MOTOR DE INDUCIÓN TRIFÁSICO PROBLEMAS

ELECTROTECNIA(IE)

motor de inducción de 6 polos, 50 Hz, absorbe una
tencia de 20 KW, cuando gira a 960 RPM. Las
rdidas totales del estator son 0,5 KW y las de rozamiento
ventilación son de 1 KW. Calcular a) El deslizamiento
Perdidas en el cobre del rotor c) Rendimiento

$$N_S = \frac{60 f_1}{P} = \frac{60 \cdot 50}{3} = 10 \text{ RPM}$$ por lo tanto

$$S\% = \frac{N_S - N}{N_S} 100 = \frac{1000 - 960}{1000} \cdot 100 = 4\%$$

$$P_{AG} = P_{ent} - P_{estator} = P_{ent} - P_{cuest} - P_{Fe} = 20 - 0{,}5 = 19{,}5 \text{ KW}$$

$$P_{CU\,Rot} = S \cdot P_{AG} = 0{,}04 \cdot 19{,}5 = 0{,}78 \text{ KW}$$

$$P_U = P_{AG} - P_{CU\,ROT} - P_{mec} = 19{,}5 - 0{,}78 - 1 = 17{,}72 \text{ KW}$$

$$\eta\% = \frac{P_U}{P_{ent}} 100 = \frac{17{,}72}{20} 100 = 88{,}6\%$$

80 V, 50 Hz, 4 polos, ha dado los siguientes resultados
en unos ensayos: Vacío 380V, 3A, 700 W
Cortocircuito 100V, 20A, 1200 W.
Si la resistencia de cada fase del devanado primario es igual
0,5 Ω y las pérdidas mecánicas son de 250W,
calcular los parámetros del circuito equivalente del motor.

Las pérdidas en el Cu primario en vacío son:

$P_{CU1} = 3 \cdot 0,5 \cdot 3^2 = 13,5W$ como

$P_{mec} = 250 W$ entonces

$P_{Fe} = P_0 - P_{CU1} - P_m = 700W - 13,5W - 250W = 436,50 W$

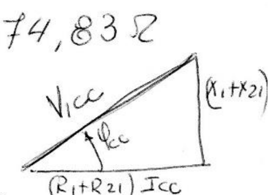
$P_{Fe} = 3 \cdot U_f \cdot I_0 \cos\varphi_0 \Rightarrow \cos\varphi_0 = \frac{P_{Fe}}{3U_f \cdot I_0} = \frac{436,50}{3 \cdot 220 \cdot 3}$

$\cos\varphi_0 = 0,22$ y $\operatorname{sen}\varphi_0 = 0,98$

$U_f = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220V$ $\quad I_{PFe} = I_0 \cdot \cos\varphi_0 = 3 \cdot 0,22 = 0,66A$

$I_m = I_0 \cdot \operatorname{sen}\varphi_0 = 3 \cdot 0,98 = 2,94A$

$R_{PFe} = \frac{220}{0,66} = 333,33\Omega$ $\quad X_m = \frac{220}{2,94} = 74,83\Omega$



Vcc por fase es $V_{1cc} = \frac{100}{\sqrt{3}} = 57,74V$

$P_{cc} = 3 \cdot V_{1cc} \cdot I_{cc} \cdot \cos\varphi_{cc} \Rightarrow \cos\varphi_{cc} = \frac{P_{cc}}{3V_{1cc} \cdot I_{cc}} = \frac{1200}{3 \cdot 57,74 \cdot 20}$

