

آزمایش دهم

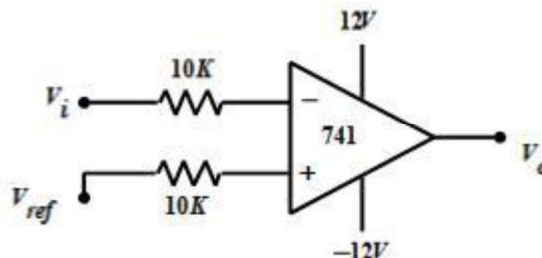
کاربردهای غیر خطی تقویت کننده های عملیاتی (۲) - لگاریتم گیر و مقایسه کننده ها

مقدمه:

الف - مقایسه کننده های ولتاژ - Voltage Comparators

۱. مقایسه کننده معمولی

کار مقایسه کننده اساساً مقایسه دو سیگنال و بیان اینکه کدامیک بزرگتر است می باشد. یکی از راه های ساده برای مقایسه دو سیگنال استفاده از تقویت کننده عملیاتی به صورت شکل ۱-۱۰ است که در آن از یک منبع ولتاژ V_{ref} استفاده شده است. در این مدار خروجی تقویت کننده موقعی که ورودی آن به مرز V_{ref} می رسد به اشباع خواهد رسید. اگر بخواهیم پلاریته ولتاژ خروجی را عوض کنیم کافی است که محل اعمال V_{ref} و V_i را تعویض نماییم.

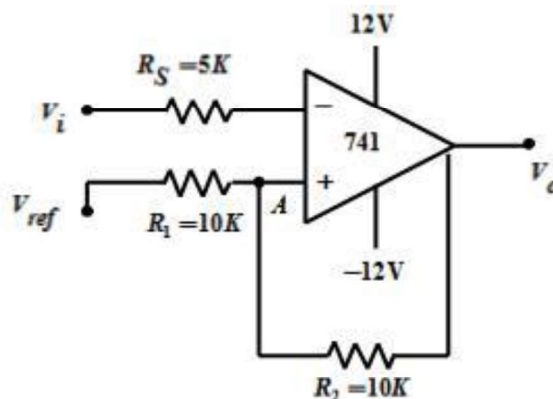


شکل ۱-۱۰

۲. مقایسه کننده اشیت تریگر - Schmit Trigger Comp

اگر تغییرات سیگنال ورودی مقایسه کننده خیلی آهسته باشد، سرعت سوئیچینگ مقایسه کننده به سرعت تغییرات سیگنال ورودی وابسته خواهد شد. در چنین حالتی می توان با وارد کردن فیدبک مثبت به مقایسه کننده، سرعت سوئیچینگ آن را به حدی که فقط به وسیله Slew Rate تقویت کننده عملیاتی محدود می گردد افزایش داد. مقایسه کننده ای که از فیدبک مثبت استفاده نماید به مقایسه کننده ریژنراتیو (Regenerative) موسوم است و تابع انتقالی آن دارای خاصیت هیستریزیس (Hysteresis) می باشد. یک مدار عملی برای بررسی اثر فوق در شکل ۲-۱۰ نشان داده شده است. در مدار مذکور، ولتاژ V_f برابر است با:

$$V_f = \frac{(V_o - V_{ref})R_1}{R_1 + R_2}$$



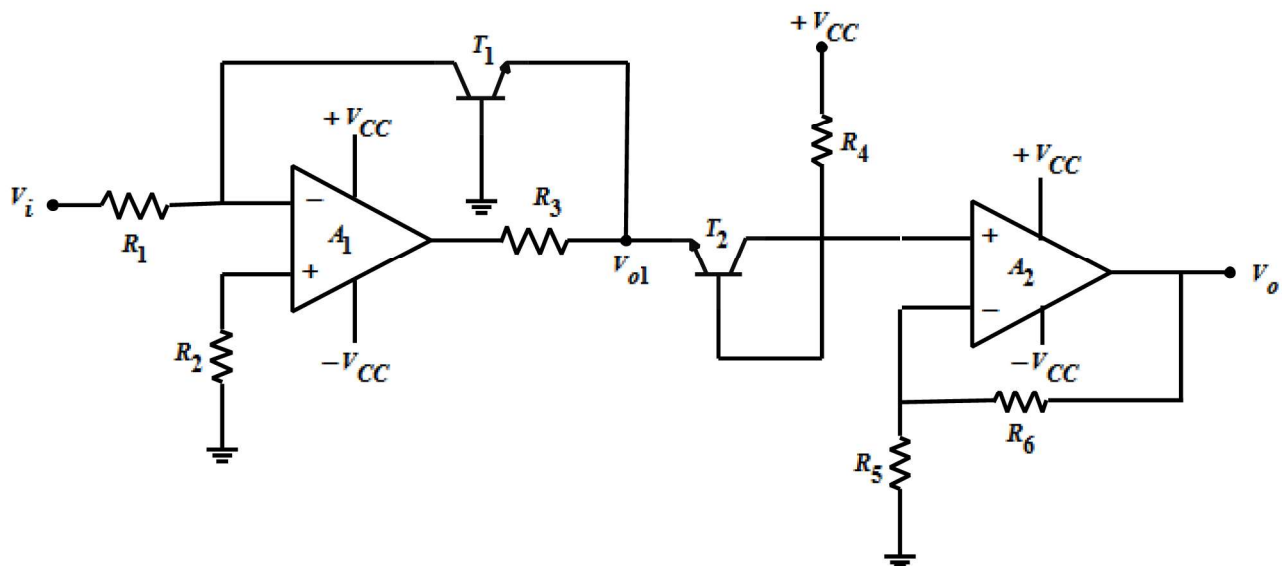
شکل ۲-۱۰

مادامی که $V_i < V_f$ است، V_o دارای ماکزیمم مقدار خود و در نتیجه V_f همچنان از V_i بزرگتر باقی خواهند ماند. ولی لحظه ای که $V_i > V_f$ گردد، V_o آنّا به حداقل مقدار خود در مدار می رسد و V_f آنّا کاهش می یابد و در نتیجه باعث کاهش بیشتر خود از V_i می گردد.

حال اگر مجدداً $V_i < V_f$ گردد، V_o ماکزیمم می شود و مدار به حالت اول بر می گردد. به این ترتیب در مدار یک حالت هیستریزیس ایجاد شده است.

ب- لگاریتم گیر :

از اپ امپ می توان برای لگاریتم گرفتن از سیگنال ورودی نیز استفاده کرد. برای این کار مدار شکل ۱۰-۳ را مشاهده نمایید.



شکل ۱۰-۳

تمرینهای مقدماتی :

مدار شکل ۱۰-۳ را در نظر بگیرید.

۱. نشان دهید رابطه زیر برقرار است:

$$V_o = - \left(1 + \frac{R_6}{R_5} \right) V_T \ln \left(\frac{V_i}{\left(\frac{R_1}{R_4} \right) V_{CC}} \right) = -KV_T \log \left(\frac{V_i}{V_{ref}} \right)$$

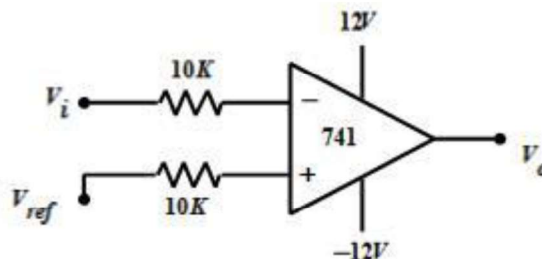
۲. مقادیر R_5 و R_6 را طوری انتخاب کنید که به ازای ۱۰ برابر شدن V_i ، خروجی ۱ ولت تغییر کند.

۳. نشان دهید اگر T_1 و T_2 دقیقاً یکسان باشند، برای $V_i = \frac{R_1 V_{CC}}{R_4}$ داریم: $V_o = 0V$ و همچنین اگر $V_i = 0V$ شود خروجی را بدست آورید.

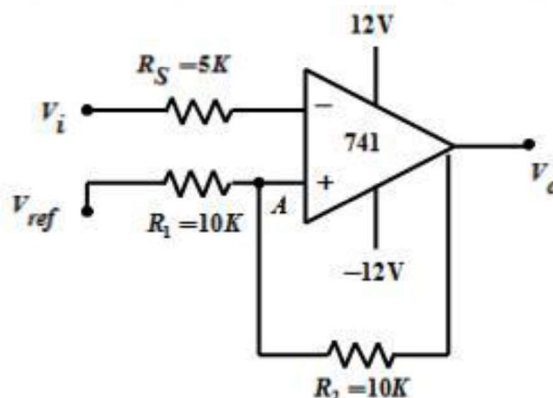
مراحل آزمایش:

الف.

