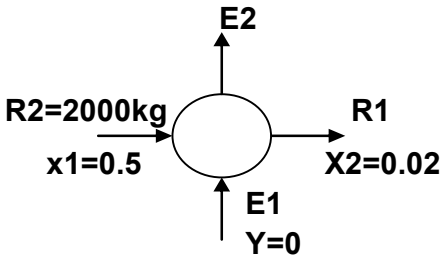
مثال:

می خواهیم غلظت 2000kg از محلول پیریدین در آب که دارای ٪۵۰ پیریدین است از ٪۵۰ به ٪۲ برسانیم واین کار را در یک استخراج تک مرحله ای ناپیوسته با حلال کلروبنزن انجام دهیم. جه مقدار حلال برای این کار لازم است؟



موازنه

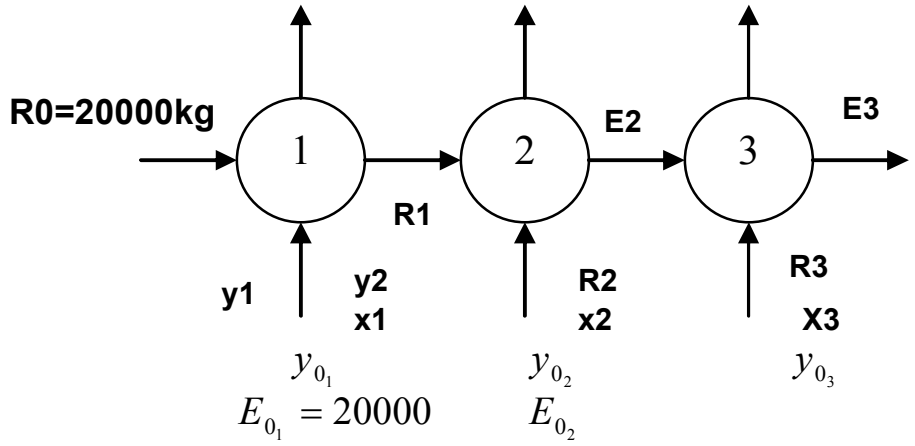
$$M = R_1 + E_1 = R_2 + E_2$$

موازنه جزئی

$$M.x_M = R_2.x_{R_2} + E_2.x_{E_2}$$

$$\frac{R_1 M}{E_1 M} = \frac{E_1}{R_1} \Rightarrow E_1 =$$

$$\Rightarrow \begin{cases} E_2 \\ R_2 \end{cases} \Rightarrow E_1 = 14476.2kg$$



$$\frac{s_1(E_{0_1})}{F} = \frac{\overline{M_1F}}{\overline{M_1S_1}} = \frac{20000}{20000} = 1 \qquad \Rightarrow \overline{M_1F} = \overline{M_1S_1}$$

طبق نمودار :

$$\begin{cases} x_1 = 0.22 \\ y_1 = 0.265 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} M_1 = R_1 + E_1 \\ M_1 x_{M_1} = R_1 x_{R_1} + E_1 . y_{E_1} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = \\ R_1 = \end{cases}$$

$$\begin{aligned} M_2 &= R_2 + E_{0_2} = 2R_2 \\ M_2.x_{M_2} &= R_2.x_{R_2} + E_{0_2}.y_{E_2} \end{aligned} \Rightarrow \begin{cases} E_{0_2} = \\ R_2 = \end{cases}$$

$$\begin{cases} R_1 + E_1 = 4000 \\ 0.22R_1 + 0.265E_1 = 10000 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = 26666/7kg \\ R_1 = 13333/3kg \end{cases}$$

$$R_1.\overline{M_2R_1} = E_{0_2}.\overline{M_2E_{0_2}} \Rightarrow \overline{M_2R_1} = \overline{M_2E_{0_2}}$$

$$\begin{cases} y = 0.14 \\ x = 0.07 \end{cases} \quad \text{و} \quad \text{موازنه کلی} \quad \begin{cases} R_2 + E_2 = R_1 + E_{0_2} = 2\times 133333 = \\ R_2.x_{R_2} + E_2.y_{E_2} = R_1.x_1 + E_{0_2} \times y_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow 13333.3\times 0.22 + 0 = R_2 \times 0.07 + E_2 \times 0.14 \qquad \Rightarrow \begin{cases} E_2 = 15240kg \\ R_2 = 11426.6kg \end{cases}$$

$$R_2 = E_{0_3} = 11426.6kg$$

$$\{R_2.\overline{M_3R_2} = E_{0_3}.\overline{M_3E_{0_3}} \Rightarrow \overline{M_3E_{0_2}} = \overline{M_3E_{0_3}}$$

$$\begin{cases} x_3 = 0.012 < 0.02 \\ y_3 = 0.047 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} R_3 + E_3 = R_2 + E_{0_3} = 2 \times 11426.6 = 22853.2 \\ R_3 x_3 + E_3 y_3 = R_2 x_2 + E_{0_3} y_3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_3 = 7832kg \\ E_3 = 5018.2kg \end{cases}$$

E1>E0 باتفاضل E های ورودی وخروجی می توان مقدار استخراج رادر هر مرحله حساب کرد. مقدار باقی مانده اختلاف R1<R0

تعداد مراحل = 3

مقدار حلال لازم = 44760kg

مختصات دیگر *

ما تا کنون دو مختصات مثلث متساوی الاضلاع و منحنی تعادلی xy را رسم کردیم. مقیاس مختصات مثلث متساوی الاضلاع لزوماً مشابه هم هستند. برای آنکه یک مقیاس مختصات نسبت به دیگری افزایش دهیم. از مختصات مثلث قائم الزاویه استفاده می کنیم.

