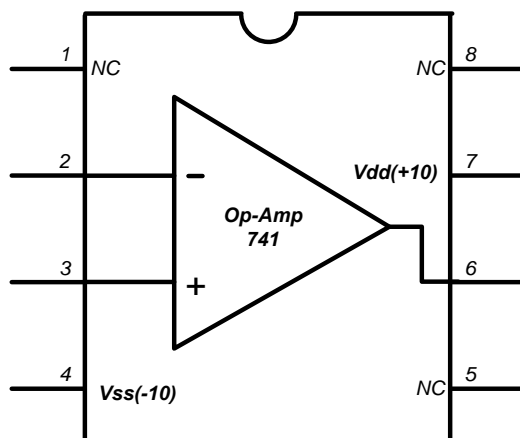


# آزمایش ۵

تقویت‌کننده‌های عملیاتی

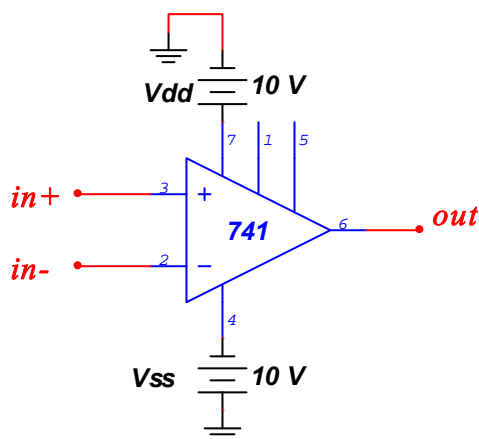
## پیش‌گزارش

هدف از این پیش‌گزارش آشنایی با تقویت‌کننده عملیاتی (آپ‌امپ) می‌باشد. برای شبیه‌سازی سوالات این پیش‌گزارش از آپ‌امپ ۷۴۱ استفاده کنید و ولتاژهای تغذیه آن را  $\pm 10$  ولت تنظیم نمایید. پایه‌های آی‌سی آپ‌امپ ۷۴۱ در شکل (۱-۵) مشخص می‌باشد.



شکل (۱-۵)

در نرم‌افزار پایه‌های تغذیه آپ‌امپ ۷۴۱ را می‌توانید مانند شکل (۲-۵) یا هر صورت دیگری که صحیح باشد، متصل نمایید. پایه‌های شماره ۵، ۱ و ۸ نیازی نیست به جایی متصل گردد.

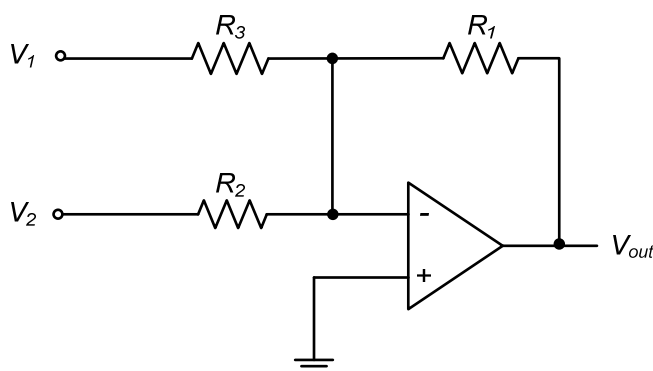


شکل (۲-۵)

## ✓ طراحی مدار جمع‌کننده به کمک تقویت‌کننده با بهره منفی

مدار شکل (۳-۵) را که یک جمع‌کننده با بهره منفی می‌باشد، شبیه‌سازی کنید.  $R_1$ ،  $R_2$  و  $R_3$  را به گونه‌ای طراحی کنید تا رابطه  $V_{out} = -(\frac{2}{3}V_1 + \frac{2.7}{4.7}V_2)$  برقرار باشد. ( $V_1 = +7\text{ Volt}$ ,  $V_2 = -5\text{ Volt}$ )

🔌 به منظور عملکرد بهتر آپامپ، مقاومت‌های طراحی شده را در رنج کیلو اهم انتخاب کنید.



شکل (۳-۵)

۱- با قرار دادن پروب روی گره خروجی و نیز روی پایه‌های ورودی مثبت و منفی آپامپ، ولتاژ این سه گره را مشاهده کنید.

۲- مقادیر تئوری ولتاژهای بند ۱ چقدر باید باشد؟ در صورتی که مقادیر تئوری و شبیه‌سازی تقریباً (نه دقیقاً) یکی بود، پرینتی از شکل مدار در حالی که پروب‌ها ولتاژهای خواسته شده را نشان می‌دهد، تهیه کنید. در صورت مغایرت اشکال کار خود را رفع نموده و پس از اصلاح پرینت بگیرید.

