آزمایشگاه الکترونیک I یکی از پایه‌های مهم در فراگیری الکترونیک می‌باشد و بخشی از تجربیات شما در همین آزمایشگاه شکل می‌گیرد. لذا لازم است که آنرا جدی بگیریم و در رفع اشکالهای مدار خود بکوشیم. برای استفاده هرچه بهتر از آزمایشگاه به نکات زیر توجه فرمائید.

۱-وقتی از جعبه مقاومت یا خازن، المانی را برمی‌دارید به مقدار نوشته شده روی جعبه، اطمینان نکرده، مقدار آنرا از روی رنگ المان تشخیص دهید. مثلا" ممکن است مقاومت $100K\Omega$ در جعبه مقاومتهای 100Ω باشد.

۲- هرگز پایه مقاومتها یا خازنها را کوتاه نکنید و اگر نیازی به سری کردن یا موازی نمودن المانها باشد، پایه‌های آنها را به هم تاب ندهید و حتما" از بردبرد برای مونتاژ مدار خود استفاده کنید همچنین در هنگام نصب المانهای سه قطبی مثل ترانزیستور بر روی برد برد، احتیاجی نیست که پایه‌های آنها را از حالت اولیه خارج کرده و برای قرار دادن روی برد، پایه‌های آنها را کج کرد. که اینکار موجب شکسته شدن پایه المان می‌گردد.

۳-در انتهای کار، در مرتب کردن میزها و وسایل، همکاری لازم را مبذول نمائید، نتیجه این کار مستقیما" به استفاده بیشتر شما از آزمایشگاه منتهی می‌شود.

۴-اگر به رنگهای مقاومتها و خازنها آشنایی ندارید، آنها را داخل جعبه قرار ندهید. توجه کنید که شناخت رنگ مقاومتها در بهتر انجام دادن آزمایشها بی‌اثر نیست.

خواندن مقدار مقاومتها: مقدار هر مقاومت با سه رنگ روی آن مشخص می‌شود. رنگ اول و دوم مقدار و رنگ سوم ضریب و رنگ چهارم تلرانس مقاومت است. هر رنگ نماینده یک عدد است.

مقدار	۰	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
رنگ	سیاه	قهوه‌ای	قرمز	نارنجی	زرد	سبز	آبی	بنفش	خاکستری	سفید

تلرانس	٪۵	٪۱۰	٪۲۰
رنگ	طلایی	نقره‌ای	بی‌رنگ

در مقاومتهای پنج رنگ، رنگ اول و دوم و سوم مقدار، رنگ چهارم ضریب و رنگ پنجم تلرانس است.

تذکر: اگر رنگ سوم در مقاومت‌های چهار رنگ، طلایی باشد، ضریب ۰/۱ و اگر نقره‌ای باشد ضریب ۰/۰۱ می‌باشد.

خواندن مقدار خازنها:

مقدار خازنها اغلب به پیکوفاراد بیان می‌شود و به دو صورت عددی و رنگی می‌باشد. در خازنهایی که مقدار آنها با عدد مشخص شده است، دو رقم اول، مقدار و رقم سوم ضریب است.

مثال: $104 \rightarrow 10 \times 10^4 \, PF = 100NF = 0.1\mu F$

در خازنهایی که مقدار آنها با سه رنگ مشخص شده است همانند مقاومتها عمل می‌شود و آنهایی که با پنج رنگ مشخص شده‌اند، رنگ اول و آخر را رها کرده و با سه رنگ باقیمانده مثل سابق عمل می‌کنیم. رنگ اول ضریب حرارتی و رنگ پنجم تلرانس خازن را مشخص می‌کند.

تذکر: در کلیه آزمایشها برای اندازه‌گیری جریان در یک شاخه از مدار، مثلا" جریان دیود، در مسیر آن یک مقاومت قرار داده، با اندازه‌گیری ولتاژ دو سر مقاومت و با استفاده از فرمول $I = \frac{V}{R}$ جریان را محاسبه می‌کنیم. برای سادگی محاسبات، در صورت امکان، مقدار مقاومت را 10^n اهم انتخاب می‌کنیم (n عدد صحیح) بعنوان مثال اگر مقاومت فوق‌الذکر، یک کیلو اهم باشد. عدد ولتاژ خوانده شده معادل مقدار جریان بر حسب میلی‌آمپر خواهد بود. البته توجه داشته باشید که مقدار مقاومت نباید آنقدر زیاد باشد که در مشخصات مدار تغییر ایجاد کند.

آزمایش شماره ۱: آشنایی با دیود و مدارهای آن

هدف: آشنایی با مشخصه‌های استاتیکی دیودهای معمولی وزنر

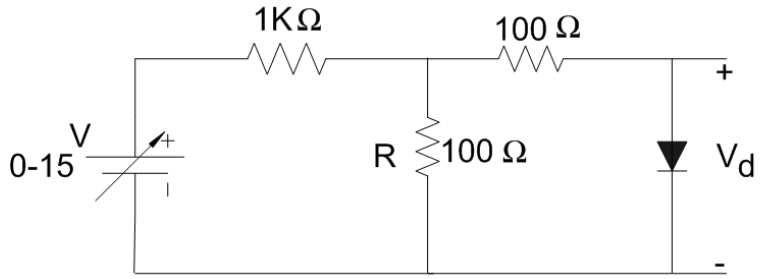
وسایل مورد نیاز:

اسیلوسکوپ، منبع تغذیه، مولد سیگنال، مالتی متر دیجیتال، برد برد، دیود معمولی، دیود زنر مقاومتهای $100\Omega, 1K\Omega, 1M\Omega$(دو عدد)

بدست آوردن مشخصه دیود معمولی و رسم آن به روش نقطه‌یابی

۱-۱) مشخصه مستقیم دیود

مقاومت یک دیود را در بایاس موافق و مخالف اندازه‌بگیرید و از روی آن، آند و کاتد دیود را مشخص نمائید. سپس با استفاده از مدار زیر، جریان دیود را به ازای ولتاژهای مختلف V_d که در جدول داده شده، اندازه‌گیری کنید.



V_d	۱۰۰	۲۰۰	۳۰۰	۴۰۰	۵۰۰	۵۵۰	۶۰۰	۶۵۰	۷۰۰	۷۵۰	mv
Id											mA

در صورت لزوم، مقاومت R را از مدار حذف کنید. در صورتیکه با حذف R نیز ردیفهای آخر جدول بدست نیامد از ادامه دادن آزمایش خودداری کنید.

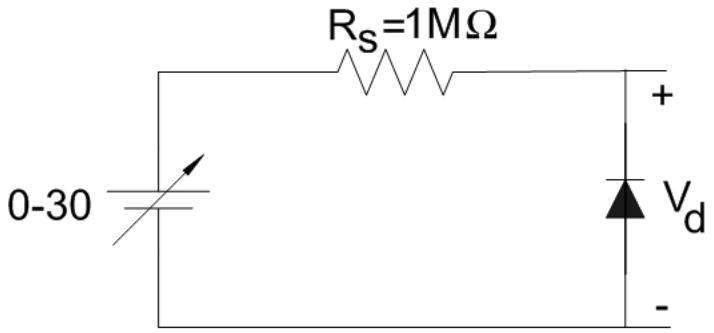
الف) با استفاده از مقادیر جدول فوق، منحنی جریان دیود بر حسب ولتاژ آنرا رسم کنید.

