Es. 1

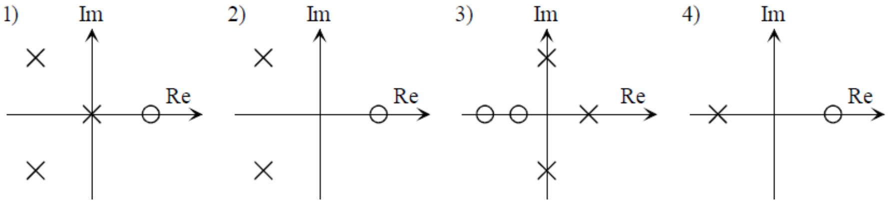
Con riferimento ad un generico sistema dinamico lineare tempo-invariante (LTI):

a) si enuncino, con la massima precisione possibile, le condizioni sotto le quali il sistema dinamico risulti essere asintoticamente stabile, semplicemente stabile, instabile;

b) si scrivano le espressioni delle funzioni di trasferimento di tre sistemi del secondo ordine, il primo asintoticamente stabile, il secondo semplicemente stabile, il terzo instabile

Es. 2

Quattro sistemi dinamici presentano poli e zeri disposti nel piano complesso come indicato nelle seguenti figure



Scrivere delle FdT compatibili con tali distribuzioni poli-zeri.
Per ciascuna di esse si dica, giustificando la risposta, se il sistema è

a) asintoticamente stabile
b) instabile
c) semplicemente stabile

Es. 3

Per ciascuno dei sistemi dinamici descritti dalle seguenti funzioni di trasferimento, si dica, giustificando la risposta, se il sistema è:

a) asintoticamente stabile;

b) semplicemente stabile;

c) instabile.

$$G_1(s) = \frac{1}{1-s^2} \qquad G_2(s) = \frac{1}{s^3+1} \qquad G_3(s) = \frac{s-1}{s^2+1}$$

$$G_4(s) = \frac{s}{s^4+2s^2+1} \qquad G_5(s) = \frac{1}{s^2+s} \qquad G_6(s) = \frac{s-1}{s^2+2s+1}$$

Es. 4

Con riferimento al sistema dinamico descritto dal sistema di equazioni differenziali

$$\dot{x}_1(t) = x_2(t)$$

$$\dot{x}_2(t) = -6x_1(t) - 7x_2(t) + u(t)$$

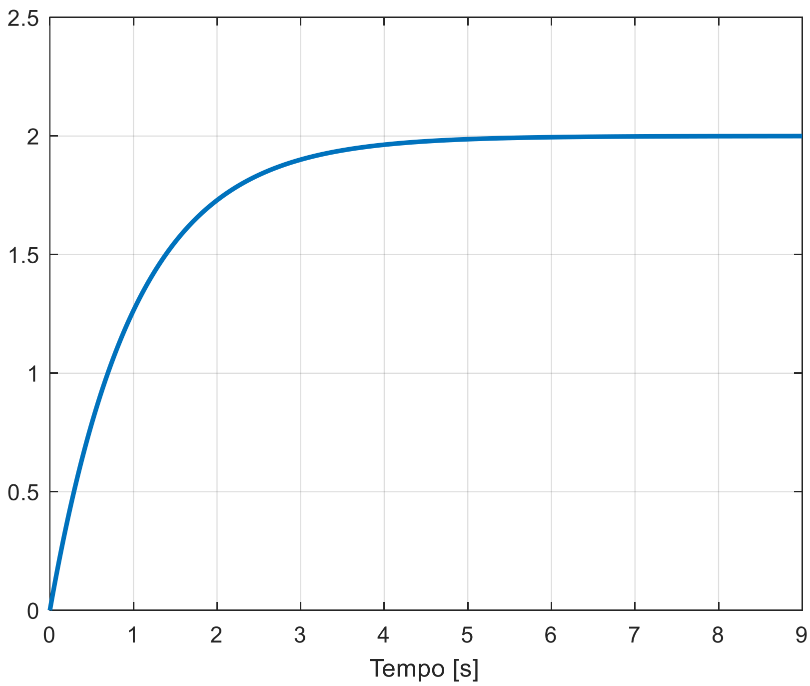
$$y(t) = 14x_1(t) + 2x_2(t)$$

si determini l'espressione della FdT tra il segnale di ingresso u(t) e l'uscita y(t), e se ne valutino poli, zeri (e relative costanti di tempo), ed il valore del guadagno. Si riscriva l'espressione della FdT in maniera che compaiano esplicitamente le costanti di tempo ed il guadagno. Si scriva l'equazione differenziale associata (legame ingresso-uscita) e si tracci un grafico approssimato dell'andamento della risposta ad un segnale di ingresso a gradino con ampiezza 2 (u(t)=2).

Suggerimento: trasformare con Laplace tutte le equazioni e adottare opportune manipolazioni algebriche.

Es. 5

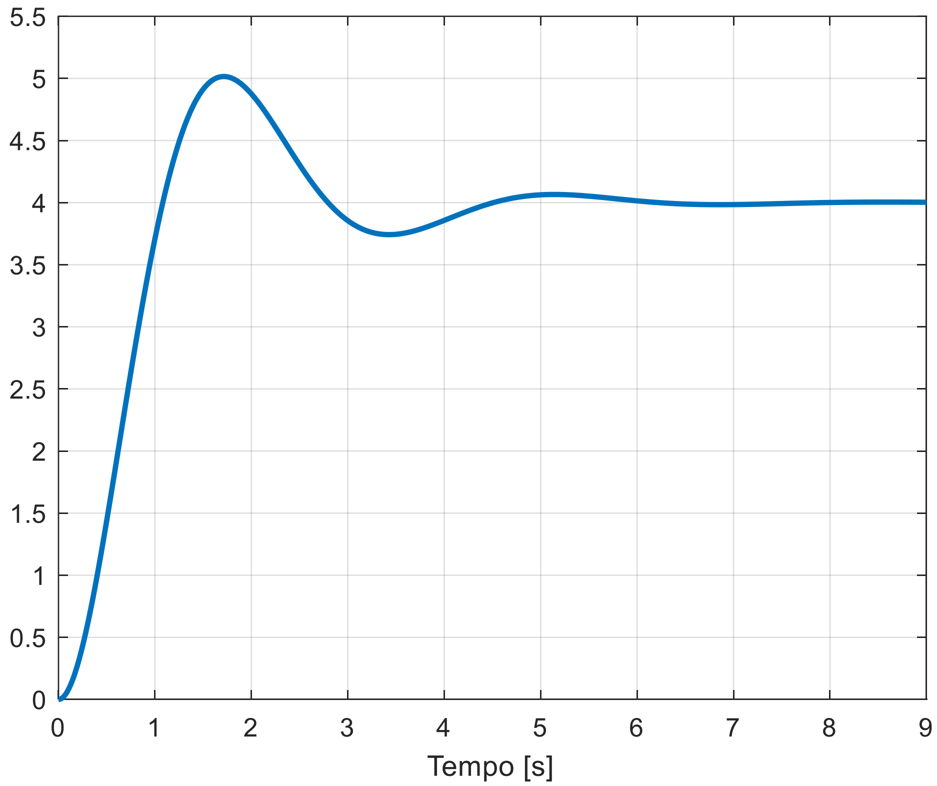
Un sistema dinamico con ingresso u(t) ed uscita y(t) presenta la risposta al gradino unitario riportata nella figura seguente



Si determini in via approssimata l'espressione della funzione di trasferimento del sistema, e si scriva l'equazione differenziale associata.

Es. 6

Un sistema dinamico presenta la risposta al gradino unitario riportata in figura:



Si determini in via approssimata l'espressione della funzione di trasferimento del sistema, e si scriva l'equazione differenziale associata.

Es. 7

Si tracci l'andamento qualitativo della risposta al gradino unitario del sistema descritto dalla funzione di trasferimento $F(s)=\dfrac{1}{(s+1)^2(s+6)}$. Chiamando y(t) la variabile di uscita ed u(t) la variabile di ingresso, si scriva la relazione ingresso-uscita de sistema sotto forma di equazione differenziale.

