

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 1: CHIMICA – OPERAZIONI UNITARIE

In un ciclo frigorifero devono essere condensati 12500 kg/h di propano, che viene alimentato al punto di rugiada a 40°C ad un condensatore orizzontale a fascio tubiero che utilizza acqua di torre come fluido di servizio disponibile a 30°C.

1. Calcolare la pressione operativa del condensatore.
2. Calcolare il calore che deve essere scambiato nel condensatore
3. Dimensionare il condensatore assumendo un incremento massimo di temperatura per l'acqua pari a 10°C.
4. Disegnare lo sketch dell'apparecchiatura

Per i dati termodinamici e altre correlazioni utilizzate, il candidato faccia riferimento a repertori in suo possesso, indicando esplicitamente la fonte.

F. Magli

A. M.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

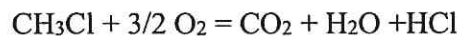
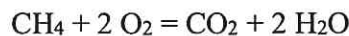
PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 2: CHIMICA – PROCESSI

Una corrente gassosa inquinata da clorometano viene sottoposta ad un processo di termodistruzione operante a pressione atmosferica.

La corrente (O_2 19,5 %vol, N_2 77,5 %vol, CH_3Cl 2,0%vol, H_2O 1 %vol, 40 °C, 50 kmol/h) viene inviata ad un combustore insieme a metano (40°C). Il reattore è sostanzialmente adiabatico e ha delle dispersioni pari al 4% del calore globalmente sviluppato dalle reazioni.

Nel combustore avvengono a completamento le reazioni:

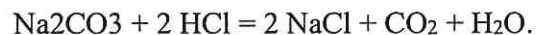


La corrente uscente ha una temperatura di 1150 °C.

La corrente viene, successivamente raffreddata a 190 °C producendo vapore surriscaldato a 20 bar e 340 °C a partire da H_2O a 50 °C e 20 bar.

La corrente gassosa raffreddata viene inviata ad una sezione per l'eliminazione di HCl tramite reazione con $NaHCO_3$.

Nell'apparato HCl viene abbattuto per il 99,9% ed avvengono le seguenti due reazioni:



La reazione di decomposizione dell'idrogeno carbonato in carbonato può essere considerata completa. L'idrogeno carbonato di sodio è alimentato in eccesso del 20% rispetto allo stechiometrico.

Il candidato determini:

1. Le portate di tutti i componenti in tutte le correnti.
2. La portata di vapore prodotto.

Il candidato discuta possibili interventi di integrazione energetica volti a ridurre il consumo di metano.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA 3: ELETTRICA – MACCHINE

All'interno della cabina di trasformazione MT/BT di uno stabilimento industriale sono presenti due trasformatori trifase collegati in parallelo aventi i seguenti dati di targa:

Trasformatore T1

- Potenza nominale 500 kVA
- Rapporto di trasformazione $V_{1n}/V_{20} = 24000/400$
- Tensione di corto circuito $V_{cc}\% = 5.5 \%$
- Perdite nel ferro $P_0 = 810 \text{ W}$
- Perdite nel rame a 75°C $P_{cc} = 5630 \text{ W}$
- Tipo di collegamento Dy5

Trasformatore T2

- Potenza nominale 630 kVA
- Rapporto di trasformazione $V_{1n}/V_{20} = 24000/400$
- Tensione di corto circuito $V_{cc}\% = 6.0 \%$
- Perdite nel ferro $P_0 = 990 \text{ W}$
- Perdite nel rame a 75°C $P_{cc} = 7100 \text{ W}$
- Tipo di collegamento Dy5

La richiesta di potenza massima è 900 kW con un fattore di potenza in tali condizioni di $\cos\varphi = 0.89$ in ritardo, si determini:

- 1) la ripartizione del carico fra le due macchine nelle condizioni previste di carico di punta;
- 2) le perdite nel funzionamento a vuoto del parallelo;
- 3) Si determini la massima potenza erogabile al carico con $\cos\varphi = 0.80$, ammettendo un sovraccarico massimo del 5%.
- 4) Si valuti l'energia settimanale dissipata dai trasformatori supponendo che la richiesta di potenza dello stabilimento sia la seguente:

Sabato e giorni festivi:				100 kW	$\cos\varphi = 0.70$	
Giorni feriali:	dalle	8	alle	12	800 kW	$\cos\varphi = 0.89$
	dalle	12	alle	14	650 kW	$\cos\varphi = 0.86$
	dalle	14	alle	18	850 kW	$\cos\varphi = 0.9$
	dalle	18	alle	8	250 kW	$\cos\varphi = 0.80$

Si valuti inoltre il costo di esercizio settimanale della cabina di trasformazione considerando un costo dell'energia di 0.015 €/kWh.

Il km

Amor

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 4: ELETTRICA – IMPIANTI

Una industria ha la necessità di progettare il sistema elettrico necessario alla alimentazione di due siti di produzione. I due siti sono distanti rispettivamente 0.7 km e 0.5 km dal punto di connessione con la rete di media tensione, la quale presenta le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale: 15 kV;
- potenza di corto circuito: 425 MVA;
- corrente di guasto a terra 180 A;
- tempo di eliminazione del guasto a terra 0.6 s.

In quanto segue sono riportati in dettaglio i principali carichi dei due siti.

Sito #1:

- carichi stazionari: potenza complessiva pari a 175 kW con fattore di potenza 0.9;
- sistema di condizionamento: potenza nominale pari a 200 kW e fattore di potenza 0.84;
- 1 motore asincrono di potenza nominale pari a 50 kW con fattore di potenza 0.82, alimentato dalla cabina del sito #1 tramite una linea in cavo lunga 75 m;
- 1 motore asincrono di potenza nominale pari a 120 kW e fattore di potenza 0.88, alimentato dalla cabina del sito #1 tramite una linea in cavo lunga 100 m.

Sito #2:

- carichi stazionari: potenza complessiva pari a 100 kW con fattore di potenza 0.89;
- sistema di condizionamento: potenza nominale pari a 120 kW con fattore di potenza 0.85;
- 2 motori asincroni, ciascuno con potenza nominale pari a 25 kW e fattore di potenza 0.83, alimentati dalla cabina del sito #2 tramite la stessa linea in cavo lunga 60 m.

Si richiede al candidato:

1. il dimensionamento della distribuzione in media tensione a partire dal punto di connessione, comprese le caratteristiche delle apparecchiature di manovra e protezione;
2. la scelta del numero e della taglia dei trasformatori da installare nelle cabine;
3. determinare la portata d'aria necessaria al corretto raffreddamento delle cabine di trasformazione;
4. il dimensionamento della distribuzione in bassa tensione sino ai quadri generali di bassa tensione, comprese le caratteristiche delle apparecchiature di manovra e protezione;
5. dimensionare le linee di alimentazione dei motori asincroni;
6. dimensionare gli impianti di rifasamento fissi dei trasformatori ed automatici dei carichi;
7. disegnare lo schema unifilare della parte di impianto dimensionata;
8. dimensionare la parte disperdente dell'impianto di terra delle cabine, tenendo presente che la resistività del suolo è di 300 Ω m.

Il candidato potrà supplire con le proprie conoscenze ai dati non forniti nel testo giustificando le ipotesi fatte.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 - SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 5: ENERGETICA - NUCLEARE

Il Candidato consideri l'ambiente mostrato in Figura, di dimensioni 4x4 (16m^2). Facendo riferimento allo schema in Figura, gli ambienti B e D sono uffici, l'ambiente C un ripostiglio e l'ambiente A rappresenta una sala d'aspetto. L'ambiente sopra il locale è un ufficio, mentre quello posto al piano inferiore è un parcheggio interrato. Le pareti verticali sono costituite da calcestruzzo di spessore 6cm, ad eccezione di quella affacciata verso il parcheggio, di spessore 25 cm. Il soffitto ed il pavimento hanno uno spessore di 20 cm. Il tubo radiogeno opera ad una tensione di picco di 180 kV e corrente anodica 100mA. Si consideri una superficie del corpo diffondente pari a 1000 cm^2 durante tutto l'utilizzo settimanale del tubo radiogeno. Si considerino i seguenti scenari di utilizzo:

1. Il tubo viene utilizzato per radiografie al torace per 10 h/sett, con il fascio diretto verso l'ufficio D a 3 metri di distanza.
2. Il tubo lavora per 20 h/sett posto 1 metro sopra ad un lettino, puntando verso il pavimento.
3. Il tubo lavora per 30 h/sett, con carico di lavoro pari a quello dei punti 1 e 2.

Il Candidato, considerando gli schermaggi necessari per la radiazione primaria e secondaria, determini se occorrono schermature supplementari. Il Candidato scelga e giustifichi, in base alle normative nazionali vigenti e ai criteri indicati dalle norme di buona tecnica, tutti i parametri necessari al calcolo non specificati, precisando le ipotesi e le considerazioni fatte.

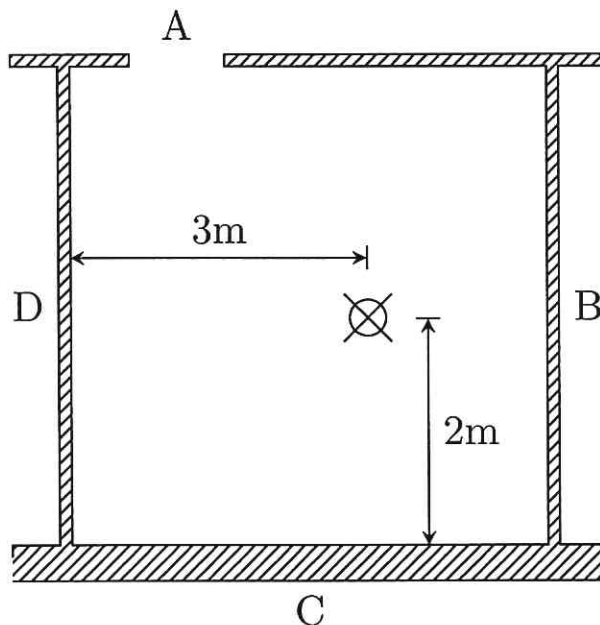


Figura 1: Piantina del locale radiologia.

[Firma]

[Firma]

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 6: ENERGETICA – ENERGETICA

Il candidato valuti le prestazioni termodinamiche di un gruppo turbogas, noti:

- il valore del rapporto di compressione ($\beta = 14$);
- la temperatura massima di ingresso in turbina ($T_{IT} = 1200 \text{ }^\circ\text{C}$);
- la portata d'aria in ingresso al compressore ($\dot{m}_{aria} = 80 \text{ kg/s}$);
- i rendimenti politropici di compressore e turbina ($\eta_{C,pol} = \eta_{T,pol} = 0.8$);
- le perdite di carico in camera di combustione ($\Delta P_{CC} = 5 \%$).

La turbina a gas ha come bottomer un impianto a vapore con caldaia a recupero ad un livello di pressione ($p = 100 \text{ bar}$). La portata di vapore surriscaldato \dot{m}_{vap} espande in una turbina a vapore ($\eta_{TV,iso} = 82 \%$) fino alla pressione del condensatore ad acqua ($T_{H2O,in} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$, $\Delta T_{H2O,max} = 12 \text{ }^\circ\text{C}$ e differenza minima di temperatura fra i due fluidi pari a $10 \text{ }^\circ\text{C}$). Per quanto riguarda la caldaia a recupero, il corpo economizzatore non presenta sotto-raffreddamento, l'evaporatore è caratterizzato da un ΔT_{pinch} pari a $10 \text{ }^\circ\text{C}$ ed il surriscaldatore ha un $\Delta T_{approach}$ pari a $40 \text{ }^\circ\text{C}$.

Inoltre, si assuma che:

- il calore specifico dei fumi sia pari a 1.20 kJ/kgK ;
- il rendimento della pompa sia pari all'85 %;
- le perdite di carico in caldaia siano pari al 5 %;
- il rendimento meccanico della turbina a vapore sia pari al 99 %;
- il rendimento elettrico della turbina a vapore sia pari al 98 %.

Al candidato viene richiesto di:

1. rappresentare i layout degli impianti descritti;
2. calcolare gli stati fisici (pressione, temperatura, entalpia, entropia e titolo) di tutti i punti dell'impianto e le portate in massa (ordinare i risultati all'interno di una tabella);
3. ricavare i lavori specifici ed il rendimento del ciclo combinato;
4. disegnare il diagramma quantitativo di scambio termico della caldaia a recupero (utilizzare la griglia fornita in allegato);
5. riportare gli stati fisici valutati al punto 2 (relativamente al gruppo a vapore), sul diagramma logP-h fornito in allegato

Tutti i parametri non esplicitamente indicati ma utili ai fini del calcolo vengano scelti in base a considerazioni di buon progetto.

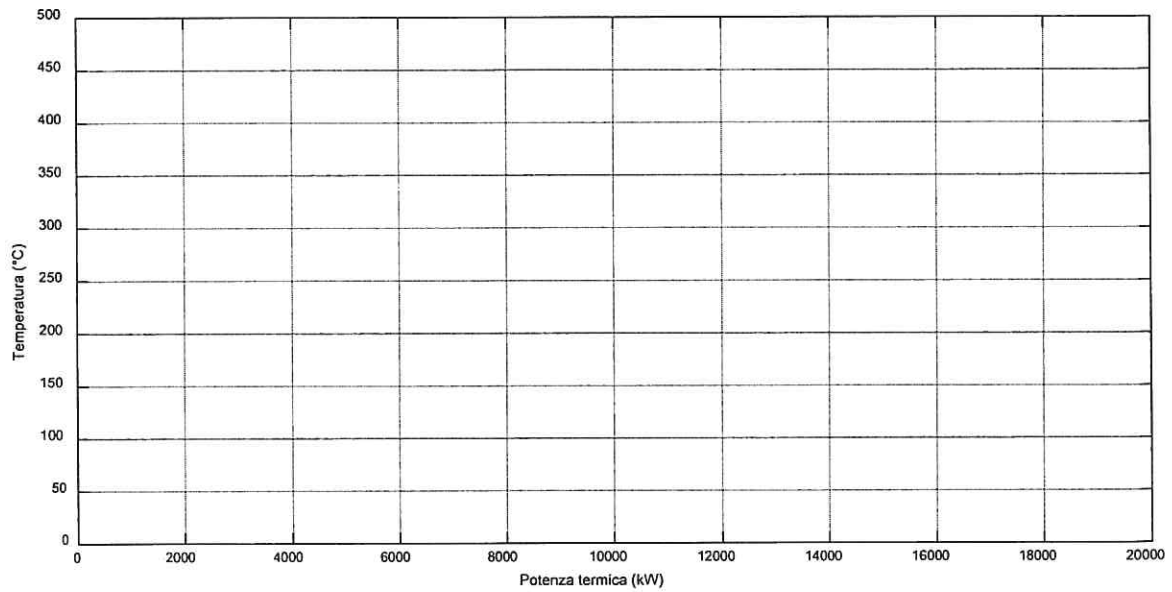
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

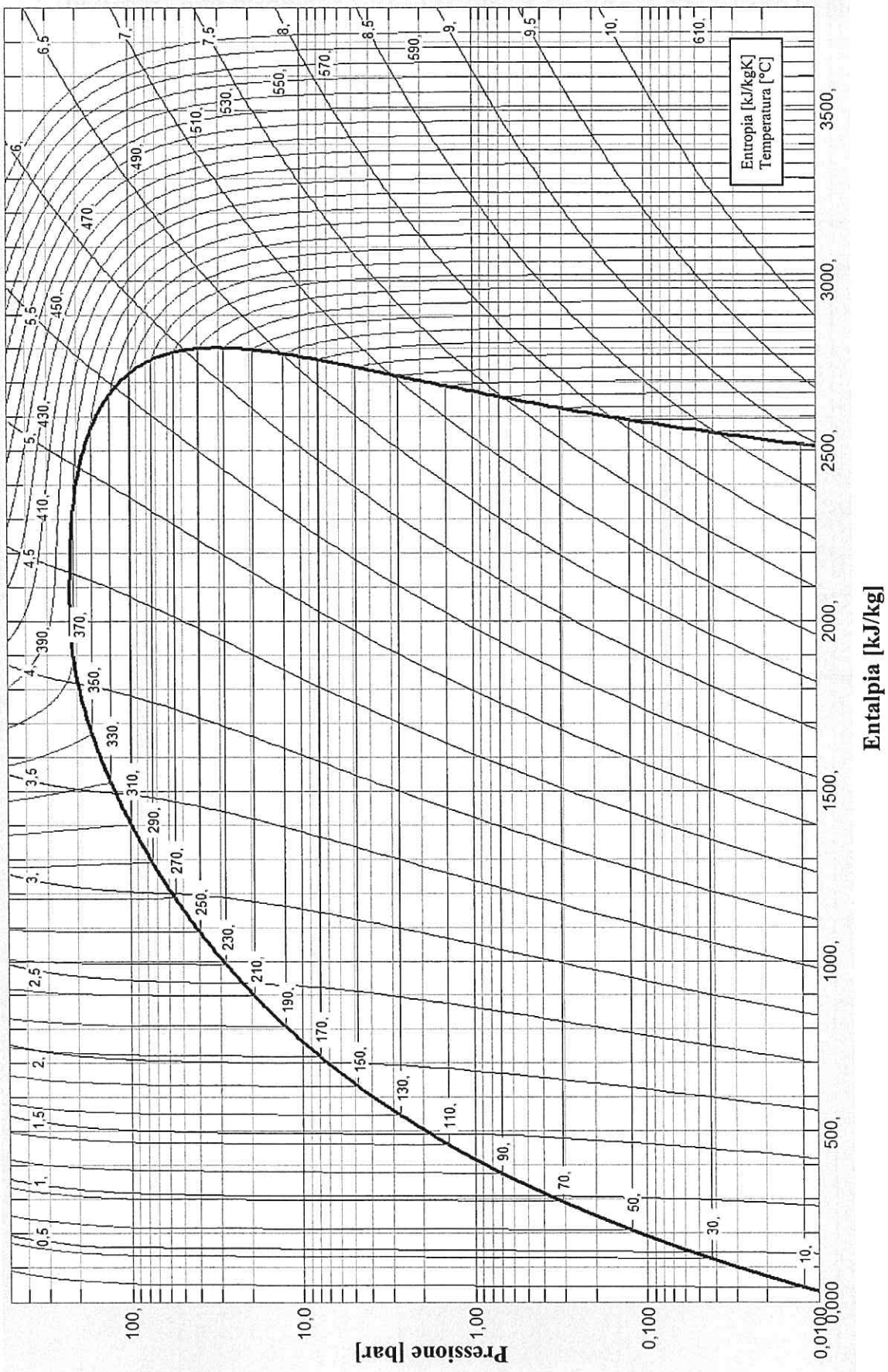
PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 6: ENERGETICA – ENERGETICA



Handwritten signature

Handwritten signature



Handwritten signature

Handwritten signature

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 7: ECONOMICO – GESTIONALE

Il candidato risolva il caso dell'impresa Bimbi Allegri srl, piccola azienda che produce calzature per bambino. L'offerta prevede due linee di prodotto. La prima, Sport Boy, viene venduta a 25 euro nei colori nero, rosso e blu. La seconda linea di prodotto, Chic Girl, realizzata nei colori blu e rosa, ha un prezzo unitario di 28 euro.

PARTE PRIMA

Essendo ormai prossima la chiusura dei libri contabili, il management è intenzionata a conoscere la posizione patrimoniale, reddituale e finanziaria semestrale dell'azienda e incarica l'ufficio contabilità di svolgere le opportune rilevazioni. Di seguito si riporta lo stato patrimoniale al 01/01/2019 (valori in migliaia di euro):

Stato patrimoniale Bimbi Allegri S.r.l. al 01/01/2019

Attività		Passività + Capitale Netto	
Immobilizzazioni	88.000	Capitale Sociale	80.000
Fondo ammortamento (-)	9.000	Riserve di utili	10.800
Rimanenze	6.000	Fondo TFR	9.000
Crediti commerciali	5.000	Mutui	4.000
Cassa	20.000	Debiti v/fornitori	7.000
Risconti attivi	800		
Totale	110.800	Totale	110.800

Nel corso dell'esercizio il sistema informativo aziendale ha registrato le seguenti transazioni:

1. Il 20 gennaio viene venduta merce per la collezione primaverile per € 180, di cui il 20% incassati subito e il resto saldati a 90 giorni;
2. In data 31 gennaio la società dismette un mezzo per il magazzino, dal costo storico di € 15 e completamente ammortizzato, riuscendo a venderlo a un piccolo fornitore per € 2;
3. A causa delle pesanti condizioni di mercato, a fine febbraio Bimbi Allegri riceve notizia delle difficoltà finanziarie di un piccolo cliente, che potrebbe non onorare € 7 di crediti commerciali;
4. Il 15 marzo acquista merci per € 60, pagando un terzo della somma in contanti e saldando il rimanente in un'unica soluzione a 60 giorni;
5. Il 20 aprile si licenzia un addetto della produzione a cui viene liquidato il TFR per un importo di € 7;
6. Il 30 giugno viene rimborsata la quota annuale di mutuo per € 5 e pagati anticipatamente gli interessi annuali (fino al 30/06/20) ad un tasso di interesse annuo del 4%, così come già effettuato nell'anno precedente;
7. Il 15 luglio la società ha un appuntamento con il suo avvocato di riferimento: a causa di un problema con una fornitura passata, è in corso una lite con un cliente per il quale si prevede di dovere risarcire danni per € 10.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 7: ECONOMICO – GESTIONALE

