Ministero dell'Istruzione dell'Università e della Ricerca

ESAME DI STATO DI ISTRUZIONE SECONDARIA SUPERIORE

Indirizzo: ITEC – ELETTRONICA ED ELETTROTECNICA

ARTICOLAZIONE ELETTRONICA

Tema di: ELETTROTECNICA ED ELETTRONICA

ESEMPIO PROVA

Il candidato svolga la prima parte della prova e due tra i quesiti proposti nella seconda parte.

PRIMA PARTE

Il miscelatore di un colorificio utilizza per la realizzazione di tinture uno strumento che rileva, mediante appositi sensori, la composizione del colore scelto dal campionario (pantone). Tale sistema fornisce in uscita tre tensioni dipendenti dalle lunghezze d'onda delle tre componenti fondamentali del colore (Red, Green, Blue) secondo la relazione generale:

$$V_c = 10^{-1} e^{K_c \lambda_c} \quad [V]$$

Dove il pedice "c" indica il colore (R, G, B) e λ_c rappresenta la relativa lunghezza d'onda delle componenti fondamentali, che sono:

$$\lambda_R = 0{,}65 \ [\mu m] \qquad \lambda_G = 0{,}51 \ [\mu m] \qquad \lambda_B = 0{,}45 \ [\mu m]$$

Il termine K_c rappresenta il coefficiente relativo alla percentuale della singola componente di colore presente nella luce composta ($0 \le K_{R/G/B} \le 1 \ [\mu m]^{-1}$). Si tenga conto che il colore bianco è ottenuto con $K_R = K_G = K_B = 1$ e il nero con $K_R = K_G = K_B = 0$.

Un sistema programmabile è proposto all'acquisizione dei singoli segnali e della loro somma mediante un convertitore ADC con dinamica di ingresso compresa tra 0 e 5 Volt.

Il candidato, fatte le eventuali ipotesi aggiuntive che ritiene opportune deve:

1. progettare i circuiti che implementano il condizionamento dei singoli segnali provenienti dai sensori e del circuito che ne effettua la somma, sapendo che la luce rilevata può variare in tutto la gamma di colori, dal bianco al nero;
2. determinare la dipendenza funzionale tra la tensione prodotta dal circuito di somma e le tre lunghezze d'onda componenti la luce;
3. determinare le caratteristiche del convertitore adatto alle specifiche richieste, sapendo che l'errore massimo accettabile nella rilevazione, riferito ai massimi livelli della dinamica, è di 0,25%;
4. definire un apparato di misura per la messa a punto delle interfacce precedentemente dimensionate specificando strumenti e procedure sperimentali.

