دستور کار آزمایشگاه
الکترونیک آنالوگ

گروه مهندسی برق دانشگاه کاشان

مهر 96

فهرست

آزمایش اول : تقویت کنندهای عملیاتی
آزمایش دوم : تقویت کننده های قدرت
آزمایش سوم : زوج تفاضلی
آزمایش چهارم : فیدبک
آزمایش پنجم : مدار *Cascode*
آزمایش ششم : آشنایی با *FET*
آزمایش هفتم : کاربرد *FET* در مدارهای تقویت کننده
آزمایش هشتم : طراحی اسیلاتور شیفت فاز
آزمایش نهم : طراحی اسیلاتور پل وین

- دانشجویان گرامی قبل از حضور در آزمایشگاه، آزمایش مربوطه را مطالعه فرمایید و در صورت نیاز به طراحی، مقادیر المان ها را بدست آورید و به مربی آزمایشگاه ارائه نمایید.
- هر یک از اعضای گروه باید به طور کامل در روند آزمایش مشارکت فعال داشته باشد.
- حداکثر مهلت تحویل گزارش کار یک هفته بعد از انجام آزمایش مربوطه است.
- گزارش کار شامل طراحی مدار، جواب سوالات دستور کار و نتایج آزمایش (مانند اندازه گیری نقطه کار، پهنای باند، بهره و سایر موارد...) می باشد.
- نمره آزمایشگاه شامل حضور به موقع و بدون غیبت در آزمایشگاه ، جواب صحیح گرفتن از آزمایش، دانستن تئوری آزمایش، تحویل گزارش کار(گزارش کار گروهی نیست) و امتحان تئوری است.
- بعد از انجام هر آزمایش، دستگاه ها را خاموش، قطعات و المان ها را سر جای خود برگردانید.

آزمایش اول

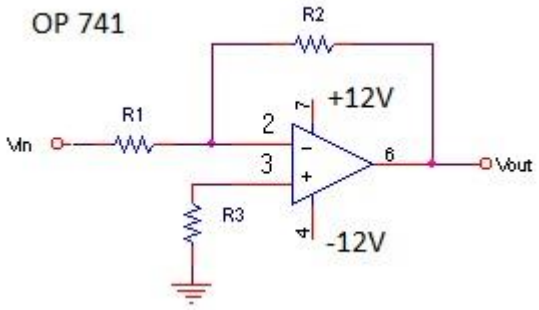
تقویت کنندهای عملیاتی

تقویت کنندهای عملیاتی دارای کاربردهای متنوعی می باشند. تقویت کنندهای DC ، صوتی ، معکوس کننده ، غیر معکوس کننده ، استفاده در فیلتر و مولد سیگنال و ... از جمله کاربردهای آنها می باشد .

1-تقویت کننده

پیش گزارش (1) : در مدار شکل (1) مقادیر R_1 و R_2 و $R_3 = 0$ را چنان تعیین کنید که $A_V = 80$ گردد.

آزمایش (1):



شکل (1)

مدار را بسته و یک سیگنال با فرکانس و دامنه مناسب به آن اعمال کنید سپس بهره مدار را اندازه گیری نمایید . اکنون مطابق جدول با افزایش فرکانس تغییرات بهره را ثبت کنید . هرگونه تغییرات کیفی خروجی را در فرکانسهای بالا توجیه نمایید . همچنین پهنای باند مدار را بدست آورید .

Freq	100Hz	500Hz	1K	5K	10K	50K	100K	250K	500K	1MHz
Vo										
Av										

2- یکسو ساز دقیق

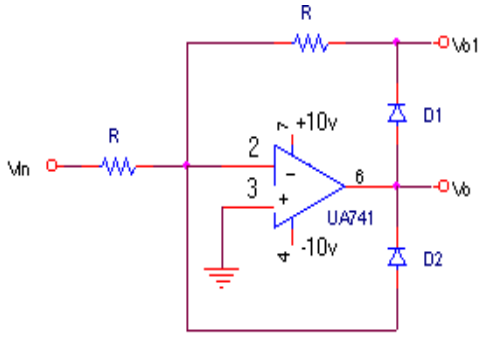
پیش گزارش (2):

الف ـ نشان دهید که مدار شکل (2-الف) مانند یک دیود ایده ال ($V_\gamma = 0$) عمل می کند .

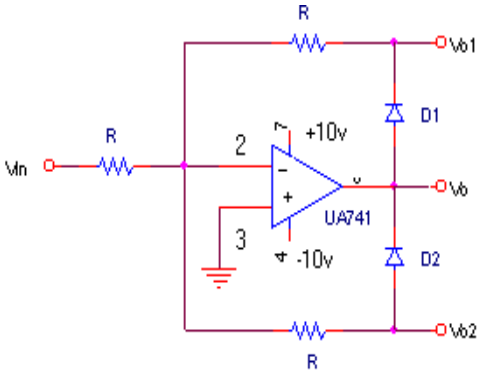
ب- با استفاده از مدار یکسو کننده نیم موج (شکل (2-ب)) یک مدار یکسو کننده تمام موج طراحی کنید.

آزمایش (2) :

الف ـ مدار شکل (2-الف) را بسته یک موج مثلثی به ورودی اعمال کنید و ولتاژ ورودی و خروجی V_{O1} و V_O را توسط اسکوپ مشاهده کنید . با کاهش دامنه ورودی صحت مطلب ذکر شده در پیش گزارش را تحقیق کنید . حداقل ولتاژ ورودی که توسط این سوپر دیود یکسو می شود را بدست آورید . (فرکانس 100 هرتز)



شکل(2-الف)



شکل(2-ب)

ب – با افزودن مقاومت به مدار شکل (2ـالف) مطابق شکل (2ـب) مدار را تکمیل کنید و سپس ولتاژهای V_O و V_{O1} و V_{o2} را مشاهده کرده و با هم مقایسه کنید .

- جهت اندازه گیری ولتاژها اسیلوسکوپ را روی حالت DC قرار دهید.

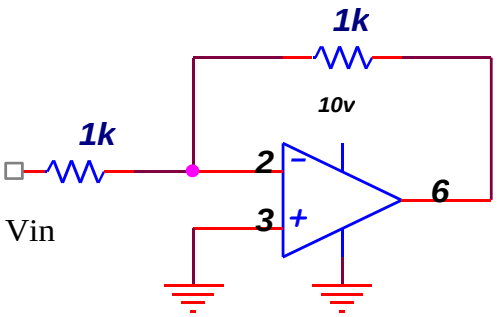
ج – مدار یکسو کننده تمام موج را که طراحی کرده اید بسته و خروجی آنرا مشاهده کنید .همچنین خروجیهای V_{o1} و V_{o2} را بار دیگر مشاهده کرده تغییرات احتمالی را توجیه کنید .

د- توسط فانکشن به ورودی مقداری dc-offset اعمال کرده و اثر آنرا درخروجی مشاهده کنید .

3- راه اندازی با استفاده از یک منبع تغذیه

آزمایش (3) :

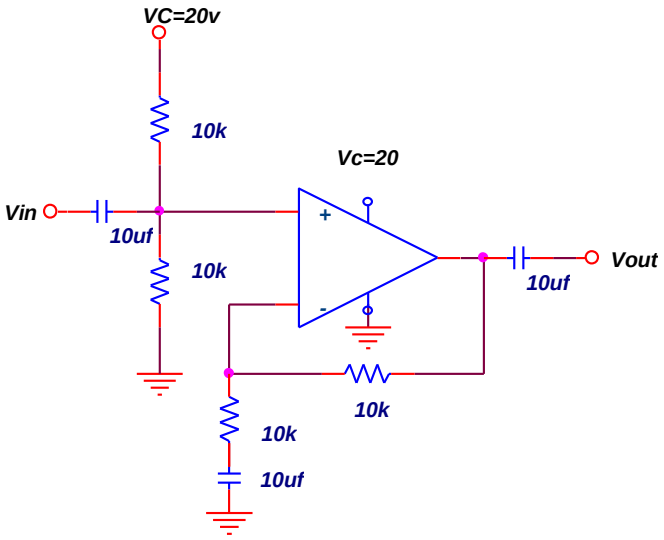
مدار شکل (3) را بسته و با اعمال یک ولتاژ مناسب به ورودی آن خروجی را مشاهده نمایید . آیا خروجی دارای تقارن است ؟ چرا ؟



شکل (3) – تقویت کننده OP_AMP

آیا تقویت کننده بصورت خطی کار می کند ؟ تحقیق کنید که حداکثر خروجی تقویت کننده همواره حدود چند ولت از ولتاژ دو سر تغذیه کمتر است .

در برخی موارد که منبع دوبل موجود نیست می توان از مدار شکل (4) استفاده کرد . مدار را بسته و طرز کار آنرا را توضیح دهید .