8. Il 1° settembre Bimbi Allegri srl decide di effettuare un investimento in pubblicità tramite l'uso di cartelloni promozionali sulla tangenziale della città, affidando a PubliCI SpA l'opera, per un costo pari a € 2;
9. Il 1° ottobre la società, a causa della difettosità di un nuovo modello di scarpe per bambino riceve richiesta per resi su vendite da parte di una catena di distribuzione per € 30, che viene rimborsata immediatamente con bonifico bancario;
10. Il 1° dicembre riceve da parte dell'impresa fornitrice Catulli snc un'offerta, pari a € 10, per l'acquisto di attrezzature usate, già completamente ammortizzate. Bimbi Allegri srl si riserva di verificare l'offerta nel nuovo anno;
11. Nell'anno 2019 il totale dei salari del personale di produzione è stato pari a € 50 mentre quello del personale amministrativo pari a € 10, importi comprensivi del 5% relativo al TFR;
12. I costi di periodo per la fornitura di elettricità e utenze sono stati pari a € 6, interamente pagati tramite c/c bancario durante l'esercizio 2019;
13. A seguito dell'inventario effettuato a fine anno, le rimanenze finali al 31 dicembre 2019 ammontano a € 80;
14. L'aliquota di ammortamento delle immobilizzazioni, tutte ad uso produttivo, è pari al 5%.

Ipotizzando che l'impresa sia soggetta ad un regime fiscale che prevede una aliquota fiscale del 35% e abbia deciso per una distribuzione di dividendi solo pari al 3% dell'utile generato nel 2019, al candidato si richiede di:

- 1) Registrare le operazioni applicando il metodo dell'inventario periodico, utilizzando gli appositi conti. **N.B.:** accanto a ciascuna registrazione riportare il numero della transazione; esprimere i valori in migliaia di euro.
- 2) Determinare lo Stato Patrimoniale al 31 dicembre 2019 (riclassificato secondo il criterio finanziario a liquidità ed esigibilità crescenti) e il Conto Economico relativo al 2019 (riclassificato al costo del venduto) di Allegri srl. Esprimere i valori in migliaia di euro.
- 3) Calcolare il ROE e l'indice di liquidità per Allegri srl al 31/12/2019, esplicitando formule e calcoli.

PARTE SECONDA

Per ciascuno dei due prodotti, Sport Boy e Chic Girl, l'azienda utilizza i materiali X e Y. I costi standard (costi unitari) per un paio di scarpe sono i seguenti:

	Materiale X	Materiale Y	Manodopera diretta
Sport Boy	0,3 kg	0,1 kg	1/3 h
	8 €/kg	3 €/kg	10 €/kg
Chic Girl	0,5 kg	0,2 kg	1/2 h
	8 €/kg	3 €/kg	10 €/h

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 7: ECONOMICO – GESTIONALE

Nel mese di novembre sono state prodotte 20.100 unità di Sport Boy e 15.600 unità di Chic Girl. Inoltre, sono stati acquistati 30 t di X a 7,50 €/kg e 12 t di Y a 6,70 €/kg e tutti questi materiali (e nessun altro) sono stati utilizzati per la produzione del mese che ha richiesto 14.825 ore di manodopera diretta ad un costo di 12,30 €/h.

Si richiede di:

1. calcolare le varianze di prezzo e di efficienza dei materiali diretti;
2. calcolare le varianze di prezzo e di efficienza della manodopera diretta;
3. dire come cambierebbero le risposte (1) e (2) se si assumesse un valore programmato di produzione di marzo di 18.000 unità di Sport Boy e di 17.500 unità di Chic Girl;
4. dire come cambierebbero le risposte (1) e (2) nell'ipotesi che le vendite di marzo di Sport Boy siano state di 22.000 unità e quelle di Chic Girl di 16.500 unità.

PARTE TERZA

Il management sta valutando la possibilità di espandere la produzione al fine di commercializzare un terzo prodotto che porterebbe un decremento degli utili 2019 (quelli calcolati in Parte I) pari al 2% per gli anni 2020-2021 e un incremento, poi, del 4% per gli anni a venire rispetto a quanto registrato l'anno precedente. Questo richiederebbe però l'acquisizione di un nuovo macchinario con decorrenza 01/01/2020. Il macchinario verrebbe acquistato ad un prezzo di € 260.000 con possibilità di alienazione al 31/12/2024 al suo valore contabile, sapendo che verrà applicata una politica di ammortamento ad aliquota accelerata pari al 12% annuo per gli anni 2020-2021 e al 9% per i successivi anni.

Ipotizzando un tasso di interesse di mercato pari al 6,5% e che le altre voci rimangano invariate, determinare:

- a) i flussi di cassa per ogni anno di vita utile del macchinario;
- b) il tempo di recupero dell'investimento (espresso in mesi) rispetto ai flussi di cassa attualizzati;
- c) il valore attuale netto.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 8: GESTIONALE – IMPIANTI

Caso 1

PARTE A

L'azienda Package Srl è un'organizzazione a gestione familiare leader nel settore della produzione di macchine per il confezionamento. L'azienda ha recentemente acquistato un nuovo impianto produttivo con un esborso iniziale pari a 3.1M € (milioni di euro). L'azienda ha deciso di ammortizzare il bene utilizzando il modello a quota capitale costante. In particolare, la vita utile dell'impianto è ipotizzata pari a 18 anni, il costo opportunità del capitale è del 4.5% ed il valore residuo del bene dopo 18 anni è supposto pari a € 450.000 attualizzati ad oggi.

Si chiede al candidato Ingegnere di:

1. presentare il piano di ammortamento dell'impianto;
2. rappresentare graficamente i risultati ottenuti;
3. commentare i risultati ottenuti.

PARTE B

Il management dell'azienda si trova, inoltre, a dover effettuare un'analisi previsionale della domanda di mercato di un suo prodotto di punta: la macchina di confezionamento di medicinali DrugsPackage. Dall'analisi dello storico delle vendite degli ultimi mesi sono emersi i seguenti valori (espressi in unità di prodotto venduto).

<i>Periodo</i>	<i>Domanda (d_t)</i>	<i>effettiva</i>
Novembre 2018	234	
Dicembre 2018	267	
Gennaio 2019	345	
Febbraio 2019	299	
Marzo 2019	432	
Aprile 2019	501	
Maggio 2019	567	
Giugno 2019	602	
Luglio 2019	$D_{Luglio2019} = ??$	

Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 8: GESTIONALE – IMPIANTI

Storicamente l'azienda, per la previsione della domanda, utilizza il metodo dello smorzamento esponenziale interrogandosi, ogni volta, sul più opportuno valore della costante di smorzamento da adottare. Si chiede al candidato Ingegnere di:

4. determinare il valore atteso di domanda per il mese di Luglio 2019 utilizzando il più opportuno tra i valori 0,2 e 0,6 della costante di smorzamento;
5. valutare la bontà della previsione utilizzando come parametro di confronto la deviazione media assoluta;
6. commentare i risultati ottenuti.

Caso 2

PARTE A

La direzione aziendale di una importante azienda di vernici ha chiesto al responsabile di produzione di valutare i quantitativi ottimali di due vernici da rilanciare sul mercato della regione Emilia Romagna: la vernice LiquidPaint e la vernice in polvere PowderPaint.

L'analisi del mercato e delle risorse produttive a disposizione evidenzia che il mercato può assorbire al massimo 410 confezioni di LiquidPaint e 160 fusti di PowderPaint nel periodo di riferimento dell'analisi. Inoltre, il fornitore di tappi dosatori, fornisce al massimo 800 dosatori nel periodo di riferimento dell'analisi (ogni confezione di entrambi i prodotti richiede un dosatore montato sul prodotto più un secondo dosatore fornito nella confezione come scorta). Infine, i due prodotti condividono la risorsa "macchina confezionatrice" disponibile per complessivi 2500 minuti netti nel periodo di riferimento. Il confezionamento di una confezione di LiquidPaint richiede 2 minuti mentre il confezionamento di un fusto di PowderPaint richiede 55 secondi.

Sapendo che l'utile unitario derivante da LiquidPaint è di 32€ a confezione e che l'utile unitario derivante dal fusto PowderPaint è 20 €, al candidato Ingegnere si chiede di:

1. determinare i quantitativi ottimali dei due prodotti da produrre e vendere per massimizzare l'utile totale;
2. adottare il metodo della programmazione lineare esplicitando chiaramente la funzione obiettivo ed i vincoli;
3. determinare graficamente la soluzione ottima ed il corrispondente utile totale;
4. valutare, infine, l'impatto, sul mix produttivo ottimo, che avrebbe l'acquisto di una seconda "macchina confezionatrice", fissate le altre condizioni.

Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 8: GESTIONALE – IMPIANTI

PARTE B

L'azienda produce una vastissima gamma di vernici ed opera con le più grandi società di distribuzione italiane. La distribuzione dei prodotti sul mercato avviene mediante trasporto su gomma per il collegamento dell'azienda con i Ce.Di. di un importante catena di negozi. Per la vernice UltraLiquid, vengono prodotti brick di dimensioni 50x25x50 h cm e peso 3 kg. I brick devono poi essere raggruppati in un fardello da 2 brick, che poi deve essere pallettizzato. L'imballaggio terziario utilizzato è l'EPAL 800x1200x150 con capacità di carico di 2000 kg, tara 25 kg, altezza massima 1300 mm e debordo consentito 4% (somma di entrambi i lati).

Al candidato Ingegnere si chiede di:

5. determinare il rendimento volumetrico secondario e terziario;
6. individuare il numero massimo di brick contenibili in ogni pallet.

Nota. Per ogni dato mancante nel testo fare riferimento alle regole del buon progetto.



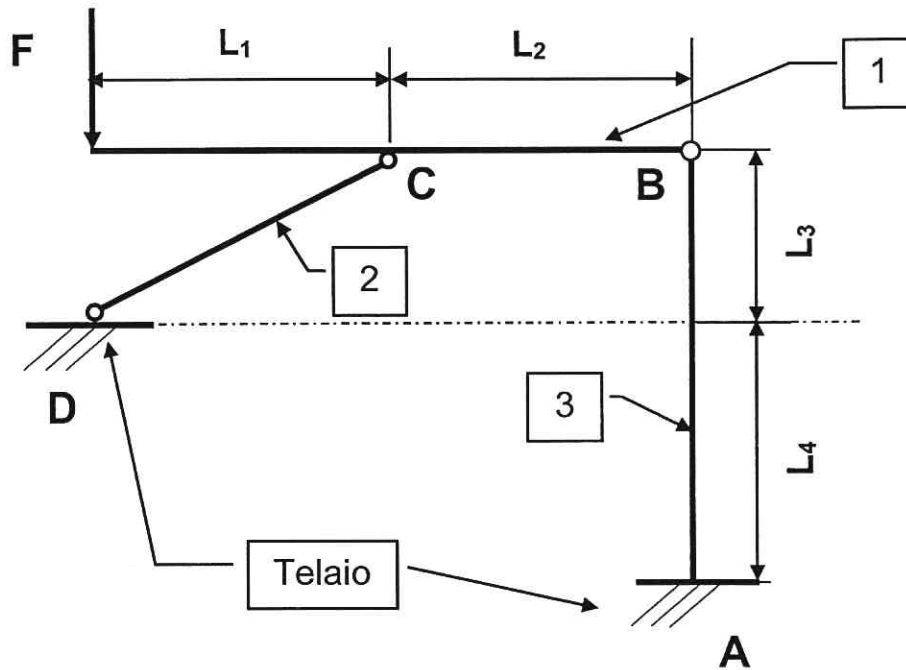
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 9: MECCANICA – COSTRUZIONE DI MACCHINE



La sospensione di Figura è costituita da elementi in acciaio collegati tra loro mediante cerniere ed è sollecitata all'estremità dell'elemento 1 da una forza verticale F . Sapendo che l'elemento 3 è incastrato al telaio e l'elemento 2 è collegato tramite cerniere sia al telaio che all'elemento 1, tracciare i diagrammi delle caratteristiche della sollecitazione relativi ai tre elementi.

Il candidato dimensiona staticamente la struttura con un coefficiente di sicurezza minimo pari a $C.S.=3$, impiegando per gli elementi 1 e 3 dei tubolari quadrati e per l'elemento 2 un tondo pieno.

Il materiale impiegato per la costruzione è un acciaio **S275 JR EN 10025**.

Si esegua il disegno costruttivo della giunzione in C.

Dati di progetto:

$$L_1=500\text{mm}$$

$$L_2=500\text{mm}$$

$$L_3=300\text{mm}$$

$$L_4=700\text{mm}$$

$$F=1000\text{N}$$

Altri dati necessari a scelta del candidato.

Handwritten signature

Handwritten signature

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA – IMPIANTI

Si voglia dimensionare un impianto frigorifero a compressione semplice all'interno di uno stabilimento industriale finalizzato alla produzione di potenza frigorifera utilizzata per il raffreddamento di alcuni stampi necessari al processo produttivo.

All'interno dello stabilimento sono presenti le macchine riportate in tabella 1 raffreddate con acqua refrigerata ad una temperatura di 8 °C.

Tabella 1. Dati caratteristici delle macchine presenti all'interno dello stabilimento.

Tipologia macchina	Potenza frigorifera nominale cadauna, [kW/#]	Numero di macchine presenti, [#]
Tipo 1	6	14
Tipo 2	10	14
Tipo 3	8	20
Tipo 4	4	20

Si considerino inoltre i seguenti dati per la progettazione:

- Temperatura di ingresso e di uscita dell'acqua da ciascuna macchina pari a 8 °C e 12 °C;
- Fattore di contemporaneità delle macchine pari a 0.75;
- Il gruppo frigorifero può utilizzare come fluido refrigerante R600a (isobutano);
- Il rendimento isoentropico di compressione è pari a 0.75. Le temperature di evaporazione e condensazione sono assunte pari a 0 C e 40 C rispettivamente. Inoltre si ipotizzi l'assenza di surriscaldamento e sotto raffreddamento;
- Si assuma $k = cp/cv$ pari a 1.14 per il fluido R134a e 1.28 per il fluido R717;
- Si assuma un rendimento elettrico del compressore pari a 0.97.

