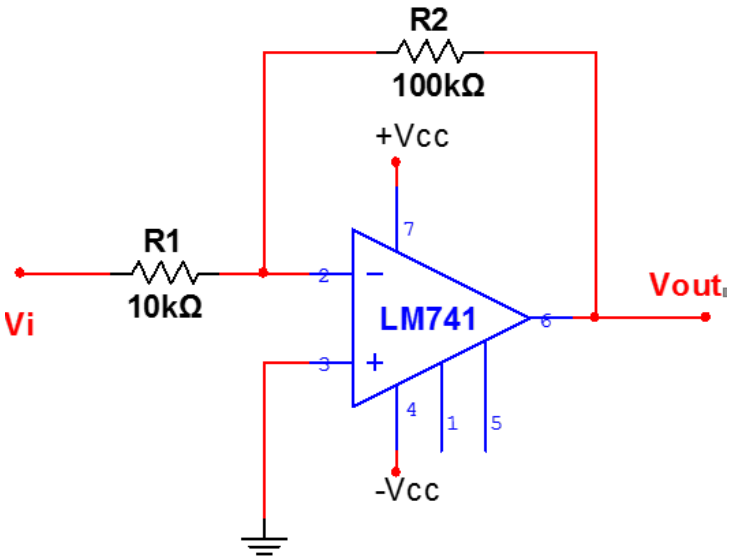
وزارت علوم تحقیقات و فناوری
دانشگاه فنی و حرفه ای

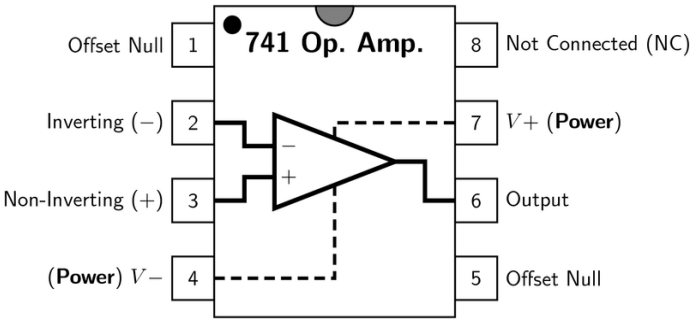
دستور کار آزمایشگاه مدار مجتمع خطی

مدرس: مهندس دیبایی
Email: mdibayi.st@gmail.com
گروه الکترونیک – دانشکده فنی پسران قم

ترم بهمن ۹۵–۹۶

۱- با توجه به نحوه چگونگی اتصال پایه های IC: $LM741$ که در زیر آمده است مدار مورد نظر را تشکیل دهید.





۲- سیگنال ورودی V_i را روی فرکانس $1\,kH$ از نوع سینوسی تنظیم کنید.

۳- دامنه V_i را آنقدر زیاد کنید تا سیگنال خروجی V_o با حد اکثر دامنه (بدون اعوجاج) روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده شود. سیگنال های ورودی و خروجی را مشاهده کرده V_{Peak} آنها را اندازه گیری کنید.

V_{Peak} ورودی =

V_{Peak} خروجی =

٤- مقدار بهره ولتاژ مدار را به صورت تئوری و عملی محاسبه کنید.

عملی : $A_V = \frac{-V_o}{V_i} =$ تئوری : $A_V = \frac{-R_F}{R_1} =$

٥- مقدار بهره ولتاژ و مقدار دامنه سیگنال خروجی را در فرکانس های مختلف اندازه گیری و در جدول یادداشت کنید. سپس منحنی پاسخ فرکانسی تقویت کننده را ترسیم نمائید.

f_{in}^{H}	20	100	500	1^k	10^k	50^k	100^k	200^k	500^k	1^M	10^M	20^M
V_i^V												
V_o^V												
A_V												

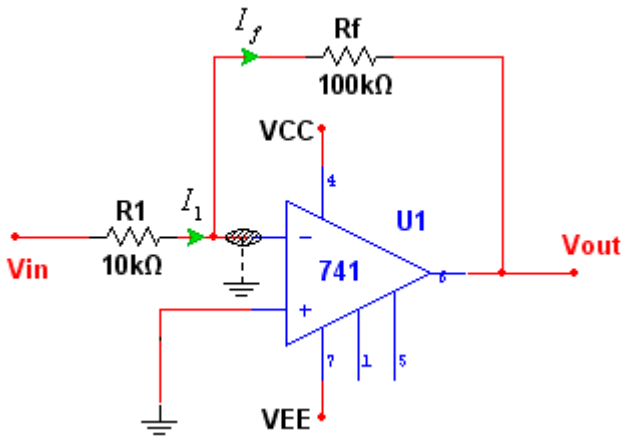
آیا با تغییر فرکانس در هر مرحله ، مقدار Vi که در ابتدا تنظیم کرده بودید به هم می‌خورد ؟

علت چیست؟

منحنی پاسخ فرکانسی تقویت کننده

۶- از روی شکل موج های مشاهده شده چه نتیجه ای می گیرید؟

۷- رابطه ی تئوری حاکم بر بهره ولتاژ مدار را بدست آورید.