Soluzione dell'ESEMPIO PROVA DEL 29 MAGGIO 2016

Indirizzo: ITEC- ELETTRONICA ED ELETTROTECNICA

ARTICOLAZIONE ELETTRONICA

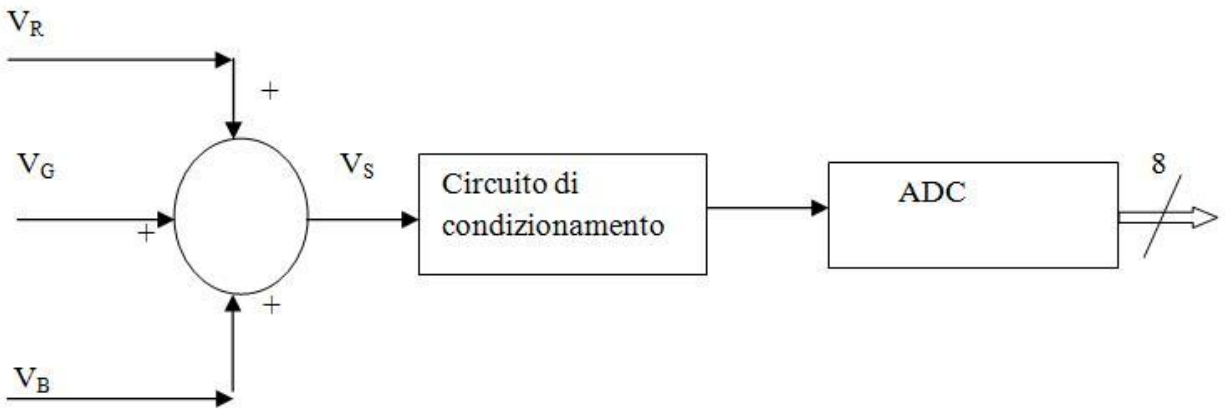
Tema di: ELETTRONICA ED ELETTROTECNICA

Soluzione a cura di: Prof.ssa Maria Rosa Malizia

Punto 1)

Progettare i circuiti che implementano il condizionamento dei segnali provenienti dai sensori e del circuito che ne effettua la somma, sapendo che la luce rilevata può variare in tutta la gamma di colori, dal bianco al nero;

Lo schema a blocchi proposto è il seguente:



$$V_S = 10^{-1} (e^{KR\,\lambda R} + e^{KG\,\lambda G} + e^{KB\,\lambda B})$$

I colori sono ottenuti variando il valore di $K_{R,G,B}$ con

$$0 \leq K_{R,G,B} \leq 1 \quad [\mu m]$$

Se $\mathbf{K_B=K_G=K_B=0}$ (colore nero)

$$V_S(\text{Nero}) = 10^{-1} * (e^0 + e^0 + e^0) = 3*10^{-1} \text{ Volt} = 0{,}3 \text{ Volt}$$

Se $\mathbf{K_B=K_G=K_B=1}$ (colore bianco)

$$V_S(\text{Bianco}) = 10^{-1} *(e^{0,65} + e^{0,51} + e^{0,45}) = 0{,}515 \text{ Volt}$$

Senza circuito di condizionamento avremo che la somma dei tre segnali V_S è compreso tra 0,3 Volt e 0,515 Volt.

Abbiamo quindi bisogno di un circuito di condizionamento che abbia una escursione compresa tra 0V e 5 Volt. Per far ciò dobbiamo spostare il set- point di 0,3 Volt ed amplificare il circuito di 10 Volt.

Come **circuito di condizionamento** utilizziamo una configurazione differenziale, che amplifichi e regoli il set-point. Per far ciò all' ingresso invertente del differenziale colleghiamo una tensione di V_{REF} =0,3 Volt positiva e all'ingresso non invertente un segnale $V_i = V_S$.

La cui tensione di uscita del differenziale considerando, R1=R3 e R2=R4 diventa

$$\mathbf{Vu = (R_2/R_1)(Vi- V_{REF})} \quad \mathbf{(1)}$$

Dimensionamento dei componenti.

