

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA
PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE SEZ. B**

**1[^] sess.
2017**

1[^] PROVA SCRITTA (Durata: 2 ore)

La prova consiste nello svolgimento di uno tra i temi proposti nel seguito.

Tema 1 *CHIMICA-OPERAZIONI UNITARIE.*

Scambiatori di calore a fascio tubiero e a miscelazione: caratteristiche e campi di applicazione.

Tema 2 *CHIMICA-PROCESSI.*

I gas di sintesi da fonti rinnovabili.

Tema 3 *ELETTRICA – MACCHINE.*

Il Candidato descriva il funzionamento di un trasformatore trifase, ne illustri il circuito elettrico equivalente e discuta l'effetto della saturazione del nucleo magnetico sulla corrente magnetizzante della macchina.

Tema 4 *ELETTRICA – IMPIANTI.*

Il Candidato descriva i criteri di dimensionamento e protezioni dei cavi negli impianti elettrici di media e bassa tensione.

Tema 5 *ENERGETICA – NUCLEARE.*

Il Candidato descriva i principali meccanismi di decadimento radioattivo.

Tema 6 *ENERGETICA – ENERGETICA.*

Il Candidato definisca il concetto di ciclo di Carnot ed il relativo rendimento.

Tema 7 *GESTIONALE – ECONOMICO.*

Il Candidato illustri i principali metodi di valutazione degli investimenti. Esponga inoltre le condizioni per le quali essi sono applicabili, corredandole a un'analisi di vantaggi e svantaggi.

Tema 8 *GESTIONALE – IMPIANTI.*

Il Candidato, partendo dalla descrizione della curva P-Q (prodotto-quantità), introduca e descriva le principali disposizioni di lay-out di un impianto industriale e, successivamente, approfondisca il concetto di Group Technology

Tema 9 *MECCANICA – COSTRUZIONE DI MACCHINE.*

Il Candidato illustri il fenomeno della fatica nei materiali e negli elementi costruttivi delle macchine.

Tema 10 *MECCANICA – IMPIANTI.*

Il Candidato esponga i criteri, i metodi e gli schemi utili alla progettazione di un impianto per il servizio antincendio.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA
PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE SEZ. B

1^a sess.

2017

Tema 11 *MECCANICA – MACCHINE.*

Il Candidato descriva sinteticamente l'architettura e il funzionamento di un gruppo combinato gas-vapore.

Tema 12 *BIOMEDICA.*

Il Candidato illustri le principali caratteristiche dei materiali artificiali (polimeri, metalli, ceramici, compositi) e ne descriva le possibili applicazioni in campo biomedico.

Tema 13 *AUTOMAZIONE.*

Il Candidato illustri lo strumento dei diagrammi di Bode in relazione all'analisi di sistemi dinamici lineari, mettendone in evidenza le modalità per la sua costruzione e i suoi parametri caratteristici.

Tema 14 *AEROSPAZIALE.* Si descrivano le tipologie di aeromobili esistenti, ponendo l'attenzione sulle tipologie di carrello di atterraggio e configurazione alare.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA
PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE SEZ. B

1^a sess.
2017

2^a PROVA SCRITTA (Durata: 2 ore)

La prova consiste nello svolgimento di uno tra i temi proposti nel seguito.

Tema 1 *CHIMICA-OPERAZIONI UNITARIE.*

Colonne di distillazione a piatti: caratteristiche ed elementi per il dimensionamento.

Tema 2 *CHIMICA-PROCESSI.*

La desolforazione del gas naturale

Tema 3 *ELETTRICA – MACCHINE.*

Il Candidato descriva le caratteristiche e il funzionamento di un generatore sincrono a rotore avvolto a poli lisci. Il Candidato discuta, inoltre, la procedura per la corretta inserzione del generatore in parallelo alla rete elettrica nazionale.

Tema 4 *ELETTRICA – IMPIANTI.*

Il Candidato descriva il principio di funzionamento del relè differenziale ed i casi in cui la sua installazione è obbligatoria secondo la norma tecnica e di legge.

Tema 5 *ENERGETICA – NUCLEARE.*

Il Candidato descriva la formula dei quattro fattori di Fermi.

Tema 6 *ENERGETICA – ENERGETICA.*

Il Candidato illustri e discuta l'importanza della pressione di condensazione nei gruppi a vapore.

Tema 7 *GESTIONALE – ECONOMICO.*

Il Candidato illustri i principali documenti di bilancio, descrivendone significato, struttura e principi alla base della redazione. Si riportino inoltre le principali riclassificazioni di tali documenti.

Tema 8 *GESTIONALE – IMPIANTI.*

Il Candidato illustri i criteri di classificazione e scelta dei mezzi per la movimentazione interna allo stabilimento industriale. Successivamente si definiscano e si introducano le principali tipologie e caratteristiche dei carrelli elevatori

Tema 9 *MECCANICA – COSTRUZIONE DI MACCHINE.*

Il Candidato illustri il fenomeno dell'instabilità elastica in elementi compressi, descrivendo almeno uno dei possibili criteri di verifica

Tema 10 *MECCANICA – IMPIANTI.*

Il Candidato esponga i criteri, i metodi e gli schemi utili alla progettazione di un impianto per l'approvvigionamento dell'acqua dal prelievo da falda alla distribuzione all'utenza.

Tema 11 *MECCANICA – MACCHINE.*

Il Candidato descriva sinteticamente le architetture, il funzionamento e le curve caratteristiche delle pompe volumetriche alternative, rotative e a palette.

Tema 12 *BIOMEDICA*.

Il Candidato descriva le differenze tra elettrostimolatori esterni e interni. In relazione a questi ultimi descriva il principio di funzionamento

Tema 13 *AUTOMAZIONE*.

In riferimento allo sviluppo del sistema di controllo di sequenza di una macchina automatica, il Candidato illustri le principali caratteristiche del linguaggio di programmazione SFC (Sequential Function Chart) definito dallo standard IEC 61131-3. Arricchire la trattazione fornendo un semplice esempio di utilizzo.

Tema 14 *AEROSPAZIALE*.

Si descrivano i principi di costruzione e di utilizzo del diagramma di manovra di un aeromobile.

PROVA PRATICA (Durata: 8 ore)

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 1: ING. CHIMICA – OPERAZIONI UNITARIE

Si vuole rimuovere lo stirene presente al 3% in peso in una corrente acquosa da 1 m³/min, mediante stripping con aria, allo scopo di ridurre la concentrazione al di sotto del limite di 10 mg/l. L'operazione viene condotta a pressione atmosferica e temperatura ambiente (25°C) in una colonna a piatti forati con una spaziatura di 24 pollici.

Lavorando con una portata d'aria pari a 10 volte la minima teorica, dimensionare la colonna riportando, giustificandole, le scelte fatte e calcolando in particolare l'altezza e il diametro.

Per la costante di Henry dello stirene in acqua si faccia riferimento ai dati sotto riportati, per altre proprietà e correlazioni eventualmente necessarie il candidato faccia riferimento a repertori in suo possesso indicando esplicitamente la fonte.

DATI:

$$k_H = k_H^\ominus \times \exp\left(\frac{-\Delta_{\text{soln}}H}{R} \left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T^\ominus}\right)\right)$$

$$T^\ominus = 298.15 \text{ K}$$

substance	$\frac{k_H^\ominus}{[\text{M/atm}]}$	$\frac{-d \ln k_H}{d(1/T)}$ [K]	reference
ethenylbenzene	3.7×10^{-1}		<i>Yaws and Yang</i> [1992]
C ₈ H ₈	2.9×10^{-1}	4800	<i>Bissonette et al.</i> [1990]
(styrene)	3.8×10^{-1}	4200	<i>USEPA</i> [1982]

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

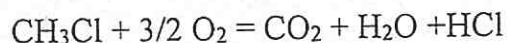
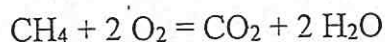
PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 2: ING. 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, 100 kmol/h) viene inviata ad un combustore insieme a metano (40°C). Il reattore è sostanzialmente adiabatico e ha delle dispersioni pari al 5% del calore globalmente sviluppato dalle reazioni.

Nel combustore avvengono a completamento le reazioni :

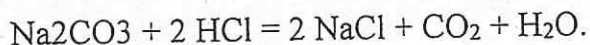
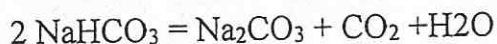


La corrente uscente ha una temperatura di 1150 °C.

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.

M *///*

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA 3: TEMA DI 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 630 kVA
- Rapporto di trasformazione $V_{1n}/V_{20} = 15000/400$
- Tensione di corto circuito $V_{cc}\% = 6\%$
- Perdite nel ferro $P_0 = 900$ W
- Perdite nel rame a 75°C $P_{cc} = 5600$ W
- Tipo di collegamento Dy11
- Peso olio 400 kg
- Peso totale 2050 kg

Trasformatore T2

- Potenza nominale 400 kVA
- Rapporto di trasformazione $V_{1n}/V_{20} = 15000/400$
- Tensione di corto circuito $V_{cc}\% = 5.0\%$
- Perdite nel ferro $P_0 = 740$ W
- Perdite nel rame a 75°C $P_{cc} = 3650$ W
- Tipo di collegamento Dy11
- Peso olio 280 kg
- Peso totale 1500 kg

La richiesta di potenza massima è 900 kW con un fattore di potenza in tali condizioni di $\cos(\varphi) = 0.93$ 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 $\cos(\varphi) = 0.90$, ammettendo un sovraccarico massimo del 20%.
- 4) Si valuti il rendimento in energia mensile supponendo che la richiesta di potenza prevista sia la seguente:

Sabato e giorni festivi:				200 kW	$\cos(\varphi) = 0.70$	
Giorni feriali:	dalle	8	alle	12	900 kW	$\cos(\varphi) = 0.95$
	dalle	12	alle	14	650 kW	$\cos(\varphi) = 0.93$
	dalle	14	alle	18	800 kW	$\cos(\varphi) = 0.90$
	dalle	18	alle	8	300 kW	$\cos(\varphi) = 0.75$

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 4: ELETTRICA-IMPIANTI

Un complesso sportivo è alimentato da una cabina di trasformazione propria con fornitura da rete di distribuzione pubblica a 15 kV e contiene un trasformatore in olio da 1000 kVA. Il quadro generale di bassa tensione è collegato al trasformatore tramite una formazione di cavi FG7R 0.6/1 kV del tipo 3(4x1x300) + 2(1x300) posti sotto pavimento galleggiante in posa piana di lunghezza pari a 10 m. In seguito alla realizzazione di una nuova centrale termica vengono installati i seguenti carichi:

- 5 motori asincroni di potenza 12.5 kW fattore di potenza 0.8 di cui 3 motori dedicati alle pompe di ricircolo del circuito frigorifero e 3 dedicate al circuito di raffreddamento del fluido;
- 2 motori asincroni di potenza pari a 16 kW fattore di potenza 0,85 dedicati alla ventilazione della torre di raffreddamento poste sul tetto dell'edificio;
- 1 centrale frigorifera di potenza pari 35 kW e fattore di potenza 0.8.

