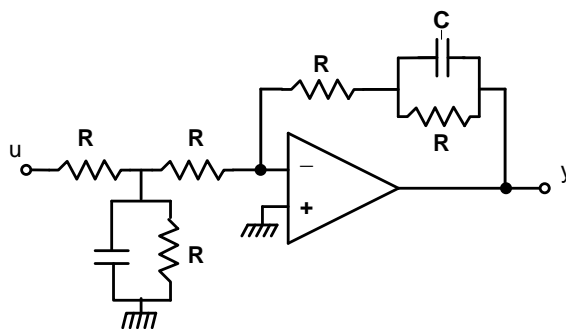


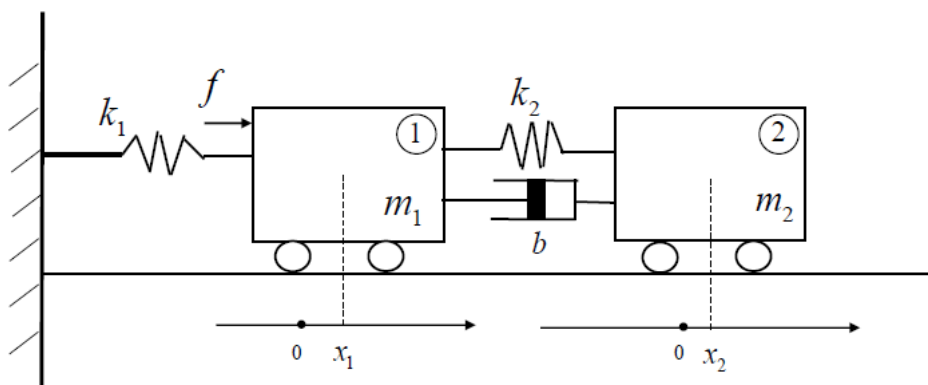
## Parte A

**1. [punti 6]** L'amplificatore operazionale di figura definisce un sistema dinamico orientato da  $u$  (tensione all'ingresso) ad  $y$  (tensione all'uscita).



Di questo sistema si determinino: 1) la funzione di trasferimento; 2) l'equazione differenziale; 3) gli zeri, i poli e i modi.

**2. [punti 6]** Due carrelli di massa  $m_1$  ed  $m_2$  collegati come mostrato in figura costituiscono un sistema dinamico  $\Sigma$  orientato da  $f$  (forza applicata al carrello 1) ad  $x_2$  (posizione del carrello 2). In condizione di riposo delle molle sia  $x_1 = 0$  e  $x_2 = 0$ .



1. Determinare l'equazione differenziale che descrive il comportamento di  $\Sigma$ .
2. Determinare la funzione di trasferimento  $G(s)$  di  $\Sigma$ .
3. Posto  $m = m_1 = m_2$ ,  $k = k_1 = k_2$  e  $b = 0$  determinare poli e modi di  $\Sigma$ .

**3. [punti 6]** Sia dato un generico sistema dinamico orientato da  $u$  (ingresso) ad  $y$  (uscita) e descritto

dall'equazione differenziale  $\sum_{i=0}^n a_i D^i y(t) = \sum_{i=0}^m b_i D^i u(t)$ .

Note le condizioni iniziali al tempo  $0^-$  come  $y_-, Dy_-, \dots, D^{n-1}y_-$  e  $u_-, Du_-, \dots, D^{m-1}u_-$  e l'azione forzante  $u(t)$ ,  $t \geq 0$ , determinare la trasformata di Laplace della risposta  $y(t)$ ,  $t \geq 0$ . Interpretare e commentare il risultato ottenuto.

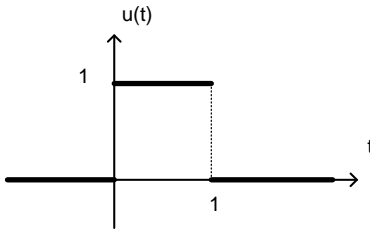
Nota: riportare i ragionamenti e i passaggi che permettono l'individuazione dell'espressione  $Y(s)$  cercata.

## Parte B

4. [punti 6] Determinare la risposta al gradino unitario  $g_s(t)$  di un sistema con funzione di trasferimento

$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\delta\omega_n s + \omega_n^2}, \quad \omega_n > 0, \quad \delta \in (0,1).$$

5. [punti 6] Un sistema dinamico abbia funzione di trasferimento  $G(s) = \frac{1}{(s+1)^2}$ . A partire da condizioni di quiete venga applicato l'ingresso  $u(t)$  definito in figura. Determinare  $y(t)$  per  $t \geq 0$ .



6. [punti 6] Dato il sistema retroazionato di figura con  $L(s) = \frac{10}{(s+1)(s+5)}$  e  $K = 1.5$  determinare:

1. la funzione di trasferimento e l'equazione differenziale del sistema orientato da  $r$  ad  $y$ .
2. il tempo di assestamento  $T_a$ , la sovraelongazione  $S$  e il tempo di salita  $T_s$  della risposta al comando in ingresso  $r(t) = 1(t)$  (gradino unitario).

