آزمایش شمارهٔ ۸

زمان اجرا: ۸ ساعت

عیب‌یابی یک تقویت‌کنندهٔ یک طبقه امیتر مشترک در صورت سوختن (قطع شدن و اتصال کوتاه شدن) المان‌ها

هدف کلی آزمایش

بررسی اثر قطع شدن و اتّصال کوتاه شدن المان‌های یک تقویت‌کنندهٔ سادهٔ ترانزیستوری و تأثیر آن روی ولتاژهای DC و AC پایه‌های ترانزیستور.

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

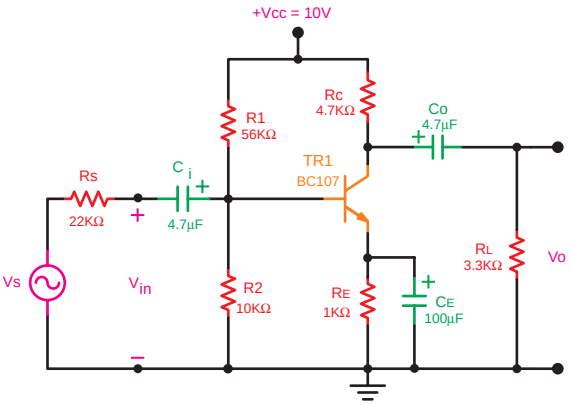
	زمان پیشنهادی برای آموزش نظری	عملی
■ به سؤالات آزمون نظری و کارگاهی آزمایش شمارهٔ ۷ پاسخ دهد.	۴۵′	
■ با اندازه‌گیری ولتاژ DC پایه‌های ترانزیستور، حالت قطع، فعّال و اشباع را تشخیص دهد.	۲۰′	
■ بهرهٔ ولتاژ یک تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک را اندازه بگیرد.	۱۰′	
■ با قطع نمودن مقاومت‌های تأمین بایاس بیس ترانزیستور، تغییرات نقطهٔ کار و ضریب تقویت ولتاژ را بررسی کند.	۱۰′	
■ با قطع کردن مقاومت کلکتور ترانزیستور، ولتاژ پایه‌های ترانزیستور را اندازه بگیرد و با مقدار طبیعی آن مقایسه کند.	۱۰′	
■ با قطع کردن مقاومت امیتر ترانزیستور، ولتاژ پایه‌های آن را اندازه بگیرد و حالت قطع، فعّال و اشباع ترانزیستور را مشخص کند.	۱۰′	
■ با قطع کردن هریک از خازن‌های کوپلاژ ورودی، خروجی و خازن بای‌پاس امیتر، ولتاژ بایاس ترانزیستور را اندازه بگیرد و با مقدار طبیعی آن مقایسه کند.	۱۰′	
■ با قطع کردن دیود بیس امیتر ترانزیستور، ولتاژ بایاس ترانزیستور را اندازه بگیرد و با مقدار طبیعی آن مقایسه کند.		۱۰′
■ با قطع کردن، دیود بیس کلکتور ترانزیستور، ولتاژ پایه‌های آن را اندازه بگیرد وحالت قطع، فعّال و اشباع ترانزیستور را مشخص کند.		۱۰′
■ با قطع کردن مقاومت بار تقویت‌کننده، ولتاژ پایه‌های آن را اندازه بگیرد و حالت قطع، فعّال و اشباع ترانزیستور را مشخص کند.		۱۰′
■ با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم، مقادیر DC نقطهٔ کار و ضریب بهرهٔ ولتاژ (AV) تقویت‌کننده را اندازه‌گیری کند.		۴۰′
■ اثر قطع شدن و اتصال کوتاه شدن تمام المان‌های مدار تقویت‌کننده را، با نرم‌افزار مولتی‌سیم، مورد بررسی قرار دهد.		۷۵′
■ با اتصال کوتاه کردن هریک از مقاومت‌های تأمین بایاس بیس ترانزیستور تغییرات نقطهٔ کار و ضریب تقویت ولتاژ را بررسی کند.		

■ با اتصال کوتاه کردن مقاومت کلکتور ترانزیستور، ولتاژ پایه‌های آن را اندازه بگیرد و با مقدار طبیعی آن مقایسه کند.	۱۰′
■ با اتصال کوتاه کردن مقاومت امیتر ترانزیستور ولتاژ پایه‌های آن را اندازه بگیرد و بررسی نماید که ترانزیستور، به کدام یک از حالات فعال، قطع یا اشباع می‌رود.	۱۰′
■ با اتّصال کوتاه کردن مقاومت بار R_L ، ولتاژ بایاس ترانزیستور را اندازه بگیرد و آن را با مقدار طبیعی مقایسه کند.	۱۰′
■ با اتصال کوتاه کردن هریک از خازن‌های C_i ، C_o ، C_E ، ولتاژ بایاس ترانزیستور را اندازه بگیرد و آن را با مقدار طبیعی مقایسه کند.	۱۰′
■ با اتصال کوتاه کردن پایه‌های بیس امیتر ترانزیستور به یکدیگر، ولتاژ بایاس ترانزیستور را اندازه بگیرد و آن را با مقدار طبیعی مقایسه کند.	۱۰′
■ با اتصال کوتاه کردن پایه‌های بیس کلکتور ترانزیستور به یکدیگر، ولتاژ بایاس ترانزیستور را اندازه بگیرد و آن را با مقدار طبیعی مقایسه کند.	۱۰′
■ با اتصال کوتاه کردن پایهٔ کلکتور ترانزیستور به امیتر، ولتاژ بایاس ترانزیستور را اندازه بگیرد وآن را با مقدار طبیعی مقایسه کند.	۱۰′
■ روش عیب‌یابی تقویت‌کننده به کمک ولت‌متر را تشریح کند.	۱۰′
■ روش عیب‌یابی تقویت‌کننده را به کمک اسیلوسکوپ تشریح کند.	۱۰′
■ گزارش کار جامعی از مراحل عملی آزمایش‌ها تهیه کند و آن را در دفتر گزارش کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی بنویسد (خارج از محیط آزمایشگاه).	۱۰′
■ کلیهٔ هدف‌های رفتاری در حیطهٔ عاطفی که در آزمایش شمارهٔ ۱ آمده است را در این آزمایش نیز مورد توجه قرار دهد.	۱۰′
	۱۰′

