

ELEKTRİK MAKİNALARI I – DÖNEMSONU SINAVI – Süre 100 Dakikadır**Sonuçları kutu içine alınız. Birimleri yazılmamış büyüklükler değerlendirilmeyecektir.****Cevap kâğıdını 2 yüzlü kullanınız.****Farklı sorulara verdiğiniz cevapları çizgi çizerek ayırınız.****OKUNAKLI YAZINIZ!****Program Çıktısı- Soru ilişkisi: PÇ1=Soru 2, 4; PÇ2=Soru 3, 5; PÇ3=Soru 1
SORULAR**

(1) ÖÇ5) <10p> $f=50\text{Hz}$, $S=100\text{ VA}$ olan bir toroid nüveli $1000\text{V} / 100\text{V}$ 'luk bir gerilim ölçü trafosunun tasarımı; $A = 1.3 \cdot \sqrt{S}$ [cm^2] ilişkisi kullanılarak 5000 V 'a kadar doymayacak şekilde imal edilmiştir. Kullanılan saclar 2 Tesla 'da doymaktadır (sac 2 Tesla 'ya kadar tamamen lineer sonrasında ise tamamen doyduğu varsayılacaktır). Primer sarım sayısını belirleyiniz.

$$A = 1.3 \cdot \sqrt{100} = 13 \text{ cm}^2$$

Nüve 2T 'da doycak, 5000V 'a kadar da doymayacak. Yani, gerilim ölçü trafosunun nominal primer tasarım gerilimi 1000 V olacak, ama 5000V a kadar lineerliğini kaybetmeden ölçüm yapabilmesi hedeflenmiştir. Bu durumda 1000 V 'ta 2T ile değil $2/5\text{ T}$ 'da çalışacak şekilde tasarlanmalı ki 5000V 'a kadar doymasın:

$$\frac{E}{N} = k = 4.44 \cdot \Phi \cdot f = 4.44 \cdot (B \cdot A) \cdot f = 4.44 \cdot \left[\frac{2}{5} \cdot (13 \cdot 10^{-4}) \right] \cdot 50 = k$$

$$= 0.115 \text{ [Volt/Sarım]}$$

$$E \cong V ; N_1 = \frac{E_1}{k} \cong \frac{V_1}{k}$$

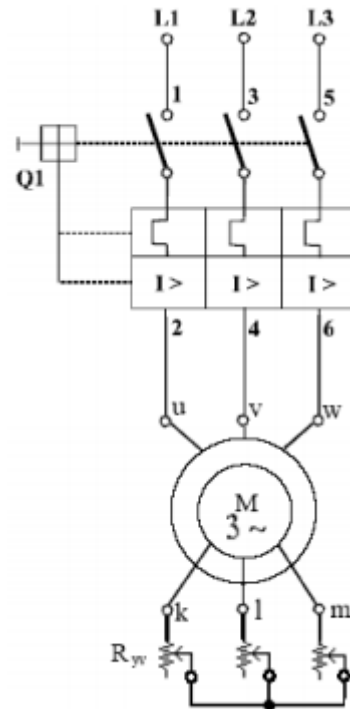
$$N_1 = \frac{V_1}{k} = \frac{1000}{0.115} = 8662.5 \text{ Sarım}$$

(2a) ÖÇ9) <5x1p> Sincap kafesli asenkron motorun yol verilmesine ilişkin 5 yöntemi maddeler halinde yazınız.

Aşağıdakilerden herhangi beşi bekleniyor, herbiri 1 puandır:

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

(2b) ÖÇ9) <3+2p> Bilezikli asenkron motora yol vermeye ilişkin bağlantı şemasını çiziniz (otomatik kumanda beklenmiyor). Devreye doğru çizme 4 puan + etiketleri doğru yazma 1 puan'dır



(3) ÖÇ2,4) Plaka değerleri 1000 kVA 15/0,4 kV Y_{nYn0} bağlı boşa kayıpları 1800W, anma akımındaki bakır kayıpları 7200 W, bağlı kısa devre gerilimi % 4 ve bağlı boşa akımı %1,5 olan trafo yüksek gerilim tarafından beslenmiş ise;

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

<5p>b) Boşa çalışma akımı

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

<5p>d) Trafonun yarı yükünde güç faktörü 0,8 (end) yüklenme hali için verimi bulunuz

$$S_n := 1000 \cdot 10^3 \text{ VA} \quad V_{1Ln} := 15000 \text{ V} \quad V_{2Ln} := 400 \text{ V} \quad Y_{y0}$$

$$V_{1n} := \frac{V_{1Ln}}{\sqrt{3}} \quad V_{1n} = 8.6603 \times 10^3 \text{ V} \quad V_{2n} := \frac{V_{2Ln}}{\sqrt{3}} \quad V_{2n} = 230.9401 \text{ V}$$

$$P_{cun} := 7200 \text{ W} \quad P_0 := 1800 \text{ W} \quad v_{sc} := 0.04 \quad i_0 := 0.015$$

$$(a) \quad I_{1Ln} := \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_{1Ln}} \quad I_{1Ln} = 38.49 \text{ A} \quad I_{2Ln} := \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot V_{2Ln}} \quad I_{2Ln} = 1.4434 \times 10^3 \text{ A}$$

