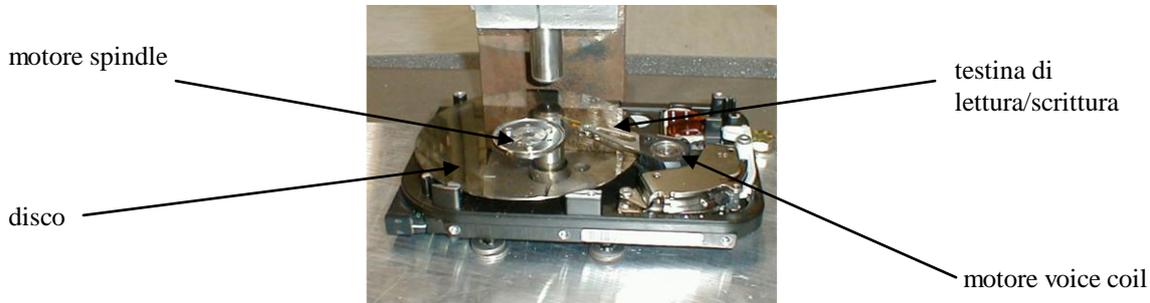


Controlli Automatici
Prof. Paolo Rocco
Elaborato

Il problema

All'interno dei lettori di hard-disk sono presenti due motori: il motore spindle che mette in rotazione il disco e il motore voice coil che movimenta la testina di lettura e scrittura:



Nel presente elaborato ci si concentrerà sul motore voice coil. Alimentato da una tensione u in Volt il motore porta la testina in una posizione y , espressa in rad, legata in prima approssimazione all'ingresso dalla seguente funzione di trasferimento:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{U(s)} = \frac{\mu}{\left(1 + 2\frac{\zeta_1}{\omega_{n1}}s + \frac{s^2}{\omega_{n1}^2}\right)\left(1 + 2\frac{\zeta_2}{\omega_{n2}}s + \frac{s^2}{\omega_{n2}^2}\right)}$$

Il sistema presenta due coppie di poli complessi coniugati, entrambe a basso smorzamento e con differenti valori di pulsazione naturale ($\omega_{n1} < \omega_{n2}$, $\zeta_1 < \zeta_2$).

Svolgimento dell'elaborato

1. Si supponga di controllare il sistema con un controllore integrale $R(s) = K/s$. Si determini con il tracciamento al calcolatore del luogo delle radici l'intervallo di valori di K che stabilizzano il sistema in anello chiuso;
2. Si progetti un controllore costituito dal regolatore integrale con in serie un filtro notch sintonizzato sui poli dominanti (a pulsazione ω_{n1}), in modo da conferire una banda passante ragionevole al sistema di controllo in anello chiuso e un margine di fase di 60° . Si simuli il sistema con un opportuno schema Simulink. Si eseguano delle prove di risposta a una traiettoria con profilo di velocità trapezoidale (spostamento $h = 0.1$ rad, tempo di posizionamento $T = 0.5$ s, tempo di accelerazione $t_a = 0.1$ s). Si verifichi anche la robustezza del sistema di controllo rispetto a incertezze del 2% sul valore di ω_{n1} e del 5% sul valore di ζ_1 ;
3. Si proponga una realizzazione digitale del controllore determinato al punto 2., simulando il sistema di controllo digitale con un opportuno schema Simulink. Si supponga di utilizzare per l'ADC un convertitore a 14 bit con range sulla posizione di 30° , mentre per il DAC un convertitore a 12 bit con range sulla variabile di controllo (la tensione u) di ± 1 V. Anche in questo caso si verifichi la robustezza del sistema di controllo;
4. Si determini una realizzazione in variabili di stato del sistema e, operando gradualmente, si progetti uno schema di assegnamento degli autovalori:
 - a. Si progetti una legge di controllo che, agendo su tutto lo stato del sistema, posizioni gli autovalori in anello chiuso tutti a smorzamento 0.7, con pulsazioni naturali ω_{n1} per una coppia di autovalori e ω_{n2} per l'altra. Si simuli una condizione iniziale con $y = 0.1$ rad e velocità nulla, confrontando il transitorio con quello ottenibile in anello aperto;
 - b. Si progetti un ricostruttore dello stato che, misurando y , assegni gli autovalori della dinamica dell'errore di stima tutti a smorzamento 0.7, con pulsazioni naturali $5\omega_{n1}$ per una coppia di autovalori e $5\omega_{n2}$ per l'altra. Si confronti il transitorio con quello ottenuto al punto precedente;
 - c. Si progetti uno schema ad assegnamento degli autovalori con regolazione a zero dell'errore. Si determini la legge di controllo¹ in modo da assegnare globalmente gli autovalori del sistema aumentato con lo stato dell'integratore, aggiungendo agli autovalori del punto a. un autovalore reale alla pulsazione ω_{n1} . Si simuli il moto del sistema a partire da condizioni iniziali nulle, dando un gradino di ampiezza unitaria al riferimento;
 - d. Verificare la robustezza del sistema di controllo progettato al punto precedente rispetto a incertezze sui parametri, come al punto 2.

¹ Verificare se la funzione `place` restituisce un risultato numericamente corretto e in caso negativo utilizzare la funzione `acker`

Modalità di svolgimento dell'elaborato

1. Gli studenti utilizzano il set di dati fisici su cui eseguire il progetto corrispondente al loro cognome secondo la tabella riportata nel file dati_fisici.pdf e svolgono singolarmente e in autonomia l'elaborato, cercando di coprire il maggior numero di punti possibile (non necessariamente tutti);
2. Al termine gli studenti inviano via e-mail al docente (paolo.rocco@polimi.it) i file .m contenenti tutti i dati per l'inizializzazione degli impianti di simulazione e i file Simulink (.mdl) contenenti gli impianti di simulazione stessa. I file devono essere accompagnati da una breve relazione illustrativa in formato pdf;
3. I file devono essere compatibili con la seguente versione di Matlab (o con versioni precedenti):
MATLAB ver. 7.7 + Simulink ver. 7.2 + Control System Toolbox ver. 8.2 (R2008b)
4. L'invio dei file deve avvenire almeno tre giorni lavorativi prima della data dell'appello d'esame a cui lo studente si iscrive.