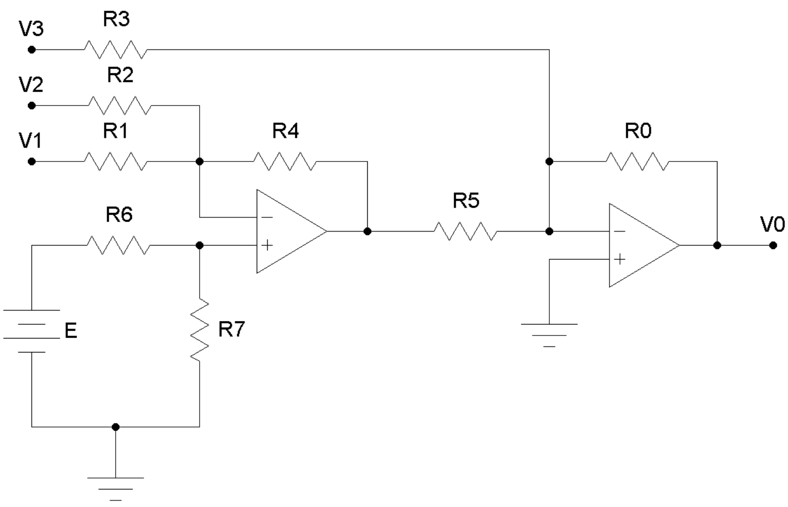
| | |
|---|---|
| *Classe* | *4ª Elettronici* |
| *Materia* | *Elettronica* |
| *Argomento* | *Amplificatori operazionali* |

# Esercizio

Determinare la funzione di trasferimento (f.d.t.) del circuito in figura sapendo che:




$$R_0 = 6k\Omega$$
$$R_1 = 3k\Omega$$
$$R_2 = 5k\Omega$$
$$R_3 = 2k\Omega$$
$$R_4 = 15k\Omega$$
$$R_5 = 2k\Omega$$
$$R_6 = 2k\Omega$$
$$R_7 = 4k\Omega$$

e successivamente progettare un circuito che realizzi la stessa funzione usando un solo amplificatore operazionale.

❖

La f.d.t. del circuito vale:

$$V_0 = \left( \frac{R_{p^+}}{R_{p^-}} \left( \frac{R_4}{R_6} E \right) - \frac{R_4}{R_1} V_1 - \frac{R_4}{R_2} V_2 \right) \left( - \frac{R_0}{R_5} \right) - \frac{R_0}{R_3} V_3 \qquad (1.1)$$

dove

$$\frac{1}{R_{p^+}} = \frac{1}{R_6} + \frac{1}{R_7} \qquad (1.2)$$

$$\frac{1}{R_{p^-}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_4} \qquad (1.3)$$

Sostituendo a queste due ultime espressioni i valori dati si ha:

$$R_{p^+} = \frac{1}{\frac{1}{2}+\frac{1}{4}} = \frac{4}{3}k\Omega$$

$$R_{p^-} = \frac{1}{\frac{1}{3}+\frac{1}{5}+\frac{1}{15}} = \frac{5}{3}k\Omega$$

quindi

$$\frac{R_{p^+}}{R_{p^-}} = \frac{4}{5}k\Omega$$

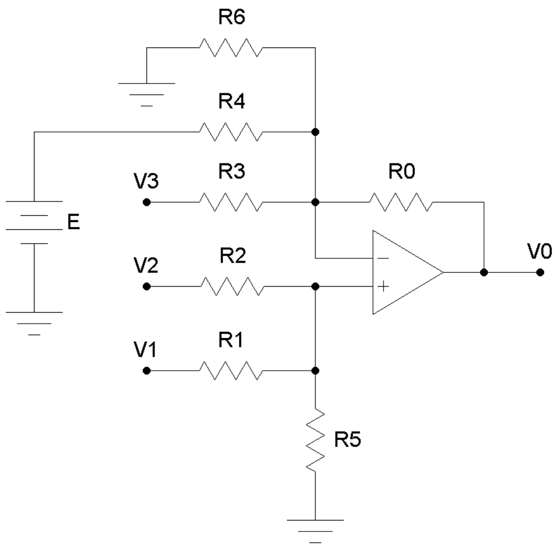
La f.d.t. del circuito vale allora:

$$V_0 = \left(\frac{4}{5}\left(\frac{15}{2}E\right) - \frac{15}{3}V_1 - \frac{15}{5}V_2\right)\left(-\frac{6}{2}\right) - \frac{6}{2}V_3$$

cioè

$$V_0 = 15V_1 + 9V_2 - 3V_3 - 18E \qquad (1.4)$$

Per realizzare la stessa f.d.t. con un solo amplificatore operazionale, abbiamo bisogno di un circuito come quello di figura.




Infatti la f.d.t. è data da:

$$V_0 = \frac{R_{p^+}}{R_{p^-}}\left(\frac{R_0}{R_1}V_1 + \frac{R_0}{R_2}V_2\right) - \frac{R_0}{R_3}V_3 - \frac{R_0}{R_4}E \qquad (1.5)$$

Se facciamo in modo che

$$\frac{R_{p^+}}{R_{p^-}} = 1 \qquad (1.6)$$

Allora la (1.5) diventa

$$V_0 = \frac{R_0}{R_1}V_1 + \frac{R_0}{R_2}V_2 - \frac{R_0}{R_3}V_3 - \frac{R_0}{R_4}E \qquad (1.7)$$

Quest'ultima espressione coincide con la (1.4) se:

$$\begin{aligned} R_0 &= 90k\Omega \\ R_1 &= 6k\Omega \\ R_2 &= 10k\Omega \\ R_3 &= 30k\Omega \\ R_4 &= 5k\Omega \end{aligned}$$

Facciamo in modo che sia soddisfatta anche la (1.6), cioè deve essere:

$$\frac{1}{R_{p^+}} = \frac{1}{R_{p^-}} \qquad (1.8)$$

ovvero

$$\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_0} + \frac{1}{R_6} \qquad (1.9)$$

Sostituendo i valori già trovati si ottiene

$$\frac{1}{6} + \frac{1}{10} + \frac{1}{R_5} = \frac{1}{30} + \frac{1}{5} + \frac{1}{90} + \frac{1}{R_6} \qquad (1.10)$$

e raccogliendo a denominatore comune

$$\frac{24}{90}+\frac{1}{R_5}=\frac{22}{90}+\frac{1}{R_6} \tag{1.11}$$

Cioè deve essere

$$\frac{1}{45}=\frac{1}{R_6}-\frac{1}{R_5} \tag{1.12}$$

Quest'ultima relazione è soddisfatta per

$$R_6 = 45k\Omega$$
$$R_5 = \infty$$

Il circuito che realizza la stessa f.d.t con un solo amplificatore operazionale è dato da: