DOĞRU AKIM

1.1. Doğru Akım Kavramları

1.1.1. Doğru Akımın Tanımı

Zamanla yönü ve şiddeti değişmeyen akıma doğru akım denir. İngilizce “Direct Current” kelimelerinin kısaltılması “DC” ile gösterilir.

1.1.2. Doğru Akımın Elde Edilmesi

DC üreten kaynaklar şu şekilde sıralanabilir:

- Pil; kimyasal enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren araçlara pil adı verilir.
- Akümülatör; kimyasal yolla elektrik enerjisi üreten araçtır.
- Dinamo; hareket enerjisini DC elektrik enerjisine çeviren araçlardır.
- Doğrultmaç devresi; Alternatif akım elektrik enerjisini DC elektrik enerjisine çeviren araçlardır.
- Güneş pili; Güneş enerjisini DC elektrik enerjisine çeviren elemanlara güneş pili denir.

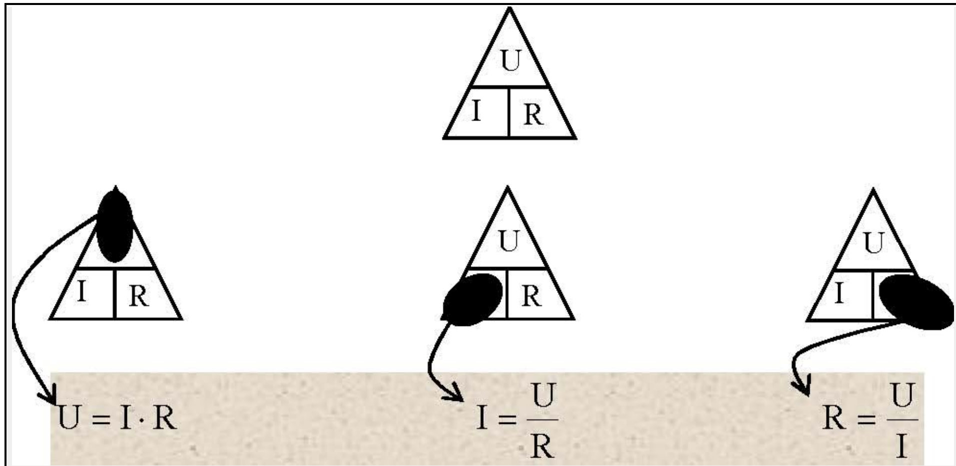
1.1.3. Doğru Akımın Kullanıldığı Yerler

Doğru akımın yaygın olarak kullanıldığı alanlarışöyle sıralayabiliriz:

- Haberleşme cihazlarında (telekomünikasyonda)
- Radyo, teyp, televizyon, gibi elektronik cihazlarda
- Redresörlü kaynak makinelerinde
- Maden arıtma (elektroliz) ve maden kaplamacılığında (galvonoteknik)
- Elektrikli taşıtlarda (tren, tramvay, metro)
- Elektro-mıknatıslarda
- DC Elektrik motorlarında

1.1.4. Ohm Kanunu

Tanımı: 1827 yılında George Simon Ohm “Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkın, iletkenden geçen akım şiddetine oranı sabittir” şeklinde tanımını yapmıştır.



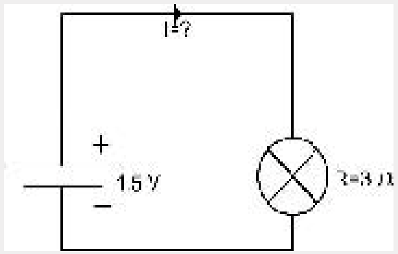
Şekil 1.1: Ohm kanununun denklem halinde gösterimi

Bir elektrik devresinde akım, voltaj ve direnç arasındaki bağlantıyı veren kanuna “Ohm Kanunu” adı verilir.

Bu tanıma göre aşağıdaki formüller elde edilir.

Burada U gerilimi (birimi volt “V”); I akımı (birimi amper “A”), R direnci (birimi Ohm “?”) simgelemektedir. Üçgende hesaplanmak istenen değerin üzeri parmak ile kapatılarak denklem kolayca çıkarılabilir.

Örnek 1.1: 1,5 V’luk pilin uçları arasına direnci 3 ohm olan bir ampul bağlanmıştır. Ampul üzerinden geçen akımı hesaplayınız (Şekil 1.2).



Şekil 1.2

Çözüm

U 1,5

I =x I == 0,5A bulunur.

R3

1.2. Devre Çözümleri

Elektronik devrelerde kullanılan dirençler, seri paralel ya da karışık bağlanarak çeşitli değerlerde dirençler elde edilebilir.

