« فصل اول »

یادآوری و آشنایی با تقویت‌کننده‌های ترانزیستوری

(مطابق فصل اول کتاب الکترونیک عمومی ۲)

هدف کلی:

یادآوری دیود، ترانزیستور و تقویت‌کننده‌های ترانزیستوری

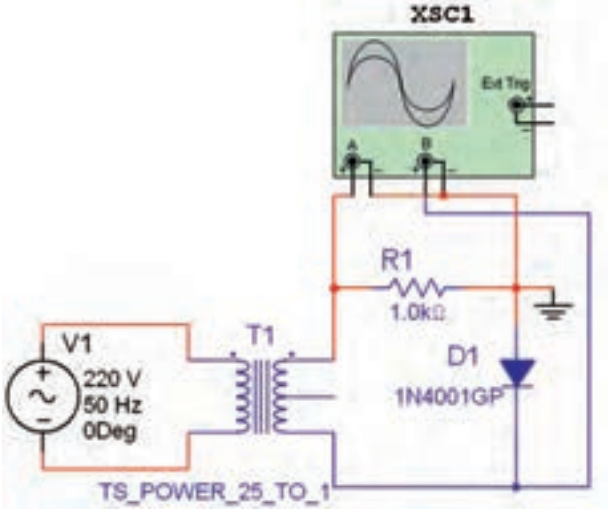
هدف های رفتاری:

در پایان این آزمایش که با استفاده از نرم‌افزار مولتی‌سیم اجرا می‌شود از فراگیرنده انتظار می‌رود که :

۱- منحنی مشخصه‌ی ولت-آمپر دیود معمولی را بر روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ مشاهده کند.
۲- مقاومت استاتیکی و دینامکی را اندازه‌گیری کند.
۳- ولتاژ و جریان مورد نیاز مدار دیودی را اندازه‌گیری کند.
۴- حالت قطع یا وصل دیود را با اندازه‌گیری جریان و ولتاژ آن تشخیص دهد.
۵- منحنی مشخصه‌ی ورودی ترانزیستور را از طریق نقطه‌یابی جریان و ولتاژ رسم کند.
۶-منحنی مشخصه‌ی انتقالی ترانزیستور را پس از به دست آوردن جریان‌های ترانزیستور ترسیم کند.
۷- ولتاژ و جریان پایه‌های ترانزیستور را در بایاس ثابت اندازه‌گیری کند.
۸- نقطه‌ی کار ترانزیستور را در بایاس خودکار اندازه‌گیری کند.
۹- نقطه‌ی کار و توان مصرفی ترانزیستور را در بایاس با تقسیم ولتاژ (سرخود) اندازه‌گیری کند.

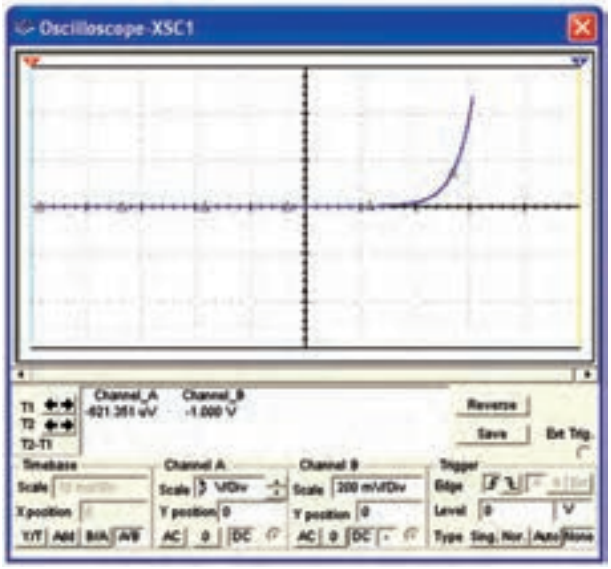
۱-۱ آزمایش ۱: منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر دیود

۱-۱-۱ جریان عبوری از دیود وابسته به ولتاژ دو سر آن است. در بایاس مستقیم هرگاه ولتاژ دو سر دیود از ولتاژ سد بیشتر شود، دیود هادی می‌شود و جریان زیادی از آن عبور می‌کند. برای مشاهده منحنی مشخصه‌ی دیود، مدار شکل ۱-۱ را بر روی میز کار نرم‌افزار ببندید.



