



Il Presidente della Commissione

Esami di Stato
Seconda Sessione Novembre 2019
PROVA PRATICA SCRITTA
(Caratterizzante la classe)
CLASSE 25/S – LM20 - Ing. AEROSPAZIALE
11 Febbraio 2020
Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE

Tema n. 1

Prima Parte

Un motore endoreattore è disegnato per funzionare in condizioni matching al livello del mare con una pressione in camera di combustione $p_c=3$ MPa, una temperatura in camera di combustione $T_c=2300$ K, un consumo di propellente di 15 kg/s.

Sono dati inoltre il rapporto dei calori specifici $\gamma=1.3$, il calore specifico a pressione costante $c_p=1500$ J/kg K ed $R=346$ J/kg K.

- costruire un grafico illustrante la variazione di area A , della velocità v e del numero di Mach M in funzione della pressione lungo l'ugello.
- calcolare spinta ideale, impulso specifico e C_f .
- disegnare con il metodo semplificato del Rao un ugello a campana di lunghezza 70% di un ugello conico di semi-apertura 15° .
- verificare di quanto varia la spinta e C_f dell'ugello disegnato rispetto a quello conico di riferimento di semi-apertura 15° .
- discutere brevemente che cosa succede se la pressione allo scarico è maggiore o minore di quella di disegno.

Seconda Parte

1) Dimensionare e confrontare i serbatoi dei sistemi propulsivi chimici nei seguenti casi (si consideri serbatoi cilindrici e si fissi un'altezza massima dei serbatoi):

- | | | |
|----|----------------------|-------------------------------|
| a) | Combustibile LH2 | $\rho=70$ kg/m ³ |
| | Ossidante LO2 | $\rho=1140$ kg/m ³ |
| | rapp. di misc. | $r=6$ |
| | Impulso specifico | $I_{sp}=420$ s |
| | Spinta | $T=1000$ kN |
| | tempo di bruciamento | $t_b=200$ s |
| b) | Combustibile RP-1 | $\rho=750$ kg/m ³ |
| | Ossidante LO2 | $\rho=1140$ kg/m ³ |
| | rapp. di misc. | $r=2.5$ |
| | Impulso specifico | $I_{sp}=290$ s |
| | Spinta | $T=1000$ kN |

tempo di bruciamento $t_b = 200$ s

- c) caso a propellente solido
 Propellente CTPB/AP/Al $\rho = 0.064$ lb/in.³
 Impulso specifico $I_{sp} = 260$ s
 Spinta $T = 1000$ kN
 tempo di bruciamento $t_b = 200$ s

N.B. 1 lb = 0.435 kg

1 in. = 0.0254 m

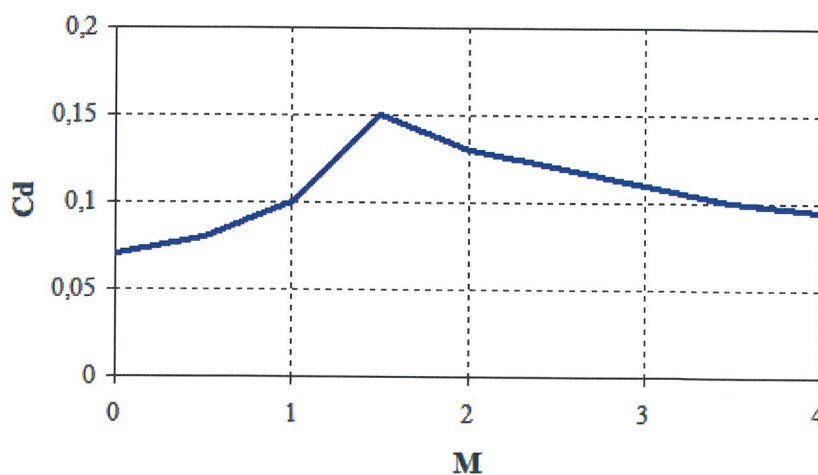
CTPB/AP/Al: propellente composito, CTPB: polibutadiene (a terminazione carbossilica), AP: perclorato d'ammonio, Al: polvere di alluminio.

2) Calcolare i Δv dei casi (a) (b) e (c) per un carico utile di 20000 kg, una $\epsilon = 0.1$ (coefficiente di efficienza strutturale) prima in assenza di gravità e poi considerando la gravità (ascesa verticale con accelerazione di gravità assunta costante pari a $g = 9.81$ m/s²).

3) A parità di carico utile e massa iniziale del veicolo, calcolare come cambiano i Δv del caso 2 con gravità se si assume un tempo di bruciamento $t_b = 100$ s.

Si valuti quanta sarebbe la resistenza aerodinamica del veicolo per le condizioni di volo (quota e velocità) a 30 s dal lancio nei casi con gravità con $t_b = 200$ s e $t_b = 100$ s, assumendo le condizioni di aria standard ed il coefficiente di resistenza come riportato di seguito.

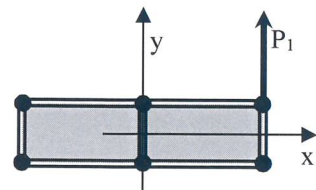
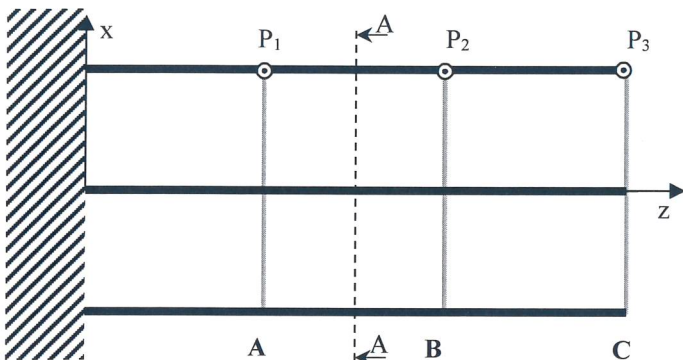
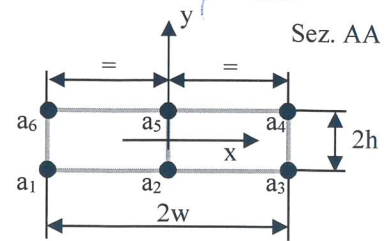
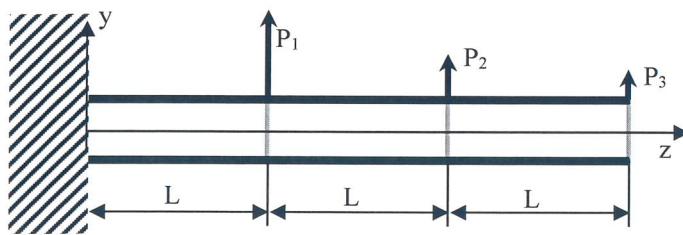
h [km]	ρ [kg/m ³]	T [K]
1	1.11	281
2	1.01	275
3	0.91	268
4	0.82	262
5	0.73	255
6	0.66	249
7	0.59	243
8	0.53	236
9	0.47	230
10	0.41	223
11	0.36	217
13	0.26	217
15	0.19	217
17	0.14	217
19	0.10	217
21	0.075	218
23	0.055	220
25	0.04	222
27	0.029	224
29	0.021	226
31	0.0158	228



Tema n. 2



Il Presidente della Commission.



Centina A

Si consideri il cassone alare a tre longheroni schematizzato in figura, sottoposto ai carichi concentrati $P_1 = 6000 \text{ N}$, $P_2 = 3000 \text{ N}$ e $P_3 = 2000 \text{ N}$, applicati in corrispondenza delle centine **A**, **B** e **C**, con direzione parallela all'asse y indicato in figura. La struttura è realizzata in lega di alluminio, di cui sono noti il modulo elastico $E = 72000 \text{ MPa}$, il coefficiente di Poisson $\nu = 0.33$, la tensione di proporzionalità $\sigma_p = 340 \text{ MPa}$, la tensione normale massima ammissibile (a trazione-compressione) $\sigma_u = 470 \text{ MPa}$ e la tensione massima ammissibile a taglio $\tau_u = 310 \text{ MPa}$. Si considerino inoltre noti i dati seguenti:

- lunghezza delle baie: $L = 1200 \text{ mm}$
- larghezza del cassone: $2w = 1600 \text{ mm}$
- altezza (costante) del cassone: $2h = 400 \text{ mm}$
- aree solette dei longheroni (spar caps): $a_1 = a_2 = a_3 = a_4 = a_5 = a_6 = 100 \text{ mm}^2$
- spessore dei pannelli di rivestimento (skin): 1 mm
- spessore delle anime dei longheroni (spar webs): 2 mm
- spessore centine (ribs): 1.5 mm
- Centine irrigidite da flange e montanti (rib stiffeners), con area costante su tutto il contorno e pari a 40 mm^2

Prima Parte

Risolvere lo stato interno di sollecitazione degli elementi nell'ambito della teoria elementare, ed in particolare:

- indicare il tipo di sollecitazione agente nelle solette dei longheroni (spar caps)
- indicare il tipo di sollecitazione agente nei pannelli di rivestimento (skin),
- indicare il tipo di sollecitazione agente nelle anime dei longheroni (spar webs)
- indicare il tipo di sollecitazione agente negli elementi compongono le centine: anima (rib web),
- ed elementi di rinforzo orizzontali e verticali (rib stiffeners)

- f) calcolare e disegnare i grafici dell'andamento dello stato di sollecitazione nelle solette dei longheroni
- g) calcolare lo stato di sollecitazione agente nei pannelli di rivestimento e nelle anime dei longheroni,
- h) calcolare lo stato di sollecitazione agente negli elementi che compongono la centina A.

Seconda Parte

Ipotizzando che il sistema di carico indicato costituisca la condizione di Carico Limite (Limit Load) della struttura in accordo con la CS/FAR 23 (o 25). Nell'ipotesi che a Carico Limite la struttura debba mantenere un comportamento lineare elastico, si valutino i margini rispetto alle sollecitazioni ammissibili del materiale indicato quando la struttura venga sottoposta a carico di contingenza (Ultimate Load).

Terza Parte

Si discuta la qualità della soluzione calcolata nelle parti precedenti e si descrivano le metodologie idonee a migliorare la valutazione delle sollecitazioni interne tenendo conto dell'iperstaticità della struttura. Con riferimento al metodo delle forze si identifichino:

il sistema principale,
il numero minimo di incognite iperstatiche,
un possibile gruppo di sistemi supplementari

N.B. Per la parte terza, NON è richiesta la formulazione e la soluzione analitica del problema.


Il Presidente della Commissione

Esami di Stato
Seconda Sessione Novembre 2019
PROVA PRATICA SCRITTA
(Caratterizzante la classe)
CLASSE 29/S – LM25 - Ing. dell'AUTOMAZIONE
11 Febbraio 2020



Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE

Tema n. 1

Un sistema di controllo deve essere progettato per lavorare in ambienti con atmosfera a rischio di esplosione. Per evitare rischi derivanti dall'utilizzo di apparecchiature elettroniche, il controllore deve essere implementato tramite un sistema puramente meccanico costituito da molle e smorzatori, il cui schema di massima è quello rappresentato in Figura 1.

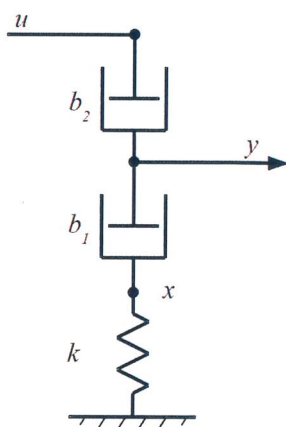


Figura 1. Controllore meccanico

In particolare, b_1 e b_2 sono le costanti di smorzamento dei due pistoni, k la costante elastica della molla. La posizione verticale u è comandata dal sistema che misura la quantità da retro-azionare (non rappresentato in figura), mentre la posizione verticale y comanda l'attuatore utilizzato per controllare il processo (anche esso non rappresentato in figura).

Considerando come ingresso del sistema controllore la posizione u e come uscita la posizione y , il candidato:

- A) modelli il sistema con un opportuno sistema di equazioni differenziali
- B) descriva la funzione di trasferimento tra ingresso ed uscita del sistema
- C) ne discuta la stabilità, e le principali caratteristiche.

Supponendo di dover utilizzare il sistema di figura per controllare in retroazione un sistema descritto dalla seguente funzione di trasferimento

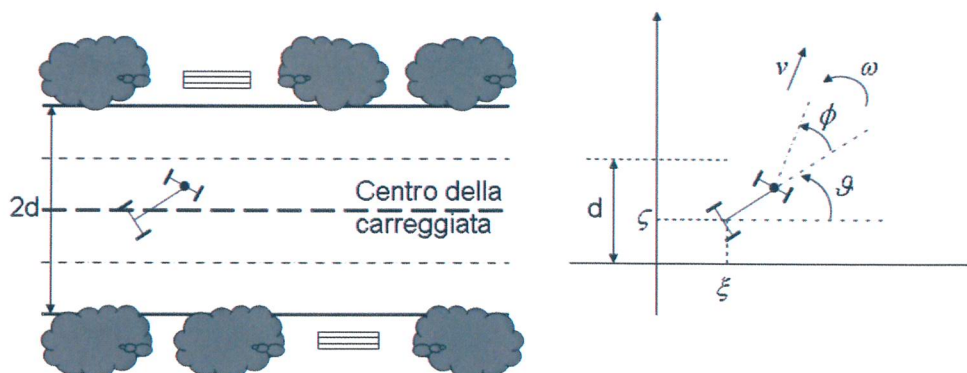
$$G = \frac{1}{s(s+0.1)}$$

e di disporre di un opportuno sistema di riduzione per la regolazione del guadagno di anello K_0

- E) si rappresenti uno schema a blocchi del sistema di controllo in anello chiuso
- F) si dimensionino i valori di b_1 , b_2 , k e K_0 per rispettare le seguenti specifiche:
 - E1) errore a gradino nullo
 - E2) tempo di assestamento al 95% minore di 1 secondo
 - E3) sovra-elongazione nulla
- G) Si discuta sulla robustezza della soluzione trovata.

Tema n. 2

Si consideri il modello cinematico di un veicolo a doppio assale di cui uno sterzante, come quello in figura.



La dinamica dello stato del sistema può essere descritta dalle seguenti equazioni non lineari

$$\begin{cases} \dot{\xi} = v \cos \theta \cos \phi \\ \dot{\zeta} = v \sin \theta \cos \phi \\ \dot{\theta} = \frac{\sin \phi}{L} v \\ \dot{\phi} = \omega \end{cases}$$

Dove $L = 2 \text{ m}$ è la distanza tra i due assali e $v = 10 \text{ m/s}$ la velocità di avanzamento dell'assale anteriore, considerata costante.

Considerando come uscita del sistema la distanza dal centro della carreggiata ζ , e come ingresso la velocità di sterzo ω , il candidato:

A) riporti la linearizzazione approssimata del sistema attorno alla posizione di equilibrio $\zeta = 0$

B) valuti le proprietà di osservabilità e raggiungibilità del sistema linearizzato

C) progetti un controllore in retroazione (sul sottosistema osservabile e raggiungibile) del sistema linearizzato al punto A) che rispetti le seguenti specifiche

C1) errore al gradino nullo

C2) sovra-elongazione nulla

C3) tempo di assestamento al 95% inferiore a 1 secondo

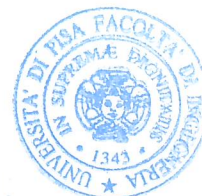
D) utilizzando sempre lo stesso ingresso e la stessa uscita, il candidato descriva un controllore non-lineare in grado di eseguire la linearizzazione **esatta** in retroazione (eventualmente parziale) del sistema

E) il candidato discuta la stabilità di eventuali zero-dinamiche trovate



Il Presidente della Commissione

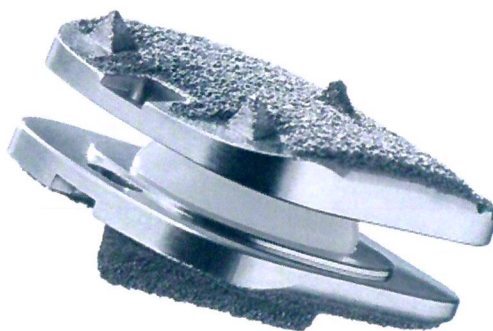
Esami di Stato
Seconda Sessione Novembre 2019
PROVA PRATICA SCRITTA
(Caratterizzante la classe)
CLASSE 26/S – LM21 - Ing. BIOMEDICA
11 Febbraio 2020
Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE



Il Presidente della Commissione

Tema n. 1

Il candidato dimensiona le componenti della seguente protesi cervicale per un individuo standard. La protesi è realizzata in titanio ricoperto da idrossiapatite nelle componenti vertebrali ed in polietilene ad ultra alto peso molecolare per la parte discale. Si mettano in luce le problematiche legate al dimensionamento ed alla fabbricazione della suddetta protesi.





Il Presidente della Commissione

Tema n. 2

Si vuole progettare un sistema per effettuare esami audiometrici in campo aperto (senza cuffie) con le seguenti caratteristiche:

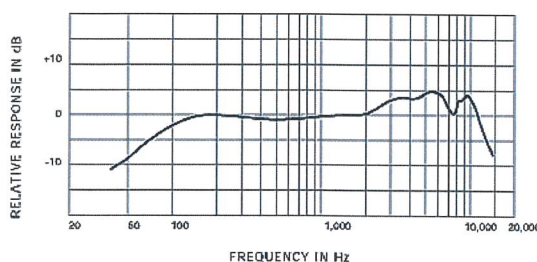
- sia tarabile in funzione del locale nel quale il sistema è installato, permettendo così di compensare gli effetti di amplificazione e attenuazione dell'ambiente nel range di frequenze [50 e 10.000] Hz tra gli 0 e 80dB.
- permetta di identificare e segnalare eventuali distorsioni dovute all'interazione del suono con il locale specifico.

Il sistema deve comprendere i seguenti dispositivi:

- a. piattaforma PC;
- b. altoparlante con potenza sufficiente ad ottenere 80db nell'intervallo frequenziale d'interesse interfacciato con la piattaforma PC. L'altoparlante è tarato ed è disponibile la funzione Sound(f,p) che permette di riprodurre un tono puro alla frequenza f (Herz) con potenza p (Watt) per un tempo prefissato.
- c. Un microfono che fornisce una tensione compresa tra +1 e -1 Volt e che satura per un suono a 120db.

Al fine di sviluppare detto sistema si devono affrontare i seguenti punti:

1. Selezionare opportuna interfaccia hardware tra microfono e PC che permetta di convertire il segnale di tensione in digitale su 16 bit e con opportuna frequenza di campionamento da definire.
2. Il microfono fornisce la seguente risposta in frequenza relativa rispetto a quella di riferimento ideale:



Si definisca con pseudo codice o diagramma a blocchi una routine per equalizzare in digitale sulla piattaforma PC la risposta del microfono, al fine di avere guadagno relativo pari a 1 (0dB) sul range frequenziale d'interesse. Inoltre, sapendo che alla frequenza di 5.500 Hz il guadagno relativo è pari a +5dB (come da grafico), si calcoli il valore di picco del segnale equalizzato per un tono puro alla medesima frequenza che sul microfono ha picco pari a 0.5Volt.

3. Implementare con pseudocodice o linguaggio a piacere una routine per individuare eventuali distorsioni (alterazione della forma d'onda e conseguente variazione dello spettro rispetto al segnale d'ingresso) introdotte dall'ambiente nel quale il sistema è installato per un segnale prodotto dall'altoparlante al massimo della potenza.
4. Si descriva come potrebbe essere implementata una procedura per determinare la soglia uditiva alle varie frequenze di un paziente (facendo uso di detto microfono in prossimità del paziente). Corredare la descrizione con diagramma a blocchi o pseudocodice della relativa routine. Non è necessario il calcolo della soglia in dB_{HL} (hearing loss).



Esami di Stato
Seconda Sessione Novembre 2019
PROVA PRATICA SCRITTA
(Caratterizzante la classe)
CLASSE 27/S – LM22 - Ing. CHIMICA
11 Febbraio 2020
Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE

Il Presidente della Commissione

Tema n. 1

Una soluzione acquosa di zucchero, di portata pari a 45000 kg/h e temperatura 110 °C, deve essere concentrata dal 10% al 30% in peso mediante un evaporatore a triplo effetto. Dando valori ragionevoli alle grandezze non specificate e facendo opportune semplificazioni (da riportare esplicitamente), si chiede di:

1. giustificare la scelta tra evaporatore equicorrente o controcorrente;
2. determinare temperature, pressioni e portate relativamente ad ogni effetto e alle utilities dopo aver dimensionato iterativamente ogni stadio di evaporazione con l'obiettivo di ottenere aree di scambio termico pressoché simili;
3. rappresentare un flow-sheet dell'impianto con le apparecchiature, le linee, gli organi di movimentazione e di stoccaggio nonché le necessarie strumentazioni di controllo;
4. riportare in una tabella le logiche degli schemi di controllo necessari in termini di variabile controllata, variabile manipolata ed operazione su quest'ultima a seguito di scostamento dal set point.

Tema n. 2

Partendo dal reagente A, si vuole ottenere il prodotto finale C, passando attraverso il prodotto intermedio B.

Per prima cosa, A è sottoposto ad una reazione esotermica reversibile in fase liquida:

$A \rightleftharpoons B$ con k_1 , k_2 costante di reazione diretta e inversa, rispettivamente

1. Per una conversione di uscita del 85% ($x_{AU} = 0.85$), valutare il volume (e l'area di scambio termico associata, se del caso) richiesto da ciascuna delle seguenti disposizioni di reattori:

A. singolo CSTR adiabatico;

B. singolo CSTR incamiciato (avendo a disposizione acqua di torre con $T_a = 30$ °C);

C. due CSTR in serie con raffreddamento intermedio ($T_a = 30$ °C).

Si utilizzino i dati cinetici riportati in figura e si assumano i seguenti dati per l'alimentazione:

$Q = 150$ L/min; $C_{A0} = 3.0$ mol/L; $T_0 = 60$ °C; $\rho = 1200$ g/L; $C_p = 0.95$ cal/(g °C); assumendo un coefficiente globale di scambio $U = 300$ kcal/(m² h °C).

Si consideri poi, per semplicità, di poter separare perfettamente B da A per distillazione atmosferica, ottenendo B come prodotto di testa. A non reagito viene riciclato totalmente al reattore.

L'intermedio B è quindi sottoposto ad una seconda reazione irreversibile, con catalizzatore D omogeneo in fase liquida. Per valutare i dati cinetici della seconda reazione, sono stati

condotti alcuni test sperimentali in un piccolo reattore ($V = 1\text{L}$) batch, in condizioni isoterme ($T = 70^\circ\text{C}$): $B \rightarrow C$

t [min]	0	10	20	30	40	50
C_B [mol/l]	3	2.25	1.8	1.5	1.286	1.125

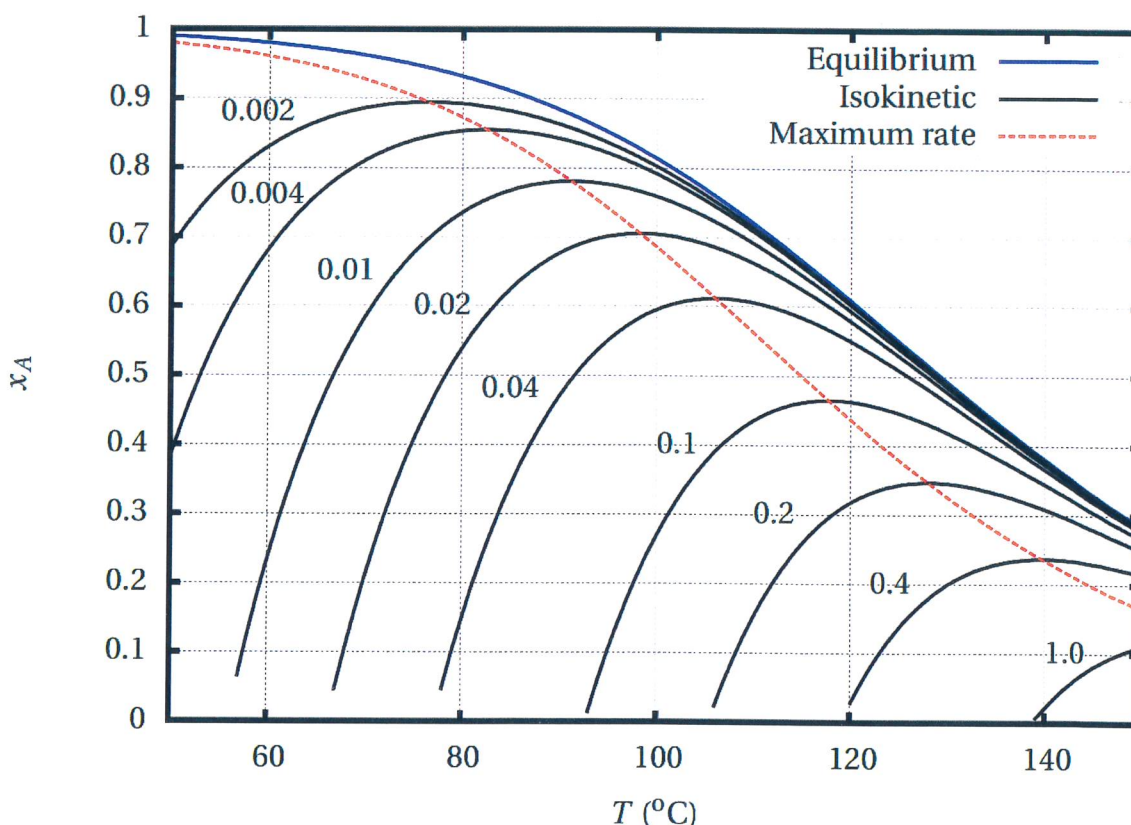
2. Si determini la costante cinetica k e l'ordine di reazione n .

La stessa reazione viene quindi condotta in condizioni perfettamente isoterme ($T = 70^\circ\text{C}$) in un reattore continuo, con portata di ingresso $Q = 175\text{ L/min}$, fino a conversione di B pari al 90% ($x_{Bu} = 0.90$).

3. Determinare il volume di reazione nel caso di un reattore CSTR e di un reattore PFR, trascurando gli effetti termici.

Si consideri poi, per semplicità, di poter separare perfettamente C per distillazione atmosferica, ottenendo C come prodotto di testa; il prodotto di fondo viene riciclato totalmente al reattore.

4. Per la configurazione complessiva d'impianto che permette di operare con il minimo volume di reazione totale, rappresentare uno schema di processo semplificato comprensivo dei principali controlli.



Dati cinetici per la reazione $A \rightleftharpoons B$; sono riportate curve a velocità di reazione normalizzata costante, r/c_{A0} [min^{-1}].



Il Presidente della Commissione



Il Presidente della Commissione

Esami di Stato
Seconda Sessione Novembre 2019
PROVA PRATICA SCRITTA
(Caratterizzante la classe)
CLASSE 31/S – LM28 - Ing. ELETTRICA
11 Febbraio 2020
Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE

Tema n. 1

Un costruttore di motrici ferroviarie per tratte non elettrificate desidera valutare l'introduzione di sistemi di generazione a Fuel-Cell. Le specifiche prestazionali per la marcia in pianura, valutate in condizioni di pieno carico, sono le seguenti:

- Velocità massima: 120 km/h
- Accelerazione massima: 0.8 m/s^2
- Distanza tra le fermate: 12 km
- Numero di fermate: 8
- Numero di corse giornaliere a/r: 10

Si utilizzino poi i seguenti altri dati:

- Massa a pieno carico: 62 t
- Coefficiente di attrito a rotolamento: 0.0025
- Sezione frontale: 6 m^2
- C_x : 0.6
- Raggio di rotolamento: 0.4 m
- Assorbimenti ausiliari: 35 kW

Il candidato, fatte le ipotesi aggiuntive che ritiene necessarie, e giustificando in modo opportuno le scelte individuate:

- a) Definisca un profilo di velocità plausibile.
- b) Identifichi una idonea architettura di powertrain.
- c) Presenti una logica di gestione della potenza necessaria all'alimentazione dei carichi propulsivi per l'architettura definita al punto b).
- d) Effettui un primo dimensionamento di tutti i componenti del powertrain, sulla base del ciclo definito al punto a) e della logica di gestione al punto c).
- e) Calcoli approssimativamente il consumo di idrogeno giornaliero, ipotizzando una efficienza media del sistema di generazione a Fuel-Cell del 50%.
- f) Effettui un dimensionamento di dettaglio del sistema di accumulo, avendosi il vincolo di una tensione nominale di 400 V e considerando la Fuel-Cell sempre in funzione secondo la logica descritta al punto c).
- g) Modifichi il dimensionamento al punto e) considerando che il sistema di accumulo debba garantire la marcia per 100 km giornalieri senza il contributo della Fuel-Cell.



Il Presidente della Commissione

Tema n. 2

Un piccolo stabilimento industriale è alimentato tramite una propria cabina di trasformazione allacciata alla rete di distribuzione di media tensione (20 kV). Sul lato BT dell'impianto sono presenti i carichi così come indicato in tabella:

Reparto lavorazione:

- a) 450 lampade da 58 W – 230 V – 50 Hz – $\cos\phi=0.9$;
- b) 35 Motori Asincroni da 5 kW – 400 V – 50 Hz – $\cos\phi=0.78$ – rendimento: 88%;
- c) 20 prese 3x16A – 400 V – $\cos\phi=0.8$;
- d) 20 prese 2x16A – 230 V – $\cos\phi=0.8$;
- e) 1 presa 3x63A – 400 V – $\cos\phi=0.8$;
- f) 5 prese 3x32A – 400 V – $\cos\phi=0.8$;
- g) 1 Motore Asincrono da 100 kW – 400 V – 50 Hz – $\cos\phi=0.87$ – rendimento: 95%;

Reparto assemblaggio:

- a) 150 lampade da 58 W – 230 V – 50 Hz – $\cos\phi=0.9$;
- b) 25 Motori Asincroni da 5 kW – 400 V – 50 Hz – $\cos\phi=0.78$ – rendimento: 88%;
- c) 30 prese 3x16A – 400 V – $\cos\phi=0.8$;
- d) 30 prese 2x16A – 230 V – $\cos\phi=0.8$;

Il candidato, usando gli opportuni fattori di contemporaneità K_c e di utilizzazione K_u per i diversi carichi, provveda a:

- dimensionare il trasformatore trifase da installare all'interno della cabina MT/BT e calcolare la $\Delta V\%$ tra vuoto e pieno carico;
- dimensionare il cavo di alimentazione del Motore Asincrono da 100 kW, sapendo che esso è posto ad una distanza di 75 m dalla cabina, che deve essere interrato in tubo e che è ammessa una caduta di tensione $\Delta V\%$ inferiore al 2%. Calcolare, inoltre le perdite per effetto Joule nel cavo quando il motore funziona nelle condizioni nominali;
- determinare le caratteristiche della batteria di condensatori (collegamento a triangolo) da collegare al quadro generale in modo da rifasare l'intero carico a $\cos\phi = 0.9$;

Inoltre, (usando ad esempio il “metodo del flusso totale”), il candidato stimi quante lampade fluorescenti da 58 W (circa 4100 lumen) sono necessarie per illuminare un ambiente presente all'interno del reparto assemblaggio di dimensioni 8 m x 10 m ed altezza 2,7 m (si scelgano opportunamente il fattore di utilizzazione ed il coefficiente di invecchiamento). Infine, sapendo che per ragioni di sicurezza è obbligatoria la presenza di luci di emergenza, si determini il numero minimo di lampade (già presenti nel laboratorio) che devono essere dotate di un kit di emergenza autonomo (con batterie ricaricabili) che le tenga in funzione anche in assenza di tensione.

Dati:

- illuminamento medio richiesto: 500 lux;
- illuminamento medio in emergenza: 5 lux;
- coefficienti di riflessione di pareti e soffitto: 50%;

Trasformatori in resina TRIHAL

Dati tecnici

Caratteristiche elettriche

tensioni di riferimento 17,5 kV e 24 kV

potenza nominale (1)	kVA	100	160	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150
tensione di riferimento		17,5 kV per 15 kV													
		24 kV per 20 kV													
tensione primaria (2)		15, 20, 22, 23 kV e doppie tensioni 20/15, 20/8,4 e 20/10 kV (potenza costante)													
tensione secondaria	tra fasi	400													
a vuoto (V)	tra fasi e neutro	231													
regolazione MT		± 2 x 2,5%													
collegamenti		triangolo/stella con neutro - Dyn 11													
perdite	a vuoto	460	650	880	1030	1200	1400	1650	2000	2300	2800	3100	4000	5000	6300
(W)	dovute al carico	1800	2300	3400	4000	4800	5700	6800	8200	9600	11500	14000	17500	20000	23000
	75°C	2050	2700	3800	4600	5500	6500	7800	9400	11000	13100	16000	20000	23000	26000
	120°C														
tensione di corto-circuito	%	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	7
corrente a vuoto	%	2,5	2,3	2	1,8	1,5	1,5	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,1	1	1
corrente d'inserzione	Ie/In valore cresta	10,5	10,5	10,5	10	10	10	10	10	10	10	10	9,5	9,5	9,5
	costante di tempo	0,10	0,13	0,18	0,20	0,25	0,25	0,26	0,30	0,30	0,35	0,40	0,40	0,50	0,60
caduta di tensione	cosφ=1	1,96	1,61	1,53	1,44	1,37	1,31	1,25	1,20	1,14	1,10	1,05	1,05	0,98	0,97
a pieno carico (%)	120°C	2,21	1,85	1,69	1,63	1,55	1,47	1,41	1,35	1,27	1,22	1,18	1,18	1,10	1,07
	cosφ=0,8	4,94	4,72	4,67	4,61	4,57	4,53	4,49	4,45	4,41	4,38	4,35	4,35	4,30	4,89
	120°C	5,08	4,87	4,77	4,73	4,68	4,63	4,59	4,55	4,50	4,47	4,44	4,44	4,38	4,96
rendimenti (%)	cosφ=1	97,79	98,19	98,32	98,43	98,52	98,60	98,68	98,74	98,82	98,87	98,94	98,94	99,01	99,08
4/4 del carico	120°C	97,55	97,95	98,16	98,24	98,35	98,44	98,52	98,60	98,69	98,74	98,82	98,81	98,89	98,99
	cosφ=0,8	97,25	97,75	97,90	98,04	98,16	98,26	98,35	98,43	98,53	98,59	98,68	98,67	98,77	98,85
	120°C	96,96	97,45	97,71	97,81	97,95	98,06	98,16	98,25	98,36	98,43	98,53	98,52	98,62	98,73
rendimenti (%)	cosφ=1	98,07	98,41	98,53	98,63	98,72	98,79	98,85	98,91	98,98	99,02	99,09	99,09	99,14	99,19
3/4 del carico	120°C	97,89	98,22	98,42	98,49	98,59	98,67	98,74	98,80	98,88	98,93	99,00	98,99	99,05	99,12
	cosφ=0,8	97,60	98,02	98,17	98,29	98,40	98,49	98,57	98,64	98,73	98,78	98,87	98,86	98,93	98,99
	120°C	97,38	97,79	98,03	98,12	98,24	98,34	98,43	98,50	98,61	98,66	98,76	98,75	98,82	98,90
rumore	potenza acustica Lwa	59	62	65	67	68	69	70	72	73	75	76	78	81	81
dB (A)	pressione acustica Lpa a 1 m	48	50	54	55	56	56	57	59	59	60	62	63	66	68

(1) La potenza nominale è riferita a circolazione naturale dell'aria (AN). Essa può essere aumentata del 40% con l'applicazione raffreddamento forzato (AF).

(2) Per tensioni diverse consultare il nostro Servizio Commerciale.



Il Presidente della Commissione

[Handwritten signature]

Bassa Tensione
Low Voltage

FG16R16 0,6/1 kV Repero®

Energia
Power

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	In tubo in aria In pipe in air 30°C	In tubo interrato Underground in pipe 20°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A
1 x 1,5	1,6	0,7	1,4	6,0	50	13,3	20	21
1 x 2,5	1,9	0,7	1,4	6,3	60	7,98	28	27
1 x 4	2,5	0,7	1,4	6,9	78	4,95	37	35
1 x 6	3,0	0,7	1,4	7,4	98	3,30	48	44
1 x 10	4,0	0,7	1,4	8,4	144	1,91	66	59
1 x 16	5,0	0,7	1,4	9,3	197	1,21	88	77
1 x 25	6,2	0,9	1,4	11,0	295	0,780	117	100
1 x 35	7,6	0,9	1,4	12,1	385	0,554	144	121
1 x 50	8,9	1,0	1,4	13,9	525	0,386	175	150
1 x 70	10,5	1,1	1,4	15,4	715	0,272	222	184
1 x 95	12,5	1,1	1,5	17,3	935	0,206	269	217
1 x 120	13,7	1,2	1,5	18,9	1160	0,161	312	259
1 x 150	15,0	1,4	1,6	21,2	1470	0,129	355	287
1 x 185	17,7	1,6	1,6	24,4	1780	0,106	417	323
1 x 240	19,9	1,7	1,7	27,5	2300	0,0801	490	379
1 x 300	22,4	1,8	1,8	30,5	2900	0,0641	-	429
1 x 400	24,8	2,0	1,9	33,1	3500	0,0486	-	500
1 x 500*	28,5	2,2	2,3	39,8	4900	0,0384	-	565
1 x 630*	32,8	2,4	2,4	44,8	6400	0,0287	-	645

* sezione non a marchio IMQ-EFP/section without IMQ-EFP Certificate

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1,5 K.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando un circuito con 3 conduttori attivi (per cavi unipolari), eseguito considerando 2 conduttori attivi per cavi a 2 anime e 3 conduttori attivi per le altre formazioni.

N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1,5 K.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering a circuit with 3 loaded conductors (for single-core cables); performed considering 2 loaded conductors for 2 core cables and 3 loaded conductors for other formations.



Il Presidente della Commissione

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	In tubo in aria In pipe in air 30°C	In tubo interrato Underground in pipe 20°C
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A
2 x 1,5	1,6	0,7	1,8	9,6	127	13,3	22	23
2 x 2,5	1,9	0,7	1,8	10,6	168	7,98	30	30
2 x 4	2,5	0,7	1,8	11,7	215	4,95	40	39
2 x 6	3,0	0,7	1,8	12,7	270	3,30	51	49
2 x 10	4,0	0,7	1,8	14,8	390	1,91	69	66
2 x 16	5,0	0,7	1,8	16,6	570	1,21	91	86
2 x 25	6,2	0,9	1,8	20,8	865	0,780	119	111
2 x 35	7,6	0,9	1,8	23,0	1120	0,554	146	136
2 x 50	8,9	1,0	1,8	26,6	1520	0,386	175	168
2 x 70	10,5	1,1	1,8	29,6	2020	0,272	221	207
2 x 95	12,5	1,1	2,0	34,0	2680	0,206	265	245
2 x 120	13,7	1,2	2,0	37,4	3320	0,161	305	284
2 x 150	15,0	1,4	2,2	41,6	4180	0,129	334	324
3 x 1,5	1,6	0,7	1,8	10,1	146	13,3	19,5	19
3 x 2,5	1,9	0,7	1,8	11,2	191	7,98	26	25
3 x 4	2,5	0,7	1,8	12,3	250	4,95	35	32
3 x 6	3,0	0,7	1,8	13,4	320	3,30	44	41
3 x 10	4,0	0,7	1,8	15,7	480	1,91	60	55
3 x 16	5,0	0,7	1,8	17,6	705	1,21	80	72
3 x 25	6,2	0,9	1,8	22,1	1060	0,780	105	93
3 x 35	7,6	0,9	1,8	24,5	1400	0,554	128	114
3 x 50	8,9	1,0	1,8	28,4	1910	0,386	154	141
3 x 70	10,5	1,1	1,9	31,9	2590	0,272	194	174
3 x 95	12,5	1,1	2,0	35,4	3320	0,206	233	206
3 x 120	13,7	1,2	2,1	39,0	4130	0,161	268	238
3 x 150	15,0	1,4	2,3	43,6	5200	0,129	300	272
3 x 185	17,7	1,6	2,4	51,7	6650	0,106	340	306
3 x 240	19,9	1,7	2,6	59,0	8700	0,0801	398	360
3 x 300	22,4	1,8	2,8	65,4	10900	0,0641	455	-

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1,5 K.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando un circuito con 3 conduttori attivi (per cavi unipolari), eseguito considerando 2 conduttori attivi per cavi a 2 anse e 3 conduttori attivi per le altre formazioni.

N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1,5 K.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering a circuit with 3 loaded conductors (for single-core cables); performed considering 2 loaded conductors for 2 core cables and 3 loaded conductors for other formations.



Il Presidente della Commissione
[Signature]

Formazione	Ø indicativo conduttore	Spessore medio isolante	Spessore medio guaina	Ø indicativo produzione	Peso indicativo cavo	Resistenza elettrica max a 20°C	Portata di corrente Current rating	
Formation	Approx. conductor Ø	Average insulation thickness	Average sheath thickness	Approx. production Ø	Approx. cable weight	Max. electrical resistance at 20°C	In tubo in aria In pipe in air	In tubo interrato Underground in pipe
n° x mm²	mm	mm	mm	mm	kg/km	ohm/km	A	A
4 x 1,5	1,6	0,7	1,8	10,8	168	13,3	19,5	19
4 x 2,5	1,9	0,7	1,8	12,0	220	7,98	26	25
4 x 4	2,5	0,8	1,8	13,3	300	4,95	35	32
4 x 6	3,0	0,7	1,8	14,5	390	3,30	44	41
4 x 10	4,0	0,7	1,8	17,0	590	1,91	60	55
4 x 16	5,0	0,7	1,8	19,2	865	1,21	80	72
4 x 25	6,2	0,9	1,8	24,1	1310	0,780	105	93
3 x 35 + 25	7,6/6,2	0,9/0,9	1,8	25,6	1580	0,554/0,780	128	114
3 x 50 + 25	8,9/6,2	1,0/0,9	1,8	29,7	2400	0,386/0,780	154	141
3 x 70 + 35	10,5/7,6	1,1/0,9	1,9	33,9	2920	0,272/0,554	194	174
3 x 95 + 50	12,5/8,9	1,1/1,0	2,1	38,2	3820	0,206/0,386	233	206
3 x 120 + 70	13,7/10,5	1,2/1,1	2,2	42,0	4790	0,161/0,272	268	238
3 x 150 + 95	15,0/12,5	1,4/1,1	2,4	47,0	6080	0,129/0,206	300	272
3 x 185 + 95	17,7/12,5	1,6/1,1	2,5	54,4	7460	0,106/0,206	340	306
3 x 240 + 150	19,9/15,0	1,7/1,4	2,7	62,1	9940	0,0801/0,129	398	360
3 x 300 + 150	22,4/15,0	1,8/1,4	2,9	68,8	12200	0,0641/0,129	455	-
5 x 1,5	1,6	0,7	1,8	11,7	200	13,3	19,5	19
5 x 2,5	1,9	0,7	1,8	13,0	265	7,98	26	25
5 x 4	2,5	0,7	1,8	14,5	355	4,95	35	32
5 x 6	3,0	0,7	1,8	15,8	470	3,30	44	41
5 x 10	4,0	0,7	1,8	18,6	710	1,91	60	55
5 x 16	5,0	0,7	1,8	21,2	1050	1,21	80	72
5 x 25	6,2	0,9	1,8	26,5	1590	0,780	105	93
5 x 35	7,6	0,9	1,8	29,5	2110	0,554	128	114
5 x 50	8,9	1,0	2,0	34,8	3210	0,386	154	141

N.B. Il coefficiente di resistività termica del terreno preso a riferimento per il calcolo della portata dei cavi interrati è di 1,5 K.m/W, profondità di posa 0,8 m. Calcolo della portata di corrente eseguito considerando un circuito con 3 conduttori attivi (per cavi unipolari); eseguito considerando 2 conduttori attivi per cavi a 2 anime e 3 conduttori attivi per le altre formazioni.

N.B. The thermal resistivity coefficient used as a reference for the calculation of the underground cables current rating is 1,5 K.m/W, 0,8 m installation depth. Calculation of current rating performed considering a circuit with 3 loaded conductors (for single-core cables); performed considering 2 loaded conductors for 2 core cables and 3 loaded conductors for other formations.

Il Presidente della Commissione



Esami di Stato
Seconda Sessione Novembre 2019
PROVA PRATICA SCRITTA
(Caratterizzante la classe)
CLASSE 33/S – LM 30 - Ing. Energetica e Nucleare
LM 26 - Ing. della Sicurezza
11 Febbraio 2020
Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE

Tema n. 1

Il candidato consideri un sistema di conversione energetica che sfrutti il gradiente di temperatura esistente fra la superficie ed il fondale marino, chiamato OTEC (Ocean Thermal Energy Conversion). L'acqua fredda viene pompata dalle profondità marine fino ad una piattaforma (fig. 1) su cui è montato un ciclo ORC (R1234yf fluido operativo), al fine di raffreddarne il condensatore. La sorgente termica è costituita dall'acqua superficiale, che si trova alla temperatura di 28°C e che viene pompata nell'evaporatore. L'acqua di raffreddamento del condensatore viene prelevata dalla profondità di 1000 m ad una temperatura di 4.5°C e, una volta raffreddato il condensatore dell'ORC, viene rilasciata ad una profondità di 50 m. Sapendo che **la potenza lorda prodotta dalla turbina del ciclo ORC è di 450 kW, e la temperatura di evaporazione è di 24°C** , il candidato, valuti, per una determinata temperatura di condensazione fisicamente realizzabile, la **potenza netta, l'efficienza del ciclo ORC e del sistema OTEC**. Si riportino in una tabella **tutti gli stati termodinamici del ciclo calcolato, le perdite di carico dei tubi di prelievo dell'acqua calda e fredda e le potenze assorbite dalle pompe**. Ai fini del calcolo il candidato consideri i dati riportati nella tabella 1, le proprietà dell'R1234yf (tab. 2) e il diagramma di Moody allegato, per la valutazione delle perdite di carico nei tubi dell'acqua di mare. Il candidato trascuri il sottoraffreddamento e il surriscaldamento del fluido nel ciclo ORC.

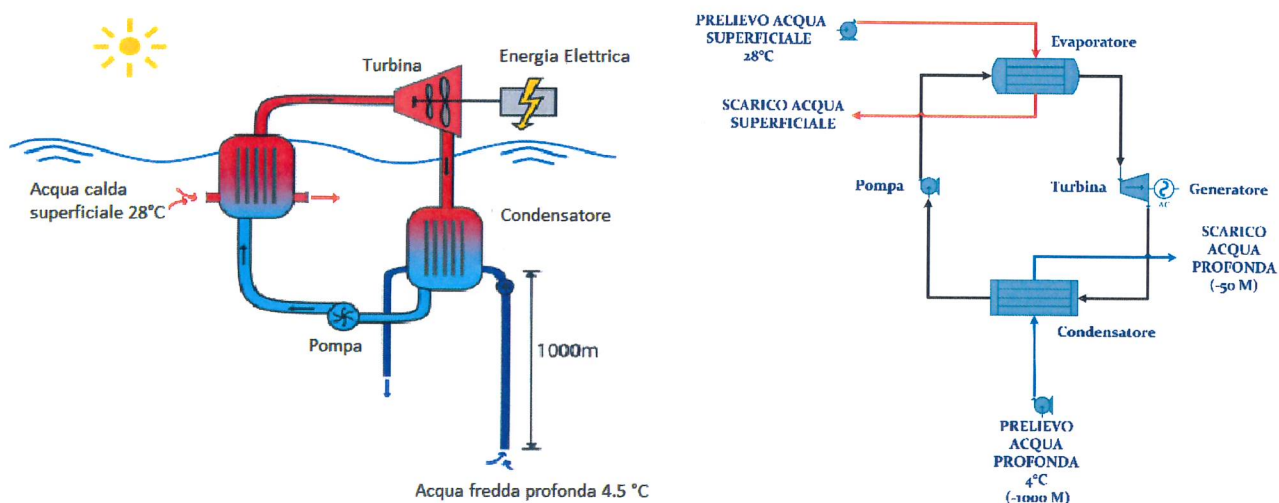
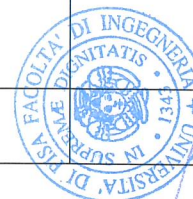


Fig. 1: A sinistra lo schema del sistema OTEC, a destra il diagramma di processo del ciclo ORC.

Caratteristiche geometriche tubazioni			Dati termodinamici		
Profondità di prelievo acqua di mare di raffreddamento	[m]	1000	Temperatura acqua di mare a 1000 m di profondità	[°C]	4.5
Profondità scarico acqua di mare di raffreddamento	[m]	50	Temperatura acqua di mare superficiale (evaporatore)	[°C]	28
Diametro tubo prelievo acqua di mare di profondità	[m]	0.72	Pinch point evaporatore	[K]	2
Rugosità tubo prelievo acqua di profondità	[mm]	0.09	Pinch point condensatore	[K]	2
Lunghezza tubo prelievo acqua di mare superficiale	[m]	50	Temperatura di evaporazione	[°C]	24
Diametro tubo prelievo acqua superficiale	[m]	0.8	Efficienza isentropica turbina	[-]	0.85
Rugosità tubo prelievo acqua di mare superficiale	[mm]	0.9	Efficienza isentropica pompe (sia acqua di mare che ORC)	[-]	0.7
			Efficienza elettromeccanica turbina e pompe	[-]	0.98

Proprietà termodinamiche e di trasporto acqua di mare

Calore specifico	[kJ/kg/K]	4.2			
Viscosità dinamica acqua di mare di raffreddamento	[Pa s]	0.0015			
Viscosità dinamica acqua di mare superficiale	[Pa s]	0.0009			



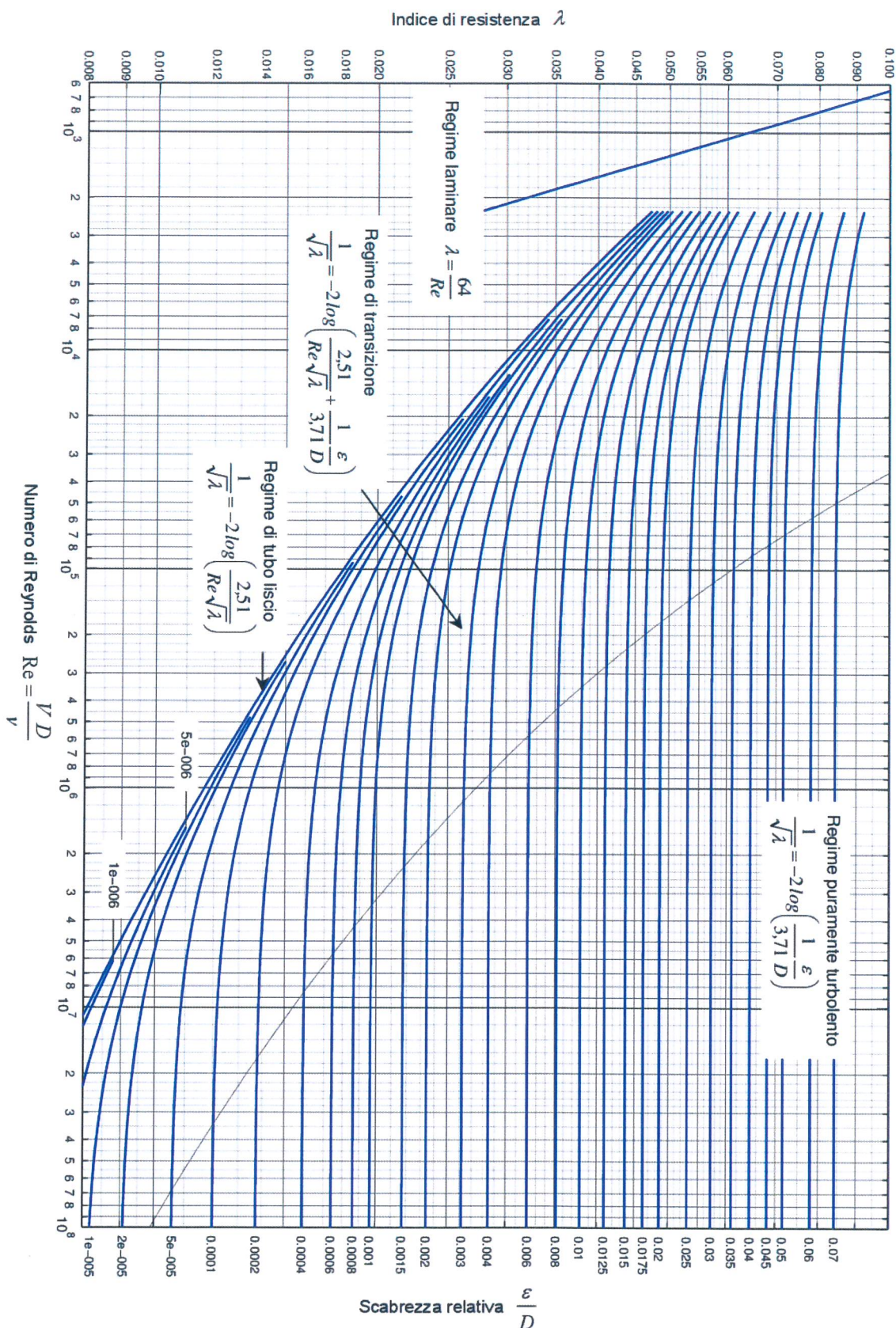
Il Presidente della Commissione

Proprietà (il fluido è isentropico nell'intervallo di temperatura di lavoro)							
R1234yf							
Proprietà saturazione							
Temperatura	Pressione	Densità liq.	Densità Vap.	Entalpia specifica liq.	Entalpia specifica vap.	Entropia specifica liq.	Entropia specifica vap.
[°C]	[bar]	[kg/m ³]	[kg/m ³]	[kJ/kg]	[kJ/kg]	[kJ/kg/K]	[kJ/kg/K]
24	6.64	1095.55	36.85	232.11	378.28	1.11	1.60
15	5.10	1127.22	28.27	219.80	372.83	1.07	1.60
14	4.95	1130.62	27.43	218.45	372.21	1.07	1.60
13	4.80	1134.01	26.61	217.11	371.59	1.06	1.60
12	4.66	1137.37	25.81	215.77	370.96	1.06	1.60
11	4.51	1140.72	25.03	214.43	370.33	1.05	1.60
10	4.38	1144.04	24.27	213.10	369.70	1.05	1.60
9	4.24	1147.35	23.53	211.78	369.07	1.04	1.60
8	4.11	1150.63	22.80	210.45	368.44	1.04	1.60
7	3.98	1153.90	22.10	209.13	367.80	1.03	1.60
6	3.85	1157.15	21.41	207.82	367.16	1.03	1.60
5	3.73	1160.38	20.74	206.50	366.52	1.02	1.60

Tab. 2: Proprietà R1234yf



Abaco di Moody



Per le perdite di carico, si trascurino le perdite di carico concentrate e si faccia riferimento unicamente alle perdite distribuite secondo la legge di Darcy-Weisbach:

$$\Delta P = \lambda \cdot \rho \cdot \frac{L}{D_h} \cdot \frac{v^2}{2} \quad \text{Se si usano unità SI, } \Delta P \text{ è espresso in Pascal}$$

Tema n. 2

Una cella a combustibile a idrogeno ha dimensioni $L_c = 50 \text{ mm}$ e $W_c = 50 \text{ mm}$ e spessore trascurabile. Al suo interno il vapore d'acqua prodotto dalla reazione è in condizioni di saturazione alla pressione di 0,1685 bar. Si può assumere che la superficie esterna della cella si trovi alla temperatura di saturazione corrispondente. La cella genera una potenza elettrica di 9 W e una potenza termica di 11,25 W che deve essere dissipata in ambiente. Il candidato supponga che l'ambiente sia una cavità molto grande con la superficie della cavità alla temperatura di 25°C e avente coefficiente di emissività unitaria, che anche l'aria contenuta nella cavità abbia la stessa temperatura di 25°C, che la superficie esterna della cella abbia un coefficiente di emissività pari a 0,88, e infine che il coefficiente di scambio termico convettivo h e la velocità media dell'aria $\bar{w}$ che lambisce la superficie esterna della cella siano legate dalla seguente relazione:

$$h = 10,9 \left[W/s^{0.8} m^{2.8} K \right] \cdot \bar{w}^{0.8}.$$

- a) Il candidato determini la velocità dell'aria necessaria a mantenere il sistema in condizioni stazionarie.

Affinché si possano ottenere queste condizioni convettive la cella viene posizionata al centro di un condotto rettangolare perfettamente isolato avente la stessa larghezza W_c della cella e un'altezza pari a 26 mm (si consideri da ora in poi che la cella abbia uno spessore $t_c = 6 \text{ mm}$). L'aria viene spinta nel condotto attraverso una ventola alimentata dalla cella stessa. Il manuale utente della ventola indica che il rapporto ottimo tra il suo consumo di potenza elettrica e la portata volumetrica è di 1000 W/(m³/s) nell'intervallo di portate volumetriche compreso tra 10⁻⁴ e 10⁻² m³/s.

- b) Il candidato calcoli la potenza elettrica netta della cella in questa configurazione e commenti il risultato proponendo almeno due alternative di progettazione a livello concettuale.

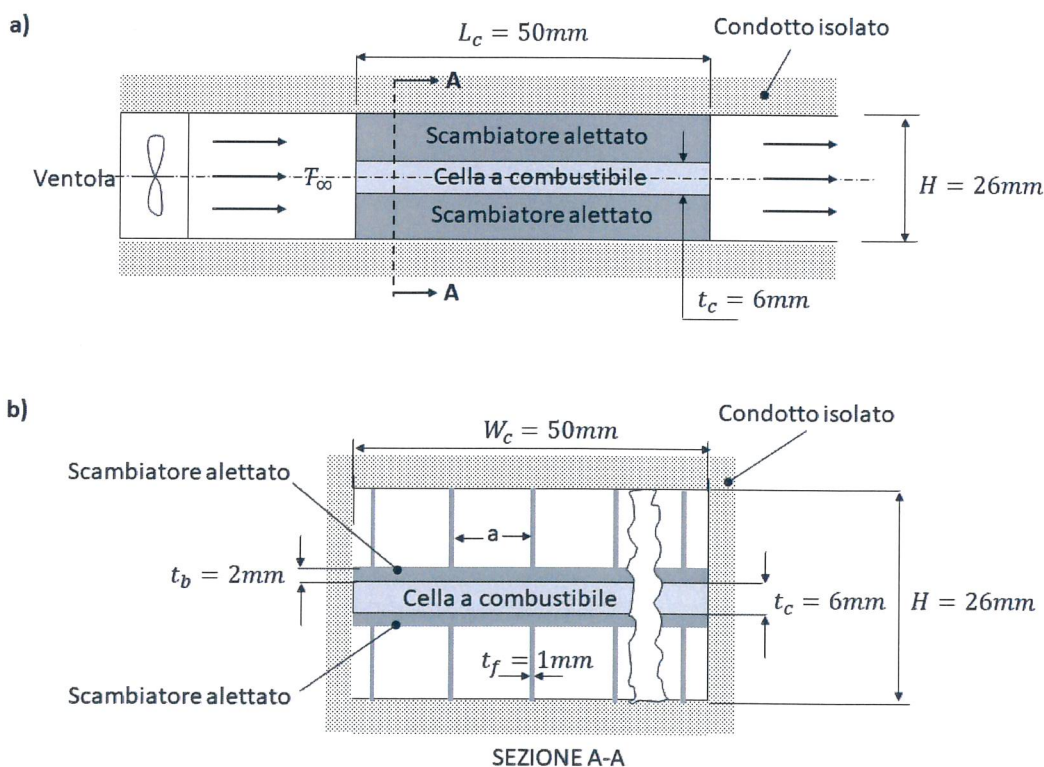


Figura 1: schema tecnico del problema termico (non in scala): a) vista laterale del condotto; b) sezione trasversale.

Al fine di dimezzare il consumo attuale della ventola viene valutato l'utilizzo di uno scambiatore alettato posto su entrambe le facce della cella come mostrato in figura 1. Il materiale è alluminio 6063 avente conduttività termica pari a 200 W/mK, la base dello scambiatore ha le stesse dimensioni della cella e ha uno spessore $t_b = 2\text{mm}$. Le alette sono a sezione rettangolare, hanno la stessa lunghezza della cella, hanno uno spessore $t_f = 1\text{mm}$ e la punta delle alette è a contatto con la superficie interna del condotto. La pasta conduttiva utilizzata per connettere termicamente lo scambiatore alettato con la cella ha una conduttività termica pari a 0,5 W/mK e uno spessore di 0,5 mm. Aggiungendo lo scambiatore alettato il calore scambiato per irraggiamento è trascurabile e il nuovo coefficiente di scambio termico convettivo si calcola con la seguente relazione $h = 1,78 \cdot k_{air} (L_f + a) / (L_f \cdot a)$ ove k_{air} è la conduttività termica dell'aria pari a 0,0263 W/mK, L_f è l'altezza delle alette e a è la distanza tra le alette.

- c) Il candidato determini il numero di alette necessario a ridurre il consumo di potenza elettrica della ventola del 50%, garantendo che la temperatura della superficie della cella sia compreso in un intervallo di $\pm 3^\circ\text{C}$ rispetto al valore nominale di funzionamento (temperatura di saturazione del vapore a 0,1685 bar) indicato nel testo.

Suggerimenti per il punto c):

- Calcolare un valore di primo tentativo del numero di alette supponendo che esse siano isoterme e siano alla stessa temperatura della cella, utilizzando un coefficiente di scambio termico convettivo verosimile per il caso in esame (ad esempio: 20 W/m²K).
 - Utilizzando il metodo dell'analogia elettrica e delle resistenze termiche equivalenti, ponendo particolare attenzione a quella dell'aletta, verificare che la resistenza termica globale (contatto, base dello scambiatore, alette, convezione), calcolata considerando il numero finito di alette scelto, garantisca di poter mantenere la temperatura della cella entro i limiti indicati al punto c).
- d) Infine, il candidato calcoli la potenza elettrica netta della cella a combustibile nella nuova configurazione commentando il risultato.



Il Presidente della Commissione

Esami di Stato
Secoda Sessione Novembre 2019
PROVA PRATICA SCRITTA
(Caratterizzante la classe)
CLASSE 34/S – LM31 - Ing. GESTIONALE
11 Febbraio 2020
Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE



Tema n. 1

Il/La candidato/a prenda in considerazione il caso di un processo produttivo manifatturiero e supponga che sia necessario arrivare a determinarne la capacità in termini di percentuale di non conformità che esso produce a regime.

Il/La candidato/a

- 1) scelga un processo a suo piacimento e
- 2) spieghi, progettando anche la modulistica necessaria, in che modo sia possibile arrivare a determinare tale grandezza e, successivamente,
- 3) illustri in che modo sia possibile garantire nel tempo il mantenimento di tale prestazione tramite l'applicazione del metodo PDCA

Tema n. 2

L'azienda ALPHA, in sede di progettazione di un nuovo prodotto da lanciare in un settore in fase di Introduzione (embrionale) ha adottato una metodologia di tipo strategic pricing /target costing. Ha quindi definito un Target Price (TP) quale massimo prezzo che consente di ottenere una quota di mercato predefinita; per la precisione, una Quota di Mercato in volume (QMvol) del 60%, con una Quota di Mercato in valore (QMval) pari all'85% della stessa QMvol . Il prezzo medio del mercato di riferimento (PM) è pari a 200.

Per definire il Target Cost (TC) ha considerato come profittabilità minima richiesta il ROS relativo ad una unità venduta, posto pari al 30%.

L'attuale costo (operativo, unitario) previsto del prodotto (in base alle esistenti risorse/modalità operative,...) è pari a 126.

Domande

1. **Calcolare il Target Price**
2. **L'azienda pensa di riprogettare la catena del valore e riuscire a ridurre il costo attuale del 6%. Dire se il valore ottenibile (Cueff) risulta adeguato.**

3. Supponiamo che l'azienda riesca nel suo intento (ad esempio per il primo esercizio di lancio del nuovo prodotto). Si considerino quindi i dati riportati nel testo e quelli calcolati nei punti 1 e 2.