ب) ولتاژ شروع هدایت (Cutin Voltage) برای این دیود چقدر است؟

ج) آیا جنس دیود مورد آزمایش سیلیسیم است یا ژرمانیم؟ چرا؟

۲-۱) بررسی ناحیه معکوس دیود

اکثر دیودها در ناحیه معکوس دارای جریان اشباع بسیار کمی هستند و با وسایل معمولی آزمایشگاهی و آمپرمترهای معمولی قابل اندازه‌گیری نیستند. برای نشان دادن این موضوع، مدار شکل زیر را بسته، ولتاژ منبع تغذیه را از صفر تا ۳۰ ولت بتدریج افزایش دهید و جریان عبوری از مدار را اندازه‌گیری کنید.

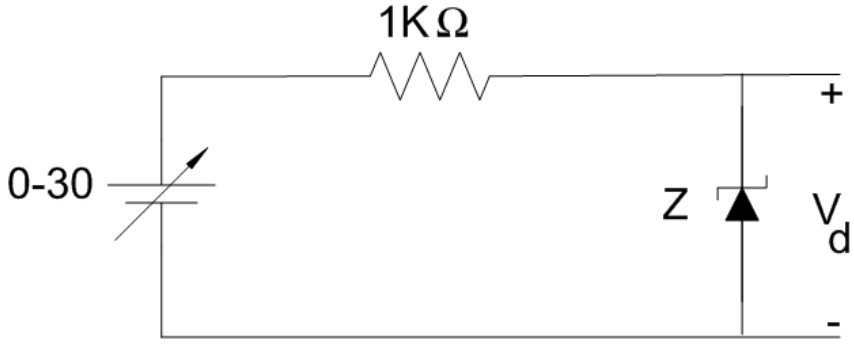


V_d	۵	۱۰	۱۵	۲۰	۲۵	۳۰	V
Id							μA

۳-۱) منحنی مشخصه دیود زنر:

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

ب- ولتاژ شکست دیود زنر را با استفاده از مدار زیر پیدا کنید.



V_i	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	V
V_d										V

Id										μA

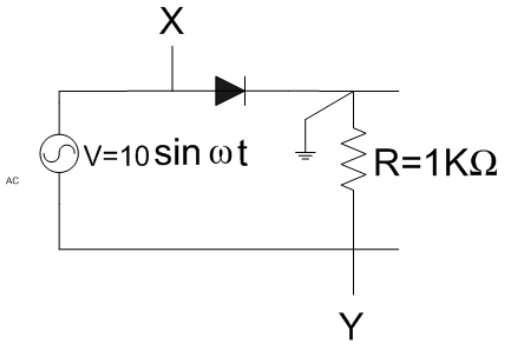
ج- وجه مشترک و تفاوت بین این شکست و شکست دیود معمولی چیست؟

۴-۱) بدست آوردن منحنی مشخصه دیود با استفاده از اسیلوسکوپ.

برای این منظور ولتاژ دو سر دیود را توسط محور افقی اسکوپ و ولتاژ دو سر R که متناسب با جریان دیود می‌باشد را توسط محور عمودی اسکوپ اندازه‌گیری می‌کنیم، اسیلوسکوپ در اینحالت باید در وضعیت xy قرار داشته باشد. ولتاژ ورودی باید ولتاژ متغیری باشد که دامنه تغییرات آن از ولتاژ شکست دیود بیشتر باشد و برای اینکه منحنی روی صفحه اسیلوسکوپ نلرزد باید فرکانس آن از ۵۰ هرتز بیشتر باشد شکل آن می‌تواند، سینوسی، دندانه اره‌ای یا مثلثی باشد.

الف- مدار زیر را ببندید ومنحنی مشخصه دیود را با مدرج کردن محورهای افقی و عمودی اسیلوسکوپ ببینید.

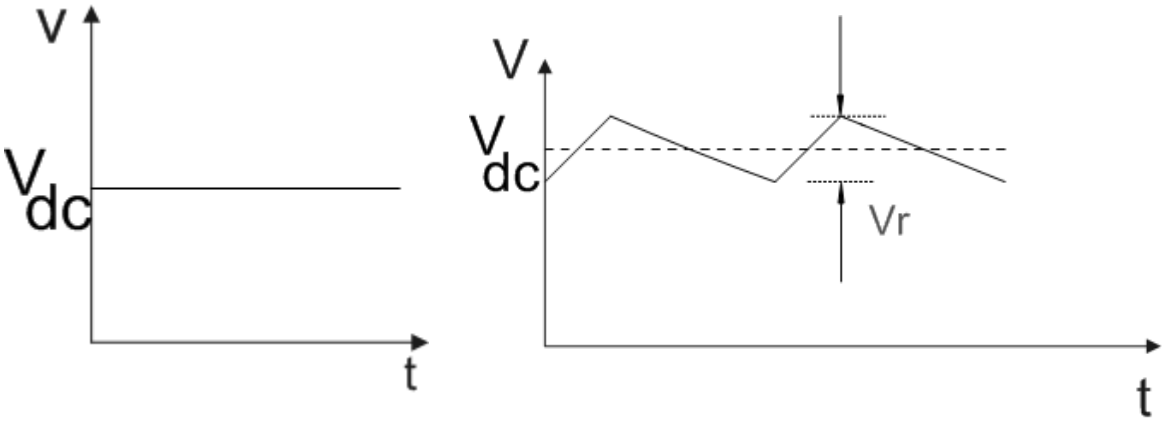
ب- این منحنی را با مقیاس مناسب، روی کاغذ میلیمتری رسم کنید.



ج- تفاوت شکل بدست آمده، با منحنی بدست آمده از طریق نقطه یابی چیست؟

د- به جای این دیود یک دیود زنر قرار داده، ولتاژ شکست آنرا نیز اندازه بگیرید.

یکسوکننده‌ها



شکل یک

مقدمه:

یک ولتاژ مستقیم (DC) عبارتست از ولتاژی که مقدار آن همواره ثابت بوده و با زمان تغییر ننماید. یک منبع تغذیه DC که ولتاژ متناوب را به ولتاژ مستقیم تبدیل می‌کند، معمولا" ایده‌آل نیست و ولتاژ تولیدی آن با زمان اندکی تغییر می‌کند. شکل (۱) یک ولتاژ مستقیم ایده‌ال و یک ولتاژ مستقیم که از منابع تغذیه DC بدست می‌آید را نشان می‌دهد. این شکل را می‌توان به دو بخش تجزیه نمود که عبارتست از:

ولتاژ مستقیم+ ولتاژ متناوب با مقدار (P-P) V_r.

قسمت دوم را ولتاژ ریپل می‌نامند V_r (مخفف Vripple). هر چقدر V_r کمتر باشد ولتاژ خروجی منابع تغذیه DC به ولتاژ مستقیم ایده‌آل نزدیکتر می‌شود.

فیلترها

یکسو کننده‌ها فقط می‌توانند ولتاژ متناوب را یکسو کنند و خروجی آنها تا ولتاژ DC فاصله زیادی دارد. برای از بین بردن مولفه‌های AC در خروجی یکسو کننده‌ها و صاف کردن ولتاژ از فیلترها استفاده می‌شود. قبل از بررسی بیشتر فیلترها و محاسبات آنها لازم است تا به معیارهایی اشاره کنیم که به کمک آنها می‌توان خروجی منابع تغذیه مختلف را مورد ارزیابی قرار داد دو معیار معروف برای ارزیابی تغذیه DC عبارتست از ضریب ریپل و درصد رگولاسیون.

