



دستور کار آزمایشگاه الکترونیک



دانشکده برق و کامپیوتر

سال تحصیلی ۹۸-۹۹

تهیه و تنظیم: مهدی ذوالفقار

مقدمه:

آزمایشگاه الکترونیک احتمالا اولین برخورد شما با مدارات الکترونیکی، بصورت عملی است و بخشی از تجربیات شما در همین آزمایشگاه شکل می گیرد. لذا لازم است که آن را جدی بگیرید و در رفع اشکالات مداری خود کوشا باشید. لطفا برای استفاده بهتر از آزمایشگاه به نکات زیر توجه فرمائید:

۱- وقتی از جعبه مقاومت یا خازن، المانی را بر می دارید، به مقدار نوشته شده روی جعبه اطمینان نکرده و مقدار آن را از روی رنگ المان و یا با استفاده از مولتی متر بررسی کنید. مثلا ممکن است مقاومت $100K\Omega$ در جعبه مقاومت های 100Ω باشد.

۲- پایه مقاومت ها و خازن ها را کوتاه نکنید و اگر نیازی به سری کردن یا موازی نمودن المان ها باشد، پایه های آنها را به هم تاب نداده و از "برد بورد" برای این کار استفاده کنید.

۳- اگر به رنگ های مقاومت ها و خازن ها آشنایی ندارید، آنها را به اشتباه در داخل جعبه قرار ندهید. توجه کنید که شناخت رنگ مقاومت ها در بهتر انجام دادن آزمایش ها بی تاثیر نیست.

۴- جهت به حداقل رساندن خطای آزمایش ها و همچنین بهتر جواب گرفتن، اتصالات را به حداقل رسانده و از بکارگیری سیم های اضافه خودداری کنید.

۵- در انتهای کار در مرتب کردن میزها و وسایل، همکاری لازم را مبذول نمایید. نتیجه این کار مستقیما به استفاده بیشتر شما از آزمایشگاه منتهی می شود.

نحوه ارزیابی پایانی:

حضور و غیاب	۲ نمره
گزارش، شبیه سازی و فعالیت در کلاس	۱۲ نمره
امتحان پایانی	۸ نمره

توجه:

- ۱- دانشجویان می توانند با هماهنگی قبلی تنها در یک جلسه آزمایشگاه غیبت داشته باشند. همچنین به ازای هر جلسه غیبت (بدون هماهنگی) ۱ نمره از نمره پایانی دانشجو کسر می گردد.
- ۲- در صورت غیبت بیش از ۲ جلسه، نمره درس صفر لحاظ می شود.
- ۳- در صورت عدم حضور به موقع، ۰,۲۵ نمره منفی دریافت می کنید.
- ۴- به دانشجویانی که نه غیبت دارند و نه تاخیر، ۱ نمره به نمره پایانی اضافه می گردد.
- ۵- گزارش کارهای مربوط به هر آزمایش، دوهفته پس از انجام آزمایش دریافت می گردد.

آزمایش ۱. آشنایی با دیود و مدارهای آن

هدف از این آزمایش آشنایی با دیود و استخراج منحنی مشخصه و پارامترهای مهم دیود است.

۱-۱ تعیین پایه های دیود

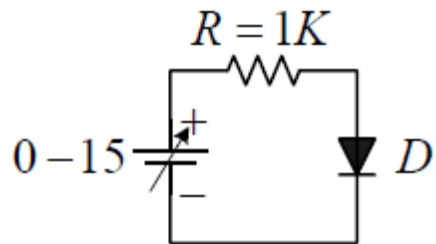
مقاومت دیودها را در بایاس مستقیم و معکوس اندازه بگیرید و از روی آن، آند و کاتد دیودها و نیز جنس دیودها را مشخص کنید.

سوال ۱- به نظر شما این عدد چه مشخصه ای از دیود را نشان می دهد؟

سوال ۲- این مشخصه را در دیودهای فوق با یکدیگر مقایسه کرده، دلایل اختلاف را نام ببرید.

۲-۱ مشخصه بایاس مستقیم دیود

با استفاده از مدار زیر، جریان دیود را به ازای ولتاژهای مختلف V_d ، مطابق جدول داده شده اندازه گیری نمایید. سپس به سوالات زیر پاسخ دهید:



الف) ولتاژ شروع هدایت (Cut in voltage) برای این دیود چقدر است؟

ب) با استفاده از جدول مربوطه، منحنی جریان دیود بر حسب ولتاژ آن را رسم کنید.

$V_d(\text{mV})$	100	200	300	400	550	600	650	700	750
$I_d(\text{mA})$									

ج) این بار دیود نورانی را در مدار قرار داده و جدول زیر را کامل کنید.

