

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 25 GIUGNO 2014
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

**PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)**

TEMA N. 1

Il candidato immagini di essere assunto da un'impresa industriale di piccole / medie dimensioni che, pur producendo beni di elevato contenuto tecnologico, opera con metodi ed attrezzature obsoleti.

Facendo, se necessario, ricorso ad un caso di sua conoscenza o simulandolo, il candidato descriva come affronterebbe la situazione.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 25 GIUGNO 2014
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA SCRITTA
(PROVA DI SETTORE)

TEMA N. 2

Sicurezza, salute, ambiente: la cultura industriale negli ultimi 60 anni ha subito una notevole evoluzione rispetto a tali problematiche.

Il candidato segnali e commenti norme e leggi conosciute che abbiano come oggetto questi argomenti.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 25 GIUGNO 2014
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 1

Il candidato descriva esaurientemente gli organi di atterraggio di un velivolo, indicandone i criteri progettuali e le varie soluzioni tecnologiche disponibili, analizzandone vantaggi e svantaggi.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 25 GIUGNO 2014
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 2

Il candidato prenda in considerazione un particolare tessuto biologico e descriva le possibili prove di caratterizzazione meccanica e chimico-fisica che possono essere utilizzate per descriverne il comportamento anche in relazione alla possibilità di valutare la presenza di eventuali danni o patologie.

Il candidato illustri e motivi le prove più adeguate, descrivendone anche la procedura sperimentale e i possibili output ottenibili.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 25 GIUGNO 2014
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

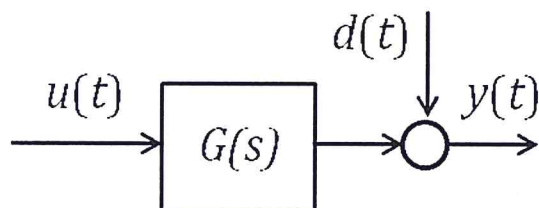
III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 3

Si consideri lo schema a blocchi seguente, dove $G(s)$ rappresenta la funzione di trasferimento del sistema avente ingresso manipolabile $u(t)$ e uscita $y(t)$, e $d(t)$ rappresenta un generico disturbo additivo non misurabile agente sul sistema, come illustrato in figura.



1. Dato un segnale di riferimento $y^o(t)$ per la variabile di uscita $y(t)$, si descrivano i criteri generali di progetto per lo sviluppo di:

- un sistema di controllo ad anello aperto;
- un sistema di controllo ad anello chiuso;

e si disegnano gli schemi a blocchi relativi ad entrambi i tipi di sistema di controllo.

2. Si evidenzino vantaggi e svantaggi dei due tipi di sistema di controllo, considerando tra l'altro i seguenti requisiti: possibilità di stabilizzare il sistema, reattività del sistema di controllo, attenuazione del disturbo, robustezza rispetto ad incertezze di modello.

3. Si disegni e descriva un possibile schema di controllo che integri componenti in anello aperto e il controllo in retroazione.

4. Si illustrino i concetti descritti facendo riferimento a un caso applicativo specifico a scelta.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 25 GIUGNO 2014
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 4

IL CANDIDATO ILLUSTRIL LA PROBLEMATICIA DELLA DISTRIBUZIONE DEI TEMPI DI PERMANENZA IN REATTORI CSTR E PFR E IL SUO IMPATTO SULLE CONVERSIONI OTTENUTE NEI DUE REATTORI PER UNA CINETICA DI REAZIONE IRREVERSIBILE DEL PRIMO ORDINE.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 25 GIUGNO 2014
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 5

L'utilizzo dell'elettronica di potenza per la gestione dell'energia gioca un ruolo fondamentale nelle applicazioni elettriche. Il candidato illustri le potenzialità offerte facendo anche riferimento ad una specifica applicazione. Non si richiedono calcoli e dimensionamenti.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 25 GIUGNO 2014
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 6

1. SI IMMAGINI DI ESSERE IL RESPONSABILE DELLA PRODUZIONE DI UN'IMPRESA CHE REALIZZA SCHEDE ELETTRONICHE. SI ILLUSTRATE IL NUMERO MINIMO DI SCHEDE ELETTRONICHE DA PRODURRE E VENDERE NEL SECONDO SEMESTRE DEL 2014 PER ASSICURARSI CHE I RICAVI GENERATI COPRANO TUTTI I COSTI SOSTENUTI DALL'IMPRESA NEL MEDESIMO PERIODO.
2. SI IMMAGINI DI ESSERE IL RESPONSABILE DELLA RICERCA & SVILUPPO DI UN'IMPRESA FARMACEUTICA CHE STA VALUTANDO SE ACQUISTARE DA UN'AZIENDA BIOTECH LA LICENZA PER PRODURRE E VENDERE UN FARMACO INNOVATIVO PER LA CURA DI MALATTIE NEURODEGENERATIVE. SI ILLUSTRINO I CRITERI CHE UTILIZZERESTE PER DETERMINARE SE ALL'IMPRESA CONVENGA O MENO ACQUISTARE LA LICENZA PER PRODURRE E VENDERE QUESTO FARMACO.
3. SI IMMAGINI DI ESSERE IL DIRETTORE DELLA RICERCA & SVILUPPO DI UN'IMPRESA CHE OPERA NEL SETTORE DEI MATERIALI DA COSTRUZIONE. ILLUSTRARE I CRITERI CHE UTILIZZERESTE PER PROGETTARE UN SISTEMA DI MISURA DELLE PERFORMANCE DEGLI INGEGNERI E RICERCATORI CHE LAVORANO ALL'INTERNO DELLA DIVISIONE DI CUI SIETE RESPONSABILE.
4. SI IMMAGINI DI ESSERE IL RESPONSABILE DELLE VENDITE DI UN'IMPRESA CHE REALIZZA MODULI FOTOVOLTAICI. SI ILLUSTRINO I CRITERI CHE UTILIZZESTE PER CALCOLARE IL PREZZO PIU' OPPORTUNO A CUI VENDERE I VOSTRI PRODOTTI NEL CORSO DEL SECONDO SEMESTRE DEL 2014.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE CIVILE E AMBIENTALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 25 GIUGNO 2014
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

**SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)**

TEMA N. 7

Si consideri una centrale termoelettrica alimentata con carbone, di cui sia nota la composizione elementare in termini di carbonio, idrogeno, zolfo, ossigeno, azoto, umidità e ceneri.

