MACCHINE ELETTRICHE	**3 settembre 2026**
Cognome Nome: _____	Matricola: _____

ESERCIZIO

Un motore asincrono trifase ($\mathbf{2p = 4}$ **poli**) con tensione $\boldsymbol{V_{1n} = 400}$ **V** e frequenza $\boldsymbol{f = 50}$ **Hz** nominali, con avvolgimento di statore collegato **a triangolo**, è stato sottoposto ad una serie di prove che hanno fornito i seguenti dati:

- misura di resistenza di una singola fase di statore (scollegata dalle altre) $\boldsymbol{R_{fase} = 0.225\ \Omega}$;
- prova a vuoto: corrente assorbita $\boldsymbol{I_0 = 33.1}$ **A**, potenza attiva assorbita $\boldsymbol{P_0 = 2.1}$ **kW**;
- prova a rotore bloccato con tensione di alimentazione ridotta $\boldsymbol{V_{cc} = 55.8\ V}$, corrente assorbita $\boldsymbol{I_{1cc} = 70\ A}$, potenza attiva assorbita $\boldsymbol{P_{acc} = 1938}$ **W**;
- funzionamento in condizioni nominali: corrente assorbita $\boldsymbol{I_{1n} = 67.4\ A}$ con fattore di potenza $\boldsymbol{\cos \varphi_{1n} = 0.8206}$.

Determinare
- i parametri del circuito equivalente semplificato <u>con collegamento a stella</u> R_0, X_0, R_1, R_{12} e X;
- valori nominali di velocità, potenza e rendimento n_n P_n e η_n.

TEORIA

1) Autotrasformatore monofase: similitudini e differenze costruttive rispetto al trasformatore, ipotesi di lavoro, relazioni tra tensioni, f.m.m. e correnti, potenza scambiata tra primario e secondario, potenza di dimensionamento e relazione tra di esse, vantaggi e svantaggi dell'autotrasformatore rispetto al trasformatore corrispondente, considerazioni sull'autotrasformatore elevatore.

2) Diagramma vettoriale di una macchina sincrona a rotore liscio con circuito magnetico saturo (diagramma di Potier): identificazione delle f.m.m. coinvolte, ipotesi iniziali (influenza della geometria del traferro, caratteristica di magnetizzazione, condizioni di carico, parametri circuitali), obiettivi di calcolo, procedura di tracciamento del diagramma, variazione di tensione da vuoto a carico e angolo di coppia, influenza del fattore di potenza del carico (solo carico puramente induttivo e puramente capacitivo).

RITIRATO |_| Firma_____

SOLO LAUREANDI |_| Sessione_____ Chiedo la correzione prioritaria del compito, accettando il voto conseguito e chiedendo cortesemente la verbalizzazione anticipata

Firma _____

Valutazione esercizio	1)_____
Valutazione teoria	1)_____ 2)_____

Dati d'ingresso

$V_n := 400\ V$ $f := 50\ Hz$ $p := 2$ $I_0 := 33,1\ A$ $P_0 := 2100\ W$ $R_{fase} := 0,225\ \Omega$

$V_{cc} := 55,8\ V$ $I_{1cc} := 70\ A$ $P_{acc} := 1938\ W$ $I_{1n} := 67,4\ A$ $cos\varphi_{1n} := 0,8206$

Soluzione

Fattore di potenza e corrente a vuoto

$cos\varphi_0 := \frac{P_0}{\sqrt{3}\cdot V_n \cdot I_0} = 0,09157$ $\varphi_0 := acos\left(cos\varphi_0\right) = 84,75\ °$ $I_0 := I_0 \cdot e^{-i\cdot\varphi_0} = (3,031 - 32,96\cdot i)\ A$

Impedenza a vuoto

$Z_0 := \frac{V_n}{\sqrt{3}\cdot\left|I_0\right|} = 6,977\ \Omega$ $X_0 := \frac{Z_0}{\sin\left(\varphi_0\right)} = 7,006\ \Omega$ $R_0 := \frac{Z_0}{cos\varphi_0} = 76,19\ \Omega$

Velocità sincrona *Resistenza di una fase di statore*

$\Omega_0 := \frac{2\cdot\pi\cdot f}{p} = 1500\ rpm$ $R_1 := \frac{R_{fase}}{3} = 75,00\ m\Omega$

