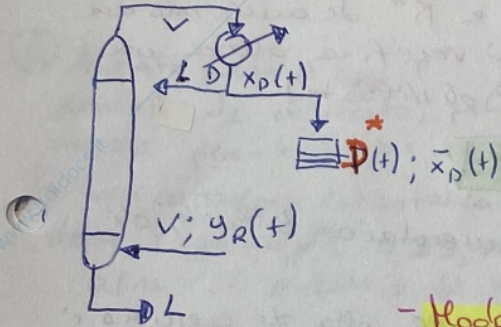


DISTILLAZIONE BATCH

→ Distillatione batch

①

- Si parla di carico e uoni di portata
- Composizioni in colonna e composizioni dei prodotti variano nel tempo! → operazione non stazionaria!
- C'è una caldaia al fondo colonna.
- Per esercizio si avrà omogeneo V (portata di vapore) costante, cioè è costante il carico termico al Reboiler



$y_R(t)$ → composizioni dell'alim.
 ↳ vapore in equilibrio con il liquido in caldaia.
 $y_R(t)$ dice come varia la composizione in caldaia del liquido.

- Modalità operativa e condizioni di esercizio determinano i profili di composizione nel tempo

ASSUNZIONI

① L'unica parte di accumulo è la caldaia, hold up nella colonna.
 Hold up nella colonna = condizione di quasi stato stazionario
colonna pensata come una colonna a semplice arricchimento, con alimentazione $y_R(t)$ [di composizione variabile e in fase vapore], e portata V costante.

* $D(t)$ → quantità di distillato di accumulazione, variando nel tempo
 quantità aumenta nel tempo.

Valore a dire che si assume uno stato stazionario in ogni singolo istante di tempo.

② Alla fine dell'operazione si vuole ottenere un distillato x_D^* dove $x_D^* = \bar{x}_D$ finale.

③ Se voglio ottenere una certa frazione δ del componente leggero dove

$$\delta = \frac{(D \bar{x}_D)_{finale}}{A z_A}$$

$$D_{min} = \frac{\delta A z_A}{x_D^*} = D^*$$

↳ quantità finale di distillato
assegnata a priori
prima ancora di x_D^*

PROBLEMA: NOTI → $A; z_A; N$

ho condizioni 1 e 2 di caso di alla fine dell'operazione ottenuto un distillato di composizione media ben definita in una quantità ben definita.

BILANCI :

$$A = P + R$$

$$Az_A = P x_D + R x_R$$

→ Bilancio in ogni istante

(2)

Nell'istante finale → x_D^* e D^*

$$A = P^* + R_{pin}$$

$$R_{pin} = A - D^* = R^*$$

$$x_{Rpin} = \frac{Az_A - P x_D^*}{A - D^*} = x_R^*$$

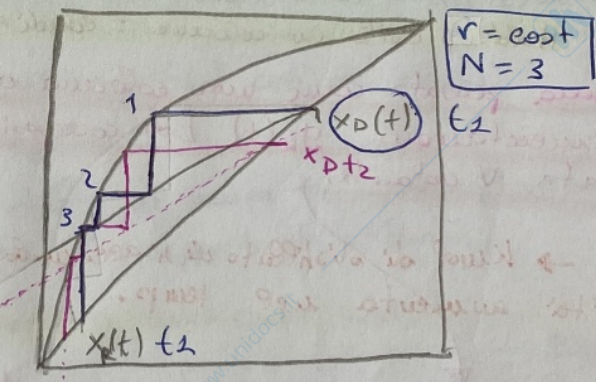
Assegnare x_D^* e P^* significa assegnare x_R^* e R^* . Se anche solo una delle due condizioni non si verifica, allora non terremo il piatto e comunque lo sprecheremo o lo distilleremo!

4) OPERAZIONE A RIFLUSSO COSTANTE

- Dopo l'avvicinamento in colonna si ha alimentazione bollente, di composizione $z_A = x_A$ (al punto di bolle)
- se si lavora a $r = \text{costante}$, la pendenza della retta di esercizio è fissa.

Fissato $N = 3$, si è scelto a caso.

- la composizione x_R al fondo cala nel tempo, perché il liquido si impoverisce di leggero.
- fissa N , si cala x_R , cala anche x_D .



