



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2014 - I SESSIONE**

I PROVA SCRITTA – INGEGNERIA INDUSTRIALE - SEZ. A

Il candidato descriva gli obiettivi, le procedure di calcolo e gli schemi di progetto, nella progettazione di un impianto industriale, o di una sua sezione, in relazione al proprio specifico curriculum accademico.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2014 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA - SEZ. A

Il candidato descriva il funzionamento delle macchine asincrone negli impianti di distribuzione dell'energia, evidenziando i criteri di dimensionamento e protezione dei circuiti elettrici di alimentazione di una linea motore tipo, nonché le problematiche impiantistiche connesse con il loro funzionamento nelle fasi di spunto e avviamento.



ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

I SESSIONE - ANNO 2014

III PROVA SCRITTA - SEZ. A - INGEGNERIA ELETTRICA/ENERGETICA

In una zona industriale è stata prevista la realizzazione di n. 2 generatori eolici da collegare alla rete di distribuzione dell'ente distributore, e quindi in antenna alla cabina primaria AT/MT, mediante una linea in cavo di lunghezza 7 km, secondo uno schema radiale illustrato in fig. 1.

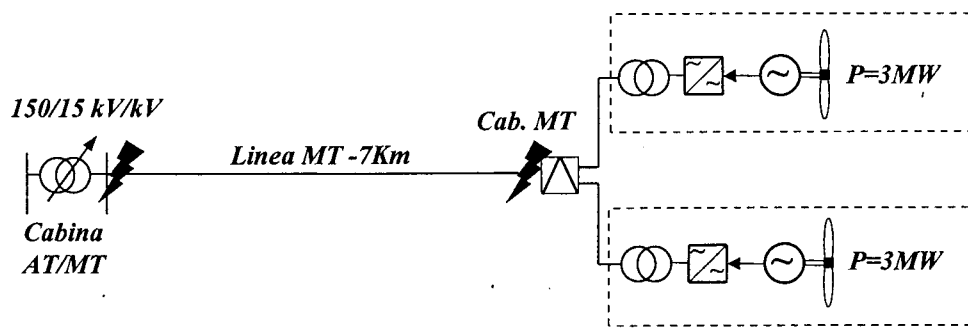


Fig. 1- Schema impianto

Al Candidato si richiede di:

1. calcolare la $\Delta V\%$, da cabina primaria alla cabina di connessione dell'impianto eolico;
2. calcolare la corrente di guasto per corto circuito trifase netto, alle sbarre MT della cabina primaria e nel punto di collegamento dell'impianto trascurando e, successivamente, considerando il contributo dei generatori eolici sul lato MT della rete di distribuzione (si trascurino i tratti di collegamento dalla cabina MT consegna/utente a ciascun generatore);
3. disegnare lo schema di connessione dell'impianto alla rete secondo la norma CEI 0-16 e lo schema elettrico unifilare della cabina utente, dimensionando i componenti principali (trasformatori, interruttori/fusibili MT, dispositivi generali e di interfaccia, tipi e caratteristiche delle protezioni) e ipotizzando una lunghezza dei cavi di collegamento tra la cabina MT consegna/utente e ciascun aerogeneratore di 750 m;

Sono forniti i seguenti dati:

- Trasformatore AT/MT, 150/15 kV/kV, 40 MVA, $V_{cc}\%=15\%$, $P_o\%=1\%$;
- Linea MT in cavo aereo 150 mm², $R=0,206\ \Omega/\text{km}$, $X=0,115\ \Omega/\text{km}$, $I_z=290\ \text{A}$;
- Generatore eolico $P=3\ \text{MW}$, interfacciato con convertitore $P=3\ \text{MW}$, 690 V, e trasformatore 690/15 V/kV $P=3\ \text{MVA}$, $V_{cc}\%6\%$, $P_o\%=1\%$.

Eventuali ulteriori dati tecnici necessari per lo svolgimento dovranno essere ipotizzati dal candidato.

