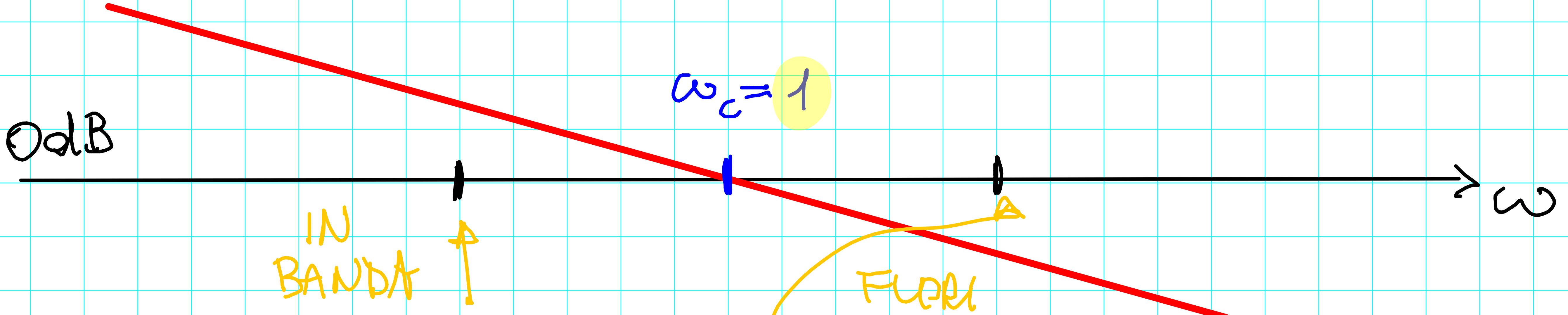
20/04/2020

ES

$$P(s) = \frac{1}{1+s}, \quad R(s) = \frac{1+s}{s} \quad \Rightarrow \quad L(s) = R(s)P(s) = \frac{1}{s}$$



Applico $\left.\begin{matrix} n(t) \\ d_a(t) \\ \cancel{d_p(t)} \end{matrix}\right\} = \sin(0{,}1t) + \sin(10t)$ (di controllo)

d_a: stesso effetto di n a meno del segno

Vediamo y $\Rightarrow$ OpenModelica

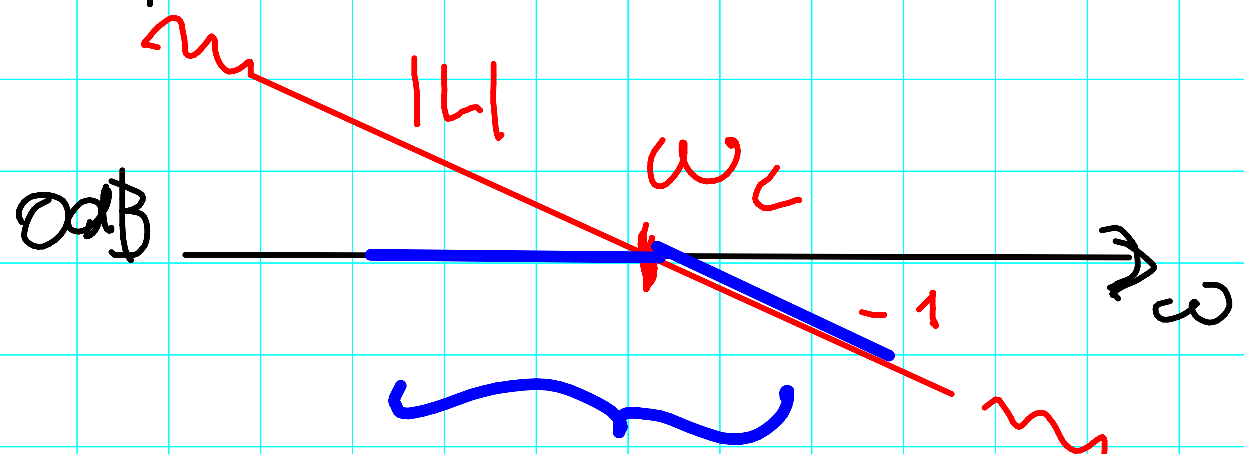
Torniamo al PD

- Vincolo sulla velocità di risposta:

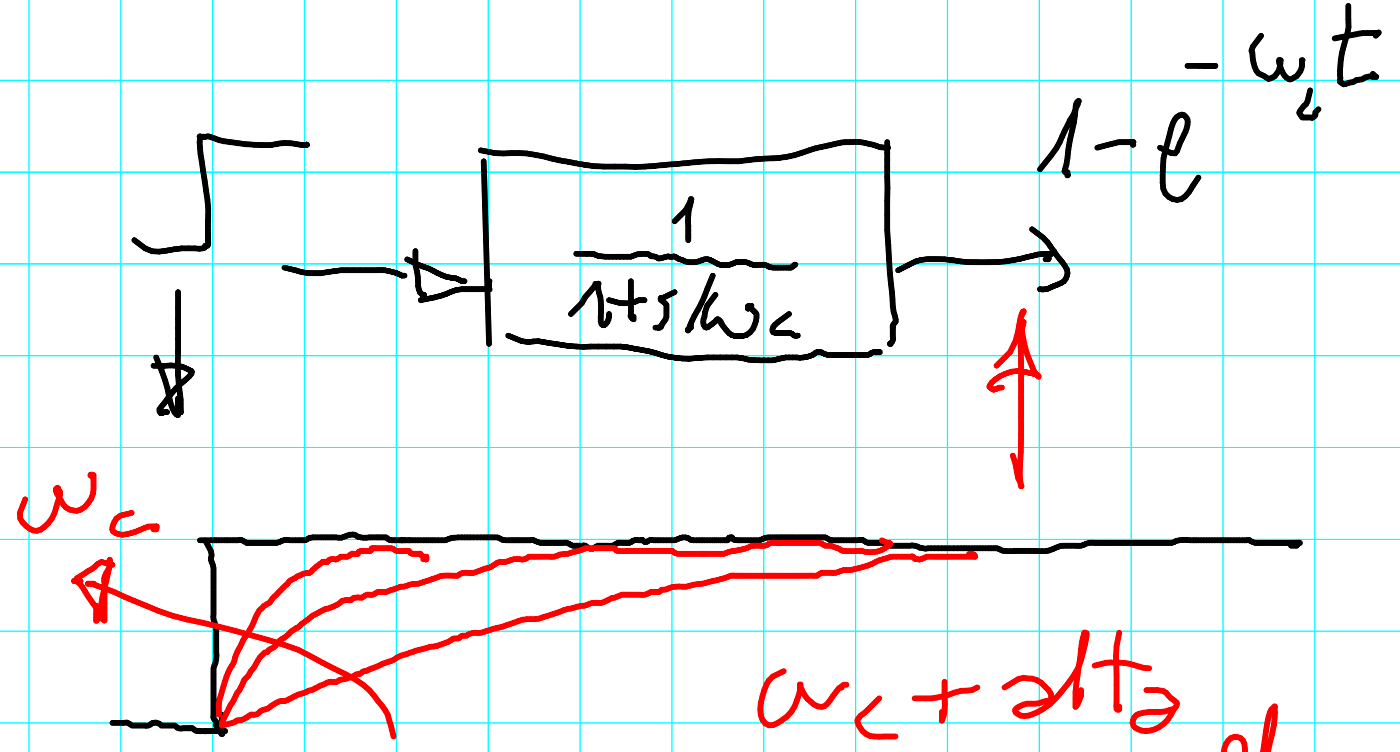
$$\omega_{c\,min} < \omega_c \quad (< \omega_{c\,max})$$

DATI

Legame tra ω_c e vel. di risposta

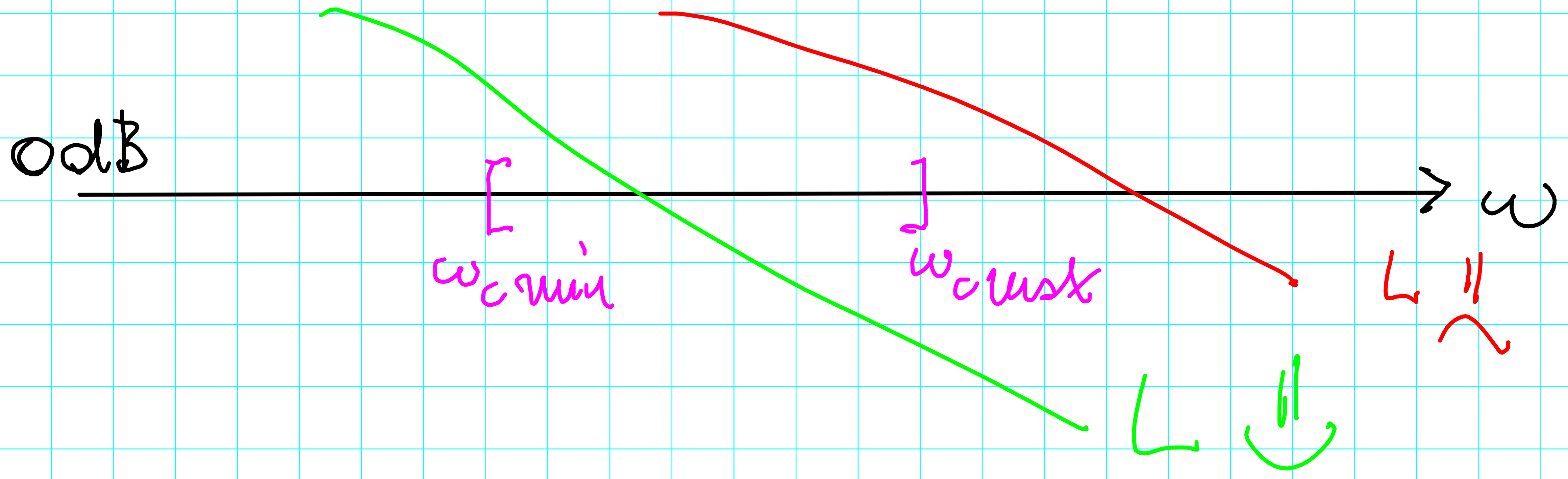


$$T \simeq \frac{1}{1+s/\omega_c}$$



ω_c + alta
risposta + veloce

Traduzione sul DBM di L:



$|L(j\omega)|$ deve tagliare l'asse 0dB entro i limiti posti a ω_c.

- Vincolo sulla reiezione di un disturbo in andata:

Un disturbo $d_a(t)$ sinusoidale

$d_a(t) = A \sin(\omega_a t)$

con $|A| < \bar{A}$

e $0 \leq \omega_{a1} < \omega_a < \omega_{a2} < \omega_c$

DATI

NB le componenti canoniche sono state gestite in sede di PS

Se no il problema non è ben posto

deve produrre asintoticamente (cioè per $t \to \infty$) su $y(t)$ un effetto di ampiezza non superiore a Δ_a

Per rispettare il vincolo occorre che nella banda su cui insiste il disturbo, cioè $[\omega_{a1}, \omega_{a2}]$, il modulo della FdT da disturbo d_a a uscita y sia più piccolo di

$$\frac{\text{max ampiezza accettabile dell'effetto su } y}{\text{max ampiezza possibile del disturbo}}$$

cioè

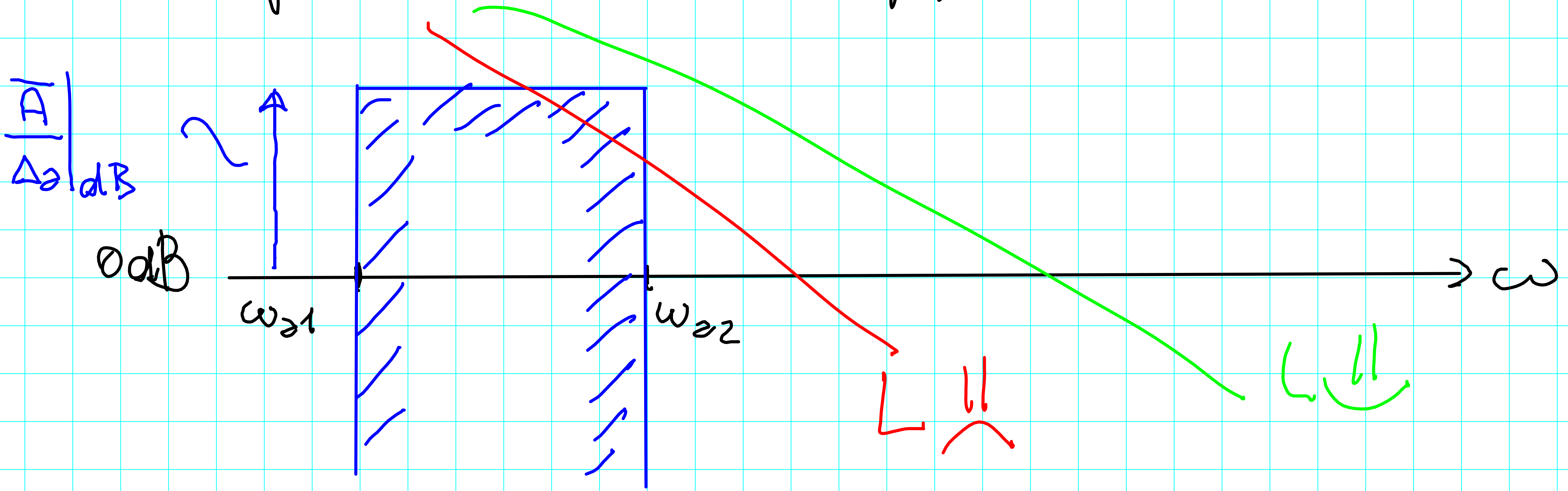
$$\left|\frac{Y(j\omega)}{D_a(j\omega)}\right| = |S(j\omega)| < \frac{\Delta_a}{A} \quad \text{per } \omega_{a1} < \omega < \omega_{a2}$$

Però per $\omega \ll \omega_c$ $\quad S \approx 1/L$ APPROX (<)

$\omega_{a1} \quad \omega_{a2} \quad \omega_c$

Quindi $|S| < \dfrac{\Delta_a}{\bar{A}} \Rightarrow |L| > \dfrac{\bar{A}}{\Delta_a}$

Vincolo grafico sul DB Π di $L(j\omega)$:



- Vincolo sulla reiezione di un disturbo in retroazione:

un disturbo $d_r = B \sin(\omega_r t)$

con $|B| < \bar{B}$

DATI

se noi il problema non è ben posto

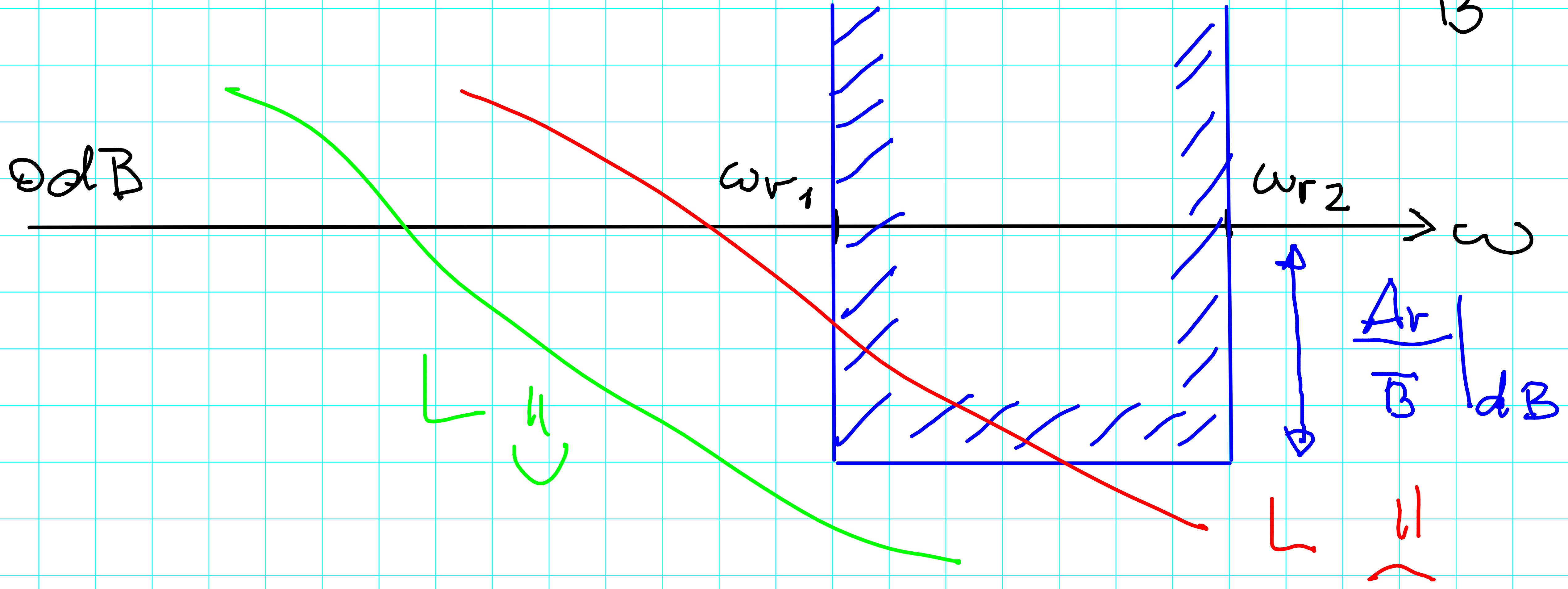
e $\omega_c < \omega_{r1} < \omega_r < \omega_{r2} \leq \infty$

deve produrre asintoticamente su y un effetto di ampiezza non superiore a Δ_r

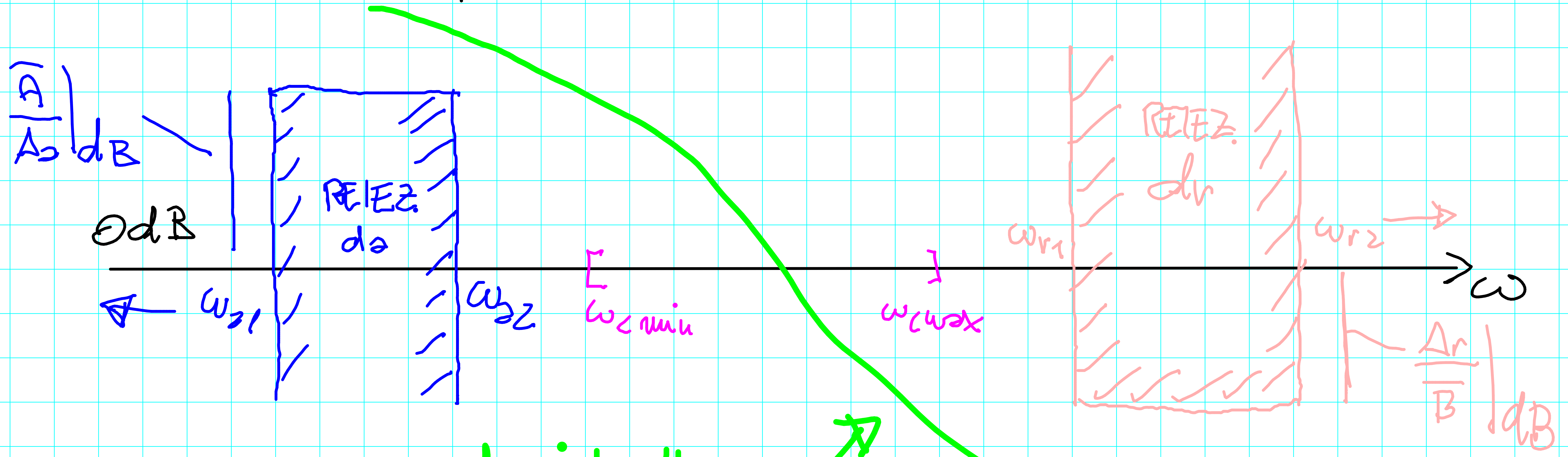
Occorre che

$$\left|\frac{Y(j\omega)}{D_r(j\omega)}\right| = |T(j\omega)| < \frac{\Delta_r}{\bar{B}} \quad \text{per} \quad \omega_{r_1} < \omega < \omega_{r_2}$$

Ma per $\omega > \omega_c$ $\quad T \sim L \quad \Rightarrow \quad |L(j\omega)| < \frac{\Delta r}{\bar{B}}$



Concludendo, quindi



$|L(j\omega)|$

nel rispetto dei vincoli del PS e con $M_L > 0$ e $\varphi_m > \varphi_m$ voluto !!

DATO

VINCOLO SUL GRADO DI STABILITA'

Occorre trovare "per tentativi" una FdT $L(s)$ (NB $p_D=0$)

che

- rispetti i vincoli del PS su T_L e/o g_L
- rispetti i vincoli del PD come indicati sul foglio semilogaritmico
- contenga eventuali zeri di $P(s)$ nel semipiano DX in modo che $R(s)$ non li cancelli
- produca un margine di fase adeguato
- abbia un grado relativo almeno pari a quello di $P(s)$ perché se no $R(s)$ viene con più zeri che poli
- abbia meno zeri e poli possibile

Fatto ciò, $R(s) = \dfrac{L(s)}{P(s)}$ $\square$

E1 10/01/2019, E1

Dato

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

P(s) ha uno zero nel semipiano DX che **NON SI PUÒ CANCELLARE** altrimenti R(s) ha un polo a DX e l'AC ha una parte nascosta INSTABILE

$w(t) = 5\,\mathrm{sca}(t)$, $d_a(t) = 5\,\mathrm{sca}(t) + 5\,\mathrm{sca}(t-4)$,

$d_r(t) = B \sin(\omega_r t)$, $|B| < 1$, $\omega_r > 10$

Determinare R(s) in modo che l'AC sia AS e che

- e_∞ prodotto da w e da d_a sia nullo
- $0{,}5 \le \omega_c \le 2$, $\varphi_m \ge 45°$
- ampiezza effetto asintotico di d_r su y non sup. a $0{,}01$

Progetto statico

w)

$$e_{\infty,w} = \lim_{s\to 0} \cancel{s}\,\frac{1}{\cancel{s}}\,\frac{E(s)}{W(s)} = \lim_{s\to 0} \frac{W}{W} - \frac{Y}{W}$$

TVF

$W(s)$

FdT da W a E, cioè S

1 perché sono lo stesso segnale

$$\frac{L}{1+L}$$

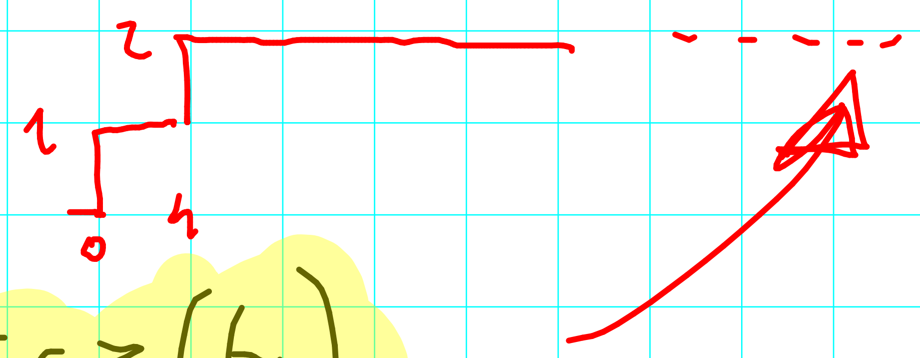
$$= \lim_{s\to 0} \frac{1}{1+L} = \lim_{s\to 0} \frac{1}{1+\mu_L/s^{g_L}} = \lim_{s\to 0} \frac{s^{g_L}}{s^{g_L}+\mu_L}$$

$L(s)$ per $s\to 0$

Questo è nullo per $g_L \geq 1$, $\forall \mu_L$

$\Rightarrow$ scelgo $g_L = 1$, $\forall \mu_L > 0$ (criterio di Bode d2)

$$d_2 = sca(t) + sca(t - t_1)$$



per $t \to \infty$ $\quad d_2(t) \sim 2\, sca(t)$

$$e_{\infty, d_2} = \lim_{s \to 0} \cancel{s}\, \frac{2}{\cancel{s}}\, \frac{E}{D_2} = 2 \lim_{s \to 0} \frac{W - Y}{D_2} = 2 \lim_{s \to 0} \frac{W}{D_2} - \frac{Y}{D_2}$$

$R_{-d}S$

ZERO perché
W non dipende
da d2, sono due
ingressi

$$= 2 \lim_{s \to 0} - \frac{1}{1 + \mu_L / s^{g_L}} = -2 \lim_{s \to 0} \frac{s^{g_L}}{s^{g_L} + \mu_L}$$

Questo è nullo per $g_L \geq 1$, $\forall \mu_L$

$\Rightarrow$ scelgo $g_L = 1$, $\forall \mu_L > 0$ (Bode)

Cond. PS

vincolo + restrittivo tra quello per $e_{\infty, w}$ e quello per e_{∞, d_2}

$$\Rightarrow \quad g_L = 1, \quad \forall\, T_L > 0$$

Progetto dinamico $\Rightarrow$ Foglio semilog (1)

ottengo $\omega_c = 0{,}6$ e $\varphi_m = 54^\circ$
e reiez. disturbo voluta
e rispetto vincoli PS $(g_L = 1)$

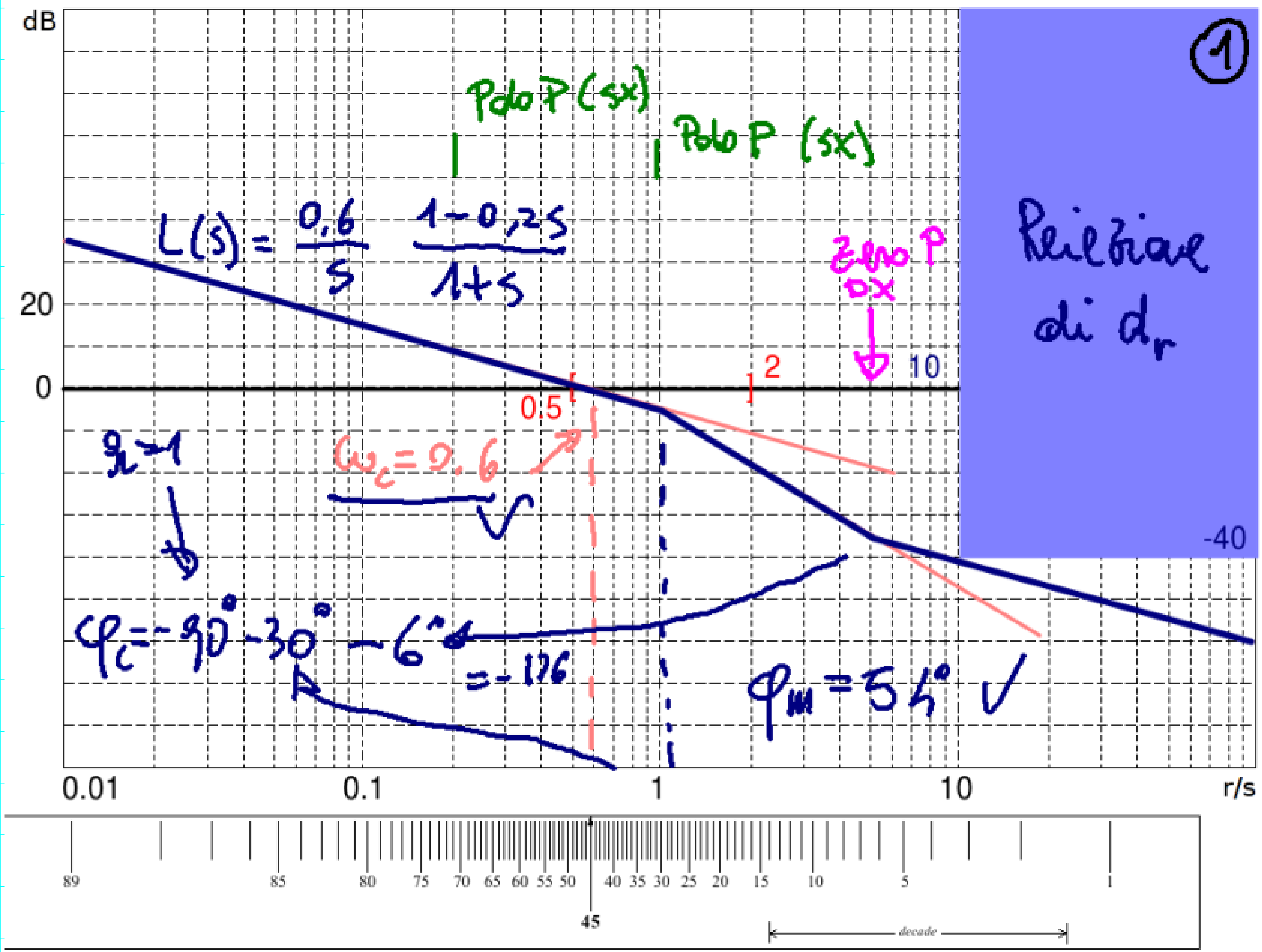
con $L(s) = \dfrac{0{,}6}{s} \dfrac{1-0{,}25}{1+s}$

$$\Rightarrow R(s) = \frac{L(s)}{P(s)} = \frac{0{,}6}{s} \frac{\cancel{1-0{,}25}}{\cancel{1+s}} \frac{(1+5s)\cancel{(1+s)}}{\cancel{1-0{,}25}}$$

NON c'è cancellazione

$$= 0{,}6 \frac{1+5s}{s}$$

$\square$



dB
20
0
-40
0.01
0.1
1
10
r/s
Polo P (sx)
Polo P (sx)
Zero P DX
$L(s) = \frac{0.6}{s} \frac{1-0{,}2s}{1+s}$
0.5
2
10
$\omega_c = 0.6$
Reiezione di d_r
$\varphi_c = -90° - 30° - 6° = -126$
$\varphi_M = 54°$
89
85
80
75
70
65
60
55
50
45
40
35
30
25
20
15
10
5
1
decade