مفهوم زمین مجازی :

اگر تقویت کننده فوق را در حالت مدار باز (بدون R_f) در نظر بگیریم با اعمال حداقل ولتاژ ورودی op Amp بر حسب آن که ولتاژ به کدام یک از پایه های آن اعمال شده است در ولتاژی برابر با ولتاژ تغذیه op Amp به اشباع + یا- می رود. اگر ولتاژ ورودی را کمی افزایش دهیم خروجی از دو طرف (نیم سیکل + و-) برابربا V_{CC}(ولتاژ تغذیه)به اشباع +و- می رود.

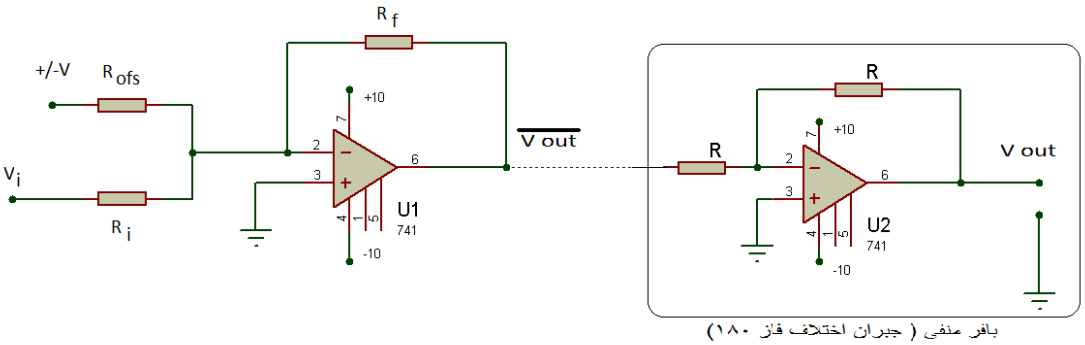
بنابر این در حداقل ولتاژ ورودی تقویت op Amp فوق العاده زیاد است(البته این اتفاق زمانی می افتد که یکی از پایه های op Amp حتما زمین باشد) پس چون زمانی که ورودی در حالت حداقل است دامنه خروجی خیلی زیاد است.در اصطلاح می گوئیم ورودی زمین مجازی است. (زمین نیست اما ولتاژ آن خیلی کم است)

۸- مدار را برای بهره های $A_V = 33$ ، $A_V = 47$ و $A_V = 100$ طراحی کنید؟

پایان

مفهوم صفر و شیب و کاربرد:

۱-خروجی یک سنسور دما به ازای ۰ تا ۱۰۰(درجه) ۲,٤ تا ۳,۹ (ولت) تغییر میکند ، برای نمایش دما روی LCD از یک مبدل A to D استفاده شده است .
اما ورودی این مبدل بازه ۰ تا ۵ ولت میباشد .برای سازگار کردن این دو بایکدیگر مقاومت های مدار صفر و شیب زیر را طراحی نمایید.



بافر منفی (جبران اختلاف فاز ۱۸۰)

خلاصه طراحی
۱-یافتن نسبت $\frac{Rf}{Ri}$
۲-انتخاب Rf و Ri
۳-پیدا کردن انحراف از صفر
٤-انتخاب Rofs

$$M=\frac{Rf}{Ri}=\frac{Vo\max-Vo\,min}{Vi\max-Vi\,min}=$$

۲- با توجه به مقادیر به دست آمده از طراحی قسمت اول مدار بالا ببندید .

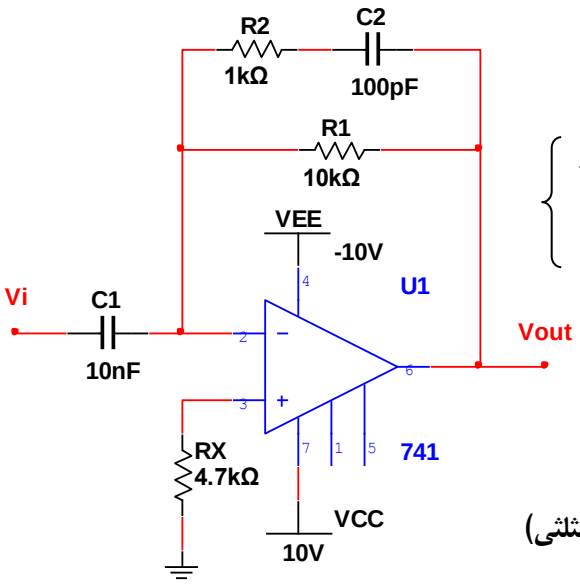
۳-ولتاژ ورودی را یک بار روی حد اقل و یکبار روی حداکثر تنظیم نموده و خروجی را یادداشت نمایید.

٤-مدار دوم را ببندید و به خروجی مدار اول متصل نمایید .

٥- پنج ورودی بین بازه ی ورودی، انتخاب نموده و خروجی را در آن حالت ثبت نمایید .

سپس نمودار خروجی به ورودی این مدار را رسم کنید (Voعمودی-Viافقی)

۱- مدار روبه رو را روی بردبرد سوار نمایید.(غیر از $R2$ و $C2$)



$$\begin{cases} V_i = 5Vp \\ f = 1kH \end{cases}$$

۲- V_i را با مشخصات داده شده اعمال کنید.(ورودی شکل موج مثلثی)

۳- رابطه ریاضی حاکم بر مدار بین ورودی وخروجی را بدست آورید.

