MACCHINE ELETTRICHE	**21 gennaio 2026**
Cognome Nome: _____	Matricola: _____

ESERCIZIO

Di un motore asincrono trifase a rotore avvolto si conoscono le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale: $V_{1n} =$ 690 V
- numero di poli: $2p =$ 4
- frequenza nominale: $f =$ 50 Hz
- velocità nominale: $n_n =$ 1451 giri/min
- corrente a vuoto: $I_0 =$ 18.1 A
- potenza assorbita a vuoto: $P_0 =$ 4050 W

Da una prova a rotore bloccato con tensione di alimentazione $V_{1cc} = 118\ V$ si sono poi ricavati i seguenti dati:

- corrente assorbita $I_{1cc} =$ 60.2 A
- potenza assorbita $P_{1cc} =$ 3847 W
- coppia all'albero $C_{acc} =$ 11.2 Nm

Con riferimento al circuito equivalente semplificato, determinare:

- i parametri R_0, X_0, R_1, R_{12} e X;
- valori nominali di velocità, potenza, corrente, fattore di potenza e rendimento n_n, P_n, I_{1n}, $\cos\varphi_{1n}$ e η_n.
- la tensione V_1 a cui deve essere alimentato il motore per ottenere una coppia pari al valore nominale C_n ad una velocità $n_1 = 1405$ giri/min.

TEORIA

1) F.m.m. prodotta da un avvolgimento distribuito monofase (q > 1): rappresentazione rettificata dell'avvolgimento, andamento delle f.m.m. delle singole bobine e risultante, coefficiente di avvolgimento (è richiesto il diagramma vettoriale, non è richiesta la dimostrazione), ampiezza delle componenti di f.m.m (fondamentale e armoniche).
2) Circuito equivalente di una fase della macchina asincrona a rotore avvolto
   - definizione, significato e considerazioni sui valori dei parametri di tale circuito;
   - considerazioni relative al funzionamento a vuoto, in cortocircuito e in condizioni generiche;
   - ridefinizione delle perdite a vuoto e conseguenze sul significato dei parametri del circuito;
   - passaggio al circuito equivalente semplificato: rappresentazione e considerazioni sulla semplificazione adottata (differenze rispetto al caso del trasformatore).

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

$p := 2$ $V_{1n} := 690\ V$ $f := 50\ Hz$ $n_n := 1451\ rpm$ $I_0 := 18,1\ A$ $P_0 := 4050\ W$

$V_{1cc} := 118\ V$ $I_{1cc} := 60,2\ A$ $P_{1cc} := 3847\ W$ $C_{acc} := 11,2\ Nm$ $n_1 := 1405\ rpm$

SOLUZIONE

Velocità di sincronismo, scorrimento e velocità nominale

$\Omega_0 := \frac{2 \cdot \pi \cdot f}{p} = 157,1\ s^{-1}$ $n_0 := \Omega_0 = 1500\ rpm$ $s_n := \frac{n_0 - n_n}{n_0} = 3,267\ \%$

ANALISI A VUOTO

$cos\varphi_0 := \frac{P_0}{\sqrt{3} \cdot V_{1n} \cdot I_0} = 0,1872$ $\varphi_0 := acos\left(cos\varphi_0\right) = 79,21\ °$ $Z_0 := \frac{V_{1n}}{\sqrt{3} \cdot I_0} = 22,01\ \Omega$

$X_0 := \frac{Z_0}{\sin\left(\varphi_0\right)} = 22,41\ \Omega$ $R_0 := \frac{V_{1n}^{\ 2}}{P_0} = 117,6\ \Omega$ $I_0 := I_0 \cdot e^{-j \cdot \varphi_0} = (3,389 - 17,78 \cdot i)\ A$

ANALISI A ROTORE BLOCCATO

corrente e perdite a vuoto a tensione ridotta

$\alpha_{vcc} := \frac{V_{1cc}}{V_{1n}} = 0,1710$ $I_{0cc} := \alpha_{vcc} \cdot I_0 = (0,5795 - 3,041 \cdot i)\ A$ $P_{0cc} := \alpha_{vcc}^{\ 2} \cdot P_0 = 118,4\ W$

bilancio potenza e corrente di rotore

$P_{tcc} := C_{acc} \cdot \Omega_0 = 1759\ W$ $P_{ep1cc} := P_{1cc} - P_{0cc} - P_{tcc} = 1969\ W$

$cos\varphi_{1cc} := \frac{P_{1cc}}{\sqrt{3} \cdot V_{1cc} \cdot I_{1cc}} = 0,3127$ $\varphi_{1cc} := acos\left(cos\varphi_{1cc}\right) = 71,78\ °$

$I_{1cc} := I_{1cc} \cdot e^{-j \cdot \varphi_{1cc}} = (18,82 - 57,18 \cdot i)\ A$ $I_{12cc} := I_{1cc} - I_{0cc} = (18,24 - 54,14 \cdot i)\ A$

Parametri del ramo serie

$R_{12} := \frac{P_{tcc}}{3 \cdot \left|I_{12cc}\right|^2} = 179,7\ m\Omega$ $R_1 := \frac{P_{ep1cc}}{3 \cdot \left|I_{12cc}\right|^2} = 201,1\ m\Omega$ $Z_{fcc} := \frac{V_{1cc}}{\sqrt{3} \cdot \left|I_{12cc}\right|} = 1,192\ \Omega$

$X := \sqrt{Z_{fcc}^{\ 2} - \left(R_1 + R_{12}\right)^2} = 1,130\ \Omega$ $\frac{R_1 + R_{12}}{X} = 0,337$

ANALISI IN CONDIZIONI NOMINALI

Potenza nominale

$Z_{fn} := \sqrt{\left(R_1 + \frac{R_{12}}{s_n}\right)^2 + X^2} = 5,812\ \Omega$ $\varphi_{12n} := atan\left(\frac{X}{R_1 + \frac{R_{12}}{s_n}}\right) = 11,21\ °$

$I_{12n} := \frac{V_{1n}}{\sqrt{3} \cdot Z_{fn}} = 68,54\ A$ $P_n := 3 \cdot R_{12} \cdot I_{12n}^{\ 2} \cdot \left(\frac{1 - s_n}{s_n}\right) = 74,99\ kW$

Corrente nominale e rendimento

$I_{12n} := I_{12n} \cdot e^{-j \cdot \varphi_{12n}} = (67,24 - 13,33 \cdot i)\ A$ $I_{1n} := I_{12n} + I_0 = (70,62 - 31,11 \cdot i)\ A$

$\left|I_{1n}\right| = 77,17\ A$ $cos\varphi_{1n} := \cos\left(arg\left(I_{1n}\right)\right) = 0,9152$ $P_{1n} := \sqrt{3} \cdot V_{1n} \cdot \left|I_{1n}\right| \cdot cos\varphi_{1n} = 84,40\ kW$

$P_{epn} := 3 \cdot \left(R_1 + R_{12}\right) \cdot \left|I_{12n}\right|^2 = 5367\ W$

$\eta_n := \frac{P_n}{P_{1n}} = 88,84\ \%$ $\eta'_n := \frac{P_n}{P_n + P_{epn} + P_0} = 88,84\ \%$ Verifica

TENSIONE V_1 PER AVERE C_n ALLA VELOCITÀ n_1

scorrimento alla velocità n_1

$s_1 := \frac{n_0 - n_1}{n_0} = 6,33\ \%$ $C_n := \frac{3 \cdot R_{12} \cdot \left|I_{12n}\right|^2}{s_n \cdot \Omega_0} = 493,51\ Nm$

tensione V_1

$C_n = \frac{V_1^{\ 2}}{\Omega_0 \cdot Z \cdot \left(s_1 \cdot \frac{Z}{R_{12}} + \frac{R_{12}}{s_1 \cdot Z} + 2 \cdot \frac{R_1}{Z}\right)}$ $Z := \sqrt{R_1^{\ 2} + X^2} = 1,15\ \Omega$

$V_1 := \sqrt{C_n \cdot \Omega_0 \cdot Z \cdot \left(s_1 \cdot \frac{Z}{R_{12}} + \frac{R_{12}}{s_1 \cdot Z} + 2 \cdot \frac{R_1}{Z}\right)} = 535,81\ V$