



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE**

I PROVA SCRITTA – INGEGNERIA INDUSTRIALE - SEZ. A

Il candidato, in relazione al proprio specifico curriculum accademico, descriva le applicazioni già disponibili in commercio o in fase di sperimentazione, di sistemi di accumulo energetico (elettrochimico, termico, meccanico, etc.) nei sistemi ed impianti per la produzione o utilizzo dell'energia nelle sue varie forme (elettrica, termica, meccanica).



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA - SEZ. A

Il candidato descriva i criteri da seguire per la scelta e il dimensionamento dei sistemi protezione MT, presenti all'interno di una cabina elettrica MT/BT di un utente privato, equipaggiata con un trasformatore da 630kVA, nell'ipotesi che l'utente privato sia o meno dotato di sistemi di autoproduzione dell'energia elettrica all'interno del suo stabilimento.

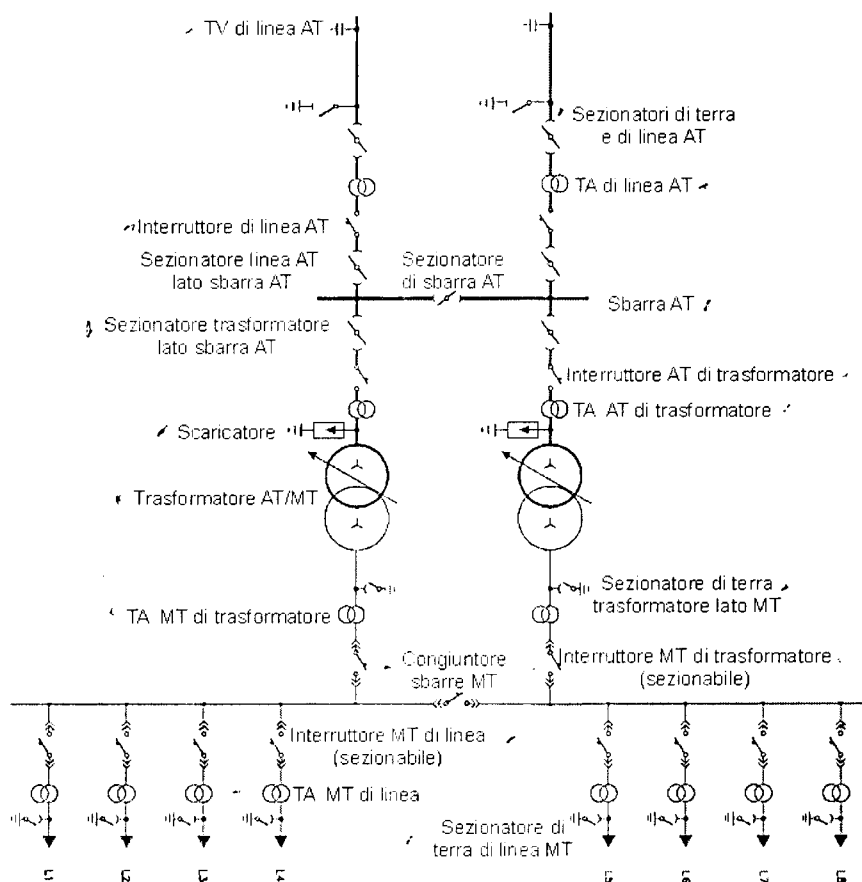


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI FACOLTA' DI INGEGNERIA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE ANNO 2015 - I SESSIONE

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA - SEZ. A

Il candidato descriva la funzione dei diversi elementi indicati nello schema unifilare di una cabina primaria AT/MT secondo la figura seguente:



Al candidato viene chiesto inoltre di:

- 1) dimensionare la linea MT a 15kV, con struttura radiale, necessaria per alimentazione di un nuovo distretto industriale, ipotizzando un carico distribuito medio di 500kW/km ($\cos\phi=0.9$) e una lunghezza massima della linea di 12 km, e una $\Delta V\%$ max del 5%;
- 2) facendo le opportune ipotesi di gestione dei trasformatori AT/MT, calcolare il valore della corrente di corto sulle sbarre MT della cabina primaria e sull'ultimo utente collegato alla linea.

Sono forniti i seguenti dati:

- Trasformatori AT/MT, 150/15 kV/kV, 40 MVA, $V_{cc}\%=15\%$, $P_o\%=1\%$;
- Linea MT aerea 150mm², $R=0,226 \Omega/\text{km}$, $X=0,384 \Omega/\text{km}$, $I_z=350\text{A}$;
- Linea MT aerea 70mm², $R=0,268 \Omega/\text{km}$, $X=0,386 \Omega/\text{km}$, $I_z=280\text{A}$;
- Linea MT aerea 35mm², $R=0,520 \Omega/\text{km}$, $X=0,430 \Omega/\text{km}$, $I_z=190\text{A}$;

Eventuali ulteriori dati tecnici necessari per lo svolgimento dovranno essere ipotizzati dal candidato.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE**

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA BIOMEDICA - SEZ. A

Il candidato deve relazionare nell'ambito di una CTU richiesta da un tribunale sulle cause di un incidente legato al malfunzionamento di una apparecchiatura elettromedicale.

Il candidato descriva le possibili condizioni circuitali che più comunemente possono determinare il pericolo di microshock in ambiente medico, individuando i casi in cui i sistemi di protezione idonei a rimuovere tali rischi possono fallire.

Si considerino i casi in cui si utilizzano apparecchi elettromedicali in classe I e classe II, considerando le differenti modalità di alimentazione dalla rete elettrica (diretta, sistema IT-M).



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA MECCANICA - SEZ. A

Il candidato illustri, facendo riferimento a casi specifici, il ruolo di analisi sperimentale e modellazione numerica nella progettazione strutturale e/o fluidodinamica di componenti o sistemi nell'ambito dell'ingegneria meccanica, evidenziandone vantaggi e limiti.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE**

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA MECCANICA - SEZ. A

Una pompa centrifuga deve essere utilizzata per trasferire acqua tra 2 serbatoi, entrambi a pressione ambiente e posti a quote differenti. La pompa è trascinata da un motore elettrico. Sono dati:

Differenza di quota:	$H = 50 \text{ m}$
Portata richiesta	$Q = 100 \text{ m}^3/\text{h}$
Velocità di rotazione	$n = 2940 \text{ rpm}$

Il candidato effettui la progettazione fluidodinamica ed il dimensionamento funzionale delle varie parti della pompa (triangoli di velocità, disegno della pala, dimensionamento della voluta, etc.).

Assunti con criterio i dati mancanti, il candidato definisca il sistema di supporto della girante e proceda al dimensionamento completo dell'albero.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA CHIMICA - SEZ. A

Il candidato, riferendosi ad uno o più casi a sua scelta, illustri e discuta i criteri di individuazione della configurazione reattoristica da adottare, in relazione alle fasi coinvolte, ai tempi di permanenza, alla esotermicità o endotermicità della/e reazione/i, alle specifiche di conversione e selettività desiderate.

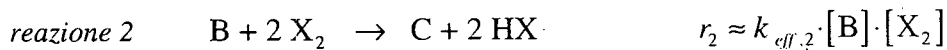
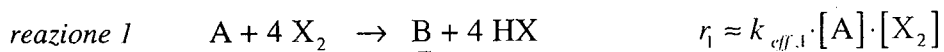


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA

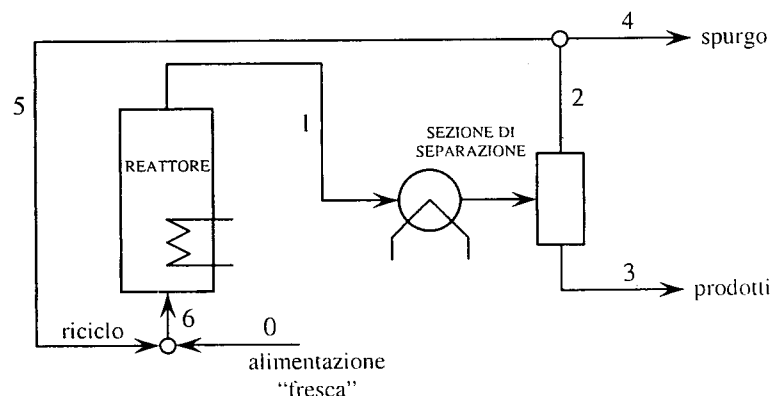
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE

PROVA PRATICA – INGEGNERIA CHIMICA - SEZ. A

Si vuole condurre un processo continuo per la produzione del composto B che è ottenuto a partire dai reagenti A e X_2 ; dal processo reattivo si origina anche un sottoprodotto C secondo uno schema cinetico in serie, come più sotto riportato. La reazione è condotta in fase gassosa, in catalisi eterogenea, alla pressione di 1,2 atm e alla temperatura di 290°C; in tali condizioni operative, in prima approssimazione, entrambe le reazioni possono ritenersi evolventi con una cinetica irreversibile del primo ordine rispetto a ciascun reagente, pertanto la velocità di reazione r sarà esprimibile utilizzando una costante cinetica “efficace” k_{eff} .



L'impianto è costituito da un reattore a letto fluidizzato in cui il comportamento fluidodinamico può essere considerato, in prima approssimazione, come ideale (corrispondente a quello di un CSTR); il reattore è seguito da una sezione di separazione, ottenuta mediante raffreddamento e conseguente raccolta del condensato contenente il prodotto desiderato, descrivibile come un *flash*. Della corrente contenente gli incondensabili, una parte viene spurgata e la restante parte viene riciclata in alimentazione al reattore. Lo schema di impianto è rappresentato nella figura che segue.



In condizioni di normale funzionamento, l'impianto produce $0,9 \text{ kmol h}^{-1}$ di B a fronte di una alimentazione di $1,0 \text{ kmol h}^{-1}$ di A; il reagente X_2 viene alimentato al reattore in quantità quadrupla rispetto all'alimentazione di A. Per garantire adeguate condizioni di fluidizzazione del letto, l'alimentazione "fresca" viene integrata con una specie inerte I in proporzioni tali per cui il reagente X_2 è presente nell'alimentazione al reattore (corrente 6) per il 20% su base molare. In tali condizioni, nel reattore si ha un tempo di permanenza di 17 s e si realizza una conversione di A dell'85% con una resa di B (intesa come quantità di B prodotta rispetto alla quantità di A consumata) del 95%. Il separatore di fase, invece, opera in condizioni tali per cui le uniche due specie condensabili (B e C) sono presenti nella fase gas uscente (corrente 2) in misura trascurabile (minore dello 0,01%).

Il candidato fornisca una risposta alle richieste che seguono.

- 1) Si caratterizzino tutte le correnti presenti in termini di portata e composizione.
- 2) Si stimi il valore delle due costanti cinetiche "efficaci".
- 3) Si indichi la temperatura operativa limite del *flash* affinché sia garantito un contenuto di B e di C nella fase gas uscente non più elevato dello 0,01%; a tal fine si assuma che B e C siano caratterizzati dalla stessa volatilità e che la loro tensione di vapore (P_s) possa essere calcolata mediante la seguente relazione di Antoine:

$$\ln(P_s [\text{mmHg}]) = 16,2799 - \frac{3798,23}{T[\text{K}] - 59,84}$$

- 4) Si proponga una possibile soluzione operativa che permetta di compensare gli effetti di una riduzione della selettività di progetto del 20% causata dall'avvelenamento del catalizzatore (si supponga che l'avvelenamento non abbia nessun effetto sulla reazione 2). Allo scopo si tenga conto che l'obiettivo è quello di mantenere (sempre che sia possibile) la medesima produzione di B e che, per motivi legati alle condizioni di fluidizzazione del letto, si vuole mantenere inalterata la portata totale della corrente entrante nel reattore. Nel caso in cui si ritenga che non esista una soluzione possibile, si forniscano le motivazioni che giustificerebbero tale conclusione.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE**

I PROVA SCRITTA – INGEGNERIA INDUSTRIALE - SEZ. B

Il candidato, con riferimento ad uno o più casi progettuali relativi al proprio curriculum accademico e sulla base delle norme tecniche e delle prassi proprie del settore, illustri le procedure di calcolo preliminare di progetto e di verifica, evidenziando le peculiarità (analogie, differenze) delle stesse.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA - SEZ. B

Il candidato descriva i criteri da seguire per la scelta e il dimensionamento dei cavi elettrici di distribuzione dell'energia negli impianti di bassa tensione a 400/230V.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE**

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA - SEZ. B

Si deve dimensionare la cabina di trasformazione di un'industria meccanica. La cabina è alimentata da una linea in cavo alla tensione nominale primaria di 15 kV.

La cabina deve alimentare in BT:

- n. 4 linee trifasi di alimentazione quadri generali che richiedono una potenza di 75 kW ciascuna;
- n. 2 linee trifasi di alimentazione quadri generali che richiedono una potenza di 25 kW ciascuna;
- n. 2 linee monofasi per l'illuminazione che richiedono una potenza di 10 kW ciascuna.
- n. 1 linea trifase uffici

Tenendo conto che il valore della potenza di corto circuito, fornito dall'Ente distributore, è pari a 600 MVA e che è previsto un impianto di rifasamento, il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, stabilite le caratteristiche generali del progetto e individuate le lunghezze delle varie linee, proponga una soluzione progettuale e rappresenti lo schema unifilare dell'impianto, ipotizzando la presenza di gruppo elettrogeno in grado di fornire almeno il 50% della potenza complessivamente richiesta dall'impianto.

Il candidato determini inoltre:

- la potenza del trasformatore da installare: *St*
- le caratteristiche elettriche delle apparecchiature di manovra e di protezione lato MT e lato BT;
- dimensioni le sezioni dei conduttori lato MT e lato BT;
- calcoli il valore della corrente di cto-cto sul lato MT del trasformatore, sul lato sbarre BT, e in corrispondenza di uno dei quadri generali;
- descriva le modalità realizzative e i criteri di dimensionamento dell'impianto di terra.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA MECCANICA - SEZ. B

Il candidato descriva i principali vantaggi degli impianti a ciclo combinato per la produzione di energia elettrica, evidenziando le trasformazioni termodinamiche dei fluidi coinvolti, i principali parametri di efficienza e descrivendo i componenti caratteristici di tali impianti, nonché le scelte progettuali più comuni.

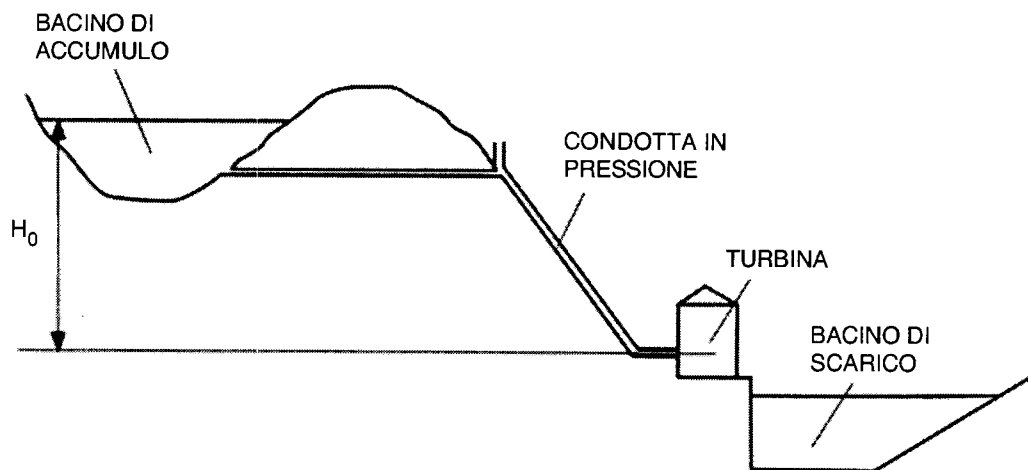


**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE**

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA MECCANICA - SEZ. B

In una centrale idroelettrica (mostrata schematicamente in figura) è installata una turbina. I dati per il dimensionamento di massima sono:



Salto geodetico	$H_0 = 650 \text{ m}$
Lunghezza della linea	$L = 1500 \text{ m}$
Diametro della tubazione	$D = 2 \text{ m}$
Scabrezza della tubazione	$e = 0.002$
Velocità di rotazione	$n = 300 \text{ rpm}$
Portata	$Q = 15 \text{ m}^3/\text{s}$

Assunti con criterio i dati mancanti, il candidato determini il salto utile e il tipo di turbina più adatta all'impianto. Schematizzi inoltre la turbina e i triangoli di velocità.

