

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE - SEZ. A

I SESSIONE 2016

SETTORE CIVILE ED AMBIENTALE

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SETTORE INDUSTRIALE

PRIMA PROVA SCRITTA UNICA (15 giugno 2016)

Lo sviluppo sostenibile è un argomento di grande attualità che coinvolge tanti settori delle costruzioni, dell'industria, dell'economia e della società ed è una sfida aperta che necessita del contributo di tutti i settori dell'ingegneria per essere affrontata e vinta.

Il candidato illustri in generale quali possono essere i contributi dell'ingegneria su questo tema e analizzi con maggior dettaglio il loro ruolo nel settore di propria competenza (Settore Civile-Ambientale, Settore dell'Informazione, Settore Industriale).

A collection of approximately 12 handwritten signatures in black ink, arranged in two rows. The signatures are highly stylized and vary in complexity, representing the candidates for the exam.

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE - SEZ. A

I SESSIONE 2016

SETTORE CIVILE E AMBIENTALE

SECONDA PROVA SCRITTA (16 giugno 2016)

1) In accordo alle normative vigenti e con riferimento a un tipo di materiale strutturale e a un tipo di schema statico, descrivere il procedimento da seguire nel progetto di un capannone industriale sia dal punto di vista progettuale che amministrativo.

2) In considerazione dello sviluppo tecnologico, delle metodologie e dei materiali innovativi, illustrare le potenzialità dei sistemi costruttivi contemporanei.

3) Con riferimento ai rischi ambientali-territoriali ed ai rischi nelle aree urbanizzate-industriali, il candidato descriva:

a) Le metodologie di analisi di valutazione del livello di rischio:

b) I criteri di progettazione delle misure e degli interventi di mitigazione, anche attraverso esempi.

Andrea Belli *Antonio Gayer* *[Signature]*
[Signature] *Giulio Ceccati* *Gianfranco Ottaviani*
[Signature]
[Signature]

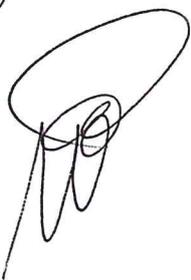
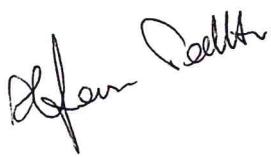
ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

I SESSIONE 2016

Seconda Prova

Settore Industriale

1. Il candidato illustri le tecnologie di lavorazione che ritiene più significative ai fini dell'innovazione tecnologica di un'azienda manifatturiera e la loro importanza nei processi di fabbricazione di manufatti realizzati con materiali innovativi.
2. Il candidato descriva il processo di produzione del gas di sintesi e gli sviluppi sostenibili di questa tecnologia.
3. Il candidato illustri le prospettive dell'energia nucleare nell'attuale scenario energetico mondiale.
4. Il candidato illustri i principali componenti degli impianti elettrici in BT con particolare attenzione alle problematiche della sicurezza e dell'affidabilità.
5. Il candidato illustri le opportunità offerte alle imprese italiane dall'accesso al Mercato unico globale ed evidenzi i possibili rischi derivanti da tale accesso.

Esse fm.     

SETTORE DELL'INFORMAZIONE

SECONDA PROVA SCRITTA (16 giugno 2016)

Automatica

- Il candidato illustri le specifiche e i requisiti di un tipico progetto di un sistema di controllo, anche facendo riferimento, a titolo di esempio, ad applicazioni di suo particolare interesse.
Inoltre, il candidato discuta il ruolo dei modelli matematici nel processo di sviluppo delle leggi di controllo.

Elettronica

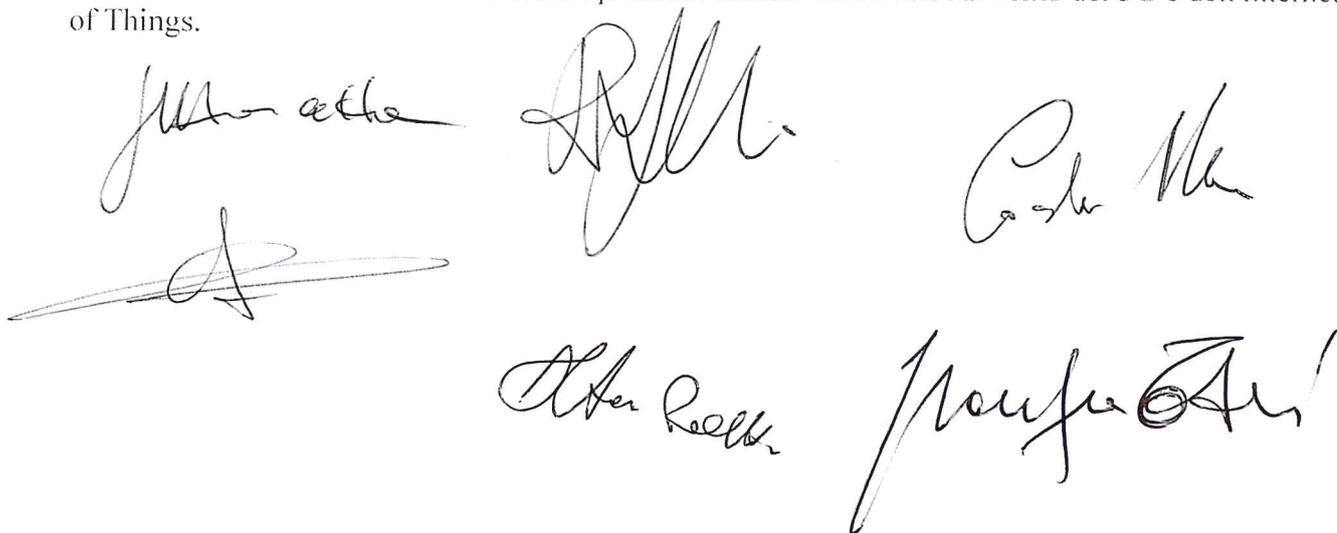
- Il candidato descriva le principali tecniche e gli strumenti HW/SW di progettazione circuitale nell'ambito dei circuiti integrati microelettronici analogici o digitali.

Informatica

- Il candidato descriva i moduli presenti all'interno di un sistema operativo, evidenziandone le funzionalità nelle diverse tipologie di sistema operativo (single-user/multi-user, single-task/multi-task, real-time...)

Telecomunicazioni

- Il candidato discuta l'evoluzione dei sistemi di telecomunicazione con la convergenza delle reti e il successo dei sistemi radiomobili. Illustri possibili scenari futuri con l'avvento del 5G e dell'Internet of Things.



Esame di stato per l'abilitazione
alla professione di Ingegnere
Prima sessione 2016
Settore Civile-Ambientale
Quarta prova 22/07/2016
Sezione A

Occorre realizzare un attraversamento pedonale di luce netta 13 m e di larghezza pari a 5 m. E' inoltre richiesto che l'intradosso dell'impalcato si trovi a una distanza di almeno 5 m dal piano di campagna sottostante. L'area di intervento è pianeggiante, quindi l'impalcato sarà impostato su due spalle poste all'estremità dell' attraversamento stesso e necessarie per il sostegno dei rilevati in terra che costituiranno le rampe di accesso. Il terreno di riporto utilizzato per la costruzione delle rampe sarà caratterizzato dall'aver coesione trascurabile ed angolo di attrito interno pari a 32°. L'intervento sarà realizzato in L'Aquila in corrispondenza di un suolo di fondazione di categoria B. Con riferimento alle caratteristiche del terreno di fondazione, si può assumere una pressione ammissibile pari a 0.2 MPa. Per le opere in calcestruzzo armato si farà riferimento alla classe di resistenza C28/35.

Al candidato sono richieste:

- Il progetto e le verifiche delle strutture relative all'impalcato, alle spalle, alle fondazioni;
- Disegni delle carpenterie;
- Relazione tecnica che illustri le scelte operate in merito a materiali, schemi statici e calcoli eseguiti
- Chiarire quali decisioni potranno essere prese in merito alla sicurezza della struttura qualora i controlli di accettazione eseguiti in corso d'opera sul calcestruzzo dovessero dare esito negativo ed, in conseguenza di ulteriori controlli distruttivi eseguiti sull'opera, venisse accertato un valore medio della resistenza strutturale cilindrica in opera pari a 32 MPa.

Nota: Eventuali dati progettuali aggiuntivi potranno essere fissati a discrezione del candidato.



Several handwritten signatures in black ink are present at the bottom of the page. The most prominent one on the left reads 'Aurelio Geyr'. To its right, there are several other signatures, including one that appears to be 'J. L.', another that looks like 'M. S.', and a final one on the far right that is less legible.

SETTORE CIVILE - EDILE - AMBIENTALE

PROVA PRATICA

Si consideri un lotto di terreno piano, di forma rettangolare delle dimensioni 50x30 ml, orientato con il lato maggiore verso nord e con una strada locale tangente al fronte est. Si considerino inoltre un Rapporto di Copertura $R_c=10\%$, un Indice di Fabbricabilità Fondiaria $I_{ff}=0,6$ mc/mq, altezza massima $H_{max}=7,50$ ml.

Il terreno di fondazione è costituito, a partire dal piano campagna, da:

- 0-7m: limo argilloso ($\gamma=20$ kN/mc; $c'=0$; $\Phi'=24^\circ$; $c_u=60$ kPa)
- 7-30 m: sabbia densa ($\gamma=19$ kN/mc; $c'=0$; $\Phi'=35^\circ$)
- La superficie libera della falda oscilla (stagionalmente) fra i -2m da piano campagna e il piano campagna.

Progettare una villetta bifamiliare costituita da due abitazioni, ognuna delle quali su due livelli.

Si sviluppino i seguenti elaborati scritto-grafici:

1. In relazione ai dati di progetto forniti, calcolo della massima superficie coperta, massima volumetria realizzabile, e della superficie lorda di ogni abitazione.
2. Impostazione generale del progetto architettonico, con la definizione delle esigenze funzionali e dimensionali, dello schema planimetrico distributivo, architettonico e delle strutture.
3. Planimetria del lotto con la pianta delle coperture e la sistemazione esterna (sc.1:200).
4. Pianta del piano terra e del piano primo (sc.1:100) di una abitazione, con particolare attenzione alle indicazioni e quote proprie del "progetto definitivo".
5. Prospetto principale (sc.1:100) di una delle abitazioni.
6. Sezione trasversale sulla scala (sc.1:100), esplicitando il criteri di progetto geometrico/dimensionale della scala.
7. Pianta delle fondazioni (sc.1:100), esplicitando i criteri di scelta della tipologia adottata.
8. Stralcio della carpenteria di un solaio (sc.1:50).
9. Particolare esecutivo del nodo tra chiusura orizzontale di base e chiusura verticale esterna, evidenziando il rapporto dell'edificio con il terreno, con particolare attenzione alle indicazioni e quote funzionali alla definizione delle scelte progettuali.
10. Redigere una breve relazione tecnica (max una facciata A4) descrittiva del progetto.



ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE - SEZ. A
I SESSIONE 2016

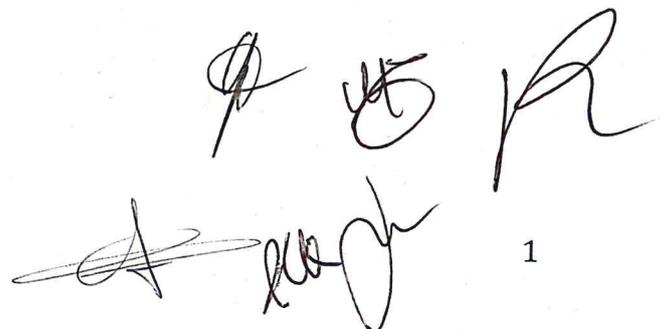
SETTORE CIVILE ED AMBIENTALE
QUARTA PROVA SCRITTA (22 luglio 2016)

Progettare un impianto per il trattamento del refluo industriale che ha le seguenti caratteristiche:

Portata: 18 m³/hr
Temperatura 20 °C
Concentrazione HCl 3 g/l
Concentrazione Pb: 90 mg/l
Tensioattivi totali: 10 mg/l
Solidi sospesi: 4 g/l

