

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015- 18 NOVEMBRE 2015
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

**PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)**

TEMA N. 1

L'ETICA, RIFERITA ALLA PROFESSIONE DELL'INGEGNERE, VA CONSIDERATA NELLA SUA COMPLESSITÀ.

ESSA INFATTI RIGUARDA I RAPPORTI INTERPERSONALI DEL PROFESSIONISTA

- CON I COLLABORATORI
- CON I COLLEGHI
- CON I COMMITTENTI O I DATORI DI LAVORO

E PARIMENTI LE RICADUTE, POSITIVE O NEGATIVE, CHE L'ATTIVITÀ PROFESSIONALE PUÒ AVERE

- SULLA COMUNITÀ E SULLE SINGOLE PERSONE
- SULL'AMBIENTE, LUOGO IN CUI GLI ESSERI VIVONO E DAL QUALE TRAGGONO I MEZZI DI SOSTENTAMENTO
- SULLA CONSERVAZIONE DELLE OPERE CHE NATURA E UMANITÀ NEL TEMPO HANNO REALIZZATO
- SULLE RISORSE VITALI A DISPOSIZIONE DELLE GENERAZIONI FUTURE.

SI AGGIUNGA L'IMPEGNO INDEROGABILE DELL'INGEGNERE PER UNA FORMAZIONE E UN AGGIORNAMENTO PERSONALI COSTANTI E CONTINUI.

PERTANTO SI CONSIDERINO I VARI ASPETTI MORALI, CULTURALI, SOCIALI, TECNICI ED ECONOMICI CHE SOTTINTENDONO AL CONCETTO DI ETICA PROFESSIONALE E SI EVIDENZINO LE RESPONSABILITÀ E I DOVERI DELL'INGEGNERE IN QUESTO CONTESTO.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015- 18 NOVEMBRE 2015
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

**PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)**

TEMA N. 2

Il tema dell'Expo milanese 2015 è stato "Nutrire il pianeta – Energia per la vita". Sfamarsi è infatti il bisogno primario dell'umanità, sempre più numerosa, non equamente distribuita sul pianeta e con la previsione di un ulteriore notevole incremento.

Un paradosso agroalimentare è che solo 1/3 circa dei raccolti agricoli è destinato all'alimentazione umana mentre circa 2/3 sono destinati alla produzione di mangimi per il bestiame e alla produzione di biocarburanti.

Il candidato illustri il contributo che l'ingegneria industriale, nei suoi diversi settori, potrebbe dare nell'individuazione di azioni possibili ed urgenti, in primis volte a ridurre lo spreco lungo tutta la filiera alimentare.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:

INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015- 18 NOVEMBRE 2015
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 1

Il candidato descriva la filosofia, le sequenze, le tipologie e i metodi di test adottati per la qualifica della componentistica e dell'intero veicolo aeronautico o spaziale; scelga, quindi, uno specifico sottosistema di bordo e ne descriva la tipologia di test a cui viene usualmente sottoposto prima di poter essere qualificato come unità di volo, specifichi la tipologia di strumenti numerici e/o di laboratorio necessari per le singole fasi di verifica, la metodologia di esecuzione e le caratteristiche primarie dei singoli test.

Il candidato descriva, inoltre, i criteri di valutazione per l'esito delle singole prove.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015- 18 NOVEMBRE 2015
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 2

Le nanotecnologie stanno conquistando sempre più importanza in ogni settore di ricerca ed industriale tra cui anche quello biomedico.

Il candidato discuta i possibili vantaggi derivati dall'approccio nanotecnologico, anche avvalendosi di esempi concreti.

Il candidati scelga un ambito nel settore biomedicale e proponga possibili applicazioni nelle quali le nanotecnologie possano dare un valore aggiunto, illustrando lo stato dell'arte e l'avanzamento ottenuto con tale approccio.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015- 18 NOVEMBRE 2015
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 3

Nei sistemi di controllo è spesso necessario ricorrere a ricostruttori di stato. Si illustri un problema di controllo in cui è opportuno fare ricorso al ricostruttore dello stato e si illustri lo schema di controllo corrispondente discutendone la realizzabilità, gli approcci che si possono seguire per ricostruire lo stato e le problematiche associate.

Esame di Stato per l'Abilitazione alla Professione di:
INGEGNERE INDUSTRIALE
Il sessione 2015 - 18 NOVEMBRE 2015
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 4

Il candidato illustri in modo esaustivo, anche riferendosi a casi industriali noti, la problematica dell'interferenza tra fenomeni di trasporto di materia e reazioni chimiche in reattori catalitici eterogenei gas-solido.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015- 18 NOVEMBRE 2015
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 5

Principi di funzionamento, modelli e applicazioni di una macchina elettrica a scelta del candidato.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015- 18 NOVEMBRE 2015
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 6

SI CONSIDERI UN SISTEMA DI FABBRICAZIONE INDUSTRIALE.

1. SI DESCRIVANO IN DETTAGLIO CARATTERISTICHE, PUNTI DI FORZA E PUNTI DI DEBOLEZZA DI UN SISTEMA "SERIALE O IN LINEA";
2. SI DISCUTANO I PRINCIPALI MODELLI DI DIMENSIONAMENTO A SUPPORTO DELLA PROGETTAZIONE DI SISTEMI "SERIALI O IN LINEA", CON PARTICOLARE RIFERIMENTO ALLE DIFFERENZE CHE EMERGONO RISPETTO AI CASI "MONOPRODOTTO" E "MULTIPRODOTTO".

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015- 18 NOVEMBRE 2015
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 7

Recentemente i *mass media* hanno dedicato molto spazio allo scandalo legato ai motori di autovetture di un noto costruttore, richiamando l'attenzione collettiva sul problema, sempre più attuale e corrente, delle emissioni inquinanti.

Il candidato, fissata una specifica applicazione a sua scelta con annesso un processo di combustione, individui le emissioni inquinanti proprie del caso scelto e gli accorgimenti progettuali e le modalità pratiche per la loro limitazione e/o minimizzazione, con riferimento puntuale alle normative vigenti.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015- 18 NOVEMBRE 2015
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 8

IL CANDIDATO INQUADRI IL PROBLEMA DELL'ISOLAMENTO DALLE VIBRAZIONI (EVENTUALMENTE TENENDO CONTO ANCHE DEL LORO EFFETTO SUL CORPO UMANO) ILLUSTRANDO ALCUNE APPLICAZIONI ED EVENTUALMENTE FORNENDO ALCUNE POSSIBILI SOLUZIONI.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015- 18 NOVEMBRE 2015
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 9

SI ESAMINI LA TECNICA DI PROTEZIONE CATODICA, SPIEGANDONE FINALITÀ,
MODALITÀ DI ATTUAZIONE ED ESEMPI DI APPLICAZIONE.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015- 18 NOVEMBRE 2015
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 10

In un ambiente di lavoro ventilato con portata (Q), è presente una vasca di superficie (A), contenente un solvente (S) a 20 °C.

Si descrivano i passaggi per:

1. definire quantitativamente la presenza di S nell'ambiente di lavoro;
2. definire i campionamenti necessari a descrivere quantitativamente il rischio legato alla presenza di S in ambiente;
3. valutare quantitativamente il rischio.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015 - 10 FEBBRAIO 2016
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 1

Con riferimento ad un velivolo da turismo caratterizzato dai dati riportati nel seguito, il candidato progetti gli organi di atterraggio ed in particolare:

- identifichi le soluzioni progettuali per la geometria del carrello
- dimensioni i componenti principali (freni e ammortizzatore)

dati:

- MLW: 1150 kg.
- velocità verticale all'atterraggio: 1,3 m/s.

n.b. il candidato assuma opportunamente i dati necessari non forniti.

Oppure

Con riferimento ad un satellite in orbita bassa terrestre caratterizzato dai dati riportati di seguito, il candidato progetti il sottosistema di controllo termico, in particolare:

- giustifichi la scelta della tecnologia di controllo termico selezionata per lo scenario corrente
- dimensioni il sottosistema sapendo che:
 - il satellite si trova in orbita eliosincrona circolare a quota 800km, LTAN 10:30 am
 - l'accuratezza di puntamento richiesta è di $0,24^\circ$
 - la manovrabilità richiesta al satellite è di $20^\circ/\text{min}$
 - la potenza massima richiesta in luce è di 700W, in eclisse di 550W
 - il corpo del satellite ha dimensioni: 1,5x1,5x2 m
 - la massa totale al lancio è di 950 kg
 - la vita operativa del satellite è di 5 anni

n.b. il candidato assuma opportunamente i dati necessari non forniti.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
 II SESSIONE 2015 - 10 FEBBRAIO 2016
 SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 2

In figura 1 è rappresentato il layout di un circuito per Circolazione ExtraCorporea (CEC), usualmente utilizzato per interventi cardiocirurgici.

Il paziente pesa 76 kg ed ha una volemia (espressa in litri) pari al 7.5% del suo peso corporeo. L'intervento viene eseguito in moderata ipotermia ($T=30^{\circ}\text{C}$), con incannulazione atriale destra. La macchina per CEC è riempita con un volume pari a 2.8 litri di soluzione fisiologica che, all'avvio della CEC, si miscela con il sangue del paziente che inizialmente ha ematocrito pari a 45%. In tabella 1 sono riportate le proprietà reologiche del sangue, in funzione dell'ematocrito (Ht%), alla temperatura di intervento.

Tab.1 Proprietà reologiche del sangue a 30°C in funzione dell'ematocrito.

Ht %	25	30	35	40	45
Densità (kg/m^3)	1046.3	1049.5	1052.8	1056	1059.3
Viscosità ($\text{Pa}\cdot\text{s}$)	0.00239	0.00257	0.00276	0.00295	0.00313

Il circuito è dotato di una pompa centrifuga che eroga una portata continua pari a 4,8 l/min.