$V_d(\text{V})$	0.2	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.4	1.5	1.6	1.7
$I_d(\text{mA})$										

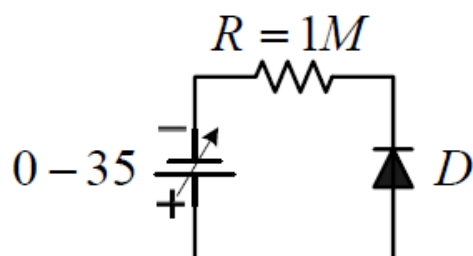
ج-۱) منحنی مشخصه دیود نورانی را ترسیم کنید.

سوال ۱) ولتاژ شروع هدایت برای این دیود چقدر است؟

سوال ۲) توان مصرفی این دیود برای داشتن نور مناسب را محاسبه کنید.

۳-۱ مشخصه بایاس معکوس دیود

با استفاده از مدار زیر و به ازای ولتاژهای مختلف V_D جدول را کامل کنید (دیود شیشه ای) و منحنی مشخصه دیود را در بایاس معکوس ترسیم نمایید.



$V_D(V)$	0	10	15	20	25	30	35
$I_{rs}(nA)$							

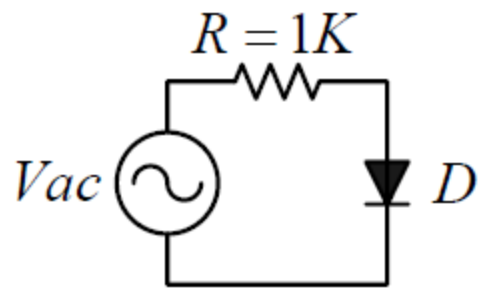
۴-۱ منحنی مشخصه دیود زنر

الف) یک دیود زنر را با مولتی متر آزمایش کنید. نتیجه این آزمایش چه تفاوتی با آزمایش دیود معمولی دارد؟

ب) ولتاژ شکست دیود زنر را با استفاده از مدار قسمت ۳-۱ پیدا کنید. توجه کنید تا ولتاژ اعمالی و مقاومت R متناسب با دیود شما انتخاب شوند.

$V_i(V)$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$V_d(V)$										
$I_d(uA)$										

۵-۱ بدست آوردن منحنی مشخصه دیود با استفاده از اسیلوسکوپ



الف) مدار فوق را ببندید و منحنی مشخصه دیود را با استفاده از اسیلوسکوپ مشاهده کنید.

ب) مدار را در نرم افزار PSPICE نیز شبیه سازی کرده و مشخصه دیود را مشاهده کنید.

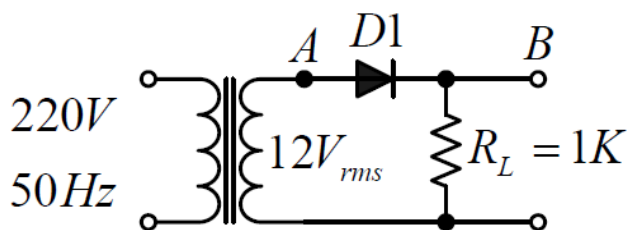
ج) تفاوت شکل بدست آمده با منحنی بدست آمده از نقطه یابی چیست؟

د) این آزمایش را برای دیود زنر تکرار کرده و ولتاژ شکست دیود زنر را اندازه بگیرید.

آزمایش ۲. یکسوسازهای دیودی

۱-۲ یکسوساز نیم موج (Half Wave Rectifier)

مدار زیر را بسته و شکل موج نقاط A و B را رسم کنید.



الف) مقدار ولتاژ DC موجود در شکل موج خروجی چقدر است؟

ب) ضریب ضربان (ریپل) چقدر است؟

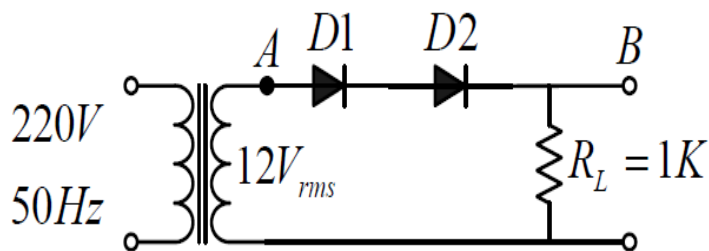
ج) جواب سوال خود را بصورت تئوری بدست آورید و با نتایج عملی مقایسه کنید.

د) شکل موج دو سر دیود را زیر شکل موجهای فوق ترسیم نمایید.

