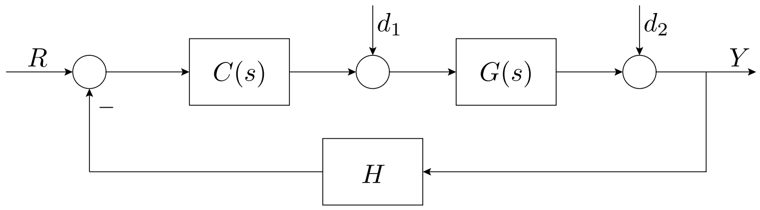
Compito di "Progetto Sistemi di Controllo" - 18 Settembre 2002

Nome: .... **Cognome:** .... **N° Matr.:** ....

- **Esercizio 1: (Punti 15)**



Dato lo schema in figura, sia $G(s) = \dfrac{30\,(s^2 + 40\,s + 900)}{(s+1)\,(s^2 + 40\,s + 10000)}$.

Progettare i blocchi H e $C(s)$ in modo da soddisfare le seguenti specifiche:

1. Guadagno in continua $Y/R = 0.01$
2. Errore di inseguimento alla rampa unitaria (a regime) $e_r \leq 3.7 \cdot 10^{-6}$
3. Risposta al gradino unitario (a regime) in d_1 $\leq 2.2 \cdot 10^{-6}$
4. Risposta al gradino unitario (a regime) in d_2 $\leq 5 \cdot 10^{-5}$
5. Picco di risonanza $M_r \leq 3$ dB
6. Tempo di salita $t_s \leq 0.005$ secondi

Verificare sulla carta di Nichols la specifica sul picco di risonanza e sulla banda passante desiderata.

- **Esercizio 2: (Punti 13)**

Sia data la seguente $G(s) = K\,\dfrac{100\,(s+5)\,(s+10)}{s^2\,(s+1)\,(s+100)}$.

Discutere la stabilità di $G(s)$ ad anello chiuso al variare di K (positivo e negativo) mediante il diagramma di Nyquist ed il luogo delle radici.

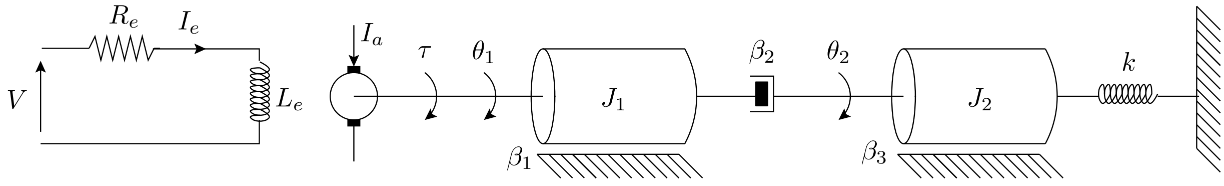
- **Esercizio 3: (Punti 10)**

Dato il seguente modello determinare:

\- la funzione di trasferimento $G(s) = \dfrac{\theta_2(s)}{V(s)}$ sapendo che:

1\. Il motore è in continua con comando in eccitazione ($I_a \simeq$ costante).

2\. $\tau = K_T\, I_e$



Soluzioni compito 18 Settembre 2002

Esercizio 1

1. $H = 100$

2. E' necessario aggiungere un polo in 0 nel controllore. Poiché $K_G = 2.7$ risulta $K_c \gtrsim 10$.

3. Soddisfatta $\forall\ K_c$.

4. Soddisfatta $\forall\ K_c$.

Per la sintesi del controllore le specifiche desiderate risultano: $\phi_m \simeq 40°$ e $B_w \simeq 600$ rad/s.
Frequenza di attraversamento desiderata $\omega_c = [300 \div 480]$. Scelgo $\omega_c = 400$ rad/s.

Si studia la funzione $\overline{G}(s) = \dfrac{K_c}{s}\, G(s)\, H = 1000\, \dfrac{G(s)}{s}$

Alla frequenza di 400 rad/s risulta: modulo=-14dB e fase=-179° (margine di fase 1°).
Una possibile scelta consiste in una rete derivativa con $\omega\tau = 6$ e $m = 9$.

$$C(s) = \frac{10}{s}\,\frac{1 + 0.015\, s}{1 + 0.0016\, s}$$

Verificando le specifiche risulta: $M_r \simeq 2$dB e $B_w \simeq 652$ rad/s.

Esercizio 2

Risulta stabile ad anello chiuso solo per $K > 2.7783$ circa.

Esercizio 3

Equazioni del modello:

$$\begin{cases} \tau = \dfrac{K_T}{R_e + s\, L_e}\, V \\[2ex] \tau - \beta_2(\dot\theta_1 - \dot\theta_2) - \beta_1\dot\theta_1 = J_1\ddot\theta_1 \\[2ex] \beta_2(\dot\theta_1 - \dot\theta_2) - \beta_3\dot\theta_2 - k\theta_2 = J_2\ddot\theta_2 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \tau = \dfrac{K_T}{R_e + s\, L_e}\, V \\[2ex] \tau + \beta_2\, s\, \theta_2 = \theta_1\, [s^2\, J_1 + (\beta_1 + \beta_2)\, s] \\[2ex] \theta_1\, (s\, \beta_2) = \theta_2\, [s^2\, J_2 + (\beta_2 + \beta_3)\, s + k] \end{cases}$$

$$\begin{cases} \tau = \dfrac{K_T}{R_e + s\, L_e}\, V \\[2ex] \tau + \beta_2\, s\, \theta_2 = \theta_2\, \dfrac{[s^2\, J_2 + (\beta_2 + \beta_3)\, s + k]}{[s\, \beta_2]}\, [s^2\, J_1 + (\beta_1 + \beta_2)\, s] \end{cases}$$

$$\frac{\theta_2}{V} = \frac{K_T}{R_e + s\, L_e} \cdot \frac{\beta_2}{[s^2\, J_2 + (\beta_2 + \beta_3)\, s + k]\, [s\, J_1 + (\beta_1 + \beta_2)] - \beta_2^2\, s}$$

$$\frac{\theta_2}{V} = \frac{K_T}{R_e + s\, L_e} \cdot \frac{\beta_2}{s^3 J_1 J_2 \,+\, s^2[J_2(\beta_1 + \beta_2) + J_1(\beta_2 + \beta_3)] \,+\, s[\beta_1\beta_2 + \beta_1\beta_3 + \beta_2\beta_3 + J_1 k] \,+\, k(\beta_1 + \beta_2)}$$