

DENEY NO: 1

BİR FAZLI TRANSFORMATÖRÜN BOŞTA VE KISA DEVRE ÇALIŞMASI

Amaç: Transformatörün boşta ve kısa devre çalışma deneylerinden elde edilen değerlerden yararlanarak transformatörün eşdeğer devre parametrelerini hesaplamaktır.

Araç-Gereçler: -Enerji Üniteli Deney Masası Y-036/001
-AC Ölçüm Ünitesi Y-036/005
-Enerji analizatörü Y-036/004
-Bir fazlı transformatör Y-036/027
-Jaglı kablo, IEC fişli kablo

1. Giriş

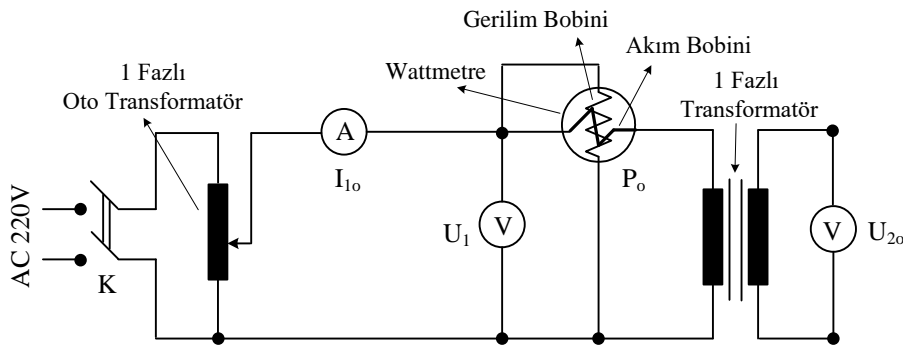
Transformatörün eşdeğer devre parametrelerinin bulunabilmesi için transformatörler önce boşta, daha sonra kısa devre olarak çalıştırılır.

1.1 Boşta Çalışma Deneyi

Bu deneyde amaç; transformatörü yüksüz (boşta) çalıştırarak, boşta çalışma gücünü yani boşta çalışmadaki kayıpları bulmaktır. Boşta çalışma kayıpları (P_0), demir kayıpları (manyetik devredeki histeresiz ve fuko kayıplarının toplamı) ile primer sargıda boşta harcanan ve ihmal edilebilecek kadar küçük olan bakır kayıplarının toplamına eşittir.

$$P_0 = P_{Fe} + R_1 I_{10}^2 \quad (1)$$

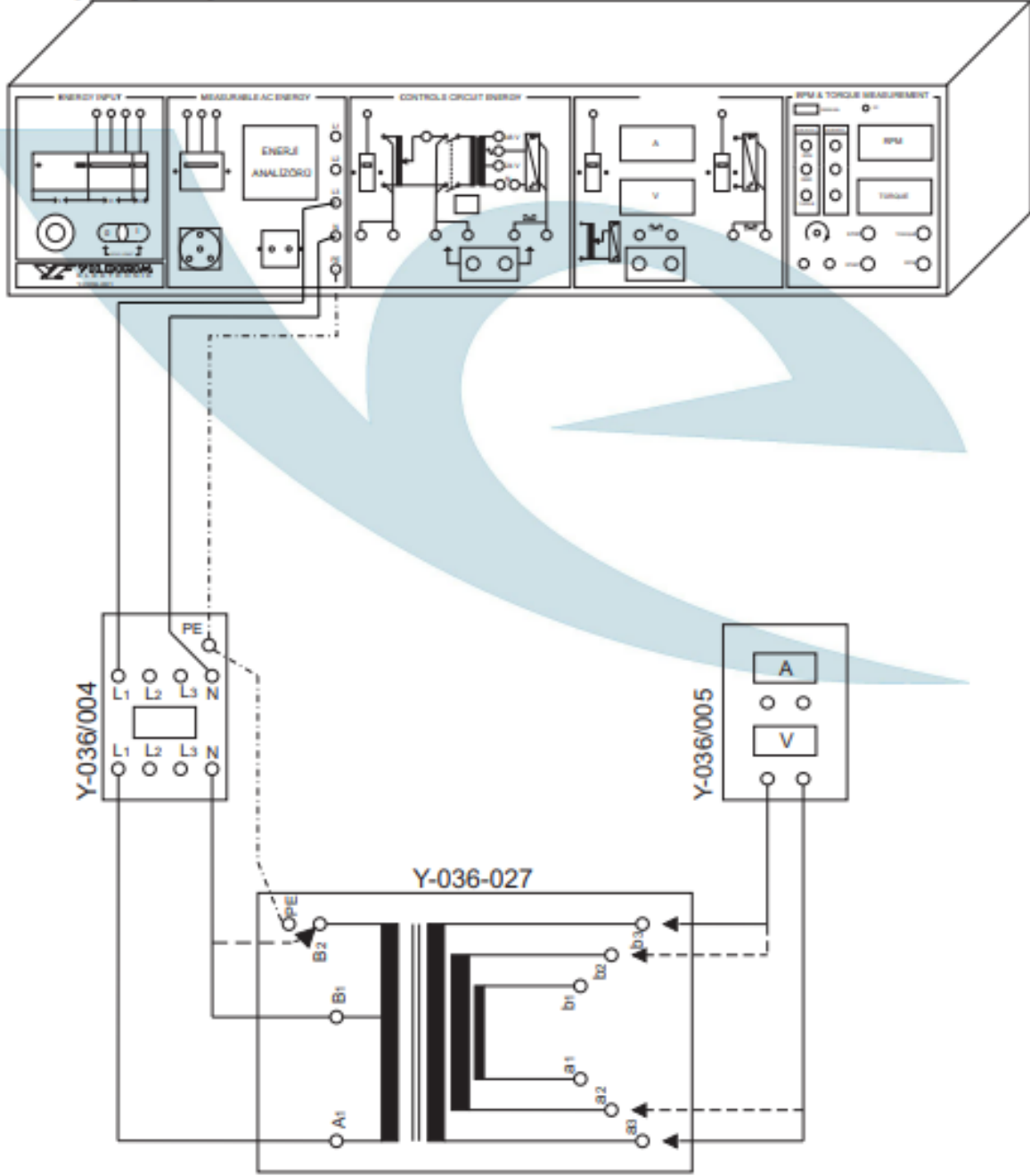
(Primer sargıdaki bakır kaybı ($R_1 I_{10}^2$) genellikle ihmal edildiğinden $P_0 \cong