

# Fondamenti di Automatica

(Prof. Rocco)

Seconda prova scritta intermedia

Anno accademico 2016/2017

6 Luglio 2017

Nome:

Matricola:

Firma:.....

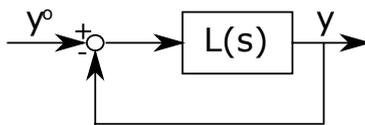
## Avvertenze:

- Il presente fascicolo si compone di **8** pagine (compresa la copertina).
- 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 della copertina 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.



### ESERCIZIO 1

Si consideri il sistema di controllo di figura, con  $y$  variabile controllata e  $y^o$  riferimento:



in cui:

$$L(s) = \frac{\mu}{s(1+s)(1+0.2s)(1+0.1s)}$$

1. Si tracci il luogo delle radici al variare di  $\mu > 0$ .

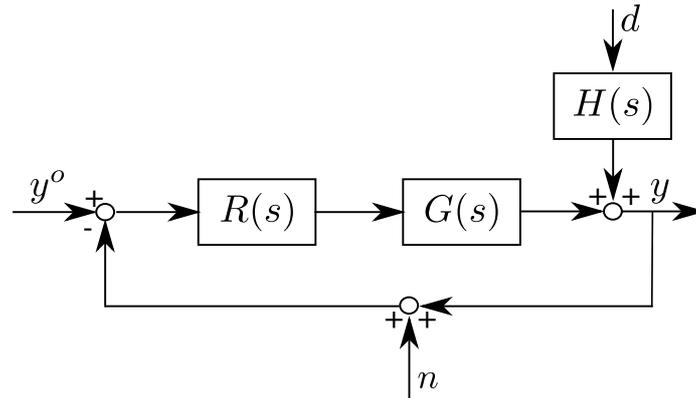
2. Si tracci il luogo delle radici al variare di  $\mu < 0$ .

3. Si determini con il luogo delle radici il valore  $\bar{\mu}$  di  $\mu$  per cui uno dei poli in anello chiuso si trova nel punto  $\bar{s} = -0.2$ , spiegando se per tale valore il sistema in anello chiuso è asintoticamente stabile.

4. Con il valore di  $\bar{\mu}$  determinato al punto precedente, si tracci l'andamento qualitativo della risposta di  $y$  a uno scalino unitario in  $y^o$ .

## ESERCIZIO 2

Si consideri il seguente sistema di controllo, con  $y$  variabile controllata,  $y^\circ$  riferimento,  $d$  disturbo non misurabile sulla linea di andata e  $n$  disturbo di misura:



dove

$$G(s) = \frac{10}{s(1+0.1s)(1+10s)} \quad H(s) = \frac{5}{1+0.2s}$$

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

- con riferimento  $y^\circ(t) = sca(t)$ , disturbo  $d(t) = 2ram(t)$  e in assenza di disturbo  $n(t)$ , l'errore  $e(t) = y^\circ(t) - y(t)$  soddisfi la limitazione, a transitorio esaurito,  $|e_\infty| < 0.15$ .
- Il disturbo  $n(t) = N \sin(\omega t)$ , con  $N$  ampiezza arbitraria e  $\omega \geq 10 \text{ rad/s}$ , sia attenuato sull'uscita  $y$  di un fattore almeno pari a 10;
- Il margine di fase  $\varphi_m$  sia maggiore o uguale di  $65^\circ$ ;
- La pulsazione critica  $\omega_c$  sia maggiore o uguale di  $1 \text{ rad/s}$ .

2. Supponendo ora che il disturbo  $d(t)$  sia misurabile, si disegni un possibile schema per la compensazione diretta di tale disturbo e si scriva (senza dettagliare i conti) la condizione che dovrebbe soddisfare un compensatore  $C(s)$  per annullare esattamente l'effetto sull'uscita di regime dovuto al segnale  $d(t) = 0.5\sin(t)$ . Per semplicità, si supponga in quest'analisi che  $y^\circ(t) = n(t) = 0$ .

### ESERCIZIO 3

Si supponga di avere effettuato il progetto del regolatore analogico

$$R^o(s) = \frac{0.1}{s}$$

1. Mediante il metodo della trasformazione di Tustin (o del trapezio), si determini la funzione di trasferimento  $R(z)$  del regolatore digitale ottenuto per discretizzazione, con generico periodo di campionamento  $T_C$ , dal regolatore  $R^o(s)$ .

2. Con riferimento al regolatore digitale  $R(z)$  determinato al punto precedente, si espliciti la legge di controllo che esprime il legame nel tempo tra la variabile di controllo  $u^*(k)$  e l'errore  $e^*(k)$ .

3. Si chiarisca, giustificando la risposta, se la legge di controllo ottenuta al punto precedente corrisponde ad un regolatore digitale strettamente proprio.

4. Si determini, giustificando opportunamente la propria scelta, un valore adeguato per il periodo di campionamento  $T_C$ , supponendo che il sistema da controllare abbia funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{100}{1+s}$$

e il sistema di controllo analogico in anello chiuso, usato per il progetto di  $R^o(s) = \frac{0.1}{s}$ , sia quello di figura.