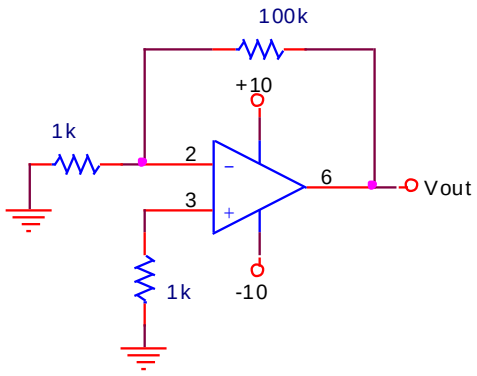
شکل(4)- تقویت کننده با یک منبع تغذیه

4- بررسی پارامترهای تقویت کننده عملیاتی

برخی پارامترهایی که در کاربردهای دقیق تقویت کننده عملیاتی مهم می باشند عبارتند از: ولتاژ افست ورودی، جریانهای بایاس ورودی و پهنای باند. در این قسمت طی چند آزمایش ساده اقدام به اندازه گیری این پارامترها می نماییم .

1- اندازه گیری و ترمیم ***DC-OFFSET***

مدار شکل زیر را بسته و ولتاژ خروجی را اندازه گیری کنید و سپس dc-offset ورودی را با استفاده از آن بدست آورید.

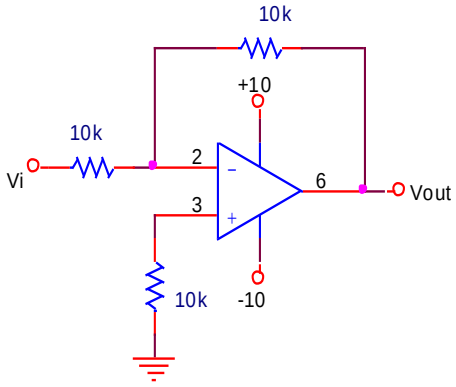


در برخی از تقویت کنندهای عملیاتی پایه هایی به منظور صفر کردن offset ورودی قرار داده شده است . در 741 نیز پایه های 1و5 برای این منظور در نظر گرفته شده است . در این مرحله با قرار دادن دو سر یک پتانسیومتر روی سرهای 1و5 واعمال ولتاژ Vc- به سر وسط پتانسیومتر و تغییر آن افست خروجی را صفر کنید.

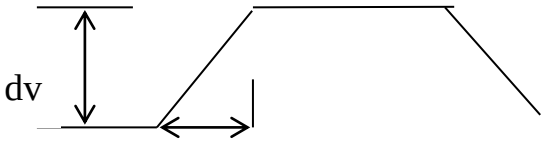
2- اندازه گیری slew-rate

شیب پاسخ خروجی تقویت کننده عملیاتی به ورودی پله که بدان Slew-Rate گویند در اصل تعیین کننده محدودیت سرعت تغییرات خروجی است .

در این مرحله مدار شکل (6) را بسته و ورودی موج مربعی با پیک تا پیک 5 ولت و فرکانس 10 کیلو هرتز را به آن اعمال کنید . با مشاهده شکل موج خروجی و طبق شکل (7) slew-rate را محاسبه کنید .



شکل(6)



Slew_Rate=dv/dt (v/us)

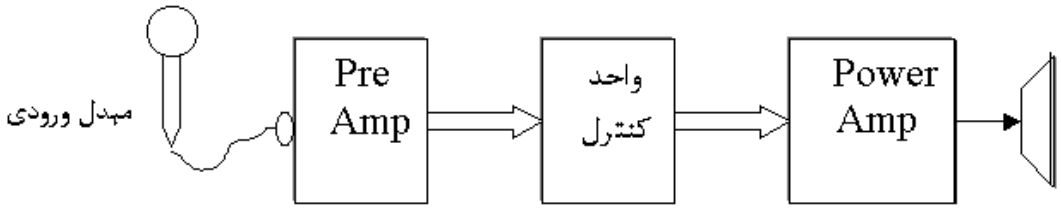
شکل(7)

آزمایش دوم

تقویت کننده های قدرت

مقدمه

یک تقویت کننده صوتی (Audio Amp) دارای بلوک دیاگرامی بصورت شکل (1) است :



شکل(1) : بلوک دیاگرام یک تقویت کننده صوتی

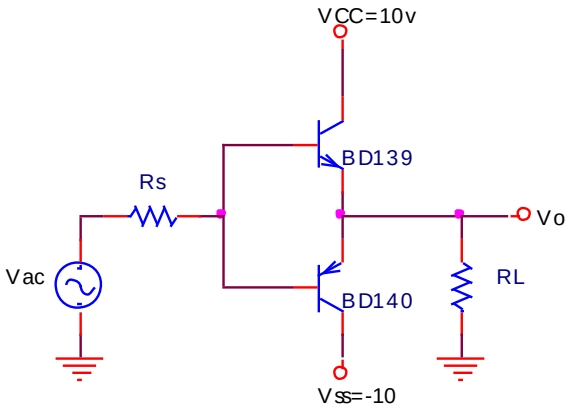
در بخش اول ، سیگنال صوتی به سیگنال الکتریکی تبدیل می گردد، سطح سیگنال بدست آمده از این بخش حدود چند میکرو ولت است . طبقه دوم با بهره ولتاژ زیاد وظیفه تقویت سیگنال ضعیف ورودی و تطبیق امپدانس ورودی را بعهده دارد . طبقه سوم وظیفه کنترل دامنه سیگنال و همچنین تنظیم پاسخ فرکانسی سیستم را انجام می دهد و بالاخره طبقه آخر، که در این آزمایش مورد نظر ماست، سیگنال صوتی را از نظر توان آنچنان تقویت می کند که بتواند بار خروجی (بلندگو) را تغذیه کند .

آزمایش 1- بررسی یک تقویت کننده کلاس ***B***

(Complementry Push-Pull)

ساده ترین تقویت کننده کلاس B به صورت شکل (2) می باشد :

مدار شکل (2) را ببندید و آزمایشهای زیر را آنجام دهید :



شکل (2)- تقویت کننده PUSH-PULL

ابتدا Vs را یک سیگنال مثلثی با دامنه 2 ولت و فرکانس 1KHz تنظیم کنید و برای (مدار بدون بار) شکل ولتاژ خروجی و ورودی را بصورت همزمان توسط اسکوپ مشاهده کنید و علت ایجاد این شکل موج در خروجی را توجیح کنید .

با افزایش فرکانس از 1 کیلو هرتز تا 10 کیلو هرتز تغییرات خروجی را مشاهده و تفسیر کنید . برای فرکانس 10 کیلو هرتز خروجی را رسم کنید. سپس فرکانس را تا 100 هرتز کاهش دهید و مجددا تغییرات خروجی را توجیح و تفسیر نمایید و شکل آن را در گزارش خود منعکس کنید .

با کاهش دامنه ورودی تغییرات خروجی را مشاهده نمایید . آیا اگر دامنه ورودی از مقدار 7.0 ولت کمتر گردد هنوز خروجی خواهیم داشت ؟

با تنظیم مولد موج در دامنه 5.2 ولت و فرکانس 500 هرتز آزمایشات زیر را انجام دهید :

- با قرار دادن مقاومت بار Rl=1K ، سیگنال خروجی چه تغییری می کند ؟ چرا ؟

-با کاهش دامنه ورودی ، تحقیق کنید که بازا، چه ورودی ، خروجی صفر می شود .

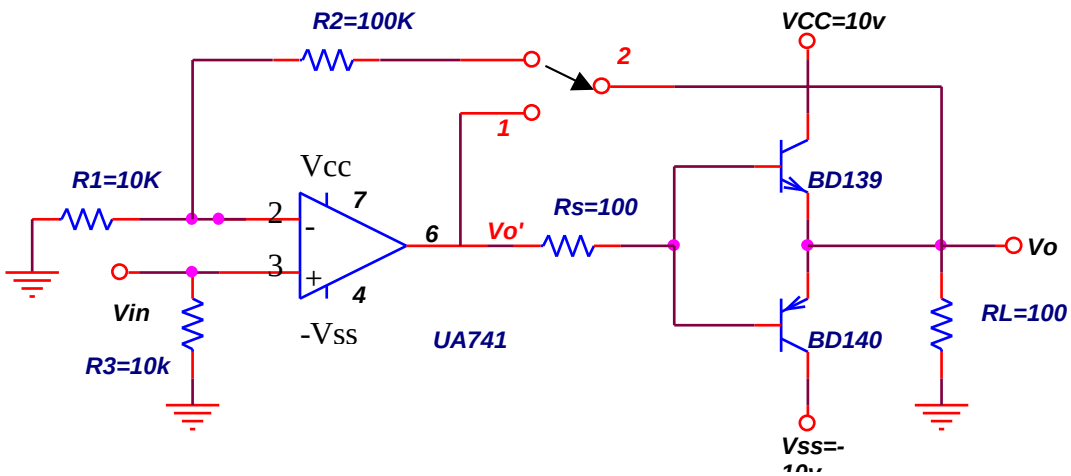
–با قرار دادن Rl=100 و Rl=1M دو مورد اخیر را تکرار کنید. مشکل این مدار چیست و دلیل آن چیست ؟

- مشخصه (Vo-Vi) انتقالی مدار را به ازا، Rl=1k ، توسط اسکوپ مشاهده و رسم نمایید .

آزمایش 2- پیش تقویت کننده

با توجه به آزمایشات انجام شده می توان گفت که تقویت کننده کلاس B یک تقویت کننده غیر خطی است . به منظور کاهش اعوجاج عبور از صفر (Zero Crossover dist) می توان از مدار (3) استفاده کرد .

سؤال : طرز کار این مدار را تشریح کرده و امتیاز آنرا نسبت به مدار قبل بیان کنید . نقش op-amp در این مدار چیست ؟



شکل (3)- تقویت کننده PUSH-PULL همراه با پیش تقویت کننده

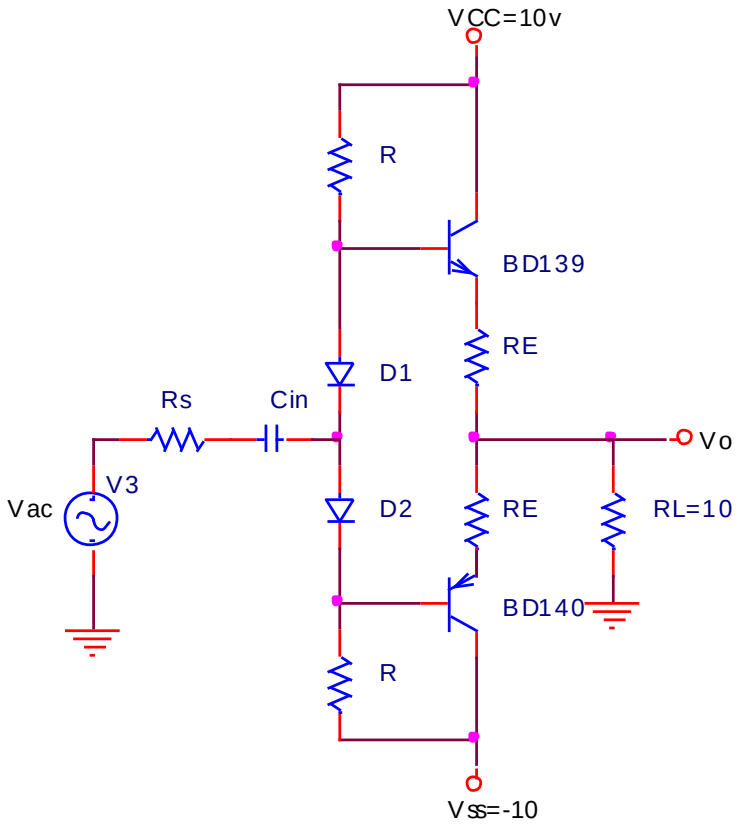
2-1-مدار شکل (3) را ببندید ابتدا کلید را در حالت 1 قرار دهید و یک ولتاژ سینوسی با دامنه 200 mv و فرکانس 1KHz به ورودی اعمال کرده و ولتاژهای Vo و Vo’ را مشاهده و رسم کنید .

2-2-کلید را در حالت 2 قرار دهید با شرایط قبل آزمایش را تکرار کنید . با افزایش دامنه ورودی ماکزیمم دامنه خروجی را اندازه گیری کنید . آیا با افزایش دامنه ، پدیده اعوجاج عبور از صفر رخ می دهد ؟ افزایش فرکانس ، تغییرات خروجی را مشاهده کرده و این تغییرات را توجیه کنید .

آزمایش 3- تقویت کننده کلاس ***AB***

پیش گزارش : در مدار شکل (4) مقاومت R را طوری طراحی کنید که بازا، دامنه ماکزیمم خروجیVo=5v و بار Rl=20Ω (RE=0)، مدار به خوبی کار کند .(حداقل جریان دیودها 2ma و hfe ترانزیستورها 50 است)

توجه: در این قسمت از آزمایش بخاطر پدیده رانش حرارتی ممکن است ترانزیستورها بتدریج داغ شده حتی بسوزد، لذا سعی کنید آزمایش را به سرعت انجام دهید.



شکل (4) – تقویت کننده کلاس AB

3-1-مدار شکل (4) را ببندید وبازا، ورودی Vs=2.5v و فرکانس 500 Hz خروجی را مشاهده کنید و آنرا با سیگنال متناظر در شکل (2) مقایسه کنید و علت آنرا توضیح دهید .(بدون بار و RE=0)

3-2-حال ورودی را به 5 ولت افزایش دهید ویک مقاومت 10 اهم را برای چند لحظه در خروجی قرار دهید و تغییرات خروجی را مشاهده کرده و سپس فورا مقاومت را از مدار خارج کنید . با نوک انگشت گرمای ترانزیستورها را بررسی کنید . مشاهده خواهید کرد که هر دو ترانزیستور در حال داغ شدن هستند در این صورت منبع تغذیه را خاموش کنید .

سؤال : توضیح دهید چرا با اینکه ***Rl*** را از مدار خارج کرده ایم باز هم ترانزیستورها در حال داغ شدن هستند ؟

3-3- با افزودن دو مقاومت حدود 3 اهم بین امیتر و خروجی آزمایش قبل را تکرار کنید . آیا باز هم پدیده رانش حرارتی وجود دارد ؟

آزمایش سوم

تقویت کننده دیفرانسیل

پیش گزارش (1):

الف – بهره دیفرانسیل : $A_d = \left| V_{oid} / V_s \right| > 50$

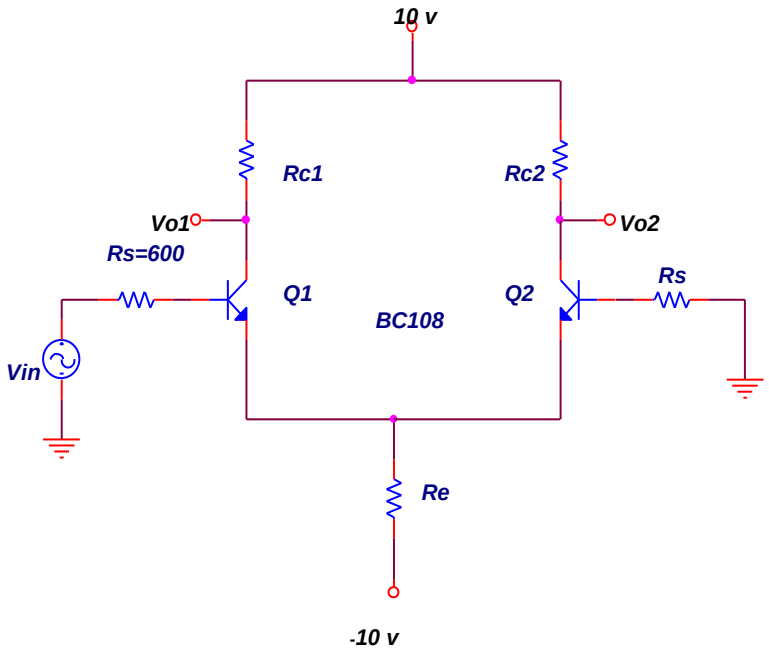
ب – $R_{id} = 10\text{K}$

ج – حداقل دامنه نوسان بدون اعوجاج خروجی 2 ولت باشد .

د – محاسبه Ad و Ac و CMRR بعد از مشخص شدن مقادیر المانها

آزمایش (1)

1- در حالیکه ورودی مدار صفر است مقدار DC ، Vo1 و Vo2 را اندازه گیری نمایید . آیا این دو ولتاژ برابرند ؟ چرا ؟ در صورت منفی بودن جواب با انتخاب روشی مناسب مدار خود را اصلاح کنید.



شکل(1) – تقویت کننده دیفرانسیل Rs=10K

2- اکنون با اعمال یک سیگنال مثلثی با دامنه مناسب ، فرکانس 1KHz و سطح DC صفر ، بهره تفاضلی مدار را بدست آورید . آیا بهره بزرگتر از 50 است ؟ در غیر این صورت مدار خود را اصلاح کنید.

3- با افزایش دامنه ورودی ، حداقل دامنه نوسان بدون اعوجاج خروجی را اندازه گیری نمایید .

4- با تغییر فرکانس ورودی طبق جدول (1)، تغییرات بهره را در جدول مذکور ثبت کنید.

با اتصال کوتاه کردن R_{c1}، آزمایش را تکرار کنید . آیا اختلافی با حالت قبل وجود دارد؟ توضیح دهید .

5- مشخصه انتقالی (Vo-Vi) مدار را توسط اسکوپ مشاهده کنید . مقدار بهره و ناحیه خطی تقویت کننده را از روی این مشخصه بدست آورید و با مقادیر قبل مقایسه کنید .

6- با اتصال بیس ترانزیستور Q2 به بیس Q1 بهره مود مشترک (Ac) را بدست آورید . و سپس CMRR را محاسبه کنید .

Freq	100Hz	1KHz	10KHz	100KHz	500KHz	700KHz	1MHz	1.5MHz
Ad								

جدول 1

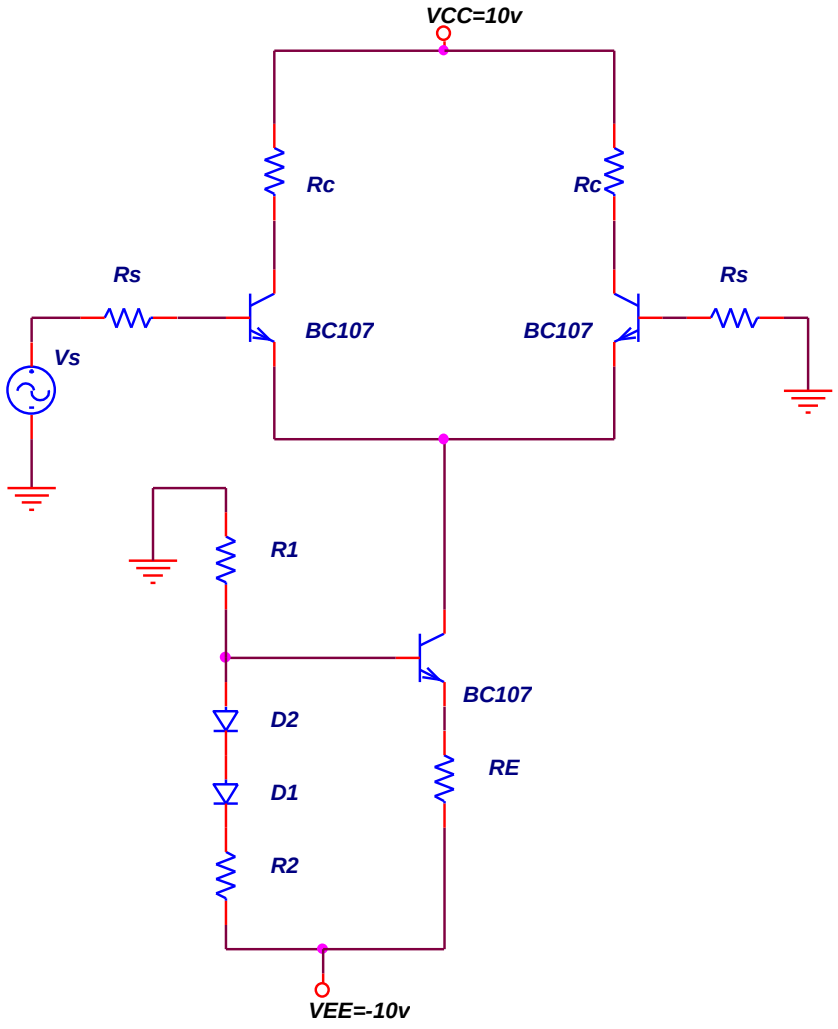
پیش گزارش (2) :

برای افزایش CMRR مدار ، می توان بجای مقاومت Re از یک منبع جریان ثابت استفاده نمود . چرا ؟

اکنون منبع جریان را طوری طراحی کنید که :

الف – مقدار جریان آن همان جریان Re باشد .

ب – منبع جریان نسبت به حرارت از پایداری خوبی برخوردار باشد. ($Von_d = V_{BE}$)



شکل(2)- کاهش بهره مشترک

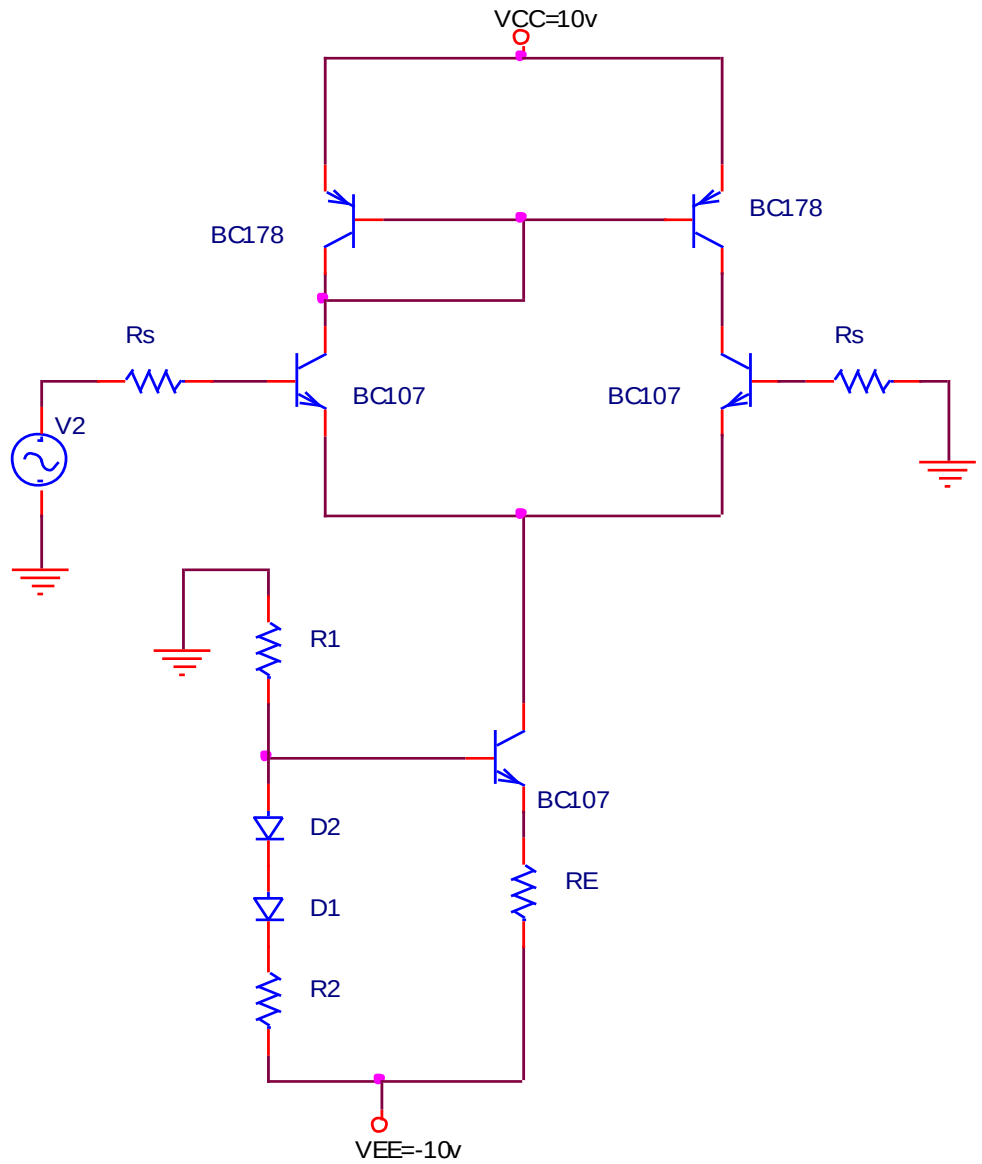
آزمایش (2)

1- منبع جریان را مطابق شکل (2) به مدار اضافه کنید و سپس A_d و A_c و همچنین CMRR را محاسبه نمایید این پارامترها نسبت به مدار قبل چه تغییری کرده اند؟

پیش گزارش (3): برای افزایش بهره مود تفاضلی می توان بجای Rc از بار اکتیو استفاده نمود . در مدار شکل(3) از یک آیینه جریان بدین منظور استفاده شده است .

سؤال (1) – شیوه کار مدار چگونه است ؟ بصورت مختصر توضیح دهید .

سؤال (2) – رابطه ضریب بهره تفاضلی مدار چیست ؟ شما مقدار آنرا در چه حدی پیش بینی میکنید ؟



شکل(3) – تقویت کننده با بار اکتیو

آزمایش (3)

1- مدار شکل (3) را بسته و با اعمال سیگنال مثلثی با کمترین دامنه، خروجی مدار را مشاهده کنید .(سعی کنید با تغییر افست ورودی، اعوجاج خروجی کمتر کنید)

اکنون مقادیر Ad و Ac و CMRR و همچنین حداقل دامنه نوسان بدون اعوجاج خروجی را اندازه گیری نمایید و با مقادیر قبل مقایسه کنید .

2- مشخصه انتقالی مدار را توسط اسکوپ مشاهده کنید و محدوده خطی مدار را بدست آورید .

3- با دست خود ترانزیستورها را یکی یکی گرم کنید و تغییرات خروجی را مشاهده کنید . این تغییرات را توجیه کنید .

4- با قرار دادن یک مقاومت 10 K در خروجی مدار تغییرات بهره مود تفاضلی را مشاهده کرده و برای کاهش این تغییرات راه حل مناسبی پیشنهاد کنید .

آزمایش چهارم :

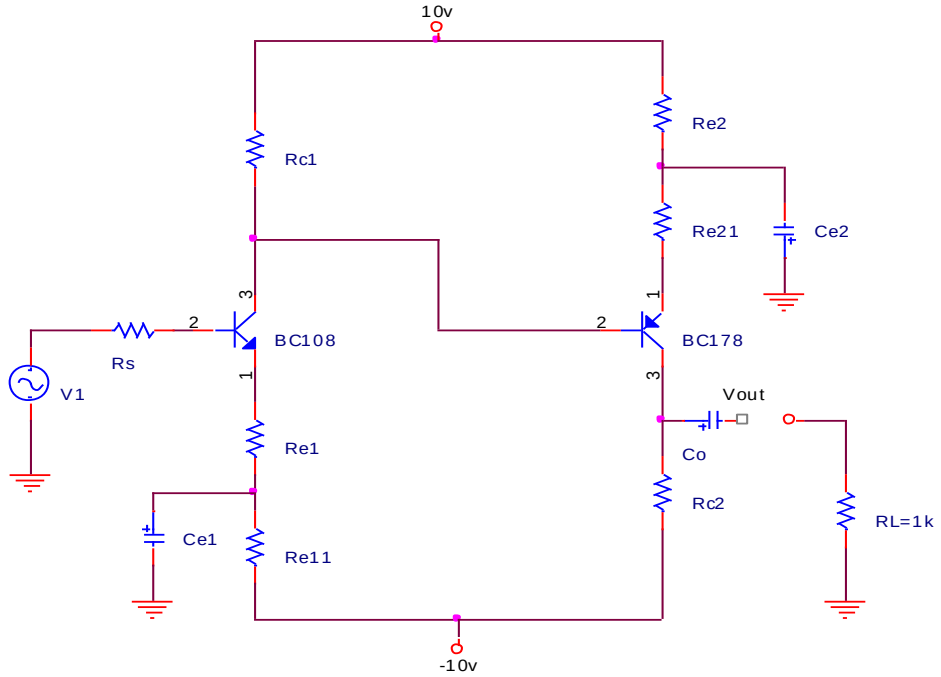
فیدبک

آزمایش 4-1- تقویت کننده دو طبقه بدون فیدبک

پیش گزارش (1) : تقویت کننده دو طبقه بدون فیدبک را با مشخصات ذیل طراحی نمایید.

الف- $A_v = 10$ ، ب - $V_{odc} = 0v$ ، ج - دامنه نوسان بدون اعوجاج خروجی حداقل 4 ولت

راهنمایی : ولتاژ امیتر ترانزیستور دوم را بزرگتر از 6 ولت در نظر بگیرید .



شکل 1

آزمایش (1) :

1- مدار شکل (1) را ببندید و نقاط کار هر دو ترانزیستور را اندازه گیری کنید در این حالت ترانزیستورها باید در ناحیه فعال قرار داشته باشند. در غیر این صورت مدار خود را اصلاح کنید.

2- با اعمال یک ولتاژ مثلثی با دامنه مناسب و فرکانس 1kHz ، بهره و ماکزیمم دامنه نوسان خروجی مدار را بدست آورید. در صورت عدم تطابق با مقدار طراحی آنرا بصورت مناسب اصلاح کنید .

سؤال (1) – چگونه می توان بدون تغییر در دیگر خواسته های طراحی مقدار بهره و یا ماکزیمم دامنه نوسان خروجی را تغییر داد ؟

3-با تغییر فرکانس مطابق جدول (1) تغییرات بهره را در جدول ثبت کرده و شکل آنرا رسم کنید. پهنای باند مدار را چقدر است؟

4- مقاومت ورودی و خروجی مدار را بدست آورید .

Freq	100Hz	1KHz	10KHz	100KHz	500KHz	700KHz	1MHz	
Av								
Avf								

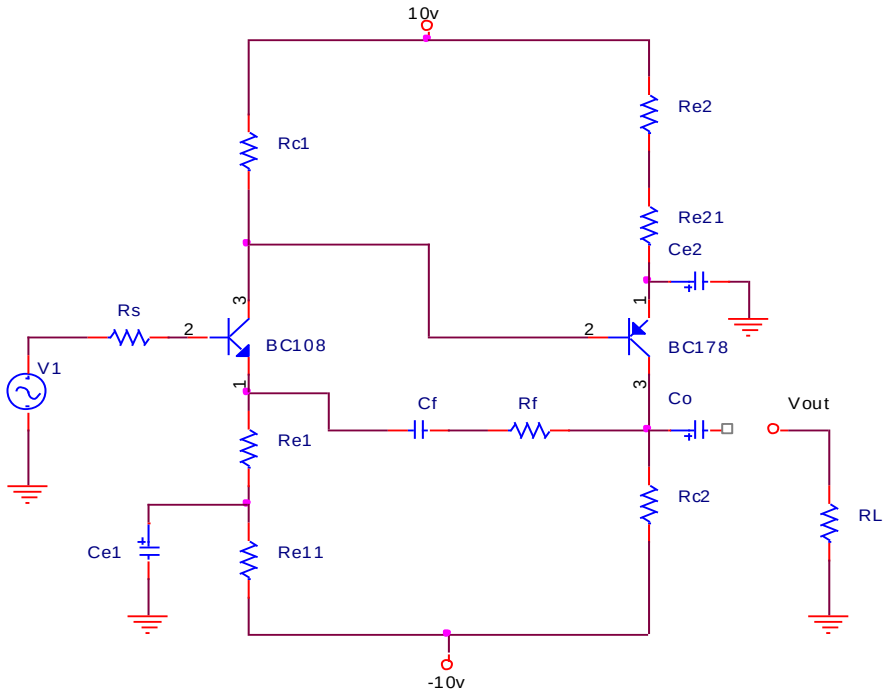
جدول (1)

یک مقاومت بار 1K با کوپلاژ خازنی به خروجی مدار اضافه کنید و سپس بهره و ماکزیمم دامنه نوسان خروجی را بار دیگر اندازه گیری کنید. چه تغییری در این مقادیر بوجود آمده است ؟

آزمایش 4-2- تقویت کننده دو طبقه با فیدبک

پیش گزارش (2) : با اعمال فیدبک به مدار شکل (1) و بدون تغییر در مقادیر المانها ، مقدار Rf را طوری تعیین کنید که: $A_{vf}=10$ (به تغییرات مدار در شکل (2) توجه کنید).

آزمایش (2) : تمامی مراحلی که در آزمایش قبل انجام داده اید را برای این مدار نیز تکرار کرده و مقادیر بدست آمده را با یکدیگر مقایسه کنید.



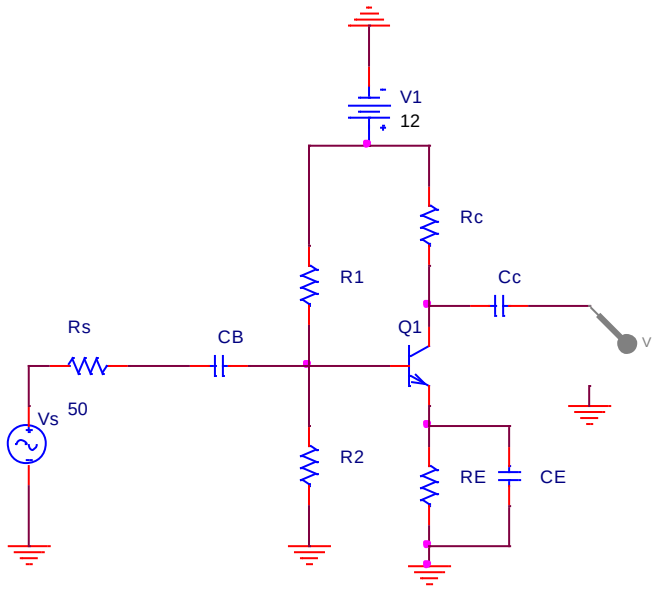
شکل(2) – تقویت کننده با فیدبک

سؤال(2) – پارامترهایی مانند پهنای باند، ماکزیمم دامنه نوسان خروجی، اثر بارگذاری، مقاومتهای ورودی و خروجی و نقاط کار مدار چه تغییراتی کرده اند؟ اثر فیدبک در هر یک از این پارامترها را به صورت کامل توضیح دهید.

آزمایش پنجم:

تقویت کننده Cascode

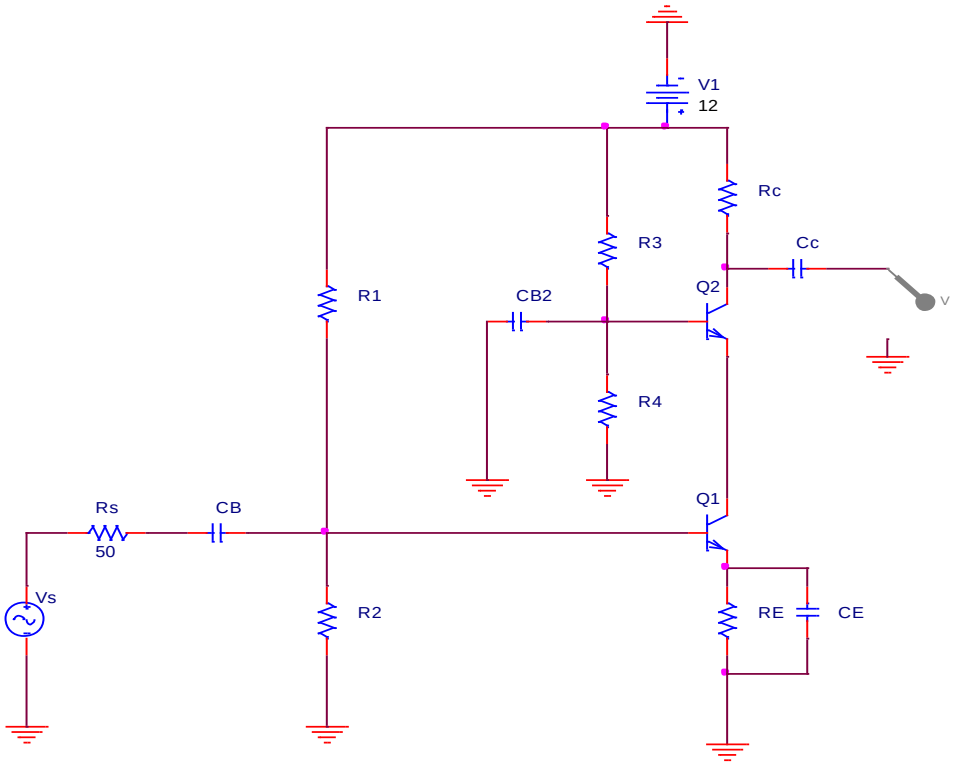
1- مدار تقویت کننده امیتر مشترک زیر را به گونه ای طراحی کنید که جریان نقطه کار $2mA$ و بهره ی آن 100- شود.



2-مدار طراحی شده را بسته و بهره و پهنای باند آن را اندازه گیری کنید. نقطه کار طبق فرمول انتخاب شود.

- جهت کاهش دامنه سیگنال ورودی مدار (خروجی فانکشن) یک مقاومت بزرگ حدود $10K\Omega$ را با منبع (فانکشن ژنراتور) سری نمایید تا دامنه سیگنال ورودی را کاهش دهید. اما برای اندازه گیری پهنای باند پروب اسکوپ را از ورودی جدا نمایید تا اثر خازنی اسکوپ تاثیری در کاهش ورودی مدار نداشته باشد.

3-بدون تغییر در ترکیب کلی مدار مرحله یک، ترانزیستوری به صورت بیس مشترک را مطابق شکل زیر به آن اضافه نمایید و نقاط کار ترانزیستورها را طوری انتخاب کنید که اولا $I_{CQ} = 2mA$ و ثانیا ماکزیمم خروجی بدون اعوجاج را داشته باشیم.



4-مقادیر نقاط کار ترانزیستورها را اندازه گیری کنید.

5-بهره و پهنای باند مدار را اندازه گیری کنید.

6-مقدار R_C را تغییر داده و اثر آن را بر روی بهره و پهنای باند مشاهده و یادداشت نمایید.

* تذکر: در اثرتغییر R_C ، نباید جریان I_{CQ} تغییر کند.

7-بهره و پهنای باند تئوری دو مدار مرحله ی اول و سوم را محاسبه کرده و با مقادیر اندازه گیری شده مقایسه کنید.

8-نقش خازن C_{B2} در مدار تقویت کننده Cascode چیست؟ اگر نباشد چه تاثیری دارد؟

9-علت افزایش پهنای باند مدار cascode نسبت به مدار امیتر مشترک چیست؟

10-نتایج مرحله ششم آزمایش را تفسیر کنید.

آزمایش ششم

آشنایی با FET

یادآوری بعضی از مطالب در مورد ***FET*** :

الف- شرط هدایت(Vpبرای کانال N منفی است) $V_P < V_{GS} < 0.5$

ب- شرط ناحیه فعال (Pinch Off) علاوه بر شرط بالا باید شرط $V_{GD} \le V_p$ نیز برقرار باشد.

ج- در ناحیه فعال رابطه جریان درین I_D و ولتاژ V_{GS} بصورت زیر بیان می شود:

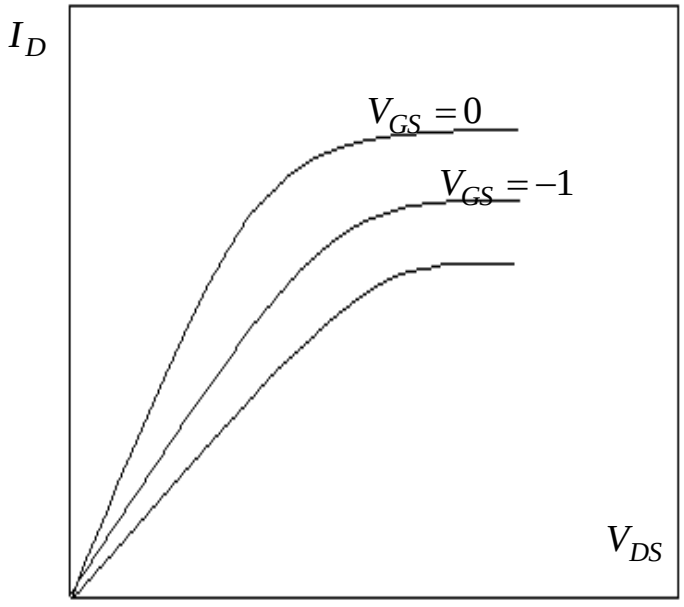
$$I_d = I_{dss}\left(1-\frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2 \qquad (1)$$

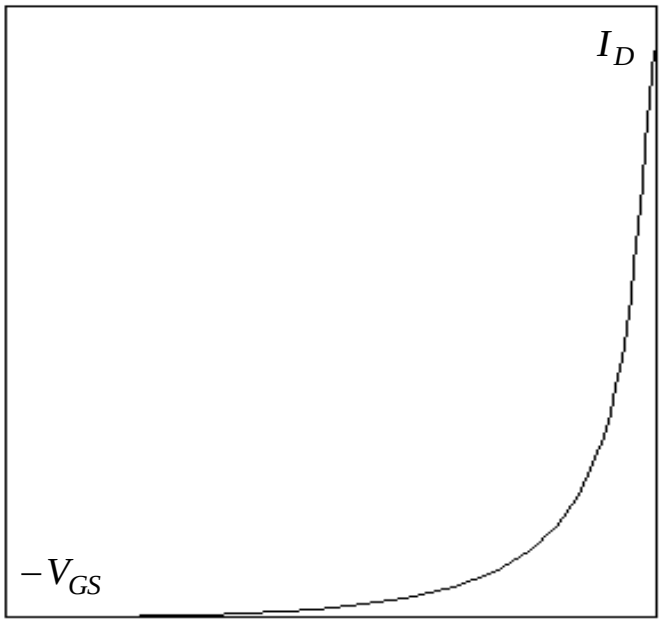
همانطور که از رابطه (1) پیداست در ناحیه Pinch Off جریان FET وابسته به ولتاژ V_{GS}ا ست و به بیان دیگر در این ناحیه FET به صورت منبع جریان وابسته به ولتاژ V_{GS} عمل می کند.

د- اگر شرط هدایت و فعال بودن FET برقرار باشد با قرار دادن $V_{GS} = 0$ در رابطه (1) مقدار جریان I_D برابر I_{dss} خواهد بود.

در زیر دو مشخصه خروجی و انتقالی FET آورده شده است . از طریق این دو مشخصه نیزمیتوان دو پارامتر اصلی FET را بدست آورد .

در این مرحله ابتدا با استفاده از دو آزمایش ساده پارامترهای FET را بدست می آوریم و سپس با کمک دو مدار ساده مشخصه خروجی و انتقالی را مشاهده می کنیم .