Esame di Stato per Ingegneri

Anno 2014, sessione 1

Compito n° 3 per ENERGETICA

Una sala riunioni della Fiera di Cagliari, larga 10,0 m, profonda 20,0 m, e alta 4,0 m, contiene 200 posti a sedere compresi i conferenzieri.

La sala, posata a terra tramite un vespaio, ha un ingresso principale largo 1,8 m sulla parete Nord, contrapposta al tavolo dei conferenzieri, e quattro uscite di sicurezza cieche in legno, due per lato, larghe 1,2 m. La sala è priva di finestre, ma sono presenti, sui due lati dell'ingresso, un piccolo ambiente da 3,0x3,0 m², con funzioni di punto d'appoggio per i conferenzieri, e il blocco dei servizi igienici da 4,0x3,0 m².

Il Candidato deve valutare il carico termico della sala, in inverno e in estate, ipotizzando le informazioni non fornite espressamente, e progettare l'impianto di condizionamento a tutt'aria costituito da una pompa di calore aria-acqua annuale, un'UTA, la rete di canali che alimenta i terminali interni, e la distribuzione idrica che alimenta le batterie di scambio termico dell'UTA completa di tutti gli accessori di esercizio, controllo, e sicurezza prescritti dalla Raccolta R ISPEL. Deve definire inoltre i trattamenti psicrometrici da applicare all'aria nell'UTA.

L'involucro delle unità **Vulcan Pro** è così composto:

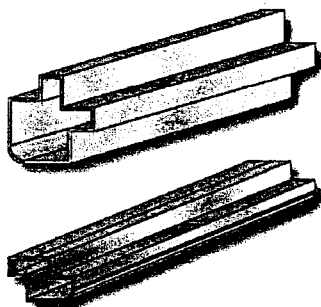
- **telaio** portante formato da profilati estrusi in lega di alluminio di colore naturale.
- **giunti** in nylon rinforzato (per lo spessore 35 mm) ed in pressofusione di alluminio (per lo spessore 50 mm).

- **pannelli** a sandwich in due spessori da **35 e 50 mm** nominali, nei seguenti materiali:

- **standard:** *esterno:* in lamiera zincata e preverniciata di colore bianco/grigio Magona C21.

interno: in lamiera zincata.

isolamento: in poliuretano iniettato densità 45 Kg/m³.



- **a richiesta:** *esterno:* acciaio inox Aisi 304 - peralluman.

interno: lamiera zincata preverniciata - acciaio inox Aisi 304 - peralluman.

isolamento: in lana minerale densità 90 Kg/m³.

- **fissaggio:** con viti autofilettanti in acciaio zincato previa interposizione, sulla battuta tra profilo e pannello, di guarnizione autoadesiva in neoprene.

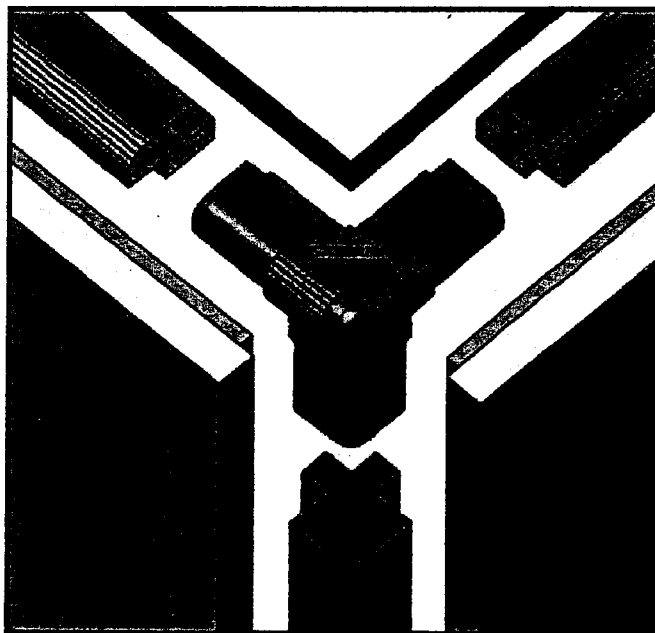
I pannelli isolati con lana minerale sono fissati con viti alloggiare in bussole.

CARATTERISTICHE DELL'INVOLUCRO
SECONDO LA NORMA **UNI-EN 1886**

• resistenza meccanica involucro	D1
• trafilamento involucro a -400 Pa	L1
• trafilamento involucro a +700 Pa	L1
• by-pass dei filtri	F9
• trasmittanza	T3
• ponti termici	TB3

ABBATTIMENTO ACUSTICO

Frequenza banda Hz	Pannelli sp. 35 e sp. 50 isolamento in poliuretano
125	dB 11,0
250	dB 9,0
500	dB 11,0
1K	dB 12,0
2K	dB 15,0
4K	dB 27,0
8K	dB 34,0



- **portine di ispezione:** costruite come i pannelli, dotate di cerniere e di dispositivi di chiusura / apertura rapida, complete di guarnizione di tenuta, interruttore di sicurezza alle sezioni ventilanti e, su richiesta, di oblò di ispezione. Per le sezioni con alta pressione interna (ad es. sezioni ventilanti con plug-fan o con filtri a tasche, elettrostatici o assoluti posti in premente rispetto al ventilatore) le portine sono ulteriormente rinforzate con profili trasversali asportabili, fissati al telaio con pomoli filettati.
- **basamento:** costruito in lamiera di acciaio zincata di forte spessore piegata a "C", fissato ai profili di base delle singole sezioni componibili e dotato di fori perimetrali per l'aggancio del dispositivo di sollevamento.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2014 - SESSIONE I**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA BIOMEDICA - SEZ. A

Il candidato illustri le problematiche inerenti la progettazione di dispositivi destinati alla riabilitazione motoria.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2014 - SESSIONE I**

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA BIOMEDICA - SEZ. A

Il candidato, in relazione al proprio curriculum formativo, risolva uno dei seguenti problemi:

✓ **Problema 1**

Si esegua la progettazione di massima di una protesi d'anca destinata all'impianto in un soggetto del peso di 70kg e 55anni di età. Si giustificano opportunamente le scelte progettuali per quanto concerne i materiali utilizzati e le geometrie.

Problema 2

Si progetti un codice destinato all'elaborazione di dati acquisiti all'interno di un laboratorio di analisi del movimento focalizzando l'attenzione su almeno due dei seguenti aspetti:

- 1) cinematica;
- 2) dinamica;
- 3) elettromiografia di superficie;
- 4) posturografia.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2014 – SESSIONE I**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA CHIMICA – SEZ. A

Il candidato illustri le problematiche inerenti la progettazione di reattori chimici operanti in fase eterogenea.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI

FACOLTA' DI INGEGNERIA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE

ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE

ANNO 2014 – I SESSIONE

III PROVA – INGEGNERIA CHIMICA - SEZ. A

Si intende valutare la separazione dell'etanolo da una corrente a 300 °F e 1 atm avente portata pari a 250 lbmol/h e composizione molare pari a 20% etanolo/80% acqua. Si determini il diametro e l'altezza della colonna a piatti necessaria per ottenere una corrente rispettivamente al 70% molare di etanolo nel distillato e al 5% di etanolo sul fondo colonna. Si assuma un'efficienza dei piatti del 65% e una spaziatura tra i piatti pari a 24 in. Si consideri inoltre un condensatore totale, un ribollitore parziale, un rapporto di riflusso esterno pari a 1.25 e una qualità dell'alimentazione pari a 1.2. I dati di equilibrio alla pressione di 1 atm sono di seguito riportati:

Temperatura (°C)	Frazione molare etanolo in fase liquida	Frazione molare etanolo in fase vapore
212	0.0	0.0
192	0.072	0.39
186	0.124	0.47
181	0.238	0.545
180	0.261	0.557
177	0.397	0.612
176	0.52	0.661
174	0.676	0.738
173	0.75	0.812
172	0.862	0.925
171	1.0	1.0

Si valuti quali modifiche subisce il dimensionamento della colonna al variare dei parametri di progettazione suggeriti. Si commentino i risultati ottenuti. Si effettui ove possibile una valutazione dei costi dell'intero processo. Si rappresentino i sistemi di controllo necessari per il buon funzionamento della colonna.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2014 - SESSIONE I**

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA MECCANICA - SEZ. A

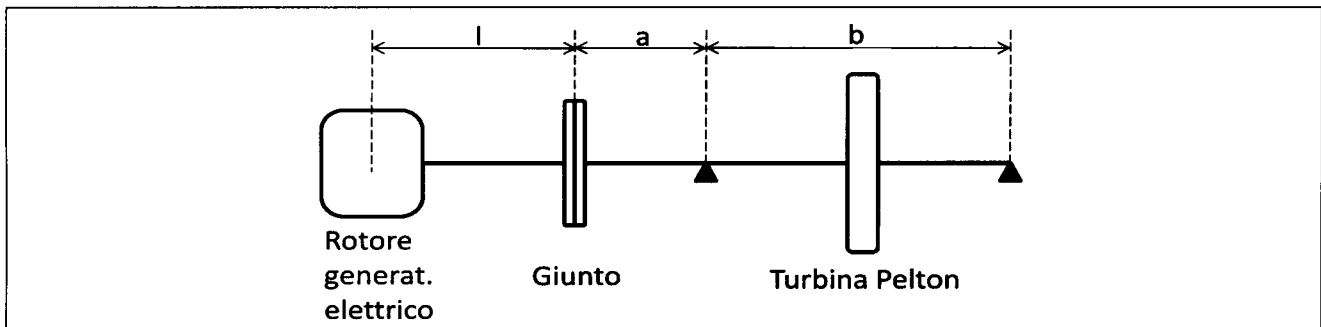
Si consideri il problema della verifica dell'albero di una turbina Pelton ad asse orizzontale ad un getto. La turbina, la cui vita prevista è di 10 anni di funzionamento nelle condizioni nominali, è accoppiata ad un generatore sincrono trifase mediante un giunto rigido a dischi.

Caratteristiche dell'impianto:
portata nominale: $Q = 1.3 \text{ m}^3/\text{s}$;
salto netto: $H = 900 \text{ m}$
velocità di rotazione: $n = 600 \text{ rpm}$
Diametro del cerchio dei getti: $D_T = 1.680 \text{ m}$;

massa della turbina: $M_T = 3400 \text{ kg}$;
massa del giunto: $M_G = 1160 \text{ kg}$; ($= 2 \times$ massa semigiunto)
momento di inerzia della turbina: $J_T = 1100 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$;
momento di inerzia del generatore elettrico: $J_{GE} = 4200 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$;
momento di inerzia del giunto: $J_G = 30 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$;

Caratteristiche dell'albero (riferimento allo schema in figura):

diametro dell'albero: $d = 250 \text{ mm}$;
 $a = 0.9 \text{ m}$; $b = 2.3 \text{ m}$; $l = 1.6 \text{ m}$;
materiale: acciaio 30NiCrMo12;

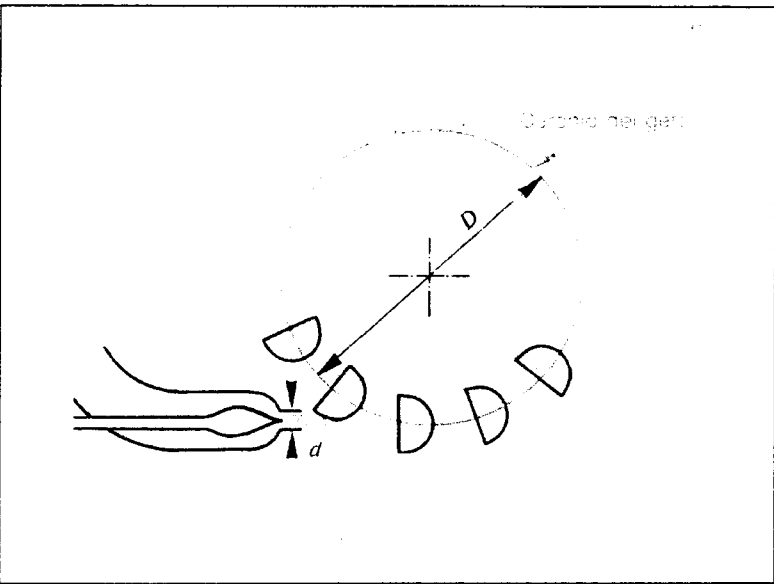
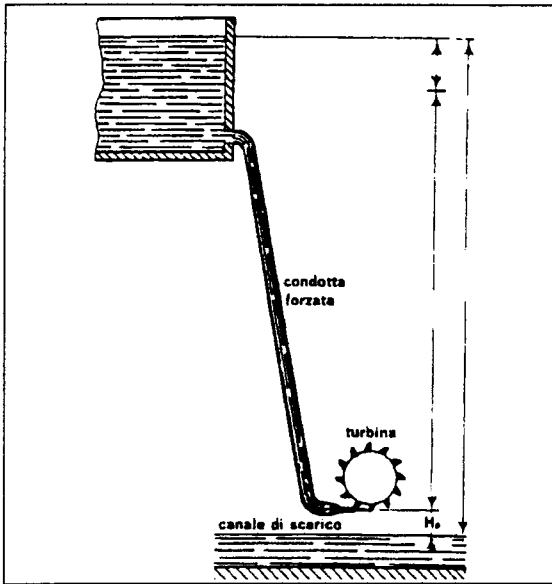


Si richiede

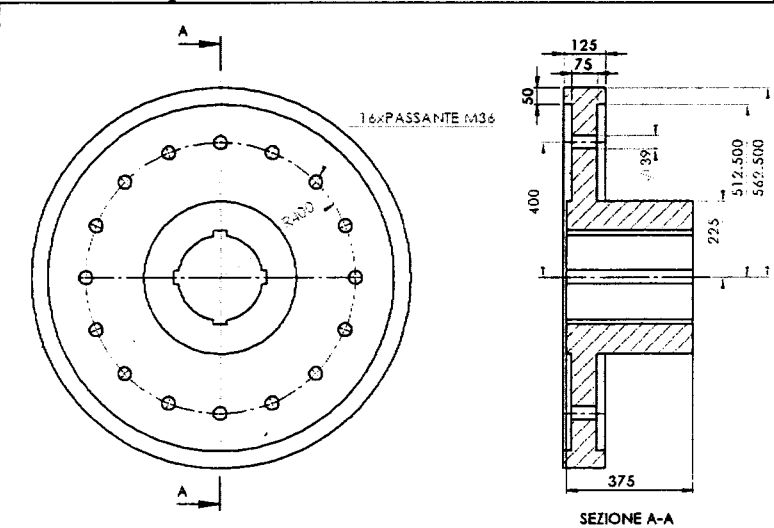
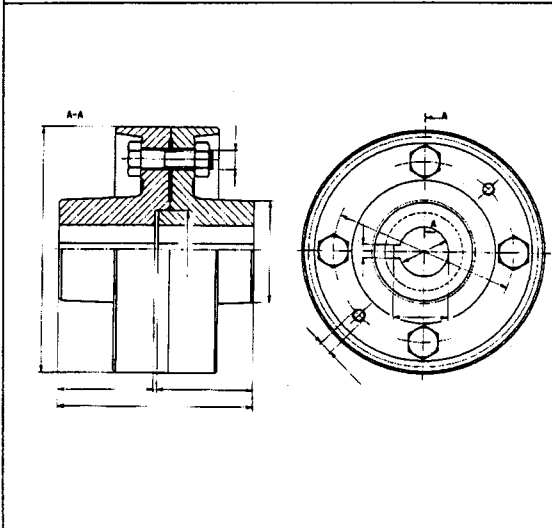
- 1) Verifica a snervamento
- 2) Verifica a fatica
- 3) Verifica a deflessione
- 4) Verifica alle velocità critiche flessionali
- 5) Verifica alle velocità critiche torsionali
- 6) Calcolo del momento di serraggio e verifica dei bulloni del giunto.
- 7) Scelta e verifica della linguetta del giunto
- 8) Dimensionamento e verifica dei cuscinetti
- 9) Disegno di massima dell'albero.

