آزمایش شمارهٔ ۱۱

زمان اجرا: ۸ ساعت

مدولاتور و آشکارساز AM

هدف کلی آزمایش

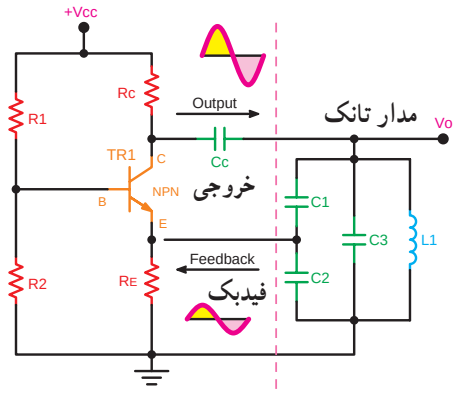
آزمایش عملی چگونگی تبدیل یک نوسان‌ساز به مدولاتور و آشکارساز AM

هدف‌های رفتاری: در پایان این آزمایش، از فراگیرنده انتظار می‌رود :

	زمان پیشنهادی برای آموزش نظری	زمان پیشنهادی برای آموزش عملی
■ مدولاتور AM را با نرم‌افزار مولتی‌سیم ببندد و آن را راه‌اندازی و آزمایش کند.		۷۵′
■ یک نمونه نوسان‌ساز کول‌پیتس را روی بردبُرد ببندد و آن را راه‌اندازی کند.		۴۵′
■ شکل موج خروجی نوسان‌ساز را با مقیاس مناسب رسم کند.	۱۰′	
■ نوسان‌ساز را به مدولاتور AM تبدیل کند.		۲۵′
■ شکل موج ورودی و مدوله شده را با مقیاس مناسب ترسیم کند.		۲۵′
■ فرکانس موج مدوله شده را اندازه بگیرد.		۱۵′
■ فرکانس و شکل موج پیام را تغییر دهد و اثر آن را روی موج مدوله شده مشاهده کند.		۲۵′
■ به مدولاتور اجرا شده روی نرم‌افزار، مدار آشکارساز را اضافه و آن را آزمایش کند.		۲۵′
■ به مدار مدولاتور آشکارساز را اضافه کند.		۲۵′
■ شکل موج ورودی مدوله شده و آشکار شده را رسم کند.		۴۵′
■ شکل موج‌ها را مقایسه کند و نتایج را ثبت نماید.		۴۵′
■ گزارش کار جامعی از مراحل اجرای کار عملی و آزمایش‌ها تهیه کند و آن را در دفتر گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسد (خارج از محیط آزمایشگاه).		
■ کلیهٔ هدف‌های رفتاری که در حیطهٔ عاطفی در آزمایش شمارهٔ ۱ آمده است را در این آزمایش نیز مورد توجه قرار دهد.		

۱ــ۱۱ــ اطّلاعات اوّلیه

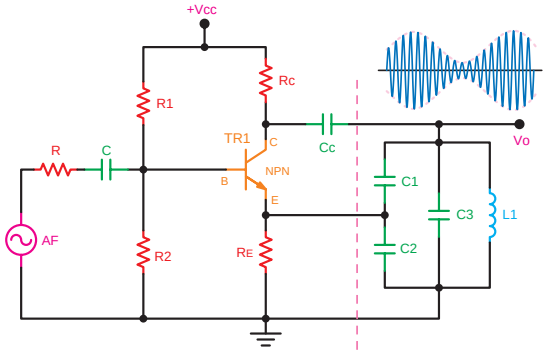
یادآوری: با توجّه به نحوهٔ فیدبک و آرایش مدار، انواع نوسان‌سازهای هارتلی، آرمسترانگ، کول پیتس و ... شکل می‌گیرد. نوسان‌ساز مورد آزمایش، یک نوسان‌ساز کول‌پیتس است که از نظر آرایش، مدار تقویت‌کننده به صورت بیس مشترک اتّصال دارد (شکل ۱ــ۱۱).



