

Ad, Soyad:

No:

Salon No:

Hocanız:

“Kopya almadım ve vermedim”

SAÜ Müh. Fak. Elektrik - Elektronik Müh.

ELEKTRİK MAKİNALARI II

Süre 80 dak.

1617B

Ara Sınav
27.03.2017

K1

İMZA:

SORU 1) 3 Fazlı, 10kVA, 2 kutuplu, 50Hz, yuvarlak rotorlu, bir senkron jeneratörün endüvi direnci ihmal edilebilir kadar küçük olup, senkron reaktansı 10 Ohm'dur. Endüvi tek faz sargısı 380V için tasarlanmıştır. Bu jeneratör; 3 fazlı 380V, 50Hz'lik şebekede paralel çalıştırılmaktadır. Mekanik kayıplar ihmal edilmiştir.

<2x5p>a) Jeneratör sargılarının nasıl bağlanması gerektiğini sebebini belirterek belirleyiniz. Devir sayısını bulunuz.

$$S_n := 10000 \text{ VA} \quad V_1 := 380 \text{ V} \quad 2p = 2 \quad p := 1 \quad f := 50 \text{ Hz}$$

$$R_a := 0 \quad X_s := 10 \text{ Ohm} \quad j := \sqrt{-1}$$

a) Şebeke fazarası gerilimi 380V olduğundan ve tek faz sargısı 380V için tasarlanmış olduğundan, bu 3 fazlı jeneratör üçgen bağlanarak şebekeyle paralel çalıştırılabilir. Dolayısı ile

$$V_{1L} := 380 \text{ V dir.}$$

$$n_s := \frac{60 \cdot f}{p}$$

$$n_s = 3000 \text{ rpm}$$

2x5 puan
+

<2x5p>b) Jeneratör, şebekeye anma gücünde 0.8 geri güç faktörü ile güç aktarmaktayken E_f ve δ yı bulunuz.

$$b) \quad S_n = \sqrt{3} \cdot V_{1L} \cdot I_{1L} \quad I_{1L} := \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_{1L}} \quad I_{1L} = 15.193 \text{ A}$$

$$\text{Sargı akımı } I_1 \text{ ise (üçgen bağlantı); } I_1 := \frac{I_{1L}}{\sqrt{3}} \quad I_1 = 8.772 \text{ A}$$

$$\text{Güç faktörü 0.8 geri olduğundan } I_1 \text{ fazörü} \quad \varphi := \arccos(0.8) \quad \varphi = 0.644 \text{ rad (geri)}$$

$$\frac{180}{\pi} \cdot \arccos(0.8) = 36.87 \text{ derece geri}$$

$$I_1 := I_1 \cdot (\cos(-\varphi) + j \cdot \sin(-\varphi)) \quad \text{olarak kartezyen koordinatlarda yazılabilir.}$$

$$\text{Jeneratör denklemi fazör cinsinden: } E_f := V_1 + I_1 \cdot (R_a + j \cdot X_s)$$

$$E_f = 432.632 + 70.175j \quad |E_f| = 438.286 \text{ V}$$

$$\delta := \arg(E_f) \quad \delta = 0.161 \text{ rad}$$

$$\frac{180}{\pi} \cdot \delta = 9.213 \text{ derece}$$

<30p>c) Mekanik güç değiştirilmeden uyarma akımı %5 arttırılması durumu için; endüvi akımı, güç faktörü ve jeneratörün reaktif gücünü bulunuz (makine manyetik olarak lineer ve doyma yok olarak kabul edilecektir).

- c) Makine manyetik olarak lineer kabul edildiğinden ve doyma olmadığından
If %5 arttırılsa; ϕ ve E_f nin genliği de %5 artacaktır.

$$E_{f_yeni} := 1.05 \cdot |E_f| \quad E_{f_yeni} = 460.2 \quad V \quad \text{olur} \quad \text{5 puan}$$

Mekanik güç sabit kaldığından, $P = \frac{3 \cdot V_1 \cdot E_f}{X_s} \cdot \sin(\delta) = \text{Sabit}$ ele alındığında

$$|E_f| \cdot \sin(\delta) = E_{f_yeni} \cdot \sin(\delta_{yeni}) \quad \text{olacaktır}$$

$$\sin(\delta_{yeni}) = \frac{|E_f| \cdot \sin(\delta)}{E_{f_yeni}} \quad \frac{|E_f| \cdot \sin(\delta)}{E_{f_yeni}} = 0.152$$

$$\delta_{yeni} := \arcsin\left(\frac{|E_f| \cdot \sin(\delta)}{E_{f_yeni}}\right) \quad \delta_{yeni} = 0.153$$

$$\frac{180}{\pi} \cdot \delta_{yeni} = 8.771 \quad \text{derece} \quad \text{5 puan}$$

$E_{f_yeni} := E_{f_yeni} \cdot (\cos(\delta_{yeni}) + j \cdot \sin(\delta_{yeni}))$ olarak fazör olarak (kartezyen koordinatlarda)
 $E_{f_yeni} = 454.818 + 70.175i \quad V \quad \text{5 puan}$ yazılmalıdır.

