

ELEKTRİK MAKİNELERİ-I

LABORATUVARI

DENEY FÖYÜ

(TRF-1)

DENEY KODU: TRF-1

Yapılacak Deneyler

1.Deney: Bir Fazlı Transformatörün Boşta Çalışması ve Dönüştürme Oranının Bulunması

2.Deney: Bir Fazlı Transformatörün Primer-Sekonder Devre Dirençlerinin Ölçülmesi

1. Bir Fazlı Transformatörün Boşta Çalışması ve Dönüştürme Oranının Bulunması Deneyi

Kullanılacak Ekipmanlar

- | | |
|--|----------------------------------|
| -Enerji üniteli deney masası Y-036/001 | -AC ölçüm ünitesi Y-036/005 |
| -Enerji analizörü Y-036/004 | -Bir faz transformatör Y-036/027 |
| -Jaglı kablo, IEC fişli kablo | -Hesap makinesi |

1.1. Deneyin Amacı

Transformatörün boş çalışmasını analiz edip, boş çalışmadaki kayıpları kavramak ve trafo dönüştürme oranını hesaplamak konuyla ilgili bilgi-beceri kazanmak.

1.2. Deneyle İlgili Teorik Bilgi

1.2.1. Gerçek Transformatör Modeli

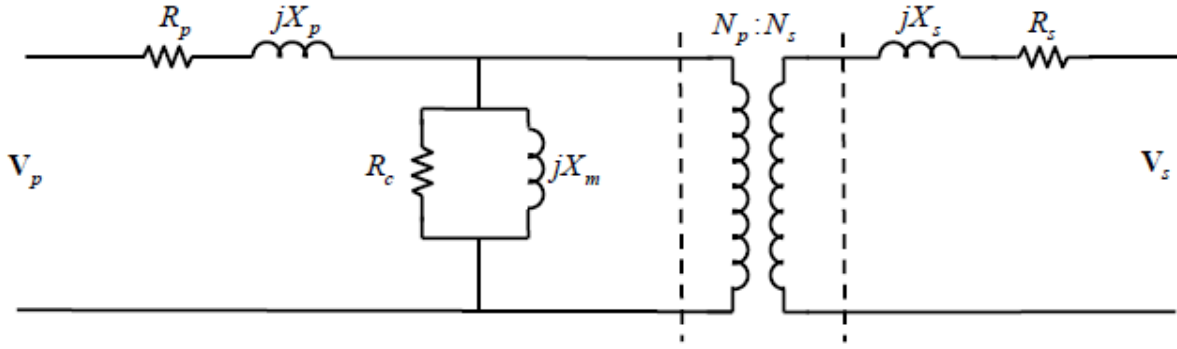
Gerçek transformatörlerde oluşan kayıplar, transformatörlerin gerçek modellerinde hesaba katılmak zorundadır. Böyle bir modelin oluşturulmasında bakır kayıpları, girdap (fuko veya Eddy) akım kayıpları, histerezis kayıpları ve kaçak akı göz önüne alınmalıdır. Kayıplar ve kaçak akının göz önüne alındığı transformatörün tam eşdeğer devresi Şekil 1.1’de gösterilmiştir.

Parametreler aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

- | | |
|---|--------------------------------------|
| R_p Primer sargı direnci, | R_s Sekonder sargı direnci |
| X_p Primer sargı kaçak reaktansı, | X_s Sekonder sargı kaçak reaktansı |
| X_m Kuplaj (mıknatıslanma) reaktansı, | |

R_c Nüve (histerezis ve girdap akım) kayıplarını ifade eden direnç

*Kesiklerle belirtilen kısım ideal transformatördür.



Şekil 1.1 Transformatörün Eşdeğer Devresi

Elektrik güç kaynağına bağlanan sargıya “*primer (birincil) sargı veya giriş sargısı*”, yüke bağlanan sargıya ise “*sekonder (ikincil) sargı veya çıkış sargısı*” denir.

