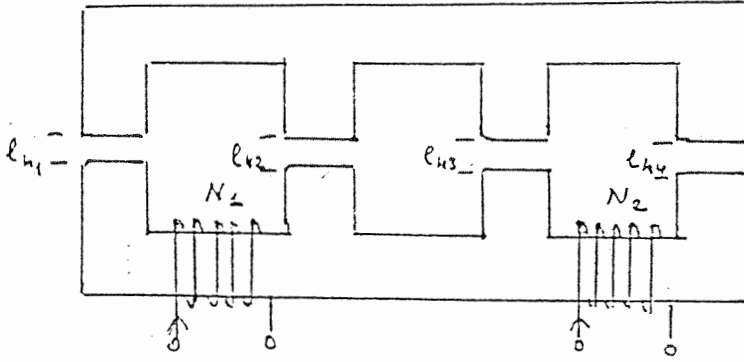


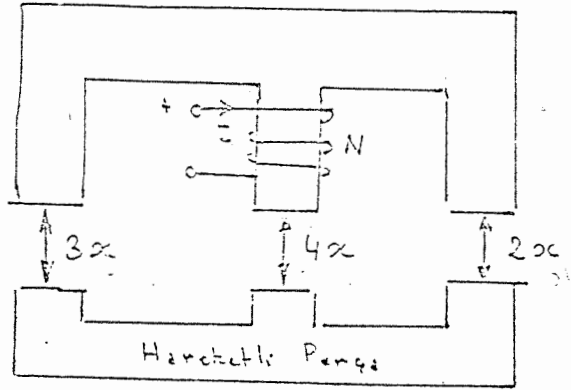
SORU 1



2,00

Şekilde gösterilen iki uyantımlı magnetik sistemin kesiti her yerde aynı 20 cm^2 dir. Sargıların serim sayıları $N_1 = 150$ $N_2 = 200$ dir. Hava aralıklarının boyları ise $l_{h1} = 1 \text{ mm}$ $l_{h2} = 4 \text{ mm}$ $l_{h3} = 3 \text{ mm}$ $l_{h4} = 2 \text{ mm}$ dir. Malzemenin bobul magnetik geçirgenliği sonucuz büyük, kağıt ekiler ve hava aralığındaki sarmaların yok var sayılabilecek kadar küçüktür. Sargılar arası ortak endüktansı bulunuz.

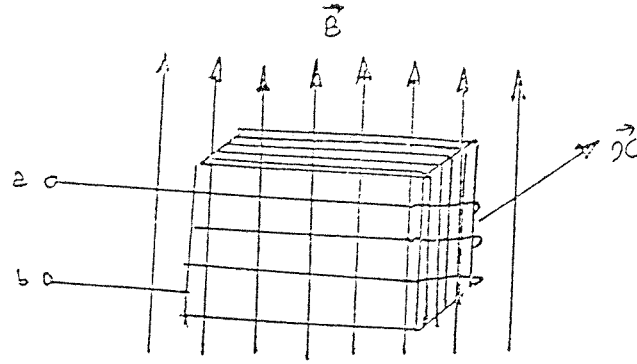
SORU 2



2,72

Şekilde gösterilen elektromekanik dönüştürücünün kesiti her yerde aynı 40 cm^2 dir. Sargının serim sayısı 4000 ve içinden geçen akım 10 A dir. Hareketli parçaya etkiyen kuvvet 250 N olduğuna göre x nekadendir? Boşluğun magnetik geçirgenliği $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$ dir.

SORU 3



10 sarımlı sergi, düzlemi alana paralel olacak şekilde, alan içinde $\alpha = 10 \sin 30t$ biçiminde alana dik yönde hareket etmektedir. Burada α doğrusal değişmeyi göstermektedir ve genliği metre cinsinden verilmiştir. Alan yoğunluğu 4 T dir. Serimin bir eiletkeninin boyu 200 cm dir.

- Serginin a-b uçları arasında endüklenecek gerilimin ani, maksimum ve etkin değerini bulunuz.
- Sergiden SA lik bir akım geçerse sergiye etkilen kuvvetin değeri ne olur?

SORU 4 ?

33 cm^2 lük demir parçası, 400 Hz frekanslı sinüzoidal değişen bir magnetik alan içerisinde bulunmaktadı. Histeresiz çeyriminde ölçektendime 1 cm 300 A/m yi ve 1 cm 0.2 T yi gösterecek şekilde yapılmıştır. Bu ölçektendimeli histeresiz çeyrimini alanı 57.5 cm^2 dir. Demir parçasının histeresiz kayıplarını Watt cinsinden bulunuz.

$$\frac{1 \text{ cm}^2}{57.5 \text{ cm}^2} \cdot 60 \text{ W}$$

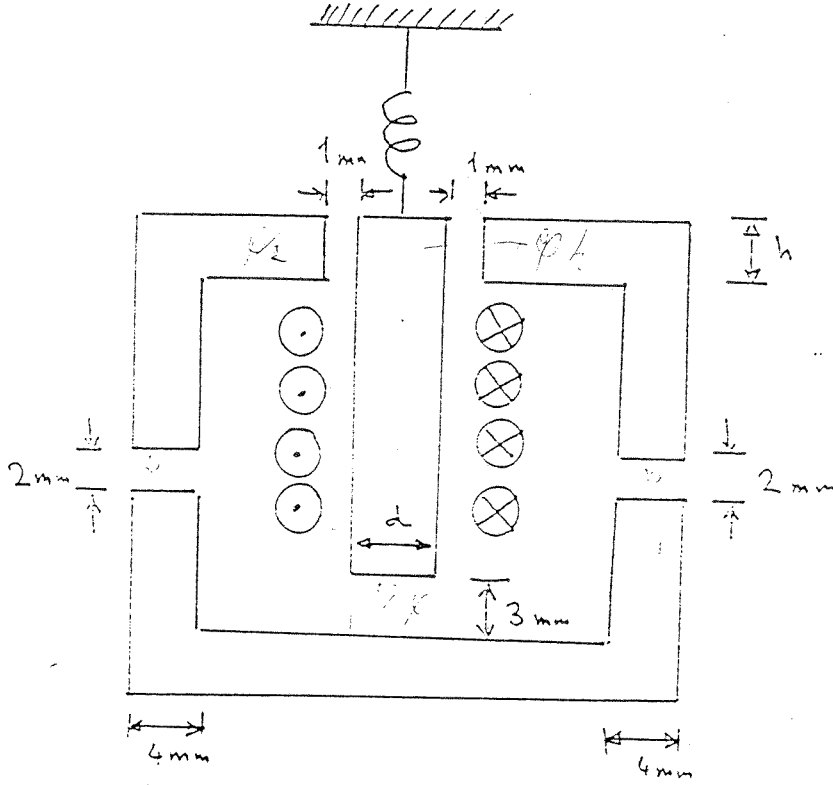
$$x = 3450$$

$$P_h = 3450 \cdot 400 \cdot 33 \cdot 10^{-4}$$

$$= 4.6 \text{ kW}$$

SORU 4

2



Şekilde verilen magnetik sistemin derinliği 5 mm dir. Hava aralıklarında eleki yoğunluğu 1.3 T dir. Malzemenin bagül magnetik geçirgenligi sonsuz büyüktür. Akı sarmaları ve kaçak akular gösterdiedilebilecek kadar küçüktür. Serginin serim sayisi 1200 dir.

- Şekilde verilmeyen boyutları bulunuz ($h=?$, $d=?$)
- Serginin endüktansını bulunuz. ($L=?$)
- Magnetik sistemde depoedilen enerjiyi bulunuz ($W=?$)
- Sergiden geçen akımı bulunuz ($I=?$)

g) Devingen parçayı $x_1 = 1 \text{ mm}$ konumundan, $x_2 = 2 \text{ mm}$ konumuna getirmek için ne kadar enerjiye gereksinim vardır? Bu enerjiyi sistem dışardan mı almıştır, yoksa dışarıya vermiştir?

ii) Sargı akısı 2 mWb dir. Buna göre:

h) Devingen parça $x = 1.5 \text{ mm}$ konumunda iken, sistemde depolanan enerjiyi hesaplayınız.

i) Parçaya etki eden kuvvetin ifadesini x yerdeğiştirme sinin işlevi olarak bulunuz ($F_e = f(x)$)

j) Yerdeğiştirme $x = 0.5 \text{ mm}$ iken devingen parçaya etki eden kuvvet ne kadardır? Bu kuvvet hangi yönde etki etmektedir? Yorumlayınız.

k) Devingen parçaya etki eden kuvvetin yerdeğişimi x e bağlı değişim grafiğini çiziniz.

l) Devingen parçayı $x_1 = 1 \text{ mm}$ konumundan $x_2 = 2 \text{ mm}$ konumuna getirmek için ne kadar enerjiye gereksinim vardır? Bu enerjiyi sistem dışardan mı almıştır, yoksa dışarıya vermiştir?

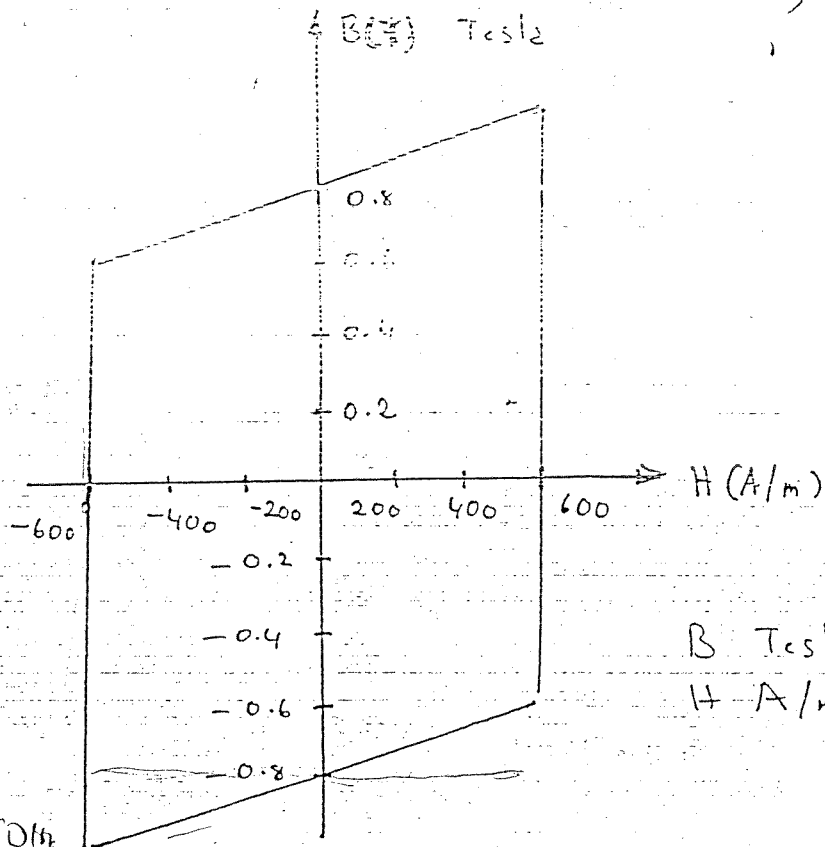
ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

SORU 1 Bir motorun eylemsizlik momenti 0.1 kgm^2 , sürtünme katsayısı 0.04 Nms/rad dir. Motor 5 Nm lik sabit bir yükü sürmektedir. Motor 15 Nm sabit bir moment üretmektedir. Motor, 250 rad/s lik hızla dönmekte iken, motorun ürettiği momentin yönü değiştirilerek frenleme yapılmaktadır.

- Motorun hızını zamanın işlevi olarak bulunuz ($\omega = f(t)$)
- $t = 3$ de motorun rotorunda depo edilen enerji nekadardır?
- Motor hangi anda durur?
- Motor hızının zamana göre değişim grafiğini çiziniz.
- Motor sürekli durumda hangi hızda, hangi yöre döner?

SORU 2

?



$$M_{\text{en}} = 1200 \cdot 1,6$$

$$P_h = 1920 \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{100 \cdot 10^{-6}}{m^3} \cdot 50 \text{ Hz}$$

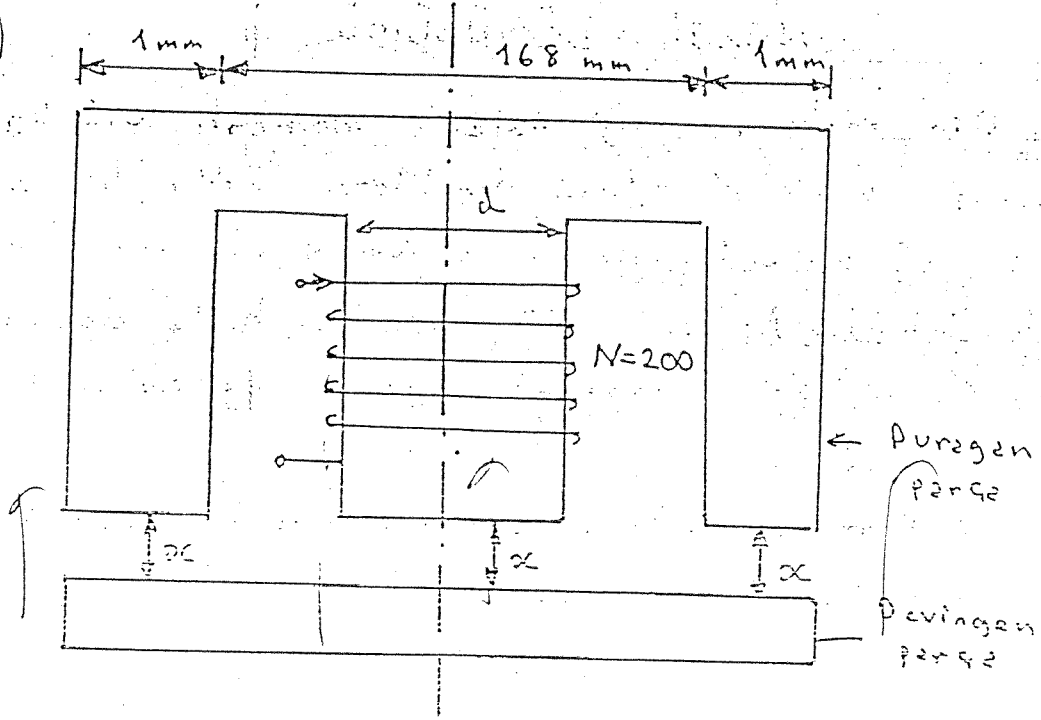
$$= 9,6 \text{ W}$$

B-H çevrimi şekilde verilen malzemenin 100 cm^3 nün 50 Hz delci histererez kayıplarını hesaplayınız.

DEĞERLENDİRME 1) 25 puan 2) 20 puan 3) 30 puan 4) 25 puan

SORU 3

1907



Şekilde verilen elektromekanik düzenek aksenal dönel simetriktir. Hava aralıklarında alan yoğunlukları eşittir. Malzemenin bağıl manyetik geçirgenliği; sol büğüktün kaçak alanlar ve alan sızmaları gözardı edilebilecek kadar küçüktür.

a) Orta kısmın genişliği ne kadardır? ($d=?$)

b) Serpiğin endüktansını α yerdğiştirmesinin işlevi olarak bulunuz. ($L=f(\alpha)$)

1) Serpiğden 2A'lık doğru akım almaktadır. Buna göre:

c) Devingen parça $\alpha=1.5$ mm konumunda iken sistemde depo edilen enerji ne kadardır?

d) Devingen parçaya etki eden kuvvetin ifadesini

α yerdğiştirmesinin işlevi olarak bulunuz ($F_e=f(\alpha)$)

e) Yerdğiştirme $\alpha=0.5$ mm iken devingen parçaya etki eden kuvvet ne kadardır? Bu kuvvet hangi yönde etki etmektedir? Yorumlayınız.

f) Devingen parçaya etki eden kuvvetin, yerdğiştirme α e bağlı değişim grafiğini çizin.

g) Devingen parçayı $\alpha_1 = 1\text{mm}$ konumundan, $\alpha_2 = 2\text{mm}$ konumuna getirmek için ne kadar enerjiye gereksinim vardır? Bu enerjiyi sistem dışardan mı almıştır, yokse dışarıyı vermiştir?

iz) Serpi ekisi 2mWb dir. Buna göre:

h) Devingen parça $\alpha = 1.5\text{mm}$ konumunda iken, sistemde depolanan enerjiyi hesaplayınız.

i) Parçaya etki eden kuvvetin ifadesini α yerdegistirme sinin işlevi olarak bulunuz ($F_c = f(\alpha)$)

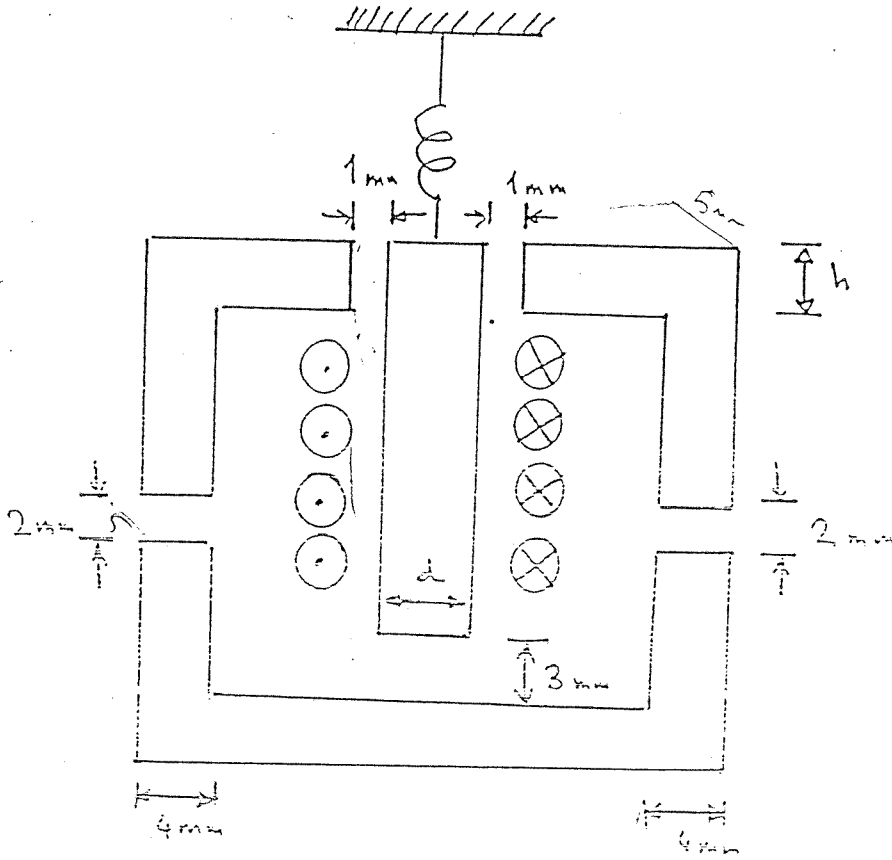
j) Yerdegistirme $\alpha = 0.5\text{mm}$ iken devingen parçaya etki eden kuvvet nekadardır? Bu kuvvet hangi yönde etki etmektedir? Yanıtlayınız.

k) Devingen parçaya etki eden kuvvetin yerdegistirme α e bagli degisim grafigini çiziniz.

l) Devingen parçayı $\alpha_1 = 1\text{mm}$ konumundan $\alpha_2 = 2\text{mm}$ konumuna getirmek için ne kadar enerjiye gereksinim vardır? Bu enerjiyi sistem dışardan mı almıştır, yokse dışarıyı vermiştir?

SORU 4

(4)



Şekilde verilen magnetik sistemin derinliği 5 mm dir. Hava aralıklarında akı yoğunluğu 4 AT dir. Malzemenin her iki magnetik geçirgenliği sonsuz büyüktür. Akı sızmaları ve kaçak akular göz ardı edilebilecek kadar küçüktür. Serginin sarım sayısı 1200 dir.

- Şekilde verilmeyen boyutları bulunuz ($h=?$, $d=?$)
- Serginin endüktansını bulunuz. ($L=?$)
- Magnetik sistemde depo edilen enerjiyi bulunuz ($W=?$) $W = \frac{1}{2} R \cdot \Phi^2 = \frac{1}{2} L \cdot I^2$
- Sergiden geçen akımı bulunuz ($I=?$)

$$\frac{1}{2} R \cdot \Phi^2 = \frac{1}{2} N \cdot \Phi = \frac{1}{2} L \cdot I^2 = \frac{1}{2} L \cdot I^2$$

T 199 II VİZE - ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

SORU 1. İki sargılı bir manyetik sistemin sargularından biri sabit konumda, diğeri ise hareketlidir. İki sargı arasındaki uzaklığı x ile gösterelim ve x in metre boyutunda olduğuna varsayalım. Sarguların endüktans, ortak endüktans ve dirençleri aşağıda verilmiştir:

$$L_1 = 0.5 \text{ H}, L_2 = (4-x) \text{ H}, L_{12} = 0.1(4-x)^2, R_1 = 0.50 \Omega, R_2 = 1.00 \Omega$$

i) $I_1 = 5 \text{ A}$ ve $I_2 = 10 \text{ A}$ iken aşağıdaki durumlar için birinci ve ikinci sarguların uçlarındaki gerilimleri zamanın işlevi olarak bulunuz. $t = 0.5 \text{ s}$ deki gerilim kaç volt olur?

2,38. 19, 23. a) $x(t) = 2 \cos 2t \text{ [cm]}$

7,22,5 = 533,9 b) $x(t) = 4 \sin 10t \text{ [cm]}$

$$v = R i + \frac{d}{dt} (L_1 i_1 + L_{12} i_2) + \frac{d}{dt} (L_2 i_2)$$

ii) Sarguların uçlarındaki gerilimleri aşağıdaki durumlarda zamanın işlevi olarak bulunuz. $t = 0.5 \text{ s}$ deki gerilim kaç volt olur?

7,22,5 = 533,9 c) $x = 0, i_1 = 5 \cos 2t \text{ [A]}, i_2 = 10 \cos(2t + 90^\circ) \text{ [A]}$

7,22,5 = 533,9 d) $x = 0, i_1 = 5 \cos 2t \text{ [A]}, i_2 = 10 \cos 4t \text{ [A]}$

f) $x(t) = 2 \cos(2t + 180^\circ) \text{ [cm]}, i_1 = 5 \cos 2t \text{ [A]}, i_2 = 10 \sin 2t \text{ [A]}$

SORU 2. Bir motorün eylemsizlik momenti 0.2 kg m^2 , sürtünme katsayısı 0.02 Nms/rad dir. Motor 40 Nm lile sabit bir torkla dönmektedir. Motor, sürekli hızı erişinceye kadar, yardımcı bir düzenek ile, sabit bir tork gelişmesi sağlanmaktadır ve motor 44 Nm lile sabit bir moment üretmektedir. Motorün belirli kayıpları sabit ve tork/hızdaki sürtünme kayıplarına eşittir. Motor başlangıçta durmaktadır. 2) Motorün hızını zamanın işlevi olarak bulunuz.

b) Hızın zamanla göre değişim grafiğini çiziniz c) Motorün sürekli

durum hızı nedir? d) Motorün sürekli durumdaki güç çıkışı

bulunuz e) Sürtünme ve belirlenen kayıpları hesaplayınız f) Demir

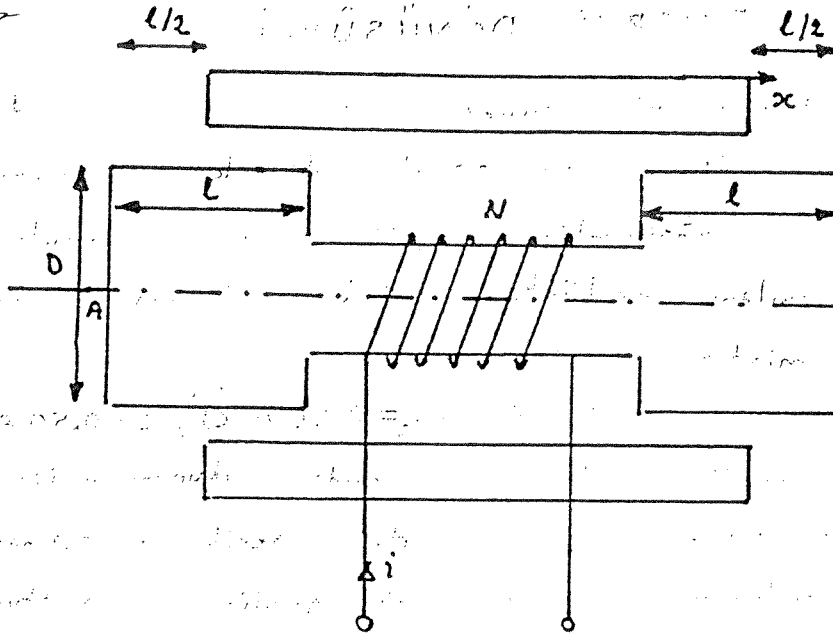
kayıplarını, sürekli durumdaki sürtünme kayıplarının yarısı olarak,

demir kayıplarını bulunuz g) Motorün sürekli durumdaki güç

gelişimini bulunuz. h) Sürekli durumdaki verimi bulunuz

giriş

$$u = 4 \sin 10t \text{ [cm]}$$

SORU 3

Şekilde verilen elektromekanik düzen AA' eksenine göre silindirik simetrik yapıdadır. Demir parçaların birim magnetik geçirgenliği çok büyüktür. Üzerinde N sarım bulunan makara zemine sabitlenmiştir. Dıştaki boru serbestçe hareket edebilmektedir. Bu iki parça arasındaki hava aralığı çevre boyunca sabittir. Kaçak akı ve akı sızması yoktur.

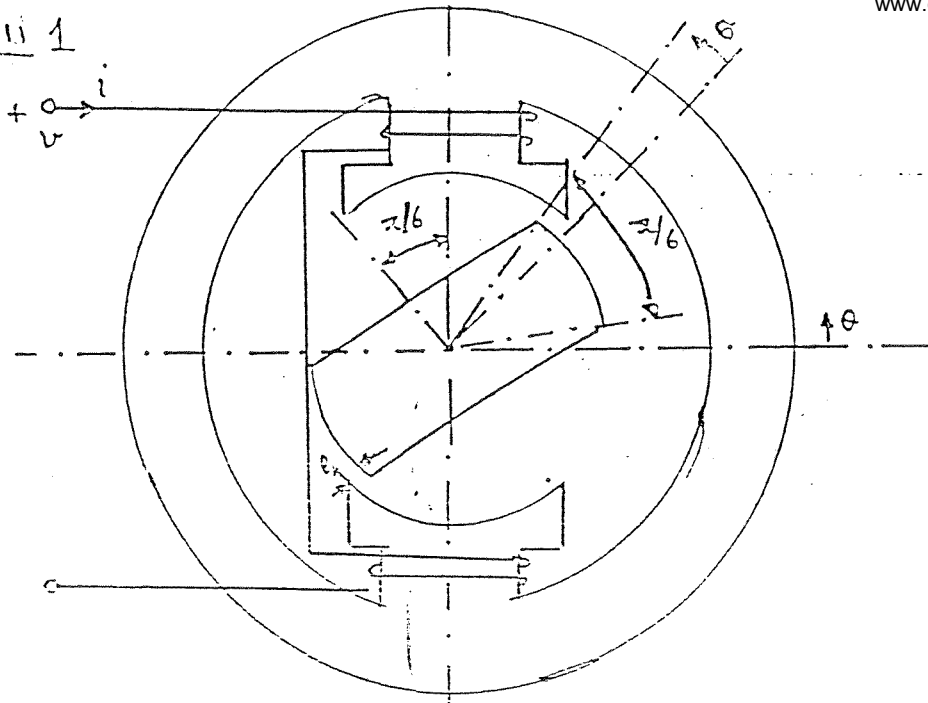
- Sargıdan i akımı geçtiğinde hava aralığında oluşacak akı yoğunluğunun ifadesini x e bağlı olarak bulunuz.
- Sargının endüktansını x yendegıştirmesinin işlevi olarak ifade ediniz.
- x yendegıştirmesi için kuvvet ifadesini elde ediniz.
- $D=20$ mm, $l=10$ mm, $l_h=1$ mm, $N=500$ sarım $i=2$ A olarak veriliyor. Dıştaki boruyu şekilde verilen konumdan ayırmak için ne kadar kuvvet uygulamak gerekir?
- x yendegıştirmesinin $-l/2 \leq x \leq l/2$ aralığında değışmesi durumunda kuvvetin değışim eğrisini çiziniz.