Jeneratör denklemleri fazör cinsinden: $E_{f_yeni} = V_1 + I_{l_yeni} \cdot (R_a + j \cdot X_s)$

$$I_{l_yeni} := \frac{E_{f_yeni} - V_1}{(R_a + j \cdot X_s)} \quad I_{l_yeni} = 7.018 - 7.482i$$

$$|I_{l_yeni}| = 10.258 \quad A \quad \text{5 puan}$$

$$\varphi_{yeni} := \arg(I_{l_yeni}) \quad \varphi_{yeni} = -0.817 \quad \text{rad}$$

$$\frac{180}{\pi} \cdot \varphi_{yeni} = -46.834 \quad \text{derece}$$

veya 46.834 derece (geri)

$$\text{Güç_faktörü_yeni} := \cos(\varphi_{yeni}) \quad \text{Güç_faktörü_yeni} = 0.684 \quad (\text{geri}) \quad \text{5 puan}$$

$$Q_{yeni} := 3 \cdot V_1 \cdot |I_{l_yeni}| \cdot \sin(|\varphi_{yeni}|) \quad Q_{yeni} = 8.529 \times 10^3 \quad \text{VAr} \quad (\text{geri}) \quad \text{5 puan}$$

Fazör ile de çözülebilir.

SORU 2) 3 Fazlı, 5kW, 380V, 2 kutuplu, 50Hz, yuvarlak rotorlu bir senkron motor yıldız bağlı olup şebekede çalışmaktadır. Motorun mekanik kayıpları 40W'tır (demir kayıpları ihmal edilmiştir). Motor nominal gücü ile omik olarak çalışmakta ve şebekeden 8 A akım çekmektedir. Uyarma devresi direnci $R_f=50$ Ohm ve uyarma akımı 2 A'dır.

<10p>a) Net mil momentini bulunuz.

$$\begin{aligned}
 P_n &:= 5000 \text{ W} & V_{1L} &:= 380 \text{ V} & 2p &= 2 & p &:= 1 & f &:= 50 \text{ Hz} & P_{stv} &:= 40 \text{ W} \\
 X_s &:= 8 \text{ Ohm} & j &:= \sqrt{-1} & I_f &:= 2 \text{ A} & R_f &:= 50 \text{ Ohm} \\
 a) \quad n_s &:= \frac{60 \cdot f}{p} & n_s &= 3000 \text{ rpm} & \omega &:= \frac{2 \cdot \pi \cdot n_s}{60} & \omega &= 314.159 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \\
 P_{mil} &:= P_n & T &:= \frac{P_{mil}}{\omega} & T &= 15.915 \text{ Nm}
 \end{aligned}$$

<10p>b) Endüklenen mekanik gücü (iç güç) bulunuz.

$$b) \quad P_i := P_{mil} + P_{stv} \quad P_i = 5.04 \times 10^3 \text{ W}$$

<20p>c) Endüvi bakır kayıplarını (P_{cua}) ve R_a direncini bulunuz.

$$\begin{aligned}
 c) \quad I_{1L} &:= 8 \text{ A} & \text{Motor yıldız bağlı} & I_1 &:= I_{1L} \\
 P_{giriş} &:= \sqrt{3} \cdot V_{1L} \cdot I_{1L} \cdot \cos(0) & P_{giriş} &= 5.265 \times 10^3 \text{ W} \\
 P_{cua} &:= P_{giriş} - P_i & P_{cua} &= 225.434 \text{ W} & P_{cua} &= 3 \cdot I_1^2 \cdot R_a & R_a &:= \frac{P_{cua}}{3 \cdot I_1^2} & R_a &= 1.174 \text{ Ohm}
 \end{aligned}$$

<10p>d) Motorun genel verimini (uyarma kayıpları dâhil) bulunuz.

$$\begin{aligned}
 d) \quad P_{uyarma} &:= I_f^2 \cdot R_f & P_{uyarma} &= 200 \text{ W} \\
 P_{toplam_kayıp} &:= P_{cua} + P_{stv} + P_{uyarma} & P_{toplam_kayıp} &= 465.434 \text{ W} \\
 \eta &:= \frac{P_{çıkış}}{P_{giriş}} = \frac{P_{mil}}{P_{mil} + P_{toplam_kayıp}} & \eta &:= \frac{P_{mil}}{P_{mil} + P_{toplam_kayıp}} & \eta &= 0.915
 \end{aligned}$$