

2. BÖLÜM

AKIM, DİRENÇ, GERİLİM

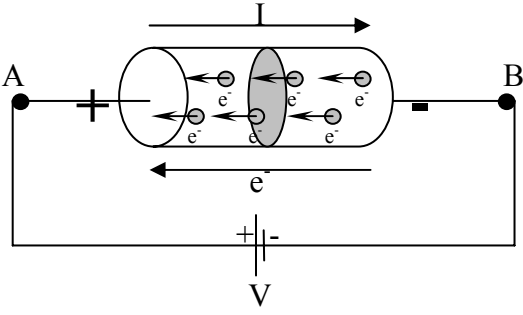
ve

ELEKTRİK DEVRELERİ

Yazar: Dr. Tayfun Demirtürk
E-posta: tdemirturk@pau.edu.tr

Akım(I):

Bir iletkenin herhangi bir kesitinden birim zamanda geçen yük miktarı olarak tanımlanır.

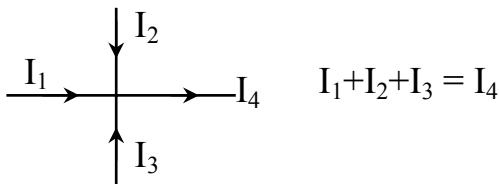


$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{n \cdot e}{\Delta t} \Rightarrow \frac{\text{Coulomb}}{\text{saniye}} = \text{Amper}$$

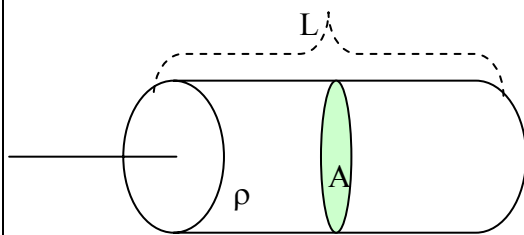
Dikkat:

- İletken üzerinden geçen akımın yönü, iletken üzerindeki elektronların hareketine ters yönlüdür.
- Akım daima iletkenin (+) ucundan (-) ucuna doğru hareket eder. Diğer bir ifadeyle akım daima yüksek potansiyelden alçak potansiyele doğru hareket eder.
- Üreteçler de ise akımın yönü, dış devrede, üreticinin (+) ucundan (-) ucuna doğrudur.
- Akımın oluşabilmesi için iki nokta arasında bir potansiyel farkının oluşması gerekir, şayet $V_{AB}=0$ ise $I=0$ dır yada $V_{AB} \neq 0$ ise $I \neq 0$ dır.

Unutmayalım: Yüklerin korunumu kanununada uygun olarak bir kavşak (düğüm) noktasına gelen akımların toplamı, aynı kavşaktan uzaklaşan akımların toplamına eşittir. Buna aynı zamanda KAY: Kirchouf un akım yasasında denir.



Bir İletkenin direnci (R):



$L \rightarrow$ İletkenin boyu $\Rightarrow R \approx L$

$A \rightarrow$ İletkenin kesit alanı $\Rightarrow R \approx 1/A$

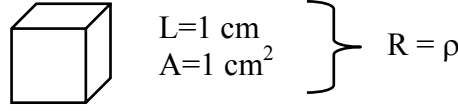
$\rho \rightarrow$ İletkenin öz direnci $\Rightarrow R \approx \rho$

$$R(\rho, L, A)$$

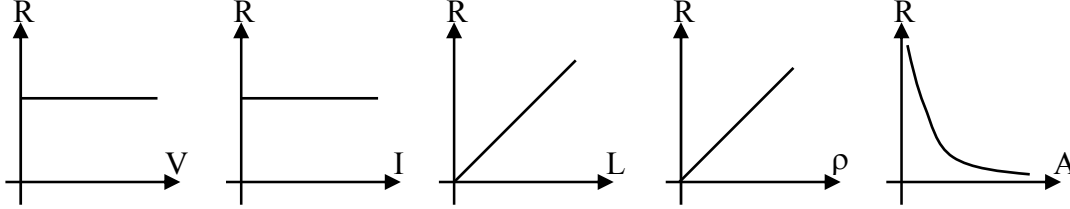
$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Bir iletkenin direnci, sadece ve sadece, o iletkenin fiziksel özelliklerine bağlıdır.

Özdirenç (ρ): Bir iletkenin, birim uzunluk ve birim kesit alanının gösterdiği dirençtir.



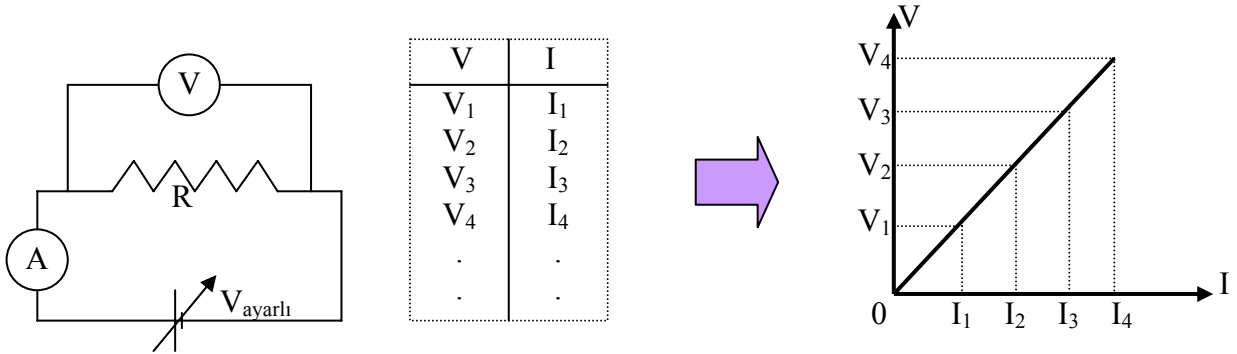
Dikkat: Bir iletkenin direnci, üzerinden geçen akımın veya uçları arasındaki potansiyel farkının değiştirilmesiyle değiştirilemez.



OHM KANUNU:

Bir iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkının iletken üzerinden geçen akıma oranı daima sabittir, işte bu sabite iletkenin direnci(R) bu kanunada OHM kanunu denir.

Şimdide aşağıdaki şekilde görüldüğü gibi bir deney tasarlamış olalım ve ölçülen değerleri bir tabloya aktarıp V-I grafiği çizersek:



Başlangıç noktası orijinden geçen bir doğru elde ederiz. Bu doğrunun eğimi bize iletkenin R direncini tanımlar.

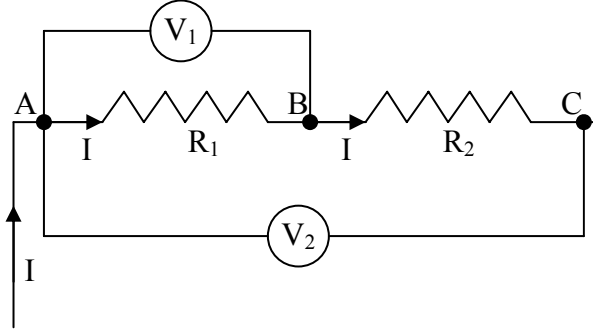
Unutmayalım:

V-I eğrisinin eğimi bize iletkenin R direncini tanımlar ve ayrıca bir iletkenin R direnci o iletkenin uçları arasındaki potansiyel farkını ya da üzerinden geçen akımı değiştirmeyele değişmez, daima sabit kalır, çünkü V ile I doğru orantılıdır. Bir iletkenin R direnci ancak o direncin fiziksel özelliklerini değiştirmeyele değişir.

Voltmetre:



Bir elektrik devresinde iki nokta arasındaki potansiyel farkını ölçmek için kullanılır, devreye daima paralel bağlanır ve iç dirençleri çok büyüktür. Neden?

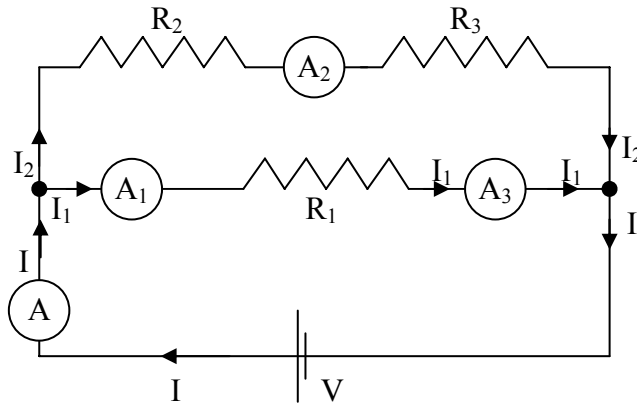


$$\begin{aligned} V_1 &= V_{AB} = I \cdot R_1 \\ V_2 &= V_{AC} = V_{AB} + V_{BC} \\ &= I \cdot R_1 + I \cdot R_2 = I \cdot (R_1 + R_2) \end{aligned}$$

Ampermetre:



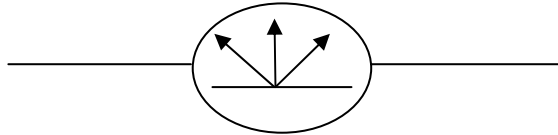
Bir elektrik devresinde herhangi bir koldan geçen akımı ölçmek için kullanılır, devreye (kola) daima seri bağlanır ve iç dirençleri çok küçüktür. Neden?



Galvanometre:



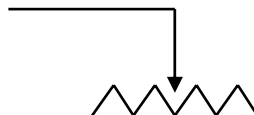
Bir elektrik devresinde herhangi bir koldan geçen akımın yönünü belirlemek için kullanılır, ayrıca kolaylıkla Ampermetre veya voltmetreye dönüştürülebilir. Nasıl?



Reosta: R(L)

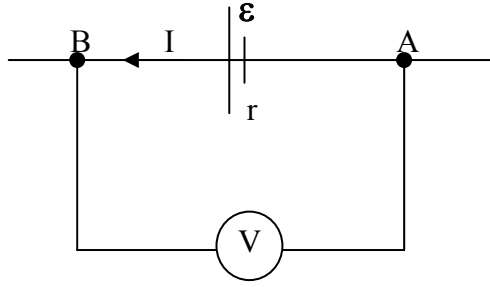


Ayarlanabilir direnci yardımıyla, bir elektrik devresinde üreteçten çekilen akımı ve/veya koldan geçen akımı değiştirmeye yarayan devre elemanına denir.



e.m.k (ε): Elektromotor Kuvvet Kaynağı

Bir üreticinin devreye akım sağlamadan önceki uçları arasındaki potansiyel farkına o üreticinin emk sı denir.



$$I=0 \Rightarrow V_{AB}=\varepsilon$$

$$I \neq 0 \Rightarrow V_{AB}=\varepsilon-I.r$$

Elektrik Enerjisi, Güç ve Verim:

Bir elektrik devresinde bulunan devre elemanları tarafından herhangi bir t sürede üretilen yada harcanan enerji:

$$E = I.V.t = I^2.R.t = (V^2/R).t$$

ile tanımlanır birimi Joule dür. Güç ise birim zamanda harcanan enerji olduğuna göre:

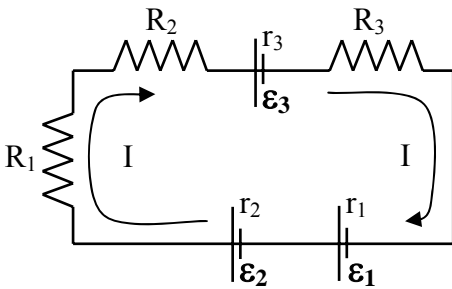
$$P = I.V = I^2.R = (V^2/R)$$

ile tanımlanır birimi Watt dır. Ayrıca,

$$E = P.t$$

Joule Kanunu: Kapalı Elektrik devreleri için Enerjinin Korunumu Yasası:

Kapalı bir elektrik devresinde toplam elektriksel potansiyel enerji daima sıfırdır. Diğer bir deyişle üretilen enerji harcanan enerjiye eşittir. Şimdi aşağıdaki devreyi inceleyelim:



$$\text{Üretilen enerji: } \varepsilon_1.I.t + \varepsilon_2.I.t$$

$$\text{Harcanan enerji: } \varepsilon_3.I.t + I^2.(R_1+R_2+R_3+r_1+r_2+r_3).t$$

Şimdi bu enerjileri birbirine eşitleyip bir düzenleme yaparsak:

$$\begin{aligned} \varepsilon_1.I.t + \varepsilon_2.I.t &= \varepsilon_3.I.t + I^2.(R_1+R_2+R_3+r_1+r_2+r_3).t \\ \varepsilon_1.I.t + \varepsilon_2.I.t - \varepsilon_3.I.t - I^2.(R_1+R_2+R_3+r_1+r_2+r_3).t &= 0 \\ (\varepsilon_1+\varepsilon_2-\varepsilon_3).I.t - I^2.(R_1+R_2+R_3+r_1+r_2+r_3).t &= 0 \\ (\varepsilon_1+\varepsilon_2-\varepsilon_3) - I.(R_1+R_2+R_3+r_1+r_2+r_3) &= 0 \\ \Sigma\varepsilon - I.\Sigma R &= 0 \end{aligned}$$

KGY: Kirchof un Gerilim Yasası

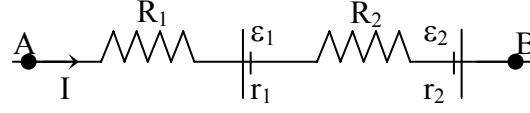
Bir ilmekteki (kapalı devredeki) tüm gerilim alçalma ve yükselmelerinin toplamı sıfırdır.

Buradanda, $I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R}$ ilmek (devre) akımı bulunur.

Elde edilen bu sonuç bize, kapalı bir devredeki gerilim alçalma ve yükselmelerinin toplamının sıfır olduğunu söyler. Ya da, aynı iki nokta arasındaki potansiyel farkın sıfır olduğunu söyler.

İki Nokta Arasındaki Potansiyel Fark:

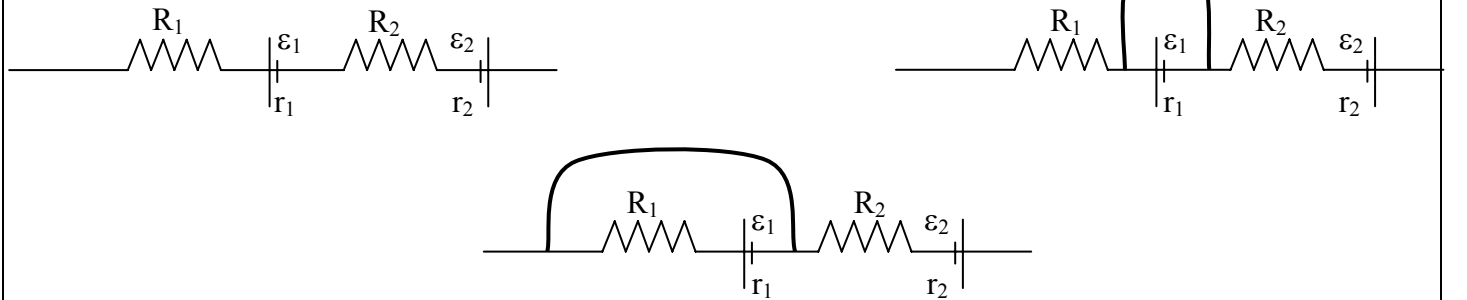
Şekildeki gibi bir kol üzerinde alınan iki nokta arasında potansiyel fark yazılırken:



- Önce kol üzerinden geçen akımın muhtemel yönü tespit edilir ve buna göre devre elemanlarının işaretleri konulur, nasılımı?
- Eğer V_{AB} potansiyel farkı soruluyorsa, A noktasından başlanarak (istenen bir yoldan) devre elemanları üzerinden geçerek B noktasına gelinir. İşte bu sırada devre elemanının:
- (+) ucundan (-) ucuna doğru yol alıyorsak bu devre elemanı üzerinde bir potansiyel alçalması yani negatif potansiyel fark vardır.
- (-) ucundan (+) ucuna doğru yol alıyorsak bu devre elemanı üzerinde bir potansiyel yükselmesi yani pozitif potansiyel fark vardır.
- Kolun A ucundan B ucuna gelinceye kadar yapılan bu cebirsel toplam V_{AB} potansiyel farkıdır denir.

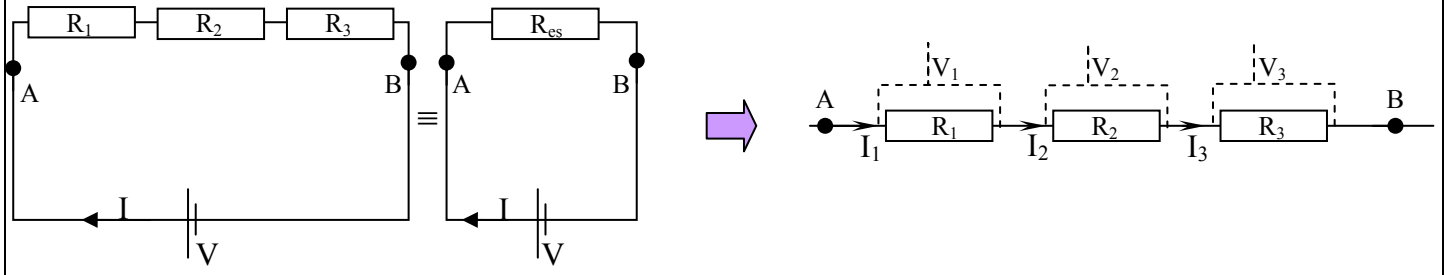
Kısa Devre:

Bir elektrik devresinde herhangi bir devre elemanının üzerinden geçen akımı (yada uçları arasındaki potansiyel farkı) sıfır yapmak için devre elemanının iki ucu arasında direnci çok küçük iletken bir tel ile yapılan paralel bağlantıya o devre elemanının yada o iki noktanın arasındaki devre elemanlarının kısa devre olması denir.



