www.ir-micro.com
مرجع فارسی
میکروکنترلرهای PIC

به نام خدا

گزارش کار

آزمایشگاه

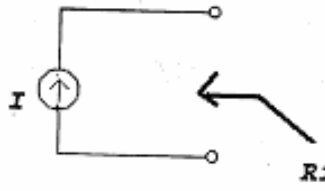
تقویت کننده عملیاتی

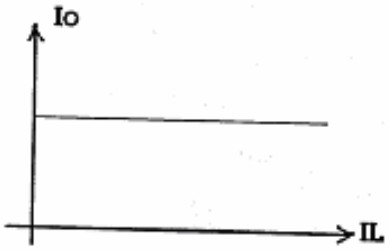
تهیه و تنظیم :

مهندس علی محمد پور

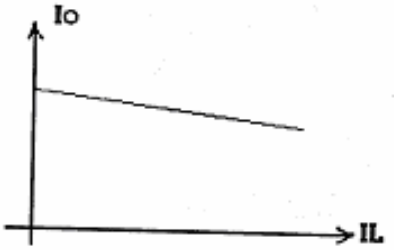
با همکاری دانشجو رضارضائی

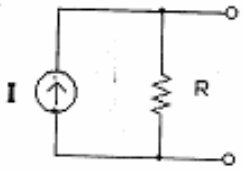
منابع جریان : منابعی هستند که در بارهای مختلف جریان ثابتی را دارا هستند
یک منبع جریان ایده آل دارای شرایط زیر است :
الف) مقاومت خروجی آن بی نهایت است .
ب) جریان خروجی آن ثابت است .
در زیر یک منبع جریان ایده آل با منحنی مشخصه آن رسم گردیده است





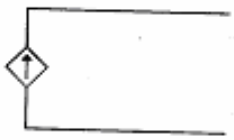
اما یک منبع جریان واقعی دارای شرایط زیر می باشد :
الف) مقاومت خروجی زیادی دارد .
ب) جریان خروجی نسبتا ثابتی دارد .
در زیر یک منبع جریان واقعی همراه با منحنی مشخصه آن را گردیده است .





منابع جریان به دو دسته مستقل و وابسته نیز تقسیم می شود :

منابع وابسته منابعی هستند که جریان آنها وابسته به نقطه دیگری است .
شکل زیر منابع وابسته را نشان می دهند :

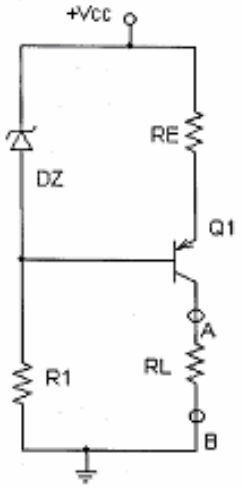


آزمایش ۱-۱ :

منبع جریان ساده

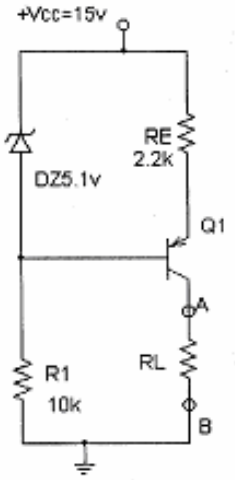
منبع جریان شکل زیر منبع جریان وابسته است که جریان خروجی آن به بتا و منبع ولتاژ و ولتاژ بیس امیتر بستگی دارد علت استفاده از دیود زنر ، این است که ولتاژ را تثبیت می کند .

معایب این مدار اینست که وابسته به ولتاژ منبع می باشد با تغییر ولتاژ منبع ، جریان نیز تغییر خواهد کرد و جریان مدار به دیود زنر و مقاومت امیتر و بتا وابسته است .



مراحل انجام آزمایش :

۱- مدار زیر را ببندید .



۲- مقادیر جریان های I_Z و I_E و I_L ورا اندازه گیری کنید .

۳- مقادیر تئوری مرحله ۲ را محاسبه و با مقادیر عملی مقایسه کنید و هر گونه اختلاف را بررسی کنید .

$$I_E = I_O = I_c = \frac{V_z - V_{BE}}{R_E}$$

٤ـ با توجه به جدول زیر RL را تغییر و IL را یادداشت کنید .

RL	100k	39k	15k	2.2k	220	39	10
I_L							

٥ ـ با توجه به جدول منحنی تغییرات جریان بار بر حسب RL را رسم کنید ؟

٦ـ آیا مقدار I_L با تغییر RL ثابت می ماند ؟ اگر تغییر می کند علت چیست ؟

٧ـ معایب مدار را بررسی کنید .

آزمایش ۲-۱:

منابع جریان مستقل از بتاهای بزرگ :

مدار شکل زیرمنبع جریان ثابت می باشد که در مدارات مجتمع استفاده می گردد.

جریان ثابت از جریان خروجی تامین می گردد که آینه ای از جریان ثابت ایجاد شده دریک

سمت مداراست . این منبع جریان مخصوصا برای کار آی سی ها مناسب می باشد . زیرا

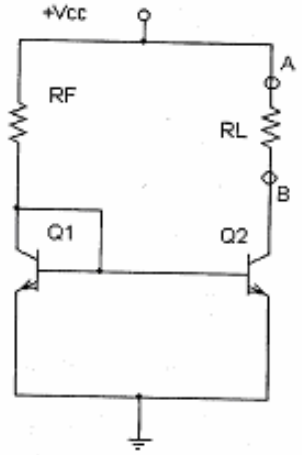
مدار نیاز به ترانزیستور هایی دارد که افت ولتاژ های بیس امیتر یکسان و مقادیر بتای

یکسان داشته باشد .

منبع جریان شکل زیر برای ترانزیستورهای با بتای بزرگ مناسب می باشد . این منبع

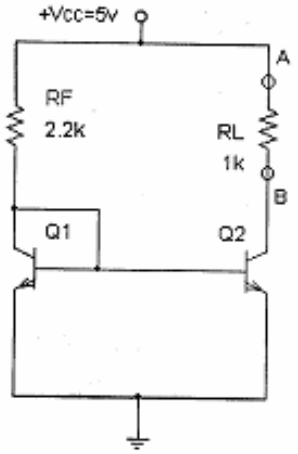
جریان در بتاهای کوچک مشکل ساز است و با تغییر ولتاژ منبع ، جریان خروجی نیز

تغییر کرده که از معایب این مدار می باشد .



مراحل انجام آزمایش :

۱ـ مدار زیر را ببندید (بتای ترانزیستور را بزرگ انتخاب کنید)



۲ـ مقادیر I_{ref} و I_{C1} و I_O را اندازه گیری کنید .

۳ـ V_{ab} را اندازه گیری کنید . این ولتاژ چه مقدار باید انتخاب گردد ، کم و زیاد بودن آن چه تاثیری بر روی عملکرد مدار دارد .

٤ ـ مقادیر تئوری زیر را محاسبه و با مقدار عملی مرحله ۲ مقایسه کنید .

$$I_{ref} = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_F} \qquad \& \qquad I_O = \frac{I_{ref}}{1 + \frac{2}{B}}$$

۵ ـ بتای ترانزیستور را کوچک انتخاب ومراحل ۲ و ٤ را تکرار کنید ؟ چه نتیجه ای حاصل می شود .

٦ـ مقدار R_L را تغییر داده و I_L را در جدول یادداشت کنید . اگر تغییری در I_L مشاهده می شود علت را بررسی کنید .

RL	100k	39k	15k	2.2k	220	39	10
I_L							

۷ـ با توجه به جدول منحنی تغییرات جریان بار بر حسب RL را رسم کنید ؟

۸ ـ معایب مدار فوق را بررسی کنید .

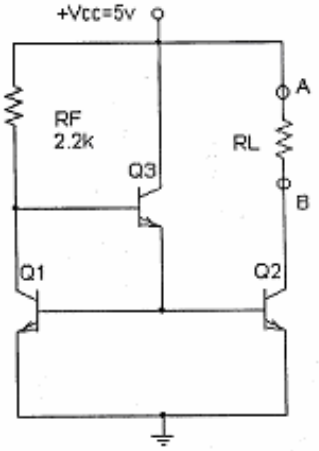
آزمایش ۳-۱ :

منبع جریان مستقل از بتا های کوچک :

اگر بتای ترانزیستور پائین باشد می توان ازمدار شکل زیر استفاده نمود. نقش ترانزیستور می باشد . وابسته بودن به بتا از معایب این مدار است یعنی IF بعنوان تقویت جریان Q3 اگر بتای ترانزیستور ها تغییر کند جریان خروجی هم تغییر می کند .

مراحل انجام آزمایش :

۱- مدار زیر رابیندید .



۲- I_{C1} و I_{ref} و I_{B1} و I_{B2} و I_O و I_{E3} را اندازه گیری کنید .

۳- V_{ab} را اندازه گیری کنید . این ولتاژ چه مقدار باید انتخاب گردد ، کم و زیاد بودن آن چه تاثیری بر روی عملکرد مدار دارد

۴- مقادیر تئوری مرحله ۲ را با توجه به رابطه زیر محاسبه کرده وسپس با مقادیر عملی بدست آمده مرحله ۲ مقایسه کنید . اگر تفاوت دارد علت را بررسی کنید .

$$I_O = \frac{I_{ref}}{1+\frac{2}{B(1+B)}}$$

$$I_{ref} = \frac{V_{CC} - 2V_{BE}}{R_F}$$

۵ - با توجه به جدول زیر بارهای مختلف را در خروجی مدار قرار داده وجریان IL را در جدول یادداشت کنید . آیا جریان خروجی ثابت است ؟ اگر تغییر می کند علت را بررسی کنید .

RL	100k	39k	15k	2.2k	220	100	10
IL							

۶ـ با توجه به جدول منحنی تغییرات جریان بار بر حسب RL را رسم کنید ؟

۷ـ معایب مدار فوق را بررسی کنید .

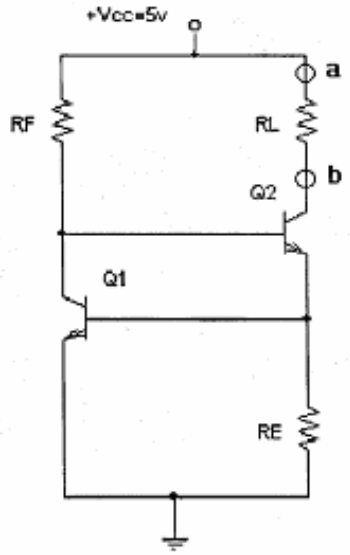
۸ـ ترانزیستور را با بتای کوچک انتخاب کرده و مراحل ۲ و ٤ را تکرار کنید . ازاین مرحله چه نتیجه ای می گیرید ؟

آزمایش (٤-١) :

منبع جریان مستقل از Vcc :

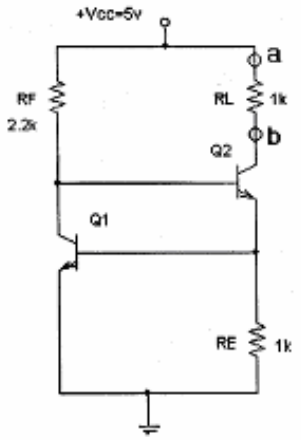
شکل زیر منبع جریانی را نشان می دهد که جریان خروجی آن وابسته به vcc نمی باشد .

با تغییر Vcc جریان خروجی ، تغییر چندانی ندارد .



مراحل انجام آزمایش :

۱- مدار زیر را ببندید .



۲- I_{ref} و I_2 و I_o را اندازه گیری کنید .

۳- مقدار تئوری I_{ref} و I_2 و I_O را محاسبه و با مقدار عملی مقایسه کنید .

٤- مقدار Vcc را طبق جدول زیر تغییر و مقدار I_O را اندازه گیری و در جدول یادداشت کنید . آیا مقدار I_O تغییر کرده است ؟ اگر جواب مثبت شد علت را توضحیح دهید ؟

VCC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I_O										

۵ ـ با توجه به جدول منحنی تغییرات I_O بر حسب تغییر Vcc را رسم ومورد بررسی قرار دهید؟

۶ـ RL را متغییر در نظر گرفته و جدول زیر را پر کنید .

RL	100k	39k	15k	2.2k	220	100	10
I_O							

۷ـ با توجه به جدول منحنی تغییرات I_O بر حسب RL را رسم کنید ، و مورد بررسی قرار دهید .

۸ ـ معایب مدار فوق را بررسی کنید .

آزمایش (۵-۱) :

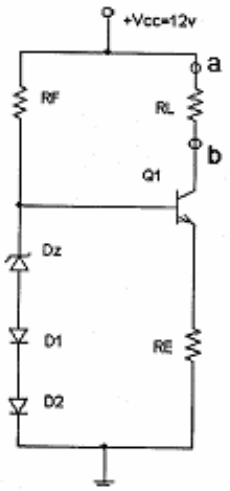
منبع جریان مستقل از ولتاژ بیس وامیتر :

در مدارشکل (الف) یک منبع جریان مستقل از VBE می باشد ، می دانیم که زنرها در ولتاژهای شکست 5 ولت ضریب حرارتی منفی دارند و درولتاژهای شکست بالای 6 ولت ضریب حرارتی مثبت دارند و بین ولتاژهای 5 الی 6 ولت ضریب حرارتی صفر دارند.

اگر بخواهیم از زنرهایی با ولتاژ شکست بالای 6 ولت استفاده کنیم باید دو دیود با زنر سری کنیم .

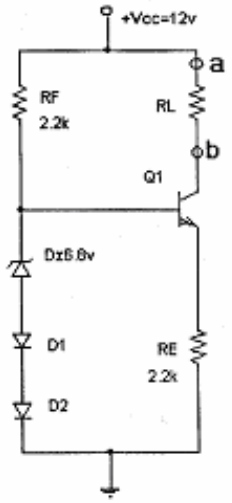
با سری کردن دو دیود با ضریب حرارتی منفی می توان به ضریب حرارتی مثبت زنر و منفی ترانزیستور غلبه نمود .

شکل (الف) :



مراحل انجام آزمایش

۱- مدار زیر را ببندید .



۲-جریان های I_{ref} و I_O را اندازه گیری کنید .

۳- مقادیر تئوری I_{ref} و I_O را محاسبه و با مقادیر عملی مرحله ۲ مقایسه کنید . اگر تفاوت داردعلت را بررسی کنید .

٤- با توجه به جدول RL را تغییر و I_L را مشاهده ودر جدول یادداشت کنید .

RL	100k	39k	15k	2.2k	220	100	10
IL							

۵ـ در صورت امکان حرارت به مجموعه تزریق سپس اثر آن بر جریان بار را مشاهده کنید.

۶ـ معایب مدار بالا را بیان کنید .

آزمایش (۱-۲)

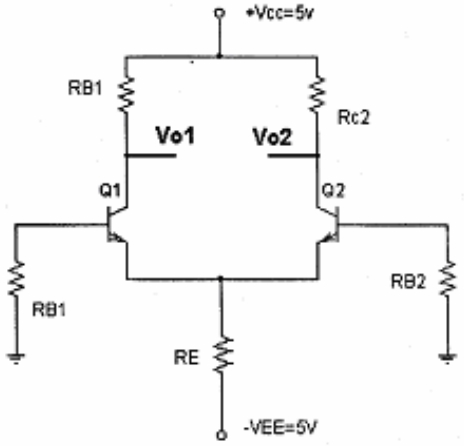
تقویت کننده تفاضلی :

مشکلاتی که در تقویت کننده های معمولی وجود دارد این است که در کوپلاژ مستقیم پایداری حرارتی خوبی ندارند و دوم اینکه نویز را نیز تقویت می کند ، اما این تقویت کننده ها هر دو عیب فوق را بر طرف می کنند .

شکل زیر یک زوج تفاضلی را نمایش می دهد . این آرایش از دو ترانزیستور Q1 و Q2 تشکیل شده است که امیترهایشان به هم بسته شده و هر دو کلکتور آن از طریق یک مقاومت Rc به منبع تغذیه Vcc متصل اند ، این اتصال برای کار زوج تفاضلی ضروری نیست یعنی در بعضی کاربردها دو کلکتور به جای بارهای مقاومتی ممکن است به ترانزیستورهای دیگر متصل باشند البته مدارهای کلکتور باید به نحوی باشند که هیچگاه Q1 و Q2 وارد اشباع نگردد.

حال برای استفاده زوج تفاضلی بعنوان یک تقویت کننده خطی باید سیگنال تفاضلی بسیار کوچکی در حدود چند میلی ولت به ورودی آن اعمال کنیم این کار سبب می شود که جریان یکی ترانزیستور با جریان ترانزیستور دیگر متناسب باشد.

در شکل زیر روابط مربوط به این تقویت کننده نمایش داده می شود .

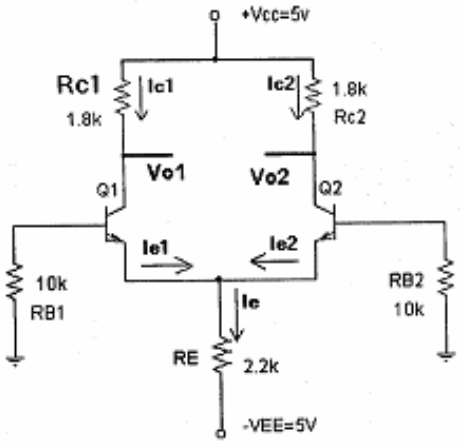


$$\begin{cases} I_E = \dfrac{V_{EE} - V_{BE}}{R_E} \\ V_{O1} = V_{O2} = V_{CC} - R_C \cdot I_2 \\ hie = B r_e \end{cases}$$

بررسی DC تقویت کننده :

مراحل انجام آزمایش

۱- مدار زیر را ببندید .



۲- مقادیر تئوری I_E و I_{E1} و I_{E2} و I_{C1} و I_{C2} را بدست آورید ؟

۳- مقادیر عملی مرحله ۲ را اندازه گیری و با مقدار تئوری مرحله ۲ مقایسه کنید . در صورت اختلاف علت را بررسی کنید .

٤ـ با توجه به مراحل ۲ و۳ ، مقادیر تئوری و عملی hie و re را بدست آورید .

٥ـ V_{O1} و V_{O2} و V_E را به صورت تئوری محاسبه کنید .

٦ـ مقادیر عملی مرحله ٥ را اندازه گیری کنید . و با مقدار تئوری مرحله ٥ مقایسه کنید ؟ در صورت اختلاف علت را بررسی کنید .

۷ـ در صورت یکی نبودن I_{E1} و I_{E2} ، چگونه می توان آنرا یکی نمود .

٤ـ با توجه به مراحل ۲ و ۳ ، مقادیر تئوری و عملی hie و re را بدست آورید .

۵ـ V_{O1} و V_{O2} و V_E را به صورت تئوری محاسبه کنید .

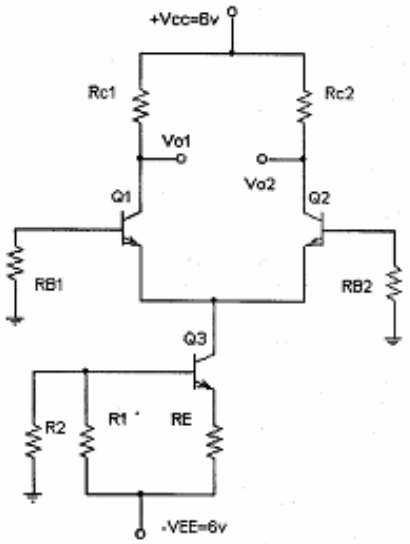
٦ـ مقادیر عملی مرحله ۵ را اندازه گیری کنید . و با مقدار تئوری مرحله ۵ مقایسه کنید ؟ در صورت اختلاف علت را بررسی کنید .

۷ـ در صورت یکی نبودن I_{E1} و I_{E2} ، چگونه می توان آنرا یکی نمود .

آزمایش (۲-۲) :

تقویت کننده تفاضلی با استفاده از منبع جریان :

همانطور که در شکل زیر مشاهده می گردد در این مدار بجای مقاومت از منبع جریان استفاده شده است ، واین امر باعث می شود مقاومت RE خیلی خیلی زیاد می شود ، چون این مدار دارای منبع جریان سرخود است نویز پذیری آن کمتر می باشد ، و برای تولید جریان دلخواه باید مقاومتهای RB2 و RB1 وRE را تغییر داد . و مقادیر تئوری نیز بصورت زیر محاسبه می شود .



$$V_{O1}=V_{O2}=V_{CC}-R_C\times I_C \quad , \quad V_{B3}=V_{EE}\frac{R_2}{R_1+R_C}$$

$$I_{E3}=I_{C3}=\frac{V_{B3}-V_{EE}}{R_E} \quad , \quad I_{E1}=I_{B2}=\frac{I_{C3}}{2}$$

$$V_{E3}=V_{B3}-V_{BE3}$$

۵ ـ مقادیر عملی مرحله ٤ را اندازه گیری کنید و با مقدار تئوری مقایسه کنید در صورت اختلاف علت را بررسی کنید .

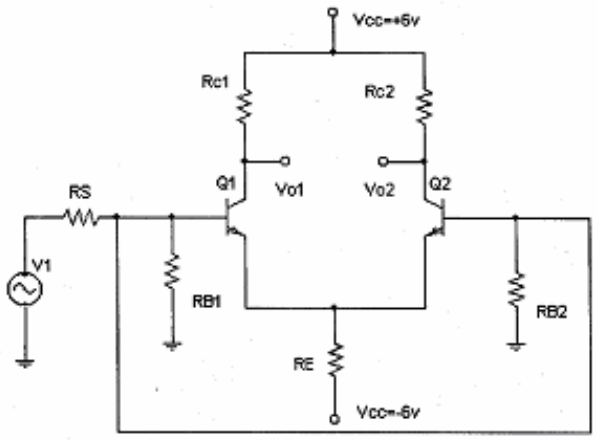
٦ـ چگونه می توان جریان های مدار را تغییر داد.

۷ـ برتری مدار فوق نسبت به مدارقبلی (۱-۲) چیست ؟

آزمایش(۳-۲) :

تقویت کننده حالت مشترک:

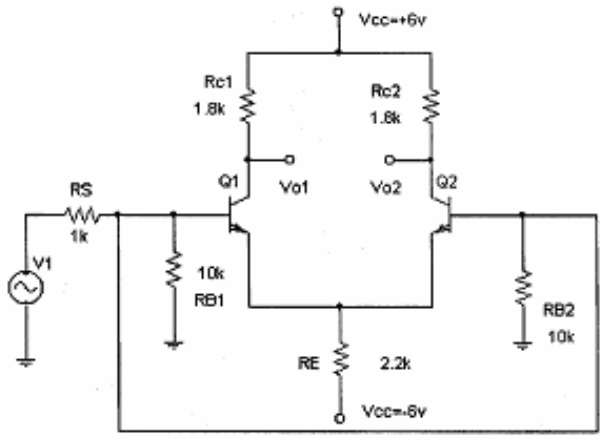
شکل زیر یک تقویت کننده حالت مشترک را نشان می دهد حالت مشترک به حالتی گفته می شود که سیگنال ورودی با پلاریته یکسان به ورودی ها اعمال گردد این تقویت کننده دارای بهره بسیار پائینی می باشد ، علت پائین بودن بهره متصل شدن ورودی ها به یکدیگر است .این تقویت کننده نویز را حذف می کند به دلیل آنکه سیگنال بصورت مشترک به ورودی ها اعمال می گردد . در شکل زیر راوبط تئوری بهره حالت مشترک و مقاومت ورودی مشاهده می گردد .



محاسبه تئوری بهره حالت مشترک $A_V = \frac{R_c}{2R_E}$

مراحل انجام آزمایش :

۱ـ مدار زیر را ببندید .



۲ـ سیگنالی با دامنه 50mv و فرکانس 1khz بصورت مشترک به ورودی اعمال کنید .

۳ـ شکل موج ورودی وخروجی را زیر هم رسم کنید .

