهای هارمونیکی VCO دارای مزیت های زیر هستند:

۱-ثبات فرکانس بر اساس دما ،نویز ومنبع تغذیه در این اسیلاتور ها خیلی بهتر از اسیلاتورهای ریلکسیشن است.

۲-دارای دقت و کنترل فرکانسی خوبی هستند.اما اسیلاتورهای ریلکسیشن در مدارات مجتمع کاربرد بهتری دارند.اسیلاتور VCO در موارد زیر استفاده می شوند:

۱-در مدارات فانکشن ژنراتور

۲-حلقه فاز قفل شونده یا همان PLL

۳-در مدارات موزیک الکترونیکی برای تغییر تن موزیک

سینتی سایزر چیست؟ (synthesizer)

سینتی سایزر به سیستم الکترونیکی گفته می شود که نوسانات الکترومغناطیسی با فرکانس انتخابی را به صورت دقیق تولید می کند. سینتی سایزر برای تولید نوسان دلخواه از یک نوسانساز (اسیلاتور) دقیق (معمولا کریستالی) و یا یک سیگنال زمانبندی مرجع به عنوان ورودی استفاده می کند و در یک بازه فرکانسی می تواند نوسانهایی با فرکانس مطلوب را بر اساس سیگنال مرجع به صورت دقیق و قفل شده تولید کند.
سینتی سایزرها برای تولید نوسانات تک فرکانس قابل تنظیم (در سیستم های رادیویی) یا مجموعه ای از نوسانات ترکیب شده (سینتی سایزهای چندکاناله در سیستم های صوتی) به کار می روند. این مدارات امروزه در وسایل الکترونیکی زیادی از قبیل انواع گیرنده‌ها و فرستنده های رادیویی، سیستم های رادیویی ماهواره ای و جی پی اس، لوازم موسیقی الکترونیکی و تجهیزات صوتی دیجیتال مانند کارت های صوتی کامپیوترها استفاده می‌شوند.

اصول سینتی سایزرهای PLL

یک حلقه فاز قفل شده کاری را برای فرکانس می‌کند که کنترل گین خودکار (AGC) برای ولتاژ انجام می‌دهد ، حلقه فاز قفل شده فرکانس دو سیگنال را مقایسه می‌کند و یک سیگنال خطا متناسب با تفاضل فرکانس دو ورودی ، می‌سازد. سیگنال خطا برای راه اندازی یک ولتاژ کنترل اسیلاتور (VCO) که یک خروجی فرکانس دارد استفاده می‌شود . خروجی فرکانس VCO از تقسیم کننده فرکانس عبور داده شده و به ورودی سیستم باز می‌گردد که یک حلقه فیدبک منفی می‌سازد . اگر خروجی VCO از فرکانس خود خارج شد سیگنال خطا افزایش خواهد یافت در نتیجه PLL فرکانس را در معکوس آن فرکانس تغییر می‌دهد تا سیگنا خطا را کاهش دهد ، بنابراین خروجی در فرکانس ورودی دیگر قفل می‌شود . این ورودی را مرجع (Reference) می‌نامند و

توسط اسیلاتور بسیار باثبات کریستالی تامین می‌گردد . در بلوک دیاگرام شکل زیر عناصر اساسی و آرایش سینتی سایزر PLL نشان داده شده‌است .
مسئله اساسی و کلیدی به جهت تولید فرکانس‌های مختلف در سینتی سایزر تقسیم کننده بین ورودی و خروجی فیدبک است ، این تقسیم کننده معمولاً کانترهای دیجیتالی می‌باشد که خروجی سیگنال سینتی سایزر نقش کلاک را برای کانتر ایفا می‌کند .کانتر با قرار دادن مقدار اولیه و کلاک ورودی ، به سمت پایین می‌شمارد ، وقتی کانتر به صفر رسید ، خروجی کانتر تغییر وضعیت داده و مقدار کانتر دوباره بار گذاری می شود . این مدار واضح است که توسط فلیپ فلاپ‌ها اجرا می‌شود ، زیرا طبیعت این مدار دیجیتالی است و ارتباط دهی آن با دیگر قطعات دیجیتالی و میکروپروسسورها ، آسان می‌باشد . توسط سینتی سایزر ، فرکانس خروجی ، توسط سیستم دیجیتالی ، کنترل می‌شود .

مدولاسیون FM

" ادوین آرمسترانگ " یک مخترع و مهندس الکترونیک در آمریکا بود. وی در سال ۱۸۹۰ به دنیا آمد، مهندسی خود را از دانشگاه کلمبیا گرفت. وی همچنین یکی از فعالیترین مخترعین در عصر رادیو بود، به طوری که "مدولاسیون فرکانسی " رادیو یا (FM) بزگترین اختراع وی به شمار می‌رود از دیگر اختراعات ادوین در دوران دانشکده، اختراع سیستم احیا کننده مدار در سال ۱۹۱۴بود. با این حال حقیقت غم انگیز در مورد او این بود که بسیاری از اختراعات وی بعداز مرگش به نام دیگران ثبت شد. اما آرمسترانگ در سال ۱۹۳۳روش مدولاسیون فرکانسی رابه نام خود ثبت کرد.

مزیت این روش در زمینه انتقال اصوات بوسیله امواج رادیویی، در کیفیت و وضوح بالاتر آن نسبت به روشهای AM و قبل از آن بود. آرمسترانگ پس از موفقیت در آزمایشهای مقدماتی توانست تا نظر FCC را برای اختصاص یک باند ویژه رادیویی به نام FM جلب کند این باند ابتدا در محدوده ۴۲ الی ۵۰ مگاهرتز قرار داشت.

نخستین ایستگاه رادیو پخش همگانی FMدر سال ۱۹۳۷ با مجوز کمیته ملی ارتباطات آمریکا (FCC)، با علامت (W1xoj) آغاز به کار کرد.

سرویس پخش همگانی یا Broad casting به معنای انتشار و ارسال صدا و یا تصویر (یا هر دو) به تعداد زیادی از گیرنده‌ها رادیو و یا تلویزیونی گفته می‌شود.