ضریب ریپل:

نسبت مولفه ac خروجی یک منبع تغذیه DC به ولتاژ dc آن منبع ضریب ریپل نامیده می‌شود.

$$\text{ضریب ریپل } r = \frac{V(rms)}{V(dc)} \qquad \%r = \frac{V(rms)}{V(dc)} * ۱۰۰$$

هرچه ضریب فوق کمتر باشد، منبع تغذیه dc به منبع ایده‌ال نزدیکتر است. ضریب ریپل ایده‌ال صفر می‌باشد.

ضریب تنظیم ولتاژ(درصد رگولاسیون)

پارامتر دیگری که در بررسی کیفیت منابع تغذیه dc به کار می‌رود، میزان تغییرات ولتاژ خروجی آن بر اساس تغییر جریان بار است که بصورت زیر بیان می‌شود:

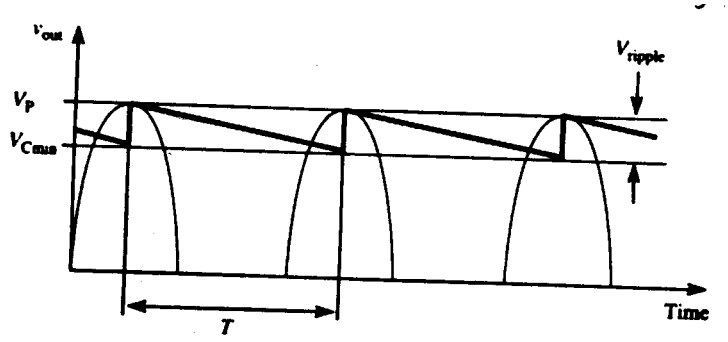
$$\text{ضریب تنظیم ولتاژ(درصد رگولاسیون)} = \frac{\text{ولتاژ بار کامل- ولتاژ بی‌باری}}{\text{ولتاژ بار کامل}} * ۱۰۰$$

$$\% \text{ V.R} = \frac{V_{FL} - V_{NL}}{V_{FL}} * ۱۰۰ \quad \text{یا}$$

هرچه مقدار ضریب تنظیم ولتاژ برای منبع تغذیه، کمتر باشد، آن منبع به منبع ولتاژ ایده‌ال نزدیکتر خواهد بود. واضح است که برای منبع ولتاژ ایده‌آل مقدار این ضریب، صفر است.

روش محاسبه و تحلیل تقریبی فیلتر خازنی

با در نظر گرفتن رفتار ولتاژ خازن می‌توان یک عبارت تحلیلی برای ولتاژ dc خروجی بدست آورد. شکل موج خروجی مدار یکسو ساز با فیلتر خانی را می‌توانیم بطور تقریب با یک شکل موج مثلثی نشان دهیم که با مقداری dc جمع شده است.



در شکل بالا، فرض می‌شود که شارژ بصورت آنی و تخلیه خازن نیز بصورت خطی انجام شود. اگر ولتاژ ریپل کوچک فرض شود خطای ناشی از نادیده گرفتن زمان شارژ نیز کوچک خواهد بود به هنگام تخلیه خازن (که توسط بار صورت می‌گیرد) رابطه نمایی ولتاژ بر حسب زمان عبارت است از:

$$V_c = V_p \exp(\frac{-t}{R_L C})$$

V_P مقدار پیک ولتاژ با در نظر گرفتن افت ولتاژ روی دیود می‌باشد. پس از زمان T ولتاژ خازن برابر است با:

$$V_{c\min} = V_p \exp(\frac{-T}{R_L C})$$

بسط عمومی تابع نمایی بصورت سری عبارت است از:

$$\exp(-x) = 1 - x + \frac{x^2}{2!} - \frac{x^2}{3!} + \ldots$$

و اگر x کوچک باشد داریم:

$$\exp(-x) \approx 1 - x$$

یعنی با فرض کوچک بودن x می‌توان یک تابع نمایی را خطی فرض کرد. با قرار دادن $T/R_l c$ به جای x در رابطه قبل داریم:

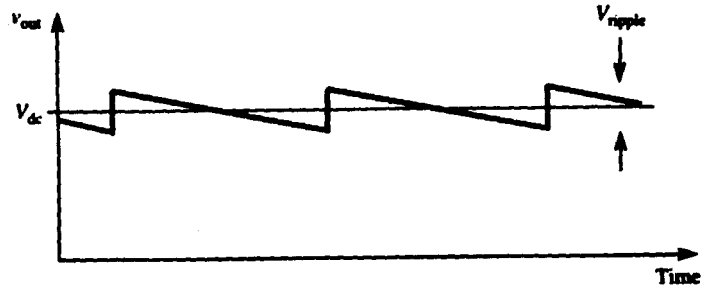
$$V_{c\min} \cong V_p(1 - \frac{T}{R_L C})$$

در این تقریب، ولتاژ بطور مستقیم با زمان متناسب است. این تقریب در صورتی معتبر است که $R_L C \rangle\rangle T$ یا به عبارت دیگر X کوچک باشد.

ولتاژ ریپل پیک تا پیک عبارت است از:

$$Vripple = Vp - Vc\min$$
$$= Vp - Vp(1 - \frac{T}{R_l c}) = Vp\frac{T}{R_l c} = Vp\frac{1}{fR_l c}$$

خروجی یکسوساز با فیلتر خازنی در شکل زیر رسم شده است.



برای این شکل می‌توانیم بنویسیم:

$$V_{dc} = V_p - \frac{V_{ripple}}{2}$$
$$= V_P(1 - \frac{1}{2fR_l C})$$

این رابطه در یکسوسازی نیم موج به کار گرفته می‌شود. با تحلیل مشابه برای یکسوساز تمام موج داریم:

تمام موج $V_{dc} = V_P(1 - \frac{1}{4fR_l C})$

ضریب ریپل

مقدار موثر ولتاژ یک موج دندانه اره‌ای برابر است با:

نیم موج

$$V_r(rms) = \frac{V_{rlpple}}{2\sqrt{3}}$$

$$= (\frac{V_P}{2\sqrt{3}fR_lC})$$

تمام موج

$$V_r(rms) = \frac{Vp}{2\sqrt{3} \times 2fR_lC}$$

همانطور که می‌دانیم ضریب ریپل با رابطه زیر بیان می‌شود:

نیم موج

$$r = \frac{V_r(rms)}{Vdc}$$

$$= \frac{V_P}{2\sqrt{3}fR_lC} \times \frac{1}{Vdc}$$

اگر از $\frac{Vripple}{2}$ در مقابل Vp صرفنظر کنیم داریم:

$$Vp \cong Vdc$$

و بنابراین داریم

نیم موج

$$r \cong \frac{1}{2\sqrt{3}fR_lC}$$

تمام موج

$$r \cong \frac{1}{4\sqrt{3}fR_lC}$$

درصد رگولاسیون

اگر R_L بی‌نهایت باشد ولتاژ بی‌باری برابر با V_P می‌شود چون خازن به اندازه V_P که شارژ شد، مسیری برای تخلیه ندارد و ولتاژ بار کامل آن نیز برابر است با:

$$Vdc = Vm - \frac{V_{ripple}}{2}$$

بنابراین بسادگی می‌توانیم درصد رگولاسیون را از تعریف زیر بدست آوریم.

$$\%R = \frac{\text{ولتاژ dc با بار کامل - ولتاژ dc بی‌باری}}{\text{ولتاژ dc با بار کامل}} * ۱۰۰$$

$$\%R = \frac{V_P - (V_P - \frac{V_{ripple}}{2})}{Vdc} * 100 = \frac{Vripple}{2Vdc} * 100 \approx \frac{100VP}{2fR_lcVp} = \frac{100}{2fR_1C}$$

با توجه به ضرایب ریپل و رگولاسیون می‌توان گفت که هرچه C و R_lبزرگتر باشد. این پارامترها کوچکتر می‌شوند. بطوریکه اگر R_l بینهایت شود ضریب ریپل صفر می‌شود. بنابراین برای داشتن ضریب ضربان و درصد رگولاسیون خوب باید حتی‌الامکان R_lc را بزرگ انتخاب کرد.