Il candidato formuli e discuta:

- le reazioni elementari della combustione con aria, valutando per ogni kg di combustibile le quantità dei prodotti di reazione presenti nei fumi, unitamente al concetto di potere calorifico superiore ed inferiore;
- gli inquinanti che accompagnano il processo di combustione, con particolare riferimento a quelli che richiedono un sistema di abbattimento.

Illustrare quindi un tipico sistema di abbattimento di uno degli inquinanti previsti dalla normativa, considerando i principi di funzionamento, le specifiche tecniche da considerare in sede di progetto, grandezze e fenomeni che incidono sulle prestazioni.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 25 GIUGNO 2014
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 8

PER UN COMPONENTE MECCANICO DI LARGA DIFFUSIONE (ES. POMPA IDRAULICA) INDICARE LE ATTIVITÀ CHE L'UFFICIO TECNICO DEL COSTRUTTORE DEVE PORRE IN ESSERE A PARTIRE DALLA CONCEZIONE DEL PRODOTTO FINENDO COI DOCUMENTI CHE NE ACCOMPAGNANO LA COMMERCIALIZZAZIONE. (ELENCARE E DESCRIVERNE BREVEMENTE IL CONTENUTO)

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 25 GIUGNO 2014
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

SECONDA PROVA SCRITTA
(PROVA DI CLASSE)

TEMA N. 9

Si descrivano composizione e proprietà dei materiali cementizi e si spieghi come è possibile utilizzare questi materiali per la realizzazione di componenti strutturali sottoposti a sforzi di trazione.

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 1

Il candidato esegua un dimensionamento preliminare del martinetto e dell'accumulatore dell'impianto idraulico di azionamento di un aerofreno per un velivolo passeggeri con le seguenti caratteristiche:

- Superficie aerofreno: 1 m²
- Massa aerofreno: 40 kg

N.b. il candidato assuma valori ragionevoli per i dati non forniti.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 2

Gli impianti dentali osteointegrati risultano necessari in caso di patologie a carico dell'osso mascellare e mandibolare. In particolare, l'impianto, una volta integrato nell'osso, deve essere in grado di svolgere la funzione del dente naturale.

Il candidato descriva i componenti dell'impianto dentale osteointegrato e con quali materiali è possibile realizzare i differenti componenti, motivando la scelta.

Inoltre, il candidato:

- a. indichi a quali tipi di carichi e forze è soggetto l'impianto, considerando una situazione di masticazione normale
- b. programmi le prove meccaniche che si ritengano adeguate per una completa caratterizzazione dell'impianto (specificando la procedura di prova, i parametri di prova in input e gli output ottenibili)
- c. proponga altre tipologie di prove necessarie per una caratterizzazione completa del dispositivo.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

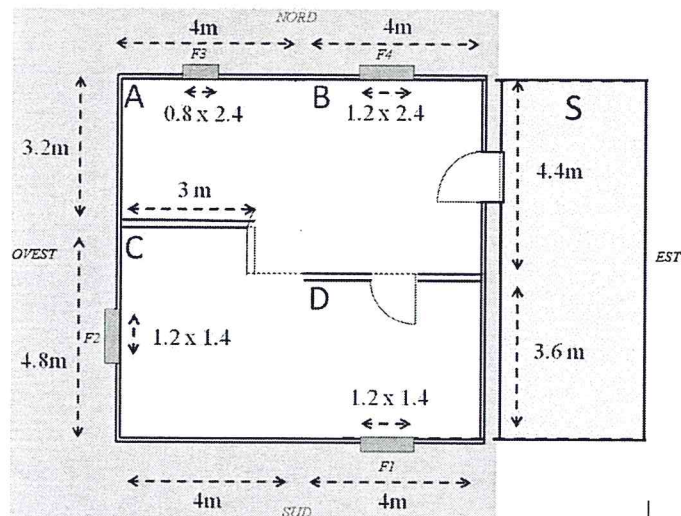
III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 3

Si consideri la pianta dell'appartamento mostrato nella seguente figura, composto da due stanze adiacenti tra loro e collegate tramite porte. Le stanze AB e CD sono adiacenti (ad Est) alla scala (S) del condominio, mentre le pareti dell'appartamento rivolte a Sud, Nord e Ovest sono dotate di finestre F1, ..., F4, come mostrato in figura.



Si supponga che le stanze siano dotate di apparecchi di riscaldamento. Lo scopo del presente lavoro è quello di progettare un sistema di controllo efficiente in grado di mantenere la temperatura delle stanze costante ed al valore desiderato, a fronte di presenza di persone e apparecchi elettronici, scambi termici con l'esterno, irraggiamento solare e altri disturbi (per esempio apertura delle porte e delle finestre).

Si assuma, per semplicità, che il soffitto e il pavimento siano perfettamente isolati. Le principali variabili di interesse sono le seguenti:

- T_1, T_2 : temperature dell'aria (K), rispettivamente, nelle stanze AB e CD, ipotizzate omogenee;
- T_{COND} : temperatura (K) della scala condominiale, ipotizzata omogenea;
- T_{AMB} : temperatura esterna (K), ipotizzata omogenea;
- $I_{NORD}, I_{SUD}, I_{OVEST}$: irradianza (W/m^2) agente sulle pareti rivolte, rispettivamente, a Nord, Sud, Ovest;

- Q_1, Q_2 : potenze (W) erogate dagli impianti di riscaldamento presenti, rispettivamente, nelle stanze AB e CD (ingressi manipolabili).

1. Si scriva un modello matematico a sfondo fisico del sistema che descriva i fenomeni termici in gioco, considerando i seguenti termini (nota: non occorre sostituire i parametri del sistema con i valori numerici):

- scambio termico attraverso le pareti (le pareti perimetrali hanno trasmittanza U_e , le pareti, le porte interne - comprese quelle di collegamento con la scala condominiale - U_i) e le finestre (aventi trasmittanza U_f). Le dimensioni delle pareti e delle finestre sono specificate in figura (altezza soffitto h); si ricorda che l'unità di misura della trasmittanza è W/m^2K ;
- irraggiamento attraverso le pareti e le finestre, dove la potenza trasmessa attraverso una generica superficie è data dalla formula $I \cdot A \cdot \vartheta$, I rappresenta l'irradianza (W/m^2), A è l'area della superficie di irraggiamento coinvolta, e ϑ è un fattore di riduzione dipendente dal coefficiente di assorbimento e dalla resistenza liminare esterna (si assumano due fattori di riduzioni differenti per la finestra e per la parete, i.e., $\vartheta_{FINESTRA}$ e ϑ_{PARETE}).