Considerando una temperatura dell'acqua refrigerata in ingresso ed uscita dall'evaporatore rispettivamente pari a 12 C e 8 C, il candidato:

- 1) Calcoli la potenza frigorifera nominale richiesta al gruppo frigorifero.
- 2) Rappresenti il P&ID di impianto identificando i componenti presenti e i collegamenti idraulici necessari per l'esercizio del gruppo frigorifero con accumulo freddo e torre di raffreddamento.
- 3) Definisca i principali criteri per la scelta del fluido frigorifero con particolare riferimento all'indice GWP (Global Warning Potential)
- 4) Utilizzando i diagrammi termodinamici riportati relativi ai fluidi R134a e R717, il candidato rappresenti il ciclo frigorifero sul diagramma p-H assegnato. Si calcoli inoltre la potenza elettrica spesa al compressore, la potenza ceduta al condensatore e l'Energy Efficiency Ratio (EER) del ciclo. In funzione dei risultati ottenuti, il candidato identifichi la soluzione ritenuta migliore per lo scopo motivandone tecnicamente la scelta.
- 5) Il candidato riporti le possibili soluzioni tecnologiche per poter smaltire la potenza termica al condensatore, indicandone principali vantaggi e svantaggi.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA – IMPIANTI

- 6) Considerando il raffreddamento tramite torre evaporativa, il candidato calcoli la portata d'acqua refrigerata per i due casi precedentemente calcolati. Il candidato inoltre descriva i parametri tecnici richiesti per procedere al dimensionamento della torre evaporativa.

Per ogni dato mancante fare riferimento a criteri di buon progetto.

Fl. Nigro

Ag. An

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA – IMPIANTI

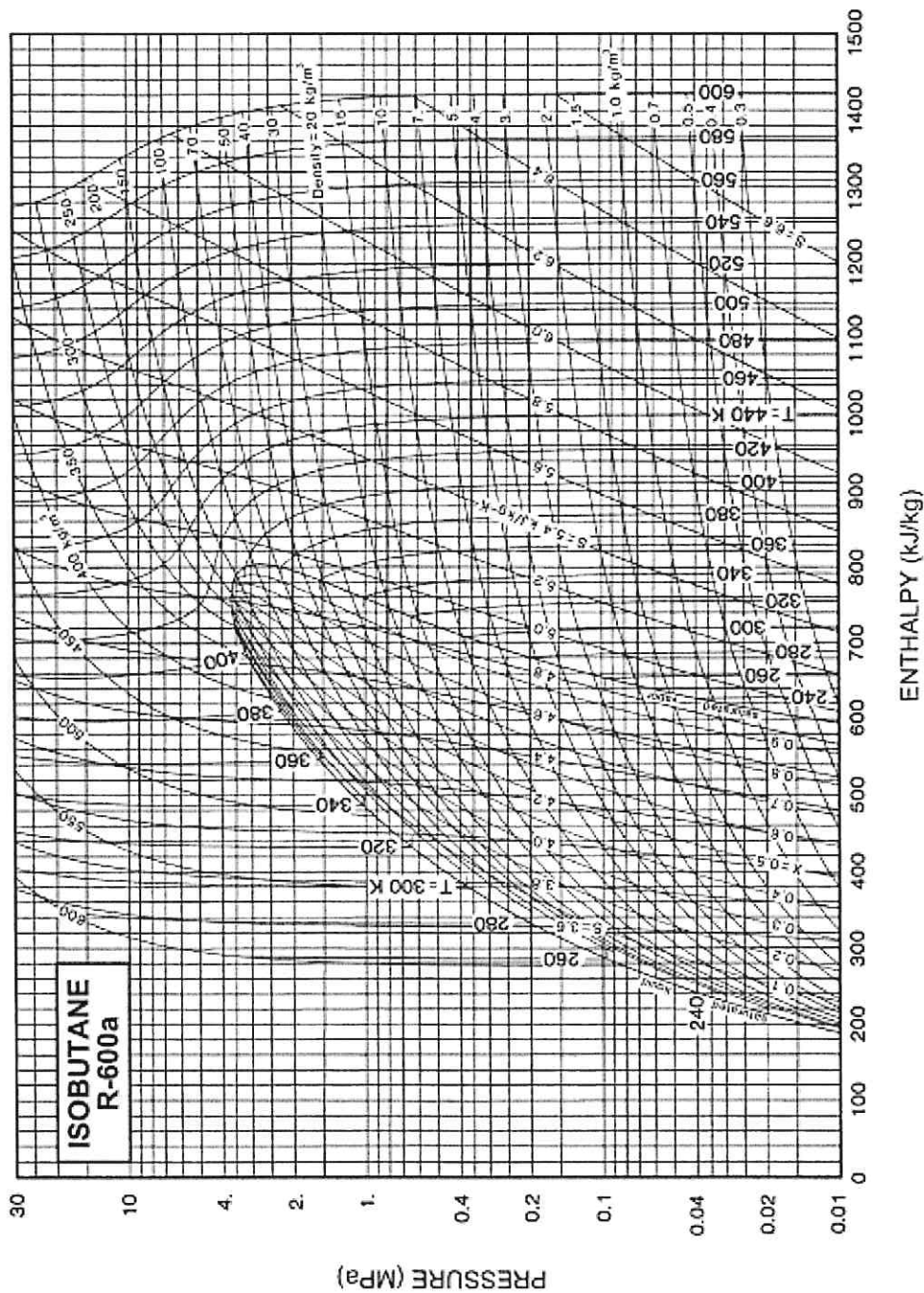


Figura 1. Diagramma p-H del fluido R-600a.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA – IMPIANTI

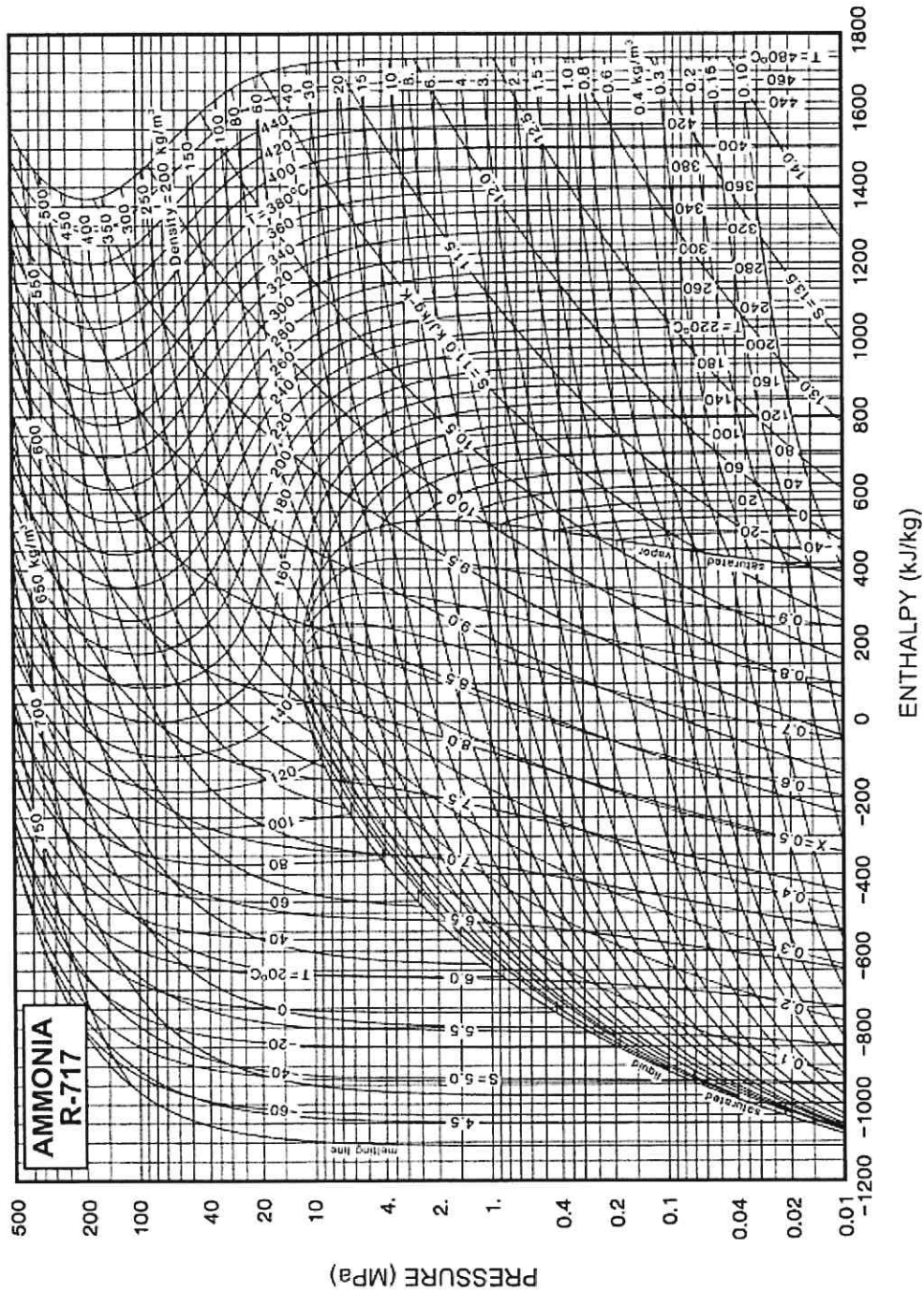


Figura 2. Diagramma p-H fluido R717.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 11: MECCANICA – MACCHINE

Il candidato consideri un motore a combustione interna a ciclo Diesel. La pressione e la temperatura di inizio compressione sono 1 bar e 300 K, rispettivamente. Il calore specifico fornito all'aria dalla sorgente calda è 1700 kJ/kg.

Si chiede di determinare:

- il rapporto di compressione necessario per raggiungere una pressione di fine compressione di 60 bar;
- gli stati fisici (temperatura, pressione e volume specifico) in ogni punto del ciclo, utilizzando la relazione di compressione trovata al punto precedente;
- l'efficienza del ciclo ideale η_{Diesel} , assumendo un rapporto di temperatura a pressione costante pari a $\tau' = 3.5$;
- il lavoro specifico prodotto durante il ciclo.

Si supponga che il ciclo Diesel così determinato coincida con il ciclo di indicatore all'interno dei cilindri di un motore Diesel di 4 cilindri e 2 litri di cilindrata totale. Questo motore gira a una velocità di 3500 rpm. Considerando un rendimento meccanico di 0.8 e un alesaggio dei cilindri di 86mm, si chiede di determinare:

- la corsa;
- la velocità media dei pistoni;
- la potenza prodotta dal motore.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 12: BIOMEDICA

Il candidato progetti un sistema per la valutazione real-time della risposta cellulare a concentrazioni variabili di un farmaco in condizioni dinamiche. Il candidato si focalizzi sia sugli aspetti teorici che stanno alla base della progettazione di tale dispositivo, che quelli pratici legati alla sua realizzazione ed al controllo delle variabili fisiologiche.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

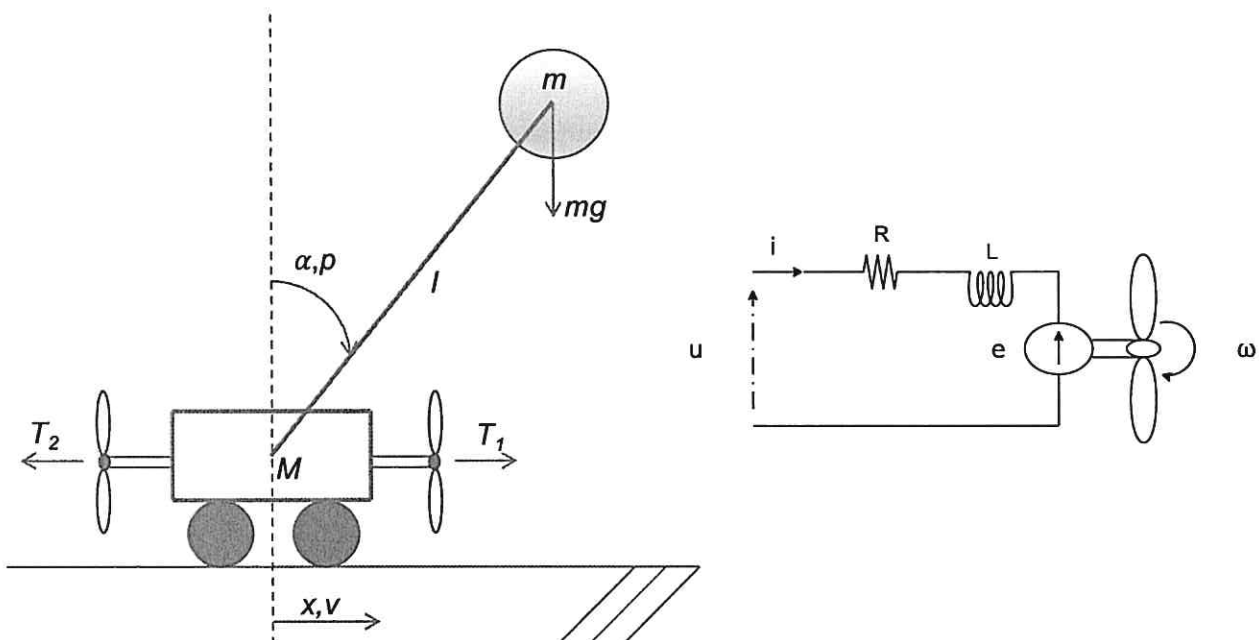
SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 13: AUTOMAZIONE

Esercizio 1

Si consideri il sistema rappresentato nelle figure sottostanti, costituito da un pendolo inverso fissato su un carrello, attuato per mezzo di due eliche con motori in corrente continua. In particolare, il circuito elettrico dei due motori è schematizzato a destra, uguale per motore 1 e motore 2, dunque riportato una singola volta per brevità.



