

DENEY 10

DENEYİN ADI

TRANSFORMATÖR

DENEYİN AMACI

- 1) Transformatorün yapısının incelenmesi ve kullanım alanlarının öğrenilmesi.
- 2) Transformatorün giriş ve çıkış geriliminin gözlenmesi

DENEYDE KULLANILAN ARAÇLAR

DC/AC Güç Kaynağı, Farklı sarımlı bobinler, Multimetre, Trafo paneli, Bağlantı kabloları, Anahtar kutusu.

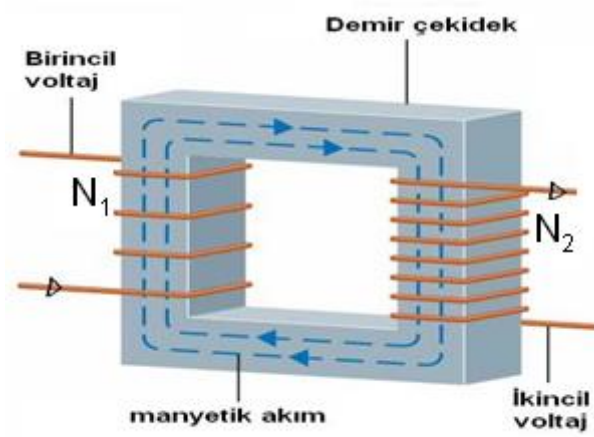
TEORİK BİLGİ

Transformatorler, alternatif (AC) sistemlerde çıkış gerilimi ve akım seviyelerini, frekansı değiştirmeden manyetik indüksiyon yoluyla ihtiyaca göre dönüştürmek için kullanılan elektrik cihazlarıdır. Bu cihazlar, enerji iletimi ve dağıtımında kullanıldığı gibi, birçok elektrik devre sistemlerinde gerilim dönüştürücü olarak ta kullanılır. Transformatorlerde, temelde birbirlerine yakın konumlandırılmış iki bobin (sargı) bulunur. Bu sargılardan biri primer (birincil) sargı olurken, diğeri sekonder (ikincil) sargıdır. Birincil ve ikincil bobinlerin elektriksel herhangi bir bağlantısı yoktur.

Transformatorün primer bobin uçlarına bir alternatif gerilim kaynağından bir gerilim (AC) uygulandığında, bobin üzerinden bir alternatif akım (AC) geçer. Yönü ve şiddeti zamana bağlı olarak belli bir düzen içerisinde değişen bu akıma alternatif akım denir. En yaygın olarak kullanılan AC dalga biçimi sinüs dalgasıdır. Alternatif gerilim kaynağı bulunan devrelerde güç kaynağının sabit bir “+” veya “-” kutbu yoktur. Uygulanan bir alternatif gerilimde kutuplar sürekli değiştiği için, devrede kullanılan direnç üzerinden geçen alternatif akımın yönü ve şiddeti de zaman göre her kutup değişiminde değişir.

Bobin üzerindeki bu alternatif akım, çekirdek (nüve) üzerinde yönü ve şiddeti zamana bağlı olarak sürekli değişen bir manyetik akı oluşturur. Nüve üzerindeki bu manyetik akı (ϕ_B), transformatorün sekonder (ikincil) bobinin uçlarında bir alternatif gerilim (AC) indüklenmesine neden olur. Sonuçta, primer bobin uçlarına uygulanan bu

alternatif gerilim, transformatörün sekonder uçlarına bir gerilim indüklenmesiyle sonuçlanır (Şekil 10.1).



Şekil 10.1 Farklı sarım sayılı bir transformatörün genel yapısı.

Faraday'ın indüksiyon yasasına göre bir devrede indüklenen elektromotor kuvvetinin (ε) büyüklüğü, devreden geçen manyetik akının zamanla değişimine bağlıdır:

$$\varepsilon = - \frac{d\phi_B}{dt} \quad 10.1$$

$$\phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} \quad 10.2$$

Burada, ϕ_B , devreden geçen manyetik akı olup, manyetik alanın geçtiği yüzey alanı; A ve manyetik alan vektörü; \vec{B} ' dir.

Eşitlik-2 incelendiğinde, bir yüzey üzerine düşen manyetik akı, $\phi_B = B.A$ 'dır. Bir yüzeyde manyetik akı artıyorsa, artan akıyı azaltmak, veya akı azalıyorsa artırmak için indüksiyon akımı doğar ve bu akımı sağlayan kuvvet ise indüksiyon elektromotor kuvvetidir (ε). Bu nedenle, devrede indüklenen elektromotor kuvvet bir elektrik akımı olarak kendini gösterir.

