

Extracción Líquido-Líquido

IIQ2023 - Operaciones Unitarias II

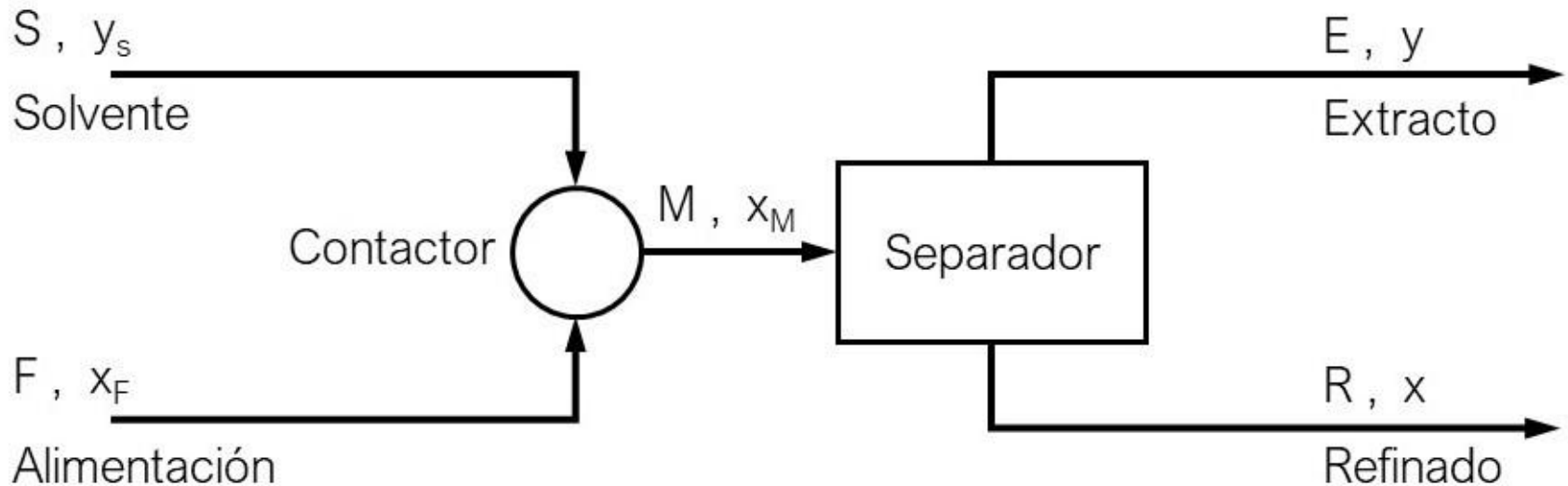
José Rebolledo Oyarce

20 de Abril de 2021



- Recordatorio de Clase Anterior
- Objetivos de la Clase
- Extracción Líquido-Líquido
 - Configuración a Flujo Cruzado
 - Configuración a Flujo a Contracorriente
 - Relación Mínima de Solvente

Balance de Materia



Balances:

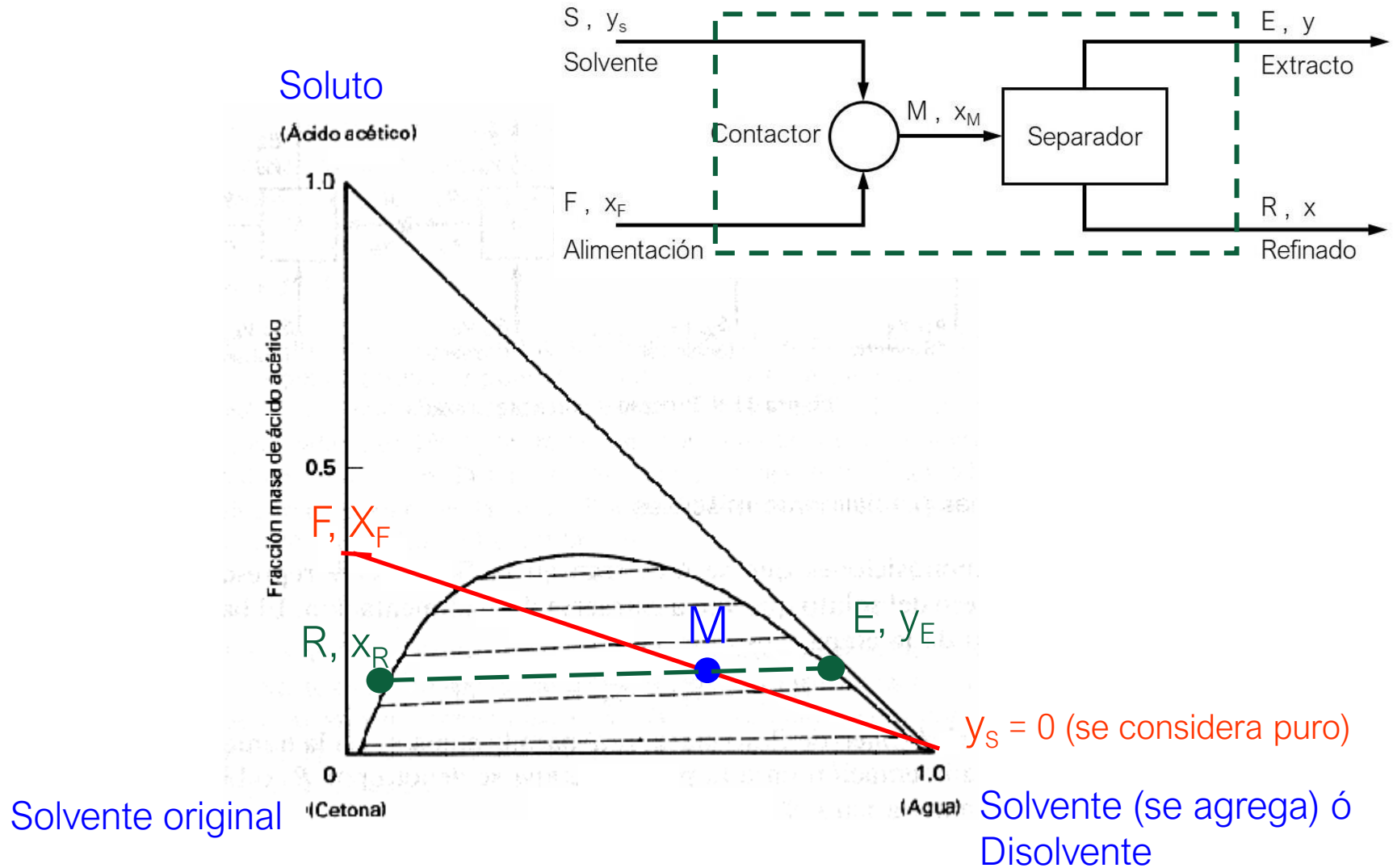
$$\text{B.M.} \quad : \quad F + S = M = E + R$$

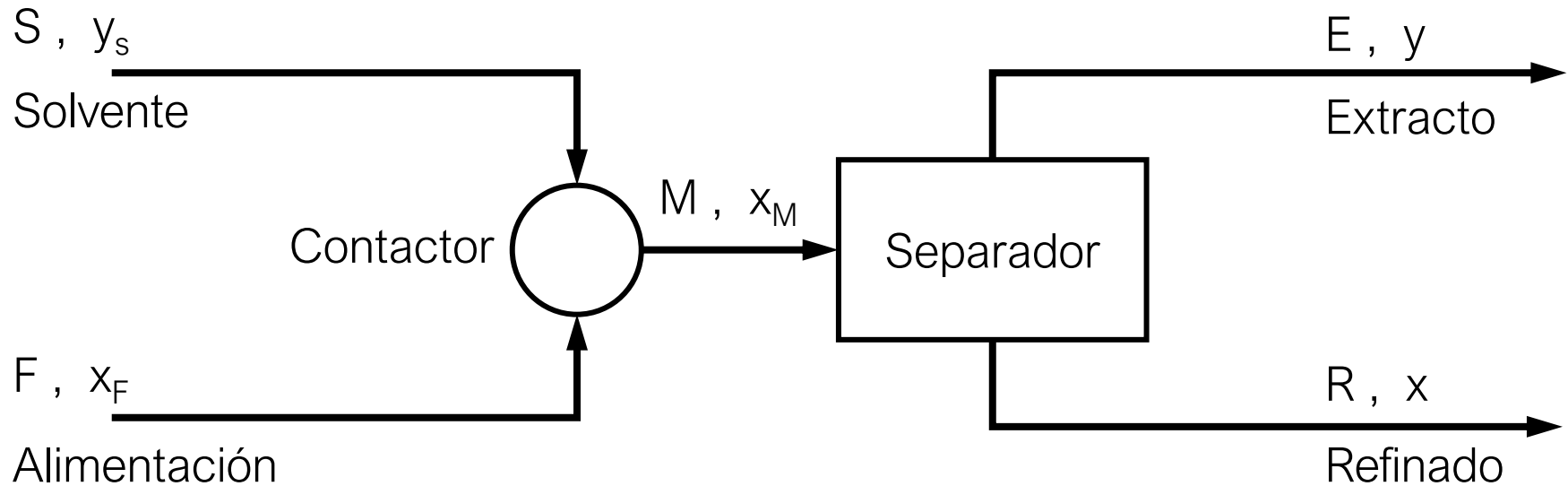
$$\text{B.M. Solute} \quad : \quad Fx_F + Sy_s = Mx_M = Ey + Rx$$

Según análisis visto el punto M con composición x_M se localiza en línea que une composiciones x_F y y_s . Además, la x_M se localiza en línea que une composiciones x e y .