SORU 4 Bir magnetik çekimdeki akı, 30 Hz frekanslı sinüs biçimli olarak değışmektedir. Max akı yoğunluğu 0.8 T dir. Bu durumda günde akımı kayıpları 20 W dir. Frekans 50 Hz ve maksimum akı yoğunluğu 1.2 T olduğunda günde akımı kayıpları ne olur? 83,3 W

DEĞERLENDİRME 1) 30 2) 25 3) 30 4) 15

125W

SORU 1

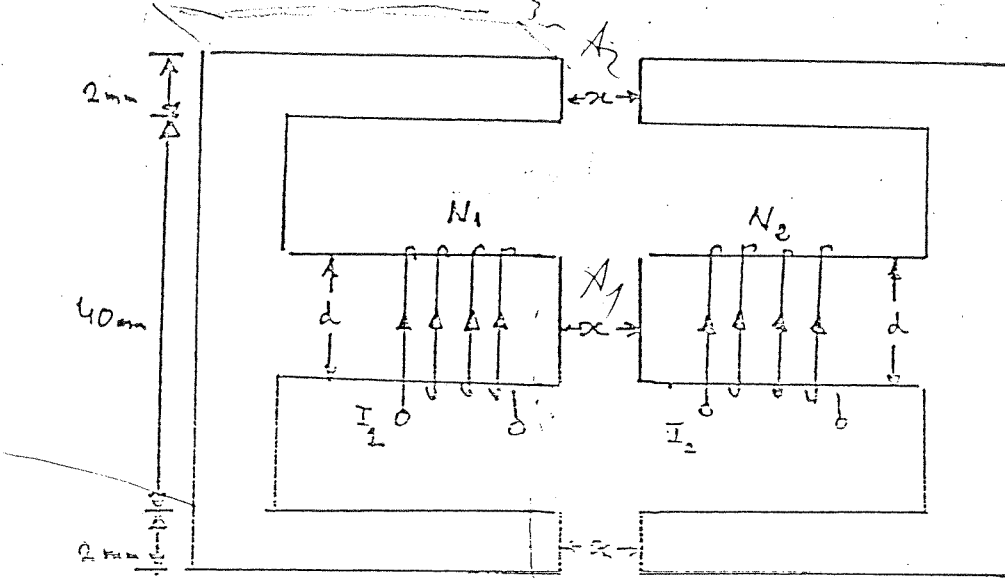


Şekilde rotoru sargısız bir relüktans motorunun enine kesiti görülmektedir. Rotor ve statorun gövdükleri merkez açıları eşit ve şekilde gösterildiği gibi $\frac{\pi}{3}$ radyandır. Sarım sayısı 500 olan stator sargısından 5A ile doğru akım geçmektedir. Stator ile rotor arasındaki hava aralığının boyu 1mm, magnetik devrenin sayfa düzlemine dik yöndeki boyu 25cm ve rotorun yarıçapı 42cm dir. Demir kısımların her bir magnetik geçirgenliği çok büyüktür. Uc etkileri gözardı edilerek kademli küçüktür.

a) Stator sargısı özendütensinin Fourier açılımının ilk altı terimini hesaplayınız.

b) $\theta = 45^\circ$ iken rotora gelen momenti bulunuz. Momentin yönü hangi tarafa doğrudur?

SORU 2



Şekilde verilen elektromekanik düzenegın derınlığı 3 mm dir. Hava aralıklarında zki yoğunlukları aynıdır. Malzemenin bağlı magnetik geçirgenliği çok büyüktür. Kaçak akılar ve zki sargıların gözendi edilebilecek kadar küçüktür.

a) Ortak kısmın genişliği nekadendir? ($d=?$) $\mu = \frac{\mu_0}{\mu_r}$

b) Elektromekanik aygıtın bağlı döşen magnetik devresi çiziniz.

c) Sargıların öz ve ortak endüktanslarını x yardımıyla bulunuz.

i) Sargı akımları $I_1=3A$ ve $I_2=4A$, sargıların sarım sayıları ise $N_1=250$ ve $N_2=200$ dür. Bu durumda;

d) $x=1\text{ mm}$ iken sistemde depo edilen enerji nekadendir?

e) Parçaya etki eden kuvvetin ifadesini x in işlevi olarak bulunuz. ($F_e=f(x)$)

f) $x=2\text{ mm}$ iken parçaya etki eden kuvvet nekadendir? Kuvvet hangi yönde etki etmektedir? Yorumlayınız.

g) Parçaya etki eden kuvvetin x e bağlı değişim grafiğini çiziniz.

$$W = \frac{I_1^2 L_{11}}{2} + \frac{I_2^2 L_{22}}{2} + \frac{I_1 I_2 L_{12}}{2}$$

$$F(x) = \frac{\partial W}{\partial x}$$

$$W_m = \int F_e dx$$

- h) $x_1 = 1.5$ mm den $x_2 = 0.5$ mm ye getirmek için ne kadar enerjiye gereksinim vardır? Bu enerjiyi sistem dışarıdan mı almıştır yoksa dışarıyı mı vermiştir?
- j) $x_1 = 1.5$ mm den $x_2 = 0.5$ mm ye devinimde enerjinin nekadarı birinci sergiden, nekadarı ikinci sergiden gelmiştir?
- ii) Sergi akıları $\Phi_1 = 3$ mWb $\Phi_2 = 4$ mWb dir. Bu durumda:
- k) $x = 1$ mm iken sistemde depo edilen enerji nekadardır? $W = \frac{1}{2} k x^2$
- l) Parçaya etki eden kuvvetin ifadesini x in işlevi olarak bulunuz ($F_e = f(x)$)
- m) $x = 2$ mm iken parçaya etki eden kuvvet nekadardır? Kuvvet hangi yönde etki etmektedir? Yorumlayınız.
- n) Parçaya etki eden kuvvetin x e bağımlı değişim grafiğini çiziniz.
- o) $x_1 = 1.5$ mm den $x_2 = 0.5$ mm ye getirmek için ne kadar enerjiye gereksinim vardır? Bu enerjiyi sistem dışarıdan mı almıştır, yokse dışarıyı mı vermiştir?
- p) $x_1 = 1.5$ mm den $x_2 = 0.5$ mm ye devinimde enerjinin nekadarı birinci sergiden, nekadarı ikinci sergiden gelmiştir?

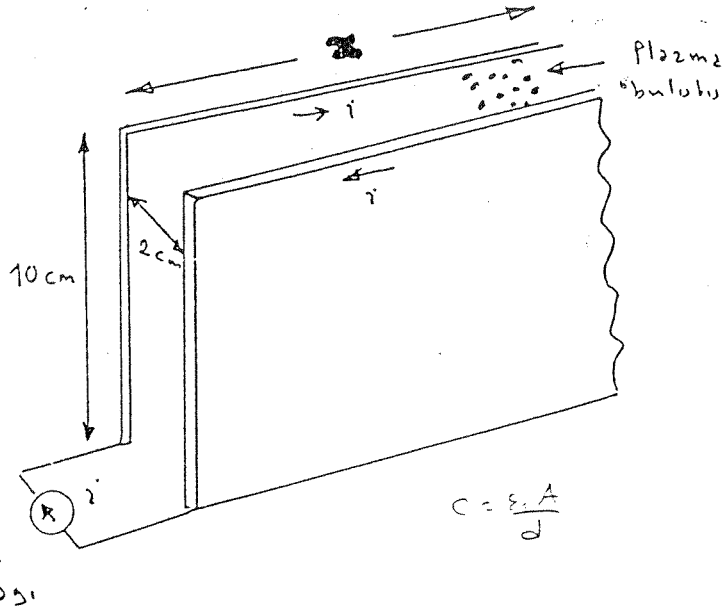
SORU 3 Elektrostatik bir dönüştürücüde gerilim yük ilişkisi:

$$v = (7x_1^2 - 5x_2^3) \sin 3Q + (11x_3^4 - 3x_4^2) \cos 4Q \text{ biçimindedir.}$$

- a) Dönüştürücünün kaç elektriksel ve kaç mekanik kapasitesi vardır? Buna göre dönüştürücünün şemasını çiziniz.
- b) Dönüştürücünün enerji ve ko-enerji işlevlerini bulunuz.
- i) $Q = 1$ C, $x_1 = 4$ m, $x_2 = 1$ m, $x_3 = 2$ m, $x_4 = 3$ m dir. Buna göre $C = \frac{Q}{v}$
- c) Sistemde depolanan enerji ve ko-enerji nekadardır? Birimi ile birlikte yazınız.
- d) Mekanik kapılara etki eden kuvvetleri bulunuz.

(4)

SORU 4



$$1) L = l \quad Z = \frac{H}{\mu} \quad \phi = BA$$

$$i = Li$$

$$A = L \cdot B \cdot \mu$$

$$L = \frac{A}{\mu l}$$

Şekilde iyonize gaz bulutunu (plazma) tutan bir çift levha gösterilmiştir. Akım kaynağının akımı 10 kA dir.

2) İletim çevriminin endüktansını α in işlevi olarak bulunuz

$$(L = f(\omega)) \quad \frac{H}{\Omega}$$

b) Plazmaya gelen kuvveti endüktans ifadesinden yararlanarak bulunuz. $\Rightarrow \frac{W}{\Omega}$

c) Levhalar arasındaki akı yoğunluğunu bulunuz \vec{B}

d) Levhalar arasındaki akı yoğunluğundan yararlanarak plazmaya gelen kuvveti bulunuz. \vec{F}

e) Plazma üzerine gelen basıncı bulunuz.

DEĞERLENDİRME 1) %30 2) %30 3) %20 4) %20

$L = \frac{A}{\mu l}$

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

SORU 1

Rotoru sergili bir relüktans motorunun endüktansları şöyle verilmiştir; Rotor endüktansı $L_{11} = 0.4 \text{ [H]}$, stator endüktansı $L_{22} = 0.5 \text{ [H]}$ ve rotor-stator ortak endüktansı $L_{12} = 0.2 \cos \theta \text{ [H]}$ dir. Burada θ rotor sergi ekseninin saat dönüşünün tersi yönde, stator sergi eksenine ile yaptığı açıdır. Rotor üzerinde bulunan sergiler kısıtlıdır. Stator üzerindeki sergi uçları ise 220 V , 50 Hz ile bir gerilim kaynağından beslenmektedir. Sergi dirençleri yok varsayılmaktadır. Sistem sabitli durumda çalışmakta ve sinüs biçiminde akımlar ve gerilimler söz konusu olmaktedir. $\theta = 60^\circ$ dir.

$$\theta = (\omega t + \delta)$$

a) Motorun enine kesit şeklini çiziniz.

b) Rotor ve statordan akan sinüs biçiminde akımların balansı $i_1(t) = ?$, $i_2(t) = ?$

c) Rotora etkiyen anlık moment balansı $(M_e = f(\omega))$

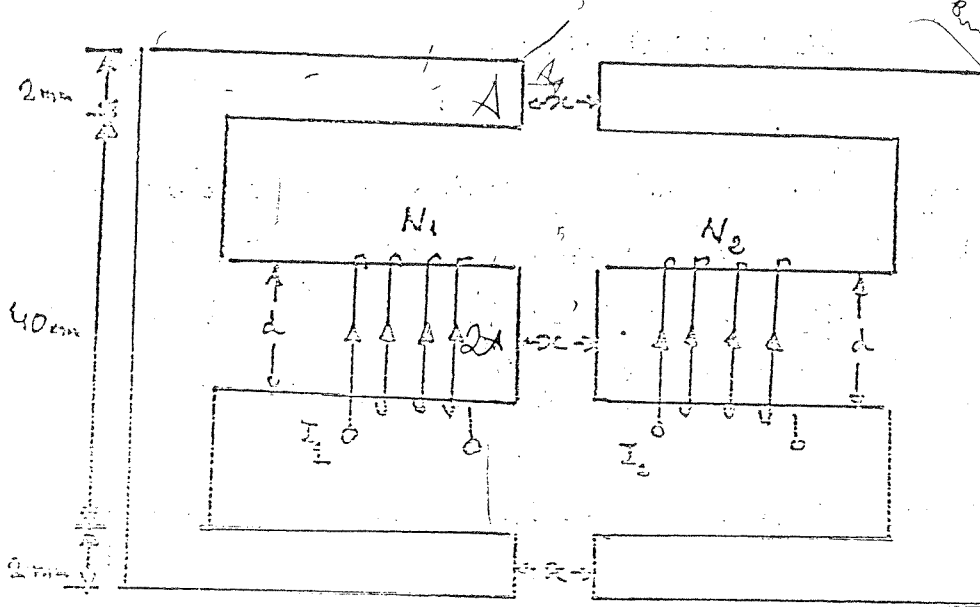
d) Rotora etkiyen momentin zamana göre ortalamasını bulunuz. $(M_{eort} = ?)$

e) Rotora etkiyen moment hangi yönde etmektedir? Yorumlayınız.

DEĞERLENDİRME 1) %25 2) %30 3) %20 4) %25

$$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_1 & 0 \\ 0 & R_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1 \\ i_2 \end{bmatrix} + \frac{d}{dt} \begin{bmatrix} L_{11} & L_{12} \\ L_{12} & L_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_1(t) \\ i_2(t) \end{bmatrix}$$

SÖZLÜ 2



Şekilde verilen elektromekanik sistemin deniyiği 3 mm dir. Hava aralıklarında zeki yoğunlukları 2 T/m dir. Mükemmel bir şekilde magnetik geçirgenliği çok büyüktür. Kaçak akı ve zeki sızmaları gözardı edilebilecek kadar küçüktür.

a) Ortalama kesim genişliği ne kadardır? (d ?)

b) Elektromekanik sistemin kesim düşen magnetik devreyi çiziniz.

c) Sargıların öz ve ortak endüktanslarını α yer değiştirmesinin işlevi olarak bulunuz.

i) Sargı akımları $I_1 = 3A$ ve $I_2 = 4A$, Sargıların sargı sayıları ise $N_1 = 250$ ve $N_2 = 200$ dir. Bu durumda;

d) $x = 1$ mm iken sistemde depo edilen enerji ne kadardır?

e) Parçaya etki eden kuvvetin ifadesini x in işlevi olarak bulunuz. ($F_e = f(x)$)

f) $x = 2$ mm iken parçaya etki eden kuvvet ne kadardır? Kuvvet hangi yönde etki etmektedir? Yorumlayınız.

g) Parçaya etki eden kuvvetin x e bağlı değişim grafiğini çiziniz.

h) $x_1 = 1.5 \text{ mm}$ den $x_2 = 0.5 \text{ mm}$ ye getirmek için ne kadar enerjiye gereksinim vardır? Bu enerjiyi sistem dışarıdan mı almıştır, yoksa dışarıya mı vermiştir?

ı) $x_1 = 1.5 \text{ mm}$ den $x_2 = 0.5 \text{ mm}$ ye devrinde enerjinin ne kadarı birinci sergiden, ne kadarı ikinci sergiden gelmiştir?

ii) Sergi akıları $\phi_1 = 3 \text{ mWb}$, $\phi_2 = 4 \text{ mWb}$ dir. Bu durumda:

j) $x = 1 \text{ mm}$ iken sistemde depo edilen enerji ne kadardır?

k) Parçaya etki eden kuvvetin ifadesini x in işlevi olarak bulunuz ($F_e = f(x)$)

l) $x = 2 \text{ mm}$ iken parçaya etki eden kuvvet ne kadardır? Kuvvet hangi yönde etki etmektedir? Yorumlayınız.

m) Parçaya etki eden kuvvetin x e göre değişim grafiğini çiziniz.

n) $x_1 = 1.5 \text{ mm}$ den $x_2 = 0.5 \text{ mm}$ ye getirmek için ne kadar enerjiye gereksinim vardır? Bu enerjiyi sistem dışarıdan mı almıştır, yoksa dışarıya mı vermiştir?

o) $x_1 = 1.5 \text{ mm}$ den $x_2 = 0.5 \text{ mm}$ ye devrinde enerjinin ne kadarı birinci sergiden, ne kadarı ikinci sergiden gelmiştir?

SORU 3 Elektromagnetik bir dönüştürücüde, toplam akı akım

$$\lambda = (\sin 8i - \cos 2i)x_1^4 + (\cos 7i - \sin 3i)x_2^3 + (\sin 6i - \cos 4i)x_3^2$$

biçimindedir. Buna göre:

a) Dönüştürücünün kaç elektriksel ve kaç mekanik kipi vardır?

Dönüştürücünün elektriksel ve mekanik kiplerini gösteren şemasını çizin.

b) Dönüştürücünün enerji ve co-enerji işlevlerini bulunuz.

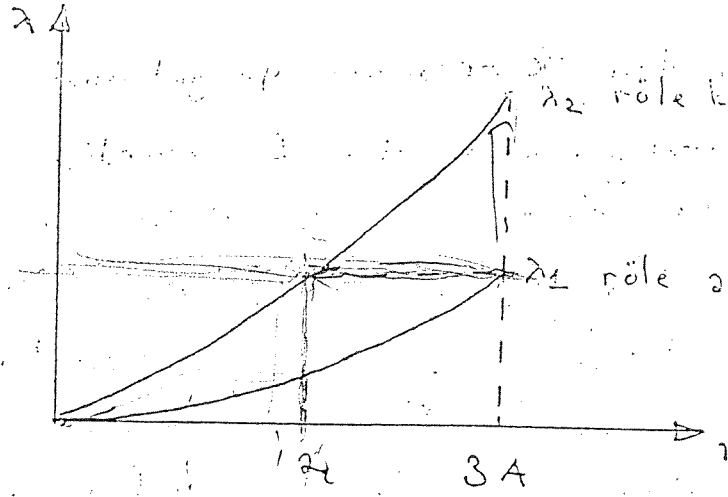
$i = 1 \text{ A}$, $x_1 = 4 \text{ m}$, $x_2 = 1 \text{ m}$, $x_3 = 2 \text{ m}$ dir. Buna göre:

c) Sistemde depolanan enerji ve co-enerji ne kadardır? Birimi ile birlikte yazınız.

d) Mekanik kiplere etkileyen kuvvetleri bulunuz.

SORU 4

4



$$W_r = 500$$

$$\theta = \omega_m t + f$$

Bir rölenin açık durum için mıknatıslanma eğrisi: $\lambda_1 = 400 i^2$ ve kapalı durum için mıknatıslanma eğrisi: $\lambda_2 = 625 i^2$ dir. Sürekli durumda sergi akımı 3 A dir.

- Röle açık iken, sürekli durumda, magnetik sistemde depo edilen enerjisi bulunuz.
- Rölenin devingen parçasının, okuyu sabit tutacak kadar hızlı devinerek kapandığını varsayalım. Bu durumda:
 - Sürekli durumda, sistemde depo edilen enerjisi hesaplayınız.
 - Devinin sırasında, gerilim kaynağından çekilen enerjisi bulunuz.
 - Devinin sırasında rölenin yaptığı işi bulunuz.
- Şimdi de, devingen parçasının, gerilim kaynağından çekilen akımı sabit tutacak şekilde, yavaş yavaş devinmesini düşünelim. Bu durumda:
 - Sürekli durumda, sistemde depo edilen enerjisi hesaplayınız.
 - Devinin sırasında, gerilim kaynağından çekilen elektrik enerjisini bulunuz.
 - Devinin sırasında, rölenin yaptığı işi bulunuz.

'99 FINAL

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

SORU 1 Rotoru sergılı, relüktans motorunda endüktans ifadesi aşağıdadır. Endüktanslar Henry boyutundadır $L_{ss} = 4 \sin^2 \theta + 1$

$$L_{rr} = 0.5 + 4 \sin^2 \theta \quad L_{sr} = 1 + 2 \sin^2 \theta \quad L_{sr} = 1.5 \sin \theta$$

Rotor açısal hızı 500 rad/s dir. $f_c = \frac{1}{2\pi} \frac{dL}{dt} \quad \omega = 2\pi f_c$

i) a) Rotor sergisi açık devre iken, stator sergisinden $i_s = 10$ A lik akım akarsa, rotor ve stator devrelerinde endüklenen gerilimleri bulunuz. $e =$

ii) b) Rotor sergisinden $i_r = 2$ A ve stator sergisinden $i_s = 5$ A lik akımlar akmakta iken oluşan momentin ifadesini bulunuz.

c) Rotorun $\theta = 0^\circ$ den $\theta = 90^\circ$ gelmesi ile yapılacak işi bulunuz.

d) Rotorun $\theta = 0^\circ$ den $\theta = 180^\circ$ gelmesi ile yapılacak işi bulunuz.

iii) Rotor sergisinden $i_r = 2 \sin(314t - 90^\circ)$ A ve stator sergisinden $i_s = 5$ A lik akım akmakta iken

e) Moment ifadesini bulunuz.

f) Bu makine, bu koşullarda sabit bir hızda dönme devreindedir mi?

SORU 2

2300/230 V, 750 kVA, 50 Hz lik tek fazlı transformatorü sergiler dirençleri ve reaktansları eşitlidir. g.bidir:

$$R_1 = 0.093 \text{ ohm} \quad X_1 = 0.28 \text{ ohm} \quad R_2 = 0.00093 \text{ ohm} \quad X_2 = 0.00280 \text{ ohm}$$

Transformatorün ^{birinci} ^{ikinci} taraflarında yükler gelişmektedir. Buna göre

a) Birincil ve ikincil akımlarını bulunuz.

b) Birincil ve ikincil sergiler empedanslarını $Z = \sqrt{R^2 + X^2}$

c) Birincil ve ikincil sergiler gerilim düşümlerini bulunuz.

d) Birincil ve ikincil sergilerinde endüklenen gerilimleri bulunuz.

e) Gevirmeye oranını $\frac{2300}{230} = 10$

f) V_1 gerilimlerinin birbirine oranını bulunuz.

$$M_e = \frac{V_1}{V_2}$$

dx

T = 2\pi

(2-d)

q = Q \cdot E \quad E = \frac{V}{d}

F = \frac{Q \cdot Q}{4\pi \epsilon_0 d^2}

SORU 3

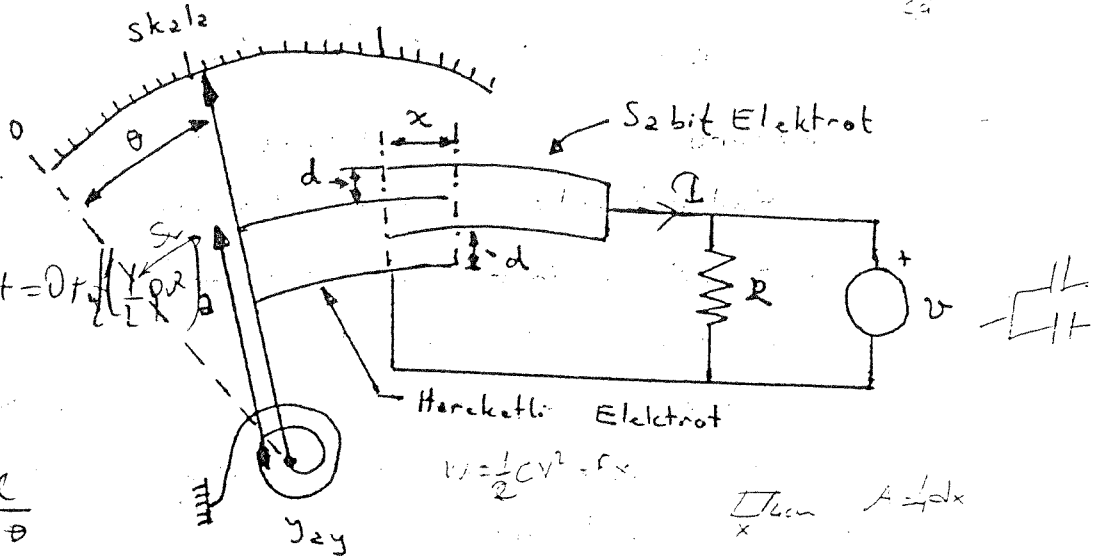
sorular

$$N \frac{d\theta}{dt} + p \frac{d\theta}{dt} = 0 + \frac{1}{L} \frac{dQ}{dt}$$

$$p = C \cdot V$$

$$m \frac{d\theta}{dt} + C V^2 \frac{d\theta}{dt}$$

$$L \frac{d\theta}{dt} = - \frac{1}{L} \frac{dC}{d\theta}$$



$$W = \frac{1}{2} C V^2 = F \cdot x$$

$$dW = A \cdot dx$$

Şekilde elektrostatik bir voltmetrenin şeması gösterilmiştir. Voltmetrenin göstergesi, sıfır konumuna yay değişmesi $K = 5 \times 10^{-5} \text{ Nm/rad}$ olan bir yay yardımı ile gelmektedir. Aygıt, elektrotlar arası çekme kuvvetinin oluşturduğu moment ile yayın geri çekme momentinin eşitliği temelinde çeyen edilmiştir. Elektrotlar solc hafif malzemeden yapılmış olup derinliği 4 cm dir. Sabit elektrotlarla hareketli elektrotlar arasındaki mesafe $d = 1 \text{ mm}$ dir. Ortam havadır. Havanın dielektrik değışmesi $\epsilon_0 = 10^{-9}/36\pi \text{ F/m}$ dir. Göstergesi $\theta = 30^\circ$ sепması durumunda voltmetrenin kaç voltu göstereceğini bulunuz. $a = 4 \text{ cm}$ ve $a \gg d$ vansıyılacaktır.

SORU 4

2.2 kV/220V, 100 kVA lık tek fazlı bir transformatorün alt gerilim yanında yapılan boşta çalışma deneyinde 220V, 18A, 980W ve üst gerilim yanında yapılan kısadediric deneyinde 70V, 45.5A, 1050W ölçölüyor. Birincil sergi dirinci 0.286 ohm oldu ğüne göre, transformatorün T eşdeger devresindeki parametreleri belirleyiniz

DEGERLENDİRME 1) 30 puan 2) 25 puan 3) 25 puan 4) 20 puan



SORU 1

220V/110V lük tek fazlı transformetörde $R_1 = 3 \Omega$, $X_1 = 4 \Omega$, $R_2 = 0.7 \Omega$, $X_2 = 0.8 \Omega$, $R_{Fe} = \infty$, $X_m = \infty$ olarak veriliyor. İkincil sarığıya $(10 + j4) \Omega$ lük yük bağlansın. Bu durumda:

- Birincil akımını ($I_1 = ?$)
- İkincil akımını ($I_2 = ?$)
- Birincil faz açısını ($\varphi_1 = ?$)
- İkincil faz açısını ($\varphi_2 = ?$)
- Endüklenen gerilimleri ($E_1 = ?$, $E_2 = ?$)
- Birincil görünür gücünü ($S_1 = ?$)
- Birincil etkin gücünü ($P_1 = ?$)
- Birincil tepkin gücünü ($Q_1 = ?$)
- İkincil görünür gücünü ($S_2 = ?$)
- İkincil etkin gücünü ($P_2 = ?$)
- İkincil tepkin gücünü ($Q_2 = ?$)

bulunuz.

SORU 2

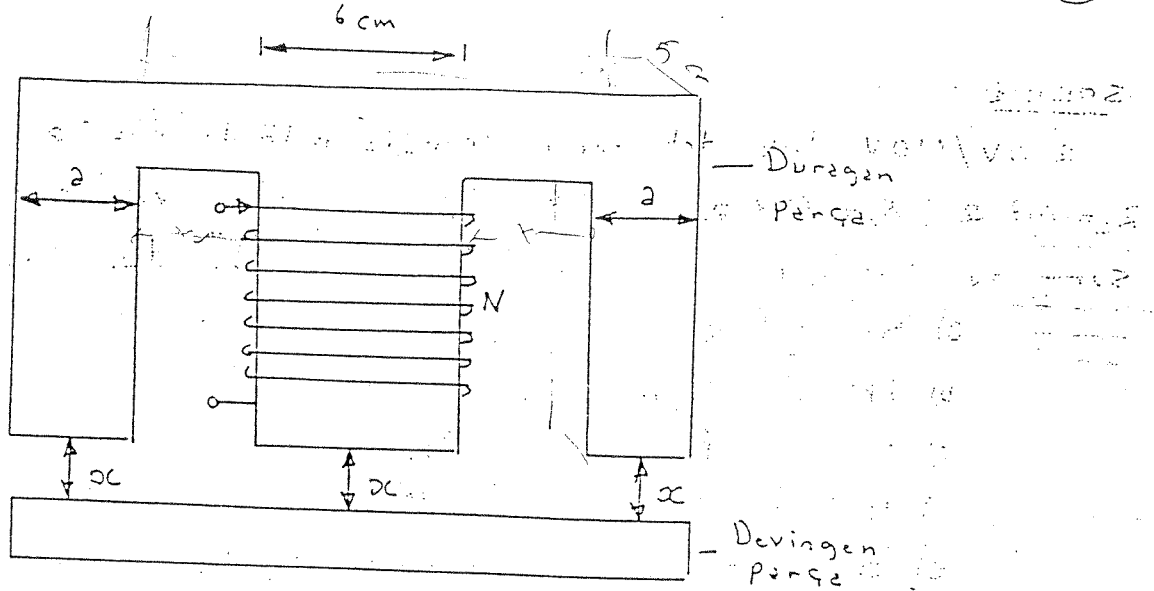
1.5 KVA, 220V/110V, 50 Hz lük tek fazlı transformetör üzerinde yapılan ölçümlerden AG sarığı direnci 0.413Ω ve 2G sarığı direnci 0.413Ω bulunmuştur. AG sarıların beslenerek yapılan açık devre deneyinde gerilim 110V, akım 0.4A ve güç girisi 25W olmuştur. AG sarıların beslenerek yapılan kısadevre deneyinde ise gerilim 8.25V, akım 3.6A olmuştur.

a) Transformetörün AG tarafına indingenmiş eşdeğer devre parametrelerini bulunuz. Bulduğunuz bu değerleri eşdeğer devre üzerinde gösteriniz.

b) Transformetör 110V lük 0.8 endüktif güç katsayılı tam yükü beslerken verimi ne kadardır?

2

SORU 3



Şekilde verilen elektromekanik düzenin derinliği 5 cm dir. Hava aralıklarında akı yoğunluğu sıfırdır. Serginin serim sayısı 500 dir. Sergiler bakır iletkenlerden yapılmıştır. Bakırın özgül direnci $17.2 \times 10^{-9} \Omega \cdot m$ dir. Bakır iletkenin kesiti $6 mm^2$ dir. Malzemenin belirlenmiş magnetik geçirgenliği çok büyüktür. Kaçak akıların ve akı sızmalarını gözardı edilebilecek kadar küçüktür.

- Kerem bacaklarının genişliği nekadandır? ($a = ?$)
 - Serginin direncini bulunuz.
 - Elektromekanik ağırlık karşı düşen magnetik devreyi çizin
 - Serginin endüktansını x yendegıştirmesinin işlevi olarak bulunuz.
- ii) Sergiden 5A lile doğru akım akmaktadır. Buna göre:
- Deviren parça $x = 1.5 mm$ konumunda iken sistemde depoédilen enerji nekadandır?
 - Deviren parçaya etki eden kuvvetin ifadesini x yendegıştirmesinin işlevi olarak bulunuz ($F_c = f(x)$)

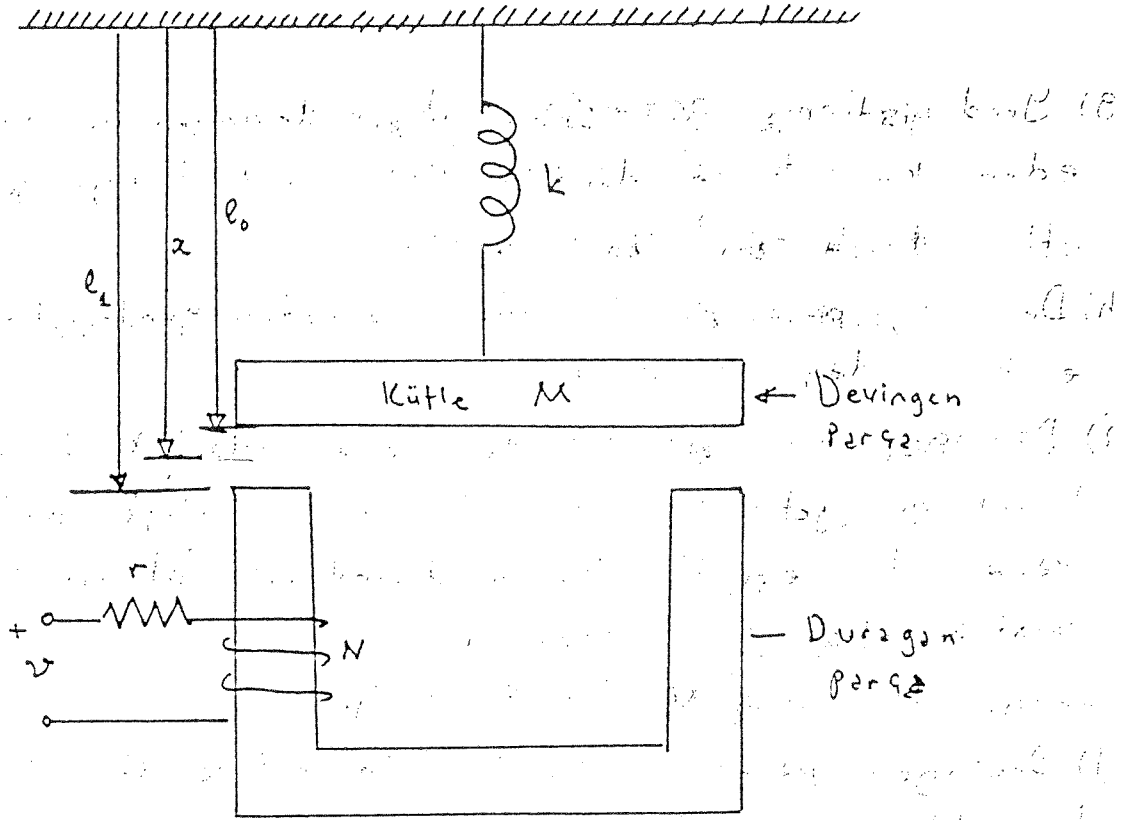
- g) Yerdeğiştirme $x = 0.5$ mm iken devingen parçaya etki eden kuvvet nekadandır? Bu kuvvet hangi yönde etki etmektedir? Yorumlayınız.
- h) Devingen parçaya etki eden kuvvetin yerdeğiştirme x e bağlı değişim grafiğini çiziniz.
- i) Devingen parçayı $x_1 = 1$ mm konumundan $x_2 = 2$ mm konumuna getirmek için nekadın enerjiye gereksinim vardır? Bu enerjiyi sistem dışarıdan mı almıştır? Yoksa sistem dışarıya vermiştir?
- ii) Sargı akısı 5 m Wb dir. Buna göre:
- j) Devingen parça $x = 1.5$ mm konumunda iken sistemde depo edilen enerjiyi bulunuz.
- k) Parçaya etki eden kuvvetin ifadesini x yerdeğiştirme mesafesi işlevi olarak bulunuz ($F_e = f(x)$)
- l) Yerdeğiştirme $x = 0.5$ mm iken devingen parçaya etki eden kuvvet nekadandır? Bu kuvvet hangi yönde etki etmektedir? Yorumlayınız.
- m) Devingen parçaya etki eden kuvvetin yerdeğiştirme x e bağlı değişim grafiğini çiziniz.
- n) Devingen parçayı $x_1 = 1$ mm konumundan, $x_2 = 2$ mm konumuna getirmek için nekadın enerjiye gereksinim vardır? Bu enerjiyi sistem dışarıdan mı almıştır, yoksa sistem dışarıya vermiştir?
- o) Devingen parça $x = 2$ mm konumundayken sargının uçlarındaki gerilim nekadandır?

$$V_e = \Phi \cdot R$$

$$U = R \cdot I + L \frac{di}{dt} + l \cdot \frac{dL}{dx} \cdot \frac{dx}{dt}$$

(4)

SORU 4



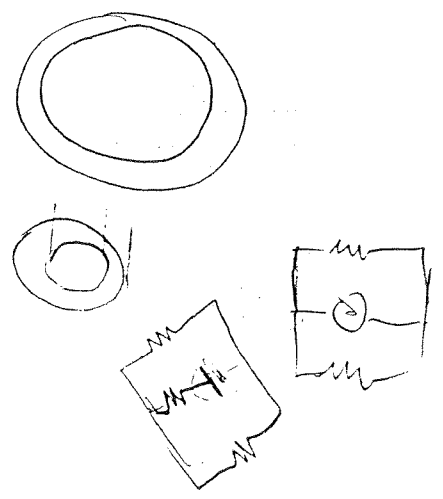
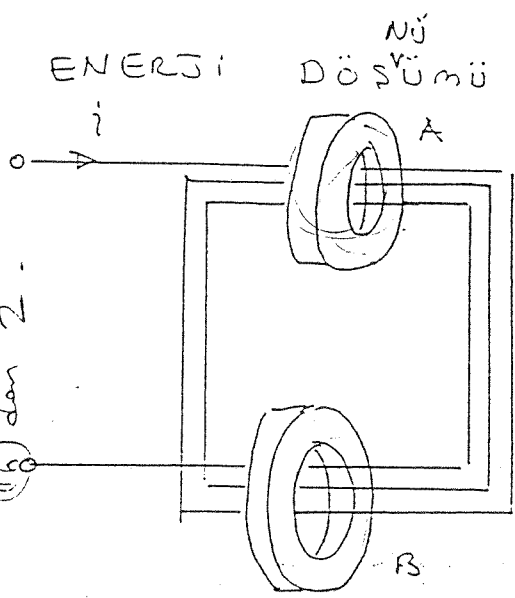
Şekildeki aygıt yalnızca düşey doğrultuda devinim yapabilmektedir. Magnetik malzemenin bağıl magnetik geçirgenliği sonsuz büyüktür. Alçı sepneları ve kaçak akıların gözardı edilebileceği kadar küçüktür. Yay kuvveti, yayın uzaması ile doğru orantılıdır. Kesit her yerde A dır.

- Elektromekanik sistemin elektriksel ve mekanik denklemlerine ilişkin denklemleri yazınız.
- Elektriksel ve mekanik denklemlerinin doğrusallığını bozan terim(veya terimleri) belirtiniz.
- Sürekli durumda, kararlı bir çalışma noktası bularak bu noktada civarındaki küçük genlikli değişimler için bu denklemleri doğrusallaştırınız.

14 yol
6 kalem long

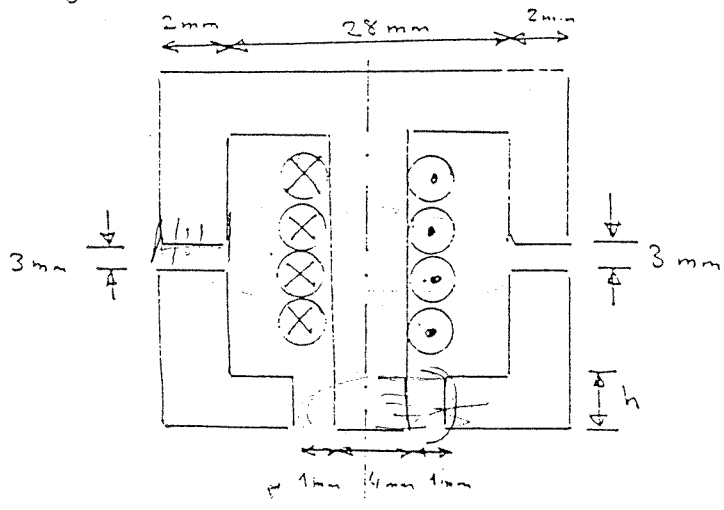
Sor,
SORU 1

1'den 2'ye 1.3
3'den 2'ye
4'den 2'ye
13'den 2'ye
15'ten 2'ye
16'dan 2'ye



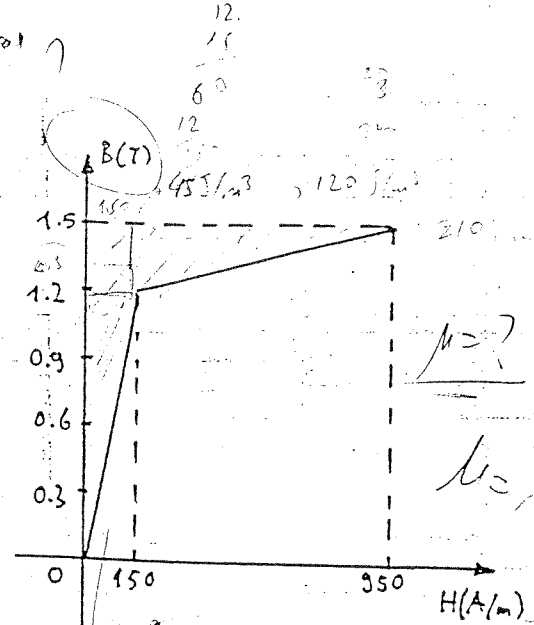
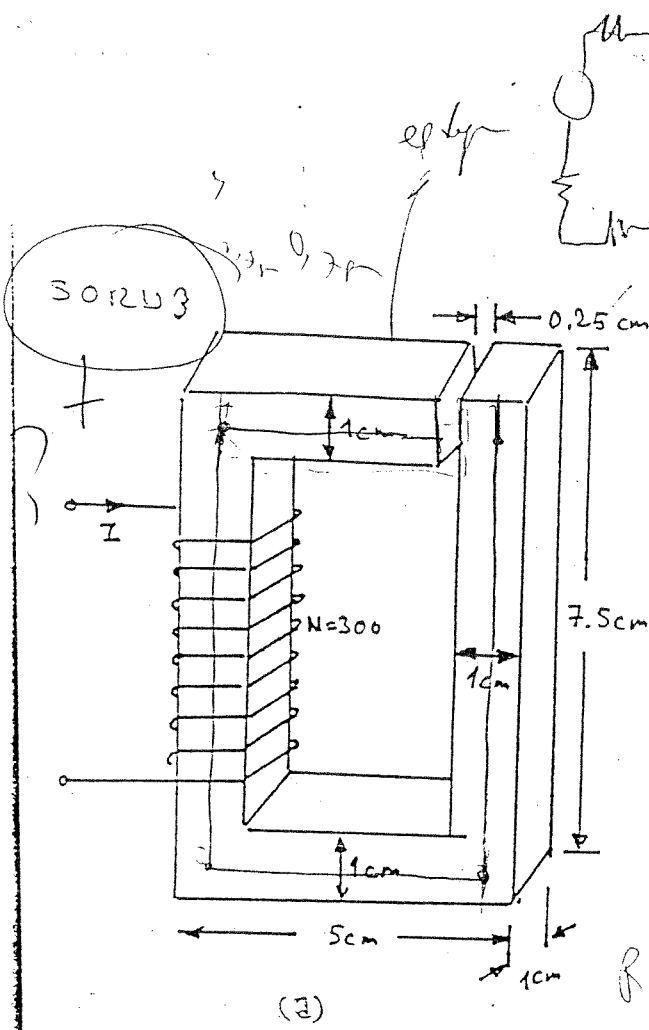
800 sarımlı sarğı ilci ~~koroid~~ toroid den şekilde gösteril diğı gibi gecekak şekilde sarılmıştır. A çekindeğinin orta çapı 100 mm ve enine kesit alanı 150 mm² dir. B çekindeğinin orta çapı 120 mm ve enine kesit alanı 250 mm² dir. Malzemenin bel.1 magnetik geçirgenligi: 2800 dir. a) Her bir çekindeğinin magnetik direncini bulun. b) Sistemin magnetik esdogen devresini çiziniz. c) Sarğının 0.2 Wb ile toplam akı oluşturması için sarğıdan geçmesi gereken akımı bulunuz.

SORU 2



Şekilde aksenel dönel simetri ile magnetik sistem verilmiştir. Hava aralıklarında zku yoğunluğu 0.8 T dir. Malzemenin $\mu_r = \infty$ dir. Akı sızması kuzgale zku yolu. $N = 450$ Buna göre a) Yükseklik (h=?), b) Endüktans (L=?), c) Depo edilen enerji (W=?), d) Akım (I=?)

h=17



$$R = \frac{l}{\mu_0 \mu_r A} = \frac{1.969436 \times 10^{-3}}{4\pi \times 10^{-7} \times 1 \times 10^{-6}}$$

(b)

Şekil a de bir reaktör ve boyutları verilmiştir. Şekil b de ise bu reaktör çekirdeğinin yapıldığı malzemenin parçaları biçiminde doğrusalleştirilmiş $B-H$ eğrisi görülmektedir.

Buna göre

a) Keçak akıları ve havz aralığındaki akı sızmalarını yok

255 J/m³ varsayarak, manyetik akı yoğunluğunun 1.5 T'lik değeri

için manyetik alanda biriken enerjiyi hesaplayınız.

b) Reaktörün endüktansını bulunuz. (L) = 45,233 μH

SORU 4 *

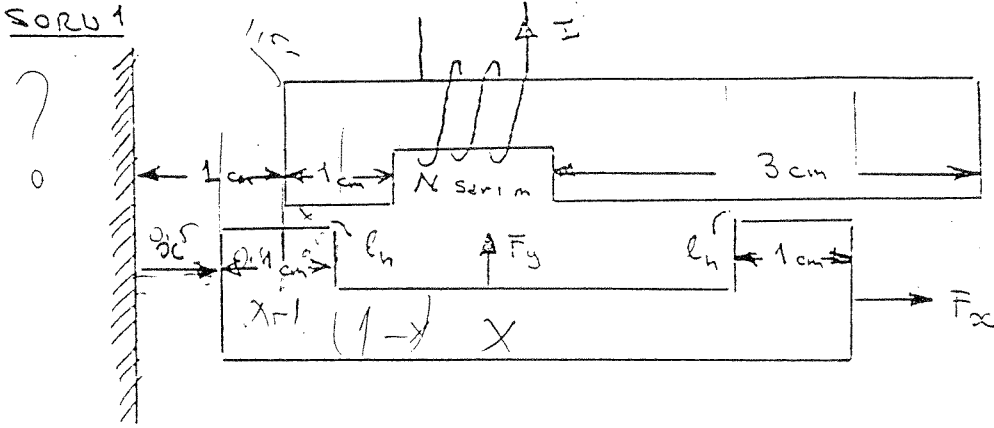
Bir manyetik devrede $\Phi = 0.2 \sin 200t$ [Wb] akısı dolayla ilken histeresiz kayıpları 20 W giderip 2 kV'lık kayıpları 30 W'dır. Aynı manyetik devreden

$\Phi = 0.3 \sin 100t + 0.1 \sin 300t$ [Wb] akısı dolayla ilken

oluşan demir kayıplarını bulunuz. Malzemenin Steinmetz değişmezi 1.6'dır.

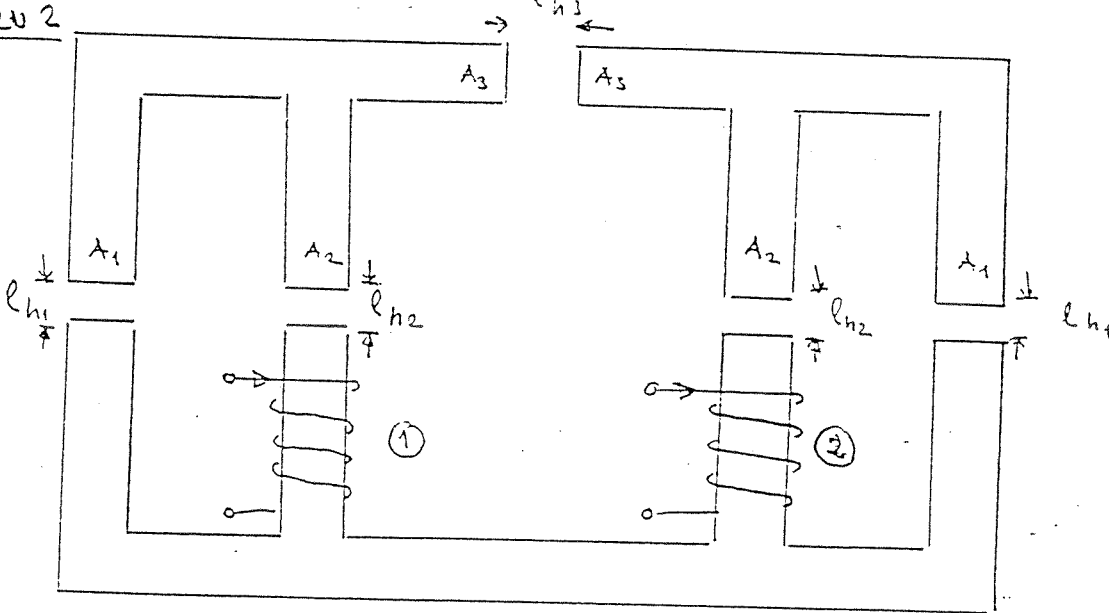
$\Phi_m = ?$

SORU 1



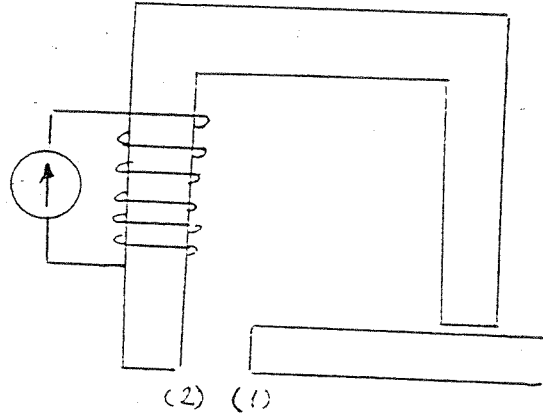
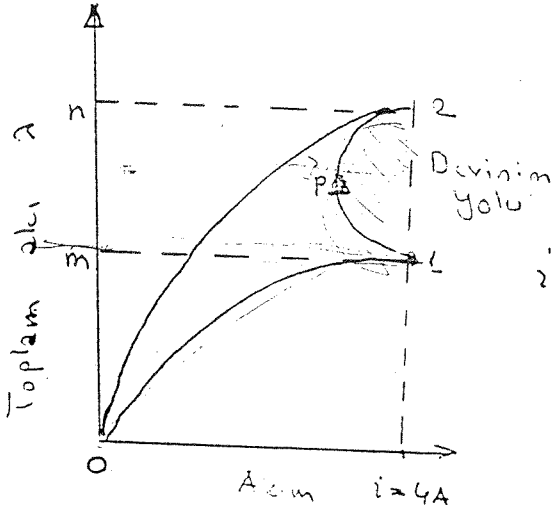
Şekilde gösterilen zayıtın her iki ögeside belli magnetik geçirgenliği sonsuz olan çekilten yapılmıştır. Zayıtın derinliği 1.5 cm dir. Üst kısım düzgen, alt kısım ise şekilde gösterilmeyen klevuz (kızak) üzerinden ^{yeterli ölçüde} devinebilmektedir. $l_h = 1$ mm, $N = 2000$ serim $I = 2$ A dir. F_x ve F_y kuvvetlerinin x in işlevi olarak bulunuz. $0 \leq x \leq 1$ cm aralığında bu kuvvetlerin değişim grafiğini çiziniz.

SORU 2



Şekilde gösterilen iki uyantımlı magnetik sistemde kesitler $A_1 = 10$ cm², $A_2 = 20$ cm², $A_3 = 15$ cm² dir. Her iki serginde serim sayısı 500 dür. Hava aralıklarının boyları ise $l_{h1} = 2$ mm $l_{h2} = 3$ mm $l_{h3} = 1$ mm dir. Malzemenin belli magnetik geçirgenliği sonsuz büyüktür. Keçele eklenen ve zayıt serpmeleri yokrensizilebilecek keden küçüktür. Sergilerin öz ve ortak endüktanslarını bulunuz.

SORU 3



0-1 eğrisi: $\lambda_1 = \sqrt{i}$ ve 0-2 eğrisi: $\lambda_2 = 2\sqrt{i}$ ile belirlenmektedir. (1) ve (2) noktelerinde $i = 4A$ dir. 1-p-2 denkleminin eğrisi ise $(i-5)^2 + (\lambda-3)^2 = \frac{1}{4}$ dir. Röle (1) konumundan (2) konumuna devrimmektedir.

- Röle açık iken yeni (1) konumunda iken, magnetik sistemde depo edilen enerjiyi hesaplayınız.
- Röle kapalı iken yeni (2) konumunda iken, magnetik sistemde depo edilen enerjiyi hesaplayınız.
- Devrim sırasında, akım kaynağından çekilen elektrik enerjisini bulunuz.
- Devrim sırasında, nölenin yaptığı işi hesaplayınız.

SORULAR ESİT AĞIRLIKLIDIR.

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

SORU 1. Akım denetimli, bir tek sergili, dönel hareketli bir aygıtın akısının, akıma bağlı olarak $\phi = a i - i^2 \sin^3 \theta$ biçiminde değiştiği bilinmektedir. Aygıtla ilişkin serginin sarım sayısı N dir. Denklemda a bir değişmez, θ açısal yerdeğişmeyi göstermektedir. Sistemin mekanik kayıplarını, sistemin dışına atarak, magnetik alanda biriken enerjisi ve aygıtın hareketli kısmına etki eden elektromekanik momenti ve bu momenti maksimum yapan açıyı bulunuz.

SORU 2. Rotoru sergili relüktans motoruna ilişkin endüktanslar

$$L_{rr} = k(\sin^2 \theta_m + k_1) \quad L_{ss} = k_2 \quad L_{sr} = k_m \sin \theta_m$$

olarak verilmiştir. Burada k, k_1, k_2 ve k_m birer değişmezdir.

a) Bu motorun şeklini çiziniz

b) $i_r = I$ ve $i_s = 2I \sin(\theta + \beta)$ akımları, rotor ve statordan alınmaktadır. β nin hangi değeri için oluşacak moment maksimum olur ve bu maksimum momentin değeri nedir? $\theta_m = \omega_m t$ ve $\theta = \omega t$ olarak alınınız

SORU 3.

