

1. ÜNİTE

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

KONULAR

1. Çok Bilinmeyenli Denklemlerin Çözümü
2. Direnç Bağlantıları
3. Kirşof Kanunları
4. Gerilim ve Akım Kaynakları
5. Kaynak Bağlantıları
6. Doğru Akım Devrelerinin Çözüm Metotları

1.1 ÇOK BİLİNMEYENLİ DENKLEMLERİN ÇÖZÜMÜ

1.1.1 BİRİNCİ DERECEDE DENKLEMLER

$a, b \in \mathbb{R}$ ve $a \neq 0$ olmak üzere ;

$$ax + b = 0$$

Şeklindeki eşitliklere birinci dereceden bir bilinmeyenli denklem denir.

1.1.1.1 Birinci Derece Denklem ile İlgili Temel Kavramlar

$ax + b = 0$ şeklindeki denklemi sağlayan x reel sayısına da denklemin kökü denir. Denklem köklerinden oluşan kümeye de denklemin çözüm kümesi denir.

$$2x + 5 = 0;$$

$$x - 10 = 0;$$

$$6x = 0$$

$$a + 3 = 0;$$

$$4t + 7 = 0;$$

$$2y - 1 = 0$$

Denklemleri birinci dereceden bir bilinmeyenli denklemlerdir.

Özellikler:

- $a = b \Leftrightarrow a + c = b + c$
- $a = b \Leftrightarrow a - c = b - c$
- $a = b \Leftrightarrow a - c = b - c (c \neq 0)$
- $a = b \Leftrightarrow \frac{a}{c} = \frac{b}{c} (c \neq 0) \quad a = b \Leftrightarrow \frac{a}{c} = \frac{b}{c} (c \neq 0)$
- $a = b \Rightarrow a \cdot n = b \cdot n$
- $a = b \Rightarrow n a = n b (n \text{ çift ise } a \geq 0, b \geq 0)$
- $a = b \text{ ve } b = c \Rightarrow a = c$

$$\frac{a=b}{c=d} \\ a+c=b+d$$

$$\frac{a=b}{c=d} \\ a-c=b-d$$

$$\frac{a=b}{c=d} \\ ac=bd$$

Temel Kavramlar:

$ax + b = 0$ denkleminin çözüm kümesini bulurken üç durum vardır.

$$a \neq 0 \Rightarrow x = \frac{b}{a} \text{ dir. } \zeta = \left\{ \frac{a}{b} \right\}$$

(Çözüm kümesi bir elemanlıdır)

- $a=0$ ve $b=0$ ise $\zeta=\mathbb{R}$ dir (Çözüm kümesi sonsuz elemanlıdır).
- $a=0$ ve $b \neq 0$ ise $\zeta = \{ \}$ (Çözüm kümesinin hiçbir elemanı yoktur).

ÖRNEK:

$$4x-1=7 \Rightarrow 4x=7+1$$

$$4x = 8$$

$$x=2 \Rightarrow \zeta = \{2\} \text{ dir.}$$

1.1.1.2 Birinci Derece İki Bilinmeyenli Denklemlerin Bulunması

$a, b, c \in \mathbb{R}$ ve $a \neq 0$, $b \neq 0$ olmak şartıyla $ax+by+c=0$ şeklindeki eşitliklere birinci dereceden iki bilinmeyenli denklem denir.

$$ax+by+c=0; dx+ey+f=0$$

Şeklindeki birden fazla iki bilinmeyenli denklemlerden oluşan sisteme iki bilinmeyenli denklem sistemi denir.

1.1.1.3 Çözüm Kümesinin Bulunması

Yerine Koyma Metodu:

İşlem yapması kolay olan denklem seçilerek iki bilinmeyenden birisi eşitliğin bir tarafında yalnız bırakılır. Diğer bilinmeyen cinsinden değeri bulunur. Bulunan bu değer diğer denklemde yerine konur. Bilinmeyenlerin değeri bulunarak sonuca gidilir.

$$x - y = 4$$

$$2x - 3y = 6$$

$$x = y+4$$

$$2(y+4) - 3y = 6$$

$$y = 2, x = 6$$

Yok Etme Metodu:

Verilen denklemlerin katsayıları, değişkenlerden birinin yok edilmesini sağlayacak şekilde düzenlenir. Katsayılar düzenlendikten sonra taraf tarafa toplama veya çıkarma yapılarak sonuca gidilir.

ÖRNEK:

$$3x - 2y = 13$$

$x + 2y = 7$ sisteminin çözüm kümesini bulmak gerekirse;

Verilen denklemleri taraf tarafa toplayalım,

$$3x - 2y = 13$$

$$a \neq 0 \Rightarrow x = \frac{b}{a} \text{ dir } \mathcal{C} = \left\{ \frac{a}{b} \right\} \text{ (Çözüm kümesi bir elemanlıdır)}$$

$$x + 2y = 7 \quad a \neq 0 \Rightarrow x = \frac{b}{a} \text{ dir } \mathcal{C} = \left\{ \frac{a}{b} \right\} \text{ (Çözüm kümesi bir elemanlıdır)}$$

$$4x = 20 \quad x = 5 \text{ olur.}$$

Bu değer verilen denklemlerden birinde (*en sade olanı*) yazılarak y bulunur.

$$\text{Buna göre } x + 2y = 7 \text{ ve } x = 5 \text{ ise } 5 + 2y = 7$$

$$2y = 7 - 5$$

$$y = 1 \text{ dir.}$$

1.1.2 İKİNCİ DERECE DENKLEMLER

Temel Kavramlar:

$$ax^2 + bx + c = 0, \quad a \neq 0, \quad a, b, c \in \mathbb{R}$$

Çözüm yolları:

Çarpanlara Ayırma

$a=1$ için $b=m+n$ $c=m.n$ ise;

$$ax^2 + bx + c = (x+m).(x+n) = 0$$

$$x_1 = -m, \quad x_2 = -n$$

ÖRNEK:

$x^2 + 3x + 2$ ifadesini çarpanlara ayırınız.

$$(x+2)(x+1)$$

$a \neq 1$ için $a=s.t$, $b=s.n+t.m$ ve $c=m.n$ ise;

$$ax^2 + bx + c = (s.x+m).(t.x+n) = 0$$

$$X_1 = \frac{-m}{s},$$

$$X_2 = \frac{-n}{t},$$

ÖRNEK:

$$5x^2+13x-6$$
$$(5x-2)(x+3)$$

Diskriminant Bulma

ax^2+bx+c ifadesinde diskriminant,
 $\Delta = b^2 - 4ac$ dir.

$$\Delta > 0 \Rightarrow X_1 = \frac{-b - \sqrt{\Delta}}{2a}, \frac{-b + \sqrt{\Delta}}{2a}$$

$$\Delta = X_1 = X_2 = \frac{-b}{2a}$$
$$\Delta = X_1 = X_2 = \frac{-b}{2a}$$
$$\Delta < 0 \Rightarrow \text{Reel kökler yoktur.}$$

ÖRNEK:

$$x^2+3x+2$$

$$\Delta = 3^2 - 4 \cdot 1 \cdot 2 = 9 - 8 = 1$$

$$\Delta > 0 \Rightarrow x_1 = \frac{-3 - \sqrt{1}}{2 \cdot 1} = \frac{-3 - \sqrt{1}}{2} = \frac{-3 - 1}{2} = \frac{-4}{2} = -2$$

$$x_2 = \frac{-3 + \sqrt{1}}{2 \cdot 1} = \frac{-3 + \sqrt{1}}{2} = \frac{-3 + 1}{2} = \frac{-2}{2} = -1$$

Denklem Kökleri İle Katsayıları Arasındaki Bağlılıklar

$ax^2+bx+c=0$ denkleminin kökleri x_1 ile x_2 olsun,

$$x_1 + x_2 = \frac{-b}{a} \quad x_1 \cdot x_2 = \frac{c}{a}$$
$$\frac{1}{x_1} + \frac{1}{x_2} = \frac{-b}{c}$$

$$[x_1 - x_2] = [x_2 - x_1] = \frac{\sqrt{\Delta}}{[a]}$$

1. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTROTEKNİK

ÖRNEK:

$\begin{aligned} -2 + (-1) &= \frac{-3}{1} \\ -3 &= -3 \end{aligned}$	$\begin{aligned} -2 \cdot (-1) &= \frac{2}{1} \\ 2 &= 2 \end{aligned}$
---	--

$\begin{aligned} \frac{1}{-2} + \frac{1}{-1} &= \frac{-3}{1} \\ \frac{-1}{2} + \frac{-2}{2} &= \frac{-3}{2} \\ \frac{-3}{2} + \frac{-3}{2} & \end{aligned}$	$\begin{aligned} -2 - (-1) &= -2 - (-1) = \frac{\sqrt{1}}{ 1 } \\ -2 + 1 &= -2 + 1 = \frac{1}{1} \\ -1 &= -1 = \frac{1}{1} \\ 1 &= 1 \end{aligned}$
---	---

Kökleri Verilen İkinci Derece Denklemin Yazılması

$a \neq 0$ olmak üzere kökleri x_1 ile x_2 olan ikinci derece denklem:
 $a(x-x_1)(x-x_2)=0$ ve $a=1$ alınırsa;
 $x^2-(x_1+x_2)x+x_1x_2=0$

Çarpanlara Ayırma

- o İki Kare Farkı
 $x^2-y^2=(x-y)(x+y)$

İki Küp Farkı İki Küp Toplamı

$$\begin{aligned} x^3-y^3 &= (x-y)(x^2+xy+y^2) \\ x^3+y^3 &= (x+y)(x^2-xy+y^2) \end{aligned}$$

Üç Terimli İfadeler:

ax^2+bx+c 'nin Çarpanlarına Ayrılması:

$$\begin{aligned} a=1 \text{ iken } b &= x_1+x_2 \text{ ve } c = x_1x_2 \text{ ise} \\ x^2+bx+c &= x^2 + (x_1+x_2)x + x_1x_2 \\ x^2+bx+c &= (x+x_1) \cdot (x+x_2) \text{ dir.} \end{aligned}$$

ÖRNEK:

$$x^2+7x+10 = (x+2)(x+5)$$

$a \neq 1$ iken $a=mn$, $b=mp+nq$ ve $c=pq$ ise

$$ax^2+bx+c = mx^2 + (mp+nq)x + pq$$

$$\begin{array}{ll} mx & q \\ nx & p \\ mpx+nqx=(mp+nq)x \\ ax^2+bx+c = (mx+q).(nx+p) \text{ dir.} \end{array}$$

ÖRNEK:

$$5x^2+11x+2 = (5x+1).(x+2)$$

Farklı Bir Çözüm Yolu

$$2x^2+x-6$$

Bu tür denklemlerde birinci ifadeyi tablonun sol üst köşesine, üçüncü ifadesi ise sağ alt köşesine yazılır.

$2x^2$	
	-6

Hem $a.c=2.(-6)=-12$ 'yi hem de $b=1$ 'i bulmak için -3 ile 4 rakamları kullanılır. $(-3.4=-12=a.c)$ ve $(-3+4=1=b)$ sağlayacaktır. Boş kalan kutulara $-3x$ ile $4x$ ifadeler yerleştirilir.

$2x^2$	$-3x^2$
$4x$	-6

Daha sonra satır ve sütunlardaki ortak ifadeler yazılır.

$2x$	
$2x^2$	$-3x^2$
$4x$	-6

	-3
$2x^2$	$-3x^2$
$4x$	-6

x	$2x-3$	
	$2x^2$	$-3x^2$
	$4x$	-6

2	$2x-3$	
	$2x^2$	$-3x^2$
	$4x$	-6

1. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTROTEKNİK

Ortak ifadelerin işaretlerine dikkat ederek, satırları bir paranteze ve sütunları bir paranteze yazıp çarpanları elde ediniz.

$$2x^2+x-6=(2x-3)(x+2)$$

ÖRNEK:

$$5x^2+11x+2$$
$$5x \quad 1$$

$5x^2$	
	2

$5x^2$	1x
10x	2

x	$5x^2$	1x
2	10	2

$$5x^2+11x+2 = (5x+1).(x+2)$$

Tam Kare İfadeler:

$$(x+y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$$

$$(x-y)^2 = x^2 - 2xy + y^2$$

$$(x+y+z)^2 = x^2 + y^2 + z^2 + 2(xy+yz+xz)$$

$$(x+y-z)^2 = x^2 + y^2 + z^2 + 2(xy-yz-xz)$$

$$n \text{ tam sayı olmak üzere, } (x-y)^{2n} = (y-x)^{2n}$$

Özdeşlikler:

$$x^2+y^2 = (x+y)^2 - 2xy$$

$$x^2+y^2 = (x-y)^2 + 2xy$$

$$(x+y)^2 = (x-y)^2 + 4xy$$

$$(x-y)^2 = (x+y)^2 - 4xy$$

$$x^3+y^3 = (x+y)^3 - 3xy(x+y)$$

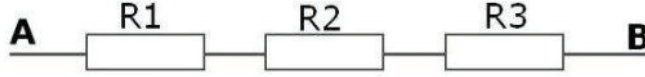
$$x^3-y^3 = (x-y)^3 + 3xy(x-y)$$

1.2 DİRENÇ BAĞLANTILARI

Dirençler seri, paralel ve karışık olmak üzere üç şekilde bağlanır.

1.2.1 SERİ BAĞLANTI

Dirençler şekil 1.1'deki gibi ardı ardına bağlandığında seri bağlanmış olur. Eş değer direnç ise hepsinin aritmetik olarak toplanması ile bulunur. Seri bağlantıda devreden geçen akım sabit, devre gerilimi devre dirençleri üzerine düşen gerilimlerin toplamına eşittir.



Şekil 1.1: Seri bağlı dirençler

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3$$

ÇÖZÜM:

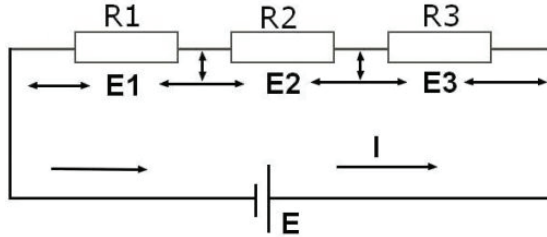
$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{AB} = 10\text{k}\Omega + 0,1\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega$$

$$R_{AB} = 11,1\text{k}\Omega$$

ÖRNEK:

Şekil 1.2'deki devrede $R_1=10\text{k}\Omega$, $R_2=100\Omega$, $R_3=1\text{k}\Omega$ R_{AB} nedir?



Şekil 1.2: Seri direnç devresi

$$E = E_1 + E_2 + E_3$$

$$E_n = I \times R_n$$

ÖRNEK:

Şekil 2.2'deki devrede $R_1=1\text{k}\Omega$, $R_2=2\text{k}\Omega$, $R_3=3\text{k}\Omega$, $E=12\text{V}$ ise

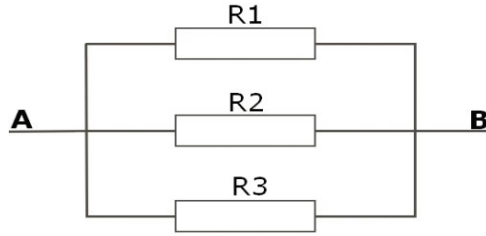
$I=?$ Ve $E_1=?$

ÇÖZÜM:

$$\begin{aligned}R &= R_1 + R_2 + R_3 \\R &= 1\text{k}\Omega + 2\text{k}\Omega + 3\text{k}\Omega \\R &= 6\text{k}\Omega \\I &= E / R \\I &= 12\text{V} / 6\text{k}\Omega \\I &= 2 \text{ mA} \\E_1 &= I \times R_1 \\E_1 &= 2\text{mA} \times 1\text{k}\Omega \\E_1 &= 2 \text{ Volt}\end{aligned}$$

1.2.2 PARALEL BAĞLANTI

Dirençler Şekil 1.3'deki gibi uç uca bağlandığında paralel bağlanmış olur. Eş değer direnç ise hepsinin terslerinin toplamının tersidir. Paralel bağlantıda kol gerilimleri sabit, toplam akım kol dirençlerinden geçen akımların toplamına eşittir.



