MACCHINE ELETTRICHE **11 gennaio 2006**	**Elettrotecnica |_|** **Energetica |_|**
Cognome e Nome:_____	Matricola:_____ / ____

DOMANDE DI TEORIA

1) Diagrammi di Blondel e delle due reattanze.

2) Motore asincrono trifase: regolazione della velocità.

3) Motore a corrente continua con eccitazione serie: caratteristiche elettromeccaniche e meccanica.

Valutazione parte teorica	1)_____ 2)_____
	3)_____ Totale_____

MACCHINE ELETTRICHE **11 gennaio 2006**	**Elettrotecnica |_|** **Energetica |_|**
Cognome e Nome:_____	Matricola:_____ / ____

ESERCIZIO N.1

Un trasformatore trifase Dy11n (P_n = 1 MVA, V_{1n} = 20 kV, V_{2n} = 400 V) è stato sottoposto a una prova a vuoto al secondario a tensione nominale e alla misura delle resistenze degli avvolgimenti, ottenendo i seguenti risultati:

corrente a vuoto	I_{20}	= 21.65	A
perdite a vuoto	P_0	= 2.2	kW
resistenza tra due morsetti primari	R_{AB}	= 4.68	Ω
resistenza tra due morsetti secondari	R_{ab}	= 2.0	mΩ

Il trasformatore funziona nelle seguenti condizioni:

tensione di alimentazione	V_{1n}
grado di carico	$\alpha = 0.979$
caduta di tensione interna	$\Delta v_{Z\%} = 5.48$ %
fattore di potenza del carico	$\cos\varphi_e = 0.768$ in ritardo

Determinare:

1) i parametri R_0, X_0, R', X' del circuito equivalente semplificato;
2) l'impedenza di carico $R_e + jX_e$;
3) il rendimento η.

ESERCIZIO N.2

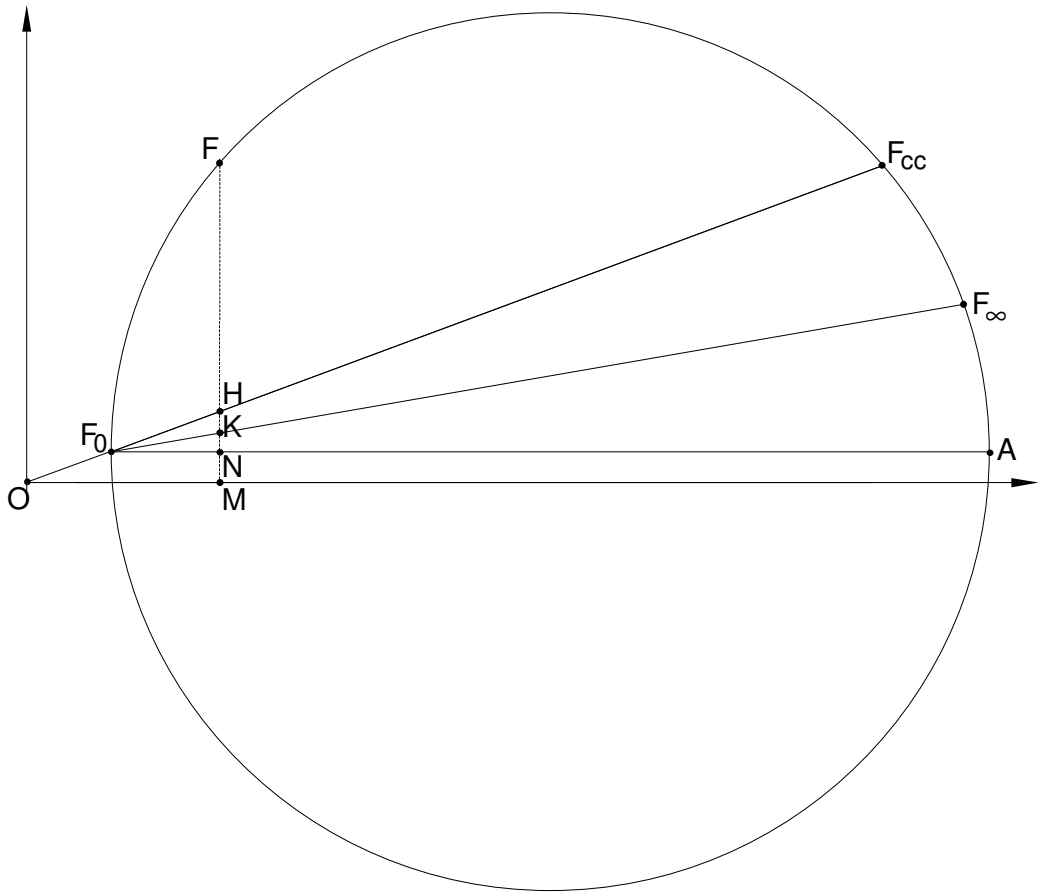
L'analisi del diagramma circolare semplificato alla tensione di 380 V di un motore asincrono trifase a sei poli / 50 Hz ha permesso di ricavare i seguenti valori (vedi retro, diagramma non in scala):

F_0 A	= 731.31 A	F K	= 102795 W
F_0 F_∞	= 721.36 A	H K	= 2508 W
F_0 F_{cc}	= 706.62 A	N M	= 2063 W
O M	= 52.73 A		

Determinare:

1) i parametri R_0, X_0, R_1, R_{12}, X del circuito equivalente semplificato;
2) la coppia, la velocità e il rendimento del motore nelle condizioni di funzionamento corrispondenti al punto F.

Valutazione esercizi	1)_____ 2)_____
	Totale_____



$F_0 A$	= 731.31 A	F K	= 102795 W
$F_0 F_\infty$	= 721.36 A	H K	= 2508 W
$F_0 F_{cc}$	= 706.62 A	N M	= 2063 W
O M	= 52.73 A		

RISULTATI

ESERCIZIO N.1

Resistenza e reattanza a vuoto	$R_0 = 181.82$ kΩ	$X_0 = 26.96$ kΩ
Resistenza e reattanza di corto circuito	$R' = 4.84$ Ω	$X' = 21.86$ Ω
Resistenza e reattanza di carico	$R_e = 120$ mΩ	$X_e = 100$ mΩ
Rendimento	$\eta = 0.981$	

ESERCIZIO N.2

Resistenza e reattanza a vuoto	$R_0 = 70$ Ω		$X_0 = 15$ Ω
Resistenze e reattanza di corto circuito	$R_1 = 50$ mΩ	$R_{12} = 30$ mΩ	$X = 300$ mΩ
Coppia e velocità	$C = 982$ Nm		$n = 976$ giri/min
Rendimento	$\eta = 0.920$		

MACCHINE ELETTRICHE **30 giugno 2006**	**Elettrotecnica |_|** **Energetica |_|**
Cognome e Nome:_____	Matricola:_____ / ____

DOMANDE DI TEORIA

1) Equazioni elettriche e meccaniche, bilanci energetici e coppia elettromagnetica in una macchina elettrica rotante a regime permanente nel funzionamento come motore e come generatore.

2) Poli ausiliari ed avvolgimenti compensatori in una macchina a corrente continua: loro funzione e diagrammi di f.m.m. e di induzione.

3) Materiali ferromagnetici, isolanti e conduttori usati nelle macchine elettriche: caratteristiche e perdite. Rendimento delle macchine.

Valutazione parte teorica	1)_____ 2)_____
	3)_____ Totale_____

MACCHINE ELETTRICHE **30 giugno 2006**	**Elettrotecnica |_|** **Energetica |_|**
Cognome e Nome:_____	Matricola:_____ / ____

ESERCIZIO N.1

Si considerino due diverse condizioni di funzionamento di un trasformatore monofase dalle seguenti caratteristiche:

potenza nominale	P_n	= 10 kVA	corrente a vuoto	$i_{0\%}$	= 4.56 %
tensione primaria nominale	V_{1n}	= 380 V	tensione di corto circuito	$v_{cc\%}$	= 3.82 %
tensione secondaria nominale	V_{2n}	= 2.5 kV			

Condizioni di funzionamento A

La macchina, alimentata alla tensione nominale, è caricata su di un'impedenza $\dot{\mathbf{Z}}_{eA}$ che assorbe una potenza apparente pari al 72.53 % della nominale; le perdite nel ferro e nel rame sono uguali e pari a $P_{FeA} = P_{CuA} = 100$ W.

Condizioni di funzionamento B

La macchina eroga la corrente nominale ed è caricata su di un'impedenza $\dot{\mathbf{Z}}_{eB}$ che assorbe una potenza apparente pari all'88.63 % della nominale; le perdite nel ferro e nel rame sono pari rispettivamente a $P_{FeB} = 85$ W e $P_{CuB} = 180$ W e il rendimento risulta del 96.36 %.

Con riferimento al circuito equivalente semplificato, determinare:

1) i parametri R_0, X_0, R', X' del circuito;
2) il modulo dell'impedenza $\dot{\mathbf{Z}}_{eA}$, la variazione di tensione vuoto-carico e la caduta di tensione interna nelle condizioni di funzionamento A;
3) il modulo e il fattore di potenza dell'impedenza $\dot{\mathbf{Z}}_{eB}$ e la corrente primaria (modulo e fase) nelle condizioni di funzionamento B.

ESERCIZIO N.2

Un motore asincrono trifase a rotore avvolto è dotato di reostato esterno di avviamento collegato a stella e in serie con gli avvolgimenti di rotore. La macchina ha i seguenti dati di targa:

potenza nominale	P_n	= 140 kW	corrente nominale	I_{1n}	= 185.14 A
tensione nominale	V_{1n}	= 500 V	fattore di potenza nominale	$\cos\varphi_{1n}$	= 0.934
frequenza nominale	f	= 50 Hz	velocità nominale	n_n	= 1476 giri/min
numero di poli	$2p$	= 4			

La resistenza di corto circuito vale R = 53 mΩ, mentre la prova a vuoto a tensione nominale ha fornito i valori I_0 = 48.54 A e P_0 = 5556 W.
Ricavare:

1) la coppia e il rendimento nominali;
2) i parametri R_1, R_{12}, X del circuito equivalente semplificato;
3) il valore che deve assumere la resistenza esterna R_{12a}, riferita al primario, per ottenere la coppia massima all'avviamento;
4) la velocità e il rendimento a tensione e coppia nominali nel funzionamento con resistenza esterna inserita.

Valutazione esercizi	1)_____ 2)_____ Totale_____

RISULTATI

ESERCIZIO N.1

Resistenza e reattanza a vuoto	$R_0 = 1.44$ kΩ	$X_0 = 325$ Ω
Resistenza e reattanza di corto circuito	$R' = 260$ mΩ	$X' = 487$ mΩ
Impedenza di carico A	$Z_{eA} = 816$ Ω	
Variazione di tensione da vuoto a carico	$\Delta v_{12A\%} = 2.69$ %	
Caduta di tensione sull'impedenza di corto circuito	$\Delta v_{ZA\%} = 2.85$ %	
Impedenza di carico B	$Z_{eB} = 554$ Ω	$\cos\varphi_{eB} = 0.792$
Corrente primaria	$\bar{\mathbf{I}}_{1B} = 27.2 \angle -40.1°$ A	

ESERCIZIO N.2

Coppia e rendimento nominali	$C_n = 905, 76$ Nm		$\eta_n = 0.935$
Resistenze e reattanza di corto circuito	$R_1 = 26$ mΩ	$R_{12} = 27$ mΩ	$X = 186$ mΩ
Resistenza secondaria esterna	$R_{12a} = 160$ mΩ		
Velocità e rendimento	$n = 1333$ giri/min		$\eta = 0.843$

MACCHINE ELETTRICHE **19 luglio 2006**	**Elettrotecnica |_|** **Energetica |_|**
Cognome e Nome:_____	Matricola:_____ / ____

DOMANDE DI TEORIA

1) Determinazione in sede di progetto e sperimentale dei parametri del circuito equivalente di un trasformatore monofase nel funzionamento in corto circuito.

2) Determinazione delle f.m.m. di eccitazione e del flusso nel funzionamento a vuoto di una macchina sincrona isotropa e anisotropa.

3) Motore a corrente continua con eccitazione indipendente: caratteristiche elettromeccaniche e meccanica e regolazione della velocità.