Bir magnetik devrede $\phi_1 = 0.3 \sin 50t$ [Wb] akısı doluşmakta iken histeresiz kayıpları 10W girdap akımı kayıpları 15W dir. Magnetik devreden

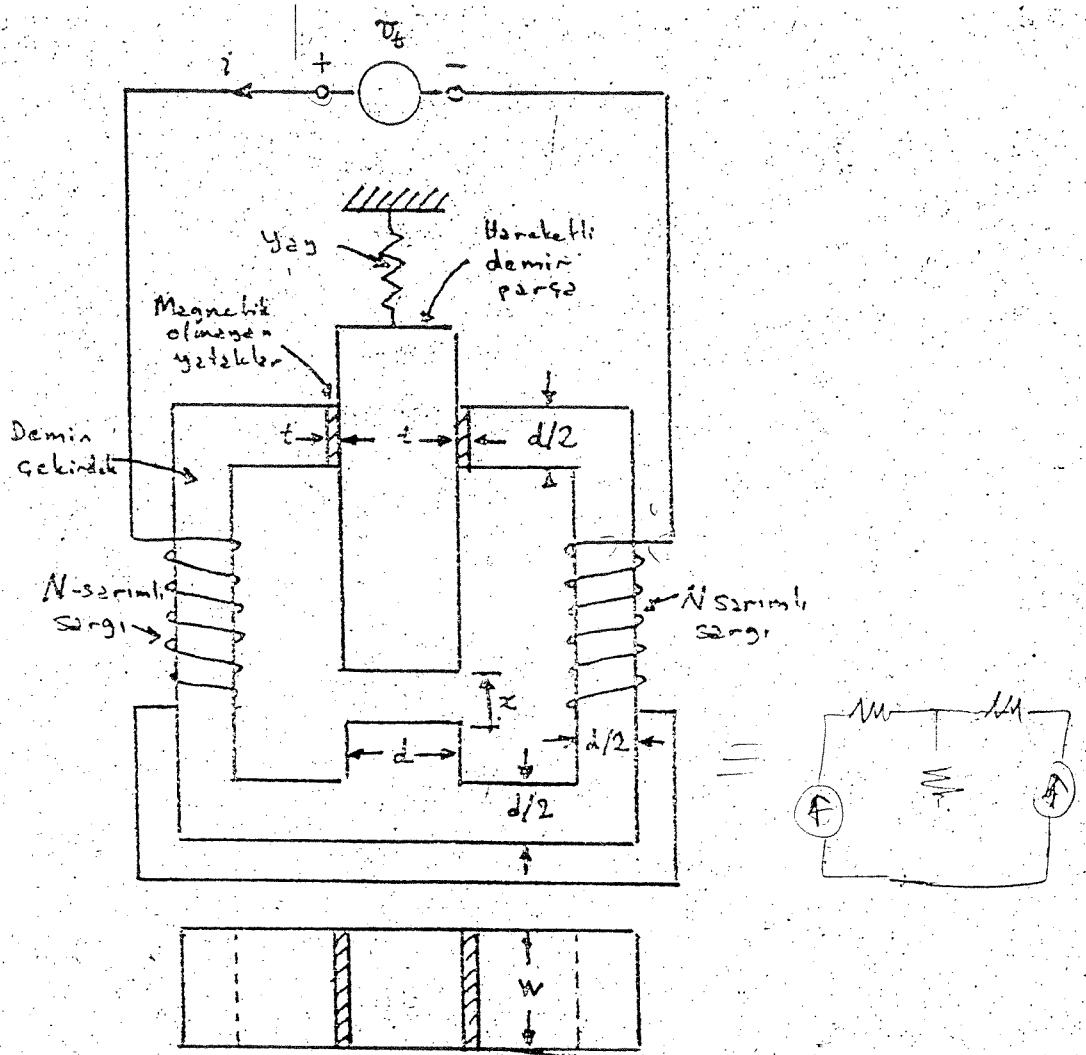
$\phi_2 = 1.2 \sin 25t + 0.6 \sin 100t$ [Wb] akısı doluşmakta iken

oluşan demir kayıpları 519.75 W dir. Malzemenin

Steinmetz değişmezini bulunuz.

mek

SORU 4



Şekilde demir çekindeli bir solenoid gösterilmiştir. Kütle: M olan hareketli demir parça yay ile bağlanmış ve kalınlığı t magnet geçirgenliği μ_0 olan magnetik olmayan yataklar ile dik olarak yerleştirilmiştir. Demirin bağıl magnetik geçirgenliğinin sonsuz olduğunu varsayınız ve iki sargıların ve kaşak zikleni gözardı ediniz. Tüm büyüklükler SI birim sistemindedir.

a) Sargının endüktansını, hareketli parçanın konumu x in işlevi olarak bulunuz. Hengi koşullar altında bu ifade doğrudur.

b) Hareketli parçaya etki eden kuvvetin ifadesini sargı akımı i cinsinden bulunuz.

c) Boyutların $W = 5 \text{ cm}$, $d = 4 \text{ cm}$, $t = 0.1 \text{ cm}$ olduğunu varsayınız. Hareketli parçaya etki eden kuvvetin yaklaşık olarak maksimum

SORU 1 Elektrik alanı bir dönüştürücüde, yük gerilim ilişkisi

$$Q = (\cos 7v - \sin 4v) \theta_1^2 + (\sin 6v - \cos 5v) \theta_2^3 + (\cos 5v - \sin 6v) \theta_3^4$$

biçimindedir. Buna göre:

- Dönüştürücünün kaç elektriksel ve kaç mekanik kcpısı vardır? Dönüştürücünün elektriksel ve mekanik kcpılarını gösteren şemasını çiziniz.
- Dönüştürücünün enerji ve co-enerji işlevlerini bulunuz $v=1V$, $\theta_1 = \pi/4$ rad, $\theta_2 = \pi/5$ rad, $\theta_3 = \pi/5$ rad dir.
- Sistemde depolanan enerji ve co-enerji nekadendir? Birimleri ile birlikte yazınız.
- Mekanik kcpılara etkiyen momentleri bulunuz

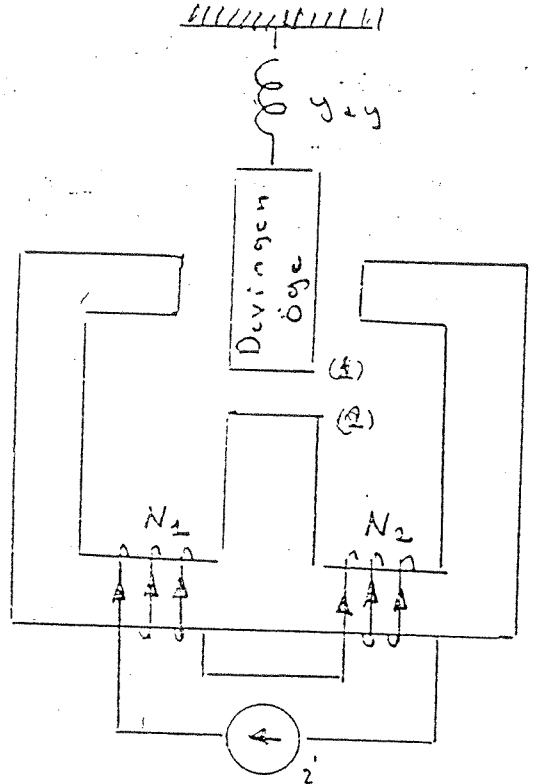
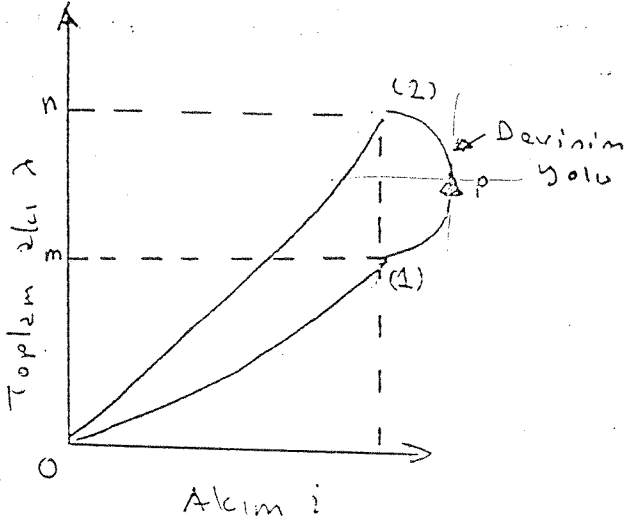
SORU 2 Bir sisteme ilişkin denklem

$$\frac{dx}{dt} + 2 \frac{v^2}{x} = 10$$

ile ifade edilmektedir.

- Sistemin bir çalışma noktası için beğinti bulunuz.
- Sistemin çalışma noktası $V_0=5V$ ile X_0 nedir?
- Sistemin çalışma noktası etrafında küçük genlikli değişimler için doğrusallaştırılmış denklemi bulunuz.
- Sistemin geçiş işlevi $X_1(s)/V_1(s)$ bulunuz.
- $v_1(t) = 0.1 e^{-t}$ [V] olarak değişirken $x_1(t)$ nasıl değişir.
- Sistemin kararlılığını inceleyiniz.

SORU 3



0-1 eğrisi: $\lambda_1 = 0.2i^2$ ve 0-2 eğrisi ise $\lambda_2 = 0.4i^2$ ile belirtilmektedir. (1) ve (2) noktelerinde $i = 5A$ dir. 1-p-2 eğrisinin denklemi $(i-5)^2 + (\lambda-8)^2 = 9$ dir. (1) ve (2) konumları arasındaki uzaklık 1mm dir.

- Röle zayıf ilken, sürekli durumda, depo edilen magnetik enerji; bul.
- Röle kapalı ilken, sürekli durumda depo edilen magnetik enerji; bul.
- Devrim sırasında, kaynağın gelen enerji; bulunuz.
- Devrim perçesinin yaptığı işi bulunuz.
- Devrim perçesine etki eden ortalama kuvveti bulunuz.

SORU 4 İki kutuplu, rotorsuz senkron motorunun stator sargısından I_0 doğru akımı akıtılmaktadır. Başlangıçta rotor θ_0 konumundadır. Sürtünmeyi gözardı ediniz. $L = L_0 + L_2 \cos 2\theta$.

- Motora ilişkin devrim denklemini yazınız.
- Küçük genlikli değişimler için, devrim denklemini doğrusalleştiriniz.
- Doğrusalleştirilmiş devrim denklemini çözerek θ nin zamana göre değişimini bulunuz ve grafini çiziniz.
- Devrimin genliğini hangi büyüklükle belirtmektedir? Neden?

SORU 1) Güç sistemlerinde, bir adet 3-fazlı transformator kullanılmakla, üç adet bir fazlı transformator kullanılmayacağı, değişik açılardan karşılaştırınız.

SORU 2) Bir sisteme ilişkin denklem

$$2x \frac{di}{dt} - 3i \frac{dx}{dt} + 7i^2 + Kx^2 = 49$$

ile ifade edilmektedir.

a) $x_0 = -2$ m, $I_0 = 3$ A bir çalışma noktası olduğuna göre K değerini belirleyiniz.

b) Sistemin çalışma noktası etrafındaki, küçük genlikli değişimler için, doğrusallaştırılmış denklemini bulunuz.

c) Sistemin geçiş işlevi $X_1(s)/I_1(s)$ bulunuz.

d) $i_1(t) = 0.1 e^{-2t}$ [A] olarak değiştiğinde $x_1(t)$ nasıl değişir?

e) Sistemin kararlılığını inceleyiniz.

SORU 3) İki mekanik ve iki elektrik kulpası bulunan dönmeli bir elektromekanik dönüştürücüde, akım toplam akı ilişkisi aşağıda verilmiştir.

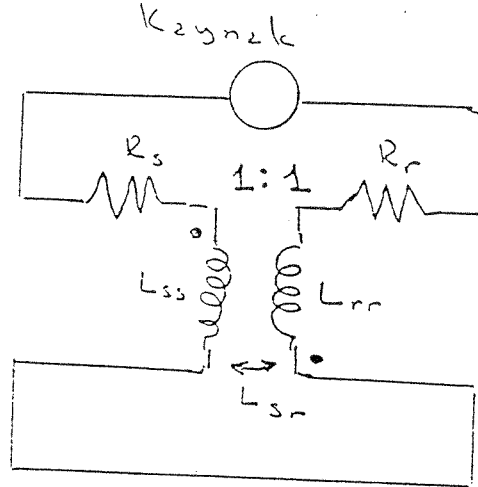
$$i_1 = (\theta_1 + \theta_2) \lambda_1 + (\theta_1 - \theta_2) \lambda_2 - \ln(\theta_1 \theta_2)$$

$$i_2 = (\theta_1 - \theta_2) \lambda_1 + (\theta_1 + \theta_2) \lambda_2 + \ln(\theta_1 \theta_2)$$

a) Sistemin co-enerji ilişkisini elde ediniz.

b) Mekanik kulpaların herbirine etkiyen ~~moment~~ momentleri bulunuz.

SORU 4



Şekilde gösterilen zygıtın rotor ve statorunda benzer sargılar vardır. Elektriksel parametreler:

Stator sargı direnci $R_s = 0.4 \Omega$

Stator sargısı özendüktansı $L_{ss} = 45 \text{ mH}$

Rotor sargısı direnci $R_r = 0.4 \Omega$

Rotor sargısı özendüktansı $L_{rr} = 45 \text{ mH}$

Ortak endüktans $L_{sr} = 40 \cos \theta \text{ [mH]}$

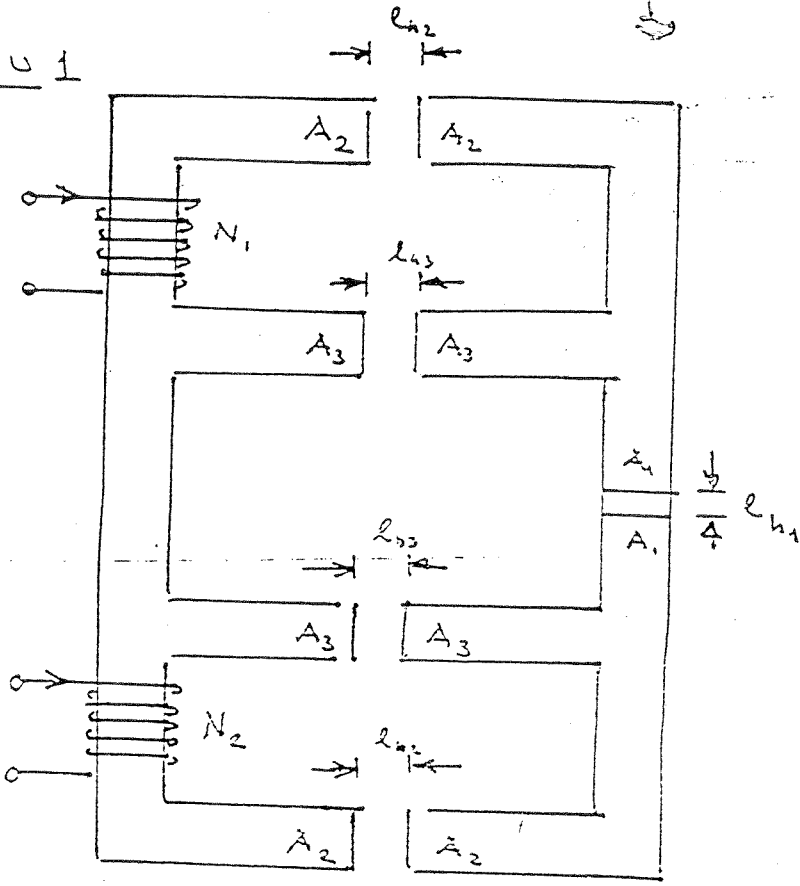
2) Makinenin ileri sargısındaki, şekilde gösterildiği gibi seri bağlanması durumunda, rotor zıssı 45° ile üreteceği momenti:

i) 10V luk bir doğru gerilim kaynağından beslenmesi durumunda

ii) 60 Hz lile 115V luk bir alternatif akım kaynağından beslenmesi durumunda bulunuz.

b) Stator 60 Hz lile bir kaynağından, ve rotor 25 Hz lile bir kaynağından beslenirse, makine hangi hızlarda enerji dönüşümü yapabilir?

SORU 1



$$N_1 = 750 \text{ sızım}$$

$$N_2 = 750 \text{ sızım}$$

$$A_1 = 20 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = 25 \text{ cm}^2$$

$$A_3 = 15 \text{ cm}^2$$

$$l_{n1} = 1 \text{ mm}$$

$$l_{n2} = 3 \text{ mm}$$

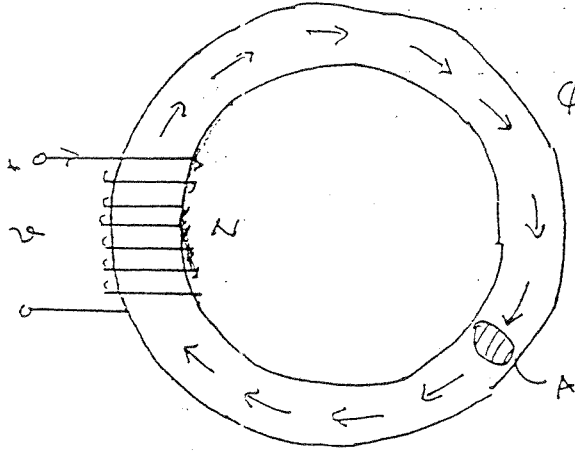
$$l_{n3} = 2 \text{ mm}$$

Sekilde gösterilen iki uyartımlı, magnetik sistemi oluşturan malzemenin magnetik geçirgenliği sonsuz büyüktür. Kısık akular ve iki sızımaları yok varsayabilecek kadar küçüktür. Sargıların öz ve ortak endüktansını bulunuz.

SORU 2

$$V = N \frac{d\phi}{dt} \rightarrow \phi = \frac{V}{N} \frac{dt}{d\phi} = \frac{N \cdot d\phi}{dt} \rightarrow \phi = \frac{V}{N} \frac{dt}{d\phi}$$

Sızım sayısı 300 ve etkin demir kesiti 48.2 cm^2 olan demir çekirdekli bir sargıya 50 Hz frekanslı 220 V uygulanıyor. Sargının akısını ve iki yoğunluğunu bulunuz. Sargı direnci gözendi edilebilecek kadar küçüktür.

SORU 3

Sızı 220V, 50 Hz şebekeden beslendiğinde, magnetik devrede oluşan gindap zımı kayıpları 100W dır. Sızıları 250V, 25 Hz lik kaynaktan beslendiğinde magnetik devrede oluşan gindap zımı kayıpları ne keder dır? Sızı direnci gözardı edilebilecek keder küçüktür.

SORU 4

Disk şeklinde yapılmış bir serbest döngü tekerleginin kütle: 222.23 kg ve yarıçapı 0.3m dır.

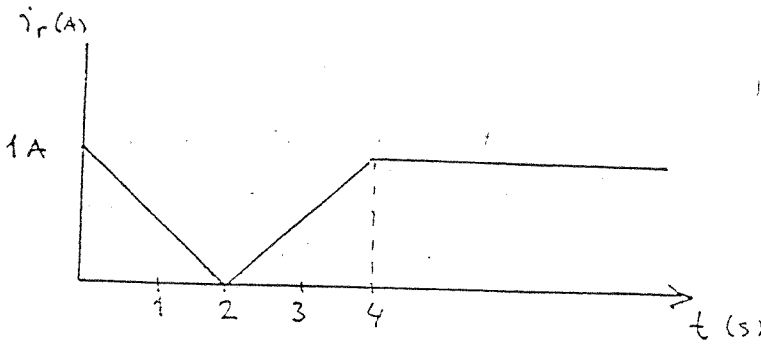
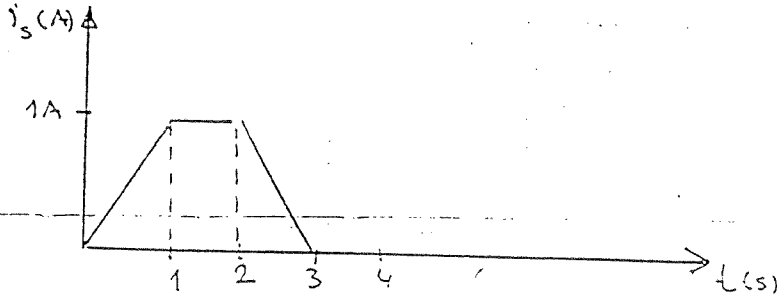
$$J = \frac{mr^2}{2}$$

$$W = \frac{2\pi n}{60}$$

- Tekerlek 955 devin/dakika hızla dönmekte iken, tekerlegın dönel kinetik enerjisini bulunuz
- Durmakta olan tekerlegi, 1 dakikada 955 dev/dakika ye getirmek için gerekli ortalama gücü bulunuz.
- 0.2 s de tekerlegın hızını 955 devin/dakika dan 946 devin/dakikaya getirmek için ~~verilmesi~~ ^{vereceği} ortalama gücü bulunuz
- Tekerlegın hızını 946 devin/dakika dan tekeren 955 devin/dakikaya 1.8 s de getirmek için verilmesi gerekli ortalama gücü bulunuz.

20

SORU 1 Rotoru sergılı, relüktans motorunda sergilerin endüktansları $L_s = 7 + 3 \cos 4\theta$ [H], $L_r = 2$ [H], $L_{sr} = 2\sqrt{2} \cos \theta$ [H] dir. Rotor $\theta = 45^\circ$ olacak biçimde sabit bir konumda tutulmaktadır. Stator ve rotor akımlarının zamana göre değişimleri aşağıda verilmiştir. Sergi dirençleri göz ardı edilebilecek kadar küçüktür.



a) Mekanizmanın enine kesit şemasını çiziniz. b) Stator sergi geriliminin zamana göre değişim grafiğini çiziniz. c) Rotor sergi geriliminin zamana göre değişim grafiğini çiziniz. d) Rotora etkiyen momentin zamana göre değişim grafiğini çiziniz.

SORU 2 Elektrostatik bir dönüştürücüde gerilim yük ilişkisi

$$v_1 = (3\theta_1 + 5\theta_2) Q_1 + (3\theta_1 - 5\theta_2) Q_2 - 7 \ln(\theta_1 \theta_2)$$

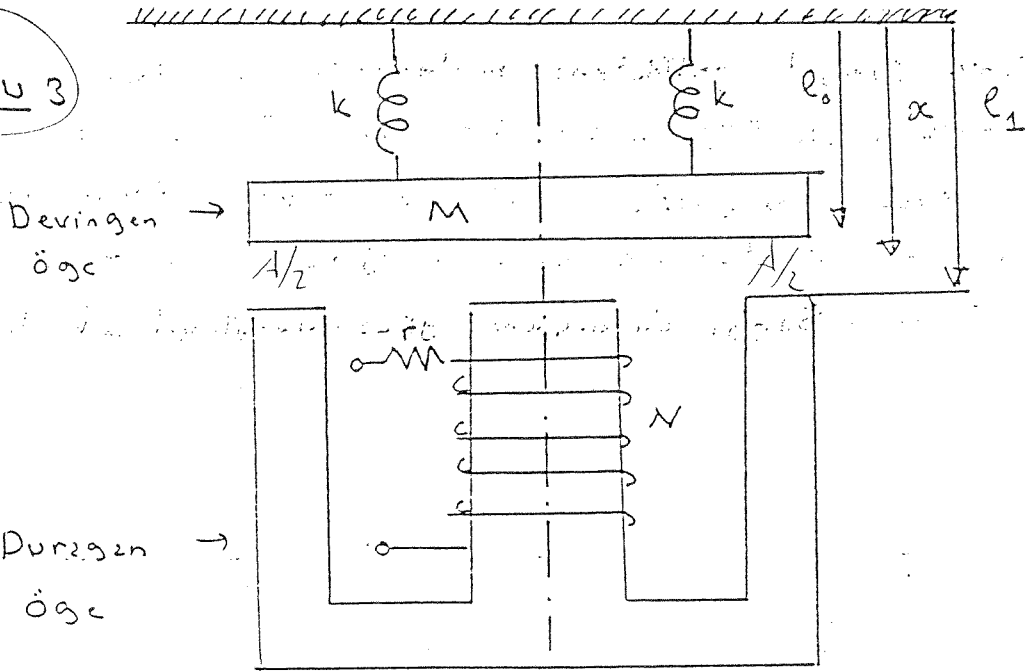
$$v_2 = (3\theta_1 - 5\theta_2) Q_1 + (3\theta_1 + 5\theta_2) Q_2 + 7 \ln(\theta_1 \theta_2)$$

a) Bu dönüştürücünün kaç elektriksel ve kaç mekanik kısıpı vardır? Buna göre dönüştürücünün şemasını çiziniz.

b) Dönüştürücünün enerji ve co-enerji işlevlerini bulunuz.

c) $\theta_1 = \frac{\pi}{4}$ rad, $\theta_2 = \frac{\pi}{6}$ rad $Q_1 = 2C$ $Q_2 = 3C$ için sistemde depo edilen enerji ve co-enerji ne kadardır? Birimi ile birlikte yaz.

d) Mekanik kısıplara etkiyen momentleri bulunuz.

SORU 3

Şekildeki aygıt aksenal dönel simetriktir ve yalnızca düşey doğrultuda devinin yapabilmektedir. Hava aralıklarındaki alan yoğunluğu aynıdır. Magnetik malzemenin bağıl magnetik geçirgenliği sonsuz büyüktür. Sargının sarılı olduğu orta bacağın kesiti A dir. Alu sızması ve kaçak alan yok varsayılmaktadır.

- Aygıtın elektriksel ve mekanik yanlarına ilişkin denklemleri yaz.
- Elektriksel ve mekanik yanlarına ilişkin denklemlerin doğruluğunu bozan terim (veya terimlerini) belirtiniz.
- Sürekli durumda, kararlı bir çalışma noktası bularak, bu nokta civerindeki küçük genlikli değişimler için, bu denklemleri doğrusalleştiriniz.

SORU 4

Sargı $220V, 50Hz$ şebekeden beslendiğinde, magnetik devrede oluşan girdap zikmi kayıpları $200W$ dir. Sargılar $110V, 75Hz$ lık kaynağın ~~den~~ beslendiğinde, magnetik devrede oluşan girdap zikmi kayıpları nekadardır? Sargı direnci gözardı edilebilecek kadar küçüktür.

21

21

SORU 1 Bir fazlı üç adet transformatörden oluşmuş 3-fazlı güç aktarıcı transformatör, faz sayısı gerilimi: 13.8 kV olan bir generatör ile faz sayısı gerilimi: 138 kV olan bir enerji iletim hattı arasına bağlanmıştır. Generatörün görünür gücü 41.5 MVA'dır. Bir fazlı transformatörlerden her birinin akım, gerilim ve görünür güçlerini aşağıdaki bağlamalar için belirleyiniz.

- Alt gerilim sargıları Δ , Üst gerilim sargıları Y
- Alt gerilim sargıları Y, Üst gerilim sargıları Δ
- Alt gerilim sargıları Y, üst gerilim sargıları Y
- Alt gerilim sargıları Δ , üst gerilim sargıları Δ

SORU 2 Anme değerleri: 1000 kVA, 11/3.3 kV olan 3-fazlı transformatörün birincil sargıları yıldız bağlı, ikincil sargıları üçgen bağlıdır. $X_m = \infty$ $R_{FE} = \infty$

Birincil sargının direnci = 0.375 ohm/faz

İkincil sargının direnci = 0.095 ohm/faz

Birincil sargının karelik reaktansı = 9.5 ohm/faz

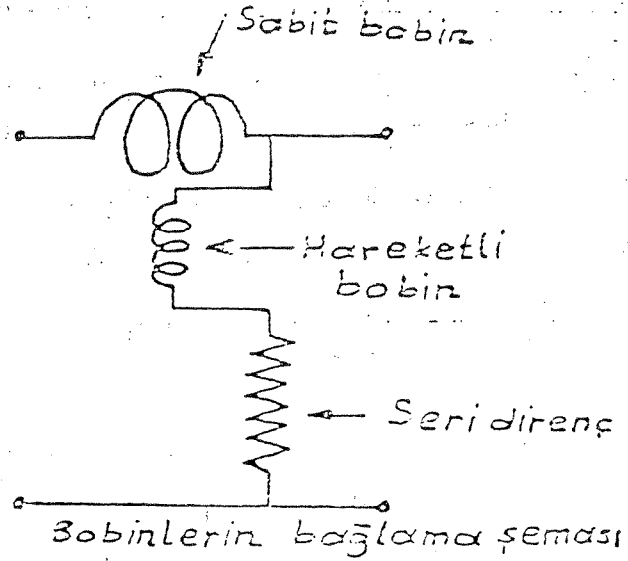
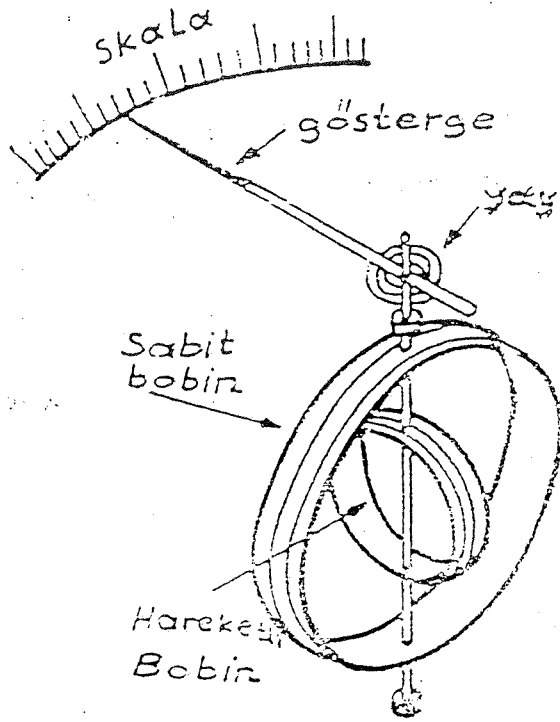
İkincil sargının karelik reaktansı = 2 ohm/faz

İkincil sargı kısırdevre edildiğinde, ikincil sargıdan tam yük akımının akması için, birincil sargılara uygulanması gereken faz sayısı gerilimi ve bu koşullarda: giriş gücünü bulunuz $X_m = \infty$, $R_{FE} = \infty$

SORU 3 Bir sisteme ilişkin denklem aşağıdadır.

$$2 \frac{di}{dt} + k \frac{i}{x} = 3 \frac{dx}{dt}$$

- $X_0 = 5m$ ve $I_0 = -2A$ bir çalışma noktası olduğuna göre $k = ?$
- Sistemin çalışma noktası etrafında, küçük genlikli değişimler için, doğrusallaştırılmış denklemini bulunuz
- Sistemin geçiş işlevi $X_1(s)/I_1(s)$ bulunuz.
- $i_1(t) = 0.5 e^{-t}$ [A] olarak değiştiğinde $x_1(t)$ nasıl değişir?
- Sistemin kararlılığını inceleyiniz.

SORU 4

Şekilde bir dinemometrenin seması görülmektedir. Aygıtın bir sabit diğeri hareketli iki tane bobini vardır. Bu bobinler seri bağlanmıştır. Hareketli bobin, seri iki bobinin uç endüktansları maksimum olacak şekilde döndürüldüğünde, bu maksimum uç endüktansının değeri 0.20 H , minimum olacak şekilde döndürüldüğünde seri iki bobinin uç endüktansı 0.10 H olmaktadır. Bobinlerden birininin diğeriyle dike düzlem içinde bulunması durumunda bobinden geçen 50 mA lık akımın oluşturacağı moment bulunuz. Magnetik akımın sinüzoidal olduğunu varsayınız.