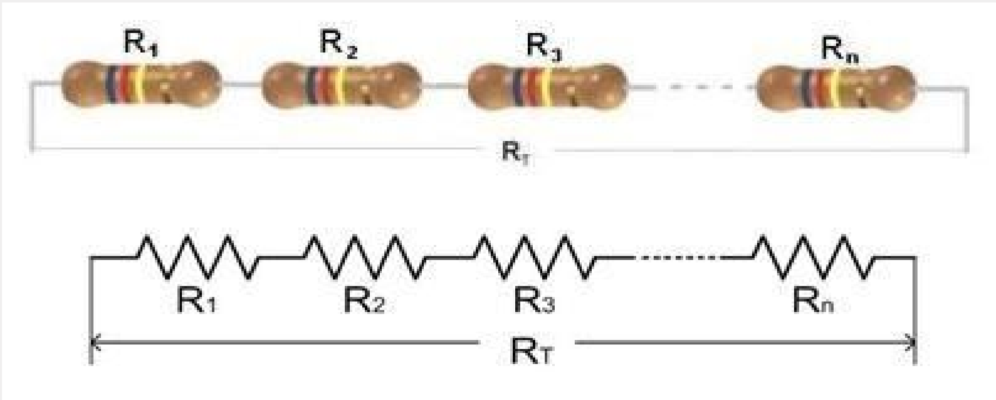
1.2.1. Seri Devre

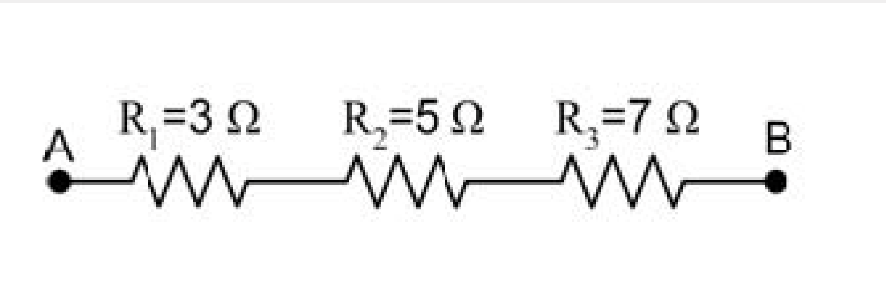
1.2.1.1. Seri Devrenin Özellikleri

İçlerinden aynı akım geçecek şekilde dirençler birbiri ardına eklenirse bu devreye seri devre denir. İstenen değerde direnç yoksa seri bağlantı yapılır. Örneğin iki adet 300?’luk direnç seri bağlanarak 600?’luk direnç elde edilir.

1.2.1.2. Eşdeğer Direnç Bulma

Tüm dirençlerin yerine geçecek tek dirence eşdeğer direnç veya toplam direnç denir. RT veya Reşşeklinde gösterilir. Seri devrede toplam direnç artar. Birbiri ardınca bağlanan dirençlerden her birinin değeri aritmetik olarak toplanır ve toplam direnç bulunur. Toplam direnç bulunmasında kullanılan denklem;



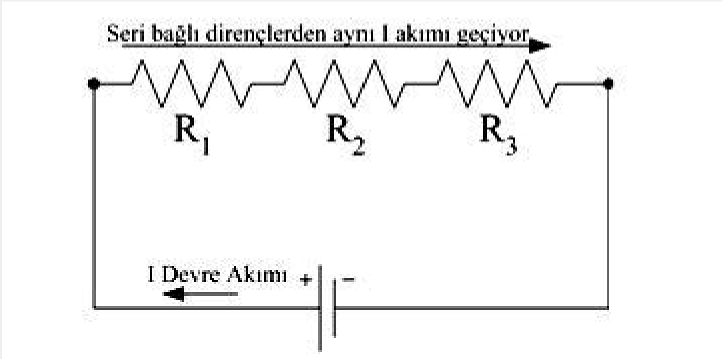


Çözüm: R =R +R +R = 3 + 5 + 7 = 15?

T123

1.2.1.3. Akım Geçişi

Devre akımı seri bağlı tüm dirençlerin üzerinden geçer.



Şekil 1.5: Seri devrede akım geçişi

1.2.2. Kirşof'un Gerilimler Kanunu

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

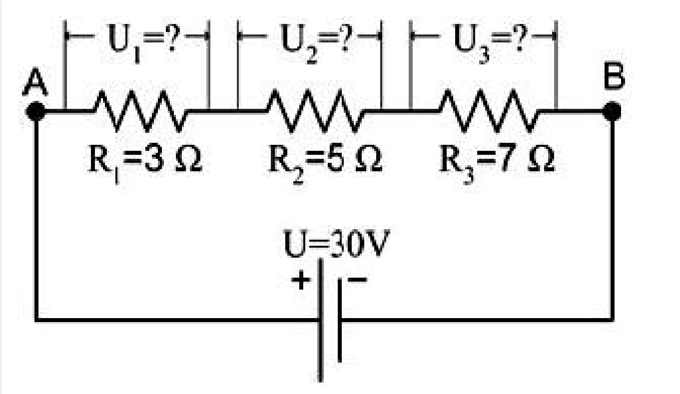
Yani, U =U + U + …..+ U ……. (V)' tur. ……….. (1)

T12 n

U = I . R olduğundan ………………. (2) U =(I.R)+ (I.R)+ … +(I .R) (3) şeklinde de yazılabilir.

T12 nn

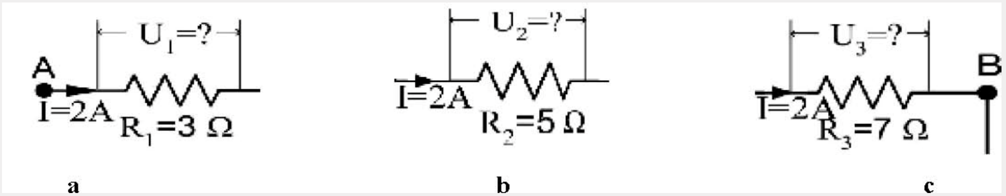
Örnek 1.3: Şekil 1.6'da verilen devrede dirençler üzerinde düşen gerilimleri beraberce bulalım.