1.2.2. Transformatör Modelindeki Parametrelerin Belirlenmesi

Şekil 1.1’deki eşdeğer devre parametrelerinin bulunması ve transformatörün veriminin hesaplanması için standart testler kullanılmaktadır. Bunlar sargı dirençlerinin ölçülmesi, boşa çalışma deneyi, kısa devre deneyi ve tam yük deneyidir.

1.2.3. Boşa Çalışma Deneyi

Bu deneyin amacı nüve (demir) kayıplarının ve mıknatıslanma endüktansının ölçülmesidir. Boşa çalışma deneyinde transformatörün sekonder sargı uçları açık devre edilir ve primer sargı uçlarına nominal (anma) hat gerilimi uygulanır. Transformatör boşa olduğundan, giriş akımının tamamı transformatörün uyartım kolu üzerinden akar. Sargı direnci (R_p) ve endüktansı (L_p), R_c ve L_m ile karşılaştırıldığında çok çok küçüktür. Böylece uygulanan gerilimin tümü uyartım koluna düşer. Gerçek güç sadece nüve kayıplarından oluşur. Test nominal gerilim değerinde uygulandığından transformatör çekirdeğinde nominal manyetik akı mevcut olup nüve kayıpları nominal yükteki nüve kayıplarına eşittir. Trafo çekirdeği, demir kayıplarını minimize etmek için birbirlerinden elektriksel olarak izole edilmiş silisyumlu ince saclardan yapılmıştır.

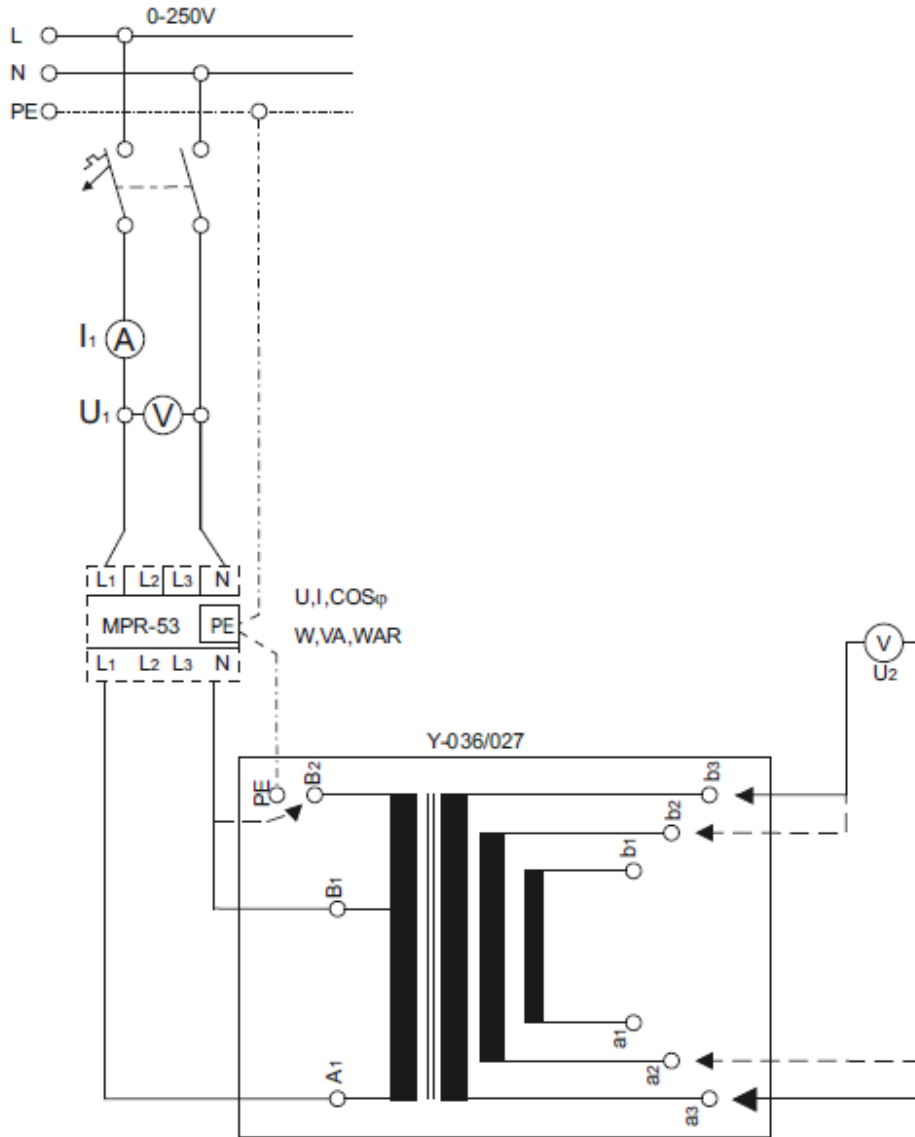
Deney sırasında transformatörün giriş gerilimi, giriş akımı ve giriş gücü ölçülür. R_c ve X_m değerlerini belirlemenin en kolay yolu uyartım kolunun admitansına bakmaktır. Bu iki eleman paralel olduklarından admitansları toplanır ve böylece toplam uyartım admitansı,