Es. 8

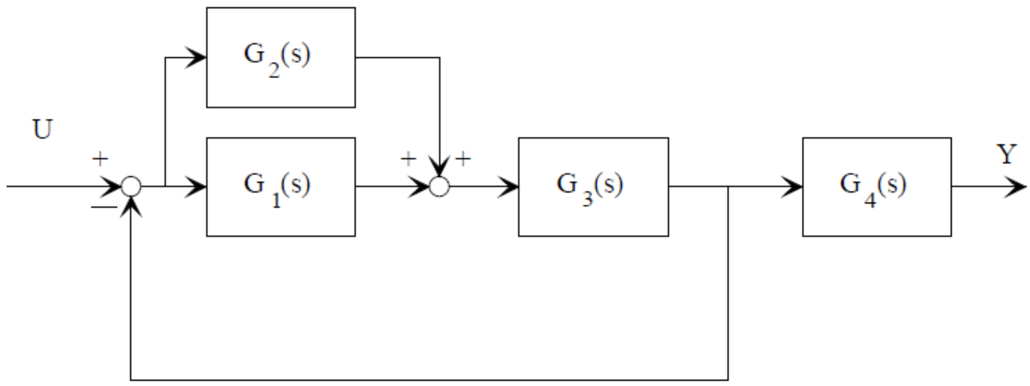
Si enunci nella maniera più precisa possibile il principio del modello interno ponendo attenzione alle ipotesi di applicabilità e fornendo per ciascuno dei due enunciati un esempio di applicazione.

Es. 9

Si fornisca la definizione di "tipo" per un sistema di controllo, e si illustrino, mediante considerazioni discorsive e/o analisi formali, le caratteristiche principali dei sistemi di controllo di tipo uno.

Es. 10

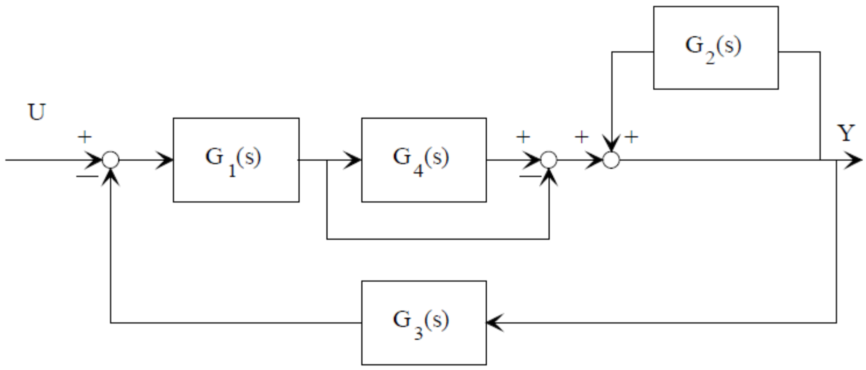
Si calcoli la funzione di trasferimento tra il segnale di ingresso u(t) e l'uscita y(t) per il sistema dinamico descritto dal seguente schema a blocchi



$$G_1(s)=\frac{1}{s+2} \qquad G_2(s)=\frac{1}{s+3} \qquad G_3(s)=\frac{2}{s} \qquad G_4(s)=\frac{s+2}{s+4}$$

Es. 11

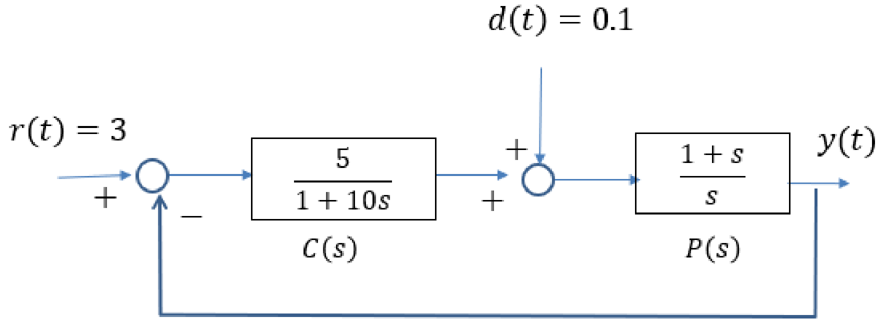
Si calcoli la funzione di trasferimento tra il segnale di ingresso u(t) e l'uscita y(t) per il sistema dinamico descritto dal seguente schema a blocchi



$$G_1(s)=\frac{1}{s+2} \qquad G_2(s)=\frac{s+2}{s} \qquad G_3(s)=\frac{2}{s+1} \qquad G_4(s)=5$$

