

B Laurea in Fisica - Anno Accademico 2021-2022

21 dicembre 2022 – Esonero del Laboratorio di Segnali e Sistemi

Nome :

Cognome :

Matricola :

Canale/Prof :

Gruppo Lab.:

Riportate su questo foglio le risposte numeriche con le relative unità di misura.

Esercizio 1. (8 punti)

Calcolare la corrente che scorre sulla resistenza R_1 e la tensione di uscita dell'amplificatore operazionale riportato in figura.

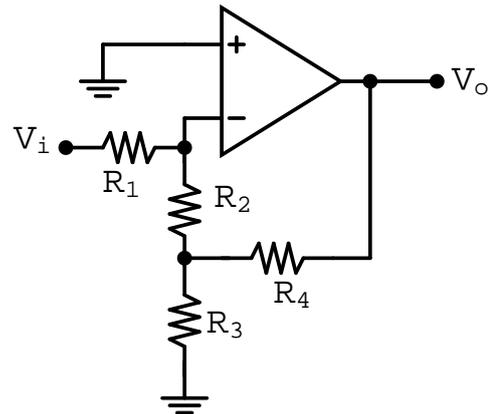
I valori dei componenti sono i seguenti:

$V_i = 1\text{ V}$; $R_1 = 1\text{ k}\Omega$; $R_2 = 2\text{ k}\Omega$; $R_3 = 3\text{ k}\Omega$;

$R_4 = 2\text{ k}\Omega$.

$$I_{R_1} = \underline{\hspace{2cm}}$$

$$V_o = \underline{\hspace{2cm}}$$



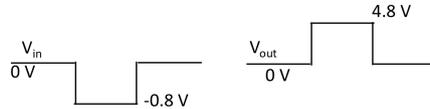
Esercizio 2. (8 punti)

Il sistema di controllo degli ingressi in un aeroporto genera un segnale TTL di durata $200\ \mu\text{s}$ ad ogni passaggio di un passeggero. Per effettuare il controllo anti esplosivi si vuole generare un segnale che accenda un LED rosso ogni 16 passaggi. Progettare il circuito logico necessario ad accendere la luce rossa.

N.B. il compito prosegue sull'altra facciata del foglio

Esercizio 3. (8 punti)

In un esperimento il segnale di trigger viene prodotto da un'elettronica NIM che genera segnali logici in cui il livello 0 è pari a 0 V mentre il livello 1 è pari a -800 mV. Si progetti un circuito, facendo uso di uno o più amplificatori operazionali, in grado di convertire il segnale logico d'ingresso in un segnale logico di tipo TTL con livello 0 pari a 0 V e livello pari 1 a 4.8V.

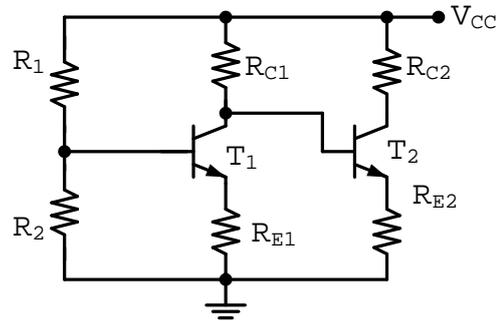


Esercizio 4. (8 punti)

Alcuni studenti costruiscono in laboratorio il circuito illustrato in figura utilizzando i componenti elencati. Determinare il punto di lavoro dei due transistor del circuito e stabilire in quale zona di lavoro si trovano (attiva, saturazione o interdizione).

Dati numerici:

$V_{CC} = 10\text{ V}$; $R_1 = 40\text{ k}\Omega$; $R_2 = 10\text{ k}\Omega$; $R_{C1} = 4.7\text{ k}\Omega$;
 $R_{E1} = 1.3\text{ k}\Omega$; $R_{E2} = 2.0\text{ k}\Omega$; $R_{C2} = 5.6\text{ k}\Omega$.



$V_{CE1} = \text{_____}; \quad I_{E1} = \text{_____} \quad I_{C1} = \text{_____}$

stato - T1 = _____

$V_{CE2} = \text{_____}; \quad I_{E2} = \text{_____} \quad I_{C2} = \text{_____}$

stato - T2 = _____

SOLUZIONI ESONERO DI LAB S.S. DEL 21-12-2022 - B

Soluzione Esercizio 1

La tensione ai due ingressi dell'operazionale è uguale a zero, quindi abbiamo:

$$I_{R1} = \frac{V_i}{R_1} = \frac{1}{1 \cdot 10^3} = 1.0 \text{ mA}$$

Chiamiamo V_A la tensione ai capi del nodo R_2, R_3, R_4 . Dato che $I_{R1} = I_{R2}$, abbiamo:

$$I_{R2} = \frac{0 - V_A}{R_2} \Rightarrow V_A = -R_2 \times I_{R1} = -2 \cdot 10^3 \times 1.0 \cdot 10^{-3} = -2 \text{ V.}$$

Dall'equazione delle correnti del nodo A abbiamo:

