

Controlli Automatici (Parte B)

Risposte del compito tenuto in data 20/05/2020

Risposte ai quiz. Per ciascun quiz riportare nella seguente tabella le lettere di tutte le risposte che si ritengono vere.

1) C/D	2) A/C	3) B	4) B/C	5) B/C
6) A	7) C	8) B	9) A/C	10) A

Risposte alle domande e ai problemi. Per ciascuna domanda riportare negli spazi seguenti risposte sintetiche (ma significative), risultati finali e principali passaggi necessari per ottenerli (nel testo è indicato quale riquadro corrisponde a ciascuna domanda). Eventuali diagrammi di Bode vanno tracciati in un foglio separato (utilizzando lo schema fornito). Si raccomanda di scrivere in maniera chiara.

MARGINE di ampiezza

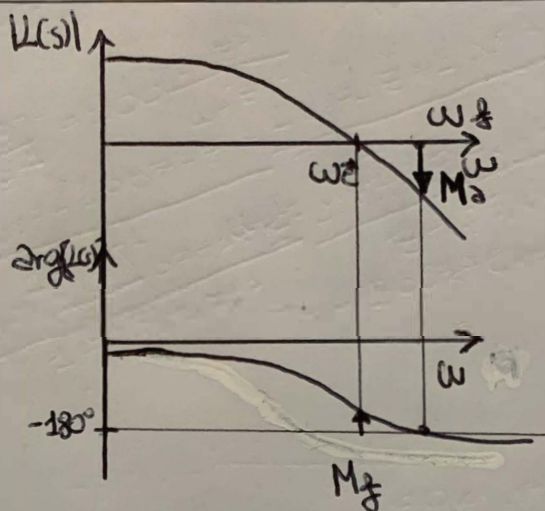
$$M_a = -|L(j\omega_g)|$$

$$-180 = \arg\{L(j\omega_g)\}$$

MARGINE di fase

$$M_f = +180 - |\arg\{L(j\omega_c)\}|$$

$$0 = |L(j\omega_c)|_{db}$$



• Il MARGINE di ampiezza rappresenta l'inverso del guadagno statico IN $\arg(L(j\omega)) = -180$ ma soprattutto per $K > 0$ rappresenta la massima variazione del guadagno statico che pregiudica la stabilità

• Il MARGINE DI FASE rappresenta la massima variazione della fase e se negativo comporta un sistema instabile

* Il criterio di Bode per la stabilità dei sistemi retroazionati dice che:

- $L(s)$ deve avere tutti poli stabili quindi deve essere a fase minima $\Rightarrow L(s)$ stabile ($M_f > 0$)
- $L(s)$ deve attraversare una sola volta l'asse delle ascisse
- $|L(j\omega)| > 1$

$$G(s) = 15 \frac{(s+6)}{s(s+30)}$$

* STATICHE

- $e_v = 0$ $R_s(s) = \frac{M_n}{s}$ M_n libero
- $M_f \geq 80^\circ$ $M_f^* = 80^\circ$
- $T_a \leq 0,1$ $\frac{3}{0,1} \leq \omega_c^*$ $\omega_c^* \geq 30 \frac{\text{rad}}{s}$
- attenuazione 20 volte (-20db) "n" $\omega_n = 100 \frac{\text{rad}}{s}$ $\omega_c^* \leq 10 \frac{\text{rad}}{s}$
- regolatore PI o PID con $\omega_c^* = 10 \frac{\text{rad}}{s}$

$$G_e(s) = \frac{G(s)}{s} = 15 \frac{(s+6)}{s^2(s+30)}$$

$$|G_e(j10)| = 0,05532$$

$$\arg\{G_e(j10)\} = -139,3987^\circ$$

È sufficiente un regolatore PI

$$R_n = \mu \frac{\tau s + 1}{s}$$

$$\bullet \varphi^* = -180^\circ + M_f^* - \arg\{G_e(j10)\} = 39,3987^\circ$$

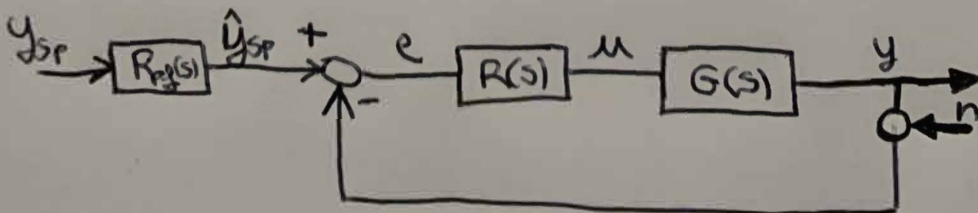
$$\bullet \tau = \frac{\tan \varphi^*}{\omega_c^*} = 0,08214$$

$$\bullet M_z = \sqrt{1 + (\tau \omega_c^*)^2} = 1,2941$$

$$\bullet \mu = \frac{1}{M_z |G_e(j10)|} = 13,9687$$

$$R_s(s) = R_{pi}(s) = 13,9687 \frac{(0,08214s + 1)}{s}$$

$$R_{pf}(s) = \frac{\frac{s}{10} + 1}{\frac{s}{30} + 1} = \frac{0,1s + 1}{0,0333s + 1}$$



Box 1

Box 2

Box 3

Box 4

a) $\omega_s \geq 10 \omega_{MAX}$ $\omega_s \geq 300 \frac{rad}{s}$ $\frac{2\pi}{T} \geq 300$ $T \leq \frac{2\pi}{300} = 0,0209 \text{ s}$

b) $\omega_n = \frac{\omega_s}{2}$ $\omega_s = 200 \frac{rad}{s}$ $\frac{2\pi}{T} = 200 \frac{rad}{s}$ $T = 0,03142 \text{ s}$

$T = 0,02 \text{ s}$

$S = \frac{2}{T} \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}} = 100 \frac{1-z^{-1}}{1+z^{-1}}$ TUSTIN

$R(z) = \frac{1,287 - 1,0077z^{-1}}{1-z^{-1}} = \frac{1,287z - 1,0077}{z-1}$

$R_{pf}(z) = \frac{2,5387 - 2,0771z^{-1}}{1-0,5384z^{-1}} = \frac{2,5387z - 2,0771}{z-0,5384}$

Box 4

$R(z) = \frac{U(z)}{E(z)}$ $u_k = u_{k-1} + 1,2871e_k - 1,0077e_{k-1}$

$R_{pf}(z) = \frac{Y(z)}{Q(z)}$ $y_k = 0,5384 y_{k-1} + 2,5387q_k - 2,0771q_{k-1}$

Box 5

$f = 2 \text{ kHz} = 2000 \text{ Hz}$ $\omega_n = 2\pi \cdot 2000 = 12566,37061 \frac{rad}{s}$

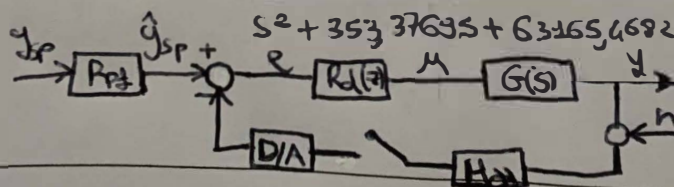
$\omega_n = \frac{\omega_s}{2}$ $\omega_s = 2\omega_n = 25132,7412 \frac{rad}{s}$

$\omega_s \geq 10 \omega_{aa}$

$\omega_{aa} = \frac{\omega_s}{10} = 2513,274 \frac{rad}{s}$ che rispetto circa

$\omega_{aa} \geq 10 \omega_c = 300 \frac{rad}{s}$

$H_{aa} = 63165,4682$



Schema per i diagrammi di Bode.

Dopo aver indicato i valori degli assi, riportare i diagrammi di Bode di interesse (indicando chiaramente di quale diagramma si tratta). Si noti che una pagina può essere utilizzata per un diagramma completo (ampiezza e fasi) riferiti alla stessa funzione o per uno o due digrammi delle ampiezze riferiti a funzioni diverse.