۱ــ۸ــ اطّلاعات اوّلیه

مدار مورد آزمایش، یک تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک است که از دو بُعد DC و AC مورد بررسی قرار می‌گیرد (شکل ۱ــ۸)[۱].

مقاومت‌های R_1 و R_2 تأمین بایاس بیس ترانزیستور را به



شکل ۱ــ۸ــ تقویت‌کنندهٔ امیتر مشترک

عهده دارند. مقاومت R_E ، به منظور تثبیت حرارتی ترانزیستور و مقاومت R_C ، علاوه بر کنترل جریان کلکتور به عنوان مقاومت بار کلکتور نیز به کار رفته است. مقاومت‌های R_1 ، R_2 ، R_C و R_E هر یک در بایاسینگ DC ترانزیستور نقش مؤثری دارند، به‌طوری که با قطع شدن هر یک از آن‌ها، ولتاژ پایه‌های ترانزیستور تغییر می‌کند و ممکن است از حالت فعال به اشباع یا قطع برود.

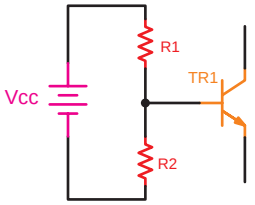
قطع‌شدن هر یک از دیودهای بیس امیتر و بیس کلکتور ترانزیستور نیز می‌تواند باعث تغییر نقطهٔ کار ترانزیستور شود و آن را به حالت قطع ببرد.

قطع شدن خازن‌های C_i و C_o و مقاومت R_L ، تأثیری در نقطهٔ کار DC ترانزیستور ندارد. این المان‌ها در شرایط اعمال سیگنال AC مؤثرند. به عنوان مثال در حالتی که R_1 قطع است، تغییرات نقطهٔ کار و دامنهٔ سیگنال AC خروجی را مورد بررسی

۱ــ قابل توجّه مربی محترم ــ چنانچه نوع ترانزیستور را تغییر دادید مقادیر مقاومت‌ها را طوری تغییر دهید تا تقویت‌کننده در کلاس A قرار گیرد.

قرار می‌دهیم. یادآور می‌شود که تغییرات به‌وجود آمده در نقطهٔ کار ترانزیستور، روی سیگنال AC نیز مؤثر است. در این حالت، ولتاژهای بیس و امیتر ترانزیستور مساوی صفر می‌شود و ولتاژ DC روی کلکتور به $+V_{CC}$ می‌رسد.

با صفر شدن جریان کلکتور، ترانزیستور به حالت قطع می‌رود و در صورت کم بودن دامنهٔ AC ورودی دامنهٔ سیگنال AC خروجی، صفر می‌شود. در شکل ۱ــ۸ اگر از جریان بیس ترانزیستور صرف‌نظر شود، مقاومت‌های R_1 و R_2، طبق شکل ۲ــ۸، به صورت سری قرار می‌گیرند و رابطهٔ تقسیم ولتاژ (۱ ــ ۸) در مورد آن صادق است.

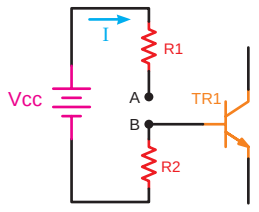


شکل ۲ــ۸ــ مدار سری R_1 و R_2

$$V_{CC} = V_{R_1} + V_{R_2}$$

$$V_{R_2} = \frac{V_{CC}.R_2}{R_1 + R_2} \qquad (۸ــ۱)$$

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار ولتاژ V_{CC} به نسبت مقاومت‌های R_1 و R_2 تقسیم می‌شود. با قطع شدن مقاومت R_1، جریان مدار صفر می‌شود و تمام ولتاژ تغذیه، طبق شکل ۳ــ۸، بین دو نقطهٔ A و B (محل قطع شده) قرار می‌گیرد و ولتاژ دو سر مقاومت‌های R_2 و R_1 به صفر می‌رسد.



شکل ۳ــ۸ــ مدار در حالتی که R_1 قطع شده است.