شکل ۱-۱ مدار عملی برای مشاهده‌ی منحنی مشخصه‌ی ولت- آمپر دیود

۱-۱-۲ اسیلوسکوپ را مطابق شکل ۲-۱ در وضعیت (A/B)X-Y قرار دهید. با توجه به شکل ۲-۱ می‌توانید ولتاژ دو سر دیود را در بایاس مستقیم اندازه بگیرید.

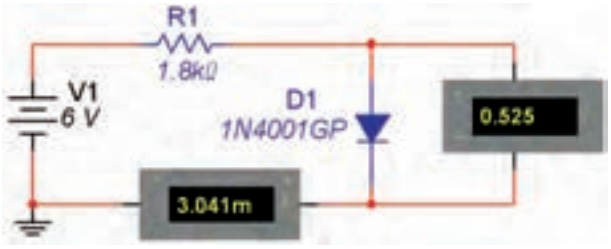


شکل ۲-۱ منحنی مشخصه‌ی ولت-آمپر دیود

۱-۱-۳ در شکل ۲-۱ محور عمودی ولتاژ دو سر مقاومت را نشان می‌دهد. اگر این ولتاژ را بر مقدار مقاومت مدار تقسیم کنیم جریان عبوری از دیود به دست می‌آید. مقادیر ولتاژ و جریان عبوری از دیود را در شکل ۲-۱ اندازه بگیرید.

$V_D = ...V \quad I_D = ...mA$

۱-۱-۴ مقاومتی که دیود در مقابل جریان مستقیم از خود نشان می‌دهد را مقاومت استاتیکی می‌گویند. مدار شکل ۳-۱ را روی میز کار نرم‌افزار ببندید و جریان دیود را اندازه بگیرید.



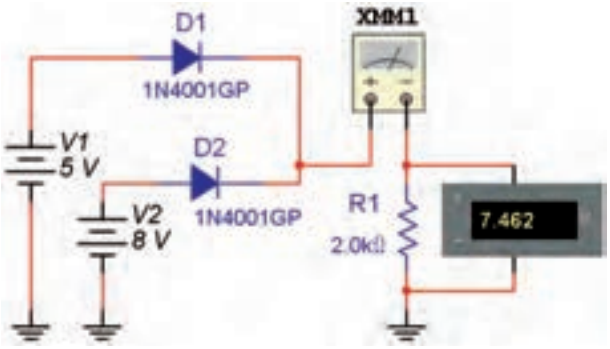
شکل ۳-۱ بایاس مستقیم دیود برای محاسبه‌ی مقاومت استاتیکی و دینامیکی دیود

$I_D = ...mA$

۱-۱-۵ مقاومت استاتیکی دیود را از رابطه‌ی: $R_D = \frac{V_D}{I_D}$ و مقاومت دینامیکی را از رابطه‌ی: $R_d = \frac{۲۶mv}{I_D}$ محاسبه کنید.

$R_D = ...\Omega \quad R_d = ...\Omega$

۱-۱-۶ مدار شکل ۴-۱ را در نرم‌افزار مولتی‌سیم ببندید.



شکل ۴-۱ مدار ترکیب موازی دیودها

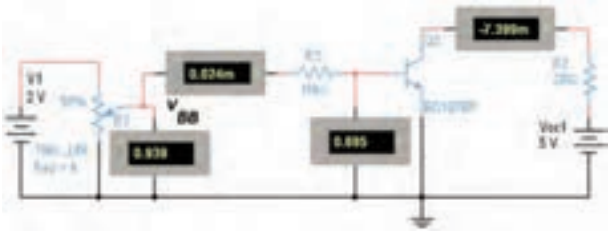
۱-۱-۷ در مدار شکل ۴-۱ جریان و ولتاژ مقاومت بار R_1 را اندازه بگیرید.

