

Adı, Soyadı:

No:

Salon:

1819G

İmza (Kopya almadım ve vermedim):

EM1-AS

20/11/2018

Süre: 90dak.

ELEKTRİK MAKİNALARI I – Arasınava

Yanıtları boşluklarda veriniz. Sonuçları kutu içine alınız.

Birimleri yazılmamış büyüklükler değerlendirilmeyecektir. Okunaklı YAZINIZ!

1) <PÇ3> Kesidi 2 cm^2 olan, toroid yapıdaki ferrit bir nüve üzerine 1 sarım sarıldığında 80 nH 'lik bir endüktans değerine sahip olmaktadır (Bu değer katalagda $A_L=80 \text{ nH}$ olarak verilmektedir). Bu ölçüm, 0.3 T akı yoğunluğu, 10 kHz frekans ve sinüsoidal gerilim için test edilmiş olup, bu değerler içerisinde doyma görülmemektedir. Verilen bu test değerlerine sadık kalarak:

a) <10p> Bu toroid ile $800 \mu\text{H}$ lik bir endüktans elde etmek için gerekli sarım sayısını belirleyiniz.

$$1) \quad A_L := 80 \cdot 10^{-9} \text{ H} \quad L_{\text{ist}} := 800 \cdot 10^{-6} \text{ H} \text{ istenmektedir}$$

Endüktans sarım sayısının karesi ile değişmektedir.

$$a) \quad L = A_L \cdot N^2 = \frac{N^2}{\text{Reluktans}} \quad A_L = \frac{1}{\text{Reluktans}} \quad N = \sqrt{\frac{L}{A_L}} \quad \boxed{N = 100 \text{ Sarım olmalıdır.}}$$

b) <10p> (a) daki endüktans ve test değerleri (0.3 T , 10 kHz , sinüsoidal gerilim) ile bu endüktansa uygulanabilecek maksimum gerilimin efektif değerini bulunuz (bobinin iç direncini ihmal ediniz).

$$b) \quad B_m := 0.3 \text{ T} \quad A_c := 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad f := 10000 \text{ Hz}$$

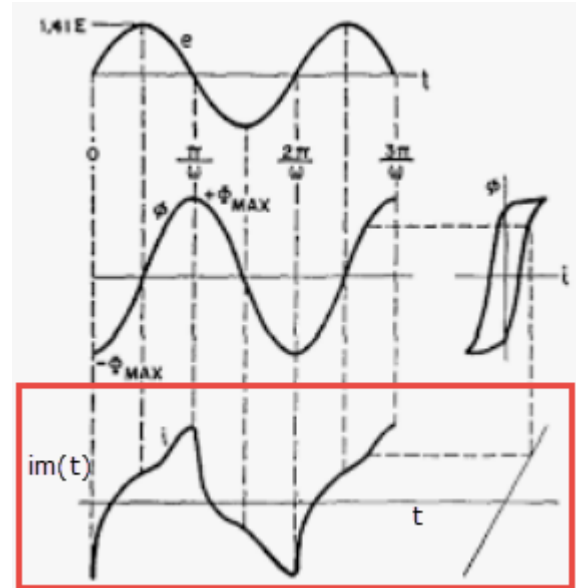
$$V = E = 4.44 \cdot (B_m \cdot A_c) \cdot f \cdot N \quad \phi_m := B_m \cdot A_c \quad \phi_m = 6 \times 10^{-5} \text{ weber}$$

$$V = 4.44 \cdot (B_m \cdot A_c) \cdot f \cdot N \quad \boxed{V = 266.4 \text{ Volt}}$$

2) <PÇ1> a) <5p> Doymuş bir transformatörde, mıknatıslanma akımı neden harmoniklidir?

Doymuş bir demir çekirdekte manyetik akıyı arttırmak zorlaşır. Doymaya genellikle uygulanan gerilim ya da akımın büyümesi ile erişilir. Artan gerilim ile artan manyetik akı üretebilmek için çok daha fazla mıknatıslanma akımı gerekir. Bu durumda mıknatıslanma akımı sinüs formundan uzaklaşıp harmonikli hale gelir (3. Harmonik baskındır). Yanda verilmiştir.

b) <5p> ((a)'nın devamı olarak) Histerezis kaybının olduğu durum için -sadece- mıknatıslanma akımının zaman göre değişimini sağda yaklaşık olarak çiziniz *Histerezis eğrisi (B-H) gereği çıkış fonksiyonu ile giriş fonksiyonu farklıdır; çift değerliklidir. Bu durumda mıknatıslama akımında çıkış ve giriş farklılıkları gözükür. Sonuç olarak şekilde görüldüğü gibi mıknatıslama akımının T/4 simetrisi bozulur.*



3) <PÇ2><16p> 4. Sorudaki transformatörde elde edilebilecek maksimum verim nedir?

