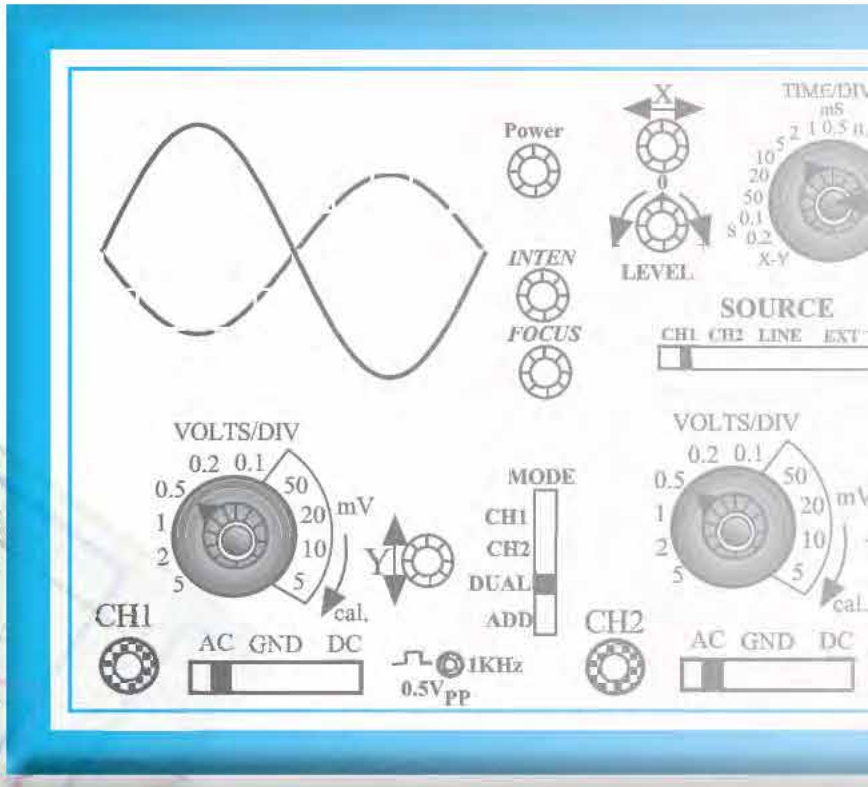
بخش چهارم

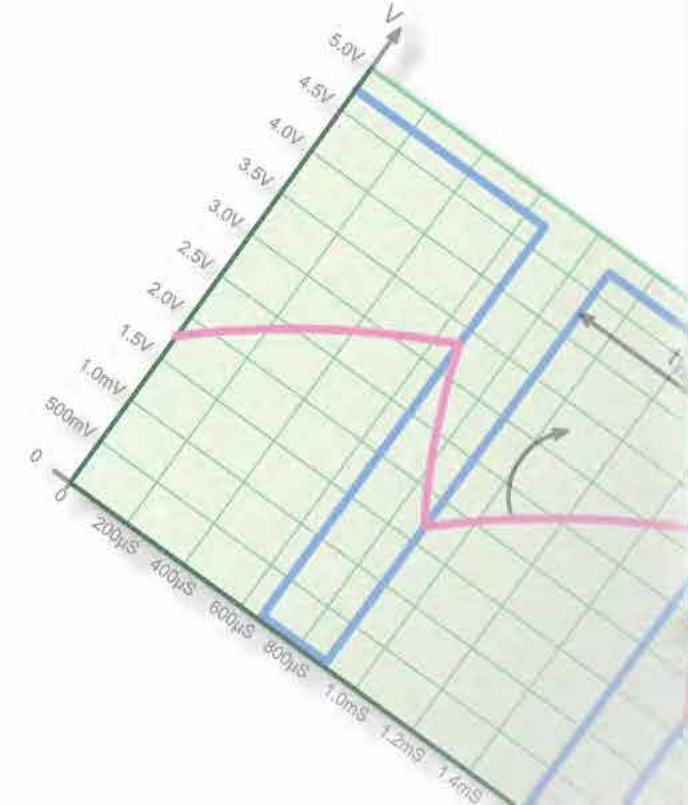
نوسان سازها

هدف کلی:

تحلیل نظری و عملی انواع نوسان سازهای سینوسی و غیرسینوسی

واحد کار	شماره توانایی	عنوان توانایی	زمان آموزش		
			نظری	عملی	جمع
U۷	۱۹	توانایی تجزیه و تحلیل و بررسی نوسان سازها	۱۵	۲۰	۳۵





فصل هشتم

نوسان سازها

هدف کلی :

آموزش اصول کار نوسان سازهای سینوسی و غیرسینوسی

هدف های رفتاری : در پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رود که :

۱- نوسان ساز را تعریف کند.
۲- مشخصات یک نوسان ساز و شرط ادامه ی نوسان در یک نوسان ساز را شرح دهد.
۳- نقش شبکه ی فیدبک در یک نوسان ساز را شرح دهد .
۴- اصول نوسان ساز LC سری و موازی را شرح دهد.
۵- نوساز ساز هارتلی را از نوسان ساز کول پیتس تشخیص دهد.
۶- مدار نوسان ساز هارتلی و کول پیتس را ببندد وشکل موج خروجی آن ها را رسم کند.
۷- مزایای اسیلاتور کریستالی را شرح دهد.
۸- اسیلاتور کریستالی را عملاً ببندد و شکل موج خروجی آن را مشاهده کند.
۹- اصول نوسان ساز آرمسترانگ و تانک را شرح دهد.
۱۰- نوسان ساز آرمسترانگ و تانک را عملاً ببندد وشکل موج خروجی هریک را رسم کند.
۱۱- مولتی ویبراتور را تعریف کند وبلوک دیاگرام مولتی ویبراتور را رسم کند.
۱۲- مولتی ویبراتورهای بی استابل ، مونواستابل و آاستابل را شرح دهد.
۱۳- شکل موج های خروجی مولتی ویبراتورهای بی استابل ، مونواستابل و آ استابل را رسم کند و فرکانس آن را اندازه بگیرد.
۱۴- تفاوت مولتی ویبراتور بی استابل ، مونواستابل و آاستابل را تشریح کند.
۱۵- پایه های IC تایمر ۵۵۵ را تشخیص دهد.
۱۶- مدار مولتی ویبراتور آ استابل و مونواستابل (تایمر) را با استفاده از IC تایمر ۵۵۵ شرح دهد.
۱۷- مدار مولتی ویبراتور آ استابل و مونواستابل را ببندد.
۱۸- شکل موج خروجی مدار های مولتی ویبراتور آاستابل و مونو استابل با استفاده از IC تایمر ۵۵۵ را رسم کند و فرکانس آن ها را اندازه بگیرد.
۱۹- ساختمان ترانزیستور UJT راشرح دهد.
۲۰- مدار نوسان ساز موج دندانه اره ای با استفاده از ترانزیستور UJT را عملاً مورد آزمایش قرار دهد .

این فصل در دو قسمت مجزا تنظیم شده است

توانایی شماره ۱۹	ساعت آموزش		
	نظری	عملی	جمع
	۱۵	۲۰	۳۵

پیش آزمون ۱-۸ نوسان سازهای سینوسی

۱- مشخصات کلی یک شکل موج سینوسی را شرح دهید.

۲- پارامترهای مهم یک ترانزیستور معمولی را شرح دهید.

۳- به چه دلیل در تقویت کننده‌های چند طبقه از فیدبک منفی استفاده می کنند؟

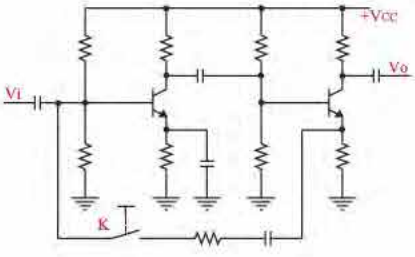
۴- در تقویت کننده‌ی فیدبک شده‌ی شکل زیر ، نوع فیدبک کدام است ؟(فرض کنید کلید k بسته است).

الف) ولتاژ موازی

ب) ولتاژ سری

ج) جریان موازی

د) جریان سری



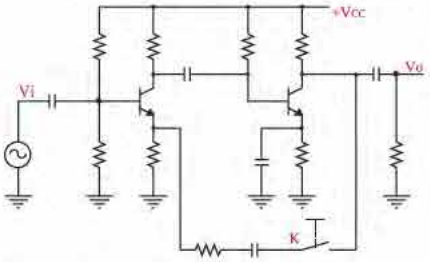
۵- در شکل زیر اگر کلید k بسته شود، کدام اتفاق می‌افتد؟

الف) بهره ولتاژ کم می شود.

ب) بهره ولتاژ زیاد می شود.

ج) امپدانس خروجی به شدت زیاد می شود .

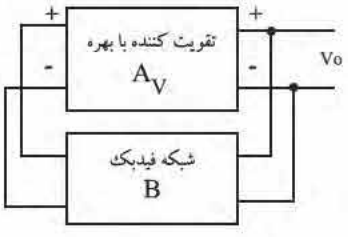
د) امپدانس ورودی به شدت کم می شود.



۶- تفاوت بین فیدبک مثبت ومنفی را شرح دهید.

۷- مدار هماهنگی نوسان ساز هارتلی را رسم کنید و رابطه محاسبه‌ی فرکانس نوسان ساز را بنویسید.

۸- با توجه به شکل زیر شرط ادامه نوسان در یک نوسان ساز کدام است ؟



الف) $B.A_V \leq 1$

ب) $B.A_V = 1$

ج) $B.A_V \geq 1$

د) $B.A_V < 1$

۹-کدام نوسان ساز موج سینوسی تولید می کند ؟

الف) کول پیتس　　ب) هارتلی

ج) آرمسترانگ　　د) هر سه مورد

۱۰- فرکانس نوسان در یک اسیلاتور LC وابسته به چه عناصری است ؟

۱۱- مشخصات مهم یک نوسان ساز را نام ببرید .

۱۲- نوسان در یک نوسان‌ساز چگونه شروع می شود؟

۱۳- چرا در مدارهای الکترونیکی از تنظیم کننده‌های ولتاژ استفاده می کنند ؟

۱۴- در نوسان سازها از کدام نوع فید بک استفاده می‌شود ؟

الف)فقط مثبت　　ب) فقط منفی

ج) مثبت ومنفی　　د) مثبت یا منفی

۱۵- در تقویت کننده‌ها از کدام نوع فیدبک استفاده می‌شود؟

الف)فقط مثبت　　ب) فقط منفی

ج) مثبت ومنفی　　د) مثبت یا منفی

۱۶- عناصر فیدبک در نوسان سازهای سینوسی را نام ببرید ؟

۱۷- مدار هماهنگ نوسان ساز کول پیتس از (یک – دو) خازن و (یک – دو) سلف تشکیل می‌شود.

۱۸- مدار هماهنگ نوسان ساز .....از یک خازن و یک ترانسفورماتور تشکیل شده است.

۱۹- نوسان سازهای سینوسی در چه مدارهایی به کار می‌رود؟

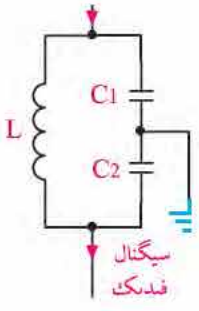
۲۰- مدارهای نوسان ساز سینوسی که در این فصل به آن‌ها اشاره شده است را نام ببرید .

۲۱- انواع نوسان ساز را از نظر شکل موج تولیدی نام ببرید .

۲۲- در مدار رزونانس موازی ،ضریب کیفیت مدار به مقدار مقاومت موازی بستگی‌دارد.

صحیح ☐　　غلط ☐

۲۳- مدار تعیین کننده فرکانس شکل زیر مربوط به چه نوع نوسان سازی است ؟



بعد از مطالعه قسمت اول فصل (۸) به سوالات پیش آزمون ۲-۸ پاسخ دهید .

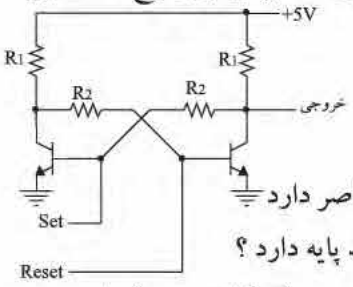
پیش آزمون ۲-۸ نوسان سازهای غیرسینوسی

۲۴- در یک مولتی ویبراتور ، مدار کوپلینگ معمولاً از کدام عناصر تشکیل می شود؟

الف) مقاومت اهمی ب) سلف

ج) خازن د) هر سه مورد

۲۵- آیا مولتی ویبراتور شکل زیر از نوع آستایل است؟



الف) بلی

ب) خیر

ج) بستگی به مقادیر عناصر دارد

۲۶- IC تایمر ۵۵۵ چند پایه دارد ؟

الف)۲۴ ب) ۱۸ ج) ۱۴ د) ۸

۲۷- آیا با IC تایمر ۵۵۵ می توان موج مربعی تولید کرد؟

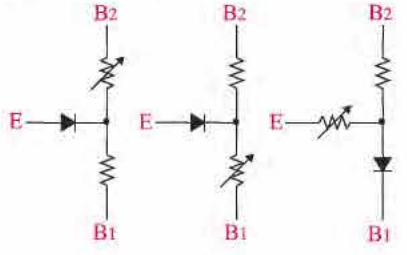
الف) بلی ب) خیر

ج) بستگی به مقادیر عناصر دارد.

د) بستگی به جریان عبوری از خروجی آی سی دارد.

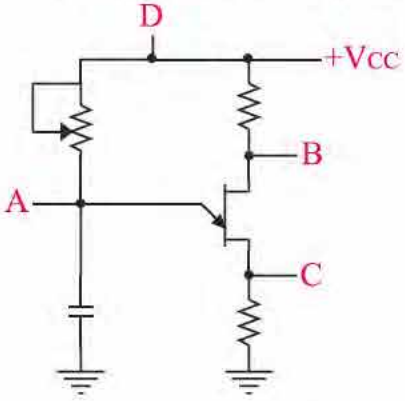
۲۸- کدام مدار معادل مربوط به یک ترانزیستور UJT است ؟

الف)❐ ب) ❐ ج) ❐



۲۹- η در UJT طبق کدام رابطه تعریف می‌شود؟

۳۰- در شکل زیر ، پالس های سوزنی را از کدام نقطه دریافت می کنیم ؟



الف) A

ب) B

ج) C

د) D

۳۱- علامت قراردادی کریستال را رسم کنید .

۳۲- مزیت استفاده از کریستال در نوسان سازها را شرح دهید .

۳۳- مولتی ویبراتور بی‌استابل دارای دو حالت پایدار است .

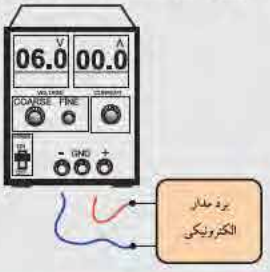
صحیح ❐ غلط ❐

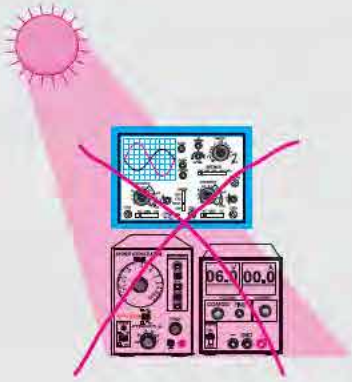
۳۴-به نوسان ساز مونواستابل نوسان ساز موج مربعی هم می گویند.

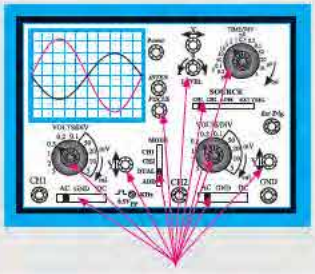
صحیح ❐ غلط ❐

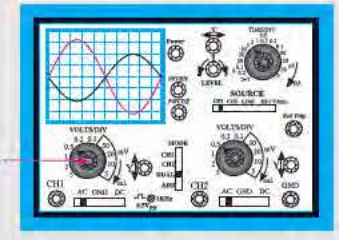
نکات ایمنی فصل (۸)

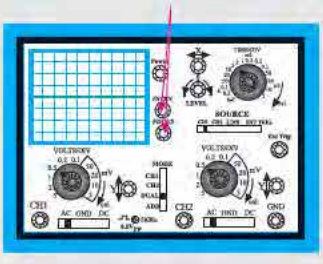
بـا توجه به تصاویر، درباره نکات ایمنی مورد نظر توضیح دهید.

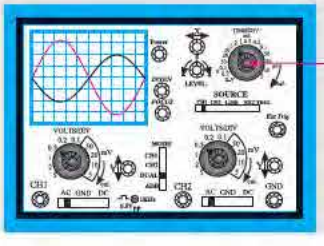












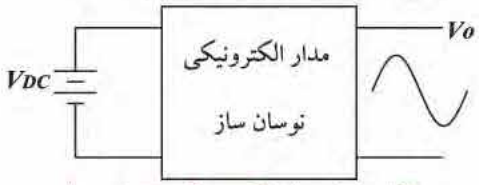
قبل از شروع قسمت اول فصل(۸)به سوالات پیش ازمون۱-۸ پاسخ دهید.

قسمت اول- نوسان‌سازهای سینوسی

۱-۸ تعریف نوسان ساز

یک نوسان ساز یا اسیلاتور ، یک مدار الکترونیکی نسبتاً ساده است که بدون سیگنال ورودی می‌تواند ولتاژ DC را به ولتاژ متناوب تبدیل کند .اگر ولتاژ متناوب، سینوسی باشد مدار نوسان ساز را سینوسی می نامند، شکل ۱-۸ .

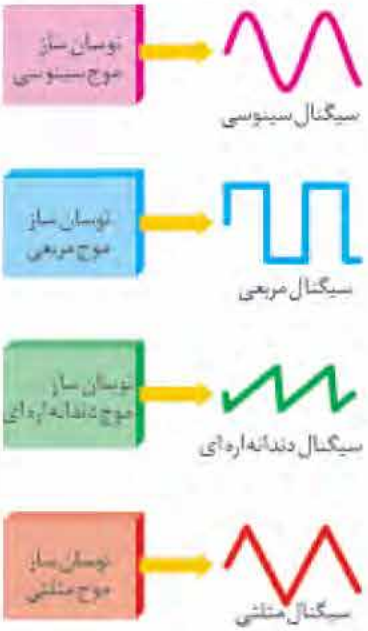
مدارهای نوسان ساز سینوسی مهم ترین قسمت دستگاه‌های فرستنده و گیرنده رادیویی را تشکیل می دهند.



شکل ۱-۸ مدار الکترونیکی نوسان ساز

۲-۸ انواع نوسان‌ساز ازنظر شکل‌موج تولیدی

نوسان سازها می توانند انواع شکل موج ها را به وجود آورند. در شکل ۲-۸ چهار نمونه نوسان ساز به صورت بلوک دیاگرام و با توجه به شکل موج خروجی آن ها ترسیم شده است. این نوسان ساز ها می توانند امواج زیر را تولید کنند.



شکل ۲-۸ انواع نوسان‌سازها با توجه به شکل موج تولیدی

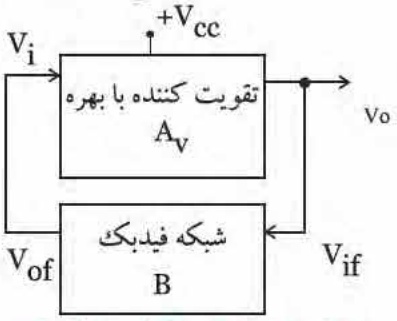
۳-۸ اصول کار مدارهای نوسان ساز

برای این که یک نوسان ساز به نوسان در آید ، باید عناصر و شرایط زیر وجود داشته باشد.

الف)تقویت کننده(مانند تقویت کننده‌ی امیتر مشترک)

ب) فیدبک مثبت

در نوسان ساز معمولاً سیگنال برگشتی از مدار فیدبک به ورودی مدار تقویت کننده داده می‌شود و از خروجی آن نوسان های تولید شده دریافت می‌شود. شکل ۳-۸ بلوک دیاگرام یک نوسان ساز را نشان می دهد.



شکل ۳-۸ بلوک دیاگرام یک اسیلاتور

معمولاً شبکه‌ی فیدبک سیگنال خروجی را تضعیف می کند. برای ادامه‌ی نوسان در یک نوسان ساز باید دو شرط زیر برقرار باشد.

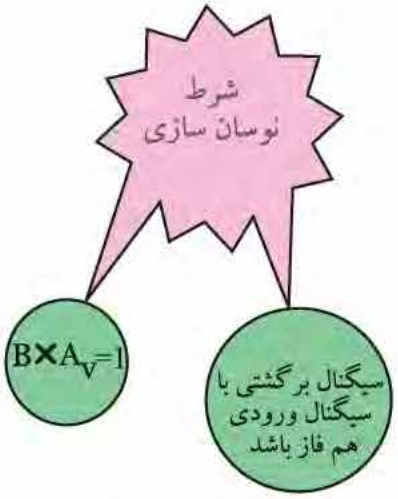
الف)به میزانی که شبکه فیدبک سیگنال خروجی را تضعیف می کند، تقویت کننده نیز حداقل به همان میزان سیگنال را تقویت می کند. اگر میزان ضریب بهره‌ی شبکه فیدبک را B و بهره ی تقویت کننده را A_v بنامیم در یک نوسان ساز همواره باید شرط زیر برقرار باشد.