Yy bağlı olduğu için hat akımları sargı akımlarına eşittir. $I_{1n} := I_{1Ln}$

$$I_{2n} := I_{2Ln}$$

$$a := \frac{V_{1n}}{V_{2n}} = 37.5$$

$$(b) \quad i_0 = \frac{I_{10}}{I_{1n}} \quad I_{10} := i_0 \cdot I_{1n} \quad I_{10} = 0.5774 \text{ A} \quad I_{1L0} := I_{10}$$

$$(c) \quad P_0 = \sqrt{3} \cdot V_{1L} \cdot I_{1L0} \cdot \cos \phi_{i0} \quad \phi_{i0} := \arccos \left[\frac{P_0}{(\sqrt{3} \cdot V_{1Ln} \cdot I_{1L0})} \right] \quad \phi_{i0} = 1.4505 \text{ rad}$$

$$P_c := P_0 \quad \phi_{i0} \cdot \frac{180}{\pi} = 83.1079 \text{ derece}$$

Primere (yüksek gerilim tarafına) indirgenmiş eşdeğer devre elemanları

$$R_c := \frac{V_{1n}}{I_{10} \cdot \cos(\phi_{i0})} \quad R_c = 125000 \text{ Ohm}$$

$$X_m := \frac{V_{1n}}{I_{10} \cdot \sin(\phi_{i0})} \quad X_m = 15109 \text{ Ohm}$$

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

$$V_{1sc} := v_{sc} \cdot V_{1n} \quad V_{1sc} = 346.41 \text{ V} \quad Z_{eq} := \frac{V_{1sc}}{I_{1n}} \quad Z_{eq} = 9 \text{ Ohm}$$

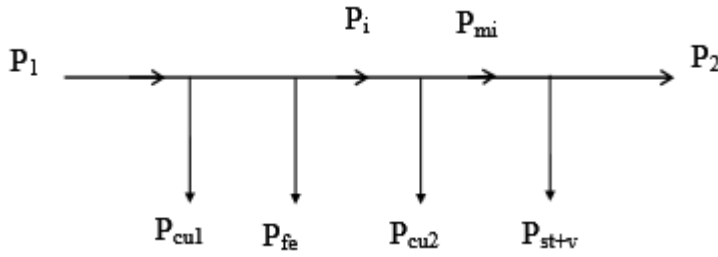
$$R_{eq} := \frac{\frac{P_{sc}}{3}}{I_{1n}^2} \quad R_{eq} = 1.62 \text{ Ohm} \quad R_1 \text{ yaklaşık } R_2' \text{ ise } \frac{1.62}{2} = 0.81 \text{ Ohm}$$

$$X_{eq} := \sqrt{Z_{eq}^2 - R_{eq}^2} \quad X_{eq} = 8.853 \text{ Ohm} \quad X_1 \text{ yaklaşık } X_2' \text{ ise } \frac{8.853}{2} = 4.426 \text{ Ohm}$$

$$(d) \quad \text{Yüklenme oranı } \alpha := 0.5 \quad \text{Güç Faktörü } PF := 0.8 \text{ endüktif}$$

$$\eta := \frac{\alpha \cdot S_n \cdot PF}{\alpha \cdot S_n \cdot PF + P_c + \alpha^2 \cdot P_{cun}} \quad \eta = 0.9911$$

(4) **ÖÇ2,8** <10p> Asenkron motorun güç denge diyagramını çiziniz (Büyükliklerin isimlerin belirtiniz)



P_1 : Giriş/elektrik gücü; P_2 : Mil gücü
 P_{cu1} : Stator sargısı bakır kaybı; P_{cu2} : Rotor sargısı bakır kaybı
 P_{fe} : (Toplam) demir kaybı
 P_i : İç güç (döner alan gücü / hava aralığı gücü)
 P_{mi} : İndüklenen mekanik güç;
 P_{st+v} : Mekanik kayıplar (Sürtünme + Ventilasyon kaybı)

(5) **ÖÇ8** <30p> Eşdeğer devre parametreleri $R_1 = 0.09 \Omega$, $R_2' = 0.1 \Omega$, $X_{1\sigma} = 0.3 \Omega$, $X_{2\sigma}' = 0.35 \Omega$ olarak verilen, statoru yıldız bağlı 8 kutuplu sincap kafesli bir asenkron motor, 380V - 50Hz 'lik şebekeden beslenerek 350 Nm 'lik bir sabit momentli yükü hareket ettirmektedir. Şebeke fazlar arası gerilim kaç Volt'un altına düşerse motor bu yükü hareket ettiremez (Yaklaşık eşdeğer devreyi kullanınız).

$$V_1 := \frac{380}{\sqrt{3}} \text{ V Yıldız} \quad 2p = 8 \quad p := 4 \quad f := 50 \text{ Hz} \quad m_1 := 3$$

$$R_1 := 0.09 \Omega \quad R_2' := 0.1 \Omega \quad X_{\sigma 1} := 0.3 \Omega \quad X_{\sigma 2}' := 0.35 \Omega \quad M_y := 350 \text{ Nm}$$

$$s := 1 \quad \text{Given}$$

$$\frac{m_1 \cdot p \cdot \frac{R_2'}{s} \cdot (V_1)^2}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left[\left(R_1 + \frac{R_2'}{s} \right)^2 + (X_{\sigma 1} + X_{\sigma 2}')^2 \right]} = M_y$$

$$\text{Find}(V_1) \rightarrow (-204.99126746191281613 \quad 204.99126746191281613)$$

Efektif değer açısından - işaretin anlamı yoktur. + olan seçilir. V1 yaklaşık olarak 205 V. tur.
 Fazlar arası gerilim sorulduğundan ve motor yıldız bağlı olduğu için

$$V_1 := 205 \text{ V} \quad V_{1L} := \sqrt{3} \cdot V_1 \quad V_{1L} = 355.0704 \text{ V}$$

Şebeke fazlar arası gerilimi 355 V'un altına düşüğünde motor 350Nm lik yükü hareket ettiremez.