

Zekeriya Özdemir

ELEKTRIK MAKİNALARI I

$16\frac{1}{3}$ hertz

EEPROM DESKTOP

Traktör

Dönmez Akım Motoru

Aşırıkarım

Servosan -> %100 enerji sırf him

Güle Degan
Nihâîr Eclim
Dost Bâbür oflu
Aydın Çatışbeyoğlu
Car system

EPDK borsası

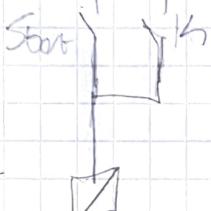
Rosch Afrikalı

Giriş ADDRESS

Kontrolde devri

by Traktör

Stop(Amberوش buton)



Kontaktor ile motorlara gidi

Stop buton
dönmez akım

1. 85 geraden



13-16 NO
23-24 NC

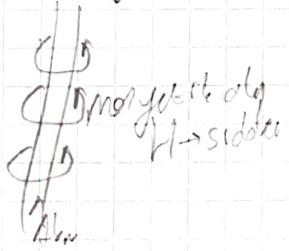
31-32 NC
61-62 NC

24-16 Cilus ana

1676 km/h
Dönmez akım

Anper Yasası

Bir döktenden (sarıdan) bor idamıza gecildiyinde en fazla bir manyetik alan meydana gelir.



Şart: m = 0'da elektriksel olursa



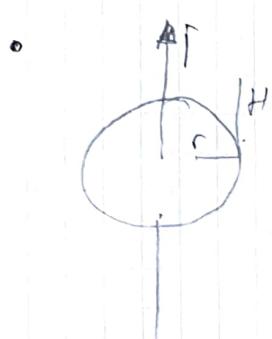
$$\oint H dl = i$$

$$\oint H dl = \oint J ds : \oint B ds = 0$$



$$\oint H dl = \sum i = +i_1 + i_2 - i_3$$

$$\oint H dl \cos\theta = i_1 + i_2 + i_3$$



$$\oint H dl = i$$

$$H 2\pi r = i$$

$$H = \frac{i}{2\pi r} \text{ (A/m)}$$

↳ manyetik alanın sıfırlığı

$H \rightarrow \text{Sabit}$

$B \rightarrow \square \rightarrow$ manyetik alanın yarattığı

$$B = \mu H$$

μ : manyetik matematiksel birlik
(Permeabilite)

$$T \text{ veya } \text{Wb/m}^2$$

$$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$$

\downarrow
 $\mu_0 = \text{boşluk} = \text{vacum}$ manyetik alanının genelliği

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

$\mu_r = \text{Kullanılan ferromagnetik matzemennin manyetik alanının genelliği}$
1000-10000

Daha büyük manyetik əzəlləli ferromagnetik matzemə
wəlliñliçdə dəhar düşkən dəkim dəha və sonn dəhar və
yər kəpləndə imkəni torur.

1.1t	1850	SkW	600kg
2012		SkW	25kg

Diamanyetik $\mu_r \leq 1$ (Platindan...)

Poldiamanyetik $\mu_r > 1$ (Alミニym, tənstan ...)

Ferromanyetik $\mu_r \gg 1$ (Dəmir, kobalt ...)

- Mühendislikte ile ilgili Bözenlik (Bözenlikte ile ilgili)
 1- Sıcalılık (Curie sıcalılığı)
 2- Yapısalı esinler (Distorsyonlar)
 3- Mekanik esinler (Magnezik momentlerin rösteğeli dağılım ve ışığı)

Magnezik fırçalı devre (Toroidal)



$$\oint H dl = Ni$$

$$Hl = Ni \quad l = 2\pi r$$

$$H = \frac{Ni}{2\pi r}$$

$$Ni = F \Rightarrow \text{imper-sorim kuvveti}$$

$$Hl = Ni = F$$

$$H = \frac{Ni}{l}$$

$$\frac{B}{\mu_0} = \frac{Ni}{l}$$

$$B = \mu_0 \frac{Ni}{l}$$

↓

$$\Phi = \int BdA$$

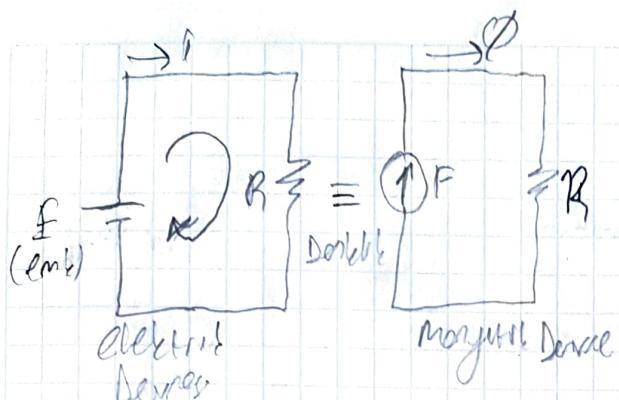
$$\boxed{\Phi = BA}$$

$$\frac{\Phi}{A} = \frac{Ni}{l}$$

$$\Phi = \frac{Ni}{l} A$$

$$\Phi = \frac{l}{\mu_0} \frac{Ni}{l} A$$

$$P_t = \frac{l}{\mu_0} \quad (\text{relatörler (magnezik akısı)})$$



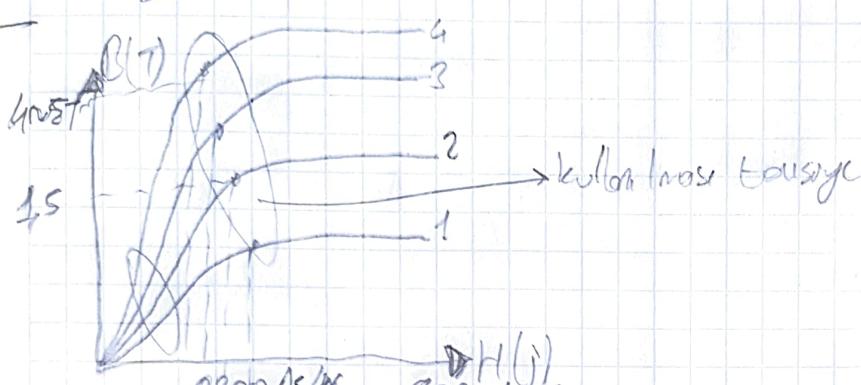
Magneto Motor force

$$E \propto F$$

$$F \propto \phi$$

$$F \propto R$$

$$\phi = \frac{F}{R}$$

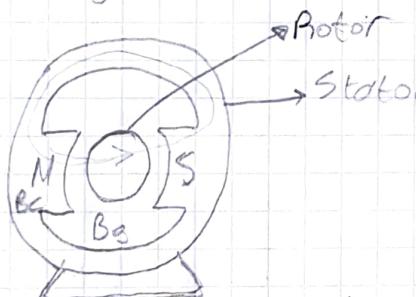


maximum 4N5 Tesla

Magnetik bant (setirlik) egrisi (Diyotik olusturulabilir)

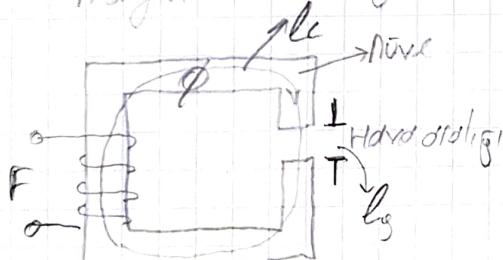
Ferrromagnetik malzemelerdeki hizası

Norce (Ferrromagnetik) malzemeler non-lineer inova orduyu linear hizam gosterir.



1 Norce
2 Hizam orduyu
magnetik bant
gerekli

magnetik dönerlikler



$$R_c = \frac{l_c}{\mu_0 A_c}$$

$$\phi = \frac{F}{R} = \frac{N_c}{R_c + R_g}$$

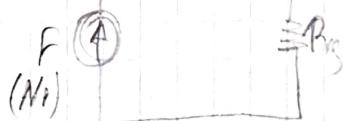
$$R_g = \frac{l_g}{\mu_0 A_g}$$

$$F = N_c = H_c l_c + H_g l_g$$

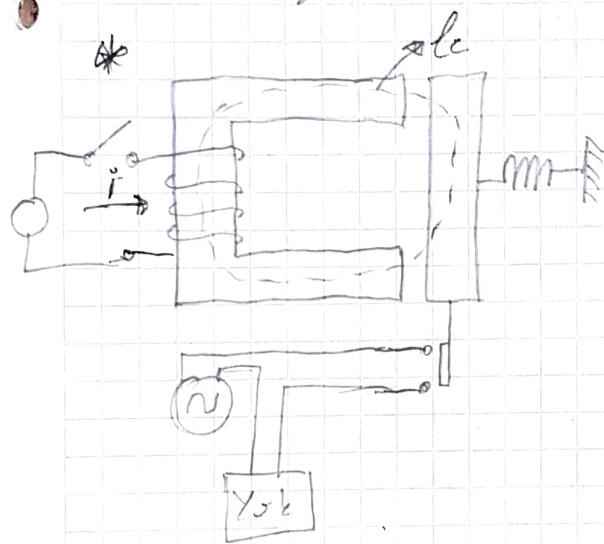
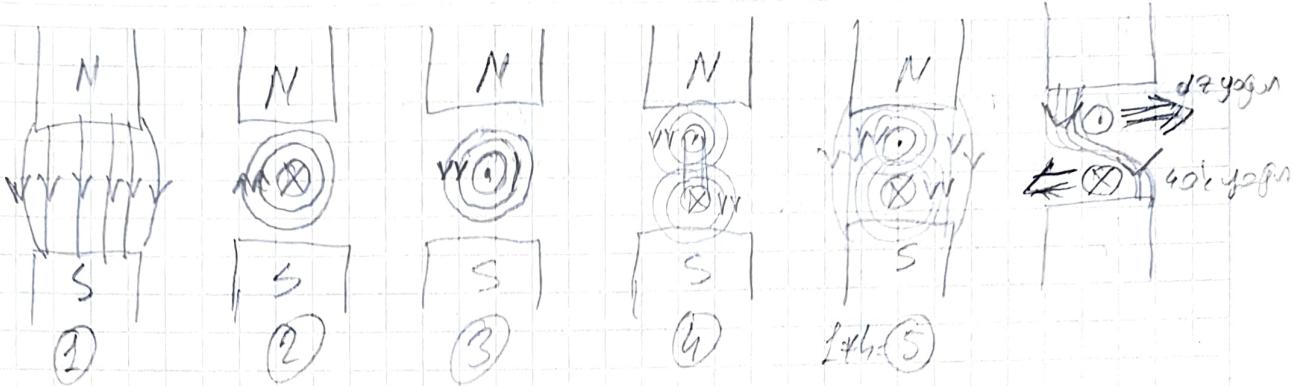
$$B_c = \frac{\phi_c}{A_c} \quad B_g = \frac{\phi_g}{A_g}$$

$$A_c = A_g$$

$$B_g = B_c = \frac{\phi}{A_c}$$



! Norce dayanaqitlari kisin hizli basis !



$$\textcircled{a} \quad F? \quad F = NI$$

$$F = \frac{E}{N}$$

$$F = ?$$

$$F = Hl = Ni$$

$$F = F_a + F_g$$

$$F_a = H_a l$$

$B_a = 0,8$ Tesla ravn dolma spola agresivnim $H_a = 5700 \text{ AS/m}$ elde edili. $B_g = B_c = 0,8 \text{ T}$

$$F_g = H_g (l_g \times 2)$$

$$= \frac{B_g}{\mu_0} l_g \times 2 = \frac{0,8}{4\pi \cdot 10^{-7}} \times 1,5 \times 10^{-3} \times 2$$

$$= 1310 \text{ AS}$$

$$N = 500 \text{ salim}$$

$$d_c = 360 \text{ mm}$$

$$l_g = 1,5 \text{ mm}$$

Poleigr sljive edile bilenje, cm.

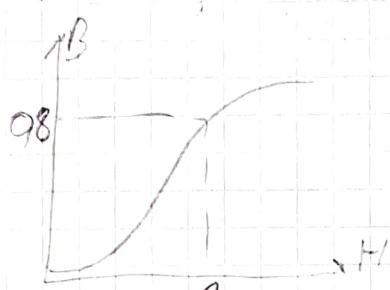
$B = 0,8$ Tesla 'ya titipki ist.

Gekrdele dolme gotlo.

a) Bodan elam.

b) Permeabilite ve retorif permeabilite

c) Harekatsalip = 0 ise bodan salmi $0,8 \text{ T}$ ravn ne dir.



$$F_{\text{Top}} = 184 + 1840 \\ = 2034 \text{ A}$$

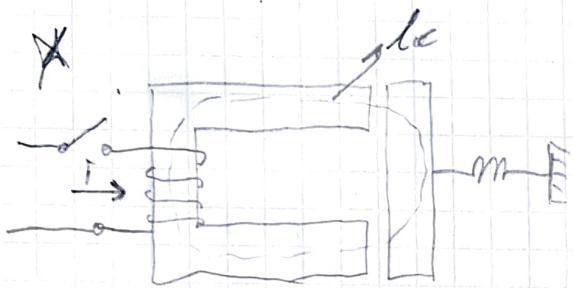
$$B = \frac{F_{\text{Top}}}{N} = \frac{2034}{500} = 4,068 \text{ T}$$

$$\textcircled{b) } \mu = \frac{B_c}{H_c} = \frac{0,8}{510} = 1,57 \times 10^{-3} \text{ T/m}$$

$$\mu_r = \frac{\mu}{\mu_0} = \frac{1,57 \times 10^{-3}}{4\pi \times 10^{-7}} \\ = 1250$$

\textcircled{c) } Horizonta ornatığı $\varphi_1 = 0$ yapan tırısr $F_g = 0$ olur.

$$F = \frac{F_c}{N} = \frac{184}{500} = 0,368 \text{ A}$$



Bölgen $4A$ ve horozontallığı $2mm$
ise horozontalınlıklar da ne yapsın?

$$l_c = 360 \text{ mm} \\ N = 500 \text{ Adet}$$

Manyetik devre tam

$$N_A = H_c l_s + H_c l_c$$

$$= \frac{B_g}{\mu_0} l_s + H_c l_c$$

Birinden B_g 'yı tek başına birde

$$B_g = B_c = \frac{\mu_0 l_c}{l_s} H_c + \frac{N_A \mu_0}{l_s}$$

$$Y = MX + C$$

$$m = -\mu_0 \frac{l_c}{l_s} = -4\pi \times 10^{-7} \frac{360 \text{ mm}}{2 \text{ mm}} = -2,26 \times 10^{-6}$$

$$C = \frac{N_A \mu_0}{l_s} = \frac{500 \times 4 \times 6,77 \times 10^{-7}}{2 \times 10^{-3} \text{ m}} = 1,256 \text{ Tesla}$$



$B_c = 0$ oldidir

$$\mu_0 \frac{l_c}{l_s} H_c = \frac{N_A \mu_0}{l_s}$$

$$H_c = \frac{N_A}{l_c} = \frac{500 \times 6}{0,36} = 5555,6 \text{ A/m}$$

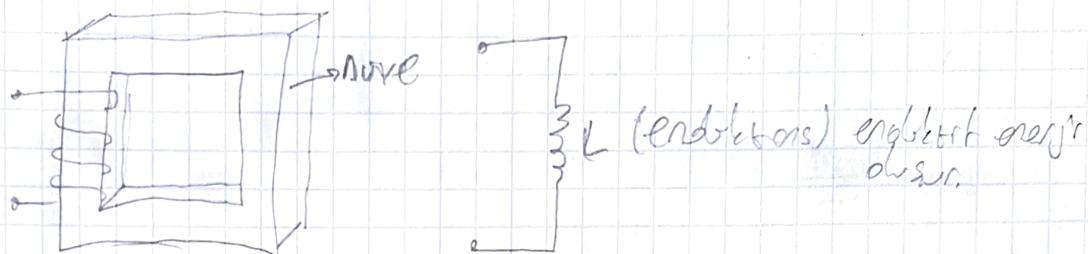
Permeance → Manzetti Metodu

Bobinde GA ile olsun olusturulabilecek norm 1,08 Tesla lik bir akci yorgunlugunu obtiyorsa verdire.

ENDERTEAMS

Bir manzetteki icteki delesle bir bobin ve bobinin yanindan bir akci gecenliginde metken cinsinden bir alan ve de bir endektors ortaya.

$$B \text{ alani} = T \text{ alani} \quad X = X_{\text{om}} + X_{\text{end}}$$



$\lambda \rightarrow$ flux linkage (Bir bobindeki genel etsizlik bobindeki sonucu sepsi ile esdeger)

$$\lambda = N\phi$$

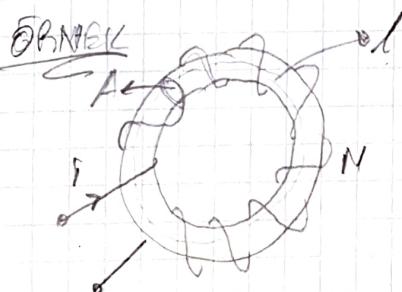
$$\bullet d = \frac{\lambda}{I} = \frac{N\phi}{I}$$

$$\Rightarrow \frac{N\phi}{I} = \frac{NBA}{I} = \frac{NMHA}{I} = \frac{NM^2}{\frac{Hl}{R}} = \frac{N^2}{\frac{H}{R}} = \frac{N^2}{R}$$

$$\bullet F = NI = Hl$$

$$I = Hl/N$$

$$\boxed{d = \frac{N^2}{R}}$$



$N = 250$ Adeb malzeme silikortu gelii.

r_1 yaricap = 20 cm

r_2 yaricap = 25 cm

Dairesel kesit, $I = 2,5$ A

a) Toroidin $B = ?$

b) Bobinin endektors degeri.

① $r_{\text{ark}} = 22,5 \text{ cm}$

$$B \rightarrow H$$

$$F = HL = NI$$

$$H = \frac{NI}{l} = \frac{250 \times 2,5}{2\pi r} = \frac{250 \times 2,5}{2\pi 22,5 \times 10^{-2}} = 642,3 \text{ As/m}$$



$$B = 1,225 \text{ Tesla}$$

① $L = ?$

$$L = \frac{\lambda}{\mu} \quad \lambda = \phi N$$

$$\phi = BA$$

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi \times (25 \times 10^{-2})^2$$

$$r = \frac{25-20}{2} = 2,5$$

$$R_{\text{kerik}} = 5 \text{ cm}$$

$$r_{\text{kerik}} = 2,5 \text{ cm}$$

$$\lambda = 250 \times 1,225 \times \pi \times (2,5 \times 10^{-2})^2 \\ = 0,601 \text{ Wb} \text{ sonm}$$

$$L = \frac{0,601}{2,5} = 0,24 \text{ H} = 240 \text{ mH}$$

$$② \rightarrow L = \frac{N^2}{\mu B} \quad B = \frac{l}{\mu A}$$

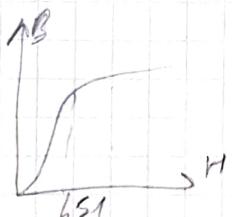
ÖRNEK Bir toroidin ortasında yaricapı 16 cm kesisdi 4 cm^2 olır $N=400$
Dolma deyr cm

- a) 1A
- b) 2A
- c) 4A

oldugunda ϕ 'yi bulunuz. Alın 16 cm kesisdi 4 cm^2 olırsa
deyr 'da nek kat artmadısa misir? Neden?

$$③ F = Ni = HL$$

$$H = \frac{Ni}{l} = \frac{400 \times 1A}{2\pi 16 \times 10^{-2}} = 651 \text{ AS/m}$$



$$B = 0,2 \text{ T}$$

$$\phi = 0,2 \times (6 \times 10^{-4}) \\ = 8 \times 10^{-5} \text{ Wb}$$

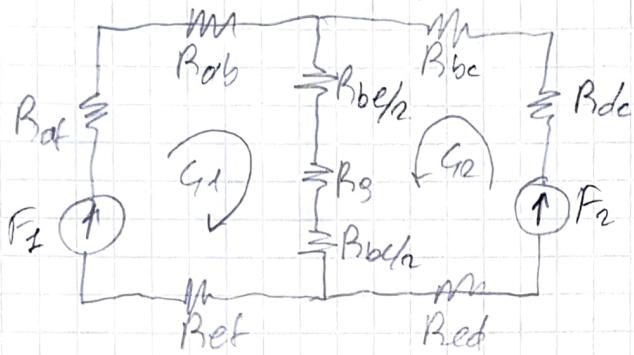
$$④ H = 202 \quad B = 0,32 \text{ T} \\ \phi = 1,28 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$⑤ H = 180 \text{ A/m} \quad B = 0,4 \text{ T} \\ \phi = 1,6 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

SANBK



$\mu_{er} = 1200$ Konsit kore olurduğunu, havanın ortalığı da yagıtılıp ve havanın ortalığı manetik olaşıldığı?



$$\text{Prob} = \frac{f_{ab}}{\mu A} = \frac{(1 + 50 + 1) \times 10^{-2}}{6\pi \times 10^{-7} \times 1200} \times [2 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^{-2}]$$

$$R_A = 2,58 \times 10^6 \text{ As/Vb}$$

$$B_B = B_A = 2,58 \times 10^6 \text{ As/Wb}$$

$$\beta_{be} = \frac{5.1 \times 10^{-2}}{6\pi \times 10^{-7} \times 1200 \times (2\text{cm} \times 2\text{cm})}$$

$$= 0,82 \times 10^6 \text{ A} \cdot \text{s}/\text{Wb}$$

$$R_B = \frac{l_0}{\mu_0 A} = \frac{0.5 \times 10^{-2}}{4\pi \times 10^{-8} (2 \times 10^{-2})^2}$$

$$= 9,94 \times 10^6 \text{ As/mB}$$



$$F_1 = \phi_1 (R_A + R_{Bc} + R_B) + \phi_2 (R_{Bc} + R_B)$$

$$F_2 = \phi_1(R_{bet+R_g}) + \phi_2(R_b + R_{bet+R_g})$$

$$F_1 = F_0 = 5000$$

$$\Phi_1 = \Phi_2 = 2,067 \times 10^{-6} \text{ Wb}$$

$$\Phi_2 = \Phi_1 + \Phi_2 = 6.1234 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$B_g = \frac{\Phi_0}{A_s} = 1,034 T$$

$$Hg = \frac{B_0}{f_{10}} = 0,822 \times 10^6 \text{ As/km}$$

Genel Anlamsız Kayiplar

- ① Növe gerekçeli kayiplar
- ② Elektrik ve radyon olum getirgenin gerilim dogrular
kaynaklanan kayiplar

- * ① Eddy (Faucault) (Girdap) Akimlar ve Kayiplar
- ② Histerisiz Kayiplar

$$P_c = P_f + P_h$$

Eskiden $P_c = 3 \text{ W/kg}$, genisinde $P_c = 1 \text{ W/kg}$ bolul edilm. (ideal)

40 kg bir motor $P_c = 40 \text{ W/kg}$ olur (maximum).

- Eddy Akiminin Olusumu

Elektrik Motorlarında nayetlik malzemeler prajerit, alüminyum, ferrometal, çelik, krom, bismut, Cu demirli malzemeler de veya çok heterojenler.

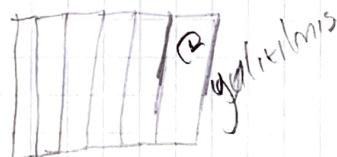
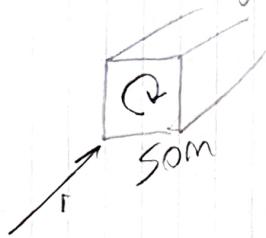
İşlememelde borblite yerel gerilimler oluşur. Bu gerilimler sen bir şekilde, önceden girdap şeklinde akımının demasına sebep olurlar.

Dolayısıyla i^2r kayip evreları ile malzemeyi ısıtırır. Olgan bu durum Faucault kaybi adı verilir.

Bu durum (ahval) malzememin duyarlılığını düşürür etkiler, bu da yolcu güvenlidir.

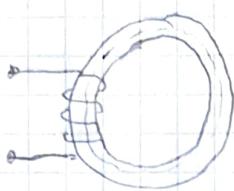
1- Malzeme direncinin ortalaması Carbón ve Silikon eklenerek (%1 ~ 3)

2- Som yapıda, değilde yolluksız silinsel saçı poşetlerinden malzemeyi oluşturmak.



$$P_f = K_f B^2 f^2 \quad P_h = f(f^2)$$

Histererz Etkisi ve Kayiplari



Yukarıdaki toroid yapımı N sarmı yerleştirelim. 125 Hz gibi yüksek frekanslı sinusoidal döner uygulapım.

Akım H , B , ϕ üreticek.

Manyetik sarmaşım bir yeri önce N , belirli bir süre sonra S olurduktır.

Bu yönlenme sırasında moleküller boydalı, dönen duvarlarında sotekneler oluşmaktadır ve sarmaşım hızlanır.

Bu histererz kaybi denir.

\rightarrow sıfır olduğundan $H=0$ da sıfır olamaz. Fakat bazı domenler yönlenmiş kalıp malzemede $\neq 0$ da olsa miknatıs etkisi devam edecektir.

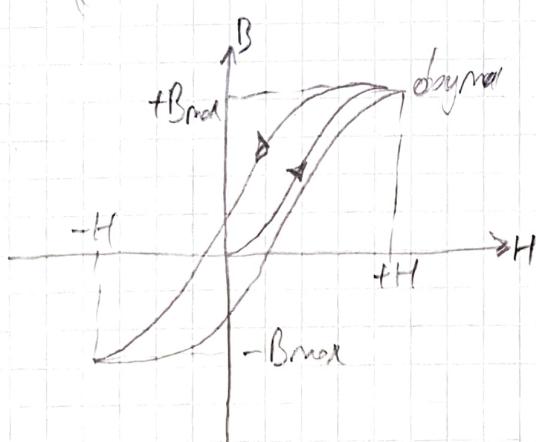
Bu lalan da yorumluysa

$B_r \rightarrow$ remansans da yorumlu, da yorumluının ölçütü sağlıyor.

$H_r \rightarrow$ remansans gerilimi olsı veriliyor.

Kidon dayı sıfırlandığında $H_m - H$ boyutunda magnitik alan gerilimeğidir. (Fakat bu değerin ne olur mu?)

($H_s = 1000 V$ motorlerde)



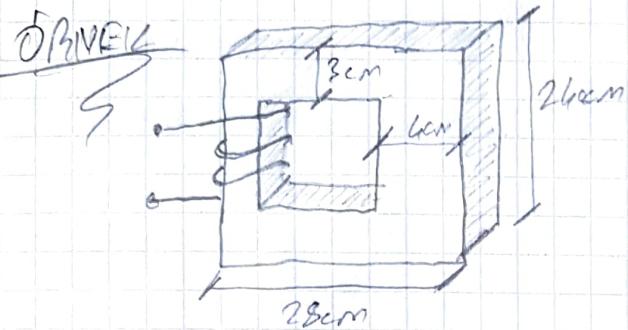
$$P_H = K_H \underbrace{B_{\max}^n}_{\text{sbt}} f$$

$$P_H = f(f)$$

Histerisik Kozybi Azaltılması 1cm

1- Sarı malzeme sartığının orteltilmesi

2- Taş gerilimler ve yüzey gerilimlerinin azaltılması
(Tavlamalar, ısıl eylemler vəsitiyyətlər gəsəbləşdir)



Dəkme cəliləyə yoxlamış bir mənyetik malzeme boyntarıq şəkildədir giblidi.

Cəlil deblik $33,3 \times 10^{-6} \text{ Vs}$ 1 k bir mənyetik dəki gətiribilmək üçün gerelək mm² neçər?

$$\text{Bacal: } h \text{cm} \times w \text{cm} = 26 \text{cm}^2$$

$$\text{Boynu: } 3 \text{cm} \times 6 \text{cm} = 18 \text{cm}^2$$

$$l_{\text{top bacal}} = 21 \times 2 = 42 \text{cm}$$

$$l_{\text{top boyun}} = 26 \times 2 = 52 \text{cm}$$

Bacal hissini 1cm qəndəli Amper-Sorim məksəri

$$Ab = 26 \times 10^{-6} \text{ m}^2$$

$$B = \frac{\phi}{Ab} = \frac{33,3 \times 10^{-6}}{26 \times 10^{-6}} = 1,387 \text{ T}$$

Dəkme cəlilə B-H egrisine görətik

$$\textcircled{D} \quad B = 1,387 \text{ Tesla } 1 \text{cm} \quad H = 2340 \text{ As/m}$$

$$F = Hl = 2340 \times 0,42 = 982 \text{ As} \quad (l_{\text{top bacal}})$$

$$\textcircled{Q} \quad B_{\text{boyun}} = \frac{\phi}{Ab} = \frac{33,3 \times 10^{-6}}{18 \times 10^{-6}} = 1,83 \text{ T}$$

$$H = 16,000 \text{ As/m}$$

$$F = 16,000 \times 0,68 = 6720 \text{ As}$$

$$F_{\text{top}} = F_{\text{bacal}} + F_{\text{boyun}}$$

$$= 982 + 6728$$

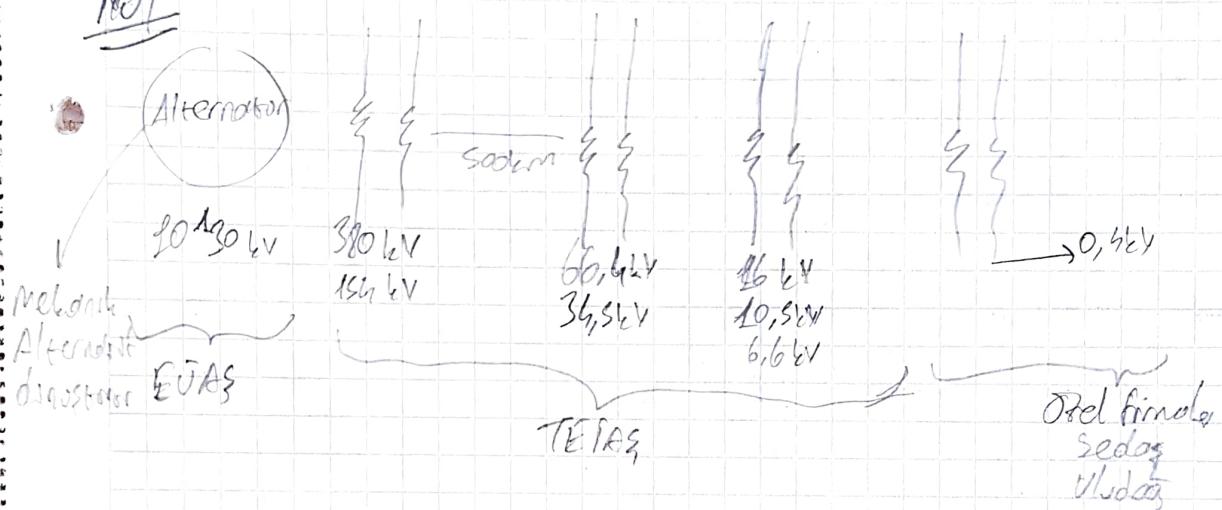
$$= 7710 \text{ As}$$

$$\approx 8000 \text{ As}$$

ÖDEV

Bir manjetti, dersre sen olsat dağdarlı
kisimdar olusmazsun.

- 10cm ortalaması ıvanlıgunda $2,2 \text{ cm}^2$ çapılıdır ve $0,6 \text{ A}$
- 10cm " " " 4 cm^2 " " " demir
- 40cm " " " $1,8 \text{ cm}^2$ " " " demir
- Uzunluğu 0,5mm ve enine kesids 2 cm^2 olan havza
ardıda manjetti kusatır ve ug teşrifi şıkkı
olmak üzere 500 saniye ıvairma bobinde $1,2 \text{ Wh/m}^2$ 'lik
bir manjetti oluyor. yogurtlu meydana getirilen kur
geseler dumlu bulsun.

NOT

Transformator Fazları ve Gölükler

1. Göldeki

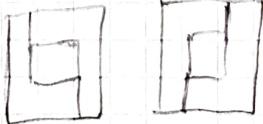
2. Montel



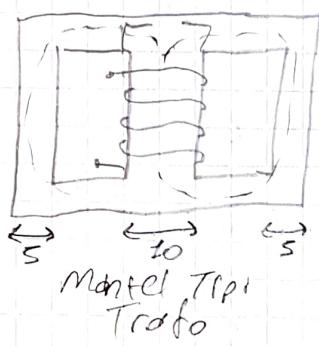
Göldeki

Tip Trafo

$$\Phi = \Phi_1 = \Phi_2$$



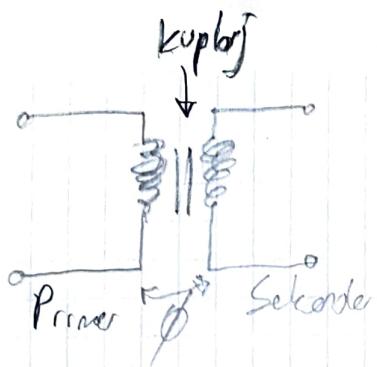
L tipi laminasyon
(Foba kaybi azaltıcıdır)
(Histerisis)



Nüveye yokin
kisma dolan
dolce sorğu
gerlestirinler.
(Sekonder sorğu)



E kesimi laminasyon

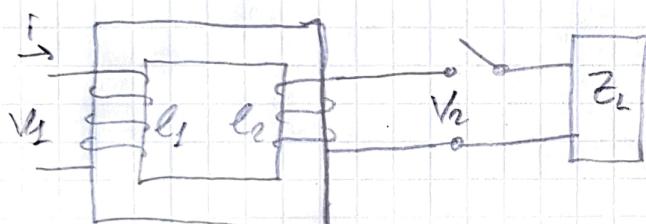


Farklı frekanslı galisideki transformatorlar için mützeme seviye
yapılır.

Transformator Kullanım Yerleri

- 1- Enerji iletimi
- 2- Güç ve kontrol devrelerinde yarlılığı
- 3- Maximum güç transferi
- 4- Gerilim ve dönm olgusu işlemi
(Enstrümantasyon Transformatorı)

Ideal Transformator



ideal transformator altı şart karşıllerse yapılır.

