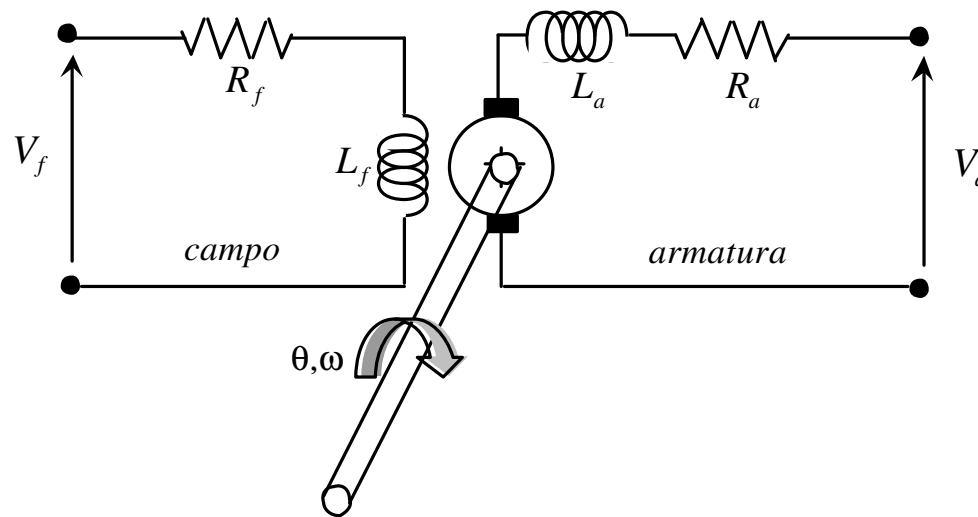


PROGETTO SISTEMA DI CONTROLLO: MOTORE IN CORRENTE CONTINUA



- Equazioni del circuito di armatura:

$$L_a \frac{dI_a}{dt} + R_a I_a + K I_f \omega = V_a$$

- Equazioni del circuito di eccitazione (campo):

$$L_f \frac{dI_f}{dt} + R_f I_f = V_f$$

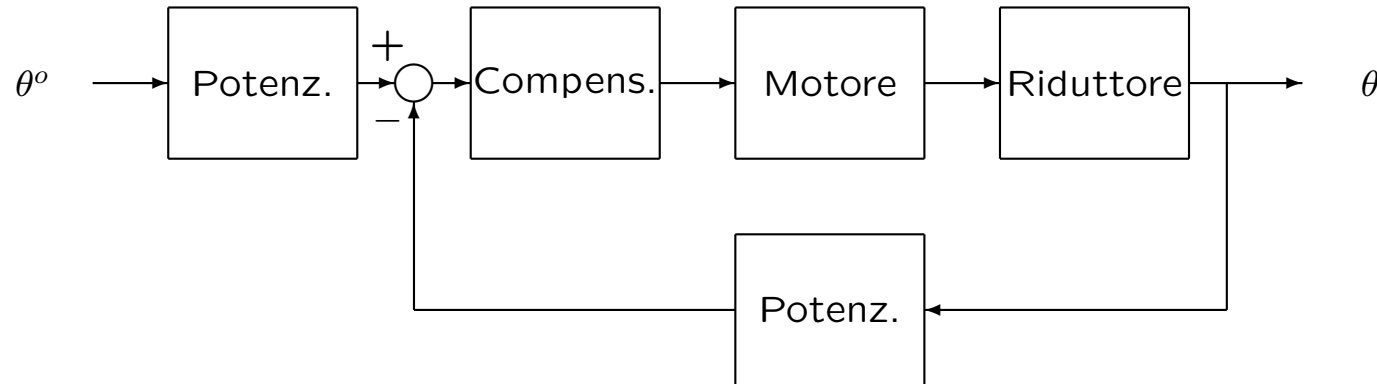
- Equazioni meccaniche:

$$J \frac{d\omega}{dt} + B\omega = C_m \quad , \quad \frac{d\theta}{dt} = \omega$$

- Coppia motrice:

$$C_m \approx K I_a I_f$$

PROGETTO SISTEMA DI CONTROLLO: MODELLO



- Costante di trasduzione dei potenziometri:

$$K_p = 4 \text{ [V} \cdot \text{rad}^{-1}\text{]}$$

- Rapporto di riduzione:

$$K_r = \frac{1}{70}$$

- Motore in corrente continua a controllo di campo (I_a costante, V_f ingresso, $C_m = K_T I_f$):

$$P(s) = \frac{K_m}{s(1 + s\tau_e)(1 + s\tau_m)}; \quad \tau_e = \frac{L_f}{R_f}, \quad \tau_m = \frac{J}{B}, \quad K_m = \frac{K_T}{R_f B}$$

PROGETTO SISTEMA DI CONTROLLO: MODELLO

- Valori dei parametri del motore:

- K_m , τ_e e τ_m sono determinati sperimentalmente:

$$K_m = 65 \text{ [rad} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{V}^{-1}\text{]}; \quad \tau_m = 0.2 \text{ [s]}; \quad \tau_e = 0.03 \text{ [s]}$$

- R_f e J sono misurati direttamente:

$$R_f = 1.5 \text{ [\Omega]}; \quad J = 2 \cdot 10^{-5} \text{ [kg} \cdot \text{m}^2\text{]}$$

- Altri dati

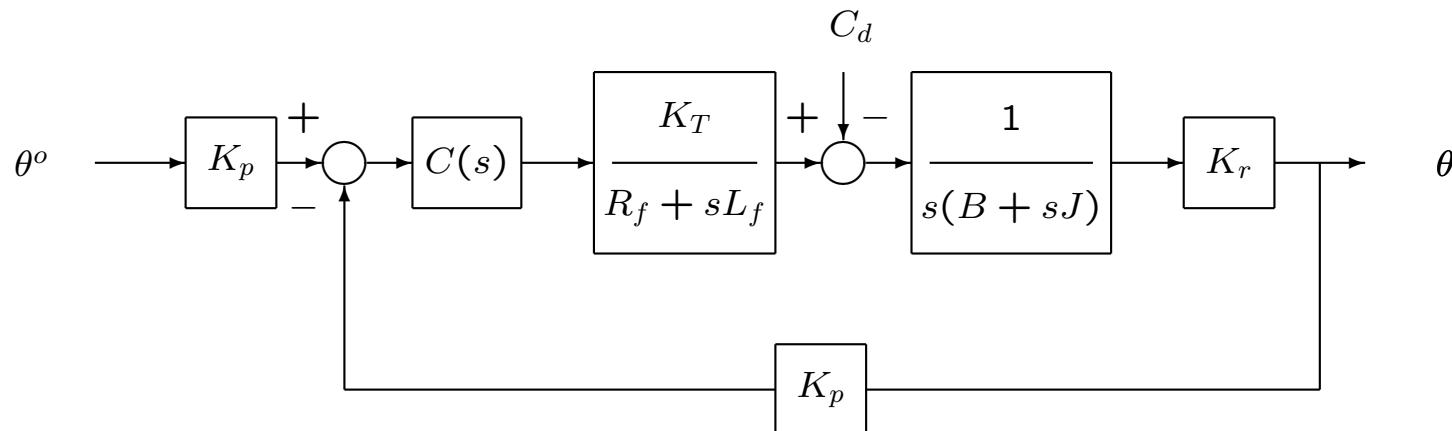
$$B = 10^{-4} \text{ [kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-1}\text{]}; \quad L_f = 0.045 \text{ [H]}; \quad K_T = 9.7 \cdot 10^{-3} \text{ [kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \text{A}^{-1}\text{]}$$

PROGETTO SISTEMA DI CONTROLLO: SPECIFICHE

- Specifiche di controllo:

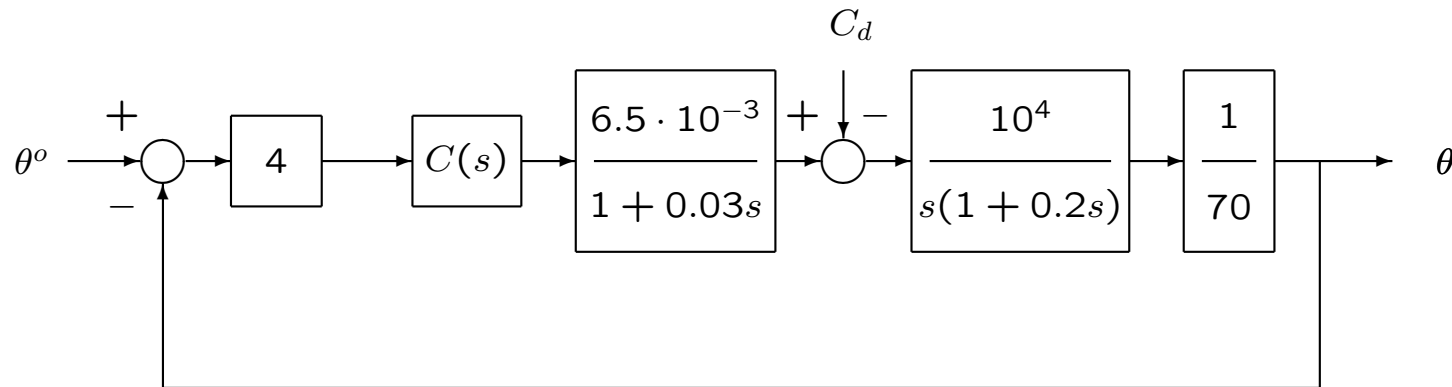
1. l'errore di inseguimento a regime corrispondente ad ingressi costanti sia nullo
2. l'errore di inseguimento a regime di una rampa unitaria sia non superiore a $e_r = 0.01$ [rad]
3. l'errore a regime per un disturbo di coppia costante, sull'asse del motore, di ampiezza pari a $C_d = 10^{-3}$ [kg · m² · s⁻²] sia non superiore a $e_d = 0.01$ [rad]
4. il tempo di salita t_s^o sia approssimativamente pari a 0.2 [s]
5. il picco di risonanza sia non superiore a $M_{r_{max}} = 3$ dB

- Schema a blocchi



PROGETTO SISTEMA DI CONTROLLO: SINTESI PER TENTATIVI

- Riduzione schema a retroazione unitaria:



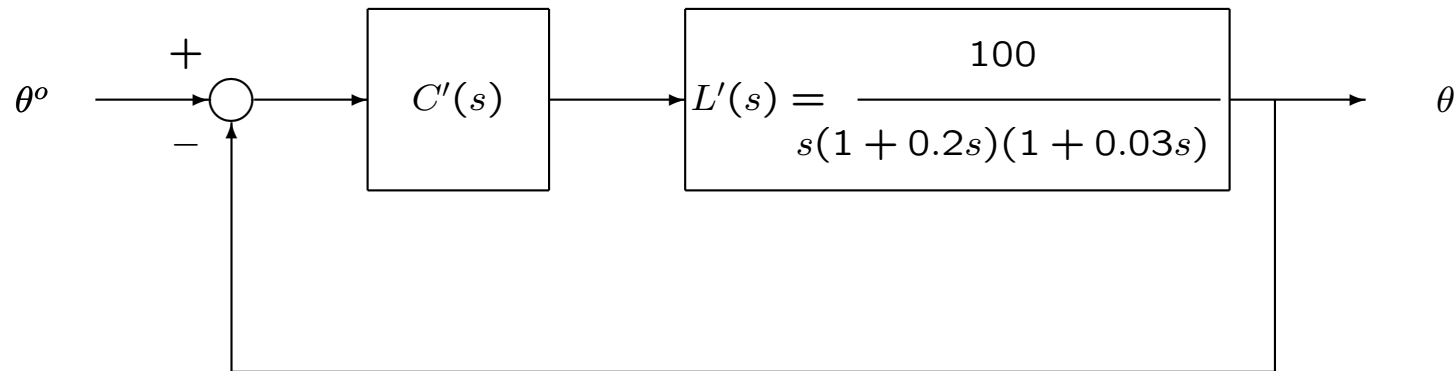
- Il processo ha già un polo in zero per cui risulta: $h = 0$
- K_c è fissato considerando le specifiche 2. e 3.

$$2. \rightarrow K_c \geq \frac{1}{e_r K_p K_m K_r} = 26.9$$

$$3. \rightarrow K_c \geq \frac{C_d}{e_d K_p K_m K_r B} = 3.85$$

– Scelta: $K_c = 27$

PROGETTO SISTEMA DI CONTROLLO: SINTESI PER TENTATIVI



- Scelta di m_ϕ^o e ω_a^o

$$m_\phi^o = 45^\circ;$$

$$\omega_a^o = 10$$

- Valori di modulo e fase di $L'(j\omega_a^o)$ ad ω_a^o

$$L'(j\omega_a^o) = L'(10j) = \frac{100}{10j(1 + 2j)(1 + 0.3j)}$$

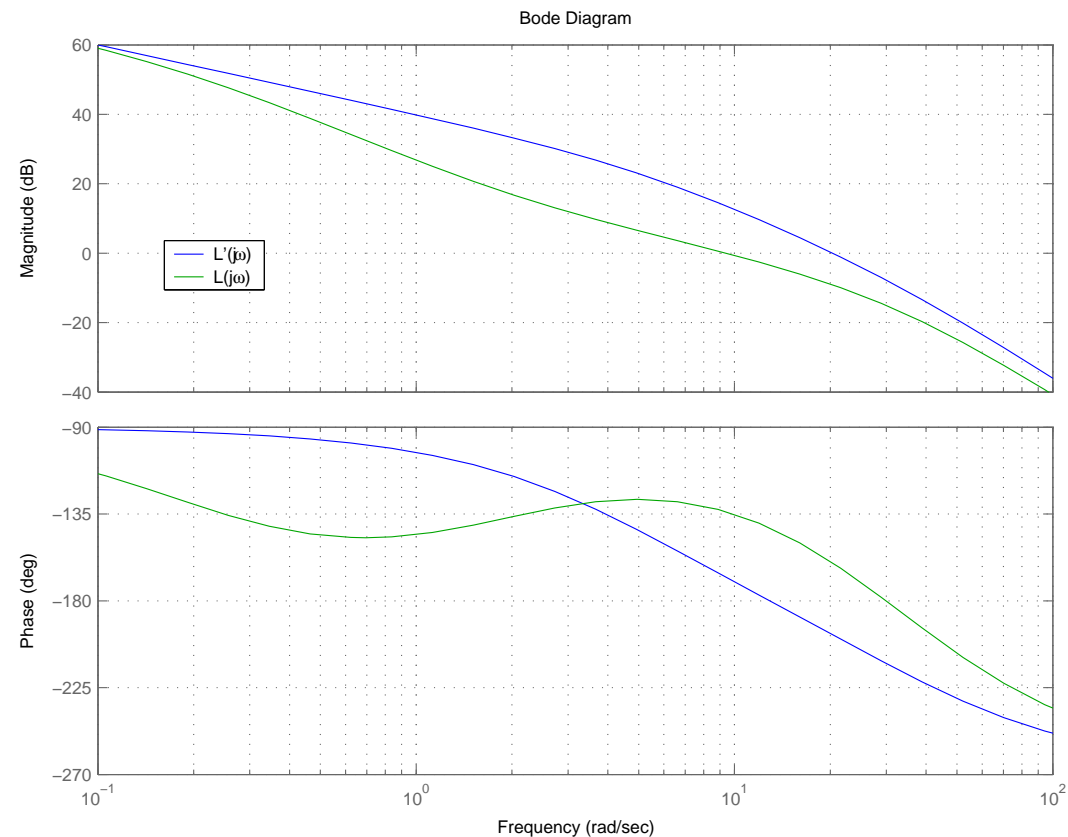
$$\Rightarrow |L'(j\omega_a^o)|_{dB} \approx 13 \text{ dB} , \quad \arg[L'(j\omega_a^o)] \approx -170^\circ$$

PROGETTO SISTEMA DI CONTROLLO: SINTESI PER TENTATIVI

- $C'(s)$ è data dal prodotto di una rete anticipatrice e una ritardatrice:

$$C'(s) = \underbrace{\frac{(1 + 0.2s)}{(1 + 0.033s)}}_{\text{ANT} \therefore m=6; \tau=0.2} \cdot \underbrace{\frac{(1 + 0.5s)}{(1 + 5s)}}_{\text{RIT} \therefore m=10; \tau=5}$$

- Diagrammi di Bode di $L'(j\omega)$ e $L(j\omega) = C'(j\omega)L'(j\omega)$



PROGETTO SISTEMA DI CONTROLLO: VERIFICA

- Verifica specifiche sul picco di risonanza e sul tempo di salita