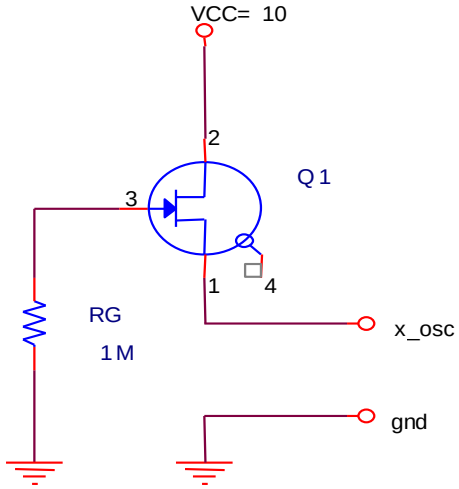


آزمایش 1-1- آندازه گیری پارامترهای ***FET***

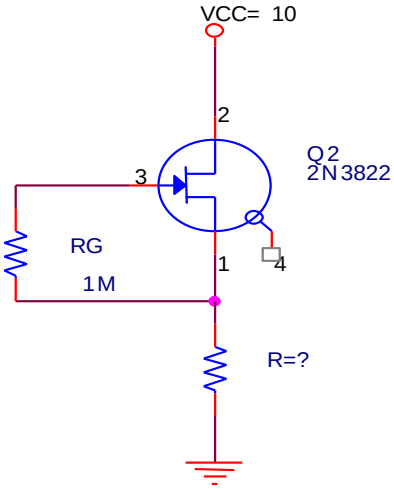
پیش گزارش (1): سوال (1)- ثابت کنید توسط مدار (2)-الف و(2)-ب میتوان V_p و I_{dss} را محاسبه کرد.

سوال(2)- در مدار شکل (2)-ب با فرض معلوم بودن V_p و I_{dss} حداکثر مقدار مجازRرا بدست آورید.

سوال(3)- نقش مقاومت R_G در مدار چیست؟



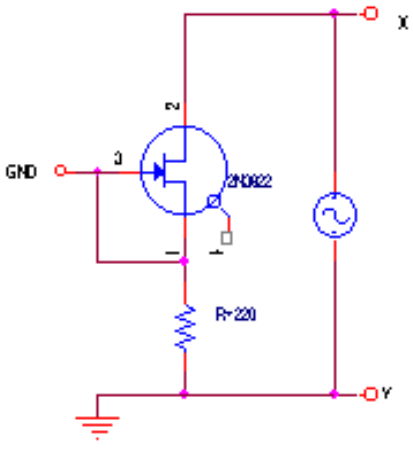
شکل(2-الف) -تعیین Vp



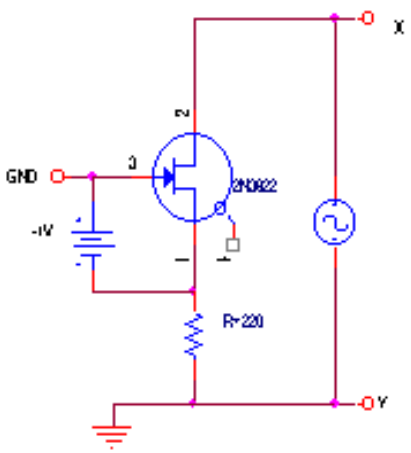
شکل(2-ب)- تعیین Idss

آزمایش (1): به ترتیب با بستن مدار (2-الف) و (2 –ب) پارامترهای مورد نظر را بدست آورید. در مدار (2-الف) تغذیه ***Vcc*** را از 5 ولت تا 20 ولت تغییر دهید و پارامتر ***VP*** را بدست آورید..

آزمایش 1-2-رسم مشخصه خروجی ***FET***



شکل(3-الف)



شکل(3-ب)

ابتدا توسط ولوم dc_ofsset دامنه ولتاژ خروجی مولد موج سینوسی را بین 0 و 10 ولت تنظیم نمایید .همچنین فرکانس موج را 100 Hz قرار دهید .

توجه : برای FET با کانال N ولتاژ V_{GS} نباید مثبت شود و گر نه FET آسیب می بیند.

الف – مدار شکل (3-الف) را بسته و با اعمال خروجی مولد موج به آن و همچنین قرار دادن پروبهای اسکوپ در نقاط مشخص شده ، شکل مشخصه خروجی را روی صفحه اسکوپ مشاهده کنید.

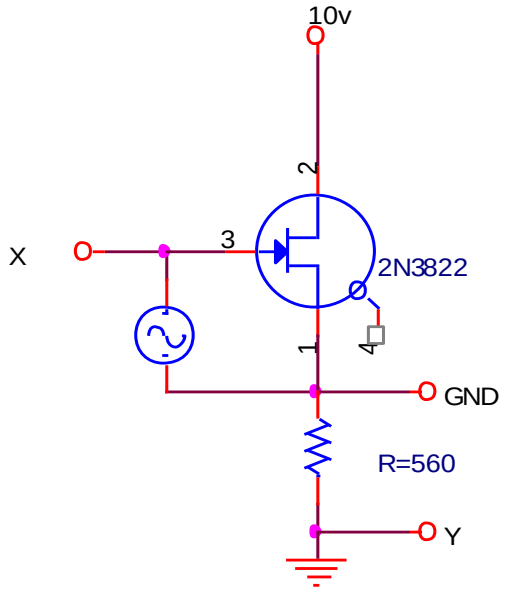
سوال (4)- کدامیک از پارامترهای FET را می توان از روی این شکل بدست آورد ؟

ب- آزمایش را برای شکل 3-ب و برای $V_{GS} = -1$ تکرار کنید.

آزمایش 1-3- تعیین مشخصه انتقالی

توسط ولوم dc_offset ولتاژ خروجی سینوسی را بین 0 و $-3v$ تنظیم نمایید ، مدار شکل(4) را بسته و با قرار دادن پروبهای اسکوپ در نقاط مورد نظر منحنی مشخصه انتقالی را مشاهده نمایید.

سوال (5)- کدامیک از پارامترهای FET را می توان از روی این مشخصه بدست آورد ؟



شکل(4) – تعیین مشخصه انتقالی

آزمایش هفتم :

کاربرد FET در مدارهای تقویت کننده

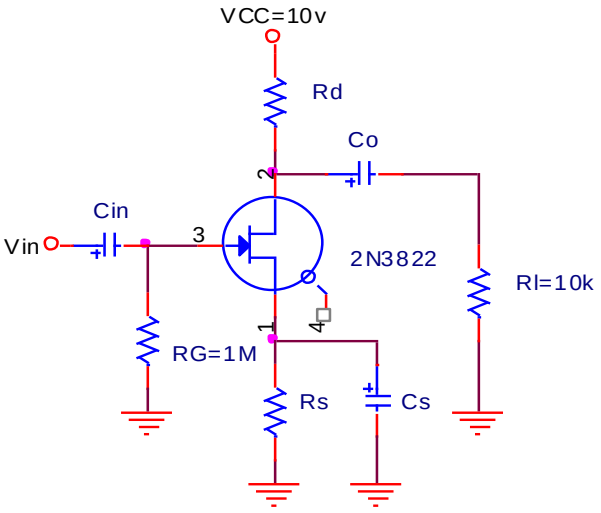
آزمایش 2-1-تقویت کننده سورس مشترک

توجه: برای شروع آزمایش ابتدا باید پارامترهای FET را بدست آورید.

پیش گزارش(1): مقادیر مقاومتهای مدار شکل 1 را برای رسیدن به خواستهای زیر محاسبه کنید:

الف - $|A_V| = 5$ (با در نظر گرفتن مقاومت بار)

ب – برای خروجی حداقل دامنه نوسان متقارن $\underline{2}$ ولت $(V_{p_p} = 4)$ممکن باشد.



شکل(1)

آزمایش(1):

مداری را که طراحی کرده اید بسته و موارد زیر را مورد بررسی قرار دهید:

1-1- آیا نقطه کار مدار با نقطه کار از نظر تئوری یکسان است؟ در صورت وجود اختلاف ، آنرا اصلاح کنید.

1-2- یک سیگنال مثلثی با دامنه مناسب و فرکانس1KHz به ورودی اعمال نموده با مشاهده و اندازه گیری خروجی ، بهره مدار را بدست آورید . آیا مقدار بهره با مقدار طراحی شده یکسان است؟

1-3- با افزایش دامنه ورودی مقدار حداکثر دامنه نوسان بدون اعوجاج خروجی را بدست آورید.در صورت اختلاف با مقدار مورد نظر در طراحی ، آنرا اصلاح نمایید .

1-4- با انتخاب دامنه مناسب ، فرکانس ورودی را از 100Hz تا 1MHz تغییر داده و مقادیر بهره و فاز را برای هر فرکانس در جدول (1) درج نمایید.

1-5- جهت بررسی اثرات مقاومت خروجی منبع ورودی ، یک مقاومت 220KΩ به ورودی تقویت کننده اضافه کنید .در این حالت مقدار بهره و حداکثر دامنه نوسان بدون اعوجاج خروجی را اندازه گیری نمایید.

