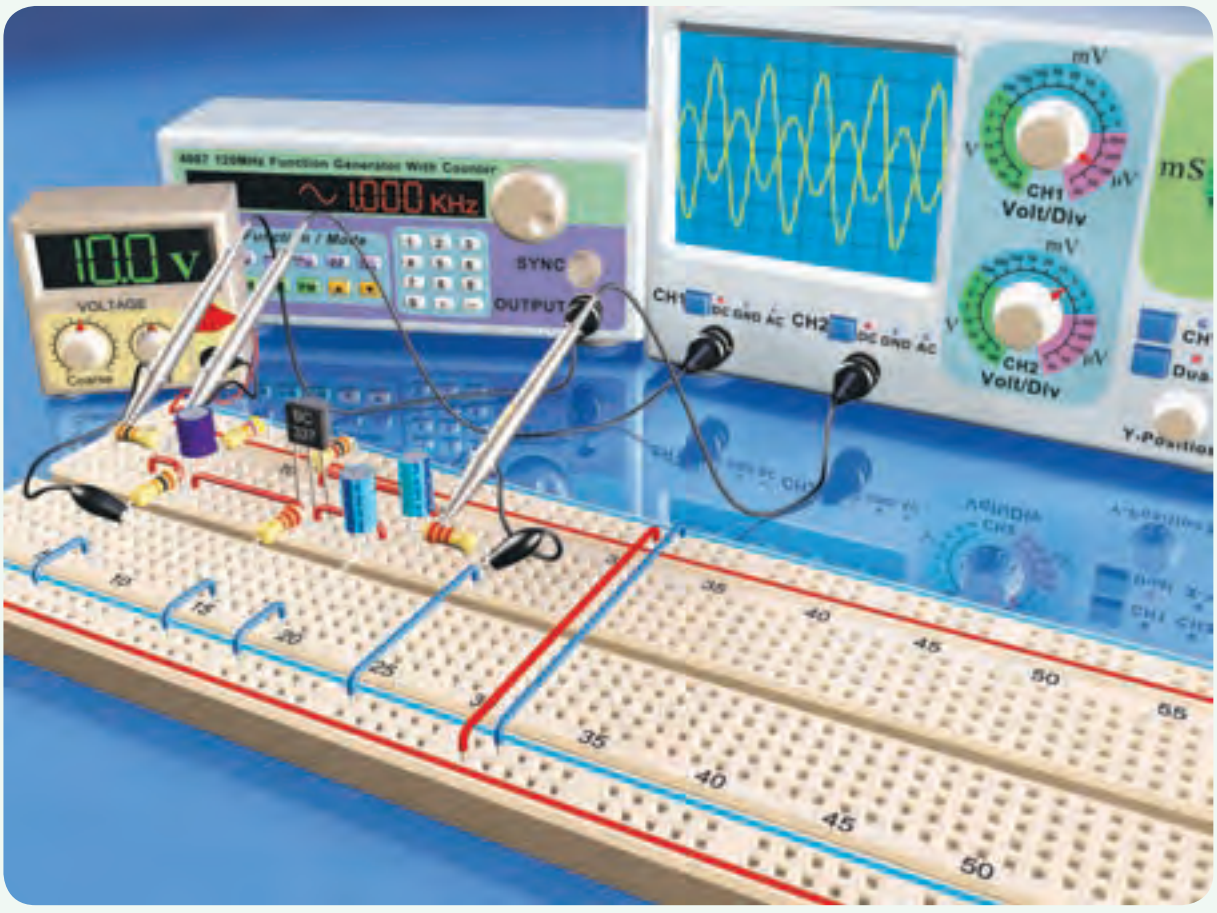
آزمایش شماره‌ی ۵

زمان اجرا ۱۶ ساعت آموزشی

تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک

هدف کلی آزمایش

اجرای عملی مدارهای تقویت‌کننده ساده سیگنال کوچک



هدف‌های رفتاری

پس از پایان این آزمایش از فراگیرنده انتظار می‌رودکه:

۱- به سؤال‌های نظری کارگاهی آزمایش شماره‌ی (۴) پاسخ دهد.
۲- مدار تقویت‌کننده امیتر مشترک را ببندد.
۳- نقطه کار ترانزیستور را اندازه بگیرد.
۴- مشخصات تقویت‌کننده (بهره‌ی ولتاژ، امپدانس ورودی، امپدانس خروجی و بهره‌ی جریان) را اندازه بگیرد.
۵- اثر خازن بای‌پاس امیتر را بر کار تقویت‌کننده مشاهده کند.
۶- اثر تغییرات دامنه و فرکانس سیگنال ورودی را برکار تقویت‌کننده مشاهده کند.
۷- مدار تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک را ببندد.
۸- نقطه‌ی کار ترانزیستور را اندازه‌گیری کند.
۹- مشخصات تقویت‌کننده (بهره‌ی ولتاژ، بهره‌ی جریان، امپدانس ورودی و امپدانس خروجی) را اندازه بگیرد.
۱۰- اثر خازن بای پاس بیس را برکار تقویت‌کننده مشاهده کند.
۱۱- اثر تغییرات دامنه و فرکانس سیگنال ورودی را برکار تقویت‌کننده مشاهده کند.
۱۲- مدار تقویت‌کننده کلکتور مشترک را ببندد.
۱۳- نقطه‌ی‌کار ترانزیستور را اندازه‌گیری کند.
۱۴- بهره‌ی جریان، امپدانس ورودی و امپدانس خروجی تقویت‌کننده را اندازه بگیرد.
۱۵- مدار جداکننده‌ی فاز ترانزیستوری را ببندد.
۱۶- شکل موج‌های خروجی (پایه‌های کلکتور و امیتر ترانزیستور) را ترسیم نماید.
۱۷- کلیه‌ی آزمایش‌ها را با نرم‌افزار شبیه‌سازی کند.
۱۸- اهداف تعیین شده در حیطه‌ی عاطفی که در آزمایش (۱) آمده است را اجراکند.
۱۹- گزارش‌کار مستند و دقیق بنویسد.
۲۰- به سؤال‌های الگوی پرسش پاسخ دهد.

۵-۱- اطلاعات اولیه

۵-۱-۱- انواع تقویت‌کننده‌ها از نظر تقویت سیگنال

یکی از کاربردهای ترانزیستور در مدارهای تقویت‌کننده است. تقویت‌کننده‌های ترانزیستوری قادر به تقویت ولتاژ، جریان و توان سیگنال مورد نظر هستند.با توجه به میزان تقویت‌کنندگی، تقویت کننده‌ها را به دو دسته‌ی عمده تقسیم می‌کنند.

- *تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک*
- *تقویت‌کننده‌های سیگنال بزرگ*

در این قسمت به بحث روی تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک با زبان ساده می‌پردازیم.

۵-۱-۲- انواع تقویت‌کننده‌های ترانزیستوری از نظر آرایش

تقویت‌کننده‌های سیگنال کوچک در سه نوع امیتر مشترک (CE)، کلکتور مشترک(CC) و بیس مشترک(CB) ساخته می‌شوند.

در صورتی که پایه امیتر از نظر سیگنال AC بین ورودی و خروجی مدار مشترک باشد، مدار را امیتر مشترک یا CE می‌نامند. چنان‌چه پایه‌ی کلکتور از نظر AC بین ورودی و خروجی مشترک باشد، مدار کلکتور مشترک است. در صورتی که پایه بیس بین ورودی و خروجی از نظر AC مشترک باشد، مدار را بیس مشترک می‌نامند.

۵-۲- نکات ایمنی

۵-۲-۱- کلیه‌ی نکات ایمنی ارائه شده در

آزمایش‌هـــای قبل را مجدداً مرور کنید و آن‌ها را در مراحل اجرای این آزمایش به کار ببرید.

۵-۲-۲- قبـــل از اجرای آزمایـــش کلیه‌ی قطعات به خصوص ترانزیســـتورها را مورد آزمایـــش قرار دهید و از سلامت آن‌ها اطمینان حاصل کنید.

۵-۲-۳- قبل از شروع آزمایش دستگاه‌ها و تجهیزات را بررســـی و آزمایش کنید تا در خلال اجـــرای آزمایش با مشکل مواجه نشوید.

۵-۲-۴- هنگام بســـتن مدار روی بردبُرد سعی کنید مدار را به گونه‌ای ببندید که امکان دسترسی به قسمت‌های مختلف برای عیب‌یابی و اجرای آزمایش وجود داشته باشد.

۵-۳- اجـــرای آزمایش‌هـــا بـــه صورت نرم‌افزاری

توجه کنید

پاســـخ مواردی که با ستاره مشخص شده است را باید در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشـــگاهی (جـــلد دوم کتاب کارگاه و آزمایشـــگاه الکترونیک) درج نمایید.

★۵-۳-۱- هـــدف کلـــی آزمایـــش را در کتـــاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشـــگاهی بنویسید. هنرجویان عزیز به مدارهای شبیه‌سازی شده که توسط معلم نمایش داده می‌شود توجه نمایند و نحوه‌ی شبیه‌سازی را فرابگیرند.

۵-۳-۲- بـــا مراجعه به جلد دوم کتاب آزمایشـــگاه مجازی، ابتدا نرم‌افزار مولتی‌سیم را روی کامپیوتر خود نصب کنید، سپس اقدام به شبیه‌ســـازی مدارهای مورد آزمایش بنمایید.

★۵-۳-۳- نقشه‌ی چاپ شـــده‌ی حداقل یکی از مدارهایی را که شبیه‌سازی کرده‌اید، در کتاب گزارش‌کار و فعالیت‌های آزمایشگاهی و در محل تعیین شده بچسبانید.