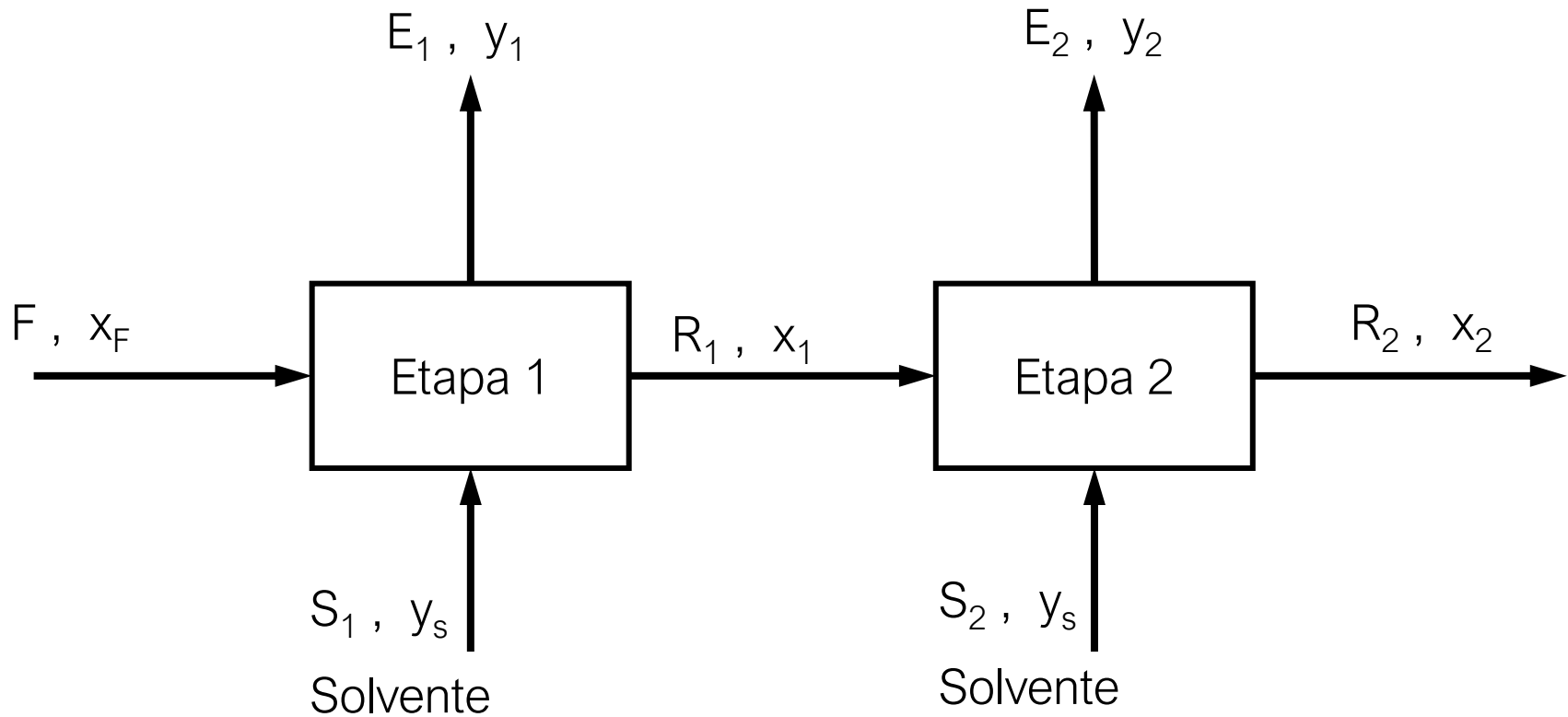
La ubicación de M en diagrama ternario se puede determinar a partir de las cantidades relativas de alimentación y de solvente.

Balance de Materia





¿Qué podemos hacer para mejorar la pureza del refinado?



Se hace la introducción del concepto de **múltiples etapas** en la extracción líquido-líquido

Objetivos de la Clase

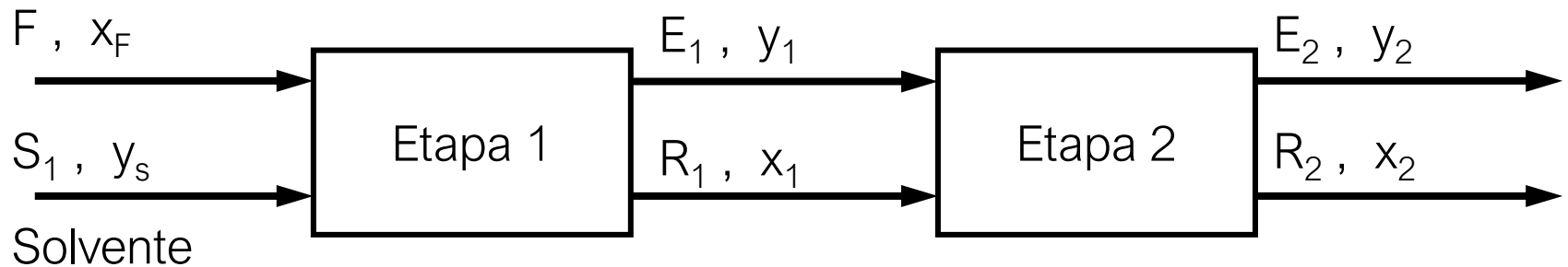
- Comprender los principios de la extracción en múltiples etapas a corriente cruzada.
- Determinar las corrientes de extracto y refinado en un proceso de extracción multietapas a contracorriente.

Extracción múltiples etapas

Existen 3 tipos de configuraciones posibles para la Extracción en múltiples etapas:

1) Configuración a Co-Corriente

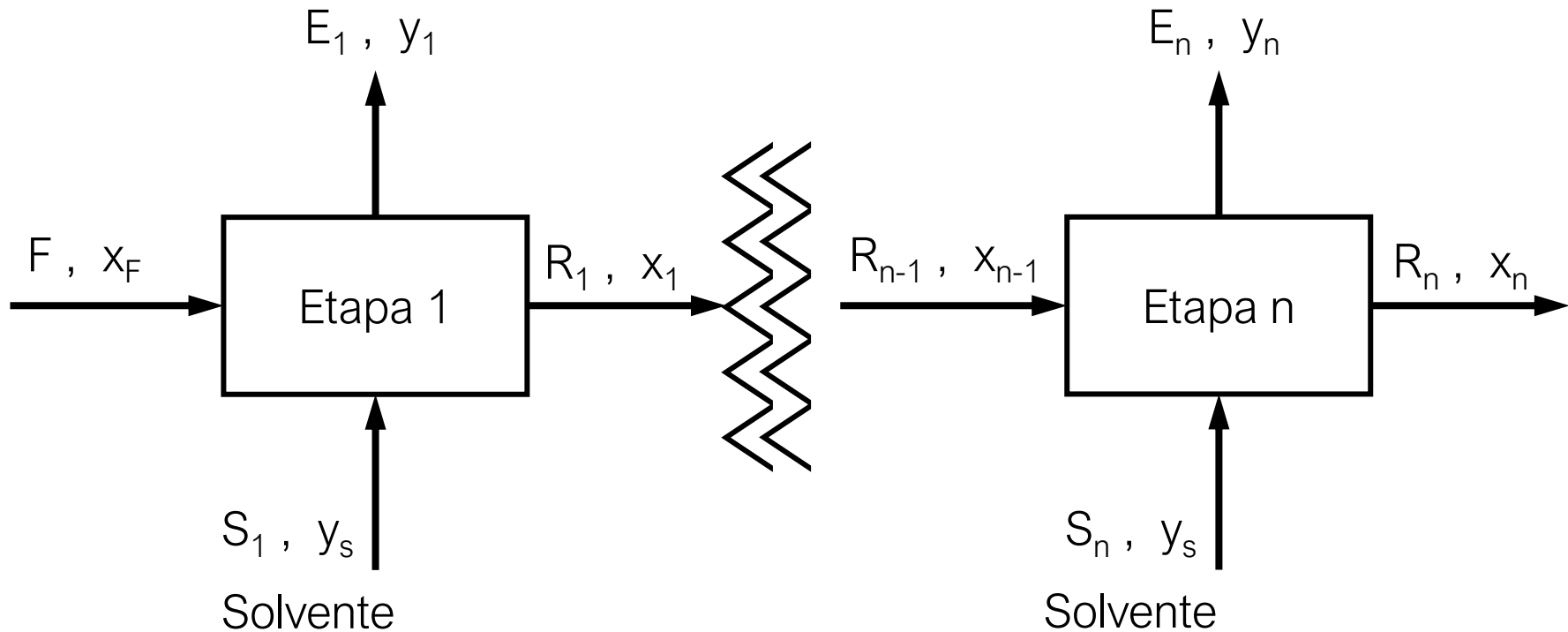
Alimentación



Extracción múltiples etapas

Existen 3 tipos de configuraciones posibles para la Extracción en múltiples etapas:

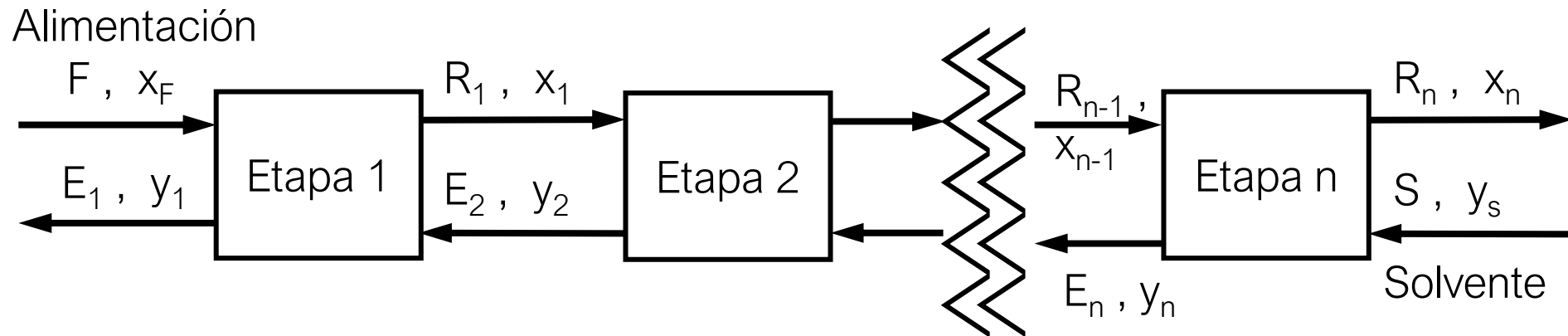
2) Configuración a Flujos Cruzados



Extracción múltiples etapas

Existen 3 tipos de configuraciones posibles para la Extracción en múltiples etapas:

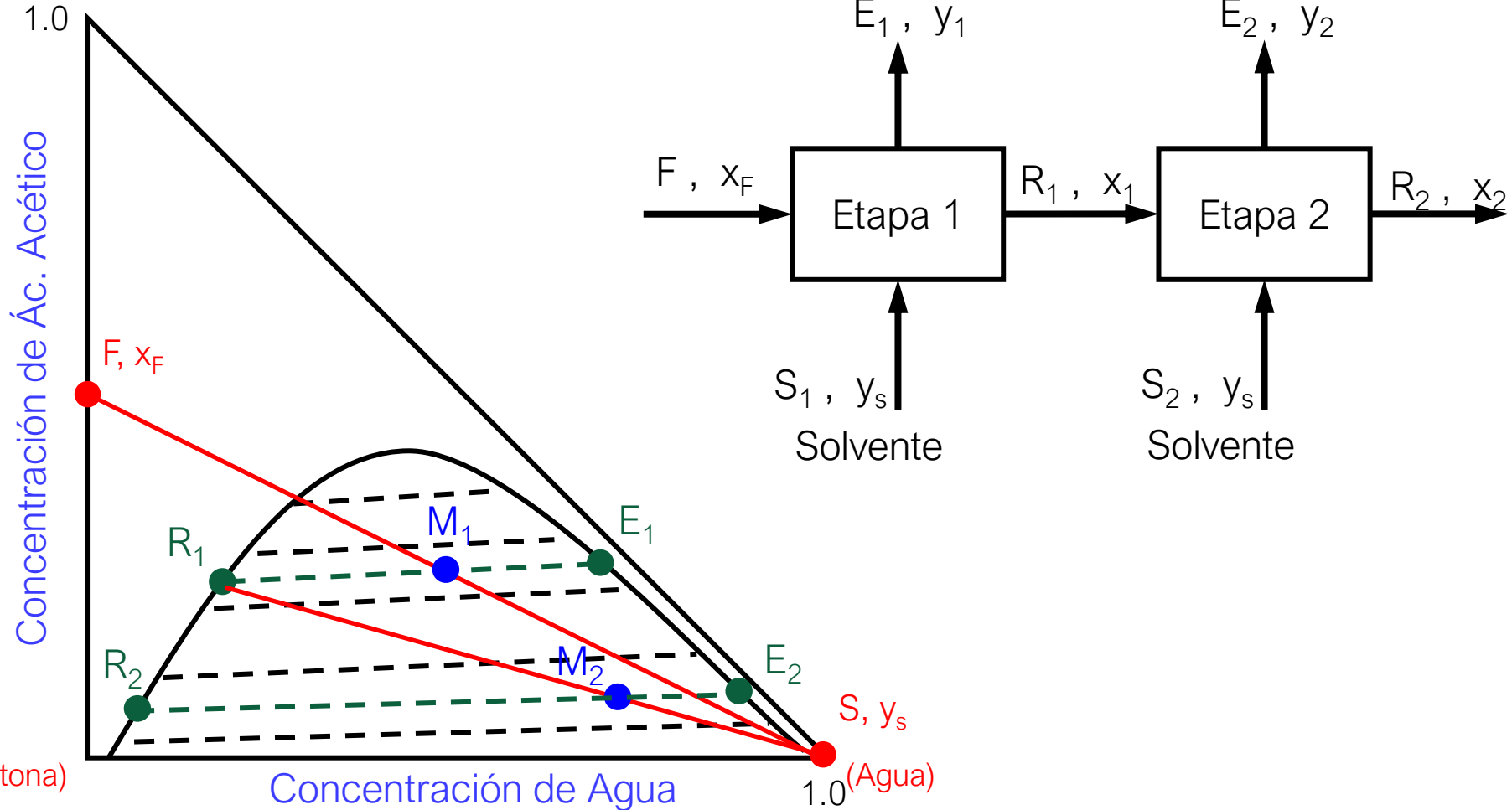
3) Configuración a ContraCorriente

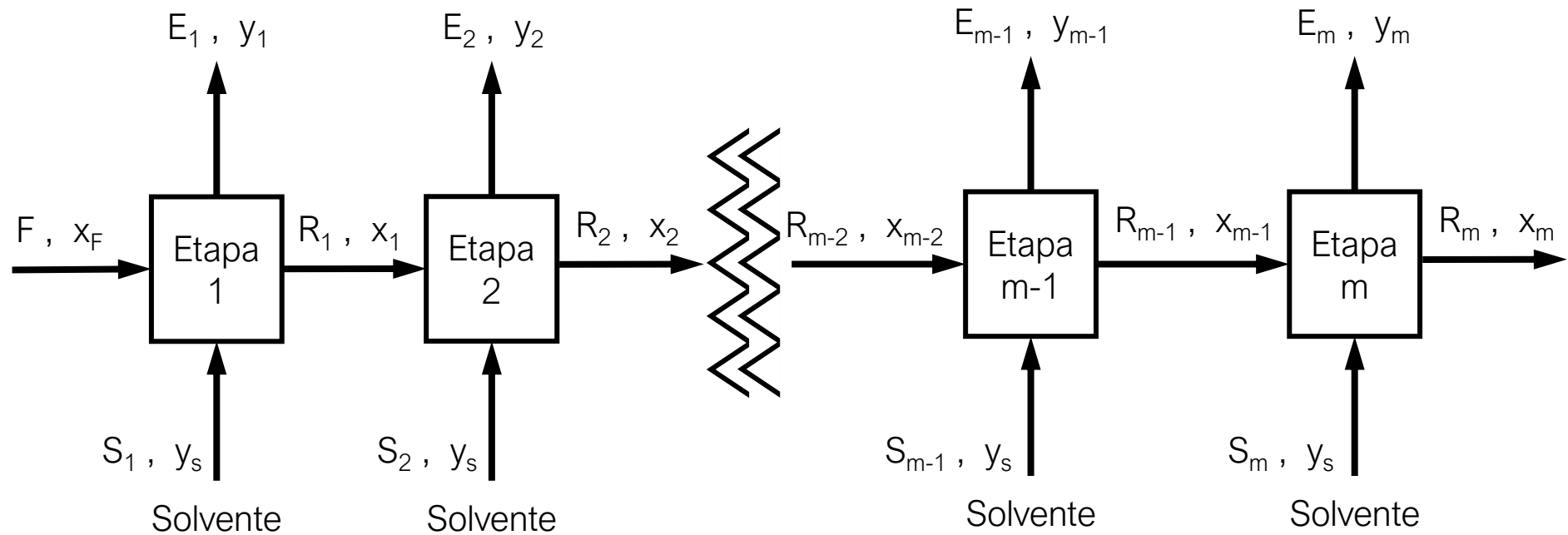


Extracción multietapas a corriente cruzada

En este proceso el refinado obtenido en una etapa se pone en contacto después con el solvente fresco en una 2^{da} etapa

(Ácido Acético)

