

Ad, Soyad:

No:

Salon No:

Hocanız:

“Kopya almadım ve vermedim”

SAÜ Müh. Fak. Elektrik - Elektronik Müh.

ELEKTRİK MAKİNALARI II

Süre 90 dak.

1617B  
Final Sınavı  
18.05.2017

K1

İMZA:

**Tüm sorularda PÇ2 ölçülmüştür**

**SORU 1)** 3 Fazlı, 20kVA, hızı 3000 rpm, 50Hz, yuvarlak rotorlu, bir senkron jeneratörün endüvi direnci ihmal edilebilir kadar küçük olup, senkron reaktansı 5 Ohm'dur. Endüvi tek faz sargısı 220V 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. Kutup sayısını bulunuz.

Şebeke fazlar arası gerilimi 380V olduğundan, 220V için tasarlanmış sargılar **yıldız bağlanılarak** şebekeye bağlanmalıdır.

$$n_s = 60 \cdot \frac{f}{p} \quad f := 50 \text{ Hz} \quad n_s := 3000 \text{ rpm} \quad +$$
$$p := 60 \cdot \frac{f}{n_s} \quad p = 1 \quad 2 \cdot p = 2 \quad \text{makine 2 kutupludur.}$$

**<15p>b)** Jeneratör, şebekeye anma gücünde 0.8 ileri güç faktörü ile güç aktarmaktayken  $E_f$  ve  $\delta$  yı bulunuz.

$$S_n := 20000 \text{ VA} \quad V_{1L} := 380 \text{ V} \quad X_s := 5 \text{ Ohm} \quad R_a := 0 \text{ Ohm}$$

$$S_n = \sqrt{3} \cdot V_{1L} \cdot I_{1L} \quad I_{1L} := \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_{1L}} \quad I_{1L} = 30.387 \text{ A}$$

Sargı yıldız bağlandığından  $I_1 := I_{1L}$   $I_1 = 30.387 \text{ A}$

Güç faktörü 0.8 ileri olduğundan

$$\varphi := \arccos(0.8) \quad \varphi = 0.644 \text{ rad (ileri)}$$

$$i := \sqrt{-1}$$

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

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

$$I_1 = 24.309 + 18.232i \text{ A}$$

Sargı yıldız bağlandığından  $V_1 := \frac{V_{1L}}{\sqrt{3}}$   $V_1 = 219.393 \text{ V}$

Jeneratör denkleminde  $E_f := V_1 + I_1 \cdot (R_a + i \cdot X_s) \quad E_f = 128.233 + 121.547i \text{ V}$

$$|E_f| = 176.684 \text{ V}$$

$$\delta := \arg(E_f) \quad \delta = 0.759 \text{ rad}$$

$$\frac{180}{\pi} \cdot \delta = 43.467 \text{ derece}$$

**<25p>c)** Mekanik güç değiştirilmeden uyarma akımı %70 arttırılması durumu için; endüvi akımı, güç faktörü ve jeneratörün reaktif gücünü bulunuz (makine manyetik olarak lineer ve doyma yok olarak kabul edilecektir).

$$I_{f\_yeni} = 1.7 \cdot I_f \quad \text{olursa lineer ve doyma yok kabulü ile} \quad E_{f\_yeni} := 1.7 \cdot |E_f| \quad \text{olur}$$

$$E_{f\_yeni} = 300.363 \quad V$$

$$\text{Mekanik güç sabit kaldığından} \quad P = \frac{3 \cdot V_1 \cdot E_f}{X_s} \cdot \sin(\delta) = \text{SABİT} \quad \text{bu durumda}$$

$$|E_f| \cdot \sin(\delta) = |E_{f\_yeni}| \cdot \sin(\delta_{yeni}) \quad \delta_{yeni} := \arcsin\left(\frac{|E_f| \cdot \sin(\delta)}{|E_{f\_yeni}|}\right) \quad \delta_{yeni} = 0.417$$

$$\frac{180}{\pi} \cdot \delta_{yeni} = 23.87 \quad \text{derece}$$

$$E_{f\_yeni} := E_{f\_yeni} \cdot (\cos(\delta_{yeni}) + i \sin(\delta_{yeni})) \quad E_{f\_yeni} = 274.671 + 121.547i \quad V$$