در ایالات متحده اولین ایستگاه رادیویی پخش همگانی در سال ۱۹۲۰ آغاز به کار نمود واز دو سال بعد از آن رفته رفته ایستگاه رادیویی تجاری کار خود را شروع کردند. این روند همچنان ادامه یافت تا اینکه در سال ۲۰۰۳ تعداد ایستگاه‌های تجاری به ۴/۸۰۴ ایستگاه، تنها باند در AM رسید.

جالب آن که تعداد ایستگاه‌های FM در سال ۱۹۸۳ از ایستگاه‌های AM پیشی گرفت، چنان که تا سال ۱۹۹۸ تعداد آنها به ۶۱۷۹ ایستگاه تجاری و ۲۴۰۰ ایستگاه غیر تجاری رسید. از طرف دیگر پخش همگانی تلویزیونی نیز که در همان دهه ۱۹۲۰ آغاز به کارکرده بود، با مصادف شدن با جنگ جهانی دوم، دستخوش اختلال و رشدکند شد اما امسال تا سال ۱۹۹۶ تعداد ایستگاه‌های پخش تلویزیونی تجاری به ۱۳۴۰ و غیر تجاری به ۶۰۰ ایستگاه رسید.

فرق بین FM و AMچیست؟

در شیوه AM در یک بازه زمانی، دامنه امواج حامل دچار تغییرات می‌گردد. در حالی که فرکانس، ثابت و پایدار می‌ماند. ولی در شیوه FM در یک بازه زمانی دامنه امواج حامل ثابت بوده ولی فرکانس آن متغییرا ست.(البته در حد بسیار کم).در روش AM نرخ یا میزان تغییرات دامنه امواج بستگی به نوسانات و زیر و بم صدای ارسالی خواهد داشت.در FM نیز میزان تغییرات فرکانس امواج حامل وابسته به نوسانات و زیر و بم صدا خواهد بود.

در روش مدولاسیون FM صداهای آهسته و حد پایین محو نشده و از بین نمی رود، چرا که سیگنالهای FM هر تن صدا را بر روی فرکانس جداگانه ارسال می‌کند، به طوری که در هر لحظه دو فرکانس مختلف را با یکدیگر ترکیب و همزمان ارسال می‌نماید که اصطلاحا به آن استریو می‌گویند و از این جهت کیفیت بسیار بالاتری

نسبت به روش AM خواهد داشت. ازسوی دیگرارسال امواج AM نسبت به FM ازسهولت بیشتری برخورداراست چراکه این امواج پیچیدگی‌های کمتری نسبت به FM دارند.

در مقابل، کیفیت خوب سیگنالهای FM که نا شی از دو فرکانسی بودن و پیچیدگی‌های فرایند پخش آن ا ست، دارای معایبی نیز ا ست از جمله آن که این امواج در فوا صل دور قابل دریافت نیستند و زودتر دچار افت خواهند شد. اما در عوض سیگنالهای ساده AM به‌راحتی تا فواصل بسیار دور نفوذ کرده و قابل در یافت از سوی گیرنده هستند.

پس به شکل خلاصه دریافتیم که امواج FM دارای کیفیت بالاتر ولی برد کوتاه‌تر هستند و امواجAM دارای کیفیتی متوسط، اما برد بالاتری نسب به FM هستند.

انتشار امواج رادیویی AM بر روی چند باند فرکانسی مختلف به شرح زیر انجام می‌گیرد:

#موج بلند LW = 153-279 KHz

#موج متوسط MW = 530-1.710 KHz

 # موج کوتاه SW = 2.300-26.100 KHz

که موج کوتاه آن (SW) خود به چندین تکه باند کوچکتر تق سیم بندی می شود. تخ صیص این باندها در وهله اول بر اساس تصمیم "ITU " یا اتحادیه بین المللی مخابرات (بخش تنظیم مقررات رادیویی) و در مراحل بعدی بر اساس سازمان‌های تنظیم مقررات ملی هر کشور انجام می‌گیرد. برای مثال در کشور ما، سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی و در ایالات متحده، FCC یا کمیسیون فدرال ارتباطات عهده‌دار انجام این تقسیم بندی و تخصیص هستند.

- موج بلند (LW): این باند برای انتشار امواج رادیویی ایستگاه های تجاری در اروپا، آفریقا، آسیا، واسترالیا (هرسه منقطه ITU) مورد استفاده قرار دارد. این در حالیست که در کشور آمریکا این باند به عنوان پشتیبان یا باند رزرو برای باند مسیریابی هوا نوردی در نظر گرفته شده است.

- موج متوسط (MW): یکی از رایج‌ترین باندهای پخش امواج در ایستگاه‌های رادیویی AM است.

- موج کوتاه (SW) : توسط ایستگاه‌هایی به کار می‌رود که قصد انتشار امواج خود را به فواصل بسیار دورتر از محل ایستگاه دارند. صدای دریافتی از این امواج در فواصل دورتر دارای کیفیت کمتری نیز خواهد بود.

امواج متوسط وکوتاه باند AM ، در شب و روز رفتار و اثرات متفاوتی را از خود نشان می‌دهند. در طول روز سیگنالهای AM بوسیله امواج (انتشار) زمینی منتقل می‌شوند. در انعکاس از زمین امواج AM، سیگنالها قادرند تا چند صد کیلومتری ایستگاه ارسال شوند واین در حالی است که این امواج بعد از غروب آفتاب بر اساس تغییرات لایه یونسفر جو به شیوه انتشار آسمانی منتقل می‌گردند که در این حالت امواج منتشر شده از ایستگاه تا فواصل دورتری نسبت به روز قابل ارسال و دریافت خواهند بود. سیگنالهای رادیوییAM در فضاهای شهری می‌توانند براحتی توسط ساختمانهای مرتفع وآسمان خراش‌ها گسیخته ومختل شوند. به علاوه، دیگر منابع انتشار امواج رادیویی نیز می توانند اثرات مخرب و نامطلوبی بر فرایند انتقال این امواج بر جای گذارند.

