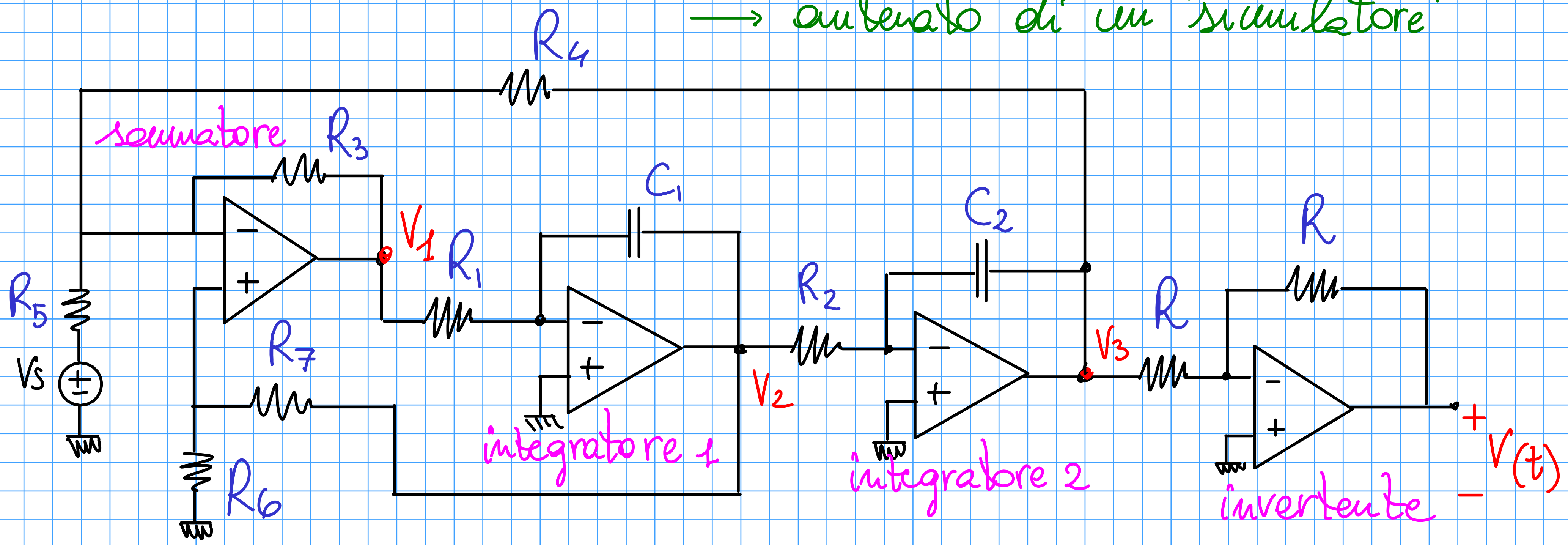
Calcolatore analogico → utilizzato in passato per la 3DIC risoluzione delle eq. differenziali lineari a coeff. costanti

→ antenato di un "simulatore"

soluzioni eq 2° ordine



Studio sistema per passi:

→ ipotizzo di conoscere V_1

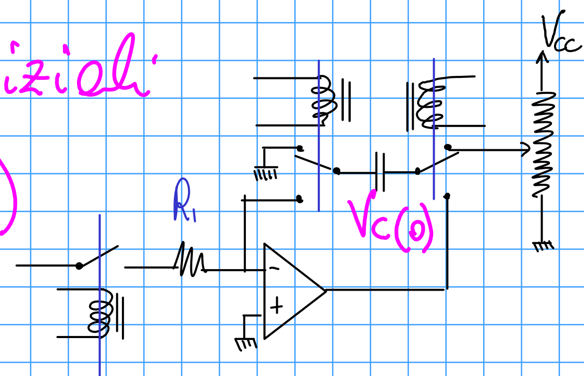
→ calcolo V_2, V_3,

→ calcolo effetto reazione su V_1

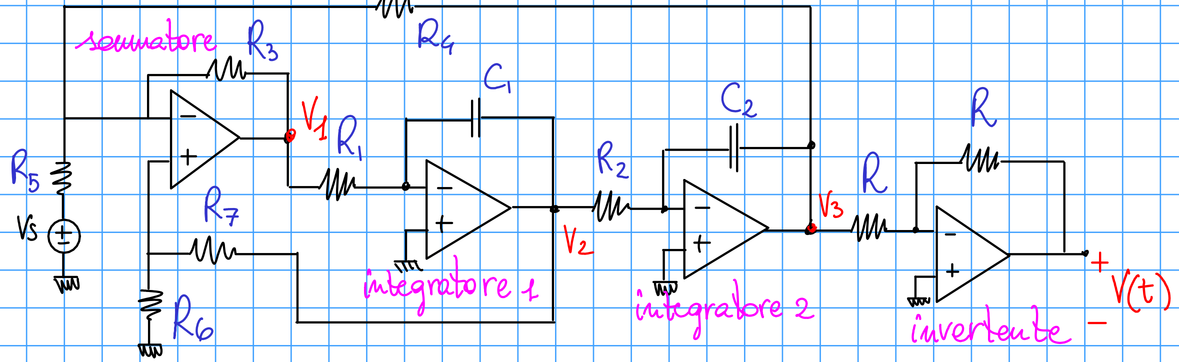
calcolo $V(t)$

condizioni iniziali

$$\begin{cases} V_2(0) = V_{C_1}(0) \\ V_3(0) = V_{C_2}(0) \end{cases}$$



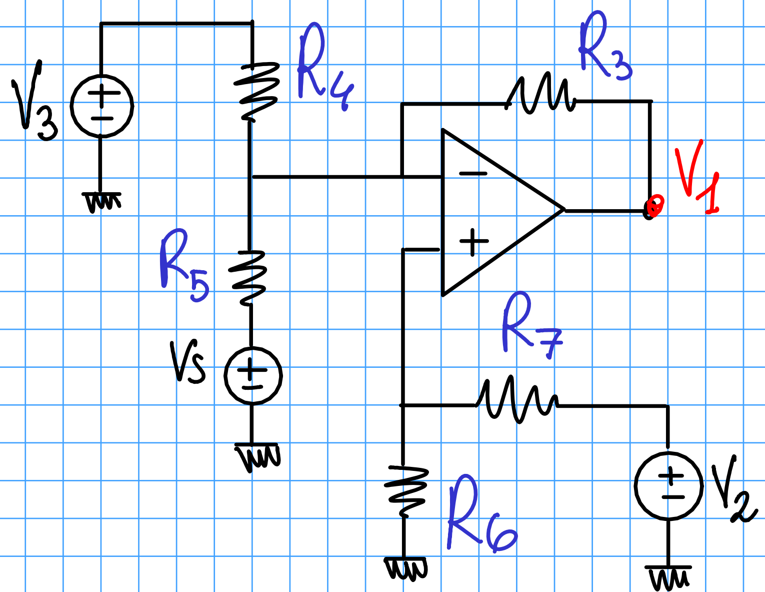
acvin.it



$$V_2 = -\frac{1}{R_1 C_1}\int V_1(t)\,dt + V_1(0) \longrightarrow V_1 = -R_1 C_1 \frac{d}{dt} V_2(t) = +R_1 C_1 R_2 C_2 \frac{d^2}{dt^2} V_3$$

$$V_3 = -\frac{1}{R_2 C_2}\int V_2(t)\,dt + V_2(0) \longrightarrow V_2 = -R_2 C_2 \frac{d}{dt} V_3(t)$$

calcolo V_1 con la sovrapposizione degli effetti



$$V_1 = \begin{cases} \text{con } V_3 \longrightarrow -\dfrac{R_5}{R_4+R_5}\cdot\dfrac{R_3}{R_4 /\!/ R_5} V_3 \\ \text{con } V_2 \longrightarrow \dfrac{R_6}{R_6+R_7}\left(1+\dfrac{R_3}{R_4 /\!/ R_5}\right) V_2 \\ \text{con } V_s \longrightarrow -\dfrac{R_4}{R_4+R_5}\cdot\dfrac{R_3}{R_4 /\!/ R_5} V_s \end{cases}$$

unisco i contributi (e semplifico dove possibile):

$$V_1 = -\frac{R_3}{R_4}V_3 + \boxed{\frac{R_6}{R_6+R_7}\left(1+\frac{R_3}{R_4/\!/R_5}\right)}V_2 - \frac{R_3}{R_5}V_S$$

imposto uguale a 1

sostituisco

$$V(t) = -V_3$$

$$V_1 = R_1C_1R_2C_2\frac{d^2}{dt^2}V_3$$

$$V_2 = -R_2C_2\frac{d}{dt}V_3(t)$$

$$\longrightarrow R_1C_1R_2C_2\frac{d^2}{dt^2}V_3 = -\frac{R_3}{R_4}V_3 - R_2C_2\frac{d}{dt}V_3 - \frac{R_3}{R_5}V_S$$

equazione completa

$$\boxed{\frac{1}{\omega_2^2}\frac{d^2}{dt^2}V(t) + \frac{1}{\omega_1}\frac{d}{dt}V(t) + K\,V(t) = D\,V_S}$$

$$\omega_2 = \frac{1}{\sqrt{R_1R_2C_1C_2}} \qquad \omega_1 = \frac{1}{R_1C_1} \qquad K = \frac{R_3}{R_4} \qquad D = -\frac{R_3}{R_5}$$

circuito del calcolatore analogico è definito anche **filtro universale** vediamo perché, passo al dominio di LaPlace

$$\frac{1}{\omega_2^2} s^2 V(s) + \frac{1}{\omega_1} s V(s) + K V(s) = D V_s(s)$$

P. basso

da eq. completa $H(s) = \frac{V(s)}{V_s(s)} = \frac{D}{\frac{1}{\omega_2^2} s^2 + \frac{1}{\omega_1} s + K}$

P. banda

da V_s a V_2

$$V_2 = -R_2 C_2 s V_3 = R_2 C_2 s V(s) \longrightarrow \frac{V_2(s)}{V_s(s)} = \frac{V_2}{V} \cdot \frac{V}{V_s} = \frac{R_2 C_2 s \cdot D}{\frac{1}{\omega_2^2} s^2 + \frac{1}{\omega_1} s + K}$$

P. alto

da V_s a V_1

$$V_1 = -R_1 C_1 R_2 C_2 s^2 V(s) = -\frac{s^2}{\omega_2^2} V(s) \longrightarrow \frac{V_1(s)}{V_s(s)} = \frac{V_1}{V} \cdot \frac{V}{V_s} = \frac{-s^2/\omega_2^2 \cdot D}{\frac{1}{\omega_2^2} s^2 + \frac{1}{\omega_1} s + K}$$

combinando le varie uscite è possibile generare qualsiasi funzione di trasferimento

attenzione a segni! p. alto è negativo, gli altri positivi!

acvin.it