SORU 5 İki kutuplu motoru senkroniz relüktans motorunun stator senkronizinden I_0 doğru akımı akımlıdır. Rotorun eylemsizlik momenti J dir. Başlangıçta rotor θ_0 konumundadır. Sürtünme gözendi, edilebilir keder keder küçüktür. $L = L_0 + L_2 \cos 2\theta$ 2) Motora ilişkin devrimin denklemini yazınız. b) Küçük genlikli değişimler için devrimin denklemini doğrusallaştırınız. c) Doğrusallaştırılmış devrimin denklemini gözerek θ nin zamanı göre değişimini bulunuz ve değişim grafiğini çiziniz. d) Devrimin senkroniz senkroniz büyüklüğe belirlenmektedir? Neden? $M_T = 0$

✓ SORU 1 Bir motorun eylemsizlik momenti: 2 kgm^2 , sürtünme katsayısı 0.4 Nms/rad dir. Motor 40 Nm lik sabit bir moment üretmekte ve 20 Nm lik sabit bir yükü sürmektedir. Motor başlangıçta durgun durumdadır.

2) Motor hızını zamanın işlevi olarak bulunuz

b) Motor hızının 1 s , 2 s , 3 s , 4 s , 5 s ve 6 s deki değerlerini hesaplayınız

Motorun ürettiği momentin yönü 6 s de değiştirilmiştir.

c) Motor hızını zamanın işlevi olarak bulunuz

d) Motor hızını 7 s , 8 s , 9 s , 10 s , 11 s , 12 s , 13 s , 14 s , 15 s , 16 s , 17 s ve 18 s deki değerlerini hesaplayınız.

e) Motor hangi anda durur?

f) Motorun sürekli durumdaki hızı nedir?

g) $t=0$ zından başlayarak motor hızının zamana göre değişim grafiğini çiziniz.

SORU 2

Elektrostatik bir dönüştürücüde gerilim yük ilişkisi

$$V = (7x_1^2 - 5x_2^2) \sin 3Q + (11x_3^4 - 3x_4^2) \cos 4Q$$

biçimindedir.

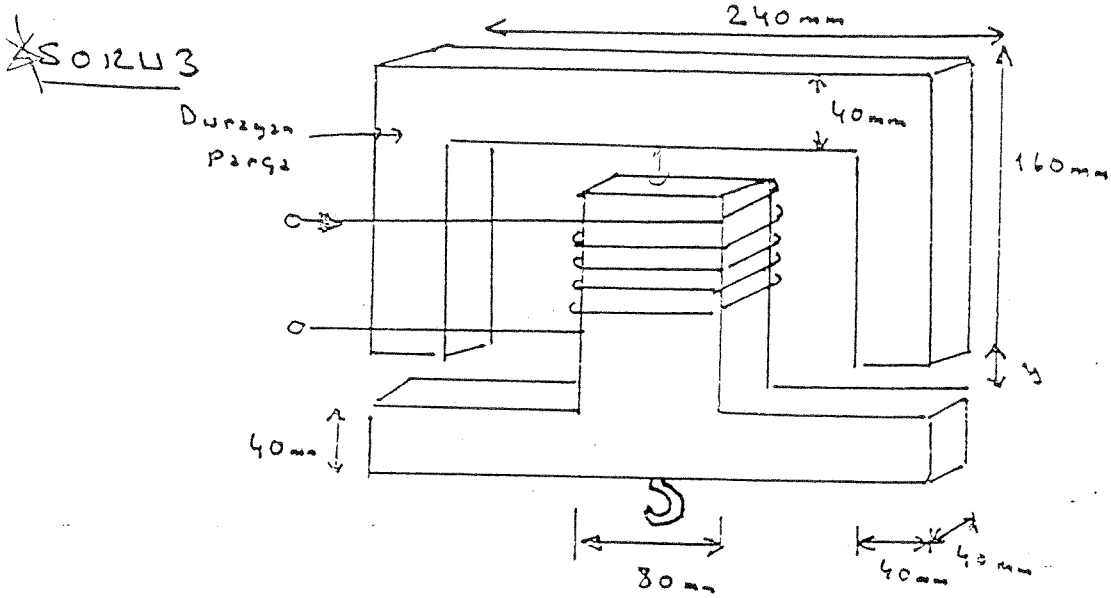
a) Dönüştürücünün k_{29} elektriksel ve k_{29} mekanik kapasitesi nedir? Buna göre dönüştürücünün şemasını çiziniz.

b) Dönüştürücünün enerji ve co-enerji işlevlerini bulunuz.

$Q = LC$, $x_1 = 4 \text{ m}$, $x_2 = 1 \text{ m}$, $x_3 = 2 \text{ m}$, $x_4 = 3 \text{ m}$ dir. Buna göre

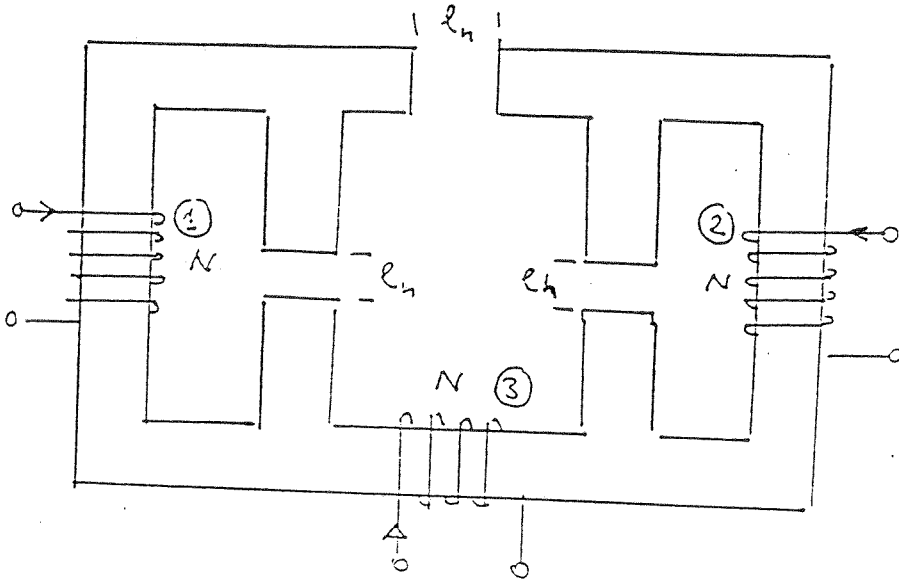
c) Sistemde depo edilen enerji ve co-enerji ne kadardır? Birimi ile birlikte yazınız

d) Mekanik kapılara etkiyen kuvvetleri bulunuz.



- Şekilde gösterilen elektromagnetik dönüştürücü M kütlesini γ mesetesine kaldırmakta kullanılmaktadır. Sargının serim sayısı 500 dır ve 2A lik akım sargıdan aşıırı ısınmaya neden olmıeden alınabilmektedir. Magnetik malzeme 1.5 T lik akı yoğunluğu taşıyabilmektedir. Havz aralığındaki akı serimlerini gözard
- Sargıdan 2A akımla iken havz aralığında 1.5T lik akı yoğunluğu oluşması için γ havz aralığı boyu ne olmalıdır?
 - Bir önceki sakte bulunan havz aralığı için devingen ögeye etkiyen kuvvet nedir?
 - Magnetik malzemenin yoğunluğu 7800 kg/m^3 dır. 2 şıklınde bulunan havz aralığı boyu için, yerçekimi kuvvetine karşı kaldırılabilcek m kütlesinin yaklaşık değerini bulunuz
 - Devingen parçası 2 şıklınde hesaplanan havz aralığı uzunluğunda boşlukta tutmak için sargıdan geçmesi gereken akımı bulunuz
 - Sargıdan 0.3A lik akım akımla iken ve havz aralığı boyu 2 şıklınde hesaplanan uzunlukta iken, devingen öge, zıiden serbest bırakılırsa, devingen parçanın ille irmesi ne olur?

Soru 1



23

Şekilde gösterilen üç uçlu, manyetik sistemde kesit her yerde 10 cm^2 dir. Sargıların sargı sayısı 500 dir. Havz aralıklarının boyu 1 mm dir. Malzemenin manyetik geçirgenliği sonsuz büyüktür. Kazık ziklen ve havz aralıklarında zik. sargıları gözendi edilebilecek kadar küçüktür. Sargıların öz ke ortak endüktanslarını bulunuz.

Soru 2

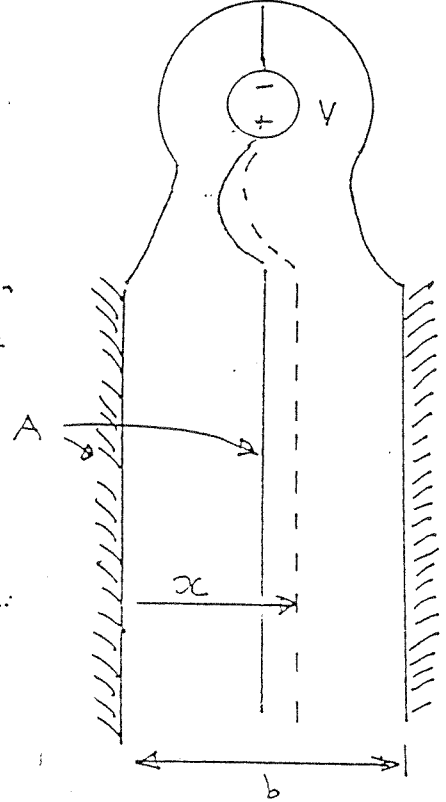
Bir ferromagnetik malzeme üzerinde aşağıdaki deneyler yapılmıştır.

Frekans (Hz)	Alın yoğunluğunun tepe değeri (T)	Demin kayıpları (W)
50	1.2	500
50	0.75	185.04
35	1.2	287

Bu deney sonuçlarından yararlanarak, malzemenin Steinmetz değişimini bulunuz.

SORU 3

Şekilde gösterilen kondansatör, her birinin yüzeyi A olan üç paralel levheden oluşmuştur. Arzda iki levhe, iki kenar levhelerin arasındaki uzaklığın tam ortasına gelecek biçimde yerleştirilmiştir, ancak bu aradaki levhe her iki levheye paralel kalacak biçimde devrilmelidir. Aradaki devrilen levhe V doğru gerilim kaynağından beslenmiştir. Boşluk havadır.



- a) Devrilen panele etkileyen kuvvetin x e bağlı ifadesini çıkarınız.
 b) x in hangi değeri için devrilen panele kuvvet etki etmez.
 c) Devrilen panel kenar çizgi ile gösterilen konumda iken, devrilen panele etkileyen kuvvet hangi yödedir?
 d) Devrilen panel kenar çizgi ile gösterilen konumda iken, karşı levhaya doğru mu devrilmeye yoksun ortaya doğru mu devrilmeye yatkın?
 e) $V=100V$, $A=50cm^2$, $b=2cm$ iken devrilen panele etkileyen kuvvetin x bağlı ifadesini çıkarınız ve grafini çizin.

SORU 4 Aşağıda toplam iki-üçer ilişkisi verilen elektromekanik dönüştürücülerin doğrusal olup olma durumlarını ındeleyiniz

- a) $\lambda = 5i \sin 7t + 9i$
 b) $\lambda = 3i \cos 2i + 7i$ c) $\lambda = 9i \ln 5i + 7 \sin t$
 d) $\lambda = 3i \sin^3 t$ e) $\lambda = 7i e^{-5t}$

SORU 1 Üç fazlı 500 kVA lık bir transformatorde boştaki kayıp gücü 1 kW, kısadevre kayıp gücü 7.8 kW tir. Güç katsayısı 0.8 endüktif olduğunda tam ve yarı yükte verimi hesaplayınız. Güç katsayısının 1.0 değeri için azami verimi ve bu kezimdaki kayıplar ile görünür gücü bulunuz

SORU 2 Üç fazlı, 600 kVA, 11000/660 V, Y/Δ transformatör üzerinde yapılan deney sonuçları şöyledir:

Boşta çelışme deneyi: 660 V, 16 A, 4.8 kW (AG sensörlerinden)
 Kısadevre deneyi: 500 V, 30 A, 8.2 kW (YG sensöründen)

Birincil sargıya indüktanmış eşdeğer devre parametrelerini bulunuz. Ayrıca, ilincil sargı uçlarına tam yük akımı 0.8 endüktif güç katsayısında çeken bir yük bağlandığında akımlarıda hesaplayınız.

SORU 3

Bir rölenin özegrisi: $\phi = 10^{-7} (\mathcal{F} - 3 \times 10^4 \mathcal{F}^2)$ ve k_{2221}

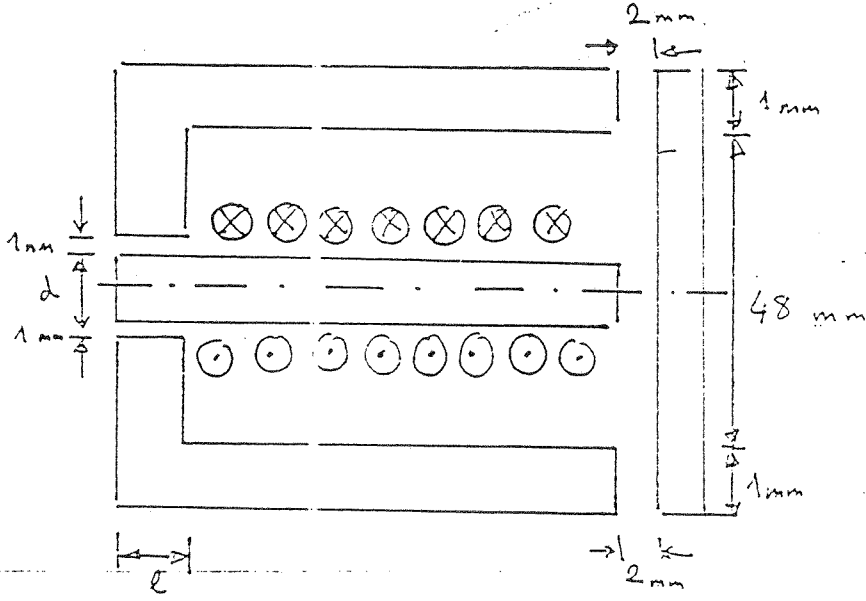
$\phi_{221k} = 10^{-8} \mathcal{F}$ Wb dir. Sürekli durumunda mmk 1000 A-sızım, k2222 sırasında izlenen yol $\mathcal{F} = 700 + (\phi - 4 \times 10^{-5})^2 / 3 \times 10^{-12}$
 Röle zık konumdan, k2222 konuma gelmektedir. k2222 sırasında)2) elektrik enerjisi girişini b) Depolanan magnetik enerjideki değişimi c) ~~magnetik~~ mekanik enerji çıkışını bulunuz.

bit

SORU 4 Bir rölenin, demir kısmının enine kesiti 1 cm^2 , akı yolu uzunluğu 10 cm dir. Demirin boyut magnetik geçirgenliği 4500 dir. Röle açılı iken hava aralığı 2 mm , röle kapalı iken, yüzeydeki ~~akı~~^{P200210} nedeniyle, hava aralığı 0.1 mm dir. Röle sarğısı 12 V , 50 Hz lik kaynaktan beslenmektedir ve sarım sayısı 5000 dir. Sarğı direnci gözardı edilebilir.

- i) Devingen öge maksimum hava aralığı konumunda iken:
 - 2) Magnetik devrede doluşan akı, bulunuz
 - b) Sistemde depolanan enerji ne kadardır?
 - c) Demir kısmın birim haciminde depolanan enerji ne kadardır? Demir kısmın toplam haciminde depolanan enerji ne kadardır? Demir kısmında depolanan enerji, sistemin toplam enerjisinin % kaçidir?
 - d) Hava aralığının birim haciminde depolanan enerji ne kadardır? Hava aralığının toplam haciminde depolanan enerji ne kadardır? Hava aralığında depolanan enerji, sistemin toplam enerjisinin % kaçidir.
 - e) Oluşan kuvvetin zamanı göre ortalamasını, bulunuz.
- ii) Devingen öge minimum hava aralığı konumunda iken
 - f) Magnetik devrede doluşan akı, bulunuz
 - g) Sistemde depolanan enerji ne kadardır?
 - h) Demir kısmın birim haciminde depolanan enerji ne kadardır? Demir kısmın toplam haciminde depo edilen enerji ne kadardır? Demir kısmında depolanan enerji, sistemin toplam enerjisinin % kaçidir.
 - k) Hava aralığında birim haciminde depolanan enerji ne kadardır? Hava aralığının toplam haciminde depolanan enerji ne kadardır? Hava aralığında depolanan enerji sistemin toplam enerjisinin % kaçidir?
 - e) Oluşan kuvvetin zamanı göre ortalamasını, bulunuz.

SORU 1



25

Sekilde aksenal dönel simetrik magnetik sistem verilmiştir. Hava aralıklarında zka yoğunluğu $1.2 T$ dir. Malzemenin bagil magnetik gecirgenligi sonsuz büyüktür. Aci sarmaları ve keseli zkalen geçendi edilebilecek kadar küçüktür. Serginin sarm sayisi 750 dir.

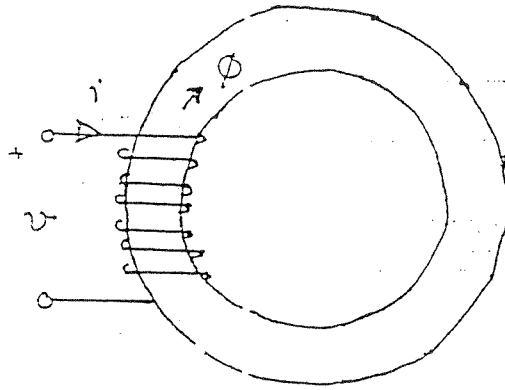
- a) Sekilde verilmeyen boyutları bulunuz ($d=?$ $l=?$)
- b) Serginin endüktansını belirleyiniz ($L=?$)
- c) Magnetik sistemde depolanan enerjiyi bulunuz ($W=?$)
- d) Serгідen geçen zkanı hesaplayınız. ($I=?$)

SORU 2

Elektromekanik dönüştürücünün uyartım sergisi 230V luk doğru zkim kaynağına baglı olduğunda sürekli durumda 10A çekmektedir. Uyartım sergisi doğru zkim kaynağına baglı olduğunda 0.3 s de zkimin 5A olduğu gözlemlenmiştir.

- a) Elektromekanik dönüştürücünün uyartım sergisinin endüktansını bulunuz
- b) Ağgit sürekli durumda çalışırken uyartım sergisinin uçları znden kısa devre edilirse, kısa devre zkiminin, sürekli çalışma zkiminin %30' na inmesi için geçmesi gereken süreyi bulunuz

Uyartım sergisi endüktansını sabit

SORU 3

Sargıya $v = 200\sqrt{2} \sin \omega t$ (V) gerilim uygulandığında sargıdan geçen akım

$$i = 7.21 \sin(\omega t - 30^\circ) + 2.90 \sin 3(\omega t - 70^\circ)$$

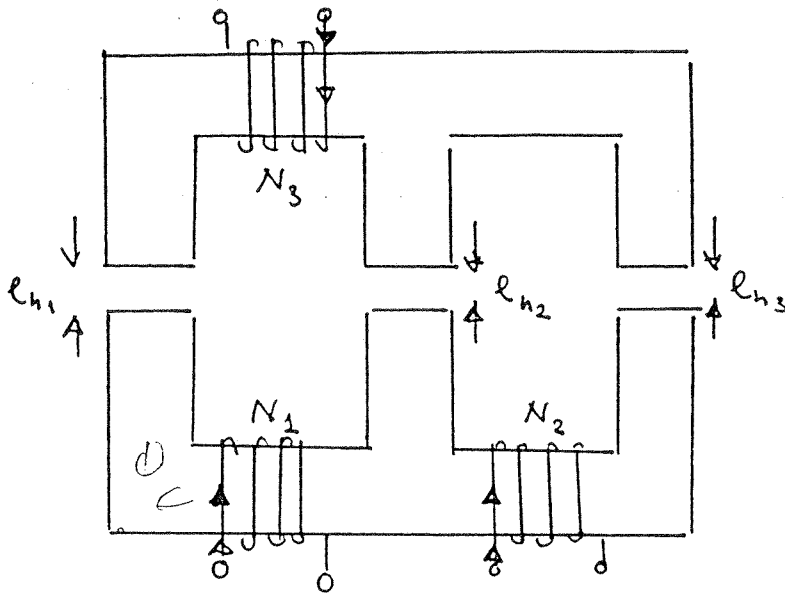
biçiminde değişmektedir.

- Sargı akımının etkin değerini bulunuz.
- Magnetik devrede oluşan demir kayıplarını bulunuz.
- Sargıya uygulanan gerilim ile sargı akımı arasındaki fazör diyagramını çizin. Fazör diyagramından yararlanarak manyetik akımın etkin değerini bulunuz.
- Kaynaktan çekilen toplam tepkin gücü bulunuz.

SORU 4

Disk şeklinde yapılmış bir serbest döngü tekerleginin kütlesi 250 kg ve yarıçapı 0.4 m dir.

- Tekerlegin eylemsizlikle momentini bulunuz, birimi ile yazınız.
- Tekerlek 375 devir/dakika ile dönmekte iken, tekerlegin dönel kinetik enerjisini bulunuz.
- Durmukta olan tekerlegi, 1 dakikada 375 devir/dakika hızı getirmek için gerekli ortalama gücü bulunuz.
- 0.25 s de tekerlegin hızını 375 devir/dakika den 365 d/dk ~~etkinde~~ ~~hız~~ geldiğinde verdiği ortalama gücü bulunuz.
- Tekerlegin hızını 365 devir/dakika den tekeren 375 dev/dk ye 0.15 s de getirmek için verilmesi gereken ortalama gücü bulunuz.

SORU 1

Şekilde gösterilen üç uzantılı magnetik sistemin kesiti her yerde aynı 25 cm^2 dir. Sırim sayıları $N_1=3500$ $N_2=2500$ $N_3=1500$ huzve aralıkları boyları ise $l_{h1}=2 \text{ mm}$ $l_{h2}=1 \text{ mm}$ $l_{h3}=3 \text{ mm}$ dir. Malzemenin bşöl magnetik geçiren liğ: sonsuz büyük, kaçık zikelen ve huzve aralığındaki ziki sızımaları yok varsayılabiliriz keder küçüktür. Sargıların öz ve ortak endüktanslarını bulunuz.

SORU 2 Bir sisteme ilişkin denklem

$$3x \frac{dx}{dt} - 5v \frac{dv}{dt} + 4v^2 - 2x^2 = K$$

ile verilmektedir:

$$v_0 = v_1(t)$$

a) $X_0 = 2 \text{ m}$ $V_0 = 3 \text{ V}$ bir çalısmaz noktası olduğunuz göre K değışmesini belirleyiniz $v_0 = v_1$

b) Sistemin bu çalısmaz noktası etrafındaki, küçük genlikli değışimler için, doğrusallaştırılmış denklemi bulununuz.

c) Sistemin geçiş işlevi $V_1(s)/X_1(s)$ bulunuz.

d) $x_1(t) = 0.2 e^{-5t} \text{ [m]}$ olzrak değıştiğinde $v_1(t)$ nasıl değışir.

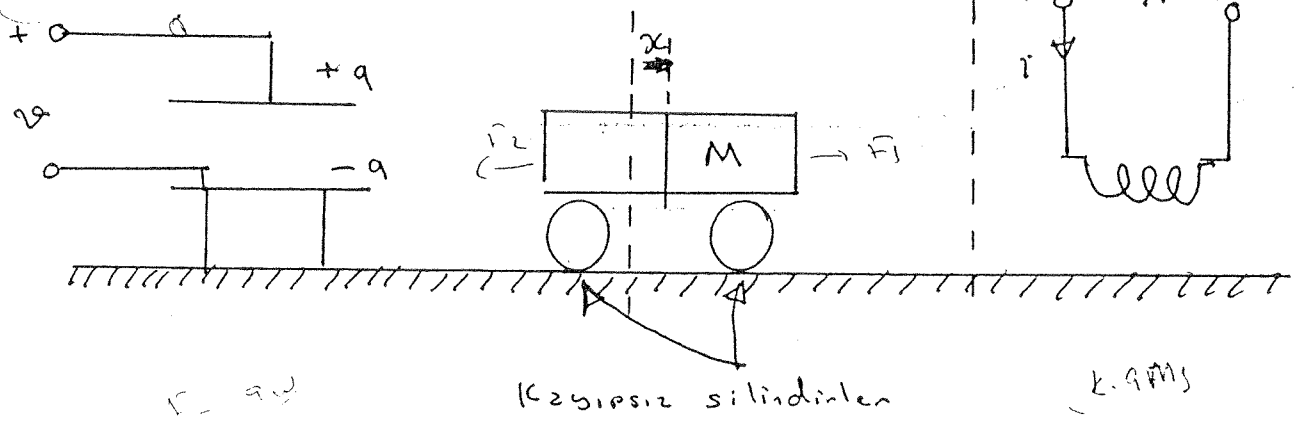
e) Sistemin kararlılığını inceleyiniz. $\frac{d}{dt}$

$$\mathcal{L} I = N_1 \Phi$$

$$\Phi_1 = \frac{\Phi_3}{l_1 + l_2}$$

$$\mathcal{L} I_3 = N_3 \frac{\Phi_3}{l_1 + l_2} = \frac{N_1}{l_1 + l_2} \cdot N_3$$

SÖRÜ 3



Kayıpsız silindirel üzerinde yuvarlanabilen demir parçanın kütlesi M dir. Parça, levhası yere monte edilmiş kondansatörün ve serginin çekim etkisindedir. Parçanın ortası x konumunun başlangıcı olarak alınmıştır.

Serginin ve kapasitenin özgeçirileri deneysel olarak eşgüdüklü gibi bulunmuştur:

$$\text{Sergi için } \lambda = i^3 (A + Bx^2)$$

$$\text{Kapasitenin için } q = v^3 \left(\frac{C}{D + Ex} \right)$$

- 2) Sistemin mekanik kısmına ilişkin devrim denklemini yazınız
b) Sistemde eşgüdüklü işlemler sırasıyla yapılmıştır:

1) x sıfır olarak tutulurken, q sıfırdan Q_0 kadar

yükseltilmiştir ve λ sıfırdan λ_0 kadar yükseltilmiştir.

2) Sergi kısa devre edilip kapasite açık devre edilmiştir.

3) Parçanın merkezi x_1 e devrinmiştir.

Bu durumların her biri için, ne kadar enerji, mekanik enerjiye dönüşmüştür.

SÖRÜ 4 Rotoru sergili relüktans motoruna ilişkin endüktanslar

$$L_s(\theta) = 0.72 + 0.25 \cos 6\theta, L_r(\theta) = 0.92 + 0.63 \cos 6\theta, L_{sr} = 0.75 \cos \theta$$

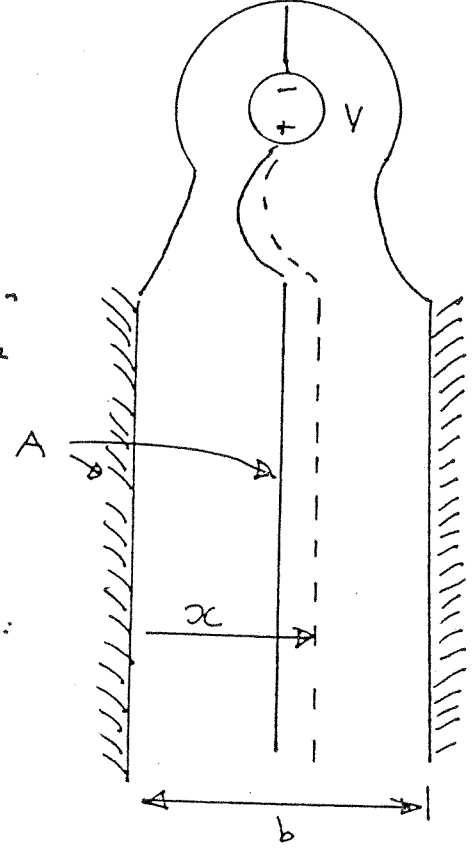
Henny olarak verilmiştir. 2) Motorun şemasını çizin.

- b) $I_s = 8A$ ve $I_r = 10A$ sabit sergi akımı değerinde θ nin 0° den 10° ye değişiminde yapılan mekanik işi bulunuz.
c) Yüklendeki devrim hızında rotor ve statoru besleyen kayıplardan oluşan enerji değerini bulunuz.

$$50(0.92 + 0.63 \cos 6\theta) + 40(0.75 \cos \theta)$$

SORU 1

Şekilde gösterilen kondansatör, herbirinin yüzeyi A olan üç paralel levhadan oluşmuştur. Arzdeki levha, iki kenar levhelerinin arasındaki uzaklığın tam ortasına gelecek biçimde yerleştirilmiştir, ancak bu ortadaki levha her iki levhaya paralel kalacak biçimde devinebilmektedir. Ortadaki devingen levha V doğru gerilim kaynağından beslenmiştir. Bosluk havadır.

