

1-DİRENÇ, OHM KANUNU, İŞ VE GÜÇ

1.1. ELEKTRİK ENERJİSİ ve ÖZELLİKLERİ

Bugün elektrik çağında yaşamaktayız. Kullandığımız enerjinin büyük bir bölümü elektrik enerjisidir. Evlerde ve iş yerlerinde elektrik enerjisini ışık enerjisine çevirerek, aydınlatma amacıyla kullanılmaktadır. Yine elektrik enerjisini ısı enerjisine kolayca çevirebilen, elektrik ocakları ve sobaları, kullanılmasının basit ve temizliği nedeniyle vazgeçilmez duruma gelmiştir. Ülkemizin çoğu bölgesinde buna ilaveten kullanılması kolay ve elektrik ocaklarına oranla elektrik tüketimi daha az olan elektrik enerjisinden yararlanılarak klimalar son yıllarda yerlerini almıştır.

En ileri düzeydeki haberleşme cihazlarının çalıştırılmasında elektrik enerjisinden yararlanılır. Radyo, televizyon, telefon, hesap makineleri ve bilgisayar gibi birçok cihaz, elektrik enerjisinden başka bir enerji çeşidi ile çalışmazlar. Yine evlerde kullanılan süpürge, çamaşır, bulaşık makinesi ve diğer birçok küçük cihazlarda mekanik enerjinin elde edilmesinde, elektrik motorlarının kullanılması kaçınılmazdır. Elektrik motorlarının diğer motorlara göre daha küçük boyutta yapılabilmesi çalıştırılıp durdurulmasının basit bir anahtarla mümkün olması, özel bir bakım gerektirmemesi ve sessiz çalışmaları, ev cihazlarında elektrik enerjisinin kullanılmasının en önemli nedenlerindendir.

Elektriğin sanayide kullanılma yerleri de sayılmayacak kadar fazladır. Elektrik makinelerinin verimlerin yüksek olması, yani kaybın minimum olması, kumandalarının kolaylığı ve yapılarının basit olması, diğer enerji makineleri yanında ön sırayı almalarına neden olmuştur. Elektrik enerjisinin ısı etkisinin diğer bir uygulama alanı da endüksiyon fırınlarıdır. Bu fırınlarda ısı enerjisi, ısıtılacak olan maddenin her yerinde aynı ölçüde meydana getirildiğinden, her yeri aynı anda pişer veya ergir. Örneğin bir endüksiyon fırınında pişen ekmeğin, her tarafı aynı anda ısınıp pişeceğinden kabuk oluşmaz. Bunlara evlerde kullandığımız mikrodalga fırınlarını da örnek gösterebiliriz.

Kullanılacağı yere kadar en az kayıp götürülebilen en uygun enerji, elektrik enerjisi, yine diğer çeşitlerine en kolay çevrilebilen bir enerjidir. Elektrik santrallerinde üretilen elektrik enerjisi, binlerce kilometre uzaklıktaki yerleşme merkezlerine, iletim hatları ile kolayca iletilebilir. Kullanma amacına uygun olarak mekanik, ısı veya ışık ve kimyasal enerjilere kolaylıkla çevrilir.

Elektrik enerjisi, akümülatörlerde kimyasal enerjiye dönüştürülerek depo etme olanağı bulunduğu gibi, küçük de olsa, elektrik enerjisi kondansatörlerde de doğrudan depo edilebilir.

Elektrik enerjisinin kimyasal etkisinden yararlanılarak, madenler üzerindeki yağlar gibi istenmeyen maddeler temizlenir. Maddelerin kaplanması ile ilgili bir dal olan galvanoteknik ve son zamanlarda gelişen galvanoplastik ile elektroliz yoluyla saf maden elde etme sanayileri, elektriğin kimyasal alandaki uygulamalarının başlıcalarıdır.

Elektrik enerjisinin özelliklerini yukarıda kısaca açıklamaya çalıştık. Elektrik enerjisi gelişen teknolojiye görüldüğü kadarı ile her zaman. Yerini alacak ve biz bu özelliklerini açıklamaya devam etmek zorunda kalacağız

1.2. İLETKENLER, YALITKANLAR ve YARI İLETKENLER

Atomun dış yörüngesinde değişik sayıda elektron bulunabilir. Fakat bu elektronlar sayısı sekizden fazla olamaz. Dış yörüngede sekiz elektronu bulunan atomlar bir nevi

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

kararlılık kazanmıştır. Sekiz elektronlu dış yörüngelere “doymuş yörünge” denir. Doymuş yörüngeye elektronları çekirdeğe daha sıkı olarak bağlıdır. Şu halde dış yörüngeleri doymuş olan atomlar, elektronlarını kolay kolay bırakmazlar ve dışarıdan elektron alamazlar. Bu bilgileri verdikten sonra serbest elektronları fazla olan maddelere, elektrik akımını iyi ileten anlamına gelen “**iletken**” denir. Bunlara örneklendirmek gerekirse bakır, alüminyum ve demir gibi. Bütün metaller iletkenlerdir.

Serbest elektronları çok az olan maddeler, elektrik akımını iyi iletmezler veya hiç iletmezler. Böyle serbest elektronu az olan maddelere, elektrik akımını iletmeyen anlamına gelen “**yalıtkan**” sözcüğü kullanılır. Yalıtkanlara örnek olarak cam, kauçuk, pamuk, yağ ve hava gösterilebilir.

İyi bir iletken madde ile iyi bir yalıtkan madde arasındaki fark, bir sıvı ile bir katı arasındaki mekaniksel fark kadar büyüktür. Her iki özellik, maddenin atom yapısı ile ilişkilendirilir. Akışkanlığı katılar ile sıvılar arasında bulunan maddeler olduğu gibi, elektrikte de iletken ve yalıtkan olan maddelerde vardır. Böyle maddelere “yarı iletken” denir. Bu maddelerin bulunması ve kullanılmaya başlamasıyla bugün elektroniğin hızlı gelişimini sağlamıştır. Bu maddeler germanyum, silisyum ve karbon gibi.

1.2.1. DİRENCİN FİZİKSEL BOYUTU

Direnci elektrik akımına gösterilen zorluk olarak tanımlamıştık. Bir iletkenin elektrik akımına gösterdiği zorluk (yani o iletkenin direnci), iletken içinde hareket eden elektronlarla, o iletken içindeki atom ve diğer parçacıklar arasındaki sürtünmelerden meydana gelir. Bu konuda, bir borudan akan suyun karşılaştığı zorluğu örnek olarak gösterebiliriz. Boru dar ve iç yüzeyi fazla girintili çıkıntılı ise suyun akışına karşı belli bir zorluk ortaya çıkaracaktır. Aynı şekilde borunun uzunluğu arttıkça, içinden geçen suya gösterdiği direnç artacaktır.

Bir iletkenin direnci de, o iletkenin boyuna, çapına cinsine göre değişir. Örneğin bir iletkenin uzunluğu ile direnci doğru orantılıdır. İletkenin uzunluğu arttıkça direnç de artar. Buna karşılık iletkenin kesiti ile direnç ters orantılıdır. Buna göre iletkenin kesiti arttıkça direnç azalır, kesiti azaldıkça direnç artar. Bunlardan başka, direnç, iletkenin cinsine göre de değişir. Örneğin aynı uzunlukta ve aynı kesitte bakır ile alüminyum iletkenin dirençleri birbirinden farklıdır. Burada öz direnç kavramı karşımıza çıkar. Öz direnç, 1 metre uzunluğunda ve 1 mm² kesitindeki bir iletkenin direncidir ve bütün iletkenin öz dirençleri birbirinden farklıdır. Öz direnç ρ sembolü ile gösterelim ve ro olarak okunur.

Bütün bunlardan başka, ortamın sıcaklığı da iletkenin direncini etkileyen faktördür. Bu konu, ileride ayrı bir başlık altında incelenecektir.

Aşağıdaki tabloda, bazı iletkenlerin öz dirençleri gösterilmektedir.

İLETKEN	ÖZDİRENÇ(ρ)
Gümüş	0.016
Bakır	0.017

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Altın	0.023
Alüminyum	0.028
Demir	0.012

İletkenlerin öz dirençleri

Bu tablodaki değerler, iletkenlerin oda sıcaklığındaki (20 C) öz dirençleridir.

Bir iletkenin direnci aşağıdaki formülden hesaplanır.

$$R = (L / S) \cdot \rho$$

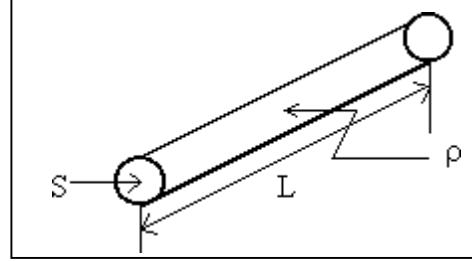
Bu formüldeki harflerin anlamı ve birimleri;

R: İletkenin direnci (ohm)

L: İletkenin uzunluğu (metre)

ρ : İletkenin öz direnci

(ohm) **S:** İletkenin kesiti
(mm²)



Bir iletkenin direncini etkileyen faktörler

Örnek: Uzunluğu 20 metre, kesiti 2 mm² olan bakır telin direncini hesaplayınız.

Çözüm: Bakırın öz direnci $\rho=0.017 \Omega$

$$R = (L / S) \cdot \rho = (20/2) \cdot 0.017 = 0.17 \cdot 0.017 = 0.17 \Omega$$

Örnek: Uzunluğu 50 metre, kesiti 3mm² olan alüminyum telin direncini hesaplayınız.

Çözüm: Alüminyumun öz direnci 0.028Ω dur.

$$R = (L / S) \cdot \rho = (50/3) \cdot 0.028 = 0,575 \Omega \text{ bulunur.}$$

Örnek:

Çapı 3 mm ve uzunluğu 50 km olan bakırdan yapılmış hattın direncini hesaplayınız. Bakırın öz direnci=0.017 dir.

Çözüm: Önce iletkenin kesitini bulalım daha sonra direnç formülünde yerine koyup bakır iletkenin direncini bulalım.

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot 3^2}{4} = 7,065 \text{ mm}^2$$

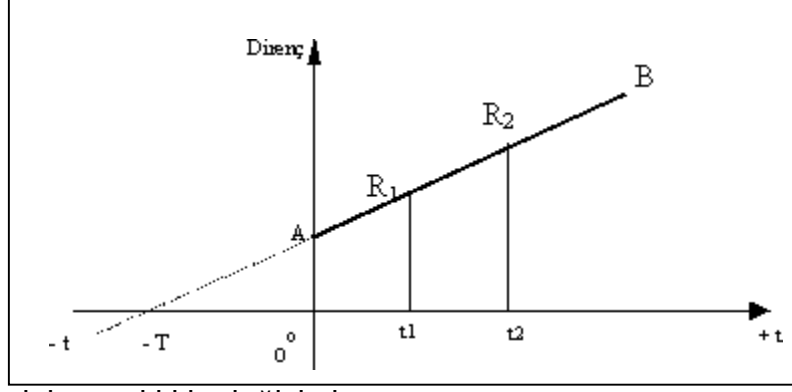
$$R = (L / S) \cdot \rho = (50000/7.065) \cdot 0.017 \cong 126,0 \Omega$$

1.2.2. DİRENCİN SICAKLIKLA DEĞİŞİMİ

İletkenin direnci, sıcaklıkla doğru orantılıdır. Buna göre sıcaklık arttıkça iletkenin direnci de artar. Devre dizaynlarında, dirençler bir bir hesaplanır öyle seçilir. Bu nedenle direnç çok hassas bir noktada bağlı ise ve içinden geçen akım sonucu ısınarak değeri değişmiş ise, devrenin çalışması etkilenebilir. Dirençlerin üzerinde belirtilen omik değer, oda sıcaklığındaki (20 C_o) direnç değeridir.

Metallerin direnci, 0(sıfır) derece ile 100(yüz) derece arasında doğrusal olarak değişir. Aşağıdaki şekilde metallerin direncinin sıcaklıkla değişmesi görülmektedir.

DOĞRU AKIM DEVRELERİ



Metalin direncinin sıcaklıkla değişimi

Yukarıdaki şekilde R_1 bir direncin t_1 sıcaklığındaki değeri, R_2 ise aynı direncin t_2 sıcaklığındaki değeridir. Görüldüğü gibi sıcaklık arttıkça direncin omik değeri artmıştır. Her metalin bir T katsayısı vardır. Bu, teorik olarak o direncin değerinin sıfır ohm olduğu sıcaklık değeri demektir. Aşağıdaki tabloda çeşitli iletkenlerin T katsayıları verilmektedir.

METAL	T, KATSAYISI
Kurşun	218
Gümüş	243
Bakır	235
Alüminyum	236
Çinko	250
Pirinç	650

Bir
değişik
ki değeri
formüllerle
hesaplanır.

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{T+t_1}{T+t_2}$$

Bu formülde ki harflerin anlamları;

T: Metalin katsayısı

t₁: Birinci sıcaklık

R₁: Direncin t_1 sıcaklığındaki değeri

t₂: İkinci sıcaklık

R₂: Direncin t_2 sıcaklığındaki değeri

Örnek: Bir bakır iletkeninin 20 derecedeki direnci 5 ohm dur. Bu iletkenin 50 derecedeki direncini bulunuz.

Çözüm: Bakırın T katsayısı 235 tir. Bu değerler formülde yerine konulursa;

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{235+t_1}{235+t_2} \quad \text{formülünde } R_2 \text{ yi çekersek ;}$$

$$R_2 = \frac{R_1 \cdot (235+t_2)}{235+t_1} = \frac{5 \cdot (235+50)}{235+20} = \frac{5 \cdot 285}{255} = 5.58 \Omega \text{ bulunur.}$$

Örnek: Bir alüminyum iletkenin 30 derecedeki direnci 10 ohm olduğuna göre bu iletkenin 100 derecedeki direncini hesaplayınız.

Çözüm: Alüminyumun T katsayısı 236 dır. Bu değerleri formülde yerine konulursa;

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{T+t_1}{T+t_2} \quad \text{formülünde } R_2 \text{ yi çekersek ;}$$

$$R_2 = \frac{R_1 \cdot (236+t_2)}{236+t_1} = \frac{10 \cdot (236+100)}{236+30} = \frac{5 \cdot 236}{266} = 4.36 \Omega \text{ bulunur.}$$

direncin
sıcaklık da
aşağıdaki

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

1.3. DİRENÇ RENK KODLARI

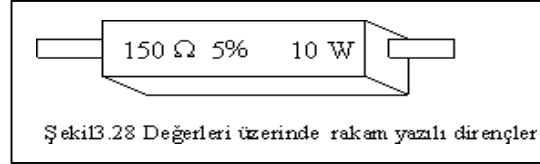
Dirençlerin iki önemli karakteristiği olduğunu biliyoruz. Bu karakteristikler;

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

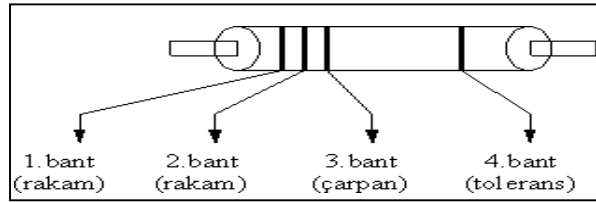
a- Direncin omik değeri

b- Direncin gücü

Olarak tanımlanır ve devrede kullanılacak dirençlerin seçiminde bu büyüklükler dikkate alınır. Şimdi sırayla bu büyüklükleri inceleyelim.

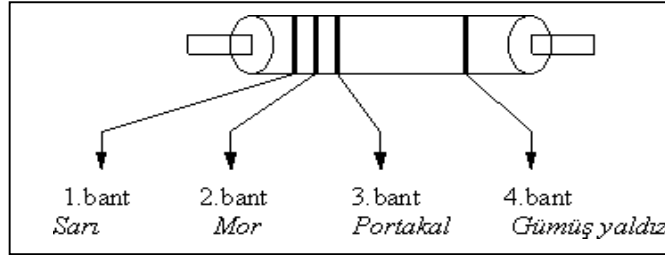


Diğer grup dirençler ise (genellikle 0,125 ve 0,25 wattlık dirençlerde) omik değer, direncin üzerindeki renk bantlarıyla ifade edilir. Genellikle, dirençlerin üzerinde dört (4) tane renk bandı bulunur. Bu bantların soldan üç tanesi direncin omik değerini; en sağdaki bant ise direncin toleransını verir. Aşağıdaki şekilde direncin üzerindeki bulunan renk bantları görülmektedir.



Direnç üzerindeki renk bantları

Örnek: Bir direnç üzerindeki renk bantlarının, soldan itibaren sarı, mor, portakal ve gümüş yaldız renginde olduklarını kabul edelim.



Buna göre en soldaki sarı 4 sayısını temsil ettiği için direnç değerinin rakamı 4 olur. Soldan 2. renk mor ve direnç değerinin 2. rakamı 7 olur. Böylece 47 rakamı bulunur. Soldan 3. renk portakaldır ve portakal rengi 3 rakamına karşılık geldiği için, 47 sayısının yanına üç tane 0 (sıfır) konulur ve direncin omik değeri olarak 47,000 Ω veya 47 k Ω bulunmuş olur. Soldan 4. rengin toleransı gösterdiğini biliyoruz. Bu dirençte soldan 4. renk gümüş yaldız olduğundan, toleransı %10 olarak bulunur. Buna göre bu direncin omik değeri;

$$R = 47 \text{ k}\Omega \pm \%10$$

Toleransın %10 olması demek, bu direncin değeri, çevre şartlarına göre (örneğin ısı) %10 artabilir veya azalabilir demektir.

Aşağıdaki tabloda, direnç renk bantlarının karşılıkları olan sayılar görülmektedir.

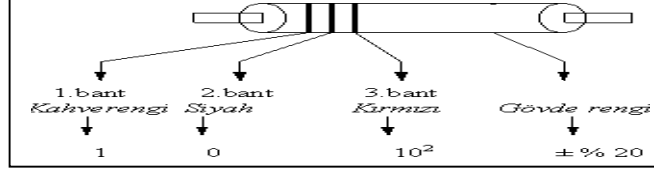
RENK	SAYI	ÇARPAN DEĞERİ	TÖLERANS
Siyah	0	10^0	
Kahverengi	1	10^1	%1
Kırmızı	2	10^2	%0.1
Turuncu	3	10^3	%0.01
Sarı	4	10^4	%0.001
Yeşil	5	10^5	
Mavi	6	10^6	

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Mor	7	10^7	
Gri	8	10^8	
Beyaz	9	10^9	
Gümüş Yıldız	-	10^{-1}	%10
Altın Yıldız	-	10^{-2}	%5
Renk Bandı Yok (Gövde Rengi)	-	-	%20

Direnç Renk Kodları

Örnek: Üzerindeki renk bantları, soldan itibaren kahve, siyah ve kırmızı olan direncin omik değerini ve toleransını hesaplayınız.

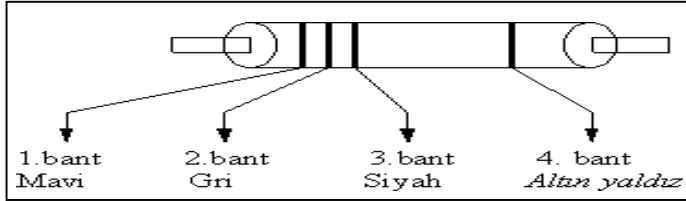


Renk bantlarını ve renklerin sayı karşılıklarını şekilde gösterdik. Burada dikkat edilirse 4. bant yok bunun anlamı toleransın % 20 olduğunu anlamamız gerekir. Buna göre verilen renk bantlarına göre direncin omik değerini bulursak;

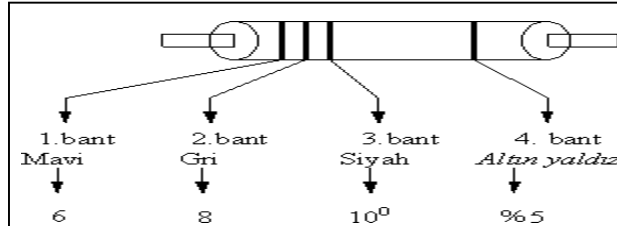
$$\begin{aligned} & 10.10_2 \pm \% 20 \\ & = 10_3 \Omega \pm 0,2.10_3 \\ & = 1 \text{ k}\Omega \pm 200 \end{aligned}$$

veya 800 ile 1.2 k Ω değerini gösterir.

Örnek: Şekilde bant renkleri verilen direncin omik ve toleransını bulunuz.



Çözüm: Direncin renk bantları verildiğine göre bu renklerin sayı değerlerini yazarsak;



$$\begin{aligned} & = 68 \Omega \pm \% 5 \\ & = 68 \Omega \pm 0.05 (68) \\ & = 68 \Omega \pm 3,4 \Omega \\ & \text{omik değeri } 64,6 \text{ ile } 71,4\Omega \text{ arasında değişir.} \end{aligned}$$

1.3.1 STANDART DİRENÇ DEĞERLERİ

Standart direnç değerleri ve % 5, % 10 tolerans değerlerinin verildiği bir tablo oluşturalım. Yukarda verilen örneklerde gördüğümüz gibi direncin üzerinde yazan değeri verdiği gibi tolerans değerleri aralığındaki değeri de alabilmektedir. Örneğin

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

1k Ω $\pm$ % 10 direncin değeri 1k Ω olabildiği gibi minimum 900 Ω veya maxmum1.1 k Ω da olabilir. Aşağıdaki tabloda koyu renkler standart renkleri açık renk deki değerler ise tolerans değerlerini vermektedir.

Direnç Değerleri (Ω)					Kilo ohm (k Ω)		Mega ohm (M Ω)	
0.01	1.0	10	100	1000	10	100	1.0	10
0.11	1.1	11	110	1100	11	110	1.1	11
0.12	1.2	12	120	1200	12	120	1.2	12
0.13	1.3	13	130	1300	13	130	1.3	13
0.15	1.5	15	150	1500	15	150	1.5	15
0.16	1.6	16	160	1600	16	160	1.6	16
0.18	1.8	18	180	1800	18	180	1.8	18
0.20	2.0	20	200	2000	20	200	2.0	20
0.22	2.2	22	220	2200	22	220	2.2	22
0.24	2.4	24	240	2400	24	240	2.4	
0.27	2.7	27	270	2700	27	270	2.7	
0.30	3.0	30	300	3000	30	300	3.0	
0.33	3.3	33	330	3300	33	330	3.3	
0.36	3.6	36	360	3600	36	360	3.6	
0.39	3.9	39	390	3900	39	390	3.9	
0.43	4.3	43	430	4300	43	430	4.3	
0.47	4.7	47	470	4700	47	470	4.7	
0.51	5.1	51	510	5100	51	510	5.1	
0.56	5.6	56	560	5600	56	560	5.6	
0.62	6.2	62	620	6200	62	620	6.2	
0.68	6.8	68	680	6800	68	680	6.8	
0.75	7.5	75	750	7500	75	750	7.5	
0.82	8.2	82	820	8200	82	820	8.2	

% 5 ve % 10 toleranslı ve standart direnç tablosu

Yapacağınız devrede kullanacağınız dirençleri bu tablodan seçerek standart dirençler kullanabilirsiniz. Aksi taktirde standart olmayan dirençleri piyasadan bulmanız imkansızdır.

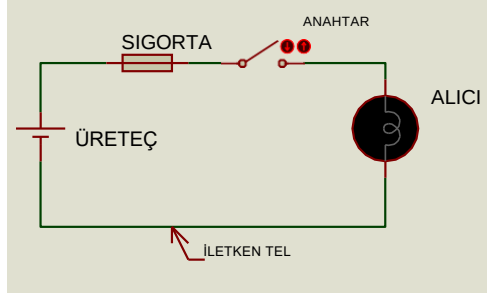
1.4. ELEKTRİK DEVRESİ ve KANUNU

Elektrik devresi, elektrik akımının yoludur diye tanımlanabilir. Elektrik akımını oluşturan elektrik yükleri, elektrik devresinden geçerek, üretcin elektrik enerjisinin alıcısı da başka bir enerjiye dönüşümünü sağlar. Bu bölümde elektrik devresi, özellikleri , çeşitleri, elektrik devrelerine uygulanan prensip ve uygulama örnekleri verilecektir.

1.4.1 ELEKTRİK DEVRESİ VE ELEMANLARI

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Elektrik enerjisi ile çalışan herhangi bir aygıtın çalıştırılabilmesi için içinden sürekli elektrik akımı geçmesi gereklidir. Bu da ancak aygıtın devresine bağlanan elektrik enerjisi kaynağı ile temin edilebilir. Enerji kaynağının bir ucundan çıkan elektrik yükleri, bir yol takip ederek, diğer ucuna ulaşırlar. İşte bir elektrik enerjisi kaynağı yardımı ile, bir elektrik aygıtının çalıştırılabilmesi için sürekli elektrik akımının geçtiği yola “elektrik devresi” denir.



Üreteç: Her hangi bir enerjiyi, elektrik enerjisine dönüştüren aygıtta elektrik enerji kaynağı veya üreteç denir. Pil, akümülatör, dinamo, alternatör v.b.gibi;

Anahtar (Devre Kesici): İstenildiği zaman elektrik akımının geçmesini veya elektrik akımını keserek alıcının çalışmasını durduran devre elemanına denir.

Alıcı: Elektrik enerjisini istenilen başka bir enerjiye dönüştüren aygıtlara almaç veya alıcı denir. Elektrik sobası, elektrik motoru, elektrik ocağı gibi

Sigorta (Devre koruyucu): Elektrik devresinden geçen akım şiddeti bazen istenilmeyen değerlere yükselebilir. Bu gibi durumlarda devre elemanları zarar görür. Akım şiddetinin belli bir değerinin üstüne çıkmasını önlemek için elektrik devresini sigorta ile korunur.

İletken: Elektrik devre elemanlarının birbirine bağlantıları metal tellerle yapılır. Bu tellere uygulamada iletken denir. İletkenler, elektrik akımına karşı çok az zorluk gösteren bakır, alüminyum gibi metallerden, genellikle daire kesiti olarak yapılırlar.