شکل ۱ــ۱۱ــ نوسان‌ساز کول‌پیتس

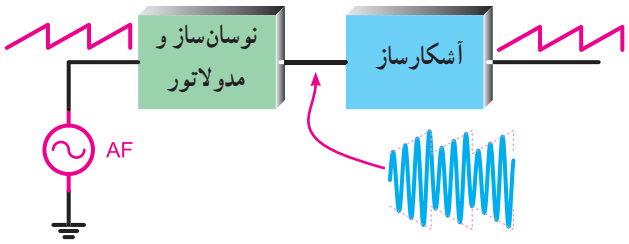
مقاومت‌های R_1 و R_2 از طریق خطّ تغذیه، ولتاژ بیس را تأمین می‌کنند. مقاومت R_E، ضمن تثبیت حرارت، به عنوان مقاومت ورودی امیتر نیز استفاده شده است. مقاومت R_C به انضمام مدار تانک متشکّل از L_1، C_1، C_2 و C_3 بار کلکتور را تشکیل می‌دهد، چون ورودی به امیتر و خروجی از کلکتور دریافت شده است، لذا ترانزیستور به صورت بیس مشترک اتّصال دارد. مقاومت R_C، ولتاژ V_{CC} را به کلکتور می‌رساند و کلکتور ترانزیستور را بایاس می‌کند.

با اعمال سیگنال مدوله‌کنندهٔ مناسب به بیس ترانزیستور، مدار اسیلاتور به مدولاتور AM تبدیل می‌شود. در شکل ۲ــ۱۱ نحوهٔ تبدیل اسیلاتور را به مدولاتور نشان داده‌ایم.



شکل ۲ــ۱۱ــ مدولاتور AM

با اضافه کردن مدار آشکارساز، به آسانی می‌توانیم سیگنال مدوله‌کنندهٔ اوّلیه را مجدّداً بازسازی کنیم. زمانی مدار درست کار می‌کند که سیگنال خروجی آشکارساز، دقیقاً مشابه سیگنال ورودی باشد. در شکل ۳ــ۱۱، مجموعهٔ بلوک دیاگرام نوسان‌ساز، مدولاتور و آشکارساز را ملاحظه می‌کنید. به مشابه بودن سیگنال ورودی و خروجی توجّه کنید. در این مدار، سیگنال پیام را دندانه‌اره‌ای در نظر گرفته‌ایم.



شکل ۳ــ۱۱ــ بلوک دیاگرام نوسان‌ساز، مدولاتور و آشکارساز

۲ــ۱۱ــ دستورهای حفاظت و ایمنی

▲ به هنگام اتصال ترانزیستورها روی بِردبُرد دقت کنید بیس‌امیتر یا بیس‌کلکتور ترانزیستور به هم اتصال کوتاه نشود.

▲ از اتصال صحیح سیگنال ژنراتور به مدار اطمینان حاصل کنید.

▲ برای مشاهدهٔ سیگنال مدار، ابتدا منبع تغذیه مدار را قطع کنید و پروب اسیلوسکوپ را به نقطهٔ مورد آزمایش اتصال دهید، سپس منبع تغذیه مدار را وصل کنید.

▲ رعایت نظم و مقررات کارگاه الزامی است.

۳ــ۱۱ــ قطعات و تجهیزات مورد نیاز

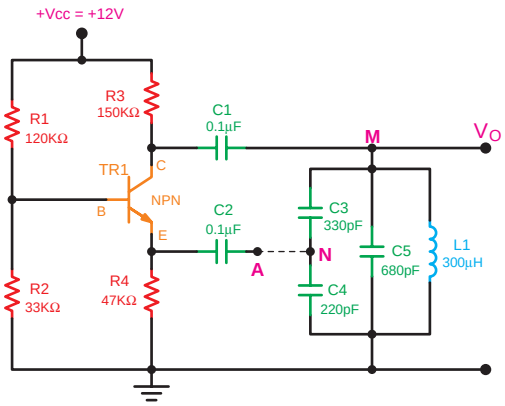
- مقاومت‌های ۲۲ کیلواهم، ۳۳ کیلواهم، ۱۵۰ کیلواهم، ۱۲۰کیلواهم، ۵۶ کیلواهم از هر کدام یک عدد و مقاومت ۴۷KΩ دو عدد
- خازن ۰/۱ میکروفاراد، ۳ عدد ــ خازن ۳۳۰ پیکوفاراد و ۲۲۰ پیکوفاراد، از هر کدام یک عدد ــ خازن ۰/۱ نانوفاراد، یک عدد ــ خازن ۶۸۰ پیکوفاراد و ۱۰ نانوفاراد از هر کدام یک عدد
- سلف ۳۰۰μH پیچیده شده در آزمایشگاه، یک عدد

