



*ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE IUNIOR
PRIMA SESSIONE 2016*

*PRIMA PROVA SCRITTA SENIOR
15 giugno 2016*

*SETTORE INDUSTRIALE
(elettrica-automazione-meccanica-industriale-gestionale)*

TEMA N.1

Descrivere gli elementi costitutivi di un modello di business e le funzioni aziendali tipiche delle imprese industriali. Analizzare il modello di business e le funzioni aziendali di una impresa esistente a piacere.

TEMA N.2

Descrivere le più recenti tecniche di produzione di energia per uso industriale e per uso domestico.

TEMA N.3

Il candidato illustri, con opportuni confronti, le tecnologie di saldatura autogena, avvalendosi di disegni e schemi grafici. Si indichi per ogni tecnica il campo applicativo

TEMA N.4

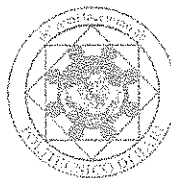
Il candidato descriva, riferendosi ad una caso industriale, l'iter di progettazione di un componente meccanico evidenziando i vantaggi che una analisi sperimentale sul prototipo e sul componente reale può apportare.

TEMA N.5

Il candidato illustri i benefici delle tecniche di controllo in retroazione con particolare riferimento all'automazione in ambito domestico o industriale.

TEMA N.6

Il candidato descriva le principali problematiche legate alla distribuzione dell'energia elettrica con particolare riguardo all'ambiente urbano



Politecnico
di Bari

*ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE IUNIOR
PRIMA SESSIONE 2016*

*SECONDA PROVA SCRITTA SENIOR
15 giugno 2016*

*SETTORE INDUSTRIALE
(meccanica-industriale-gestionale)*

TEMA N.1

Descrivere in cosa consistono le operazioni di segmentazione, targeting e posizionamento, nonché i principali metodi utilizzabili per tali funzioni.

TEMA N.2

Descrivere i sistemi di accumulo negli impianti solari con particolare riferimento ai criteri di dimensionamento e agli schemi costruttivi.

TEMA N.3

Il candidato descriva i vantaggi derivanti dall'utilizzo di sistemi CAD-CAM, facendo riferimento alle tecniche CAPP per la pianificazione dei processi produttivi.

TEMA N.4

Il candidato descriva le problematiche relative alla progettazione a fatica di un componente saldato, analizzando criticamente le normative vigenti e lo stato dell'arte.



Politecnico
di Bari

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E DI INGEGNERE JUNIOR
PRIMA SESSIONE 2016

SECONDA PROVA SCRITTA SENIOR
15 giugno 2016

SETTORE INDUSTRIALE
(elettrica-automazione)

TEMA N.1

Il candidato discuta i vantaggi che si possono ottenere in ambito industriale grazie alla adozione di azionamenti elettrici a velocità variabile

TEMA N.2

Il candidato descriva le azioni di controllo legate alla regolazione secondaria della frequenza dei sistemi elettrici di trasmissione e le principali problematiche ad esse connesse

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E INGEGNERE IUNIOR
PRIMA SESSIONE 2016
PROVA PRATICA
27 SETTEMBRE 2016

SETTORE INDUSTRIALE SENIOR
(GESTIONALE)

Traccia 1

La Giarco è una società che produce telescopi di altissima precisione. Il processo produttivo è suddiviso in tre fasi, ossia lo stampaggio dei componenti (ST), l'assemblaggio (AS) ed il controllo qualità dei prodotti (CQ). Due ulteriori reparti, ossia l'ufficio Tempi&Metodi (T&M) e la Direzione Generale di Stabilimento (DGS) svolgono compiti di supervisione di tutto il processo.

Nello stabilimento si producono in particolare due modelli di successo: l'XX1 e l'YY2.

I due prodotti assorbono in maniera molto differenziata la capacità produttiva delle tre fasi produttive, ed il controller, in previsione di calcolare un costo pieno di prodotto, ha raccolto una serie di informazione fisico-tecniche, riportate di seguito oltre a dati di costo annuali.