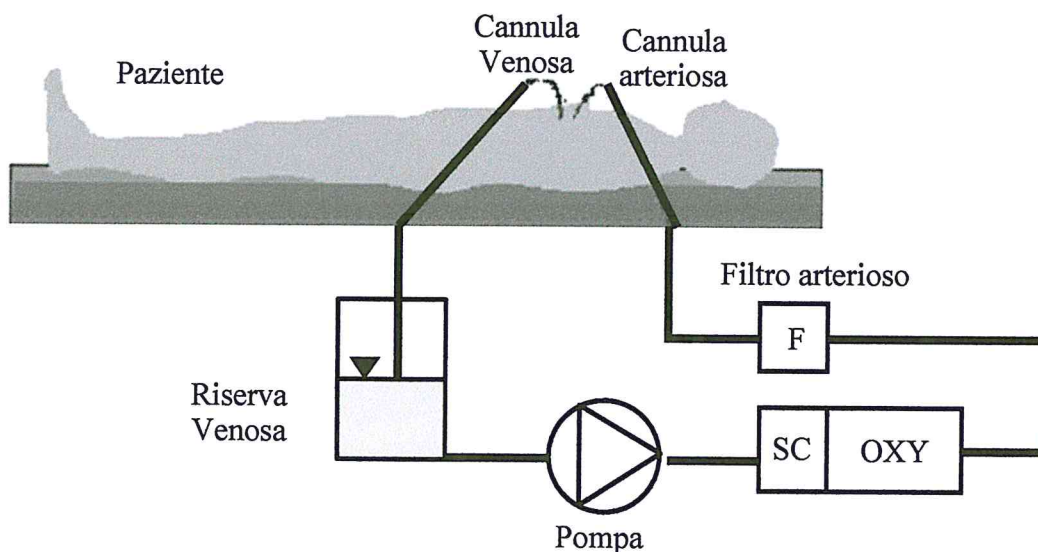


Figura 1: Schema di circuito per circolazione extracorporea: Riserva venosa a pelo libero, pompa centrifuga, SC= scambiatore di calore, OXY= ossigenatore a membrana; F= filtro arterioso.

Il tubo che costituisce la linea venosa ha diametro 1/2" e lunghezza 1,8 m, mentre i tratti di tubo che costituiscono le linee arteriose hanno tutti diametro 3/8" e lunghezze riportate in tabella 2.

Tab. 2 - Dimensioni dei condotti che collegano i componenti del circuito CEC.

	Tratto di tubo di collegamento tra:	Lunghezza [m]
Linea venosa	Cannula venosa - riserva	1.8
Linee arteriose	Riserva venosa - pompa	0.4
	Pompa-ossigenatore	0.5
	Ossigenatore-filtro arterioso	0.5
	Filtro - cannula arteriosa	2

Quesiti:

- 1) Si determini il regime di moto del sangue all'interno dei condotti che costituiscono le linee venosa e arteriosa. Se il regime di moto fosse di transizione, ci si ponga a favore di sicurezza, utilizzando le relazioni valide per il moto turbolento.
- 2) Si determini il dislivello tra pelo libero della riserva e cuore (atrio destro) del paziente, necessario per garantire il controllo del ritorno venoso, cioè il mantenimento di una portata (Q) nella linea venosa esattamente pari a quella che la pompa centrifuga aspira dalla riserva.

- Le perdite di carico indotte dalla cannula venosa siano espresse dall'equazione sperimentale:

$$\Delta p_{\text{cannula}_v} = a Q^2 + b Q$$

in cui i coefficienti a e b assumono rispettivamente i valori $a=0.22$ e $b= 4.64$ quando le portate sono espresse in litri al minuto e le pressioni in millimetri di mercurio.

- Si trascurino tutte le perdite di carico concentrate.
- Si consideri la pressione nell'atrio destro (sede di incannulazione venosa) pari a quella atmosferica.

- 3) Si calcolino la prevalenza che deve essere fornita dalla pompa centrifuga e il numero di giri a cui essa deve lavorare.

Le curve caratteristiche della pompa centrifuga sono tracciate in figura 2.

Per il calcolo delle perdite di carico sulla linea arteriosa:

- Si trascurino le perdite di carico concentrate presenti nei raccordi tra i tubi e i componenti della linea arteriosa.
- I diagrammi in Figura 3 e 4 rappresentano le caratteristiche idrauliche del blocco "scambiatore di calore-ossigenatore" e del filtro arterioso, rispettivamente.
- Le perdite di carico indotte dalla cannula arteriosa sono espresse dall'equazione sperimentale:

$$\Delta p_{\text{cannula}_art} = a Q^2 + b Q$$

in cui i coefficienti a e b assumono rispettivamente i valori $a=3.11$ e $b= -5.93$ quando le pressioni sono espresse in millimetri di mercurio e le portate in litri al minuto.

- Si trascuri, per semplicità, la componente cinetica della pressione all'ingresso del sangue in aorta.
- La pressione arteriosa media (MAP) desiderata in aorta sia $MAP = 75$ mmHg.

4) Si calcoli lo sforzo di taglio massimo τ nella cannula arteriosa. Per il calcolo (solo in questo punto del tema di esame) si approssimi la geometria della cannula arteriosa a quella di un tubo cilindrico liscio di diametro interno $D= 6.4$ mm e lunghezza $L= 0.28$ m.

Si valuti, quindi, la probabilità che il passaggio dei globuli rossi attraverso la cannula arteriosa sia emolitico, utilizzando il diagramma di Tillmann (figura 5) che rappresenta la curva di probabilità di emolisi in funzione dello sforzo di taglio massimo applicato ai globuli rossi e del tempo di applicazione dello stesso. Si ricorda che la retta, evidenziata in nero nel diagramma, ha equazione $\tau^4 \cdot t = 10^7$ e rappresenta la probabilità pari al 100% di avere emolisi.

Verificare se un singolo passaggio di sangue attraverso la cannula sia emolitico.

Se la cannula arteriosa non fosse emolitica al primo passaggio degli eritrociti, si calcoli dopo quanti passaggi si avrà emolisi. Conoscendo la portata di sangue processata dal circuito di circolazione extracorporea, si determini quale sia il tempo massimo disponibile per l'esecuzione dell'intervento, considerando trascurabile l'emoliticità degli altri elementi del circuito. Si discutano opportunamente i risultati.

5) Al termine dell'intervento si vuole riportare il paziente in condizioni di normotermia (36°C). Si ipotizzi che durante l'intervento si stato raggiunto equilibrio termico tra sangue e tessuti.

Valutare il tempo necessario al completo riscaldamento del sangue, considerando che parte dell'energia termica che il sangue riceve dallo scambiatore, è poi ceduta ai tessuti durante il passaggio nel corpo. Tale potenza termica, Q_{body} , sia pari a 100 mW.

Lo scambiatore del circuito funziona in controcorrente. L'acqua (utilizzata per riscaldare il sangue) scorre nello scambiatore con una portata pari a 0.05 kg/s, entra alla temperatura di 42°C e si registri una variazione di temperatura tra ingresso uscita costante e pari a 0.5 K. Si determini quindi la potenza termica ceduta al sangue all'interno dello scambiatore, Q_{sc} , considerando il calore specifico del sangue pari a 3770 J/kg*K.

Diagrammi e allegati

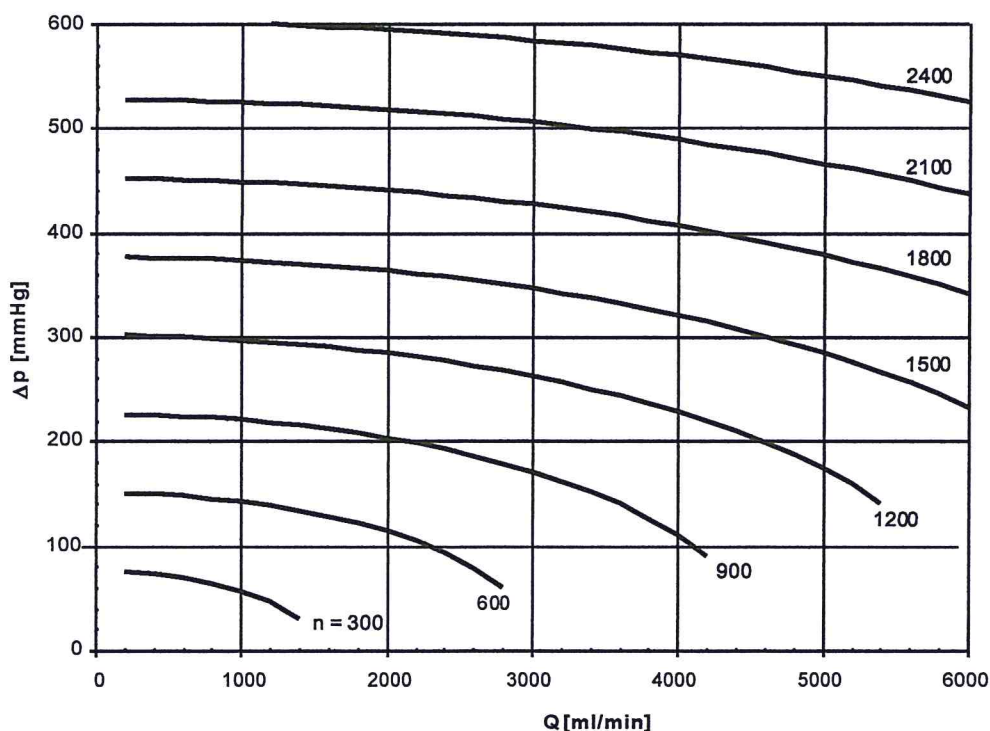


Figura 2. Curve caratteristiche della pompa centrifuga (n = numero giri per minuto).

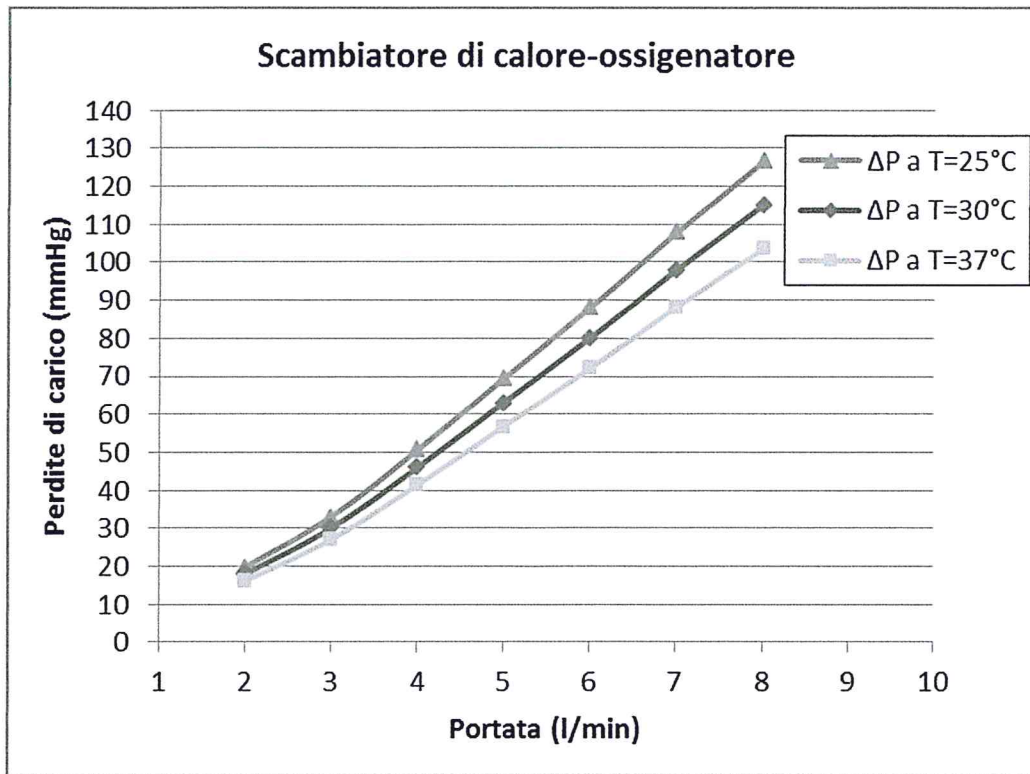


Figura 3. Perdita di carico del blocco "scambiatore di calore-ossigenatore" in funzione della portata.

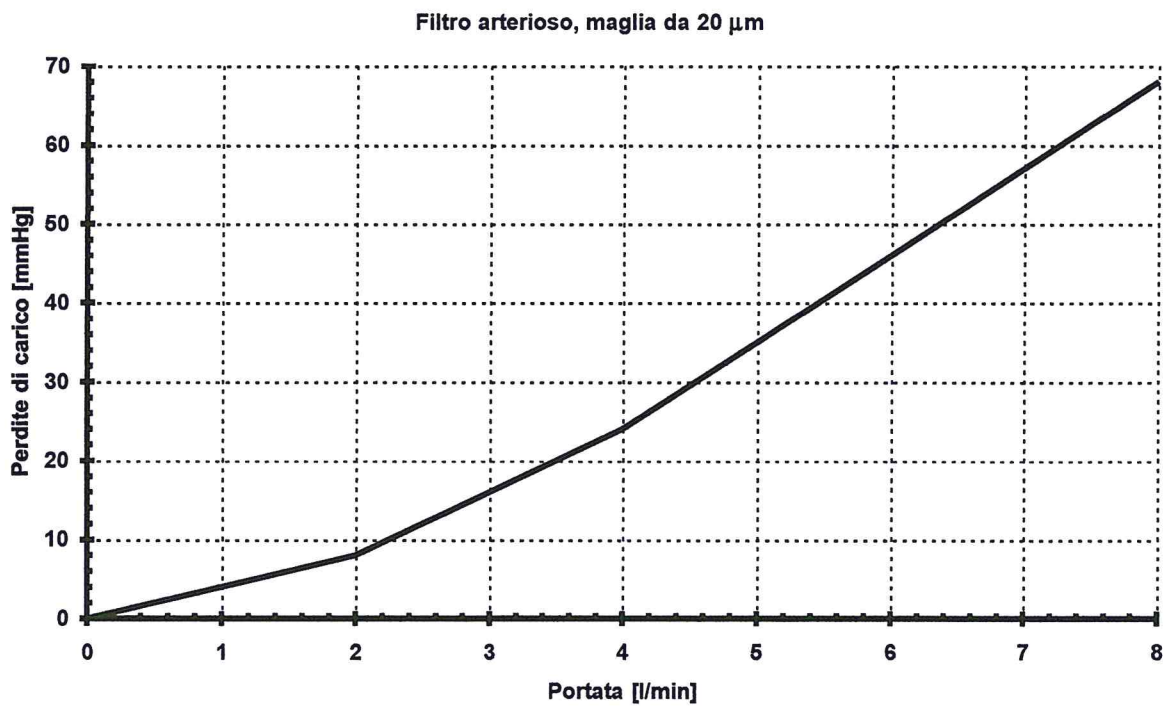


Figura4. Perdita di carico del filtro arterioso in funzione della portata.

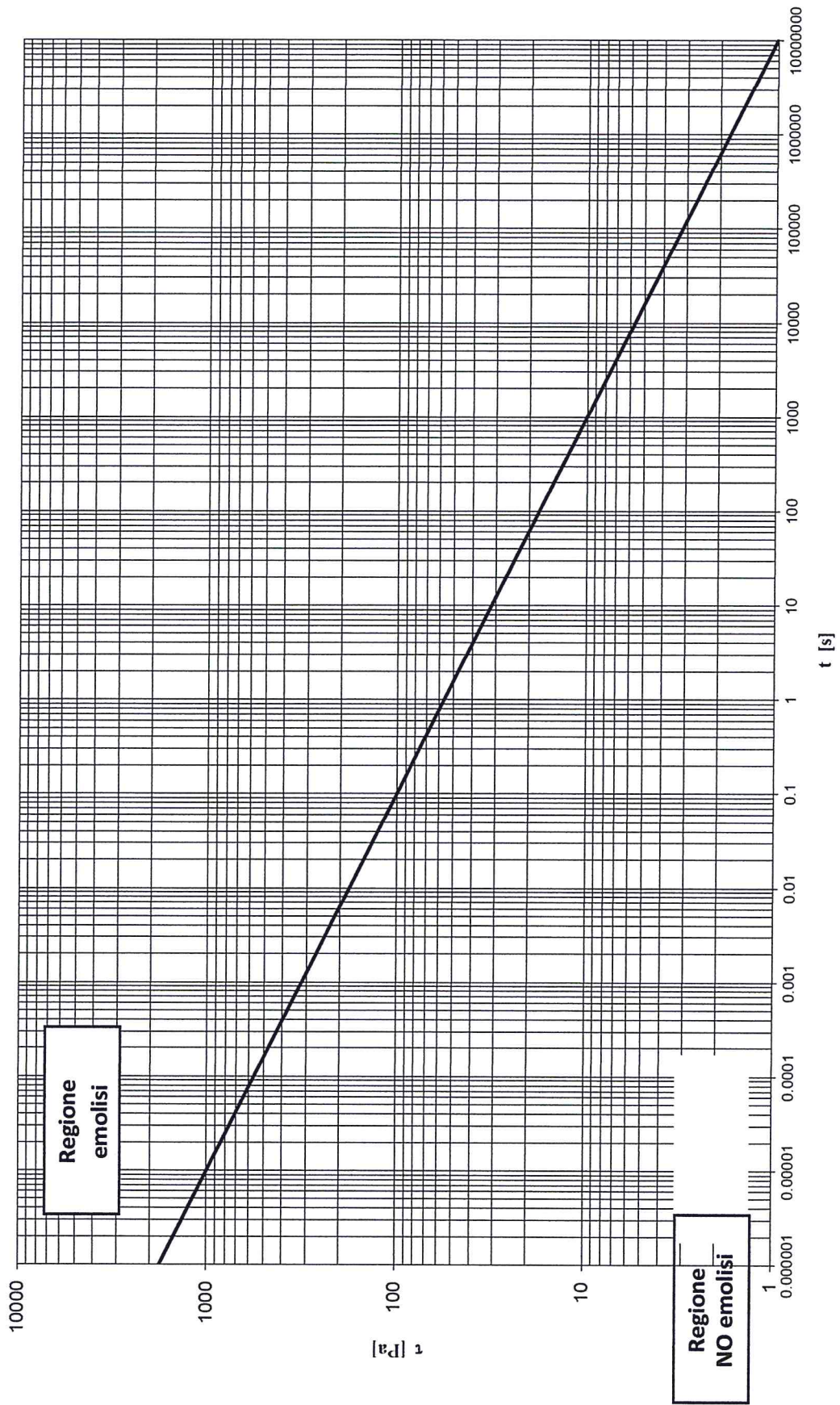


Figura 5. Diagramma di Tillmann.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015 - 10 FEBBRAIO 2016
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 3

Un rotabile leggero a motorizzazione distribuita alimentato da una linea aerea a 1500 V è mosso da due azionamenti in CORRENTE CONTINUA costituiti da un azionamento DC/DC a due quadranti che alimenta un motore a 4 poli ad eccitazione indipendente.

I dati di targa del motore sono:

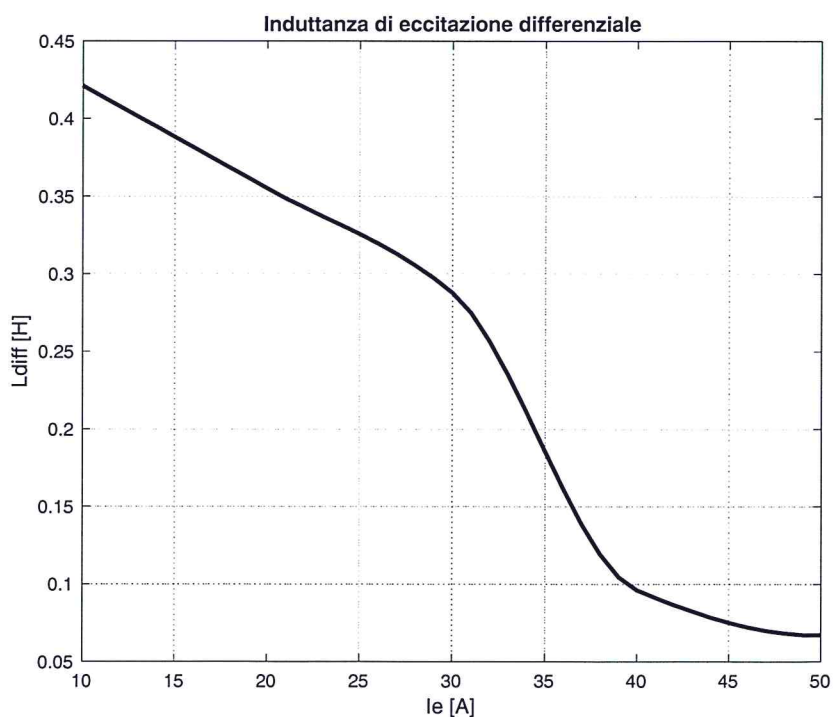
Tensione nominale di armatura : $V_n = 550 \text{ V}$
Corrente nominale di armatura : $I_n = 350 \text{ A}$
Potenza nominale : $P_n = 180 \text{ kW}$
Velocità nominale: $N_n = 2100 \text{ giri/min}$
Inerzia del rotore : $J_{\text{rotore}} = 11000 \text{ kg/cm}^2$

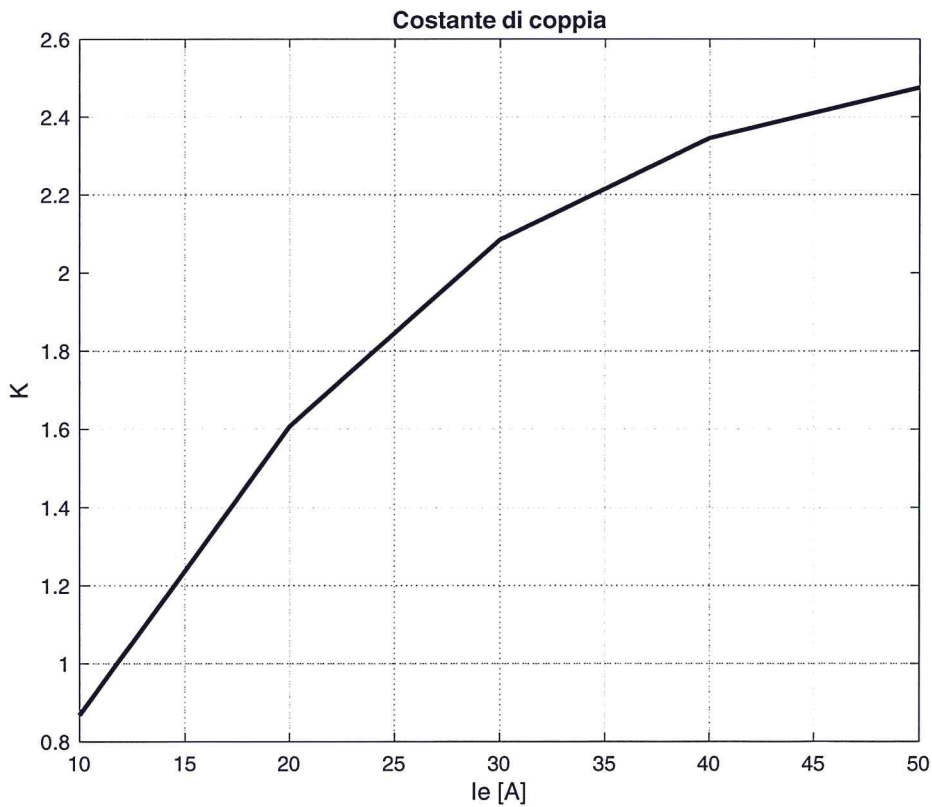
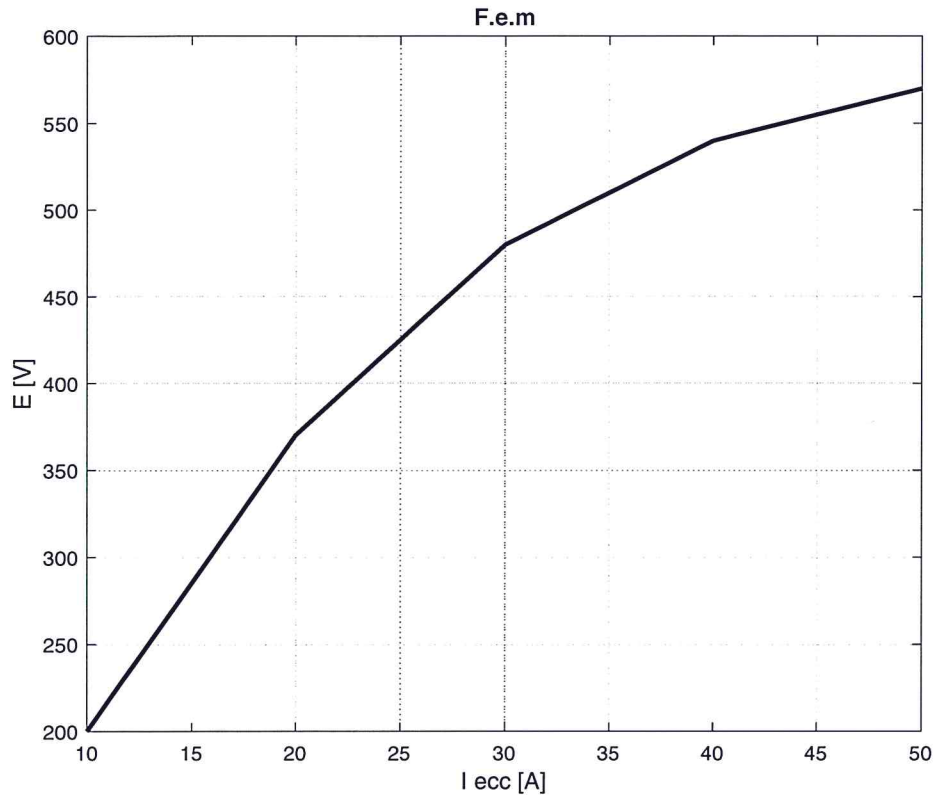
I parametri elettrici del motore considerando anche l'induttanza di spianamento inserita in serie all'avvolgimento di armatura sono $L = 1.6 \text{ mH}$ e $R = 0.1 \text{ } \Omega$ misurata a $120 \text{ }^\circ\text{C}$.

Il costruttore dei motori ha inoltre fornito il seguenti legami con la corrente di eccitazione I_e misurati a VELOCITA' NOMINALE:

Costante di tempo di eccitazione
 τ_e

I_e [A]	τ_e [s]
10	0.268
20	0.226
30	0.145
40	0.0628
50	0.0427





Il veicolo presenta una massa equivalente (traslante e rotante) alla ruota pari a 9 t e i motori sono accoppiati alle ruote di diametro $D = 0.85$ m con un riduttore di cui è possibile ritenere trascurabile la massa e con rapporto di riduzione $K = \Omega_{\text{motore}}/\Omega_{\text{ruota}} = 6$.

Il candidato risponda alle seguenti domande:

1. Si determini il modello dinamico del motore elettrico linearizzato attorno al punto di funzionamento nominale, considerando come variabile di ingresso la tensione e come variabile di uscita la coppia applicata al motore e considerando la f.e.m. E un disturbo non misurabile.
2. Nell'ipotesi che il convertitore a due quadranti funzioni da convertitore abbassatore nelle condizioni nominali e abbia frequenza di commutazione pari a 1kHz, si progetti un controllore di coppia in anello chiuso tale che:
 - a. Il sistema retroazionato sia asintoticamente stabile
 - b. Il sistema retroazionato abbia una banda opportuna considerata l'applicazione e la frequenza di commutazione del sistema ed eventualmente si tenga conto di eventuali ritardi nella generazione dei comandi
 - c. Il sistema di controllo sia in grado di annullare asintoticamente l'effetto di una variazione a gradino dei disturbi
3. Si determini il modello completo del sistema (parte elettrica e parte meccanica) prendendo come variabile di ingresso la tensione applicata al motore e come variabile di uscita la velocità del motore o la velocità del veicolo. Si ipotizzi che il motore sia alimentato con corrente di eccitazione pari alla nominale.
4. Si linearizzi il sistema nell'intorno del punto di funzionamento corrispondente alla velocità di 48 km/h e si progetti un regolatore di velocità sfruttando le funzioni di trasferimento trovate tale che:
 - a. Il sistema sia asintoticamente stabile
 - b. Abbia banda passante opportuna.
5. Si sintetizzi un regolatore di corrente di eccitazione linearizzando il sistema attorno ad un punto di lavoro opportunamente individuato e assumendo che l'induttanza del sistema di eccitazione coincida con l'induttanza differenziale fornita dal costruttore ed assumendo trascurabili gli effetti di eventuali convertitori elettronici presenti per attuare i riferimenti. Si discutano eventuali interazioni con i controllori dimensionati in precedenza.
6. Si discutano i problemi legati alla digitalizzazione dei controllori dimensionati in precedenza presentando un possibile esempio di realizzazione.

Per eventuali dati mancanti si seguano le regole di buona progettazione.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
 II SESSIONE 2015 - 18 NOVEMBRE 2015
 SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 4

Un'alimentazione liquida alla temperatura di 40°C contenente benzene (B), toluene (T) e o-xilene (X) deve essere frazionata in una colonna di distillazione e rettifica a piatti forati. Le frazioni molari dell'alimentazione sono rispettivamente 0.5 per B, 0.35 per T e 0.15 per X. L'obiettivo è di ottenere un grado di purezza di benzene in testa pari al 99.8% molare e di limitare il tenore di benzene in coda all'1% molare. La colonna – con ribollitore parziale e condensatore totale – opera a pressione atmosferica. Adottando opportuni e giustificati modelli termodinamici per la miscela e adeguate procedure di calcolo, è richiesto al candidato di svolgere valutazioni e calcoli intesi a stabilire:

- 1) portate e composizioni delle correnti uscenti dalla colonna, nell'ipotesi che la specie meno volatile passi totalmente in coda;
- 2) temperature di testa e coda;
- 3) fattore entalpico dell'alimentazione;
- 4) rapporto di riflusso minimo;
- 5) numero di stadi teorici necessari per un rapporto di riflusso effettivo superiore del 25% rispetto al riflusso minimo;
- 6) carichi termici al condensatore e al ribollitore;
- 7) diametro della colonna.

DATI CHIMICO FISICI:

	$T_{eb,n}$ (K)	T_c (K)	A (-)	B (-)	C (-)	\tilde{c}_p^L cal/mol/K	$\Delta\tilde{H}_{ev,n}$ (cal/mol)
B	353.3	562.1	15.9008	2788.51	-52.36	32.8	7352
T	383.8	519.7	16.0137	3096.52	-53.67	40.5	7930
X	417.6	630.2	16.1156	3395.57	-59.46	48.2	8800

I valori riportati per il \tilde{c}_p^L sono da considerarsi medi nell'intervallo 40-145°C. Per il calcolo delle volatilità relative si consideri come riferimento il toluene.

