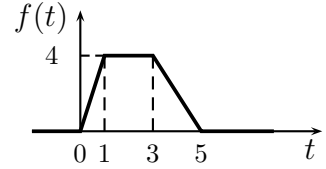


Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

a) Determinare la trasformata di Laplace $X_i(s)$ dei seguenti segnali temporali $x_i(t)$:

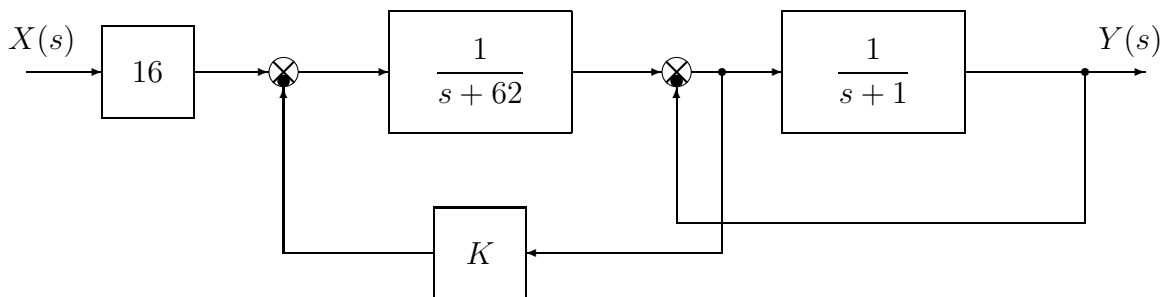
$$x_1(t) = 3t^4 e^{-3t} + 4 \cos(5\pi t), \quad x_2(t) = 6 \sin(3t - 12),$$



b) Calcolare la risposta impulsiva $g_i(t)$ delle seguenti funzioni di trasferimento $G_i(s)$:

$$G_1(s) = \frac{(s-3)^2}{(s+1)(s-4)^2}, \quad G_2(s) = \frac{5}{(s+1)^4}, \quad G_3(s) = \frac{s+4}{(s+1)(s-2)(s+3)}$$

c) Si consideri il seguente schema a blocchi:



c.1) Posto $K = -60$, utilizzando la formula di Mason calcolare la funzione di trasferimento $G(s)$ che lega l'ingresso $X(s)$ all'uscita $Y(s)$:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} =$$

c.2) Relativamente alla funzione di trasferimento $G(s)$ calcolare:

1. la parte reale σ dei poli dominanti del sistema;
2. la parte immaginaria ω dei poli dominanti del sistema;
3. la pulsazione naturale ω_n dei poli dominanti del sistema;
4. il coefficiente di smorzamento δ dei poli dominanti del sistema;
5. il guadagno statico K_0 ;
6. il tempo di assestamento T_a del sistema $G(s)$ alla risposta al gradino;
7. l'istante di massima sovraelongazione;
8. la massima sovraelongazione percentuale;
9. il periodo delle oscillazioni.

c.3) Disegnare l'andamento qualitativo della risposta $y(t)$ della funzione di trasferimento $G(s)$ al gradino in ingresso $x(t) = 9$.

Per quanto è possibile, disegnare l'andamento temporale in modo congruente con il valore dei parametri numerici determinati al punto precedente.

1. Un sistema di “tipo 3” è caratterizzato da:

- 3 poli nulli;
- 3 poli complessi coniugati;
- grado relativo $n - m = 3$.

2. Sia $G(s)$ una funzione razionale fratta in s . La scomposizione in fratti semplici della funzione $G(s)$ mediante il metodo dei residui:

- è sempre possibile;
- è possibile solo se la funzione $G(s)$ è propria;
- è possibile solo se la funzione $G(s)$ è strettamente propria.

3. Scrivere la funzione di trasferimento $G(s)$ corrispondente alla seguente equazione differenziale:

$$\ddot{y}(t) + 7\dot{y}(t) + 3y(t) = 2\ddot{x}(t) + 4\dot{x}(t) + x(t) \quad \rightarrow \quad G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} =$$

4. Un sistema di tipo 1

- ha uno zero nell'origine;
- ha un errore a regime nullo nella risposta al gradino;
- ha un errore a regime nullo nella risposta alla rampa.