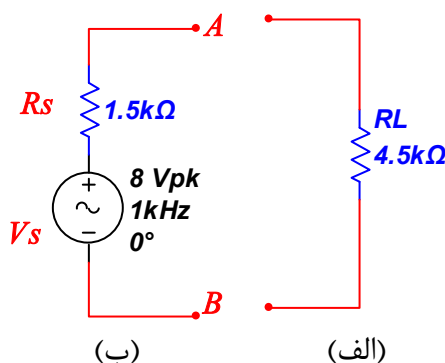
۳- مقاومت‌های  $R_1$ ،  $R_2$  و  $R_3$  را به صورت ( $R_1 = 15k\Omega$ ,  $R_2 = 2k\Omega$ ,  $R_3 = 2.1k\Omega$ ) مقداردهی کنید. ولتاژ خروجی را از طریق تئوری و نیز شبیه‌سازی به دست آورید. آیا مقادیر تئوری و شبیه‌سازی ولتاژ خروجی با هم مساوی هستند؟ توضیح دهید چرا؟

۴- پرینتی از شکل مدار در حالی که پروب‌ها ولتاژهای خواسته شده در بند ۱ را نشان می‌دهد، تهیه کنید. آیا اختلاف ولتاژ بین دو پایه مثبت و منفی ورودی آپامپ نسبت به حالت قبل تغییر کرده است؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

۵- حال ولتاژهای تغذیه آپامپ را روی  $\pm 15$  ولت تنظیم نمایید و مجدد خروجی را مشاهده و با تئوری مقایسه کنید. (مانند بند ۴ پرینت تهیه شود)

## ✓ مدار بافر با تقویت‌کننده عملیاتی

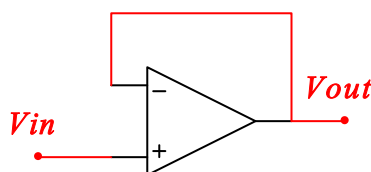
فرض کنیم مطابق شکل (۴-۵) منبع ولتاژ  $V_S$  (موج سینوسی) با مقدار دامنه ۸ ولت و مقاومت درونی  $R_S = 1.5k\Omega$  موجود هست. می‌خواهیم این منبع ولتاژ مقاومت بار  $R_L = 4.5k\Omega$  را به اندازه دامنه ۸ ولت تغذیه کند.



شکل (۴-۵)

۶- اگر مقاومت  $R_L$  به طور مستقیم به سرهای  $A$  و  $B$  متصل شود، آیا ولتاژ ۸ ولت به صورت کامل به آن منتقل می‌گردد؟ مقدار دامنه ولتاژ  $R_L$  را به صورت تئوری حساب کنید.

بدون اینکه مقادیر  $R_S$  و  $R_L$  و منبع ولتاژ  $V_S$  را تغییر دهید، چطور می‌توان این مشکل را حل نمود و دامنه ولتاژ ۸ ولت را به  $R_L$  منتقل کرد! برای حل این مشکل و جلوگیری از اثر بارگذاری نامطلوب مقاومت درونی منبع  $V_S$  در انتقال ولتاژ ۸ ولت به مقاومت  $R_L$  باید به کمک آپامپ یک مدار بافر ترتیب دهید و بین دو طبقه الف و ب در شکل (۴-۵) قرار دهید. مدار حاصل را در نرم‌افزار شبیه‌سازی کنید. (ولتاژهای تغذیه آپامپ به  $\pm 10$  ولت متصل گردد).



شکل (۵-۵): مدار بافر با بهره یک

۷- شکل موج ولتاژ دو سر  $R_L$  را مشاهده کنید. آیا خواسته شما برآورده شد؟ دامنه ولتاژ  $R_L$  را به کمک امکانات نرم‌افزار روی آن مشخص کنید و پرینت بگیرید. از شکل مداری که شبیه‌سازی کردید نیز پرینتی تهیه کنید.

۸- توضیح دهید مدار بافر چطور این کار را انجام می‌دهد؟

۹- در مدار اصلاح شده با بافر، مقدار  $R_S$  را از ۱.۵ کیلوهم به ۴ کیلوهم تغییر دهید و شکل موج ولتاژ دو سر  $R_L$  را مجدد مشاهده کنید. دامنه ولتاژ  $R_L$  چقدر شد؟ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