LIBRO: Elementary Principles of Chemical Process (Felder - Rousseau) Ed. Wiley

Si qualizzano PROCESSI STAZIONARI tramite:

- BILANCI DI MASSA / MATERIA ed ENERGIA
- GRADI di LIBERTA' dei PROCESSI (VARIABILI in gioco)

PROCESSO: operazione / serie di operazioni con cui si realizza la trasf. della materia

4 CATEGORIE di PROD. DELL'ING CHIMICA:

1) Prodotti intermedi di base (alcheni, gas di sintesi $CO+H_2$)
   BULK CHEMICALS
2) Polimeri
   POLYMERS
3) Prod. chimici fini e speciali (vernici, intonaci → ind. farmaceu.)
   FINE CHEMICALS AND SPECIALTY CHEMICALS
4) " " per il consumo (detersivi, cosmetici)
   CONSUMER CHEMICALS

PROCESS DESIGN

Feed —input→ [PROCESS] —output→ Product

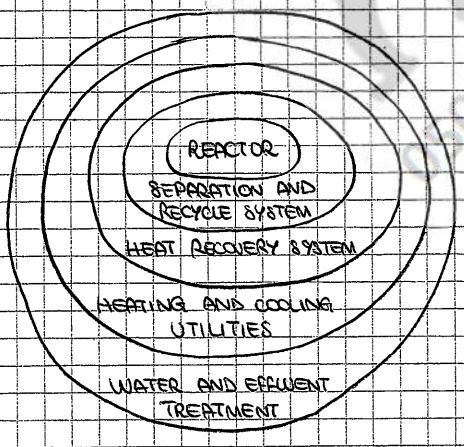
Nel processo: CORRENTI DI PROCESSO (le frecce che caratterizzano i processi ⊛)
PROCESS STREAM

Terminologia e simbologia inglese (per la documentazione) dei DIAGR. di PROCESSO:

1) Block Flow Diagram BFD (blocchi di processo interconnessi da frecce: PROCESS STREAM)
2) Process Flow Diagram PFD (blocchi rappresentati da icone che rappresentano l'unità di processo)
3) Piping and Instrumentation Diagram P&ID (la diff sta nella presenza di controlli)
   ↳ il grado finale di un progetto contiene tutte le info necessarie.

⊛ Frecce in ALTO: correnti gassose
Frecce in BASSO: correnti liquide / solide

ONION MODEL of PROCESS DESIGN

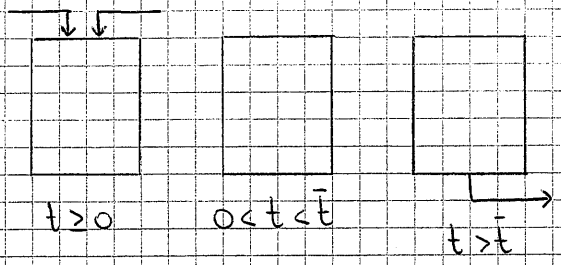


MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

PROCESSI STAZIONARI → batch process

PROCESSI CONTINUI → continuous process

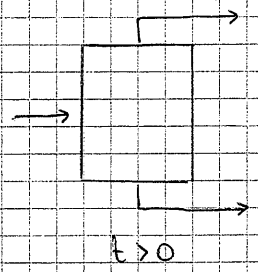
Batch process



LE VARIABILI DI PROCESSO variano nel tempo (STATO TRANSITORIO)

temperatura, massa, calore ...

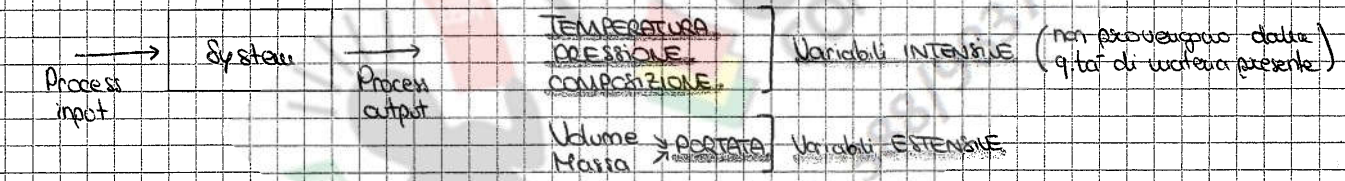
Continuous process (ci occuperemo di tali processi)