$B.A_v = ۱$

ب) به دلیل نیاز به فیدبک مثبت جهت نوسان سازی ، باید اختلاف فاز بین ورودی تقویت کننده و خروجی شبکه‌ی فیدبک صفر باشد، شکل ۴-۸ .

توجه داشته باشید که در مدار فیدبک معمولاً از قطعات غیر فعال مانند L ،R وC استفاده می شود. لذا سیگنال خروجی شبکه‌ی برگشتی نسبت به ورودی آن ، دامنه‌ی کمتری دارد. یعنی سیگنال تضعیف می شود و ضریب تقویت آن کم‌تر از ۱ می‌شود.

$B = \frac{V_{of}}{V_{if}} \langle 1$ ضریب تقویت شبکه فیدبک



شکل ۴-۸ شرایط نوسان سازی

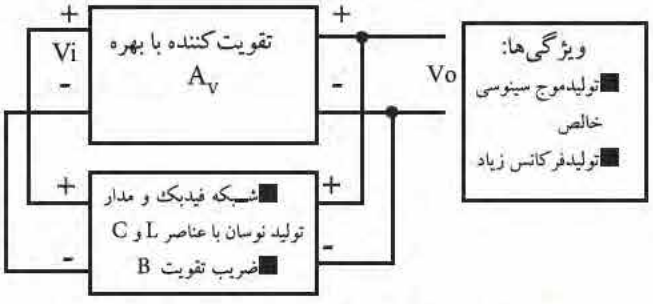
چگونگی تولید نوسان در نوسان ساز به این صورت است که ابتدا نویز و سیگنال های حالت های گذرای موجود در مدار توسط تقویت کننده تقویت می شود. سپس در مدار فیدبک تنها در یک فرکانس خاص اختلاف فاز بین خروجی و ورودی صفریا ۱۸۰ درجه می شود. توجه داشته باشید که نویز، ترکیبی از تعدادی فرکانس است که با توجه به شرایط مدار ، فرکانس مورد نظر از بین آن ها انتخاب می شود و به ورودی می رسد . سیگنال برگشتی دوباره تقویت می شود و به ورودی برمی گردد. این رفت و برگشت سیگنال تا پایدار شدن مدار ادامه می‌یابد.

فیدبک مثبت زمانی اتفاق می افتد که اختلاف فاز بین ورودی و خروجی صفر باشد. به عبارت دیگر سیگنال های ورودی و خروجی هم فاز باشند .

۸-۴ اصول کار نوسان سازهای LCسینوسی

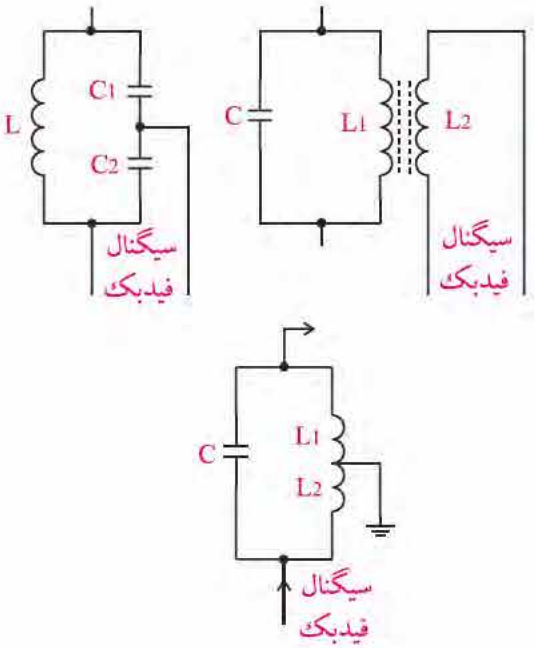
همان طورکه گفته شد یک نوسان ساز شامل یک تقویت کننده نسبتاً ساده است که در آن فیدبک مثبت به کار می رود . یعنی سیگنال خروجی که به ورودی برگشت داده می شود باید با ورودی هم فاز باشد.

برای ایجاد نوسان های سینوسی خالص با فرکانس زیاد، از نوسان ساز LC ، استفاده می کنیم، شکل ۵-۸ .



شکل ۵-۸ بلوک دیاگرام یک نوسان ساز سینوسی با فیدبک LC

در نوسان ساز LC در مسیر کلکتور یا امیتر ، یک مدار هماهنگی LC(موازی) قرار می دهند . در فرکانس رزونانس، دامنه‌ی ولتاژ دو سر مدار LC ، حداکثر مقدار را دارد وسیگنال برگشت داده شده به ورودی نیز از مدار LC موازی گرفته می‌شود. در شکل ۶-۸ انواع روش های دریافت سیگنال خروجی و انتقال آن به ورودی تقویت کننده نشان داده شده است. توجه داشته باشید که فیدبک باید مثبت باشد.



شکل ۶-۸ انواع مدارهای فیدبک LC

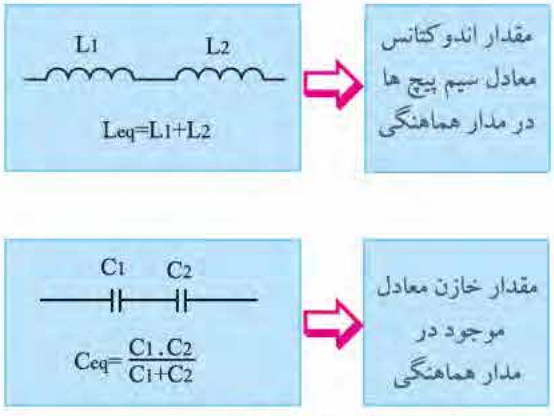
با توجه به چگونگی قرار گرفتن مدار هماهنگی LC در مدارهای تقویت‌کننده ، انواع نوسان ساز ها شکل می گیرند.

فرکانس این گونه نوسان سازها از رابطه‌ی زیر به دست می آید :

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq}.C_{eq}}}$$

فرکانس رزونانس — مقدار اندوکتانس معادل — مقدار ظرفیت خازنی معادل

L_{eq} و C_{eq} به ترتیب مقادیر معادل سلف و خازنی هستند که در مدار هماهنگی قرار می گیرند ، شکل ۷-۸.



شکل ۷-۸ مقادیر معادل سلف و خازن

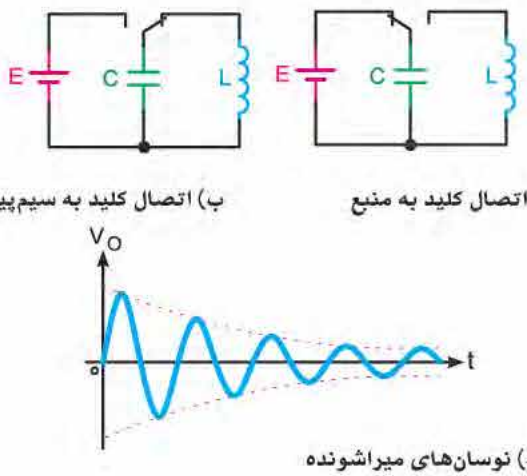
مطالب ۵-۸ و ۶-۸ در استاندارد الکترونیک کار صنعتی وجود ندارد و مربوط به سایر استانداردها است. چنان‌چه در استاندارد مورد آموزش این موضوع وجود دارد، آن را اجرا کنید.

زمان اجرا: ۳ ساعت آموزشی

۵-۸ تولید نوسان در مدار تانک (رزونانس موازی)

می دانیم چنان چه یک سیم پیچ با یک خازن به صورت موازی بسته شود ، مدار تانک یا مدار رزونانس موازی شکل می گیرد . معمولاً با وارد کردن یک پالس به مدار تانک، انرژی در خازن ذخیره می شود. سپس انرژی ذخیره شده در خازن در داخل سیم پیچ تخلیه می شود ومیدانی را در اطراف آن به وجود می آورد. هنگامی که خازن کاملاً دشارژ شد، انرژی ذخیره شده در سیم پیچ ، خازن را دوباره شارژ می کند ونوسان تداوم می یابد. طبق شکل ۸-۸- الف، با اتصال کلید به منبع تغذیه ، خازن با پالس اولیه ی تولید شده توسط منبع تغذیه به اندازه ی ولتاژ منبع تغذیه شارژ می شود. حال اگر کلید را طبق شکل ۸-۸- ب تغییر حالت دهیم و آن را به سیم‌پیچ وصل کنیم ، ولتاژ خازن در داخل سیم پیچ تخلیه می شود و میدانی را در اطراف آن به وجود می آورد. پس از دشارژ کامل خازن ، انرژی ذخیره شده در سیم پیچ دوباره خازن را شارژ می کند. با شارژ و دشارژ پی‌درپی سلف و خازن ، نوسان های میرا شونده به وجود می آید .

این نوسان‌ها در شکل ۸-۸- ج نشان داده شده است .



الف) اتصال کلید به منبع — ب) اتصال کلید به سیم‌پیچ

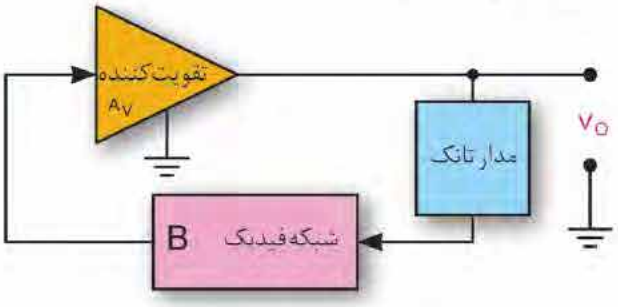
ج) نوسان‌های میراشونده

شکل ۸-۸- نوسان‌های میراشونده

در صورتی که مقاومت اهمی سیم پیچ صفر و مقاومت عایق خازن (نشتی خازن) بی نهایت باشد ، نوسان های تولید شده پایدار می‌شوند. از آن جا که در عمل این مقادیر صفر و بی‌نهایت نیستند ، نوسان های تولید شده پایدار نیستند وبعد از مدت معینی که مقدار آن به مقاومت سیم پیچ بستگی دارد، میرا می شود. فرکانس نوسان های تولید شده از رابطه زیر قابل محاسبه است.

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

برای پایدار کردن نوسان میراشونده باید از مدار تقویت‌کننده ومدار فیدبک استفاده کنیم. در شکل ۹-۸ بلوک دیاگرام یک نوسان ساز رسم شده است.



شکل ۹-۸ بلوک دیاگرام نوسان ساز

عناصر مورد نیاز برای نوسان سازی

الف) مدار تقویت‌کننده

ب) مدار تولید کننده نوسان

ج) مدار فیدبک

شرایط نوسان سازی

الف) برقراری فیدبک مثبت

ب) $A_V \times B = 1$

۸-۶ آزمایش شماره ۱

زمان اجرا: ۲ ساعت آموزشی

۸-۶-۱ هدف آزمایش :

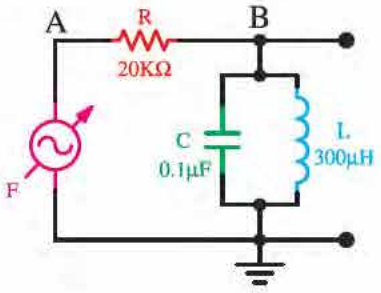
بررسی چگونگی نوسان‌های میرا شونده در مدار تانک

۸-۶-۲ تجهیزات، ابزار،قطعات‌و مواد موردنیاز:

ردیف	نام ومشخصات	تعداد/ مقدار
۱	منبع تغذیه ۱A و ۰-۳۰V_p	یک دستگاه
۲	اسیلوسکوپ دو کاناله	یک دستگاه
۳	برد برد	یک قطعه
۴	مقاومت ۲۰kΩ	یک عدد
۵	خازن۰/۱ μF(سرامیکی)	یک عدد
۶	سلف یاسیم‌پیچ ۳۰۰ μH	یک عدد
۷	ابزار عمومی کارگاه الکترونیک	یک سری

۸-۶-۳ مراحل اجرای آزمایش:

- وسایل مورد نیاز را آماده کنید.
- مدار شکل ۱۰-۸ را روی برد برد ببندید.



شکل ۱۰-۸ مدار آزمایش

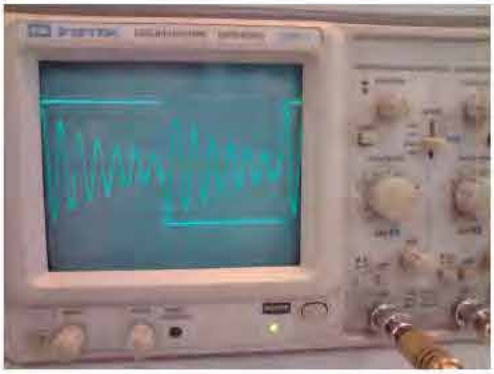
■ فانکشن ژنراتور را روشن کنید و روی سیگنال مربعی با فرکانس خروجی ۲kHz تنظیم کنید.

■ دامنه خروجی فانکشن ژنراتور را روی بیش ترین مقدار بگذارید.

■ پروب کانال یک اسیلوسکوپ (CH۱) را به نقطه‌ی A و پروب کانال دو اسیلوسکوپ (CH۲) را به نقطه B متصل کنید.

■ کلید AC-GND-DC اسیلوسکوپ را در وضعیت AC بگذارید.

■ شکل موج نقاط A و B را مشاهده کنید و آن ها را در نمودار شکل ۱۲-۸ و شکل ۱۳-۸ با مقیاس مناسب به طور دقیق بکشید.



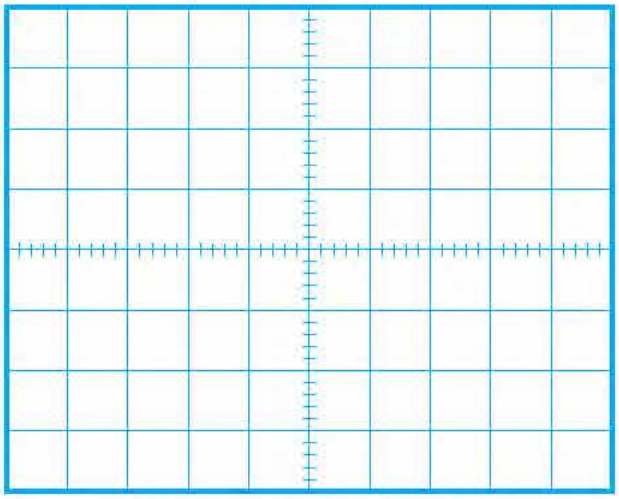
شکل ۱۱-۸ نوسان‌های میرا شونده

نکته مهم:

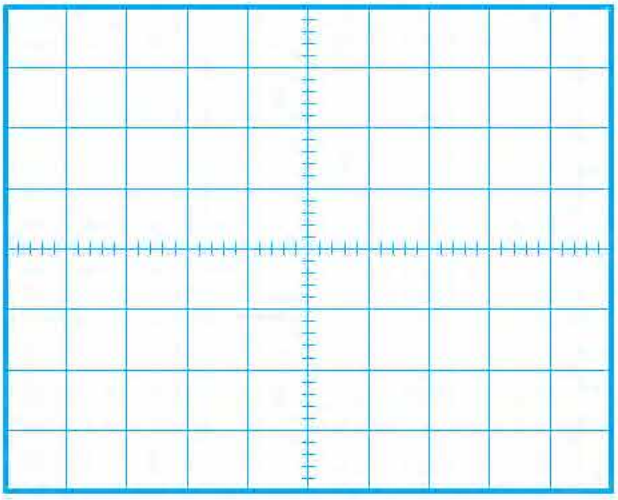
برای مشاهده موج باید دستگاه هارا با دقت کامل تنظیم کنید.

توجه

در لبه‌ی بالا رونده موج مربعی خازن شارژ می‌شود. سپس انرژی خازن در سلف تخلیه می‌شود و سلف را شارژ می‌کند. پس از شارژ کامل سلف انرژی سلف در خازن تخلیه می‌شود و آن را دوباره شارژ می‌کند. این فرآیند تا پایان یک نیم سیکل از موج مربعی ادامه می‌یابد . به دلیل وجود مقاومت سیم پیچ، نوسان‌ها میرا می‌شوند. این فرآیند در لبه‌ی نزولی موج مربعی نیز رخ می‌دهد. چنان‌چه نوسان میراشونده، به درستی روی صفحه ظاهر نشده است ، فرکانس موج مربعی راکمی تغییر دهید. به طور کلی شکل موج تولید شده باید مشابه شکل ۱۱-۸ باشد .



شکل ۱۲-۸ شکل موج در نقطه A



شکل ۱۳-۸ شکل موج در نقطه B

سوال ۱- روی کدام یک از لبه های موج مربعی نوسان‌های میرا شونده ظاهر می شود ؟ توضیح دهید.

■ فرکانس نوسان های میرا شونده را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

T = ...

F = ... هرتز

سوال ۲- فرکانس اندازه‌گیری شده چند برابر فرکانس موج مربعی است ؟

■ مقدار فرکانس ورودی را یک بار روی ۵ کیلو هرتز وبار دیگر روی ۱۰۰ کیلو هرتز قرار دهیدو اثر آن را روی سیگنال نقاط A و B مشاهده کنید و درباره ی نتایج به دست آمده توضیح دهید.

■ کلید AC-GND-DC در اسیلوسکوپ را روی DC بگذارید و اثر آن را روی شکل موج مشاهده کنید و درباره آن توضیح دهید.

■ خازن ۰/۱μF یا سیم پیچ موازی شده با آن را از مدار جداکنید. آیا باز هم نوسان‌های میراشونده ظاهر می شود؟ توضیح دهید.

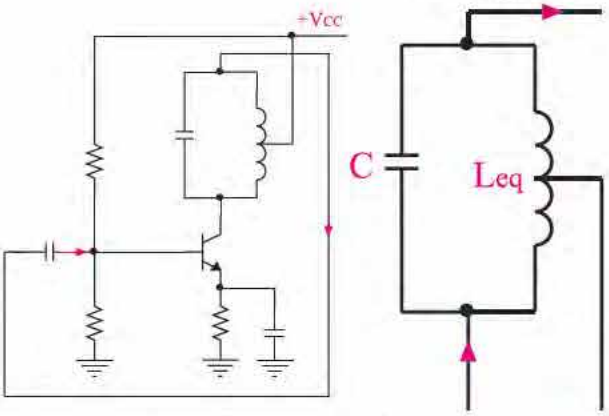
۸-۶-۴ نتایج آزمایش

نتایج حاصل از آزمایش را در چند سطر به طور خلاصه بنویسید.

۸-۷ نوسان ساز هارتلی (Hartley)

اگر در یک نوسان ساز، مدار هماهنگی مانند شکل ۸-۱۴- الف باشد، نوسان ساز را، نوسان ساز هارتلی (Hartley Oscillator) می نامند.

در شکل ۸-۱۴- ب یک اسیلاتور هارتلی که تقویت کننده‌ی آن به صورت امیتر مشترک بسته شده است را مشاهده می کنید.

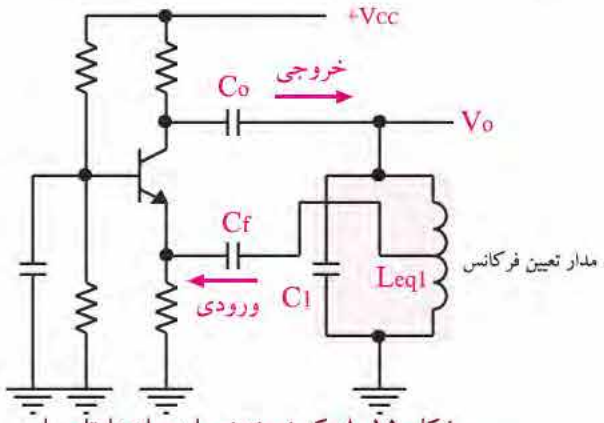


الف : مدار هماهنگی نوسان‌ساز هارتلی

ب : یک نمونه اسیلاتور هارتلی

شکل ۸-۱۴ نوسان‌ساز هارتلی

در شکل ۸-۱۵، نمونه‌ی دیگری از اسیلاتور هارتلی نشان داده شده است. این تقویت کننده از نوع بیس مشترک است.