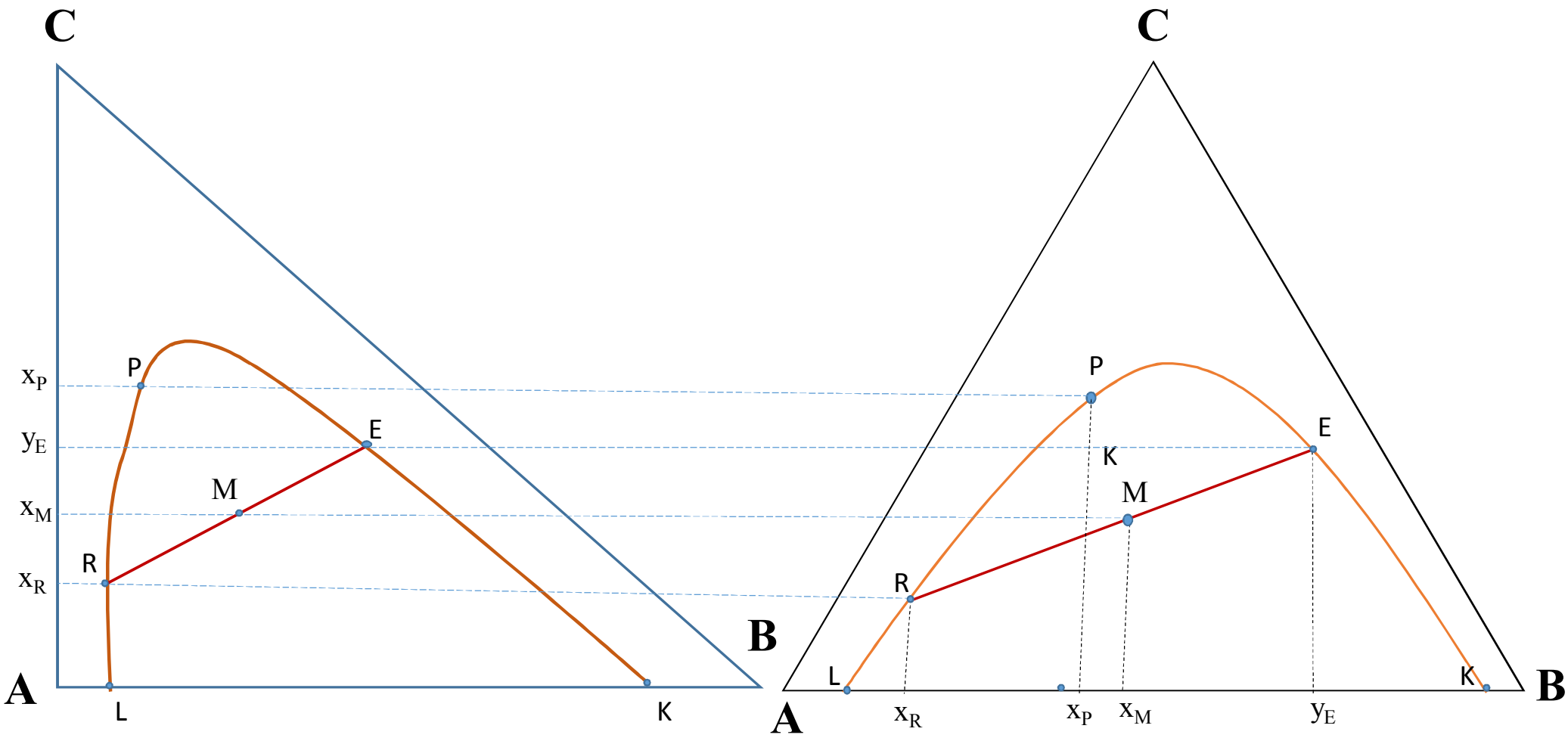
مختصات مثلث قائم الزاویه **

در این مختصات غلظت های C را نسبت به غلظت B رسم می کنیم. دراین نوع مختصات می توان با افزایش یکی ازغلظت ها نمودار را به اندازه مورد نیاز بسط داد و از قاعده اهرم بدون نگرانی از نامساوی بودن مثیاس ها استفاده نمود.

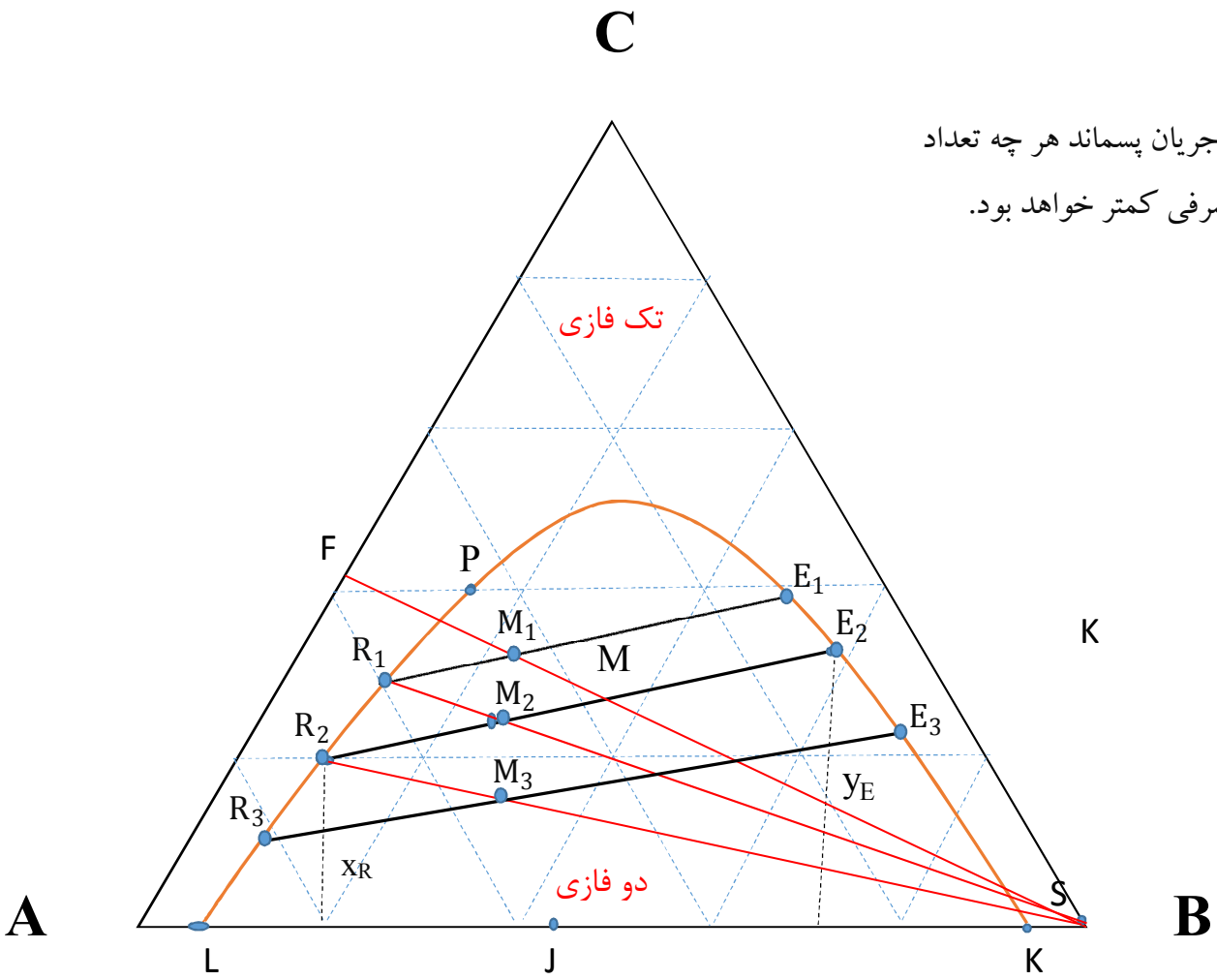
مختصات قائم ***

این سیستم مختصات شامل ترسیمN ، غلظتB نسبت به غلظتC براساس عاری از Bرسم می شود .

$$N = \frac{kgB}{kgA + kgC}$$


C
P
E
M
R
x_P
y_E
x_M
x_R
A
L
K
B
C
P
E
K
M
R
L
K
A
B
x_R
x_P
x_M
y_E

نکته: در یک غلظت مشخص از جریان پسماند هر چه تعداد مراحل بیشتر باشد، کل حلال مصرفی کمتر خواهد بود.



1- مرحله متقاطع : برای حل مسائل این چنینی ابتدا باید جدول داده های تعادلی رابه ما به چندتابتوانیم منحنی تعادلی رارسم کنیم وسپس به استفاده ازمعادلات مربوط به موازنه جرم مقدارM را بدست آوریم. نقطه M مخلوطی ازحلال وخوراک است که برای پیدا کردن آن می توانیم به یکی ازروشهای زیر عمل کنیم .

انواع مراحل عملیاتی استخراج مایع - مایع (نسبتاً قابل استخراج)

$$F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1$$

موازنه جزئی روی C :

$$F.x_F + S_1 y_S = M_1.x_{M_1} \Rightarrow x_{M_1} = \frac{F.x_F + S_1 y_S}{F + S_1}$$

یا

$$R_1 x_1 + E_1 y_1 = M_1 x_{M_1} \Rightarrow x_{M_1} = \frac{R_1 x_1 + E_1 y_1}{R_1 + E_1}$$

مثال:

داده های تعادلی (پیریدین بمین دو فاز نسبی قابل امتزاج به شرح زیراست) (دمای ثابت 250C وفشارثابت اتمسفر یک). می خواهیم ازیک واحد عملیاتی Mixer-Setller (یک مرحله ای متقاطع) برای کاهش میزان پیریدین از٪۹۵ درصدوزنی، ٪۵ وزنی استفاده کنیم. درصورتی که حلال کاملاً خالص باشد.

الف) حداقل وحداکثرحلال چقدراست؟

ب) چه مقدارحلال باید برای دستیابی به جداسازی مورد نظر استفاده کنیم. (خوراک) می باشد.

ج) آیا امکان انجام این عمل درچهارمرحله پیاپی با میزان نصف حلال مورد استفاده دریک مرحله متقاطع بنحوی که میزان حلال ورودی به هرمرحله مساوی باشدوجود دارد؟

$$200\frac{kg}{\min}$$

$$x_F = 0.45 \qquad x_{ND} = 0.05$$

$$F = 200 \qquad y_0 = 0$$

$$\left(\frac{S}{F}\right)_{\min} = \frac{\overline{Fk}}{\overline{KS}} \Rightarrow S_{\min} = \frac{17.5}{14} \times 200 = 600.1\frac{kg}{\min}$$

$$\left(\frac{S}{F}\right)_{\max} = \frac{FD}{DS} \Rightarrow S_{\max} = \frac{17.1}{0.4} \times 200 = 8550\frac{kg}{\min}$$