در کشور ما ایستگاه‌های رادیویی پخش همگانی FM در محدوده فرکانسی ۸۸ الی ۱۰۸ مگاهرتز یعنی با گستره‌ای برابر ۲۰ مگاهرتز کار می‌کنند. این گستره تقریبا به ۱۰۰ کانال تقسیم شده است، هر کانال با گستره‌ای برابر ۲/۰ mhz برای دریافت امواج FM می‌بایست از یک گیرندهFM استفاده نمود و برای شنیدن هر کانال باید گیرنده را دقیقا بر روی فرکانس مرکزی هر کانال تنظیم کرد.

برای مثال بالاترین کانال پهنایی برابر ۱۰۷/۸ مگا هرتز الی۱۰۸ مگاهرتز را در بر می‌گیرد، بنابراین فرکانس مرکزی آن ۱۰۷/۹مگاهرتز است.

مدولاسیون فرکانسی:

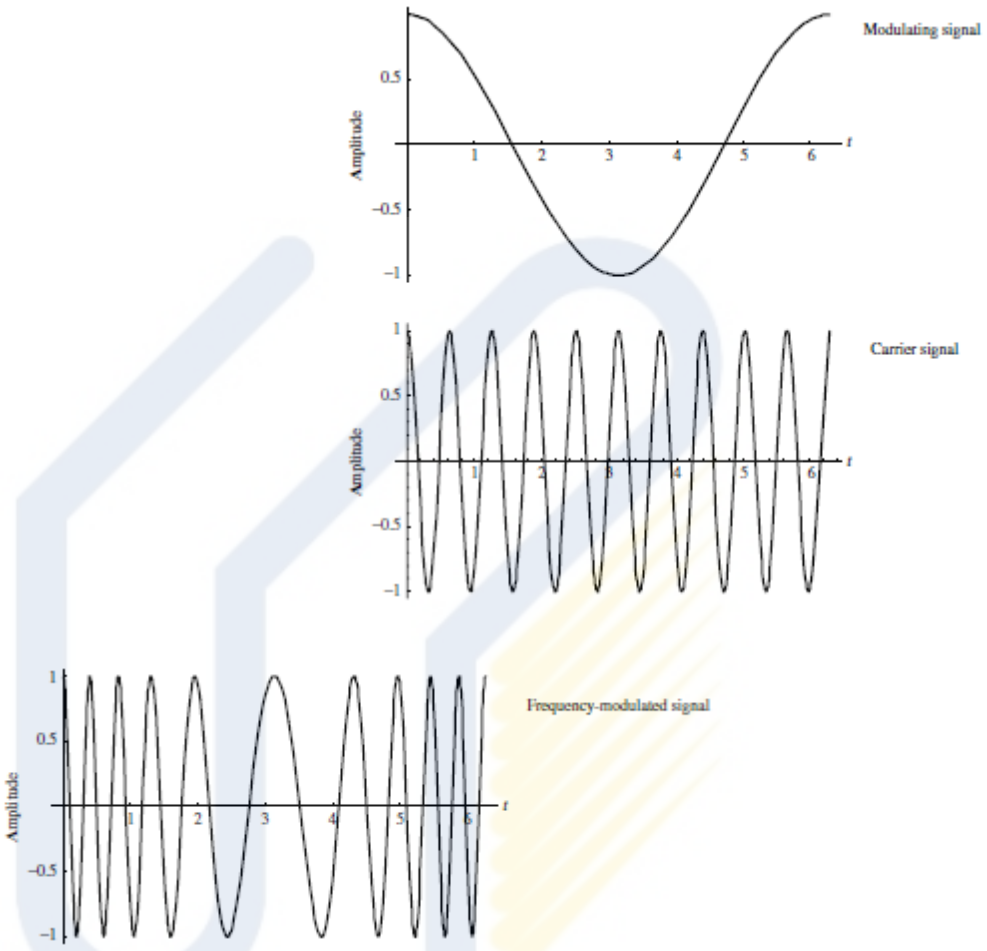
در مدولاسیون فرکانسی فرکانس سیگنال حامل مطابق با سیگنال مدوله کننده بیس باند تغییر میکند. مدولا سیون فرکانسی مبتنی بر یک رابطه خطی میان فرکانس ا ضافی و سیگنال بیس باند می با شد. این رابطه خطی برای یک سیگنال بیس باند $x_{BB}(t)$ ویک سیگنال حامل سینوسی بصورت زیر بیان میشود:

$$\frac{d\theta}{dt} = m \cdot x_{BB}(t)$$

در جاییکه m شاخص مدولاسیون نام دارد. مدولاسیون فرکانسی را میتوان به بیان ریاضی بصورت زیر نوشت:

$$x_{FM}(t) = A_c \cos[\omega_c t + m \int_{-\infty}^{t} x_{BB}(t)]$$

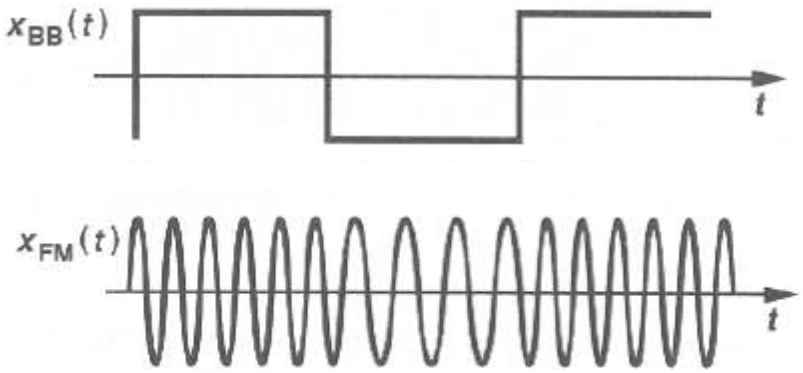
مدولاسیون فرکانسی برای یک سیگنال بیس باند سینوسی در شکل زیر نشان داده شده است.



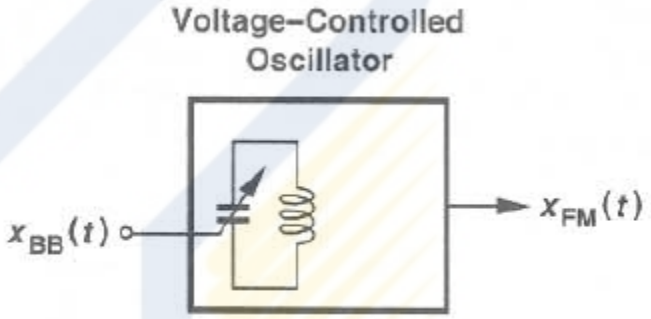
برای یک سیگنال بیس باند dc، $x_{BB}(t) = A$، خواهیم داشت:

$$x_{FM}(t) = A_c \cos(\omega_c + mA)t$$

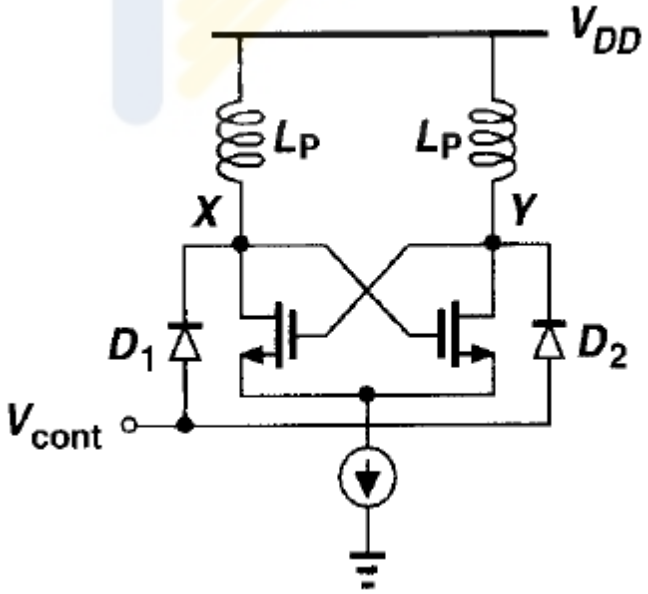
این بدان معنا ست که اعمال یک سیگنال dc به ورودی یک مدولاتور FM سبب انتقال فرکانس سیگنال حامل به مقداری ثابت میشود. این نتیجه در ارتباط با پیاده سازی نو سان سازهای قابل کنترل با ولتاژ (VCO) حائز اهمیت است:



شکل زیر یک مدولاتور فرکانس ساده را نشان میدهد که در آن فرکانس رزونانس نوسان ساز LC متناسب با سیگنال بیس باند تغییر داده میشود. دراینجا خازن تغییرپذیر با ولتاژ یک دیود با بایاس معکوس (واراکتور) است که در آن ظرفیت خازنی ناحیه تهی با سیگنال $x_{BB}(t)$ قابل تغییر است.

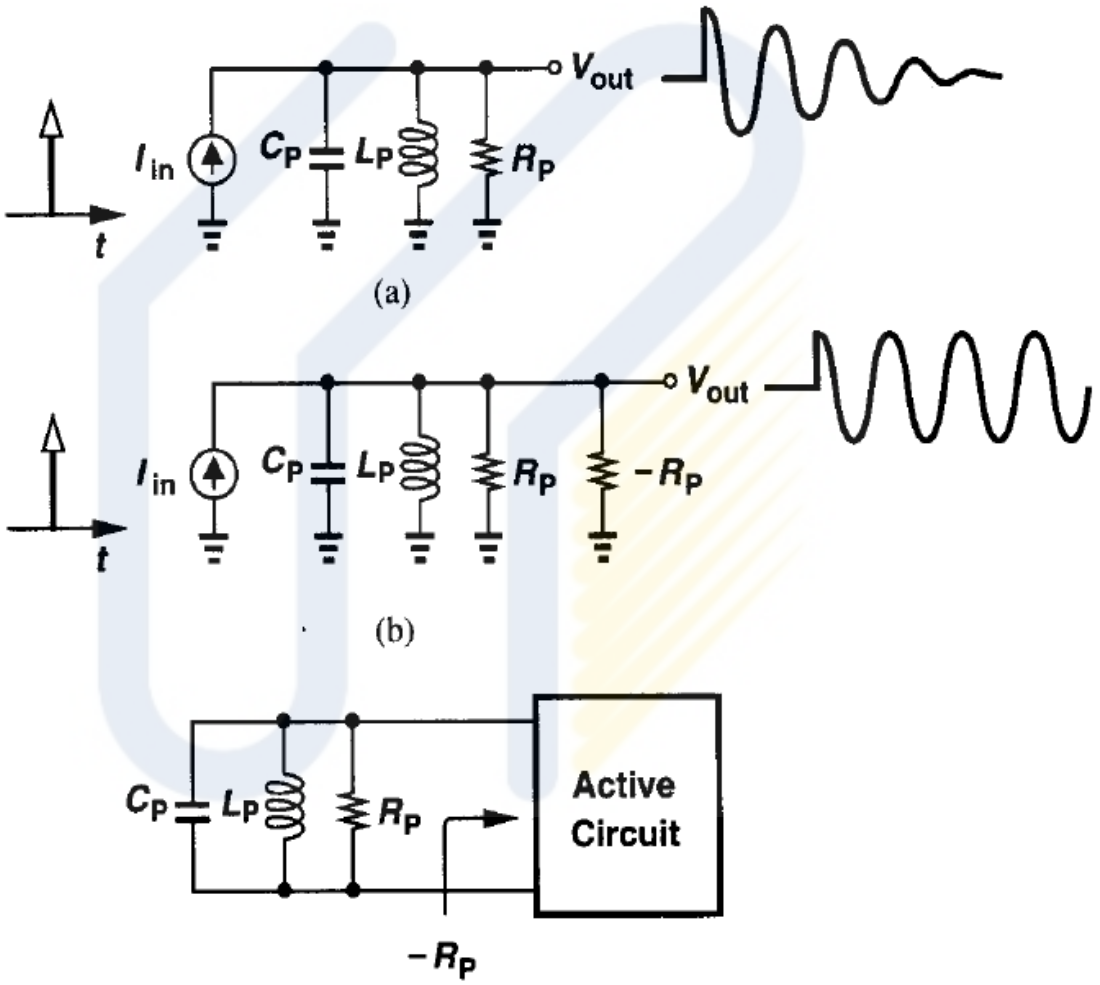


شکل زیر نحوه پیاده سازی VCO برای استفاده در یک مدولاتورFM را نشان میدهد.



