

ELEKTRİK MAKİNALARI I – DÖNEMSONU SINAVI – Süre 90 Dakikadır**Sonuçları kutu içine alınız. Birimleri yazılmamış büyüklükler değerlendirilmeyecektir.****Cevaplar sadece cevap kâğıdında verilecektir!****Farklı sorulara verdiğiniz cevapları çizgi çizerek ayırınız.****OKUNAKLI YAZINIZ!****Program Çıktısı- Soru ilişkisi: PÇ1=Soru 2; PÇ2=Soru 3, 4; PÇ3=Soru 1
SORULAR**

(1) <ÖÇ5><10p> Nominal gücü $S_n=100$ VA olan, 220/24V, 50Hz'lik bir transformatörün sekonderinde (24V tarafı) 90 sarım olup, trafo göbek kesiti $A = 1,2 \cdot \sqrt{S_n}$ [cm²] olacak şekilde sarılmıştır. Transformatörün akı yoğunluğunu bulunuz (*yaklaşık kabuller yapılabilir*).

$$V_2 \cong E_2 = 4.44 \cdot \Phi \cdot f \cdot N_2$$

$$24 = 4.44 \cdot \Phi \cdot 50 \cdot 90 \quad ; \quad \Phi = 1,201 \cdot 10^{-3} \text{ Weber}$$

$$A = 1,2 \cdot \sqrt{S_n} = 1,2 \cdot \sqrt{100} = 12 \text{ cm}^2 \quad ; \quad B = \frac{\Phi}{A} = \frac{1,201 \cdot 10^{-3}}{12 \cdot 10^{-4}} = 1,001 \text{ Tesla}$$

(2a) ÖÇ9) <4x1p> Asenkron motorun hız ayarına ilişkin 4 yöntemi maddeler halinde yazınız.

- 1) Kutup sayısı değiştirilebilen sargı kullanarak hız ayarı
- 2) Frekans değişimi ile devir sayısı ayarı
- 3) Bilezikli asenkron motorun rotor devresine direnç ilave ederek hız ayarı
- 4) Gerilimin değiştirilmesi ile hız ayarı

(2b) ÖÇ9) <6x1p> Sincap kafesli asenkron motorun yolverilmesine ilişkin 6 yöntemi maddeler halinde yazınız.

Aşağıdakilerden herhangi beşi bekleniyor, herbiri 1 puandır:

- 1) Direk yolverme
- 2) Ön Dirençle yolverme
- 3) Kuşa Bağlayarak yolverme
- 4) Yıldız-Üçgen bağlayarak yolverme
- 5) Oto-Trafo ile yolverme
- 6) Asenkron Motora yumuşak yolverici ile yolverme

(3) ÖÇ2,4) Plaka değerleri 1000 kVA, 36 kV / 0,4 kV, Dyn11 bağlı, boşta kayıpları 1800W, anma akımındaki bakır kayıpları 7200 W, bağlı kısa devre gerilimi % 6 ve bağlı boşta akımı %2 olan trafo yüksek gerilim tarafından beslenmiş ise;

<2x5p>a) Trafonun primer sargı anma akımı ve çevirme oranı

<5p>b) Boşta çalışma primer hat akımı

<4x5p>c) L eşdeğer devre elemanları (primere indirgenmiş)

<5p>d) Trafonun %20 yükünde güç faktörü 0,8 (kapasitif) yük ile yüklenme hali için verimi bulunuz

$$S_n := 1000 \cdot 10^3 \quad \text{VA} \quad V_{1Ln} := 36000 \text{ V} \quad V_{2Ln} := 400 \text{ V} \quad \text{Dyn11}$$

$$\text{Üçgen bağlı} \quad V_{1n} := V_{1Ln} \quad V_{1n} = 36 \times 10^3 \text{ V} \quad \text{Sekonder yıldız} \quad V_{2n} := \frac{V_{2Ln}}{\sqrt{3}} \quad V_{2n} = 230.94 \text{ V}$$

