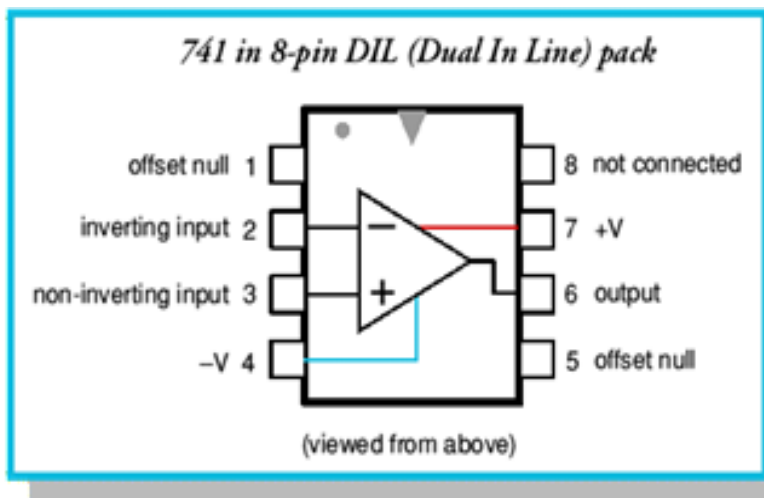


کاربردهای خطی تقویت کننده عملیاتی

هدف از آزمایش: در این آزمایش مروری بر کاربردهای خطی تقویت کننده عملیاتی (آپ امپ) خواهیم داشت. در مرحله اول تقویت کننده‌های معکوس کننده و غیرمعکوس کننده را بررسی می‌کنیم و بهره را برای دو تقویت کننده به دست می‌آوریم. در مرحله بعد مدار RC پایین گذر را با استفاده از آپ امپ بررسی می‌کنیم و مشخصه دامنه و فاز را برای این فیلتر بدست می‌آوریم.

تقویت کننده عملیاتی در واقع یک تقویت کننده ولتاژ با بهره ولتاژ بسیار بالاست و معمولاً دارای یک سر خروجی و دو سر ورودی است که سرهای ورودی به صورت تفاضلی عمل می‌کنند. به عبارت دیگر این تقویت کننده اختلاف ولتاژ بین ورودی را تقویت می‌کند. یکی از دو سر، ورودی منفی (-) یا معکوس کننده نام دارد، زیرا تقویت کننده برای ورودی‌های اعمال شده به این سر دارای بهره منفی خواهد بود. سر دیگر ورودی مثبت (+) یا غیر معکوس کننده است و سیگنال‌های ورودی به این سر، در خروجی با بهره مثبت ظاهر می‌شوند. این تقویت کننده دارای مقاومت خروجی بسیار کوچک (حدود چند اهم) بوده و از مقاومت ورودی بسیار بزرگی (بیش از چند صد کیلو اهم) برخوردار است. چون تقویت کننده عملیاتی یک قطعه فعال است برای تأمین انرژی مصرفی و بایاس ترانزیستورهای داخلی خود به تغذیه DC نیاز دارد.

آپ امپ با شماره LM741 به صورت مستطیلی و ۸ پایه ساخته می‌شود. در شکل ۱ دیاگرام پایه های IC آپ امپ آمده است. پایه های ۲ و ۳ به ترتیب ورودی های معکوس کننده و غیرمعکوس کننده هستند. در اکثر IC ها پایه هایی برای روشن کردن و در واقع تغذیه موجود می‌باشد. معمولاً برای تقویت کننده‌ها یک تغذیه منفی و یک تغذیه مثبت مورد نیاز است. پایه های ۴ و ۷ به ترتیب



شکل ۱ - دیاگرام پایه های آپ امپ ۷۴۱

V_{CC} و $-V_{CC}$ (تغذیه منفی و مثبت) هستند. از پایه های ۱ و ۵ جهت حذف آفست آپ امپ در شرایط مختلف محیطی استفاده می‌شود. در مقابل پایه ۸ در شکل ۱ عبارت NC نوشته شده است، که به معنی Not Connected می‌باشد. این پایه در مدار داخلی آپ امپ به هیچ قسمتی متصل نیست و تنها به منظور تکمیل تعداد پایه ها جهت مستطیلی شدن IC در نظر گرفته شده

است.