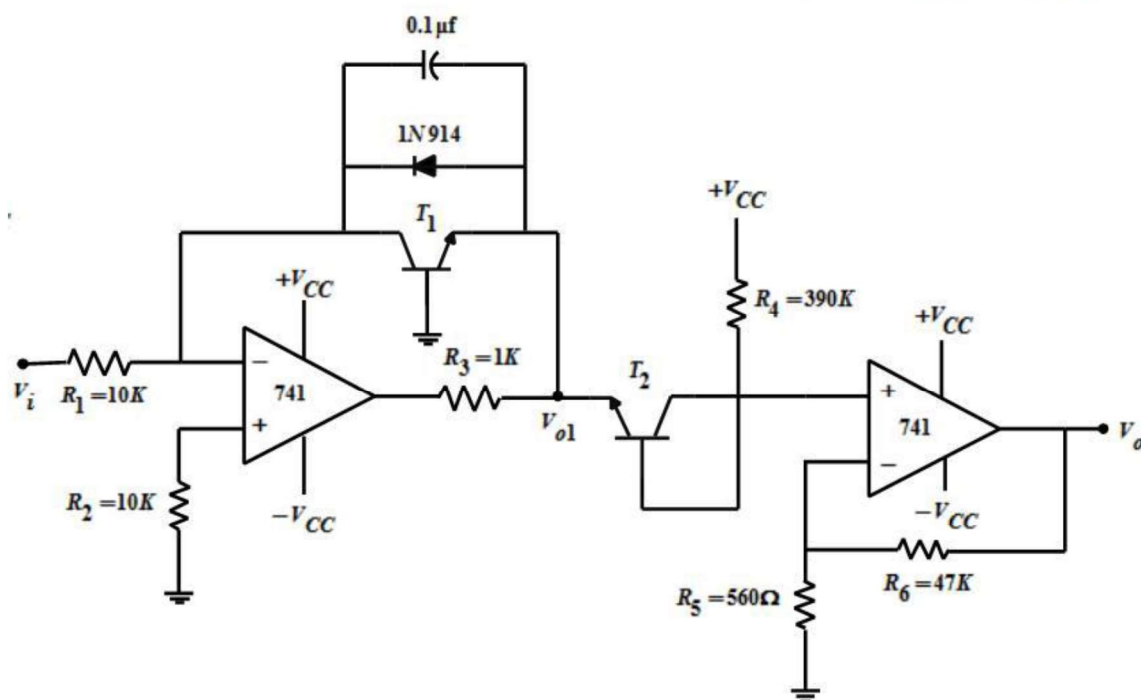
۱. مدار مقایسه کننده شکل ۱-۱۰ را ببندید .
۲. با گذاشتن مقادیر dc بر روی ورودی های V_i و V_{ref} ، حساسیت مقایسه کننده را در مقابل تغییرات ولتاژ ورودی پیدا نموده و منحنی V_o بر حسب $(V_i - V_{ref})$ را رسم کنید .
۳. اگر به ورودی V_i ، به جای ولتاژ dc یک ولتاژ دندانه اری اعمال گردد ، شکل موج خروجی V_o را به ازای سه ولتاژ مختلف V_{ref} ترسیم کنید. نتیجه کار را تشریح و یکی از موارد استفاده مهم این گونه مدار را بیان کنید .
۴. اگر به جای استفاده از دو منبع تغذیه ، فقط از یک منبع تغذیه ۱۲V استفاده شود ، مراحل ۲ و ۳ را تکرار نمایید ، نتایج حاصل را با حالت قبل مقایسه کنید و اثر داشتن تنها یک منبع تغذیه را در چنین مداری بنویسید . توجه داشته باشید که در این حالت ، مقدار آفست خروجی صفر نخواهد بود .

**ب.**

۱. مدار مقایسه کننده شکل ۲-۱۰ را ببندید.
۲. آفست خروجی به ازای ورودی صفر و $V_{ref} = 0$ چقدر است ؟
۳. با فرض $V_{ref} = 0$ ، ولتاژهای مختلف dc را به ورودی V_i وارد کنید و با اندازه گیری V_o و V_f ، منحنی V_o را بر حسب V_i ترسیم نمایید . دقت داشته باشید که ولتاژهای V_i را حساب شده انتخاب کنید و به نقاط بحرانی در مدار توجه نمایید . مقدار هیستریزیس در این مدار چقدر است ؟
۴. مقدار V_{ref} را برابر $+4V$ و سپس $-4V$ قرار دهید . مجدداً منحنی تغییرات ولتاژ خروجی بر حسب V_i را رسم کنید و مقدار هیستریزیس در هر حالت را تعیین نمایید .
۵. با توجه به منحنی های حاصل آیا اسم خاصی برای این مدار می شناسید ؟
۶. به جای V_i از یک ولتاژ سینوسی استفاده کنید و شکل موج خروجی را به ازای چند V_{ref} ، (مثلاً صفر ، $+4V$ و $-4V$) ترسیم نموده و تفاوتها را بیان نمایید.
۷. با استفاده از اسیلوسکوپ ، منحنی هیستریزیس مدار را به ازای ولتاژهای V_{ref} ، مرحله ۶ بدست آورید .

**پ.**

مدار شکل ۴-۱۰ را آماده کنید. V_{CC} را با ۱۵V در نظر بگیرید و مقدار ولتاژ ورودی را از ۱۵V تا ولتاژهای حدود ۱۰mV تغییر دهید. در هر مرحله، ولتاژ خروجی را اندازه بگیرید و منحنی تغییرات $V_o - V_i$ را در کاغذ لگاریتمی رسم و با منحنی حاصل از روابط تئوری (بند ۱ تمرینات) مقایسه نمایید.



شکل ۴-۱۰