Valutazione parte teorica	1)_____ 2)_____
	3)_____ Totale_____

MACCHINE ELETTRICHE **19 luglio 2006**	**Elettrotecnica |_|** **Energetica |_|**
Cognome e Nome:_____	Matricola:_____ / ____

ESERCIZIO N.1

I parametri dei circuito equivalente semplificato riferito al secondario di un trasformatore trifase (P_n = 200 kVA, V_{2n} = 400 V) sono i seguenti:

resistenza e reattanza a vuoto	R_{20} = 139.13 Ω	X_{20} = 32.88 Ω
resistenza e reattanza di corto circuito	R'' = 12.66 mΩ	X'' = 30.84 mΩ

La macchina è connessa a un carico che assorbe 115 kW a 400 V con fattore di potenza 0.881 in ritardo.
Determinare:

1) la corrente a vuoto $i_{0\%}$ e il fattore di potenza a vuoto $\cos\varphi_0$;
2) la tensione di corto circuito $v_{cc\%}$ e il fattore di potenza di corto circuito $\cos\varphi_{cc}$;
3) la tensione primaria di alimentazione V_{21} riferita al secondario;
4) la corrente assorbita dal trasformatore I_{21} riferita al secondario;
5) il rendimento η.

ESERCIZIO N.2

Un motore asincrono trifase ($2p = 4, f = 50$ Hz) ha i seguenti dati nominali:

tensione	V_{1n}	= 380 V
velocità	n_n	= 1455 giri/min
corrente	I_{1n}	= 92.6 A
fattore di potenza	$\cos\varphi_{1n}$	= 0.876

La macchina è alimentata alla tensione nominale ed è in grado di sviluppare una coppia massima di 883.36 Nm alla velocità di 1227 giri/min. E' inoltre caratterizzata dal fatto che le perdite nel rame di statore sono uguali a quelle nel rame di rotore.
Ricavare:

1) la corrente a vuoto, in modulo e fase;
2) il rendimento alla velocità di 1410 giri/min.

Valutazione esercizi	1)_____ 2)_____ Totale_____

RISULTATI

ESERCIZIO N.1

Corrente a vuoto e fattore di potenza a vuoto	$i_{0\%} = 2.5\ \%$	$\cos\varphi_0 = 0.230$
Tensione di corto circuito e fattore di potenza di corto circuito	$v_{cc\%} = 4.17\ \%$	$\cos\varphi_{cc} = 0.380$
Tensione e corrente primarie	$V_{21} = 408$ V	$I_{21} = 193$ A
Rendimento	$\eta = 0.978$	

ESERCIZIO N.2

Resistenze e reattanza di corto circuito	$R_1 = 80$ mΩ	$R_{12} = 80$ mΩ	$X = 433$ mΩ
Corrente a vuoto	$I_0 = 32.6$ A	$\varphi_0 = -84.2\ ^\circ$	
Rendimento	$\eta = 0.867$		

MACCHINE ELETTRICHE **5 settembre 2006**	**Elettrotecnica |_|** **Energetica |_|**
Cognome e Nome:_____	Matricola:_____ / ____

DOMANDE DI TEORIA

1) Generatore sincrono trifase: reazione di indotto.

2) Macchina asincrona: diagramma circolare e bilancio delle potenze in due punti di funzionamento stabile (uno come motore e uno come generatore).

3) F.e.m. indotta in un conduttore di rotore e f.e.m. alle spazzole nel funzionamento a vuoto di una macchina a corrente continua.

Valutazione parte teorica	1)_____ 2)_____
	3)_____ Totale_____

MACCHINE ELETTRICHE **5 settembre 2006**	**Elettrotecnica |_|** **Energetica |_|**
Cognome e Nome:_____	Matricola:_____ / ____

ESERCIZIO N.1

Un trasformatore trifase ha i seguenti dati:

potenza nominale	P_n	= 15 kVA
tensione primaria nominale	V_{1n}	= 400 V
tensione secondaria nominale	V_{2n}	= 2500 V
tensione di corto circuito	$v_{cc\%}$	= 6.00 %
perdite in corto circuito	$p_{cc\%}$	= 2.67 %
corrente a vuoto	$i_{0\%}$	= 4.00 %
perdite a vuoto	$p_{0\%}$	= 1.20 %

La macchina, connessa a un carico con fattore di potenza 0.883 in anticipo, funziona con grado di carico in termini di corrente uguale al grado di carico riferito alla potenza ($\alpha = \alpha_P = 0.941$).
Determinare:

1) i parametri del circuito equivalente semplificato;
2) modulo e argomento dell'impedenza di carico;
3) la tensione primaria di alimentazione;
4) il rendimento.

