

BÖLÜM 6. KIRCHHOFF KURALLARI VE WHEATSTONE KÖPRÜSÜ

DENEY NO: 6

AMAÇ:

1. Basit devre elemanlarının tanınması, çalışma prensiplerinin ve fiziksel özelliklerinin incelenmesi.
2. Bazı elektrik devrelerinde Kirchhoff kurallarının uygulanması, Wheatstone köprüsü kullanılarak değeri bilinmeyen bir direncin değerinin ölçülmesi ve bir dirençteki değişimleri; köprünün denge voltajındaki değişimler cinsinden belirlenmesi.

6.1. TEORİ:

Bir devredeki akımı azaltmak veya gerilimi bölmek için kullanılan devre elemanına direnç denir. Kusursuz bir direncin en önemli özelliği uçları arasındaki V gerilimi ile üzerinden geçen I akımı arasında doğru bir orantı olmasıdır. Buna ohm kanunu da denir. $V=I.R$ ile ifade edilir. Bu kanuna göre, bir devrede direnç sabit tutulup gerilim yükseltirse akım artar, gerilim azaltılırsa akım azalır. Diğer taraftan gerilim sabit tutulur direnç arttırılırsa akım azalır, direnç azaltılırsa akım artar. Direncin birimi ohm'dur ve Ω ile gösterilir. Telli dirençler istenilen direnç değerine göre telin kalınlığının uzunluğunun ve cinsinin seçilmesi ve sonra bu telin yalıtkan destek üzerinde sarılması suretiyle yapılır. Deneylerde kullanılan üç tip direnç vardır;

1) SABİT DİRENÇLER: Bu tip dirençlerin boyutu ve yapılışı içinden geçecek akıma göre farklı olur. Düşük akımlarda madeni dirençler, yüksek akımlarda kil dirençler daha dayanıklı olduğu için kullanılır.

2) AYARLANABİLİR DİRENÇLER: Bir devrede direnç değerinin zaman zaman değiştirilmesi yada ayarlanması gerekiyorsa bu devrelerde ayarlanabilir direnç kullanılır.

3) DEĞİŞKEN DİRENÇLER: Bir devrede direncin değerinin sürekli olarak değişmesi istenirse istenilen güce göre tel sargılı REOSTA kullanılır. Bunların üç ucu vardır. İki dış uç sabit, orta uç ise değişkendir. Reosta üzerindeki kol sağa veya sola hareket ettirilerek devreden geçen akım istenilen şekilde ayarlanabilir.

Voltmetre: Bir devredeki iki nokta arasındaki gerilimi ölçen devre elemanına denir. Voltmetrenin iç direnci sonsuz büyük olduğu için devreye paralel olarak bağlanır.

Ampermetre: Devredeki akımı ölçmeye yarayan alettir. İç direnci sıfır kabul edilecek kadar küçüktür. Devreye seri olarak bağlanır.

Kısa Devre: Akımın, bir direncin üzerinden geçebilmesi için direncin uçlarının farklı potansiyele sahip olması gerekir. Eğer iki nokta da aynı potansiyele sahipse akım, direnç üzerinden geçmez. Bu olaya “kısa devre” denir.

Bazı elektrik devreleri ohm kanunu uygulandığında kolayca çözülemezler. Bu gibi devrelerin çözümünde kolaylık sağlayan bazı çözüm kuralları vardır. Bunlardan biri de Kirchhoff kurallarıdır.

Kirchhoff'un I. Kuralı

Kapalı bir devrenin herhangi bir noktasına gelen akımların toplamı, o noktadan çıkan akımların toplamına eşittir.

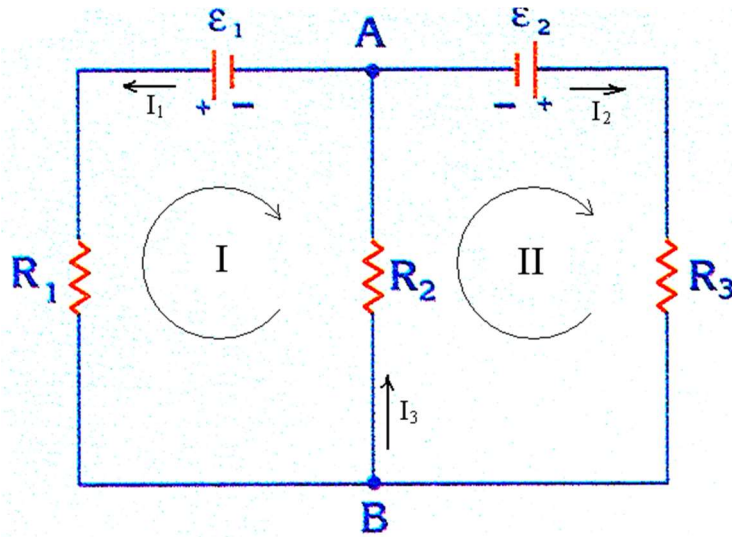
Kirchhoff'un II. Kuralı

Bir elektrik devresinin herhangi bir kapalı kısmındaki akımlarla dirençlerin çarpımlarının cebirsel toplamı, emk'ların cebirsel toplamına eşittir. Bunu cebirsel olarak kısaca,

$$\sum \varepsilon = \sum i \cdot R \quad (6.1)$$

olarak yazılabilir. Kirchhoff kuralları uygulanırken şunlara dikkat edilir:

1. Akımlara geliş-güzel yönler verilir. Bu yönlerin önemi yoktur. Sonuçta akım “+” çıktıysa, başlangıçta seçilen akım yönü doğru, eğer akım “-” çıktıysa seçilen akım yönü terstir.
2. Üreteçlerin emk yönleri işaretlenir. Bu yönler “-” kutuplardan “+” kutba doğru kabul edilir.
3. Kapalı devreler ve bu devrelerde dolanma yönleri belirlenir.
4. Kapalı devrede dolanma yönünde gidilirken akımla aynı yönde gidiliyorsa akım “+”, zıt yönde gidiliyorsa akım “-” alınır.
5. Kapalı devrede dolanma yönünde gidilirken üreticinin artı kutbundan çıkılıyorsa emk “+”, eksi kutbundan çıkılıyorsa emk “-” alınır.
6. Kirchhoff’un kuralları uygulanarak, bilinmeyen büyüklükler sayısınca denklem oluşturulur.
7. Denklemler çözülerek aranan değerler bulunur.



Şekil 6-1 Kirchhoff kurallarının uygulanması için seçilen akımlar ve dönüş yönleri

Şekil 6-1’deki gibi bir devre için Kirchhoff kurallarını şu şekilde yazabiliriz:

- i. Kirchhoff’un I. kuralı’na göre; B düğüm noktasına giren ve çıkan akımların toplamı birbirine eşittir. Yani; $I_3 = I_1 + I_2$ olmalıdır.
- ii. Kirchhoff’un II. kuralı’na göre; I ve II kapalı devreleri için dolanım yönleri keyfi olarak seçilmiştir. Burada I. kapalı döngü için kural uygulanırsa;

$$\varepsilon_1 = I_1 \cdot R_1 + I_3 \cdot R_3 \quad (6.2)$$

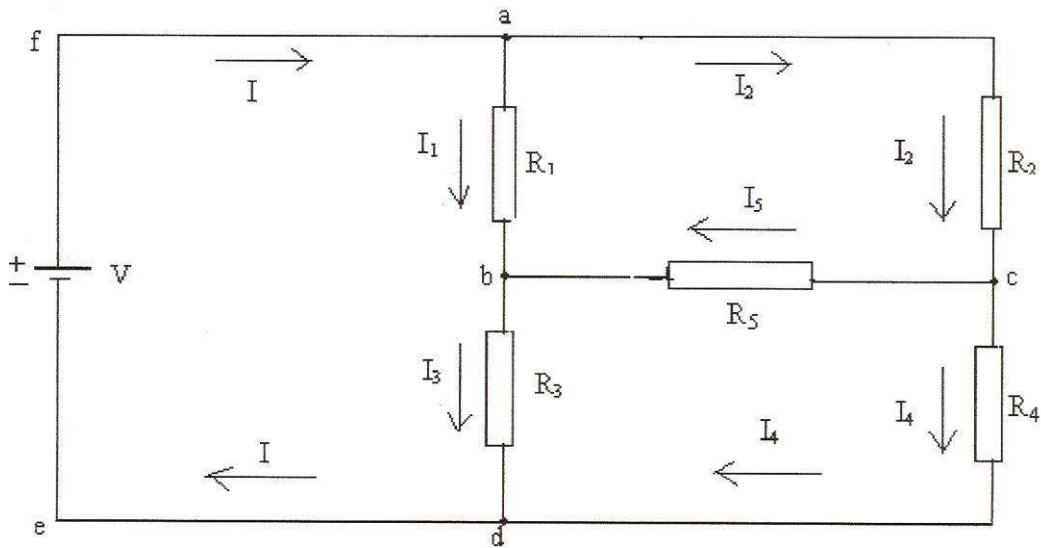
elde edilir. II Kapalı döngü için uygulandığında ise;

$$-\varepsilon_2 = -I_2 \cdot R_3 - I_3 \cdot R_2 \quad (6.3)$$

denklemini elde edilir.

WHEATSTONE KÖPRÜSÜ:

Seri bağlı iki dirençten oluşan iki dalın birbirleriyle paralel bağlanması ile ortaya çıkan kapalı bir devre Şekil 6-2'de gösterilmiştir. Şekilde gösterilen R_1 , R_2 , R_3 ve R_4 dirençlerinden oluşan sisteme, direnç köprüsü (Wheatstone Köprüsü) denir. Köprünün a ve d noktaları arasında bir potansiyel farkı uygulanırsa, köprüyü oluşturan dirençlerden I_1 , I_2 , I_3 ve I_4 akımları geçer. b, c noktaları arasındaki orta koldan da bir I_5 akımı geçer ve b,c arasındaki potansiyel farkı V_{bc} voltmetre yardımıyla ölçülür. R_1 , R_3 , R_4 bilinen dirençler ise R_2 değişken direnci (reosta) değiştirilerek köprünün dengeye gelmesi sağlanır. R_5 de burada bir voltmetredir.



Şekil 6-2 Wheatstone köprüsü üzerinde akımların gösterimi

Kirchhoff kurallarına göre $I = I_1 + I_2$ ve $I_2 = I_4 + I_5$ ve $I_3 + I_4 = I$ ve $I_3 = I_1 + I_5$ olur. Köprünün denge durumu için şekilde gösterilen b ve c noktaları herhangi bir yolla aynı potansiyele getirilirse, yani $V_b = V_c$ yapılırsa, bu duruma köprünün denge durumu denir ve voltmetre $V_{bc} = 0$ olarak gösterir (ayrıca $I_5 = 0$ 'dır).

Köprü dengede iken $V_{bc}=0$ ve $I_5=0$ olduğundan, 1. Kirchhoff kuralından, $I_1=I_3$ ve $I_2=I_4$ olacağı açıkça görülebilir. Ayrıca R_1 ile R_2 paralel, R_3 ve R_4 de kendi içinde paralel bağlı olduklarından bu paralel kollar üzerinden geçen voltajlar $V_{ab}=V_{ac}$ ve $V_{bd}=V_{cd}$ yazılabilir. Daha düzenli bir biçimde yazılarak ve $V_{ab}=I_1 \cdot R_1$ olduğunu dikkate alarak, önemli bir sonuca varabiliriz:

$$V_{ab} = V_{ac} \Rightarrow I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 \quad (6.4)$$

$$V_{bd} = V_{cd} \Rightarrow I_3 \cdot R_3 = I_4 \cdot R_4 \quad (6.5)$$

olur. Bu iki denklem birbirlerine orantılandığında;

$$R_2 = \frac{R_1}{R_3} R_4 \quad (6.6)$$

bağıntısı elde edilir. Doğal olarak denge sağlandığı zaman dirençlerden herhangi biri, diğer üçü cinsinden ifade edilebilir. Böylece bilinmeyen bir direnç bilinen dirençlerden yararlanılarak, köprü yöntemi ile ölçülebilir. Bu ölçüm için akım ve voltaj değerlerinin gerekli olmaması ve yalnızca köprünün dengede olduğunun gözlenmesi, bu yöntemin üstünlüğüdür.

6.2. DENEYİN YAPILIŞI

Değerleri $R_1=150 \, \Omega$, $R_2=\text{Reosta}$, $R_3=100 \, \Omega$ ve $R_4=50 \, \Omega$ olan dirençleri alarak Şekil 6-2'deki devreyi köprü oluşturacak şekilde kurunuz. b ve c uçları arasına voltmetreyi bağlayın ve şekle uygun olarak güç kaynağını bağlayıp devreyi tamamlayın. Devreyi kurarken güç kaynağı kapalı olmalıdır. Reostanın (R_2) sürgüsünü hareket ettirerek voltmetrenin sıfır volt göstermesini sağlayın. Bu durumda köprü dengededir.

- i) Dengede R_2 direncinin yukarıda verilen ifadesinden yararlanarak kaç ohm olması gerektiğini hesaplayın.
- ii) R_2 'yi bir kez de reostanın dirençli toplam boyundan hesaplayın. Bu amaçla, reostanın dirençli toplam boyu L 'yi ve denge sağlayan boyu (x)'i cetvelle ölçün. Toplam reosta direnci R_L ise, bağıntısından R_2 'yi bulun.
- iii) Her iki yöntemle ölçülen R_2 birbirinden ne kadar farklıdır? Hata hesabı yapınız.