افت ولتاژ دو سر R_2 پایه‌های بیس و امیتر ترانزیستور را تغذیه می‌کند. یعنی ولتاژ دو سر مقاومت R_2 به دو قسمت V_{BE} و V_{RE} تقسیم می‌شود و رابطهٔ (۲ــ۸) در آن صدق می‌کند.

$$V_{R_2} = V_{BE} + V_{R_E} \qquad (۸ــ۲)$$

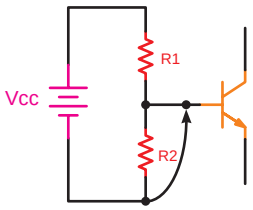
چون V_{R_2} صفر شده است، در نتیجه $V_{BE} = -V_{R_E}$ و ترانزیستور به حالت قطع می‌رود.

در حلقهٔ خروجی شکل ۱ــ۸، ولتاژ V_{CC} به نسبت R_C و R_E و V_{CE} طبق رابطهٔ (۳ــ۸) تقسیم می‌شود.

$$V_{CC} = V_{CE} + V_{RC} + V_{RE} \qquad (۸ــ۳)$$

با قطع شدن ترانزیستور و صفر شدن جریان کلکتور، ولتاژهای $V_{RC} = I_C R_C$ و $V_{RE} = I_E R_E$ نیز صفر می‌شوند. به این ترتیب تمام ولتاژ تغذیه در دو سر کلکتور امیتر ترانزیستور ظاهر می‌شود. به علت قطع بودن ترانزیستور، سیگنال ورودی نیز تقویت نمی‌شود و در دو سر بار R_L ولتاژی نخواهیم داشت. اگر دامنهٔ سیگنال ورودی افزایش یابد و به مقداری بیش از ولتاژ آستانهٔ هدایت دیود بیس امیتر برسد، قسمت‌هایی از نیم سیکل‌های مثبت سیگنال ورودی تقویت می‌گردد و روی مقاومت بار، ظاهر می‌شود.

اتّصال کوتاه شدن پایه‌های ترانزیستور یا هر یک از مقاومت‌های بایاس آن، ممکن است ترانزیستور را به اشباع یا قطع ببرد. برای نمونه، به بررسی مدار در حالت اتّصال کوتاه شدن مقاومت R_2 می‌پردازیم (شکل ۴ــ۸).



شکل ۴ــ۸ــ مدار در حالت اتصال کوتاه R_2

همان‌طور که مشاهده می‌شود، مقدار ولتاژ V_{CC} به نسبت مقاومت‌های R_1 و R_2 تقسیم می‌شود. با اتّصال کوتاه شدن مقاومت R_2 جریان مدار زیاد می‌شود و تمام ولتاژ تغذیه، طبق

شکل ۴ــ۸، در دو سر مقاومت R_1 قرار می‌گیرد و ولتاژ دو سر مقاومت R_2 به صفر می‌رسد.

تمرین مستمر و مداوم

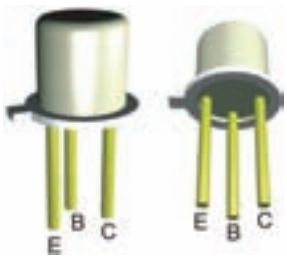
برای کسب موفقیت، تنها به دست آوردن اطلاعات و دانش کفایت نمی‌کند، بلکه به‌کارگیری و تمرین مستمر آن اطلاعات است که ما را به هدف می‌رساند.

با اتّصال کوتاه شدن مقاومت R_2 ، ولتاژهای بیس و امیتر ترانزیستور، نسبت به شاسی صفر شده، ولتاژ DC کلکتور را به V_{CC} می‌رساند. یعنی، ترانزیستور به حالت قطع می‌رود. در این حالت، سیگنال ورودی از طریق مسیر اتّصال کوتاه به شاسی بای‌پاس می‌شود و دامنهٔ سیگنال خروجی را صفر می‌کند.

۲ــ۸ــ دستورهای حفاظت و ایمنی

▲ نکات ایمنی آزمایش شمارهٔ ۱ را مطالعه و رعایت کنید.

▲ در هنگام بستن مدار روی برد بُرد، پایه‌های ترانزیستور را بدون خم کردن، در بردبُرد قرار دهید (شکل ۵ــ۸).



شکل ۵ــ۸ــ پایه‌های ترانزیستور را بدون خم کردن در بُرد بگذارید.

▲ از اتصال صحیح سیم‌های رابط و گیره‌های سوسماری اطمینان حاصل کنید، تا از اتصال کوتاه شدن منبع تغذیه جلوگیری شود.

▲ ممکن است در قرار دادن پایه‌های ترانزیستور در سوراخ بردبُرد، پایهٔ ترانزیستور خم شود و تکرار این کار پایه را قطع کند. بهتر است به پایه‌ها سیم تلفنی لحیم کنید و سیم را در سوراخ بردبرد قرار دهید.

۳ــ۸ــ قطعات و تجهیزات مورد نیاز

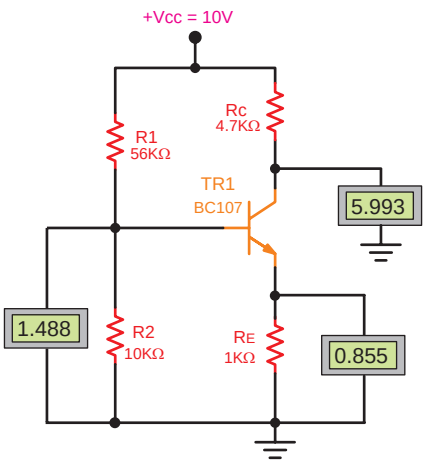
- مقاومت‌های ۵۶K، ۱۰K، ۱K، ۴/۷K، ۳/۳ K، ۲۲ K از هر کدام یک عدد
- خازن‌های ۴/۷ µF، دو عدد و خازن ۱۰۰ µF، یک عدد (ولتاژ کار خازن‌ها حداقل ۲۵ ولت باشد.)
- ترانزیستور BC۱۰۷ یا مشابه آن، یک عدد
- سیگنال ژنراتور AF، منبع تغذیهٔ DC، مولتی‌متر دیجیتالی و اسیلوسکوپ، از هرکدام یک دستگاه.