Dati di costo annuali

Reparti	ST	AS	CQ	T&M	DGS	TOT
Manodopera diretta (variabile)	-	440.000	260.000	-	-	700.000
Costi variabili di funzionamento	70.000	50.000	20.000	45.000	40.000	225.000
Ammortamenti macchinari	700.000	240.000	80.000	170.000	70.000	1.260.000
Manodopera indiretta	150.000	60.000	60.000	220.000	300.000	790.000
Altri costi fissi di struttura	170.000	70.000	65.000	90.000	90.000	485.000
Costi fissi discrezionali	30.000	60.000	80.000	50.000	150.000	370.000
Totale	1.120.000	920.000	565.000	575.000	650.000	3.830.000

Informazioni fisico-tecniche

Reparti	ST	AS	CQ	T&M	DGS	TOT
Capacità max/anno (ore uomo)	-	10.000	6.000	-	-	16.000
Capacità max/anno (ore macchina)	8.800	-	-	-	-	8.800
Tempi di attraversamento unitari di XX1 (min)	6	10	3	-	-	19

Tempi di attraversamento unitari di YY2 (min)	12	5	5	-	-	22
N. persone dedicate al reparto	3	10	6	2	3	24

Sapendo che:

- I costi relativi alla DGS vengono allocati sugli altri reparti in base all'ammontare totale dei costi fissi di reparto
- I costi relativi al T&M vengono allocati sui rimanenti reparti in base al numero del personale di reparto
- Il costo di materia prima per un modello di XX1 è pari a 6.80 €, mentre quello per un YY2 è pari a 7.30 €

Si determini il costo pieno del prodotto XX1 e del prodotto YY2.

La Giarco aveva ricevuto un'offerta dalla Sarti per esternalizzare il controllo qualità. La Sarti sarebbe stata disposta a fornire ore di controllo qualità a un prezzo orario di 80 €.

Accettando tale offerta, la Giarco avrebbe potuto re-impiegare utilmente tutto il personale del controllo qualità in altri reparti dell'impresa. Inoltre avrebbe eliminato sia i costi variabili di funzionamento che i costi fissi discrezionali. I costi fissi di struttura e gli ammortamenti, per contro, non sarebbero eliminabili.

Dal punto di vista economico, e ragionando a piena saturazione delle ore di reparto, la Giarco dovrebbe accettare l'offerta della Sarti?

Esiste una quantità di indifferenza (di ore CQ) rispetto alla decisione precedente?

Traccia 2

Si deve effettuare la spinatura della piastra in fig1.

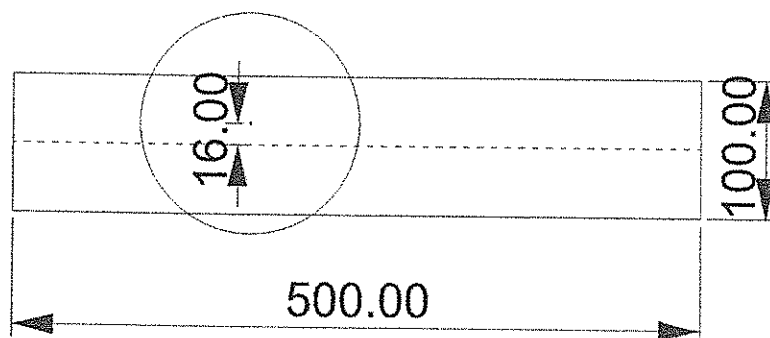
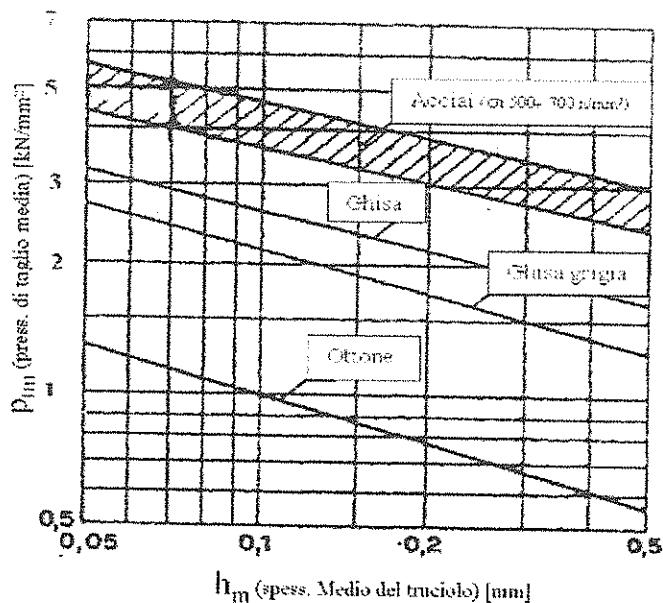