Şekil 1.3: Paralel bağlı dirençler

$$\begin{aligned}1/R_{AB} &= 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 \\R_{AB} &= (R_1 \times R_2) / (R_1 + R_2) \text{ (Sadece iki direnç için geçerlidir)}\end{aligned}$$

ÖRNEK:

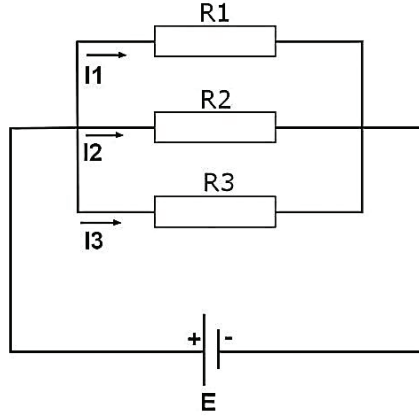
Şekil 1.3'deki devrede $R_1=10\text{k}\Omega$, $R_2=100\Omega$, $R_3=1\text{k}\Omega$ R_{AB} nedir?

ÇÖZÜM:

$$\begin{aligned}1/R_{AB} &= 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 \\1/R_{AB} &= 1/10\text{k}\Omega + 1/100\Omega + 1/1\text{k}\Omega \text{ (Paydalar } 10\text{k}\Omega \text{ eşitlenir)} \\1/R_{AB} &= 1/10\text{k}\Omega + 100/10\text{k}\Omega + 10/10\text{k}\Omega\end{aligned}$$

$$1/R_{AB} = 111/10k\Omega$$

$$R_{AB} = 10k\Omega/111 = 0,09k\Omega = 90\Omega$$



Şekil 1.4: Paralel direnç devresi

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_n = E / R_n$$

ÖRNEK:

Şekil 1.4'deki devrede $R_1=3k\Omega$, $R_2=2k\Omega$, $R_3=6k\Omega$, $R=?$, $I=?$, $I_1=?$ nedir?

ÇÖZÜM:

$$1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

$$1/R = 1/3k\Omega + 1/2k\Omega + 1/6k\Omega$$

$$1/R = 6/6k\Omega$$

$$R = 1k\Omega$$

$$I = E / R$$

$$I = 12V / 1k\Omega$$

$$I = 12mA$$

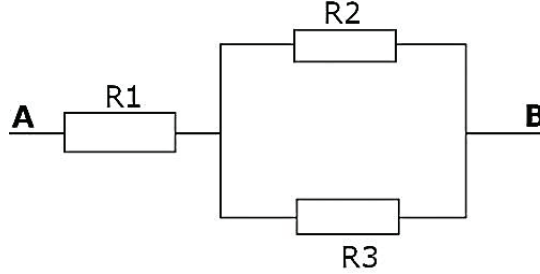
$$I_1 = E / R_1$$

$$I_1 = 12V / 3k\Omega$$

$$I_1 = 4mA$$

1.2.3 KARIŞIK BAĞLANTI

Şekil 1.5'teki gibi dirençlerin seri ve paralel bağlanmasına karışık bağlantı denir. Önce paralel bağlı olan dirençlerin eş değeri hesaplanıp seri dirençlerle toplanır.



Şekil 1.5: karışık bağlı dirençler

ÖRNEK:

Şekil 1.5'teki devrede;
 $R_1=10\text{k}\Omega$, $R_2=100\Omega$ $R_3=1\text{k}\Omega$ R_{AB} nedir?

ÇÖZÜM:

$$R_{AB} = R_1 + (R_2 \times R_3)/(R_2+R_3)$$
$$R_{AB} = 10\text{k}\Omega + (0,1\text{k}\Omega \times 1\text{k}\Omega)/(0,1\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega)$$
$$R_{AB} = 10\text{k}\Omega + 0,1(\text{k}\Omega)^2/1,1\text{k}\Omega$$
$$R_{AB} = 10\text{k}\Omega + 0,09\text{k}\Omega$$
$$R_{AB} = 10,09\text{k}\Omega$$

1.3 KIRŞOF KANUNLARI

1.3.1 KIRŞOF'UN GERİLİMLER KANUNU

Kirşof, Gerilimler Kanunu ile "devreye uygulanan gerilim, dirençler üzerinde düşen gerilimlerin toplamına eşittir" der.

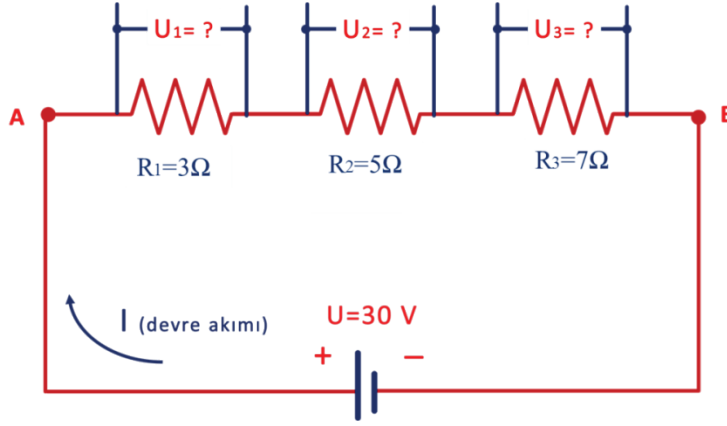
$$U_T = U_1 + U_2 + \dots + U_n \dots (V)$$

$$U = I \cdot R \text{ olduğundan}$$

$$U_T = (I \cdot R_1) + (I \cdot R_2) + \dots + (I_n \cdot R_n) \text{ şeklinde de yazılabilir.}$$

ÖRNEK:

Şekil 1.15'de verilen devrede dirençler üzerinde düşen gerilimleri bulalım.



Şekil 1.6: Seri devrede akım geçişi

ÇÖZÜM:

Öncelikle eşdeğer direnç:

$$R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_{AB} = 3 + 5 + 7 = 15\Omega$$

Devreden geçen akım (Ohm Kanunu)

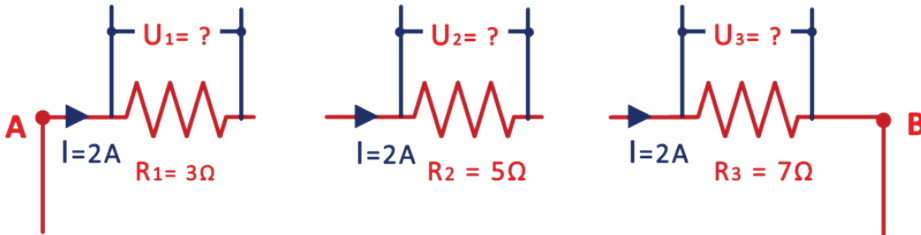
$$I = \frac{U}{R_{AB}} = \frac{30}{15} = 2A \text{ bulunur.}$$

$$U_1 = I \cdot R_1 = 2 \cdot 3 = 6V$$

$$U_2 = I \cdot R_2 = 2 \cdot 5 = 10V$$

$$U_3 = I \cdot R_3 = 2 \cdot 7 = 14V$$

Kirşof Kanunu'na göre dirençler üzerinde ki gerilimlerin toplamı üretcin gerilimine eşit olmalıydı.



Şekil 1.7:

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$6V + 10V + 14V = 30V$$

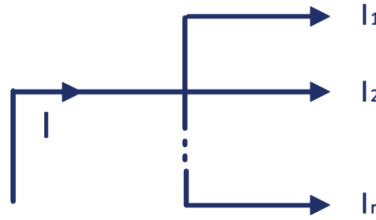
1.3.2 KİRŞOF'UN AKIMLAR KANUNU

Kirşof, Akımlar Kanunu ile "Bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı o düğüm noktasını terk eden akımların toplamına eşittir" der.

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n \text{ (A)} \quad (1)$$

$I = U/R$ olduğundan 1 numaralı denklemde yerine yazarsak (2) numaralı formül elde edilir.

$$I_T = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \dots + \frac{U}{R_n} \quad (2)$$



Şekil 1.8: Paralel bağlı dirençler üzerine düşen gerilimin gösterimi

ÖRNEK :

Şekil 1.21'deki devrenin I_1 ve I_2 kol akımlarını ve I akımını bulunuz.

ÇÖZÜM:

Kaynak gerilimi paralel dirençlerde düşen gerilimlere eşittir.

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{15}{3} = 5A$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{15}{6} = 2,5A$$

Kirşofun Akımlar Kanunu ile

$$I = I_1 + I_2 = 5 + 2,5 = 7,5A$$

1.4 GERİLİM VE AKIM KAYNAKLARI

1.4.1 PİLLER

Piller kimyasal enerjiden elektrik enerjisi üreten düzeneklerdir. Günlük hayatta çok kullandığımız pillerin en büyük avantajı elektrik enerjisini taşınabilir kılmasıdır.

1.4.1.1 Pil Çeşitleri ve Yapıları

İlk zamanlarda piller tek defa kullanılabiliyordu ve tekrar kullanılabilen elektrik

kaynağı olarak akümülatörler bulunmuştu. Zamanımızda pek çok çeşit pil, birden çok kullanılabilme, yani tekrar şarj edilebilme özelliğine sahiptir.

Piller şu şekilde sınıflandırılabilir:

Atom pili:

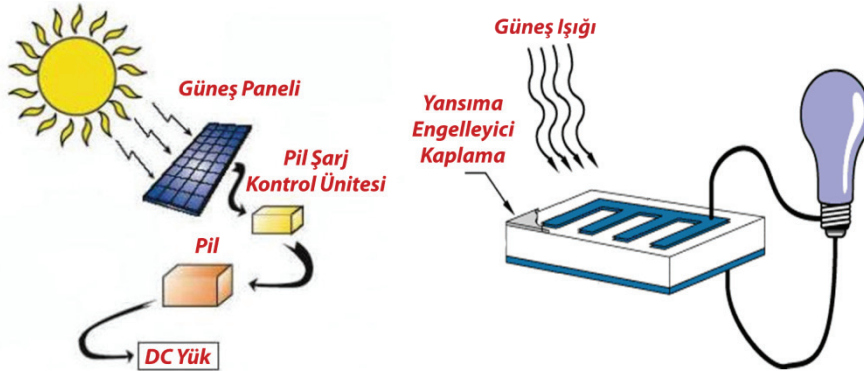
Uranyum ve grafit bloklardan oluşan ve nükleer enerjiden elektrik enerjisi elde etmeye yarayan hücrelerdir.

Yakıt pili:

Hidrojen ve oksijenden elektrik enerjisi elde etmeye yarayan düzeneklerdir. Yakıt hücresi olarak da adlandırılır.

Güneş pili:

Güneş pilleri veya fotopiller amorf silisyum kristallerinden elde edilen P-N kavşaklı bir yarı-iletken yapıdır. Takriben açık güneşli havada desimetrekarede 1 Watt enerji verebilir.



Resim 1.1: Güneş pili ve çalışma şekli



Resim 1.2: Güneş pili çeşitleri

Kuru pil:

Kuru piller, elektrot olarak çinko ve karbon kullanılır. Kuru pillerde kutuplaşmayı önlemek için genel olarak kullanılan mangan dioksittir.

1. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

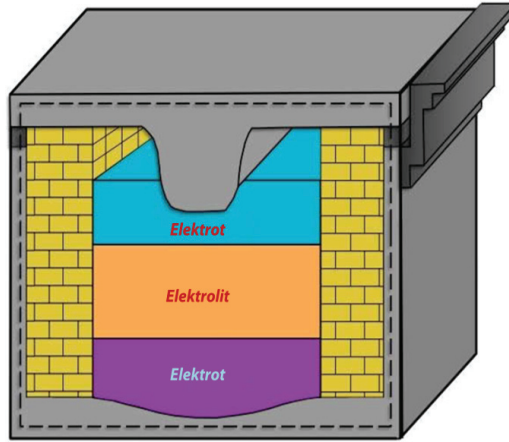
ELEKTROTEKNİK



Resim 1.3: Kuru Pil Çeşitleri

Sıvı piller:

Sıvı kutuplanmaz pillerin ilk örneği Daniel pilidir. Daniel pilinde bakır ve çinko elektrot olarak kullanılır.



Resim 1.4: Sıvı piller

1,08 volt elektrik gerilimi üretir, her elektrot kendi tuzlarının çözeltisine batırılmış ve arada gözenekli bölme ile birbirlerinden ayrılmıştır. Burada çinko çözünür, bakır ise çöker. Daniel pili bir sıvı pildir. Sıvı pillerde elektrolit sıvıdır. Daniel pili de böyledir, keza akümülatörlerde de elektrolit sıvı sülfürik asittir.

Gazlı piller:

Basınç altındaki gaz içinde olan piller gazlı pil olarak adlandırılır. Sir William Robert 1839'da elektrotları odun kömüründen olan gazlı pili yapmıştır. Gaugain ve Zeuger pilleri de gazlı pillerdir.

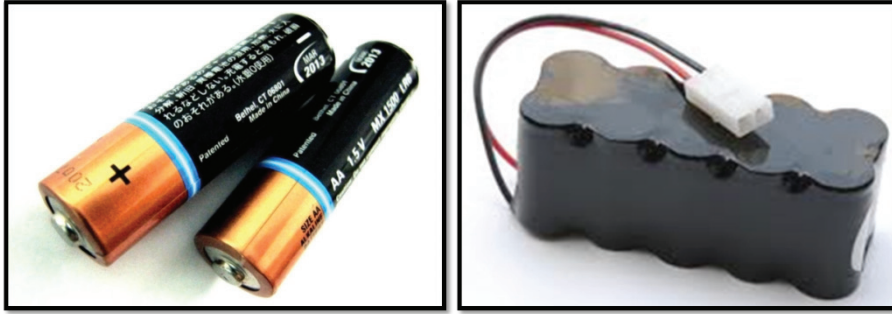
Gündelik kullanımdaki piller iki tiptir:

- Nikel Kadmiyum, Nikel Metal Hidrit ve Lityum lion pillerdir.
- Tekrar şarj edilemeyen piller; muhtelif alkalın, gümüş oksit, çinko karbon ve civalı pillerdir.

1.4.1.2 Nikel Kadmiyum Piller (Ni-Cd)

Adından da anlaşılacağı gibi nikel ve kadmiyumdan yapılmış pillerdir. Şarjlı halde 1.44 Volt maksimum voltaja sahiptir. Uygun şartlarda kullanıldığında 10000 defa tekrar şarj edilebilir. Uzun teknolojisinde yaklaşık 20 yıl kullanılır.

Boş halde iken 1.2Volt'ta tutulmalıdır. Bu pillerin verimli kullanılması için 1.1 Volt pil geriliminde mutlaka tekrar şarj edilmeleri gerekir. Bunun için özel düzenekler mevcuttur. Bu pillerin güç eğrisi birden azalır ve kullanım süresi sonunda güç birden düşer. Pek çok cihazda, özellikle elektrikli tıraş makinelerinde kullanılan 220 V kondansatör devreli akım regülatörleri çok başarılıdır.



Resim 1.5: Nikel ve kadmiyumdan

Fakat pillerin yerlerine yerleştirilmesi sırasında çarpılma tehlikesi vardır. Bu tip pilleri şarj etmek için yapılacak şarj cihazının voltajını yüksek tutmak ve akım regülasyonu yapmak gerekir. Nikel-Kadmiyum pillerin şarjında değişik teknikler kullanılır. Bunlar pilin ömrünü uzatmak için yapılan işlemlerdir. Pil yarı boşalmış halde iken şarj edilmez. Aksi halde pil hafızasında tuttuğu bu noktadan ileriye doğru şarj olur bu da kapasitesini düşürür. Bu tip piller önce boşaltılır, sonra doldurulur.

1.4.1.3 Nikel Metal Hibrit Piller (Ni-MH)

Nikel Kadmiyum pillerden sonra piyasaya çıkan bir pil çeşididir. Ni-Cd. pillere göre daha yüksek kapasiteye sahiptir.

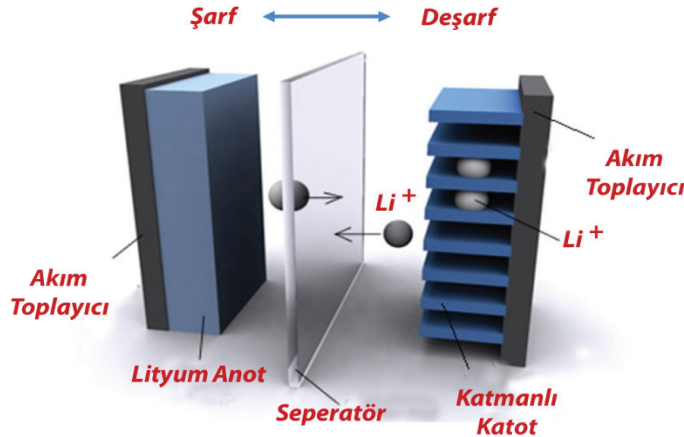


Resim 1.6: Nikel Metal Hidrit Piller (Ni-MH)

Şarj edilmeleri hemen hemen Ni-Cd piller gibidir. Her iki pilin de bir iç direnci vardır. Bu direnç Ni-Cd pillerde daha yüksektir. Bu nedenle kullanılmadığında bu piller kendi içinden bir akım akıtır ve boşalırlar. Bu olay Ni-MH pillerde daha çabuk olur ve daha kısa sürede boşalır.

