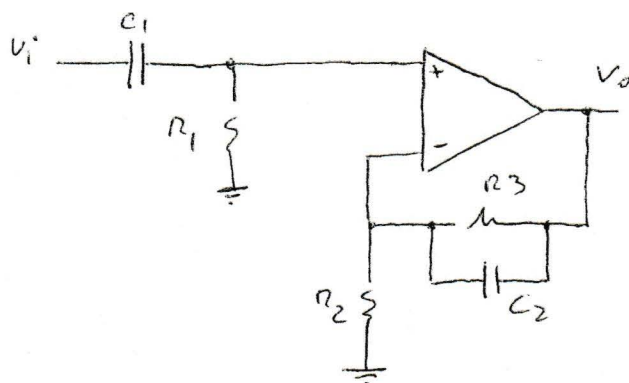


100 Hz

1 V

1) CON RIFERIMENTO AL CIRCUITO IN FIG.



$$\left\{ \begin{array}{l} R_1 = 10 \text{ k}\Omega \\ C_1 = 0,1 \mu\text{F} \\ R_2 = 2,5 \text{ k}\Omega \\ R_3 = 10 \text{ k}\Omega \\ C_2 = 5 \mu\text{F} \end{array} \right\} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} R_1 = 10 \Omega \\ C_1 = 0,1 \text{ F} \\ R_2 = 2,5 \Omega \\ R_3 = 10 \Omega \\ C_2 = 5 \text{ mF} \end{array} \right.$$

- a) DETERMINARE LA FUNZIONE DI TRASFERIMENTO
- (*) b) DETERMINARE GLI EVENTUALI POLI E ZERI
- (*) c) DETERMINARE IL GUADAGNO A FREQUENZE MOLTO BASSE ($f \rightarrow 0$) E MOLTO ALTE ($f \rightarrow \infty$)
- (*) d) TRACCIARE I DIAGRAMMI ASINTOTICI DELLA RISPOSTA IN FREQUENZA

2) a) CONVERTI IN DECIBEL I SEGUENTI NUMERI, EVIDENZIANDO IL PROCEDIMENTO (REGOLE DEI LOGARITMI)

$$\frac{80}{\sqrt{500}} =$$

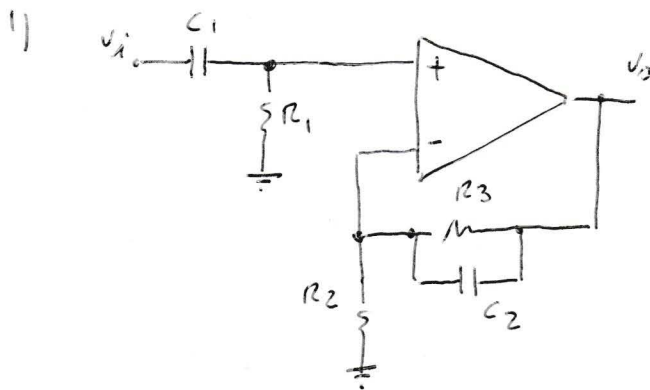
b) DATA LA SEGUENTE FUNZIONE DI TRASFERIMENTO

$$F(s) = \frac{80s}{s^2 + 500}$$

DETERMINA IL VALORE ASINTOTICO DEL MODULO (IN DECIBEL) PER $\omega = \sqrt{500} \text{ rad/s}$

c) TRACCIA IL DIAGRAMMA DI BODE DEL MODULO DETERMINANDO GRAFICAMENTE I PUNTI DI INTERSEZIONE CON L'ASSE A ϕ DB -

(*) SVOLGERE AL TERMINE



$$\begin{aligned} R_1 &= 10 \Omega \\ C_1 &= 0,1 \text{ F} \\ R_2 &= 2,5 \Omega \\ R_3 &= 10 \Omega \\ C_2 &= 5 \text{ mF} \end{aligned}$$

a) FUNZ. DI TRASFERIMENTO V_o/V_i

$$V^+ = V_i \frac{R_1}{R_1 + \frac{1}{sC_1}} = V_i \frac{sR_1C_1}{1 + sR_1C_1} \quad \frac{V^+}{V_i} = \frac{s}{1+s} = G_1(s)$$

$$V_o = V^+ \left(1 + \frac{R_3}{R_2} \right) \left\{ z_3 = \frac{R_3 \cdot \frac{1}{sC_2}}{R_3 + \frac{1}{sC_2}} = \frac{R_3}{1 + sR_3C_2} \right\}$$

$$\frac{V_o}{V^+} = 1 + \frac{R_3/R_2}{1 + sR_3C_2} = 1 + \frac{4}{1 + \frac{s}{20}} = \frac{1 + \frac{s}{20} + 4}{1 + \frac{s}{20}} = \frac{5 + \frac{s}{20}}{1 + \frac{s}{20}} = \frac{5(1 + \frac{s}{100})}{1 + \frac{s}{20}} = G_2(s)$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{V^+}{V_i} \cdot \frac{V_o}{V^+} = G_1(s) \cdot G_2(s) = \frac{s}{1+s} \cdot \frac{5(1 + \frac{s}{100})}{1 + \frac{s}{20}} = G(s) \quad G(s) = G_1(s) \cdot G_2(s)$$

