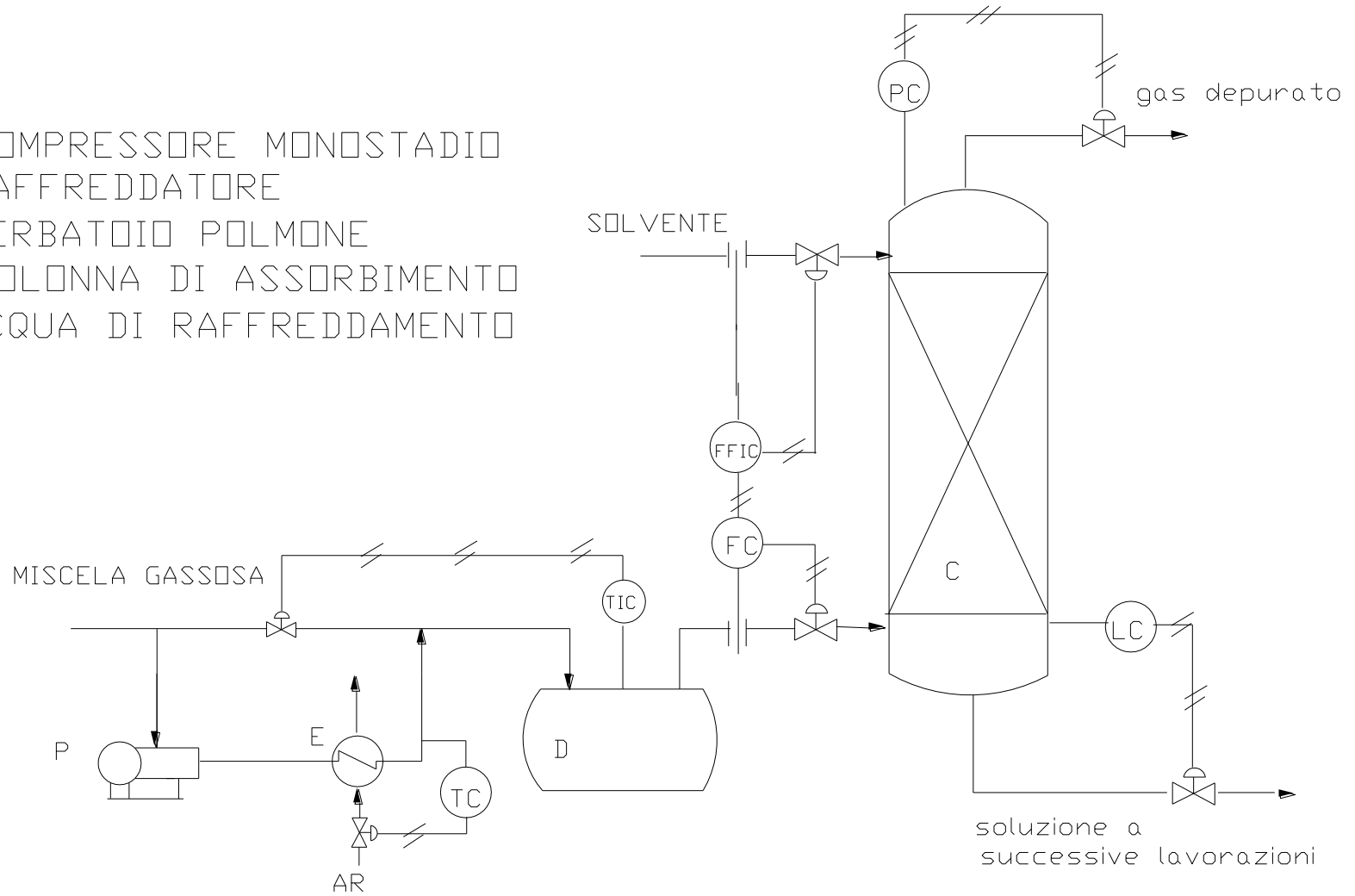


SCHEMA DI PROCESSO

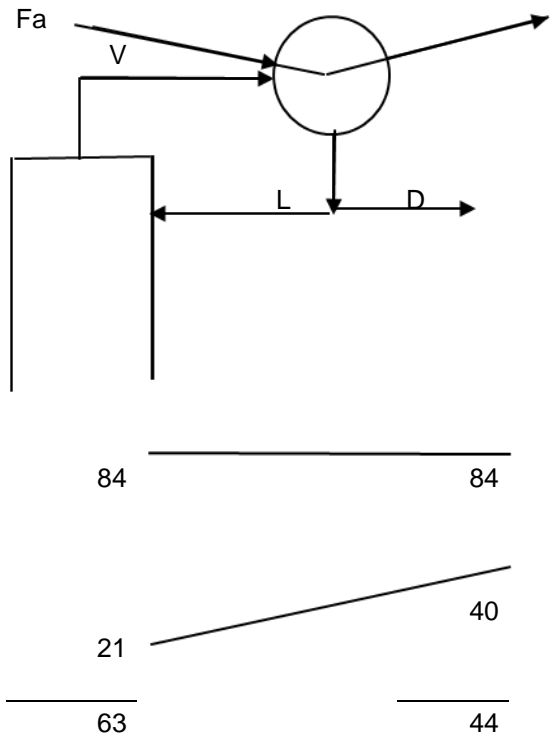
LEGENDA

- P COMPRESSORE MONOSTADIO
- E RAFFREDDATORE
- D SERBATOIO POLMONE
- C COLONNA DI ASSORBIMENTO
- AR ACQUA DI RAFFREDDAMENTO