La CORRENTE entra (in) ed esce (out) di continuo

le VARIABILI NON variano nel tempo (operano allo STATO STAZIONARIO)

LE VARIABILI DI PROCESSO DELLE CORRENTI (gradi di libertà o variazioni correnti)



REGOLA DI GIBBS: $V = C - F + 2$

V = varianza (n° variabili intensive)
C = n° composti
F = n° fasi

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

BILANCI DI MATERIA ed ENERGIA → Ci permettono di trovare un modo per essere sicuri di arrivare ad un risultato.

grazie ai quali

In industria ci sono TROPPE VARIABILI

Impareremo a CAPIRE / VERIFICARE se, da un punto di vista energetico, il funzionamento dell'impianto è corretto e se il processo può portare miglioramenti.

PILASTRI:
- Conservazione della materia
- Stechiometria delle reazioni
- Termodinamica da intesa come TERMOCHIMICA (non parlo di velocità)

Analisi di processo (fasi):

1) DESCRIVERE / RAPPRESENTARE il processo e saperlo leggere ------ FLOW CHART (DIAGRAMMI DI FLUSSO)

2) ASSOCIARE le VARIABILI in modo da identificarle in maniera UNIVOCA, CORRETTA ------ LABELLING (ETICHETTATURA)

↓

Bisogna scegliere correttamente le variabili ed identificare: var. NOTE con NUMERI
var. IGNOTE con INCOGNITE

⇓

Non potrò associare a correnti delle variabili a caso ma dovrò considerare come platico la REGOLA DELLA VARIANZA per sapere QUANTE VARIAB. INTENSIVE devo associare per non incorrere in errori.

3) VALUTARE i GRADI DI LIBERTÀ del sistema (è come espandere la reg della varianza ai processi complessi) ------ DEGREE OF FREEDOM ANALYSIS (DOF Analysis).

↓

ci permette di capire le variabili che ci MANCANO oppure se ne abbiamo TROPPE (sistemi sovraviacolati)

⇓

in tal caso non sappiamo né materia né energia in ballo

Tutto ciò **PRIMA di** fare i bilanci di materia seguiti dai bilanci di energia.

⇓

Successivamente si possono valutare i bilanci di sostenibilità economica, i bilanci di costo, i bilanci sociali...

Esempio 4.3.5

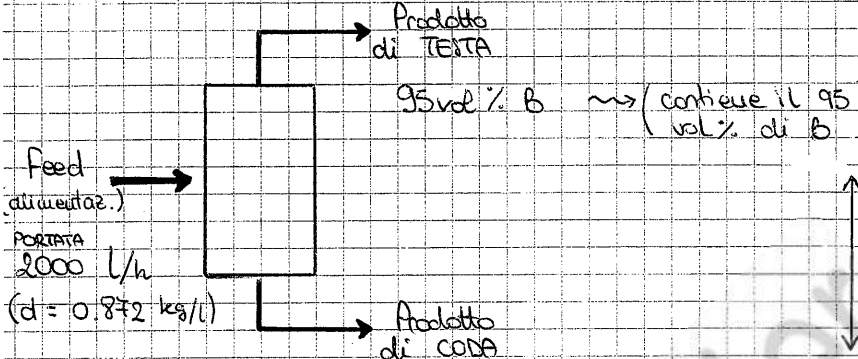
Miscela liquida 45 wt % B (benzene) il resto in T (toluene)

Alimentata da una colonna di DISTILLAZIONE ⊛ che opera a livello stazionario

- Le variabili non cambiano nel tempo
- sistema continuo ⇑

1) FLOW CHART (non ci andrà questo ↓)

DOMANDA: qual è il parametro fisico che permette la separazione fisica nella distillazione? Tebdl.



⊛ colonna perché hanno un rapporto $\frac{\text{lunghezza}}{\text{diametro}} = 1$ ⇒ sono più alte che larghe ⇝ in esse si riesce a SEPARARE i COMPONENTI di una miscela chimica tramite Tebdl.