آزمایش ۲- کاربرد دیود در یکسو کننده‌های نیم موج و تمام موج

هدف: آشنایی با منابع تغذیه DC، با استفاده از یکسو کننده‌های نیم موج و تمام موج

وسائل لازم: اسیلوسکوپ، مولد سیگنال، ۴ عدد دیود، خازنهای220µF، 470µF مقاومتهای 470Ω و1KΩ(دو عدد)

تذکر: در رسم منحنیها، دوره تناوب، دامنه، خط صفر (زمین) مشخص شود. در صورت امکان با رسم شکل‌ها در زیر یکدیگر، رابطه زمانی آنها را نشان دهید.

یکسو کننده نیم موج

۱-۲- مدار زیر را بسته؛ شکل موج خروجی ترانس را قبل و بعد از دیود با مشخص کردن دامنه و حفظ رابطه زمانی رسم کنید. (کوپلاژ اسیلوسکوپ حتما" در حالت DC قرار داشته باشد)

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

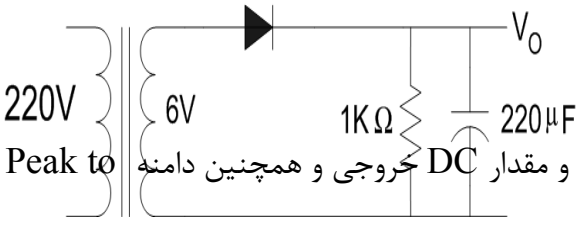
ب- این مقدار DC چند درصد از دامنه موج خروجی می‌باشد.

ج- ضریب ضربان (ریپل) چقدر است؟

د- جواب سوالهای فوق را بصورت تئوری نیز بدست آورید.

۲-۲- جهت دیود در مدار فوق را عوض کنید و شکل موج خروجی را زیر شکل موجهای قبل و با حفظ رابطه زمانی رسم کنید.

۳-۲- مدار مقابل را ببندید.



الف- شکل موج خروجی را با مقیاس ترسیم کنید و مقدار DC خروجی و همچنین دامنه Peak to Peak ولتاژ ریپل را اندازه بگیرید.

سوال ۱: ضریب ضربان (ریپل) در اینحالت چقدر است؟ این مقدار را با مقدار بدست آمده از نظر تئوری و همچنین با ضریب ضربان قسمت (۱-۲) مقایسه نموده و علت اختلاف در هر حالت را توجیه کنید.

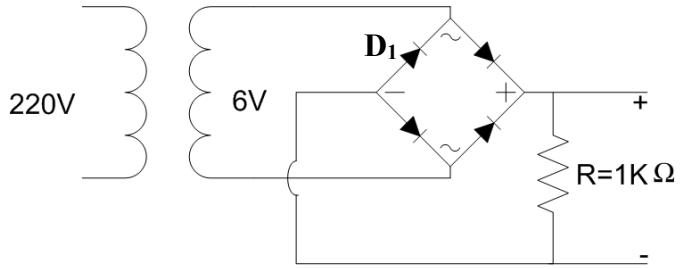
سوال۲- درصد رگولاسیون را حساب کنید. برای این کار ولتاژ بی‌باری و ولتاژ بار کامل ($1K\Omega$) را اندازه بگیرید. این مقدار را با مقدار تئوری مقایسه کرده، دلیل اختلاف را بیان کنید.

ب- شکل موج دو سر دیود را در حالت بی‌باری روی اسیلوسکوپ مشاهده کنید و از روی آن ولتاژ اوج معکوس (PIV) دیود را مشخص کنید.

۲-۴- به جای خازن $220\mu F$ خازن $470\mu F$ را قرار دهید و شکل موج ولتاژ خروجی را با شکل مرحله قبل مقایسه کنید.

یکسو کننده تمام موج

۲-۵- مداری مطابق شکل زیر بسته، شکل موج خروجی را با مشخص کردن دامنه آن ترسیم کنید.



الف- به سوالهای قسمت (۱-۲) برای این قسمت نیز پاسخ دهید.

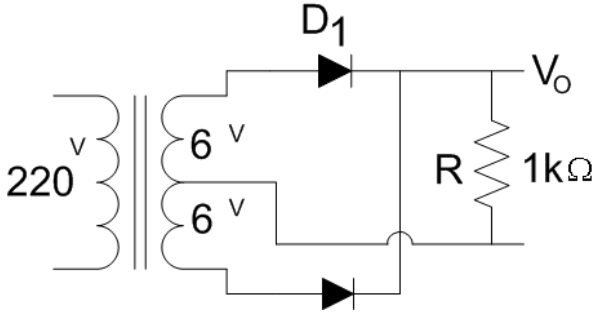
ب- شکل موج دو سر دیود D_1 را مشاهده و با مشخص کردن دامنه و حفظ رابطه زمانی، شکل موج خروجی را رسم کنید.

ج- ضریب ضربان این مدار را با یکسو کننده نیم موج (قسمت ۱-۲) مقایسه کنید.

۲-۶- خازن $220\mu F$ را با مقاومت R بصورت موازی قرار دهید و شکل موج خروجی را مشاهده نمائید مقادیر قبلی را برای این مدار نیز بدست آورده و با یکدیگر مقایسه کنید.

۲-۷- برای یکسو کننده تمام موج می‌توان از ترانسفورماتور با سر وسط نیز استفاده کرد.

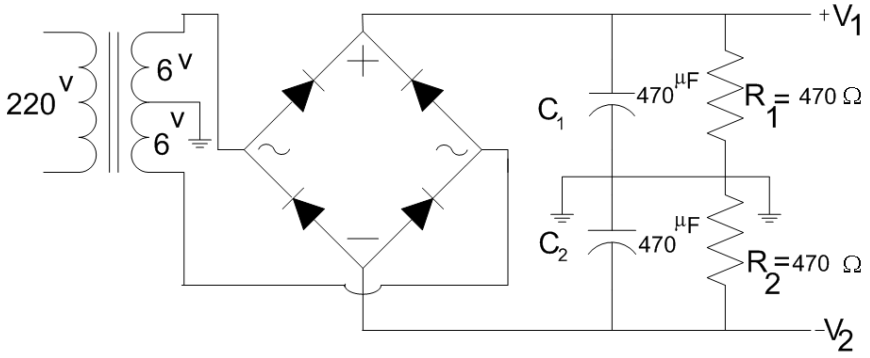
الف- مدار زیر را بسته، شکل موج خروجی آن را مشاهده و ترسیم کنید.



ب- شکل موج دو سر D_1 را رسم کرده، دامنه آنرا با ولتاژ دو سر D_1 قسمت (۵-۲ ب) مقایسه کنید.

۸-۲- تهیه ولتاژ مثبت و منفی

ولتاژ دو سر مقاومتهای R_1 و R_2 را اندازه‌بگیرید و ضریب ریپل آنها را بدست آورید.