P_{Fe}$ olarak kabul edilir.) $P_0 \cong P_{Fe}$



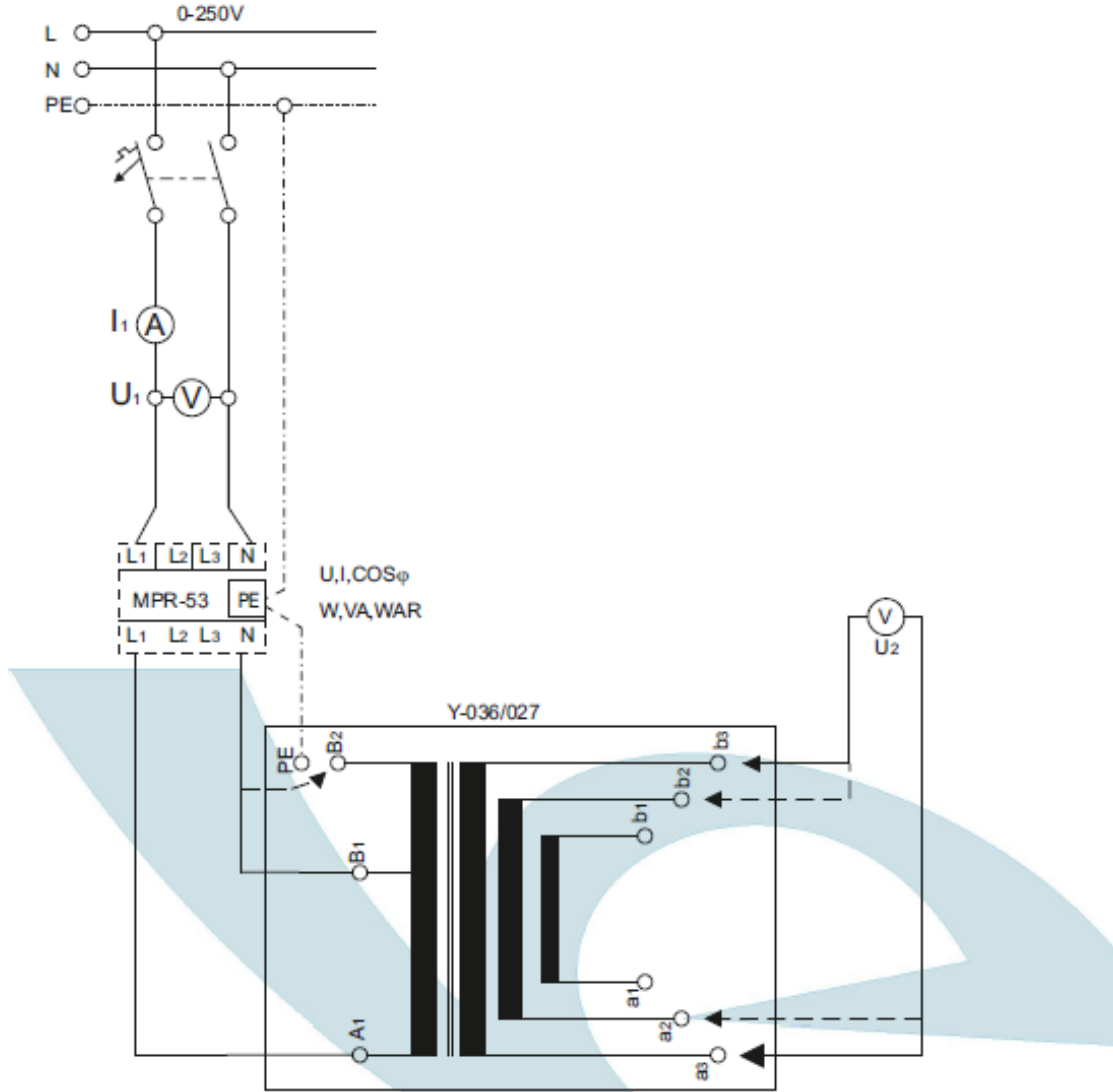
Şekil 1 Bir fazlı transformatörün boşta çalışma deneyine ait montaj şeması