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

$$\eta_{max} = \frac{\alpha \cdot S_n \cdot \cos \varphi_2}{\alpha \cdot S_n \cdot \cos \varphi_2 + P_o + \alpha^2 \cdot P_{sc}}$$

$$\alpha := \sqrt{\frac{P_o}{P_{sc}}} \quad \alpha = 0.456$$

Olası Maksimum verim için:

$$a) \quad \cos \varphi_2 := 1$$

$$b) \quad \alpha^2 \cdot P_{sc} = P_o \text{ olmalıdır.}$$

$$\eta_{max} = \frac{\alpha \cdot S_n \cdot \cos \varphi_2}{\alpha \cdot S_n \cdot \cos \varphi_2 + P_o + \alpha^2 \cdot P_{sc}}$$

$$\eta_{max} = 0.978$$

$$\% \eta_{max} = \%97.8$$

4) <PÇ2><4x6p> 50kVA, 11000V/416V'luk tek fazlı bir transformatörün boşa çalışma kaybı 260W, nominal akımdaki bakır kayıpları 1250W'tır. Transformatörün boşa çalışma ve kısa devre çalışma deneyleri standart bir şekilde yapılmış olup; $\%i_0 = \%3$ ve $\%v_{sc} = \%4.5$ olarak hesaplanmıştır. Ayrıca özel testler ile $R_1 = 32 \Omega$ ve $X_{\ell 1} = 48 \Omega$ olarak ölçülmüştür. Bu transformatörün yüksek gerilim tarafına indirgenmiş yaklaşık eşdeğer devreye ilişkin R_{c1} , X_{m1} , R'_2 , $X_{\ell 2}'$ parametrelerini hesaplayınız.

$$\begin{aligned}
 S_n &:= 50000 \text{ VA} & V_{1n} &:= 11000 \text{ V} & V_{2n} &:= 416 \text{ V} & P_o &:= 260 \text{ W} & P_{cun} &:= 1250 \text{ W} \\
 vsc_yuzde &:= 4.5 & io_yuzde &:= 3 & R_1 &:= 32 \text{ Ohm} & X_{L1} &:= 48 \text{ Ohm} & P_{sc} &:= P_{cun} \\
 I_{1n} &:= \frac{S_n}{V_{1n}} & I_{1n} &= 4.545 \text{ A} \\
 V_{sc1} &:= \frac{vsc_yuzde}{100} \cdot V_{1n} & V_{sc1} &= 495 \text{ V} & I_{o1} &:= \frac{io_yuzde}{100} \cdot I_{1n} & I_{o1} &= 0.136 \text{ A} \\
 R_{c1} &:= \frac{V_{1n}^2}{P_o} & R_{c1} &= 465.385 \times 10^3 \text{ Ohm} & I_{c1} &:= \frac{V_{1n}}{R_{c1}} & I_{c1} &= 0.024 \text{ A} \\
 I_{m1} &:= \sqrt{I_{o1}^2 - I_{c1}^2} & I_{m1} &= 0.134 \text{ A} \\
 X_{m1} &:= \frac{V_{1n}}{I_{m1}} & X_{m1} &= 81.906 \times 10^3 \text{ Ohm} \\
 Z_{eq1} &:= \frac{V_{sc1}}{I_{1n}} & Z_{eq1} &= 108.9 \text{ Ohm} & \varphi_{sc} &:= \arccos\left(\frac{P_{sc}}{V_{sc1} \cdot I_{1n}}\right) & \varphi_{sc} &= 0.982 \text{ rad} \\
 & & & & \varphi_{sc} \cdot \frac{180}{\pi} &= 56.251 \text{ derece} \\
 R_{eq1} &:= Z_{eq1} \cdot \cos(\varphi_{sc}) & R_{eq1} &= 60.5 \text{ Ohm} & R_{2ussu} &:= R_{eq1} - R_1 & R_{2ussu} &= 28.5 \text{ Ohm} \\
 X_{eq1} &:= Z_{eq1} \cdot \sin(\varphi_{sc}) & X_{eq1} &= 90.548 \text{ Ohm} & X_{2ussu} &:= X_{eq1} - X_{L1} & X_{2ussu} &= 42.54 \text{ Ohm}
 \end{aligned}$$