ه) حداکثر ولتاژ اوج معکوس (P.I.V) دو سر دیود چند ولت است؟

ر) در صورتیکه جهت دیود را در مدار عوض کنیم چه اتفاقی می افتد؟

ز) اگر به جای یک دیود، دو دیود بطور سری قرار دهیم، شکل موج خروجی چه تغییری می کند؟

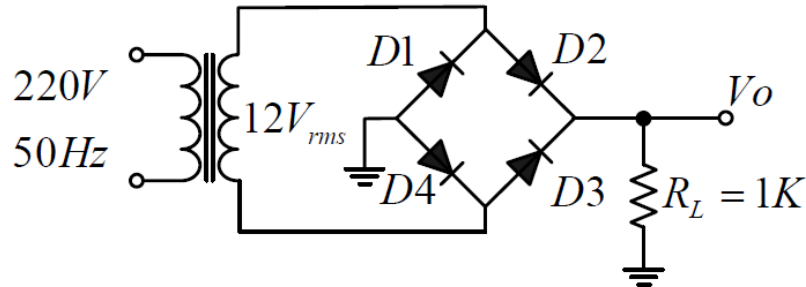


سوال ۱) آیا این گونه بستن دیودها فایده ای دارد؟

سوال ۲) سری یا موازی کردن دیودها در مدارهای یکسوساز به چه منظورهایی بکار می رود؟

۲-۲ یکسوکننده تمام موج پل

مداری مطابق شکل زیر بسته و شکل موج خروجی را با مشخص کردن دامنه آن ترسیم کنید.



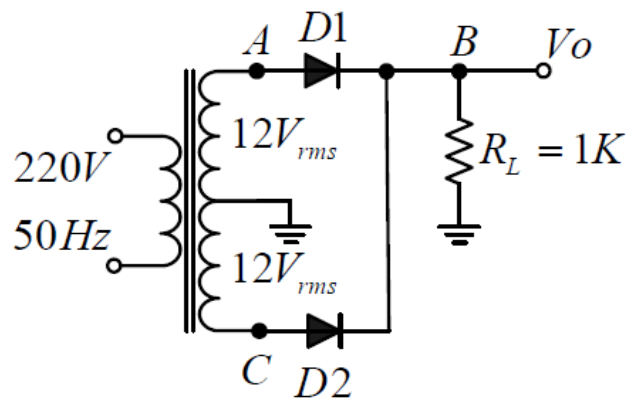
الف) به سوال های قسمت ۲-۱ برای این قسمت هم پاسخ دهید.

ب) شکل موج دو سر دیود $D1$ را مشاهده و با مشخص کردن دامنه و حفظ رابطه زمانی، شکل موج خروجی را ترسیم کنید.

ج) ضریب ریبیل این مدار را با یکسوکننده نیم موج مقایسه کنید.

۲-۳ یکسوساز تمام موج با ترانس سر وسط دار

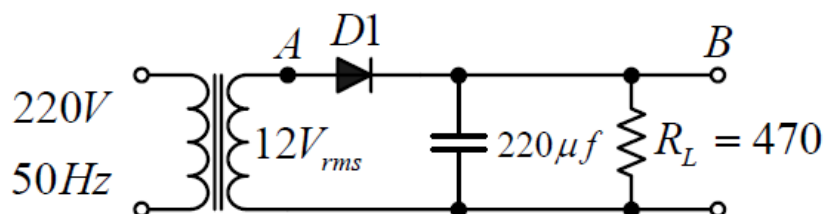
برای یکسوساز تمام موج می توان از ترانس با سر وسط بگونه ای که در شکل نشان داده شده، استفاده کرد. مدار زیر را در نرم افزار PSpice شبیه سازی کرده و شکل موج های نقاط A، B و C را نسبت به زمین ترسیم کنید.



آزمایش ۳. صافی های منبع تغذیه

۱-۳ یکسوساز نیم موج با صافی خازنی

مدار زیر را ببندید:



الف) شکل موج خروجی را با مقیاس رسم کنید و مقدار DC خروجی و همچنین دامنه Peak to Peak ولتاژ رپیل را اندازه گیری کنید.

ب) ضریب رپیل در این حالت چقدر است؟ این مقدار را با مقدار بدست آمده از تئوری مقایسه نموده و علت اختلاف را توجیه کنید.

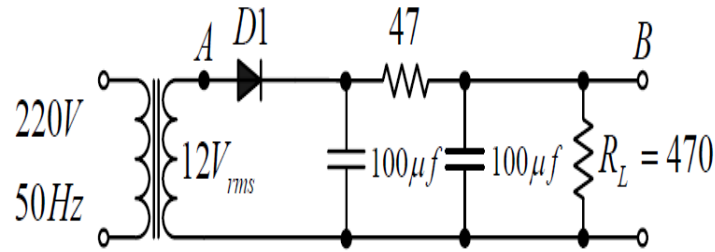
ج) درصد رگولاسیون را محاسبه کنید. این مقدار را با مقدار تئوری مقایسه کرده و دلیل اختلاف را بیان کنید.