Deney bağlantı şeması :

Y-036/001



Şekil 2 Bir faz transformatörün boş çalışması deney bağlantı şeması



Şekil 3. Bir fazlı transformatörün boşa çalışması devre şeması

Deneyin yapılışı :

Not: Transformatör etiket değerlerini dikkate alınız. İki primer gerilimi belirtilen transformatörde sekonder gerilim değeri, büyük primer değeri uygulandığındaki değerlerdir. Primere uyguladığınız gerilime göre sekonder sargılarındaki gerilim değerleri değişecektir.

Ölçüm ünitelerinde, boş çalışma deneyinde I , $\cos\phi$ güç değerlerini akım değeri küçük olduğundan görülemeyebilir bu konumda mA ölçüm özellikli multimetre kullanınız.

-Şekil 2 ve 3'teki deney bağlantısını kurunuz.

-Primer devresindeki şalter-sigortayı kapatıp trafo primer devresine sıfır (0v) dan başlayarak kademe kademe trafo primer nominal gerilimini uygulayınız.

-Her kademede U , I , U_2 değerini ve enerji analizatörlerindeki U , I , $\cos\phi$, W , VA , VAR değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

- Transformatör primer devresine uygulanan ayarlı A.C gerilim Y-036/001 ünitesinde yeterli değil ise Y-036/002 ünitesinden yararlanabilir.
- Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

Deneyde alınan değerler :

U ₁	I ₁	U ₂	Enerji Analizatörü						Açıklama
			U	I	COSφ	W	VA	VAR	

1.2 Kısa Devre Deneyi

Deneyin Amacı: Transformatörün primer-sekonder sargılarının bakır kayıplarının bulunup kısa devre geriliminin saptanması

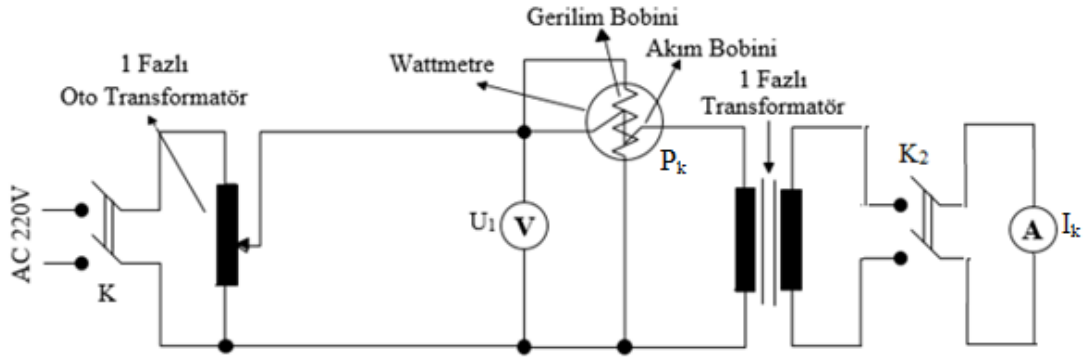
Araç-Gereçler: -Enerji Üniteli Deney Masası Y-036/001
-AC Ölçüm Ünitesi Y-036/005
-Enerji analizatörü Y-036/004
-Bir fazlı transformatör Y-036/028
-Jaglı kablo, IEC fişli kablo

