

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

**Il Sessione 2016 - Sezione B  
Settore Industriale**

**PROVA PRATICA del 22 dicembre 2016**

Il candidato svolga uno a scelta fra i seguenti temi proposti.

Gli elaborati prodotti dovranno essere stilati in forma chiara e ordinata. La completezza, la correttezza e la chiarezza espositiva costituiranno elementi di valutazione.

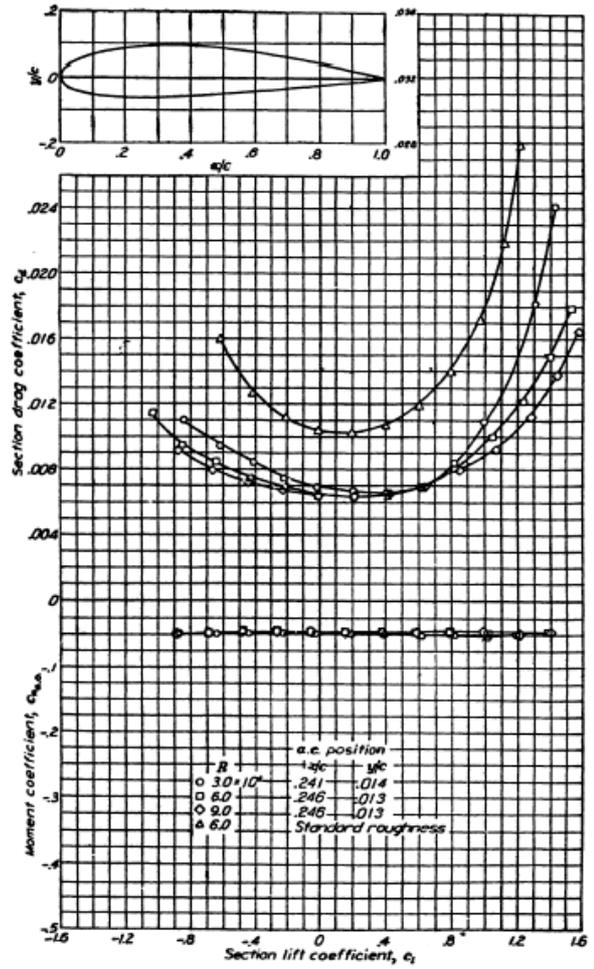
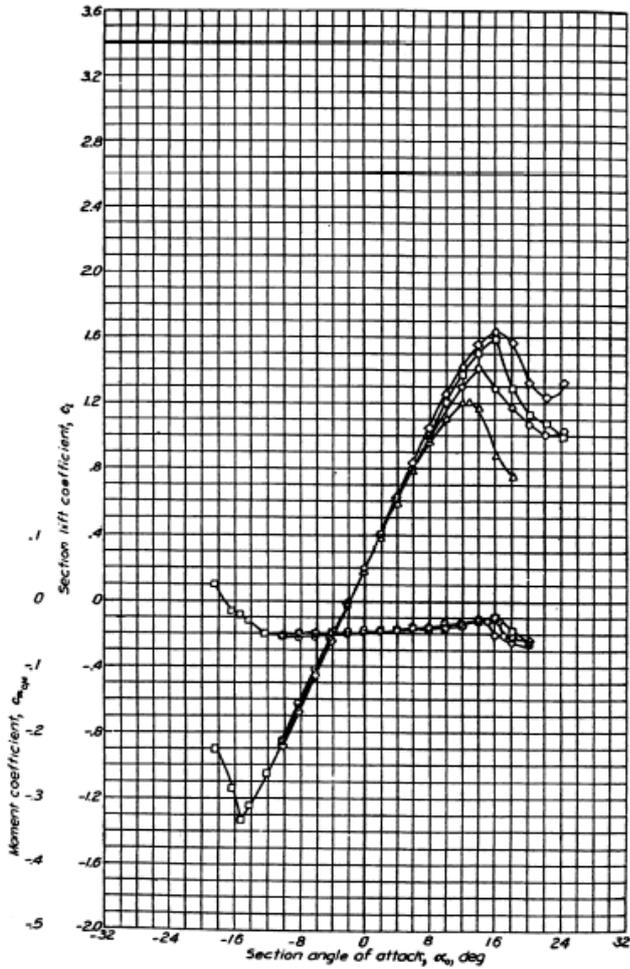
**Tema 1**

Un velivolo, con massa pari a 1430 kg, procede alla velocità di 230km/h in volo orizzontale alla quota di 1500 m. Il velivolo è dotato di un'ala a pianta rettangolare con apertura pari a 12 m e superficie in pianta pari a 16.2 m<sup>2</sup>. L'ala è realizzata con un profilo costante NACA 2415.

Considerando l'ala come isolata, per le condizioni di volo indicate, si chiede di:

- 1) valutare il coefficiente di portanza dell'ala;
- 2) valutare il coefficiente di resistenza indotta e la resistenza indotta dell'ala ipotizzando un fattore di Oswald  $e=0.82$ ;
- 3) stimare il coefficiente di resistenza parassita, il coefficiente di resistenza globale, la resistenza parassita e la resistenza globale dell'ala.

Segue Tema 1 >>



NACA 2415 Wing Section

## Tema 2

L'anca è l'articolazione sulla quale, a causa dell'insorgenza di patologie che ne limitano la funzionalità, si interviene più sovente con una sostituzione protesica.

Considerando un individuo con massa corporea pari ad 80 kg e con una distanza tra i centri articolari delle due anche pari a 400 mm ed ipotizzando i restanti parametri anatomici necessari:

- valutare numericamente l'entità della forza alla quale è sottoposta la testa femorale quando l'appoggio è monopodale;
- discutere, dimostrandolo numericamente, come si riduce il carico articolare in appoggio monopodale se ci si appoggia ad un bastone.

## Tema 3

Nella cabina di trasformazione di proprietà di uno stabilimento è installato un trasformatore di potenza nominale 250 kVA con tensione nominale primaria 22 kV e tensione secondaria a vuoto 400 V.

Il quadro elettrico di distribuzione in bassa tensione alimenta le seguenti utenze:

- un motore asincrono trifase, la cui potenza assorbita è desunta da due wattmetri inseriti secondo il metodo Aron, le cui letture sono:  $P_1 = 42 \text{ kW}$   $P_2 = 28 \text{ kW}$ ;
- un gruppo di 15 motori asincroni trifasi, ciascuno di potenza nominale resa all'albero di 2 kW; rendimento  $\eta=0,8$  e  $\cos\varphi=0,7$ ;
- quadro elettrico per l'illuminazione e i servizi vari, per un totale di circa 25 kW e  $\cos\varphi=0,9$ ;
- quadro elettrico per centrale tecnologica di stabilimento, con potenza impegnata di 40 kW e  $\cos\varphi=0,8$ ;
- quadro elettrico per basso fabbricato ad uso uffici, con potenza impegnata di 15 kW non necessitante di rifasamento.

Il candidato, fatte e motivate le ipotesi aggiuntive ed integrative ritenute necessarie, disegna lo schema a blocchi dell'impianto e lo schema unifilare del quadro generale di bassa tensione (comprensivo di scelta del sistema di distribuzione, del dimensionamento di dispositivi di protezione e cavi), calcoli la potenza delle batterie di condensatori per il rifasamento, ove necessario, delle varie linee.

Avendone definito i dati di targa e tipologia costruttiva, rappresenti lo schema vettoriale del trasformatore, nel funzionamento a vuoto e a carico.

## Tema 4

Il generatore di vapore (G di V) a tubi d'acqua, schematizzato in figura, alimentato a gasolio, è utilizzato in una centrale termoelettrica per produrre vapore surriscaldato da inviare in turbina. Sono evidenziati il surriscaldatore S, l'economizzatore E, il preriscaldatore d'aria P<sub>RE</sub> e il camino.

Sono noti i seguenti dati:

- pressione del vapore surriscaldato  $p = 40 \text{ bar}$
- temperatura del vapore surriscaldato  $t = 450^\circ\text{C}$
- temperatura dell'acqua di alimento  $t = 40^\circ\text{C}$
- portata di gas naturale  $\dot{m}_c = 500 \text{ kg/h}$

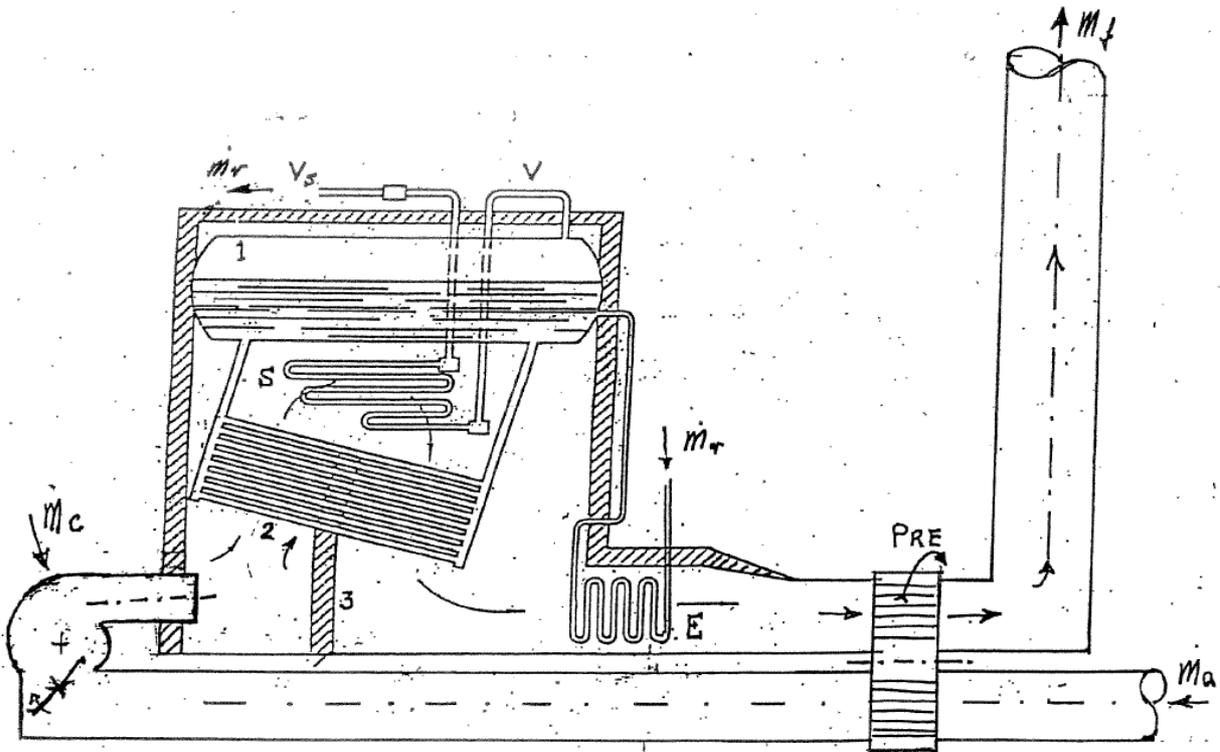
In condizioni di regime permanente sono state misurate le seguenti grandezze:

- concentrazione di anidride carbonica al camino  $\text{CO}_2 = 12\% \text{ in vol}$
- temperatura dei fumi all'ingresso del preriscaldatore  $t_{pr} = 220^\circ\text{C}$
- temperatura dei fumi alla base del camino  $t_f = 160^\circ\text{C}$
- temperatura dell'aria ambiente  $t_a = 20^\circ\text{C}$

Calcolare:

- il rendimento del G di V (si trascurino le dispersioni termiche attraverso l'involucro);
- la producibilità del generatore di vapore (portata di vapore erogata)  $\dot{m}_v$ ;
- la temperatura dell'aria comburente a valle del preriscaldatore;
- le potenze termiche nelle tre sezioni del G di V;
- la potenza elettrica assorbita dalla pompa di alimentazione.

Stimare infine il diametro del camino imponendo per i fumi una velocità di circa 5 m/s.



## Tema 5

La figura rappresenta un sistema di trasmissione del moto costituito da un rotismo epicicloidale. La rappresentazione grafica non è in scala. Gli elementi costituenti il sistema sono:

- albero motore 1 supportato dal cuscinetto C;
- accoppiamento di ruote dentate cilindriche a denti diritti dall'albero motore 1 all'albero 2 (ruote 1 e 2 con angolo di pressione  $20^\circ$ );
- albero 2 supportato dai cuscinetti A e B;
- accoppiamento di ruote dentate cilindriche a denti diritti: ruota 3 (solare) e ruote 4 (satelliti); i satelliti sono in numero di 4 e sono disposti a  $90^\circ$  (angolo di pressione  $20^\circ$ );
- corona 5, rigidamente collegata al telaio fisso;
- albero di uscita 3, che funge da portatreno, supportato dal cuscinetto D.

