

## آزمایش ۶

### آشنایی با انواع تقویت کننده های ترانزیستوری

**هدف از آزمایش:** در این آزمایش سعی شده است دانشجو با انواع آرایش های ممکن ترانزیستوری، نحوه تحلیل و کاربرد آن ها آشنا شود.

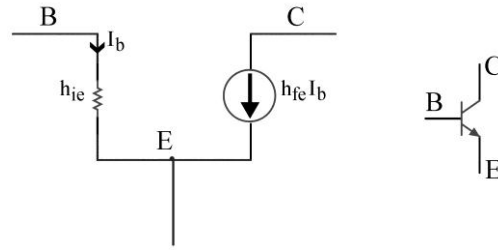
ترانزیستورهای Bjt را می توان با سه نوع آرایش در مدارهای الکترونیکی به کار برد، این سه نوع عبارتند از، امیتر مشترک، بیس مشترک و کلکتور مشترک. هر کدام از این آرایش ها دارای ویژگی ها و کاربردهای مخصوص خود می باشد.

به منظور تحلیل مدارات ترانزیستوری ابتدا باید تحلیل DC انجام دهید، پارامترهایی که در این تحلیل بد دست می آورید، پارامترهای لازم برای تحلیل ac می باشند. هنگامی که به صورت تئوری می خواهید مدار را تحلیل کنید باید دقت داشته باشید که در تحلیل DC باید تمام خازن های موجود در مدار را به صورت مدار باز در نظر بگیرید منظور از این تحلیل این است که تمام ولتاژهای گره ها و جریان های شاخه های مدار را بدست بیاورید، در این حالت باید در نظر داشته باشید که ترانزیستور در چه ناحیه ای از نواحی عملکردی خود قرار دارد و با توجه به ناحیه کاری تحلیل DC را انجام دهید. پس از محاسبات DC به منظور تحلیل سیگنال کوچک به جای ترانزیستور، برای تحلیل ac باید مدار معادل شکل (۱) را قرار دهید و تمام خازن ها را اتصال کوتاه در نظر بگیرید. پس از معادل سازی مدار DC با ac با استفاده از تحلیل های گره و مش می توانید عبارت هایی مانند  $A_v$ ،  $R_i$  و  $R_o$  را بدست آورید. توضیح مختصری در مورد پارامترهای یاد شده در جدول (۱) آمده است.

جدول (۱)

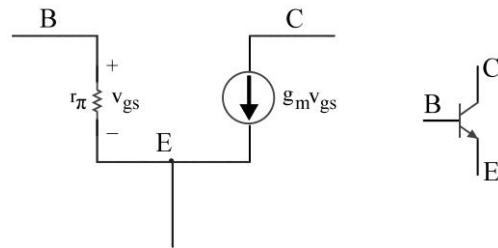
$A_v = \frac{V_o}{V_i}$	گین ولتاژ، نسبت ولتاژ خروجی به ولتاژ ورودی در حالت ac
$R_i = \frac{V_i}{I_i}$	مقاومت ورودی، نسبت ولتاژ ورودی به جریان ورودی
$R_o = \frac{V_o}{I_o}$	مقاومت خروجی، نسبت ولتاژ خروجی به جریان خروجی هنگامی که ورودی زمین شده باشد

هنگامیکه می خواهید تحلیل DC خود را در عمل پیاده سازی کنید، تمام مدار را بدون خازن های مداری ببندید و ولتاژها و جریان های مدار را اندازه گیری کنید، سپس برای مشاهده ی رفتار ac ترانزیستور خازن های مدار را اتصال دهید و به ورودی سیگنالی از فانکشن ژنراتور با دامنه  $10\text{ mV}$  پیک تا پیک و فرکانس  $1\text{ KHz}$ ، اعمال کنید تا بتوانید خروجی مدار را به راحتی روی اسیلوسکوپ ببینید.



شکل (۱)

مدلی که در شکل (۱) نشان داده شده است، مدل هیبرید ترانزیستور می باشد. مدل دیگری که در برخی از کتاب های الکترونیک مطرح می شود، پای ( $\pi$ ) می باشد. این مدل در شکل (۲) نشان داده شده است.