- 1- Sorgul direnci, ihmal
- 2- Koğuş, dır. gür, gelirdeki koppur, ihmal
- 3- Gelirdeki permittivitesi sonsuz, gevme oranı sabit
- 4- İf gerekli değil $\Phi = 0$ (redüktif gür)

Primerden V_1 gerilimi uyuslu şekilde (defrisken)

- N_1 sorgusunda e_1 meydana gelir.
 e_1 sonrası i_1 akımı ve de Φ dösu oluşup sekonderde
 e_2, V_2, i_2 olıscak, yine V_1, i_1 varitasyonla beslenmiş olacak

$$V_1 = e_1 = N_1 \frac{d\Phi}{dt} \quad , \quad \frac{e_1}{e_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{1}{a} \rightarrow \text{Sorun seviyesi oran} \quad (\text{Gevme oranı})$$

$$e_2 = V_2 = N_2 \frac{d\Phi}{dt} \quad (2)$$

$$N_1 i_1 = N_2 i_2 = 0$$

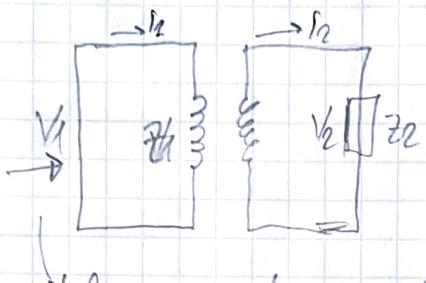
$$N_1 i_1 = N_2 i_2$$

$$\frac{i_1}{i_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1}{a}$$

$$\bullet V_1 I_2 = V_2 I_1$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \alpha$$

Impedans Transform



Primer tarafından transformator bobinatları

$$Z_1 = \frac{V_1}{I_1} \quad Z_2 = \frac{V_2}{I_2}$$

$$Z_1 = \frac{\alpha V_2}{I_2/\alpha} = \alpha^2 \frac{V_2}{I_2}$$

$$Z_1 = \alpha^2 Z_2$$

$$Z_1 = Z_2' \text{ yaparsak } \underline{Z_2' = \alpha^2 Z_2}$$

Sekonder tarafından transformator bobinatları

$$Z_2 = \frac{V_2}{I_2} = \frac{V_1/\alpha}{\alpha I_1}$$

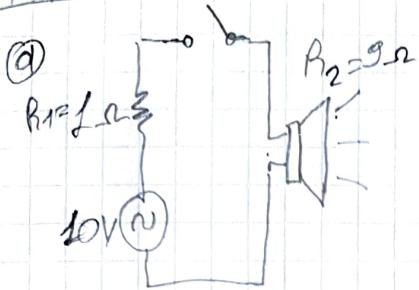
$$= \frac{V_1/\alpha}{\alpha I_1 / \alpha} = \frac{1}{\alpha^2} \frac{V_1}{I_1}$$

$$Z_2 = Z_1 \left(\frac{1}{\alpha^2} \right)$$

$$Z_2 = Z_1' \text{ yaparsak } Z_1' = \left(\frac{1}{\alpha^2} \right) Z_2$$

$R_1 = k_1$ direk, $R_2 = Y_2 k$, yolu ve nükleer güçlerin
d → geriye oranı.

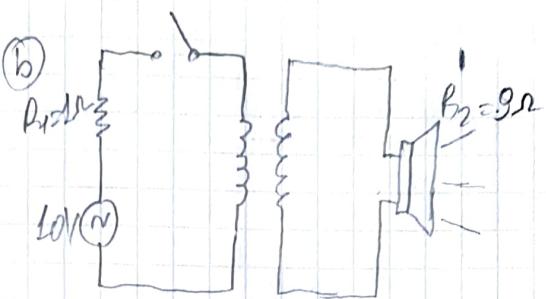
ÖRNEK



a) Sekildeki durum için
 $P_{ha} = ?$

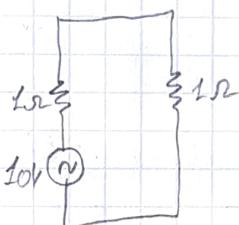
$$I = \frac{10V}{(1+9)\Omega} = 1A$$

$$P = I^2 R_2 = (1)^2 9 = 9W$$



b) Sekildeki durum için
 $P_{hb} = ?$

$$R_2' = \alpha^2 R_2 = (\frac{1}{3})^2 9 = 1\Omega$$



$$I = \frac{10}{1+1} = 5A$$

$$P_{hb} = I^2 R_2' = (5)^2 \cdot 1 = 25W$$

NOT: Floraşan lambalar taneçiklerin hanehane baglantisi için elstatikler
ve gerekli. Bu nedenle floraşan lambalar paralel bir kondansatör
ile sephiye bilen (240V)

ÖRNEK Hidroelektrik - Arıtma elektrikli demir yolu besleyen tek
faaliyetli ebatlarından birinin nominal değerleri 7,5MVA,
156kV/25kV, 50Hz dir.

- Geriye oranı
- Nominal akımı
- 0,7 erodeksiyonlu soyusı ile, tam yükleneñde sekonder
dutrif ve negatif soyusı
- Trotor soyusunun kat sayısı 0,75'te ve 6,2MVU güçte
primen ve sekonder okimları bulun

$$S_n = 7,5MVA$$

$$U_{1n} = 156kV$$

$$U_{2n} = 25kV$$

(d)

$$\frac{U_{1n}}{U_{2n}} = \frac{156}{25} = 6,16$$

$$\textcircled{b} \quad I_{2n} = \frac{S_n}{U_{2n}} = \frac{7,5 \text{ MVA}}{154 \text{ kV}} = 48,7 \text{ A}$$

$$I_{2n} = \frac{S_n}{U_{2n}} = \frac{7,5 \text{ MVA}}{251 \text{ kV}} = 300 \text{ A}$$

$$\textcircled{c} \quad S_n = S_1 = S_2$$

$$\cos\phi = 0,7 \quad \sin\phi = 0,714$$

$$P_2 = S_n \cos\phi = 7,5 \text{ MVA} \times 0,7 = 5,25 \text{ MW}$$

$$Q_2 = S_n \sin\phi = 7,5 \text{ MVA} \times 0,714 = 5,36 \text{ MVar}$$

$$\textcircled{d} \quad \cos\phi = 0,75, \quad P_2 = 4,2 \text{ MW}, \quad S_n = S_1 = S_2$$

$$S_2 = P_2 / \cos\phi = \frac{4,2 \text{ MW}}{0,75} = 5,6 \text{ MVA}$$

$$I_2 = \frac{S_2}{U_{2n}} = \frac{5,6 \text{ MVA}}{251 \text{ kV}} = 224 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{S_2}{U_{2n}} = \frac{5,6 \text{ MVA}}{154 \text{ kV}} = 36,36 \text{ A}$$

ÖRNEK Nominal değerleri 2500 VA, 380 F% S/220 V olan tek fazlı formanolo trafosundaki yagıtılığı 1,3 T, dikkat ettiğimiz gibi demir kesimi boyutları 6,6 cm, 13,5 cm ve demir dolguma katısayısı 0,9 dur.

a) Faydalı dayı

b) Gerilim değerini dikkate alarak sarmal seyirlerini ve sarmal gerilimlerini bulınız

$$S_n = 2500 \text{ VA}$$

$$U_{2n} = 380 \text{ V F% S}$$

$$U_{1n} = 220 \text{ V}$$

$$B = 1,3 \text{ T}$$

$$A = 6,6 \text{ cm} \times 13,5 \text{ cm}$$

$$k_d = 0,9$$

$$\textcircled{e} \quad \Phi_m = k_d BA = 0,9 \times 1,3 \times (6,6 \times 10^{-4} \times 13,5 \times 10^{-2}) = 10,21 \text{ mWb}$$

A Mikroturbinde AC hattan

(b) N_1 ve N_2 bul;

$$U_{2n} = 6,64 N_2 \Phi_{mf}$$

$$\cdot N_2 = \frac{U_{2n}}{6,64 \Phi_{mf}} = \frac{220V}{6,64 \times (10,11 \times 10^{-3}) \times 50} = 38 \text{ var.m}$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \text{ dan } N_1 = X \text{ ki degeri oldugunda boyalla degit}$$

$$\cdot N_1 = \frac{U_{2n}}{6,64 \Phi_{mf}} = \frac{380}{6,64 \times (10,11 \times 10^{-3}) \times 50} = 163 \text{ var.m}$$

Gerrim dısı 10m gerelli sacim sayisi;

$$\%5 N_1 = 0,05 \times 163 \approx 9$$

Primer saci ucunun sacim sayisi;

$$380V - \%5 \text{ sacim } 163 - 9 = 160 \text{ sacim}$$

$$380V \text{ sacim } 163 \text{ sacim}$$

$$380V + \%5 \text{ sacim } 163 + 9 = 178 \text{ sacim}$$

Sacim gerrim;

$$U_{S1} = \frac{U_{2n}}{N_1} = \frac{380V}{163} = 2,25V$$

$$U_{S2} = \frac{U_{2n}}{N_2} = \frac{220V}{38} = 2,25V$$

ODEVL
CEVAP

U_{2n} (V) (cm) Kesit (m^2)

Dolme Gelsik	10	2,2
Dolme Denir	10	4
Drano Saci	60	1,8
Havlu araligi	0,5mm	2

$N=500$ uysma bobinde $1,1 \text{ Wb/m}^2$ enditsiyet konusundan
seri bogli li matusel mesut

$B_g = 1,1 \text{ Tesla}$ havlu araligi 10mm olusundan

$$\Phi_{dg} = ?$$

$$\Phi_{dd} = ?$$

$$\Phi_{ds} = ?$$

$$\Phi_g = \Phi_{dg} = \Phi_{dd} = \Phi_{ds}$$

$$\Phi_B = BA = 1,1 \times 2 \times 10^{-4} = 2,2 \times 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$B_{da} = \frac{\Phi_B}{A_{da}} = \frac{2,2 \times 10^{-4}}{2,2 \times 10^{-4}} = 1 \text{ T}$$

$$B_{dd} = \frac{\Phi_B}{A_{dd}} = \frac{2,2 \times 10^{-4}}{4 \times 10^{-4}} = 0,55 \text{ T}$$

$$B_{ds} = \frac{\Phi_B}{A_{ds}} = \frac{2,2 \times 10^{-4}}{18 \times 10^{-4}} = 1,22 \text{ T}$$

$$H_B = \frac{B_B}{\mu_0} = \frac{1,1}{4 \pi \times 10^{-7}} = 875000 \text{ As/m}$$

$$H_{dg} = 780 \text{ As/m}$$

$$H_{dd} = 2300 \text{ As/m}$$

$$H_{ds} = 870 \text{ As/m}$$

$$F_B = H_B l_B = 875000 \times 0,5 \times 10^{-3} = 437.5 = 438$$

$$F_{ds}$$

$$F_{dd}$$

$$F_{dg}$$

$$I = \frac{F_{top}}{N} = \frac{1084}{500} = 21,68 \text{ A}$$

ØRNEN Bor trætonn, rektangulær min. enne kesi til 15cmx20cm
ØLP sylinder 500 cm² overflade
0,2A gennidliggende; end kesi 0,5 Tesla dir.
Enddækket, bulvægt.

Efter dem 0,001 sn de 5, findes indtrængelse fra
øsnader enddækket ørternas omk. y, bulvægt

$$A = 15 \text{ cm} \times 20 \text{ cm} = 300 \text{ cm}^2 = 300 \times 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$N=500$$

$$J=0,2 \text{ A}$$

$$B=0,5 \text{ T}$$

$$E_1 = -N \frac{d\phi}{dt}$$

$$E_2 = -L \frac{di}{dt}$$

$$E_1 = E_2 \text{ ise } -N \frac{d\phi}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

$$N\phi = Li$$

$$L = \frac{N^2}{R}$$

$$L = \frac{N\phi}{i} = \frac{\Psi}{i}$$

$$\phi = BA$$

$$= 0,5 \times 300 \times 10^{-6}$$

$$= 0,015 \text{ Wb}$$

$$E = -L \frac{di}{dt}$$

$$= -3715 \frac{(0,2)}{0,001}$$

$$= 7500 \text{ V}$$

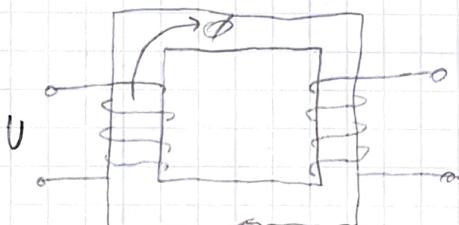
$$L = \frac{500 \times 0,005}{0,2}$$

$$= 37,5 \text{ H}$$

Endsteklenen Gerilim. Eldesi

Emlk vretmeli san. gerilim (olum) alternatif (degisken) olmak zorundadir.

Gerilim ve dci birlikteki emlkinin olgusunu sebep duyu. Amma olusan E ile ϕ arsında bir zaman farklı olacaktır.



E_1
Primer
(Toketici)
 E_2
Sekonder
(vretici)

$$\phi = \phi_m \cos \omega t \quad AU = 0 \quad u_2 \approx e_2$$

$$e = -\frac{d\phi}{dt}$$

$$e = -N \frac{d\phi}{dt}$$

$$e = -N \frac{\phi}{dt} (\phi \cos \omega t)$$

$$e = N \phi_m \omega \sin \omega t$$

$$E_{\max} = N \Phi_m W$$

$$= 2\pi N \Phi_m f$$

$$E_{\text{eff}} = \frac{E_{\max}}{\sqrt{2}}$$

$$= \frac{2\pi}{\sqrt{2}} N \Phi_m f$$

$$U_{\text{eff}} = 6,66 \text{ N} \Phi_m f$$

ve ya

$$U_1 = U_{\text{msm}} t \Rightarrow e_1 = N_1 \frac{d\Phi_b}{dt}$$

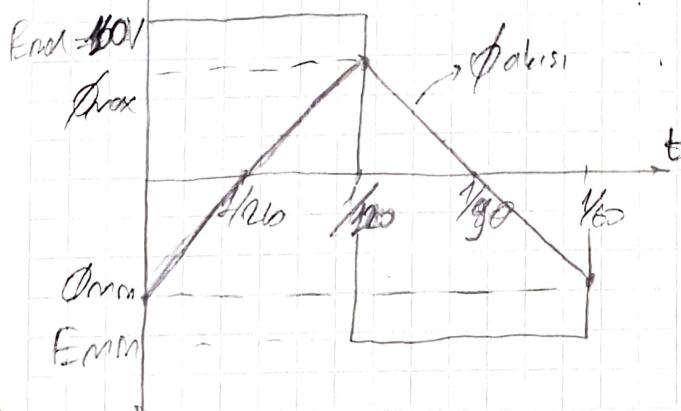
$$\Phi_b = -\frac{1}{N_1} \int U dt = -\frac{1}{N_1} \int U_{\text{msm}} t dt$$

$$\Phi_m = \frac{U_{\text{msm}}}{N_1 2\pi f / \sqrt{2}} = \frac{U_{\text{msm}}}{6,66 \times N_1 f}$$

DRNEK

$E = 100 \text{ V}$, $f = 60 \text{ Hz}$ kore dolga getirili demir
geliştevik bir bobine uygunlukta. Bobinde
500匝/mm, kesiş = $0,001 \text{ m}^2$ bobin ic dimesi 0
 a) Akımdan dolayı zoransa kaç obrak girece
 b) Akı yoğunluğu $1,2 \text{ T}$ 'ye gecmeyecek seviyede
 $E_{\max} = ?$, bul

a)



$$T = \frac{1}{f} = \frac{1}{60} \text{ s}$$

$$E_{\max} \rightarrow \Phi_{\max}$$

$$\Phi_{\max} \rightarrow \Phi_{\text{nox}} \rightarrow \Phi = \Phi_{\text{nox}}$$

Sat kapasitifte akım
genilme gire 80° eide

$$e(t) = N \frac{d\phi}{dt}$$

$$edt = N d\phi$$

$$\boxed{\phi dt = NA\phi}$$

Akiddaki topbm degrism 20m dir.

Yarım periyot 1m

$$E \frac{1}{120} = 500 \cdot 20m$$

$$\phi_{max} = \frac{100}{120 \times 1000} = 0,833 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

$$N \frac{d\phi}{dt} = e$$

$$\frac{d\phi}{dt} = e/N$$

$$d\phi = \frac{e}{N} dt$$

$$\phi = \int \frac{e}{N} dt$$

$$\phi = \frac{1}{N} \int_{t=0}^{T/2} e dt$$

$$= \frac{1}{500} \int_{t=0}^{1/120} 100 dt$$

$$= \frac{1}{500} \left(100t \right) \Big|_{t=0}^{1/120} = \frac{1}{500} \left[100 \frac{1}{120} - 100 \frac{0}{240} \right] = \frac{100}{500} \left[\frac{1}{120} \right]$$

$$+\phi_{max} = 0,833 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

$$-\phi_{max} = -0,833 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

(b) $B_{max} = 1,2 \text{ T cm}$

$$\phi_{max} = B_{max} A = 1,2 \times 0,001 = 1,2 \times 10^{-3} \text{ wb}$$

$$N 2 \phi_{max} = E \frac{1}{120}$$

$$E = 146 \text{ V}$$

DRNEK L-Tratoda frekans degrism nedir?

Songular Haccta eniyer ola degrismi ve rezonans oynu
 ϕ degrism hizi oynu ($f_p = f_s$)

2. Cosa kat sayısı herkesinse germe oranı ne olur?
 $\cos\phi$ kat sayısı formlu ifadeleri beslediği takdirde gelir. Germe oranı da düşer.