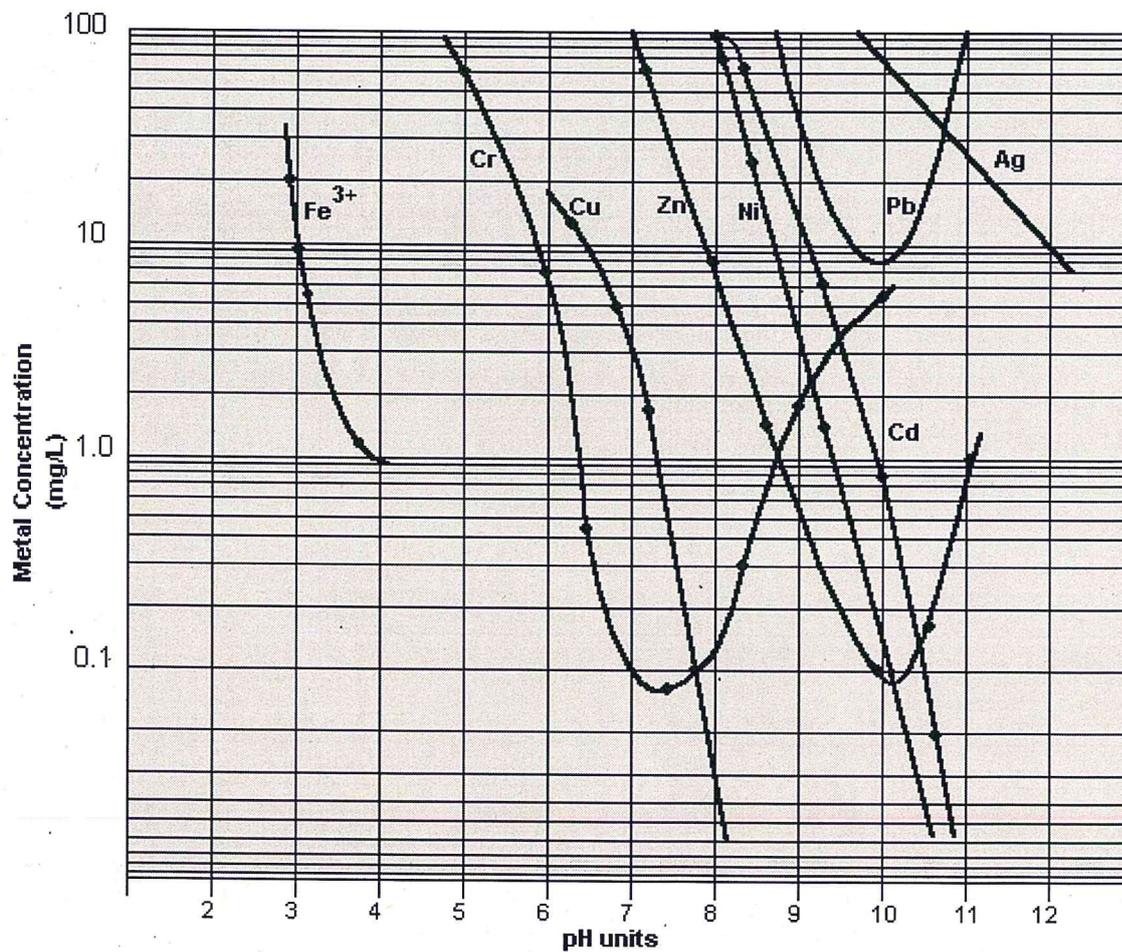
Il refluo deve essere scaricato in acque superficiali nel rispetto dei limiti della Tabella 3 dell'allegato 5 alla parte terza del D Lgs 152/06 e smi.

Dare una giustificazione del processo adottato, disegnare lo schema di processo con i controlli necessari, eseguire i bilanci di materia e dimensionare le apparecchiature principali.

Handwritten signatures and initials in black ink, including a large stylized signature and several smaller initials.

Valori limite di emissione in acque superficiali (estratto dalla tabella 3 dell'allegato 5 alla parte terza del DLgs 152/2006 e smi)

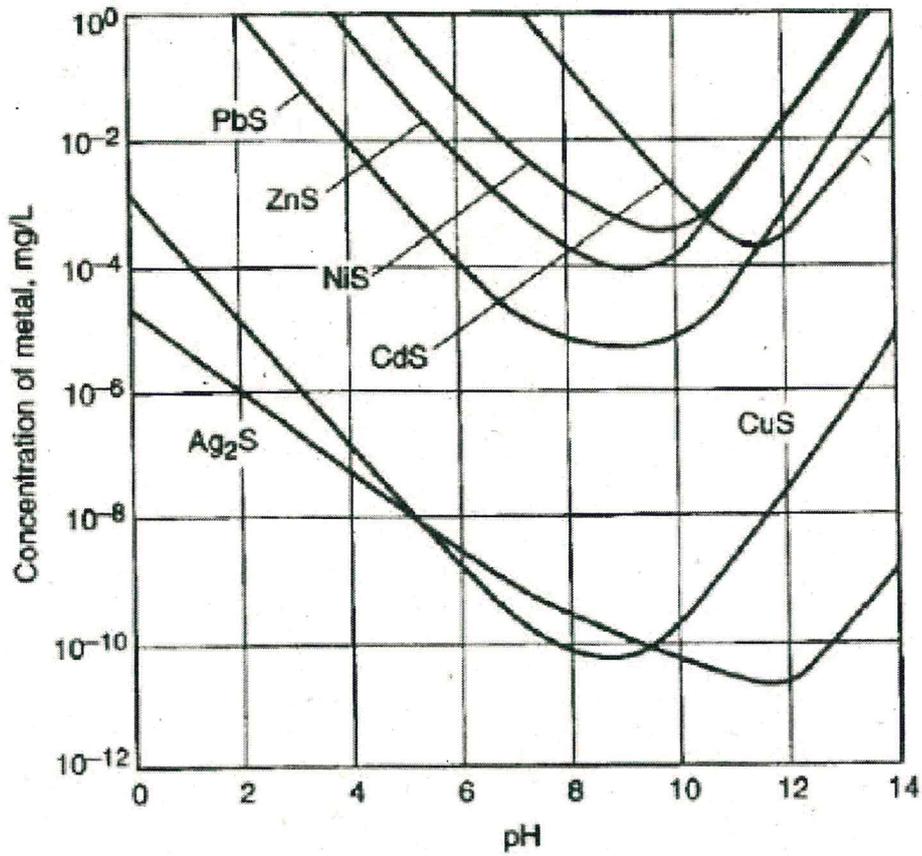
Numero parametro	PARAMETRI	unità di misura	Scarico in acque superficiali
1	pH	5,5-9,5	5,5-9,5
5	materiali grossolani		assenti
6	Solidi speciali totali	mg/L	≤80
9	Alluminio	mg/L	≤1
19	Nichel	mg/L	≤2
20	Piombo	mg/L	≤0,2
21	Rame	mg/L	≤0,1
23	Stagno	mg/L	≤10
24	Zinco	mg/L	≤0,5
30	Cloruri [3]	mg/L	≤1200
42	Tensioattivi totali	mg/L	≤2



Solubilità di idrossidi di metalli in funzione del pH

[Handwritten signatures and marks]

FIGURE: PRECIPITATION OF HEAVY METAL w.r.t. pH (METCALF ET AL. 2003)



[Handwritten signature]

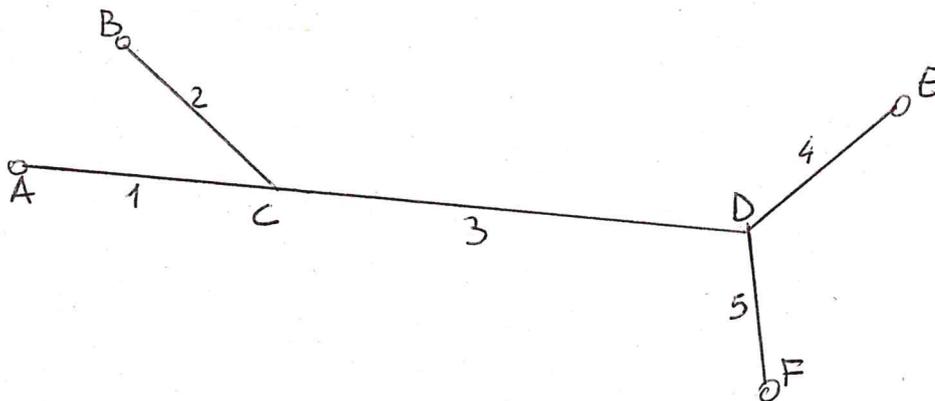
ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE - SEZ. A

I SESSIONE 2016

SETTORE CIVILE ED AMBIENTALE

QUARTA PROVA SCRITTA (22 luglio 2016)

Il Candidato progetti il sistema di acquedotto riportato in figura che convoglia la risorsa idrica prelevata dalle due opere di presa A e B verso i due centri abitati E ed F.



La risorsa idrica fornita dall'opera di presa A è maggiore del 25% rispetto a quella fornita dall'opera di presa B.

Dati:

$H_A = 810$ m.s.l. ; $H_B = 790$ m.s.l. ; $H_C = 615$ m.s.l. ; $H_F = 600$ m.s.l.

$L_1 = 9850$ m ; $L_2 = 8000$ m ; $L_3 = 12000$ m ; $L_4 = 8950$ m ; $L_5 = 10500$ m

Centro E : n.° abitanti 16000

Centro F : n.° abitanti 22.000

Dotaz. Idrica: 400 l/(ab.g).

Coeff. di punta del giorno dei massimi consumi: 3

Tubazioni in acciaio: tubi nuovi $K_s = 95$ m^{1/3} /s ; tubi usati $K_s = 75$ m^{1/3} /s

Peso delle tubazioni per unità di lunghezza (nel caso in cui per il calcolo si scelga il metodo del minimo costo):

DN 125 -250 $W = 292,53D^{1,4991}$ Kg/m

DN 300 -600 $W = 157,71D^{1,0168}$ Kg/m

DN 700 -900 $W = 228,66D^{1,8355}$ Kg/m

Università degli Studi dell'Aquila
ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
Prima Sessione 2016 (22 Luglio 2016)
Settore dell'Informazione, Sezione A
Prova Pratica (Ing. Informatica)

Progetto di un applicativo web per un'agenzia immobiliare

Il candidato deve progettare un applicativo software basato su architettura web che possa consentire ad un'agenzia immobiliare di pubblicizzare proposte di vendite ed affitti di immobili sul territorio italiano.

Descrizione del sistema

La finalità principale del sistema è quella di promuovere l'agenzia e le sue offerte mediante delle pagine web. Un potenziale cliente collegato al sito può accedere ad informazioni relative all'agenzia e alle proposte che essa offre. La descrizione dell'agenzia riguarda la missione dell'azienda, le sedi presenti sul territorio, l'organigramma. Le pagine che descrivono le proposte sono organizzate in modo da raggruppare tra loro le vendite e gli affitti e, per ciascuna di queste categorie, il cliente può richiedere di visualizzare le proposte in base a parametri di scelta da impostare quali la localizzazione, i metri quadri, il costo, la categoria (appartamento, casa singola, villa). Per ogni proposta è prevista una scheda descrittiva corredata di fotografie.

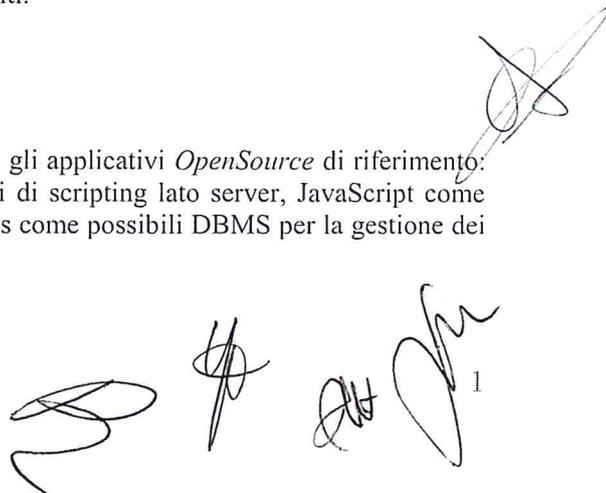
La seconda finalità del sistema è quella di organizzare incontri con i clienti per visitare gli immobili prima della stipula dei contratti di vendita od affitto. E' obiettivo dell'azienda fidelizzare i clienti proponendo loro una registrazione. I clienti registrati possono ricevere via email, sulla base di un loro profilo, messaggi di nuove proposte di affitto o di vendita di immobili.

Requisiti funzionali ed informativi

1. Il sistema deve gestire un numero non fissato di clienti potenziali e clienti registrati, ed è gestito da un singolo amministratore.
2. Il sistema deve gestire un numero variabile di proposte.
3. Il sistema deve mantenere un'anagrafica di tutti i clienti registrati. Il sistema memorizza, per ogni cliente registrato, il profilo, tutti gli incontri a cui ha preso parte per visitare gli immobili e tutti messaggi promozionali che gli sono stati inviati.
4. Un cliente può visualizzare tutte le offerte che vuole, rispondenti a parametri forniti dal cliente stesso.
5. Il sistema deve permettere al cliente registrato di visualizzare tutti i dati relativi ai messaggi ricevuti e di modificare il proprio profilo.
6. L'operazione di registrazione di un cliente necessita la scelta di una *username*, una *password* e l'immissione di dati anagrafici con un indirizzo email valido. Il servizio email è utilizzato dal sistema anche per chiedere conferma della registrazione.
7. Il sistema deve controllare *lato client* che la *password* inserita in fase di registrazione sia di almeno otto caratteri tra cui almeno una cifra decimale.
8. Il sistema permette all'amministratore:
 - di *inserire* una nuova offerta;
 - di *rimuovere* una offerta tra quelle memorizzate nel sistema;
 - di *visualizzare* tutte le offerte rispondenti a parametri forniti.