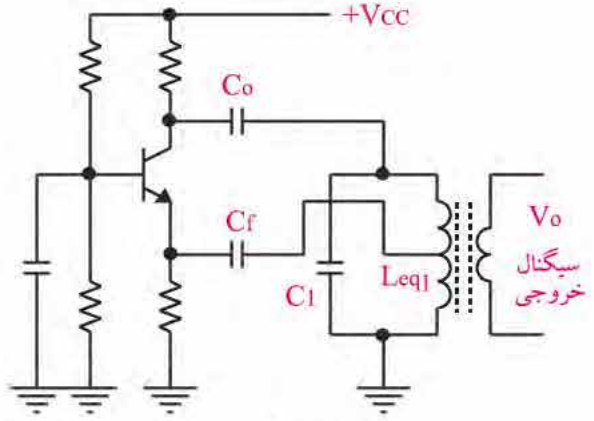
شکل ۸-۱۵ یک نمونه نوسان ساز هارتلی با تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک

در نوسان ساز هارتلی فرکانس نوسان های تقویت شده از رابطه‌ی زیر به دست می آید :

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq_1}.C_1}}$$

منظور از L_{eq_1}، سلف معادلی است که به طور موازی با خازن درمدار هماهنگی قرار می گیرد. برای دریافت سیگنال خروجی معمولاً مانند شکل ۸-۱۶ بر روی سلف L_{eq_1}، چند دور سیم به عنوان ثانویه ترانسفورماتور می‌پیچند وولتاژ سینوسی القا شده در آن را دریافت می کنند. هم چنین می توان با قراردادن یک خازن مطابق شکل ۸-۱۵ سیگنال خروجی را دریافت کرد.

خازن های C_O و C_f خازن های کوپلاژ هستند. این خازن ها مانع زمین شدن ولتاژ DC کلکتور و امیتر ترانزیستور از طریق سیم پیچ (Leq_1) می شوند.



شکل ۸-۱۶

آشنایی با مخترعین و دانشمندان

آقای رالف وینتون لیون هارتلی

Ralf Vinton Lyon Hartley در سال ۱۸۸۶ در ایالت نوادای آمریکا به دنیا آمد. وی تحصیلات خود را در طی دوره های کاردانی در دانشگاه یوتا و کارشناسی را در دانشگاه آکسفورد گذراند و پس از بازگشت به آمریکا به عنوان محقق در کمپانی وسترن الکتریک شروع به کار کرد. وی در سال ۱۹۱۵ نوسان ساز هارتلی را اختراع کرد که باعث تغییرات اساسی در سیستم های رادیو تلفن شد او همکاری های خود را با شرکت بل ادامه داد. هارتلی درسال ۱۹۷۰ در گذشت.

۸-۸ آزمایش شماره ۲

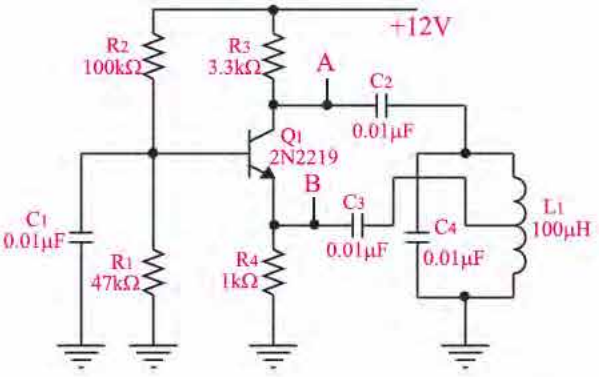
زمان اجرا: ۳ ساعت آموزشی

۸-۸-۱ هدف آزمایش :

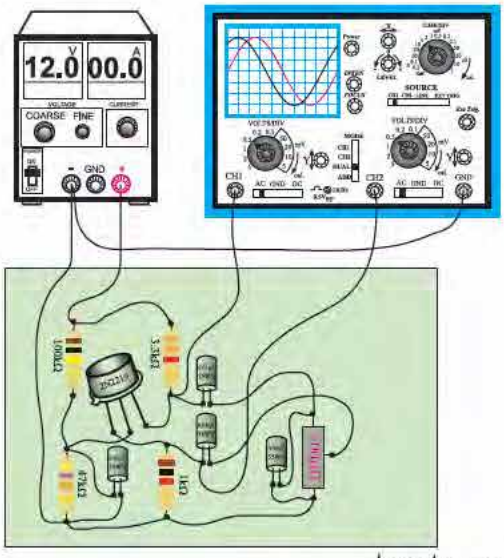
بستن مدار نوسان‌ساز هارتلی و بررسی شکل موج خروجی آن

۸-۸-۲ تجهیزات، ابزار، قطعات و مواد موردنیاز:

ردیف	نام ومشخصات	تعداد/ مقدار
۱	اسیلوسکوپ دو کاناله	یک دستگاه
۲	منبع تغذیه ۱A و ۳۰V-۰	یک دستگاه
۳	سیم رابط	به اندازه کافی
۴	برد مدار چاپی آماده مربوط به این آزمایش (برد دوم با سلف ۲۰۰μH است.)	یک قطعه
۵	ابزار عمومی کارگاه الکتریک	یک سری



الف-نقشه‌ی فنی مدار



ب - مدار عملی

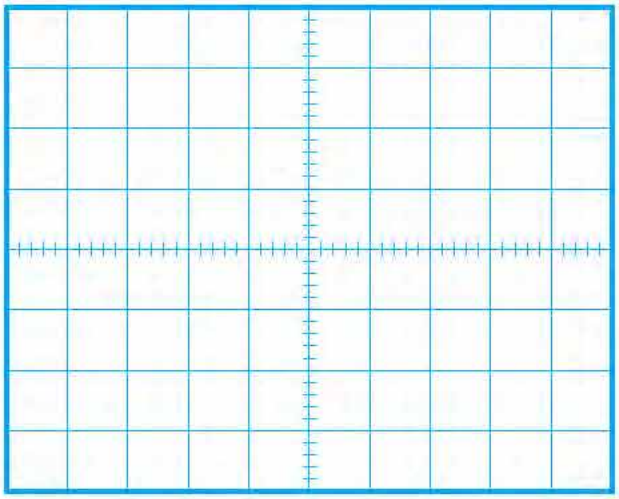
شکل ۸-۱۷ مدار آزمایش

توجه

چنانچه ترانس با سروسط، وجود ندارد می‌توانید دو سلف راسری نموده و از سر مشترک به عنوان سروسط استفاده کنید.

۸-۸-۳ مراحل اجرای آزمایش:

- وسایل مورد نیاز را آماده کنید.
- مدار شکل ۸-۱۷ که روی مدار چاپی بسته شده است و به صورت آماده در اختیار شما قرار می گیرد را بررسی کنید.
- منبع تغذیه را روی ۱۲ ولت تنظیم و آن را به مدار وصل کنید.
- اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم های لازم را روی آن انجام دهید.
- پروب کانال CH۱ اسیلوسکوپ را به نقطه A وصل کنید.
- شکل موج نقطه A را در نمودار شکل ۸-۱۸ رسم کنید.



شکل ۱۸-۸ شکل موج ولتاژ در نقطه A

■ دامنه و زمان تناوب شکل موج نقطه A را اندازه بگیرید و یادداشت کنید .

V_{Apeak} =.....(v)

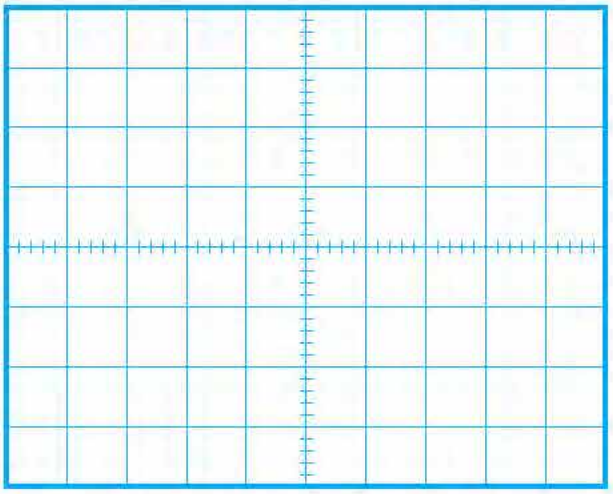
T = ... (ms)

■ فرکانس شکل موج نقطه A را محاسبه کنید.

$f_r = \frac{1}{T} = \frac{1}{T(ms)} =$ .....Hz

■ در حالی که پروب کانال CH۱ به نقطه A وصل است، کلید Source اسیلوسکوپ را روی CH۱ قرار دهید و پروب کانال CH۲ را به نقطهB وصل کنید.

■ شکل موج نقاط A و B را با دو رنگ مختلف در شکل ۱۹-۸ رسم کنید.



شکل ۱۹-۸ شکل موج ولتاژ در نقاط AوB

■ دامنه‌ی شکل موج ولتاژ در نقطه B را اندازه بگیرید ویادداشت کنید.

V_{Bpeak} = ...(v)

■ اختلاف فاز بین شکل موج های نقاط A و B را اندازه بگیرید و یادداشت کنید .

$\varphi_{A,B}$= ..... درجه

■ با توجه به مقادیر به دست آمده در مراحل فوق به سؤالات زیر پاسخ دهید .

سوال ۳ - بهره ولتاژ تقویت‌کننده چقدر است ؟

سوال ۴ - آیا فرکانس اندازه گیری شده با فرکانس محاسبه‌شده از رابطه‌ی $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_{eq}.C}}$ مطابقت دارد ؟

سوال ۵ - آیا اختلاف فاز بین شکل موج های ورودی و خروجی ($\varphi_{A,B}$) دقیقاً صفر درجه است ؟ اگر دقیقاً صفر درجه نیست، دلیل آن را توضیح دهید .

توجه

این مرحله رادر صورت داشتن وقت کافی انجام دهید .

در مدار آزمایش شکل ۱۷-۸ به جای سلف ۱۰۰μH، سلف ۲۰۰ μH قرار دهید. فرکانس جدید را از طریق اندازه‌گیری زمان تناوب از روی اسیلوسکوپ به دست آورید .

$$T = \square$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\square} = \text{.....Hz}$$

سوال ۶- با توجه به قراردادن سلف ۲۰۰ μH به جای سلف ۱۰۰ μH چه نتیجه ای حاصل شده است ؟ شرح دهید.

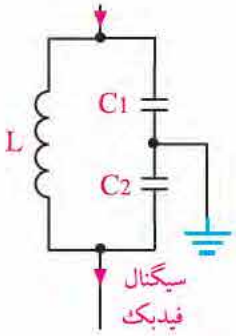
۸-۸-۴ نتایج آزمایش

نتایج حاصل از این آزمایش رابه طور خلاصه شرح دهید.

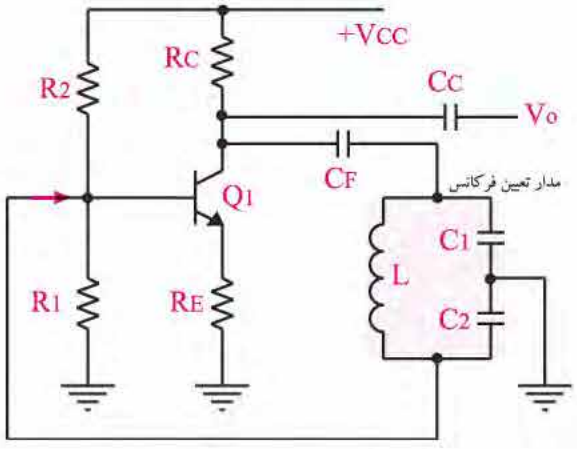
۸-۹ نوسان ساز کول پیتس (Colpitts Oscillator)

مدار فیدبک و تولید نوسان در نوسان ساز کول‌پیتس، مطابق مدار شکل ۲۰-۸-الف است. این مدار یک مدار هماهنگی LC است که در آن خازن (C_1 و C_2) و یک سلف وجود دارد.

اگر مدار هماهنگی شکل ۲۰-۸-الف در یک تقویت کننده بیس مشترک یا امیتر مشترک قرار گیرد ، یک مدار نوسان ساز کول پیتس شکل می گیرد .شکل ۲۰-۸- ب یک نمونه نوسان ساز کول پیتس با تقویت کننده امیتر مشترک را نشان می دهد .



الف) مدار هماهنگی نوسان ساز کول‌پیتس



ب)یک نمونه مدار نوسان ساز کول پیتس

شکل ۲۰-۸ نوسان ساز کول پیتس

فرکانس نوسان های نوسـان ساز کول پیتس از رابطه زیر به دست می آید :

$$f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C_{eq}}}$$

C_{eq} خازن معادل C_1 و C_2 اسـت و از رابطه زیر به دست می آید :

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

۸-۱۰ آزمایش شماره ۳

زمان اجرا: ۳ ساعت آموزشی

۸-۱۰-۱ هدف آزمایش :

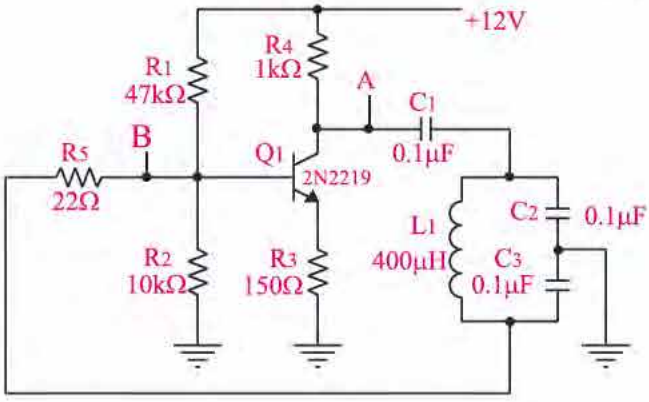
بسـتن مدار نوسان سـاز کول پیتس و بررسی شکل موج خروجی آن

۸-۱۰-۲ تجهیزات، ابزار،قطعات و مواد موردنیاز:

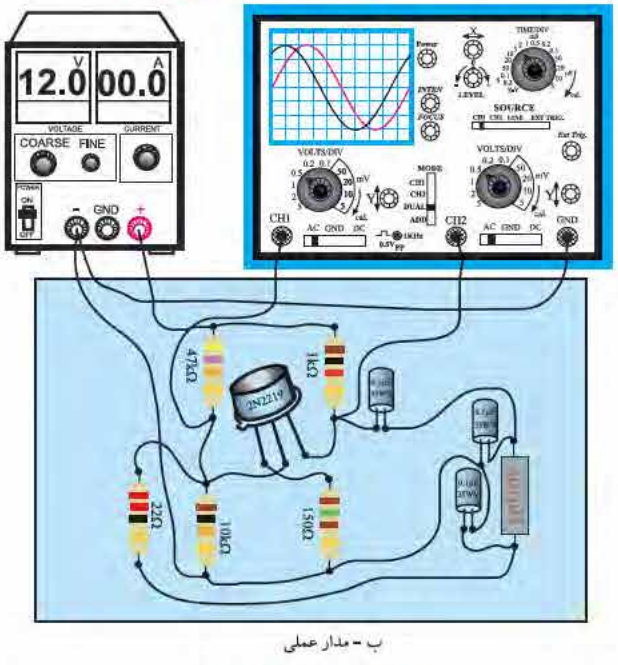
ردیف	نام ومشخصات	تعداد/ مقدار
۱	اسیلوسکوپ دو کاناله	یک دستگاه
۲	منبع تغذیه ۱A و ۳۰V-۰	یک دستگاه
۳	سیم رابط	به اندازه کافی
۴	برد مـدار چاپی آماده مربوط به نوسان‌ساز کول پیتس (بردودوم‌باخازن ۰/۰۴۷ µF است.)	یک قطعه
۵	ابزار عمومی کارگاه الکترونیک	یک سری

۸-۱۰-۳ مراحل اجرای آزمایش :

- وسایل مورد نیاز را آماده کنید .
- مدار شـکل ۸-۲۱- الف را که بـه صورت برد مدار چاپی ساخته شده،مورد بررسی قرار دهید و ورودی و خروجی آن را مشـخص کنید. در شـکل ۸-۲۱- ب برد مدار چاپی را مشاهده می کنید.



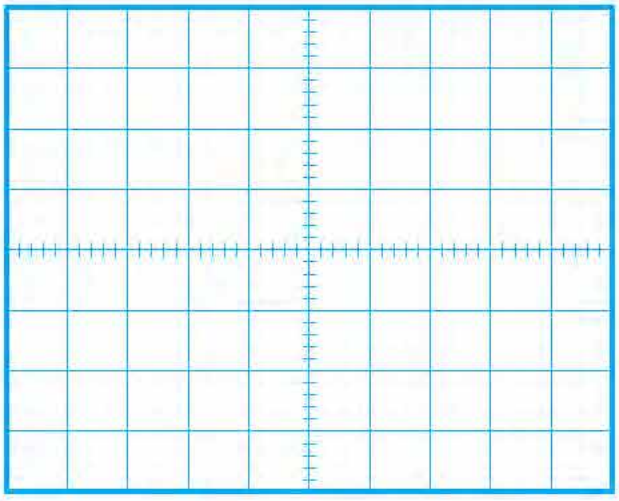
شکل ۸-۲۱ مدار آزمایش
الف-نقشه فنی مدار اسیلاتور کول پیتس



ب - مدار عملی

شکل ۸-۲۱ مدار آزمایش

- منبـع تغذیـه را روی ۱۲ ولت تنظیـم و آن را به مدار وصل کنید.
- اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم های لازم را روی آن انجام دهید.
- پروب متصل به کانال CH۱ اسیلوسـکوپ را به نقطه A وصل کنید.
- شـکل موج نقطه A را با مقیاس مناسـب در شـکل ۸-۲۲ رسم کنید.



شکل ۲۲-۸ شکل موج ولتاژ در نقطه A

■ دامنه و زمان تناوب شکل موج ترسیم شده در شکل ۲۲-۸ را اندازه بگیرید و یادداشت کنید .

$V_{Apeak} = ...(V)$

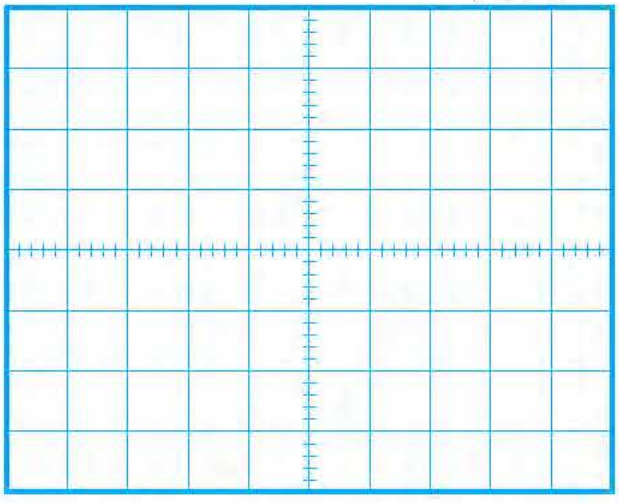
$T = ...$

■ فرکانس شکل موج نقطه A را محاسبه کنید

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\square} = ...Hz$$

■ در حالی که پروب کانال CH۱ به نقطه A وصل است پروب کانال CH۲ را به نقطه B وصل کنید. نقطه B ورودی نوسان ساز است.

■ شکل موج نقاط A و B را در شکل ۲۳-۸ با دو رنگ مختلف ترسیم کنید.



شکل ۲۳-۸ شکل موج ولتاژ در نقاط AوB

■ دامنه سیگنال نقطه B را اندازه بگیرید و یادداشت کنید

$V_{Bpeak} = ...(V)$

■ اختلاف فاز بین شکل موج سیگنال نقطه A وشکل موج سیگنال نقطه B را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$\varphi_{B,A} = ...$ درجه

با توجه به مقادیر به دست آمده در مراحل فوق به سوالات پاسخ دهید.

سوال ۷- با توجه به مقادیر ولتاژ اندازه گیری شده بهره‌ی ولتاژ تقویت‌کننده را به دست آورید ؟

.....

.....

.....

سوال ۸ - آیا فرکانس اندازه گیری شده بامقدار فرکانس به دست آمده از رابطه‌ی $f_r = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_{eq}}}$ برابر است؟ توضیح دهید .

$$(C_{eq} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{0/1 \times 0/1}{0/1 + 0/1} = 0/05\mu F)$$

.....

.....

.....

سوال ۹ - آیا اختلاف فاز بین ورودی و خروجی دقیقاً ۱۸۰ درجه است ؟ چرا ؟ توضیح دهید .

.....

.....

.....

توجه

این مرحله را درصورت داشتن وقت کافی انجام دهید.

■ در مدار آزمایش شماره ۲۱-۸ به جای خازن ۰/۱μF موجود در مدار تانک خازن های ۰/۰۴۷ میکروفاراد قرار دهید.

■ در این حالت زمان تناوب را اندازه بگیرید و مقدار فرکانس را محاسبه کنید.

