Extractor Liquido-Liquido (No lineal)

Prof.: Dr. Alejandro S. M. Santa Cruz

J.T.P.: Dr. Juan Ignacio Manassaldi

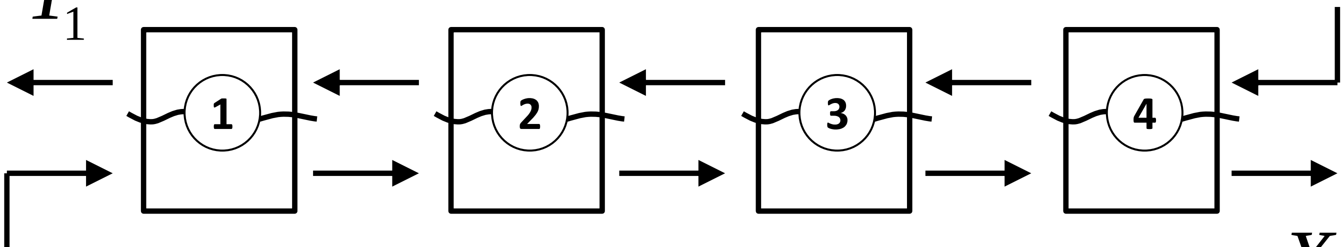
Aux. 2da: Sr. Alejandro Jesús Ladreyt

Aux. 2da: Sra. Amalia Rueda

Ejemplo 2: 4 etapas – K=4*X

$$S = 50 \ \frac{kgS}{h}$$

$$Y_1$$



$$Y_{in} = 0 \ \frac{kgsol}{kgS}$$

$$X_N$$

$$W = 500 \frac{kgW}{h}$$

$$X_{in} = 1 \frac{kgsol}{kgW}$$

$$K_i = 4 X_i$$

Modelado Matemático No lineal

La constante de reparto es función de la composición:

$$K_i = f(X_i)$$

La nueva condición de equilibrio es:

$$Y_i = K_i X_i \Longrightarrow Y_i = f(X_i) X_i$$

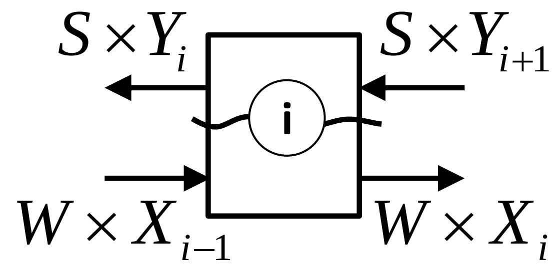
Si suponemos que la constante reparto varia de forma lineal con la composición:

$$K_i = aX_i$$

Finalmente la nueva condición de equilibrio es:

$$Y_i = aX_i X_i = aX_i^{\;2}$$

Balance de masa en la etapa i:



$$WX_{i-1} + SY_{i+1} = WX_i + SY_i$$

Utilizamos la nueva relación de equilibrio: $Y_i = K_i X_i$

$$WX_{i-1} + SK_{i+1}X_{i+1} = WX_i + SK_i X_i$$

Suponemos relación Lineal: $Y_i = aX_i X_i$

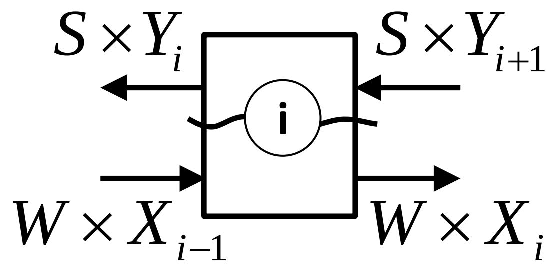
$$WX_{i-1} + SaX_{i+1}X_{i+1} = WX_i + SaX_i X_i$$

$$\boxed{WX_{i-1} + SaX_{i+1}^2 = WX_i + SaX_i^2}$$

¡No Lineal!

Modelado Matemático No Lineal

Balance de masa en la etapa i:



$$WX_{i-1} + SY_{i+1} = WX_i + SY_i$$

Utilizamos la nueva relación de equilibrio: $Y_i = K_i X_i$

$$WX_{i-1} + SK_{i+1}X_{i+1} = WX_i + SK_iX_i$$

Suponemos relación Lineal: $Y_i = aX_iX_i$

$$WX_{i-1} + SaX_{i+1}X_{i+1} = WX_i + SaX_iX_i$$

$$\boxed{WX_{i-1} + SaX_{i+1}^2 = WX_i + SaX_i^2}$$

¡No Lineal!