در این VCO که از با اســتفاده از یک نوســان ســاز با رســانایی متقابل منفی (negative-G_m oscillator) ساخته شده ا ست سیگنال بیس باند به ورودی کنترل کننده نو سان V_{cont} اعمال مي شود. قبل از برر سی این VCO با تکیه به مفهوم مقاومت منفی تشــریح مختصــری از نوســانهای تک-پورتی بطور عام و نوســان ســازبا رسانایی متقابل منفی بطور خاص ارائه میشود.

مفهوم مقاومت منفی دیدگاه دیگری از پدیده نوسان بدست میدهد. مدار تانک LC زیرکه با یک جریان ضربه ای تحریک شده است در نظر بگیرید.



پا سخ مدار تانک رفتار نو سانی میرا خواهد دا شت. در هر سیکل مقداری از انرژی که بین خازن و سلف رد وبدل مي شود به صورت حرارت در مقاومت تلف مي شود. با قرار دادن یک مقاومت منفی $-R_p$ به صورت موازی با مقاومت R_p مدار تانک برای مدتی نامحدود نوسان خواهد کرد زیرا $-R_p \parallel R_p \to \infty$. توپولوژی حاصل از اتصال موازی یک مدار تک-پورتی با مقاومت منفی با یک مدار تانک LC را اسیلاتور تک پورتی مینامند.

آزمایش شماره 8

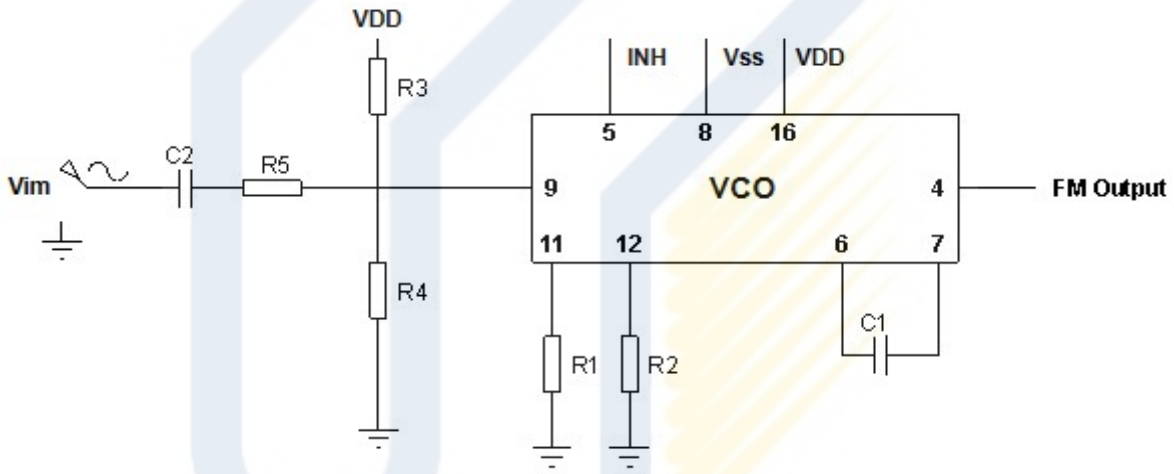
عنوان آزمایش : تولید FM با استفاده از آی سی CD 4046

هدف آزمایش: تولید FM با استفاده از VCO

مدولاسیون زاویه به دلیل ویژگی عدم حساسیت نسبت به اعوجاج غیر خطی، بیشترین کاربرد را در سیستمهای مخابراتی امروزی و همچنین در ضبط ویدئویی و پردازش سیگنال به خود اختصاص داده است.
از میان مدولاسیون زاویه نوع FM را با استفاده از VCO بررسی می کنیم.

مراحل آزمایش:

1- با استفاده از بخش VCO از آی سی 4046 و المان های زیر مدار شکل(14-1) را سیم بندی کنید.
R1=12kΩ R2=56kΩ R3=R4=470kΩ R5=10kΩ C1=150pf C2=100nf
VDD=+5v VSS=0v



شکل(14- 1)

۲- منبع Vin را خاموش کرده و فرکانس خروجی را محاسبه کنید.

به ورودی Vin ، سیگنالی سینوسی با دامنه یک و فرکانس 1_k اعمال کرده و ورودی، خروجی را روی کانال 1 و 2 اسیلوسکوپ مشاهده نمایید. فرکانس خروجی را اندازه گیری کنید.

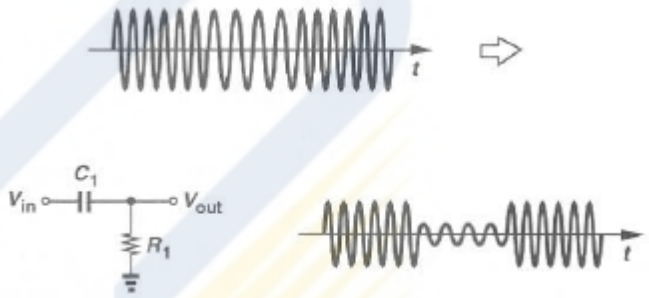
۳- به ورودی مدار سیگنال مناسبی(صوتی) اعمال کرده و مرحله 3 را تکرار کنید.