$T = \boxed{\quad\quad} S$

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{\boxed{\quad\quad}} = \boxed{\quad\quad Hz}$

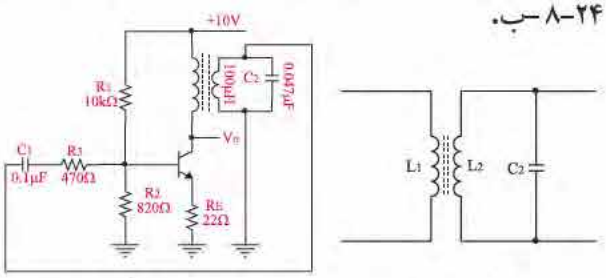
سوال ۱۰- پس از تغییر خازن به مقدار ۰/۰۴۷ μF چه تغییری در عملکرد مدار ایجاد شده است ؟

۸-۱۰-۴ نتایج آزمایش

نتایج حاصل از این آزمایش رابه طور تیتروار بنویسید.

۸-۱۱ نوسان ساز آرمسترانگ

نوسان‌ساز آرمسترانگ ، یک نوسان ساز سینوسی است که مدار هماهنگی آن مطابق شکل ۲۴-۸-الف از یک خازن و یک ترانسفورماتور تشکیل می شود .اگر مدار هماهنگی شکل ۲۴-۸-الف در مسیر فیدبک همراه با تقویت کننده قرارگیرد، نوسان ساز آرمسترانگ را تشکیل می‌دهد، شکل ۲۴-۸-ب.



الف - مدار هماهنگی نوسان ساز آرمسترانگ

ب- یک نمونه مدار نوسان ساز آرمسترانگ

شکل ۲۴-۸ نوسان ساز آرمسترانگ

فرکانس نوسان های نوسان ساز آرمسترانگ از رابطه زیر به دست می آید.

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

این آزمایش در استاندارد الکترونیک کارصنعتی وجود ندارد و مربوط به سایر استانداردها است. چنان‌چه در استاندارد مورد آموزش این موضوع وجود دارد آن را اجرا کند.

زمان اجرا: ۲ ساعت آموزشی

۸-۱۲ آزمایش شماره ۴

زمان اجرا: ۲ ساعت آموزشی

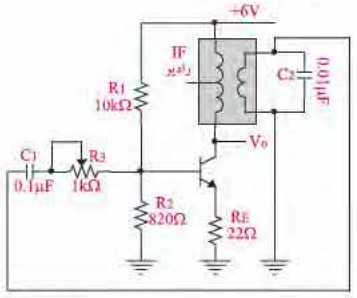
۸-۱۲-۱ هدف آزمایش : بستن مدار نوسان ساز آرمسترانگ و بررسی شکل موج خروجی آن.

۸-۱۲-۲ تجهیزات، ابزار،قطعات و مواد موردنیاز:

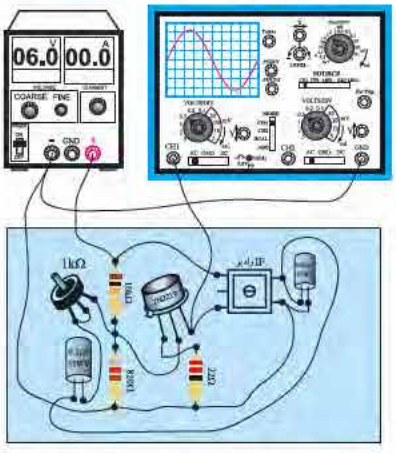
ردیف	نام ومشخصات	تعداد/ مقدار
۱	اسیلوسکوپ دو کاناله	یک دستگاه
۲	منبع تغذیه ۱A و ۰-۳۰V	یک دستگاه
۳	سیم رابط	به اندازه کافی
۴	برد مدار چاپی مربوط به نوسان‌ساز آرمسترانگ	یک قطعه
۵	ابزار عمومی کارگاه الکترونیک	یک سری

۸-۱۲-۳ مراحل اجرای آزمایش :

- وسایل مورد نیاز را آماده کنید .
- مدار شکل ۸-۲۵-الف که به صورت مدار چاپی آماده در اختیار شما قرار دارد را مورد بررسی قرار دهید، ورودی وخروجی آن را شناسایی کنید. در شکل ۸-۲۵-ب برد مدار چاپی را مشاهده می کنید.



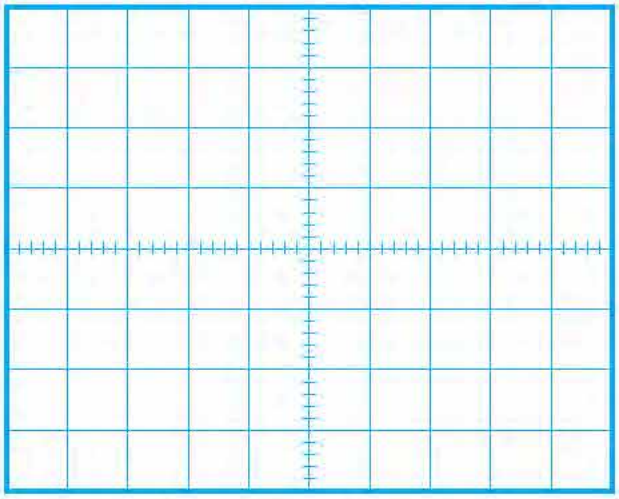
الف)نقشه فنی مدار نوسان ساز آرمسترانگ



ب- مدار عملی و برد مدار چاپی نوسان ساز آرمسترانگ

شکل ۸-۲۵ مدار آزمایش

- منبع تغذیه را روی ۶ ولت تنظیم کنید و آن را به مدار اتصال دهید.
- اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیم های لازم را روی آن انجام دهید.
- خروجی مدار را به کانال CH۱ اسیلوسکوپ وصل کنید.
- شکل موج مشاهده شده روی اسیلوسکوپ را در نمودار شکل ۸-۲۶ ترسیم کنید.



شکل ۸-۲۶ شکل موج خروجی نوسان ساز آرمسترانگ

- اگر نوسان ساز نوسان نکرد ، پتانسیومتر ۱kΩ را کمی تغییر دهید تا نوسان ساز به نوسان در آید.
- مقادیر زمان تناوب(T) ودامنه ولتاژ (V_{peak}) را اندازه بگیرید و یادداشت کنید .

$T = ...(mA)$

$V_{peak} = ...(V)$

- فرکانس را محاسبه کنید.

$$f = \frac{۱}{T} = \frac{۱۰۰۰}{T(ms)} = \frac{۱۰۰۰}{\square} = ...Hz$$

سوال ۱۱- برای تغییر فرکانس مدار نوسان ساز شکل ۸-۲۵ کدام عناصر را باید تغییر دهیم ؟ توضیح دهید.

.....

.....

سوال ۱۲ – نقش پتانسیومتر ۱kΩ را درمدار شکل ۸–۲۵ شرح دهید.

۸–۱۲–۴ نتایج آزمایش

نتایج حاصل از این آزمایش رابه طور خلاصه توضیح دهید.

۸–۱۳ نوسان ساز کریستالی

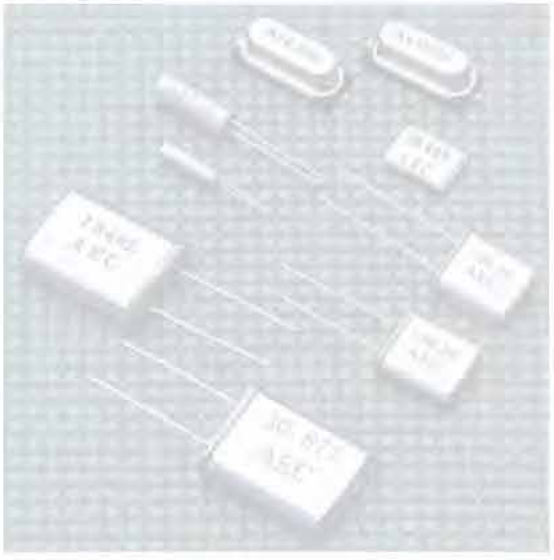
برای این که فرکانس نوسان ساز پایدار بماند ودر اثر تغییرات درجه‌ی حرارت و مشخصات سایر عناصر مدار تغییر نکند از نوسان ساز کریستالی استفاده می کنیم . کریستال یک ماده معدنی است که خواصی به شرح زیر دارد.

الف –اگر ضربه ای به آن وارد شود یا تحت فشار قرار گیرد در لحظه‌ی ورود ضربه وفشار، در دو سر آن ولتاژ به وجود می آید.

ب –اگر ولتاژی به آن اعمال شود می تواند به ارتعاش درآید.

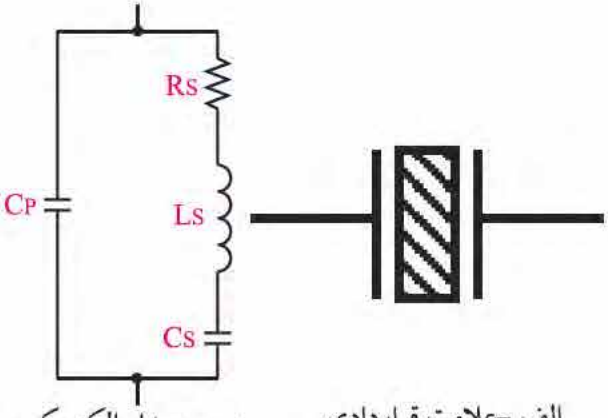
ج – یک قطعه کریستال با توجه به برش و شکل مکانیکی آن می تواند در یک فرکانس کاملاً ثابت به رزونانس درآید.

شکل ظاهری چند قطعه کریستال در شکل ۸–۲۷ نشان داده شده است.



شکل ۸–۲۷ شکل ظاهری چند نمونه کریستال

علامت قراردادی یک قطعه کریستال در شکل ۸–۲۸– الف نشان داده شده است . از نظر الکتریکی یک کریستال می تواند مدار الکتریکی معادلی مطابق شکل ۸–۲۸ –ب داشته باشد .



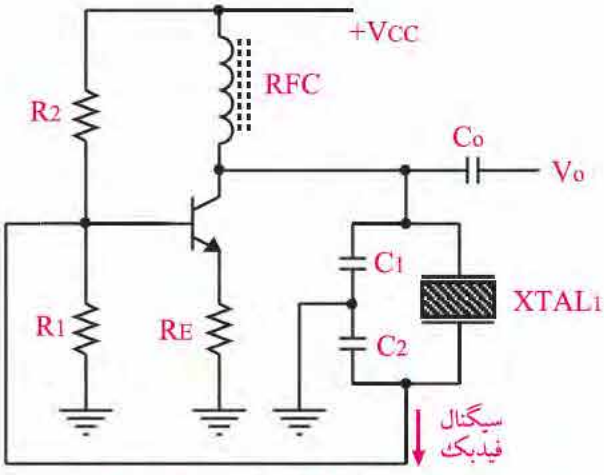
الف -علامت قراردادی کریستال

ب - مدار الکتریکی معادل یک قطعه کریستال

شکل ۲۸-۸ کریستال

در شکل ۲۹-۸ یک نوسان ساز کریستالی نشان داده شده است.

نوسان سازهای کریستالی را در رادیوهای دیجیتالی و در بعضی از فیلترهای IF در رایوهای جدید به کار می برند.



شکل ۲۹-۸ مدار یک نوسان ساز کریستالی

برای تعیین مشخصات کریستال لازم است به برگه‌ی اطلاعات (Data sheet) کریستال مراجعه کنید.

از مزایای کریستال می توان پایداری فرکانس و ضریب کیفیت بالای آن رانام برد .

RFC در اسیلاتورهای فرکانس بالا، جهت جداسازی ولتاژهای AC ، DC به‌کار گرفته می‌شود و تحت عنوان "چوک فرکانس رادیویی" است.

۸-۱۴ آزمایش شماره ۵

زمان اجرا: ۲ ساعت آموزشی

۸-۱۴-۱ هدف آزمایش :

بررسی عملکرد نوسان ساز کریستالی واندازه گیری فرکانس آن

۸-۱۴-۲ تجهیزات، ابزار،قطعات و مواد موردنیاز:

ردیف	نام ومشخصات	تعداد/ مقدار
۱	اسیلوسکوپ دو کاناله	یک دستگاه
۲	دستگاه کنترل از راه دور تلویزیون(هرنوع تلویزیون)	یک دستگاه
۳	ابزارعمومی کارگاه الکترونیک	یک سری
۴	سیم رابط	به اندازه کافی

توجه

کریستال در مدار نوسان ساز LC سینوسی یا مربعی قرار می گیرد و برای پایداری فرکانس به کار می‌رود. این آزمایش برای آشنایی با یک مدار کاربردی واقعی و استفاده از کریستال در مدار نوسان ساز انتخاب شده است.

دراین مدار نوسان های ایجاد شده در خروجی ، مربعی هستند .

۸-۱۴-۳ مراحل اجرای آزمایش :

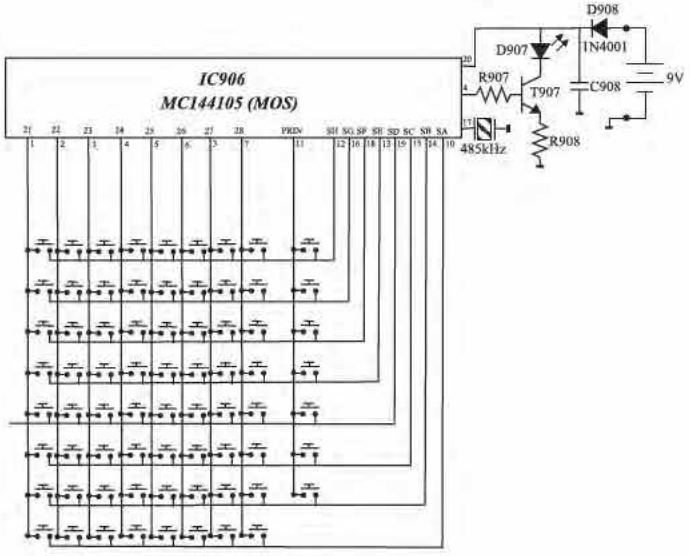
- وسایل مورد نیاز را آماده کنید.

■ کنتـرل از راه دور تلویزیونـی نظیـر گروندیک یا هر تلویزیون دیگری که در دسترس دارید را در اختیار بگیرید.

■ از روی مدار چاپی نقشـه ی فنی دستگاه کنترل از راه دور راکه در اختیار دارید، به صورت بلوکی رسم کنید.

محل ترسیم نقشه‌ی فنی کنترل از راه دور

در شـکل ۳۰-۸ نمای ظاهری و بخشـی از نقشـه ی فنی فرسـتنده کنترل از راه دور تلویزیون رنگی گروندیک نشـان داده شده است.



الف) نمای ظاهری فرستنده کنترل از راه دور

ب) مدار داخلی فرستنده کنترل از راه دور

شکل ۳۰-۸ یک نمونه فرستنده کنترل از راه دور تلویزیون رنگی

■ همان طور که مشـاهده می شـود ، برای پایدار کردن نوسـان‌های تولید شـده درداخل آی سـی از یک کریستال استفاده شده است.

■ شماره‌ی فنی آی سی را یادداشت کنید.

..... = شماره‌ی فنی آی سی

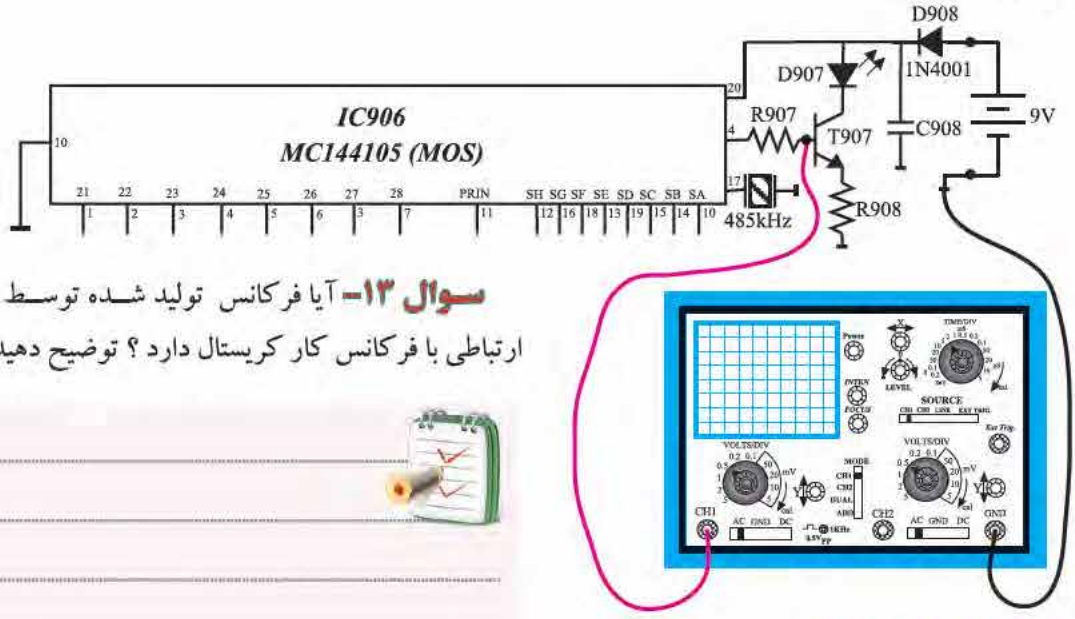
■ فرکانس کار کریستال را یادداشت کنید.

f = ...

■ پایه‌ی خروجی آی سـی کنترل از راه دور را شناسایی و یادداشت کنید.

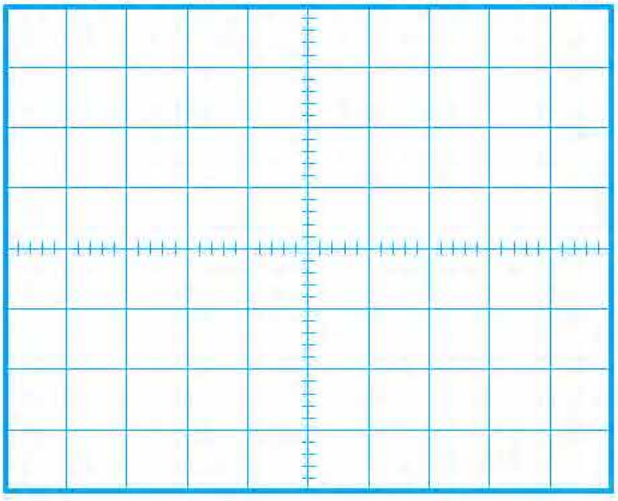
..... = شماره‌ی پایه‌ی خروجی آی سی

■ اسیلوسکوپ را مطابق شکل ۳۱-۸ به بیس ترانزیستور T۹۰۷ وصل کنید.



شکل ۳۱-۸ اتصال اسیلوسکوپ به بیس T۹۰۷

■ با فشار دادن یکی از دکمه های کنترل از راه دور و با تنظیم کلید سلکتور های اسیلوسکوپ ، شکل موج بیس ترانزیستور T۹۰۷ (خروجی آی‌سی) را مشاهده کنیدو شکل موج را با مقیاس مناسب در نمودار شکل ۳۲-۸ رسم کنید.



شکل ۳۲-۸ شکل موج پالس های تولید شده در دستگاه کنترل از راه دور

■ فرکانس پالس های تولید شده را محاسبه کنید

T = ...

F = ...

سوال ۱۳- آیا فرکانس تولید شده توسط آی سی ارتباطی با فرکانس کار کریستال دارد ؟ توضیح دهید؟

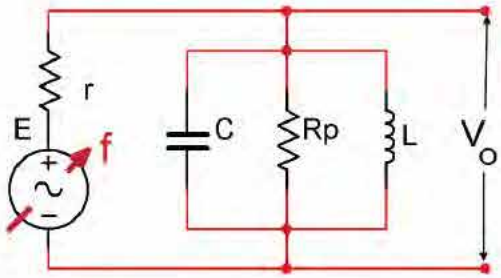
۸-۱۴-۴ نتایج آزمایش

نتایج حاصل از آزمایش را در چند سطر به طور خلاصه بنویسید.

۸-۱۵ ضریب کیفیت مدار نوسان ساز

عواملی مانند درجه حرارت، تغییرات ولتاژ و سایر کمیت‌ها می‌توانند روی فرکانس نوسان ساز اثر بگذارند.

هم چنین در صورتی که ضریب کیفیت مدار رزونانس LCبالا باشد، پایداری فرکانس بیش‌ترخواهد بود. مقدار ضریب کیفیت مدار رزونانس LC نشان داده شده در شکل ۸-۳۳ به مقاومت موازی مدار (R_p) بستگی دارد.



شکل ۸-۳۳ رزونانس موازی

ضریب کیفیت مدار (Q) از رابطه زیر محاسبه می‌شود.

$$Q = \frac{R_P}{X_L}$$

هر قدر مقدار مقاومت موازی (R_p) مدار رزونانس LC بیش‌تر باشد، ضریب کیفیت مدار بیش‌تر است. برای افزایش ضریب کیفیت مدار از کریستال کوارتز استفاده می‌شود.

