Esercizio 1

La tensione V_{REF} applicata al trigger di Schmitt invertente di figura rende i valori di soglia asimmetrici rispetto al livello zero. Ricavare le espressioni delle tensioni di soglia superiore V_T^+ e inferiore V_T^-, dell'ampiezza dell'isteresi $V_H = V_T^+ - V_T^-$ e del centro isteresi $V_T = \frac{V_T^+ + V_T^-}{2}$.
Dimensionare i componenti in modo che, con $V_{SAT}^+ = 12V$ e $V_{SAT}^- = -12V$, si abbia $V_T^+ = 8V$ e $V_T^- = 4V$ e disegnare la caratteristica ingresso-uscita del trigger.

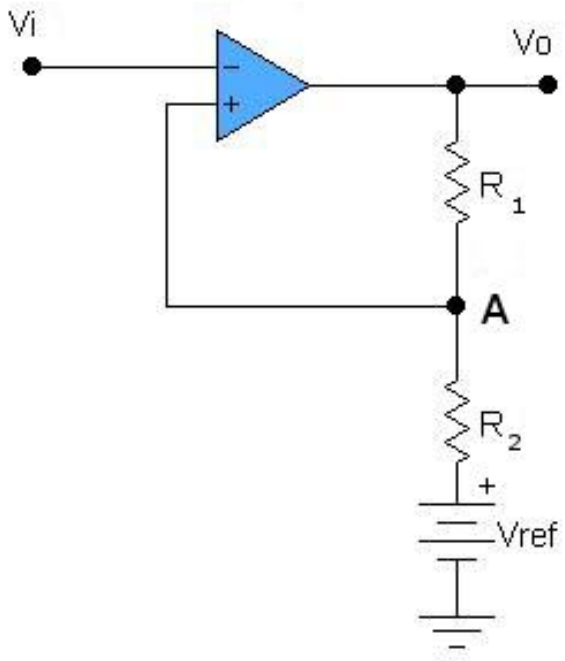

Figura 1 Il trigger di Schmitt invertente a soglie asimmetriche.

Le tensioni di soglia sono date dalla tensione del nodo A cioè dalla tensione ai capi della resistenza R_2 sommata a V_{REF}. Troviamo la tensione ai capi di R_2 con il partitore di tensione supponendo l'uscita a livello alto:

$$V_{R2} = (V_{SAT}^+ - V_{REF})\frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Ma allora la tensione di soglia superiore vale:

$$V_T^+ = (V_{SAT}^+ - V_{REF})\frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_{REF}$$

Ripetendo lo stesso ragionamento si trova la tensione di soglia inferiore (questa volta l'uscita è a livello basso):

$$V_T^- = (V_{SAT}^- - V_{REF})\frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_{REF}$$

Troviamo adesso l'espressione dell'ampiezza dell'isteresi:

$$V_H = V_T^+ - V_T^- = (V_{SAT}^+ - V_{REF})\frac{R_2}{R_1 + R_2} + V_{REF} - (V_{SAT}^- - V_{REF})\frac{R_2}{R_1 + R_2} - V_{REF} =$$
$$= (V_{SAT}^+ - V_{SAT}^-)\frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Il centro dell'isteresi è dato da:

$$V_T = \frac{V_T^+ + V_T^-}{2} = \frac{1}{2}\left[(V_{SAT}^+ - V_{REF})\frac{R_2}{R_1+R_2} + V_{REF} + (V_{SAT}^- - V_{REF})\frac{R_2}{R_1+R_2} + V_{REF}\right] =$$

$$= \frac{1}{2}(V_{SAT}^+ + V_{SAT}^-)\frac{R_2}{R_1+R_2} + V_{REF} - V_{REF}\frac{R_2}{R_1+R_2} = \frac{1}{2}(V_{SAT}^+ + V_{SAT}^-)\frac{R_2}{R_1+R_2} + V_{REF}\frac{R_1}{R_1+R_2}$$

Consideriamo l'ampiezza dell'isteresi. Sostituendo i dati del problema si trova:

$$V_H = 8V - 4V = 4V$$

Quindi:

$$(V_{SAT}^+ - V_{SAT}^-)\frac{R_2}{R_1+R_2} = 4V \quad \rightarrow \quad 24V\frac{R_2}{R_1+R_2} = 4V \quad \rightarrow \quad \frac{R_2}{R_1+R_2} = \frac{1}{6}$$

Possiamo porre R_2=10kΩ e ricavare R_1=50kΩ.
Adesso troviamo il valore della tensione V_{REF}. Ci conviene considerare il centro dell'isteresi che vale:

$$V_T = \frac{8+4}{2}V = 6V$$

Quindi:

$$\frac{1}{2}(V_{SAT}^+ + V_{SAT}^-)\frac{R_2}{R_1+R_2} + V_{REF}\frac{R_1}{R_1+R_2} = 6V$$

Sostituendo i valori si trova:

$$V_{REF}\frac{50}{50+10} = 6 \quad \rightarrow \quad \frac{5}{6}V_{REF} = 6 \quad \rightarrow \quad V_{REF} = \frac{36}{5} = 7.2V$$

Disegniamo ora la caratteristica ingresso-uscita:

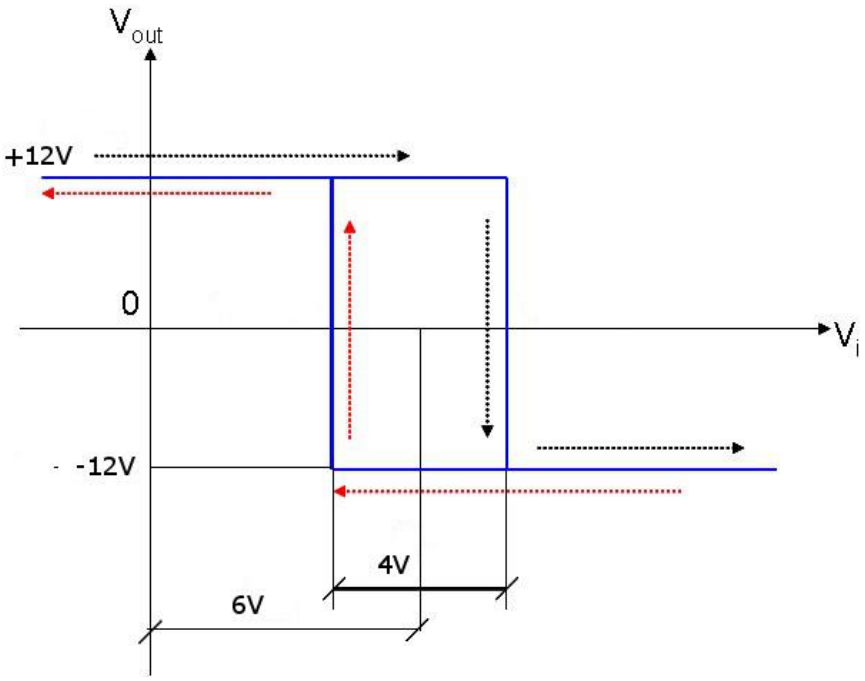

Figura 2 Caratteristica ingresso uscita.

Questo file può essere scaricato gratuitamente. Se pubblicato citare la fonte.

Matilde Consales