٤ـ با توجه به شکل موج های بدست آمده بهره حالت مشترک را بدست آورید .

۵ـ بهره تئوری حالت مشترک را از رابطه $\frac{R_C}{2R_E}$ محاسبه و با مقدار عملی مرحله ٤ مقایسه کنید . اگر تفاوت دارد علت را بررسی کنید .

٦ـ با توجه به را بطه $R_i = \frac{V_i}{I_i}$ و $I_i = \frac{V_{RS}}{R_S}$ ، مقدار عملی مقاومت ورودی را محاسبه کنید .

۷ـ مقدار تئوری مقاومت ورودی را از رابطه $\left\{R_i = \frac{1}{2}\cdot\left[R_B \| (1+B)2R_B\right]\right.$ محاسبه و با مقدار عملی مرحله ٦ مقایسه کنید . اگر تفاوت دارد علت را بررسی کنید .

۸ ـ علت پایین بودن بهره را بنویسید .

۹ ـ چگونه می توان مقاومت خروجی را اندازه گیری کرد؟

آزمایش (٤-٢) :
تقویت کننده در حالت تفاضلی

در شکل زیر یک تقویت کننده در حالت تفاضلی مشاهده می شود سیگنال ورودی این تقویت کننده به یکی از ورودی ها اعمال شده و ورودی دیگر زمین می شود ، در این حالت سیگنال امیتر مشترک ترانزیستورها صفر نیست ، بنابراین مقاومت Re بر عملکرد مدار اثر می گذارد پس عملکرد تقویت کننده در این حالت تقریبا مشابه عملکرد آن در هنگام تحریک متقارن است .

همچنان در شکل زیر مقادیر تئوری و عملی بهره ولتاژ و مقاومت ورودی مدار و مقدار حالت مشترک محاسبه گردیده است :

بهره ولتاژ عملی $\left\{A_V=\frac{V_O}{V_I}\right.$

بهره ولتاژ تئوری $\left\{A_V=\frac{R_C}{2r_e}\right.$

محاسبه مقاومت ورودی عملی $\begin{cases}A_I=\frac{V_E}{R_S}\\ R_i=\frac{V_i}{I_i}\end{cases}$

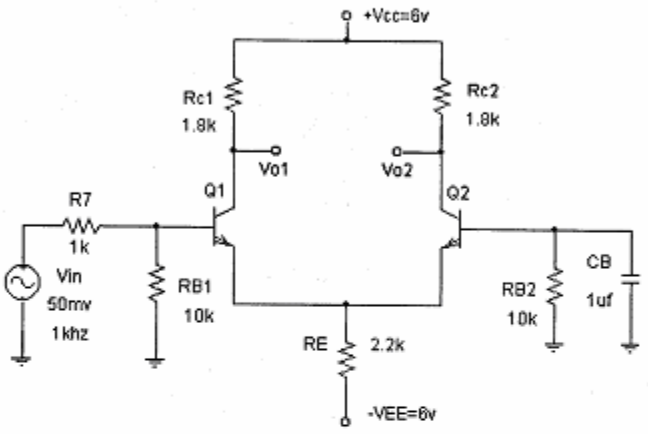
محاسبه مقاومت ورودی تئوری $\left\{R_i=2.hie\rightarrow R_i=2.Br_e\right.$

محاسبه مقاومت خروجی $\left\{R_o=\frac{V_A}{I_c}\right.$

محاسبه حالت مشترک $CMRR=\frac{Ad}{Ac}$

مراحل انجام آزمایش :

۱ـ مدار زیر را ببندید .



۲ ـ شکل موج ورودی و خروجی ها را زیر هم رسم کنید .

۳ـ با توجه به شکل موج های مرحله ۲ بهره ولتاژ عملی را بدست آورید ؟

٤ ـ بهره تئوری ولتاژ را از طریق رابطه $A_v = \frac{R_C}{2r_e}$ بدست آورید و با مقدار عملی مقایسه کنید . اگر تفاوت دارد علت را بررسی کنید .

۵ - با توجه به رابطه $I_i = \frac{V_{RS}}{R_S}$ جریان ورودی را اندازه گیری و سپس از رابطه $R_i = \frac{V_i}{I_i}$ مقاومت ورودی را بدست آورید .

۶- با توجه به رابطه $R_i = 2.hie$ مقاومت ورودی تئوری را محاسبه و با مقدار عملی مقایسه کنید . اگر تفاوت دارد علت را بررسی کنید .

۷- چگونه می توان Ro را بصورت عملی بدست آورید ؟

۸ - با توجه به دو آزمایش ۱-۲ و ۲-۲ CMRR را بصورت تئوری وعملی بدست آورد ؟ و با هم مقایسه کنید ؟

۹- مزیت تقویت کننده های تفاضلی بر تقویت کننده های معمولی را بنویسید .

آزمایش (۱-۳) :

Offset گیری

تقویت کننده عملیاتی ، تقویت کننده هایی با کوپلاژ مستقیم هستند که دارای بهره زیادی می باشند .مقدار این بهره را می توان با مقاومت فیدبک کنترل نمود . این تقویت کننده ها در مدارات خطی و غیر خطی بکار می رود .

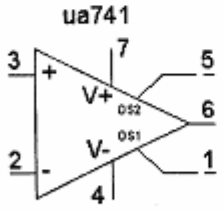
یک تقویت کننده عملیاتی ایده آل دارای مشخصات زیر است :۱- مقاومت ورودی آن بی نهایت است.۲- مقاومت خروجی آن صفر است.۳- گیت ولتاژ حلقه باز آن ، بی نهایت است. ٤- پهنای باند بی نهایت دارد .

تقویت کننده های عملیاتی ایده آل در عمل وجود ندارند ولی کارخانه های سازنده سعی می کنند تا حد امکان به این ضرایب نزدیک شوند : ۱- مقاومت ورودی آن درحدود دو مگااهم باشد.۲- مقاومت خروجی آن در حدود ۵۰ اهم باشد . ۳- بهره ولتاژ آن در حدود ۲۰۰۰۰ باشد .

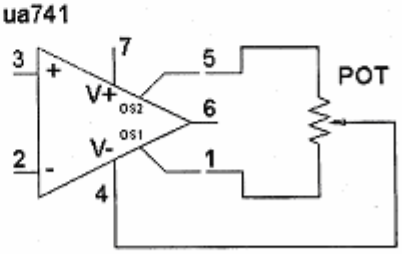
یکی از تقویت کننده های عملیاتی ua741 می باشد که در شکل الف نمایش داده شده است : پایه های ۲و۳ ورودیهای منفی و مثبت هستند . پایه ٦ خروجی و پایه های ۷ و ٤ به ترتیب تغذیه مثبت ومنفی می باشد .

رابطه بهره در حالت بدون فیدبک بصورت معادله (ب) خواهد بود .

ولتاژ offset خروجی :
اگر اختلاف ولتاژ ورودی صفر باشد، ولتاژ DC خروجی خواهد بود ولی عملا چنین نخواهد بود چون تقویت کننده های عملیاتی ایده آل نیستند ، در خروجی ولتاژ نسبتا کوچک مثبت و منفی ظاهر خواهد شد که به آن خطا یا offset گویند . جهت از بین بردن خطا بین پایه های ۱و ٤و ۵ پتانسیومتری مانند شکل (ج) قرار داده وخطای خروجی را از بین می برد .



[الف]



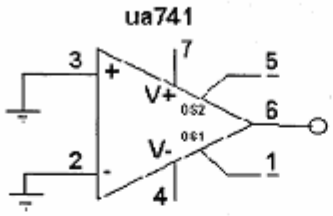
[ج]

رابطه [ب]:

$$Vo = (V^+ - V^-) \cdot A_V$$

مراحل انجام آزمایش :

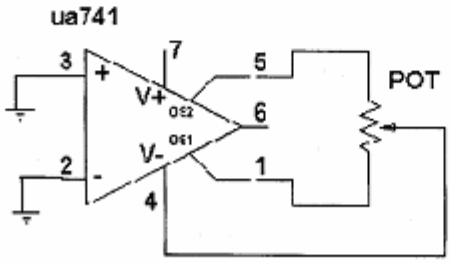
۱ـ مدار زیر رابببندید .