$V_{R_1} = ...V \quad I = ...mA$

سؤال ۱: چگونه می‌توان وضعیت قطع و وصل بودن دیودها را در شکل ۴-۱ مشخص کرد؟ شرح دهید.

۲-۱آزمایش۲: منحنی مشخصه‌ی ترانزیستور

۱-۲-۱ برای به دست آوردن منحنی مشخصه‌ی ورودی و انتقالی ترانزیستور مدار شکل ۵-۱ را ببندید.



شکل ۵-۱ مدار ترسیم منحنی مشخصه‌ی ترانزیستور

۱-۲-۲ با تغییر ولتاژ V_{BB} توسط پتانسیومتر مطابق جدول ۱-۱ جریان بیس، ولتاژ بیس-امیتر و جریان کلکتور را اندازه‌گیری کنید و مقادیر آن را در جدول بنویسید.

جدول ۱-۱ مقادیر اندازه‌گیری شده برای ترانزیستور

V_{BB}(V)	V_{BE}(V)	I_B(μA)	I_C(mA)
۰/۱			
۰/۲			
۰/۳			
۰/۴			
۰/۶			
۰/۸			
۱			
۱/۲			
۱/۴			
۱/۶			
۱/۸			
۲			

۱-۲-۳ با توجه به مقادیر جدول ۱-۱ منحنی مشخصه‌ی ورودی را در نمودار شکل ۶-۱ رسم کنید.

شکل ۶-۱ نمودار رسم منحنی مشخصه‌ی ترانزیستور

۱-۲-۴ منحنی مشخصه‌ی انتقالی ترانزیستور بیانگر تغییرات جریان خروجی I_C بر حسب جریان ورودی I_B است. برای رسم منحنی، به طریق نقطه یابی مقادیر I_B و I_C را با توجه به مقادیر جدول ۱-۱ روی محورهای افقی و عمودی نمودار شکل مشخص کنید، سپس منحنی انتقالی را به دست آورید.

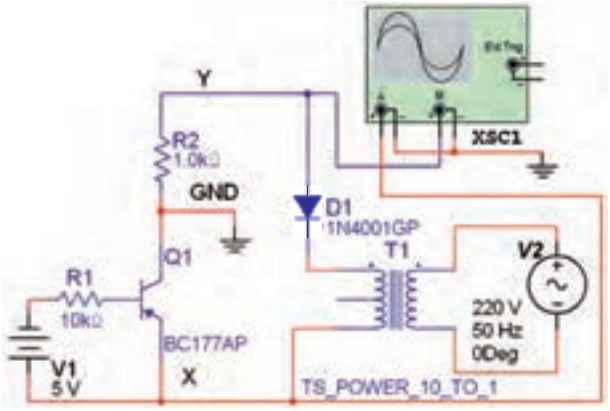
شکل ۷-۱ نمودار رسم منحنی انتقالی ترانزیستور

سؤال ۲: ضریب بهره‌ی جریان استاتیکی β_{DC} ترانزیستور را با استفاده از رابطه‌ی زیر به دست آورید.