- ترانزیستور ۲N۲۲۱۹ یا BC ۱۰۷ یا BC۱۰۸ یا ۲SC۸۲۹ یا هر نوع ترانزیستور عمومی دیگر، یک عدد
- دیود آشکارساز، یک عدد
- بردبُرد، یک قطعه
- سیم تلفنی به مقدار کافی
- فانکشن ژنراتور AF ــ منبع تغذیه ۳۰ــ ۰ ولت ــ اسیلوسکوپ دو کاناله، از هر کدام یک دستگاه.

۴ــ۱۱ــ مراحل اجرای آزمایش

موارد‌ی که با ستاره (*) مشخص شده است و هدف کلی آزمایش را در کتاب گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۱ــ۴ــ۱۱ــ مدار شکل ۴ــ۱۱ را روی بردبُرد ببندید.



شکل ۴ــ۱۱ــ نوسان‌ساز کولپیتس

۲ــ۴ــ۱۱ــ پروب کانال یک اسیلوسکوپ را به نقطهٔ M و سیم زمین آن را به سیم مشترک مدار وصل کنید.

۳ــ۴ــ۱۱ــ منبع تغذیه را روی ۱۲ ولت DC قرار دهید و تغذیه را به مدار وصل کنید و مدار را راه‌اندازی کنید.

۴ــ۴ــ۱۱ــ در این شرایط باید مدار نوسان‌کند. چنان‌چه نوسان‌های پایدار سینوسی در خروجی ظاهر نشد، منبع تغذیه را خاموش کنید و مدار را مجدّداً مورد بازرسی قرار دهید.

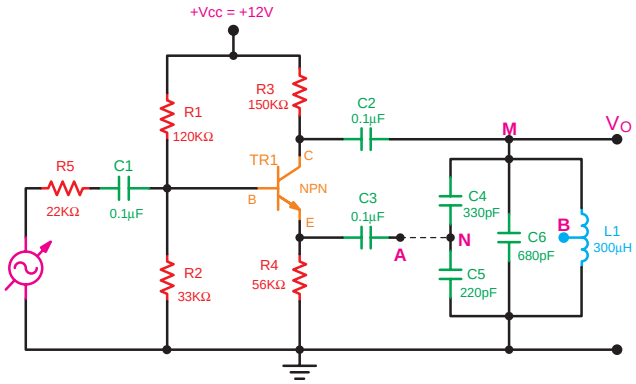
یکی از رموز موفقیت

با داشتن آرامش می‌توانید از تمامی توانایی‌های خود استفاده کنید. پس سعی کنید در هنگام بروز اضطراب، از تکنیک‌های کسب آرامش استفاده کنید.

*** ۵ــ۴ــ۱۱ــ** مقدار فرکانس و ولتاژ پیک تا پیک سیگنال ورودی و خروجی تقویت‌کننده را اندازه بگیرید و نتیجه را بنویسید.

مدولاتور AM

۶ــ۴ــ۱۱ــ فانکشن ژنراتور AF را طبق شکل ۵ــ۱۱ به‌ورودی بیس ترانزیستور نوسان‌ساز متّصل کنید.



شکل ۵ــ۱۱ــ مدولاتور AM

۷ــ۴ــ۱۱ــ بررسی کنید که آیا مدار، به نوسان درآمده است یا خیر؟ در صورتی که مدار دارای نوسان پایدار است، اسیلوسکوپ را روی محدودهٔ میلی‌ثانیه بیاورید به طوری که شکل موج سیگنال RF کاملاً فشرده و نورانی شود.

۸ــ۴ــ۱۱ــ خروجی فانکشن ژنراتور را روی یک کیلوهرتز قرار دهید.

۹ــ۴ــ۱۱ــ دامنهٔ سیگنال خروجی فانکشن ژنراتور را آن‌قدر افزایش دهید تا مدولاسیون ۵۰ درصد به وجود آید. یعنی $E_m = \frac{۱}{۲} E_c$ شود.

*۱۰ـ۴ـ۱۱ـ شکل موج خروجی را روی نمودار ۱ـ۱۱ رسم کنید.

۱۱ـ۴ـ۱۱ـ دامنهٔ سیگنال AF را افزایش دهید تا مدولاسیون صددرصد به وجود آید، یعنی $E_m = E_c$ شود.

*۱۲ـ۴ـ۱۱ـ شکل موج خروجی را روی نمودار ۲ـ۱۱ رسم کنید.

*۱۳ـ۴ـ۱۱ـ درصد مدولاسیون را از روی شکل موج رسم شده اندازه بگیرید و مقادیر را بنویسید.

*۱۴ـ۴ـ۱۱ـ ذوزنقه مدولاسیون را برای مدولاسیون ۵۰ درصد و صددرصد به دست آورید و آن را روی نمودارهای ۳ـ۱۱ و ۴ـ۱۱ رسم کنید.

*۱۵ـ۴ـ۱۱ـ درصد مدولاسیون را از روی ذوزنقه مدولاسیون اندازه بگیرید و مقادیر را بنویسید.

*۱۶ـ۴ـ۱۱ـ مقادیر به‌دست آمده در مراحل ۱۳ـ۴ـ۱۱ و ۱۵ـ۴ـ۱۱ را مقایسه کنید. آیا مقادیر با هم مطابقت دارد؟ شرح دهید.

*۱۷ـ۴ـ۱۱ـ فانکشن ژنراتور AF را روی موج مربعی با فرکانس ۱KHz قرار دهید و درصد مدولاسیون را روی ۵۰ درصد بگذارید. شکل موج خروجی را روی نمودار ۵ـ۱۱ ترسیم کنید.

*۱۸ـ۴ـ۱۱ـ شکل موج‌های نشان داده شده در نمودارهای ۱ـ۱۱ و ۵ـ۱۱ را با هم مقایسه و نتایج حاصل را تشریح کنید.

*۱۹ـ۴ـ۱۱ـ فانکشن ژنراتور AF را روی فرکانس یک کیلوهرتز مثلثی قرار دهید و شکل موج خروجی را با مدولاسیون ۵۰ درصد و صددرصد روی نمودار ۶ـ۱۱ رسم کنید.

جهت هنرجویان علاقه‌مند

برای ساخت یک فرستنده AM در باند MW(۵۳۰ KHz ـ ۱۶۰۵KHz) مقدار سلف به‌نظر شما چه مقدار است؟ مدار را طراحی و آن را آزمایش کنید.

فعالیت فوق برنامه ویژهٔ هنرجویان علاقه‌مند

با مراجعه به منابع مختلف، مدار یک نمونه مدولاتور، AM را با استفاده از یک IC بیابید، سپس آن را تجزیه و تحلیل کنید و نتایج حاصل شده را در دفتر گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید. در صورت امکان و داشتن وقت اضافی آن را در آزمایشگاه اجرا کنید.