$$Y_e = G_c - jB_m = \frac{1}{R_c} - j \frac{1}{X_m} \quad (1)$$

$$\theta = \cos^{-1} \frac{P_{oc}}{V_{oc} I_{oc}} \quad (2)$$

$$Y_e = \frac{I_{oc}}{V_{oc}} \angle -\theta \quad (3)$$

1.3. Deneyin Yapılışı



Şekil 1.2 Bir Fazlı Transformatörün Boşta Çalışma Devre Şeması

1.3.1. Trafo Dönüştürme Oranının Belirlenmesi

***Deney adımlarını sırasıyla yapınız. Gerçekleştirilen her adım sonundaki kutucuğu işaretleyiniz. Devre şemasının son hali Lab. Sorumlusu tarafından kontrol edilmedikçe devreye enerji uygulamayınız. Enerji altında kablo bağlantılarını değiştirmeyiniz.**

Şekil 1.2'deki deney bağlantısı yapılacaktır. Bunun için aşağıdaki adımları uygulayınız.

1. Adım: Trafonun A1-B1 (380 V) uçlarına, deney setinin “MEASURABLE AC ENERGY” kısmındaki L1-N uçlarına kablo bağlantısı yapınız. ☐

2. Adım: Trafonun a1-b1 (55 V) sekonder uçlarını, “AC MEASUREMENT” modülündeki 0-750 V AC voltmetre kısmına bağlayınız. ☐

3. Adım: Devre bağlantılarını Lab. Sorumlusuna kontrol ettiriniz. ☐

4. Adım: Deney setinin “*ENERGY INPUT*” kısmındaki “*Kaçak Akım Rölesini*” kaldırınız ve “*START butonuna*” basarak devreye enerji veriniz. ☐

