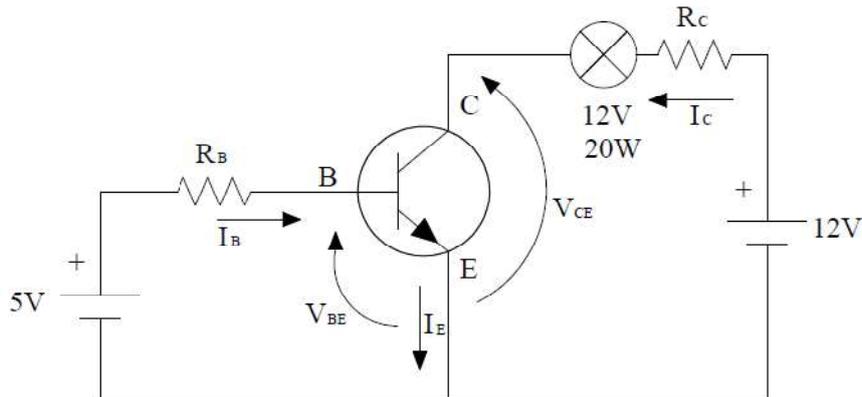


Esercizio 1

Dato un dispositivo TTL avente funzione di controllo (tensione di uscita 5V), realizzare un'opportuna rete resistiva con un transistor in grado di comandare una lampada alogena funzionante con una tensione di 12V ad una potenza di 20W. La lampada dovrà essere spenta alla presenza di 0V e accesa alla presenza di 5V in ingresso al transistor.

Svolgimento

Il transistor deve comandare l'accensione e lo spegnimento di una lampada quindi deve funzionare in modalità ON/OFF (saturo e interdetto).



Usiamo un transistor BJT npn. Prima di decidere quale troviamo il valore della corrente necessaria per accendere la lampada:

$$I_L = \frac{P_L}{V_L} = \frac{20W}{12V} = 1.67A$$

A questo punto troviamo un transistor BJT in grado di supportare una tale corrente di collettore. Da un'indagine sui dispositivi disponibili sul mercato troviamo che va bene il transistor TP142 (dal datasheet leggiamo che la corrente di collettore supportata è al massimo di 10A. Dobbiamo determinare i valori delle resistenze R_B e R_C per far lavorare il transistor saturo e interdetto. Cominciamo con la maglia di ingresso. Applicando il secondo principio di Kirchhoff scriviamo l'equazione:

$$V_B = R_B I_B + V_{BE} \quad (1)$$

Dalle specifiche del progetto $V_B=5V$.

Base-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 10A$, $I_B = 40mA$)	$V_{BE(sat)}$	-	3.5
-------------------------------------------------------------------	---------------	---	-----

Dal datasheet vediamo che $V_{BESAT}=3.5V$. Ci manca da determinare la corrente di base I_B . Sempre leggendo il datasheet vediamo che $h_{FE}=1000$ se $I_C=5A$ (è questo il valore che dobbiamo considerare perché più "vicino" al nostro caso). Troviamo la corrente di base:

DC Current Gain ($I_C = 5.0 A$, $V_{CE} = 4.0 V$) ($I_C = 10 A$, $V_{CE} = 4.0 V$)	h_{FE}	1000 500	- -	- -	-
------------------------------------------------------------------------------------------------	----------	-------------	--------	--------	---

$$I_B = \frac{I_C}{h_{FE}} = \frac{1.67A}{1000} = 1.67mA$$

Possiamo trovare il valore della resistenza di base dalla relazione (1):

$$R_B = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B} = \frac{5 - 3.5}{1.67 \cdot 10^{-3}} \Omega = 898 \Omega$$

Possiamo scegliere tra due valori commerciali: 820Ω e $1.0k\Omega$. Quale va meglio? Per decidere troviamo il valore della corrente di base nei due casi usando la relazione (1). Per $R_B=820\Omega$:

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B} = \frac{5 - 3.5}{820} A = 1.83mA$$

Per $R_B=1.0k\Omega$

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B} = \frac{5 - 3.5}{1000} A = 1,5mA$$

Consideriamo adesso la maglia di uscita. Applichiamo il secondo principio di Kirchhoff:

$$V_C = R_C I_C + V_{CE} \quad (2)$$

Da cui possiamo ricavare il valore della resistenza di collettore:

$$R_C = \frac{V_C - V_{CE}}{I_C}$$

Dalle caratteristiche tecniche del transistor leggiamo $V_{CESAT}=2V$.

Collector-Emitter Saturation Voltage ($I_C = 5.0 A, I_B = 10 mA$)	$V_{CE(sat)}$	-	-	2.0
($I_C = 10 A, I_B = 40 mA$)		-	-	3.0

Sostituendo:

$$R_C = \frac{12 - 2}{1,95} \Omega = 5.12 \Omega$$

Il valore commerciale più vicino è 5.6Ω .

Troviamo il valore della corrente di collettore in questo caso:

$$I_C = \frac{V_C - V_{CE}}{R_C} = \frac{12 - 2}{5.6} A = 1.78A$$

Proviamo a calcolare il valore della corrente anche nel caso si scegliesse $R_C=4.7\Omega$:

$$I_C = \frac{V_C - V_{CE}}{R_C} = \frac{12 - 2}{4.7} A = 2.12A$$

Affinché il transistor sia in saturazione deve valere la relazione:

$$I_B > \frac{I_C}{1000} \rightarrow 1,83 \cdot 10^{-3} A > \frac{1.78}{1000} = 1,78 \cdot 10^{-3} A$$

La condizione risulta verificata ma con un margine troppo ristretto. Si rende, quindi, necessario, aumentare la corrente di base scegliendo una resistenza di base con valore minore. Troviamo il suo valore assumendo una corrente $I_B \approx 3mA$ circa il doppio di quella di collettore:

$$R_B = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B} = \frac{5 - 3.5}{3 \cdot 10^{-3}} \Omega = 500 \Omega$$

Scegliamo un resistore da 470Ω . Calcoliamo la corrente di base in questo caso:

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B} = \frac{5 - 3.5}{470} = 3.2mA$$

L'ultima cosa da fare è vedere quanta potenza devono essere in grado di dissipare i resistori. R_B è attraversata da una corrente di $3.2mA$ Quindi deve essere in grado di dissipare una potenza pari a:

$$P_{R_B} = R_B I_B^2 = 470 \cdot (3.2 \cdot 10^{-3})^2 = 4.8mW$$

Va bene un resistore da $1/4W$.

Per quanto riguarda R_C si trova:

$$P_{R_C} = R_C I_C^2 = 5.6 \cdot 1.78^2 = 17.7W$$

Dobbiamo usare un resistore di potenza da $25W$.

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

Matilde Consales