نتایج بدست آمده را توجیه کنید.

فرکانس	100 Hz	1KHz	100KHz	500KHz	750KHz	1MHz
بهره						
فاز						

جدول(1)

آزمایش 2-2-تقویت کننده درین مشترک (سورس فالوئر)

پیش گزارش(2): مطابق شکل(2) مدار را طوری طراحی کنید که: $A_v = 0.9$

آزمایش(2):

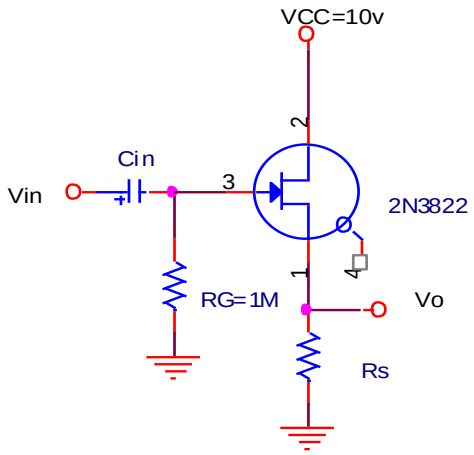
مدار طراحی شده خود را بسته و در مورد مطالب زیر تحقیق کنید:

2-1- با اعمال ولتاژ مناسب بهره مدار را بدست آورید . با مقدار طراحی مقایسه کنید.

2-2-حداکثر دامنه نوسان بدون اعوجاج خروجی چقدر است؟

سوال(1) – آیا می توان با افزایش R_s بهره مدار را به مقدار یک نزدیک کرد؟

2-3- با قرار دادن مقاومت $R_1 = 1k\Omega$ در خروجی مدار(همراه با خازن کوپلاژ) و اندازه گیری مجدد بهره و حداکثر دامنه بدون اعوجاج خروجی . اثر بارگذاری در مدار را مورد بررسی قرار دهید.



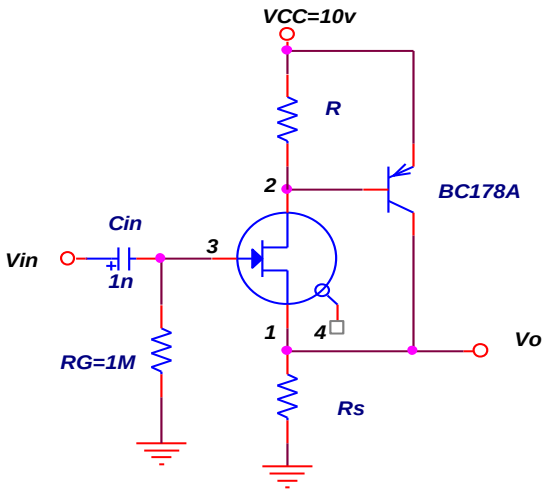
شکل(2)

آزمایش 3-3- تقویت کننده سورس فالوئر اصلاح شده

پیش گزارش(3): در مدار قبل مشکل عمده مدار اثر بارگذاری بود. در مدار جدید توسط یک بافر جریان این نقیصه رفع میگردد.

الف - در مدار شکل(3) با رسم مدار معادل سیگنال ، بهره مدار را بر حسب دیگر پارامترهای مدار بدست آورید.تحت چه شرایطی بهره به مقدار یک نزدیک می شود؟

ب- برای داشتن بیشترین مقدار بهره ، مقدار R را تعیین نمایید.



شکل (3)

آزمایش(3) :

3-1- با اعمال ورودی مناسب ، مقدار بهره و حداکثر دامنه نوسان بدون اعوجاج خروجی را بدست آورید و با مدار قبل مقایسه کنید.

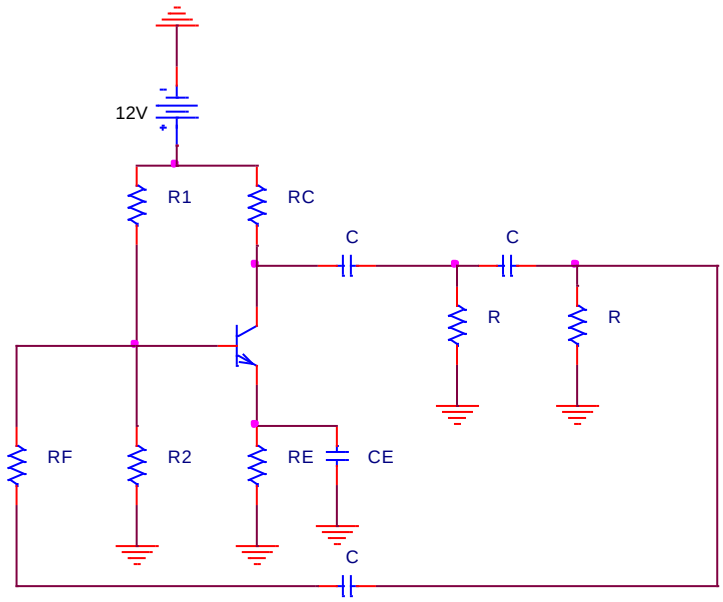
3-2- مقاومت بار $R_L = 1K\Omega$ را به مدار اضافه نمایید و مجدداً مقادیر بالا را اندازه گیری کنید. نتایج بدست آمده را توجیه نمایید.

3-3- مقاومت R را بردارید و سپس در دو حالت با بار R_L و بدون آن آزمایش قبل را تکرار کنید. به نظر شما هر چه مقدار R بزرگتر باشد بهتر است یا کوچکتر؟ و آیا اصولا وجود R در این مدار لازم است؟

آزمایش هشتم:

طراحی اسیلاتور شیفت فاز (Phase shift osc.)

اسیلاتور زیر را برای نوسان روی فرکانس $1KHZ$ و جریان نقطه کار $2mA$ و حداکثر دامنه نوسان طرح کنید.



*در صورت امکان ، مقدار خازن را 6.8 nf انتخاب کنید.

1-مدار طراحی شده را بسته و ولتاژهای نقطه کار را اندازه گیری کنید.

2-فرکانس و دامنه موج خروجی را یادداشت نمایید.

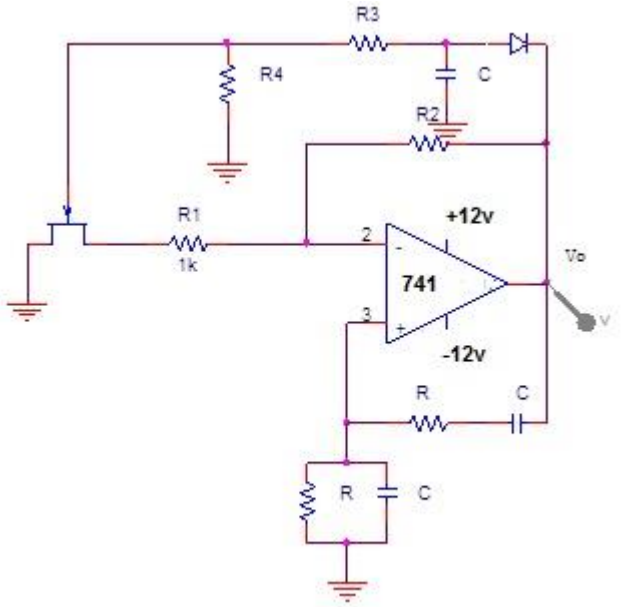
3-اثر تغییر R و C را بر روی فرکانس نوسان مدار ملاحظه و یاداشت کنید.

4- مقاومت امیتر جهت پایداری مدار استفاده می شود حدود 500 تا 1000 اهم در نظر بگیرید.

آزمایش نهم :

طراحی اسیلاتور پل وین (Wien Bridge osc.)

مدار اسیلاتور زیر را برای نوسان روی فرکانس $1KHZ$ با دامنه ی $V_{OP-P} = 20V$ طرح کنید.



*تذکر:$JFET$ را متقارن فرض کرده و قبل از طراحی r_{on} ، I_{DSS} و V_P ترانزیستور را اندازه گیری نمایید.

1-بدون قرار دادن $JFET$ ،مدار را ببندید و خروجی را مشاهده کنید. نتیجه آزمایش را توضیح دهید.

2-قسمت $JFET$ را به مدار اضافه کنید و با تنظیم مقادیر عناصر مدار ، دامنه ی خروجی را روی $V_{OP-P} = 20V$ تنظیم کنید.

3-اگر *Slew Rate* تقویت کننده عملیاتی 741 برابر $0.5\ {}^{V}/_{\mu s}$ باشد ، حداکثر فرکانسی که به وسیله ی این اسیلاتور با دامنه 20^{V}_{P-P} قابل ساخت است را محاسبه کنید. جواب خود را با انجام آزمایش امتحان کنید.