

$$G(s) = \frac{1}{s(s+1)}$$

- $e_{ss} = 0$  per  $\begin{cases} e^*(t) = \mathcal{L}\{e(t)\} \\ \delta a(t) = \delta_R(t) = 0 \end{cases}$   
 $\downarrow$   
 $\varepsilon = e$
- $\omega_c \geq 1$  rad/udt
- $\phi_m \geq 50^\circ$
- Attenuazione  $\delta a$  con componenti h su  $[\omega_c, \omega_b]$  con  $\omega_b = 10, 20$  [rad/udt] su  $\omega_c$  con fattore pari a 10 volte rispetto alle armoniche superiori.
- $\delta_R$  con componenti su  $[\omega_b, \infty)$  con  $\omega_b = 20$  rad/udt sia attenuato su  $c$  con fattore 50.

**\* PROGETTO STATICO:**

$$e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} |s E^*(s)| = \lim_{s \rightarrow 0} \left| s \frac{1}{1 + \frac{1}{s} \frac{10}{s+1}} \frac{e}{s} \right| =$$

$$= \lim_{s \rightarrow 0} \left| \frac{e}{1 + \frac{1}{s} \frac{10}{s+1}} \right| = 2 = \lim_{s \rightarrow 0} \left| \frac{e}{\frac{s(s+1)+10}{s(s+1)}} \right| =$$

$$= \lim_{s \rightarrow 0} \left| \frac{e \cdot s \cdot (s+1)}{s(s+1)+10} \right| \Rightarrow V_{GR}, e_{ss} = 0$$

Quindi possiamo scegliere:

$$\omega_R = 0 \text{ e } \beta_R = 1 \Rightarrow \tilde{R}(s) = 1$$

Per quanto riguarda  $\delta a$ :

Trasformazione:  $s \rightarrow j\omega$

p.d.t:  $\frac{G(s)}{\Delta a(s)}$  (p.d.t di  $\delta a$  a  $c$ ).  $\frac{G(s)}{\Delta a(s)} = \frac{G(s)}{1+L(s)}$   $\frac{1}{\omega_c}$

$$\Rightarrow \left| \frac{1}{1+L(j\omega)} \right| \leq \frac{1}{\omega_c} \Rightarrow |1+L(j\omega)| \geq \omega_c \Rightarrow |L(j\omega)| \geq \omega_c \Rightarrow |L(j\omega)|_{dB} \geq 20 \text{ dB}$$

Per quanto riguarda  $\delta_R$ : p.d.t di  $\delta_R$  a  $c$ :  $\frac{G(s)}{\Delta R(s)} = \frac{-L(s)}{1+L(s)} = \frac{-L(j\omega)}{1+L(j\omega)} = \frac{L(j\omega)}{\Delta R(j\omega)}$

$$\Rightarrow \left| \frac{-L(j\omega)}{1+L(j\omega)} \right| \leq \frac{1}{\omega_c} \Rightarrow \left| \frac{L(j\omega)}{1+L(j\omega)} \right| \leq \frac{1}{\omega_c} \Rightarrow |L(j\omega)| \leq \frac{1}{\omega_c} \Rightarrow |L(j\omega)| \leq -30 \text{ dB}$$

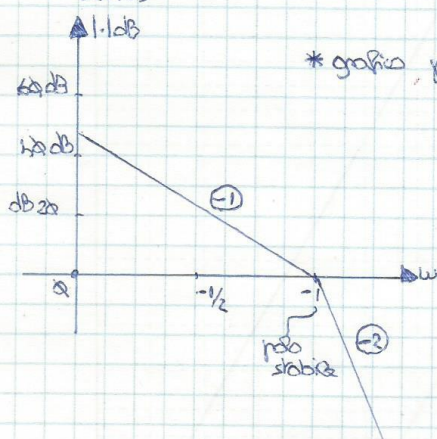
Per vedere i risultati si guardi il grafico sotto con la semilogaritmica.

**\* PROGETTO DINAMICO:**

$$\tilde{R}(s) = \tilde{R}(s) \text{ e } L(s) = R(s)G(s) = \tilde{R}(s)G(s) \Rightarrow \text{se } L(s) = \tilde{R}(s)L^*(s)$$

$G(s) = \frac{1}{s(1+s)}$  ha due poli: uno nell'origine e uno in  $(-1)$ .

$$\tilde{L}^*(s) = G(s)$$



\* grafico più preciso su carta semilogaritmica.