Sapendo inoltre che:

- CCL = capitale circolante lordo = 801.800
- AIop = attività immobilizzate operative = 1.000.000
- IRDO = indice di rotazione dei debiti operativi = 2
- WACC = 10%
- Fatturato totale del mercato di riferimento: $1 \cdot 10^6$

Calcolare l'EVA per il periodo di riferimento

4. Supponendo che si segua il tipico andamento del ciclo di vita del settore, nella fase successiva l'azienda riesce a migliorare i propri risultati abbassando i prezzi. **Quale può essere il motivo? Spiegare.**

5. Si descrivano infine le possibili azioni competitive attuabili da una azienda leader in un mercato in fase prossima alla maturità, distinguendo le due situazioni:

- A) Competizione in base al costo
- B) Competizione in base alla differenziazione

Come costo si intende sempre quello operativo





Il Presidente della Commissione

Esami di Stato
Seconda Sessione Novembre 2019
PROVA PRATICA SCRITTA
(Caratterizzante la classe)
CLASSE 36/S – LM33 Ing. MECCANICA
11 Febbraio 2020
Sez. A - Ingegneria INDUSTRIALE

Tema n. 1

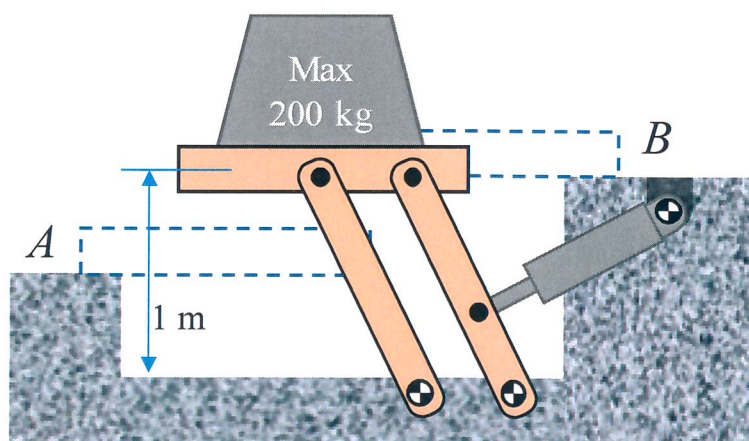
Si consideri il sistema di sollevamento carico mostrato in figura, caratterizzato da un parallelogramma articolato attuato mediante attuatore idraulico.

Si dimensioni il sistema affinché sia in grado di sollevare di 1 m una massa di massimo 200 kg.

Al candidato è richiesto di fornire:

1. Lo schema di equilibrio dell'insieme e dei particolari, considerando una movimentazione lenta della massa.
2. Il dimensionamento degli elementi tale da garantire un fattore di sicurezza minimo pari a 5 in termini di cedimento strutturale, per una vita di più di 10^6 cicli.
3. Il disegno tecnico dei collegamenti con quote tollerate, rugosità e scelta del materiale.

Il candidato assuma valori verosimili dei dati non forniti e giustifichi ogni scelta/ipotesi.



Tema n. 2

Facendo riferimento a Fig. 1 si progetti una macchina capace di eseguire le seguenti operazioni: agganciare il carico P al punto A , sollevarlo fino al punto B , ed abbassarlo fino al punto C . Il tutto deve essere eseguito in un tempo T per un numero di cicli non inferiore a c . La struttura della macchina può essere ancorata ai punti di supporto $S1$, $S2$, $S3$, e $S4$.

Si considerino i seguenti valori numerici: $P = 500 \text{ kg}$, $T = 10 \text{ s}$, $c = 10^5$.

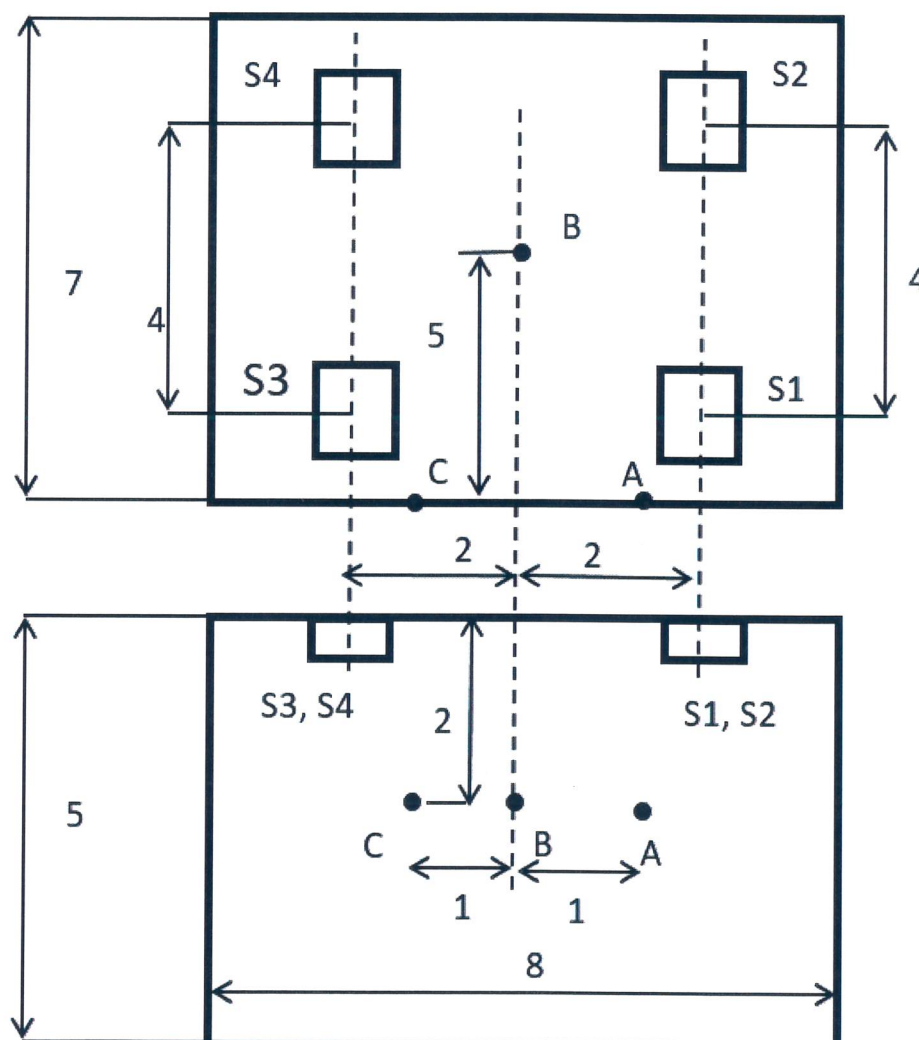


Figure 1 Vista orizzontale (sotto) e verticale (sopra) dell'area disponibile per l'alloggiamento della macchina con dimensioni in m.

Al candidato è richiesto di:

1. Riportare un disegno (in tutte le viste ed eventuali sezioni necessarie) di assieme della macchina il cui ingombro deve essere compreso nel volume dell'area rappresentata in Fig. 1 predisposta per l'alloggiamento della stessa
2. Dimensionare eventuali organi di attuazione atti ad eseguire le operazioni sopra descritte per mezzo della macchina progettata al punto 1
3. Dimensionare eventuali organi di trasmissione atti a trasmettere il moto tra componenti della macchina progettata al punto 1
4. Dimensionare eventuali elementi strutturali componenti la macchina progettata al punto 1
5. Riportare verifiche e disegno (in tutte le viste ed eventuali sezioni necessarie) tecnico delle parti principali eventualmente presenti nella macchina progettata al punto 1 eccetto organi di attuazione, organi di trasmissione, ed altri componenti commerciali

Il candidato assuma valori verosimili dei dati non forniti e giustifichi ogni scelta/ipotesi.

Tema n. 3

Il candidato consideri un motore aspirato ad accensione spontanea 4 tempi e 4 cilindri che sta operando ad un regime di $n = 3400$ giri al minuto a pieno carico con condizioni di aspirazione $P_a = 1$ bar e $T_a = 15$ °C. Il motore ha le seguenti caratteristiche progettuali di riferimento: alesaggio $D = 85$ mm, corsa $S = 90$ mm, rapporto di compressione $r = 14$.

- Facendo riferimento ad un ciclo ideale con rapporto volumetrico di combustione di $\tau = 2.7$ e supponendo che il fluido operante nel ciclo sia un gas ideale ($R = 287$ J/kg K; $k = 1.4$), il candidato stimi:
 - I valori di temperatura, pressione, volume specifico e le variazioni di energia interna nelle varie fasi di funzionamento teorico del motore.
 - Il rendimento di ciclo e la potenza generata
- Durante le prove al banco prova, il motore eroga una potenza effettiva $P_e = 40$ kW con un consumo orario $C_h = 10.45$ kg/h. Considerando un rendimento organico $\eta_{org} = 80\%$ e che il combustibile ha un potere calorifico inferiore $PCI = 42900$ kJ/kg, il candidato valuti:
 - La pressione media effettiva, indicata e di attrito
 - Il rendimento indicato, quello globale ed il consumo specifico.
- Si supponga di sovralimentare il motore con un turbocompressore in cui la turbina è mossa dai gas di scarico, che il compressore abbia un rendimento $\eta_c = 75\%$ e che il motore operi fra una pressione di aspirazione $P_c = 2,1$ ed una di scarico $P_s = 2,0$ bar. Trascurando le variazioni del coefficiente di riempimento e considerando che nell'espressione della pressione di attrito $P_{ma} = A + \mu_c B$ (dove $\mu_c = (P_c/P_a) (T_a/T_c)^{1/2}$) il termine indipendente dalla pressione di aspirazione valga $A = 0,80$ bar, il candidato stimi:
 - La pressione media effettiva, indicata e di attrito
 - Il rendimento organico e la potenza effettiva



Il Presidente della Commissione