Retomamos el análisis:

$$WX_{i-1} + SK_{i+1}X_{i+1} = WX_i + SK_iX_i$$

Reordenamos para obtener ecuaciones parecidas al modelo lineal:

$$\frac{WX_{i-1} + SK_{i+1}X_{i+1}}{W} = \frac{WX_i + SK_iX_i}{W}$$

$$X_{i-1} + \frac{SK_{i+1}}{W}X_{i+1} = X_i + \frac{SK_i}{W}X_i$$

$$X_{i-1} + \frac{SK_{i+1}}{W}X_{i+1} = \left(1 + \frac{SK_i}{W}\right)X_i$$

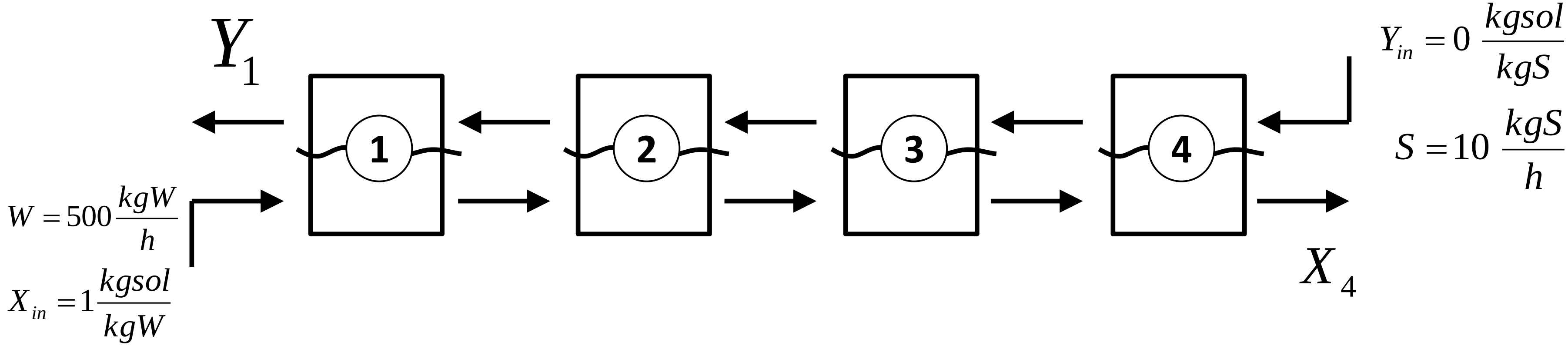
$$X_{i-1} + \frac{SK_{i+1}}{W} X_{i+1} = \left(1 + \frac{SK_i}{W}\right) X_i$$

$$X_{i-1} - \left(1 + \frac{SK_i}{W}\right) X_i + \frac{SK_{i+1}}{W} X_{i+1} = 0$$

Ahora, cada etapa tiene su propio “chi”: $\chi_i \equiv \frac{SK_i}{W}$

$$\boxed{X_{i-1} - (1 + \chi_i) X_i + \chi_{i+1} X_{i+1} = 0}$$

Modelado Matemático No Lineal



Etapa 1: $$-(1+\chi_1)X_1 + \chi_2 X_2 = -1$$

Etapa 2: $$X_1 - (1+\chi_2)X_2 + \chi_3 X_3 = 0$$

Etapa 3: $$X_2 - (1+\chi_3)X_3 + \chi_4 X_4 = 0$$

Etapa 4: $$X_3 - (1+\chi_4)X_4 = 0$$

Modelado Matemático No Lineal

Etapa 1: $$-(1+\chi_1)X_1+\chi_2 X_2=-1$$

Etapa 2: $$X_1-(1+\chi_2)X_2+\chi_3 X_3=0$$

Etapa 3: $$X_2-(1+\chi_3)X_3+\chi_4 X_4=0$$

Etapa 4: $$X_3-(1+\chi_4)X_4=0$$

$$\begin{pmatrix} -(1+\chi_1) & \chi_2 & 0 & 0 \\ 1 & -(1+\chi_2) & \chi_3 & 0 \\ 0 & 1 & -(1+\chi_3) & \chi_4 \\ 0 & 0 & 1 & -(1+\chi_4) \end{pmatrix}\begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -(1+\chi_1) & \chi_2 & 0 & 0 \\ 1 & -(1+\chi_2) & \chi_3 & 0 \\ 0 & 1 & -(1+\chi_3) & \chi_4 \\ 0 & 0 & 1 & -(1+\chi_4) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_1 \\ X_2 \\ X_3 \\ X_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$\chi_i = \frac{SK_i}{W} \qquad SK_i \rightarrow f\left(X_i\right)$$

$$\begin{tikzcd} \chi_i \arrow[d, bend left] \\ X_i \arrow[u, bend left] \end{tikzcd}$$

¿Como lo resolvemos?

Modelado Matemático No Lineal

Matemática Superior Aplicada

UTN

Suponemos las composiciones de cada etapa

$$\left(X_1, X_2, X_3, X_4\right)$$

Calculamos el chi de cada etapa

$$\chi_i = \frac{Sf\left(X_i\right)}{W}$$

Resolvemos utilizando Thomas y obtenemos una solución

$$\left(X_1, X_2, X_3, X_4\right)^*$$

Comparamos la solución con los valores propuestos

$$\left(X_1, X_2, X_3, X_4\right) \quad \text{Vs} \quad \left(X_1, X_2, X_3, X_4\right)^*$$

Si no son similares repetimos la operación pero con

$$\left(X_1, X_2, X_3, X_4\right) = \left(X_1, X_2, X_3, X_4\right)^*$$