Eğer devre N sarımdan oluşmuş ve ϕ_B bir sarımdan geçen manyetik akı ise, devrede oluşan toplam indüklenen elektromotor kuvvetinin (ε) büyüklüğü:

$$\varepsilon = -N \frac{d\phi_B}{dt} \quad 10.3$$

Devrenin N_1 ve N_2 olmak üzere iki farklı sarımdan oluşması durumunda (primer ve sekonder devreler), her bir sarımdan geçen manyetik akı ve indüklenen elektromotor kuvvetler (emk) arasındaki bağıntılar aşağıda verilmiştir:

$$\varepsilon_1 = -N_1 \frac{d\phi_B}{dt} \quad 10.4$$

$$\varepsilon_2 = -N_2 \frac{d\phi_B}{dt} \quad 10.5$$

Eşitlik 10.4 ve 10.5' ten, indüklenen elektromotor kuvvetlerin oranının, sarım sayıları oranına eşit olduğu görülür:

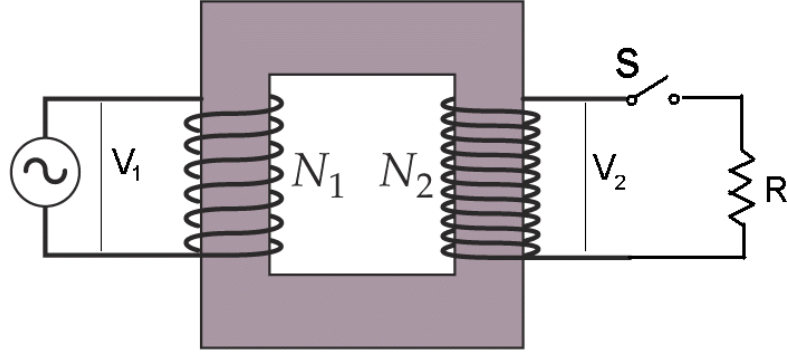
$$\frac{\varepsilon_2}{\varepsilon_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad 10.6$$

Devre boyunca oluşan elektromotor kuvvet, devre içinden geçen manyetik akının zamanla değişim hızı ile orantılıdır. Manyetik alan değişimi ise bir elektrik alanı üretir. Manyetik alanların elektrik alanlarına göre değişimleri, elektromanyetik dalgaların özelliklerini açıklayan **Maxwell denklemleri** tarafından verilir. Manyetik alan değişimi ve elektrik alan arasındaki bağıntı aşağıda verilmiştir:

$$\int \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\phi_B}{dt} \quad 10.7$$

Burada, \vec{E} vektörü, devrenin $d\vec{l}$ elemanı üzerindeki elektrik alan vektörüdür.

Çift sargılı transformatörler, bir nüve (çekirdek) üzerine karşılıklı olarak konumlandırılan iki bobin (sargı) vasıtasıyla gerilim değişimini sağlayan devre elemanlarıdır (Şekil-2). Gerilim değişikliği, transformatörlerde kullanılan bu iki bobindeki sarım sayılarının farklı olmasıyla (N_1 ve N_2) elde edilir. Tasarlanan bir transformatörde kullanılan birinci (primer) ve ikinci (sekonder) bobinler, birbirlerinden elektriksel olarak yalıtıldıkları gibi demir çekirdekte de yalıtılmaktadırlar.



Şekil 10.2 Farklı sarım sayılı transformatörlerde çıkış geriliminin gösterimi.

Şekil 10.2' de gösterilen transformatörde:

- V_1 : Birinci bobine uygulanan alternatif giriş gerilimi,
- I_1 : Birinci bobine uygulanan alternatif akım,
- V_2 : Alternatif çıkış gerilimi (indüklenen gerilim),
- I_2 : Alternatif çıkış akımı,
- N_1 : **Birinci bobin** üzerindeki sarım sayısı,
- N_2 : **İkinci bobin** üzerindeki sarım sayısıdır.

Giriş voltajı (V_1) ve çıkış voltajı (V_2) arasındaki bağıntı **transformatör denklemleri** tarafından verilir:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad 10.8$$

Eşitlik 10.6' de verilen N_2/N_1 oranı, **sarım sayısı oranı (n)** olarak ifade edilir:

$$n = \frac{N_2}{N_1} \quad 10.9$$

Birinci bobine uygulanan alternatif akımla (I_1), ikinci bobin üzerindeki çıkış akımı arasındaki bağıntı ise aşağıdaki gibidir:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} \quad 10.10$$

Transformatör denklemleri tarafından verilen Eşitlik 10.8, 10.9 ve 10.10 ortak çözüldüğünde, **transformatör dönüştürme oranı**:

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} \quad 10.11$$

olarak bulunur.