Figura 1

Dati:

- Materiale fresa: acciaio super rapido
- Tipologia fresa: fresa cilindrica
- Diametro fresa: $D=160\text{mm}$
- Larghezza piastra: $B=100\text{mm}$
- Lunghezza piastra: $L=500$
- Materiale piastra: C40
- Angolo di registrazione: $\chi=75^\circ$
- N° denti fresa: $z=8$
- Eccentricità: $e=16\text{mm}$
- Profondità di passata: $p=4\text{mm}$
- Rendimento macchina: $\eta=0.8$
- Velocità di taglio: $V_t=164.5\text{ m/min}$
- Avanzamento a dente: $a_z=0.2\text{ mm/giro dente}$





Calcolare:

- il tempo di lavorazione,
- la potenza richiesta per dente,
- la potenza totale.

Inoltre supponendo il costo del posto di lavoro (C_p) pari a 0.4€/min, il costo dell'utensile (C_{ut}) pari a 13€, il tempo di sostituzione utensile (t_{uc}) pari a 10min, la costante di Taylor (C) pari a 285 m/min e l'esponente di Taylor pari a 0.3 calcolare:

- Tempo durata utensile al minimo costo
- Velocità di taglio al minimo costo
- Tempo di lavoro al minimo costo
- Potenza richiesta al minimo costo

Dato il seguente piano di produzione:

	P1	P2	P3	P4	P5
Pezzi/anno	14000	10000	6000	12000	7000

Si consideri il fresatore della prima parte dell'esercizio come **stazione 1** e il pezzo riportato in figura 1 come il **pezzo P2**. Utilizzando il tempo di lavoro al minimo costo e una velocità equivalente trasportatore pari a: $v=0.3$ [m/s]:

- Eseguire il dimensionamento medio delle stazioni operative, determinando il numero di macchine di ogni tipo n_j necessarie per far fronte al carico di lavoro previsto.
- Calcolare il carico tecnologico per ciascuna stazione
- Eseguire il dimensionamento del sistema di trasporto
- Calcolare la Disponibilità di servizio.



Tempi di Lavorazione (min)

Stazioni/Pezzo	P1	P2	P3	P4	P5
ST1		???			
ST2	15		19		18
ST3				25	
ST4	4				
ST5	2	2	3		3
ST6				5	
ST7		20			

Coeff. Scarto	Csc	0.98
Coeff. Man.	Cm	0.95
Coeff. Int. Pallet	Cip	0.94
Coeff. Set up	Csu	0.95
Coeff. Int. Ut.	Ciu	0.97
Coeff. Progr. Prod.	Cpp	0.92
Ore turno	ht	8
numero turni	N	1
giorni/sett	gs	5
sett/anno	sa	50

Posizionamento delle macchine nell'officina (LAYOUT)

Lp (metri)	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6
ST1	0	0	0	0	0	0
ST2	10	0	0	0	0	0
ST3	20	20	0	0	0	0
ST4	40	30	30	0	0	0
ST5	50	40	40	10	0	0
ST6	60	50	50	30	20	0

14

15

ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E INGEGNERE IUNIOR

PRIMA SESSIONE 2016

PROVA PRATICA

27 SETTEMBRE 2016

SETTORE INDUSTRIALE SENIOR
(MECCANICA)

TRACCIA 1

L'apparecchio di sollevamento in figura solleva il carico P alla velocità v , costante, mediante la fune 7 avvolta sul tamburo 8. Il moto viene trasmesso dal motore elettrico all'albero 9 mediante due stadi:

- trasmissione con cinghia tra pulegge 1-2 (interasse i_1 libero).
- trasmissione con ruote dentate a denti dritti 3-4-5-6 (interasse $i_2 < 400$ mm).