Il candidato risolva i punti 1) e 2) ed almeno altri due punti tra quelli indicati.

(nota: per il calcolo delle sollecitazioni si faccia riferimento al solo albero della turbina, considerando quindi i soli tratti di lunghezza a e b , ed il carico di solo metà del giunto agente all'estremità sinistra).



Schema dell'impianto



Esempio di giunto rigido.

Disegno di massima del semigiunto dell'impianto considerato.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2014 - I SESSIONE**

I PROVA SCRITTA – INGEGNERIA INDUSTRIALE - SEZ. **B**

Il candidato illustri i potenziali sbocchi professionali, che il mercato del lavoro ritiene possa riservare all'ingegnere industriale in relazione al proprio specifico curriculum accademico.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2014 - I SESSIONE**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA ELETTRICA - SEZ. B

Il candidato descriva il funzionamento dei fusibili negli impianti di distribuzione dell'energia, evidenziando i criteri di dimensionamento e di scelta nella protezione dei cavi e delle macchine elettriche.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
I SESSIONE - ANNO 2014
III PROVA SCRITTA – SEZ. B – INGEGNERIA ELETTRICA

Si deve dimensionare l'impianto elettrico di un impianto di illuminazione pubblica a servizio di n. 3 strade rispettivamente della lunghezza di 250 m, 750 m e 2 km, alimentate da un quadro elettrico generale, ubicato nell'incrocio di diramazione delle 3 strade.

Si dovranno utilizzare pali alti 6 m, con interasse 20 m e con lampade LED 230 V, 90 W.

Al Candidato si richiede di:

1. valutare il tipo di alimentazione da utilizzare (Monofase/Trifase);
2. calcolare la potenza complessiva da richiedere al distributore dell'energia elettrica nel punto di consegna;
3. disegnare lo schema elettrico unifilare/multifilare e illustrare i criteri da seguire per il calcolo delle caratteristiche delle apparecchiature presenti nel quadro elettrico generale;
4. descrivere le caratteristiche elettriche e costruttive dei quadri di alimentazione;
5. descrivere i sistemi da adottare per le protezioni contro i contatti diretti e indiretti.

Al Candidato è richiesto di corredare l'elaborato con una descrizione delle scelte tecniche progettuali adottate. Eventuali dati tecnici necessari per lo svolgimento dovranno essere ipotizzati dal candidato.



**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA**

**ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2014 - SESSIONE I**

II PROVA SCRITTA – INGEGNERIA MECCANICA - SEZ. A/B

Il candidato illustri l'importanza della scelta dei materiali nella progettazione meccanica illustrando almeno un caso di studio relativo ad un'applicazione industriale di sua scelta.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAGLIARI
FACOLTA' DI INGEGNERIA

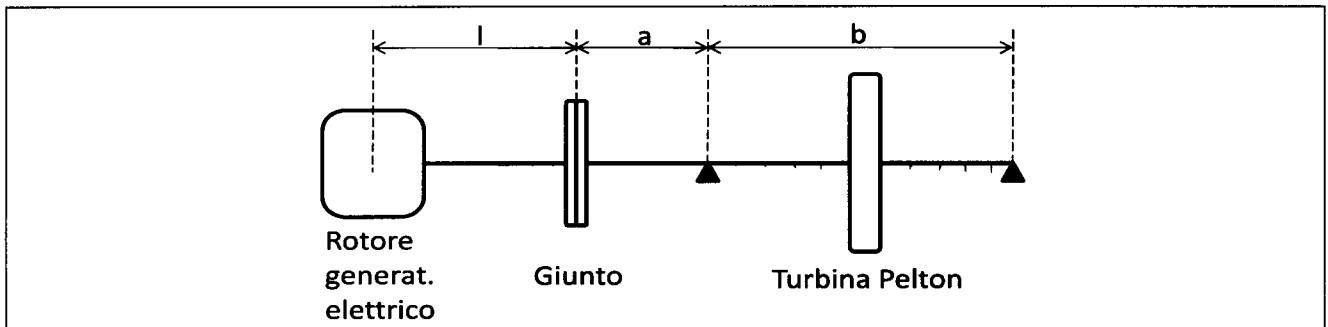
ESAME DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE
ANNO 2014 - SESSIONE I

