فصل چهارم
ترانزیستور و تقویت کننده‌های ترانزیستوری
(مطابق فصل پنجم کتاب الکترونیک عمومی ۱)

هدف کلی: آزمایش نرم‌افزاری ترانزیستورها و کاربرد آن

هدف‌های رفتاری: پس ازپایان این آزمایش که توسط نرم افزار مولتی سیم اجرا می‌شود، از فرا گیرنده انتظار می‌رود:

۱- ترانزیستور را با استفاده از امکانات نرم‌افزار آزمایش کند.
۲- نحوه‌ی بایاسینگ ترانزیستور را مشاهده کند.
۳- چگونگی عمل تقویت در ترانزیستور را آزمایش کند.
۴- ولتاژها و جریان‌های مورد نیاز در حالت بایاسینگ ترانزیستور را اندازه‌گیری کند.
۵- منحنی مشخصه‌های ورودی و خروجی ترانزیستور را مشاهده کند.
۶- انواع بایاسینگ ترانزیستور را با استفاده از نرم‌افزار آزمایش کند.
۷- کلاس‌های مختلف تقویت‌کنندگی را مورد آزمایش قرار دهد.

۴-۱ آزمایش ۱: شناسایی ترانزیستور

۴-۱-۱ برای انجام آزمایش لازم است با استفاده از نرم‌افزار نحوه‌ی قرار دادن ترانزیستور و علامت فنی آن را تجربه کنید. برای این منظور ترانزیستور را از طریق نوار Virtual مطابق شکل ۱-۴ بر روی صفحه‌ی کار بیاورید.

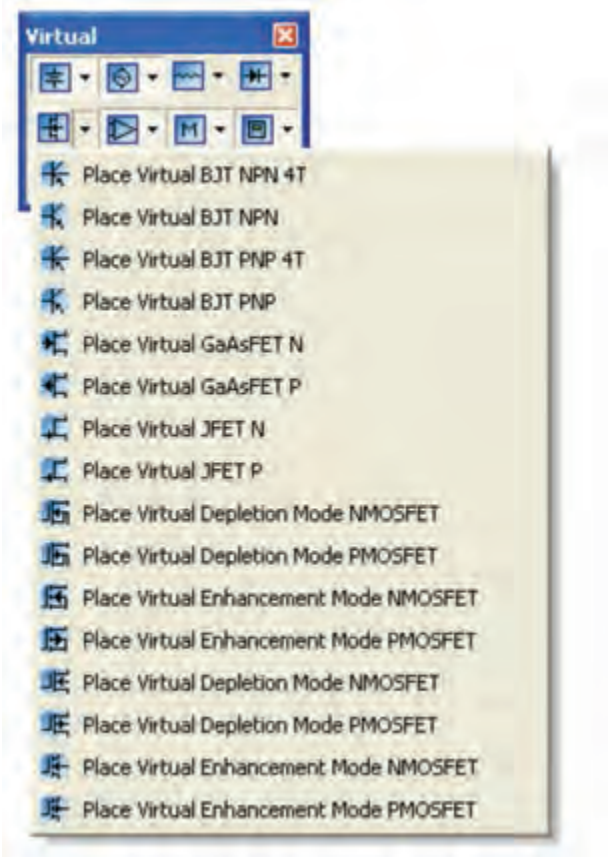
توجه: با مراجعه به سایت‌های:

http://ni.com

http://ni.com/multisim

www.intractive.com

می‌توانید نسخه‌های بالاتر نرم‌افزار مولتی‌سیم را به صورت وابسته Tutorial و با محدودیت زمانی دریافت کنید و آن‌ها را مورد استفاده قرار دهید.



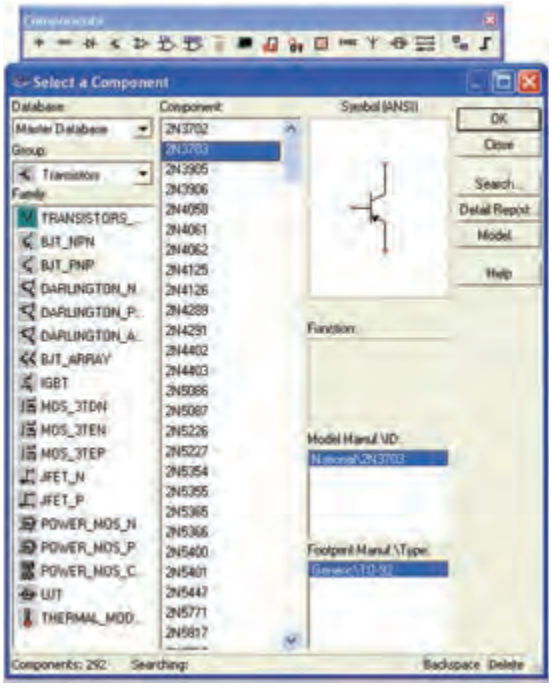
شکل ۱ –۴ نحوه‌ی قراردادن ترانزیستور ازطریق نوار مجازی

۴-۱-۲ بـا اسـتفاده از قسـمت ترانزیسـتور در نوار Virtual ، می‌توانید انواع ترانزیسـتور را بر روی صفحه‌ی کار مجازی بیاورید. با تکرار این مرحله، تسـلط و آشنایی با انواع ترانزیستورها را تجربه کنید.

۴-۱-۳ با استفاده از نوار Components Transistor نیـز می‌توانید مطابق شکل ۲-۴ انواع ترانزیستور را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید.

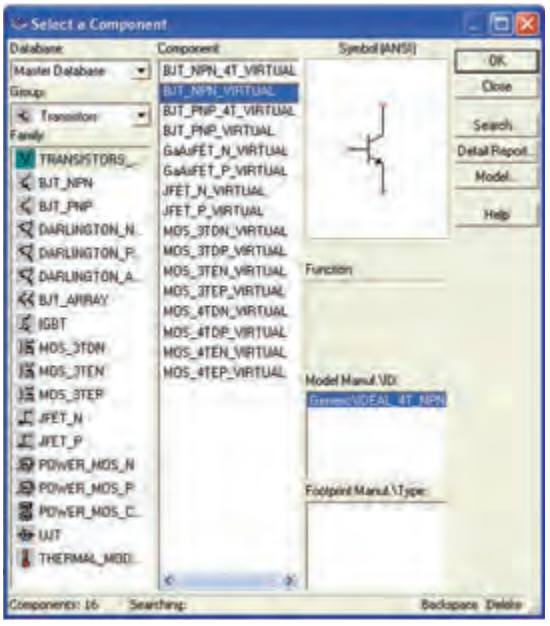
شکل ۲–۴ نحوه‌ی قراردادن ترانزیستور ازطریق نوار ترانزیستور

۴-۱-۴ بـرای آوردن تـرانزیستور، ابتـدا روی نـوار قطعـات (Components) کـلیک کنیـد تا مـنوی Select a Component باز شـود. در زبانه‌ی Group نام ترانزیستور را مشاهده می‌کنید. در منوی Family طبق شـکل ۳- ۴ گزینه‌های BJT_ NPN، Transistor و.... وجود دارد.