Siano Q_1, Q_2 le due variabili di controllo del sistema. Le variabili di uscita siano T_1 e T_2 .

2. Dato il modello matematico sviluppato al punto 1, il candidato:

2a. calcoli le matrici ($A, B, G_{AMB}, G_{COND}, G_{IRR}, C$) del sistema lineare ottenuto:

$$\dot{x} = Ax + Bu + G_{AMB}T_{AMB} + G_{COND}T_{COND} + G_{IRR}I$$

$$y = Cx$$

dove $x = [T_1, T_2]'$ è il vettore di stato, $u = [Q_1, Q_2]'$ è il vettore di ingresso, $y = [T_1, T_2]'$ è il vettore di uscita, $I = [I_{NORD}, I_{SUD}, I_{OVEST}]'$ è il vettore delle irradianze (che, insieme alle variabili T_{AMB} e T_{COND} , costituiscono i disturbi misurabili del sistema).

2b. calcoli (in funzione dei parametri) la matrice di trasferimento tra il vettore di ingresso u e il vettore di uscita y .

3. Si desidera progettare un sistema di controllo decentralizzato per il sistema. A tal fine si considerino le seguenti funzioni di trasferimento, ottenute dal sistema:

$$G_{11}(s) = \frac{7.6 \cdot 10^{-6}(s + 0.001)}{(s + 0.0005)(s + 0.0015)}, G_{12}(s) = \frac{4 \cdot 10^{-9}}{(s + 0.0005)(s + 0.0015)}$$

$$G_{21}(s) = \frac{4 \cdot 10^{-9}}{(s + 0.0005)(s + 0.0015)}, G_{22}(s) = \frac{7.3 \cdot 10^{-6}(s + 0.001)}{(s + 0.0005)(s + 0.0015)}$$

dove $G_{ij}(s)$ è la funzione di trasferimento tra l'ingresso Q_j e l'uscita T_i . Le funzioni di trasferimento (semplificate) che descrivono il legame tra i disturbi misurabili $T_{AMB}, T_{COND}, I_{NORD}, I_{SUD}, I_{OVEST}$ e le uscite T_1 e T_2 sono:

$$G_{1,AMB}(s) = \frac{0.0004}{(s + 0.0005)}, G_{2,AMB}(s) = \frac{0.0003}{(s + 0.0005)}$$

$$G_{1,COND}(s) = \frac{0.0002}{(s + 0.0005)}, G_{2,COND}(s) = \frac{0.0003}{(s + 0.0005)}$$

$$G_{1,NORD}(s) = \frac{4 \cdot 10^{-6}}{(s + 0.0005)}, G_{2,NORD}(s) = \frac{2 \cdot 10^{-9}}{(s + 0.0005)(s + 0.0015)}$$

$$G_{1,OVEST}(s) = \frac{1 \cdot 10^{-6}}{(s + 0.0005)}, G_{2,OVEST}(s) = \frac{2 \cdot 10^{-6}}{(s + 0.0005)}$$

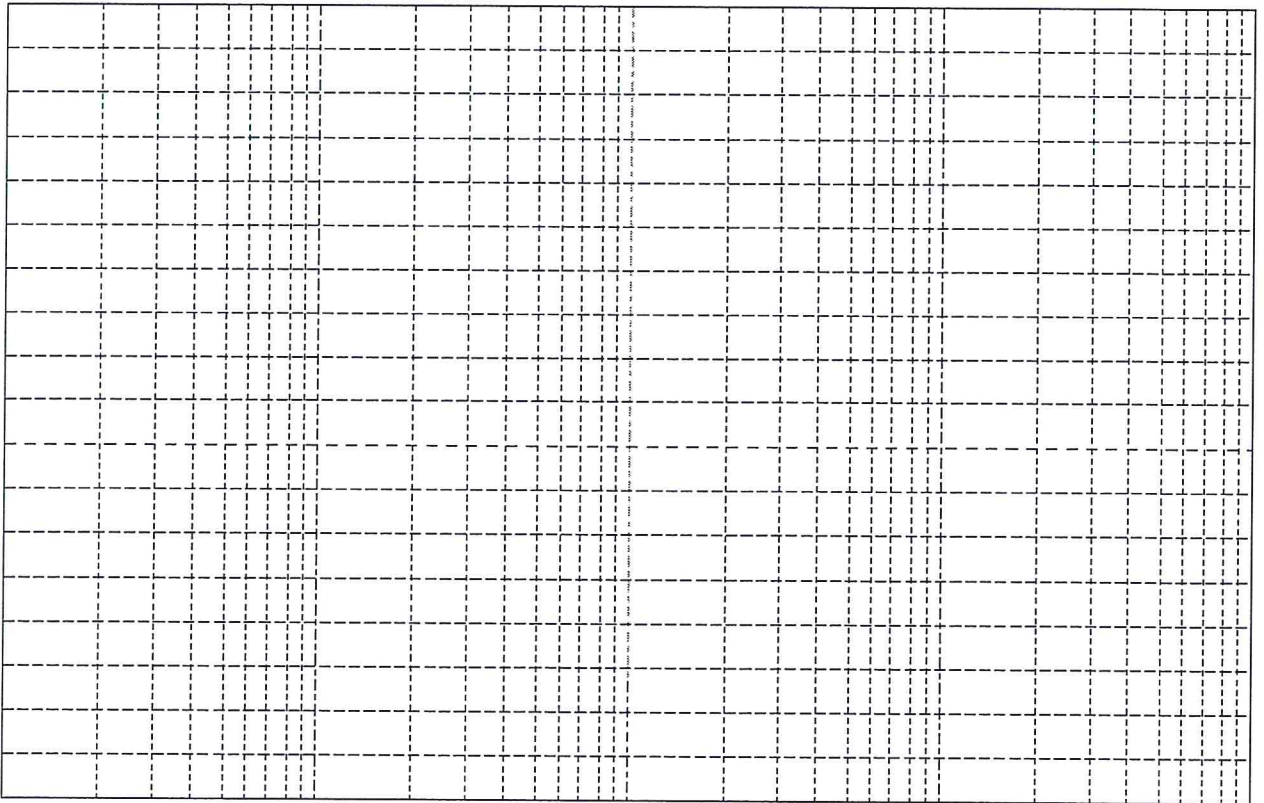
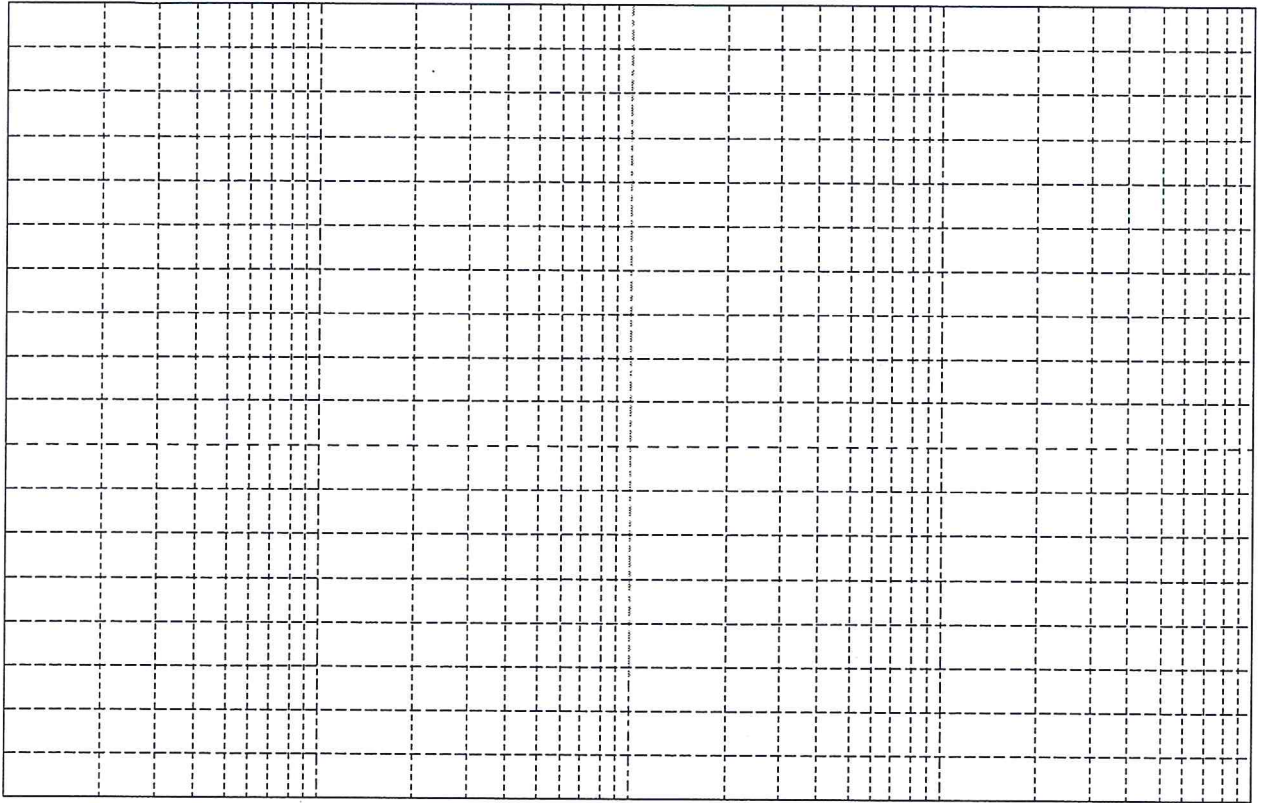
$$G_{1,SUD}(s) = \frac{1.5 \cdot 10^{-9}}{(s + 0.0005)(s + 0.0015)}, G_{2,SUD}(s) = \frac{3 \cdot 10^{-6}}{(s + 0.0005)}$$

3.a. Si calcoli la matrice dei guadagni relativi RGA e, in base a questa, determinino gli accoppiamenti tra le variabili di ingresso e uscita.

3.b. Si disegni lo schema a blocchi relativo ad un sistema di controllo decentralizzato complessivo (costituito da due anelli di controllo determinati in base agli accoppiamenti individuati al punto precedente), e si progettino i controllori dei singoli anelli in modo indipendente tra loro tale da garantire:

- errore di inseguimento nullo a transitorio esaurito a fronte di variazioni a scalino del valore di riferimento per le due variabili - temperature - di uscita;
- tempo di salita $\tau_s < 30$ minuti e sovraelongazione percentuale $S\% < 5\%$ a fronte di variazioni a scalino del valore di riferimento per le due variabili di uscita;
- attenuazione almeno corrispondente a -30dB di disturbi sinusoidali di periodo giornaliero della temperatura esterna T_{AMB} ;

4. Si disegni, riportando la piantina stilizzata dell'appartamento, l'architettura del sistema di controllo, indicando la posizione più congeniale, motivandola, di sensori, attuatori e controllori.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 4

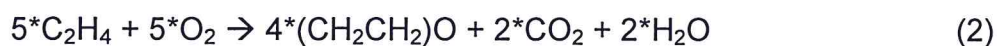
L'OSSIDAZIONE DELL'ETILENE È UNA REAZIONE NOTA DALL'INIZIO DEGLI ANNI '50. ESSA AVVIENE CON RESE DI INTERESSE INDUSTRIALE IN PRESENZA DI CATALIZZATORI A BASE DI ARGENTO.

OPERANDO A 200°C E 2 ATM CON UN RAPPORTO C₂H₄/O₂ IN ALIMENTAZIONE PARI A 5 MOL/MOL, AVVIENE L'OSSIDAZIONE DIRETTA DI C₂H₄, OVVERO LA REAZIONE:



IN QUESTO CASO LA RESA DELLA REAZIONE (1) È PARI AL 65% DI QUELLA TEORICA.

OPERANDO INVECE A 250°C E 12 ATM, CON UN RAPPORTO C₂H₄/O₂ DI 4 MOL/MOL, AVVIENE LA REAZIONE (2), REAZIONE DATA DALLA COMBINAZIONE DELL'OSSIDAZIONE PARZIALE E TOTALE DELL'ETILENE:



IN QUESTO CASO LA CONVERSIONE DELL'ETILENE È IL 90% DI QUELLA MASSIMA OTTENIBILE.

CONSIDERANDO CHE LE REAZIONI (1) E (2) VENGANO CONDOTTE IN REATTORI ISOTERMI, CHE LA MISCELA DI REAZIONE SIA IDEALE E DI GAS IDEALI, E CHE IN ENTRAMBI I CASI IL SISTEMA APPROCCI L'EQUILIBRIO TERMODINAMICO, IL CANDIDATO STIMI LA CONVERSIONE DELL'ETILENE E LA SELETTIVITÀ AD OSSIDO DI ETILENE NEI DUE PROCESSI DI CUI SOPRA, NONCHÉ LA QUANTITÀ DI CALORE DA SMALTIRE IN OGNI CASO. LA PORTATA TOTALE IN INGRESSO È DI 1000 MOL/H IN ENTRAMBI I CASI.