۲ـ ولتاژ DC خروجی را اندازه گیری کنید .

۳ـ اگر Vo=0 نباشد . در خروجی خطا وجود دارد ، چگونه می توان آنرا از بین برد ؟ به چند روش اشاره کنید ؟

٤ـ مدار را بصورت زیر تغییر داده و با تنظیم پتانسیومتر ، خروجی را مشاهده و یادداشت نمائید . آیا می توان خروجی را به صفر رساند؟



آزمایش ۲-۳ :

بررسی DC مدار تقویت کننده :

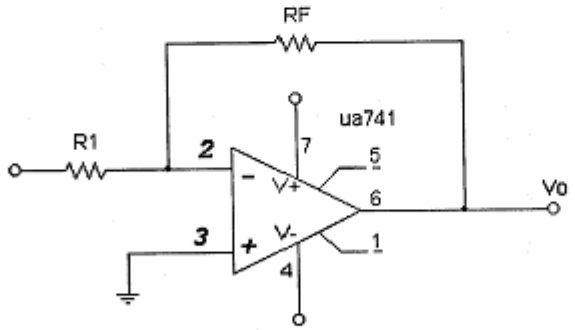
مدار شکل (۱-۱) را در نظر بگیرید این مدار از یک آپ امپ و دو مقاومت R1 و Rf تشکیل شده است ، مقاومت Rf از پایه خروجی آپ امپ یعنی پایه ٦ به پایه ورودی وارونساز یعنی پایه ۲ وصل شده است می گوییم مقاومت Rf فیدبک منفی ایجاد می کند ، اگر مقاومت Rf بین پایه های ۳ و ٦ وصل شود ، می گوییم فیدبک مثبت ایجاد می کند . همچنین توجه کنید که مقاومت Rf حلقه بسته ای حول آپ امپ ایجاد می کند . علاوه بر مقاومت Rf ، پایه ۳ را نیز زمین کرده ، سیگنال ورودی را از طریق مقاومت R1 به پایانه اعمال کرده ایم . خروجی مدار از پایه ٦ گرفته می شود پایه ٦ برای گرفتن خروجی پایه مناسبی می باشد ، زیرا در حالت ایده آل امپدانس آن صفر است . بنابراین ولتاژ خروجی به جریانی که از بار متصل به پایه ٦ می گذرد بستگی ندارد .

حال می توایم بگوییم که بین دو پایه ورودی یک اتصال کوتاه مجازی وجود دارد . روی واژه مجازی باید تاکید کنیم ، هیچ نباید اشتباه را مرتکب شد که هنگام تحلیل مدار دو پایه را واقعا اتصال کوتاه کنید . منظور از اتصال مجازی این است که ولتاژ پایه ۳ هرچه باشد به خاطر بی نهایت بدون بهره این ولتاژ بطور خودکار در پایه ۲ هم ظاهر می شود بطور مثال پایه ۳ به زمین متصل شده است پس ولتاژ پایه ۲ نیز در حدود صفر می باشد یعنی پایه ۲ هم زمین مجازی می باشد ولی از لحاظ فیزیکی به زمین متصل نیست .

حال جریان عبوری از مقاومت R1 توسط قانون اهم بدست می آید ، که در شکل (ب) نشان داده شده است .

جریان i1 داخل آپ امپ نمی شود زیرا امپدانس ورودی آپ امپ در حالت ایده آل بی نهایت است ، بنابراین جریانی نمی کشد پس از طریق مقاومت Rf به پایه کم امپدانس ٦ جریان می یابد . اکنون می توانیم قانون اهم را برای مقاومت Rf بنویسیم و Vo را تعیین کنیم که در شکل (ج) آمده است .

شکل الف :



شکل ب :

جریان عبوری از R1 $I_1 = \frac{V_i - V_2}{R_1}$

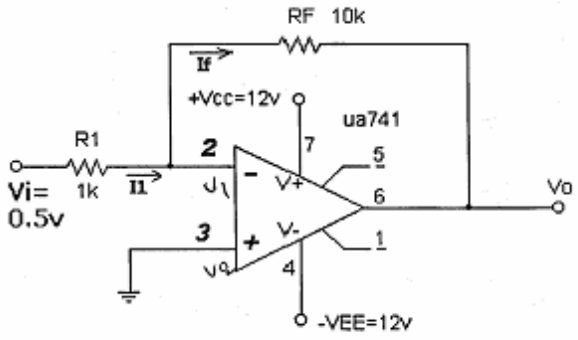
شکل (ج) :

جریان خروجی $I_o = \frac{-V_o}{R_f}$ و ولتژخروجی $V_o = -\frac{V_i}{R_1} \cdot R_f$

بهره ولتاژ $A_V = \frac{V_o}{V_I} = \frac{-R_f}{R_1}$

مراحل انجام آزمایش :

۱- مدار زیر را ببندید .



۲- ولتاژ نقاط V1 و V2 را اندازه گیری کنید .

۳- جریان های I^-, I^+, I_1, I_F را اندازه گیری کنید .

٤- مقادیر تئوری مراحل ۲ و ۳ را محاسبه و با مقدار عملی بدست آمده مقایسه کنید . اگر تفاوت دارد علت چیست ؟

٥ - Vo را توسط ولتمتر DC اندازه گیری کنید .

٦- Vo را بصورت تئوری محاسبه و با مقدار عملی مَرحله ٥ مقایسه کنید . اگر تفاوت دارد علت چیست ؟

٧- مقادیر تئوری I^+ و I^- چقدر می باشد ؟ این دو جریان با هم چه نسبتی دارند ؟

٨ - Ri عملی را از رابطه $R_i = \frac{V_i}{I_i}$ بدست آورید و با مقدار تئوری مقایسه کنید ؟ در صورت اختلاف علت را بررسی کنید ؟

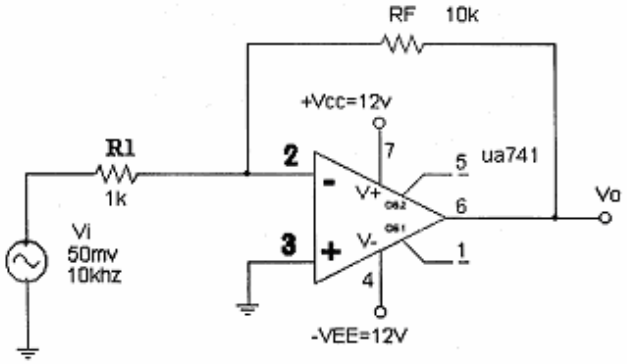
آزمایش (۳-۳) :

تقویت کننده معکوس کننده

پر مصرف ترین مدارتقویت کننده با بهره ثابت ، تقویت کننده معکس گر است ، که در شکل زیر نمایش داده شده است ، خروجی آن از ضرب ورودی در یک بهره ثابت حاصل می شود که بوسیله مقاومت ورودی Ri ومقاومت فیدبک Rf ایجاد شده است . این خروجی نسبت به ورودی معکوس شده است .

مراحل انجام آزمایش :

۱- مدار مقایسه کننده زیر را ببندید .



۲- شکل موج های ورودی و خروجی را زیر هم رسم کنید.

۳- با توجه به شکل موج بدست آمده در مرحله ۲ بهره ولتاژ عملی را بدست آورید .

٤- بهره تئوری را محاسبه و با مقدار عملی به دست آمده در مرحله ۳ مقایسه کنید . اگر تفاوت دارد علت چیست .

٥ - فرکانس ورودی را طبق جدول تغییر و Vo را در جدول یادداشت کنید .

F(HZ)	50	100	500	1k	2k	5k	10k	40k	80k	100k
Vo										

٦- با توجه به جدول بدست آمده در مرحله ٥ پاسخ فرکانسی مدار را رسم و فرکانس قطع را مشخص کنید .

۷ـ مزایا ومعایب تقویت کننده عملیاتی بر معمولی را بنویسید .

۸ ـ مقاومت تئوری مدار را محاسبه کنید .

۹ ـ مقدار عملی $R_i = \frac{V_i}{I_i}$ را بدست آورید و با مقدار تئوری مقایسه کنید ؟ در صورت اختلاف علت را بررسی کنید ؟

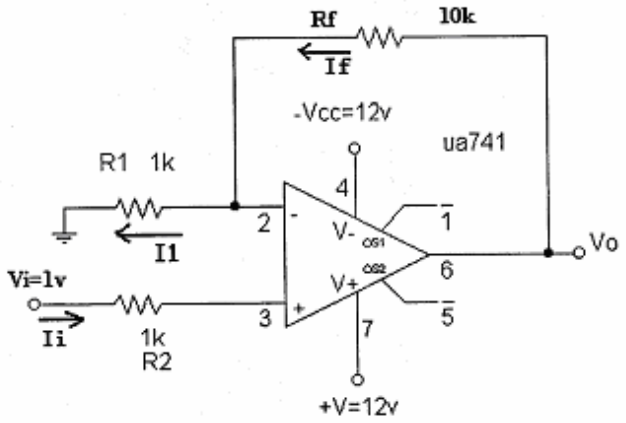
آزمایش (٤-٣):

تقویت کننده غیر معکوس کننده :

در شکل زیر یک مدار آپ امپ را که بعنوان تقویت کننده بدون معکوس کردن یا یک ضرب کننده با بهره ثابت عمل می کند نشان داده می شود .

مراحل انجام آزمایش :

۱ - مدار زیر را ببندید .



۲- مقادیر جریانهای I^+, I_2, I_1, I_F را اندازه گیری کنید .

۳ - مقادیر تئوری جریان های مرحله ۳ راه محاسبه وبا مقدار عملی مقا یسه کنید .

٤- ولتاژ خروجی را اندازه گیری و بهره ولتاژ عملی را بدست آورید .

٥- با توجه به رابطه تئوری $A_v = 1 + \frac{R_F}{R_1}$ ، بهره تئوری را محاسبه و با مقدار عملی آن مقایسه کنید .

٦- مقدار تئوری R_i را بدست آورید ؟

٨- بجای منبع DC ورودی یک منبع Ac با دامنه 50 mv و فرکانس 5khz قرار داده شکل موجهای ورودی و خروجی را زیر هم رسم کنید ؟ آیا اختلاف فازی مشاهده می کنید ؟

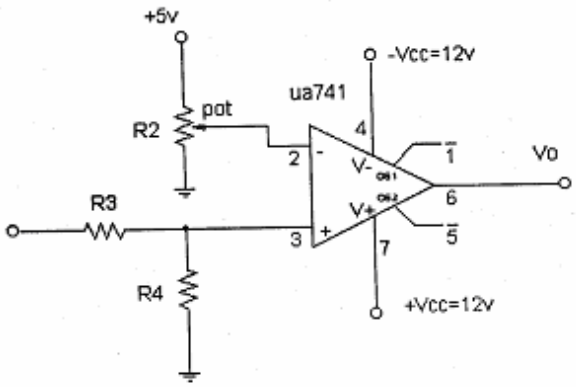
۹- با توجه به شکل موج بدست آمده در مرحله ۸ بهره ولتاژ عملی را بدست آورید .

۱۰ – بهره تئوری را محاسبه و با مقدار عملی مرحله ۹ مقایسه کنید .

آزمایش (۵-۳) :

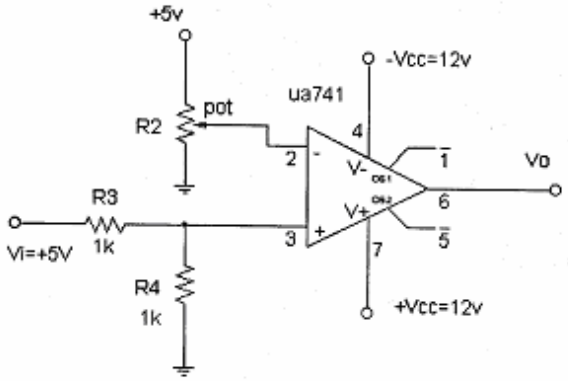
مقایسه کننده

همانطور که در شکل (الف) نشان داده شده است . مقایسه کننده مداری است که ولتاژ ورودی را با ولتاژ مرجع مقایسه می کند ، خروجی مقایسه کننده معلوم می سازد که سیگنال ورودی بیشتر از ولتاژ مرجع است یا کمتر از آن . وقتی سیگنال ورودی اندکی بزرگتر از ولتاژ مرجع می شود ، ولتاژ خروجی تقریبا برابر ولتاژ تغذیه مثبت می شود. وقتی هم که ولتاژ ورودی کمی از ولتاژ مرجع کوچکتر می گردد ، خروجی اپ آمپ برابر ولتاژ تغذیه منفی می شود . مقدار دقیق آستانه متناسب با ولتاژ انحراف ورودی بوده و می توان آن را خنثی کرد .



مراحل انجام آزمایش :

۱- مدار مقایسه کننده زیر را ببندید .



۲- V را طبق جدول تغییر و Vo را یاداشت کنید .

V	1	1.5	2	2.5	3	4	4.5
Vo							

۳ - با توجه به جدول بدست آمده کاربرد مدار مقابل را بنویسید .

٤ - رابطه تئوری مدار را بررسی و با مرحله عملی ۳ مقایسه کنید .

آزمایش (٦-٣) :

مبدل سینوسی به مربعی :

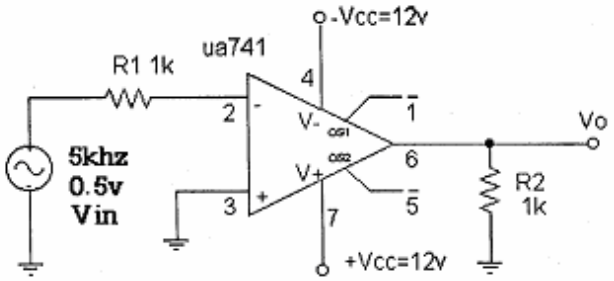
در شکل مقابل یک مبدل موج سینوسی به موج مربعی نمایش داده شده است. اصول کار این مدار بدین صورت است. که خروجی بستگی به دامنه ورودی دارد ، اگر ولتاژ ورود بزرگ تر از صفر باشد دامنه خروجی به منفی می رسد . و اگر ولتاژ ورودی کوچکتر از صفر باشد دامنه خروجی به مثبت می رسد :

$V_i \rangle 0 = -Vcc$

$V_i \langle 0 = +Vcc$

مراحل انجام آزمایش :

۱- مدار زیر را ببندید .



۲- شکل موج های ورودی و خروجی را زیر هم رسم کنید.

۳- با توجه به مرحله ۲ اصول کار مدار را توضحیح دهید .

٤- دامنه ورودی را تغییر دهید و اثر آنرا در شکل موج خروجی مشاهده و یادداشت کنید .

٥- $\pm Vcc$ را تغییر ، اثر آنرا بر خروجی مشاهده و یادداشت کنید .

آزمایش (۷-۳) :

جمع کننده ها

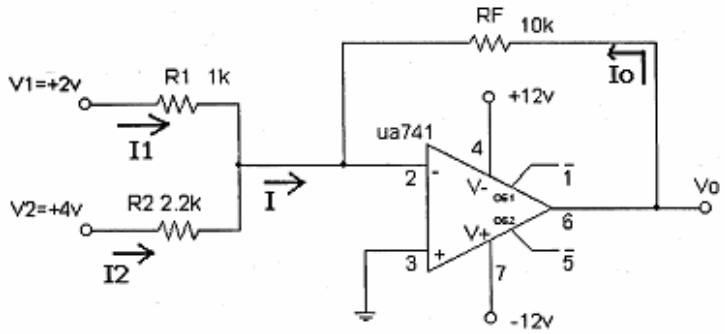
اگر مطابق شکل مقابل چندین مقاومت با هم به ورودی معکوس آپ امپ وصل شود ، یک جمع کننده ایجاد می شود . این مدار ولتاژ های ورودی جداگانه را با هم جمع کرده وطبق رابطه (۱-۱) در خروجی ایجاد می کند . البته می توان برای افزایش بهره با یک ضریب معین ، مقاومت فیدبک را از دو مقاومت ورودی معادل بزرگ تر انتخاب کرد . یکی از حالات جالب این مدار متوسط گیر می باشد اگر مقاومتهای ورودی مساوی باشد .