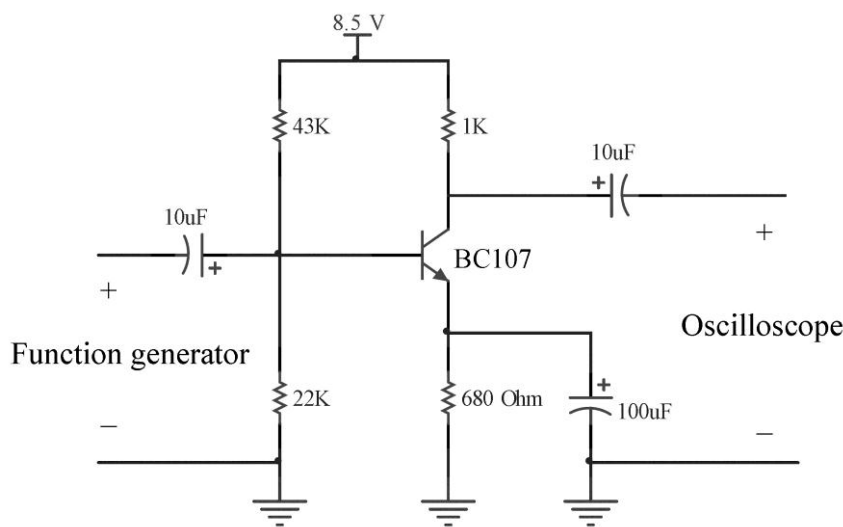
شکل (۲)

با مقایسه ی شکل های (۱) و (۲) متوجه می شوید که مقاومت های  $h_{ie}$  و  $r_\pi$  با هم برابر می باشند و در واقع با کمی تامل می توان این دو مدل را به یکدیگر تبدیل نمود.

### تقویت کننده ی امیتر مشترک

در این ترکیب پایه ی امیتر بین ورودی و خروجی مشترک می باشد. ورودی به بیس اعمال می شود و خروجی را از کلکتور می گیریم. در حالت ac از این ترکیب به عنوان تقویت کننده ی ولتاژ و جریان استفاده می شود. مقاومت ورودی در این آرایش کمتر از حالت کلکتور مشترک و بیشتر از حالت بیس مشترک می باشد اما مقاومت خروجی در این ترکیب بیشتر از حالت کلکتور مشترک و کمتر از حالت بیس مشترک می باشد.

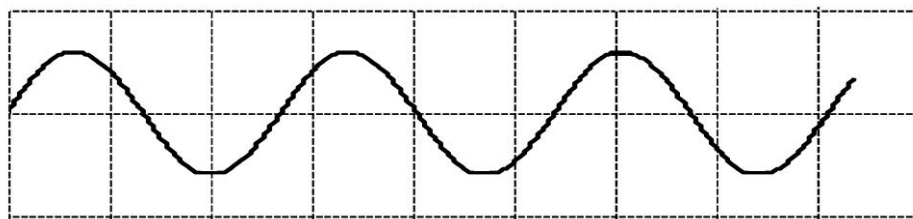
پیش گزارش - (۱) تمام ولتاژها و جریان های مدار شکل (۳) را بدست بیاورید. مقدار  $\beta$  را در محاسبات ۲۰۰ در نظر بگیرید.



شکل (۳)

پیش گزارش - (۲) مقادیر  $A_v$ ،  $R_i$  و  $R_o$  را برای مدار شکل (۳) به صورت تئوری محاسبه کنید. مقدار  $\beta$  را در محاسبات ۲۰۰ در نظر بگیرید.

پیش گزارش - (۳) اگر سیگنال زیر، با دامنه ای به اندازه ی کافی کوچک، به ورودی اعمال شود، خروجی را به صورت تخمینی رسم نمایید.



شکل (۴)

- مدار شکل (۳) را روی برد ببندید.

گزارش کار- (۱) جدول (۲) را کامل کنید.

جدول (۲)

پارامتر	مقدار اندازه گیری شده	مقدار تئوری محاسبه شده	درصد خطا
$V_B$			
$V_E$			
$V_C$			
$I_C$			

گزارش کار- (۲) مقدار مقاومت بار را مطابق جدول (۳) تغییر دهید و نتایج بدست آمده را یادداشت نمایید. با تغییر مقاومت چه تغییری در مقدار گین حاصل می شود؟ دلیل خود را با روابط بیان کنید.

جدول (۳)

$R_L = R_C$	$V_{in}$	$V_o$	$A_v$ عملی	$A_v$ تئوری	درصد خطا
$1K\Omega$					
$680\Omega$					
$470\Omega$					

گزارش کار- (۳) درصد خطاهایی که به دست آوردید ناشی از چیست؟ چگونه می توان مدار عملی را به حالت ایده آل نزدیک تر کرد؟

گزارش کار- (۴) اگر خازنی را که یک پایه آن به امپتر اتصال دارد و پایه دیگر آن زمین شده است را از مدار حذف کنیم، مقدار گین چه تغییری خواهد کرد؟ دلیل خود را با روابط بیان کنید.