Al candidato si richiede di:

1. dimensionare il cavo di alimentazione, di lunghezza 20 m, che collega il quadro generale di bassa tensione esistente (QGBT) al nuovo quadro della centrale termica (QT);
2. dimensionare i cavi di alimentazione, di lunghezza 10m, che collegano i 5 motori asincroni di potenza 12.5kW e la centrale frigorifera al quadro generale della centrale termica (QT);
3. dimensionare il cavo di alimentazione, di lunghezza 45m, che collega il quadro generale della centrale termica (QT) al quadro che alimenta i motori dedicati alla ventilazione delle torri di raffreddamento (QR) che si trova nelle immediate vicinanze dei due motori;
4. dimensionare le apparecchiature di manovra e protezione da installare nei quadri suddetti;
5. disegnare lo schema unifilare della parte di impianto dimensionata;
6. dimensionare la potenza reattiva per il rifasamento della centrale termica;
7. dimensionare gli impianti di terra della cabina di trasformazione tenendo presente che la resistività del suolo è di 100 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

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

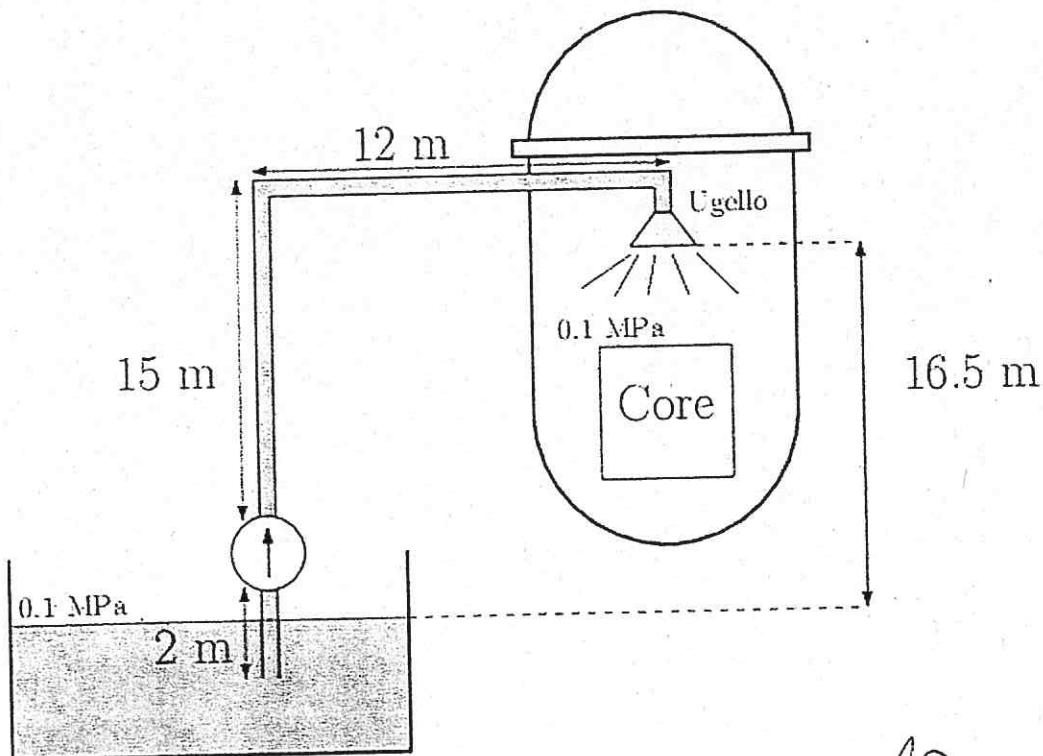
TEMA 5: TEMA DI ENERGETICA - NUCLEARE

Si consideri un impianto nucleare come quello schematizzato in figura. Il core è cilindrico ed alto di 370 cm. Le sezioni d'urto omogeneizzate sono: $\Sigma_{tr} = 0.0362 \text{ cm}^{-1}$, $\Sigma_a = 0.1532 \text{ cm}^{-1}$ e $\nu\Sigma_a = 0.1532 \text{ cm}^{-1}$. In caso di gravi incidenti come un LOCA, un sistema spray di emergenza deve garantire una portata di 40 Kg/s di acqua nel vessel. Il sistema di sicurezza è composto da una piscina di accumulo, una pompa, un nebulizzatore e tutte le tubazioni di collegamento, come mostrato in figura (al fine del calcolo delle perdite di carico concentrate si considerino in ingresso da serbatoio infinito, due curve a 90° e l'attraversamento del diffusore). I tubi sono in acciaio inossidabile ed hanno un diametro interno di 10 cm, mentre l'area di passaggio del fluido nel diffusore spray è di 26 cm^2 ed è caratterizzato da un fattore di perdita di carico concentrate pari a $\beta = 20$.

Il candidato calcoli:

1. Il raggio minimo del core del reattore
2. Con riferimento alla geometria del sistema di sicurezza mostrata in figura, le perdite di carico totali del sistema di sicurezza e la potenza della pompa da installare.
3. Ipotizzando che l'acqua nella piscina si trovi ad una temperatura di 25° C calcolare la potenza termica massima in grado di assicurare che l'acqua arrivi completamente in fase liquida al diffusore.

Si scelgano i parametri non esplicitamente assegnati secondo i criteri di buon progetto.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 6 ENERGETICA/ENERGETICA

Dato un gruppo turbogas caratterizzato da un rapporto di compressione pari a 15, una temperatura di ingresso in turbina pari a 1250 °C ed una portata d'aria aspirata pari a $250 \cdot 10^3$ m³/h, il Candidato valuti le prestazioni di un ciclo combinato ad un livello di pressione, caratterizzato da una pressione di evaporazione pari a 30 bar.

Nel dettaglio si richiede al Candidato:

- Il lay-out completo del sistema energetico in oggetto.
- La rappresentazione sul diagramma T-s delle trasformazioni reali ed isoentropiche.
- Il calcolo delle prestazioni attese (lavoro utile, potenza totale, rendimento totale, consumo di combustibile).
- Il diagramma di scambio termico T-Q relativo alla caldaia a recupero

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

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 7: GESTIONALE - ECONOMICO

Al candidato ingegnere è richiesto di considerare il caso della Best Cheese srl, un'impresa parmigiana specializzata in prodotti agro-alimentari e operativa dai primi anni '30.

PARTE PRIMA

Di seguito sono riportati in ordine sparso i dati relativi al bilancio dell'azienda per l'anno 2016 (dati in migliaia di euro).

Ratei attivi	70
Cambiali Attive	448
Acquisti di materie prime	2.890
Minusvalenza	85
Pubblicità	115
Partecipazioni strategiche in imprese controllate (nette)	450
Trattamento di fine rapporto	550
Avviamento	130
Rimanenze finali di semilavorati e prodotti finiti	1.100
Quota di TFR amministrativo e commerciale	80
Rimanenze iniziali di materie prime	1.480
Denaro e valori in cassa	665
Ammortamento Immobili Civili	95
Riserve di utili	1.650
Marchi e Brevetti Industriali	510
Ammortamenti Amministrativi & Generali	145
Capitale sociale	2.220
Altri debiti finanziari (entro l'esercizio successivo)	455
Costi di ricerca e di sviluppo capitalizzati (al netto fondo amm.to)	780
Anticipi da Clienti	495
Altri debiti finanziari (oltre l'esercizio successivo)	1220
Crediti commerciali	1.750
Resi su vendite	35
Crediti finanziari a lungo termine	220
Debiti obbligazionari	1.825
Ricavi delle vendite	9.850
Debiti vs fornitori d'esercizio	1.205
Consulenze industriali	387

15 11

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 7: GESTIONALE - ECONOMICO

Impianti e macchinari (al netto del fondo ammortamento)	2.500
Accantonamenti svalutazione crediti	75
Fondo Svalutazione Crediti	88
Immobili Civili (al netto del fondo ammortamento)	550
Debiti vs banche (c/corrente)	1.530
Interessi passivi	385
Ammortamenti industriali	570
Altri ricavi e proventi caratteristici	125
Stipendi e oneri (amministrativi e commerciali)	545
Titoli in portafoglio non costituenti immobilizzazioni	1.100
Mutui	1.285
Fondi rischi e oneri	856
Proventi da partecipazioni	25
Proventi finanziari e interessi attivi	125
Proventi straordinari attivi	40
Quota ammortamento brevetti industriali	110
Costi anticipati	750
Crediti commerciali verso imprese collegate	225
Quota di TFR industriale	200
Affitto Attivo da Immobile Civile	85
Rimanenze finali di materie prime	1.250
Terreni e fabbricati (al netto del fondo ammortamento)	2.200
Rimanenze iniziali di semilavorati e prodotti finiti	1.650
Salari e oneri industriali	1.115
Utile dell'esercizio	?

Sulla base dei dati riportati in tabella, al candidato è richiesto di svolgere i seguenti compiti per conto della Best Cheese srl:

- 1) Riclassificare i documenti di stato patrimoniale secondo il criterio della liquidità/esigibilità decrescente e di conto economico a costo del venduto, riportando ed evidenziando i risultati intermedi rilevanti di entrambi i documenti. Si consideri un'aliquota di imposta pari al 50%.
- 2) Verificare il rispetto dell'equazione fondamentale di bilancio una volta conclusa la riclassificazione.
- 3) Calcolare i seguenti indici di bilancio, esplicitandone la formula e spiegandone il significato:
 - a) Il ROI, ROE, ROS al 31.12.2016
 - b) L'indice di liquidità al 31.12.2016
 - c) L'indice di indebitamento al 31.12.2016

Handwritten marks: a signature and two parallel diagonal lines.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 7: GESTIONALE - ECONOMICO

- d) L'indice secco di liquidità (quick ratio) al 31.12.2016
- e) Il capitale circolante netto al 31.12.2016
- f) L'indice di rotazione delle rimanenze al 31.12.2016
- g) L'indice di rotazione del capitale al 31.12.2016

PARTE SECONDA

Per il 2017, la Best Cheese srl sta valutando la convenienza della produzione di tre tipologie di formaggi da destinare al mercato estero. I dati relativi ai tre nuovi prodotti sono riportati in tabella.

Dati	Form. A	Form. B	Form. C	Azienda
Prezzo unitario di vendita	80	100	93	
Costo della manodopera diretta (MOD) (Euro/ora)	20	20	20	
Tempo unitario di produzione (min MOD/unità)	14	20	18	
Costo della materia prima (Euro/kg)	4	5	5	
Kg. di materia prima necessari per produrre 1 unità	10	12	11	
Provvigioni commerciali (Euro/unità)	6	6	6	
Unità vendute (e prodotte) annualmente	20.000	15.000	18.000	
Costi annuali comuni di ammortamento impianti				150.000
Costi annuali amministrativi e generali				258.000

Al candidato ingegnere si chiede di:

1. Determinare il margine di contribuzione unitario dei tre formaggi, esplicitando quale dei tre risulta più conveniente da commercializzare per la Best Cheese s.r.l.;
2. Determinare il costo pieno unitario di produzione e il costo pieno unitario dei tre formaggi, usando come base di allocazione:
 - per gli ammortamenti degli impianti il tempo di MOD complessivamente utilizzata per la produzione;
 - per i costi amministrativi e generali i ricavi complessivi per ogni tipo di formaggio.
3. Determinare l'utile ante imposte della Best Cheese s.r.l.;
4. Individuare quale prodotto conviene eliminare qualora si verifichi un ridimensionamento della capacità produttiva a seguito di una riduzione delle ore di mano d'opera.

Handwritten signature and marks

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 8: GESTIONALE IMPIANTI

PARTE A

L'azienda Clean&Tidy Srl è un'organizzazione a gestione familiare leader nel settore della produzione di accessori per la pulizia, detersivi e detergenti per uso industriale. L'azienda ha recentemente acquistato un nuovo impianto produttivo con un esborso iniziale pari a 4,2M € (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 15 anni, il costo opportunità del capitale è del 4.5% ed il valore residuo del bene dopo 15 anni è supposto pari a € 540.000 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: l'idropulitrice Hard Stuff. 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_i)</i>	<i>effettiva</i>
Novembre 2016	864	
Dicembre 2016	941	
Gennaio 2017	642	
Febbraio 2017	772	
Marzo 2017	1124	
Aprile 2017	1084	
Maggio 2017	1348	
Giugno 2017	1413	
Luglio 2017	D Luglio2017 = ??	

15

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – 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 2017 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.

PARTE C

La direzione aziendale ha inoltre chiesto all'Ing. Briggi di valutare i quantitativi ottimali di due detergenti da rilanciare sul mercato della regione Lazio: il detergente liquido SuperLux300 e il detergente in polvere ExNovo2000.

L'analisi del mercato e delle risorse produttive a disposizione evidenzia che il mercato può assorbire al massimo 350 confezioni di SuperLux300 e 200 fusti di ExNovo2000 nel periodo di riferimento dell'analisi. Inoltre, il fornitore di tappi dosatori, fornisce al massimo 750 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 2000 minuti netti nel periodo di riferimento. Il confezionamento di una confezione di SuperLux300 richiede 1,5 minuti mentre il confezionamento di un fusto ExNovo2000 richiede 30 secondi.