Elektrik devrelerinin özelliklerine ve amaçlarına göre değişik devre elemanları ve ölçü aletleri de aynı devreye ilave edilebilir. Bu elemanları ve ölçü aletleri olan Ampermetre, Voltmetre Wattmetre gibi; ileriki konularımızda ve sorularımızda sıkça kullanacağız.,

1.4.2. ELEKTRİK DEVRE ÇEŞİTLERİ

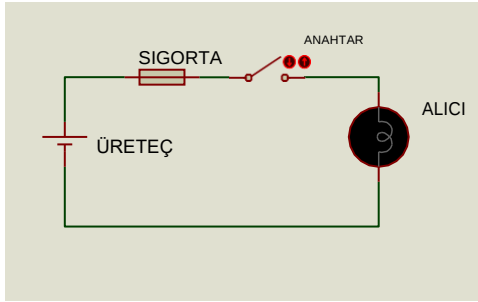
Elektrik devreleri, çalıştıkları alıcılara göre adlandırılırlar. Zil devresi, aydınlatma devresi, motor devresi, radyo devresi gibi.

Elektrik devreleri, uygulanan gerilim büyüklüklerine göre de adlandırılırlar. Alçak gerilim devresi, orta gerilim devresi, yüksek gerilim devresi v.b. gibi

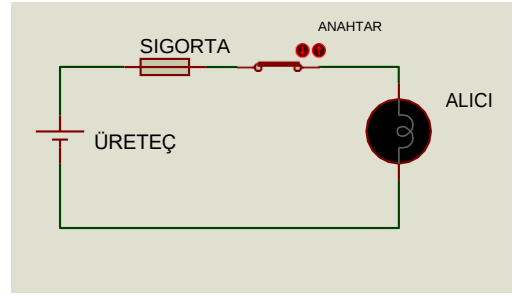
Elektrik devresi, devreden geçen akımın şiddetine göre de adlandırılırlar. Hafif akım devresi, kuvvetli akım devresi v.b. gibi...

Elektrik devreleri, devreden geçen akımın, almaçtan geçmesine göre; açık devre, kapalı devre ve kısa devre olarak da adlandırılırlar.

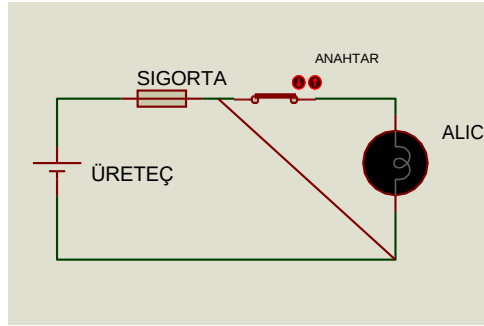
Açık devre: Devre akımının, isteyerek veya istemeden devreden geçmesini önlediği, devrenin bir noktadan açıldığı almanın çalışmadığı devrelerdir. Diğer bir tarifile direncin sonsuz olduğu durumdur. Bu durum karşımıza sıkça rastladığımız devrelerde araştırma yaparken çok dikkat etmemiz gereken durumdur. Bu durumu net bir şekilde tarif etmek gerekirse akımın 0 gerilimin olduğu durumdur.



AÇIK DEVRE



KAPALI DEVRE



KISA DEVRE

Kapalı Devre: Devre akımının normal olarak geçtiği, alıcının, normal çalıştığı devredir.

Kısa Devre: Devre akımının, almaca ulaşmadan kısa yollardan devresinin tamamlanmasıdır. Genellikle istenmeyen bir devre çeşidi olup, yapacağı hasardan devre elemanlarının korunması için, mutlaka bir sigorta ile korunması gerekir. Diğer bir tarifile direncin sıfır olduğu duruma kısa devre denir.

1.5. ELEKTRİK AKIMI

Elektrik akımı, elektronların bir noktadan diğer bir noktaya akışıdır. Elektrik akımı birimi, iletkenin kesitinden bir saniyede geçen elektron miktarı olarak tanımlanır. Buna göre bir kesitten, bir saniyede $6,25 \cdot 10^{18}$ elektron geçiyorsa bu akımın şiddeti 1 AMPER'dir. Formülle gösterirsek;

$$I = Q / t$$

Q:Elektrik yükü(kulon)

I=Akım(amper)

t=Zaman(saniye)

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Örnek: Bir iletkenin kesitinden bir saniyede 12 kulonluk elektron akmaktadır. Geçen akımın şiddetini bulunuz.

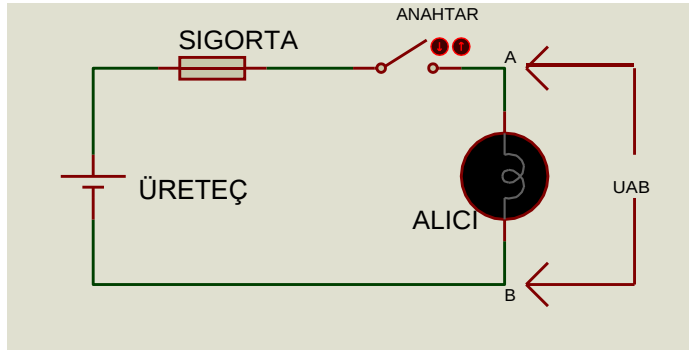
$$I = Q / t = 12\text{Culon} / 1\text{sn} = 12\text{A}$$

1.5.1. DOĞRU AKIM

Zamanın fonksiyonu olarak yönü ve şiddeti değişmeyen akıma doğru akım denir. Doğru akım, D.C gerilim kaynağı tarafından beslenen devrelerde oluşur. Doğru akım iletken içinde daima tek yönde ve aynı şiddette akan akımdır.

1.6. POTANSİYEL, GERİLİM, ELEKTROMOTOR KUVVET

Şekildeki elektrik devresinde elektrik akımı A noktasından B noktasına akmasının nedeni, bu iki noktanın zıt cins elektrik yüklere sahip olmasıdır. Dolayısıyla bu iki nokta arasında bir gerilim vardır. A ve B noktasının potansiyelleri U_A ve U_B ise, bu iki nokta arasındaki gerilim(potansiyel fark),



ŞEKİL 3.3

$U = U_{AB} = U_A - U_B$ Olur. Burada;

U_A = A noktasının potansiyeli (Volt)

U_B = B Noktasının potansiyeli (Volt)

$U = U_{AB}$ = A ve B noktaları arasındaki gerilim (Volt)

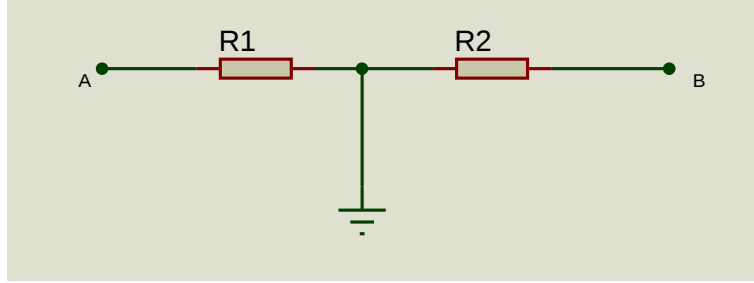
A noktasının potansiyeli (U_A), A noktasını ile toprak arasındaki ölçülen gerilimdir. B noktasının potansiyeli (U_B) ise, B noktası ile toprak arasındaki ölçülen gerilimdir. Toprağın potansiyeli sıfır kabul edilir.

Üretecin sürekli olarak elektrik enerjisi veren ve bir kutbu elektron fazlalığı(negatif kutup), diğer kutbu da elektron azlığı(pozitif kutup) olan kaynaklardır. Üreteçler bir elektrik devresine bağlandıklarında, üretecin negatif(-) kutbundan çıkan elektronlar, elektrik devresi elemanlarından geçerek üretecin pozitif(+) kutbundan devresini tamamlarlar. Elektrik devresine akımın sürülmediği açık devre durumuna, üretecin uçlarındaki potansiyel farkına “Elektromotor kuvvet (EMK)” denir ve kısaca E ile gösterilir. Elektromotor kuvvet, elektrik yüklerini harekete geçiren kuvvet demektir. Gerçekte de EMK, devrede elektrik akımının doğmasına sebep olan kuvvettir. Fakat bu terimdeki kuvvet doğrudan, bu büyüklüğün fiziksel kuvvet cinsinden bir büyüklük olduğunun anlamı çıkarılmamalıdır. EMK birimi de VOLT’dur.

Şekildeki anahtar kapalı iken alıcı üreteç uçlarına bağlanmıştır. Bu durumda alıcının uçlarındaki potansiyel farkına “Gerilim düşümü” veya kısaca “Gerilim” denir

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

üreteç uçlarına bir alıcı bağlı iken, üreticinin iki ucu arasındaki potansiyel farkı da E olmayıp, U olur. Çünkü yukarıdaki belirtildiği gibi E, üreticinin uçlarına alıcı bağlı değilken olan potansiyel farkıdır. Gerilimin üst katları Kilo, Mega volt askatları mili, mikro voltur. Birim dönüşümleri 1000'er 1000'er büyür ve küçülür.



Şekil 3.4

Örnek: Şekildeki A noktasının potansiyeli 40 V, B noktasının potansiyeli 25V tur. A ve B noktaları arasındaki gerilim (potansiyel fark)'i bulalım.

Çözüm: A noktasının potansiyeli; $U_A = 40$ Volt ve

B noktasının potansiyeli, $U_B = 25$ Volt,

Değerler toprağa (0 noktasına) göre olan gerilimlerdir. A ve B noktaları arasındaki gerilim,

$U_{AB} = U_A - U_B = 40 - 25 = 15$ Volt bulunur.

1.7. DİRENÇ ve OHM KANUNU

Bir elektrik devresinde, elektrik enerjisi başka bir enerjiye dönüştüren alıcı uçlarına uygulanan gerilimle, alıcı üzerinden geçen akım arasında şu bağıntı U/I oranı daima sabittir. Bir devrenin gerilimi hangi oranda artarsa, akımda o oranda artacaktır. Bu sabit sayıya “Elektrik Direnci” veya kısaca “DİRENÇ” denir. Direnç R harfi ile ifade edilir. Diğer bir tanımla akımın akışına zorluk gösteren elemandır. Bu tanımlardan yola çıkarak;

$$R = U / I$$

formülü yazılabilir. Bu formüldeki harflerin anlamları ve birimleri,

R: Alıcının direnci (OHM)

I: Alıcının üzerinden geçen akım şiddeti (AMPER)

U: Alıcı uçlarına uygulanan gerilim (VOLT)

Burada ohm direncin birimidir. Ohm Ω (omega) sembolü ile gösterilir.

OHM: Bir iletkenin uçlarına bir voltluk bir gerilim uygulanır ve bu iletkenin üzerinden bir amperlik akım akıyorsa bu iletkenin direnci bir ohm denir. Ohm küçük bir birim olduğundan ast katları mevcut değildir. Bundan dolayıdır ki üst katları vardır.

1 ohm = $1 \cdot 10^{-6}$ Mega ohm (M Ω)

1 ohm = $1 \cdot 10^{-3}$ Kilo ohm (K Ω) dur.

Örnek: 100 ohm'luk direnci kohm'a dönüştürelim.

Çözüm: $100 \text{ ohm} = 100 \cdot 10^{-3} = 1 \cdot 10^{-1} = 0.1$ Kohm

Örnek: 1.2 kohm değerindeki direnci ohm değerine dönüştürelim

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Çözüm: $1.2 \text{ kohm} = 1.2 \cdot 10^3 = 1200 \text{ ohm}$ bulunur.

Direncin tersine eşit olan,

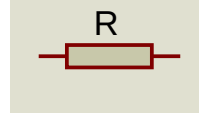
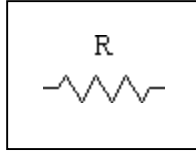
$$G = 1 / R$$

değerine iletkenlik denir. Formülde kullanılan harflerin anlamları ve birimleri;

G: İletkenlik (Siemens)

R: Direnç (Ohm)

İletkenliğin birimi direncin tersi olup $1/\Omega$ 'a eşittir. Bu durumda Ω 'un tersi olan mho olarak adlandırılır. Fakat uygulamada pek kullanılmaz. Direncin sembolü karşımıza aşağıdaki şekillerde çıkmaktadır.



Direnç

sembolleri

Formül $R=U/I$ dan $I=U/R$ ye dönüştürürsek burada alıcının içinden geçen akım şiddetinin alıcının uçlarına uygulanan gerilimle doğru, alıcının direnci ile ters orantılı olduğu görülür. Bu tanıma "OHM KANUNU" denir. Formülde görüleceği üzere elektrik devresinden geçen akım, gerilim büyüdükçe artar direnç büyüdükçe azalır.

Ohm kanunu formülünü incelemeye alırsak;

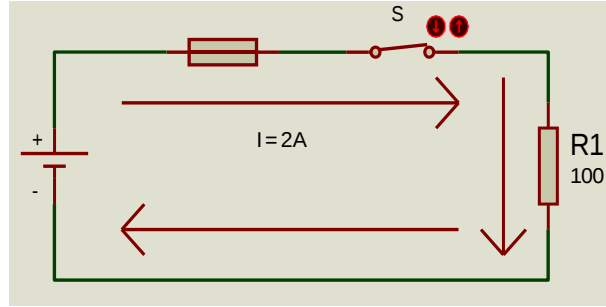
$$I = U / R$$

Direnç sabitken; gerilim büyüdükçe akım artar. Gerim küçüldükçe akım azalır.

Gerilim sabitken; direnç büyüdükçe akım azalır. Direnç küçüldükçe akım artar

1.7.1 OHM KANUNU İLE GERİLİMİN BULUNMASI

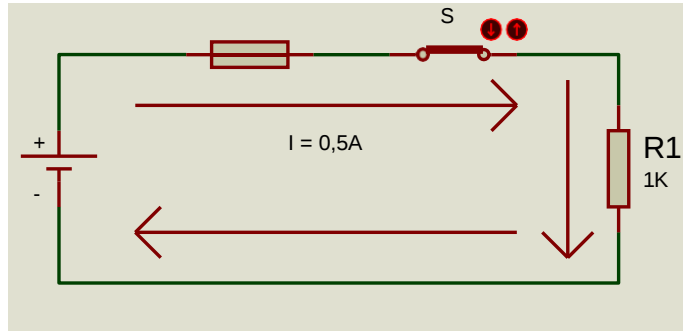
Örnek: $U = I \cdot R$ formülünden yararlanarak şekildeki devrede gerilim kaynağının değerini bulalım.



Şekil3.5

Çözüm: $U = I \cdot R = 2 \cdot 100 = 200 \text{ Volt}$ bulunur.

Örnek: Şekildeki devrede bilinmeyen kaynak gerilimini ohm kanunundan yararlanarak bulalım.



Şekil3.6

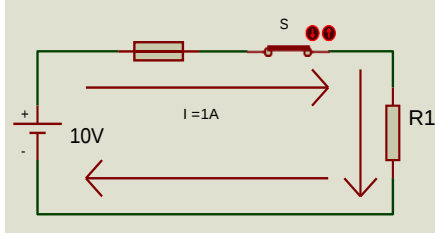
DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Çözüm: $U=I.R$ formülünde verilen değerler yerine konulursa;
 $1k\Omega = 1.10^3 = 1000 \Omega$ birim dönüşümünden sonra,
 $U = 0,5A.1000\Omega = 500 \text{ Volt}$ bulunur.

Ohm kanunu ile kapalı bir devrede gerilim değerlerini bu şekillerde bulunabilir.
Bu bir direnç üzerinde düşen gerilim düşümü de olabilirdi. Bu tür soruları kitabın ilerleyen sayfalarında bulabilirsiniz.

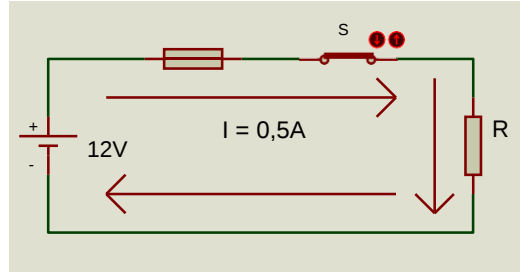
1.7.2 OHM KANUNU İLE DİRENCİN BULUNMASI

Örnek: Aşağıdaki şekildeki devrede verilen değerler yardımı ile bilinmeyen direnç değerini bulalım.



Çözüm: Ohm kanunu formülünde verilen değerler yerine konulursa, devreye bağlı olan üzerinden 1 Amperlik akım akıtan direnç değeri;
 $R = U / I = 10V / 1A = 10\Omega$

Örnek: Aşağıdaki şekildeki devrede verilen değerler yardımı ile bilinmeyen direnç değerini bulalım.

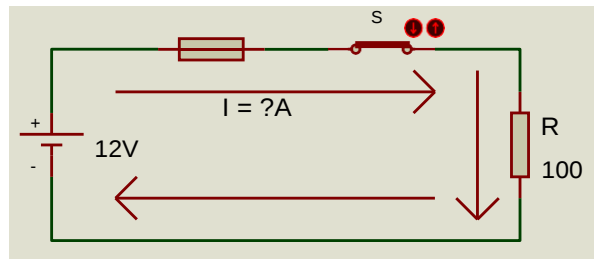


Şekil3.8

Çözüm: Değerler yerine konularak,
 $R = U / I = 12V / 0.5A = 24\Omega$

1.7.3 OHM KANUNU İLE AKIMIN BULUNMASI

Örnek: Aşağıdaki şekilde verilen değerler yardımı ile kaynaktan çekilen akımı bulalım.



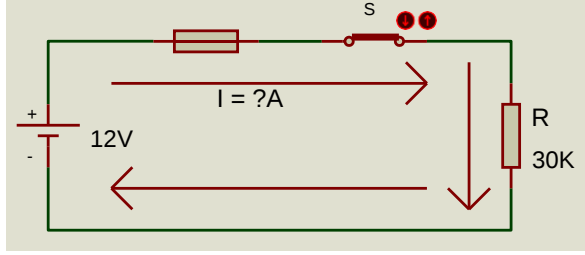
Şekil3.9

Çözüm: Şekilde de görüldüğü gibi bilinmeyen I değeri, bu değeri de bulmak için, formülde yerine konulduğu takdirde kaynaktan çekilen akım bulunur.

$$I = U / R = 12V / 100 = 0.12A \text{ veya } 120mA \text{ bulunur.}$$

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Örnek: Aşağıdaki şekilde verilen değerler yardımı ile kaynaktan çekilen akımı bulalım.



Şekil.3.10

Çözüm: Formülde yerine konmadan önce birim dönüşümü olup olmadığına bakmak gerekir. Dikkat edilirse R değeri KΩ cinsinden verilmiş. Bunu formülde yerine koymadan Ω'a dönüştürsek;

$$R = 30 \text{ k}\Omega = 30 \cdot 10^3 = 30.000 \Omega$$

$$I = U / R = 12\text{V} / 30\text{K} = 0.004\text{A} = 4 \text{ mA bulunur.}$$

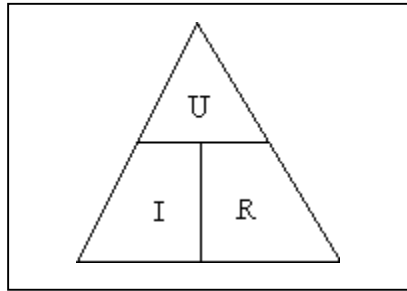
Örnek: Bir elektrik motoru 220 Voltluk bir gerilimle çalışmakta ve direnci ise 10 Ω dur. Bu elektrik motoru hattın ne kadar'lık bir akım çektiğini bulalım.

$$I = U / R = 220\text{V} / 10\Omega = 22\text{A bulunur.}$$

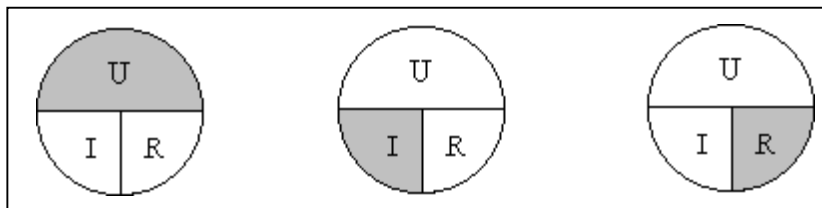
1.7.4. GRAFİKLE OHM KANUNUNUN GÖSTERİLMESİ

10 ohm'lık bir direnç elemanı gerilim değeri 10 volttan 10'ar volt yükseltilecek 100 volt direç uçlarına uygulandığında bu değerler ışığında bu direnç üzerinden geçen akım değerleri not edilir ve I (akım), U(gerilim) eksenleri doğrultusunda 10 ohm'lık direncin grafiği çıkartılır. Bu durumu laboratuvar da deneysel olarak kanıtlayabiliriz. R=10 OHM İçin U ve I değerleri $I = U/R$ den I değeri bulunur ve tabloda yerine yazılır. Bu tablodaki değerleri grafiğe dökersek 10 ohm luk direncin grafiğini çıkarmış oluruz.

Dikkat edilirse ohm kanunu formülü nedenli doğru olduğu görülmektedir. Ohm kanunu formüllerini bir üçgen yardımıyla pratik olarak birlikte yazabiliriz.



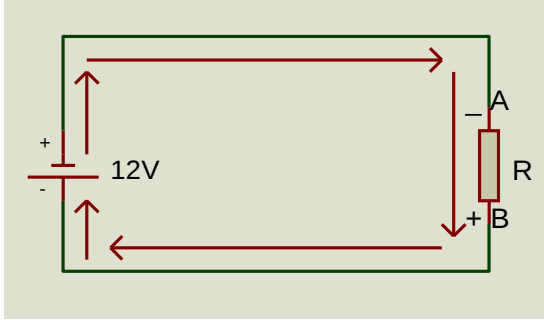
Burada hangi büyüklük hesaplanmak isteniyorsa o karakterin üzerini şekilde görüldüğü gibi kapatıyoruz. Aşağıdaki şekillerde, bu metotla akım, gerilim ve direnç değerini bulabiliriz.



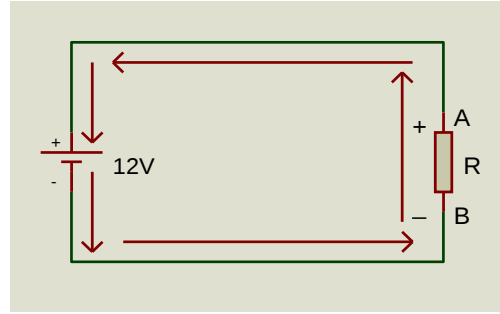
Şekil3.13 Gerilim, akım ve direnç veren formüller

1.8. AKIMIN ve GERİLİMİN YÖNÜ

Elektrik akım ve yönünün negatif (-) kutuptan, pozitif (+) kutba doğru olarak kabul edilir. Günümüzde özellikle elektronik alanında yazılmış kitaplarda kabul edilen akım yönüdür. Ancak devre şemalarında akım yönünün sembolik olarak gösterilmesini etkiler, teorik hesaplamalarda ve pratik uygulamalarda sonuçları etkilemez. Bu sebeple alınan sembolik yön pratikte negatife veya negatiften pozitifte akması hiçbir değer değişikliğine sebebiyet vermez.



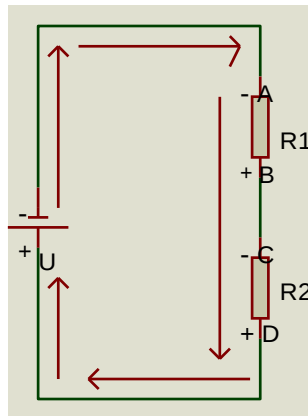
Bir direnç üzerinde gerilimin yönü
Şekil3.23(a)



Bir direnç üzerinde gerilimin yönü
Şekil3.23(b)

Yukarıdaki görülen şekil3.23(a)daki devrede akım, gerilim kaynağının (-) kutbundan çıkarak R direncinin A ucundan giriş yapmakta ve B ucundan çıkış yapmaktadır. Böylece, direncin A ucu (-), b ucu ise (+) olur. Direnç uçlarında düşen gerilim ölçülmek istenirse D.C Voltmetrenin (-) ucu direncin a ucuna, (+) ucu ise direncin B ucuna paralel bağlanmalıdır.

Bir elektrik devresinde iki direncin seri olarak bağlandığını düşünelim. Bu durumda da her direnç ayrı ayrı ele alınır ve akımın giriş ve çıkış yönlerine göre o direnç uçlarında düşen gerilimin kutupları belirlenir. Aşağıdaki şekilde seri bağlı direnç üzerinde düşen gerilimlerin yönleri görülmektedir. Devreyi iyi bir şekilde incelersek akımın ve gerilimin uçlarında nasıl bir durum oluşuyor onu net bir şekilde görebiliriz.



Şekil3.24 Seri bağlı direnç üzerinde düşen gerilimlerin yönü

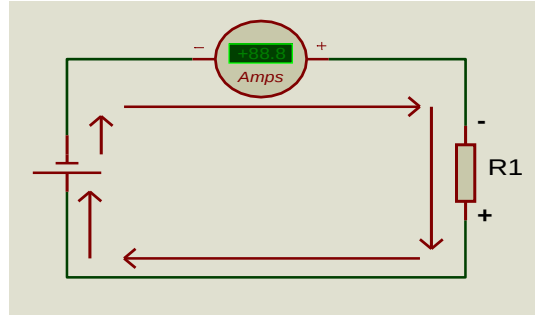
DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Yukarıdaki şekil3.24de akım R_1 direncinin ucundan giriş B ucundan çıkış yapmaktadır. Bu direncin A ucu (-), B ucu (+) olur. R_2 direncinin C ucundan giren akım D ucundan çıkmaktadır. Buna göre R_2 direncinin C ucu (-), D ucu (+) olur. R_1 direnç uçlarında düşen gerilim bir D:C voltmetre ile ölçülmek istendiğinde, voltmetrenin (-) ucu R_1 direncinin A ucuna, (+) ucu ise direncin B ucuna bağlanmalıdır. R_2 direnci uçlarında düşen gerilimi ölçmek istendiğinde ise voltmetrenin (-) ucu R_2 direncinin C ucuna, (+) ucu ise D ucuna bağlanmalıdır.

D.C akım devrelerinde akım D:C ampermetrelerle, gerilim ise D:C voltmetrelerle ölçülür. Bunların bir arada olan aletlere multimetre veya AVO (AMPER, VOLT ve OHM) denir. Aşağıdaki şekillerde D.C Ampermetre ve D.C Voltmetre şekilleri görülmektedir.