$$\beta_{DC} = \frac{I_C}{I_B} = ...$$

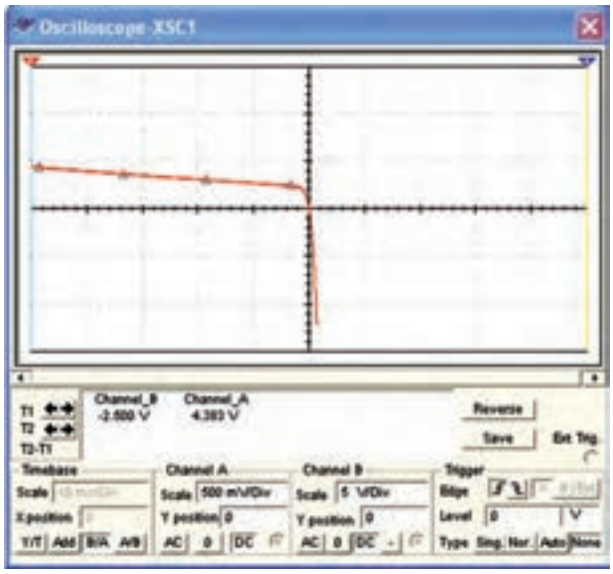
سؤال ۳ : چگونه می‌توان بهره‌ی جریان دینامیکی ترانزیستور را به دست آورد؟ شرح دهید.

۱-۲-۵ جریان کلکتور I_C تابعی از ولتاژ کلکتور امیتر V_{CE} به ازاء جریان ثابت بیس است. مدار شکل ۱-۸ را به منظور به دست آوردن منحنی مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور ببندید.



شکل ۱-۸ مدار برای به دست آوردن منحنی مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور

۱-۲-۶ اسیلوسکوپ را در حالت X-Y(A/B) قرار دهید. پس از تنظیم اسیلوسکوپ، مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور را مطابق شکل ۱-۹ بر روی صفحه‌ی اسیلوسکوپ نمایش داده می‌شود.



شکل ۱-۹ منحنی مشخصه‌ی خروجی ترانزیستور

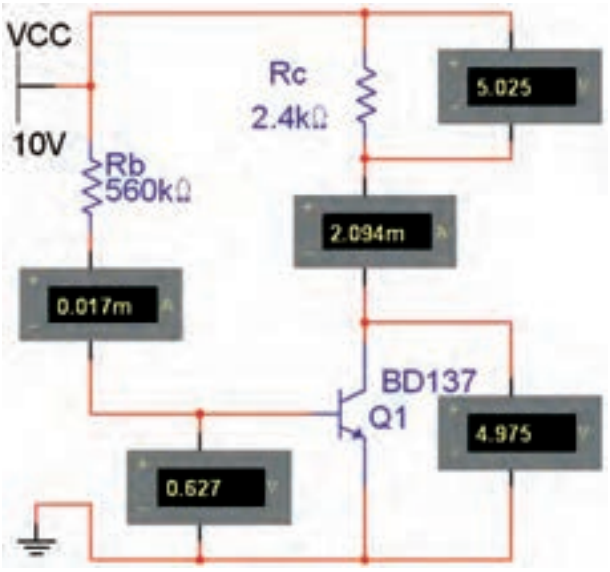
نکته :

دلیل معکوس ظاهر شدن منحنی مشخصه این است که ولتاژ صفحه‌های انحراف افقی X نسبت به زمین منفی‌تر است.

سؤال ۴ : آیا می‌توانید برای ولتاژ $V_{CE} = 1V$ جریان کلکتور را اندازه بگیرید؟ شرح دهید.

۱-۳ آزمایش ۳: مدارهای بایاس ترانزیستور

۱-۳-۱ برای آن که ترانزیستور بتواند یک سیگنال الکتریکی را تقویت کند باید آن را طوری بایاس کنید که مقادیر جریان‌ها و ولتاژهای بایاس آن (نقطه‌ی کار) در ناحیه‌ی فعال قرار گیرد. به عبارت دیگر باید دیود بیس امیتر در بایاس مستقیم و دیود کلکتور بیس در بایاس معکوس باشد. مدار بایاس مستقیم ترانزیستور را مطابق شکل ۱-۱۰ ببندید.