یادداشت کنید: نکات مهم فصل هشتم

آزمون پایانی (۱-۸) نوسان‌سازهای سینوسی

۱- نوسان‌ساز را تعریف کنید.

۲- مشخصات نوسان ساز را نام ببرید.

۳- اساس کار نوسان ساز را شرح دهید.

۴- نوسان ساز LC بر چه مبنایی کارمی کند توضیح دهید.

۵- سه نمونه مدار فیدبک در نوسان سازهای LC را رسم کنید .

۶- رابطه فرکانس نوسان ساز هارتلی را بنویسید.

۷- مدار معادل الکتریکی یک قطعه کریستال را رسم کنید.

۸- در نوسان ساز هارتلی مورد آزمایش اختلاف فاز بین سیگنال ورودی و خروجی تقویت کننده تقریباً چند درجه است ؟

الف) صفر　　ب) ۴۵

ج) ۱۸۰　　د) ۹۰

۹- به طور خلاصه طرز کار نوسان ساز هارتلی را توضیح دهید .

۱۰- تفاوت نوسان ساز هارتلی را با آرمسترانگ شرح دهید.

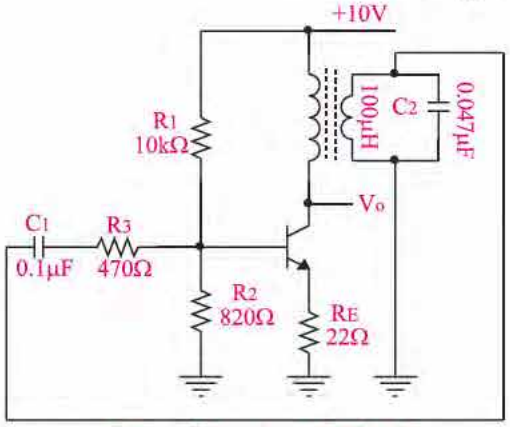
۱۱- در نوسان ساز کول پیتس باید اختلاف فاز بین سیگنال ورودی و خروجی مدار فیدبک چند درجه باشد تا مدار نوسان کند؟

الف) صفر　　ب) ۹۰

ج) ۱۸۰　　د) ۴۵

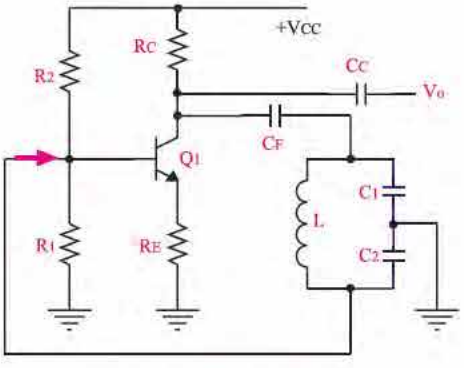
۱۲- طرز کار نوسان ساز کول پیتس را به طور خلاصه بنویسید.

۱۳- فرکانس سیگنال خروجی نوسان ساز شکل ۳۴-۸ تقریباً چند هرتز است ؟ (فرض بر این است که نوسان ساز نوسان می کند) .



شکل ۳۴-۸ نوسان ساز آرمسترانگ

۱۴- با توجه به مدار نوسان ساز شکل ۳۵-۸ به سوالات پاسخ دهید.



شکل ۳۵-۸

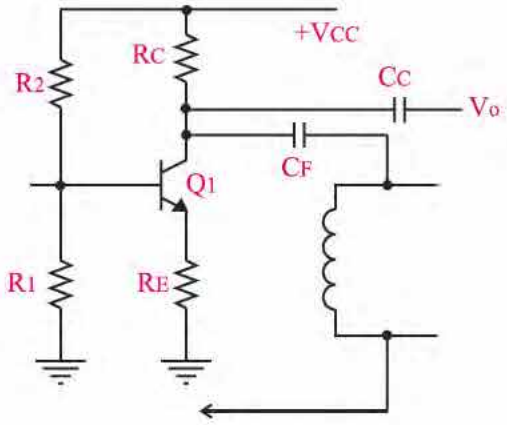
الف) نام مدار را بنویسید.

ب) قطعات مدار تعیین کننده فرکانس را مشخص کنید

ج) نوع آرایش ترانزیستور را بنویسید.

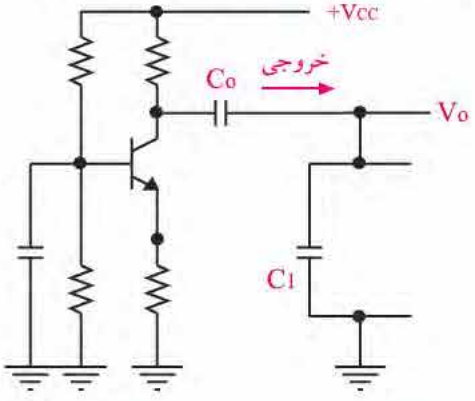
د) برای محاسبه‌ی فرکانس نوسان های خروجی نوسان ساز از چه رابطه‌ای استفاده می شود؟

۱۵- مدار نوسان ساز کول پیتس شکل ۳۶-۸ را کامل کنید.



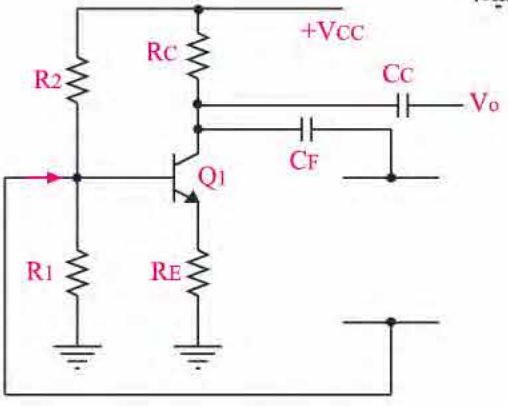
شکل ۳۶-۸ مدار یک نوسان ساز کول پیتس

۱۶- مدار نوسان ساز هارتلی شکل ۳۷-۸ را کامل کنید.



شکل ۳۷-۸ مدار یک نوسان ساز هارتلی

۱۷- مدار نوسان ساز کریستالی شکل ۳۸-۸ را کامل کنید.



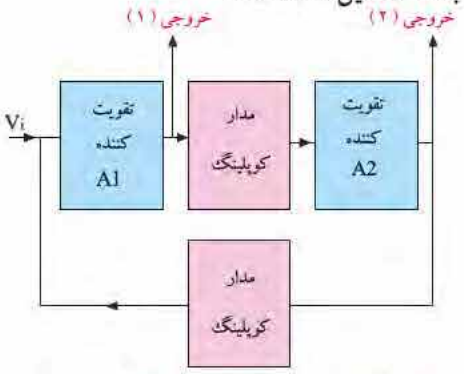
شکل ۳۸-۸ مدار یک نوسان ساز کریستالی

قبل از شروع قسمت دوم فصل (۸) به سوالات پیش ازمون ۲-۸ پاسخ دهید.

قسمت دوم: نوسان‌سازهای غیرسینوسی

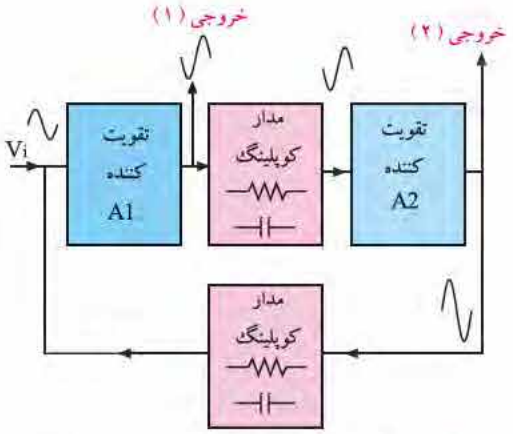
۸-۱۶ اصول کار مولتی ویبراتورها

هر تقویت کننده‌ای که در آن فیدبک مثبت به کار رود و دارای دو حالت ثابت باشد را مولتی ویبراتور می نامند. در شکل ۳۹-۸ بلوک دیاگرام یک مولتی ویبراتور در حالت کلی نشان داده شده است. همان طور که مشاهده می شود یک مولتی ویبراتور از دو تقویت کننده A_1 و A_2 و دو مدار رابط (Coupling) که می تواند خازنی، سلفی یا مستقیم (DC) باشد تشکیل شده است.



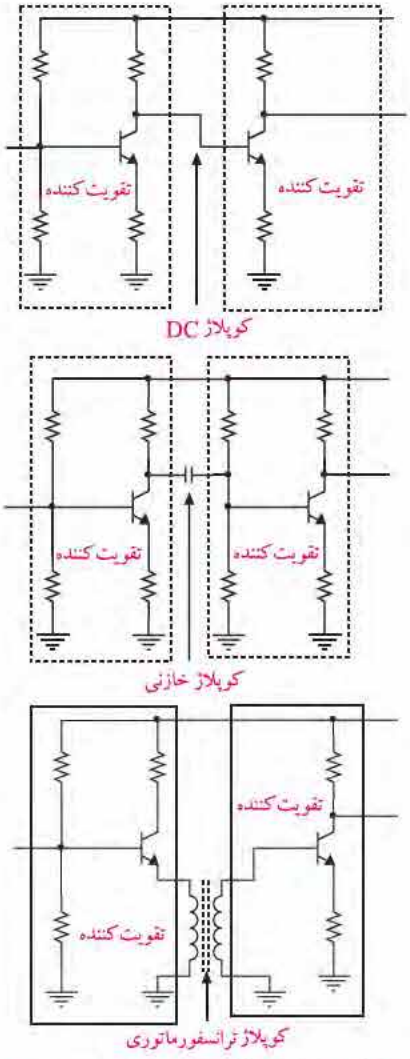
شکل ۳۹-۸ بلوک دیاگرام یک مولتی ویبراتور

در صورتی که از خارج یا داخل مدار سیگنالی را به عنوان فرمان به ورودی بدهیم، مدار می تواند از یک حالت به حالت دیگر تغییر وضعیت دهد. در شکل ۴۰-۸ این سیگنال در ورودی مدار توسط تقویت کننده های A_1 و A_2 تقویت می شود و دوباره به ورودی A1 می رسد. چون سیگنال تقویت شده، با سیگنال ورودی هم فاز است، دوباره تقویت می شود. این عمل آن قدر ادامه می یابد تا دو تقویت کننده را به شرایط مرزی یعنی قطع و اشباع ببرد و از افزایش بیشتر دامنه جلوگیری کند، شکل ۴۰-۸.



شکل ۴۰-۸ فرایند فیدبک در مولتی ویبراتور

اگر نوع کوپلاژ، مستقیم باشد، خروجی ها تا اعمال تحریک بعدی ثابت باقی می ماند. اگر کوپلاژ به صورت سلفی یا خازنی باشد، عمل فیدبک مثبت دوباره صورت می گیرد و تغییرات تکرار می شود، شکل ۴۱-۸



شکل ۴۱-۸ انواع کوپلاژ بین دو طبقه تقویت‌کننده

کوپلاژ ها به سه دسته تقسیم می شوند :

الف) در کوپلاژ Direct couple DC بین دو طبقه هیچ عنصریا قطعه الکترونیکی قرارندارد .

ب) در کوپلاژ خازنی بین دو طبقه یک خازن قرار می‌گیرد.

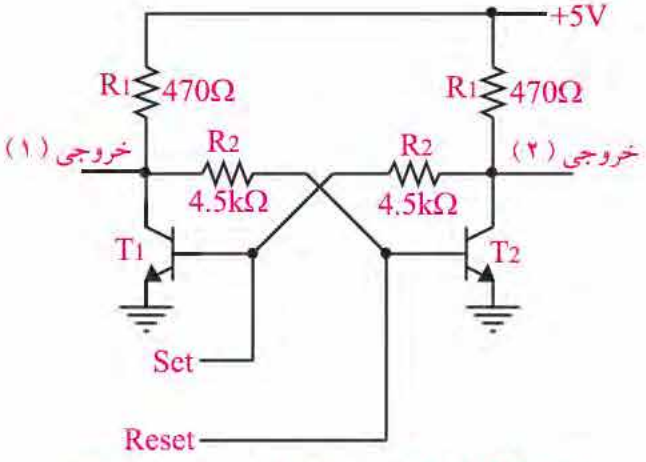
ج) در کوپلاژ ترانسفورماتوری بین دو طبقه یک ترانسفورماتور قرار می گیرد .

به طور کلی مولتی ویبراتورها به سه دسته به شرح زیر تقسیم می شوند:

بی استابل (Bistable) ، مونواستابل (Monostable) ، آاستابل (Astable).

۱-۱۶-۸ مولتی ویبراتور بی استابل

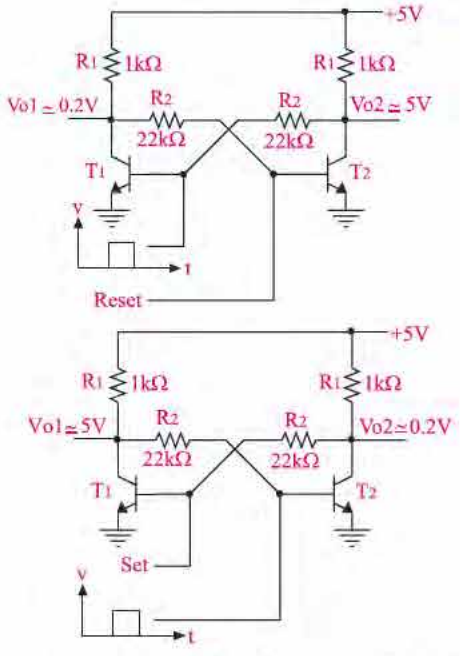
این مولتی ویبراتور دارای دو حالت پایدار است (Bi به معنی ۲) یعنی هنگامی که در یک حالت پایدار قرار گرفت در آن حالت ثابت باقی می ماند تا تحریک خارجی بعدی به مدار وارد شود . در شکل ۴۲-۸ یک نمونه مولتی ویبراتور بی استابل با استفاده از ترانزیستورهای BJT نشان داده شده است .



شکل ۴۲-۸ یک نمونه مدار مولتی ویبراتور بی استابل

فرض کنید در لحظه شروع، هر دو ترانزیستور از هرجهت مشابه و دارای شرایط یکسان باشند در این حالت هیچ اتفاقی نمی افتد اما چون در عمل به علت تولرانس های موجود چنین شرایطی امکان پذیر نیست، عملاً جریان های ترانزیستورها یکسان نخواهد بود. این موضوع ممکن است باعث افزایش ولتاژ پایه T_1 در مقایسه با T_2 به مقدار بسیار جزیی شود (عکس این حالت نیز امکان پذیر است).فرض کنید این افزایش روی پایه‌ی T_1 ظاهر شود. دراین حالت ولتاژ پایه T_1 باعث افزایش I_{C1} و در نتیجه کاهش V_{C1}و V_{B2} می شود. کاهش V_{B2} به نوبه خود کاهش I_{C2} و افزایش بیشتر V_{C2}و درنهایت افزایش V_{B1}را به همراه دارد. در اثر ادامه این عمل ، در مدت زمانی کوتاه T_1به اشباع و T_2 به قطع کامل می رود. در این هنگام خروجی T_2 در حدود ۵ ولت (V_{CC})و T_1 (ولتاژ روی کلکتور T_1) حدود ۰/۲ ولت باقی می‌ماند .

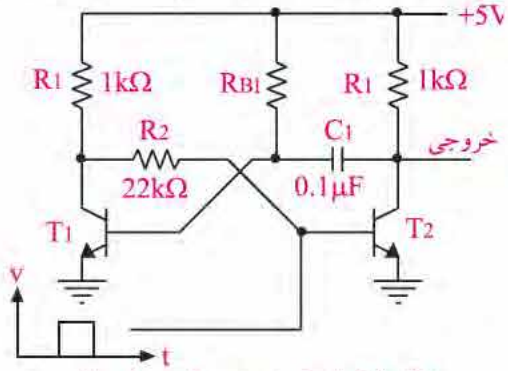
بیس ترانزیستور T_1 را پایه ی Set و بیس T_2 را پایه ی Reset می نامیم . حال اگر پایه Reset را یک لحظه ی کوتاه به ولتاژ 5V+ وصل کنیم خروجی T_1 برابر با ۵ ولت و خروجی T_2 برابر با صفر ولت می شود. به این ترتیب این مدار دارای دو حالت پایدار است، شکل ۴۳-۸.



شکل ۴۳-۸ عملکرد مولتی ویبراتور بی استابل

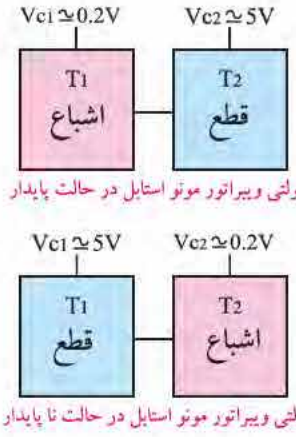
۸-۱۶-۲ مولتی ویبراتور مونواستابل

مولتی ویبراتور مونواستابل همان طور که از نامش پیداست دارای یک حالت پایدار است. چنانچه مولتی ویبراتور مونواستابل با تحریک خارجی به حالت ناپایدار برده شود ، پس از تاخیر زمانی معینی دوباره به حالت پایدار برمی گردد. شکل ۴۴-۸ یک نمونه مدار مونواستابل را نشان می دهد.



شکل ۴۴-۸ یک نمونه مدار مونواستابل

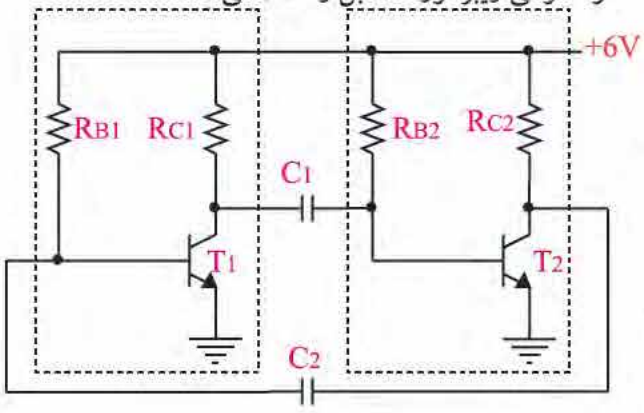
این شکل شبیه مدار بی استابل است با این تفاوت که یکی از مدارهای کوپلاژ آن مستقیم (DC) و دیگری خازنی (AC) است. در حالت پایدار T_1 اشباع و T_2 قطع است . زیرا بیس ترانزیستور T_1 از طریق مقاومت R_{B1} که به بیس وصل است به اشباع می رود و ولتاژ V_{C1} راتا حدود ۰/۲ ولت کاهش می دهد . در نتیجه V_{B2} همان حدود ۰/۲ ولت باقی می ماند و ترانزیستور T_2 را در حالت قطع نگه می دارد و ولتاژ خروجی آن را به ۵V + می رساند. حال اگر یک پالس مثبت به بیس T_2 اعمال کنیم، T_2 اشباع می شود و ولتاژ خروجی آن به ۰/۲ ولت می رسد. از طرف دیگر ولتاژ بیس T_1 نیز کم می شود زیرا خازن ، تغییرات ولتاژ را از یک صفحه به صفحه دیگرخود منتقل می کند. در این حالت T_1 خاموش می شود. پس از این مراحل خازن C1 از طریق R_{B1} شروع به شارژ شدن می کند و ووقتی ولتاژ دو سر آن به حدی رسید که بتواند T_1 را به اشباع ببرد ، مجدداً T_1 به اشباع و T_2 به قطع می رود. بنابراین ، این مدار دارای یک حالت پایدار و یک حالت ناپایدار است، شکل ۴۵-۸ .



شکل ۴۵-۸ حالت پایدار و ناپایدار مولتی ویبراتور مونواستابل

۸-۱۶-۳ مولتی ویبراتور آاستابل

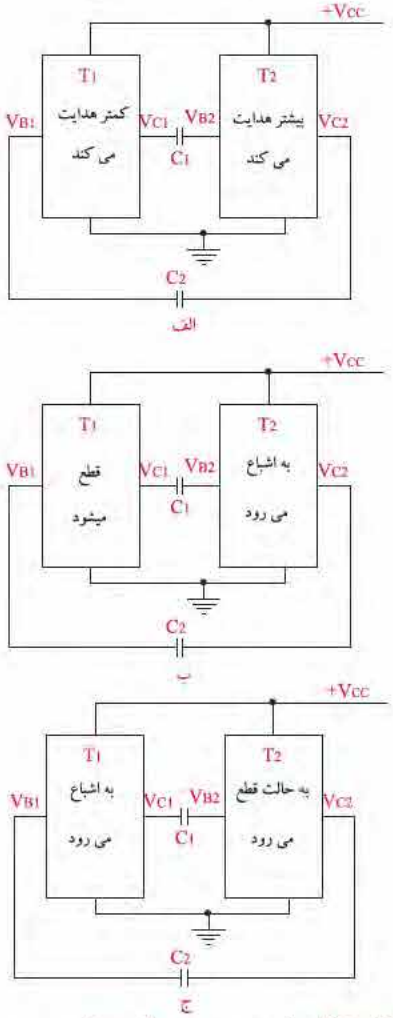
این نوع مولتی ویبراتور دارای حالت پایدار نیست ودائماً ازحالتی به حالت دیگر تغییر وضعیت می دهد . به همین دلیل به آن نوسان ساز موج مربعی هم می گویند. شکل ۴۶-۸ یک نمونه مولتی ویبراتور آاستابل را نشان می دهد.



