آزمایش هفتم: آشنایی با تقویت کننده های عملیاتی (آپ امپ)

قابل توجه دانشجویان گرامی

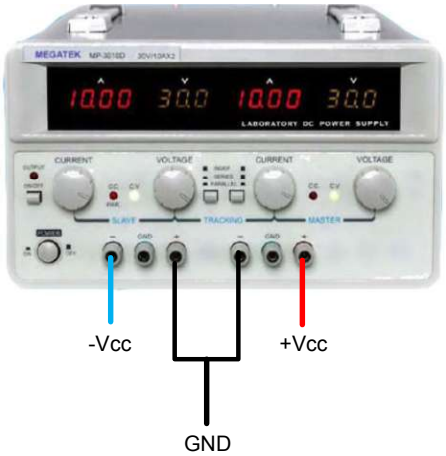
این دستور آزمایش برای کار آزمایشگاهی نوشته شده است. اینک و با توجه به شرایط خاص حاکم بر جامعه و دانشگاه ما تلاش کرده ایم برخی مفاهیم را با شبیه سازی مداری و یا با طرح سئوالاتی که برخی مفاهیم را در ذهن شما بپروراند حتی الامکان قابل استفاده کنیم.

- **هدف آزمایش**: در این آزمایش با ویژگیهای تقویت کننده های عملیاتی آشنا می شوید. مفهوم بهره ولتاژ را می بینید. با مفهوم مقاومت ورودی و خروجی آشنا می شوید. برخی از آزمایشهای این بخش روی برد برد پیاده می‌شوند. در برخی دیگر از آزمایشهای این بخش از ماجولهای پیش ساخته استفاده می شود. توجه کنید که تمامی اندازه گیریهای مربوط به جریانها به روش غیر مستقیم انجام می‌شوند. یعنی مجاز نیستیم از آمپرمتر Pspice و مولتی‌متر استفاده کنیم.
- **وسایل مورد نیاز**: منبع تغذیه، مولتی‌متر، سیگنال ژنراتور، اسیلسکوپ، برد بورد، تعدادی مقاومت و خازن و ماجولهای تقویت کننده های عملیاتی.(مربوط به انجام عملی آزمایشها در آزمایشگاه). توجه: آپ امپ بکار رفته به شماره 741 در نرم افزار Pspice موجود است.

تصویر ماژول های مورد استفاده در این آزمایش

نکته مهم در مورد تغذیه این ماژول‌ها

برای تغذیه این ماژول‌ها، به هر دو کانال منبع تغذیه آزمایشگاهی خود نیاز دارید ، دو کانال را در وضعیت مستقل قرار داده و هر دو را روی ۱۸ولت تنظیم نمائید.حال سر مثبت یک کانال را به سر منفی کانال دیگر وصل کنید، این سر، همان سر زمینی است که لازم دارید. سر مثبت آزاد ، سر ولتاژ ۱۸+ و سر منفی آزاد ، سر ولتاژ ۱۸- ولت است (مطابق شکل زیر).سرهای ۱۸+ ولت ، ۱۸- ولت و زمین را به فیش‌های تغذیه که بر روی ماژول در نظر گرفته شده است اعمال کنید.



برای اطمینان از صحت ولتاژ اعمال شده به ماژول، توجه کنید که چراغهای آلارم OV (این چراغ نشان دهنده این است که ولتاژی بیش از حد نیاز اعمال شده است) و RV (این چراغ نشان دهنده این است که ولتاژ اعمال شده به صورت معکوس اعمال شده است) هر دو خاموش باشند و چراغ GV (این چراغ نشان دهنده اعمال صحیح ولتاژ می‌باشد) روشن باشد.

◄ مواردی که در گزارش با (✍) مشخص شده‌اند در برگه نتایج (Result sheet) ثبت شود و در انتهای آزمایش تحویل داده شود. تمام تحلیل‌ها و پاسخ سوال‌های طرح شده در آزمایش در برگه ثبت نتایج وارد شود.

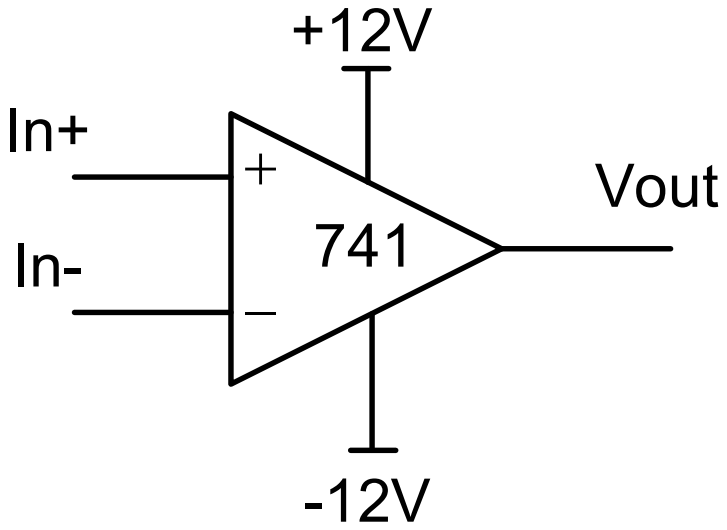
پیش گزارش

۱. دانشجویان باید با مفاهیم تقویت کننده، محاسبات بهره ولتاژ، محاسبات مقاومت ورودی و مقاومت خروجی آشنا باشد. تفاوت فیدبک مثبت و منفی را بدانند.
۲. تمام مواردی که در گزارش‌کار با علامت (📄) مشخص شده است باید به ترتیب در پیش گزارش نوشته شوند. تمام مواردی که با (💻) مشخص شده اند باید با نرم افزار Pspice انجام شوند و در پیش گزارش وارد شوند.

۱- مقایسه کننده

- ماژول مقایسه گر: این ماژول دارای ۶ عدد کانکتور است. یک کانکتور مشکی، که پایانه زمین سیستم به آن متصل است؛ یک کانکتور قرمز، که پایانه منبع تغذیه مثبت به آن وصل می‌شود؛ یک کانکتور آبی، که پایانه منبع تغذیه منفی به آن وصل می‌شود؛ دو کانکتور سبز، که سیگنالهای ورودی ($In+$ و $In-$) به آن اعمال می‌شود و یک کانکتور زرد که سیگنال خروجی (Out) از طریق آن در اختیار قرار می‌گیرد.
- ماژول پتانسیومتر: این ماژول شامل دو عدد پتانسیومتر است.

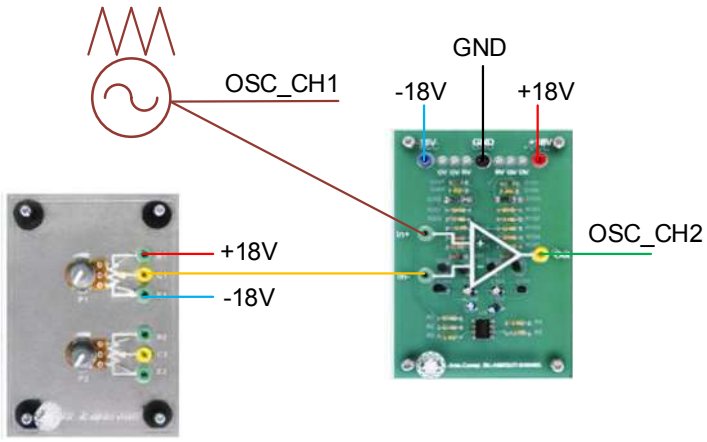
الف: مدار زیر را در نظر بگیرید. به ورودی ($In-$) بلوک مدار مقایسه‌گر ولتاژ ثابت صفر ولت وصل کرده، و یک ولتاژ مثلثی با دامنه $V_{s_p} = 1V$ و فرکانس $f = 1kHz$ را به ورودی دیگر مقایسه گر ($In+$) اعمال کنید. سیگنال‌های ورودی و خروجی را به طور همزمان رسم کنید. این کار را هم با محاسبه و هم با شبیه سازی با Pspice انجام دهید💻📄 . ورودی مثلثی را به سینوسی تغییر دهید و دوباره این بند را تکرار کنید💻📄. چه نتیجه ای می گیرید؟



به ورودی ($In-$) بلوک مدار مقایسه‌گر ولتاژ ثابت 0.5V+ ولت وصل کرده مجددا سیگنال‌های ورودی و خروجی را به طور همزمان رسم کنید. این کار را هم با محاسبه و هم با شبیه سازی با Pspice انجام دهید💻📄 . ورودی مثلثی را به سینوسی تغییر دهید و دوباره این بند را تکرار کنید💻📄. چه نتیجه ای می گیرید؟

به ورودی ($In-$) بلوک مدار مقایسه‌گر ولتاژ ثابت 0.5V- ولت وصل کرده مجددا سیگنال‌های ورودی و خروجی را به طور همزمان رسم کنید. این کار را هم با محاسبه و هم با شبیه سازی با Pspice انجام دهید💻📄 . جای دو ورودی مقایسه کننده را عوض کنید و نتیجه را توضیح دهید💻📄.