موازنه کلی : $F + S = M = R + E$

موازنه جزئی : $F.x_F + S.x_S = M.x_M = R.x_R + E.x_E$

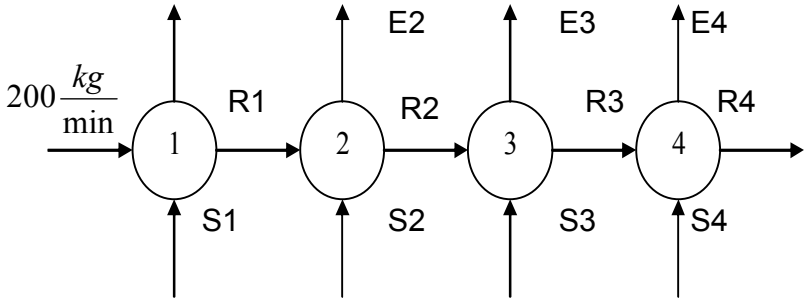
$$\Rightarrow F.x_F + S \times 0 = (F + S).x_m \Rightarrow F(x_F - x_M) = S.x_M \Rightarrow S = \frac{F(x_F - x_M)}{x_M}$$

$$x_M = 0.103 \qquad S = \frac{200(0.45 - 0.103)}{0.1.3} = 675 \frac{kg}{\min}$$

ب)
$$S_{total} = \frac{1}{2} S = \frac{1}{2} \times 675 = 337.5 \frac{kg}{\min}$$

ج)
$$S_1 = S_2 = S_3 = S_4 = \frac{1}{4}$$

$$S_{total} = 84.375 \frac{kg}{\min}$$



موازنه کلی :

$$F + S_1 = M_1 = R_1 + E_1 = 284.4$$

$$x_{M_1} = \frac{200 \times 0.45}{284.4} = 0.316 \qquad \Rightarrow \begin{cases} x_{R_1} = 0.31 \\ x_{F_1} = 0.33 \end{cases}$$

$$E_1 = 133.3 \frac{kg}{\min} \;\&\; R_1 = 151 \frac{kg}{\min}$$

$$R_1 + S = M_2 \Rightarrow 151 + 84.4 = M_2 \Rightarrow M_2 = 235.5$$

$$x_{m3} = \frac{0.2 \times 113.5}{197.9} = 0.1147 \Rightarrow \begin{cases} x_{R3} = 0.086 \\ y_{E3} = 0.143 \end{cases}$$

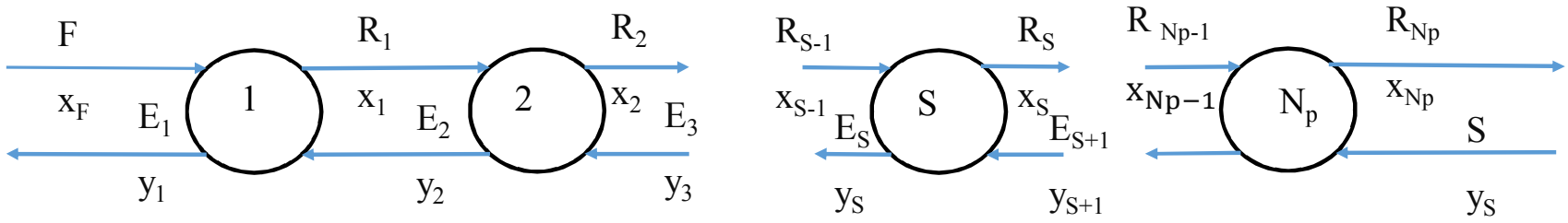
$$E_2 = \frac{M_2\left(x_{M_2} - x_2\right)}{y_2 - x_2} = \frac{235.5(0.0052)}{0.01} = 122\frac{kg}{\min}$$

$$\begin{cases} R = 113.5\dfrac{kg}{\min} \\ S = 84.4\dfrac{kg}{\min} \end{cases} \Rightarrow R_2 + S = M_2 = 197.9\frac{kg}{\min}$$

$$E_3 = \frac{M_3\left(x_{M_3} - x_3\right)}{y_{E_3} - x_{R_3}} = \frac{197.9(0.1147 - 0.086)}{0.143 - 0.086} = 99.6\frac{kg}{\min}$$

$$\begin{cases} R_3 = 98.2 \\ S = 84.4 \end{cases} \rightarrow M_4 = 182.6\frac{kg}{\min} \qquad x_{m_4} = \frac{0.086 + 98.2}{182.6} = 0.046$$