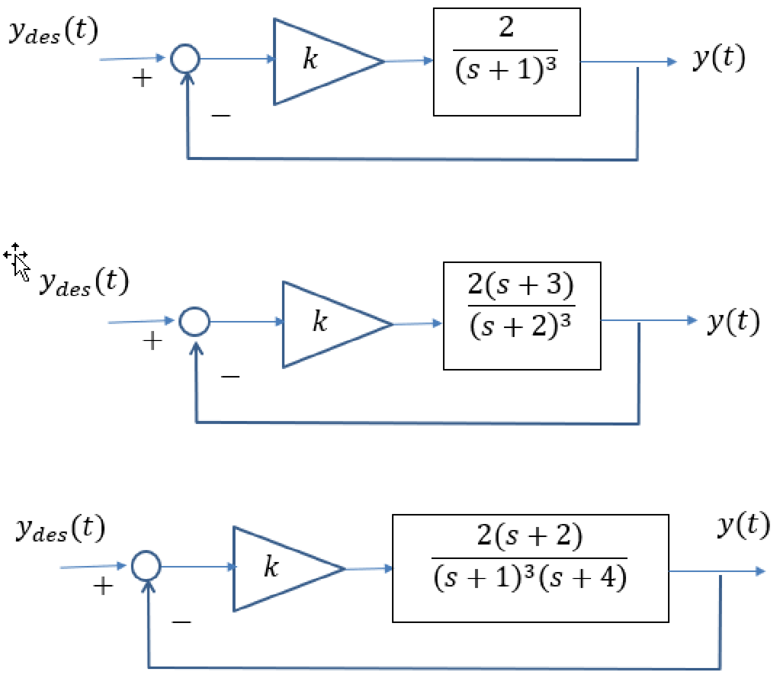
Es. 12

Con riferimento al seguente sistema di controllo a retroazione unitaria, ai valutino le funzioni di trasferimento a ciclo chiuso fra il set point e l'uscita, e fra il disturbo e l'uscita, si analizzi la stabilità a ciclo chiuso del sistema di controllo e si determini il comportamento a regime dell'uscita.



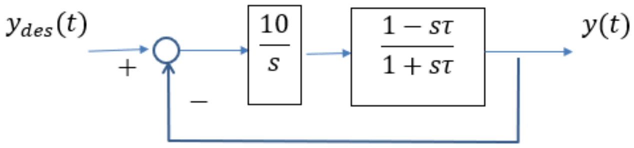
Es. 13

Si analizzi al variare di k la stabilità dei 3 sistemi di controllo in retroazione riportati nella figura seguente, e si traccino qualitativamente le riposte a ciclo chiuso per un set point a gradino unitario in corrispondenza di valori di k progressivamente crescenti.



Es. 14

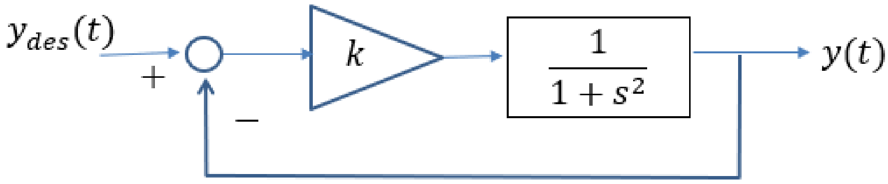
Si consideri il sistema di controllo



1. Posto $\tau = 0$ si discuta la stabilità del sistema a ciclo chiuso
2. Si determini l'intervallo di valori di τ per cui il sistema a ciclo chiuso è asintoticamente stabile