گزارش و سئوالات: تئوری مدار فوق را به دست آورید؟

دمدولاسیون فرکانسی:

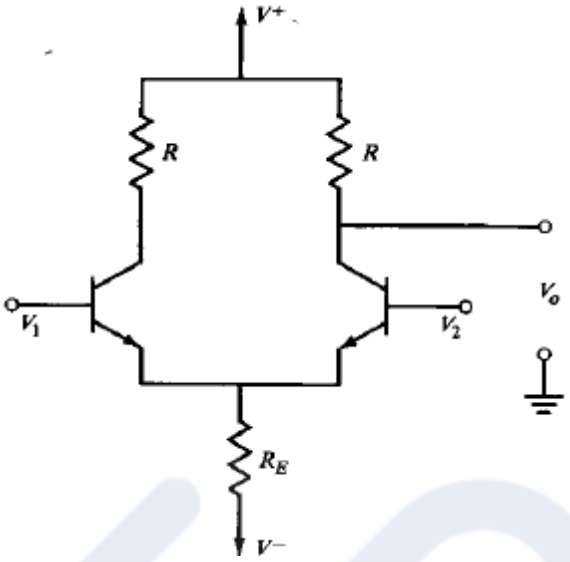
روش ساده اول: یک صافی بالاگذر مثلا یک مشتق گیر (شکل زیر) یک سیگنال نوسانی خروجی متناسب با فرکانس سیگنال تولید میکند که در عمل معادل تبدیل FM به AM است. برای $v_{in}(t) = A_c \cos[\omega_c t + m \int_{-\infty}^{t} x_{BB}(t)]$ خروجی مدار را میتوان بصورت مشتق ورودی تقریب زد. بنابراین، اگر $\omega_c + m x_{BB}(t)$ همیشه مثبت باشد، با آشکارساز پوش یا محاطی یاب (envelope detector) میتوان $x_{BB}(t)$ را استخراج کرد.

$$v_{\text{out}}(t) \approx A_c R_1 C_1 [\omega_c + m x_{BB}(t)] \sin \left[\omega_c t + m \int x_{BB}(t) dt \right]$$

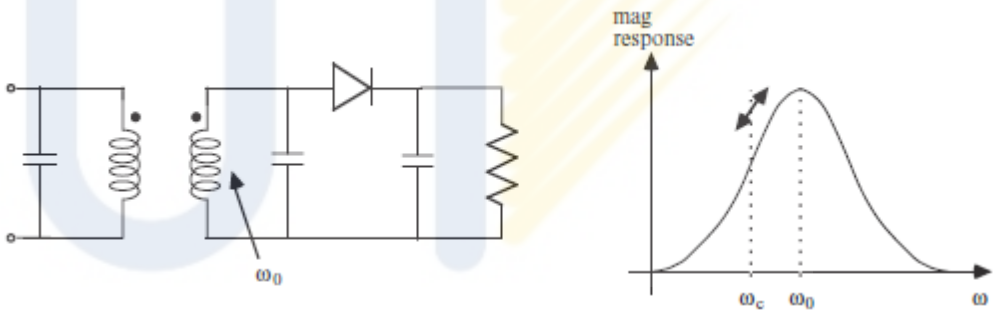


دمدولاتور فرکانسی ساده با استفاده ازیک فیلتر بالا گذر

توجه به این نکته مهم ا ست که تغییرات دامنه $v_{in}(t)$ ، برای مثال در نتیجه مدولا سیون دامنه ای (AM) با نویز ، موج دمدوله شده را خراب می کند، بنابراین قبل از مشتق گیرباید یک محدود کننده قرار داد. مدار محدود کننده مانند زوج تفاضلی شکل زیر میزان مدولاسیون دامنه ای در $v_{in}(t)$ را کاهش میدهد.

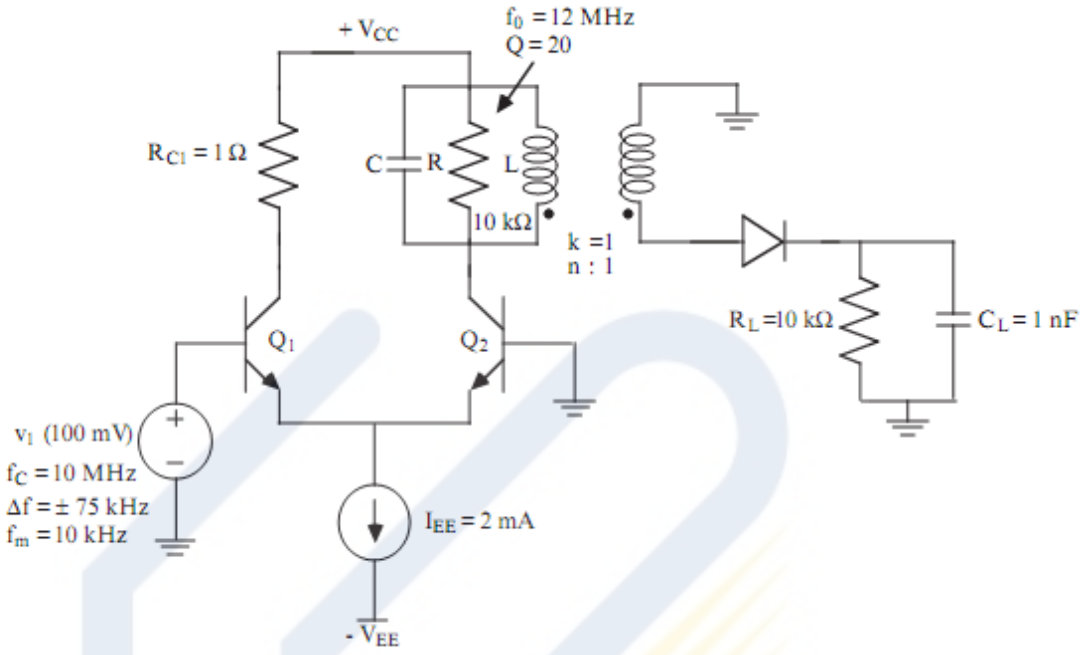


روش ساده دوم: همانطور که اشاره شد راه حل ساده برای بدست آوردن محتوی اطلاعاتی یک سیگنال FM آن است که تغییرات فرکانس را به تغییرات دامنه تبدیل کنیم و سیگنال حاصل را در معرض دمدولاسیون دامنه ای قراردهیم. مدار ساده دیگر برای این منظور در شکل زیر نشان داده شده است:



ورودی این مدار، که برای مثال از مرحله خروجی تقویت کننده IF بدســـت می آید، در بالا یا پایین فرکانس سیگنال حامل (IF) میزان میشود. با تغییر فرکانس سیگنال ورودی به آ شکار سازFM در نتیجه مدولا سیون فرکانسی ولتاژ دو سر مدار میزان شده متناسب با تغییرات پاسخ دامنه ای با فرکانس دستخوش تغییر میشود. باین ترتیب مدولا سیون فرکانسی به مدولا سیون دامنه ای تبدیل میشود. آ شکار ساز پوش سیگنال پایین گذر حاوی اطلاعات را بدست میدهد. در خارج از پاسباند، پاسخ دامنه ای مدار میزان شده مطابق با ω یا $1/\omega$ تغییر

میکند. با استفاده از یک زوج تفاضلی برای تحریک مدار میزان شده توپولوژی زیر حاصل میشود. کارکرد این مدار با یک مثال در زیر بررسی شده است:



سیگنال ورودی مدار به صورت زیر است:

$$\begin{aligned} v_i &= V_{ia}\sin[\omega_c t + \text{MDI}\sin\omega_m t] \\ &= 100\ \text{mV}\sin[2\pi\times 10^7 t + 7.5\sin 2\pi\times 10^4 t] \end{aligned}$$

در جاییکه:

$$MDI = \Delta f / f_m$$

محاسبه ولتاژ خروجی مدار میزان شده در فرکانس حامل و به ازای تغییرات بیشینه و کمینه فرکانس:

فرکانسهای مورد نظر عبارتند از:

$$\begin{aligned} f_c &= 10\ \text{MHz} \\ f_u &= 10\ \text{MHz} + 75\ \text{kHz} = 10.075\ \text{MHz} \\ f_l &= 10\ \text{MHz} - 75\ \text{kHz} = 9.925\ \text{MHz} \end{aligned}$$

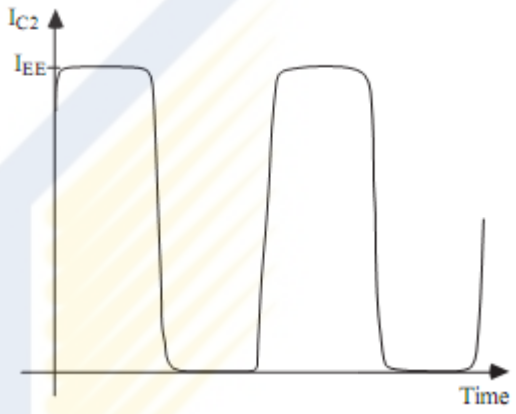
اندازه امپدانس مدار میزان شده بر حسب فرکانس مرکزی از رابطه زیر بدست می آید:

$$| Z(j2\pi f) | = \frac{R}{\sqrt{1 + Q^2 \left(\frac{f}{f_o} - \frac{f_o}{f}\right)^2}}$$

در جاییکه فرکانس مرکزی $f_0 = 12MHz$. بازای فرکانسهای مورد نظر اندازه امپدانس مدار میزان شده برابر است با:

$$| Z(2\pi \times 10^7) | = 1.351 \text{ k}\Omega$$
$$| Z(2\pi \times 1.0075 \times 10^7) | = 1.409 \text{ k}\Omega$$
$$| Z(2\pi \times 0.9925 \times 10^7) | = 1.298 \text{ k}\Omega$$

ولتاژ خروجی از حاصلضرب اندازه امپدانسهای فوق در دامنه مولفه پایه ای جریان کلکتورحاصل میشود. در مدار فوق زوج تفا ضلی بعنوان محدود کننده عمل می کند. بازای سیگنالهای ورودی بزرگ شکل موج جریان کلکتور بصورت زیر خواهد بود.



اگر این شکل موج را با یک موج مربعی تقریب کنیم، میتوان جریان کلکتور را با ا ستفاده از سری فوریه بصورت زیر بنویسیم:

$$i_{c2}(t) = I_{EE}\left[\frac{1}{2} + \frac{2}{\pi}\left(\cos\omega_o t + \frac{1}{3}\cos 3\omega_o t + \ldots\right)\right]$$

دامنه مولفه پایه ای برابر است با:

$$i_{c2}(t) \mid_{\omega_o} = \frac{2}{\pi} I_{EE} = 0.64 I_{EE}$$

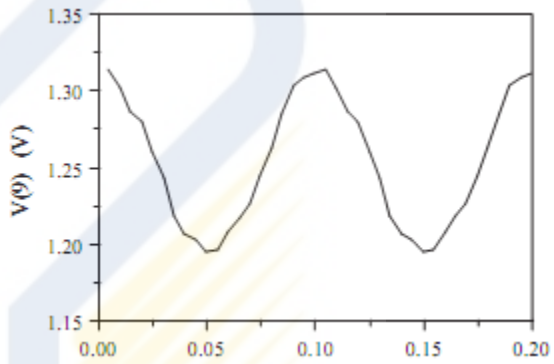
بنابراین دامنه مولفه پایه ای دراین مثال برابر با $i_{C2} = 0.64(2mA) = 1.28mA$ خواهد بود. بنابراین ولتاژهای خروجی در فرکانسهای مورد نظر برابرند با:

$$V_0 = 1.729 \text{ V}$$

$$V_4 = 1.804 \text{ V}$$

$$V_2 = 1.661 \text{ V}$$

با اعمل ولتاژهای خروجی مدارمیزان شده به آشکارساز قله شکل موج زیرحاصل می شود:



روش دیگری برای دمدولاسیون فرکانسی: استفاده از حلقه قفل فاز یا PLL که در آزمایش بعدی آمده است.