La composizione finale del distillato è la media di tutte quelle ottenute

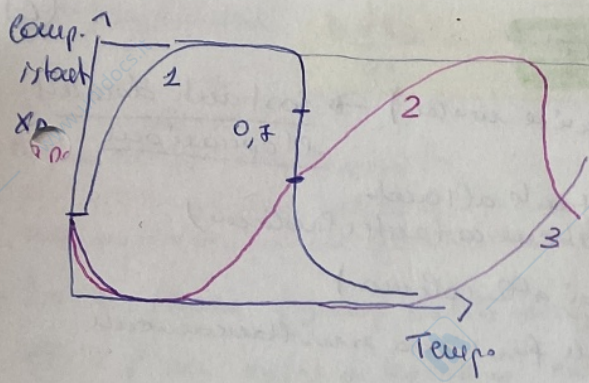
- **Punto di partenza:** x_D iniziale. (tempo 0)
 x_D iniziale si trova per tentativi, ed è quella composizione di cui permette di arrivare a $z_A = x_A = x_R(0)$ con esattamente 3 stadi teorici, assegnando una retta con una certa pendenza. (quindi assegnato R)
- **Punto di arresto:** x_R^*

Si arresta la costruzione quando si arriva alla composizione di fondo x_R^* che è stabilita dal bilancio.

R_{pin} è data dall'equazione di Rayleigh svolta per tentativi

$$\ln \frac{R_{pin}}{A} = \int_{x_A}^{x_R^*} \frac{dx_R}{x_D(t) - x_R(t)}$$

esiste un solo valore di rapporto di riflusso di permette di ottenere $R_{pin} = R^*$ in corrispondenza di $x_{Rpin} = x_R^*$. Questo valore di r va trovato per tentativi



Operazione industriale a riflusso costante

(3)

② Prodotto 2 viene accumulato quando raggiunge il valore di specifica.

App' inizio la conc. volata e' spinta al valore di specifica.

Ad un certo punto la conc. in leggero in colonna diminuisce, di poi accumulo p2 nel serbatoio

finche' $\bar{x}_D = 0,95$

② A questo punto si apre il serbatoio S1 di scorta, p2 e' ancora presente troppe specie 2, la concentrazione istantanea del p2 deve raggiungere 0,95, allora si apre il serbatoio di p2

③ devono essere eliminati le altre tracce di 2 prima di recuperare 3.

2 viene accumulato in S2. finche' 3 in caldaia non raggiunge la specifica.

② OPERAZIONE A COMPOSIZIONE COSTANTE DEL DISTILL.

• Viene variata la portata di riflusso (L) con da avere

$$x_D(t) = \text{cost} = x_D^* = \bar{x}_D \text{ fin'}$$

- per mantenere x_D al valore desiderato, al tempo t_c si deve frazionare di più \rightarrow cioè si deve aumentare r (rapporto di riflusso)

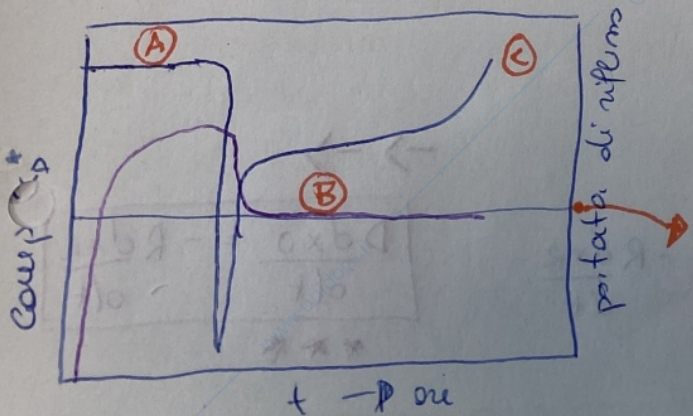
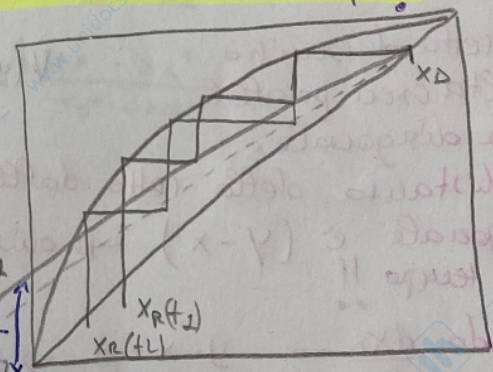
La pendenza della retta di esercizio aumenta nel tempo!

① Punto di partenza:

scegliere r min tale che tra x_D^* e x_A ci siano $N=3$ piatti

② Punto finale

Ultimo valore da assegnare ad r e' quello che fa stare 3 piatti tra x_D^* ed x_A



- (A) \rightarrow riflusso totale, fase di avviamento
- (B) \rightarrow valore di specifica di x_D^* .
- (C) \rightarrow verso la fine dell'operazione la portata aumenta molto rapidamente

OPERAZIONE A RIFLUSSO TOTALE

(4)

Riflusso totale $L=V$ P ed R (capacità molari) \rightarrow costanti durante l'operazione

- Capacità di testa viene mantenuta costante alzando e abbassando il collo d'oca (si mantiene costante il volume)
- Hold up \rightarrow in colonna e in testa (esterni alla colonna)
- Colonna rappresentata come un tratto di fuoriuscita simultaneamente in arricchimento e in esaurimento,
- Composizione delle due alimentazioni: variava nel tempo, anche se portate sono costanti!