5. Adım: Primer gerilimi (V_p) ile sekonder gerilimini (V_s) ölçü aletlerinden okuyup aşağıdaki tabloya kaydediniz. ☐

6. Adım: Tablodaki $N = V_p / V_s$ formülünden dönüştürme oranını (N) hesaplayıp tabloya kaydediniz. ☐

7. Adım: Deney setinin “*ENERGY INPUT*” kısmındaki “*STOP butonuna*” basarak enerjiyi kesiniz. ☐

**** Enerji altında kablo bağlantılarının değiştirilmeyeceği unutulmamalıdır!!!**

8. Adım: Trafonun a1-b1 (55 V) sekonder uçlarını, a2-b2 (110 V) ile yer değiştiriniz. ☐

9. Adım: “*START butonuna*” basarak devreye enerji veriniz. ☐

10. Adım: Sekonder gerilimini (V_s) ölçü aletinden okuyup tabloya kaydediniz. ☐

11. Adım: Dönüştürme oranını (N) hesaplayıp tabloya kaydediniz. ☐

12. Adım: “*STOP butonuna*” basarak enerjiyi kesiniz. ☐

13. Adım: Trafonun a2-b2 (110 V) sekonder uçlarını, a3-b3 (220 V) ile yer değiştiriniz. ☐

14. Adım: “*START butonuna*” basarak devreye enerji veriniz. ☐

15. Adım: 10., 11. ve 12. Adımları tekrarlayınız. ☐

16. Adım: Trafonun A1-B1 (380 V) primer uçlarına, deney setinin “*MEASURABLE AC ENERGY*” kısmındaki L1-L2 uçlarına kablo bağlantısı yapınız. ☐

17. Adım: 2. ve 3. Adımları tekrarlayınız. ☐

18. Adım: “*START butonuna*” basarak devreye enerji veriniz. ☐

19. Adım: 5-15 arası adımları tekrarlayınız. ☐

Primer Gerilimi	Sekonder Gerilimi (V_s)					
	55 V		110 V		220 V	
V_p	V_s	$N = V_p / V_s$	V_s	$N = V_p / V_s$	V_s	$N = V_p / V_s$

1.3.2. Trafo Eşdeğer Devre Parametrelerinin Belirlenmesi (Boşta çalışma deneyi)

1. Adım: Tüm bağlantı kablolarını sökünüz. ☐

**Boşta çalışma olduğu için sekonder tarafına bir şey bağlanmayacaktır.*

**Boşta çalışma olduğu için trafonun primer sargısına nominal gerilim (380 V) uygulanır.*

2. Adım: Deney setinin “MEASURABLE AC ENERGY” kısmındaki L1-L2-L3 uçlarından “ENERGY ANALYSER” modülündeki L1-L2-L3 uçlarına kablo bağlantısı yapınız. ☐

3. Adım: “ENERGY ANALYSER” modülünün U-V çıkışlarından trafonun A1-B1 (380 V) uçlarına kablo bağlantısı yapınız. ☐

4. Adım: “START butonuna” basarak primer sargısına enerji veriniz.

5. Adım: Alttaki tabloda istenilen değerleri, enerji analizöründen okuyup kaydediniz. ☐

6. Adım: Ölçülen değerleri kullanarak R_c ve X_m değerlerini hesaplayınız. ☐

**Bu değerleri hesaplamak için 3. Sayfadaki denklemleri kullanınız.*

7. Adım: “STOP butonuna” basarak enerjiyi kesiniz. ☐

Ölçülen Değerler			Hesaplananlar	
V_p	I_p	P	R_c	X_m

Hesaplama:

2. Bir Fazlı Trafonun Primer-Sekonder Devre Dirençlerinin Ölçülmesi Deneyi

Kullanılacak Ekipmanlar

-Enerji üniteli deney masası Y-036/001

-DC ölçüm ünitesi Y-036/006

-Bir faz transformatör Y-036/027

-Jaglı kablo, IEC fişli kablo Y-036/028

-Avometre

-Hesap Makinesi

2.1. Deneyin Amacı

Transformatörün primer-sekonder sargı dirençlerinin DC ile ölçülmesiyle ilgili bilgi-beceri kazanmak. Transformatör eşdeğer devresindeki primer ve sekonder devre dirençlerinin elde edilmesi.

2.2. Deneyle İlgili Teorik Bilgi

2.2.1. Sargı Dirençlerinin Ölçülmesi

Bunun için endüstride Wheatstone ve Kelvin köprü devreleri kullanılır. Laboratuvar da ise sargı dirençlerinin ölçülmesi iki yol ile yapılabilir:

- a) Doğrudan ohmmetre kullanarak
- b) Nominal değerlerin altında DC akım uygulayarak

Ohmmetre kullanılarak sekonder uçları açık iken primer uçlarından ölçülen direnç primer sargı direnci R_p ve primer uçları açık iken sekonder uçlarından ölçülen direnç sekonder sargı direnci R_s 'dir. Ancak çok düşük direnç değerleri laboratuvar imkânlarında ohmmetre ile hassas olarak ölçülemez. Bunun yerine primere ve sekondere sırasıyla değişken DC güç kaynağı kullanılarak nominal akım değerlerinin yarısı kadar DC akım transformatör uçlarına uygulanır. Ölçülen DC gerilim ve akım kullanılarak sargı dirençleri bulunur.