۱- تقویت کننده معکوس کننده:

در این آزمایش می خواهیم یک تقویت کننده با بهره منفی توسط یک آپ امپ (که فیدبک منفی دارد) بسازیم. مدار مربوط به این آزمایش در شکل ۲ نشان داده شده است.

پیش گزارش ۱- مدار معکوس کننده شکل ۲ را برای بهره ۵/۶ طراحی کنید (تعیین مقدار R_2 با فرض $R_1=1K$).

پیش گزارش ۲- با توجه به مقادیر بدست آمده در قسمت قبل، مدار معکوس کننده را با استفاده از نرم افزار Orcad شبیه سازی کنید؟

شرح آزمایش:

در این آزمایش از دو باتری ۹ ولت به عنوان منبع تغذیه استفاده می شود. این دو باتری با یکدیگر سری خواهند شد و وسط آنها به عنوان زمین اختیار می شود. بنابراین قطب مثبت باتری اول ولتاژ مثبت ۹ ولت و قطب منفی باتری دوم دارای

ولتاژ منفی ۹ ولت نسبت به زمین خواهد بود. ولتاژهای

تغذیه مثبت و منفی را به ترتیب به پایه های V_{CC} و -

V_{CC} آپ امپ متصل نمایید. حال مدار مربوط به معکوس

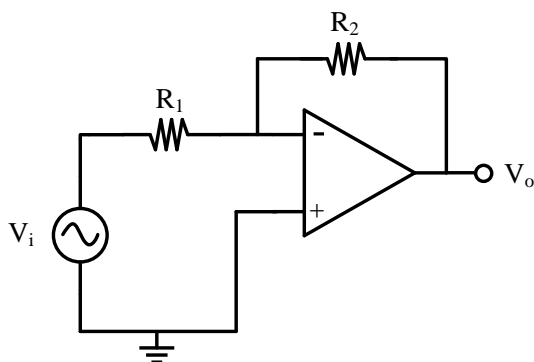
کننده را مطابق با شکل ۲ و مقادیر مقاومت های R_1 و R_2

طراحی شده، ببندید. یک ولتاژ سینوسی با دامنه $4V_{p-p}$ و

فرکانس 1KHz به ورودی مدار اعمال کنید. خروجی و

ورودی مدار را روی اسیلسکوپ مشاهده نمایید و بهره

مدار را محاسبه کنید.



شکل ۲ - مدار مربوط به تقویت کننده معکوس کننده با آپ امپ

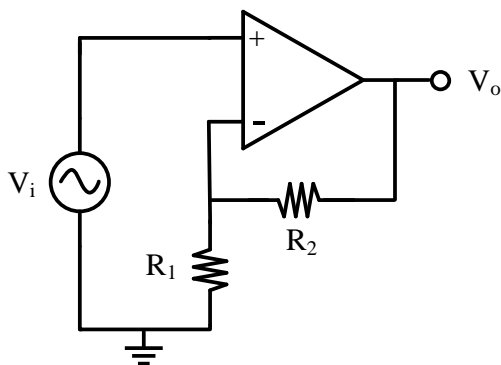
۲- تقویت کننده غیر معکوس کننده:

در این آزمایش می خواهیم یک تقویت کننده با بهره مثبت توسط یک آپ امپ (که فیدبک منفی دارد) بسازیم. مدار مربوط به این آزمایش در شکل ۳ نشان داده شده است.

پیش گزارش ۱- مدار غیر معکوس کننده شکل ۳ را برای بهره ۶/۶ طراحی کنید (تعیین مقدار R_2 با فرض $R_1=1K$).

پیش گزارش ۲- با توجه به مقادیر بدست آمده در قسمت قبل، مدار غیرمعکوس کننده را با استفاده از نرم افزار Orcad شبیه سازی کنید.