سیستم های استخراج چند مرحله ای مداوم با جریان ناهمسو



موازنه کلی : $F + S = R_{Np} + E_1 = M$

موازنه جزئی : $F.x_F + S.y_s = R_{Np}.x_{Np} + E_1.y_1 = M.x_M$

$$x_M = \frac{F.x_F + S.y_s}{F + S}$$

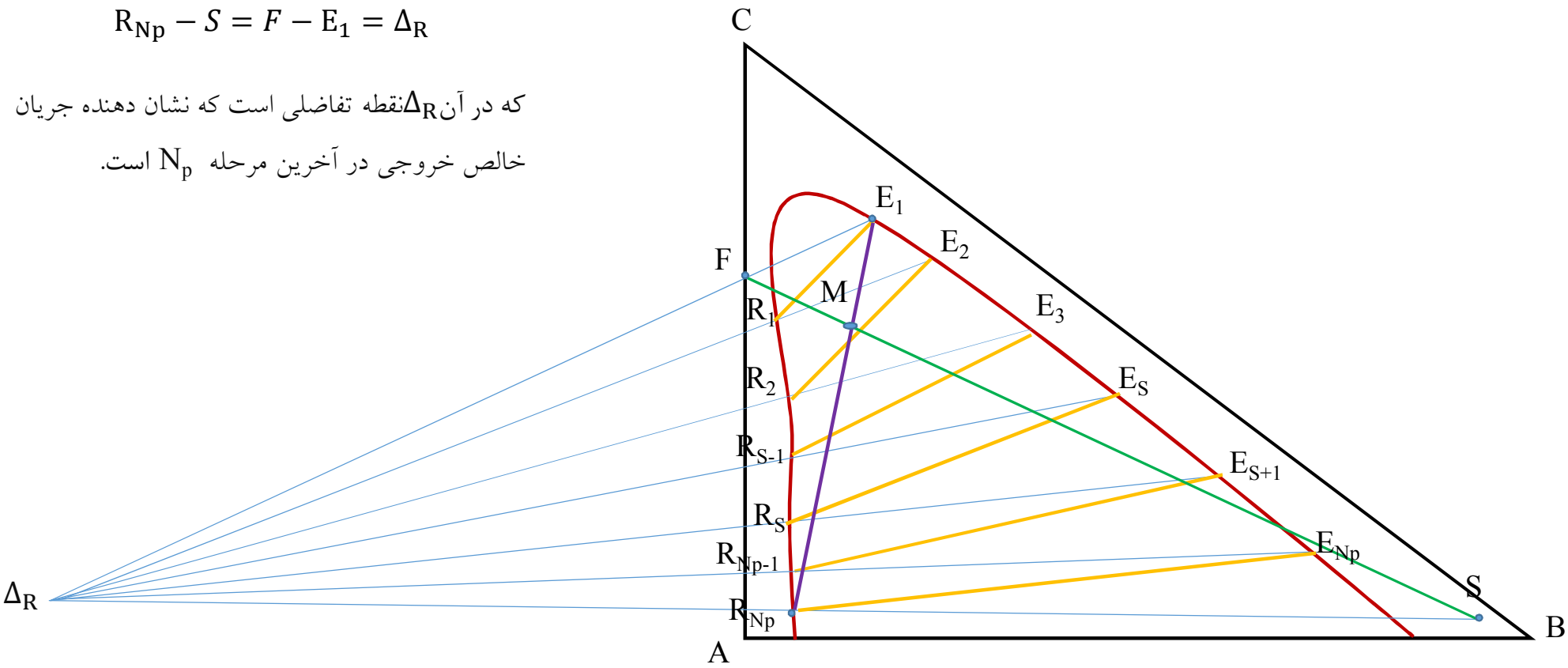
$$R_{Np} - S = F - E_1 = \Delta_R$$

که در آن Δ_R نقطه تفاضلی است که نشان دهنده جریان خالص خروجی در آخرین مرحله N_p است.