Definisca inoltre il sistema di supporto e proceda al dimensionamento statico e a fatica dell'albero.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA CHIMICA - SEZ. B

Il candidato, con riferimento ai reattori chimici con comportamento fluidodinamico ideale, discuta i criteri di scelta e dimensionamento, specificando quali siano i problemi connessi con il controllo della temperatura di reazione in relazione sia alle prestazioni da conseguire che alla sicurezza operativa.

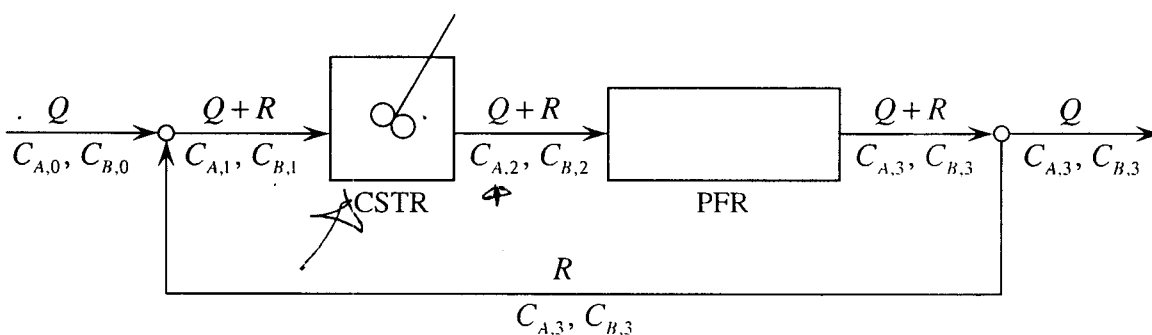


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2015 - I SESSIONE

PROVA PRATICA – INGEGNERIA CHIMICA - SEZ. B

Si vuole condurre un processo continuo per la produzione del composto B che è ottenuto dalla reazione autocatalitica $A + B \rightarrow 2B$, la quale evolve con una cinetica irreversibile del primo ordine rispetto sia al reagente A che al composto B, in soluzione acquosa diluita e in condizioni isoterme; viste le condizioni di diluizione, si può assumere che la reazione non modifichi la densità della soluzione. Per la conduzione del processo si dispone di un reattore agitato e di un reattore tubolare il cui comportamento fluidodinamico può essere considerato ideale (corrispondente dunque a quello, rispettivamente, di un CSTR e di un PFR). Volendo impiegarli entrambi, si è pensato di collegarli come illustrato in figura, ossia in serie, con il CSTR seguito dal PFR; nella realizzazione dell'impianto, inoltre, è stata prevista la presenza di un riciclo.



Sono assegnati: costante cinetica della reazione ($k = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$), volume del CSTR ($V_{CSTR} = 2,0 \text{ m}^3$), volume del PFR ($V_{PFR} = 3,0 \text{ m}^3$), portata della soluzione da alimentare ($Q = 100 \text{ dm}^3 \text{ h}^{-1}$), concentrazione del reagente A nella soluzione ($C_{A,0} = 1,0 \text{ mol dm}^{-3}$), concentrazione del composto B nella soluzione ($C_{B,0} = 1,0 \cdot 10^{-2} \text{ mol dm}^{-3}$).

Il candidato fornisca una risposta alle richieste che seguono.

- 1) Si valutino le concentrazioni dei due composti in ogni corrente del sistema rappresentato in figura per una portata di riciclo pari al 10% della portata di alimentazione ($R = 0,10 \cdot Q$).
- 2) Si valuti se sarebbe proficuo aumentare o diminuire la portata della corrente di riciclo allo scopo di aumentare la conversione del reagente A in uscita dal treno dei reattori (è possibile rispondere assumendo per la portata di riciclo valori diversi da quello indicato al precedente punto 1).
- 3) Si valuti se sarebbe proficuo invertire l'ordine dei due reattori, ossia collegarli ancora in serie ma con il PFR seguito dal CSTR, relativamente all'effetto che ciò comporterebbe sulla conversione del reagente A in uscita dal treno dei reattori (il candidato scelga un valore della portata di riciclo sulla base del quale effettuare la comparazione tra la nuova configurazione e quella rappresentata in figura).