شکل ۳– ۴ انتخاب ترانزیستوراز نوار قطعات

۴-۱-۵ اگـر مطابـق شـکل ۴-۴ روی گزینـه‌ی TRANSISTORS_... کلیـک کنید، ترانزیسـتورهای Virtual انتخاب می‌شود.



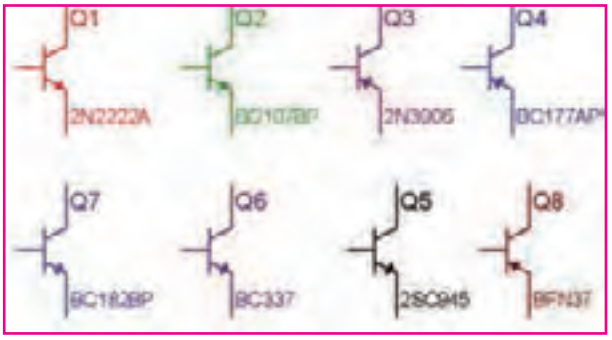
شکل ۴–۴ انتخاب ترانزیستور از نوع مجازی

۴-۱-۶ در صورتی که طبق شکل ۴-۵ روی گزینه‌های BJT_NPN یا BJT_PNP کلیک کنید، ترانزیستورها با شماره‌ی مشخص ظاهر خواهد شد.

شکل ۴– ۵ انتخاب ترانزیستور با شماره‌ی خاص

۴-۱-۷ با استفاده از روش‌هایی که فرا گرفتید، انواع ترانزیستور را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید، تا با ترانزیستورهای مختلف آشنا شوید.

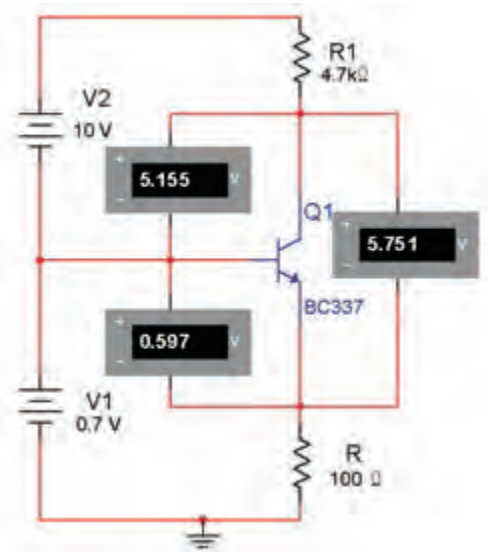
۴-۱-۸ اگر از نوار Components استفاده کنید، در فهرست ترانزیستورها، انواع ترانزیستور با شماره‌ی فنی آن مشخص شده است. در این حالت می توانید با انتخاب نوع و شماره‌ی مورد نظر، ترانزیستور را بر روی صفحه‌ی کار بیاورید. شکل ۴-۶ چند نوع ترانزیستور را با شماره‌ی فنی آن نشان می‌دهد.



شکل ۴–۶ انواع ترانزیستوربا شماره‌ی فنی

۴-۲ آزمایش۲:نحوه‌ی بایاسینگ ترانزیستور

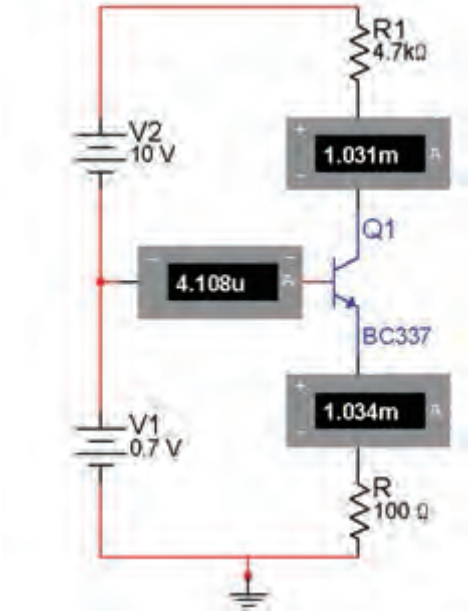
۴-۲-۱ برای این که ترانزیستور بتواند به عنوان تقویت‌کننده، سوییچ و... عمل کند، باید ترانزیستور را از نظر DC تغذیه کنیم، اعمال ولتاژ به پایه‌های ترانزیستور را بایاسینگ ترانزیستور می‌نامند. مدار شکل ۴-۷ بایاسینگ ترانزیستور را نشان می‌دهد. همان طور که مشاهده می‌شود، در این مدار پایه‌ی کلکتور به پایانه‌ی مثبت و پایه‌ی بیس به پایانه‌ی منفی باتری V۲ وصل شده است و هم چنین پایه‌ی امیتر به پایانه‌ی منفی و پایه‌ی بیس به پایانه‌ی مثبت باتری V۱ اتصال دارد.



شکل ۴–۷ دیود بیس امیتر در بایاس مستقیم و دیود بیس کلکتور در بایاس مخالف

نکته ۱: همان‌طور که مشـــاهده می‌شـــود شرط هدایت در ترانزیســـتور این است که: دیود بیس امیتر در بایاس موافق و دیود بیس کلکتور در بایاس مخالف قرار گیرد.

۴-۲-۲ در مدار شکل ۴-۸ جریان پایه‌های ترانزیستور را اندازه‌گیری می‌کنیم.



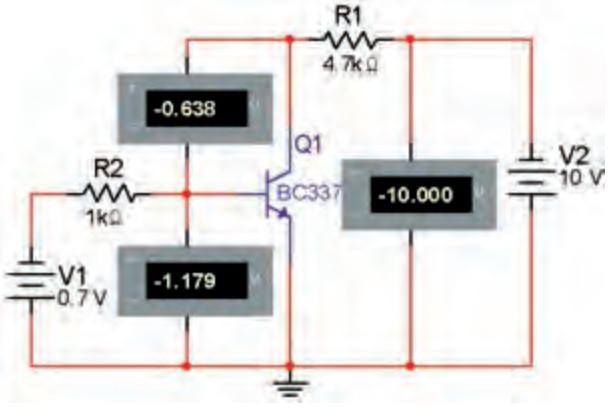
شکل ۴– ۸ اندازه‌گیری جریان پایه‌های ترانزیستور

نکته ۲: آیا می دانید که $I_B+I_C=I_E$ است؟

سوال ۱: آیا نکته‌ی ۱ در مدارشکل ۴- ۷ به تأیید رسیده است؟ توضیح دهید.