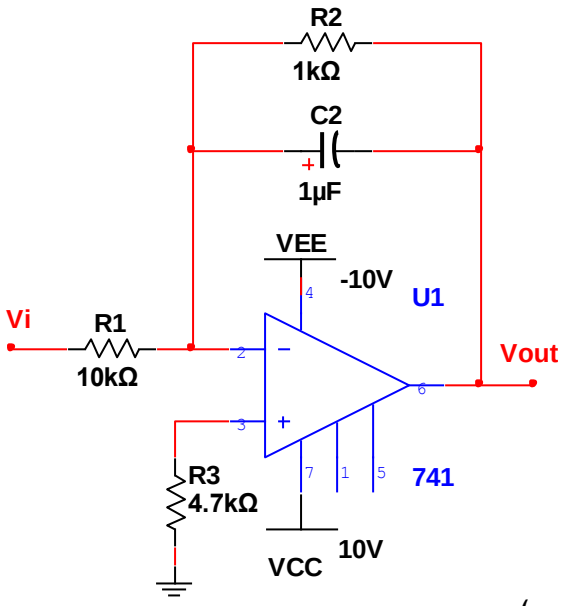
٤- ازروی شکل موج های ورودی و خروجی عملکرد مدار را توضیح دهید.

۵- مقاومت R_3 به چه منظور در مدار بکار رفته است ؟

٦- مقاومت R_2 وخازن C_2 را به مدار اضافه کنید و اثر آن را بر روی خروجی مشاهده و ثبت نمایید.

۸- نظر شما هدف از کاربرد R_2 و C_2 درمدار فوق چیست؟

۱- مدار مقابل را روی بردبرد سوار نمایید.



$$\begin{cases} V_i = 5Vp \\ f = 1kH \end{cases}$$

۲- V_i را با مشخصات داده شده اعمال کنید. (ورودی موج مربعی)

۳- شکل موج ورودی وخروجی را همزمان به وسیله اسیلوسکوپ مشاهده و ترسیم نمایید.

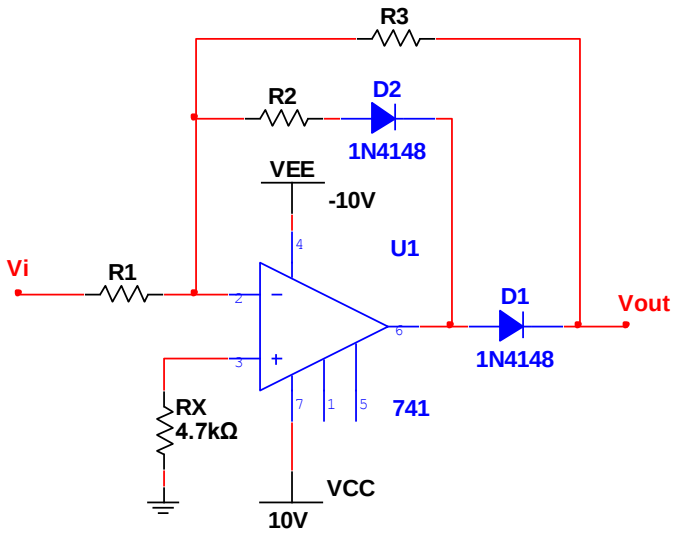
٤- رابطه ریاضی حاکم بر مدار بین ورودی و خروجی را بدست آورید.

۵- ازروی شکل موج ها عملکرد مدار را توضیح دهید.

٦- مقاومت $R3$ به چه منظوری به کار رفته است؟

۷- با قطع و وصل خازن C اثر آن را روی خروجی مشاهده وثبت نمایید.

۱- مدار مقابل را روی بردبرد ببندید.



$$\begin{cases} V_i = 5Vp \\ f = 1kH \end{cases} \qquad R_1 = R_2 = R_3 = 10^k$$

۲- شکل موج ورودی و خروجی را همزمان رسم کنید.

۳- عملکرد مدار را به اختصار توضیح دهید.

٤- اگر جهت دیودها عوض شود چه تغییری در خروجی مشاهده می شود؟مشاهدات خود را بنویسید.

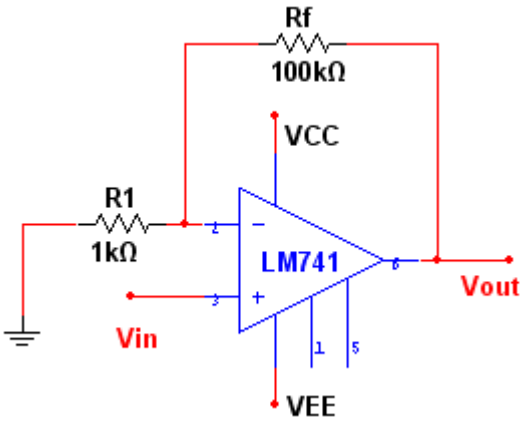
٥- اگر دیود D_1 قطع شود چه اتفاقی می افتد؟

