

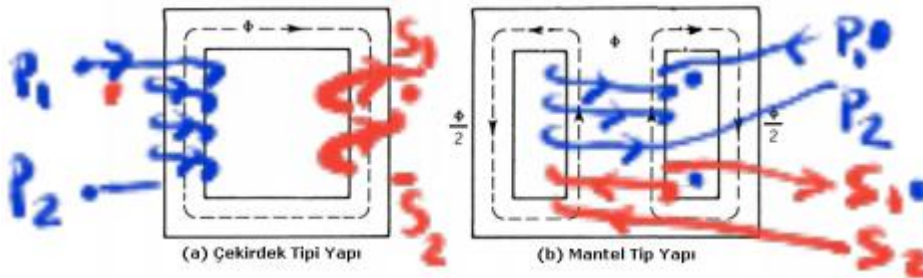
## ELEKTRİK MAKİNALARI I – Arasınav - Süre 90 Dakikadır.

Sonicları kutu içine alınız.

Birimleri yazılmamış büyüklükler değerdendirilmeyecektir. Okunaklı YAZINIZ!

Program Çıktıları – Soru ilişkisi: PÇ1-Tüm sorular; PÇ2-Soru 2, 6, 7; PÇ3-Soru 1, 6; PÇ4-Soru 7

1)<ÖÇ1><4+4p>Yapı bakımından en az iki adet trafo türünü orantılı çizip üzerine isimlerini yazınız (toroid yapı hariç). Şekiller üzerinde primer ve sekonder sargıları gösterip, sargı uçlarına uygun polarite noktalamasını yapınız.



Farklı çizimler olabilir

2)<ÖÇ1><3x2p> Toroid transformatör yapısının sağladığı 2 avantaj ve 1 dezavantaj yazınız.

**Avantajlar:** (1) Tanecikleri yönlendirilmiş, yani daha yüksek akı yoğunluklu silisyumlu çelik sac kullanmaya imkan tanır. (2) 1'den dolayı daha küçük demir hacmi oluşur. (3) Akı yolu üzerinde hava boşlu ihtimali olmaz (Diğer yapılarda E-I veya C-I gibi aralarda çok ufak da olsa hava aralığı kalmaktadır) (4) 3'ten dolayı daha küçük mıknatıslama akımı – boşta çalışma kaybı oluşur (5) 4'ten dolayı nispeten daha yüksek verime sahiptir.

**Dezavantajlar:** (1) Sarımı nispeten zordur, daha özel teçhizat gerektirir. (2) Çok sarım olması durumunda (hacmen) ortada sargı yığılması sarımı güçleştirir, bu da sargı hacmi arttıkça çapı büyütür.

3)<ÖÇ4><3x2p>Transformatör yağının özelliklerine ilişkin 2 iyi ve 1 kötü özellik yazınız.

**İyi:** (1) İyi yalıtkan (delinme dayanımı yüksek). (2) İyi ısı taşıyıcısıdır. (3) Çok incedir (en ince yerlere girerek izolasyonu güçlendirir).

**Kötü:** (1) Yanıcıdır. (2) Nem çekicidir (Nem alması delinme dayanımını küçültür).

4)<ÖÇ2><10p>Lineer manyetik özellikte olduğu varsayılan bir transformatörde, 1 Hz frekansta Foucault ve Histerezis kayıpları birbirine eşit ve toplamaları 0.02W'tır. Diğer manyetik parametreler sabit kalıp frekans 50Hz'e çıkartılmış olsa, toplam demir kayıpları kaç Watt olur?

$P_c = P_f + P_h$  ; Diğer parametreler sabitken 1Hz frekansta  $P_f = \alpha \cdot f^2 = 0.01 \text{ Watt} = P_h = \beta \cdot f$   
Buradan 1 Hz'de  $\therefore \gamma$  nın sayı değeri  $= \alpha = \beta = 0.01$  olur.

$P_c = P_f + P_h = \gamma \cdot f^2 + \gamma \cdot f = 0.01 \cdot 50^2 + 0.01 \cdot 50$  olur ve  $P_c = 25.5 \text{ W}$

5)<ÖÇ3> Foucault ve Histerezis kaybı olmadığı varsayılan doyumlu bir manyetik nüveye sahip tek fazlı bir transformatör için,

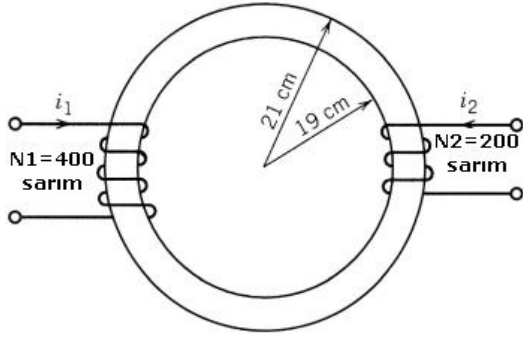
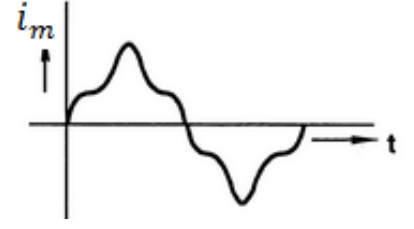
a) <10p>Doyma ne zaman oluşur? (Gerekli ispat-destek ifadelerini kullanınız)

Faraday yasası gereği  $e_1 = N_1 \frac{d\phi}{dt}$  ve dolayısı ile  $\phi = \frac{1}{N_1} \int e_1 dt$  dir.  $e_1 \cong v_1$  (uygulanan gerilimdir)

Dolayısı ile artan besleme gerilimi artan akı ile sonlanmalıdır. Doyumlu nüvede B doyduğundan dolayı artan gerilim artan akı ile  $\phi = B \cdot A$  sonlanamaz. Besleme gerilimi arttıkça nüve artan akı üretmediği için doyar.

**b) <2x5p>** Doyuma durumunda mıknatıslanma akımı neden harmoniktir? Yaklaşık olarak çiziniz.

Doyuma gitmeye başlayan nüvede, nüve doydukça gerekli manyetik akıyı üretebilmek için daha fazla mıknatıslanma akımı gerekir. Bu durum gerilimin her yarı periyodu içinde yaşanır. Histeresis etkisinin olmaması mıknatıslanma akımında çeyrek dalga simetrisi getirir.



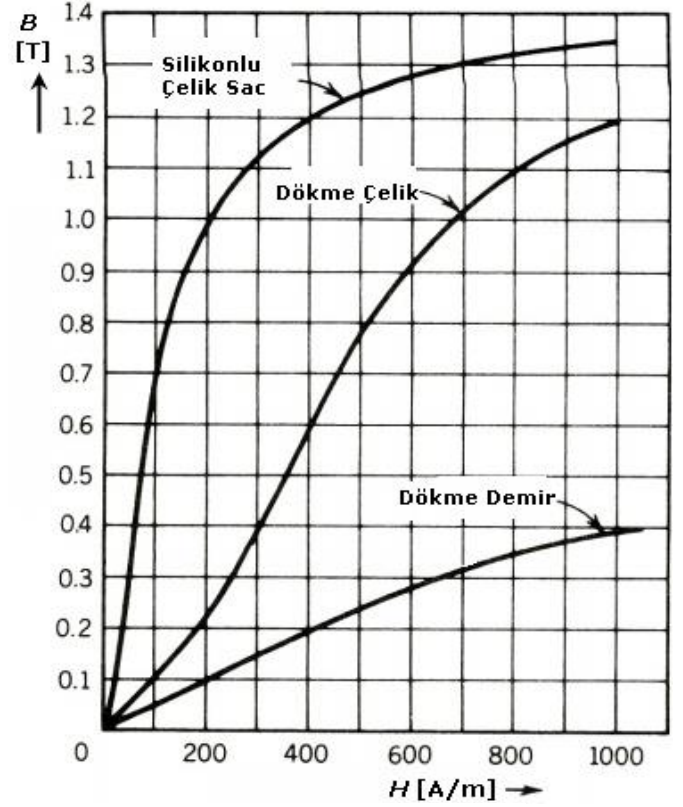
6)

**<ÖÇ1>** Üstteki toroid nüve silikonlu çelik sac'tan yapılmış olup, kare kesitlidir. Nüve üzerine iki bobin sarılmış olup,  $i_1 = 0.2 \text{ A}$  ve  $i_2 = 0.23 \text{ A}$  doğru akımdır. Nüvenin mıknatıslanma karakteristiği sağda verilmiştir.

**a) <10p>** Ortalama yarıçap üzerindeki akı yoğunluğunu bulunuz.

**b) <5p>** Akı yoğunluğunun nüve kesiti üzerinde değişmediği varsayımı ile, nüvedeki manyetik akıyı bulunuz.

**c) <5p>** Nüvenin relatif permeabilitesini belirleyiniz.



$$R_o := 0.2 \text{ m}$$

$$l := 2 \cdot \pi \cdot R_o \quad l = 1.257 \text{ m}$$

a)

$$N_1 := 400 \text{ Sarım} \\ i_1 := 0.2 \text{ A}$$

$$N_2 := 200 \text{ Sarım} \\ i_2 := 0.23 \text{ A}$$

$$F_1 := N_1 \cdot i_1 \quad F_1 = 80 \text{ Amper x Sarım} \\ F_2 := N_2 \cdot i_2 \quad F_2 = 46 \text{ Amper x Sarım}$$

$$F := F_1 + F_2 \quad F = 126 \text{ Amper x Sarım}$$

$$H := \frac{F}{l} \quad H = 100.268 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

