

# Fondamenti di automatica

(Prof. Bascetta)

Primo appello

Anno accademico 2015/2016

18 Luglio 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 sistema dinamico lineare e tempo invariante:

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

**1.1** Si valuti per quali valori di  $\alpha \in \mathfrak{R}$  il sistema è asintoticamente stabile.

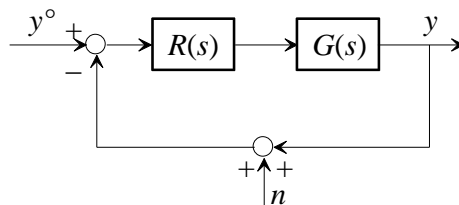
**1.2** Si valuti per quali valori di  $\alpha \in \mathfrak{R}$  il sistema è completamente raggiungibile.

**1.3** Si valuti per quali valori di  $\alpha \in \mathfrak{R}$  il sistema è completamente osservabile.

- 1.4 Posto  $\alpha = 0$ , si valuti il valore dello stato iniziale  $x(0)$  per cui la risposta del sistema all'ingresso  $u(t) = e^t$  è  $y(t) = ke^t$  con  $k$  costante da determinare.

### Esercizio 2

Si consideri il sistema di controllo di figura:



dove  $G(s) = \frac{10}{s} \frac{1-0.1s}{1+s}$ .

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

- In assenza del disturbo  $n$ , l'errore  $e = y^o - y$  a transitorio esaurito,  $e_\infty$ , soddisfi la seguente condizione quando  $y^o$  è una rampa di ampiezza pari a 2:  
 $|e_\infty| \leq 0.025$
- Un disturbo  $n$ , trasformabile secondo Fourier, avente componenti armoniche significative solo a pulsazioni maggiori di  $\bar{\omega} = 10 \text{ rad/s}$ , sia attenuato sull'uscita  $y$  almeno di un fattore 10.
- Il margine di fase  $\phi_m$  sia maggiore o uguale di  $70^\circ$
- La pulsazione critica  $\omega_c$  sia maggiore o uguale di  $1 \text{ rad/s}$ .

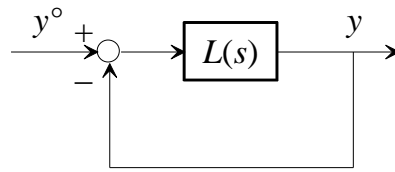
Firma:.....

---

**2.2** Con il regolatore progettato al punto precedente, si valuti il fattore di attenuazione di un disturbo  $n$  sinusoidale di periodo 0.2 s.

**Esercizio 3**

Si consideri il sistema di controllo di figura:



in cui:

$$L(s) = k \frac{2-s}{(2+s)^3}, \quad k > 0.$$

**3.1** Si tracci il diagramma di Nyquist associato a  $L$  per un generico valore di  $k > 0$ .

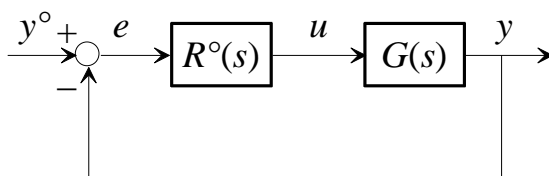
**3.2** Si determini, con il criterio di Nyquist, il massimo valore di  $k$  per cui il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile.

3.3 Si tracci il luogo delle radici al variare di  $k > 0$ .

3.4 Si verifichi il risultato del punto 3.2 con il metodo del luogo delle radici.

#### Esercizio 4

Si consideri il sistema dinamico in retroazione:



in cui  $R^o(s) = \frac{1+10s}{s}$  e  $G(s) = \frac{10}{1+10s}$ .

4.1 Si determini un tempo di campionamento per la realizzazione digitale di  $R^o(s)$  che garantisca un decremento di margine di fase dovuto al ritardo intrinseco di conversione non superiore a  $6^\circ$ .

**4.2** Si determini l'espressione del regolatore  $R(z)$  ottenuto da  $R^o(s)$  applicando la trasformazione di Tustin.

**4.3** Si determini l'equazione alle differenze corrispondente al regolatore precedentemente determinato.

**4.4** Si supponga di introdurre un filtro antialiasing costituito da un sistema del primo ordine a guadagno unitario, senza zeri e con un polo a  $40 \text{ rad/s}$ . Si determini lo sfasamento introdotto nell'anello dal filtro antialiasing.