شکل ۱۰-۱ مدار بایاس مستقیم (ثابت) ترانزیستور

۱-۳-۲ با استفاده از ولت‌متر و آمپرمتر مقادیر جریان‌ها و ولتاژهای نقطه‌ی کار I_{BQ} ، I_{CQ} ، V_{BEQ} ، V_{CEQ} ترانزیستور را اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

$I_B = ...mA$ $I_C = ...mA$

$V_{BE} = ...V$ $V_{CE} = ...V$

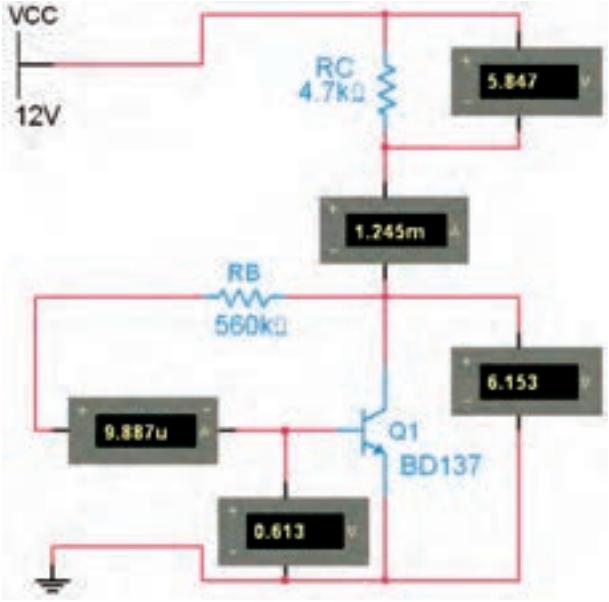
سؤال ۵: عامل تعیین‌کننده‌ی جریان بیس و جریان کلکتور در مدار بایاس ثابت ترانزیستور را بنویسید.

سؤال ۶: عیب بایاس مستقیم ترانزیستور را شرح دهید.

سؤال ۷: توان مصرفی ترانزیستور را محاسبه کنید.

$P_C = ...W$

۱-۳-۳ در مدار بایاس اتوماتیک (خودکار) ترانزیستور، جریان بیس از ولتاژ کلکتور تأمین می‌شود، بنابر این تغییرات جریان I_C بر روی مقدار I_B تأثیر معکوس می‌گذارد. این تأثیر سبب پایداری نقطه‌ی کار میشود. مدار شکل ۱۱-۱ را ببندید. ولتاژها و جریان‌های مدار را اندازه‌گیری و یادداشت کنید.



شکل ۱۱-۱ مدار تغذیه‌ی خودکار ترانزیستور

$I_B = ...mA$ $I_C = ...mA$

$V_{BE} = ...V$ $V_{CE} = ...V$

$I_E = ...mA$

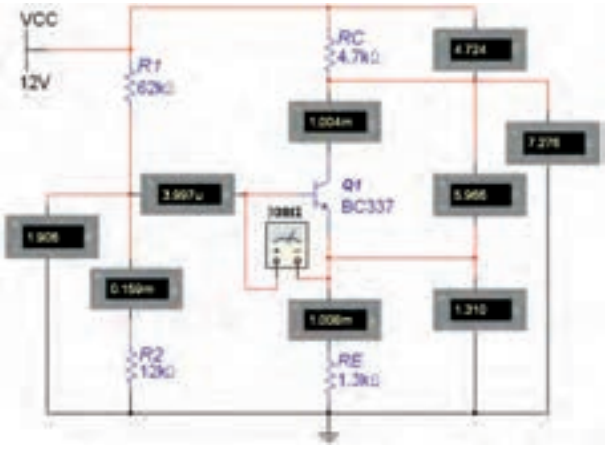
سؤال ۸: توان مصرفی ترانزیستور را محاسبه کنید.

$P_C = ...W$

سؤال ۹: آیا می‌توانید توان مصرفی ترانزیستور را با دستگاه وات متر نرم‌افزار اندازه‌گیری کنید؟ شرح دهید.