2.3. Deneyin Yapılışı

1. Adım: Deneye başlamadan önce transformatör etiket değerleri yardımıyla primer ve sekonder (220 V) sargılarının nominal akım değerlerini hesaplayınız. ☐

I_p		I_s	
-------	--	-------	--

Not: Deneyde primer-sekonder sargılardan nominal akım değerlerinin üzerinde akım geçirmeyiniz. Bu sargıların yanmasına neden olabilir.

2. Adım: Trafonun primer ve sekonder uçlarında herhangi bir kablo olmadan Avometre ile trafonun primer ve sekonder (220V çıkışı) direnç değerlerini ölçüp Tablo 2.1 ve Tablo 2.2'ye kaydediniz. ☐

Şekil 2.1'deki deney bağlantısı yapılacaktır. Bunun için aşağıdaki adımları uygulayınız.

3. Adım: “START butonuna” basarak deney setine enerji veriniz. ☐

4. Adım: Deney setinin “DC ENERGY” kısmındaki “Adjustment (-) butonuna” basarak DC enerji kaynağını sıfırlayınız. ☐

5. Adım: “STOP butonuna” basarak enerjiyi kesiniz. ☐

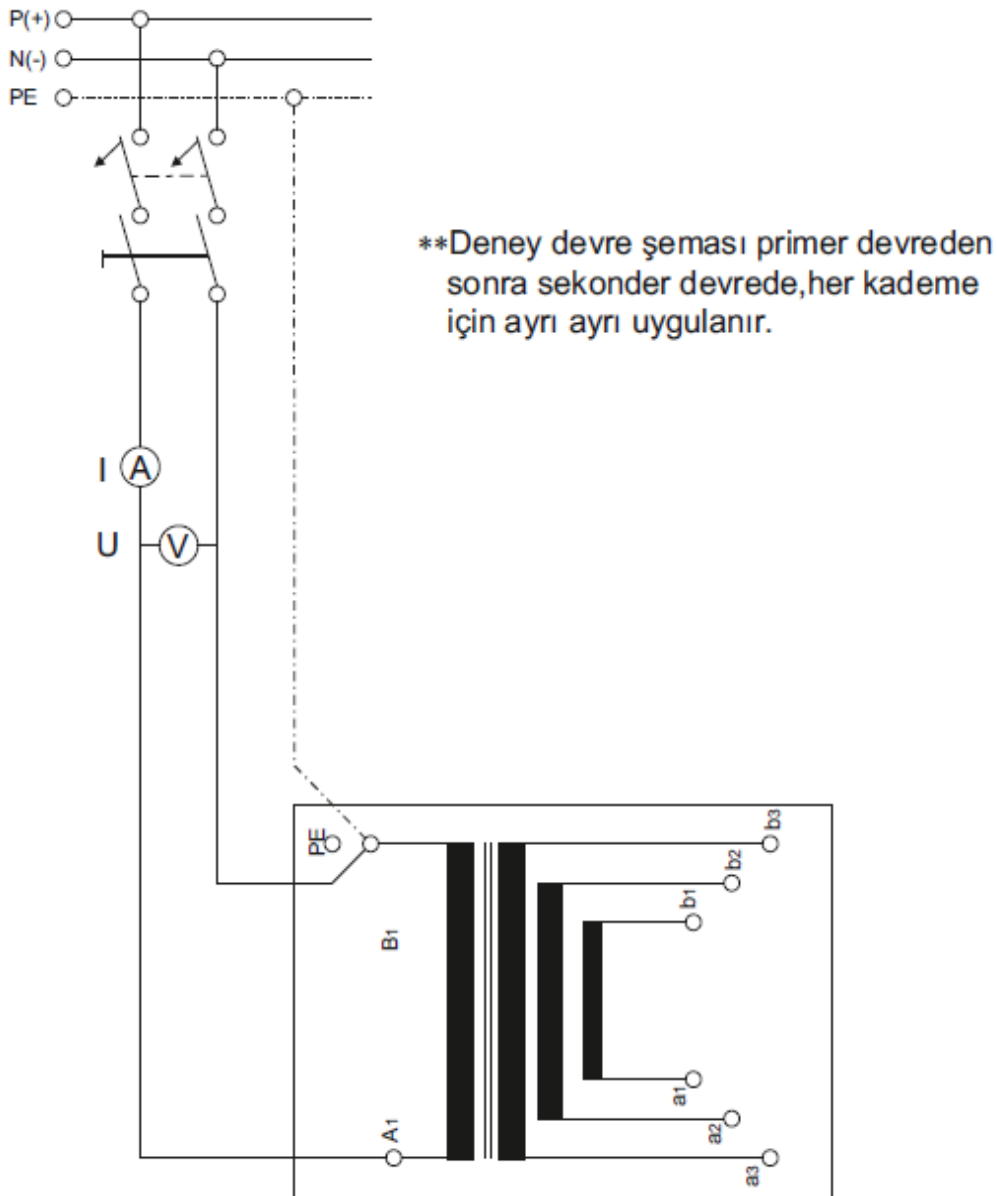
6. Adım: Trafonun A1-B1 (380 V) uçlarına, deney setinin “*DC ENERGY*” kısmındaki 0-250 V DC uçlarına kablo bağlantısı yapınız. ☐