BILANCI

$$\begin{cases} A = D + R \\ A z_A = D x_D^* + R x_R^* \end{cases}$$

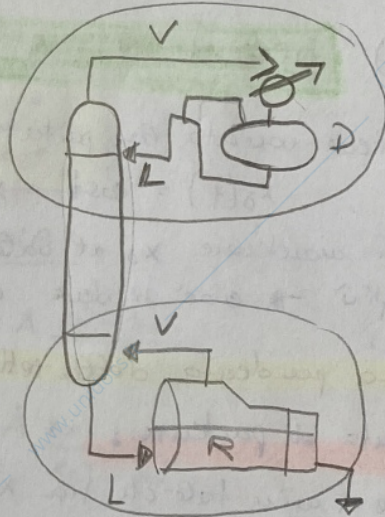
$$\begin{cases} D = A \frac{z_A - x_R^*}{x_D^* - x_R^*} = D^* \\ R = A \frac{x_D^* - z_A}{x_D^* - x_R^*} = R^* \end{cases}$$

\rightarrow Valore da cercare in testa
 \rightarrow Valore da cercare in coda

RAPPRESENTAZIONE GRAFICA

Bilanci a sezione superiore
entrata - uscita = accumulo

$$\begin{cases} V - L = \frac{dD}{dt} \\ V y - L x = \frac{dD x_D}{dt} \end{cases} \xrightarrow{L=V} \begin{cases} \frac{dD}{dt} = 0 \rightarrow D = \text{cost} \\ V(y-x) = \frac{dD x_D}{dt} \\ \downarrow \\ V(y-x) = D \frac{dx_D}{dt} \end{cases}$$



La retta di esercizio risulta essere parallela alla diagonale.

La distanza della retta dalla diagonale è $(y-x)$ \rightarrow distanza che varia nel tempo poiché x_D varia nel tempo !!

Quando $\frac{dx_D}{dt} = 0$ $y-x=0 \rightarrow x=y \rightarrow$ la retta coincide alla diagonale

Sezione inferiore

$$\begin{cases} L - V = \frac{dR}{dt} \\ L x - V y = \frac{dR x_R}{dt} \end{cases} \xrightarrow{L=V} \begin{cases} R = \text{cost} \\ L(y-x) = -R \frac{dx_R}{dt} \end{cases}$$

$$\frac{D dx_D}{dt} = -R \frac{dx_R}{dt}$$

l'uguaglianza $\frac{Ddx_D}{dt} = -Rdx_R$

indica che la velocità con cui in testa aumenta la concentrazione del leggero è proporzionale alla velocità con la quale la conc. di leggero in volume diminuisce. (3)

Per piccola è la capacità in una estremità; più velocemente varia la concentrazione in quell'estremità.

La distanza $(y-x)$ dalla diagonale è legata a x_R e x_D in un certo istante

② si fissa $x_D(t)$ di tentativo con $N=S$ si trova $x_R(t)$ di tentativo.

Bilancio totale $D^*(x_D(t) - x_A) = R^*(x_A - x_R(t))$

$x_D(t)$ e $x_R(t)$ di tentativo devono soddisfare il bilancio totale!

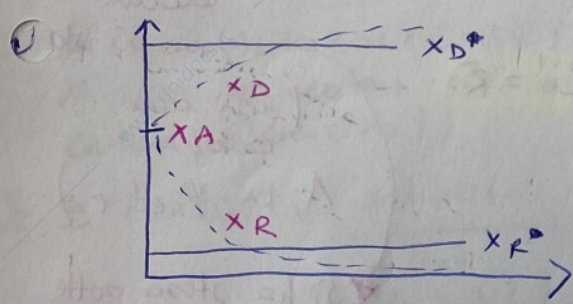
a $t \rightarrow +\infty$ si raggiunge il regime stazionario e la retta di esercizio si adagia sulla diagonale. x_D^* e x_R^* devono essere inferiori alle composizioni di composizione a $t \rightarrow +\infty$.

per ottenere le composizioni desiderate si deve avere un numero di piastre sufficientemente alto!

Per miscela con $\alpha = \text{cost}$, a regime di stato quasi stazionario si può applicare l'equazione di Fenske.

$$N_{min} = \frac{1}{\ln \alpha} \ln \frac{x_D^*(1-x_R^*)}{x_R^*(1-x_D^*)}$$

PROFILI DI CONCENTRAZIONE IN COLONNA



$$\begin{cases} R^* = A \frac{x_D^* - z_A}{x_D^* - x_R^*} \\ D^* = A \frac{z_A - x_R^*}{x_D^* - x_R^*} \end{cases}$$