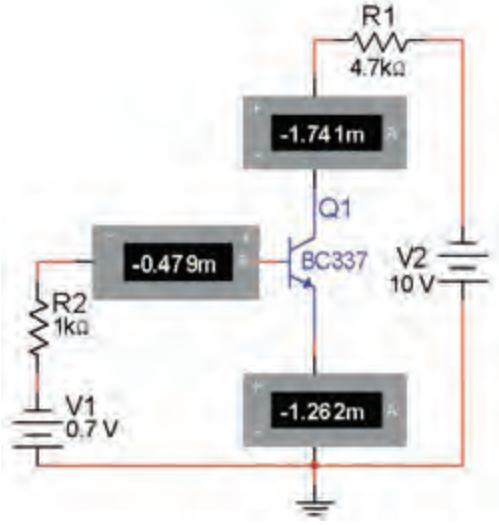
سوال ۲: آیا رابطه‌ی مربوط به نکته‌ی ۲ در مدار شکل ۴-۸ صادق است؟ مقادیر جریان‌ها را با هم جمع کنید و در مورد رابطه توضیح دهید.

۴-۲-۳ مدار شـــکل ۴- ۹ را ببندید. در این مدار دیود بیـــس امیتر در بایاس مخالف و دیود بیس کلکتور در بایاس موافق قرار دارد. آیا در این حالت ترانزیستور شرایط هدایت را دارد؟ تجربه کنید و توضیح دهید.



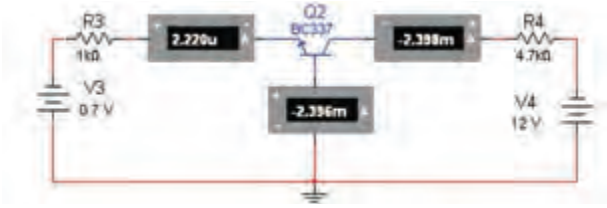
شکل ۴–۹ دیود بیس امیتر در بایاس مخالف و دیود بیس کلکتور در بایاس موافق

۴-۲-۴ مـــدار شـــکل ۱۰- ۴ جریان‌هـــای عبوری از پایه‌های ترانزیستور را نشان می‌دهد. رابـــطه‌ی مـــربوط بـــه نکته‌ی ۲ را در مورد این مدار تحقیق کنید و نتیجه را بنویسید.



شکل ۱۰-۴ اندازه‌گیری جریان پایه‌های ترانزیستور

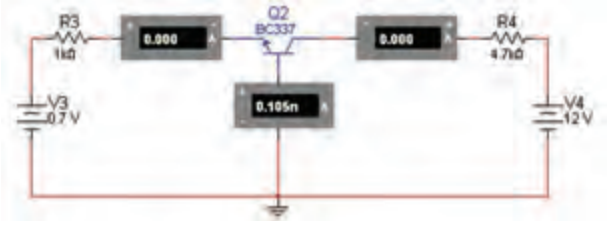
۴-۲-۵ مدار شکل ۱۱-۴ را ببندید. در این مدار دیود بیس امیتـــر در بایاس موافق و دیود بیـــس کلکتور نیز در بایـــاس موافق قرار دارد، رابطـــه‌ی نکته‌ی ۲ را در مورد این مدار تحقیق کنید و نتیجه را بنویسید.



شکل ۱۱-۴ دیود بیس امیتر در بایاس موافق و دیود بیس کلکتور در بایاس موافق

سوال ۳: آیـــا در مدار شکل ۱۱-۴ ترانزیستور در حالت هدایت قرار دارد؟ شرح دهید.

۴-۲-۶ مدار شکل ۱۲-۴ را ببندید. در این مدار دیود بیـــس امیتر در بایاس مخالف و دیود بیـــس کلکتور نیز در بایاس مخالف قـــرار دارد، رابطه‌ی مربوط به نکته‌ی ۲ را در مورد این مدار تحقیق کنید و نتیجه را بنویسید.



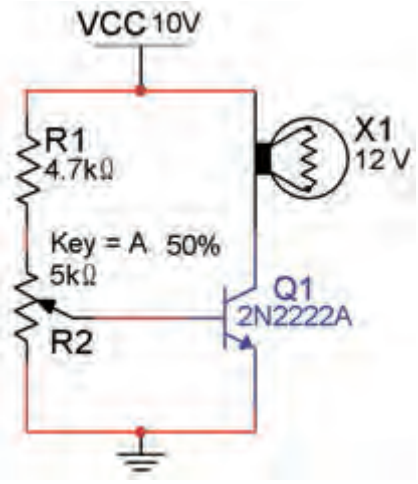
شکل ۱۲-۴ دیود بیس امیتر در بایاس مخالف و دیود بیس کلکتور در بایاس مخالف

سوال ۴: آیـــا در مدار شکل ۱۲-۴ ترانزیستور در حالت هدایت قرار دارد؟ شرح دهید.

سوال ۵: مدار شکل‌های ۷-۴ تا ۱۲-۴ را بررسی کنید و شرط هدایت ترانزیستور را تحقیق نمائید. نتیجه را توضیح دهید.

۴-۲-۷

در مدار شکل ۱۳-۴ هدایت ترانزیستور را می‌توانید ملاحظه کنید. در این مدار با استفاده از پتانسیومتر، ولتاژ بیس امیتر را تغییر می‌دهیم. با تغییر V_{BE} مقدار جریان بیس و در نهایت جریان کلکتور ترانزیستور تغییر می‌کند. برای مشاهده‌ی این تغییرات ابتدا مدار را راه‌اندازی کنید، سپس پتانسیومتر را انتخاب کرده و کلید A در صفحه کلید را فشار دهید، در این حالت باید نور لامپ کم شود. زیرا سر وسط پتانسیومتر به زمین نزدیک می‌شود. با هر بار فشار دادن این کلید نور لامپ کم‌تر خواهد شد. برای تغییر سر وسط پتانسیومتر و پر نور شدن لامپ، کلید Shift را از روی صفحه کلید به طور هم زمان با کلید A فشار دهید. در این حالت سر وسط پتانسیومتر به سمت بالا حرکت می‌کند و لامپ پرنورتر می‌شود.



شکل ۱۳-۴ مدار ترانزیستور در حال هدایت

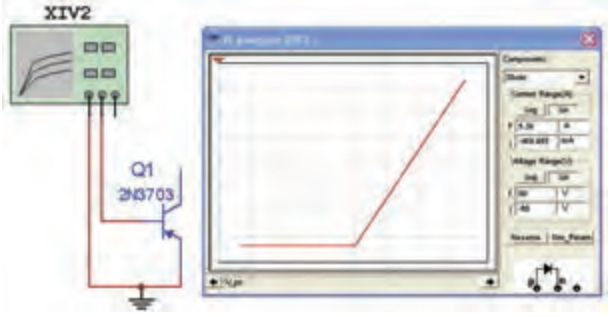
سوال ۶: با فشار دادن کلید A سر وسط پتانسیومتر به نقطه‌ی انتهایی آن نزدیک‌تر می شود، در این حالت ولتاژ بیس امیتر ترانزیستور چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

سوال ۷: در صورت نزدیک شدن سر وسط پتانسیومتر به طرف R۱ ، نور لامپ چه تغییری می‌کند؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۴-۳ آزمایش ۳: مشاهده‌ی منحنی‌های ترانزیستور

۴-۳-۱ منحنی مشخصه‌ی ورودی ترانزیستور، بیان کننده‌ی مقدار جریان ورودی، بر حسب ولتاژ ورودی است.

