



GARA NAZIONALE DI MECCANICA 2011

PRIMA PROVA

FOSSANO, 26 MAGGIO 2011

TESTO PRIMA PROVA

Il rilievo della turbina idraulica riportata nella fotografia, ha portato all'acquisizione delle specifiche seguenti:



- diametro interno della tubazione di ingresso alla girante: 72 mm,
- diametro medio della girante: 280 mm,
- diametro del getto: 25 mm (sezione contratta in condizioni di max rendimento),
- velocità di rotazione di regime dell'alternatore: 1000 giri/min,
- numero di pala: 19,
- diametro dell'albero in asse alla girante: 40 mm,
- linguetta in asse alla girante: larghezza cava misurata 12 mm,
- diametro dell'albero in asse agli appoggi: 30 mm; lunghezza cuscinetto radente 40 mm,
- diametro dell'albero in asse al giunto : 30 mm,
- linguetta in asse al giunto: larghezza cava misurata 10 mm,
- interasse appoggi: 400 mm,
- distanza asse appoggio destro – asse giunto: 100 mm,
- peso proprio della girante 600 N,
- massa di una pala: 3 kg.



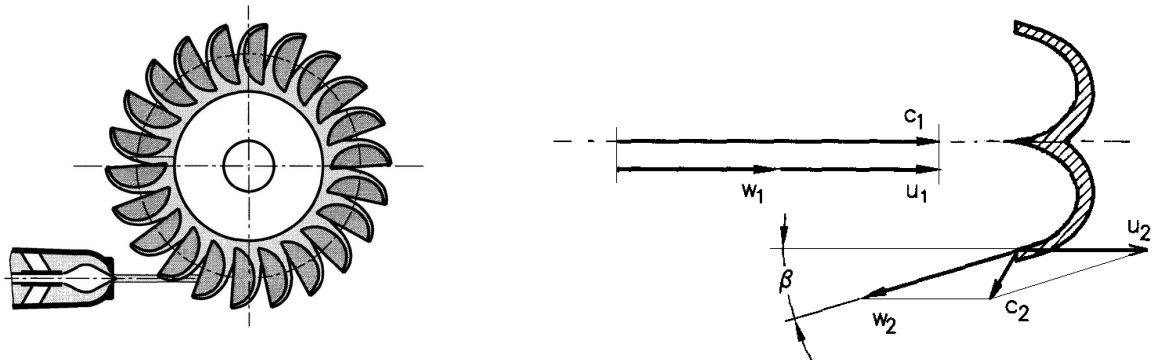
Il giunto trasmette solo momento torcente.

Il candidato, fissando e scegliendo, secondo opportuni e giustificati criteri, ogni altro elemento mancante, sviluppi le tre parti seguenti.

PRIMA PARTE - IDRAULICA

Con riferimento alla rappresentazione grafica dei triangoli di velocità nella sezione (pedice 1) di ingresso e nella sezione (pedice 2) di uscita dell'acqua dalla pala, si richiede il calcolo:

- delle velocità assolute (c_1 ; c_2), ipotizzando $\beta = 12^\circ$ angolo fra i vettori di velocità u_2 e w_2
- delle velocità di trascinamento (u_1 ; u_2) (velocità periferica girante)
- delle velocità relative (w_1 ; w_2) con $w_2 = \psi * w_1$ e $\psi = 0,96$ perdita di velocità per attrito acqua-pala.



Si richiede inoltre di calcolare:

- il salto utile,
- la portata volumetrica,
- la velocità dell'acqua nella tubazione di ingresso,
- la potenza utile erogata dalla turbina,
- il momento torcente in asse alla girante,
- il numero di giri caratteristico e quindi la tipologia di turbina,
- la spinta del getto d'acqua sulla pala, valutata in base al momento torcente,
- la spinta del getto d'acqua sulla pala valutata con il teorema della conservazione della quantità di moto applicato alla massa d'acqua tra le due sezioni di ingresso e d'uscita dalla pala,

Si richiede inoltre di commentare i due ultimi risultati ottenuti.

SECONDA PARTE – RESISTENZA DEI MATERIALI

Con riferimento allo schema statico dell'albero della turbina si proceda a :

- tracciare i diagrammi di sollecitazione,
- verificare il diametro dell'albero nelle sezioni in asse alla girante, in asse agli appoggi e in asse al giunto,
- verificare le due linguette,
- verificare i perni portanti radenti a flessione e taglio nella sezione a filo cuscinetto,

- verificare i perni portanti radenti a pressione specifica ed a surriscaldamento.

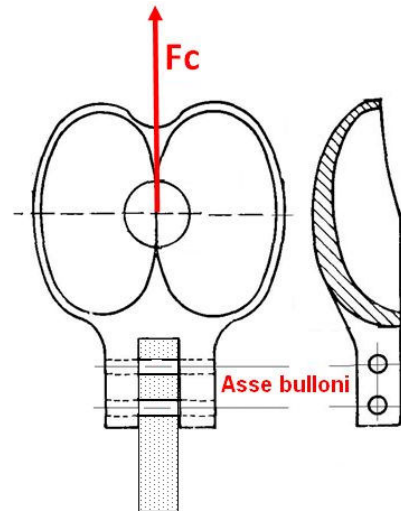
(Se il momento torcente non è noto assumere $M_t = 75 \text{ Nm}$).

(Se la spinta del getto d'acqua non è nota assumere $S = 550 \text{ N}$).

TERZA PARTE – COLLEGAMENTO FILETTATO

Ipotizzando che la pala, soggetta a trazione per forza centrifuga, sia collegata al disco della girante mediante una coppia di bulloni con filettatura metrica, e nell'ipotesi che questi lavorino per attrito, si richiede di calcolare:

- la forza centrifuga che sollecita la singola pala,
- la forza di trazione che sollecita i gambi filettati,
- la coppia di serraggio da applicare con la chiave dinamometrica,
- la tensione ideale (trazione + torsione) nel gambo dei bulloni sempre nell'ipotesi di un collegamento per attrito,



e di dare indicazioni per un eventuale utilizzo a taglio dei bulloni stessi.

Durata della prova 5 (cinque) ore.

E' consentito l'uso di manuali tecnici e calcolatrici tascabili non programmabili.



GARA NAZIONALE DI MECCANICA 2011

FOSSANO, 26 MAGGIO 2011

ISTRUZIONI PER LA PRIMA PROVA

1. All'inizio della prova il concorrente riceve una Busta Grande contenente:
 - il testo della prova,
 - le istruzioni,
 - cinque fogli protocollo a quadretti timbrati e firmati,
 - una Busta Piccola,
 - un modulo per l'indicazione dei propri dati identificativi,
 - 12 etichette adesive riportanti il Codice Utente.
2. Prima di consegnare l'elaborato il concorrente deve:
 - riportare i propri dati identificativi sul modulo e contrassegnarlo con un'etichetta adesiva,
 - inserire il modulo nella Busta Piccola e sigillarla con un'etichetta adesiva,
 - inserire la Busta Piccola nella Busta Grande,
 - contrassegnare tutti e cinque i fogli protocollo con un'etichetta adesiva e inserirli nella Busta Grande,
 - sigillare la Busta Grande con un'etichetta adesiva.
3. *Attenzione quanto segue comporterà la non correzione dell'elaborato e l'eliminazione dalla gara*
 - presenza di segni di riconoscimento (nome, cognome, motti, sigle o altri segni particolari che possano identificare il concorrente) sui fogli o sulle buste,
 - presenza nella busta grande di altro materiale che non siano i fogli protocollo e la busta piccola,
 - presenza nella busta grande di busta piccola o di fogli protocollo mancanti dell'etichetta adesiva,
 - mancanza nella busta grande della busta piccola di uno o più dei fogli ricevuti.
4. Il testo della prova, il foglio di istruzioni e le etichette adesive avanzate, vanno riconsegnati al termine fuori busta.
5. Qualora il concorrente lo necessiti, potrà richiedere ulteriori fogli protocollo che andranno contrassegnati con l'etichetta adesiva.
6. Il tempo per lo svolgimento della prova è di cinque ore.
7. Nel corso della prova non saranno date delucidazioni di alcun genere in merito al testo ed allo svolgimento.
8. Non è consentito lasciare l'aula prima che siano trascorse tre ore dall'inizio della prova.



9. E' consentito l'utilizzo di manuali tecnici e calcolatrici scientifiche tascabili non programmabili.
10. All'inizio dell'elaborato va riportata la dicitura: "La risoluzione del tema è condotta con l'ausilio del Manuale ... - Autori ... - Editore ..."; ogni qual volta si renda necessaria l'assunzione di un dato mancante, di una relazione, etc. occorre far riferimento alla sezione e alla pagina del manuale da cui il dato è stato dedotto, riportandole tra parentesi quadre senza più citare la fonte: es. [H_75] significa sezione H pagina 75 del manuale ...
11. E' buona norma riportare sui fogli la dicitura "foglio di brutta n..." , "foglio di bella n..."
12. E' consentito l'uso di penne nere e blu. Eventuali schizzi, schemi, disegni a matita vanno ripassati a penna prima della consegna.
13. Non è consentito l'uso di penne rosse o di altro colore, né di penne cancellabili, né di bianchetti. Le cancellature vanno effettuate semplicemente barrando orizzontalmente la formula, la riga di testo etc.
14. E' assolutamente vietato avere a disposizione telefoni cellulari anche spenti, pena l'esclusione immediata dalla gara.
15. Subito dopo l'inizio della prova verranno identificati i concorrenti. E' necessario quindi avere al seguito un documento di riconoscimento valido (CI, patente, etc).



