

آزمایش شماره ۵

مدار اشmitt تریگر (Schmitt trigger)

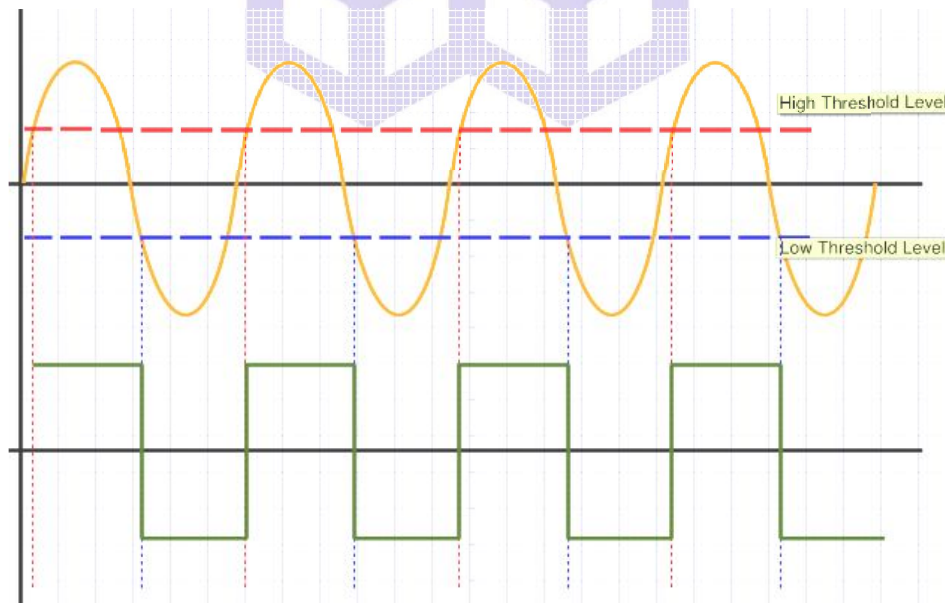
یادآوری

در بسیاری از کاربردهای صنعتی لازم است هنگام رسیدن ولتاژ خروجی یک حس کننده به سطح مشخصی، فرمانی برای روشن یا خاموش کردن دستگاهی صادر شود. اشmitt تریگر (مولتی ویراتور بی استابل) یک مدار مقایسه کننده است که در آن از فیدبک مثبت استفاده شده است. در وضعیت غیر معکوس، هنگامی که ورودی بیشتر از یک مقدار مشخص که به عنوان آستانه انتخاب شده است، خروجی High یا یک می شود و هنگامی که ورودی کمتر از مقدار مشخص شده دیگر که به عنوان آستانه انتخاب شده باشد خروجی low یا صفر می شود (یعنی اشmitt تریگر اساساً یک مدار آشکار ساز سطح ولتاژ است که با گذاشتن ورودی از سطوح تریگر، خروجی سریعاً تغییر حالت می دهد). هنگامی که ورودی بین این دو مقدار باشد، خروجی حالت خود را حفظ می کند. از اشmitt تریگر در ورودی آی سی ها برای تبدیل موج سینوسی به مربعی و یا اصلاح صفر و یک های خراب شده به علت نویز و اعوجاج استفاده می شود.

این دو سطح یا دو مقدار ولتاژی که خروجی حالت یا مقدار خود را حفظ می کند را:

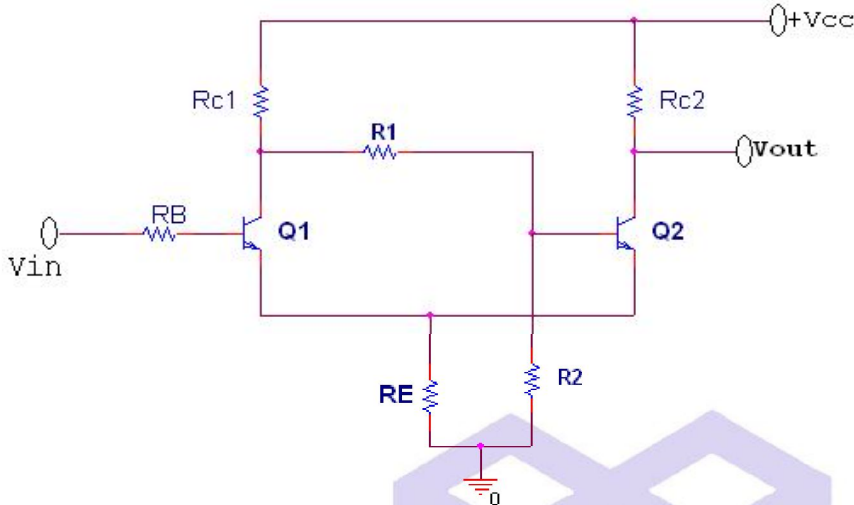
۱- Upper Trigger Point (UTP) یا Upper Threshold Level (UTL)

۲- Lower Trigger Point (LTP) یا Lower Threshold Level (LTL)، می نامند.