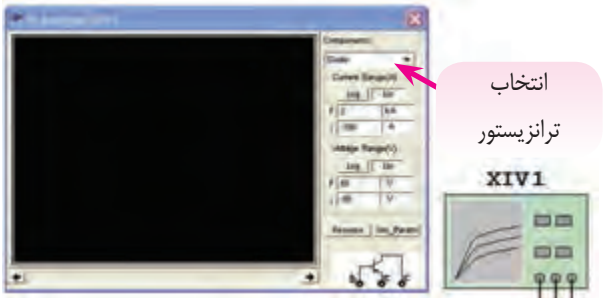
ترانزیستور را مطابق شکل ۴-۱۴ به دستگاه تحلیل‌گر ولت‌آمپر وصل کنید و منحنی مشخصه‌ی ورودی را که مشابه منحنی دیود است مشاهده کنید.



شکل ۴-۱۴ منحنی مشخصه‌ی ورودی ترانزیستور

توجه: به جای استفاده از دستگاه تحلیل‌گر ولت آمپر می‌توانید مشابه آن‌چه که در مورد دیود گفته شد، از دستگاه اسیلوسکوپ در شرایط X – Y استفاده کنید.

۴-۳-۲ برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور می‌توانید از دستگاه تحلیل‌گر ولت آمپر(IV – Analysis) استفاده کنید. در این شرایط از قسمت Components ترانزیستور NPN را انتخاب نمائید. شکل۴-۱۵ این قابلیت را نشان می‌دهد.



شکل ۴-۱۵ دستگاه تحلیل‌گر ولت آمپردیود و ترانزیستور

۴-۳-۳ یک ترانزیستور NPN را از قسمت قطعات انتخاب کنید و به دستگاه تحلیل‌گر ولت آمپر مطابق شکل۴-۱۶ وصل کنید. سپس نرم‌افزار را راه‌اندازی کنید ومنحنی مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور را مشاهده نمائید.

شکل ۴-۱۶ منحنی مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور

با تغییر مکان‌نما روی صفحه‌ی IV – Analysis می توانید مقادیر جریان و ولتاژ نقاط مختلف منحنی را در نوار پایین دستگاه مشاهده کنید.

سوال ۸: آیا می توانید منحنی مشخصه‌ی ترانزیستور PNP را با استفاده از دستگاه تحلیل‌گر ولت‌آمپر مشاهده کنید؟ تجربه کنید و نتیجه را توضیح دهید.

۴-۳-۴ با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ موجود در نرم‌افزار منحنی مشخصه‌های ورودی و خروجی ترانزیستور را به دست آورید و در مورد آن توضیح دهید.

۴-۴ آزمایش ۴: بســـتن مدارهای بایاسینگ ترانزیستور

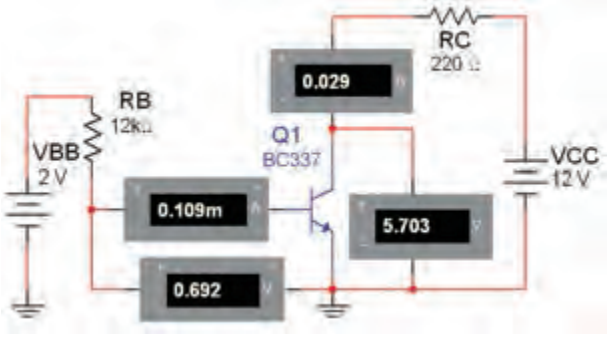
۴-۴-۱ در صورتـــی می‌توان از ترانزیســـتور، به عنوان یک تقویت‌کننده اســـتفاده کرد کـــه ولتاژهای لازم به طور صحیح به پایه‌های آن برســـد و ترانزیستور را در حالت فعال قرار دهد. پنج نوع بایاســـینگ که می‌تواند ترانزیستور را در ناحیه‌ی فعال قرار دهد وجود دارد.

توجه: برای پرهیز از شلوغی مدار، مشخصات دستگاه‌های اندازه‌گیری را حذف کرده‌ایم. برای حذف یا درج مشـــخصات لازم است روی دستگاه دو بارکلیک کنید تا صفحه‌ای مطابق شـــکل ۱۷ـ ۴ باز شود. در زبانه‌ی Display علامت ✓ را در داخـــل اولیـــن کادر (Use Schematic...) حذف نمائید. ســـپس با حذف یا درج علامت ✓، فقط اطلاعاتی را که نیاز دارید در کنار دستگاه باقی می‌ماند.

شکل ۱۷-۴ صفحه‌ی مربوط به مشخصات ولت‌متر

۴-۴-۲ در زبانـــه‌ی Display دســـتگاه ولت‌متـــر یا آمپرمتر علامت ✓ رادر داخل هر یک از کادرها حذف کنید و بررســـی نمائید چه اطلاعاتی از مشخصات دستگاه حذف می‌شود، توضیح دهید.

۴-۴-۳ مدار بایاسینگ ترانزیستور با دو منبع مستقل را مطابق شکل ۱۸-۴ ببندید. در این مدار منبع V_{BB} دیود بیـــس امیتر را در بایاس موافـــق و منبع V_{CC} دیود کلکتور بیس را در بایاس مخالف قرار می‌دهد.



شکل ۱۸-۴ مدار بایاسینگ ترانزیستور با دو منبع مستقل

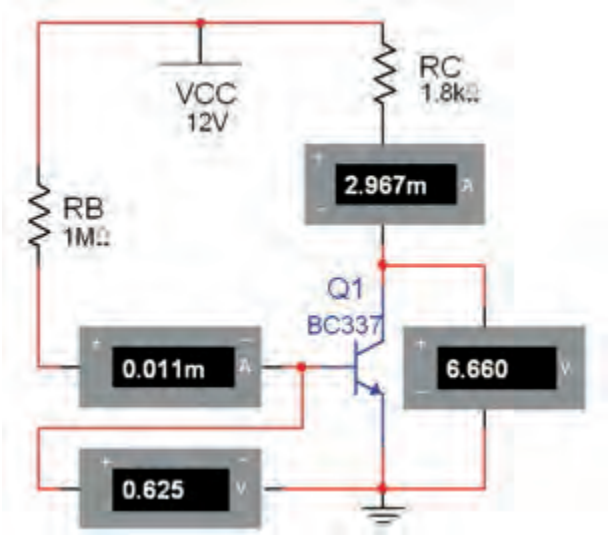
۴-۴-۴ ولتاژهـــا و جریان‌هـــای مـــدار را اندازه‌گیری کنید.