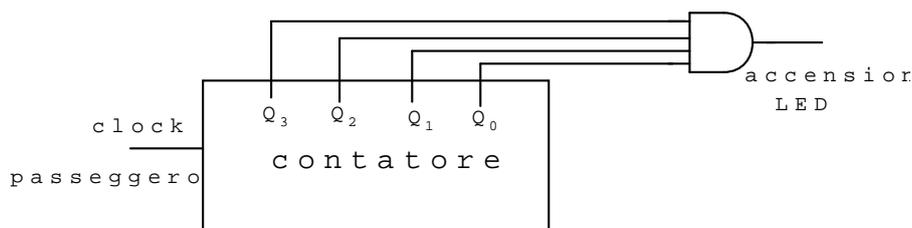
$$I_{R2} = \frac{V_A - V_o}{R_4} + \frac{V_A}{R_3};$$

Risolvendo l'equazione si trova:

$$V_o = V_A \times \left(1 + \frac{R_4}{R_3}\right) - I_{R2} \times R_4 = -2 \times \left(1 + \frac{2}{3}\right) - 1.0 \cdot 10^{-3} \times 2 \cdot 10^3 = -5.3 \text{ V}$$

Soluzione Esercizio 2

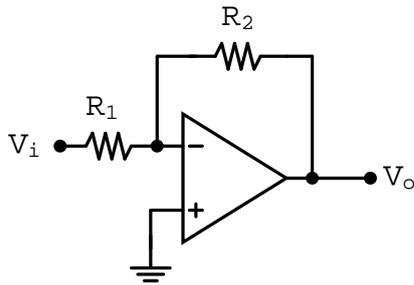
Potremmo ad esempio usare un contatore a 4 bit che conta da 0 a 15 per selezionare un passeggero ogni 16 persone che attraversano il varco.



Ipotizziamo che il segnale TTL generato da una persona che attraversa il varco vada al clock del contatore. In questo modo possiamo, ad esempio, selezionare ogni volta il passeggero numero 15, dove tutti i bit del contatore valgono 1. Utilizziamo un AND a 4 bit per generare il segnale TTL che fa accendere il led rosso. Quando un altro passeggero attraversa il varco il contatore si riavvia e contemporaneamente si spegne il led rosso.

Soluzione Esercizio 3

Una possibile soluzione dell'esercizio è data da un amplificatore invertente:



Infatti alla tensione di 0 V del NIM deve corrispondere una tensione di 0 V del TTL, mentre ad un segnale negativo del NIM deve corrispondere un segnale positivo del TTL. L'amplificazione deve valere:

$$A = \frac{4.8}{-0.8} = -6$$

Quindi potremmo scegliere: $R_1 = 1.0 \text{ k}\Omega$ e $R_2 = 6.0 \text{ k}\Omega$

Soluzione Esercizio 4

$$V_B = V_{CC} \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 10 \times \frac{10}{40 + 10} = 2.0 \text{ V}$$

Ipotesi: il transistor T_1 NON è in interdizione $\Rightarrow V_{E1} = 2.0 - 0.7 = 1.3 \text{ V}$.

$$I_{E1} = \frac{V_{E1}}{R_{E1}} = \frac{1.3}{1.3 \cdot 10^3} = 1.0 \text{ mA}$$

Ipotesi: il transistor T_1 è nella zona attiva, allora $I_{C1} = I_{E1} = 1.0 \text{ mA}$.

Di conseguenza: $V_{RC1} = R_{C1} \times I_{C1} = 4.7 \cdot 10^3 \times 1.0 \cdot 10^{-3} = 4.7 \text{ V}$.

Quindi: $V_{CE1} = V_{CC} - V_{RC1} - V_{E1} = 10 - 4.7 - 1.3 = 4.0 \text{ V}$.

Possiamo concludere che il transistor T_1 è nella zona attiva.

Per il transistor T_2 la tensione di base è uguale alla tensione del collettore di T_1 , quindi

$$V_{B2} = V_{C1} = V_{CE1} + V_{E1} = 4.0 + 1.3 = 5.3 \text{ V}.$$

Ipotesi: il transistor T_2 NON è in interdizione $\Rightarrow V_{E2} = 5.3 - 0.7 = 4.6 \text{ V}$.

$$I_{E2} = \frac{V_{E2}}{R_{E2}} = \frac{4.6}{2.0 \cdot 10^3} = 2.3 \text{ mA}$$

Ipotesi: il transistor T_2 è nella zona attiva, allora $I_{C2} = I_{E2} = 2.3 \text{ mA}$.

Di conseguenza: $V_{RC2} = R_{C2} \times I_{C2} = 5.6 \cdot 10^3 \times 2.3 \cdot 10^{-3} = 12.9 \text{ V}$.

Questo valore è troppo grande perché implicherebbe una V_{CE2} negativa, quindi il transistor T_2 deve essere in SATURAZIONE e si ha: $V_{CE2} = 0.2 \text{ V}$.

Ricaviamo la caduta di tensione ai capi di R_{C2} per calcolare la I_{C2} :

$$V_{RC2} = V_{CC} - V_{CE2} - V_{E2} = 10 - 0.2 - 4.6 = 5.2 \text{ V} \Rightarrow I_{C2} = \frac{V_{RC2}}{R_{C2}} = \frac{5.2}{5.6} \simeq 0.93 \text{ mA}$$