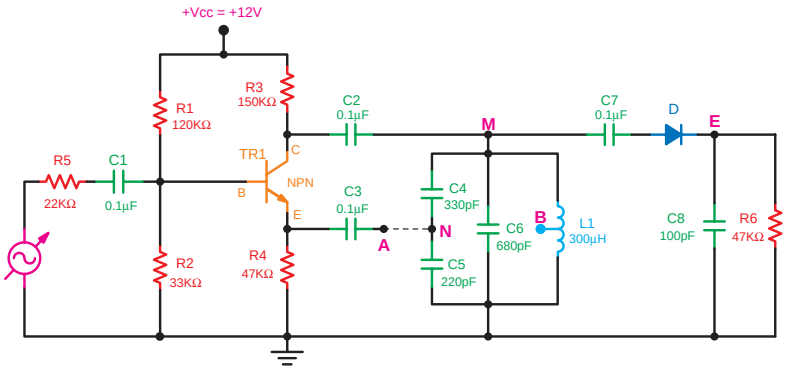
آشکارسازی سیگنال مدوله شده و مقایسهٔ آن با سیگنال ورودی

۲۰ـ۴ـ۱۱ـ فانکشن ژنراتور AF را روی سیگنال سینوسی با فرکانس یک کیلوهرتز قرار دهید و دامنهٔ آن را طوری تنظیم کنید که خروجی مدار مدولاتور، دارای مدولاسیون ۵۰درصد باشد.

۲۱ـ۴ـ۱۱ـ منبع تغذیه و فانکشن ژنراتور را خاموش کنید.

*۲۲ـ۴ـ۱۱ـ مدار آشکارساز را طبق شکل ۶ـ۱۱ به‌مدار شکل ۵ـ۱۱ اضافه کنید. توجّه داشته باشید که در این آزمایش، وارد اصول آشکارسازی نخواهید شد و هدف، مقایسهٔ سیگنال ورودی مدولاتور و خروجی آشکارساز است. نقشهٔ مدار را رسم کنید.

۲۳ـ۴ـ۱۱ـ پروب کانال یک اسیلوسکوپ را به دو سر سیگنال ژنراتور AF و پروب کانال ۲ را به خروجی آشکارساز (نقطهٔ E) متّصل کنید. سپس منبع تغذیه و فانکشن ژنراتور را



شکل ۶ــ۱۱ــ مدار مدولاتور و آشکارساز

برای مشاهده شکل موج آشکارشده مناسب در اسیلوسکوپ‌های مختلف می‌توان از خازن مناسب دیگری به جای خازن C_8(به‌طور مثال ۱nF) استفاده کرد.

روشن کنید.

*** ۲۴ــ۴ــ۱۱ــ** شکل موج خروجی و ورودی را روی نمودارهای ۷ــ۱۱ و ۸ــ۱۱ رسم کنید.

*** ۲۵ــ۴ــ۱۱ــ** شکل موج‌های رسم شده را در نمودارهای ۷ــ۱۱ و ۸ــ۱۱، با هم مقایسه کنید. آیا دو سیگنال کاملاً شبیه هم هستند؟ شرح دهید.

۲۶ــ۴ــ۱۱ــ در صورتی که پاسخ مرحلهٔ ۲۵ــ۴ــ۱۱ منفی باشد، باید مراحل آزمایش ۲۴ــ۴ــ۱۱ را تکرار کنید. یادآور می‌شود که این سیگنال‌ها از نظر دامنه، متفاوت‌اند ولی از نظر شکل موج و فرکانس، باید کاملاً مشابه باشند.

* ۵ــ ۱۱ــ نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش آموخته‌اید، به اختصار جمع‌بندی کنید.

۶ــ ۱۱ــ الگوی پرسش

پاسخ پرسش‌های زیر را در دفتر گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسید.

۱ــ۶ــ۱۱ــ مدولاتور مورد آزمایش چه نوع مدولاتوری است؟

۲ــ۶ــ۱۱ــ صافی (فیلتر) مدار آشکارساز چه نوع فیلتری است؟

۳ــ۶ــ۱۱ــ شکل موج ورودی آشکارساز و خروجی آن را رسم کنید.

۴ــ۶ــ۱۱ــ آیا موج خروجی آشکار شده دارای ولتاژ DC است یا خیر؟

۵ــ۶ــ۱۱ــ چنان‌چه جهت دیود آشکارساز عوض شود شکل موج خروجی آشکار شده چگونه است؟ آن را رسم کنید.