۴ــ۸ــ مراحل اجرای آزمایش

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

توصیه می‌شود قبل از اجرای عملی این آزمایش هنرآموز محترم یک بار مراحل عیب‌یابی را با نرم‌افزار برای هنرجویان شبیه سازی کند.

۱ــ۴ــ۸ــ مدار شکل ۶ــ۸ را با نرم‌افزار مولتی‌سیم ببندید.



شکل ۶ــ۸ــ مدار بایاس سرخود ترانزیستور مورد آزمایش با نرم‌افزار مولتی‌سیم

*۲ــ۴ــ۸ــ مقادیر DC ولتاژ V_B ، V_E ، V_C و V_{CE} را اندازه بگیرید و در جدول ۱ــ۸ یادداشت کنید.

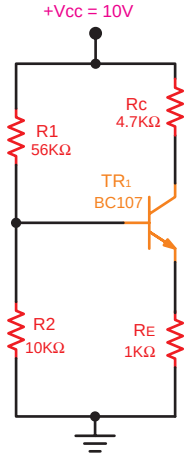
توجه داشته باشید که ولتاژ پایه‌های ترانزیستور را نسبت به شاسی اندازه بگیرید.

جریان‌ها را به دو روش می‌توان اندازه گرفت. یکی، سری کردن آمپرمتر با مقاومت و قرائت مستقیم جریان و دیگری روش ولتاژگیری است. در این روش، با اندازه‌گیری ولتاژ دو سر مقاومت و تقسیم آن بر مقدار مقاومت، جریان محاسبه می‌شود.

جریان بیس ترانزیستور از تفاضل دو جریان امیتر و کلکتور به دست می‌آید.

*۳ــ۴ــ۸ــ با توجه به مقادیر اندازه‌گیری شده توضیح دهید که ترانزیستور در چه ناحیه‌ای (اشباع، فعال، قطع) قرار دارد؟ شرح دهید.

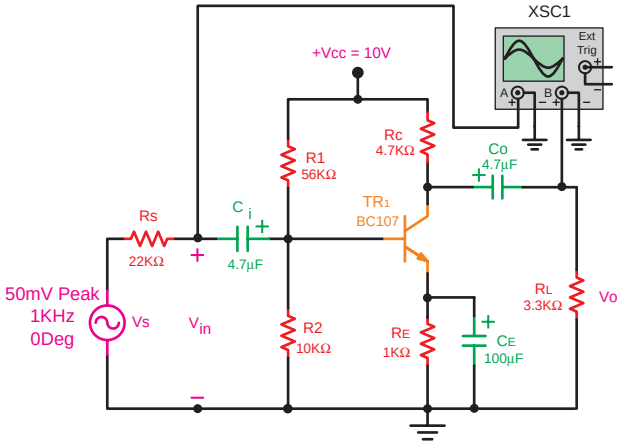
*۴ــ۴ــ۸ــ مدار شکل ۷ــ۸ را روی بِرِدبُرد سوار کنید. به کمک مولتی‌متر، مقادیر DC ولتاژ V_B ، V_C ، V_E و V_{CE} را اندازه بگیرید و در جدول ۲ــ۸ یادداشت کنید.



شکل ۷ــ۸ــ مدار مورد آزمایش بر روی بردبرد

*۵ــ۴ــ۸ــ آیا مقادیر اندازه‌گیری شده با نرم‌افزار با مقادیر اندازه‌گیری شدهٔ عملی، مطابقت دارند؟ توضیح دهید.

۶ــ۴ــ۸ــ مدار شکل ۸ــ۸ را با نرم‌افزار مولتی‌سیم ببندید.



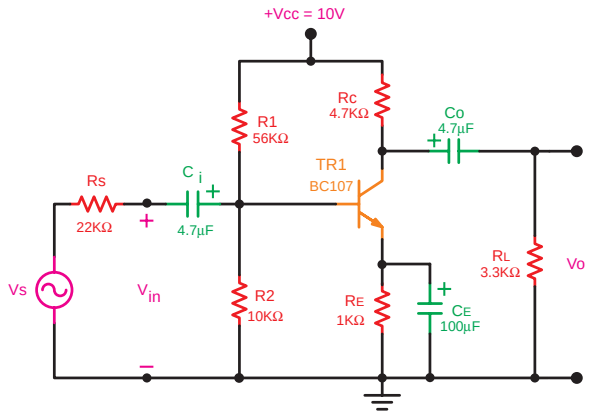
شکل ۸ــ۸ــ مدار تقویت‌کننده مورد آزمایش با نرم‌افزار مولتی‌سیم

۷ــ۴ــ۸ــ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۱ کیلوهرتز قرار دهید و دو سر مقاومت بار R_L را به ورودی اسیلوسکوپ متصل کنید.