3. \downarrow
 Varmış olsun: varlık İle deşşen orantılı, bu da miknatıştna bağlı etkiler (ters)
 [kısıt ters]

Transformatoron Bir tane Esdeger Devresinin Çalısması

Neye ve sorumlulardan olumsuz bir trafo 1SM elektriksel yükün getirmek bir neden zordur. Bu sebeple mekanik yapının elektriksel boyutu düşmesi gereker. Peki bu $\frac{N_1}{N_2}$ sayı ayri bir devre mercut olduğu gibi, bu ayri bir devreyi tek devre haline getirmeliyiz. Nasıl? Normal şartlarda $\frac{N_1}{N_2} = \alpha$ germe oranının bir boyut boyutu

NSA. da $\frac{N_1}{N_2} \neq 1$, bunun germe $\frac{N_1}{N_2} = 1$ 'e dönüştürmek 2 devreyi tek devreye gibi formata dönüştürmüz olursa.
 Bunun anlamı, sekonder devreyi primer cinsinden yapmamız veya primer devreyi sekonder cinsinden.

$$U_1 = E_1, I_1 = I_n \text{ esit kabol edersak}$$

$$\bullet E_1 I_1 = E_2 I_2$$

$$E_2' = E_1$$

$$I_2' = I_1$$

$$E_2' I_2' = E_2 I_2$$

$$\bullet I_1 N_1 = I_2 N_2 \rightarrow I_2' N_1 = I_2 N_2$$

$$I_2' = \frac{I_2 N_2}{N_1}$$

$$I_2' = I_1$$

$$\bullet B_2' = \frac{I_2}{I_2'} E_2 = \frac{I_2}{I_2} \frac{N_2}{N_1} E_2 = \alpha E_2$$

$$E_2' = \alpha E_2 \rightarrow U_2 I_2 = I_2' U_2' \Rightarrow U_2' = \alpha U_2$$

- Primer dönsinden törümleyiniz;

$$V_2 = E_2 \quad V_2 = E_2 \text{ kalkulu}$$

$$E_1 I_1 = E_2 I_2$$

$$E_2' = E_1$$

$$I_2' = I_1$$

$$\cancel{E_2'} I_2' = E_2 I_2$$

$$I_1 N_1 = I_2 N_2 \Rightarrow I_2' N_1 = I_2 N_2$$

$$I_2' = \frac{I_2 N_2}{N_1}$$

$$I_2' = I_2$$

$$E_2' = \frac{I_2}{I_2'} E_2 = \frac{I_2}{I_2} \frac{N_1}{N_2} E_2$$

$$E_2' = \frac{N_1}{N_2} E_2 = \alpha E_2$$

$$\boxed{E_2' = \alpha E_2}$$

$$V_2 I_2 = \cancel{V_2' I_2'}$$

$$\boxed{V_2' = \alpha V_2}$$

- Gök kopyoları eski (N1)ndan;

$$\underbrace{I_1^2 r_1}_{} = I_2^2 r_2$$

$$\begin{aligned} I_1 &= I_2' \\ r_1 &= r_2' \end{aligned} \quad \text{) kopyolarım}$$

$$I_2' r_2' = I_2^2 r_2$$

$$r_2' = \left(\frac{I_2}{I_2'} \right)^2 r_2$$

$$\underbrace{\quad}_{\quad} = \alpha^2 r_2$$

$$\boxed{r_2' = \alpha^2 r_2} \quad \text{) gerek sekonder direnci}$$

İndirgeme sanası olsun sanal sekonder dirence

$$I_2^2 X_2 = I_2'^2 X_2'$$

$$X_2' = \left(\frac{I_2}{I_2'}\right)^2 X_2$$

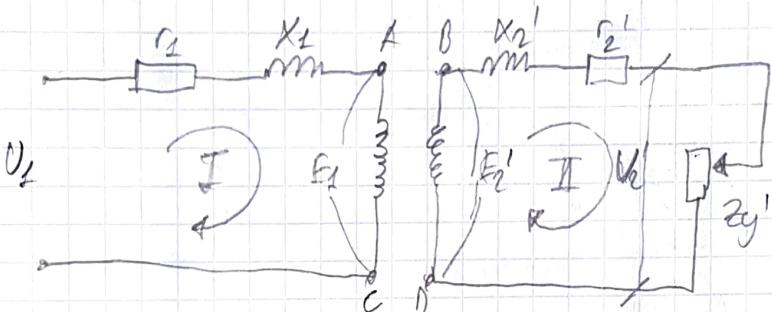
$$X_2' = \alpha^2 X_2$$

$$Z_2' = r_2' + j X_2'$$

$$= \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 (r_2 + j X_2)$$

$$Z_2' = \alpha^2 Z_2$$

$$Z_2' = \alpha^2 Z_2$$



Hepsini ve her şezi
veysa parazit
bağlantılı.
Şalter yok

A ile B ve C ile D blokları birleştirilebilir mi? (Evet)

1 Gerilim ✓ $E_1 = E_2'$

2 frekans ✓ $f_1 = f_2 = f$

① $U_1 = E_1 + I_1 (r_1 + j X_2)$

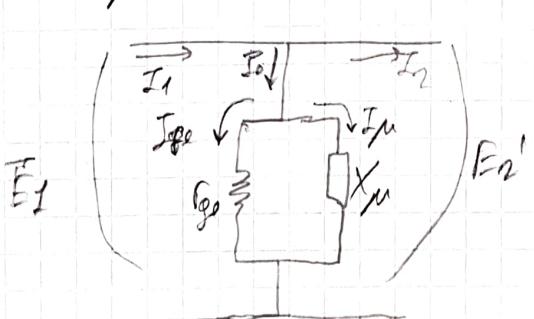
② $E_2' = U_2' + I_2' (r_2 + j X_2)$

③ $I_1 = I_2' + I_0$

Gündedek (nove) akımlar ve reaktif kayipları

$I_{fe} \rightarrow$ dörtlü (döner direnci)

$X_\mu \rightarrow$ reaktif (mikroistislama reaktörü)



a) $I_0 = I_{fe} + I_{\mu}$

$$I_0^2 = I_{fe}^2 + I_{\mu}^2$$

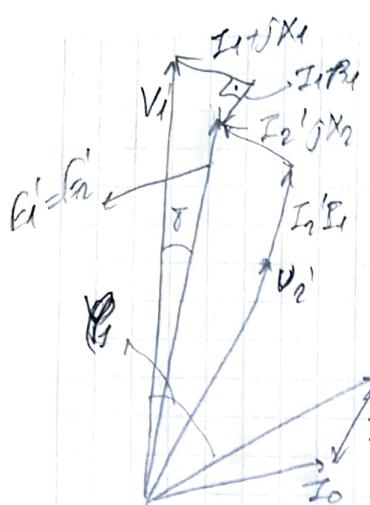
$$I_{fe} = \sqrt{I_0^2 - I_{\mu}^2}$$

$$I_{\mu} = \sqrt{I_0^2 - I_{fe}^2}$$

$$(Girdapda parametres indirgeme)$$

$$z_1' = \frac{1}{\alpha} z_1$$

$$E_1' = \frac{1}{\alpha} E_1$$



$$V_1 E_1 \angle \beta$$

$$V_1 I_1 \angle \beta$$

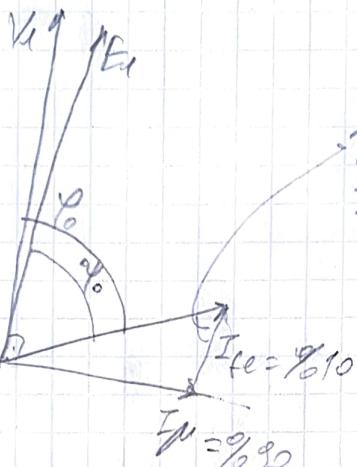
$$V_2 I_2 \angle \gamma$$

$$\varphi_0 = \psi_0$$

$$P_0 = V_n I_0 \cos \psi_0$$

$$V_1 = E_1 = E_1'$$

$$\boxed{P_0 = V_n I_0 \cos \psi_0}$$



$$I_{fe} = I_0 \cos \psi_0$$

$$I_m = I_0 \sin \psi_0$$

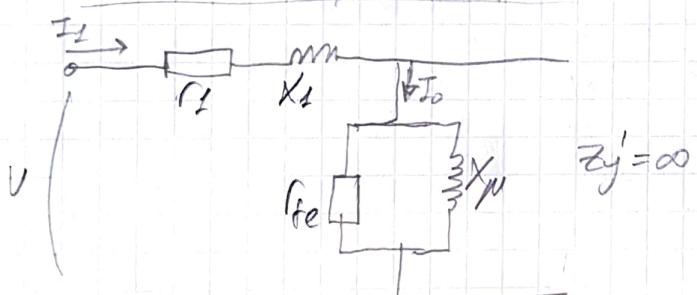
$$\psi_0 = \rho_0$$

$$I_0 = SA$$

$$I_{fe} = \%10$$

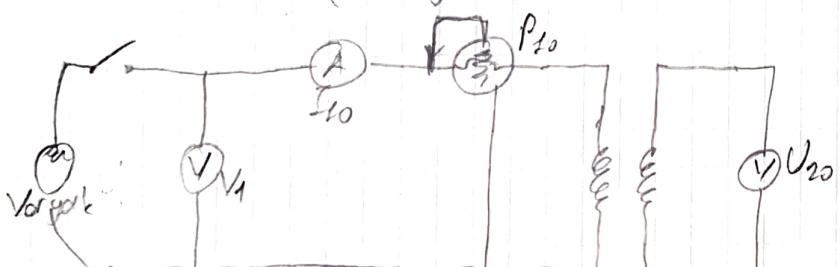
$$I_m = \%90$$

Trotamın bogası Gorlegması



Giris ve z1'ye basıgın katsayıları şuradır

$$V_1 = I_0 (R_1 + jX_1) + E_{10}$$



$$\text{Gereklilik } q = \frac{V_1}{V_{20}}$$

Geçirme oranı

$U_h = 220V \rightarrow$ normal (basılıcak durum)

$V_1 = 220V \rightarrow$ referans 1

$V_1 \neq V_{20}$

$$P_2 = U_n I_{so} \cos \varphi$$

I_{so} → 1 nob ampermeterside slagsidde

P_{fe} → Voltmetre side slagsidde

V_2 → U_{20} 'lökter (rekorder bort fra gerstum)

Andre Rfe ve X_M 'ye elde etrak

$$P_0 \approx P_{fe}$$

$$r_{fe} = \frac{P_{fe}}{I_{fe}^2}$$

$$P_{so} = U_{so} (U_n) I_{so} \cos \varphi_0$$

$$\cos \varphi_0 = \frac{P_{so}}{U_{so} I_{so}}$$

$\sin \varphi_0$ gefelde

I_{so} bilyarum 1 nob ampermetersiden

$$I_{fe} = I_{so} \cos \varphi_0$$

$$R_{fe} = \frac{E_1 (U_n)}{I_{fe}}$$

$$I_M = I_{so} \sin \varphi_0$$

$$X_M = \frac{E_1 (U_n)}{I_M}$$

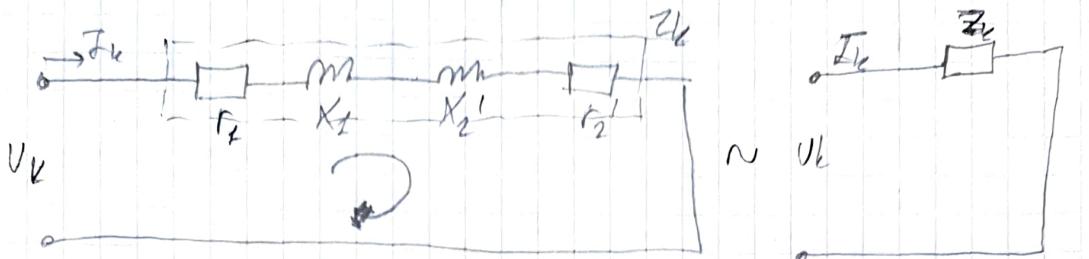
$$(1) \frac{I_0}{I_n} = \frac{I_0}{I_n} \quad I_0 = I_0 I_n$$

Bagyl bosigso elam

$$Q_{so} = U_{so} I_2 \sin \varphi_0$$

$$X_M = \frac{Q_{so}}{I_M^2}$$

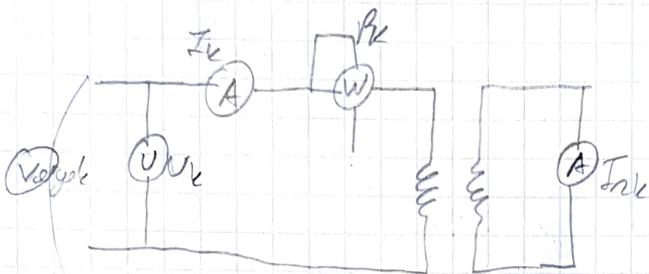
Trafonun Kısıtlı Devri Karışması



Sekonderdeki yüklerin toplamı $Z_2 = 0$

$$Z_2 = R_2 + X_2$$

$$Z_2' = R_2' + X_2'$$



$$U_{1k} = (\cos \varphi_k + j \sin \varphi_k) U_{1n}$$

$$18A - I_{2n} = I_{2k} = 18 \times 1,2$$

$$P_{1k} = U_{1k} I_{2n} \cos \varphi_k$$

$$\frac{Z_{1k}}{Z_{1n}} = \frac{U_{1k}}{U_{1n}}$$

$$Z_{1k} = R_{1k} + jX_{1k}$$

$$R_{1k} = Z_{1k} \cos \varphi_k$$

$$X_{1k} = Z_{1k} \sin \varphi_k$$

$$Z_{1k} = Z_1 + Z_2'$$

$$R_1 + R_2' + j(X_1 + X_2')$$

$$R_2 = R_2' \quad X_1 = X_2'$$

$$R_1 + R_2' = R_{1k}$$

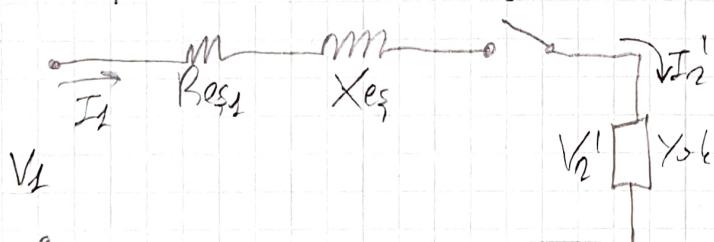
$$X_1 + X_2' = X_{1k}$$

$$\frac{R_{1k}}{2} = R_1 = R_2'$$

$$R_2' = \alpha^2 R_2$$

$$R_2 = \frac{R_2'}{\alpha^2}$$

OBNEH $1\phi 11, 10 \text{kVA}, 2200/220 \text{V}, 60 \text{Hz}$
 $R_{eq} = 10,6 \Omega \quad X_{eq} = j31,3 \Omega$



Bir trafiye için yük şartları ne gibi olmalı
 a) 90° as. yük. $\cos \varphi = 0,6$ (ind.)
 b) 90° as. yük. $\cos \varphi = 0,6$ (kap.)

gesilim oyuşmam
 ve fazor diyagramları

NOT: Gerilm Ayarı

Trafonun beslediği yük traktörün çalışma karakterini belirler.

yöller

Omik VNI'yi öncü fazda

Endeksi VNI'yi önce

Kapasitif VNI'dan geride onlara tasar.

Gerilm ayarı: Trafonun sekonderinin beslediği yük
bağlı olarak devron'sidir.

Sayısal olarak genetikle gerilm ayarı % olarak verilir

$$\text{GA \%} = \frac{|V_1| - |V_2| \text{ nominal}}{|V_2| \text{ nominal}}$$

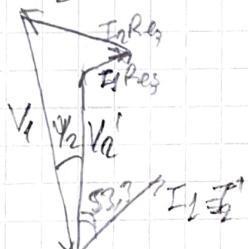
veya

$$\text{GA \%} = \frac{|V_1| \text{ boy} - |V_2| \text{ yük}}{|V_2| \text{ yük}}$$

$$\textcircled{a} \quad I_{th} = \frac{S_n}{U_n} = \frac{10 \text{ kVA}}{2200 \text{ V}} = 4,55 \text{ A}$$

$$I_2 = \% 75 \times 4,55 = 3,41 \text{ A}$$

$$\cos \phi = 0,6 \quad \ell = 53,3^\circ$$



$$V_2 = V_1 + I_2' \angle 0^\circ \quad (\text{Res} + \text{Zes})$$

$$V_2 = V_1 + I_2' \angle 0^\circ \quad \text{Zes}$$

$$= 2200 + 3,41 \angle 53,33^\circ [10,6 + j 35,67]$$

$$= 2306,67 + j 35,67$$

$$\gamma_2 = \arctan \frac{35,67}{2306,67} = 0,88 = 0,8^\circ$$

$$V_2 = 2306,94 \angle 0,8^\circ \text{ V}$$

$$\text{GA \%} = \frac{2306,94 - 2200}{2200} = \% 4,86$$

Sayes trafonun yük kaldırılmışsa sekonder gerilm 220V
den 230V'a yükselsin.

$$\textcircled{b}) I_1 = I_2 = 3,61 \text{ A}$$

$$\cos \varphi = 0,6 \quad \varphi = 53,33^\circ$$

$$I = I_1 + I_2 \text{ A} \\ = 3,61 + 53,33 \text{ A}$$

$$V_1 = V_2' + I_2' Z_{eq} \\ = 2200 + 3,61 + 53,33 (10,4 + j31,3) \\ = 2137,8 / 268^\circ \text{ V}$$

$$\text{GA \%} = \frac{2137,8 - 2200}{2200} \times 100 \\ = \% - 2,82$$

Dette nevnt utmåletdin. Brukt også i øvrig
dine opplysninger sekunder gerim 220V til 213V
dise.

