

## Fondamenti di Automatica - Laboratorio 3

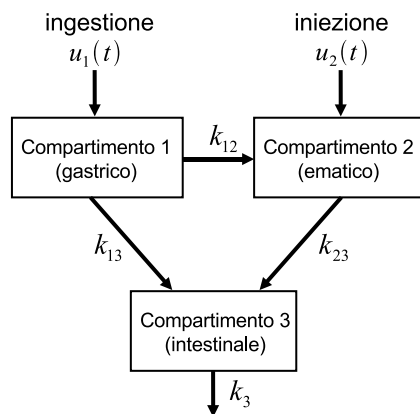
---

### Funzioni utili del Control System Toolbox:

<code>sist=ss(A,B,C,D)</code>	Sistema LTI definito dalle matrici A,B,C,D.
<code>p = eig(sist)</code>	Autovalori del sistema.
<code>mu = dcgain(sist)</code>	Guadagno statico del sistema.
<code>[y,t,x] = initial(sist,x0)</code>	Movimenti liberi del sistema generati da $x(0)=x_0$ .
<code>[y,t,x] = lsim(sist,u,tu,x0)</code>	Movimenti generati dall'ingresso $u$ , definito negli istanti $t_u$ , a partire dallo stato iniziale $x_0$ .
<code>[y,t,x] = step(sist)</code>	Movimenti forzati generati da uno scalino di ampiezza unitaria.
<code>[y,t,x] = impulse(sist)</code>	Movimenti forzati generati da un impulso unitario.
<code>rank(A)</code>	Rango della matrice $A$ .
<code>Mr = ctrb(sist)</code>	Restituisce la matrice di raggiungibilità.
<code>Mo = obsv(sist)</code>	Restituisce la matrice di osservabilità.

---

Si consideri il seguente modello compartimentale che descrive la dinamica di un farmaco



ove  $k_{12} = 0.5 \text{ h}^{-1}$ ,  $k_{13} = 0.5 \text{ h}^{-1}$ ,  $k_{23} \geq 0 \text{ h}^{-1}$  e  $k_3 = 0.5 \text{ h}^{-1}$ . Il volume del compartimento 3 è  $V = 2 \text{ cc}$ . Gli ingressi sono espressi in  $\text{mg/h}$ . Si indichino con  $x_1$ ,  $x_2$  e  $x_3$  la quantità di farmaco (misurata in  $\text{mg}$ ) nei compartimenti 1, 2 e 3.

1. Si ricavino (a mano) le equazioni del sistema dinamico che descrive il modello compartimentale e che ha come uscita la concentrazione di farmaco nel compartimento 3.
2. Si ponga  $k_{23} = 0$ . Si utilizzi MatLab per calcolare la matrice di osservabilità e si verifichi che il sistema è non osservabile. Si trovi inoltre ragionando uno stato iniziale  $x(0) \neq 0$  tale per cui il movimento libero di uscita è identicamente nullo (suggerimento: ragionare sulla dipendenza tra movimenti liberi del sistema oppure calcolare in forma chiusa i movimenti liberi  $x_{1l}(t)$  e  $x_{2l}(t)$  ...). Verificare il risultato simulando il movimento libero generato da  $x(0)$ .
3. Si ponga  $k_{23} = 0.5$  e si verifichi usando MatLab che il sistema è ancora non osservabile. Si verifichi che, dato un qualunque  $\alpha \in \mathbb{R}$ , lo stato iniziale  $x(0) = [-\alpha \ \alpha \ 0]^T$  genera un movimento libero di uscita identicamente nullo. Si noti che una quantità di massa negativa nello stato iniziale  $x(0)$  non ha senso fisico.
4. Per  $k_{23} = 0.5$  si determini usando MatLab se il sistema è raggiungibile.

5. Per  $k_{23} = 0.5$  determinare (a mano) la quantità di farmaco da iniettare in vena attraverso una flebo (somministrazione continua e costante) in modo che, asintoticamente, la concentrazione di farmaco nel compartimento intestinale sia  $0.5 \text{ mg/cc}$ . Verificare il risultato in simulazione, partendo dallo stato iniziale  $x(0) = [ 0.5 \quad 0.5 \quad 0.2 ]'$  (durata della simulazione:  $20 \text{ sec.}$ ).

**NB:** assicurarsi di aver salvato il file per la simulazione del modello compartimentale perché servirà nella prossima esercitazione.