

6. DİRENÇ ÖLÇME YÖNTEMLERİ VE WHEATSTONE KÖPRÜSÜ

AMAÇLAR

1. Değeri bilinmeyen dirençleri voltmetre-ampermetre yöntemi ve Wheatstone Köprüsü yöntemi ile ölçmeyi öğrenmek
2. Hangi yöntemin hangi koşullar altında gerçeğe yakın sonuçlar vereceğini belirlemek.

ARAÇLAR

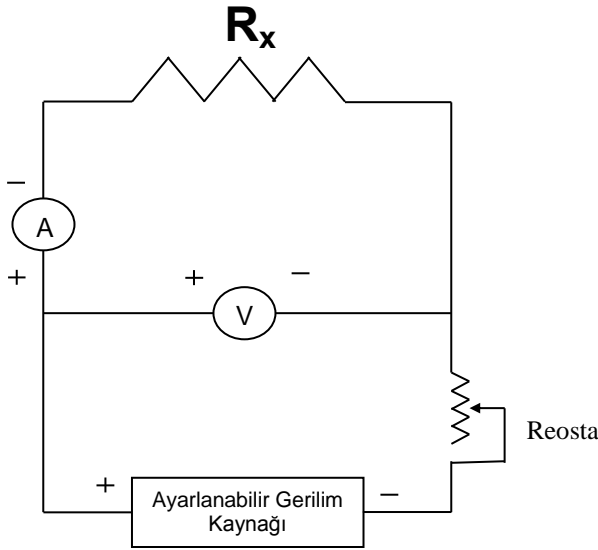
Voltmetre, ampermetre, değişken direnç kutusu, sıfırı ortada ampermetre, ayarlanabilir doğru gerilim kaynağı, 100 cm'lik çelik tel ve telin yerleştirildiği destek, fişli bağlantı kabloları, mm bölmeli metre ya da şeritmetre.

GİRİŞ

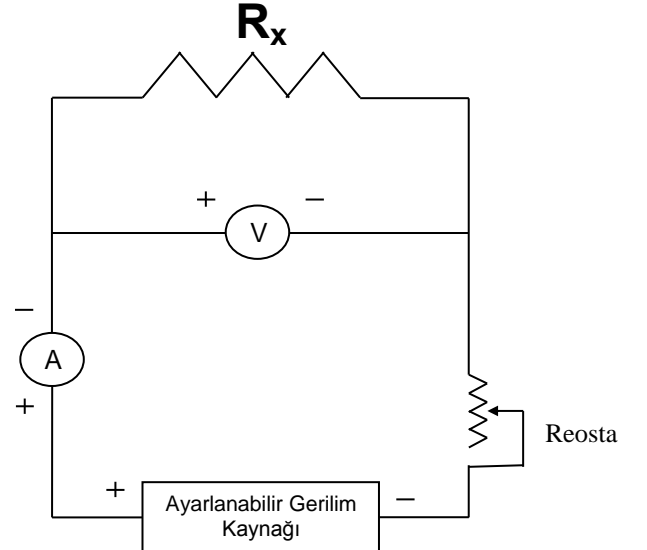
1.VOLTMETRE-AMPERMETRE YÖNTEMİYLE DİRENÇ ÖLÇÜMÜ

Bir iletkenin direnci, uçları arasındaki V geriliminin iletkenen geçen I akımına oranı olarak tanımlanır ($R=V/I$, OHM yasası). Burada V volt, I amper birimiyle ölçülürse R Volt/Amper ya da kısaca ohm (Ω) birimiyle ifade edilir.

Değerleri bilinmeyen bir direnci Voltmetre-Ampermetre yöntemiyle ölçmek için aşağıdaki basit devrelerden herhangi biri kurulabilir.



Şekil 1. Voltmetre önde bağlı devre.



Şekil 2. Ampermetre önde bağlı devre.

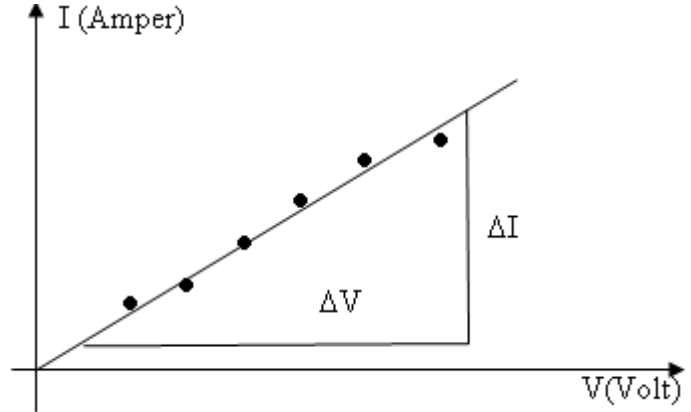
Şekil 1 ve Şekil 2'de verilen devreler, kullanılan voltmetrenin ve ampermetrenin ideal olması durumunda eşdeğerdir. İdeal bir voltmetre, iç direnci sonsuz olan böylece devreden hiç akım çekmeyen düşünel bir ölçü aletidir. İdeal bir ampermetre ise iç direnci sıfır olan böylece uçları arasında hiçbir gerilim düşmesi olmayan düşünel bir ölçü aletidir. Pratikte her ne kadar ideal bir voltmetrenin ya da ampermetrenin yapımı mümkün değil ise de bir devredeki elemanların ve bağlantı kablolarının direnci yanında etkisi ihmal edilebilecek kadar büyük iç dirence sahip voltmetreler ve yine etkisi ihmal edilebilecek kadar küçük iç dirençli ampermetrelerin yapımı mümkündür. Böylece gerçeğe oldukça yakın akım ve gerilim ölçümleri yapılabilmektedir.

Voltmetre-Ampermetre yöntemiyle bilinmeyen bir direncin değerini hesaplamak için yapılan tek bir ölçüm hatalı olabilir bu nedenle farklı farklı gerilimlere karşılık gelen akımları ölçmek ve bir akım-gerilim grafiği çizerek direnci hesaplamak her zaman daha doğru sonuç verecektir (Şekil 3).

Görüldüğü gibi bu grafik ohm yasasına uygun olarak bir doğru belirtmektedir. O halde bu doğrunun eğiminin tersi elimizdeki bilinmeyen direncin değerini verecektir. Yani ;

$$V=I.R \quad (1)$$

olarak ifade edilen ohm yasasına göre bilinmeyen R direnci,



Şekil 3. Sabit sıcaklıkta tutulan bir direncin akım-gerilim grafiği.

$$\text{eğim} = \left(\frac{\Delta I}{\Delta V} \right) \quad (2)$$

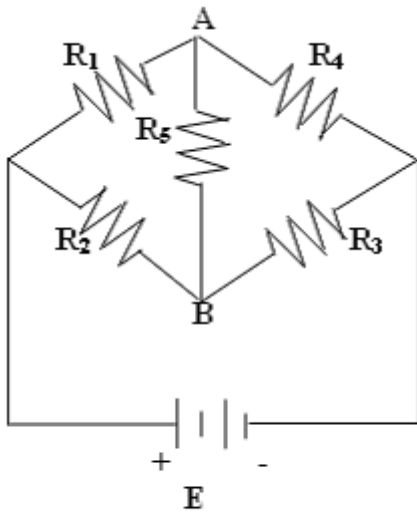
olmak üzere,

$$R=1/(\text{eğim}) \quad (3)$$

bağıntısından hesaplanacaktır. Buradaki hesaplamada ister Şekil 1 deki devre ister Şekil 2 deki devre kullanılsın bir hata payı olacağı açıktır. Çünkü kullanılan voltmetre ve ampermetre ideal değildir.

2. WHEATSTONE KÖPRÜSÜ YÖNTEMİYLE DİRENÇ ÖLÇÜMÜ

Wheatstone köprüsü yönteminde değeri bilinmeyen bir direnç, değeri bilinen standart dirençlerle karşılaştırılarak ölçülür.



Şekil 4. Wheatstone Köprüsü.

Wheatstone köprüsüne ait devre yandaki Şekil 4'te verilmiştir. Bu devrede eğer

$$R_1.R_3 = R_2.R_4 \quad (4)$$

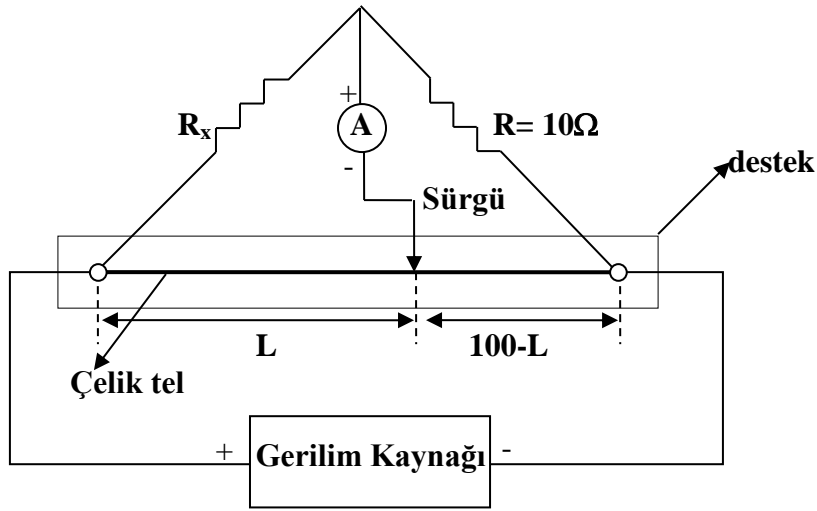
ise köprüye uygulanan gerilim ve R_5 direncinin değeri ne olursa olsun, R_5 direncinden geçen akım sıfır olmaktadır. (4) eşitliği köprünün denge koşulu olarak bilinir. Denge durumunda R_5 direncinin yerine bir voltmetre ya da bir galvanometre bağlandığında daima sıfır değerini gösterecektir. (Not: Denge koşulunu çıkarımı için ders kitaplarınıza başvurunuz.) İşte Wheatstone köprüsü ile direnç ölçümü bu özelliğe dayanılarak yapılmaktadır. Şekil 4'teki devrede $R_x = R_1$ bilinmeyen direncimiz, R_2, R_3, R_4 bilinen

dirençlerimiz olmak üzere denge koşulundan bilinmeyen direncin değeri,

$$R_x = \frac{R_2 R_4}{R_3} \quad (5)$$

olarak hesaplanır. Köprünün dengelenmesi için R_2 , R_3 , R_4 dirençlerinden herhangi biri değişken (ayarlanabilir) direnç olmalıdır. Bunun için bir sürgülü reosta kullanılabilir. Sürgülü reosta, AB uçları arasındaki sıfırı ortada galvanometre ya da voltmetre sıfır değerini gösterinceye kadar ayarlanır ve (5) eşitliğinden bilinmeyen direncin değeri hesaplanır.

Yapacağımız ölçümlerde, Şekil 5'te şeması verilen tel sürgülü Wheatstone köprüsünü kullanacağız. Burada iki destek arasında gerilmiş 100 cm uzunluğundaki çelik tel Şekil 4'teki R_2 ve R_3 dirençlerinin yerine kullanılmıştır.



Şekil 5. Wheatstone köprüsü deney düzeneği.

Bir iletkenin direnci onun boyu ile doğru orantılı olduğundan denge durumunda

$$R_x(100-L) = L.R \quad (6)$$

eşitliği yazılabilir. Buradan bilinmeyen R_x direnci

$$R_x = \left(\frac{L}{100-L} \right) R \quad (7)$$

bağıntısı ile hesaplanır.

Denge noktasının her iki yanındaki tel uzunlukları mm bölmeli bir cetvel veya şerit metre ile ölçülebilir.

DENEYİN YAPILIŞI

1. VOLTMETRE-AMPERMETRE YÖNTEMİYLE DİRENÇ ÖLÇÜMÜ

a. Voltmetre Önde Bağlı Devre

1. Voltmetre önde bağlı devreyi Şekil 1'deki gibi kurunuz. Bilinmeyen direnç R_x yerine, size verilen dirençlerden R_1 'i kullanınız.
2. Güç kaynağının gerilimini 3 Volta ayarlayınız ve reostanın sürgüsünü hareket ettirerek voltmetreden gözlenen değerleri sırasıyla 0.50V, 1.00V ve 1.50V olacak şekilde değiştiriniz. Her bir gerilim değeri için ampermetreden okuduğunuz akım değerlerini raporunuza kaydediniz.
3. R_1 direncini söküp aynı işlemleri R_2 direncini kullanarak yapınız ve akım değerlerini raporunuza kaydediniz.

b. Ampermetre Önde Bağlı Devre

1. Ampermetre önde bağlı devreyi Şekil 2'deki gibi kurun ve bilinmeyen R_x direnci yerine sırasıyla R_1 ve R_2 dirençlerini kullanarak voltmetre önde bağlı devre için yaptığınız işlemleri tekrarlayınız ve verileri raporunuza kaydediniz.

2. WHEATSTONE KÖPRÜSÜ YÖNTEMİYLE DİRENÇ ÖLÇÜMÜ

1. Devreyi kurmadan önce güç kaynağının gerilimini 1.5 Volta ayarlayınız. Akım ayar düğmesini çok az çeviriniz.
2. Şekil 5'teki Wheatstone köprüsü deney düzeneğini kurunuz. Bunun için devreye bilinen $R=10 \Omega$ 'luk direnç kutusunu bağlayınız. Bilinmeyen direnç R_x yerine önce R_1 direncini kullanınız.
3. Köprü denge konumuna gelene kadar (galvanometre sıfır değerini gösterdiğinde) sürgüyü sağa sola oynatınız. Köprü dengelendiğinde Şekil 5'te gösterilen L uzunluğunu ölçünüz ve raporunuza kaydediniz.
4. Aynı işlemi bilinmeyen direnç yerine R_2 kullanarak tekrarlayınız ve L uzunluğunu raporunuza kaydediniz.

Son olarak da R_1 ve R_2 dirençlerinin değerlerini dijital AVOMETRE ile ölçün ve raporunuzda uygun bölüme kaydediniz.

VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ

A. Voltmetre Önde Bağlı Devre

1. Elde ettiğiniz verileri kullanarak akım-gerilim grafiğini çiziniz.
2. Grafiğin eğiminden yararlanarak R_1 ve R_2 dirençlerinin değerlerini hesaplayınız.

B. Ampermetre Önde Bağlı Devre

1. Elde ettiğiniz verileri kullanarak akım-gerilim grafiğini çiziniz.
2. Grafiğin eğiminden yararlanarak R_1 ve R_2 dirençlerinin değerlerini hesaplayınız.

C. Wheatstone Köprüsü Yöntemi

1. Deneyde ölçtüğünüz L değerlerinin kullanarak R_1 ve R_2 direnç değerlerini (7) eşitliğinden hesaplayınız ve raporunuza not ediniz.

D. Karşılaştırma:

1. Kullandığınız üç direnç bulma yönteminden elde ettiğiniz sonuçları, dijital AVOMETRE ile ölçtüğünüz değerlerle karşılaştırınız, bunun için yüzde hata değerlerini hesaplayınız.
- Sizce hangi yöntem daha güvenilir sonuç verir? Neden?
 - Şekil 1 ve Şekil 2'deki devreleri kullanarak bulduğunuz direnç değerleri farklı ise bunun nedenini belirtiniz.

SORULAR

1. Voltmetre devreye daima paralel ve ampermetre de seri bağlanır. Eğer yanlışlıkla bir devrede ampermetre devreye paralel, voltmetre ise seri bağlanırsa her iki ölçü aletinin ibrelerinin hareketi nasıl olur? Ölçü aletlerinden geçen akımların aletlerin sargılarına zarar vermeyecek kadar küçük olduğunu düşününüz.
2. Şekil 5'teki tel sürgülü Wheatstone köprüsünde neden sıfırı ortada bir ampermetre, bir voltmetre ya da bir galvanometre kullanılmaktadır?
3. Wheatstone köprüsü düzeneğinde R_3 ve R_4 yerine neden sürgülü iletken çelik tel kullanılmaktadır?
4. Çelik tel üzerindeki sürgü $L=25\text{cm}$ 'yi gösteriyorsa, R_x direncinin değeri ne olur?

KAYNAKLAR

1. James J. BROPHY (Köksal, Kıymaç, Yüksel, Zengin) Çeviri, "Fenciler İçin Temel Elektronik", Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları.
2. Berkeley Fizik Laboratuvarı II, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, 1970.