Mıknatıslanma eğrisinden Bu H ye karşı gelen 0.7 Tesla dır.

$$B := 0.7 \text{ Tesla}$$

b) Kare kesitlidir:  $A := (2 \cdot 10^{-2})^2 \quad A = 4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$

$$\phi := B \cdot A \quad \phi = 2.8 \times 10^{-4} \text{ Weber}$$

c)  $\mu := \frac{B}{H} \quad \mu = 6.981 \times 10^{-3} \frac{\text{H}}{\text{m}} \quad \mu = \mu_0 \cdot \mu_r \quad \mu_0 := 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{H}}{\text{m}}$   
 $\mu_r := \frac{\mu}{\mu_0} \quad \mu_r = 5556$

7) <ÖÇ4> Bir fazlı 10kV/200V, anma gücü 33kVA'lık bir transformatörün kısa devre deney gücü 586W, bağlı kısa devre gerilimi %6'dır.

a)<15p>Primere (yüksek gerilim tarafı) indirgenmiş basitleştirilmiş eşdeğer devre parametrelerini bulunuz (demir direnci ve mıknatıslanma reaktansı ihmal edilmiş).

b)<15p>Transformatörün sekonderine  $Z_{yük} = 0 - j \cdot 2 \Omega$ 'luk bir yük bağlanıp, primere anma gerilimi verildiğinde;

$\frac{|V_2'|_{boşta} - |V_2'|_{yükte}}{|V_2'|_{yükte}} \cdot 100$  ile verilen bağlı gerilim değişimini hesaplayınız.

$$\begin{array}{llll} V_{1n} := 10000 \text{ V} & P_{sc} := 586 \text{ W} & S_n := 33000 \text{ VA} & i := \sqrt{-1} \\ V_{2n} := 200 \text{ V} & v_{sc} := 0.06 & Z_{yük} := -j \cdot 2 & \text{Ohm} \end{array}$$

$$(a) \quad I_{1n} := \frac{S_n}{V_{1n}} \quad I_{1n} = 3.3 \text{ A}$$

$$P_{sc} = V_{sc} \cdot I_{1n} \cdot \cos(\varphi_{sc}) \quad V_{1sc} := v_{sc} \cdot V_{1n} \quad V_{1sc} = 600 \text{ V} \quad \cos \varphi_{sc} := \frac{P_{sc}}{V_{1sc} \cdot I_{1n}}$$

$$\cos \varphi_{sc} = 0.296 \quad \arccos(0.296) = 1.27 \text{ rad} \quad \frac{180}{\pi} \cdot \arccos(0.296) = 72.782 \text{ derece}$$

$$\sin \varphi_{sc} := \sin(1.27) \quad \sin \varphi_{sc} = 0.955$$

$$Z_{eq1} := \frac{V_{1sc}}{I_{1n}} \quad Z_{eq1} = 181.818 \text{ Ohm}$$

$$R_{eq1} := Z_{eq1} \cdot \cos \varphi_{sc} \quad R_{eq1} = 53.811 \text{ Ohm}$$

$$X_{eq1} := Z_{eq1} \cdot \sin \varphi_{sc} \quad X_{eq1} = 173.655 \text{ Ohm}$$

$$(b) \quad Z_{eq1} := R_{eq1} + j \cdot X_{eq1} \quad Z_{eq1} = 53.811 + 173.655j \text{ Ohm} \quad a := \frac{V_{1n}}{V_{2n}} \quad a = 50$$

$$Z_{yük\_ussu} := a^2 \cdot Z_{yük} \quad Z_{yük\_ussu} = -5j \times 10^3 \text{ Ohm}$$

$$Z_{giriş} := Z_{eq1} + Z_{yük\_ussu} \quad Z_{giriş} = 53.811 - 4.826j \times 10^3 \text{ Ohm}$$

$$I_{1yük} := \frac{V_{1n}}{Z_{giriş}} \quad I_{1yük} = 0.023 + 2.072j \text{ A} \quad |I_{1yük}| = 2.072 \text{ A}$$

$$V_{2ussu} := V_{1n} - I_{1yük} \cdot Z_{eq1} \quad V_{2ussu} = 1.036 \times 10^4 - 115.491j \quad |V_{2ussu}| = 1.036 \times 10^4$$

$$V_2 := \frac{|V_{2ussu}|}{a} \quad V_2 = 207.183 \text{ V}$$

Diğer yol:

$$V_{2ussu} := I_{1yük} \cdot |Z_{yük\_ussu}| \quad |V_{2ussu}| = 1.036 \times 10^4 \quad V_2 := \frac{|V_{2ussu}|}{a} \quad V_2 = 207.183 \text{ V}$$

Alternatif (b) nin yanıtı

$$\text{Verilen yük altında bağlı gerilim değişimi} = \frac{V_{2n} - V_2}{V_2} \cdot 100 = -3.467\%$$