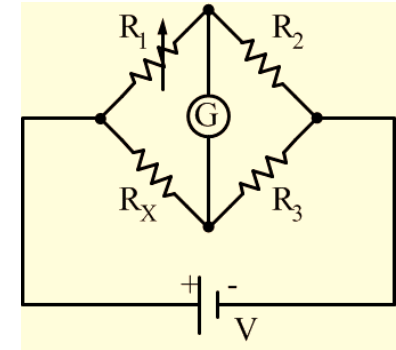
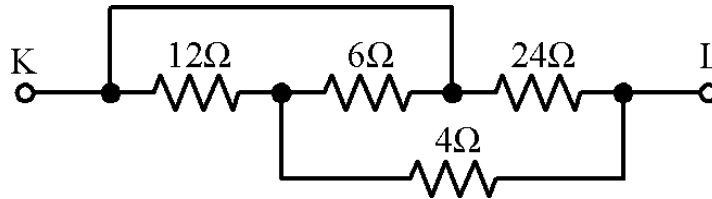
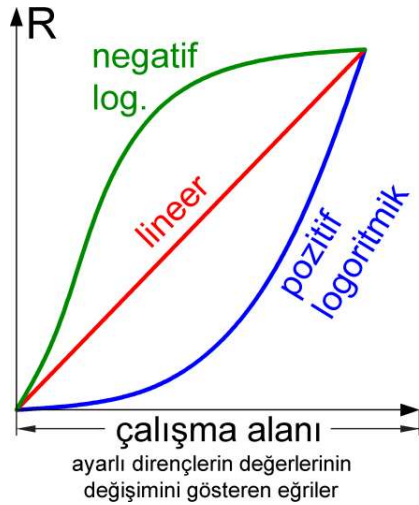




MALKARA MESLEK YÜKSEKOKULU

Elektrik Programı Temel Elektronik Ders Notları

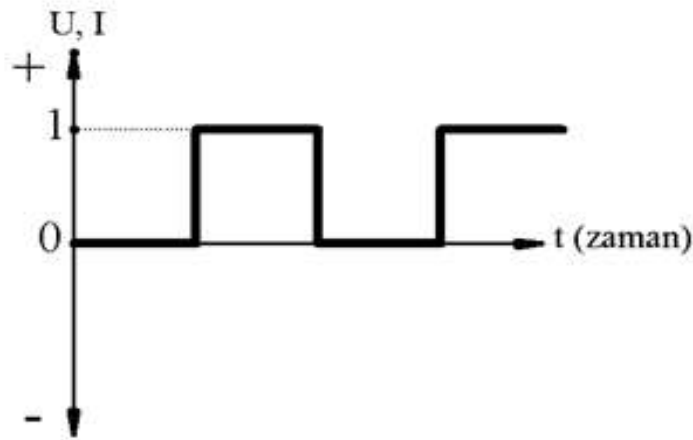
TEMEL DEVRE ELEMANLARI VE DİRENÇLER



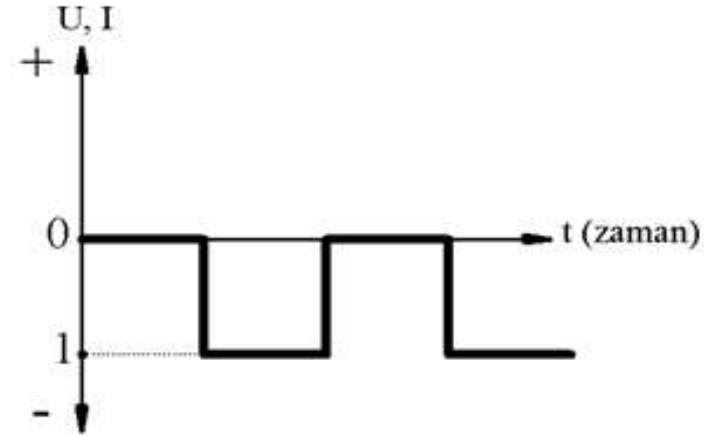
Öğr. Gör. Ender ÇAKAL
Mart 2017

Dijital Sinyal

Dijital özellikli sinyaller sadece 0 volt ve maksimum volt değerlerini alır. Yani dijital sinyallerde iki durum söz konusu olup ara değerler bulunmamaktadır. Kare dalga dijital bir sinyaldir. Dijital sinyalinin 0'dan 1'e değişimi; Şekil 2-a'da görüldüğü gibi pozitif yönde ise buna pozitif lojik, Şekil 2-b'deki gibi negatif yönde ise buna da negatif lojik denir.



a: Pozitif Lojik İşaret

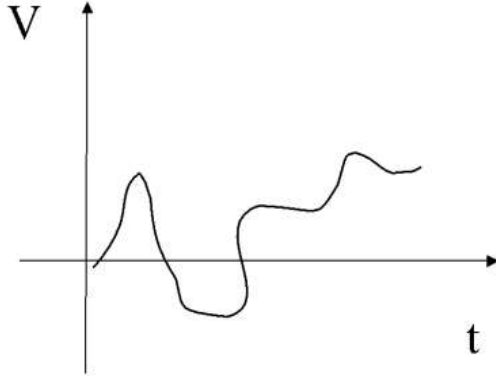


b: Negatif Lojik İşaret

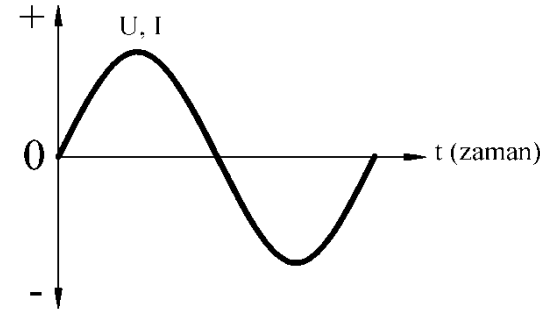
Şekil 2: Dijital Sinyaller

Analog Sinyal

Gerçek dünyada karşılaştığımız birçok fiziksel büyüklüğün (akım, gerilim, sıcaklık, ışık şiddeti vb.) değeri sürekli bir aralık içinde değişmektedir. Sınırlar arasındaki her türlü olası değeri alabilen bu tür işaretlere (Şekil 1-a,b) **analog** işaretler denir.



a: Düzensiz değişen analog işaret



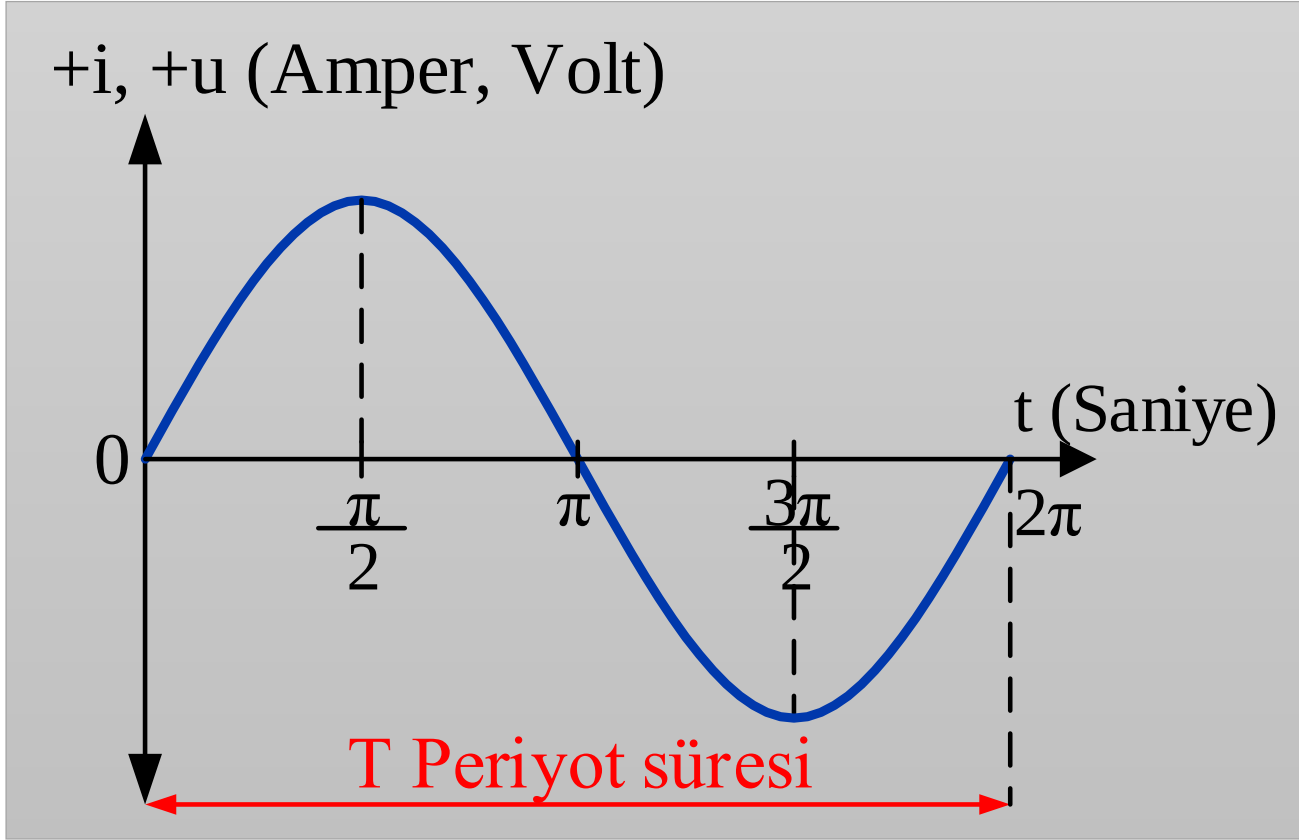
b: Sinüsoidal değişen analog işaret

1. Şekil: Analog İşaretler

Analog büyüklükler minimum ile maksimum arasında çok çeşitli seviyelerde olabilir. Şekil 1-b'de verilen sinyali, analog bir devredeki gerilim veya akım olarak düşünebiliriz. Bu sinyal incelendiğinde, zamana göre sinüsodial bir değişim gösterdiği ve 0 ile maksimum arasında sonsuz sayıda değerlerin söz konusu olduğu görülmektedir.

ALTERNATİF AKIM

Alternatif akım periyodik olarak yönünü ve şiddetini değiştiren elektrik akımıdır. Alternatif akım (AC) harfleri ile tanımlanır.



Alternatif akım, yönünü ve şiddetini zamana göre değiştirdiğinden, iletken içindeki elektronlar her iki yöne doğru bir salınma hareketi yaparlar. Her iki yöndeki salınma hareketi düzgün ve sürekli tekrarlanıyorsa, periyodik (düzgün tekrarlanan) bir alternatif akım elde edilir.

Saykıl, Alternans, Periyot, Frekans

Alternatif EMK.'nın sıfırdan başlayarak pozitif maksimum değere, buradan da tekrar düşerek sıfıra ve negatif maksimum değere, buradan da tekrar sıfıra ulaşmasına **saykıl** denir.

Bir saykıl negatif ve pozitif iki kısımdan meydana gelir. Saykılın bu negatif ve pozitif kısımlarından her birine **alternans** adı verilir. Bir saykıl da pozitif ve negatif alternans olmak üzere iki alternans vardır. Bu iki alternans birbirinin aynısı fakat yönleri farklıdır.

Bir saykılın tamamlanması için geçen zamana **periyot** (periyot) denir. Periyot (**T**) harfi ile gösterilir. Periyotun birimi zaman birimi olan saniyedir.

Bir saniyedeki saykıl veya periyot sayısına da **frekans** denir. Frekans (**F**) harfi ile gösterilir ve birimi saykıl/saniye veya periyot/saniye veya Hertrz'dir. Periyot süresi ne kadar kısa olursa, frekans o kadar yüksek olur.

Dalga Boyu (λ : Lambda)

İki adet bağlantı ucu olan devreye alternatif gerilim verildiğinde elektrik enerjisi elektromanyetik dalga şeklinde çok hızlı yayılır. Yayılma hızı (c) içinde dalga şeklinde yayıldığı, iletken maddenin özelliğine bağlıdır. Elektromanyetik dalganın hava içindeki yayılma hızının, ışık hızına yakın olduğu bilinmektedir.

Bir iletkendeki alternatif akımın yayılması dalga şeklindedir. Elektromanyetik dalganın bir periyotta aldığı yol Dalga boyu (λ) ya eşittir. AC gerilimin frekansı ne kadar küçük ve dalganın yayılma hızı ne kadar hızlı olursa, dalga boyu o denli büyük olur.

Bir elektromanyetik dalganın maksimum yayılma hızı, ışık hızı kadardır.

$$c \approx 300\,000\text{ km/s}$$

λ : Dalga boyu, s: Saniye, m: Metre

c: Yayılma hızı $\approx 300\,000\text{ km/s}$

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow \lambda = \frac{m/s}{1/s} = m$$

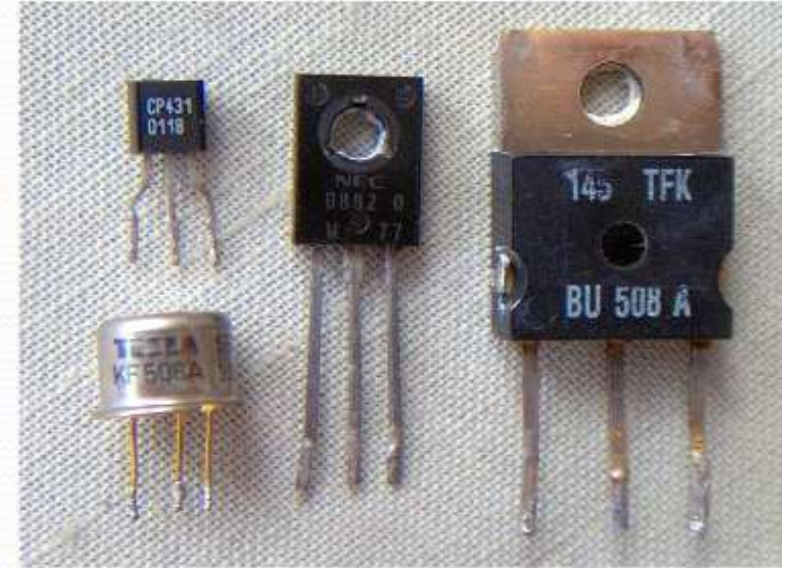
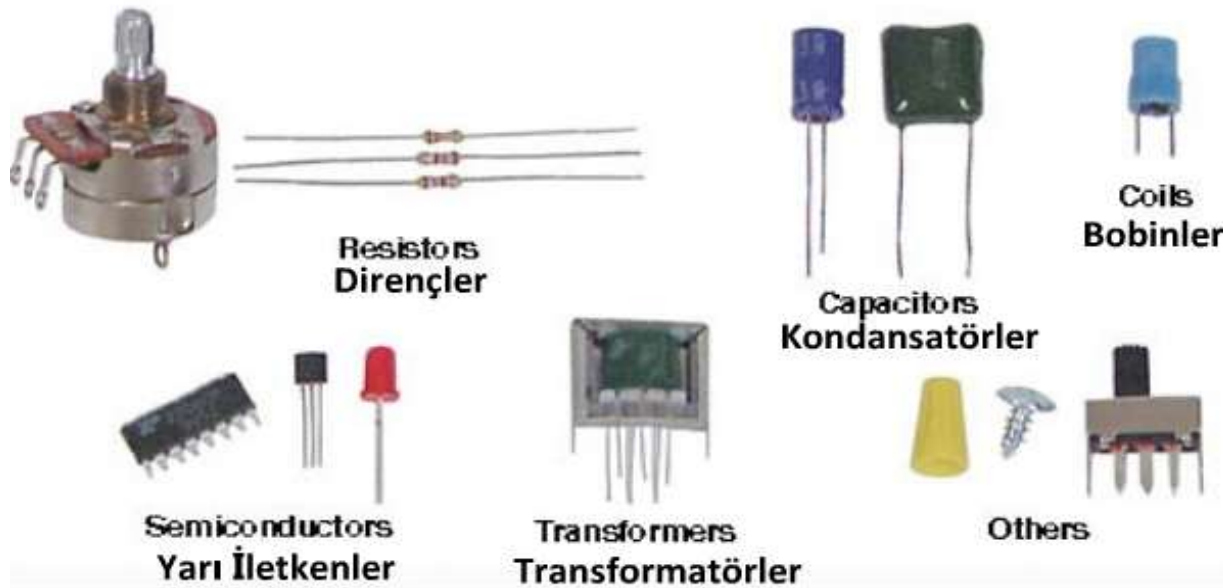
Elektronik elemanların işlev açısından sınıflandırılması

a. Pasif devre elemanları

Enerji kaynağı ya da etkin elektromotor kuvvetleri olmayan, gerilim uygulandığında geçen akımın sonucu olarak enerji harcayan ya da depolayan elemanlardır. Şöyle ki; dirençler akım sınırlaması yaparken ısı ve ışık şeklinde enerji harcarlar. Kondansatörler, elektrik enerjisini elektrik yükü şeklinde, bobinler ise manyetik alan olarak depolarlar.

b. Aktif devre elemanları

Kendileri enerji üreten ya da enerji seviyesini yükselten elemanlardır. Pil, dinamo, enerji üreten, amplifikatör, enerji seviyesini yükselten aktif eleman örneği olarak gösterilebilir.



Pasif Elemanlar (Passive Components)

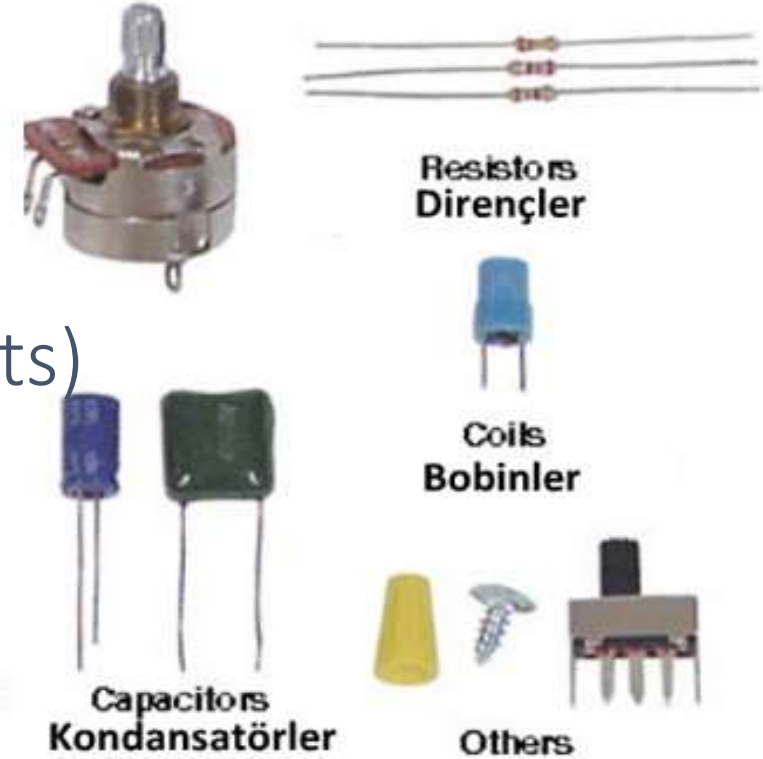
Dirençler (Resistors)

Kondansatörler (Capacitors)

Endüktans Elemanları (indüktörler)

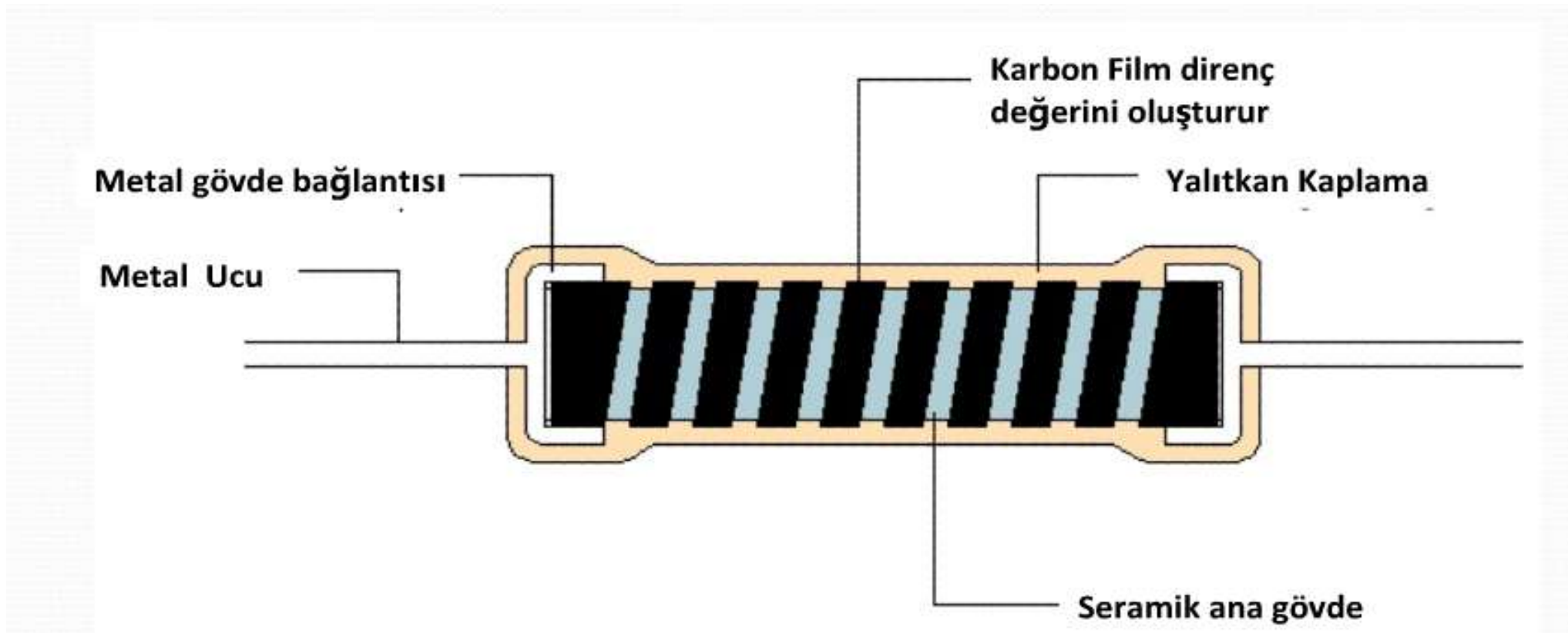
Diyotlar (Diodes)

Bağlantı Elemanları (Interface Components)



Direnç (Resistors, Rezistans, Resistance) Nedir?

Direnç, elektrik akımının geçişine karşı zorluk gösteren, üzerinde gerilim düşümü olan iki uçlu elektriksel veya elektronik devre elemanıdır. $R=U/I$ ile bulunur. Birimi ohm dur.

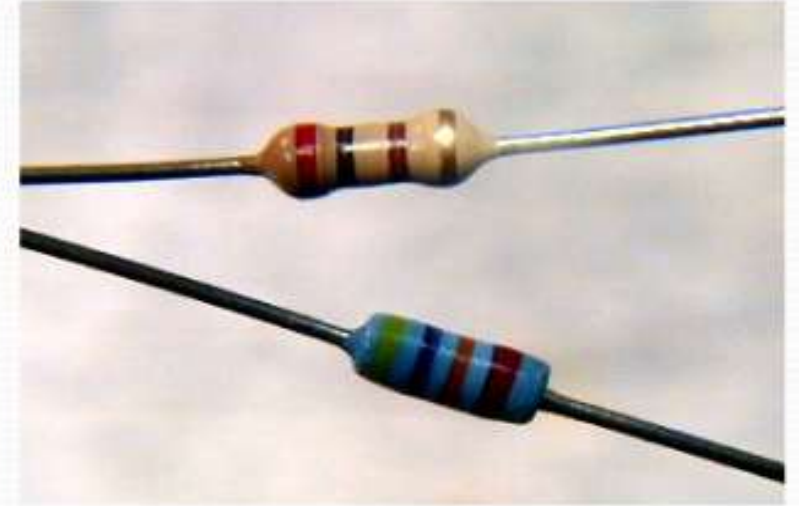
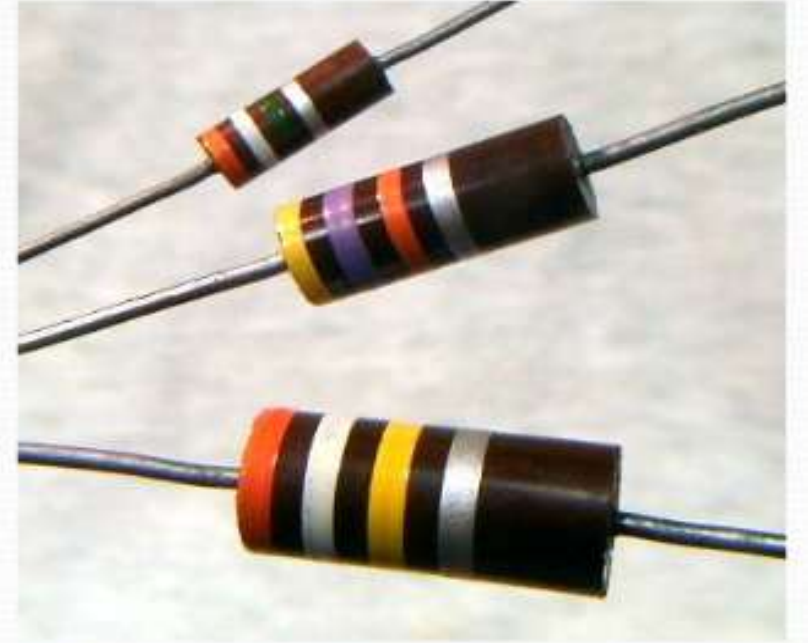


Dirençlerin fiziksel boyutları ve güç

Bir devre üzerinde kullanılacak dirençlerin fiziksel boyutlarına karar verilirken üzerinde harcanacak güç ve yapıldıkları malzeme dikkate alınır.

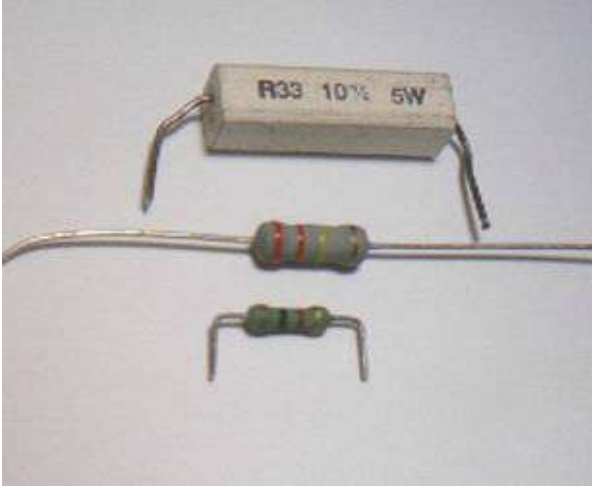
Genellikle kullanılanları 1/8, 1/4, 1/2, 1-5 watt elemanlardır.

Daha yüksek güçler de vardır, bunlar genellikle tel sargılı ve seramik malzemeler kullanılarak imal edilirler. Her üretici firma farklı yapılar da direnç üretebilir. Yarı iletken çok güçlü dirençler bile vardır.



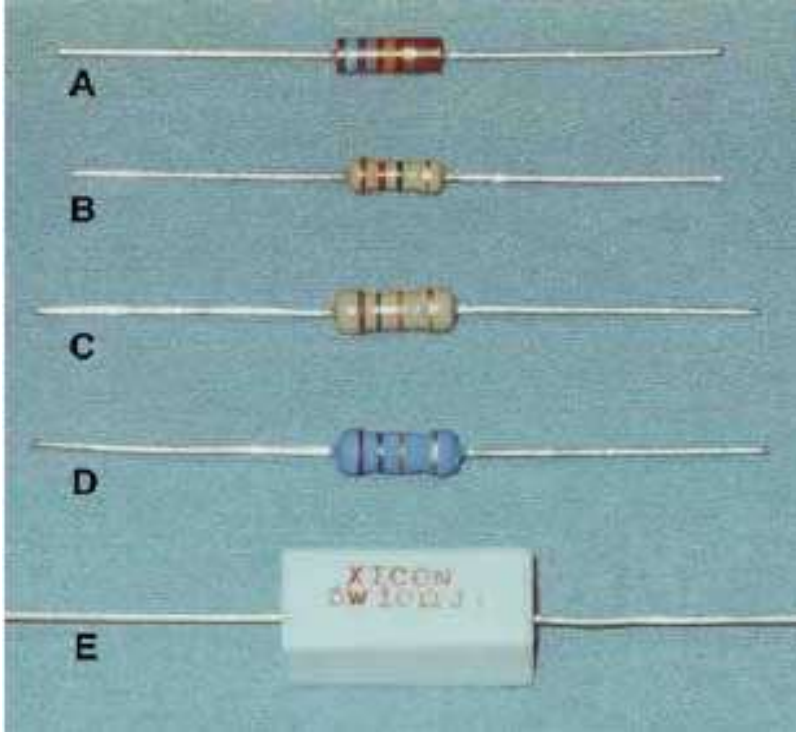
Kaynak:Gülnaz KOCATEPE www.cizgi-tagem.org

Dirençlerin Omik Değeri ve Gücü



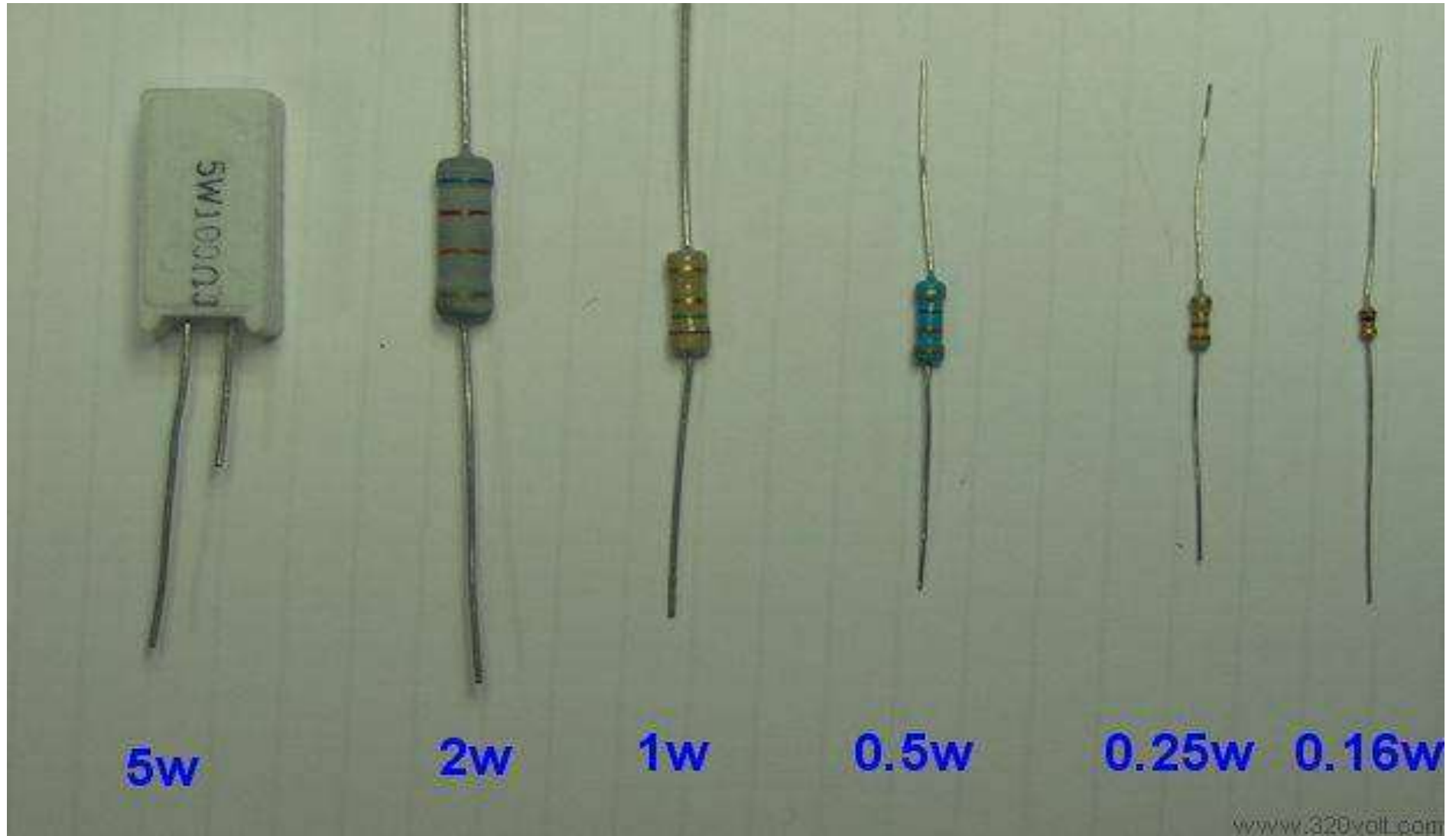
Dirençlerin iki önemli karakteristiği vardır. Bunlar direncin omik değeri ve gücüdür. Direncin omik değeri elektrik akımına karşı gösterdiği zorlukla orantılıdır. Direncin gücü ise direnç üzerinde harcanabilecek maksimum güç değeridir. Bu değer aşılırsa direnç tahrip olur. Bu yüzden dirençte harcanacak güç değeri hesaplanarak bu değere uygun güçte bir direnç seçilmelidir.

Direnç dış görünüşleri



Dirençler elektronikte çok kullanılan malzemelerden biridir. İki adet ayak bağlantısı vardır. Kutupsuzdur. Kutupsuz oldukları için istenildiği gibi devreye bağlanabilirler. Ayakları uygun şekilde kıvrılarak devreye montajı yapılır. Dirençlerin değerleri belli tolerans içerisinde sabittir. Direncin değeri ve tolerans miktarı üzerinde bulunan renk kodları ile ifade edilir. Dirençler yapımı ve dış görünüşü olarak birkaç çeşittir. Karbon film dirençler (B ve C), metal film dirençler (D), karbon kompozit dirençler (A) olmak üzere genellikle üç çeşidi vardır. Karbon kompozit dirençler özellikle eski elektronik devrelerinde sıkça bulunur.

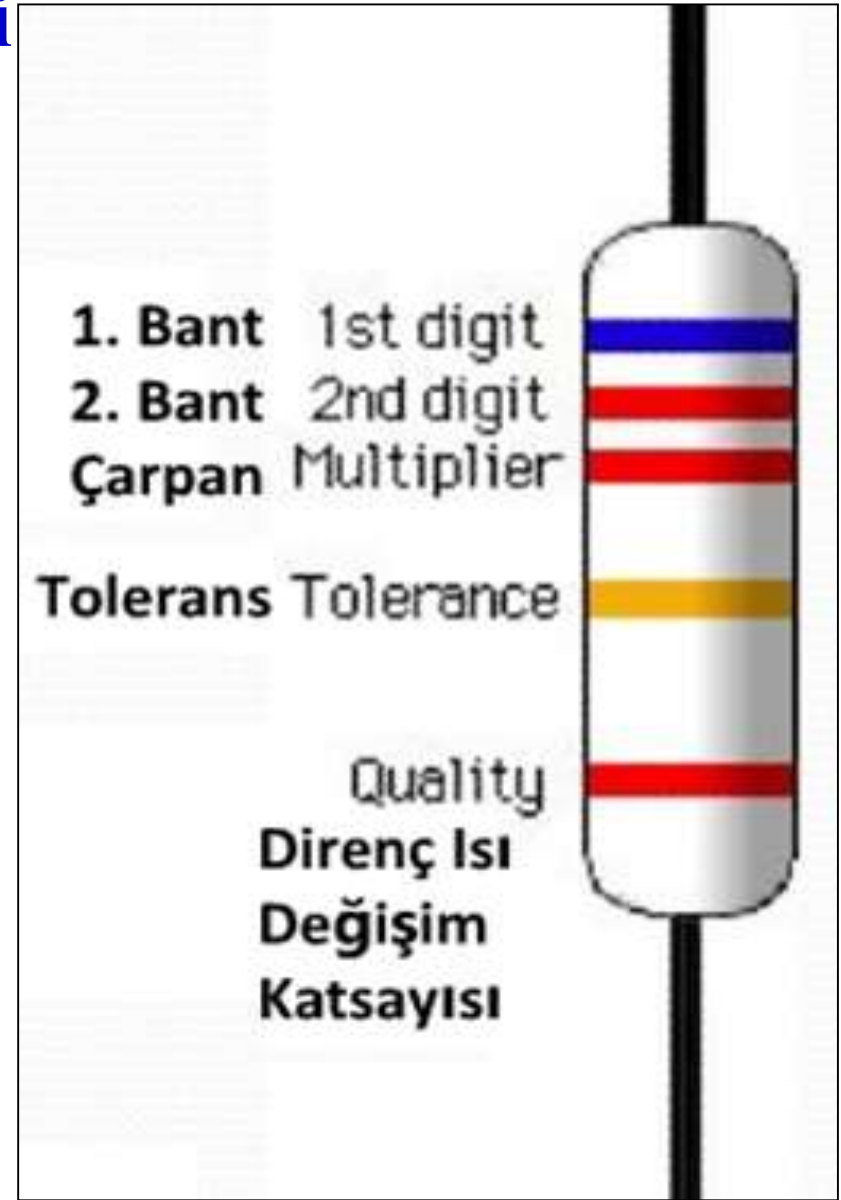
5W- 0,16W Arası dirençlerin dış görünüşü



Resim: www.320volt.com

Direnç Birimi

Piyasada çok geniş bir yelpazede çeşitli omik değerlere sahip dirençler bulunmaktadır. Elektrik veya elektronik devrelerinde 0.01Ω 'dan birkaç $M\Omega$ 'a kadar dirençler kullanılabilir. Direnç, en yaygın olarak kullanılan devre elemanıdır denilebilir.



Değerler renk kodları kullanılarak işaretlenirler.

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 5% 10%

Direnç Birimi

Direnç değerleri genel olarak ohm (Ω)birimi ile ifade edilir. Değerler ve katları ohm(Ω), kilo ohm(K Ω) , mega ohm (M Ω) ile ifade edilir.

Bu değerler 1000'in katları şeklindedir.

$$1000 \Omega = 1 K$$

$$1000000 = 1000 K = 1 M$$

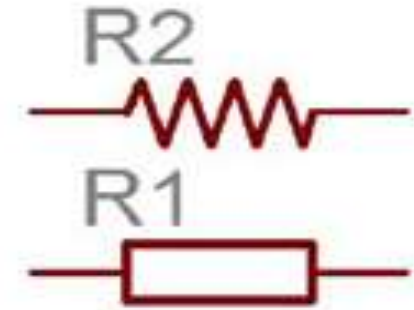
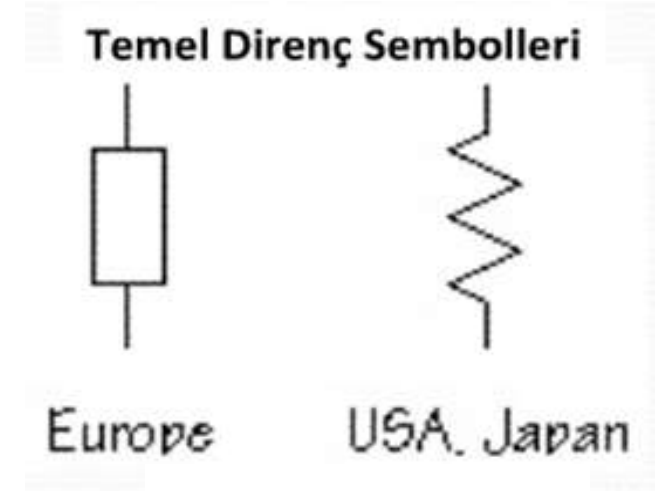
Bazen karşımıza aşağıdaki gibi ifadeler çıkabilir.

$$2M2 = 2.2 M$$

$$4K7 = 4.7 K$$

$$100 = 100 R = 100 \Omega$$

Sabit değerli dirençler



Direnç değerleri sabit olan, yani değiştirilemeyen elemanlardır. Bu dirençler, üzerlerinden geçen akım ve gerilimin değerine göre farklı direnç göstermezler. Ayrıca, dışarıdan yapılan etkiyle (mekanik ya da elektriksel) dirençleri değiştirilemez.

Renk kodlarını kolayca öğrenebilmek için kullanılan anahtar cümle

Renk kodlarını kolayca öğrenebilmek için kullanılan anahtar cümle, **SoKaKTaSaYaMaM GiBi**dir. Burada büyük harflerin herbiri bir rengi ifade etmektedir. Şöyle ki; **S**, siyah, **K**, kahverengi, **K**, kırmızı, **T**, turuncu, **S**, sarı, **Y**, yeşil, **M**, mavi, **M**, mor. **G**, gri, **B**, beyazdır.

Dirençlerde kullanılan renk bantlarının İngilizce karşılıkları şöyledir:

0: Black, 1: Brown, 2: Red, 3: Orange, 4: Yellow, 5: Green, 6: Blue, 7: Violet, 8: Gray, 9: White, Silver: Gümüş, Gold: Altın

Renk	Sayı	Tolerans	Çarpan
Siyah	0	-	- (10^0)
Kahve	1	$\pm\% 1$	0 (10^1)
Kırmızı	2	$\pm\% 2$	00 (10^2)
Turuncu	3	-	000 (10^3)
Sarı	4	-	0000 (10^4)
Yeşil	5	$\pm\% 0.5$	00000 (10^5)
Mavi	6	$\pm\% 0.25$	000000 (10^6)
Mor	7	$\pm\% 0.1$	0000000 (10^7)
Gri	8	$\pm\% 0.05$	00000000 (10^8)
Beyaz	9	-	000000000 (10^9)
Altın	-	$\pm\% 5$	0,1 (10^{-1})
Gümüş	-	$\pm\% 10$	0,01 (10^{-2})
Renksiz	-	$\pm\% 20$	-

Direnç renk kodları çizelgesi

Değerler renk kodları kullanılarak işaretlenirler.

0 **1** **2** **3** **4** **5** **6** **7** **8** **9** **5%** **10%**

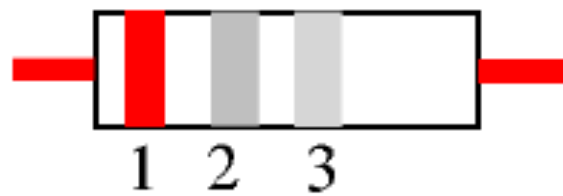
Üç renk bantlı (halkalı) kodlama

Eski tip sabit dirençlerde kullanılan kodlamadır. Uygulamada nadiren karşılaşılır.

Renk bantlarının anlamları: 1. bant: Sayı, 2. bant: Sayı, 3. bant: Çarpan (eklenecek sıfır sayısıdır). Direncin üzerinde dördüncü renk bandı olmadığından (renksiz), tolerans $\pm \% 20$ olarak kabul edilir.

Not: Renk bantları direncin gövdesinin hangi kenarına yakınsa o taraf birinci banttır.

Örnek: Yeşil, mavi, siyah, renksiz	: $56 \Omega \pm \% 20$
Direncin toleranssız (hatasız) değeri	: 56Ω
Direncin hata payı	: $56 \cdot 0,20 = 11,2 \Omega$
+ toleranslı direnç değeri	: $56 + 11,2 = 67,2 \Omega$
- toleranslı direnç değeri	: $56 - 11,2 = 44,8 \Omega$



Üç renk
bantlı kodlama



Dört renk
bantlı kodlama



Beş renk
bantlı kodlama

Üç renk bantlı (halkalı) kodlama

Örnek: Gri, kırmızı, kahverengi, renksiz	: $820 \Omega \pm \% 20$
Örnek: Kırmızı, mor, turuncu, renksiz	: $27\ 000 \Omega : 27\ k \Omega \pm \% 20$
Örnek: Kahve, yeşil, sarı, renksiz	: $150\ 000 \Omega : 150\ k \Omega \pm \% 20$

Dört renk bantlı (halkalı) kodlama

2. Dört renk bantlı (halkalı) kodlama

Renk bantlarının anlamları: 1. bant: Sayı, 2. bant: Sayı, 3. bant: Çarpan, 4. bant: Tolerans

Örnek: Kahverengi, yeşil, altın, gümüş	: $1,5 \Omega \pm \% 10$
Örnek: Kahverengi, gri, altın, altın	: $1,8 \pm \% 5$
Örnek: Kahve, siyah, siyah, altın	: $10 \Omega \pm \% 5$
Örnek: Gri, kırmızı, siyah, gümüş	: $82 \Omega \pm \% 10$

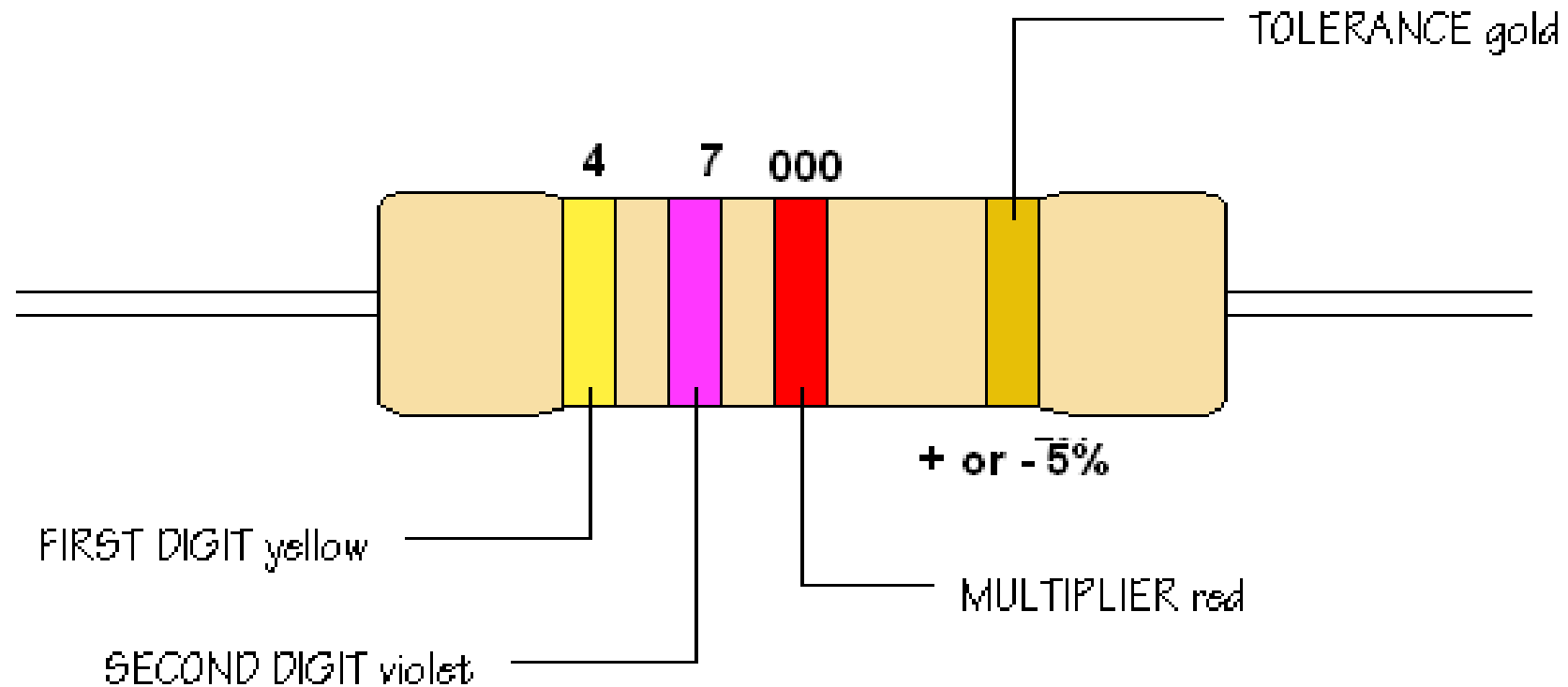
Dört renk bantlı (halkalı) kodlama



0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
Altın
Gümüş

Resim: www.320volt.com

Dört renk bantlı (halkalı) kodlama



A 4.7k Resistor - 4700 Ohms with a tolerance rating of + or - 5%

Dirençlerin devredeki görevleri

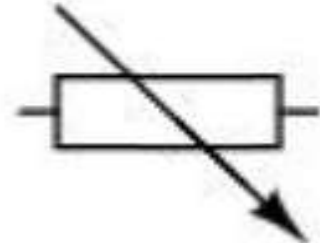
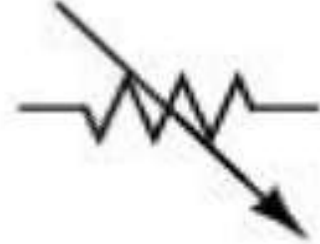
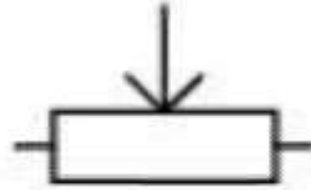
- I.** Devreden geçen akımı sınırlayarak aynı değerde tutmak.
- II.** Devrenin besleme gerilimini bölerek, yani küçülterek başka elemanların çalışmasına yardımcı olmak.
- III.** Hassas yapıllı devre elemanlarının aşırı akıma karşı korunmasını sağlamak.
- IV.** Yük (alıcı) görevi yapmak.
- V.** Isı elde etmek.

Sabit değerli dirençler

Direnç değerleri sabit olan, yani değiştirilemeyen elemanlardır. Bu dirençler, üzerlerinden geçen akım ve gerilimin değerine göre farklı direnç göstermezler. Ayrıca, dışarıdan yapılan etkiyle (mekanik ya da elektriksel) dirençleri değiştirilemez.



Bazı direnç tipleri ve sembolleri



Fixed-value

Potentiometer

Rheostat

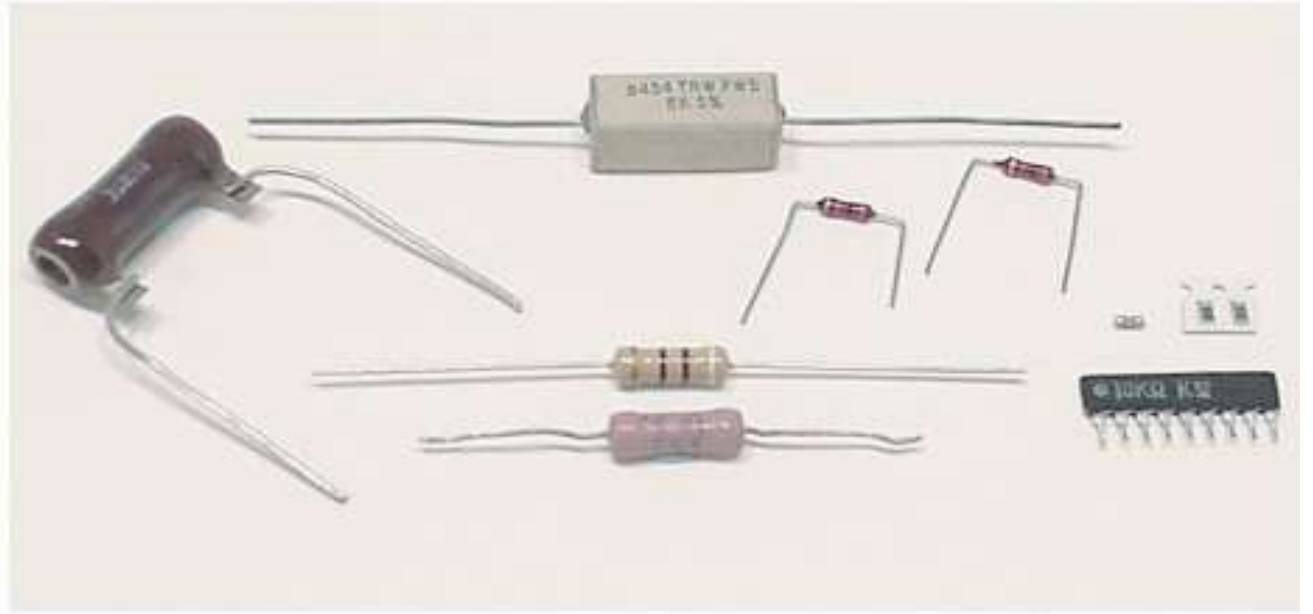
Sabit-değerli

Potansiyometre

Reosta-sürgülü direnç

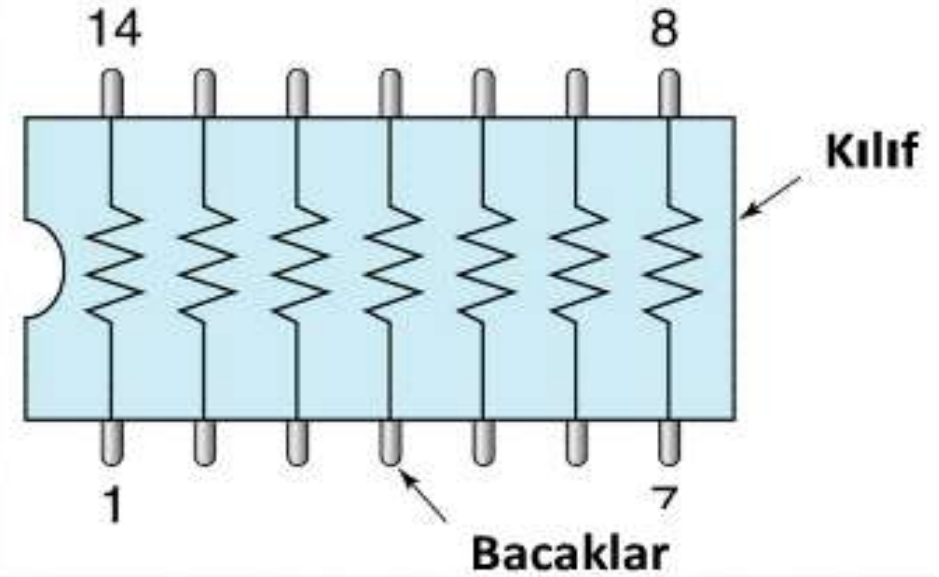
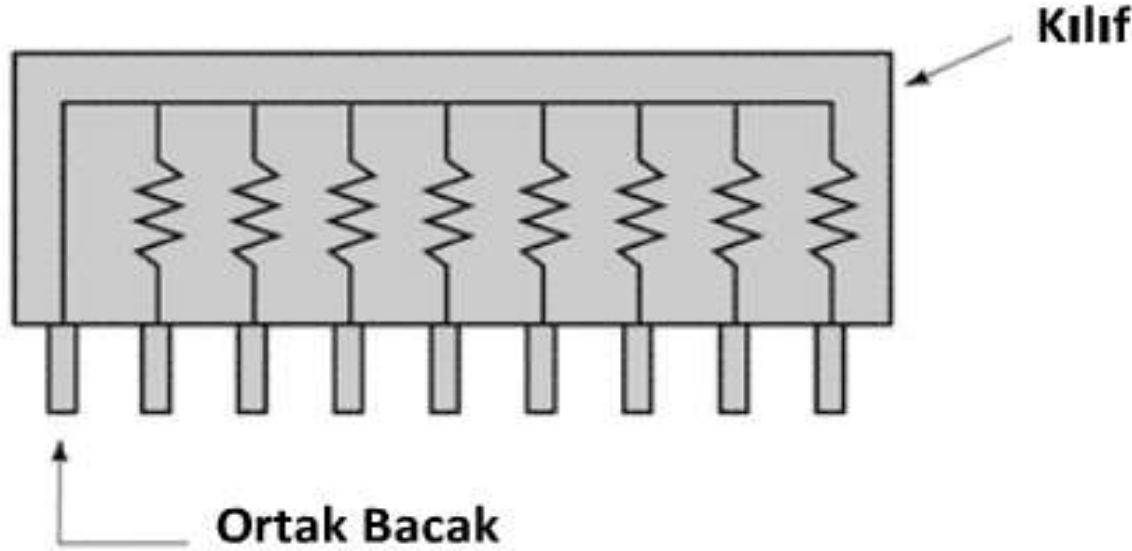
Direnç tipleri

- Tel Dirençler
 - Tel Dirençlerde direnç telin uzunluğu ile orantılıdır.
 - Tel Dirençler daha fazla ısıya dayanabilirler.
- Metal Film Dirençler
 - Bu tür dirençlerin ısı katsayısı düşüktür. Çabuk ısınmazlar.
- Karbon Dirençler
 - Metal Film Dirençlere benzerler ancak direnç sağlayan eleman karbon alışımıdır.



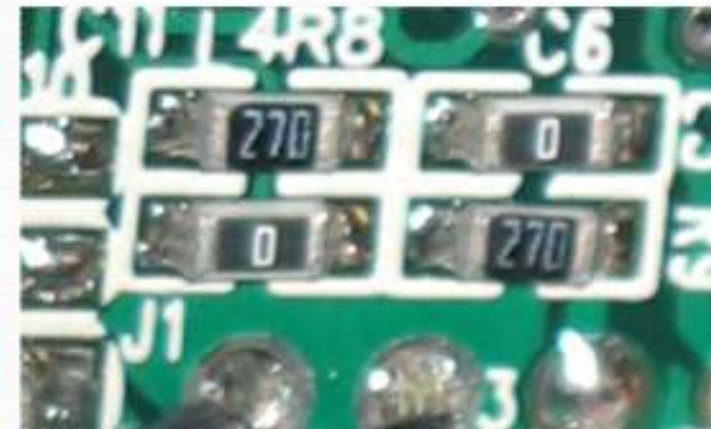
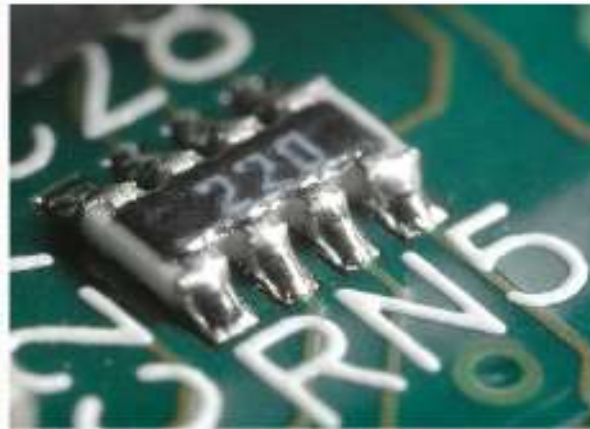
Direnç serileri (entegre dirençler)

- Entegre Dirençler
 - Bu tip dirençler karbon yerine yarı iletken maddelerden yapılan mikro minyatür elektronik elemanlardır.
 - Düşük ısıli tasarımlarda kullanılabilirler.



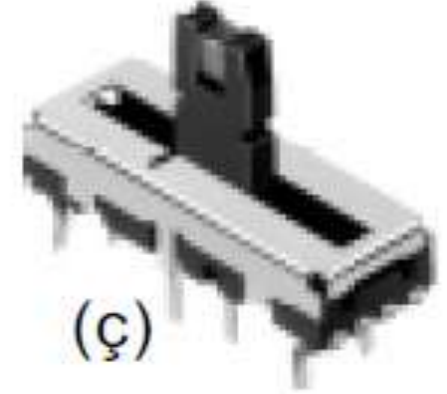
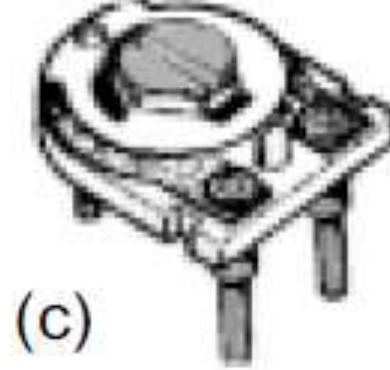
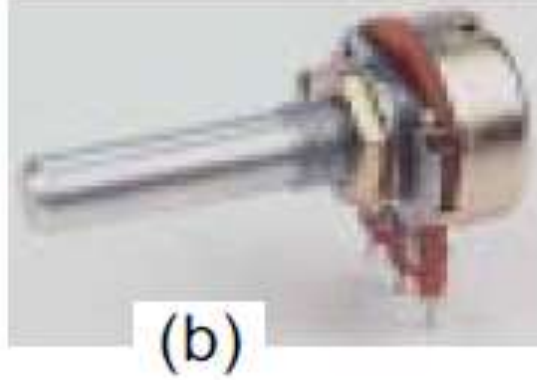
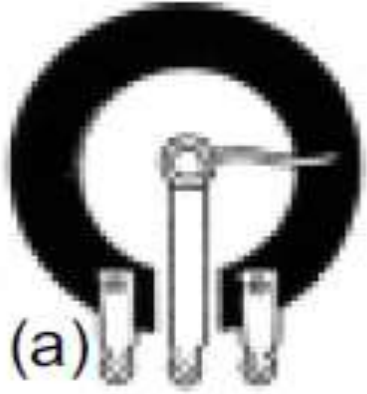
SMT direnç ve değerleri

3 Digit Example	4 Digit Example
0R1=0.1 Ω	0000= 0 Ω (link or jumper)
R33=0.33 Ω	00R1=0.1 Ω
8R2= 8.2 Ω	0R47=0.47 Ω
220 is 22 Ω (220 Ω değil!)	1R00=1 Ω
331= 330 Ω	1000= 100 Ω
473=47000 or 47k	8202= 82000=82k



Kaynak:Gülnaz KOCATEPE www.cizgi-tagem.org

Ayarlı değerli dirençler



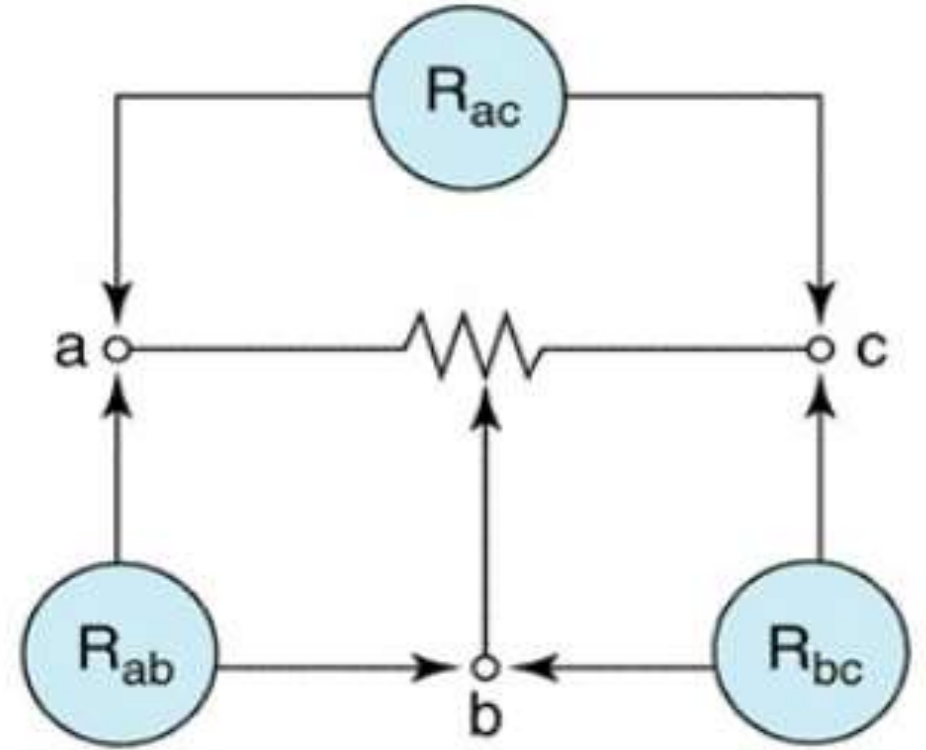
Çeşitli ayarlı dirençler

Direnç değerleri, hareket ettirilebilen orta uçları sayesinde ayarlanabilen elemanlardır. Bu elemanlar yüksek dirençli tel sarımlı ya da karbondan yapılırlar. Karbon tip ayarlı dirençler resim a'da görüldüğü gibi, karbon karışımlı disk biçiminde yapılır. Direnç görevini, sıkıştırılmış kâğıt ya da disk şeklindeki karbon üzerine ince bir tabaka şeklinde kaplanmış karbon karışımı yapar. Karbon diskin kesilerek elde edilmiş iki ucuna bağlantı terminalleri takılır. nc u, esnek gezer kontak biçiminde olup, disk üzerine sürtünerek döner ve istenilen direnç değerinin elde edilmesini sağlar. Bazı tiplerde gezer u resim 'de görüldüğü gibi doğrusal kaymalı şekilde de olabilir.

Ayarlanabilir Dirençler

Potentiometer – Potansiyometre

Potansiyometreler üç uçlu ayarlanabilir dirençlerdir.

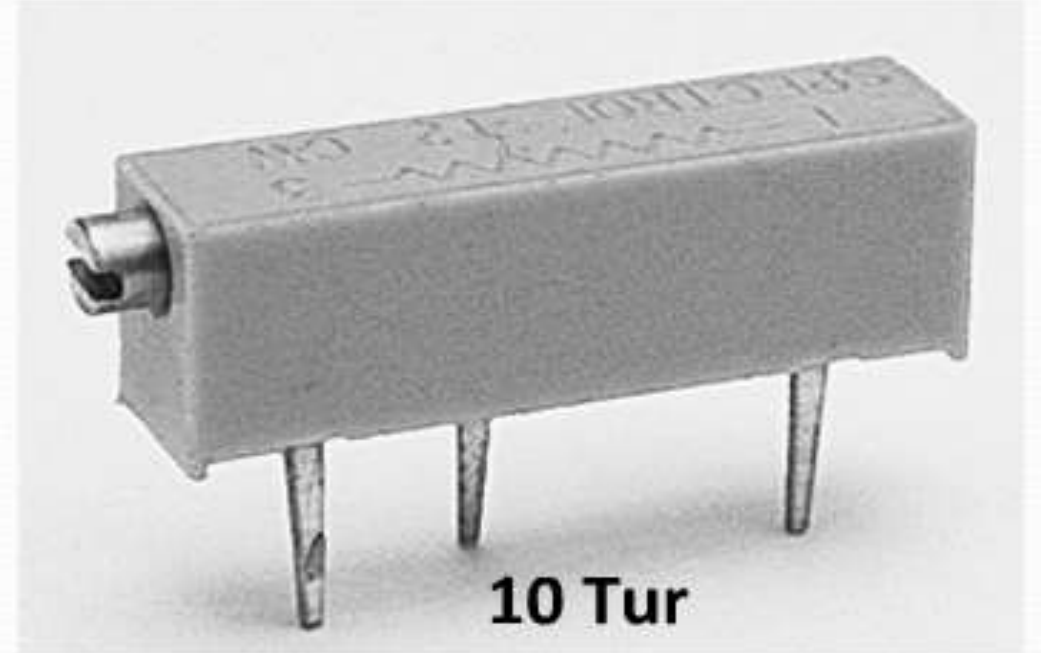


Ayarlanabilir Dirençler



Trimmer

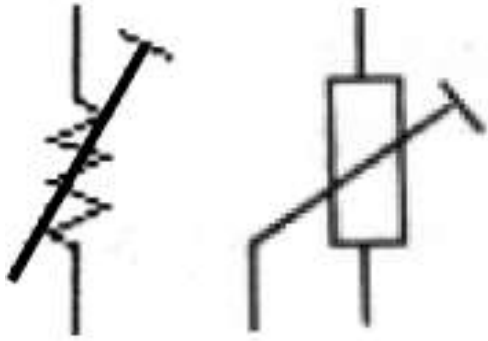
Grup Potansiyometre



**10 Tur
Trimmer**

Trimpot (trim, trim direnç)

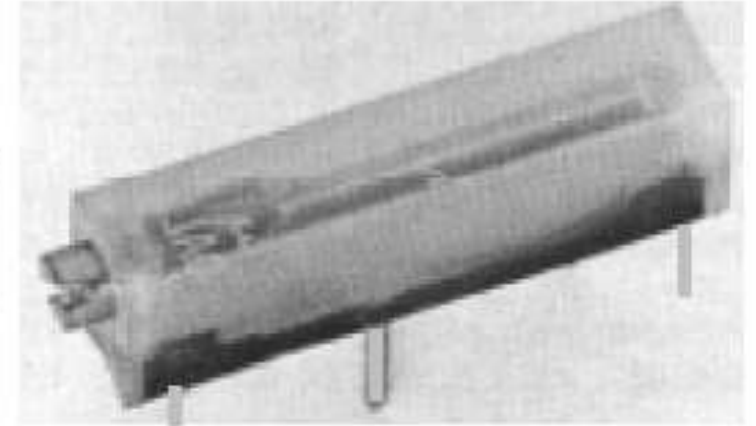
Direnç değerinin ara sıra değişmesinin gerektiği devrelerde kullanılan elemandır. Yapı olarak potansiyometrelere benzer. Direnç değerleri düz ya da yıldız uçlu tornavidayla değiştirilebilir. Şekil 1.12'de trimpot sembolleri, resim 1.8'de ise trimpot örnekleri verilmiştir.



Şekil 1.12: Trimpot sembolleri



Resim 1.8: Çeşitli trimpotlar

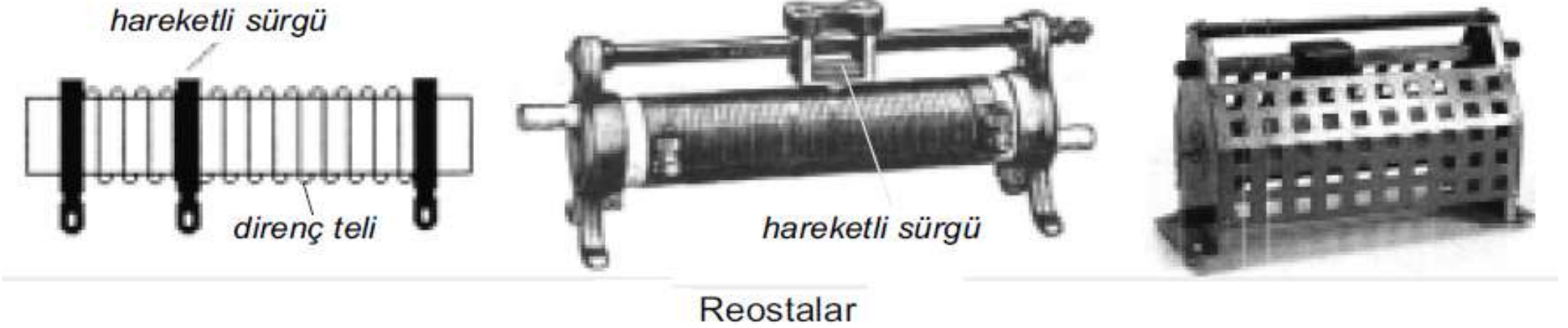


Resim 1.9: Vidalı tip ayarlı direnç

Vidalı tip (çok turlu) ayarlı direnç

Sonsuz dişli özellikli vida üzerinde hareket eden bir tınak, kalın film yöntemiyle oluşturulmuş direncin üzerinde konum değiştirerek direnç ayarının yapılmasını sağlamaktadır. Hareketli olan tınak potansiyometrenin orta ucudur. Bu tip ayarlı dirençlerle çok hassas direnç ayarı yapılabilir. Resim 1.9'da vidalı tip ayarlı direnç görülmektedir.

Reosta



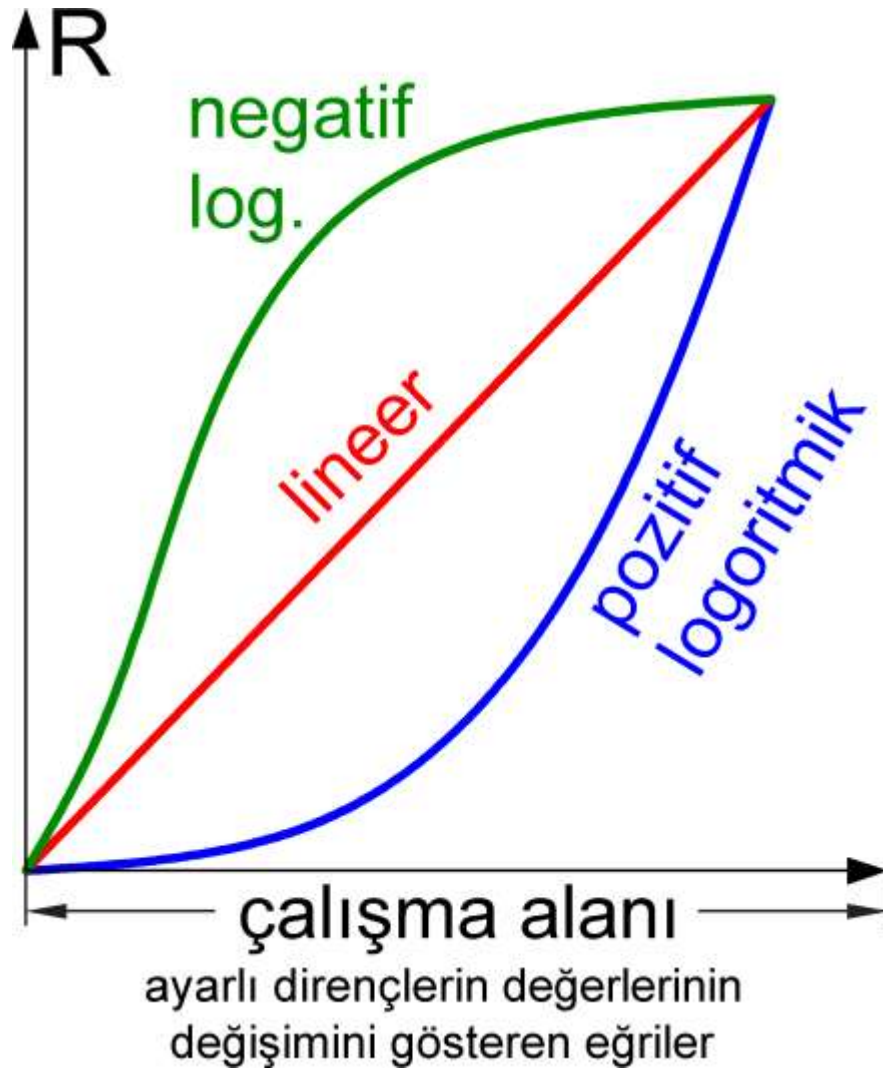
Ayarlı dirençlerin yüksek akım ve gerilimlere dayanıklı olanlarına ise reosta denir. Reostalar, devrede akım, gerilim ayarı yapmak için kullanılan dirençlerdir. Resimde reostalar görülmektedir.

Porselen borulara sarılı dirençler



5 Watt'tan – 3000 Watt'a /0.01 Ohm – 100 k Ohm arası ayarlı, çok uçlu soğutuculu dirençler refrakter (yüksek sıcaklıkta çalışmaya dayanabilen) porselen borulara sarılır. Yüksek sıcaklıkta emay ile kaplanır. Amerika ve Avrupa standartlarına göre üretilen bütün dirençler, elektrik ve thermal şok deneylerine dayanımlı olarak üretilir.

Lineer potansiyometre

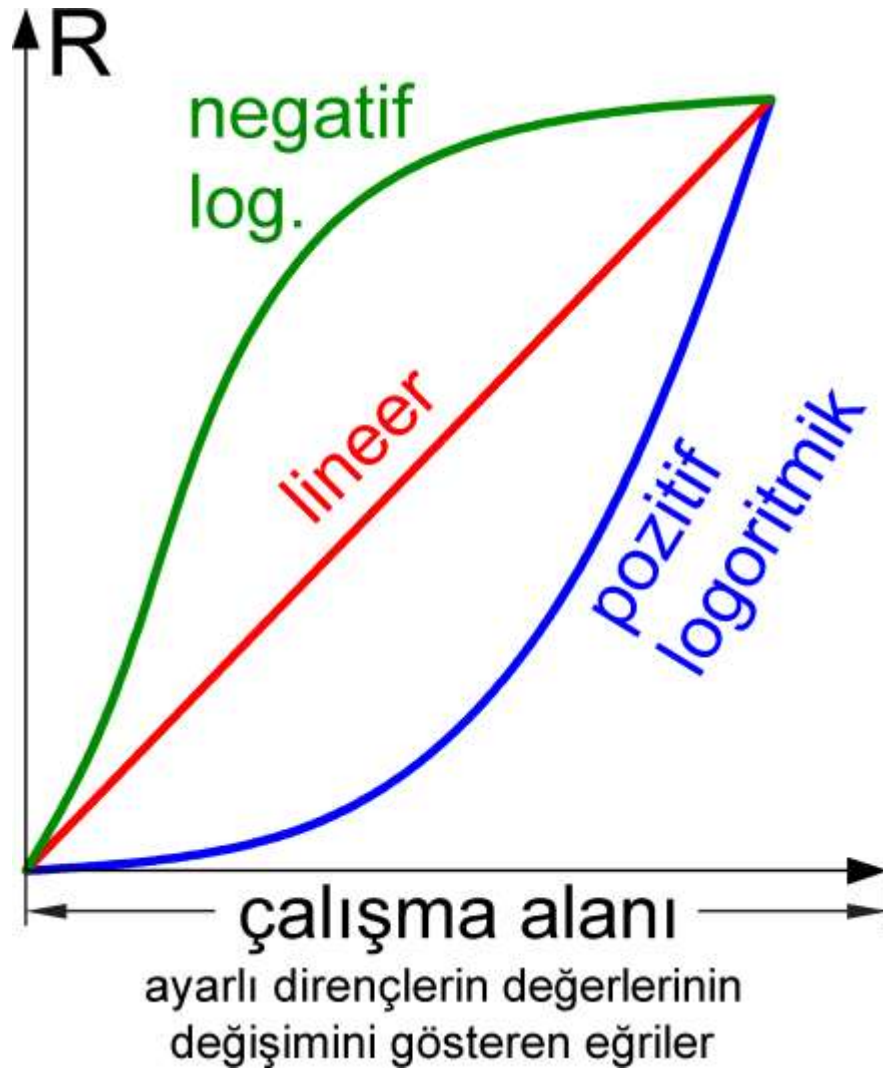


a. Direnç değerleri lineer (doğrusal) olarak değişen ayarlı dirençler

Direnç değerleri sıfırdan itibaren doğrusal (*eşit adım, eşit direnç*) olarak artar. Gövdelerinde LIN (lin) sözcüğü bulunur. Örneğin üzerinde LIN 220 k yazılı olan bir pot *lineer* özellikte ve 220 k değerindedir. LIN yazılı dirençlerde değişim *düzgün* olmaktadır. *Lineer* potansiyometreler, güç kaynağı, zamanlayıcı vb. devrelerinde kullanılırlar.

Lineer potansiyometrelerde direncin değişim şeklini anlayabilmek için şekil 1.13 ve şekil 1.14'e bakınız.

Lineer potansiyometre

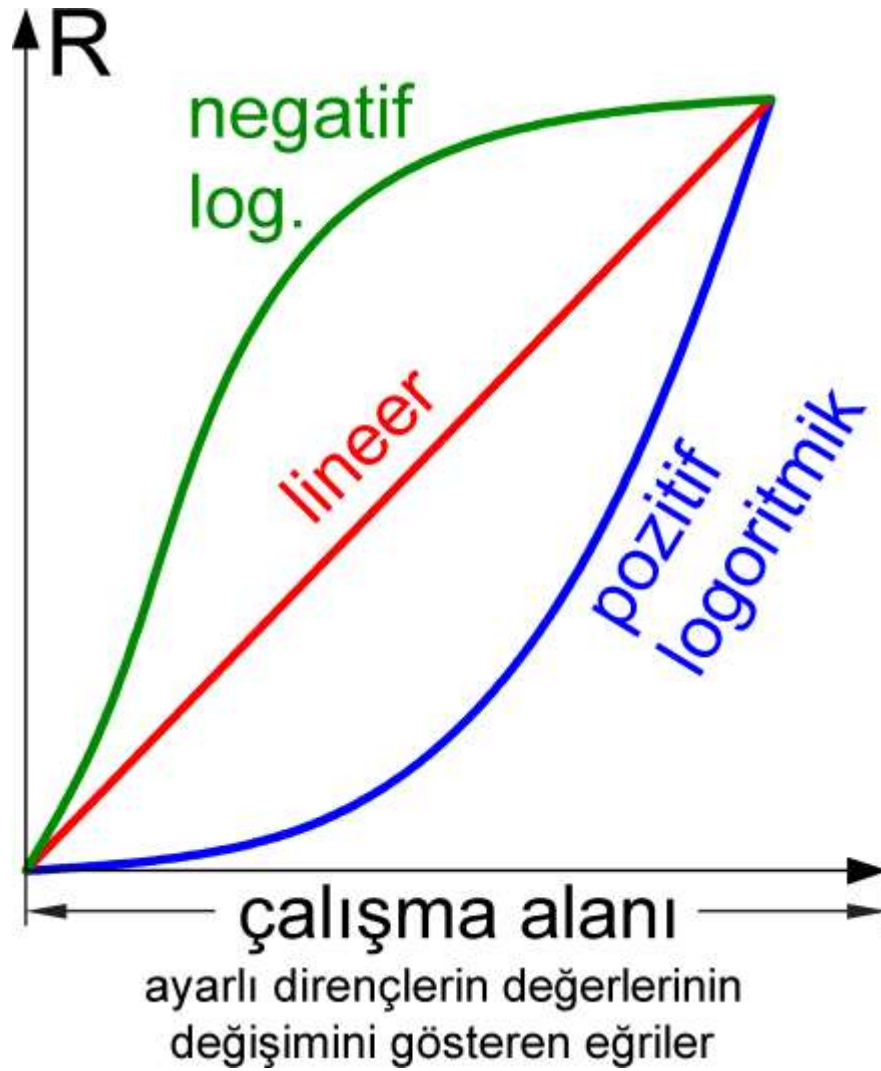


a. Direnç değerleri lineer (doğrusal) olarak değişen ayarlı dirençler

Direnç değerleri sıfırdan itibaren doğrusal (*eşit adım, eşit direnç*) olarak artar. Gövdelerinde LIN (lin) sözcüğü bulunur. Örneğin üzerinde LIN 220 k yazılı olan bir pot *lineer* özellikte ve 220 k değerindedir. LIN yazılı dirençlerde değişim *düzgün* olmaktadır. *Lineer* potansiyometreler, güç kaynağı, zamanlayıcı vb. devrelerinde kullanılırlar.

Lineer potansiyometrelerde direncin değişim şeklini anlayabilmek için şekil 1.13 ve şekil 1.14'e bakınız.

Pozitif logaritmik potansiyometre

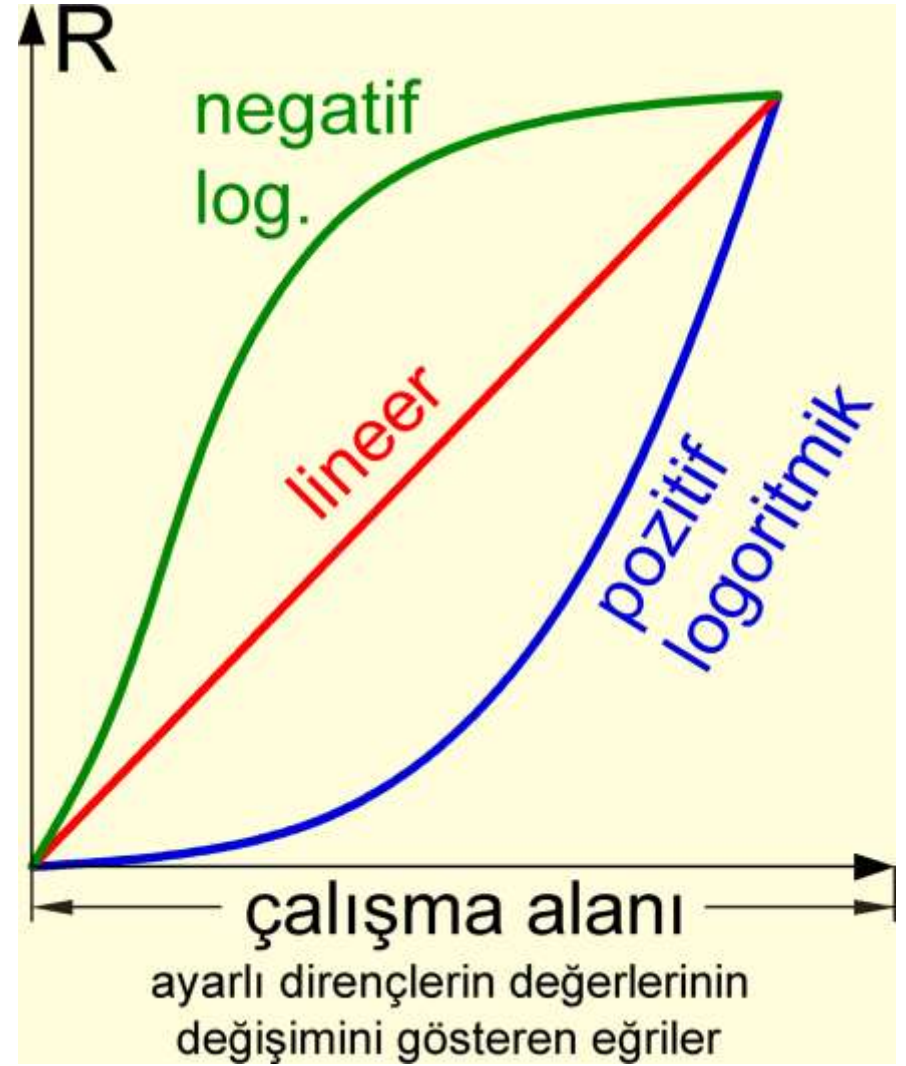


b. Pozitif logaritmik (poz. log.) özellikli ayarlı dirençler

Direnç değerleri sıfırdan itibaren logaritmik (eğrisel) olarak artar. Ayar milinin ileri hareketiyle direncin değişiminin logaritmik olabilmesi için karbon maddesinin yoğunluğu da logaritmik olarak değişecek şekilde ayarlanmıştır.

Negatif logaritmik potansiyometre

Negatif logaritmik (neg. log) özellikli ayarlı dirençler Direnç değerleri sıfırdan maksimum (en yüksek) değere doğru logaritmik (eğrisel) olarak artar. POZ. LOG. özellikli dirençlere çok benzerler. Yalnızca direncin değişim şekli sıfırdan itibaren biraz daha hızlıdır. Gövdelerinde LOG ya da NEG. LOG sözcüğü yer alır. Negatif logaritmik potansiyometrelerde direncin değişim şeklini anlayabilmek için yandaki şekle bakınız.



İnsan kulağının logaritmik yapısı

İnsan kulağı logaritmik yapıda olduğundan sesle ilgili elektronik devrelerde (radyo, TV, yükselteç vb.) bu tip dirençler kullanılır. Gövdelerinde LOG ya da POZ. LOG sözcüğü bulunur. Volüm (ses) kontrolünde lineer bir pot kullanılırsa, ses yavaş yavaş açılırken, önceleri hiç artmıyormuş gibi olur. Potun son bölümünde ise ses birden artar. Bunun nedeni insan kulağının logaritmik bir organ olmasındandır.

Aslında ses lineer bir potta eşit olarak artmaktadır. Ancak insan kulağı zayıf seslere karşı hassas, kuvvetli seslere karşı giderek daha az duyduğundan algılama hatası söz konusu olmaktadır. Logaritmik bir pot ile yapılan ses ayarı ise kulak tarafından çok iyi algılanabilmektedir.

Dirençlerde tolerans

Karbon film dirençler genellikle %5 toleranslı olurlar. Metal film dirençler ise genellikle %1 toleranslı olurlar. Mesela elinizde 100 K $\pm$ %5 toleranslı karbon film direnç olduğunu varsayalım. O zaman direncimizin hata payı,

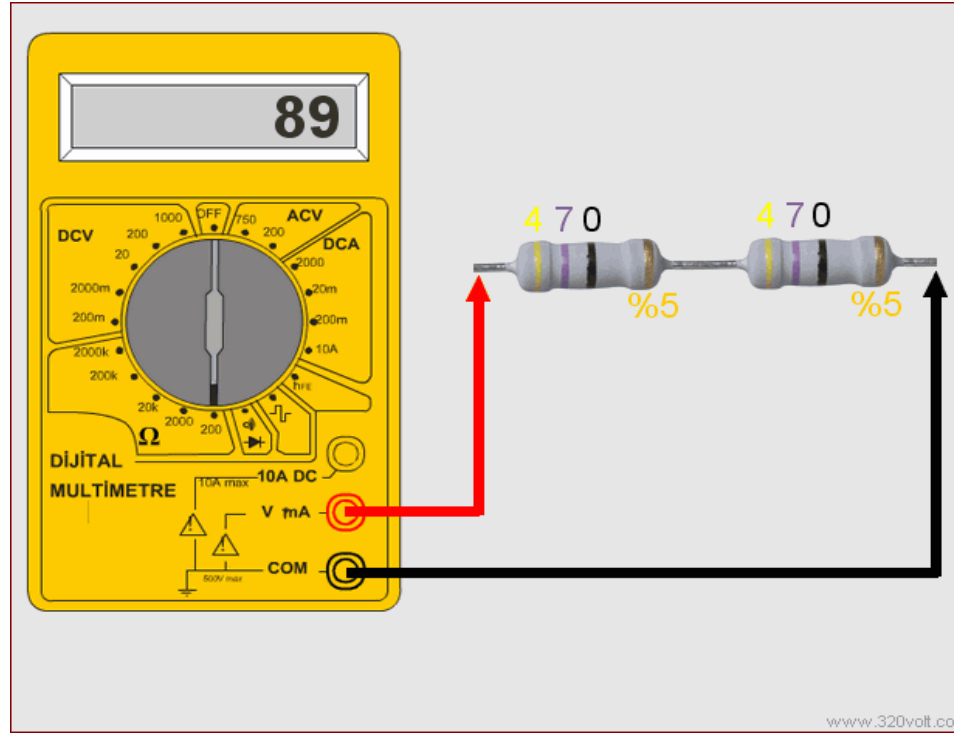
$$100000 * 0.05 = \pm 5000 \text{ ohm} = \pm 5K \text{ olacaktır.}$$

Fakat %1 toleranslı metal film direnç kullanırsak hata payı,

$$100000 * 0.01 = \pm 1000 \text{ ohm} = \pm 1K \text{ olacaktır.}$$

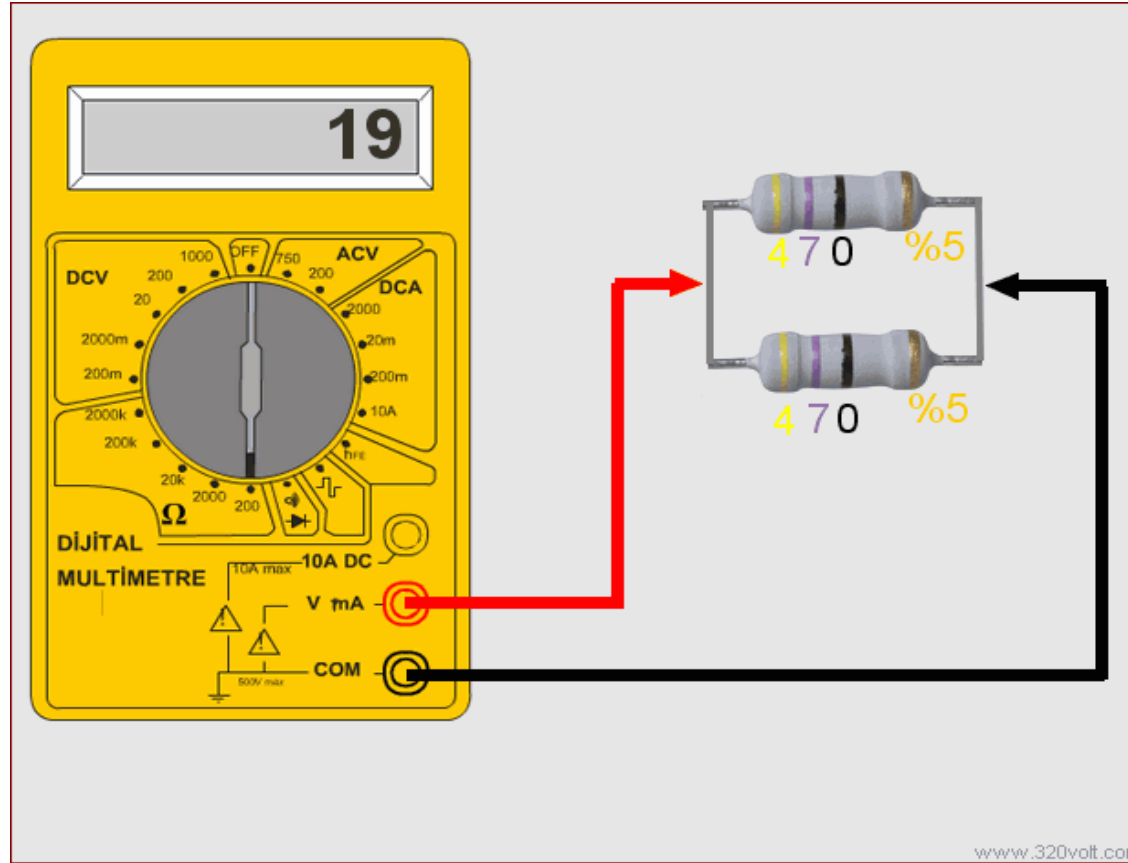
Hata payının az olması demek devrenin daha stabil çalışması, dip gürültüsü ve osilasyonun az olması demektir. Bu sebepten dolayı ses elektroniğinde mümkün olduğu kadar metal film direnç kullanılmaya çalışılır.

Seri bağılı dirençler



Normalde seri bağlanan dirençlerin değeri $47 + 47 = 94$ ohm olması gerekir ama toleranstan dolayı ikisi birleşince 89 ohm gibi bir değer ortaya çıkıyor. Dirençler tam değerinde değildir 89-88-88,5 bu şekilde yakın değerler görünür bu normaldir. Eğer tolerans olayı olmasaydı normalde $47+47=94$ ohm olacaktı. Ayrıca ölçü aletinin iç direnci prob direnci azda olsa etki eder fakat bunlar hassas devreler dışında önemli değildir %5 sorun olmaz resimde gördüğünüz gibi son renk siyah değeri ise "0" siyah sonuncu renk olduğunda etkisizdir. Geriye 47 kalıyor.

Paralel bağlı dirençler



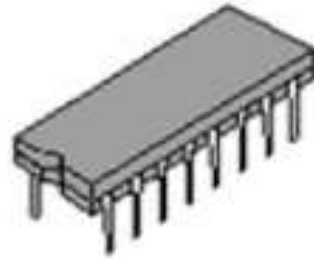
Paralel bağlantıda direnç değeri yarısı kadar düşer.
47ohm'un yarısı 23.5 ohm

Dirençlerin kullanımı ve montajı

Dirençler kutuplu değildir ve herhangi bir yönde montajı yapılabilir.

Dirençler genelde elektrostatik boşalmaya (ESD) duyarlı değildirler ve bu nedenle özel bir önlem almanıza gerek yoktur.

Ancak bükmenin verdiği mekanik zorlamalara dikkat edilmeli en aza indirilmelidir.



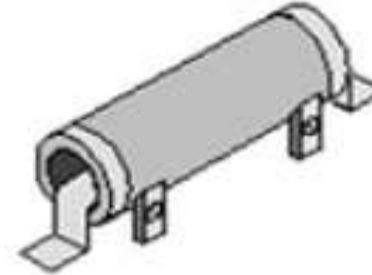
SMT Resistor Ladder



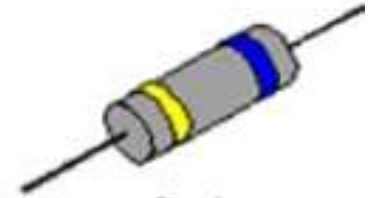
SMT



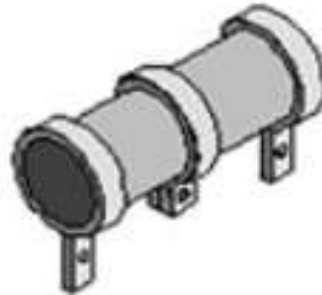
Film



Fixed wirewound



Carbon

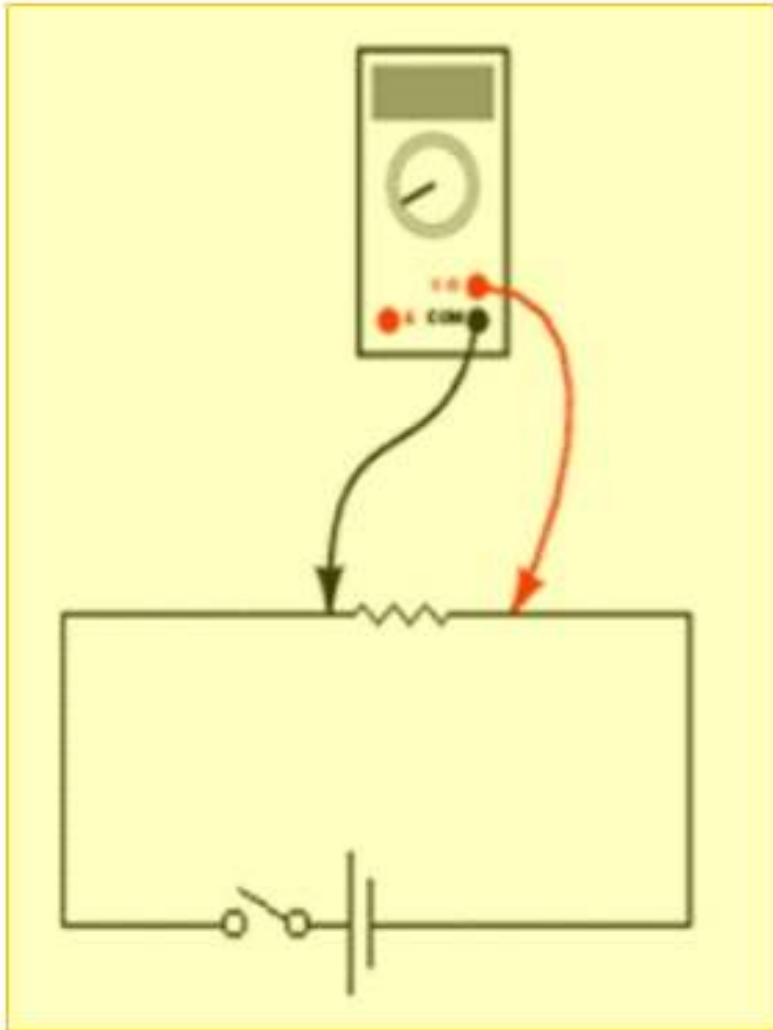


Adjustable wirewound

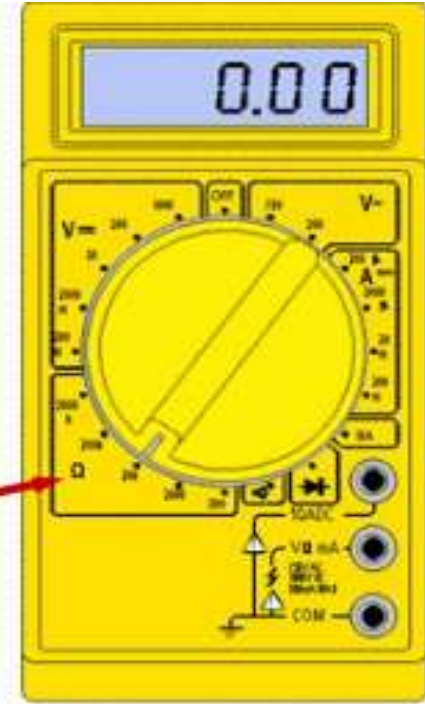


Variable wirewound

Dirençlerin kontrolü



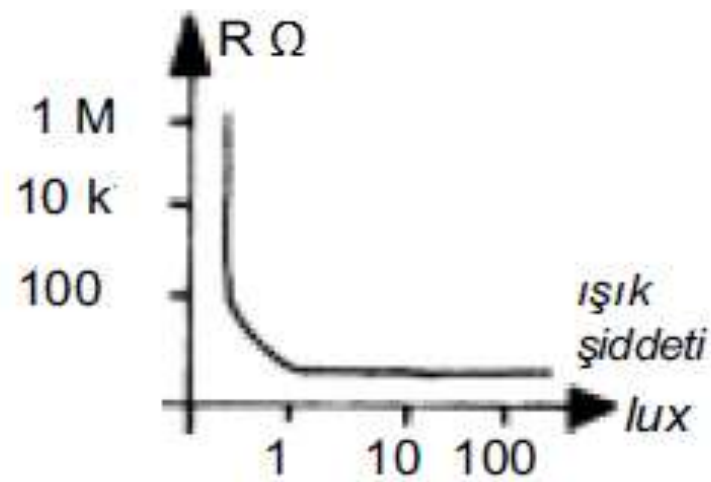
Ohm, Direnç
Ölçüm Modu



Işığa duyarlı dirençler (LDR, light dependent resistance, foto direnç)



LDR sembolleri



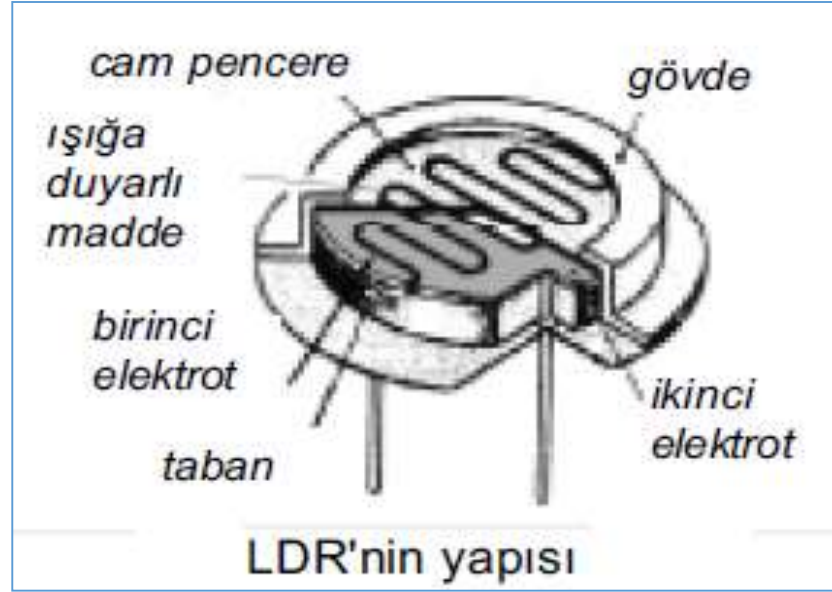
LDR'nin direncinin,
ışığın şiddetine göre değişim eğrisi

Işıқта az direnç, karanlıkta yüksek direnç gösteren devre elemanlarına LDR denir.

Başka bir deyişle aydınlıkta LDR'lerin üzerinden geçen akım artar, karanlıkta ise azalır.

LDR'lerin karanlıktaki dirençleri bir kaç $M\Omega$, aydınlıktaki dirençleri ise 100Ω - $5 K\Omega$ düzeyindedir. Şekilde LDR'lerin direncinin ışıığa göre değişimine ilişkin eğri verilmiştir.

Işığa duyarlı dirençler=Foto direnç (LDR = Light Dependent Resistance)

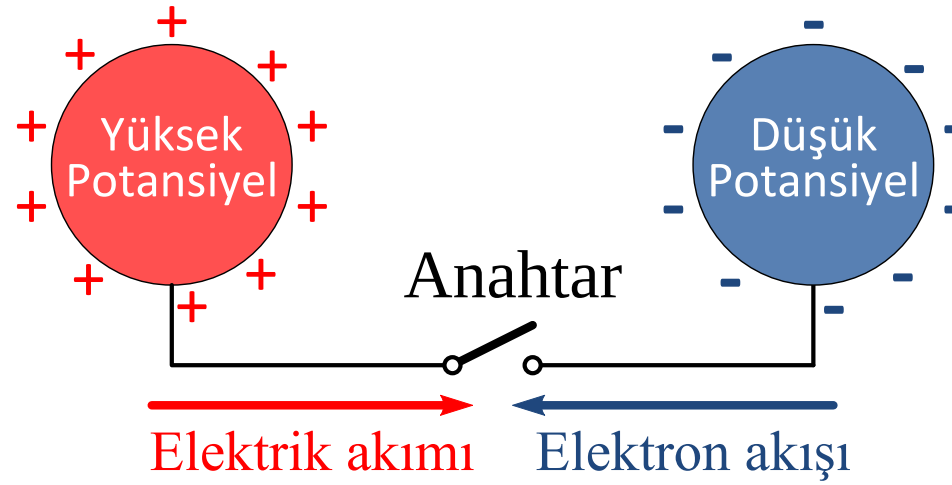


ELEKTRİKSEL İŞLEMLERDE KULLANILAN SEMBOLLER

A α	alpha	N ν	nu
B β	beta	Ξ ξ	ksi
Γ γ	gamma	O o	omicron
Δ δ	delta	Π π	pi
E ε	epsilon	P ρ	rho
Z ζ	zeta	Σ σς	sigma
H η	eta	T τ	tau
Θ θ	theta	Υ υ	upsilon
I ι	iota	Φ φ	phi
K κ	kappa	X χ	chi
Λ λ	lambda	Ψ ψ	psi
M μ	mu	Ω ω	omega

Greek alphabet chart © by de Traci Regula; licensed to About.com

Potansiyel Fark (Gerilim)

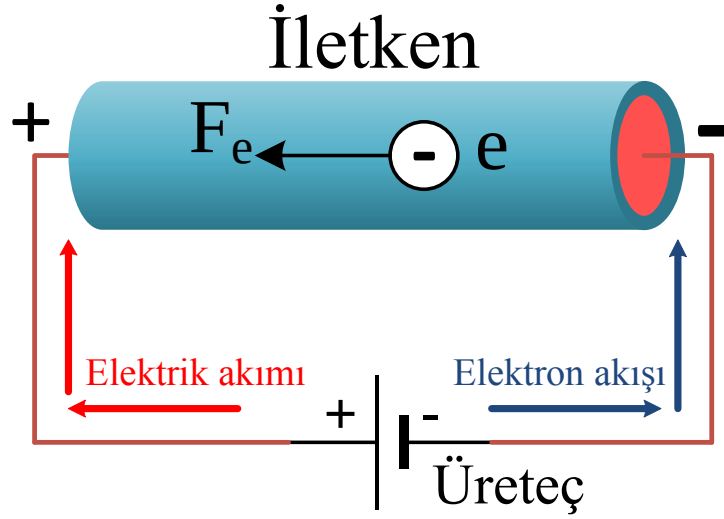


İki noktanın elektrik potansiyelleri farklı ise bu iki nokta arasında *potansiyel fark* yani *gerilim* var demektir. Şekildeki anahtar kapatıldığında; potansiyelin yüksek olduğu noktadan, düşük olduğu noktaya doğru elektrik akımı oluşur. Cisimler arasındaki yük hareketi, cisimlerin elektrik potansiyelleri birbirine eşit oluncaya kadar devam eder.

Potansiyel fark SI birim sisteminde *Volt (V)* ile gösterilir.

Elektrik akımının yönü, (+) yüklerin hareket yönü olarak kabul edilmiş olup elektron hareketine zıt yöndedir.

Elektrik Akımı



Bir iletken telde serbest halde negatif yüklü elektronlar vardır. Bu elektronları iletkenin bir ucundan diğer ucuna hareket ettirmek için dışarıdan enerji verilmesi gerekir. Bu enerji üreteç tarafından sağlanır.

Bir iletkenin iki ucuna bir üreteç bağlandığında, iletkenin iki ucu arasında bir potansiyel farkı (gerilim) oluşur. Bu durumda iletkenindeki serbest elektronlara F_e kadar bir elektrikselsel kuvvet etki eder. Bu kuvvetin etkisiyle elektronlar iletken

içinde belli bir yönde düzenli olarak hareket ederler.

Elektrik yüklerinin düzenli hareketine *elektrik akımı* denir.

Elektrik akımı; elektronların titreşim hareketi ile birbirine enerji aktarım hareketidir. Bu enerji aktarımı, hareket eden bir bilyardo topunun duran bir başka bilyardo topuna çarpıp enerjisini aktarmasına benzetilebilir.

Elektrik akımı;

- İletken tellerde elektron hareketi,
- Sıvılarda (+) ve (-) iyonların hareketi,
- Gazlarda ise hem (+) ve (-) iyonların hareketi hem de elektronların hareketidir.

Elektrik akımının yönü, (+) yüklerin hareket yönü olarak kabul edilmiş olup elektron hareketine zıt yöndedir.

Akım Şiddeti

Bir iletkenin herhangi bir kesitinden birim zamanda geçen toplam yük miktarına (pozitif ve negatif yüklerin toplamına) *akım şiddeti* denir. SI birim sisteminde;

$$i = \frac{q}{t}$$

$$\text{Amper} = \frac{\text{Coulomb}}{\text{saniye}}$$

$$i \text{ (A)} = \frac{\overset{\text{(Yük miktarı)}}{q \text{ Coulomb}}}{t \text{ (saniye)}}$$

Örnek: Bir iletkenin kesitinden geçen akım şiddeti 2 Amper'dir. Buna göre 3 dakikada iletkeninden geçen yük miktarı kaç Coulomb'dur?

$$i \text{ (A)} = \frac{\overset{\text{(Yük miktarı)}}{q \text{ Coulomb}}}{t \text{ (saniye)}}$$

Çözüm: Verilenler

$$i = 2 \text{ A} \quad t = 3 \text{ dakika} = 180 \text{ s}$$

$$q = ?$$

$$i = \frac{q}{t} \Rightarrow q = i \cdot t$$
$$q = 2 \text{ A} \cdot 180 \text{ saniye}$$
$$q = 360 \text{ Coulomb}$$

Örnek: Bir iletkenin kesitinden 4 saniyede $3 \cdot 10^{20}$ tane elektron geçiyor. Buna göre iletkeninden geçen akım şiddeti kaç Amper'dir? (1 elektron yükü = $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

$$i \text{ (A)} = \frac{\overset{\text{(Yük miktarı)}}{q \text{ Coulomb}}}{t \text{ (saniye)}}$$

Çözüm: Verilenler

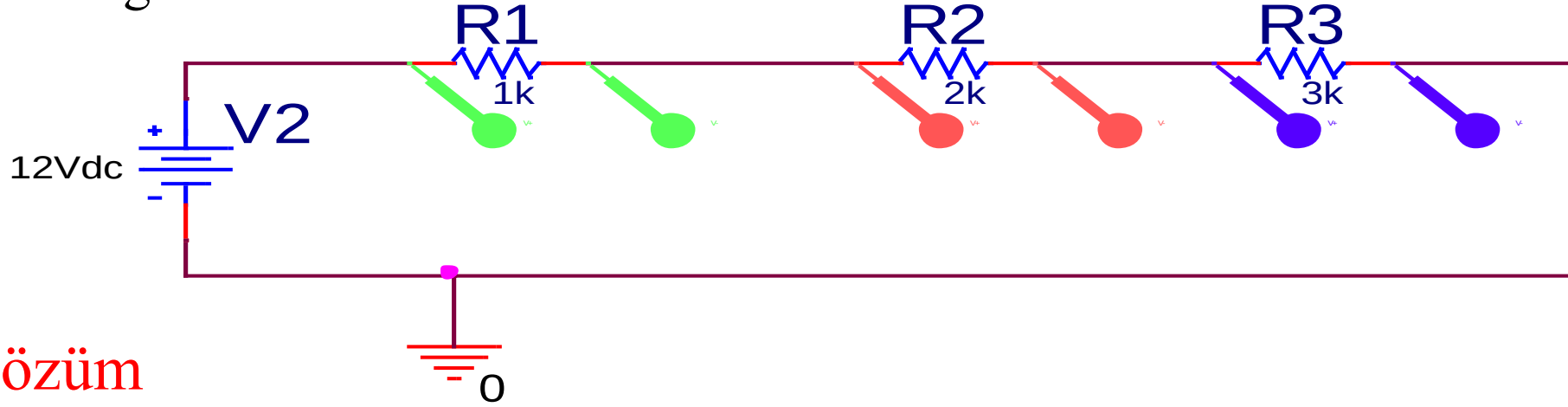
$$i = ? \quad t = 10 \text{ s}$$

$$q = 1,6 \cdot 10^{-19} \times 3 \cdot 10^{20}$$

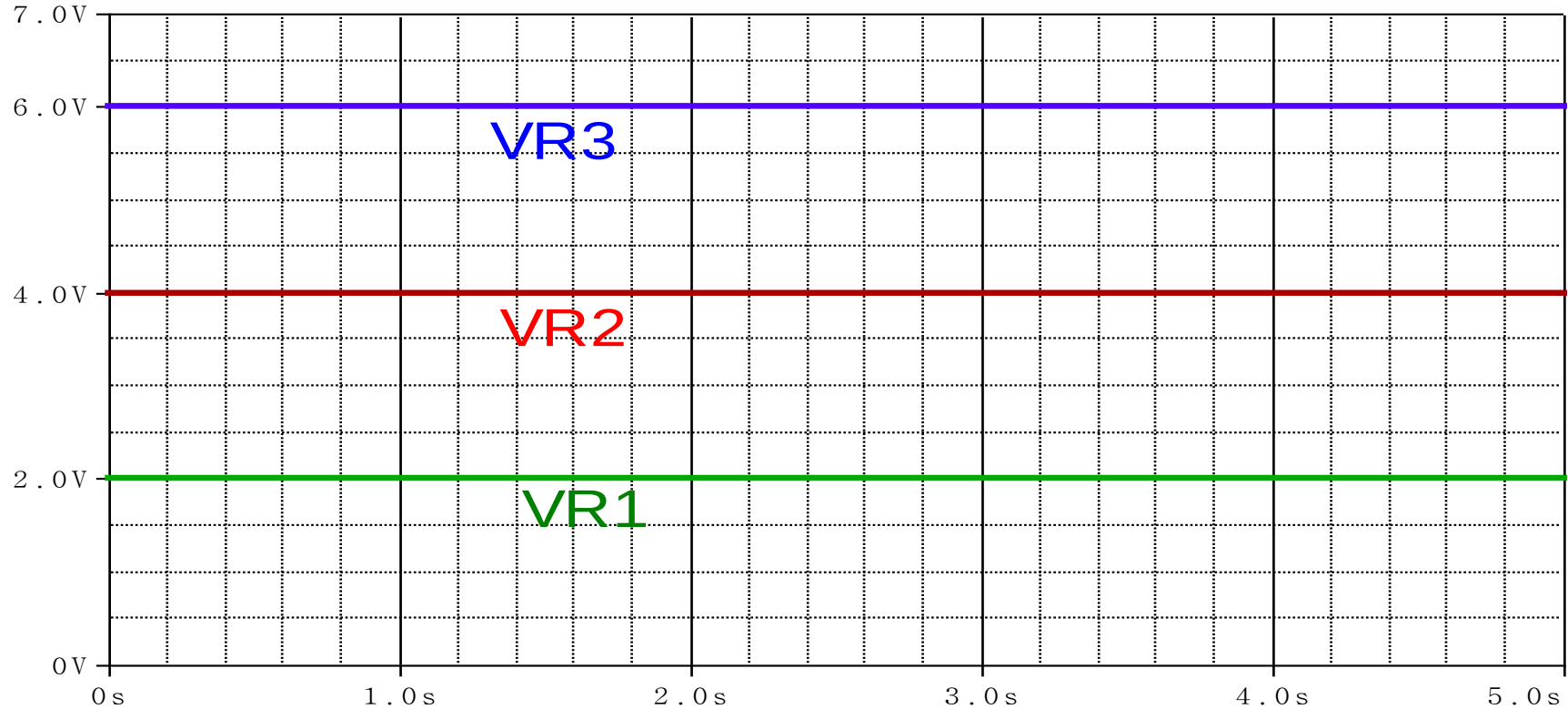
$$q = 4,8 \cdot 10^1 = 48 \text{ C}$$

$$i = \frac{q}{t} = \frac{48}{4} = 12 \text{ A}$$

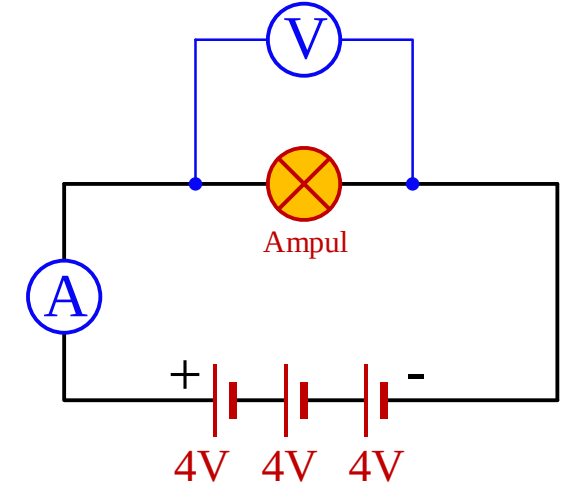
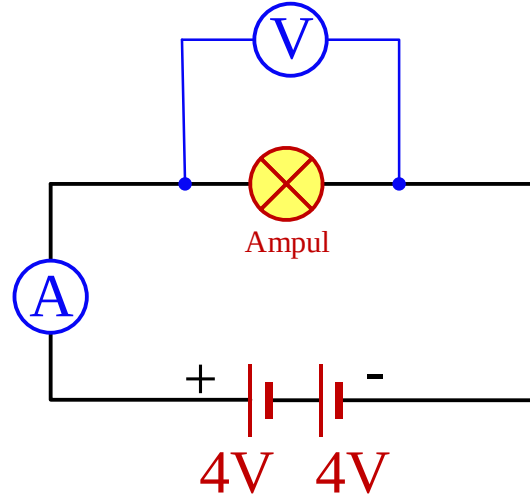
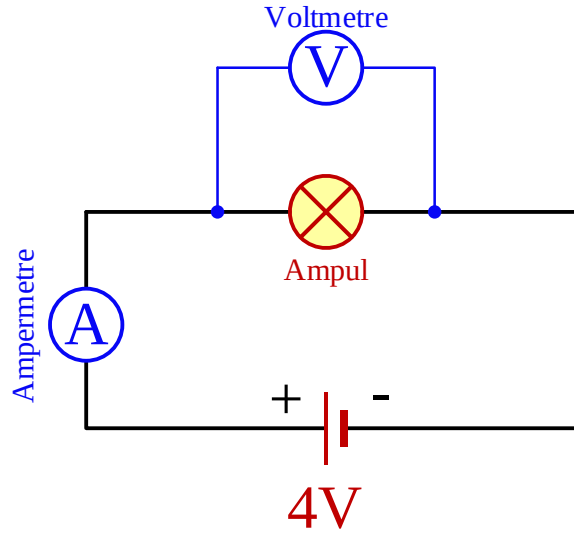
Örnek: Aşağıdaki devrede R1, R2, R3 dirençleri üzerinde düşen gerilimleri ölçmek için osiloskop propları bağlanmıştır. Propların ölçtüğü sinyal şekillerini bir grafik üzerinde gösteriniz.



Çözüm

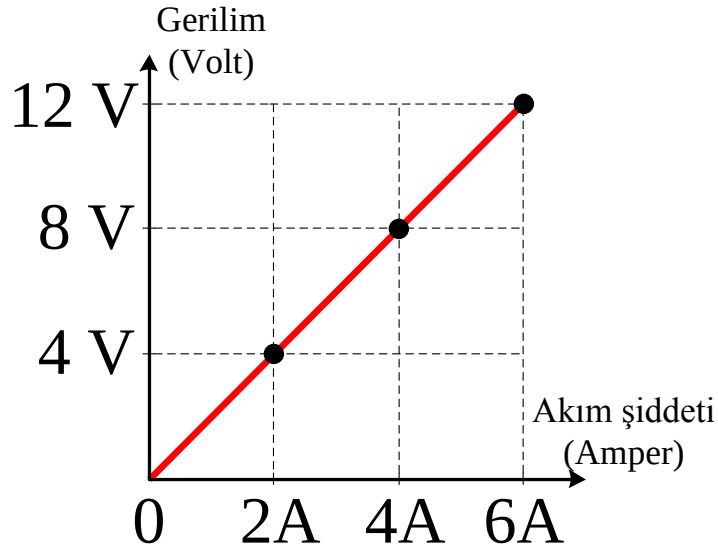


Ohm Yasası (Ohm Kanunu)



PİL SAYISI	GERİLİM	AKIM	$R \text{ (ohm)} = \frac{V \text{ (volt)}}{I \text{ (amper)}}$
1	4 V	2 A	2 Ω
2	8 V	4 A	2 Ω
3	12 V	6 A	2 Ω

Ohm Yasası (Ohm Kanunu)



Bir iletkenin (direncin, alıcının, yükün, devrenin vb.) uçları arasındaki potansiyel farkının (V); iletkenden geçen akım şiddetine oranı (I) sabittir.

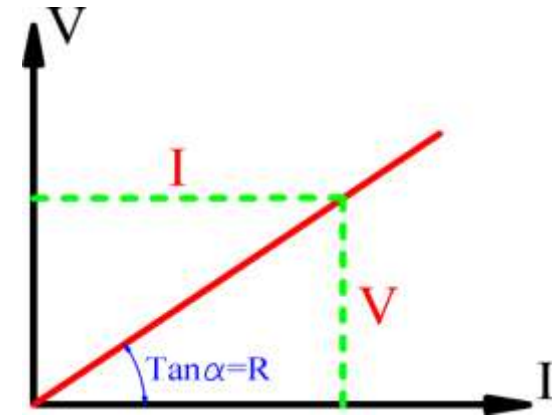
$$\frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} = \text{sabit}$$

$$\frac{4}{2} = \frac{8}{4} = \frac{12}{6} = 2 \text{ ohm}$$

Ohm Kanunu denilen bu ifade ile bulunan sabit değere o iletkenin direnci denir ve R ile gösterilir.

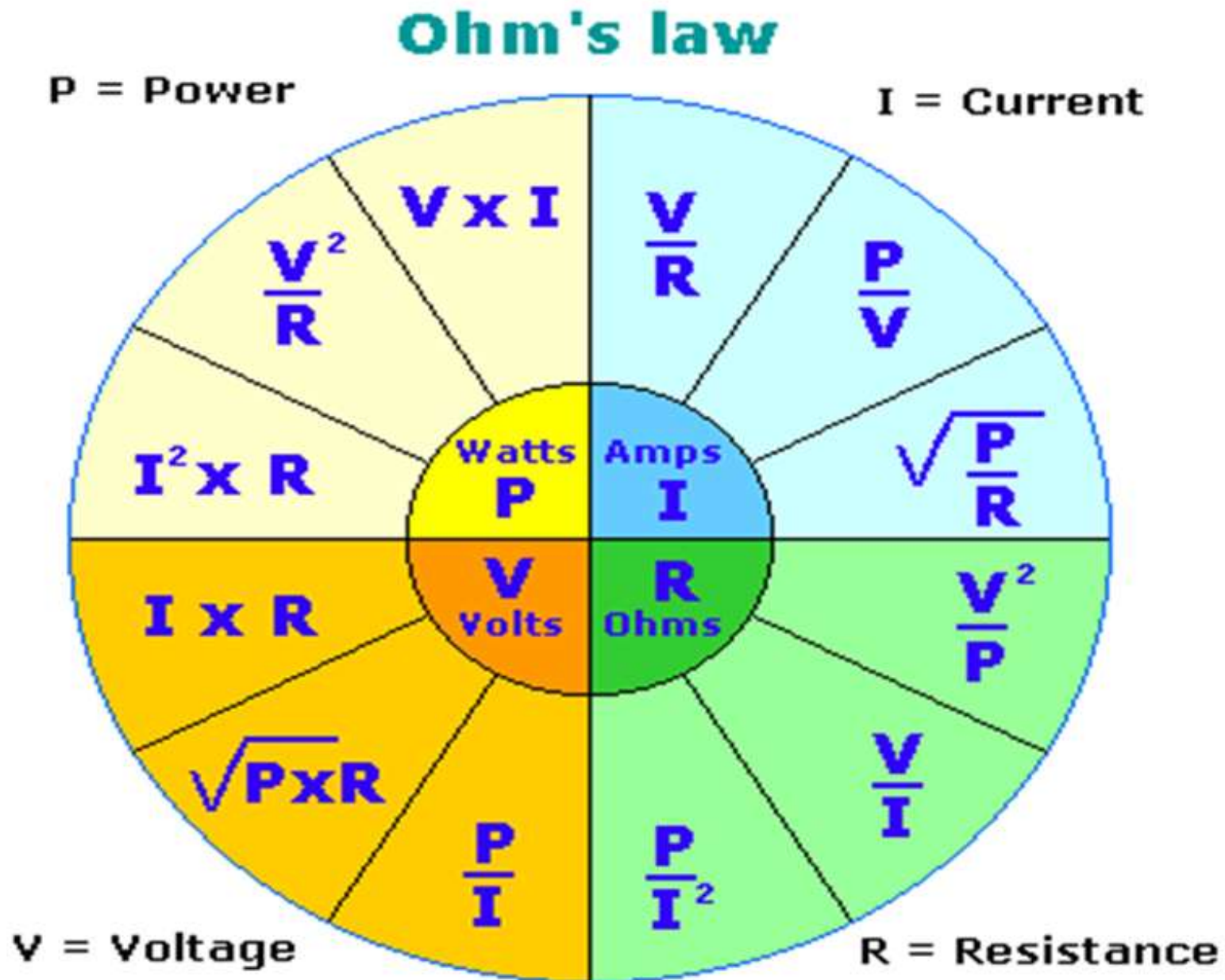
$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow V = I \cdot R \text{ olur.}$$

V ile I doğru orantılıdır. V-I grafiğinin eğimi, o iletkenin direncini (R) verir.



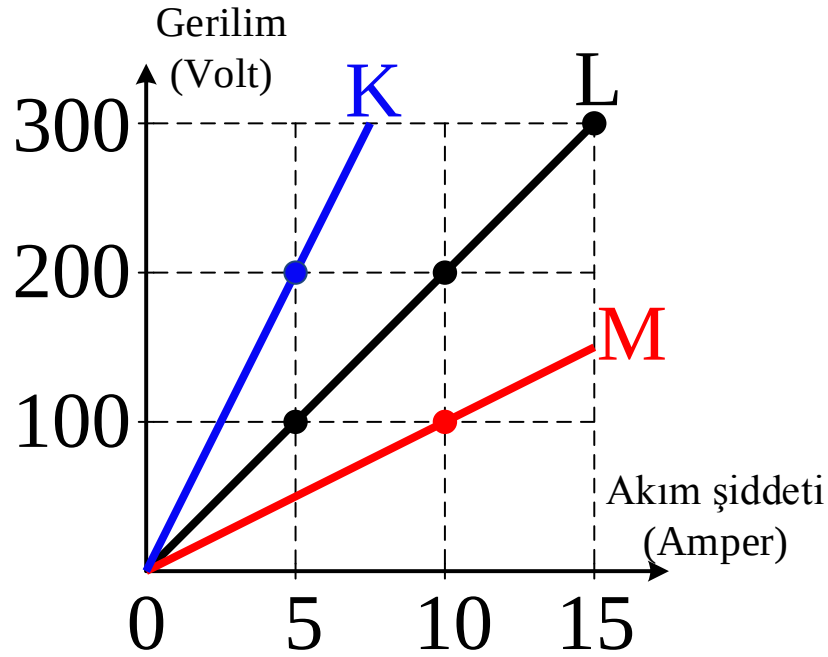
$$\text{Tan } \alpha = R = \frac{V}{I}$$

Ohm Yasası (Ohm Kanunu)



Örnek:

Bir devredeki K, L ve M iletken tellerine ait gerilim-akım şiddeti grafiği şekilde verilmiştir. Buna göre K, L, M tellerinin dirençlerini bulunuz.



Çözüm:

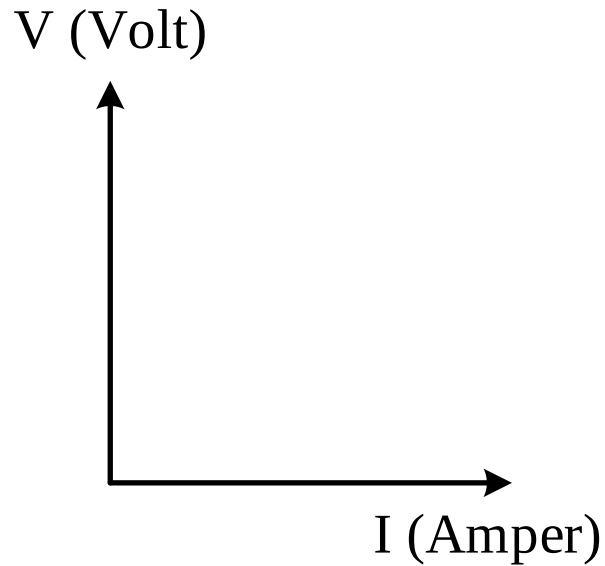
$$R_K = \frac{200}{5} = 40 \, \Omega$$

$$R_L = \frac{100}{5} = \frac{200}{10} = \frac{300}{15} = 20 \, \Omega$$

$$R_M = \frac{100}{10} = 10 \, \Omega$$

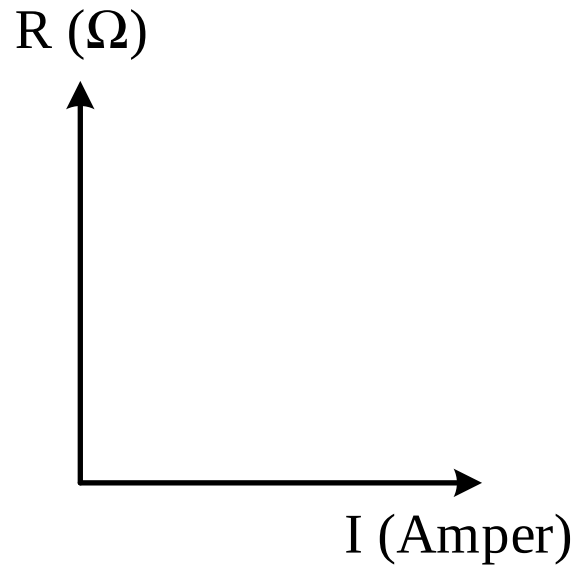
Örnek: Bir iletken telin iki ucu arasındaki potansiyel farkının, iletken tel üzerinden geçen akım şiddetine oranı sabittir. Bu sabit sayıya iletkenin direnci denir. Buna göre, bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel fark, akım şiddeti ve direnci ile ilgili aşağıda verilen grafikleri çiziniz, ilgili formülleri yazınız.

Gerilimin akıma bağlı grafiği



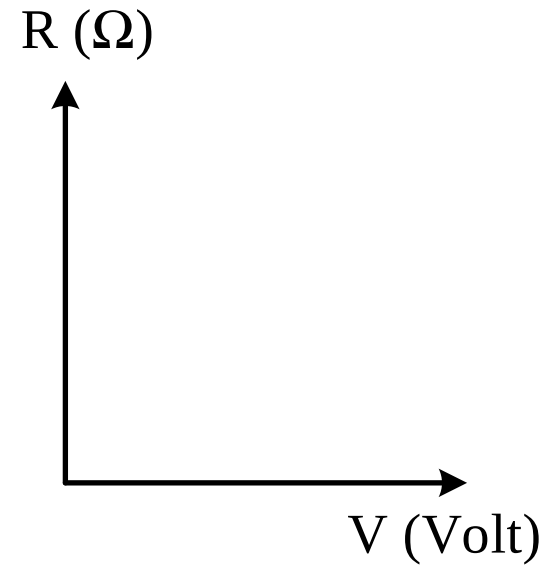
$$R = ?$$

Direncin akıma bağlı grafiği



$$I = ?$$

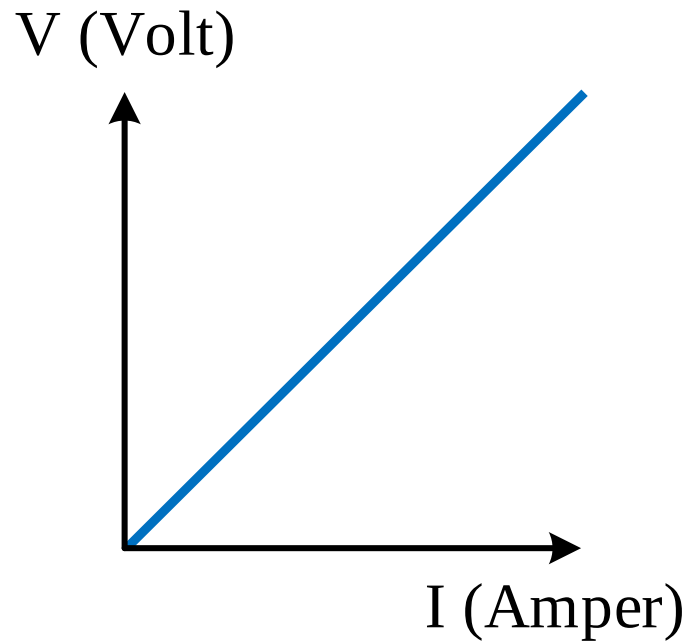
Direncin potansiyele bağlı grafiği



$$V = ?$$

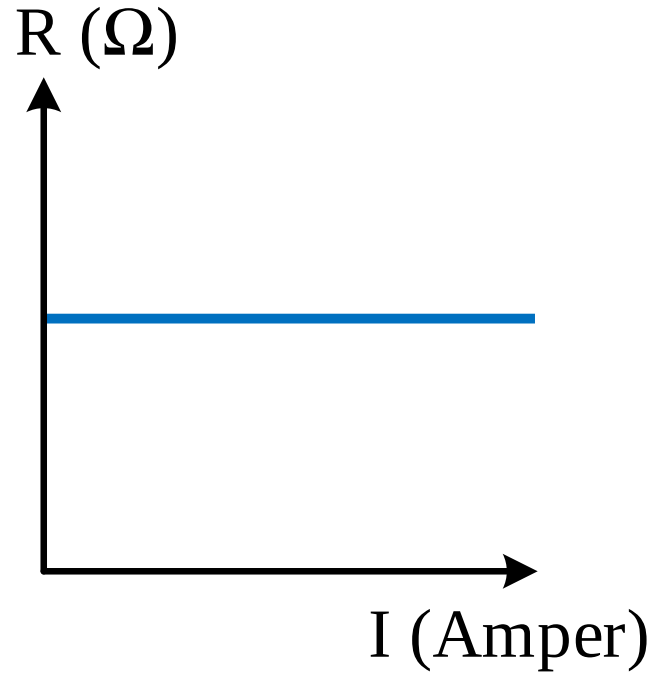
Çözüm:

Gerilimin akıma bağlı grafiği



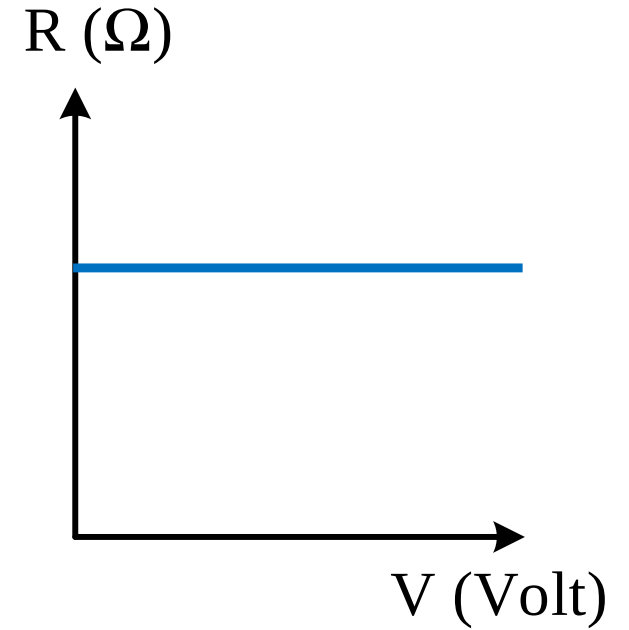
$$R = \frac{V}{I}$$

Direncin akıma bağlı grafiği



$$I = \frac{V}{R}$$

Direncin potansiyele bağlı grafiği



$$V = I \cdot R$$

Ohm Kanunu

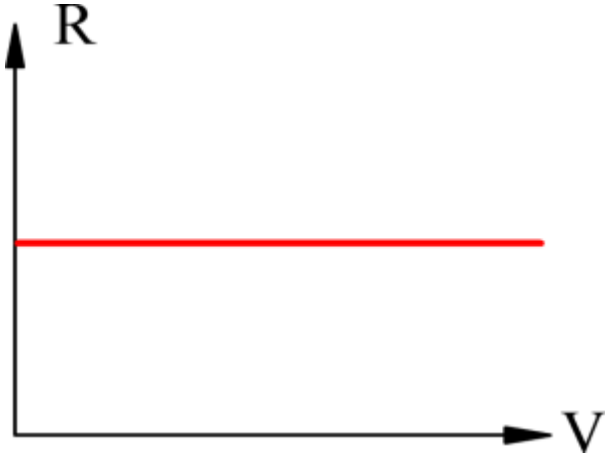
Bir iletkenin (alıcının) uçları arasındaki potansiyel farkının (**V**); iletkenden geçen akım şiddetine oranı (**I**) sabittir.

$$\frac{V_1}{I_1} = \frac{V_2}{I_2} = \text{sabit}$$

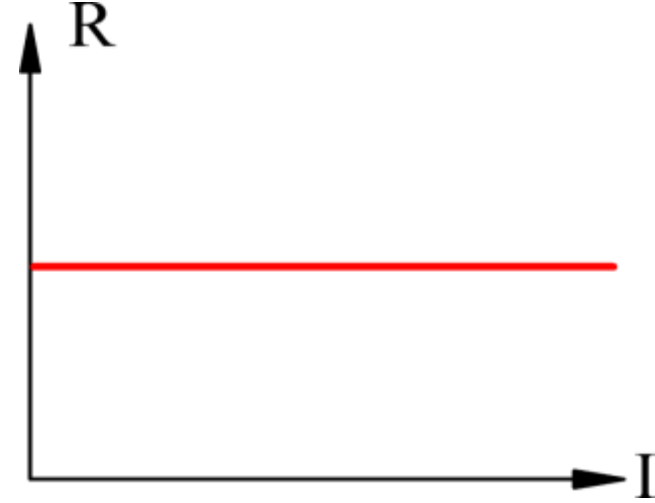
Ohm kanunu denilen bu ifade ile bulunan **sabit** değere o iletkenin **direnci** denir ve **R** ile gösterilir.

$$R = \frac{V}{I} \Rightarrow V = I \cdot R \quad \text{olur.}$$

Ohm Kanunu



Direncin potansiyele bağılı grafiği

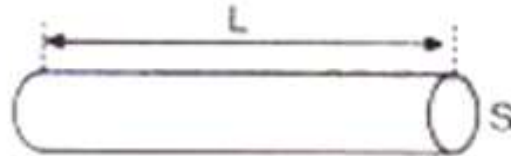


Direncin akıma bağılı grafiği

İletkenin direnci iletkenden geçen akıma veya iletkenin uçları arasındaki gerileme bağılı değildir.

Peki iletkenin direnci nelere bağılıdır?

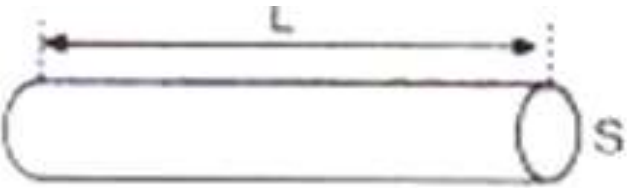
Bir İletkenin Direnci: $R = \rho \frac{L}{S}$ dir.



ÖRNEK

Bir iletkenin uzunluğu 8, yarı çapı ise 2 katına çıkarılıyor. Bu durumdaki direnç ilk direncinin kaç katıdır?

ÇÖZÜM:



Bir iletkenin direnci

$$R = \rho \cdot \frac{L}{S} = \rho \cdot \frac{L}{r^2 \cdot \pi}$$

İlk durum

$$R_1 = \rho \cdot \frac{L_1}{r^2 \cdot \pi}$$

İkinci durum

$$R_2 = \rho \cdot \frac{8 \cdot L_1}{(2r)^2 \cdot \pi} = \rho \cdot \frac{8 \cdot L_1}{4 \cdot r^2 \cdot \pi} = \rho \cdot \frac{2 \cdot L_1}{r^2 \cdot \pi}$$

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho \cdot \frac{L_1}{r^2 \cdot \pi}}{\rho \cdot \frac{2 \cdot L_1}{r^2 \cdot \pi}} = \frac{1}{2} \Rightarrow R_2 = 2 \cdot R_1$$

İkinci durumda direnç, ilk direncinin 2 katıdır.

Örnek

Özdirenci $1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$ olan ince gümüş bir telin yarı çapı 0,2 mm uzunluğu ise 1,5 m dir.

Bu telden 2A şiddetinde akım geçirilirse telin iki ucu arasındaki potansiyel farkı kaç volt olur? ($\pi = 3$)

ÇÖZÜM

Verilenleri yazalım. $\pi = 3$

$$\rho = 1,6 \cdot 10^{-8} \Omega \cdot m$$

$$r = 0,2 \text{ mm} = 2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$l = 1,5 \text{ m} \quad I = 2 \text{ A}$$

Önce R direncini bulalım

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} = 1,6 \cdot 10^{-8} \cdot \frac{1,5}{3 \cdot (2 \cdot 10^{-4})^2}$$

$$R = \frac{2,4 \cdot 10^{-8}}{12 \cdot 10^{-8}} = 0,2 \Omega \text{ olur.}$$

$$V = IR \text{ den}$$

$$V = 0,2 \cdot 2 \rightarrow V = 0,4 \text{ volt}$$

Örnek

0°C deki direnci 10Ω olan alüminyum telin
40°C deki direnci kaç Ω dur?

(Alüminyum için $\alpha = 4 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^{\circ}\text{C}}$)

ÇÖZÜM

$R = R_0 (1 + \alpha \cdot t)$ den değerler yerine yazılırsa;

$$R = 10 (1 + 4 \cdot 10^{-3} \cdot 40)$$

$$R = 10 (1 + 0,16)$$

$$R = 10 (1,16)$$

$$R = 11,6 \Omega \text{ olur.}$$

Ampermetreler

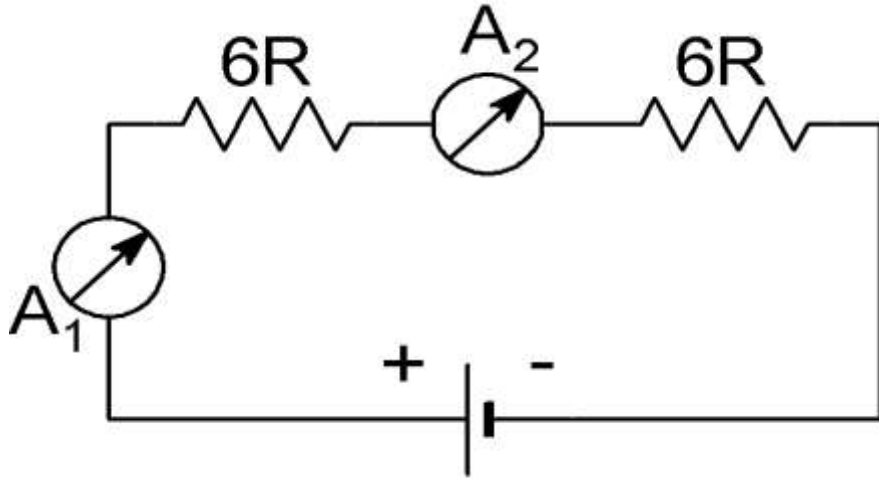
Ampermetre

Akım şiddetini ölçen aletlere **ampermetre** denir. Doğru akım devresine analog bir ampermetre bağlanırsa (ibreli ölçü aleti) ibrenin sapma yönü, devredeki akım yönünü gösterir, ibrenin sapma miktarı da akım şiddetini gösterir.

- Ampermetre devreye seri bağlanır.
- Bağlandıkları devrenin akım değerini etkilememesi için *iç dirençleri çok küçük* yapılır.
- Hassas işlem gerektirmeyen hesaplamalarda ampermetrelerin *iç direnci sıfır* kabul edilir.

Örnek

Aşağıdaki devrede ampermetrelerin göstereceği değerlerin büyüklükleri arasındaki ilişkiyi bulunuz.

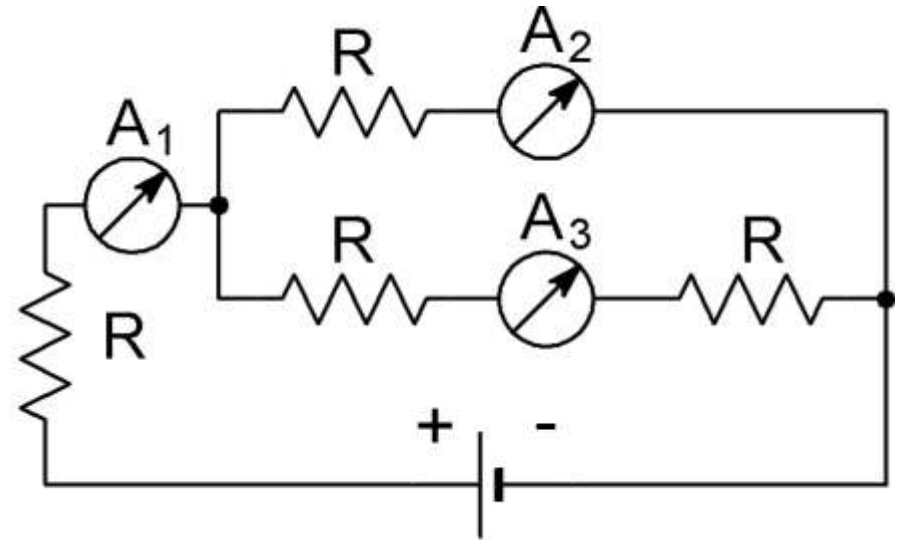


Çözüm

$$A_1 = A_2$$

Örnek

Aşağıdaki devrede ampermetrelerin göstereceği değerlerin büyüklükleri arasındaki ilişkiyi bulunuz.



Çözüm

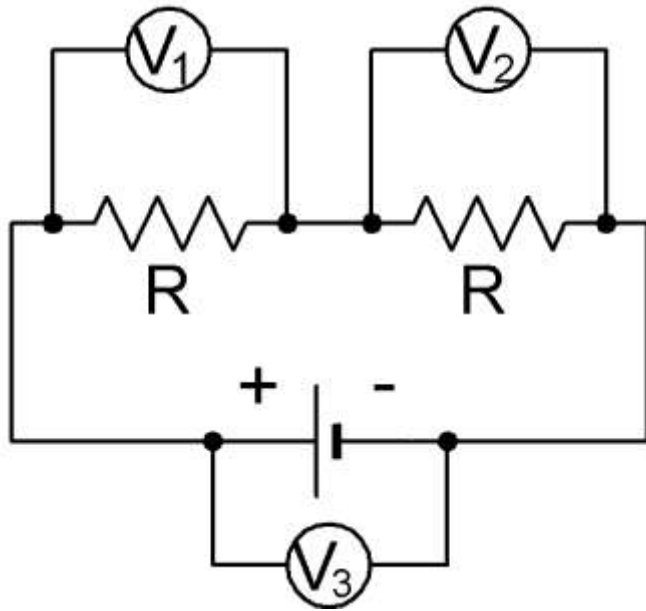
$$A_1 > A_2 > A_3$$

Voltmetreler

Voltmetre

- Bir devrede iki nokta arasındaki potansiyel farkını ölçen aletlere voltmetre denir.
- Voltmetre devreye paralel bağlanır.
- Bağlandıkları devrenin akım değerini etkilememesi için *iç dirençleri çok büyük* yapılır.
- Hassas işlem gerektirmeyen hesaplamalarda voltmetrelerin *iç direnci sonsuz* kabul edilir.

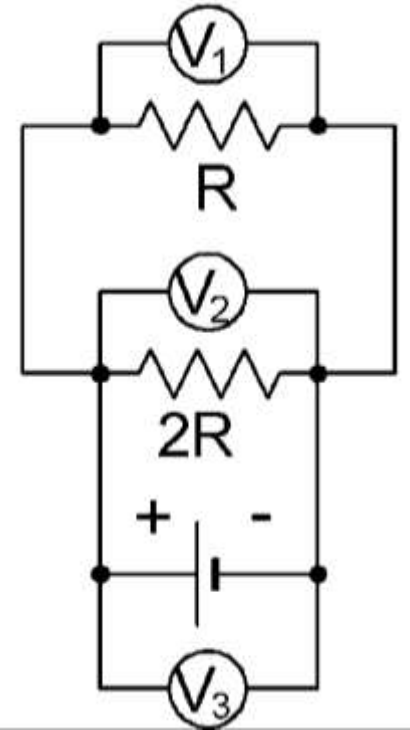
Örnek: Aşağıdaki devrede voltmetrelerin göstereceği değerlerin büyüklükleri arasındaki ilişkiyi bulunuz.



Çözüm

$$V_3 > V_1 = V_2$$

Örnek: Aşağıdaki devrede voltmetrelerin göstereceği değerlerin büyüklükleri arasındaki ilişkiyi bulunuz.

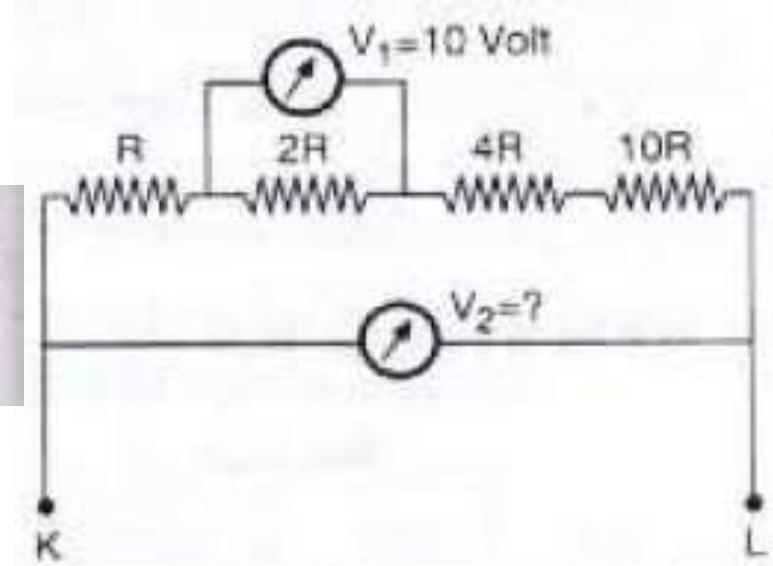


Çözüm

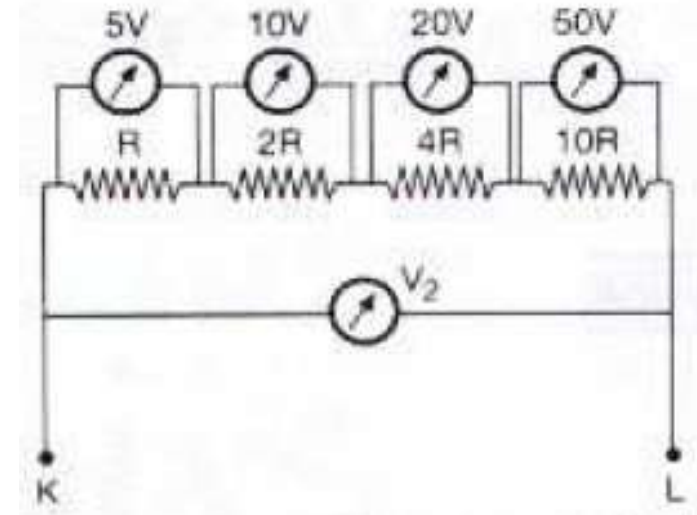
$$V_1 = V_2 = V_3$$

Örnek :

Devredeki V_1 voltmetresi 10 voltu gösterdiğine göre V_2 voltmetresi kaç voltu gösterir?



Seri bağlı dirençlerden aynı akım geçer. $2R$ direncinin üzerindeki potansiyel 10 volt ise R direnci üzerindeki 5 volt, $4R$ direnci üzerindeki 20, $10R$ direnci üzerindeki 50 volt olur.

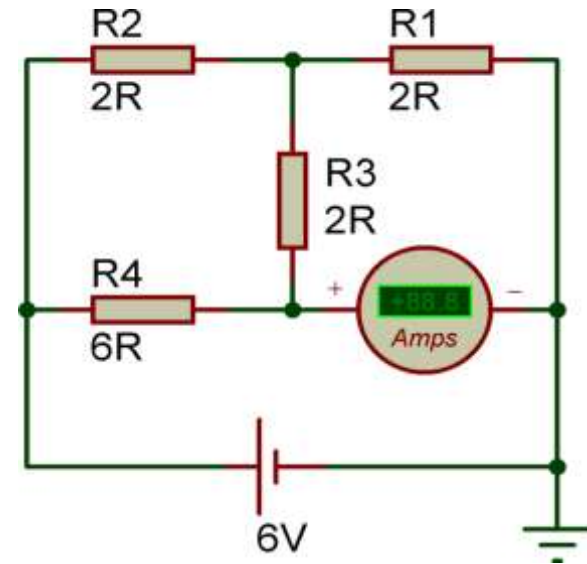
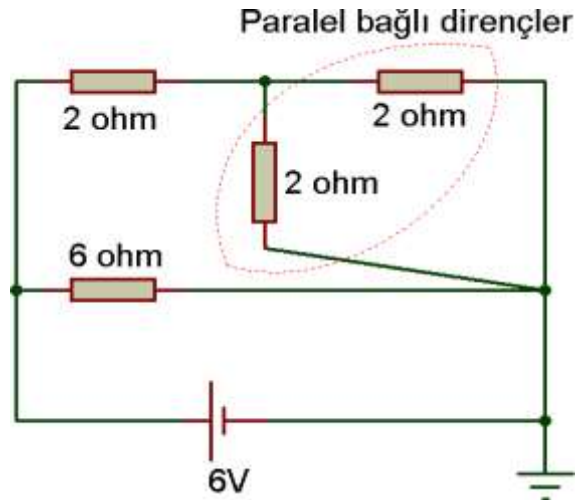
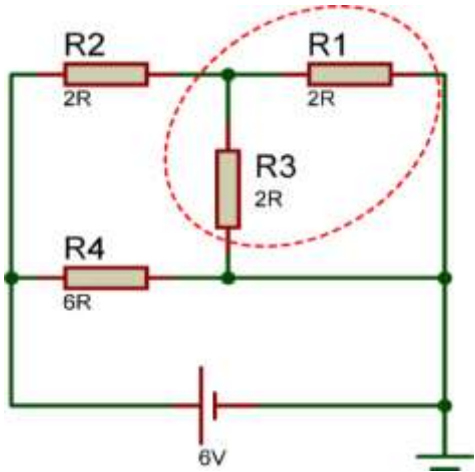


$$V_2 = 5 + 10 + 20 + 50$$

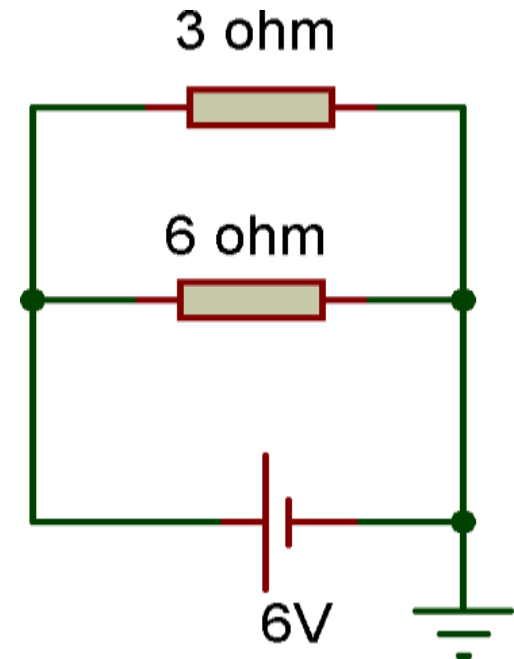
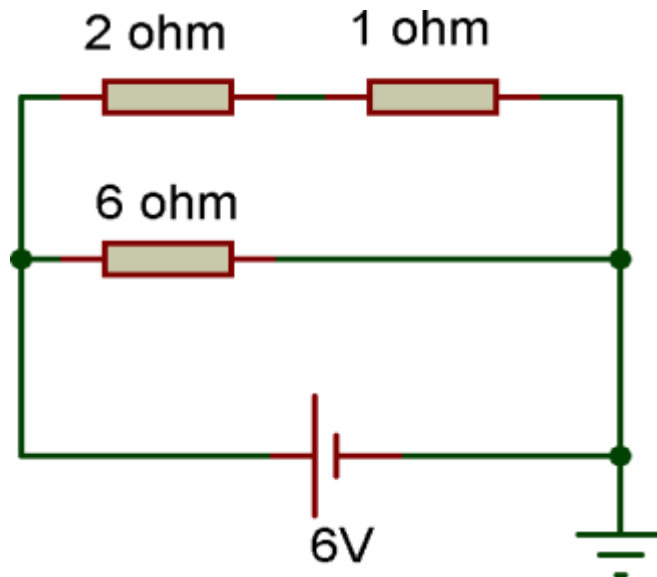
$$V_2 = 85 \text{ volt olur.}$$

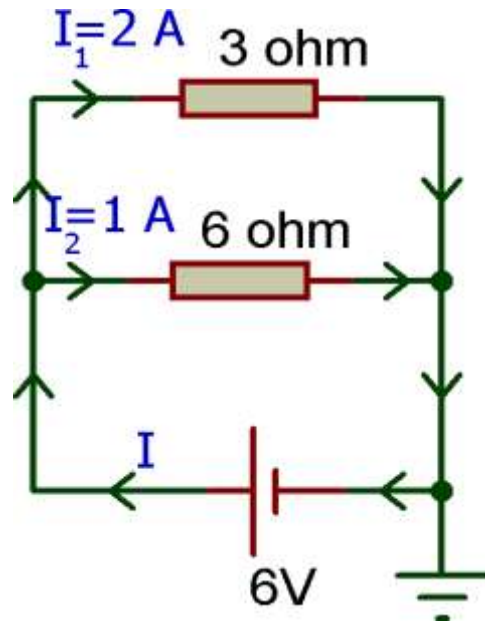
Örnek :

Şekildeki devrede akımölçer kaç amperi gösterir?
(Üretecin ve ampermetrenin iç direnci sıfırdır)



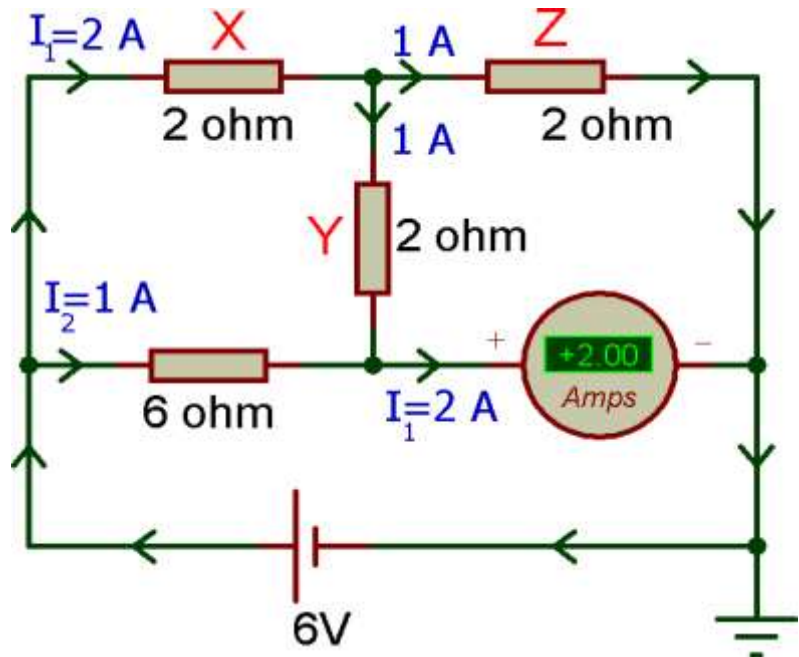
$$R1 // R3 = \frac{2}{2} = 1 \Omega$$





3Ω ve 6Ω luk dirençlerin potansiyelleri üretcin uçları arasındaki potansiyellere eşit olacağından geçen akımlar,

$$I_1 = \frac{6}{3} = 2\text{A}; \quad I_2 = \frac{6}{6} = 1\text{A} \text{ olur.}$$

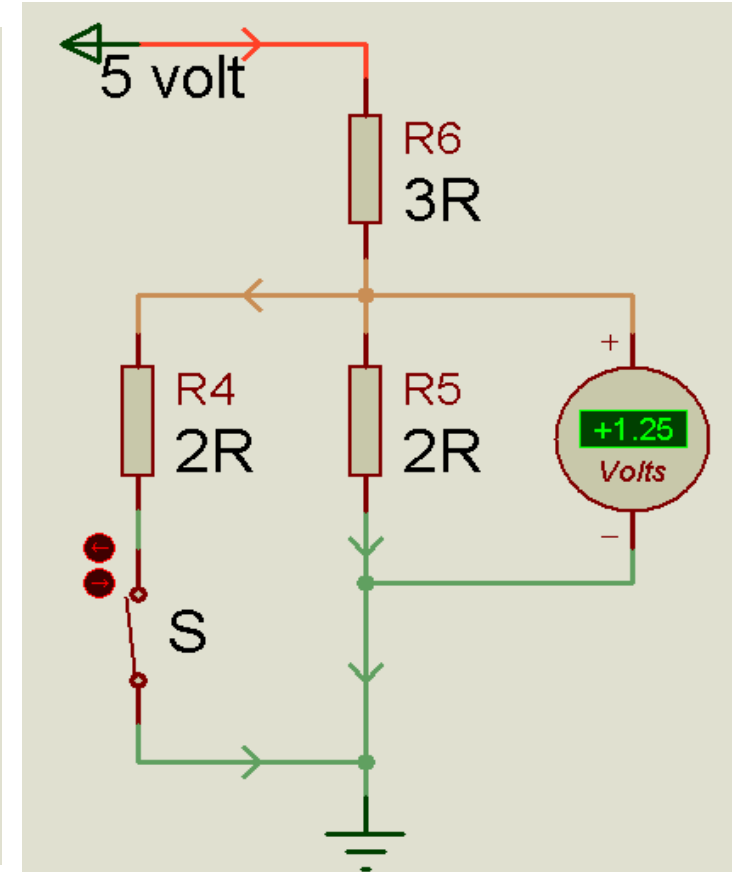
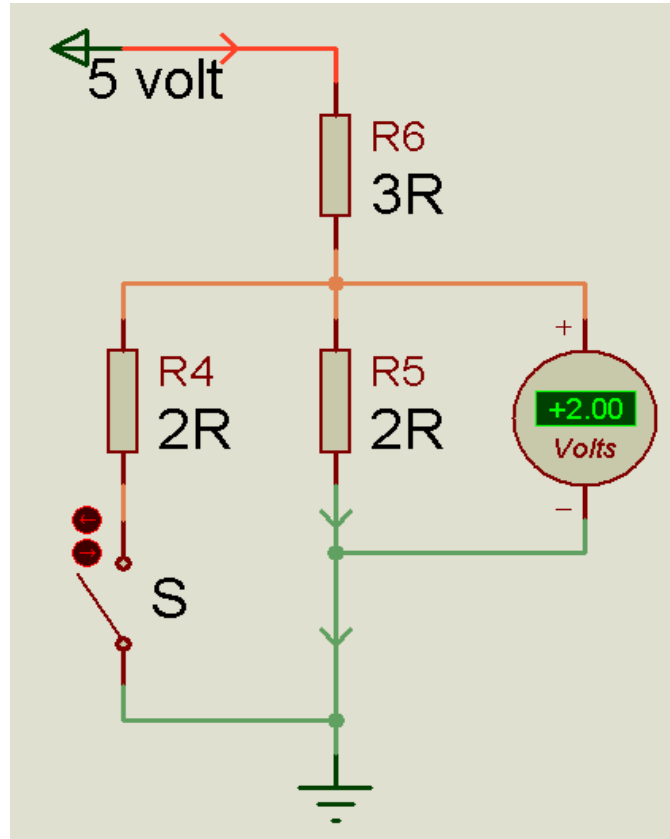
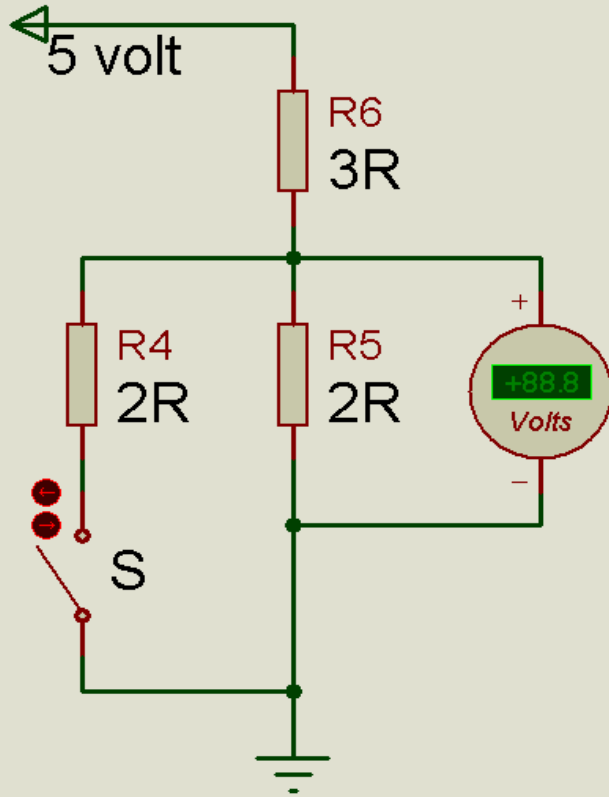


2A lik akım Y ve Z dirençlerine eşit olarak paylaşır. Y direncinden geçen akım ile 6Ω luk dirençten gelen akımın toplamı ampermetreden geçtiğinden, $i = 2\text{A}$ olur.

Örnek

Aşağıdaki devrede

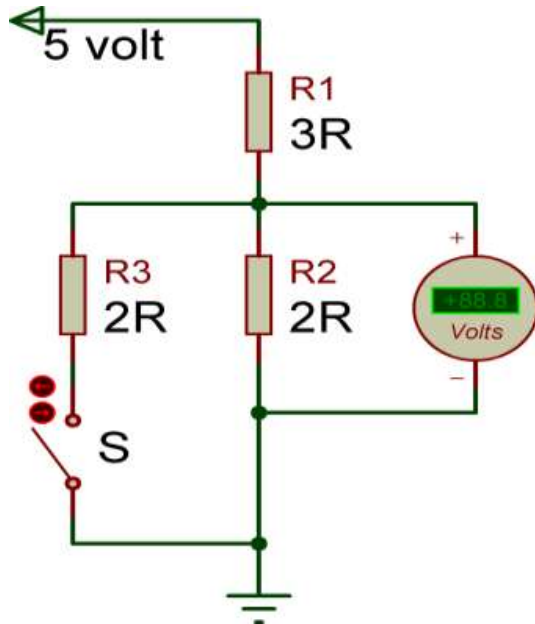
- a) S anahtarı açık iken voltmetrenin göstereceği değeri bulunuz.
- b) S anahtarı kapalı iken voltmetrenin göstereceği değeri bulunuz.



Örnek

Aşağıdaki devrede

- a) S anahtarı açık iken voltmetrorenin göstereceği değeri bulunuz.
- b) S anahtarı kapalı iken voltmetrorenin göstereceği değeri bulunuz.



$$I_{S \text{ Açık}} = \frac{5 \text{ V}}{2R + 3R}$$
$$I_{S \text{ Açık}} = 1 \text{ A}$$

$$V_{R2} = I_{S \text{ Açık}} \times R2$$
$$V_{R2} = 1,25 \text{ A} \times 2R$$
$$V_{R2} = 2 \text{ V}$$

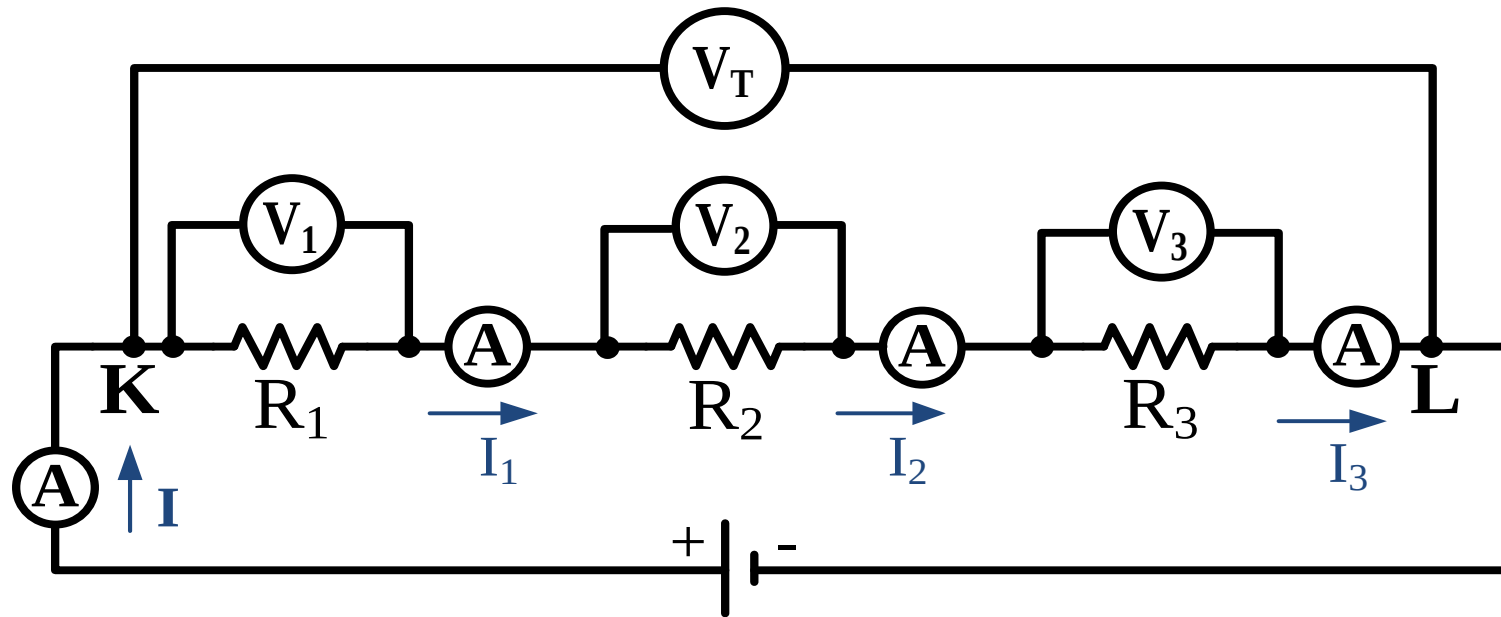
$$I_{S \text{ Kapalı}} = \frac{5 \text{ V}}{3R + (2R // 2R)}$$
$$I_{S \text{ Kapalı}} = \frac{5}{4R} = 1,25 \text{ A}$$

$$V_{R2} = I_{S \text{ Kapalı}} \times (R1 // R2)$$
$$V_{R2} = 1,25 \text{ A} \times 1R$$
$$V_{R2} = 1,25 \text{ V}$$

Eşdeğer Direnç

Bir elektrik devresinde bağlı bulunan bütün dirençlerin yerine geçen dirence ***eşdeğer direnç*** denir. Eşdeğer direnç, yüklerin seri veya paralel bağlı durumu dikkate alınarak bulunur.

Seri Bağlantı



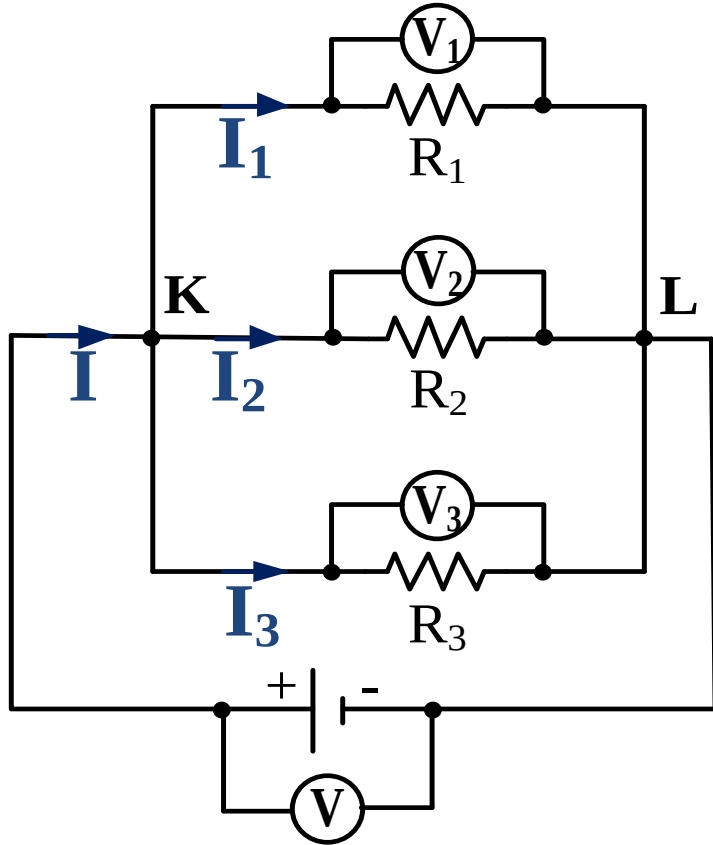
$$I = I_1 = I_2 = I_3$$

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$I \cdot R_T = I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot R_3$$

Paralel Bağlantı



$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

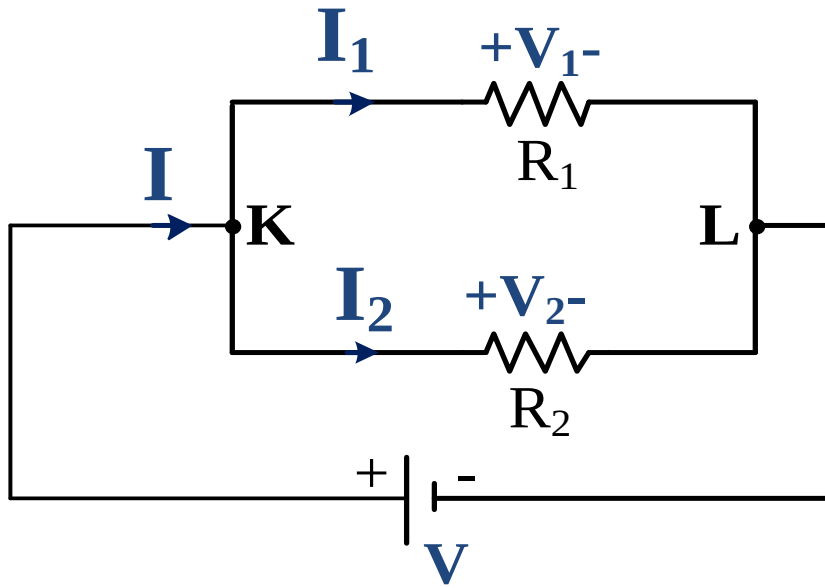
$$\frac{V}{R_T} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Eşdeğer direnç en küçük direncin değerinden daha küçüktür.

Paralel bağlı dirençlerde V ler eşit olduğundan küçük dirençten büyük akım geçer.

İki Adet Direncin Paralel Bağlantısı



$$V = V_1 = V_2$$

$$I = I_1 + I_2$$

$$\frac{V}{R_T} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

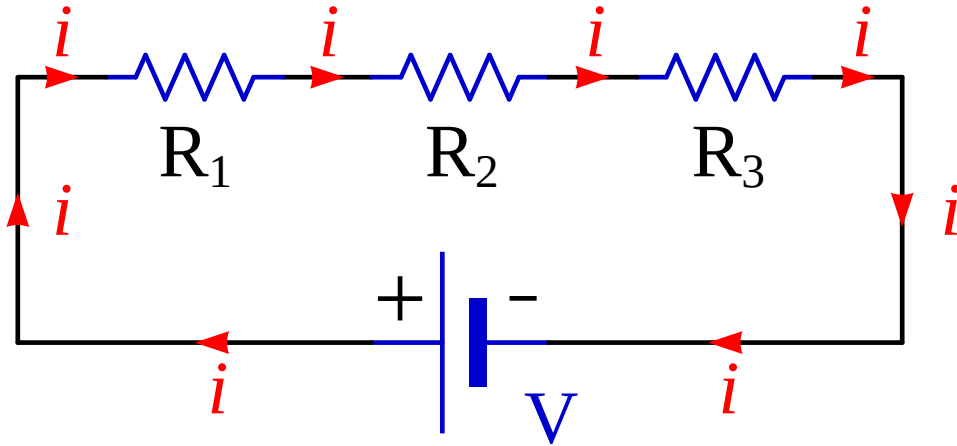
$(R_2) \quad (R_1)$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{R_2}{R_1 \cdot R_2} + \frac{R_1}{R_1 \cdot R_2}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2}$$

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

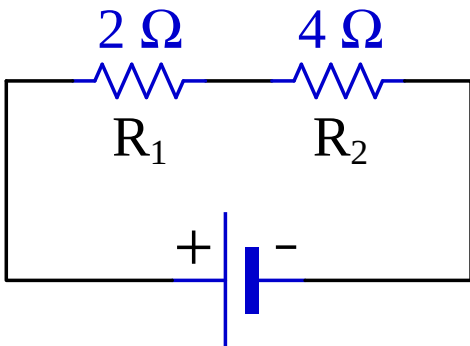
Dirençlerin Seri Bağlantısı



Eğer dirençler, şekildeki gibi aynı akım kolu üzerinde olacak şekilde bağlanırsa buna **seri bağlama** denir.

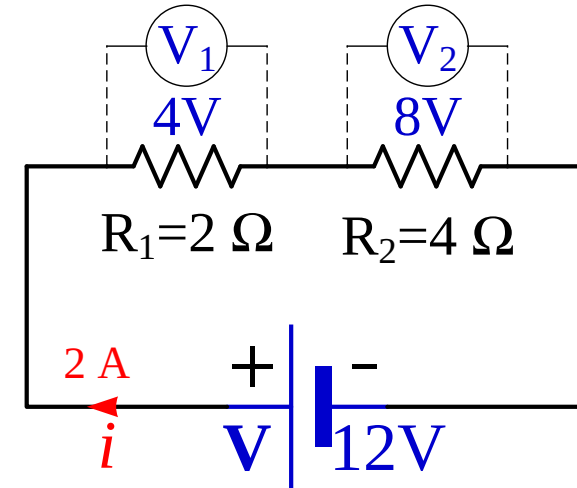
Özellikler:

1. Devrenin eşdeğer direnci, seri bağlı dirençlerin toplamına eşittir. Seri bağlamada eşdeğer direnç, devredeki en büyük dirençten daha büyüktür.



$$\begin{aligned} R_{E\mathcal{S}} &= R_1 + R_2 \\ &= 2 + 4 \\ &= 6 \Omega \end{aligned}$$

2. Seri bağlı dirençlerin uçları arasındaki potansiyel farkların toplamı, sistemin potansiyel farkına eşittir.



$$V = V_1 + V_2$$

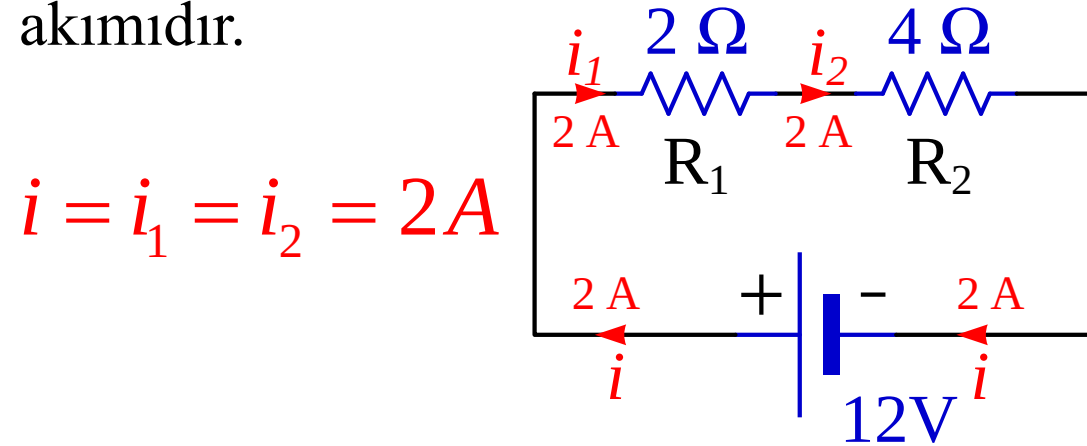
$$12V = 4V + 8V$$

$$I \cdot R_{E\mathcal{S}} = I \cdot R_1 + I \cdot R_2$$

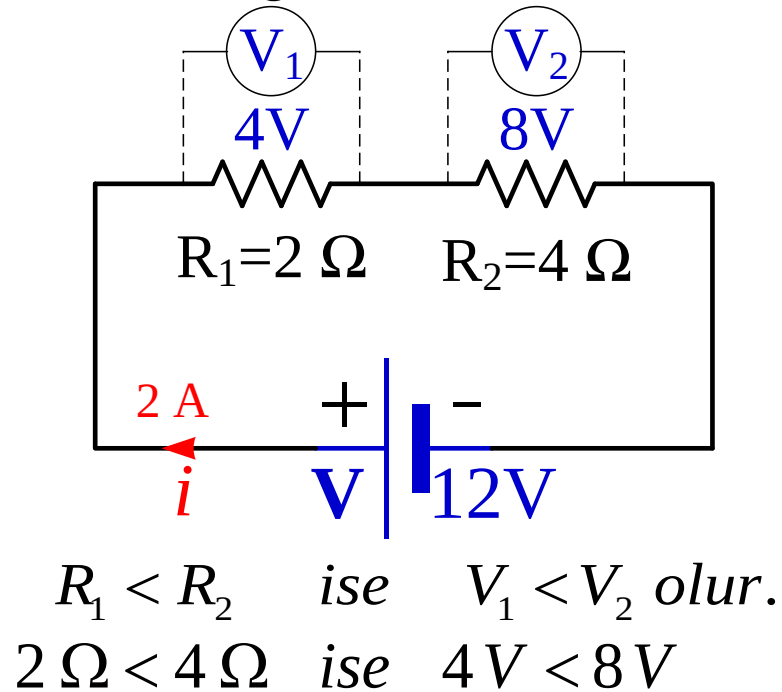
$$2 \cdot 6 = 2 \cdot 2 + 2 \cdot 4$$

$$12V = 4V + 8V$$

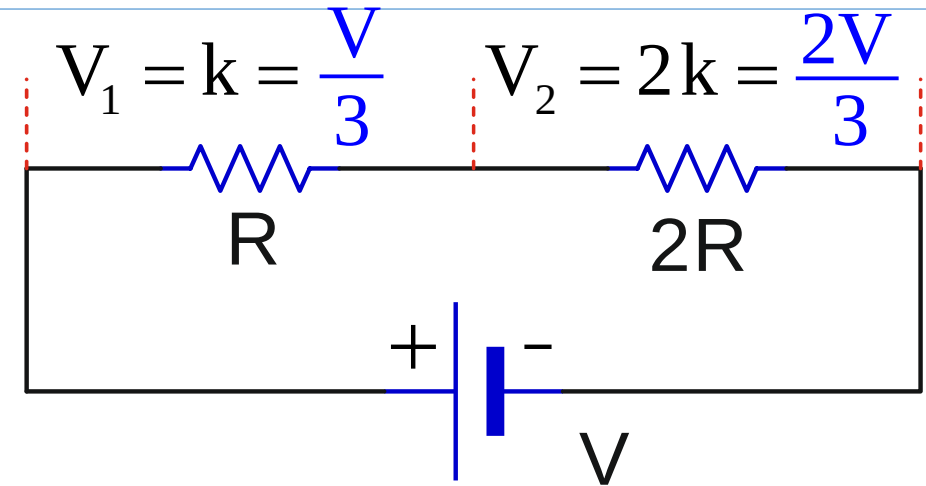
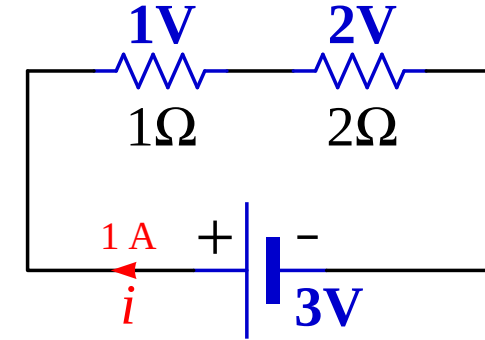
3. Seri bağlı dirençlerin değeri ne olursa olsun, üzerlerinden geçen akım şiddetleri aynıdır. Bu akım, aynı zamanda ana kol akımıdır.



4. Seri bağlı dirençlerin gerilimleri, direnç değerleri ile doğru orantılıdır. $V \propto R$



5. Seri bağlı dirençlerde; üreteç gerilimi, dirençler üzerine, direnç değerleri ile doğru orantılı olarak paylaşılır.



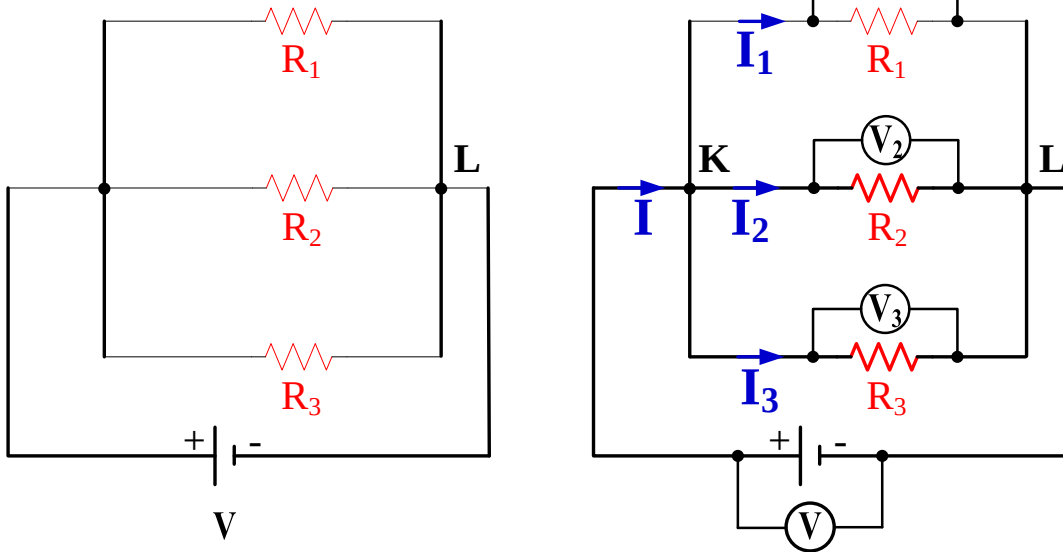
$3k \rightarrow V$ ise

$k \rightarrow ?$

$$V_1 = k = \frac{V}{3} \quad V_2 = 2k = \frac{2V}{3}$$

Dirençlerin Paralel Bağlanması ve Eşdeğer Direnç

Paralel Bağlantı



$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

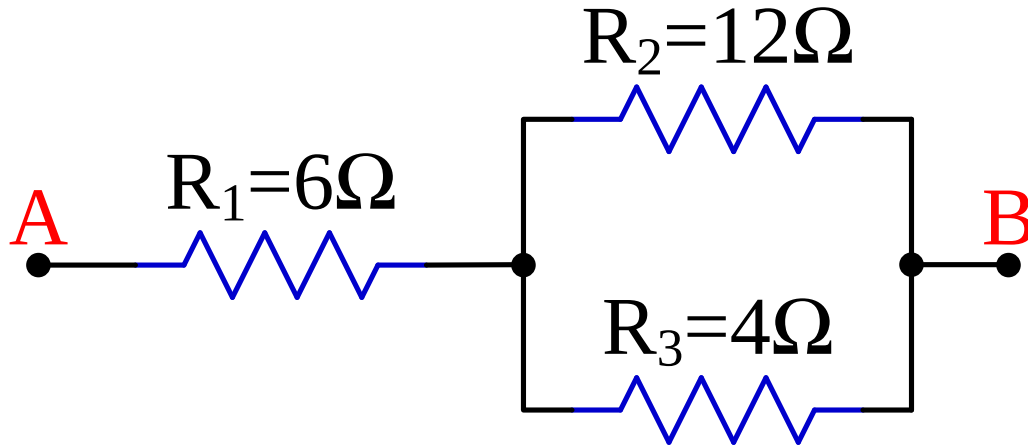
$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{V}{R_T} = \frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}$$

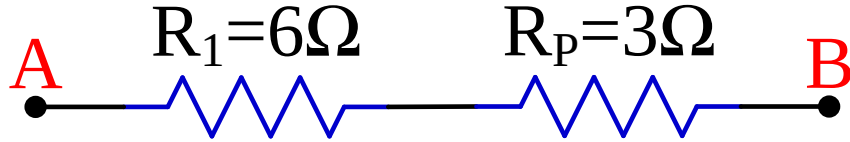
$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots$$

- Paralel bağlantıda, eşdeğer direnç en küçük direncin değerinden daha küçüktür.
- Paralel bağlı dirençlerde *V'ler eşit olduğundan* küçük dirençten büyük akım geçer.

Örnek: Şekildeki devrede A-B noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ohm'dur?



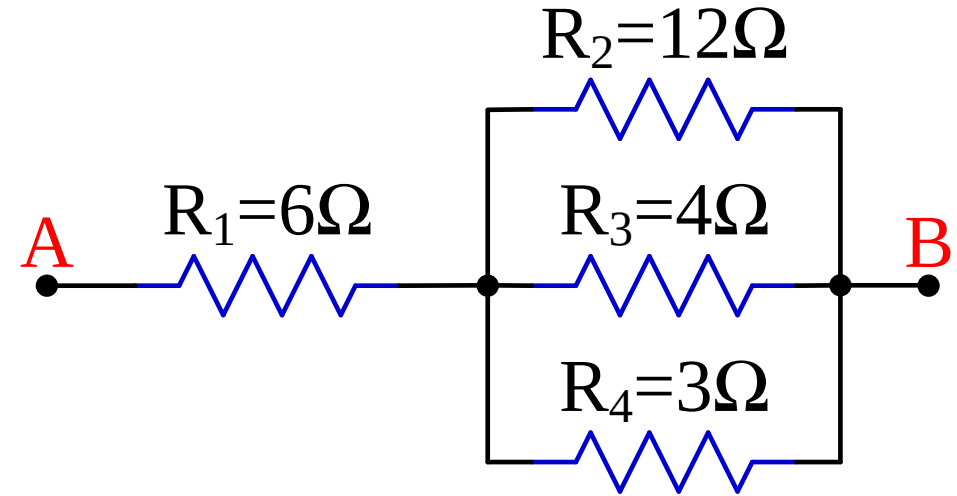
Çözüm:



$$R_p = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{12 \cdot 4}{12 + 4} = 3 \Omega$$

$$R_{AB} = R_1 + R_p = 6 + 3 = 9 \Omega$$

Örnek: Şekildeki devrede A-B noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ohm'dur?



Çözüm:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{12} + \frac{1}{4} + \frac{1}{3}$$

(1) (3) (4)

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1+3+4}{12} = \frac{8}{12}$$

$$R_p = 1,5 \Omega$$

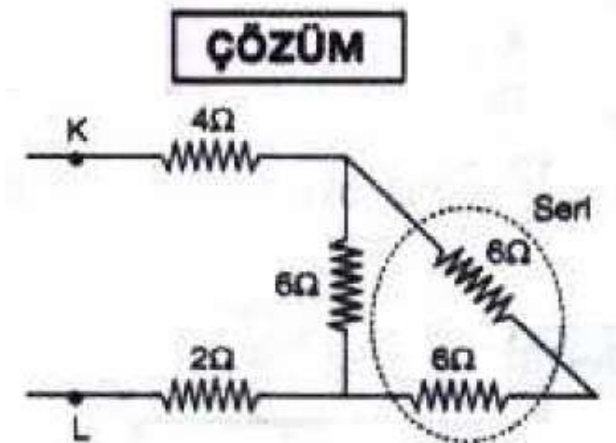
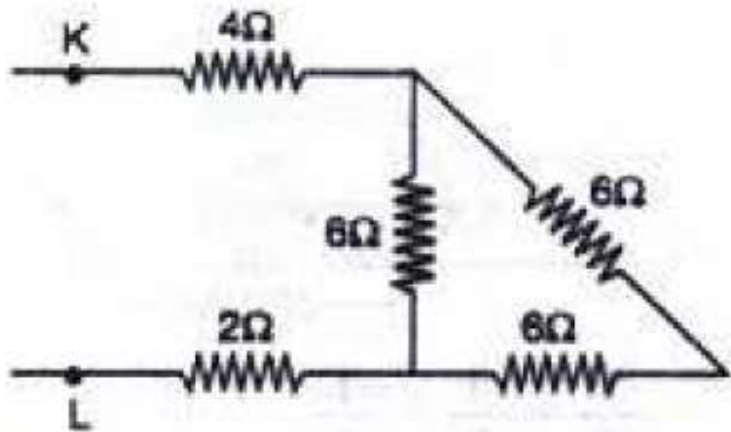
R_p için ikinci yol

$$\begin{aligned} R_p &= (R_2 \parallel R_3) \parallel R_4 \\ &= (12 \parallel 4) \parallel 3 \\ &= 3 \parallel 3 \\ &= 1,5\Omega \end{aligned}$$

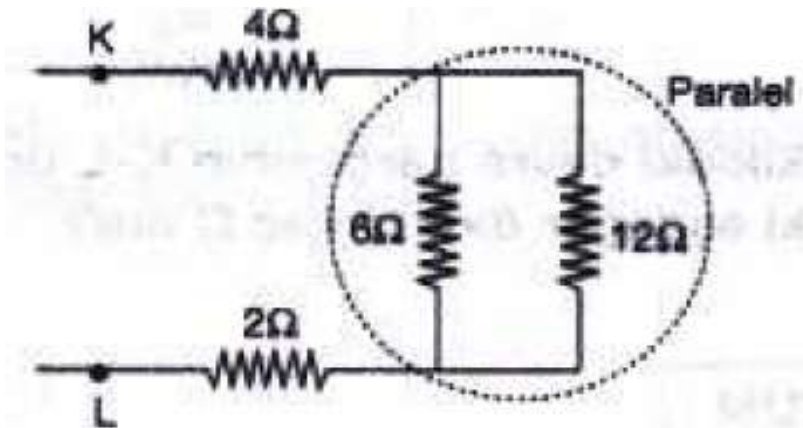
$$\begin{aligned} R_{AB} &= R_1 + R_p \\ &= 6 + 1,5 \\ &= 7,5 \Omega \end{aligned}$$

Örnek:

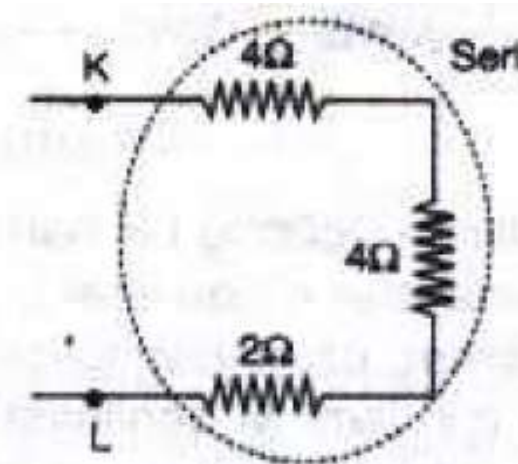
K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohm'dur?



$$R_1 = 6 + 6 = 12 \Omega$$



$$R_2 = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6} = \frac{72}{18} = 4 \Omega$$

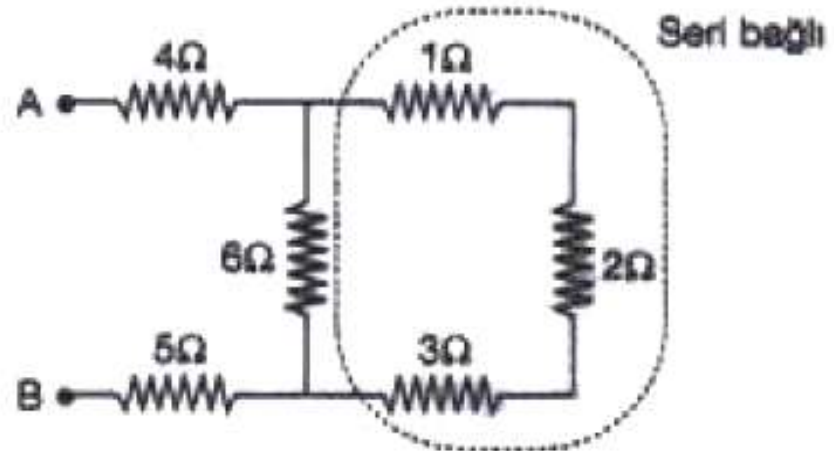
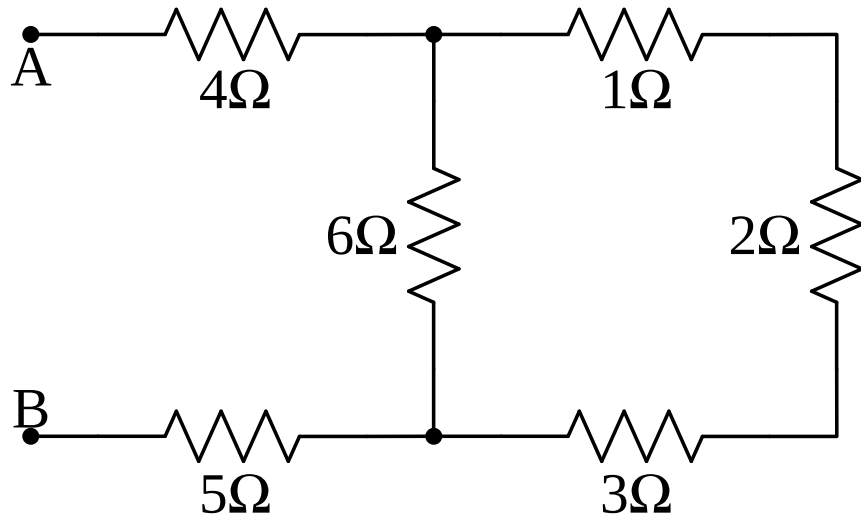


$$R_{es} = 4 + 4 + 2$$

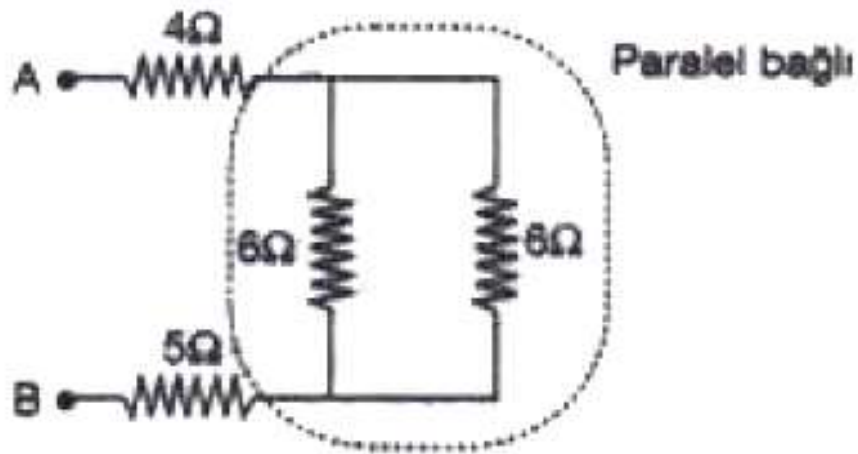
$$R_{es} = 10 \Omega \text{ olur.}$$

Örnek:

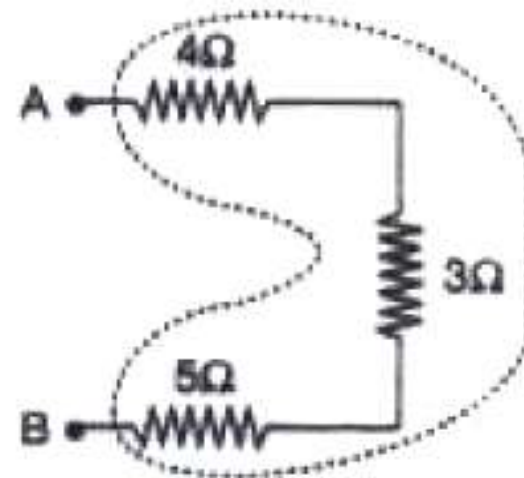
A-B noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohm'dur?



$$R_1 = 1 + 2 + 3 = 6 \Omega$$



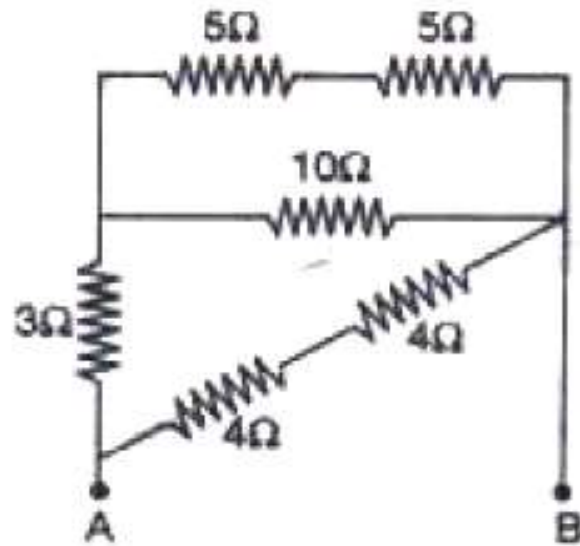
$$R_2 = \frac{6}{2} = 3 \Omega$$



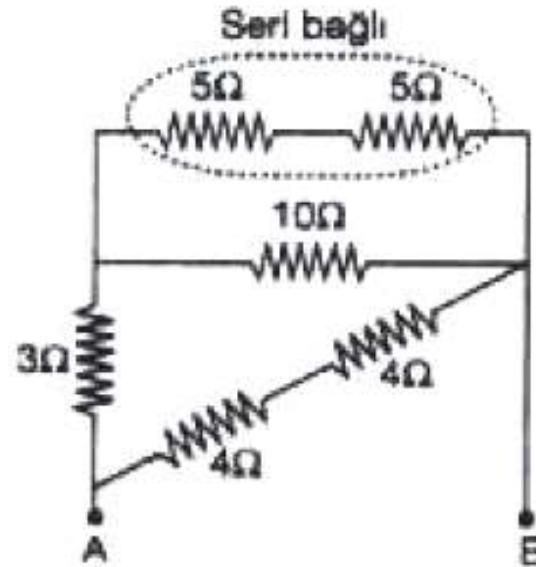
$$R_{eq} = 4 + 3 + 5 = 12 \Omega \text{ olur.}$$

Örnek:

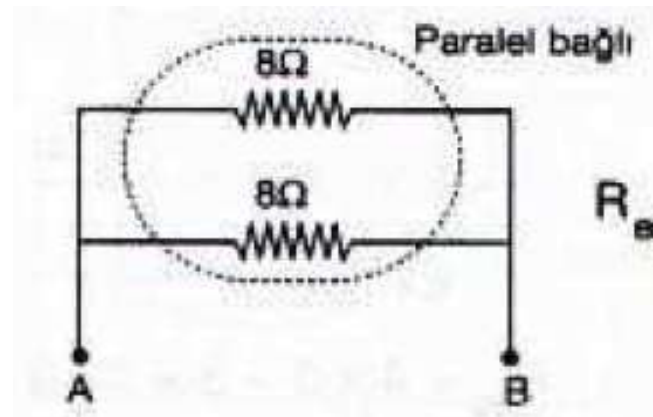
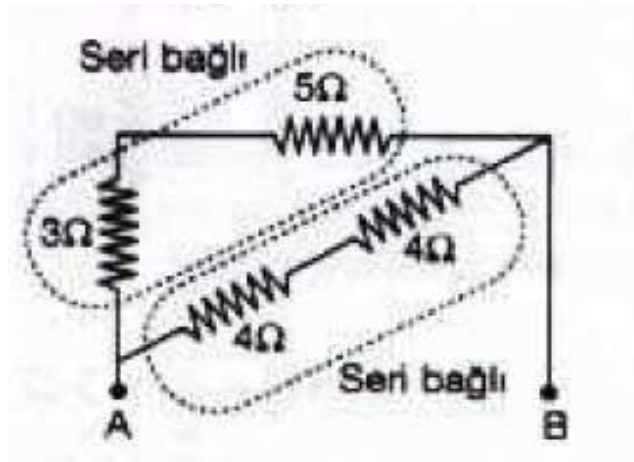
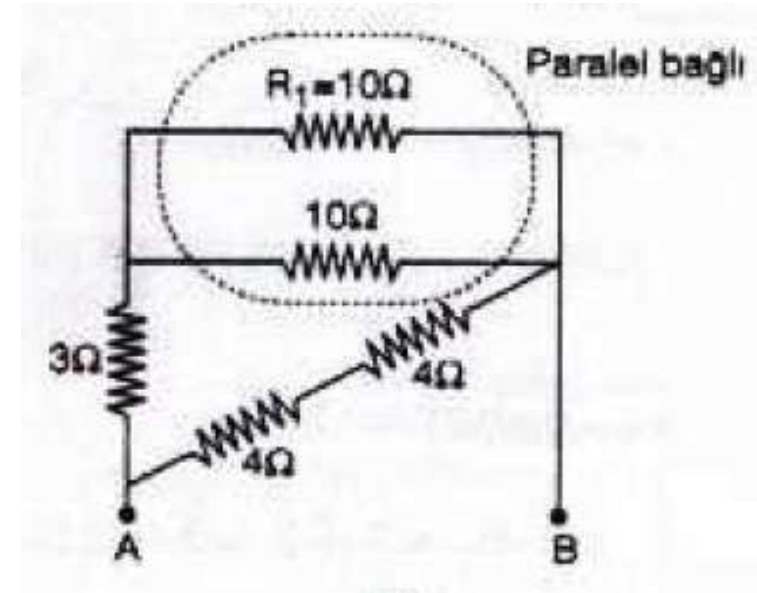
A-B noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohm'dur?



$$R_1 = 5 + 5 = 10\Omega$$



$$R_2 = \frac{10}{2} = 5\Omega$$

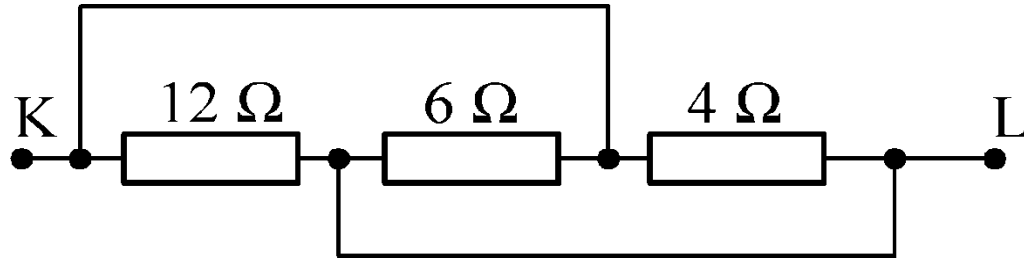


$$R_{eq} = \frac{8}{2} = 4\Omega \text{ olur.}$$

$$3 + 5 = 8\Omega \text{ ve } 4 + 4 = 8\Omega \text{ olur.}$$

Örnek 12:

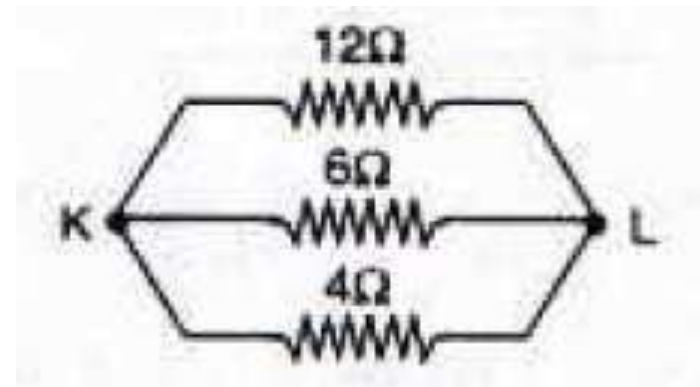
K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohm'dur?

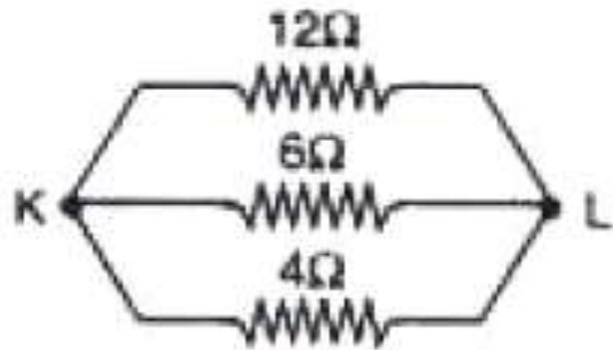


Çözüm:

Her düğüm noktasına bir harf verilir.

Eğer direncin üzerinden geçmek zorunda kalırsak harfin ismini değiştiririz. İki harf arasında birden fazla direnç var ise bunlar kesinlikle paralel bağlıdır.





$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{6} + \frac{1}{4}$$

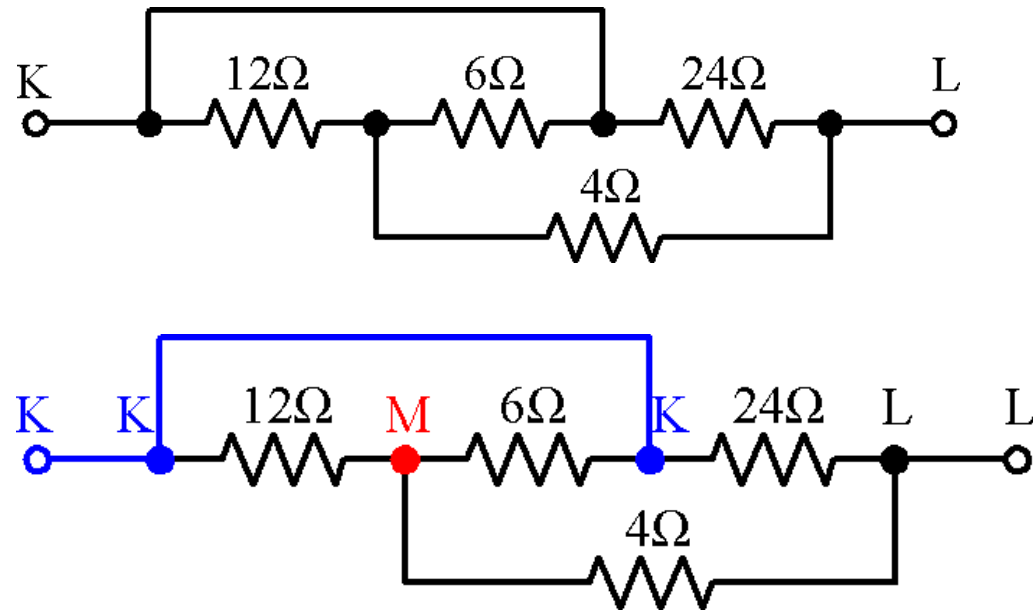
(1) (2) (3)

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{12} + \frac{2}{12} + \frac{3}{12}$$

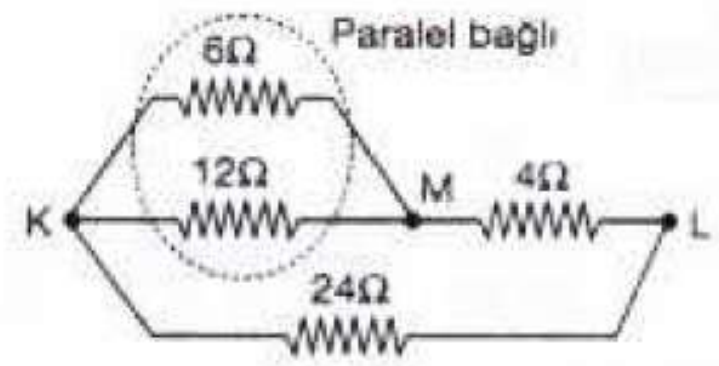
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{6}{12}$$

$$R_{eq} = \frac{12}{6} = 2 \, \Omega \text{ olur.}$$

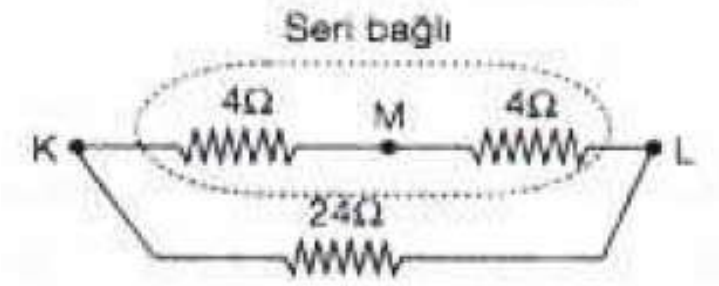
K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç ohm'dur?



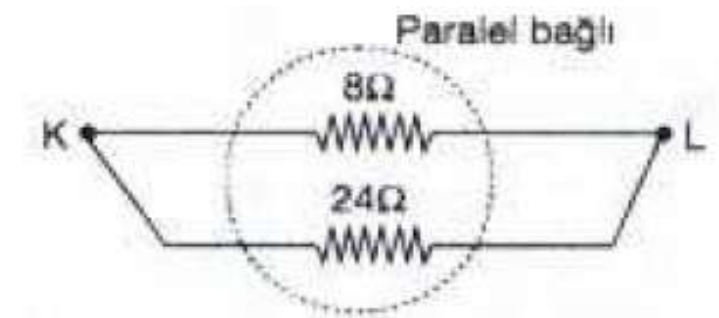
Dikkat edilirse üçüncü bir harf M verildi. Çünkü M noktasına ister K dan ister L den gelelim. Mutlaka bir direnç üzerinden geçmek zorunda kalırız. Onun için ismi M denilmiştir. K-L uçları arasındaki eş değer direnç sorulduğundan harfleri K-M-L diye sıralayalım. Yani bir uca K, diğer uca L, diğer harfler arada kalmalıdır.



12 ile 6 paralel $R_1 = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6} = 4 \Omega$

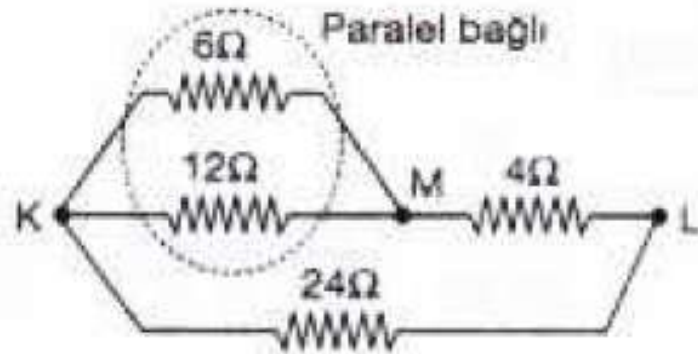
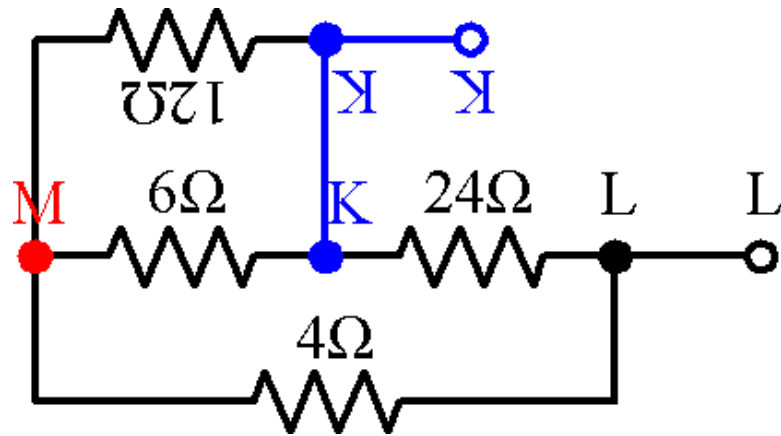
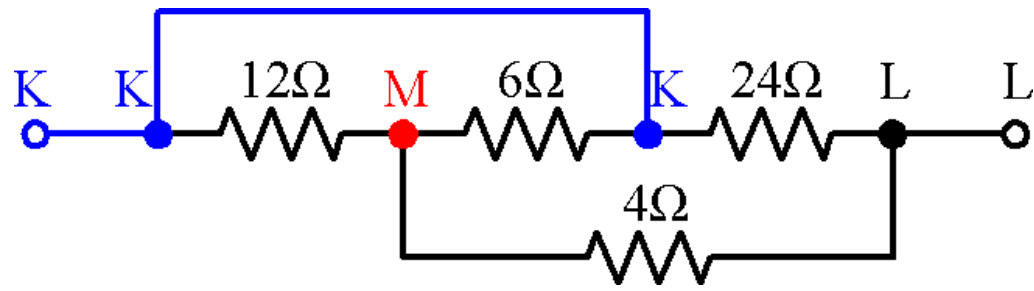


4 ile 4 seri $R_2 = 4 + 4 = 8 \Omega$

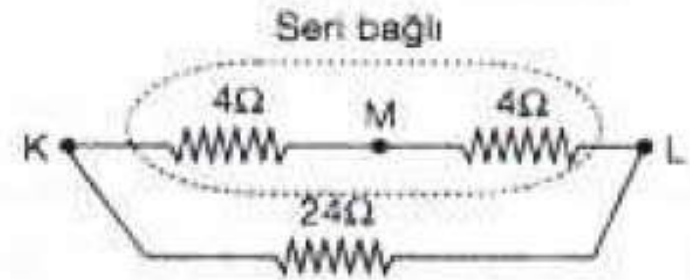


8 ile 24 paralel dir.

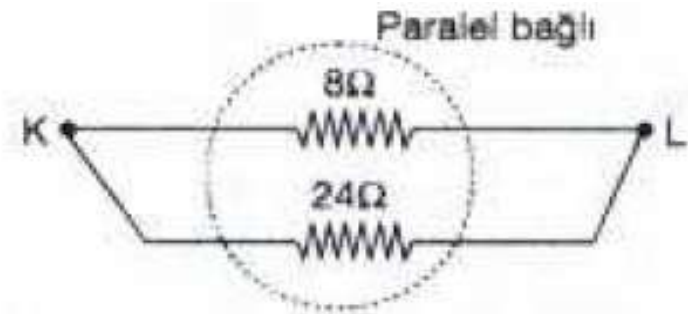
$R_{eq} = \frac{8 \cdot 24}{8 + 24} = 6 \Omega$ olur.



12 ile 6 paralel $R_1 = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6} = 4 \Omega$



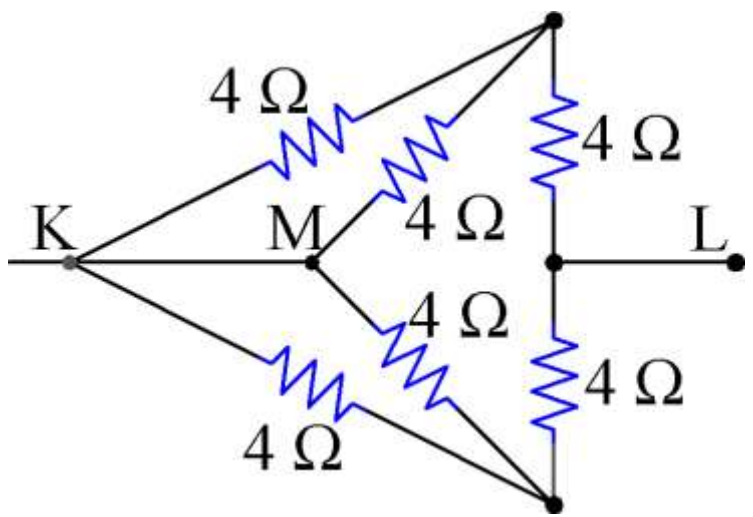
4 ile 4 seri $R_2 = 4 + 4 = 8 \Omega$



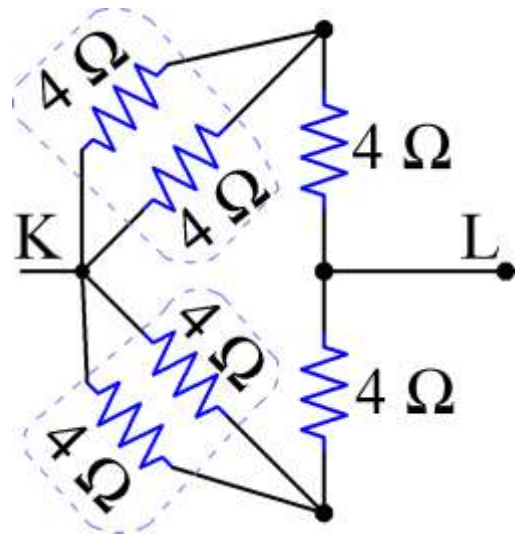
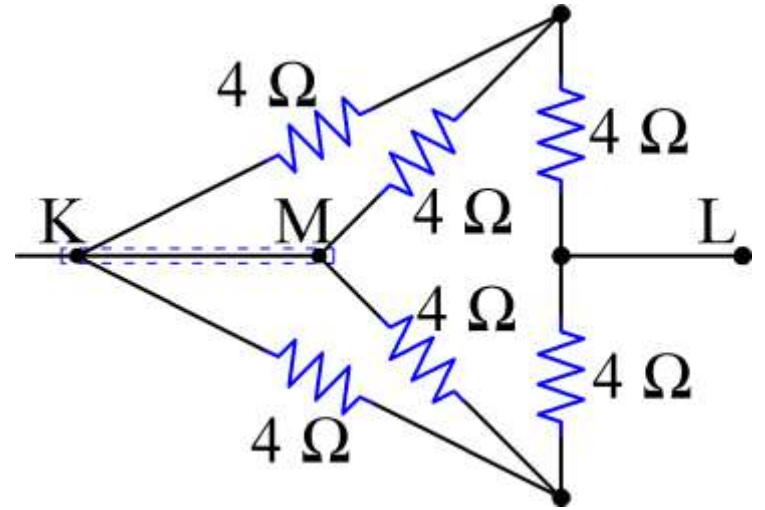
8 ile 24 paralel dir.

$R_{es} = \frac{8 \cdot 24}{8 + 24} = 6 \Omega$ olur.

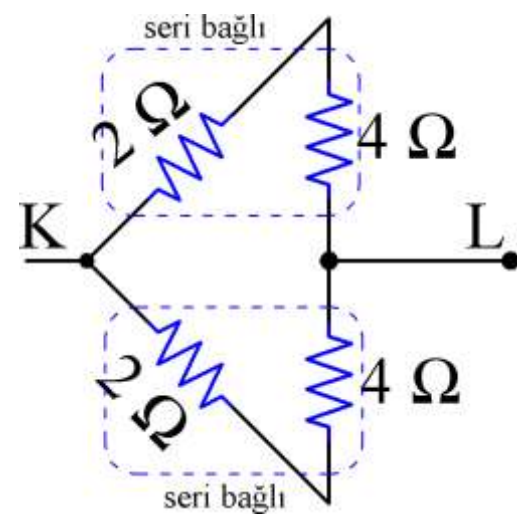
Örnek 14: K-L noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ohm'dur?



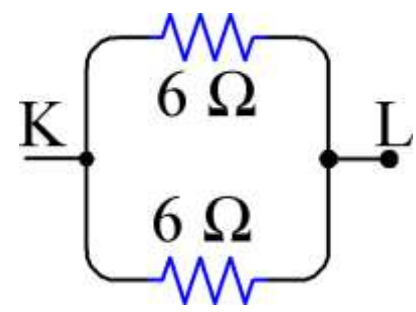
Devrede önce dirençsiz ortam yok edilir. Bunun için K-M arası birbirine bağlanmış tek nokta gibi düşünülür. K-M teli kaldırılıp devre tekrar düzenlenir.



$$R_p = \frac{4}{2} = 2 \Omega$$



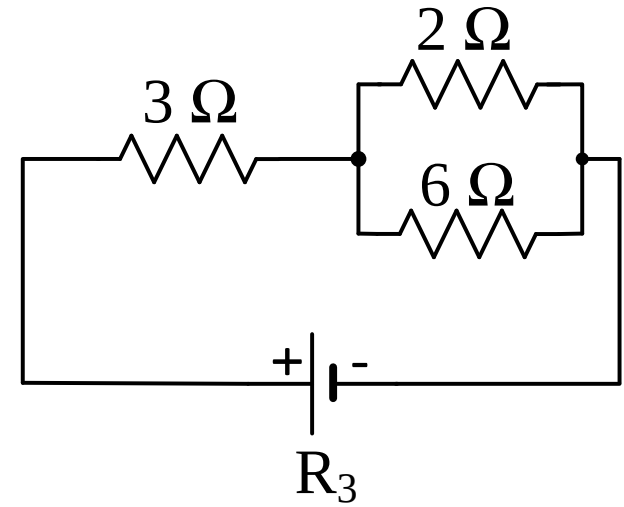
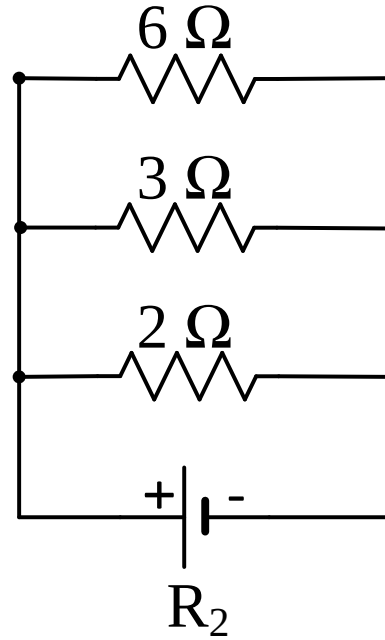
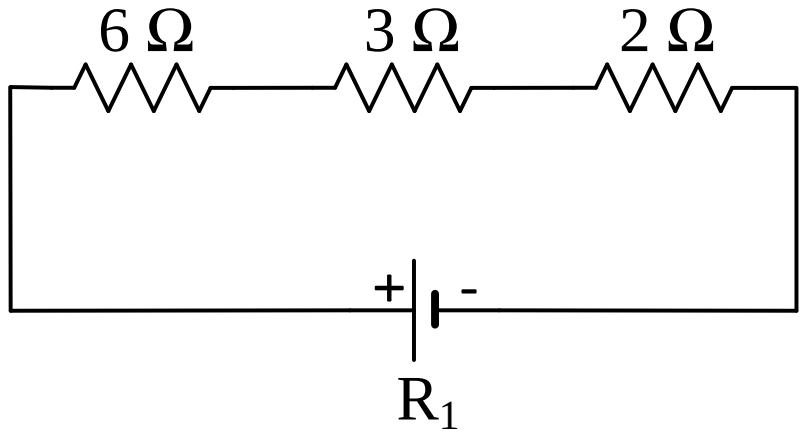
$$R_s = 4 + 2 = 6 \Omega$$



$$R_{eş} = \frac{6}{2} = 3 \Omega$$

Örnek:

Aşağıdaki elektrik devrelerinin eşdeğer dirençlerinin büyüklükleri arasındaki ilişkiyi yazınız.



Çözüm:

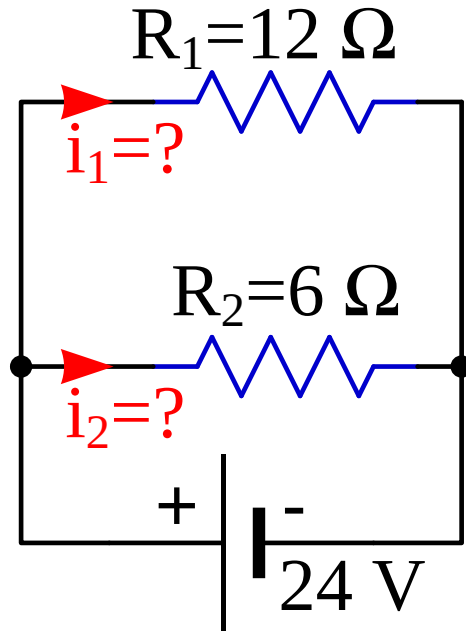
$$R_1 = 6 + 3 + 2 = 11\ \Omega$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{1+2+3}{6} = \frac{1}{1} \Rightarrow R_2 = 1\ \Omega$$

$$R_1 > R_3 > R_2$$

$$R_3 = (2//6) + 3 = \frac{2 \cdot 6}{2+6} + 3 = \frac{12}{8} + 3 = 4,5\ \Omega$$

Örnek: Şekildeki devrede a) Eşdeğer direnç kaç Ohm'dur? b) i_1 ve i_2 kaç A dir?



Çözüm:

a)

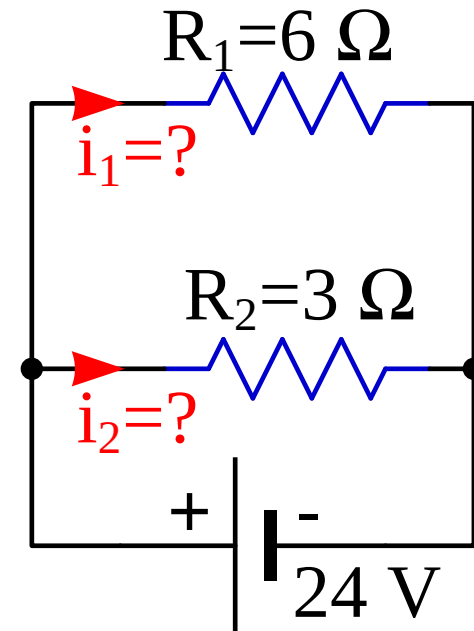
$$R_{eş} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6} = 4 \Omega$$

b)

$$i_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{24}{12} = 2A$$

$$i_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{24}{6} = 4A$$

Örnek: Şekildeki devrede a) Eşdeğer direnç kaç Ohm'dur? b) i_1 ve i_2 kaç A dir?



Çözüm:

a)

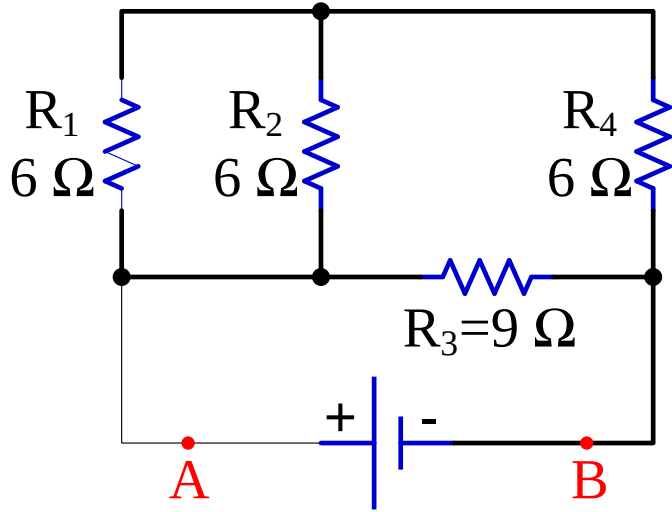
$$R_{eş} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{6 \cdot 3}{6 + 3} = \frac{18}{9} = 2\Omega$$

b)

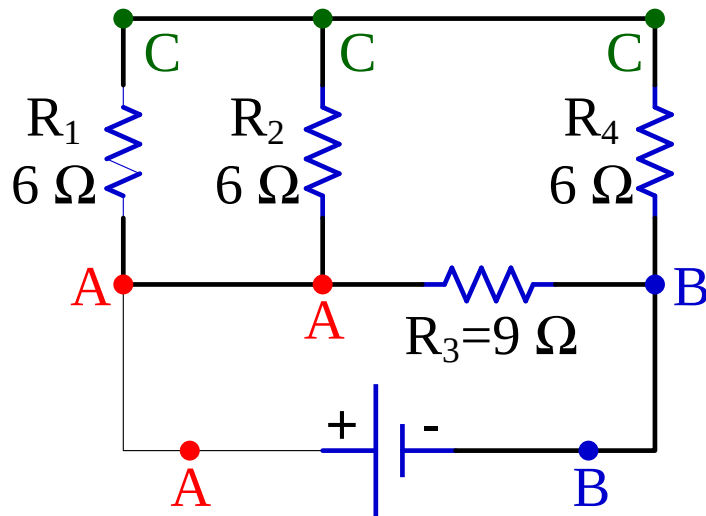
$$i_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{24}{6} = 4A$$

$$i_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{24}{3} = 8A$$

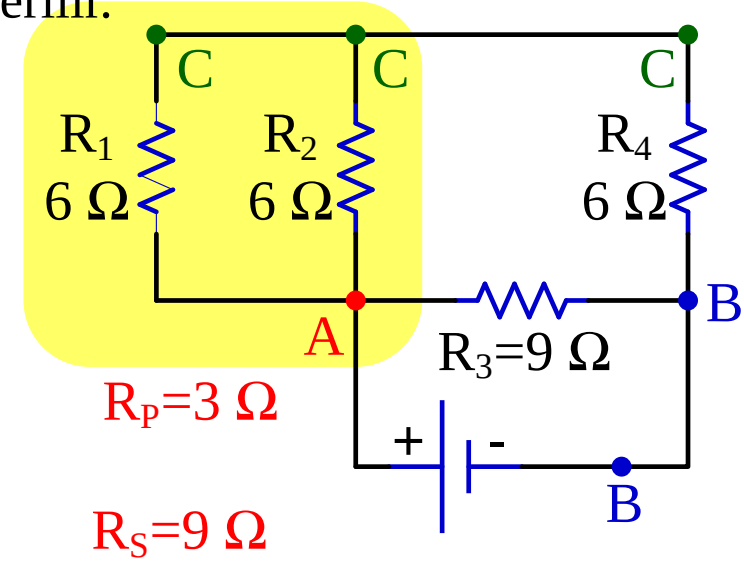
Örnek: Şekildeki devrede **A-B** noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ohm'dur?



Çözüm: Bir devrede dirençlerin nasıl bağlandığını görmekte zorlandığımız zaman düğüm noktalarına ve uygun yerlere harflendirme yaparak; paralel, seri, kısa devre vb. bağlantıları belirleriz.

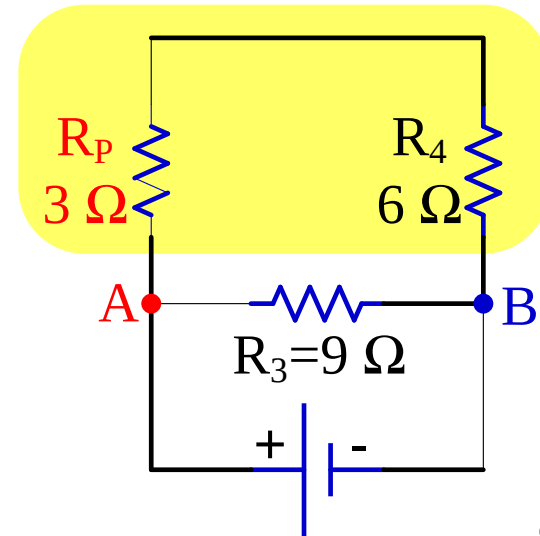


Önce üretcin uçlarına A ve B denir. Üretcin uçlarından devrenin bağlantı noktalarına doğru gidilir. Arada sadece iletken var ise aynı harf verilir. Arada direnç var ise farklı bir harf (C, D gibi) verilir.

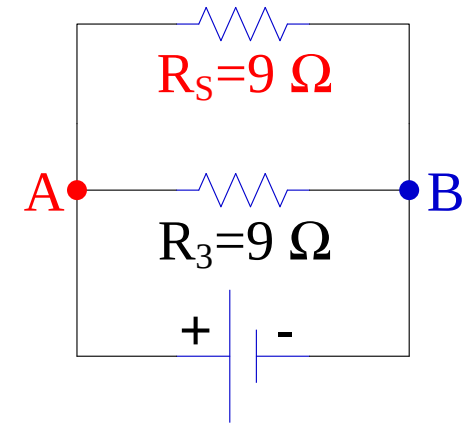


$$R_p = 3\ \Omega$$

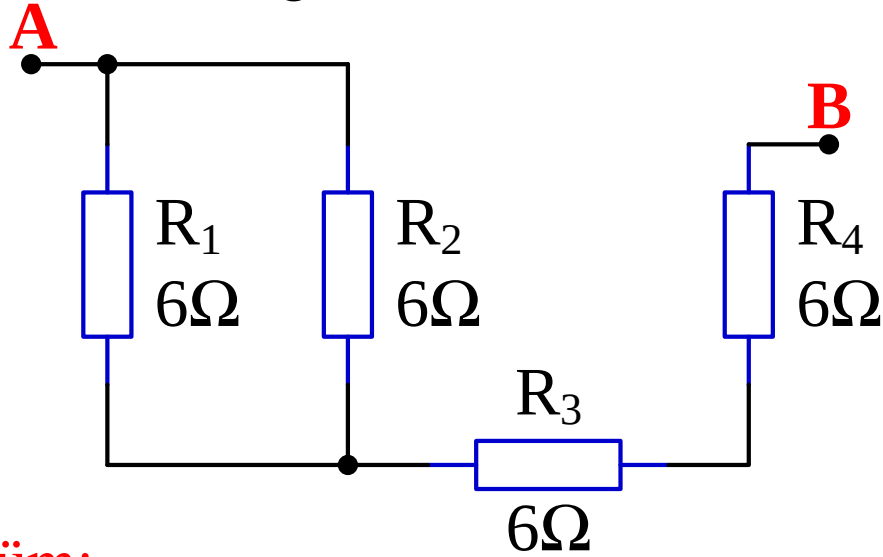
$$R_s = 9\ \Omega$$



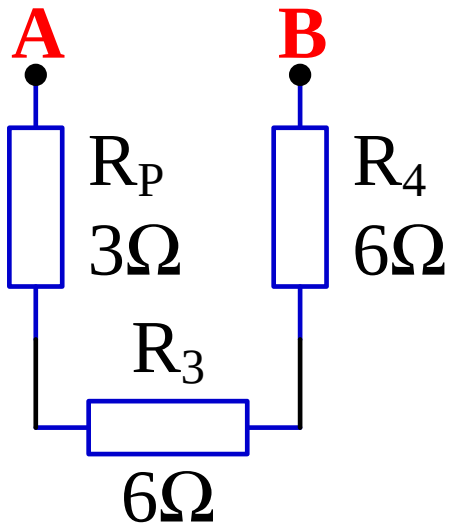
$$R_{AB} = \frac{9}{2} = 4,5\ \Omega$$



Örnek: Şekildeki devrede **A-B** noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ohm'dur?



Çözüm:



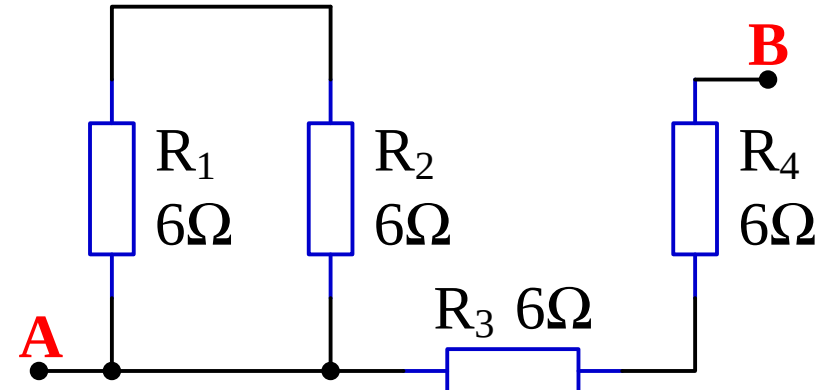
$$R_1 = R_2 \text{ olduğundan}$$

$$R_P = \frac{R_1}{2} = 3\Omega$$

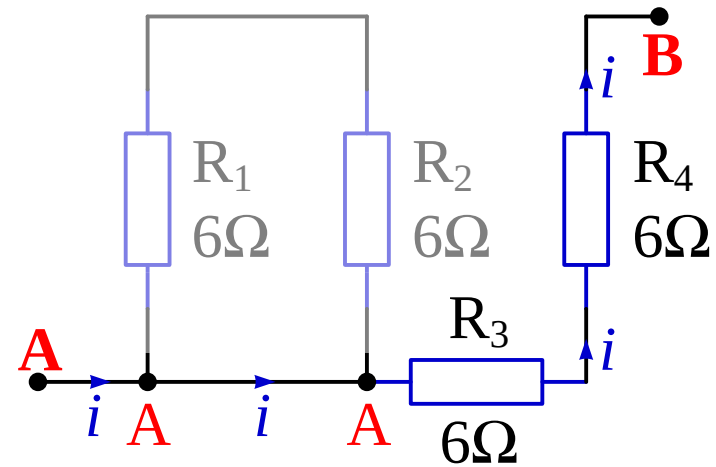
$$R_{AB} = R_P + R_3 + R_4$$

$$= 3 + 6 + 6 = 15\Omega$$

Örnek: Şekildeki devrede **A-B** noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ohm'dur?



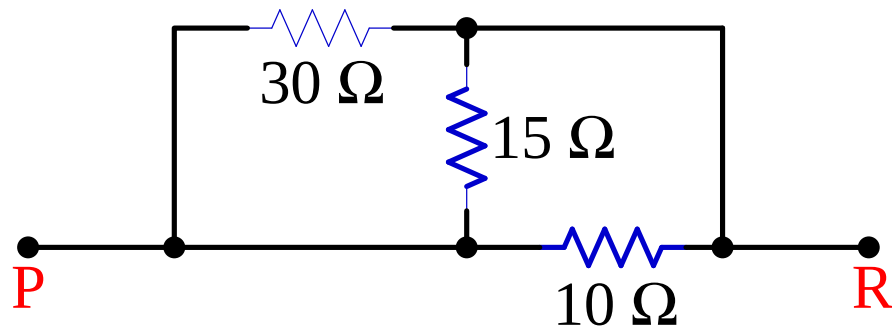
Çözüm: Şekildeki devrede R_1 ve R_2 dirençleri aynı harfle gösterilen iki nokta arasında kaldığından kısa devredir. Bu nedenle eşdeğer direnç hesabında dikkate alınmaz.



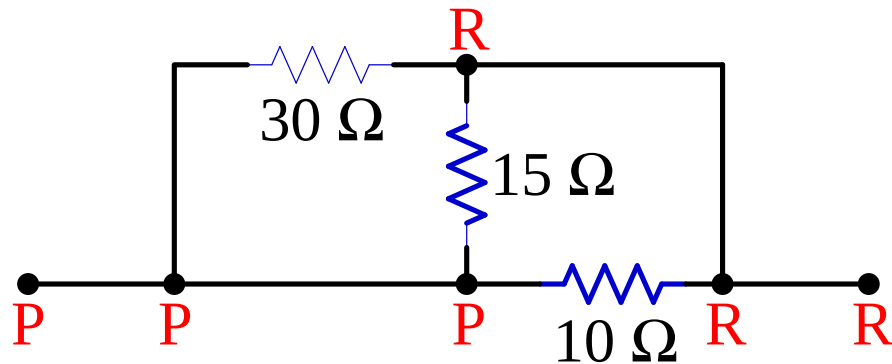
$$R_{AB} = R_3 + R_4$$

$$= 6 + 6 = 12\Omega$$

Örnek: Şekildeki devrede **P-R** noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ohm'dur?



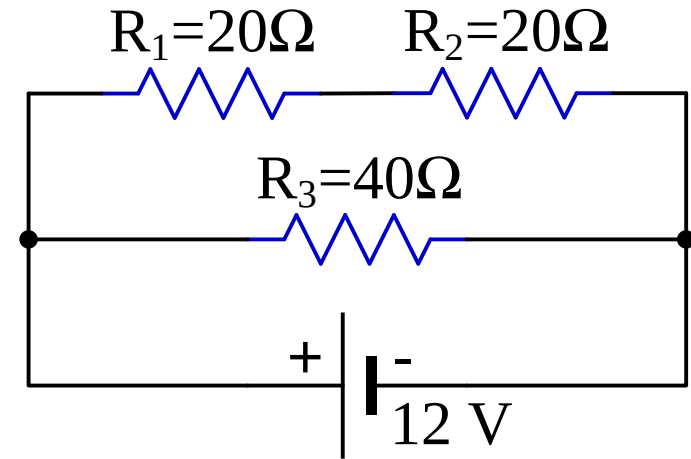
Çözüm: Dirençlerin 3'ü de P-R noktaları arasında paralel bağlıdır.



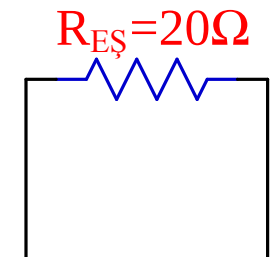
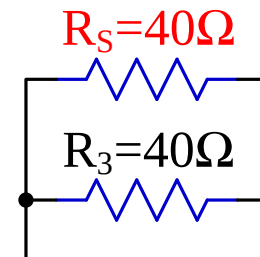
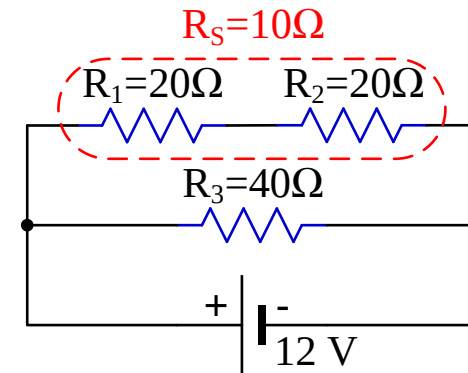
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{30} + \frac{1}{15} + \frac{1}{10}$$

$$= \frac{1}{30} + \frac{2}{30} + \frac{3}{30} = \frac{6}{30} \Rightarrow R = 5\Omega$$

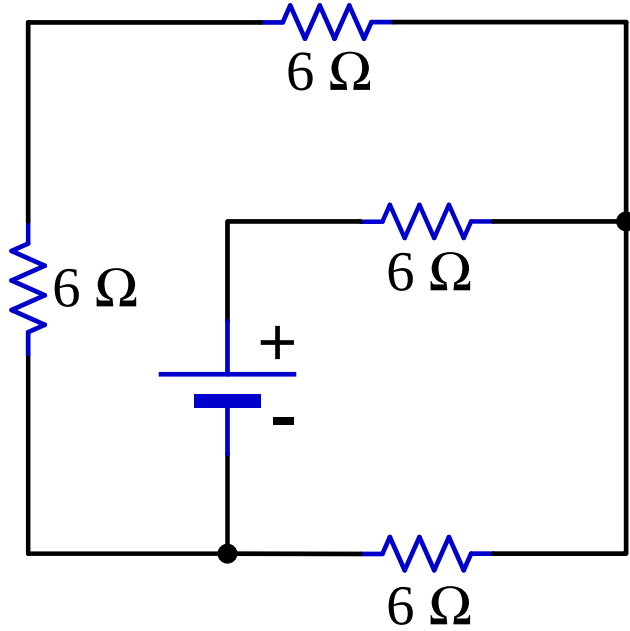
Örnek: Şekildeki devrede **A-B** noktaları arasındaki eşdeğer direnç kaç Ohm'dur?



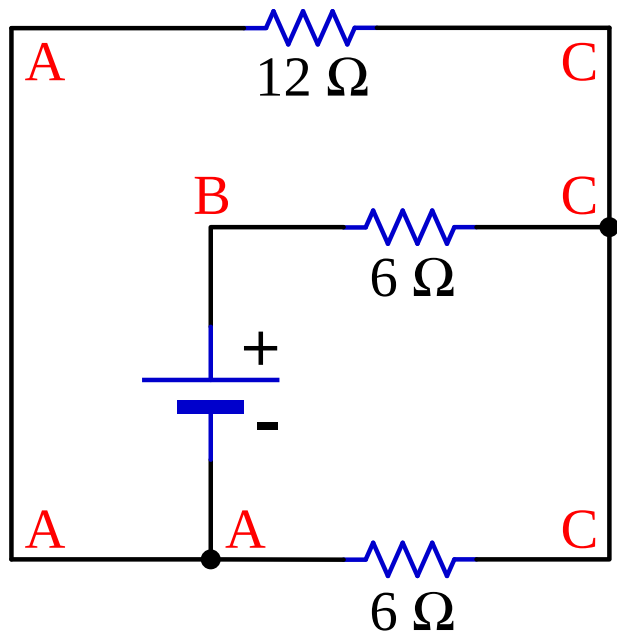
Çözüm:



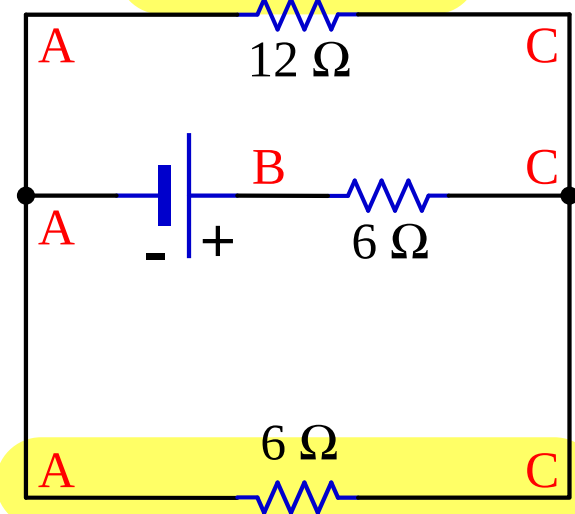
Örnek: Şekildeki devrede eşdeğer direnç kaç Ohm'dur?



Çözüm:

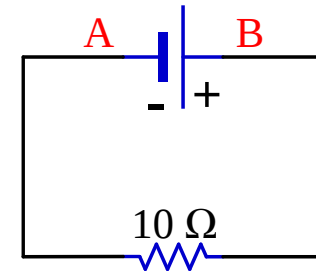
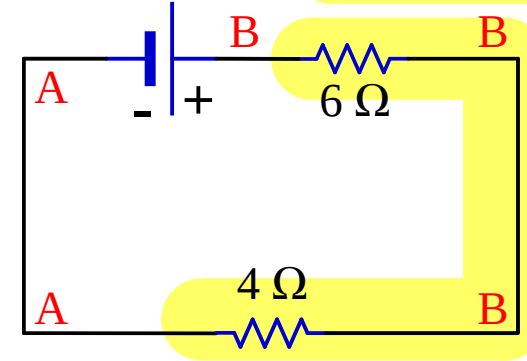


Paralel bağlantı

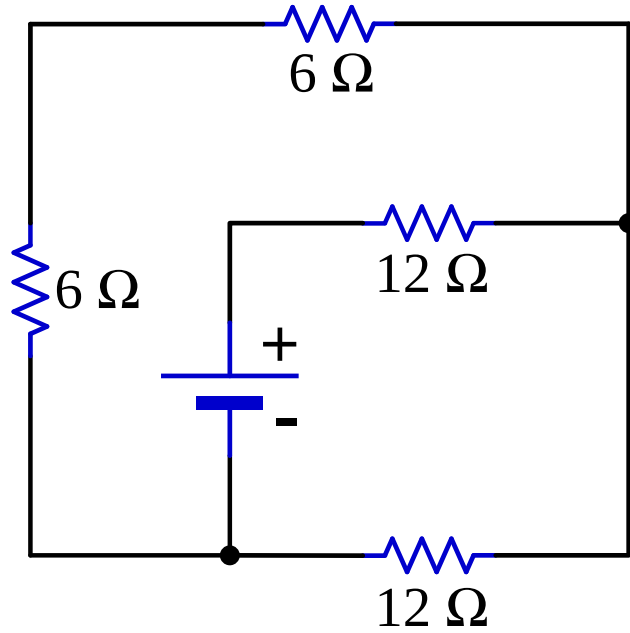


Paralel bağlantı

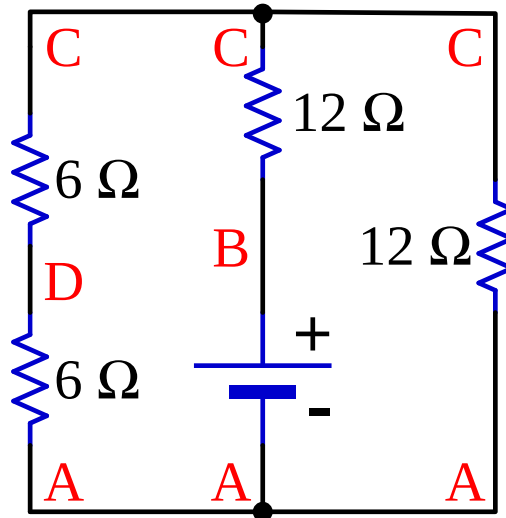
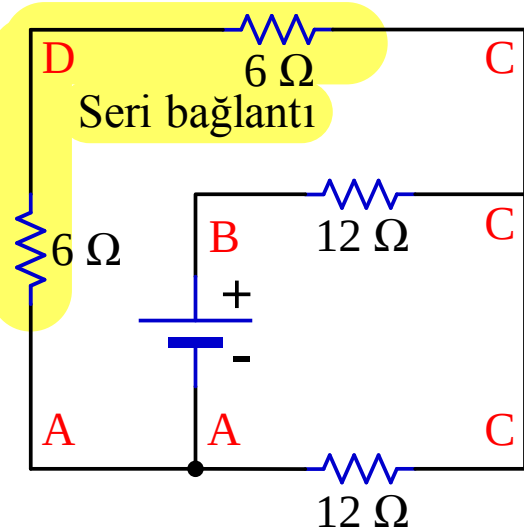
Seri bağlantı



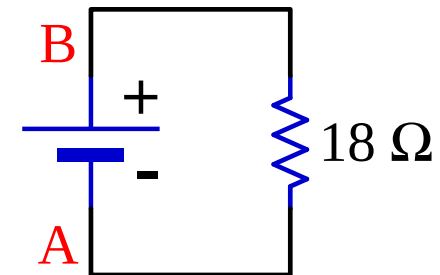
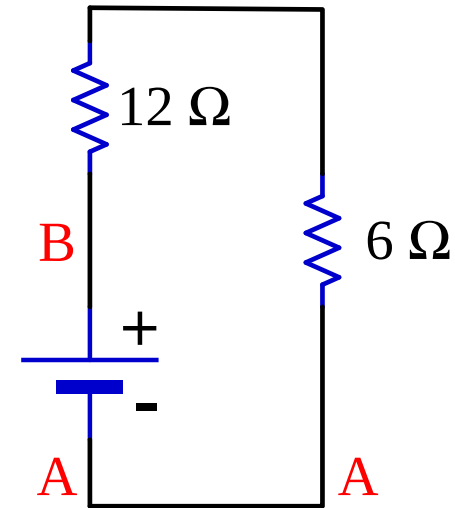
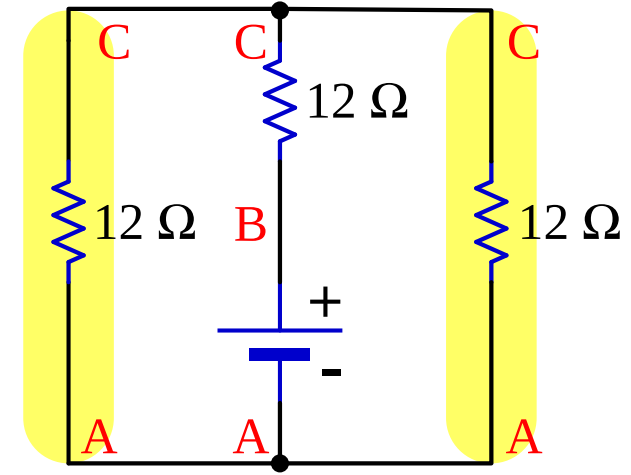
Örnek: Şekildeki devrede eşdeğer direnç kaç Ohm'dur?



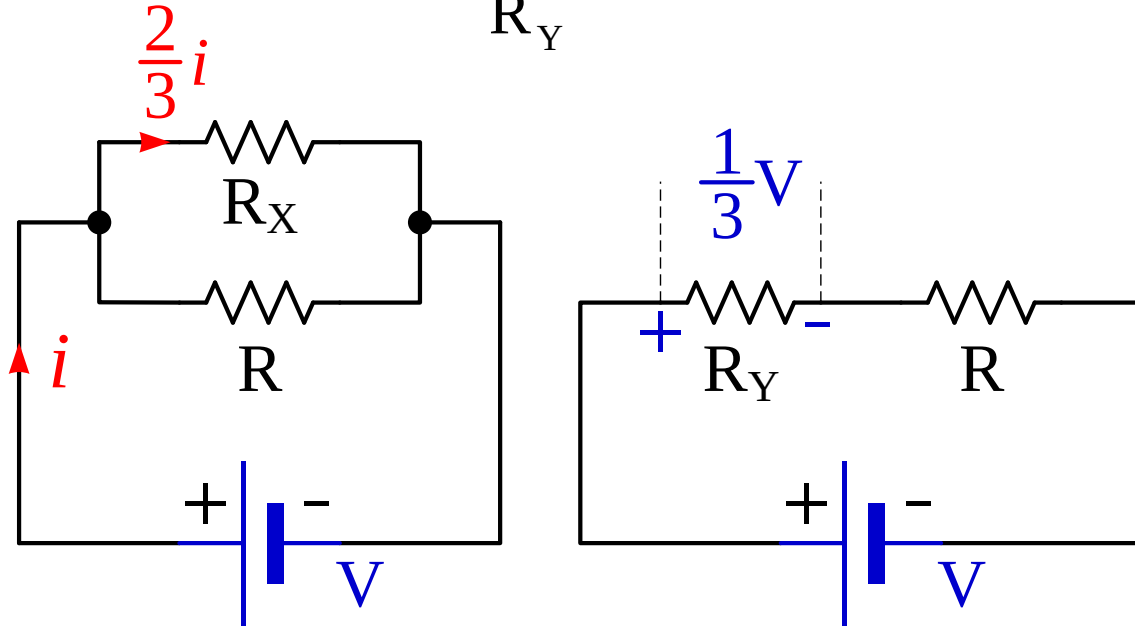
Çözüm:



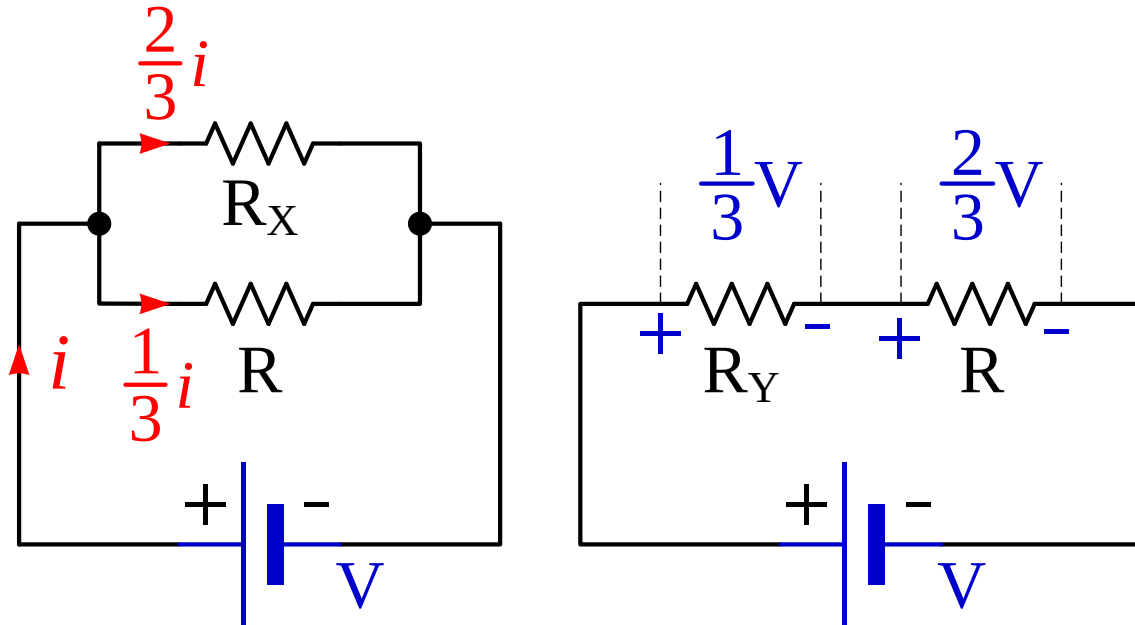
Paralel bağlantı



Örnek: Şekildeki devrede verilenlere göre $\frac{R_X}{R_Y}$ oranı nedir?



Çözüm:



R_X direncinden geçen akım, R direncinden geçen akımın 2 katı olduğundan;

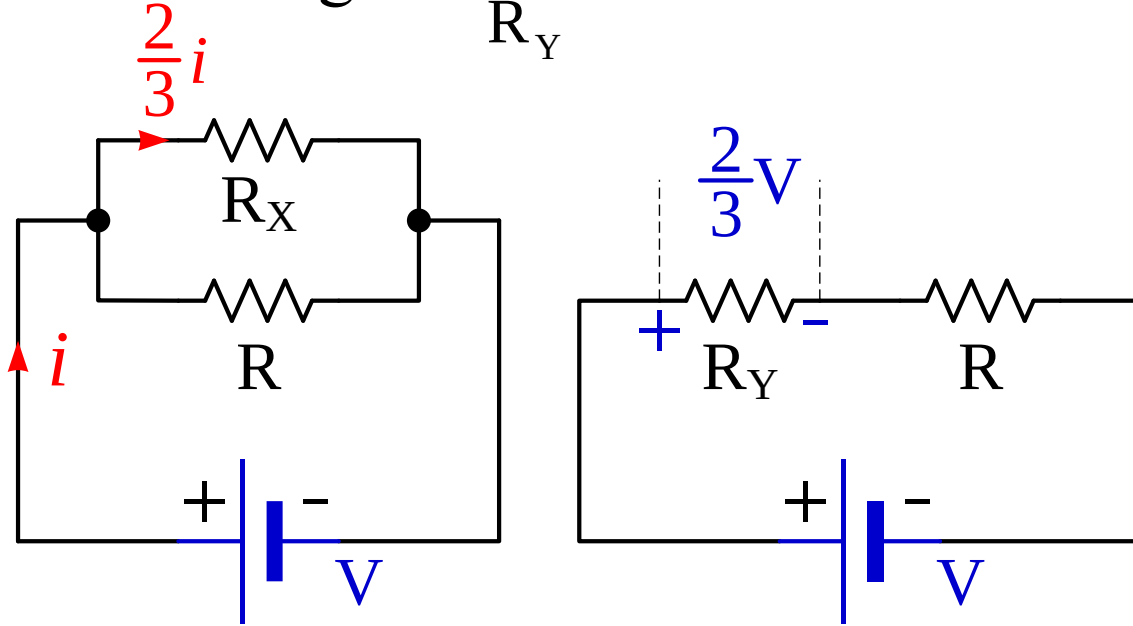
$$R_X = \frac{R}{2} \text{ dir.}$$

R_Y nin potansiyel farkı, R nin potansiyel farkının $\frac{1}{2}$ si olduğundan;

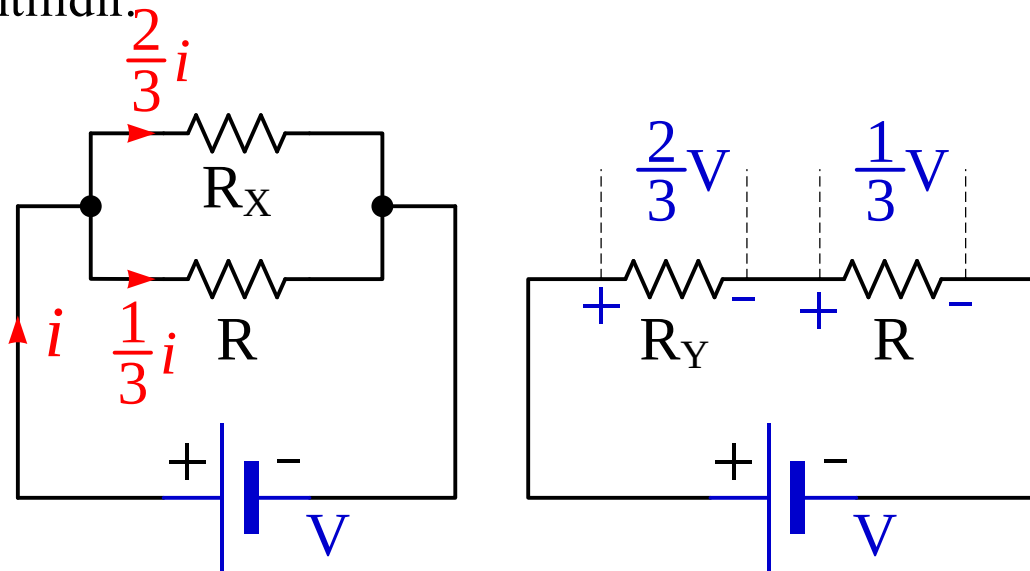
$$R_Y = \frac{R}{2} \text{ dir.}$$

$$\frac{R_X}{R_Y} = \frac{\frac{R}{2}}{\frac{R}{2}} = 1$$

Örnek: Şekildeki devrede verilenlere göre $\frac{R_X}{R_Y}$ oranı nedir?



Çözüm: Paralel kollardaki akımlar dirençler ile ters orantılıdır. Seri kollardaki gerilimler, direnç ile doğru orantılıdır.



R_X direncinden geçen akım, R direncinden geçen akımın 2 katı olduğundan;

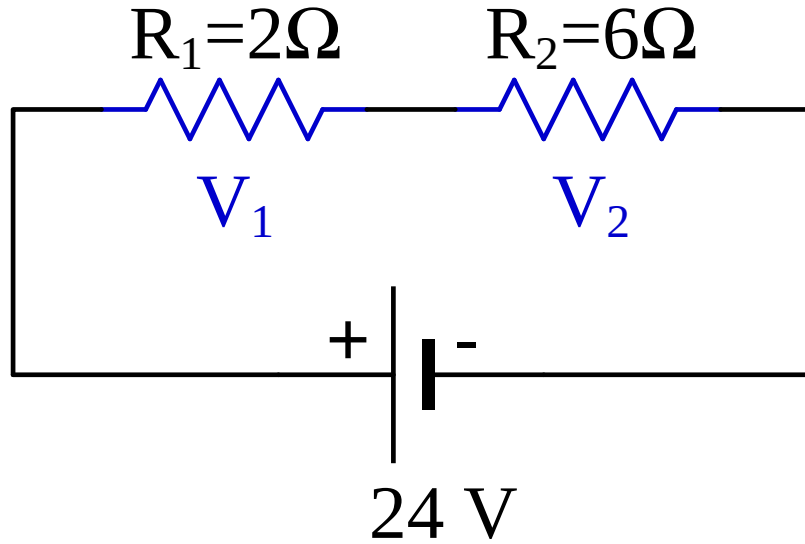
$$R_X = \frac{R}{2} \text{ dir.}$$

R_Y nin potansiyel farkı, R nin potansiyel farkının 2 katı olduğundan;

$$R_Y = 2 \cdot R$$

$$\frac{R_X}{R_Y} = \frac{\frac{R}{2}}{2 \cdot R} = \frac{R}{2} \cdot \frac{1}{2R} = \frac{1}{4}$$

Örnek: Şekildeki devrede R_1 ve R_2 dirençlerinin uçları arasındaki potansiyel farkları V_1 ve V_2 kaç voltur?



Çözüm:

Şekildeki dirençler seri bağlıdır. Seri devrelerde bütün dirençlerden aynı akım geçer. I aynı olduğundan potansiyel farkları dirençler ile doğru orantılıdır.

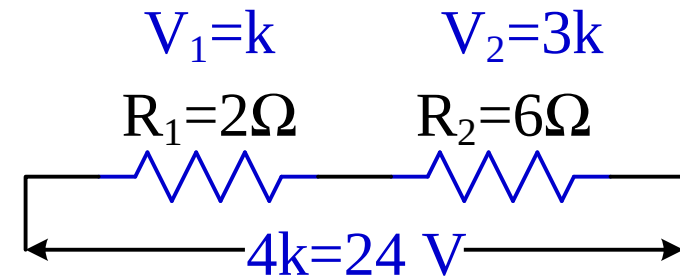
$$I = \frac{V}{R_1 + R_2} = \frac{24}{8} = 3A$$

$$V_1 = I \times R_1 = 3 \times 2 = 6 \text{ V}$$

$$V_2 = I \times R_2 = 3 \times 6 = 18 \text{ V}$$

Sağlaması: $V = V_1 + V_2 = 6 + 18 = 24 \text{ V}$

Orantı kurma ile çözüm:



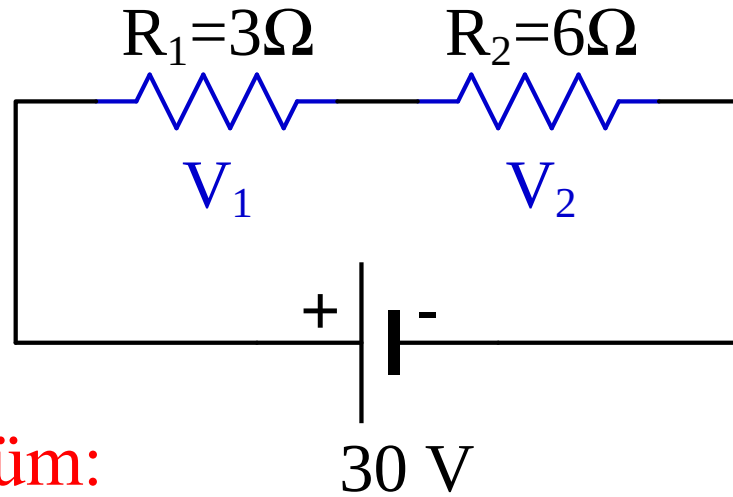
$$\begin{array}{cc} 4k & 24V \\ k & x \text{ V} \end{array}$$

$$x = \frac{k \cdot 24}{4k} = 6 \text{ V}$$

$$x = k = V_1 = 6V$$

$$3k = 3 \cdot 6 = V_2 = 18V$$

Örnek: Şekildeki devrede R_1 ve R_2 dirençlerinin uçları arasındaki potansiyel farkları V_1 ve V_2 kaç voltur? (Üretecin iç direnci önemsizdir)



1.Çözüm:

Şekildeki dirençler seri bağlıdır. Seri devrelerde bütün dirençlerden aynı akım geçer. I aynı olduğundan potansiyel farkları dirençler ile doğru orantılıdır.

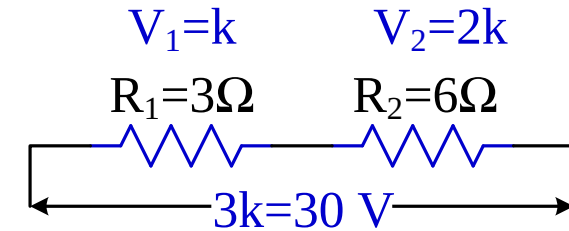
$$I = \frac{V}{R_1 + R_2} = \frac{30}{3+6} = \frac{30}{9} \text{ A}$$

$$V_1 = I \times R_1 = \frac{30}{9} \times 3 = 10\text{V}$$

$$V_2 = I \times R_2 = \frac{30}{9} \times \frac{6}{3} = 20\text{V}$$

Sağlaması: $V = V_1 + V_2 = 10 + 20 = 30\text{V}$

2. Çözüm: Seri devrelerde dirençler üzerindeki gerilimler, direnç değerleri ile doğru orantılıdır. V_2 değeri V_1 in iki katı olur.



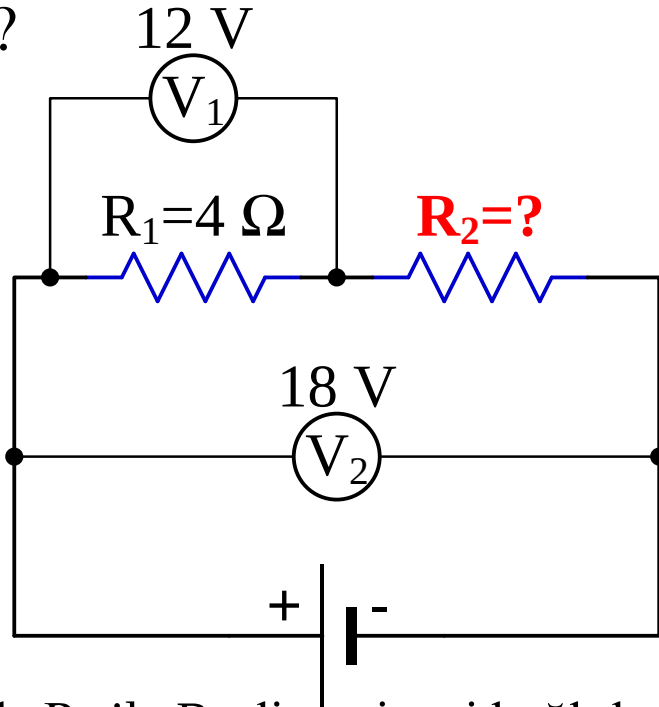
$$\begin{array}{cc} 3k & 30\text{V} \\ k & x \text{ V} \end{array}$$

$$x = k = V_1 = 10\text{V}$$

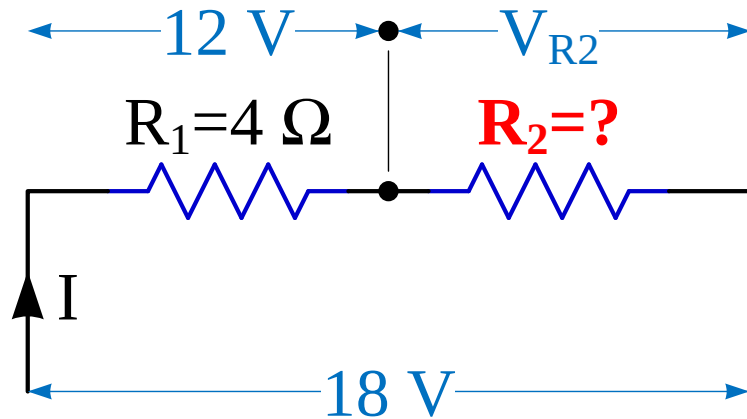
$$x = \frac{k \cdot 30}{3k} = 10\text{V}$$

$$2k = 2 \cdot 10 = V_2 = 20\text{V}$$

Örnek: Şekilde verilenlere göre R_2 direnci kaç Ohm'dur?



1.Çözüm: Şekilde R_1 ile R_2 direnci seri bağlıdır. Seri devrede sabit bir 'I' akımını dolaşır. Ayrıca dirençlerin üzerlerindeki gerilimlerin toplamı 18 V tur.



$$I = \frac{V_{R_1}}{R_1} = \frac{12}{4} = 3\text{ A}$$

$$V_{R_2} = 18 - 12 = 6\text{ V}$$

$$R_2 = \frac{V_{R_2}}{I} = \frac{6}{3} = 2\ \Omega$$

2.Çözüm: Dirençlerden aynı akım geçtiğinden aşağıdaki eşitlikten de R_2 bulunabilir.

$$I = \frac{V_{R_1}}{R_1} = \frac{V_{R_2}}{R_2} = \frac{12}{4} \times \frac{6}{R_2} \Rightarrow$$

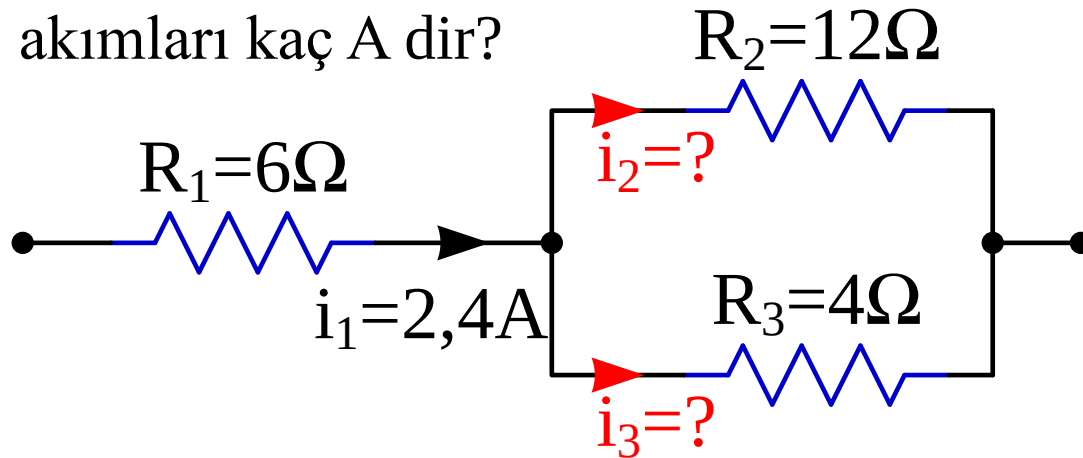
$$R_2 = \frac{4 \cdot 6}{12} = 2\ \Omega$$

3.Çözüm:

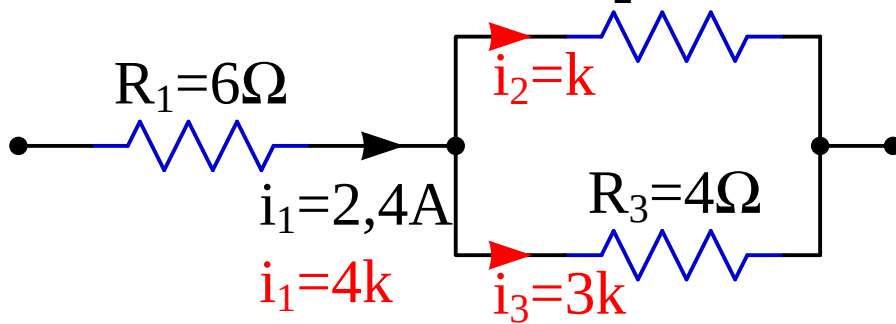
$$R_{\text{EŞDEĞER}} = R_{\text{TOPLAM}} = \frac{V}{I} = \frac{18}{3} = 6\ \Omega$$

$$R_2 = R_{\text{TOPLAM}} - R_1 = 6 - 4 = 2\ \Omega$$

Örnek: Şekilde verilenlere göre i_2 ve i_3 akımları kaç A dir?



1.Çözüm: Paralel bağlı dirençler üzerinde düşen gerilimler aynıdır. Paralel kol akımlarının değerleri ise direnç değerleri ile ters orantılıdır. i_3 akımı i_2 akımının 3 katı olur. $R_2 = 12\Omega$



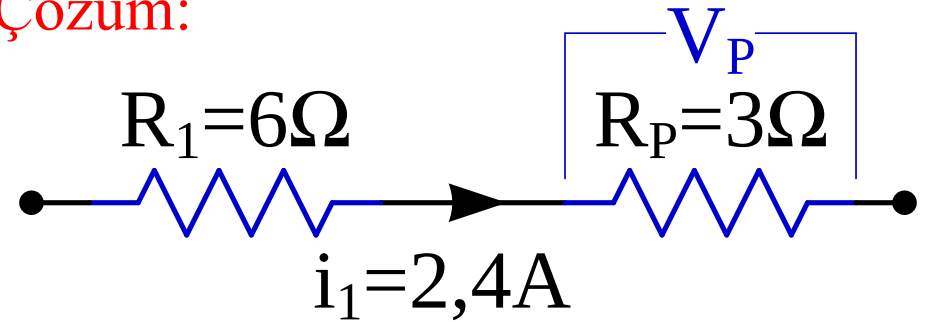
$$i_1 = 4k = 2,4A$$

$$k = \frac{2,4A}{4} = 0,6A$$

$$k = i_2 = 0,6A$$

$$i_3 = 3k = 3 \cdot 0,6 = 1,8A$$

2.Çözüm:



$$R_p = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{12 \cdot 4}{12 + 4} = \frac{48}{16} = 3\Omega$$

$$V_p = i_1 \cdot R_p = 2,4A \cdot 3\Omega = 7,2V$$

$$i_2 = \frac{V_p}{R_2} = \frac{7,2V}{12\Omega} = 0,6A$$

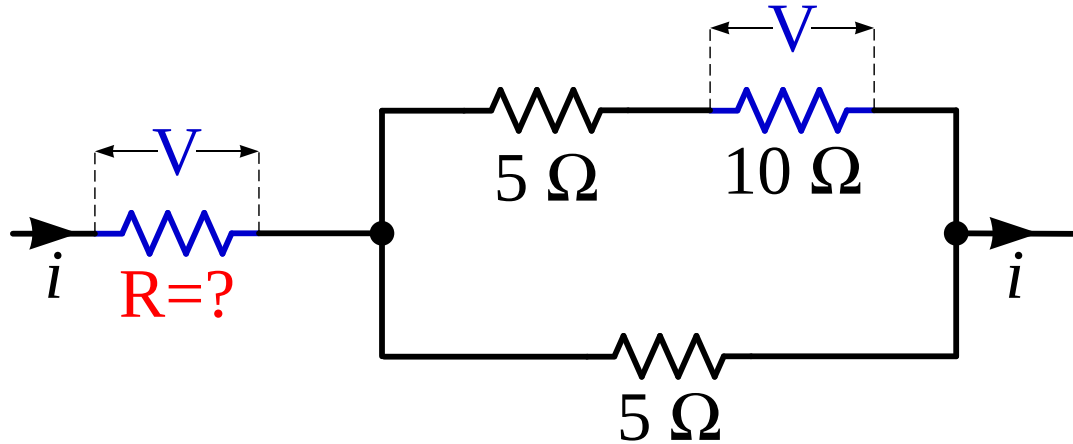
$$i_3 = \frac{V_p}{R_3} = \frac{7,2V}{4\Omega} = 1,8A$$

3.Çözüm: Akım bölücü formülünden

$$i_2 = i_1 \cdot \frac{R_3}{R_2 + R_3} = 2,4 \cdot \frac{4}{12 + 4} = 0,6A$$

$$i_3 = i_1 \cdot \frac{R_2}{R_2 + R_3} = 2,4 \cdot \frac{12}{12 + 4} = 1,8A$$

Örnek: Şekildeki devrede R direnci ile 10Ω luk direncin gerilimleri birbirine eşit olduğuna göre, R direncinin değerini bulunuz.

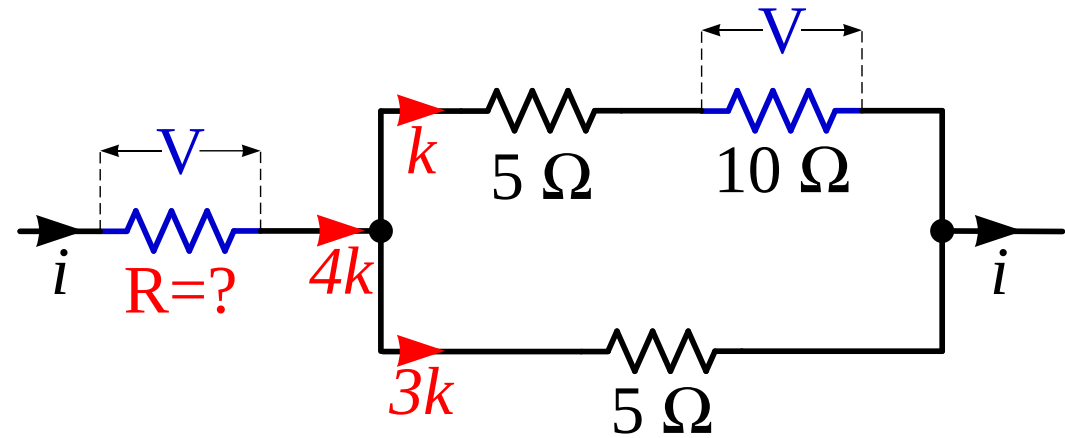


Çözüm: Paralel kollardaki akımlar, dirençler ile ters orantılıdır.

$(10 + 5)\Omega$ dan $\rightarrow k$ akımı geçerse

5Ω dan $\rightarrow 3k$ akımı geçer.

$$i = k + 3k = 4k \text{ olur.}$$



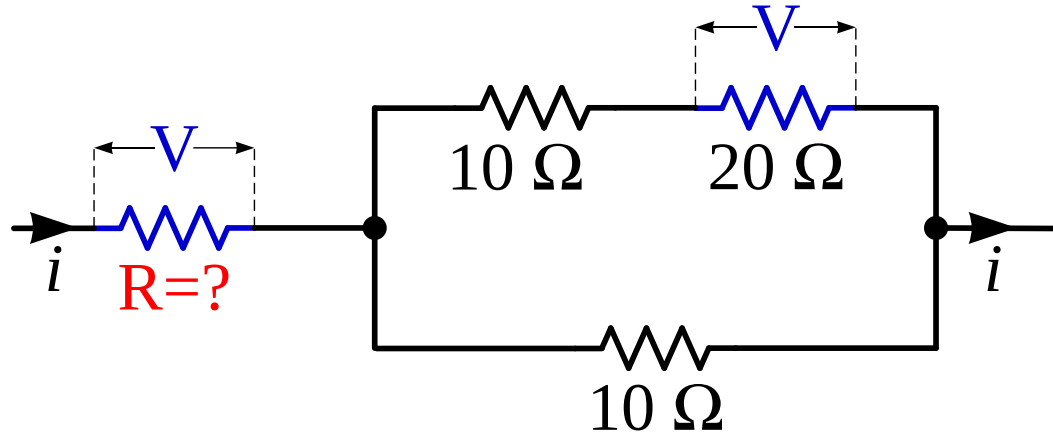
$$V_R = V_{10\Omega}$$

$$4k \cdot R = k \cdot 10\Omega$$

$$4R = 10\Omega$$

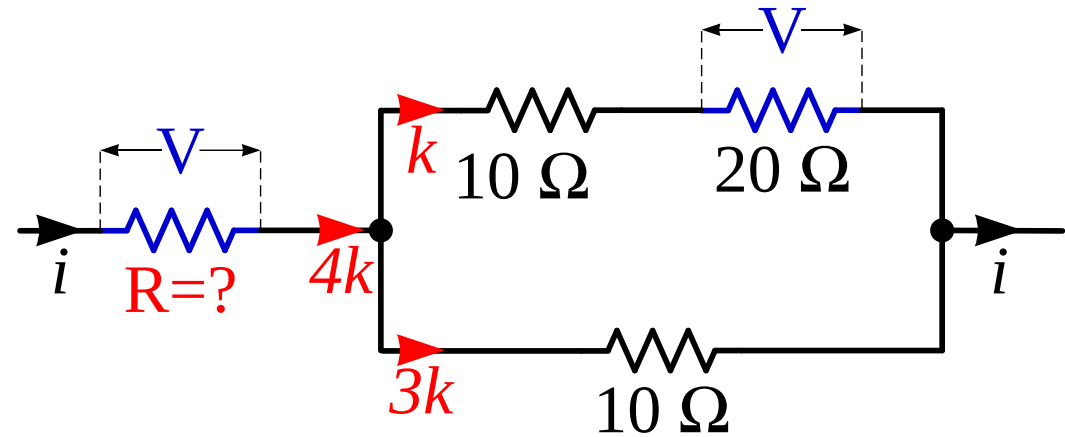
$$R = \frac{10}{4} = 2,5\Omega$$

Örnek: Şekildeki devrede R direnci ile 20Ω luk direncin gerilimleri birbirine eşit olduğuna göre, R direncinin değerini bulunuz.



Çözüm: Paralel kollardaki akımlar, dirençler ile ters orantılıdır.
 $(20 + 10) \Omega$ dan $\rightarrow k$ akımları geçerse
 10Ω dan $\rightarrow 3k$ akımları geçer.

$$i = k + 3k = 4k \text{ olur.}$$



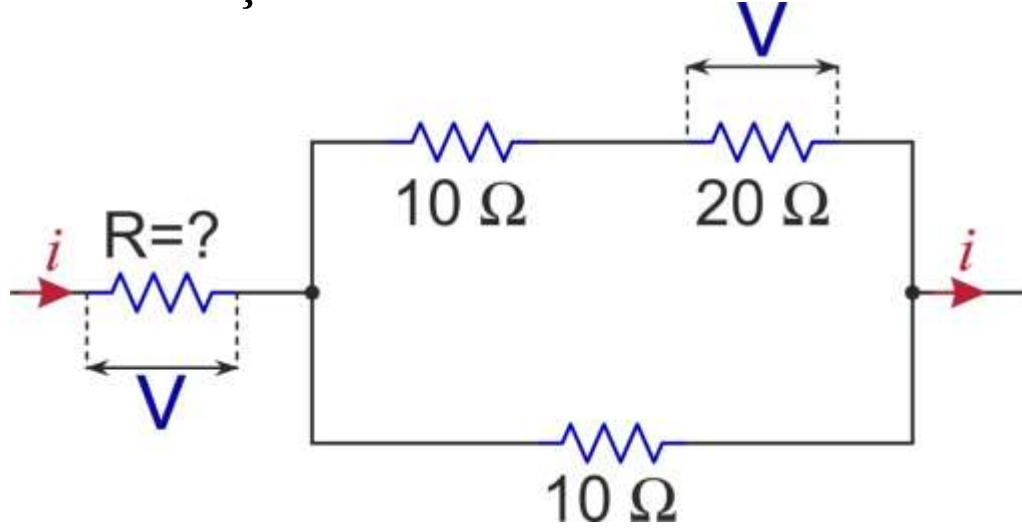
$$V_R = V_{20\Omega}$$

$$4k \cdot R = k \cdot 20\Omega$$

$$4R = 20\Omega$$

$$R = \frac{20}{4} = 5 \Omega$$

Örnek: Şekildeki devrede R direnci ile 20 Ohm'luk direncin uçları arasındaki potansiyel fark aynı olduğuna göre R direnci kaç Ohm dur?

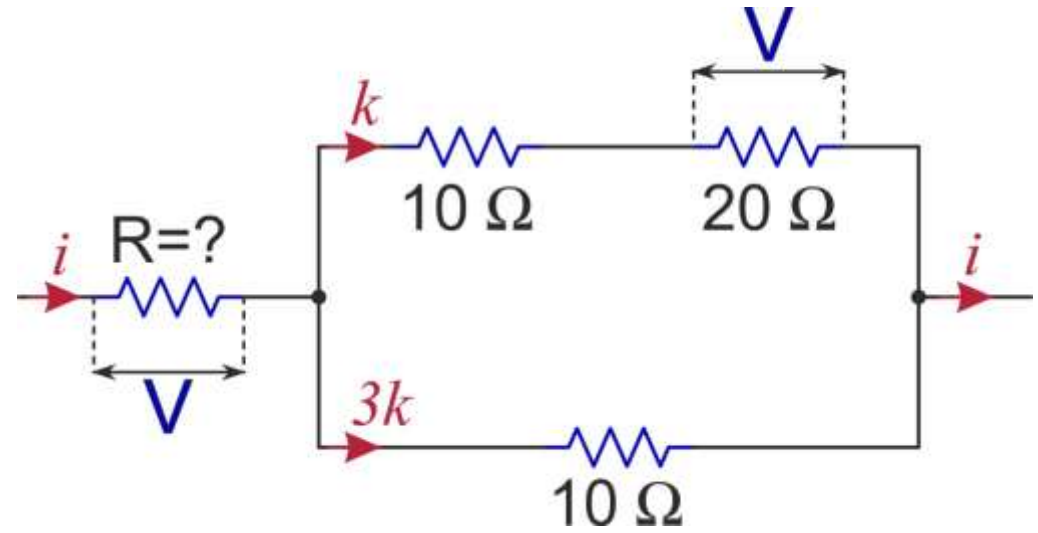


Çözüm:

Paralel kollardaki akımlar dirençler ile ters orantılıdır.

30 Ω dan $\rightarrow k$ akımı geçerse

10 Ω dan $\rightarrow 3k$ akımı geçer.



$$i = 4k \Rightarrow V_R = i \cdot R = 4k \cdot R$$

$$V_{20\Omega} = k \cdot 20 \Omega$$

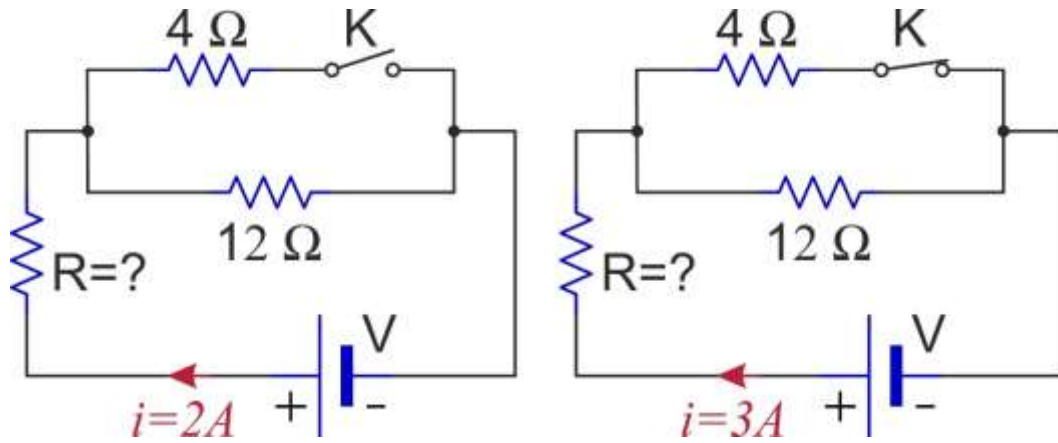
$$V_R = V_{20\Omega}$$

$$\cancel{4k} \cdot R = \cancel{k} \cdot 20 \Omega$$

$$4 \cdot R = 20 \Omega$$

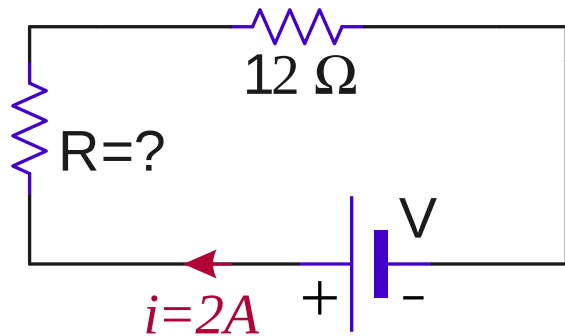
$$R = 5 \Omega$$

Örnek: Şekildeki devrede K anahtarı açık iken devreden geçen akım 2 A dir. K anahtarı kapatıldığında devreden geçen akım 3 A olduğuna göre, R direnci kaç ohm dur?



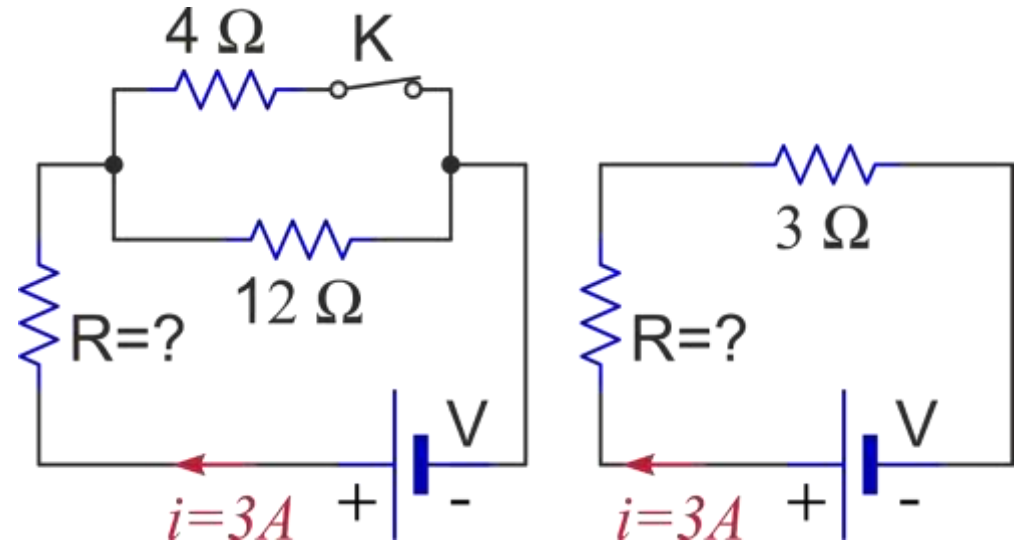
Çözüm:

K anahtarı açık iken; $R_{eş1} = R + 12$



K anahtarı kapalı iken;

$$R_{eş2} = R + (4 / / 12) = R + 3$$



$$V = i_{K \text{ açık}} \cdot R_{eş1} = i_{K \text{ kapalı}} \cdot R_{eş2}$$

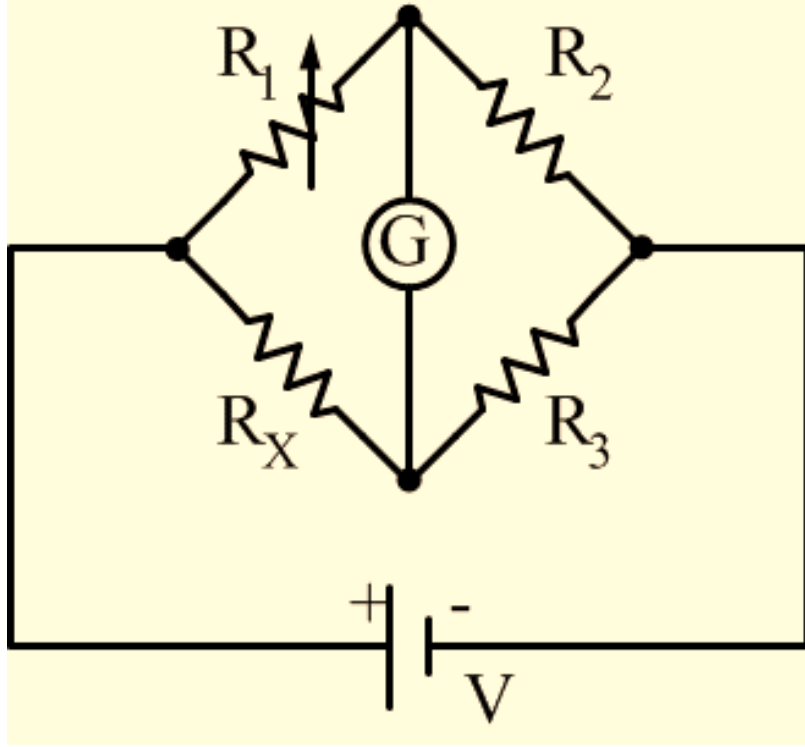
$$V = 2 \cdot (R + 12) = 3 \cdot (R + 3)$$

$$2R + 24 = 3R + 9$$

$$-9 + 24 = 3R - 2R$$

$$R = 15 \Omega$$

Wheatstone (Veston) Köprüsü



Şekilde görülen Wheatstone (Veston) Köprüsü direnç ölçümünde kullanılan bir devredir. R_X değeri tam olarak bilinen değişken bir direnç; R_2 ve R_4 değeri tam olarak bilinen sabit dirençlerdir.

G ise galvanometre gibi duyarlı

bir akım ölçme aletidir.

R_1 potansiyometresi galvanometredeki akım sıfır oluncaya kadar ayarlanarak köprü dengeye getirilir.

$$R_1 \cdot R_3 = R_X \cdot R_2 \text{ olur.}$$

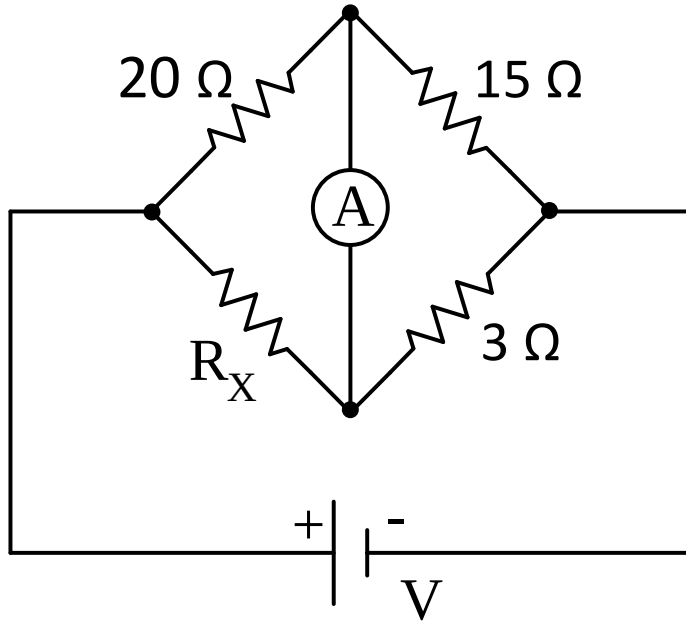
Buradan R_X bulunabilir.

$$R_1 \cdot R_3 = R_X \cdot R_2$$

$$R_X = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_2}$$

Örnek:

Şekildeki devrede ampermetreden akım geçmediğine göre R_x direnci kaç Ω dur?



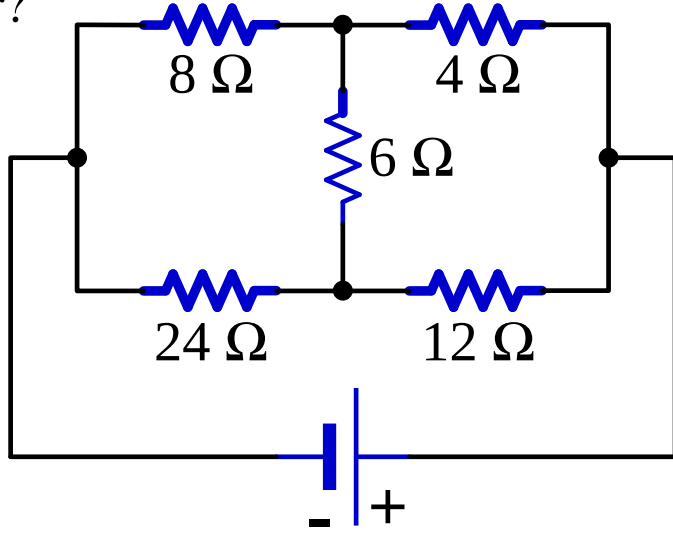
Çözüm:

Ampermetreden akım geçmediğine göre dirençlerin karşılıklı çarpımları birbirine eşit olmalıdır.

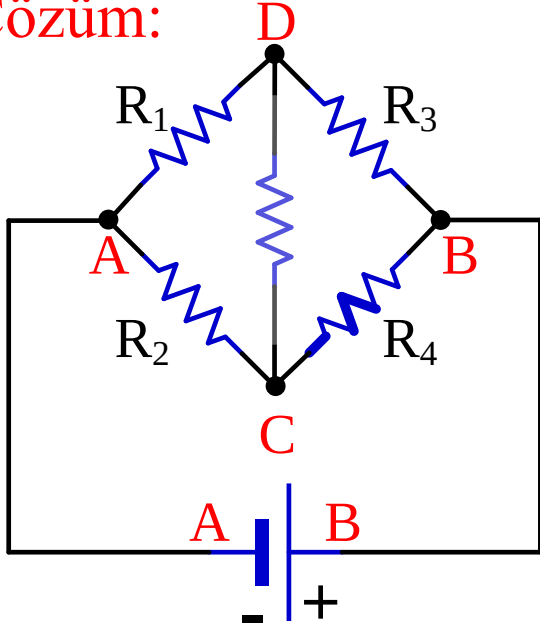
$$20 \cdot 3 = R_x \cdot 15$$

$$R_x = \frac{60}{15} = 4 \Omega$$

Örnek: Şekildeki devrede eşdeğer direnç kaç Ohm'dur?



Çözüm:



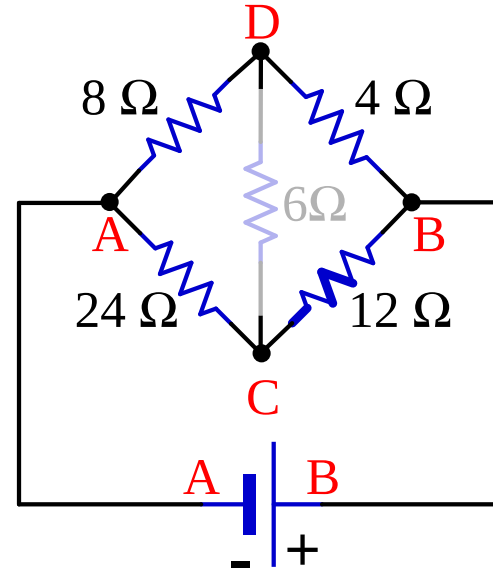
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

$$R_1 \cdot R_4 = R_2 \cdot R_3$$

Bu eşitlik sağlanırsa ortadaki dirençten akım geçmez ve

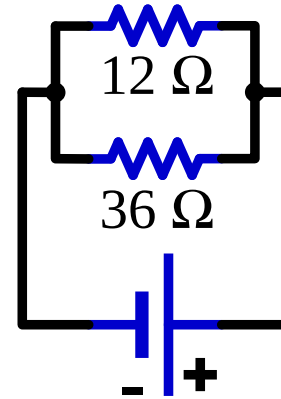
ortadaki direnç yokmuş gibi düşünülür.

Bu bağlantıya Wheatstone (Veston) Köprüsü denir.



$$\frac{8}{24} = \frac{4}{12}$$

olduğundan C-D arası potansiyel sıfırdır. Ortadaki 6Ω luk direnç yokmuş gibi çözüm yapılır.

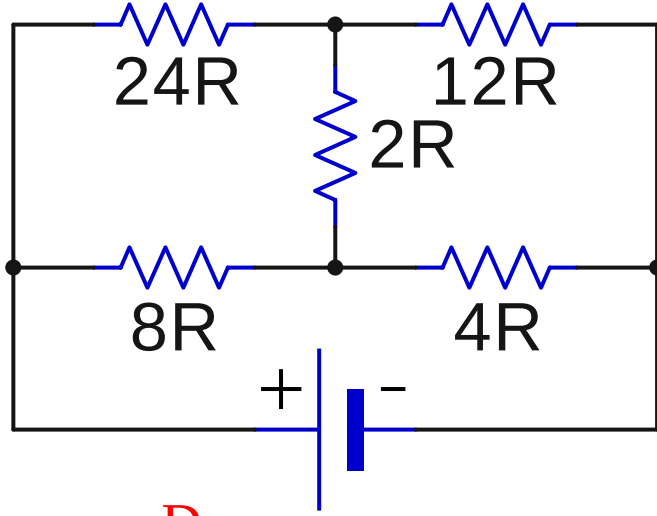


$$\frac{1}{R_{EŞ}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{36}$$

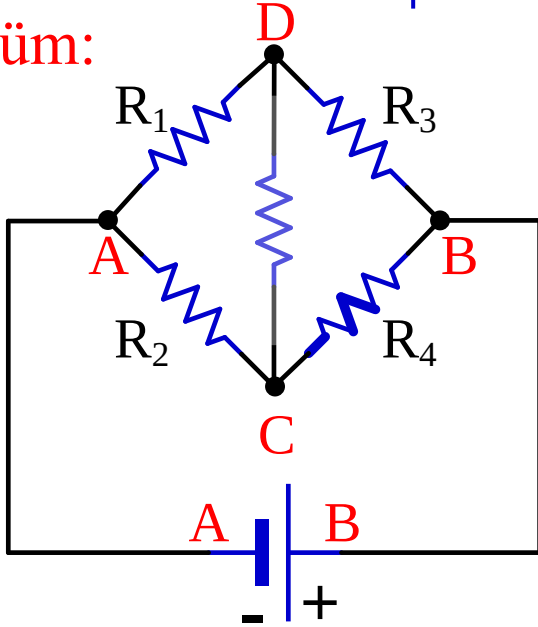
$$\frac{1}{R_{EŞ}} = \frac{3+1}{36} = \frac{4}{36}$$

$$R_{EŞ} = 9 \Omega$$

Örnek: Şekildeki devrede eşdeğer direnç kaç Ohm'dur?



Çözüm:

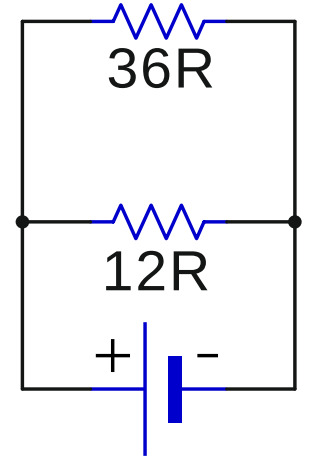
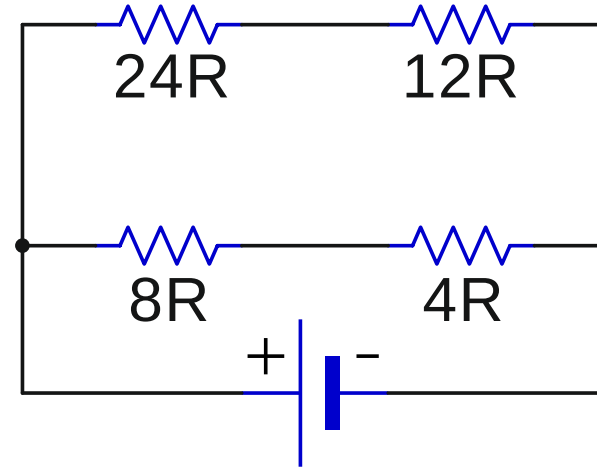


$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

$$\frac{24}{8} = \frac{12}{4}$$

$$3 = 3$$

Eşitlik sağlandığından **C-D** arası potansiyel sıfırdır. Ortadaki 2R'lik direnç yokmuş gibi çözüm yapılır.



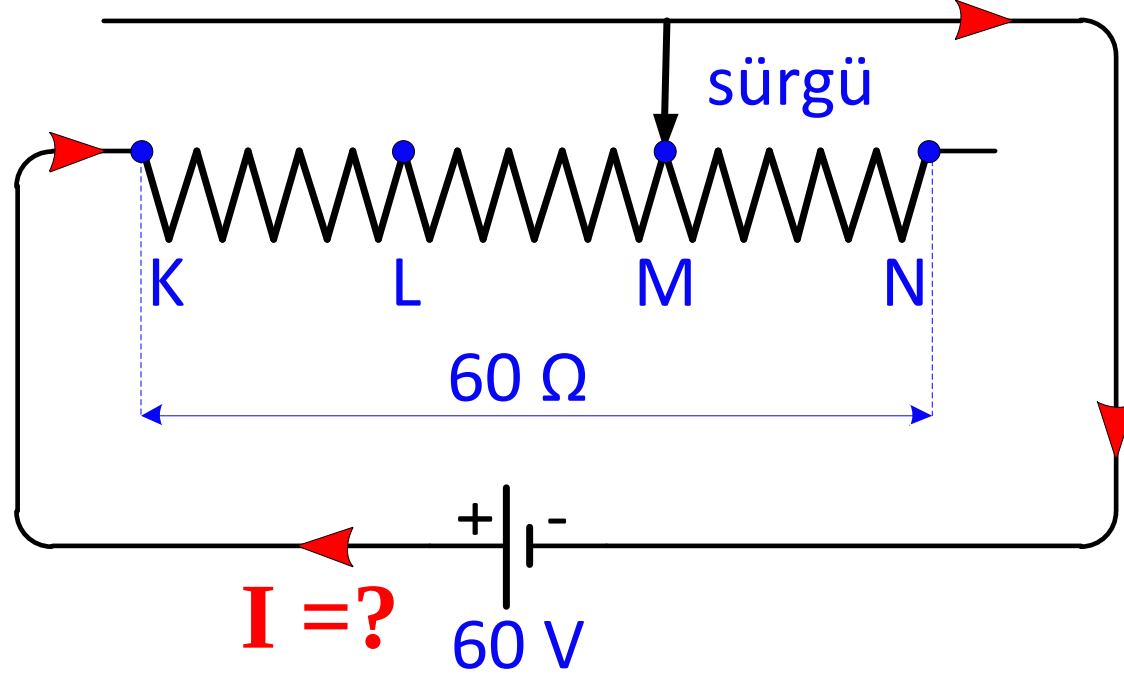
$$\frac{1}{R_{EŞ}} = \frac{1}{12} + \frac{1}{36}$$

$$\frac{1}{R_{EŞ}} = \frac{3+1}{36} = \frac{4}{36}$$

$$R_{EŞ} = 9 \Omega$$

Reostanın Devrede Kullanımı

Örnek: Devreden geçen **I** akımını bulunuz.



$$KL = LM = MN = \ell$$

Çözüm: 60 Ω luk direnç (reosta) şekilde gibi bağlı iken direncin sadece KM kısmından akım geçer.

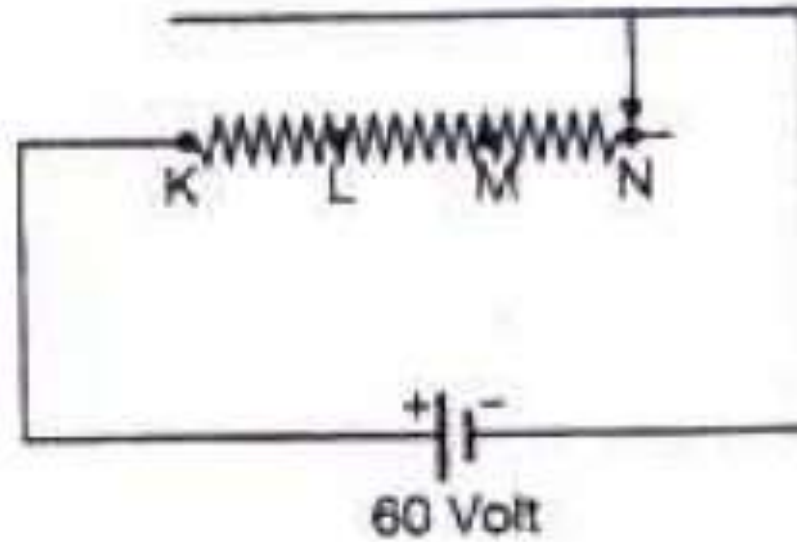
$$KL = LM = MN = \ell$$

$$KL + LM + MN = 3\ell = 60\Omega$$

$$\ell = 20\Omega$$

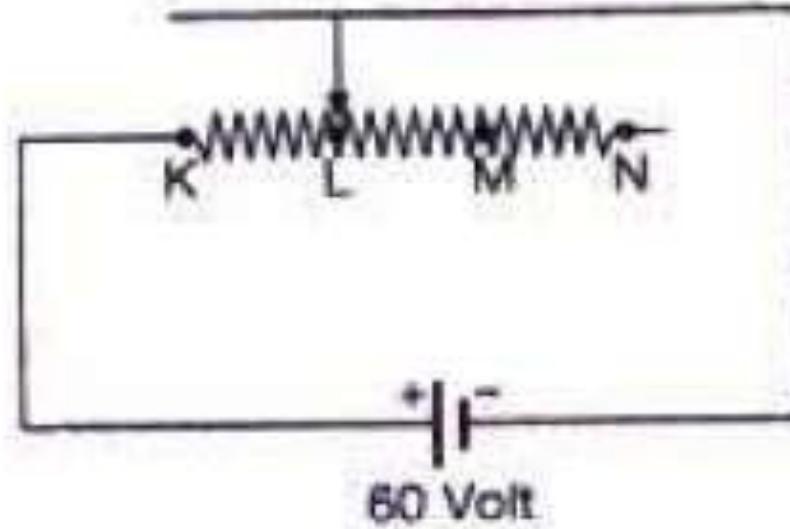
$$I = \frac{60V}{2 \cdot \ell} = \frac{60V}{2 \cdot 20\Omega} = 1,5A$$

Sürgüyü N noktasına getirelim.



Direncin tamamı kullanılır. Ve devreden geçen akım $I = \frac{60}{60} = 1 \text{ A}$ olur. Eğer sürgü L noktasına getirilirse

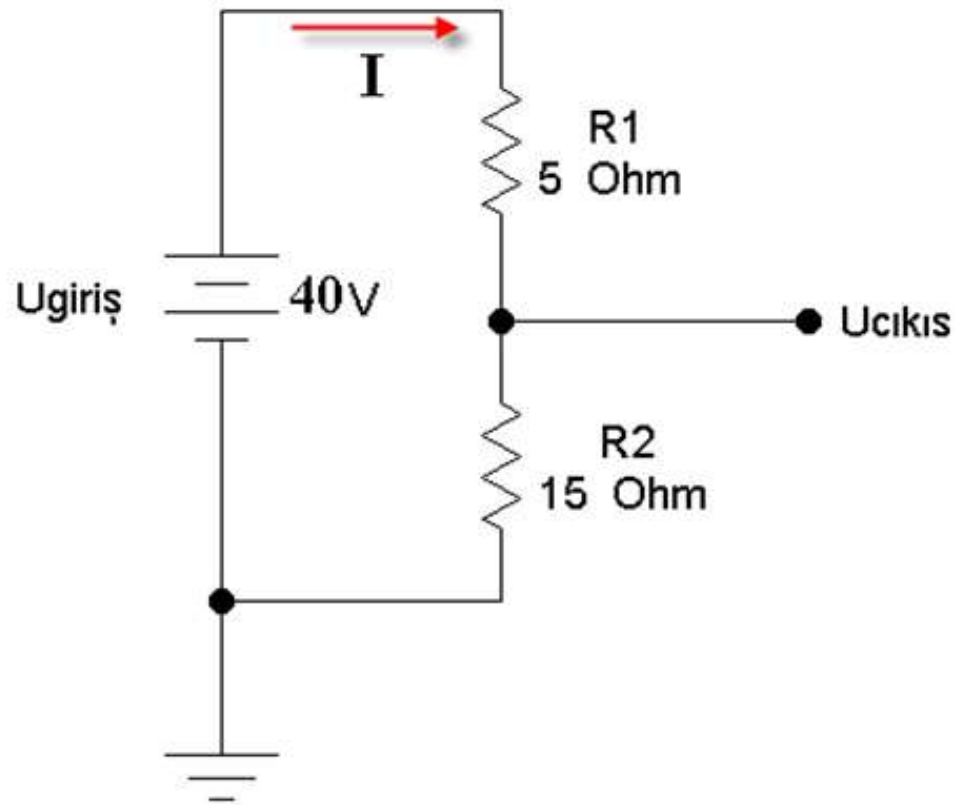
Eğer sürgü L noktasına getirilirse



Direncin KL kısmından akım geçer. Devreden geçen akım $I = \frac{60}{20} = 3 \text{ A}$ olur.

Gerilim Bölücü Devresi Uygulaması

R2 direnci üzerindeki gerilim düşümünü bulunuz.



$$I = \frac{V_{GİRİŞ}}{(R1 + R2)}$$

$$U_{R2} = I \times R2$$

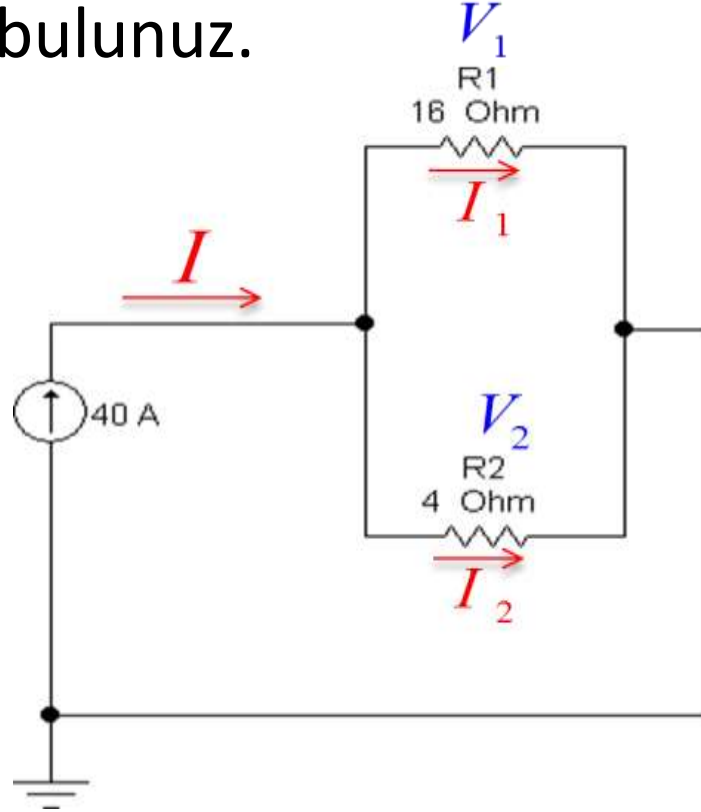
$$= \frac{V_{GİRİŞ}}{(R1 + R2)} \times R2$$

gerilim bölücü adı verilen formül

$$U_{R2} = \frac{40V}{(5 + 15)} \times 15 = 30V$$

Akım Bölücü Devresi

R2 direnci üzerindeki gerilim düşümünü bulunuz.



$$I_1 = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 40 \cdot \frac{4}{16 + 4} = 40 \cdot \frac{4}{20} = 8A$$

Kirchoff Akımlar Kanununa göre

$$I = I_1 + I_2$$

Kirchoff Gerlimler Kanununa göre

$$V_1 = V_2 = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2 = I \cdot R_{TOPLAM}$$

$$= I \cdot (R_1 // R_2) = I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \text{ olduğuna göre}$$

$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}}{R_1} = I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{R_1} \Rightarrow I_1 = I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2} \text{ ve}$$

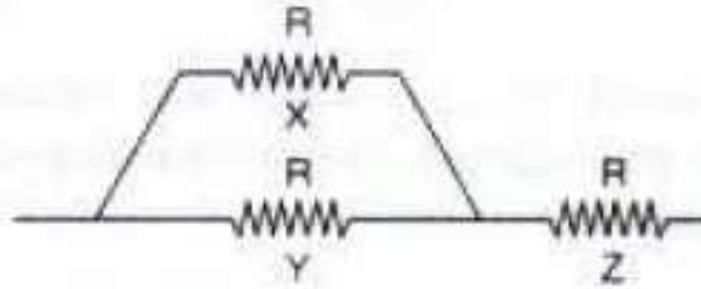
$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}}{R_2} = I \cdot \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{R_2} \Rightarrow I_2 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} \text{ olarak elde edilir.}$$

$$I_2 = I \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_2} = 40 \cdot \frac{16}{16 + 4} = 40 \cdot \frac{16}{20} = 32A$$

veya

$$I_2 = I - I_1 = 40 - 8 = 32A \text{ olarak bulunur.}$$

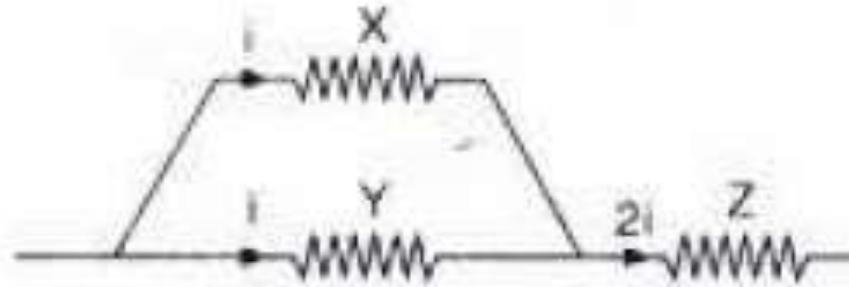
Örnek:



Şekildeki devrede özdeş X, Y, Z dirençlerinden geçen akımlar I_X , I_Y , I_Z arasında nasıl bir ilişki vardır?

Çözüm

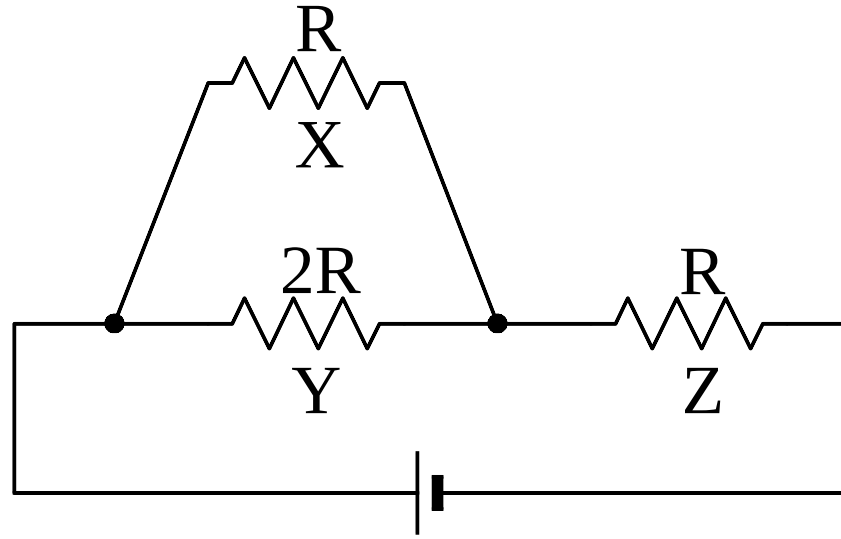
X ve Y dirençleri paralel ve özdeş olduğundan aynı akım geçer.



Örneğin X ve Y den I akımlar geçtiğini düşünelim. İkisinin toplamı $2I$, Z den geçen akımdır.

$I_Z > I_X = I_Y$ dir.

Örnek :



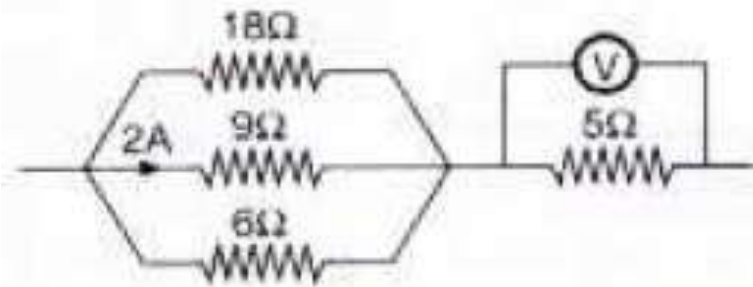
Şekildeki devrede R , $2R$ ve R dirençli X , Y , Z dirençlerinden geçen i_X , i_Y , i_Z akımları arasında nasıl bir ilişki vardır?

Çözüm

X ve Y dirençleri paralel bağlı olduğundan potansiyelleri eşit olmak zorundadır. O halde X ten $2i$ akımı geçerse Y den i akımı geçer (Büyük dirençten küçük akım geçer). X ve Y den geçen akımların toplamı $3i$, Z den geçer.

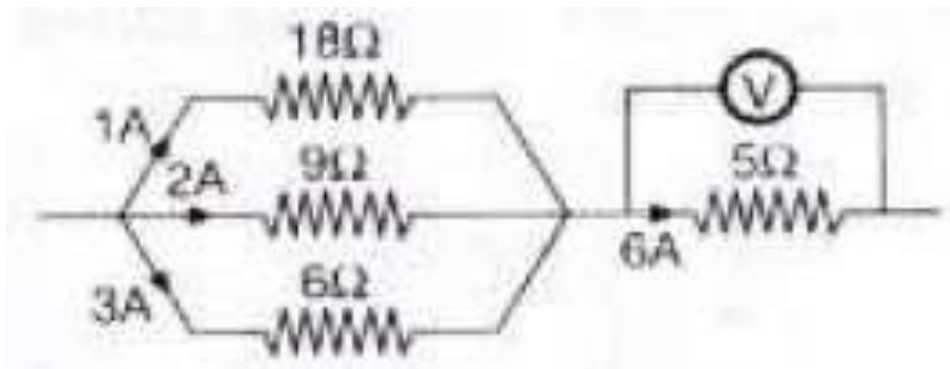
$i_Z > i_X > i_Y$ dir.

Örnek :



Şekildeki devrede 9Ω luk dirençten $2A$ lik akım geçtiğine göre, voltmetrenin gösterdiği değer kaç voltur?

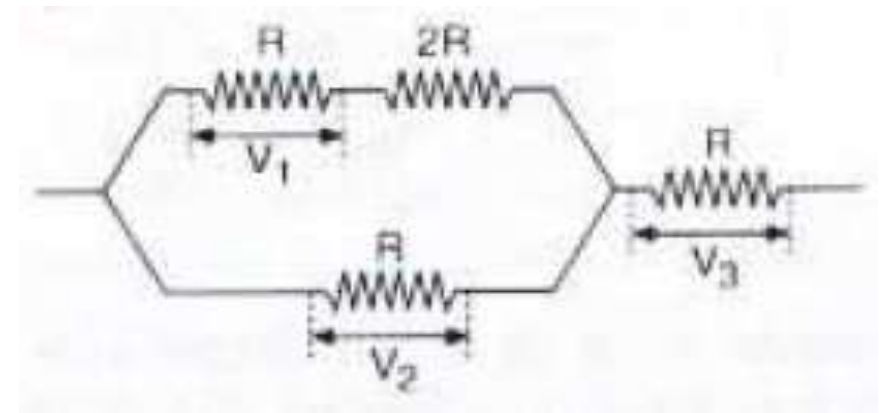
18Ω , 9Ω ve 6Ω luk dirençler paralel olduğundan potansiyelleri eşittir. 9Ω luk direncin potansiyeli $V = 2 \cdot 9 = 18$ volt tur.



O halde 18Ω den $1A$, 6Ω dan $3A$ akım geçer. Toplamları $6A$ ise 5Ω luk dirençten geçer. O halde voltmetrenin gösterdiği değer $V = i R$ den $V = 6 \cdot 5 \rightarrow V = 30$ volttur.

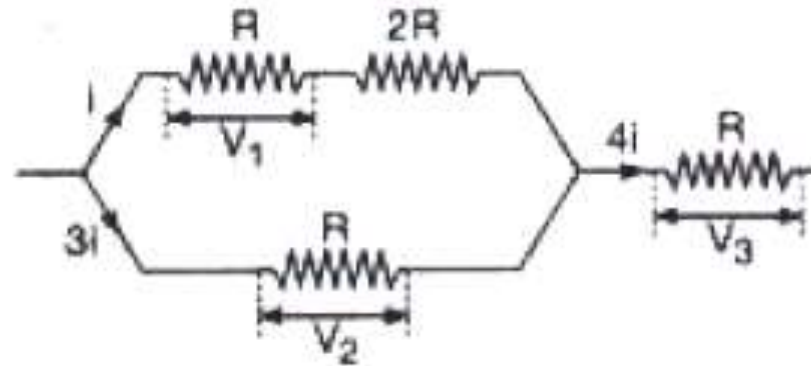
Örnek :

Şekildeki devrede R dirençlerinin uçları arasındaki potansiyeller V_1 , V_2 ve V_3 arasında nasıl bir ilişki vardır?



Çözüm:

Devre üzerindeki akım dağılımı aşağıdaki gibidir.



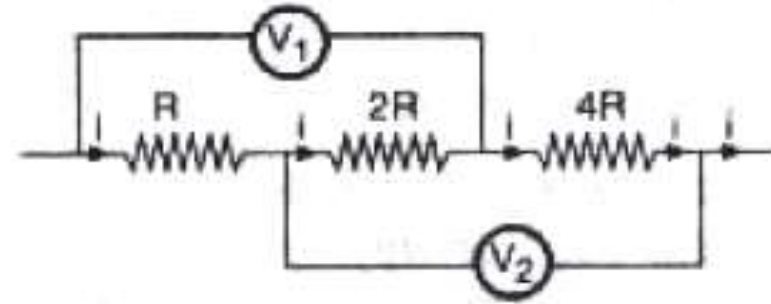
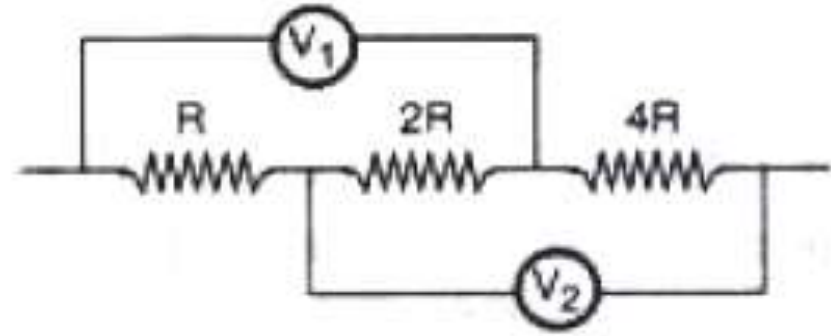
O halde $V_1 = i R$; $V_2 = 3i R$; $V_3 = 4i R$ olur.
 $V_3 > V_2 > V_1$ dir.

Örnek :

Şekildeki devrede voltmetrelerin gösterdiği değerlerin oranı $\frac{V_1}{V_2}$ kaçtır?

Çözüm:

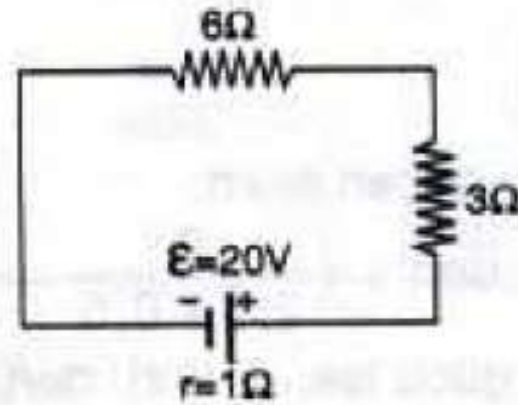
Voltmetrelerin direncini pratikte sonsuz kabul etmiştik. Voltmetrelerden akım geçmeyeceğinden dirençler seri bağlıdır. Hepsinden geçen akım aynıdır. V_1 voltmetresi R ve $2R$ dirençlerinin uçları arasındaki; V_2 ise $2R$ ve $4R$ dirençlerinin uçları arasındaki potansiyeli ölçer.



$$V_1 = iR + 2iR = 3iR$$

$$V_2 = 2iR + 4iR = 6iR$$

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{3iR}{6iR} = \frac{1}{2} \text{ olur.}$$



Şekildeki devreden geçen akım kaç Amperdir?

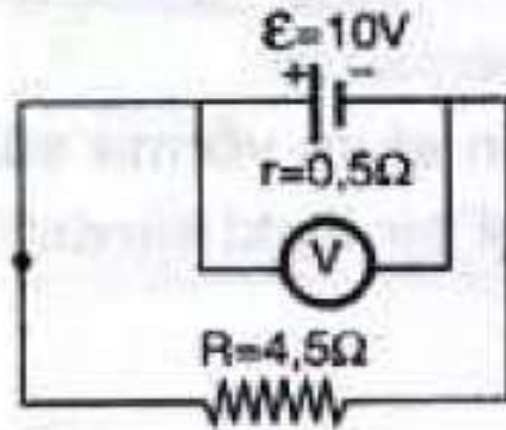
ÇÖZÜM

6 ve 3Ω luk dirençler seri bağlıdır. Dış devre direnci $R = 6 + 3 \rightarrow R = 9\Omega$ olur.

Üretecin iç direnci devre direncine her zaman seri bağlıdır.

$$R_{\text{eş}} = R + r \rightarrow R_{\text{eş}} = 9 + 1 = 10\Omega \text{ olur.}$$

$$\text{Geçen akım } i = \frac{\mathcal{E}}{R_{\text{eş}}} = \frac{20}{10} = 2 \text{ A dir.}$$



Şekildeki devrede üretcin uçları arasındaki potansiyel farkı kaç voltur?

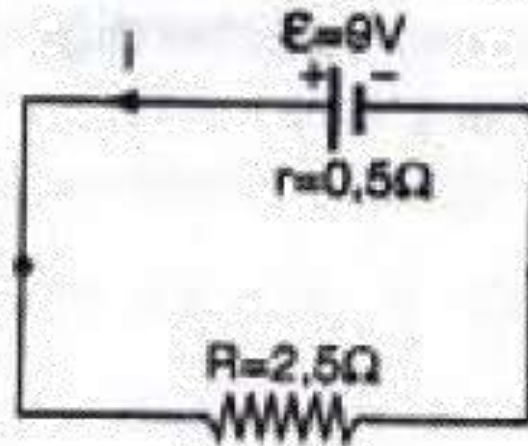
Devreden geçen akım;

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \text{ den } I = \frac{10}{4,5 + 0,5} = \frac{10}{5} = 2 \text{ A dir.}$$

Voltmetrenin gösterdiği değer;

$$V = \mathcal{E} - Ir \text{ den}$$

$$V = 10 - 2 \cdot 0,5 \rightarrow V = 9 \text{ volt olur.}$$



Şekilde verilenlere göre devreden geçen akım şiddetini ve üretcin gücünü bulunuz?

Devreden geçen akım;

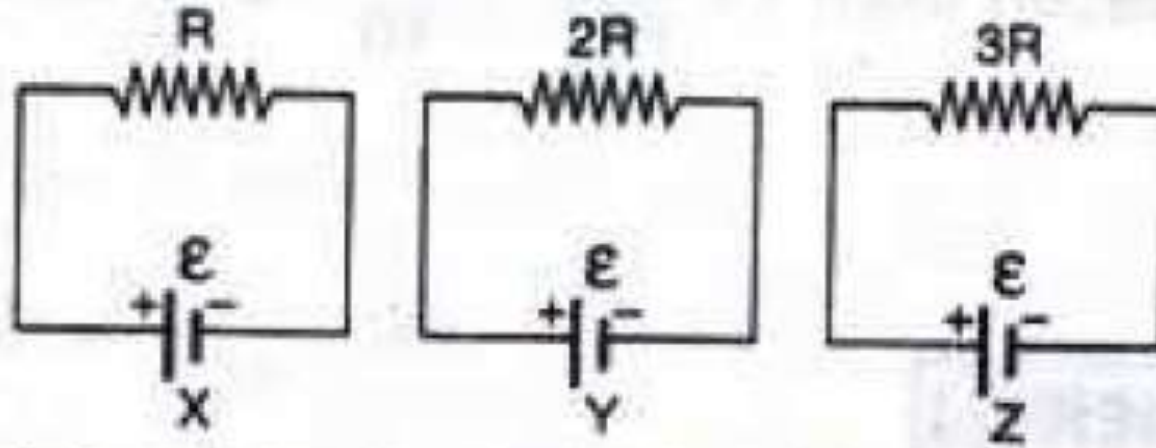
$$I = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \text{ den } I = \frac{9}{2,5 + 0,5} = \frac{9}{3} = 3 \text{ A}$$

Üretcin gücü ise, $P = \mathcal{E}I$ den

$$P = 9 \cdot 3 = 27 \text{ watt olur.}$$

ÜRETECİN ÖMRÜ

Üretecin akım verme süresi t ; Üretecin enerjisi E , emk'sı ϵ , akımı I ise, $t = \frac{E}{\epsilon \cdot I}$ dir. Özdeş üreteçler için $t \propto \frac{1}{I}$ dir. O halde hangi üreteçten büyük akım geçiyorsa onun akım verme süresi daha küçüktür.



Şekildeki devrede üreteçler özdeş olup iç dirençleri önemsizdir.

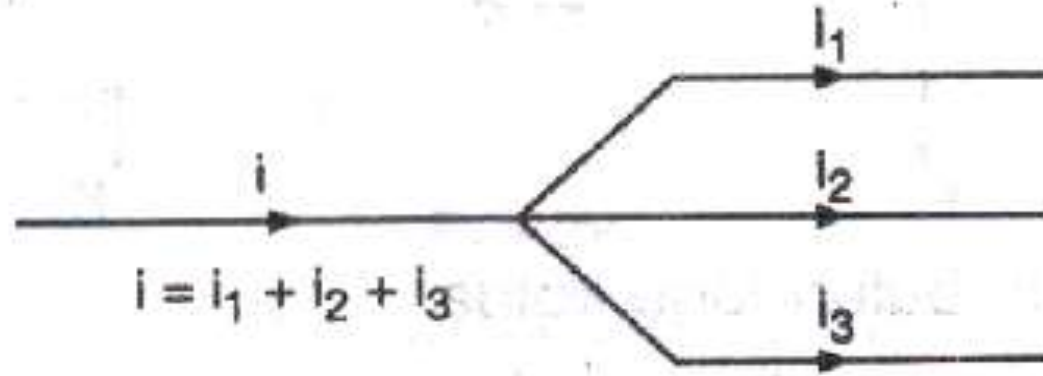
Üreteçlerin akım verme süreleri t_X , t_Y , t_Z arasında nasıl bir ilişki vardır?

ÇÖZÜM

$R_1 < R_2 < R_3$ olduğundan $I_X > I_Y > I_Z$ ve $t_X < t_Y < t_Z$ olur.

KIRCHOFF KURALLARI

Karışık devreleri ohm kanunundan faydalananarak çözmek güçtür. Karışık devreleri çözmek için kirchoff kurallarından faydalanılır.



I. KURAL

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

II. KURAL

Bir elektrik devresinin herhangi bir kapalı kısmındaki emk ların ve R.i lerin cebirsel toplamı sıfıra eşittir.

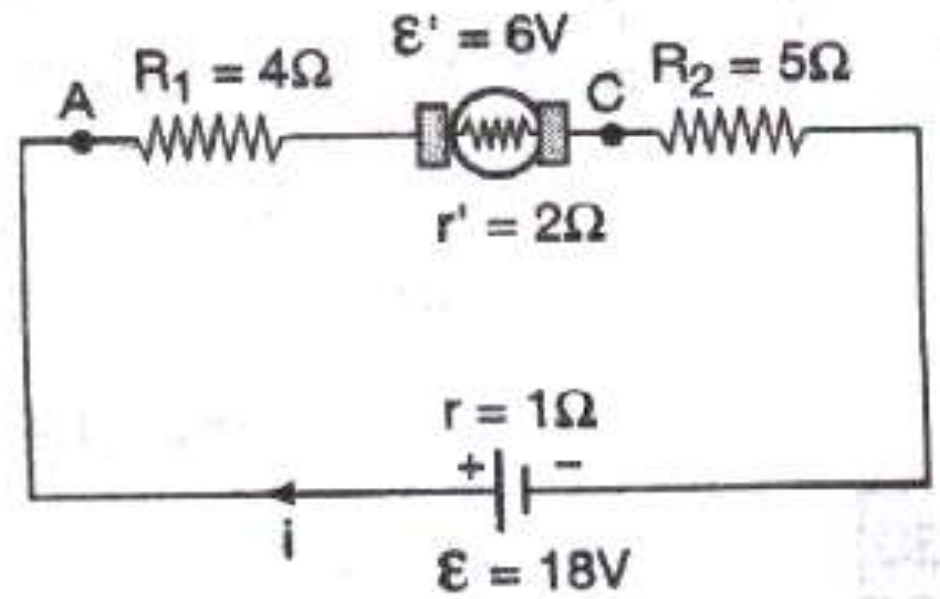
$$\boxed{\Sigma \varepsilon - \Sigma R . i = 0} \text{ olur.}$$

UYARI

Eğer akımın yönü bilinmiyorsa, $\Sigma \varepsilon - \Sigma R . i = 0$ dan elde edilen akımın işareti pozitif çıkarsa akım seçilen yönde, negatif çıkarsa zıt yöndedir.

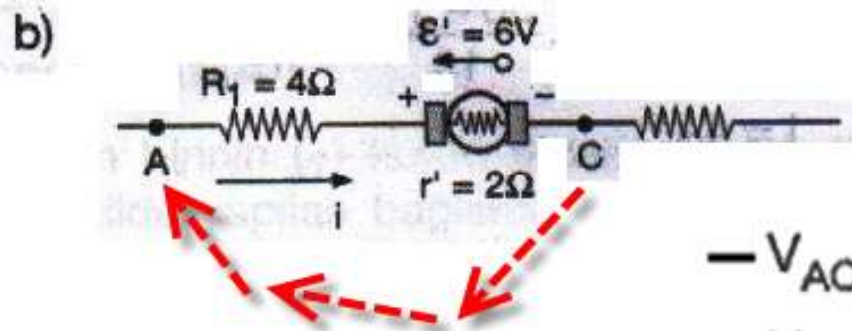
Şekilde verilenlere göre devredeki,

- Akım şiddetini,
- V_{AC} potansiyel farkını,
- Motorun verimini bulunuz.



$$a) i = \frac{\varepsilon - \varepsilon'}{R_1 + R_2 + r + r'} \text{ den}$$

$$i = \frac{18 - 6}{4 + 5 + 1 + 2} = \frac{12}{12} = 1A \text{ olur.}$$



$$-V_{AC} + i.R_1 + \varepsilon' + i.r' = 0$$

$$-V_{AC} + \varepsilon' + (R_1 + r').i = 0$$

$$-V_{AC} = -\varepsilon - (R_1 + r').i$$

$$-V_{AC} = -\varepsilon' - (R_1 + r').i$$

$$-V_{AC} = -6 - (2 + 4) \cdot 1$$

$$-V_{AC} = -6 - 6$$

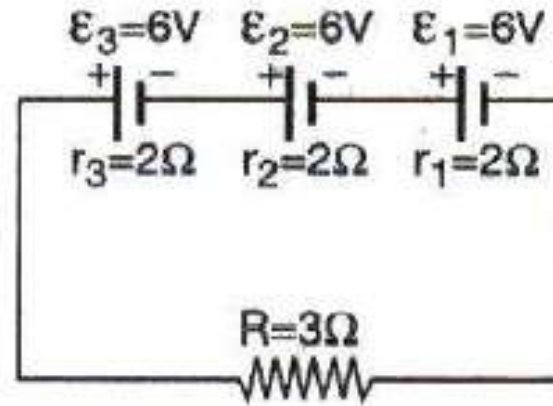
$$-V_{AC} = -12 \text{ volt olur.}$$

$$V_{AC} = +12 \text{ volt olur.}$$

- Motorun verimi

$$\text{Verim} = \frac{\varepsilon'}{\varepsilon' + r'.i} \text{ den}$$

$$\text{Verim} = \frac{6}{6 + 2 \cdot 1} = \frac{6}{8} = 0,75$$



Şekildeki devrede 3Ω luk dirençten geçen akım kaç A dır?

Üreteçler seri bağlı olduğundan,

$$\varepsilon_T = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3$$

$$\varepsilon_T = 6 + 6 + 6 \rightarrow \varepsilon_T = 18 \text{ volt}$$

Toplam direnç;

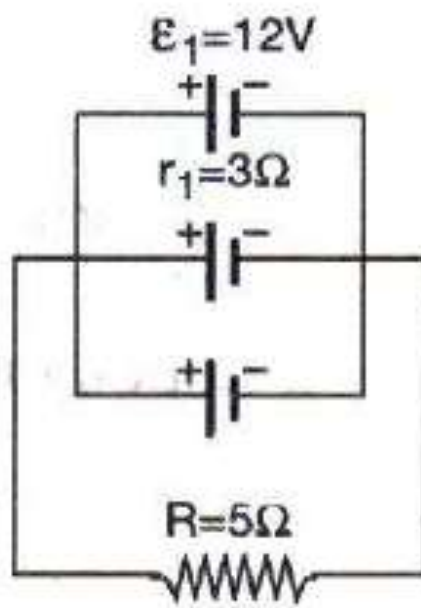
$$R_T = R + r_1 + r_2 + r_3$$

$$R_T = 3 + 2 + 2 + 2 = 9\Omega$$

$$i = \frac{\varepsilon_T}{R_T}$$

$$= \frac{18}{9}$$

$$= 2 \text{ A olur.}$$



Şekildeki devrede özdeş üreteçlerden oluşan devrede ana koldan geçen akım şiddeti kaç amperdir?

Paralel bağlı üreteçlerde toplam emk bir pilin emk'si kadardır;

$$\mathcal{E}_T = \mathcal{E} = 12 \text{ volt}$$

$$\text{Eşdeğer direnç } R_{eş} = R + \frac{r}{3}$$

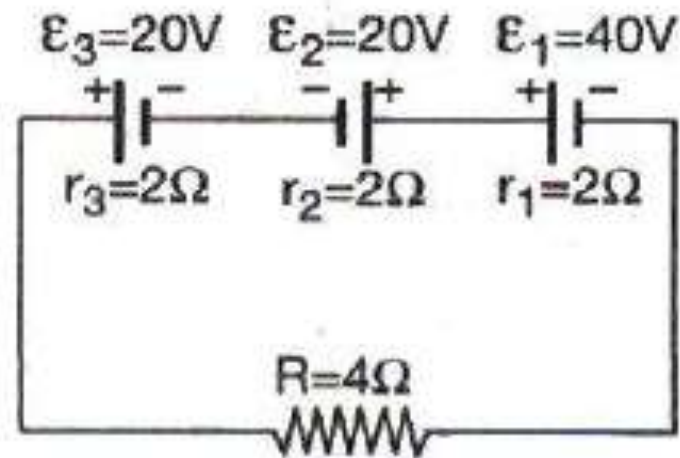
$$R_{eş} = 5 + \frac{3}{3}$$

$$R_{eş} = 6\Omega$$

Devreden geçen akım

$$i = \frac{\mathcal{E}_T}{R_{eş}}$$

$$i = \frac{12}{6} = 2 \text{ A olur.}$$



Şekildeki devreden geçen akım şiddeti kaç Amperdir?

ε_1 ve ε_2 ters ε_3 seridir.

O halde toplam emk

$$\varepsilon_T = \varepsilon_1 + \varepsilon_3 - \varepsilon_2$$

$$\varepsilon_T = 40 + 20 - 20$$

$$\varepsilon_T = 40 \text{ volt}$$

Eşdeğer direnç

$$R_{eş} = R + r_1 + r_2 + r_3$$

$$R_{eş} = 4 + 2 + 2 + 2$$

$$R_{eş} = 10\Omega$$

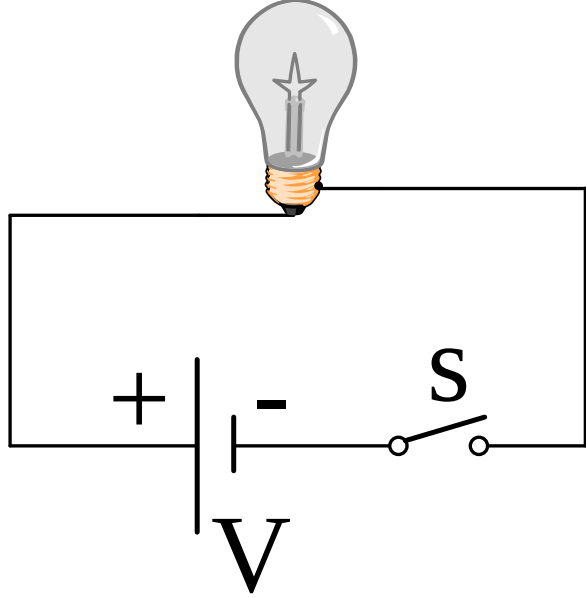
$$i = \frac{\varepsilon_T}{R_{eş}}$$

$$= \frac{40}{10}$$

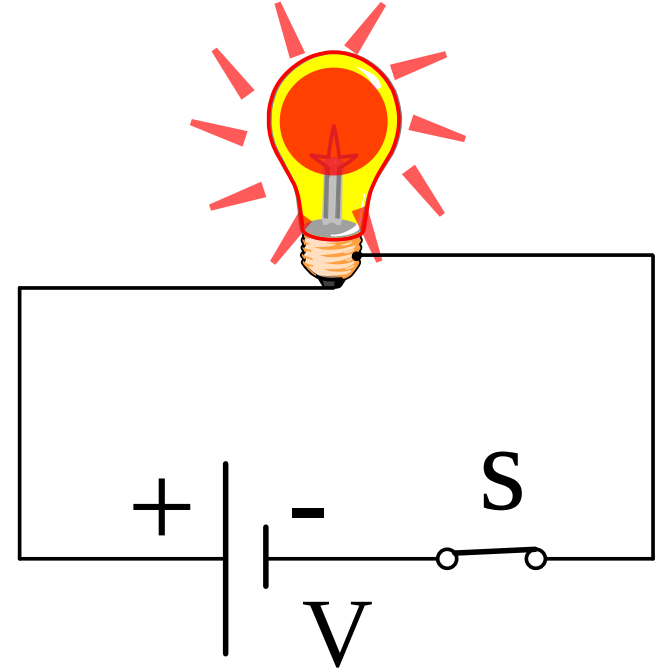
$$= 4 \text{ A olur.}$$

Bir Devrede Yanan Lambaların Bulunması

Şekildeki devrede S anahtarı açık iken üretcin artı kutbundan çıkan akım eksi kutbuna ulaşamayacağından serbest yük dolaşımı olmaz ve lamba da yanmaz.

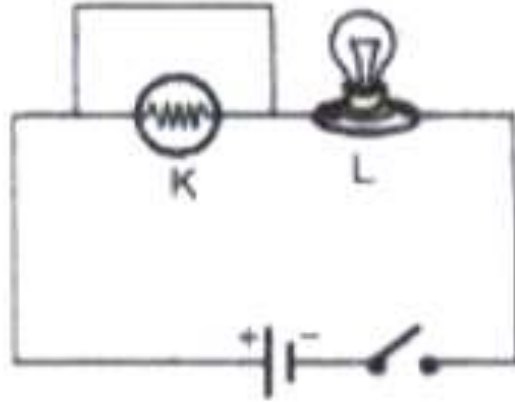


S anahtarı kapatılırsa üretcin (+) kutbundan çıkan akım, (-) kutba ulaşır, devrede serbest yük dolaşımı gerçekleşir ve lamba yanar.



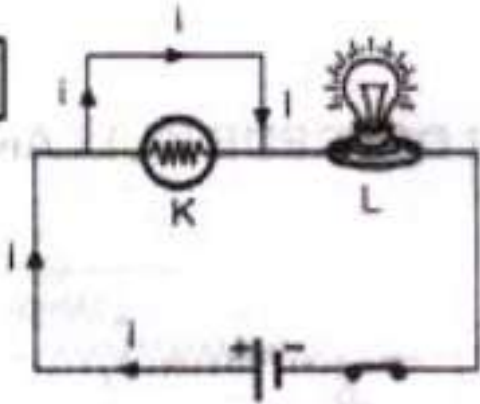
Üretcin (+) kutbundan çıkan akım, (-) kutba ulaşıyorsa bu kol üzerindeki lamba veya lambalar yanar.

Örnek

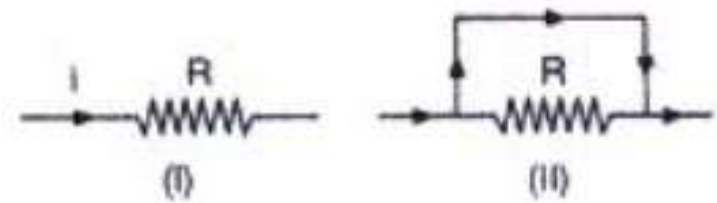


Şekildeki devrede anahtar kapatılırsa lambaların yanıp yanmaması hakkında ne söylenebilir?

ÇÖZÜM



Şekildeki devrede K yanmaz L yanar. Çünkü akım kendisine tepki gösteren yolu tercih etmez dirençsiz yolu seçer.



Şekil-I de R direncinden akım geçer. Bu direncin uçlarına şekil-II deki gibi direnci önemsiz bir tel bağlanırsa direnç "kısa devre" olmuştur denir. Gelen akımın tamamına yakını direnci önemsiz tel üzerinden geçer. Pratikte dirençten akım geçmediği kabul edilir. Direnç yerine lamba konulursa akım geçmeyeceğinden lamba yanmaz