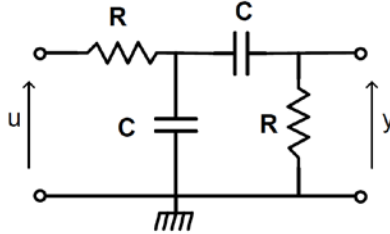


## Parte A

1. [punti 4,5 ] Enunciare e dimostrare il teorema di analisi armonica per un sistema descritto da una funzione di trasferimento razionale.

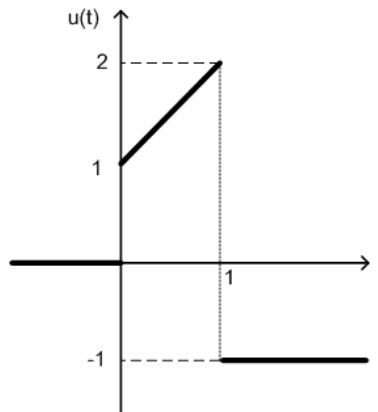
2. [punti 4,5 ] La rete elettrica di figura definisce un sistema dinamico orientato da  $u$  (tensione all'ingresso) ad  $y$  (tensione all'uscita).



Di questo sistema si determini:

1. la funzione di trasferimento;
2. l'equazione differenziale;
3. gli zeri, i poli, i modi ed il guadagno statico.

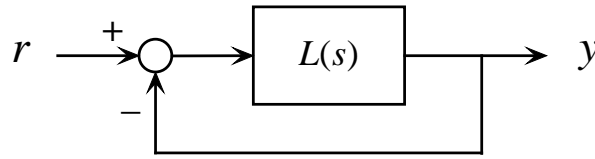
3. [punti 4,5] Dato un sistema con funzione di trasferimento  $G(s) = \frac{2}{s+1}$  determinare la risposta forzata  $y(t)$ ,  $t \in [0, +\infty)$  al segnale di ingresso definito in figura:



4. [punti 4,5] Presentare il metodo di Tustin per la discretizzazione dei controllori a tempo continuo. Includere una discussione sulla stabilità del controllore a tempo discreto così determinato.

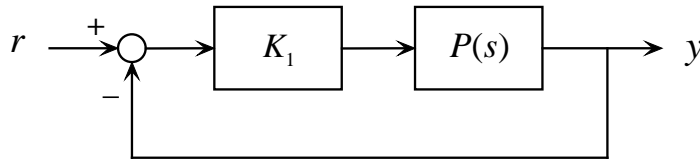
## Parte B

5. [punti 4,5] Sia dato il sistema retroazionato di figura dove  $L(s) = 10 \frac{s+1}{s^3(s+2)}$ .



- a. Tracciare il diagramma di Nyquist di  $L(j\omega)$  determinando le eventuali intersezioni con l'asse reale negativo.
- b. Studiare la stabilità del sistema retroazionato applicando il Criterio di Nyquist.

6. [punti 4,5] Sia dato il sistema in retroazione di figura

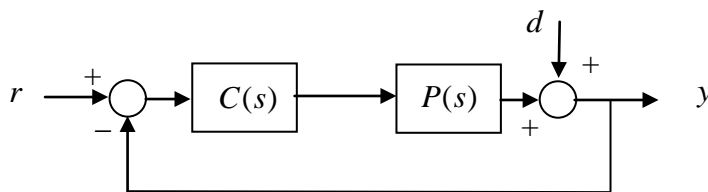


dove  $P(s) = \frac{[(s+2)^2 + 4]}{s(s+4)^2}$ .

- a. Tracciare il luogo delle radici dell'equazione caratteristica del sistema retroazionato per  $K_1 > 0$  (luogo diretto) e  $K_1 < 0$  (luogo inverso) determinando in entrambi i luoghi gli asintoti, le eventuali radici doppie e gli angoli di arrivo.
- b. Determinare i valori di  $K_1 \in \mathbb{R}$  per i quali il sistema retroazionato è asintoticamente stabile.

N.B.: L'equazione che determina le radici doppie al punto a è equivalente ad un'equazione polinomiale di terzo grado che ammette una sola radice reale. Questa venga stimata con una procedura numerica ed una precisione di circa l'1%.

7. [punti 4,5] Sia dato il seguente sistema



dove  $P(s) = \frac{5}{s+3}$ .

Determinare un controllore proprio di ordine minimo  $C(s)$  affinché le seguenti specifiche siano soddisfatte:

1. reiezione infinita asintotica al disturbo armonico  $d(t) = 7 \cos(3t + 2)$ ;
2. costante di posizione  $K_p = 5$ ;
3. sistema retroazionato asintoticamente (internamente) stabile con poli dominanti in  $-3 \pm j$ .

8. [punti 4,5] Un sistema a tempo discreto, orientato dall'ingresso  $u$  all'uscita  $y$ , è descritto dalla seguente equazione alle differenze

$$y(k+5) - 0.6y(k+4) - 0.71y(k+3) + 0.24y(k+2) + 0.16y(k+1) = u(k+3).$$

- a) Determinare la funzione di trasferimento del sistema.
- b) Studiare la stabilità asintotica del sistema applicando il criterio di Jury.