$\cos\varphi_{cc} = 0,35$, $\operatorname{sen}\varphi_{cc} = 0,94$

$R_1 + R_{21} = \frac{57,74}{20} \cdot 0,35 = 1,01\Omega$ $\quad X_1 + X_{21} = \frac{57,74}{20} \cdot 0,94 = 2,71\Omega$

del Circuito Equivalente $R_1 = 0{,}5\,\Omega$, $X_1 = 3\,\Omega$, $R_{21} = 0{,}8\,\Omega$, $X_{21} = 3{,}5\,\Omega$.
Se Desprecia la rama paralelo del CE y las pérdidas mecánicas.
Si la máquina se conecta a una red trifásica de 380V de Línea, 50Hz
Determine: 1) ¿Como se conectará el estator a la máquina? 2)
Calcular la Corriente de arranque 3) Para $s = 4\%$ a plena Carga
Calcular la Corriente absorbida, la Potencia de Conversión, la
Cupla inducida, la Potencia activa absorbida de la red y el
rendimiento. 4) Velocidad a la cual se obtiene el par máximo
y Valor del par maximo Correspondiente.

Solución

1) Como el motor es de 220V / 380V se deberá Conectar en estrella a una red de 380V.

2) Para el arranque $S=1$ por lo tanto la impedancia del Circuito Equivalente Será

$$Z_T = (R_1 + R_{21}) + j(X_1 + X_{21}) = 1{,}3 + j\,6{,}5\,\Omega$$

si tomamos como referencia la tensión de fase,

$$I_{1\,arr} = \frac{380/\sqrt{3}\,\angle 0^\circ}{1{,}3 + j\,6{,}5} = 33{,}1\,\angle -78{,}65\,A$$

3)

a) Para $S = 4\%$ $\quad Z_T = \left(R_1 + \frac{R_{21}}{s}\right) + j\,(X_1 + X_{21}) = \left(0{,}5 + \frac{0{,}8}{0{,}04}\right) + j\,6{,}5$

$$Z_T = 20{,}5 + j\,6{,}5\,\Omega \;\Rightarrow\; I_1 \simeq I_{21} = \frac{380/\sqrt{3}\,\angle 0^\circ}{20{,}5 + j\,6{,}5} = 10{,}2\,\angle -17{,}6^\circ$$

b)

$$P_{CONV} = P_U = 3 \cdot 0{,}8 \left(\frac{1}{0{,}04} - 1\right) 10{,}2^2 = 5992{,}7\,W$$

P...

)

$$N_1 = \frac{60 \cdot 50}{5} = 600 \text{ RPM}$$

$$N = (1-S)\,N_1 = (1-0{,}04)\,600 = 576 \text{ RPM}$$

$$T = \frac{P_{CONV}}{\omega} = \frac{5.992{,}7}{2\pi \frac{576}{60}} = 99{,}35 \text{ N.m.}$$

$$P_1 = \sqrt{3}\,V_L \cdot I_L \cdot \cos\varphi = 3\,V_F\,I_F \cos\varphi = 3 \cdot \frac{380}{\sqrt{3}} \cdot 10{,}2 \cos(17{,}6°)$$

$$P_1 = 6399{,}2 \text{ W}$$

$$\eta\,\% = \frac{5992{,}7}{6399{,}2}\,100 = 93{,}65\%$$

g)

$$S_{max} = \frac{R_{21}}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_{21})^2}} = \frac{0{,}8}{\sqrt{0{,}5^2 + 6{,}5^2}} = 0{,}1227$$ que

responde a una velocidad

$$N = N_S\,(1-S) = 600(1-0{,}1227) = 526{,}37 \text{ RPM}$$

$$T_{max} = \frac{3\left(\frac{380}{\sqrt{3}}\right)^2}{2\pi \frac{600}{60} \cdot 2 \cdot \left[0{,}5 + \sqrt{0{,}5^2 + 6{,}5^2}\right]} = 163{,}7 \text{ N.m.}$$