Requisiti non funzionali

1. Il sistema deve essere realizzato su architettura web utilizzando gli applicativi *OpenSource* di riferimento: Apache come server web, PHP o JSP come possibili linguaggi di scripting lato server, JavaScript come linguaggio di scripting lato client, MySQL (MariaDB) o Postgres come possibili DBMS per la gestione dei dati lato server.



2. Il sistema, una volta realizzato, dovrà essere installato su un elaboratore remoto con sistema operativo Linux ed indirizzo IP pubblico. Assumere che su tale elaboratore siano installati il server web, il server DBMS ed un server FTP.

NOTA: è facoltà del candidato completare la specifica del sistema.

Il candidato deve:

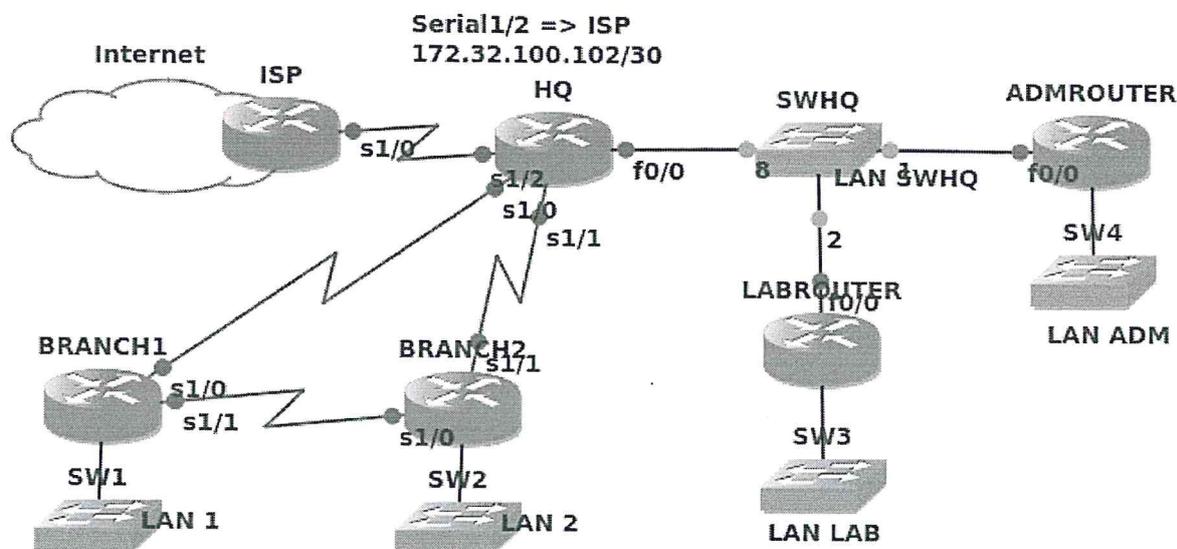
1. Progettare un database per mantenere le informazioni persistenti necessarie al sistema. Per il database progettato, fornire il codice SQL di creazione ed indicare come questo codice è eseguito dal DBMS.
2. Definire un elenco di moduli software lato server che nel loro insieme realizzano l'applicazione richiesta.
3. Per ognuno dei moduli di cui al punto precedente è necessario definirne i compiti, esplicitando i dati ricevuti in input e le informazioni prodotte in output.
4. Per il punto precedente, realizzare anche uno schema grafico complessivo utilizzando, se possibile, una notazione standard.
5. Approfondire e dettagliare uno degli aspetti di questo progetto, sia esso relativo ad un modulo, all'organizzazione del sistema informativo o all'impianto informatico, scegliendo fra quelli che meglio possono rappresentare la propria preparazione ed esperienza professionale.
6. Stimare tempi e costi della realizzazione dell'applicazione.



Handwritten signatures and a page number.

Università degli Studi dell'Aquila
ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
Prima Sessione 2016 (22 Luglio 2016)
Settore dell'Informazione, Sezione A

Prova Pratica (Ing. delle Telecomunicazioni)



La figura illustra la topologia della rete di una piccola organizzazione, che accede alla rete pubblica mediante un Internet Service Provider (ISP).

Le dimensioni delle sottoreti devono soddisfare i seguenti requisiti:

- LAN 1: max 12 host
- LAN 2: max 26 host
- LAN SWHQ: max 10 host
- LAN LAB: max 18 host
- LAN ADM: max 40 host
- i collegamenti seriali tra i router HQ, BRANCH1 e BRANCH2 corrispondono a reti WAN punto-punto, così come quello tra HQ e il router dell'ISP.

Si richiede di svolgere i seguenti passi progettuali.

1. Usando lo spazio di indirizzamento IPv4 di una rete privata in classe C scelta a piacere, progettare in dettaglio l'indirizzamento di tutti i dispositivi e di tutte le sottoreti presenti nello scenario.
2. Discutere le funzionalità che devono essere implementate sul router HQ per permettere l'accesso alla rete pubblica, ipotizzando che all'organizzazione in questione sia stato messo a disposizione un solo indirizzo IPv4 pubblico.
3. Illustrare a grandi linee vantaggi e svantaggi di almeno due protocolli di routing e i necessari passi di configurazione di almeno uno dei due, con riferimento allo scenario in questione.
4. Nell'ipotesi di voler realizzare, per l'organizzazione in questione, una rete dual stack IPv4/IPv6, discutere la scelta degli indirizzi IPv6 da assegnare a ogni sottorete e illustrare brevemente le tecniche di transizione IPv4/IPv6 utilizzabili per l'accesso a Internet e per raggiungere una ulteriore "isola" IPv6, ipotizzando che l'ISP offra una connessione WAN solo per IPv4.

Università degli Studi dell'Aquila
ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
Prima Sessione 2016 (22 Luglio 2016)
Settore dell'Informazione, Sezione A
Prova Pratica (Ing. Elettronica)

Il candidato progetti un circuito che determini le variazioni di una resistenza da 1 K Ω a 1 M Ω , realizzando un opportuno sistema di visualizzazione e determinando anche la sua eventuale capacità parassita. Il candidato inoltre giustifichi dettagliatamente le scelte progettuali e prepari una scheda tecnica per la stesura pratica dei risultati.

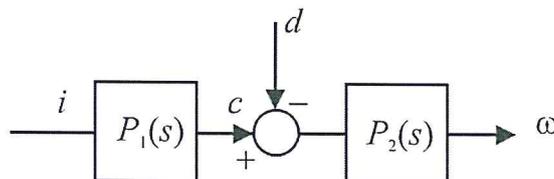
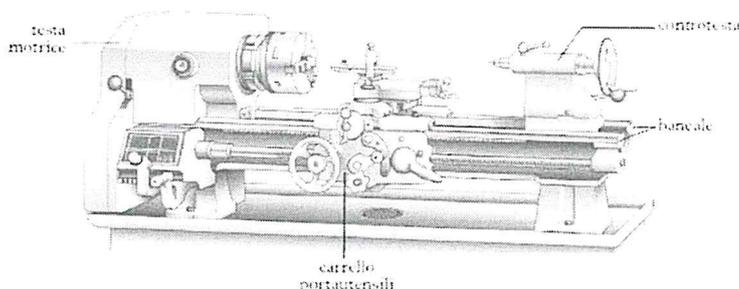


Università degli Studi dell'Aquila
 ESAME DI STATO DI ABILITAZIONE
 ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
 Prima Sessione 2016 (22 Luglio 2016)
 Settore dell'Informazione, Sezione A
 Prova Pratica (Ing. Automatica)

Progetto del sistema di controllo di un tornio

Il candidato progetti un sistema di controllo a retroazione che regoli la velocità di rotazione del mandrino di un tornio di precisione per metalli del tipo in figura, azionato da un motore in corrente continua.

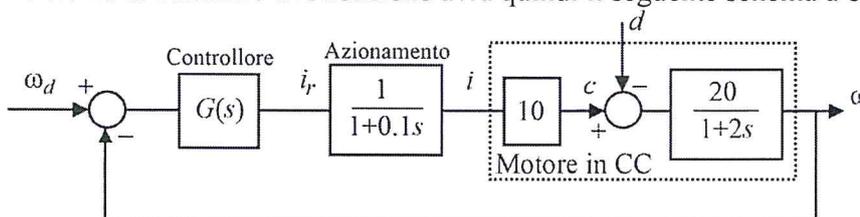
Il legame tra la corrente di armatura $i(t)$ [A] applicata al motore e la velocità di rotazione del mandrino $\omega(t)$ [giri/min] è descritto nel seguente schema a blocchi:



in cui $c(t)$ [Nm] rappresenta la coppia esercitata dal motore (a valle delle riduzioni) e $d(t)$ [Nm] rappresenta la coppia di disturbo dovuta all'utensile di taglio applicato al pezzo montato sul mandrino. $P_1(s)$ [Nm/A] è la funzione di trasferimento tra corrente applicata al motore e coppia meccanica generata. $P_2(s)$ [giri/min/Nm] è la funzione di trasferimento tra coppia (applicata o disturbo) e velocità di rotazione del mandrino.

La dinamica dell'azionamento, che lega il riferimento di corrente $i_r(t)$ [A] alla corrente effettivamente applicata al motore $i(t)$ [A], è modellata mediante una costante di tempo di 0.1s (la funzione di trasferimento dell'azionamento sarà quindi $Q(s) = 1/(1+0.1s)$).

Complessivamente il sistema di controllo a retroazione avrà quindi il seguente schema a blocchi:

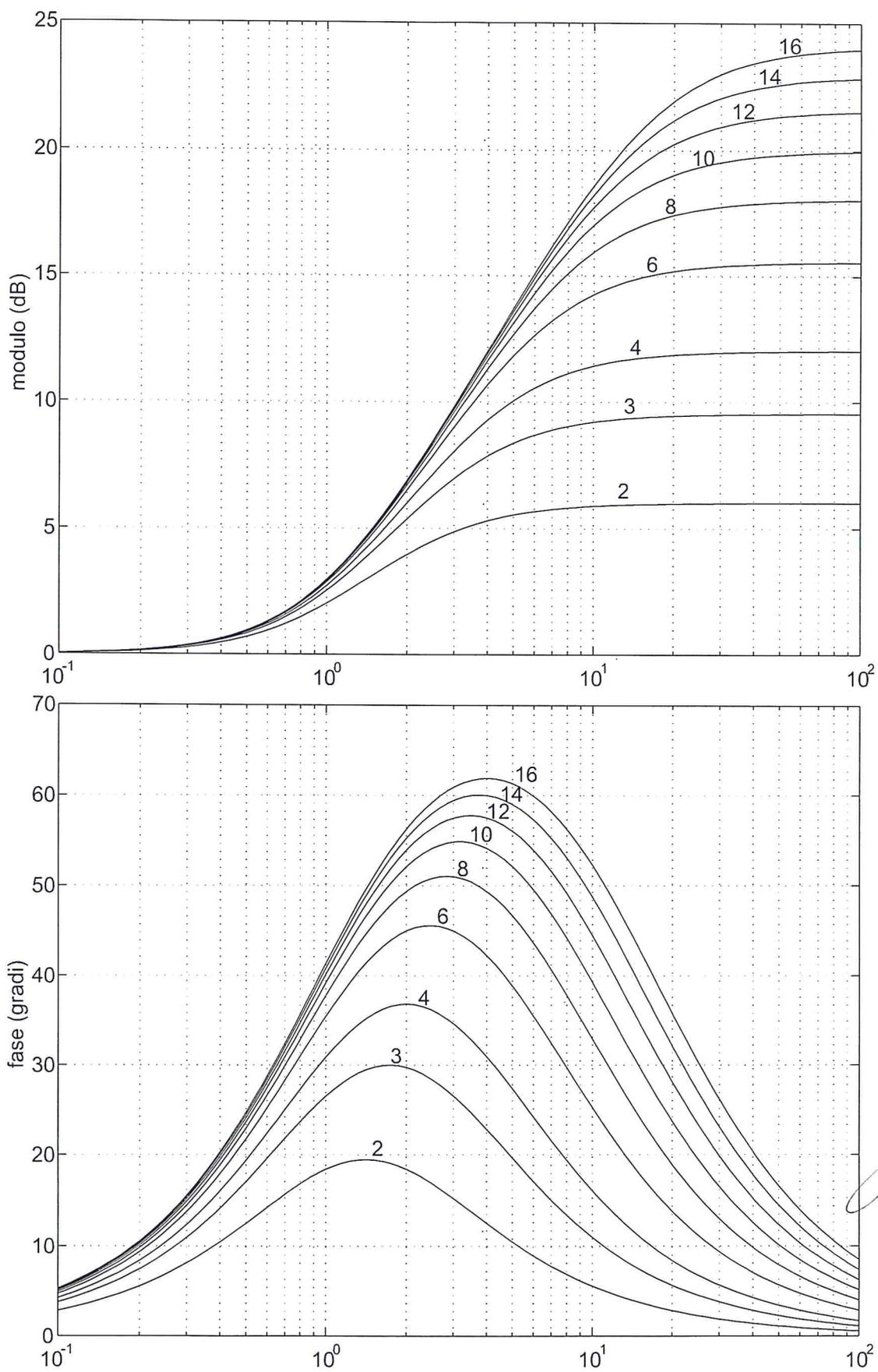


dove $\omega_d(t)$ [giri/min] rappresenta la velocità di rotazione desiderata.