\* Traslando il grafico del modulo di  $G$ , si ottiene il grafico del modulo di  $L$ , aggiungendo uno zero in  $z$  e un polo in  $20$ . Quindi:

$$L^*(s) = \frac{(1+s/2)}{s(1+s)(s/20+1)} \quad \text{NB: } G(s) = L^*(s)$$

$$L(s) = \tilde{R}(s)L^*(s) \Rightarrow \tilde{R}(s) = \frac{L(s)}{L^*(s)}$$

Quindi:

$$\tilde{R}(s) = \frac{(1+s/2)}{s(1+s)(s/20+1)}$$

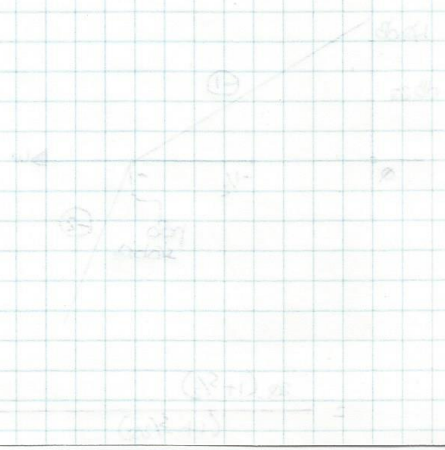
$$= \frac{20(1+s/2)}{(1+s/20)}$$

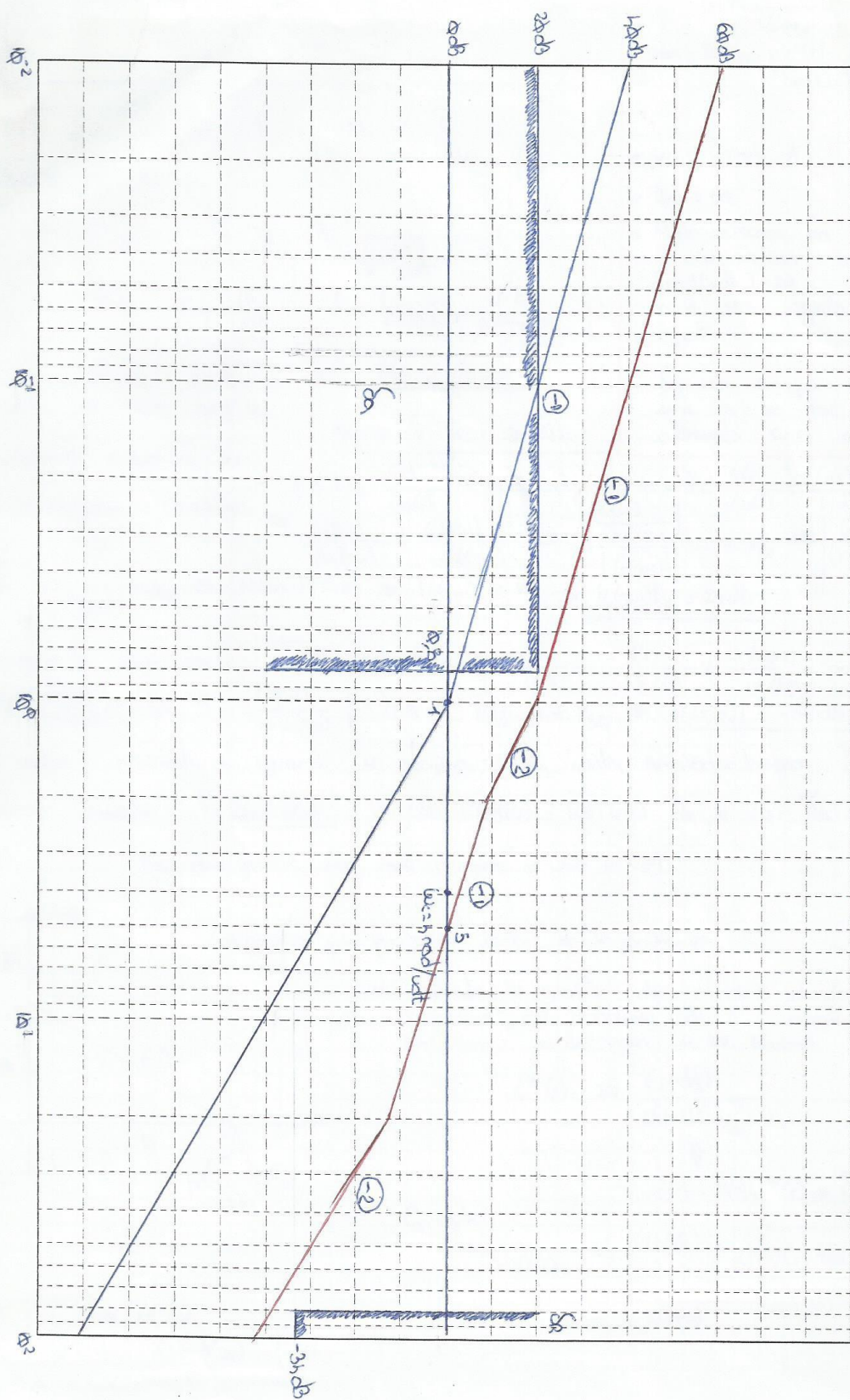


Si moli imatthe dte:

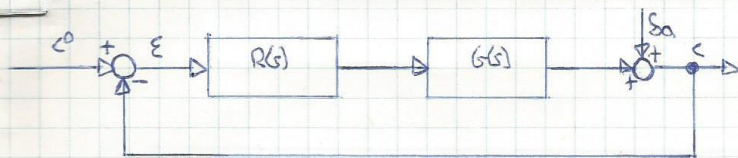
$$\varphi_{pm} = 180^\circ - |42^\circ| = 180^\circ - |-90^\circ - 45^\circ| = 180^\circ - 135^\circ = 45^\circ \quad (\text{per } G(s) = L^*(s))$$

$$\text{CORRETTO} \rightarrow \varphi_{pm} = 180^\circ - |42^\circ| = 180^\circ - |-90^\circ - 79^\circ + 63^\circ - 14^\circ| = 180^\circ - 115^\circ = 65^\circ \quad (\text{per } L(s))$$









$$G(s) = \frac{5}{s(1+0,25s)}$$

NB:  $e_a(t) = \sin(\bar{\omega}t)$  con  $\bar{\omega} = 0,5$ .

NB:  $L(s) = R(s)G(s)$

\* PROGETTO STATICO:  $R(s) = \tilde{R}(s) \tilde{R}(s)$  con  $\tilde{R}(s) = \frac{1/R}{s\sigma}$

$$|e_{\infty}| = \lim_{s \rightarrow 0} |s E^0(s)| = \lim_{s \rightarrow 0} \left| s \frac{1}{1+L(s)} \cdot \frac{1}{s^2} \right| = 2 = \lim_{s \rightarrow 0} \left| s \frac{1}{1 + \frac{5}{s} \frac{1/R}{s\sigma}} \cdot \frac{1}{s^2} \right| = \lim_{s \rightarrow 0} \left| \frac{1/s}{s \cdot s\sigma + 5/R} \right|$$

$$= \lim_{s \rightarrow 0} \left| \frac{1/s}{s \cdot s\sigma + 5/R} \right| = \lim_{s \rightarrow 0} \left| \frac{s\sigma}{\sigma + 5/R} \right| \Rightarrow \begin{cases} \text{per } \sigma = 0 \Rightarrow 1/5/R \\ \text{per } \sigma \neq 0 \Rightarrow e_{\infty} = 0 \end{cases}$$

Per quanto riguarda il disturbo  $e_a$  si ha:

$S(s) = S(j\omega) =$  funzione di sensibilità  $\Rightarrow |S(j\omega)| \sin(\bar{\omega}t + \angle(S(j\omega))) = e_{\infty}(t)$

dove:

$$S(s) = \frac{-1}{1+L(s)} = \frac{-1}{1+R(s)G(s)} = \frac{-1}{1+L(j\omega)} = \frac{-1}{1+R(j\omega)G(j\omega)} = S(j\omega) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 2|e_{\infty}| \leq |e_{\infty}| + |e_{\infty}| = 1/5/R + |S(j\omega)| |\sin(\bar{\omega}t + \angle(S(j\omega)))| \leq 1/5/R + |S(j\omega)|$$

$$1/5/R + |S(j\omega)| \leq 0,2 \Rightarrow \begin{cases} 1/5/R \leq 0,1 \\ |S(j\omega)| \leq 0,1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1 \leq 0,1 \cdot 5/R \Rightarrow R \geq 2 \quad (R=h) \\ |S(j\omega)| \leq 0,1 \Rightarrow \left| \frac{-1}{1+L(j\omega)} \right| \leq 0,1 \Rightarrow \left| \frac{1}{1+L(j\omega)} \right| \leq 0,1 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \left| \frac{1}{L(j\omega)} \right| \leq 0,1 \Rightarrow |L(j\omega)| \geq 10 \Rightarrow |L(j\omega)|_{dB} \geq 20 \text{ dB}$$

\* PROGETTO DINAMICO:  $L(s) = R(s)G(s)$ ,  $L^*(s) = \tilde{R}(s)G(s)$  in quanto  $L(s) = \tilde{R}(s)\tilde{R}(s)G(s)$

$$\tilde{R}(s) = \frac{1/R}{s\sigma} = \frac{h}{s} = h \Rightarrow L^*(s) = h \cdot \frac{5}{s(1+0,25s)} = 20 \cdot \frac{1}{s(1+0,25s)} \quad L(s) = \tilde{R}(s)L^*(s)$$

Calcolo margine di fase:  $\varphi_m = 180^\circ - |\varphi_L| = 180^\circ - |-90^\circ - 65^\circ| = 180^\circ - 155^\circ = 25^\circ \rightarrow$  NON VA BENE!!

Quindi:

$$|L| = \left| \frac{20(1+s)}{s(1+s/0,15)(1+0,1s)} \right| \Rightarrow \varphi_m = 180^\circ - |\varphi_L| = 180^\circ - |-90^\circ + 73^\circ - 27^\circ| = 180^\circ - 44^\circ = 136^\circ - 90^\circ = 46^\circ = 58^\circ$$

Quindi:

$$\tilde{R}(s) = \frac{L(s)}{L^*(s)} = \frac{20(1+s)}{20 \cdot \frac{1}{s(1+0,15s)}} = \frac{(1+s)(1+0,25s)}{(1+s/0,15)(1+0,1s)}$$

1° polo a sinistra