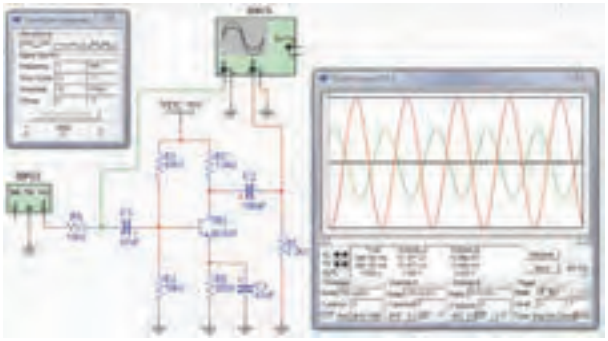
★۵-۳-۴- مختصـــات نقطـــه‌ی‌کار مدارهـــای شبیه‌سازی شده را بنویسید.

★۵-۳-۵- تصویر سیگنال ورودی و خروجی مدار امیتر مشـــترک شبیه‌سازی شـــده را در محل تعیین شده بچسبانید.

★۵-۳-۶- فایل‌هـــای نرم‌افزاری تهیه شـــده را در یک CD ذخیره کنید و تحویل مربی خود دهید.

★۵-۳-۷- مراحل اجرای شبیه‌ســـازی را به طور خلاصه شرح دهید.

۵-۳-۸- در شکل ۵-۱ یک نمونه مدار امیتر مشترک که شبیه‌سازی شده است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۵-۱- مدار شبیه‌سازی شده

۵-۴- قطعات، مواد، ابزار و تجهیزات مورد نیاز

-اسیلوسکوپ دو کاناله	۱ دستگاه
- سیگنال ژنراتور صوتی(AF)	۱ دستگاه
- منبع تغذیه‌ی DC (صفر تا ۳۰ ولت ۱ آمپر)	۱ دستگاه
- مولتی‌متر دیجیتالی	۱ دستگاه
- بردبُرد	۱ قطعه
- ترانزیســـتور با بتای(β) ۷۵ تا ۱۰۰ کاربرد عمومی (UT) مانند BC۳۳۷ یا ۲SC۸۲۹ و ...	۱ عدد
- خازن‌هـــای ۴۷μF و ۱۰۰μF بـــا ولتـــاژ کار ۲۵ ولت از هرکدام	۲ عدد

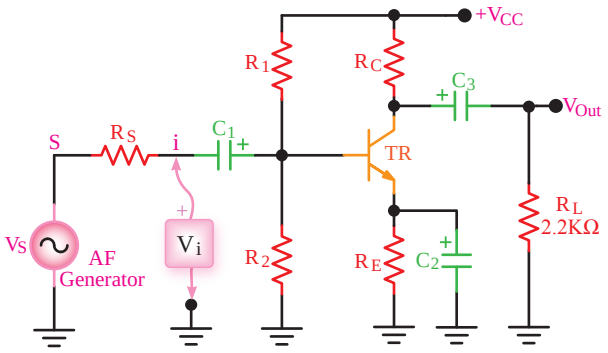
- مقاومت‌های ۴۷KΩ ،۲/۲KΩ ،۱KΩ ، ۲۲۰Ω،۱۰۰Ω
۶۸KΩ، و ۱۸۰KΩ با توان $\frac{۱}{۴}$W از هر کدام ۱ عدد
- مقاومت ۱۰KΩ با توان $\frac{۱}{۴}$W ۲ عدد
- پتانسیومتر ۱۰KΩ (ترجیحاً خطی) ۱ عدد
- تجهیزات، ابزار و مواد مورد نیاز

۵-۵- مراحل اجرای آزمایش

تقویت کننده‌ی امیتر مشترک

۵-۵-۱- در شکل ۵-۲ مدار تقویت‌کننده‌ی امیتر مشترک نشان داده شده است.

در این تقویت‌کننده سیگنال ورودی به امیتر اعمال می‌شود و خروجی از کلکتور ترانزیستور گرفته می‌شود.



R_S =10KΩ	R_C=1KΩ	C_1 = 47µF	TR = BC337
R_1 =47KΩ	R_E=220Ω	C_2 = 100µF	یا هرنوع ترانزیستور عمومی
R_2 =10KΩ	R_L=2.2KΩ	C_3 = 100µF	$+V_{CC}$ = 10V

شکل ۵-۲- مدار تقویت کننده ی امیتر مشترک

منبع تغذیه‌ی V_{CC} به‌وسیله‌ی دو مقاومت تقسیم‌کننده‌ی ولتاژ R_1 و R_2 ولتاژ بیس ترانزیستور را تأمین می‌کند. مقاومت‌های R_C و R_E مقاومت‌های بایاس کلکتور و امیتر ترانزیستور هستند. برای آن‌که ولتاژ متناوب روی R_E افت نکند، دو سر مقاومت R_E را به‌وسیله‌ی خازن C_2 که خازن «بای‌پاس» نام دارد، برای ولتاژ متناوب اتّصال کوتاه می‌کنیم. C_1 و C_3 نیز خازن‌های کوپلاژ هستند.

