



ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ
ELEKTRİK-ELEKTRONİK MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

EEM2103 Elektrik Devreleri Laboratuvarı I -2018-2019

DENEY 2 Wheatstone Köprüsü

Deneyi Yapanın	Değerlendirme
Adı – Soyadı :	Deney Sonuçları (40/100) : / 100
	Sonuçların Yorumlanması (60/100) : / 100
Numarası :	Değerlendirme Notu (100/100) : / 100
	Gecikme Notu (Değerlendirme Notu X 0.5) : / 100
Deney Grubu :	RAPOR NOTU : / 100
Deney Tarihi :	Değerlendiren :
İmza :	İmza :

EEM2103 ELEKTRİK DEVRELERİ I LABORATUAR TÜZÜĞÜ

- 1- Laboratuvar çalışmaları örgün eğitim için, sabahları **saat 8:50 de**, öğleden sonraları ve **ikinci eğitim için saat 13:00 de** başlar (Cuma günleri 13:50 de), geciken öğrenci **kesinlikle** laboratuvara alınmaz.
- 2- Öğrencilerin laboratuvara gelmeden önce o gün yapacakları deneye ait föyü dikkatle okumaları ve varsa deney öncesi hazırlık kısmında **istenen tüm çalışmalarını yapmış olmaları gerekir**. Deney öncesi hazırlık kısmında istenenler, deneye başlamadan önce görevli öğretim elemanı tarafından incelenecek ve değerlendirilecek ve ön hazırlığı yapmamış öğrenciler **deneye alınmayacaklardır**.
- 3- Deney esnasında öğrenciye deneye ilgili sorular sorulabilir. Bu yoklamaların sonucu ve deneyin yürütülüşü sırasında gösterilen ilgi, başarı ve çalışmalar değerlendirilerek öğrenciye yaptığı her deney için bir not verilir.
- 4- Geçerli mazereti (Devlet Kurumundan Heyet Raporu) olmadan deneye gelmeyen öğrenci o deneyden sıfır (0) almış kabul edilir. Takip eden deneylerden herhangi biri için aynı durumun tekrarı halinde öğrenci laboratuardan **devam alamaz**.
- 5- Deney tamamlandıktan sonra sonuçlar deneyi yürüten görevli Öğretim Elemanına gösterilir ve ancak onayı alındıktan sonra montaj dağıtılır.
- 6- Öğrencilerin deneyleri yaparken deney föylerinde belirtilen adımları ve aşamaları takip etmeleri gerekmektedir. Kendi başlarına içinden çıkamadıkları durumlarda görevli öğretim elemanından yardım istemeleri, gruplar arasında fikir alışverişinde bulunmamaları gerekmektedir. Bu nedenle laboratuarda amaçsızca dolaşmak, başka grupların işine karışmak, yüksek sesle konuşmak ve izinsiz laboratuardan ayrılmak **yasaktır**. Laboratuara girerken **cep telefonları kapatılacaktır**.
- 7- Deney sırasında alınan sonuçlar ve bunlardan çıkarılan yorumlar deney föyünde yer alan ilgili kısımlara düzenli olarak işlenecektir.
- 8- Yapılan deneye ait raporlar bir hafta sonra teslim edilecektir (laboratuvar çalışması olsun olmasın). Teslim tarihinin herhangi bir şekilde tatile denk gelmesi durumunda ilk iş günü teslim edilmelidir. Geç teslim edilecek raporlar için süre; bir haftadır, ancak bu durumdaki her deneyin RAPOR NOTU **50 puan** üzerinden değerlendirilecektir. **Bir haftalık ek sürede teslim edilmeyen rapor notu sıfır (0) kabul edilecektir**.

Deney 2-a Wheatstone Köprüsü

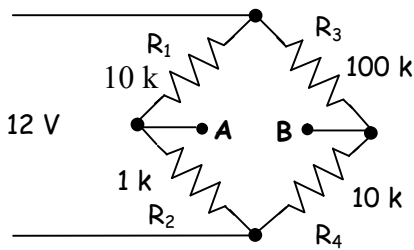
Amaç: Wheatstone köprüsünün yük terminalleri üzerindeki gerilimin ölçülmesi ve hesaplarının doğruluğunu ölçümlerle ispat edilmesi.

Wheatstone Köprüsü: Wheatstone köprüsü bir direnç köprüsüdür. Genellikle yüksek hassasiyette direnç ölçümünün gerekli olduğu test cihazlarında kullanılmaktadır.

Şekil 1'de bir Wheatstone köprüsü görülmektedir. Devre Şekil 2'deki gibi tekrar düzenlenirse daha tanıdık bir şekil görebiliriz. İki girişi ve iki de çıkışı vardır. Girişler iki paralel kola uçlarından bağlanmaktadır. Çıkış ise paralel kolların ortasından alınmaktadır.

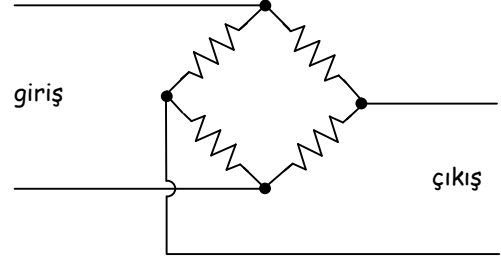
Tüm dirençler aynı değerde olursa (Şekil 2), her direncin üzerinde aynı gerilim düşümü olur, bu da A noktasında toprağa göre 6V 'luk gerilim olacağını gösterir. Aynı zamanda B noktası ile toprak arasında da 6 V olacaktır. A ve B noktası aynı gerilime sahip olduğundan aralarında bir akım oluşmayacaktır. Buna köprünün dengelenmesi adı verilir. Ampermetre sıfır değerini gösterir. Eğer dirençlerden biri değiştirilirse ampermetrenin gösterdiği değer değişecektir.

İlk bakışta öyle görünmese de Şekil 3'deki devre de dengeli bir devredir. R_1 - R_2 ve R_3 - R_4 arasında 10:1 'lik bir oran kurulmuştur. Şekil 3'den görüleceği gibi R_2 ve R_4 dirençleri üzerinde aynı gerilim vardır. A ve B noktası aynı gerilime sahip olduğu için köprü dengededir. Buradan da görüleceği gibi köprünün dengelenmesinde önemli olan direnç büyüklükleri değil, aralarındaki orandır.

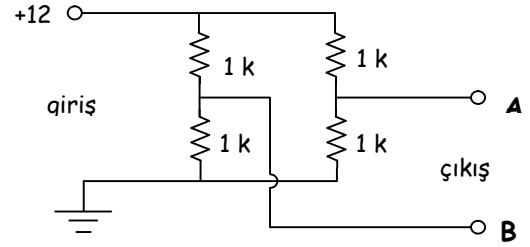


Şekil 3. Dengelenmiş Wheatstone köprüsü.

Şekil 4'de dengelenmemiş bir köprü ile A ve B noktalarındaki gerilim hesaplamaları görülmektedir. A ve B noktası arasına bir ampermetre yerleştirilirse akımın aktığı görülecektir. Dirençlerden herhangi birindeki en ufak değişim köprünün dengesinin bozulmasına yol açar. Direnç değişimine çok hassas olduğu için genellikle hassas direnç ölçümlerinde kullanılır.



Şekil 1. Wheatstone Köprüsü.



Şekil 2. Wheatstone köprüsü

$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V$$

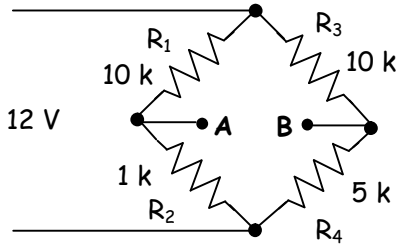
$$V_{R2} = \frac{1k}{11k} \cdot 12$$

$$V_{R2} = 1.091V$$

$$V_{R4} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot V$$

$$V_{R4} = \frac{10k}{110k} \cdot 12$$

$$V_{R4} = 1.091V$$



$$V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot V$$

$$V_{R4} = \frac{R_4}{R_3 + R_4} \cdot V$$

$$V_{R2} = \frac{1k}{11k} \cdot 12$$

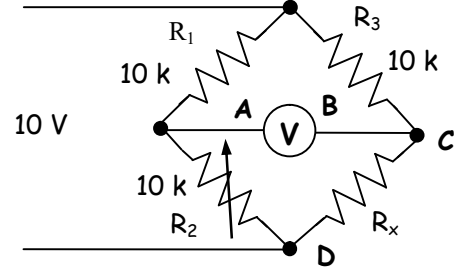
$$V_{R4} = \frac{5k}{15k} \cdot 12$$

$$V_{R2} = 1.091 V$$

$$V_{R4} = 4 V$$

Şekil 4. Dengelenmemiş Wheatstone köprüsü.

Şekil 5'deki düzenek kurulursa, bu düzenek direnç ölçümünde kullanılabilir. C ve D noktaları arasında değeri bilinmeyen bir R_x direnci yerleştirilir ve R_2 voltmetrenin sıfır değerini gördüğü ana kadar değiştirilirse, aralarındaki gerilimin sıfır olduğu an, R_2 ile bilinmeyen R_x değeri ayarlı R_2 direnç değeri üzerinden okunarak saptanabilecektir.



Şekil 5

Ön Hazırlık:

- Şekil 6 için toprak ile A noktası ve toprak ile B noktası arasındaki gerilimleri hesaplayınız.

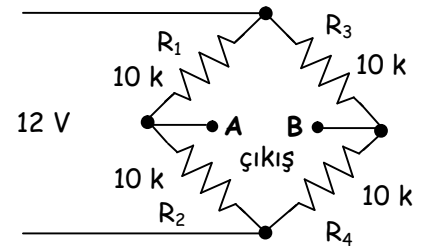
$$V_A = \dots\dots\dots V, \quad V_B = \dots\dots\dots V.$$

- A ile B arasındaki gerilimi hesaplayınız.

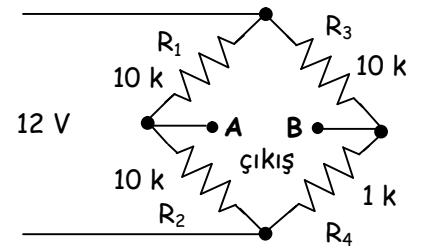
$$V_{AB} = \dots\dots\dots V.$$

- Şekil 7 deki devre için A noktası ile B noktası arasındaki gerilimi hesaplayınız.

$$V_{AB} = \dots\dots\dots V.$$



Şekil 6. Deney Devresi



Şekil 7. Deney Devresi

Deneyin Yapılışı:

1. Şekil 6'daki devreyi kurunuz.

2. A ile B arasındaki gerilimi ölçünüz.

$$V_{AB} = \dots\dots\dots V.$$

3. Devreyi Şekil 7'deki gibi değiştiriniz.

4. Toprak ile A noktası ve toprak ile B noktası arasındaki gerilimleri ölçünüz.

$$V_A = \dots\dots\dots V, \quad V_B = \dots\dots\dots V.$$

A ile B arasındaki gerilimi hesaplayınız.

$$V_A - V_B = \dots\dots\dots V.$$

5. A ile B arasındaki gerilimi ölçünüz.

$$V_{AB} = \dots\dots\dots V.$$

Yorumlar:

1. Şekil 6 ve Şekil 7' deki devrelerde R_2 ve R_4 arasına bir direnç yerleştirilmesi R_2 ve R_4 üzerindeki gerilim düşümünü nasıl etkiler?

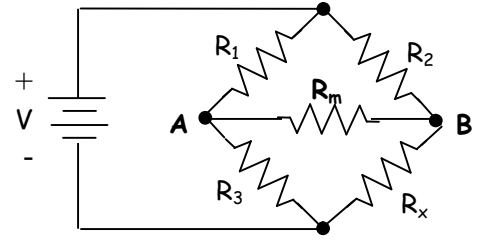
2. Şekil 7 'deki R_4 direnci % 10 değişirse A-B gerilimi nasıl etkilenir?

3. Ölçümlerle hesaplamalar uyumlu muydu? Değilse sebeplerini açıklayınız.

Deney 2b Üçgen-Yıldız Eşdeğer Devreleri

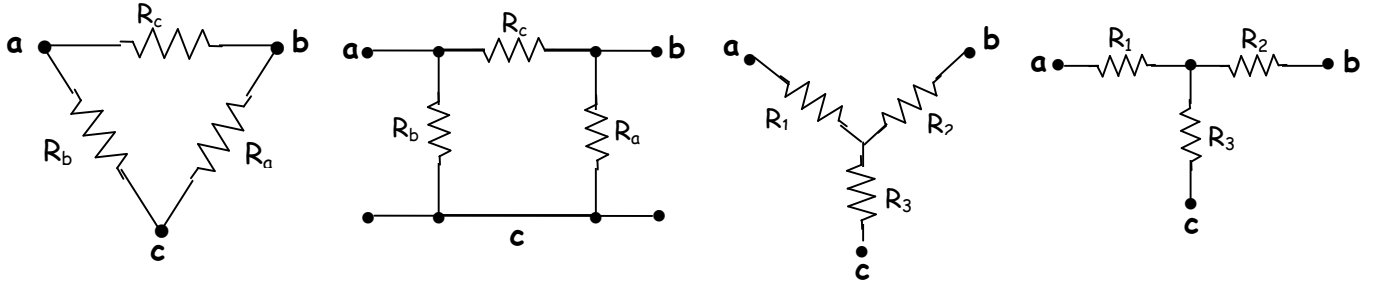
Amaç: Karmaşık devrelerin üçgen-yıldız yada yıldız-üçgen dönüşümleri kullanılarak basitleştirilmesi.

Şekil 8 de verilmiş köprü devresinde A ve B uçları arasında R_m direnci bağlı iken, devrenin eşdeğer direncini kaynağın bağlı olduğu uçlardan bakıldığında tek bir direnç olarak bulmak için buraya kadar kullanılan seri ve paralel direnç eşdeğerleri yetersiz kalmaktadır. Bu tip bağlantıların olduğu devrelerin eşdeğer direncini bulabilmek için üçgen-yıldız eşdeğer devreleri kullanılır.



Şekil 8. Wheatstone Köprü Devresi

Şekil 8 deki devredeki R_1 , R_2 ve R_m yada R_3 , R_x ve R_m dirençleri buna göre üçgen (bağlantı şekline göre Δ - delta yada π - pi ismi de verilebilir) tip bağlantılar olup üçgen-yıldız eşdeğer devreleri kullanılarak basitleştirilebilirler. Şekil 9 da üçgen ve yıldız bağlantılar verilmiştir.



Şekil 9. Üçgen-Yıldız bağlantı biçimleri

a) Δ -Delta bağlantısı

b) Π -Pi bağlantısı

c) Y- Wye bağlantısı

d) T- Tee bağlantısı

Üçgen bağlantısı

Yıldız bağlantısı

Bu tip devreler birbirlerine aşağıdaki formüller yardımı ile dönüştürülebilirler.

Δ -Y dönüşüm formülleri

$$R_1 = \frac{R_b R_c}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_2 = \frac{R_c R_a}{R_a + R_b + R_c}$$

$$R_3 = \frac{R_a R_b}{R_a + R_b + R_c}$$

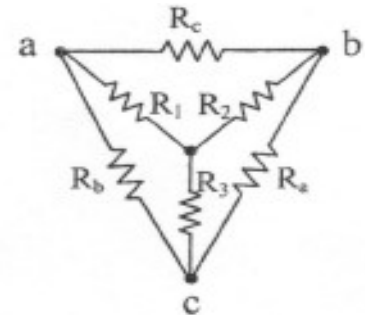
Y- Δ dönüşüm formülleri

$$R_a = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1}$$

$$R_b = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_2}$$

$$R_c = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3}$$

Δ -Y dönüşümünde, Y devresindeki herhangi bir direnç buna bitişik iki üçgen direncin çarpımının, üç üçgen direncin toplamına bölümüdür. Aynı şekilde, Y- Δ dönüşümde, üçgen devredeki herhangi bir direnç, yıldız dirençlerin mümkün tüm çiftlerinin çarpımlarının toplamının, yıldız devrede karşısına gelen dirence bölümüdür (bakınız Şekil 10).



Şekil 10. Δ -Y ve Y- Δ bağlantısı

Δ -Y dönüşüm ve Y- Δ dönüşüm formülleri iki devrenin a-b-c uçlarına göre davranışlarının birbirine eşdeğer olmalarından hareketle türetilebilirler. Öyle ki, her iki devre de sadece uçları dışarıda kalacak şekilde birer kara kutu içine yerleştirilse, dışarıdan ölçme yapan biri Δ veya Y bağlı dirençlerden hangisinin hangi kutuda olduğunu söyleyemez.

Ancak bu durum, kutuların herhangi ilgili iki ucu arasında ölçülen direnç değerlerinin aynı olması durumunda geçerlidir. Örneğin, a-b uçları arasında ölçülen direnç, dirençlerin Δ veya Y bağlı olmasına bakmaksızın aynı olmalıdır.

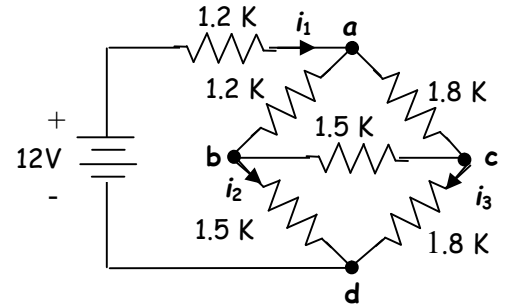
$$R_{ab} = \frac{R_c(R_a + R_b)}{R_a + R_b + R_c} = R_1 + R_2$$

$$R_{bc} = \frac{R_a(R_b + R_c)}{R_a + R_b + R_c} = R_2 + R_3$$

$$R_{cab} = \frac{R_b(R_c + R_a)}{R_a + R_b + R_c} = R_1 + R_3$$

Ön Hazırlık:

1. Şekil 11'de verilen devredeki i_1 akımını hesaplayınız.



Şekil 11. Deney Devresi

$$i_1 = \dots\dots\dots \text{ mA}$$

2. Şekil 11'de verilen devrede a-b-c Δ bağlantısının Y dönüşümünü hesaplayınız.

Deneyin Yapılışı:

1. Şekil 11'de verilen devredeki i_1 akımını ölçünüz $i_1 = \dots\dots\dots$ mA.
2. Şekil 11'de verilen devredeki i_2 akımını ölçünüz $i_2 = \dots\dots\dots$ mA.
3. Şekil 11'de verilen devredeki i_3 akımını ölçünüz $i_3 = \dots\dots\dots$ mA.
4. Şekil 11'de verilen devredeki a-d noktaları arasındaki eşdeğer direnci ölçünüz $R_{ad} = \dots\dots\dots \Omega$.

5. Şekil 12'de verilen devredeki i_1 akımını ölçünüz

$$i_1 = \dots\dots\dots \text{ mA.}$$

6. Şekil 12'de verilen devredeki i_2 akımını ölçünüz

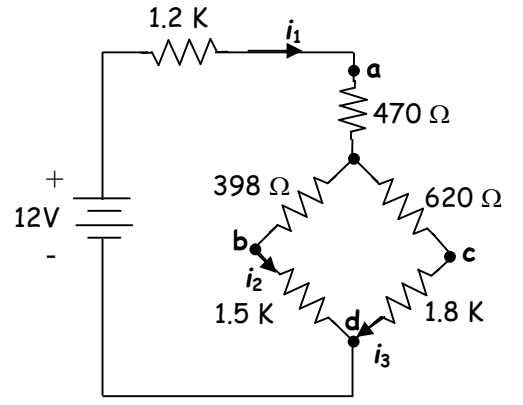
$$i_2 = \dots\dots\dots \text{ mA.}$$

7. Şekil 12'de verilen devredeki i_3 akımını ölçünüz

$$i_3 = \dots\dots\dots \text{ mA.}$$

8. Şekil 12'de verilen devredeki a-d noktaları arasındaki eşdeğer direnci ölçünüz.

$$R_{ad} = \dots\dots\dots \Omega.$$



Şekil 12. Deney Devresi

Sonuçlar ve Yorumlar:

1. Şekil 11'deki devredeki i_1 akımıyla, Şekil 12'deki devredeki, i_1 akımını karşılaştırınız. Fark varsa farkın nedenlerini açıklayınız.