Unutmayalım: Kısa devre olmuş olan devre elemanları sanki o devrede hiç bulunmuyorlarmış gibi düşünülerek işlem yapılır.

Dirençlerin Seri Bağlanması:



Seri bağlı bir devrede veya kolda bulunan:

- Herbir devre elemanının üzerinden geçen akımlar birbirine eşittir ve bu akım yukarıdaki elektrik devresi için üretenden çekilen akıma eşittir.

$$I_1 = I_2 = I_3 = I$$

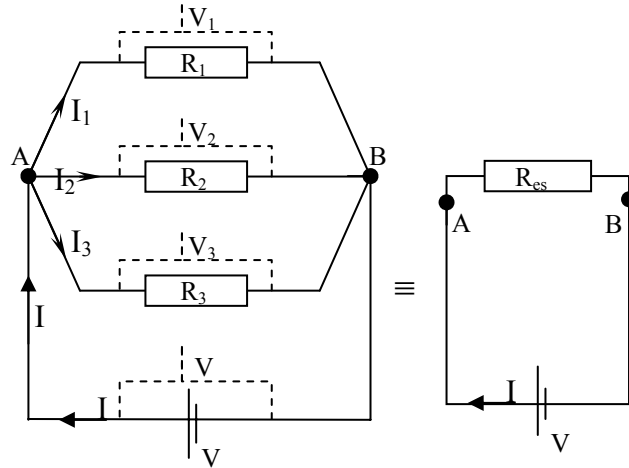
- Herbir devre elemanının uçları arasındaki potansiyel farkları toplamı, kol potansiyel farkına eşittir.

$$V_1 + V_2 + V_3 = V_{AB}$$

Buradanda:

$$R_{AB} = R_{es} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

Dirençlerin Paralel Bağlanması:



Paralel bağlı bir devrede veya kollarda:

- Kol potansiyel farkları birbirine eşittir. Yukarıdaki devrede bu potansiyel üreticinin uçları arasındaki potansiyel farkına eşittir.

$$V_1 = V_2 = V_3 = V_{AB} = V$$

- Kollardan geçen akımların toplamı ana kol akımına eşittir, bu devredeki ana kol akımı üreteçten çekilen akımdır.

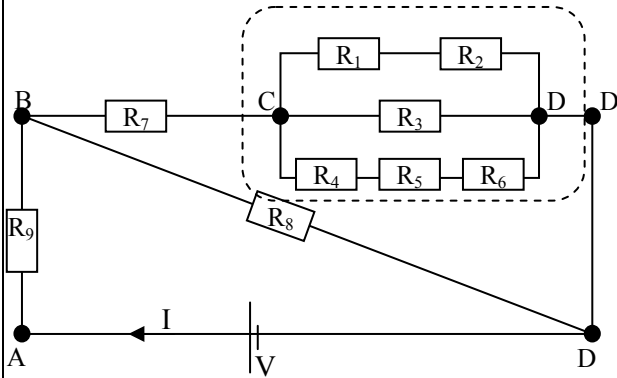
$$I_1 + I_2 + I_3 = I$$

Buradanda:

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

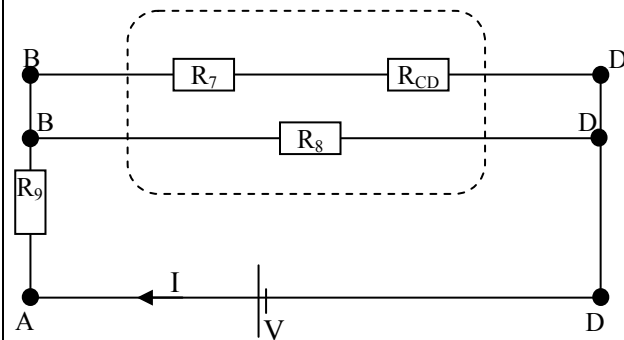
$$R_{eş} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \right)^{-1}$$

Dirençlerin Karışık Bağlanması:

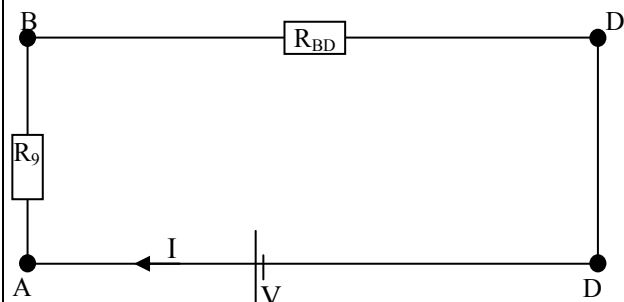


$$R_{CD} = \left(\frac{1}{R_1 + R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4 + R_5 + R_6} \right)^{-1}$$

Şekildeki devrede üreteçten çekilen akımı bulabilmek için öncelikle devrenin eşdeğer direncini bulabilmeliyiz, şimdi genel hatlarıyla yukarıdaki devreyi inceleyelim.



$$R_{BD} = \left(\frac{1}{R_7 + R_{CD}} + \frac{1}{R_8} \right)$$

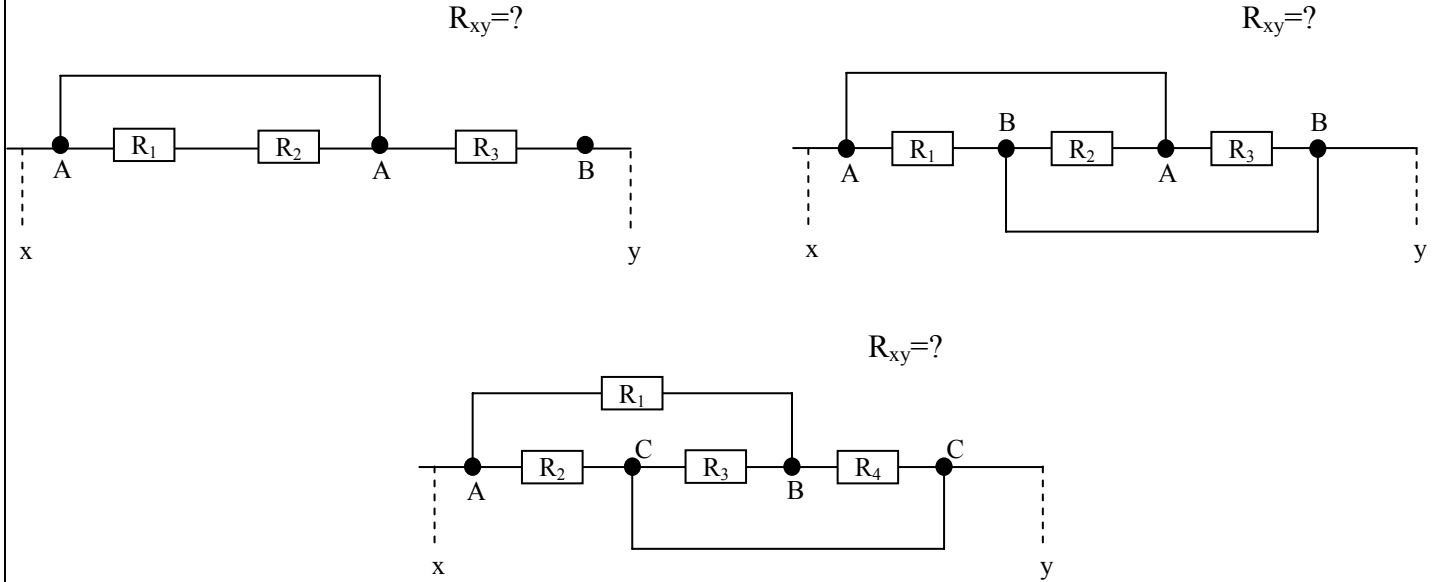


$$R_{AD} = R_{eş} = R_9 + R_{BD}$$

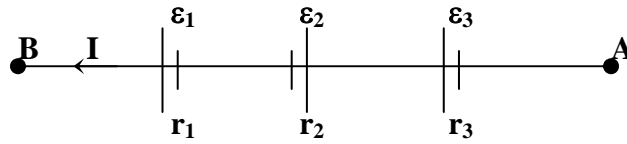
$$I = \frac{V}{R_{AD}}$$

Harf yöntemiyle karışık devrelerin indirgenmesi ve eşdeğer direncin bulunması:

İki nokta arasındaki eşdeğer direnç bulunurken, belirtilen ilk noktadan başlanarak görülen her bir kavşağa (düğüm noktası) alfabenin ilk harfinden başlanarak sırasıyla bir harf koyulur. Ancak, herhangi bir kavşaktaki harf kendisine bağlantılı herhangi bir kol üzerinde hiç bir devre elemanı ile karşılaşmamak şartı ile diğer bir kavşağa kadar taşınabilir, diğer bir deyişle o kavşağa da aynı harf koyulur. Bu işlem esnasında son kavşağa sıradaki son harfin gelmesine çok dikkat edilmelidir. Daha sonra harfler boş bir yere yan yana aralarında boşluk olacak şekilde yeniden yazılır ve bu harf aralıklarına devre elemanları şekildeki gibi yeniden yerleştirilir. Artık her şey belirgin bir şekilde gözlerinizin önünde ☺. Aynı ardışık iki harf arasında kalan tüm devre elemanlarının da birbirine paralel olduğu unutulmamalıdır ayrıca aynı iki harf arasında kalan devre elemanları da kısa devre olmuş olur.



Üreteçlerin Seri bağlanması:



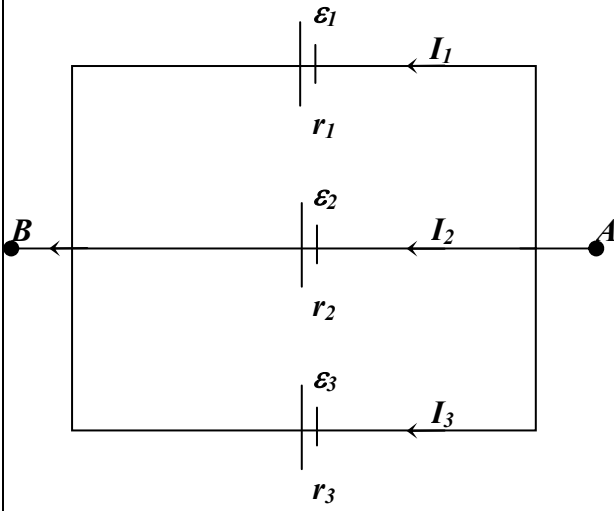
Şekildeki üreteçler birbirlerine seri bağlanmışlardır ve bu koldaki eşdeğer potansiyel fark:

$$V_{AB} = (\epsilon_1 + \epsilon_3 - \epsilon_2) - I(r_1 + r_2 + r_3)$$

$$\mathcal{E}_{AB} = \mathcal{E}_{e\mathcal{S}} = \epsilon_1 + \epsilon_3 - \epsilon_2$$

$$r_{AB} = r_{e\mathcal{S}} = r_1 + r_2 + r_3$$

Üreteçlerin Paralel Bağlanması:



Şekildeki üreteçler birbirlerine paralel bağlanmışlardır ve bu kollarındaki eşdeğer potansiyel fark:

$$V_{AB} = \varepsilon_1 - I_1 \cdot r_1 = \varepsilon_2 - I_2 \cdot r_2 = \varepsilon_3 - I_3 \cdot r_3$$

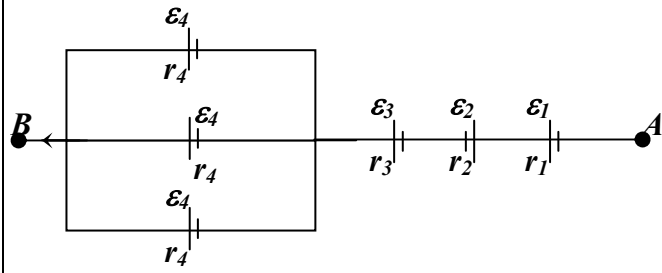
Paralel bağlanan üreteçlerin emk'lerinin ve iç dirençlerinin aynı yani özdeş olması akıllıcadır, neden? Eğer:

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_2 = \varepsilon_3 = \varepsilon \quad \text{ve} \quad r_1 = r_2 = r_3 = r \quad \text{iseler}$$

$$\varepsilon_{AB} = \varepsilon_{eş} = \varepsilon$$

$$r_{AB} = r_{eş} = r/n \quad n: \text{paralel bağlı kol sayısı}$$

Üreteçlerin Karışık bağlanması:

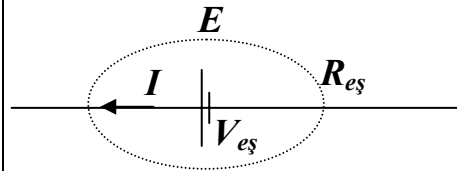


Şekildeki üreteçler birbirlerine karışık bağlanmışlardır ve bu kollarındaki eşdeğer potansiyel fark:

$$\varepsilon_{AB} = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 + \varepsilon_3 + \varepsilon_4 / 3$$

$$r_{AB} = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 / 3$$

Bir Üretecin Ömrü:



Bir üretecin sahip olduğu enerjiye E diyelim. Eğer:

I : Eşdeğer üreteçten çekilen akım

$R_{eş}$: Devrenin eşdeğer direnci

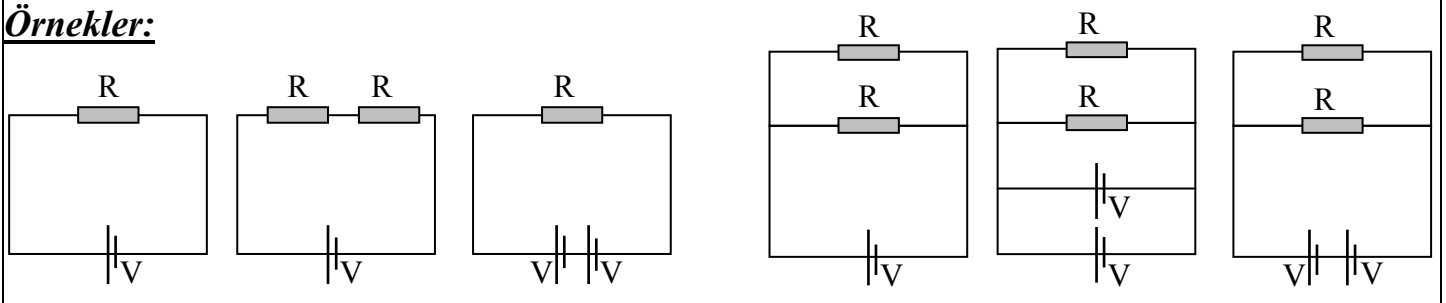
$V_{eş}$: Devredeki üreteçlerin eşdeğer emk'sı ise

$$\Sigma E = I^2 \cdot R_{eş} \cdot t = (V_{eş}^2 / R_{eş}) \cdot t = V_{eş} \cdot I \cdot t$$

Bağıntıları yazılabilir, buradaki 't' üretecin yani pilin ömrünü verecektir.

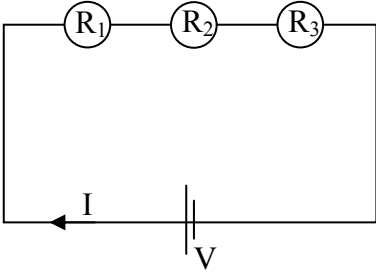
$$t_{ömür} = \Sigma E / (I^2 R_{eş}) \quad \Rightarrow \quad t_{ömür} = \Sigma E / (V_{eş}^2 / R_{eş}) \quad \Rightarrow \quad t_{ömür} = \Sigma E / (V_{eş} I)$$

Örnekler:



Lambalı Devreler ve Parlaklık:

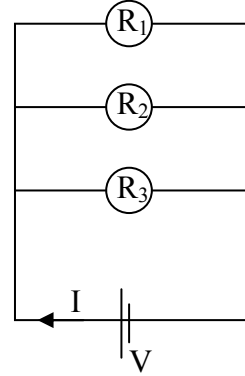
Lambalı bir devrede lambaların parlaklığı lambaların güçleri ile doğru orantılıdır. Şayet lambalar özdeşler deniyorsa ozaman parlaklık lambaların üzerlerinden geçen akım ve uçları arasındaki potansiyel farklar ile doğru orantılıdır denir.



$R_1=R_2=R_3$ ise

$R_1>R_2>R_3$ ise

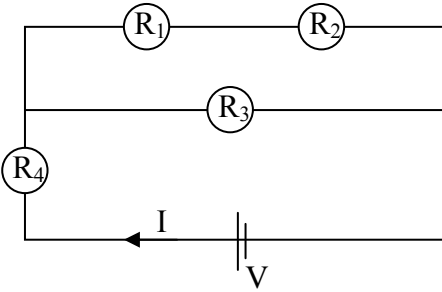
$R_1\neq R_2\neq R_3$ ise



$R_1=R_2=R_3$ ise

$R_1>R_2>R_3$ ise

$R_1\neq R_2\neq R_3$ ise



$R_1=R_2=R_3$ ise

$R_1\neq R_2\neq R_3$ ise