Il candidato progetti la funzione di trasferimento del controllore $G(s)$ in modo da soddisfare alle seguenti specifiche per il sistema a ciclo chiuso:

- stabilità asintotica;
- astatismo rispetto a disturbi di coppia costanti;
- errore nullo per velocità di rotazione desiderata $\omega_d(t)$ costante;
- ampiezza dell'errore a regime non superiore a 0.05 giri/min quando il riferimento $\omega_d(t)$ è la rampa unitaria (pendenza 1 giro/min ogni secondo)
- banda passante compresa tra 1 e 2 rad/s;
- modulo alla risonanza non superiore a 3 dB.

OK

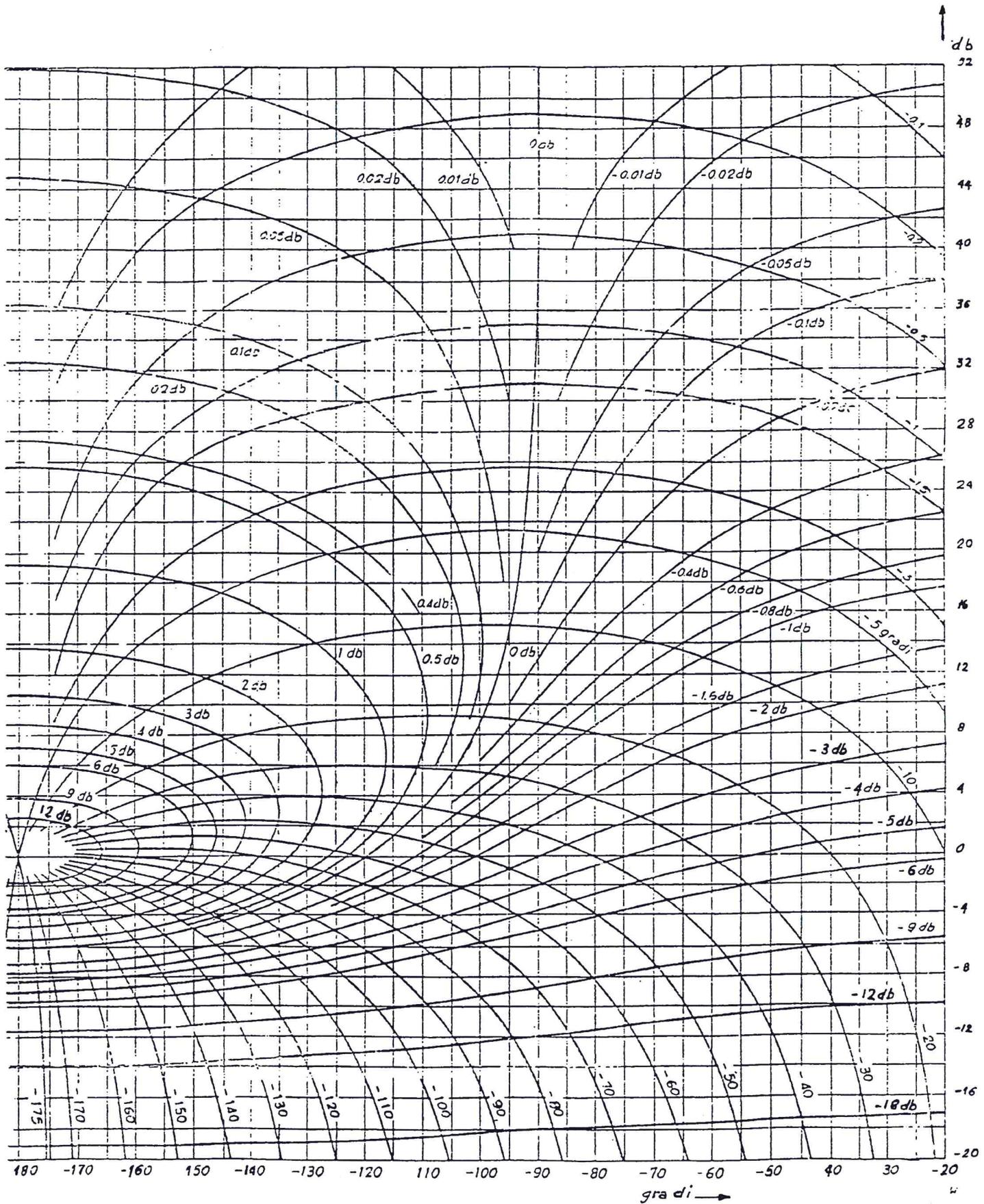


[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

Diagrammi di Bode delle reti anticipatrici al variare di m_a . In ascissa appare la pulsazione normalizzata $\omega\tau_a$.

PH



[Handwritten scribble]

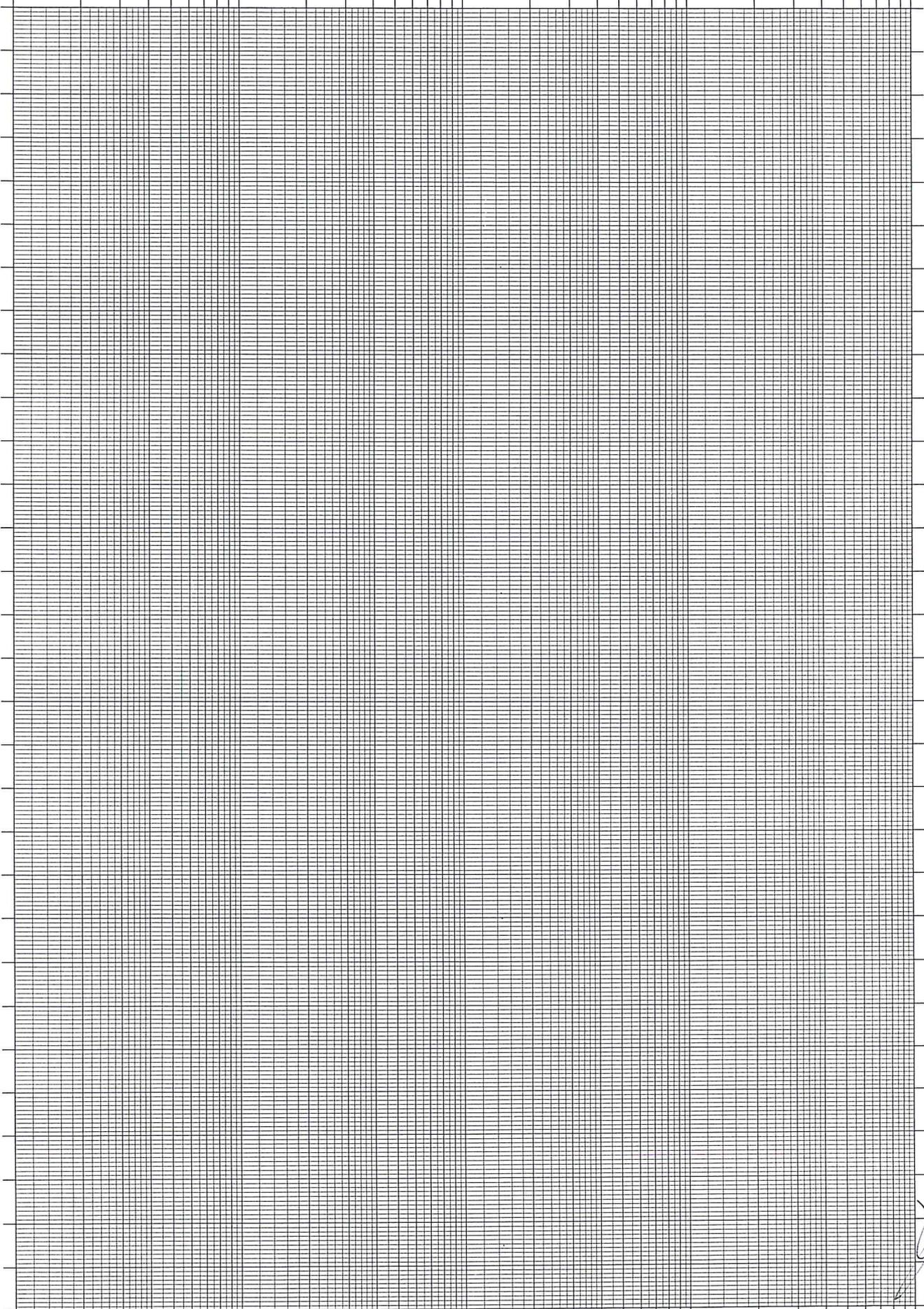
[Handwritten scribble]

[Handwritten scribble]

[Handwritten scribble]

at

1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8 9



1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8 9 1 2 3 4 5 6 7 8 9

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

[Handwritten signature]

ESAME DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE.

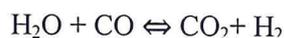
I SESSIONE 2016

Prova pratica

Settore industriale- Chimici

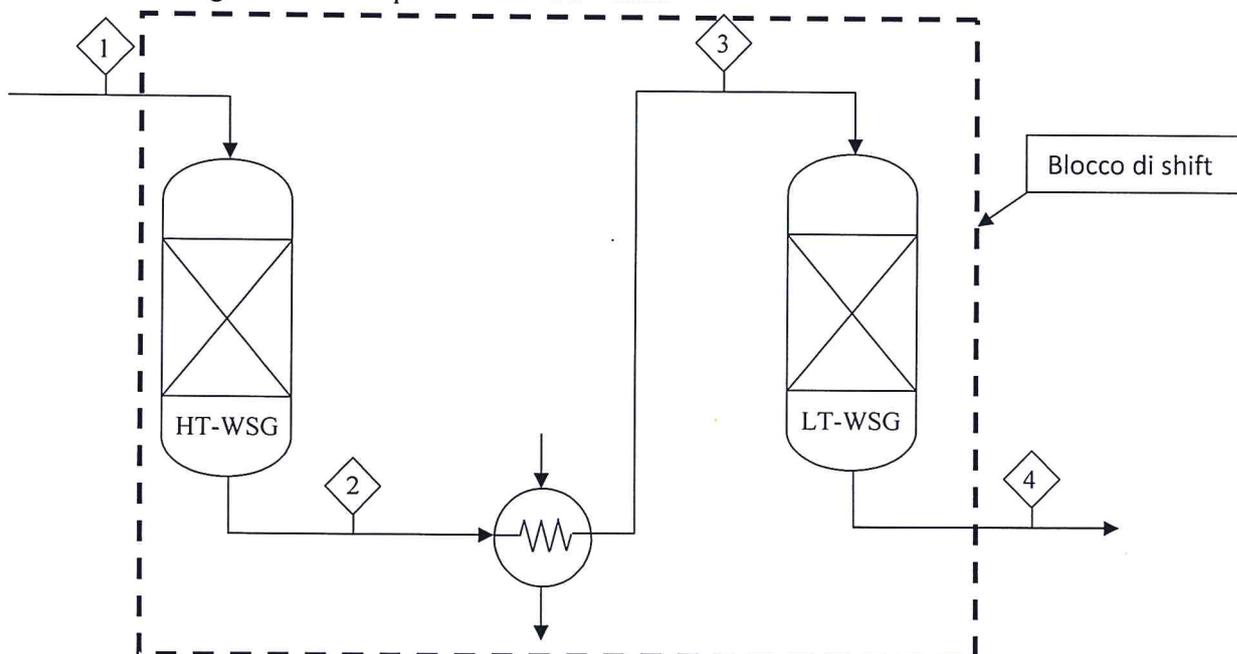
Calcolo della temperatura in uscita dal reattore di conversione (shift) per abbattere il contenuto di CO ad un valore specifico.

Si fa riferimento ai gas provenienti dal reforming secondario con aria. I gas vengono inviati al blocco di conversione di CO, dove avviene la reazione di Water Gas Shift (WGS):



Si supponga che in uscita al blocco i gas siano in condizioni di equilibrio termodinamico. Si chiede di:

- Determinare la temperatura T_4 affinché in uscita dal LT-WSG si abbia lo 0,11% di CO su base secca.
- Determinare la composizione in uscita dall'HT-WSG della corrente 2, ipotizzando anche il questo caso che il sistema sia in equilibrio termodinamico
- Calcolare la quantità di calore che è necessario asportare nello scambiatore posto tra i due stadi di HT-WGS e LT-WGS, se la temperatura in ingresso al secondo stadio deve essere pari a 200 °C. Calcolare, infine, la quantità di vapor acqueo che è possibile produrre nello scambiatore, ipotizzando che il fluido refrigerante sia in equilibrio L-V a $P=1\text{atm}$



Dati:

$$T_1=350^\circ\text{C}, T_2=430^\circ\text{C}, T_3=200^\circ\text{C}$$

$$P = 28 \text{ atm}$$

Portate:

- secco $100000 \text{ Nm}^3/\text{h}$
- vapore $60000 \text{ Nm}^3/\text{h}$

Composizione (% mol) della corrente 1 su base secca:

H ₂	N ₂	CO	CO ₂	Ar	CH ₄
56,4	22,2	12,6	8,2	0,3	0,3

ESAMI DI STATO DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

22 Luglio 2016

TEMA DI COSTRUZIONI ELETTROMECCANICHE – Laurea Magistrale

Si effettui il dimensionamento di un **Trasformatore trifase in OLIO** MT/BT con le seguenti specifiche:

Potenza	600 kVA
Tipo di nucleo	a tre colonne
Tensione primaria	12 kV ($\pm 5\%$)
Tensione secondaria	400 V
Tipo di collegamento	triangolo/stella con neutro
Tensione di corto circuito	5 %
Frequenza	50 Hz
Tipo di raffreddamento	ONAN

Si fissi un'induzione di lavoro nel nucleo pari a 1.4 T ed una "cifra di perdita specifica" (a 1.4 T) di 0.90 W/kg.