V_{BE} =.....V I_B = ...mA

V_{CE} = ...V I_C = ...mA

سوال ۹: آیا می‌دانید عیب مدار با بایاسینگ با دو باتری در چیست؟ شرح دهید.

۴-۴-۵ ابتدا مدار بایاسینگ بیس با یک منبع ولتاژ (بایاسینگ مستقیم) را مطابق مدار شکل ۱۹- ۴ ببندید. با استفاده از ولت‌متر و آمپرمتر ولتاژها و جریان‌های قسمت‌های مختلف مدار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۱۹-۴ مدار بایاسینگ بیس با یک منبع ولتاژ

V_{BE} =.....V I_B = ...mA

V_{CE} = ...V I_C = ...mA

سوال ۱۰: می‌دانید اشکال مدار بایاسینگ بیس با یک منبع ولتاژ (مستقیم) چیست؟ توضیح دهید.

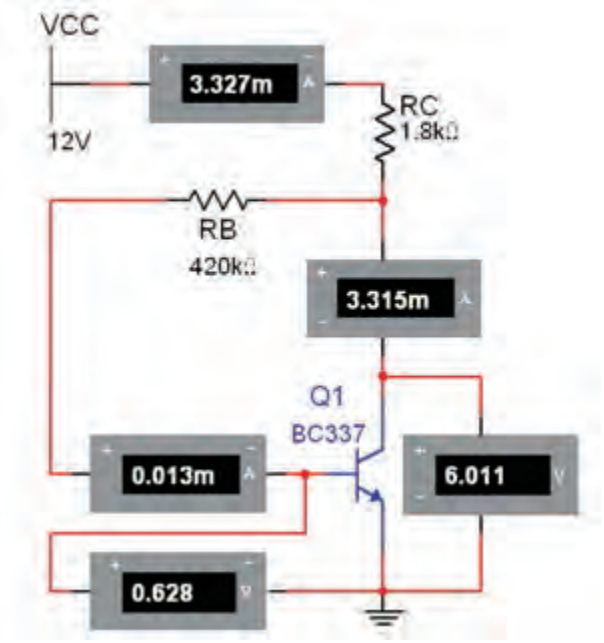
سوال ۱۱: اگر مقدار مقاومت R_B را افزایش یا کاهش دهید چه تاثیری روی نقطه‌ی کار ترانزیستور می‌گذارد؟ تجربه کنید و نتیجه را شرح دهید.

سوال ۱۲: به نظر شما آیا با کاهش مقاومت بیس جریان بیس افزایش می‌یابد؟ در صورت مثبت بودن پاسخ چه تاثیری بر روی جریان کلکتور و V_{CE} دارد؟ روی نرم‌افزار تجربه کنید و توضیح دهید.

سوال ۱۳: آیا افزایش جریان کلکتور بر میزان حرارت ایجاد شده در ترانزیستور اثری می‌گذارد؟ در صورتی که جواب مثبت است، این اثر چه اشکالی برای ترانزیستور ایجاد می‌کند؟ شرح دهید.

نکته: از مدار بایاسینگ مستقیم در مدارهایی که درجه‌ی حرارت پایین و ثابت است، می‌توان استفاده کرد.

۴-۴-۶ یکی دیگر از انواع بایاسینگ، بایاس با مقاومت کلکتور بیس (اتوماتیک) است. مدار شکل ۲۰-۴ را ببندید. ولتاژها و جریان‌های مدار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۲۰– ۴ مدار بایاس اتوماتیک

V_{BE} =.....V I_B = ...mA

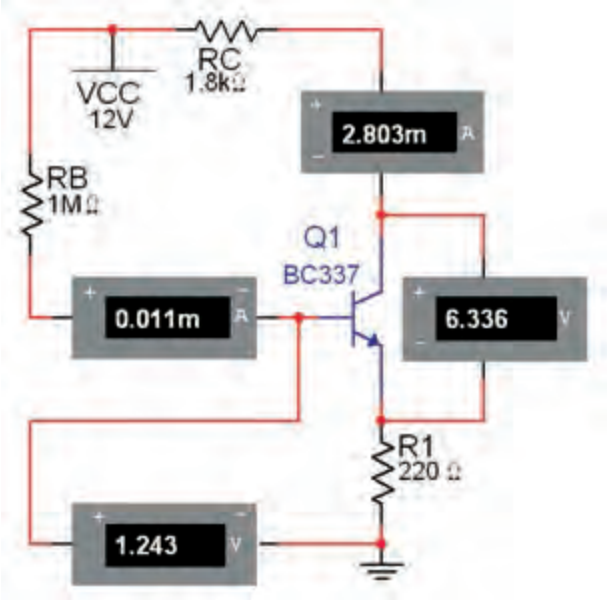
V_{CE} = ...V I_C = ...mA

سوال ۱۴: آیا می‌دانید مزیت مدار بایاس با مقاومت کلکتور بیس نسبت به بایاس با مقاومت بیس چیست؟ شرح دهید.

سوال ۱۵: چه رابطه‌ای بین جریان‌های مدار برقرار است؟ بنویسید.

سوال ۱۶: اگر مقاومت بیس را افزایش دهید چه تغییری در مدار ایجاد می‌شود؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۴-۴-۷ مدار شکل ۲۱- ۴ مدار بایاسینگ با فیدبک در امیتر است. به دلیل تاثیر حرارت در نقطه‌ی کار ترانزیستور، مقاومت را در امیتر قرار می‌دهند. مدار شکل ۲۱-۴ را ببندید و ولتاژها و جریان‌های مدار را اندازه‌گیری کنید.



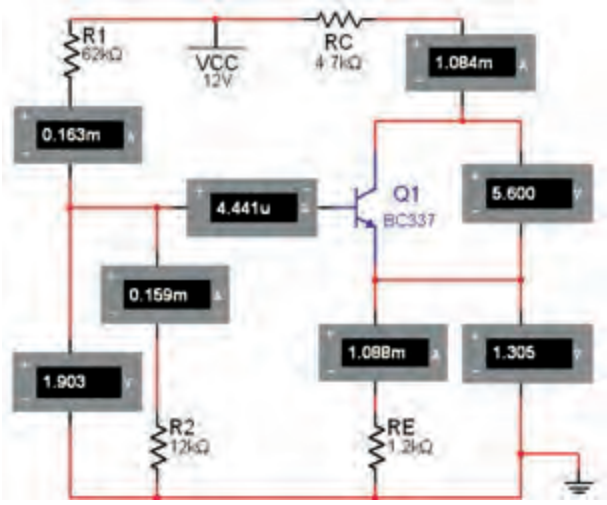
شکل ۲۱–۴ مدارباياسینگ با فیدبک در امیتر

V_{BE} =.....V I_B = ...mA

V_{CE} = ...V I_C = ...mA

۴-۴-۸ یکی دیگر از روش‌های بایاسینگ برای ایجاد ثبات حرارتی بیش‌تر ، بایاس با تقسیم‌کننده‌ی ولتاژ مقاومتی

(سرخود) است. مدار بایاسینگ با تقسیم کننده‌ی مقاومتی را مطابق شکل ۲۲-۴ ببندید و ولتاژها و جریان‌های مدار را اندازه‌گیری کنید.



