آزمایش شماره 9

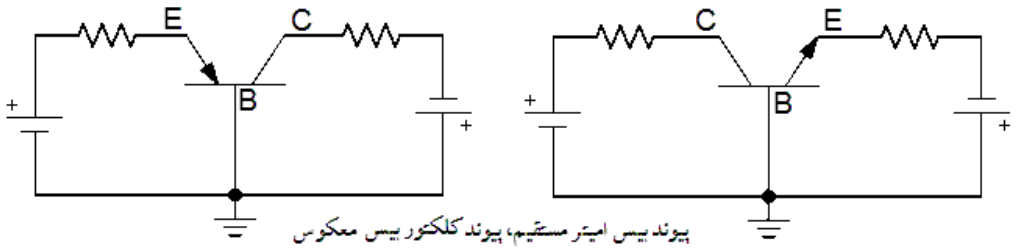
تقویت‌کننده امیتر مشترک

یادآوری

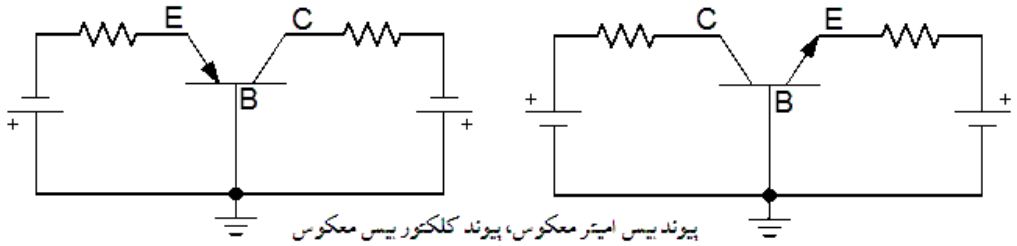
برای عملکرد ترانزیستور باید ولتاژ DC مورد نیاز آن تامین گردد، که به آن بایاس کردن ترانزیستور می‌گویند. با توجه به وجود دو پیوند در هر ترانزیستور و از آنجا که هر پیوند از نظر بایاس دارای دو حالت مستقیم و معکوس است، می‌توان چهار حالت کلی برای بایاس ترانزیستور در نظر گرفت.

حالت بایاس	پیوند بیس امیتر	پیوند بیس کلکتور	کاربرد
فعال	مستقیم	معکوس	تقویت کننده‌ها
قطع	معکوس	معکوس	مدارهای منطقی و کلیدهای دیجیتال
اشباع	مستقیم	مستقیم	مدارهای منطقی و کلیدهای دیجیتال
فعال معکوس	معکوس	مستقیم	-

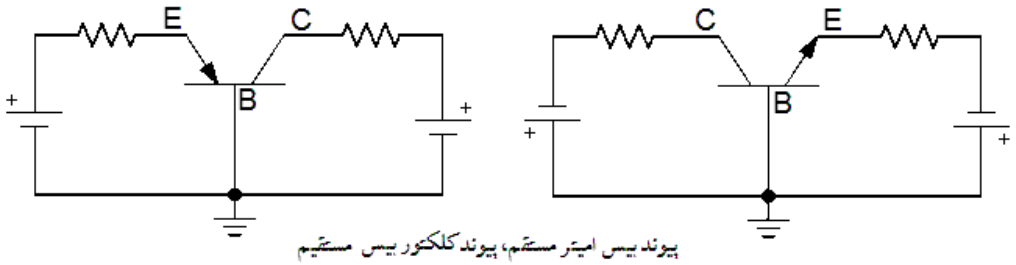
انواع اتصال تغذیه به ترانزیستور به قرار زیر است:



پیوند بیس امیتر مستقیم، پیوند کلکتور بیس معکوس



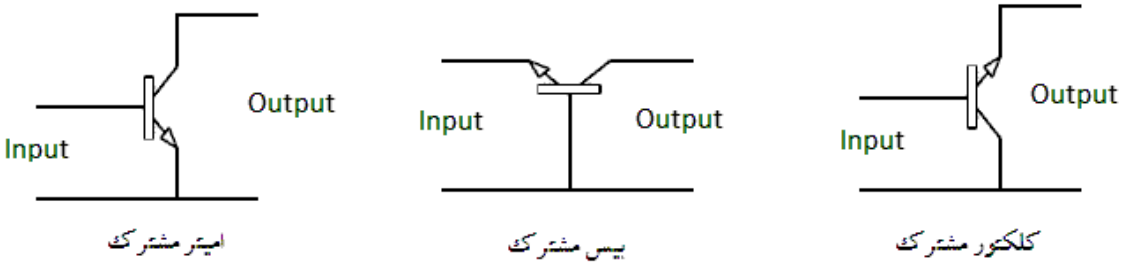
پیوند بیس امیتر معکوس، پیوند کلکتور بیس معکوس



پیوند بیس امیتر مستقیم، پیوند کلکتور بیس مستقیم

برای آن که ترانزیستور به عنوان تقویت کننده عمل کند باید پیوند بیس امیتر آن در گرایش مستقیم و پیوند کلکتور بیس آن در گرایش معکوس قرار گیرد. پس از بایاس ترانزیستور در نقطه کار مناسب، یک سیگنال ac با دامنه کم را به ورودی ترانزیستور اعمال می‌کنیم. سیگنال ac با توجه به تغییراتی که دارد، روی نقطه کار DC ترانزیستور اثر می‌گذارد. این تغییرات نقطه کار باعث تغییرات زیاد در جریان I_C می‌شود و در نهایت سیگنال را در خروجی ترانزیستور تقویت می‌کند.

با توجه به اینکه ورودی و خروجی سیگنال ac را می‌توان به شیوه‌های مختلف به سه سر ترانزیستور وصل نمود، سه نوع تقویت‌کننده: امیتر مشترک، بیس مشترک و کلکتور مشترک خواهیم داشت. در این آزمایش تقویت کننده امیتر مشترک مورد بررسی قرار می‌گیرد.

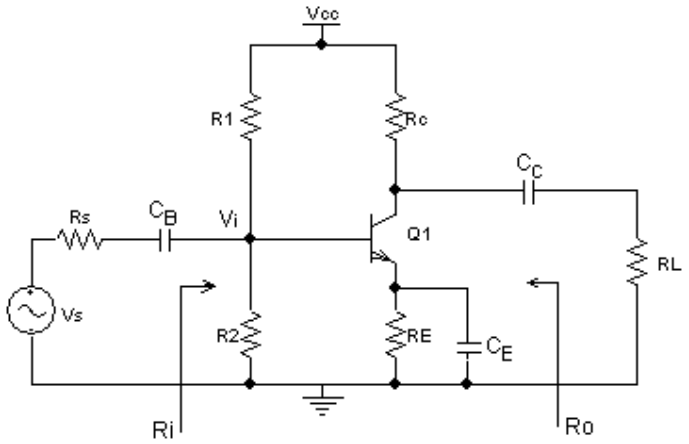


قبل از توضیح تقویت کننده، عکس‌العمل قطعاتی مانند خازن، سلف و باتری، در حالت DC و ac به صورت زیر خلاصه می‌شود.

		DC	ac
خازن	$X_c=1/2\pi fc$	f=0، خازن مدار باز	تحت شرایطی خازن اتصال کوتاه
سلف	$X_L=2\pi fL$	f=0، سلف اتصال کوتاه	دارای مقاومت سلفی X_L
باتری	مقاومت داخلی باتری ایده‌آل قابل صرفنظر کردن است	به عنوان منبع ولتاژ ایده‌آل مدار را تغذیه می‌کند	به دلیل وجود خازن با ظرفیت بالا، اتصال کوتاه می‌شود

تقویت‌کننده امیتر مشترک[1]

تقویت‌کننده امیتر مشترک، بیشترین کاربرد در انواع تقویت‌کننده‌ها را دارد. این تقویت کننده علاوه بر تقویت جریان، تقویت ولتاژ را نیز انجام می‌دهد. به همین جهت کاربردهای این تقویت کننده بسیار متنوع‌تر از دو نوع دیگر است. در شکل زیر یک تقویت کننده امیتر مشترک را مشاهده می‌کنید.



خازن C_E، خازن بای‌پس نام دارد و برای جلوگیری از عبور سیگنال متناوب از R_E و هدایت آن از طریق خازن به زمین است. در حالت DC این خازن مدار باز است.

خازن‌های C_B و C_C، خازن‌های کوپلاژ هستند و سیگنال ac را منتقل نموده، مانع عبور سیگنال DC می‌شوند.

مقاومت R_1 وR_2 بایاس ترانزیستور را به عهده دارند. مقاومت R_E علاوه بر تثبیت ترانزیستور در مقابل حرارت، در تعیین نقطه کار DC نیز دخالت دارد. مقاومت R_C ضمن تنظیم نقطه کار، جریان کلکتور را نیز محدود می‌کند.

اندازه‌گیری مشخصات مدار امیتر مشترک

بعد از بستن مدار، جهت اندازه‌گیری پارامترهای مختلف بصورت زیر عمل می‌کنیم:

1- بدست آوردن نقطه کار: در این حالت مدار از نقطه نظر DC مورد بررسی قرار می‌گیرد و سیگنال ac باید صفر(سیگنال ژنراتور خاموش باشد) باشد. بنابراین توسط مولتی‌متر، ولتاژ(V_{CEQ}) و جریان(I_{CQ}) نقطه کار را اندازه‌گیری می‌کنیم.

2- دامنه سیگنال ac: بعد از اندازه‌گیری نقطه کار، سیگنال ژنراتور را وصل کرده دامنه آن را بگونه‌ای تنظیم می‌کنیم که شرط سیگنال کوچک بودن رعایت شود، چون تقویت‌کننده ما

1-Common Emitter

یک تقویت‌کننده سیگنال کوچک است. دامنه را از مقدار مینیمم، تا زمانی که در خروجی اعوجاج نداشته باشیم زیاد می‌کنیم.

$(v_{be} \langle\langle V_T \rightarrow v_{be} \langle\langle 26mv)$

3- گین ولتاژ: مقادیر ولتاژهای متناوب V_O، Vi و V_S همیشه از طریق اسیلوسکوپ و برحسب مقادیر پیک تا پیک اندازه‌گیری می‌شود و از آن طریق گین ولتاژ بدست می‌آید.

$$A_V = \frac{V_O}{Vi}$$

$$A_{VS} = \frac{V_O}{Vs}$$

4- گین جریان: با استفاده از مقادیر اندازه‌گیری شده در قسمت قبل می‌توان گین جریان را نیز بدست‌آورد.

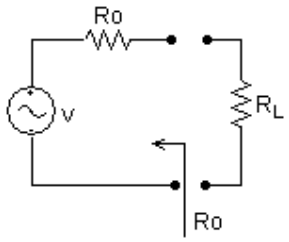
$$\begin{cases} I_O = \dfrac{V_O}{R_L} \\ I_S = \dfrac{V_S - V_i}{R_S} \\ I_i = I_S \end{cases}$$

$$A_I = \frac{I_O}{Ii}$$

5- مقاومت ورودی

$$R_i = \frac{V_i}{Ii}$$

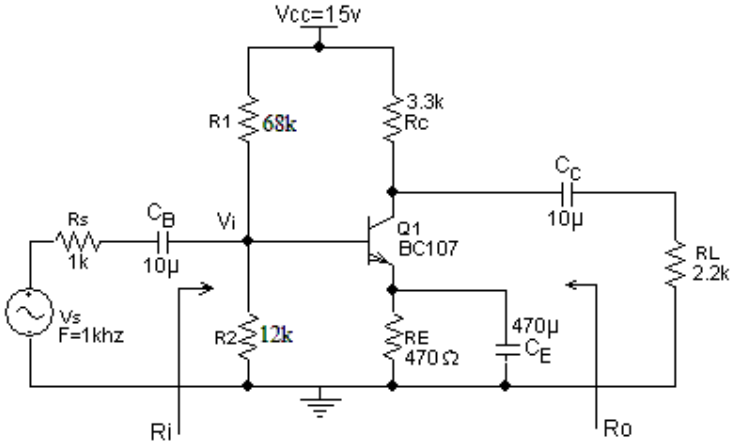
6- مقاومت خروجی: می‌توان کل مدار امیتر مشترک را توسط یک مقاومت و یک منبع سیگنال نشان داد. حال دو مقاومت بار مختلف به مدار وصل نموده، خواهیم داشت:



$$\left.\begin{aligned} I_{L1} = \frac{V_{O1}}{R_{L1}} \rightarrow V = V_{O1} + R_O I_{L1} \\ I_{L2} = \frac{V_{O2}}{R_{L2}} \rightarrow V = V_{O2} + R_O I_{L2} \end{aligned}\right\} \rightarrow R_O = \frac{V_{O1} - V_{O2}}{I_{L2} - I_{L1}}$$

PSpice

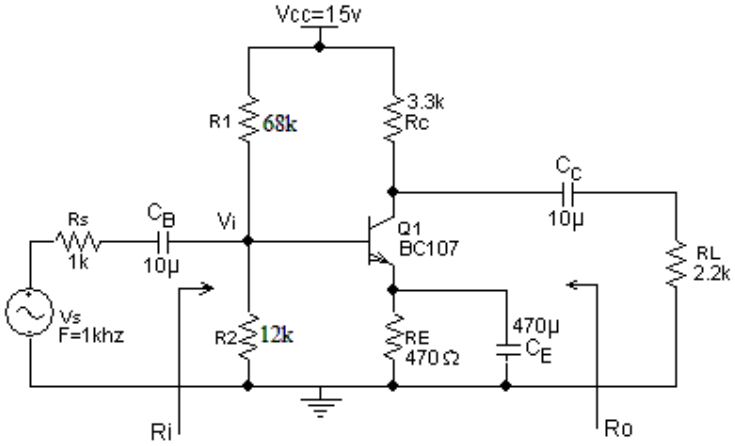
1- نقطه کار تقویت کننده امیتر مشترک زیر را اندازگیری نمایید، در صورت بایاس شدن ترانزیستور جدول را کامل کنید. v_s یک سیگنال سینوسی با فرکانس 1kHz و دامنه کم(تا زمانی که v_o اعوجاج نداشته باشد) می‌باشد.



I_{CQ}(mA)	V_{CEQ}	V_S	V_i	V_o	$A_V = \frac{V_O}{V_i}$	$A_I = \frac{I_O}{Ii}$

شرح آزمایش

1- مدار زیر را ببندید.



2- ابتدا نقطه کار را اندازه‌گیری نمایید.(توجه داشته باشید که در این مرحله سیگنال ac خاموش باشد).

$I_{CQ}(mA)$	V_{CEQ}	V_{BE}	β

3- پس از تنظیم نمودن نقطه کار، یک سیگنال سینوسی با فرکانس 1kHz را وصل نموده آرام آرام دامنه را زیادکنید تا زمانی که v_o اعوجاج نداشته باشد. ماکزیمم ولتاژ خروجی را بدست آورید.

4- بهره ولتاژ را بدست آورید.

V_S(خروجی بدون اعوجاج)	V_i	V_o	$A_V = \frac{V_O}{V_i}$

5- اندازه‌گیری مقاومت ورودی:

V_S	V_i	$i_i = \frac{V_S - V_i}{R_S}$	$R_i = \frac{V_i}{i_i}$

6- اندازه‌گیری مقاومت خروجی:

$V_{O1}(R_L=2.2k)$	$V_{O2}(R_L=1k\Omega)$	$i_1 = \frac{V_{O1}}{R_L}$	$i_2 = \frac{V_{O2}}{R_L}$	$R_O = \frac{V_{O1} - V_{O2}}{i_2 - i_1}$