

# Fondamenti di automatica

(Prof. Rocco)

Appello del 3 Luglio 2002

Cognome:.....

Nome: .....

Matricola:.....

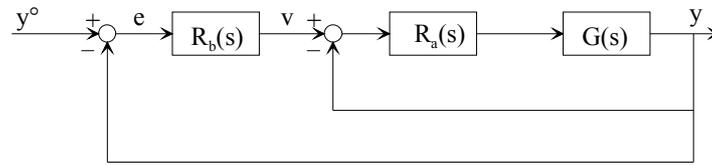
Firma:.....

## Avvertenze:

- Il presente fascicolo si compone di **8** fogli (compresa la copertina). Tutti i fogli utilizzati vanno firmati.
- 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.
- Al termine della prova va consegnato **solo il presente fascicolo**. Ogni altro foglio eventualmente consegnato non sarà preso in considerazione.
- La chiarezza e l'**ordine** delle risposte costituiranno elemento di giudizio.

**Esercizio 1**

Si consideri il sistema di controllo di figura:



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

- 1.1** Si determini, con il metodo del luogo delle radici, la funzione di trasferimento  $R_a(s)$  del regolatore dell'anello interno in modo tale che il sistema di funzione di trasferimento  $Y(s)/V(s)$  (ossia l'anello interno chiuso) sia asintoticamente stabile, con due poli coincidenti in  $s = -1$ .

- 1.2** Si verifichi con il criterio di Nyquist che il regolatore  $R_a(s)$  stabilizza effettivamente l'anello interno.

**1.3** Si progetti il regolatore  $R_b(s)$  dell'anello esterno in modo tale che<sup>1</sup>:

- In presenza di un segnale di riferimento  $y^\circ(t) = \text{sca}(t)$  l'errore  $e$  a transitorio esaurito soddisfi la seguente limitazione:

$$|e_\infty| \leq 0.015$$

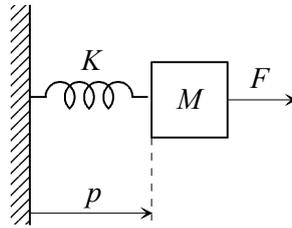
- Il margine di fase  $\varphi_m$  sia maggiore o uguale di  $60^\circ$ .
- La pulsazione critica  $\omega_c$  sia maggiore o uguale di 3 rad/s.

---

<sup>1</sup> Se non si è risolto il punto 1.1, si assuma  $\frac{Y(s)}{V(s)} = \frac{4}{(s+1)^2}$

**Esercizio 2**

Si consideri il sistema meccanico riportato in figura:



Il sistema è costituito da un corpo di massa  $M$ , soggetto ad una forza esterna  $F$  e ad una forza di richiamo elastico non lineare proporzionale al cubo della posizione  $p$  ( $K p^3$ ).

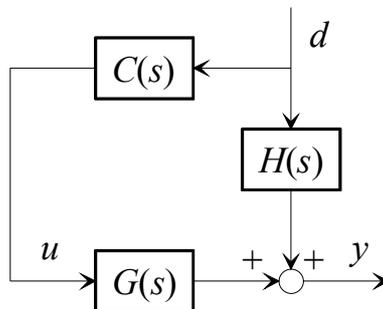
**2.1** Si scrivano le equazioni del sistema dinamico corrispondente (si assuma come uscita la posizione  $p$ ).

**2.2** Si determini il valore di  $K$  in modo che il sistema sia all'equilibrio nella posizione  $\bar{p} = 2$  in presenza di una forza costante  $\bar{F} = 4$ .

- 2.3 Con il valore di  $K$  precedentemente calcolato, si determini il valore di  $M$  in modo tale che il sistema linearizzato intorno allo stato di equilibrio del punto precedente abbia poli con pulsazione naturale  $\omega_n = 2$ .

### Esercizio 3

Si consideri il seguente sistema di controllo:



in cui:

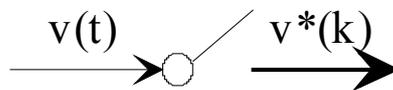
$$G(s) = \frac{1-s}{s+2}, \quad H(s) = \frac{1}{1+s}.$$

- 3.1 Posto  $C(s) = k$ , si determini  $k$  in modo tale che un disturbo  $d(t) = D \cos(\omega t)$ , con  $D$  arbitrario, abbia effetto nullo a transitorio esaurito sull'uscita  $y$ .

- 3.2** Si determini un'espressione della funzione di trasferimento del compensatore  $C(s)$  in modo tale che il sistema nel suo complesso sia asintoticamente stabile e che un disturbo  $d(t) = D\sin(t)$ , con  $D$  arbitrario, abbia effetto nullo a transitorio esaurito sull'uscita  $y$ .

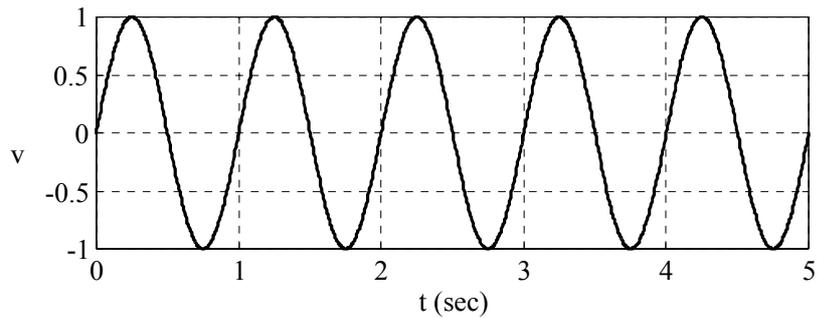
#### Esercizio 4

Si consideri un campionatore ideale, con periodo di campionamento  $T$ :



- 4.1** Si spieghi che cosa si intende per *aliasing*.

**4.2** Si campioni il seguente segnale sinusoidale con un periodo di campionamento scelto in modo tale da mettere in evidenza il fenomeno dell'aliasing (ci si limiti a segnare i campioni sulla figura).



**4.3** Si enunci il teorema di Shannon (o del campionamento), mostrando che le sue condizioni non sono soddisfatte nell'esempio del punto precedente.

**4.4** Si spieghi perché la formula del decampionatore di Shannon non può essere utilizzata negli organi di conversione digitale/analogica dei sistemi di controllo digitale.