Şekil 1.6 Çözüm: Öncelikle eşdeğer direnç (Örnek 1.2’de olduğu gibi) RAB = R1 + R2 + R3 $\longrightarrow$ RAB = 3 + 5 + 7 = 15? U 30

ve devreden geçen akım (Ohm Kanunu yardımıyla) I == = 2A bulunur.

R AB 15 Şimdi ise her bir direnç için Ohm Kanunu’nu uyguladığımızda;



Şekil 1.7: (a,b,c)

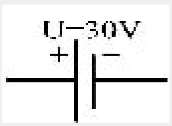
U = I.R = 2 x 3 = 6V U = I.R = 2 x 5 = 10V U = I.R = 2 x 7 = 14V

1122 33

Kirşof Kanunu’na göre dirençler üzerinde ki gerilimlerin toplamı üretecin gerilimine eşit olmalıydı;

U = U + U + U = 6 +10 +14 = 30V

123



Görüldüğü gibi üretecin gerilimi ile dirençler üzerine düşen gerilimlerin toplamı birbirine eşittir.

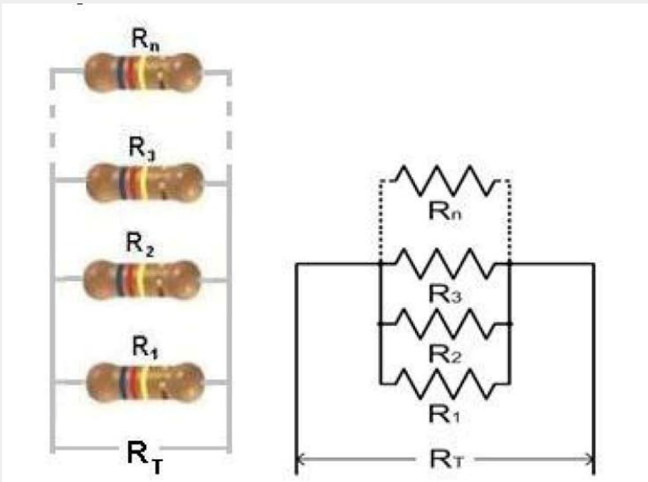
1.2.3. Paralel Devre

1.2.3.1. Paralel Devrenin Özellikleri

Dirençlerin karşılıklı uçlarının bağlanması ile oluşan devreye paralel bağlantı denir. Paralel bağlantıda toplam direnç azalır. Dirençler üzerindeki gerilimler eşit, üzerinden geçen akımlar farklıdır.

1.2.3.2. Paralel Devrede Direnç Toplama

Paralel bağlantıda seri bağlantıdan farklı olarak eşdeğer direnç, direnç değerlerinin çarpmaya göre terslerinin toplamının yine çarpmaya göre tersi alınarak bulunur. Formül haline getirirsek;



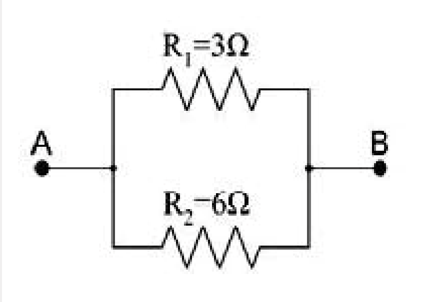
$$\frac{1}{R_{eş}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \cdots + \frac{1}{R_n}$$

Sekil 1.8: Paralel devre

Sadece iki paralel direncin olduğu devrelerde hesaplamanın kolaylığı açısından; formülü de kullanılabilir.

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

Örnek 1.4: Şekil 1.9'daki devrede A ve B noktaları arasındaki eşdeğer direnci hesaplayınız.



Şekil 1.9

1 11112 + 113 6

=+=+= = R == 2W veya

RRR366 R6 eş 3

eş 12 eş

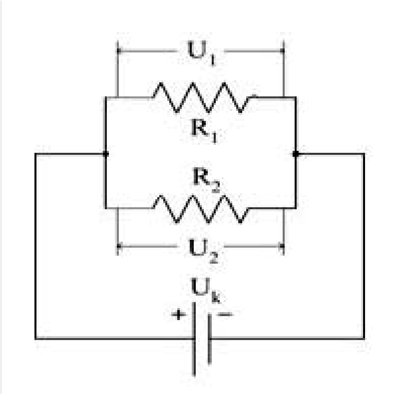
(2) (1)

R1 x R2 3 x 6 18R = === 2W olarak bulunur.

eş R1 + R2 3 + 69

1.2.3.3. Gerilim Eşitliği

Paralel kolların gerilimleri eşittir. Kaynak uçlarını takip edersek doğruca direnç uçlarına gittiğini görebiliriz (Şekil 1.10).



Şekil 1.10

Burada Uk kaynak gerilimi başka hiçbir direnç üzerinden geçmeden doğruca R1 direncinin uçlarına gitmekte dolayısıyla U1 gerilimi kaynak gerilimine eşittir. Tüm bunlar R2 direnci ve U2 gerilimi içinde geçerlidir. Başka bir değişle Uk=U1=U2'dir.

Direnci düşük olan koldan çok, direnci fazla olan koldan az akım geçişi olur. Akım ve direnç arasında ters orantı vardır.

1.2.4. Kirşof'un Akımlar Kanunu

Kirşof, Akımlar Kanunu ile "bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı o düğüm noktasını terk eden akımların toplamına eşittir" der (Şekil 1.11).