$$\text{Jeneratör denklemi} \quad E_{f\_yeni} = V_1 + I_{l\_yeni} \cdot (R_a + i X_s)$$

$$I_{l\_yeni} := \frac{E_{f\_yeni} - V_1}{(R_a + i X_s)} \quad I_{l\_yeni} = 24.309 - 11.056i \quad A$$

$$|I_{l\_yeni}| = 26.705 \quad A$$

$$\varphi_{yeni} := \arg(I_{l\_yeni}) \quad \varphi_{yeni} = -0.427 \quad \text{rad}$$

$$\frac{180}{\pi} \cdot \varphi_{yeni} = -24.455 \quad \text{derece} \quad (\text{işaretine dikkat; geri; endüktif çalışmaya geçildi})$$

$$\text{Güç_Faktörü\_yeni} := \cos(\varphi_{yeni}) \quad \text{Güç_Faktörü\_yeni} = 0.91 \quad (\text{geri})$$

$$Q_{yeni} := 3 \cdot V_1 \cdot |I_{l\_yeni}| \cdot \sin(|\varphi_{yeni}|) \quad Q_{yeni} = 7276.61 \quad \text{VAr} \quad (\text{geri})$$

*Fazör ile de çözülebilir.*

**SORU 2)** 220 V'luk bir şönt motorun endüvi direnci  $0.32 \Omega$  olup, fırçalardaki gerilim düşümü 4 V ve sabittir. Şönt sargı direnci  $110 \Omega$  iken motor şebekeden 52 A çekmekte ve 1400 rpm ile dönmektedir.

Makina jeneratör olarak çalıştırılırsa 220 V yük gerilimi ve 52 A yük akımı için (akının değişmediği; makinenin manyetik olarak lineer ve doyma yok kabulü ve endüvi reaksiyonu etkileri ile mekanik kayıplar ihmal edilecektir);

**<10p>a)** Motor çalışmada indüklenen emk

Motor çalışma

$$I_{shf} := \frac{V}{R_{shf}} \quad I_{shf} = 2$$

$$I_a := I_L - I_{shf} \quad I_a = 50 \quad A$$

Given

$$V = \Delta V_b + I_a \cdot R_a + E_a \quad \text{Find}(E_a) \rightarrow 200.0 \quad E_a := 200 \quad V$$

**<10p>b)** Jeneratör çalışmada indüklenen emk

Jeneratör çalışma. Akı değişmiyorsa  $I_{shf} = V/R_{shf}$  sabit kalıyordur. Yük akımı 52A.

$$I_{aj} := I_L + I_{shf} \quad I_{aj} = 54 \quad A \quad \text{Jeneratör denkleminde;}$$

Given

$$E_{aj} = \Delta V_b + I_a \cdot R_a + V \quad \text{Find}(E_{aj}) \rightarrow 240.0 \quad E_{aj} := 241.28 \quad V$$

**<10p>c)** Motor çalışmada mildeki döndürme momentini

$$P_a := E_a \cdot I_a \quad P_a = 10000 \quad W \quad \omega := 2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60} \quad \omega = 146.608 \quad \frac{\text{rad}}{s}$$

$$T := \frac{P_a}{\omega} \quad T = 68.209 \quad Nm$$

**<10p>d)** Jeneratör çalışmada dönme hızını

Generatör çalışma

Motor çalışmada

$$E_{aj} = K_e \cdot \phi \cdot n_j \quad E_a = K_e \cdot \phi \cdot n$$

Akı sabit kalıyordu.  $K_e$  zaten sabittir. Taraf tarafa oranlanırsa:

Given

$$E_{aj} = E_a \cdot \frac{n_j}{n} \quad \text{Find}(n_j) \rightarrow 1688.96 \quad n_j := 1688.96 \quad \text{rpm}$$

**<10p>d)** Jeneratör çalışmada verimi bulunuz.

$$P_{mj} := E_{aj} \cdot I_{aj} \quad P_{mj} = 13029.12 \quad W \quad P := V \cdot I_L \quad P = 11440 \quad W$$

$$\eta := \frac{P}{P_{mj}} \quad \eta = 0.878$$