CORRELAZIONI CHIMICO-FISICHE:

1) $\ln P^o(T) = A - \frac{B}{T+C}$ con P^o (mmHg) e T (K);

2) $\Delta\tilde{H}_{ev,i}(T) = \Delta\tilde{H}_{ev,i}(T_{eb,i}) \cdot \left(\frac{1-T/T_{c,i}}{1-T_{eb,i}/T_{c,i}} \right)^{0.38}$

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015 - 10 FEBBRAIO 2016
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 5

Un'azienda è alimentata dal distributore in Media Tensione. Dalla cabina di consegna si dipartono due linee MT che alimentano altrettanti settori dello stabilimento (vedere Figura). I carichi del primo settore (a valle di T1) possono essere schematizzati in questo modo:

- 5 motori asincroni M1 ... M5 per l'azionamento di pompe di sollevamento acque funzionanti in condizioni nominali;

I carichi del secondo settore (a valle di T2 e T3) possono essere schematizzati in questo modo:

- Un motore in corrente continua M8 alimentato da un raddrizzatore a ponte di Graetz trifase total controllato, per la macinazione;
- Due motori asincroni M6, M7 funzionanti in condizioni nominali per l'azionamento di ventilatori,
- Due utilizzatori non rotanti U1 e U2, $P_{u1} = 50$ kW, Fattore di potenza $\cos\phi_{u1} = 0.75$ R, $P_{u2} = 80$ kW, Fattore di potenza $\cos\phi_{u2} = 0.7$ R.

I dati dei diversi elementi di rete sono riportati di seguito.

Punto di alimentazione V_{sbarra0} (rete MT): $V_n = 24$ kV ,
Linea L1 :Lunghezza $L = 1000$ m,

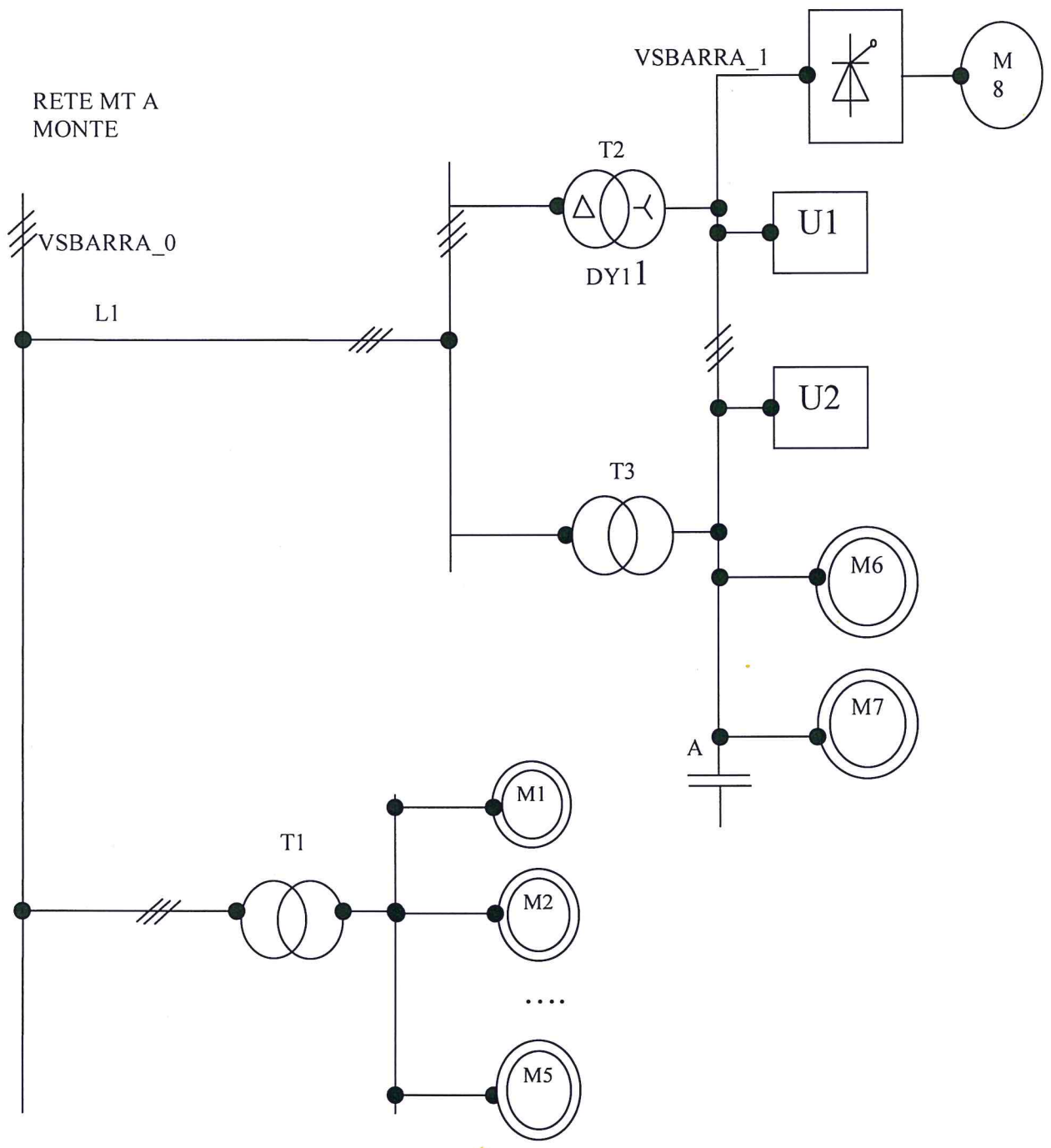
Trasformatore	T2	T3
Potenza nominale [kVA]	500	600
Tensioni nominali V_{1n}/V_{2n} [kV]	24/0.400	24/0.400
Frequenza [Hz]	50	50
Tensione di corto circuito relativa a 75°C [%]	5	4
Potenza di corto circuito percentuale [%]	2	2

Motori asincroni M1 .. M5		Motori asincroni M6, M7		Motore in corrente continua M8	
Potenza nominale [kW]	130	Potenza nominale [kW]	60	Potenza nominale [kW]	200
Rendimento nominale	0.96	Rendimento nominale	0.96	Rendimento nominale	0.9
Tensione nominale V_n [V]	400	Tensione nominale V_n [V]	400	Tensione nominale V_n [V]	450
Frequenza [Hz]	50	Frequenza [Hz]	50		
Fattore di potenza nomin.	0.8	Fattore di potenza nomin.	0.8		
N° di poli	4	N° di poli	4	N° di poli	2

Il candidato dovrà rispondere ai seguenti quesiti:

1. Determinare l'angolo di ritardo di accensione del ponte total controllato sotto l'ipotesi in cui la V_{sbarra_1} sia pari a 400 V.
2. Dimensionare la batteria di condensatori di rifasamento definendone la potenza e il collegamento da installare in A per riportare il valore del fattore di potenza a 0.92 R.
3. Determinare il rapporto tra correnti erogate dai due trasformatori T2 e T3 e le rispettive correnti nominali (fattori di carico)
4. Determinare i parametri della linea L1 secondo il criterio adottato dal candidato.
5. Determinare la tensione di sbarra V_{sbarra_0} .
6. Determinare i dati principali del trasformatore T1.

Il candidato giustifichi le eventuali ipotesi e approssimazioni assunte nel corso dei calcoli.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015 - 10 FEBBRAIO 2016
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 6

COMPANY S.P.A., IMPRESA OPERANTE NEL MANUFATTURIERO, COMMERCIALIZZA DUE CODICI DI PRODOTTO (PRODOTTO X E PRODOTTO Y), REALIZZATI ATTRAVERSO UN PROCESSO PRODUTTIVO ORGANIZZATO IN QUATTRO FASI, DESCRITTE SINTETICAMENTE NEL SEGUITO.

FASE 1

PREPARAZIONE DELLE MATERIE PRIME, SPECIFICHE PER OGNI PRODOTTO.

FASE 2

COMBINAZIONE DELLE MATERIE PRIME E ALLESTIMENTO IN STAMPI.

FASE 3

COSTRUZIONE DEI PRODOTTI.

FASE 4

ASSEMBLAGGIO FINALE (CHE COINVOLGE IL SOLO PRODOTTO X).

LE FASI 1 E 2 RICHIEDONO L'UTILIZZO DI DUE MACCHINARI SPECIFICI:

- UN IMPIANTO ACQUISTATO DALL'IMPRESA L'1/01/2005 AD UN VALORE DI 400.000€ E VITA UTILE FISCALE PARI A 10 ANNI. TALE IMPIANTO PRESENTA UNA CAPACITA' PRODUTTIVA DI TARGA DI 25.000 ORE. RICHIEDE INOLTRE E 800 ORE ALL'ANNO DI MANUTENZIONE.
- UN MACCHINARIO ACQUISTATO DALLA COMPANY S.P.A. NEL CORSO DEL 2012 AD UN VALORE DI 950.000 € E VITA UTILE FISCALE 4 ANNI. QUESTO MACCHINARIO PRESENTA UNA CAPACITA' PRODUTTIVA DI TARGA DI 95.000 ORE, CON FERMI PER MANUTENZIONE ORDINARIA TRASCURABILI.

LA FASE 3 È SUPPORTATA DA UN MACCHINARIO INNOVATIVO CHE LA COMPANY HA ACQUISTATO L'1/01/2010 PER 1.500.000 € E VITA UTILE FISCALE PARI A 6 ANNI. È RAGIONEVOLE ASSUMERE CHE TALE IMPIANTO ABBAIA CAPACITÀ PRODUTTIVA SIGNIFICATIVAMENTE SUPERIORE RISPETTO ALLA PRODUZIONE NECESSARIA.

LA FASE 4 È ALTAMENTE AUTOMATIZZATA E RICHIEDE UN IMPIANTO INTERNALIZZATO NEL CORSO DEL 2008 AD UN VALORE DI 800.000 € (VITA UTILE FISCALE 8 ANNI), CON CAPACITÀ DI PROCESSARE 4.500 UNITÀ PER TRIMESTRE AVENTE LA CAPACITÀ DI RINFORZARE 10.000 PNEUMATICI OGNI SEMESTRE.

LA TABELLA SOTTOSTANTE RIPORTA I DETTAGLI RELATIVI ALLA PRODUZIONE DI X E Y.

Prodotto	Consumo materie prime per unità di prodotto finito	Lavoro diretto complessivamente necessario per unità di prodotto finito	Tempo macchina fase 1 per unità di prodotto finito	Tempo macchina fase 2 per unità di prodotto finito	Tempo macchina fase 3 per unità di prodotto finito	Tempo macchina fase 4 per unità di prodotto finito
X	9 kg	1,8 h	0,4 h	1 h	0,5 h	2,5 h
Y	13 kg	3 h	0,6 h	2 h	0,7 h	0 h

IL LAVORO DIRETTO EFFETTUATO NELLE 4 FASI COINVOLGE DIPENDENTI ASSUNTI A TEMPO INDETERMINATO E NON LICENZIABILI (COSÌ COME I MANAGER E I SUPERVISORI DELL'IMPRESA). LO STIPENDIO DEI DIPENDENTI È DI 15 €/H.

COMPANY GESTISCE E VALORIZZA LE PROPRIE SCORTE SECONDO LA LOGICA "FIFO" E COSTO PIENO INDUSTRIALE (FULL COSTING).

I COSTI INDIRETTI INDUSTRIALI VARIABILI COMPLESSIVAMENTE DIPENDONO PRINCIPALMENTE DA:

- MATERIALI INDIRETTI (1,8 €/UNITÀ);
- ENERGIA (2,3 €/UNITÀ).

LA MATERIA PRIMA È APPROVVIGIONATA DA UN FORNITORE TERZO CHE LA CEDE AD UN COSTO DI 3,8 €/KG, CON PAGAMENTO A 120 GIORNI.

A SUA VOLTA, COMPANY CONCEDE AI SUOI CLIENTI UNA DILAZIONE DI PAGAMENTO MASSIMA DI 90 GIORNI.

ESISTE POI LA POSSIBILITÀ DI REALIZZARE X E Y IN SUBFORINTURA, RIVOLGENDOSI AD UN CONTOTERZISTA CHE PUÒ FORNIRE I DUE PRODOTTI ALLA COMPANY A QUESTO COSTO (ESCLUDENDO TUTTAVIA LA POSSIBILITÀ DI DILAZIONARE DI PAGAMENTO :

- 42 €/UNITÀ PER X;
- 68 €/UNITÀ PER Y.

LA CAPACITÀ PRODUTTIVA DEL CONTOTERZISTA FA SÌ CHE NON POSSA REALIZZARE PIÙ DI 8.000 UNITÀ DI X E 9.000 UNITÀ DI Y.

COMPANY HA EFFETTUATO LE SEGUENTI PREVISIONI DI VENDITA DEI PRODOTTI X E Y PER L'ANNO 2015:

- 20.000¹ CODICI X PREZZO DI VENDITA 88 €/UNITÀ);
- 35.000² CODICI Y (PREZZO DI VENDITA 120 €/UNITÀ).

LA GIACENZA FINALE ATTESA DI MATERIE PRIME AUMENTERÀ DEL 10% RISPETTO A QUELLA INIZIALE E LA GIACENZA FINALE DI PRODOTTI FINITI PER AUMENTERÀ RISPETTIVAMENTE DI +800 UNITÀ PER X E +300 UNITÀ PER Y RISPETTO ALLA SITUAZIONE INIZIALE.

¹ DECISIONE NON MODIFICABILE

² DECISIONE NON MODIFICABILE

LA TABELLA SOTTOSTANTE RIPORTA INFORMAZIONI RELATIVE ALLE SCORTE PRESENTI IN MAGAZZINO AD INIZIO 2015.

	Quantità	Valore
MATERIE PRIME	65.000 kg	302.000 €
WIP	TRASCURABILI	
PRODOTTI FINITI CODICE X	0 X	0 €
PRODOTTI FINITI CODICE T	0 Y	0 €

NEL 2014 LA COMPANY S.P.A. HA INOLTRE SOSTENUTO I SEGUENTI COSTI:

- MARKETING PARI A 40.000 €;
- INVESTIMENTO IN RICERCA E SVILUPPO PARI A 100.000 €;
- AMMINISTRAZIONE PARI A 30.000 €;
- INVESTIMENTO IN SISTEMA INFORMATIVO PARI A 15.000 € (EFFETTUATO IL 1/01/2015 E CON PAGAMENTO A 4 MESI), AMMORTIZZABILE A PARTIRE DAL 2016 SU 3 ANNI A QUOTE LINEARI E COSTANTI.

IL 1/01/2012 LA COMPANY S.P.A. PROCEDE ANCHE AL RIPAGAMENTO DEL 50% DELLE OBBLIGAZIONI IN CIRCOLAZIONE, CON PAGAMENTO DEI RELATIVI DIVIDENDI MATURATI NEL CORSO DEL 2014, PER UN VALORE PARI A 200.000 €. GLI INTERESSI RELATIVI ALLE OBBLIGAZIONI ANCORA IN CIRCOLAZIONE SARANNO PAGATI NEL 2016.

NEL CORSO DEL 2015 LA COMPANY S.P.A. OTTIENE PROVENTI DALLA GESTIONE FINANZIARIA PARI A 23.000 €, MA INCORRE IN ESBORSI INERENTI AI DEBITI FINANZIARI DI BREVE (TASSI DI INTERESSE DEL 10% A SEMESTRE) E LUNGO TERMINE (TASSI DI INTERESSE DEL 7% ANNUO). SEMPRE NEL CORSO DEL 2015 L'IMPRESA VERSA DIVIDENDI PARI AL 30% DELL'UTILE NETTO D'ESERCIZIO CONSEGUITO NELL'ANNO PRECEDENTE.

PER QUANTO CONCERNE LA GESTIONE TRIBUTARIA, NEL CORSO DEL 2015 LA COMPANY S.P.A. DOVRÀ SALDARE IL DEBITO³ RELATIVO ALL'ANNO CONTABILE 2014 (ISCRITTO A BILANCIO) E SOTTOSTARE ALL'ALIQUOTA DEL 40% (SI IPOTIZZI CHE LE IMPOSTE DI COMPETENZA DELL'ANNO 2015 SIANO EQUIVALENTI IN VALORE A QUELLE DEL 2014).

DI SEGUITO È RIPORTATO IL PROSPETTO DI STATO PATRIMONIALE DELLA COMPANY S.P.A. AL 31/12/2014 (DATI ESPRESSI IN MIGLIAIA DI EURO).

³ IL DEBITO ISCRITTO A BILANCIO RAPPRESENTA LA QUOTA DEL 50% DELLE IMPOSTE DI COMPETENZA DEL 2014

ATTIVO	PASSIVO
Attività non correnti: 3.723,125	Patrimonio netto: 2.403,875
Immobili, impianti e macchinari: 3.687,125	Cap. Sociale: 2.325
Attività finanziarie: 36	Riserve: 45,875
Attività correnti: 1.031,75	Utile dell'esercizio: 33
Crediti commerciali: 199,75	Passività non correnti: 1805
Rimanenze: 681,875	Fondi relativi al personale: 25
Cassa: 150,125	Fondo manutenzione: 50
	Debiti vs banche: 1.000
	Obbligazioni in circolazione: 730
	Passività non correnti: 546
	Debiti vs banche: 500
	Debiti tributari: 46
TOTALE 4.754,875	TOTALE 4.754,875

DOMANDA 1

IN BASE ALLE INDICAZIONI FORNITE, VERIFICARE LA FATTIBILITÀ DELLE PREVISIONI DI VENDITA FORMULATE DA COMPANY S.P.A PER L'ANNO 2015. QUALORA TALI PREVISIONI RISULTASSERO INFATTIBILI, PROPORRE E VALUTARE LE SOLUZIONI ALTERNATIVE CHE L'IMPRESA POTREBBE METTERE IN ATTO.

DOMANDA 2

A FRONTE DELLA FATTIBILITÀ O INFATTIBILITÀ DELLE PREVISIONI (DISCUSSA IN DOMANDA 1), E SAPENDO CHE LA COMPANY S.P.A. ADOTTA UNA LOGICA CHE PREVEDE DI AUMENTARE ANNUALMENTE I COSTI DI PERIODO DEL +12% RISPETTO AI VALORI DELL'ANNO PRECEDENTE, REDIGERE E COMMENTARE I BUDGET OPERATIVI, DEGLI INVESTIMENTI E FINANZIARI PER L'ANNO 2015.

NEL 2015 LA COMPANY S.P.A. STA INOLTRE VALUTANDO L'OPPORTUNITÀ DI ESTENDERE LA PROPRIA PRESENZA DI MERCATO INTRODUCENDO UN PRODOTTO Z. TALE PRODUZIONE POTREBBE ESSERE AFFIANCATA ALLA PRODUZIONE DI X E Y, RICHIEDENDO L'INTRODUZIONE DI UNA QUINTA FASE PRODUTTIVA.

IN QUESTA QUINTA FASE SAREBBE NECESSARIO INTRODURRE A INIZIO 2016 UNA SERIE DI ASSET PER UN COSTO DI 1.800.000 € (VITA UTILE FISCALE DI 6 ANNI), CORRISPOSTO IN QUATTRO RATE DI UGUALE ENTITÀ: LA PRIMA IL 1/01/2016, LA SECONDA IL 1/07/2016, LA TERZA IL 1/01/2017 E LA QUARTA IL 1/07/2017. LE PRIME DUE RATE SAREBBERO FINANZIATE ATTRAVERSO L'ACCENSIONE DI UN DEBITO DI BREVE TERMINE, CON TASSO DI INTERESSE DELL'8% ANNUO.

GLI ASSET AVREBBERO COMPLESSIVAMENTE UNA CAPACITÀ PRODUTTIVA ANNUA NETTA DI 25.000 ORE E NECESSITEREBBE DELL'UTILIZZO DI ENERGIA E MATERIALI INDIRETTI PER UN COSTO COMPLESSIVO DI 3,2 € PER OGNI ORA DI FUNZIONAMENTO.

L'IMPIANTO SAREBBE SUPERVISIONATO DA 2 OPERAI⁴ ASSUNTI EX NOVO DALL'IMPRESA, CON UN SALARIO ORARIO DI 22 €; GLI OPERAI AVREBBERO ANCHE LA NECESSITÀ DI SEGUIRE UN CORSO DI FORMAZIONE DAL COSTO DI 10.000 €, INTERAMENTE CONTABILIZZABILI NEL 2015.

LA COMPANY S.P.A. PREVEDE CHE NEL 2016 PROTREBBE VENDERE 700 UNITÀ DEL CODICE Z, CON UN AUMENTO ANNUO DEL 10% FINO AL 2020 (COMPRESO).