I = I + I + … + I (A) ……….. (1)

T12 n

U

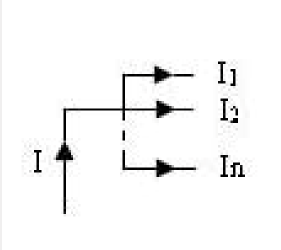
I = olduğundan 1 numaralı denklemde yerine yazarsak

R UU U

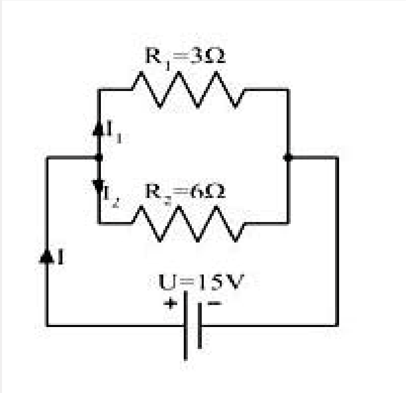
I =++ … + ………….. (2) şeklinde de yazılabilir.

TRR R

12 n



Şekil 1.11 Örnek 1.5: Şekil 1.12’deki devrenin I1 ve I2 kol akımlarını veI akımını bulunuz.



Şekil 1.12 Çözüm: Kaynak gerilimi paralel dirençlerde düşen gerilimlere eşittir. U15 U15

I = == 5A I = == 2,5A

1R13 2R26

Kirşofun Akımlar Kanunu ile I = I1 + I2 = 5 + 2,5 = 7,5A

1.2.5. Karışık Devre

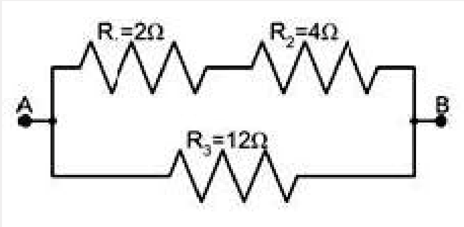
1.2.5.1. Karışık Devre Özellikleri

Hem paralel hem de seri bağlı dirençlerin bulunduğu devrelere karışık devre denir. Karışık devreler seri ve paralel devre özelliklerini gösterir.

1.2.5.2. Eşdeğer Direnç Hesaplama Yöntemi

Karışık devre çözümlerinde devrenin seri ve paralel kısımları ayrı ayrı hesaplanarak sadeleştirme yapılır. Sadeleştirmeler sonucunda eşdeğer direnç bulunur.

Örnek 1.6: Şekil 1.13’teki devrenin A-B noktaları arasındaki toplam direncini bulunuz.



Şekil 1.13 Çözüm : R = R + R = 2 + 4 = 6? (Şekil 1.14)

eş1 12

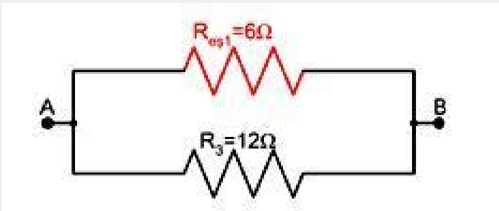
Reş1 x R3 6 x12 (Şekil 1.15)

R = == 4?

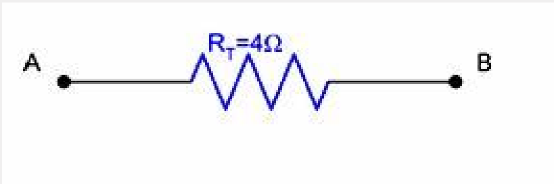
T

R + R6 +12

eş13



Şekil 1.14

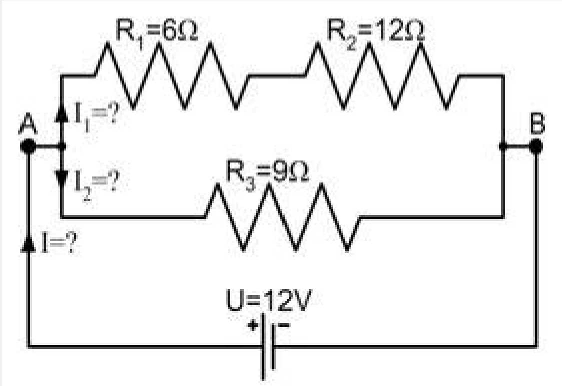


Şekil 1.15

1.2.5.3. Kol Akımlarının Bulunması

Karışık devre çözümlerinde devrenin akımını ve kol akımlarını bulmak için devrenin toplam direncini bulmak gerekir.

Örnek 1.7: Şekil 1.16'daki devrede her bir koldan geçen akımı hesaplayınız.



Şekil 1.16 Çözüm: Eşdeğer direnci hesaplayalım:

R = R + R = 6 + 12 = 18?

eş11 2

Reş1 x R3 18×9 162

RT = === 6?

R + R3 18+ 9 27

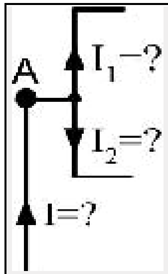
eş1

Devre akımını Ohm Kanunu ile hesaplayalım: U 12

I = == 2A bulunur.

RT 6

Kol akımlarını Kirşof Akımlar Kanunu'ndan faydalanarak bulalım. Burada kaynak geriliminin aynı zamanda R3 direnci üzerinde olduğuna dikkat edelim.