Bu deneyde amaç; transformatörün kısa devre gücünü bulmaktır. Bu güç primer ve sekonder sargılarında oluşan toplam bakır kayıplarına eşittir ($P_{Cu} = P_k$). Kısa devre gücü makinanın parametreleri cinsinden ise aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

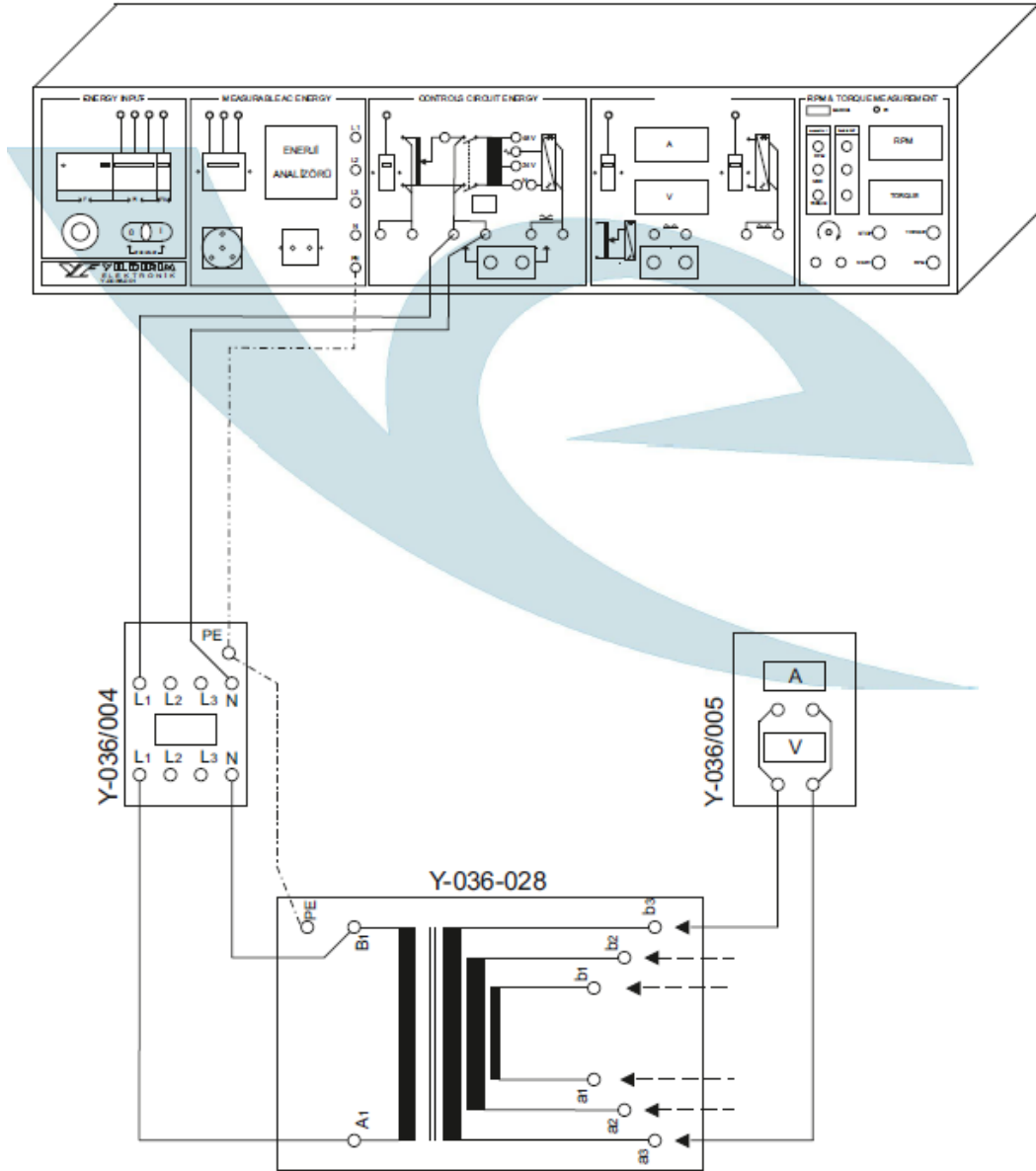
$$P_k = R_{2k} \cdot I_2^2 \quad (2)$$

$$R_{2k} = R_2 + R_1 / a^2 \quad (3)$$

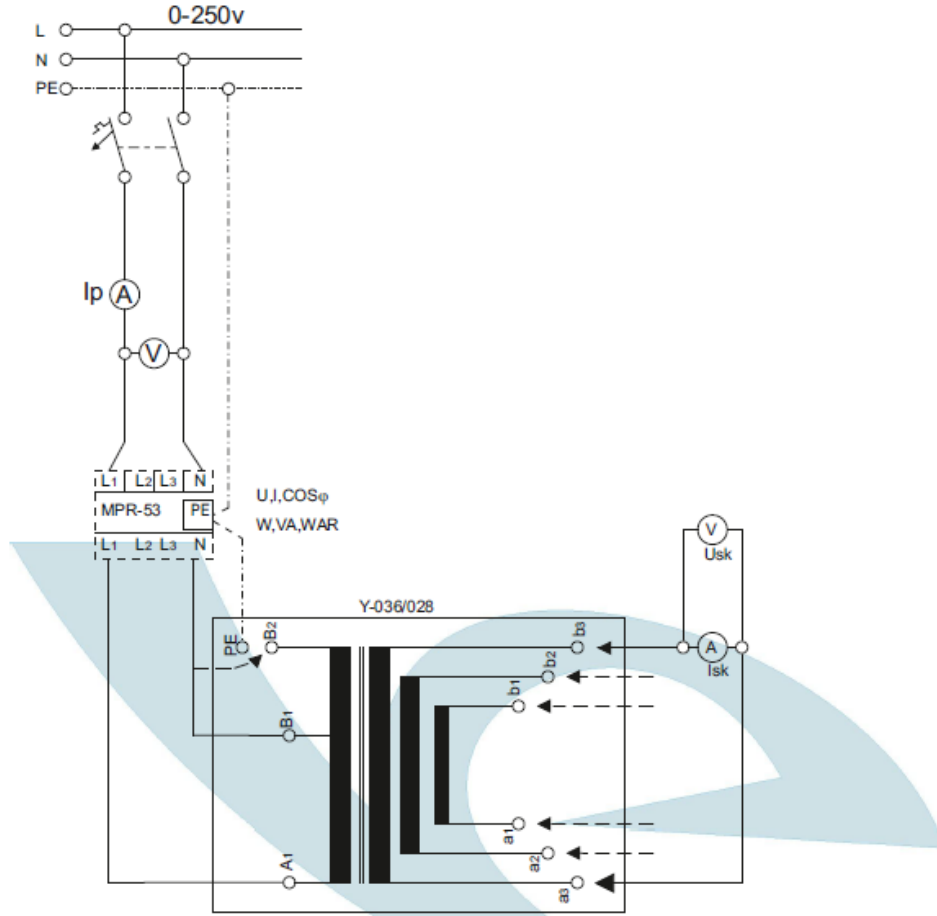
Burada R_{2k} , transformatörün sekondere indirgenmiş alternatif akımdaki toplam direncidir. Transformasyon oranı a ise $a = U_1 / U_{20}$ oranından bulunur. Bu deneyde ayrıca ϕ_k açısı belli olduğundan transformatörün toplam kaçak reaktansı X_{l2k} da bulunabilir.



Şekil 4 Bir fazlı transformatörün kısa devre çalışma deneyine ait montaj şeması



Şekil 5 Bir faz transformatörünün kısa devre deney bağlantı şeması.



Şekil 6 Bir fazlı transformatörün kısa devre deneyi devre şeması

Deneyin yapılışı :

Not: Deneyde kullanılan transformatörün primer-sekonder devreleri nominal akım değerlerine dikkat ediniz.

-Şekil 5 ve 6'daki deney bağlantısını kurunuz.