ESERCIZIO N.2

Un motore asincrono trifase a sei poli, alimentato alla tensione nominale V_{1n}= 690 V con frequenza f = 50 Hz, funziona con perdite totali pari a P_p = 21325 W producendo la coppia C = 3040 Nm.
Del motore sono noti i seguenti dati:

resistenza di una fase di statore	R_1 = 0.019 Ω	(collegamento fasi statore e rotore a stella)
rapporto perdite rame statore/perdite rame rotore	k_{ep} = 1.266	
corrente e fattore di potenza a vuoto	I_0 = 69.34 A	$\cos\varphi_0$ = 0.164

Determinare, con riferimento al circuito equivalente semplificato, il rendimento, la velocità di funzionamento e la corrente assorbita nelle condizioni di carico specificate.

Valutazione esercizi	1)_____ 2)_____
	Totale_____

RISULTATI

ESERCIZIO N.1

Resistenza e reattanza a vuoto	$R_0 = 889\ \Omega$	$X_0 = 280\ \Omega$
Resistenza e reattanza di corto circuito	$R' = 0.28\ \Omega$	$X' = 0.57\ \Omega$
Impedenza di carico	$Z_e = 442.8\ \Omega$	$\varphi_e = -28\ °$
Tensione primaria	$V_1 = 400$ V	
Rendimento	$\eta = 0.959$	

ESERCIZIO N.2

Rendimento	$\eta = 0.937$	
Velocità	n = 989 giri/min	
Corrente assorbita	$I_1 = 306.8$ A	$\varphi_1 = -23.5°$

MACCHINE ELETTRICHE **20 settembre 2006**	**Elettrotecnica |_|** **Energetica |_|**
Cognome e Nome:_____	Matricola:_____ / ____

DOMANDE DI TEORIA

1) F.e.m. indotta in una fase di un alternatore trifase e coefficienti di avvolgimento e di raccorciamento.

2) Motori asincroni trifase con rotore a gabbia speciale.

3) Macchina a corrente continua: commutazione.

Valutazione parte teorica	1)_____ 2)_____
	3)_____ Totale_____

MACCHINE ELETTRICHE **20 settembre 2006**	**Elettrotecnica |_|** **Energetica |_|**
Cognome e Nome:_____	Matricola:_____ / ____

ESERCIZIO N.1

Di un trasformatore monofase sono noti i seguenti dati:

potenza nominale	P_n	= 15 kVA
tensione primaria nominale	V_{1n}	= 15 kV
tensione secondaria nominale	V_{2n}	= 231 V
perdite a vuoto	P_0	= 150 W
perdite in corto circuito	P_{cc}	= 336 W

Il trasformatore, alimentato alla tensione nominale, funziona con rendimento η = 95.705 % erogando la potenza apparente P_a=11582 VA con fattore di potenza $cos\varphi_e$ = 0.707 in ritardo.
Determinare:

1) i parametri R_0 e R' del circuito equivalente semplificato;
2) la corrente I_2 nel carico;
3) la variazione di tensione da vuoto a carico $\Delta v_{\%}$;
4) la tensione di corto circuito $v_{cc\%}$.

ESERCIZIO N.2

Una macchina asincrona trifase ($2p = 4$, f = 50 Hz) alimentata alla tensione V_1 = 380 V è caratterizzata dai seguenti dati:

corrente assorbita e fattore di potenza alla velocità di sincronismo	I'= 16.44 A	cosφ' = 0.229
corrente assorbita e fattore di potenza a velocità infinita	I''= 562.06 A	cosφ'' = 0.103
velocità alla quale la macchina passa dal funzionamento come generatore al funzionamento come freno	n_R = 3375 giri/min	

Con riferimento al circuito equivalente semplificato, ricavare:

1) i parametri R_0 e X_0;
2) la coppia di avviamento C_a;
3) la coppia massima C_M nel funzionamento come motore e C'_M nel funzionamento come generatore;
4) il rendimento η_M alla coppia massima nel funzionamento come motore.