شرح آزمایش:



شکل ۳- مدار مربوط به تقویت کننده غیرمعکوس کننده با آپ امپ

همانند آزمایش قبل ولتاژهای تغذیه مثبت و منفی ۹ ولت را به ترتیب به پایه های V_{CC} و $-V_{CC}$ آپ امپ متصل نمایید. حال مدار مربوط به غیرمعکوس کننده را مطابق با شکل ۳ و مقادیر مقاومتیهای R_1 و R_2 طراحی شده، ببندید. یک ولتاژ سینوسی با دامنه $4V_{p-p}$ و فرکانس 1KHz به ورودی مدار اعمال کنید. خروجی و ورودی مدار را روی اسیلسکوپ مشاهده نمایید و بهره مدار را محاسبه کنید.

۳- پاسخ فرکانسی مدار RC پایین گذر:

۳-۱: فیلتر پایین گذر

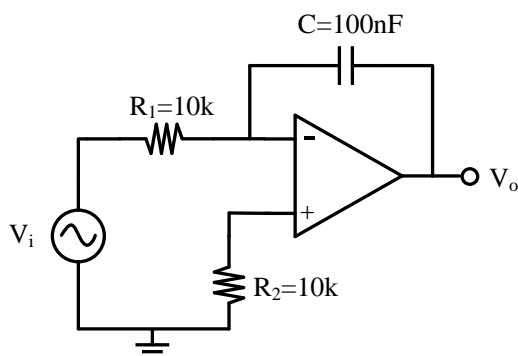
شکل ۴ مدار یک فیلتر RC پایین گذر را نشان می دهد. هنگامی که یک موج سینوسی با دامنه ثابت V_m و فرکانس متغیر f به دو سر ورودی این مدار اعمال می شود، ولتاژ خروجی (یا پاسخ مدار) نیز موجی سینوسی ولی با دامنه و فازی متفاوت با ولتاژ ورودی بوده و بطور کلی تابعی از فرکانس موج ورودی خواهد بود.

پیش گزارش ۱- در مدار RC پایین گذر رابطه دامنه و فاز $\frac{V_o}{V_i}$ را بدست آورید و فرکانس قطع مدار را محاسبه کنید.

پیش گزارش ۲- مدار مربوط به فیلتر پایین گذر را با استفاده از نرم افزار Orcad شبیه سازی کنید و مشخصه پاسخ دامنه و پاسخ فاز را با استفاده از تحلیل AC Sweep رسم کنید.

پیش گزارش ۳- مدار مربوط به فیلتر پایین گذر را با استفاده از تحلیل Time Domain شبیه سازی کنید.

شرح آزمایش:



شکل ۴ - مدار مربوط به فیلتر RC پایین گذر

با استفاده از مقاومت $R=10k$ و خازن $C=100nF$ مداری مطابق با شکل ۴ بسازید. بوسیله نوسان ساز یک موج سینوسی با مقدار ماکزیمم ۲ ولت به مدار اعمال کنید و با فرکانسهایی که در جدول ۱ داده شده است مقدار ولتاژ خروجی و اختلاف فاز بین خروجی و ورودی را با استفاده از اسیلوسکوپ اندازه گرفته و در جدول مربوطه یادداشت کنید.

۲-۳: مدار انتگرالگیر RC:

مدار پایین گذر RC را با خازن $C=100nF$ و به ازای مقادیر مختلف R ($150k$ و $22k$ ، $10k$ ، $6.8k$) ببندید. نوسان ساز را به ورودی مدار متصل کرده و یک موج مربعی با دامنه $4V_{p-p}$ و فرکانس $100Hz$ به مدار اعمال کنید و پاسخ مدار را در هر چهار حالت بوسیله اسیلوسکوپ مشاهده نمایید.

فرکانس f	V_o اندازه گیری شده	ϕ اندازه گیری شده	V_o محاسبه شده	ϕ محاسبه شده
20 Hz				
50 Hz				
100 Hz				
150 Hz				
250 Hz				
500 Hz				
1000 Hz				
3000 Hz				
10000 Hz				