b) POLI E ZERI

$$\text{ZERI } s=0 \quad (z_1)$$

$$\text{POLI } s=-1 \quad (p_1)$$

$$s=-20 \quad (p_2)$$

c) GUADAGNO A FREQ. MOLTO BASSE E MOLTO ALTE

$$\text{PER } f \rightarrow 0 \text{ (C: CIRC. APERTO)} \quad G_1(s) \rightarrow 0 \quad G_2(s) = 5 \quad G(s) \rightarrow 0$$

$$\text{PER } f \rightarrow \infty \text{ (C: CTO CTO)} \quad G_1(s) \rightarrow 1 \quad G_2(s) \rightarrow 1 \quad G(s) \rightarrow 1$$

d) DIAGRAMMI ASINTOTICI

$$G(s) = \frac{5s(1 + \frac{s}{100})}{(1+s)(1 + \frac{s}{20})} = G_5(s) \cdot \frac{1 + \frac{s}{100}}{(1+s)(1 + \frac{s}{20})} \quad \text{CON } G_5(s) = 5s$$

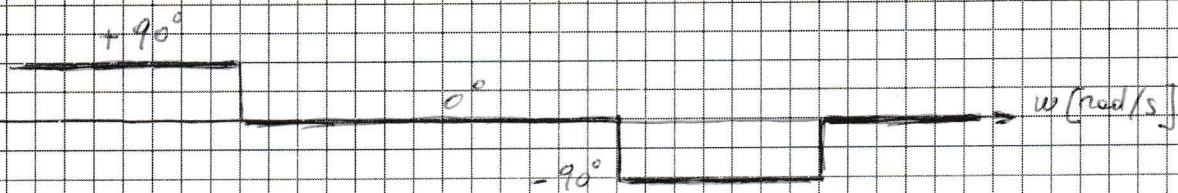
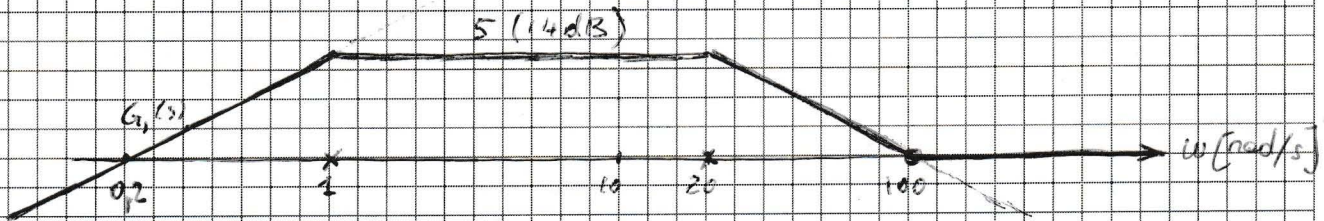
1 ZERO NELL'ORIGINE \rightarrow PENDENZA INIZIALE $+1$ (20 dB/dec)

3 CAMBI DI PENDENZA $\begin{cases} \text{POLI} & \omega=1 \\ & \omega=20 \\ \text{ZERO} & \omega=100 \end{cases}$

PRIMO CAMBIO DI PENDENZA IN $\omega=1 \quad |G_5(\omega=1)| = 5 \rightarrow 14 \text{ dB}$

$$G(s) = \frac{5s \left(1 + \frac{s}{100}\right)}{(1+s) \left(1 + \frac{s}{20}\right)}$$

I 4 dB



2

a) CONVERSIONE NUMERI IN DECIBEL

$$N_1 \quad 80 = 10 \cdot 8 = 10 \cdot 2^3$$

$$N_{1dB} \quad 20 \log_{f_{10}} 80 = 20 \log_{f_{10}} (10 \cdot 2^3) = 20 \log_{f_{10}} 10 + 3 \cdot 20 \log_{f_{10}} 2 = 20 \text{ dB} + 3 \cdot 6 \text{ dB} = 38 \text{ dB}$$

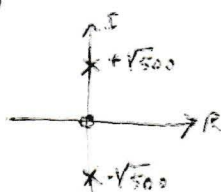
$$N_2 \quad \sqrt{500} = 500^{\frac{1}{2}} = \left(\frac{1000}{2}\right)^{\frac{1}{2}}$$

$$N_{2dB} \quad 20 \log_{f_{10}} \sqrt{500} = 20 \log_{f_{10}} \left(\frac{1000}{2}\right)^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{2} \left[20 \log_{f_{10}} 1000 - 20 \log_{f_{10}} 2 \right] = \frac{1}{2} \left[20 \cdot 3 \text{ dB} - 6 \text{ dB} \right] = \frac{1}{2} 54 \text{ dB} = 27 \text{ dB}$$

$$b) \quad F(s) = \frac{80s}{s^2 + 500} = \frac{80s}{500 \left[1 + \left(\frac{s}{\sqrt{500}} \right)^2 \right]}$$

$$\text{ZERI} \quad s = 0$$

$$\text{POLI} \quad s = \pm j\sqrt{500}$$



$$F(s) = F_2(s) \cdot \frac{1}{1 + \left(\frac{s}{\sqrt{500}} \right)^2}$$

$$\text{con } F_2(s) = \frac{80s}{500} \rightarrow \begin{array}{l} 1 \text{ ZERO NELL'ORIGINE} \\ 1 \text{ CAMBIO DI PENDENZA} \\ (\text{DOPPIO POLO in } \omega = \sqrt{500}) \end{array}$$

$$\text{PER } \omega = \sqrt{500} \quad F_2(s) = \frac{80\sqrt{500}}{500} = \frac{80}{\sqrt{500}} \rightarrow \begin{array}{l} \text{in dB } \frac{80}{\sqrt{500}} \rightarrow 11 \text{ dB} \\ \frac{80}{\sqrt{500}} \rightarrow -27 \text{ dB} \end{array} = 11 \text{ dB}$$

c) DIAGRAMMA DI BODE DEL MODELLO

IN SCALA LOGARITMICA $\sqrt{500}$ SI TROVA A METÀ TRA 1 E 500 $\left\{ \begin{array}{l} 3 \text{ DECADE MINO } 3 \text{ QUADR.} \\ \text{cioè } 27 \text{ quadr.} \\ \sqrt{500} \rightarrow 13,5 \text{ quadr.} \end{array} \right\}$

ZERO NELL'ORIGINE \rightarrow PENDENZA INIZIALE $+1$ (20 dB/dec)

IN $\omega = \sqrt{500}$ IL MODULO (ASINTOTICO) VALE 11 dB ($2 \text{ quadr.} \text{ e } \frac{3}{4}$)

IN $\omega = \sqrt{500}$ CAMBIO DI PENDENZA DA $+1$ ($+20 \text{ dB/dec}$) A -1 (-20 dB/dec)

I PUNTI DI INTERSEZIONE CON L'ASSE A ZERO dB SI DETERMINANO GRAFICAMENTE

OPPURE SI CONSIDERA CHE NEL TRATTO ASCENDENTE (A PENDENZA $+20 \text{ dB/dec}$) IL RAPPORTO BANDA/GUADAGNO È COSTANTE

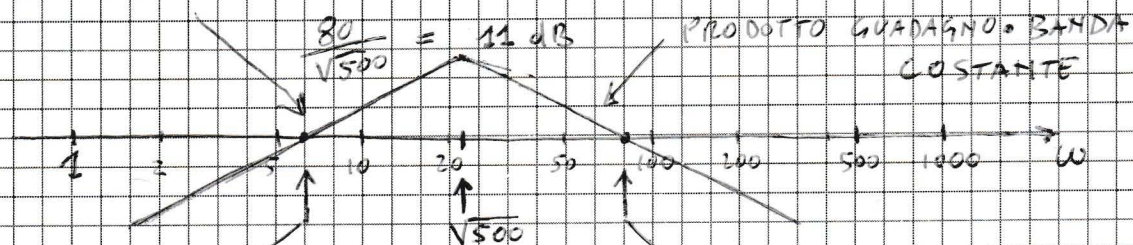
MENTRE NEL TRATTO DISCENDENTE (A PENDENZA -20 dB/dec) IL PRODOTTO BANDA o GUADAGNO È COSTANTE

$$\text{IN } \omega = \sqrt{500} \quad \text{IL GUADAGNO È } F_2(\omega = \sqrt{500}) = \frac{80\sqrt{500}}{500} = \frac{80}{\sqrt{500}} \quad (11 \text{ dB})$$

$$\text{PRODOTTO } \text{BANDA} \cdot \text{GUADAGNO} \quad \sqrt{500} \cdot \frac{80}{\sqrt{500}} = 80 \text{ rad. quindi, dove } G=1 \quad \omega = 80 \text{ rad.}$$

$$\text{RAPPORTO } \text{BANDA} / \text{GUADAGNO} \quad \frac{\sqrt{500}}{80/\sqrt{500}} = \frac{500}{80} = 6,25 \text{ rad. quindi, dove } G=1 \quad \omega = 6,25 \text{ rad.}$$

RAPPORTO BANDA / GUADAGNO COSTANTE



GUADAGNO = 1

$$\frac{B}{G} = \frac{\sqrt{500}}{80/\sqrt{500}} = \frac{500}{80} = 6,25 \text{ rad}$$

$$B = 6,25 \text{ rad}$$

GUADAGNO $\frac{80}{\sqrt{500}}$

BANDA $\sqrt{500} \text{ rad}$

GUADAGNO = 1

$$G \cdot B = 80 \text{ rad} \rightarrow B = 80 \text{ rad}$$

$$\text{PRODOTTO GUADAGNO} \cdot \text{BANDA} = \frac{80}{\sqrt{500}} \cdot \sqrt{500} = 80 \text{ rad}$$

$$\text{RAPPORTO BANDA / GUADAGNO} = \frac{\sqrt{500}}{80/\sqrt{500}} = \frac{500}{80} = 6,25 \text{ rad}$$