-Ayarlı A.C güç kaynağının gerilimini (0V) sıfıra getirip transformatör primer devresine uygulayınız.

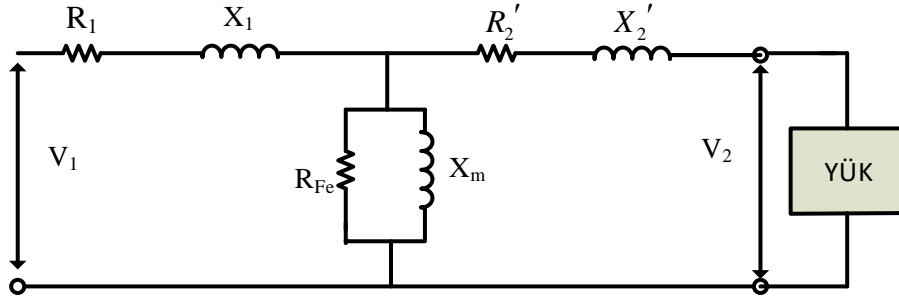
-Primer devresine uyguladığınız gerilimi kademe kademe artırarak nominal (I_p) akımının geçmesini sağlayınız. Her konumda I_p , U_p enerji analizatörü parametrelerini ve U_{sk} , I_{sk} değerini gözlemleyip kaydediniz.

-Transformatör primerinden nominal akımın %150'si kadar akım gecinceye kadar uygulanan A.C gerilimi artırınız. Bu konumda I_p , U_p , enerji analizatörü parametreleri ve U_{sk} , I_{sk} değerlerini gözlemleyip kaydediniz.

-Enerjiyi kesip deneyi sonlandırınız.

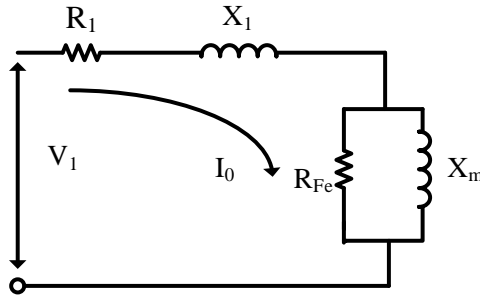
2. Transformatörün Eşdeğer Devre Parametrelerinin Bulunması

Transformatörün primere indirgenmiş eşdeğer devresi Şekil 3'te gösterilmektedir.



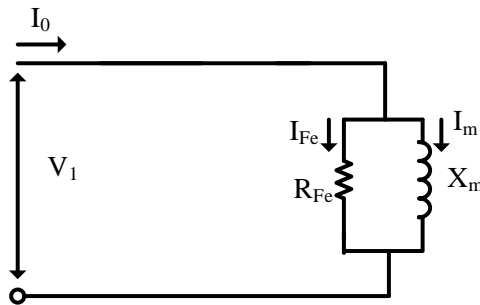
Şekil 7 Transformatörün primere indirgenmiş eşdeğer devresi

Boşta çalışma deneyinden demir kayıplarını temsil eden direnç R_{Fe} ve mıknatıslanma endüktansı X_m hesaplanır. Boşta çalışmada sekonderden akım geçmediği için akım yolu Şekil 4'teki gibi olacaktır.



Şekil 8 Transformatörün boşta çalışma deneyindeki akım yolu

Boşta çalışmada akım çok düşük olacağından dolayı R_1 ve X_1 ihmal edilebilir. Bu durumda devre Şekil 5'teki gibi olacaktır.



Şekil 9 Transformatörün boşta çalışmada R_1 ve X_1 'in ihmal edilmesiyle oluşan yeni devre

Bu durumda boşta çalışma deneyinde okunan güç R_{Fe} üzerindeki kayıp gücü verecektir. Çünkü wattmetre aktif gücü okumaktadır. Aktif güç de omik yük üzerinde harcanan güçtür. Bu ifadeden R_{Fe} direnci (7) formülü ile bulunur.

$$R_{Fe} = \frac{V_1^2}{P_0} \quad (7)$$

R_{Fe} direncinin bulunması ile I_{Fe} akımı (8) ile hesaplanır.