All'estremità dell'albero 9 è presente il tamburo 10 del freno di soccorso a nastro. In caso di mancanza di coppia motrice, sulla leva di comando del freno agisce istantaneamente la forza F per arrestare il carico.

- 1) Si effettui il calcolo della potenza motrice e si scelga il motore elettrico, specificando tipologia, coppia nominale e momento di inerzia.
- 2) Si esegua il dimensionamento della trasmissione a cinghia (scelta dei diametri delle pulegge 1, 2, del tipo di cinghia, calcolo delle tensioni nella cinghia).
- 3) Si esegua il dimensionamento delle ruote dentate 5, 6 .
- 4) Si esegua il dimensionamento della leva di comando del freno (a , b , l) e si calcoli la forza frenante F per garantire un tempo di arresto pari a 1 secondo, con assenza improvvisa di coppia motrice durante il sollevamento.
- 5) Si esegua il dimensionamento e il disegno costruttivo dell'albero 9 che tenga conto del montaggio della ruota dentata 6, dei cuscinetti, dei tamburi 8 e 10. Giustificare la scelta dei cuscinetti A e B in base a una durata di 100.000 ore.

Dati (si giustificino tutte le scelte e le assunzioni necessarie allo svolgimento, oltre ai dati del testo):

$$v = 0.2 \text{ m/s}$$



$P = 1000 \text{ kg}$, massa del carico

angolo di avvolgimento del nastro $\alpha = 270^\circ$

coefficiente attrito nastro-tamburo freno: $f = 0.45$

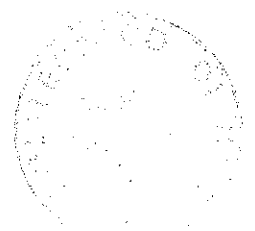
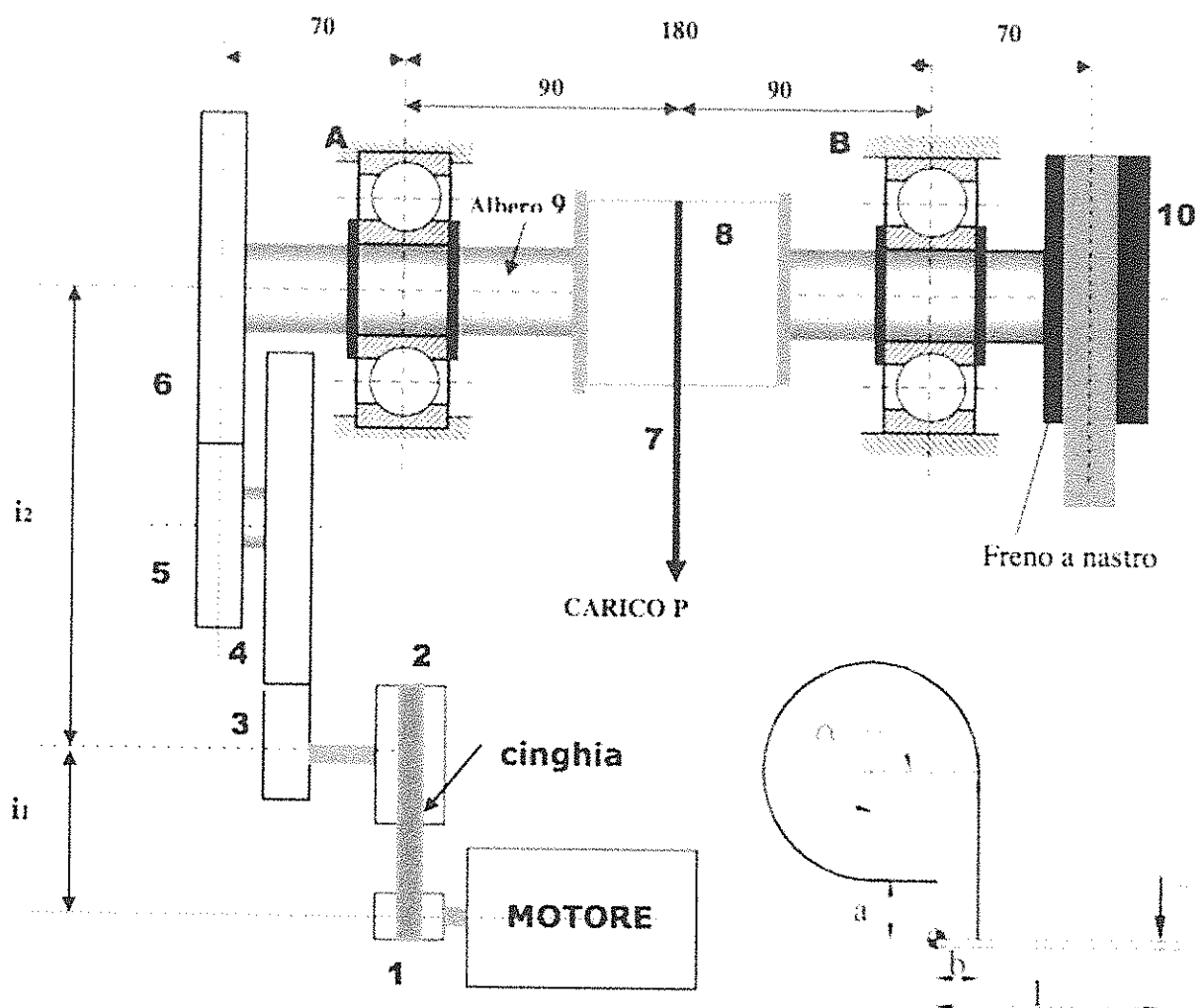
$n_m = 1450 \text{ rpm}$, velocità del motore

$D_f = 0.5 \text{ m}$, diametro del tamburo del freno

$I_f = 0.8 \text{ kg m}^2$, momento di inerzia del tamburo del freno

$D_p = 0.2 \text{ m}$, diametro del tamburo 8

$I_p = 0.6 \text{ kg m}^2$, momento di inerzia del tamburo 8



TRACCIA 2

Il candidato disegni i principali dettagli costruttivi di un compressore centrifugo e l'assieme dei componenti. Inoltre, considerando l'aspirazione di aria in condizione ambiente, la portata elaborata pari a $G = 4.5 \text{ Kg/s}$ determinare la pressione e la temperatura di mandata. Si calcoli d_e , M_{r1} , n , d_2 , l'angolo costruttivo β_2 , α_3 , $\eta_{is,t}$. Il compressore è dotato di una pregirante caratterizzata da velocità assiale c_1 , $D_1 = 0.15D_2$, $\eta_{ug} = 0.96$ e Mach assoluto $Ma_1 = 0.4$. La girante ha i seguenti valori caratteristici: $Ma_2 = 0.8$, $\Gamma = 0.57$, $\phi = 0.25$, numero di pale $z=13$, $\zeta = 0.98$, $m=1.45$ e $l_2/D_2 = 0.08$, (si utilizzi la formula di Staniz). Si consideri un diffusore palettato a pareti piane e parallele con $D_3 = 1.6D_2$, $c_3 = 55 \text{ m/s}$, $m' = 1.49$ ed energia cinetica dissipata totalmente nella voluta.



ESAMI DI STATO PER L'ABILITAZIONE
ALL'ESERCIZIO DELLA PROFESSIONE DI INGEGNERE E INGEGNERE IUNIOR

PRIMA SESSIONE 2016

PROVA PRATICA

27 SETTEMBRE 2016

SETTORE INDUSTRIALE SENIOR
(ELETTRICA/AUTOMAZIONE)

Tema n. 1

In uno stabilimento industriale sono presenti due gruppi di carichi, entrambi alimentati in corrente trifase alternata con tensione nominale $V_n = 400$ V:

- n. 4 postazioni di lavoro, contemporaneamente in esercizio, ognuna di potenza nominale $P_{n1,i} = 15kW$, con fattore di potenza $\cos\varphi_{n1,i} = 0.76$. Ogni stazione assorbe una potenza $P_{1,i}$ pari all'85% di quella nominale;
- n. 10 macchine utensili equipaggiate con motori asincroni trifase aventi i seguenti dati di targa: rendimento $\eta_{n2,j} = 0.78$, $\cos\varphi_{n2,j} = 0.76$. La potenza utile resa da ciascun motore è pari a $P_{n2,j} = 2.2kW$ e normalmente sono in funzione 7 macchine su 10, alla piena potenza.

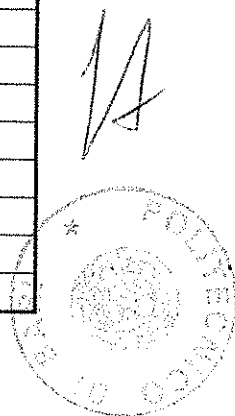
Si esegua il rifasamento separato dei due gruppi di carichi con batteria trifase di condensatori per ogni gruppo, in modo da avere un fattore di potenza totale $\cos\varphi$ non inferiore a 0.9.

Si chiede inoltre di dimensionare un opportuno dispositivo di manovra e protezione asservito ai gruppi di rifasamento.

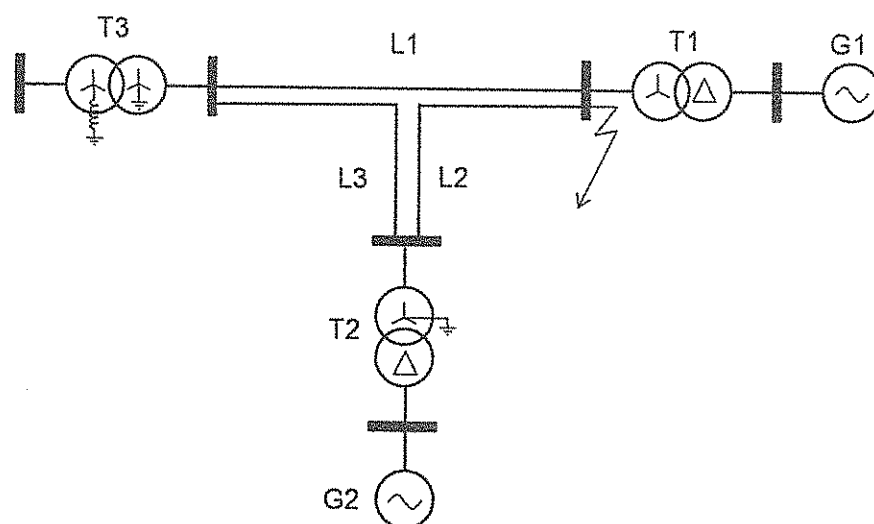
Nota: per lo svolgimento dell'esercizio si faccia riferimento alla tabella allegata.

Tabella: valori commerciali delle batterie di condensatori per sistemi di categoria I (f=50 Hz)

	Potenza nominale (kvar)	Tensione nominale (V)	Corrente nominale (A)
Monofase	2.5	230	6.5
	5	230	13
	10	230	25
	15	230	38
	20	230	50
	25	230	63
Trifase	1	400	1.5
	2	400	3
	3	400	4.5
	5	400	7
	10	400	14
	15	400	21
	20	400	29
	30	400	43
	40	400	58
	50	400	72



Tema n. 2



Considerata la rete mostrata in figura, caratterizzata dai seguenti dati:

Generatore G1: potenza nominale 120 MVA, tensione nominale 15 kV, reattanza subtransitoria X''_d 0,06 p.u., tensione applicata 1,15 p.u.;

Generatore G2: potenza nominale 80 MVA, tensione nominale 12,5 kV, reattanza subtransitoria X''_d 0,04 p.u., tensione applicata 1,08 p.u.;

Trasformatore T1: rapporto di trasformazione nominale 15kV/230kV, potenza nominale 120 MVA, caduta di tensione in carico 9%;

Trasformatore T2: rapporto di trasformazione nominale 12,5kV/230kV, potenza nominale 100 MVA, caduta di tensione in carico 12%;

Trasformatore T3: rapporto di trasformazione nominale 20kV/230kV, potenza nominale 50 MVA, cadute di tensione in carico 10%, reattanza di atterramento X_{ATT} 5 Ω ;

Linea L1: lunghezza 120 km, reattanza di servizio 0,4 Ω /km, reattanza di servizio alla sequenza omopolare 1,2 Ω /km;

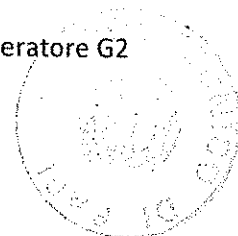
Linea L2: lunghezza 100 km, reattanza di servizio 0,4 Ω /km, reattanza di servizio alla sequenza omopolare 1,2 Ω /km;

Linea L3: lunghezza 80 km, reattanza di servizio 0,4 Ω /km, reattanza di servizio alla sequenza omopolare 1,2 Ω /km;

si disegnano le reti equivalenti alla sequenza diretta, inversa e omopolare.