GARA NAZIONALE DI MECCANICA 2011

FOSSANO, 26 MAGGIO 2011

OBIETTIVI E CONTENUTI DELLA PRIMA PROVA

La prima prova è relativa all'analisi della turbina idraulica ad azione Pelton presente nel Laboratorio di Macchine a Fluido del Dipartimento di Meccanica. Separata ormai e dall'impianto idraulico di alimentazione e dall'impianto elettromeccanico di frenatura, la turbina è ora diventata oggetto di rilevamenti sia degli organi meccanici presenti (albero della girante, cuscinetti radenti, giunto, movimentazione vite-madrevite dell'ago Doble, etc.), sia dei parametri idraulici (dimensioni e forma della pala, dell'ago Doble, del disco della girante, delle tenute sull'albero, della condotta di adduzione, etc.).

E' quindi un tema di Meccanica applicata alle Macchine a Fluido: nella fattispecie macchine idrauliche motrici, con verifiche di resistenza di organi meccanici.

Il tema è sufficientemente articolato per dare a tutti i concorrenti la possibilità di esprimere al meglio le proprie competenze professionali raggiunte nelle discipline di indirizzo; è strutturato in tre parti sequenziali, ma che di fatto possono essere sviluppate in modo del tutto indipendente.

La PRIMA PARTE riguarda l'aspetto idraulico della turbina. Si tratta infatti del cuore di un tipico impianto idraulico motore che utilizza una turbina ad azione ad un solo getto. Richiede conoscenze inerenti il concetto di portata, di salto utile e di salto disponibile, di rendimento, di potenza erogata, nonché concetti di cinematica dei corpi rigidi, moti assoluti, relativi e di trascinamento, oltre che di capacità di utilizzo della trigonometria (teorema di Carnot) e di rappresentazione grafica vettoriale.

Partendo dalle dimensioni rilevate (diametro getto, diametro medio girante, diametro interno della tubazione di alimentazione, numero di giri di regime, etc.) si perviene al calcolo della velocità periferica della girante, quindi al calcolo della velocità assoluta del getto in ingresso, al salto utile, alla portata volumetrica, alla velocità nella condotta, alla potenza erogata dalla turbina.

Il calcolo poi del numero di giri caratteristico consente di individuare e di confermare la tipologia della turbina stessa. Si passa poi a valutare la potenza meccanica messa a disposizione sull'albero della turbina con il calcolo del momento torcente e della spinta sulla pala, ottenuta applicando il teorema di conservazione della quantità di moto, oggetto della dinamica del terzo anno. Si conclude questa parte di macchine idrauliche motrici, valutando le velocità in uscita del getto dalla pala attraverso la risoluzione di un triangolo qualunque.

La SECONDA PARTE si concentra sulle verifiche di resistenza dell'organo meccanico principale della turbina: l'albero preposto alla trasmissione di potenza. Si richiede in primo luogo la traccia dei diagrammi di sollecitazione, sia dei due momenti flettenti, dovuti al peso proprio della girante ed alla spinta del getto sulla pala, sia del momento torcente generato dall'azione tangenziale della spinta stessa.

Noti poi i diametri delle sezioni più significative dell'albero (asse girante, asse appoggi e asse giunto), si passa alle verifiche di resistenza per sollecitazioni composte, con la valutazione della tensione ideale secondo Von Mises, oggetto del quarto anno di corso. Si completa il calcolo con la verifica a taglio delle linguette di collegamento albero-girante e albero-semigiunto.

Si invita poi il concorrente a svolgere anche la verifica a pressione specifica e quella a surri-



scaldamento per i perni radenti; il procedimento è comunque reperibile su uno qualsiasi dei manuali tecnici a disposizione.

Come già precedentemente ricordato, per favorire lo svolgimento della prova, viene data facoltà al candidato di accedere a questa seconda parte della prova senza necessariamente aver ultimato la prima.

La TERZA PARTE richiede conoscenze sul dimensionamento di un collegamento filettato. Ipotizzando infatti che la pala, soggetta a trazione per forza centrifuga, sia collegata al disco della girante mediante una coppia di bulloni, e nell'ipotesi che questi lavorino per attrito e non per taglio, se ne richiede il calcolo di progetto a trazione e torsione con la determinazione anche della coppia di serraggio.

Anche per lo sviluppo di quest'ultima parte, non è necessario aver ultimato le due precedenti: è infatti sufficiente conoscere la massa della pala (dato del problema), e poi saper utilizzare le problematiche dell'attrito per risalire alla forza assiale di forzamento del bullone.

Anche in questo caso il procedimento è comunque reperibile su uno qualsiasi dei manuali tecnici a disposizione

In una gara come questa, che è una competizione e non una verifica in classe, il punteggio raggiunto non rappresenta un voto e viene attribuito come somma dei punti parziali raggiunti, conquistati ad ogni passaggio sviluppato; i punteggi migliori saranno rivolti alle soluzioni corrette e adeguatamente spiegate e commentate; quindi alla capacità di stesura di una relazione tecnica *e di utilizzo degli strumenti a supporto (manuali di meccanica)*.

Per raggiungere questo obiettivo non resta altro che sfruttare al meglio tutto il tempo a disposizione.