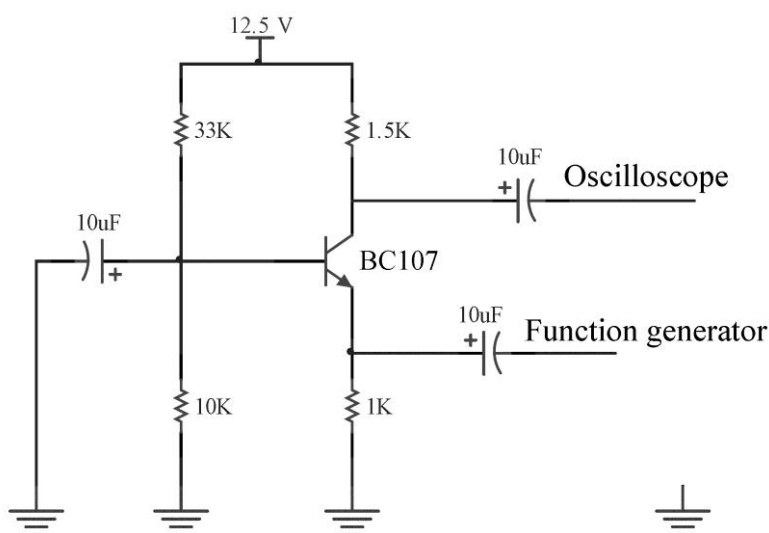
گزارش کار- (۵) چرا در امپتر ترانزیستور مقاومت قرار می دهیم؟

گزارش کار- (۶) یک مورد از کاربردهای عملی این تقویت کننده را نام ببرید.

### تقویت کننده ی بیس مشترک

در این ترکیب پایه ی بیس بین ورودی و خروجی مشترک می باشد. ورودی به امیتر اعمال می شود و خروجی را از کلکتور می گیریم. در حالت ac، بهره جریان این آرایش کمتر از واحد می باشد. از این ترکیب معمولاً برای تقویت ولتاژ استفاده می شود. مقاومت خروجی در این حالت بسیار بالا می باشد، از این آرایش در تقویت کننده های چند طبقه برای تطبیق امپدانس هم استفاده می شود.

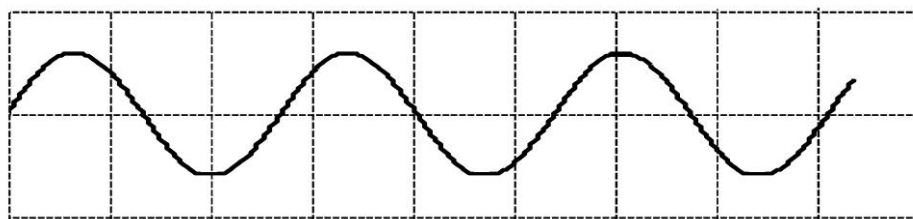
پیش گزارش - ۴) تمام ولتاژها و جریان های مدار شکل (۵) را بدست بیاورید. مقدار  $\beta$  را در محاسبات ۲۰۰ در نظر بگیرید.



شکل (۵)

پیش گزارش - ۵) مقادیر  $A_v$ ،  $R_i$  و  $R_o$  را برای مدار شکل (۵) به صورت تئوری محاسبه کنید. مقدار  $\beta$  را در محاسبات ۲۰۰ در نظر بگیرید.

پیش گزارش - ۶) اگر سیگنال زیر، با دامنه ای به اندازه ی کافی کوچک، به ورودی اعمال شود، خروجی را به صورت تخمینی رسم نمایید.



شکل (۶)

- مدار شکل (۵) را روی برد ببندید.

گزارش کار- (۷) جدول (۴) را کامل کنید.

جدول (۴)

پارامتر	مقدار اندازه گیری شده	مقدار تئوری محاسبه شده	درصد خطا
$V_B$			
$V_E$			
$V_C$			
$I_C$			

گزارش کار- (۸) مقدار مقاومت بار را مطابق جدول (۵) تغییر دهید و نتایج بدست آمده را یادداشت نمایید. با تغییر مقاومت چه تغییری در مقدار گین حاصل می شود؟ دلیل خود را با روابط بیان کنید.

جدول (۵)

$R_L = R_C$	$V_{in}$	$V_o$	$A_v$ عملی	$A_v$ تئوری	درصد خطا
$1/5K\Omega$					
$2K\Omega$					
$2/7K\Omega$					

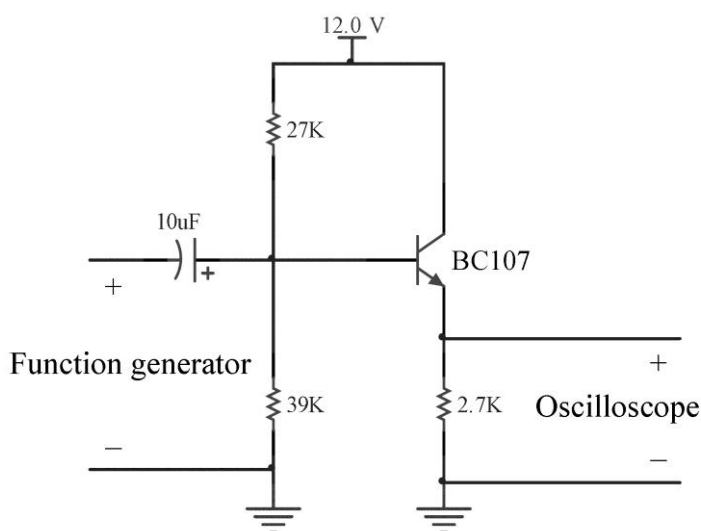
گزارش کار- (۹) درصد خطاهایی که به دست آوردید ناشی از چیست؟ چگونه می توان مدار عملی را به حالت ایده آل نزدیک تر کرد؟

گزارش کار- (۱۰) یک مورد از کاربردهای عملی این تقویت کننده را نام ببرید.

### تقویت کننده ی کلکتور مشترک

در این ترکیب پایه ی کلکتور بین ورودی و خروجی مشترک می باشد. ورودی به بیس اعمال می شود و خروجی را از امیتر می گیریم. در حالت ac، بهره ولتاژ این آرایش کمتر از واحد می باشد. از این ترکیب معمولاً برای تقویت جریان استفاده می شود. مقاومت خروجی و ورودی در این ترکیب به ترتیب بسیار پایین و بسیار بالا می باشد. از این آرایش هنگامی که مقاومت خروجی کوچک است برای تطبیق امپدانس استفاده می کنیم.

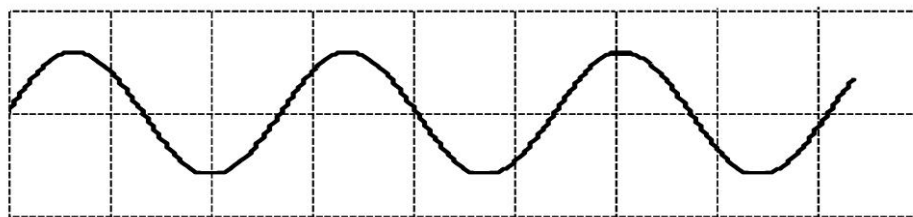
پیش گزارش (۷) تمام ولتاژها و جریان های مدار شکل (۷) را بدست بیاورید. مقدار  $\beta$  را در محاسبات ۲۰۰ در نظر بگیرید.



شکل (۷)

پیش گزارش (۸) مقادیر  $A_v$ ،  $R_i$  و  $R_o$  را برای مدار شکل (۷) به صورت تئوری محاسبه کنید. مقدار  $\beta$  را در محاسبات ۲۰۰ در نظر بگیرید.

پیش گزارش (۹) اگر سیگنال زیر، با دامنه ای به اندازه ی کافی کوچک، به ورودی اعمال شود، خروجی را به صورت تخمینی رسم نمایید.



شکل (۸)

- مدار شکل (۷) را روی برد ببندید.

گزارش کار- ۱۱) جدول (۶) را کامل کنید.

جدول (۶)

پارامتر	مقدار اندازه گیری شده	مقدار تئوری محاسبه شده	درصد خطا
$V_B$			
$V_E$			
$V_C$			
$I_E$			

گزارش کار- ۱۲) مقدار مقاومت بار را مطابق جدول (۷) تغییر دهید و نتایج بدست آمده را یادداشت نمایید. با تغییر مقاومت چه تغییری در مقدار گین حاصل می شود؟ دلیل خود را با روابط بیان کنید.

جدول (۷)

$R_L = R_E$	$V_{in}$	$V_o$	$A_v$ عملی	$A_v$ تئوری	درصد خطا
$1K\Omega$					
$2K\Omega$					
$10K\Omega$					

گزارش کار- ۱۳) درصد خطاهایی که به دست آوردید ناشی از چیست؟ چگونه می توان مدار عملی را به حالت ایده آل نزدیک تر کرد؟

گزارش کار- ۱۴) یک مورد از کاربردهای عملی این تقویت کننده را نام ببرید.