Si richiede, inoltre, di determinare:

- 1) Il rendimento a pieno carico (4/4), ipotizzando un fattore di potenza del carico pari a 0.9 e una temperatura convenzionale degli avvolgimenti di 75°C;
- 2) Il costo di costruzione del trasformatore (escluso l'olio di raffreddamento).



- ESAMI DI STATO DI ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
22 Luglio 2016

TEMA DI IMPIANTI ELETTRICI – Laurea Magistrale

Uno stabilimento industriale per lavorazione di prodotti siderurgici è costituito da un capannone avente dimensioni 110x60 m, h=8m.

La potenza richiesta dallo stabilimento è pari a 1000 kW a $\cos\phi=0,85$. Le caratteristiche dell'alimentazione, nel punto di consegna dell'energia, sono le seguenti:

- tensione nominale 20 kV;
- frequenza di rete 50 Hz;
- corrente di corto circuito..... 12,5 kA, $\cos\phi=0,3$;
- Corrente di guasto a terra (neutro isolato). 70 A, tempo di eliminazione 0,68 s;
- tipo di linea..... in cavo interrato.

La cabina dell'Ente Distributore e' ubicata in corrispondenza della strada di accesso al complesso, ed e' posta ad una distanza di 90 m dal capannone.

Al candidato si richiede:

- 1) il dimensionamento e lo schema elettrico della cabina di trasformazione MT/BT;
- 2) il dimensionamento della linea principale di alimentazione, da predisporre tra cabina e capannone;
- 3) il progetto dell'impianto di terra;
- 4) il progetto dell'impianto di rifasamento.

Nota: Nota: eventuali dati aggiuntivi possono essere stabiliti a discrezione del candidato.



Esame di stato – I Sessione 2016

Prova pratica per il settore Industriale (sez. A)

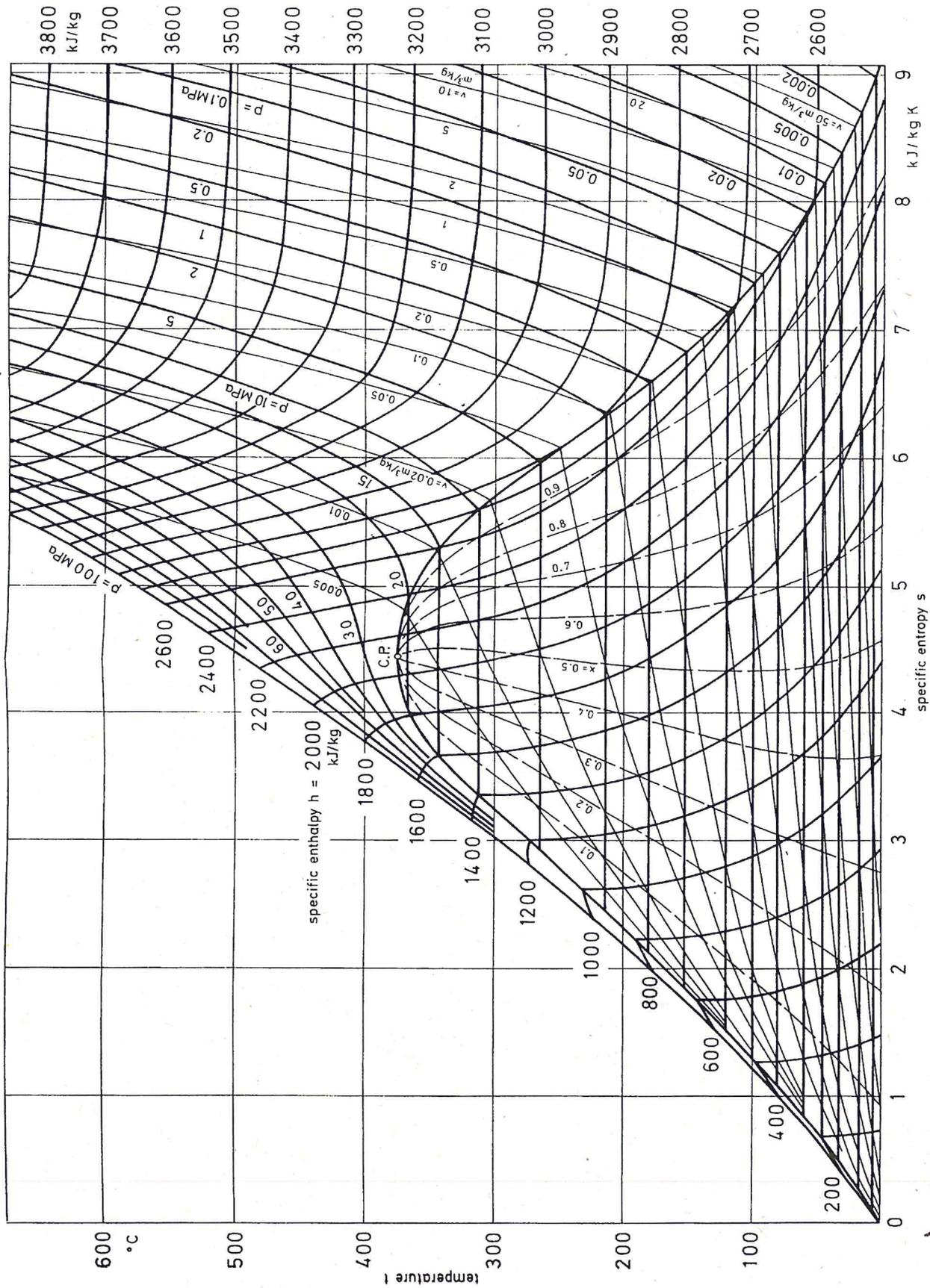
Tema di Macchine

Un processo industriale ha fabbisogni di energia termica che vengono soddisfatti attraverso 10 kg/s di vapore leggermente surriscaldato a 5 bar che viene restituito dall'utenza termica in condizioni di liquido sottoraffreddato a 35°C. Il vapore per usi tecnologici è estratto da un impianto a ciclo combinato gas-vapore (a monte del corpo turbina di bassa pressione) basato su un gruppo turbogas a combustione interna alimentato a metano e un generatore di vapore a recupero ad un livello di pressione (GVR-1L), mentre la condensa proveniente dall'utenza termica è reinserita nel pozzo caldo del condensatore.

Assumendo come principali dati caratteristici del gruppo turbogas un rapporto di compressione pari a 15 e una temperatura massima pari a 1300°C, trascurando il lavoro delle pompe e le perdite di carico, si richiede al candidato di:

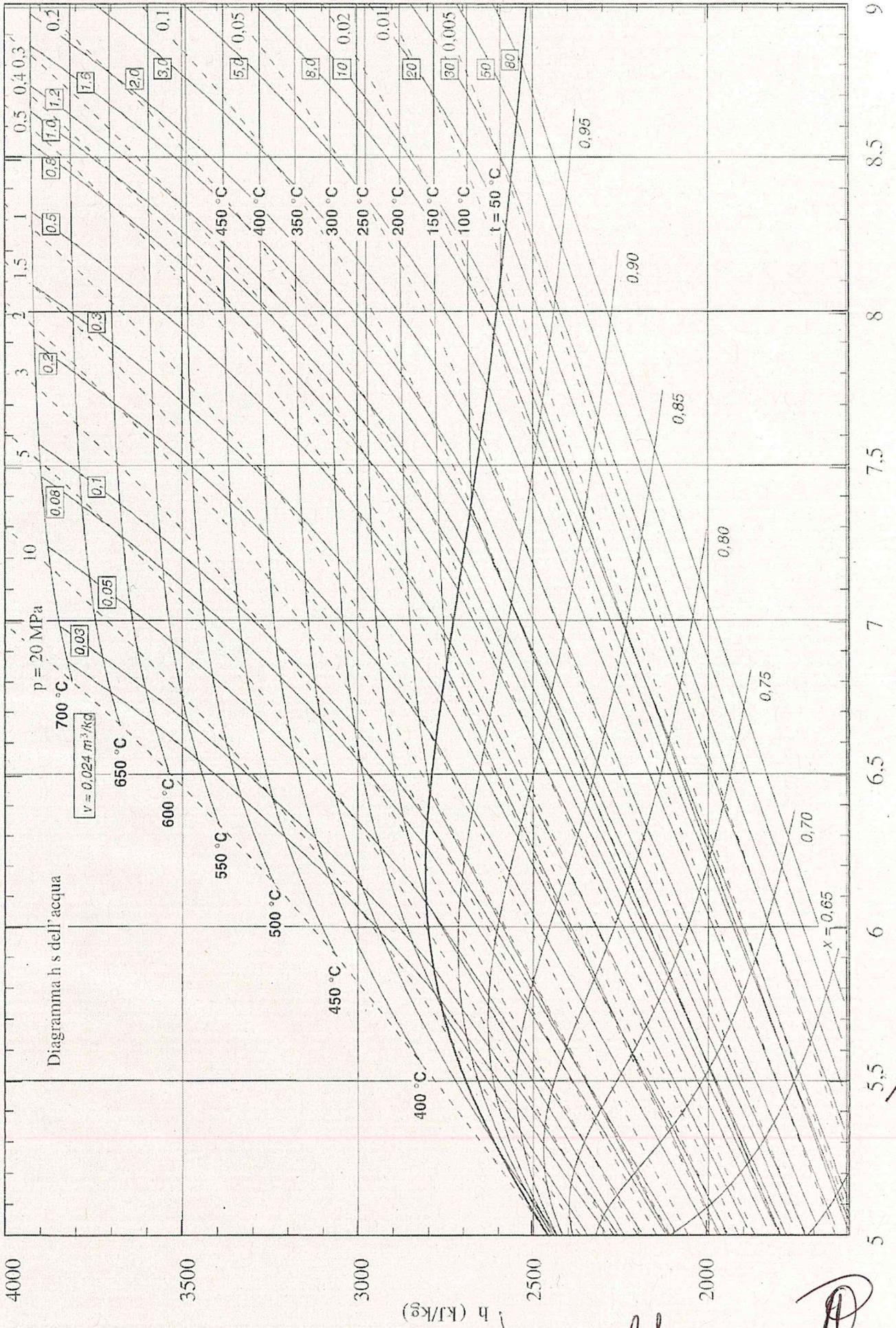
- disegnare lo schema dell'impianto integrato, descrivendone sinteticamente le caratteristiche e i principali componenti;
- fissare opportunamente i parametri progettuali della sezione a gas e di quella a vapore (da trattare entrambe in sede reale) al fine di soddisfare l'utenza termica, rendere minime le perdite per calore sensibile al camino (a valle del GVR-1L) e fare in modo che il vapore estratto per usi tecnologici sia pari al 20% di quello che prosegue l'espansione nel corpo turbina di bassa pressione;
- valutare le grandezze più significative del ciclo e dell'impianto integrato, non tralasciando la potenza termica fornita all'utenza, la potenza meccanica prodotta, le portate di aria e di combustibile, la portata di vapore surriscaldato prodotto nel GVR-1L, la portata di acqua di refrigerazione nel condensatore, le condizioni termodinamiche nei punti caratteristici del ciclo a gas e di quello a vapore, le perdite per calore sensibile al camino, il rendimento globale e il consumo specifico dell'impianto combinato, come pure l'energia elettrica prodotta e la massa di CO₂ immessa nell'atmosfera in 10 ore di funzionamento a condizioni nominali;
- rappresentare i cicli termodinamici delle sezioni a gas e a vapore sul piano T-s, come pure le curve relative ai due fluidi del GVR-1L sul piano T-Q;
- eseguire il progetto di massima del generatore di vapore a recupero.

The image shows several handwritten signatures and initials in black ink. There are five distinct marks: a stylized 'M' or 'G' on the left, a circular emblem with a cross inside, a signature that looks like 'G' or 'Gh', a signature that looks like 'E', and a signature that looks like 'M' or 'M'.



Handwritten signatures and initials are present at the bottom of the page.

