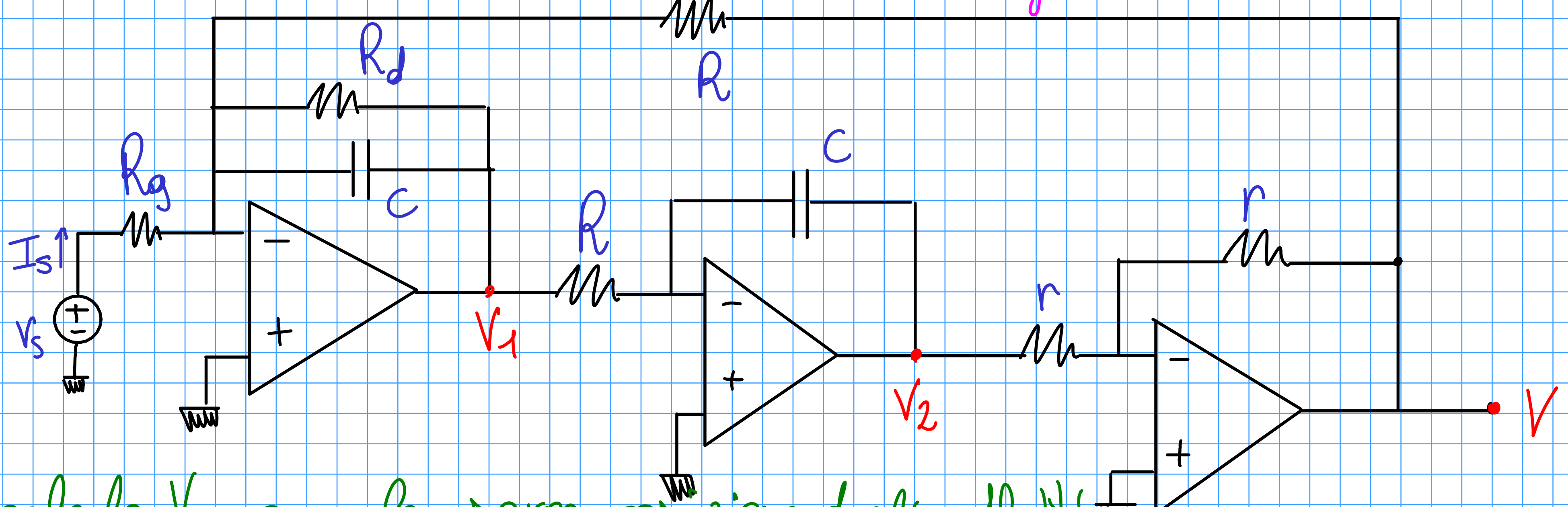
Filtro di Tow-Thomas

3 DIC

simile a calcolatore analogico

schema base

sommatore + integratore + invertente



calcolo V_1 con la sovrapposizione degli effetti

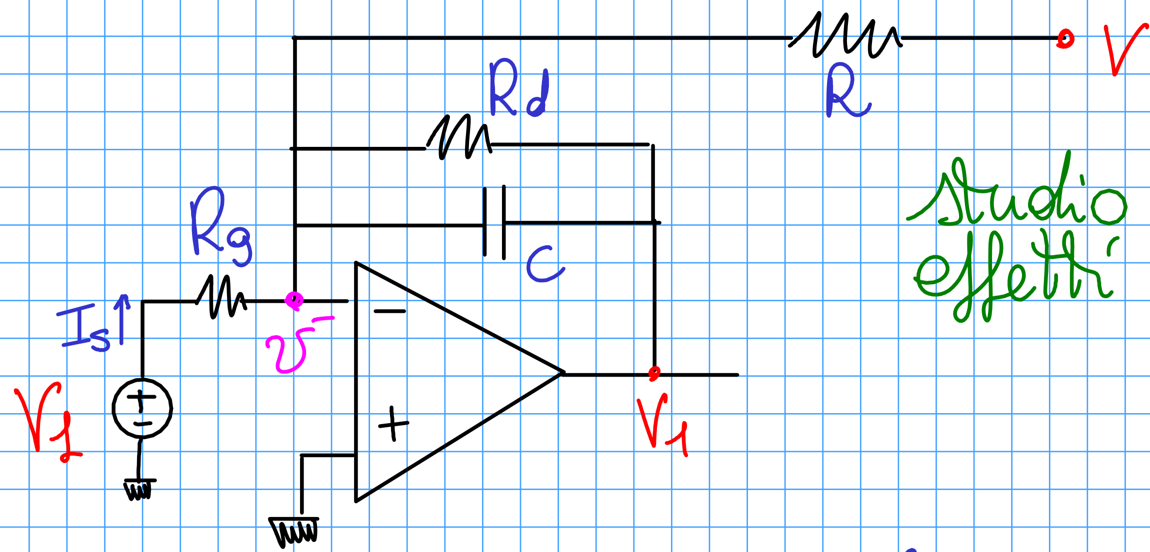
$$V_1 = \begin{cases} V_s \longrightarrow -\dfrac{1}{R_g C}\displaystyle\int V_s(t)\,dt \\ V \longrightarrow -\dfrac{1}{RC}\displaystyle\int V(t)\,dt \\ V_1 \longrightarrow -\dfrac{1}{R_d C}\displaystyle\int V_1(t)\,dt \end{cases}$$