GLI INPUT PER LA PRODUZIONE DI Z CONSISTEREBBERO IN 4 COMPONENTI DEL COSTO DI 25 € CIASCUNO. COMPLESSIVAMENTE, LE LAVORAZIONI E L'ASSEMBLAGGIO DELLE 4 COMPONENTI DEL CODICE Z RICHIEDEREBBERO 4 H/UNITÀ DI TEMPO DEI NUOVI ASSET INTRODOTTI.

SI ASSUME INOLTRE CHE ALL'INTERNO DI QUESTA ALTERNATIVA DI INVESTIMENTO COMPANY S.P.A. NON VORREBBE DETENERE SCORTE E NON CONCEDEREBBE DILAZIONI DI PAGAMENTO.

DOMANDA 3

VALUTARE L'INVESTIMENTO SECONDO LA LOGICA DEL CAPITALE PROPRIO⁵ AL NETTO DELLE IMPOSTE, ATTRAVERSO TUTTI I CRITERI E METODI DI VALUTAZIONE NOTI.

⁴ OPERANTI IN PARALLELO

⁵ IL COSTO DEL CAPITALE PER L'AZIONISTA AL NETTO DELLE IMPOSTE È PARI ALL'8%

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015 - 10 FEBBRAIO 2016
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 7

Si chiede il dimensionamento di un condensatore a fascio tubiero che risponda alle seguenti specifiche:

- portata di vapore: 90 t/h
- titolo del vapore: 0.88
- pressione di condensazione: 70 mbar
- temperatura di ingresso dell'acqua di raffreddamento: 20°C
- differenza di temperatura per l'acqua di raffreddamento: 8°C

Il candidato dovrà scegliere opportunamente il numero di passaggi nel lato freddo, il diametro dei tubi, il passo da adottare per distanziare i tubi, lo spessore dei tubi, la velocità media dell'acqua nei tubi, dandone motivata giustificazione.

Per le proprietà termofisiche dell'acqua di raffreddamento, si considerino i seguenti valori:

- viscosità dinamica: 1 cP
- conducibilità termica: 0.6 W/(m·K)

Il candidato può integrare eventuali dati mancanti con le dovute giustificazioni.

tabelle termodinamiche: acqua in condizioni di saturazione

T [°C]	P [MPa]	L		V		L		V		L		V	
		ρ [kg/m ³]	ρ [kg/m ³]	v [m ³ /kg]	v [m ³ /kg]	h [kJ/kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/kg-K]	s [kJ/kg-K]				
5	0.0009	1000	0.007	1.000E-03	1.470E+02	21	2510	0.076	9.025				
15	0.0017	999	0.013	1.001E-03	7.788E+01	63	2528	0.224	8.780				
25	0.0032	997	0.023	1.003E-03	4.334E+01	105	2547	0.367	8.557				
35	0.0056	994	0.040	1.006E-03	2.521E+01	147	2565	0.505	8.352				
45	0.0096	990	0.066	1.010E-03	1.525E+01	188	2582	0.639	8.163				
55	0.0158	986	0.105	1.015E-03	9.564E+00	230	2600	0.768	7.990				
65	0.0250	981	0.161	1.020E-03	6.194E+00	272	2618	0.894	7.830				
75	0.0386	975	0.242	1.026E-03	4.129E+00	314	2635	1.016	7.681				
85	0.0579	969	0.354	1.032E-03	2.826E+00	356	2651	1.135	7.543				
95	0.0846	962	0.505	1.040E-03	1.981E+00	398	2668	1.250	7.415				
105	0.1209	955	0.705	1.047E-03	1.418E+00	440	2683	1.363	7.295				
115	0.1692	947	0.965	1.056E-03	1.036E+00	483	2699	1.474	7.183				
125	0.2322	939	1.299	1.065E-03	7.700E-01	525	2713	1.582	7.077				
135	0.3132	931	1.719	1.075E-03	5.817E-01	568	2727	1.687	6.977				
145	0.4157	922	2.242	1.085E-03	4.460E-01	611	2740	1.791	6.883				
155	0.5435	912	2.886	1.096E-03	3.465E-01	654	2752	1.892	6.793				
165	0.7009	903	3.671	1.108E-03	2.724E-01	697	2763	1.992	6.707				
175	0.8926	892	4.617	1.121E-03	2.166E-01	741	2773	2.091	6.624				
185	1.1235	882	5.750	1.134E-03	1.739E-01	785	2781	2.188	6.545				
195	1.3988	870	7.098	1.149E-03	1.409E-01	830	2789	2.283	6.468				
205	1.7243	859	8.690	1.165E-03	1.151E-01	875	2795	2.378	6.393				
215	2.1058	847	10.562	1.181E-03	9.468E-02	921	2799	2.471	6.320				
225	2.5497	834	12.755	1.199E-03	7.840E-02	967	2802	2.564	6.248				
235	3.0625	820	15.314	1.219E-03	6.530E-02	1014	2803	2.656	6.178				
245	3.6512	806	18.297	1.240E-03	5.465E-02	1062	2802	2.748	6.107				
255	4.3229	791	21.768	1.264E-03	4.594E-02	1110	2799	2.839	6.037				
265	5.0853	776	25.809	1.289E-03	3.875E-02	1160	2794	2.931	5.966				
275	5.9464	759	30.520	1.318E-03	3.277E-02	1211	2785	3.022	5.894				
285	6.9147	741	36.028	1.349E-03	2.776E-02	1263	2774	3.115	5.821				
295	7.9991	722	42.501	1.385E-03	2.353E-02	1317	2759	3.208	5.745				
305	9.2094	702	50.167	1.425E-03	1.993E-02	1373	2739	3.303	5.666				
315	10.5560	679	59.344	1.472E-03	1.685E-02	1432	2715	3.400	5.582				
325	12.0510	654	70.506	1.528E-03	1.418E-02	1494	2684	3.500	5.491				
335	13.7070	626	84.407	1.597E-03	1.185E-02	1560	2645	3.605	5.391				
345	15.5410	594	102.360	1.685E-03	9.769E-03	1632	2595	3.718	5.276				
355	17.5700	553	127.090	1.808E-03	7.868E-03	1714	2527	3.844	5.138				
365	19.8210	496	166.350	2.017E-03	6.012E-03	1818	2423	4.001	4.950				
373.5	21.9460	381	263.600	2.627E-03	3.794E-03	1996	2195	4.270	4.579				

- T temperatura
- p pressione
- ρ massa volumica
- v volume specifico alla massa
- h entalpia specifica alla massa
- s entropia specifica alla massa
- L liquido
- V vapore

tabelle termodinamiche: acqua in condizioni di saturazione

T [°C]	P [MPa]	L		V		L		V		L		V	
		ρ [kg/m ³]	ρ [kg/m ³]	v [m ³ /kg]	v [m ³ /kg]	h [kJ/kg]	h [kJ/kg]	s [kJ/kg-K]	s [kJ/kg-K]				
7.0	0.0010	1000	0.008	1.000E-03	1.292E+02	29	2514	0.106	8.975				
24.1	0.0030	997	0.022	1.003E-03	4.565E+01	101	2545	0.354	8.576				
32.9	0.0050	995	0.035	1.005E-03	2.819E+01	138	2561	0.476	8.394				
39.0	0.0070	993	0.049	1.008E-03	2.052E+01	163	2572	0.559	8.275				
43.8	0.0090	991	0.062	1.009E-03	1.620E+01	183	2580	0.622	8.186				
45.8	0.0100	990	0.068	1.010E-03	1.467E+01	192	2584	0.649	8.149				
69.1	0.0300	978	0.191	1.022E-03	5.228E+00	289	2625	0.944	7.768				
81.3	0.0500	971	0.309	1.030E-03	3.240E+00	341	2645	1.091	7.593				
89.9	0.0700	965	0.423	1.036E-03	2.365E+00	377	2659	1.192	7.479				
96.7	0.0900	961	0.535	1.041E-03	1.869E+00	405	2670	1.270	7.394				
99.6	0.1000	959	0.590	1.043E-03	1.694E+00	418	2675	1.303	7.359				
133.5	0.3000	932	1.651	1.073E-03	6.058E-01	561	2725	1.672	6.992				
151.8	0.5000	915	2.668	1.093E-03	3.748E-01	640	2748	1.860	6.821				
165.0	0.7000	903	3.666	1.108E-03	2.728E-01	697	2763	1.992	6.707				
175.4	0.9000	892	4.654	1.121E-03	2.149E-01	743	2773	2.094	6.621				
179.9	1.0000	887	5.145	1.127E-03	1.944E-01	763	2777	2.138	6.585				
212.4	2.0000	850	10.042	1.177E-03	9.959E-02	909	2798	2.447	6.339				
233.9	3.0000	822	15.001	1.217E-03	6.666E-02	1008	2803	2.646	6.186				
250.4	4.0000	798	20.090	1.253E-03	4.978E-02	1088	2801	2.797	6.070				
263.9	5.0000	777	25.351	1.286E-03	3.945E-02	1155	2794	2.921	5.974				
275.6	6.0000	758	30.818	1.319E-03	3.245E-02	1214	2785	3.028	5.890				
285.8	7.0000	740	36.525	1.352E-03	2.738E-02	1268	2773	3.122	5.815				
295.0	8.0000	722	42.507	1.385E-03	2.353E-02	1317	2759	3.208	5.745				
303.3	9.0000	705	48.804	1.418E-03	2.049E-02	1364	2743	3.287	5.679				
311.0	10.0000	688	55.463	1.453E-03	1.803E-02	1408	2726	3.361	5.616				
318.1	11.0000	672	62.541	1.489E-03	1.599E-02	1450	2706	3.430	5.555				
324.7	12.0000	655	70.106	1.526E-03	1.426E-02	1492	2685	3.497	5.494				
330.9	13.0000	638	78.245	1.567E-03	1.278E-02	1532	2663	3.561	5.434				
336.7	14.0000	621	87.069	1.610E-03	1.149E-02	1571	2638	3.623	5.373				
342.2	15.0000	604	96.727	1.657E-03	1.034E-02	1610	2611	3.685	5.311				
347.4	16.0000	585	107.420	1.709E-03	9.309E-03	1650	2581	3.746	5.246				
352.3	17.0000	565	119.460	1.769E-03	8.371E-03	1690	2548	3.808	5.179				
357.0	18.0000	544	133.300	1.840E-03	7.502E-03	1732	2510	3.872	5.106				
361.5	19.0000	519	149.760	1.927E-03	6.677E-03	1777	2466	3.940	5.026				
365.8	20.0000	490	170.500	2.040E-03	5.865E-03	1827	2412	4.016	4.931				
369.8	21.0000	453	200.160	2.206E-03	4.996E-03	1888	2339	4.106	4.808				
373.7	22.0000	370	274.160	2.704E-03	3.648E-03	2011	2173	4.295	4.545				