در این تقویت‌کننده، هدف از آزمایش اندازه‌گیری بهره‌ی ولتاژ، بهره‌ی جریان، امپدانس ورودی، امپدانس خروجی و اختلاف فاز بین ولتاژ ورودی و ولتاژخروجی است.

۵-۵-۲- مدار شکل ۵-۲ را روی بردبُرد ببندید. در این مرحله R_L و سیگنال ژنراتور به مدار اتصال ندارد.

۵-۵-۳- با استفاده از مولتی‌متر مشخصات نقطه‌ی‌کار مدار (V_{CE}، I_C، V_{BE}) را اندازه بگیریدو مقادیر آن را یادداشت کنید. باید تقویت‌کننده در کلاس A قرار داشته باشد؛ یعنی مقدار V_{CE} حدوداً نصف V_{CC} باشد (بین۴ تا۷ ولت قابل قبول است).

توجه کنید

در صورتی که تقویت‌کننده‌ی شما در کلاس A قرار ندارد با تغییر مقاومت‌های R_1 و R_2 نقطه‌ی‌کار را اصلاح کنید.

۵-۵-۴- سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم کنید و به مدار وصل کنید.

۵-۵-۵- کانال "یک" اسیلوسکوپ را به خروجی مدار متصل کنید. در این حالت مقاومت بار یعنی R_L در مدار قرار ندارد.

۵-۵-۶- دامنه‌ی سیگنال ژنراتور را آن‌قدر تغییر دهید تا دامنه‌ی سیگنال خروجی روی $5V_{PP}$ تنظیم شود.

۵-۵-۷- بار دیگر توسط مولتی‌متر مشخصات نقطه‌ی‌کار مدار (V_{CE}، I_C، V_{BE}) را اندازه بگیرید و مقادیر آن را یادداشت کنید.

مقادیر به‌دست آمده را با مقادیر مرحله‌ی ۵-۵-۳ مقایسه کنید و نتایج را یادداشت کنید.

۵-۵-۸- با استفاده از کانال "یک" اسیلوسکوپ دامنه‌ی پیک توپیک سیگنال ورودی(V_{iPP}) را اندازه بگیرید.

۵-۵-۹- با استفاده از رابطه‌ی $A_{V1} = \frac{V_{OPP1}}{V_{iPP1}}$

مقدار بهره‌ی ولتاژ مدار را در حالت بی‌باری محاسبه کنید، V_{OPP1} را ولتاژ خروجی بدون بار یا V_{ONL} (No Load) می‌نامند.

★۵-۵-۱۰- مقاومت بار R_L را به مدار متصل کنید و بهره‌ی ولتاژ مدار را در حالت بارداری از رابطه‌ی $A_{V2}=\frac{V_{OPP2}}{V_{iPP1}}$ محاسبه کنید. در این مرحله باید V_{OPP2} و V_{iPP1} مجدداً با اسیلوسکوپ اندازه‌گیری شود. مقدار V_{OPP2} را ولتاژ خروجی در حالت بارداری می‌نامند. آن‌را با V_{OFL} (Full Load) نشان می‌دهند. در ضمن قراردادن بار در مدار تأثیر چندانی در V_{iPP} ندارد.

★۵-۵-۱۱- مقادیر بهره‌های ولتاژ اندازه‌گیری شده در حالت بارداری و بی‌باری را با هم مقایسه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

★۵-۵-۱۲- با اندازه‌گیری ولتاژ دو سر بار به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ I_L را از رابطه‌ی $I_L=\frac{V_{R_L}}{R_L}$ محاسبه کنید.

★۵-۵-۱۳- ولتاژ دو سر R_S را با اسیلوسکوپ اندازه بگیرید و مقدار I_i را از رابطه‌ی زیر محاسبه کنید:

$$I_i=\frac{V_{R_S}}{R_S}=\frac{V_S-V_i}{R_S}$$

★۵-۵-۱۴- بهره‌ی جریان مدار را با استفاده از رابطه‌ی $A_I=\frac{I_L}{I_i}$ محاسبه کنید.

توجه داشته باشید که مقدار $\beta_{DC}=\frac{I_C}{I_B}$ و $hfe=\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$ توسط کارخانه‌ی سازنده در شرایط معین تعریف می‌شود. حال اگر به ترانزیستوری که در شرایط DC بایاس شده است، سیگنالی AC اعمال کنیم و در خروجی آن باری (مثلاً بلندگو) قرار دهیم، این حالت را حالت AC ترانزیستور می‌نامیم. در این شرایط بهره‌ی جریان مدار از نسبت جریان عبوری از بار (I_L) به جریان ورودی مدار (I_i) به‌دست می‌آید که آن را با A_I نمایش می‌دهند. با توجه به اینکه I_L با تغییر بار تغییر می‌کند، مقدار A_I نیز با تغییر بار تغییر می‌نماید. بنابراین باید در اندازه‌گیری‌ها و محاسبات، مقدار β_{DC} یا hfe را از A_I تمیز دهیم و توجه کنیم که β_{DC} و hfe کاملاً متفاوت با A_I است.