Sapendo che l'utile unitario derivante dal SuperLux300 è di 25€ a confezione e che l'utile unitario derivante dal fusto ExNovo2000 è 15 €, al candidato Ingegnere si chiede di:

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

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 8: GESTIONALE IMPIANTI

PARTE D

La stessa Clean&Tidy Srl produce una vasta gamma di detersivi per piatti 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 supermercati. Per il detersivo UltraFast, vengono prodotti brick di dimensioni 50x25x50 h cm e peso 2,7 kg. I brick devono poi essere raggruppati in un fardello da 2 brick, che poi deve essere pallettizzato. L'imballaggio terziario utilizzato dalla Clean&Tidy Srl 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:

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



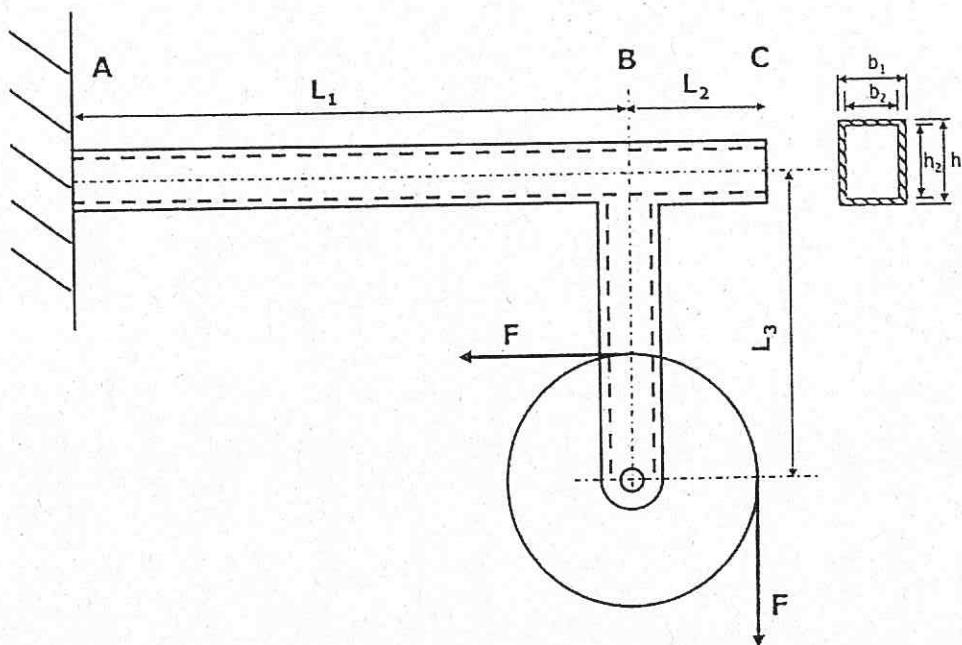
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 9: MECCANICA - COSTRUZIONE DI MACCHINE



La sospensione di figura è soggetta a carichi statici generati dalla puleggia di rinvio. Considerando che $L_1=1.000$ mm, $L_2=200$ mm, $L_3=500$ mm, $F=8.000$ N, $h_1=120$ mm, $h_2=100$ mm, $b_1=50$ mm, $b_2=40$ mm, si chiede al candidato di:

- 1) determinare i diagrammi di momento flettente, taglio e sforzo normale;
- 2) definire il coefficiente di sicurezza della sospensione considerando un materiale avente snervamento pari a $S_y=400$ MPa;
- 3) valutare la sollecitazione di taglio massimo.

Eventuali ulteriori dati necessari a scelta del candidato.

MT //

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA-IMPIANTI

Si consideri un impianto di essiccazione del cacao, volto ad eliminare l'umidità nel prodotto per garantirne la conservazione. L'impianto è costituito da un essiccatoio a tunnel che deve produrre 2000 ton/anno di cacao essiccato. L'impianto lavora 365 giorni/anno, su 2 turni da 8 h ciascuno. Si consideri un fattore di utilizzazione pari a 0,8, che tiene conto di eventuali fermi impianto e manutenzioni. Le caratteristiche del prodotto in ingresso e in uscita e quelle dell'aria che viene utilizzata per l'essiccazione sono mostrate in Tabella 1.

Tabella 1 - Caratteristiche del cacao e dell'aria necessari per il dimensionamento dell'impianto.

Parametro	Valore	Unità di misura
Dati prodotto	Temperatura del cacao in ingresso	40 °C
	Umidità del cacao in ingresso	30 %
	Temperatura del cacao in uscita	85 °C
	Riduzione di umidità del cacao	7 %
	Calore specifico del cacao secco	0,6 kcal/kg °C
Dati aria	Temperatura dell'aria in ingresso	35 °C
	Umidità dell'aria in ingresso	65 %
	Temperatura dell'aria in uscita	40 °C
	Umidità dell'aria in uscita	75 %

Il candidato:

- definisca lo schema dell'impianto e i suoi principali componenti;
- individui la portata di acqua che deve essere sottratta al prodotto per garantirne le caratteristiche;
- definisca gli stati dell'aria all'ingresso dell'essiccatoio, a valle del riscaldatore e all'uscita dell'essiccatoio, in termini di temperatura, umidità, entalpia e titolo;
- determini la portata di aria necessaria per ottenere le caratteristiche finali del prodotto.
- Considerando che per garantire un corretto contatto con il cacao, l'aria deve avere una velocità pari a 4 m/s e che l'essiccatoio presenta una sezione rettangolare, determinare una possibile dimensione dei lati e della sezione del tunnel. Determinare poi la potenza del motore del ventilatore, ipotizzando che la lunghezza totale del circuito che deve compiere l'aria sia pari a 20 m. Per le perdite concentrate si consideri una percentuale aggiuntiva rispetto alle perdite distribuite. Considerare un rendimento totale del ventilatore pari a 0.82.
- Determinare la potenza termica richiesta al riscaldatore (in kW), ipotizzando che:
 - tutta la potenza del motore del ventilatore venga trasferita al fluido come potenza termica;
 - la potenza termica dissipata all'esterno equivalga ad una percentuale pari all'1.5% della potenza del riscaldatore;
 - la potenza termica sottratta all'essiccatoio dal sistema di trasporto del cacao equivalga ad una percentuale pari al 7% della potenza del riscaldatore.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA-IMPIANTI

Si ricorda la seguente relazione: $1 \text{ kcal} = 4,184 \text{ kJ}$.

- In ottica di un minore impatto ambientale, valutare come cambiano le condizioni dell'aria in uscita dall'essiccatoio se si decide di raddoppiare la portata d'aria utilizzata. Valutare anche come variano la potenza del ventilatore e quella richiesta al riscaldatore (per quest'ultima considerare le stesse ipotesi sulla potenza dissipata e quella sottratta dal materiale di trasporto, mentre per la potenza del ventilatore mantenere il valore utilizzato nel punto precedente).
- In ottica di risparmio energetico, valutare come cambiano i principali stati dell'aria nell'essiccatoio, se si ricircola una percentuale di aria pari al 20%. Valutare quindi come varia la potenza richiesta al riscaldatore.
- Infine il candidato valuti i costi operativi totali nei 3 casi analizzati in precedenza, in termini di costo del combustibile annuale per il riscaldatore e costo dell'energia elettrica annuale per il ventilatore. Per riscaldare l'aria si utilizza un generatore di aria calda, con rendimento 0.9, alimentato da un combustibile caratterizzato da un potere calorifico inferiore pari a 15000 kJ/kg e un costo unitario pari a 1.3 €/kg . Per l'energia elettrica si consideri un costo unitario pari a 0.16 €/kWh .

Per le informazioni mancanti fare riferimento alle norme di buona tecnica.

Di seguito si riportano:

- Fig. 1: diagramma psicometrico dell'aria ad alta temperatura.
- Fig. 2: perdite di carico relative alla circolazione dell'aria in tubazioni circolari.
- Fig. 3: diametro equivalente di un canale rettangolare con la stessa perdita di carico di una tubazione circolare.

15 11

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

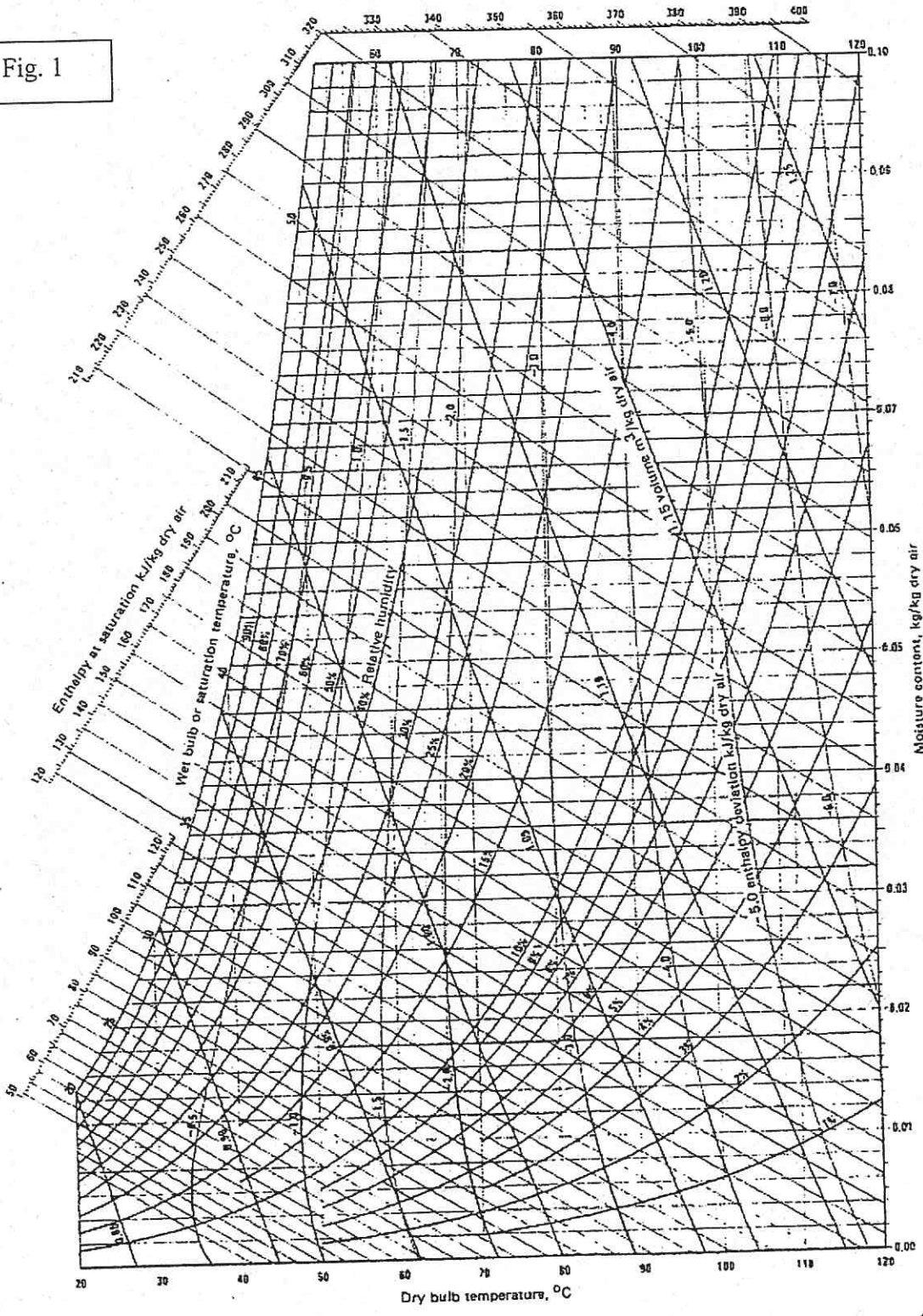
PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA-IMPIANTI

Fig. 1



Handwritten initials: "NS" and "ll"