شکل ۴۶-۸ یک نمونه مدار آ استابل

طرز کار مدار شکل ۴۶-۸ به این صورت است که در ابتدا فرض می کنیم هر دو ترانزیستور به طور یکسان در ناحیه هدایت کار می کنند. اگر کلیه ی مشخصات و شرایط دو ترانزیستور یکسان باشد ، مدار به همین صورت بدون نوسان باقی می ماند . اما در عمل چنین چیزی امکان ندارد زیرا به علت تولرانس های مدار ، یکی از ترانزیستورها بیشتر از دیگری هدایت می کند وتعادل مدار را به هم می زند به عنوان مثال اگر ولتاژ V_{B2} مقدار خیلی جزیی بیشتر از V_{B1} شود افزایش جریان کلکتور T_2 بیش تر از T_1 خواهد بود.

بنابرایـن کاهش ولتاژ V_{C2} نیز بیش تـر از کاهش V_{C1} می شود. این کاهش ولتاژ از طریق خازن C_2 به B_1 منتقل می شـود، جریان کلکتور T_1 را کاهش می دهد و باعث افزایش V_{C1} می‌شـود در نتیجـه ، افزایش V_{B2} تـداوم می یابد و در زمانی کوتاه T_2 را اشباع و T_1 را به قطع می برد. در این حالت V_{C1} تقریباً برابر (V_{CC}+) و پتانسـیل V_{B1} (۰) و $V_{C1} = ۰/۲V$ است. چنین حالتی پایدار نخواهد ماند، زیرا خازن C_2 از طریق R_{B1} و ترانزیسـتور T_2 شارژ می شـود و ولتاژ B_1 را زیاد می کند. به محض این که V_{B1} به حدود ۰/۵۵V برسد T1 شروع به هدایت می کند و T_2 را به سوی قطع می برد . این سیکل به طور مداوم تکرار می شود، شکل ۴۷-۸(الف – ب – ج).



شکل ۴۷- ۸ روند تغییر حالت ترانزیستور ها در مولتی ویبراتور آاستابل

۸-۱۷ آزمایش شماره ۶

زمان اجرا: ۶ ساعت آموزشی

۸-۱۷-۱ هدف آزمایش :

بستن مدارهای مولتی ویبراتور آ استابل ، مونواستابل و بی استابل و ترسیم شکل موج و اندازه گیری فرکانس آن

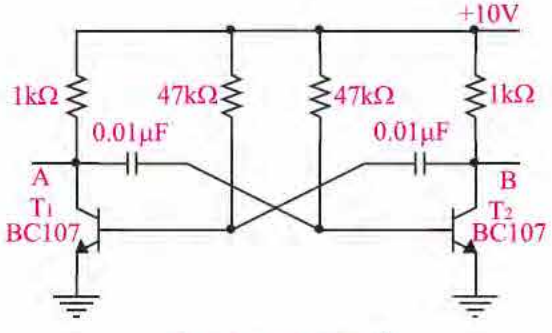
۸-۱۷-۲ تجهیزات، ابزار،قطعات‌و مواد موردنیاز:

ردیف	نام ومشخصات	تعداد / مقدار
۱	اسیلوسکوپ دو کاناله	یک دستگاه
۲	منبع تغذیه ۱A و ۰-۳۰V	یک دستگاه
۳	برد برد یا برد آزمایشگاهی	یک قطعه
۴	سیم رابط	به اندازه کافی
۵	ترانزیستور ۲N۲۲۱۹ یا BC۱۰۷ یا BC۱۴۰	از هر کدام دوعدد
۶	مقاومت ۱kΩ، ۴۷kΩ،۴/۷kΩ و ۱۰۰kΩ	از هر کدام دوعدد
۷	خازن ۰/۰۱ µf، ۴۷µf و ۰/۲µf	دوعدد
۸	دیود LED دو رنگ	۱ عدد
۹	ابزار عمومی کارگاه الکترونیک	یک سری

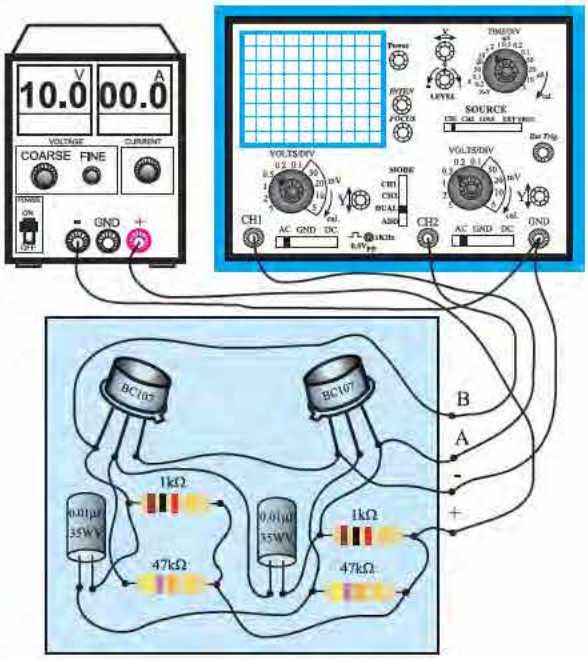
۸-۱۷-۳ مراحل اجرای آزمایش :

الف – بررسی مدار مولتی ویبراتور آاستابل

- وسایل مورد نیاز را آماده کنید.
- مدار شـکل ۴۸-۸ را روی برد برد یا بردآزمایشگاهی ببندید.



الف – نقشه‌ی فنی مدار



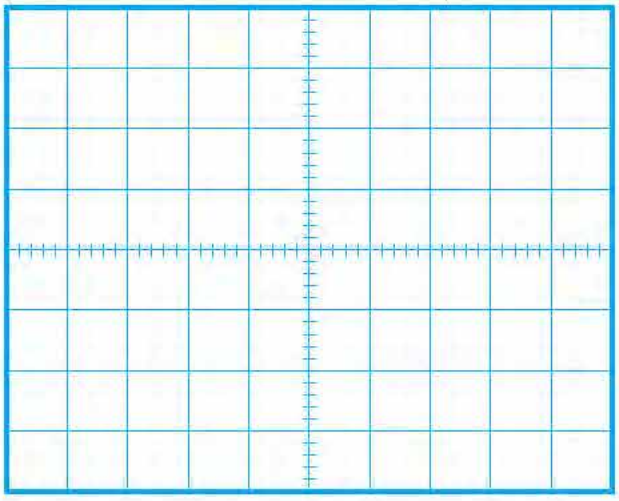
ب- مدار عملی

شکل ۴۸-۸ مدار آزمایش

■ منبع تغذیه را روی ۱۰ ولت تنظیم کنید و آن را به مدار اتصال دهید.

■ نقاط A , B را به کانال های CH۱ و CH۲ اسیلوسکوپ وصل کنید.

■ شکل موج های مشاهده شده را در روی نمودار شکل ۴۹-۸ رسم کنید.



شکل ۴۹-۸ شکل موج نقاط A و B روی صفحه اسیلوسکوپ

■ زمان تناوب شکل موج خروجی مولتی ویبراتور را اندازه بگیرید و آن را یادداشت کنید.

T=.....

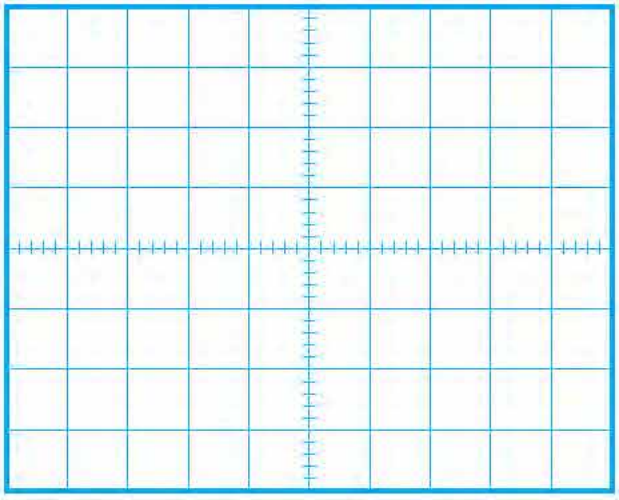
■ مقدار فرکانس اسیلاتور (مولتی ویبراتور) را محاسبه کنید.

$$T =$$

$$f = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{\square} = ...Hz$$

■ ظرفیت خازن ها را از ۰/۰۱ میکرو فاراد به۰/۰۲۲ میکرو فاراد تغییر دهید .

شکل موج ها را مشاهده و در شکل ۵۰-۸ رسم کنید.



شکل ۵۰-۸ شکل موج نقاط AوB با خازن های
C۱ =C۲ = ۰/۰۲۲

■ زمان تناوب را در این حالت اندازه بگیرید و یادداشت کنید

T = ...

■ فرکانس مولتی ویبراتور را محاسبه کنید.

$$T =$$

$$f = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{\square} = ...Hz$$

سوال ۱۴ – چرا با تغییر ظرفیت خازن ، فرکانس نوسان

تغییر می کند ؟ توضیح دهید.

.....

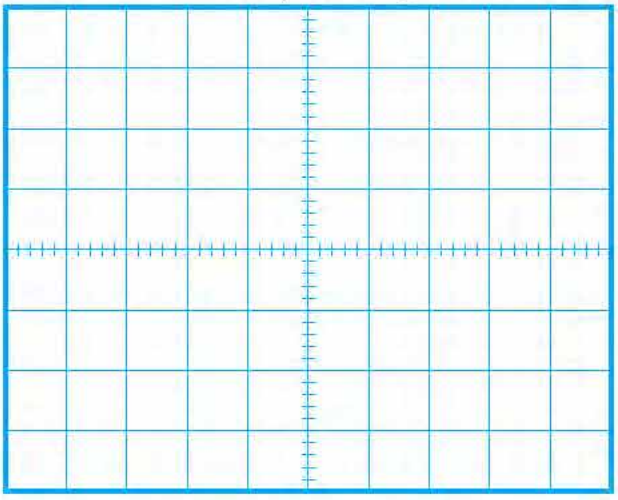
.....

.....

.....

■ ظرفیت یکی از خازن ها را $0/01\ \mu F$ و ظرفیت خازن دیگر را $0/022\ \mu F$ انتخاب کنید.

■ شکل موج نقاط A و B را به کمک اسیلوسکوپ دو کاناله درنمودار شکل ۸-۵۱ رسم کنید.



شکل ۸-۵۱ شکل‌موج نقاط A وB با خازن $0/01\mu F$ و $0/022\mu F$

سوال ۱۵- چرا شکل موج‌ها قرینه نیستند ؟توضیح دهید.

.....

.....

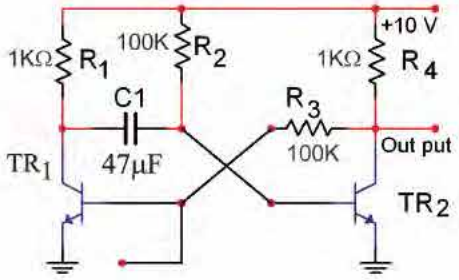
.....

.....

ب : بررسی مدار مولتی ویبراتور مونواستابل

■ وسایل مورد نیاز را آماده کنید .

■ مدار شکل ۸-۵۲ را روی برد برد یا بردآزمایشگاهی ببندید.



شکل ۸-۵۲ مدار مولتی ویبراتور مونواستابل

■ منبع تغذیه را روی ۱۰ ولت تنظیم کنید و آن را به مدار وصل کنید.

■ ولتاژ DC کلکتور - امیتر ترانزیستورهای T_{R1} و T_{R2} را اندازه بگیرید ویادداشت کنید.

$V_{CE_{TR_1}}$ = ...

$V_{CE_{TR_2}}$ = ...

■ با مقایسه مقادیر ولتاژ کلکتور ترانزیستورهای T_{R1} و T_{R2} ، کدام ترانزیستور قطع و کدام ترانزیستور اشباع است؟

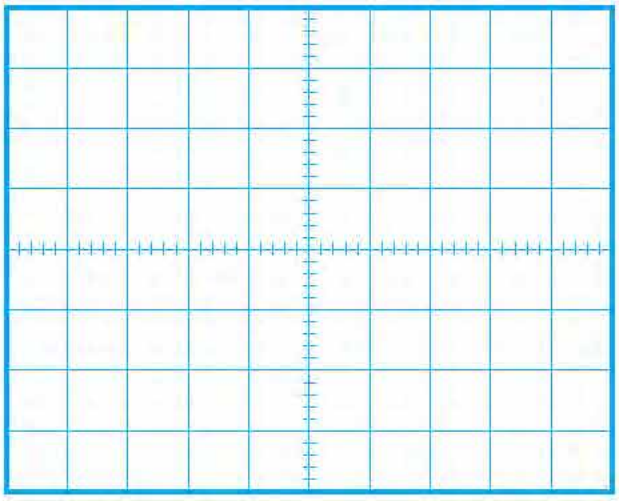
وضعیت T_{R1} =.....

وضعیت T_{R2} = ...

■ برای یک لحظه بیس ترانزیستور T_{R1} را تحریک کنید برای این منظور کافی است بیس را از طریق یک مقاومت $100K\Omega$ به منبع ولتاژ ۱۰+ ولت برای یک لحظه وصل وسپس قطع کنید.

■ کانال (۱) اسیلوسکوپ و(CH۱) را به کلکتور ترانزیستور T_{R2} وصل کنید و شکل موج کلکتور ترانزیستور T_{R2} را مشاهده کنید.

■ شکل موج خروجی ترانزیستور T_{R_2} را با مقیاس مناسب درشکل ۵۳-۸ رسم کنید.

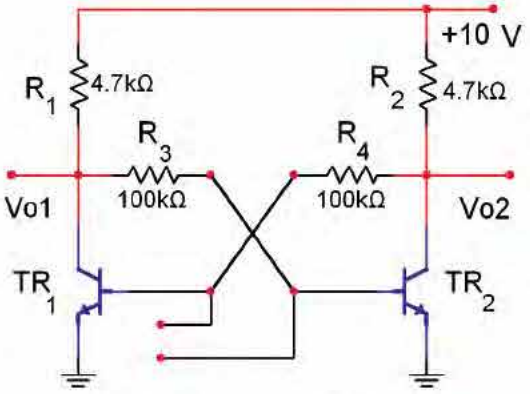


شکل ۵۳-۸ شکل موج مدار مولتی ویبراتور مونواستابل

ج: بررسی مدار مولتی ویبراتوری بی‌استابل

■ وسایل مورد نیاز را آماده کنید.

■ مدار شکل ۵۴-۸ را روی برد برد یا بردآزمایشگاهی ببندید.



شکل ۵۴-۸ مولتی ویبراتور بی استابل

■ منبع تغذیه را روی ۱۰ ولت تنظیم کنیدو آن را به مدار اتصال دهید.

■ ولتاژ $V_{CE_{TR_1}}$ و $V_{CE_{TR_2}}$ را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

$V_{CE_{TR_1}}$ = ...

$V_{CE_{TR_2}}$ = ...

سوال ۱۶ – کدام ترانزیستور قطع و کدام ترانزیستور اشباع است ؟ توضیح دهید.

■ بیس ترانزیستوری که در ناحیه‌ی قطع قرار دارد را تحریک کنید.

برای این منظور کافی است بیس را از طریق یک مقاومت ۱۰۰KΩ به منبع ولتاژ ۱۰ + ولت وصل کنید.

■ ولتاژ کلکتور- امیتر ترانزیستورهای T_{R_1} و T_{R_2} را دوباره اندازه بگیرید.

$V_{CE_{TR_1}}$ = ... ولت

$V_{CE_{TR_2}}$ = ... ولت

سوال ۱۷– آیا ترانزیستوری که قبلاً قطع بود به حالت اشباع رفته است ؟ آیا ترانزیستوری که اشباع بوده است به حالت قطع رفته است؟

■ ولتاژ تحریک بیس ترانزیستوری که در حالت قطع قرار داشت را بردارید (قطع کنید).

■ ولتاژهای $V_{CE_{TR_1}}$ و $V_{CE_{TR_2}}$ را دوباره اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

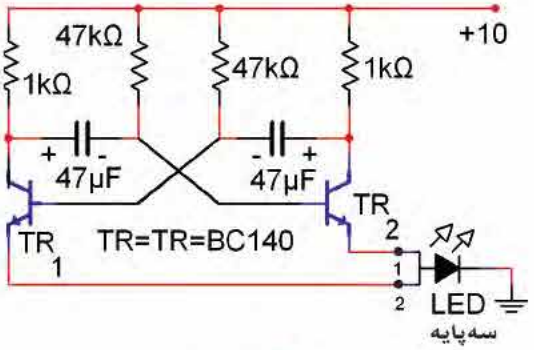
$V_{CE_{TR_1}}$ = ... ولت

$V_{CE_{TR_2}}$ = ... ولت

سوال ۱۸– آیا وضعیت اشباع و قطع ترانزیستورها عوض شده است ؟ توضیح دهید.

در صورت داشتن وقت کافی آزمایش زیر را اجرا کنید.

■ مدار شکل ۵۵–۸ را روی برد برد یا بردآزمایشگاهی ببندید.



شکل ۵۵–۸

■ منبع تغذیه را به مدار اتصال دهید ومدار را راه اندازی کنید.

■ به نحوه چشمک زدن LED توجه کنید.

■ برای تغییر فرکانس مدار، مقدار چه قطعاتی باید تغییر کند؟ نام ببرید.

نام قطعات =.....

سوال ۱۹– اگر فرکانس افزایش یابد ترکیب دو رنگ LED به چه رنگی رؤیت خواهد شد؟

۸–۱۷–۴ نتایج آزمایش

نتایج حاصل از آزمایش های الف ، ب ، ج و د رابه طور خلاصه شرح دهید .

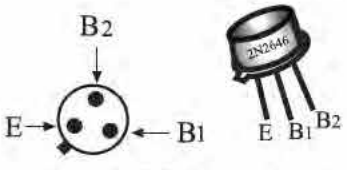
الف)

ب)

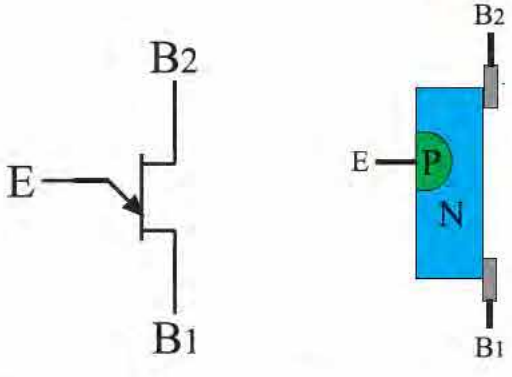
ج)

۸-۱۸ ترانزیستور تک پیوندی (UJT)

ترانزیستور تک اتصالی یا UJT از یک قطعه نیمه هادی معمولاً نوع N و به ندرت نوع P با ناخالصی کم تشکیل می‌شود. در قسمتی از نیمه هادی نوع N یک نیمه هادی نوع P را نفوذ می دهند، به این ترتیب اصطلاح تک پیوندی تعریف می شود. شکل ۵۶-۸ الف ، ب و ج شکل ظاهری ، ساختمان داخلی ونماد یا علامت قراردادی این نوع ترانزیستور را نشان می دهد .



الف شکل ظاهری ترانزیستور UJT



ب – ساختمان داخلی UJT ج-نماد ترانزیستور UJT

شکل ۵۶-۸- ترانزیستور UJT

دواتصال انتهایی ناحیه N را پایه های B_1 (بیس یک) و B_2 (بیس دو) واتصال نیمه هادی نوع P را امیتر می گویند. مقاومت اهمی نیمه هادی نوع Nزیاد و در حدود ۴ تا ۱۰ کیلو اهم است .

ترانزیستور UJT را می توان به صورت مدار معادل شکل ۵۷-۸-الف نیز نشان داد . مقاومت های R_1وR_2 همان مقاومت نیمه هادی نوع N است . $R_1 + R_2$ مقاومت الکتریکی است که بین پایه های B_1 و B_2 وجود دارد. گاهی $R_1 + R_2$ را با R_{BB} نیز نشان می دهند .