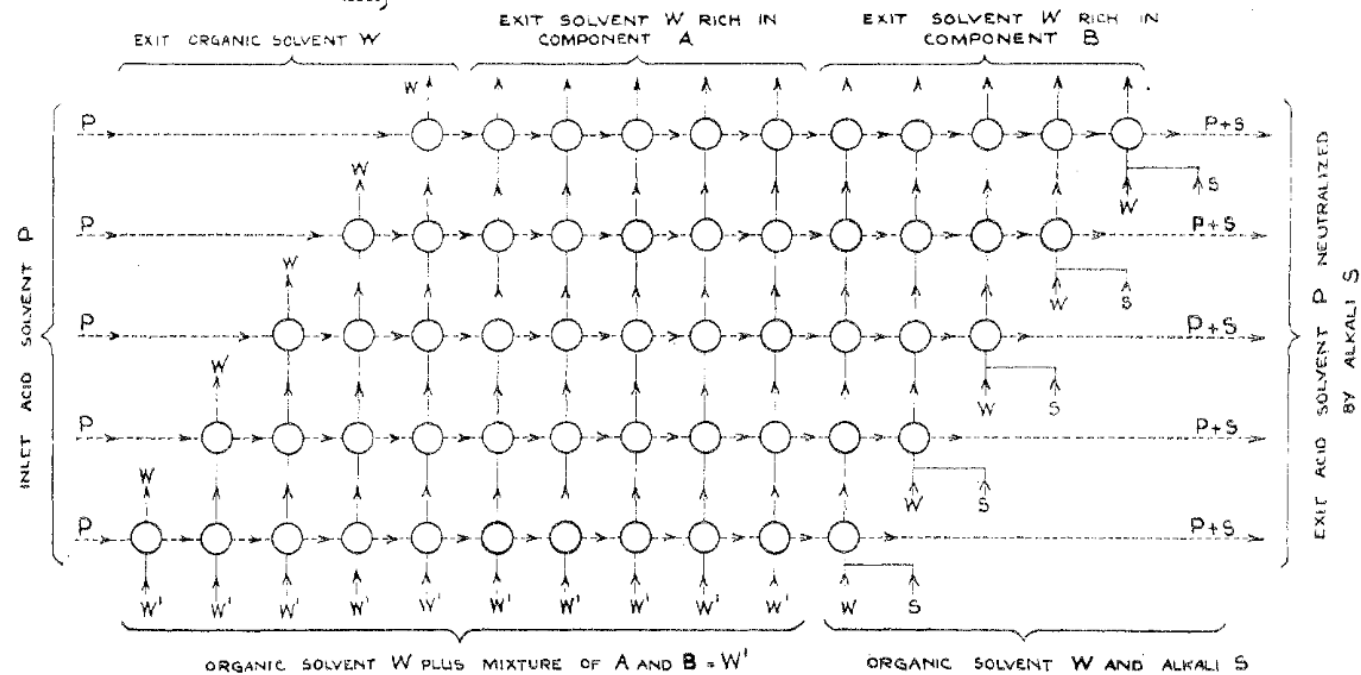
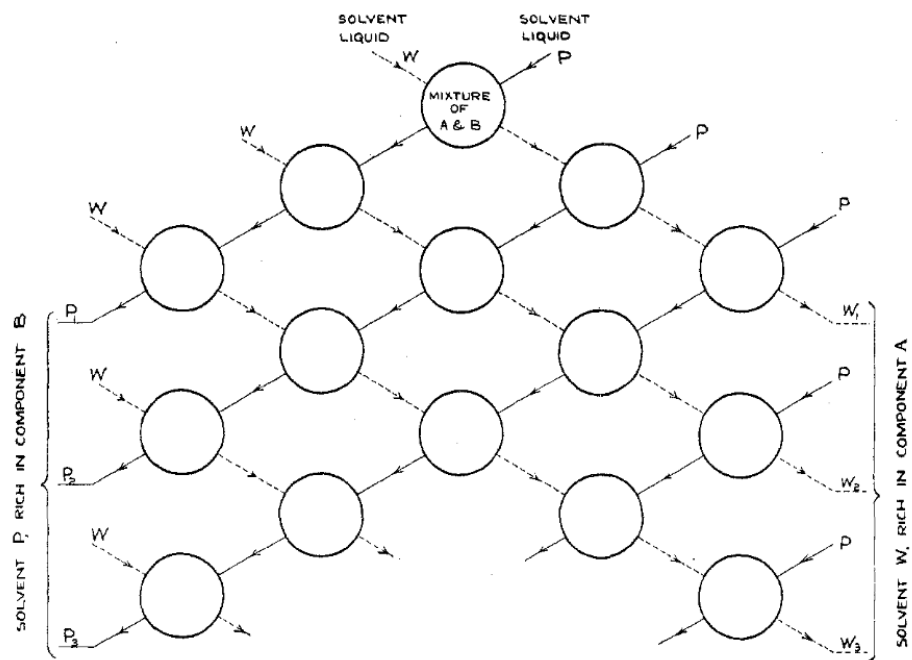




Balances para una **etapa n** del proceso:

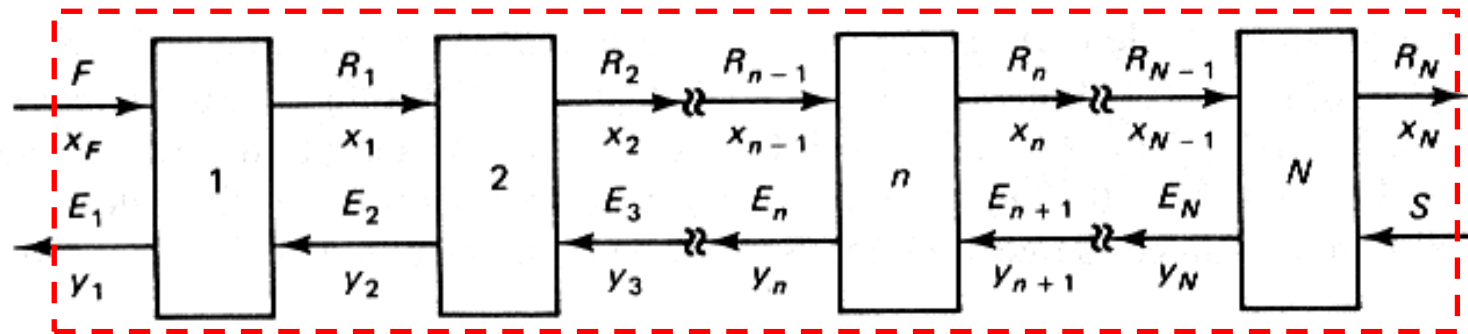
B.M. : $R_{n-1} + S_n = R_n + E_n = M_n$

B.M. Solute : $R_{n-1}x_{n-1,R} + S_ny_s = R_nx_{n,R} + E_ny_{n,E} = M_nx_{n,M}$



Extracción multietapas a contracorriente

En este proceso la alimentación que contiene el soluto que se va a extraer y el solvente de extracción entran por los extremos opuestos de un aparato de extracción multietapas.

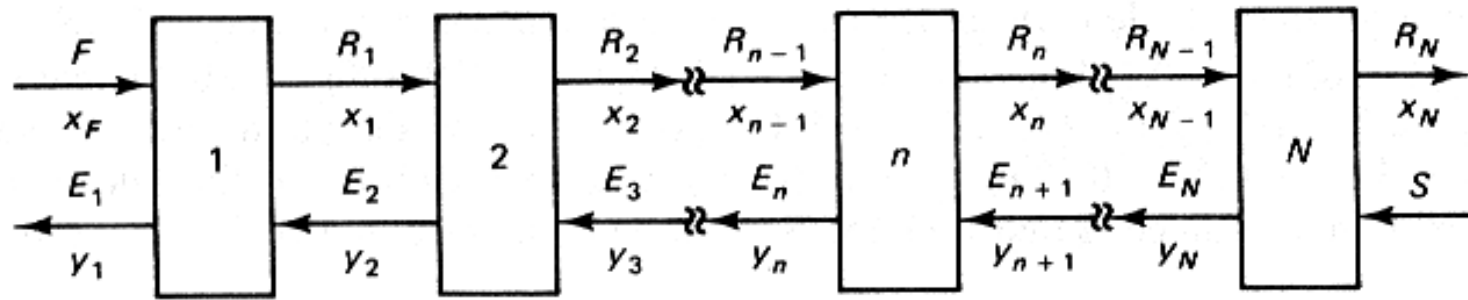


Balances de masa para el proceso completo:

$$\text{B.M.} \quad : \quad F + S = R_N + E_1 = M$$

$$\text{B.M. Solute} \quad : \quad Fx_F + Sy_S = R_Nx_{N,R} + E_1y_{1,E} = Mx_M$$