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

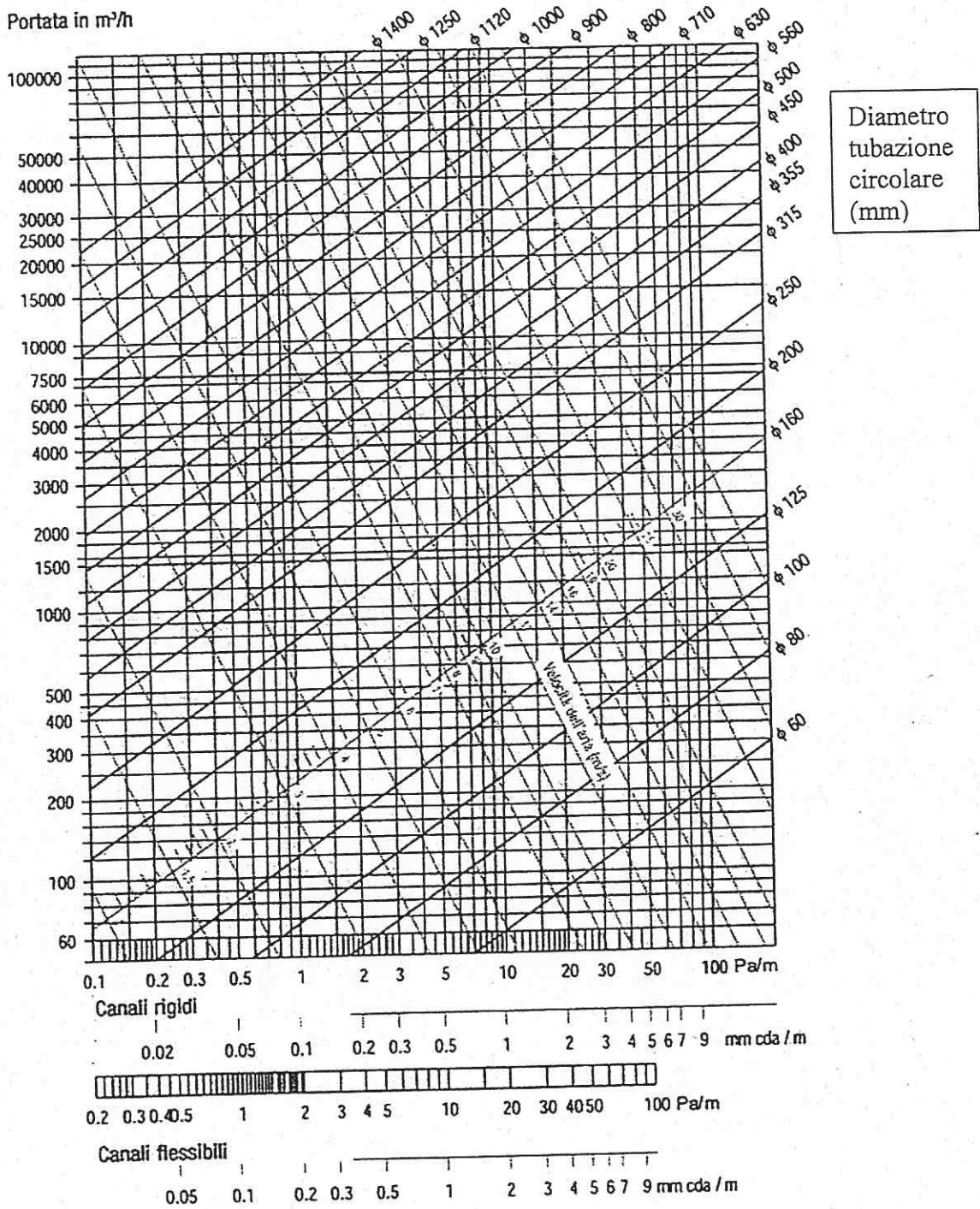
PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA-IMPIANTI

Fig. 2



Handwritten signature

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

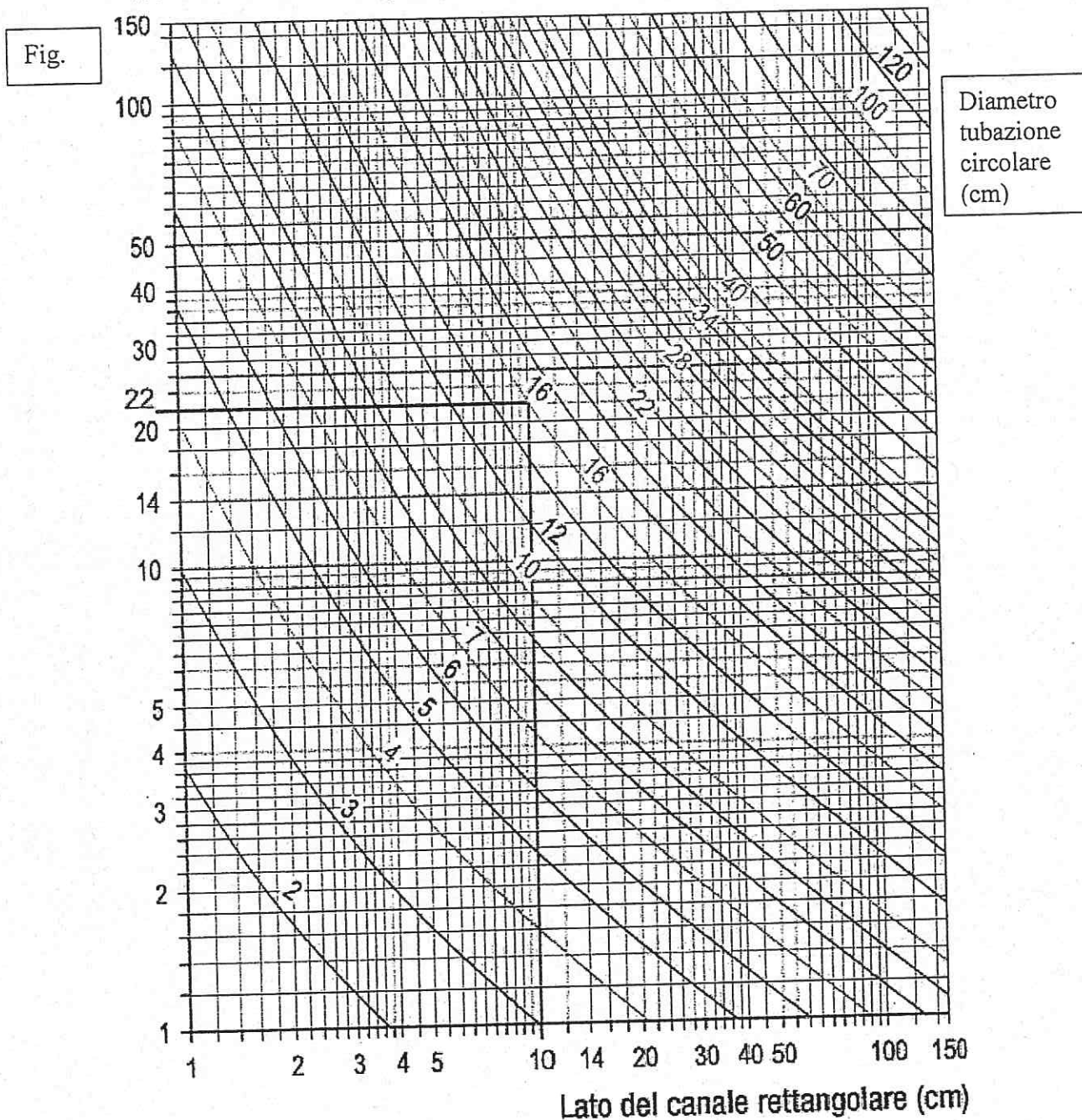
PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 10: MECCANICA-IMPIANTI

Lato del canale rettangolare (cm)



Handwritten signature

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE A

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 11: TEMA DI MECCANICA- MACCHINE

Si consideri un sistema di propulsione navale composto da un motore a gasolio provvisto di un impianto di alimentazione combustibile composto da due stadi di compressione.

- Primo stadio: aspirazione da un serbatoio a pressione atmosferica e pressurizzazione del combustibile fino a 5 bar per mezzo di una pompa centrifuga
- Secondo stadio: pressurizzazione del combustibile da 5bar a 180 bar tramite una pompa volumetrica.

Il motore presenta le seguenti caratteristiche:

- 8 cilindri
- Alesaggio: 1600 mm
- Corsa: 3200 mm
- Rendimento volumetrico: 0.92
- Rendimento indicato: 0.89
- Rendimento organico: 0.98

Viene fatto operare alle seguenti condizioni:

- Regime: 150 giri/min
- Rapporto in massa aria/combustibile: 16.6

Si precisa inoltre che viene alimentato con un combustibile con $\rho: 750 \text{ kg/m}^3$ e con potere calorifico inferiore pari a 42700 kJ/kg.

Si calcoli:

1. La portata di combustibile che devono elaborare le due pompe
2. La potenza erogata all'albero motore
3. La coppia

Il candidato giustifichi eventuali scelte progettuali e/o assunzioni effettuate.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

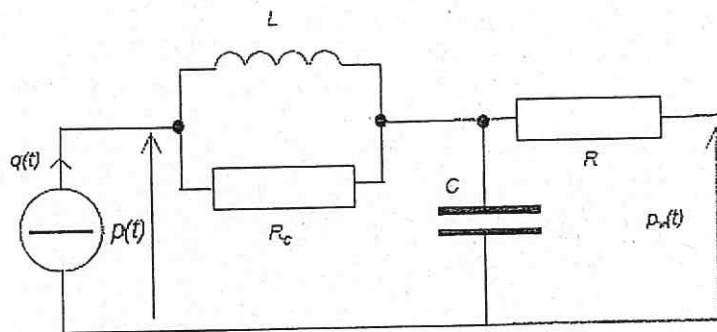
TEMA N. 12: BIOMEDICA

ESERCIZIO 1

Nell'ambito della realizzazione di sistemi per l'acquisizione, l'elaborazione e la trasmissione dell'informazione, il candidato descriva e discuta criticamente i principi fisici, le problematiche tecnologiche e il quadro normativo riguardanti la produzione e l'esposizione a radiazioni non ionizzanti in ambienti ospedalieri.

ESERCIZIO 2

Si suppone che la circolazione polmonare sia approssimativamente descritta dall'analogo elettrico di figura,



dove

R ed R_c sono resistenze > 0 , con $R_c < R$;

C è una complianza > 0 , che tiene conto dell'elasticità delle arterie polmonari;

L è un'inertanza > 0 ;

$p(t)$ è la pressione del sangue nell'arteria polmonare (in mmHg);

$p_v(t)$ è la pressione del sangue nelle vene polmonari (in mmHg);

$q(t)$ è la portata ematica istantanea *entrante* nell'arteria polmonare (in mL/s), imposta dal ventricolo destro.

Al candidato è richiesto di:

1) scrivere le equazioni di stato del sistema, in forma canonica, con $q(t)$ e $p_v(t)$ variabili di ingresso e $p(t)$ variabile di uscita; specificare inoltre le matrici A, B, C e D.

Nell'ipotesi che $p_v(t)$ sia nulla,

2) ricavare la corrispondente matrice di transizione, con istante iniziale $t_0 = 0$;

3) ricavare la corrispondente funzione di trasferimento;

4) usando il Criterio di Nyquist, studiare la stabilità del sistema che si ottiene supponendo L molto grande ($L \rightarrow \infty$) e introducendo la retroazione

$$q = k(p_r - p)$$

dove p_r è una pressione di riferimento nota; si consideri il caso di $k > 0$.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

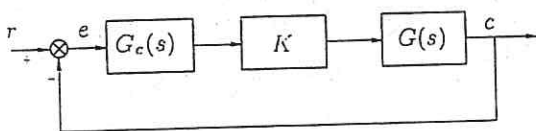
SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 13: AUTOMAZIONE

Esercizio (1)

Si consideri il sistema in retroazione rappresentato dal diagramma a blocchi di Fig.1.



$$G(s) = \frac{12}{s(s+1)(s+12)}$$

Fig. 1: Sistema in retroazione.

- Assumendo $G_c(s) = 1$, si determini l'intervallo di valori di K per i quali il sistema in retroazione è stabile asintoticamente.
- Assumendo $G_c(s) = 1$, si determini il valore di K per il quale l'errore a regime nella risposta alla rampa unitaria è uguale a 0,1.
- Assumendo $G_c(s) = 1$ e $K = 10$, si traccino i diagrammi asintotici di Bode (delle ampiezze e delle fasi) della funzione guadagno d'anello del sistema.
- Assumendo $K = 10$, si analizzi la possibilità di conferire al sistema in retroazione margine di fase $M_f = 50^\circ$ realizzando il blocco $G_c(s)$ mediante una rete anticipatrice. A questo scopo, si suggerisce di utilizzare i diagrammi di Bode asintotici della funzione guadagno d'anello per:
 - individuare approssimativamente il valore della pulsazione di incrocio;
 - determinare per via analitica modulo e fase della stessa funzione guadagno d'anello in corrispondenza di varie pulsazioni opportunamente scelte (ad es. $\omega = 4$ rad/sec, $\omega = 5$ rad/sec e $\omega = 10$ rad/sec);
 - infine calcolare, in corrispondenza di ciascuna di tali pulsazioni, il massimo anticipo di fase ottenibile con tale tipo di rete correttiva.
- Utilizzando le formule di inversione¹ si progetti la rete correttiva che assegna al sistema compensato il margine di fase $M_f = 50^\circ$ alla pulsazione $\omega = 5$ rad/sec.

¹Le formule di inversione per la rete anticipatrice sono:

$$\alpha = \frac{M \cos \varphi - 1}{M(M - \cos \varphi)}, \quad \omega \tau = \frac{M - \cos \varphi}{\sin \varphi}$$

Le stesse valgono anche per la rete ritardatrice invertendo M e cambiando di segno φ .

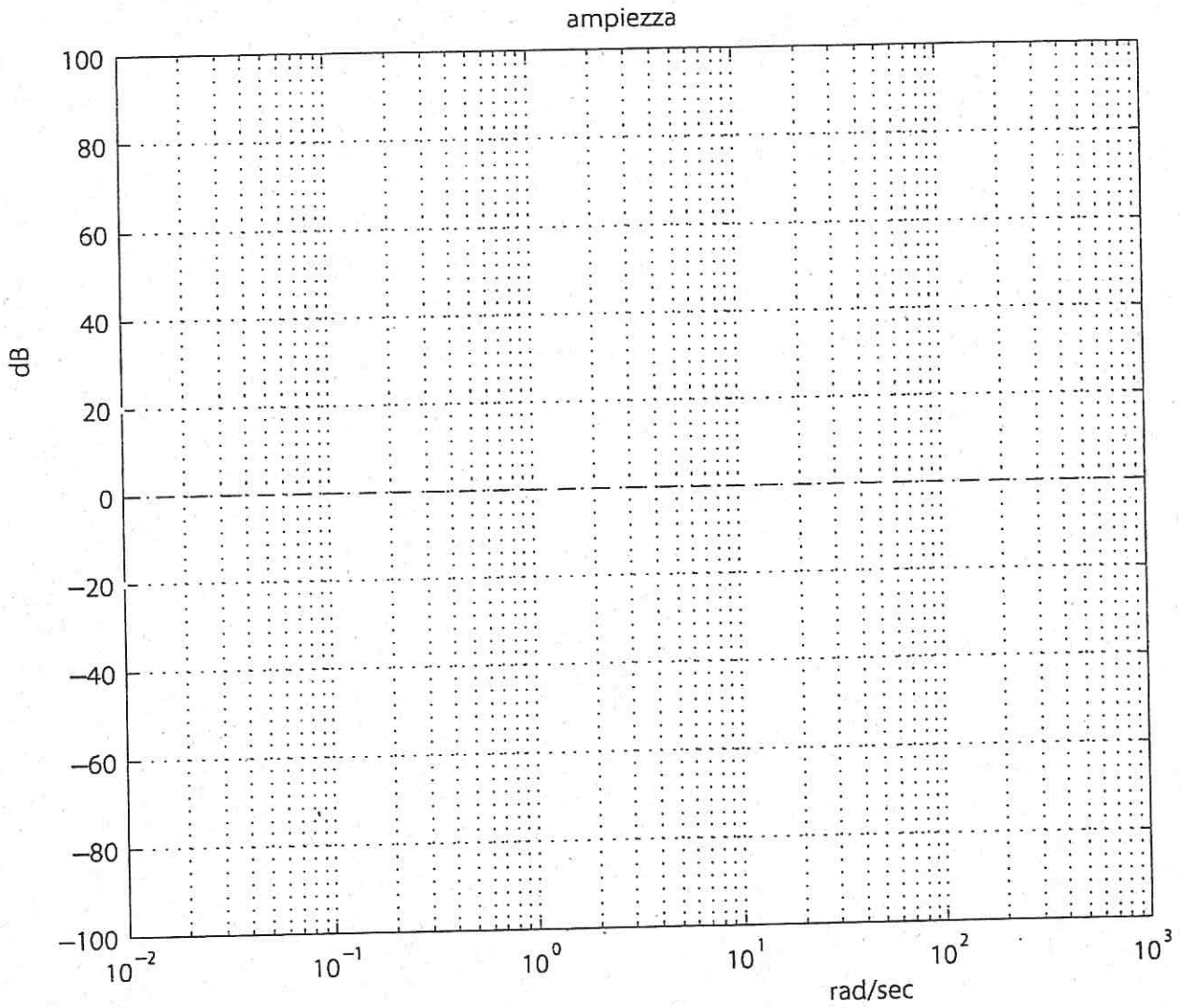
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 13: AUTOMAZIONE



Handwritten signature

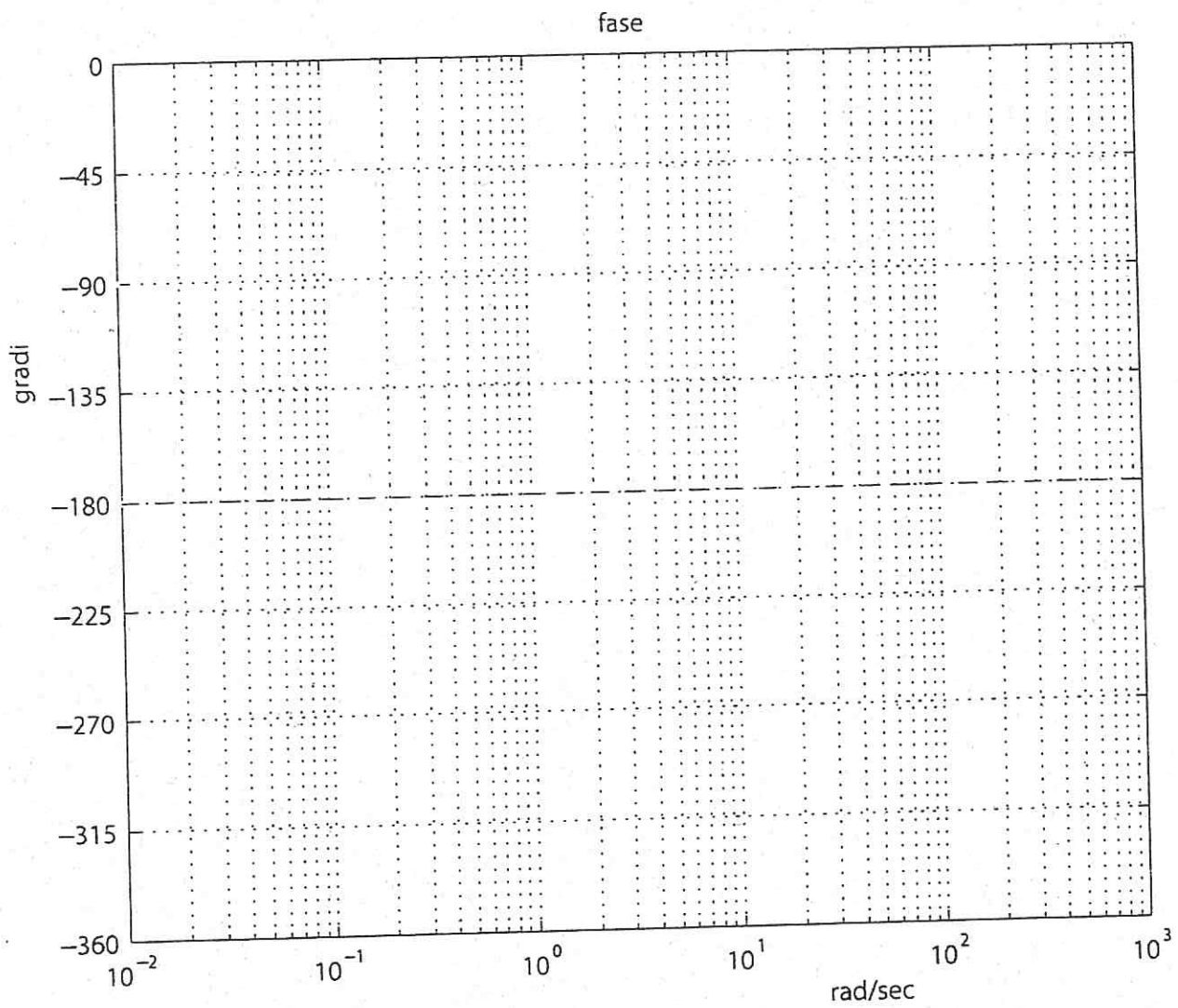
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 13: AUTOMAZIONE



Handwritten signatures

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

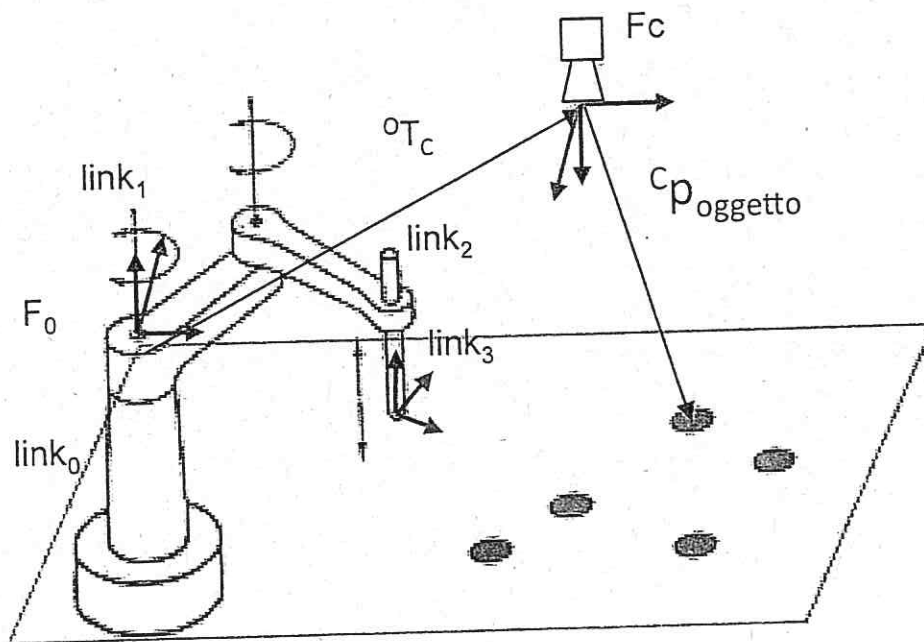
TEMA N. 13: AUTOMAZIONE

Esercizio (2)

Una stazione robotizzata è utilizzata per trasferire dei pezzi posti alla rinfusa su un piano a un nastro trasportatore. La posa dei pezzi è rilevata da un sistema di visione. La posa relativa fra la base del robot e la camera 0T_c è nota. Il robot utilizzato ha due giunti rotoidali con assi di rotazione paralleli e un giunto prismatico. Sia gli assi di rotazione che quello di traslazione sono paralleli alla direzione ortogonale al piano di appoggio. Quando il robot è nella posizione di riposo, ovvero con $q=[0,0,0]$, i link₁ e link₂ sono allineati con l'asse x di F_0 , e l'end-effector si trova a una quota lungo l'asse z di -0.05 m rispetto all'origine di F_0 . Le lunghezze del link₀ e del link₁ sono rispettivamente 0.7 m e 0.6 m. Il verso positivo per la rotazione dei primi due giunti è quello antiorario, mentre la direzione positiva per il terzo giunto è uscente dal piano di appoggio.

Determinare la configurazione di giunto che il robot deve assumere per prelevare un pezzo quando il sistema di visione indica che la sua posizione è $c_{\text{oggetto}} = [-0.2, 0.45, 1.75]$ m.

$${}^0T_c = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



15

11

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 14: AEROSPAZIALE

modulo pari a 1580 kN·m che mette in compressione i correnti 1, 2 e 3 e in trazione i correnti 4, 5 e 6

- la rastremazione dell'ala è tale da mantenere normale alla mezzeria del velivolo sia il longherone anteriore (pannello 3-4) che la superficie costituita dall'insieme delle corde alari
- il rapporto tra tutte le dimensioni caratteristiche all'estremità alare e quelle corrispondenti alla mezzeria è sempre pari al rapporto di rastremazione alare
- l'ala del velivolo non presenta svergolamento
- il materiale con cui è realizzata l'ala è una lega di alluminio 7075 con sforzo normale ammissibile a rottura di 540 MPa.

15



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INDUSTRIALE

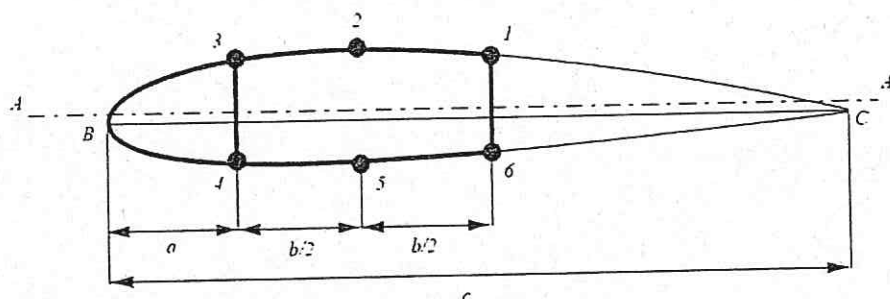
PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 14: AEROSPAZIALE

Il candidato risolva il seguente esercizio, descrivendo le motivazioni a monte delle scelte risolutive intraprese, utilizzando disegni esplicativi ove necessario ed esplicitando i calcoli eseguiti:

Si consideri un velivolo con le seguenti caratteristiche:

- superficie alare: 50 m^2
- allungamento alare: 9
- rastremazione alare: 0.35



$$b = 0.33c$$

$$a = 0.2c$$

In figura è rappresentata una sezione generica dell'ala del velivolo considerato: la parte resistente di tale sezione, rappresentata in grassetto, è una sezione bicella a sei correnti disposti simmetricamente rispetto all'asse A-A (si suppone che la sezione sia già ridotta a semiguscio). I dati relativi alla sezione posta in mezzeria sono indicati nelle tabelle seguenti:

Tabella 1: Dati relativi ai correnti (sezione mezzeria).

corrente	Area [mm^2]	distanza del corrente dalla corda BC [mm]
1	560	360
2	600	400
3	580	360
4	580	160
5	600	200
6	560	160

Tabella 2: Dati relativi ai pannelli (sezione mezzeria).

pannello	lunghezza [mm]	spessore [mm]	area sottratta dal pannello rispetto al corrente i (Ω_i) [mm^2]
1-2	620	1	200000
2-3	620	1	180000
3-4 _{curvo}	1800	1	350000
3-4	520	1	0
4-5	600	1	≈ 0
5-6	600	1	≈ 0
6-1	520	1	309400

Si verifichi a rottura, eventualmente calcolandone i margini di sicurezza, la sezione alare posta in corrispondenza della mezzeria del velivolo sapendo che:

- i carichi agenti su tale sezione sono un taglio normale alla corda di 370 kN, applicato a 530 mm dal longherone anteriore (a destra) e un momento flettente rispetto all'asse A-A di

Handwritten signatures and marks.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

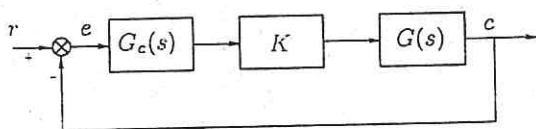
SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 1: AUTOMAZIONE

Esercizio (1)

Si consideri il sistema in retroazione rappresentato dal diagramma a blocchi di Fig.1.



$$G(s) = \frac{12}{s(s+1)(s+12)}$$

Fig. 1: Sistema in retroazione.

- Assumendo $G_c(s) = 1$, si determini l'intervallo di valori di K per i quali il sistema in retroazione è stabile asintoticamente.
- Assumendo $G_c(s) = 1$, si determini il valore di K per il quale l'errore a regime nella risposta alla rampa unitaria è uguale a 0,1.
- Assumendo $G_c(s) = 1$ e $K = 10$, si traccino i diagrammi asintotici di Bode (delle ampiezze e delle fasi) della funzione guadagno d'anello del sistema.
- Assumendo $K = 10$, si analizzi la possibilità di conferire al sistema in retroazione margine di fase $M_f = 50^\circ$ realizzando il blocco $G_c(s)$ mediante una rete anticipatrice. A questo scopo, si suggerisce di utilizzare i diagrammi di Bode asintotici della funzione guadagno d'anello per:
 - individuare approssimativamente il valore della pulsazione di incrocio;
 - determinare per via analitica modulo e fase della stessa funzione guadagno d'anello in corrispondenza di varie pulsazioni opportunamente scelte (ad es. $\omega = 4$ rad/sec, $\omega = 5$ rad/sec e $\omega = 10$ rad/sec);
 - infine calcolare, in corrispondenza di ciascuna di tali pulsazioni, il massimo anticipo di fase ottenibile con tale tipo di rete correttiva.
- Utilizzando le formule di inversione¹ si progetti la rete correttiva che assegna al sistema compensato il margine di fase $M_f = 50^\circ$ alla pulsazione $\omega = 5$ rad/sec.

¹Le formule di inversione per la rete anticipatrice sono:

$$\alpha = \frac{M \cos \varphi - 1}{M(M - \cos \varphi)}; \quad \omega \tau = \frac{M - \cos \varphi}{\sin \varphi}$$

Le stesse valgono anche per la rete ritardatrice invertendo M e cambiando di segno φ .

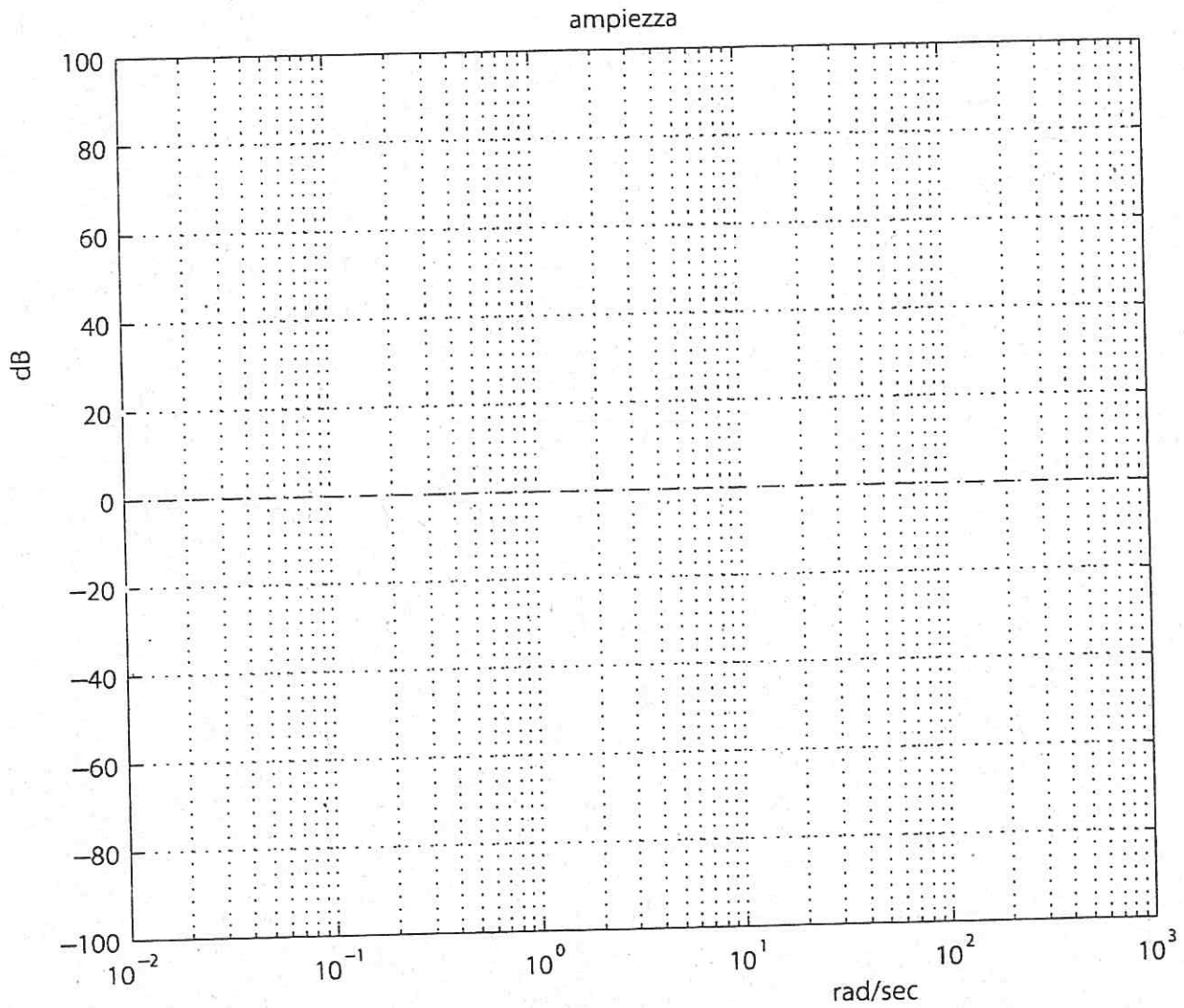
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 1: AUTOMAZIONE



M U

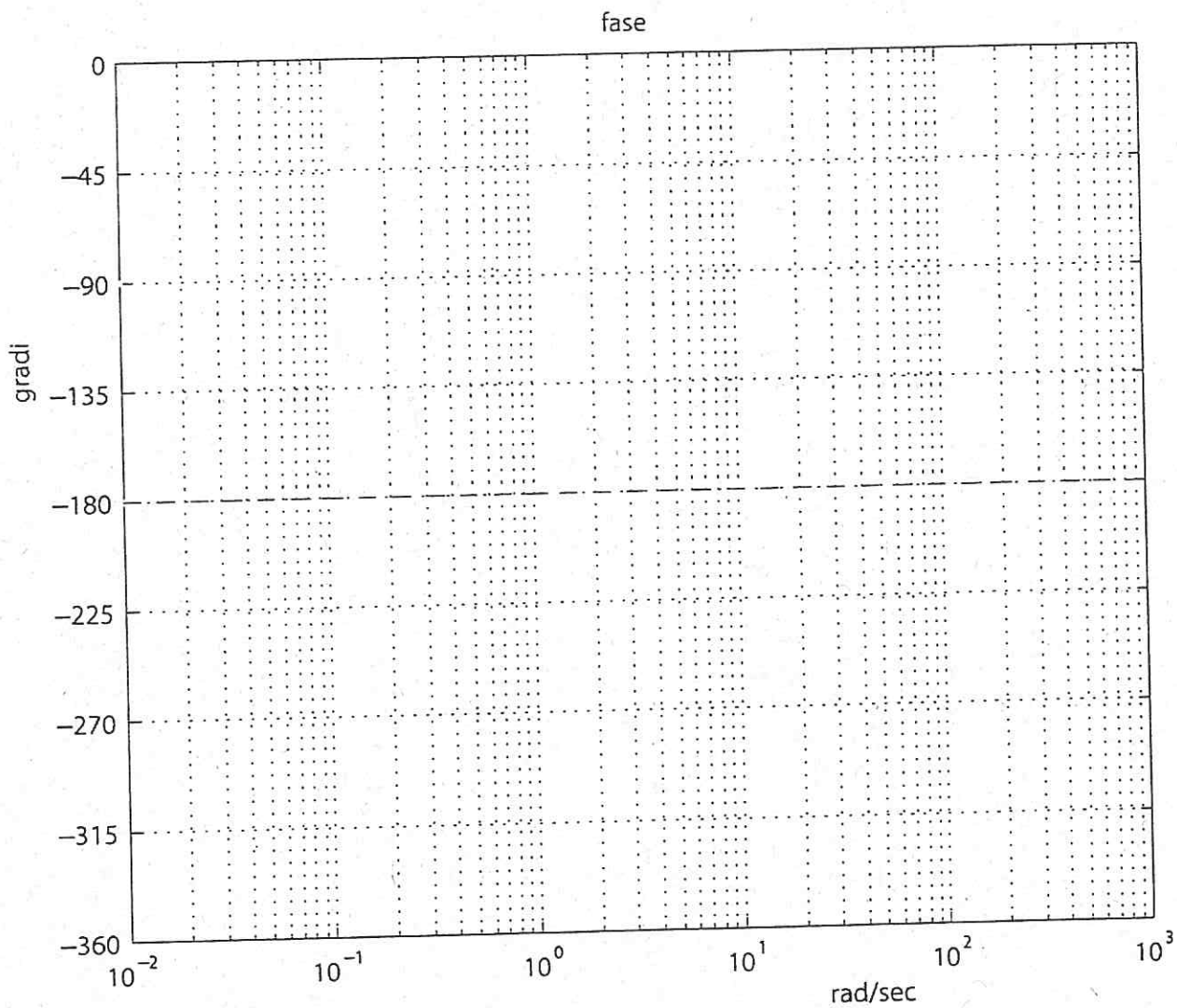
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 1: AUTOMAZIONE



125

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

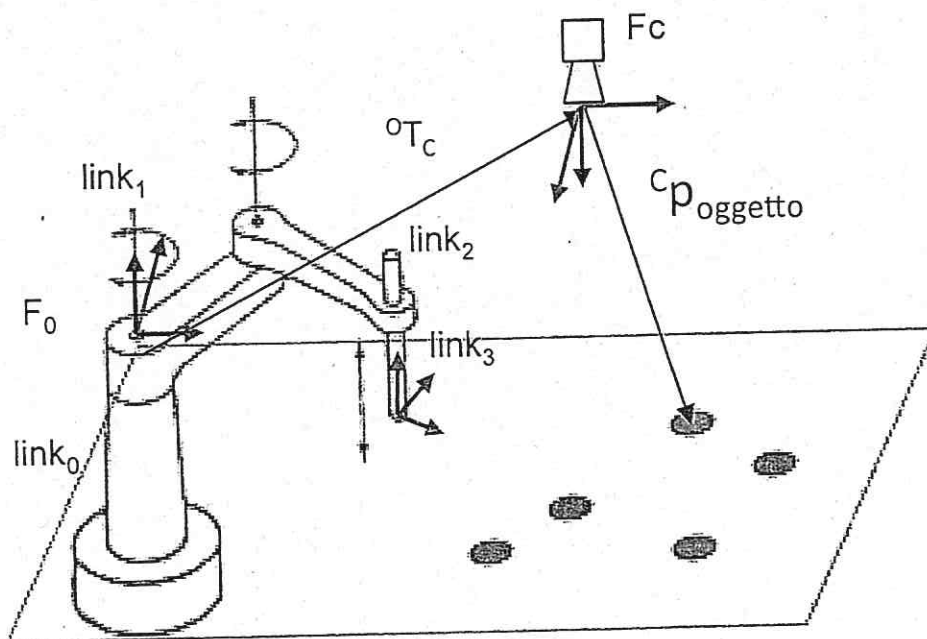
TEMA N. 1: AUTOMAZIONE

Esercizio (2)

Una stazione robotizzata è utilizzata per trasferire dei pezzi posti alla rinfusa su un piano a un nastro trasportatore. La posa relativa fra la base del robot e la camera 0T_C è nota. Il robot utilizzato ha due giunti rotoidali con assi di rotazione paralleli e un giunto prismatico. Sia gli assi di rotazione che quello di traslazione sono paralleli alla direzione ortogonale al piano di appoggio. Quando il robot è nella posizione di riposo, ovvero con $q=[0,0,0]$, i link_1 e link_2 sono allineati con l'asse x di F_0 , e l'end-effector si trova a una quota lungo l'asse z di -0.05 m rispetto all'origine di F_0 . Le lunghezze del link_0 e del link_1 sono rispettivamente 0.7 m e 0.6 m. Il verso positivo per la rotazione dei primi due giunti è quello antiorario, mentre la direzione positiva per il terzo giunto è uscente dal piano di appoggio.

Determinare la configurazione di giunto che il robot deve assumere per prelevare un pezzo quando il sistema di visione indica che la sua posizione è ${}^C p_{\text{oggetto}} = [-0.2, 0.45, 1.75]$ m.

$${}^0T_C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



15

11

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

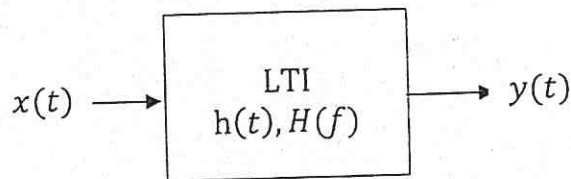
PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 2: TELECOMUNICAZIONI

Si consideri un sistema Lineare Tempo Invariante (LTI) del tipo in figura sotto, con risposta impulsiva $h(t)$ nel tempo e funzione di trasferimento $H(f)$ nel dominio delle frequenze, che in presenza di un ingresso $x(t)$ genera un'uscita $y(t)$.



Il candidato risponda alle seguenti domande.

- 1) Si valuti l'energia di $x(t)$ in funzione dell'ampiezza V e dell'intervallo di tempo τ , assumendo che il segnale in ingresso sia definito come

$$x(t) = \begin{cases} V \cos\left(\frac{\pi t}{2\tau}\right), & 0 < t < \tau \\ 0, & \text{altrove} \end{cases}$$

- 2) Con riferimento al punto sopra, si calcoli la trasformata di Fourier di $x(t)$.

Si supponga ora che il sistema in figura sia caratterizzato dal seguente legame ingresso-uscita

$$y(t) = a x(t) + b x(t - 2T) + c x(t - 3T) + d y(t - T)$$

dove $x(t)$ è un generico segnale in ingresso, T rappresenta un ritardo, e dove valgono le relazioni: $a = 1, b = -2, c = -1, d = -1$.

- 3) Si determini l'espressione della funzione di trasferimento $H(f)$ del filtro in esame.
4) Si disegni lo schema a blocchi funzionale del filtro.
5) Si discutano le principali caratteristiche del filtro disegnato al punto precedente.

Si consideri ora $c = 0$ e $d = 0$, con a e b invariati rispetto ai punti precedenti.

- 6) Si calcoli la risposta impulsiva $h(t)$ di tale filtro.
7) Si valuti se tale sistema ammette stabilità ILUL.

- 8) Si assuma ora in ingresso il segnale $x(t) = B \text{rect}\left(\frac{t}{3T}\right)$, dove la funzione $\text{rect}(z)$ è definita come:

$$\text{rect}(z) \triangleq \begin{cases} 1, & |z| < \frac{1}{2} \\ 0, & |z| > \frac{1}{2} \end{cases}$$

Il candidato valuti l'espressione dell'uscita $y(t)$.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 2: TELECOMUNICAZIONI

Si consideri ora un sistema che all'ingresso $x(t) = A_1 \cos(2\pi f_0 t)$ genera in uscita il segnale $y(t) = A_2 \cos(2\pi 3f_0 t)$, con A_2 indipendente da A_1 .

- 9) Il candidato progetti lo schema a blocchi del sistema in modo tale che sia verificata la relazione sopra.
- 10) Si discuta se il sistema in questione è ancora LTI.
- 11) Si dimostri, mediante l'analisi dei segnali presenti all'ingresso dei vari blocchi proposti, il funzionamento del sistema in accordo alla specifica del punto precedente.

15

11

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

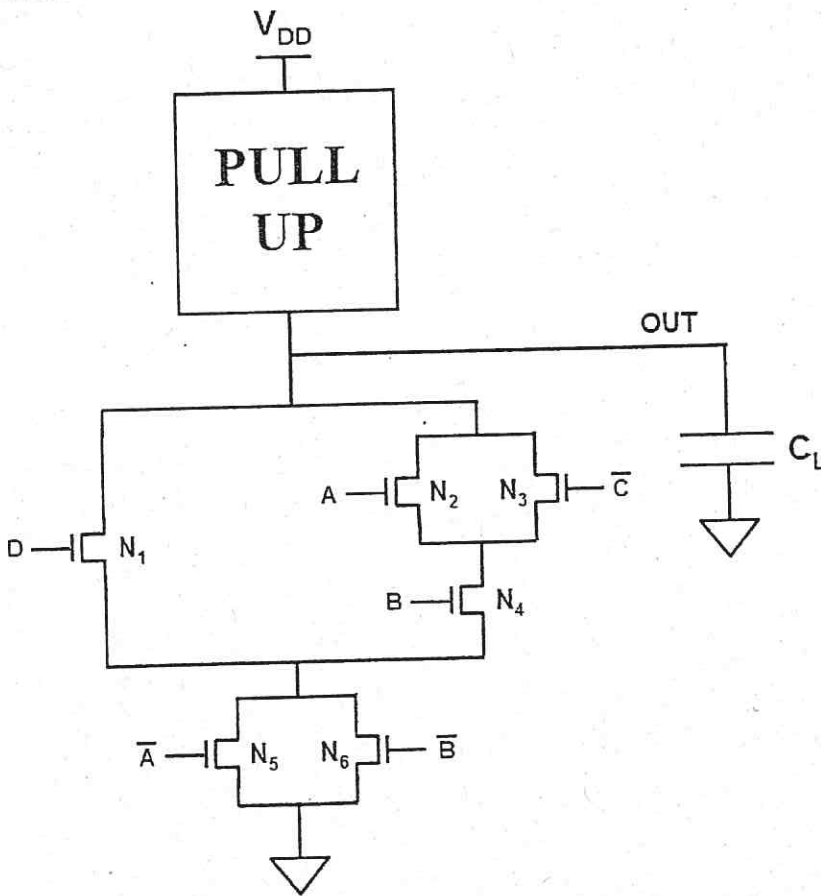
PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 3: ELETTRONICA

Esercizio 1



Parametri tecnologici

$$\begin{aligned}
 V_{DD} &= 1V \\
 V_{Tn} &= 0.25V \\
 V_{Tp} &= -0.25V \\
 \beta'_n &= 200\mu A/V^2 \\
 \beta'_p &= 100\mu A/V^2 \\
 C_{ox} &= 23\text{fF}/\mu\text{m}^2 \\
 L_{min} &= 0.09\mu\text{m} \\
 \lambda &= \gamma = 0
 \end{aligned}$$

Con riferimento al circuito in figura, si assumano i seguenti valori per i fattori di forma dei transistori NMOS: $S_{N1} = 2$, $S_{N2} = 8$, $S_{N3} = 3$, $S_{N4} = 3$, $S_{N5} = 4$, $S_{N6} = 2$. Considerando i transistori esauriti al 90% dell'escursione di tensione e assumendo istantanei i fronti dei segnali applicati agli ingressi, il Candidato risponda ai seguenti quesiti:

1. Si determini la funzione logica realizzata al nodo OUT e si disegni la rete di PULL UP.
2. Identificare una transizione degli ingressi (A, B, C, D) che produce un transitorio di discesa al nodo OUT di durata massima (caso peggiore).
3. Determinare il valore massimo della capacità di carico C_L per cui il transitorio di discesa (al 90%) al nodo OUT è non superiore a 600 ps.
4. Si assuma che gli ingressi $B = 1$, $C = 1$, $D = 1$ siano costanti e che l'ingresso A sia pilotato con una onda quadra con duty-cycle 50% e frequenza $f_A = 350$ MHz. Sapendo che la capacità di carico vale $C_L = 20$ fF determinare il valore della potenza statica media e della potenza dinamica media dissipata sul circuito.
5. Realizzare in logica dinamica DOMINO la funzione logica al nodo OUT del punto 1.

M U

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

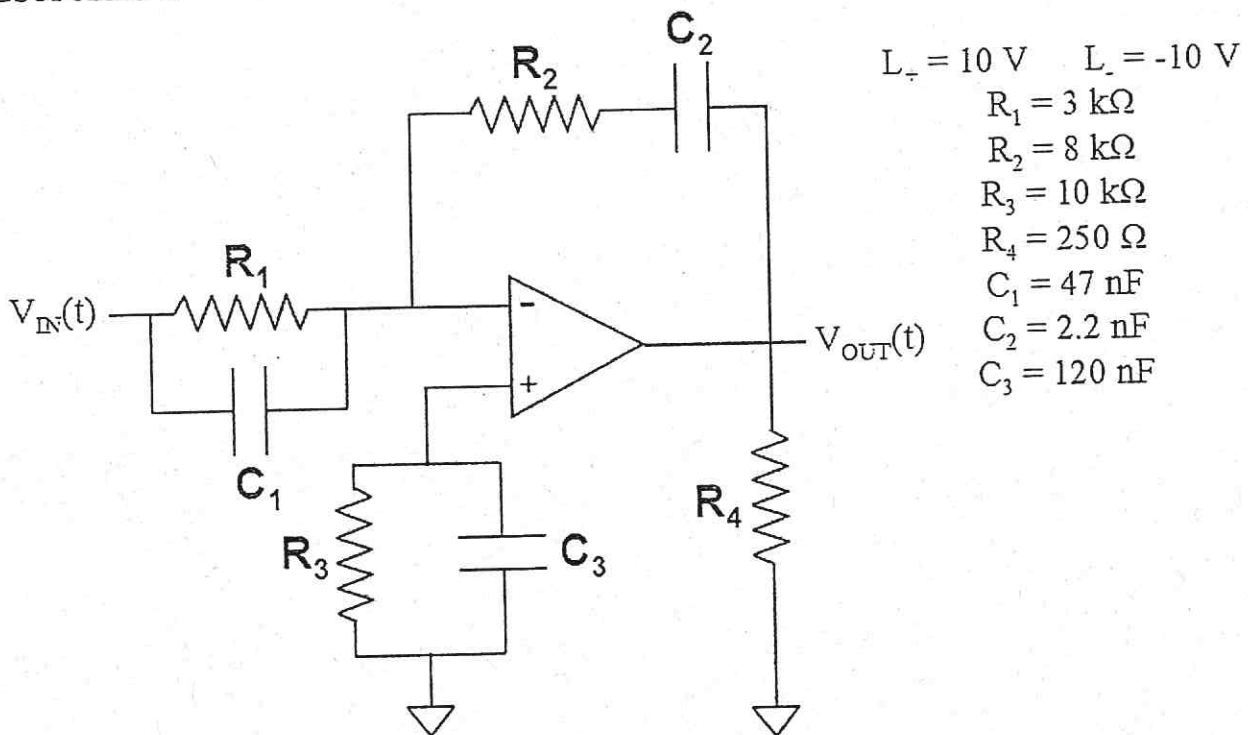
PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 3: ELETTRONICA

Esercizio 2



Con riferimento al circuito in figura e assumendo l'amplificatore operazionale ideale e operante in regione di alto guadagno, il Candidato risponda ai seguenti quesiti:

1. Determinare la funzione di trasferimento del circuito $H(j\omega) = V_{OUT}(j\omega)/V_{IN}(j\omega)$.
2. Calcolare le frequenze di poli e zeri di $H(j\omega)$ e tracciare i diagrammi di Bode.