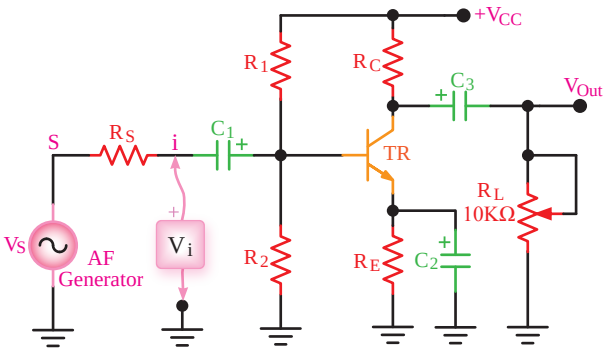
★۵-۵-۱۵- با اندازه‌گیری مقادیر V_i و I_i مقاومت ورودی تقویت‌کننده را با استفاده از رابطه‌ی $R_i=\frac{V_i}{I_i}$ اندازه بگیرید.

★۵-۵-۱۶- با اندازه‌گیری ولتاژ خروجی بدون بار (V_{ONL}) و نیز ولتاژ خروجی با بار (V_{OFL}) و با استفاده از فرمول زیر مقاومت خروجی تقویت‌کننده را محاسبه کنید.

$$R_O=\frac{V_{ONL}-V_{OFL}}{V_{OFL}}\times R_L$$

۵-۵-۱۷- به جای مقاومت R_L طبق شکل ۵-۳ یک پتانسیومتر ۱۰KΩ قرار دهید.

۵-۵-۱۸- مقدار پتانسیومتر را تغییر دهید تا ولتاژ خروجی به اندازه‌ی نصف ولتاژ در حالت بی‌باری یعنی $\frac{V_{ONL}}{2}$ شود.



شکل ۵-۳- قرار دادن پتانسیومتر به جای R_L

★۵-۵-۱۹- مقاومت پتانسیومتر را بدون این‌که تغییر دهید اندازه بگیرید. این مقاومت برابر با مقاومت خروجی تقویت‌کننده است. چرا؟ شرح دهید.

★۵-۵-۲۰- مقدار مقاومت خروجی به‌دست آمده

در مرحله‌ی ۱۹-۵-۵ را با مقدار مقاومت خروجی به‌دست آمده در مرحله‌ی ۱۶-۵-۵ مقایسه کنید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

۲۱-۵-۵- اسیلوسکوپ را روی حالت دو کاناله قرار دهید و CH۱ را به ورودی و CH۲ را به خروجی متصل کنید. در این حالت R_L در مدار قرار دارد.

۲۲-۵-۵- اسیلوسکوپ را به‌گونه‌ای تنظیم کنید که حدوداً دو سیکل کامل روی صفحه ظاهر شود.

۲۳-۵-۵- شکل موج خروجی و ورودی را با مقیاس مناسب و در نظر گرفتن اختلاف فاز در نمودار ۱-۵ ترسیم کنید.

نکته‌ی مهم

هنگام مشاهده‌ی شکل موج خروجی و ورودی دقت کنید تا اسیلوسکوپ روی CH Invert نباشد. زیرا اگر روی این تنظیم قرار گیرد اختلاف فاز را نشان نمی‌دهد.

۲۴-۵-۵- مقدار زاویه‌ی اختلاف فاز را با توجه به شکل موج ترسیم شده در مرحله‌ی ۲۳-۵-۵ محاسبه کنید.

۲۵-۵-۵- در شکل ۲-۵ در حالتی که مقاومت بار R_L (۲/۲ کیلو اُهم) به خروجی اتصال دارد، خازن بای‌پاس C_2 را جدا کنید.

۲۶-۵-۵- با استفاده از اسیلوسکوپ دو کاناله، مقدار A_{V3} مدار را درحالتی که خازن بای‌پاس در مدار قرار ندارد اندازه بگیرید.

۲۷-۵-۵- مقدار A_{V4} به‌دست آمده در حالتی که خازن بای‌پاس در مدار قرار ندارد را با A_{V2} مقایسه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۲۸-۵-۵- نتایج به‌دست آمده را در جدول ۱-۵ یادداشت کنید و درباره‌ی آن‌ها توضیح دهید.

۲۹-۵-۵- خازن بای‌پاس را دوباره در مدار قرار دهید.