DIAGRAMMA DI MOLLIER



s [kJ/(kg K)]

Handwritten signatures and initials:

ll

ll

ll

Tafel 2. Sättigungszustand (Drucktafel)

Table 2. State of saturation (Pressure Table)

Table 2. Etat saturé (Table des pressions)

Tabla 2. Estado saturado (Tabla de presión)

p	t	v'	v''	q''	h'	h''	r	s'	s''
at	°C	m ³ /kg	m ³ /kg	kg/m ³	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg	kcal/kg °K	kcal/kg °K
0,010	6,699	0,0010001	131,6	0,007597	6,722	600,4	593,7	0,02431	2,1457
0,015	12,737	0,0010005	89,62	0,01116	12,77	603,1	590,3	0,04569	2,1104
0,020	17,204	0,0010012	68,26	0,01465	17,24	605,0	587,8	0,06119	2,0855
0,025	20,779	0,0010019	55,27	0,01809	20,81	606,6	585,8	0,07342	2,0663
0,030	23,775	0,0010026	46,52	0,02150	23,80	607,9	584,1	0,08355	2,0506
0,035	26,362	0,0010033	40,21	0,02487	26,38	609,0	582,6	0,09221	2,0374
0,040	28,645	0,0010039	35,45	0,02821	28,66	610,0	581,3	0,09979	2,0260
0,045	30,692	0,0010045	31,72	0,03153	30,71	610,9	580,2	0,10654	2,0160
0,050	32,550	0,0010051	28,72	0,03482	32,56	611,7	579,1	0,11262	2,0070
0,055	34,254	0,0010057	26,25	0,03810	34,26	612,4	578,1	0,11816	1,9989
0,060	35,828	0,0010062	24,18	0,04135	35,83	613,1	577,3	0,12326	1,9915
0,065	37,292	0,0010068	22,42	0,04459	37,29	613,7	576,4	0,12798	1,9848
0,070	38,661	0,0010073	20,91	0,04782	38,66	614,3	575,6	0,13237	1,9785
0,075	39,949	0,0010078	19,60	0,05103	39,94	614,9	574,9	0,13649	1,9727
0,080	41,164	0,0010083	18,44	0,05423	41,16	615,4	574,2	0,14035	1,9672
0,085	42,316	0,0010087	17,42	0,05741	42,31	615,9	573,6	0,14400	1,9621
0,090	43,411	0,0010092	16,50	0,06059	43,40	616,3	572,9	0,14746	1,9573
0,095	44,454	0,0010096	15,69	0,06375	44,44	616,8	572,3	0,15075	1,9528
0,10	45,451	0,0010101	14,95	0,06690	45,44	617,2	571,8	0,15388	1,9485
0,11	47,323	0,0010109	13,66	0,07318	47,31	618,0	570,7	0,15973	1,9405
0,12	49,054	0,0010117	12,59	0,07942	49,04	618,7	569,7	0,16511	1,9332
0,13	50,666	0,0010124	11,68	0,08563	50,64	619,4	568,8	0,17009	1,9265
0,14	52,174	0,0010131	10,89	0,09181	52,15	620,0	567,9	0,17473	1,9204
0,15	53,593	0,0010138	10,21	0,09796	53,57	620,6	567,1	0,17908	1,9146
0,16	54,933	0,0010145	9,608	0,1041	54,91	621,2	566,3	0,18316	1,9093
0,17	56,203	0,0010152	9,076	0,1102	56,18	621,7	565,6	0,18702	1,9042
0,18	57,411	0,0010158	8,601	0,1163	57,38	622,2	564,9	0,19068	1,8995
0,19	58,563	0,0010164	8,176	0,1223	58,54	622,7	564,2	0,19416	1,8950
0,20	59,665	0,0010170	7,791	0,1283	59,64	623,2	563,5	0,19747	1,8907
0,21	60,720	0,0010175	7,442	0,1344	60,69	623,6	562,9	0,20064	1,8867
0,22	61,734	0,0010181	7,124	0,1404	61,71	624,0	562,3	0,20367	1,8829
0,23	62,709	0,0010186	6,833	0,1463	62,68	624,4	561,8	0,20657	1,8792
0,24	63,649	0,0010192	6,566	0,1523	63,62	624,8	561,2	0,20937	1,8757
0,25	64,556	0,0010197	6,319	0,1582	64,53	625,2	560,7	0,21206	1,8723
0,26	65,433	0,0010202	6,091	0,1642	65,40	625,6	560,2	0,21465	1,8691
0,27	66,281	0,0010207	5,879	0,1701	66,25	625,9	559,7	0,21715	1,8660
0,28	67,103	0,0010211	5,682	0,1760	67,08	626,2	559,2	0,21957	1,8630
0,29	67,901	0,0010216	5,498	0,1819	67,87	626,6	558,7	0,22192	1,8601
0,30	68,676	0,0010221	5,326	0,1878	68,65	626,9	558,2	0,22419	1,8573
0,32	70,162	0,0010229	5,013	0,1995	70,14	627,5	557,4	0,22853	1,8520
0,34	71,572	0,0010238	4,736	0,2111	71,55	628,1	556,5	0,23263	1,8471
0,36	72,915	0,0010246	4,489	0,2228	72,89	628,6	555,7	0,23651	1,8424
0,38	74,193	0,0010254	4,267	0,2343	74,17	629,1	555,0	0,24021	1,8379
0,40	75,417	0,0010262	4,067	0,2459	75,40	629,6	554,2	0,24373	1,8338
0,45	78,266	0,0010280	3,642	0,2746	78,25	630,8	552,5	0,25189	1,8241
0,50	80,860	0,0010298	3,300	0,3030	80,86	631,8	550,9	0,25926	1,8156
0,55	83,244	0,0010314	3,018	0,3313	83,25	632,7	549,5	0,26599	1,8078
0,60	85,454	0,0010329	2,782	0,3594	85,46	633,6	548,1	0,27219	1,8007
0,65	87,514	0,0010344	2,581	0,3874	87,53	634,4	546,9	0,27794	1,7942
0,70	89,446	0,0010357	2,408	0,4152	89,47	635,1	545,7	0,28330	1,7882
0,75	91,266	0,0010371	2,258	0,4429	91,30	635,8	544,5	0,28833	1,7827
0,80	92,988	0,0010383	2,125	0,4705	93,03	636,5	543,5	0,29306	1,7774
0,85	94,622	0,0010396	2,008	0,4980	94,68	637,1	542,5	0,29754	1,7725
0,90	96,178	0,0010407	1,904	0,5253	96,24	637,7	541,5	0,30178	1,7679
0,95	97,664	0,0010419	1,810	0,5526	97,74	638,3	540,5	0,30582	1,7636

Tafel 2. Sättigungszustand (Drucktafel) (Fortsetzung)

State of Saturation (Pressure Table) (Continuation)

p	t	v'	v''	g''	h'	h''	r	s'	s''
1,0	99,087	0,0010430	1,725	0,5797	99,17	638,8	539,6	0,30968	1,7594
1,1	101,764	0,0010451	1,578	0,6338	101,87	639,8	537,9	0,31689	1,7518
1,2	104,246	0,0010471	1,454	0,6875	104,37	640,7	536,3	0,32354	1,7448
1,3	106,563	0,0010490	1,350	0,7410	106,71	641,6	534,9	0,32971	1,7383
1,4	108,738	0,0010508	1,259	0,7942	108,91	642,4	533,4	0,33547	1,7324
1,5	110,788	0,0010525	1,180	0,8472	110,98	643,1	532,1	0,34088	1,7268
1,6	112,728	0,0010542	1,111	0,8999	112,94	643,8	530,8	0,34597	1,7217
1,7	114,572	0,0010558	1,050	0,9524	114,81	644,4	529,6	0,35079	1,7168
1,8	116,329	0,0010573	0,9952	1,005	116,59	645,0	528,5	0,35536	1,7122
1,9	118,007	0,0010588	0,9461	1,057	118,29	645,6	527,3	0,35971	1,7079
2,0	119,615	0,0010603	0,9018	1,109	119,92	646,2	526,3	0,36387	1,7038
2,1	121,158	0,0010617	0,8615	1,161	121,5	646,7	525,2	0,36784	1,6999
2,2	122,643	0,0010631	0,8248	1,212	123,0	647,2	524,2	0,37165	1,6961
2,3	124,073	0,0010644	0,7912	1,264	124,4	647,7	523,2	0,37531	1,6926
2,4	125,454	0,0010657	0,7602	1,315	125,9	648,1	522,3	0,37883	1,6892
2,5	126,788	0,0010669	0,7317	1,367	127,2	648,6	521,4	0,38223	1,6859
2,6	128,080	0,0010682	0,7053	1,418	128,5	649,0	520,5	0,38551	1,6828
2,7	129,332	0,0010694	0,6808	1,469	129,8	649,4	519,6	0,38867	1,6797
2,8	130,547	0,0010706	0,6580	1,520	131,0	649,8	518,8	0,39174	1,6768
2,9	131,728	0,0010717	0,6367	1,571	132,2	650,2	517,9	0,39471	1,6740
3,0	132,875	0,0010728	0,6168	1,621	133,4	650,6	517,1	0,39760	1,6713
3,1	133,993	0,0010740	0,5981	1,672	134,6	650,9	516,4	0,40040	1,6687
3,2	135,081	0,0010750	0,5805	1,723	135,7	651,3	515,6	0,40312	1,6661
3,3	136,142	0,0010761	0,5640	1,773	136,8	651,6	514,8	0,40577	1,6637
3,4	137,178	0,0010772	0,5484	1,823	137,8	651,9	514,1	0,40835	1,6613
3,5	138,189	0,0010782	0,5337	1,874	138,8	652,2	513,4	0,41086	1,6590
3,6	139,177	0,0010792	0,5198	1,924	139,9	652,5	512,7	0,41331	1,6567
3,7	140,143	0,0010802	0,5066	1,974	140,9	652,8	512,0	0,41570	1,6545
3,8	141,089	0,0010812	0,4940	2,024	141,8	653,1	511,3	0,41804	1,6524
3,9	142,014	0,0010822	0,4821	2,074	142,8	653,4	510,6	0,42032	1,6503
4,0	142,921	0,0010831	0,4708	2,124	143,7	653,7	510,0	0,42256	1,6482
4,1	143,809	0,0010841	0,4600	2,174	144,6	653,9	509,3	0,42474	1,6463
4,2	144,681	0,0010850	0,4497	2,224	145,5	654,2	508,7	0,42688	1,6443
4,3	145,536	0,0010859	0,4398	2,274	146,4	654,4	508,0	0,42898	1,6424
4,4	146,375	0,0010868	0,4304	2,323	147,3	654,7	507,4	0,43103	1,6406
4,5	147,198	0,0010877	0,4214	2,373	148,1	654,9	506,8	0,43305	1,6388
4,6	148,008	0,0010886	0,4128	2,422	148,9	655,2	506,2	0,43502	1,6370
4,7	148,803	0,0010895	0,4045	2,472	149,8	655,4	505,6	0,43696	1,6353
4,8	149,585	0,0010903	0,3966	2,522	150,6	655,6	505,0	0,43886	1,6336
4,9	150,354	0,0010912	0,3890	2,571	151,4	655,8	504,5	0,44073	1,6319
5,0	151,110	0,0010920	0,3816	2,620	152,1	656,0	503,9	0,44256	1,6303
5,2	152,587	0,0010937	0,3678	2,719	153,7	656,4	502,8	0,44614	1,6271
5,4	154,019	0,0010953	0,3549	2,817	155,1	656,8	501,7	0,44960	1,6241
5,6	155,410	0,0010969	0,3430	2,916	156,6	657,2	500,6	0,45295	1,6212
5,8	156,761	0,0010984	0,3318	3,014	158,0	657,6	499,6	0,45620	1,6183
6,0	158,076	0,0011000	0,3213	3,112	159,3	657,9	498,6	0,45935	1,6156
6,2	159,357	0,0011015	0,3115	3,210	160,7	658,3	497,6	0,46241	1,6129
6,4	160,604	0,0011029	0,3023	3,308	162,0	658,6	496,6	0,46539	1,6104
6,6	161,821	0,0011044	0,2937	3,405	163,2	658,9	495,7	0,46829	1,6079
6,8	163,010	0,0011058	0,2855	3,503	164,5	659,2	494,7	0,47112	1,6054
7,0	164,170	0,0011072	0,2778	3,600	165,7	659,5	493,8	0,47388	1,6031
7,2	165,305	0,0011086	0,2705	3,697	166,9	659,8	492,9	0,47657	1,6008
7,4	166,415	0,0011100	0,2635	3,795	168,0	660,0	492,0	0,47919	1,5986
7,6	167,501	0,0011113	0,2570	3,892	169,1	660,3	491,2	0,48175	1,5964
7,8	168,565	0,0011127	0,2507	3,989	170,3	660,6	490,3	0,48426	1,5943
8,0	169,607	0,0011140	0,2448	4,086	171,3	660,8	489,5	0,48672	1,5922
8,2	170,629	0,0011153	0,2391	4,183	172,4	661,0	488,6	0,48912	1,5902
8,4	171,632	0,0011165	0,2337	4,279	173,5	661,3	487,8	0,49146	1,5882
8,6	172,616	0,0011178	0,2285	4,376	174,5	661,5	487,0	0,49377	1,5863
8,8	173,581	0,0011190	0,2236	4,473	175,5	661,7	486,2	0,49603	1,5844

