

# D1 Laurea in Fisica - Anno Accademico 2017-2018

20 dicembre 2017 – Secondo esonero del Lab di Seg. e Sistemi

Nome :

Cognome :

Matricola :

Canale/Prof :

Gruppo Lab.:

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

## Esercizio 1. (6 punti)

Si costruisca un circuito “rivelatore di maggioranza” a 3 bit, ovvero una logica che produca un segnale 1 quando la maggior parte dei suoi bit d’ingresso è a 1.

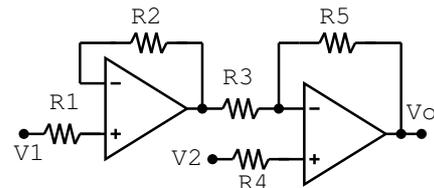
(Se possibile si riporti il circuito nello spazio qui a fianco).

$$Q = \underline{\hspace{10cm}}$$

## Esercizio 2. (6 punti)

Determinare la tensione d’uscita del seguente circuito formato da due amplificatori operazionali ideali.

Dati numerici:  $V_1 = 2\text{ V}$ ;  $V_2 = 5\text{ V}$ ;  $R_1 = 800\ \Omega$ ;  $R_2 = 1.6\text{ k}\Omega$ ;  $R_3 = 4\text{ k}\Omega$ ;  $R_4 = 500\ \Omega$ ;  $R_5 = 8\text{ k}\Omega$



$$V_o = \underline{\hspace{10cm}}$$

## Esercizio 3. (6 punti)

Si ha un’onda quadra che oscilla tra  $-250\text{ mV}$  e  $+250\text{ mV}$ . Si costruisca, con uno o più amplificatori operazionali, un dispositivo che fornisca in uscita un’onda quadra di valore picco-picco pari a  $4\text{ V}$  e valor medio  $6\text{ V}$ .

(Se possibile riportare lo schema nello spazio a fianco.)

## D2 Laurea in Fisica - Anno Accademico 2017-2018

20 dicembre 2017 – Secondo esonero del Lab di Seg. e Sistemi

Nome :

Cognome :

Matricola :

Canale/Prof :

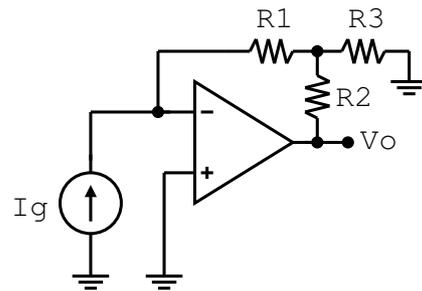
Gruppo Lab.:

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

### Esercizio 4. (6 punti)

Si determini il valore della tensione d'uscita del seguente amplificatore operazionale. Si applichi l'approssimazione di OpAmp ideale.

Dati numerici:  $R_1 = 20 \text{ k}\Omega$ ;  $R_2 = 50 \text{ k}\Omega$ ;  $R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ ;  
 $I_g = 20 \mu\text{A}$



$V_o =$  \_\_\_\_\_

### Esercizio 5. (6 punti)

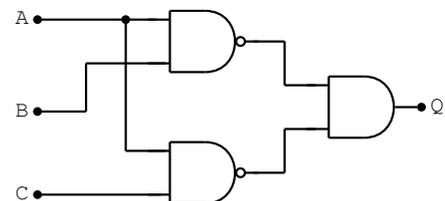
Un albero di Natale ha delle lucine rosse e delle lucine verdi. Esse sono collegate ad un circuito digitale che fa accendere e spegnere contemporaneamente le due luci alla frequenza di 1 Hz per un periodo di 8 secondi, poi per altri 8 secondi le due luci si accendono alternativamente alla frequenza di 0.5 Hz. E poi il ciclo si ripete. Progettare la logica digitale che esegue questa sequenza.

Suggerimento: vi sono naturalmente tante soluzioni. Una possibilità è di usare un contatore a 4 bit insieme ad altri circuiti digitali.

### Esercizio 6. (6 punti)

Si ricavi la tavola della verità corrispondente al circuito in figura. Si scriva poi la funzione in forma canonica e la si riduca ai minimi termini.