آزمایش ۳- کاربرد دیود در مدارهای جهش، برش و چند برابر کننده‌های ولتاژ

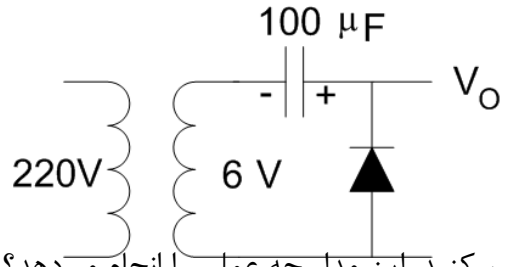
تذکر- در آزمایشهای زیر توجه داشته باشید که خازنها را با پلاریته صحیح به مدار وصل کنید و کوپلاژ اسیلوسکوپ DC باشد.

هدف: بررسی مسائل مربوط به مدارهای جهش، برش و همچنین آشنایی با مدارهای چند برابر کننده ولتاژ.

وسائل لازم: اسیلوسکوپ، منبع تغذیه، ترانس 6V، مالتی‌متر، دیود معمولی، دیود زنر $6.2V$ ، خازن $100\mu F$ (۳ عدد)، مقاومتهای $3.9K\Omega$ ، $10K\Omega$ و $100K\Omega$.

مدار جهش

۱-۳-الف- مدار مقابل را ببندید.

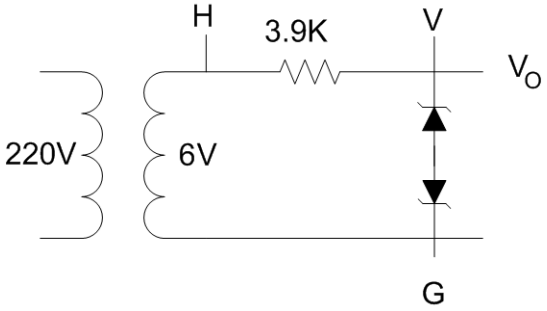


شکل موج خروجی را با توجه به خط صفر، رسم کنید. این مدار چه عملی را انجام می‌دهد؟

ب- جهت دیود را عوض کنید و شکل موج خروجی را مشاهده کنید.

مدارهای برش

۲-۳- مدار زیر را ببندید. شکل موج خروجی را مشاهده و رسم کنید.

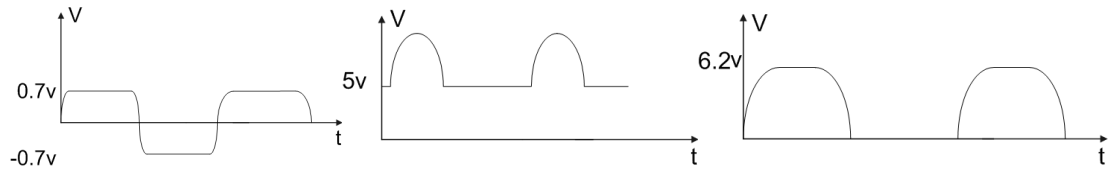


۳-۳- ورودی عمودی اسکوپ را به V و ورودی افقی آنرا به H وصل کنید.

اسیلوسکوپ را در وضعیت xy قرار دهید و منحنی مشخصه V_O را بر حسب V_i بدست آورید. آیا شکل موج بدست آمده در مرحله ۲-۳ با توجه به این مشخصه انتقالی درست است؟ کاربرد منحنی مشخصه انتقالی چیست؟

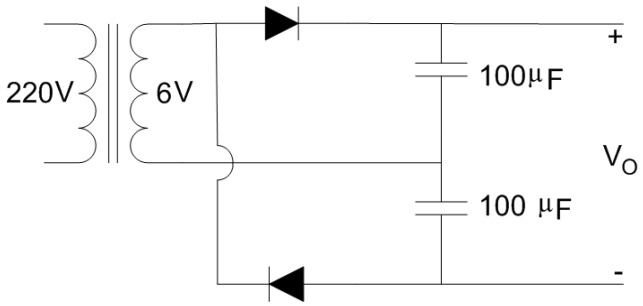
۴-۳- برای ایجاد شکل موجهای زیر از چه مدارهای دیودی می‌توان استفاده کرد؟

مدارهای مورد نظر را ببندید و ببینید نتیجه دلخواه بدست می‌آید یا نه؟

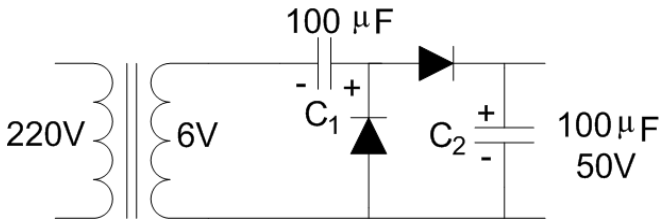


چند برابر کننده‌های ولتاژ

۵-۳- مدار زیر را ببندید. ولتاژ خروجی را مشاهده و رسم کنید. این ولتاژ چند برابر مقدار ماکزیمم ولتاژ ثانویه مبدل است؟



۶-۳- مدار زیر را ببندید و ولتاژ دو سر خازن C_2 را مشاهده کنید.



الف- این ولتاژ چند برابر ولتاژ ثانویه مبدل است؟

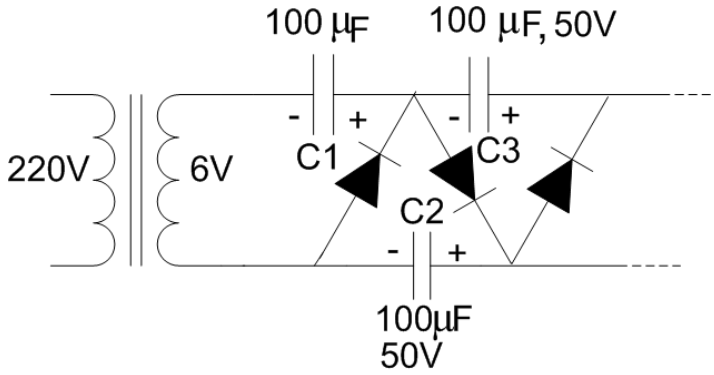
ب- مزیت این مدار بر مدار مرحله قبل چیست؟

ج- مقاومت ۱۰ کیلو اهم را به دو سر C_2 وصل کنید و اثر آنرا بر روی شکل موج خروجی ببینید.

د- مرحله ج را برای مقاومتهای $3/9K\Omega$ و $100K\Omega$تکرار کنید.

هـ - برای بهبود شکل موج در مرحله ج چه کاری می‌توان انجام داد؟ این کار را انجام دهید و ببینید نتیجه دلخواه بدست می‌آید یا نه؟

۷-۳- مدار زیر را ببندید و ولتاژ دو سر خازنهای C_1 و C_2، C_3 و C_1+C_3 را مشاهده کنید.



الف- هر کدام از این ولتاژها چند برابر ولتاژ ماکزیمم ثانویه مبدل است؟

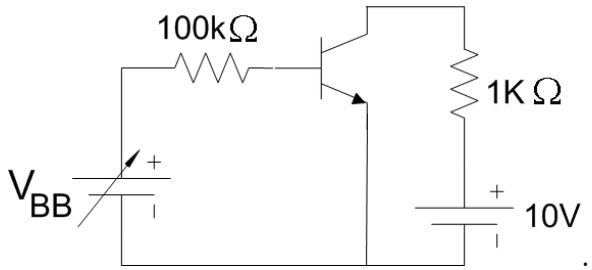
ب- این مدار چه کاری انجام می‌دهد؟

آزمایش ۴- آشنایی با ترانزیستور

هدف: ترانزیستورها کاربردهای بسیار زیادی در مدارهای الکترونیک، بخصوص تقویت کننده‌ها دارند و در طرح مدارهای الکترونیک نیاز به مشخصات این المانها می‌باشد. در این جلسه ضمن آشنایی با ترانزیستور، منحنی‌های مشخصه ورودی و خروجی آنرا برای آرایشهای بیس مشترک و امیتر مشترک توسط آزمایشهای عملی بدست می‌آوریم و با استفاده از این منحنی‌ها بعضی از پارامترهای مهم این ترانزیستورها را محاسبه می‌کنیم.