5. Il luogo dei punti del piano complesso determinato da poli complessi coniugati di sistemi del secondo ordine con coefficiente di smorzamento costante è formato da:

- due semirette uscenti dall'origine;
- una retta parallela all'asse immaginario;
- una semicirconferenza nel semipiano reale negativo centrata nell'origine;
- due rette parallele all'asse reale.

6. La funzione complessa $X(s) = \frac{s}{(s+4)^2}$ è la trasformata di Laplace:

- del segnale $x(t) = te^{-4t}$;
- di un segnale $x(t)$ che tende a 1 per $t \rightarrow 0$;
- di un segnale $x(t)$ che tende a zero per $t \rightarrow \infty$.

7. Un sistema dinamico lineare è stabile se la sua funzione di trasferimento ha tutti i poli:

- a parte reale negativa ed eventuali poli a parte reale nulla hanno molteplicità unitaria;
- a parte reale strettamente negativa;
- a parte reale positiva;
- a parte reale strettamente positiva.

8. Sia $\mathcal{L}[f(t)] = F(s)$ la trasformata di Laplace della funzione $f(t)$. Vale la relazione:

- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = \frac{1}{s}F(s) - f(0-)$;
- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = \frac{1}{s}F(s)$;
- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = sF(s) - f(0-)$;
- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = sF(s)$.

9. Determinare il tempo di assestamento del sistema $G(s) = \frac{1}{s^2 + 1s + 16}$;

$$T_a =$$

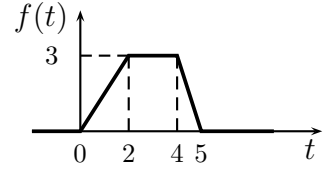
10. L'errore a regime di un sistema $G(s)$ con ingresso a rampa si può determinare come $e = \frac{R_0}{K_e}$, dove K_e vale:

- $K_e = \lim_{s \rightarrow 0} G(s)$;
- $K_e = \lim_{s \rightarrow 0} sG(s)$;
- $K_e = \lim_{s \rightarrow 0} s^2G(s)$.

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

a) Determinare la trasformata di Laplace $X_i(s)$ dei seguenti segnali temporali $x_i(t)$:

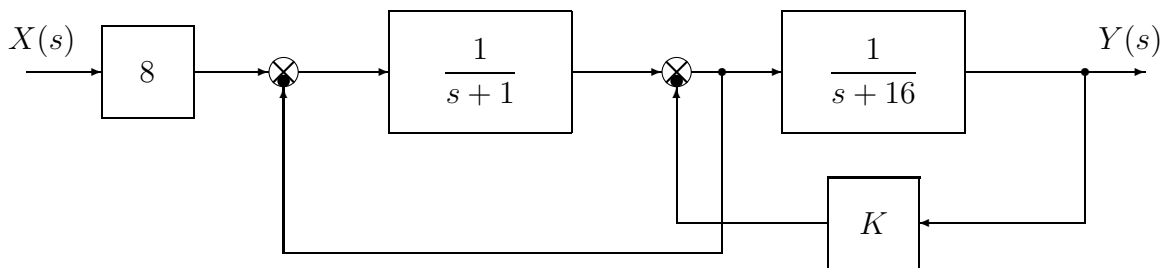
$$x_1(t) = 3 \cos(6t - 12), \quad x_2(t) = 5t^4 e^{-2t} + 2 \sin(4\pi t),$$



b) Calcolare la risposta impulsiva $g_i(t)$ delle seguenti funzioni di trasferimento $G_i(s)$:

$$G_1(s) = -\frac{2}{(s+3)^4}, \quad G_2(s) = \frac{s-4}{(s+4)(s+3)(s+2)}, \quad G_3(s) = \frac{(s+3)^2}{(s-2)(s+5)^2}$$

c) Si consideri il seguente schema a blocchi:



c.1) Posto $K = -16$, utilizzando la formula di Mason calcolare la funzione di trasferimento $G(s)$ che lega l'ingresso $X(s)$ all'uscita $Y(s)$:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} =$$

c.2) Relativamente alla funzione di trasferimento $G(s)$ calcolare:

1. la parte reale σ dei poli dominanti del sistema;
2. la parte immaginaria ω dei poli dominanti del sistema;
3. la pulsazione naturale ω_n dei poli dominanti del sistema;
4. il coefficiente di smorzamento δ dei poli dominanti del sistema;
5. il guadagno statico K_0 ;
6. il tempo di assestamento T_a del sistema $G(s)$ alla risposta al gradino;
7. l'istante di massima sovraelongazione;
8. la massima sovraelongazione percentuale;
9. il periodo delle oscillazioni.

c.3) Disegnare l'andamento qualitativo della risposta $y(t)$ della funzione di trasferimento $G(s)$ al gradino in ingresso $x(t) = 8$.

Per quanto è possibile, disegnare l'andamento temporale in modo congruente con il valore dei parametri numerici determinati al punto precedente.

1. Un sistema di “tipo 3” è caratterizzato da:

- grado relativo $n - m = 3$;
- 3 poli complessi coniugati;
- 3 poli nulli.

2. Sia $G(s)$ una funzione razionale fratta in s . La scomposizione in fratti semplici della funzione $G(s)$ mediante il metodo dei residui:

- è possibile solo se la funzione $G(s)$ è strettamente propria;
- è possibile solo se la funzione $G(s)$ è propria;
- è sempre possibile.

3. Scrivere la funzione di trasferimento $G(s)$ corrispondente alla seguente equazione differenziale:

$$2\ddot{x}(t) + 8\dot{x}(t) + 4x(t) = 3\dot{u}(t) + 6\dot{u}(t) + 9u(t) \quad \rightarrow \quad G(s) = \frac{X(s)}{U(s)} =$$

4. Un sistema di tipo 1

- ha uno zero nell'origine;
- ha un errore a regime nullo nella risposta alla rampa;
- ha un errore a regime nullo nella risposta al gradino.

5. Il luogo dei punti del piano complesso determinato da poli complessi coniugati di sistemi del secondo ordine con coefficiente di smorzamento costante è formato da:

- una retta parallela all'asse immaginario;
- due rette parallele all'asse reale;
- una semicirconferenza nel semipiano reale negativo centrata nell'origine;
- due semirette uscenti dall'origine.

6. La funzione complessa $X(s) = \frac{s}{(s+4)^2}$ è la trasformata di Laplace:

- di un segnale $x(t)$ che tende a zero per $t \rightarrow \infty$;
- di un segnale $x(t)$ che tende a 1 per $t \rightarrow 0$;
- del segnale $x(t) = te^{-4t}$.

7. Un sistema dinamico lineare è stabile se la sua funzione di trasferimento ha tutti i poli:

- a parte reale positiva ed eventuali poli a parte reale nulla hanno molteplicità unitaria;
- a parte reale strettamente positiva.
- a parte reale negativa ed eventuali poli a parte reale nulla hanno molteplicità unitaria;
- a parte reale strettamente negativa.

8. Sia $\mathcal{L}[f(t)] = F(s)$ la trasformata di Laplace della funzione $f(t)$. Vale la relazione:

- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = sF(s) - f(0-)$;
- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = sF(s)$.
- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = \frac{1}{s}F(s) - f(0-)$;
- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = \frac{1}{s}F(s)$.

9. Determinare il tempo di assestamento del sistema $G(s) = \frac{1}{s^2 + 2s + 16}$;

$$T_a =$$

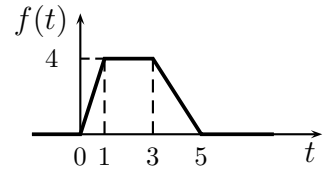
10. L'errore a regime di un sistema $G(s)$ con ingresso a parabola si può determinare come $e = \frac{R_0}{K_e}$, dove K_e vale:

- $K_e = \lim_{s \rightarrow 0} s^2 G(s)$;
- $K_e = \lim_{s \rightarrow 0} s G(s)$;
- $K_e = \lim_{s \rightarrow 0} G(s)$.