III PROVA SCRITTA – INGEGNERIA MECCANICA - SEZ. B

Si consideri il problema della verifica dell'albero di una turbina Pelton ad asse orizzontale ad un getto. La turbina, la cui vita prevista è di 10 anni di funzionamento nelle condizioni nominali, è accoppiata ad un generatore sincrono trifase mediante un giunto rigido a dischi.

Caratteristiche dell'impianto: portata nominale: $Q = 1.3 \text{ m}^3/\text{s}$; salto netto: $H = 900 \text{ m}$ velocità di rotazione: $n = 600 \text{ rpm}$ Diametro del cerchio dei getti: $D_T = 1.680 \text{ m}$;	massa della turbina: $M_T = 3400 \text{ kg}$; massa del giunto: $M_G = 1160 \text{ kg}$; ($= 2 \times$ massa semigiunto) momento di inerzia della turbina: $J_T = 1100 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$; momento di inerzia del generatore elettrico: $J_{GE} = 4200 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$; momento di inerzia del giunto: $J_G = 30 \text{ kg}\cdot\text{m}^2$;
---	---

Caratteristiche dell'albero (riferimento allo schema in figura):
diametro dell'albero: $d = 250 \text{ mm}$;
 $a = 0.9 \text{ m}$; $b = 2.3 \text{ m}$; $l = 1.6 \text{ m}$;
materiale: acciaio 30NiCrMo12;