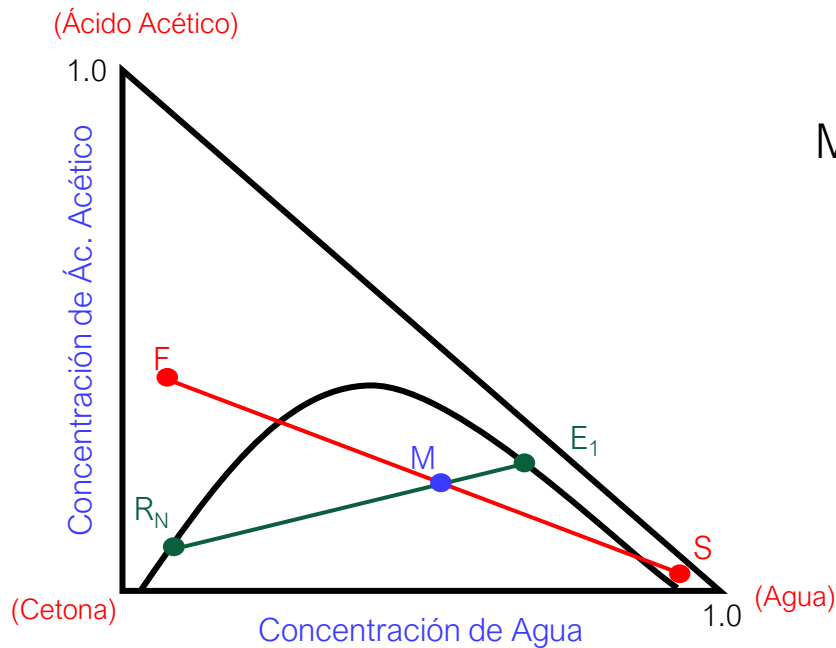
M es el flujo total de masa que entra y sale del sistema (x_M es la composición total de soluto)



B.M. : $F + S = R_N + E_1 = M$

B.M. Solute : $Fx_F + Sy_s = R_Nx_N + E_1y_1 = Mx_M$

Los puntos F, S y M están en una línea recta, así como los puntos R_N , E_1 y M (M estará entre ptos. F y S y entre ptos. R_N y E_1)



M se localiza en diagrama según:

$$x_M = \frac{Fx_F + Sy_s}{M} = \frac{Fx_F + Sy_s}{F + S}$$

$$\frac{S}{F} = \frac{FM}{SM}$$

Por otro lado, las ecuaciones se pueden escribir como:

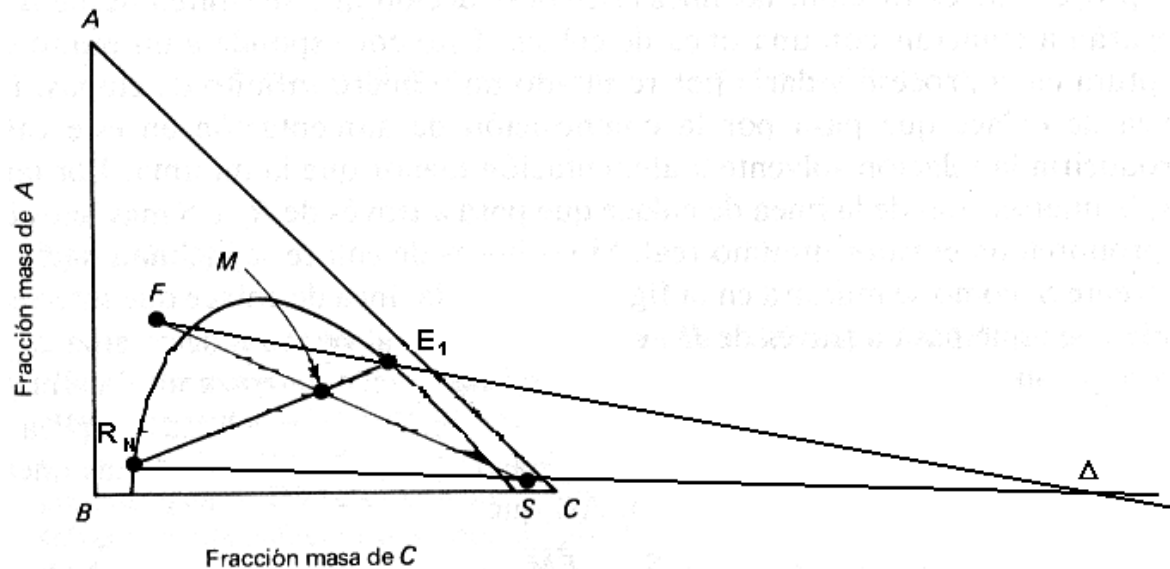
$$\text{B.M.} \quad : \quad F + S = R_N + E_1 = M$$

$$F - E_1 = R_N - S = \Delta$$

$$\text{B.M. Solute} \quad : \quad Fx_F + Sy_s = R_Nx_N + E_1y_1 = Mx_M$$

$$Fx_F - E_1y_1 = R_Nx_N - Sy_s = \Delta x_\Delta$$

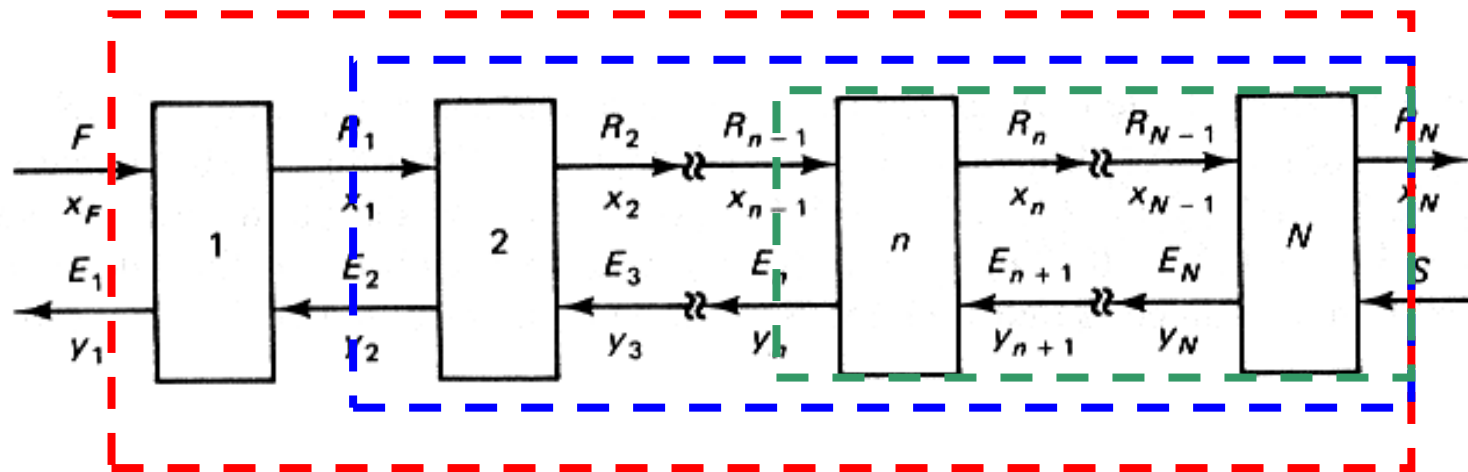
Como los ptos. F y E₁ y los ptos. R_N y S representan distintas líneas el pto. D debe estar en la intersección.

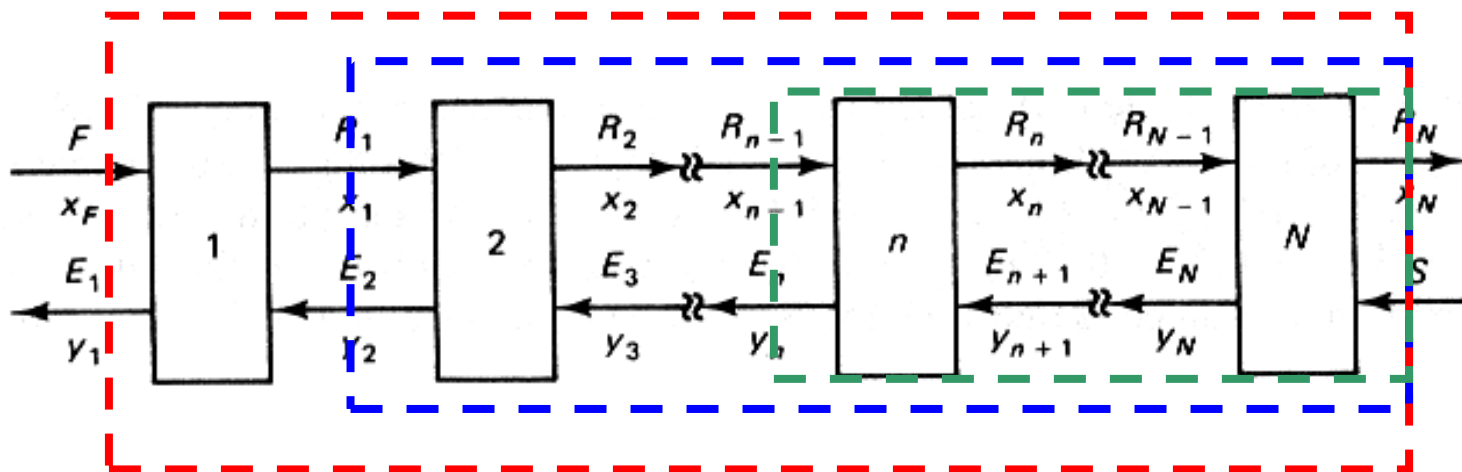


Por otro lado, las ecuaciones se pueden escribir como:

$$\text{B.M.} \quad : \quad F - E_1 = R_N - S = \Delta$$

$$\text{B.M. Soluto} \quad : \quad Fx_F - E_1y_1 = R_Nx_N - Sy_S = \Delta x_\Delta$$