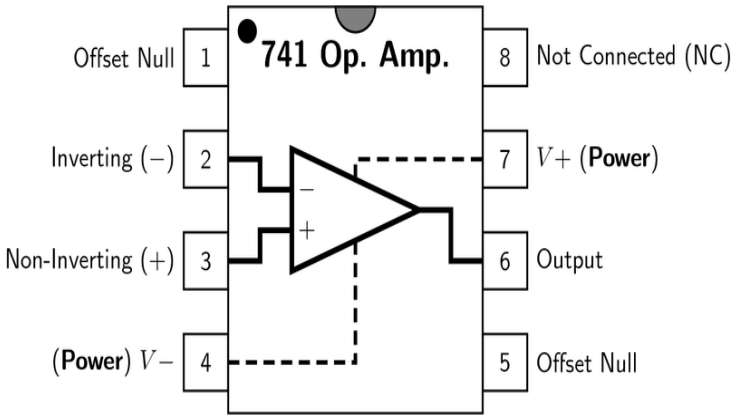
٦- اگر دیود D_2 قطع شود چه اتفاقی می افتد؟

۷- اگر هر دو دیود قطع شوند چه اتفاقی می افتد؟

۸- اگر مقاومت R_1 را برابر $5\,k\Omega$ انتخاب کنیم چه اتفاقی می افتد؟

۱- با توجه به نحوه چگونگی اتصال پایه های IC: $LM741$ که در زیر آمده است مدار مورد نظر را تشکیل دهید.





۲- سیگنال ورودی V_i را روی فرکانس $1\,kH$ از نوع سینوسی تنظیم کنید.

۳- دامنه V_i را آنقدر زیاد کنید تا سیگنال خروجی V_o با حد اکثر دامنه (بدون اعوجاج) روی صفحه اسیلوسکوپ مشاهده شود. سیگنال های ورودی و خروجی را مشاهده کرده V_{Peak} آنها را اندازه گیری کنید.

V_{Peak} ورودی =

V_{Peak} خروجی =

٤- مقدار بهره ولتاژ مدار را به صورت تئوری و عملی محاسبه کنید.

عملی : $A_V = \frac{V_o}{V_i} =$

تئوری : $A_V = 1 + \frac{R_F}{R_1} =$

۵- مقدار بهره ولتاژ و مقدار دامنه سیگنال خروجی را در فرکانس های مختلف اندازه گیری و در جدول یادداشت کنید. سپس منحنی پاسخ فرکانسی تقویت کننده را ترسیم نمائید.

○ آیا با تغییر فرکانس در هر مرحله ، مقدار Vi که در ابتدا تنظیم کرده بودید به هم می‌خورد ؟

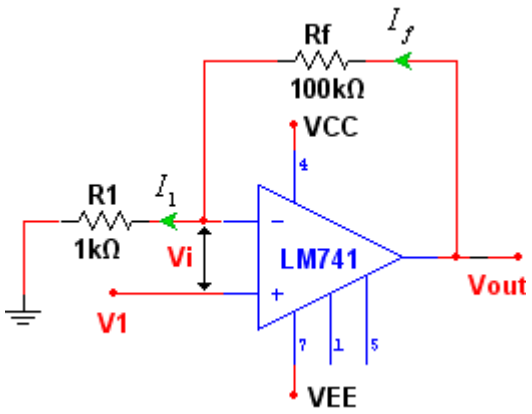
علت چیست؟

f_{in}^{H}	20	100	500	1^{k}	10^{k}	20^{k}	30^{k}	50^{k}	100^{k}	200^{k}	500^{k}	1^{M}
V_i^{V}	**1mv**											
V_o^{V}												
A_V												

منحنی پاسخ فرکانسی تقویت کننده

۶- از روی شکل موج های مشاهده شده چه نتیجه ای می گیرید؟

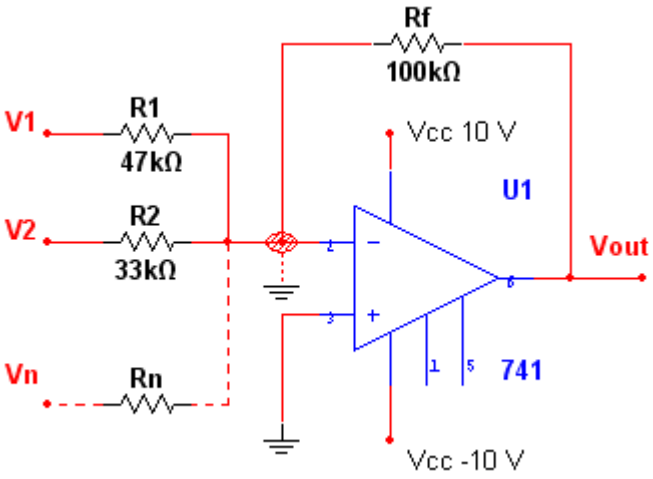
۷- رابطه ی تئوری حاکم بر بهره ولتاژ مدار را بدست آورید.



چرا V_i، اختلاف پتانسیل بین پایه های $op\ Amp$ صفر است ؟

۸- مدار را برای بهره ی $A_V = 57$ طراحی کنید؟

الف- با استفاده از مدار جمع کننده n ورودی زیر یک مدار جمع کننده دو ورودی طراحی نماید به طوری که خروجی آن رابطه روبرو را ایجاد نماید. $V_o = -(2V_1 + 3V_2)$



$$\begin{cases} V_1 = 2V \\ V_2 = Sin2000\pi t \end{cases}$$

توجه : ازمقاومت های استاندارد مانند $10\,k\Omega$ و $100\,k\Omega$ استفاده کنید.

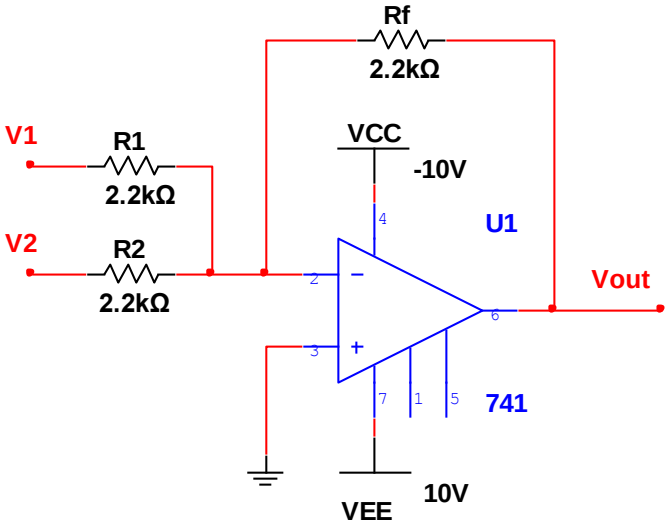
ب- پس از طراحی، مدار را روی بردبرد سوار نماید و به صورت عملی تحقیق نماید که آیا رابطه ی فوق با مقادیر مشخص شده در خروجی بدست می آید.

ج- شکل موج های ورودی و خروجی را روی یک شکل و زیر یکدیگر و در مقیاس مناسب با رعایت همزمانی و در یک سیکل کامل ترسیم نمائید.

مشاهده شکل موج های ورودی به طور هم زمان

شکل موج خروجی با اختلاف فاز 180°

د- مقادیر مقاومتهای R_1 و R_2 و R_f را مساوی انتخاب کنید. رابطه خروجی این مدار چیست؟



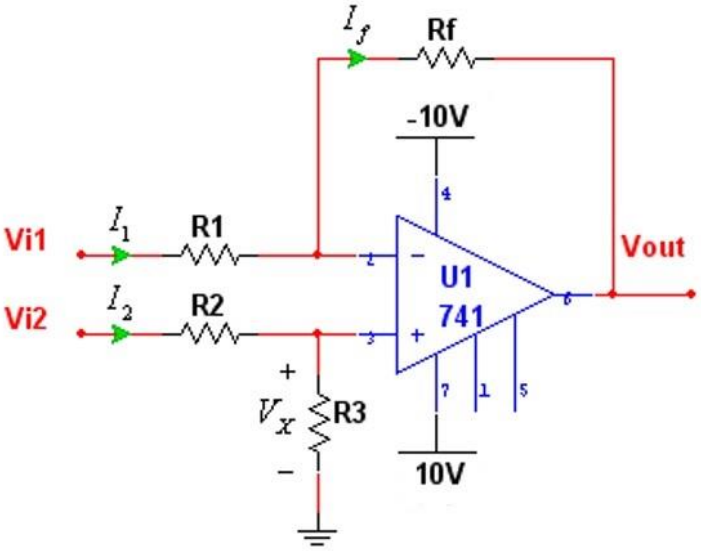
$$V_o = -(2 + Sin\,2000\,\pi t)$$

شکل موج خروجی

پایان

الف- با استفاده از مدار تفریق کننده مدار زیر را به گونه ای طراحی کنید که خروجی آن رابطه زیر را عملی سازد :

$V_o = V_{i_2} - V_{i_1}$ $(V_{i_1} = 1V$ و $V_{i_2} = 2V)$



توجه : از مقاومت های استاندارد مانند $10k$ و $100k$ و... استفاده کنید.

ب- پس از طراحی مدار را روی بردبرد سوار نمائید و به صورت عملی تحقیق کنید که آیا رابطه ی برقرار است ؟

ج- جریان های I_f و I_1 و I_2 را اندازه گیری کنید.

$I_f = ...$ $I_1 = ...$ $I_2 = ...$

د- ولتاژهای V_o و V_{i_1} و V_{i_2} و V_X را اندازه گیری نمائید.

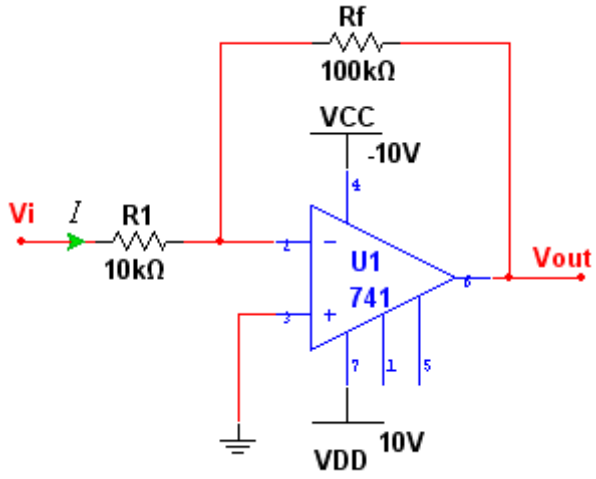
$V_{i_1} = ...$ $V_{i_2} = ...$ $V_o = ...$ $V_X = ...$

ه- مقدار تئوری V_o را محاسبه و با مقدار عملی مقایسه کنید.