رابطه (۱-۱) :

$$V_O = -R_F\left(\frac{V_1}{R_1}+\frac{V_2}{R_2}\right)$$

مراحل انجام آزمایش :

۱- مدار زیر را ببندید .



۲- جریان های I_1, I_F, I, I_2 را اندازه گیری کنید .

۳- ولتاژ های V_o, V, V_1, V_2 را اندازه گیری کنید .

٤- با توجه به رابطه تئوری $V_o = -R_F\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2}\right)$ مقدار تئوری را محاسبه وبا مقادیر عملی بدست آمده مرحله ۳ مقایسه کنید .

٥- مقادیر R1 ، R2 ، R3 ، RF را مساوی انتخاب کرده و مراحل ۲، ۳،٤ را تکرار کنید .

آزمایش (۸-۳) :

تفریق کننده :

تفریق کننده ها در الکترونیک می توانند به کمک op-amp دو عدد را از یکدیگر تفریق کند .

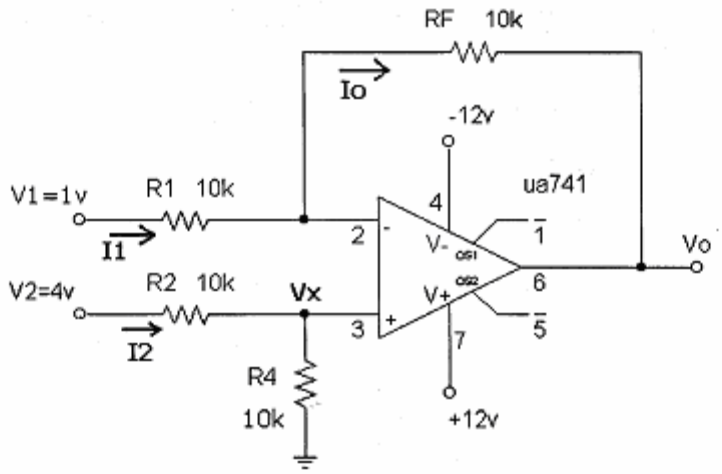
$$Vo = V_2 \frac{R_4}{R_4+R_3}\cdot\left(1+\frac{R_F}{R_1}\right)-\frac{R_F}{R_1}\cdot V_1$$

اگر $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ باشد داریم :

Vo=V2-V1

مراحل انجام آزمایش

۱- مدار زیر را ببندید .



۲- جریان های I_1, I_2, I_F را اندازه گیری کنید .

۳- ولتاژ های V_x, V_1, V_2, V_O را اندازه گیری کنید .

٤- مقدار تئوری Vo را از طریق رابطه زیر محاسبه و با مقدار عملی اندازه گیری شده مقایسه کنید .

$$Vo = V_2 \frac{R_4}{R_4+R_3} \cdot \left(1+\frac{R_F}{R_1}\right) - \frac{R_F}{R_1} \cdot V_1$$

٥- چگونه می توان رابطه Vo را به صورت زیر در آورد .

$$Vo = V_2 - V_1$$

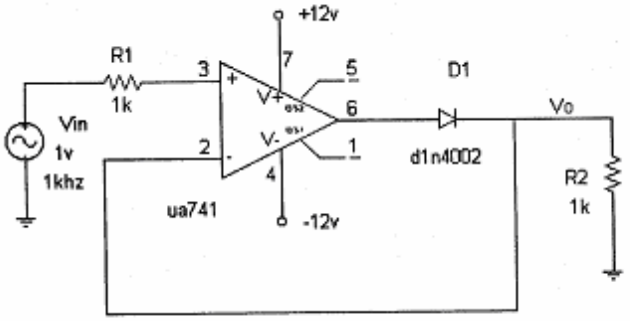
آزمایش (۹-۳) :

یکسو کننده نیم موج

اصول کار مدار شکل زیر بدین صورت می باشد .زمانی که پیک مثبت به ورودی اعمال شود خروجی اشباع معکوس شده و دیود هادی می شود و این روند ادامه می یابد ، زمانی که پیک منفی به ورودی اعمال شود خروجی اشباع منفی می شود و دیود خاموش می گردد و همچنین این امر ادامه می یابد .

مراحل انجام آزمایش

۱- مدار زیر را ببندید .

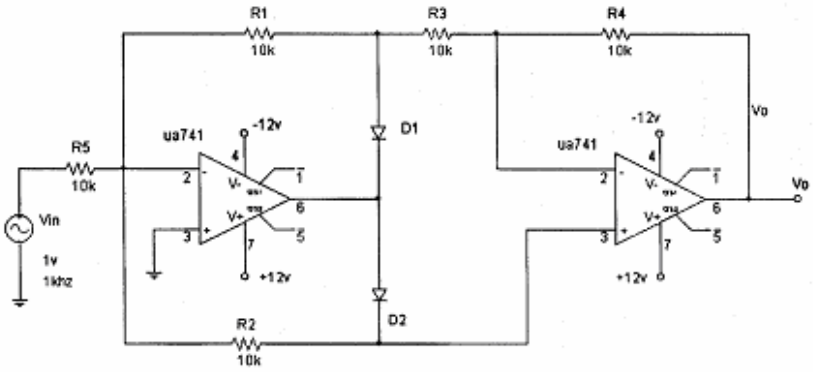


۲- شکل موج های ورودی و خروجی را زیر هم رسم کنید.

۳- اصول کار مدار را تحلیل و بررسی کنید ؟

٤- برتری یکسوساز فوق بر یکسوکننده دیود معمولی را بنویسید .

٥- مدار یکسوساز تمام موج مقابل را ببندید .



٦- یک موج سینوسی با فرکانس 1khz و دامنه ۱ولت به ورودی اعمال وخروجی را مشاهده و رسم کنید .

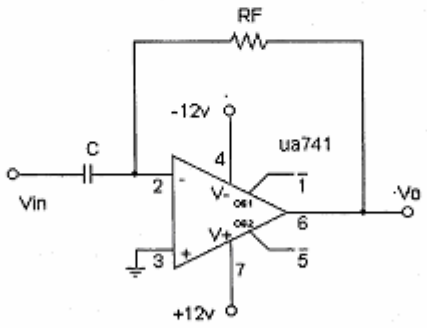
٧- برتری این یکسوکننده نسبت به دیودی را بررسی کنید .

آزمایش (۱۰-۳) :

مشتق گیر : به طوری که در شکل زیر نشان داده شده است ، مدار اساسی مشتق گیر مشابه مدار اساسی تقویت کننده معکوس می باشد ، با این تفاوت که جزء ورودی این مدار از یک خازن است . ولتاژ خروجی این مدار از رابطه زیر بدست می آید . یکی از مسائل عمده این مدار این است که راکتانس خازنی به نسبت عکس فرکانس ($1/2.\pi.f_c$)تغییر می یابد ، در نتیجه ولتاژ خروجی مشتق گیر با افزایش فرکانس افزایش می یابد . این خاصیت مدار را در مقابل اغتشاشات با فرکانس زیاد حساس می کند عملا در مدار های مشتق گیر ، مطابق شکل(۳-۱) از یک مقاومت سری با خازن ورودی استفاده می کنند تا بهره ولتاژ زیاد آن را به نسبت $\frac{R_f}{R_s}$ کاهش می دهند .

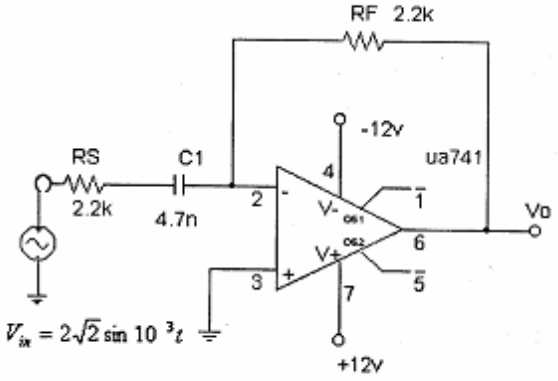
رابطه خروجی مدار مشتق گیر عبارت است از:

$$V_o = -R_F C \frac{dV_{in}}{d_t}$$



مراحل انجام آزمایش

۱- مدار مقابل را ببندید .



۲- شکل موجهای ورودی وخروجی را زیر هم رسم کنید .

۳- دامنه Vo را از طریق تئوری بدست آورید .

$$V_O = -R_F \cdot C\frac{dVin}{dt}$$

٤- دو مقدار تئوری وعملی را با هم مقایسه و در صورت اختلاف علت را بررسی کنید .

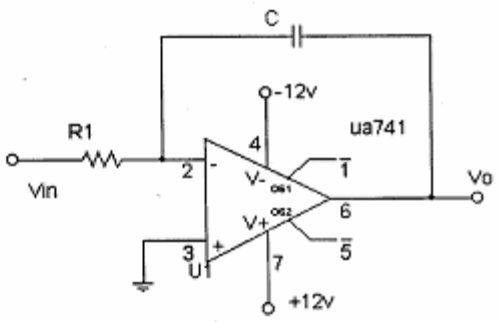
۵ ـ آیا دامنه و شکل موج خروجی بدست آمده با مقدار تئوری مطابقت دارد ؟

آزمایش (۱۱-۳) :

انتگرال گیر : با تعویض جای مقاومت و خازن مدار مشتق گیر ، یک انتگرال گیر آپ امپ ایجاد می شود . ، در مدار انتگرال گیر ولتاژ خروجی با استفاده از رابطه زیر تعیین می شود ، در صفحه بعد یک مدار انتگرال گیر عملی نشان داده است . مقاومت Rs واقع در دو سر خازن فید بک مقاومت موازی نامیده می شود . این مقاومت برای محدود کردن بهره فرکانس کم مدار به کار می رود اگر بهره فرکانس کم مدار محدود نشود ، از انحراف DC موجود در مدار با وجود مقدار کم آن انتگرال گرفته شده و باعث به اشباع کشانده شدن آپ امپ می شود . اگر چه مقاومت موازی باعث محدودیت بهره فرکانس ، کم مدار می شود اما در فرکانس های بالا معادله (۵-۱) همچنان معتبر می باشد .

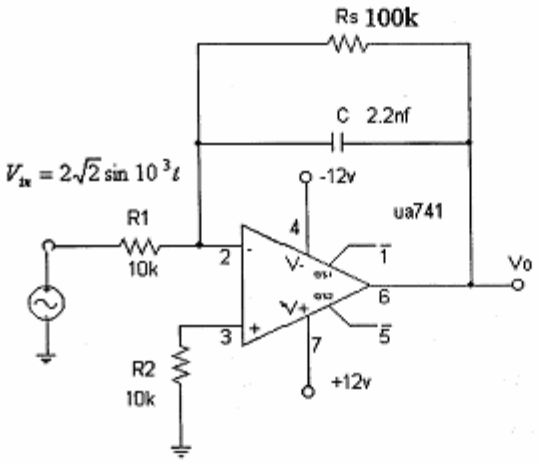
رابطه Vo عبارت است از :

$$V_O = -\frac{1}{R_1 C}\int V_i dt$$



مراحل انجام آزمایش

۱ـ مدار مقابل را ببندید .



۲ـ شکل موج ورودی وخروجی را زیر هم رسم کنید ؟

۳ـ دامنه Vo را از طریق تئوری بدست آورید .

$$V_O = -\frac{1}{R_1 C}\int V_i dt$$

٤ـ دو مقدار تئوری و عملی را با هم مقایسه ؟ در صورت اختلاف علت را بررسی کنید ؟

آزمایش (۱۲-۳) :

تقویت کننده لگاریتمی :

ولتاژ خروجی تقویت کننده لگاریتمی متناسب با لگاریتم سیگنال ورودی می باشد یعنی معادله (۱-۱) . برای اینکه یک تقویت کننده لگاریتمی بدرستی کار کند ، باید دارای یک عنصر غیر خطی ، نظیر یک دیود یا ترانزیستور بوده و این رابطه بصورت معادله (۲-۱) نشان داده می شود در این معادله A عدد ثابتی می باشد مقدار آن بستگی به خواص نیمه هادی دیود دارد.

رابطه (۱-۱) :

$$V_O = \log \cdot V_i$$

رابطه (۲-۱) :

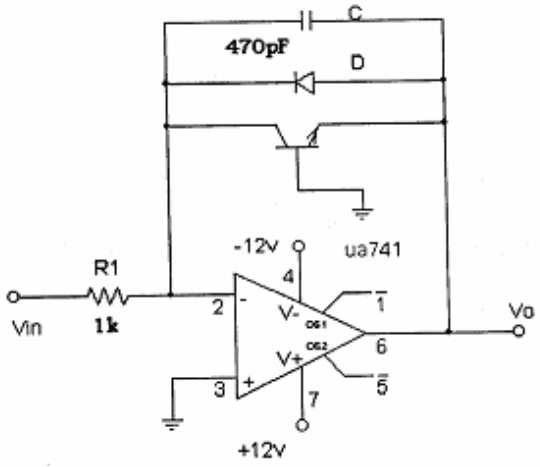
$$V_{BE} = A \log(I_C)$$

تقویت کننده آنتی لگاریتمی :

تقویت کننده آنتی لگاریتمی در صفحه بعد نمایش داده شده است با استفاده از مدارهای تقویت کننده لگاریتمی و آنتی لگاریتمی می توان ولتاژهای ورودی را با هم ضرب و یا تقسیم کرد . در کلیه مدارهای این قسمت برای ایجاد مشخصه لگاریتمی از ترانزیستور استفاده شده است . اما باید توجه داشت که تمامی ترانزیستورها دارای مشخصه لگاریتمی مطلوبی نیستند و در ضمن با تغییرات دمای محیط ، مشخصه لگاریتمی این عناصر به شدت تغییر می کند . در ضمن دامنه خروجی طبق رابطه زیر بدست می آید.

مراحل انجام آزمایش

۱- تقویت کننده لگاریتمی زیر را ببندید .



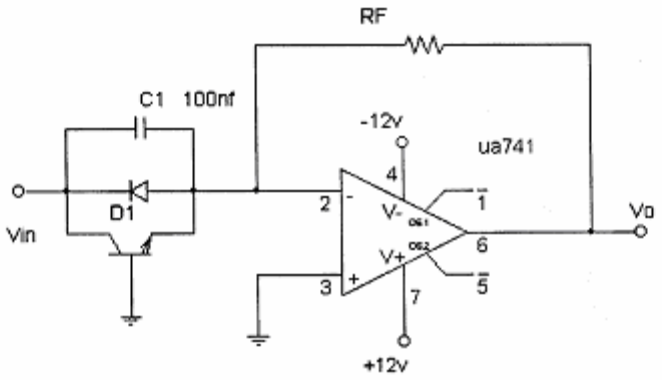
۲-یک موج مربعی با فرکانس 1KHZ ودامنه ۱۰ ولت به ورودی اعمال کرده وشکل موج خروجی را مشاهده و رسم کنید .

۳- مقدار دامنه Vo را تئوری محاسبه کنید .

$$V_O = \log \cdot V_1$$

٤- مقادیر تئوری وعملی را با هم مقایسه کرده ؟ و درصورت اختلاف علت را بررسی کنید .

٥- تقویت کننده آنتی لگاریتم شکل زیر را ببندید .



٦- مقدار تئوری Vo را محاسبه کنید.

۷ ـ یک موج مربعی با فرکانس 1khz ودامنه ۱ ولت به ورودی اعمال کرده وشکل موج خروجی را مشاهده ورسم کنید ؟

۸ـ مقدار عملی و تئوری را با هم مقایسه کنید ؟ در صورت اختلاف علت را برسی کنید .

تهیه کننده : حامد مظاهری

Hamed@ir-micro.com

شما هم میتوانید مقالات خود را به ما ارسال کنید تا با نام شما در سایت قرار داده شود

www.ir-micro.com