Valutazione esercizi	1)_____ 2)_____ Totale_____

RISULTATI

ESERCIZIO N.1

Resistenza a vuoto e di corto circuito	$R_0 = 1500$ kΩ	$R' = 336$ Ω
Corrente nel carico	$I_2 = 52.24$ A	
Variazione di tensione vuoto carico	$\Delta v_{\%} = 4.04$ %	
Tensione di corto circuito	$v_{cc\%} = 5.33$ %	

ESERCIZIO N.2

Resistenza e reattanza a vuoto	$R_0 = 58.20$ Ω	$X_0 = 13.71$ Ω	
Resistenze e reattanza di corto circuito	$R_1 = 40$ mΩ	$R_{12} = 50$ mΩ	$X = 400$ mΩ
Coppia di avviamento	$C_a = 273$ Nm		
Coppia massima	$C_M = 1040$ Nm	$C'_M = 1269$ Nm	
Rendimento	$\eta_M = 0.786$		

MACCHINE ELETTRICHE 1**2 dicembre 2006**	**Elettrotecnica** |_| **Energetica** |_|
Cognome e Nome:_____	Matricola:_____ / ____

DOMANDE DI TEORIA

1) Determinazione in sede di progetto e sperimentale del circuito equivalente nel funzionamento a vuoto di un trasformatore.

2) Diagrammi di Blondel e delle due reattanze.

3) Macchina in corrente continua: fenomeni legati al funzionamento a carico e reazione di indotto.

Valutazione parte teorica	1)_____ 2)_____
	3)_____ Totale_____

MACCHINE ELETTRICHE 12 **dicembre 2006**	**Elettrotecnica |_|** **Energetica |_|**
Cognome e Nome:_____	Matricola:_____ / ____

ESERCIZIO N.1

Un trasformatore monofase ha i seguenti dati nominali:

potenza P_n = 50 kVA
tensione primaria V_{1n} = 380 V
tensione secondaria V_{2n} = 1500 V

La macchina, alimentata alla tensione nominale e connessa a un carico schematizzabile con una resistenza in parallelo con una reattanza induttiva (fattore di potenza $\cos\varphi_{eA} = 0.8$), presenta una variazione di tensione da vuoto a carico pari a $\Delta v_{\%A} = 4.58$ %.
Mediante l'inserimento in parallelo di un banco di condensatori, il carico viene successivamente rifasato a $\cos\varphi_{eB} = 1$; in queste condizioni il trasformatore eroga la potenza attiva P_B =35 kW e la variazione di tensione da vuoto a carico diventa $\Delta v_{\%B} = 1.8$ %.
Determinare:

1) i parametri R' e X' del circuito equivalente semplificato;
2) la potenza reattiva Q_c del banco di condensatori, riferita alla tensione secondaria nominale.

ESERCIZIO N.2

In sede di collaudo, una macchina asincrona trifase (V_{1n} = 380 V) viene sottoposta alle seguenti prove:

	Prova a vuoto	Prova a rotore bloccato
tensione di prova	V_{1n}	95 V
corrente assorbita	3.69 A	10.16 A
potenza assorbita	321 W	644 W

Nel funzionamento come generatore, la macchina presenta una coppia massima in valore assoluto più grande del 64% rispetto alla coppia massima nel funzionamento come motore ($\rho_{CM} = \left| \frac{\text{coppia massima da generatore } C_{Mg}}{\text{coppia massima da motore } C_{Mm}} \right| = 1.64$).

Con riferimento al circuito equivalente semplificato, ricavare:

1) i parametri R_0, X_0, R_1, R_{12}, X;
2) il rapporto ρ_{PM} tra potenza attiva utile erogata come generatore in corrispondenza al punto di funzionamento a C_{Mg} e potenza erogata come motore in corrispondenza al punto di funzionamento a C_{Mm}, con macchina alimentata alla tensione nominale.

Valutazione esercizi	1)_____ 2)_____ Totale_____

RISULTATI

ESERCIZIO N.1

Resistenza e reattanza di corto circuito	$R' = 72.93$ mΩ	$X' = 157.26$ mΩ
Potenza banco condensatori	$Q_c = 27.22$ kVAR	

ESERCIZIO N.2

Resistenza e reattanza a vuoto	$R_0 = 450$ Ω	$X_0 = 60$ Ω	
Resistenze e reattanza di corto circuito	$R_1 = 1.35$ Ω	$R_{12} = 1.07$ Ω	$X = 5.4$ Ω
Rapporto potenze	$\rho_{PM} = 1.5$		