عملی : $V_o = ...$ تئوری : $V_o = ...$

نکته: استفاده از مقاومت هایی با رنج بالا مانند $100\,k$ مناسب تر است.

۱- بهره ولتاژ مدار زیر را به صورت تئوری و عملی بدست آورید .
۲- ورودی V_i ولتاژ سینوسی با فرکانس $1kH$ و با دامنه $500\,mV_{pp}$ می باشد.

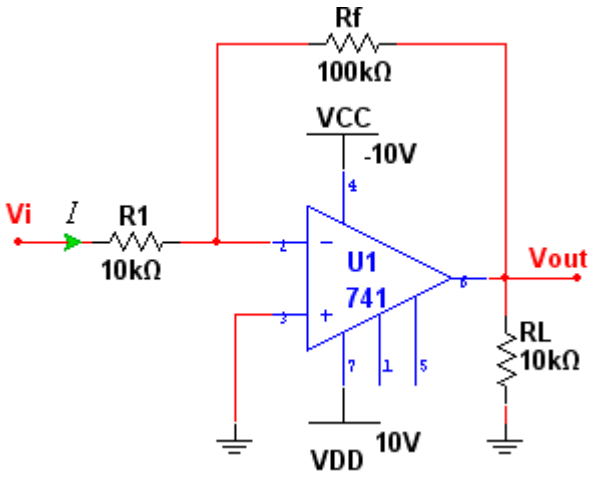


Av=تئوری

Av=عملی

۳-مقاومت RL را به مدار اصلی اضافه نمایید . بهره جدید را اندازه گیری نمایید.تاثیر RL چیست؟

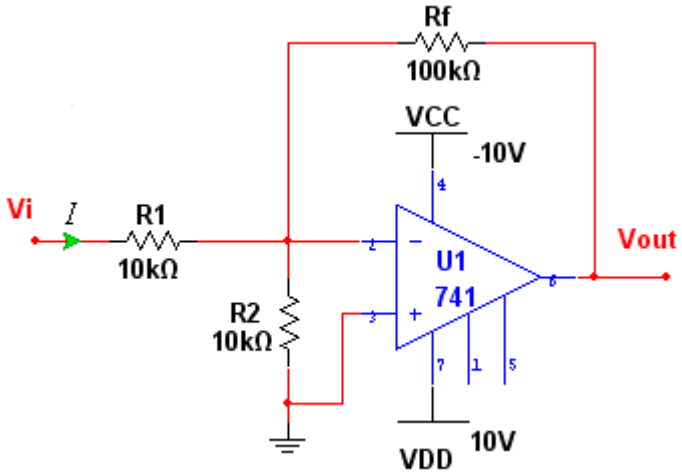
مدار ۲



◯ به ازای چه بازه ای از RL پاسخ بالا صحیح خواهد بود؟

٤-مقاومت R2را طبق شکل به مدار اصلی اضافه نمایید .تاثیر آن در بهره خروجی شرح دهید.

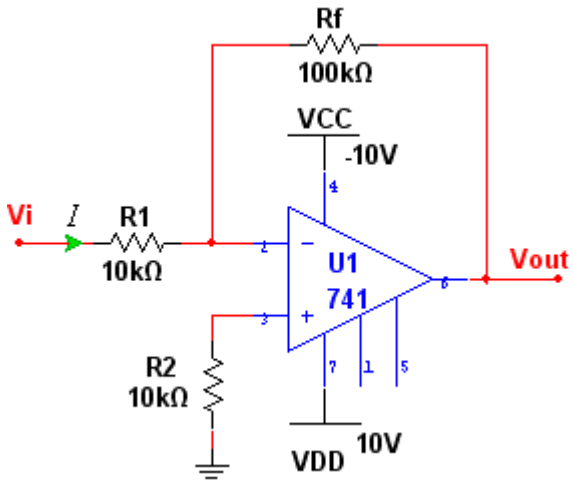
مدار ۳



◯ **درجه آزادی R2 با شرط اینکه در عملکرد مدار مشکل ایجاد نشود چقدر است ؟**

٥- مقاومت R2را طبق شکل به مدار اصلی اضافه نمایید .تاثیر آن در بهره خروجی چیست؟ علت را شرح دهید.

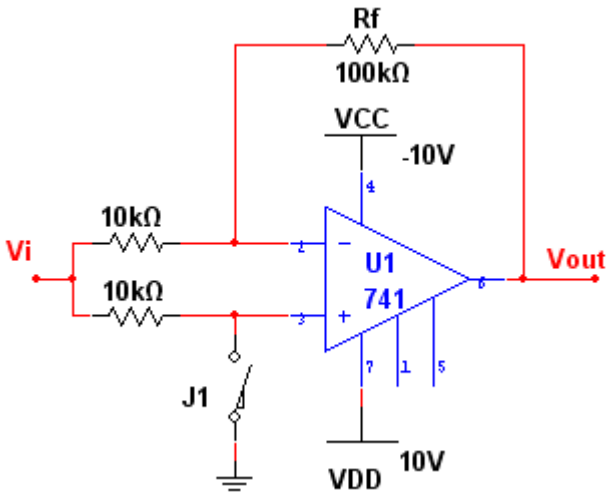
مدار ۴



◯ **درجه آزادی این مقاومت با شرط اینکه در عملکرد مدار مشکل ایجاد نشود چقدر است ؟**

٦-مدار ار با توجه به شکل زیر تغییر دهید .و آن را در دوحالت کلید باز و بسته تحلیل نمایید.

