



POLITECNICO DI BARI

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A) - 1<sup>a</sup> Sessione 2011  
SETTORE INDUSTRIALE - Prova Pratica

**Tema n. 1**

Un alternatore trifase a poli lisci ha le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale di linea  $V_n = 400 \text{ V}$
- corrente nominale di linea  $I_n = 9 \text{ A}$
- velocità nominale  $\omega_n = 1500 \text{ giri/minuto}$
- fattore di potenza nominale  $\cos\phi_n = 0.8 \text{ in rit.}$
- frequenza nominale  $f = 50 \text{ Hz}$
- collegamento fasi indotto  $Y$

Dalla prova a vuoto a velocità nominale sono stati ottenuti i seguenti dati di misura:

| Corrente di eccitazione [A] | Tensione di fase a vuoto [V] |
|-----------------------------|------------------------------|
| 0,26                        | 42                           |
| 0,51                        | 75                           |
| 0,92                        | 124                          |
| 1,5                         | 166                          |
| 2,2                         | 194                          |
| 2,9                         | 212                          |
| 3,8                         | 229                          |

| Corrente di eccitazione [A] | Tensione di fase a vuoto [V] |
|-----------------------------|------------------------------|
| 4,7                         | 241                          |
| 5,3                         | 248                          |
| 6,1                         | 257                          |
| 7,0                         | 265                          |
| 8,0                         | 273                          |
| 9,4                         | 284                          |

Dalla prova in corto circuito a velocità nominale sono stati ottenuti i seguenti dati di misura:

| Corrente di eccitazione [A] | Corrente di fase [A] |
|-----------------------------|----------------------|
| 1                           | 4,6                  |
| 1,6                         | 7,7                  |
| 2,7                         | 11,7                 |

Dalla prova di sovraeccitazione con fattore di potenza nullo è stato determinato che la macchina eroga la corrente nominale con una corrente di eccitazione pari a 8 A.

Dalle misure di resistenza sono stati determinati:

- resistenza di fase di armatura a 25 °C  $R_s = 96 \text{ m}\Omega$

~~Il candidato descriva le modalità di esecuzione delle prove suddette e ne disegni i relativi schemi di misura, motivando la scelta delle varie apparecchiature impiegate.~~

Determini quindi la reattanza di dispersione ed il coefficiente di Potier oltre alla corrente di eccitazione nominale.

Tracci infine le curve seguenti:

- caratteristiche a vuoto e di corto circuito trifase permanente;
- curva della reattanza sincrona;
- caratteristica di tensione a corrente nominale e  $\cos\phi = 0$  in ritardo e in anticipo.





POLITECNICO DI BARI

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A) - 1<sup>a</sup> Sessione 2011  
SETTORE INDUSTRIALE - Prova Pratica

**Tema n. 2**

L'impianto di distribuzione ed utilizzazione dell'energia elettrica di uno stabilimento industriale è alimentato dalla rete pubblica di II categoria.

L'ente distributore fornisce le seguenti caratteristiche del punto di consegna:

$V_n = 20$  kV,  $I_{cctrifase} = 12,5$  kA, stato del neutro: isolato, corrente convenzionale di guasto a terra 200 A, tempo di intervento delle protezioni a monte 0,5 s.

Tenendo conto della curva di sicurezza tensione tempo, di cui si allegano i valori tabellati, il candidato indichi quali caratteristiche debba avere l'impianto di terra affinché sia garantita la protezione contro i contatti indiretti per guasti a terra sul lato MT.

| Durata guasto $t_f$<br>s | Tensione di contatto ammissibile $U_{tp}$<br>V |
|--------------------------|--|
| 0,05                     | 716  |
| 0,10                     | 654  |
| 0,20                     | 537  |
| 0,50                     | 220  |
| 1,00                     | 117  |
| 2,00                     | 96   |
| 5,00                     | 86   |
| 10,00                    | 85   |

Il distributore, prima dell'allaccio dell'utenza, richiede il certificato di verifica dell'impianto di messa a terra a servizio della cabina. Il candidato indichi quali prove effettuerebbe per emettere tale certificato e quale debba essere il risultato delle stesse per dichiarare l'impianto di terra conforme alle norme CEI 11-1.

La cabina di trasformazione di tale impianto è dotata di due trasformatori in parallelo avente le seguenti caratteristiche :  $A_n = 630$  kVA, rapporto di trasformazione a vuoto 20/0,4 kV,  $V_{cc}\% = 6\%$ ,  $I_0\% = 1,2\%$ , perdite a carico 6,6 kW, perdite a vuoto 1,65 kW, collegamenti e gruppo Dyn11.