1.4.1.4 Lityum İyon Piller (Li-Ion)

Diğer şarj edilebilir pillere göre daha yüksek kapasiteleri olan pillerdir. Hafif piller olup, kendi kendine boşalmaları yavaştır. "Memory effect"i yoktur yani istendiği an şarj edilebilir. Deşarj güç eğrisi lineerdir ve birden biterek sizi yolda bırakmaz. Şarj edilmeleri Ni-Cd ve Ni-MH pillere göre biraz daha güçtür; fakat bir yandan kullanılır bir yandan da şarj edilebilirler. Hem voltaj hem de akım regülasyonu ile şarj edilir. Özellikle laptop, cep telefonu gibi taşınır cihazlarda tercih edilir.



Resim 1.7: Lityum İyon pillerin Şarj Edilmesi

Özellik	Sistem			
	Ni – Cd	Ni - MH	Li – Ion	Kurşun – Asit
Enerji yoğunluğu/(hacim)	–	+	++	–
Enerji yoğunluğu/(ağırlık)	–	+	++	--
Tekrar kullanılabilme performansı	++	++	++	–
Kendi kendine deşarj	+	+	++	+
Hızlı şarj edilebilme	++	+	+	–
Yüksek akım ile deşarj edilebilme	++	+	+	–
Güvenirlilik	+	+	–*	++
Fiyat	+	–	--	++
Gerilim uyumluluğu	++	++	--	–
Deşarjda gerilim stabilitesi	++	+	+	–

++ : Mükemmel, + : İyi, – : Uygulamaların çoğu için yeterli, -- : Dezavantajlı,
* : Kontrol devreleri gerekli

Tablo 1.1: Pillerin Mukayesesi

1.4.1.5 Pillerin İç Direnci

Tüm kaynakların bir iç direnci vardır. Bunun nedeni her iletkende olduğu gibi pillerin yapısında bulunan maddelerin de az da olsa bir dirence sahip olmalarıdır.

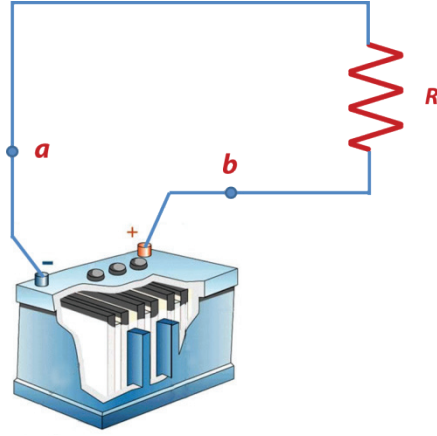
1.4.1.6 Pillerin EMK'sı (*Elektromotor Kuvvet*)

Elektromotor kuvveti (Kısaca EMK denir ϵ ile gösterilir). Kaynağı, devrede oluşan yüklerin potansiyel enerjisini artıracabilecek olan (*batarya, pil, jeneratör gibi*) herhangi bir aygıttır.

EMK, elektrik yüklerini düşük potansiyelden yüksek potansiyele (tepeye doğru) hareket ettirir. Bir kaynağın EMK'sı, birim yük başına yapılan iş olarak tanımlanır ve birimi Volt'tur. Bir kalem pilin EMK'sı 1,5 voltur.

1. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTROTEKNİK



Şekil 1.9: Kapalı devre

Şayet bataryanın iç direnci olmasaydı bataryanın uçları arasındaki potansiyel farkı (çıkış voltajı), onun EMK'sına eşit olurdu. Ama gerçekte bir batarya her zaman r ile göstereceğimiz küçük de olsa bir iç dirence sahip olduğundan, bataryanın çıkış voltajı EMK'sına eşit değildir (şekil 1.9).

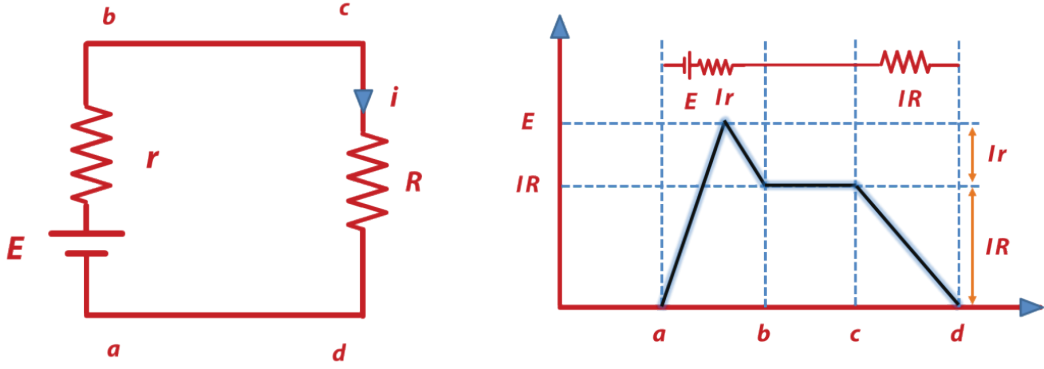
$$\Delta V = \varepsilon - ir = V_b - V_a$$



Şekil 1.10:

Formülde ε = açık devre voltajını ifade etmektedir. ΔV devreden bir akım geçtiği zamanki güç kaynağının devreye sağladığı potansiyel farkı EMK batarya üzerindeki etiketlenmiş gerilimdir.

Örneğin, pilin EMK'sı 1,5 Volt'tur. Pil devreye bağlandığında pilin üzerindeki gerçek gerilim iç direncine (r) bağlıdır ve $i.r$ kadar etiketlenmiş değerinden daha azdır.



Şekil 1.11:

Devre üzerindeki bir noktadan, örneğin a noktasından (Şekil 1.11). başlayıp tekrar aynı noktaya geldiğimizde potansiyel farklarının toplamı, yani devrede EMK tarafından üretilen gerilim farkı dirençler üzerinde harcanan potansiyel farkına eşit olacaktır. Dış direnç R'ye yük direnci denir.

1.4.1.7 Pillerde Güç

Tüm pillerin üzerinde pilin gücünü gösteren bir rakam mevcuttur. Bu mA saat (mAh) olarak ifade edilir. Bir pilin üzerinde 800 mAh yazıyorsa, bu pil 800 mA akımı ancak bir saat boyunca akıtabilir. Eğer bu pilden devamlı olarak 100 mA akım çekiyorsanız o zaman bu pil size 8 saat hizmet edebilecektir.

4.1.8 PİLLERDE VERİM

Şarjlı piller akım şarjına tabidir. Ni-Cd piller üzerlerinde yazılı olan mA saat değeri ne ise o değerin onda biri kadar bir akım ile 14 saat şarj edilir. Örneğin, üzerinde 750 mAh yazan bir pili 75 mA ile 14 saatte şarj edebiliriz. Hızlı şarj imkanı da vardır, pilleri 1 saatte şarj edecek kadar akım basılır. Hızlı şarjda 400–1000 mA gibi yüksek bir şarj akımı uygulanır.

Hızlı şarj pilin ömrünü çok kısaltır. Normal kullanma ömrü 10000 defalara kadar çıkabilecek iken bu sayı iki haneli rakamlara kadar düşebilir. Bir Nikel Kadmiyum pilin şarj olduğunu, sıcaklığının artmasından da anlayabiliriz; çünkü bu durumda kimyasal reaksiyon (reversible) bitmiş verilen enerji ısı enerjisine dönüşmektedir.

1.4.2 AKÜLER

1.4.2.1 Akü Çeşitleri ve Yapıları

Kurşun oksitli, nikel kadmiyumlu, nikel demirli, gümüş çinkolu, olmak üzere

1. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

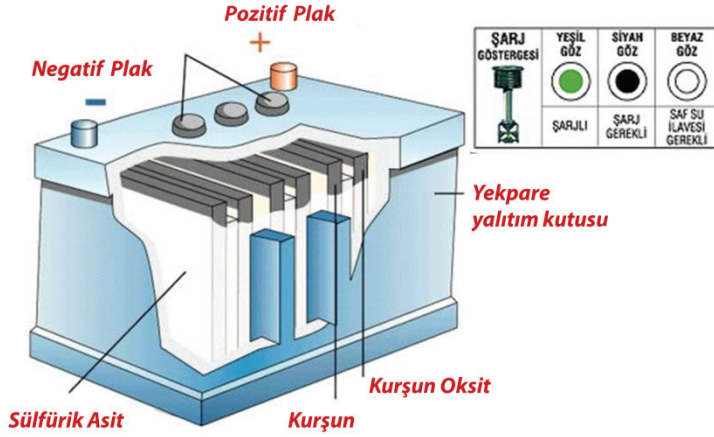
ELEKTROTEKNİK

değişik tip akümülatörler mevcuttur. En çok kullanılan kurşunlu akümülatörlerde elektrotlar kurşundur. Seyreltik sülfürik asit de elektrolit olarak kullanılır.

Bir akü hücresi aşağıdaki ana elemanlardan oluşur:

Akü Kabı: Çoğunlukla ebonit veya plastik malzemeden yapılır. Transparant akü kapları, akünün içindeki elemanların incelenmesine imkân verirler. Akü kapları kullanılacağı yerin durumuna göre çeşitli boyutlarda yapılır.

Akü Kapağı: Akü kabı malzemesinden yapılan ve hücrenin üstünü kapatan kısımdır. Akü kabının üstünü, hava sızdırmaz bir biçimde presleyerek veya yapıştırarak kapatır.



Resim 1.8: Akümülatör Kesiti

Hücre Kapağı (Tıpa): Akü kapağındaki dişli deliğe takılan, plastik malzemeden yapılmış küçük bir kapaktır.

Üç ana işlevi vardır:

- Yerinden çıkarılarak, elektrolitin yoğunluğunu ölçmek ve/veya saf su ilave etmek.
- Buşon kapalı iken akü içinde oluşan gazların, kapak içindeki küçük delik yoluyla dışarı çıkmasını sağlamak.
- Özel tip buşonlarda, hücre içinde oluşan gazı, buşon içinde yoğunlaşarak tekrar elektrolite dönmesini sağlamak, böylece akünün saf su kaybını azaltmak.

Elektrolit: Sülfürik asit, saf su karışımı olan bir sıvıdır. Akünün tipine, imalatçının veya kullanıcının tercihine bağlı olarak sülfürik asit, su oranı değişik, çeşitli aküler imal edilmektedir.

Seperatör: Hücre içindeki plakaların birbirine değerek kısa devre olmasını önleyen parçalardır. Aside dayanıklı yalıtkan malzemeden yapılırlar, imalatçının tercihine bağlı olarak çeşitli profilde olur. Bununla birlikte seperatör tipinin seçiminde ve yerine takılmasında şu hususlara özen gösterilir:

- Akü iç direncini artırmamak.
- Seperatörleri mikro gözenekli yaparak, plakalar arasındaki elektrolit temasını azaltmamak.
- Plakaları, özellikle nakliye esnasında eğilme ve kırılmalarını önleyecek şekilde sıkıştırmak.

Negatif Plaka: Saf kurşundan ızgara biçiminde, kalıplarda dökülerek elde edilir. Mekanik direnci arttırmak için kurşun içine antimuan katılır. Izgaranın profili, imalat tekniğine bağlı olarak çeşitli olabilir. Ancak, nakliye ve kullanımda eğilip kırılmayacak kadar sağlam ve üzerine sıvanacak olan aktif madde deneni pastayı iyi muhafaza edecek şekilde olmasına dikkat edilir.

Kurşun-asit akülerin hepsinde negatif plakalar, kurşundan yapılmış ızgaranın içine, kurşun oksit pastanın sıvanması suretiyle elde edilir. Plakanın boyutları kullanıcının talebine veya imalatçının tercihine göre çeşitli olabilir.

Pozitif Plaka: Kurşun-asit akülerin pozitif plakaları üç çeşittir:

Sıvanmış Düz Plaka: Yapısal olarak negatif plaka gibidir.

Tüpçüklü Plaka: Esas olarak antimuanlı saf kurşundan kalıplarda dökülerek elde edilir. Ana çerçeveye bağlı dikey çubuklar üzerine, gözenekli sentetik malzemeden yapılmış tüpçükler takılmıştır. Toz halindeki aktif madde, vibrasyon metoduyla, tüpçüklerin içerisine doldurulur. Tüpçüklerin açık olan altları plastik tıkaç dizisi ile kapatılır. Böylece hem aktif maddenin tüpçükler içinde kalması sağlanır, hem de kurşun çubukların ve tüpçüklerin düz sıraları halinde sallanmadan durması temin edilir. Bu tür pozitif plaka yapmadaki amaç, aktif maddenin tüpçük içinde muhafaza edilerek, dökülmesini engellemektir.

Artırılmış Yüzeyle Plaka (Plante): Saf kurşununun, özel profilde dökümü suretiyle elde edilir. Çok sayıdaki dikey çubukların oluşturduğu gerçek yüzey, plakaya dik bakıldığında görünen yüzeyin takriben 12 katıdır.

Böylece elektrolitle temas eden plaka yüzeyi artırılmış olur. Pozitif plakanın açıklanan şekilde imalatını müteakip, FORMASYON deneni kimyasal işlemlerle plaka yüzeyinde kurşun peroksit film halinde aktif madde oluşturulur, işletme süresince

deşarjda kurşun sülfat haline dönüşen yüzey şarjda tekrar kurşun peroksit film haline döner.

Akü Hücresi: Bir akü hücresi, yukarıda açıklanan elemanların, akü kabı içerisine tekniğine uygun bir şekilde yerleştirilmesi ile oluşturulur. Akü hücresi içindeki negatif plaka sayısı, pozitif plaka sayısından bir fazladır. Böylece pozitif plakanın iki yüzeyi de aktif durumda tutularakbükülmesi önlenir. İki pozitif ve üç negatif plakası olan bir akü hücresi görülmektedir.

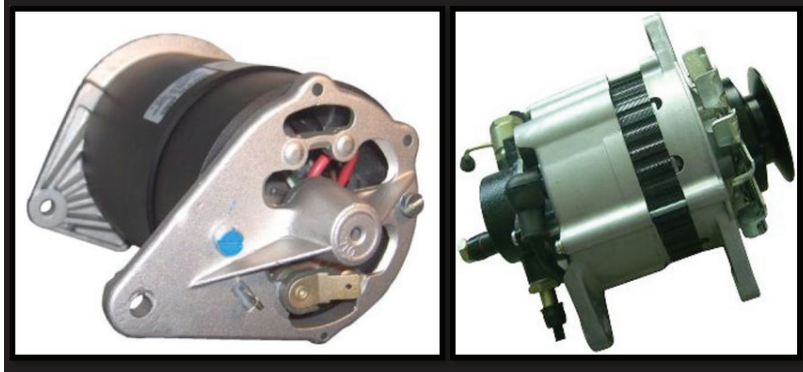
Bütün pozitif plakalar ve negatif plakalar ayrı ayrı hücre içinde kurşun köprülerle birbirine kaynak edilerek her bir cins plaka grubunun müşterek kutupları hücre kapağından dışarı çıkarılır. Akü grupları, hücrelerin (+) ve (-) kutuplarının birbirlerine harici köprülerle bağlanması suretiyle elde edilir. Harici köprülerin hücre kutuplarına bağlantısı, imalatçının tekniğine bağlı bir husustur. Çoğunlukla cıvata ile veya kaynakla bağlanır.

1.4.2.2 Akü Kapasiteleri

Akümülatörler voltaj kaynağı ile şarj edilirler normal şarj için kapasitesinin 1/10'ukadar akım verilir ve 24 saat süresince şarj olur. Otomobillerde kullanılan akümülatörler 45 ve 60 Ah kapasitesindedir. Yani bu akümülatör kullanılma süresi ile verdiği akım çarpımı 60'a eşittir. Yani 10 amper çekiliyorsa 6 saat akım verebilir. Dolu bir akümülatörün maksimum voltajı 14,5 voltur. Akümülatörlerin üzerinde ayrıca maksimum akım değeri de yazar. Bu çok yüksek bir akım değeridir. Bir Akümülatör 250 Amper'e kadar bir akımı akıtabilir.

1.4.3 DİNAMOLAR

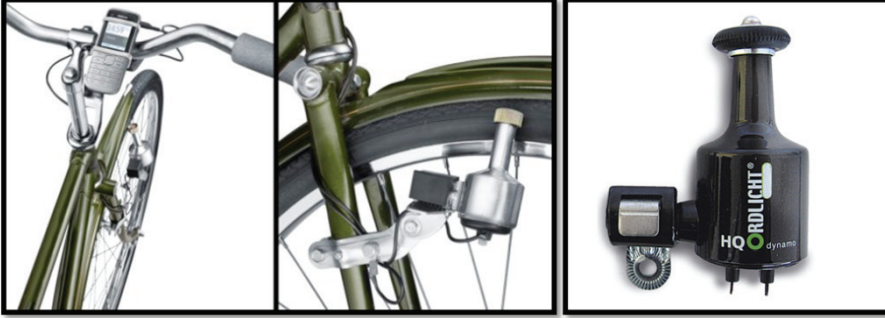
Hareket enerjisini doğru akım elektrik enerjisine dönüştüren makinelere dinamo denir.



Resim 1.9: Dinamo

1.4.3.1 Dinamo Çeşitleri

Günümüzde dinamolar bisiklet, otomobil gibi hareketli olan araçlardaki elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için kullanılır. Ayrıca sanayide yüksek akım istenen yerlerde örneğin kaynak motoru gibi motorlarla akuple olarak bağlanan dinamolar da kullanılabilir.



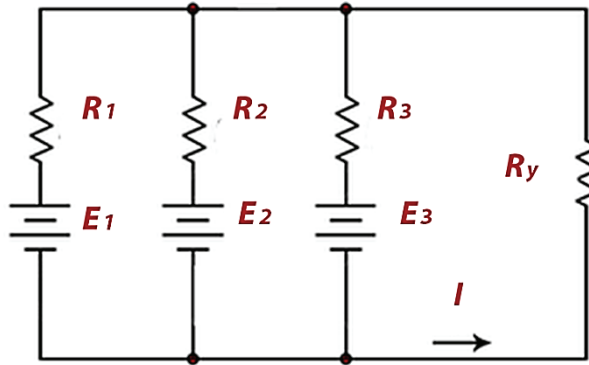
Resim 1.10: Dinamo Çeşitleri

1.5 KAYNAK BAĞLANTILARI

Üreteçler uygulamada amaca göre seri, paralel ya da karışık bağlanarak uygun bir EMK veya yeterli akım elde edilir. Birden fazla üreteçten oluşan sisteme batarya denir.

1.5.1 KAYNAKLARIN SERİ BAĞLANTISI

Şekildeki devrede görüldüğü gibi EMK'ları ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3 , ve iç dirençleri r_1 , r_2 , r_3 , olan üreteçlerin birinin (+) kutbu, diğerinin (-) kutbuna birleştirilerek yapılan bağlamaya seri bağlama denir.



Şekil 1.12:

1. SINIF ELEKTRİK TESİSATÇILIĞI

ELEKTROTEKNİK

Seri bağlı bir devrede:

- Potansiyel farkı, üreteçlerin potansiyel farkları toplamına eşittir.
- Bütün üreteçlerden geçen akımın değeri aynıdır.

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3}{R + r_1 + r_2 + r_3} \quad \text{ya da} \quad I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R}$$

Devredeki üreteçlerin t kadar zamanda verdiği enerjiler toplamı, bu üreteçlerin yerine geçen eş değer üretecın aynı zamanda verdiği enerjiye eşittir.

ÖRNEK:

Her biri 1,5 voltluk 3 tane pil seri olarak bağlanmıştır. Üretecın verebileceği toplam gerilimi bulunuz.

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 + \varepsilon_3 = 1,5 + 1,5 + 1,5 = 4,5 \text{ Volt}$$

ÖRNEK:

Birbirine seri bağlı üç tane pilin iç direnci 0,2 Ω dur. Toplam iç direnci bulunuz.

$$r_{iT} = r_1 + r_2 + r_3 = 0,2 + 0,2 + 0,2 = 0,6 \Omega \text{ dur.}$$

ÖRNEK:

Birbirine seri bağlı 1,5 voltluk üç tane pilin iç direnci toplamı 0,6 Ω 'dur. Seri bağlı üç pilin uçlarına bağlı lamba 0,3 Amper akım çekerse lamba uçlarında düşen gerilim kaç Volttur?

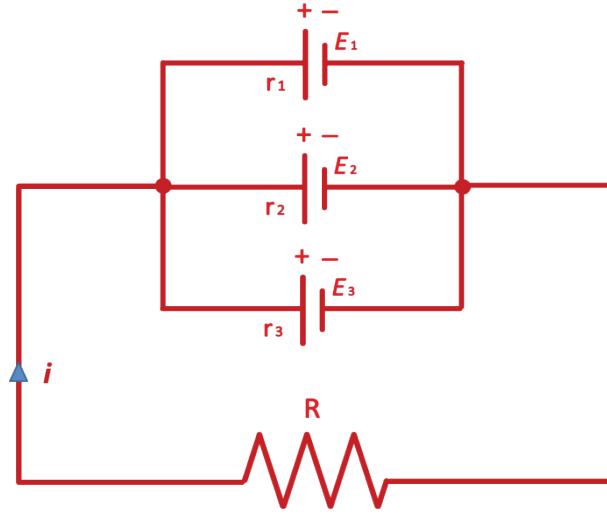
Üç pil üzerinde düşen gerilim:

$$U_r = 0,6 \times 3 = 0,18 \text{ Volt}$$

$$U_L = U_p - U_r = 4,5 - 0,18 = 4,32 \text{ Volt olarak bulunur.}$$

1.5.2 KAYNAKLARIN PARALEL BAĞLANTISI VE SAKINCALARI

EMK'ları ε_1 ve iç dirençleri r_1 olan n tane üretecın (+) ve (-) kutuplarının şekil 1.13' deki gibi kendi aralarında birleştirilerek yapılan bağlantıya paralel bağlantı denir.



Şekil 1.13:

Paralel bağlamada üreteçlerin EMK'leri eşit olmalıdır. Aksi takdirde R direncinden geçmesi gereken akım EMK'leri küçük olan ara devrelerden geçerek istenmeyen durumlara neden olabilir. Devredeki üreteçlerin t kadar zamanda verdiği enerjiler toplamı, bu üreteçlerin yerine geçen eş değer üretecin aynı zamanda verdiği enerjiye eşittir. Paralel bağlı üreteç devresinde eşdeğer EMK, üreteçlerden birinin EMK'ine eşittir.

$$\varepsilon = \varepsilon_1$$

EMK'leri, ε_1 ve iç dirençleri r_1 olan özdeş n tane üreteç paralel bağlanırsa eşdeğer direnç:

$$r_{eş} = \frac{r_1}{n} \text{ olur}$$

Devreden geçen akım şiddeti,

$$I = \frac{\sum \varepsilon}{\sum R} = \frac{\varepsilon}{R + \frac{r_1}{n}} \text{ olur.}$$

Bir devrede hem paralel, hem de seri bağlı üreteçler bulunuyorsa, bu tür bağlamaya karışık bağlama denir. Böyle devrelerde paralel ve seri bağlı kısımlardaki eşdeğer üreteçlerin EMK ve iç direnci hesaplanır. Sonra devreden geçen akım şiddeti bulunur.

ÖRNEK:

Birbirine paralel bağlı 1,5 Voltluk 3 pilin her birinin iç direnci 0,3 Ohm'dur. Buna göre üreteç devresinin toplam gerilimini ve pillerin iç dirençleri toplamını bulunuz.

$\varepsilon = \varepsilon_1$ olduğundan toplam gerilim 1,5 Volttur.

$$\frac{1}{r_{e\varnothing}} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_{e\varnothing}} + \frac{1}{r_3} = \frac{1}{0,3} + \frac{1}{0,3} + \frac{1}{0,3} \Rightarrow r_{e\varnothing} = 0,1\Omega \text{ veya}$$

$$r_{e\varnothing} = \frac{r_1}{n} = \frac{0,3}{3} = 0,1\Omega \text{ olarak bulunur.}$$

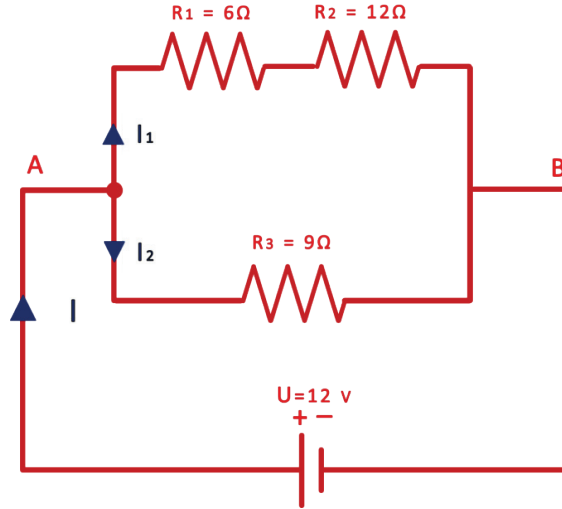
1.6 DOĞRU AKIM DEVRELERİNİN ÇÖZÜM METOTLARI

1.6.1 DİRENÇLER ÜZERİNDE DÜŞEN GERİLİM DEĞERLERİNİN BULUNMASI

Dirençler üzerindeki gerilimleri bulurken içinden geçen akımla direnç değeri çarpılarak bulunur.