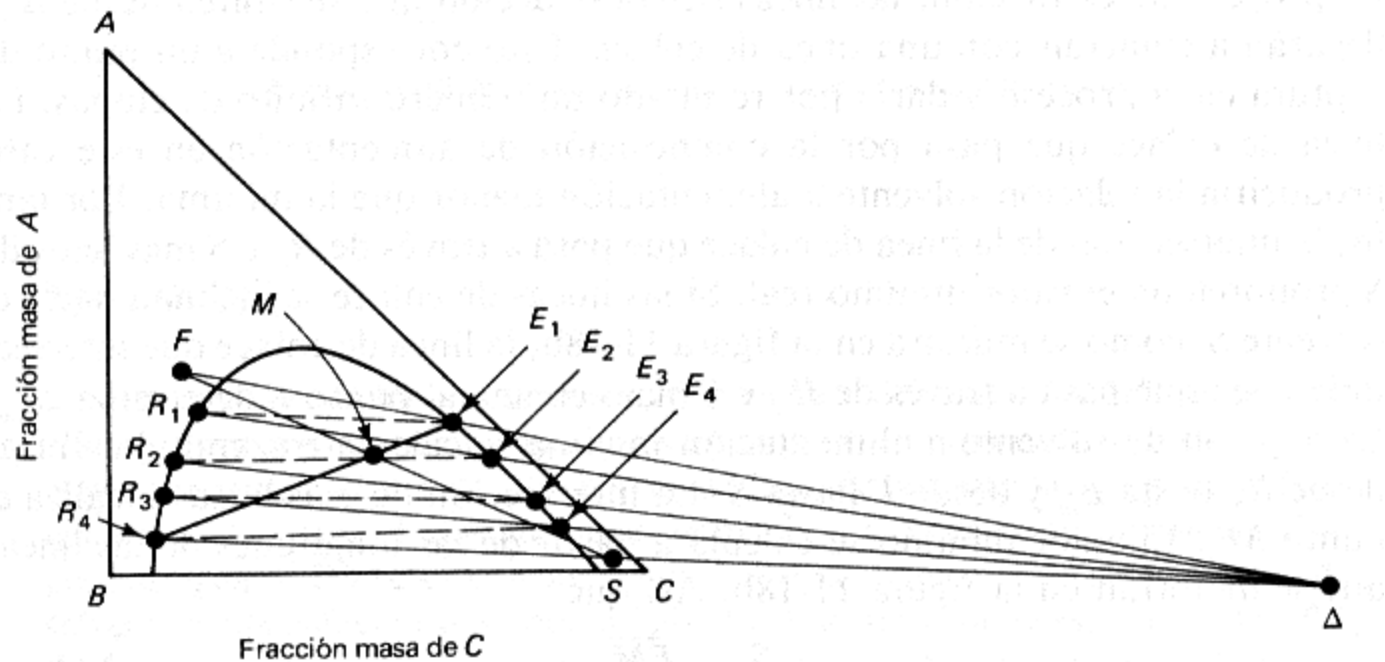




Al aplicar los balances de materia a las envolventes resulta:

$$R_{n-1} - E_n = R_n - S = \Delta$$

El pto. de diferencia Δ es común para todas las líneas que se extienden a través de las corrientes que se cruzan.

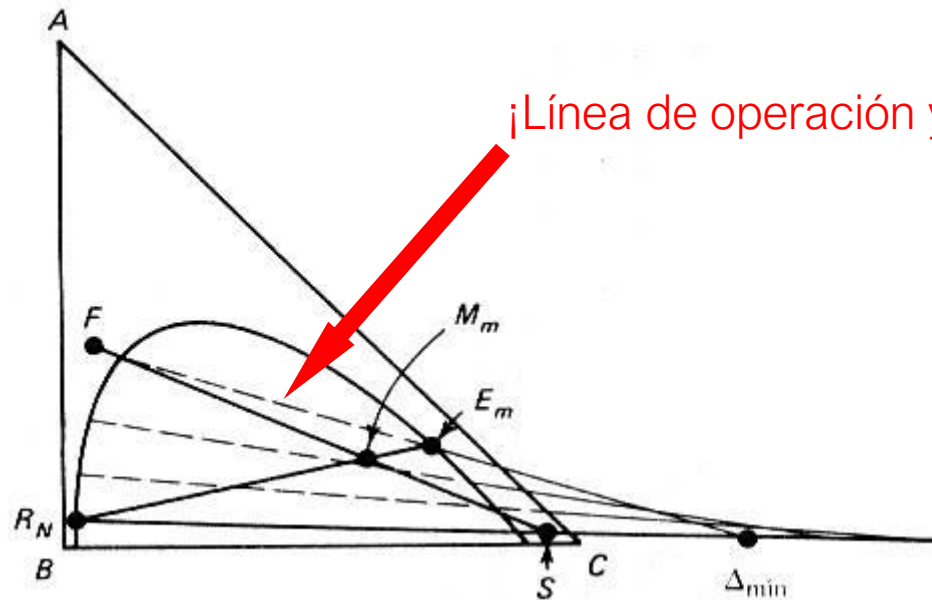


Etapas en la construcción del diagrama:

1. Localizar F y S
2. Localizar M
3. Para completar construcción se debe conocer composición de extracto E_1 o refinado R_N (R_4 en diagrama). Sea R_4 conocida: trazar línea a través de M hasta curva de fases $\rightarrow E_1$
4. Localizar pto. Δ extendiendo líneas desde F a través de E_1 y desde R_4 a través de S.
5. Completar construcción.

Relación mínima de solvente a alimentación

Las líneas de enlace convergen hacia el solvente de extracción

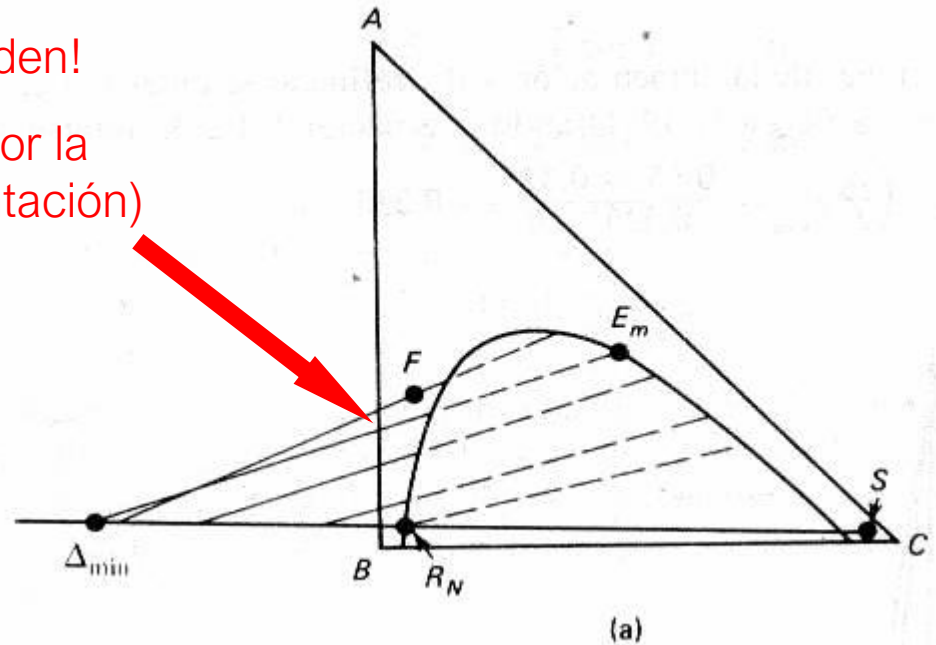


¡Línea de operación y equilibrio coinciden!

