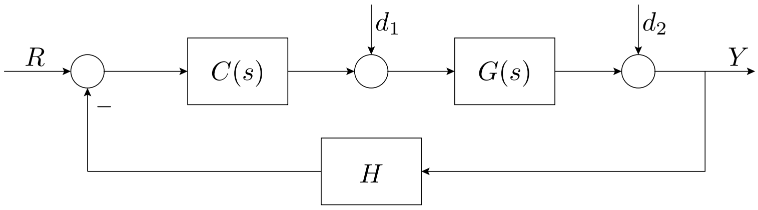
**Compito di "Progetto Sistemi di Controllo" - 16 Luglio 2002**

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

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




Dato lo schema in figura, sia $G(s) = \dfrac{50\,(s+10)}{(s+1)\,(s^2+20\,s+400)}$.

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

1. Guadagno in continua $Y/R = 0.1$
2. Errore di inseguimento alla rampa unitaria (a regime) $e_r \leq 0.004$
3. Risposta al gradino unitario (a regime) in $d_1$ $\leq 0.001$
4. Risposta al gradino unitario (a regime) in $d_2$ $\leq 0.01$
5. Picco di risonanza $M_r \leq 3$ dB
6. Tempo di salita $t_s \leq 0.25$ 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 $G(s) = K\,\dfrac{1000\,(s+10)}{(s+1)\,(s-10)\,(s+40)}$.

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)**

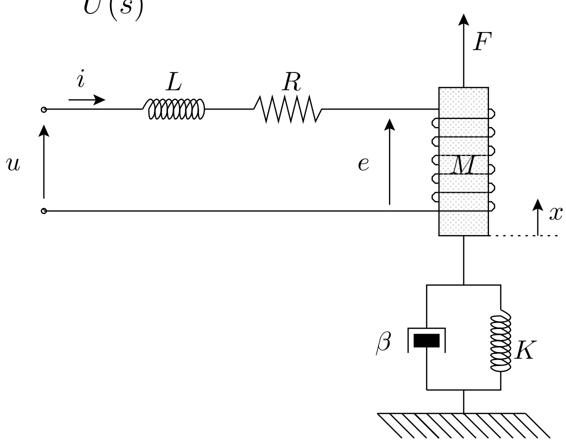
Dato il seguente modello determinare:

\- la funzione di trasferimento $G(s) = \dfrac{X(s)}{U(s)}$

sapendo che:

$F = K_f\, I$

$e = K_e\, \dot{x}$



# Soluzioni compito 16 Luglio 2002

### Esercizio 1

1. $H = 10$
2. E' necessario aggiungere un polo in 0 nel controllore. Poiché $K_G = 1.25$ risulta $K_c \geq 2$.
3. Soddisfatta $\forall\ K_c$.
4. Soddisfatta $\forall\ K_c$.

Per la sintesi del controllore le specifiche desiderate risultano: $\phi_m \simeq 40°$ e $B_w \simeq 12$ rad/s.
Frequenza di attraversamento desiderata $\omega_c = [6 \div 9.6]$. Scegliamo ad esempio $\omega_c = 8$ rad/s.

Studiamo la funzione $\overline{G}(s) = \dfrac{K_c}{s}\, G(s)\, H = 20\, \dfrac{G(s)}{s}$

Alla frequenza di 8 rad/s risulta: modulo=-5.5dB e fase=-160° (margine di fase 20°).
Una possibile scelta consiste in una derivativa con $\omega\tau = 2$ e $m = 3$.

$$C(s) = \frac{2}{s}\,\frac{1 + 0.25\, s}{1 + 0.083\, s}$$

Verificando le specifiche risulta: $M_r \simeq 2$dB e $B_w \simeq 18.7$ rad/s.

### Esercizio 2

Risulta stabile ad anello chiuso solo per $K > 0.5272$.

### Esercizio 3

Equazioni del modello:

$$\begin{cases} U - E = R\, I + L\dot{I} \\ F - K\, X - \beta\, \dot{X} = M\, \ddot{X} \\ F = K_f\, I \\ E = K_e\, \dot{X} \end{cases}$$

$$\begin{cases} U - K_e\, s\, X = I\,(R + s\, L) \\ K_f\, I - K\, X - \beta\, s\, X = M\, s^2\, X \end{cases}$$

$$\begin{cases} U - K_e\, s\, X = I\,(R + s\, L) \\ I = X\,(M\, s^2 + \beta\, s + K)\, K_f^{-1} \end{cases}$$

$$U - K_e\, s\, X = X\,(M\, s^2 + \beta\, s + K)\, K_f^{-1}\,(R + s\, L)$$

$$U = X\left[\frac{(M\, s^2 + \beta\, s + K)\,(R + s\, L) + K_e\, K_f\, s}{K_f}\right]$$

$$G(s) = \frac{X}{U} = \left[\frac{K_f}{(M\, s^2 + \beta\, s + K)\,(R + s\, L) + K_e\, K_f\, s}\right] =$$

$$= \left[\frac{K_f}{M\, L\, s^3 + (M\, R + \beta\, L)\, s^2 + (\beta\, R + K\, L + K_e\, K_f)\, s + K\, R}\right]$$