NEL CASO DELLA REAZIONE (2) IL CANDIDATO CALCOLI INOLTRE LA RESA DELLA REAZIONE COME PERCENTUALE DELLA RESA TEORICA.

IL CANDIDATO SPIEGHI COME IL PROBLEMA ANDREBBE RISOLTO NEL CASO DI MISCELE REALI E DISCUOTA LE RAGIONI CHE PORTANO ALLA SCELTA DI OPERARE CON RAPPORTI ETILENE/OSSIGENO ABBONDANTEMENTE SOVRASTECHIOMETRICI.

NOTA: IL CANDIDATO GIUSTIFICHI I CALCOLI FATTI PER GIUNGERE ALLA SOLUZIONE E FACCIA USO DI OPPORTUNI MANUALI PER IDENTIFICARE LE PROPRIETÀ CHIMICO/FISICHE NECESSARIE. IL CANDIDATO CHIARISCA LE IPOTESI FATTE, ANCHE IN RELAZIONE AD EVENTUALI DATI MANCANTI NEL TESTO.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

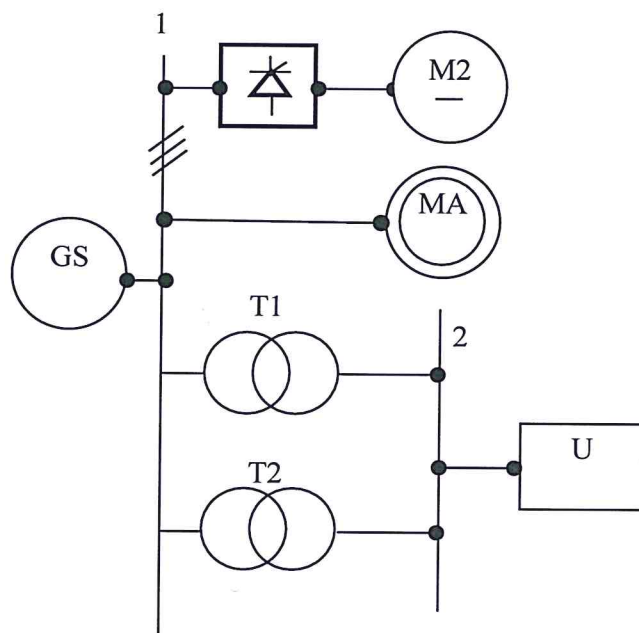
III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 5

L'impianto elettrico di un'attività industriale presenta lo schema rappresentato in figura. Il generatore sincrono (GS) alimenta un motore asincrono MA, attraverso un ponte di Graetz trifase total controllato alimenta un motore in corrente continua M2 e, attraverso i due trasformatori T1 e T2, alimenta un carico trifase U.



Sono noti i dati riportati nel seguito

Generatore sincrono GS

Potenza nominale $An = 3$ MVA

Tensione nominale $Vn = 10$ kV

Numero coppie polari = 2

Frequenza nominale = 50 Hz

Reattanza sincrona percentuale $xs\% = 180\%$

Tensione a vuoto a corrente di eccitazione nominale $Vo = 10$ kV

Corrente di eccitazione nominale $I_{eccn} = 80$ A (si consideri una caratteristica di magnetizzazione lineare).

Trascurare gli attriti e la resistenza di statore.

Motore Asincrono MA

Potenza nominale	[kW]	270
Tensione nominale	[kV]	8
Numero di poli	:	6
Frequenza nominale	[Hz]	50
Velocità nominale	[giri/min]	980
Rendimento nominale		0.96
Collegamento avvolgimenti di statore	:	stella
Rotore a gabbia		
Resistenza di una fase di statore	[Ω]	0.035
<i>Prova a vuoto</i>		
Tensione	[kV]	8
Corrente	[A]	3
Potenza assorbita	[W]	3370
<i>Prova a rotore bloccato effettuate a corrente nominale</i>		
Tensione di corto circuito percentuale	[%]	31.5
Corrente	[A]	27
Potenza assorbita	[W]	15000

Trasformatore T1

Potenza nominale $A_n = 630$ kVA
Tensioni nominali 8 kV/400 V
Tensione di corto circuito percentuale $v_{cc}\% = 6\%$
Potenza di corto circuito: $P_{cc} = 6200$ W
Corrente a vuoto percentuale $i_o\% = 0.8\%$
Potenza a vuoto $P_o = 1100$ W

Trasformatore T2

Potenza nominale $A_n = 315$ kVA
Tensioni nominali 8 kV/400 V
Tensione di corto circuito percentuale $v_{cc}\% = 6\%$
Potenza di corto circuito: $P_{cc} = 5800$ W
Corrente a vuoto percentuale $i_o\% = 1\%$
Potenza a vuoto $P_o = 950$ W

Carico U

Tensione nominale $V_n = 400$ V
Corrente nominale $I_n = 800$ A
Fattore di potenza nominale $\cos \varphi_n = 0.7$.

Motore in corrente continua M2

Tensione nominale $V_n = 6000$ V
Potenza nominale $P_n = 50$ kW
Rendimento nominale $\eta_n = 0.92$

Il candidato risponda ai seguenti quesiti:

- Determinare i principali parametri del motore asincrono MA
- Determinare i principali parametri dei trasformatori T1 e T2.
- Determinare l'angolo di ritardo di accensione del ponte total controllato nell'ipotesi che la macchina a corrente continua M2 lavori in condizioni nominali e la tensione di sbarra 1 sia pari a 8 kV.
- Determinare la batteria di condensatori da collegare alla sbarra 1 al fine di garantire un fattore di potenza pari a $\cos\phi = 0.9$ e considerando che il carico U assorba la corrente nominale a fattore di potenza nominale e che il motore asincrono MA eroghi la potenza nominale (con fattore di potenza pari a 0.88), considerando la tensione di sbarra 1 pari a 8 kV.
- Considerando i condensatori di rifasamento inseriti, determinare la corrente erogata dal generatore sincrono e la corrente di eccitazione nell'ipotesi di caratteristica di magnetizzazione lineare.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 6

LA ADORNO È UN'AZIENDA PIEMONTESE CHE PRODUCE E COMMERCIALIZZA CAPI DI ABBIGLIAMENTO. IN PARTICOLARE, LA GAMMA DI PRODOTTI ATTUALMENTE OFFERTA PREVEDE TRE TIPOLOGIE DI PRODOTTI: LINEA CLASSICA (C), LINEA GIOVANE (G) E LINEA VINTAGE (V). I TRE PRODOTTI SI DIFFERENZIANO, PRINCIPALMENTE, PER I TESSUTI UTILIZZATI: LA LINEA CLASSICA UTILIZZA SETA, LA LINEA GIOVANE UTILIZZA TESSUTI DI COTONE A MAGLIA LARGA, MENTRE LA LINEA VINTAGE UTILIZZA PELLE. L'AZIENDA ACQUISTA ESTERNAMENTE I TESSUTI GREZZI CHE (A MENO DELLA PELLE, GIÀ COLORATA) DEVONO ANCORA ESSERE TINTI DELLE TONALITÀ DESIDERATE.

IL PROCESSO PRODUTTIVO SI ARTICOLA NELLE SEGUENTI OPERAZIONI: IN SEGUITO AD UNA PRIMA OPERAZIONE DI TINTURA, I MATERIALI SUBISCONO UN'OPERAZIONE DI TAGLIO, SEGUENDO I CARTAMODELLI, SEGUITA DALLA CUCITURA CHE PORTA ALLA REALIZZAZIONE DEL PRODOTTO FINITO. I CAPI DI ABBIGLIAMENTO, INFINE, PRIMA DI POTER ESSERE VENDUTI, SUBISCONO UN'OPERAZIONE DI CONTROLLO QUALITÀ, DURANTE LA QUALE SI CUCE MANUALMENTE L'ETICHETTA DI FABBRICAZIONE.

DURANTE IL MESE DI OTTOBRE 2008 SI SONO RILEVATE LE SEGUENTI INFORMAZIONI:

- SONO STATI SOSTENUTI COSTI INDIRETTI PER LE DIVERSE OPERAZIONI PRODUTTIVE COME INDICATO IN TABELLA;

VOCI DI COSTO	TINTURA	TAGLIO	CUCITURA	C. QUALITA'
ENERGIA	800 €	-	400 €	-
MATERIALI INDIRETTI	1.800 €	-	700 €	360 €
AMMORTAMENTI	4.000 €	1.000 €	1.500 €	-

- SONO STATI PRODOTTI 5.000 CAPI DI ABBIGLIAMENTO G (CONSUMANDO 1.000 M² DI COTONE) E 2.400 CAPI DI ABBIGLIAMENTO V (CONSUMANDO 300 M² DI PELLE TINTA), MENTRE 3.000 CAPI DI ABBIGLIAMENTO C (CHE HANNO IMPIAGATO 600 M² DI SETA) DEVONO ANCORA SUBIRE L'OPERAZIONE DI CONTROLLO QUALITÀ;

- L'OPERAZIONE DI TINTURA, COMPLETAMENTE AUTOMATIZZATA, RICHIEDE LO STESSO TEMPO AL M² PER TUTTE LE TIPOLOGIE DI TESSUTI TRATTATI;
- L'OPERAZIONE DI TAGLIO, COMPLETAMENTE MANUALE, RICHIEDE PER LA PELLE IL DOPPIO DEL TEMPO AL M² RISPETTO ALLA SETA E AL COTONE;
- L'OPERAZIONE DI CUCITURA, SVOLTA A MACCHINA DA PERSONALE ESPERTO, RICHIEDE 6 MINUTI PER OGNI CAPO DI ABBIGLIAMENTO C, 4 MIN PER OGNI CAPO G E 5 MIN PER OGNI CAPO V;
- L'OPERAZIONE DI CONTROLLO QUALITÀ PREVEDE CHE OGNI CAPO SIA CONTROLLATA DA PERSONALE ESPERTO E RICHIEDE LO STESSO TEMPO PER TUTTE LE TIPOLOGIE DI CAPI DI ABBIGLIAMENTO (DURANTE TALE OPERAZIONE SI PROVVEDE ANCHE ALLA CUCITURA DELLE ETICHETTE ACQUISTATE A 0,20 € CIASCUNA).

SI SA INOLTRE CHE LA ADORNO IMPIEGA GLOBALMENTE 26 PERSONE COSÌ SUDDIVISE:

- 8 OPERAI/IMPIEGATI NON SPECIALIZZATI (COSTO ANNUO 18.000 €/PERSONA), DI CUI 2 ADDETTI ALLA SUPERVISIONE DELLE OPERAZIONI DI TINTURA, 4 IMPIEGATI NEL CONTROLLO QUALITÀ E 2 IMPIEGATI NELL'UFFICIO ACQUISTI;
- 15 OPERAI/IMPIEGATI SPECIALIZZATI (COSTO ANNUO 24.000 €/PERSONA), DI CUI 5 IMPIEGATI PER IL TAGLIO, 6 PER LA CUCITURA, 2 PER IL CONTROLLO QUALITÀ E 2 IMPIEGATI COME TECNICI-COMMERCIALI NEL REPARTO VENDITE;
- 1 MANUTENTORE (COSTO ANNUO 24.000 €), IL QUALE HA ESEGUITO, DURANTE IL MESE DI OTTOBRE 2008, 26 INTERVENTI SUI MACCHINARI PER LA TINTURA E 65 INTERVENTI SULLE MACCHINE DA CUCIRE, IMPIEGANDO IN TOTALE RISPETTIVAMENTE 80 ORE E 20 ORE;
- 2 DIRIGENTI (COSTO ANNUO 30.000 €/PERSONA) DEDICATI ALL'AMMINISTRAZIONE E ALLA DIREZIONE DELL'AZIENDA.

SI RILEVA INFINE CHE:

1. ALL'INIZIO DEL MESE DI OTTOBRE 2008 ERANO PRESENTI A MAGAZZINO 800 CAPI DI ABBIGLIAMENTO C (VALORE TOTALE 6.000 €) E 200 CAPI DI ABBIGLIAMENTO V (VALORE TOTALE 1.200 €), MENTRE LE SCORTE DI CAPI DI ABBIGLIAMENTO G ERANO NULLE;
2. LE SCORTE INIZIALI DI TESSUTI CONSISTEVANO INVECE 200 M² DI COTONE (VALORE TOTALE 1.800 €) E 400 M² DI PELLE TINTA (VALORE TOTALE 6.000 €);
3. DURANTE IL MESE DI OTTOBRE 2008 SONO STATI ACQUISTATI 800 M² DI SETA A 12 €/M², 1.000 M² DI COTONE A 10 €/M² E 400 M² DI PELLE TINTA DEL VALORE DI 16 €/M²;
4. DURANTE IL MESE DI OTTOBRE 2008 SONO STATE VENDUTE 700 CAPI DI ABBIGLIAMENTO C, 4.000 CAPI DI ABBIGLIAMENTO G E 2.000 CAPI DI ABBIGLIAMENTO V, AD UN PREZZO UNITARIO RISPETTIVAMENTE PARI A 15 €, 10 € E 12 €;
5. LA ADORNO S.R.L. ADOTTA UNA LOGICA FIFO (FIRST-IN, FIRST-OUT) PER LA VALORIZZAZIONE DELLE SCORTE.

SI INTRODUCANO TUTTE LE ASSUNZIONI CHE SI RITENGONO NECESSARIE PER RISPONDERE ALLE SEGUENTI DOMANDE.

DOMANDA 1

DETERMINARE IL COSTO PIENO INDUSTRIALE UNITARIO DEI PRODOTTI COMPLETATI NEL MESE DI OTTOBRE 2008 ADOTTANDO IL METODO DI CALCOLO DEL COSTO RITENUTO PIÙ OPPORTUNO.

DOMANDA 2

DETERMINARE LA QUANTITA' ED IL VALORE MONETARIO DELLE SCORTE FINALI DI PRODOTTI FINITI, SEMILAVORATI E MATERIE PRIME ALLA FINE DI OTTOBRE 2008.

DOMANDA 3

CALCOLARE I PROFITTI GENERATI DALL'IMPRESA NEL MESE DI OTTOBRE 2008. IN PARTICOLARE DETERMINARE IL MARGINE LORDO INDUSTRIALE E L'UTILE OPERATIVO (O EBIT O MARGINE OPERATIVO NETTO) DELLA ADORNO DI QUESTO PERIODO.

DOMANDA 4

CON RIFERIMENTO AL MESE DI OTTOBRE 2008, SI DETERMINI QUANTO DOVREBBE RIDURSI MEDIAMENTE IL COSTO DELLE MATERIE PRIME UTILIZZATE NELLA FABBRICAZIONE DEI TRE PRODOTTI PER RAGGIUNGERE UN UTILE OPERATIVO MENSILE DI 25.000 EURO.

DOMANDA 5

SI IMMAGINI CHE NEL MESE DI NOVEMBRE 2008 IL LIVELLO DEI COSTI DELL'IMPRESA SIA ANALOGO A QUELLO DEI MESI PRECEDENTI, COSÌ COME IL PREZZO UNITARIO DEI CAPI DI ABBIGLIAMENTO. SI CALCOLI IL NUMERO MINIMO DI CAPI DI ABBIGLIAMENTO DA REALIZZARE E VENDERE NEL MESE DI NOVEMBRE 2008 PER ASSICURARE CHE I RICAVI TOTALI EGUAGLINO I COSTI TOTALI DELL'IMPRESA.

DOMANDA 6

LA ADORNO, ALL'INIZIO DEL 2009, INTENDE VALUTARE L'EVENTUALITA' DI SOSTITUIRE UNO DEI SUOI FORNITORI CONSOLIDATI DI MATERIE PRIME UTILIZZATE NELLA REALIZZAZIONE DEI CAPI DI ABBIGLIAMENTO. L'IMPRESA HA CONTATTATO LA JURGENS S.P.A., CHE HA LA SEGUENTE SITUAZIONE PATRIMONIALE A FINE 2008 (DATI IN MIGLIAIA DI EURO) E CON CUI INTENDEREbbe STIPULARE UN CONTRATTO DI FORNITURA DELLA DURATA DI 5 ANNI.

ATTIVITÀ NON CORRENTI	142.750	PATRIMONIO NETTO	121.000
IMMOBILI, IMPIANTI E MACCHINARI	78.750	CAPITALE EMESSO	80.000
INVESTIMENTI IMMOBILIARI	12.000	RISERVA DA SOVRAPPREZZO	20.000
AVVIAMENTO E ATTIVITÀ IMMATERIALI A VITA NON DEFINITA	0	RISERVA DA RIVALUTAZIONE	4.000
ATTIVITÀ IMMATERIALI A VITA DEFINITA	0	ALTRE RISERVE	6.000
PARTECIPAZIONI	20.000	UTILI / PERDITE PORTATI A NUOVO	7.000
ALTRE ATTIVITÀ FINANZIARIE	32.000	UTILI / PERDITE DELL'ESERCIZIO	4.000
ATTIVITÀ PER IMPOSTE ANTICIPATE	-	PASSIVITÀ NON CORRENTI	73.150
ATTIVITÀ CORRENTI	71.000	OBBLIGAZIONI IN CIRCOLAZIONE	10.000
CREDITI COMMERCIALI E VARI	30.000	DEBITI VERSO BANCHE	20.000
RIMANENZE	21.000	ALTRE PASSIVITÀ FINANZIARIE	3.000
LAVORI IN CORSO SU ORDINAZIONE	-	FONDI PER RISCHI ED ONERI	10.150
ATTIVITÀ FINANZIARIE CORRENTI	12.000	TFR E ALTRI FONDI RELATIVI AL PERSONALE	30.000
CASSA E DISPONIBILITÀ LIQUIDE EQUIVALENTI	8.000	FONDO IMPOSTE DIFFERITE	-
ATTIVITÀ CESSATE/DESTINATE AD ESSERE CEDUTE	11.250	PASSIVITÀ CORRENTI	30.850
		OBBLIGAZIONI IN CIRCOLAZIONE	-
		DEBITI VERSO BANCHE	10.000
		DEBITI VERSO FORNITORI	20.000
		ANTICIPI SU LAVORI IN CORSO SU ORDINAZIONE	0
		ALTRE PASSIVITÀ FINANZIARIE CORRENTI	850
		DEBITI TRIBUTARI	-
		ALTRE PASSIVITÀ CORRENTI	-
		PASSIVITÀ CORRELATE AD ATTIVITÀ CESSATE/DESTINATE AD ESSERE CEDUTE	0
TOTALE ATTIVITÀ	225.000	TOTALE PASSIVITÀ E PATRIMONIO NETTO	225.000