آزمایش شماره 9

عنوان ازمایش :آشکارساز FM با استفاده از PLL

هدف آزمایش: آشکارسازی FM به عنوان یکی از کاربردهای PLL

یکی از کاربرد های حلقه PLL، آ شکار سازی مدولا سیون های FM،FSK می با شد. هنگامیکه حلقه PLL قفل اســت، فرکانس خروجی VCO با فرکانس ورودی مرجع برابر اســت. حال اگر فرکانس مرجع تغییر منظم داشــته باشد(مثل FM)، فرکانس VCO نیز سعی بر تبعیت از آن را خواهد داشت که این موضوع باعث آشکارسازی پیام خواهد شد.

مراحل آزمایش:

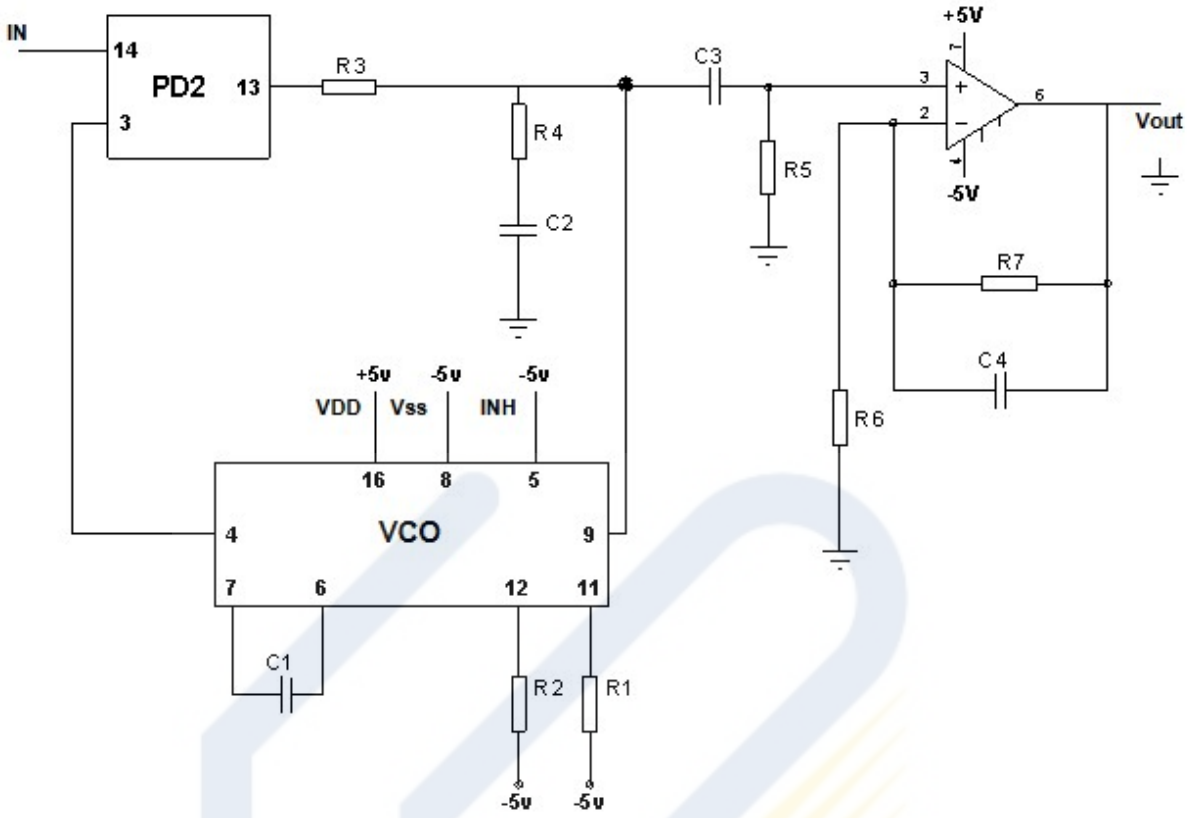
۱- با استفاده از آی سی های 4046 ،741 و المان های زیر مدار شکل صفحه بعد را سیم بندی کنید.

R1=10kΩ R2=470kΩ R3=47kΩ R4=6.8kΩ R5=100kΩ R6=1kΩ R7=100kΩ
C1=220pf C2=10nf C3=4.7µf C4=10nf
VDD=+5v VSS=-5v

نکته:

تغذیه آی ســی ها متقارن می باشــد و بین هر کدام از تغذیه های مثبت و منفی تا زمین یک خازن صــافی 10_{nf} متصل کنید.

۲- ســیگنال مربعی با ســطوح و فرکانس مناســب به مدار اعمال کنید تا حلقه قفل شــود، آنگاه فرکانس ورودی را تغییر دهید تا ولتاژ ورودی VCO در بهترین نقطه(صفر ولت) قرار گیرد.



۳- سیگنال FM با پیام سینوسی و Fm=100hz را به ورودی مدار اعمال کنید. و انحراف فرکانسی(F_Δ) از مدولاتور FM را طوری تنظیم کنید که خروجی آشکار شده دارای حداکثر دامنه بدون اعوجاج شود. سپس شکل موج خروجی را رسم کنید و مشخصات آنرا یاداشت کنید.

۴- سیگنال FM با پیام مثلثی و مربعی(در واقع همان FSK) را نیز به ورودی مدار اعمال کنید. و شکل موج خروجی را برای هر کدام را، از فرکانس 100HZ به بالا در چند فرکانس مهم رسم کنید و مشخصات آنرا یاداشت کنید.

گزارش و سئوالات:

۱- چرا در این مدار بهترین نقطه پالس ورودی vco صفر ولت است؟

۲- تئوری مدار فوق را شرح دهید؟