Ipotizzando trascurabili le impedenze dei collegamenti in MT e sapendo che sul lato bt il collegamento tra i trasformatori e il quadro generale è costituito da una linea lunga 30 m realizzata con due cavi FG7R da 240 mm<sup>2</sup> per fase ( $R = 0,099$   $\Omega$ /km ed  $X = 0,081$   $\Omega$ /km), indicare il valore della corrente di corto circuito trifase sulle sbarre del quadro generale bt.

**Tema n. 3**

Considerando una pompa centrifuga con le seguenti caratteristiche:

$H_u = 30$  [m], rendimento idraulico  $\eta_y = 0,88$ , angolo uscita girante  $\beta_2 = 125^\circ$ , fattore di scorrimento  $\sigma = 1$ ,  $\phi = 0,3$ , rapporto tra l'altezza della pala ed il diametro uscita girante  $l_2 / D_2 = 0,05$ , coefficiente di ingombro palare  $\xi = 0,8$ ,  $\eta_v = \eta_m = 0,98$ , numero di giri  $n = 2850$  [RPM], diametro del diffusore pari a  $D_3 = 1,8 D_2$ , velocità all'uscita del diffusore palettato pari a  $c_3 = 0,6 c_2$ .





POLITECNICO DI BARI

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A) - 1<sup>a</sup> Sessione 2011  
SETTORE INDUSTRIALE - Prova Pratica

Calcolare:

Il diametro  $D_2$ , la portata  $Q$ , la potenza assorbita  $P_a$ , e l'angolo della paletta del diffusore  $\alpha_3$ .

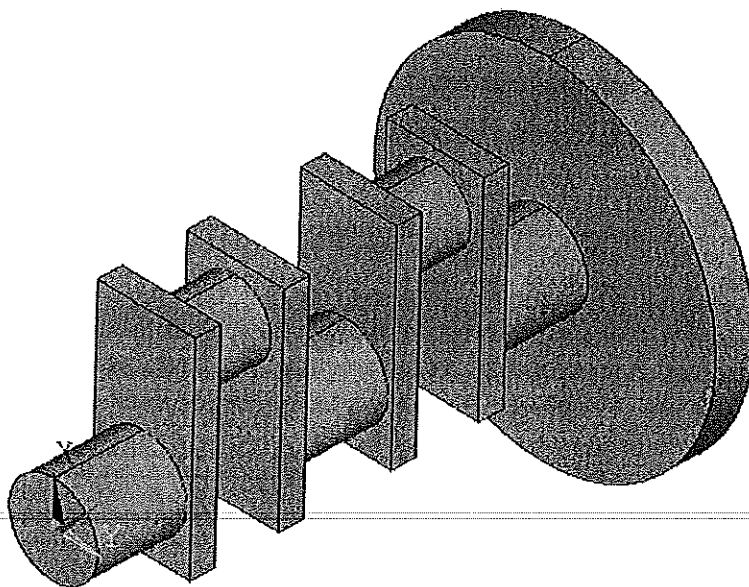
#### Tema n. 4

Focalizzandosi su uno specifico settore di attività, sviluppare il business plan di una nuova attività imprenditoriale. Il piano, concepito come lo studio alla base della decisione di avvio di una nuova impresa, deve articolarsi sui seguenti ambiti di analisi:

- strategico: esposizione della strategia adottata e del posizionamento nel settore
- operativo: decisioni in materia di produzione e marketing
- economico-finanziario: proiezioni inerenti i risultati economici e finanziari attesi

#### Tema n. 5

Si consideri l'albero a gomiti, 'schematizzato' nella figura seguente, di un motore bicilindrico 4 tempi della cilindrata di  $450 \text{ cm}^3$ , con potenza massima di  $36.5 \text{ kW}$  a  $9500 \text{ rpm}$  e coppia massima di  $45 \text{ Nm}$  a  $5000 \text{ rpm}$ .



