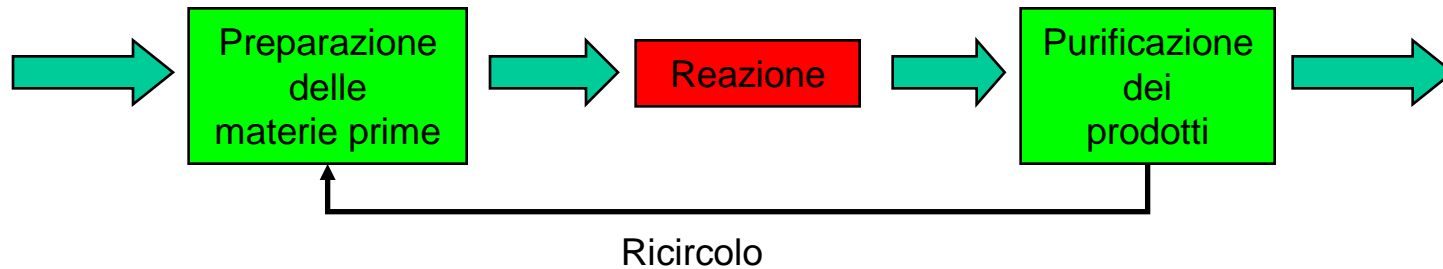


Struttura generale di un processo chimico



Operazioni Unitarie:

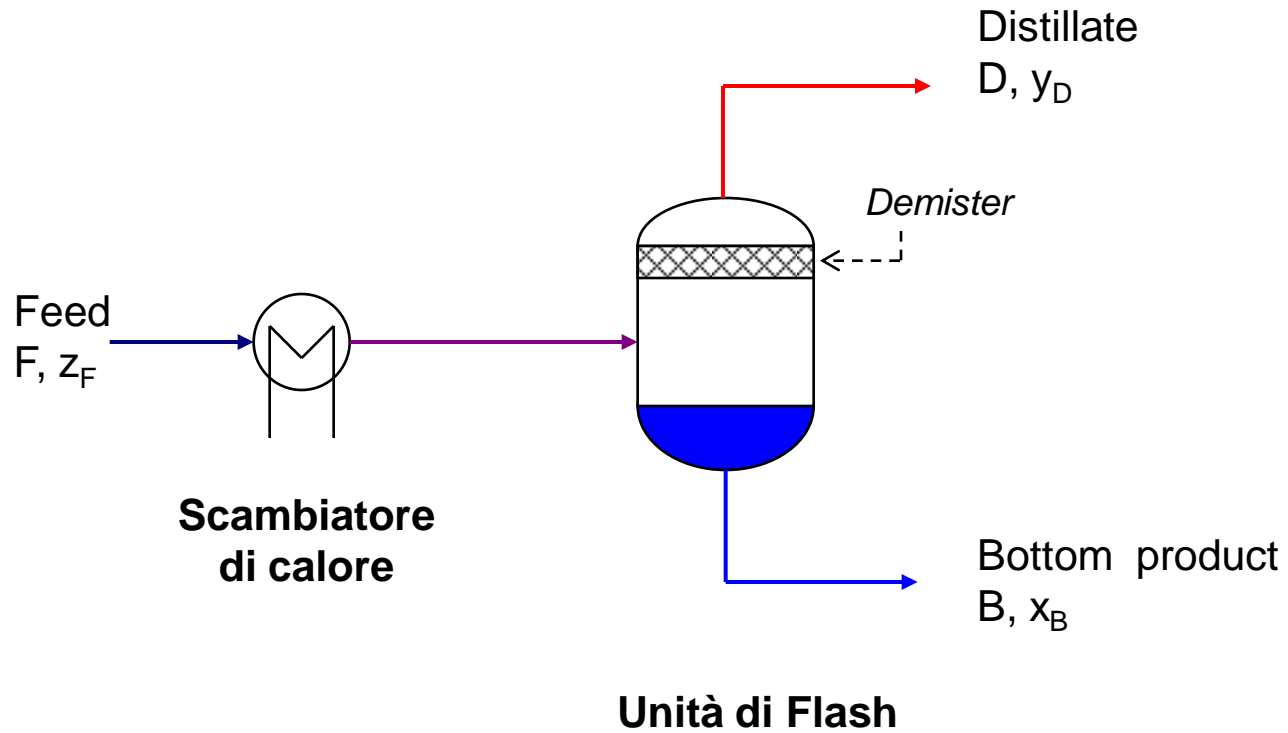
- Riscaldamento
- ComminuzioneSize reduction
- Miscelazione
-

Operazioni Unitarie:

- Refrigerazione
- Distillazione
- Estrazione
- Essiccamento
-

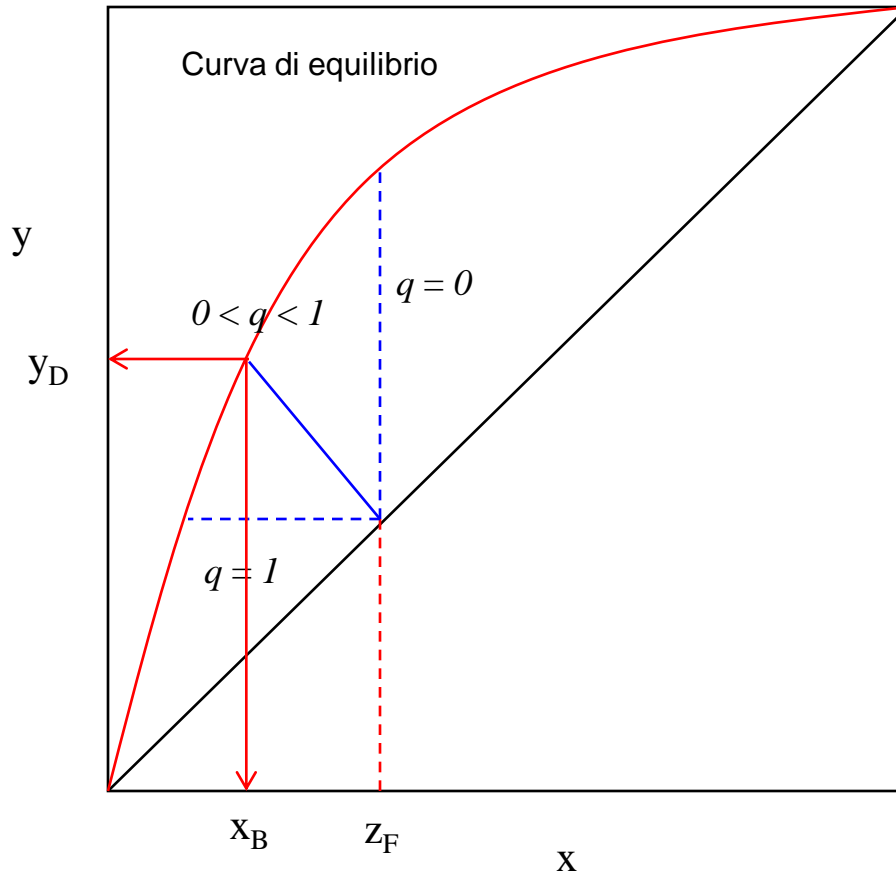
2. Distillazione

Distillazione continua in singolo stadio Flash



2. Distillazione

Distillazione flash continua



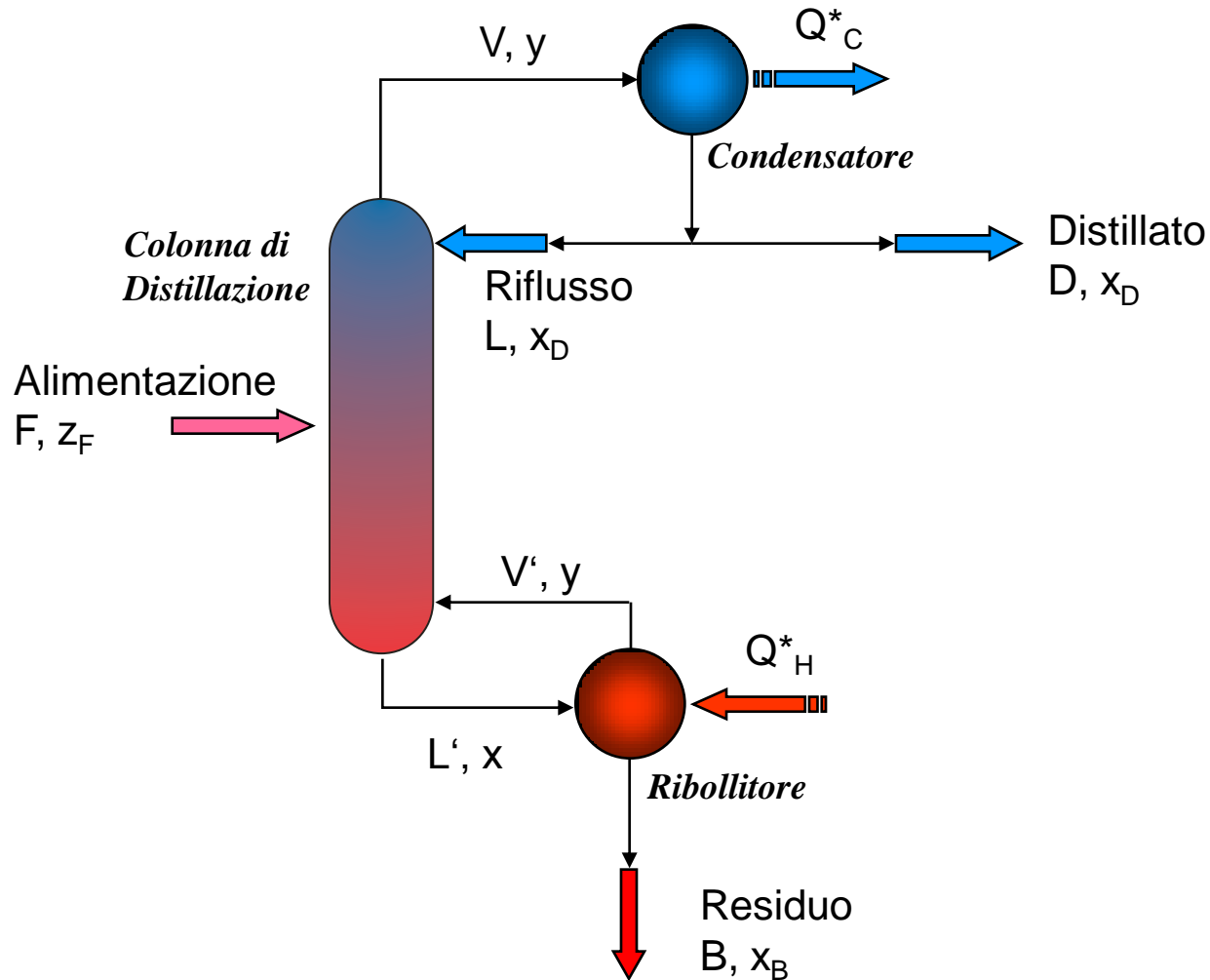
Retta di bilancio di massa:

$$y_D = -\frac{q}{1-q} \cdot x_B + \frac{1}{1-q} \cdot z_F$$

$$q = \frac{L}{F}$$

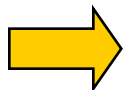
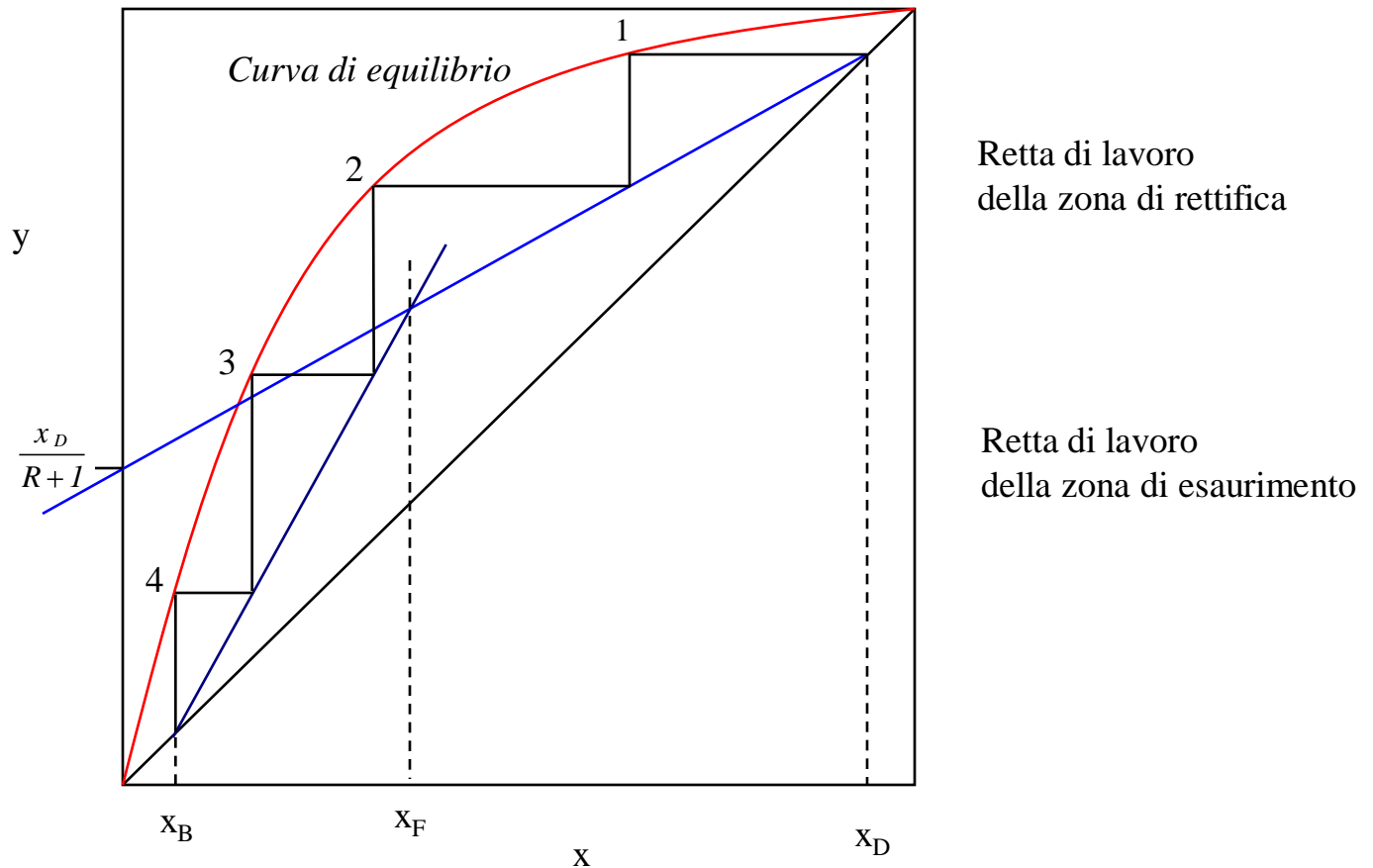
2. Distillazione