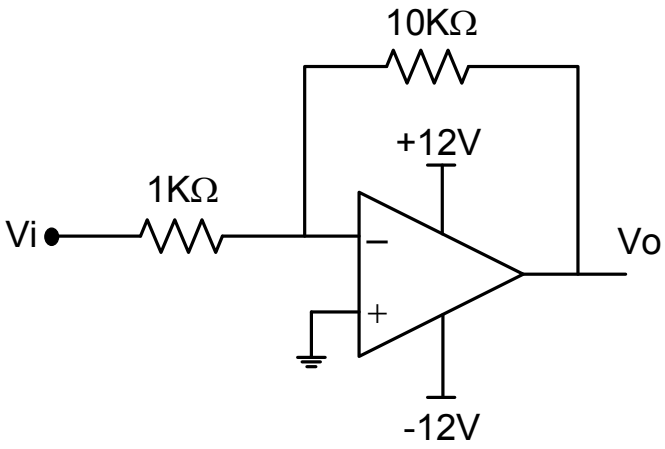
ب: پیکر بندی زیر را در نظر بگیرید. سر وسط پتانسیومتر را به ورودی ($In-$) بلوک مدار مقایسه‌گر وصل کرده، محور آنرا در وسط قرار دهید و به کمک فانکشن ژنراتور یک ولتاژ مثلثی با دامنه $V_{s_p}=1V$ و فرکانس $f=1kHz$ را به ورودی دیگر مقایسه گر ($In+$) اعمال کنید. پتانسیومتر را به چپ و راست تغییر داده تأثیر آن را ببینید. مشاهدات خود را توضیح دهید. ✍



۲- تقویت کننده معکوس کننده

- ماژول تقویت کننده معکوس: این ماژول دارای ۵ عدد کانکتور است. یک کانکتور مشکی، که پایانه زمین سیستم به آن متصل است؛ یک کانکتور قرمز، که پایانه منبع تغذیه مثبت به آن وصل می‌شود؛ یک کانکتور آبی، که پایانه منبع تغذیه منفی به آن وصل می‌شود؛ یک کانکتور سبز، که سیگنال ورودی (In) به آن اعمال می‌شود و یک کانکتور زرد که سیگنال خروجی (Out) از طریق آن در اختیار قرار می‌گیرد.

الف: مدار زیر را در نظر بگیرید. یک ولتاژ سینوسی با دامنه $V_{s_p}=0.5V$ و فرکانس $f=1kHz$ را به ورودی بلوک (V_i) اعمال کنید. سیگنال‌های ورودی و خروجی را به طور همزمان رسم کنید. بهره ولتاژ را بدست آورید. مقاومت ورودی و خروجی تقویت کننده معکوس کننده را محاسبه کنید. کل محاسبات را هم با محاسبه دستی و هم با شبیه سازی با Pspice انجام دهید. 🖳📄