En un motor trifásico el par de arranque es igual al nominal o de plena carga y se sabe también que el par máximo es el doble del nominal. Calcular 1) deslizamiento para el par máximo 2) deslizamiento a plena carga 3) cociente corriente de arranque/corriente de plena carga.
Despreciar la impedancia del estator y la rama paralelo del circuito equivalente.
Solución

$$T = \frac{3 \frac{R_{21}}{s} U_1^2}{\frac{2\pi N_S}{60}\left[\left(R_1 + \frac{R_{21}}{s}\right)^2 + X_{cc}^2\right]} \quad y \quad T_{max} = \frac{3 U_1^2}{\frac{2\pi N_S}{60} \cdot 2\left[R_1 + \sqrt{R_1^2 + X_{cc}^2}\right]}$$

Si se relaciona el par con el par máximo para S_{max}, después de algunas simplificaciones se obtiene la fórmula de Kloss.

$$\frac{T}{T_{max}} = \frac{2(1 + a S_{max})}{\frac{S}{S_{max}} + 2a S_{max} + \frac{S_{max}}{S}} \qquad con \quad a = \frac{R_1}{R_{21}}$$

Si se desprecia la impedancia del estator $R_1 = 0$ entonces

$$\frac{T}{T_{max}} = \frac{2}{\frac{S}{S_{max}} + \frac{S_{max}}{S}} \qquad Así \ si \ se \ tiene \quad \frac{T}{T_{max}} = \frac{1}{2} = \frac{2}{\frac{S}{S_{max}} + \frac{S_{max}}{S}}$$

Para el arranque $S = 1$ resulta T_a y como $T_a = T_{nominal}$

$$\frac{T_a}{T_{max}} = \frac{1}{2} = \frac{2}{\frac{1}{S_{max}} + \frac{S_{max}}{1}} = \frac{2 S_{max}}{1 + S_{max}^2} \Rightarrow S_{max}^2 - 4 S_{max} + 1 = 0$$

que conduce a los valores $S_{max} = 3{,}73$; $S_m = 0{,}268$
$S_{max} = 3{,}73$ corresponde a la zona de freno por lo tanto se descarta
entonces $S_{max} = 0{,}268$

)

$$\frac{T_n}{T_{max}} = \frac{1}{2} = \frac{2}{\frac{S_n}{S_{max}} + \frac{S_{max}}{S_n}} \Rightarrow 4 = \frac{S}{0{,}268} + \frac{0{,}268}{S}$$

da lugar

$S = 1$, $S = 0{,}0072$

a los siguientes resultados

... inducción trifásico de anillos rozantes tiene un estator conectado en estrella de 4 polos. El motor funciona con una alimentación de 50 Hz, 380 V de tensión compuesta. Los parámetros del CE son $R_1 = 0{,}5\Omega$, $R_{21} = 0{,}51$ $X_{cc} = X_1 + X_{21} = 2{,}7\Omega$. 7

En el supuesto que se desprecian la rama paralelo y las pérdidas mecánicas calcular a) Par motor desarrollado para $S = 4\%$ b) Par de arranque c) Velocidad del par máximo d) Par máximo e) Resistencia que debe conectarse por fase en serie con el rotor para obtener el par máximo en el arranque.
La relación de espiras de primario a secundario es igual a 2 y los factores de devanado se consideran iguales a la unidad.

Solucion

a)

$$T = \frac{3\,\frac{R_{21}}{S}\,U_1^2}{\frac{2\pi N_S}{60}\left[\left(R_1 + \frac{R_{21}}{S}\right)^2 + X_{cc}^2\right]} \qquad U_f = \frac{380}{\sqrt{3}} = 220V$$

$$N_S = \frac{60 f_1}{P} = \frac{60.50}{2} = 1500 \text{ RPM}$$

El par para $S = 4\%$

$$T = \frac{3.\frac{0{,}51}{0{,}04}.220^2}{\frac{2\pi\,1500}{60}\left[\left(0{,}5 + \frac{0{,}51}{0{,}04}\right)^2 + 2{,}7^2\right]} = 64{,}45 \text{ N.m}$$