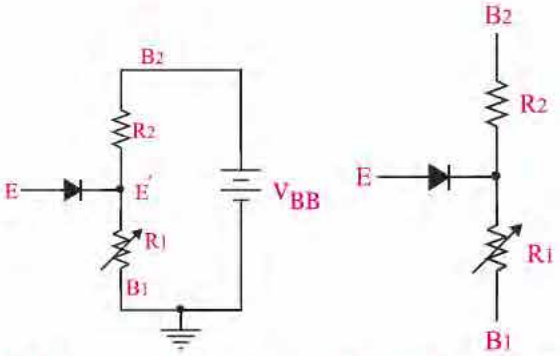
چنان چه پایه‌ی امیتر (E) را بازنگه داریم و اختلاف پتانسیل V_{BB} را در دو سر نیمه هادی نوع N برقرار کنیم در این حالت B_1 به زمین و B_2 به پتانسیل V_{BB} متصل شده است شکل ۵۷-۸ –ب.

جریان معادلی که از نیمه هادی نوع N عبور می کند ، از رابطه‌ی: $\frac{V_{BB}}{R_1 + R_2}$ محاسبه می‌شود . پتانسیل الکتریکی محل اتصال ناحیه P یعنی نقطه E' نسبت به زمین از رابطه‌ی زیر به دست می آید:

$$I = \frac{V_{BB}}{R_1 + R_2}$$

$$V_{E'} = I.R_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_{BB} = \eta V_{BB}$$

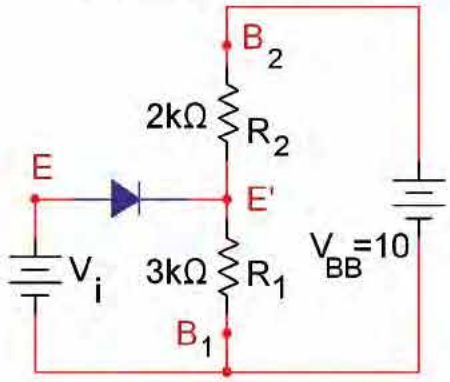
$$\eta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$



الف-مدار معادل UJT ب- مدار مربوط به محاسبه ولتاژ E'

شکل ۵۷-۸ مدار معادل UJT و نحوه محاسبه ولتاژ E'

η را ضریب تقسیم UJT می نامند که مقدار آن به وسیله‌ی کارخانه سازنده مشخص می شود. در شکل ۵۸-۸ مدار معادل یک نمونه UJT رسم شده است.



شکل ۵۸-۸ مدار معادل یک نمونه UJT

همان طور که مشاهده می کنید طبق قانون تقسیم ولتاژ در محل اتصال R_1 و R_2 ولتاژ E' از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$V_{E'} = ۱۰ \times \frac{۳k\Omega}{۳k\Omega + ۲k\Omega} = ۶ \text{ ولت}$$

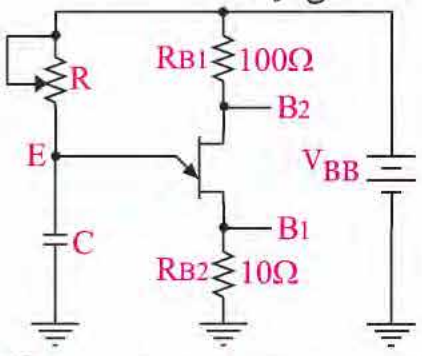
اگر ولتاژ V_i را لحظه به لحظه زیاد کنیم ، تا زمانی که دیود قطع است جریانی از امیتر عبور نمی کند. اگر ولتاژ V_i به اندازه ی ۰/۶ ولت (ولتاژ هدایت دیود V_D) از ولتاژ E' ($V_{E'} = ۶V$) بیشتر شود ، دیود اتصال PN را به حالت هدایت می برد و جریان در امیتر جاری می شود. به این ترتیب ولتاژ نقطه‌ی E' کاهش می یابد و هدایت دیود را تشدید می کند و به نوبه خود پتانسیل E' بازهم کم می شود .

مهم ترین کاربرد UJT ، تولید شکل موج دندانه اره ای و پالس است. از ترانزیستور UJT به هیچ عنوان نمی توان در مدارهای تقویت‌کننده استفاده کرد.

ویژه‌ی دانش آموزان علاقه مند :

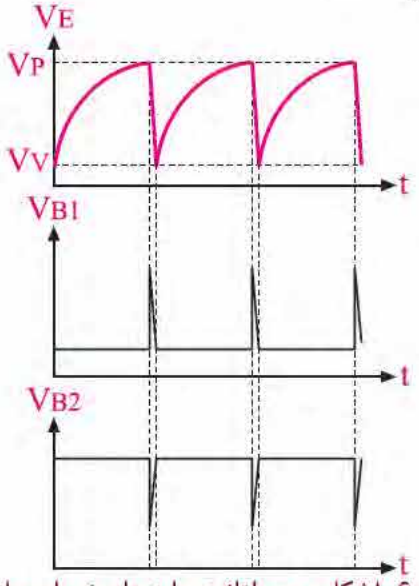
تحقیق کنید که چرا نمی توان از ترانزیستور UJT در مدارهای تقویت کننده استفاده کرد.

در شکل ۵۹-۸ یک نمونه مدار کاربردی با استفاده از UJT را ملاحظه می کنید.



شکل ۵۹-۸- یک نمونه مدارکاربردی UJT

در ترمینال Eروی پایه امیتر ، یک موج دندانه اره ای ودر ترمینال B_1 ، پالس سوزنی به وجود می‌آید که با توجه به نیاز می توان از هر کدام از این شکل موج ها استفاده کرد،شکل ۶۰-۸.



شکل ۶۰-۸شکل موج ولتاژ در پایه های نوسان ساز UJT

طرز کار مدار به این صورت است که ابتدا UJT در حالت قطع قراردارد و خازن C از طریق مقاومت R با ثابت زمانی RC شارژ می شود. هنگامی که ولتاژ خازن به مقدار V_P می‌رسد ، UJT را به حالت هدایت می برد. در این حالت جریان زیادی از مسیر EB_1 عبور می کند. هدایت UJT باعث دشارژ خازن می شود وولتاژ ترمینال E را به طور ناگهانی کاهش می دهد . ازآن به بعد UJT به حالت قطع می‌رود و چرخه سیکل از نو تکرار می‌شود. در صورتی که $\eta = ۰/۵$ باشد فرکانس نوسان UJT برابر است با:

$$F = \frac{۱}{۰/۷RC} (Hz)$$

یادآوری

این فرمـول مربوط بـه حالت خاص $\eta = ۰/۵$ اسـت. چنـان چـه $\eta = ۰/۵$ نباشد ، فرمول پیچیده‌تر می‌شود که به دلیل محدودیت هـای موجود از بیان آن صـرف نظر می کنیـم . با توجه به موارد بیان شده برای به دست آوردن مقدار فرکانس (F) عملاً لازم است از شکل موج مشاهده شده روی صفحه اسیلوسکوپ استفاده کنیم .

۸-۱۹ آزمایش شماره ۷

زمان اجرا: ۲ ساعت آموزشی

۸-۱۹-۱ هدف آزمایش : بستن مدار نوسان ساز موج دندانه اره ای با استفاده از ترانزیستور UJT

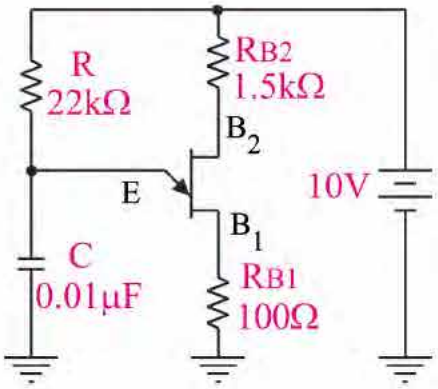
۸-۱۹-۲ تجهیزات، ابزار،قطعات و مواد موردنیاز:

ردیف	نام ومشخصات	تعداد/ مقدار
۱	منبع تغذیه ۱A و ۳۰V-۰	یک دستگاه
۲	اسیلوسکوپ دو کاناله	یک دستگاه
۳	بردبرد یا برد آزمایشگاهی	یک قطعه
۴	ترانزیستور ۲N۲۶۴۶	یک عدد
۵	خازن ۰/۰۱ µF	یک عدد
۶	مقاومت‌های ۲۲kΩ، ۱/۵kΩ، ۲۲۰kΩ، ۱۰۰Ω، $\frac{۱}{۴}$ وات	از هرکدام یک عدد
۷	سیم رابط	به اندازه کافی
۸	ابزارعمومی کارگاه الکترونیک	یک سری

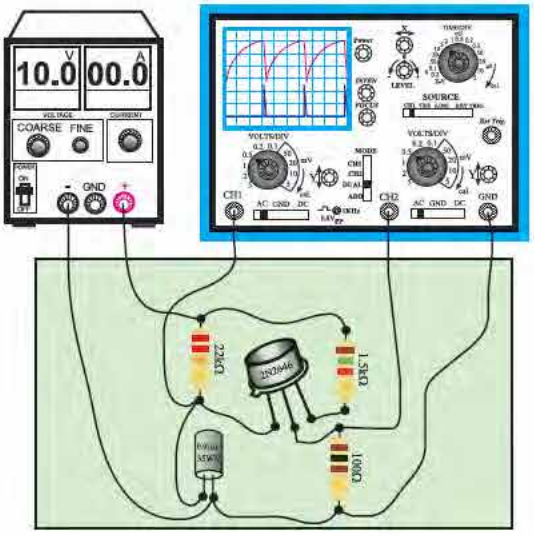
به یـاد داشـته باشـید کـه برای تشـخیص ترانزیسـتور UJT سـالم از معیـوب مـی توانید ازمراحل اجرای این آزمایش استفاده کنید.

۸-۱۹-۳ مراحل اجرای آزمایش :

- وسایل مورد نیاز را آماده کنید.
- مدار شـکل ۸-۶۱ را روی برد برد یا بردآزمایشگاهی ببندید.



الف - نقشه فنی مدار



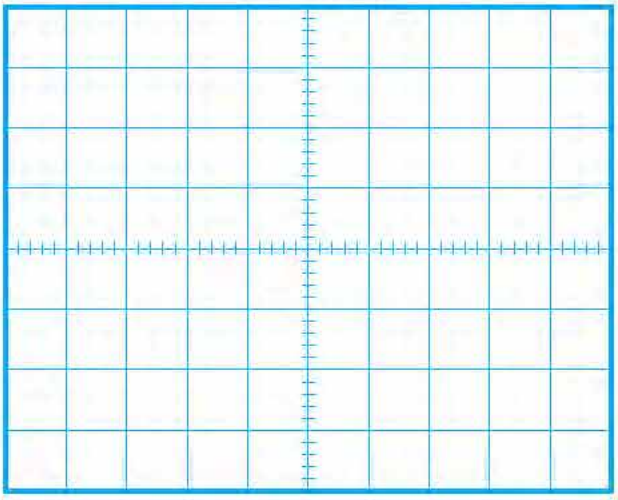
ب - مدار عملی

شکل ۸-۶۱ مدار عملی نوساز ساز UJT

■ منبع تغذیه را روی ۱۰ ولت تنظیم کنید و آن را به مدار اتصال دهید.

■ قبل از وصل کردن سیگنال خروجی به اسیلوسکوپ ، اسیلوسکوپ را روشن کنید و تنظیمات FOCUS و INTENSITY ، Time/Div، Volts/Div را انجام دهید .

■ شکل موج مربوط به کانال CH۱ (E) و کانال CH۲ (B۱) اسیلوسکوپ را با مقیاس مناسب در نمودار شکل ۶۲-۸ با دو رنگ مختلف رسم کنید.



شکل ۶۲-۸ شکل ولتاژ نقاط B۱ و E (دو سرخازن)

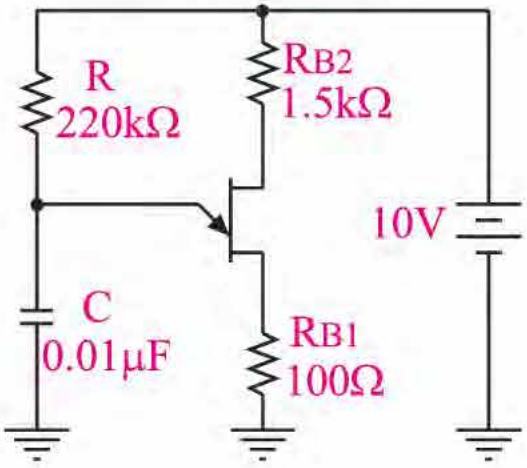
■ زمان تناوب شکل موج را اندازه بگیرید و یادداشت کنید .

$T = \text{.....(ms)}$

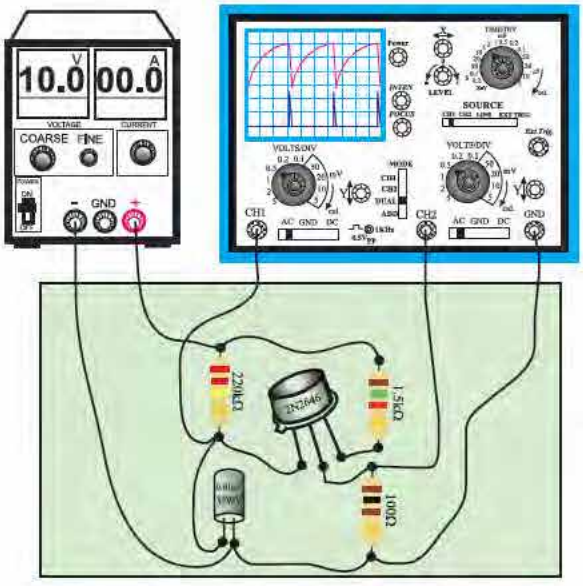
■ فرکانس را محاسبه کنید.

$$F = \frac{۱}{T} = \frac{۱}{T(ms)} = \frac{۱}{\square} = \text{.....Hz}$$

در مدار شکل ۶۱-۸ ، به جای مقاومت ۲۲kΩ ، مقاومت ۲۲۰kΩ قرار دهید ، شکل ۶۳-۸



الف -نقشه فنی مدار

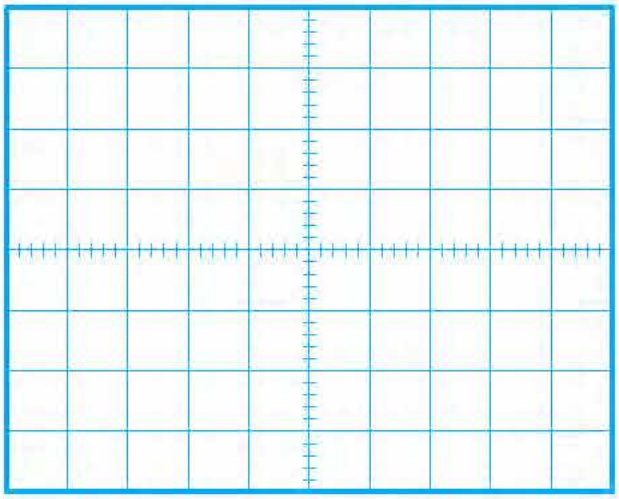


ب- مدار عملی

شکل ۶۳-۸ مدار آزمایش

■ در صورت نیاز تنظیمات لازم را دوباره روی اسیلوسکوپ انجام دهید.

■ شکل موج های مربوط به کانال های CH۱ (E) و کانال CH۲ (B_1) را در شکل ۶۴-۸ با دو رنگ مختلف رسم کنید.



شکل ۸-۶۴ شکل موج های E_gوV_{B_1}
درحالتی که مقاومت امیتر $۲۲۰k\Omega$ است

■ در صورت نیاز تنظیمات لازم را روی اسیلوسکوپ انجام دهید.

■ زمان تناوب را با استفاده از شکل موج اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

T = ...(ms)

■ فرکانس را محاسبه کنید.

$$F = \frac{۱}{T} = \frac{.....}{T(ms)} = \frac{۱۰۰۰}{\square} = ...Hz$$

سوال ۲۰ – فرکانس شکل موج نشان داده شده در شکل های ۸-۶۲ و ۸-۶۴ را با یک دیگر مقایسه کنید. چه تفاوتی بین شکل موج‌ها وجود دارد ؟ شرح دهید.

۸-۱۹-۴ نتایج آزمایش

نتایج حاصل از آزمایش را به صورت تیتر وار بنویسید.

۸-۲۰ مدار تایمر با استفاده از آی سی ۵۵۵ (Timer)

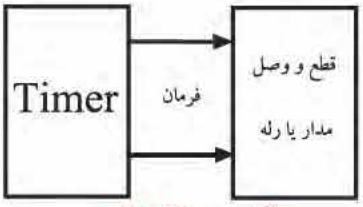
به کمک مدارهای الکترونیکی می توانید مدار زمان سنج یا تایمر ببندید. زمان سنج بعد از زمان مشخصی که قابل تنظیم است می تواند مدار یا رله ای را وصل یا قطع کند ، شکل ۸-۶۵ الف .

برای این منظور IC هایی با کاربردهای ویژه ساخته شده است. بعضی از این IC ها قادرند بعد از زمان های بسیار کم حتی چند میکروثانیه مدار دیگری را قطع یا وصل کنند. برخی دیگر از این IC ها چندان حساس نیستند. در زیر یک نمونه IC تایمر نسبتاً مشهور وپرکاربرد وساده مورد بررسی قرارمی گیرد.

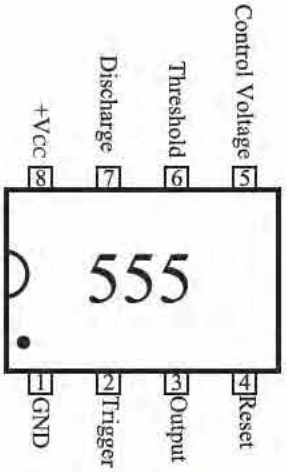
شماره این IC ، ۵۵۵ است و می تواند به عنوان یک مولتی ویبراتور آاستابل یا مونواستابل عمل کند . تغذیه ی این IC

حداقل ۴/۵ ولت و حداکثر ۱۸ ولت و تعداد پایه های آن ۸ پایه است .

در شکل ۶۵-۸ – ب شکل بلوکی IC همراه با نام پایه‌ها و در شکل ۶۵-۸ –ج دو نوع محفظه‌ی آی سی ۵۵۵ نشان داده شده است.



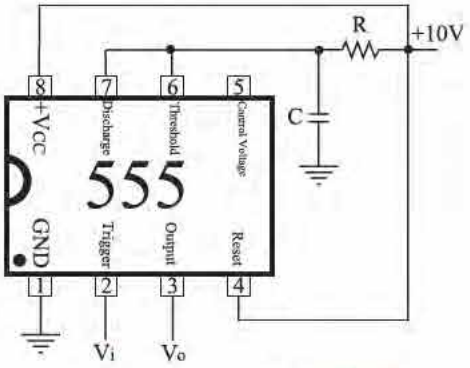
الف - عملکرد تایمر



ب - پایه های آی سی ۵۵۵

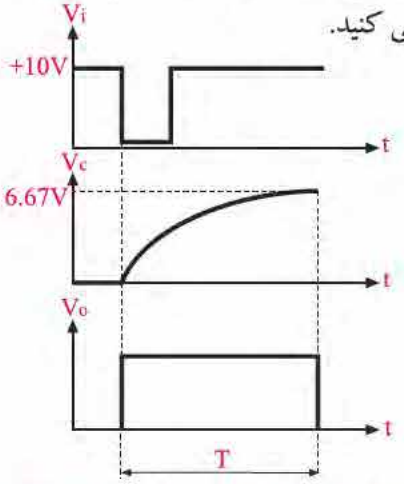
ج - دو نوع محفظه آی سی
شکل ۶۵-۸ آی‌سی‌تایمر ۵۵۵

در شکل ۶۶-۸ مولتی ویبراتور مونواستابل با استفاده از IC تایمر ۵۵۵ نشان داده شده است .



شکل ۶۶-۸ مولتی ویبراتور مونواستابل

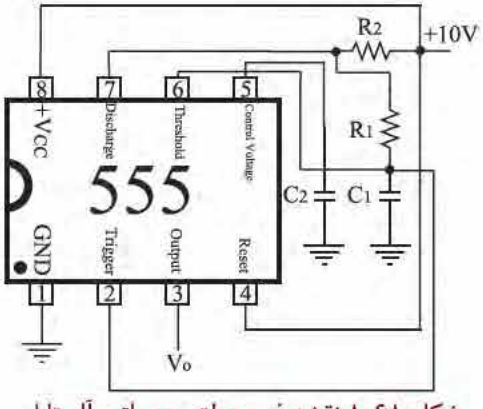
شکل موج های نقاط مختلف را نیز در شکل ۶۷-۸ مشاهده می کنید.