Distillazione continua con riflusso



2. Distillazione

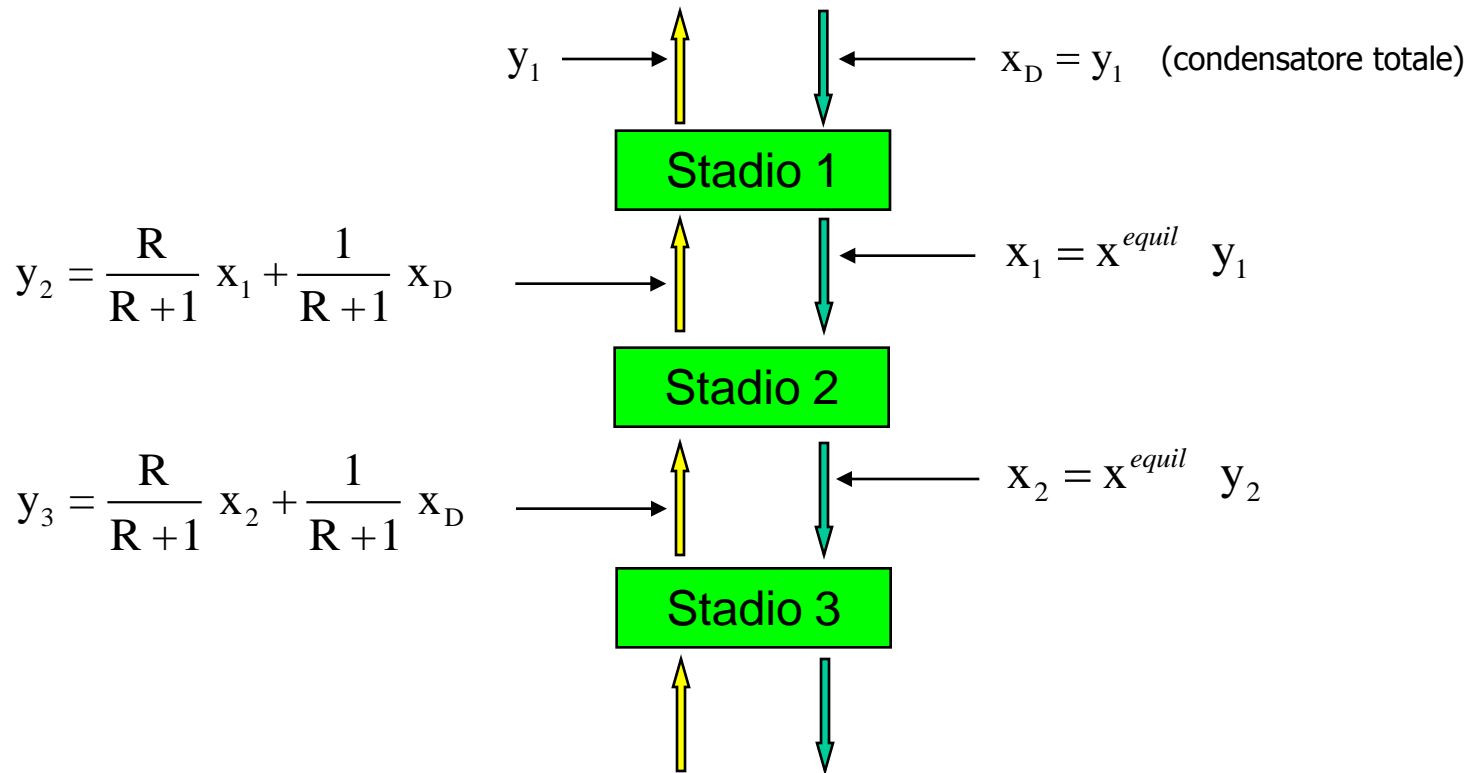
Distillazione di una miscela binaria in colonna con riflusso; l'alimentazione è al punto di bolla
Metodo di McCabe-Thiele per determinare il numero di stadi teorici



4 stadi teorici = 3 stadi teorici + ribollitore

2. Distillazione

Metodo di McCabe-Thiele per l'analisi degli stadi teorici

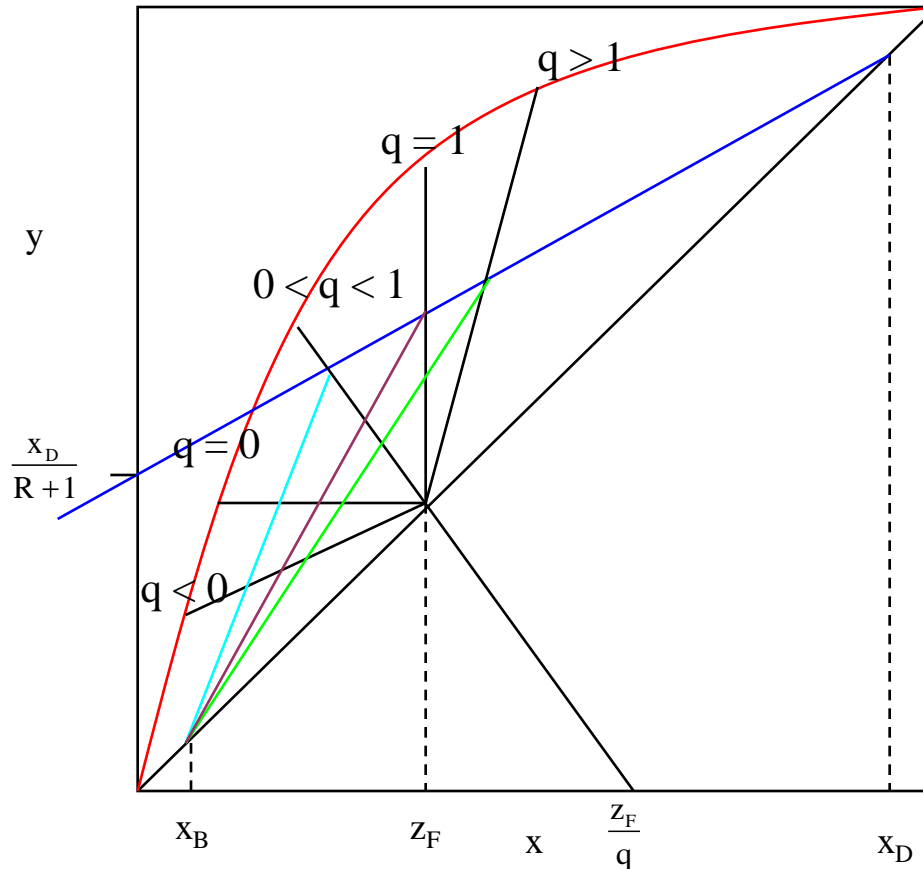


e così di seguito....finchè si raggiunge la
composizione di fondo

2. Distillazione di una miscela binaria in colonna con riflusso: analisi di diverse condizioni termodinamiche dell'alimentazione

La retta di alimentazione

$$q = \frac{\text{calore necessario per vaporizzare 1 mole di alimentazione alle condizioni di ingresso}}{\text{calore molare latente di vaporizzazione dell' alimentazione}}$$



$$y = -\frac{q}{1-q} \cdot x + \frac{1}{1-q} \cdot z_F$$

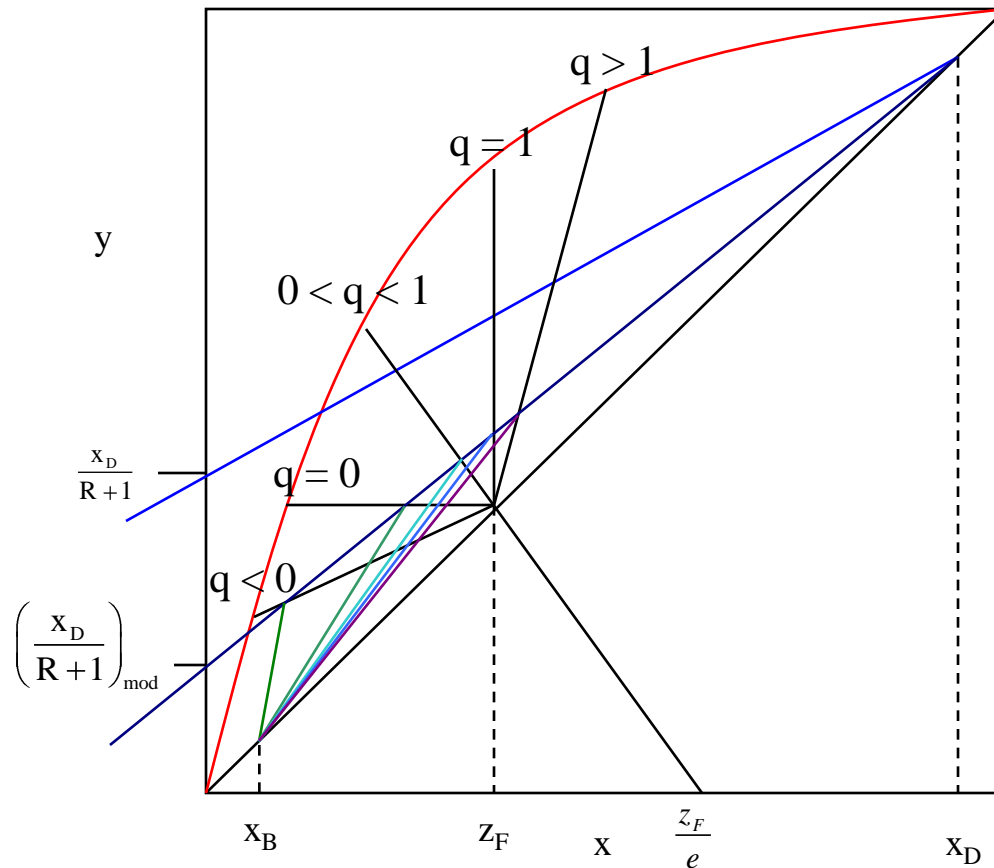
$$q = \frac{H_{F_{DEW}} - H_F}{H_{F_{DEW}} - H_{F_{BOILING}}}$$

q è determinato dallo stato termodinamico dell'alimentazione

Per l'assegnato rapporto di riflusso, $q = 0$ e $q < 0$ non sono condizioni possibili !!!

2. Distillazione di una miscela binaria in colonna con riflusso

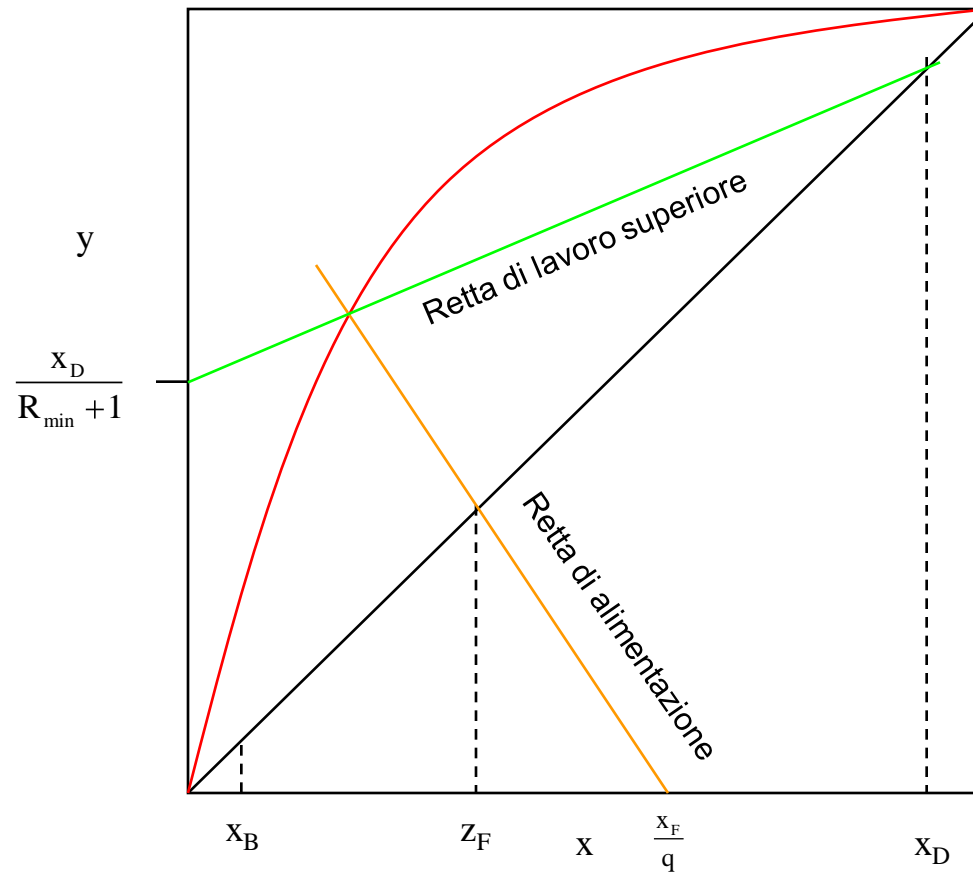
La retta di alimentazione



All'aumentare del riflusso, anche $q = 0$ e $q < 0$ sono possibili

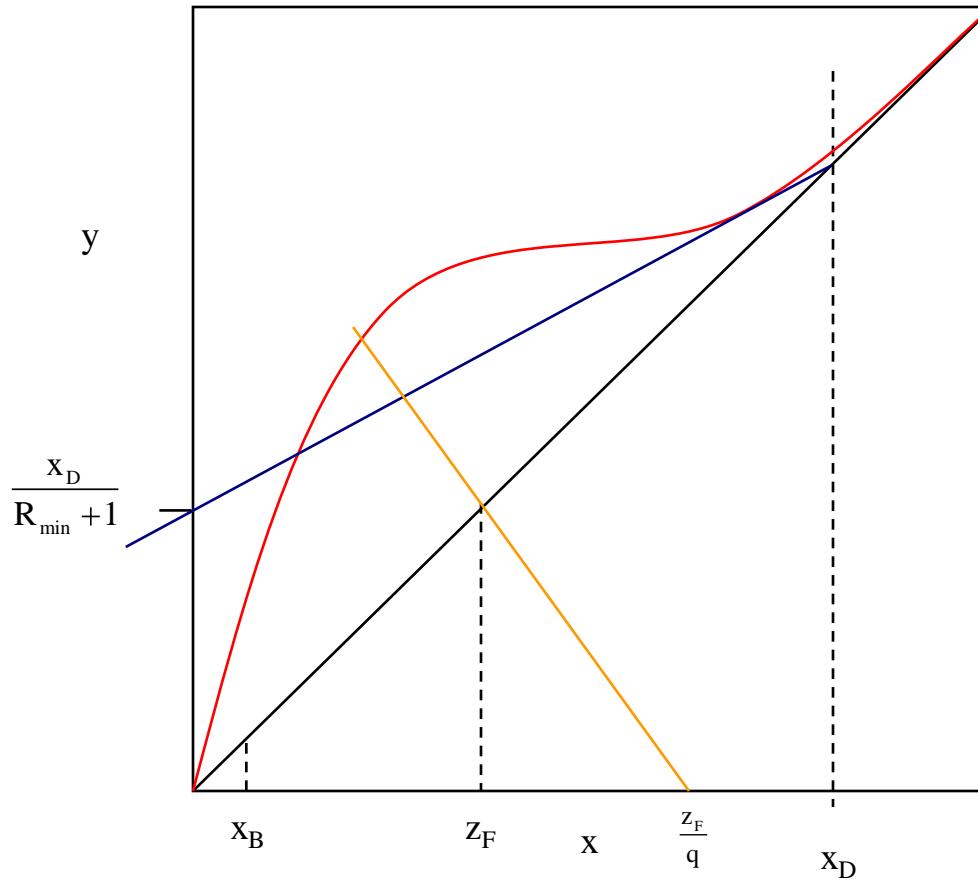
2. Distillazione di una miscela binaria in colonna con riflusso

Rapporto di riflusso minimo R_{\min}



2. Distillazione di una miscela binaria in colonna con riflusso

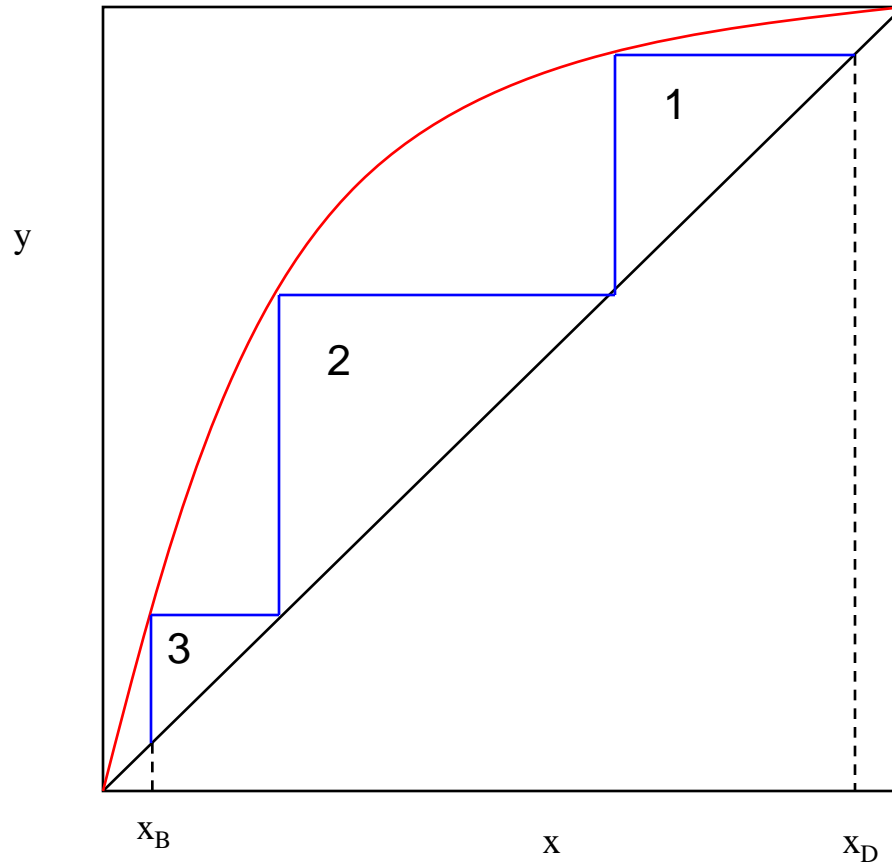
Rapporto di riflusso minimo R_{\min}



La retta operativa non può intersecare la curva di equilibrio !

2. Distillazione di una miscela binaria in colonna con riflusso

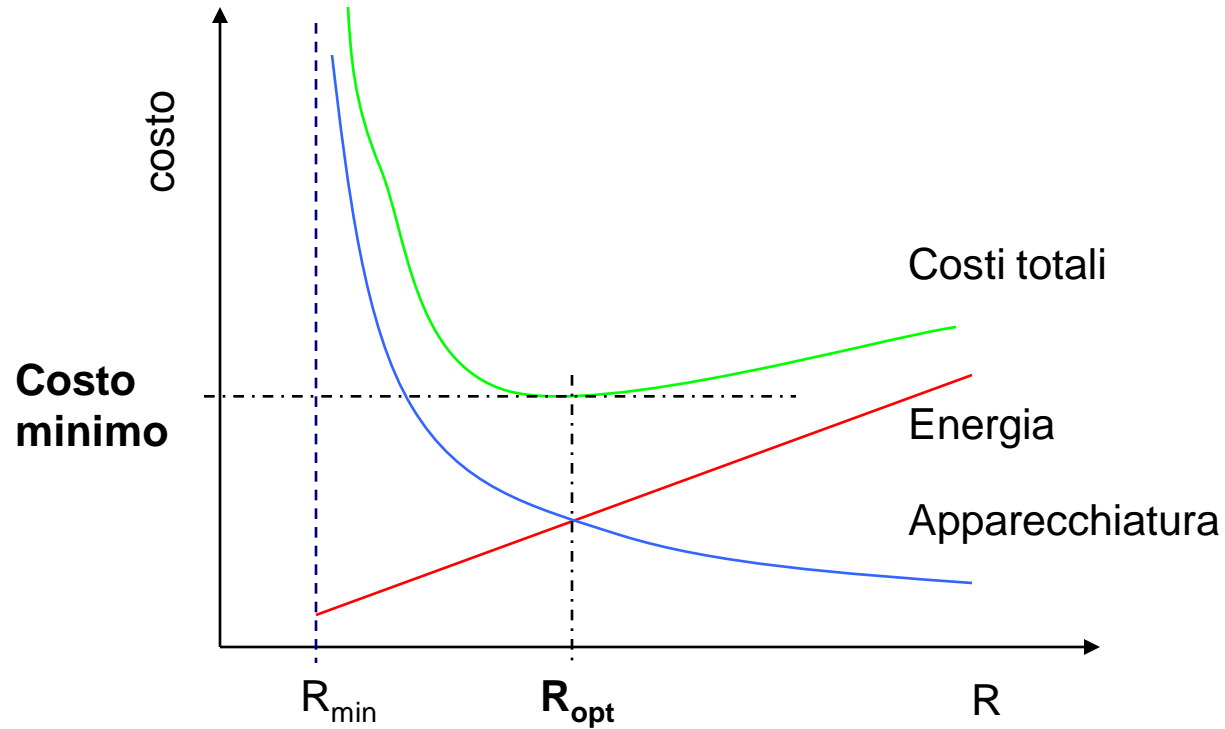
Minimo numero di stadi teorici N_{\min}



Minimo numero di stadi teorici: $N_{\min} = 3$

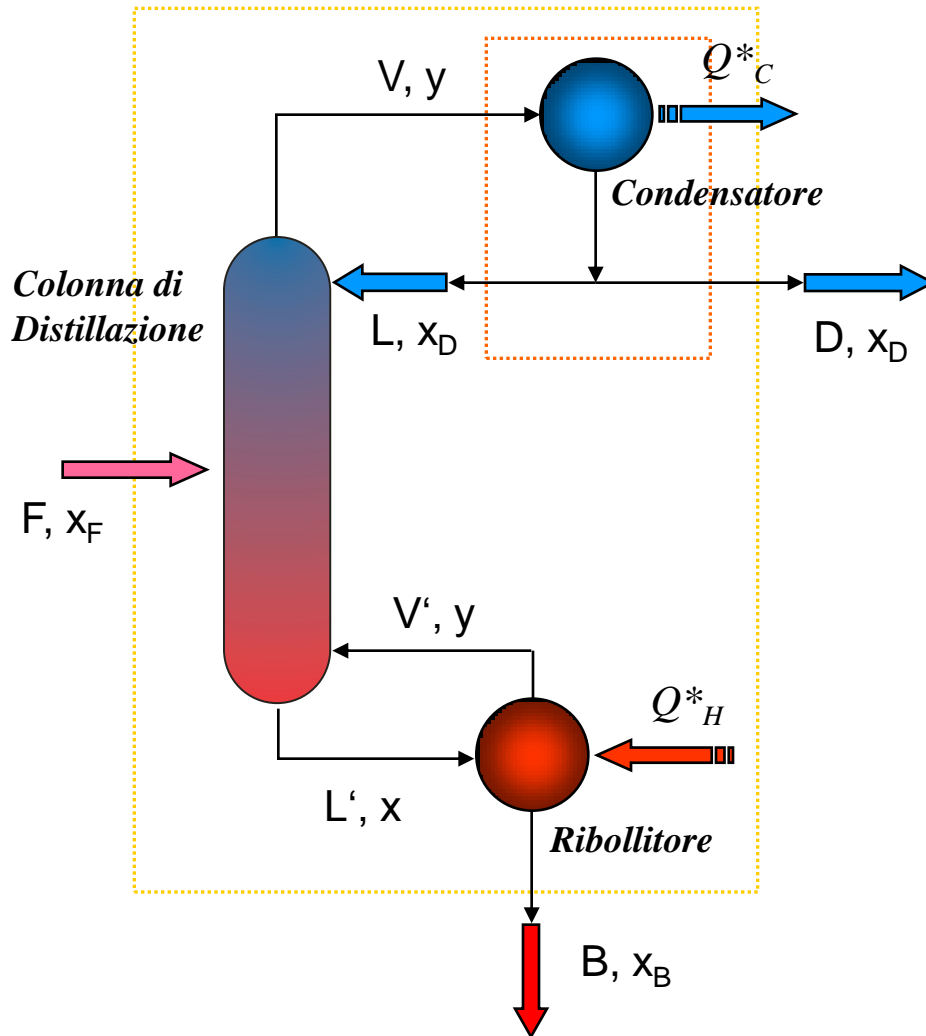
2. Distillazione di una miscela binaria in colonna con riflusso

