

a. Si consideri un sistema lineare e stazionario a tempo continuo descritto dalla seguente risposta al segnale $u(t) = \sin(2t) 1(t)$

$$y(t) = \left(-\frac{4}{5} e^{-t} - \frac{3 \cos(2t)}{40} + \frac{1}{10} \sin(2t) + \frac{1}{8} e^{-2t} (6t + 7) \right) 1(t)$$

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. la risposta al gradino ed il suo grafico;
5. la risposta alla rampa;
6. un possibile modello i-u la cui funzione di trasferimento è quella ottenuta nel primo punto dell'esercizio;
7. tenendo conto del modello determinato al punto precedente valutare la risposta all'ingresso

$$u(t) = 1(-t)$$

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)

$$G(s) = \frac{10 (s + 15)}{15 s (s^2 - 6s + 9)}$$

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

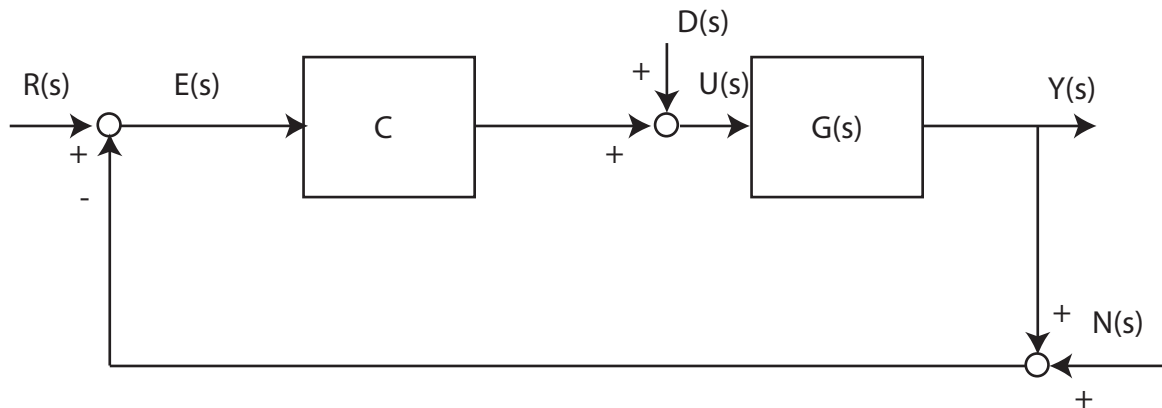


Figure 1: Schema a Blocchi in Retroazione Algebrica ed Unitaria

La funzione di trasferimento dell'impianto è

$$G(s) = \frac{1}{3 \left(s + \frac{1}{2} \right)}$$

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 $r(t) = \sin\left(\frac{t}{12}\right) 1(t)$. 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

$$d(t) = \sin\left(\frac{t}{5}\right) 1(t)$$

e che il rumore di misura abbia la seguente espressione

$$n(t) = \sin(60t) 1(t)$$

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.

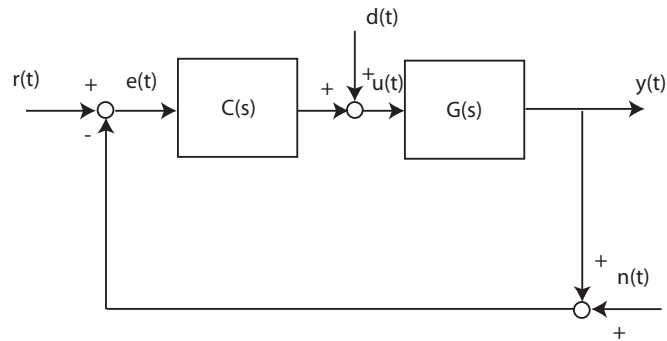


Figure 2:

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

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

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

1. errore di inseguimento alla rampa inferiore al 25 %;
2. massima sovraelongazione $S_{\%} \leq 25 \%$, tempo di assestamento $t_s \leq 70$ sec.