Analisi a rotore bloccato e determinazione parametri R_{12} e X

Fattore di potenza e corrente assorbita a rotore bloccato

$cos\varphi_{1cc} := \frac{P_{acc}}{\sqrt{3}\cdot V_{cc}\cdot I_{1cc}} = 0,2865$ $\varphi_{1cc} := acos\left(cos\varphi_{1cc}\right) = 73,35\ °$ $I_{1cc} := I_{1cc}\cdot e^{-i\cdot\varphi_{1cc}} = (20,05 - 67,07\cdot i)\ A$

Corrente a vuoto, perdite a vuoto e corrente nel ramo serie a rotore bloccato

$I_{0cc} := \frac{V_{cc}}{V_n}\cdot I_0 = (0,4228 - 4,598\cdot i)\ A$ $P_{0cc} := \left(\frac{V_{cc}}{V_n}\right)^2 \cdot P_0 = 40,87\ W$ $I_{12cc} := I_{1cc} - I_{0cc} = (19,63 - 62,47\cdot i)\ A$

Potenza trasmessa = perdite rotoriche a rotore bloccato e resistenza di rotore

$P_{tcc} := P_{acc} - P_{0cc} - 3\cdot R_1\cdot\left|I_{12cc}\right|^2 = 932,4\ W$ $R_{12} := \frac{P_{tcc}}{3\cdot\left(\left|I_{12cc}\right|\right)^2} = 72,49\ m\Omega$

Impedenza ramo serie a rotore bloccato, resistenza rotorica (alt.) e reattanza di dispersione

$Z_{1cc} := \frac{V_{cc}}{\sqrt{3}\cdot I_{12cc}} = (0,1475 + 0,4694\cdot i)\ \Omega$ $R_{12} := Re\left(Z_{1cc}\right) - R_1 = 72,49\ m\Omega$ $X := Im\left(Z_{1cc}\right) = 0,4694\ \Omega$

Analisi in condizioni nominali

Fattore di potenza *Corrente assorbita* *Potenza attiva assorbita*

$\varphi_{1n} := acos\left(cos\varphi_{1n}\right) = 34,86\ °$ $I_{1n} := I_{1n}\cdot e^{-i\cdot\varphi_{1n}} = (55,31 - 38,52\cdot i)\ A$ $P_{en} := \sqrt{3}\cdot V_n\cdot\left|I_{1n}\right|\cdot cos\varphi_{1n} = 38,32\ kW$

Corrente e impedenza nel ramo serie

$I_{12n} := I_{1n} - I_0 = (52,28 - 5,558\cdot i)\ A$ $Z_{1fn} := \frac{V_n}{\sqrt{3}\cdot I_{12n}} = (4,368 + 0,4644\cdot i)\ \Omega$ $Re\left(Z_{1fn}\right) = R_1 + \frac{R_{12}}{s_n}$

Scorrimento *Velocità*

$s_n := \frac{R_{12}}{Re\left(Z_{1fn}\right) - R_1} = 1,688\ \%$ $\Omega_n := \Omega_0\cdot\left(1 - s_n\right) = 1475\ rpm$

Potenza meccanica *Rendimento*

$P_n := 3\cdot R_{12}\cdot\frac{1 - s_n}{s_n}\cdot\left|I_{12n}\right|^2 = 35,00\ kW$ $\eta_n := \frac{P_n}{P_{en}} = 91,33\ \%$

Analisi in condizioni nominali (con bilancio potenza)

Potenza reattiva assorbita *Potenza reattiva a vuoto* *Corrente ramo serie*

$Q_{en} := P_{en}\cdot\tan\left(\varphi_{1n}\right) = 26686,95\ W$ $Q_0 := P_0\cdot\tan\left(\varphi_0\right) = 22836\ W$ $I_{12n} := \sqrt{\frac{Q_{en} - Q_0}{3\cdot X}} = 52,295\ A$

Potenza attiva ramo serie *Scorrimento*

$3\cdot\left(R_1 + \frac{R_{12}}{s_n}\right)\cdot I_{12n}^2 = P_{en} - P_0$ $R_1 + \frac{R_{12}}{s_n} = \frac{P_{en} - P_0}{3\cdot I_{12n}^2} = 4,415\ \Omega$ $s_n := \frac{R_{12}}{\frac{P_{en} - P_0}{3\cdot I_{12n}^2} - R_1} = 1,67\ \%$

Velocità *Potenza meccanica* *Rendimento*

$\Omega_n := \Omega_0\cdot\left(1 - s_n\right) = 1475\ rpm$ $P_n := 3\cdot R_{12}\cdot\frac{1 - s_n}{s_n}\cdot\left|I_{12n}\right|^2 = 35,01\ kW$ $\eta_n := \frac{P_n}{P_{en}} = 91,36\ \%$