۴-۱- بوسیله مولتی‌متر، پایه‌ها، نوع (pnp , npn) و جنس (سیلیکون، ژرمانیم) ترانزیستورهای Bc107، Bc178، BD135 وBD136 را تشخیص داده و از سالم یا خراب بودن آنها مطمئن شوید.

۴-۲- در مدار مقابل V_{BB} را مساوی صفر قرار داده، بتدریج زیاد کنید تا مقادیر V_{CE} داده شده در جدول بدست آید. سپس برای هر مرحله جدول را کامل کنید

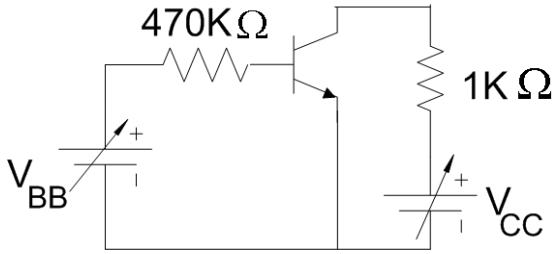


V_{CE}	۱۰	۵	۲	۲.
I_C				
I_B				
$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B}$				

سوال: اثر تغییرات V_{CE} و Ic روی $\beta_{dc} = hFE$ چیست؟ آیا β همیشه مقدار ثابتی است؟

بدست آوردن مشخصه خروجی ترانزیستور Bc107 در حالت امیتر مشترک

۴-۳- در مدار شکل زیر، V_{BB} را طوری تعیین کنید که جریان بیس $5\mu A$ باشد.



V_{CC} را مطابق جدول زیر تغییر داده و Ic و V_{CE} را در هر مرحله، اندازه گرفته در همان جدول یادداشت نمائید. اطلاعات بدست آمده را در هر مرحله روی کاغذ شطرنجی مشخص کرده و در آخر، منحنی Ic را بر حسب V_{CE} رسم نمائید. جریان Ic را می‌توانید با اندازه‌گیری ولتاژ دو سر مقاومت $1K\Omega$ بدست آورید.

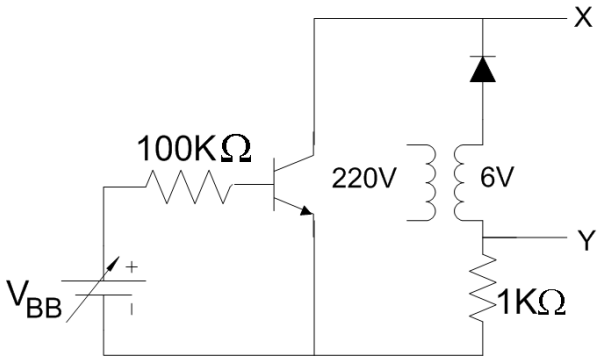
	$I_B = 5\mu A$		$I_B = 10\mu A$		$I_B = 15\mu A$	
V_{CC}	V_{CE} Volt	Ic mA	V_{CE}	Ic	V_{CE}	Ic
13						
11						
7						
4						
3.3						
3						
2.5						
2						
1.5						
1						
0/5						
0						

۴-۴-بار دیگر V_{BB} را چنان تعیین کنید که $I_B = 10\mu A$ شود و آزمایش ۳-۴ را تکرار نموده و نتایج را در جدول گرد آورید، منحنی Ic بر حسب V_{CE} را در کنار منحنی قبلی رسم کنید.

۵-۴- برای $I_B = 15\mu A$ نیز آزمایش ۴-۴ را تکرار کنید.

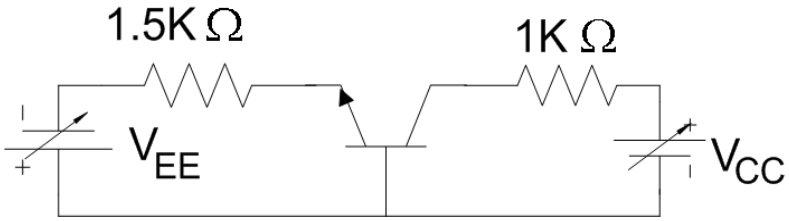
۶-۴- رسم منحنی مشخصه خروجی در حالت CE توسط اسیلوسکوپ

مدار شکل زیر را وصل نموده، ولتاژ V_{CE} را به محور افقی و نیز ولتاژ دو سر Rc که متناسب با جریان Ic می‌باشد را به محور عمودی اسیلوسکوپ وصل نمائید. با تغییر ولتاژ V_{BB} از صفر تا 10V، در پله‌های 2 ولتی، منحنی مشخصه خروجی را بدست آورده، رسم کنید.



بدست آوردن مشخصه خروجی ترانزیستور Bc107 در حالت بیس مشترک

۴-۷- در مدار شکل زیر V_{EE} را چنان تعیین کنید که جریان امیتر 2mA باشد.



با تغییر V_{CC} طبق جدول زیر مقدار V_{CB} و Ic را اندازه گرفته در همان جدول یادداشت نمائید. V_{CC} را آنقدر کاهش دهید تا Ic = 0 شود (در صورت لزوم جهت پلاریته V_{CC} را عوض نمائید.) اطلاعات بدست آمده از جدول را روی کاغذ شطرنجی مشخص کرده، منحنی Ic را بر حسب V_{CB} رسم نمائید.

۴-۸- در این مرحله V_{EE} را چنان تعیین کنید که جریان امیتر $I_E = 3mA$ باشد و آزمایش قبل را برای اینحالت تکرار کرده و منحنی‌های مربوطه را روی همان برگه قبلی رسم کنید.

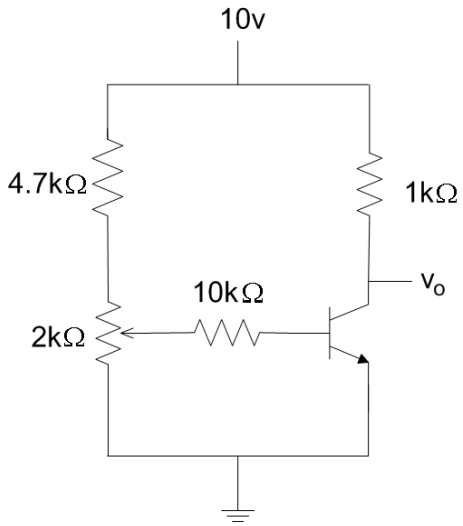
۴-۹- برای $I_E = 4mA$ نیز آزمایش (۴-۸) را تکرار نمائید.

	$I_E = 2mA$		$I_E = 3mA$		$I_E = 4mA$	
V_{CC}	$V_{CB}(Volt)$	$I_C(mA)$	$V_{CB}(V)$	$I_C(mA)$	$V_{CB}(V)$	$I_C(mA)$
15						
11						
7						

4						
3.5						
3						
2.5						
2						
1.5						
1						
0.5						
0						
V_{CC} ⟨0		صفر		صفر		صفر

آزمایش ۵- بررسی وضعیت قطع، اشباع و فعال ترانزیستور BC107

۱-۵- مدار زیر را ببندید. پتانسیومتر را در وضعیتی قرار دهید که ولتاژ V_{CE} برابر با ۱۰ ولت باشد. در اینحالت ردیف اول جدول زیر را کامل کنید. سپس با تغییر پتانسیومتر مقادیر جدول را بدست آورده و از روی آن، حالت ترانزیستور (قطع، اشباع یا فعال) را تشخیص دهید.



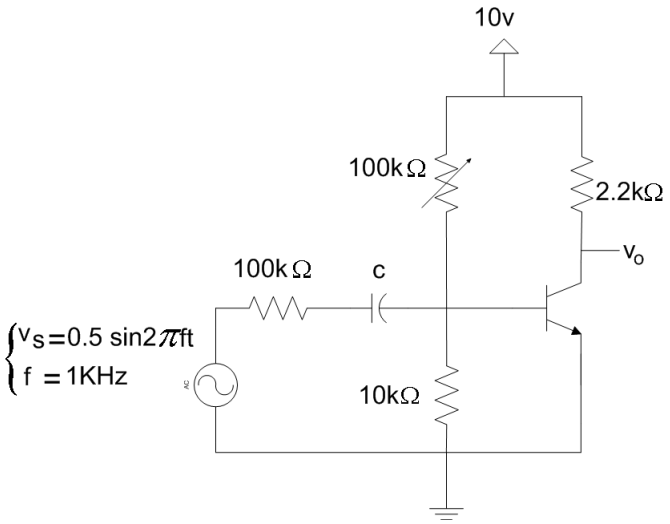
ردیف	V_{CE}	I_B	I_C	I_E	V_{BE}	B_{dc}	حالت ترانزیستور
۱	۱۰						
۲	۵						
۳	۲						
۴	۰/۳						
۵	★						

★ تذکر: برای تکمیل ردیف آخر جدول، سر وسط پتانسیومتر را در بالاترین حد خود قرار دهید و ولتاژ V_{CE} را در جدول فوق یادداشت کنید.

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

۲-۵- در مدار شکل زیر، مقاومت R را طوری تعیین کنید که مدار در حالت فعال باشد($V_{CE} = 5V$)خروجی این مدار را رسم کنید و اثر تغییر R را بر روی نقطه کار مدار و شکل موج

خروجی بررسی کنید.



۳-۵- به جای مقاومت $2.2K\Omega$ به ترتیب مقاومتهای $3.9K\Omega$ و $1K\Omega$ قرار دهید و درهرحالت V_{CE} و Ic را اندازه بگیرید. در هر یک از این دو حالت، مدار به طرف ناحیه قطع می‌رود یا اشباع؟ چرا؟

۴-۵- مقاومت R را طوری انتخاب کنید که مدار قبل در حالت اشباع باشد $(V_{CE} = 0.2V)$ مقدار R چقدر است؟ شکل موج خروجی را در اینحالت زیر شکل موج ورودی ترسیم کنید.

۵-۵- مقاومت R را به گونه‌ای تعیین کنید که ترانزیستور در حالت قطع باشد. ($V_{CE} = 10V$) مقدار R چقدر است؟

در اینحالت شکل موج خروجی را زیر شکل موج ورودی ترسیم کنید و درباره آن توضیح دهید. (در صورت لزوم، مقدار دامنه V_S را زیاد کنید).

سوال ۱- آیا مقدار R_S می‌تواند تأثیری در نقطه کار مدار داشته باشد؟

سوال ۲- اگر در حالیکه ترانزیستور در ناحیه فعال است، مقاومتی در مدار امیتر، اضافه کنیم ترانزیستور به طرف قطع می‌رود یا اشباع؟ چرا؟

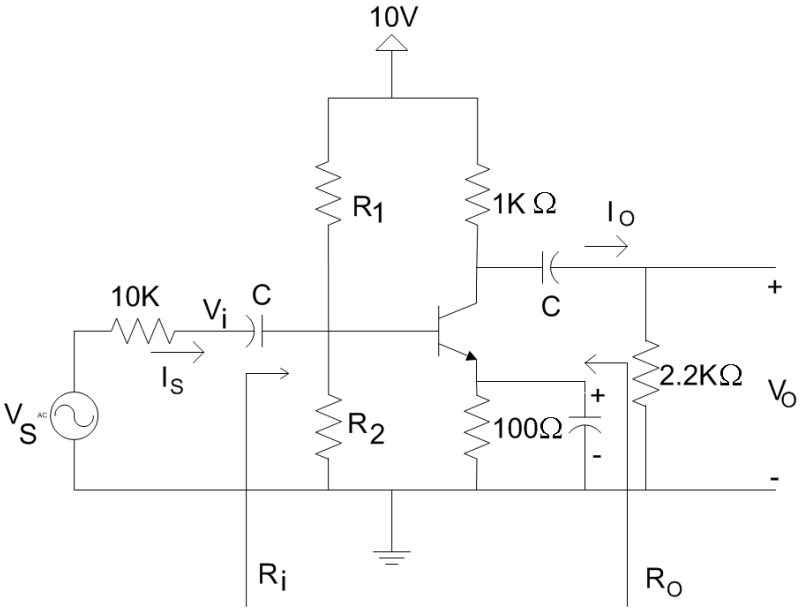
چه راه‌حلی برای برگرداندن نقطه کار به حالت اولیه پیشنهاد می‌کنید؟

آزمایش ۶- تقویت کننده امیتر مشترک

۱-۶- الف- V_{CEQ} و I_{CQ} را برای مدار زیر طوری محاسبه کنید که خروجی آن، ماکزیمم تغییرات ممکن را بتواند داشته باشد. برای این منظور از روابط زیر استفاده کنید.

$$I_{CQ} = \frac{V_{CC} - V_{CESat}}{R_{dc} + R_{ac}} \qquad V_{CEQ} = R_{ac} I_{CQ} \qquad V_{CEsat} = 0.2V$$

در رابطه فوق R_{ac} و R_{dc} به ترتیب مقاومتهای موجود در حلقه خروجی در حالت ac و dc می‌باشد.



۱-۶-ب- پس از محاسبه جریان و ولتاژ نقطه کار از روابط زیر برای محاسبه R_1 و R_2 استفاده کنید.

(روابط زیر تقریبی است و روش دقیقتر استفاده از معادل تونن از دید بیس ترانزیستور می‌باشد)

$$V_B = V_{BE} + R_E I_E \cong 0.6 + R_E I_{CQ}$$

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{10R_2}{R_1 + R_2}$$

با حل دستگاه دو مجهولی فوق رابطه‌ای بصورت $R_1 = KR_2$ بدست می‌آید. مقدار K چقدر است؟

۱-۶-ج- با انتخاب دو مقاومت که نسبت $R_1 = KR_2$ داشته باشند مقادیر R_1 و R_2 تعیین می‌شود.

۲-۶- قسمتی از مدار فوق شامل ترانزیستور و مقاومتهای R_1 ، R_2، R_C و R_e و تغذیه 10V را ببندید و مقادیر V_{CEQ} و I_{CQ} را اندازه بگیرید. آیا با مقدار محاسبه شده برابر است؟

اگر بیشتر از ۵٪ اختلاف دارد با تغییر R_1 یا R_2 به V_{CEQ} دلخواه برسید. مقادیر نهایی R_1 و R_2 را یادداشت کنید.

