

Energia Berriztagarrietan Ingeniaritzako Gradua
Makina Elektrikoak
2019/20

3. Makina asinkronoak
Ariketak

1. Motor asinkrono trifasiko batek hurrengo parametroak ditu:

$$R_1 = 0,5 \Omega; R_2 = 0,125 \Omega; X_1 = 2 \Omega; X_2 = 0,5 \Omega$$

$$p = 3$$

$$a = 2$$

$$f = 50 \text{ Hz}$$

Estatorea: Y izar konexioan konektatuta

Biraketa-abiadura izendatua $n_{2N} = 971$ bira/min

Simplifikazioak: $I_{Fe} = 0$, $I_m = 0$, $P_M = 0$

$U_{1/L} = 500 \text{ V}$ bada, kalkulatu:

- n_1 biraketa-abiadura sinkronoa
- s_N lerradura izendatua
- f_{sN} errotoreko maiztasuna
- R'_{kN} karga mekanikoko erresistentzia
- $I_{1/f}$ estatoreko faseko intentsitatea
- P_{mb} barne potentzia mekanikoa
- P_1 xurgaturiko potentzia elektrikoa eta errendimendua (η)

Ebazpena

$$n_1 = \frac{60 \cdot f_1}{p} = \frac{60 \cdot 50}{3} = 1000 \text{ bira/min}$$

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

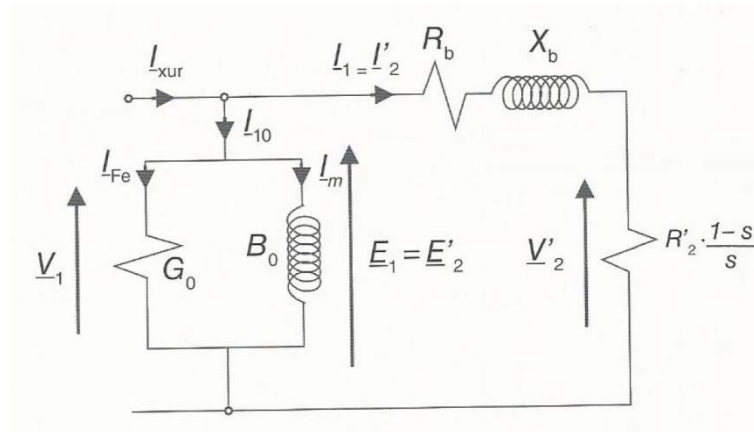
$$s_N = \frac{n_1 - n_{2N}}{n_1} = \frac{1000 - 971}{1000} = 0,029$$

$$f_s = s \cdot f_1$$

$$f_{sN} = s_N \cdot f_1 = 0,029 \cdot 50 = 1,45 \text{ Hz}$$

$$R'_k = a^2 \cdot R_k = a^2 \cdot R_2 \left(\frac{1-s}{s} \right)$$

$$R'_{kN} = a^2 \cdot R_2 \left(\frac{1-s_N}{s_N} \right) = 2^2 \cdot 0,125 \left(\frac{1-0,029}{0,029} \right) = 16,71 \Omega$$



$$\bar{I}_{1f} = \frac{\bar{V}_{1f}}{R_b + j \cdot X_b + R'_{kN}}$$

$$R_b = R_1 + a^2 \cdot R_2 = 0,5 + 2^2 \cdot 0,125 = 1 \Omega$$

$$X_b = X_1 + a^2 \cdot X_2 = 2 + 2^2 \cdot 0,5 = 4 \Omega$$

$$\bar{I}_{1Nf} = \frac{\bar{V}_{1f}}{R_b + j \cdot X_b + R'_{kN}} = \frac{(500/\sqrt{3})}{1 + j \cdot 4 + 16,71} = 15,91_{|-12,73} \text{ A}$$

$$\varphi = \varphi_V - \varphi_I = 0 - (-12,73) = 12,73$$

$$P_{mb} = 3R'_k I_{2f}'^2 = 3R'_k I_{1f}^2$$

$$P_{mbN} = 3R'_{kN} I_{1Nf}^2 = 3 \cdot 16,71 \cdot 15,91^2 = 12681,7 \text{ W}$$

$$P_1 = 3V_{1f} I_{1f} \cos \varphi$$

$$P_{1N} = 3V_{1f} I_{1Nf} \cos \varphi_N = 3 \cdot (500/\sqrt{3}) \cdot 15,91 \cdot \cos(12,73) = 13439,8 \text{ W}$$

$$P_{meN} = P_{mbN} - P_M = 12681,7 - 0 = 12681,7 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{me}}{P_1}$$

$$\eta_N = \frac{P_{meN}}{P_{1N}} = \frac{12681,7}{13439,8} = \%94,4$$

2. Motor asinkrono trifasiko batek:

- Estatorea Δ **triangelu** konexioarekin konektaturik dago
- $U_L = 400$ V-eko tentsio iturri batetik elikatzen da eta maiztasuna 50 Hz da.
- $R_2 = 0,1 \Omega$; $X_2 = 1 \Omega$
- Karga izendatuan errotoreko maiztasuna $f_{sN} = 2$ Hz da
- $p = 3$
- $a = 2$
- Sinplifikazioak: $R_1 = 0 \Omega$; $X_1 = 0 \Omega$; $P_{Fe} = 0$; $P_M = 0$

Kalkulatu:

- Momentu eragile izendatua C_{eN}
- Momentu eragile maximoa ematen den biraketa-abiadura n_{2Cmax}
- Momentu eragile maximoa $C_{e,max}$

Ebazpena

a)

$$f_s = s \cdot f_1$$

$$s = \frac{f_s}{f_1}$$

$$s_N = \frac{f_{sN}}{f_1} = \frac{2}{50} = 0,04$$

$$C_e = \frac{3V_{1/f}^2 R_2'}{2\pi(n_1/60)s \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + (X_1 + X_2')^2 \right]}$$

$$n_1 = \frac{60 \cdot f_1}{p} = \frac{60 \cdot 50}{3} = 1000 \text{ bira/min}$$

$$C_{eN} = \frac{3V_{1/f}^2 R_2'}{2\pi(n_1/60)s_N \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s_N} \right)^2 + (X_1 + X_2')^2 \right]}$$

$$C_{eN} = \frac{3 \cdot 400^2 \cdot (2^2 \cdot 0,1)}{2\pi(1000/60) \cdot 0,04 \cdot \left[\left(0 + \frac{(2^2 \cdot 0,1)}{0,04} \right)^2 + (0 + (2^2 \cdot 1))^2 \right]} = 395,1 \text{ Nm}$$

b)

$$s_{Cmax} = \frac{R_2'}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X_2')^2}}$$

$$s_{Cmax} = \frac{(2^2 \cdot 0,1)}{\sqrt{(2^2 \cdot 1)^2}} = 0,1$$

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

$$n_2 = n_1(1 - s)$$

$$n_{2Cmax} = n_1(1 - s_{Cmax}) = 1000 \cdot (1 - 0,1) = 900 \text{ bira/min}$$

c)

$$C_{emax} = \frac{3V_{1/f}^2 R'_2}{2\pi(n_1/60)s_{Cmax} \left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{s_{Cmax}} \right)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]}$$

$$C_{emax} = \frac{3 \cdot 400^2 \cdot (2^2 \cdot 0,1)}{2\pi(1000/60) \cdot 0,1 \cdot \left[\left(0 + \frac{(2^2 \cdot 0,1)}{0,1} \right)^2 + (0 + (2^2 \cdot 1))^2 \right]} = 573 \text{ Nm}$$

3. Motor asinkrono trifasiko baten ezaugarriak hauek dira:

- $P_{meN} = 20 \text{ kW}$
- $f=50 \text{ Hz}$
- $p=2$
- $n_{2N}=1425 \text{ bira/min}$
- P_{Fe} eta P_M berdin balio dute eta P_{meN} potentzia izendatuaren % 5 balio du bakoitzak
- Sinplifikazioa: $P_{J1} = 0$

Kalkulatu errendimendu izendatua η_N

Ebazpena

$$n_1 = \frac{60 \cdot f_1}{p} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500 \text{ bira/min}$$

$$s = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

$$s_N = \frac{n_1 - n_{2N}}{n_1} = \frac{1500 - 1425}{1500} = 0,05$$

$$P_{Fe} = P_M = 0,05 \cdot 20 \cdot 10^3 = 1 \text{ kW}$$

$$P_{mb} = P_{me} + P_M$$

$$P_{mbN} = P_{meN} + P_M = 20 \cdot 10^3 + 1 \cdot 10^3 = 21 \text{ kW}$$

$$\frac{P_{mb}}{P_{J2}} = \frac{(1-s)}{s}$$

$$P_{J2} = \frac{s}{(1-s)} P_{mb} = \frac{0,05}{(1-0,05)} \cdot 21 \cdot 10^3 = 1,1 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{P_{me}}{P_1} = \frac{P_{me}}{P_{me} + P_M + P_{J2} + P_{Fe} + P_{J1}} = \frac{20}{20 + 1 + 1,1 + 1 + 0} = \% 86,6$$

4. Motor asinkrono trifasiko baten ezaugarriak hauek dira:

- $R_1 = 3 \Omega$; $R'_2 = 2 \Omega$; $X_1 = 5 \Omega$; $X'_2 = 4 \Omega$
- $f_1 = 50 \text{ Hz}$
- $p = 2$
- $U_{1N/L} = 220 \text{ V}$
- Estatorea Y **izar** konexioarekin konektatuta dago
- Sinplifikazioa: $B_0 = 0$; $G_0 = 0$; $P_M = 0$

Motorrak momentu eragozle hau duen karga bat mugitzen du:

$$C_{ergz} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot \omega_2^2$$

Kalkulatu:

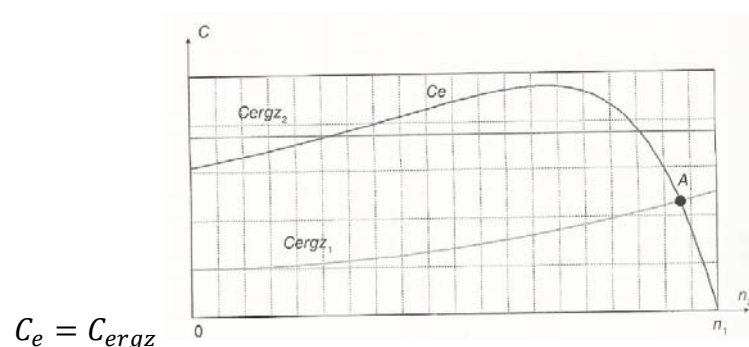
- Motorra karga mugitzen ari denean tentsio izendatuarekin kalkulatuz saretik xurgaturiko I_{1L} intentsitatea, saretik xurgaturiko P_1 , saretik xurgaturiko Q_1 , kargari emandako P_{me} , momentu eragilea C_e eta biraketa abiadura n_2 .
- Arraste-motor baten bidez abiadura 201 bira/min handiagotzen bada, kalkulatuz errendimendua η egoera berrian, eta saretik xurgaturiko Q_1 .
- Motorra a) ataleko egoeran egonik, estatoreko edozein bi fase elkarrekin trukutzen dira. Kalkulatu balaztatze-momentua eta makinak xurgatzen duen potentzia osoa

$$C_e = 3,2908 \text{ Nm}$$

$$P_J = 2489 \text{ W}$$

Ebazpena

- Oreka puntuan:



$$C_e = \frac{3V_1^2 / f R'_2}{2\pi(n_1/60)s \left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{s} \right)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]}$$

$$C_{ergz} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot \omega_2^2 = 4 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n_2}{60} \right)^2 = 4 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n_1 \cdot (1-s)}{60} \right)^2$$

$$\frac{3V_{1f}^2 R'_2}{2\pi(n_1/60)s \left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{s} \right)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n_1 \cdot (1-s)}{60} \right)^2$$

$$\frac{3(220/\sqrt{3})}{2\pi(1500/60)s \left[\left(3 + \frac{2}{s} \right)^2 + (5 + 4)^2 \right]} = 4 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 1500 \cdot (1-s)}{60} \right)^2$$

$$90 \cdot s^4 - 168 \cdot s^3 + 70 \cdot s^2 - 58,44 \cdot s + 4 = 0$$

Hirugarren eta laugarren ordenako osagaiak baztertu daitezke s txikia delako:

$$70 \cdot s^2 - 58,44 \cdot s + 4 = 0$$

Bi soluzio daude:

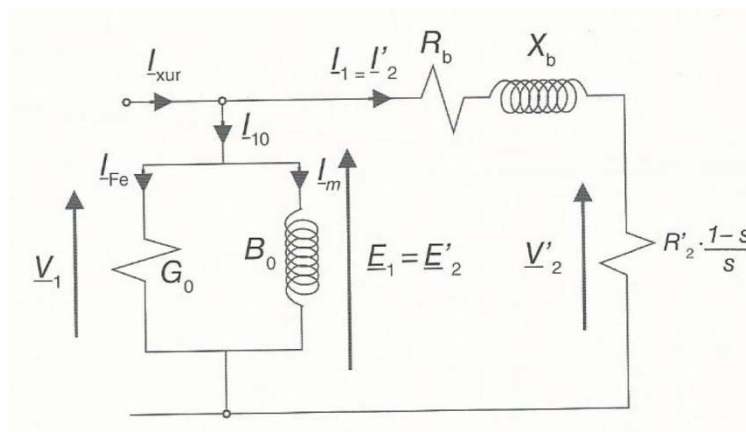
$$s = 0,074$$

$$s = 0,75$$

Motor bezala ari denean, s txikia eta positiboa da, beraz emaitza zuzena $s = 0,074$ da.

$$n_2 = n_1(1-s)$$

$$n_2 = 1500 \cdot (1 - 0,074) = 1389 \text{ bira/min}$$



$$\overline{I_{1f}} = \frac{\overline{V_{1f}}}{R_b + j \cdot X_b + R'_k}$$

$$R'_k = R'_2 \left(\frac{1-s}{s} \right) = 2 \cdot \left(\frac{1-0,074}{0,074} \right) = 25,03 \Omega$$

$$R_b = R_1 + R'_2 = 3 + 2 = 5 \Omega$$

$$X_b = X_1 + X'_2 = 5 + 4 = 9 \Omega$$

$$\overline{I_{1f}} = \frac{(220/\sqrt{3})}{5 + j \cdot 9 + 25,03} = 4,052_{|-16,65^\circ} \text{ A}$$

$$\varphi = \varphi_V - \varphi_I = 0 - (-16,65) = 16,65^\circ$$

$$P_1 = 3V_{1f}I_{1f}\cos\varphi$$

$$P_1 = 3 \cdot (220/\sqrt{3}) \cdot 4,052 \cdot \cos(16,65) = 1477,4 \text{ W}$$

$$Q_1 = 3V_{1f}I_{1f}\sin\varphi$$

$$Q_1 = 3 \cdot (220/\sqrt{3}) \cdot 4,052 \cdot \sin(16,65) = 442,4 \text{ var}$$

$$P_{mb} = 3R'_k I_{2f}^2 = 3R'_k I_{1f}^2 = 3 \cdot 25,03 \cdot 4,052^2 = 1232,6 \text{ W}$$

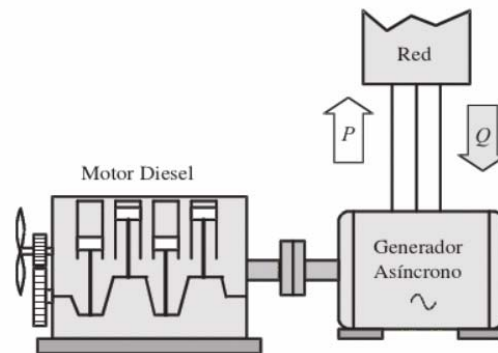
$$P_{me} = P_{mb} - P_M = 1232,6 - 0 = 1232,6 \text{ W}$$

$$C_e = \frac{P_{me}}{\omega_2} = \frac{P_{me}}{\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n_2}{60}\right)} = \frac{1232,6}{\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 1389}{60}\right)} = 8,5 \text{ Nm}$$

b) Abiadura berria:

$$n_2 = 1389 + 201 = 1590 \text{ bira/min}$$

n_2 abiadura n_1 baino handiagoa denez ($1590 > 1500$), makina asinkronoa sorgailu moduan dago lanean. Arraste-motorrak ematen dio potentzia mekanikoa makina asinkronoari.



$$s = \frac{1500 - 1590}{1500} = -0,06$$

$$R'_k = R'_2 \left(\frac{1-s}{s}\right) = 2 \cdot \left(\frac{1 - (-0,06)}{-0,06}\right) = -36,33 \Omega$$

$R'_k < 0$ izateak potentzia errotoretik estatorera doala esan nahi du, sorgailu baten portaera hain zuzen.