استخراج چند مرحله ای مداوم با جریان ناهمسو

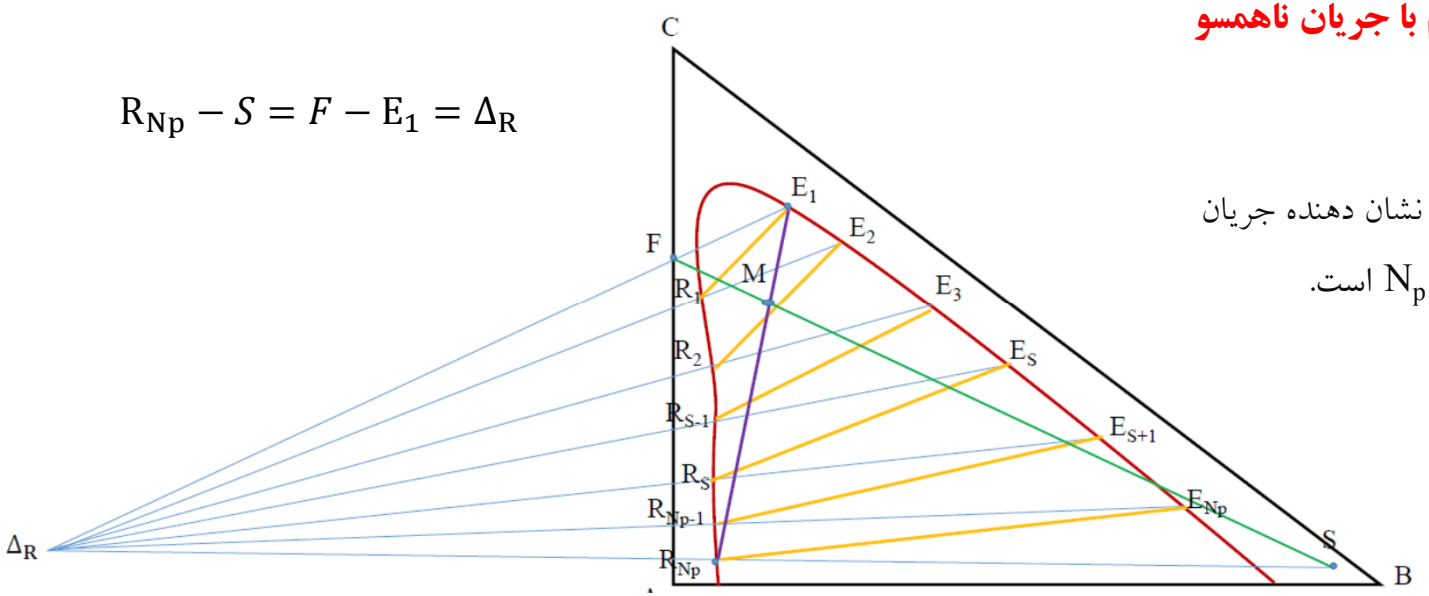
$$R_{Np} - S = F - E_1 = \Delta_R$$

که در آن Δ_R نقطه تفاضلی است که نشان دهنده جریان خالص خروجی در آخرین مرحله N_p است.