Tafel 3. Wasser und überhitzter Dampf (Fortsetzung)

Water and superheated Steam (Continuation)

t °C	4,6 at $t_s = 143,008$ °C			4,8 at $t_s = 149,585$ °C			5,0 at $t_s = 151,11$ °C			5,5 at $t_s = 154,71$ °C		
	v''	h''	s''	v''	h''	s''	v''	h''	s''	v''	h''	s''
	0,4128	655,2	1,6370	0,3966	655,6	1,6336	0,3816	656,0	1,6303	0,3490	657,0	1,6227
	v	h	s	v	h	s	v	h	s	v	h	s
0	0,0010000	0,1	0,0000	0,0010000	0,1	0,0000	0,0010000	0,1	0,0000	0,0010000	0,1	0,0000
10	0,0010000	10,1	0,0361	0,0010000	10,1	0,0361	0,0010000	10,1	0,0361	0,0010000	10,2	0,0361
20	0,0010015	20,1	0,0707	0,0010015	20,1	0,0707	0,0010015	20,1	0,0707	0,0010015	20,2	0,0707
30	0,0010041	30,1	0,1042	0,0010041	30,1	0,1042	0,0010041	30,1	0,1042	0,0010041	30,1	0,1042
40	0,0010076	40,1	0,1366	0,0010076	40,1	0,1366	0,0010076	40,1	0,1366	0,0010076	40,1	0,1366
50	0,0010119	50,1	0,1680	0,0010119	50,1	0,1680	0,0010119	50,1	0,1680	0,0010119	50,1	0,1680
60	0,0010169	60,1	0,1984	0,0010169	60,1	0,1984	0,0010169	60,1	0,1984	0,0010169	60,1	0,1984
70	0,0010227	70,1	0,2280	0,0010226	70,1	0,2280	0,0010226	70,1	0,2280	0,0010226	70,1	0,2280
80	0,0010290	80,1	0,2568	0,0010290	80,1	0,2568	0,0010290	80,1	0,2567	0,0010290	80,1	0,2567
90	0,0010360	90,1	0,2848	0,0010359	90,1	0,2848	0,0010359	90,1	0,2848	0,0010359	90,1	0,2848
100	0,0010435	100,2	0,3121	0,0010435	100,2	0,3121	0,0010435	100,2	0,3121	0,0010435	100,2	0,3121
110	0,0010517	110,2	0,3387	0,0010517	110,2	0,3387	0,0010517	110,2	0,3387	0,0010517	110,3	0,3387
120	0,0010605	120,4	0,3648	0,0010605	120,4	0,3648	0,0010605	120,4	0,3648	0,0010605	120,4	0,3648
130	0,0010699	130,5	0,3903	0,0010699	130,5	0,3903	0,0010699	130,5	0,3903	0,0010699	130,5	0,3903
140	0,0010800	140,7	0,4153	0,0010800	140,7	0,4153	0,0010800	140,7	0,4153	0,0010800	140,7	0,4153
150	0,4152	656,2	1,6396	0,3971	655,8	1,6341	0,0010908	151,0	0,4399	0,0010907	151,0	0,4398
160	0,4269	661,7	1,6523	0,4084	661,3	1,6469	0,3914	660,9	1,6417	0,3542	660,0	1,6295
170	0,4385	667,0	1,6644	0,4196	666,7	1,6591	0,4022	666,3	1,6540	0,3641	665,5	1,6420
180	0,4499	672,2	1,6761	0,4306	671,9	1,6709	0,4128	671,6	1,6659	0,3739	670,9	1,6541
190	0,4612	677,4	1,6875	0,4414	677,2	1,6823	0,4232	676,9	1,6773	0,3835	676,2	1,6657
200	0,4724	682,6	1,6984	0,4522	682,3	1,6933	0,4336	682,1	1,6884	0,3930	681,4	1,6769
210	0,4834	687,6	1,7090	0,4628	687,4	1,7040	0,4438	687,2	1,6991	0,4024	686,6	1,6877
220	0,4944	692,7	1,7194	0,4733	692,5	1,7144	0,4540	692,3	1,7095	0,4117	691,7	1,6982
230	0,5052	697,7	1,7294	0,4838	697,5	1,7245	0,4640	697,3	1,7197	0,4209	696,8	1,7084
240	0,5160	702,7	1,7392	0,4942	702,5	1,7343	0,4740	702,3	1,7295	0,4301	701,9	1,7184
250	0,5268	707,6	1,7488	0,5045	707,5	1,7439	0,4840	707,3	1,7392	0,4392	706,9	1,7281
260	0,5375	712,6	1,7582	0,5148	712,4	1,7533	0,4938	712,3	1,7486	0,4482	711,9	1,7375
270	0,5482	717,5	1,7674	0,5250	717,4	1,7625	0,5037	717,2	1,7578	0,4572	716,9	1,7468
280	0,5588	722,5	1,7764	0,5352	722,3	1,7715	0,5135	722,2	1,7668	0,4662	721,9	1,7559
290	0,5694	727,4	1,7852	0,5454	727,3	1,7803	0,5233	727,1	1,7757	0,4751	726,8	1,7648
300	0,5799	732,3	1,7938	0,5555	732,2	1,7890	0,5330	732,1	1,7843	0,4840	731,8	1,7735
310	0,5905	737,2	1,8023	0,5656	737,1	1,7975	0,5427	737,0	1,7929	0,4928	736,7	1,7820
320	0,6010	742,1	1,8107	0,5757	742,0	1,8059	0,5524	741,9	1,8013	0,5017	741,7	1,7904
330	0,6115	747,1	1,8189	0,5858	747,0	1,8141	0,5621	746,9	1,8095	0,5105	746,6	1,7987
340	0,6219	752,0	1,8270	0,5958	751,9	1,8222	0,5718	751,8	1,8176	0,5193	751,6	1,8068
350	0,6324	756,9	1,8350	0,6058	756,8	1,8302	0,5814	756,7	1,8256	0,5281	756,5	1,8149
360	0,6428	761,9	1,8429	0,6159	761,8	1,8381	0,5910	761,7	1,8335	0,5368	761,5	1,8227
370	0,6533	766,8	1,8506	0,6259	766,7	1,8459	0,6006	766,6	1,8413	0,5456	766,4	1,8305
380	0,6637	771,8	1,8583	0,6359	771,7	1,8535	0,6102	771,6	1,8489	0,5544	771,4	1,8382
390	0,6741	776,7	1,8658	0,6458	776,7	1,8611	0,6198	776,6	1,8565	0,5631	776,4	1,8458
400	0,6845	781,7	1,8733	0,6558	781,6	1,8685	0,6294	781,6	1,8639	0,5718	781,4	1,8532
410	0,6949	786,7	1,8806	0,6658	786,6	1,8759	0,6390	786,6	1,8713	0,5805	786,4	1,8606
420	0,7053	791,7	1,8879	0,6757	791,6	1,8832	0,6486	791,6	1,8786	0,5892	791,4	1,8679
430	0,7157	796,7	1,8951	0,6857	796,7	1,8903	0,6581	796,6	1,8858	0,5979	796,4	1,8751
440	0,7260	801,7	1,9022	0,6956	801,7	1,8975	0,6677	801,6	1,8929	0,6066	801,5	1,8822
450	0,7364	806,8	1,9092	0,7056	806,7	1,9045	0,6772	806,7	1,8999	0,6153	806,5	1,8893
460	0,7468	811,8	1,9162	0,7155	811,8	1,9114	0,6867	811,7	1,9069	0,6240	811,6	1,8962
470	0,7571	816,9	1,9230	0,7254	816,9	1,9183	0,6963	816,8	1,9137	0,6327	816,7	1,9031
480	0,7675	822,0	1,9298	0,7353	821,9	1,9251	0,7058	821,9	1,9205	0,6414	821,8	1,9099
490	0,7778	827,1	1,9366	0,7453	827,0	1,9318	0,7153	827,0	1,9273	0,6500	826,9	1,9166
500	0,7881	832,2	1,9432	0,7552	832,2	1,9385	0,7249	832,1	1,9339	0,6587	832,0	1,9233
510	0,7985	837,3	1,9498	0,7651	837,3	1,9451	0,7344	837,2	1,9405	0,6674	837,1	1,9299
520	0,8088	842,5	1,9563	0,7750	842,4	1,9516	0,7439	842,4	1,9471	0,6760	842,3	1,9364
530	0,8191	847,6	1,9628	0,7849	847,6	1,9581	0,7534	847,5	1,9535	0,6847	847,4	1,9429
540	0,8294	852,8	1,9692	0,7948	852,8	1,9645	0,7629	852,7	1,9599	0,6933	852,6	1,9493
550	0,8398	858,0	1,9755	0,8047	858,0	1,9708	0,7724	857,9	1,9663	0,7020	857,8	1,9557

Handwritten signature and scribbles at the bottom right of the page.

Tafel 3. Wasser und überhitzter Dampf (Fortsetzung)

Water and superheated Steam (Continuation)