د) شکل موج دو سر دیود را در حالت بی باری روی اسیلوسکوپ مشاهده کنید و از روی آن ولتاژ معکوس PIV دیود را مشخص کنید.

ه) به جای خازن ۲۲۰ میکروفاراد، خازن ۴۷۰ میکروفاراد قرار داده و شکل موج خروجی را با شکل مرحله قبل مقایسه کنید.

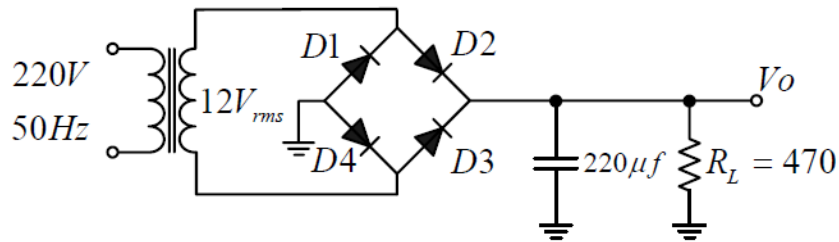
۲-۳ یکسوساز نیم موج با صافی π مقاومتی

به جای صافی خازنی از صافی π مقاومتی استفاده کرده و کلیه اندازه گیری ها و محاسبات مرحله ۲-۳ را برای این مرحله تکرار کنید. شکل موج خروجی در این بخش را با بخش ۱-۳ مقایسه کنید.

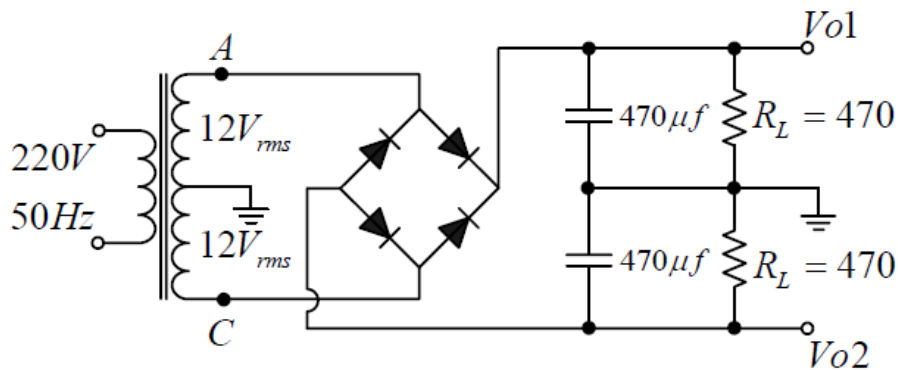


۳-۳ یکسوکننده تمام موج با صافی خازنی

مدار یکسوساز تمام موج با صافی خازنی را بسته و شکل موج خروجی را مشاهده کنید. موارد نام برده در بخش ۱-۳ را برای این بخش نیز بدست آورده و با یکدیگر مقایسه کنید.



۴-۳ تهیه ولتاژ مثبت و منفی



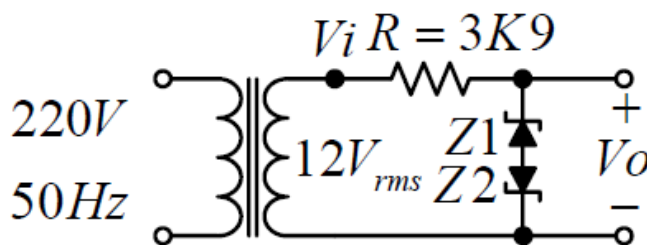
الف) طرز کار مدار را شرح دهید.

ب) ضریب ریبیل ولتاژ دو سر مقاومت های R_1 و R_2 را بدست آورید.

آزمایش ۴. مدارهای شکل دهنده و چندبرابر کننده ولتاژ

۱-۴

مدار زیر را بسته و شکل موج ورودی و خروجی را با حفظ رابطه زمانی رسم کنید.