U 12

I = == 1,33A I = I -I = 2 -1,33 = 0,77A

2 12

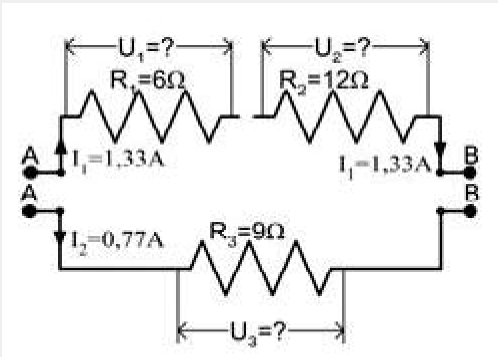
R3 9

Şekil 1.17

1.2.5.4. Dirençler Üzerinde Düşen Gerilim Değerlerinin Bulunması

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

Örnek 1.7’ye devam edelim ve dirençlerin üzerinde düşen gerilimleri de hesaplayalım:



U = I x R = 2 x 2 = 4V

1 11

$U = I \times R = 2 \times 4 = 8V$

2 12

$U = U1 + U2 = 4 + 8 = 12V$

$U = U = I \times R = 1 \times 12 = 12V$

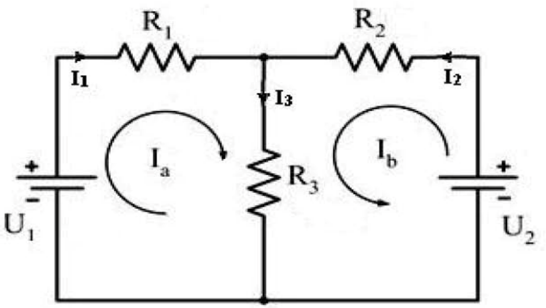
3 23

Şekil 1.18

1.2.6. Çevre Akımları Yöntemi

Bu yöntemde, devrenin her bir gözü için (Herhangi bir çevrenin seçilmesinde de sakınca yoktur) bir çevre akımı ve yönü seçilir(Şekil 1.19).

Seçilen bu çevre akımlarından faydalanarak Kirşof'un Gerilimler Kanunu her bir göze uygulanır ve göz adedi kadar denklem yazılır. Göz adedi kadar bilinmeyen çevre akımı olduğundan, elde edilen göz adedi kadar denklem çözülerek her bir gözün çevre akımı bulunur. Sonrada çevre akımları kullanılarak kol akımları kolaylıkla bulunabilir.

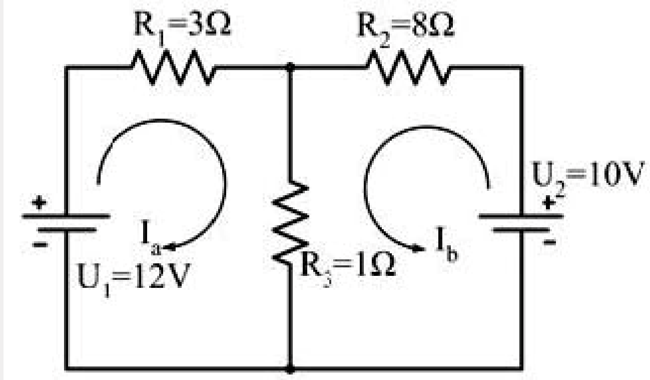


$U_1 = (R_1+R_3).Ia + R_3.Ib$

$U_2 = R_3.\ Ia + (R_2+R_3).\ Ib$

Şekil 1.19

Örnek 1.8: Şekil 1.20'deki devrenin çözümünü çevre akımları yöntemi ile bulunuz.



Şekil 1.20

Çözüm

$12 = 4.I + 1.I \quad 12 = 4Ia + Ib$

a b Ib = 0,8 A olarak bulunur.

(-4).10 = 1.Ia + 9.Ib -40 =-4Ia -36Ib

_

28 =-35Ib

12 -0,8

12 = 4I + II == 2,8A olarak bulunur.

ab a

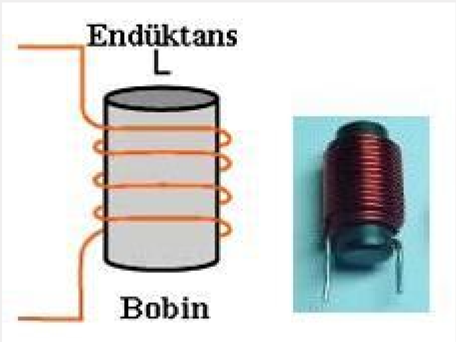
4

I1=Ia=2,8A I2=Ib=0,8A I3=Ia+Ib=2,8+0,8=3,6A olarak bulunur.

1.3. Bobinler ve Kondansatörler

1.3.1. Doğru Akım Devresinde Bobin

Bobin silindir üzerine sarılmış ve dışı izole edilmiş iletken telden oluşur(Şekil 1.21). Bu yüzden gerçek bobin, telin özdirencinden dolayı bir omik dirence de sahiptir.