Handwritten marks/signatures

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 4: INFORMATICA

Il candidato progetti un sistema distribuito per la visualizzazione dell'insieme di Mandelbrot. Per limitare le risorse utilizzate, il sistema semplifica il problema modellando l'insieme di Mandelbrot come una griglia di coordinate (r, i) dove r ed i sono numeri interi che vanno rispettivamente da 0 a 35000 e da 0 a 20000.

Ad ogni coordinata è assegnato un colore rappresentativo. Si fa uso del seguente algoritmo, espresso in pseudocodice.



```
x0 = r/10000 - 2.5
y0 = i/10000 - 1.0
x = 0.0
y = 0.0
iteration = 0
max_iteration = 1000000
while (x*x + y*y < 2*2 AND iteration < max_iteration) {
    xtemp = x*x - y*y + x0
    y = 2*x*y + y0
    x = xtemp
    iteration = iteration + 1
}
color = palette(iteration)
```

Dove `palette(iteration)` è una funzione che assegna un colore in base ai numeri di iterazioni.

L'utente, utilizzando una macchina client, può richiedere al server, raggiungibile tramite Internet, un'immagine di una porzione rettangolare dell'insieme di Mandelbrot. La richiesta contiene il minimo e il massimo r e il minimo e massimo i della porzione d'interesse. Inoltre contiene due numeri interi che sono la larghezza e l'altezza in pixel dell'immagine da ricevere. Il server si occupa di ridimensionare la porzione d'interesse dell'insieme di Mandelbrot in modo che l'immagine risultante abbia la larghezza e l'altezza richieste (si assuma di disporre di una libreria per la manipolazione di immagini in grado di farlo).

Per velocizzare il soddisfacimento delle richieste, il server dispone di N macchine di supporto, raggiungibili tramite Internet, alle quali può delegare parte della computazione. Le macchine di supporto non mantengono nulla in memoria tra una richiesta e l'altra, il server invece può mantenere memorizzati in memoria primaria fino a 200 milioni di coordinate con i relativi colori. Questa cache di coordinate è salvata a intervalli regolari in un database relazionale.

Al candidato si richiede in particolare di sviluppare i seguenti punti.

- Eseguire un'analisi dei requisiti, distinguendoli tra funzionali e non funzionali, preferibilmente usando diagrammi di casi d'uso UML.
 - Progettare l'architettura del sistema. Includere preferibilmente diagrammi UML delle classi e di deployment. Descrivere i principali design pattern utilizzati.
 - Descrivere una politica efficiente per la suddivisione del carico tra le macchine di supporto.
- 
- 

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 4: INFORMATICA

- Descrivere una politica efficiente per l'utilizzo della memoria primaria del server come cache delle computazioni precedenti.
- Descrivere come le informazioni presenti in cache possono essere memorizzate in un database relazionale.

Si scelgano le tecnologie ritenute più adatte, fornendo giustificazioni per le scelte fatte.

Il candidato, qualora lo ritenga necessario, può aggiungere assunzioni ragionevoli che integrino le specifiche qui descritte.

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

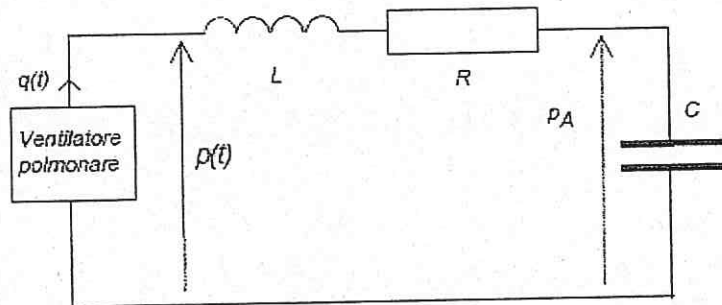
TEMA N. 5: BIOMEDICA

ESERCIZIO 1

Nell'ambito della realizzazione di sistemi per l'acquisizione, l'elaborazione e la trasmissione dell'informazione, il candidato descriva e discuta criticamente una soluzione tecnologica e un quadro normativo per la conservazione (archiviazione) e per la trasmissione (su reti di telecomunicazione) di dati ed immagini cliniche.

ESERCIZIO 2

Il candidato consideri il circuito paziente-ventilatore polmonare approssimativamente descritto dall'analogo elettrico di figura,



dove

R è la resistenza respiratoria totale > 0 ;

L è l'inertanza delle vie di conduzione > 0 ;

C è la compliance respiratoria complessiva > 0 ;

$p(t)$ è la pressione dell'aria all'imboccatura delle vie aeree;

$q(t)$ è la portata d'aria istantanea *entrante* in trachea;

$p_A(t)$ è la pressione dell'aria nello spazio alveolare.

Al candidato è richiesto di:

- 1) scrivere le equazioni di stato del sistema, in forma canonica, con $p(t)$ variabile di ingresso, $q(t)$ e $p_A(t)$ variabili di uscita; specificare inoltre le matrici A, B, C e D;
- 2) ricavare la corrispondente matrice di trasferimento;
- 3) studiare la stabilità del sistema che si ottiene introducendo la retroazione:

$$p = k(p_r - p_A)$$

dove $p_r(t)$ è prefissata e k è una costante; si consideri k variabile da $-\infty$ a $+\infty$;

- 4) ricavare la matrice di transizione (con $t_0 = 0$) del sistema in retroazione definito al punto 3) in corrispondenza al valore di k per cui gli autovalori del sistema sono reali e coincidenti.

M *[Signature]*

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 6: GESTIONALE

Parte Prima

Il management dell'azienda Beta deve valutare la convenienza economica di un progetto di investimento in un nuovo impianto da utilizzarsi per la produzione di un tipo di lavatrici ad uso professionale. Lo studio del progetto viene affidato a una società di consulenza, per un costo di 20.000 Euro, che considera ed elabora le seguenti informazioni fornite dal management:

- L'investimento iniziale per l'acquisto e l'installazione del nuovo impianto sarà pari a 5.000.000 Euro.
- Il costo opportunità del capitale per il progetto di investimento è del 10%.
- L'impianto verrebbe posizionato in un terreno di proprietà dell'impresa, non ancora utilizzato, avente un valore di mercato di 700.000 Euro, per il quale esistono acquirenti.
- La vita utile dell'impianto è di 10 anni, ma considerando l'avanzamento delle tecnologie nel settore, si prevede che questo verrà ceduto alla fine dell'anno 4 ad un'altra società, con lo scopo di svolgere l'attività produttiva con nuovi impianti. Il valore di recupero previsto dalla vendita dell'impianto al termine del quarto anno è pari a 500.000 Euro.
- Le previsioni di vendita delle nuove lavatrici sono pari a 5.000 unità il primo anno, con un aumento stimato di un tasso annuo costante del 10% negli anni 2, 3, 4 e una stabilizzazione delle vendite negli anni successivi. Si consideri però che il nuovo impianto è progettato per una capacità produttiva massima di 6.500 pezzi l'anno e che la produzione delle nuove lavatrici non può essere effettuata ricorrendo ad altri impianti già in possesso dell'azienda.
- Il prezzo di vendita unitario delle nuove lavatrici è stimato pari a 5.500 Euro.
- Il costo variabile unitario di produzione delle nuove lavatrici sarà pari a 3.000 Euro.
- Sarà necessario assumere due ingegneri per la supervisione dell'impianto. Si prevede che lo stipendio dei due nuovi professionisti sarà pari a 4.000 Euro lordi al mese.
- Il funzionamento del nuovo impianto comporterà un incremento delle spese generali di stabilimento pari a 80.000 Euro all'anno.
- I fornitori di materie prime concedono una dilazione di pagamento pari a 3 mesi. Il costo annuo delle materie prima è da considerarsi compreso nel costo di produzione, ed è pari al 50% di tale costo.
- Il nuovo impianto sarà ammortizzato in quote costanti annue, ciascuna pari al 10% del valore complessivo dell'investimento.
- L'aliquota fiscale è del 35%.

Il candidato valuti se il progetto di investimento relativo al nuovo impianto risulti economicamente conveniente per l'impresa Beta, esplicitando calcoli e risultato finale della decisione.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 6: GESTIONALE

Parte Seconda

L'azienda Beta sta inoltre effettuando una riorganizzazione delle celle produttive. A tal scopo gli ingegneri coinvolti nel progetto stanno applicando tecniche di Cellular Manufacturing per misurare la similarità tra le varie macchine presenti nel reparto di lavorazioni meccaniche e coinvolte nella fabbricazione di cinque parti (P1, P2, P3, P4, P5).

Al candidato Ingegnere si chiede di supportare lo staff aziendale nello svolgimento dell'analisi in questione. In particolare, a partire dalla matrice di similarità riportata in tabella 1 e riferita alle parti P1-P5, di cui si riportano in tabella 2 i cicli di lavoro, si chiede di:

1. calcolare il coefficiente di similarità mancante tra le macchine M1 e M3 attraverso l'indice di Gupta e Seiffodini, considerando la matrice simmetrica;
2. individuare una possibile clusterizzazione risultante dall'applicazione dell'algoritmo di clustering UPGMA;
3. costruire il dendogramma;
4. commentare i risultati ottenibili attraverso il taglio del dendogramma al 65° e al 85° percentile del numero di aggregazioni;
5. confrontare i parametri prestazionali delle due soluzioni di taglio indicate al punto 2 e indicare il migliore per ciascun parametro, commentando la clusterizzazione ottenuta nei due casi;
6. calcolare il parametro di prestazione Grouping Efficiency con e senza Quality Index (QI).

INDICE	65° percentile	85° percentile
PD (Problem Density)		
ID (Inside Cells Density)		
RE (Ratio of Exceptions)		
REC (Ratio of Non zero Elements)		

Tabella 1. Indici di performance

M
M

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

PRIMA SESSIONE 2017 – SEZIONE B

SETTORE INFORMAZIONE

PROVA PRATICA DI PROGETTAZIONE

TEMA N. 6: GESTIONALE

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
M1	1					
M2	0.30	1				
M3		0.87	1			
M4	0	0.1	0.42	1		
M5	0.35	0.64	0.45	0.57	1	
M6	0.62	0	0.33	0.2	0.18	1

Figura 1. Matrice di similarità

PARTE	CICLO DI LAVORO
P1	M3-M2-M5-M4 (100 pz; 5-2-3-1 min)
P2	M1-M3-M5-M2 (40 pz; 1-8-3-5 min)
P3	M3-M1-M6 (89 pz; 4-3-9 min)
P4	M2-M4-M6-M1-M3-M5 (30 pz; 2-6-4-3-9-1 min)
P5	M6-M2-M3-M1-M5 (55 pz; 4-9-6-3-2 min)

Tabella 2. Cicli di lavoro

15

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA
PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE SEZ. B**

**1[^] sess.
2017**

PROVA ORALE

Esempi di domande: Massa e massa estranea/ effetto pelle/ deontologia professionale/ interrutture magnetotermico/ sistemi TT TN IT/ manutenzione/ connessione di un alternatore alla rete/ regolazione potenza e reattiva di un alternatore....

CRITERI DI VALUTAZIONE

1[^] prova scritta: capacità di rispondere ad un quesito a scelta tra quelli formulati nell'ambito delle materie caratterizzanti il settore.

2[^] prova scritta: capacità del candidato di sviluppare un tema relativo ad una delle materie nell'ambito del percorso formativo.

Prova pratica di progettazione: capacità del candidato di sviluppare un progetto nell'ambito del percorso formativo.

Prova orale: si valuterà la cultura generale del candidato nel campo dell'ingegneria e la sua competenza specifica nell'ambito prescelto.