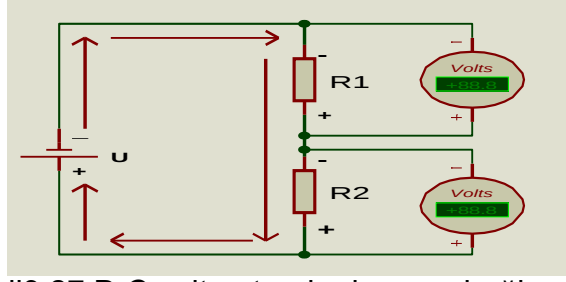
D:C ampermetreler devreden geçen D:C akımı ölçer ve devreye seri bağlanır. D.C ampermetrelerin (+) ve (-) uçları vardır. Devreye bağlanırken ampermetrenin (-) ucunun akımın giriş yaptığı noktaya, (+) ucunun ise akımın çıkış yaptığı noktaya bağlanması gerekir. Aşağıdaki şekilde D.C ampermetrenin devreye bağlanması görülmektedir.



Şekil3.26 D.C. ampermetrenin devreye bağlanması

D.C. Voltmetreler iki nokta arasında D.C. gerilim ölçer. D.C. Voltmetreler, gerilimi ölçülecek elemana paralel olarak bağlanır. D.C voltmetrenin bir ucu (-) diğer ucu ise (+) dır. Gerilim ölçerken, voltmetrenin (-) ucu gerilimin (-) ucuna, voltmetrenin(+) ucu ise gerilimin (+) ucuna bağlanır. Aşağıdaki şekilde D.C voltmetre kullanılarak direnç uçlarında düşen gerilimlerin ölçülmesi görülmektedir.

Burada R_1 direncinin uçlarındaki gerilim düşümünü bir voltmetre, R_2 uçlarındaki gerilim düşümünü ise diğer voltmetre ölçmektedir.



Şekil3.27 D.C voltmetrenin devreye bağlanması

1.9. ENERJİ ve GÜÇ

Giriş: Günlük yaşamda kullanılan enerji üreten sistemler ve bu enerjiyi kullanan cihazlarda istenen en büyük özellik herhangi bir enerjinin diğer enerjilere kolaylıkla dönüştürülebilmesi ve bu dönüşüm sırasında kayıpların en az olmasıdır. Elektrik enerjisi ve elektrikli cihazlarda bu özellik diğer enerji şekillerine ve cihazlarına oranla daha üstün özellikler gösterir. Bu bölümde, elektrik işi, gücü ve uygulamaları anlatılacaktır.

1.9.1 İŞ VE ENERJİ

Etrafımızda oluşan değişimleri iş, bu işi oluşturan yetenekleri de enerji olarak tanımlamıştık. Örneğin bir elektrik motorunun dönmesi ile bir iş yapılır, ve bu iş yaparken de motor bir enerji kullanır.

Mekanik İş : bir cismin, F kuvveti etkisi altında L uzunluğuna gitmesi ile yapılan iş olup,

$$W = F \cdot L$$

formülü ile hesaplanır. Bu formülde;

F = Kuvvet

L = Alınan yol

W = İş 'tir

MKS birim sisteminde, uzunluk metre (m), kuvvet newton (N) alındığından iş birimi de newton metre (Nm) veya kısaca joule (jull) olur. Ve (J) ile gösterilir.

Uçlarındaki gerilim U volt ve içerisinde t saniye süresince Q kulonluk enerji miktarı geçen bir alanda görülen iş ;

$$W = U \cdot Q$$

Q = I . t yerine kullanılırsa;

$$W = U \cdot I \cdot t \text{ formülü bulunur.}$$

W = elektrik işi (enerji) (joule)

U = alıcı gerilim (volt)

I = alıcı akım (amper)

't = alıcının çalışma süresi (saniye) dir.

Bu üretcin verdiği iş ise aynı yoldan

$$W = E \cdot I \cdot t \text{ formülü ile bulunur.}$$

W = Üretcin verdiği iş (joule)

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

E = Üretecin EMK sı (Volt)

I = Üretecin verdiği akım (amper)

t = üretecin çalışma süresi (saniye)

Elektriksel iş birimi Volt Amper saniye (kısaca V .A s) dir. Doğru akımda 1 VA= 1 Watt alındığında elektrikteki iş birimi de Watt .saniye (Ws) veya joule olur.

3600 Ws = 1 Watt saat (1 Wh)

3600000 Ws = 1000 Wh = 1 kiloWatt saat (1kWh) uygulamada çok kullanılır.

Örnek: 110 voltluk bir doğru akım şebekesinden 2A çeken bir cihazın bir günde sarf ettiği işi(enerji) bulalım

$$W = U \cdot I \cdot t \\ = 110 \cdot 2 \cdot 24 = 5280 = 5,28 \text{ kWh bulunur.}$$

1.9.2. DİRENCİN GÜCÜ

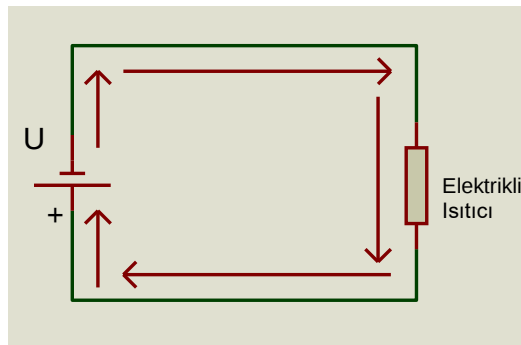
Direncin gücü, üzerinde ısı olarak harcayabileceği güç demektir. Dirençlerin gücü, boyutları ile doğru orantılıdır. Buna göre direncin boyutları büyükse güç yüksek, boyutları küçükse güç düşük demektir. Direnç üzerinde harcanan güç, dirençten geçen akımla, üzerinde düşen gerilimin çarpımına eşittir. O noktaya bağlanacak direncin gücü buna göre seçilmelidir. Direncin gücü, üzerinde ısı olarak harcanacak güçten daha küçük direnç seçilirse o direnç aşırı ısıdan dolayı yanar.

Piyasada, 0.125(1/8)Watt, 0.25(1/4) Watt, 0.5(1/2) Watt, 1 Watt, 5 Watt ve daha yukarı güçte dirençler bulunabilmektedir. Dirençlerin gücünün omik değerle bir ilişkisi yoktur. Buna göre omik değeri düşük fakat gücü yüksek dirençler bulunduğu gibi bunun tersi, omik değeri yüksek, gücü düşük dirençlerde vardır.

Bir cihaz veya malzemenin büyüklüğü hakkındaki bilgi verebilmek,yapabileceği işi ne kadar sürede yapabileceğini söyleyebilmek için, birim zamanda yaptığı işin bilinmesi gerekir. İşte birim zamanda yapılan işe güç denir. (P) ile gösterilir ve

$$P = W / t \quad \text{veya} \quad P = (U \cdot I \cdot t) / t = U \cdot I$$

Buradan;



Şekil3.30

Dikkat edilirse gerilim $U = I \cdot R'$ den güç formülünde yerine konulursa;

$$P = U \cdot I = (I \cdot R) \cdot I = I^2 \cdot R \text{ Watt bulunur.}$$

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Eğer gerilim belli ise $I=U/R$ formülünden güç formülünde yerine konulursa;

$$P = U \cdot (U / R) = U^2 / R \text{ Watt}$$

olarak ta bir direnç üzerinde harcanan gücü bulabiliriz. Buradaki formülde;

P = cihazın gücü veya alınan güç (Watt)

U = uygulanan gerilim (Volt)

I = çekilen akım veya elemanın üzerinden geçen akım (Amper)

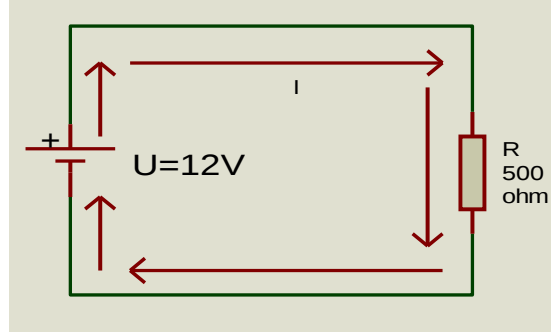
MKS birim sistemine göre (J/s) dir. Buna kısaca “Watt” denir W ile gösterilir. Bu birim as ve üst katları mevcuttur. Bunlar kendi aralarında biner biner büyür biner biner küçülür.

$$1W = 1000 \text{ mW}$$

$$1000 \text{ W} = 1 \text{ kW}$$

$$10^6 \text{ W} = 1 \text{ kW dır.}$$

Örnek: Şekildeki devrede yukarıda anlatılan formülle devredeki direnç üzerinde harcanan gücü bulunuz.



Şekil3.31

Çözüm: $I = U / R = 12V / 500\Omega = 24\text{mA}$

$$P = U \cdot I = (12V) \cdot (24 \text{ mA}) = (12V) \cdot (0,024A) = 0,288W = 288 \text{ mW}$$

Gerilim değeri kullanılmadan çözüm yapılabilir.

$$P = I^2 \cdot R = (24 \cdot 10^{-3} \text{ A})^2 \cdot 500 \Omega = 0,288 \text{ W} = 288 \text{ mW}$$

Akım değeri kullanılmadan çözüm yapılabilir.

$$P = U^2 / R = 12V^2 / 500 \Omega = 0.288W \text{ bulunur.}$$

Örnek: Mersinde elektriğin kWh 100TL dir Bir evde kullanılan televizyonun gücü 500W ve 2 saat, müzik seti 75W 4saat, Klimanın gücü 1500W 30 dakika, elektrik ocağının gücü 2kW 45 dakika, çalıştığına göre harcanan toplam enerjiyi ve kaç liralık sarfiyat olduğunu bulunuz.

$$\text{Televizyon : } (0.5\text{kW}) \cdot (2 \text{ saat}) = 1 \text{ kWh}$$

$$\text{Müzik seti : } (0.075\text{kW}) \cdot (4\text{saat}) = 1.5\text{kWh}$$

$$\text{Klima : } (1.5\text{kW}) \cdot (0.5\text{saat}) = 0.75\text{kWh}$$

$$\text{Elektrik ocağı : } (2\text{kW}) \cdot (0.75\text{saat}) = 1.5\text{kWh}$$

$$\text{Toplam yapılan iş : } = 5.05\text{kWh}$$

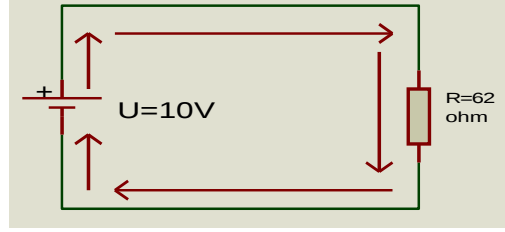
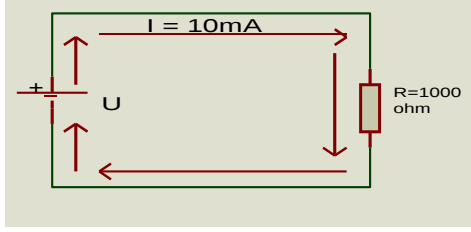
$$\text{Harcanan elektrik enerjisi : } (5.05\text{kWh}) \cdot (100 \text{ TL}) = 505\text{TL}$$

Örnek: Aşağıdaki şekillerdeki devrelerde kullanılan karbon direncin üzerinden geçen akıma göre kaç watt'lık direnç kullanılması gerekir bulunuz.

a

b

DOĞRU AKIM DEVRELERİ



Şekil3.28

Şekil3.28 (a) daki direnç üzerinde harcanan güç;

$$10\text{mA} = 10 \cdot 10^{-3} \text{ A}$$

$$P = I \cdot R = (10\text{mA})^2 \cdot (1000\Omega) = (10 \cdot 10^{-3}\text{A})^2 \cdot (1000)$$

$$P = 0,1\text{Watt veya } P = 100 \text{ mW}$$

Bu devrede direncin üzerinden geçen akıma dayanabilmesi ve yanmaması için 1/8W(0.125W) lık direnç seçilmesi yeterlidir.

Şekil (b) deki direnç üzerindeki harcanan güç;

$$P = U^2 / R = (10\text{V})^2 / 62\Omega = 1.6\text{Watt}$$

Bu devrede kullanılacak direncin gücü 2 W'lık seçilmesi gerekir. Aksi taktirde bu devre için daha küçük wattlı direnç seçilirse ısıdan dolayı yanar.

Örnek: Bir 200 Ω 'luk ve 2 W'lık bir direncin üzerinden max. Geçen akımı bulunuz.

Çözüm:

$$P = I^2 \cdot R \leq 2\text{W}$$

$$I^2 \cdot (200\Omega) \leq 2\text{W}$$

$$I^2 \leq 0,01\text{A}$$

$$I \leq 0.1\text{A} = 100\text{mA}$$

bulunur. Bu direnç max. 100 mA'lık akıma dayanır. Bunun üzerindeki bir akım uygulandığı taktirde direnç aşırı ısıdan dolayı yanar. Bunun için direncin sadece omik değeri yeterli değil direnç seçilirken o direncin o devreye dayanıp dayanmayacağı da göz önünde tutulmalıdır.

2-SERİ DEVRELER VE KİRŞOFUN GERİLİM KANUN

2-1 DİRENÇLERİN SERİ BAĞLANMASI

Devrelerde direnç sembolleri karşımıza aşağıdaki şekil 2.1 (a) ve (b) deki gibi karşımıza çıkmaktadır. Bu semboller devreler sıkça karşımıza çıkacak ve birimi ohm (Ω) olarak bilinecektir. Bu birimi önceki konularda açıklamasını yapmıştık. Tekrar bir hatırlatma yaparsak ohm küçük bir birim olduğu için askatları mevcut olmayıp üst katları vardır. Bunlar kilo ohm (k Ω) ve mega ohm (M Ω) dur. Bu birimler arası dönüşümler 1000'er 1000'er büyür 1000'er 1000'er küçülürler. Bu birim dönüşümlerini örneklersek;

$$1\Omega = 10^{-6} \text{ M}\Omega$$

$$1\Omega = 10^{-3} \text{ K}\Omega$$

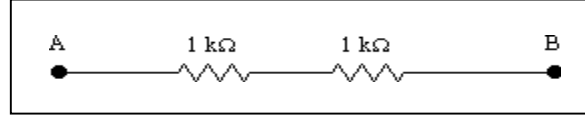
$$100\Omega = \dots\dots\dots \text{K}\Omega ?$$

$$520\text{K}\Omega = \dots\dots\dots \Omega ?$$

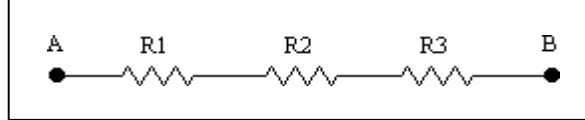
bunları çözersek; $100\Omega = 0,1 \text{ k}\Omega$, $520 \text{ k}\Omega = 520.000 \Omega$ olduğunu görürüz. Bu direnç değerlerini teorik olarak bu şekilde yapıldığı gibi ölçü aleti ile de direncin değerinin kaç olduğunu da ölçerek bulabiliriz. Direncin değerini ölçmede kullanılan ölçü aletinin ismi ise OHMMETRE'dir. Bu açıklamalar ve hatırlatmalardan sonra

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

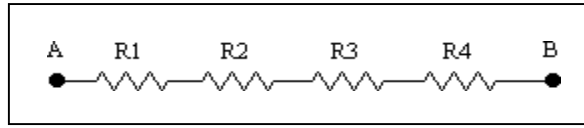
dirençler tek bir şekilde devrede kullanıldığı gibi birden fazlası da aynı devrede kullanılabilir. Bu dirençlerin kendi aralarındaki biri birinin ucuna bağlantı şekillerine göre isimlendirilirler. Dirençlerin birinin çıkış ucunun diğerinin giriş ucuna o direncinde çıkış ucunun diğerinin giriş ucuna bağlanma şekline dirençlerin seri bağlanması denir. Kısaca akımın değişmediği aynı akımın tüm elemanların üzerinden geçtiği durumdur. Bu bağlantı şekline örnek verirse daha iyi anlaşılır.



(a)



(b)

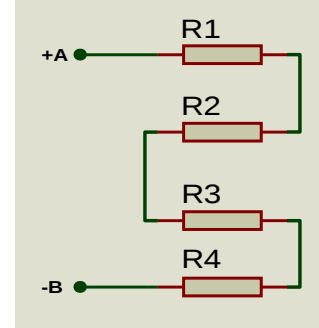
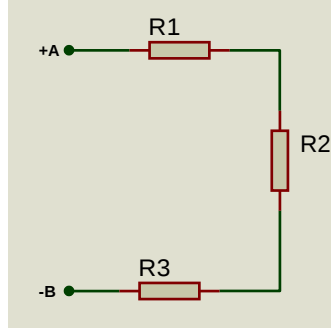
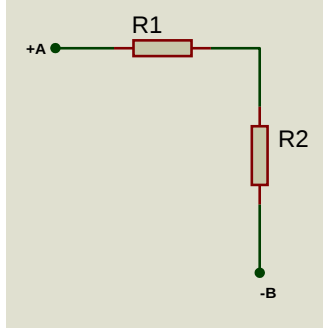


(c)

Şekil 2.1 Dirençlerin seri bağlantı şekli

Çeşitli Seri Direnç Bağlantısı

Direnç elemanı devrede şekil 2.1 deki gibi bağlandıkları gibi şekil 2.2 deki gibide bağlanır. Üzerlerinden dikkat edilirse aynı akım takip ettiği görülür. Seri bağlantıda elemanlar üzerinden geçen akım aynıdır.



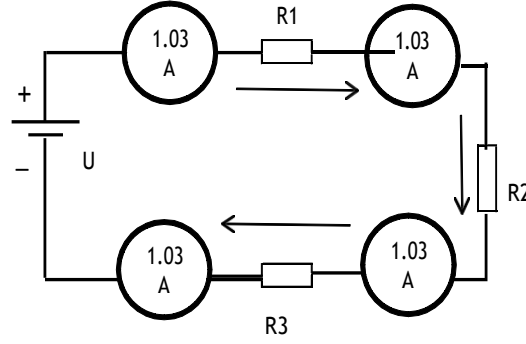
(a)

(b)

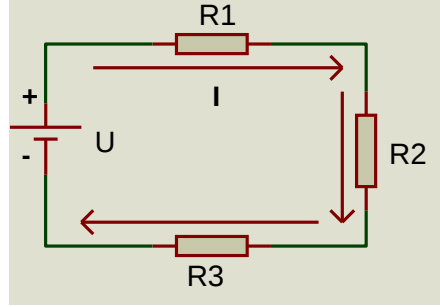
Şekil 2.2 Dirençlerin seri bağlanması ve akımın üzerlerinden geçişi

2.2 SERİ DEVREDE AKIM

Devreden akımın akması için direnç uçlarına bir gerilim kaynağı bağlanması gerekir. Şimdi dirençleri seri bağlayıp uçlarına bir gerim uygulayıp üzerlerinden geçen akımı inceleyelim.



Şekil 2.3 (a) Seri bağlı dirençlerin üzerinden geçen akım

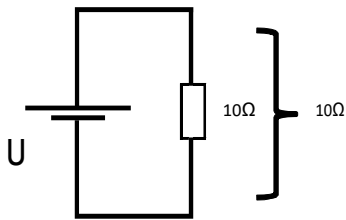


Şekil 2.3 (b)

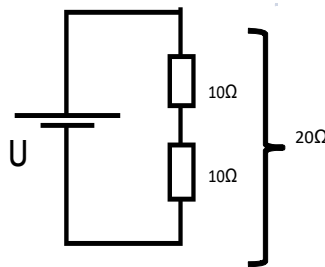
Dikkat edilirse dirençler seri bağlanıp ve bu dirençlerin uçlarına bir güç kaynağına bağlanmış bu elemanlar üzerinden bir akım şeklinde görüldüğü gibi geçmekte. Bu akımda devreye seri bağlanan ampermetre ile kaynaktan ve dirençlerden geçen akımları Şekil 2.3 (a) da görüldüğü gibi ölçülür. Bu ölçülen akıma bakarsak kaynaktan çekilen akım devrede bağlı olan direnç üzerlerindeki ile aynı değeri göstermektedir. Seri bağlamada kaynaktan çekilen akımla elemanlar üzerinden geçen akım aynıdır. Bu seri devre özelliklerinden bir tanesidir.

2-3 TOPLAM (EŞDEĞER) DİRENÇ

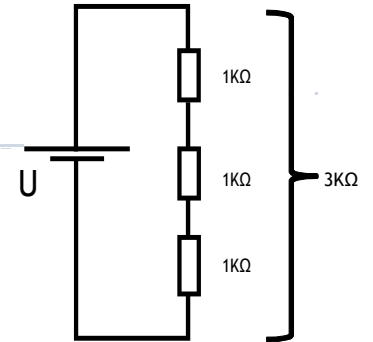
Dirençler (pasif eleman) bir veya n tanesini seri bağlayabiliriz. Bu bağladığımız seri bağlı dirençlerin tek bir direnç haline getirme işlemlerine toplam veya eşdeğer direnç bulma denir. Dirençlerin seri bağlanması ve toplam direnç değerlerini üzerinde gösteren şekiller gösterelim.



(a)



(b)



(c)

Şekil 2.4 Dirençlerin seri bağlanması ve Eşdeğeri

Şekil 2.4 de dirençler bir, iki, ve üç tanesi kendi aralarında seri bağlanmış yanlarında ise bu dirençlerin toplam değerleri bulunmuştur. Görüldüğü üzere n tane direnç de olsa Şekil 2.4 (a)deki devrede olduğu gibi tek bir direnç şekline getirilir. Bu hale

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

getirmek için dirençler seri bağlı ise bu dirençlerin omik değerleri kendi aralarında tek tek toplanır. Bunu formül haline getirsek;

$$R_T \text{ veya } R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

$$R_T \text{ veya } R_{eş} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n$$

genel formülü ortaya çıkar. Bir devrede 4 tane direnç seri bağlanmışlarsa;

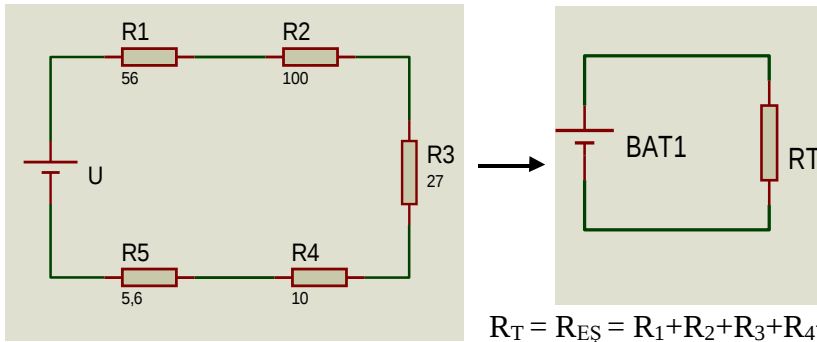
$$R_T = R_{EŞ} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

Eğer devrede 6 tane direnç seri bağlanmış ise;

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6$$

gibi direnç değerleri kendi aralarında skalar olarak toplanır. Bu formüllerin hepsi genel formülden çıkmaktadır. Eğer dirençler birbirleri ile seri bir şekilde bağlanmışsa bu değerler toplanacak tek bir direnç haline getirilecektir.

Örnek 2.1: Şekil 2.5 deki devrede verilen dirençlerin eşdeğerini bulunuz.



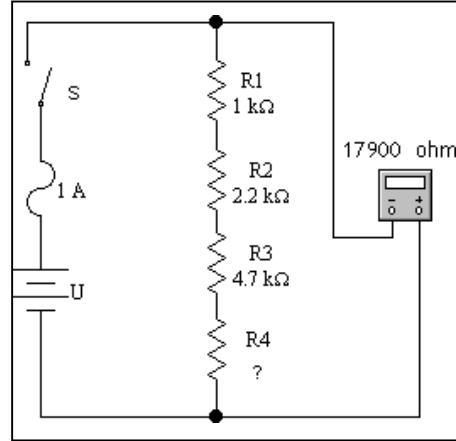
Şekil 2.5

$$R_T = R_{EŞ} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

$$R_T = 56 + 100 + 27 + 10 + 5,6$$

$R_T = 198,6\Omega$ bulunur. 5 tane direnç yerine aynı işi yapan R_T bağlamamız yeterli olur.

Örnek 2.3: Aşağıdaki şekil 2.7 deki devrede ohm metrenin gösterdiği değer 17900 Ω olduğuna göre R_4 direncinin değeri kaç k Ω dur.



Şekil 2.7

Devrede görüldüğü gibi dirençler üzerinden herhangi bir akım akmadığı ve direnç uçlarında gerimin olmadığı gözüküyor. Devredeki S anahtarı devreyi kesmektedir. Eğer S anahtarı devreyi kesmemiş olsa bu bağlantı ve ölçülen değer yanlış olurdu. Direnç ölçerken direncin uçlarında ve üzerinden herhangi bir akım akmaması gerekir. Dirençlerin tam değerinin görülebilmesi için direnç uçlarında dirençlere seri veya başka tür bir bağlantı olmaması gerekir. Şekil 2.7 de olduğu gibi. Devre de ölçüm hatası olmadığı tespitini yaptıktan sonra R_4 direncini bulalım. Ohmmetrenin gösterdiği bağlantı şekline göre toplam direnci vermektedir. Buna göre;

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

$$R_T = R_{EŞ} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$17,9 K\Omega = 1 K\Omega + 2,2 K\Omega + 4,7 K\Omega + R_4 \quad R_4 \text{ 'ü çekersek;}$$

$$R_4 = 17,9 K\Omega - (1 K\Omega + 2,2 K\Omega + 4,7 K\Omega)$$

$$R_4 = 10 K\Omega \text{ bulunur.}$$

Aynı Değerli Dirençlerin Seri Bağlanması

Dirençler farklı değerlerde seri bağlanabildikleri gibi aynı değerli dirençlerde birbirleri ile seri bağlanabilirler. Bunlarda tek bir direnç haline aldırılabilir. Bu gibi durumda aşağıdaki formülü kullandığımız taktirde eşdeğer direnç değerini bulabiliriz.

$$R_{EŞ} = R_T = nR$$

$$R_{EŞ} = R_T = nR$$

Bu konuyu örnek vermek gerekirse; 22 Ω 'luk sekiz adet direnci seri bağladığımızda eşdeğer direncin değerini bulalım.

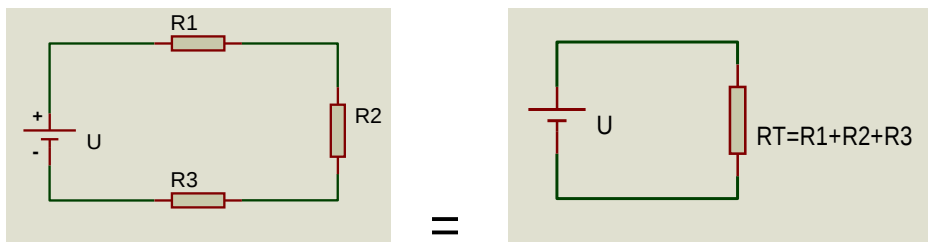
$$R_T = nR = 8 \cdot 22\Omega = 176\Omega$$

bulunur. Bu örneğimizi dirençlerin seri bağlama formülü ile bulmuş olsaydık, işlem kalabalığı daha fazla olacaktı.