Considerato il punto di guasto segnato in figura, si determinino:

- 1 la corrente di cortocircuito verso terra nel punto di guasto durante un guasto trifase a terra franco, espressa in kA;
- 2 la corrente di cortocircuito verso terra nel punto di guasto durante un guasto monofase a terra franco, espressa in kA;
- 3 la corrente di cortocircuito verso terra nel punto di guasto durante un guasto bifase a terra franco, espressa in kA;
- 4 per ciascuno dei tre casi di cortocircuito si valutino le correnti negli avvolgimenti del generatore G2 (esprese in kA) e le tensioni ai suoi morsetti (esprese in kV).



Nello svolgimento si considerino tutti i trasformatori a flussi liberi, e le reattanze alla sequenza inversa coincidenti con quelle alla sequenza diretta.

I candidati sono invitati ad indicare con chiarezza in ciascuno schema grafico prodotto, simboli, nomi e valori delle grandezze elettriche, unità di misura, versi, etc. (corredare gli schemi grafici più significativi con una legenda).

Tema n. 3

Si consideri un azionamento elettrico con motore a magneti permanenti avente i seguenti parametri caratteristici:

- Resistenza di statore $R_s=1 \text{ } [\Omega]$;
- Induttanza di statore secondo l'asse diretto $L_{sd}=0.005 \text{ [H]}$;
- Induttanza di statore secondo l'asse in quadratura $L_{sq}=0.005 \text{ [H]}$;
- Numero di paia di poli $n_p=4$;
- Momento di inerzia $J=0.001 \text{ [Nms}^2]$;
- Coefficiente di attrito viscoso $B=0$;
- Flusso dei magneti permanenti $\lambda_m=0.1 \text{ [Wb]}$;
- Numero di fasi di statore $m_s=3$;
- Costante di coppia $K_c=m_s n_p \lambda_m / 2 \text{ [Nm/A]}$;
- Tensione del bus in continua $V_{dc} = 300 \text{ [V]}$;
- Tempo di campionamento del controllo di corrente e velocità $T_c = 200e-6 \text{ [s]}$;
- Guadagno e costante di tempo del trasduttore di velocità $k_T=1$; $\tau_{aut}= 160e-6 \text{ [s]}$ (approssimabile con FDT I ordine);
- Guadagno e costante di tempo del convertitore $k_A=1$; $\tau_A=T_c/2 \text{ [s]}$; (approssimabile con FDT I ordine);
- Guadagno e costante di tempo del trasduttore di corrente $k_f=0.1$; $\tau_{auf}=160e-6 \text{ [s]}$; (approssimabile con FDT I ordine);
- Velocità nominale $\omega_{rr}=300 \text{ [rad/s]}$;
- Coppia nominale $C_{rn}=0.6 \text{ [Nm]}$.

UF

Si progetti un sistema di controllo in retroazione della corrente con regolatore di tipo proporzionale-integrale e si determinino i guadagni del regolatore in modo da ottenere le seguenti specifiche:

Progetto n.1) in accordo con il criterio del modulo ottimo;

Progetto n.2) in modo da ottenere una risposta al gradino sovrasmorzata con tempo di assestamento pari a circa 0.01s;

Progetto n.3) in modo da imporre un margine di fase $PM=65$ gradi ed una larghezza di banda pari a 500rad/s

Supponendo di aver tarato i regolatori di corrente in accordo con il criterio del modulo ottimo, si progetti un sistema di controllo della velocità con regolatore proporzionale-integrale in cascata ai regolatori di corrente in accordo con il criterio dell'ottimo simmetrico.

Si scelga quindi la pendenza della rampa di riferimento della velocità di rotazione in modo da garantire che la corrente durante il transitorio di velocità sia contenuta entro 2 volte la corrente nominale durante un avviamento con coppia di carico nominale.