NOTA: è un processo FISICO, non chimico perché non trasforma B e T in qualcos'altro, ma LI SEPARA

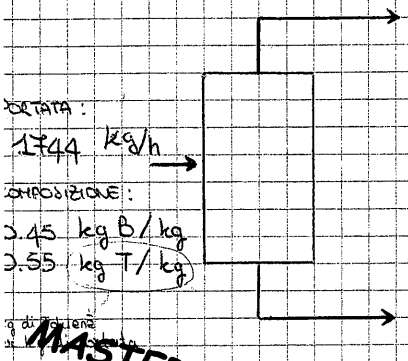
⇓

ENTRANO ad una data concentrazione nella colonna ⇝ ESCONO 2 CORRENTI a concentrazioni diverse a componenti separate
- una più ricca del comp. ALTO BOLLENTE
- una più ricca del componente BASSO BOLLENTE

perché ⊛2
- nel prod. di testa IN QUEST CASO: ho info sulla COMPOSIZIONE ⇒ una VARIABILE DI PROCESSO è nota!
- nel prod. di coda IN QUEST CASO: ho un'info che mi LEGA 2 variabili di processo di due correnti diverse ⇒ VINCOLO (link) che dovrà diventare un'EQUAZIONE

2) LABELING (con il corrispettivo flow chart EFFETTIVO) ⊛3

$\dot{m}$ → portata
x → composizione



Solitamente ottengo bilanci più semplici!

1° MODO	2° MODO
$\dot{m}_3$ kg/h } portata miscela	$\dot{m}_{B3}$ = kgB/h } portata del singolo componente per h
x_{B3} kgB/kg } composiz.	$\dot{m}_{T3}$ = kgT/h
$1 - x_{B3}$ kgT/kg $(= x_{T3})$	↓ se non ho info sulla composizione meglio questo modo
↓ Σ frazioni = 1	
il vincolo riduce le variabili!	↘ ↙ in entrambi i modi ottengo 2 VARIABILI

MASTER COPY
Tel. 050 8312126
Cell. 388 9837745

cosa fare delle PORTATE

⊛3 a) Scegliere <u>unità di misura</u> ✓ (dipende dalle info che abbiamo), noi abbiamo:

Volume? No
Massa? Sì
- portata in volume
- composiz. in
- in vincolo in massa
- sono in un' operaz. fisica (separaz. di compon.) ⇒ ESCLUSO LE MAIL, Usare le sarebbe la scelta peggiore

Tempo in h
- una portata in L/h

⇓
Etichetto il sistema in kg/h ⇝ <u>RICORDA DI METTERE TUTTE LE COMPONENTI MASSIVE!</u>

b) <u>Trasformo</u> le mie "incongruenze": 2000 L/h, 95 vol % B

- $2000 \frac{L}{h} \cdot 0.872 \frac{kg}{L} = 1744 \frac{kg}{h}$

- 95 vol % B ⇝ <u>NON</u> devo trasformare in massa! scrivo nello schema 0.95 perché è sempre in volume!

so che 95 vol % B = 95 mol % B $PM_B = 78$, $PM_T = 92$

0.95 mol B → $m_B = 0.95 \cdot 78 = 74.1$ kg
0.05 mol T → $m_T = 0.05 \cdot 92 = 4.6$ kg

$m_{tot} = 78.7$ kg

$\%B = \frac{74.1}{78.7} = 0.9415 = 0.942$ wt % B

$\%T = \frac{4.6}{78.7} = 0.058$ wt % T

→ ORA POSSO <u>ESPLICITARE IL VINCOLO</u>:

Usando → 1° reddo: $\dot{m}_3 \cdot x_{B_3} = 0.08\,(0.45 \cdot 1744)$
→ 2° reddo: $\dot{m}_{B_3} = 0.08\,(0.45 \cdot 1744)$ ⇝ NOTA già che in questo modo ho ridotto le variabili ⇒ avrò dei bilanci più semplici

↑ ② il benzene del prod. di coda ① è l'8% ③ del benzene dell' alimentaz.

⇓
Ho un sotto insieme, che rappresenta le equazioni di bilancio, RISOLVIBILE