SI IDENTIFICHINO E DISCUTANO I CRITERI CHE UTILIZZERESTE PER ANALIZZARE QUESTI DOCUMENTI CONTABILI PER VALUTARE LA SOLIDITÀ DEL FORNITORE E LA SUA CAPACITÀ DI OTTEMPERARE AL CONTRATTO STIPULATO.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 7

Uno stadio di compressore assiale ideale elabora $60 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ di aria ($R = 287 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; $c_p = 1004.5 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}$) a partire da condizioni di pressione totale 1 bar e temperatura totale 410 K. All'ingresso del rotore si misura una velocità assoluta di $200 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ con un angolo $\alpha_1 = 100^\circ$. Sapendo che la potenza ideale assorbita è 410 kW, che la macchina ruota a 4000 rpm e che il diametro medio è $D_m = 0.7 \text{ m}$,

- a) determinare, in ipotesi di velocità assiale costante, i triangoli delle velocità a monte e a valle del rotore e il rapporto di compressione (*total-to-total*) fornito dallo stadio;
- b) calcolare l'altezza di pala necessaria all'ingresso e all'uscita del rotore, unitamente all'altezza di pala allo scarico dello statore.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE JUNIOR
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014
SEDE SVOLGIMENTO: **POLITECNICO DI MILANO**

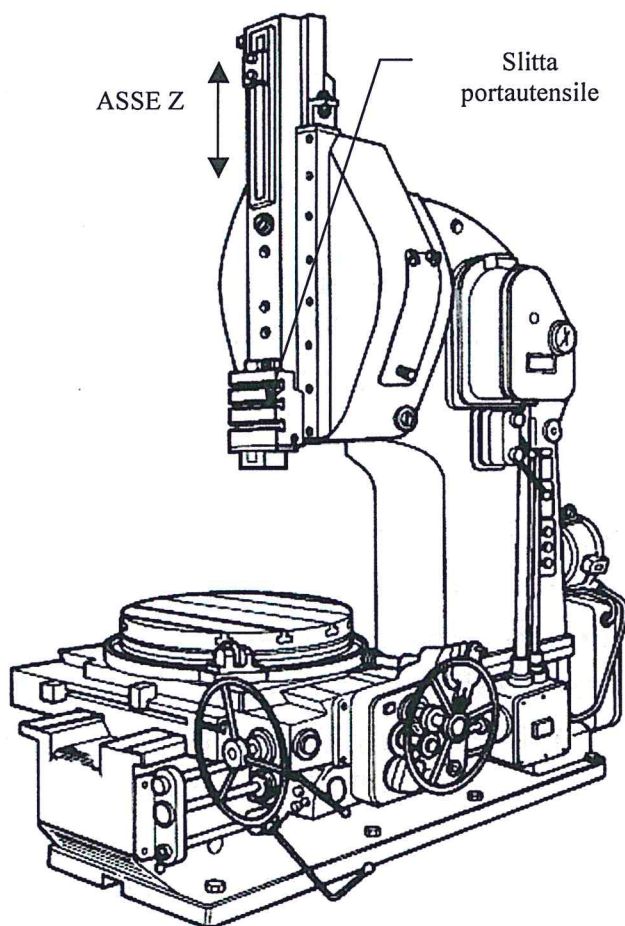
III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 8

IN FIGURA È RAPPRESENTATO LO SCHEMA FUNZIONALE DI UNA MACCHINA STOZZATRICE, CON MOTO DI TAGLIO LUNGO L'ASSE Z. LA TESTA DELLA MACCHINA (ORIENTABILE) PORTA UN MOTORE, UN RIDUTTORE E UN MECCANISMO BIELLA MANOVELLA PER LA REALIZZAZIONE DEL MOTO ALTERNATIVO DELLA SLITTA PORTA UTENSILE.



SONO NOTI I SEGUENTI DATI:

- CORSA DI TAGLIO: 250 MM
- FORZA DI TAGLIO NELLA CORSA DI ANDATA: 2500N
- FORZA DI TAGLIO NELLA CORSA DI RITORNO: 0N
- COLPI AL MINUTO: 50
- MASSA IN MOTO ALTERNO (SLITTO+UTENSILE): 10KG
- PESO COMPLESSIVO DELLA MACCHINA: 5000KG

SI RICHIEDE DI:

-DETERMINARE LE DIMENSIONI CARATTERISTICHE DEL MANOVELLISMO

-SCEGLIERE IL MOTORE E IL RIDUTTORE

-DIMENSIONARE LA BIELLA DEL MECCANISMO DI COMANDO DELLA SLITTA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI:
INGEGNERE INDUSTRIALE IUNIOR
I SESSIONE 2014 - 11 SETTEMBRE 2014
SEDE SVOLGIMENTO: POLITECNICO DI MILANO

III COMMISSIONE - SETTORE INDUSTRIALE

SEZIONE B

PROVA PRATICA

TEMA N. 9

Il membrana di un misuratore di pressione è costituito da un disco circolare di raggio R , vincolato lungo il suo perimetro.

Si scelga il materiale che permette di ottenere la deflessione della membrana più grande possibile, a parità di differenza di pressione applicata.

La deflessione massima del diaframma (δ) può essere così espressa:

$$\delta = C \frac{FR^3(1-\nu^2)}{EI}$$

essendo F la forza agente sulla membrana, I il momento di inerzia, E e ν il modulo di elasticità longitudinale e il rapporto di Poisson del materiale, rispettivamente; C è un fattore adimensionale.

Il materiale selezionato deve comunque garantire la piena funzionalità del dispositivo.

Le proprietà riportate nella tabella sottostante possono essere di ausilio, ma la scelta del materiale non deve essere necessariamente limitata ai materiali elencati nella tabella stessa.

Si proponga un processo tecnologico che permetta di realizzare la membrana con il materiale scelto, precisando quale trattamento termico è richiesto.

Si spieghi come è opportuno modificare la selezione del materiale, nel caso in cui la membrana operi a contatto con soluzioni acquose alcaline, acide o saline.

Materiale	ρ (10^3 kg/m ³)	E (GPa)	σ_{sn} (MPa)
46 Si 7	7,8	210	1100
AISI 304	7,9	200	600
17-4 PH	7,8	200	1050
Ti-6Al-4V	4,5	110	900
CW101C	8,2	130	1100
CW505L	8,5	105	400
CW451K	8,7	115	500
6061 T6	2,7	70	250
7075 T6	2,8	70	420
AZ61	1,8	45	180
ZK60	1,8	45	240
Hastelloy B	9,2	210	500