5) <PÇ2><30p> Gerçek parametreleri $R_1 = 0.03 \Omega$, $X_{\ell 1} = 0.06 \Omega$, $R_2 = 5 \Omega$ ve $X_{\ell 2} = 11 \Omega$ olan 220V/3000V'luk tek fazlı 33 kVA'lık bir transformatörün (*Transformatörün toplam kütlesi 450kg'dır*), primerine 220V uygulanıp sekonderine gerçek değeri 400 Ω olan omik bir yük bağlanıyor. Bu yük şartlarında transformatörün regülasyonunu hesaplayınız (eldeki veriler ile uygun eşdeğer devreyi siz seçiniz).

$$\begin{aligned}
 S_n &:= 33000 \text{ VA} & V_{1n} &:= 220 \text{ V} & V_{2n} &:= 3000 \text{ V} & i &:= \sqrt{-1} & + \\
 R_1 &:= 0.03 \text{ Ohm} & R_2 &:= 5 \text{ Ohm} & X_1 &:= 0.06 \text{ Ohm} & X_2 &:= 11 \text{ Ohm} & Z_{yük} &:= 400 \text{ ohm} \\
 a &:= \frac{V_{1n}}{V_{2n}} & a &= 0.073 & \text{220 V tarafına indirgenmiş basitleştirilmiş eşdeğer devre elemanlarını bulalım:} \\
 R_{2ussu} &:= a^2 \cdot R_2 & R_{2ussu} &= 0.027 \text{ Ohm} & X_{2ussu} &:= a^2 \cdot X_2 & X_{2ussu} &= 0.059 \\
 R_{eq1} &:= R_1 + R_{2ussu} & R_{eq1} &= 0.057 \text{ Ohm} & X_{eq1} &:= X_1 + X_{2ussu} & X_{eq1} &= 0.119 \\
 Z_{yük_ussu} &:= a^2 \cdot Z_{yük} & Z_{yük_ussu} &= 2.151 \text{ Ohm} \\
 \text{220 V tarafından bakıldığındaki giriş empedansı} \\
 Z_{in} &:= R_{eq1} + i \cdot X_{eq1} + Z_{yük_ussu} & Z_{in} &= 2.208 + 0.119i \text{ Ohm} \\
 I_1 &:= \frac{V_{1n}}{Z_{in}} & I_1 &= 99.348 - 5.361i \text{ A} \\
 \text{V2ussu yüklü durum için 220 V tarafından bakıldığındaki Kirchhoff Çevre Denklemi:} \\
 V_1 &= V_{2ussu} + I_1 \cdot (R_{eq1} + i \cdot X_{eq1}) \\
 V_{2ussu} &:= V_{1n} - I_1 \cdot (R_{eq1} + i \cdot X_{eq1}) & V_{2ussu} &= 213.709 - 11.533i \text{ V} \\
 |V_{2ussu}| &= 214.02 \text{ V} & V_{2ussu_yukte} &:= |V_{2ussu}| \\
 V_{2ussu_boşta} &:= V_{1n} & V_{2ussu_boşta} &= 220 \text{ V} \\
 \%Reg &:= \frac{|V_{2ussu_boşta}| - |V_{2ussu_yukte}|}{|V_{2ussu_yukte}|} \cdot 100 & \%Reg &= 2.794
 \end{aligned}$$

Bu probleme özel alternatif kısa yol:

İndirgemeler yukarıda yapılmış idi.

1. kapıdan görünen giriş empedansı:

$$Z_{yuk_ussu} := a^2 \cdot Z_{yuk} \quad Z_{yuk_ussu} = 2.151 \quad \text{Ohm}$$

$$Z_{in} := R_{eq1} + i \cdot X_{eq1} + Z_{yuk_ussu}$$

$$Z_{in} = 2.208 + 0.119i$$

$$I_1 := \frac{V_{1n}}{Z_{in}}$$

$$I_1 = 99.348 - 5.361i \quad \text{A}$$

$$V_{2ussu_yukte_genlik} := |I_1| \cdot |Z_{yuk_ussu}|$$

$$V_{2ussu_yukte_genlik} = 214 \text{ V}$$

$$V_{2ussu_boşta} := V_{1n} \quad V_{2ussu_boşta} = 220 \quad \text{V}$$

$$\%Reg := \frac{|V_{2ussu_boşta}| - |V_{2ussu_yukte_genlik}|}{|V_{2ussu_yukte_genlik}|} \cdot 100$$

$$\%Reg = 2.794$$