مدار اشmitt ترینگر را هم می توان با ترانزیستور و هم با آی سی های دیجیتال و.... طراحی کرد.

الف) اشmitt ترینگر با استفاده از ترانزیستور:

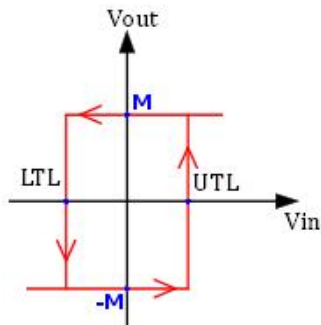


$$\text{if } R_2 = \infty \Rightarrow V_{HT} = UTL = \frac{R_E}{(R_E + R_{C2})} \times V_{CC}, \quad V_{LT} = LTL = \frac{R_E}{(R_E + R_{C1})} \times V_{CC}$$

$$\text{if } R_2 \neq \infty \Rightarrow \begin{cases} V_{HT} = UTL = \frac{R_2}{(R_1 + R_2 + R_{C1})} \times V_{CC} - V_{BE1}(on) \\ V_{LT} = LTL = \frac{R_E}{(R_1 + R_2 + R_{C1} + R_{C1} * R_2 / R_E)} \times V_{CC} + V_{BE2}(on) \end{cases}$$

به منحنی عملکرد اشmitt ترینگر به ازای ورودی های مختلف، منحنی هیستریزس (Hysteresis) می گویند. به

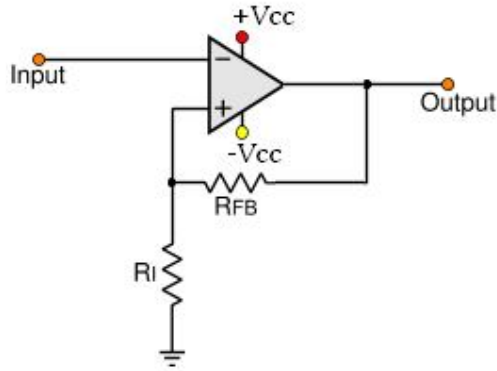
عبارتی هیستریزس، تفاضل مقدار UTL و LTL می باشد.



Typical Hysteresis curve shown on a Schmitt trigger symbol
M = +Vcc

ب) مدار اشmitt ترینگر با استفاده از OpAmp741 :

طراحی این مدار به مراتب ساده تر از اشمیت تریگر ترانزیستوری است و دلیل آن مشخصات تقریباً ایده آل OpAmp می باشد. بطور مثال می توان مدار Inverting Schmitt Trigger زیر را در نظر گرفت:



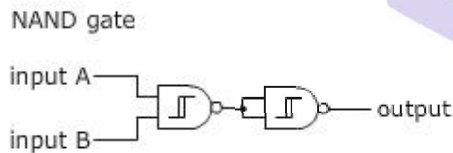
$$V_{Threshold} = V_{Supply} \times \frac{R_1}{R_{FB} + R_1}$$

$$V_{UTL} \text{ or } V_{UTP} = V_{Sat}^+ \times \frac{R_1}{R_{FB} + R_1}, \quad V_{LTL} \text{ or } V_{LTP} = V_{Sat}^- \times \frac{R_1}{R_{FB} + R_1}$$

$$V_{Sat}^+ = V_{CC}^+ - 1, \quad V_{Sat}^- = V_{CC}^- + 1$$

ج) مدار اشمیت تریگر با استفاده از گیت NAND:

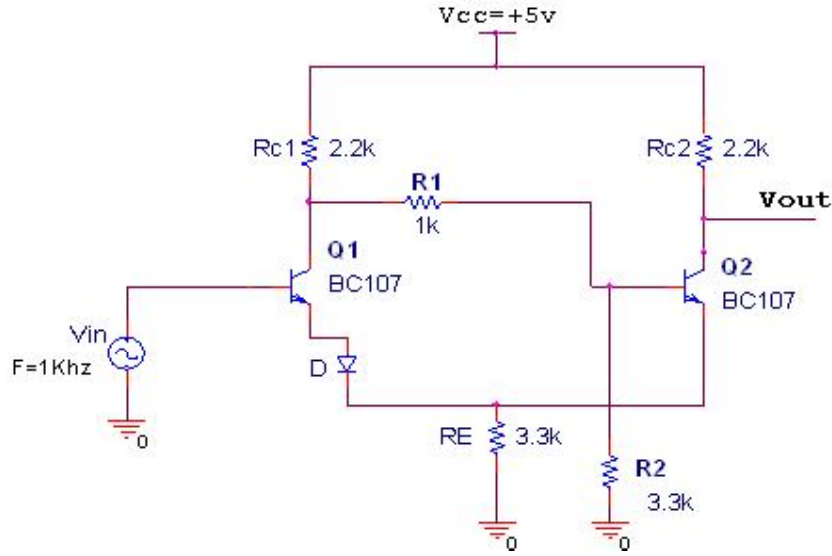
هر تابع منطقی را می توان با استفاده از گیت NAND انجام داد. بطور مثال برای اشمیت تریگر از دو گیت NAND استفاده می کنیم:



در مدارهای دیجیتالی، مقدار V_{UTL} برابر با 1 منطقی ($+V_{CC}$) و مقدار V_{LTL} برابر 0 منطقی می باشد.

