

n.b. c'è un errore: formalmente  $k_{13}$  e  $k_{31}$  sono invertite.

Si mantene l'errore per una formalità nella traccia

Equazioni del processo

$$\begin{cases} \dot{Q}_1 = -(k_{13} - k_{21})Q_1 + k_{31}Q_3 \\ \dot{Q}_2 = +k_{21}Q_1 + k_{23}Q_3 + R_a \\ \dot{Q}_3 = +k_{13}Q_1 - (k_{31} + k_{23})Q_3 \end{cases}$$

$$\rightarrow \text{allo stazionario } \dot{Q}_1 = \dot{Q}_2 = \dot{Q}_3 = 0$$

Equazioni del trascurante

$$\begin{cases} \dot{q}_1 = -(k_{13} - k_{21})q_1 + k_{31}q_3 \\ \dot{q}_2 = +k_{21}q_1 + k_{23}q_3 \\ \dot{q}_3 = +k_{13}q_1 - (k_{31} + k_{23})q_3 + ex_1 \\ y_2 = q_2 / \sqrt{2} \end{cases}$$

→ trasformo nel dominio di Laplace  
e scrivo le equazioni con il metodo  
matriciale

$$\mathcal{L}\{q_i\} = Q_i(s) \quad q_i(t=0) = 0$$

$$\begin{cases} s Q_1 = -(k_{13} - k_{21}) Q_1 + k_{31} Q_3 \\ s Q_2 = + k_{21} Q_1 + k_{23} Q_3 \\ s Q_3 = + k_{13} Q_1 - (k_{31} + k_{23}) Q_3 + E x_1 \end{cases}$$

$$A = \begin{bmatrix} -k_{13} - k_{21} & 0 & k_{31} \\ k_{21} & 0 & k_{23} \\ k_{13} & 0 & -k_{23} \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} 0 & 1/\sqrt{2} & 0 \end{bmatrix}$$

$$H = C (sI - A)^{-1} B$$

$$H = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{k_{23} s + k_{13} k_{23} + k_{21} k_{23} + k_{21} k_{31}}{s^3 + s^2 (k_{13} + k_{21} + k_{23} + k_{31}) +}$$

$$s (k_{13} k_{23} + k_{21} k_{23} + k_{21} k_{31})$$

La funzione di trasferimento è nelle forme

$$H = \frac{\beta_2 s + \beta}{s^3 + \alpha_3 s^2 + \alpha_2 s}$$

Abbiamo 5 parametri  $[k_{31}, k_{13}, k_{21}, k_{23}, V_2]$

~~per~~ e le relazioni con  $\alpha$  e  $\beta$   $[\beta_2, \beta, \alpha_3, \alpha_2]$

→ la matrice  $G$  sarà una  $5 \times 4$

quindi al massimo di rango 4 < # parametri

⇒ MODELLO NON UNIVOCAMENTE IDENTIFICABILE

IL MODELLO NON PRESENTA

PERDITE IRREVERSIBILI DI MATERIA

(non c'è alcuna  $k_{oi}$ )

Esercizio 2

Vedere appunti in rete e su libro di sensori per la modellistica del  
sistema dinamico

PERC 2103

$$[I]_s - GFR = [I]_u \cdot V$$

$$\begin{cases} [I]_p = 15 \text{ mg/dl} \\ [I]_u = 100 \text{ mg/dl} \\ V = 4 \text{ ml/min} \end{cases}$$

$$GFR = \text{CLEARANCE} = \frac{[I]_u \cdot V}{[I]_p} \approx \frac{100 \cdot 4}{15} = 26,66 \text{ ml/min} < 125 \text{ ml/min} \rightarrow \text{STATO INSUFFICIENTE RENALE!}$$

• GFR = 125 ml/min  
 SCELGO QD > QB hp2 → Qs/Qo ≈ 0

$$R_{TOT} = R_D + R_M + R_B = 102 \text{ min/cm}$$

$$K = 1/R_{TOT} = 0,0098 \text{ cm/min}$$

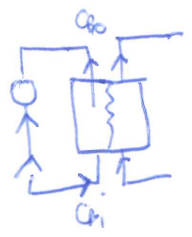
$$\beta = e^{-KA/QB} \approx 0,456$$

SCELGO IL LIQUIDO DIAZEPAM DI TIPO B IN QUANTO C<sub>di, N1</sub> = ∅. hp2

$$E_{CO-WALL} = \frac{1 - e^{-N_T(1+\beta)}}{1+\beta} \approx 1 - e^{-N_T} = \frac{C_{Bi} - C_{Bo}}{C_{Bi}} = 1 - \frac{C_{Bo}}{C_{Bi}}$$

$$C_{Bo} = C_{Bi} e^{-N_T} \text{ concentrazione in uscita dopo il PRIMO CICLO}$$

$$= 180 \text{ ug/dl} \cdot 0,456 \approx 82,18 \text{ ug/dl}$$



poiché C<sub>di</sub> = ∅

$$D = C = E \cdot Q_B = 125 \frac{\text{ml}}{\text{min}} \cdot \left(1 - \frac{82,18}{180}\right) = 67,93 \text{ ul/min}$$

$$t = \ln\left(\frac{70}{180}\right) \cdot \frac{5000 \text{ ml}}{125 \frac{\text{ul}}{\text{min}} (0,456 - 1)} \approx 63,68 \text{ min}$$

C<sub>eq</sub> =  $\frac{180 + 0}{2} = 90 \text{ ug/dl}$ , però 70 ug/dl < 90 ug/dl quindi per raggiungere la concentrazione finale deve essere esaurito il liquido circolante al t<sub>2</sub><sup>\*</sup>:

$$t_1^* = \ln\left(\frac{90}{180}\right) \cdot \frac{5000 \text{ ml}}{125 \frac{\text{ul}}{\text{min}} (0,456 - 1)} \approx 50,96 \text{ min}$$

$$t_2^* = \ln\left(\frac{70}{90}\right) \cdot \frac{5000}{125 \frac{\text{ul}}{\text{min}} (0,456 - 1)} \approx 13, \text{ min}$$

$$C_B(t_1^*) = (1 - \beta) \frac{125 \text{ ul}}{\text{min}} \frac{t_1^*}{5000 \text{ ml}} = 5,2 \text{ ug/dl e}$$

↓ ho scelto di calcolarlo a fine di avere informazioni!

## EXERCICIO 4

$$20 \text{ gr} \rightarrow \frac{20 \cdot 10^3 \text{ ug}}{50 \text{ dl}} = 400 \text{ ug/dl}$$

$$G(0) = 400 \text{ ug/dl} + 100 \text{ ug/dl} = 500 \text{ ug/dl}$$

$$\bar{I}(0) = K \cdot \left. \frac{dG(t)}{dt} \right|_{dt=15 \text{ min}} = 0.015 \text{ gr} \cdot \frac{500 - 100 \text{ mg/dl}}{15 \cdot 60 \text{ sc}} = 6.66 \text{ ugR/dl}$$

$$G(0) = 500 \text{ ug/dl}$$

$$G(15) = G(0) - 1/4 G(0) = 375 \text{ ug/dl}$$

⋮

$$G(75) = G(60) - 1/4 G(60) \approx 118 \text{ ug/dl}$$

$$G(90) \approx G_{\text{base}}$$

$$I(0) = I_b + I_{\text{cremias}}$$

$$I(15) = I(0) - 1/4 I(0)$$

⋮

continua fino al arrivo  
a  $I_b$