۸ــ۴ــ۸ــ دامنهٔ سیگنال ورودی را آن‌قدر زیاد کنید که بیش‌ترین مقدار پیک توپیک، بدون بریدگی (اعوجاج)، روی صفحهٔ اسیلوسکوپ ظاهر شود.

*۹ــ۴ــ۸ــ مقادیر V_{ipp} ، V_{opp} را به کمک اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و مقدار A_V را محاسبه کنید. سپس جدول ۳ــ۸ را تکمیل نمایید.

۱۰ــ۴ــ۸ــ مدار شکل ۷ــ۸ را به صورت شکل ۹ــ۸ در آورید.



شکل ۹ــ۸ــ مدار مورد آزمایش

۱۱ــ۴ــ۸ــ سیگنال ژنراتور را روی موج سینوسی با فرکانس ۱ کیلوهرتز قرار دهید و دو سر مقاومت بار R_L را به ورودی اسیلوسکوپ متصل کنید.

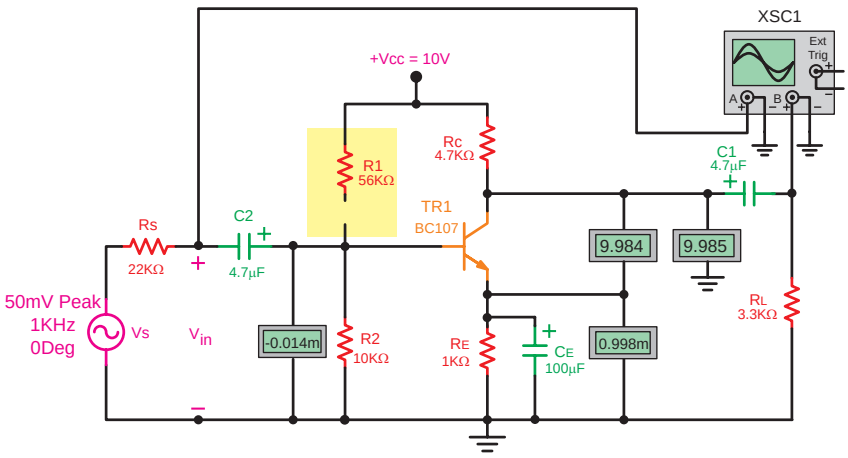
۱۲ــ۴ــ۸ــ دامنهٔ سیگنال ورودی را آن‌قدر زیاد کنید که بیش‌ترین مقدار پیک توپیک، بدون بریدگی (اعوجاج)، روی صفحهٔ اسیلوسکوپ ظاهر شود.

***۱۳ــ۴ــ۸ــ** مقادیر V_{ipp} ، V_{opp} را به کمک اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و مقدار A_V را محاسبه نمایید و سپس جدول ۴ــ۸ را تکمیل کنید.

***۱۴ــ۴ــ۸ــ** چرا با افزایش دامنهٔ سیگنال ورودی، در سیگنال خروجی بریدگی به‌وجود می‌آید؟ توضیح دهید.

***۱۵ــ۴ــ۸ــ** شکل موج ورودی و خروجی را با توجّه به اختلاف فاز، روی نمودار ۱ــ۸ رسم کنید. در این قسمت از هر دو کانال اسیلوسکوپ استفاده شود.

***۱۶ــ۴ــ۸ــ** مدار شکل ۱۰ــ۸ را مجدداً با نرم‌افزار مولتی‌سیم ببندید. سپس در شرایطی که سیگنال سینوسی به ورودی مدار اتصال دارد با قطع هریک از المان‌های R_1 ، R_2 ، R_C ، R_E در شکل ۱۰ــ۸، V_B ، V_C ، V_E و V_{CE} و V_{opp} را اندازه بگیرید و جدول ۵ــ۸ را کامل کنید. توجه داشته باشید که در هر مرحله از آزمایش فقط یک المان از مدار قطع شود.



شکل ۱۰ــ۸ــ R_1 المان قطع شده در مدار نرم‌افزار و مقادیر DC تقویت‌کننده

***۱۷ــ۴ــ۸ــ** با توجّه به مدار شکل ۱۰ــ۸، در شرایطی که سیگنال به ورودی مدار اتّصال دارد، با قطع هر یک از المان‌های R_1 ، R_2 ، R_C ، R_E ، R_L ، V_B ، V_C ، V_E و V_{opp} را اندازه بگیرید و سپس جدول ۶ــ۸ را تکمیل کنید.

توجّه داشته باشید که در هر مرحله از آزمایش، فقط یک المان از مدار قطع می‌شود.

