

# Fondamenti di automatica

(Prof. Bascetta)

Primo appello

Anno accademico 2011/2012

12 Luglio 2012

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'ultima 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.

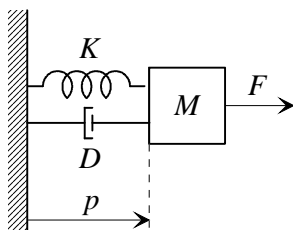
Firma:.....

---

**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 il sistema meccanico riportato in figura:



Il sistema è costituito da un corpo di massa  $M$ , soggetto a una forza esterna  $F$ , a una forza di richiamo elastico ( $K p$ ) e a una forza di attrito viscoso **non lineare proporzionale al quadrato della velocità  $v$**  ( $D v^2$ ).

**1.1** Si scrivano le equazioni del sistema dinamico corrispondente (si assuma come uscita la velocità  $v$ ).

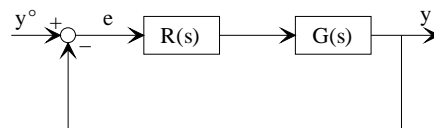
**1.2** Posto  $M = 1$ ,  $D = 2$ ,  $K = 3$ , si determini il punto di equilibrio del sistema in presenza di una forza costante  $F = \bar{F} = 6$ .

**1.3** Si valuti se il sistema linearizzato intorno allo stato di equilibrio determinato al punto precedente è raggiungibile e osservabile.

1.4 Si spieghi se il sistema linearizzato è utile per lo studio della stabilità dello stato di equilibrio determinato precedentemente.

### Esercizio 2

Si consideri il seguente sistema di controllo:



dove  $G(s) = \frac{2}{1+2s} e^{-0.2s}$ .

2.1 Si determini la funzione di trasferimento  $R(s)$  del regolatore nella classe dei controllori PI, in modo tale che:

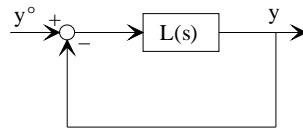
- L'errore a transitorio esaurito sia nullo quando il riferimento è costante a regime.
- Il margine di fase  $\varphi_m$  sia maggiore o uguale di  $40^\circ$ .
- La pulsazione critica sia la più grande possibile.

**2.2** Si scriva la legge di controllo nel dominio del tempo del controllore PI precedentemente determinato.

**2.3** Si spieghi se per il sistema dato le regole di Ziegler e Nichols in anello aperto per la taratura empirica del regolatore sono utilizzabili.

**Esercizio 3**

Si consideri il sistema dinamico in retroazione:



in cui  $L(s) = \rho \frac{s-1}{(s+2)(s-2)^2}$  .

**3.1** Si tracci il luogo delle radici diretto.

**3.2** Si tracci il luogo delle radici inverso.

**3.3** Si determini l'insieme dei valori di  $\rho$  per cui il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile.

**3.4** Si determini il valore di  $\rho$  per cui uno dei poli in anello chiuso si trova nell'origine. Si calcoli poi il valore della parte reale degli altri due autovalori.

#### **Esercizio 4**

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

$$G(z) = \frac{z - 2}{2z^2 + 0.1z - 0.1}.$$

**4.1** Si mostrino le posizioni nel piano complesso dei poli e degli zeri di  $G(z)$ , e si discuta la stabilità del sistema.

**4.2** Si scriva l'espressione della risposta in frequenza associata alla funzione di trasferimento  $G(z)$ . Considerando un ingresso  $u(k) = 5 \sin(0.5k)$  si spieghi come si potrebbe ricavare l'andamento dell'uscita  $y(k)$  a transitorio esaurito (senza eseguire i relativi conti).

**4.3** Si determinino i primi 3 campioni della risposta del sistema ad uno scalino unitario.

**4.4** Si scriva l'espressione dell'equazione alle differenze tra l'ingresso  $u(k)$  e l'uscita  $y(k)$  imposta dal sistema di funzione di trasferimento  $G(z)$ .