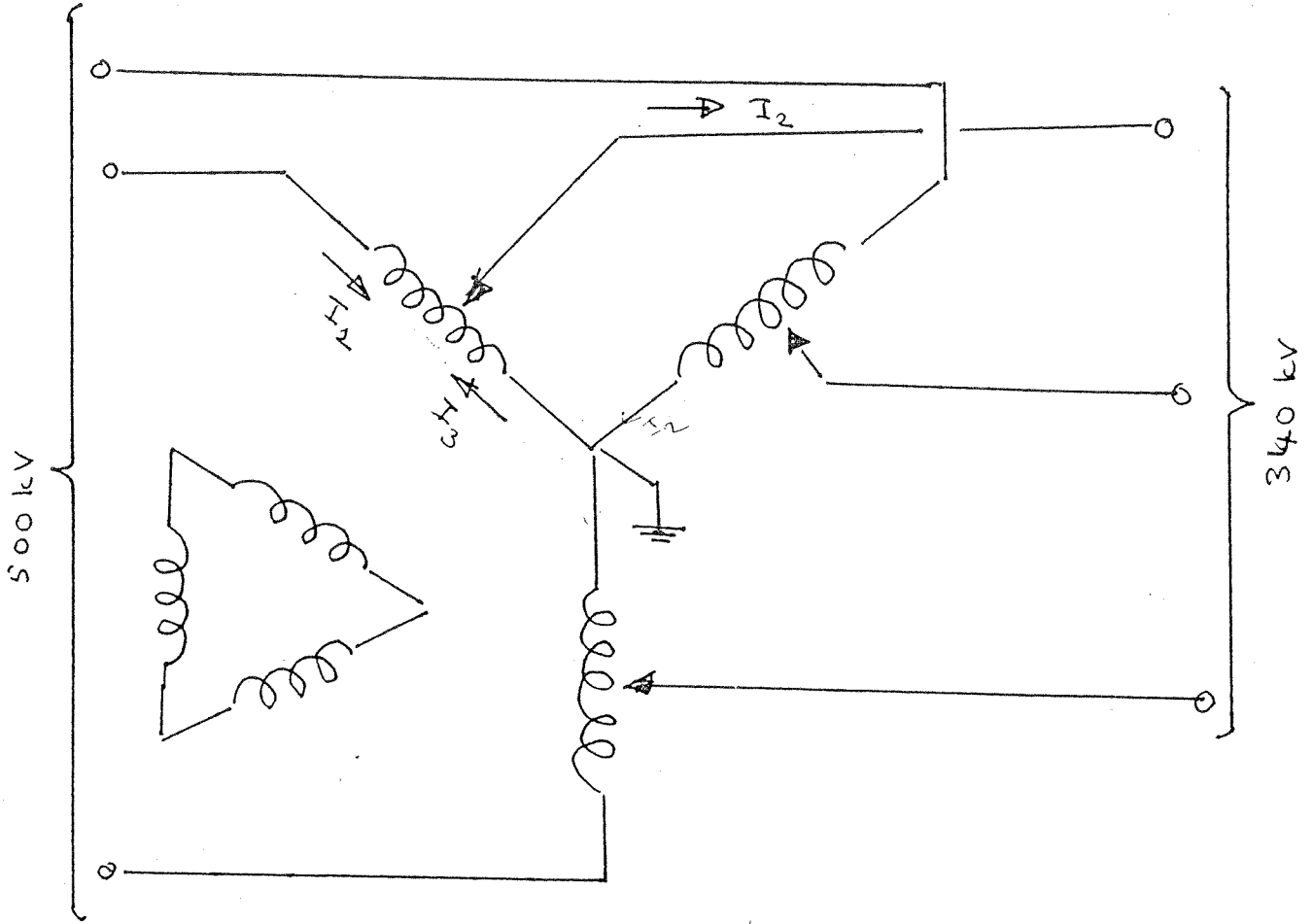


- Devingen parçaya etkiyen kuvvetin x e bağlı ifadesini çıkarınız.
- x in hangi değeri için devingen parçaya kuvvet etki etmez.
- Devingen parça kırık çizgi ile gösterilen konumda iken, devingen parçaya etkiyen kuvvet hangi yöndedir?
- Devingen parça, kırık çizgi ile gösterilen konumda iken, karşı levhaya doğrusu devinin yokse ortaya doğrusu devinin? Neden?
- $V=100V$, $A=50cm^2$ $b=2cm$ iken devingen parçaya etkiyen kuvvetin x bağlı ifadesini çıkarınız ve grafini çiziniz.

SORU 2

Güç sistemlerinde 3-fazlı bir adet transformator kullanılmakla ile, 3 adet bir fazlı transformator kullanmayı çeşitli yönlerden karşılaştırınız.

SORU: 3



Güç sisteminin 500 kV lük parçasını, 340 kV lük parçasını bağlayan 3-fazlı ototransformatör bağlantısı şekilde gösterilmiştir. Sistem $900 + j100$ (MW ve MVA) toplam gücü taşımakta iken sargı ve hat zkimlerini bulunuz.

Üçken bağlı sargı 50 Hz lik zkim taşımaktadır, yalnızca sistemde oluşacak harmonikleri bastırmakta, zkimlerin olabildiğince sinüzoidal olmasını sağlamaktadır. Transformator kayıpsızdır ($I_1 = ?$, $I_2 = ?$, $I_3 = ?$)

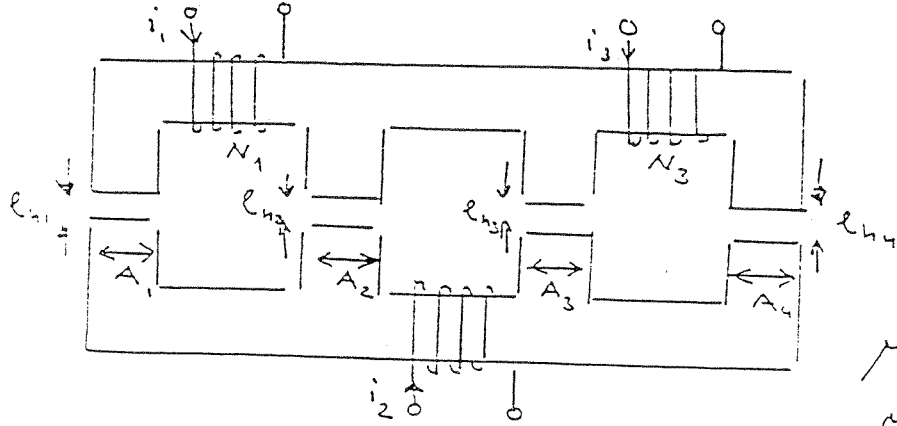
SORU 4 Üç fazlı, 600 kVA 11000/660 V, Y/ Δ transformator üzerinde yapılan deney sonuçları şöyledir.

Boşta gelişme deneyi: 660 V, 16 A, 4.8 kW (AG sargılarından)

Kısa devre deneyi: 500 V, 30 A, 8.2 kW (YG sargılarından)

Birincil devreye indüktif eşdeğer devre parametreleri bulunuz. Ayrıca, ikincil sargı uçlarına tam yük zkimini

0.8 endüktif güç katsayısında gelen www.oguzhancakmak.com.tr bağlanıldığında zkimleri de hesaplayınız.

SORU 1

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$\mu_r = \infty$$

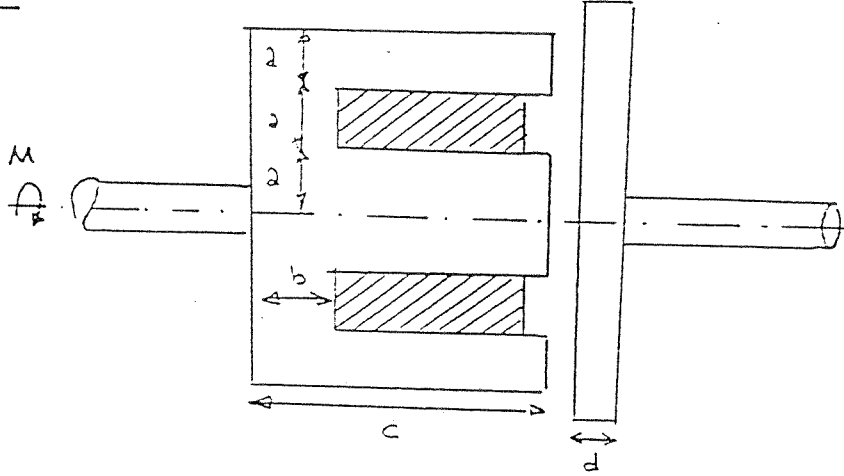
Şekilde üç uçlu bir manyetik sistem gösterilmiştir. Kesitler $A_1 = 15 \text{ cm}^2$, $A_2 = 25 \text{ cm}^2$, $A_3 = 20 \text{ cm}^2$, $A_4 = 30 \text{ cm}^2$ dir. Sargıların sargı sayıları $N_1 = 150$, $N_2 = 200$, $N_3 = 250$ dir. Herz aralıklarının boyları ise $l_{h1} = 4 \text{ mm}$, $l_{h2} = 1 \text{ mm}$, $l_{h3} = 2 \text{ mm}$, $l_{h4} = 3 \text{ mm}$ dir. Sargıların öz ve ortak endüktanslarını bul.

SORU 2 Bir sisteme ilişkin denklem

$$2x \frac{di}{dt} - 4i \frac{dx}{dt} + 5i^2 - 3x^2 = k$$

ile verilmektedir.

- $X_0 = 3 \text{ m}$, $I_0 = 2 \text{ A}$ bir çalışma noktası olduğuna göre k değerini saptayınız
- Sistemin bu çalışma noktası etrafındaki, küçük genlikli değişimler için, doğrusallaştırılmış denklemi bulunuz
- Sistemin geçiş işlevi $I_1(s)/X_1(s)$ bulunuz
- $x_1(t) = 0.5 e^{-3t} \text{ cm}$ olarak değiştiğinde $i_1(t)$ nasıl değişir?
- Sistemin kararlılığını inceleyiniz.

SORU 3

Günümüzde uygulamada kullanılan bir magnetik fren, gerçek boyutları ile şekilde verilmiştir.
 $2 = b = d = 1 \text{ cm}$ $c = 3 \text{ cm}$ Çekirdeğin derinliği 2 cm ,
 fren levhası ise dairesektördür. Malzemenin manyetikleşme
 eğrisi: $B = 1.551 H / (100 + H)$ ile verilmiştir Burada
 $[B] = T$ $[H] = A/m$ dir.

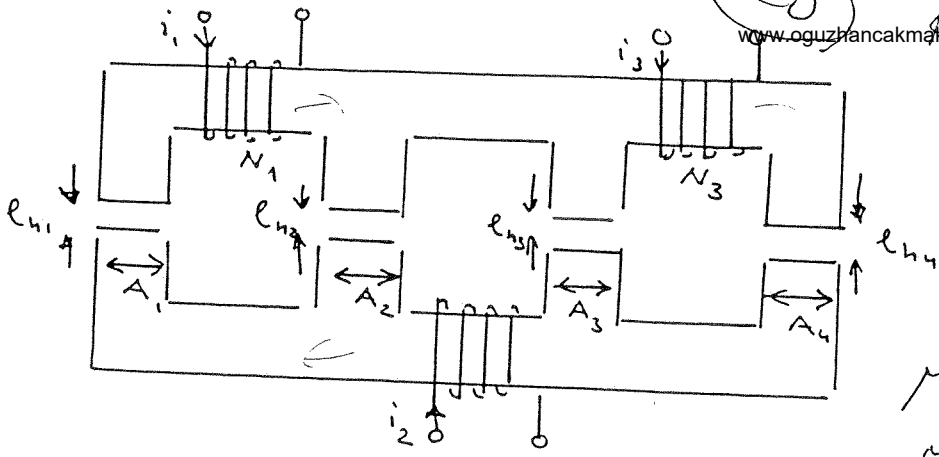
2) Hava zarfı 2 mm , sürtünme katsayısı 0.9
 olduğuna göre, ağırlığın iletebileceği momenti
 bulunuz.

b) Sargı için gerekli Amper-sarımı bulunuz.

SORU 4 Bir ferromagnetik malzeme üzerinde aşağıdaki
 deneyler yapılmıştır.

Frekans	Altı yoğunluğunun tepe değeri (T)	Demir kayıpları (W)
60 Hz	1.2 T	1000 W
60 Hz	0.8 T	424.5 W
50 Hz	1.2 T	736.1 W

Bu deney sonuçlarından yararlanarak, malzemenin
~~Steinmetz~~ Steinmetz değişimini bulunuz.

SORU 1

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$\mu_r = \infty$$

Şekilde üç uyentimli magnetik sistem gösterilmiştir. Kesitler $A_1 = 15 \text{ cm}^2$ $A_2 = 25 \text{ cm}^2$ $A_3 = 20 \text{ cm}^2$ $A_4 = 30 \text{ cm}^2$ dir. Sargıların sarmı sayıları $N_1 = 150$ $N_2 = 200$ $N_3 = 250$ dir. Herz aralıklarının boyları ise $l_{h1} = 4 \text{ mm}$ $l_{h2} = 1 \text{ mm}$ $l_{h3} = 2 \text{ mm}$ $l_{h4} = 3 \text{ mm}$ dir. Sargıların öz ve ortak endüktanslarını bul.

SORU 2 Bir sisteme ilişkin denklem

$$2x \frac{di}{dt} - 4i \frac{dx}{dt} + 5i^2 - 3x^2 = k$$

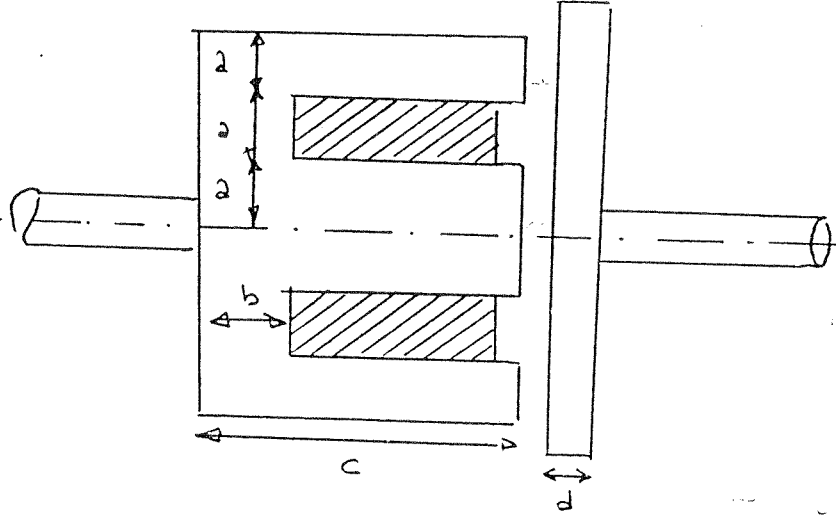
ile verilmektedir.

- $x_0 = 3 \text{ m}$, $I_0 = 2 \text{ A}$ bir çalışma noktası olduğuna göre k değerini saptayınız
- Sistemin bu çalışma noktası etrafındaki, küçük genlikli değişimler için, doğrusallaştırılmış denklemi bulunuz
- Sistemin geçiş işlevi $I_1(s)/X_1(s)$ bulunuz
- $x_1(t) = 0.5 e^{-3t} \text{ cm}$ olarak değiştiğinde $i_1(t)$ nasıl değişir?
- Sistemin kararlılığını inceleyiniz.

SORU 3

)

0

M
A

Günümüzde uygulamada kullanılan bir magnetik fren, gerçek boyutları ile şekilde verilmiştir. $a = b = d = 1 \text{ cm}$ $c = 3 \text{ cm}$ Çekirdeğin derinliği 2 cm , fren levhəsi ise daireeseldir. Malzemenin magnetizasyon egrisi $B = 1.551 H / (100 + H)$ ile verilmiştir. Burada $[B] = T$ $[H] = A/m$ dir.

2) Havz ızralığı 2 mm , sürtünme katsayısı 0.9 olduğuna göre, zygıtın iletebileceği momenti bulunuz.

b) Sargı için gerekli Amper-sarımı bulunuz.

SORU 4 Bir ferromagnetik malzeme üzerinde 252g idelik deneyler yapılmıştır.

Frekans	Alc. yoğunluğunun tepe değeri (T)	Demir kayıpları (W)
60 Hz	1.2 T	1000 W
60 Hz	0.8 T	424.5 W
50 Hz	1.2 T	736.1 W

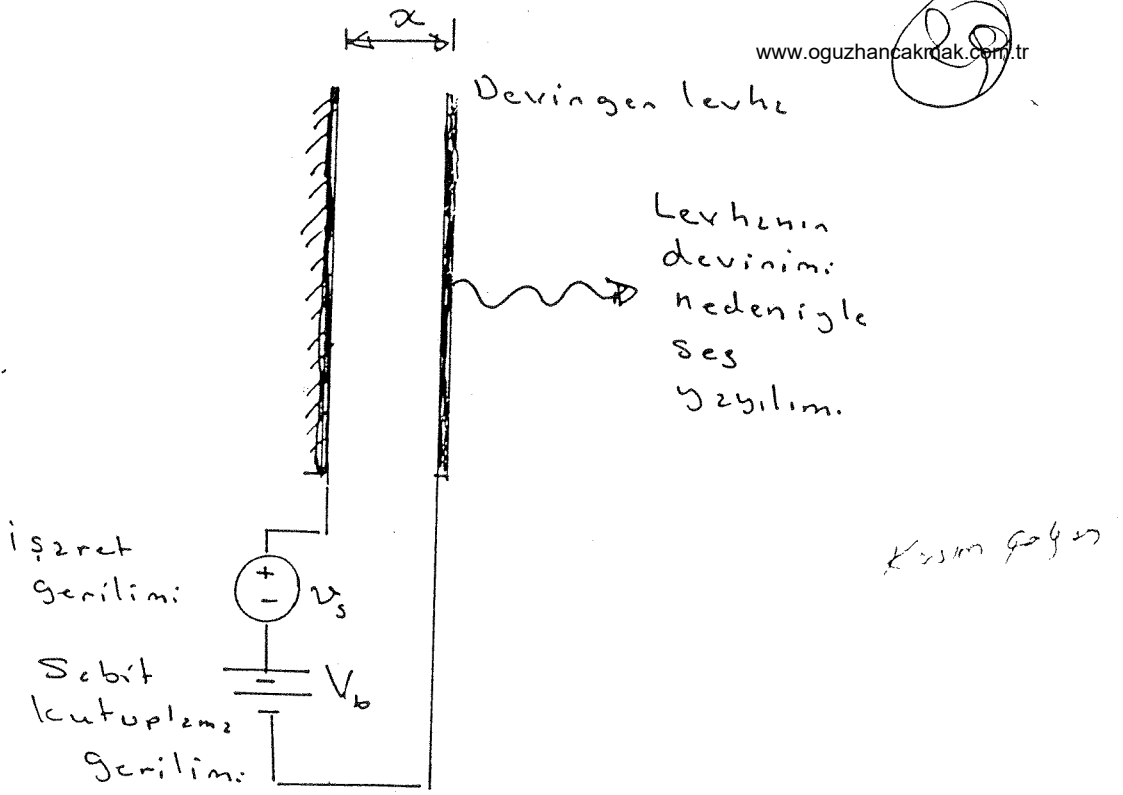
Bu deney sonuçlarından yararlanarak, malzemenin ~~Steinmetz~~ Steinmetz değişmezini bulunuz.

$$\beta = \frac{B}{\mu_0 H}$$

$$P = \frac{W}{A}$$

SORU 1)

$$F = \frac{dW}{dx}$$



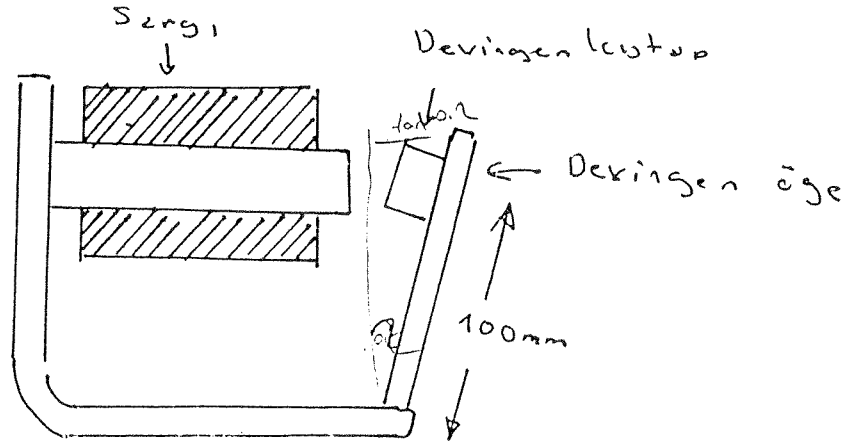
Şekilde elektrostetik bir hoparlör gösterilmiştir. İşaret gerilimi: $u_s(t) = 10 \sin 2000\pi t$ [V] olarak değişmektedir. Sabit kutup gerilimi: $V_b = 2000$ V dur. $A = 5 \text{ cm}^2$ $x = 1 \text{ mm}$ $\epsilon_0 = 8.854 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ dir.

2) Devingen levhaya etki eden kuvvetin zamanla ilgili ifadesini bulunuz b) Ses dalgasında temel frekansın dışında frekansın olması bozulmasının olduğunu gösterin. Bu sistem kaçinci harmonigi üretmektedir ve bu harmonigin temel bileşene oranı kaçtır?

SORU 2) Bir rölenin özegrisi: $\phi = 10^{-7} (\sigma_f - 3 \times 10^{-4} \sigma_f^2)$ ve $\phi_{29.6} = 10^{-8} \sigma_f$ dir. Sürekli durumda mıagnetomotor kuvvet

1000 A-sırım, kuzeyde sırsında izlenen yol $\sigma_f = 700 + (\phi - 4 \times 10^{-5})^2 / 3 \times 10^{-12}$ Röle çıkı konumunda, kuzeyde konuma gelmektedir. Kuzeyde sırsında 2) elektrik enerjisi girişini b) Depolanan mıagnetik enerji, delki değişimi: c) Mekanik enerji çıkışı, bulunuz.

SORU 3



Çelik parçadan oluşturulmuş röle, şekilde gösterilmiştir. İki kutubun arakesiti $30 \text{ mm} \times 30 \text{ mm}$ olup, bir arakesit geldiklerinde devringen öge dik konuma gelmektedir. Sargının sargı sayısı 1000 dir. Çelikin boyut magnetik geçirgenliği sonsuz kabul edilebilir. Sargıdan 5A lik doğru akım akıtılarak ve devringen öge düşey konumdan 2° uzuk ilen, devringen ögeye etkiyen kuvveti bulunuz. Akı sızmasını gözendi edilecektir.

SORU 4 Kayıpsız bir elektromekanik düzeneyin sargısının ilişkin endüktans

$$L = \frac{\psi}{i} + \frac{\alpha}{i} \quad [H]$$

biçiminde ifade edilebilmektedir. Burada $\alpha = 10 e^{-t} [m]$ devringen parçanın sabit noktaya göre yer değişim mesafesi, $i = 20 \sin \omega t [A]$ sargıdan akan akım, gösterilmektedir. $\omega = 3 \text{ rad/s}$ olarak verilmiştir. $t = 1.2 \text{ s}$ zamanında

a) Sargıdaki endüklenen gerilim:

b) Akıdaki biriken enerji:

$$F = B l i$$

c) Devringen ögeye etkiyen kuvveti:

bulunuz.

$$F = \frac{dw}{dx}$$

$$I =$$

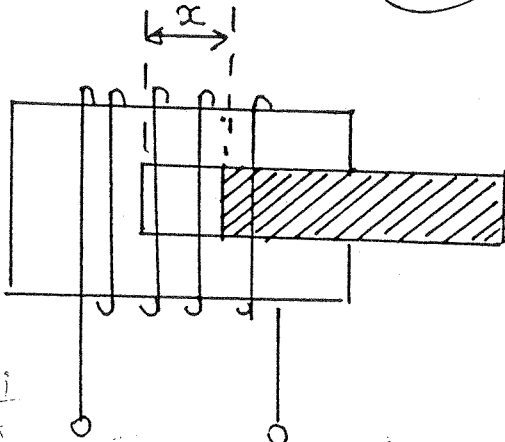
$$\frac{1}{2} \frac{dL}{dt}$$

$$\frac{1}{2} \frac{dL}{dt}$$

$$F = \frac{dw}{dx}$$

$$I =$$

SORU 1



$$\frac{d(Li)}{dt} = L \frac{di}{dt} + i \frac{dL}{dt}$$

$$12\sqrt{2} \cos(\omega t) = 2 e^{-x/2} \frac{di}{dt} + i \frac{d(2 e^{-x/2})}{dt}$$

$$I = \frac{V}{R}$$

Şekilde gösterilen eşit kısı zilidir. Devringen (şekilde gösterilemeyen) bir yzyz kısı devinmektedir. Siny, 12V, 50Hz lik kaynaktan beslenmektedir. Yarı endüktansı $L(x) = 2 e^{-x/2}$ [H] olarak değişmektedir. x burada cm olarak verilmiştir.

a) $x=0$ iken kaynaktan çekilen akımı bulunuz.

Akımın zamana bağlı değişim ifadesini yazınız.

b) $x=0$ iken devringen parçayz etk eden kuvvet zamana göre ortalamasını bulunuz.

SORU 2 Keben sıztralı 60.3MVA, 14.4kV/220kV, 5

lik tek fazlı transformetörlerinden birinin bostz deneyi 71.2kW, kışzdenre deneyinde 168.4kW ölçülmüştür. İlk katsayısının 0.9 olduğunda tam yükte, yarı yükte 40MVA ilincil görünür güçte, 232.94 ilincil akımda kayıpları ve akımı hesaplayınız. Aynı güç katsayısı 222mi verimi ve 222mi verimdeki kayıpları, ilincil akımı, görünür, etkin ve tepkin gücü bulunuz.

$$I = \frac{P}{R_p}$$

2U3

20V luk doğru gerilim kaynağına bağlı, paralel
çift levheli kondansatörün, levheleri arasındaki uzaklık
0.1 ms içerisinde 1mm azaldığında, kondansatörün
kapasitesinin 10^{-8} [F] arttığı gözleniyor

- Kondansatörün levhelerine etkiyen kuvveti bulunuz
- Kaynaktan çekilen elektrik enerjisi ne kadardır?
- Kaynaktan çekilen elektrik gücü ne kadardır?
- Kaynaktan çekilen ortalama elektrik akımı ne kadardır?
- Kaynaktan çekilen elektrik yükü miktarı kaç
Coulomb dur.
- Yapılan mekanik işi bulunuz
- Mekanik gücü bulunuz
- Levhenin hızını bulunuz
- Azalan depolanan enerjinin değişimini bulunuz.

2U4 Rotolu sargılı relüktans motoruna ilişkin 6θ
induktanslar $L_s(\theta) = 0.72 + 0.25 \cos 2\theta$, $L_r(\theta) = 0.83 + 0.42 \cos$
 $6\theta = 0.58 \cos \theta$ Henry olarak verilmiştir.

2) Motorun şemasını çizin

b) $I_s = 12$ A $I_r = 7$ A sabit sargı akım değerinde
 θ nin 0° den 15° değişmesinde yapılan
mekanik işi bulunuz.

c) Yukarıdaki devrim sırasında rotor ve
statoru besleyen kaynaklardan çekilen
enerji değerlerini bulunuz.