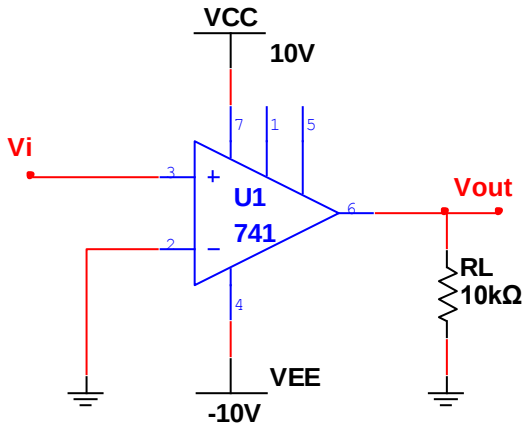
مدار ۵



کلید وصل

کلید قطع

۱- مدار زیر را روی بردبرد سوار نمایید.



به ورودی موج مربعی با دامنه ۱۰ Vpp

و با فرکانس 10Hz اعمال نمایید.

۲- شکل موج ورودی و خروجی را همزمان رسم نمایید.

۳- مطابق شکل موج خروجی در مرحله قبل ΔV_o و Δt را بدست آورید.

$\Delta V_o = ...$ $\Delta t = ...$

٤- از رابطه روبرو SR را بدست آورید :

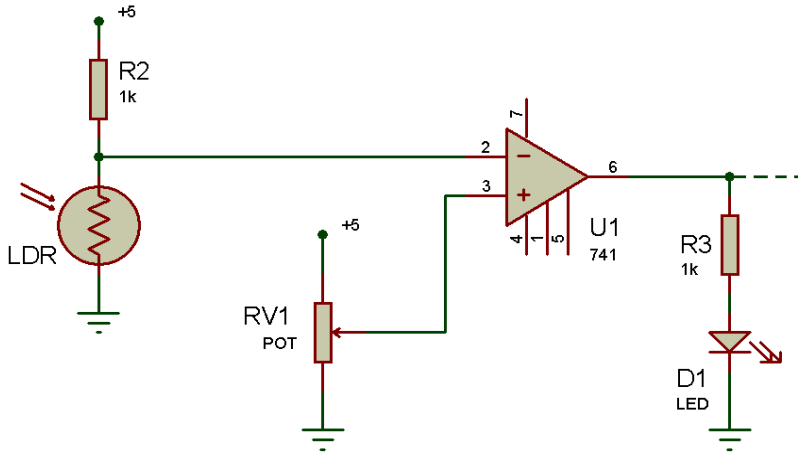
$$SR = \frac{\Delta V_o}{\Delta t} =$$

٥- اثر تغییرات فرکانس ورودی را روی SR بررسی کنید.

f_{Hz}	5k	7k	9k	10k	12k	15k	25k	50k
ΔV_o								
Δt								
$SR^{(V/uS)}$								

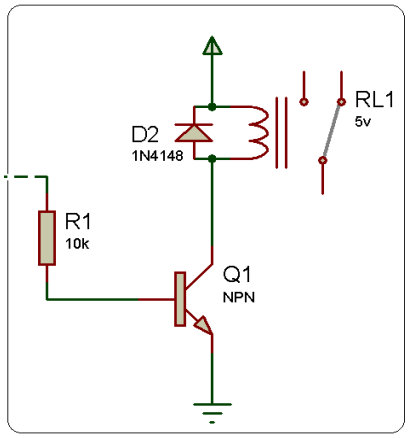
سوال: منظور SR از در یک $Op\ Amp$ چیست؟توضیح دهید.

۱- مدار شکل زیر را روی بردبرد ببندید.



۲- مدار را به شکلی کالیبره کنید که با پوشاندن سنسور خروجی فعال شود .

۳-برای کنترل روشنایی (برق شهر) مدار زیر را به را به خروجی op-amp متصل نمایید.



power switch

٤-اینبار LED را به وسیله رله راه اندازی نمایید.

۵- وظیفه و شرح کار المان های زیر چیست؟

پتانسیومتر RV1:

دیود سریع(1N4148) موازی شده با رله:

٦-برای معکوس شدن عملکرد مدار(خاموش شدن در روشنایی) سه راه حل پیشنهاد کنید؟

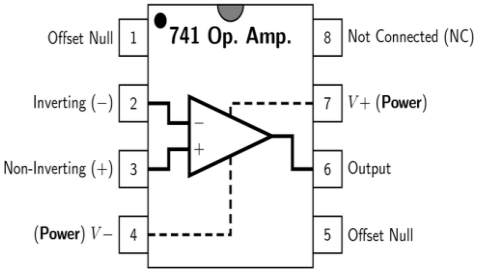
درستی هر راه حل آزمایش کنید.