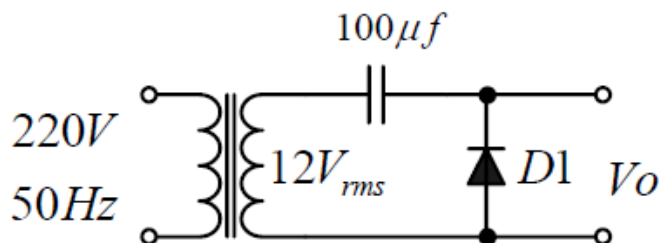


الف) مدار چه عملی انجام می دهد؟

ب) مقاومت R را چگونه انتخاب می کنید؟

۲-۴

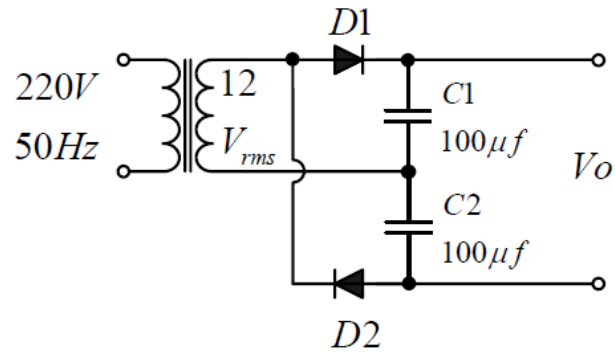
مدار زیر را ببندید.



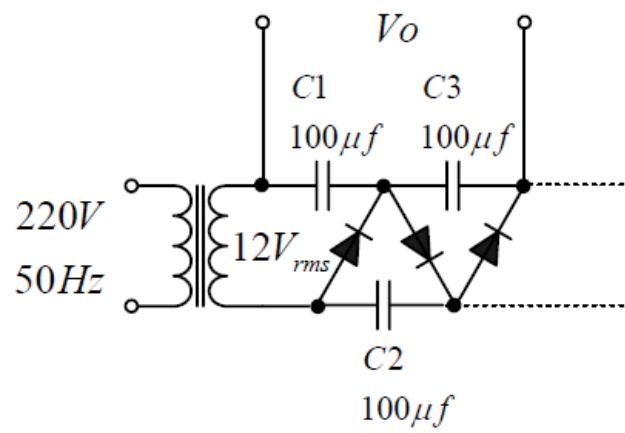
الف) شکل موج خروجی را ترسیم نموده، توضیح دهید مدار چه عملی انجام می دهد.

۳-۴

الف) مدار زیر را بسته، ولتاژ خروجی را مشاهده و رسم کنید. این ولتاژ چند برابر دامنه ولتاژ ورودی است؟



ب) مدار زیر را بسته و ولتاژ V_o را مشاهده کنید.



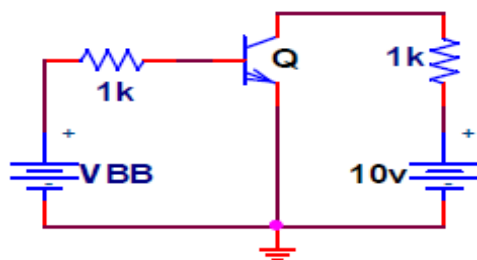
ج) دو مدار فوق را مقایسه کنید.

آزمایش ۵. آشنایی با ترانزیستور

۱-۵ ترانزیستورهای BC107, BC136, BD135, BC178

الف) به وسیله مالتی متر، پایه ها و نوع ترانزیستورها (npn, pnp) را تشخیص داده و از سالم یا خراب بودن آنها اطمینان حاصل کنید.

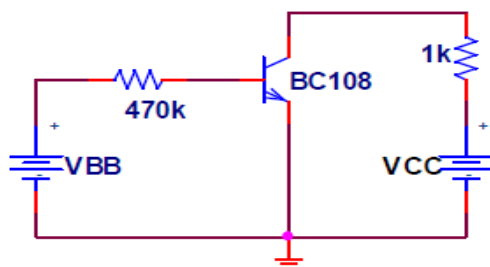
ب) برای هر ترانزیستور جدول زیر را کامل کنید. اثر تغییرات V_{CE} روی β_{dc} چیست؟ آیا β همیشه مقدار ثابتی دارد؟



V_{CE}	0.2	2	5	10
$I_c(\text{mA})$				
$I_B(\mu\text{A})$				
β				

۲-۵ بدست آوردن مشخصه ترانزیستور BC107 در حالت امیتر مشترک

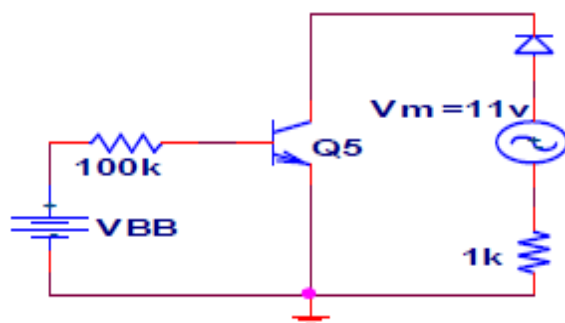
در مدار شکل زیر، V_{BB} را طوری تعیین کنید که جریان بیس $5\mu\text{A}$ باشد. V_{CC} مطابق جدول زیر تغییر داده و I_C و V_{CE} را در هر مرحله اندازه گرفته، در همان جدول یادداشت نمایید. اطلاعات بدست آمده را در هر مرحله روی کاغذ ترسیم نموده و در انتها منحنی I_C را برحسب V_{CE} رسم نمایید. ستون های دیگر جدول را نیز به همین صورت کامل کنید.