$Q =$  \_\_\_\_\_

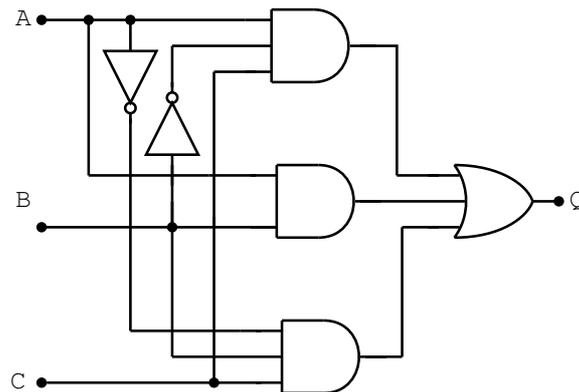


# SOLUZIONI ESONERO DI LAB S.S. DEL 20-12-2017 - D1

## Soluzione Esercizio 1

A	B	C	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

$$Q = \bar{A}BC + A\bar{B}C + AB\bar{C} + ABC = \bar{A}BC + A\bar{B}C + AB$$



## Soluzione Esercizio 2

Il primo amplificatore operazionale è un emitter follower, il valore delle resistenze  $R_1$  e  $R_2$  è ininfluenza; di conseguenza il segnale  $V_1$  è applicato alla resistenza  $R_3$ . Sull'ingresso non invertente del secondo OpAmp c'è la tensione  $V_2$  (anche qui il valore di  $R_4$  è ininfluenza, perché per ipotesi l'OpAmp non assorbe corrente e quindi su  $R_4$  non c'è nessuna caduta di tensione). Quindi anche sull'ingresso invertente c'è la tensione  $V_2$ . Per risolvere l'esercizio imponiamo l'uguaglianza delle correnti che scorrono su  $R_3$  e  $R_5$ .

$$I_{R3} = I_{R5}$$

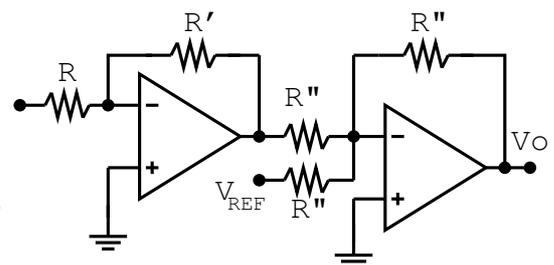
$$I_{R3} = \frac{V_1 - V_2}{R_3} ; I_{R5} = \frac{V_2 - V_o}{R_5}$$

Risolvendo l'equazione si trova la formula finale:

$$V_o = V_2 + \frac{R_5}{R_3} \cdot (V_2 - V_1) = 5 + \frac{8}{4} \times (5 - 2) = 11 \text{ V}$$

## Soluzione Esercizio 3

Una possibile soluzione è lo schema riportato in figura. Scegliendo le resistenze  $R'$  e  $R$  nel rapporto  $R'/R = 8$ , il primo stadio amplifica il segnale di un fattore 8 producendo così un'onda quadra che oscilla tra -2 V e +2 V. A questo punto si può sommare una tensione continua  $V_{REF}$  di -6 V e avremo così la tensione d'uscita nell'intervallo voluto.



# SOLUZIONI ESONERO DI LAB S.S. DEL 20-12-2017 - D2

## Soluzione Esercizio 4

Nell'amplificatore non entra corrente e i due ingressi hanno la tensione uguale a zero, dato che l'ingresso non invertente è collegato a massa. Indichiamo con  $V_A$  la tensione del nodo.

$$I_g = I_{R1} = \frac{0 - V_A}{R_1} \Rightarrow V_A = -I_g \cdot R_1$$

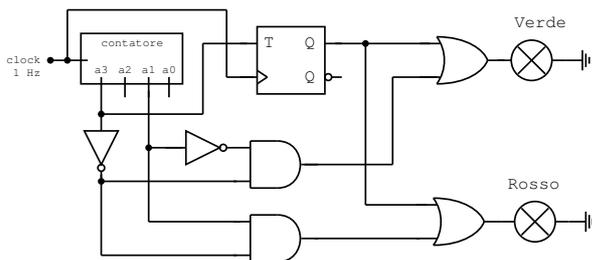
Adesso scriviamo l'equazione delle correnti nel nodo:

$$I_g = I_{R2} + I_{R3} = \frac{V_A - V_o}{R_2} + \frac{V_A}{R_3}$$

Sostituendo  $V_A$  nell'equazione delle correnti si trova il risultato finale:

$$V_o = -I_g R_1 \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_3} - I_g R_2\right) = -20 \cdot 10^{-6} \times 20 \cdot 10^3 \times \left(1 + \frac{50}{10}\right) - 20 \cdot 10^{-6} \times 50 \cdot 10^3 = -3.4 \text{ V}$$

## Soluzione Esercizio 5



## Soluzione Esercizio 6

A	B	C	Q
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

$$\begin{aligned}
 Q &= \bar{A}\bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}BC + A\bar{B}\bar{C} = \\
 &= \bar{A}\bar{B}(\bar{C} + C) + \bar{A}B(\bar{C} + C) + A\bar{B}\bar{C} = \\
 &= \bar{A}\bar{B} + \bar{A}B + A\bar{B}\bar{C} = \bar{A} + A\bar{B}\bar{C} = \bar{A} + \bar{B}\bar{C}
 \end{aligned}$$