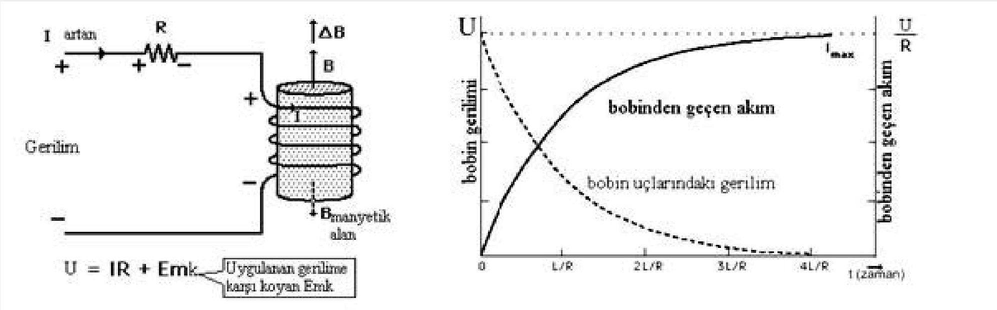
Şekil 1.21

1.3.1.1. Doğru Akımda Bobinin Kullanıldığı Yerler

DC’de bobin; elektrikte motor, elektromıknatıs, röle, elektronikte ise filtre ve regüle devrelerinde kullanılır. Bobinin DC’de dar bir kullanım alanı vardır. AC’de daha geniş bir kullanım alanı vardır. Bununla ilgili olarak bir sonraki modül olan AC Esaslarında gerekli bilgiye ulaşacaksınız.

1.3.1.2. Bobinde Akımın Yükselişi

Seri R-L devresine yani gerçek bobine Şekil 1.22.a’ daki gibi DC uygulandığında ilk anda bobin akımdaki değişikliğe karşı koyar. Bu yüzden akım yavaşça yükselir. Faraday ve Lenz kanunlarına göre akımın yükselişindeki empedans miktarı akımın değişim oranına bağlıdır. Akım değişikliği ne kadar fazla olursa o kadar fazla direnç gösterir. Akım direncin tek başına alacağı değere kadar yükselir. Çünkü eğer akımda değişme olmazsa bobinin empedansı yoktur. Bu yükselme oranı L/R zaman sabitesi ile karakterize edilir. Şekil 1.22.b deki gibi logaritmik bir eğri şeklinde olur. Bu olaylar çok kısa sürede gerçekleşir.



Şekil 1.22: a) Bobinin DC bağlanması b) Bobinden geçen akım ve bobinin gerilimi

Bobinin zaman sabitesi denklemi R L? = dir.

1.3.1.3. Bobinde Akımın Azalışı

Bobine uygulanan akım bobin sargıları tarafından

oluşturulan manyetik alanda (Resim 1.1) potansiyel enerji olarak depolanır. Bu enerji sayesinde devre akımı kesilse bile bobin üzerinde kalan manyetik alan sayesinde bobin uçları arasında bir EMK kalır. Bu haldeki bobinin uçları arasına bir alıcı, örneğin ampul bağlansa; ampul yanmaya manyetik alan azalmaya başlar. Manyetik alan bittiğinde ampul söner. Bu süre akımın yükselişinde de olduğu gibi bobinin indüktansına (L) bağlıdır.

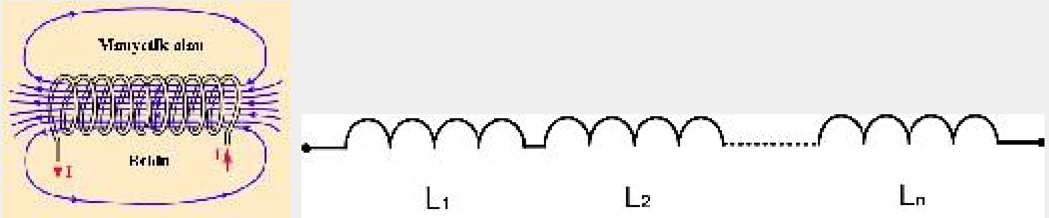
Resim 1.1

1.3.2. Bobin Bağlantıları

Bobinlerin bağlantıları tıpkı dirençlerde olduğu gibi hesaplanır.

1.3.2.1. Bobinlerin Seri Bağlantısı

Seri bağlanmış bobinlerin toplam indüktansı aritmetik toplama ile bulunur.

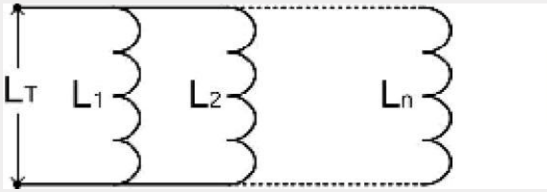


Şekil 1.23

formülü kullanılır.

1.3.2.2. Bobinlerin Paralel Bağlantısı

Toplam indüktans, bobinlerin indüktans değerlerinin çarpmaya göre terslerinin toplamının yine çarpmaya göre tersi alınarak bulunur.



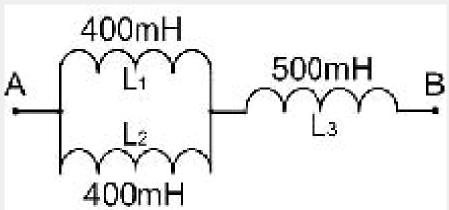
$$\frac{1}{L_T} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \ldots + \frac{1}{L_n}$$

Şekil 1.24

1.3.2.3. Bobinlerin Karışık Bağlantısı

Önce seri veya paralel bobinler kendi aralarında tek bobin haline getirilir daha sonra toplam indüktans hesaplanır.

Örnek 1.9: Şekil 1.25'teki devrede A-B noktaları arasındaki eşdeğer indüktansı hesaplayınız.