V_{CC}	$I_{\beta} = 5\mu A$ $V_{BB} = 2.9V$		$I_{\beta} = 10\mu A$ $V_{BB} = 5.1V$		$I_{\beta} = 15\mu A$ $V_{BB} = 7.5V$	
	$V_{CE}(V)$	$I_C(mA)$	$V_{CE}(V)$	$I_C(mA)$	$V_{CE}(V)$	$I_C(mA)$
0						
0.5						
1						
1.5						
2						
2.5						
3						
3.5						
4						
7						
11						
13						

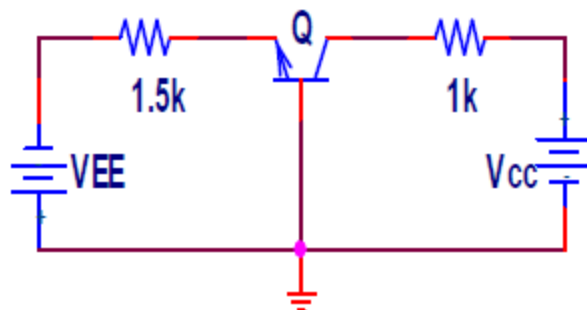
۳-۵ رسم منحنی مشخصه خروجی در حالت CE توسط اسیلوسکوپ

مدار شکل زیر را بسته، ولتاژ V_{CE} را به محور افقی و نیز دو سر RC که متناسب با جریان I_C می باشد را به محور عمودی اسیلوسکوپ وصل نمایید. با تغییر ولتاژ V_{BB} در پله های دو ولتی، منحنی مشخصه خروجی را بدست آورده و رسم نمایید.



۴-۵ رسم مشخصه خروجی ترانزیستور BC107 در حالت بیس مشترک

در مدار شکل زیر VEE را چنان تعیین کنید که جریان امیتر 2mA باشد. با تغییر VCC ستون اول جدول زیر را کامل کنید. برای ستون های دیگر نیز آزمایش را تکرار کنید.

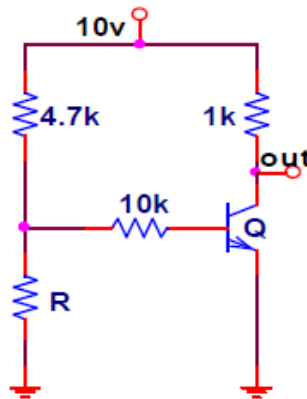


V_{CC}	$I_E = 2mA$		$I_E = 3mA$		$I_E = 4mA$	
	$V_{CB}(V)$	$I_C(mA)$	$V_{CB}(V)$	$I_C(mA)$	$V_{CB}(V)$	$I_C(mA)$
<0						
0						
0.5						
1						
1.5						
2						
2.5						
3						
3.5						
4						
7						
11						
13						

آزمایش ۶. بررسی وضعیت فعال، اشباع و قطع ترانزیستور BC107

۱-۶

مدار زیر را ببندید و با تغییر پتانسیومتر جدول زیر را کامل کنید.



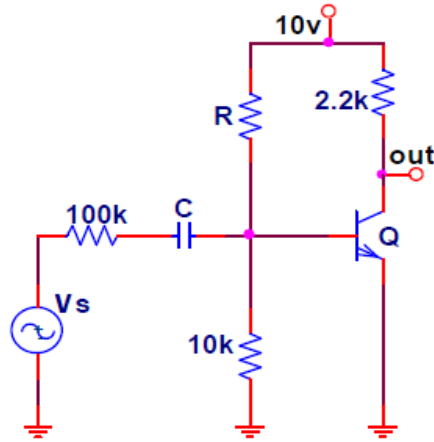
حالت	β	V_{BE}	$I_E(\text{mA})$	$I_C(\text{mA})$	$I_B(\mu\text{A})$	V_{CE}	ردیف
						10	1
						5	2
						2	3
						0.3	4
						*	5

تذکر: برای تکمیل ردیف آخر، سر وسط پتانسیومتر را در بالاترین حد خود قرار دهید.

سوال: جریان کلکتور در ردیف ۵ نسبت به ردیف ۴ چه تغییری کرده است؟ چرا؟

۲-۶

الف) در مدار شکل زیر، مقاومت R را طوری تعیین کنید که مدار در حالت فعال باشد. خروجی مدار را رسم کنید و اثر تغییر R را بر روی نقطه کار مدار و شکل موج خروجی بررسی کنید.



