

# Fondamenti di automatica

(Prof. Bascetta)

Quarto appello

Anno accademico 2013/2014

11 Febbraio 2015

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 dinamico di equazioni:

$$\begin{cases} \dot{x}_1 = -x_1 + \alpha x_2 \\ \dot{x}_2 = \alpha x_1 - 2x_2 \\ \dot{x}_3 = -\alpha x_2 + x_3 + u \\ y = x_3 \end{cases}$$

**1.1** Si valuti se il sistema è stabile, asintoticamente stabile o instabile.

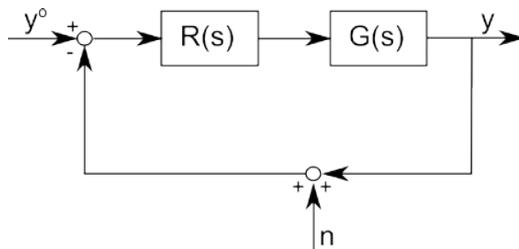
**1.2** Si valuti se il sistema è raggiungibile.

**1.3** Si valuti se il sistema è osservabile.

1.4 Posto  $\alpha = 0$ . Si scriva l'espressione del moto libero dello stato  $x(t)$  e dell'uscita  $y(t)$ , a partire dallo stato iniziale  $x(0) = [1 \ 1]^T$ .

### Esercizio 2

Si consideri il sistema di controllo di figura:



dove  $G(s) = \frac{10}{s(1+10s)^2}$ .

2.1 Si determini la funzione di trasferimento  $R(s)$  del regolatore in modo tale che:

- in presenza di un segnale di riferimento  $y^o(t) = 10sca(t)$  l'errore  $e$  a transitorio esaurito ( $e_\infty$ ) sia nullo;
- un disturbo  $n(t) = \sin(\omega t)$ , con  $\omega \geq 1 \text{ rad/s}$ , sia attenuato sull'uscita  $y$  almeno di un fattore 10;
- il margine di fase  $\varphi_m$  sia maggiore o uguale a  $65^\circ$  e la banda passante sia maggiore o uguale di  $0.1 \text{ rad/s}$ ;
- il regolatore  $R(s)$  abbia ordine non superiore a 2.

Firma:.....

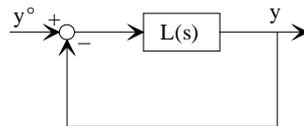
---

**2.2** Si spieghi, motivando la risposta, se al sistema del punto precedente è applicabile il metodo di taratura di Ziegler e Nichols in anello chiuso.

- 2.3 Si determini il periodo di campionamento per la realizzazione digitale del regolatore  $R(s)$  in modo che il decremento di margine di fase causato dal ritardo intrinseco di conversione sia pari a  $5^\circ$ .

### Esercizio 3

Si consideri il sistema dinamico in retroazione:



in cui  $L(s) = \rho \frac{s-2}{(s+1)(s+2)(s+3)}$ .

- 3.1 Si tracci il luogo delle radici diretto.

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

**3.3** Sulla base dei luoghi tracciati, si determini l'insieme dei valori di  $\rho$  per cui il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile.

#### **Esercizio 4**

Si consideri un sistema dinamico a tempo discreto descritto da quattro matrici ( $\mathbf{A}$ ,  $\mathbf{B}$ ,  $\mathbf{C}$ ,  $\mathbf{D}$ ). Calcolandone la funzione di trasferimento si ottiene la seguente espressione:

$$G(z) = \mathbf{C}(\mathbf{sI} - \mathbf{A})^{-1}\mathbf{B} + \mathbf{D} = \dots = \frac{z + 2}{(z + 0.2)(z^2 + 1.5z - 1)}$$

**4.1** Si determinino tipo e guadagno di  $G(z)$ .

**4.2** Si discuta la stabilità del sistema.

**4.3** Si determini l'espressione analitica ( $y(k)=\dots$ ) della risposta di  $G(z)$  allo scalino unitario.

**4.4** Si determinino, facendo uso degli appositi teoremi, il valore iniziale e, se possibile, il valore finale della risposta di  $G(z)$  allo scalino unitario.