Es. 15

Con riferimento al sistema di controllo



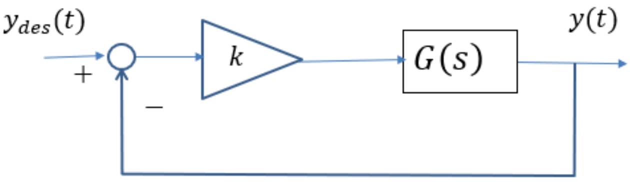
si determini il valore del parametro k in modo tale che a transitorio esaurito l'errore a regime e_∞ corrispondente ad un set point a gradino unitario sia tale che $|e_\infty| \leq 0.15$.

In corrispondenza del valore minimo di k precedentemente determinato, si ricavino la pulsazione critica e lo smorzamento della coppia di poli complessi coniugati a ciclo chiuso.

Si traccino qualitativamente le riposte a ciclo chiuso per un set point a gradino unitario in corrispondenza di valori di k progressivamente crescenti

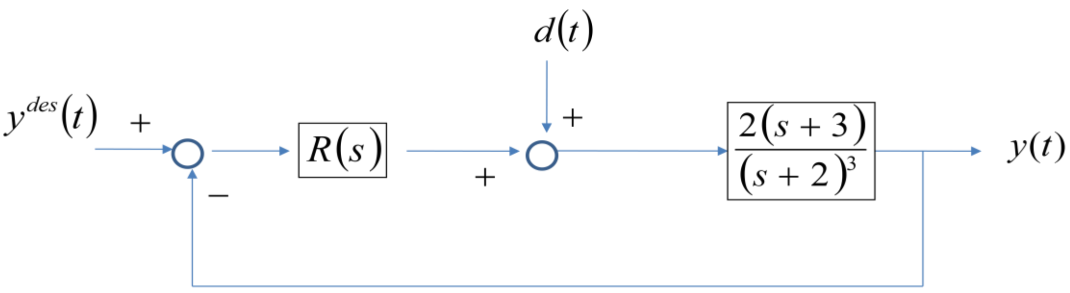
Es. 16

Con riferimento al seguente sistema di controllo



in cui $G(s) = \frac{20}{s(1+0.5\, s)}$ si determini il minimo valore del parametro k in modo tale che a transitorio esaurito l'errore a regime e_∞ corrispondente ad un set point a rampa $y_{des} = 4t$ sia tale che $|e_\infty| \leq 0.02$

Es. 17



Progettare un regolatore che soddisfi le seguenti specifiche

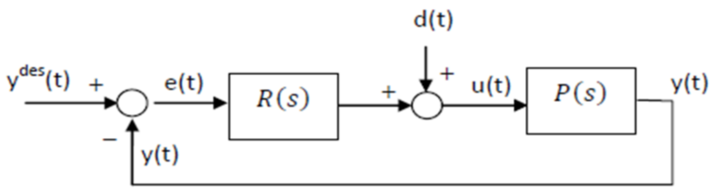
S1 Precisione statica

S2 Errore a regime per un set-point a rampa unitaria non superiore 0.1

S3 Attenuazione minima di un disturbo costante pari al 95%

Es. 18

Si consideri il seguente sistema di controllo a retroazione unitaria



$$P(s) = \frac{0.1}{s}$$

Si determini un regolatore che garantisca il soddisfacimento delle seguenti specifiche