Poniamo $Vi = V_S$ con $0\ Volt \leq V_S \leq 0{,}5\ Volt$

Se $Vi=V_{REF}=0{,}3$ Volt

sostituendo nella (1) → Vu_{min}=0Volt

Se Vi = 0,5 Volt

Sostituendo nella (1) → $Vu_{max} = (R_2/R_1)*(Vi-0{,}3)= 5$ Volt →

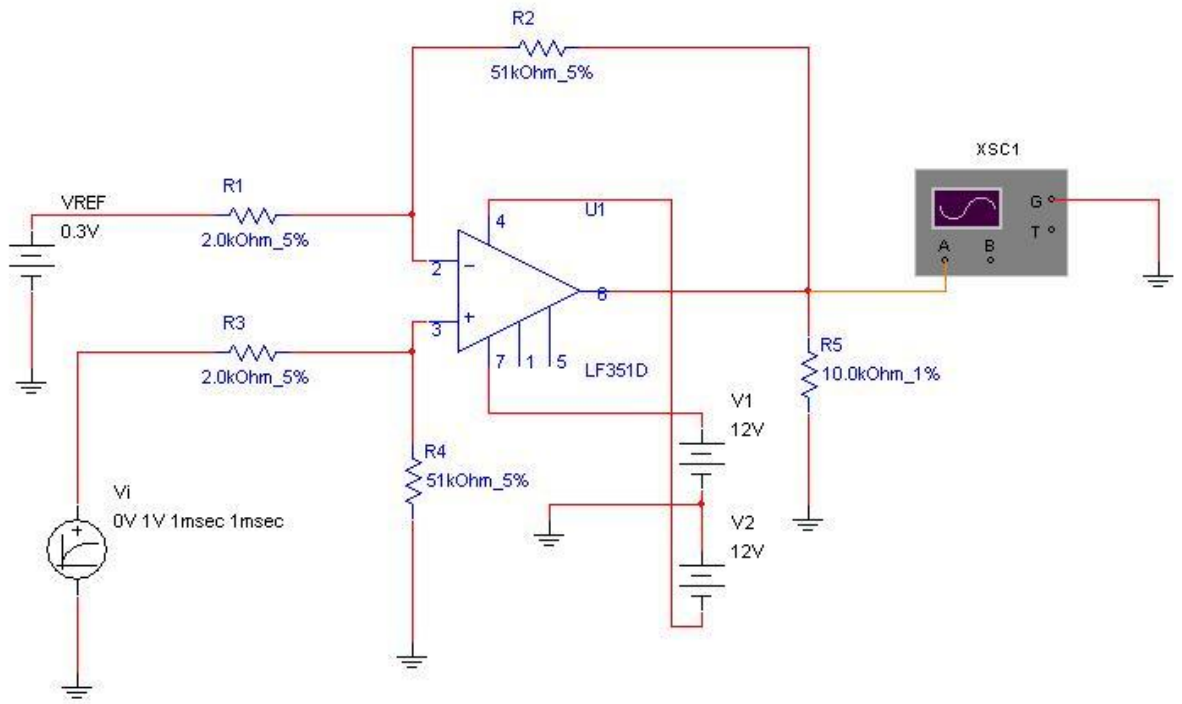
$(R_2/R_1)(0{,}5-0{,}3)=5$ →$(R_2/R_1)=5/0{,}2=25$

