

# Automatica

(Prof. Rocco)

Anno accademico 2003/2004

Appello del 7 Febbraio 2005

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 il retro di copertina.
- 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.

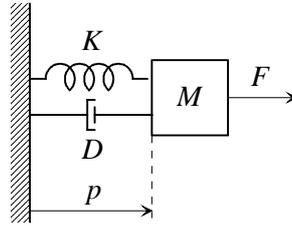
Firma:.....

---

**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:



La molla  $K$  esercita sulla massa  $M$  una forza non lineare, proporzionale al cubo della posizione  $p$  ( $Kp^3$ ), mentre lo smorzatore  $D$  rappresenta una forza d'attrito proporzionale alla velocità  $v$  ( $Dv$ ).

**1.1** Si scrivano le equazioni del sistema dinamico che descrive il sistema meccanico.

**1.2** Posto  $M=1$ ,  $K=2$ , si determini il punto di equilibrio corrispondente all'ingresso costante di forza  $F = \bar{F} = 2$ .

- 1.3** Si scrivano le equazioni del sistema linearizzato nell'intorno dello stato di equilibrio precedentemente determinato e se ne studi la stabilità per valori di  $D$  positivi o nulli.

## **Esercizio 2**

- 2.1** Si consideri la funzione di trasferimento:

$$G(s) = \mu \frac{(1 + s\tau)^n}{(1 + sT)^n},$$

con  $\mu > 0$ ,  $T > 0$ ,  $\tau < 0$ ,  $n$  intero positivo. Si determini per quali valori di  $n$  la risposta allo scalino parte da un valore positivo e per quali valori parte da un valore negativo.

**2.2** Si consideri ora il sistema di funzione di trasferimento:

$$G(s) = 2 \frac{1-s}{1+2s} .$$

Si tracci l'andamento qualitativo della risposta del sistema allo scalino unitario.

**2.3** Considerato il sistema di equazioni:

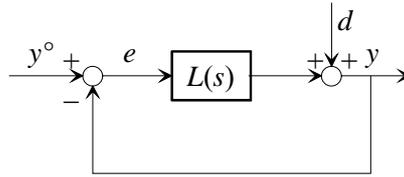
$$\dot{x} = ax + bu$$

$$y = cx + du$$

si determini una quaterna di parametri  $a, b, c, d$  in modo tale che il sistema ammetta come funzione di trasferimento la  $G(s)$  data.

**Esercizio 3**

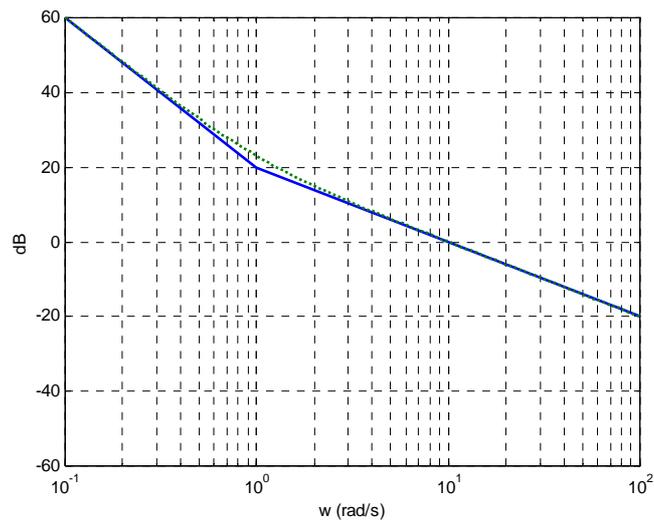
Con riferimento ad un generico sistema di controllo:



in cui  $L(s)$  soddisfa le ipotesi di applicabilità del criterio di Bode.

**3.1** Si dia la definizione di funzione di sensitività del sistema.

**3.2** Si supponga ora che  $L$  sia a fase minima ed abbia il diagramma di Bode del modulo il cui andamento è riportato in figura:



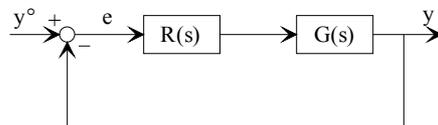
Si tracci sul diagramma stesso l'andamento approssimato del diagramma di Bode del modulo della funzione di sensitività.

3.3 Si spieghi se il diagramma tracciato al punto precedente si può ritenere attendibile nell'intorno della pulsazione critica.

3.4 Sempre con riferimento all'esempio del punto precedente, si determini la pulsazione massima del disturbo  $d$  affinché il disturbo stesso sia attenuato sull'uscita  $y$  almeno di un fattore 100.

#### Esercizio 4

Si consideri il seguente sistema di controllo:



dove  $G(s) = \frac{1}{(1+s)(1+0.1s)^2}$ .

4.1 Si determini la funzione di trasferimento  $R(s)$  di un regolatore, in modo tale che:

- L'errore a transitorio esaurito sia nullo in presenza di segnale di riferimento costante a regime
- Il margine di fase  $\varphi_m$  sia maggiore o uguale di  $60^\circ$ .
- La pulsazione critica sia maggiore o uguale di 0.3 rad/s.

**4.2** Si supponga ora che:

$$G(s) = \frac{1}{(1+s)(1+0.1s)^2} e^{-\tau s}, \text{ con } \tau > 0.$$

Si determini il massimo valore di  $\tau$  per cui, con il controllore precedentemente determinato, il sistema in anello chiuso sia asintoticamente stabile.

**4.3** Si determini l'errore a regime quando  $y^o(t) = 1+2t, t \geq 0$ .