contributo di retroazione dell'uscita sull'ingresso (V_1 influenza attraverso R_d la stessa V_1)

se non è chiaro, nella pagina seguente viene dimostrato

acvin.it

calcolo con furbata



Studio con la sovrapposizione degli effetti

correnti al nodo $v^- \longrightarrow$ $$\frac{V_s}{R_g} + \frac{V}{R} + \underline{C s V_1} - \frac{V_1}{R_d} = \phi$$

porto dell'altra parte

$$-V_1 C s = \frac{V_s}{R_g} + \frac{V}{R} + \frac{V_1}{R_d}$$

$$V_1 = -\frac{1}{R_g C s} V_s - \frac{1}{R C s} V - \frac{1}{R_d C s} V_1$$

torno nel tempo

$$V_1(t) = -\frac{1}{R_g C}\int_0^t V_s(\tau)\,d\tau - \frac{1}{RC}\int_0^t V(\tau)\,d\tau - \frac{1}{R_d C}\int_0^t V_1(\tau)\,d\tau$$

adesso sfrutto topologia e calcolo V_2 in funzione di V_1

$$V_2 = -\frac{1}{RC}\int V_1(t)\,dt \longrightarrow V_1(t) = -\frac{1}{\omega}\frac{d}{dt}V_2(t) = \frac{1}{\omega}\frac{d}{dt}V(t)$$

$$\omega = \frac{1}{RC}$$

quindi unendo le due espressioni in V_1

$$\frac{1}{\omega}\frac{d}{dt}V(t) = -\frac{1}{R_d C}\int V_1(t)\,dt - \frac{1}{RC}\int V(t)\,dt - \frac{1}{R_g C}\int V_s(t)\,dt$$

$$\frac{1}{\omega}\frac{d}{dt}V(t) = -\frac{1}{R_d C}\int \underline{\frac{1}{\omega}\frac{d}{dt}V(t)\,dt} - \frac{1}{RC}\int V(t)\,dt - \frac{1}{R_g C}\int V_s(t)\,dt$$

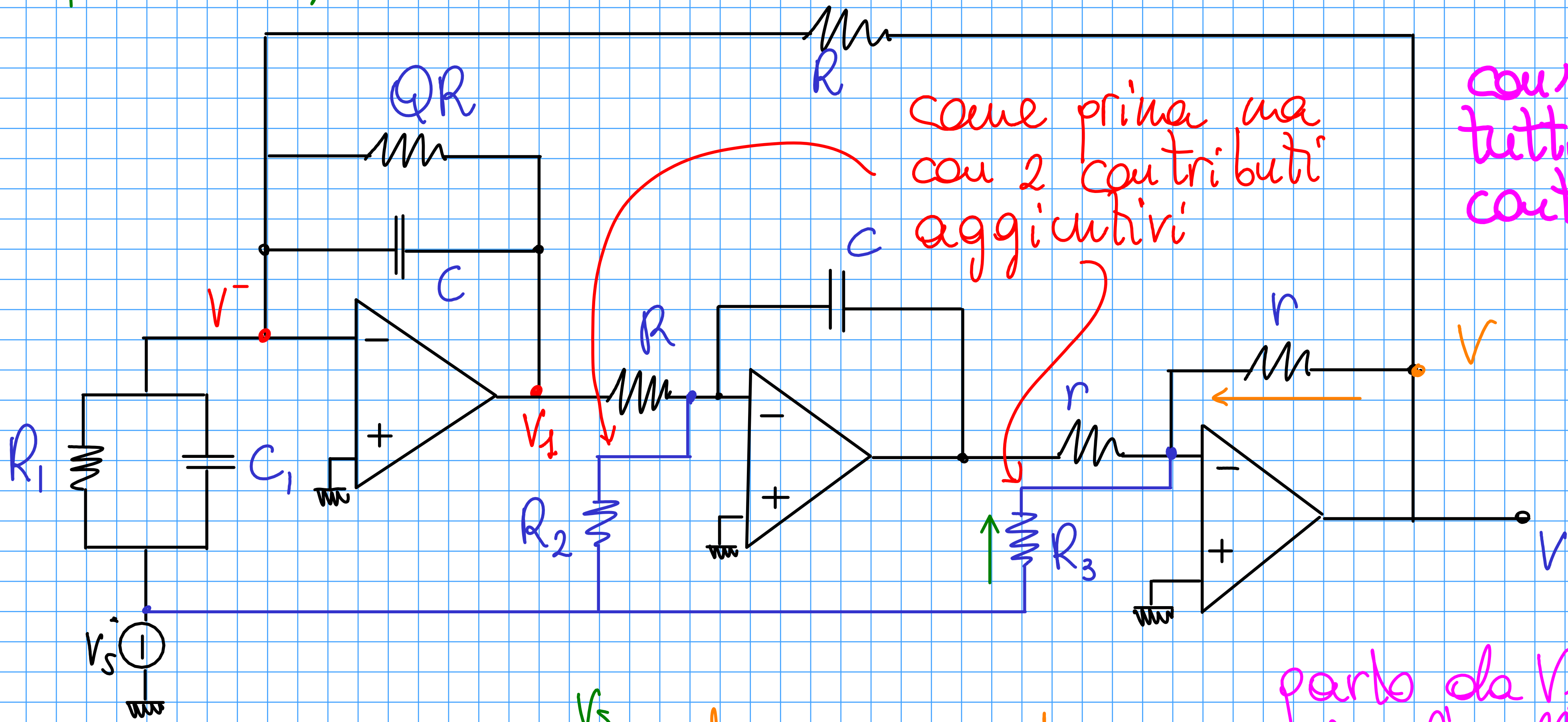
derivando nel tempo:

