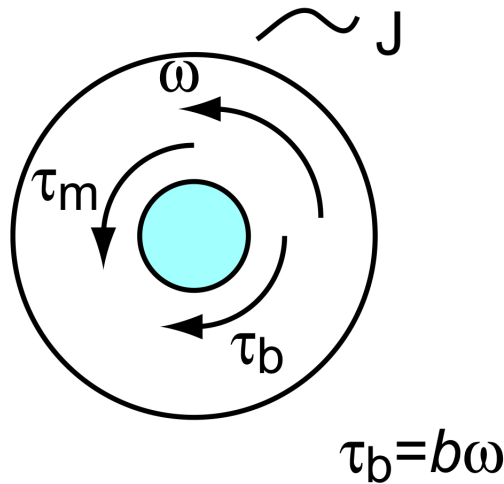


Controllo di un disco rigido

Un disco rigido è costituito da due componenti principali:

1. L'insieme testina/braccio, legato alla movimentazione laterale della testina di lettura/scrittura sulla superficie del disco;
2. L'insieme perno/disco, governato da un magnete permanente che deve generalmente ruotare ad una velocità pressochè costante.

L'insieme perno/disco può essere schematizzato come mostrato in figura.



Si assume che tale insieme abbia un'inerzia totale $J = 10^{-3} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ e che il motore generi una coppia τ_m . Infine, supponendo che l'attrito dell'aria sia linearmente proporzionale alla velocità di rotazione del disco $\omega = \frac{d\theta}{dt} \text{ [rad/s]}$, dove $\theta \text{ [rad]}$ indica la posizione angolare del disco, con un coefficiente di attrito b pari a

$$b = 0.002 \text{ [N m s/rad]},$$

la dinamica del sistema è descritta dalla seguente equazione differenziale

$$J\dot{\omega} = \tau_m - b\omega.$$

Attività da svolgere

PARTE 1: Realizzare in ambiente Matlab/Simulink un modello del sistema con i parametri dati. Effettuare un test sul sistema con variazione a scalino della coppia $\tau_m(t)$.

Calcolare la FDT del sistema con ingresso $\tau_m(t)$ ed uscita pari alla posizione angolare del disco $\theta(t)$. Tracciare la risposta del sistema ad un ingresso a scalino, verificando la coerenza della risposta ottenuta con quella risultante dal test fatto sul sistema in simulazione, commentando i risultati.

Stimare la banda del sistema in anello aperto e caratterizzare la risposta a scalino in termini di valore iniziale, valore finale, tempo di assestamento e entità delle oscillazioni.

- PARTE 2:**
1. Progettare un controllore che permetta di regolare la posizione del disco ad un valore costante desiderato, soddisfacendo i seguenti requisiti:
 - (a) Sistema in anello chiuso asintoticamente stabile.
 - (b) Pulsazione critica $\omega_c \geq 10$ rad/s.
 - (c) Margine di fase $\varphi_m = 65^\circ$.
 - (d) Reiezione di disturbi $d(t) = \sin(\omega t)$, con $\omega \in [0.5, 5]$ rad/s di almeno un fattore 10.
 2. Si supponga ora che il sistema in retroazione sia soggetto a disturbi di misura $n(t) = \sin(\omega t)$, con $\omega = [50, 500]$ rad/s. A fronte di tale disturbo si commenti il comportamento dell'errore e dell'uscita a transitorio esaurito, giustificando la risposta sulla base delle caratteristiche del sistema in anello chiuso. Si discutano poi eventuali modifiche che dovrebbero essere apportate al controllore per garantire una reiezione di tale disturbo di uscita di almeno un fattore 10.
 3. Si supponga adesso che il sistema sia affetto da un ritardo puro di 0.3 s. Discutere l'effetto del ritardo sulla stabilità in anello chiuso del sistema e le differenze nel comportamento del sistema in risposta ad un riferimento a scalino. Si discuta anche quelle che potrebbero essere le modifiche da dover apportare al controllore per garantire che la specifica sul tempo di assestamento in anello chiuso sia ancora soddisfatta.

Note

- Svolgere il progetto sia mostrando in modo preciso il procedimento teorico sia svolgendo le simulazioni necessarie a dimostrare che i requisiti sono soddisfatti in pratica. Per lo svolgimento teorico i calcoli possono essere effettuati con Matlab (non serve fare i conti a mano!) ma i risultati vanno discussi e motivati.
- Per ogni punto da verificare creare i grafici di ingresso e uscita del sistema unitamente alle altre variabili di interesse.
- Preparare un unico script Matlab che generi tutte le figure richieste dopo aver lanciato le simulazioni necessarie del modello sia in anello aperto sia in anello chiuso.

- Consegnare lo script, il report (WORD o LATEX, da salvare poi in pdf) con tutto lo svolgimento del progetto e i commenti alle simulazioni effettuate, e gli schemi Simulink in un unico archivio zip che abbia come nome il nome del gruppo.