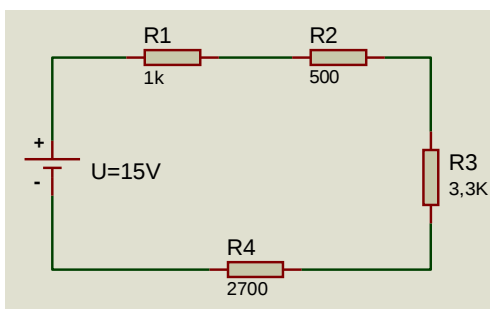
2-4 SERİ DEVREDE OHM KANUNU

Ohm kanunu tek bir dirençte uygulanabildiği gibi n tane direncin seri bağlanmasında da kullanılabilir. Şimdiye kadar seri bağlanan dirençlerin eşdeğerini bulduk, fakat bu dirençler gerilim kaynağı bağlayıp bu dirençler üzerlerinden geçen akımları, direnç uçlarındaki gerilim düşümlerini bulmadık. Ohm kanununda görmüş olduklarımızı seri devrede kullanalım ve devrenin analizini yapalım. Aşağıdaki devre üzerinde ohm kanunu tekrar hatırlayalım. Şekil 2.8 de dirençlerin seri ve o dirençlerin eşdeğerini göstermekte ve eşdeğer direnç değeri $R_T = R_1 + R_2 + R_3$ olduğunu şekil üzerinde nasıl bulunduğunu gördük. devreden geçen toplam akım ise;

$$I_T = \frac{U}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{U}{R_T} \quad \text{aynı sonucu verecektir.}$$



Örnek 2.4: 15 Voltluk bir gerilim kaynağının uçlarına 1 k Ω , 500 Ω , 3,3 k Ω ve 2700 Ω dirençleri seri bağlanıyor. 3,3 k Ω direncin üzerinden geçen akımı bulunuz.



DOĞRU AKIM DEVRELERİ

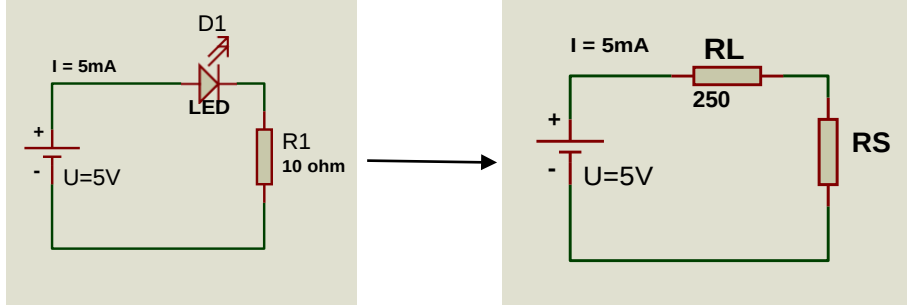
Şekil 2.9

Devrede elemanlar seri bağlandıkları için toplam direnç formülünü kullanırsak;
 $R_T = R_{EŞ} = 1k\Omega + 0,5k\Omega + 3,3k\Omega + 2,7k\Omega = 7,5K\Omega$

Kaynaktan çekilen akım, aynı zamanda $3,3 k\Omega$ dan da geçen akımdır. Bunu bulmak için ohm kanununu kullanırsak;

$$I_T = I_{3,3k} = \frac{15V}{7,5K\Omega} = \frac{15V}{7500} = 2 \cdot 10^{-3} A = 2mA \text{ bulunur.}$$

Örnek 2.6: Aşağıda şekil 2.12 de LED (ışık veren elektronik eleman) 5V'lık bir kaynağa seri bir dirençle bağlanıyor. Led üzerinden 5mA'lık bir akıma ve 250Ω 'luk bir direnç özelliği gösteren bir elemandır. Buna göre led'e seri bağlanacak direncin değerini bulunuz.



Şekil 2.12

Çözüm 2.6: İlk yapmamız gereken toplam direnci bulmak.

$$R_T = R_S + R_L = R_S + 250\Omega$$

$$R_S = R_T - 250\Omega$$

Burada R_S ve R_T değerleri belli değil R_T 'yi akım ve gerilim değerleri belli olduğu için o değerlerden faydalanarak bulabiliriz.

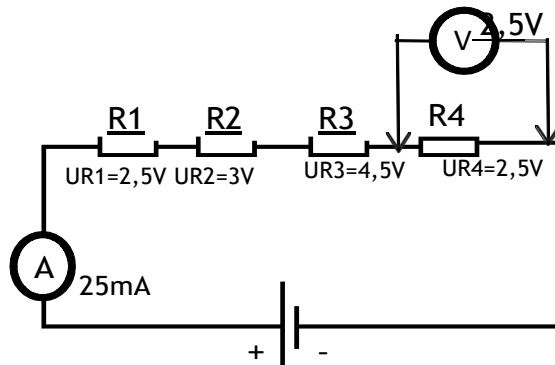
$$R_T = U / I_T = 5V / 5 \text{ mA} = 1K\Omega = 1000\Omega$$

bu değer toplam direnç yerine yazılırsa led'e seri bağlanacak direnç değeri bulunur.

$$R_S = R_T - 250\Omega$$

$$R_S = 1000 - 250 = 750 \text{ direnç lede seri bağlanması gerekir.}$$

Örnek 2.7: Şekil 2.13 deki devrede bağlı olan voltmetre 2.5V'tu devredeki ampermetre ise 25mA'ı gösterdiğine göre; direnç değerlerini bulunuz.



Şekil 2.13

$$R_1 = U_1 / I = 2,5V / 25mA = 2,5V / 25 \cdot 10^{-3} A = 100\Omega$$

$$R_2 = U_2 / I = 3V / 25mA = 3V / 25 \cdot 10^{-3} A = 120\Omega$$

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

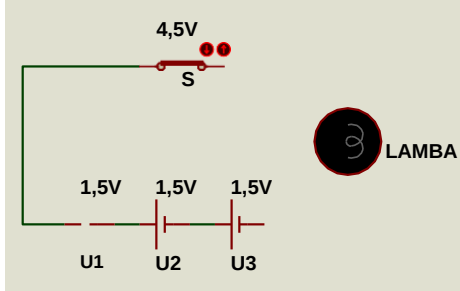
$$R_3 = U_3 / I = 4,5V / 25mA = 4,5V / 25 \cdot 10^{-3}A = 180\Omega$$

$$R_4 = U_4 / I = 2,5V / 25mA = 2,5V / 25 \cdot 10^{-3}A = 100\Omega$$

direnç değerleri bulunur. Bu devreyi **Proteus ISIS** programı ile deneyip görebilirsiniz. Dikkat edilirse dirençler seri bağlanma durumunda kaynaktan çekilen (ampermetrenin gösterdiği değer) akım elemanlar üzerinden aynen geçmektedir. İlerleyen konularda seri devrede akımın aynı gerilim değerlerinin değiştiğini göreceğiz.

2-5 GERİLİM KAYNAKLARININ SERİ BAĞLANMASI

Dirençlerde olduğu gibi gerilim kaynakları da seri bağlanabilir. Gerilim değerlerini yükseltmek için veya gerilim değerini düşürmek istendiğinde kaynakları seri bağlayabiliriz. Aşağıdaki şekil 2.14 de üç adet pil birbirleri ile bağlanmış ve uçlarına bir lamba bağlanmıştır. Bu gerilimin eşdeğerini inceleyelim bu lambanın uçlarına kaç volt gerilim gelmektedir görelim.

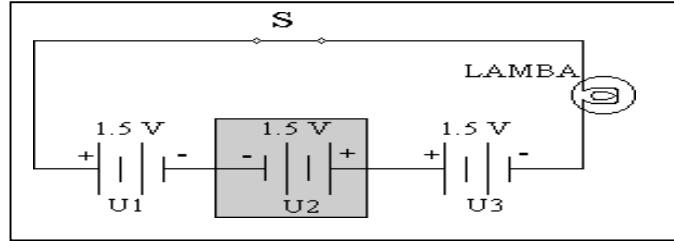


Şekil 2.14

Dikkat edilirse seri bağlamada kaynaklar (+) çıkan diğer kaynağın (-) ucuna bağlanmıştır. Kaynakları seri bağlamak için bu şekilde yapmak gerekir. Şekildeki gibi bağlantı yapıldığı takdirde lambanın uçlarındaki gerilim;

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = 1,5V + 1,5V + 1,5V = 4,5V \text{olt}$$

gerilim değeri bulunur. Şekil 2.15 daki devrede bağlantı şekline göre lambanın uçlarındaki gerilim kaç volt olduğunu görelim.

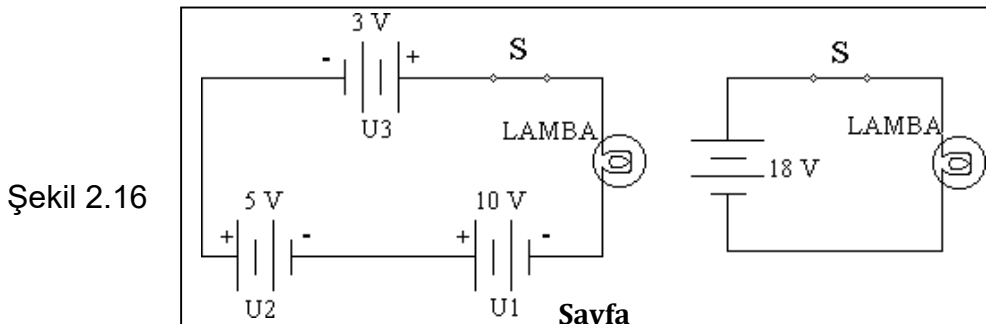


Şekil 2.15

$$U = U_1 - U_2 + U_3 = 1,5V - 1,5V + 1,5V = 1,5V \text{olt} \quad \text{değeri bulunur.}$$

Örnek 2.8: Aşağıda şekil 2.16 de verilen elektrik devresine bağlı gerilim kaynaklarının toplam değerini ve bu kaynak yerine kaç voltluk tek bir kaynak bağlasak aynı işi yapar bulunuz.

Çözüm 2.8: Şekil 2.16 deki devre incelenirse kaynaklar birbirlerine seri olarak bağlanmış bu durumda kaynakların değerlerinin toplamı bize lambanın uçlarındaki gerilim değerini ve eşdeğer kaynağın değerini verecektir.



Şekil 2.16

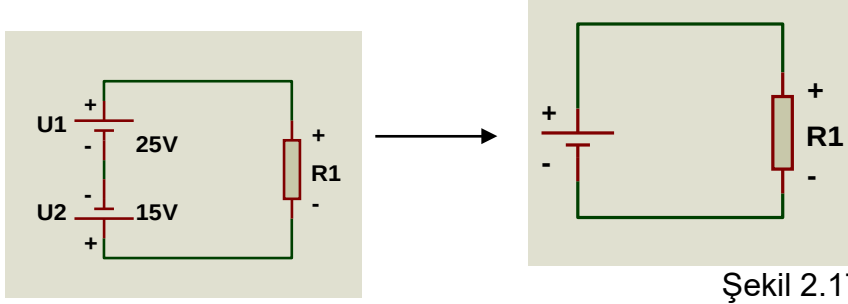
DOĞRU AKIM DEVRELERİ

$$U = U_1 + U_2 + U_3 = 10V + 5V + 3V = 18V \text{olt}$$

bulunur. Bu üç kaynağın yerine tek bir 18 Voltluk kaynak şekil 2.16 deki gibi bağlayabiliriz. Tabi ki vereceği gücü de uygun olması şartıyla.

Örnek 2.9:

Şekil 2.17 deki devrede gerilim veya direnç uçlarındaki gerilim değerini bulalım ve aynı görevi yapacak eşdeğer kaynağı direnç uçlarına bağlayalım.



Şekil 2.17

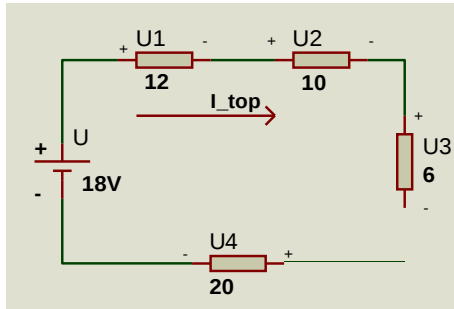
Çözüm 2.9:

Şekil 2.17 deki kaynaklar birbirlerine bağlanmış bağlantıda elemanlar (-) uçları birbirine (+) uçları birbirlerine bağlanmış bu durumda büyük değerli olan kaynaktan küçük değerlikli kaynağın değerini çıkarıp büyük değerlikli kaynağın yönü alınır. Bu direnç uçlarında (+), (-) olarak belirtilmiştir. Direnç uçlarındaki gerilimi bulursak;

$$U = U_2 - U_1 = 25V - 15V = 10V$$

bulunur. Bu kaynağın aynı görevini yapacak şekil 2.17 de gösterilmiştir.

Örnek 2.10: Şekil 2.18 da verilen devrede direnç uçlarında gerilim düşümlerini bulunuz.



$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4$$

$$R_T = 12 + 6 + 10 + 20$$

$$R_T = 48\Omega$$

$$I_T = U / R_T = 18V / 48\Omega = 0,375A$$

Şekil2.18

Direnç uçlarındaki gerilim düşümlerini bulursak;

$$U_1 = I \cdot R_1 = 0,375A \cdot 12\Omega = 4,5V$$

U3

$$= I \cdot R_3 = 0,375A \cdot 6\Omega = 2,25V$$

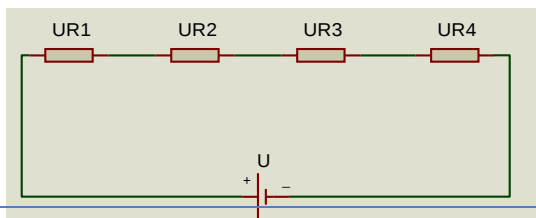
$$U_2 = I \cdot R_2 = 0,375A \cdot 10\Omega = 3,75V$$

$$U_4 = I \cdot R_4 = 0,375A \cdot 20\Omega = 7,5V$$

direnç uçlarındaki gerilim düşümleri bulunur. Bu gerilim düşümleri toplamı dikkat edilirse kaynak gerilimine eşittir. Bu ileriki konuda bir kanun adı altında incelenecektir.

2.6 KIRCHHOFF'UN GERİLİMLER KANUNU

Kapalı bir elektrik devresinde, seri bağlı dirençlerin üzerinde düşen gerilim düşümlerinin toplamı devreye bağlanan gerilim kaynağının uçlarındaki gerilime eşittir. Bu ifade ettiğimiz tanımı bir devre üzerinde gösterirsek;



DOĞRU AKIM DEVRELERİ

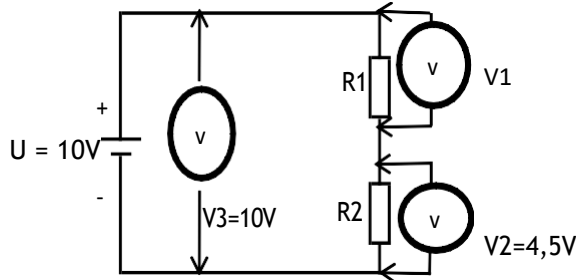
$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n$$

Şekil 2.19

Kirchhoff'un gerilimler kanunu formülünü genellenmiş olarak ortaya çıkar. Kirchhoff'un gerilimler kanunun başka bir tanımı, kapalı bir elektrik devresinde gerilimlerin toplamı sıfıra eşittir.

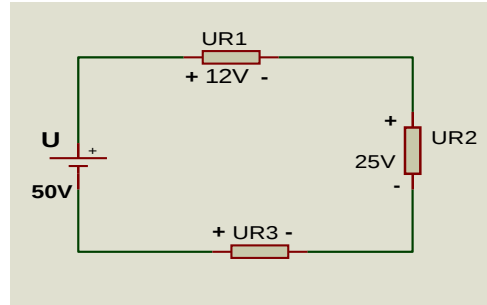
$$U - UR_1 - UR_2 - UR_3 - UR_4 = 0$$

Kirchhoff'un ikinci tanımı göre formülü ortaya çıkar bu formülü ilerleyen konularımızda sıkça kullanılacaktır. Kanunun laboratuvar ortamının da kanıtlanması için Şekil 2.21'deki gibi bağlantı yapılırsa voltmetrelerin gösterdiği değerlere bakarak kanunun nedenli doğru olduğu gözükür.



Şekil 2.21

Örnek 2.12: Şekil 2.23'deki devrede U_3 gerilim değerini Kirchhoff gerilimler kanunundan yararlanarak bulunuz.



Şekil-2.23

Çözüm 2.12: Kirchhoff'un gerilimler kanunun ikinci bir tanımlanmasını yapmıştık. Kapalı bir devrede gerilimlerin toplamının sıfıra eşit olduğunu söylemiştik. Buna göre R_3 direncinin uçlarındaki gerilim düşümünü bulursak;

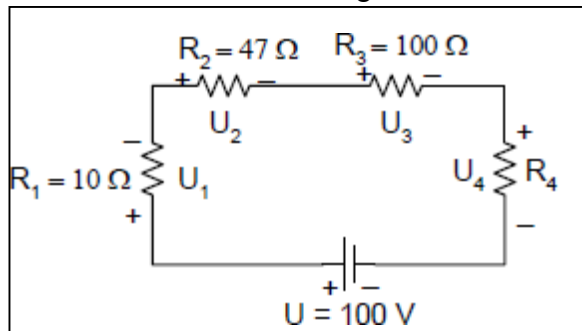
$$U - UR_1 - UR_2 - UR_3 = 0$$

$$50V - 12V - 25V - UR_3 = 0$$

$$UR_3 = 13V \text{ bulunur.}$$

Örnek 2.13:

Şekil 2.24'deki devrede R_4 direncinin değerini kanunlardan yararlanarak bulunuz.



DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Şekil 2.24

Çözüm 2.13: Ohm kanunundan yararlanarak direnç uçlarındaki gerilim düşümlerini bulalım.

$$\begin{aligned}U_1 &= I.R_1 = (200\text{mA}).(10\Omega) = 2\text{V} \\U_2 &= I.R_2 = (200\text{mA}).(47\Omega) = 9,4\text{V} \\U_3 &= I.R_3 = (200\text{mA}).(100\Omega) = 20\text{V}\end{aligned}$$

direnç uçlarında ki gerilim düşümü bulunur. Daha sonra kirchhoffun gerilimler kanunundan yararlanarak R_4 direnci uçlarındaki gerim düşümünü bulalım.

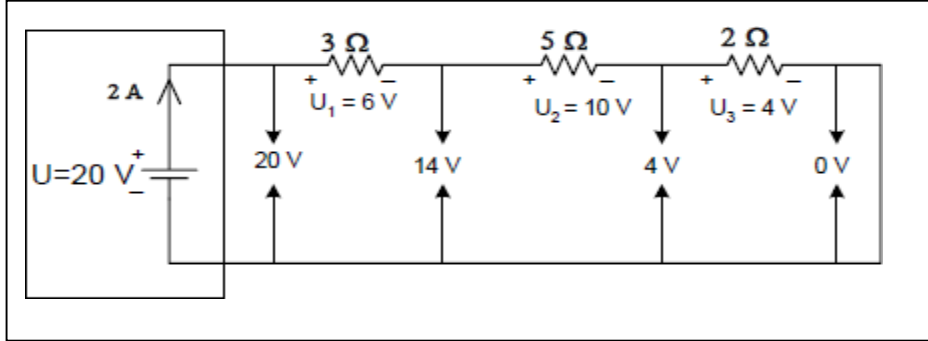
$$\begin{aligned}U - U_1 - U_2 - U_3 - U_4 &= 0 \\100\text{V} - 2\text{V} - 9,4\text{V} - 20\text{V} - U_4 &= 0 \\68,6\text{V} - U_4 &= 0\text{V} \text{ dan } U_4 = 68,4\text{V} \text{ bulunur.}\end{aligned}$$

R_4 direnci uçlarındaki gerilim düşümünü ve üzerinden geçen akım seri olduğu için aynı akım R_4 üzerinden de geçtiğinden ohm kanununu bu direnç için uygularsak;

$$R_4 = \frac{U_4}{I} = \frac{68,6\text{V}}{200\text{mA}} = 343\Omega \text{ bulunur.}$$

bu direnç değeri standart direnç değeri değildir. Bu direnç değerine en yakın %5 toleranslı 330 ohm'luk direnç bağlayabiliriz.

Örnek 2.14: Şekil 2.24 deki devreyi ele alalım. ohm kanunu ve kirchhoffun gerilimler ka nunundan yararlanarak bu devreyi inceleyelim.



Şekil 2-25

Çözüm 2.14: Şekil 2.25 deki devre seri bir devre olduğu için toplam direnç formülünden;

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 = 3\Omega + 5\Omega + 2\Omega = 10\Omega$$

toplam direnç bulunur. Kaynaktan çekilen akım;(kaynağın gerilim değeri verilmiş)

$$I = \frac{U}{R_4} = \frac{20\text{V}}{10\Omega} = 2 \text{ Amper kaynaktan çekilen akım bulunur.}$$

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Bu bulunan akım elemanlar seri olduklarından tüm direnç üzerinden aynı akım geçeceğinden, direnç uçlarındaki gerilim düşümleri;

$$\begin{aligned}U_1 &= 3\Omega \cdot 2A = 6V \\U_2 &= 5\Omega \cdot 2A = 10V \\U_3 &= 2\Omega \cdot 2A = 4V\end{aligned}$$

direnç uçlarındaki gerilim değerleri bulunur. Şekil üzerinde de gösterildiği gibi 3ohm'luk direnç üzerinde 6 V'luk gerilim düşümü olmuş diğer dirençlere kalan gerilim ise;

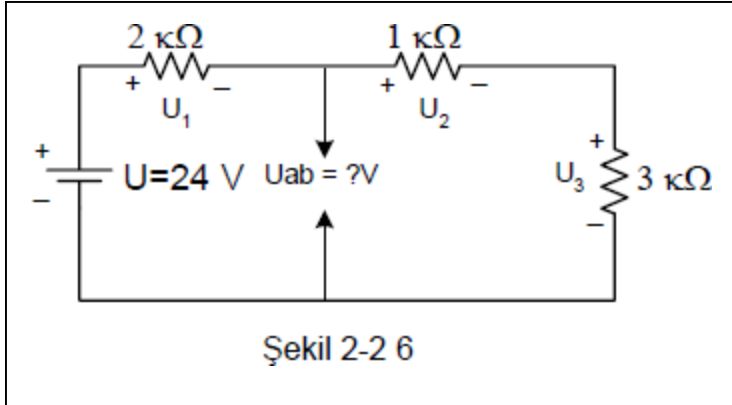
$$U - U_1 = 20V - 6V = 14V \text{ kalmıştır.}$$

İkinci direnç olan 5 ohm'luk direnç 10 V'luk gerilim düşümüne sebebiyet vermiş geriye R₃ direncine kalan gerilim ise;

$$U - U_1 - U_2 = 20V - (6V + 10V) = 4V$$

Üçüncü(2 ohm) dirence kalan gerilim değeridir. Dikkat edilirse kapalı bir devrede gerilimlerin düşümü kaynak gerilimine eşitliği görülmektedir. Kirchhoffun kanunu tekrar bu devrede de kanıtlanmış oldu.

Örnek 2.15: Şekil 2.26 deki devrede ab uçlarındaki gerilimi kirchhoffun gerilimler kanunundan faydalananarak bulunuz.



Çözüm 2.15: ab uçlarındaki gerilimi bulmak için önce eşdeğer direnci ve kaynaktan çekilen akımı bulmamız gerekir.

$$R_{E\check{s}} = R_1 + R_2 + R_3 = 2k\Omega + 1k\Omega + 3k\Omega = 6k\Omega = 6.000\Omega$$

kaynaktan çekilen akım;

$$I = \frac{U}{R_{E\check{s}}} = \frac{24V}{6k\Omega} = 4mA$$

bulunur. Bu akım seri devrede tüm elemanlardan akacağından R₁ elemanı üzerindeki gerilim düşümü;

$$U_1 = R_1 \cdot I = 2k\Omega \cdot 4mA = 2 \cdot 10^3 \Omega \cdot 4 \cdot 10^{-3} A = 8V$$

bulunur. Bu değeri kaynak geriliminden çıkartırsak ab uçlarındaki gerilimi buluruz. Veya ab uçlarındaki gerilim ve R₁ elemanı üzerindeki gerilimin toplamı kaynak gerilimini vereceğinden;

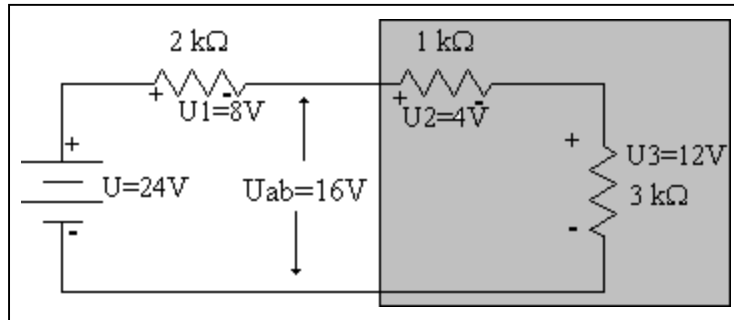
DOĞRU AKIM DEVRELERİ

$$U = U_1 + U_{ab}$$

$$24V = 8V + U_{ab} \text{ den;}$$

$$U_{ab} = 24V - 8V = 16V$$

bulunur. Bu bulduğumuz gerilim değeri aşağıdaki şekil 2.27 de gösterildiği gibi bir kısmı R_2 direnci diğer kalan kısmı ise R_3 direnci üzerinde gerilim düşümü olarak görünecektir.



Şekil 2.27

2-7 GERİLİM BÖLÜCÜLER

Seri dirençlerden oluşan bir devrede akım sabittir. Yine seri bağlı dirençlerin uçlarında düşen gerilim, sabit olan bu akım ile her bir direncin çarpımına eşittir. Buna göre her direncin uçlarında düşen gerilim o direncin değeri ile doğru orantılıdır. Seribağlı dirençlerden omik değeri yüksek olanın üzerinde ($I \times R$) formülünden dolayı, omik değeri düşük olan direncine göre daha fazla gerilim düşer. Seri bağlı dirençler eşit ise üzerlerinde düşen gerilim de eşit olur.

Bir gerilim kaynağı ve seri bağlı dirençlerden oluşan devreye gerilim bölücü olarak düşünülebilir. Her direncin üzerine düşen gerilim $I \cdot R_x$ formülü ile hesaplandığını biliyoruz. Aynı şekilde devre akımı $I = U / R_{EŞ}$ formülü ile bulunduğunu biliyoruz. Burada akım değerini $U = I \cdot R_x$ formülünde yerine yazarak seri bağlı herhangi bir direncin uçlarındaki gerilim düşümünü bulabiliriz.

Bu açıklamalardan sonra gerilim bölücü formülünü çıkartırsak;

$$U_x = I R_x \text{ (1. Formül)} \quad \text{kaynaktan çekilen akım} \quad I = \frac{U}{R_{EŞ}}$$

I akımı formül bir(1) de yerine konulursa;

$$U_x = \frac{U}{R_{EŞ}} \cdot R_x \quad \text{düzenlenir ise}$$

$$U_x = \frac{R_x}{R_{EŞ}} \cdot U$$

Gerilim bölücü formülü çıkar.

$x: 1, 2, 3, \dots, n$, direnç sayılarıdır.

Bu formül doğrudan direncin üzerinde düşen gerilimi verir. Bu formülde kullanılan karakterlerin anlamı ve birimini açıklayalım.

U : Kaynak gerilimi (Volt)

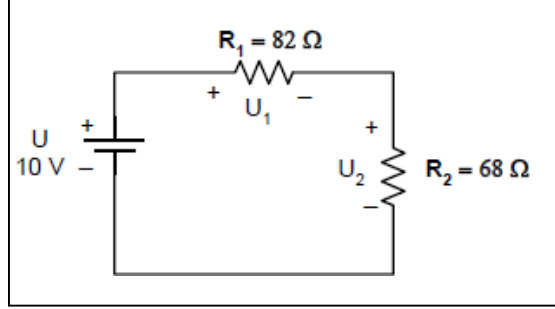
$R_{EŞ}$: Eşdeğer (toplam) direnç (ohm)

R_x : Üzerinde düşen gerilimi hesaplanacak direnç (ohm)

U_x : R_x direnci üzerinde düşen gerilim (Volt)

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Örnek 2.16: Şekil 2.28 deki elektrik devresinde kaynak gerilimi ve pasif elemanın omik değeri verilmiş, R_1 direnci uçlarındaki gerilim U_1 , R_2 direncinin uçlarındaki gerilim(U_2) değerini gerilim bölücü formülünü kullanarak dirençlerin uçlarındaki gerilimi bulunuz.



Şekil 2.28

Çözüm 2.16: Gerilim bölücü formülümüzde devrede verilen değerleri yerine koyarsak;

$$R_{E\text{ş}} = R_1 + R_2 = 82\Omega + 68\Omega = 150\Omega$$
$$U_1 = \left(\frac{R_1}{R_{E\text{ş}}}\right) \cdot U = \left(\frac{82\Omega}{150\Omega}\right) \cdot 10V = 5,47 \text{ Volt}$$

bulunur. R_2 uçlarındaki gerilimi şimdi önceki görmüş olduğumuz kirchhoffun gerilim kanunundan yararlanarak bulalım, daha sonra gerilim bölücü formülünden bulduğumuz değerle karşılaştıralım.

$$U = U_1 + U_2 \text{ den } U_2\text{'yi çekersek}$$
$$U_2 = U - U_1 = 10V - 5,47V = 4,53V$$

Bulunur. Gerilim bölücü formülünü kullanarak çözersek;

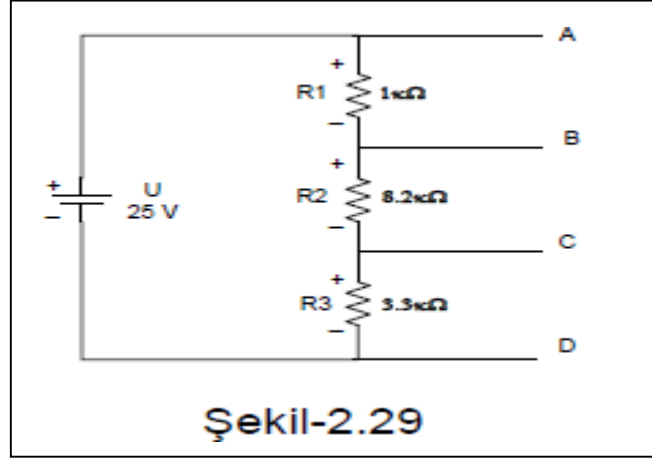
$$U_2 = \left(\frac{R_2}{R_{E\text{ş}}}\right) \cdot U = \left(\frac{68\Omega}{150\Omega}\right) \cdot 10V = 4,53V \quad \text{bulunur.}$$

Dikkat edilirse her iki yöntemle de aynı sonucu verir. Bu da olması gereken bir durum.

Örnek 2.17: Aşağıda şekil 2.29 da verilen devrede gerilim bölücü formülünü kullanarak aşağıdaki şıklarda belirtilen gerilim değerlerini bulunuz.

(a) AB arası (b) AC arası (b) BC arası (c) BD arası (d) BD arası (e) CD arası

DOĞRU AKIM DEVRELERİ



Şekil-2.29

Çözüm 2.17: Seri bağlı direnç elemanlarının eşdeğer direnç değerini bulursak;

$$R_{E\text{ş}} = R_1 + R_2 + R_3 = 1\text{k}\Omega + 8,2\text{k}\Omega + 3,3\text{k}\Omega$$

$$R_{E\text{ş}} = 12,5\text{k}\Omega = 12,5 \cdot 10^3 = 12500\Omega$$

gerilim bölücü formülünde $R_{E\text{ş}}$ değeri yerine konularak örnekteki şıkları cevaplandırabiliriz.

$$(a) \quad U_{AB} = \left(\frac{R_1}{R_{(E\text{ş}=T)}} \right) \cdot U = \left(\frac{1\text{k}\Omega}{12,5\text{k}\Omega} \right) \cdot 25\text{V} = 2\text{V}$$

(b) Gerilim değeri AC arası istendiği, AC arasında R_1 ile R_2 seri bağlı olduğundan bu uçların gerilimi;

$$U_{AC} = \left(\frac{R_1 + R_2}{R_{E\text{ş}}} \right) \cdot U = \left(\frac{9,2\text{k}\Omega}{12,5} \right) \cdot 25\text{V} = 18,4\text{V} \text{ dur.}$$

(c) BC uçlarında gerilim değeri sadece R_2 uçlarındaki gerilim, bu uçlardaki gerilim;

$$U_{BC} = \left(\frac{R_2}{R_{E\text{ş}}} \right) \cdot U = \left(\frac{8,2\text{k}\Omega}{12,5\text{k}\Omega} \right) \cdot 25\text{V} = 16,4\text{V}$$

(d) BD değeri arasındaki gerilim değeri R_2 ve R_3 dirençleri uçlarındaki gerilim düşümleri burada R_x değeri R_2 ile R_3 dirençlerinin toplamı olacaktır. Bu açıklamadan sonra U_{BD} ;

$$U_{BD} = \left(\frac{R_2 + R_3}{R_{E\text{ş}}} \right) \cdot U = \left(\frac{11,5\text{k}\Omega}{12,5} \right) \cdot 25\text{V} = 23\text{V} \text{ dur.}$$

(e) Son olarak CD arasındaki gerilim ise sadece R_3 uçlarındaki gerilim düşümüdür. Bu açıklamadan sonra U_{CD} ;

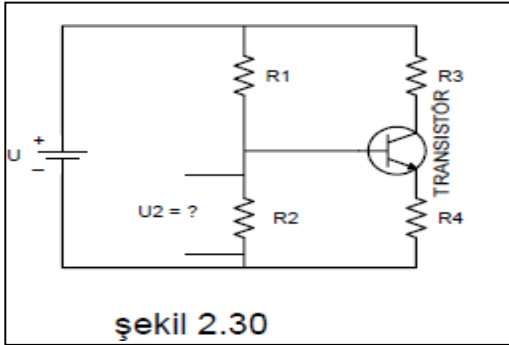
$$U_{CD} = \left(\frac{R_3}{R_{E\text{ş}}} \right) \cdot U = \left(\frac{3,3\text{k}\Omega}{12,5\text{k}\Omega} \right) \cdot 25\text{V} = 6,6\text{V} \text{ dur.}$$

Potansiyometre ile Gerilimin Bölünmesi

Şimdiye kadar sabit değerli dirençlerle kaynak gerilimini istediğimiz veya istemediğimiz değerlere böldük bu değerleri çeşitli elektronik devrelerde kullanıp

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

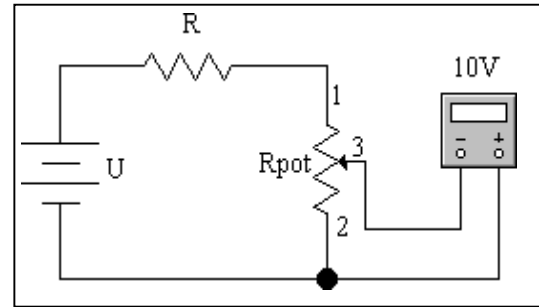
çeşitli elemanları veya devreleri bölmüş olduğumuz gerilimle çalıştırabiliriz. En basitinden elektronik bir eleman olan transistörün Beyz-Emiter gerilimi gerim bölücü dirençlerle sürülmekte. Bu en basit örneklerden biri. Bu sabit direnç değerleri ile yapılmakta fakat düşünmek gerekirse bir güç kaynağının 0-30V arasında ayarlanması ve 1(bir) voltluk aralıkla gerilimin ihtiyaç olduğu durumda sabit değerli direnç bağlamak mantıklı olmasa gerek, bu işi yapacak olan potansiyometre kısaca pot dediğimiz elektronik elemanı kullanırız. Bu eleman üç bacaklı bir eleman olup elektronik devrelerde çok sık karşımıza çıkan bir elemandır. Görüldüğü gibi bu elemanda bir gerilim bölücü bir elemandır. Bu elemanın gerilimi nasıl böldüğü şekil2.31 de üç durumunda incelenmiştir.



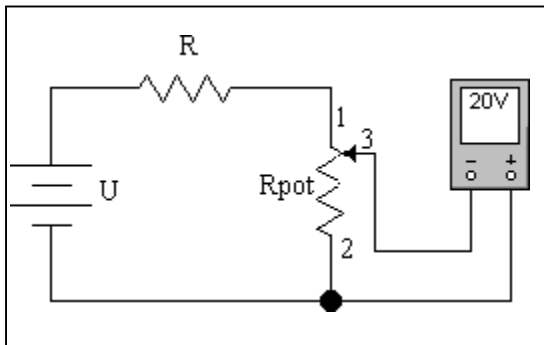
şekil 2.30

Şekil 4-30 şimdiye kadar anlatmaya çalıştığımız gerilim bölme işleminin elektronik devrede kullanıldığı en basit devre bu devredeki U_2 gerilimi;

$$U_2 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot U$$



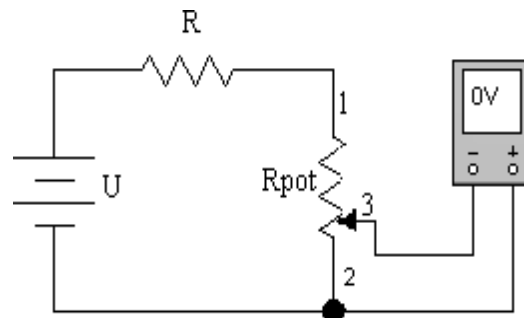
Yandaki şekilde üç bacaklı eleman olan potansiyometre (pot) orta noktasında iken voltmetrenin gösterdiği gerilim değerini görün.



Potun hareketli ucu 2 nolu tarafa getirilmiş vaziyette iken voltmetrenin gösterdiği değeri görün.

Şekil 2-31

Potansiyometre ile uçlarına uygulanan

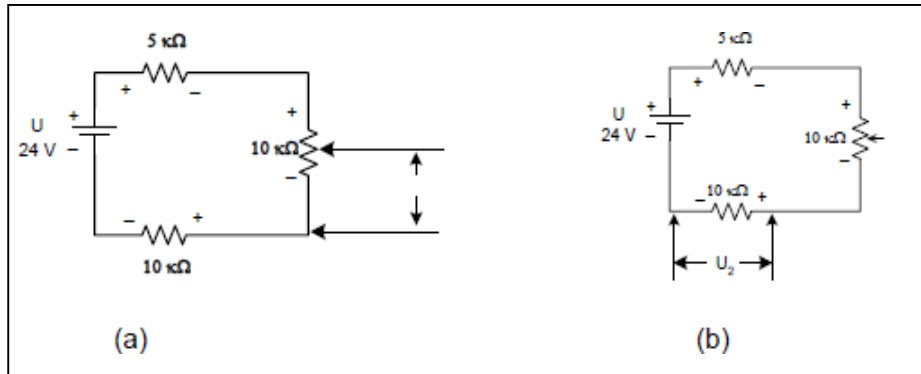


DOĞRU AKIM DEVRELERİ

gerilimi istediğimiz değerde lineer bir pot taktığımızda üç nolu bacadan alma imkanımız yani istediğimiz gerilim değerini elde etme(gerilimi bölme) imkanına sahip oluruz. Bunu pratik olarak yapma imkanı olduğu gibi sabit dirençlerde teorik olarak yaptığımız gibi potla da teorik olarak yapabiliriz. Potla ilgili örnek, örnek 2.18 de verilmiştir.

Örnek 2.18: Şekil 2.32 deki lineer dirençlerin bağlı olduğu kapalı bir devrede $5k\Omega$ ve $10k\Omega$ sabit direnç ve $10k\Omega$ 'luk bir potansiyometre seri bağlanmış bu elemanlar $24V$ 'luk kaynakla beslenmiştir. Potansiyometrenin uçlarındaki gerilimi potansiyometrenin 0 ve $10k\Omega$ (min.-max) değere ayarlandığı durumdaki şekilde gösterilen;

- U_1 'in (min-max) gerilim değerlerini (b) U_2 '(min-max.) gerilim değerlerini



Şekil 2.32

Çözüm2.18

(a) : Potansiyometrenin ayarının $10k\Omega$ da iken ki gerilim değerine E diyelim ve potansiyometre uçlarındaki bu devre için gerilim değerini bulalım.

$$E = \left(\frac{10k\Omega}{5k\Omega + 10k\Omega + 10k\Omega} \right) \cdot 24V = 9,6V$$

Potun max. Değerinde iken
Bu devrede potansiyometrenin

uçlarındaki gerilim düşümü

Pot değeri $10k\Omega$ da iken U_1 geriliminin alacağı değer;

$$U_1 = \left(\frac{10k\Omega}{10k\Omega} \right) \cdot E = \left(\frac{10k\Omega}{10k\Omega} \right) \cdot 9,6V = 9,6V$$

Pot değeri 0 (sıfır)'a ayarlandığı zamanki U_1 değeri;

$$U_1 = \left(\frac{0\Omega}{10k\Omega} \right) \cdot 9,6V = 0V$$

bu sonuçlara göre bu devre için U_1 'in alacağı değer aralığı; $0 \leq U_1 \leq 9,6V$ aralığında istediğimiz gerilim değerini elde edebiliriz.

(b) Şekil 2.32(b) deki devrede istenen U_2 gerilimini bulmak için aşağıdaki işlemlerin sırayla yapılması gerekir;

$10k\Omega$ 'luk pot değeri $10k\Omega$ 'a ayarlandığında potun uçlarındaki gerilim;

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

$$U_2 = \left(\frac{10k\Omega}{5k\Omega + 10k\Omega + 10k\Omega} \right) \cdot 24V = 9,6V$$

10 kΩ'luk pot değeri 0'a ayarlandıysa;

$$U_2 = \left(\frac{10k\Omega}{5k\Omega + 10k\Omega + 0\Omega} \right) \cdot 24V = 16V$$

U_2 gerilimi bulunan değerlere göre alacağı sınırlar $9,6V \leq U_2 \leq 16V$ arasında olacaktır.

2-8 SERİ DEVREDE GÜÇ

Seri devrede elemanlar üzerinde harcanan güçlerin toplamı devredeki kaynakların harcadığı güce eşittir. Bu ifadeleri formül haline getirir ve genelleştirsek aşağıdaki seri devre için güç formülümüz ortaya çıkar.

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots P_n$$

Seri devrede güç formülü

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots P_n$$

P_T :Kaynaktan çekilen güç (Watt)

$P_1, P_2, \dots P_n$:Seri bağlı dirençler üzerinde harcanan güçler(Watt)

N tane direnç elemanı seri devreye bağlansalar bunların üzerlerinde bir güç harcaması olacaktır bu harcanan güçlerin toplamı devredeki kaynakların verdiği güce eşit olacaktır. Güç formülü güç konusunda verilmişti. Bu formülü akım, gerilim ve direnç değerlerinin belli olduğu duruma göre inceleyelim.

$$P_T = U \cdot I$$

Kaynaktan çekilen akım ve Kaynağın uçlarındaki gerilim değeri belli ise bu formülden.

$$P_T = I^2 \cdot R_{EŞ}$$

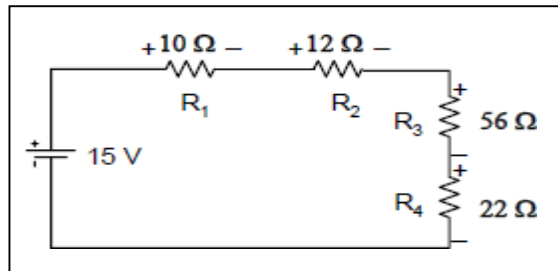
Akım ve Eşdeğer(toplam) direnç biliniyorsa kaynaktan çekilen güç

$$P_T = \frac{U^2}{R_{EŞ}}$$

Kaynak uçlarındaki gerilim değeri ve kaynağın bağlı olduğu dirençlerin değerleri biliniyorsa;

Bu bulduğumuz ve incelediğimiz kaynağın gücü, aynı formüllerden faydalanılarak eleman üzerlerinde harcanan $P_1, P_2, \dots P_n$ güçlerini de bulmamıza yarar. Örneğin bir direncin uçlarındaki gerilimi ve üzerinden geçen akım biliniyorsa $P_1 = I_1 \cdot U_1$ gibi değerleri yazılıp o direncin harcadığı güç bulunabilir. Konunun daha iyi anlaşabilmesi için örnekler yapalım.

Örnek 2.19: Şekil 2.33 deki devrede kaynağın ve elemanların harcadığı güçleri bularak, dirençler üzerinde harcanan güçlerin toplamının kaynaktan çekilen güce eşit olduğunu gösterelim.



Şekil 2.33

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Çözüm 2.19: Kaynaktan çekilen gücü bulmak için hangi formülü kullanacağımızın seçimini verilere bakarak karar vermeliyiz. Bu örnekte kaynak gerilimi verildiğine göre $P_T = U^2 / R_{EŞ}$ formülünü kullanmamız çözümün daha hızlı bir şekilde yapılmasına olanak sağlayacaktır.

$$R_{EŞ} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 10\Omega + 12\Omega + 56\Omega + 22\Omega = 100\Omega$$

$$P_T = \frac{U^2}{R_{EŞ}} = \frac{15V^2}{100\Omega} = 2,25W$$

bulunur. Elemanlar üzerinde harcanan güçleri bulmak için aynı güç formüllerini kullanmamız çözüme ulaştıracaktır. Burada elemanların değeri belli; ya akımı veya bu eleman uçlarındaki gerilime ihtiyaç var. En mantıklısı elemanlar seri bağlı oldukları için akımı bulmak, akımı bulduktan sonra güç formülü olan $P_x = I_x^2 \cdot R_x$ formülünden yararlanarak elemanlar üzerindeki güçleri bulabiliriz.

$$I = \frac{U}{R_{EŞ}} = \frac{15V}{100\Omega} = 0,15A = 150mA$$

Eleman üzerinden geçen akım, eleman değerleri belli bu değerleri güç formülünde yerine koyarak bulabiliriz.

$$P_1 = (0,15A)^2 \cdot (10\Omega) = 0,225W \quad P_2 = (0,15A)^2 \cdot (12\Omega) = 0,270W$$

$$P_3 = (0,15)^2 \cdot (56\Omega) = 1,260W \quad P_4 = (0,15)^2 \cdot (22\Omega) = 0,495W$$

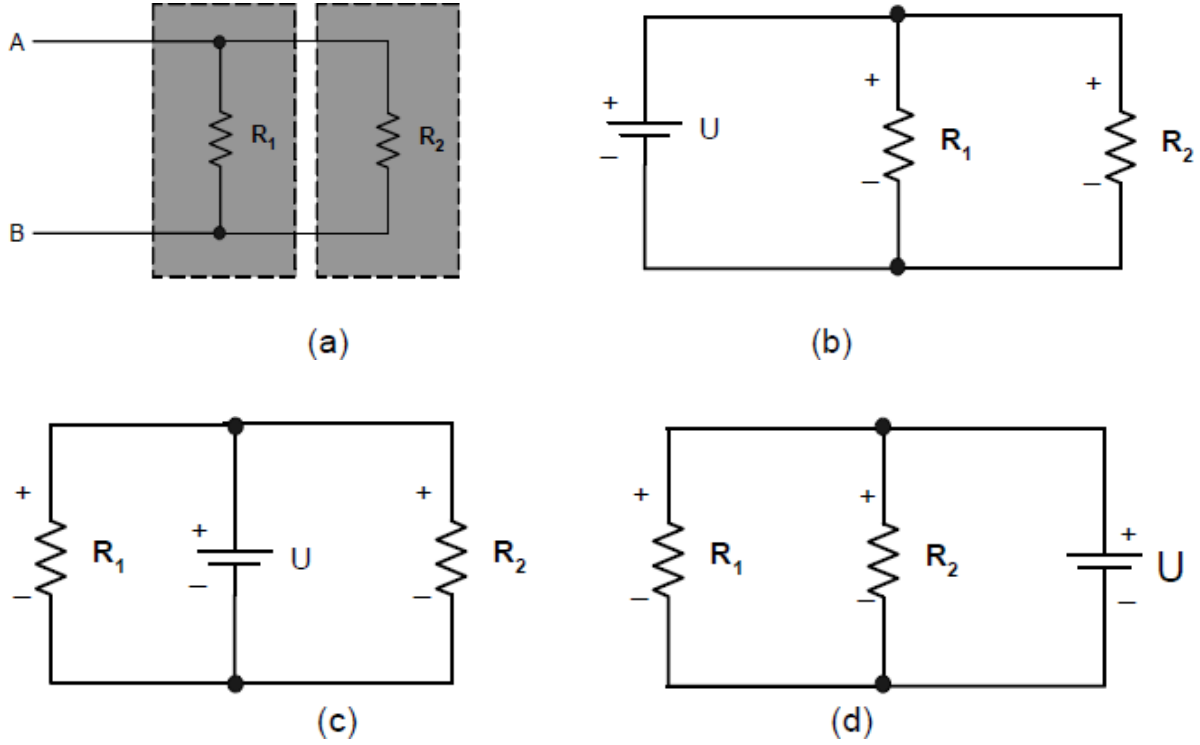
$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 = 0,225W + 0,270W + 1,260W + 0,495W = 2,25W$$

eşit olduğu görülür.

3-PARALEL DEVRELER VE KİRŞOFUN AKIMLAR KANUNU

3.1 DİRENÇLERİN KENDİ ARALARINDA PARALEL BAĞLANMASI

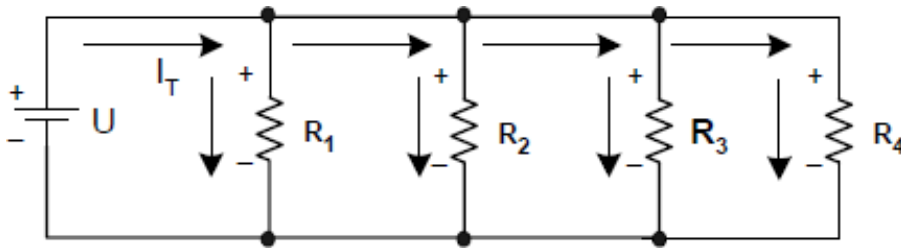
Birden fazla direncin uçlarına aynı gerilim uygulanıp, her birinden ayrı ayrı akım geçebilecek şekilde bağlanmalarına “Paralel Bağlama” denir. Paralel bağlantı; dirençlerin birer uçlarının birbirleri ile birleştirilmesi ile elde edilir. Bu bağlantı şekline akımın bu elemanlar üzerinden geçişleri aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 3.1

Şekil3.1 (a) deki devrede iki direnç uçları birbirine bağlanarak bir paralellik oluşturmuşlardır. Şekil5-1(b,c,d) ise bu paralel direnç uçlarına bir gerilim bağlanmış ve bu bağlantı şekillerinin değişik bağlama şekilleri gösterilmiştir.

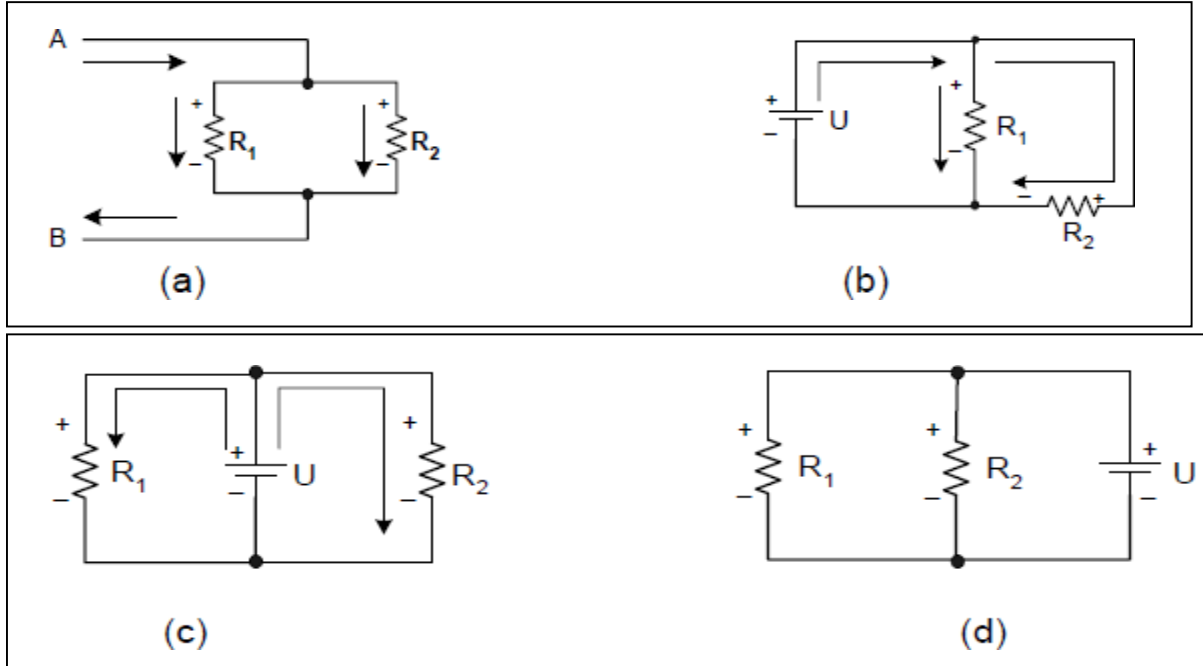
Bu dirençler n tanesi birbirleri ile paralel bağlanabilir. Bunu şekil olarak bunu kağıt üzerinde göstermek zor olacağından n tene değil biz dört dirençli bir paralel bağlama yapalım ve akım yollarını da şekil üzerinde gösterelim.