7. Adım: Devre bağlantılarını Lab. Sorumlusuna kontrol ettiriniz. ☐

8. Adım: “*START butonuna*” basarak deney setine enerji veriniz. ☐

9. Adım: DC güç kaynağının gerilim seviyesini sıfırdan başlatarak ölçülen akım primer akımının nominal değerinin (1.adımda hesapladığınız değer) **yarisına** ulaşana kadar **yavaş yavaş** yükseltiniz. ☐

10. Adım: Ölçülen V_p ve I_p değerlerini kullanarak R_p 'yi bulunuz ve Tablo 2.1'e kaydediniz. ☐



Şekil 2.1 Transformatörün Primer-Sekonder Sargı Dirençlerinin Ölçülmesi Devre Şeması

12. Adım: DC güç kaynağını tekrar sıfırlayınız. ☐

13. Adım: “*STOP butonuna*” basarak enerjiyi kesiniz. ☐

14. Adım: Benzer şekilde primer tarafını açık bırakarak DC güç kaynağını sekondere (220 V) bağlayınız. ☐

15. Adım: 7-9 arası adımları sekonder taraf için tekrarlayınız. ☐

16. adım: Ölçülen V_s ve I_s değerlerini kullanarak R_s 'yi bulunuz ve Tablo 2.2'ye kaydediniz. ☐

17. Adım: “*STOP butonuna*” basarak enerjiyi kesiniz. ☐

18. Adım: “*Kaçak Akım Rölesini*” indiriniz. ☐

Tablo 2.1

Primerden Ölçülenler		Hesaplanan	Avometreli Ölçüm
V_p	I_p	Direnç (R_p)	Direnç (R_p)

Tablo 2.2

Sekonderden Ölçülenler		Hesaplanan	Avometreli Ölçüm
V_s	I_s	Direnç (R_s)	Direnç (R_s)

2.4. Değerlendirme Soruları

Soru: Sargı dirençleri ölçme deneyinde neden DC kaynak kullanıldı; AC kaynak kullanırsak ne olur açıklayınız.

Cevap: