

POLITECNICO DI TORINO
ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

II SESSIONE 2008
LAUREA SPECIALISTICA

PROVA PRATICA del 9 gennaio 2009

Problema

Si consideri il sistema costituito da un motore elettrico calettato tra mite un albero a un corpo rotante, come schematizzato in Figura 1, dove:

- $C_m(t)$: coppia motrice esercitata dal motore elettrico
- $\theta(t)$: posizione angolare del corpo rotante
- $C_r(t)$: coppia resistente esterna
- J : momento di inerzia totale (corpo rotante+motore elettrico+albero)
- β : coefficiente di attrito viscoso dei cuscinetti di supporto albero

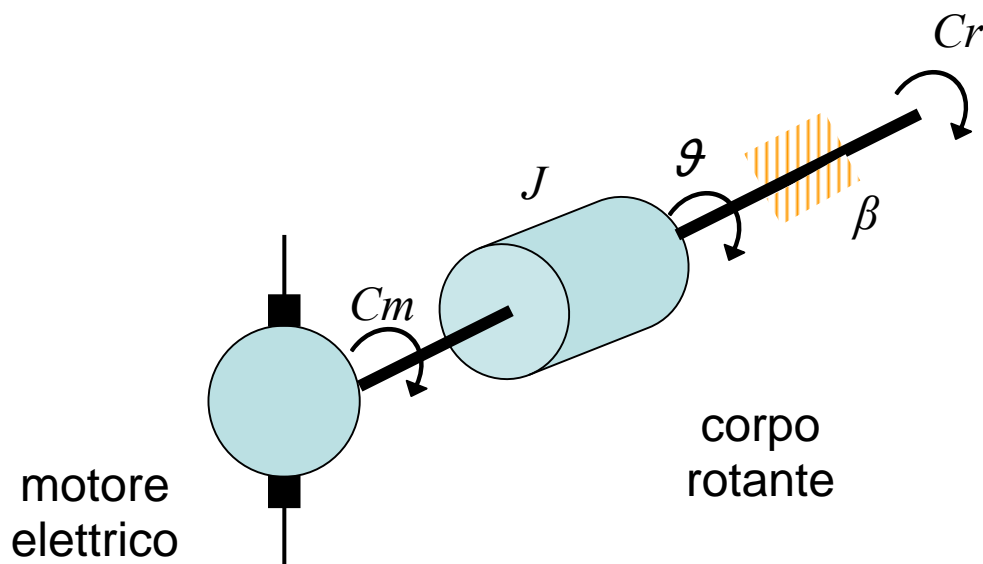


Figura 1

Il problema è progettare un sistema per il controllo della posizione angolare del corpo rotante. Più specificamente si vuole progettare una legge di controllo che tenga $\theta(t)$ “piccolo” con le seguenti specifiche:

- A seguito di un inserimento di una coppia resistente $Cr(t)$ a gradino in modulo < 500 Nm si vuole che a regime $|\theta| < 8 \cdot 10^{-2}$ rad
- Se il corpo parte da condizioni iniziali $\vartheta = \vartheta_0, \dot{\vartheta} = 0$, in assenza di coppia resistente si vuole che $|\vartheta(t)| < 0.05 |\vartheta_0|, \forall t > 0.5$ sec

Punti da sviluppare

(1) Supponendo che i vari componenti siano corpi rigidi e che J e β siano delle costanti, ricavarne le equazioni dinamiche.

(2) Si scelga $x(t) = \begin{bmatrix} \vartheta(t) \\ \dot{\vartheta}(t) \end{bmatrix}^T$ come vettore di stato. Siano $u(t) = Cm(t)$ e $y(t) = \vartheta(t)$

rispettivamente variabile di controllo e uscita da controllare. La coppia resistente $Cr(t)$ non è misurata ed è perciò considerata un disturbo non noto. Ricavare le equazioni di ingresso+disturbo-stato-uscita del sistema.

(3) Calcolare le funzioni di trasferimento $G_u(s) = \vartheta(s)/Cm(s)$ e $G_d(s) = \vartheta(s)/Cr(s)$ con i seguenti valori dei parametri:

$$J = 100 \text{ N / rad / sec}^2, \quad \beta = 0.2 \text{ N / rad / sec}$$

(4) Progettare una legge di controllo supponendo che sia disponibile un encoder per misurare $\vartheta(t)$ e una dinamo tachimetrica per misurare $\dot{\vartheta}(t)$. Si considera che le misure siano fatte con errori trascurabili.

(5) Progettare una legge di controllo supponendo che sia disponibile solo la misura di $\vartheta(t)$.

(6) Progettare una legge di controllo supponendo che sia disponibile solo la misura di $\dot{\vartheta}(t)$.

Suggerimenti per i punti (4), (5), (6):

Per il punto (4) si consideri una legge di controllo $Cr(t) = k_1 \vartheta(t) + k_2 \dot{\vartheta}(t)$ e si scelgano k_1, k_2 che soddisfino le specifiche e che il sistema ad anello chiuso abbia poli stabili reali e coincidenti.

Per i punti (5) e (6) usare la legge di controllo del punto (4) e determinare (se possibile) uno stimatore asintotico degli stati dalla misure considerate disponibili.