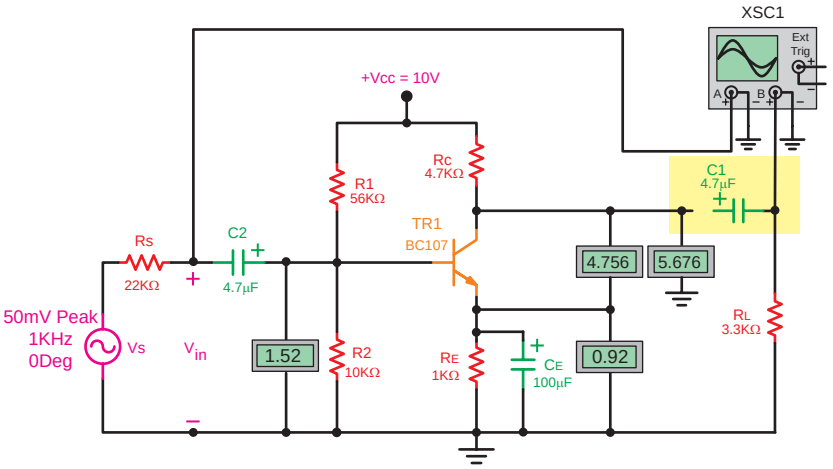
تذکّر ۱: منظور از ناحیهٔ کار ترانزیستور، حالت‌های اشباع، قطع و فعّال است.

تذکّر ۲: با قطع هر المان، سیگنال خروجی ممکن است قوی، ضعیف، اعوجاج‌دار یا حذف شود.

***۱۸ــ۴ــ۸ــ** آیا مقادیر جدول‌های ۵ــ۸ و ۶ــ۸ با یکدیگر اختلاف دارند؟ توضیح دهید.

***۱۹ــ۴ــ۸ــ** نتایج حاصل شده از جدول‌های ۵ــ۸ و ۶ــ۸ را، با توجه به هر مورد، به‌طور خلاصه جمع‌بندی کنید.

***۲۰ــ۴ــ۸ــ** با قطع هریک از خازن‌های C_i ، C_o و C_E در نرم‌افزار شکل ۱۱ــ۸ مقادیر V_B ، V_C ، V_E ، V_{CE} و V_{opp} را اندازه بگیرید و سپس جدول ۷ــ۸ را کامل کنید.



شکل ۱۱ــ۸ــ خازن C_i قطع شده در مدار نرم‌افزار مولتی‌سیم

***۲۱ــ۴ــ۸ــ** با قطع هریک از خازن‌های C_i ، C_o و C_E در مدار تقویت‌کنندهٔ شکل ۹ــ۸، V_B ، V_C ، V_E ، V_{CE} و V_{opp} را اندازه بگیرید و جدول ۸ــ۸ را تکمیل کنید.

***۲۲ــ۴ــ۸ــ** نتایج حاصل شده از جدول‌های ۷ــ۸ و ۸ــ۸ را با توجه به هر مورد، به‌طور خلاصه جمع‌بندی کنید.

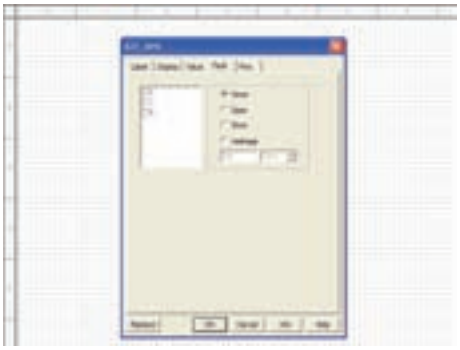
***۲۳ــ۴ــ۸ــ** با قطع هریک از دیودهای بیس امیتر و کلکتور بیس مدار بسته شده با نرم‌افزار، ولتاژهای V_B ، V_C ، V_E ، V_{CE} و V_{opp} را اندازه بگیرید و سپس جدول ۹ــ۸ را تکمیل کنید.

تذکر

برای قطع کردن دیودهای ترانزیستور، در نرم‌افزار روی ترانزیستور، دو بار کلیک چپ کنید تا پنجره شکل ۱۲ــ۸ باز شود.

شکل ۱۲ــ۸ــ پنجره مشخصات ترانزیستور

زبانهٔ Fault را انتخاب کنید تا شکل ۱۳ــ۸ ظاهر شود.



شکل ۱۳ــ۸ــ انتخاب زبانه Fault از مشخصات پنجرهٔ ترانزیستور

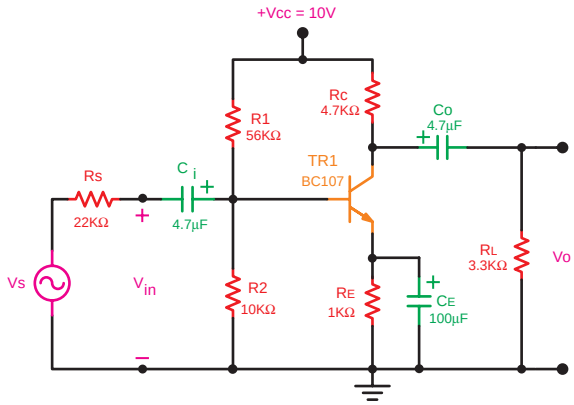
انگیزه و تفکر

یادگیری بدون انگیزه و تفکر مانع کشف و بروز استعداد خلاقیت و نوآوری در فراگیران می‌شود.

با انتخاب گزینهٔ Open یکی از پایه‌های E، C، B ترانزیستور را قطع کنید (شکل ۱۴ــ۸).