Si considerino i seguenti dati:

$Z_1=17$ ,  $Z_2=47$ ,  $Z_3=17$ ,  $Z_5=87$  (numeri di denti);

$C_1=60$  Nm (coppia motrice);

$n_1=1350$  giri/min (velocità dell'albero motore 1);

$m=4$  mm (modulo delle ruote dentate);

$a=120$  mm (distanza tra il cuscinetto A e la ruota 2);

$b=100$  mm (distanza tra il cuscinetto B e la ruota 2);

$c=100$  mm (distanza tra il cuscinetto B e la ruota 3);

Si supponga inoltre che il sistema di trasmissione abbia rendimento unitario.

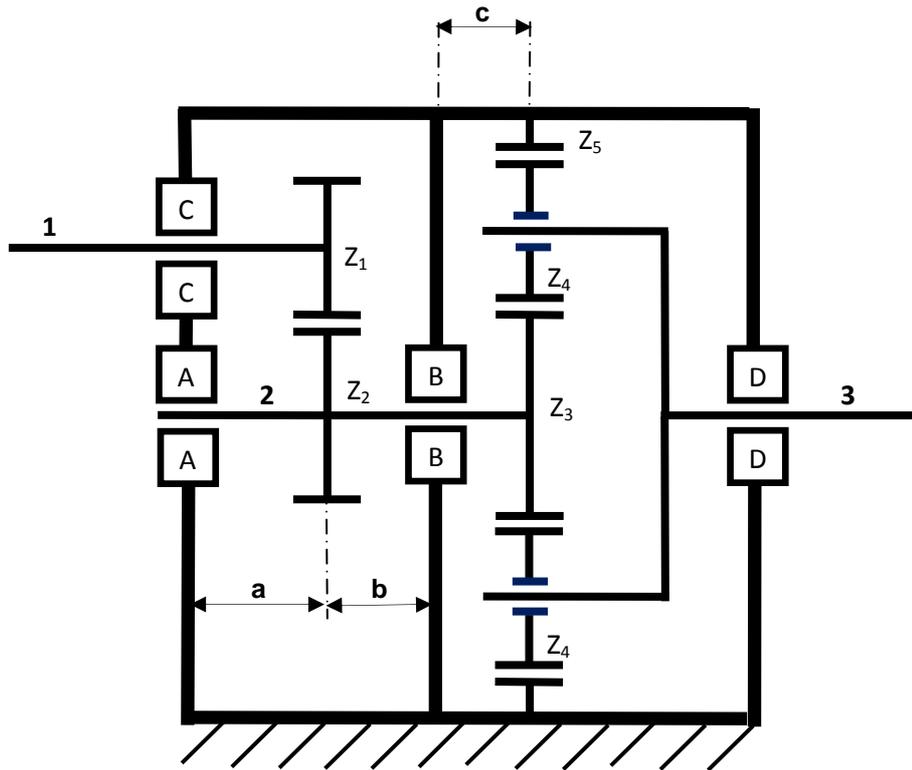
Il candidato svolga i seguenti punti:

1. Calcolo della velocità di rotazione dell'albero di uscita 3 e della coppia assorbita dal carico a regime.
2. Calcolo della coppia di reazione esercitata sul telaio.
3. Calcolo delle reazioni vincolari esercitate dai cuscinetti A e B.
4. Rappresentazione grafica delle caratteristiche della sollecitazione per l'albero 2.
5. Scelta a catalogo dei cuscinetti A e B volendo assicurare una durata minima di 10000 ore.
6. Esecuzione del disegno costruttivo dell'albero 2 dimensionato e completo di indicazioni del materiale e del trattamento termico.

Infine, sapendo che il momento di inerzia del motore è  $3 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$  e che quello dell'utilizzatore è  $5 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$ , il candidato svolga i seguenti punti:

7. Calcolare il momento di inerzia equivalente del sistema, ridotto all'albero motore, trascurando tutti i momenti di inerzia eccetto quello del motore e dell'utilizzatore.
8. Ipotizzando che gli alberi siano infinitamente rigidi a torsione, calcolare l'accelerazione angolare dell'albero motore, supponendo che la coppia assorbita dal carico si riduca istantaneamente del 5% e che la coppia motrice si mantenga costante.
9. Calcolare il tempo necessario affinché, nella situazione sopra descritta, la velocità di rotazione del motore si incrementi del 10%.

Il candidato assuma ogni altro dato eventualmente necessario per lo svolgimento del tema giustificando le scelte



## Tema 6

Si deve progettare un impianto di sollevamento acqua per uso industriale.

L'impianto deve essere in grado di fornire all'utenza, disposta ad un dislivello di 30 m rispetto al piano di installazione della pompa, una portata variabile tra 1.8 m<sup>3</sup>/min. e 2.4 m<sup>3</sup>/min. secondo il seguente diagramma temporale quotidiano:

Orario di lavoro	Portata [m <sup>3</sup> /min.]
7.00 – 11.00	2.4
11.00 -14.00	2.2
14.00-19.00	1.8
19.00-7.00	0

Il pelo libero del bacino di aspirazione affonda, rispetto al terreno (piano d'installazione della pompa), di una quota variabile tra i 3.5m e 4.5m, mentre la temperatura dell'acqua prelevata varia durante l'anno tra 10°C e i 12°C.

Il condotto di aspirazione a diametro costante deve essere lungo 6 m e prevede una curva ad angolo retto. Il condotto di mandata, anch'esso a diametro costante, è lungo 50 m e prevede 6 curve ad angolo retto.

Allo scopo è stata selezionata una pompa avente alcune delle caratteristiche riportate nell'allegato (All.1) unitamente alle curve caratteristiche (All.2) in termini di prevalenza (H), rendimento ( $\eta$ ) e NPSH richiesto dalla pompa.

Il candidato:

- valuti il diametro del condotto di aspirazione e mandata dell'impianto, entrambi realizzati in acciaio;
- valuti la potenza del motore asincrono da accoppiare alla pompa;
- analizzi criticamente l'installazione proposta e suggerisca, se necessarie, eventuali modifiche;
- valuti il consumo quotidiano di energia richiesto qualora la pompa venga regolata per laminazione;
- valuti il consumo quotidiano di energia richiesto qualora la pompa venga regolata per variazione della velocità angolare.

In seguito ad un intervento di potenziamento dell'impianto industriale è necessario incrementare le portate mandate dall'impianto di 0.6 m<sup>3</sup>/min. dalle ore 7.00 alle ore 19.00. Disponendo di una pompa identica alla pompa già installata, si vuole analizzare il comportamento dell'impianto qualora si integrasse la seconda pompa nell'impianto collegandola in:

- Parallelo alla pompa già installata;
- Serie alla pompa già installata.

Si confrontino le due configurazioni impiantistiche indicate esprimendo un giudizio tecnico.

Il candidato faccia tutte le assunzioni che ritiene utili al fine del completamento del compito assegnato, dandone la necessaria giustificazione.

**Dati Tecnici Pompa:**

Velocità rotazione nominale: 2930 rpm

**Installazione:**

Max temperatura ambiente: 60°C

Max pressione di funzionamento: 16 bar

Flangia Aspirazione pompa: DN 80

Flangia Mandata pompa: DN 65

Pressione d'esercizio: PN 16

**Liquido:**

Liquido pompato: Acqua

Gamma temperatura del liquido:

Temperatura liquido: 0 – 120°C

Densità: 998.2 kg/m<sup>3</sup>

Viscosità cinematica: 1 mm<sup>2</sup>/s

**Dati elettrici:**

Frequenza di rete: 50 Hz

Voltaggio: 3x380-480 V

Numero poli motore elettrico: 2;

Efficienza motore elettrico:

- a pieno carico: 91,5%
- a  $\frac{3}{4}$  carico: 93,2 %
- a  $\frac{1}{2}$  carico: 93,2%.

**Allegato 2 Tema 6**  
**Settore Industriale - Sezione B**

