

**a.** Si consideri un sistema lineare e stazionario a tempo continuo descritto dalla seguente risposta al gradino

$$y(t) = \left( 3/5 - \frac{15e^{-3t}}{73} - \frac{3e^{-t/3}(48 \cos(t) + 91 \sin(t))}{365} \right) 1(t)$$

Determinare:

1. la funzione di trasferimento del sistema ed i suoi poli e zeri;
2. i modi di evoluzione libera del sistema;
3. la risposta all'impulso del sistema;
4. il grafico della risposta al gradino;
5. la risposta alla rampa;
6. un possibile modello ARMA la cui funzione di trasferimento è quella ottenuta nel primo punto dell'esercizio;
7. tenendo conto del modello determinato al punto precedente valutare le condizioni iniziali in corrispondenza delle quali il transitorio della risposta al gradino è nullo.

**b.** Costruire, utilizzando Adobe Illustrator o programma equivalente ed argomentando tutti i passaggi, il Diagramma di Bode per la seguente funzione di trasferimento (Allegare file .ai o .eps)

$$G(s) = \frac{40 \left(1 - \frac{s}{30}\right)}{s \left(s^2 + \frac{s}{2} + 4\right)}$$

c. Si consideri il seguente schema a blocchi in retroazione algebrica ed unitaria

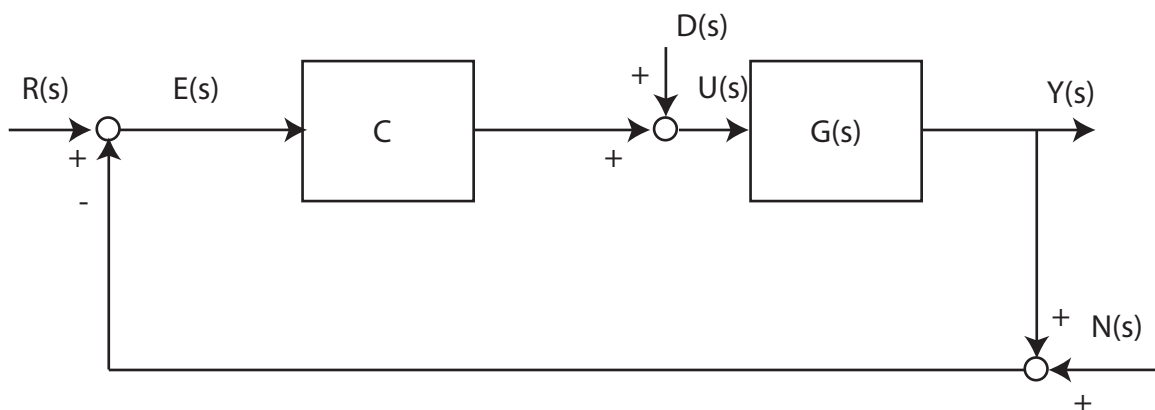


Figure 1: Schema a Blocchi in Retroazione Algebrica ed Unitaria

La funzione di trasferimento dell'impianto è

$$G(s) = \frac{1}{(s + 5)}$$

Determinare:

1. uno schema di controllo on-off scegliendo il livello del riferimento da asservire e discutendo l'andamento del segnale di controllo al variare della fascia di incertezza intorno alla quale far variare l'uscita asservita (utilizzare Simulink);
2. Si supponga che il regolatore abbia la seguente struttura lineare;

$$C(s) = \frac{K}{s(s + 1)}$$

Determinare, servendosi degli strumenti di CAD spiegati durante il corso (Maple, Matlab e Simulink),

- (a) il valore limite di K in corrispondenza del quale la stabilità in retroazione non è più garantita;
- (b) scelto a piacere un valore di K appartenente alla regione di stabilità rappresentare il diagramma dei moduli e delle fasi della funzione di sensitività e sensitività complementare;
- (c) sempre considerando il valore di K scelto in precedenza valutare, servendosi delle opportune risposte in frequenza, l'andamento dell'errore di inseguimento al riferimento  $r(t) = \sin\left(\frac{t}{15}\right) 1(t)$ . Quanto vale il più piccolo errore di inseguimento ottenibile dalla struttura di controllo così assegnata oltre il quale il sistema non è più stabile a ciclo chiuso?;
- (d) si consideri sempre il valore di K scelto nel secondo punto. Nell'ipotesi che il disturbo sia il seguente segnale

$$d(t) = \sin\left(\frac{t}{40}\right) 1(t)$$

e che il rumore di misura abbia la seguente espressione

$$n(t) = \sin(90t) 1(t)$$

quanto vale in configurazione *caso peggiore* l'ampiezza dell'errore sull'uscita regolata a regime? Argomentare sfruttando le risposte in frequenza dello schema retroazionato e le eventuali (se applicabili) approssimazioni in bassa e alta frequenza della funzione di anello.

d. Si consideri il seguente schema di controllo in retroazione algebrica ed unitaria.

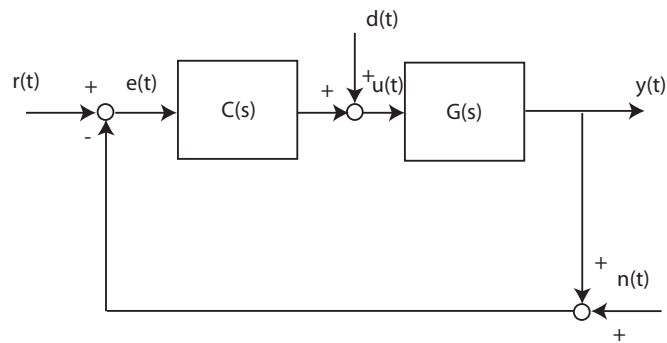


Figure 2:

dove  $G(s)$  rappresenta la f.d.t. del processo

$$G(s) = \frac{9}{(s+1)^2(s+9)}$$

Si chiede di determinare un regolatore  $C(s)$  di struttura semplice che garantisca il soddisfacimento delle seguenti specifiche:

1. errore di al gradino non superiore al 5 %;
2. Picco di Risonanza  $M_{r,dB} \leq 3 \text{ dB}$ , banda passante  $1 \leq \omega_{BW} \leq 4 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$ .