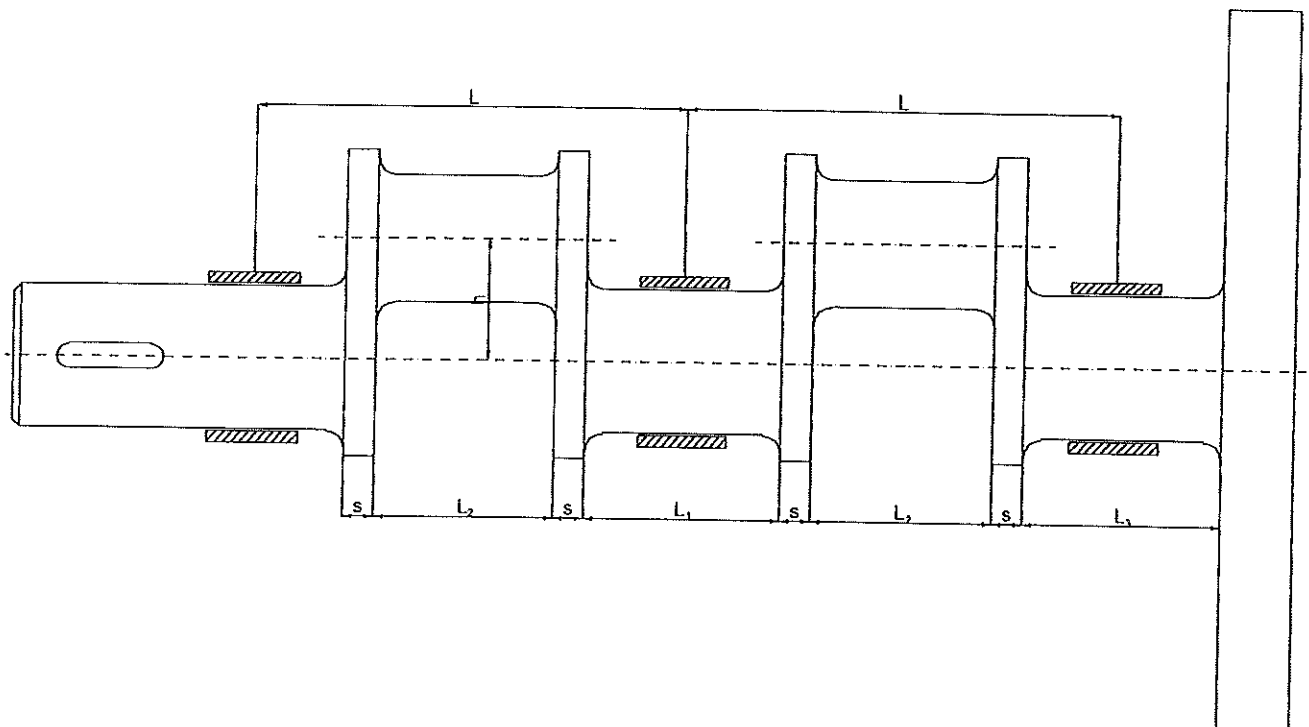
(a)





POLITECNICO DI BARI

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A) - 1<sup>a</sup> Sessione 2011  
SETTORE INDUSTRIALE - Prova Pratica



(b)

Figura 1: schema di albero a gomiti per un motore bicilindrico 4T.

Per l'alesaggio e la corsa del pistone si assumano rispettivamente i valori:  $d = 72.5 \text{ mm}$  e  $c = 55 \text{ mm}$ . Con riferimento, inoltre, alle dimensioni indicate in figura 1b si assuma:

$L_1 = 0.45 \times d$ ;  $L_2 = 0.4 \times d$ ;  $L_3 = L_1$ ;  $s = 0.14 \times d$ ;  $h = 0.4 \times d$ ;  $L = 2 \times s + L_2 + L_1$ .

Considerando, in maniera semplicistica, per la pressione massima dei gas un valore di 6 MPa, per le masse alterne  $m_a$  e rotanti  $m_r$  un valore di 2.6 kg (inclusa la quota parte di contributo alle masse dovuto alla biella), un rapporto tra il raggio di manovella  $h$  e la lunghezza di biella pari a  $\lambda = h/l = 0.3$ :

1) si effettui il dimensionamento statico di massima del perno di banco, del perno di manovella e delle maschette. Si effettui il calcolo nelle condizioni di funzionamento normale (tenendo conto quindi del contributo delle forze dei gas e di quelle d'inerzia) nelle due situazioni in cui, rispettivamente, sono massime le sollecitazioni di flessione (posizione pistone al P.M.S.) e quelle di torsione e taglio (posizione di ortogonalità tra biella e manovella).

Si traccino i diagrammi delle sollecitazioni di momento flettente, taglio e momento torcente nelle due diverse condizioni di carico considerate.

(N.B. Nel dimensionamento è possibile adottare l'ipotesi semplificativa di considerare i gomiti singolarmente ai fini del calcolo delle sollecitazioni).

2) Si effettui la riduzione dei gomiti a tronchi equivalenti e del sistema biella manovella a volano equivalente (si assuma  $m_a = 2.6 \text{ kg}$ ;  $m_r = 2.6 \text{ kg}$ ;  $I_0 = 0.015 \text{ kg m}^2$ ).

3) Si effettui il calcolo delle frequenze proprie torsionali e dei corrispondenti modi di vibrare del sistema ridotto ottenuto al punto precedente (si assumi  $I_{\text{volano}} = 0.05 \text{ kg m}^2$ ).