t °C	78 at $t_s = 291,85^\circ\text{C}$			80 at $t_s = 293,61^\circ\text{C}$			82 at $t_s = 295,33^\circ\text{C}$			84 at $t_s = 297,02^\circ\text{C}$		
	v''	h''	s''									
	0,02477	660,4	1,3783	0,02406	659,7	1,3752	0,02339	659,0	1,3720	0,02274	658,4	1,3689
	v	h	s	v	h	s	v	h	s	v	h	s
0	0,000964	1,8	0,0001	0,000963	1,9	0,0001	0,000962	1,9	0,0001	0,000961	2,0	0,0001
10	0,000967	11,8	0,0359	0,000966	11,9	0,0359	0,000965	11,9	0,0359	0,000964	11,9	0,0359
20	0,000983	21,7	0,0704	0,000982	21,8	0,0704	0,000981	21,8	0,0704	0,000980	21,9	0,0704
30	0,001009	31,7	0,1037	0,001008	31,7	0,1037	0,001008	31,8	0,1037	0,001007	31,8	0,1037
40	0,001044	41,6	0,1359	0,001044	41,6	0,1359	0,001043	41,7	0,1359	0,001042	41,7	0,1359
50	0,001087	51,5	0,1672	0,001086	51,6	0,1672	0,001086	51,6	0,1671	0,001085	51,7	0,1671
60	0,001037	61,5	0,1975	0,001036	61,5	0,1975	0,001035	61,6	0,1975	0,001034	61,6	0,1974
70	0,0010193	71,5	0,2270	0,0010192	71,5	0,2269	0,0010191	71,5	0,2269	0,0010191	71,6	0,2269
80	0,0010256	81,4	0,2556	0,0010255	81,5	0,2556	0,0010254	81,5	0,2556	0,0010253	81,5	0,2555
90	0,0010324	91,4	0,2835	0,0010323	91,5	0,2835	0,0010322	91,5	0,2835	0,0010321	91,5	0,2834
100	0,0010398	101,4	0,3107	0,0010397	101,5	0,3107	0,0010396	101,5	0,3107	0,0010395	101,6	0,3106
110	0,0010478	111,5	0,3373	0,0010477	111,5	0,3373	0,0010476	111,6	0,3372	0,0010475	111,6	0,3372
120	0,0010564	121,6	0,3633	0,0010563	121,6	0,3632	0,0010562	121,6	0,3632	0,0010560	121,7	0,3631
130	0,0010656	131,7	0,3887	0,0010655	131,7	0,3886	0,0010653	131,7	0,3886	0,0010652	131,8	0,3885
140	0,0010754	141,8	0,4136	0,0010753	141,9	0,4135	0,0010751	141,9	0,4135	0,0010750	141,9	0,4134
150	0,0010859	152,1	0,4380	0,0010858	152,1	0,4379	0,0010856	152,1	0,4379	0,0010855	152,1	0,4378
160	0,0010971	162,3	0,4620	0,0010969	162,4	0,4619	0,0010968	162,4	0,4619	0,0010967	162,4	0,4618
170	0,0011091	172,7	0,4856	0,0011089	172,7	0,4855	0,0011088	172,7	0,4855	0,0011086	172,7	0,4854
180	0,0011219	183,1	0,5088	0,0011217	183,1	0,5088	0,0011215	183,1	0,5087	0,0011214	183,2	0,5086
190	0,0011356	193,6	0,5318	0,0011354	193,6	0,5317	0,0011352	193,6	0,5316	0,0011350	193,7	0,5316
200	0,0011503	204,2	0,5544	0,0011501	204,2	0,5543	0,0011499	204,2	0,5543	0,0011497	204,3	0,5542
210	0,0011662	214,9	0,5768	0,0011660	214,9	0,5767	0,0011657	214,9	0,5767	0,0011655	215,0	0,5766
220	0,0011833	225,8	0,5990	0,0011831	225,8	0,5990	0,0011829	225,8	0,5989	0,0011826	225,8	0,5988
230	0,0012020	236,8	0,6211	0,0012017	236,8	0,6210	0,0012014	236,8	0,6209	0,0012012	236,8	0,6209
240	0,0012223	247,9	0,6431	0,0012220	247,9	0,6430	0,0012217	248,0	0,6429	0,0012214	248,0	0,6428
250	0,0012447	259,3	0,6651	0,0012443	259,3	0,6650	0,0012440	259,3	0,6649	0,0012436	259,3	0,6648
260	0,0012695	271,0	0,6872	0,0012691	271,0	0,6870	0,0012687	271,0	0,6869	0,0012683	271,0	0,6868
270	0,0012972	282,9	0,7094	0,0012968	282,9	0,7092	0,0012963	282,9	0,7091	0,0012958	282,9	0,7089
280	0,0013288	295,3	0,7319	0,0013282	295,2	0,7317	0,0013276	295,2	0,7315	0,0013271	295,2	0,7314
290	0,0013652	308,1	0,7548	0,0013645	308,0	0,7546	0,0013638	308,0	0,7544	0,0013631	308,0	0,7543
300	0,02596	670,2	1,3957	0,02500	667,7	1,3891	0,02407	665,0	1,3825	0,02318	662,3	1,3758
310	0,02728	681,1	1,4145	0,02632	678,9	1,4086	0,02541	676,7	1,4027	0,02454	674,4	1,3967
320	0,02848	691,0	1,4313	0,02753	689,1	1,4259	0,02662	687,1	1,4204	0,02575	685,2	1,4150
330	0,02960	700,1	1,4465	0,02865	698,4	1,4414	0,02773	696,7	1,4364	0,02686	694,9	1,4314
340	0,03065	708,6	1,4604	0,02969	707,1	1,4557	0,02877	705,5	1,4509	0,02790	704,0	1,4462
350	0,03165	716,6	1,4734	0,03068	715,2	1,4689	0,02976	713,8	1,4644	0,02887	712,4	1,4599
360	0,03260	724,2	1,4855	0,03162	723,0	1,4812	0,03069	721,7	1,4769	0,02980	720,4	1,4726
370	0,03352	731,5	1,4970	0,03253	730,4	1,4928	0,03159	729,2	1,4886	0,03069	728,0	1,4845
380	0,03441	738,6	1,5079	0,03341	737,5	1,5038	0,03245	736,4	1,4998	0,03154	735,3	1,4958
390	0,03527	745,4	1,5182	0,03426	744,4	1,5143	0,03329	743,4	1,5104	0,03237	742,4	1,5065
400	0,03611	752,0	1,5282	0,03509	751,1	1,5243	0,03411	750,2	1,5205	0,03317	749,2	1,5168
410	0,03693	758,5	1,5377	0,03589	757,6	1,5340	0,03490	756,8	1,5302	0,03396	755,9	1,5266
420	0,03774	764,9	1,5470	0,03668	764,0	1,5433	0,03568	763,2	1,5396	0,03472	762,4	1,5361
430	0,03853	771,1	1,5559	0,03746	770,3	1,5523	0,03644	769,5	1,5487	0,03547	768,8	1,5452
440	0,03930	777,2	1,5646	0,03822	776,5	1,5610	0,03719	775,8	1,5575	0,03621	775,0	1,5540
450	0,04007	783,3	1,5730	0,03897	782,6	1,5695	0,03793	781,9	1,5660	0,03693	781,2	1,5626
460	0,04082	789,3	1,5812	0,03971	788,6	1,5778	0,03865	788,0	1,5744	0,03765	787,3	1,5710
470	0,04157	795,2	1,5893	0,04044	794,6	1,5858	0,03937	794,0	1,5825	0,03835	793,3	1,5792
480	0,04230	801,1	1,5972	0,04116	800,5	1,5938	0,04008	799,9	1,5904	0,03905	799,3	1,5872
490	0,04303	807,0	1,6049	0,04188	806,4	1,6015	0,04078	805,8	1,5982	0,03973	805,2	1,5950
500	0,04375	812,8	1,6124	0,04259	812,2	1,6091	0,04147	811,7	1,6058	0,04042	811,1	1,6026
510	0,04447	818,6	1,6199	0,04329	818,0	1,6166	0,04216	817,5	1,6133	0,04109	817,0	1,6101
520	0,04518	824,3	1,6272	0,04398	823,8	1,6239	0,04284	823,3	1,6207	0,04176	822,8	1,6175
530	0,04588	830,1	1,6344	0,04467	829,6	1,6311	0,04352	829,1	1,6279	0,04242	828,6	1,6248
540	0,04659	835,8	1,6415	0,04536	835,3	1,6382	0,04419	834,8	1,6350	0,04308	834,4	1,6319
550	0,04728	841,5	1,6484	0,04604	841,0	1,6452	0,04486	840,6	1,6421	0,04373	840,1	1,6390

LAUREA QUINQUENNALE in Ingegneria Meccanica
LAUREA SPECIALISTICA in Progettazione e Sviluppo del Prodotto Industriale
LAUREA SPECIALISTICA in Ingegneria dei Sistemi Energetici
LAUREA MAGISTRALE in Ingegneria Meccanica

Compito di Costruzione di Macchine

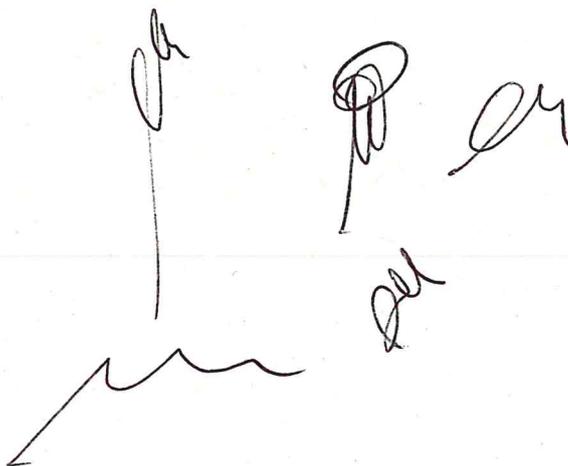
Una piattaforma di sollevamento materiali per uso industriale è caratterizzata dalle seguenti specifiche di funzionamento:

- dimensioni in pianta: 2.0 x 4.0 m
- Corsa di sollevamento: 1.0 m
- Tempo di apertura e chiusura: 1.0 s
- Durata richiesta: 10 anni con funzionamento 10 cicli/ora, con funzionamento su 3 turni per 300 giorni/anno.

Si richiedono:

- 1) Studio funzionale per la scelta cinematica e di azionamento;
- 2) Disegno di assiemi della piattaforma, con definizione dettagliata di tutti i componenti strutturali, e funzionali;
- 3) Dimensionamento degli elementi strutturali, al fine di garantire la sicurezza di esercizio durante la movimentazione;
- 4) Dimensionamento del sistema di azionamento;

Assumere opportunamente i dati mancanti.



Esame di Abilitazione all'esercizio della Professione di Ingegnere Industriale

I sessione Anno 2016

Quarta Prova

Indirizzo: Ingegneria Gestionale

Il servizio fluidi termici di un impianto continuo deve soddisfare due nuove esigenze:

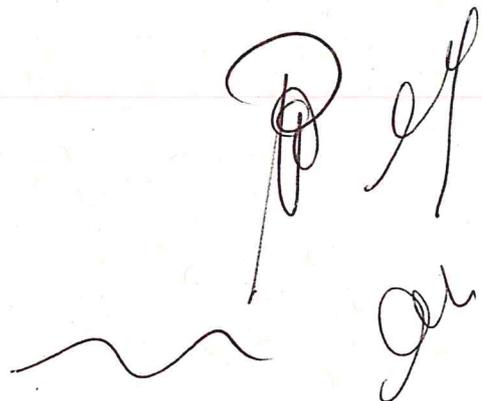
1. Raffreddamento da 80 °C a 30 °C di una portata di 90000 kg/h di benzene alla pressione di 0.3 MPa.
2. Riscaldamento da 15 °C a 30 °C di una portata di 50000 kg/h di butano alla pressione di 0.5 MPa.

Come fluido freddo è disponibile una portata massima di 180000 kg/h di acqua a ciclo aperto che viene prelevata dal mare alla temperatura media di 18 °C e può essere restituita all'ambiente alla temperatura massima di 28 °C.

Il candidato:

- a. Individui un assetto per il sistema perseguendo politiche di ottimizzazione energetica.
- b. Esegua il dimensionamento di dettaglio di almeno una delle due apparecchiature di scambio termico di tipo tubi e mantello con perdite di carico massime ammissibili di 0.07 MPa per lato.

Le proprietà termofisiche fondamentali dei fluidi benzene e butano per gli intervalli di temperatura di interesse e alcune delle relazioni suggerite per il dimensionamento degli scambiatori sono allegate al presente testo. Il candidato assuma liberamente eventuali dati non assegnati.

The image shows three handwritten signatures or marks in black ink. On the left, there is a long, wavy horizontal line. To its right, there are two distinct signatures: one is a large, stylized 'P' with a loop, and the other is a more complex, cursive signature.

Proprietà termofisiche del **BENZENE**
alla pressione di 0.3 MPa

Temp. (°C)	Densità (kg/m ³)	Cp (J/g*K)	Viscosità (Pa*s)	Cond.Term. (W/m*K)
30	868,57	1,7125	0,000587	0,1014
35	863,26	1,7263	0,0005673	0,0997
40	857,91	1,742	0,0004965	0,0982
45	852,52	1,7589	0,0004655	0,0968
50	847,1	1,7767	0,000437	0,0955
55	841,65	1,7951	0,0004108	0,0943
60	836,16	1,8138	0,0003867	0,0931
65	830,64	1,8326	0,0003644	0,0921
70	825,08	1,8515	0,0003439	0,0911
75	819,48	1,8704	0,000325	0,0901
80	813,85	1,8893	0,0003075	0,0892

Proprietà termofisiche del **BUTANO**
alla pressione di 0.3 MPa

Temp. (°C)	Densità (kg/m ³)	Cp (J/g*K)	Viscosità (Pa*s)	Cond.Term. (W/m*K)
15	584,75	2,3839	0,00017513	0,10908
20	579,07	2,4106	0,00016681	0,10697
25	573,28	2,4384	0,00015897	0,10488
30	567,38	2,4675	0,00015155	0,10283

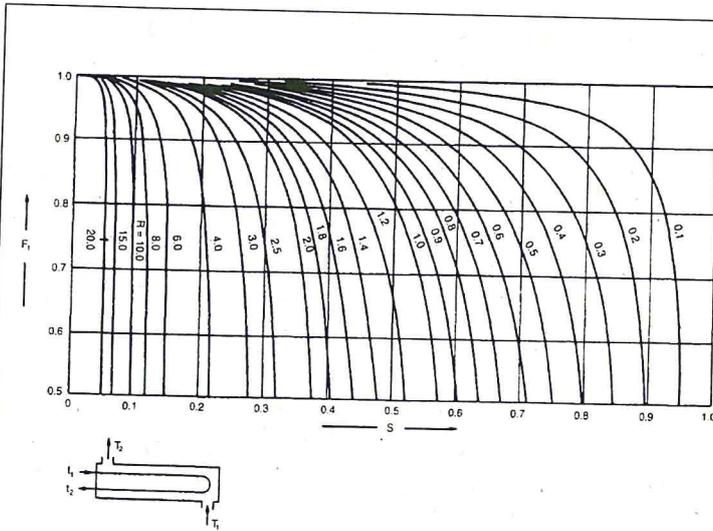


Figura 1: Fattore correttivo delle temperature per scambiatori a due o più passaggi lato tubi.

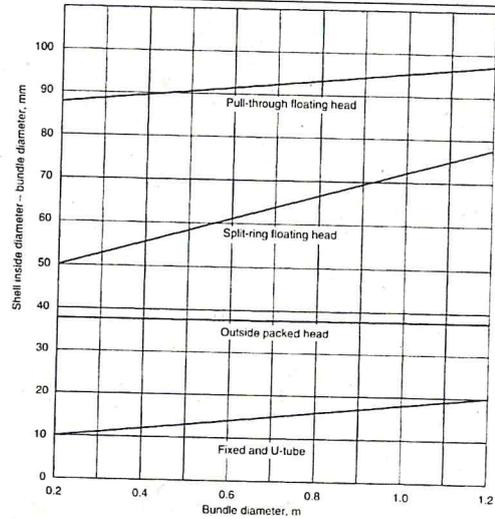


Figura 2: Grafico per la determinazione del gioco mantello-fascio tubiero in funzione del tipo di scambiatore adoperato

Triangular pitch, $p_t = 1.25d_o$					
No. passes	1	2	4	6	8
K_1	0.319	0.249	0.175	0.0743	0.0365
n_1	2.142	2.207	2.285	2.499	2.675
Square pitch, $p_t = 1.25d_o$					
No. passes	1	2	4	6	8
K_1	0.215	0.156	0.158	0.0402	0.0331
n_1	2.207	2.291	2.263	2.617	2.643

$$D_b = d_o \cdot \left(\frac{Nt}{k_1} \right)^{\frac{1}{n_1}}$$

D_b : diametro del fascio tubiero

d_o : diametro dei tubi

Nt : numero di tubi del fascio

Figura 3: Costanti e relazione per la determinazione del numero di tubi