El par de arranque para $S = 1$

$$T_{arr} = \frac{3.\frac{0{,}51}{1}\,220^2}{\frac{2\pi\,1500}{60}\left[\left(0{,}5 + \frac{0{,}51}{1}\right)^2 + 2{,}7^2\right]} = 56{,}73 \text{ N.m.}$$

$$S_{max} = \frac{R_{21}}{\sqrt{R_1^2 + X_{cc}^2}} = \frac{0{,}51}{\sqrt{0{,}5^2 + 2{,}7^2}} = 0{,}186$$

$$N = N_S(1 - S)$$
$$N = 1500(1 - 0{,}186)$$
$$N = 1221 \text{ RPM.}$$

para $S_{max} = 0{,}186$

$$T_{max} = \frac{3\,\frac{0{,}51}{0{,}186}.220^2}{\frac{2\pi.1500}{60}\left[\left(\ldots\frac{0{,}51}{\ldots}\right)^2 \ldots\right]} = 142{,}4 \text{ N.m}$$

) para obtener el par máximo en el arranque se debe cumplir $S=1$

$$S = S_m = 1 = \frac{R_{21} + R_{A21}}{\sqrt{R_1^2 + X_{cc}^2}}$$

de donde podemos despejar R_{A21} la resistencia adicional conectada por fase en el rotor.

$R_{A21} = 2{,}24\ \Omega$ como $R_{A21} = R_{A2} \cdot K^2$

$K = \frac{N_1}{N_2} = 2$ $R_{A2} = \frac{R_{A21}}{K^2} = \frac{2{,}24}{4} = 0{,}56\ \Omega$

Un Motor de inducción trifásico de 6 polos, rotor bobinado funcionando bajo Carga Constante absorbe, de una red de 220V, la potencia de 15KW con una corriente de 47A. La frecuencia de red es de 50,5 Hz y la velocidad de giro del motor 970 RPM. El mismo motor funcionando en vacío absorbe una potencia de 760 vatios con una corriente de 20,5A. Se pide

1) el $\cos\varphi$ del motor
2) el par interno desarrollado a vatios-síncronos y en N.m
3) Las pérdidas en el Cobre del rotor
4) La potencia útil en Kw y el rendimiento.

Se Sabe que la resistencia efectiva del devanado estatórico Conectado en estrella y medida entre bornes del motor es 0,38 Ω y que las pérdidas mecánicas del motor valen 220 Vatios

1) $P_1 = \sqrt{3}\, U_1 I_1 \cos\varphi_1 \Rightarrow \cos\varphi_1 = \dfrac{15 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 220 \times 47} = 0{,}84$

2) $P_0 = 3R_1 I_0^2 + P_{Fe} + P_m$

$P_{Fe} = P_0 - 3R_1I_0^2 - P_m = -3\left(\dfrac{0{,}380}{2}\right) 20{,}5^2 + 760 - 220 = 300W$

La potencia transmitida por el Campo al rotor Será

$P_{AG} = P_1 - P_{CU1} - P_{Fe} = 15000 - 3\left(\dfrac{0{,}38}{2}\right)47^2 - 300 = 13440W$

El par en N.m valdrá

$M_1 = \dfrac{P_{AG}}{\Omega} = \dfrac{13440}{\dfrac{2\pi \cdot n_1}{60}}$

La velocidad Sincrónica es

$n_1 = \dfrac{60 f_1}{P} = \dfrac{60 \times 50{,}5}{3} = 1010$ r.p.m.

reemplazando $M_1 = 128$ Nm.

3) $S = \dfrac{n_1 - n}{n_1} = \dfrac{1010 - 970}{1.010} = 0{,}0396 \qquad S = 3{,}96\ \%$

$P_{CU2} = S\, P_{AG} = 0{,}0396 \times 13440 = 533W$

4) $P_U = P_{AG} - P_{CU2} - P_m = 13440 - 533 - 220 = 12687W$

$\eta = \dfrac{P_U}{P_1} = \dfrac{12687}{15000} = 0{,}845$