

**POLITECNICO DI TORINO**  
**ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE**  
**DI INGEGNERE INDUSTRIALE JUNIOR**

**I Sessione 2013 - Sezione B**

**Settore Industriale junior**

**Prova pratica del 4 settembre 2013**

Il candidato svolga uno a scelta fra i seguenti temi proposti:  
(indicare sulla busta il numero del tema svolto):

**Tema n. 1**

Un'azienda ospedaliera intende sostituire gli elettrobisturi presenti all'interno dei blocchi operatori di chirurgia generale, ginecologica ed ortopedica in quanto, data l'anzianità dei dispositivi, gli interventi di manutenzione preventiva sono diventati troppo frequenti.

Predisporre il capitolato tecnico in base al quale i fornitori formuleranno le loro offerte, tenendo conto della necessità di dettagliare in modo accurato le caratteristiche degli elettrobisturi desiderati e di consentire un'agevole comparazione dei prodotti offerti. Il capitolato tecnico sarà costituito da una descrizione delle caratteristiche volute nella quale ad ogni caratteristica sarà attribuito un "indice" di importanza (potrebbe essere un indice variabile da 0 ad 1, da 0 a 100 o un semplice aggettivo, quale "bassa", "media" o "alta"). Oltre alla descrizione delle caratteristiche dovrà essere predisposta una tabella da utilizzare nella fase di comparazione, nella quale dovranno essere elencate in forma tabulare tutte le caratteristiche, i loro attributi e la loro importanza. Si definiscano inoltre le regole che saranno seguite per l'aggiudicazione, distinguendo tra aspetti legati alla "qualità" ed al "prezzo".

## Tema n. 2

Si consideri un piccolo stabilimento industriale alimentato dalla rete pubblica di distribuzione.

I principali parametri dell'alimentazione elettrica sono:

- $V=20$  kV
- $P_{cc}=500$  MVA
- $I_g=80$  A (corrente di guasto verso terra)
- $t=0,4$  s (tempo di eliminazione del guasto a terra)

Lo stabilimento insiste su un'area di circa  $800$  m<sup>2</sup>, comprensiva di un'area uffici di circa  $150$  m<sup>2</sup>, dispone di propria cabina di trasformazione ed esercisce principalmente n° 3 linee di assemblaggio con le seguenti caratteristiche di assorbimento:

- linea A  $P=180$  kW,  $V=400$  V,  $\cos\varphi=0,79$ ;
- linea B  $P=130$  kW  $V=400$  V,  $\cos\varphi=0,81$ ;
- linea C  $P=170$  kW,  $V=400$  V,  $\cos\varphi=0,82$ ;

oltre agli impianti fissi di illuminazione e di forza motrice.

Il candidato, sulla base degli studi e degli approfondimenti condotti, effettui le stime e le assunzioni necessarie e proceda:

1. alla schematizzazione elettrica della cabina elettrica;
2. al dimensionamento del quadro elettrico generale  $400$  V di cabina;
3. al dimensionamento del sistema (dei sistemi) di rifasamento dell'impianto elettrico a  $\cos\varphi=0,9$

illustrando nel dettaglio le problematiche affrontate e le scelte tecnico-economiche operate; si consiglia di organizzare il lavoro predisponendo relazione tecnica e schemi a blocchi e unifilari, per meglio illustrare e dettagliare le scelte progettuali compiute.

Tutti gli elaborati prodotti dovranno essere stilati in forma chiara ed ordinata.

La capacità di sintesi, l'ordine e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

### Tema n. 3

Si debba progettare la centrale termica di un condominio di recente costruzione da allacciare alla rete di teleriscaldamento cittadina.

Sono disponibili le seguenti informazioni:

Volumetria da allacciare:	$V = 12000 \text{ m}^3$
Altezza fuori terra del condominio	$H = 30 \text{ m}$
Volumetria dell'alloggio tipo	$V_a = 300 \text{ m}^3$
Località di riferimento	Torino

Per l'attività di progetto si richiede:

1. valutare il fabbisogno termico di riferimento per l'alloggio tipo e per l'intero condominio;
2. fare uno schema di riferimento per la centrale termica e il sistema di distribuzione dell'energia termica agli alloggi illustrando in forma sintetica e tecnica i componenti previsti;
3. fare un dimensionamento di massima dello scambiatore di calore per l'allacciamento alla rete di teleriscaldamento sulla base della portata massima erogabile dal modello di scambiatore di calore allegato;
4. caratterizzare numero e prestazioni delle pompe per l'alimentazione dei corpi scaldanti;
5. dimensionare le colonne di alimentazione e di ritorno in termini di numero, diametro, lunghezza;

Dati di riferimento

temperatura invernale esterna di progetto:	$-8 \text{ }^\circ\text{C}$
zona climatica E :	gradi-giorno tra 2.100 -3000
durata nominale della stagione di riscaldamento	180 giorni, gradi giorno $2570 \text{ }^\circ\text{C}$

Coefficiente dell'edificio :

$$C_d = \frac{W_d}{V\Delta t}$$

dove:

$W_d$  potenza termica dispersa dall'edificio in W

$V$  volume dell'edificio da riscaldare  $\text{m}^3$

$\Delta t$  salto di temperatura tra l'ambiente interno e quello esterno

$$C_d = 0.45 - 0.41 \text{ W/m}^3 \text{ }^\circ\text{C}$$

Dispersioni termiche associate ai ricambi dell'aria:

$C_v 0.35 \cdot n$  =coefficiente associato alle dispersioni termiche prodotte di ricambi d'aria, infiltrazioni. in  $\text{W}/(\text{m}^3 \cdot \text{h})$

$n$ = numero dei ricami orari

Coefficiente di forma dell'edificio  $C_f = S/V$  rapporto tra la superficie 0.8

L'impianto di riscaldamento dei singoli appartamenti sia realizzato in modo tale da alimentare i corpi scaldanti (radiatori) alla temperatura massima di  $55 \text{ }^\circ\text{C}$  e il ritorno sia previsto alla temperatura media di  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Sul lato secondario siano previste delle pompe di circolazione in grado di soddisfare i fabbisogni con una prevalenza massima sul lato secondario di circa 3.5 bar. La pressione assoluta media di esercizio lato primario sia pari a 8 bar mentre quella lato secondario sia pari 4 bar.

Caratteristiche della rete di teleriscaldamento:

Temperatura dell'acqua calda di mandata  $T_m = 120 \text{ }^\circ\text{C}$

Temperatura dell'acqua di ritorno alla rete  $T_r = 60 \text{ }^\circ\text{C}$

pressione differenziale massima tra ramo di mandata e ramo di ritorno:  $\Delta p = 4 \text{ bar}$

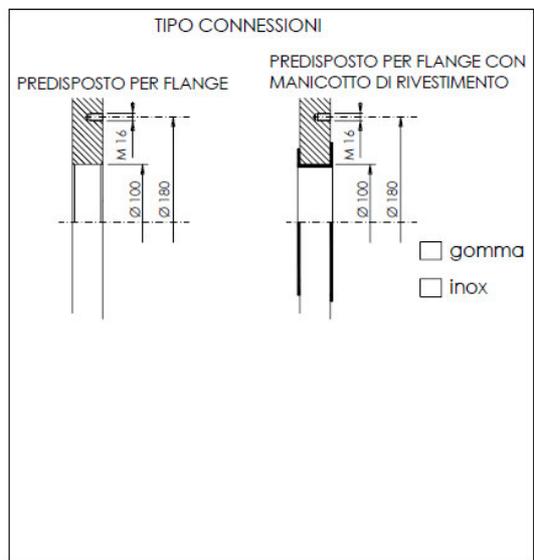
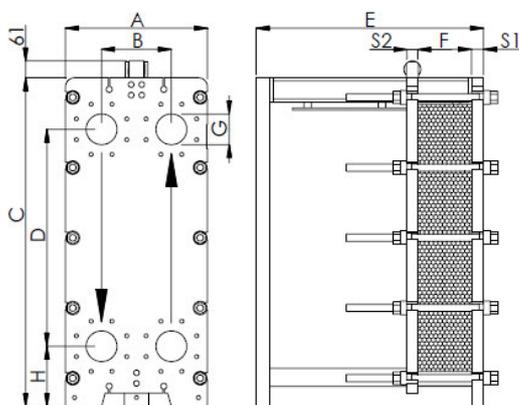
<b>APPLICAZIONI</b>	Riscaldamento, raffreddamento, utilizzabile con vapore
<b>PORTATA MAX.</b>	150 m <sup>3</sup> /h (con acqua)
<b>NUMERO DI PIASTRE MAX.</b>	403
<b>TELAIO</b>	PN10, PN16 (standard PN16)

<b>MATERIALI</b>	<b>TELAIO</b>	Acciaio al carbonio verniciato acciaio inox AISI 304 – AISI 316
	<b>PIASTRE</b>	Acciaio inox AISI 304 – AISI 316 titanio, incoloy, monel, hastelloy
	<b>GUARNIZIONI</b>	Nitrile, EPDM, EPM, FKM (Viton), Silicone
	<b>BOCCHELLI</b>	Acciaio saldato, acciaio inox saldato

DIMENSIONI		
PRESSIONE NOMINALE	PN10	PN16
A	455	468
B	230	230
C	1091	1091
D	720	720
F	N° Piastre x 3,10	N° Piastre x 3,10
G	DN100	DN100
H	200	200
S1 / S2	30 / 30	40 / 35
Sup. unit. (m <sup>2</sup> )	0,22	0,22
Vol. Canale (l)	0,58	0,58
Peso piastra (Kg)	1,35	1,35
Spess. Piastra (mm)	0,5	0,5
Peso telaio (Kg)	290	365
Tiranti	N° 10 M20	N° 10 M24

N°PIASTRE	101	145	189	233	279	323
E	750	1000	1250	1500	1750	2000

DIMENSIONI - INGOMBRI



A1. Proprietà di riferimento termodinamiche e di trasporto per l'acqua:

Temperature	Pressure	Density	Enthalpy	Cp	Therm. Cond.	Viscosity
(°C)	(bar)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kJ/kg)	(kJ/kg-K)	(mW/m-K)	(μPa-s)
10.000	4.0000	999.85	42.410	4.1940	580.19	1305.5
20.000	4.0000	998.34	84.288	4.1831	598.60	1001.5
30.000	4.0000	995.78	126.09	4.1790	615.64	797.32
40.000	4.0000	992.35	167.88	4.1787	630.76	653.00
50.000	4.0000	988.17	209.68	4.1807	643.73	546.90
60.000	4.0000	983.33	251.50	4.1843	654.53	466.46
70.000	4.0000	977.90	293.37	4.1894	663.27	403.97
80.000	4.0000	971.92	335.29	4.1961	670.17	354.43
90.000	4.0000	965.45	377.29	4.2045	675.43	314.49
100.00	4.0000	958.49	419.39	4.2150	679.26	281.82
110.00	4.0000	951.07	461.60	4.2277	681.84	254.77
120.00	4.0000	943.21	503.95	4.2430	683.31	232.10
130.00	4.0000	934.90	546.47	4.2611	683.78	212.93
140.00	4.0000	926.16	589.19	4.2825	683.32	196.55
143.61	4.0000	922.89	604.65	4.2910	682.94	191.22
143.61	4.0000	2.1627	2738.1	2.3396	30.656	13.771
150.00	4.0000	2.1237	2752.8	2.2747	31.005	14.031

A2. Proprietà di riferimento termodinamiche e di trasporto per l'acqua:

Temperature	Pressure	Density	Enthalpy	Cp	Therm. Cond.	Viscosity
(°C)	(bar)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kJ/kg)	(kJ/kg-K)	(mW/m-K)	(μPa-s)
10.000	8.0000	1000.0	42.800	4.1925	580.39	1305.1
20.000	8.0000	998.53	84.665	4.1819	598.78	1001.3
30.000	8.0000	995.96	126.46	4.1779	615.82	797.28
40.000	8.0000	992.52	168.24	4.1777	630.94	653.03
50.000	8.0000	988.34	210.02	4.1797	643.92	546.97
60.000	8.0000	983.50	251.84	4.1834	654.72	466.55
70.000	8.0000	978.07	293.69	4.1885	663.47	404.07
80.000	8.0000	972.10	335.61	4.1952	670.37	354.53
90.000	8.0000	965.63	377.60	4.2036	675.64	314.59
100.00	8.0000	958.68	419.69	4.2141	679.47	281.93
110.00	8.0000	951.27	461.89	4.2267	682.06	254.87
120.00	8.0000	943.41	504.23	4.2420	683.54	232.21
130.00	8.0000	935.11	546.74	4.2600	684.03	213.03
140.00	8.0000	926.37	589.45	4.2813	683.58	196.65
150.00	8.0000	917.19	632.38	4.3060	682.26	182.54

## Tema n. 4

La Figura 1 rappresenta un riduttore a doppio stadio per trazione in ambito autoveicolistico. Esso trasmette il moto fra un motore elettrico (M) e una delle ruote motrici, tramite un giunto omocinetico (G) collegato a sua volta al semiasse di trasmissione (non rappresentato in figura).

I collegamenti al motore elettrico e al giunto omocinetico sono realizzati tramite scanalati con profilo a evolvente. Per semplicità costruttiva le ruote dentate sono tutte a denti dritti.

Quesiti:

Tenendo conto dei dati forniti nella Tabella 1 e dell'esigenza di minimizzare la massa aggiunta al veicolo e gli ingombri,

- 1) Progettare i seguenti elementi:
  - a. Ruote dentate dei due stadi del riduttore.
  - b. Scanalati degli alberi di ingresso e di uscita.
  - c. Sezioni principali, raccordi e cuscinetti di supporto dell'albero intermedio.
- 2) Disegnare la sezione più rappresentativa del riduttore in modo da illustrare la disposizione relativa fra le parti, il loro montaggio, centraggi, tenute, scatola esterna.

Grandezza	valore	u.d.m.	note
Interasse	250	mm	Interasse fra alberi di ingresso e uscita
Coppia di picco	580	Nm	Albero di uscita
Potenza di picco	48	kW	
Velocità massima ruote	1300	rpm	
Rapporto di trasmissione complessivo	15	-	
Lubrificazione	olio	-	Carter umido a sbattimento
Temperatura	80	°C	Temperatura olio
Durata	2000	h	Ore di funzionamento

Tabella 1: Dati riduttore

Velocità [rpm]	Coppia [Nm]	Tempo [%]
400	290	40
800	290	30
1000	230	20
1300	100	10

Tabella 2: spettro di carichi per dimensionamento a fatica

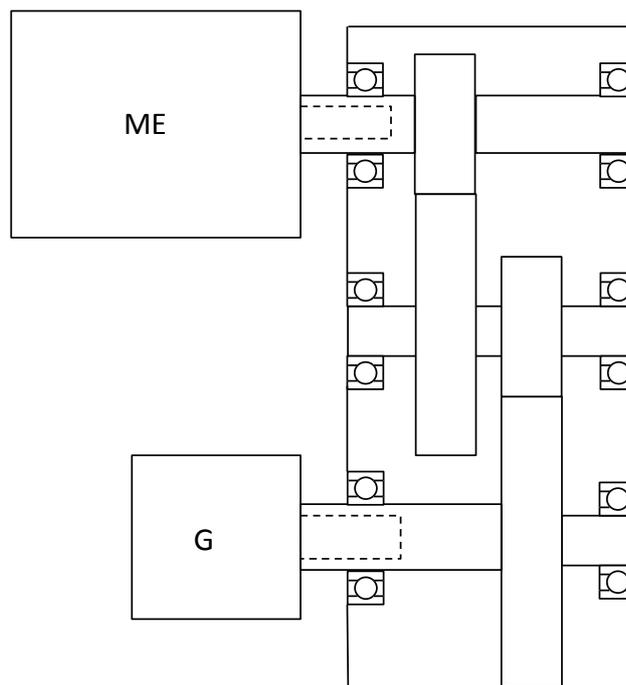


Figura 1: schema di riduttore per trazione elettrica