Şekil3.2

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

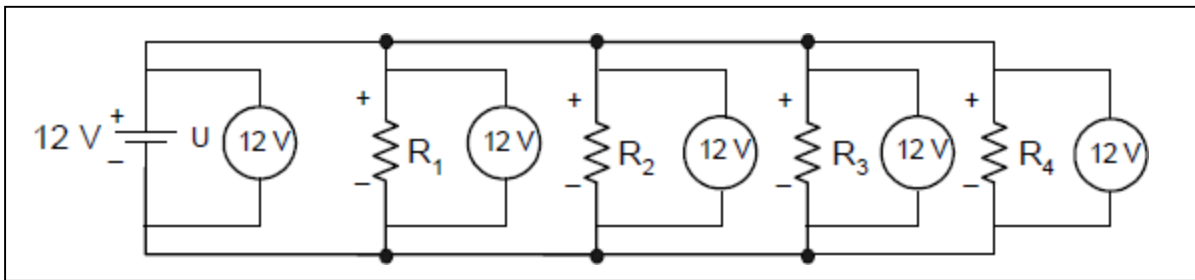
Şekil3.2 deki devre incelenirse kaynaktan çekilen akım direnç elemanlarının üzerlerinden nasıl bir yol takip ettiği daha iyi görülecektir. Şekil3.3 de de çeşitli paralel bağlama ve akımın bu elemanlar üzerinden akış şekilleri görülmektedir.



Şekil3.3

3.2 DİRENÇLERİN GERİLİM KAYNAĞINA PARALEL BAĞLAMA

Paralel bağlamada kaynak gerilimine bağlanan bir direnç o bağlanan kaynağın gerilimine eşit olacaktır. Eğer n tane direnç bir gerilim kaynağına paralel bağlandığı takdirde kaynak uçlarındaki gerilim direnç uçlarında aynen görülecektir. Buradan anlaşılabileceği üzere paralel bağlı dirençlerin uçlarındaki gerilim değerleri birbirlerine eşit fakat üzerinden geçen akımlar farklı olacaktır. Bu gerilimin eşitliğini Şekil3.4 üzerindeki devrede bağlı olan voltmetrelerin gösterdiği değerlere dikkatli bakıldığında ifade edilen konu daha iyi anlaşılır.

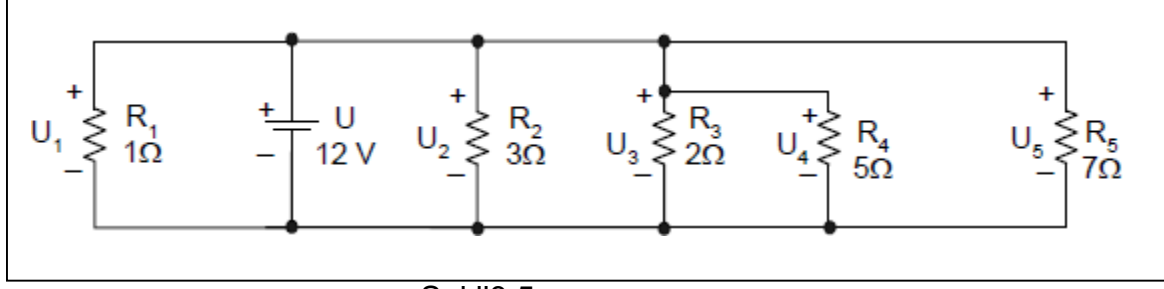


Şekil3.4

Dirençlerin uçlarına bağlanan gerilim kaynağının değeri 12 V ölçülürken R_1 , R_2 , R_3 ve R_4 direnç uçlarında voltmetrenin gösterdiği gerilimde 12V dur. Bu durum paralel devre özelliklerinden bir tanesidir. Bununla ilgili sayısal bir örnek konunun daha iyi anlaşılmasını sağlar.

Örnek3.1: Şekil3.5 : R_4 direnci uçlarındaki gerilimi bulunuz.

DOĞRU AKIM DEVRELERİ



Şekil 3.5

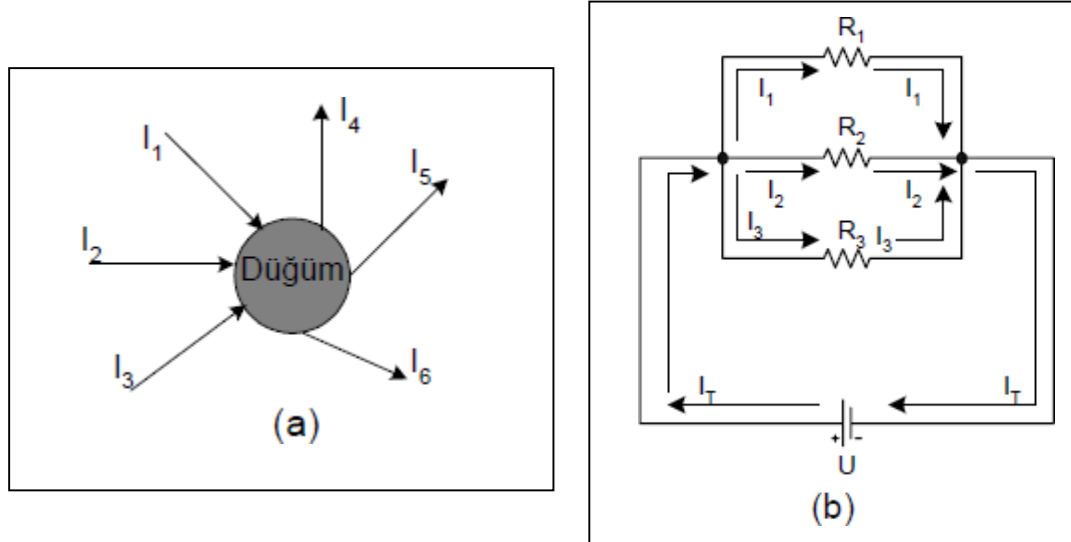
Çözüm 3.1: Şekil 3.5'e baktığımız da dirençlerin hepsi birbirlerine paralel bağlı olduğunu görüyoruz. Bu devrede sanki R4 direnci paralel bağlı değil gibi görünse de o direnç de paralel bağlı bu durumda paralel devre özelliğinden kaynak gerilimi 12 V olduğuna göre R4 elemanları uçlarında aynı gerilim görülür. Sadece bu direnç uçlarında değil tüm direnç uçlarında 12V görülür.

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + U_4 + U_5 = 12 \text{ V}$$

3.3 KIRCHHOFF'UN AKIMLAR KANUNU

Elektrik devrelerinin çözümlerinde, özellikle karışık devrelerde ohm kanunun kullanılması yeterli olmaz. Bu tip devrelerde, devredeki çeşitli akım ve gerilimlerin hesaplanmasında kirchhoffun ikinci kanunu olan akımlar kanunu kullanılır. Kirchhoffun gerilimler kanununu seri devrelerde incelemiştik. Akımlar kanununu da şimdi inceleyelim.

Kirchhoffun akımlar kanunu *bir elektrik devresinde bir noktaya giren akımların toplamı, o noktayı terk eden yani çıkan akımların toplamına eşittir*. Bu tanımını diğer bir tarifile *giren akımların toplamı ile çıkan akımların cebirsel toplamı o(sıfır)'a eşittir*. Paralel bağlı devrelerde sıkça başvuracağımız bu tanımlama (akımlar kanunu) bize devrelerin çözümünde faydalı olacaktır. Bu tanımlamaları Şekil 3.6 da gösterilmiştir.



Şekil 3.6

Şekil 3.6 deki devrede gerilim kaynağından çekilen I_T akım paralel bağlı direnç üzerinden geçerek tekrar I_T olarak gerilim kaynağına değeri değişmeden girmektedir. Bu devrede nasıl giren akım çıkan akıma eşitse tüm paralel devrelerde aynıdır. Bu örneğimizden bu durumu formül haline aldırır ve bu formülü genelleştirirsek aşağıdaki formül oraya çıkar;

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

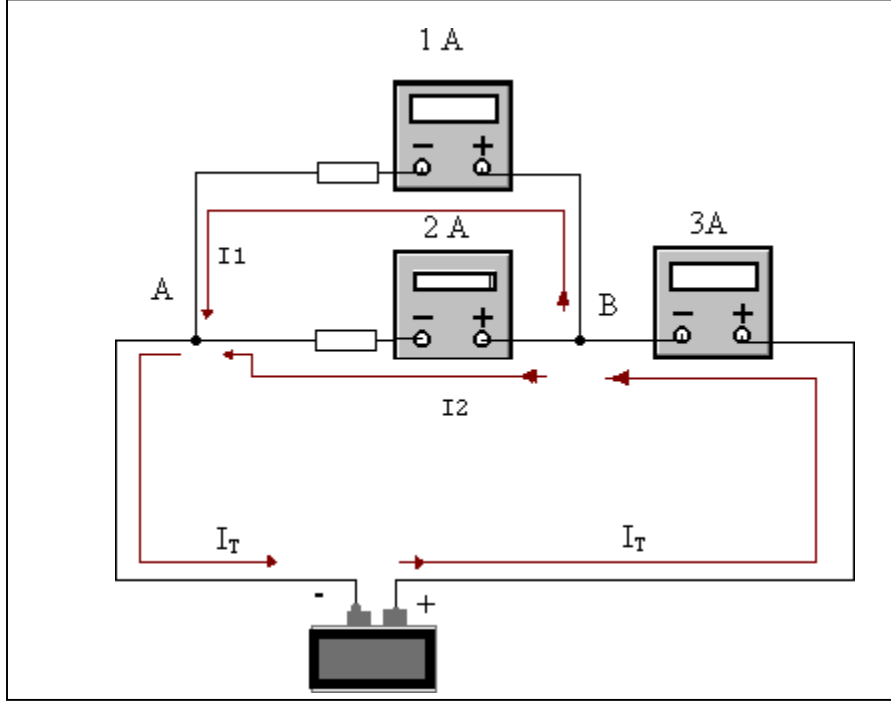
$$I_{G1} + I_{G2} + I_{G3} + \dots + I_{G(n)} = I_{\zeta1} + I_{\zeta2} + I_{\zeta3} + \dots + I_{\zeta(n)}$$

bu formüle kirchhoffun akımlar kanunu denir. Formüldeki harflerin anlamı;

I_G =Düğümüne giren akım (Amper)

I_ζ =Düğümünden çıkan akım (Amper)

Kirchhoffun akımlar kanununu bir devrede ölçü aletlerinin bağlanmış şekliyle bir devrede formülün doğruluğunu sayısal değer olarak şekil üzerinde gösterelim. (Şekil3.7)



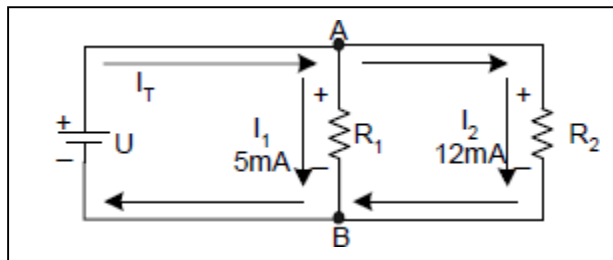
Şekil3.7

Şekil3.7 de kaynaktan çekilen akım I_T devreye seri bağlı ampermetre (akımı ölçen alet), 3A'i göstermekte bu akımın 1A'i direncin birinden diğer kısmı(2A) diğer direnç üzerinden geçmektedir. Bu akımlar elemanlar üzerinden geçtikten sonra tekrar 3A olarak kaynağa varmaktadır. Bu genel formülde yerlerine konularak formülün doğruluğu kanıtlanmış olur.

$$I_T = I_1 + I_2 \text{ den } 3A = 1A + 2A = 3A$$

Paralel bağlı devrede kirchhoffun akımlar kanunu ile ilgili örnekler çözüp kanunun daha iyi anlaşılmasını sağlayalım.

Örnek3.2: Aşağıdaki şekil3.8 de verilen elektrik devresine A ve B noktalarındaki(düğümlemlerindeki) akımları kirchhoffun akımlar kanunundan faydalanarak bulunuz.



Şekil3.8

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Çözüm3.2: A noktasına giren akım I_T çıkan akımlar ise I_1 ve I_2 dir. Buna göre A noktasına giren I_T akımını;

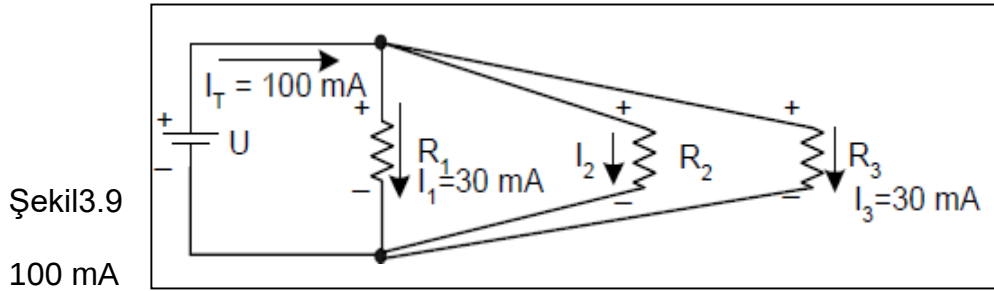
$$I_T = I_1 + I_2 = 5\text{mA} + 12\text{mA} = 17\text{mA}$$

bulunur. B noktasına ise giren akımlar I_1 , I_2 ve çıkan akımlar ise I_T durumuna gelmiştir. Buradan şunu gözden kaçırmamak durumundayız. Bir düğümden çıkan durumunda iken diğer düğüme(noktaya) giren durumuna geçiyor. Bu açıklamayı yaptıktan sonra;

$$I_T = I_1 + I_2 = 5\text{mA} + 12\text{mA} = 17\text{mA}$$

Aynı akım değeri bulunur.

Örnek3.3: Şekil3.9 deki devrede R_2 direnci üzerinden geçen akımı kirchhoffun akımlar kanunundan yararlanarak bulunuz.



Şekil3.9

100 mA
ve A

Şekil3.9
da görülen A
noktasına
giriş yapıyor
noktasından

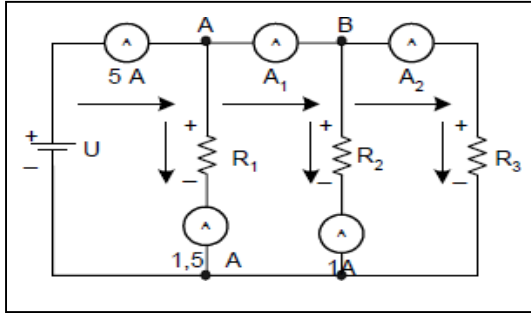
çıkantlar ise 30mA, 20mA ve I_2 'dir.

Kirchhoffun (kirşof) akımlar kanununu formülünü uygularsak;

$$100\text{mA} = 30\text{mA} + I_2 + 20\text{mA} \quad I_2\text{'yi çekersek}$$

$$I_2 = 100\text{mA} - 30\text{mA} - 20\text{mA} \quad \text{den,} \quad I_2 = 50\text{mA} \quad \text{bulunur.}$$

Örnek3.4: Kirchhoffun akımlar kanununu uygulayarak A_1 ve A_2 ampermetresinin göstermesi gereken değeri bulunuz.



Şekilde görülen A noktasına kaynaktan çekilen ve ampermetrenin gösterdiği değeri 5A girmekte ve bu akımın 1,5A'i R_1 elemanı üzerinden,

Şekil3.10

geçmekte diğer kalan akım ise A_1 ampermetresi üzerinde görülecektir. Bu

değeri bulursak;

$$5\text{A} = 1,5\text{A} - I_{A1} \Rightarrow I_{A1} = 5\text{A} - 1,5\text{A} = 3,5\text{A}$$

A_1 ampermetresi gösterir.

B noktasına giren akım A_1 ampermetresindeki değeri olacaktır. B noktasından çıkan A_2 ve R_2 elemanı üzerinden geçen 1A görüldüğüne göre kirchhoffun akımlar kanunundan faydalanarak A_2 ampermetresinin gösterdiği;

$$3,5\text{A} = 1\text{A} + I_{A2} \quad \text{B noktasında(düğüm) akımlar}$$

$$I_{A2} = 3,5\text{A} - 1\text{A} = 2,5\text{A} \quad A_2 \text{ ampermetresinin göstermesi gereken değeri.}$$

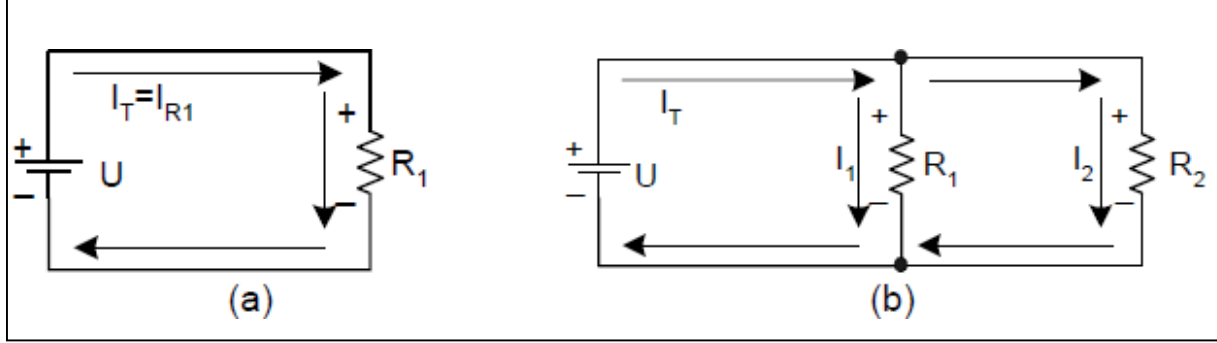
bulunur.

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

A2 ampermetresinin gösterdiği bu değerde R₃ elemanı üzerinden geçen akımdır.

3.4 PARALEL DEVREDE TOPLAM(EŞDEĞER) BU DİRENÇLERE GERİLİMİN UYGULANMASI

Bu noktaya gelene kadar dirençleri tek ve birbirleri ile seri bağladık ve bu dirençlerin uçlarına bir gerilim uygulandığındaki durumlarını inceledik. Bu dirençler seri bağlanabildikleri gibi paralel bağlanabildiklerini şekillerle bağlantılarını yaptık. Bu bağladığımız paralel direnç uçlarına bir gerilim uygulandığında ne gibi durumların oluştuğunu şekillerle devreler üzerinde inceleyelim ve formülleştirelim.



Şekil3.11

Şekil3.11 (a) da tek bir dirence gerilim kaynağı bağlandığında bu direnç üzerinden kaynaktan çekilen (I_T) akımı aynı değeri R₁ direnci üzerinden geçmekte iken şekil3.11(b) de ise iki direnç paralel bağlandığında kaynaktan çekilen (I_T) akımı dirençlerin değerleri oranında bir kısmı(I_1) R₁ üzerinden diğer kısmı(I_2), R₂ direnci üzerinden geçmektedir. Anlaşılacağı üzere kaynaktan çekilen akım(I_T) kollara ayrılmaktadır. Bu akımların teori olarak bulmak istediğimizde şimdiye kadar görmüş olduğumuz ohm ve kirchhoffun akımlar kanundan faydalanarak bulalım.

$$I_T = I_1 + I_2 + \dots \dots \dots I_n \quad \text{Kirchhoff akımlar kanunu formülüydü}$$

Kaynak gerilimi U, paralel direnç uçlarında aynen görüleceğinden kaynaktan çekilen toplam akımı ve eleman üzerlerinden geçen akımları,

$$I_T = \frac{U}{R_{E\check{s}=T}} \quad I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2} \quad \dots \dots \dots n \text{ tane yazabiliriz.}$$

Ohm kanunundan bulup kirchhoffun akımlar kanunu formülünde yerine koyarsak;

$$\frac{U}{R_{E\check{s}=T}} = \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \dots \dots \dots + \frac{U}{R_n} \quad \text{eşitliğin her iki tarafını U'ya bölersek}$$

$$\frac{1}{R_{E\check{s}=T}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots \dots \dots + \frac{1}{R_n} \quad \text{bu formül düzenlendiğinde;}$$

$$R_{E\check{s}=T} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1}\right) + \left(\frac{1}{R_2}\right) + \dots \dots \dots + \left(\frac{1}{R_n}\right)}$$

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

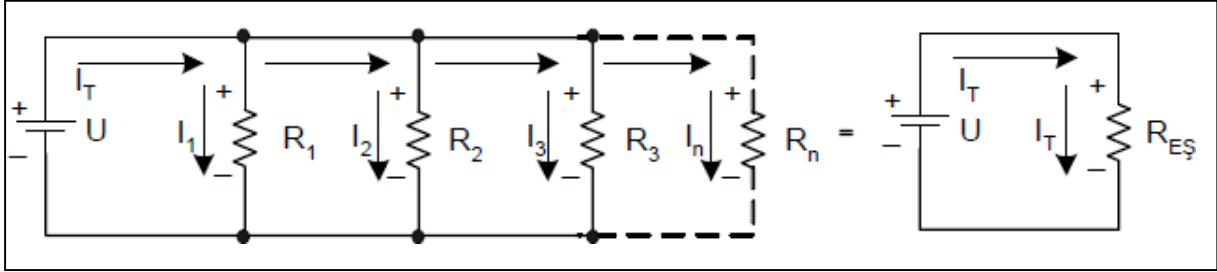
$$R_{EŞ-T} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1}\right) + \left(\frac{1}{R_2}\right) + \dots + \left(\frac{1}{R_n}\right)}$$

formül bu hale gelir. Bu formül n tane paralel bağlı dirençlerin eşdeğer(toplam) direncin bulunmasındaki genel formüldür.

Dirençin tersinin iletkenlik olduğunu önceki konularda öğrenmiştik. İletkenlik $1/R_x$ olduğuna göre; iletkenlik cinsinden eşdeğer direnç formülümüz iletkenlik belli ise aşağıdaki şekli alır. ($x=1,2,.. n$)

$$R_{EŞ-T} = \frac{1}{G_1 + G_2 + \dots + G_n} \quad (\text{iletkenlik biliniyorsa})$$

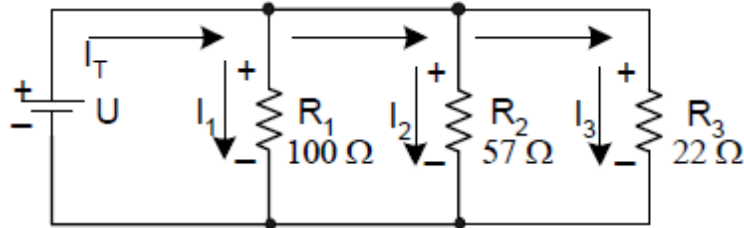
bu formülden de paralel bağlı dirençlerin eşdeğeri bulunabilir. Bu anlattıklarımızı bir devre üzerin de şekilsel olarak gösterelim.



Şekil3.12

Şekil3.12 deki devrede kaynaktan çekilen akımın direnç elemanları üzerinde nasıl bölündüğünü ve n tane direncin tek bir direnç haline getirilebildiği görülüyor. Bu eşdeğer direnç haline getirilmesine sayısal bir örnekle devam edelim.

Örnek3.5: Şekil3.13 deki devrede paralel bağlı dirençlerin yerine bunun eşdeğeri olan direnci bulunuz.



Şekil3.13

Çözüm3.5: Eşdeğer formülünü kullanarak;

$$\begin{aligned} R_{EŞ} &= \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1}\right) + \left(\frac{1}{R_2}\right) + \left(\frac{1}{R_3}\right)} = \frac{1}{\left(\frac{1}{100\Omega}\right) + \left(\frac{1}{47\Omega}\right) + \left(\frac{1}{22\Omega}\right)} \\ &= \frac{1}{10 + 21,3 + 45,5} = \frac{1}{76,8} = 13,0\Omega \quad \text{eşdeğer(toplam) direnç bulunur.} \end{aligned}$$

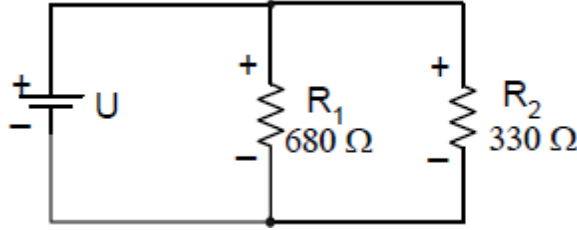
Eğer devrede ikiden fazla direnç paralel bağlı değilse pratiklik açısından (genel formülden çıkarttığımız) iki direnç paralel bağlandığındaki formül;

$$R_{EŞ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Bu formülü kullanarak bir örnek yapalım.

Örnek3.6: Şekil3.14deki devrede paralel bağlı dirençlerin eşdeğerini bulunuz.



Şekil 3.14

Çözüm3.6: İki direnç paralel bağlı durumundaki formülünde direnç değerlerini yerine koyarak;

$$R_{Eş=T} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(680\Omega) \cdot (330\Omega)}{680\Omega + 330\Omega} = \frac{224.000\Omega^2}{1.010\Omega} = 222\Omega$$

bulunur. Bu çözümü dirençlerin n tane bağlama durumundaki formülden yararlanarak sizler çözüp irdeleyiniz.