شکل ۲۲-۴ مدار بایاسینگ با تقسیم کننده‌ی مقاومتی

V_{BE} =.....V	I_B = ...mA
V_{CE} = ...V	I_C = ...mA
V_B = ...V	V_E = ...mA
V_{R2} = ...V	I_E = ...mA

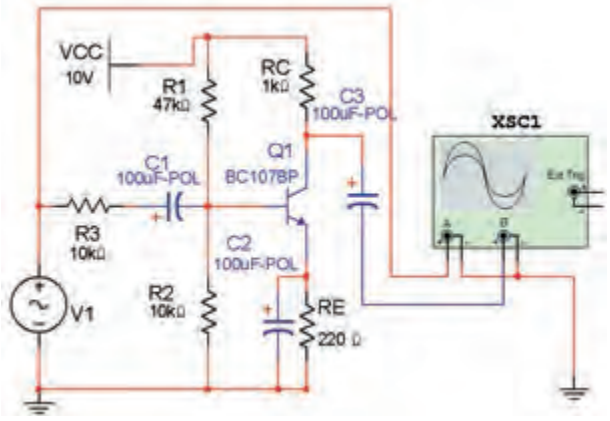
نکته: مدار بایاسینگ با تقسیم‌کننده‌ی مقاومتی (سرخود) از ثبات حرارتی بالایی برخوردار است.

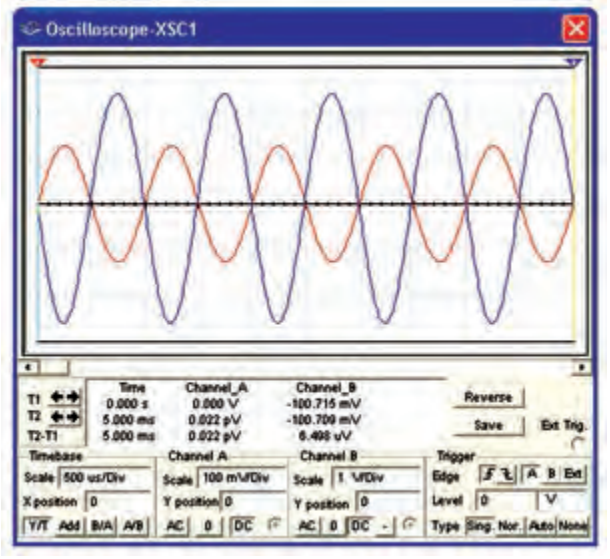
سوال ۱۷: اگر مقاومت R_1 کاهش یابد، چه تاثیری بر روی جریان بیس و جریان کلکتور می‌گذارد؟ تجربه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

۴-۵ آزمایش ۵: مدار تقویت‌کننده‌ی امیتر مشترک

۴-۵-۱ برای تقویت ولتاژ یا جریان یک سیگنال الکتریکی لازم است مدار را از نظر ولتاژ DC (یکی از انواع بایاسینگ) به طور صحیح تغذیه کنیم، پس از بایاسینگ می‌توانیم با اعمال سیگنال به ورودی مدار، سیگنال تقویت شده از خروجی تقویت کننده دریافت کنیم.

۴-۵-۲ مدار شکل ۲۳-۴ یک نمونه از تقویت‌کننده‌ی امیتر مشترک را نشان می‌دهد. مدار را ببندید و شکل‌موج ورودی و خروجی را مشاهده کنید. فرکانس منبع V_1 را برابر با ۱kHz ودامنه‌ی آن را در حدی انتخاب کنید که تغییری(اعوجاجی) در شکل موج خروجی به وجود نیاید.





شکل ۲۳-۴ تقویت کننده‌ی امیتر مشترک و شکل موج‌های آن

نکته: برای مشاهده‌ی دامنه‌ی ورودی حوزه‌ی کار Volt/Div را کوچک‌تر از خروجی تنظیم کرده‌ایم.

۴-۵-۳ دستگاه اسیلوسکوپ را به خروجی مدار وصل کنید، (در این حالت باری به مدار وصل نیست). دامنه‌ی سیگنال ورودی را آن قدر تغییر دهید تا دامنه‌ی سیگنال خروجی روی ۵ ولت پیک تا پیک تنظیم شود.

سوال ۱۸: آیا با اندازه گرفتن دامنه‌ی سیگنال ورودی می‌توانید بهره‌ی ولتاژ را اندازه بگیرید؟ تجربه کنید و مقدار آن را به دست آورید.

۴-۵-۴ مقاومت بار ۲/۲ کیلو اهمی را به خروجی مدار وصل کنید و مقدار A_V را اندازه بگیرید.

A_V =.....

۴-۵-۵ ولتاژ دو سر مقاومت ورودی (R_S) را با استفاده از ولت‌متر و اسیلوسکوپ، اندازه بگیرید و جریان ورودی مدار را محاسبه کنید ودر مورد آن توضیح دهید.

۴-۵-۶ با اندازه‌گیری ولتاژ دو سر بار، I_L (جریان بار) را محاسبه کنید و نتایج را بنویسید.

سوال ۱۹: آیا می‌توانید بهره‌ی جریان را به دست آورید؟ محاسبه کنید.

می دانیم که:

$A_V = \frac{V_O}{V_i}$ و $A_I = \frac{I_O}{I_i}$ است.

سوال ۲۰: آیا می‌دانید چرا بین شکل موج ورودی و خروجی ۱۸۰ درجه اختلاف فاز وجود دارد؟ شرح دهید.

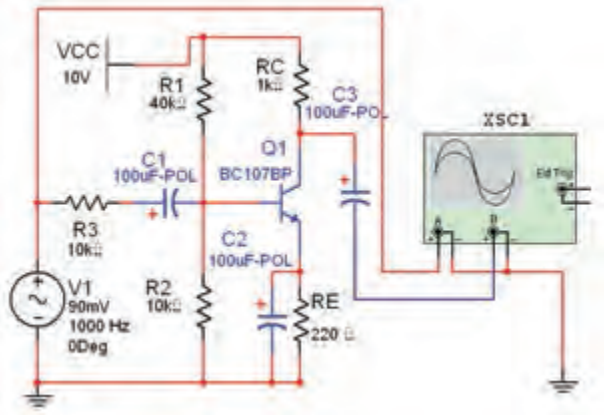
سوال ۲۱: آیا می‌دانید نقش خازن‌های C_1، C_2 و C_3 چیست؟ تحقیق کنید و شرح دهید.