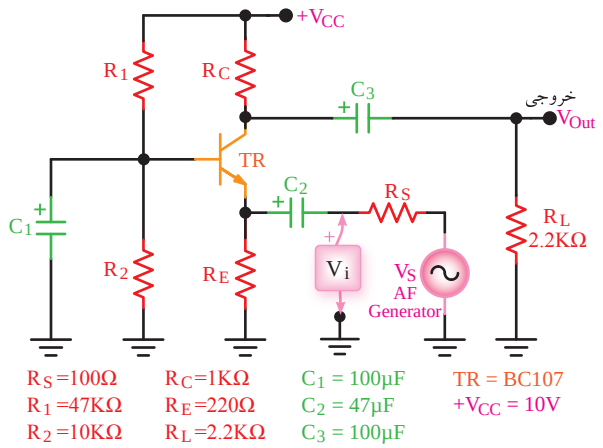
۳۰-۵-۵- مقدار فرکانس سیگنال ژنراتور را افزایش دهید و اثر آن را روی شکل موج خروجی مشاهده کنید و درباره‌ی آن توضیح دهید.

۳۱-۵-۵- فرکانس را مجدداً روی ۱KHz بگذارید و دامنه‌ی ورودی را افزایش دهید. اثر آن را روی شکل موج خروجی مشاهده کنید و در مورد آن توضیح دهید.

تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک

۳۲-۵-۵- در شکل ۴-۵ مدار تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک را ملاحظه می‌کنید.

در این تقویت‌کننده سیگنال ورودی را به امیتر می‌دهیم و سیگنال تقویت‌شده را از کلکتورِ ترانزیستور دریافت می‌کنیم. خازن C_1 پایه‌ی بیس را از نظر AC به زمین بای‌پاس می‌کند. در این آزمایش هدف کلی بررسی بهره‌ی ولتاژ، بهره‌ی جریان، مقاومت ورودی، مقاومت خروجی و اختلاف فاز در تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک است.



شکل ۴-۵- تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک

۳۳-۵-۵- مدار شکل ۴-۵ را روی بردبُرد ببندید

و نقطه‌ی کار DC آن را اندازه بگیرید. شکل مدار را رسم کنید.

۵-۵-۳۴- سیگنال ژنراتور را روی فرکانس ۱۰۰۰ هرتز تنظیم نمایید.

۵-۵-۳۵- اسیلوسکوپ را به خروجی مدار وصل کنید (در این حالت باری به مدار وصل نیست). دامنه‌ی سیگنال ورودی را آن‌قدر تغییر دهید تا دامنه‌ی سیگنال خروجی روی $5V_{PP}$ تنظیم شود.

★۵-۵-۳۶- دامنه‌ی سیگنال ورودی و خروجی را اندازه بگیرید(V_{iPP} و V_{OPP}) و یادداشت کنید.

★۵-۵-۳۷- با استفاده از رابطه‌ی $A_{V1}=\frac{V_{OPP1}}{V_{iPP1}}$ مقدار بهره‌ی ولتاژ را محاسبه کنید.

۵-۵-۳۸- مقاومت بار R_L=۲/۲KΩ را به خروجی مدار وصل کنید.

★۵-۵-۳۹- با اندازه‌گیری مقدار ولتاژ خروجی در حالت بارداری (V_{OFL}) مقدار بهره‌ی ولتاژ را محاسبه کنید.

★۵-۵-۴۰- ولتاژ دو سر بار R_L را اندازه بگیرید و مقدار جریان عبوری از R_L را محاسبه کنید.

★۵-۵-۴۱- ولتاژ V_S و V_i را اندازه بگیرید و مقدار ولتاژ دو سر R_S را از رابطه‌ی $V_{RS}=V_S-V_i$ محاسبه کنید.

★۵-۵-۴۲- با استفاده از مقادیر V_{RS} و R_S مقدار جریان ورودی (I_i) را از رابطه‌ی $I_i=\frac{V_{RS}}{R_S}$ محاسبه کنید.

★۵-۵-۴۳- با استفاده از رابطه‌ی $A_I=\frac{I_L}{I_i}$ مقدار بهره‌ی جریان را محاسبه کنید.

★۵-۵-۴۴- با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده‌ی V_i و I_i مقدار مقاومت ورودی تقویت‌کننده‌ی بیس مشترک را محاسبه کنید.

★۵-۵-۴۵- با اندازه‌گیری ولتاژ خروجی در حالت بدون بار و ولتاژ خروجی در حالت با بار، و با استفاده از فرمول زیر مقاومت خروجی تقویت‌کننده را محاسبه کنید.

$$R_O=\frac{V_{ONL}-V_{OFL}}{V_{OFL}}\times R_L$$

۵-۵-۴۶- به‌جای مقاومت بار ۲/۲ کیلواهمی یک پتانسیومتر ۱۰ کیلواهمی قرار دهید (پایه‌ی وسط پتانسیومتر و یکی دیگر از پایه‌ها به مدار وصل می‌شود).

۵-۵-۴۷- پتانسیومتر را به‌گونه‌ای تنظیم کنید که ولتاژ دو سر آن برابر با $\frac{V_{ONL}}{2}$ شود.

★۵-۵-۴۸- پتانسیومتر را از مدار جدا کنید و بدون آن‌که آن را تغییر دهید، مقاومت متصل شده به جای بار را اندازه بگیرید. این مقاومت همان مقاومت خروجی تقویت‌کننده است. درباره‌ی آن توضیح دهید.