1. Precisione statica (cioè, errore a regime nullo per set point costante)

2. Attenuazione di un disturbo costante non inferiore al 90%

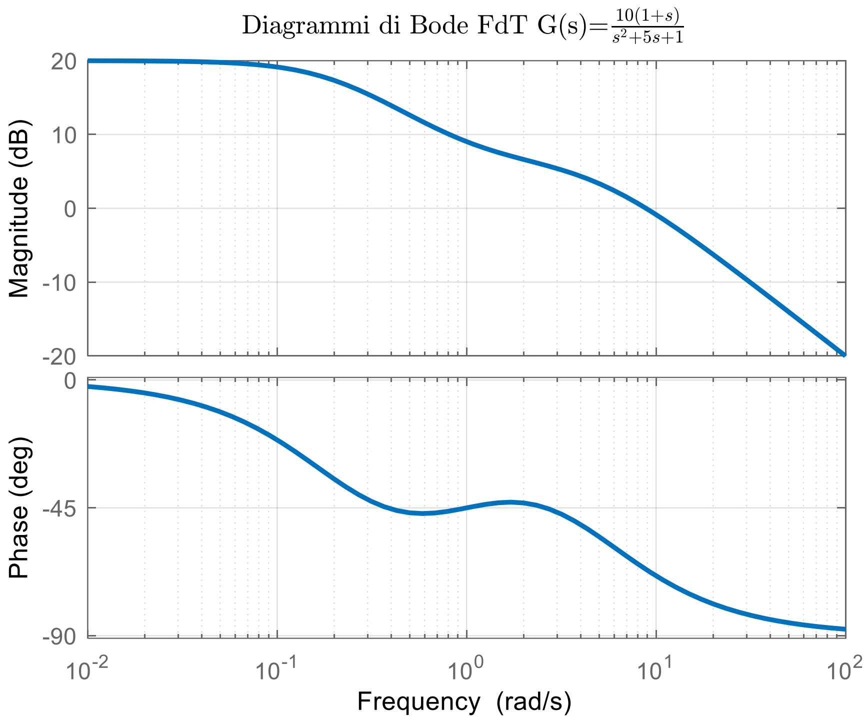
3. Costante di tempo della FdT a ciclo chiuso minore di 0.5 secondi.

Es. 19

Dato un sistema dinamico con funzione di trasferimento G(s), si enunci con precisione il teorema della risposta armonica (ossia il risultato che fornisce l'espressione dell'uscita a regime in risposta ad un segnale armonico ingresso), specificandone le ipotesi di applicabilità.
Posto quindi:

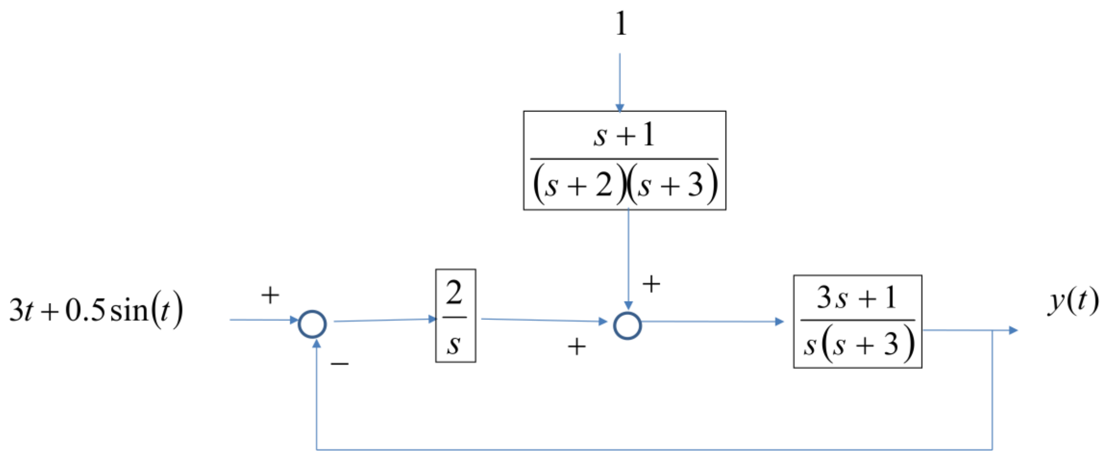
$$G(s) = 10\frac{1+s}{s^2+5s+1}$$

si determini l'espressione dell'uscita, a transitorio esaurito, quando l'ingresso assume l'andamento u(t) = sin(2t).



Es. 20

Si consideri il seguente sistema di controllo in retroazione



e se ne analizzi il comportamento a regime. Si riporti l'espressione analitica della evoluzione di regime della variabile di uscita