

# Fondamenti di automatica

(Prof. Rocco)

Anno accademico 2015/2016

Appello del 7 Settembre 2016

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 seguente sistema dinamico non lineare:

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

**1.1** Si determinino lo stato e l'uscita di equilibrio corrispondenti all'ingresso  $u = \bar{u} = 1$  .

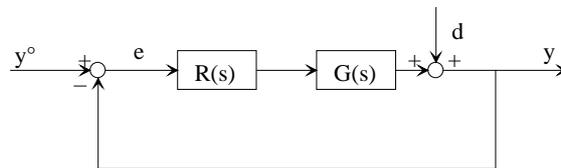
**1.2** Si valuti se il sistema linearizzato intorno allo stato di equilibrio determinato al punto precedente è stabile, asintoticamente stabile, o instabile.

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

1.4 Si valuti se il sistema linearizzato intorno allo stato di equilibrio determinato al punto precedente è osservabile.

### Esercizio 2

Si consideri il seguente sistema di controllo:



dove  $G(s) = \frac{100}{(1+s)^2(1+0.1s)}$ .

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

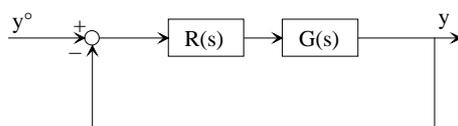
- L'errore a transitorio esaurito sia nullo quando  $y^o(t) = \text{sca}(t)$ , in assenza del disturbo  $d$ .
- Un disturbo  $d(t) = D \sin(0.1t)$ , con  $D$  ampiezza arbitraria, sia attenuato sull'uscita  $y$  di un fattore almeno pari a 10.
- Il margine di fase  $\varphi_m$  sia maggiore o uguale di  $50^\circ$ .
- La pulsazione critica  $\omega_c$  sia maggiore o uguale di  $0.3 \text{ rad/s}$ .

2.2 Si disegni lo schema a blocchi del sistema di controllo comprensivo di un compensatore del disturbo.

2.3 Si determini un'espressione della funzione di trasferimento del compensatore in modo tale che l'effetto sull'uscita  $y$  di un disturbo  $d$  costante sia nullo a regime.

### Esercizio 3

Si consideri il seguente sistema di controllo:



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

- 3.1** Utilizzando il metodo del luogo delle radici, si determini la funzione di trasferimento  $R(s)$  del regolatore in modo tale che il sistema in anello chiuso abbia due poli complessi<sup>1</sup> con smorzamento  $\zeta = 1/\sqrt{2}$  e pulsazione naturale  $\omega_n = 5\sqrt{2}$ .

- 3.2** Con il regolatore progettato al punto precedente, si verifichi che le radici del polinomio in anello chiuso siano effettivamente quelle desiderate.

---

<sup>1</sup> Suggerimento: si valuti preliminarmente la parte reale dei poli in anello chiuso assegnati.

- 3.3** Per il problema del presente esercizio si spieghi se si può progettare il regolatore  $R(s)$  utilizzando il criterio di Bode.

**Esercizio 4**

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

$$G(z) = \frac{z-1}{9z^2-1}$$

- 4.1** Si discuta la stabilità del sistema.

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

**4.3** Si ricavi l'espressione analitica della risposta di  $G(z)$  allo scalino unitario, verificando la correttezza dei valori calcolati al punto precedente.

**4.4** Si scriva l'equazione alle differenze nel dominio del tempo imposta tra l'ingresso  $u$  e l'uscita  $y$  dalla funzione di trasferimento del presente esercizio (ovvero la relazione tra, da una parte,  $y(k)$  e, dall'altra, i valori precedenti di  $y$  e i valori attuale e precedenti di  $u$ ).