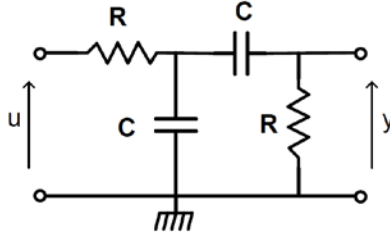


Parte A

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

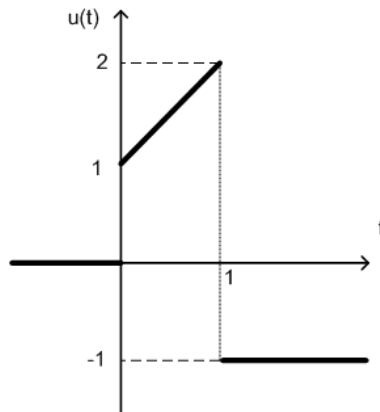
2. **[punti 4,5]** La rete elettrica di figura definisce un sistema dinamico orientato da u (tensione all'ingresso) ad y (tensione all'uscita).



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.

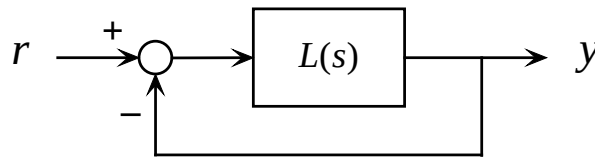
3. **[punti 4,5]** Dato un sistema con funzione di trasferimento $G(s) = \frac{2}{s+1}$ determinare la risposta forzata $y(t)$, $t \in [0, +\infty)$ al segnale di ingresso definito in figura:



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.

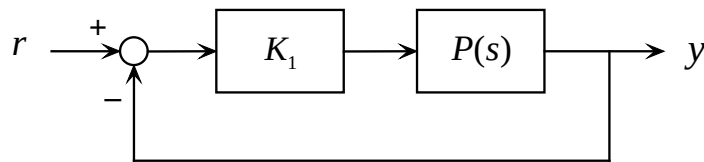
Parte B

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



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

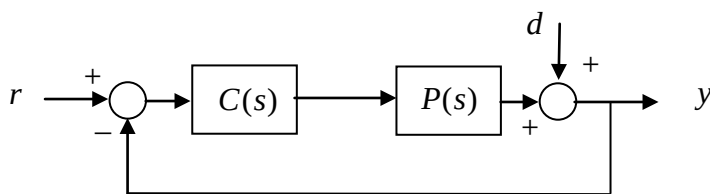
6. [punti 4,5] Sia dato il sistema in retroazione di figura



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

- 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.
 - 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:

- reiezione infinita asintotica al disturbo armonico $d(t) = 7 \cos(3t + 2)$;
- costante di posizione $K_p = 5$;
- 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

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

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