eq. differenziale

$$\boxed{\frac{1}{\omega_1}\frac{d^2}{dt^2}V(t) + \frac{1}{\omega_1 R_d C}\frac{d}{dt}V(t) + \frac{1}{RC}V(t) = -\frac{1}{R_g C}V_s(t)}$$

Tow-Thomas con Feed forward

prendo segnale in ingresso e lo porto avanti nella catena



considero tutti i contributi

parto da V_1 e giro l'anello completo

bilancio al nodo v^-

$\frac{V_s}{R_3}$ — tensione su uscita

$$\phi = \frac{V_s}{R_1} + V_s C_1 s - \boxed{\frac{V_s}{R_3} \cdot r \cdot \frac{1}{R}} + \frac{V_s}{R_2} \cdot \frac{1}{RCs} + V_1\left(Cs + \frac{1}{QR}\right) + \frac{V_1}{RCs} \cdot \frac{1}{R}$$

cortocircuito virtuale

corrente uscente da nodo V^-

2 inversioni

acvin.it

$$0 = V_S\left(\frac{1}{R_1} + C_1 s - \frac{r}{RR_3} + \frac{1}{R_2RCs}\right) + V_1\left(\frac{1}{R^2Cs} + Cs + \frac{1}{QR}\right)$$

$$\frac{V_1}{V_S} = -\frac{\frac{1}{R_1} + C_1 s - \frac{r}{RR_3} + \frac{1}{R_2RCs}}{\frac{1}{R^2Cs} + Cs + \frac{1}{QR}} = \frac{\frac{s^2}{C}C_1 + \frac{s}{C}\left(\frac{1}{R_1} - \frac{r}{RR_3}\right) + \frac{1}{R_2RC^2}}{s^2 + \frac{s}{QCR} + \frac{1}{R^2C^2}} \quad s/C$$

definisco $\omega_0 \triangleq \frac{1}{RC}$

porto in forma di Bode il denominatore

$$\boxed{\frac{V_1}{V_S} = \omega_0^2\,\frac{\frac{s^2}{\omega_0^2}\frac{C_1}{C} + \frac{s}{\omega_0}\left(\frac{R}{R_1} - \frac{r}{R_3}\right) + \frac{R}{R_2}}{\frac{s^2}{\omega_0^2} + \frac{s}{\omega_0 Q} + 1}}$$

modificando valori creo le varie funzioni di trasferimento!

acvin.it

PARAMETRI TOW THOMAS CON FEED FORWARD

	R_1	R_2	R_3	C_1	valore di ω_0
LP	∞	$R/\lvert H(0)\rvert$	∞	ϕ	$\lvert H(0)\rvert = R/R_2$, DETERMINO R_2
HP	∞	∞	∞	$C\lvert H(\infty)\rvert$	$\lvert H(\infty)\rvert = \frac{C_1}{C_2}$
BP^+	∞	∞		0	