ب) به جای مقاومت $2.2K\Omega$ به ترتیب مقاومت های $1K\Omega$ و $3.9K\Omega$ قرار دهید و در هر حالت V_{CE} و I_C را اندازه بگیرید. در هر یک از این دو حالت مدار به طرف ناحیه قطع می رود یا اشباع؟ چرا؟

ج) مقاومت R را طوری انتخاب کنید که مدار قبل در حالت اشباع باشد. مقدار مقاومت R چقدر است؟ شکل موج خروجی را زیر شکل موج ورودی در این حالت ترسیم کنید.

د) مقاومت R را طوری انتخاب کنید که ترانزیستور در حالت قطع باشد. مقدار مقاومت R چقدر است؟ در این حالت نیز شکل موج خروجی را زیر شکل موج ورودی ترسیم کنید و درباره آن توضیح دهید.

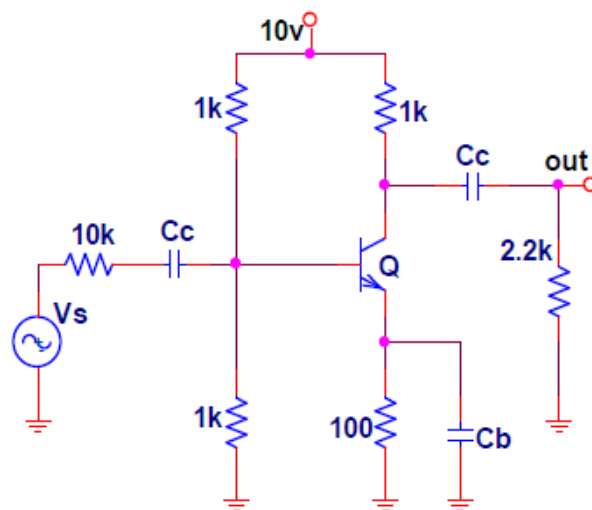
سوال ۱: آیا مقدار R_S می تواند تاثیری در نقطه کار مدار داشته باشد؟

سوال ۲: اگر درحالیکه ترانزیستور در ناحیه فعال است، مقاومتی در مدار امیتر اضافه کنیم، ترانزیستور به طرف ناحیه قطع می رود یا اشباع؟ چرا؟

چه راه حلی برای برگرداندن نقطه کار به حالت اولیه پیشنهاد می کنید؟

آزمایش ۷. تقویت کننده امپتر مشترک

۱-۷



الف) نقطه کار مدار فوق را بگونه ای محاسبه کنید که خروجی آن بیشترین تغییرات ممکن را بتواند داشته باشد. پس از محاسبه جریان و ولتاژ نقطه کار، با انتخاب دو مقاومت که نسبت $R_1 = K R_2$ داشته باشند، مقادیر R_1 و R_2 تعیین می شوند.

ب) مدار فوق را بسته و مقادیر V_{CEQ} و I_{CQ} را اندازه بگیرید. آیا با مقدار محاسبه شده برابر است؟ در صورتیکه اختلاف بیشتر از ۵٪ می باشد، با تغییر R_1 یا R_2 به نقطه کار دلخواه برسید. مقدار نهایی R_1 و R_2 را یادداشت کنید.

ج) در این حالت بقیه قسمت های مدار را اضافه کنید و با انتخاب فرکانس 1KHz برای سیگنال ژنراتور، دامنه V_S را بگونه ای تنظیم کنید که بیشینه خروجی بدون اعوجاج بدست آید.

د) حداکثر ولتاژ خروجی بدون اعوجاج چقدر است؟

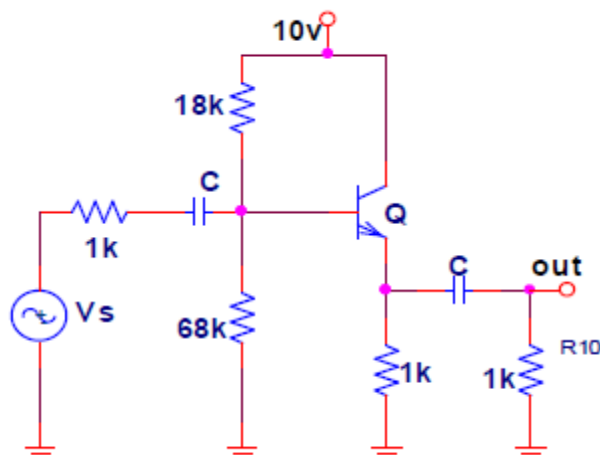
ه) شکل موج های V_i ، V_o و V_S را با حفظ رابطه زمانی زیر یکدیگر رسم کنید.