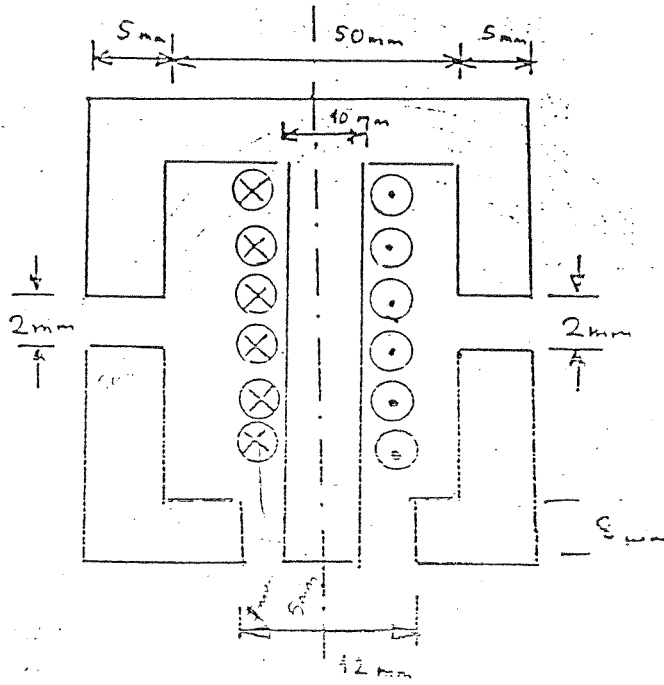
$$L_s = 0.72 + 0.25 \cos 2\theta \quad [H]$$

$$L_r = 0.83 + 0.42 \cos 6\theta \quad [H]$$

$$L_{sr} = 0.58 \cos \theta \quad [H]$$

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

SORU 1

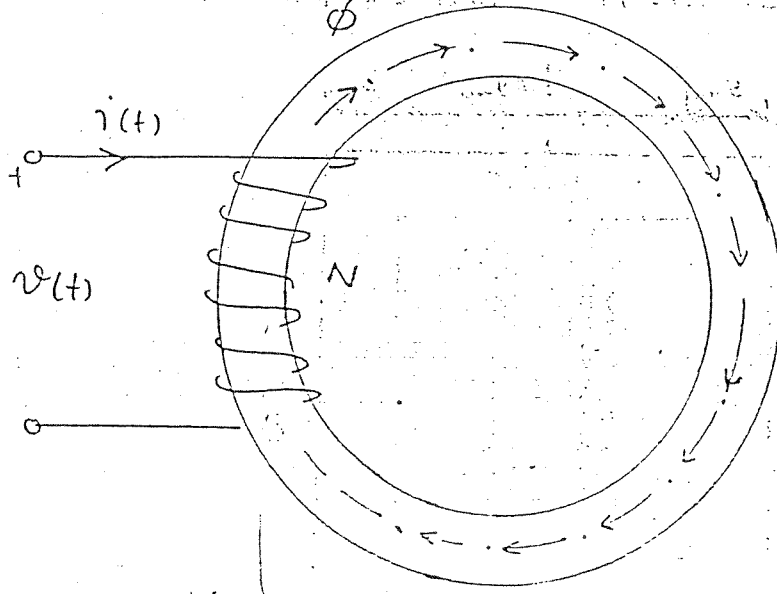


Sekilde aksenal dönele simetrik bir magnetik sistem verilmiştir. Sistemi oluşturan malzemenin magnetik bagil gecikmesigi çok büyüktür. Serginin sarım sayısı 500'dür. Serginin keşel çelisi, ~~yüküdür.~~ Serginin endüktansını hesaplayınız. Akı sıfırlanmış, geçirdi ediniz.

SORU 2 Bir motorun eylemsizlik momenti 0.4 kgm^2 , sürtünme katsayısı 0.04 Nms/rad dir. Motor 5 Nm ile sabit bir yükü sürmektedir. Motor 15 Nm ile sabit bir moment üretmektedir. Motor ~~250~~ ~~rad/s~~ ~~lik~~ ~~hızla~~ ~~dönmekte~~ iken, motorun ürettiği momentin yönü değiştirilerek frenleme yapılmaktadır.

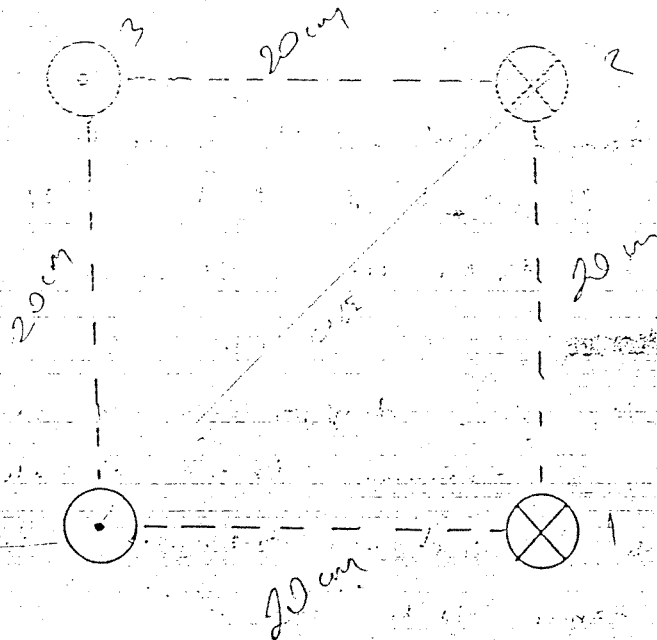
- Motor hızını zamanın işlevi olarak bulunuz.
- ~~4~~ ~~s~~ de motorun rotorunda depo edilen enerji nekadadır.
- Motor hangi zinde durur?
- Motor hızının zamana göre değişim grafiğini çizin.
- Motor sürekli durumda hangi hızda, hangi yöne doğru döner?

Soru 3



Şekilde verilen magnetik devreden $\Phi_1(t) = 20 \sin 150t$ [mWb] akısı geçmekte iken, magnetik malzemede 40W histeresiz ve 60W gindap akımı kayıpları oluşmaktadır. Aynı magnetik devreden $\Phi_2(t) = 35 \sin 100t$ [mWb] lik akı geçmesi durumunda demir kayıpları 155W dir. Malzemenin Steinmetz değişimini bulunuz.

Soru 4



Bir kenarı 20 cm olan bir karenin her bir köşesinden şekilde gösterilen yönde, kare düzlemine dik olarak 20A lik doğru akımlar geçmektedir. Sol alt köşedeki telin 1m sine etkilenen kuvvetin yönünü ve büyüklüğünü bulunuz.

SORU 2. Bir motorun eylemsizlik momenti 0.2 kgm^2 , sürtünme katsayısı 0.02 Nms/rad dir. Motor 40 Nm lik sabit bir yükü sürmektedir. Motorun, sürekli hız erişinceye kadar, yarıdan bir düzene yarıdan bir ile, sabit bir ekim çekmesi sağlanmaktadır ve 44 Nm lik moment üretmektedir. Motorun bakım kayıpları sabit ve tam hızdaki sürtünme kayıplarına eşittir. a) Motorun hızını zamanın işlevi olarak bulunuz. b) Hızın zamana göre değişim grafiğini çiziniz c) Motorun sürekli durum hızı nedir? d) Motorun sürekli durumdaki güç çıkışını bulunuz. e) Sürtünme ve bakım kayıplarını bulunuz. f) Demin kayıplarını, sürekli durumdaki sürtünme kayıplarının yarısı olarak, demin kayıplarını bulunuz. g) Motorun sürekli durumdaki güç girişini bulunuz. h) Sürekli durumda verimi bulunuz. i) Sürekli durumda rotanda depo edilen enerjiyi hesaplayınız.

SORU 3: Rotoru serbest, reaktans motoruna ilişkin endüktanslar

$$L_{rr} = K(\sin^2 \theta_m + k_2) \quad , \quad L_{ss} = K_2 \quad , \quad L_{sr} = K_m \sin \theta_m$$

olarak verilmiştir. Burada K , K_2 , K_2 ve K_m birer sabittir.

a) Bu motorun şeklini çiziniz.

b) $i_r = I$ ve $i_s = 2I \sin(\theta + \beta)$ akımları motor ve statörden

akmaktadır. β nin hangi değeri için oluşacak orteleme moment

maksimum olur ve bu maksimum momentin değeri nedir? $\theta_m = \omega_m t$

ve $\theta = \omega t$ olarak alınır.

20 Ş: Bir elektromekanik dönüştürücüde toplam eki - ekim ilişkisi:

$$\lambda = i \tan 3x + i^2 \ln 5x \quad \text{şindedir. Herketli parçaya etki eden}$$

kuvvetin ifadesini bulunuz.

$$F_e = \frac{\partial \lambda}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} (i \tan 3x + i^2 \ln 5x) = \frac{3i^2}{\cos^2 3x} + \frac{i^2}{x}$$

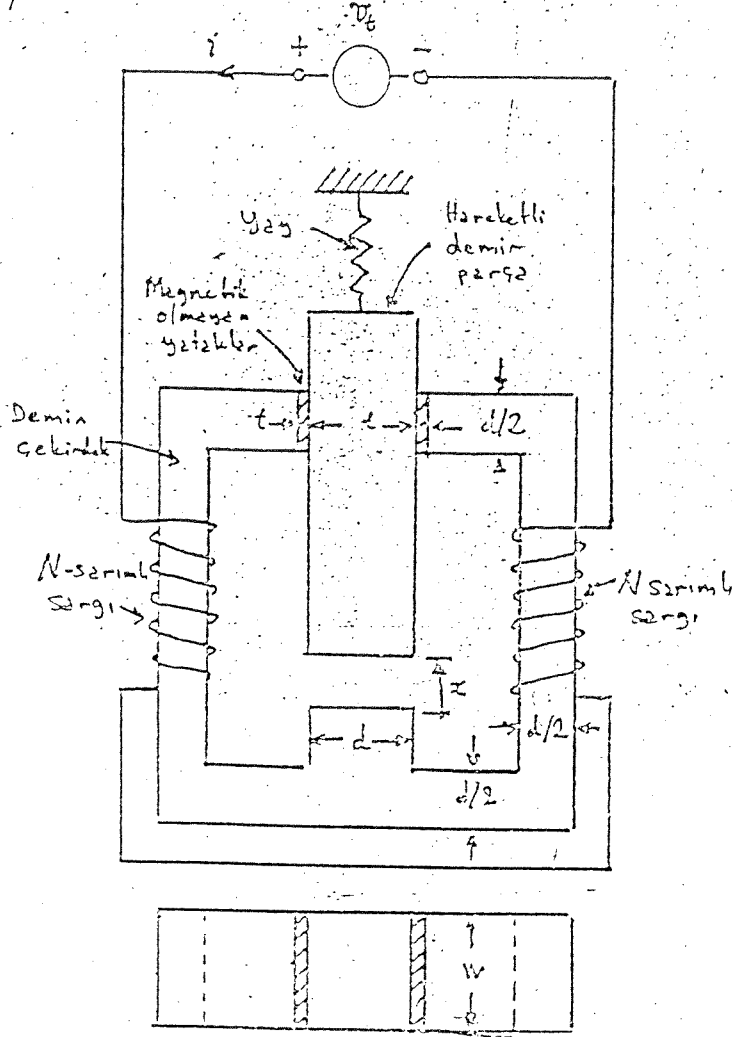
$$m_e = I^2 K_m$$

Uğur Biral Bayrak
046387

10

4

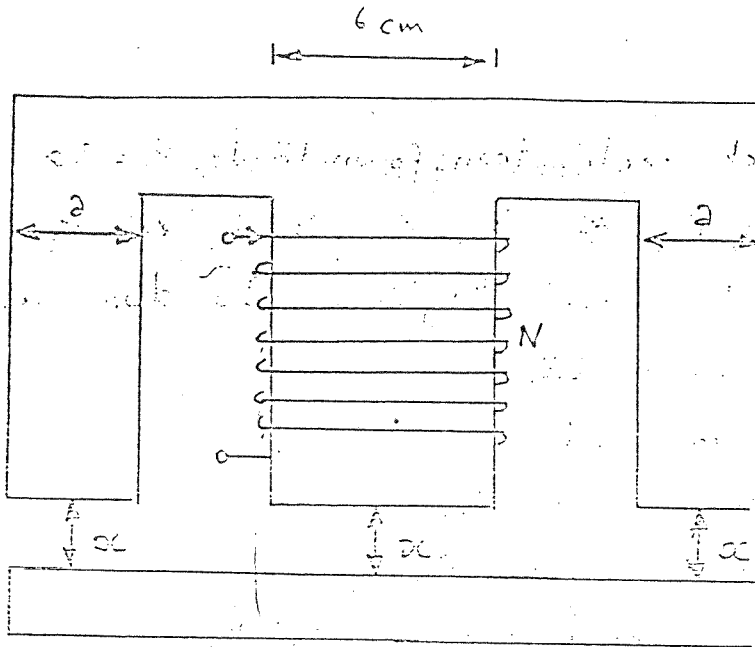
SORU 1



Şekilde demir çekirdekli bir solenoid gösterilmiştir. Kütle M olan hareketli demir parçası yay ile bağlanmış ve kalınlığı t manyetik geçirgenliği μ_0 olan manyetik olmayan yataklar ile dik olarak yönlendirilmiştir. Demirin bağıl manyetik geçirgenliğinin sonsuz olduğunu varsayınız ve zki sınırları ve başak etkeni gözardı edin. Tüm büyüklükler SI birim sisteminde.

- Solenoidin endüktansını, hareketli parçanın konumu x in işlevi olarak bulunuz. Hengi koşullar altında bu ifade doğrudur.
- Hareketli parçaya etki eden kuvvetin ifadesini sergi akımı i cinsinden bulunuz.
- Boyutların $W=5\text{ cm}$, $d=4\text{ cm}$, $t=0.5\text{ cm}$ olduğunu varsayınız. Hareketli parçaya etki eden kuvvetin yaklaşık olarak maksimum değeri nedir?

SORU 3



Soruda verilen elektromekanik düzenegin denetligi 5cm dir. Hava aralıklarında ele yoğunlukları eşitdir. Sargının serim sayısı 500 dir. Sargılar kalın iletkenlerde yapılmıştır. Belirli özgül direnci $47,3 \times 10^{-9} \Omega \cdot m$ dir. Belirli iletken kesiti 6mm² dir. Malzemenin bağıt magnetik geçirgenliği çok büyük olduğu için ele ve ele serimlerin göreceli geçirgenlik katsayıları 1 olarak alınabilir.

a) Kenar bacaklarının genişliği ne kadardır? $(\mu_0 \mu_r) \cdot I \cdot N$

b) Sargının direncini bulunuz.

c) Elektromekanik aygıtın kısırdüşen emagnetik devreyi çizin.

d) Sargının endüktansını x yendegıştirmesinin işlevi olarak bulunuz.

e) Sargıdan 5A ile doğru akım alınmaktadır. Bunun görecek

e) Devingen parça $x=1.5$ mm konumunda iken depolanan enerji ne kadardır?

f) Devingen parçaya etki eden kuvvetin ifadesini x yendegıştirmesinin işlevi olarak bulunuz. $(F_c = f(x))$

SORU 1

30.02

220V/110V lük tek fazlı transformatörde $R_1 = 3 \Omega$, $X_1 = 4 \Omega$,
 $R_2 = 0.7 \Omega$, $X_2 = 0.8 \Omega$, $R_{Fe} = \infty$, $X_m = \infty$ olarak veriliyor. İkincil
 sargıya $(10 + j4) \Omega$ lük yük bağlansın. Bu durumda:

- Birincil akımını ($I_1 = ?$)
- İkincil akımını ($I_2 = ?$)
- Birincil faz açısını ($\phi_1 = ?$)
- İkincil faz açısını ($\phi_2 = ?$)
- Endüklenen gerilimleri ($E_1 = ?$, $E_2 = ?$)

f) Birincil görünür gücünü ($S_1 = ?$)

g) Birincil aktif gücünü ($P_1 = ?$)

h) Birincil reaktif gücünü ($Q_1 = ?$)

ı) İkincil görünür gücünü ($S_2 = ?$)

ii) İkincil aktif gücünü ($P_2 = ?$)

iii) İkincil reaktif gücünü ($Q_2 = ?$)

SORU 2

4.5 kVA, 220V/110V, 50 Hz lük tek fazlı transformatör
 üzerinde yapılan ölçümlerden AG sargı direnci 0.413Ω ve YG
 sargı direnci 0.413Ω bulunmuştur. AG sargıları beslenerek
 yapılan açık devre deneyinde gerilim 110V akım 0.4 A ve
 güç girişi 25 W olmuştur. AG sargıları beslenerek yapılan
 kısadevre deneyinde ise gerilim $8.25 V$ akım $43.6 A$
~~bulunmuştur.~~ bulunmuştur.

- Transformatörün AG tarafına indirgenmiş eşdeğer devre
 parametrelerini bulunuz. Bulduğunuz bu değerleri eşdeğer devre
 üzerinde gösteriniz.
- Transformatör 110V lük 0.8 endüktif güç katsayılı tam
 yükü beslerken verimi ne kadardır?

$2 \cdot \frac{1}{\mu_0}$

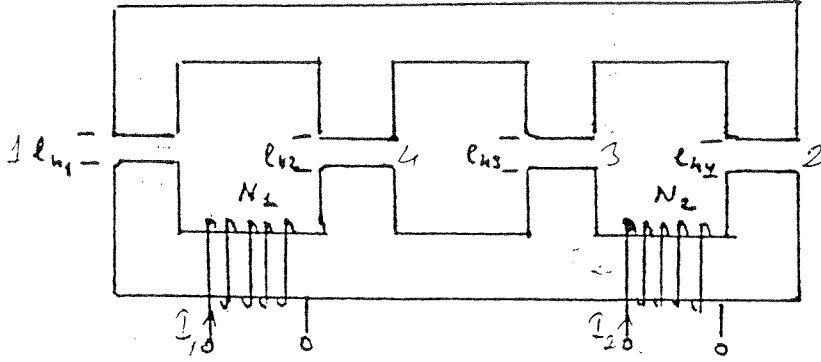
$1 = N_1 \cdot \frac{1}{\mu_0} = \frac{1 \cdot 1}{\mu_0}$

SORU 1

$\mu = \frac{1}{\mu_0}$

$\mu = \frac{1}{\mu_0}$

D. Gürbüz



$A = 20 \text{ cm}^2 = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
 $N_1 = 150$
 $N_2 = 200$

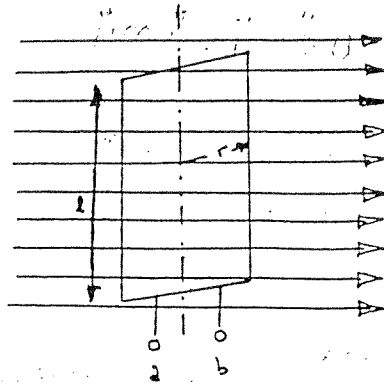
Şekilde gösterilen iki uyantımlı magnetik sistemin kesiti be-
yende aynı 20 cm^2 dir. Sargıların serim sayıları $N_1 = 150$
 $N_2 = 200$ dir. Hava aralıklarının boyları ise $l_{h1} = 1 \text{ mm}$ $l_{h2} = 4 \text{ mm}$
 $l_{h3} = 3 \text{ mm}$ $l_{h4} = 2 \text{ mm}$ dir. Malzemenin basit magnetik geçirgenliği
sonsuz büyük, kaçak akılar ve hava aralığındaki sargıların yok var
sayılabilecek kadar küçüktür. Sargıların arası ortak endüktansı
bulunur.

SORU 2.

13.2 kV luk enerji taşıma hattı, herbirinin çapı 20 mm olan ve
birbirinden 1.5 m uzakta bulunan iki iletkenle oluşmuştur. İki
iletken arasındaki mesafe 100 m dir.

- Enerji iletim hattının endüktansı veren ifadeyi, hattın uzunlu-
ğuna, iletkenin çapı ve iletkenler arası uzaklık cinsinden çıkarınız.
- İletkene etkiyen kuvvetin ifadesini iletkenler arası uzaklık, iletkenler
arasındaki mesafe, hattın uzunluğu, iletkenin çapı ve iletkenler arası uzaklık
cinsinden çıkarınız.
- Hat iletkeninden etkin değeri 8000 A lik sinüzoidal akı
geçtiğine göre her bir iletkene etkiyen ortalama kuvveti bul-
unuz.
- Enerji iletim hattının üzerine, serbestçe kayabilen bir iletken
çubukun yerleştirildiğini varsayalım. Enerji iletim hattından ve iletken
çubuktan etkin değeri 8000 A olan sinüzoidal akımın geçmesi dur-
mundaki iletken çubuga etkiyen kuvvet nedir?

$\frac{1}{2}$



SORU 3 +

Şekilde gösterilen iletken çerçevenin sarım sayısı $N=250$, eksenel uzunluğu $l=4\text{cm}$, genişliği ise $2r=2\text{cm}$ dir.

a) Çerçeve $B=0.2\text{ T}$ lik düzgün ve sabit bir alan içerisinde $n=1000\text{ dev/dak}$ lik sabit bir hızla döndürüldüğünde, endüklenen gerilimin ifadesini, ortalama ve etkin değerini bulunuz.

b) Çerçeve uçlarına $r=1\text{ ohm}$ luk bir direnç bağlandığında, çerçeveden geçecek akımı, çerçeve direnci $R=0.5\text{ ohm}$ olduğuna göre hesaplayınız.

c) Giren enerjinin çıkan enerjiye eşit olduğunu gözönüne alarak ve sürtünme kayıplarını yokvarsayarak, momentini bulunuz.

Sistem enerji alıyor mu, yoksa veriyor mu?

SORU 4 +

Kanat uçları arasındaki mesafe 20 m olan bir uçak, kuzeye doğru 800 km/saat hız ile uçmaktadır. Uçağın bulunduğu bölgede yerin magnetik alanının yatay bileşeni $0.25 \times 10^{-4}\text{ T}$ dir, alan yatayla 60° lik bir açı yapmaktadır. Uçağın kanat uçlarına bağlanacak bir voltmeter kaç voltu gösterir.

DEĞERLENDİRME 1) 30 puan 2) 30 puan 3) 20 puan 4) 20 puan

Emrehan Gökür

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ İLİŞKİLERİ

SORU 1. Bir elektromekanik dönüştürücünün davranışı aşağıdaki denklemle ifade edilebilmektedir.

$$\frac{3}{\omega} + 7xv + 8v^2 \frac{d\omega}{dt} + 5v = 2$$

Sürekli çalışma noktası X_0, V_0 civarındaki $x(t), v(t)$ küçük genlikli değişimleri için sözkonusu denklemi doğru-
salleptiriniz.

SORU 2. İki sergilye ilişkin öz ve ortak endüktanslar L yendegıştirmesinin işlevi olarak

$$L_{11} = L_{22} = 3 + \frac{2}{3\omega}$$

$$L_{12} = L_{21} = \frac{1}{3\omega}$$

$$\frac{3x+2}{3x} = \frac{3x+2}{3x} - \frac{3x+2}{3x} = \frac{3x-2x}{3x} = \frac{x-2x}{3x} = \frac{-x}{3x} = -\frac{1}{3}$$

verilmiştir. Burada endüktanslar Henry, yendegıştirme ω metre boyutundadır. Sergilerin dimensiyonları yokken sayılabilecek kadan küçüktür. Her iki sergide aynı kaynaktan beslenmektedir.

$$v_1 = v_2 = v_3 = 100 \cos 50t \quad [V]$$

- Oluşan elektriksel kuvvetin ifadesini bulunuz.
- $\omega = 1$ m için kuvvetin zamana göre ortalamasını bulunuz.
- Kuvvetin ω göre değişimini inceleyiniz.

SORU 3. Rotors sergili relüktans motoruna ilişkin endüktanslar aşağıda verilmiştir.

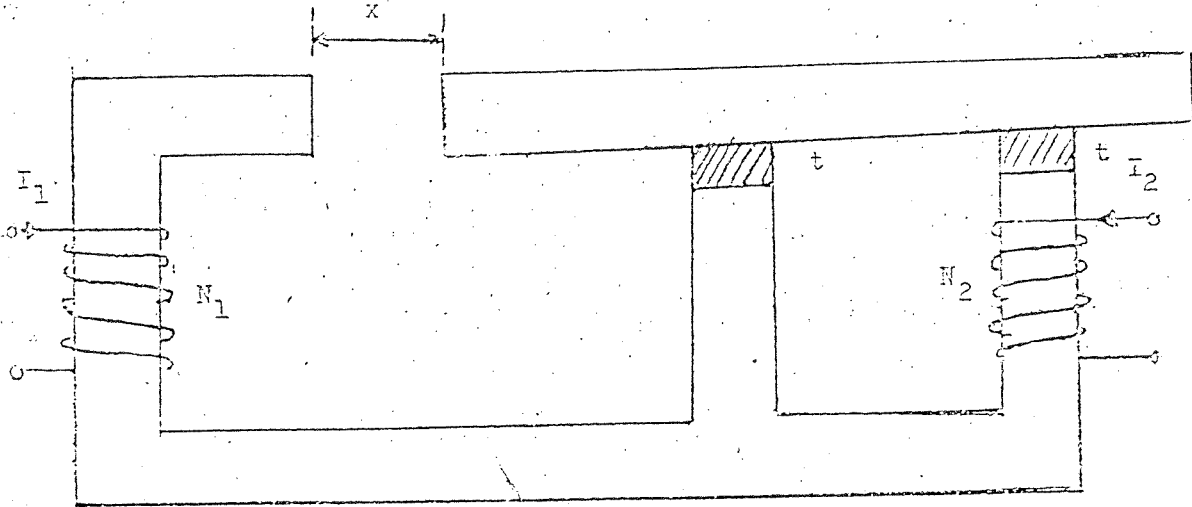
$$L_s(\theta) = 0.63 + 0.39 \cos \theta$$

$$L_r(\theta) = 0.94 + 0.51 \cos \theta$$

$$L_{sr}(\theta) = L_{rs}(\theta) = 0.72 + 0.72 \cos \theta$$

- $I_s = 10$ A ve $I_r = 7.5$ A sabit sergi akımı değerlerinde, θ nin 0° den 90° ye değişiminde yapılan mekanik işi hesaplayınız.
- Yukarıdaki hareket sırasında rotor ve statoru besleyen kaynaklardan çekilen enerjileri hesaplayınız.

4)



Şekilde gösterilen elektromekanik dönüştürücüde hareketli parçanın kalınlığı t olan pirinç kılavuzlar üzerinde hareket edebilmektedir. Pirincin magnetik geçirgenliği havanın magnetik geçirgenliğine eşittir. Elektromekanik dönüştürücünün diğer öğelerini oluşturan magnetik metortaj ideal varsa yılmaktadır. Akı sızmaları ve kaçak akılar gözardı ediliyor. Magnetik kısmın kesiti her yerde aynı olup A ya eşittir.

10.8 a) Hareketli parçaya etkiyen kuvveti sargı akımları $I_1:15$ Amper, $I_2:5$ Amper iken bulunuz.

b) Hareketli parçaya etkiyen kuvveti sargı akımları $I_1:2$ mWb, $I_2:6$ mWb iken belirleyiniz. 6

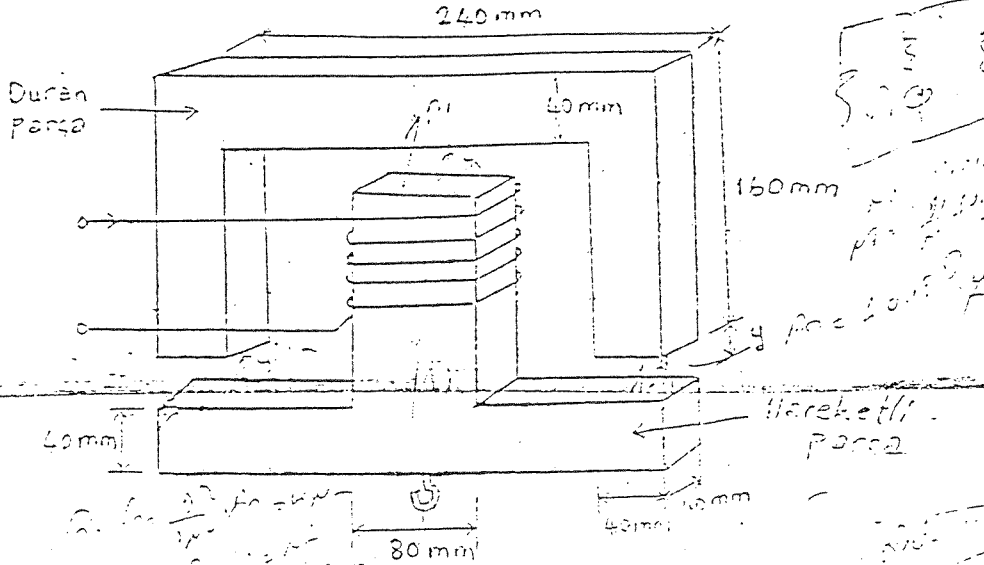
Sayısal veriler:

$N_1:1000$ sarım $x:3$ cm

$N_2:1500$ sarım $A:25$ cm²

$t:1$ cm

92-



Bekilde gösterilen elektromagnetik düzleştirici M kütlesini y
 azafesine kaldırmakta kullanılmaktadır. Sargının sarım sayısı
 300 dir ve 2 A lik akım sargıdan eseri icin neye neden olmadan
 akabilmektedir. Manyetik malzeme 1.5 T lik akım yoğunluğunu taşı-
 yabilmektedir. Hava aralığındaki akı yoğunluğu girildi edilebilir.

a) Sargıdan 2 A akımda iken hava aralığında 1.5 T lik akı yoğun-
 lüğünün oluşması için y hava aralığı boyu ne olmalıdır.
 b) Bir önceki sıkta bulunan hava aralığı için, hareketli parçaya
 etkiyen kuvvet nedir; 500 N

c) Manyetik malzemenin yoğunluğu 7800 kg/m^3 dir. a sıklığında bulu-
 nan hava aralığı boyu için, yerçekimi kuvvetine karşı kaldırı-
 labilecek m kütlesinin yaklaşık değerini bulunuz. $m = 1.5 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

d) Hareketli parçayı a sıklığında hesaplanan hava aralığı uzunlu-
 ğunda boşlukta tutmak için sargıdan geçmesi gereken akımı
 bulunuz: $31,2410^9 \text{ A}$

e) Sargıdan 0.3 A lik akım akımda iken ve hava aralığı boyu a
 sıklığında hesaplanan uzunluk iken, hareketli parça aniden
 serbest bırakılırsa, hareketli parçanın ilk iymesi ne olur?