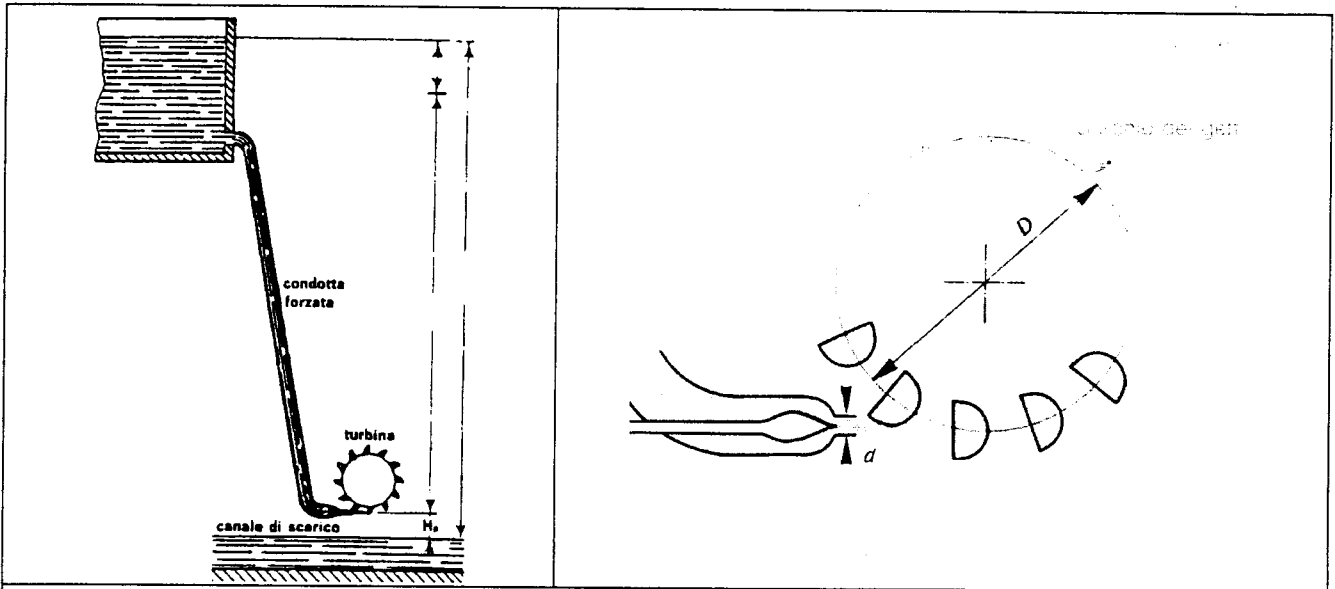


Si richiede

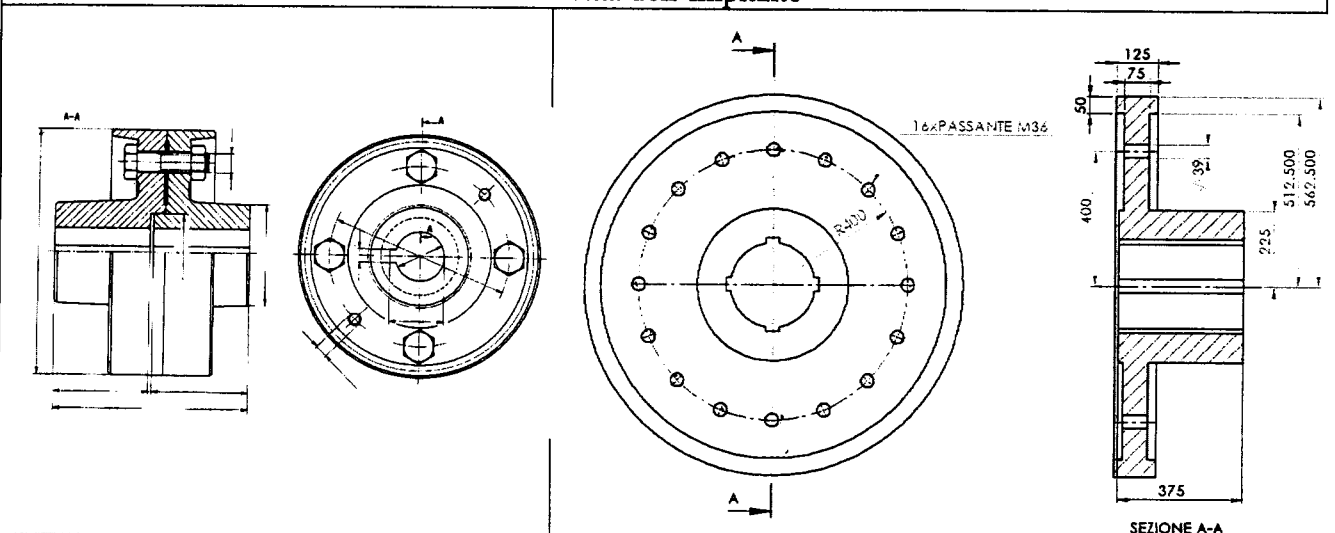
- 1) Verifica a snervamento
- 2) Verifica a fatica
- 3) Verifica a deflessione
- 4) Verifica alle velocità critiche flessionali
- 5) Verifica alle velocità critiche torsionali
- 6) Calcolo del momento di serraggio e verifica dei bulloni del giunto.
- 7) Scelta e verifica della linguetta del giunto
- 8) Dimensionamento e verifica dei cuscinetti
- 9) Disegno di massima dell'albero.

Il candidato risolva i punti 1) e 2) ed almeno un altro punto tra quelli indicati.

(nota: per il calcolo delle sollecitazioni si faccia riferimento al solo albero della turbina, considerando quindi i soli tratti di lunghezza a e b , ed il carico di solo metà del giunto agente all'estremità sinistra).



Schema dell'impianto



Esempio di giunto rigido.

Disegno di massima del semigiunto dell'impianto considerato.