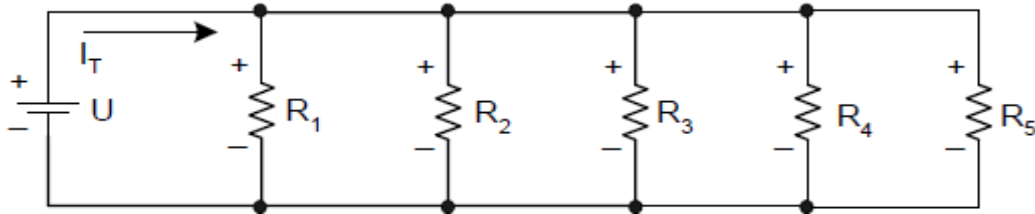
Eşit değerli dirençlerin paralel bağlanması durumunda;

Eğer n tane aynı değeri direnç paralel bağlandı ise kısa yoldan;

$$R_{Eş=T} = \frac{R}{n}$$

bu formülle bulabiliriz. Bu formülü kullanacağımız bir örnek yaparsak;

Örnek3.7: Şekil3.15 deki devrenin toplam direncini eşit değerli direnç formülünü kullanarak bulunuz.



Şekil3.15

Çözüm3.7: 5 tane 100 ohm'luk direnç paralel bağlı olduğundan, bu değeri formülde yerine koyarak

$$R_{Eş} = \frac{R}{n} = \frac{100\Omega}{5} = 20\Omega$$

bulunur. Sizlerde genel direnç formülünü kullanarak çözümü tekrarlayıp bulduğunuz sonucu bu değerle irdeleyiniz.

3.5 PARALEL DEVREDE OHM KANUNU

Bu kanunu paralel devrede de kullanabiliriz. Devrelerin analizini (akım, gerim ve güç) yaparken, bize bu değerleri bulmamıza yardımcı olur. Paralel devrede ohm kanununu kullanarak çeşitli örnekler yaparak bu kanunun paralel devrede ne denli önemli olduğunu gösterelim.

Örnek3.8: Şekil 3.16 deki devrede kaynaktan çekilen akımı bulunuz.

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

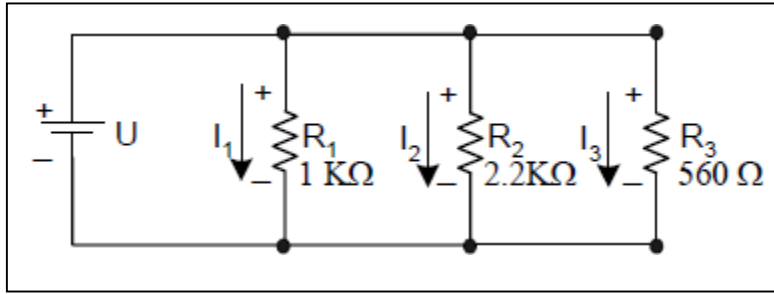
Çözüm3.8: Kaynaktan çekilen akıma sebebiyet veren R_1 ve R_2 dirençlerinin öncelikle eşdeğerini bulup, kaynağın gerilim değeri bilindiği için ohm kanunu formülünde değerler yerine konularak bulunur.

$$R_{E\varnothing} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(100\Omega) \cdot (56\Omega)}{(100\Omega) + (56\Omega)} = \frac{5600\Omega^2}{156\Omega} = 35,9\Omega$$

Bu direnç uçlarına 100V gerilim uygulandığına göre I akımı;

$$I_T = \frac{100V}{35,9\Omega} = 2,79A \text{ bulunur.}$$

Örnek3.9: Şekil3.17 de verilen elektrik devresinde elemanlar üzerinden geçen kol akımlarını bulunuz.



Şekil3.17

Çözüm3.9: Elemanlar paralel bağlı olduğu için kaynak gerilimi aynı zamanda R_1 , R_2 ve R_3 direnç uçlarında da görünecektir. (Paralel devre özelliğinden dolayı) Eleman

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{20V}{1k\Omega} = \frac{20V}{1 \cdot 10^3 \Omega} = 20 \cdot 10^{-3} A = 20mA$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{20V}{2,2k\Omega} = \frac{20V}{2,2 \cdot 10^3 \Omega} = 9,1 \cdot 10^{-3} A = 9,1mA$$

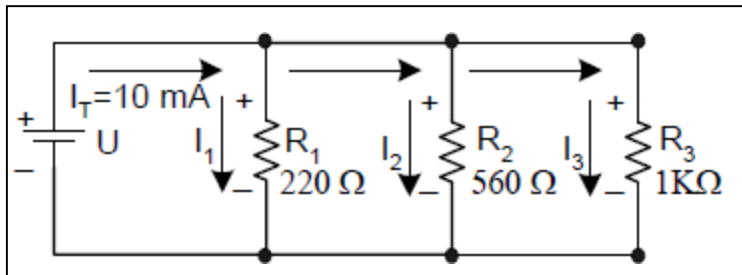
$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{20V}{560\Omega} = 35,7mA \text{ bulunur.}$$

istenmiş olsaydı,

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 = 20mA + 9,1mA + 35,7mA = 64,8mA \text{ bulunurdu.}$$

Sizlerde; kaynaktan çekilen akımı, kirchhoff kanunu ile bulduğumuz toplam akımı ohm kanunundan faydalanarak bulunuz.

Örnek3.10: Şekil3.18 de verilen değerler yardımı ile elemanlar üzerinden geçen akımları bulunuz.



Şekil3.18

Çözüm3.10: Şekil3.18 baktığımızda, direnç değerleri ve bu dirençlerin kaynaktan çektiği toplam akım verilmiş. Bu akımdan yararlanarak kaynağın gerilimini daha sonrada bu bulduğumuz gerilim aynı zamanda direnç uçlarındaki gerilim olacağından, eleman üzerlerinden geçen akım;

$$\frac{1}{R_{E\varnothing}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ den, } R_{E\varnothing} = \frac{1}{\left(\frac{1}{R_1}\right) + \left(\frac{1}{R_2}\right) + \left(\frac{1}{R_3}\right)}$$
$$= \frac{1}{\left(\frac{1}{220\Omega}\right) + \left(\frac{1}{560\Omega}\right) + \left(\frac{1}{1k\Omega}\right)} = \frac{1}{4,55mS + 1,79mS + 1mS} = 136\Omega$$

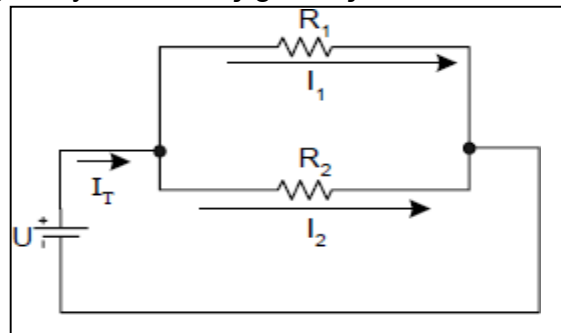
(mS: $G=1/R$ iletkenlik, biriminin Siemens(S) olduğunu önceki konularda öğrenmiştik. mS ise Siemens ise as katıdır. (1S=1000 mS))

$$U = I_T \cdot R_{E\varnothing} = (10mA) \cdot (136\Omega) = (10 \cdot 10^{-3} A) \cdot (136\Omega) = 1,36V$$
$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{1,36V}{220\Omega} = 0,00618A = 6,18mA$$
$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{1,36V}{560\Omega} = 0,0024A = 2,4mA$$
$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{1,36V}{1k\Omega} = \frac{1,36V}{1 \cdot 10^3} = 0,00136A = 1,36mA$$

3.6 AKIM BÖLME KAİDESİ

Çoğu zaman paralel bağlı iki dirençten herhangi birisinden geçen akımın bulunması gerekebilir. Akım bölme kaidesi formülü, paralel uçlarda düşen gerilimin hesaplanmasına gerek olmaksızın paralel bağlı eleman üzerinden geçen akımları bulmamızı sağlar.

Paralel bağlı kollardan geçen akımlar, kollardaki dirençle ters orantılıdır. Buna göre küçük direnç üzerinden büyük akım, büyük direnç üzerinden ise küçük akım geçecektir. Bu ifade ettiklerimiz ışığında bir paralel bağlı devre üzerinde inceleyerek, gerilim bölme kaidesini nasıl formülleştirdiysek akım bölme kaidesinin de formülünü bu ana kadar öğrendiğimiz yöntemler ışığında çıkartalım.



Şekil3.19

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Şekil3.19 de görüldüğü gibi paralel bağlı direnç uçlarında bu devreye bağlı U kaynağının gerilimi direnç uçlarında aynen görülmekte. Buna göre kaynaktan çekilen akım ve kol akımları formülleri;

$$I_T = \frac{U}{R_{EŞ}}, \quad I_1 = \frac{U}{R_1}, \quad I_2 = \frac{U}{R_2}$$

bu formülleri önceki konularda görmüştük. bu hatırlatmadan sonra R yerine

$$R_{EŞ} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow I_T \text{ yerine koyarsak } I_T = \frac{U}{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}} \Rightarrow I_T = \frac{(R_1 + R_2) \cdot U}{R_1 \cdot R_2}$$

$$U \text{ değerini çekersek; } U = \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot I_T \text{ bu bulduğumuz gerilim değerini}$$

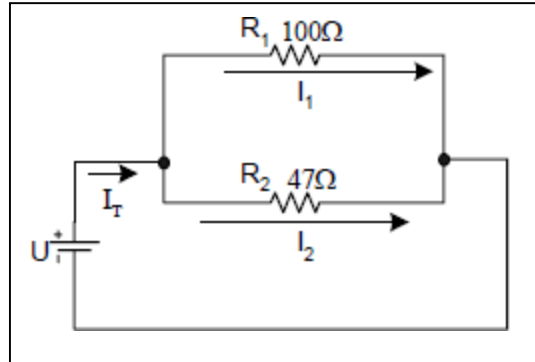
I ve I formülünde yerine koyarsak;

$$I_1 = \frac{\left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot I_T}{R_1} = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot I_T \mapsto R_1 \text{ direnci üzerinden geçen akım.}$$

$$I_2 = \frac{\left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot I_T}{R_2} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \cdot I_T \mapsto R_2 \text{ direnci üzerinden geçen akım}$$

formüller bulunur. Bulmuş olduğumuz formüller akım bölme kaidesi formülüdür. Bu formülleri kullanabileceğimiz bir örnek yapalım.

Örnek3.11: Şekil 3.20deki verilerden yararlanarak I₁ ve I₂ akımını bulunuz.



Şekil3.20

Çözüm3.11: Verile baktığımızda kaynaktan çekilen toplam akım ve direnç elemanlarının değeri verilmiş. Burada düğüme gelen akım iki kola ayrılacaktır. Ayrılma değerlerini akım bölme kaidesinden bulalım.

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

$$I_1 = \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \cdot I_T = \left(\frac{47\Omega}{147\Omega} \right) \cdot 100\text{mA} = 32,0\text{mA}$$

bulunur. Akımlar kanunundan bu değerlerin doğruluğunu gösterirsek;

$$100\text{mA} = I_T = I_1 + I_2 = 32,0\text{mA} + 68,0\text{mA} = 100\text{mA} \text{ aynı değer görülür.}$$

3.7 PARALEL DEVREDE GÜÇ

Paralel devrede kaynaktan çekilen güç elemanlar üzerinde harcanan güç eşittir. Bu seri devrede, paralel devre ve karışık devrede de aynıdır.

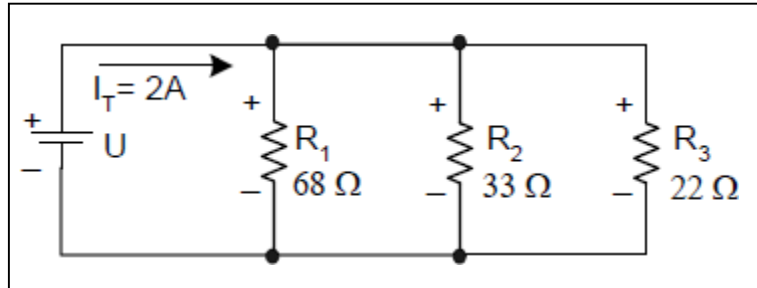
$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n$$

PT : Kaynağın devreye verdiği güç (Watt)

P1,P2,...Pn:Devredeki pasif elemanların harcadığı güç (Watt)

Güç formülleri seri devrede açıklamıştı. Bu formüller aynen paralel devre içinde geçerlidir. Bu konuyla ilgili örnekler yapalım ve konun anlaşılmasına yardımcı olsun.

Örnek3.12: Şekil3.21deki devrede kaynaktan çekilen güç ve dirençler üzerindeki güçleri bulunuz.



Şekil3.21

Çözüm3.12: Toplam kaynaktan çekilen akım 2A, bu akımın geçtiği elaman değerleri devrede görülüyor. Gücü bu iki değerden faydalanarak bulabiliriz.

$$R_{E\varnothing} = R_T = \frac{1}{\left(\frac{1}{68\Omega}\right) + \left(\frac{1}{33\Omega}\right) + \left(\frac{1}{22\Omega}\right)} = 11,1\Omega$$

devrenin eşdeğer direncini bulduğumuza göre kaynağın bu elemanlara verdiği toplam gücü eşdeğer direnç ve toplam akımdan bulabiliriz.

$$P_T = I_T^2 \cdot R_T = (2A)^2 \cdot (11,1\Omega) = 44,4\text{Watt}$$

Kaynağın gerilim değerini bulup elemanlar paralel bağlı olduklarından eleman uçlarındaki gerilim kaynak gerilimine eşittir. Gerilim değerini bulduktan sonra $P_n = U^2/R_n$ formülünde değerler yerine konularak direnç uçlarındaki harcanan güçler bulunur.

$$U = I_T \cdot R_{E\varnothing} = 2A \cdot 11,1\Omega = 22,2V$$

$$P_1 = \frac{(22,2)^2}{68\Omega} = 7,25W,$$

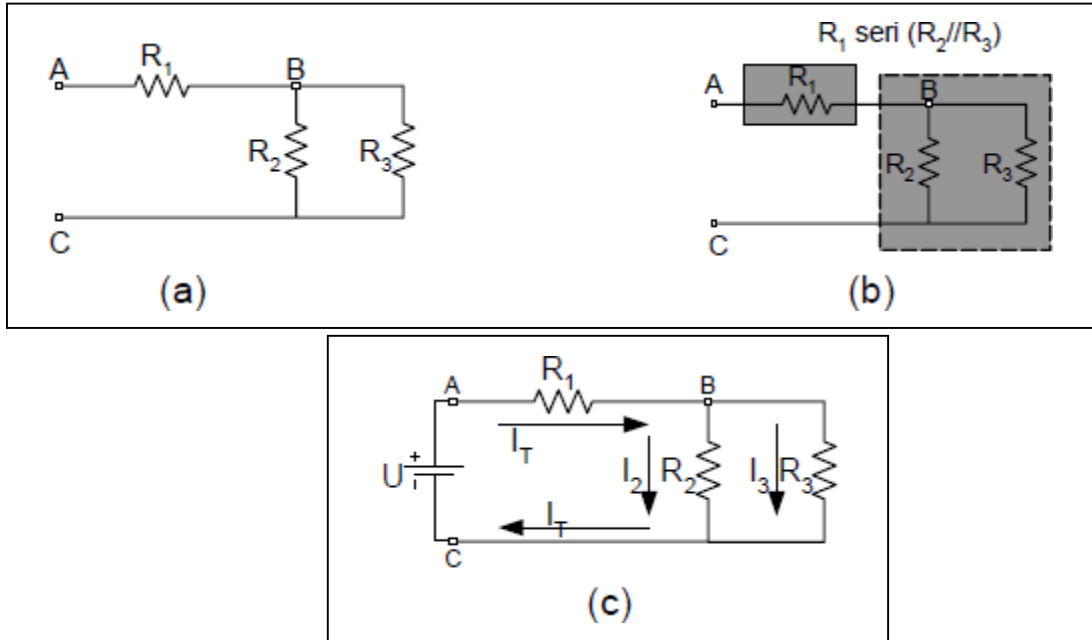
$$P_2 = \frac{(22,2)^2}{33\Omega} = 14,9W$$

$$P_3 = \frac{(22,2)^2}{22\Omega} = 22,4W, \quad P_T = 7,25W + 14,9W + 22,4W = 44,6W$$

4-SERİ-PARALEL (KARIŞIK) DEVRELER

4.1 DİRENÇLERİN SERİ-PARALEL BAĞLANMASI

Dirençler seri, paralel ve tek bağlanabildikleri gibi bu bağlama şekillerinin bir arada bulunmasına seri-paralel(karışık) bağlama denir. Şekil4.1de bu bağlamaları şekilsel olarak inceleyelim. Sonra bu bağlamalara dirençler bağlayarak karışıklık durumunu artıralım.



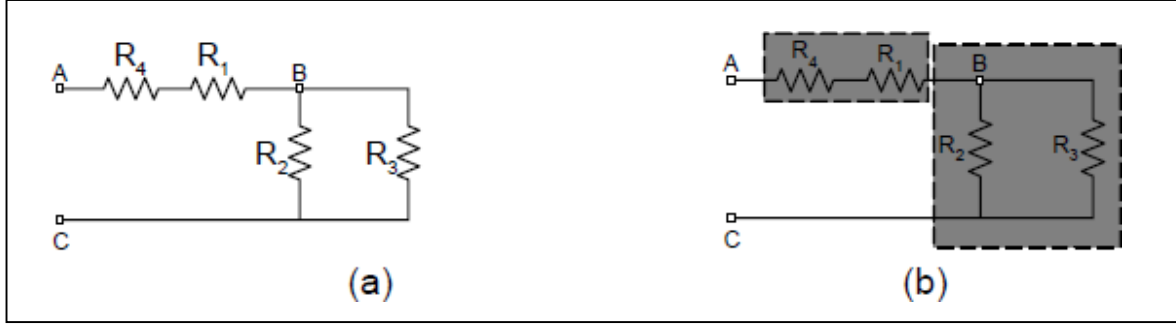
Şekil4.1

Şekil4.1(a) da üç direnç birbirleri ile karışık bağlanmıştır. Şekil4.1(b)deki şekilde bu dirençlerin nasıl birbirleri ile bağlantı durumunu şekil üzerinde gösterilmiştir. Devre üzerinde gösterildiği gibi R_1 direnci R_2 ve R_3 direncinin paralelligine ($R_1 + R_2 // R_3$) seridir. Bu devreye bir gerilim kaynağı bağlandığında kaynaktan geçen akım seri eleman ve paralel bağlı eleman üzerinde akımın seri eleman üzerinden kaynaktan çekilen akımın aynen geçtiğini, paralel dirençler üzerinden nasıl kollara ayrıldığını Şekil4.1(c) de gösterilmektedir. Bu bağlantı şeklini

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

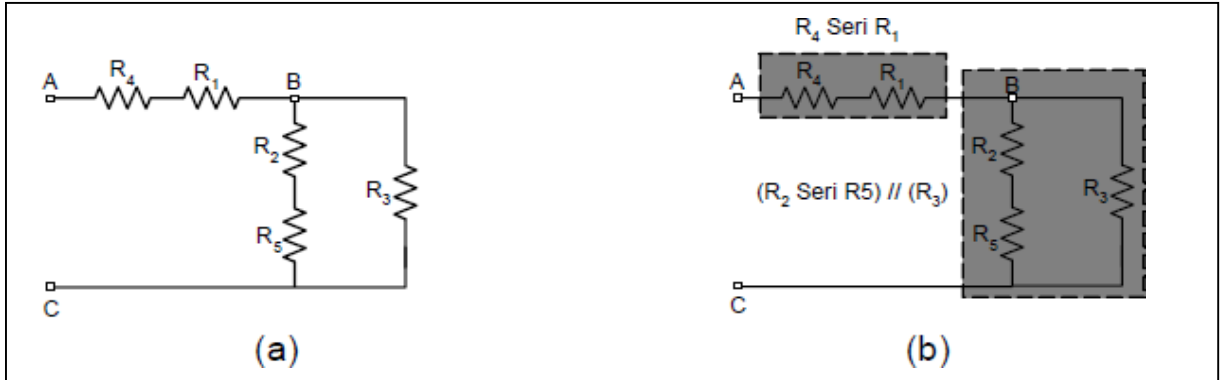
ne kadar şekilsel devre üzerinde inceler ve karışık hale getirirsek karışık bağlamayı baktığımız anda hangi direnç hangisi ile seri hangisi ile paralel olduğunu görmemiz daha hızlı olur. Şekil4.1deki devreye şekil4.2de gösterildiği gibi dirençler ekleyerek bu eklediğimiz dirençlerin bağlanma durumunu inceleyelim.

Şekil4.2deki devrede şekil4.1(a)deki devreye R_4 direnci bağlanarak devre tekrar çizilmiş. Şekil4.2(b) deki şekilde ise bu bağlanan R_4 direncinin önceki dirençlere bağlantı şekli gösterilmiştir. Bu bağlanan direnç R_1 direncine seri (R_2, R_3) dirençlerine ise paraleldir. Bu devreye bir direnç daha bağlayalım ve bu bağlanan direncin önceki dirençlere bağlantı şeklini açıklayalım.



Şekil4.2

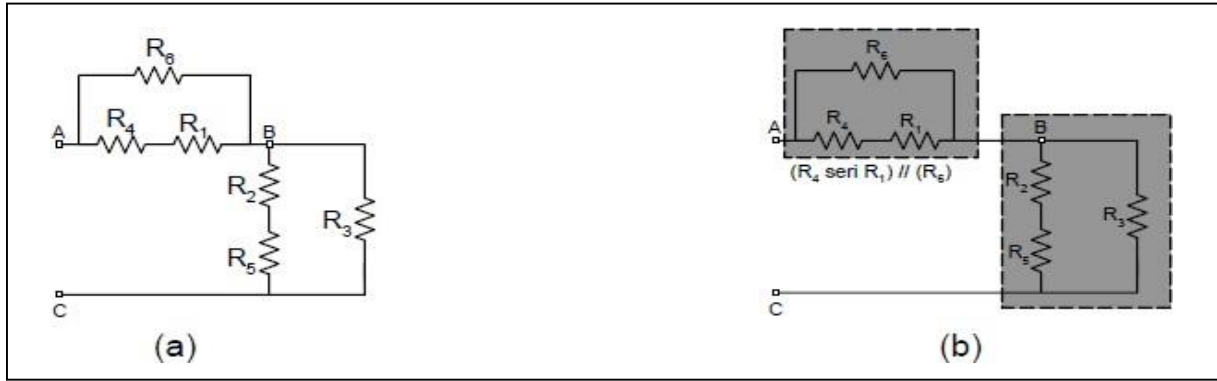
Devreye şekil4.3(a)da görüldüğü gibi R_5 direnci eklenmiş bu direnç R_2 ye seri R_3 direncine paralel, bu paralel blok R_4 ve R_1 direncine seri bağlı durumdadır.



Şekil4.3

Bu devreye R_6 direnci ekleyelim. Bu eklediğimiz direncin diğer dirençlere bağlantı şekli açıklayalım.

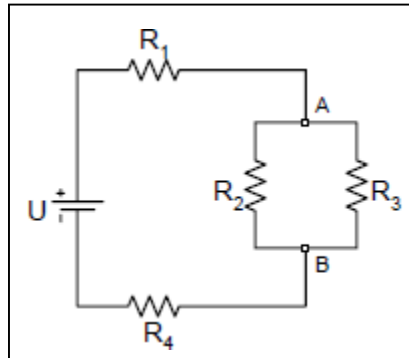
Şekil4.4(a) de gösterildiği gibi R_6 direnci, (R_4, R_1) dirençlerine paralel bu paralel blok, şekil4.4(b)de gösterildiği gibi (R_2 ile R_5 seri bu serilik R_3 'e paralel) bu gruba seridir. Bu devreleri daha da karışık hale getirebiliriz bunun sonu yoktur. Önemli olan serimi, paralel mi anlamamız için akımın kollara ayrılıp ayrılmadığına bakmak gerekir bir devrede akım kollara ayrılmıyorsa bu elemanlar birbirleri ile seri kollara ayrılıyorsa bu dirençler birbirleri ile paralel bağlıdır.



Şekil4.-4

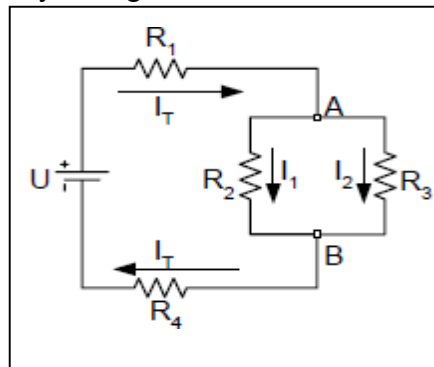
Bu konu ile örnekler yaparsak anlaşılması birazda artacaktır. Bu konu ilerleyen zamanlarda sürekli kullanılacağı için biraz daha anlamak için örnekleri çok yapmamız gerekir. Çünkü devrede elemanların birbirleri ile bağlantılarının durumunu göremezsek bulacağımız değerler baştan yanlış olacaktır. Teknik elemanın hatası ölümle sonuçlanacağından hatanın minimuma çekilmesi ölümcül hatalar yapılmaması gerekir. Bulacağınız gerilim 22V iken hata üzerine 220 V bulduğunuzdu düşünün bu değerler üzerine yapacağınız aletin ve bu kullanıcın düşeceği durumu sizler taktir edin. Bunun için ilerleyen konularda bu devrelere bakıldığı an bağlantı şeklini görmemiz gerekir.

Örnek4.1: Şekil4.5 de devreye bağlı dirençlerin bağlantı şekillerini ve kaynaktan çekilen akımın takip edeceği yolları açıklayınız.