$94,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}$
 Doç. Dr. Canil Çarınka

1995 ATIA

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ 2. ARASINAVI

81- Rotoru sargısız bir relüktans motorunun statoruna ilişkin sargının endüktansı yaklaşık olarak şu şekilde ifade edilebilmektedir.

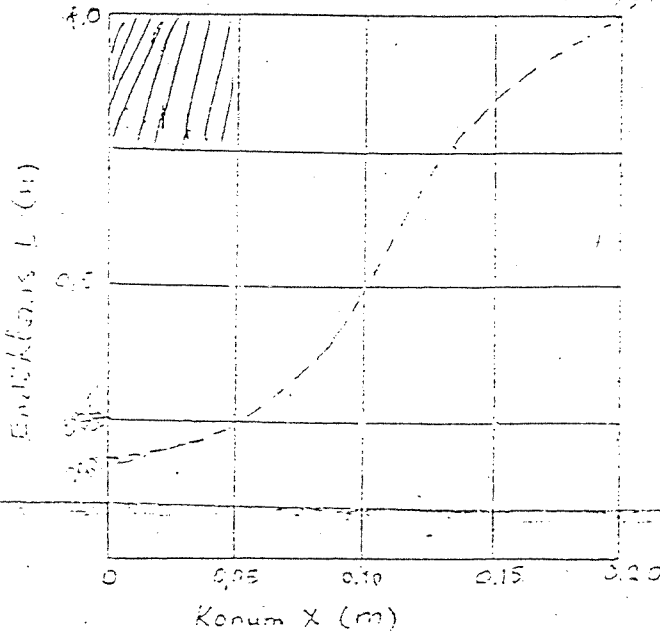
$$L = 0.01 - 0.03 \cos 2\theta - 0.02 \cos 4\theta \quad (H)$$

Sargıdan 5 A, 50 Hz lik bir akım akmakta iken, rotor θ_m açısı ile döndürülüyor.

Hangi hızlarda makina yararlı moment üretebilir?

b) a şıkında hesaplanan hızlardaki maksimum döndürme momentini bulunuz.

c) a şıkında hesaplanan hızlardaki maksimum güç çıkışını bulunuz.



Bir elektriksel ve bir mekanik kapasite olan ve uyarılm sargısı sabit bir doğru akım ile uyarılan elektronekanik dönüştürücüde, sargı endüktansının $0 \leq x \leq 0.2$ m aralığında konuyla değişiminin şekilde verilen biçimde olduğu deneylerle saptanmıştır.

a) Hareketli parçaya gelen kuvvetin maksimum değerinin 36.5 N olması için sargıdan geçmesi gereken akımı bulunuz.

b) Bu sargı akımı için, hareketli parçaya gelen kuvvetin $0 \leq x \leq 0.20$ m için değişimini çizin.

c) Bu koşullarda hareketli parçanın $x = 0$ konumundan $x = 0.2$ m konumuna gelmesi durumunda yapılan işi bulunuz.

ENERJİ DÖNÜŞÜMÜ

SORU 1. Kayıpsız bir elektromekanik düzenegin sergilerine ilişkin endüktans

$$L = \frac{i}{\alpha} + \frac{\alpha}{i} \quad [H]$$

biçiminde ifade edilebilmektedir. Burada $\alpha = 10e^{-t} \text{ [m]}$ hareketli parçanın, sabit bir noktaya göre yerdğiştirilmesi, $i = 20 \sin \omega t \text{ [A]}$ sergiden akan akımı göstermektedir. $\omega = 3 \text{ rad/s}$ olarak verilmiştir. $t = 1.2 \text{ s}$ anında

- Sergide endüktlenen gerilimi: 57 V
- Alanda bulunan enerjiyi: $293, \dots \text{ joule}$
- Hareketli parçaya etkigen kuvveti: $57,33$

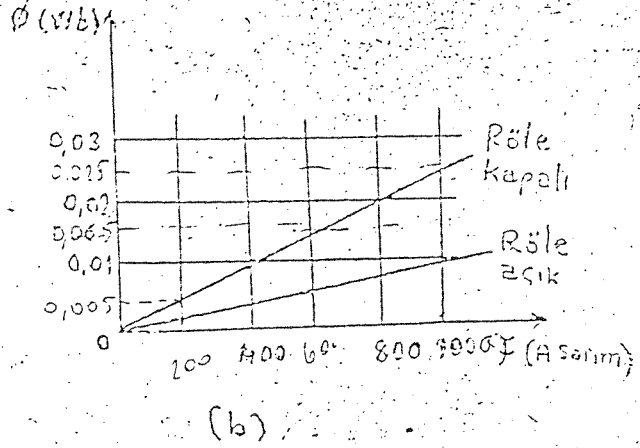
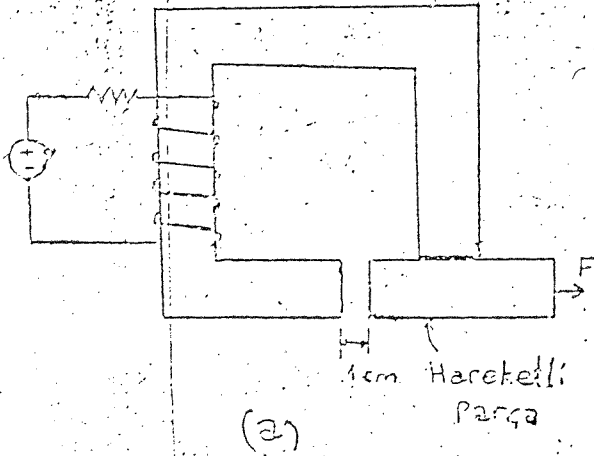
bulunuz.

SORU 2.

13.2 kV luk enerji taşıma hattı, her birinin çapı 20 mm olan ve birbirinden 4.5 m uzakta bulunan iki iletkenin oluştuğudur. İki direk arasındaki mesafe 400 m dir.

- Enerji iletim hattının endüktansını veren ifadedeki, hattın uzunluğuna, iletkenin çapı ve iletkenler arası uzaklık cinsinden gösteriniz.
- İletkene etkigen kuvvetin ifadesini iletkenin akımına, hattın uzunluğuna, iletkenin çapı ve iletkenler arası uzaklık cinsinden gösteriniz.
- Hat iletkeninden etkin değeri 8000 A lik sinüsoidal akım taşıdığına göre her bir iletkene etkigen ortalama kuvveti buluz.
- Enerji iletim hattının üzerine, serbestçe kayabilen bir iletken çubukun yerleştirildiğini varsayalım. Enerji iletim hattından ve iletken çubuktan etkin değeri 8000 A olan sinüsoidal akımın sağması durumunda, iletken çubuga etkigen kuvvet nedir?

S3-



Sekilde bir rölenin açık ve kapalı durumları için mıknatıslanma eğrileri verilmiştir. Sürekli durumlarda, sargı magneto motor kuvvet 1000 A-sarımdır.

- Röle açık konumda iken magnetik alanda depo edilen enerjiyi 5 Joule bulunuz.
- Rölenin hareketli parçasının akıyı sabit tutacak kadar hızlı hareket ettiğini varsayalım. Bu koşullarda, dış kuvvet F tarafından yapılan işi bulunuz.
- Röle kapanırken oluşan ortalama F kuvvetini bulunuz.
- Simdi de, hareketli parçanın, magneto motor kuvveti sabit bırakılacak kadar yavaş hareket ettiğini düşünelim. Bu durumda, rölenin kapanmasında dış F kuvveti tarafından yapılan işi bulunuz.
- Bu son durum için, sargı dirençlerindeki kayıplar dışında, ideal gerilim kaynağından gelen enerjiyi hesaplayınız.
- Yavaş kapanma sırasında elektrik, mekanik, alanda depo edilen enerjilerdeki değişimi sözel olarak tanımlayınız.

SORUŞT: Rotary sergeli relüktans motoruna ilişkin endüktanslar

$$L_{rr} = k(\sin^2 \theta_m + k_1) \quad , \quad L_{ss} = k_2 \quad - \quad L_{sr} = k_m \sin \theta_m$$

olarak verilmiştir. Burada k , k_1 , k_2 ve k_m birer sabitlerdir.

a) Bu motorun şekli çiziniz.

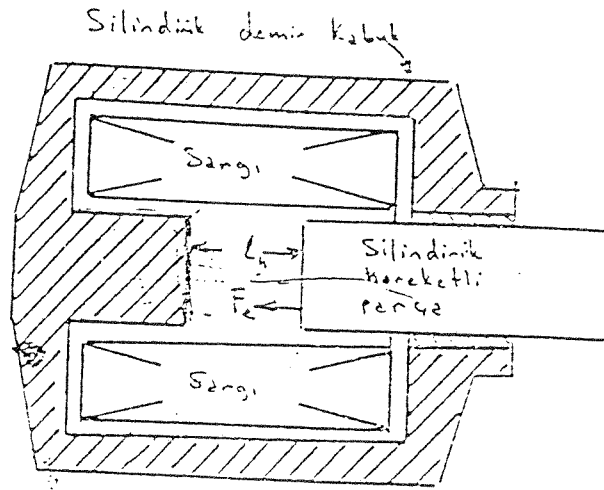
b) $i_r = I$ ve $i_s = 2I \sin(\theta + \beta)$ akımları rotor ve statordan

akmaktadır. β 'nin hangi değeri için oluşacak ortalama moment

maksimum olur ve bu maksimum momentin değeri nedir? $\theta_m = \omega_m t$

ve $\theta = \omega t$ olarak alınır.

SÖZÜ 3



Şekilde silindirik - yepil bir elektromekanik aygıt gösterilmiştir. Kacak akımlar ve zayıf sargıları gözardı edilebilecek kadar küçüktür. Tüm magnetik enerjinin hava aralığı l_h de depo edildi varsayılacaktır. $l_h = 1.00$ cm iken sargının endüktansı 1.00 H dir. Sargının 2.00 A lik sabit akım kaynağından beslenmesi durumunda

- $l_h = 1.00$ cm iken alanda depo edilen enerji Joule cinsinden bulunuz.
- $l_h = 1.00$ cm iken hareketli silindirik parçaya etkiyen F_c kuvvetini Newton cinsinden bulunuz.
- $l_h = 0.50$ cm iken F_c kuvvetini bulunuz.
- Silindirik hareketli parça $l_h = 1.00$ cm den $l_h = 0.50$ cm olacak şekilde yavaşça hareket ettirilirse F_c kuvveti tarafında yapılan işi bulunuz.

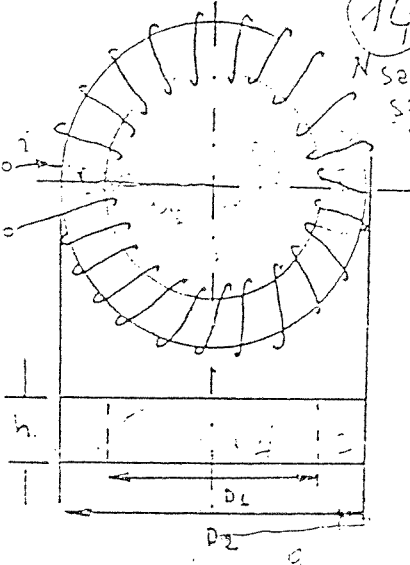
SÖZÜ 4

Aşağıdaki terimlerden ne anladığınızı açık ve net olarak gerekçenle şekilde çizerek açıklayınız.

- Evirici
 - Diferansiyel magnetik geçirenli
 - Termoionik alet
 - İş makinesi
- İş makinesi için bir örnek alınır (DC) işe dönüştürme cihazıdır.
- Belli bir frekansın yerine işletim amacını oluşturulmuş sistemlere denir.
- Bir lehtar elektrik, ısı, ışık, ses vb. enerji türlerinden

1900 Sayılı
4658 F

1900 Sayılı



$$F = \frac{B^2}{\mu_0} A$$

Selensidim

$$L = \frac{N^2}{R_{m}} \Rightarrow L = \frac{N^2}{R_{m}}$$

$$L = \frac{N^2}{2\pi r_m \mu_0}$$

$$B_m = \frac{\mu_0 N I}{2}$$

$$\Phi = B_m S$$

$$L = \frac{N^2}{R_{m}}$$

$$L_0 = 2\pi R_0$$

$$R_m = \frac{l_0}{\mu_0 S} \quad L = \frac{N^2}{R_m}$$

$$B_0 = \frac{\mu_0 N I}{2} \quad \Phi = B_0 S$$

$$H_0 = 2\pi R = N I$$

i) Bir toroid şeklindeki üzerine sarılmış uyentim sergisinin endüktansını ve sinüs biçimli bir akım geçerken üzerindeki oluşturma emk in değerini veren bağıntıyı bulunuz.

ii) Şekilde gösterildiği gibi dikdörtken kesitli bir toroid şeklinde üzerine 1000 sarımlık bir sergi düzgün dağıtılmış biçimde yerleştirilmiştir. Toroid iç çapı $D_1 = 8$ cm, dış çapı $D_2 = 12$ cm ve kalınlığı $h = 2$ cm dir. Toroid şeklindeki yapıldığı malzemenin bağıl manyetik geçirgenliği $\mu_r = 80$ olarak verilmiştir. Buna göre

a) Serginin endüktansını bulunuz.

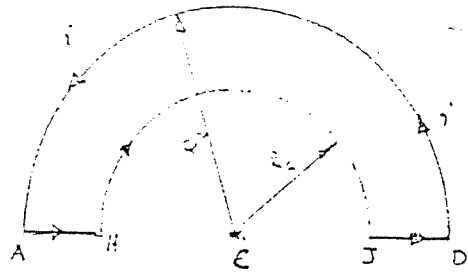
b) Sergiden geçen akım $i(t) = 0.1 \sin 628.3 t$ olduğuna göre

sergi uçlarında oluşan emk bulunuz. $5 \cdot 10^{-4}$ (= 628.3 t

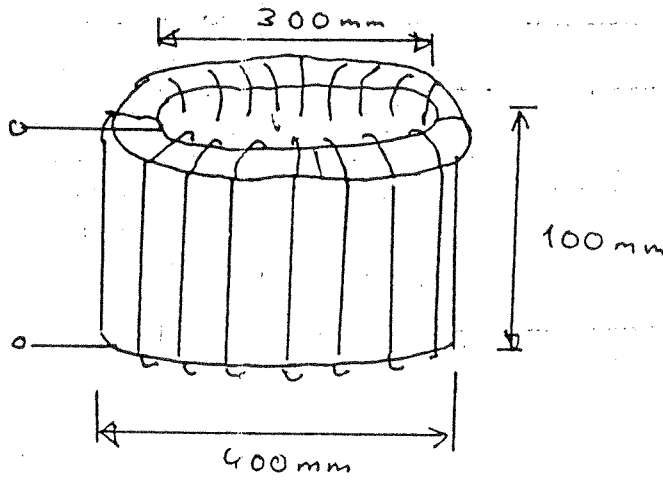
Sergi - kilitli form kumpası

$$r_0 \pm H = \vec{r}$$

$$H = \frac{I}{2\pi r} \quad \vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$$



Yarıçapları R_2 ve R_1 olan AD ve HJ yarımçemberlerinin ortak merkezleri olan E noktesindeki \vec{B} manyetik alan yoğunluğunu, şevreden i akımı geçmesi durumunda bulunuz.

SORU 1

Şekilde enkesiti dikdörtken olan 200 sarımlı plastik helke eşgit gösterilmiştir. Sarımlar herbirinin çapı 3 mm olan bakır iletkenle yapılmıştır.

- iletkenle geçen akım değeri 50 A/lc DA olduğuna göre eşgitin çapının ortasındaki alan şiddetini bulunuz.
- Akım yoğunluğunun her yerde çapın ortasındaki değeri ile aynı olduğunu varsayarak sarımların endüktansını bul.
- Akım yoğunluğu her yerde aynı olmaz, varsayım ile yapılan hata yüzde olarak ne kadardır?
- Bakırın özgül direnci $17.2 \times 10^{-5} \Omega \cdot m$ olduğuna göre şekilde verilen eşgitin eşdeğer devre parametrelerini bul

SORU 2

Bir sarımlı magnetik sistemde, sarımlı 220 V , 50 Hz lik şebekeden beslendiğinde oluşan güdüp akımı kayıpları 120 W dir. Sarımlar 200 V , 60 Hz lik kaynak ten beslendiğinde, magnetik devrede oluşan güdüp akımı kayıpları ne kadardır? Sarımlı direnci gözardı edilebilecek kadar küçüktür!

Bu durumda

$$P = N \frac{d\Phi}{dt} \cdot \Phi$$

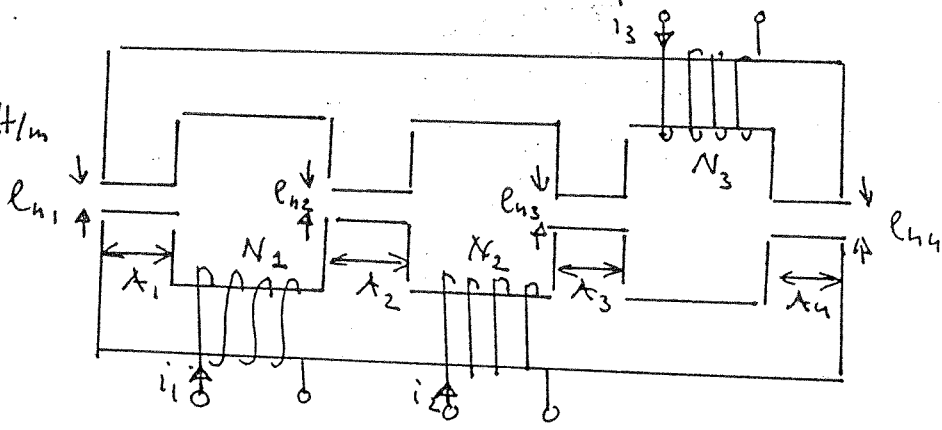
$$P = f \cdot 20 \sqrt{2} \cdot 50 \cdot 100 \cdot 2 \cdot \Phi$$

$$P_T = K_e \cdot \frac{1.90 \cdot 10^2 \cdot 10^2}{1.10}$$

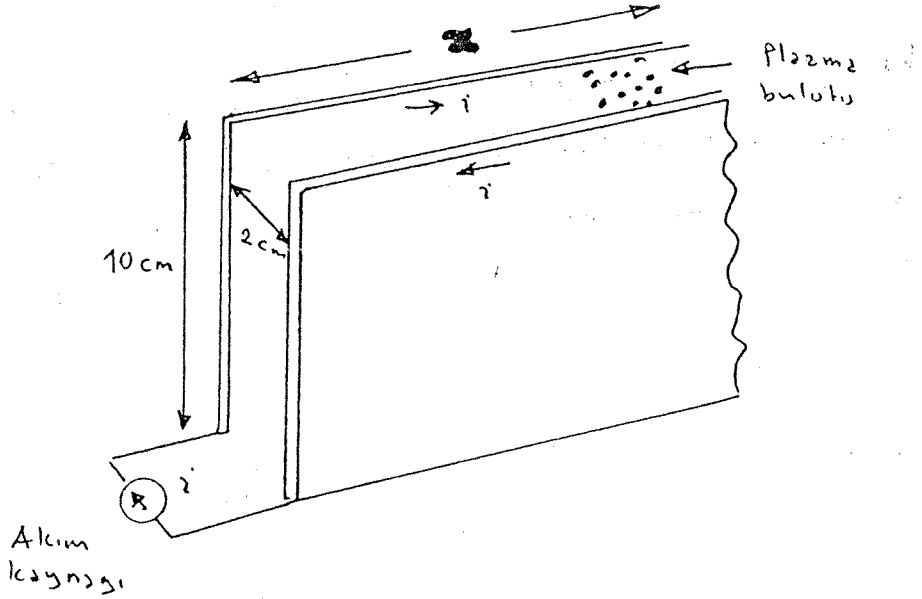
SORU 3

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H/m}$$

$$\mu_r = \infty$$

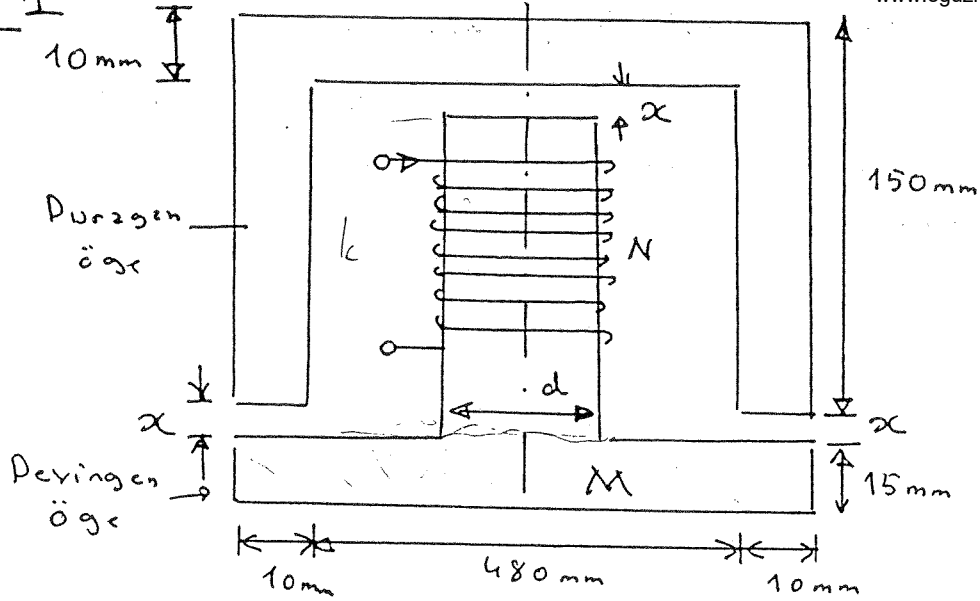


Kesitler $A_1 = 30 \text{ cm}^2$, $A_2 = 20 \text{ cm}^2$, $A_3 = 25 \text{ cm}^2$, $A_4 = 15 \text{ cm}^2$ dir.
 Sargın sayıları $N_1 = 200$, $N_2 = 250$, $N_3 = 150$ dir. H_2 ve H_3 uzunlukları
 boyları ise $l_{h1} = 3 \text{ mm}$, $l_{h2} = 1 \text{ mm}$, $l_{h3} = 2 \text{ mm}$, $l_{h4} = 4 \text{ mm}$ dir.
 Sargıların öz ve ortak endüktanslarını bulunuz.

SORU 4

- Şekilde iyonize gaz bulutunu (plazma) tutan bir çift levha gösterilmiştir. Akım kaynağının akımı 10 kA dir.
- İletim çevriminin endüktansını α in iflevi olarak bulunuz ($L = f(\alpha)$)
 - Plazmaya gelen kuvveti endüktans ifadesinden yararlanarak bulunuz.
 - Levhalar arasındaki akı yoğunluğunu bulunuz
 - Levhalar arasındaki akı yoğunluğundan yararlanarak plazmaya gelen kuvveti bulunuz.
 - Plazma üzerine gelen basıncı bulunuz.
- Magnetik alanın yalnızca levhalar arasında olduğunu varsayınız.

SORU 1



Şekilde gösterilen elektromekanik düşürücü M kütlesini x uzaklığı kaldırmakta kullanılmaktadır. Sistem eksenel dönel simetriktir. Magnetik malzemenin bçgil magnetik geçirgenliği sonsuz büyüktür. Sargının sarmı sayısı 531 dir. Kızak zikler ve ziki sarmıların gürndü edilebilecek kü küçüktür.

2) Orta kısmın çapını bulunuz ($d=?$)

b) Sargıdan 3A akımla iken hava aralığında 2T lik akı yoğunluğunun oluşması için x hava aralığının boyu ne olmalıdır? ($x=?$)

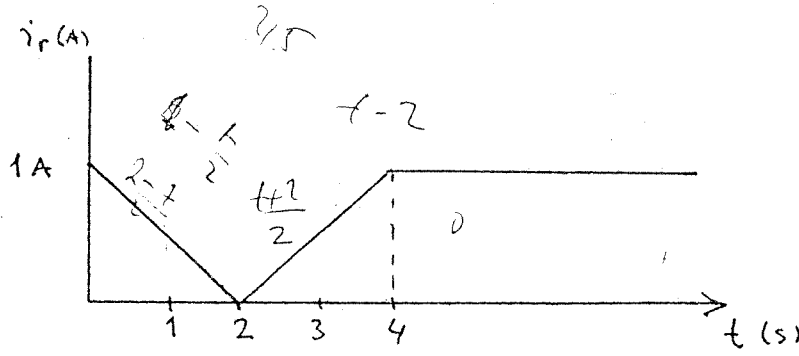
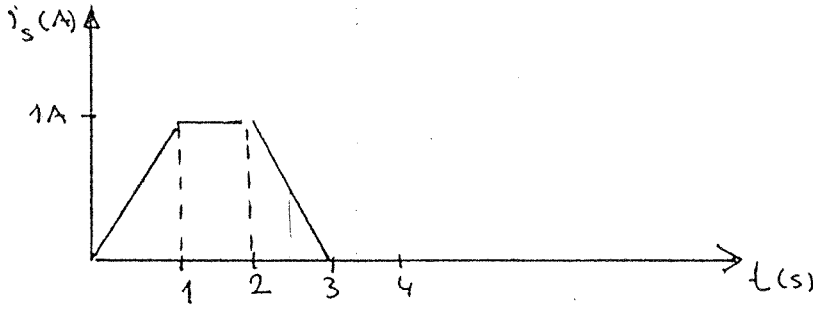
c) Bir önceki şıkta bulunan hava aralığı için, devingen ögeye etki eden kuvvet nedir?

d) Magnetik malzemenin yoğunluğu 7800 kg/m^3 dır.

b) şıkta bulunan hava aralığı boyu için yenşelir kuvvetine karşı kaldırabilecek m kütlesini bulunuz

e) Devingen ögeye 2) şıkta bulunan hesaplanan hava aralığı uzunluğunda başta iken tutabilmek için Sargıdan geçmesi gereken akımı bulunuz.

SORU 2 Rotoru sergürlü, relüktans motorunda sergülerin endüktansları $L_s = 7 + 3 \cos 4\theta$ [H], $L_r = 2$ [H], $L_{sr} = 2\sqrt{2} \cos \theta$ [H] dir. Rotor $\theta = 45^\circ$ olarak biçimde sabit bir konumda tutulmaktadır. Stator ve rotor akımlarının zamana göre değişimleri aşağıda verilmiştir:



a) Makinenin enine kesit çizimini çiziniz. b) Stator sergü geriliminin zamana göre değişim grafini çiziniz. c) Rotor sergü geriliminin zamana göre değişim grafini çiziniz. d) Rotora etkiyen momentin zamana göre değişim grafini çiziniz.

SORU 3 Bir sisteme ilişkin denklem

$$3x \frac{dx}{dt} - 5x \frac{dx}{dt} + 6x^2 - 4x^2 = k \quad \text{ile verilmektedir.}$$

a) $x_0 = 4m$, $V_0 = 3V$ bir çalısma noktası olduğuna göre, k değerini bulunuz. b) Sistemin bu çalısma noktası etrafındaki küçük genlikli değişimlerin, doğrusallaştırılmış denklemini bulunuz. c) Sistemin geçiş işlevi $V_1(s) / X_1(s)$ bulunuz. d) $x_1(t) = 0.3 e^{-2t}$ [m] olarak değiştiğinde $v_1(t)$ nasıl değişir. e) Sistemin kararlılığını inceleyiniz.