Eşitlik 10.11' de verildiği gibi, transformatörlerin primer ve sekonder sarım sayıları ile gerilim ve akımları arasında sabit bir oran vardır. Bu oran transformatörlerin dönüştürme oranıdır. Örneğin, **ikinci bobinin sarım sayısı (N_2) birinci bobinin sarım sayısının (N_1) 10 (on) katıysa, çıkış gerilimi de (V_2), giriş geriliminin (V_1) 10 katı olur. Bununla beraber, ikinci bobindeki alternatif çıkış akım değeri de aynı oranda düşer:**

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{10}{1} \Rightarrow V_2 = 10V_1$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{10}{1} \Rightarrow I_2 = \frac{1}{10} I_1$$

Bir transformatörün dönüştürme oranından da görüldüğü gibi, çıkış gerilimi veya akımının isteğe göre değiştirilmesi transformatör devresinde kullanılan bobinlerin sarım sayılarına bağlıdır. Örneğin, gerilim yükseltici transformatörlerde ikinci bobinin sarım sayısı (N_2), birinci bobinin sarım sayısından (N_1) fazladır. Bununla beraber, ikinci bobinin sarım sayısı (N_2) birinci bobinin sarım sayısından (N_1) az olması durumunda, transformatör gerilim düşürücü olarak çalışır.

$$N_2 > N_1 \quad (\text{transformatör gerilim yükseltici})$$

$$N_2 < N_1 \quad (\text{transformatör gerilim düşürücü})$$

Bir transformatör aldığı güçten daha fazlasını çıkış gücü olarak veremez. İdeal bir transformatörde kayıplar ihmal edildiğinde, primer bobin tarafından çekilen gücün kayıpsız olarak doğrudan sekonder bobine aktarıldığı kabul edilir.

Enerjinin kayıpsız aktarılacağı düşünülürse:

$$P_1 = P_2 \quad 10.12$$

$$V_1 I_1 = V_2 I_2 \quad 10.13$$

Burada; P_1 primer (birinci) bobinin gücünü, P_2 ise sekonder (ikinci) bobinin çıkış gücünü belirtir.

Eşitlik 10.12 ve 10.13 incelendiğinde, bir transformatörün sekonder bobin uçlarına bağlanan bir yükün çekeceği en fazla akımın ve harcayacağı en fazla gücün, transformatör primer uçlarına uygulanan alternatif gerilime bağlı olduğu görülür.

Deneyde Dikkat Edilmesi Gereken Noktalar

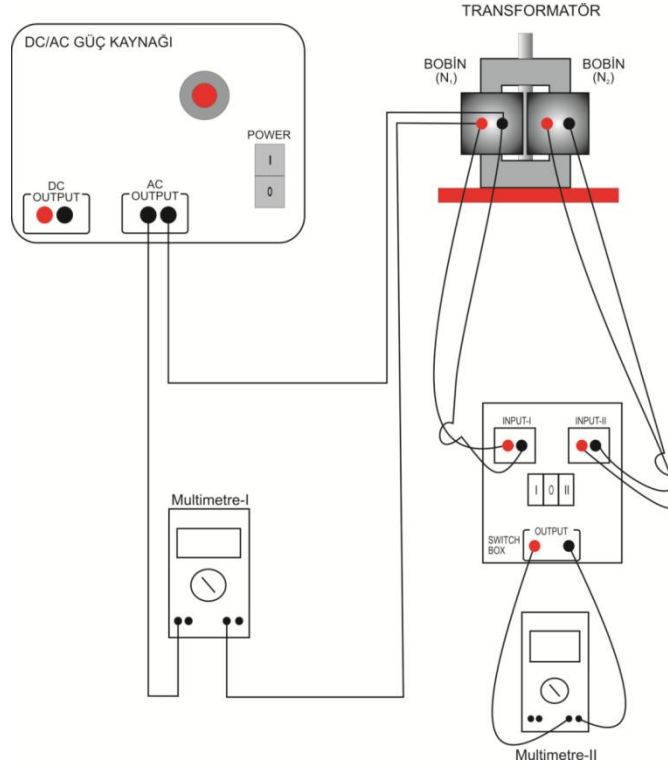
Ölçüm yapılırken aşağıda belirtilen noktalar göz önünde bulundurulmalıdır:

- Ölçülecek büyüklüğün türüne göre Multimetre, üzerinde AC seçimi yapılarak uygun ölçüm aralığına getirilmelidir.
- Ölçülecek birimin büyüklük değeri Multimetre ölçüm sınırından küçük olmalıdır.
- Multimetre, ölçülecek büyüklüğün gerektirdiği bağlantı şekline uygun olarak bağlanmalıdır.
- Ölçüm kolaylığı sağlamak için Multimetre bağlantı kablosu uçlarından kırmızı olanı, Multimetre üzerinde ölçülecek büyüklüğe göre seçilen sokete, siyah ucu ise COM (ortak) soketine bağlanmalıdır.
- Transformatör gerilim yükseltici olarak tasarlandığında ($N_2 > N_1$), ikinci bobinden çıkacak gerilimin **40~50V** değerlerini geçmemesi gerekir. Nemli ve terli ellerle ikinci bobin uçlarının tutulmaması gerekir.
- Bobinler transformatör sistemine yerleştirilirken yüksek akımın geçeceği ikinci bobin telinin kalın olmasına dikkat edilmelidir.
- Düzenek kurulurken transformatör demir çekirdek kapağının düzgün bir şekilde yerleştirilmesine özen gösterilmelidir.

Deney verileri düzenli bir tablo olarak düzenlenmeli, sunulan verilerin birimlerine dikkat edilerek uygun biçimde ifade edilmelidir.

DENEYİN YAPILIŞI

I) Transformator yüksüz durumdayken giriş ve çıkış gerilimlerinin okunması



Şekil 10.3. Giriş ve çıkış gerilimlerinin ölçülmesi devresi

Devre bu şekilde kurulduğunda sekonder bobinin uçları açık durumdadır. Çünkü bağlanan multimetre, voltmetre olarak kullanıldığında sonsuz iç dirence sahiptir ve açık uçmuş gibi olur.

1. Şekil 10.3' de görülen devreyi kurunuz.
2. DC/AC Güç kaynağını en kısık konuma getirerek açınız.
3. Multimetreyi uygun skalaya getiriniz (Deneyin bu kısmında gerilim okunacaktır. Okunan gerilimin alternatif olduğunu unutmayınız.)
4. Güç kaynağının üzerindeki ayar düğmesinden faydalanarak giriş gerilimini 1, 3, 5, 7, 10V değerlerine ayarlayınız.
5. Anahtarı "1" konumuna getirerek "INPUT-1" girişinden giriş gerilimini multimetreden okuyunuz.(Anahtar kutusundaki anahtar "0" konumundayken herhangi bir yeri okumaz. Anahtar hangi tarafa basılırsa, basılı olan taraftaki uçlar arasındaki potansiyel farkı gösterir).
6. Sarım sayıları oranını $(n = \frac{N_1}{N_2})$ hesaplayınız.

7. Giriş gerilimini, sarım sayıları oranına bölerek çıkış gerilimi değerini hesaplayınız.
8. Anahtarı “2” konumuna getirerek “INPUT-2” girişinden çıkış gerilimini multimetreden okuyunuz.
9. Multimetreden okunan çıkış gerilimi ile hesaplanarak elde edilen çıkış gerilimi değeri arasında yapılan hata oranını hesaplayınız (Aynı işlemleri farklı primer ve sekonder bobinler için tekrarlayabilirsiniz).

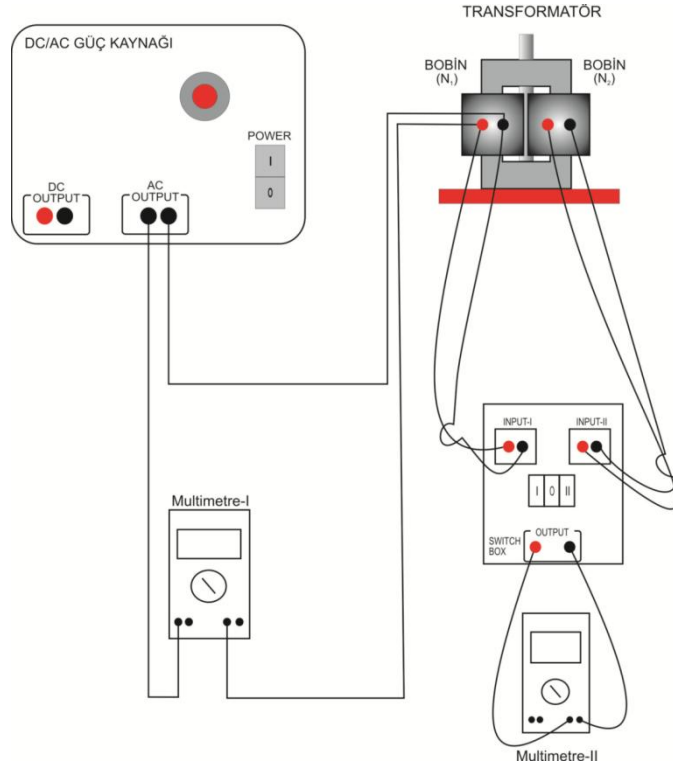
$$N_1 = \dots\dots\dots$$

$$N_2 = \dots\dots\dots$$

$$n = \frac{N_1}{N_2} (\text{kuramsal}) = \dots\dots\dots$$

V ₁ (V)	V ₂ (V)	
	Ölçülen	Hesaplanan
1		
3		
5		
7		
10		
Hata Oranı (%) :		

II) Transformatör yüklü durumda giriş çıkış akımlarının ölçülmesi



Şekil 10. 4 Primer ve Sekonder bobinden geçen akımların ölçülmesi devresi

Transformatörün yüklü olması demek; sekonder bobinin uçları arasında devre elemanları bağlanarak birleştirilmesi veya iki ucun kısa devre edilmesi anlamına gelir. Biz deneyimizin bu aşamasında sekonder bobinin uçlarını kısa devre edeceğiz.

İlk olarak sekonder bobinin uçları kısa devre edilmeden, primer bobinden geçen akımı okuyunuz. Bunu için Şekil 10.4' de görülen devreyi kurunuz. Bu devrede sekonder bobinin uçları açık durumdadır.

Sekonder bobinin çıkışına seri ampermetre bağlayınız ve güç kaynağından çıkan gerilim değerini değiştirmeyiniz. Bu durumda sekonder bobinin çıkışı kısa devre edilmiş olur. Sekonder bobinin iki ucu arasında bir kablo bağlamakla ampermetre bağlamak aynı şeydir. Çünkü multimetre, ampermetre durumundayken iç direnci sıfırdır.

- 1) Şekil 10. 4' deki devreyi kurunuz.
- 2) Primer ve sekonder bobinleri kendi isteğinize göre seçiniz ve yerleştiriniz.
- 3) Güç kaynağını en kısık konuma getirerek açınız.
- 4) Primer bobine uygulanacak gerilimi istediğiniz değere ayarlayınız.

- 5) Ampermetre olarak kullanılacak olan multimetrenin skalasını “**alternatif akım, 20A**” e getiriniz.
- 6) Primer bobindeki gerilim ve üzerinden geçen akım değerini not ediniz.
- 7) Okunan primer bobin akımını sarım sayıları oranı (n) ile çarparak beklenen sekonder akımı değerini bulunuz.
- 8) Sekonder bobindeki gerilim ve üzerinden geçen akım değerini okuyarak not ediniz.
- 9) Beklenen değer ile ölçülen sekonder bobin akım değerlerini karşılaştırınız ve hata hesabını yapınız.

Primer bobindeki gerilim ve akım değerlerini, sekonder bobinin uçları açıkken ki gerilim ve akım değerleriyle karşılaştırınız. Sekonder bobinin ucu açıkken okunan değerlerle ucu kısa devreyken ki değerlerin farkını yorumlayınız (Aynı işlemleri farklı primer ve sekonder bobinler için tekrarlayabilirsiniz).

$$N_1 = \dots\dots\dots$$

$$N_2 = \dots\dots\dots$$

$$n = \frac{N_1}{N_2} (\text{kuramsal}) = \dots\dots\dots$$

V ₁ (V)	V ₂ (V)	I ₁ (A)	I ₂ (A)	
			Ölçülen	Hesaplanan
1				
3				
5				
7				
10				
Hata Oranı (%) :				

SORULAR

1. Transformatör nedir? Transformatörlerin günlük hayattaki kullanım alanları nelerdir?
2. Transformatörlerde niçin alternatif akım kullanılır? Doğru akım kullanılırsa ne olur?
3. Transformatörde ikincil devre akımının nasıl oluştuğunu açıklayınız.
4. Yükseltici bir transformatörün primeri 110 V' a bağlı iken, 2,2 kV çıkış voltajı verecek şekilde düzenlenmiştir. Sekonderin uçları arasındaki bir yük direncinden 1,5 A' lik bir akım geçerse primerdeki akım ne olur?