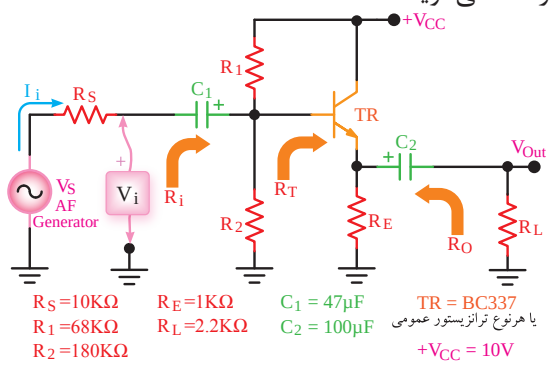
★۵-۵-۴۹- به‌وسیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج خروجی و ورودی را با مقیاس مناسب در نمودار ۲-۵ رسم کنید؛ سپس اختلاف فاز بین موج خروجی و ورودی را اندازه بگیرید (در این حالت مقاومت بار در مدار قرار دارد).

★۵-۵-۵۰- نتایج به‌دست آمده را در جدول ۲-۵ یادداشت کنید و در مورد آن توضیح دهید.

تقویت‌کننده‌ی کلکتور مشترک

★۵-۵-۵۱- در شکل ۵-۵ مدار یک تقویت‌کننده‌ی کلکتور مشترک نشان داده شده است.

در این تقویت‌کننده سیگنال ورودی به دیود بیس کلکتور اعمال می‌گردد و سیگنال خروجی از امیتر کلکتور دریافت می‌شود؛ یعنی، پایه‌ی کلکتور بین ورودی و خروجی مشترک است، از این‌رو به این تقویت‌کننده «کلکتور مشترک» می‌گویند.



شکل ۵-۵- تقویت‌کننده‌ی کلکتور مشترک

توجه داشـــته باشـــید که منبع تغذیه‌ی DC از نظر ولتاژ متناوب اتّصال کوتاه اســـت؛ در نتیجه، کلکتور از نظر ولتاژ متنـــاوب به زمین وصل می‌شـــود. مقاومت‌های R_1 و R_2 تقسیم‌کننده‌ی ولتاژ هســـتند و ولتاژ بیس را تأمین می‌کنند.

در ایـــن آزمایش هدف کلی به دســـت‌آوردن بهره‌ی ولتاژ، بهره‌ی جریان، مقاومـــت ورودی، مقاومت خروجی و اختلاف فاز تقویت‌کننده‌ی کلکتور مشـــترک اســـت. شکل مدار کلکتور مشترک را در کتاب گزارش‌کار رسم کنید.

۵-۵-۵۲- مدار شکل ۵-۵ را روی بردبُرد ببندید و نقطه‌ی‌کار آن را اندازه بگیرید.

۵-۵-۵۳- ســـیگنال ژنراتـــور را روی فرکانـــس ۱۰۰۰هرتز تنظیم نمایید.

۵-۵-۵۴- اسیلوســـکوپ را بـــه خروجی مدار وصل کنیـــد (در این حالت باری به مدار وصل نیســـت)، دامنه‌ی ســـیگنال ورودی را آن‌قدر تغییر دهید تا دامنه‌ی سیگنال خروجی روی $5V_{PP}$ تنظیم شود.

۵-۵-۵۵- دامنه‌ی سیگنال ورودی تقویت‌کننده را انـــدازه بگیرید(V_{iPP})، و بهـــره‌ی ولتاژ مدار را از رابطه‌ی $A_V = \frac{V_{OPP}}{V_{iPP}}$ محاسبه کنید.

۵-۵-۵۶- مقاومت بار R_L=۲/۲KΩ را به خروجی مدار وصل نمایید.

۵-۵-۵۷- با اندازه‌گیری ولتاژ دو ســـر بار، مقدار I_L را از رابطه‌ی $I_L = \frac{V_{RL}}{R_L}$ محاسبه کنید.

۵-۵-۵۸- ولتاژ دو ســـر R_S را انـــدازه بگیرید؛ سپس مقدار I_i را از رابطه‌ی $I_i = \frac{V_{RS}}{R_S}$ محاسبه کنید.

۵-۵-۵۹- بـــا اســـتفاده از رابطه‌ی $A_I = \frac{I_L}{I_i}$ و مقادیر اندازه‌گیری شـــده‌ی I_L و I_i مقدار بهره‌ی جریان را اندازه بگیرید.

۵-۵-۶۰- با اندازه‌گیـــری V_i و جریان ورودی I_i مقاومـــت ورودی تقویت‌کننـــده را از رابطه‌ی $R_i = \frac{V_i}{I_i}$ محاسبه کنید.