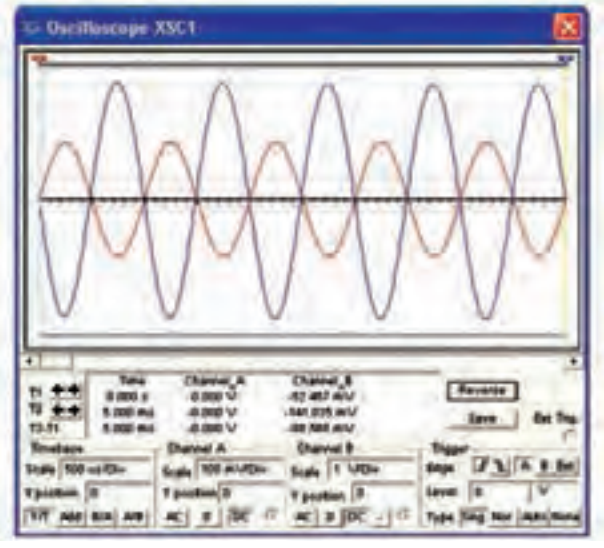
۴-۶ آزمایش ۶: کلاس‌های تقویت‌کنندگی

۴-۶-۱ بر حسب این که تقویت‌کننده چه مقدار از یک پریود کامل(T) سیگنال AC ورودی را تقویت می‌کند، آن را در یکی از کلاس‌هایA، B، AB یا C بایاس (دسته‌بندی) می‌کنند.

سـوال ۲۲: آیـا می‌دانیـد هـر یـک از کلاس‌های تقویت‌کنندگی چه میزان از سیکل ورودی را تقویت می‌کند؟

۴-۶-۲ در تقویت کننده‌ی کلاس A، سیگنال الکتریکی از دوطرف مثبـت و منفی، به یک اندازه تقویت می‌شـود. مدار شـکل ۴-۲۴ تقویت کننده‌ی کلاس A را ببندید و با استفاده ار دستگاه اسیلوسکوپ شکل موج ورودی و خروجی را مشاهده کنید. دامنه‌ی سیگنال ورودی و خروجی را اندازه بگیرید.



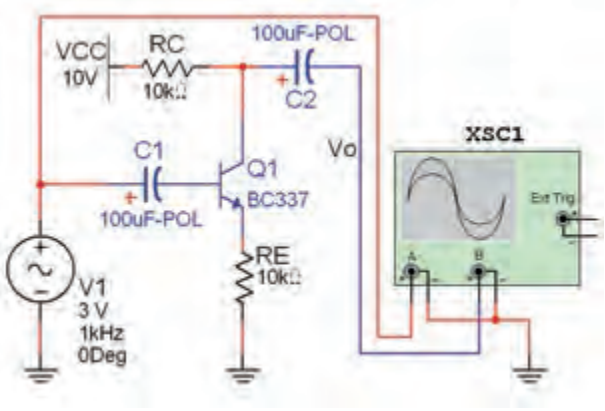


شکل ۴-۲۴ مدار تقویت کننده‌ی کلاس A

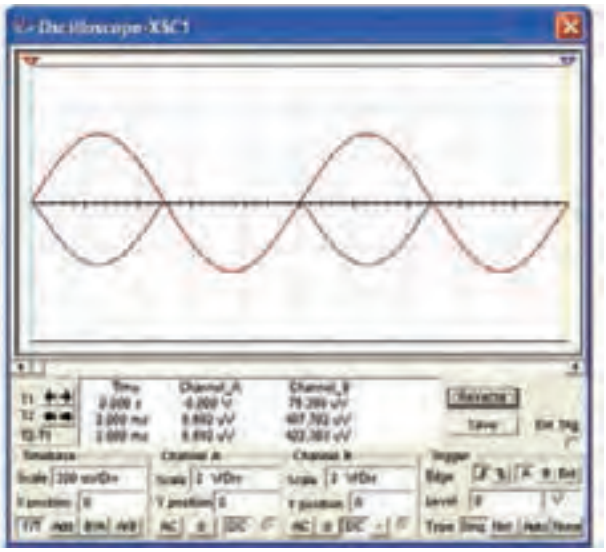
نکته: با توجه به حـوزه‌ی کار VOLT/Div و تعداد خانه‌هـای پیک تا پیک در هر دو کانال می‌توانید ضریب بهره را به دست آورید.

سـوال ۲۳: تقویت‌کننده‌ی کلاس A در چه مواردی کاربرد دارد؟ توضیح دهید.

۴-۶-۳ در تقویت‌کننده‌ی کلاس B کمی کم‌تر از نیم سـیکل از سیگنال ورودی تقویت می‌شـود. در این کلاس اعوجاج سـیگنال تقویت شـده‌ی خروجی زیاد است. مدار شـکل ۴-۲۵ را ببندید و با استفاده از دستگاه اسیلوسکوپ شـکل موج ورودی و خروجی را مشاهده کنید و آن‌ها را با شکل موج‌های کلاس A مقایسه کنید.



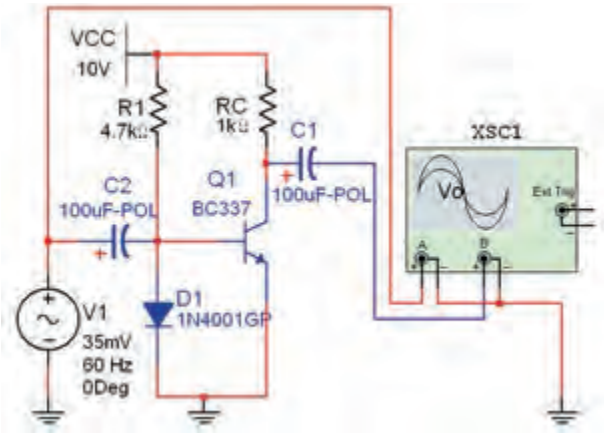
شکل ۴-۲۵- الف مدار
تقویت کننده‌ی کلاس B

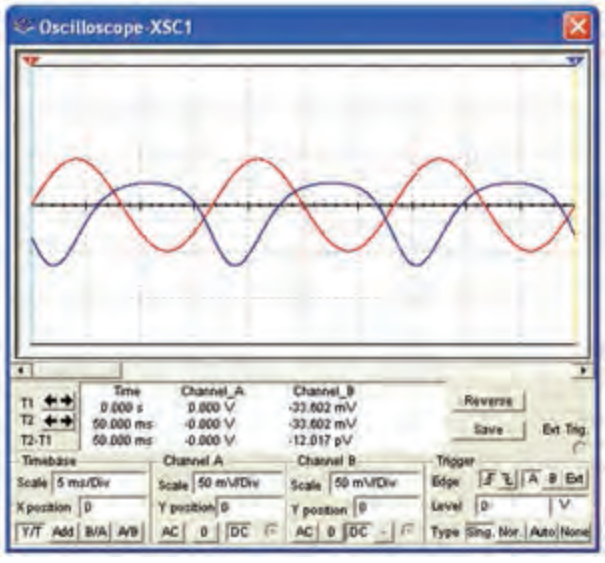


شکل ۲۵-۴- ب شکل موج مدار تقویت‌کننده‌ی کلاسB

سوال ۲۴: کاربرد تقویت‌کننده‌ی کلاس B را بنویسید.