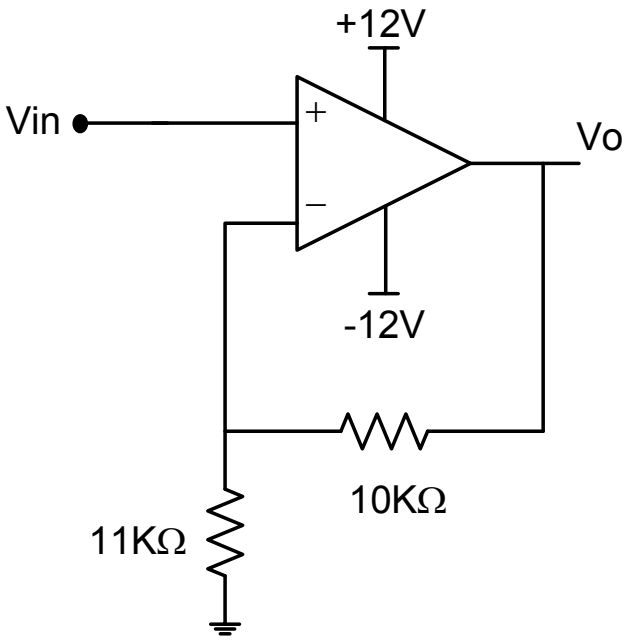


ب: در آزمایشگاه یک ولتاژ سینوسی با دامنه $V_{s_p}=0.5V$ و فرکانس $f=1kHz$ را به ورودی بلوک تقویت کننده معکوس (V_i) اعمال کنید. سیگنال‌های ورودی و خروجی را به طور همزمان توسط اسیلوسکوپ مشاهده کنید. بهره ولتاژ را بدست آورید ✍. برای اندازه گیری مقاومت ورودی و خروجی تقویت کننده معکوس کننده پیکر بندی پیشنهاد بدهید که با آن بتوان این مقاومتها را اندازه گیری کرد 📄. با استفاده از این پیکربندیها مقاومت ورودی و خروجی ماجول را اندازه بگیرید✍ . در ادامه دامنه ولتاژ ورودی را به 5V افزایش دهید و دوباره بهره ولتاژ را اندازه بگیرید✍.

۳-تقویت کننده غیر معکوس کننده

- این ماژول دارای ۵ عدد کانکتور است. یک کانکتور مشکی، که پایانه زمین سیستم به آن متصل است؛ یک کانکتور قرمز، که پایانه منبع تغذیه مثبت به آن وصل می‌شود؛ یک کانکتور آبی، که پایانه منبع تغذیه منفی به آن وصل می‌شود؛ یک کانکتور سبز، که سیگنال ورودی (In) به آن اعمال می‌شود و یک کانکتور زرد که سیگنال خروجی (Out) از طریق آن در اختیار قرار می‌گیرد.

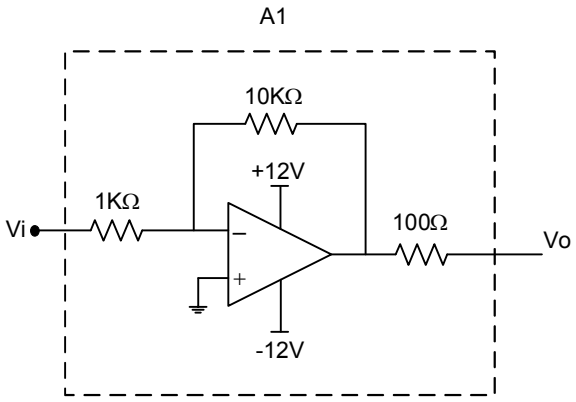
الف: مدار زیر را در نظر بگیرید. یک ولتاژ سینوسی با دامنه $V_{s_p} = 0.5V$ و فرکانس $f = 1kHz$ را به ورودی بلوک (V_i) اعمال کنید. سیگنال‌های ورودی و خروجی را به طور همزمان رسم کنید. بهره ولتاژ را بدست آورید. مقاومت ورودی و خروجی تقویت کننده غیر معکوس کننده را محاسبه کنید. کل محاسبات را هم با محاسبه دستی و هم با شبیه سازی با Pspice انجام دهید.

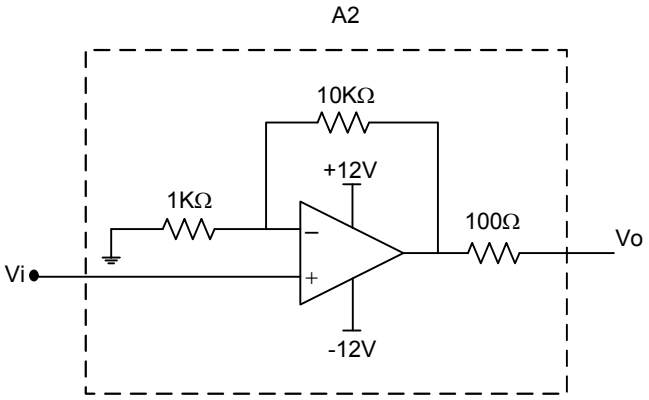


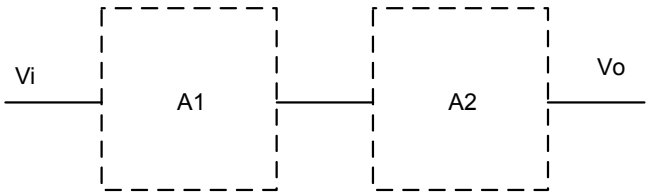
ب: در آزمایشگاه یک ولتاژ سینوسی با دامنه $V_{s_p} = 0.5V$ و فرکانس $f = 1kHz$ را به ورودی بلوک تقویت کننده غیر معکوس (V_i) اعمال کنید. سیگنال‌های ورودی و خروجی را به طور همزمان توسط اسیلوسکوپ مشاهده کنید. بهره ولتاژ را بدست آورید. برای اندازه گیری مقاومت ورودی و خروجی تقویت کننده غیر معکوس کننده پیکر بندی پیشنهاد بدهید که با آن بتوان این مقاومتها را اندازه گیری کرد. از مقایسه این پیکر بندی پیشنهادی با بند ۲ چه نتیجه ای می گیرد؟ با استفاده از این پیکربندیها مقاومت ورودی و خروجی ماجول را اندازه بگیرید.

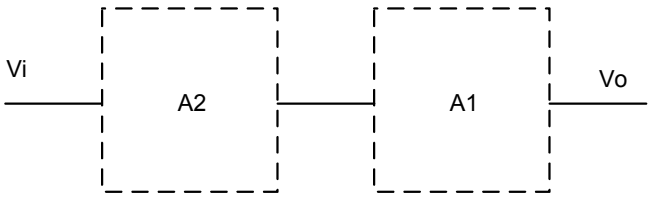
۴-اثر بارگذاری تقویت کننده ها

الف: دو تقویت کننده A1 وA2 بصورت زیر مشخص شده اند. این دو تقویت کننده را بصورت سری با هم به شکل های A1A2 و A2A1 نشان داده شده متصل می کنیم. بهره ولتاژ را در دوحالت محاسبه کنید. آیا جوابها با هم فرق می کند؟ چرا؟ کل محاسبات را هم با محاسبه دستی و هم با شبیه سازی با Pspice انجام دهید.









ب: اکنون دو ماجول تقویت کننده معکوس کننده و غیر معکوس کننده را در آزمایشگاه به دو حالت فوق به هم متصل کنید. یک ولتاژ سینوسی با دامنه 0.1V و فرکانس $f = 1kHz$ را به ورودی آنها (V_i) اعمال کنید. سیگنال‌های ورودی و خروجی را به طور همزمان توسط اسیلوسکوپ مشاهده کنید. بهره ولتاژ را بدست آورید. آیا بهره ولتاژ در دو حالت فرقی می کند؟ ✍

۵- فیدبک مثبت و منفی

الف – مدار زیر را در نظر بگیرید. به ازای $R1=1k\Omega,\ R2=10k\Omega,\ R3=10k\Omega,\ R4=10k\Omega,\ R5=20k\Omega$ و ورودی سینوسی با دامنه 0.1V و فرکانس $f = 1kHz$ شبیه سازی با Pspice انجام دهید و بهره ولتاژ را بدست آورید.💻 دامنه ولتاژ ورودی را تغییر دهید. آیا در نتیجه بهره ولتاژ فرقی حاصل می شود؟

ب - بـه ازای $R1=1k\Omega,\ R2=10k\Omega,\ R3=1k\Omega,\ R4=10k\Omega,\ R5=20k\Omega$ و ورودی سینوسـی بـا بـا دامنـه $0.1V$ و فرکـانس $f = 1kHz$ شبیه سازی با Pspice انجام دهید و بهره ولتاژ را بدست آورید. دامنه ولتاژ ورودی را تغییر دهید. آیا در نتیجه بهـره ولتـاژ فرقی حاصل می شود؟

الف – همانطور که ملاحظه می کنید با تغییر مقادیر رفتار این مـدار عـوض مـی شـود. را بطـه Vo و Vi را در حالـت کلـی بدسـت آوریـد. حدفاصل حالت خطی و حالت غیر خطی را تعیین کنید.