شکل ۱۴ــ۸ــ انتخاب گزینه Open در زبانه Fault

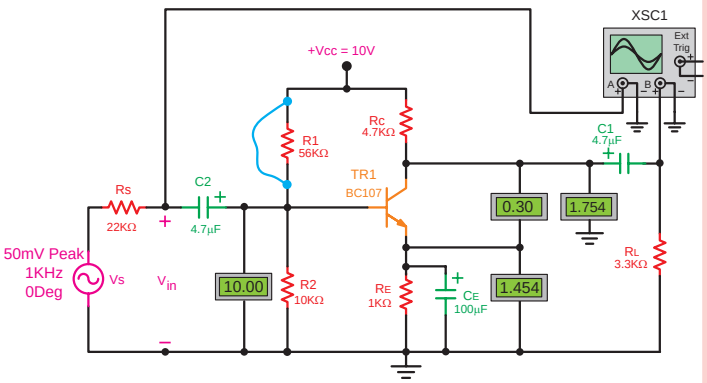
* **۲۴ــ۴ــ۸ــ** با قطع هریک از دیودهای بیس‌امیتر و کلکتور بیس، V_B ، V_C ، V_E و V_{CE} و V_{opp} را اندازه بگیرید و سپس جدول ۱۰ــ۸ را کامل کنید (مقادیر V_B ، V_C ، V_E و V_{CE} با مولتی‌متر DC اندازه‌گیری شود) (شکل ۱۵ــ۸).



شکل ۱۵ــ۸ــ تقویت‌کننده امیتر مشترک

* **۲۵ــ۴ــ۸ــ** نتایج حاصل شده از جدول‌های ۹ــ۸ و ۱۰ــ۸ را به‌طور خلاصه جمع‌بندی کنید.

* **۲۶ــ۴ــ۸ــ** مدار تقویت‌کنندهٔ شکل ۱۶ــ۸ را با نرم‌افزار ببندید. با اتصال کوتاه کردن مقاومت‌های R_1 ، R_2 ، R_C ، R_E ، V_B ، V_C ، V_E ، V_{CE} و V_{opp} را اندازه بگیرید و سپس در جدول ۱۱ــ۸ یادداشت کنید. توجه داشته باشید که در هر مرحله از آزمایش، فقط یک اتصال کوتاه در مدار برقرار شود.



شکل ۱۶ــ۸ــ المان R_1 اتصال کوتاه شده در مدار نرم‌افزار

* **۲۷ــ۴ــ۸ــ** مدار شکل ۱۵ــ۸ را روی بِرِدبُرد ببندید و راه‌اندازی کنید، با اتصال کوتاه کردن مقاومت‌های R_1 ، R_2 ، R_C ، R_E ، R_L ، V_B ، V_C ، V_E ، V_{CE} و V_{opp} را اندازه بگیرید و سپس در جدول ۱۲ــ۸ یادداشت کنید. توجه داشته باشید که در هر مرحله از آزمایش، فقط یک اتصال کوتاه در مدار برقرار شود.

تذکر ۱: در آزمایش‌های مربوط به اتصال کوتاه مقاومت‌های R_1 و R_E دقت شود که مدت آزمایش‌ها کوتاه باشد تا اتصال کوتاه موجب سوختن ترانزیستور نشود.

تذکر ۲: با اتصال کوتاه شدن هر المان، ممکن است ترانزیستور به اشباع یا قطع برود و سیگنال خروجی قوی، ضعیف، اعوجاج‌دار یا حذف شود.

تذکر ۳: مقادیر V_B ، V_C و V_E به‌وسیلهٔ مولتی‌متر DC اندازه‌گیری شود.

* **۲۸ــ۴ــ۸ــ** نتایج حاصل شده از جدول‌های ۱۱ــ۸ و ۱۲ــ۸ را به‌طور خلاصه جمع‌بندی کنید.

* **۲۹ــ۴ــ۸ــ** با اتصال کوتاه کردن هریک از خازن‌های C_i ، C_o و C_E در نرم‌افزار، مقادیر V_B ، V_C ، V_E ، V_{CE} و V_{opp} را اندازه بگیرید. سپس جدول ۱۳ــ۸ را کامل کنید.

* **۳۰ــ۴ــ۸ــ** خازن‌های C_i ، C_o و C_E را به ترتیب در مدار اتصال کوتاه کنید و مقادیر ولتاژ V_B ، V_C ، V_E ، V_{CE} و V_{opp} را اندازه بگیرید. سپس جدول ۱۴ــ۸ را کامل کنید.

* **۳۱ــ۴ــ۸ــ** نتایج حاصل شده از جدول‌های ۱۳ــ۸ و ۱۴ــ۸ را به‌طور خلاصه جمع‌بندی کنید.

* **۳۲ــ۴ــ۸ــ** با اتصال کوتاه کردن کلکتور به امیتر، بیس به امیتر ترانزیستور در نرم‌افزار مدار شکل ۱۶ــ۸ و اندازه‌گیری V_B ، V_C ، V_E ، V_{CE} و V_{opp} جدول ۱۵ــ۸ را کامل کنید.

* **۳۳ــ۴ــ۸ــ** با اتصال کوتاه کردن کلکتور به امیتر و بیس به امیتر ترانزیستور، مدار تقویت‌کنندهٔ شکل ۱۵ــ۸ در بردبُرد، ولتاژهای V_B ، V_C ، V_E ، V_{CE} و V_{opp} را اندازه بگیرید و سپس جدول ۱۶ــ ۸ را کامل کنید.

انگیزه و تفکر

اتصال کوتاه شدن کلکتور به بیس ترانزیستور خطرناک بوده، غالباً موجب سوختن آن می‌شود.