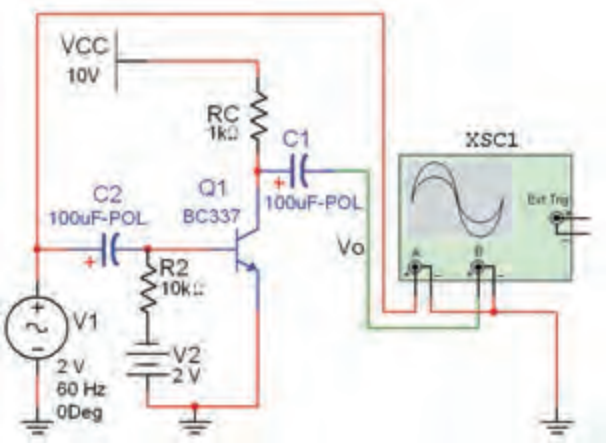
۴-۶-۴ نقطـــه‌ی کار تقویت‌کننده‌ی کلاس AB بین کلاس‌های A و B قرار می‌گیـــرد. معمولاً دیود بیس امیتر تقویت‌کننده را در آستانه‌ی هدایت بایاس می‌کنند. در این صـــورت تقویت‌کننده‌ی کلاس AB فقط نیم ســـیکل‌های مثبت یا منفی را تقویت می‌کند. اعوجاج سیگنال خروجی در این کلاس اندکی کم‌تر از کلاس B است. مدار شکل ۲۶-۴ کلاس AB رابببندید و با اســـتفاده از دســـتگاه اسیلوسکوپ شکل موج‌های ورودی و خروجی را مشاهده کنید و دامنه‌ی آن‌ها را اندازه بگیرید.

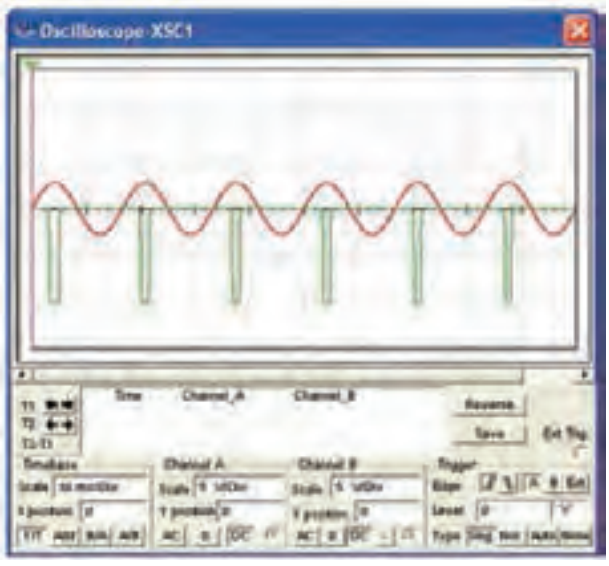




شکل ۲۶-۴ مدار تقویت‌کننده‌ی کلاس AB

۴-۶-۵ در تقویـــت کننده‌ی کلاس C، فقط قســـمت کمـــی از نیم ســـیکل مثبـــت یـــا منفی (بســـته به نوع ترانزیستور) تقویت می‌شود. بایاسینگ بیس امیتر معمولاً به طور معکوس انجام می‌گیرد. مطابق مدار شکل ۲۷- ۴ یـــک تقویت کننده‌ی کلاس C را ببندید وشکل موج‌های ورودی و خروجی را مشاهده کنید.





شکل ۴-۲۷ مدار تقویت کننده‌ی کلاس C و شکل موج‌های ورودی و خروجی آن

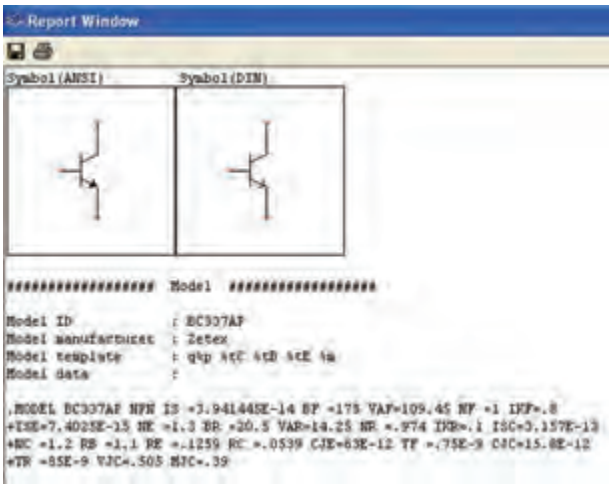
سوال ۲۵: کاربرد تقویت‌کننده‌های کلاس AB و C را بنویسید.

ســـوال ۲۶: اگر در مدار شـــکل ۲۶- ۴ جهت دیود را معکوس کنیم چه تغییر دیگری در مدار باید ایجاد شـــود تا ترانزیستور در کلاس AB تقویت کند؟ شرح دهید.

ســـوال ۲۷: اگر در مدار شـــکل ۲۷-۴ جهت باتری را معکوس کنیم سیگنال خروجی چه تغییری می‌کند؟ توضیح دهید.

۷- ۴- آزمایش ۷: مقادیر حد در ترانزیستور

۴-۷-۱- هر قطعه‌ی نیمه هادی، از جمله ترانزیســـتور، برای مقادیر الکتریکی مشخصی ساخته می‌شود. این مقادیر الکتریکی به مقادیر حد معروفند. در نرم‌افزار مولتی‌ســـیم با استفاده از دکمه‌ی ... Detail Report (گزارش جزئیات) می‌توانید با برخی از مشخصات ترانزیستور آشنا شوید. پس از انتخاب ترانزیستور در یکی از نوارهای قطعات یا Virtual روی دکمـــه‌ی Detail Report کلیـــک کنید. صفحه‌ای مشـــابه شکل ۲۸-۴ باز می‌شـــود. در این صفحه مشخصات ترانزیستور انتخابی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۸-۴ صفحه‌ی مشخصات ترانزیستور

۲-۷-۴ تعدادی ترانزیستور را انتخاب کنید و مشخصات آن‌ها را یادداشت نمائید و در مورد آن‌ها توضیح دهید.