Şekil4.5

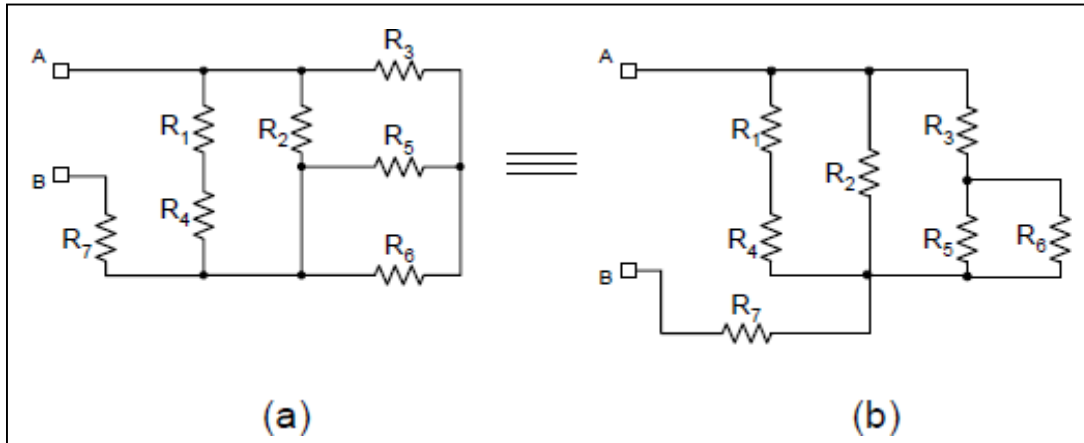
Çözüm4.1: R_1 direnci kaynağa seri bağlanmış ve kaynaktan çekilen akım aynı değeri değişmeden bu eleman üzerinden akar. R_2 ve R_3 dirençleri birbirleri ile paralel bağlanmış bu paralellik R_1 elemanına seridir. Kaynaktan çekilen akım R_1 elemanından aynen geçerek R_1 ve R_2 dirençlerinin oranları dahilinde bu elemanların üzerlerinden geçip kaynağa aynı değerde varmaktadır.



Şekil4.6

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

Örnek4.2: Şekil4.7deki devrede elemanların bağlantı durumlarını inceleyiniz.



Şekil4.7

Açıklama: Şekil4.7(a) deki devre karışık görünmekle birlikte son derece bağlantı şekilleri açıktır. Bu devreyi tekrar anlamamız için şekil4.7(b)deki gibi tekrar çizdiğimiz de görüldüğü gibi R_1, R_4 seri bu serilik R_2 'ye ve (R_3 seri R_5, R_6 paralellğine) parantez içindeki gruba paraleldir.

4.2 SERİ-PARALEL DEVRELERİN ANALİZİ

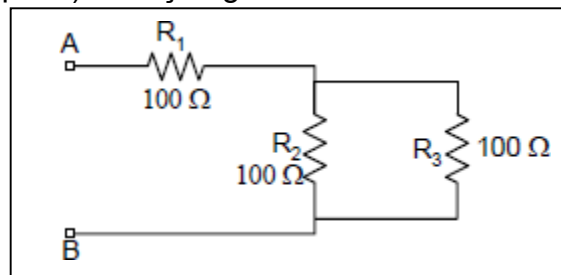
Bu konu başlığı altında;

- Toplam(eşdeğer) Direnç
- Toplam Akım ve Kol akımları
- Eleman Üzerindeki Gerilim Düşümleri incelenecektir.
-

4.2.1 TOPLAM(EŞDEĞER) DİRENÇ

Dirençlerin karışık bağlandıklarında bu direnç topluluğunun tek bir direnç haline aldirtmak gerekir. Bu eşdeğer direnç haline getirmek için seri, paralel devrelerde görmüş olduğumuz formüllerden faydalanmak gerekir. Eşdeğer haline getirilirken hangi noktalar arasında eşdeğer bulunacaksa; (her noktaya göre eşdeğerlik değişir, bunu da unutmamak gerekir) önce paralel kollarda seri direnç bağlantısı varsa bu seri devrede görmüş olduğumuz eşdeğer direnç formülü kullanılarak o koldaki direnç tek bir direnç haline getirilir daha sonra bu paralel kol, paralel devredeki eşdeğer direnç formülü kullanılarak tek bir direnç haline getirilir. Son olarak bu elemana seri eleman varsa seri devre olduğu gibi eşdeğer direnç bulunur.

Örnek4.3: Şekil4.8 deki verilen dirençler karışık bağlanmış, bu dirençlerin A-B uçlarındaki eşdeğer(toplam) direnç değerini bulunuz.



Şekil4.8

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

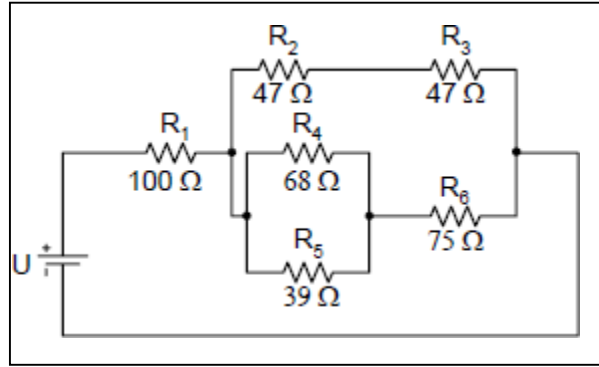
Çözüm4.3: Şekil4.8deki devrede R_2 ve R_3 dirençleri paralel bağlanmış ve bu dirençlerin omik değerleri eşit, $R_2//R_3$ paralelliği R_1 direncine seri olarak bağlıdır. $R_2//R_3$ paralel ve değeri eşit olduğu için, formülde değerler yerine konulursa paralelliğin eşdeğeri bulunur daha sonrada bu değer R_1 'e seri olduğu için toplanır ve AB uçlarının eşdeğeri bulunur.

$$R_{2-3} = \frac{R}{n} = \frac{100}{2} = 50\Omega \text{ veya } R_{2-3} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100\Omega \cdot 100\Omega}{100\Omega + 100\Omega} = 50\Omega$$

bulunur. Şimdi R_{2-3} ve R_1 seri

$$R_{AB} = R_{E\grave{s}} = R_1 + R_{2-3} = 100\Omega + 50\Omega = 150\Omega \text{ bulunur.}$$

Örnek4.4: Şekil4.9daki elektrik devresinin eşdeğer direncini bulunuz.

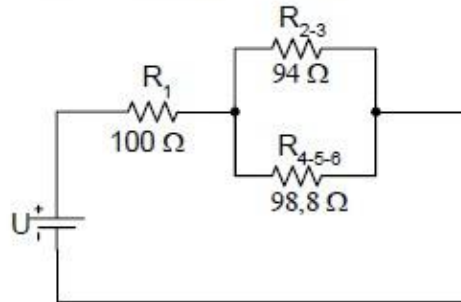


Şekil4.9

Çözüm4.4: Bu devrede R_2 , R_3 seri, bu seriğe $R_4//R_5+R_6$ grubu paraleldir. Bu paralellik R_1 direncine seridir. Bu açıklama ışığında eşdeğer direnç;

$$R_{2-3} = R_2 + R_3 = 47\Omega + 47\Omega = 94\Omega, R_{4-5} = \frac{R_4 \cdot R_5}{R_4 + R_5} = \frac{(68\Omega) \cdot (39\Omega)}{68\Omega + 39\Omega} = 24,8\Omega$$

$$R_{4-5-6} = R_6 + R_{4-5} = 75\Omega + 24,8\Omega = 99,8\Omega$$



Şekil4.10

$$R_{AB} = \frac{(R_{2-3}) \cdot (R_{4-5-6})}{(R_{2-3}) + (R_{4-5-6})} = \frac{94\Omega \cdot 99,8\Omega}{94\Omega + 99,8\Omega} = 48,4\Omega \text{ devrenin eşdeğer direnci}$$

$$R_{E\grave{s}} = R_1 + R_{AB} = 100\Omega + 48,4\Omega = 148,4\Omega \text{ bulunur.}$$

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

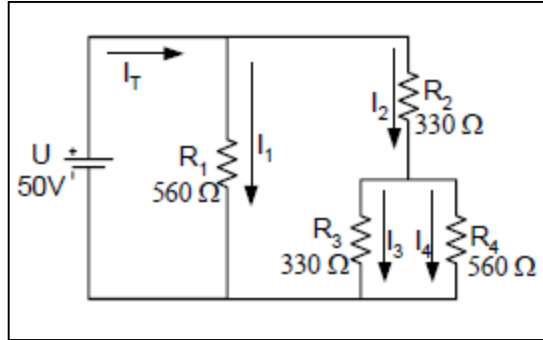
4.2.2 TOPLAM AKIM VE KOL AKIMLARI:

Toplam akımın buluna bilmesi için eşdeğer direnç ve kaynağın gerilim değeri Verilmiş olması gerekir. Kol akımları seri devrede ve paralel devrede görmüş olduğumuz kanunlardan çıkarılan formülleri kullanarak kol akımlarını ve kaynağın akımını bulabiliriz. Şekil4.19 daki devrede kaynağın gerilim değeri verilmiş olsaydı; $I_T = U/R_{EŞ}$ formülünden bulunurdu. Bu devre için kaynak gerilimi 30V olmuş olsa idi toplam akım;

$$I_T = \frac{U}{R_{EŞ}} = \frac{30V}{148,4\Omega} = 202mA$$

bulunurdu. Kol akımlarını akım bölme kaidesinden ve kirchhoffun gerilim kanunlarından yararlanarak bu değerlerle devredeki tüm dirençlerin üzerinden geçen akımları bulabilirdik. Bu işlemleri yapabileceğimiz bir örnek yapalım.

Örnek4.5: Şekil4.11deki karışık bağlı dirençlerin uçlarına bir 50V'lık bir kaynak bağlandığında R_4 direnci üzerinden geçen akımı bulalım.



Şekil4.11

Çözüm4.5: R_4 direnci üzerinden geçen akımı bulmak için bu elemanın üzerindeki gerilimi veya I_2 akımının bulunması gerekir. Her iki değerden de bulabiliriz. Şimdi I_2 değerini bularak çözüm yapılacaktır. I_2 akımını bulmak için R_2, R_3 ve R_4 dirençlerinin eşdeğerini bulup, kaynak bu kola paralel bağlandığından I_2 akımını buluruz. Sonra akım bölme kaidesi formülünden I_4 akımını buluruz. Bu ifadeler ışığında çözüm;

$$R_{(2-3-4)} = R_2 + \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4} = 330\Omega + \frac{(330\Omega) \cdot (560\Omega)}{890\Omega} = 538\Omega$$

$$I_2 = \frac{U}{R_{(2-3-4)}} = \frac{50V}{538\Omega} = 93mA \quad \text{o, koldaki toplam akım bulunur.}$$

Akım bölme kaidesinden, R_4 direncin den geçen akım;

$$I_4 = \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} \right) \cdot I_2 = \left(\frac{330\Omega}{890\Omega} \right) \cdot 93mA = 34,5mA \text{ bulunur.}$$

Örnekte istenmemiş ama R_3 direnci ve R_1 direncinin üzerinden geçen akımların da bulunması istenmiş olsaydı; o zaman R_3 direnci üzerinden geçen I_3 akımını akımlar kanunundan, I_1 'i ohm kanunundan aşağıdaki gibi çözüldü.

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

$$I_2 = I_3 + I_4 \text{ burdan } I_3 = I_2 - I_4 = 93\text{mA} - 34,5\text{mA} = 53,5\text{mA}$$

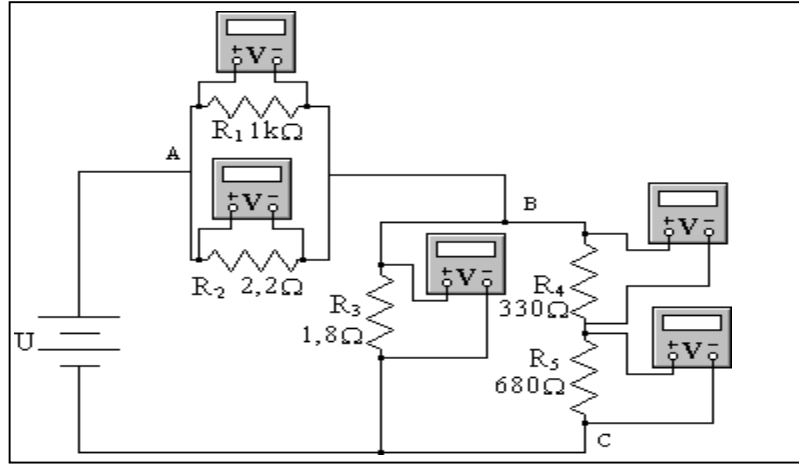
$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{50\text{V}}{560\Omega} \cong 0,09\text{mA}$$

Sizlerde bu örneği şimdiye kadarki görmüş olduğumuz konulardan yararlanarak farklı yönden çözünüz.

4.2.3 ELEMEN ÜZERİNDEKİ GERİLİM DÜŞÜMLERİ

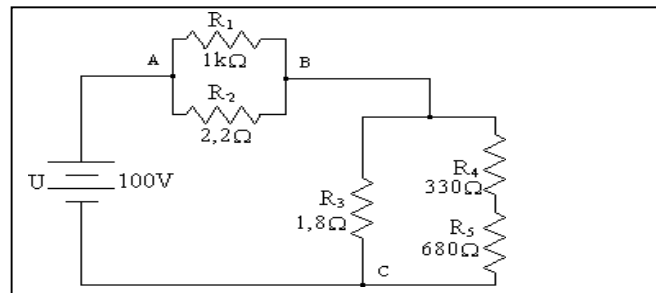
Dirençlerin karışık bağlantılarında gerilim düşümlerini bulmak için elemanların bağlantı şekillerini iyi görebilmek gerekir. Bu bağlantı şekillerini doğru gördükten sonra seri-paralel devreleri incelerken kullandığımız formülleri kullanarak karışık devrede bağlı direnç uçlarındaki gerilim düşümlerini doğru bir şekilde bulmuş oluruz. Bu konu ile ilgili şekil4.12 deki elektrik devresini inceleyelim.

- 1) V_1 ve V_2 voltmetresinin gösterdiği gerilim değerleri eşittir. Eşit olmasının nedeni R_1 , R_2 dirençleri paralel bağlı.
- 2) V_3 voltmetresinin gösterdiği değer ise $V_4 + V_5$ voltmetrelerinin gösterdiği değerlerin toplamına eşittir. Çünkü R_3 direnci R_4 ve R_5 direncine paralel bağlı, V_3 voltmetresinin gösterdiği gerilim aynı zamanda B-C uçlarının gerilimidir.
- 3) V_4 gerilimi ve V_5 gerilimini gösteren voltmetrelerin değerlerini gerilim bölme kaidesinden bulabiliriz.
- 4) V_1 ve V_3 voltmetrelerinin toplamı kaynak gerilimi U 'ya eşit olacağını kirchhoffun gerilim kanununu hatırlarsak nedenli doğru olacağını görmemiz gerekir.



Şekil4.12

Örnek4.6: Şekil4.12deki devreyi şematik olarak çizelim ve bu voltmetrelerin gösterdikleri değerleri teorik olarak çözelim.



Şekil4.12

Çözüm4.6: A ve B uçlarındaki paralel dirençler R_1 ve R_2 dirençlerinin eşdeğeri (R_{AB});

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

$$R_{AB} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(1k\Omega) \cdot (2,2k\Omega)}{3,2k\Omega} = 688\Omega$$

B-C uçlarındaki R_3 direnci R_4 ve R_5 dirençlerine paralel $(R_4+R_5)/R_3$;

$$R_4 + R_5 = 330\Omega + 680\Omega = 1010\Omega = 1,01k\Omega$$

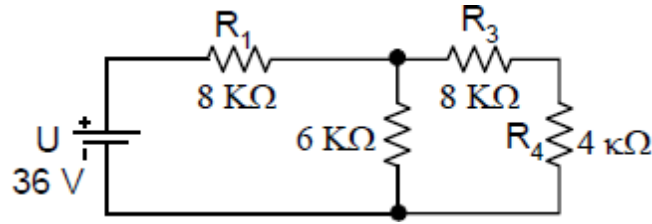
$$R_{BC} = \frac{R_3 \cdot (R_4 + R_5)}{R_3 + R_4 + R_5} = \frac{(1,8k\Omega) \cdot (1,01k\Omega)}{2,81k\Omega} = 647\Omega$$

$R_{(T=E\ddot{S}\ddot{S})} = R_{AB} + R_{BC} = 688\Omega + 647\Omega = 1335\Omega$ bulunur. Gerilim bölme kaidesini kullanarak

$$U_{AB} = \left(\frac{R_{AB}}{R_T}\right)U = \left(\frac{688\Omega}{1335\Omega}\right) \cdot 100V = 51,5V, \quad U_{BC} = \left(\frac{R_{BC}}{R_T}\right) \cdot U = \left(\frac{647\Omega}{1335\Omega}\right) \cdot 100V$$

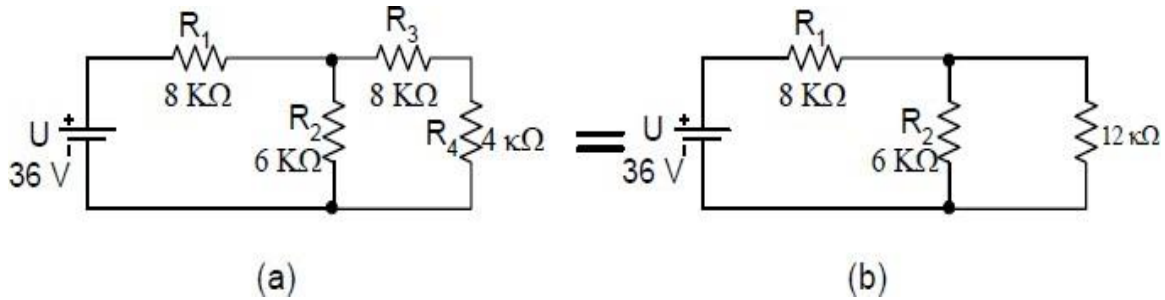
$$U_1=U_2=U_{AB}=51,5V \quad \text{ve} \quad U_3=U_{BC}=48,5V \quad (\text{Paralel olduklarından})$$

Örnek4.7: Şekil4.13deki devrenin analizini yapınız.

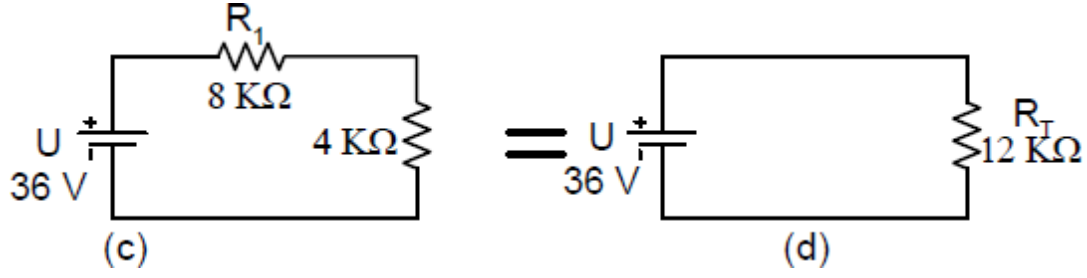


Şekil4.13

Çözüm4.7: Devrenin analizi akım, gerilim ve güçlerin bulunmasıdır. Bu analize devrenin eşdeğer direncini bularak başlayalım. Şekil4.13 deki devrede $R_1+(R_2/(R_3+R_4))$ bağlanmıştır. Bu devrenin eşdeğerini şekil4.14de ayrıntılı olarak şekiller üzerinde eşdeğer bulunmuştur.

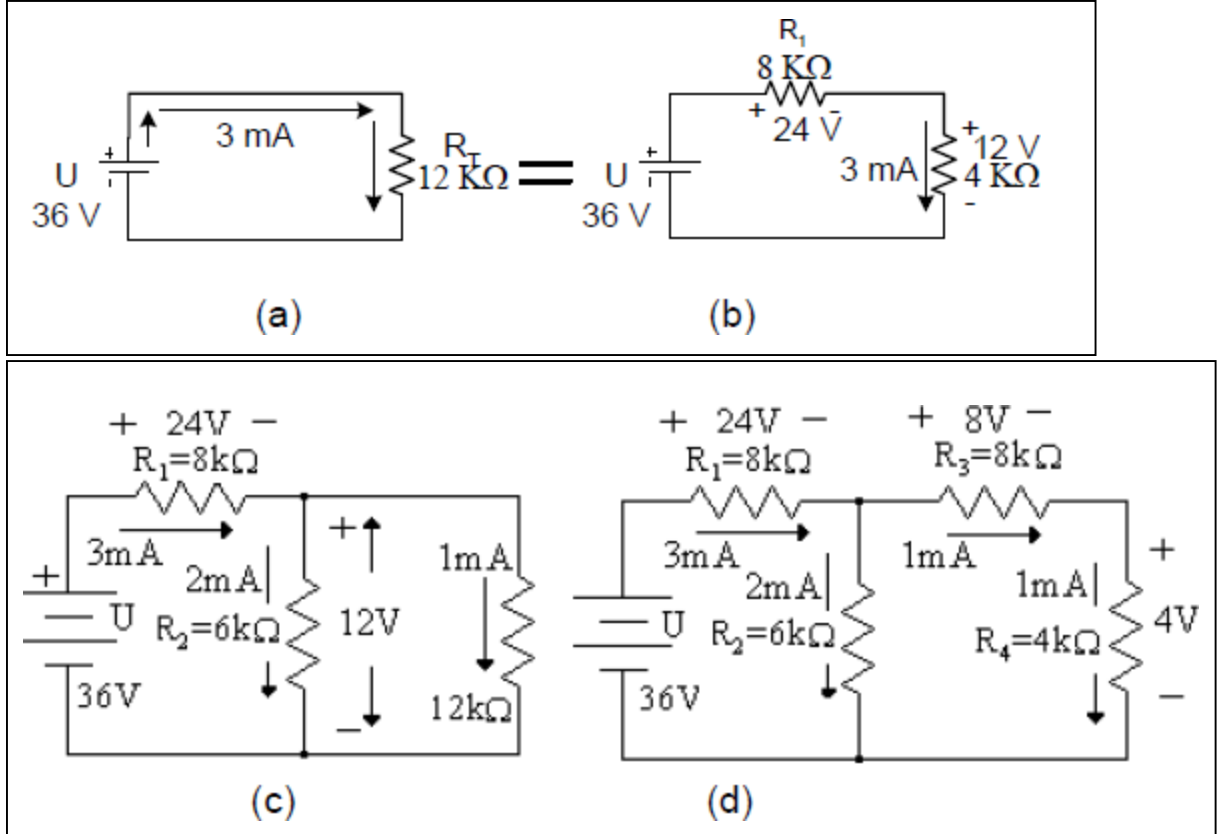


DOĞRU AKIM DEVRELERİ



Şekil4.14

Şekil4.15de ise eşdeğer dirençte olduğu gibi şekillerle kademeli olarak kaynaktan çekilen ve elemanlar üzerindeki akımlar bulunmuştur.



Şekil4.15

Şekil4.14(d)deki devrede eşdeğer direnç ve şekil4.15(a)da toplam akımı göstermektedir. Toplam akımı teorik olarak aşağıdaki şekilde;

$$R_{Eş} = R_1 + \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} = 8k\Omega + \frac{6k\Omega \cdot (8k\Omega + 4k\Omega)}{6k\Omega + 8k\Omega + 4k\Omega} = 8k\Omega + 4k\Omega = 12k\Omega$$

$$R_{Eş} = R_1 + \frac{R_2 \cdot (R_3 + R_4)}{R_2 + R_3 + R_4} = 8k\Omega + \frac{6k\Omega \cdot (8k\Omega + 4k\Omega)}{6k\Omega + 8k\Omega + 4k\Omega} = 8k\Omega + 4k\Omega = 12k\Omega$$

$$I_T = \frac{U}{R_{Eş}} = \frac{36V}{12k\Omega} = 3mA$$

bulunur. Şekil4.15(b)deki devrede gerilim kaynağına seri bağlı olan 8kΩ ve 4kΩ üzerinden bu toplam akım bu elemanlar üzerinden geçmekte ve bu akımın bu eleman uçlarında oluşturduğu gerilim düşümü;

DOĞRU AKIM DEVRELERİ

$$U_{(8k\Omega)} = (3mA).(8k\Omega) = 24V \quad U_{(4k\Omega)} = (3mA).(4k\Omega) = 12V$$

Şekil4.15©deki devrede görüldüğü gibi $U_{4k\Omega}$ uçlarındaki gerilim aynı zamanda $6k\Omega$ ile $12k\Omega$ direnç uçlarında paralel olmalarından dolayı görülecektir. Bu elemanların üzerinden geçen akım;

$$I_{(6k\Omega)} = \frac{12V}{6k\Omega} = 2mA \quad I_{12k\Omega} = \frac{12V}{12k\Omega} = 1mA$$

Dikkat edilirse kirchhoffun akımlar kanunu yine bu devrede de kanıtlanmış oldu. $I_{(8K\Omega)} = 3mA = I_{(6K\Omega)} + I_{(12K\Omega)} = 2Ma + 1mA = 3mA$ ile devrenin analizi yapılmıştır.

5-ELEKTRİK KAYNAKLARI

5.1 GERİLİM ve AKIM KAYNAĞI

5.1.1 BAĞIMSIZ GERİLİM KAYNAĞI

Gerilim kaynaklarını şimdiye kadar çeşitli devrelerde bağlama ve sembol olarak çok sık kullandır. Kullandığımız kaynakların hepsi bağımsız gerilim kaynağı ve sembolleriydi. Bağımsız gerilim kaynağını anlatmaya başlamadan bağımlı gerilim kaynağına biraz açıklık getirelim. Bağımlı gerilim kaynağı devrede herhangi bir parametreden etkilenen kaynaktır. Bu parametreye göre artar veya azalır. Örneğin $U_1=k.R$ gibi; bağımsız gerilim kaynakları ise hiçbir şeyden etkilenmeyen devreye sürekli enerji pompalayan kaynaklardır. Aktif bir elemandır enerji verir. Üzerinden ne kadar akım çekilirse çekilsin uçlarındaki gerilim değeri değişmeyen kaynaklardır. Bu kabul ettiğimiz gerilim kaynağı ideal gerilim kaynağıdır. Gerçekte bu imkansızdır.

Nedenine gelince sonsuz akım verecek bir kaynak şu anda üretilmemektedir. Bunun nedenine gelecek olursak; bir kuru pilin gerilimi devresine verdiği akım arttıkça uçlarındaki gerilim değeri azalır. Bu sebeple bu bağımsız gerilim kaynağımız ideal bir kaynak değildir. Devrelerde kullanacağımız kaynakları ideal kaynak olarak düşünecek bu kaynakların U değeri değişmeden sonsuz akım ve sonsuz güce sahip olduğu kaynağa DC gerilim kaynağı olarak isimlendireceğiz. Pratikte bu ideal gerilim kaynağına en yakın üreteç, iç direnci çok küçük olan akümülatörlerdir. Çekilen akım küçük olduğunda da bağımsız DC gerilim kaynağı gibi çalıştıklarını yaklaşık olarak kabul edebiliriz. Şekil5.1de sembolleri görülmektedir.