ÖRNEK:

Şekil 1.15'daki devrede her bir koldan geçen akımı hesaplayınız.



Şekil 1.14:

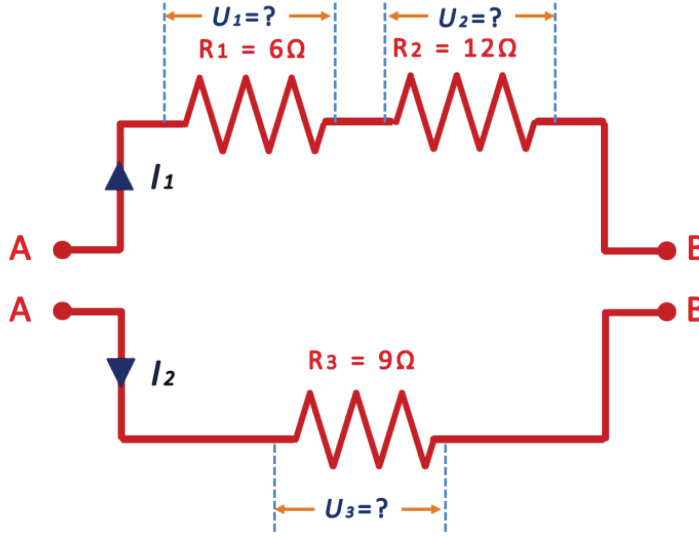
ÇÖZÜM:

Eşdeğer direnci hesaplayalım:

$$R_{eş1} = R_1 + R_2 = 6 + 12 = 18\Omega$$

$$R_T = \frac{R_{eş1} \cdot R_3}{R_{eş1} + R_3} = \frac{18 \cdot 9}{18 + 9} = \frac{162}{27} = 6\Omega$$

Yukarıdaki Örneğe devam edelim ve dirençlerin üzerinde düşen gerilimleri de hesaplayalım:



Şekil 1.15:

$$U_1 = I_1 \cdot R_1 = 2.2 = 4V$$

$$U_2 = I_1 \cdot R_2 = 2.4 = 8V$$

$$U = U_1 + U_2 = 4 + 8 = 12V$$

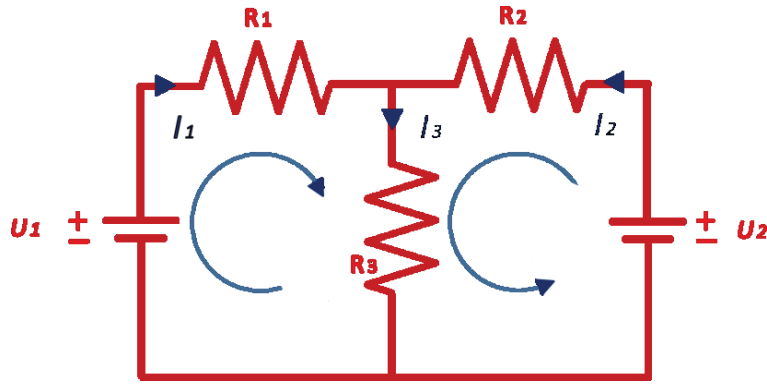
$$U = U_3 = I_2 \cdot R_3 = 1.12 = 12V$$

1.6.2 ÇEVRE AKIMLARI YÖNTEMİ

Bu yöntemde, devrenin her bir gözü için (Herhangi bir çevrenin seçilmesinde de sakınca yoktur) bir çevre akımı ve yönü seçilir (Şekil 1.16). Seçilen bu çevre akımlarından faydalanarak Kirşof'un Gerilimler Kanunu her bir göze uygulanır ve göz adedi kadar denklem yazılır. Göz adedi kadar bilinmeyen çevre akımı olduğundan, elde edilen göz adedi kadar denklem çözülerek her bir gözün çevre akımı bulunur. Sonrada çevre akımları kullanılarak kol akımları kolaylıkla bulunabilir.

$$U_1 = (R_1 + R_3) \cdot I_a + R_3 \cdot I_b$$

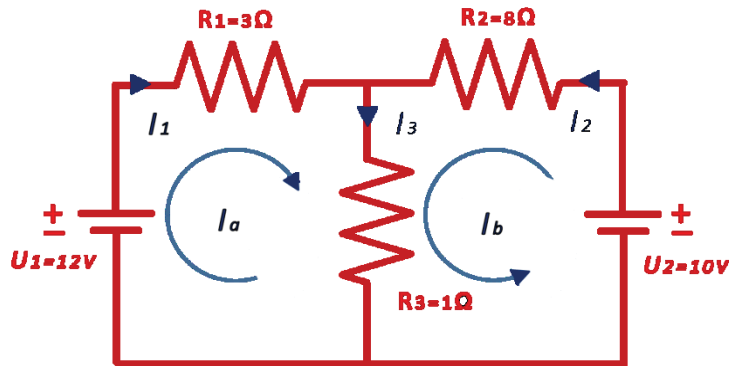
$$U_2 = R_3 \cdot I_a + (R_2 + R_3) \cdot I_b$$



Şekil 1.16:

ÖRNEK:

Şekil 1.17'deki devrenin çözümünü çevre akımları yöntemi ile bulunuz.



Şekil 1.17:

$$\begin{array}{r} 12 = 4I_a + I_b \\ -40 = -4I_a - 36I_b \\ \hline -28 = -35I_b \end{array} \quad I_b = 0,8 \text{ A olarak bulunur. } 12 = 4I_a + 1 \cdot I_b$$

$$(-4) \cdot 10 = 1 \cdot I_a + 9 \cdot I_b$$

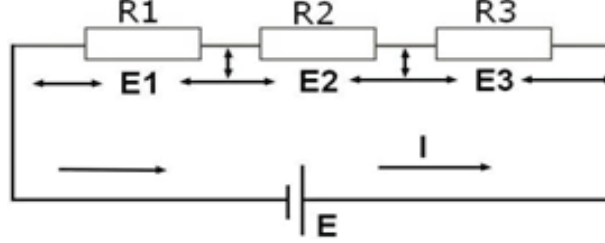
$$I_1 = I_a = 2,8 \text{ A}$$

$$I_2 = I_b = 0,8 \text{ A}$$

$$I_3 = I_1 + I_2 = 2,8 + 0,8 = 3,6 \text{ A olarak bulunur.}$$

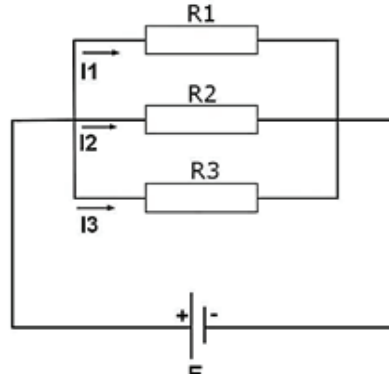
DEĞERLENDİRME SORULARI

Aşağıdaki soruları dikkatli okuyarak doğru seçeneği işaretleyiniz.



1. Yukarıda verilen devrede $R_1=3 \Omega$, $R_2=5 \Omega$, $R_3=7 \Omega$ dur. R_1 üzerinden geçen akım 3A olduğuna göre E değeri kaç voltur.

- A) 30 B) 18 C) 45 D) 5



2. Yukarıda verilen devrede $R_1=4 \Omega$, $R_2=6 \Omega$, $R_3=12 \Omega$ ve $E=18V$ olduğuna göre I_3 ün değeri kaç amperdir?

- A) 3,2 B) 4 C) 2 D) 1,5

3. Günümüzde bisiklet, otomobil gibi hareketli olan araçlardaki elektrik enerjisi ihtiyacını karşılamak için ne kullanılır?

- A) Teker B) Firen
C) Dinamo D) Korna