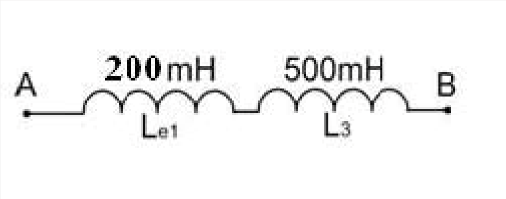


Şekil 1.25 Çözüm: Önce paralel olan L1 ve L2 bobinlerinin ortak indüktanslarını hesaplayalım: 11111 1 2 0,4

=+=+ = L == 0,2 H'dir

L LL 0,4 0,4 L 0,4 e12

e112 e1



Şekil 1.26

Şimdi de seri hale gelen iki indüktansın toplamını bulalım:

L = L + LL = 0,2 + 0,5 = 0,7 H olarak bulunur.

T e13 T

1.3.3. Doğru Akım Devresinde Kondansatör

1.3.3.1. Doğru Akımda Kondansatörün Kullanıldığı Yerler

Kondansatör doğru akımı geçirmeyip alternatif akımı geçiren bir elemandır. Yükselteçlerde DC'yi geçirip AC geçirmeyerek filtre elemanı olarak kullanılır. AC/DC dönüştürülmesinde diyotlar düzgün bir DC elde edilemez burada da filtre elemanı olarak kullanılır. Enerji depolama özelliğinden faydalanılarak kontakların gecikmeli açılması istenen yerlerde röleye paralel bağlanarak kullanılabilir.

1.3.3.2. Kondansatör Kapasitansı

Şarj işlemi sonunda kondansatör, Q elektrik yüküyle yüklenmiş olur ve bir EC enerjisi kazanır. 17

Kondansatörün yüklenebilme özelliğine kapasitans (sığa) denir. Birimi Farad (F) sembolü C'dir.

Q, EC, C ve uygulanan U gerilimi arsında şu bağlantı vardır.

$Ec = C.\frac{U^2}{2}$ U2 Q = C. U …… (1) Ec = C. ……… (2)

2

Q: Elektrik yükü (Coulomb)

U: Gerilim (Volt)

C: Kapasitans (Farad) EC: Enerji (Joule)

Bir numaralı bağlantıdan da anlaşıldığı gibi, C kapasitansı ve uygulanan U gerilimi ne kadar büyük ise Q elektrik yükü ve buna bağlı olarak devreden akan IC akımı da o kadar büyük olur.

Örnek 1.10: 48 V 1000µF lık bir kondansatör tam şarj durumunda depoladığı yükü ve enerjisini hesaplayınız.

Çözüm: Kondansatörün yükü;

-6 -3

Q = C x U = 1000 x10 x 48 = 48 x10 Coulomb

Kondansatörün enerjisi;

2 -62 -3

Cx U 1000×10 x48 2304×10 -3

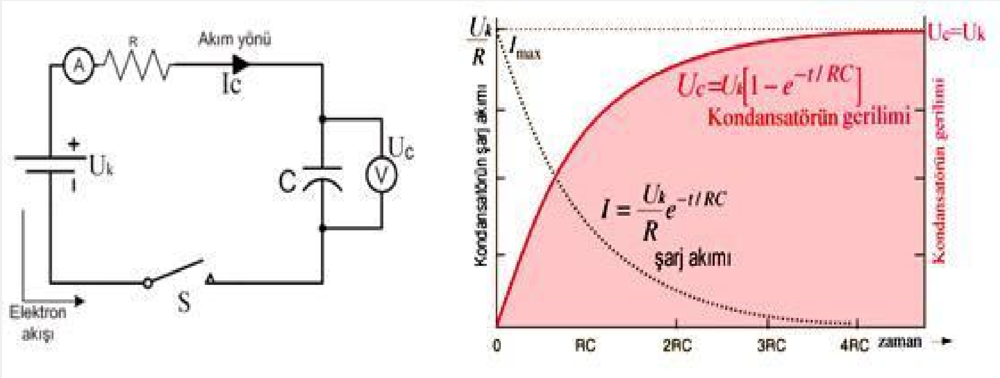
EC == == 1152 x10 = 1,15 Joule

22 2

1.3.3.3. Kondansatörün Şarjı ve Deşarjı

Kondansatörü bir DC kaynağa bağladığımızda kondansatörden doluncaya kadar akım akar. Kondansatör dolduğunda uçları arasındaki gerilim maksimum değerine ulaşır. Bu gerilim, kendisini besleyen kaynağın gerilimine eşittir. Dolduğunda kondansatör uçları ve kondansatörü besleyen kaynağın uçları arasında potansiyel farkı sıfır olacağı için devreden akım akmaz. Dolayısıyla dolma zamanı dışında bir kondansatör DC gerilim altında açık devre davranışı gösterir. Şekil 1.27.a ‘da görüldüğü gibi kondansatör bir DC kaynağına bağlanırsa, devreden Şekil 1.27.b ‘de görüldüğü gibi, geçici olarak ve gittikçe azalan IC gibi bir akım akar. IC akımının değişimini gösteren eğriye kondansatör zaman diyagramı denir.

Bu olaya, kondansatörün şarj edilmesi, kondansatöre de şarjlı kondansatör denir. “Şarj” kelimesinin Türkçe karşılığı “yükleme” ya da “doldurma” dır.