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

a) Determinare la trasformata di Laplace $X_i(s)$ dei seguenti segnali temporali $x_i(t)$:

$$x_1(t) = 3t^4 e^{-3t} + 4 \cos(5\pi t), \quad x_2(t) = 6 \sin(3t - 12),$$



Soluzione:

$$X_1(s) = \frac{72}{(s+3)^5} + \frac{4s}{s^2 + 25\pi^2}, \quad X_2(s) = \frac{18e^{-4s}}{s^2 + 9}, \quad X_3(s) = \frac{4}{s^2} - \frac{4e^{-s}}{s^2} - \frac{2e^{-3s}}{s^2} + \frac{2e^{-5s}}{s^2}$$

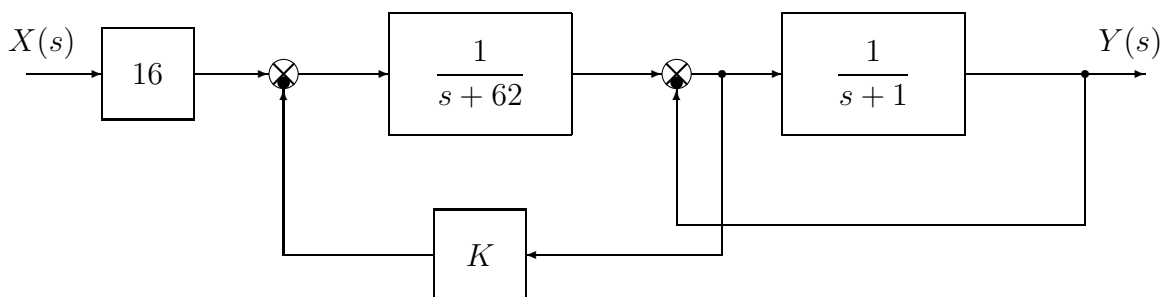
b) Calcolare la risposta impulsiva $g_i(t)$ delle seguenti funzioni di trasferimento $G_i(s)$:

$$G_1(s) = \frac{(s-3)^2}{(s+1)(s-4)^2}, \quad G_2(s) = \frac{5}{(s+1)^4}, \quad G_3(s) = \frac{s+4}{(s+1)(s-2)(s+3)}$$

Soluzione:

$$g_1(t) = \frac{1}{5}e^{-t} + \frac{4}{5}e^{4t} + \frac{16}{25}te^{4t}, \quad g_2(t) = \frac{5}{6}t^3e^{-t}, \quad g_3(t) = -\frac{1}{2}e^{-t} + \frac{6}{15}e^{2t} + \frac{1}{10}e^{-3t}$$

c) Si consideri il seguente schema a blocchi:

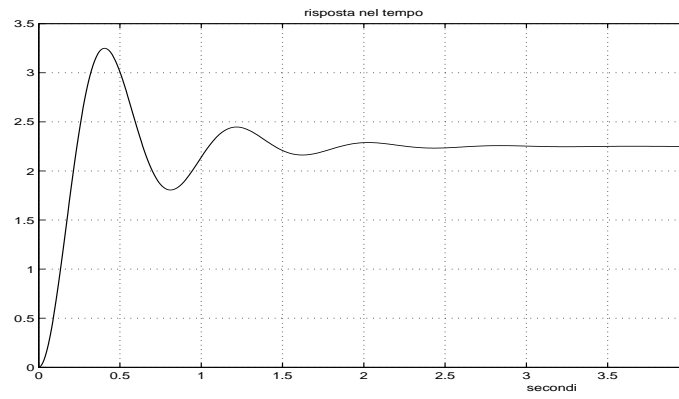


c.1) Posto $K = -60$, utilizzando la formula di Mason calcolare la funzione di trasferimento $G(s)$ che lega l'ingresso $X(s)$ all'uscita $Y(s)$:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{16}{s^2 + 4s + 64}$$

c.2) Relativamente alla funzione di trasferimento $G(s)$ calcolare:

- la parte reale σ dei poli dominanti del sistema; $\sigma = 2$
- la parte immaginaria ω dei poli dominanti del sistema; $\omega = 7.746$
- la pulsazione naturale ω_n dei poli dominanti del sistema; $\omega_n = 8$
- il coefficiente di smorzamento δ dei poli dominanti del sistema; $\delta = 0.25$
- il guadagno statico K_0 ; $K_0 = \frac{1}{4}$
- il tempo di assestamento T_a del sistema $G(s)$ alla risposta al gradino; $T_a = \frac{3}{2}$
- l'istante di massima sovraelongazione; $T_M = 0.41$
- la massima sovraelongazione percentuale; $S = 44.4\%$



9. il periodo delle oscillazioni. $T = 0.82$

c.3) Disegnare l'andamento qualitativo della risposta $y(t)$ della funzione di trasferimento $G(s)$ al gradino in ingresso $x(t) = 9$.

Per quanto è possibile, disegnare l'andamento temporale in modo congruente con il valore dei parametri numerici determinati al punto precedente.

1. Un sistema di “tipo 3” è caratterizzato da:

- 3 poli nulli;
- 3 poli complessi coniugati;
- grado relativo $n - m = 3$.

2. Sia $G(s)$ una funzione razionale fratta in s . La scomposizione in fratti semplici della funzione $G(s)$ mediante il metodo dei residui:

- è sempre possibile;
- è possibile solo se la funzione $G(s)$ è propria;
- è possibile solo se la funzione $G(s)$ è strettamente propria.

3. Scrivere la funzione di trasferimento $G(s)$ corrispondente alla seguente equazione differenziale:

$$\ddot{y}(t) + 7\dot{y}(t) + 3y(t) = 2\ddot{x}(t) + 4\dot{x}(t) + x(t) \quad \rightarrow \quad G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{2s^2 + 4s + 1}{s^2 + 7s + 3}$$

4. Un sistema di tipo 1

- ha uno zero nell'origine;
- ha un errore a regime nullo nella risposta al gradino;
- ha un errore a regime nullo nella risposta alla rampa.

5. Il luogo dei punti del piano complesso determinato da poli complessi coniugati di sistemi del secondo ordine con coefficiente di smorzamento costante è formato da:

- due semirette uscenti dall'origine;
- una retta parallela all'asse immaginario;
- una semicirconferenza nel semipiano reale negativo centrata nell'origine;
- due rette parallele all'asse reale.

6. La funzione complessa $X(s) = \frac{s}{(s+4)^2}$ è la trasformata di Laplace:

- del segnale $x(t) = te^{-4t}$;
- di un segnale $x(t)$ che tende a 1 per $t \rightarrow 0$;
- di un segnale $x(t)$ che tende a zero per $t \rightarrow \infty$.

7. Un sistema dinamico lineare è stabile se la sua funzione di trasferimento ha tutti i poli:

- a parte reale negativa ed eventuali poli a parte reale nulla hanno molteplicità unitaria;
- a parte reale strettamente negativa;
- a parte reale positiva;
- a parte reale strettamente positiva.

8. Sia $\mathcal{L}[f(t)] = F(s)$ la trasformata di Laplace della funzione $f(t)$. Vale la relazione:

- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = \frac{1}{s}F(s) - f(0-)$;
- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = \frac{1}{s}F(s)$;
- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = sF(s) - f(0-)$;
- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = sF(s)$.

9. Determinare il tempo di assestamento del sistema $G(s) = \frac{1}{s^2+1s+16}$;

$$T_a = 6$$

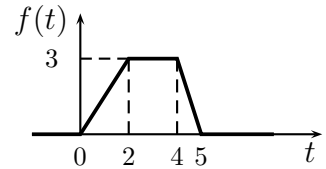
10. L'errore a regime di un sistema $G(s)$ con ingresso a rampa si può determinare come $e = \frac{R_0}{K_e}$, dove K_e vale:

- $K_e = \lim_{s \rightarrow 0} G(s)$;
- $K_e = \lim_{s \rightarrow 0} sG(s)$;
- $K_e = \lim_{s \rightarrow 0} s^2G(s)$.

Nome:	
Nr. Mat.	
Firma:	

a) Determinare la trasformata di Laplace $X_i(s)$ dei seguenti segnali temporali $x_i(t)$:

$$x_1(t) = 3 \cos(6t - 12), \quad x_2(t) = 5t^4 e^{-2t} + 2 \sin(4\pi t),$$



Soluzione:

$$X_1(s) = \frac{3s e^{-2s}}{s^2 + 36}, \quad X_2(s) = \frac{120}{(s+2)^5} + \frac{8\pi}{s^2 + 16\pi^2}, \quad X_3(s) = \frac{3}{2s^2} - \frac{3e^{-2s}}{2s^2} - \frac{3e^{-4s}}{s^2} + \frac{3e^{-5s}}{s^2}$$

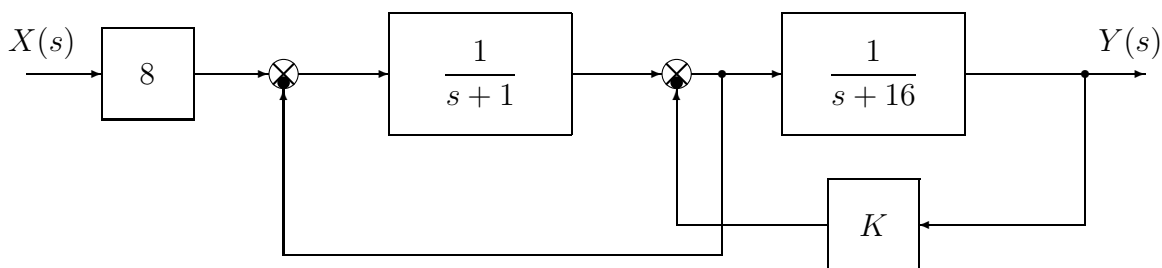
b) Calcolare la risposta impulsiva $g_i(t)$ delle seguenti funzioni di trasferimento $G_i(s)$:

$$G_1(s) = -\frac{2}{(s+3)^4}, \quad G_2(s) = \frac{s-4}{(s+4)(s+3)(s+2)}, \quad G_3(s) = \frac{(s+3)^2}{(s-2)(s+5)^2}$$

Soluzione:

$$g_1(t) = -\frac{1}{3}t^3 e^{-3t}, \quad g_2(t) = -4e^{-4t} + 7e^{-3t} - 3e^{-2t}, \quad g_3(t) = \frac{25}{49}e^{2t} + \frac{24}{49}e^{-5t} - \frac{4}{7}te^{-5t}$$

c) Si consideri il seguente schema a blocchi:

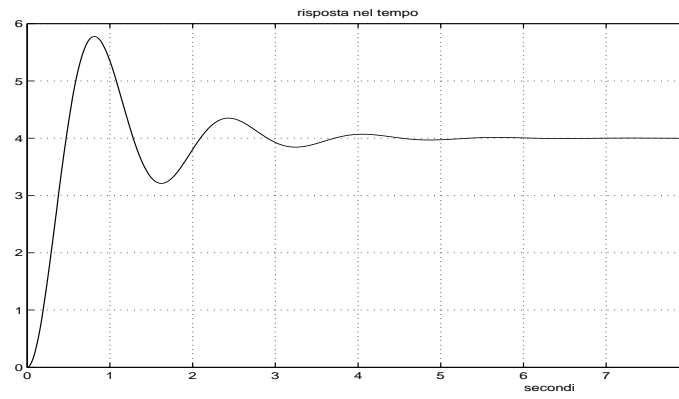


c.1) Posto $K = -16$, utilizzando la formula di Mason calcolare la funzione di trasferimento $G(s)$ che lega l'ingresso $X(s)$ all'uscita $Y(s)$:

$$G(s) = \frac{Y(s)}{X(s)} = \frac{8}{s^2 + 2s + 16}$$

c.2) Relativamente alla funzione di trasferimento $G(s)$ calcolare:

- la parte reale σ dei poli dominanti del sistema; $\sigma = 1$
- la parte immaginaria ω dei poli dominanti del sistema; $\omega = 3.873$
- la pulsazione naturale ω_n dei poli dominanti del sistema; $\omega_n = 4$
- il coefficiente di smorzamento δ dei poli dominanti del sistema; $\delta = 0.25$
- il guadagno statico K_0 ; $K_0 = \frac{1}{2}$
- il tempo di assestamento T_a del sistema $G(s)$ alla risposta al gradino; $T_a = 3$
- l'istante di massima sovraelongazione; $T_M = 0.81$
- la massima sovraelongazione percentuale; $S = 44.4\%$



9. il periodo delle oscillazioni. $T = 1.62$

c.3) Disegnare l'andamento qualitativo della risposta $y(t)$ della funzione di trasferimento $G(s)$ al gradino in ingresso $x(t) = 8$.

Per quanto è possibile, disegnare l'andamento temporale in modo congruente con il valore dei parametri numerici determinati al punto precedente.

1. Un sistema di “tipo 3” è caratterizzato da:

- grado relativo $n - m = 3$;
- 3 poli complessi coniugati;
- 3 poli nulli.

2. Sia $G(s)$ una funzione razionale fratta in s . La scomposizione in fratti semplici della funzione $G(s)$ mediante il metodo dei residui:

- è possibile solo se la funzione $G(s)$ è strettamente propria;
- è possibile solo se la funzione $G(s)$ è propria;
- è sempre possibile.

3. Scrivere la funzione di trasferimento $G(s)$ corrispondente alla seguente equazione differenziale:

$$2\ddot{x}(t) + 8\dot{x}(t) + 4x(t) = 3\dot{u}(t) + 6\dot{u}(t) + 9u(t) \quad \rightarrow \quad G(s) = \frac{X(s)}{U(s)} = \frac{9(s+1)}{2s^2 + 8s + 4}$$

4. Un sistema di tipo 1

- ha uno zero nell'origine;
- ha un errore a regime nullo nella risposta alla rampa;
- ha un errore a regime nullo nella risposta al gradino.

5. Il luogo dei punti del piano complesso determinato da poli complessi coniugati di sistemi del secondo ordine con coefficiente di smorzamento costante è formato da:

- una retta parallela all'asse immaginario;
- due rette parallele all'asse reale;
- una semicirconferenza nel semipiano reale negativo centrata nell'origine;
- due semirette uscenti dall'origine.

6. La funzione complessa $X(s) = \frac{s}{(s+4)^2}$ è la trasformata di Laplace:

- di un segnale $x(t)$ che tende a zero per $t \rightarrow \infty$;
- di un segnale $x(t)$ che tende a 1 per $t \rightarrow 0$;
- del segnale $x(t) = te^{-4t}$.

7. Un sistema dinamico lineare è stabile se la sua funzione di trasferimento ha tutti i poli:

- a parte reale positiva ed eventuali poli a parte reale nulla hanno molteplicità unitaria;
- a parte reale strettamente positiva.
- a parte reale negativa ed eventuali poli a parte reale nulla hanno molteplicità unitaria;
- a parte reale strettamente negativa.

8. Sia $\mathcal{L}[f(t)] = F(s)$ la trasformata di Laplace della funzione $f(t)$. Vale la relazione:

- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = sF(s) - f(0-)$;
- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = sF(s)$.
- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = \frac{1}{s}F(s) - f(0-)$;
- $\mathcal{L}\left[\frac{df}{dt}\right] = \frac{1}{s}F(s)$.

9. Determinare il tempo di assestamento del sistema $G(s) = \frac{1}{s^2 + 2s + 16}$;

$$T_a = 3$$

10. L'errore a regime di un sistema $G(s)$ con ingresso a parabola si può determinare come $e = \frac{R_0}{K_e}$, dove K_e vale:

- $K_e = \lim_{s \rightarrow 0} s^2 G(s)$;
- $K_e = \lim_{s \rightarrow 0} s G(s)$;
- $K_e = \lim_{s \rightarrow 0} G(s)$.