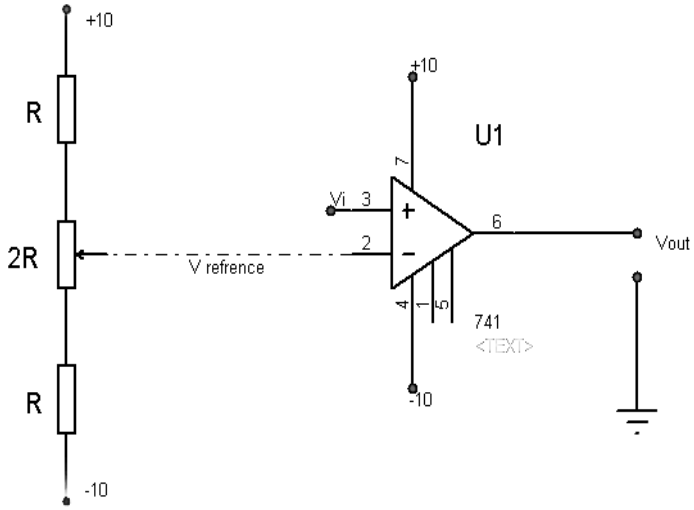
...

...

...

۱- با توجه به نحوه چگونگی اتصال پایه های IC: $LM741$ که در زیر آمده است مدار مورد نظر را تشکیل دهید.

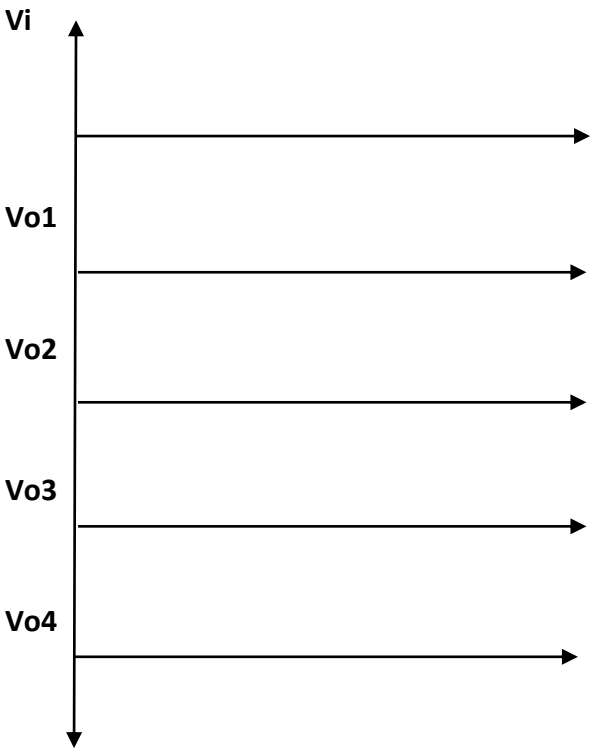




۲- سیگنال ورودی V_i ازنوع مثلثی روی فرکانس $1\,kH$ و بادامنه پیک تا پیک ۱۰ولت تنظیم کنید.(بجای مثلثی میتوان از سینوسی نیز استفاده کرد)

۳- طبق جدول زیر ولتاژ مرجع را تغییر دهید هر بار شکل موج خروجی را رسم نموده و DU آن را یادداشت نمایید.

	Vo1	Vo2	Vo3	Vo4
Vref	+٤	+٢	٠	-٣
DU%				



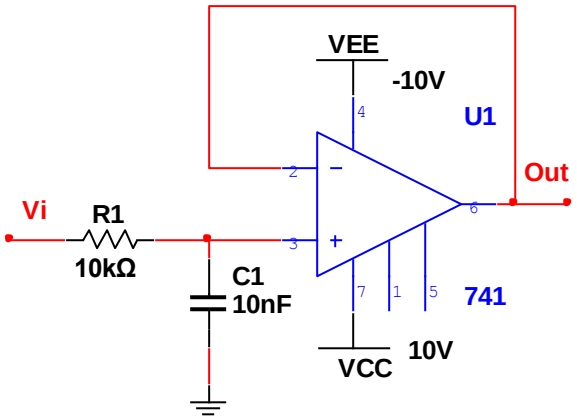
٤- شرح کار مدار را در حالت Vo1 مر حله به مرحله بنویسید .

٥- اگر بخواهیم شکل موج خروجی نیمه منفی نداشته باشد چه راه حل هایی را پیشنهاد میکنید.

٦-در مدار شکل فوق فرکانس خروجی به چه پارامتری وابسته است؟

پایان

۱- مدار مقابل را روی بردبرد سوار نمایید.



۲- مطابق جدول داده شده با ثابت نگهداشتن دامنه سیگنال ورودی روی $5V_p$ دامنه خروجی را به ازای فرکانس های مختلف اندازه گیری نمایید و در جدول یادداشت نمایید.

F	1	10	100	1^K	2^K	5^K	10^K	20^K	50^K	100^K	150^K	200^K
V_o												
A_V												
$A_{V\,dB}$												

۳- مقدار بهره ولتاژ $A_V = \frac{V_o}{V_i}$ و بهره ولتاژ بر حسب dB محاسبه و در جدول مربوطه یادداشت نمایید.

٤- از روی پاسخ جدول فوق منحنی پاسخ فرکانسی این فیلتر را ترسیم نمایید.

۵- با روابط ریاضی فرکانس قطع مدار را بدست آورید.

$$F_C = \frac{1}{2\pi RC} =$$

٦- از روی منحنی مشخصه فرکانس قطع را بدست آورید.