Oharra: R_1 eta R_2 konstante diren bezala, R_k aldakorra da eta biraketa-abiaduraren (lerraduraren) arabera da. Kasu bakoitzerako kalkulatu behar da.

$$\bar{I}_{1f} = \frac{\bar{V}_{1f}}{R_b + j \cdot X_b + R'_k}$$

$$\bar{I}_{1f} = \frac{(220/\sqrt{3})}{5 + j \cdot 9 - 36,33} = 4,015_{|-163,31^\circ} \text{ A}$$

$$\varphi = \varphi_V - \varphi_I = 0 - (-163,31) = 163,31^\circ$$

$$P_1 = 3 \cdot (220/\sqrt{3}) \cdot 4,015 \cdot \cos(163,31) = -1467 \text{ W}$$

$$Q_1 = 3V_{1f}I_{1f}\sin\varphi$$

$$Q_1 = 3 \cdot (220/\sqrt{3}) \cdot 4,015 \cdot \sin(163,31) = 439,4 \text{ var}$$

$$P_{mb} = 3R'_k I_{2f}'^2 = 3R'_k I_{1f}'^2 = 3 \cdot (-36,33) \cdot 4,015^2 = -1756,9 \text{ W}$$

$$P_{me} = P_{mb} - P_M = -1756,9 - 0 = -1756,9 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_1}{P_{me}} = \frac{1467}{1756,9} = \% 83,4$$

- c) Bi fase elkarren artean trukatzean estatoreak sorturiko eremu magnetiko birakariaren noranzkoa alderantzikatzen da. Aldaketaren aurretik eremu magnetiko birakariak eta errotoreak noranzko bera dute. Aldaketaren ondoren, aurkako noranzkoa dute. Ondorioz, eremu magnetikoak errotorea balaztatuko du.

n_2 abiadura ez da aldatuko bi fase elkarren artean trukatzean, baina orain eremu magnetikoaren aurka doanez, zeinu negatiboa izango du. Beraz, lehen 1389 *bira/min* bazen, orain -1389 *bira/min* izango da.

$$n_2 = -1389 \text{ bira/min}$$

$$s = \frac{1500 - (-1389)}{1500} = 1,926$$

$$R'_k = R'_2 \left(\frac{1-s}{s} \right) = 2 \cdot \left(\frac{1-1,926}{1,926} \right) = -0,9615 \Omega$$

$$\overline{I_{1f}} = \frac{\overline{V_{1f}}}{R_b + j \cdot X_b + R'_k}$$

$$\overline{I_{1f}} = \frac{(220/\sqrt{3})}{5 + j \cdot 9 - 0,9615} = 12,88|_{-65,82^\circ} \text{ A}$$

$$\varphi = \varphi_V - \varphi_I = 0 - (-65,82) = 65,82^\circ$$

$$P_1 = 3 \cdot (220/\sqrt{3}) \cdot 12,88 \cdot \cos(65,82) = 2010,6 \text{ W}$$

$$P_{mb} = 3R'_k I_{2f}'^2 = 3R'_k I_{1f}'^2 = 3 \cdot (-0,9615) \cdot 12,88^2 = -478,7 \text{ W}$$

$$P_{me} = P_{mb} - P_M = -478,7 - 0 = -478,7 \text{ W}$$

$$P_{mb} = P_1 - P_J - P_{Fe}$$

$$-478,7 = 2010,6 - P_J - 0$$

$$P_J = 2489,3 \text{ W}$$

Beste modu batera:

$$P_J = 3R_b I_{1f}^2 = 3 \cdot 5 \cdot 12,88^2 = 2488,4 \text{ W}$$

$$C_e = \frac{P_{me}}{\omega_2} = \frac{P_{me}}{\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot n_2}{60}\right)} = \frac{-478,7}{\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot (-1389)}{60}\right)} = 3,3 \text{ Nm}$$

2015/03/24

Motor asinkrono trifasiko batek Y (izar) konexioa du estatorean eta n_1 abiadura sinkronoa 1500 bira/min da.

Faseko zirkuitu balioak parametroen balioak hauek dira:

$$R_1 = 0,016 \Omega$$

$$R'_2 = 0,017 \Omega$$

$$X_b = X_1 + X'_2 = 0,22 \Omega$$

Oharra: baztertu paraleloko adarra ($B_0 = 0$; $G_0 = 0$).

$C_{e_{max}}$ momentu eragile maximoko puntuan ($s = s_{C_{max}}$), eta sare elektrikotik 327754 W xurgatzen ditu. Kalkulatu funtzionamendu-egoera horretan:

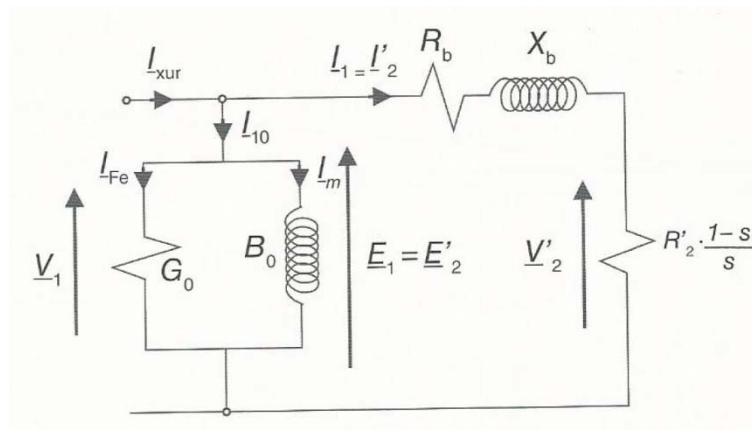
- Zein den estatoreko $U_{1/L}$ lineako tentsioa.
- Zein den motorraren $\eta_{C_{max}}$ errendimendua, marruskadura-galerak $P_M = 2030$ W badira.

Ebazpena

a)

$$s_{C_{max}} = \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

$$s_{C_{max}} = \frac{0,017}{\sqrt{0,016^2 + (0,22)^2}} = 0,0771$$



Paraleloko adarra baztertuz, zirkuituaren inpedantzia:

$$\bar{Z} = R_b + j \cdot X_b + R'_k = R_1 + R'_2 + j \cdot (X_1 + X'_2) + R'_2 \left(\frac{1-s}{s} \right) = R_1 + \frac{R'_2}{s} + j \cdot (X_1 + X'_2)$$

Inpedantziaren modulua:

$$Z = \sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}$$

Beraz, inpedantzia s-ren araberakoa da. $s=s_{\text{cmax}}$ denean:

$$Z = \sqrt{\left(0,016 + \frac{0,017}{0,0771}\right)^2 + (0,22)^2} = 0,3231 \Omega$$

Intentsitatea:

$$\overline{I_{1f}} = \frac{\overline{V_{1f}}}{R_b + j \cdot X_b + R'_k} = \frac{\overline{V_{1f}}}{Z}$$

Intentsitatearen modulua:

$$I_{1f} = \frac{V_{1f}}{Z}$$

Intentsitatearen fasea:

$$\varphi_I = \varphi_V - \varphi_Z$$

$$\varphi = \varphi_V - \varphi_I = \varphi_Z$$

$$\tan \varphi_Z = \frac{X_1 + X'_2}{R_1 + \frac{R'_2}{s}} = \frac{0,22}{0,016 + \frac{0,017}{0,0771}} = 0,9303$$

$$\varphi = \varphi_Z = 42,93$$

$$\cos \varphi = 0,7322$$

Potentzia elektrikoa:

$$P_1 = 3V_{1f}I_{1f}\cos\varphi = 3\frac{V_{1f}^2}{Z}\cos\varphi$$

$$327754 = 3\frac{V_{1f}^2}{0,3231}0,7322$$

$$V_{1f} = 219,57 \text{ V}$$

$$U_{1L} = 380,3 \text{ V}$$

b)

$$I_{1f} = \frac{V_{1f}}{Z} = \frac{219,57}{0,3231} = 679,6 \text{ A}$$

$$P_{mb} = 3R'_k I_{1f}^2 = 3R'_2 \left(\frac{1-s}{s}\right) I_{1f}^2 = 3 \cdot 0,017 \cdot \left(\frac{1-0,0771}{0,0771}\right) \cdot 679,6^2 = 281953 \text{ W}$$

$$P_{me} = P_{mb} - P_M = 281953 - 2030 = 279923 \text{ W}$$

$$\eta = \frac{P_{me}}{P_1} = \frac{279923}{327754} = \%85,4$$

2015/05/29

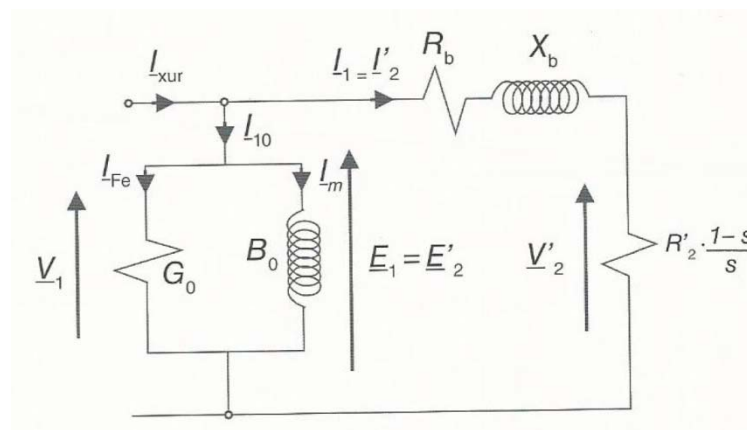
Motor asinkrono trifasiko batek Y (izar) konexioa du estatorean. $U_{1N/L}$ tentsio izendatua 400 V da. Maiztasuna 50 Hz da. Motorrak 3 polo-pare ditu.

Abiarazte zuzenean, tentsio izendatuz elikaturik, 77,68 A xurgatzen ditu abiaraztean ($n_2=0$) eta $\cos\varphi=0,4$ da.

Abiarazi ondoren, tentsio izendatua, bere funtzionamendu-puntu izendatura iristen da. Puntu horretan, $\cos\varphi=0,985$ da.

Kalkulatu s lerraduraren balioa funtzionamendu-puntu izendatua $R_1=R_2'$ dela suposatuz.

Ebazpena



Paraleloko adarra baztertuz, zirkuituaren inpedantzia:

$$\bar{Z} = R_1 + \frac{R'_2}{s} + j \cdot (X_1 + X'_2)$$

Abiaraztean, $s=1$:

$$\bar{Z} = R_1 + R'_2 + j \cdot (X_1 + X'_2)$$

$$I_{1f} = \frac{V_{1f}}{Z}$$

$$Z = \frac{V_{1f}}{I_{1f}} = \frac{400/\sqrt{3}}{77,68} = 2,972967 \Omega$$

$$\bar{Z} = Z \cdot \cos\varphi_Z + j \cdot Z \cdot \sin\varphi_Z$$

Makina asinkronoan, paraleloko adarra baztertuz:

$$\varphi = \varphi_V - \varphi_I = \varphi_Z$$

Ondorioz:

$$R_1 + R'_2 = Z \cdot \cos\varphi_Z = Z \cdot \cos\varphi = 2,972967 \cdot 0,4 = 1,1892 \Omega$$
$$R_1 = R'_2 = 0,5946$$

$$X_1 + X'_2 = Z \cdot \sin\varphi_Z = Z \cdot \sin\varphi = 2,7248 \Omega$$

Funtzionamendu-puntu izendatuan:

$$\cos\varphi = 0,985$$
$$\varphi = \varphi_Z = 9,936$$

$$\tan\varphi_Z = \frac{X_1 + X'_2}{R_1 + \frac{R'_2}{s}} = \frac{2,7248}{0,5946 + \frac{0,5946}{s}} = 0,1752$$
$$s = 0,0397$$

2015/07/03

Motor asinkrono trifasiko batek Y (izar) konexioa du estatorean. $U_{1N/L}$ tentsio izendatua 400 V da. Maiztasuna 50 Hz da. Motorrak 3 polo-pare ditu. Bere parametroen balioak hauek dira:

$$R_b = R_1 + R_2' = 1,19$$

$$R_1 = R_2'$$

$$X_b = X_1 + X_2' = 2,72$$

Tentsio izendatuan elikatuta, funtzionamendu-puntuan, slerraduraren balioa 0,04 da.

Kalkulatu motorrak saretik xurgatzen duen P_1 potentzia aktiboa eta $\cos\varphi$ balioa, induktiboa edo kapazitiboa den adieraziz.

$P_1 = 10032,5 \text{ W}$, $\cos\varphi = 0,985$ (induktiboa)

2016/04/05

Motor asinkrono trifasiko baten tentsio izendatua 400/690 V da. Errotorea harilkatua da. $p=2$ polo-pare ditu.

$$f_1 = 50 \text{ Hz}$$

$$R_1 = 0,1 \Omega$$

$$R'_2 = 0,2 \Omega \quad (R_g = 0)$$

$$X_1 = 0,5 \Omega$$

$$X'_2 = 1 \Omega$$

Oharra: baztertu paraleloko adarra ($B_0 = 0$; $G_0 = 0$) eta marruskadura-galera ($P_M = 0$).

Motorrak estatorean Δ (triangelu) konexioa du eta tentsio izendatuan elikatzen da.

a) Lerradura izendatua $s_N = 0,05$ bada, kalkulatu $I_{1N/f}$, $I_{1N/L}$, $\cos\phi_N$, P_{meN} , C_{eN} , n_{2N} .

$$I_{1N/f} = 91,62 \text{ A}$$

$$I_{1N/L} = 158,7 \text{ A}$$

$$\cos\phi_N = 0,94$$

$$P_{meN} = 95694,1 \text{ W}$$

$$C_{eN} = 641,3 \text{ Nm}$$

$$n_{2N} = 1425 \text{ bira/min}$$

b) I_{1abi} abiarazte-intentsitatea ($n_2=0$ denean) I_{1N} intentsitate izendatuaren bikoitza izan dadin, kalkulatu errotoreari gehitu beharreko R_g erresistentzia gehigarriaren balioa.

$$R'_g = 1,286 \Omega$$

c) Motorra n_{2N} abiadura izendatuan biratzen dagoela (R_g erresistentzia gehigarririk gabe), estatoreko bi fase elkarrekin trukutzen badira, kalkulatu zein den makina asinkronoak ardatzean eragiten duen C_e balaztatze-momentua.

$$C_e = 136,8 \text{ Nm}$$

d) Makina sorgailu bezala lanean jartzen bada eta bere abiadura $n_2 = 1560$ bira/min bada, kalkulatu P_1 , P_{me} , P_J eta η .

$$P_1 = -89565,8 \text{ W}$$

$$P_{me} = -95049,4 \text{ W}$$

$$P_J = 5483,6 \text{ W}$$

$$\eta = \% 94,2$$

Ebazpena (b atala)

b)

Makinaren eredian R_2 erresistentziak errotoreko zirkuituaren erresistentzia irudikatzen du. Zirkuitu horretan kanpoko R_g erresistentzia gehigarri bat eransten bada:

$$\begin{aligned}R_2 &= R_{2,errotore} + R_g \\R'_2 &= R'_{2,errotore} + R'_g \\R'_{2,errotore} &= 0,2 \Omega\end{aligned}$$

Intentsitatearen modulua:

$$I_{1f} = \frac{V_{1f}}{Z} = \frac{V_{1f}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

Abiaraztean:

$$I_{1f,abia} = 2 \cdot I_{1Nf} = 2 \cdot 91,62 = 183,24 A$$

$s = 1$

$$183,24 = \frac{400}{\sqrt{(0,1 + 0,2 + R'_g)^2 + (1,5)^2}}$$

$R'_g = 1,286 \Omega$

2016/05/16

Minizentral hidroelektriko baten kaiolako sorgailu asinkrono trifasiko batek Y (izar) konexioa du estatorean. $U_{1N/L}$ tentsioa izendatua 400 V da. Maiztasuna 50 Hz da. Motorrak 3 polo-pare ditu. Bere parametroen balioak hauek dira:

$$R_1 = 0,6 \, \Omega$$

$$R'_2 = 0,6 \, \Omega$$

$$X_b = 2,7 \, \Omega$$

Tentsio izendatuan elikatuta, errotorearen biraketa-abiadura 1033 bira/min da.

Kalkulatu:

- Turbina hidraulikoak ardatzari ematen dion P_{me} potentzia mekanikoa, P_M marruskadura-galera baztertuz.
 $P_{me} = -9493,1 \, W$
- Sare elektrikoari emandako P_1 potentzia aktiboa
 $P_1 = -8888,6 \, W$
- Sorgailuaren η errendimendua
 $\eta = \%93,6$
- Saretik kontsumituriko Q_1 potentzia erreaktiboa
 $Q_1 = 1364,9 \, var$

2016/06/30

Motor asinkrono trifasiko batek Y (izar) konexioa du estatorean. $U_{1N/L}$ tentsioa izendatua 400 V da. Maiztasuna 50 Hz da. Motorrak 2 polo-pare ditu. Bere faseko parametroen balioak hauek dira:

$$\underline{Z}_1 = R_1 + jX_1 = 0,1 + j0,4 \Omega$$

$$\underline{Z}'_2 = R'_2 + jX'_2 = 0,1 + j0,3 \Omega$$

Marruskadura eta burdinako galerak baztertu egingo dira.

Tentsio izendatuan elikatzen bada, kalkulatu:

a) Abiarazte-intentsitatea

$$\underline{I}_{1,abi} = 317,2 \angle -74,05^\circ \text{ A}$$

Lerradura $s = \% 4$ bada, kalkulatu:

b) Intentsitatea

$$\underline{I}_1 = 85,2 \angle -15,07^\circ \text{ A}$$

c) Potentzia mekaniko erabilgarria eta momentu eragilea

$$P_{me} = 52,95 \text{ kW}$$

$$C_e = 351,1 \text{ Nm}$$

d) Errendimendua

$$\eta = \% 92,3$$

2017/03/21

Motor asinkrono trifasiko baten tentsio izendatua 220/380 V da.

$p=2$ polo-pare ditu.

$f_1 = 50$ Hz

$R_1 = 2 \Omega$

$R'_2 = 1,5 \Omega$

$X_1 = 5 \Omega$

$X'_2 = 6 \Omega$

Oharra: baztertu paraleloko adarra ($B_0 = 0$; $G_0 = 0$) eta marruskadura-galera ($P_M = 0$).

Motorrak Δ (triangelu) konexioa du eta tentsio izendatuan (220 V) elikatzen da.

a) Motorrak 10 Nm-ko momentu konstanteko karga mekaniko bati eragiten dio. Kalkulatu:

- s lerradura
- n_2 biraketa-abiadura
- Karga mekanikoari emandako P_{me} potentzia mekaniko erabilgarria
- Saretik xurgaturiko P_1 potentzia elektrikoa
- η errendimendua

$$s = 0,01724$$

$$n_2 = 1474,1 \text{ bira/min}$$

$$P_{me} = 1543,5 \text{ W}$$

$$P_1 = 1606,8 \text{ W}$$

$$\eta = \% 96,06$$

b) Tentsioa pixkanaka murrizten bada:

- Zein tentsio baliorekin berdinduko dira motorraren momentu maximoa eta kargaren 10 Nm-ko momentu konstantea?
- Zein da egoera horretan s lerradura?
- Eta n_2 biraketa-abiadura?

$$U_{1L} = 117,48 \text{ V}$$

$$s_{Cmax} = 0,1342$$

$$n_2 = 1298,7 \text{ bira/min}$$

Ebazpena (partziala)

a)

$$C_e = \frac{3V_1^2/f R'_2}{2\pi(n_1/60)s \left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{s} \right)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]}$$

$$10 = \frac{3 \cdot 220^2 \cdot 1,5}{2\pi(1500/60)s \left[\left(2 + \frac{1,5}{s}\right)^2 + (11)^2 \right]}$$

$$125 \cdot s^2 - 132,6557864 \cdot s + 2,25 = 0$$

$$s = 0,01724$$

b)

$$s_{Cmax} = \frac{R'_2}{\sqrt{R_1^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

$$s_{Cmax} = \frac{1,5}{\sqrt{2^2 + (11)^2}} = 0,134164$$

$$C_{emax} = \frac{3V_{1/f}^2 R'_2}{2\pi(n_1/60)s_{Cmax} \left[\left(R_1 + \frac{R'_2}{s_{Cmax}}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2 \right]}$$

$$10 = \frac{3 \cdot V_{1/f}^2 \cdot 1,5}{2\pi(1500/60) \cdot 0,134164 \left[\left(2 + \frac{1,5}{0,134164}\right)^2 + (11)^2 \right]}$$

$$V_{1/f} = 117,48 \text{ V}$$

2017/05/22

Urtxintxa kaiolako motor asinkrono trifasiko baten ezaugarriak hauek dira:

- $R_1 = R'_2 = 0,06 \Omega$
- $X_1 = X'_2 = 0,34 \Omega$
- $f_1 = 50 \text{ Hz}$
- $p=3$
- 230/400 V
- Estatorea **triangelu** konexioarekin konektatuta dago
- $P_M = 1000 \text{ W}$
- Sinplifikazioa: $B_0 = 0$; $G_0 = 0$

Tentsio izendatua bada, eta motorra hutsean badago, hau da, ardatzean dagoen karga mekaniko bakarra marruskadurarena bada, kalkulatu:

a) n_2 biraketa-abiadura

$n_2 = 999,6 \text{ bira/min}$

b) Saretik xurgaturiko P_1 potentzia

$P_1 = 1000,75 \text{ W}$

c) Saretik xurgaturiko I_{1L} lineako intentsitatea

$I_{1L} = 2,5 \text{ A}$

Ebazpena (partziala)

$$P_{mb} = P_{me} + P_M$$

$$P_{me} = 0$$

$$P_{mb} = 1000 \text{ W}$$

$$P_{mb} = 3R'_k I_{1f}^2$$

$$V_{1f}$$

$$I_{1f} = \frac{V_{1f}}{\sqrt{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}}$$

$$P_{mb} = 3R'_2 \left(\frac{1-s}{s}\right) \frac{V_{1f}^2}{\left(R_1 + \frac{R'_2}{s}\right)^2 + (X_1 + X'_2)^2}$$

$$1000 = 3 \cdot 0,06 \cdot \left(\frac{1-s}{s}\right) \frac{230^2}{\left(0,06 + \frac{0,06}{s}\right)^2 + (0,68)^2}$$

$$9,988 \cdot s^2 - 9,5148 \cdot s + 3,6 \cdot 10^{-3} = 0$$

$$s = 3,785 \cdot 10^{-4}$$

2017/07/04

Urtxintxa kaiolako motor asinkrono trifasiko baten ezaugarriak hauek dira:

- $R_1 = R'_2 = 0,06 \Omega$
- $X_1 = X'_2 = 0,34 \Omega$
- $f_1 = 50 \text{ Hz}$
- $p=3$
- 230/400 V
- Estatorea **triangelu** konexioarekin konektatuta dago
- $P_M = 1000 \text{ W}$
- Sinplifikazioa: $B_0 = 0$; $G_0 = 0$

Errotorearen biraketa abiadura 990 bada, kalkulatu:

- a) Saretik xurgaturiko P_1 potentzia
 $P_1 = 25864,6 \text{ W}$
- b) P_{me} potentzia mekaniko erabilgarria
 $P_{me} = 24354,3 \text{ W}$
- c) Errendimendua
 $\eta = \% 94,16$

2018/03/21

Izar konexioa duen sorgailu asinkrono trifasiko bat 404 V-eko tentsioa du estatorean. Sareko maiztasuna 50 Hz da. Makinak 3 polo-pare ditu eta bere parametroen balioak hauek dira:

- $R_1 = R'_2 = 0,6 \Omega$
- $X_1 = X'_2 = 1,35 \Omega$

Errotorearen biraketa abiadura 1028 bira/min bada, eta paraleloko adarra eta marruskadura baztertuz, kalkulatu:

a) Turbinak ardatzean transmitituriko potentzia eta momentu mekanikoak

$$P_{me} = -8151,2 \text{ W}$$

$$C_e = -75,7 \text{ Nm}$$

b) Sarera injektaturiko potentzia elektriko aktiboa

$$P_1 = -7706,9 \text{ W}$$

c) Errendimendua

$$\eta = \% 94,6$$

d) Sarera injektaturiko edo saretik kontsumituriko potentzia elektriko erreaktiboa

$$Q_1 = 999,6 \text{ var}$$

Saretik kontsumitu

2018/06/04

Motor asinkrono trifasiko baten ezaugarriak hauek dira:

- $R'_2 = 0,4 \Omega$
- $X'_2 = 4 \Omega$
- $f_1 = 50 \text{ Hz}$
- $p=3$
- $U_{1N/L} = 400 \text{ V}$
- Estatorea triangelu konexioarekin konektatuta dago
- Sinplifikazioa: $R_1 = 0$; $X_1 = 0$; $B_0 = 0$; $G_0 = 0$; $P_M = 0$.

Errotoreko maiztasuna $f_s = 2 \text{ Hz}$ bada, kalkulatu:

a) C_e momentu eragilea

$C_e = 395,16 \text{ Nm}$

b) Errendimendua

$\eta = \% 96$

Momentu maximoko egoeran, kalkulatu:

c) Momentu maximoa ematen den n_2 biraketa abiadura

$n_2 = 900 \text{ bira/min}$

d) $C_{e,max}$ momentu maximoa

$C_{e,max} = 572,96 \text{ Nm}$

2018/07/03

Motor asinkrono trifasiko baten ezaugarriak hauek dira:

- $R_1 = R'_2 = 0,5 \Omega$
- $X_b = X_1 + X'_2 = 2,71 \Omega$
- $G_0 = 3,006 \cdot 10^{-3} \Omega^{-1}$
- $B_0 = 1,336 \cdot 10^{-2} \Omega^{-1}$
- $f_1 = 50 \text{ Hz}$
- $p=2$
- $P_M = 263,5 \text{ W}$
- Estatorea triangelu konexioarekin konektatuta dago

Lineako tentsioa 220 V denean kalkulatu:

a) C_{abi} abiarazte-momentua

C_{abi} abiarazte = **55,4 Nm**

b) η errendimendua biraketa-abiadura $n_2 = 1450$ bira/min bada

$\eta = \%$ **90,6**

2019-03-27

Izar konexioa duen sorgailu asinkrono trifasiko batek 387 V-eko lineako tentsioa du estatorean. Sareko maiztasuna 50 Hz da. Makinak 3 polo-pare ditu eta bere parametroen balioak hauek dira:

- $R_1 = R'_2 = 0,6 \Omega$
- $X_1 = X'_2 = 1,35 \Omega$

Errotorearen biraketa-abiadura 1029 bira/min bada, eta paraleloko adarra eta marruskadura baztertuz, kalkulatu:

a) Turbinak ardatzean transmitituriko potentzia eta momentu mekanikoak

$$P_{me} = -7760,5 \text{ W}$$

$$C_e = -72 \text{ Nm}$$

b) Sarera injektaturiko potentzia elektriko aktiboa

$$P_1 = -7322,8 \text{ W}$$

c) Errendimendua

$$\eta = \% 94,4$$

d) Potentzia elektriko erreaktiboa, sarera injektaturikoa ala saretik kontsumiturikoa den adieraziz

$$Q_1 = 984,9 \text{ var}$$

Positiboa denez, saretik kontsumiturikoa da

2019/05/23

Makina asinkrono trifasiko baten ezaugarriak hauek dira:

- $R_1 = 0,6 \Omega$; $R'_2 = 0,6 \Omega$; $X_1 + X'_2 = 2,7 \Omega$
- $f_1 = 50 \text{ Hz}$
- $p = 3$
- $U_{1N/L} = 400 \text{ V}$
- Estatorea Y **izar** konexioarekin konektatuta dago
- Sinplifikazioa: $B_0 = 0$; $G_0 = 0$; $P_M = 0$

Makina motor bezala ari bada, kalkulatu:

a) $C_{e,abi}$ abiarazte-momentua, s_{Cmax} momentu eragile maximoko lerradura eta $C_{e,max}$ momentu maximoa, eta $s = 0,03$ lerradurarekin duen C_e momentu eragilea. Irudikatu aurreko balioak $C_e = f(s)$ kurban.

$$C_{e,abi} = 105 \text{ Nm}$$

$$s_{Cmax} = 0,217$$

$$C_{e,max} = 227 \text{ Nm}$$

$$C_e = 70,8 \text{ Nm}$$

b) Arraste-motor baten bidez abiadura 63 bira/min handiagotzen bada makina sorgailu bezala lan egitera pasatuz, kalkulatu:

- P_{me} potentzia mekaniko erabilgarria
 $P_{me} = -9493,1 \text{ W}$
- P_J Joule galerak
 $P_J = 606,5 \text{ W}$
- P_1 potentzia aktibo elektrikoa
 $P_1 = -8888,6 \text{ W}$
- η errendimendua
 $\eta = \% 93,6$

2019/07/03

Motor asinkrono trifasiko baten ezaugarriak hauek dira:

- $P_{meN} = 20 \text{ kW}$
- $f=50 \text{ Hz}$
- $p=2$
- $n_{2N}=1425 \text{ bira/min}$
- P_{Fe} eta P_M berdin balio dute eta P_{meN} potentzia izendatuaren % 5 balio du bakoitzak
- Sinplifikazioa: $P_{J1} = 0$

Kalkulatu baldintza izendatuan:

a) Errotoreko Joule galerak P_{J2} eta motorraren errendimendua η_N

$$P_{J2} = 1,1 \text{ kW}$$

$$\eta_N = \% 86$$

b) Momentu eragilea C_{eN}

$$C_{eN} = 134 \text{ Nm}$$