

Controlli automatici per la mecatronica

(Prof. Rocco)

Appello del 25 Gennaio 2011

Cognome:.....

Nome:

Matricola:.....

Firma:.....

Avvertenze:

- Il presente fascicolo si compone di **8** pagine (compresa la copertina). Tutte le pagine utilizzate vanno firmate.
- Durante la prova non è consentito uscire dall'aula per nessun motivo se non consegnando il compito o ritirandosi.
- Nei primi 30 minuti della prova non è consentito ritirarsi.
- Durante la prova non è consentito consultare libri o appunti di alcun genere.
- Non è consentito l'uso di calcolatrici con display grafico.
- Le risposte vanno fornite **esclusivamente negli spazi** predisposti. Solo in caso di correzioni o se lo spazio non è risultato sufficiente, utilizzare l'apposita pagina del fascicolo.
- La chiarezza e l'**ordine** delle risposte costituiranno elemento di giudizio.
- Al termine della prova va consegnato **solo il presente fascicolo**. Ogni altro foglio eventualmente consegnato non sarà preso in considerazione.

Firma:.....

Utilizzare questa pagina SOLO in caso di correzioni o se lo spazio a disposizione per qualche domanda non è risultato sufficiente

Esercizio 1

Si consideri un sistema di controllo P/PI per un servomeccanismo elastico.

Si assumano i seguenti valori dei parametri fisici:

$$J_m = 0.02 \text{ Kg } m^2$$

$$D_m \cong 0$$

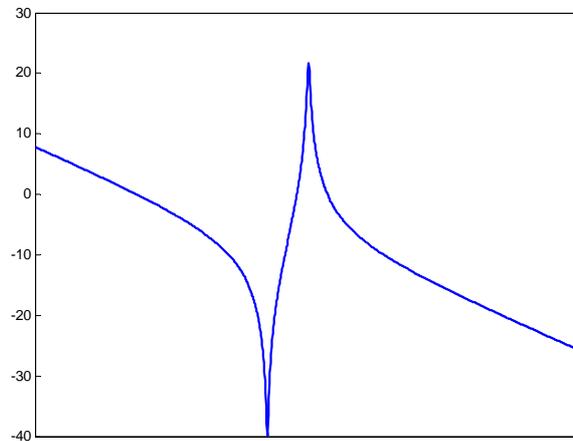
$$J_l = 8 \text{ Kg } m^2$$

$$n = 20$$

$$K_{el} = 100 \text{ Nm/rad}$$

$$D_{el} = 0.02 \text{ Nms/rad}$$

- 1.1** Si calcolino i valori numerici delle pulsazioni naturali degli zeri e dei poli complessi coniugati del sistema e si indichino tali pulsazioni nel diagramma di Bode del modulo della risposta in frequenza tra coppia e velocità motore riportato di seguito.



- 1.2** Si supponga di utilizzare un regolatore PI nell'anello di velocità: si determinino valori plausibili per il guadagno proporzionale e per il tempo integrale del regolatore.

1.3 Si disegni lo schema a blocchi di uno schema di controllo di posizione/velocità P/PI chiuso lato motore e comprensivo di anticipo di velocità.

1.4 Si mostri che lo schema tracciato al punto precedente è equivalente a un PID sull'errore di posizione, ricavando le formule di equivalenza.

Esercizio 2

2.1 Si consideri una traiettoria cubica, con velocità nulla nell'istante iniziale e finale. Si mostri come tale traiettoria può essere normalizzata attraverso una scalatura cinematica.

2.2 Sulla base della normalizzazione condotta al punto precedente, si determinino le espressioni della velocità e dell'accelerazione massima della traiettoria in funzione della durata della traiettoria e della distanza da percorrere.

2.3 Si determini la durata minima di una traiettoria cubica per una distanza $h = 6$, per un attuatore caratterizzato da velocità massima $\dot{q}_{\max} = 2$ e accelerazione massima $\ddot{q}_{\max} = 4$.

- 2.4** Si supponga ora di utilizzare invece di una cubica una traiettoria polinomiale di grado 5: si spieghi quale ulteriore requisito si può soddisfare con questo tipo di traiettoria e se il tempo minimo di percorrenza con gli stessi dati del punto 2.3 è maggiore o minore rispetto alla traiettoria cubica.

Esercizio 3

Si consideri il sistema dinamico a tempo discreto descritto dalla funzione di trasferimento:

$$G(z) = \frac{1}{z^2 - 0.5z}$$

- 3.1** Si discuta la stabilità del sistema.

- 3.2** Si ricavi l'espressione analitica della risposta di $G(z)$ allo scalino unitario.

3.3 Si determini il guadagno di $G(z)$ e si mostri che tale valore è coerente con l'espressione della risposta allo scalino ricavata al punto precedente.

3.4 Si scriva l'espressione della risposta in frequenza del sistema di funzione di trasferimento $G(z)$.

Esercizio 4

4.1 Si spieghi che cosa si intende sistema real time, specificando in particolare la distinzione tra hard real time e soft real time.

4.2 Si spieghi se un sistema di controllo digitale è un sistema hard o soft real time.

4.3 Si supponga che il calcolatore in un sistema di controllo digitale esegua a ogni istante di campionamento un algoritmo descritto dal seguente pseudo-codice:

```
input y, yrif;  
e = yrif - y;  
u = u + 3*e - 1.5*eold;  
eold = e;
```

Si scriva la funzione di trasferimento del regolatore a tempo discreto che dà luogo a questo algoritmo.

4.4 Con riferimento al controllore digitale del punto precedente, si spieghi quando viene effettivamente aggiornata la variabile di controllo a fronte di un nuovo campione della variabile controllata.