$$P_{cun} := 7200 \text{ W} \quad P_0 := 1800 \text{ W} \quad v_{sc} := 0.06 \quad i_0 := 0.02$$

$$(a) \quad I_{1Ln} := \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_{1Ln}} \quad I_{1Ln} = 16.038 \text{ A} \quad \text{Sargı akımı (üçgen bağlı)} \quad I_{1n} := \frac{I_{1Ln}}{\sqrt{3}} \quad I_{1n} = 9.259 \text{ A}$$

$$V_{1n} = 36 \times 10^3 \text{ V} \quad V_{2n} = 230.94 \text{ V} \quad a := \frac{V_{1n}}{V_{2n}} = 155.885$$

$$(b) \quad i_0 = \frac{I_{10}}{I_{1n}} \quad I_{10} := i_0 \cdot I_{1n} \quad I_{10} = 0.185 \text{ A} \quad I_{1L0} := \sqrt{3} \cdot I_{10} \quad I_{1L0} = 0.321 \text{ A}$$

$$(c) \quad P_0 = \sqrt{3} \cdot V_{1Ln} \cdot I_{1L0} \cdot \cos \varphi_0 \quad P_c := P_0 \quad \varphi_0 := \arccos \left[\frac{P_0}{(\sqrt{3} \cdot V_{1Ln} \cdot I_{1L0})} \right] \quad \varphi_0 = 1.481 \text{ rad}$$

$$\varphi_0 \cdot \frac{180}{\pi} = 84.836 \text{ derece}$$

Primere (yüksek gerilim tarafına) indirgenmiş eşdeğer devre elemanları

$$R_{c1} := \frac{V_{1n}}{I_{10} \cdot \cos(\varphi_0)} \quad R_{c1} = 2160000 \text{ Ohm} \quad X_{m1} := \frac{V_{1n}}{I_{10} \cdot \sin(\varphi_0)} \quad X_{m1} = 195192 \text{ Ohm}$$

$$P_{sc} := P_{cun}$$

$$V_{1sc} := v_{sc} \cdot V_{1n} \quad V_{1sc} = 2.16 \times 10^3 \text{ V} \quad Z_{eq1} := \frac{V_{1sc}}{I_{1n}} \quad Z_{eq1} = 233.28 \text{ Ohm}$$

$$R_{eq1} := \frac{\frac{P_{sc}}{3}}{I_{1n}^2} \quad R_{eq1} = 27.994 \text{ Ohm} \quad R_1 \text{ yaklaşık } R_2' \text{ ise } \frac{R_{eq1}}{2} = 13.997 \text{ Ohm}$$

$$X_{eq1} := \sqrt{Z_{eq1}^2 - R_{eq1}^2} \quad X_{eq1} = 231.594 \text{ Ohm} \quad X_1 \text{ yaklaşık } X_2' \text{ ise } \frac{X_{eq1}}{2} = 115.797 \text{ Ohm}$$

$$(d) \quad \text{Yüklenme oranı} \quad \alpha := 0.2 \quad \text{Güç Faktörü} \quad PF := 0.8 \quad \text{kapasitif}$$

$$\eta := \frac{\alpha \cdot S_n \cdot PF}{\alpha \cdot S_n \cdot PF + P_c + \alpha^2 \cdot P_{cun}} \quad \eta = 0.987$$

(4) ÖÇ2,8) Eşdeğer devre parametreleri $R_1 = R_2' = 0.86 \Omega$, $X_{1\sigma} = X_{2\sigma}' = 1.72 \Omega$, $R_{fe} = 1800 \Omega$, $X_m = 180 \Omega$ olarak verilen, 4 kutuplu sincap kafesli bir asenkron motor, 380V - 50Hz 'lık şebekeden beslenerek 90 Nm'lik sabit (hız ile değişmeyen) momentli bir yükü hareket ettirmektedir. (Yaklaşık eşdeğer devreyi kullanınız).