۳-۶- V_{CEQ}، I_{CQ}، V_{BQ}، V_{EQ} و V_{BEQ} را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۴-۶- در اینحالت بقیه قسمتهای مدار را اضافه کنید و با انتخاب فرکانس 1KHz برای سیگنال ژنراتور، دامنه V_S را طوری تنظیم کنید که ماکزیمم خروجی بدون اعوجاج بدست آید.

حداکثر ولتاژ خروجی بدون اعوجاج چقدر است؟

تذکر: خازنها باید در رنج میکروفاراد باشند و پلاریته آنها نیز صحیح بسته شود.

۶-۵- شکل موج V_O, V_i, V_s را در زیر یکدیگر و با حفظ رابطه همزمانی رسم کنید.

۶-۶- مقاومتهای ورودی و خروجی R_O, R_i را بدست آورید.

۶-۷- $Av = \frac{V_O}{V_i}$ ، $A_{VS} = \frac{V_O}{V_S}$ و $A_{IS} = \frac{I_O}{I_S}$ را محاسبه کنید.

نحوه اندازه‌گیری مقاومت خروجی

۱- دامنه V_s را تا حد امکان کم انتخاب کنید.

۲- مقاومت $R_L = 2.2K$ را باز کنید و شکل موج ولتاژ خروجی را مشاهده نموده، دامنه آنرا اندازه بگیرید ($V_O = V_{NL}$)

۳- مقاومت $R_L = 2.2K$ را در مدار قرار دهید و بار دیگر دامنه شکل موج خروجی را اندازه‌گیری کنید.($V_O = V_{FL}$) در اینحالت $I_O = \frac{V_{FL}}{2/2K}$ را بدست آورید.

۴- از رابطه زیر مقدار R_O محاسبه می‌شود.

$$R_O = \frac{V_{NL} - V_{FL}}{I_O}$$

به روش زیر نیز می‌توان مقاومت خروجی یک مدار را اندازه‌گیری کرد:

ابتدا ولتاژ بی‌باری را اندازه می‌گیریم سپس به جای مقاومت R_L یک پتانسیومتر قرار می‌دهیم و آنرا آنقدر تغییر می‌دهیم تا ولتاژ خروجی در اینحالت نصف ولتاژ بی‌باری شود. اندازه اهمی پتانسیومتر با مقاومت خروجی مدار برابر است. چرا؟

نحوه اندازه‌گیری مقاومت ورودی

۱- دامنه V_S را تا حد امکان کم انتخاب کنید.

۲- شکل موج ولتاژ دو طرف مقاومت 10K را جداگانه مشاهده نموده و دامنه هر یک را به دقت اندازه‌گیری و یادداشت کنید.

۳- جریان عبوری از مقاومت 10K را از رابطه $I_S = \frac{V_S - V_i}{10K}$ بدست آورید.

۴- از رابطه زیر مقدار R_i محاسبه می‌شود.

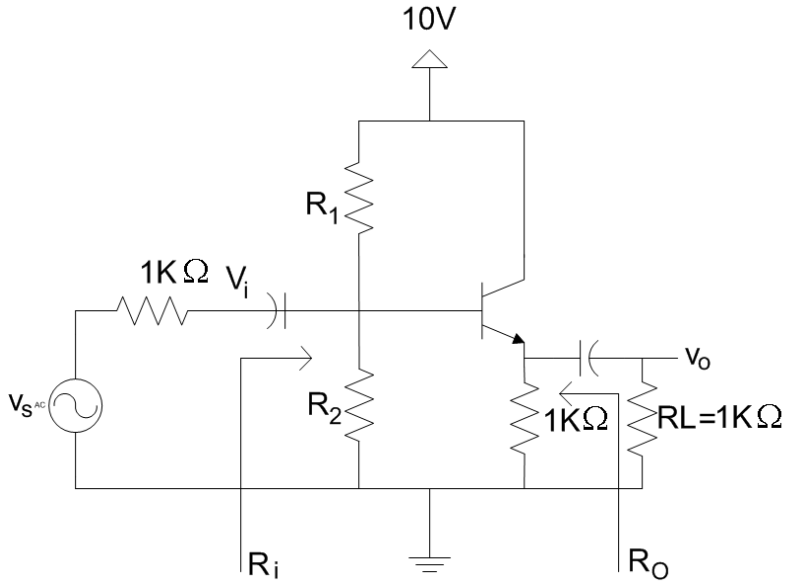
$$R_i = \frac{V_i}{I_s}$$

به روش زیر نیز می‌توان مقاومت ورودی را اندازه‌گیری کرد.

به جای مقاومت 10k یک پتانسیومتر قرار می‌دهیم و ولتاژ V_i و V_S را روی دو کانال اسکوپ مشاهده می‌کنیم، پتانسیومتر را آنقدر تغییر می‌دهیم تا دامنه V_i با $\frac{V_S}{2}$ برابر شود در اینحالت مقدار پتانسیومتر با مقاومت ورودی مدار برابر است. چرا؟

آزمایش ۷- تقویت کننده کلکتور مشترک

۱-۷-الف- V_{CEQ} و I_{CQ} را برای مدار زیر طوری محاسبه کنید که خروجی آن، ماکزیمم تغییرات ممکن را بتواند داشته باشد برای این منظور از روابط آزمایش قبل استفاده کنید.



۱-۷-ب- پس از محاسبه ولتاژ و جریان نقطه کار از رابطه زیر برای محاسبه R_1 و R_2 استفاده کنید.

$$V_B = V_{BE} + R_E I_E \cong 0.6 + R_E I_{CQ}$$

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} = \frac{10R_2}{R_1 + R_2}$$

با حل دستگاه دو مجهولی فوق رابطه‌ای بصورت $R_1 = KR_2$ بدست می‌آید. مقدار K چقدر است؟

۱-۷-ج- با انتخاب دو مقاومت که نسبت $R_1 = KR_2$ داشته باشند، مقادیر R_1 و R_2 تعیین می‌شود.

۲-۷- قسمتی از مدار فوق شامل ترانزیستور و مقاومتهای R_1 و R_2 و R_E و تغذیه 10^V را ببندید و مقادیر V_{CEQ} و I_{CQ} را اندازه بگیرید. آیا با مقدار محاسبه شده برابر است؟

اگر بیشتر از ۵٪ اختلاف دارد با تغییر R_1 یا R_2 به V_{CEQ} دلخواه برسید. مقادیر نهایی R_1 و R_2 را یادداشت کنید.

۳-۷- V_{CEQ}، I_{CQ} ، V_{BQ} و V_{EQ} و V_{BEQ} را اندازه بگیرید و یادداشت کنید.

۷-۴- در اینحالت بقیه قسمتهای مدار را اضافه کنید و با انتخاب فرکانس 1KHz برای سیگنال ژنراتور، دامنه V_S را طوری تنظیم کنید که ماکزیمم خروجی بدون اعوجاج بدست آید. حداکثر ولتاژ خروجی بدون اعوجاج چقدر است؟

۷-۵- شکل موج V_S، V_i، V_O را در زیر یکدیگر و با حفظ رابطه همزمانی رسم کنید.

۷-۶- مقاومت ورودی R_i و مقاومت خروجی R_o را بدست آورید.

۷-۷- $AV = \frac{V_0}{V_i}$، $AV_s = \frac{V_0}{V_s}$ و $A_{IS} = \frac{I_0}{I_S}$ را محاسبه کنید.

۷-۸- با $R_L = \infty$ مقدار A_V را بدست آورید.