استخراج چند مرحله ای مداوم با جریان ناهمسو

$$R_{Np} - S = F - E_1 = \Delta_R$$



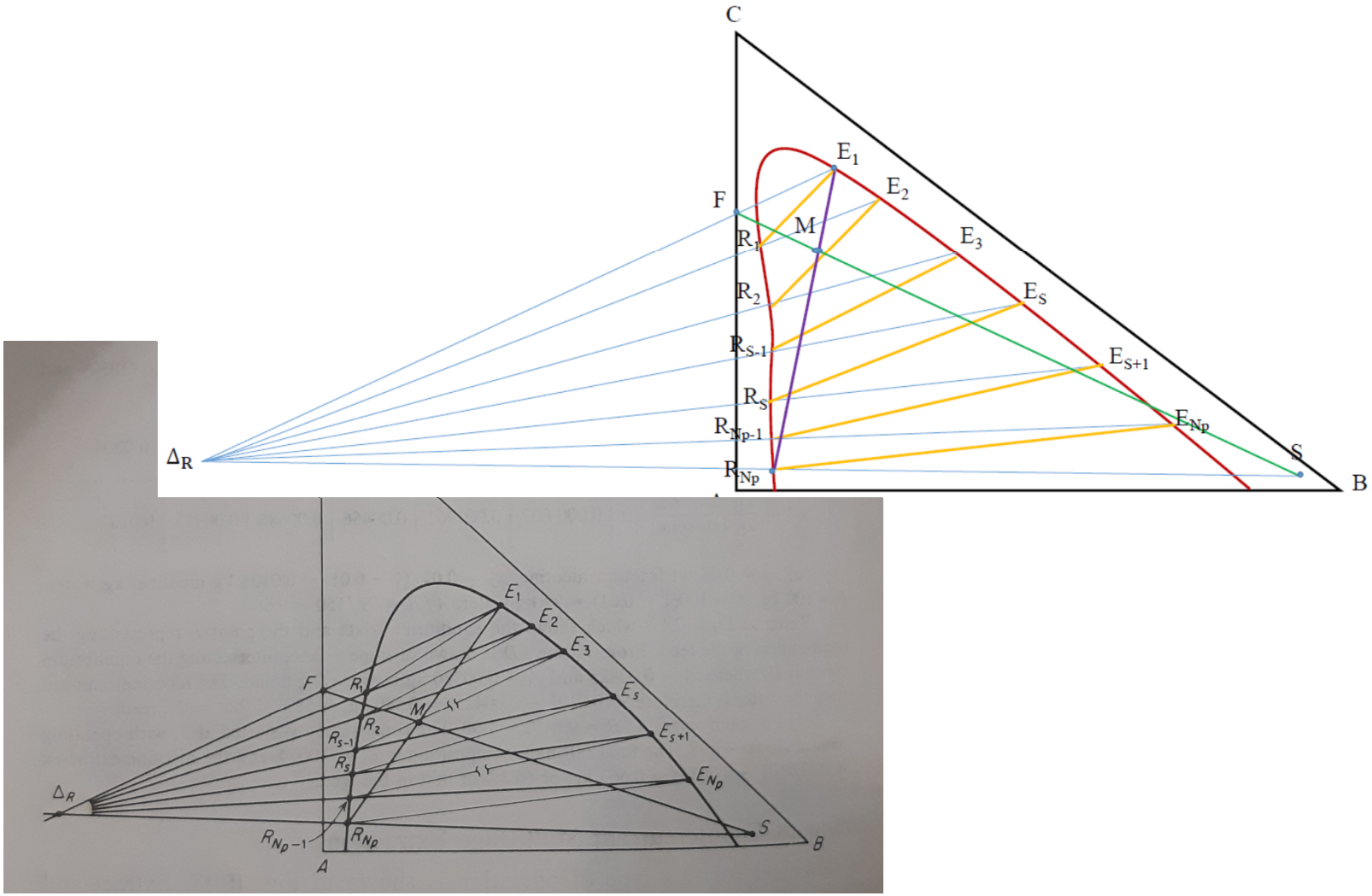
که در آن Δ_Rنقطه تفاضلی است که نشان دهنده جریان خالص خروجی در آخرین مرحله N_p است.

گاهی اوقات ممکن است Δ_R در سمت راست نمودار قرار گیرد. با نوشتن موازنه جرم از مرحله S تا N_p داریم:

$$R_{S-1} + S = R_{Np} + E_S$$

$$R_{Np} - S = R_{S-1} - E_S = \Delta_R$$

به این ترتیب تفاضل جریانها در مکانی بین دو مرحله، ثابت و برابر Δ_R است. بنابراین خط $E_S R_{S-1}$ باید از نقطه Δ_R عبور کند.


C
E1
E2
E3
F
M
R1
R2
ES
RS-1
ES+1
RS
RNp-1
ENp
ΔR
S
RNp
B
A

جریانهای استخراج شده وپسماندازهرمرحله به مرحله ی بعدی مخالف هم هستندوخروجی ازهرمرحله به عنوان ورودی برای مرحله بعدمنظورمی شود. درصورتی که مقدارجداسازی ثابت باشداین روش باحلال مساوی تعداد مراحل کمتری دارد ودرصورت ثابت بودن مراحل مقدار حلال کمتری مصرف می شود .

بایددقت کردکه مقداریM روی خط(RNP,ME1) قراردارد ازآنجا که مقدار RNP ثابت ومقدار حلال ثابت است پس تقاضل آنها نیز وقداری ثابت خواهد بود وDR نقطه تفاضلی است که نشان دهنده جریان خروجی درآخرین مرحله (NP) است. گاهی اوقات ممکن است بسته به اطلاعات تعادلی هرسیستم نقطه تفاضل درسمت راست ویاچپ دیاگرام مثلثی دافع شود.باافزایش مقدارحلال فقط ازM که نشان دهنده موازنه کلی واحداست به سمتS حرکت خواهند نمود ونقطه ازسمت چپ فاصله می گیرد ومقدارحلالی که موجب موازی شدن خطوطE1F وSRNP شود نقطه در بی نهایت قرار می گیرد. درصورت افزایش مقدارحلال برخلاف آنچه که در شکل (a) مشاهده می شود. نقطه در سمت راست منحنی قرار می گیرد وباافزایش حلال به نقطه B نزدیک می شویم .