ر) مقاومت های ورودی و خروجی R_i و R_o را محاسبه کنید.

ی) $A_V = \frac{V_o}{V_i}$ ، $A_{VS} = \frac{V_o}{V_S}$ و $A_{IS} = \frac{I_o}{I_S}$ را محاسبه کنید.

آزمایش ۸. تقویت کننده کلکتور مشترک

۱-۸



الف) نقطه کار مدار فوق را بگونه ای محاسبه کنید که خروجی آن بیشترین تغییرات ممکن را بتواند داشته باشد. پس از محاسبه جریان و ولتاژ نقطه کار، با انتخاب دو مقاومت که نسبت $R_1 = K R_2$ داشته باشند، مقادیر R_1 و R_2 تعیین می شوند.

ب) مدار فوق را بسته و مقادیر V_{CEQ} و I_{CQ} را اندازه بگیرید. آیا با مقدار محاسبه شده برابر است؟

ج) در این حالت بقیه قسمت های مدار را اضافه کنید و با انتخاب فرکانس 1KHz برای سیگنال ژنراتور، دامنه V_S را بگونه ای تنظیم کنید که بیشینه خروجی بدون اعوجاج بدست آید.

د) حداکثر ولتاژ خروجی بدون اعوجاج چقدر است؟

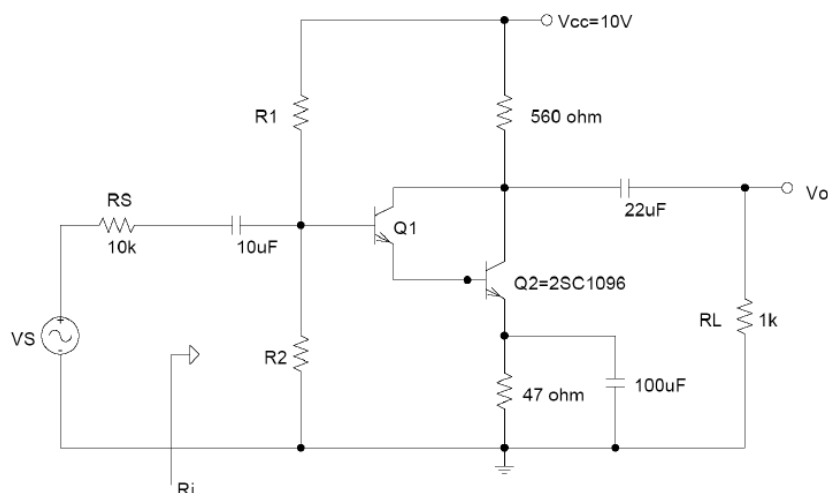
ه) شکل موج های V_i ، V_o و V_S را با حفظ رابطه زمانی زیر یکدیگر رسم کنید.

و) مقاومت های ورودی و خروجی R_i و R_o را محاسبه کنید.

ز) $A_V = \frac{V_o}{V_i}$ ، $A_{VS} = \frac{V_o}{V_S}$ و $A_{IS} = \frac{I_o}{I_S}$ را محاسبه کنید.

آزمایش ۹. کاربرد زوج دارلینگتون در مدارها

۱-۹



الف) V_{CEQ} و I_{CQ} زوج دارلینگتون را بگونه ای محاسبه کنید که خروجی آن بیشترین تغییرات ممکن را بتواند داشته باشد.

ب) اگر $V_{BE1} = V_{BE2} = 0.65$ ، $\beta_1 = 200$ و $\beta_2 = 100$ مقدار β ، V_{BQ1} ، V_{BQ2} ، I_{BQ1} و V_{EQ1} و V_{EQ2} را محاسبه کنید.

ج) اگر جریان $R2$ برابر I_{BQ1} باشد، مقادیر $R1$ و $R2$ را تعیین کنید.

د) اگر مقاومت $R2$ را حذف کنیم، مقدار جدید $R1$ را محاسبه کنید.

ه) مزایا و معایب مرحله "د" نسبت به مرحله "ج" چیست؟

ر) مدار را بسته و مقدار V_{CEQ} ترانزیستور T_2 را اندازه بگیرید. اگر حدود مقدار محاسبه شده نبود، با تغییر $R1$ یا $R2$ آن را به مقدار محاسبه شده برسانید.

ز) مقدار β_{dc} زوج دارلینگتون را بدست آورید. برای محاسبه I_B یکبار از آمپرتر و بار دیگر از ولتمتر استفاده کنید و علت اختلاف را توضیح دهید.

ی) امپدانس ورودی، بهره ولتاژ و بهره جریان را برای مدار مربوطه بدست آورید.