شرح آزمایش

۱- مدار اشمیت تریگر با استفاده از ترانزیستور صفحه بعد را ببینید.



الف) شکل موج خروجی بار را رسم کرده و عملکرد مدار را بنویسید. (مقدار دامنه خروجی را حتما یادداشت کنید).

ب) مقادیر UTL و LTL را از روی شکل موج خروجی نوشته و با مقدار تئوری آن مقایسه کنید.

ج) نقش مقاومت R_E و دیود D چیست؟

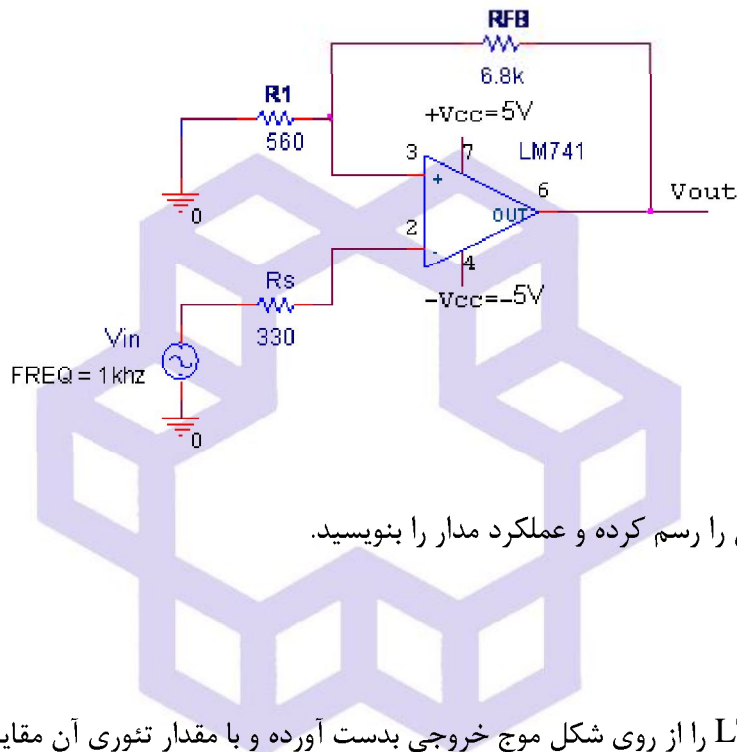
د) منحنی هیستریزس را رسم کنید.

ه) دیود D را بردارید و شکل موج خروجی را مشاهده و رسم کنید. مقدار V_{CC} را به $+10V$ تا $+15V$ برسانید. چه

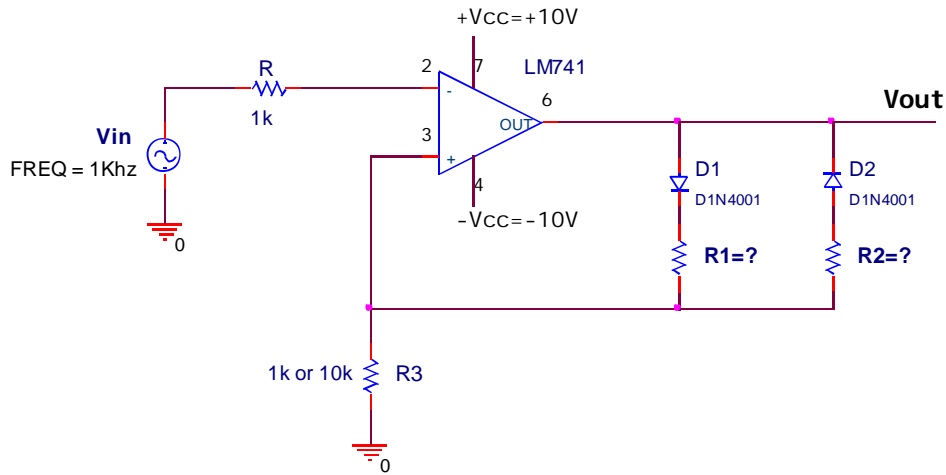
اتفاقی در مدار رخ می دهد؟ توضیح دهید.

و) V_{CC} را به مقدار اولیه یعنی $+5V$ بازگردانید. دامنه ورودی را زیاد کنید و شکل موج خروجی را مشاهده و رسم کنید. نتیجه را توضیح دهید.

۲- مدار اشمیت تریگر زیر را با استفاده از OpAmp741 ببندید.



۳- در مدار اشمیت تریگری که در صفحه بعد رسم شده است، مقدار مقاومت‌های مورد نظر را طوری طراحی کنید که مقادیر $UTL = 3V$ و $LTL = -2V$ باشد.



الف) شکل موج خروجی را رسم کرده و مقادیر UTL و LTL را از روی شکل موج خروجی بدست آورید.

ب) در این مدار چگونه مقادیر UTL و LTL از هم مستقل می باشند؟ توضیح دهید.