* **۳۴ــ۴ــ۸ــ** نتایج حاصل شده از جدول‌های ۱۵ــ۸ و ۱۶ــ۸ را به‌طور خلاصه جمع‌بندی کنید.

* ۵ــ۸ــ نتایج آزمایش

نتایجی را که در این آزمایش، به هنگام قطع و اتصال کوتاه کردن المان‌ها تجربه کرده‌اید، به اختصار و به‌صورت جدول تنظیم کنید.

۶ــ۸ــ الگوی پرسش

با توجه به مراحل اجرای آزمایش، به سؤالات الگوی پرسش، پاسخ دهید.

۱ــ۶ــ۸ــ در حالتی که R_1 قطع است، اگر دامنهٔ سیگنال ورودی خیلی زیاد شود، سیگنال خروجی چه تغییری می‌کند؟ چرا؟

۲ــ۶ــ۸ــ در حالتی که R_2 قطع است، دامنهٔ سیگنال خروجی زیاد می‌شود یا کم؟ چرا؟

۳ــ۶ــ۸ــ با قطع شدن R_C، چرا ولتاژ DC امیتر ترانزیستور کاهش می‌یابد؟

۴ــ۶ــ۸ــ به چه دلیل پس از قطع شدن R_E، ولتاژ DC امیتر ترانزیستور افزایش می‌یابد؟

۵ــ۶ــ۸ــ با قطع شدن R_L، دامنهٔ سیگنال خروجی زیاد می‌شود یا کم؟ چرا؟

۶ــ۶ــ۸ــ با قطع شدن خازن C_E، بهرهٔ ولتاژ زیاد می‌شود یا کم؟ چرا؟

۷ــ۶ــ۸ــ آیا با قطع شدن خازن C_i یا C_o، بایاس ترانزیستور تغییر می‌کند؟ چرا؟

۸ــ۶ــ۸ــ وقتی که در دوسر بار R_L سیگنال خروجی نداریم کدام‌یک از دو خازن C_i و C_o قطع است؟ چگونه می‌توان به قطع بودن هریک از آن‌ها پی‌برد؟

۹ــ۶ــ۸ــ چگونه می‌توان به قطع بودن دیود بیس امیتر پی‌برد؟

۱۰ــ۶ــ۸ــ چگونه می‌توان به قطع بودن دیود بیس کلکتور پی‌برد؟

۱۱ــ۶ــ۸ــ اگر ولتاژ DC بیس ترانزیستور، نسبت به شاسی صفر شود، عیب چیست؟ شرح دهید.

۱۲ــ۶ــ۸ــ اگر ولتاژ DC امیتر ترانزیستور افزایش یابد، عیب چیست؟ شرح دهید.

۱۳ــ۶ــ۸ــ در شکل ۱ــ۸ اگر بخواهیم از ترانزیستور PNP استفاده کنیم چه تغییراتی لازم است؟ مدار آن را رسم کنید.

۱۴ــ۶ــ۸ــ با اتصال کوتاه شدن مقاومت R_1، ترانزیستور به اشباع می‌رود یا قطع؟ چرا؟

۱۵ــ۶ــ۸ــ در یک تقویت‌کننده، وقتی که R_E کم باشد، بهتر است از اتّصال کوتاه کردن R_1 خودداری شود، سبب آن را توضیح دهید.

۱۶ــ۶ــ۸ــ با اتصال کوتاه کردن مقاومت R_C، چرا دامنهٔ سیگنال خروجی صفر می‌شود؟

۱۷ــ۶ــ۸ــ اگر R_E اتّصال کوتاه شود، ولتاژ DC کلکتور ترانزیستور کاهش می‌یابد. چرا؟

۱۸ــ۶ــ۸ــ با اتّصال کوتاه کردن خازن C_i، چرا ولتاژ DC کلکتور ترانزیستور افزایش می‌یابد؟

۱۹ــ۶ــ۸ــ با اتصال کوتاه کردن خازن C_o، چرا ولتاژ DC کلکتور ترانزیستور نسبت به شاسی کاهش می‌یابد؟

۲۰ــ۶ــ۸ــ با اتّصال کوتاه کردن مقاومت بار R_L، چه تغییری در نقطهٔ کار ترانزیستور داده می‌شود؟

۲۱ــ۶ــ۸ــ هنگام عیب‌یابی چگونه می‌توان اتّصال کوتاه خازن C_E را از اتصال کوتاه مقاومت R_E تفکیک کرد؟

۲۲ــ۶ــ۸ــ با اتّصال کوتاه کردن دیود بیس امیتر، ولتاژ DC کلکتور ترانزیستور افزایش می‌یابد و به V_{CC} می‌رسد. چرا؟

۲۳ــ۶ــ۸ــ اگر دیود کلکتور بیس اتصال کوتاه شود، ولتاژ DC امیتر ترانزیستور افزایش می‌یابد. چرا؟

۲۴ــ۶ــ۸ــ اگر پایه‌های کلکتور و امیتر ترانزیستور به هم اتصال کوتاه شوند، ولتاژهای V_E و V_C نسبت به حالت طبیعی چه تغییری می‌کنند؟ چرا؟

۲۵ــ۶ــ۸ــ هنگام عیب‌یابی چگونه می‌توان اتّصال کوتاه خازن C_i را از اتصال کوتاه خازن C_o، تفکیک کرد؟