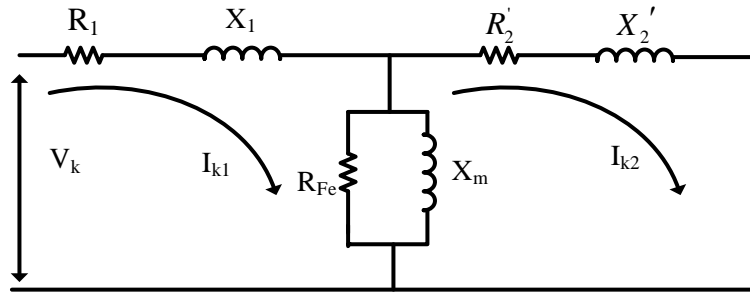
$$I_{Fe} = \frac{V_1}{R_{Fe}} \quad (8)$$

I_{Fe} akımının bulunmasından sonra I_m akımı (9) ve X_m endüktansı (10) ile bulunur.

$$I_m = \sqrt{I_0^2 - I_{Fe}^2} \quad (9)$$

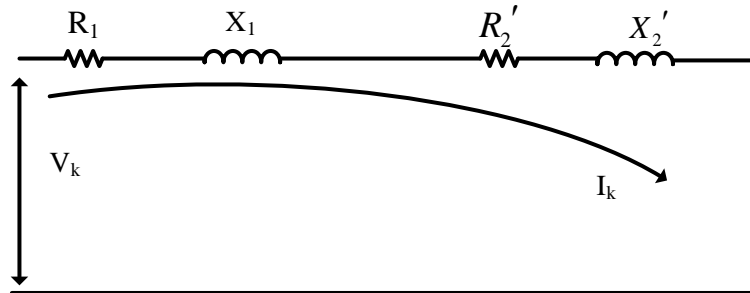
$$X_m = \frac{V_1}{I_m} \quad (10)$$

Kısa devre deneyinden primer sargı direnci R_1 , sekonder sargı direnci R_2' , primer sargı endüktansı X_1 ve sekonder sargı endüktansı X_2' bulunur. Kısa devre deneyinde eşdeğer devredeki her iki gözden de akım geçeceğinden akım yolları Şekil 6'daki gibi olur.



Şekil 10 Transformatörün kısa devre deneyindeki akım yolları

Burada primere indirgeme yapıldığı için $R_2' = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot R_2$ ve $X_2' = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 \cdot X_2$ şeklinde ifade edilir. Kısa devre deneyinde V_k gerilimi çok düşük olduğundan R_{Fe} ve X_m ihmal edilir. Bu durumda yeni devre Şekil 7'deki gibi olacaktır.



Şekil 11 Transformatörün kısa devre deneyi hesaplamaları için paralel kolun ihmal edilmiş hali

Tablo 2 Kısa devre deneyinden elde edilenler

Kademe	KISA DEVRE ÇALIŞMA			
	I_k (A)	V_k (V)	θ (skt)	$P_{kd}=P_{Cu}$ (W)

$R_1 =$	$X_1 =$	$R_{Fe} =$
$R_2' =$	$X_2' =$	$X_m =$

Boş Çalışma Deneyi ile ilgili Değerlendirme

Soru 1: Transformatörün primer devresine nominal gerilim (U_1) uygulandığında ve sekonder devresi yüksüz iken, enerji analizatöründe gözlemlediğiniz güç nedir? tanımlayınız.

Soru 2: Deneyde aldığınız U_1, U_2 değerlerine göre transformatörün dönüştürme oranını bulunuz?

Soru 3: Transformatörün sarım sayısını nasıl bulunur açıklayınız.

Soru 4: Transformatörün çalışma prensibini açıklayınız.

Soru 5: Deney sonu gözlemlerinizi açıklayınız.

Kısa Devre Deneyi ile ilgili Değerlendirme

Soru 1: Kısa devre deneyi hangi amaçla yapılır açıklayınız.

Soru 2: I_p nominal değerinde iken U_p değeri nedir, bu değer nominal değere oranı nedir ve bu değere ne ad verilir?

Soru 3: Kısa devre geriliminin küçük-büyük olması ne anlama gelir? Açıklayınız.

Soru 4: I_p ve I_{sk} nominal değerlerinde iken enerji analizatöründeki parametreleri (güç) değerleri neyi gösterir?

Soru 5: Deneyde alınan değerler ile transformatörün kısa devre deneyi $P_k=f(I_k)$ veya $P_k=f(U_k)$ eğrisini çiziniz.

Soru 6: Deney sunu edindiğiniz gözlemlerinizi açıklayınız.