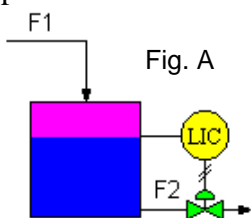
QUESITO 1

R	0,85	
D	650,00	kg/h
$L=D \times R$	552,50	kg/h
$V=L+D$	1.202,50	kg/h
DH	1.800,00	kJ/kg
POTENZA TERMICA $Q=V \times \Delta H$	2.164.500,00	kJ/h
C_p	4,18	kJ/kg°C
ΔT	19	°C
Fa	93.377,91	kg/h
COEFFICIENTE		
$1/U_d=1/U+R_d$		
U	2,5	kW/(m ² °C)
1/U	0,4	(m ² °C)/kW
R_d	0,1	(m ² °C)/kW
1/Ud	0,5	(m ² °C)/kW
Ud	2	kW/(m ² °C)
ΔT_1	63	°C
ΔT_2	44	°C
$\Delta T_1-\Delta T_2$	19	°C
$LN\Delta T_1/\Delta T_2$	0,36	°C
LMTD	52,93	°C
A. SCAMBIO= $Q/(U_d \times LMTD)$	5,68	m ²



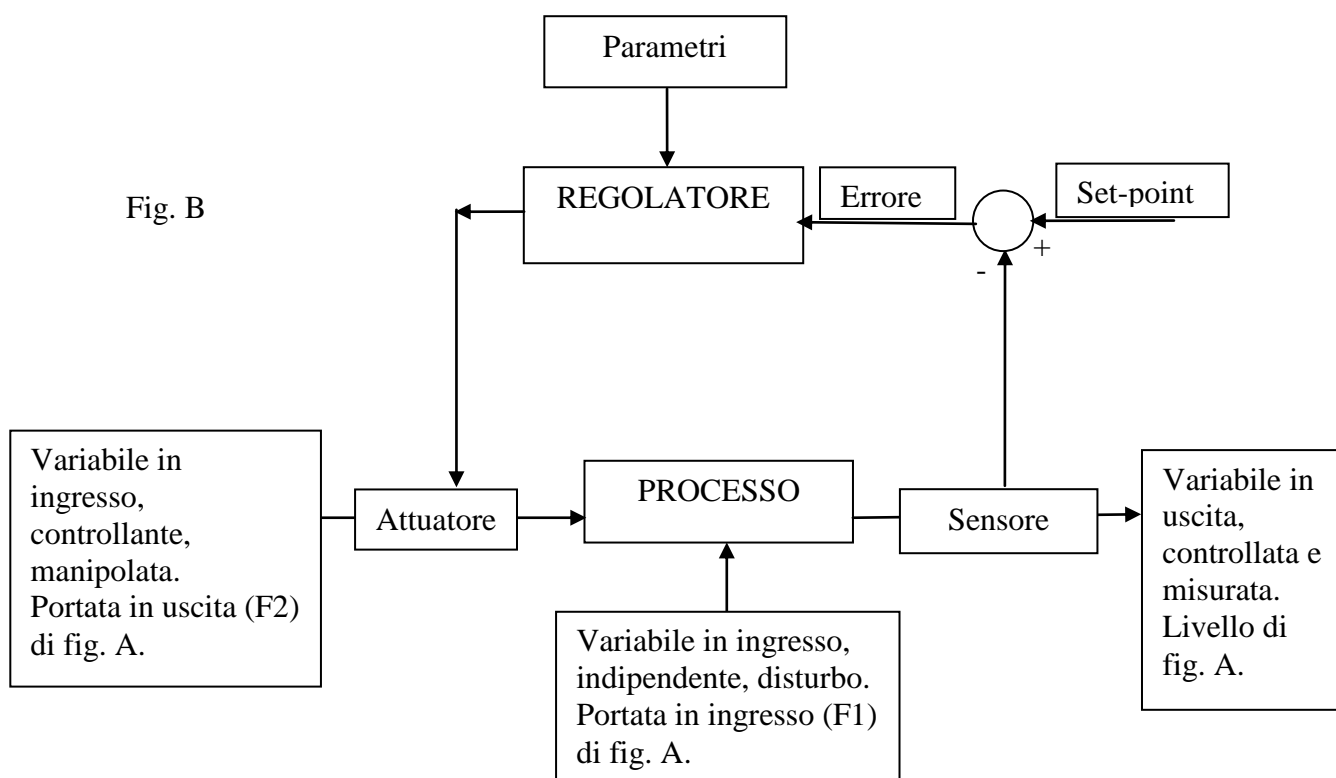
Quesito 2

Si prende in considerazione un serbatoio che accumula un prodotto liquido proveniente da un processo a monte e che alimenta un processo a valle, con una portata basata sul livello di liquido presente nel serbatoio, secondo lo schema di fig. A.