UC geriliminin kontrolü bir DC voltmetre ile de yapılabilir. Voltmetrenin “+” ucu, kondansatörün, kaynağın pozitif kutbuna bağlı olan plakasına, “–” ucu da diğer plakaya dokundurulursa UC değerinin kaç volt olduğu okunabilir. Eğer voltmetrenin uçları yukarıda anlatılanın tersi yönde bağlanırsa voltmetrenin ibresi ters yönde sapar.

Kondansatörün bir R direnci üzerinden deşarj edilmesi:

Kondansatörde depo edilen enerji kondansatör uçlarına bağlanan bir dirençle harcanarak boşaltılır. Bu olaya kondansatörün boşalması (deşarjı) denir.

1.3.3.4. Zaman Sabitesi

Zaman sabitesi kondansatöre seri bağlanan R direnci ve kondansatörün kapasitesi ile doğru orantılıdır. ? ile gösterilir.

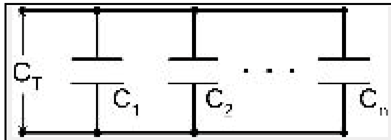
? = R.C’dir.

R.C sürede kondansatör gerilimi, şarj geriliminin ancak 0,632’si kadardır. Kondansatör pratikte 4. R.C kadar sürede tam dolmuş kabul edilir.

1.3.4. Kondansatör Bağlantıları

1.3.4.1. Kondansatörlerin Paralel Bağlantısı

Paralel bağlantıda kondansatör kapasiteleri aritmetik olarak toplanır. Gerilimler ise aynı kalır. Paralel bağlantı yapılan kondansatörlere uygulanacak çalışma gerilimi en düşük gerilime sahip olan kondansatörün değeri kadar olabilir.



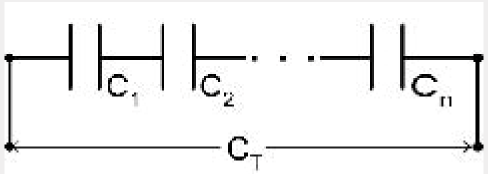
$C_T = C_1 + C_2 + ... + C_n$ $Q = Q_1 + Q_2 + ... + Q_3$

Şekil 1.28

1.3.4.2. Kondansatörlerin Seri Bağlantısı

Seri bağlantıda toplam kapasitans azalır çalışma gerilimi artar.

$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + ... + \frac{1}{C_n}$



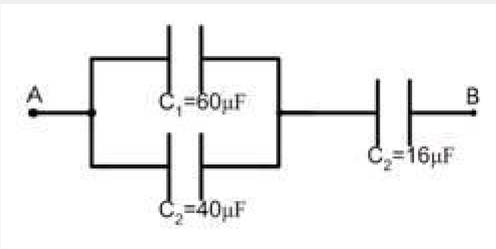
$Q = Q_1 = Q_2 = ...Q_n$ $U = U_1 + U_2 + ... + U_n$

$Q = C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot U_2 = ... = C_n \cdot U_n$

Şekil 1.29

1.3.4.3. Kondansatörlerin Karışık Bağlantısı

Devre çözümünde önce paralel bağlantılar sonra seri bağlantılar çözümlenerek toplam kapasitans bulunur. Örnek 1.11: Şekil 1.30'daki devrede A-B noktaları arasındaki toplam kapasiteyi hesaplayınız.



Şekil 1.30 Çözüm:

1 1111

C =C +C = 60 + 40 = 100mF = +=+

es1 12

C C C 10016

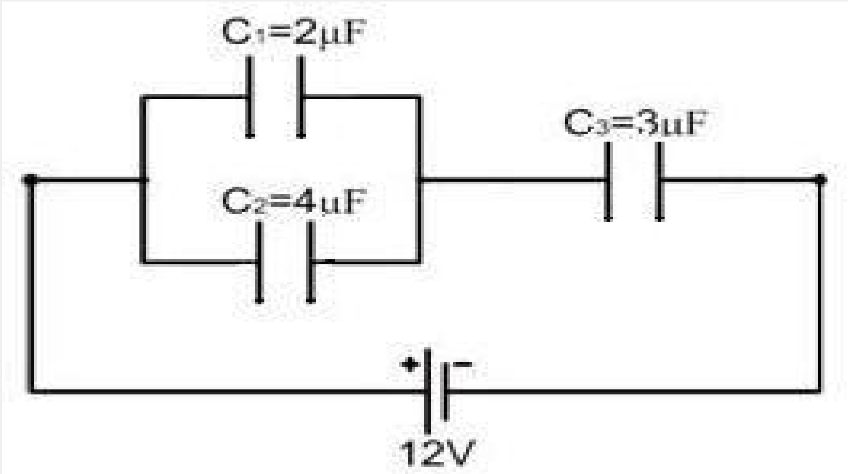
T es1 3 (4) (25)

1 29

= CT = 13, 79

CT 400

Örnek 1.12: Şekil 1.31’deki devrede eşdeğer sığayı C1, C2, C3 kondansatörlerinin, yüklerini, potansiyel farklarını bulunuz.



C x C36 x3

Ces1 = 2 + 4 = 6µFC = es1 == 2mFTC + C 6 + 3

es13

QT = CT x U = 2 x10-6 x12 = 24µC Q = Q = Q = 24µC

T e13

24 x10-6

Q3 = C3 x U3 U3 =-6 = 8V

3×10 U = U + UU = U-U = 12 -8 = 4V

e13e1 3

Q = C x V = 2 x10-6 x 4 = 8µC

1 11

Q2 = C2 x V2 = 4 x10-6 x 4 = 16µC