Rapporto di riflusso optimum R_{opt}



2. Distillazione di una miscela binaria in colonna con riflusso

Consumo di energia (calore) di una colonna



Bilancio di calore per il condensatore

$$\dot{Q}_C^* = -Dh_D - Lh_L + Vh_V$$

$$R = \frac{L}{D}$$

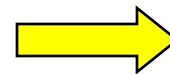
$$h_D = h_L$$

$$h_V - h_D = \Delta h_V$$

$$\dot{Q}_C^* = (1 + R) \times D \times \Delta h_V$$

Bilancio di calore per la colonna

$$\dot{Q}_H^* = Dh_D + Bh_B - Fh_F + \dot{Q}_C^*$$



$$\dot{Q}_H \sim v$$

$$\dot{Q}_C \sim v$$

2. Distillazione di una miscela binaria in colonna con riflusso

Efficienza globale di piatto ed efficienza di Murphree

Motivi per i quali l'efficienza è < 100 %:

- ➔ Limitato tempo di contatto tra fasi liquida e vapore
- ➔ Trascinamento di goccioline di liquido per elevate velocità del vapore (retromiscelazione della fase liquida) (backmixing)
- ➔ Miscelazione forward della fase liquida per basse velocità del vapore (gocciolamento) (raining, weeping)

Efficienza globale, valore medio dell'intera colonna:

$$\eta = \frac{N_{\text{teorico}}}{N_{\text{reale}}}$$

Efficienza di Murphree, valore per un piatto (stadio di equilibrio):

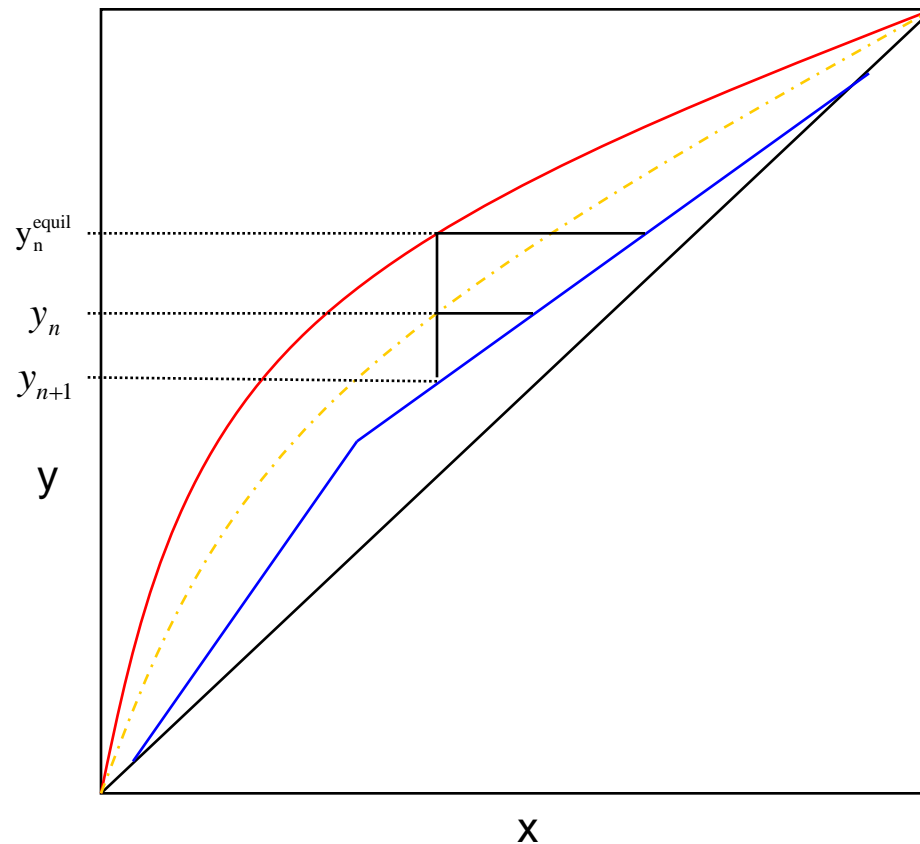
$$\eta_M = \frac{y_n - y_{n+1}}{y_n^{\text{equil}} - y_{n+1}}$$

2. Distillazione di una miscela binaria in colonna con riflusso

Efficienza globale di piatto ed efficienza di Murphree

Efficienza di Murphree, valore per un piatto (stadio di equilibrio):

$$\eta_M = \frac{y_n - y_{n+1}}{y_n^{\text{equil}} - y_{n+1}}$$



2. Distillazione di una miscela binaria in colonna con riflusso

Progetto della colonna

Bilanci di materia

Retta di alimentazione

Rapporto di riflusso minimo

Numero di stadi teorici e stadio di alimentazione

Numero effettivo di stadi o altezza del riempimento

Bilanci entalpici

Diametro della colonna (efficienza optimum)

Distanza tra i piatti (trascinamento)

Discendente (downcomer)