<20p>a) Üçgen bağlı çalışan motorun bu yük ile sürekli çalışmadaki devir sayısını bulunuz.

<10p>b) Bu yük ile motora yıldız/üçgen yol verme uygulanmak istenmektedir. Sorun olup olmayacağını ispatı ile veriniz.

<10p>c) (a) daki şartlarda motor yükü sürerken iç güç 13791 W ve toplam mekanik kayıplar 200W olduğuna göre motorun bu şartlarda çalışırken verimini bulunuz (stator ve rotor bakır kayıplarını eşit kabul edebilirsiniz).

a) $R_1 = 0.86 \text{ Ohm}$ $R_{2ussu} = 0.86 \text{ Ohm}$ $X_1 = 1.72 \text{ Ohm}$ $X_{2ussu} = 1.72 \text{ Ohm}$
 $V_1 = 380 \text{ V}$ $f_1 = 50 \text{ Hz}$ $p := 2$ çift kutuplu

Sürekli çalışmada $T(s) = T_{yük} = 90$

Given

$$\frac{3 \cdot p \cdot \frac{R_{2ussu}}{s} \cdot V_1^2}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_{2ussu}}{s} \right)^2 + X_k^2 \right]} = 90 \text{ Nm}$$

Find(s) → (1.9480967994016302665 0.030195383222144150791)

0 ile 1 arasındaki (motor çalışma bölgesindeki) kök seçilir $s := 0.03$

$$n_s := \frac{60 \cdot f_1}{p} \quad n_s = 1500 \text{ rpm}$$

$$n := (1 - s) \cdot n_s$$

$$n = 1455 \text{ rpm}$$

b)

Yıldız bağlantıda sargılara uygulanan gerilim $V_1 = V_{1L} / \sqrt{3}$ olacaktır. Yol verme momenti değerlendirilmelidir:

$$\frac{3 \cdot p \cdot \frac{R_{2ussu}}{1} \cdot \left(\frac{V_1}{\sqrt{3}} \right)^2}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_{2ussu}}{1} \right)^2 + X_k^2 \right]} = 53.446 \text{ Nm}$$

$T_{y_yıldız} < T_{yük} = 90$ motor bu yük altında yıldız bağlı olarak yol alamaz. BU NEDENLE MOTORA YILDIZ / ÜÇGEN YOLVERME YAKLAŞIMI UYGUN DEĞİLDİR.

c)

$$P_i = 13.791 \times 10^3 \text{ W} \quad P_{mi} := (1 - s) \cdot P_i \quad P_{mi} = 13.377 \times 10^3 \text{ W} \quad P_{stv} := 200 \text{ W}$$

$$P_2 := P_{mi} - P_{stv} \quad \underline{P_2 = 13.177 \times 10^3 \text{ W}}$$

$$P_{cu2} := s \cdot P_i \quad \underline{P_{cu2} = 413.721 \text{ W}} \quad (3\text{faz için})$$

$$\text{Yaklaşık eşdeğer devrede} \quad P_{cu1} := P_{cu2} \quad P_{cu} := P_{cu1} + P_{cu2} \quad \underline{P_{cu} = 827.442 \text{ W}} \quad (3\text{faz için})$$

$$P_{fe} := 3 \cdot \frac{V_1^2}{R_{fe}} \quad (3\text{faz için}) \quad \underline{P_{fe} = 240.667 \text{ W}} \quad P_{kayıp} := P_{fe} + P_{cu} + P_{stv} \quad \underline{P_{kayıp} = 1.268 \times 10^3 \text{ W}} \quad (3\text{faz için})$$

$$P_1 := P_2 + P_{kayıp} \quad \underline{P_1 = 14.445 \times 10^3 \text{ W}}$$

$$\eta := \frac{P_2}{P_1} \quad \underline{\eta = 0.917}$$