سؤال ۱۰: نام دیگر بایاس خودکار ترانزیستور را بنویسید.

۱-۳-۴ در تغذیه ی سـرخود با انتخاب مقادیر مناسـب بـرای مقاومت های R_1 ,R_2 ,R_E مدار می‌تواند به هر درجه‌ای از پایداری حرارتی برسـد و به بتای (β) ترانزیستور وابستگی نداشته باشد. مدار شکل ۱۲-۱ را ببندید و ولتاژها و جریان‌های مدار را اندازه‌گیری و یادداشت کنید.



شکل ۱۲-۱ مدار بایاس سرخود (تقسیم ولتاژ) ترانزیستور

$I_B = ...mA \quad I_C = ...mA$
$V_{BE} = ...V \quad V_C = ...V$
$V_E = ...V \quad I_E = ...mA$
$V_{CE} = ...V$

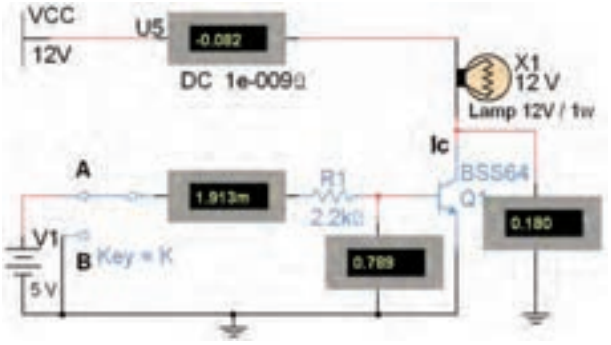
سـؤال ۱۱: آیا مقدار جریان کلکتور تقریباً با جریان امیتر برابر است؟ علت را توضیح دهید.

۱-۳-۵ توان مصرفی ترانزیسـتور را محاسـبه کنید. آیا می‌توانیـد حداکثـر توان مصرفـی ترانزیسـتور را از برگه‌ی اطلاعات موجود در نرم‌افزار (Detail Report) استخراج کنید و آن را با توان مصرفی محاسـبه شـده ی مدار مقایسـه کنید؟

سؤال ۱۲: دلیـل مناسب بودن مدار بایاس با تقسیم‌کننده‌ی ولتاژ (سرخود) را نسبت به سایر بایاس‌ها شرح دهید.

۱-۴ آزمایش ۴: کلیدزنی (سوئیچینگ ترانزیستور)

۱-۴-۱ ترانزیسـتور در ناحیـه‌ی قطع و اشـباع مانند یک کلید باز و بسته عمل می‌کند. مدار شکل ۱۳-۱ را ببندید.



شکل ۱۳-۱ مدار کلیدزنی ترانزیستور

توجه: به مشـخصات لامپ توجه کنید و لامپ را با توجه به مقادیر خواسـته شده در مدار قرار دهید.

۲-۴-۱ با قـرار دادن کلید در وضعیت A و B جریان‌ها و ولتاژهای ترانزیســتور را اندازه‌گیری کنید. وضعیت روشن شدن لامپ را مشخص کنید و در جدول ۲-۱ بنویسید.

جدول ۲-۱ جریان‌ها و ولتاژهای ترانزیستور

وضعیت کلید	V_{BE} (V)	V_{CE} (V)	I_B (μA)	I_C (mA)	ناحیه‌ی ترانزیستور	وضعیت لامپ
A						
B						

سؤال ۱۳: مشخصات ناحیــه‌ی قطع و اشــباع ترانزیستور را بنویسید.

ســؤال ۱۴ : مزایــای اســتفاده از کلیــد الکترونیکــی (ترانزیستوری) نسبت به کلیدهای مکانیکی و الکترومغناطیسی را شرح دهید.

سؤال ۱۵: با تحقیق کاربردهای کلیدهای الکترونیکی را در دستگاه‌های مختلف الکترونیکی و مخابراتی بنویسید.