۵-۵-۶۱- با اندازه‌گیری ولتاژ خروجی بدون بار و نیز ولتاژ خروجی با بار، و با استفاده از فرمول زیر، مقاومت خروجی تقویت‌کننده را محاسبه کنید:

$$R_O = \frac{V_{ONL} - V_{OFL}}{V_{OFL}} \times R_L$$

۵-۵-۶۲- به‌وســـیله‌ی اسیلوسکوپ شکل موج ورودی و خروجـــی را در نمودار ۳-۵ رســـم کنید، ســـپس اختلاف فاز بین موج خروجی و ورودی (φ) را اندازه بگیرید. در این حالت مقاومت بار در مدار قرار دارد.

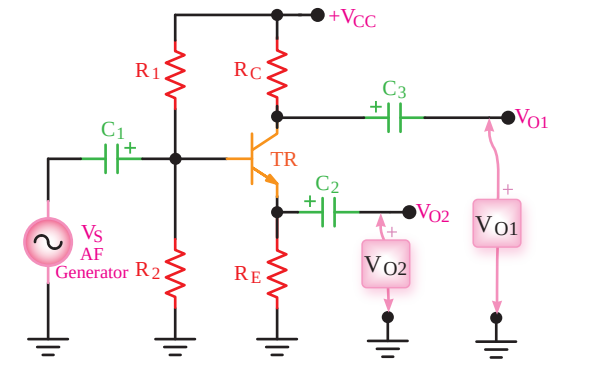
درباره‌ی مقدار اختلاف فاز ایجاد شده بحث کنید.

۵-۵-۶۳- نتایج به‌دست آمده در این آزمایش را در جدول ۳-۵ بنویسید و در مورد آن بحث کنید.

۵-۵-۶۴- مقادیر کمیت‌های A_V، A_i، R_i، R_O و φ را برای تقویت‌کننده‌های امیتر مشترک، بیس مشترک و کلکتور مشترک در جدول ۴-۵ خلاصه کنید و آن‌ها را با هم مقایسه نمایید و توضیح دهید.

۵-۵-۶۵- مدار جداکننده‌ی فاز شـــکل ۶-۵ را روی بردبُرد ببندید. مدار را در دفتر گزارش‌کار رسم کنید.

۵-۵-۶۶- نقطه‌ی‌کار DC مدار را اندازه بگیرید و از صحت کار مدار اطمینان حاصل کنید.



شکل ۶-۵- مدار جداکننده‌ی فاز

۵-۵-۶۷- سیگنال ژنراتور AF را روی ۱۰۰۰هرتز قرار دهید.

۵-۵-۶۸- اسیلوسکوپ را به خروجی V_{O_1} وصل کنید و دامنه‌ی سیگنال ژنراتورAF را در حدی تغییر دهید که در خروجی $3V_{PP}$ ظاهر شود.

۵-۵-۶۹- کانال دیگر اسیلوسکوپ را به خروجی V_{O_2} وصل کنید و شکل موج خروجی‌های V_{O_1} و V_{O_2} را با مقیاس مناسب و فاز صحیح و دو رنگ مختلف در نمودار ۵-۴ رسم کنید.

۵-۵-۷۰- شکل موج خروجی‌های V_{O_1} و V_{O_2} را از نظر دامنه و فاز با هم مقایسه کنید.آیا دامنه و فاز هر دو یکسان است؟ شرح دهید.

۵-۵-۷۱- آیا مدار مورد آزمایش یک مدار جداکننده‌ی فاز است؟ شرح دهید.

۵-۶- نتایج آزمایش

آن‌چه را که در این آزمایش اجرا کرده‌اید به‌طور خلاصه جمع‌بندی کنید.

الگوی پرسش

۵-۷- الگوی پرسش

۵-۷-۱- در شکل ۵-۲ در صورتی که خازن C_2 از مدار خارج شود چه تغییری در بهره‌ی ولتاژ پیش می‌آید؟ چرا؟ شرح دهید.

۵-۷-۲- کاربرد تقویت‌کننده‌ی امیتر مشترک را شرح دهید.

۵-۷-۳- فرمول محاسبه‌ی R_O را ثابت کنید.

۵-۷-۴- در محاسبه‌ی R_O چرا وقتی ولتاژ دو سر پتانسیومتر نصف مقدار V_{ONL} می‌شود، مقاومت پتانسیومتر همان R_O است؟ اثبات کنید.

۵-۷-۵- با توجه به جدول ۵-۴ هر یک از تقویت‌کننده‌های CE، CB و CC چه کاربردی می‌توانند داشته باشند؟

۵-۷-۶- در مدار جداکننده‌ی فاز شکل ۵-۶ به چه دلیل دامنه‌ی ولتاژها در خروجی‌های V_{O_1} و V_{O_2} یکسان ولی فاز آن‌ها مخالف است؟

ارزش‌یابی

۵-۸- ارزش‌یابی پایان هر آزمایش

پس از انجام آزمایش و کامل کردن دفتر گزارش‌کار نتیجه‌ی ارزش‌یابی را مورد مطالعه قرار دهید و نقاط ضعف خود را بر طرف نمایید.