$$\frac{S}{F} = \frac{FM_m}{SM_m}$$

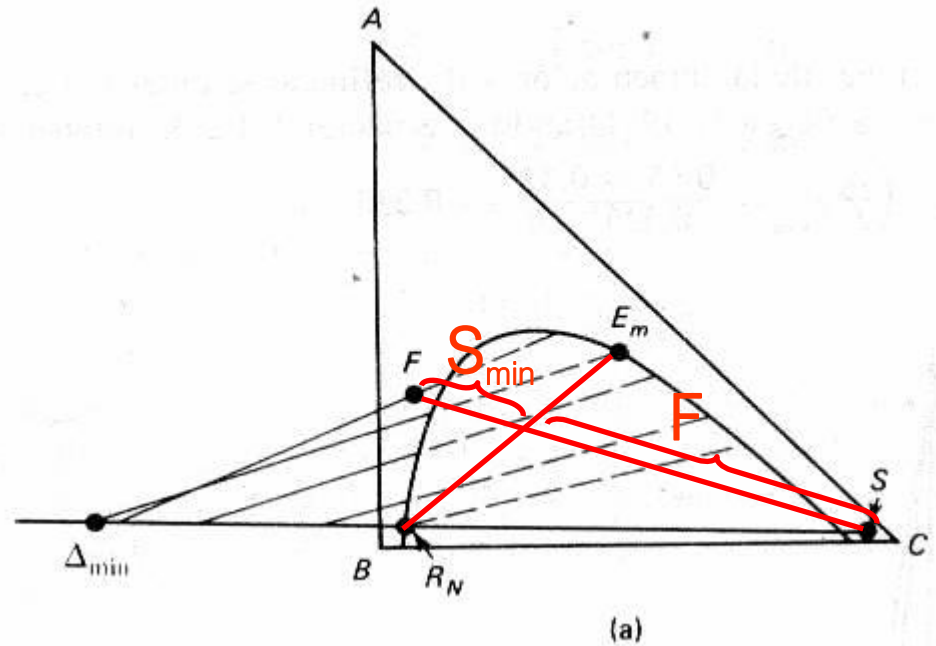
Las líneas de enlace divergen del solvente de extracción

¡Línea de operación y equilibrio coinciden!
(límite no necesariamente está dado por la
línea de enlace que pasa por la alimentación)



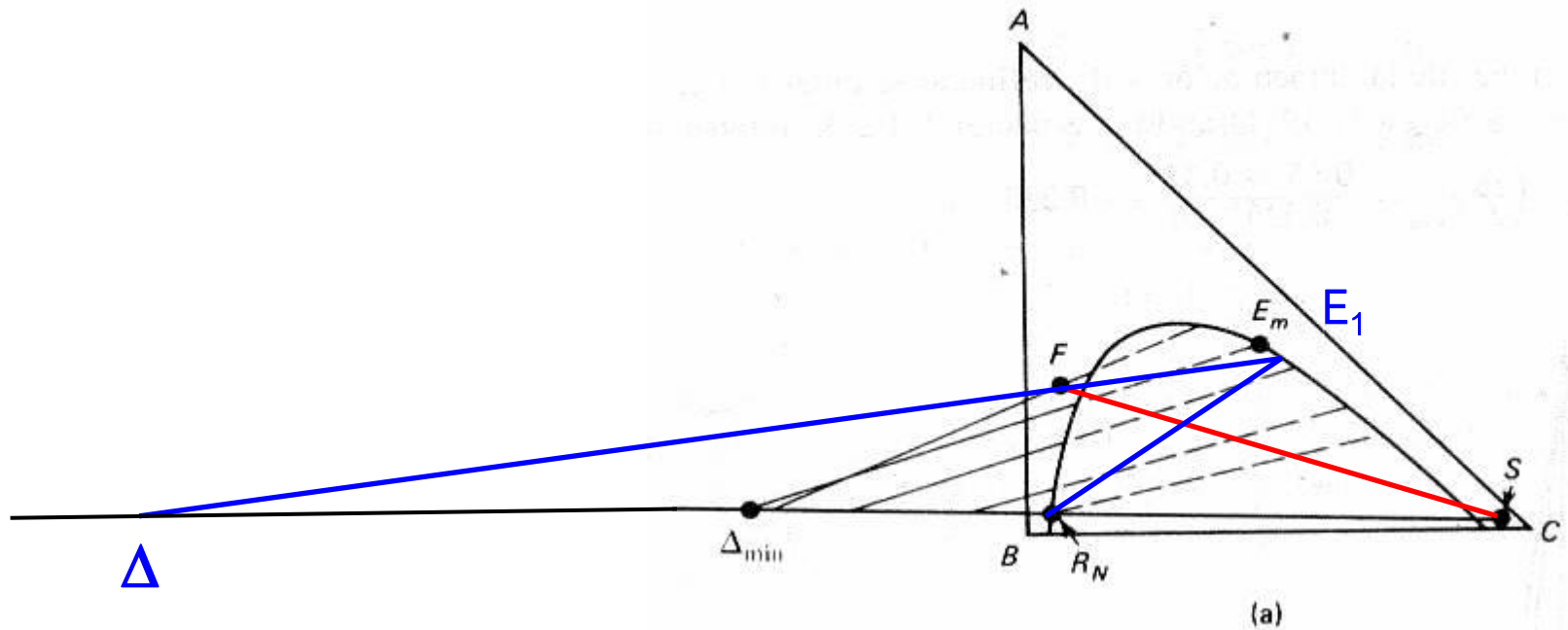
$$\frac{S}{F} = \frac{FM_m}{SM_m}$$

Las líneas de enlace divergen del solvente de extracción



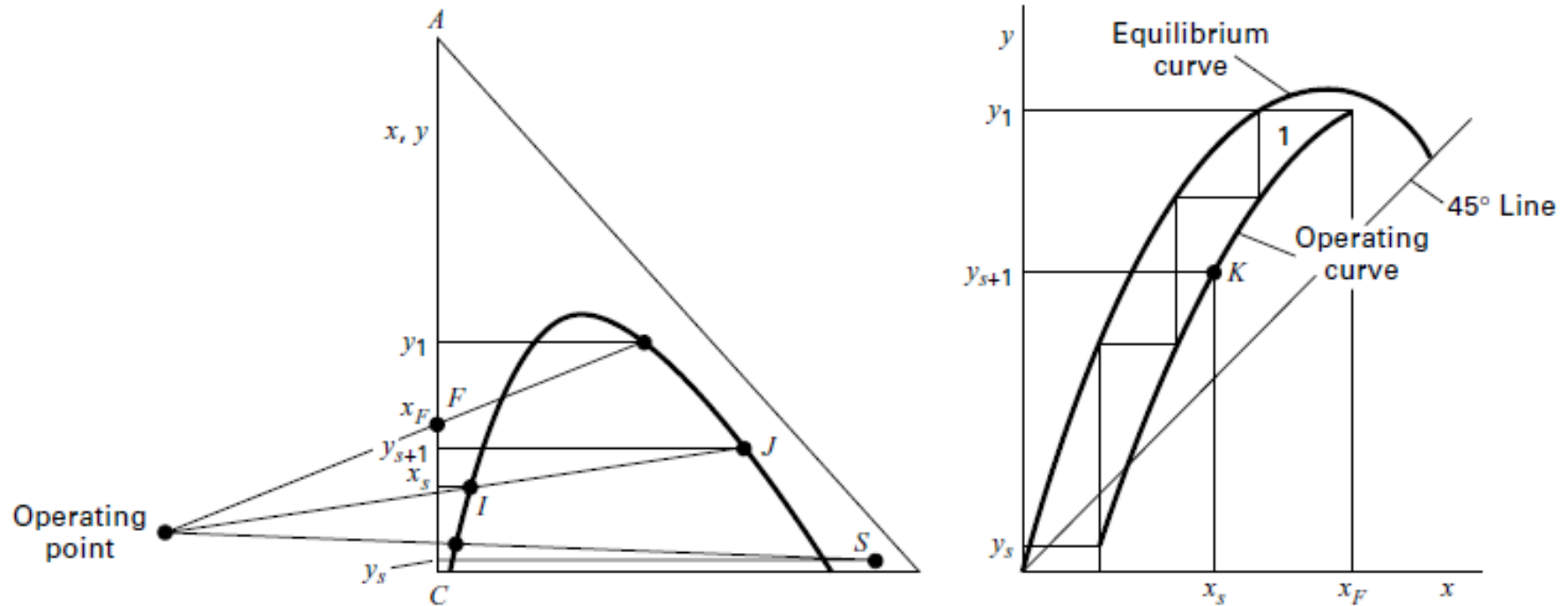
$$\frac{S}{F} = \frac{FM_m}{SM_m}$$

Las líneas de enlace divergen del solvente de extracción



$$\frac{S}{F} = \frac{FM_m}{SM_m}$$

Método de Varteressian-Fenske o McCabe-Thiele



Podemos trazar una serie de líneas por el punto de diferencia, y de esta forma construir una curva de operación en un gráfico y v/s x .