Pongo

R2=R4=51K Ω

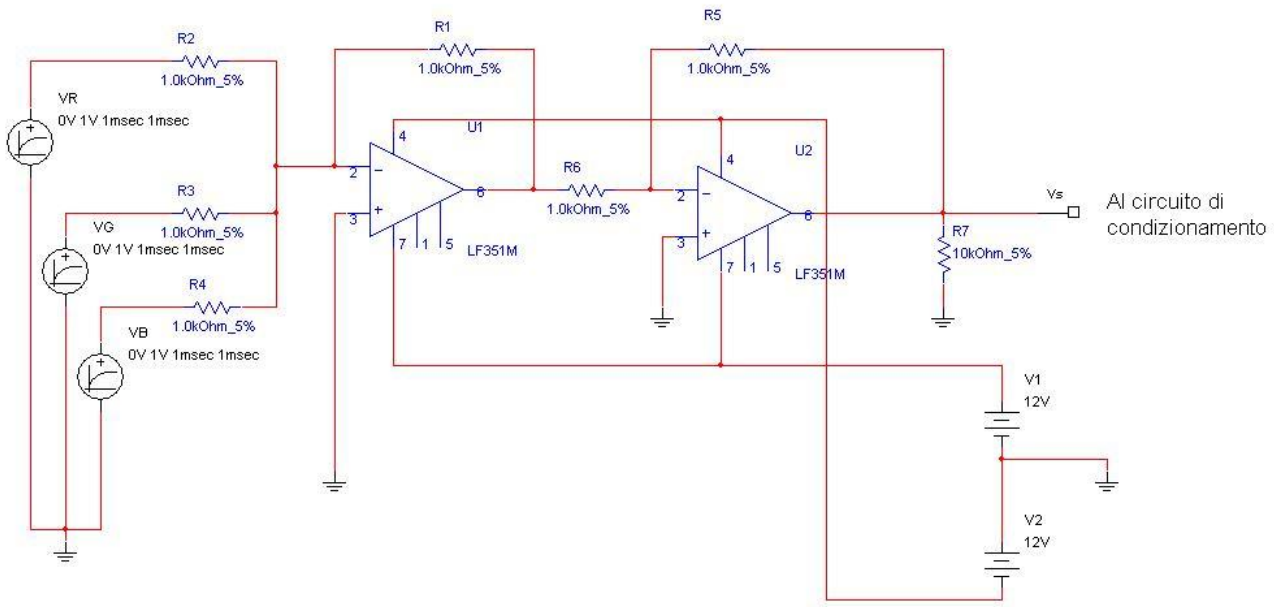
R1=R3= 2K Ω

Schema elettrico del circuito di condizionamento proposto.



Per sommare i tre segnali corrispondenti ai colori RGB utilizziamo il seguente circuito con due amplificatori operazionali. Il primo A.O. è in configurazione sommatore invertente, e il secondo in configurazione buffer invertente. Questo perché il sommatore invertente deve essere di nuovo invertito per avere una somma positiva.

Schema elettrico del sommatore invertente e del buffer invertente



Dal circuito sommatore escono le somme dei tre segnali invertiti , e dal buffer invertente il segnale somma nuovamente invertito.

Punto 2)

Determinare la dipendenza funzionale prodotta dal circuito di somma e le tre lunghezze d'onda componenti la luce.

La dipendenza funzionale è la seguente

$$V_S = 10^{-1} (e^{KR\,\lambda R} + e^{KG\,\lambda G} + e^{KB\,\lambda B})$$

Dato che il valore di K per i vari colori

$0 \leq K_{R,G,B} \leq 1$ [µm]

è sempre positivo e minore di 1, ed anche $\lambda_{R,G,B}$ è sempre positivo e minore di1, abbiamo un segnale risultante V s sempre positivo e compreso tra 0,3 Volt e 0,5 Volt.

Punto 3)

Determinare le caratteristiche del convertitore adatto alle specifiche richieste, sapendo che l'errore massimo accettabile nella rilevazione, riferito ai massimi livelli della dinamica, è di 0,25%;

Nel processo di quantizzazione è implicita l'introduzione di un errore, detto errore di quantizzazione; infatti gli infiniti valori della grandezza analogica compresi in un intervallo di quantizzazione ΔQ sono sostituiti dal valore centrale dell'intervallo stesso.

Se supponiamo di prendere un convertitore ADC ad 8 bit con V_{FS}=5Volt si ha:

$Q = V_{FS}/2^8$ = 5/256=0,01953 Volt = 19,53 m V

L'errore di quantizzazione

$\varepsilon = \pm Q/2 = \pm$ 0,00976V = $\pm$9,765 m V

Questo errore riferito ai massimi livelli della dinamica, nel nostro casi di 5Volt è minore del 0,25%

Infatti vale la seguente proporzione:

$\varepsilon_{max} : V_{FS}$ =0,25:100 → $\varepsilon_{max} = V_{FS}$*0,25/100 = 5*0,25/100= 0,0125V = 12,5 mV

Essendo l'errore $\varepsilon = \pm$ 9,765 mV minore di $\varepsilon_{max} = \pm$ 12,5 mV possiamo utilizzare l'ADC ad 8 bit.

Punto 4)

Definire un apparato di misura per la messa a punto delle interfacce precedentemente dimensionate definendo strumenti e procedure sperimentali.

Gli apparati di misura sono quelli utilizzati nei laboratori di elettronica; tra questi serviranno senz'altro almeno un alimentatore duale con alimentazione di $\pm$ 12 Volt, un oscilloscopio per vedere le forme dei segnali in uscita, due multimetri, bread-board e tutti i componenti precedentemente dimensionati. La procedura da seguire è quella di montare i circuiti separatamente, collaudarli singolarmente e poi di collegarli insieme, per poterne verificare il perfetto funzionamento finale .