UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prima prova scritta del 15 novembre 2017

TEMA "A"

Prima parte

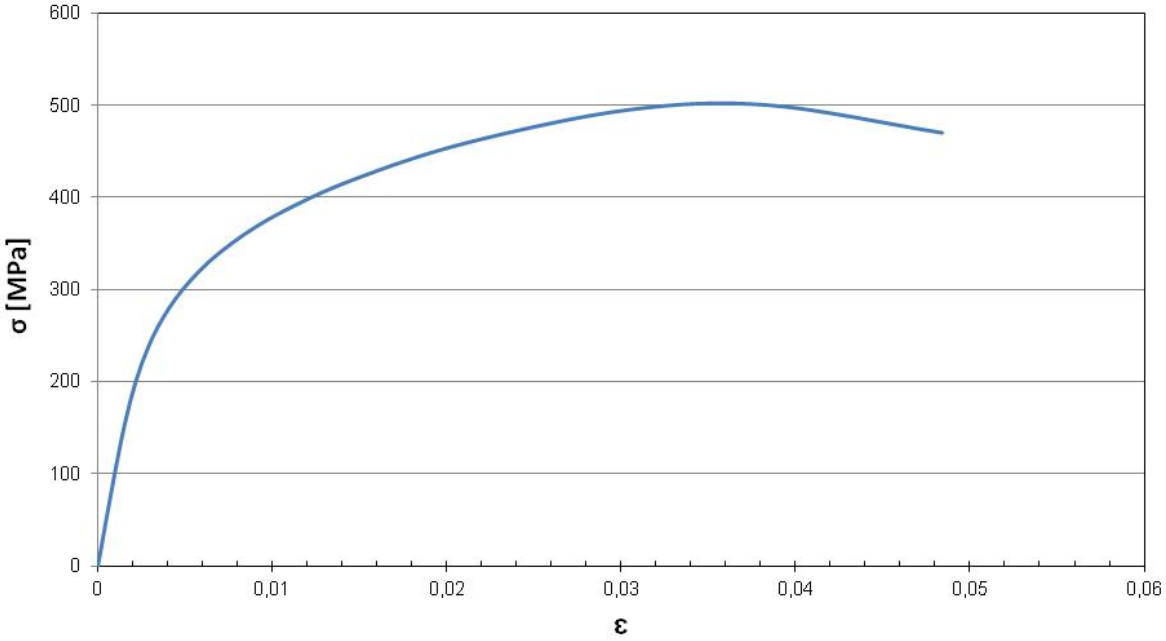
Date le seguenti voci di bilancio dell'impresa XY al 31/12/t, si chiede di riclassificare le voci di bilancio, secondo lo schema finanziario dello SP e a ricavi e costo del venduto del CE. Si chiede in particolare di evidenziare le seguenti grandezze: attivo a breve, attivo a lungo, passivo a breve, passivo a lungo, RO', RO ed RL. Si calcolino poi i sei principali indici economici e si esprima un breve giudizio sulla situazione economica dell'impresa stessa.

Impianti e macchine	2.100	Riserve	610
Ricavi da vendite	2.850	Capitale sociale	1500
Fondo Imposte	72	Partecipazioni finanziarie	480
Immobili	1170	Plusvalenze (natura ordinaria)	80
Crediti vs. clienti entro l'anno	572	Utile d'esercizio	120
Minusvalenze (natura ordinaria)	50	Obbligazioni	200
Affitti passivi	100	Mutui passivi	440
Ratei e risconti attivi entro l'anno	20	Proventi finanziari da partecipazioni	30
Rimanenze iniziali MP	230	Debiti vs. fornitori entro l'esercizio	420
Rimanenze iniziali PF	400	Debiti vs. banche entro l'esercizio	280
Fondo ammortamento impianti	1.290	Ratei e risconti passivi entro l'es.	20
Retribuzioni e contributi	704	Brevetti e marchi	200
Fondo TFR	440	Proventi vari per servizi relativi al core business	64
Accantonamento TFR	92	Ammortamenti	200
Interessi su mutui	32	Rimanenze finali PF	620
Interessi su altri debiti	50	Cassa e banche	80
Svalutazione partecipazioni	150	Acquisti di beni e servizi	1.590
Imposte e tasse	76	Rimanenze finali MP	150

Seconda parte

Un provino cilindrico di diametro pari a 7 mm, con tratto utile di 50 mm, è sottoposto a una prova di trazione. Utilizzando i dati di tensione/deformazione riportati in tabella e il corrispondente grafico, si calcolino i seguenti punti:

- il modulo elastico, E [MPa]
- la tensione di snervamento, σ_y [MPa]
- la tensione di rottura della lega, R [MPa]
- la forza necessaria a produrre un allungamento di 0.05 mm, F [KN]
- la duttilità come allungamento percentuale, A%
- il numero di durezza Brinell atteso, HB [Kg_f/mm^2]
- l'indice di tenacità, I_T [mJ/mm^3]
- l'indice elastico, L_e [mJ/mm^3]



ε	σ (MPa)
0	0
0,0001905	20
0,0005721	60
0,0009606	100
0,0013776	140
0,0018698	180
0,0025194	220
0,0034541	260
0,0048571	300
0,0069776	340
0,0101405	380
0,0147565	420
0,0213326	460
0,0304821	495
0,0384	500
0,0484	470

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prima prova scritta del 15 novembre 2017

TEMA "B"

Un brodo vegetale con portata di 2000 kg/h viene trattato in un estrattore continuo a stadi multipli, operante in controcorrente. Il prodotto vegetale contiene il 10% in massa di sostanze solubili in acqua, il 35% in massa di acqua ed il restante 55% di solidi inerti. Il solvente utilizzato per estrarre le sostanze solubili è acqua, opportunamente riscaldata. L'estratto, privo di inerte, ha frazione ponderale di sostanze solubili pari al 15%. Nel residuo, l'1% in massa delle sostanze solubili è trattenuto dal solido inerte e la condizione di equilibrio del corpo di fondo con la soluzione è rappresentata dalla relazione :

$Y = 0.55\,(1-X)$ dove Y=frazione di massa del solvente ; X=frazione di massa del soluto

Il solvente utilizzato deve essere riscaldato dalla temperatura di 30°C a quella richiesta dal processo pari a 60°C. Allo scopo è disponibile acqua a 85°C.

Si chiede di determinare la portata di solvente richiesta per il processo e di dimensionare lo scambiatore in acciaio da utilizzare per il suo riscaldamento.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prima prova scritta del 15 novembre 2017

TEMA "C"

Il candidato illustri e discuta i diversi aspetti legati alla emocompatibilità dei materiali utilizzati per la produzione di dispositivi protesici destinati al contatto prolungato con il sangue; il candidato fornisca inoltre esempi di tali dispositivi ed evidenzi le possibili implicazioni di ordine clinico conseguenti alla mancata o ridotta emocompatibilità.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prima prova scritta del 15 novembre 2017

TEMA "D"

Macchinari per l'industria tessile necessitano per operazioni di processo di una portata di 0.5kg/s di vapore saturo secco alla pressione di 15 bar.

A tal fine, è necessario un sistema di combustione operante a pressione atmosferica e alimentato a gas metano (Hu=50000kJ/kg; rapporto aria-combustibile stechiometrico pari a 17.2).

Tutto il vapore generato è recuperato al termine delle lavorazioni in condizioni di liquido saturo alla pressione atmosferica e viene riportato alla pressione richiesta da un gruppo di pompaggio.

Per il contenimento delle emissioni di NOx il sistema integra un bruciatore a fiamma premiscelata in grado di garantire funzionamento stabile fino alla temperatura di fiamma di 1900K.

La zona di reazione è confinata da un fascio tubiero di schermi che, lambiti dal flusso ad alta temperatura, permettono il riscaldamento in equicorrente dell'acqua fino alla temperatura di evaporazione. Per garantire la resistenza termo-meccanica degli schermi, la temperatura dei gas caldi alla base degli schermi della camera di combustione è limitata a 1300K mediante diluizione con aria alla temperatura ambiente.

A valle degli schermi, è posizionata la sezione di evaporazione da cui è estratto il vapore saturo.

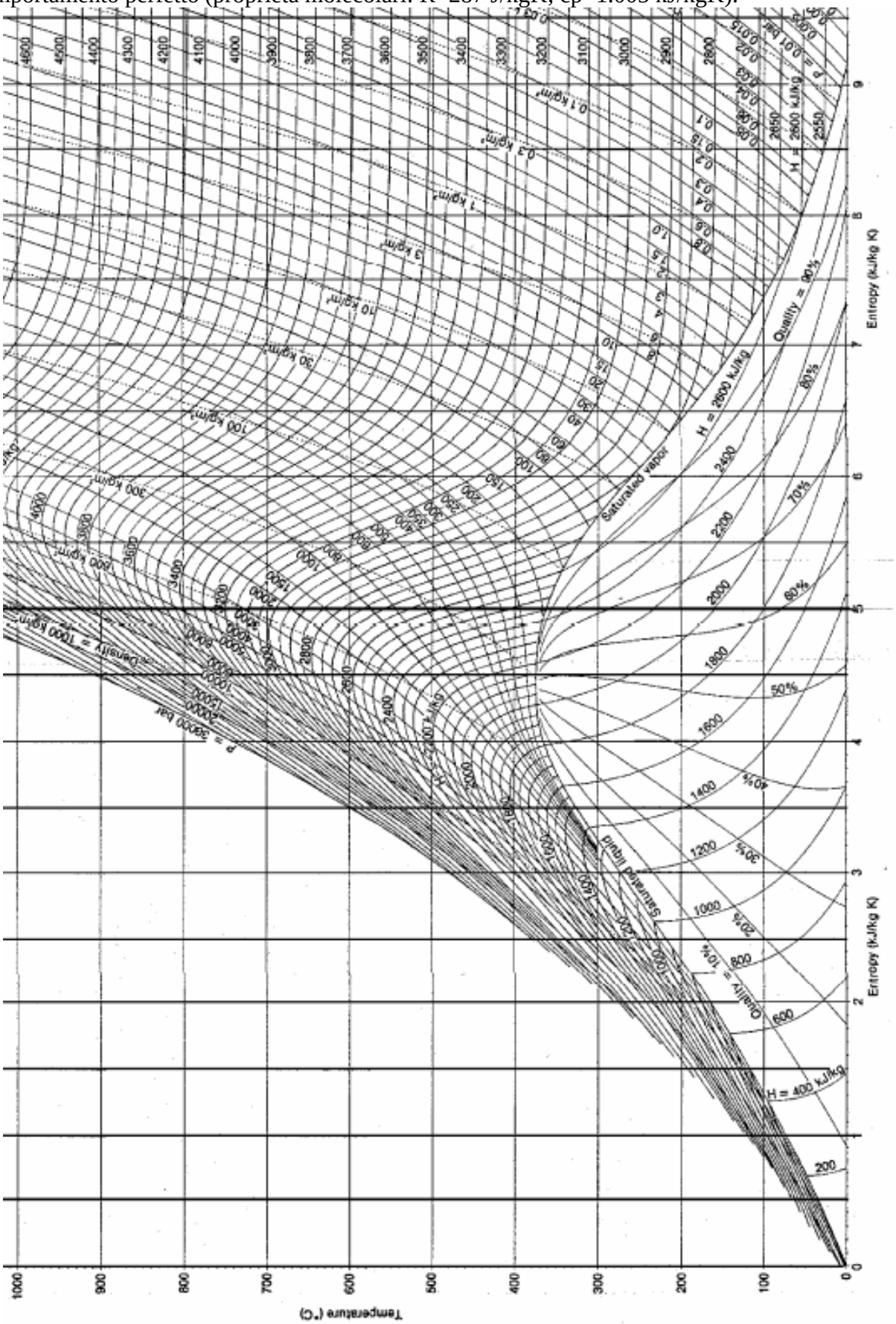
Si esegua lo studio termodinamico preliminare del sistema di combustione e, in particolare:
1) si tracci uno schema a blocchi del sistema
2) si ricostruisca il funzionamento del sistema lato-acqua tracciando l'evoluzione del fluido sul diagramma di stato allegato;

E si determini:
3) la portata di metano necessaria al funzionamento del sistema;
4) il rapporto aria combustibile al bruciatore;
5) la portata di aria di diluizione;
6) la temperatura dei gas caldi all'uscita dagli schermi;
7) la temperatura all'uscita dalla sezione di evaporazione;
8) il rendimento termico del sistema.

Per migliorare lo sfruttamento dell'energia, si valuti la possibilità di inserire a valle della sezione di evaporazione una sezione di preriscaldamento per alzare la temperatura dell'aria di combustione. In particolare, si stimi la temperatura raggiunta dall'aria di combustione assumendo che la portata di metano resti invariata, e che la temperatura dei fumi in uscita dal preriscaldatore non scenda al di sotto di 383K (per evitare formazione di acidi).
9) si determini il nuovo valore assunto dai parametri di cui ai punti 3), 4), 5), 6), 7), 8).

Infine, è richiesto che i fumi siano dispersi nell'ambiente circostante. A tal fine si determinino le dimensioni di massima della canna fumaria verticale che permette lo scarico dei gas con velocità al camino pari a circa 8m/s. In particolare, ipotizzando che il sistema sia adiabatico e che i fumi all'ingresso della canna fumaria siano alla pressione atmosferica (grazie all'azione del ventilatore premente che equipaggia il sistema di combustione) Si determinino:
10) Sezione del camino e lunghezza della canna fumaria.

Altri dati e ipotesi richiesti per lo studio:
- Condizioni ambiente: patm = 1 bar; Tatm= 283K.
- Proprietà del vapore: si può fare riferimento al diagramma termodinamico allegato.
- Si assuma perfetta adiabaticità del sistema, idealità dello scambio termico, e gas tutti a comportamento perfetto (proprietà molecolari: R=287 J/kgK; cp=1.005 kJ/kgK).

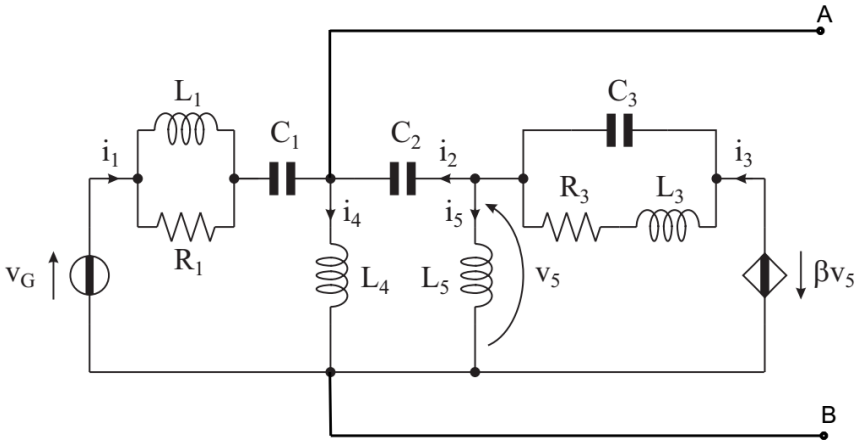


UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prima prova scritta del 15 novembre 2017

TEMA "E"



Della rete rappresentata in figura, operante in regime sinusoidale:

1) Calcolare i valori efficaci I_k delle correnti $i_k(t)$, k=1,…,5
2) Calcolare le potenze attive (P_{GI}, P_{GP}) e reattive (Q_{GI}, Q_{GP}) uscenti dal generatore indipendente GI e dal generatore pilotato GP.
3) Calcolare i parametri del circuito equivalente simbolico di Thevenin ($\bar{V}_{Th}$, $\dot{Z}_{Th}$) alla porta AB.

Indicare la massima potenza P_{max} erogabile dal bipolo AB e il valore dell'impedenza di carico $\dot{Z}_L$ a cui può essere ceduta tale potenza.

Dati	**Risultati**
$R_1 = 20\ \Omega$ $L_1 = 20$ mH $C_1 = 50\ \mu$F $C_2 = 50\ \mu$F $R_3 = 20\ \Omega$ $L_3 = 20$ mH $C_3 = 50\ \mu$F $L_4 = 10$ mH $L_5 = 10$ mH $\beta = 1$ $v_G(t) = 40\cos(\omega t + \pi/2)$ V $\omega = 1000$ rad/s	$I_1 =$ $I_2 =$ $I_3 =$ $I_4 =$ $I_5 =$ $P_{GI} =$ $Q_{GI} =$ $P_{GP} =$ $Q_{GP} =$ $\bar{V}_{Th} =$ $\dot{Z}_{Th} =$ $P_{max} =$ $\dot{Z}_L =$

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prima prova scritta del 15 novembre 2017

TEMA "F"

Il candidato sviluppi il seguente argomento, risponda al seguente quesito e risolva il seguente esercizio:

Argomento: Microscopia elettronica a scansione e a trasmissione: descrivere brevemente le caratteristiche degli strumenti e la preparazione dei campioni soffermandosi poi più approfonditamente sulle diverse informazioni ottenibili. Infine descrivere preparazione del campione e modalità di osservazione per un'analisi frattografica di un campione metallico.

Quesito: Spiegare perché leghe di alluminio all'atmosfera rurale non si corrodono. Un tecnico propone di sfruttare questa proprietà e di utilizzare l'alluminio per condotte per cavi elettrici nel calcestruzzo. Commentare questa proposta

Esercizio: Una vasca cilindrica di acciaio dolce alta 1 m e di diametro 50 cm contiene acqua aerata fino ad un livello di 60 cm e mostra una perdita in peso dovuta alla corrosione pari a 304 g dopo 6 settimane. Calcolare (a) la corrente di corrosione e (b) la densità di corrente di corrosione della vasca. Si assuma uniforme la corrosione sulla superficie interna della vasca e si supponga che l'acciaio si corroda alla stessa maniera del ferro puro. [Si consideri per il ferro M=55,85 g/mole]

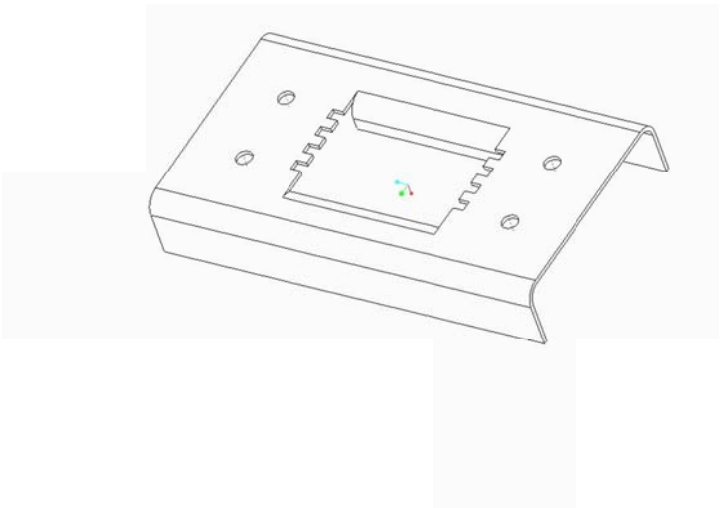
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prima prova scritta del 15 novembre 2017

TEMA "G"

Il componente, la cui rappresentazione quotata secondo le tre viste canoniche (alle quali è stata aggiunta una vista assonometrica con linee nascoste per facilitare la sua comprensione) è presente in allegato, è *prodotto in uno stampo con 2 figure da un nastro di lamiera continuo di opportuna larghezza utilizzando una opportuna successione di operazioni di tranciatura e piegatura della lamiera operate su una unica pressa multistazione dotata di stampi progressivi e con la possibilità di gestire al massimo 12 stazioni*.



Il nastro di lamiera presenta uno ***spessore di 1.5 mm ed è di acciaio DC03*** per imbutitura e piegatura a freddo le cui proprietà sono di seguito elencate (per le proprietà meccaniche si consideri il valore centrale del campo)

CARATTERISTICHE MECCANICHE										
Qualità	**R_e(MPa)**			**R_m(MPa)**	**A_{80}(%)**			**r**		**n**
	min-max			**min-max**	**min**			**min**		**min**
EN1030:2007	**t≤0.5**	**0.5<t≤0.7**	**t>0.7**		**t≤0.5**	**0.5<t<≤0.7**	**t>0.7**	**t<2.0**	**t≥2.0**	
DC 01	(140)-320	(140)-300	(140)-280	270-410	24	26	28	-	-	-
DC 03	(140)-280	(140)-260	(140)-240	270-370	30	32	34	1.3	1.1	-
DC 04	(140)-250	(140)-230	(140)-210	270-350	34	36	38	1.6	1.4	0.180
DC 05	(140)-220	(140)-200	(140)-180	270-330	36	38	40	1.9	1.7	0.200
DC 06	(120)-220	(120)-200	(120)-180	270-350	34	36	38	1.8	1.6	0.220

Prove di trazione effettuate su provini trasversali
t = spessore del laminato in mm
I valori di r ed n valgono solo per prodotti con spessore maggiore o uguale a 0.5 mm

COMPOSIZIONE CHIMICA					
Qualità	**C(%)**	**Mn(%)**	**P(%)**	**S(%)**	**Ti(%)**
EN1030:2007	**max**	**max**	**max**	**max**	**max**
DC 01	0.12	0.60	0.045	0.045	
DC 03	0.10	0.45	0.035	0.035	
DC 04	0.08	0.40	0.030	0.030	
DC 05	0.06	0.35	0.025	0.025	
DC 06	0.02	0.25	0.020	0.020	0.30

Salvo diverso accordo, le qualità DC01, DC03, DC04 e DC05 possono essere fornite come acciai legati (ad esempio al B o al Ti). Nel DC06 il Ti può essere sostituito dal Nb.

TABELLE DI COMPARAZIONE									
EUROPA	**MAT.**	**I**	**D**	**E**	**F**	**GB**	**SE**	**USA**	**JAPAN**
EN 10130:07	**N°**	**UNI EN 10130:91**	**DIN 1623/1:83**	**UNE 36083:75**	**NF A36-401:98**	**BS 1449/1:91**	**SIS:75**	**ASTM**	**JIS G 3141:96**
DC 01	1.0330	Fe P01	St 12	AP 00	C	CR 4	14 11 42	A366CRCQ	SPCC
DC 03	1.0347	Fe P03	RRSt 13	AP 02	E	CR 2	14 11 48	A619CRDQ	SPCD
DC 04	1.0338	Fe P04	St 14	AP 04	ES	CR 1	14 11 47	A620CRDQSK	SPCE/SPCEN
DC 05	1.0312	Fe P05	(St 15)	-	SES	-	-	-	-
DC 06	1.0873	Fe P06	IF 181	-	-	-	-	-	-

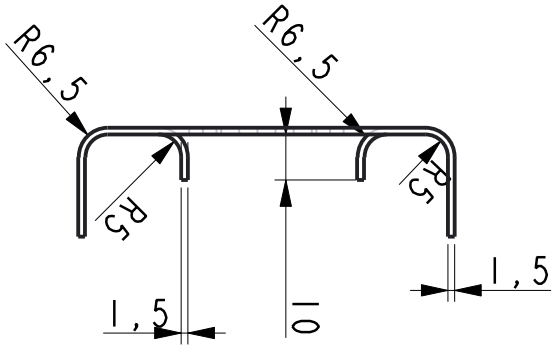
Il candidato deve **individuare una sequenza opportuna di operazioni di tranciatura e piegatura** (***wiping die***) tenendo presente i seguenti vincoli:

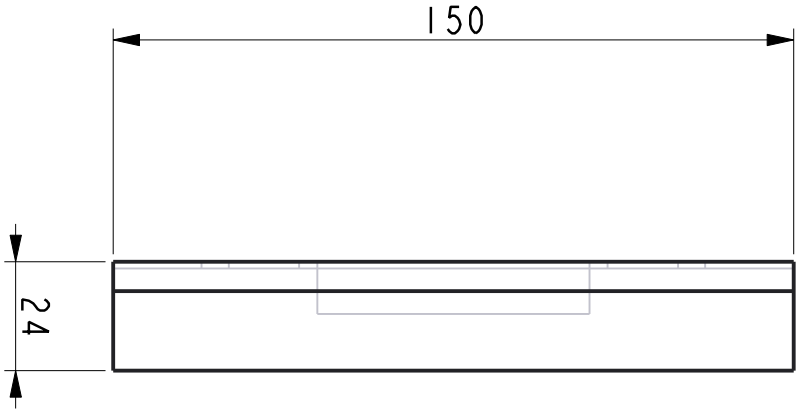
1. *la prima stazione esegue almeno due fori di diametro 5 mm su ciascun lato del nastro per guidare il nastro nelle stazioni successive e questi fori vengono realizzati al centro di una fascia di larghezza pari a 15 mm. In funzione del numero di fori realizzati su ciascun lato il candidato deve definire il passo e la posizione di questi fori in modo da garantire il corretto avanzamento del nastro nelle 12 stazioni*
2. *le due figure sono distanziate di 30 mm tra di loro (per il calcolo della distanza tra il centro della prima figura e quello della seconda figura è necessario sviluppare le parti curve del pezzo nel piano) e sulla base della geometria finale del pezzo è necessario definire la larghezza del nastro*
3. *solo nella ultima stazione si può operare la separazione dei 2 pezzi finiti dal nastro*
4. *le operazioni di tranciatura e piegatura possono essere opportunamente sequenziate e raggruppate in modo da minimizzare il momento torcente sullo slittone portastampi, rimanendo comunque nel limite delle 12 stazioni che presentano un interasse di 250 mm*

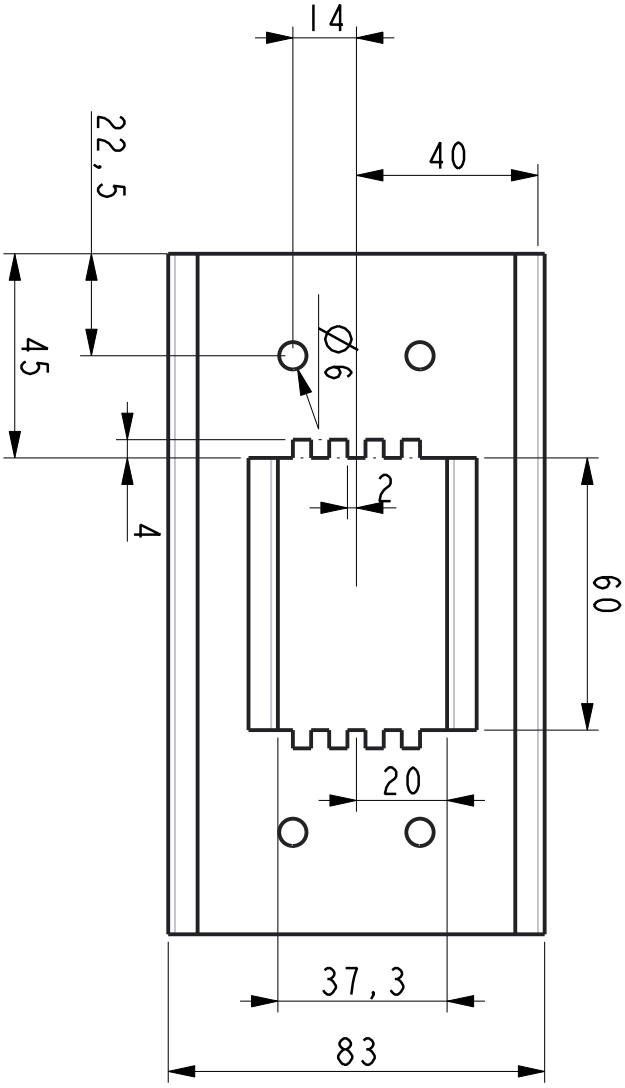
Il candidato deve dare una ***stima della forza complessiva richiesta in ciascuna stazione*** ed è possibile **introdurre delle stazioni che non operano alcuna lavorazione se il numero delle stazioni stimate è minore di 12 e tale scelta facilita il bilanciamento dello stampo**.

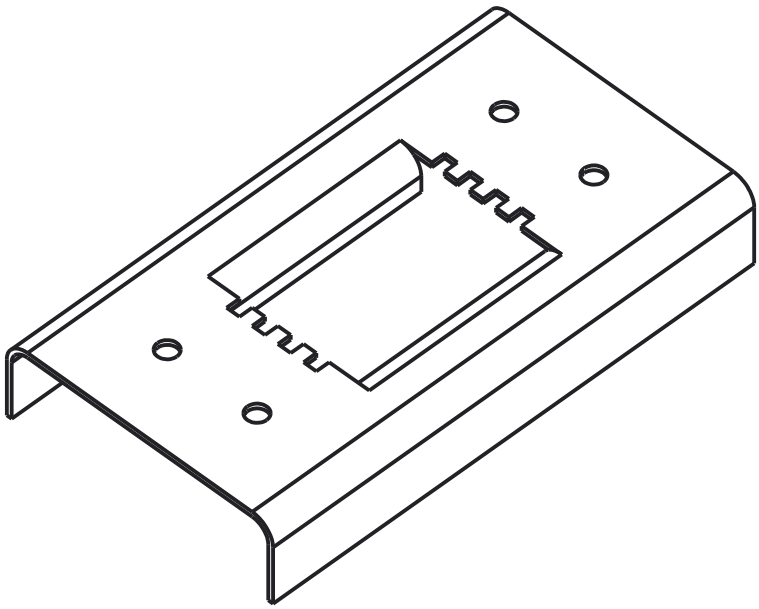
Il candidato risponda inoltre ai seguenti due quesiti

a) se la pressa opera con una velocità di 15 corse di andata e ritorno al minuto
   - quanti pezzi verranno prodotti in un turno lavorativo di 4 ore,
   - quale è il tempo di produzione associato al singolo componente
   - quanto tempo è richiesto per produrre 12000 componenti
b) nel caso si adottasse una pressa operante con la stessa velocità del caso a) e in grado di gestire il singolo stampo a due figure
   - quale sarebbe il puro tempo di produzione associato al singolo componente trascurando i tempi di cambio stampo e setup della pressa
   - quanto tempo è richiesto per produrre 12000 componenti


R6,5
R6,5
R5
R5
1,5
10
1,5


150
24


14
40
22,5
45
Ø6
2
4
60
20
37,3
83



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prima prova scritta del 15 novembre 2017

TEMA "H"

Con riferimento allo sviluppo di uno spacecraft per una missione spaziale (con equipaggio umano), per l'esplorazione della superficie della Luna e del suo sottosuolo al fine di stabilire potenziali siti per la realizzazione di una stazione lunare permanente, il candidato:

- ipotizzi un possibile insieme di obiettivi scientifici per la missione,
- proceda alla definizione dei requisiti di almeno un payload e dell'intero spacecraft,
- imposti lo studio di fattibilità dei principali sottosistemi della sonda.

Il candidato giustifichi in modo quantitativo le affermazioni fatte.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

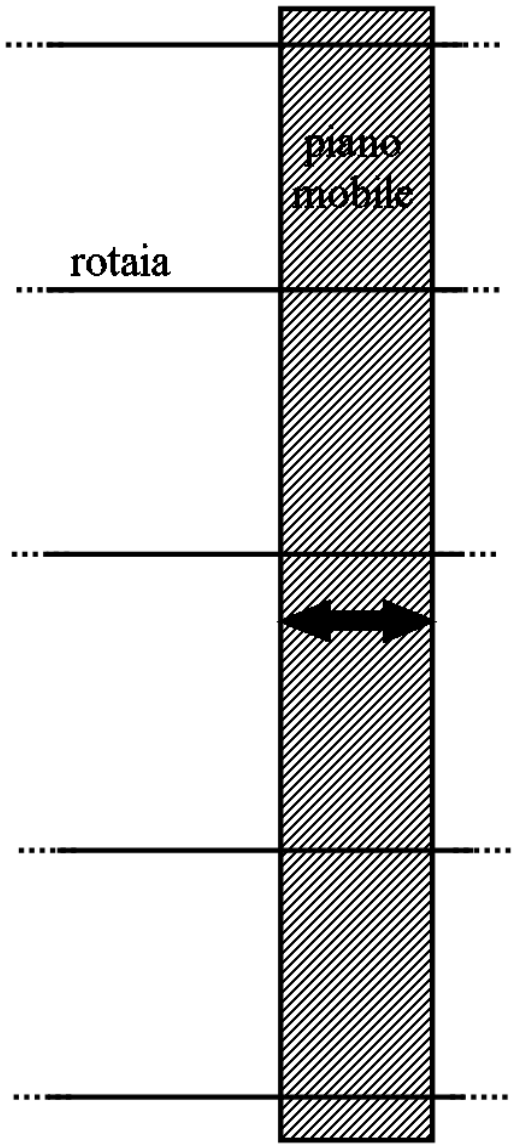
ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prima prova scritta del 15 novembre 2017

TEMA "I"

Su un piano mobile appoggiato su 5 rotaie, è posta una massa variabile che al massimo raggiunge 150000 kg uniformemente distribuiti. Il piano ha dimensioni di 15,0 m x 2,0 m e altezza 0,25 m (vedi figura). Esso è dotato di 3 motori elettrici sincroni per lo spostamento orizzontale; raggiunge da fermo una velocità di 0,3 m/s in un tempo di 3 s con jerk costante positivo nei primi 2 s e costante negativo nei rimanenti 2 s.
L'incertezza di progetto è del 10%.

-1. Definire l'entità delle principali forze in gioco per il dimensionamento.
-2. Dimensionare la struttura meccanica del piano mobile (minimizzando masse e costi).
-3. Supponendo di aver costruito un prototipo, indicare quali parametri statici e dinamici devono essere misurati per verificare il moto del carrello e le sue tensioni principali.
-4. Descrivere le catene di misura da impiegare per misurare i parametri del punto (3).
-5. Indicare le caratteristiche metrologiche quali risoluzione, frequenza di campionamento, etc. degli strumenti delle catene di misura utilizzate per una idonea acquisizione dati.
-6. Scrivere una dettagliata procedura di acquisizione dati.
-7. Come si può valutare l'incertezza dei parametri misurati in accordo con la norma ISO?
-8. Una volta acquisito il segnale tempovariante con gli strumenti e i parametri precedentemente definiti, quale incertezza in frequenza si potrà ottenere nelle relative trasformate di Fourier?



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prima prova scritta del 15 novembre 2017

TEMA "L"

Introdurre l'Approccio Newtoniano per l'analisi dinamica dei sistemi articolati piani. Ricavare sia le relazioni per i membri sia quelle per gli accoppiamenti cinematici, che caratterizzano tale approccio. Evidenziare il numero di equazioni e di incognite dell'analisi dinamica inversa

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Seconda prova scritta 15 novembre 2017

TEMA "Gestionale"

Prima parte
L'azienda ABC produce tessuto in cotone e tessuto in lino.
Nel mese di marzo (rappresentativo del trimestre) abbiamo i seguenti dati:

	COTONE	LINO	TOTALE
VOLUME DI PRODUZIONE (unità mese di marzo)	32.500	12.750	
PREZZO UNITARIO	60	230	
FATTURATO	1.950.000	2.932.500	4.882.500
COSTO MATERIE PRIME (per unità di prodotto)	12,75	34,50	
MANODOPERA DIRETTA (ore per unità)	0,15	0,38	
COSTO ORARIO PER MANODOPERA	42	42	
ORE MACCHINA (per unità di prodotto)	3,25	6,80	

Inoltre, altri costi indiretti rispetto ai prodotti sono:

	IMPORTO	CENTRI DI COSTO
MATERIE SUSSIDIARIE	43.750	PRODUZIONE
ENERGIA	187.500	*
AMMORTAMENTI INDUSTRIALI	50.000	PRODUZIONE
COSTO PERSONALE TECNICO	250.000	**
ALTRI COSTI DI SERVIZI DI MANUTENZIONE	85.000	MANUTENZIONE
COSTO PERSONALE VENDITE	120.000	VENDITE
AMMORTAMENTI MAGAZZINO	25.000	MAGAZZINO
ALTRI COSTI COMMERCIALI	95.300	VENDITE
STIPENDI AMMINISTRATIVI	175.000	AMMINISTRAZIONE
AMMORTAMENTI AMMINISTRAZIONE	13.000	AMMINISTRAZIONE
ALTRI COSTI AMMINISTRAZIONE	39.000	AMMINISTRAZIONE
ONERI FINANZIARI (% su fatturato mese)	10	VENDITE

I centri di costo intermedi, con le rispettive basi di allocazione sono:

CENTRI DI COSTO	DESTINAZIONE E BASE DI ALLOCAZIONE DEI COSTI
AMMINISTRAZIONE	A TUTTI I CDC IN UGUALE %
MAGAZZINO	20% CDC MANUTENZIONE E 80% AL CDC VENDITE
MANUTENZIONE	AL PRODOTTO IN BASE ALLE ORE MACCHINA
PRODUZIONE	AL PRODOTTO IN BASE AL COSTO DELLA MANODOPERA
VENDITE	AL PRODOTTO IN BASE AL FATTURATO

Procedere alla determinazione dei costi unitari dei due prodotti sulla base delle seguenti note:
* l'energia è localizzata nei centri in base al costo degli ammortamenti;
** i costi del personale tecnico sono localizzati nel magazzino (30%) e nella manutenzione (70%).

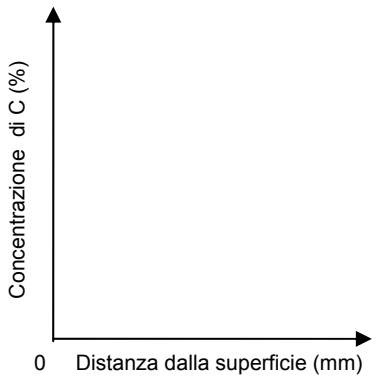
Seconda parte
a) Descrivere le diverse tipologie di prove di durezza utilizzate in metallurgia.
b) Per aumentare la durezza di un componente in acciaio C20 (contenuto di Carbonio C_0 = 0.20 %), viene effettuato un trattamento di carbo-cementazione. Data la funzione errore, *erf(X)*, in Tab. 1, si disegni la curva di penetrazione del Carbonio per un trattamento condotto alla temperatura di 917°C e per una durata di 2 ore (per disegnare la curva, si considerino i punti alle distanze dalla superficie esterna del componente pari a: 0, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 e 1.5 mm).

Per i calcoli, si consideri la percentuale di Carbonio dell'atmosfera carburante, C_s, pari a di 1.60%. Inoltre, per la diffusione del Carbonio nel Ferro, l'energia di attivazione e la costante dei gas, si assumano i seguenti valori: $D_0 = 0.22\ cm^2/s$; Q = 141487 J/mole; R = 8.314 J/(mole K).

c) Se il trattamento venisse effettuato alle temperature di 900°C e 950°C, quali sarebbero i tempi necessari a garantire una concentrazione di Carbonio di 0.60% a 0.5 mm di distanza dalla superficie esterna del componente alle 2 diverse temperature?

X	***erf X***
0.0	0
0.1	0.112463
0.2	0.222703
0.3	0.328627
0.4	0.428392
0.5	0.520500
0.6	0.603858
0.7	0.677801
0.8	0.742101
0.9	0.796908
1.0	0.842701
1.1	0.880205
1.2	0.910314
1.3	0.934008
1.4	0.952285
1.5	0.966105
1.6	0.976348
1.7	0.983790
1.8	0.989091
1.9	0.992790
2.0	0.995322

Tab. 1



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Seconda prova scritta del 15 novembre 2017

TEMA "Energetica"

Un impianto con turbina a gas opera a circuito aperto secondo un ciclo Brayton-Joule. Seguendo il flusso dell'aria si ha: compressore (1-2), scambiatore rigenerativo (2-3), camera di combustione (3-4), turbina (4-5), scambiatore rigenerativo (5-6) e scarico in atmosfera (6). I parametri termodinamici reali sono i seguenti:

- temperatura all'aspirazione del compressore: t_1 = 15°C
- temperatura di uscita dal compressore: t_2 = 197°C
- temperatura in ingresso in turbina: t_4 = 720°C
- temperatura allo scarico della turbina: t_5 = 450°C
- pressione della camera di combustione: p_2 = 4 bar
- pressione all'aspirazione: p_1 = 1 bar

L'impianto comprende anche uno scambiatore di calore rigenerativo tra il fluido in uscita dalla turbina e quello in uscita dal compressore. La sua efficienza termica vale 0.75. Il fluido operante può essere considerato come ideale con calore specifico a pressione costante pari a 0.24 kcal/(kg °C) indipendente dalla temperatura e rapporto tra calori specifici k = 1.4. La potenza utile netta dell'impianto vale P = 10 MW. Alla camera di combustione entra una miscela composta da 23% molare di CO (exergia specifica chimica 9830 kJ/kg, massa molecolare 28 kg/kmol) e 77% molare di CH_4 (exergia specifica chimica 51760 kJ/kg, massa molecolare 16 kg/kmol). Lo stato di riferimento è quello all'aspirazione del compressore (*stato 1*). Si chiede:

1. Lo schema dell'impianto e le trasformazioni nel piano termodinamico.
2. Il rendimento termico di ciclo, [-].
3. I rendimenti isoentropici di compressione ed espansione, [-].
4. Il rendimeno exergetico di ciclo, [-].
5. Il rendimento exergetico dello scambiatore rigenerativo, [-].

Il Candidato commenti in modo opportuno i risultati trovati.

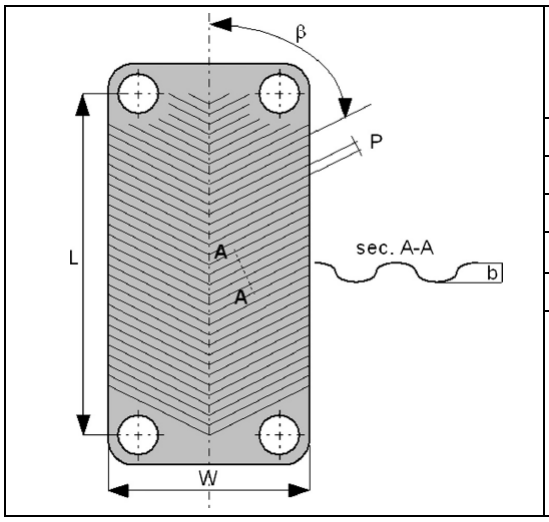
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Seconda prova scritta 15 novembre 2017

TEMA "Innovazione del Prodotto"

Una portata di 2.3 kg/s di una miscela acquosa di glicole propilenico (concentrazione 50 % in volume di glicole propilenico) deve essere riscaldata da 10 a 80 °C attraverso il raffreddamento di una portata di acqua calda da refluo industriale che fluisce in controcorrente con temperatura di ingresso 95 °C e di uscita 62 °C.
Si dimensionino due scambiatori a piastre: uno con le piastre di tipo "A" e uno di tipo "B", secondo le specifiche geometriche qui sotto riportate.
Si calcolino inoltre le perdite di carico lato acqua reflua per i due scambiatori.
Per la soluzione acquosa di glicole propilenico si usino le proprietà secondo le tabelle allegate.
Proprietà dell'acqua reflua a 78.5 °C:
densità ρ= 973.2 kg m^{-3}, calore specifico a pressione costante c_p=4195 J $kg^{-1}K^{-1}$, conduttività termica λ=0.667 W $m^{-1}K^{-1}$, viscosità dinamica μ=0.000364 kg $m^{-1}s^{-1}$.



Grandezza geometrica	Piastra tipo "A"	Piastra tipo "B"
L (m)	1	0.8
W (m)	0.24	0.35
b (m)	0.005	0.004
β (°)	65	60
p (m)	0.012	0.014
Spessore piastra s (mm)	1	1.1

Equazione per il calcolo del coefficiente di scambio termico per la piastra tipo "A":
$Nu = 0.4\ Re^{0.65}\ Pr^{0.35}$ (1A)
Equazione per il calcolo del coefficiente di scambio termico per la piastra tipo "B":
$Nu = 0.38\ Re^{0.67}\ Pr^{0.4}$ (1B)
In entrambi i casi, i parametri adimensionali sono da calcolare con riferimento al diametro idraulico d_h=2b.

Ritenendo trascurabili le perdite di carico concentrate, per le perdite di carico distribuite lungo la piastre si usi la seguente correlazione:

$\Delta p_d = 4\ f\ (L/d_h)\ \rho\ (u^2/2)$ essendo u la velocità del liquido e

$f = 2.78\ Re^{-0.18}$ per la piastra tipo "A"

$f = 2.11\ Re^{-0.13}$ per la piastra tipo "B"

Table 10 Density of Aqueous Solutions of an Industrially Inhibited Propylene Glycol

	Concentrations in Volume Percent Propylene Glycol								
Temperature, °C	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
−35						1072.92	1079.67	1094.50	1092.46
−30						1071.31	1077.82	1090.85	1088.82
−25					1062.11	1069.58	1075.84	1087.18	1085.15
−20					1060.49	1067.72	1073.74	1083.49	1081.46
−15				1050.43	1058.73	1065.73	1071.51	1079.77	1077.74
−10			1039.42	1048.79	1056.85	1063.61	1069.16	1076.04	1074.00
−5		1027.24	1037.89	1047.02	1054.84	1061.37	1066.69	1072.27	1070.24
0	1013.85	1025.84	1036.24	1045.12	1052.71	1059.00	1064.09	1068.49	1066.46
5	1012.61	1024.32	1034.46	1043.09	1050.44	1056.50	1061.36	1064.68	1062.65
10	1011.24	1022.68	1032.55	1040.94	1048.04	1053.88	1058.51	1060.85	1058.82
15	1009.75	1020.91	1030.51	1038.65	1045.52	1051.13	1055.54	1057.00	1054.96
20	1008.13	1019.01	1028.35	1036.24	1042.87	1048.25	1052.44	1053.12	1051.09
25	1006.40	1016.99	1026.06	1033.70	1040.09	1045.24	1049.22	1049.22	1047.19
30	1004.54	1014.84	1023.64	1031.03	1037.18	1042.11	1045.87	1045.30	1043.26
35	1002.56	1012.56	1021.09	1028.23	1034.15	1038.85	1042.40	1041.35	1039.32
40	1000.46	1010.16	1018.42	1025.30	1030.98	1035.47	1038.81	1037.38	1035.35
45	998.23	1007.64	1015.62	1022.24	1027.69	1031.95	1035.09	1033.39	1031.35
50	995.88	1004.99	1012.69	1019.06	1024.27	1028.32	1031.25	1029.37	1027.34
55	993.41	1002.21	1009.63	1015.75	1020.72	1024.55	1027.28	1025.33	1023.30
60	990.82	999.31	1006.44	1012.30	1017.04	1020.66	1023.19	1021.27	1019.24
65	988.11	996.28	1003.13	1008.73	1013.23	1016.63	1018.97	1017.19	1015.15
70	985.27	993.12	999.69	1005.03	1009.30	1012.49	1014.63	1013.08	1011.04
75	982.31	989.85	996.12	1001.21	1005.24	1008.21	1010.16	1008.95	1006.91
80	979.23	986.44	992.42	997.25	1001.05	1003.81	1005.57	1004.79	1002.76
85	976.03	982.91	988.60	993.17	996.73	999.28	1000.86	1000.62	998.58
90	972.70	979.25	984.65	988.95	992.28	994.63	996.02	996.41	994.38
95	969.25	975.47	980.57	984.61	987.70	989.85	991.06	992.19	990.16
100	965.68	971.56	976.36	980.14	983.00	984.94	985.97	987.94	985.91
105	961.99	967.53	972.03	975.54	978.16	979.90	980.76	983.68	981.64
110	958.17	963.37	967.56	970.81	973.20	974.74	975.42	979.38	977.35
115	954.24	959.09	962.97	965.95	968.11	969.45	969.96	975.07	973.03
120	950.18	954.67	958.26	960.97	962.89	964.03	964.38	970.73	968.69
125	945.99	950.14	953.41	955.86	957.55	958.49	958.67	966.37	964.33

Source: Dow Chemical (2001a) *Note*: Density in kg/m^3.

Table 11 Specific Heat of Aqueous Solutions of Propylene Glycol

	Concentrations in Volume Percent Propylene Glycol								
Temperature, °C	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
−35						3.096	2.843	2.572	2.264
−30						3.118	2.868	2.600	2.295
−25					3.358	3.140	2.893	2.627	2.326
−20					3.378	3.162	2.918	2.655	2.356
−15				3.586	3.397	3.184	2.943	2.683	2.387
−10			3.765	3.603	3.416	3.206	2.968	2.710	2.417
−5		3.918	3.779	3.619	3.435	3.228	2.993	2.738	2.448
0	4.042	3.929	3.793	3.636	3.455	3.250	3.018	2.766	2.478
5	4.050	3.940	3.807	3.652	3.474	3.272	3.042	2.793	2.509
10	4.058	3.951	3.820	3.669	3.493	3.295	3.067	2.821	2.539
15	4.067	3.962	3.834	3.685	3.513	3.317	3.092	2.849	2.570
20	4.075	3.973	3.848	3.702	3.532	3.339	3.117	2.876	2.600
25	4.083	3.983	3.862	3.718	3.551	3.361	3.142	2.904	2.631
30	4.091	3.994	3.875	3.735	3.570	3.383	3.167	2.931	2.661
35	4.099	4.005	3.889	3.751	3.590	3.405	3.192	2.959	2.692
40	4.107	4.016	3.903	3.768	3.609	3.427	3.217	2.987	2.723
45	4.115	4.027	3.917	3.784	3.628	3.449	3.242	3.014	2.753
50	4.123	4.038	3.930	3.801	3.648	3.471	3.266	3.042	2.784
55	4.131	4.049	3.944	3.817	3.667	3.493	3.291	3.070	2.814
60	4.139	4.060	3.958	3.834	3.686	3.515	3.316	3.097	2.845
65	4.147	4.071	3.972	3.850	3.706	3.537	3.341	3.125	2.875
70	4.155	4.082	3.985	3.867	3.725	3.559	3.366	3.153	2.906
75	4.163	4.093	3.999	3.883	3.744	3.581	3.391	3.180	2.936
80	4.171	4.104	4.013	3.900	3.763	3.603	3.416	3.208	2.967
85	4.179	4.115	4.027	3.916	3.783	3.625	3.441	3.236	2.997
90	4.187	4.126	4.040	3.933	3.802	3.647	3.465	3.263	3.028
95	4.195	4.136	4.054	3.949	3.821	3.670	3.490	3.291	3.058
100	4.203	4.147	4.068	3.966	3.841	3.692	3.515	3.319	3.089
105	4.211	4.158	4.082	3.982	3.860	3.714	3.540	3.346	3.119
110	4.219	4.169	4.095	3.999	3.879	3.736	3.565	3.374	3.150
115	4.227	4.180	4.109	4.015	3.898	3.758	3.590	3.402	3.181
120	4.235	4.191	4.123	4.032	3.918	3.780	3.615	3.429	3.211
125	4.243	4.202	4.137	4.049	3.937	3.802	3.640	3.457	3.242

Source: Dow Chemical (2001a) *Note*: Specific heat in kJ/(kg·K).

Table 12 Thermal Conductivity of Aqueous Solutions of Propylene Glycol

	Concentrations in Volume Percent Propylene Glycol								
Temperature, °C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
–35						0.269	0.242	0.220	0.203
–30					0.302	0.272	0.245	0.222	0.204
–25					0.306	0.275	0.247	0.224	0.205
–20				0.346	0.311	0.278	0.250	0.226	0.206
–15				0.351	0.315	0.282	0.252	0.227	0.207
–10			0.397	0.356	0.319	0.285	0.254	0.229	0.208
–5		0.449	0.403	0.361	0.323	0.288	0.256	0.230	0.209
0	0.510	0.456	0.409	0.366	0.327	0.291	0.259	0.232	0.210
5	0.518	0.463	0.415	0.371	0.331	0.294	0.261	0.233	0.211
10	0.526	0.470	0.421	0.376	0.334	0.297	0.263	0.235	0.212
15	0.534	0.477	0.426	0.380	0.338	0.299	0.265	0.236	0.213
20	0.541	0.483	0.431	0.384	0.341	0.302	0.267	0.237	0.214
25	0.548	0.489	0.436	0.388	0.344	0.304	0.268	0.239	0.215
30	0.555	0.494	0.441	0.392	0.347	0.307	0.270	0.240	0.215
35	0.561	0.500	0.445	0.396	0.350	0.309	0.272	0.241	0.216
40	0.567	0.505	0.450	0.399	0.353	0.311	0.273	0.242	0.216
45	0.573	0.509	0.453	0.402	0.355	0.313	0.274	0.242	0.217
50	0.578	0.514	0.457	0.405	0.358	0.314	0.275	0.243	0.217
55	0.583	0.518	0.460	0.408	0.360	0.316	0.277	0.244	0.218
60	0.587	0.521	0.463	0.410	0.362	0.317	0.277	0.244	0.218
65	0.591	0.525	0.466	0.413	0.363	0.319	0.278	0.245	0.218
70	0.595	0.528	0.469	0.415	0.365	0.320	0.279	0.245	0.218
75	0.598	0.531	0.471	0.416	0.366	0.321	0.280	0.246	0.218
80	0.601	0.533	0.473	0.418	0.367	0.321	0.280	0.246	0.218
85	0.604	0.535	0.474	0.419	0.368	0.322	0.281	0.246	0.218
90	0.606	0.537	0.476	0.420	0.369	0.323	0.281	0.246	0.218
95	0.608	0.538	0.477	0.421	0.370	0.323	0.281	0.246	0.218
100	0.609	0.540	0.478	0.422	0.370	0.323	0.281	0.246	0.218
105	0.611	0.541	0.479	0.423	0.371	0.323	0.281	0.246	0.218
110	0.612	0.542	0.480	0.423	0.371	0.323	0.281	0.246	0.217
115	0.613	0.542	0.480	0.423	0.371	0.323	0.281	0.245	0.217
120	0.613	0.543	0.480	0.423	0.371	0.323	0.280	0.245	0.216

Source: Dow Chemical (2001a) *Note*: Thermal conductivity in W/(m·K).

Table 13 Viscosity of Aqueous Solutions of Propylene Glycol

	Concentrations in Volume Percent Propylene Glycol								
Temperature, °C	10	20	30	40	50	60	70	80	90
–35						524.01	916.18	1434.22	3813.29
–30					171.54	330.39	551.12	908.47	2071.34
–25					109.69	211.43	340.09	575.92	1176.09
–20				48.90	72.42	137.96	215.67	368.77	696.09
–15				33.07	49.29	92.00	140.62	239.86	428.19
–10			11.84	23.11	34.51	62.78	94.23	159.02	272.94
–5		4.98	9.07	16.63	24.81	43.84	64.83	107.64	179.78
0	2.68	4.05	7.07	12.30	18.28	31.32	45.74	74.45	122.03
5	2.23	3.34	5.61	9.32	13.77	22.87	33.04	52.63	85.15
10	1.89	2.79	4.52	7.21	10.59	17.05	24.41	37.99	60.93
15	1.63	2.36	3.69	5.70	8.30	12.96	18.41	28.00	44.62
20	1.42	2.02	3.06	4.59	6.62	10.04	14.15	21.04	33.38
25	1.25	1.74	2.57	3.75	5.36	7.91	11.08	16.10	25.45
30	1.11	1.52	2.19	3.12	4.41	6.34	8.81	12.55	19.76
35	0.99	1.34	1.88	2.62	3.68	5.15	7.12	9.94	15.60
40	0.89	1.18	1.63	2.24	3.10	4.25	5.84	7.99	12.49
45	0.81	1.06	1.43	1.93	2.65	3.55	4.85	6.52	10.15
50	0.73	0.95	1.26	1.68	2.28	3.00	4.08	5.39	8.35
55	0.67	0.86	1.13	1.48	1.99	2.57	3.46	4.51	6.95
60	0.62	0.78	1.01	1.31	1.75	2.22	2.98	3.82	5.85
65	0.57	0.71	0.92	1.18	1.55	1.93	2.58	3.28	4.97
70	0.53	0.66	0.83	1.06	1.38	1.70	2.26	2.83	4.26
75	0.49	0.60	0.76	0.96	1.24	1.51	1.99	2.47	3.69
80	0.46	0.56	0.70	0.88	1.12	1.35	1.77	2.18	3.22
85	0.43	0.52	0.65	0.81	1.02	1.22	1.59	1.94	2.83
90	0.40	0.49	0.60	0.75	0.93	1.10	1.43	1.73	2.50
95	0.38	0.45	0.56	0.69	0.86	1.01	1.30	1.56	2.23
100	0.35	0.43	0.53	0.65	0.79	0.92	1.18	1.42	2.00
105	0.33	0.40	0.50	0.60	0.74	0.85	1.08	1.29	1.80
110	0.32	0.38	0.47	0.57	0.69	0.79	1.00	1.19	1.63
115	0.30	0.36	0.45	0.54	0.64	0.74	0.93	1.09	1.48
120	0.28	0.34	0.42	0.51	0.60	0.69	0.86	1.02	1.35

Source: Dow Chemical (2001a) *Note*: Viscosity in mPa·s.

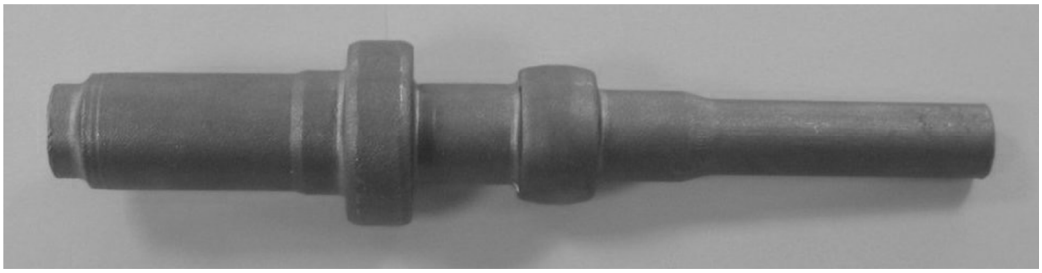
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

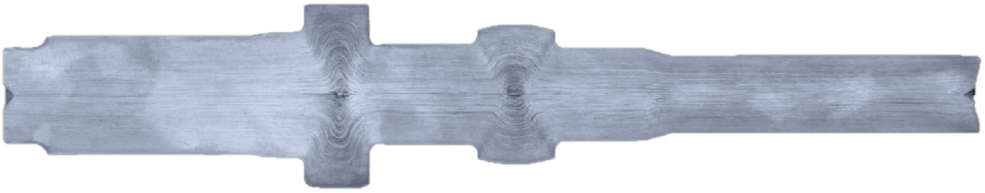
Seconda sessione 2017
Seconda prova scritta 15 novembre 2017

TEMA "Meccanica"

Si consideri il semilavorato da cui ottenere un albero di trasmissione per motore di auto illustrato in figura.



(a)



(b)

Figura 1: (a) semilavorato (b) sezione longitudinale

Al candidato si richiede di:

a) identificare il processo manifatturiero utilizzato per la produzione di tale semilavorato e darne una descrizione indicando la forma e le dimensioni del grezzo di partenza;
b) indicare le possibili classi di materiali per la realizzazione del componente, con i rispettivi parametri di processo;
c) descrivere la filiera manifatturiera per la realizzazione del componente finale, indicando le classi di tolleranza tipiche per il prodotto finale;
d) indicare le possibili verifiche meccaniche e dimensionali da effettuarsi al termine di ciascun processo della filiera descritta al punto c) per il controllo della qualità del prodotto.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Seconda prova scritta 15 novembre 2017

TEMA "Meccatronica"

Introdurre la notazione di Denavit Hartenberg evidenziando i principali vantaggi derivanti dal suo utilizzo. Fornire poi una classificazione dei manipolatori seriali per struttura portante. Individuare le due strutture portante maggiormente utilizzate, aggiungere un opportuno polso e tracciare lo schema cinematico del manipolatore individuato. Si applichi quindi la notazione di Denavit Hartenberg ai manipolatori individuati per poter pervenire alle relative tabelle.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Seconda prova scritta 15 novembre 2017

TEMA "Chimica"

Si consideri un sistema reattore-separatore che includa un flusso di riciclo. I composti A e B sono alimentati al reattore per produrre il composto C secondo la seguente reazione stechiometrica:

A + B -> C

dove i pesi molecolari dei composti A e B sono rispettivamente 30 e 20 [g/mol].

Il sistema è stato progettato per produrre 1000 [kg/h] del composto C.

La reazione ha una conversione del 60% e la frazione molare del composto A nella corrente di alimentazione del reattore è di 0,4. Inoltre, il flusso in uscita contiene solo il composto C e il flusso di riciclo contiene i composti A e B.

Determinare:

(a) la composizione teorica del flusso in entrata;

(b) la composizione molare del flusso di riciclo.

(c) Disegnare lo schema reattore-separatore con ricircolo.

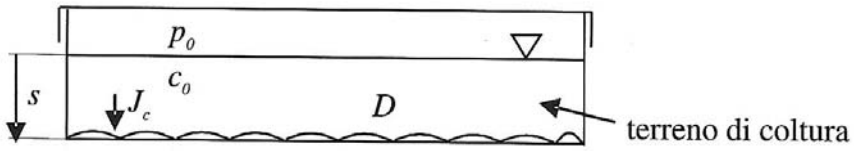
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Seconda prova scritta 15 novembre 2017

TEMA "Bioingegneria"

Si consideri un monostrato cellulare in coltura statica all'interno di un incubatore, per come è rappresentato in figura:



1) Assumendo una simmetria lineare della diffusione, il candidato determini l'andamento della concentrazione di ossigeno nel terreno di coltura in funzione: della concentrazione di ossigeno nel terreno a contatto con l'atmosfera dell'incubatore (c_0); del coefficiente diffusivo dell'ossigeno nel terreno (D); del flusso di ossigeno alle cellule (J_c); dello spessore dello strato di terreno (s).

2) Il candidato calcoli la concentrazione di ossigeno nel terreno di coltura in corrispondenza del pelo libero (c_0), assumendo che:

- la pressione parziale di ossigeno (p_0) nell'incubatore sia pari al 20% e la temperatura sia di 37 °C;
- la costante di Henry per l'ossigeno in soluzione acquosa a 37 °C sia $\alpha = 1.3 \times 10^{-9}$ mol/mmHg/mL.

3) Il candidato calcoli lo spessore massimo del terreno di coltura (s_{cr}) che permetta alla pressione parziale di ossigeno a contatto con il monostrato cellulare di non scendere al di sotto del valore critico p_{cr} = 1%, essendo noti:

- il consumo cellulare di ossigeno: $J_c = 4 \times 10^{-7}$ nmol/cellula/s;
- il numero di cellule adese al fondo della piastra di coltura: $n = 10^5$;
- il diametro del pozzetto di coltura: d = 10 mm;
- il coefficiente diffusivo dell'ossigeno nel terreno di coltura: $D = 3.24 \times 10^{-3}$ mm^2/s.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Seconda prova scritta del 15 novembre 2017

TEMA "Energetica"

Un impianto con turbina a gas opera a circuito aperto secondo un ciclo Brayton-Joule. Seguendo il flusso dell'aria si ha: compressore (1-2), scambiatore rigenerativo (2-3), camera di combustione (3-4), turbina (4-5), scambiatore rigenerativo (5-6) e scarico in atmosfera (6). I parametri termodinamici reali sono i seguenti:

- temperatura all'aspirazione del compressore: t_1 = 15°C
- temperatura di uscita dal compressore: t_2 = 197°C
- temperatura in ingresso in turbina: t_4 = 720°C
- temperatura allo scarico della turbina: t_5 = 450°C
- pressione della camera di combustione: p_2 = 4 bar
- pressione all'aspirazione: p_1 = 1 bar

L'impianto comprende anche uno scambiatore di calore rigenerativo tra il fluido in uscita dalla turbina e quello in uscita dal compressore. La sua efficienza termica vale 0.75. Il fluido operante può essere considerato come ideale con calore specifico a pressione costante pari a 0.24 kcal/(kg °C) indipendente dalla temperatura e rapporto tra calori specifici k = 1.4. La potenza utile netta dell'impianto vale P = 10 MW. Alla camera di combustione entra una miscela composta da 23% molare di CO (exergia specifica chimica 9830 kJ/kg, massa molecolare 28 kg/kmol) e 77% molare di CH_4 (exergia specifica chimica 51760 kJ/kg, massa molecolare 16 kg/kmol). Lo stato di riferimento è quello all'aspirazione del compressore (*stato 1*). Si chiede:

1. Lo schema dell'impianto e le trasformazioni nel piano termodinamico.
2. Il rendimento termico di ciclo, [-].
3. I rendimenti isoentropici di compressione ed espansione, [-].
4. Il rendimeno exergetico di ciclo, [-].
5. Il rendimento exergetico dello scambiatore rigenerativo, [-].

Il Candidato commenti in modo opportuno i risultati trovati.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Seconda prova scritta 15 novembre 2017

TEMA "Elettrica"

Un motore asincrono trifase viene alimentato dalla rete industriale da un trasformatore trifase (A) per svolgere un ciclo operativo giornaliero suddiviso in tre fasi caratterizzate dai seguenti dati:

Fase	*Durata*	*Corrente assorbita*	*Potenza assorbita*
a	$t_a = 8\ h$	$I_{1ma} = 0$	$P_{1ma} = 0$
b	$t_b = 8\ h$	$I_{1mb} = 68.3\ A$	$P_{1mb} = 37.5\ kW$
c	$t_c = 8\ h$	$I_{1mc} = 164.5\ A$	$P_{1mc} = 102\ kW$

Le due macchine presentano i seguenti dati nominali/di targa

MOTORE

Potenza nominale	$P_{nm} = 90\ kW$	Frequenza nominale	$f = 50\ Hz$
Tensione nominale	$V_{nm} = 400\ V$	Velocità nominale	$\Omega_n = 973\ giri/min$
Numero di poli	$2p = 6$	Rendimento nominale	$\eta_{nm} = 91.9\%$

TRASFORMATORE A

Potenza nominale	$P_n = 100\ kVA$	Frequenza nominale	$f = 50\ Hz$
Tensione nominale primaria	$V_{1n} = 10\ kV$	Tensione nominale secondaria	$V_{2n} = 400\ V$
Perdite di cortocircuito	$p_{ccA\%} = 1.6\%$	Tensione di cortocircuito	$v_{ccA\%} = 3.6\%$
Perdite a vuoto	$p_{0A\%} = 1.2\%$	Corrente a vuoto	$i_{0A\%} = 3.6\%$

Inoltre, in fase di collaudo il motore è stato sottoposto ad una serie di prove che hanno fornito i seguenti dati:

Tipo prova	*Grandezza*	*Valore*
A vuoto	Potenza assorbita	$P_{0m} = 2760\ W$
	Corrente assorbita	$I_{0m} = 38.7\ A$
A rotore bloccato	Tensione di alimentazione	$V_{ccm} = 50\ V$
	Potenza assorbita	$P_{ccm} = 2900\ W$
	Corrente assorbita	$I_{1ccm} = 108.1\ A$

Con riferimento al motore, determinare:

a) i parametri del circuito equivalente semplificato $R_{0m}, X_{0m}, R_{1m}, R_{12m}, X$;
b) i valori nominali della corrente assorbita I_{1nm} e del fattore di potenza $cos\varphi_{1nm}$.

Con riferimento al trasformatore, determinare:

c) i parametri del circuito equivalente semplificato R_{20A}, X_{20A}, R_A'' , X_A'';

Calcolare quindi per ciascuna delle fasi operative (*k*=*a*,*b*,*c*):

d) la potenza P_{mk} sviluppata dal motore ;

e) la potenza P_{Ak} e la corrente I_{1Ak} assorbite dal trasformatore.

Ipotizzando di sostituire il trasformatore A con un trasformatore trifase (B), avente stesse potenza e tensioni nominali ed i seguenti dati di targa:

Perdite di cortocircuito	$p_{ccB\%} = 2.1\%$	Tensione di cortocircuito	$v_{ccB\%} = 5.3\%$
Perdite a vuoto	$p_{0B\%} = 0.3\%$	Corrente a vuoto	$i_{0B\%} = 1.8\%$

f) valutare quale delle due soluzioni risulta più conveniente in termini di rendimento energetico giornaliero η del sistema trasformatore-motore.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Seconda prova scritta 15 novembre 2017

TEMA "Materiali"

Il candidato sviluppi il seguente argomento e risolva i seguenti esercizi:

Argomento: I processi di zincatura a caldo e di zincatura elettrolitica. Descrivere analogie e differenze tra i rivestimenti ottenuti, i processi di produzione e le applicazioni. Descrivere inoltre il caratteristico meccanismo di protezione con cui il rivestimento di zinco opera nei confronti del processo corrosivo e in che ambiente tale meccanismo agisce.

Esercizio 1: Determinare l'energia assorbita durante la prova di trazione (fino al carico massimo) per un acciaio con le seguenti caratteristiche:

σ_{sn}= 500 MPa
E=150GPa
ε_{max}=0.5
k=835MPa
n=0,006

Esercizio 2: Un campione di zinco si corrode uniformemente con una densità di corrente di 4,27 x 10^{-7} A/cm^2 in una soluzione acquosa. Qual è la velocità di corrosione dello zinco in milligrammi al decimetro quadrato al giorno? La reazione per l'ossidazione dello zinco è $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Seconda prova scritta 15 novembre 2017

TEMA "Aerospaziale"

A partire dai requisiti operativi dei principali sottosistemi e componenti di un satellite, il candidato descriva le principali soluzioni adottate per il sottosistema di controllo termico, precisando il principio di funzionamento e le prestazioni dei suoi principali elementi.
Si delinei una procedura per il dimensionamento preliminare del sottosistema e si discuta la strategia di qualifica, per mezzo di test ambientali, del sottosistema stesso anche illustrando la successione di test meccanici e termici previsti per i diversi modelli di sviluppo (STM, QM, FM…).

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prova pratica del 23 novembre 2017

TEMA "Gestionale"

Prima parte

La Forniture Mediche S.p.A. produce due apparecchiature per diagnostica, il tramettitore T-9 e il ricevitore R-9, secondo la logica make-to-stock.

Il trasmettitore T-9 consiste di un alloggiamento in metallo, di un sottoassieme fatto di cinque circuiti stampati identici e di un altro sottoassieme fatto di quattro pulsanti di controllo identici, due prese telefoniche identiche e uno schermo.

Il ricevitore R-9 ha la stessa distinta base del trasmettitore, eccezion fatta per i cinque circuiti stampati, che sono, anche in questo caso, eguali fra loro ma diversi da quelli del trasmettitore.

Sia il trasmettitore, sia il ricevitore, al termine dell'assemblaggio, sono inseriti in un imballo di cartone, identico per i due prodotti, che contiene anche il libretto d'istruzione, anch'esso identico per i due prodotti.

L'azienda acquista alloggiamenti, circuiti stampati, schermi, prese, pulsanti, libretti d'istruzione e imballi da fornitori esterni, mentre esegue tutte le operazioni di assemblaggio e confezionamento al proprio interno.

L'attuale programma di produzione prevede che ogni giorno lavorativo si completino e versino a magazzino due trasmettitori, mentre ogni due giorni lavorativi, a partire dal giorno 2, venga prodotto e stoccato un ricevitore. L'azienda gestisce tutti gli articoli utilizzati nella produzione di T-9 ed R-9 secondo la logica material requirements planning (MRP).

Nella tabella sottostante si riportano, per ciascun articolo, la giacenza iniziale, la scorta di sicurezza, il lead-time, il lead-time di sicurezza e la politica di riordino.

Articolo	*Scorta iniziale (pezzi)*	*Scorta di sicurezza (pz)*	*Lead-time (giorni lavor.)*	*Lead-time di sicurezza (gg lav.)*	*Politica di riordino*
T-9 confezionato	0	0	0	0	A fabbisogno puro
R-9 confezionato	0	0	0	0	A fabbisogno puro
Circuito stampato per T-9	35	35	4	0	Lotto minimo di 20 pezzi
Circuito stampato per R-9	35	35	4	0	Lotto minimo di 20 pezzi
Schermo	8	8	1	1	A periodo di copertura fisso di 5 giorni lavorativi con lotto minimo di 5 pezzi
Alloggiamento	18	5	2	1	Lotto multiplo di 40 pezzi
Libretto di istruzioni	50	25	10	0	Lotto minimo di 500 pezzi
Sottoassieme circuiti stampati per T-9	4	2	1	0	A fabbisogno puro
T-9 assemblato	12	6	3	0	A fabbisogno puro
Pulsante	13	12	1	0	A periodo di copertura fisso di 5 giorni lavorativi
Presa	10	6	1	0	A periodo di copertura fisso di 5 giorni lavorativi con lotto multiplo di 6 pezzi
Sottoassieme pulsanti-prese-schermo	10	4	1	0	A fabbisogno puro
R-9 assemblato	11	6	3	0	A fabbisogno puro
Imballo	20	8	3	0	Lotto minimo di 144 pezzi
Sottoassieme circuiti stampati per R-9	4	4	1	0	A fabbisogno puro

Si noti che gli articoli “T-9 confezionato” ed “R-9 confezionato” hanno lead-time nullo dal momento che, una volta completato l’assemblaggio di un prodotto, quest’ultimo viene immediatamente confezionato e messo a magazzino.
Nel caso sia prevista una scorta di sicurezza, l’azienda segue la regola secondo cui la giacenza dell’articolo può scendere fino a, ma non sotto, il valore assegnato alla scorta di sicurezza.
Si chiede di:

1. creare la distinta base in forma scalare di entrambi i prodotti, indicando per ogni articolo della distinta il livello e il coefficiente d’impiego con la relativa unità di misura;
2. creare i record MRP di tutti gli articoli utilizzati nella produzione dei due prodotti per i prossimi 12 giorni lavorativi, tenendo presente che il giorno 1 è previsto il versamento a magazzino di 30 circuiti stampati per T-9 e di altrettanti circuiti stampati per R-9, mentre il giorno 2 è previsto il versamento a magazzino di altri 20 circuiti stampati per T-9 e di altrettanti circuiti stampati per R-9;
3. descrivere la tecnica di pianificazione della capacità produttiva che utilizza come input i record MRP e discutere i vantaggi di tale tecnica rispetto a quelle che usano in input il master production schedule.

Seconda parte

a) Descrivere il processo di solidificazione nei getti e i possibili difetti che si possono presentare.
b) Determinare le dimensioni minime di una materozza cubica necessaria a compensare il ritiro volumetrico del getto riportato in Figura 1 (si trascuri l'effetto del canale di collegamento getto/materozza).
c) Dal calcolo del tempo di solidificazione del getto, si faccia una stima del parametro microstrutturale SDAS (spaziatura dendritica secondaria). Per i calcoli, si assumano le seguenti costanti: $B_{getto} = B_{materozza} = 0.048$ min/mm^2; K = 6.4 μm/s^n, n = 0.3.

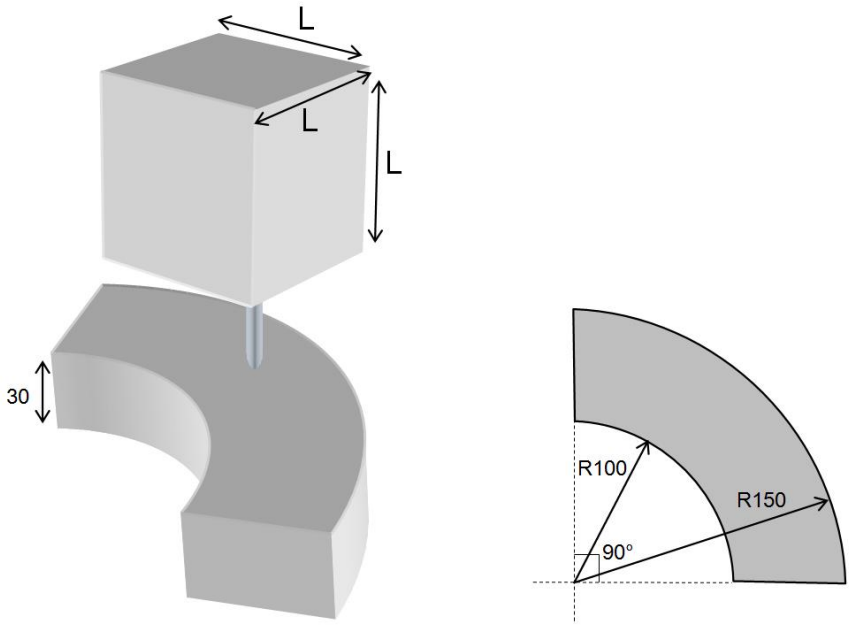


Fig.1. Disegno del getto e della materozza. Le misure sono espresse in mm.

d) Il getto viene poi sottoposto ad un trattamento termico a 900°C. Stimare il numero complessivo di vacanze di equilibrio, presenti all'intero del getto e alle condizioni del trattamento, sapendo che l'energia di formazione di una vacanza è 0.95 eV, il peso atomico della lega è 55.2 g/mole e la sua densità 7.4 g/cm^3. Si ricorda che la costante di Boltzmann, K, è $8.62 \cdot 10^{-5}$ eV/K e il numero di Avogadro, n_a, è $6.02 \cdot 10^{23}$ atomi/mole.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prova pratica del 23 novembre 2017

TEMA "Chimica e dei Processi Industriali"

Una corrente gassosa costituita da aria secca ed SO_2 (12% in volume) viene sottoposta a lavaggio con acqua pura in controcorrente, in modo da ridurre il contenuto di SO_2. Si desidera condurre l'operazione in condizioni isoterme - alla temperatura di 20°C - ed alla pressione atmosferica, in una torre a corpi di riempimento in anelli Raschig in ceramica da 1". Il gas in uscita dalla colonna non deve contenere più di 0.1% molare di SO_2. La portata della miscela gassosa da trattare è pari 450 Nm^3/h.
Sapendo che la relazione di equilibrio nelle condizioni di lavoro è y=30x, dove y,x sono frazioni molari di SO_2, calcolare:

- la portata di acqua necessaria;
- il diametro e l'altezza della colonna.

Allegato: foglio carta millimetrata.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prova pratica del 23 novembre 2017

TEMA "Bioingegneria"

Si provveda al progetto di un dispositivo per artroprotesi totale dell'articolazione coxo femorale di un paziente con massa corporea pari a 80 kg. Si soffermi l'attenzione sugli aspetti di affidabilità strutturale della protesi, per una vita attesa pari a 20 anni. Per il dimensionamento strutturale della protesi si faccia riferimento alla normativa ISO vigente in materia o, in alternativa, a motivate assunzioni sulle condizioni meccaniche caratterizzanti il sistema.

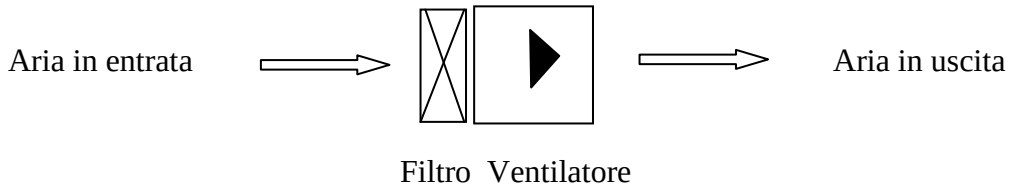
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prova pratica del 23 novembre 2017

TEMA "Energetica"

Un'unità compatta di trattamento aria prevede un pacco filtro accoppiato a un ventilatore aspirante, come indicato nello schema sottostante.



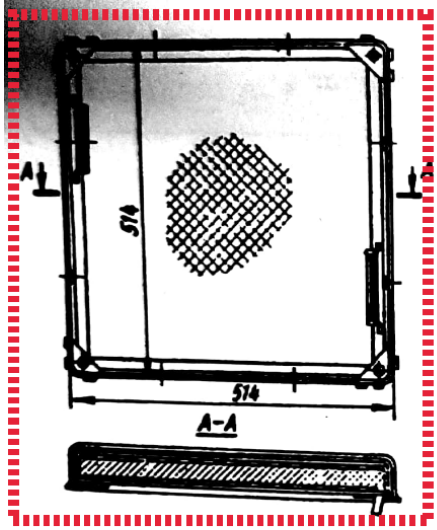
Le caratteristiche del elemento base del filtro sono evidenziate nella scheda allegata. La brevissima canalizzazione che supporta il pacco filtro ha una sezione di passaggio pari all'area efficace dell'elemento base del filtro (cioè 0.22m^2). Per esigenze di standardizzazione l'ingombro del ventilatore (esclusi il motore che trascina la girante e gli spessori della cassa) non può eccedere un cubo di lato pari al lato dell'area efficace dell'elemento base del filtro (vedi scheda allegata).
…..L'efficienza di filtraggio richiesta (cioé il rapporto tra la quantità di povere trattenuta dal filtro e la quantità di povere che ha investito il filtro) è pari a 0.99.

Si prevede che nell'intervento periodico di manutenzione dell'unità sia sostituito l'elemento filtro sporco solo nel momento in cui questo produce una perdita di carico doppia rispetto a quella dell'elemento pulito.

La portata di aria (massa volumica = 1.2kg/ m^3) nominale dell'unità è pari a 0.85 m^3/s. Tale portata è garantita, senza il supporto di ventilatori ausiliari, solo in sistemi con resistenza aeraulica inferiore a 15Pa.

Si esegua il progetto aeraulico preliminare del sistema di filtraggio aria descritto e, in particolare:

1) Si dimensioni il pacco filtro (in base alle caratteristiche dell'elemento base – vedi allegato);
2) Si stabilisca un criterio per la manutenzione della sezione di filtraggio che tenda a minimizzare le sostituzioni di elementi filtro;
3) Si determinino i valori minimo (cioè dopo manutenzione) e massimo (cioè nelle condizioni di fermo per manutenzione) della pressione totale richiesta al ventilatore (cioè, l'incremento di pressione totale tra aspirazione e mandata del ventilatore) per garantire la portata nominale dell'unità di trattamento aria;
4) Si individui il tipo di ventilatore idoneo, indicando la/le ragioni fondamentali della scelta;
5) Si esegua il progetto aeraulico preliminare del ventilatore stimando tutte le grandezze geometriche principali;
6) Si tracci lo schizzo della vista meridiana e della vista circonferenziale della macchina indicando le quote principali della girante e della cassa.
7) si determini il tempo di funzionamento continuativo del sistema nel caso in cui l'aria contenga una dispersione di 1000 μg/m^3 di sabbia (massa volumica = 2300kg/m^3).



Characteristic	Type of filter FcR	FcV	FcPF
Working area F, m²	0.22	0.22	0.22
Throughput capacity Q (m³/s) at specific loading q = 2 m³/m² s	0.43	0.43	0.43
Resistance Δp of clean filter: Pa	39	49	59
Dust capacity z_d of FcR, FcPF, and FcV filters (with double increase in resistance) and of FcEG filter (with increase of resistance Δp from 30 to 40 Pa), kg/m²	1.5	2.0	0.2
Efficiency of cleaning (according to the "NIIST" technique) η_d (%), no more	80	80	80
Mass, kg	7.9	4.3	3.3

$z_a = 0$

q, m³/m² h	4×10^3	6×10^3	8×10^3	10^4	1.2×10^4	1.4×10^4
m³/m² s	1.1	1.7	2.2	2.8	3.3	3.9
Δp, Pa (curves 1 and 3α)	14.7	29.4	49.0	68.7	88.3	108

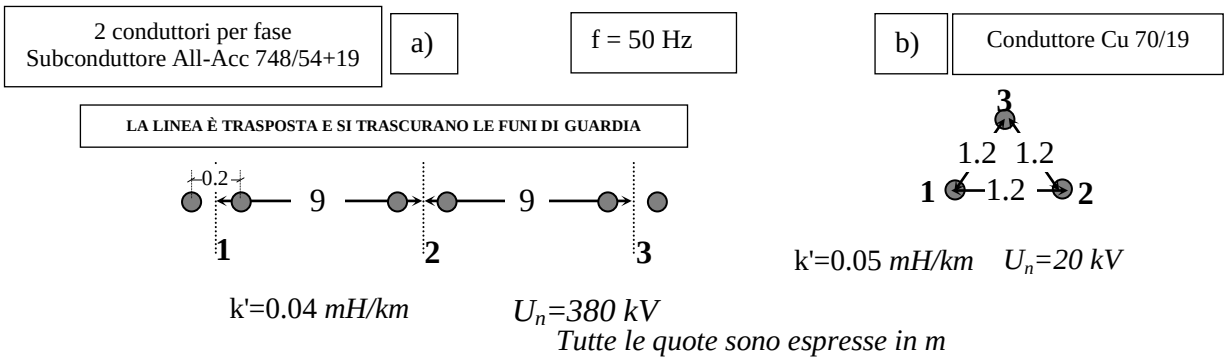
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Prima sessione 2017
Prova pratica del 23 novembre 2017

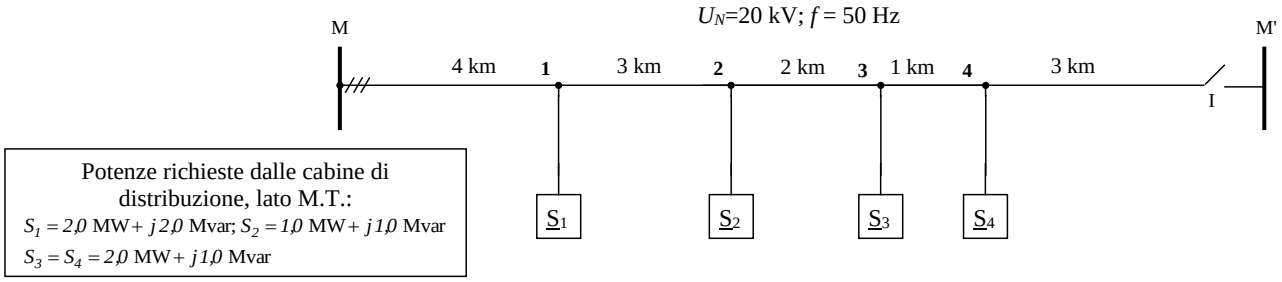
TEMA "Elettrica" n.1

1) Con riferimento alle due teste di palo **a)** e **b)** mostrate in figura e con i dati ivi specificati si calcolino l'impedenza longitudinale chilometrica e l'ammettenza trasversale chilometrica da attribuire al circuito monofase equivalente alla sequenza diretta. *Si assuma per la conduttanza trasversale valore nullo in entrambi i casi.*



Per il caso a) si calcoli anche ***l'impedenza totale alla sequenza zero*** considerando che: la linea AAT (neutro a terra) è lunga complessivamente *200* km e che la resistività del terreno è 100 Ωm;
Per il caso b) si calcoli anche la ***reattanza capacitiva totale*** alla sequenza zero considerando che: la linea MT, a neutro isolato, (l'altezza media sul terreno H_m=*9,3 m*) è lunga complessivamente *5,0* km;

2) Si richiede al Candidato di sviluppare il dimensionamento dell'impianto di distribuzione in MT sulla base dello schema e degli elementi forniti di seguito (le sbarre di Cabina primaria M ed M' si possono considerare generatori ideali di tensione a 20 kV):



Al Candidato si richiede di:

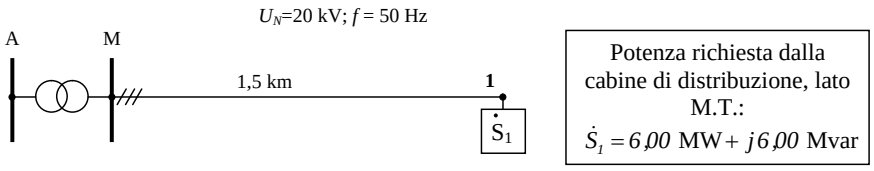
A. Dimensionare, precisando i criteri di progetto, la linea aerea della rete trifase di distribuzione (a neutro isolato) a sbalzo (interruttore *I* aperto), in base ai dati stabiliti in figura e considerando *conduttori di rame* ($\rho_{20°}$=*0,018 Ωmm² /m*) ed una caduta di tensione ammissibile del **5 %** (la distanza inter-fase è di 1,5 m).

B. Calcolare la massima caduta di tensione percentuale, sulla linea dimensionata come al punto A, prima e dopo aver rifasato localmente i carichi a cosφ pari a 0,98;

C. Calcolare la potenza reattiva di un banco di condensatori di rifasamento inserito sulla sbarra **M** per avere un cosφ pari a 0,99, specificandone il collegamento e giustificando la scelta progettuale (senza considerare il rifasamento di cui al par. B);

D. Calcolare la caduta massima di tensione senza nessun tipo di rifasamento nel caso la rete venga alimentata dai due estremi M e M' (interruttore I chiuso).

3) Con riferimento alla linea trifase di figura, esercita a tensione nominale U_n=20 [kV], si richiede di:



a) dimensionare la linea in cavo RG7H1RX sapendo che si prevede l'utilizzo di tre cavi unipolari posati a trifoglio a contatto direttamente interrati in terreno a resistività termica pari a 200 °Ccm/W e che la massima caduta di tensione ammissibile deve essere del 1 %;

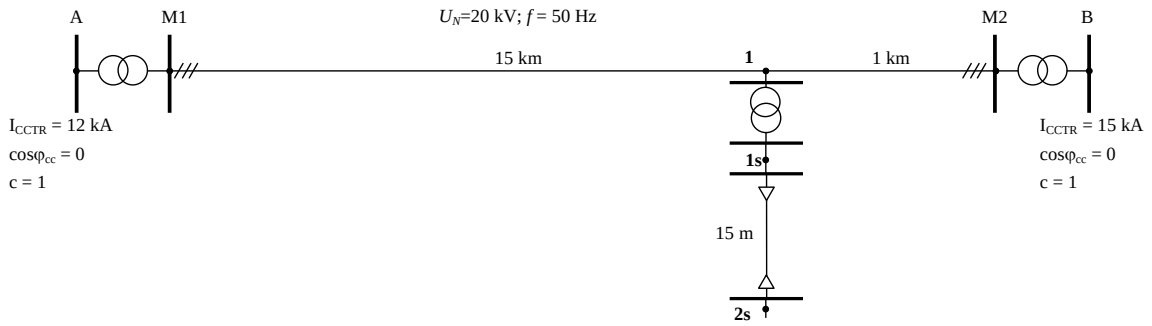
b) calcolare la massima caduta di tensione percentuale;

c) calcolare le perdite attive e quelle dielettriche (ipotizzando *c=0,25 μF/km; tan δ=0,001*);

d) supponendo che le protezioni della conduttura in cavo intervengano in *t=2 s* e che la corrente di corto circuito massima termicamente equivalente per tutto il tempo *t* sia *13,0 kA*, verificare se la sezione scelta è adeguata ($\vartheta_{esercizio}$=90°C, $\vartheta_{massima}$=250° C);

e) essendo la cabina MT/BT di proprietà del cliente (e non del distributore locale) che sistema di distribuzione in BT adotterà lo stesso considerando che l'impianto non è molto esteso?

4) Si supponga che tutta la linea M1-M2 di figura sia costituita da conduttori in rame con induttanza chilometrica ℓ = 1,2 [mH/km] e resistenza chilometrica r = 0,1797 [Ω/km] e che la linea in cavo 1s-2s abbia r_d = 78 [mΩ/km] e reattanza chilometrica x_d = 78 [mΩ/km] e che inoltre si abbia $\underline{z}_0$=3,5 $\underline{z}_d$:



Il trasformatore derivato nel punto 1 è di gruppo Dyn/11 e ha le seguenti caratteristiche:

Potenza	U_1	U_2	u_{cc} %	$\cos\varphi_{cc}$
1000 [kVA]	20 [kV]	400 [V]	4,0	0,22

Si supponga inoltre che le sbarre MT *M1 e M2* siano alimentate da trasformatori 132 kV/20 kV (***gruppo YNyn6; P = 40 MVA***; u_{cc}***= 15 %;*** $\cos\varphi_{cc}$ ***= 0,04***).

a) Si calcolino la corrente di guasto nel caso di cortocircuito trifase in 2s.

b) Si calcolino la corrente di guasto nel caso di cortocircuito monofase in 2s.

c) Si calcolino la corrente di guasto nel caso di cortocircuito monofase in 1s.

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prova pratica del 23 novembre 2017

TEMA "Elettrica" n.2

Progettare un trasformatore trifase in aria, per servizio continuativo, di potenza nominale pari a S_n=630 kVA, con tensione primaria V_{n1} = 20 kV ± 2 X 2.5 % e tensione secondaria V_{n2} = 400 V, per frequenza f=50 Hz.
Si preveda un collegamento Triangolo-Stella, un rapporto tra le perdite $P_{Joule}/P_{ferro} \approx 5$, una tensione di corto circuito pari a $v_{cc\%}$ = 6 %, una corrente a vuoto inferiore al 2%.

Presentare il progetto completo, compilando la tabella riassuntiva allegata.

Scelte progettuali		Note	
Flusso magnetico Induzione nel ferro Carico elettrico (A/m) Densità di corrente AT Densità di corrente BT			

Dimensioni					
Avvolgimento BT		**Avvolgimento AT**		**NUCLEO**	
Num. spire Sezione spire Tipo conduttore Altezza avvolg. Diametro interno Diametro esterno		Num. spire Sezione spire Tipo conduttore Altezza avvolg. Diametro interno Diametro esterno		Altezza colonna Sezione colonna Interasse Sezione giogo	
Note sull'avvolg.		Note sull'avvolg.		Note sul nucleo	
CANALI ARIA		**PESI e PERDITE**		**VERIFICHE**	
Portata d'aria Incremento temp. Portata d'aria Incremento temp.		Conduttore BT Conduttore AT Ferromagn. Perdite avv. BT Perdite avv. AT Perdite ferro		Sovratemp. BT Sovratemp. AT Rendimento Corrente a vuoto Tensione cc %	

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prova pratica del 23 novembre 2017

TEMA "Materiali"

1) Descrivere il concetto di dislocazione e la sua importanza nella teoria della deformazione plastica (max 1 pag)

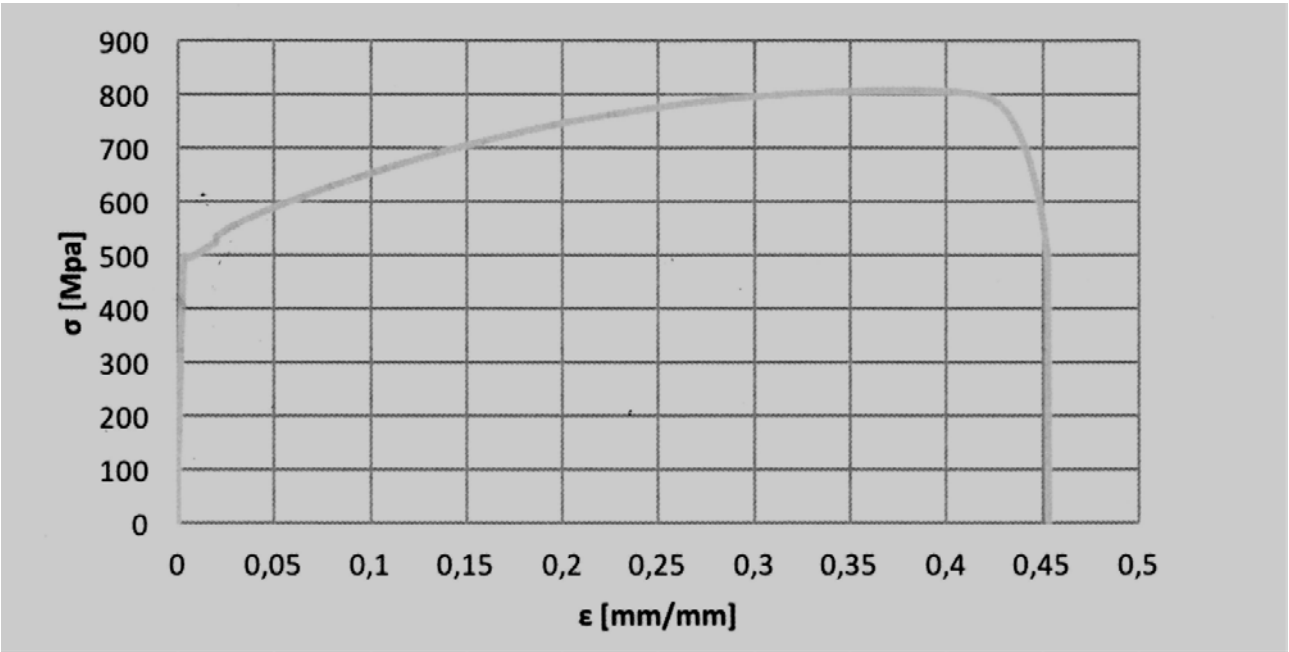
2) Dato un provino cilindrico caratterizzato da σ_{sn}= 500MPa, ε_{sn}= 0,00238, l= 80mm, l_0= 50mm, d=5mm, d_0=10mm calcolare: modulo di Young, allungamento percentuale , strizione percentuale

3) Si consideri la cementazione gassosa di un ingranaggio in AISI1020 alla temperatura di 927°C. Calcolare il tempo, in minuti, necessario per avere un contenuto di carbonio dello 0.4% a 0.5 mm dalla superficie. Si assuma che il contenuto di carbonio sulla superficie diventi 0.9% e che l'acciaio abbia un contenuto nominale di carbonio a cuore dello 0.2%
D (C nel ferro) a 927°C = $1{,}28 \times 10^{-11} m^2/s$.

4) Scrivere l'equazione di Sherrer e descrivere il suo utilizzo nella tecnica XRD

5) Calcolare il diametro in mm e la lunghezza finale in metri di un filo di rame lungo 5.750 m, sapendo che presenta una deformazione elastica fino un carico s di $1.0 \cdot 10^8$ Pa e che E è pari a 1.10 ·1011 Pa, nell'ipotesi che deve sopportare una trazione max di 1500 kg_f.

6) Dalla curva di trazione in figura individuare per via grafica σ_{sn}, ε_{sn}, E, σ_{max}, ε_{max}, R_{p02}, A%.



7)Descrivere cos’è il “dead-men” e il suo ruolo nella gestione dell’altoforno

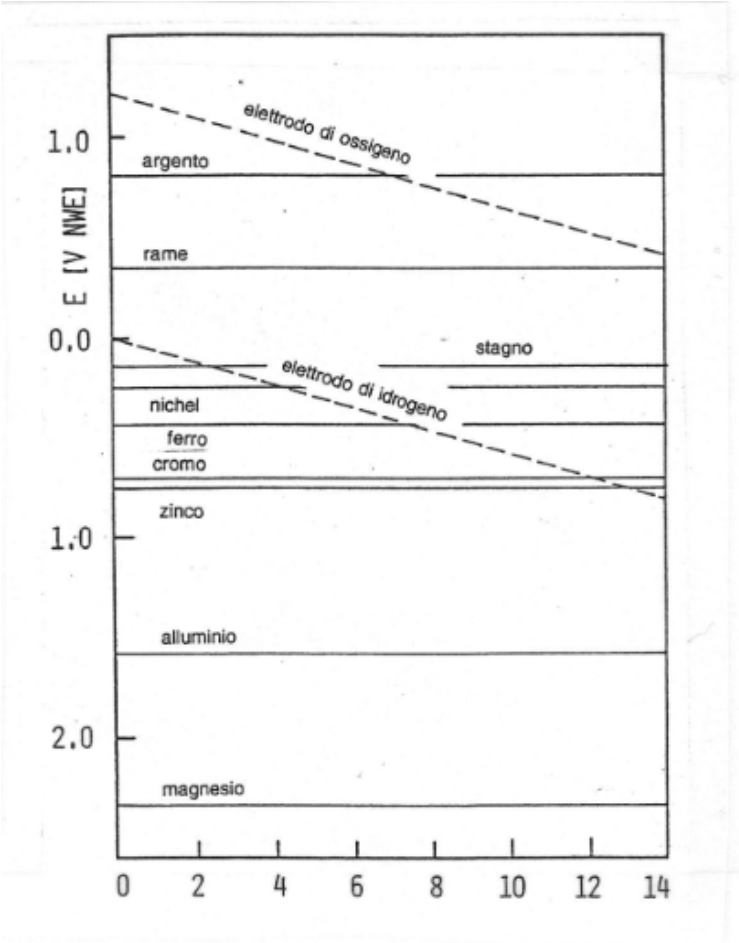
8) Un impianto ortopedico (ad esempio una placca da osteosintesi in acciaio inossidabile) fissata con viti dello stesso materiale subisce un modesto attacco corrosivo in corrispondenza ai contatti vite-placca. Di che tipo di attacco si tratta? Che danni può causare?

9) L’albero di trasmissione dell’elica di una nave, attentamente progettato in modo che gli sforzi applicati non superino mai il limite di fatica del materiale, si è inaspettatamente rotto con una morfologia simile a quello della fatica. Cercate una spiegazione.

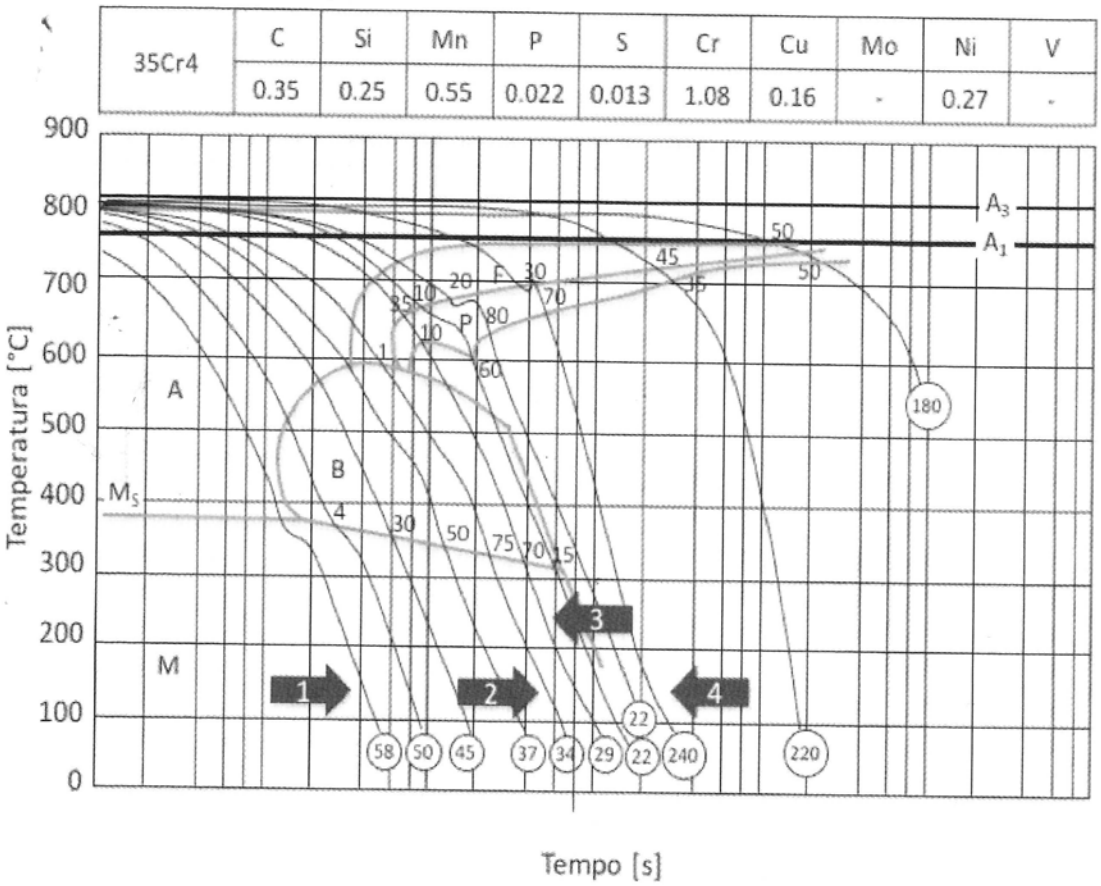
10) Le leggi della termodinamica permettono di calcolare se la corrosione di un metallo è possibile o no. Sulla base del diagramma potenziale pH generale (figura)

a) indicare, quali metalli si possono corrodere in presenza di ossigeno
-a pH 2
-a pH 12

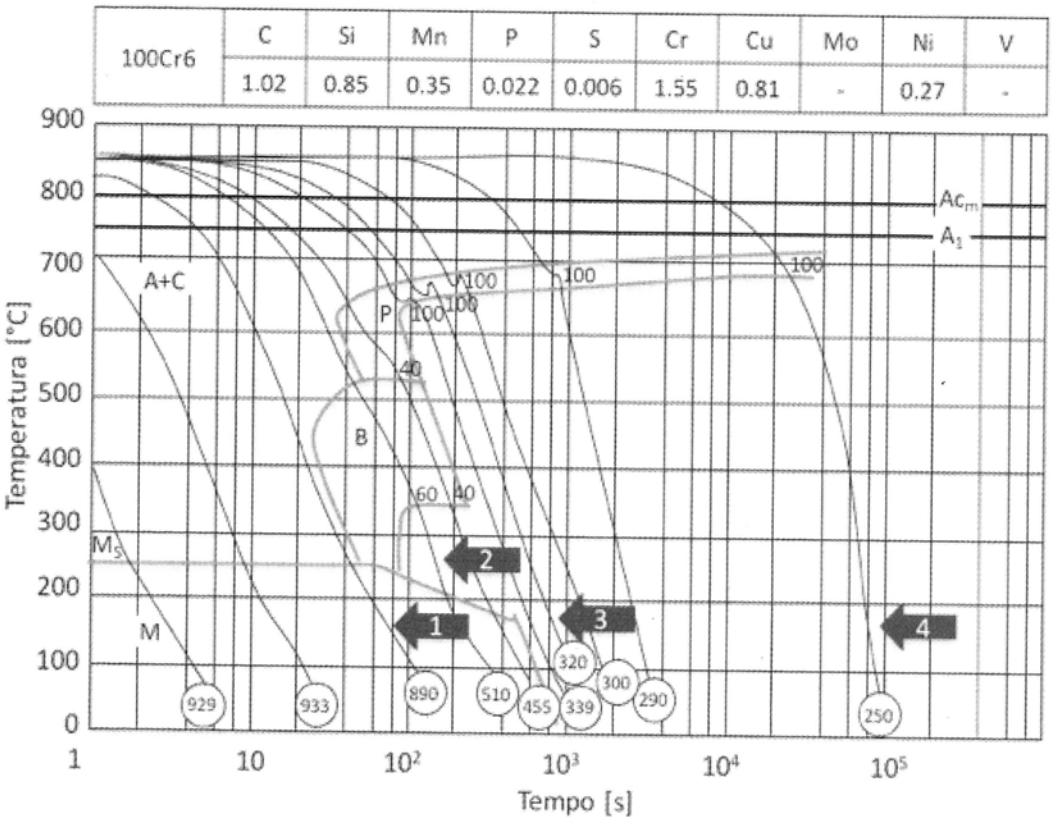
b) indicare, quali metalli si possono corrodere in assenza di ossigeno
-a pH 2
-a pH 12



11)Per le traiettorie di raffreddamento individuate dalle frecce indicare: la struttura formata alla fine del raffreddamento (con le quantità), la sua durezza e la sua resistenza meccanica.



Curva di trasformazione anisoterma: CCT1.



Curva di trasformazione anisoterma: CCT2.

12) Determinare il profilo radiale di durezza per una barra cilindrica in acciaio 1040 temprata in acqua moderatamente agitata. Ripetere poi esercizio nel caso di tempra in olio

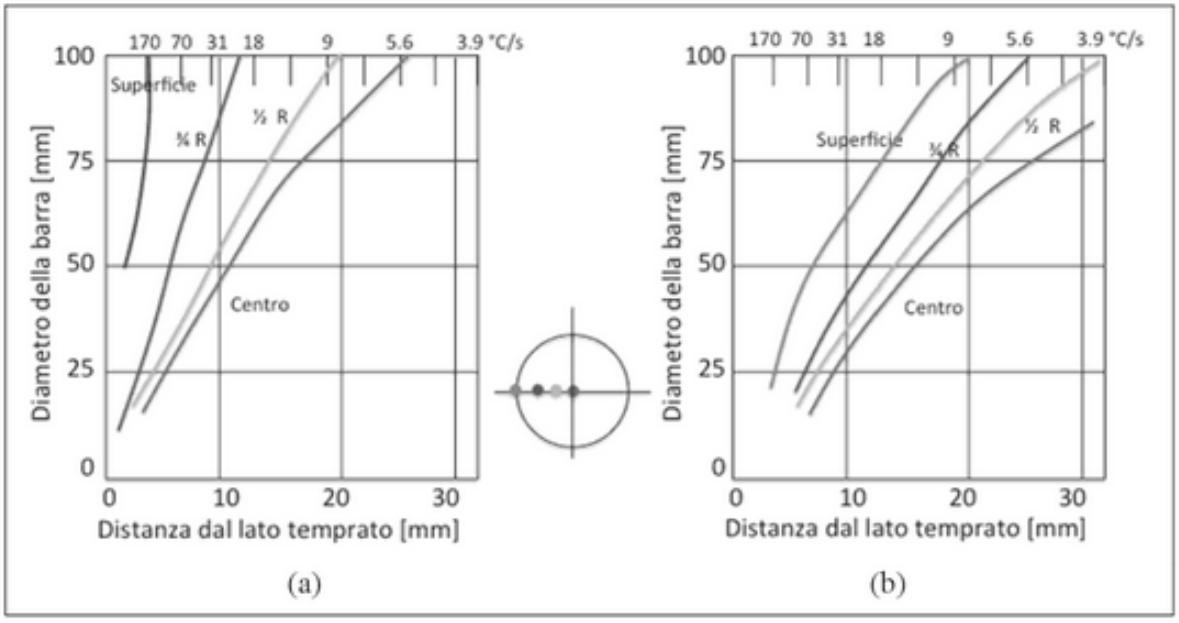
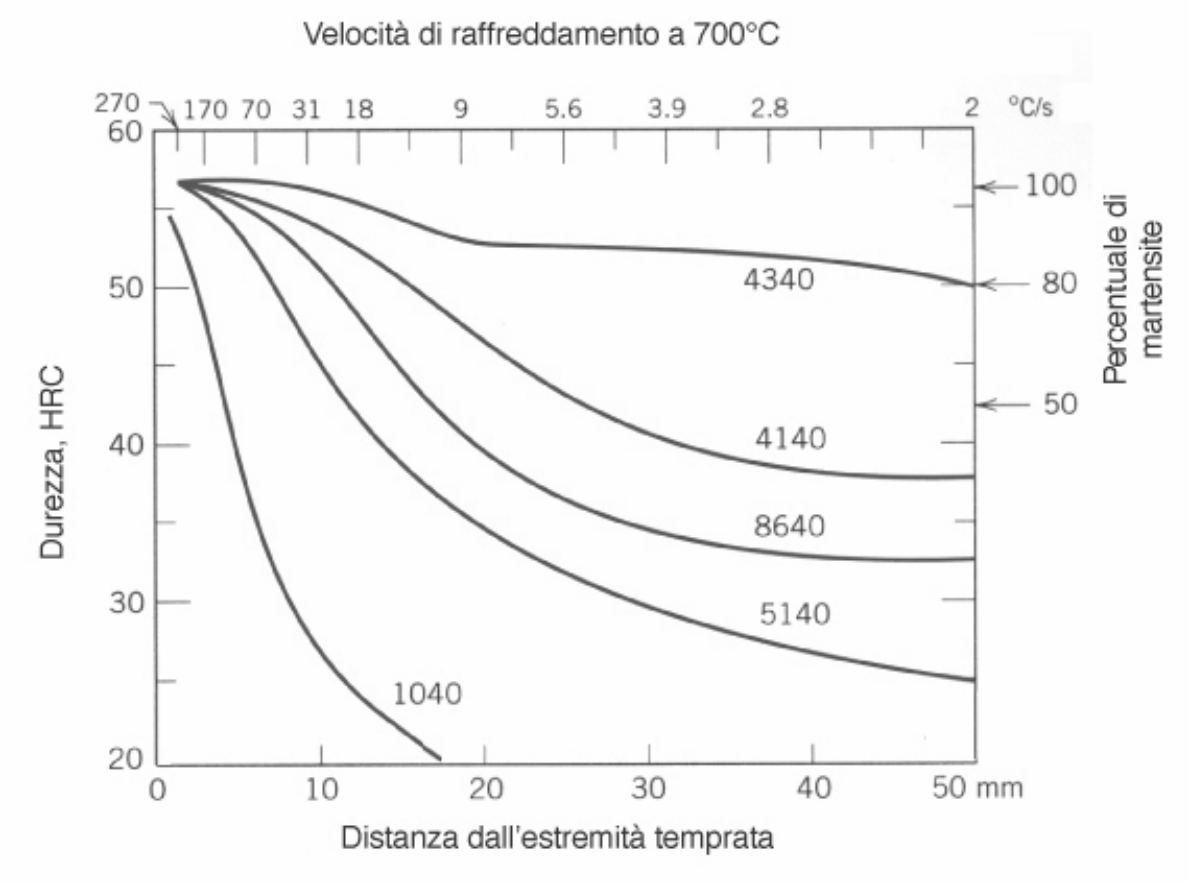


Fig. 2 - Correlazione geometrica: tempra in acqua (a) e tempra in olio (b).



13) Sia il ferro sia gli acciai al carbonio si corrodono spontaneamente all‘ atmosfera industriale. Per costruzioni che devono resistere alla corrosione in ingegneria civile ed architettura si utilizzano dunque spesso acciai inossidabili

a) Scrivere le reazioni parziali e la reazione complessiva di questo processo di corrosione e indicare la reazione anodica e catodica. Quali sono dunque le condizioni in quali il ferro o gli acciai al carbonio si possono corrodere ?

b) Disegnare in un diagramma di polarizzazione (densità di corrente vs potenziale) schematico la curva anodica di dissoluzione del ferro e la curva catodica della riduzione dell‘ ossigeno. Indicare nel grafico il potenziale di corrosione e la velocità di corrosione.

c) Disegnare nello stesso diagramma la curva anodica di un acciaio inossidabile del tipo AISI304 che si passiva spontaneamente nell’ ambiente di b). Dove si trova il potenziale di corrosione di questo materiale ? Spiegare che cosa si forma sulla superficie dell‘ acciaio inossidabile.

d) Spiegare – sempre con l’aiuto delle curve di polarizzazione - che cosa succede se in una struttura le lamine di acciaio inossidabile sono fissate con viti di acciaio normale.

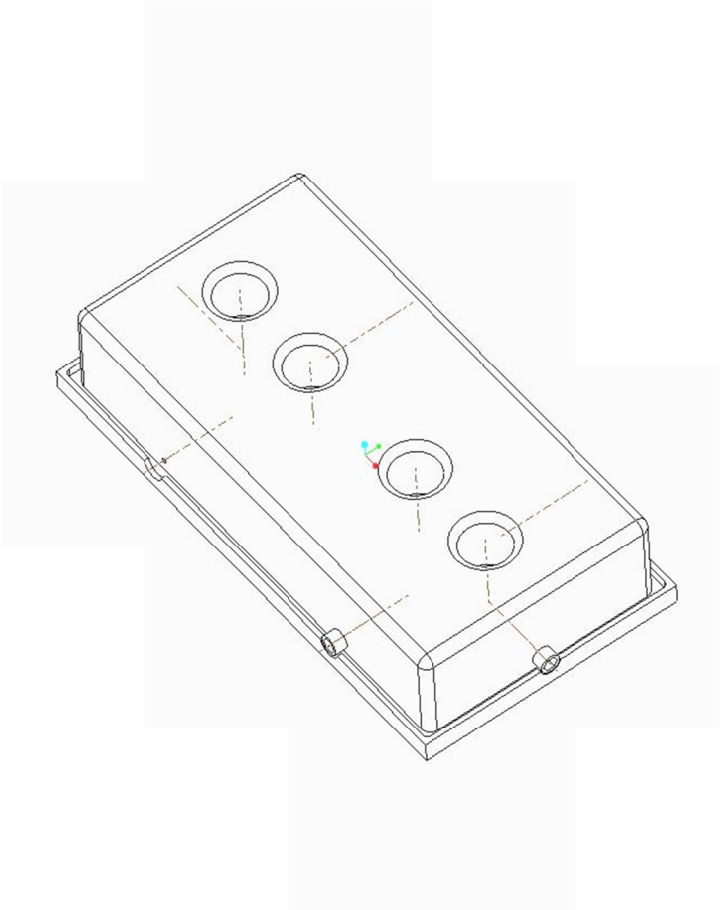
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

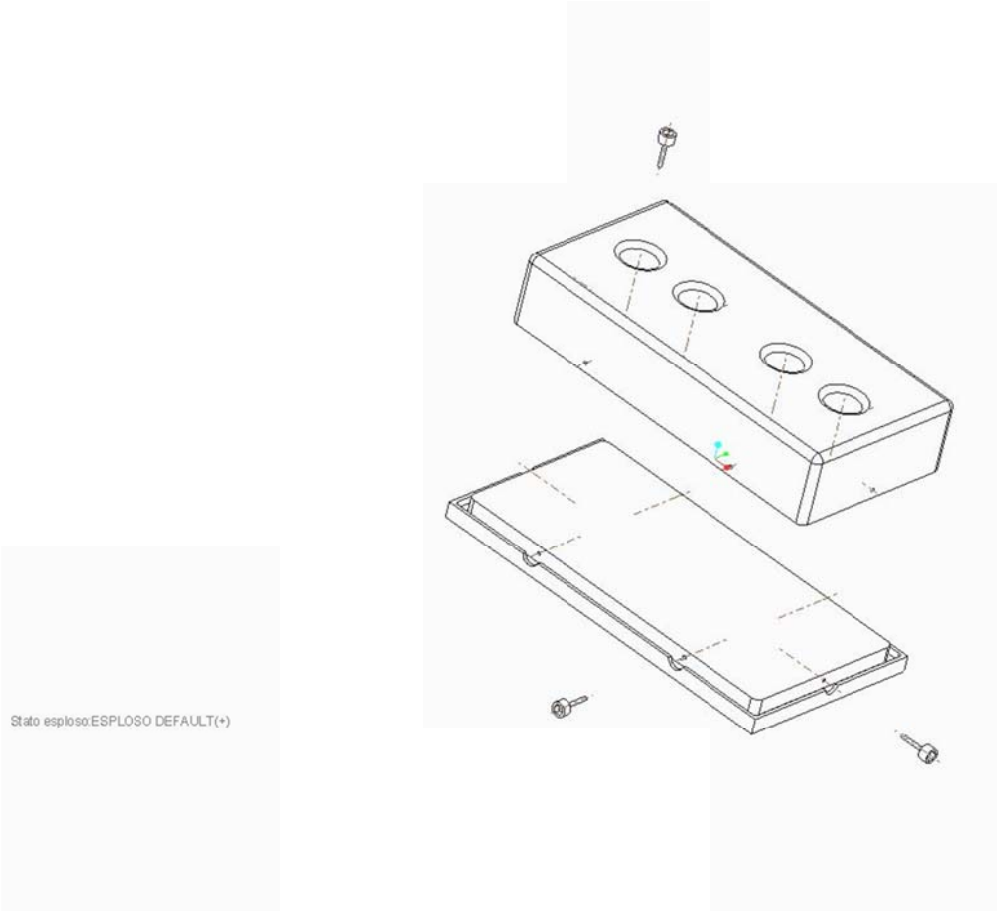
Seconda sessione 2017
Terza prova scritta del 23 novembre 2017

TEMA "Innovazione del Prodotto" n. 1

Un sistema di contenimento e protezione è costituito da un elemento base realizzato in lega di alluminio e da un coperchio realizzato sempre in lega di alluminio con uno spessore di 1.4 mm, entrambi ottenuti per pressocolata, assemblati e tenuti in posizione da 6 viti di lunghezza utile di 15 mm (2 per ciascun lato lungo e 1 per ciascun lato corto). Una rappresentazione schematica dell'assemblato è rappresentata di seguito.



L'esploso dello stesso prodotto è invece rappresentato nella figura seguente nella quale è stata aggiunta 1 vite delle 4 che servono a fissare due sensori all'interno del coperchio. Queste 4 viti verranno inserite nelle 4 sedi cilindriche superiori del coperchio.



I disegni tecnici della base e del coperchio sono allegati a questo documento e rappresentano le tre viste canoniche dei due oggetti.

Il candidato deve riprogettare questi due componenti in modo tale che la geometria degli ingombri esterni risultino eguali a quelli originali del componente assemblato, ma ricorrendo non più a materiali metallici, bensì a polimeri eventualmente caricati, lasciando immutata la geometria del coperchio per quello che riguarda le 4 sedi destinate alle 4 viti per il fissaggio dei due sensori all'interno del coperchio.

Nella **riprogettazione dei componenti** il candidato deve:

1. Garantire la medesima rigidezza flessionale delle pareti piane del coperchio realizzate con il polimero rispetto alla rigidezza flessionale delle pareti piane realizzate il lega di Alluminio con il processo di presso colata.

2. Eliminare la necessità di utilizzare viti per assemblare il coperchio alla base

3. Evitare la necessità di gestire la presenza di sottosquadri nei pezzi riprogettati che porterebbero alla adozione di cassetti scorrevoli nella realizzazione dello stampo per Injection Molding

4. Garantire comunque l'ispezionabilità/manutenzione dei sensori

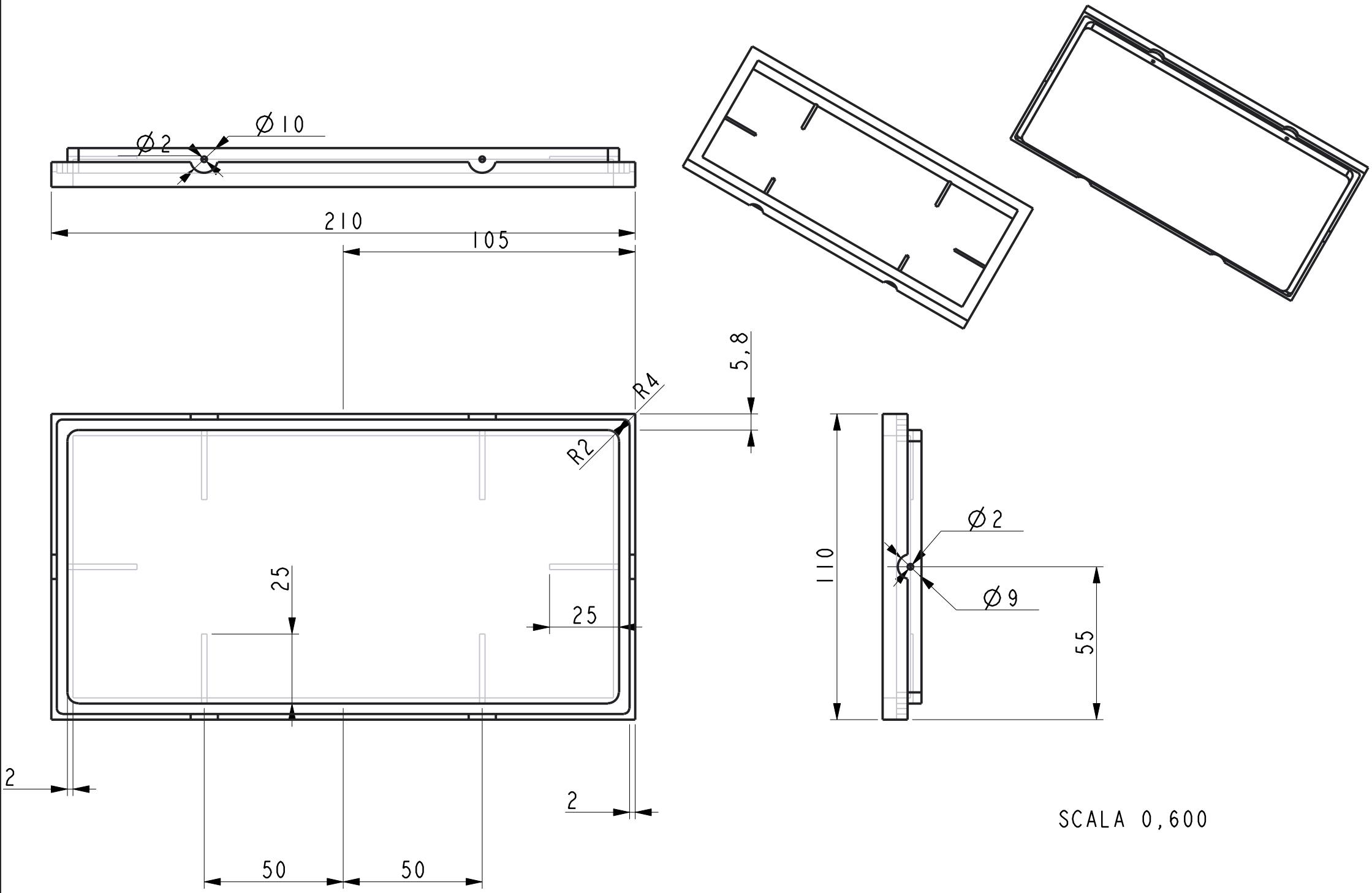
Sulla base delle scelte progettuali (materiale polimerico, geometrie, ecc.) fatte dal candidato, lo stesso **dovrà inoltre per entrambi i componenti**:

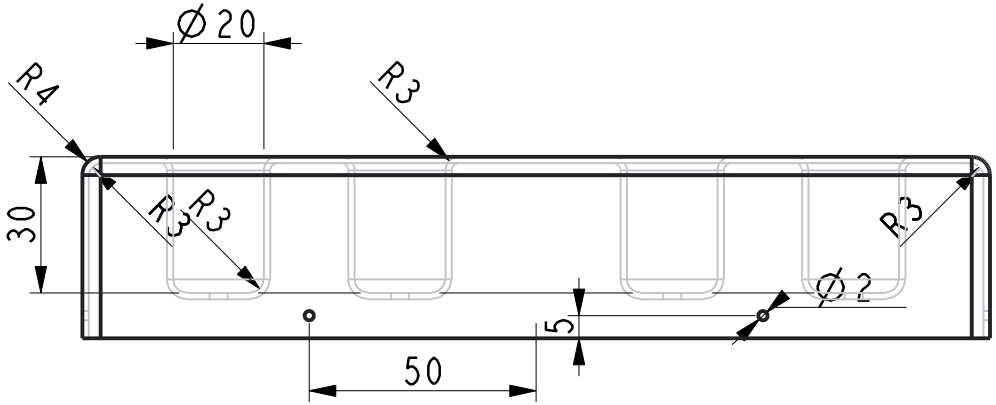
1. individuare la direzione di apertura degli stampi coincidente con quella di estrazione dei componenti stampati
2. stimare la forza di serraggio richiesta nel caso si utilizzi uno stampo con singola cavità (figura)
3. stimare il tempo di raffreddamento necessario per il raggiungimento della temperatura di estrazione

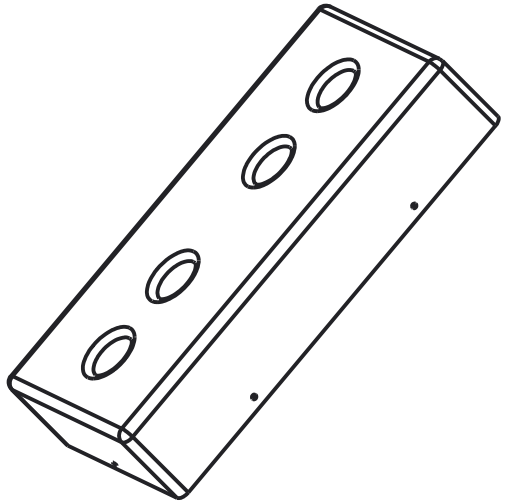
Se il candidato non dispone di materiale tecnico specifico sui materiali può fare riferimento alle seguenti tabelle

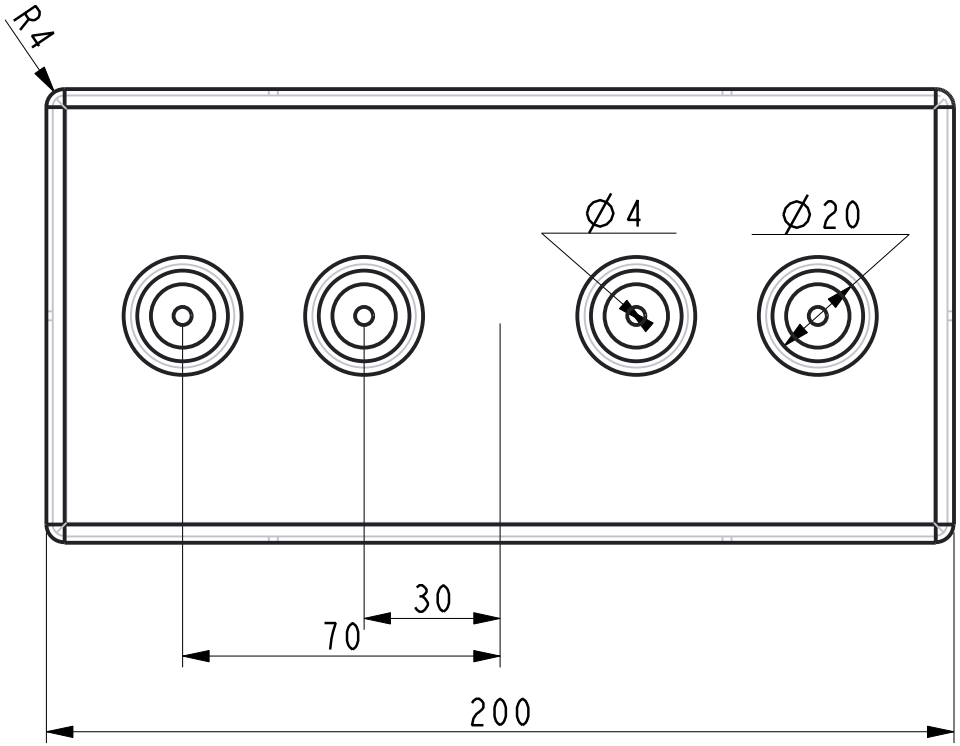
polimero termoplastico	**Tensione di snervamento, Y [MN/m^2]**	**Modulo elastico, E [MN/m^2]**	**Temp. di deflessione al calore. [°C]**	**Costo [€/kg]**
HDPE - High Density Polyethylene	**33**	**925**	**42**	**0.90**
Filled PP - Polypropylene caricato 40% con talco	**32**	**3300**	**88**	**1.17**
ABS - acrylonitrile-butadiene-styrene copolymer	**41**	**2100**	**99**	**2.93**
6/6 Nylon	**70**	**2800**	**93**	**4.00**
PC - Polycarbonate	**64**	**2300**	**130**	**4.36**
PC - Polycarbonate caricato 30% con fibre di vetro	**90**	**5500**	**143**	**5.54**
Acciaio a basso tenore C	***200***	***207000***	***600***	***0.80***
Lega Al per pressocolata	***150***	***75000***	***285***	***2.92***

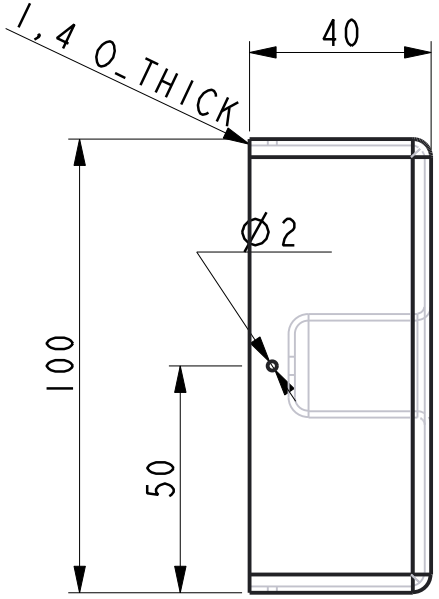
Materiale	**Densità [kg/dm^3]**	**Diffusività termica [mm^2/s]**	**Temperatura di iniezione [°C]**	**Temperatura degli stampi [°C]**	**Temperatura di estrazione [°C]**	**Pressione di iniezione [MPa]**
HDPE	0.95	0.11	232	27	52	96.5
PS	1.59	0.09	218	27	77	96.5
ABS	1.05	0.13	260	54	82	100.0
PA	1.13	0.10	291	91	129	110.3
PC	1.20	0.13	302	91	127	117.2
PC con 30% fibra vetro	1.43	0.13	329	102	141	131.0
PPO	1.06	0.12	232	82	102	103.4
PPO con 30% fibra vetro	1.27	0.14	232	91	121	103.4
PET con 30% fibra vetro	1.56	0.17	293	104	143	117.2


Ø10
Ø2
210
105
5,8
R4
R2
25
25
2
2
50
50
110
Ø2
Ø9
55
SCALA 0,600


Ø20
R4
R3
R3
R3
R3
30
Ø2
5
50




R4
Ø4
Ø20
30
70
200


1,4 O_THICK
40
Ø2
100
50

SCALA 0,600

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prova pratica del 23 novembre 2017

TEMA "Innovazione del Prodotto" n. 2

Un ciclo frigorifero a semplice compressione di vapore a R410A deve garantire la potenza frigorifera necessaria al corretto funzionamento di un sistema di condizionamento estivo di un impianto industriale. L'evaporatore evapora a 3°C e raffredda una portata d'acqua di 20600 kg/h dalla temperatura di 12°C a quella di 7°C. In uscita dall'evaporatore il refrigerante è surriscaldato di 5°C e viene compresso da un compressore con rendimento isoentropico pari a 0.7. Il condensatore cede il calore ad una portata di acqua proveniente da un processo industriale alla temperatura di 33°C ed è ammesso un riscaldamento della stessa di 5°C. Dimensionare il condensatore della tipologia a fascio tubiero, nell'ipotesi che all'uscita dello stesso il liquido sia saturo. La perdita di carico ammissibile lato acqua sia pari a 48 kPa. Si allega il diagramma del fluido R410A.

Fattore correzione diametro centro tubi

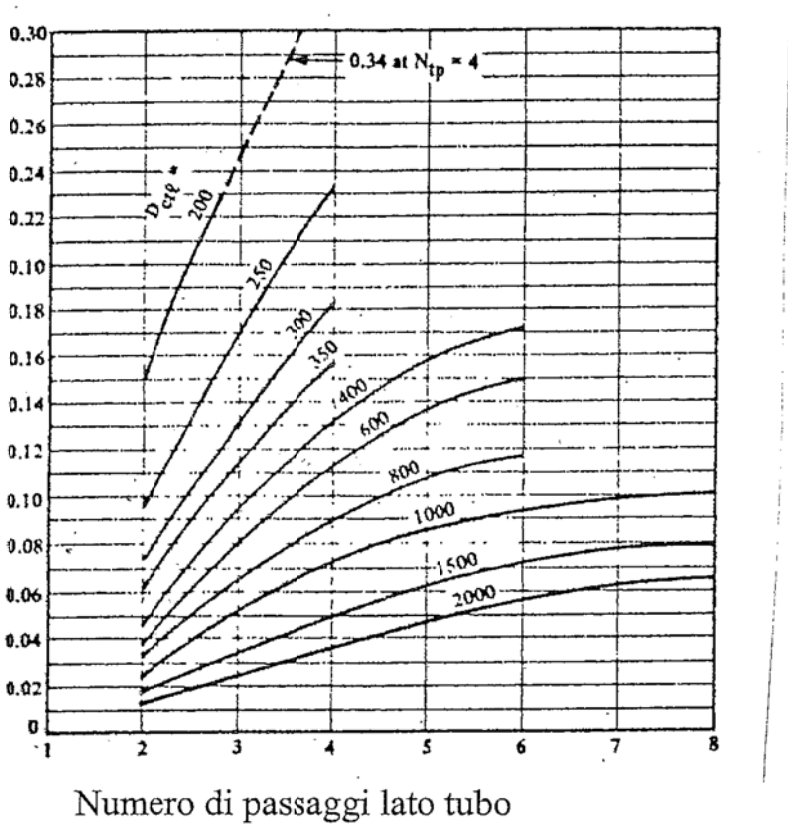
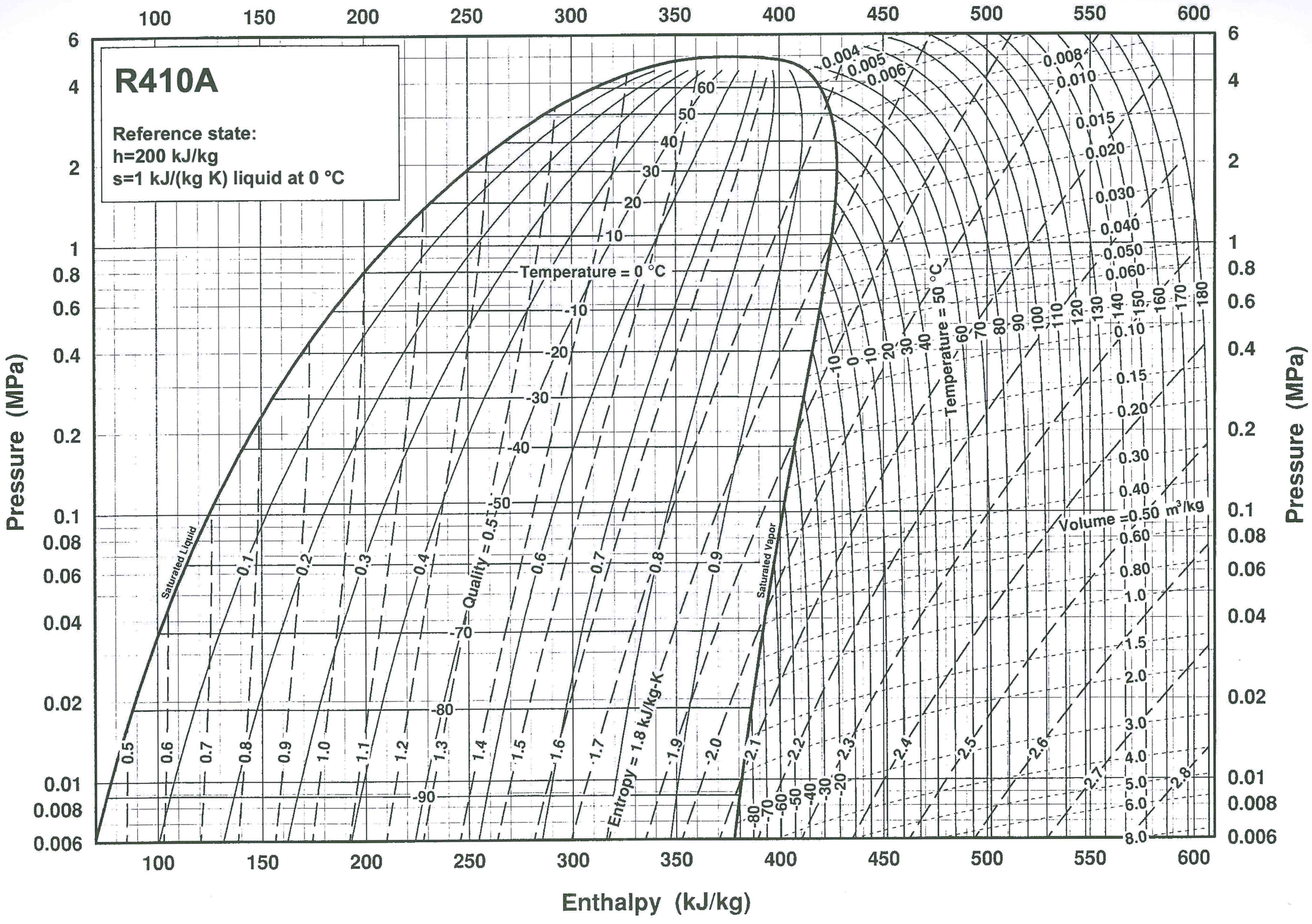


Figura 1: Fattore di correzioni diametro centro tubi in funzione del numero di passaggi

T_{sat}	p_{sat}, L	P_{sat}, V	Densità, L	Densità, V	Entalpia, L	Entalpia, V	$c_{p,}$ L	c_p, V	Conducibilità Termica, L	Conducibilità. Termica, V	Viscosità din. L	Viscosità din., V	Tensione superf.
[°C]	[bar]	[bar]	[kg/m^3]	[kg/m^3]	[kJ/kg]	[kJ/kg]	[kJ/(kg K)]	[kJ/(kg K)]	[mW/ (m K)]	[mW/ (m K)]	[μPa s]	[μPa s]	[mN/m]
35	21.449	21.385	1005.1	88.851	257.22	426.03	1.8433	1.6753	83.585	17.704	103.03	14.452	3.88915
36	21.989	21.924	999.32	91.55	259.01	425.92	1.8605	1.7052	83.048	17.981	101.58	14.539	3.7561
37	22.54	22.474	993.47	94.338	260.82	425.79	1.8785	1.7367	82.513	18.269	100.14	14.629	3.62405
38	23.102	23.035	987.52	97.218	262.65	425.63	1.8976	1.77	81.978	18.571	98.708	14.721	3.4929
39	23.674	23.605	981.48	100.2	264.48	425.46	1.9176	1.8054	81.445	18.886	97.282	14.815	3.3627
40	24.256	24.187	975.33	103.27	266.33	425.26	1.9389	1.8428	80.914	19.217	95.861	14.913	3.2335
41	24.85	24.779	969.08	106.46	268.2	425.04	1.9615	1.8827	80.383	19.563	94.446	15.013	3.10535
42	25.454	25.383	962.72	109.76	270.08	424.79	1.9855	1.9252	79.854	19.926	93.034	15.117	2.97815
43	26.07	25.998	956.23	113.18	271.98	424.52	2.0112	1.9707	79.326	20.307	91.626	15.224	2.8521
44	26.697	26.624	949.62	116.72	273.9	424.21	2.0386	2.0193	78.8	20.708	90.221	15.335	2.7271
45	27.335	27.261	942.88	120.4	275.84	423.88	2.068	2.0715	78.275	21.131	88.817	15.45	2.60325
46	27.985	27.911	935.99	124.23	277.8	423.52	2.0997	2.1277	77.752	21.576	87.415	15.569	2.4805
47	28.647	28.572	928.95	128.2	279.77	423.12	2.134	2.1884	77.23	22.047	86.013	15.693	2.359
48	29.321	29.245	921.75	132.33	281.77	422.69	2.1712	2.2541	76.71	22.546	84.609	15.823	2.23865
49	30.007	29.93	914.37	136.64	283.8	422.22	2.2117	2.3256	76.193	23.075	83.204	15.957	2.1196
50	30.706	30.628	906.8	141.14	285.85	421.72	2.256	2.4036	75.677	23.636	81.795	16.098	2.0019

Tabella 1: proprietà del fluido R410A. L= liquido saturo, V=vapore saturo.


R410A
Reference state:
h=200 kJ/kg
s=1 kJ/(kg K) liquid at 0 °C
Temperature = 0 °C
Temperature = 50 °C
Saturated Liquid
Saturated Vapor
Quality = 0.5
Entropy = 1.8 kJ/kg-K
Volume = 0.50 m³/kg
Pressure (MPa)
Enthalpy (kJ/kg)

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prova pratica del 23 novembre 2017

TEMA "Aerospaziale"

Si consideri una sonda interplanetaria destinata all'esplorazione del pianeta Marte, equipaggiata con uno spettrometro a due canali (visibile e infrarosso) per lo studio della composizione della superficie del pianeta. Il candidato, dopo aver ipotizzato i principali requisiti del payload:

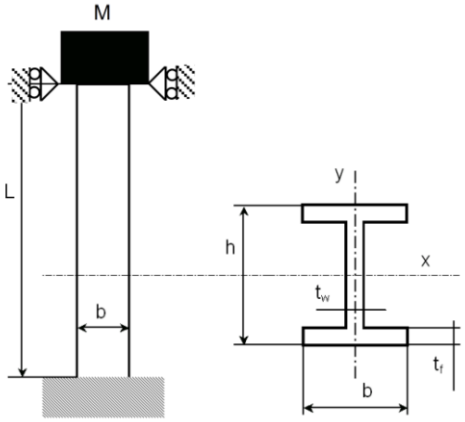
- effettui la scelta dell'orbita su cui collocare il veicolo, tenendo conto anche della necessità di trasmissione a Terra dei dati scientifici dello strumento, specificando in particolare semiasse maggiore, inclinazione ed eccentricità;
- individui le principali fasi di trasferimento dall'orbita di parcheggio acquisita dopo il lancio all'orbita operativa di cui al punto precedente, calcolando il budget del sistema propulsivo;
- dopo aver ipotizzato i requisiti di sistema della sonda, esegua il dimensionamento preliminare del sistema di potenza basato su pannelli solari e batterie;

Ciascuno dei precedenti quesiti deve essere trattato da un punto di vista quantitativo, dettagliando le scelte costruttive e i principali parametri numerici che le caratterizzano.

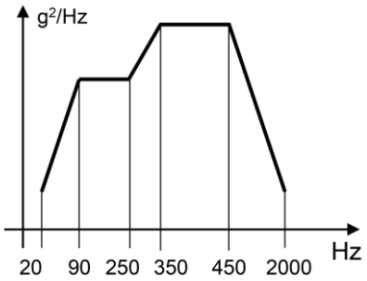
Infine, il candidato, verifichi la struttura di supporto del payload ipotizzando sia costituita da una trave di sezione ad I realizzata in lega di alluminio **AA7075-T4**, le cui dimensioni sono riportate in figura. La massa **M** del payload è concentrata all'estremità del supporto. Alla base della trave è applicata una vibrazione random la cui PSD è indicata in figura, sia ξ il rapporto di smorzamento del sistema; considerando la sollecitazione puramente assiale, si calcoli:

a) la tensione nella trave con riferimento alla $\ddot{x}_{rms}$, si supponga che tale accelerazione agisca solo sulla massa **M**
b) la tensione nella trave con riferimento alla $\ddot{x}_{\max}$ valutata con l'approccio al $3\cdot\sigma$
c) si verifichi all'instabilità primaria e secondaria la trave nel caso b)
d) si valuti la tensione di crippling per la sezione in esame.

Nel calcolo della rigidezza del sistema **si trascuri** la massa della trave. Per le analisi richieste ai punti c) e d) si determini il valore del margine di sicurezza (FoS=1.1, FoS_{add}=1.05).



frequenza (Hz)	Ampiezza PSD (g^2/Hz)
20	0.002
90	0.08
250	0.08
350	0.15
450	0.15
2000	0.002



Dati:
M = 2.5 kg
b = 40 mm t_f = 0.5 mm
h = 55 mm t_w = 0.5 mm
L = 950 mm

E = 71000 MPa ν = 0.3 ρ_{all} = 2810 kg/m^3 ξ=0.025
σ_s = 360 MPa (materiale stato **T4**)

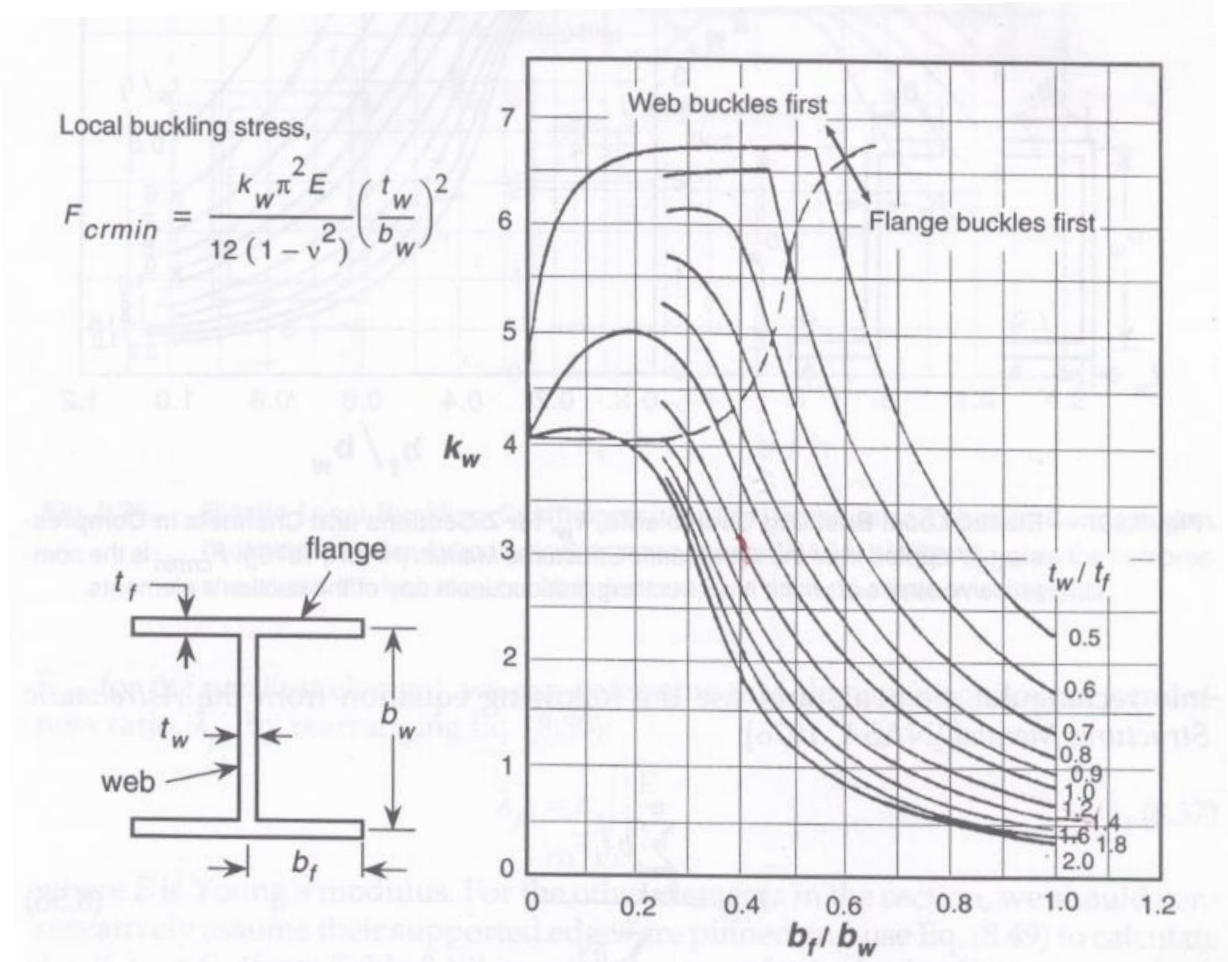


Fig. 8.27. Elastic Local Buckling Coefficients, k_w, for I-Sections in Compression. (Adapted from the *Astronautic Structures Manual* [NASA, 1976]). F_{crmin} is the compressive stress at which local buckling first occurs in any of the section's elements.

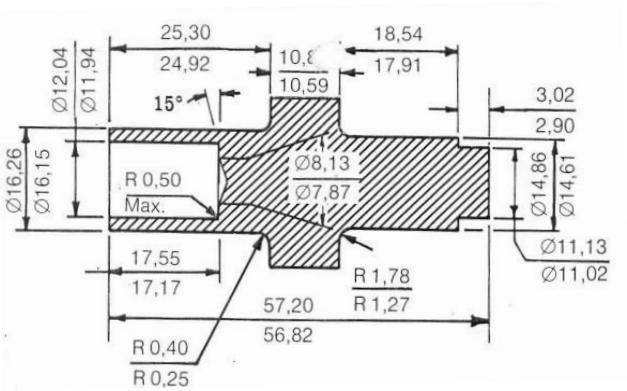
UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

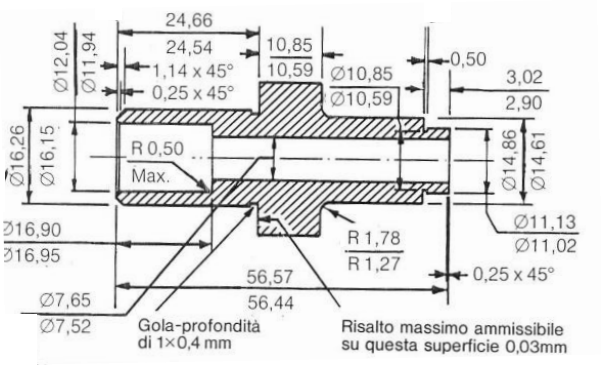
ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prova pratica del 23 novembre 2017

TEMA "Meccanica"

Si consideri l'elemento di raccordo riportato in figura, proposto in due geometrie adatte ad essere prodotte per forgiatura e per asportazione di truciolo. Il materiale da impiegare deve avere una tensione di snervamento minima di 400 MPa.





Al candidato si richiede di:

a) identificare quale variante è adatta ad essere prodotta per forgiatura e quale per asportazione di truciolo;

b) scegliere le classi di materiali idonee per la realizzazione del componente;

c) eseguire il dimensionamento del processo di forgiatura per ottenere il componente e la determinazione della pressa richiesta per l'esecuzione del ciclo;

d) eseguire il dimensionamento di massima degli stampi per realizzare la sequenza di forgiatura;

e) ove non presenti, prescrivere le finiture superficiali ritenute più idonee ed eseguire il dimensionamento del ciclo di lavorazione alle macchine utensili per ottenere il componente con l'individuazione dei principali parametri di lavorazione.

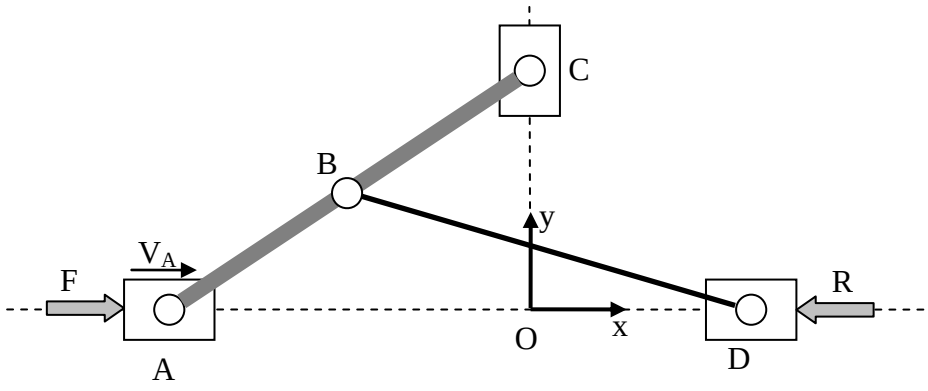
UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALLA PROFESSIONE DI INGEGNERE INDUSTRIALE

Seconda sessione 2017
Prova pratica del 23 novembre 2017

TEMA "Meccatronica"

Il meccanismo rappresentato in figura è disposto nel piano orizzontale. Il pattino A scorre lungo una guida parallela all'asse x con una velocità costante V_A pari a 2.5 m/s (verso indicato in figura). La biella AC, di massa uniformemente distribuita pari a 15 kg e vincolata al pattino A con una coppia rotoidale, trasferisce il moto al pattino C mediante un accoppiamento rotoidale in C. Il pattino C scorre lungo una guida parallela all'asse y. A sua volta, la biella BD, connessa ad AC mediante un accoppiamento rotoidale, trasferisce il moto al pattino D che scorre lungo la guida parallela all'asse x. Gli assi cinematici delle tre guide si intersecano nell'origine del sistema di riferimento O. Sul pattino D agisce la forza R con direzione e verso indicati in figura.



Dati: AB = 500 mm AC = BD = 1000 mm R = 120N

Si effettui l'analisi cinematica di posizione e di velocità del meccanismo quando il pattino A dista 750 mm dall'origine del sistema di riferimento O. Calcolare inoltre:

- L'accelerazione angolare della biella AC.
- Il rapporto di velocità tra lo spostamento del pattino D e quello del pattino A.
- La forza F da applicare al pattino A per equilibrare dinamicamente la forza R e gli effetti inerziali della biella AC.