- T temperatura
- p pressione
- ρ massa volumica
- v volume specifico alla massa
- h entalpia specifica alla massa
- s entropia specifica alla massa
- L liquido
- V vapore

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015 - 10 FEBBRAIO 2016
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

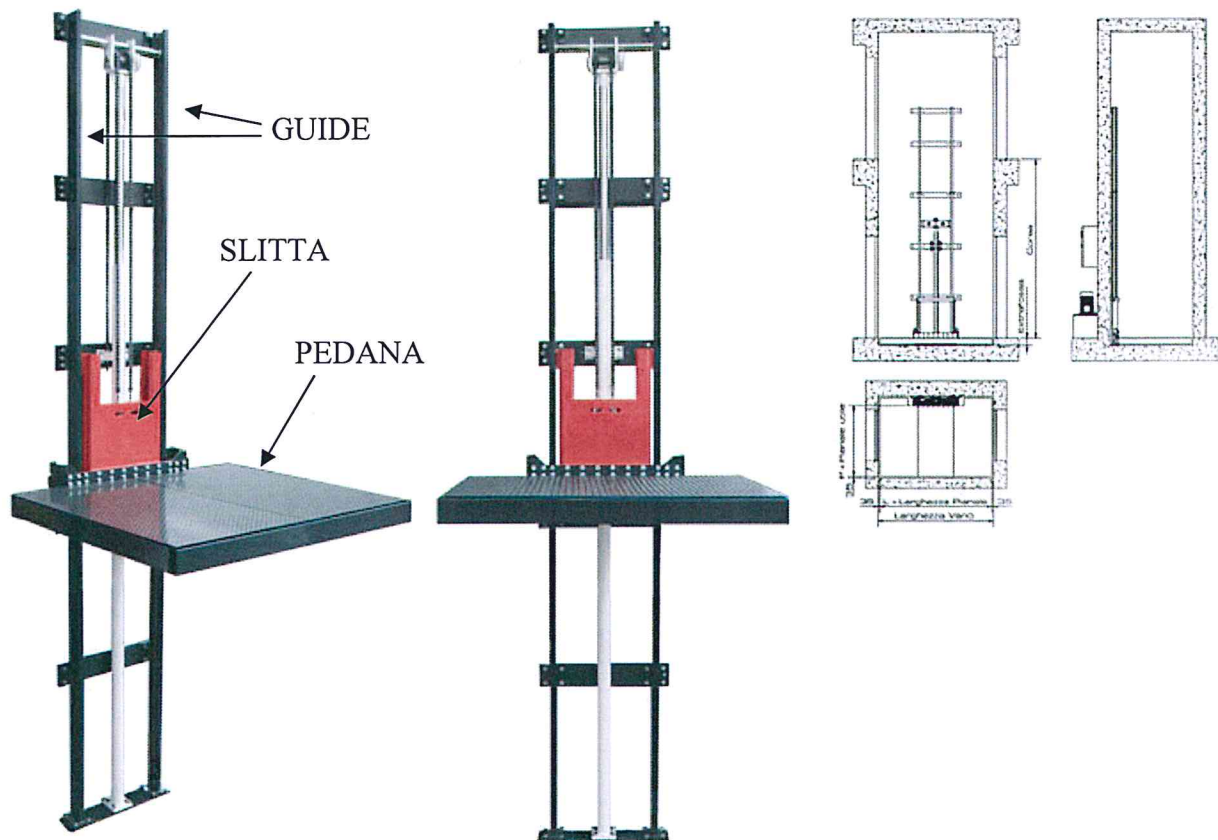
III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 8

IL SISTEMA RAPPRESENTATO IN FIGURA È UN MONTACARICHI MONO COLONNA ELETTRIDRAULICO, TIPICAMENTE UTILIZZATO PER IL TRASFERIMENTO VERTICALE, A DIVERSI PIANI, INTERRATI O IN ELEVAZIONE, DI MERCI. IL MONTACARICHI DISPONE DI UNA STRUTTURA FISSATA A PARETE E DI UNA PIATTAFORMA MOBILE.



IL SISTEMA DEVE ESSERE IN GRADO DI SOLLEVARE FINO A 500 KG AD UNA ALTEZZA MASSIMA DI 3 M

IL CANDIDATO REALIZZI:

1. UN DISEGNO PRELIMINARE DEL SISTEMA, PONENDO PARTICOLARE ATTENZIONE ALL'ACCOPPIAMENTO TRA GLI ELEMENTI IN MOVIMENTO (SLITTA/GUIDE) E QUELLI RIGIDAMENTE VINCOLATI (SLITTA/PEDANA)
2. IL DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI MOVIMENTAZIONE (PISTONE, POMPA, CIRCUITO DI ALIMENTAZIONE, ECC.) IN FUNZIONE DELLA LEGGE DI MOTO DELLA PEDANA IDENTIFICATA SIA PER LA FASE DI SALITA CHE PER QUELLA DI DISCESA
3. IL DIMENSIONAMENTO DELLA PEDANA (SEZIONE, MATERIALI, ECC.)
4. IL DIMENSIONAMENTO DELLA SLITTA
5. IL DIMENSIONAMENTO DELLA STRUTTURA VERTICALE VINCOLATA ALLA PARETE
6. IL DISEGNO TECNICO COMPLESSIVO DELLA MACCHINA

SI FORNISCANO INOLTRE:

7. INDICAZIONI SUI SISTEMI DI SICUREZZA DA INSTALLARE A BORDO MACCHINA E SUI POSSIBILI COLLAUDI EFFETTUABILI

IL CANDIDATO HA FACOLTA' DI SCEGLIERE LIBERAMENTE TUTTI I DATI DI PROGETTO NON RIPORTATI, PUR COMMENTANDOLI ADEGUATAMENTE,

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015 - 10 FEBBRAIO 2016
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 9

Si consideri un pannello termicamente isolante, costituito da un materiale di riempimento interposto tra due lamine, come illustrato nel disegno sottostante.

La lunghezza del pannello (L) è 1 m, la sua larghezza (b) è 40 cm e il suo spessore totale (h) è 3 cm. Il materiale di riempimento è un polimero espanso con modulo di elasticità longitudinale pari a 0,2 GPa e conduttività termica pari a $0,04 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$.

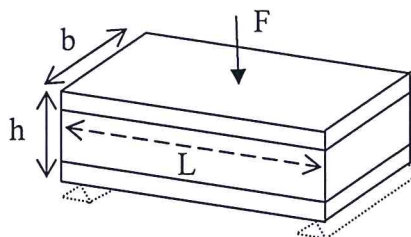
Se sottoposto a flessione, il pannello deve avere bassa cedevolezza (S), espressa come il rapporto tra lo spostamento massimo (δ) e la forza (F) applicata. Assumendo che la forza sia applicata come è illustrato nel disegno sottostante e trascurando la deformazione di taglio, lo spostamento massimo è espresso dalla relazione:

$$\delta = \frac{FL^3}{48EI}$$

dove E e I sono riferiti all'intero pannello e rappresentano il modulo elastico equivalente e il momento di inerzia della sezione, rispettivamente.

Si assuma che ci sia adesione totale tra le lamine e il materiale di riempimento.

- 1) Si selezioni il materiale delle lamine affinché la cedevolezza S non sia maggiore di $2 \cdot 10^{-6} \text{ m/N}$ ed il flusso termico trasmesso in direzione perpendicolare alla faccia superiore del pannello, in condizioni stazionarie, non sia maggiore di 60 W/m^2 quando la differenza di temperatura tra le facce superiore e inferiore è $40 \text{ }^\circ\text{C}$.
- 2) Si spieghi quali considerazioni conducono alla definizione della massima temperatura di esercizio del pannello.
- 3) Si spieghi se il materiale selezionato al punto 1 presenta sufficiente resistenza a corrosione in atmosfere urbana e marina e si illustrino trattamenti idonei per migliorare tale resistenza.



Materiale	Modulo di elasticità longitudinale (GPa)	Conduttività termica ($\text{W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$)
C 20	210	52
6061	70	170
AZ 31	45	95
GFRP	21	0,4

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE
II SESSIONE 2015 - 10 FEBBRAIO 2016
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

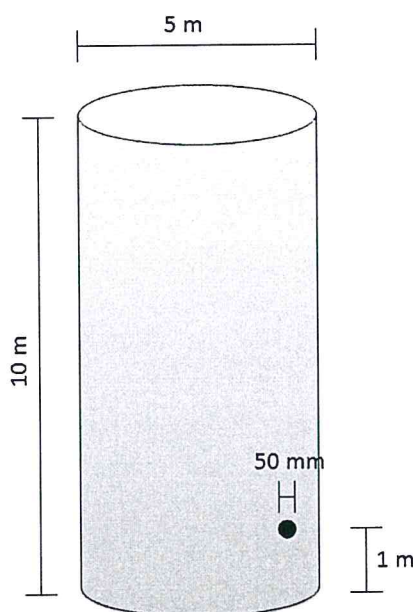
III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE A

PROVA PRATICA

TEMA N. 10

Si consideri un serbatoio di benzina, senza bacino di contenimento, (altezza 10 m e diametro 5 m) mantenuto a pressione atmosferica con una corrente di azoto.



Un impatto accidentale provoca in foro con diametro equivalente di 50 mm, a 1 m di altezza. Considerando che all'inizio dell'impatto esso fosse pieno all'85%, si calcoli:

- la portata scaricata
- il diametro della pozza di benzina considerando che ci sia innesco immediato (si ipotizzi la tenuta del serbatoio di benzina che quindi non viene coinvolto nel fenomeno di fiamma)
- l'irraggiamento su un'altra apparecchiatura posta a 30 m dal bordo della pozza e a 1 m da terra e si descrivano le conseguenze

Dati utili al calcolo

Tamb	Densità Benzina* ¹	Δh_{comb} Benzina*	Δh_{ev} Benzina*	Cp Benzina*
18°C	740 kg/m ³	-5430 KJ/mol	41.95 KJ/mol	251.8 J/molK

¹ La Benzina è stata assimilata al n-Ottano