شکل ۶۷-۸ شکل موج های نقاط مختلف
مولتی ویبراتور مونو استابل

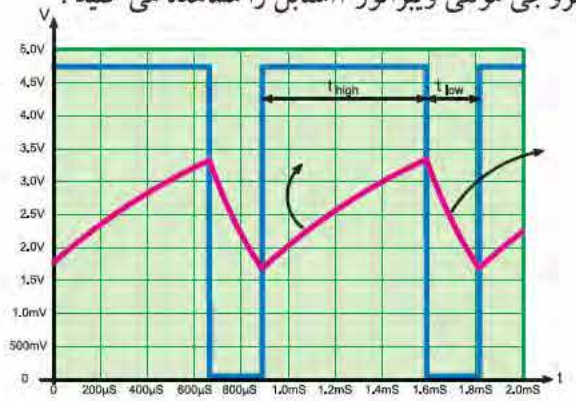
آی سی ۵۵۵ یکی از آی سی های پر کاربرد در مدارهای الکترونیکی است.

در شکل ۶۸-۸ مولتی ویبراتور آاستابل با استفاده از IC تایمر ۵۵۵ نشان داده شده است.



شکل ۶۸-۸ نقشه فنی مولتی ویبراتور آاستابل

در شـکل ۶۹-۸ شکل موج ولتاژ دو سر خازن C_1 و ولتاژ خروجی مولتی ویبراتور آاستابل را مشاهده می کنید .



شکل ۶۹-۸

۸-۲۱ آزمایش شماره ۸

زمان اجرا: ۴ ساعت آموزشی

۸-۲۱-۱ هدف آزمایش :

بسـتن مدار IC تایمـر ۵۵۵ به عنـوان مولتـی ویبراتور آ استابل و مونو استابل (تایمر)

۸-۲۱-۲ تجهیزات، ابزار،قطعات و مواد موردنیاز:

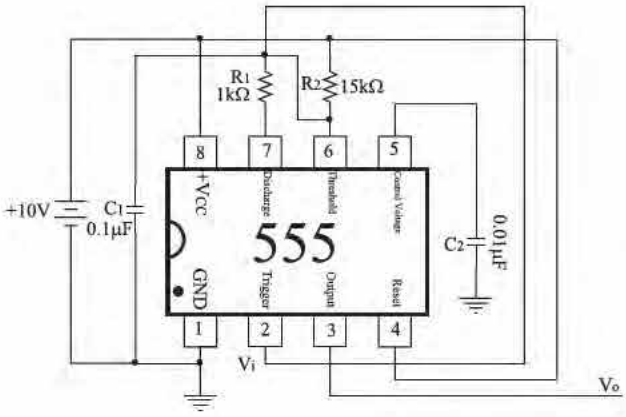
ردیف	نام ومشخصات	تعداد/ مقدار
۱	اسیلوسکوپ دو کاناله	یک دستگاه
۲	منبع تغذیه ۱A و ۰-۳۰V	یک دستگاه
۳	سیم رابط	یک دستگاه
۴	برد مدار چاپی آماده مربوط به، IC تایمر و مولتی‌ویبراتور (برد دوم با مقاومت ۱/۵ کیلو اهم)	یک قطعه
۵	ابزارعمومی کارگاه الکترونیک	یک سری

چون مـدت زمان اختصاص داده شـده برای اجرای این آزمایش محدود اسـت لذا می‌بایسـتی این آزمایش حتمـاً روی مدار چاپی آماده شـده انجام شود. قبل از شروع کار، برد مدار چاپی را از نظر شکستگی و قطع شدن پایه‌ها بررسی کنید.

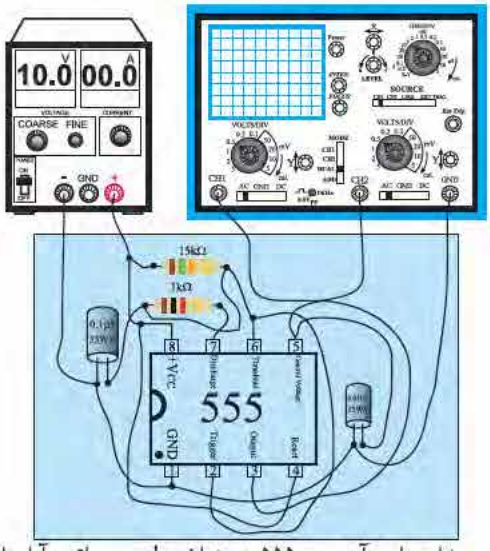
۸-۲۱-۳ مراحل اجرای آزمایش :

الـف : IC تایمـر ۵۵۵ بـه عنوان مولتـی ویبراتور آ استابل

- وسایل مورد نیاز را آماده کنید.
- مدار شـکل ۷۰-۸ که قبلاً روی برد مدار چاپی ساخته شده است را مورد بررسی قرار دهید.



الف – نقشه فنی مدار مولتی ویبراتور آ استابل



ب – مدار چاپی آی سی ۵۵۵ به عنوان مولتی ویبراتور آ استابل

شکل ۷۰-۸ مدار آزمایش

- منبع تغذیه را روی ۱۰ ولت تنظیم کنید و آن را به مدار اتصال دهید.

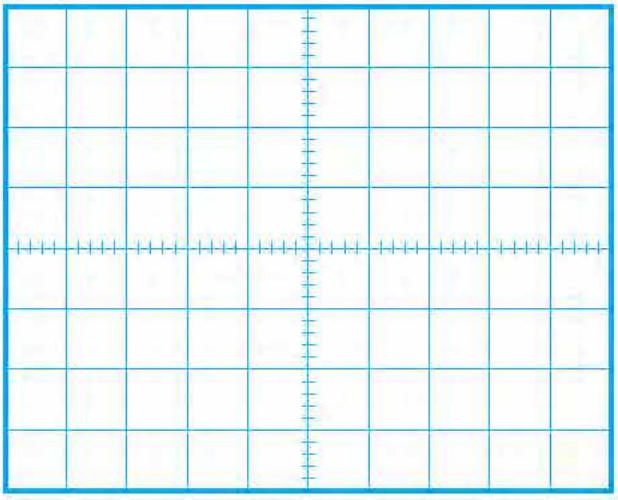
■ پایه‌ی شماه ۳ آی سی که خروجی IC است را به کانال CH۱ اسیلوسکوپ و پایه شماره ۵ آی سی که ولتاژ دو سر خازن C است را به CH۲ وصل کنید.

■ زمین مدار یعنی قطب منفی منبع تغذیه رابه زمین اسیلوسکوپ اتصال دهید.

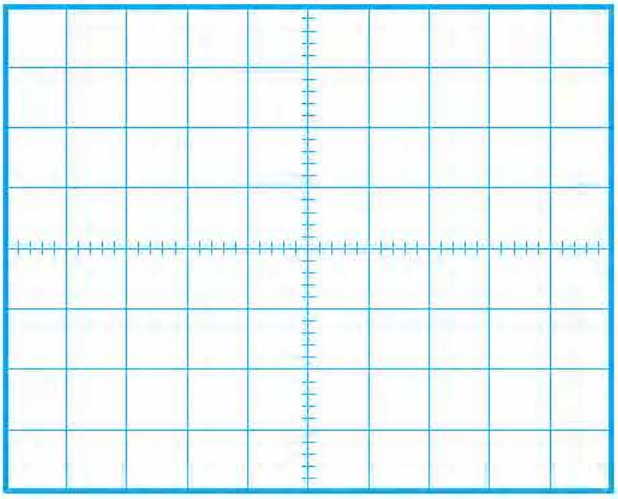
■ تنظیمات زیر را روی اسیلوسکوپ انجام دهید.

FOCUS ، INTENSITY ، Time/Div، Volts/Div

■ شکل موج ولتاژ دو سر خازن (پایه شماره ۵ آی سی) را در شکل ۷۱-۸ و شکل موج ولتاژ خروجی (پایه ۳) را در نمودار های شکل ۷۲-۸ رسم کنید.

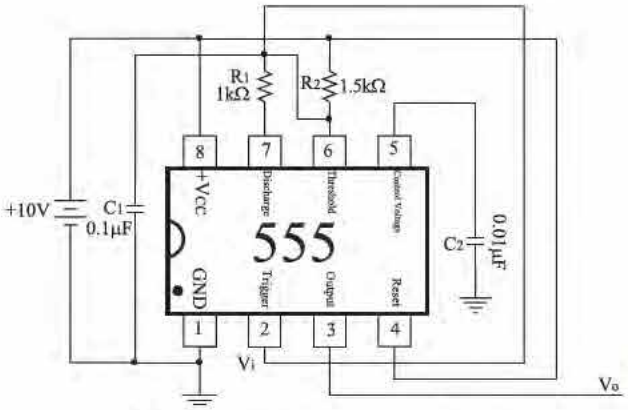


شکل ۷۱-۸ - شکل موج ولتاژ دو سرخازن (پایه ۵ آی‌سی)

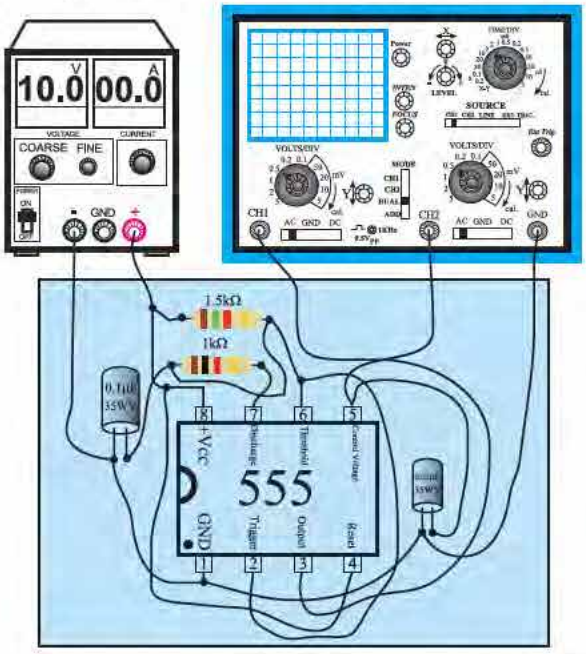


شکل ۷۲-۸ - شکل موج ولتاژ خروجی (پایه ۳ آی‌سی)

■ در شکل ۷۰-۸ به جای مقاومت ۱۵kΩ ، مقاومت ۱/۵ کیلواهم در مدار قرار دهید ویا از برد دیگری که مقدار فوق روی آن باشد استفاده کنید، شکل ۷۳-۸



الف- نقشه‌ی فنی مولتی ویبراتور آستابل با مقاومت ۱/۵ کیلو اهم



ب- مدار چاپی آی‌سی ۵۵۵ به عنوان مولتی ویبراتور آستابل

شکل ۷۳-۸- مدار آزمایش

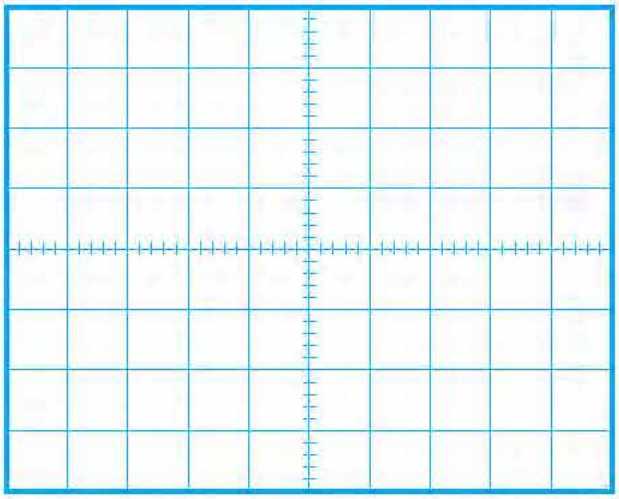
■ تنظیم‌های FOCUS ، INTENSITY ، Time/Div، Volts/Div را روی اسیلوسکوپ انجام دهید.

■ منبع تغذیه را روی ۱۰ ولت تنظیم کنید و آن را به مدار

اتصال دهید.

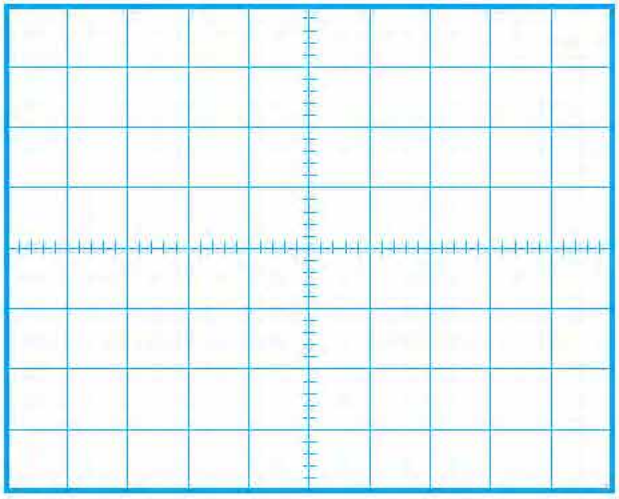
■ پایه‌ی شماره ۵ آی سی ۵۵۵ (ولتاژ دو سرخازن) را به کانال CH۲ و پایه‌ی شماره ۵ (V_{out}) را به کانال CH۱ اسیلوسکوپ وصل کنید.

■ شکل موج پایه‌ی شماره۵ را در نمودار شکل ۸–۷۴ رسم کنید.



شکل ۸–۷۴ - شکل ولتاژ دو سرخازن (پایه ۵ آی‌سی)

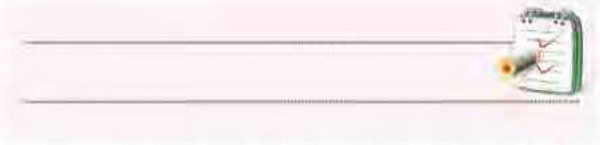
■ شکل موج پایه‌ی شماره ۳ را در نمودار شکل ۸–۷۵ رسم کنید.



شکل ۸–۷۵ - شکل ولتاژ خروجی (پایه شماره۳ آی‌سی)

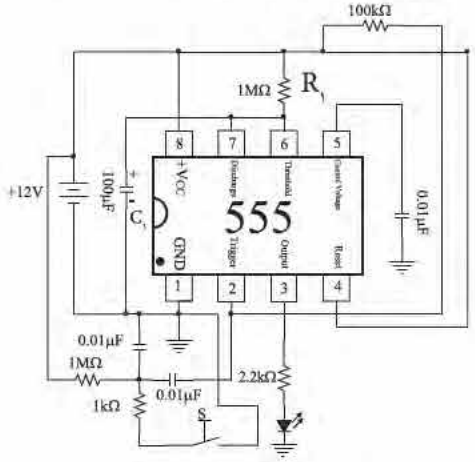
سوال ۲۱– با توجه به شکل های ۸–۷۲ و ۸–۷۵ آیا فرکانس های تقریبی خروجی از رابطه زیر به دست می آید؟ توضیح دهید .

$$f \simeq \frac{1/44}{R_1 C_1}$$

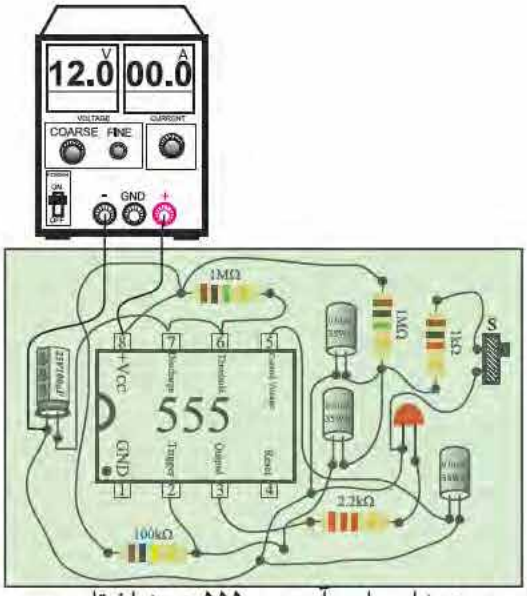


ب : آی سی ۵۵۵ به عنوان تایمر

■ مدار شکل ۸–۷۶ را که به صورت مدار چاپی آماده شده است مورد بررسی قرار دهید.



الف– نقشه ی فنی آی سی به عنوان تایمر



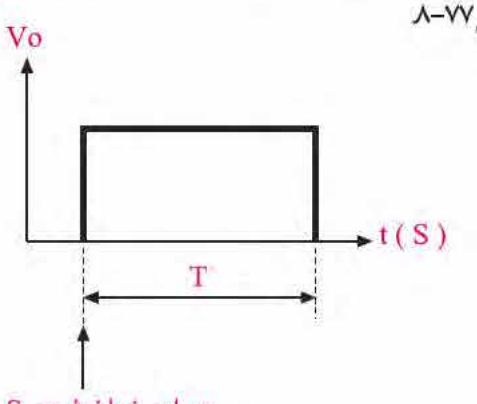
ب– برد مدار چاپی آی سی ۵۵۵ به عنوان تایمر

شکل ۸–۷۶ مدار آزمایش

■ منبع تغذیه را روی ۱۲ ولت تنظیم کنید و آن را به مدار اتصال دهید.

■ در حالت‌عادی دیـود نوردهنده LED باید خاموش باشد.

■ شسـتی S را فشـار دهید دیود، LED مدتی روشـن می شـود وسـپس به حالـت اولیـه (خامـوش)برمی گردد، شکل۷۷-۸



شکل ۷۷-۸ پالس خروجی آی سی به عنوان تایمر

■ مـدت زمان روشـن بودن دیود نور دهنده بسـتگی به مقدار R_1وC_1 دارد.

■ کرونومتـر را Reset کنیـد و آن را برای زمان گیری آماده نمایید.

■ شستی S را فشار دهید و کرونومتر را فعال کنید.

■ بـه محض خاموش شـدن دیـود LED کرونومتر را خاموش کنید (حالت Stop).

■ زمانی را که کرونومتر نشان می دهد، یادداشت کنید.

T =.....ا

سوال ۲۲ - آیا زمان روشن بودن دیود LED از رابطه $T = 1/1\ R_1C_1$تبعیت می کند ؟ شرح دهید.

۸-۲۱-۴ نتایج آزمایش

نتایـج حاصـل از آزمایش های الـف و ب را ابه صورت تیتر وار بنویسید.

آزمون پایانی (۲-۸)
نوسان‌سازهای غیرسینوسی

۱- دو مورد از کاربردهای IC تایمر ۵۵۵ را نام ببرید.

۲- یک مورد از کاربرد مدار تایمر مونواستابل را بنویسید.

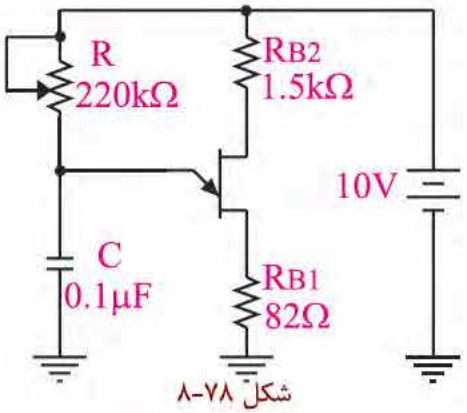
۳- ساختمان داخلی یک ترانزیستور UJT را رسم کنید.

۴- علامت قراردادی یا نماد ترانزیستور UJT را رسم کنید.

۵- η را در یک ترانزیستور UJT شرح دهید و رابطه‌ی آن را بنویسید.

۶- ترانزیستور UJT بیشتر در چه مواردی به کار می‌رود ؟

۷- طرز کار مدار شکل ۷۸-۸ را به طور خلاصه شرح دهید .

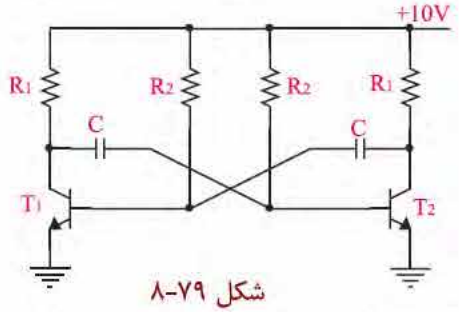


شکل ۷۸-۸

۸- در شـکل ۷۸-۸ با تغییر کدام عنصر می‌توان فرکانس را تغییر داد ؟

۹- تایمر یا زمان سنج چه نوع مداری است؟ شرح دهید.

۱۰- با توجه به شکل ۷۹-۸ به سوالات پاسخ دهید.



شکل ۷۹-۸

الف)عوامل تعیین کننده فرکانس نوسان ساز شکل ۷۹-۸ کدام عناصر هستند ؟

ب)چگونـه می‌توان شـکل مـوج خروجـی را نامتقارن کرد؟

ج) شـکل موج پایه های ترانزیسـتور را با توجه به شکل موج خروجی رسم کنید.

۱۱- طـرز کار یک مولتـی ویبراتور آاسـتابل را توضیح دهید.

۱۲- مختصری در مورد IC شماره ۵۵۵ توضیح دهید .

۱۳- عملکـرد مدار مولتی ویبراتور بی اسـتابل را شـرح دهید.

۱۴- فرق مولتی ویبراتور مونواسـتابل وبی استابل را شرح دهید.

۱۵- مولتی ویبراتور را تعریف کنید .