Método de Maloney-Schubert

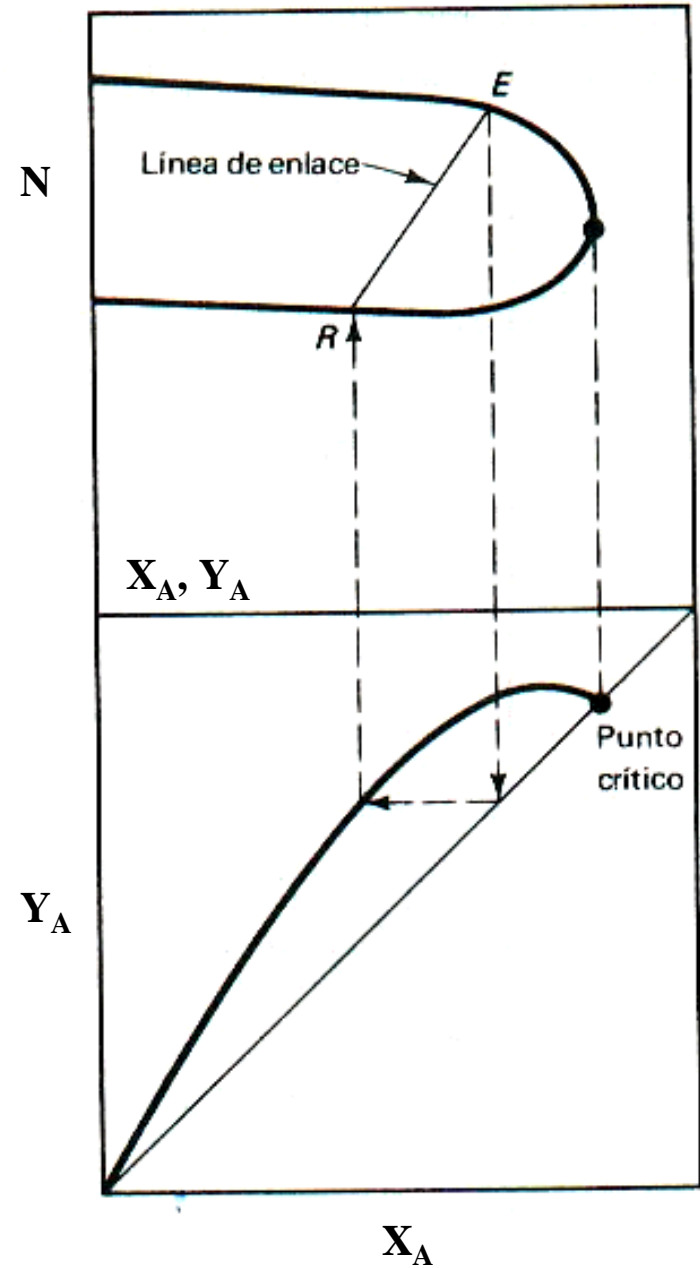
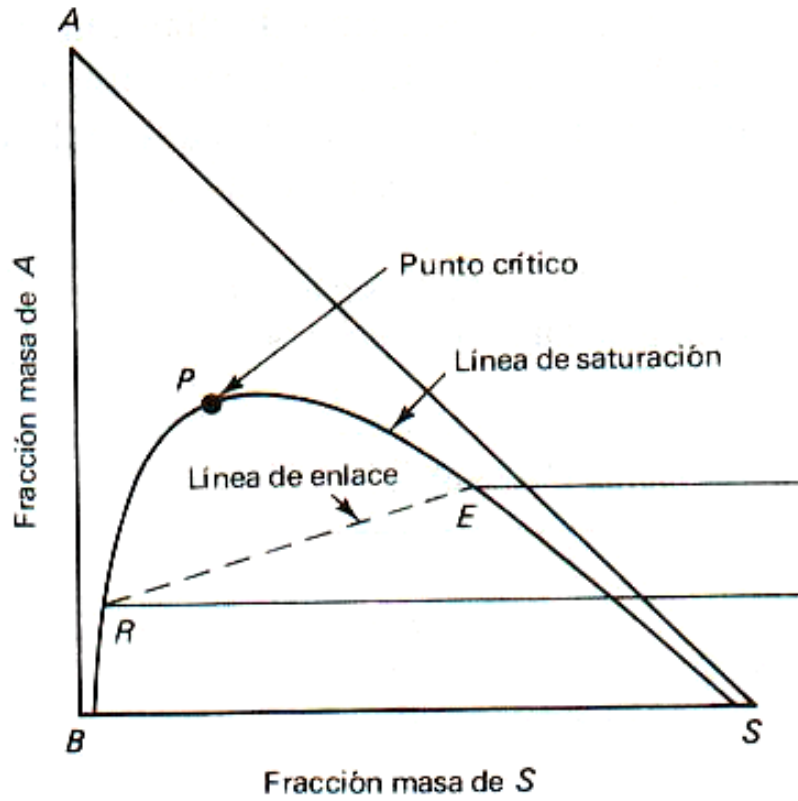
Redefinición de coordenadas en base libre de solvente de extracción (S), en que A es el soluto y B el solvente original

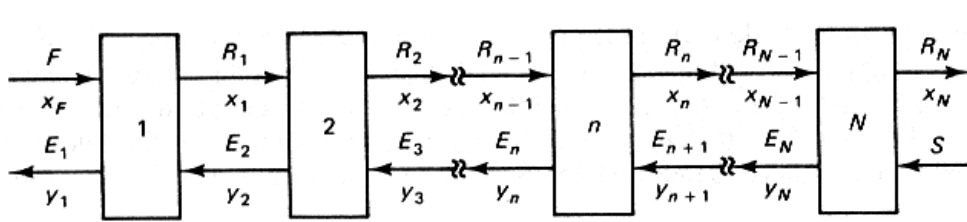
$$X_A = \frac{\text{masa de A}}{\text{masa de A} + \text{masa de B}} = \frac{x_A}{x_A + x_B}$$

$$Y_A = \frac{\text{masa de A}}{\text{masa de A} + \text{masa de B}} = \frac{y_A}{y_A + y_B}$$

$$N_R = \frac{\text{masa de S}}{\text{masa de A} + \text{masa de B}} = \frac{x_S}{x_A + x_B}$$

$$N_E = \frac{\text{masa de S}}{\text{masa de A} + \text{masa de B}} = \frac{y_S}{y_A + y_B}$$





Balance de materia en base libre de solvente de extracción
(kg A + kg B / h):

$$F' + S' = E'_1 + R'_{Np} = M'$$

(Generalmente $F = F'$)

→ M' sobre línea $F'S'$ con coordenadas determinadas según:

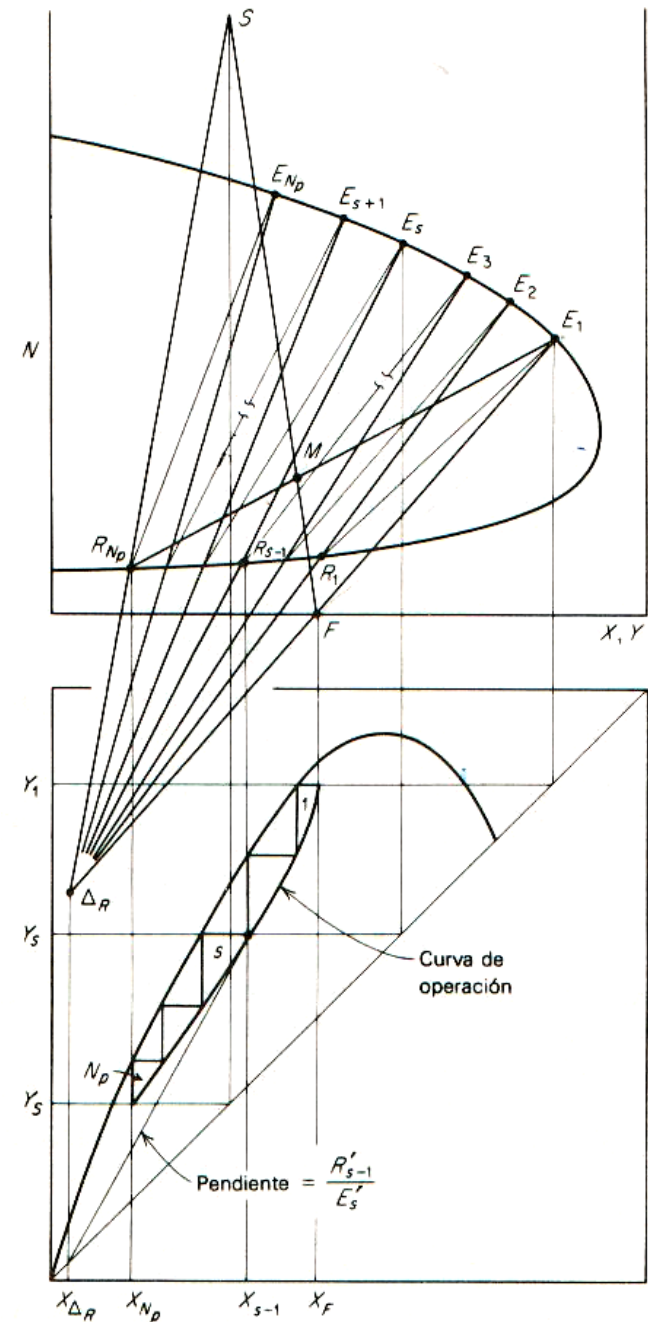
$$F'X_F + S'Y_S = M'X_M$$

El punto de diferencia está determinado por:

$$R'_{Np} - S' = F' - E'_1 = \Delta'_R$$

Para toda etapa S se cumple:

$$R'_{Np} - S' = R'_{S-1} - E'_S = \Delta'_R$$



- Comprender los principios de la extracción en múltiples etapas a corriente cruzada.
- Determinar las corrientes de extracto y refinado en un proceso de extracción multietapas a contracorriente.

Extracción Líquido-Líquido

IIQ2023 - Operaciones Unitarias II

José Rebolledo Oyarce

20 de Abril de 2021