POLITECNICO DI BARI

Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A) - 1<sup>a</sup> Sessione 2011  
SETTORE INDUSTRIALE - Prova Pratica

4) Si studi la risonanza della seconda armonica con la prima frequenza propria torsionale assumendo come momento motore di eccitazione:

$$M_m(\theta_m) = M_0 + M_1 \sin(\theta_m/2) + M_2 \sin(\theta_m + \pi/4).$$

5) Si ripeta il calcolo di cui al punto 1) nelle condizioni di avviamento del motore e nella condizione di funzionamento con motore tendente ad imballare (condizione di funzionamento a gas ridotti).

6) Si esegua il disegno dell'albero a gomiti, indicando tutte le quote e tolleranze necessarie.

Materiale albero:  $\sigma_r = 1000 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s = 710 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_{a,\infty} = 490 \text{ N/mm}^2$ ; HB = 580.

### Tema n. 6

Si progetti una rete compensatrice per sistema di posizionamento la cui risposta armonica è riportata in Figura 1. Si assuma che la misura dell'uscita sia affetta da un ritardo di tempo pari ad 10ms e si tenga conto dell'effetto di tale ritardo nella progettazione (è ammesso un ragionamento di tipo qualitativo compatibile con il tracciamento manuale dei diagrammi di Bode).

Gli obiettivi da conseguire sono:

Margine di Fase di almeno  $35^\circ$

Errori di posizione e velocità inferiori a 0,1.

Banda passante del sistema in anello chiuso (eventualmente stimata in prima approssimazione) non superiore a 10 rad/s.

Al termine del progetto si indichino gli errori a regime ottenuti e la stima della nuova banda passante del sistema in anello chiuso.



POLITECNICO DI BARI  
Esami di Stato per l'abilitazione all'esercizio della professione di Ingegnere (Sez. A) - 1<sup>a</sup> Sessione 2011  
SETTORE INDUSTRIALE - Prova Pratica

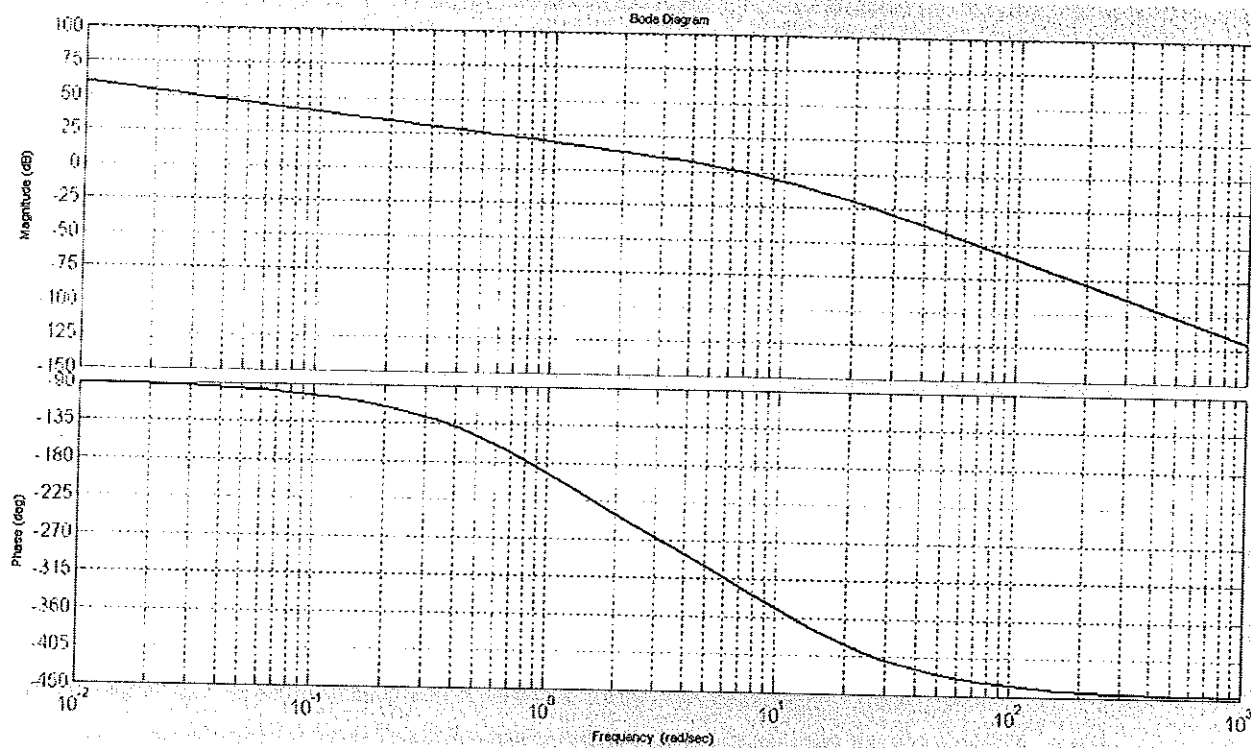


Figura 1