ØRNEK Keban satsnøk teknologi, gav transformator
degnert sats, 60,3 MVA, 14,4 kV/220 kV
+2x %5 - 2x %2,5 her blir basområdet primær ve
sekunder normal gerimler ve økning i høyde

$$I_{1n} = S_n / V_{1n} = 60,3 \text{ MVA} / 14,4 \text{ kV} = 6187,5 \text{ A}$$

Primer sats ayir edilmedinden, primer normal
gerimler ve 80% basområdet begri degnert

$$1. \text{ basomr. } V_1 = 220 \text{ kV} (1+2,5\%) = 224 \text{ kV}$$

$$2. \text{ II } V_2 = 220 \text{ kV} (1+1,5\%) = 231 \text{ kV}$$

$$3. \text{ II } V_3 = 220 \text{ kV}$$

$$4. \text{ II } V_4 = 220 \text{ kV} (1-2,5\%) = 214,5 \text{ kV}$$

$$5. \text{ II } V_5 = 220 \text{ kV} (1-2,5\%) = 208 \text{ kV}$$

$$2 = \text{sekunder} \quad I_{21} = 60,3 \text{ MVA} / 224 \text{ kV} = 268 \text{ A}$$

$$I_{22} = 60,3 \text{ MVA} / 231 \text{ kV} = 261 \text{ A}$$

$$I_{23} = 60,3 \text{ MVA} / 220 \text{ kV} = 274 \text{ A}$$

$$I_{24} = 60,3 \text{ MVA} / 214,5 \text{ kV} = 281 \text{ A}$$

$$I_{25} = 60,3 \text{ MVA} / 208 \text{ kV} = 288,5 \text{ A}$$

DİREK

220V/110V 1:1 bir fazlı trafo primeri ve sekonda
yapılış aynıdır olumsuzluklar

$$R_1 = 3\Omega, R_2 = 0,7\Omega, X_1 = 3,5\Omega, X_2 = 0,75\Omega$$

$$X_{ph} = 5\Omega, R_{fe} = 450\Omega$$

$$Z' = 10 + j6\Omega \text{ yok bağlanır so}$$

a) I_2' ve I_2 dolumları

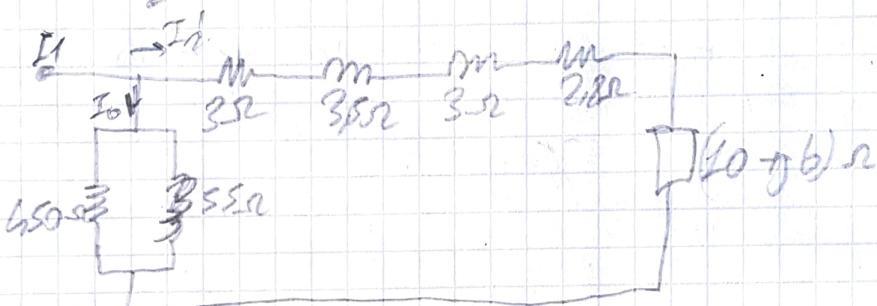
b) Trafo'nun sibekledeki çalışma şartı ve reaktif güç

c) Sekondorda R_{eq} ve X_2' 'yi parametre indirgeleyin

$$\alpha' = \frac{220}{110} = 2$$

$$R_2' = \alpha'^2 R_2 = (2^2 \cdot 0,7) = 2,8\Omega$$

$$X_2' = \alpha'^2 X_2 = (2^2 \cdot 0,75) = 3\Omega$$



$$Z = 3 + j3,5 + 2,8 + j3 + 10 + j6 \\ = 15,8 + j12,5\Omega$$

$$I_2' = \frac{V_1}{Z} = \frac{220}{15,8 + j12,5} = 8,82 - j6,31 = 10,86 \angle -35,57^\circ$$

$$I_{Fe} = \frac{220}{450} = 0,48 A$$

$$I_0 = I_{Fe} + jI_m$$

$$I_m = \frac{220}{55} = 4A$$

$$I_0 = (0,48 - j4)A$$

$$I_1 = I_2' + I_0 = 8,82 - j6,31 + 0,48 - j4 \\ = 8,30 - j10,38$$

$$I_1 = 8,3 - j10,38$$

$$I_1 = 13,86 \angle -47,8^\circ A$$

$$\textcircled{b} P_{\text{R}} = U_1 I_1 \cos \phi = 220 \times 13,8 \cos 67,8 \stackrel{!}{=} 2047 \text{ W}$$

$$Q_{\text{R}} = U_1 I_1 \sin \phi = 220 \times 13,8 \sin 67,8 \stackrel{!}{=} 2267 \text{ Var}$$

ØBN164 Bir first transformatorun basit girişlerinde $220V$, $25A$ 500 W , $U_{20} = 3000 \text{ V}$

Kısalanınca voltajında $19,3 \text{ V}$, 150 A , 1250 W oluyor.

- Primer transformator
- Kısalanınca parametrelere bakın.
- Seconder transformator girişi için kırıcıların parametreleri

Girnele örneği, basitlik için kullanımda elde edilen

V_2 ve θ_2 varsayısyyla bilinir.

$$d = \frac{U_2}{U_{20}} = \frac{19,3}{3000} = 0,00643$$

c) Primer transformatorun parametreleri

$$Z_k = \frac{U_k}{I_k} = \frac{19,3}{150} = 0,128 \Omega$$

$$P_k = U_k I_k \cos \phi_k \rightarrow \cos \phi_k = \frac{1250}{19,3 \times 150} = 0,432$$

$$\phi_k = 64,61^\circ$$

$$\sin \phi_k = 0,903$$

$$R_k = Z_k \cos \phi_k = 0,128 \times 0,432 = 0,055 \Omega$$

$$X_k = Z_k \sin \phi_k = 0,128 \times 0,903 = 0,116 \Omega$$

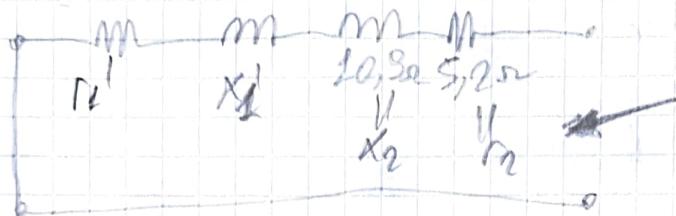
$$r_2' l_2' = \frac{R_k}{2} = \frac{0,055}{2} = 0,0277 \Omega$$

$$x_2' = x_2 = \frac{X_k}{2} = \frac{0,116}{2} = 0,058 \Omega$$

$$r_2' = \sigma^2 r_2 \Rightarrow r_2 = \frac{r_2'}{\sigma^2} = \frac{0,0277}{(0,073)} = 5,2 \Omega$$

$$x_2' = \sigma^2 x_2 \Rightarrow x_2 = \frac{x_2'}{\sigma^2} = \frac{0,058}{0,073} = 10,3 \Omega$$

b) Sekundär Wirkfaktor genommen parametrisch



$$(R_2 + jX_2; R_2' + jX_2') = ?$$

$$R_k = R_2 + R_2' \quad X_k = X_2 + X_2'$$

$$R_k' = \frac{R_2'}{d^2} = \frac{0,0277}{(0,083)^2} = 5,25$$

$$X_k' = \frac{X_2'}{d^2} = \frac{9,058}{(0,083)^2} = 10,32$$

~~DRNEV~~ $U_1 = 220 \text{ V}$, $U_2 = 110 \text{ V}$, $R_k = 0,5 \Omega$, $X_k = 0,98 \Omega$ obn
bitr Transfon sekundärer RDA eingeschaltet

Plz

a) Omre

b) Endstand $\cos \phi = 0,8$ obigesetzt U_2 gerin

c) U_1 bei 100% Leistung 220 V obigesetzt
gleiche U_2 nm obigesetzt Leistung bei 100%

d) Omre yk 100%

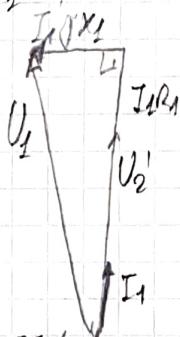
$$\varrho = \frac{220}{110} = 2$$

$$I_2 = 20 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{I_2}{\varrho} = \frac{20}{2} = 10 \text{ A}$$

$$U_2' = \varrho U_2 = 2 \times 110 = 220 \text{ V}$$

$U_1 = ?$



Transfon omre für
gleicher beobachten obiger fator
Diagramm

$$U_1 = U_2' \cdot \varrho + I_1 R_1 (R_1 + jX_1)$$

$$U_1 = U_2' + I_1 (R_1 + jX_1)$$

$$= U_2' + I_1 R_1 + I_1 j X_1$$

Omre eingesetzt

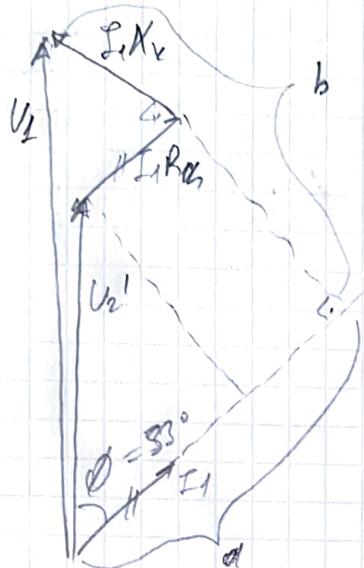
Gesamt Leistung 200W
für tatsächl. S. für

$$|U_1| = \sqrt{(U_2' + I_1 R_1)^2 + (I_1 j X_1)^2}$$

$$V_1 = \sqrt{(220 + 10 \times 0,5)^2 + (10 \times 0,88)^2}$$

$$V_1 = 225,2 \text{ V}$$

⑥ $\cos\phi = 0,8$, $\sin\phi = 0,6$ endslukt yde V_2' til I_1 osinds for forh. V_2' side



$$v = a + jb$$

$$v = \sqrt{a^2 + b^2}$$

$$a = V_2' \cos\phi + I_1 R_1$$

$$b = V_2' \sin\phi + I_1 X_1$$

$$V_1 = \sqrt{(V_2' \cos\phi + I_1 R_1)^2 + (V_2' \sin\phi + I_1 X_1)^2}$$

$$V_1 = 230 \text{ V}$$

$$A = \underline{\underline{[V_1 \quad V_2']}}$$

⑦ Træfo ønske ydelynde primærdelen 225,2 V | 5,2 V extra
endslukt yde | 230 V | 10 V extra

Sætter primæri 220 ugyldigt
sekundær ønskevoltage = 216,8 V
endslukt yde = 210 V

$$V_2 = \frac{V_2'}{\alpha} = \frac{216,8}{2} = 108,4 \text{ amper}$$

$$V_2 = \frac{V_2'}{\alpha} = \frac{200}{2} = 100 \text{ endslukt yde}$$

ØRDRÆF Primær geslivo $V_1 = 220 \text{ V}$, nominal sand $\phi_{no} S_n = 2 \text{ kVA}$ der bliver brugt på N_1 som sagts 380, N_2 som sagts 200 adet tse

a) $r_r = 9\% 1,5 \text{ og } r_x = 99,5 \text{ ohm per sekundær}$
med denne effekts danner denne 15 V til brøf primær geslindede kom primær element lastning?

b) r_1, r_2, x_1, x_2' ydelse

$R_{ad} \rightarrow$ brøf til huse denne geslind

$$V_{ad} = \frac{U_{ad}}{U_n}$$

$$I_0 = \frac{I_0}{I_n}$$

træfoplæs

$$\textcircled{a} \quad \varphi_{\text{V}} = \sqrt{V_r^2 + V_x^2} \\ = \sqrt{(1,5)^2 + (5,5)^2} = 5,7$$

$$I_n = \frac{S_n}{U_n} = \frac{2 \times 10^3}{220} = 9,1 \text{ A}$$

$$Z_k = \frac{U_k \cdot I_k}{I_n} = \frac{0,057 \times 200}{9,1} = 1,37 \Omega$$

$$I_k = \frac{U_k}{Z_k} = \frac{15}{1,37} = 10,8 \text{ A}$$

$$\textcircled{b} \quad \cos \phi_k = \frac{\Phi_r}{\Phi_k} = \frac{1,5}{5,7} = 0,264$$

$$\sin \phi_k = \frac{\Phi_x}{\Phi_k} = \frac{5,5}{5,7} = 0,965$$

$$r_k = Z_k \cos \phi_k = 1,37 \times 0,264 = 0,362 \Omega$$

$$r_2 = r_2' = \frac{0,362}{2} = 0,181 \Omega$$

$$r_2 = r_2' \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 = 0,181 \left(\frac{200}{340} \right)^2 = 0,053 \Omega$$

$$x_k = Z_k \sin \phi_k = 1,37 \times 0,965 = 1,32 \Omega$$

$$x_2 = x_2' = \frac{x_k}{2} = \frac{1,32}{2} = 0,66 \Omega$$

$$x_2 = x_2' \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 = 0,66 \left(\frac{200}{340} \right)^2 = 0,183 \Omega$$

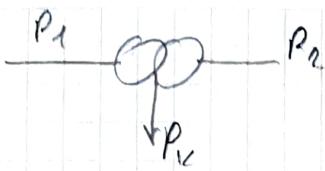
Transformator Verluste

Gesamtverluste: P

Energieverluste: W

Transformator mit geringstem Verlust durch

$$n_c = \frac{P_2}{P_1}$$



$$P_1 = P_k + P_2$$

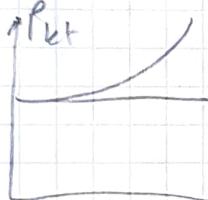
$$P_k = P_0 + P_{cv}$$

$$= P_{Fe} + P_{kd} \rightarrow k.d \Rightarrow \text{kiso devre}$$

$$P_1 = S_n \cos \phi_2 + P_k$$

$$\boxed{n = \frac{P_2}{P_1} = \frac{S_n \cos \phi_2}{S_n \cos \phi_2 + P_0 + P_{kd}}}$$

Burada toplu konumlarda adılsarsa, P_0 genis deşşayecelerde



$$P_{cv} = R_1 I_1^2$$

Tüm yarık sayısında $\chi = 1$ dir.
Yarıda yarık $\chi = 0,5$

$\chi \rightarrow$ yarıkme carası

$$\boxed{n = \frac{x S_n \cos \phi_2}{x S_n \cos \phi_2 + P_0 + x^2 P_{kd}}} \quad \text{Sandıkları}$$

$$n_{\max} \Rightarrow P_0 = x^2 P_{kd}$$

$$x^2 = \frac{P_0}{P_{kd}} \Rightarrow x = \sqrt{\frac{P_0}{P_{kd}}}$$

Verim ORNEK 60,3 MVA, 14,4/200 kV, 50 Hz 1/1c telsiz trafenin boşta çalışmasında 77,2 kW k.i.sı devre çalışmasında 168,4 kW olmaktadır.
Sekonder genliği 100% olsun
Sekonder genliği 0,8 düşüne olsun

- Tüm yarıkte
- Yarıda yarıkte
- 60 MVA sekonder genliği genle
- 232,3 A sekonder akımı verimli hesaplayınız.
- Aynı genlikteki max verim ve genler bil.

$$P = S \cos \phi$$

↓ ↓
W VA

⑨ $\tan \phi = 0,8$ $\Rightarrow \phi = 36,9^\circ$ $\alpha = 14,4^\circ / 200$

$$P_0 = P_{fe} = 71,2 \text{ kW}$$

$$P_{av} = P_{vd} = 168,4 \text{ kW}$$

$$\cos \phi_2 = 0,8$$

$$\eta_T = \frac{x S_n \cos \phi}{x S_n \cos \phi + P_0 + X^2 P_{vd}} = \frac{1 \times 60,3 \text{ MVA} \times 0,8}{1 \times 60,3 \text{ MVA} \times 0,8 + 71,2 \text{ kW} + (1)^2 \times 168,4 \text{ kW}}$$

$\approx 99,51\%$

⑩ $X = 0,5$ $P_0 = 71,2 \text{ kW}$ $P_{vd} = X^2 P_{vd}$

$$= (0,5)^2 \times 168,4 \text{ kW}$$

$$= 42,1 \text{ kW}$$

$$\eta_{as} = \frac{0,5 \times 60,3 \text{ MVA} \times 0,8}{0,5 \times 60,3 \text{ MVA} \times 0,8 + 71,2 + 42,1} = 99,53\%$$

⑪ $S_2 = 40 \text{ MVA}$ ian $\eta = ?$

$$X = \frac{40}{60,3} = 0,663$$

$$P_{av} = 71,2 + (0,663)^2 \times 168,4$$

$$= 145,3 \text{ kW}$$

$$\eta = \frac{0,663 \times 60,3 \text{ MVA} \times 0,8}{0,663 \times 60,3 \text{ MVA} \times 0,8 + 145,3 \text{ kW}} = 99,5$$

⑫ $I_2 = 232,9 \text{ A}$ olugunda

\rightarrow yolda oranı bulmamı!

$$X = \frac{I_2 X}{I_{2n}}$$

$$I_{2n} = \frac{S_n}{U_{2n}} = \frac{60,3 \times 10^6}{220 \times 10^3} = 274 \text{ A}$$

$$= \frac{232,9}{274} = 0,85$$

$$P_{kT} = P_0 + X^2 P_{vd} = 71,2 \times 10^3 + (0,85)^2 \times (168,4 \times 10^3) = 192,86 \text{ kW}$$

$$\eta_{232,9} = \frac{0,85 \times 60,3 \times 10^6 \times 0,8}{0,85 \times 60,3 \times 10^6 \times 0,8 + 192,86 \times 10^3} = 98,53\%$$

② Max. verm

$P_o = X^2 P_{vd}$ max verm gereklesir.

$$71,2 = X^2 \cdot 168,6$$

$$X_p = \sqrt{\frac{71,2}{168,6}} = 0,65$$

$$n_{max} = \frac{0,65 \times 60,3 \times 10^6 \times 0,8}{0,65 \times 60,3 \times 10^6 \times 0,8 + 2 \times 71,2 \times 10^3} = \% 99,55$$

$$I_{2x} = X I_m = 0,65 \times 274 = 178,1A \quad S_2 = 0,65 \times 60,3 \times 10^6 \\ = 38,195 \text{ MVA}$$

$$P_2 = S_2 \cos \phi_2 = 38,195 \times 10^6 \times 0,8 = 31,36 \text{ MW}$$

$$Q_2 = S_2 \sin \phi_2 = 38,195 \times 10^6 \times 0,6 = 23,51 \text{ MVAR}$$

~~Dönmez~~ 160 kVA lik vs торн бар трансформатор баста көзіп
ғолс 300W, донда кисалыре көзіп ғасш
3250W салып. Генераторының 0,85 долинде

- a) Там жа
- b) %60 жа
- c) max(0,75%) vermeli бол

~~Dönmez~~ Генератор 10kVA олон бир фазлы, манетлы генератор
генератор, 4000/1000V түр. frekansы 50Hz олон бир
бетонда түленинде жинақталғандағы айналашынан 0,01 Wb алмас
жүрмәндік

- a) N_1, N_2, ϵ_1 ve en ýy білнұза
- b) Алемнан яғынан $6A/mm^2$ 1cm шиеркен кесіндермен
- c) Микрофисторна ефтерсіз даймасынан мөлдік жағынан
көп 1,25 Tesla 1cm дөңгелек кесіндең білнұза.

$$S=10 \text{ kVA} \quad V_L=1000V \quad V_2=220V$$

$$\textcircled{2} \quad E_1 = \phi_1 = 6,66 \text{ OndfM}$$

$$N_1 = \frac{\phi_1}{\mu_0 \cdot b} \text{ Ondf} = \frac{1000}{4,77 \times 10^{-6} \times 0,01 \times 50} = 65150 \text{ cm}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow N_2 = 39 \text{ cm}$$

$$\epsilon_1 = \frac{\phi_1}{N_1} = \frac{1000}{658} = 2,21 \text{ V/cm}, \quad \epsilon_2 = \frac{\phi_2}{N_2} = \frac{220}{39} = 212 \text{ V/cm}$$

$$\textcircled{1} \quad J = 4 A/mm^2$$

$$I_1 = \frac{S_1}{V_1} = \frac{10 \times 10^3}{1000} = 10 A \quad Q_{11} = \frac{I_1}{J} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ mm}^2$$

$$I_2 = \frac{S_2}{V_2} = \frac{10 \times 10^3}{220} = 45,45 A \quad Q_{12} = \frac{I_2}{J} = \frac{45,45}{4} = 11,36 \text{ mm}^2$$

$$\textcircled{2} \quad B = 1,25 \text{ Wb/m}^2$$

$$\Phi = BA \quad A = \frac{\Phi}{B} = \frac{0,01}{1,25} = 0,008 \text{ m}^2 = 80 \text{ cm}^2$$

$$\text{DRİNKEL} \quad R_1 = 0,2 \Omega \quad R_2 = 0,02 \Omega \quad X_1 = 0,6 \Omega \quad X_2 = 0,06 \Omega$$

$$R_{fe} = 500 \Omega \quad X_m = 800 \Omega$$

Söktürme gerilimle beslenen bir traktör parametreleri
yükardaki verilmüş olup $V_1 = 800 \text{ V}$ $V_2 = 240 \text{ V}$ dir.

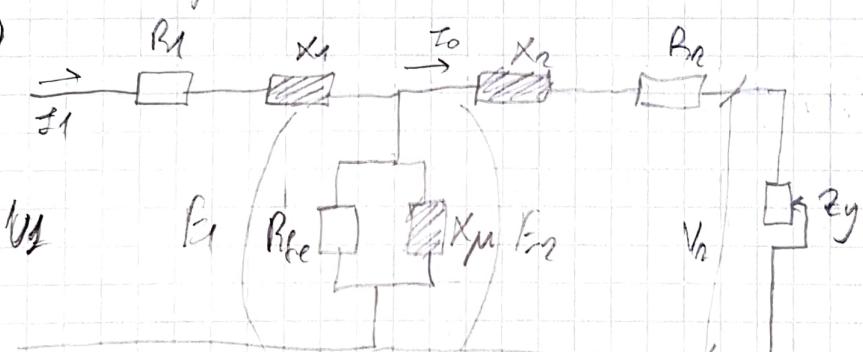
a) İlk motor gerilimi T tipi eşdeğer denreyi hesapla ve gram

b) Sekundüre 260 kW'lik $\cos \phi = 0,86$ (konditif)

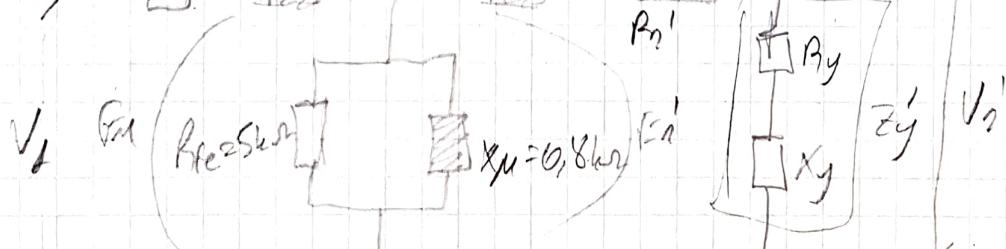
bir yoke yapılımış olup silindirin iç çapı 1168 mm dir.
Buna bağlı olarak sekundüre endeksi 1,68'dir
geride geçenin ve traktörün sebebeden elektrik
alanı ve reaktif güçler bilinir.

c) Bu yoke durumunda traktörün verimi hesapla

\textcircled{3}



$$I_1 \quad R_1 = 0 \Omega \quad X_1 = 0,6 \Omega \quad X_2' = 0,66 \Omega \quad R_2' = 0,22 \Omega$$



$$R_2' = \alpha^2 R_2 = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^2 R_2 = \left(\frac{240}{800} \right)^2 \times 0,02 = 0,005 \Omega$$

$$X_2' = \alpha^2 X_2 = \left(\frac{240}{800} \right)^2 \times 0,06 = 0,006 \Omega$$

b sikhinder magnetische Wd., gar nicht definiert oder beschrieben

$$\textcircled{b} P_2 = 26 \text{ kW} \quad R_y = 1,03 \Omega$$

$$P_y = I_2^2 R_y \quad I_2 = \sqrt{\frac{P_y}{R_y}} = \sqrt{\frac{26 \times 10^3}{1,03}} = 121,34 \text{ A}$$

$$S_y = \frac{P_y}{\cos \phi} = \frac{26 \times 10^3}{0,86} = 27,8 \text{ kVA}$$

$$S_y = V_2 I_2 \Rightarrow V_2 = \frac{S_y}{I_2} = \frac{27,8 \times 10^3}{121,34} = 230 \text{ V}$$

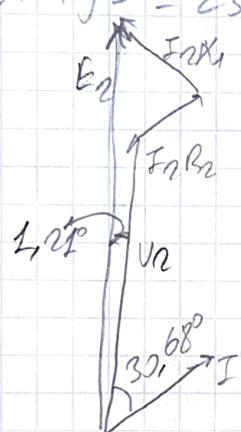
$$\cos \phi = 0,86$$

$$\phi = 30,68^\circ$$

$$E_2 = V_2 + I_2 \angle -\phi (R_n + jX_b)$$

$$= 230 \angle 0^\circ + 121,34 \angle -30,68^\circ (0,02 + j0,06)$$

$$= 235,82 + j5 = 235,82 \angle 1,21^\circ \text{ V}$$

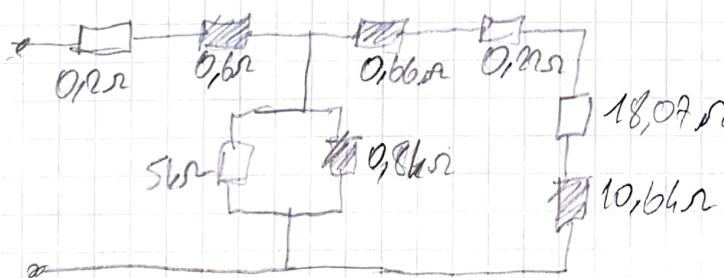


Sekundärdrähte gelten zwar
beim magnetischen Kreis
davon ab, wenn sie gleichmäßig

$$X_y = R_y \tan \phi = 1,03 \times \tan 30,68^\circ = 0,86 \Omega$$

$$R_y' = \sigma^2 R_y = (3,33)^2 \times 1,03 = 18,07 \Omega$$

$$X_y' = \sigma^2 X_y = (3,33)^2 \times 0,96 = 10,66 \Omega$$



$$Z_2 = R_y' + jX_y' + R_x' + jX_y'$$
$$= 18,07 + j1130$$

$$R_{Fe} // X_m // Z_2 = Z_1$$

$$\frac{1}{Z_1} = \frac{1}{R_{Fe}} + \frac{1}{X_m} + \frac{1}{Z_2} = \frac{1}{5 \Omega} + \frac{1}{0,86 \Omega} + \frac{1}{18,07 \Omega}$$

$$Z_1 = 17,98 + j10,02$$

$P_1 \rightarrow Z_1' \rightarrow Z_2$ (seri bangli)

$$\begin{aligned} Z &= 0,2 + j0,6 + 18,98 + j10,72 \\ &= 18,18 + j11,32 \\ &= 21,42 / 31,90 \Omega \end{aligned}$$

$$I_1 = \frac{V_1}{Z} = \frac{800 \angle 0^\circ}{21,42 \angle 31,90^\circ} = 37,35 / -31,9^\circ A$$

$$P_1 = V_1 I_1 \cos \phi = 800 \times 37,35 \cos(31,9) = 25,3 \text{ kW}$$

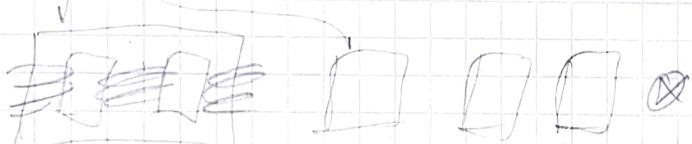
$$Q_1 = V_1 I_1 \sin \phi = 800 \times 37,35 \sin(31,9) = 15,8 \text{ kVAR}$$

C) $n = \frac{P_2}{P_1} = \frac{24,6 \text{ kW}}{25,3 \text{ kW}} = 0,96$

III FAZLI TRAFOLAR

Üç fazlı sisteminde yarılımlar prosesinde $100^\circ/1^\circ$, faza fazlar arasında fazlar arasında $120^\circ/1^\circ$ fazlar arasında fazlar arasında $120^\circ/1^\circ$

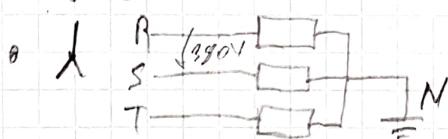
- Üç fazlı brak oyn. nüve içerişinde ve ya
- Üç adet 1 fazlı brak yan yana yerleştir (Sonsuz, faz
mukteşeli, malezya yoluyla)



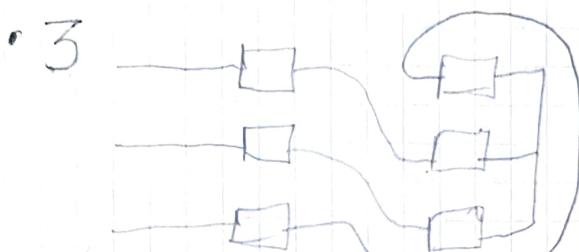
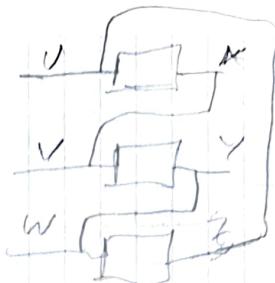
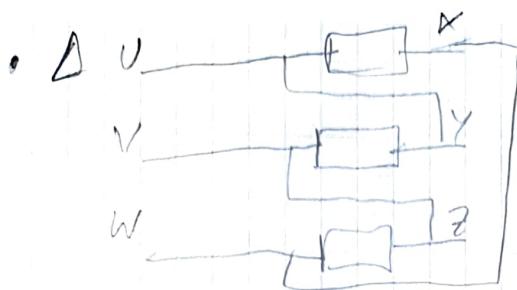
- Günlük ve aylık tüketimler 1 fazlı $\sqrt{3}$ katı
- Günlük tüketimler 1 fazlı 3 katı

$$S_n = \sqrt{3} V_n I_n$$

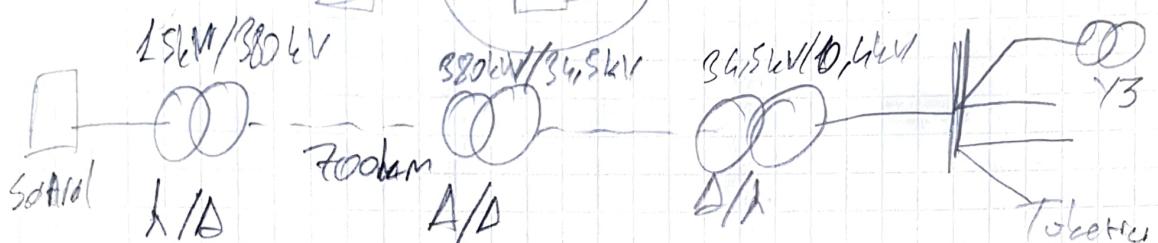
- Trako 1 m³ su tüketimi
- Pembe Sehzaður
- Sigortalar ✓ ✓
- Widerer ✓ ✓
- Veigtag X ✓



T fazı 1 k N arasında 220V



sekundärvoltatikası.



Yıldız - Üçgen Jeelbölüler

- Faz döşesi ve faz normi olmak yükdeğinde önemlidir
- Hormonlular (3'ün kafe olmaları) aynı fazda olacaklarından, bu nümler yigilip kalırlar.
- Hormonlular sorgulandığında her biri edebi ve sinüs formasi bulur.
- Başlangıçta epe Y₀ D₃ kader daha fazla sarmal genelir
- Sıkışmış üçgen başlı olacaklarından lji 17'de edilmesi önerilir.

3 (→ Her yıldız hem üçgen şebeke sonucunda boyutları
değişmezdir) olusturnıkları

$$W \left(25, 40, 50, 63, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630 \right)$$

$$\left(800, 1000, 1250, 1600, 2000, 2500 \right)$$

trifazdedir

~~Problemler~~ Sonel geps 20kVA olan 1/1 boyutlu 220/110V ve 50Hz fasilikli bir fazlı faktör mukemmeli 1.00 denge daima olmamalıdır.

$$U_b = 16V \quad I_p = 60A \quad \text{ve} \quad P_n = 335W$$

Sekondardede her bir fazda; $Z = 0.3 + j1.5 \Omega$ olursa
bir yah värdi

a) Transformator bekifsmindir. I dualdegn primär ve sekundärdeğiç daim keşigelen bilansı.

$$S_1, P_1, Q_1, S_2, P_2, Q_2, U_1 = 220V$$

$$\frac{P_1}{U_1} = \frac{220}{110} = 2$$

$$S_1 = \sqrt{3} U_1 I_1$$

$$Q_2 = \sqrt{3} U_2 I_2 \sin \phi_2$$

$$P_1 = \sqrt{3} U_1 I_1 \cos \phi_1$$



hisardanca adıma

$$P_{1k} = \sqrt{3} U_1 I_1 \cos \phi_1 \rightarrow \cos \phi_1 = \frac{335}{\sqrt{3} \times 16 \times 60} = 0,1202 \quad \phi_1 = 78,37^\circ$$

$$Z_k = \frac{U_k / \sqrt{3}}{I_k} = \frac{16 / \sqrt{3}}{60} = 0,1565 \Omega$$

$$\tan \phi_1 = 0,9377$$

$$P_{1k} = Z_k \cdot \cos \phi_1 = 0,1565 \times 0,1202 = 0,031 \text{ kW}$$

$$X_k = Z_k \cdot \sin \phi_1 = 0,1565 \times 0,9377 = 0,15 \Omega$$

$$R_y' = a^2 R_y = 2^2 \times 0,3 = 1,2 \Omega$$

$$X_y' = a^2 X_y = 2^2 \times 1,5 = 6 \Omega$$

$$Z = R_k + j X_k + Z'$$

$$= 0,031 + j 0,15 + 1,2 + j 6 = 1,231 + j 6,45 = \sqrt{(1,231)^2 + (6,45)^2} = 6,72 \Omega$$

$$Z' = \sqrt{(1,2)^2 + (6)^2} = 6,72 \Omega$$

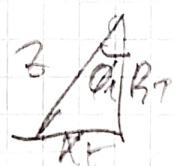
$$I_1 = \frac{U_1}{\sqrt{3} Z} = \frac{220}{\sqrt{3} \times 6,72} = 20,3 A$$

$$I_2 = \frac{U_2}{Z} = \frac{220}{6,72} = 32,9 A$$

$$\cos \phi_1 = \frac{R_k}{Z} = \frac{1,231}{6,72} = 0,1863$$

$$\phi_1 = 78,6775^\circ$$

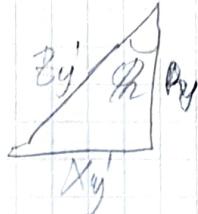
$$\sin \phi_1 = 0,95$$



$$\cos \phi_2 = \frac{R_{x'}}{Zy'} = \frac{12}{6,12} = 0,196$$

$$\phi_2 = 78,6823^\circ$$

$$\sin \phi_2 = 0,9805$$



$$U_2' = \sqrt{3} \times Z_y' I_2' = \sqrt{3} \times 6,12 \times 20,3 = 205 \text{ V}$$

$$S_1 = \sqrt{3} \times U_1 I_1 = \sqrt{3} \times 220 \times 20,3 = 7,75 \text{ kVA}$$

$$S_2 = \sqrt{3} \times U_2' I_2' = \sqrt{3} \times 205 \times 20,3 = 7,6 \text{ kVA}$$

$$P_1 = S_1 \cos \phi_1 = 7,75 \times 0,196 = 1,49 \text{ kW}$$

$$Q_1 = S_1 \sin \phi_1 = 7,75 \times 0,9805 = 7,6 \text{ kVAR}$$

$$P_2 = S_2 \cos \phi_2 = 7,6 \times 0,196 = 1,49 \text{ kW}$$

$$Q_2 = S_2 \sin \phi_2 = 7,6 \times 0,9805 = 7,6 \text{ kVAR}$$

~~KOBİNET~~ Plaka defterini 1000 kVA, 15/0,4 kV A/H boyutlu basılıtakı 1800W arıma daimi负载负载 1800W, boyut 160 girişi $\eta = 90\%$ boyutlu basılıtakı 1000W, boyut 150 girişi $\eta = 90\%$

a) Trafoyun arıma akımı (I_n)

b) Genişme oranı (a)

c) Boşta indirgenme akımı (I_0)

d) L degeri dene elemanları

e) Trafoyun arıma (normal) yatande ve yedinci yatande $\cos \phi = 0,8$ (endüstriyel) yüklenmesi için arıma ve sekonder gerilimi bul (U_2)

(α ve $\chi \rightarrow$ yüklenme oranı)

$$\textcircled{a} S = \sqrt{3} U_n I_n$$

$$I_n = \frac{S}{\sqrt{3} U_n} = \frac{1000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 10 \times 10^3} = 38,5 \text{ A}$$

$$\textcircled{b} a = \frac{U_1}{U_2} = \frac{15}{0,4} = 37,5$$

$$\textcircled{c} I_0 = \frac{I_0}{I_n}$$

$$I_0 = \textcircled{I_0} I_n = \frac{1,5}{100} \times 38,5 = 0,577 \text{ A}$$

yatan
örnek
var

Magn. Dose
1 Pola. Poto

$$15 \times 10^3 \quad \text{dB} \quad (15,02 \text{ dB})$$

② L tipi esdeger devre



$$V_k = \frac{V_n}{U_n} \Rightarrow U_k = V_k U_n = \frac{4}{100} \cdot \frac{15 \times 10^3}{\sqrt{3}} = 366 \text{ V}$$

primer yolda boy
o degradacion f3 k
lasturdu

NOT: This devre uygulaması

$$I_k = I_n \quad (20,240)$$

Bosba calisma

$$U_{10} = U_{1n}$$

$$\cos \phi_k = \frac{P_k(P_{10})}{\sqrt{3} U_k I_k} = \frac{7200}{\sqrt{3} \times 366 \times 38,5} = 0,312$$

$$\phi_k = 71,8^\circ$$

$$\sin \phi_k = 0,85$$

$$Z_k = \frac{U_k / \sqrt{3}}{I_k (I_n)} = \frac{366 / \sqrt{3}}{38,5} = 5,19 \Omega$$

$$R_k = Z_k \cos \phi_k = 5,19 \times 0,312 = 1,628 \Omega$$

$$X_k = Z_k \sin \phi_k = 5,19 \times 0,85 = 4,335 \Omega$$

$$R_2 = ? \leftarrow R_2' = R_1 = \frac{R_k}{2} = 0,848 \Omega$$

$$X_2 = ? \leftarrow X_2' = X_1 = \frac{X_k}{2} = 2,465 \Omega$$

Bosba saglamada R_{fe} , X_μ ededini

$$P_0 = \sqrt{3} U_0 I_0 \cos \phi_0 \quad \cos \phi_0 = \frac{1800}{\sqrt{3} \times 15 \times 10^3 \times 0,577} = 0,12$$

$$\phi_0 = 83,1^\circ$$

$$\sin \phi_0 = 0,89$$

$$I_{fe} = I_0 \cos \phi_0 = 0,063 A$$

$$I_\mu = I_0 \sin \phi_0 = 0,571 A$$

$$R_{fe} = \frac{U_n / \sqrt{3}}{I_{fe}} = 125,3 \Omega$$

$$X_\mu = \frac{U_n / \sqrt{3}}{I_\mu} = 15,16 \Omega$$

$$\eta = \frac{\alpha S \cos \phi}{\alpha S \cos \phi + P_0 + \alpha^2 P_{kd}} = \frac{1 \times 1000 \text{ W} \times 0,8}{1 \times 1000 \text{ W} \times 0,8 + 18 \text{ kW} + (1)^2 \cdot 2,2 \text{ kW}} = 0,988 \\ \approx 98,8\%$$

$\alpha = 0,5 ; \alpha^2$

$$\eta = \frac{0,5 \times 1000 \times 10^3 \times 0,8}{0,5 \times 1000 \times 10^3 \times 0,8 + 18000 \times (0,5)^2 \cdot 2200} = 99,9\%$$

$V_R = ?$

$$V_R = V_R \cos \phi + V_X \sin \phi$$

$$V_R = \frac{I_n R_1}{U_n} = \frac{38,5 \times 0,819}{15,103 / \sqrt{3}} = 90,36$$

$$\left(V_R = \frac{V_{kr}}{U_n} = \frac{I_n R_1}{U_n} = \left(\frac{I_n R_1}{U_n} \right) \right)$$

$$V_X = \frac{I_n R_2}{U_n} = \frac{38,5 \times 2,665}{15,103 / \sqrt{3}} = 61,08$$

$$V_R = \frac{90,36}{100} \times 98 + \frac{1,09}{100} \times 10,6 = 90,942$$

$$U_2' = U_2 - V_R = 15 \times 10^3 - 15 \times 10^3 \frac{0,942}{100} = 14,858 \text{ V}$$

$$U_2' = \sigma U_R$$

$$U_2 = \frac{U_2'}{\sigma} = \frac{14,858}{38,5} = 386,2 \text{ V}$$

Wort:



entlastet



ohne



belastet

OBM 2) Güçprugası 10 kVA, gerilimi 230/100 V olan trafo'nun
Alüminyum şeritinden yapılan bobinlerin maddesi
100 V, 6,7 A, 34,4 W

Yükseki gerilim tarafından yapılmışla beraber sonucu,
18 V, 6,7 A, 260 W

Esdeger devre parametreleri bul!

$I_{20} = 6,7 \text{ A}$, 230 V lik gerilimdeki yük bobinlerinin esdegeri
primer arasındaki yarızalmı.

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{230}{100} = 2,3 \quad \frac{I_{20}}{I_{10}} = \alpha \quad I_{10} = \frac{I_{20}}{\alpha} = \frac{6,7}{2,3} = 2,81 \text{ A}$$

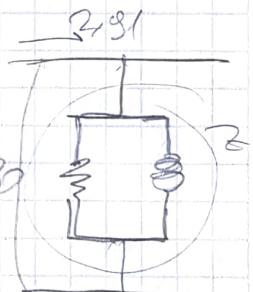
$$P_0 = U_1 I_{10} \cos \phi_0 \Rightarrow \cos \phi_0 = \frac{34,4}{230 \times 2,81} = 0,16$$

$$\phi_0 = 81^\circ$$

$$Z = \frac{U_1}{I_{20}} = 79 \Omega$$

$$R_{fe} = Z \cos \phi_0 = 79 \times 0,16 = 12,1 \Omega$$

$$X_{fe} = \sqrt{Z^2 - R_{fe}^2} = \sqrt{(79)^2 - (12,1)^2} = 78,2 \Omega$$



Kid arişmasın da,

$$Z_k = \frac{U_k}{I_0} = \frac{18}{6,7} = 2,69 \Omega$$

$$\cos \phi_k = \frac{P_k}{U_k I_0} = \frac{260}{18 \times 6,7} = 0,189$$

$$\phi_k = 78,6^\circ$$

$$R_k = Z_k \cos \phi_k = 0,189 \times 0,269 = 0,054$$

$$X_k = \sqrt{Z_k^2 - R_k^2} = \sqrt{(0,269)^2 - (0,054)^2} = 0,246 \Omega$$

$$R_1 = R_2 = \frac{R_k}{2} = \frac{0,054}{2} = 0,027 \Omega$$

$$X_1 = X_2 = \frac{X_k}{2} = \frac{0,246}{2} = 0,123 \Omega$$

ÖRNEK Güvenir güç, 100 kVA , $230/100 \text{ V}$ olan trafo'nun sekondanı
 $P_g = 80 \text{ kW}$ ve genel faktör $\cos\phi = 0,85$ olan bir
trifüjetli boyalıyı.

Sekondan akımından indirgenmiş değerini yahut impedansını bulın

$$P_g = 80 \text{ kW} \quad P_g = S_g \cos\phi$$

$$S_g = \frac{80 \text{ kW}}{0,85} = 94,16 \text{ VA}$$

$$\text{Sekondan akımı: } I_2 = \frac{S_g}{U_2} = \frac{94,16 \times 10^3}{100} = 941 \text{ A}$$

Bu durumda yahut impedansı

$$Z_g = \frac{U_2}{I_2} = \frac{100}{941} = 0,106 \Omega$$

Akımın indirgenmiş değerini $I_1 = I_2'$ dğyeğim

$$I_2' = \frac{I_2}{n} = \frac{941}{23} = 40,9 \text{ A}$$

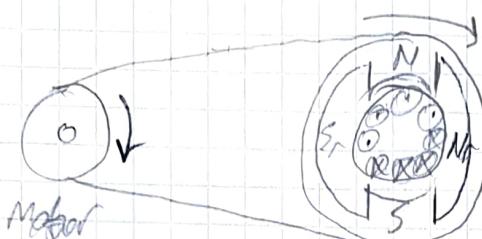
Yahut impedansının indirgenmiş değerini

$$Z_g' = n^2 Z_g = (2,3)^2 \times 0,106 = 0,86 \Omega$$

2 Hafız Yolu

MKS 1

ASYENRON MAKİNALAR



N-S kütüpleri \rightarrow I_s

I_d akımları \rightarrow I_s den farklıdır.
 I_s e yalnız bir hiz konusun

Rotor hızının kütüplerin ıstasına yarışması, böyle bir durumda kesişme olmayacağından EMK endetlenmez ve oturur olsun
 N_r ve $B_r = 0$

Fazdakine göre bir rotor
akımı ve buu birim miktarlarında
yapılmış N-S kütüpleri şurası
yerlesir.

• Her roter, hem de statot (kütüpler)
hareket etebilson.

• N-S kütüplerini motor açılığı ile dondur.

• Rotor, çubukları (ileter) ilden tarafından
kesilecektir.

• Rotor çubukları ilden tarafından kesilecek
den istisna kabul edilenler
olmak üzere, ilden tarafından kesilecektir.

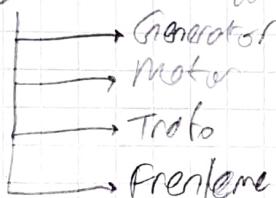
• Rotor çubukları fırıldırma edilmesi
olmak üzere, ilden tarafından kesilecektir.
genesine sağıltır.

• Parçaların biri en bir diğerin geni-
şinde bir muketteş olur olası.

• Olası bir muketteşin N-S ar-
ası bir keserek birer noltalarla
iletmek, birer noltalarla itme hizet-
ti olur.

Bu itme ve etenin sol etkenine
bağlı olacak ve N-S kütüplerinin genel
fazda bir rotorla noltalarla itme hizet-
ti olur.

Asynron Motor Çalışma Kipi



Karma (Slip Esı)

Asynron motorının çalışma esası N_s ve N_r nin birbirine göre
dönümüne bağlı olarak boyutlu karma esasıdır.

Karma $s = \frac{N_s - N_r}{N_s} = 1 - \frac{N_r}{N_s} \Rightarrow N_r = N_s(1-s)$

• Sırası $N_r > N_s$ da $s = ?$

$$N_r = 1600 \text{ d/dk} \quad N_s = 1500 \text{ d/dk}$$

$$s = \frac{1}{15}$$

$$N_r = 2500 \text{ d/dk} \quad N_s = 1500 \text{ d/dk}$$

$$s = \frac{10}{35}$$

s değerleri (-) dir. Bu, asynron motorunun generator çalıştırılmış
gibi. $-\infty < s \leq 0$

Sayet NS>Nr obs ✓ 1500-1600 = (100) $\frac{1}{100}$

$$\begin{array}{lll} n_s = 1500 & n_r = 1400 & S = \frac{1}{15} \\ n_s = 1500 & n_r = 1489 & S = \frac{1}{1500} \end{array}$$

~~Possel~~ → motor kilowatt $N_{\text{max}} = 1600$ $N_r \neq 1500$

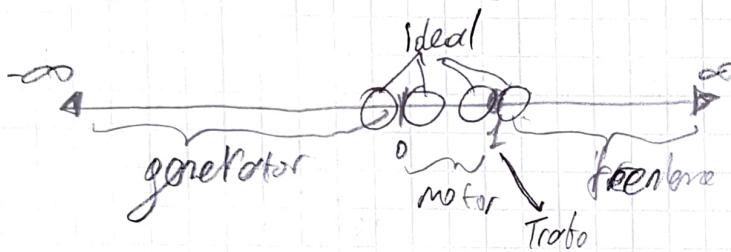
$$\bullet N_f = 0 \text{ olvsa}$$

Sıf oldugu halde seziklerin makine transformatörlerin adaları
Beklener ve yarışlarında bir durum doğmuştur.

• Sujet ns → -ns obscur

$$S = \frac{-\pi s - \pi r}{-\pi s} = \frac{-1500 - 1600}{-1600} = 1,92$$

S>f → frontiere (motor d'ordre & solaire)

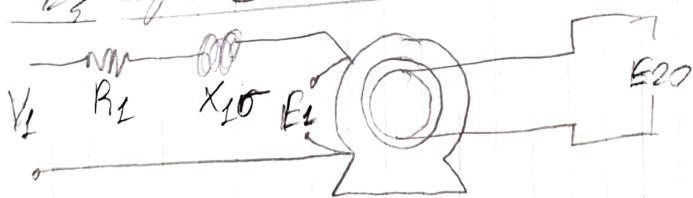


$$\sigma_{rr} = \eta_S (f - s) \\ = \frac{60 f_E}{P} (f - s) = \frac{60}{P} (f_1 - f_1 s)$$

$$f_2 = f_1 s$$

fz hm laccophilus rotundatus M
korrigedir. fz laccophilus do
kretz

Egdeger Devre



8 Oct 1990 Game Log

$$\frac{E_2}{E_{20}} = \frac{N_{eKw_4}}{N_{eKw_2}}$$

20
 Rotor hareket etkisi düşmesi
 de rotor sorğulandıken
 gerilm eridi vecey duran holt
 $E_1 = 4,66 \text{ V}_\text{DC} f_1 k_w$
 $E_{20} = 4,66 \text{ V}_\text{DC} f_1 k_w$
 (Trafo galisinde f'ler -5%)


S. S. S.

- Makine dururken $s=1$ olup la durumda Rotor gerilimi
 $E_2 = sE_{20} = E_{20}$

$s < 1$ iken $f_2 = f_1$

$s=0$ iken $E_2 = f_2 = 0$

$s \neq 0$ ve $s \neq 1$ iken $f_2 = sf_1$

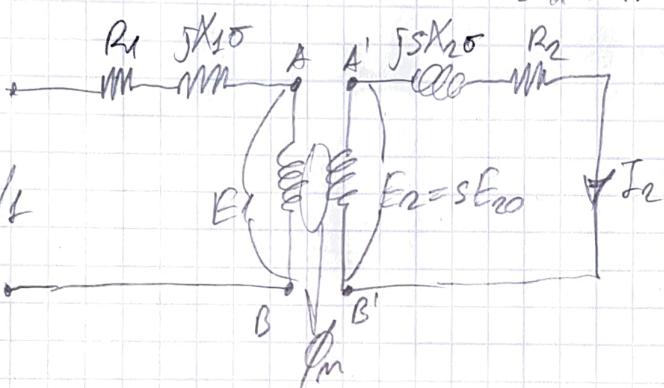
$$E_2 = 4,44 N_A \Phi_m s f_1 k W_2 = s E_{20}$$

Rotor dururken $E_2 = E_{20}$

Rotor hareketli iken $E_2 = s E_{20}$

Rotor dururken $\rightarrow X_{20} = w_2 L_{20} = 2\pi f_1 L_{20}$

Rotor hareketli $\rightarrow X_{20} = 2\pi s f_1 L_{20} = s X_{20}$



An A' ve B or B'
rotorsının birleşimnesi
gerilimi
1- 50Hz ver.
2- Gerilim aynı olmeli

- Tüm
3- frekansı eşit
4- Pol sayıları eşit
5- Faz fazla gerilimler olsas,
o malzelerdir.

$$E_2 = s E_{20} = I_2 (j s X_{20} + R_2)$$

S'ebolşef

$$\textcircled{D} E_{20} = I_2 \left(\frac{R_2}{s} + j X_{20} \right)$$

İndirgenme yapan şek

$$\textcircled{D} E_{20}' = I_2' \left(\frac{R_2}{s} + j X_{20}' \right)$$

Faz akımlarına yonelik Dnol dondalar

$$\text{arc tan } \frac{s X_{20}}{R_2} = \text{arc tan } \frac{X_{20}}{R_2/s}$$

$E_2 = E_2'$ "1. soruya saglandı" An A' ve B or B' rotorsun
 $f_1 = f_2$ birleşiminde birer

$$E_2 = E_2' \text{ olursa,}$$

$$\dot{V}_g = \frac{N_2}{N_1} \frac{k w_1}{k w_2} (\text{gerilim germe oranı})$$

$$E_2' = \dot{V}_g E_{20}$$

$$\dot{V}_d = \frac{I_2}{I_2'} (\text{dolumların germe oranı})$$

$$\dot{V}_g = \frac{1}{\dot{V}_{20}}$$

$$I_2 \text{ drehm. } I_2' = I_1$$

$$V_{02} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{I_2'}{I_1}$$

Induzierungsdruckdrehzahlen beider Käppellosen Kurzschluss (Fremd mühle fiktiv) $P_2 \approx P_{20}$

$$\frac{M_2}{I_2} I_1^2 R_2 = M_2 I_2'^2 R_2$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$I_2' \quad R_2'$$

$$M_2 (I_2')^2 R_2' = M_2 I_2^2 R_2$$

$$\text{für } s \checkmark \quad R_2' = \frac{m_2 I_2^2 R_2}{m_2 (I_2')^2} = \frac{m_2}{m_2} \left(\frac{I_2}{I_2'} \right)^2 R_2$$

$$\boxed{R_2' = \frac{m_2}{m_2} (V_g)^2 R_2}$$

$$R_2' = V_g^2 R_2 \rightarrow \text{asynchron motor}$$

$$r_2' = \alpha^2 r_2 \rightarrow \text{traktor}$$

$$X_2' \alpha = V_g^2 X_2 \alpha$$

$$\frac{R_2'}{s} = R_2' + \frac{R_2'(1-s)}{s} \quad \text{seitende gesteuert}$$

\downarrow
Rotor
Bekir
beyb.

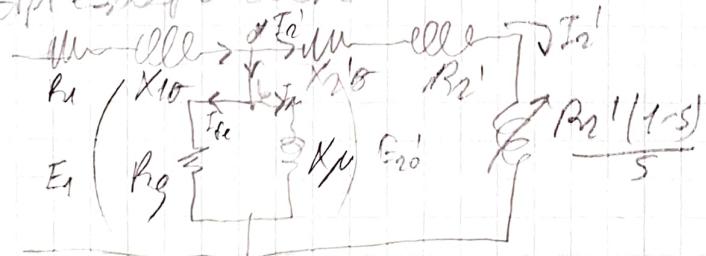
\downarrow
Rotor
Gleichstrom
ges. abhängig



$$P_2 \approx F_2 n_2 \frac{(1-s)}{s} m_2$$

$$P_{20} = m_2 I_2'^2 R_2'$$

• T Linienschleifer dient



$$E_{20}' = V_g E_{20}$$

$$I_2' = V_g I_2$$

$$R_2' = V_g^2 R_2$$

$$X_2' = V_g^2 X_2$$

$$\boxed{T \quad E_2' = \alpha E_2}$$

$$\text{rotor } I_2' = \frac{I_2}{\alpha}$$

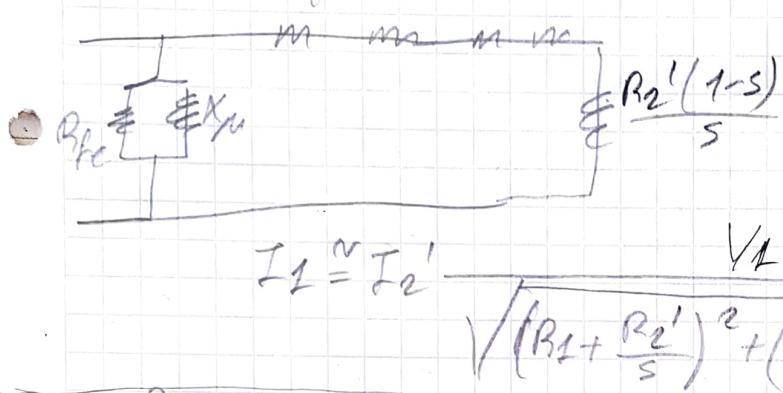
$$U_1 = E_1 + I_1(R_1 + jX_{10})$$

$$E_{20}' = I_2' \left(\frac{R_2'}{s} + jX_{20}' \right)$$

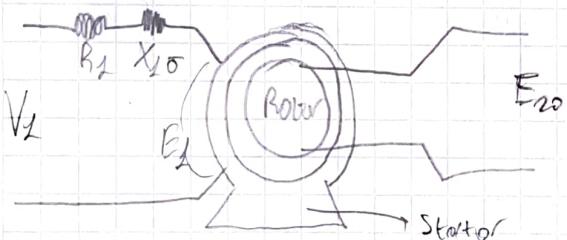
$$I_1 = I_2' + I_o$$

$$I_o = I_{fe} + I_{mu}$$

L'Kpr esdeger deure



Robotu sərgili brr Aşağıda Məlumat



$$N_p \approx N_s$$

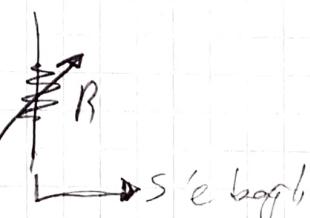
$$E_2 \text{ ve } f_2 = 0$$

$$E_1 = h_1 h_2 \Phi_m f_1 N_1 k_w_1$$

$$E_{20} = h_1 h_2 \Phi_m f_2 N_2 k_w_2$$

$$\frac{E_1}{E_{20}} = \frac{N_2 k_w_2}{N_1 k_w_1} = \dot{Q}_3$$

$$\begin{aligned} \text{Aşağıda} \\ \text{Məlumat} &= \text{Trafo} \\ E_{20} &= \text{Esdeger} + \text{Şəkər} \\ \text{deürəsi} & \end{aligned}$$

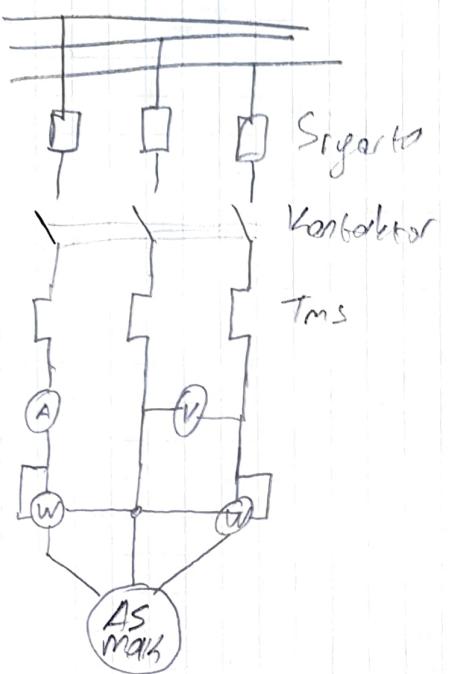


Prometneleri Bilmək üçün:

① Başlaq qatışma

② Kisor deürə çələmə

② Basit Devre Calsismasi



$$P_o \rightarrow \cos \phi_o \text{ kilyaruz}$$

$$P_o = m_2 V_2 I_o \cos \phi_o$$

$$I_o = I_{Fe} + I_{Fu}$$

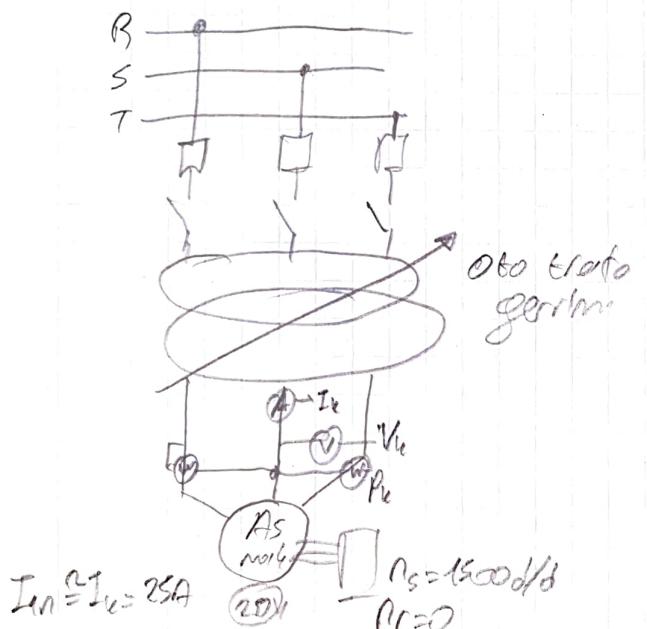
$$I_{Fe} = I_o \cos \phi_o$$

$$I_{Fu} = I_o \sin \phi_o$$

$$R_{ge} = \frac{U_2(E_1)}{I_{Fe}}, X_{pu} = \frac{U_2(E_1)}{I_{Fu}}$$

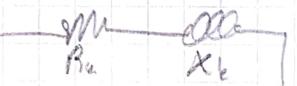
$$R_{ge} = \frac{V_2^2}{P_o/m_2}, X_{pu} = \frac{V_2^2}{Q_o/m_2}$$

③ Kisa Devre Calsismasi



$$P_k = m_2 V_k I_k (I_{1N}) \cos \phi_k$$

$$Z_k = \frac{V_k}{I_k}$$



$$Z_k = R_k + j X_k$$

$$R_k = Z_{1c} \cos \phi_k$$

$$X_k = Z_{1c} \sin \phi_k$$

$$R_k = R_1 + R_2', \quad R_1 = R_2' = \frac{R_{1c}}{2}$$

$$X_k = X_{10} + X_{20}', \quad X_1 = X_2' = \frac{X_{1c}}{2}$$

$$R_k = \frac{V_k^2}{P_k/m_2}, \quad X_k = \frac{V_k^2}{Q_k/m_2}$$

$$V_k = V_R + j V_x$$

$$V_R = V_k \cos \phi_k$$

$$V_x = V_k \sin \phi_k$$

Aserkanon Makinede Cevre Dengelesi

• $V_2 = E_2 + I_1 R_1 + I_2' J X_{20}$ Her iki tane Is' de var

$$I_2 V_2 = I_2 E_2 + I_2'^2 R_1 + I_2'^2 J X_{20}$$

$I_0 + I_2'$ yazdırın

$$V_2 I_1 = I_0 E_1 + I_2' E_1 + I_2'^2 R_1 + I_2'^2 J X_{20}$$

P_B

P_{Fe}

P_{Cu}

P_{Cu}

Residual kaynaklık (ihmal)

Fazanırlığı

$$P_B = P_{Fe} + P_{Cu} + P_{Cu}$$

P_{Fe}
Stator

P_{Fe}
Rotor

Faz sıkışıklık faktörü ihmal

• $P_{B20}' = I_2' \left(\frac{R_2'}{s} + J X_{20}' \right)$

$$R_2' + R_2' \frac{(1-s)}{s}$$

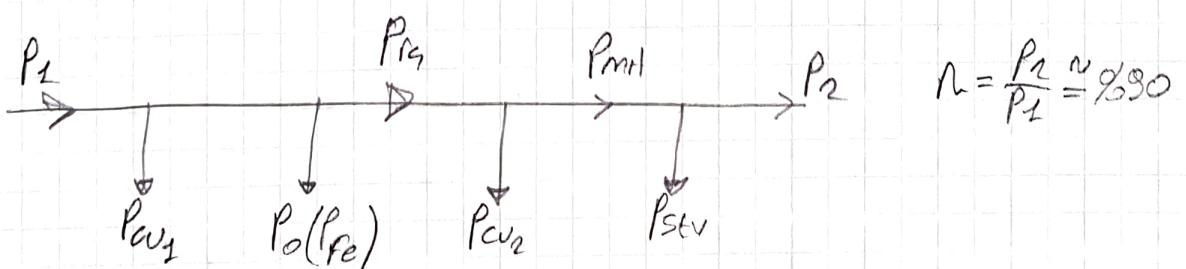
Her iki tane I_2' 'de var

$$\frac{I_2' E_{20}'}{P_{Cu}} = \frac{(I_2')^2 R_2'}{P_{Cu}} + \frac{(I_2')^2 R_2' (1-s)}{P_{MIL}} + \frac{(I_2')^2 J X_{20}}{P_{MIL}}$$

$$P_{Cu} = P_{Cu2} + P_{MIL}$$

$$P_{MIL} = P_{STV} + P_2 (P_{Cu})$$

Sabit mukayese metodu



$$P_{MIL} = P_B - P_{Cu}$$

$$P_B + P_0 + P_{Cu1} = P_1$$

$$P_{1e} = m_2 V_2 I_1 \cos \phi_1$$

$$P_{1g} = m_2 E_{n0}' I_2' \cos \phi_2$$

$$P_{Cu1} = M_2 I_1^2 P_1$$

$$P_{Co2} = m_2 I_2' P_{n1}'$$

$$P_2 = M_2 I_2' \frac{P_{n1}(1-s)}{s}$$

$$P_{1g} = I_2'^2 \frac{R_n'}{s} = \frac{P_{Cu2}}{s}$$

$$SP_{1g} = P_{Cu2}$$

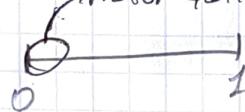
$$P_{1g} = P_{Cu2} + P_{M1}$$

$$P_{M1} = (1-s)P_1$$

$$\gamma_2 = \angle P_{n0}', I_2'$$

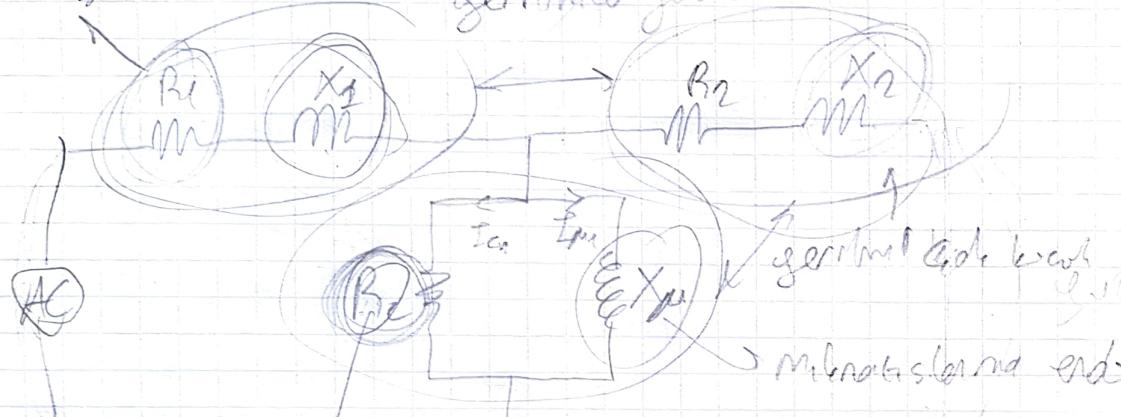
$$0 < s < 1$$

motor condition \Rightarrow current



bölgesel boyutları

gerilimlerdeki losit esit



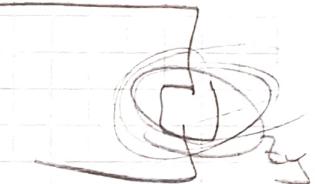
boyut

verim

menzilek esdeger devre

Trafik dolgu pressisi

$$N\phi = \frac{\lambda}{T}$$



refans

$$V_2 = V_1 + I_1 R_1 + I_2 K_2$$

erde

$$F_1 - F_2 = 0$$

$$N_{F_2} - N_{F_1} = 0$$

$$V_2 = \phi_2 = N_2 \frac{d\phi}{dt}$$

$$V_1 = \phi_1 = N_1 \frac{d\phi}{dt}$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{N_2 - 1}{d}$$

~~F_P~~

gerilimlerdeki losit

$$I_1 = \Phi_\phi = I_{c1} + I_{p1}$$

$$I_n = I_\phi$$

$$P_{oc} = P_c$$

$$P_{sc} = P_{cv}$$

$$VA \rightarrow S$$

$$W \rightarrow P$$

$$VAR \rightarrow Q$$

$$\begin{aligned} S &= P + jQ \\ P &= V I \cos \phi \\ Q &= V I \sin \phi \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R^2 &= R^2 + X^2 \\ Z &= R + jX \end{aligned}$$

$$d = \sqrt{\frac{P_c}{P_{sc}}}$$

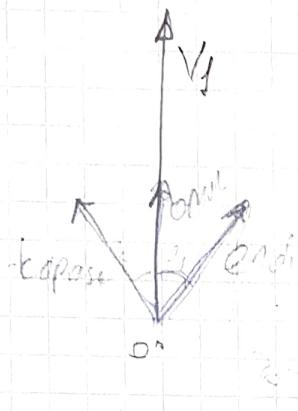
$$Z^2 = R^2 + X^2$$

$$\max \text{efficiency} \rightarrow \alpha^2 P_{sc} + P_c = 0$$

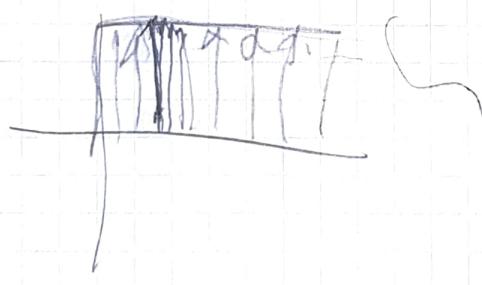
Praktikum

$$V_2 = V_3 + I_1 R_1 + I_2 X_2$$

referenz



8(6)



1(8)

$$\Delta \phi = \phi_{\text{left}} - \phi_{\text{right}}$$

$\delta_{P_1, 3}$
 $\delta_{P_2, 2}$