Si descriva il sistema in esame tramite rappresentazione nello spazio degli stati, considerando in particolare la seguente notazione: configurazione angolare del pendolo α , velocità angolare del pendolo p , thrust (forze di spinta) applicati dai motori T_1, T_2 , velocità angolare dei due motori ω_1, ω_2 , correnti di armatura i_1, i_2 , tensioni applicate u_1, u_2 , forze controelettromotrici $e_1 = k\omega_1, e_2 = k\omega_2$, resistenza e induttanza statorica (uguali in entrambi i motori) R e L , rispettivamente, costante di coppia/velocità k , massa del carrello M , massa del punto materiale all'estremità del pendolo m , momento d'inerzia di motore ed elica rispetto all'asse di rotazione del motore J (uguale per entrambi i motori), lunghezza dell'asta del pendolo l e accelerazione gravitazionale g , coefficiente di attrito viscoso c .

Al fine della costruzione del modello, si considerino le seguenti coppie totali applicate ai motori DC:

$$\begin{aligned} C_1 &= -c\omega_1^2 + ki_1. \\ C_2 &= -c\omega_2^2 + ki_2. \end{aligned}$$

Siano infine le forze di spinta delle eliche date da $T_1 = \delta\omega_1^2, T_2 = \delta\omega_2^2$, con δ una costante positiva. Si suggerisce di derivare il modello del sottosistema meccanico nella figura a sinistra tramite la lagrangiana $L = K - U$, dove K è l'energia cinetica totale, mentre U è l'energia potenziale totale.

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 13: AUTOMAZIONE

Con riferimento al modello così ricavato, il candidato fornisca le risposte ai seguenti quesiti, considerando come valori numerici delle costanti di interesse $l = 1 \text{ m}$, $m = 1/10 \text{ kg}$, $M = 5/10 \text{ kg}$, $g = 10 \text{ m/s}^2$, $k = 2 \text{ Nm/A}$, $c = 2 \text{ Nm s}^2/\text{rad}^2$, $J = 2 \text{ kgm}^2$, $\delta = 5/20 \text{ Ns}^2/\text{rad}^2$, $R = 1 \text{ m}\Omega$, $L = 1 \mu\text{H}$.

1. Si ricavino il punto di equilibrio $(x^*, v^*, \alpha^*, p^*, \omega_1^*, \omega_2^*, i_1^*, i_2^*)$ e le azioni forzanti u_1^*, u_2^* corrispondenti al punto di lavoro $\alpha^* = 0$, $x^* = X$, $\omega_1^* = \omega_2^* = \Omega > 0$.
2. Si ricavi il sistema linearizzato nel punto di equilibrio di cui sopra. Per il sistema linearizzato si usi la notazione $z = (\tilde{x}, \tilde{v}, \tilde{\alpha}, \tilde{p}, \tilde{\omega}_1, \tilde{\omega}_2, \tilde{i}_1, \tilde{i}_2)$, con input \tilde{u}_1, \tilde{u}_2 .
3. Si consideri la funzione di trasferimento tra input di tensione \tilde{u}_1 e output di corrente z_7 , assumendo di aver compensato la forza controelettrica con un'opportuna azione in avanti. Si progetti, per la funzione ricavata, un regolatore che garantisca in retroazione una risposta al gradino unitaria, con un tempo di assestamento $\tau_{el} = 0.1 \text{ ms}$. Si suggerisce per semplicità di usare un regolatore PI.
4. (Opzionale) Considerando la funzione di trasferimento ricavata al punto precedente tra riferimento di corrente e risposta di corrente, si ottenga la funzione di trasferimento tra riferimento di corrente e velocità angolare del motore z_5 . Si progetti un regolatore che garantisca in retroazione una risposta al gradino unitaria e con tempo di assestamento del polo dominante pari a $\tau_{prop} = 0.5 \text{ s}$.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

SECONDA SESSIONE 2019 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

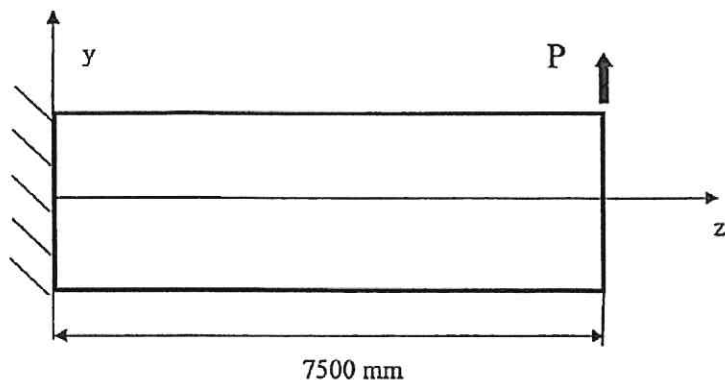
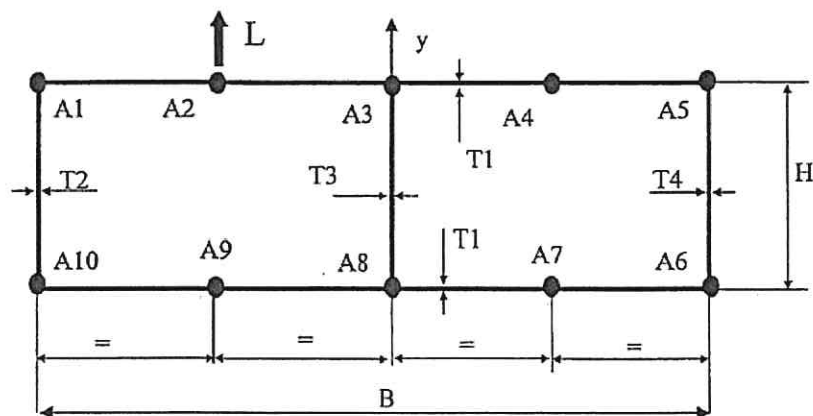
TEMA N. 14: AEROSPAZIALE

Sia dato un aeromobile con le seguenti caratteristiche:

- Pianta alare trapezoidale
- Peso $a/m = 65 \text{ kN}$
- Superficie alare = 50 m^2
- Allungamento alare = 8
- Rapporto di rastremazione = 0.5
- Quota di volo = 10000 m
- Velocità di crociera di progetto = 620 km/h

La struttura alare del velivolo è schematizzabile da un cassone a 3 longheroni rappresentato in figura. Questo è soggetto ad un carico $L(=P)$ di 1700 kg applicato all'estremità e diretto secondo l'asse y . Schematizzando il comportamento degli elementi che compongono la struttura secondo la teoria elementare, determinare:

- Lo sforzo nei correnti nella sezione in corrispondenza della radice dell'ala.
- I flussi di taglio nei pannelli di rivestimento e nelle anime dei longheroni.



$H = 500 \text{ mm}$
 $B = 2000 \text{ mm}$
 $T1 = T4 = 1.5 \text{ mm}$ $T2 = 1.2 \text{ mm}$ $T3 = 1.8 \text{ mm}$
 $A1 = A10 = 150 \text{ mm}^2$
 $A2 = A4 = A7 = A9 = 50 \text{ mm}^2$
 $A3 = A5 = A6 = A8 = 100 \text{ mm}^2$

Handwritten signature

Handwritten signature