Il sistema di regolazione controlla il livello, che è quindi la variabile controllata, lo misura e lo confronta con il valore di set-point. Dal confronto ricava l'errore e, in base a questo e ai parametri di regolazione impostati, elabora la risposta da inviare all'attuatore che aziona la valvola di regolazione, che, a sua volta, agisce manipolando la portata in uscita (F2 di fig. A). La portata in ingresso (F1 di fig. A) non è gestita dal sistema di regolazione ma le sue variazioni perturbano il processo, di cui costituiscono un disturbo.

L'anello di regolazione si può schematizzare come in fig. B.



La relazione ingresso/ uscita delle variabili nello schema funzionale dell'anello di regolazione è di tipo logico: le variabili in uscita sono influenzate dalle variabili in ingresso. Non corrispondono ad una relazione fisica di ingresso/ uscita di flussi materiali del processo.

Quesito 3

Le moderne benzine per autotrazione richiedono particolari lavorazioni per raggiungere le caratteristiche richieste dalla normativa e dai motori dei nostri giorni. In particolare una caratteristica chiave è il numero d'ottano (NO) che misura il potere indetonante delle benzine e che si deve raggiungere modificando la struttura molecolare degli idrocarburi che costituiscono la benzina, non potendo ricorrere, ormai da tempo, ad antidetonanti come i piombo alchili.

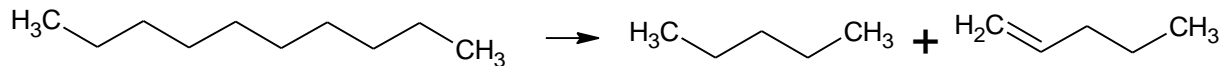
Il cracking è un processo con cui si trasformano frazioni pesanti in frazioni più leggere, con una diminuzione della massa molare. Per la produzione di benzine si utilizza prevalentemente il cracking catalitico a letto fluido (FCC) con cui si trasformano gasoli da vacuum in benzine ad alto NO. Si ottengono anche prodotti leggeri, quali GPL e olefine leggere.

Nel reforming si trattano benzine pesanti di prima distillazione, con prevalenza di alcani lineari a basso numero d'ottano e si trasformano in aromatici e in alcani ramificati. Si ottengono anche buone quantità di idrogeno che trova utilizzo nei processi di idrogenazione e idrodesolforazione di raffineria. Il taglio dell'alimentazione è tale da non comprendere gli idrocarburi C6, per minimizzare la formazione di benzene, la cui presenza nelle benzine è, ovviamente, fortemente limitata.

Nell'alchilazione si fanno reagire olefine C3 – C5 con isobutano per ottenere alcani molto ramificati C7 – C9, che costituiscono un taglio ad alto NO per la formulazione delle benzine.

Con l'isomerizzazione si trasformano tagli di prima distillazione ricchi di alcani lineari C4 – C6 per ottenere isoalcani, utilizzabili come tagli ad alto NO per le benzine (C5 – C6) o come materia prima per l'alchilazione (C4, isobutano).

Il cracking catalitico è un processo chiave che da un lato permette la valorizzazione di frazioni pesanti del grezzo. Una reazione di cracking può essere:



In cui un alcano ad alta massa molare si frammenta in un alcano e in un alchene a più bassa massa molare. La reazione è endotermica e decorre in fase gassosa con aumento del numero delle moli, per cui presenta una variazione positiva di entropia. Ne consegue che la reazione sarà termodinamicamente favorita ad alta temperatura e a bassa pressione.

I processi di cracking possono essere termici o catalitici. Nei processi termici il meccanismo di reazione prevede una rottura omolitica dei legami con formazione di radicali come intermedi, con meccanismo a catena. Nei processi catalitici si usano dei catalizzatori di natura acida a base di alluminosilicati a struttura zeolitica, con la formazione di carbocationi come intermedi di reazione.

La maggiore tendenza ad isomerizzare dei carbocationi rispetto ai radicali fa sì che i prodotti del cracking catalitico presentino un maggior NO rispetto a quelli del cracking termico, per cui il primo processo è specifico per la produzione di benzine.

Il processo più diffuso prevede l'uso di un reattore a letto fluido, in cui il catalizzatore caldo è tenuto in sospensione dalla carica preriscaldata che crackizza. Durante la reazione il catalizzatore si ricopre di residui carboniosi (coke) che lo disattivano. Per questo motivo è rigenerato in continuo per combustione del coke che lo ricopre. Il catalizzatore, previo stripping con vapore per allontanare gli idrocarburi ancora adsorbiti, passa in un rigeneratore dove avviene la combustione dei residui carboniosi. Il catalizzatore, rigenerato e caldo, passa quindi al reattore dove ricomincia il ciclo. I prodotti di reazione vanno a una torre di frazionamento in cui si suddividono i prodotti leggeri, benzine e in prodotti pesanti che sono prevalentemente riciclati al cracking.

Bartolomeo Piscopo

Mariano Calatozzolo

ITIS Molinari – Milano