



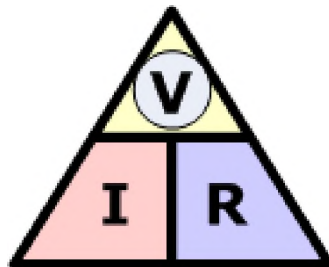
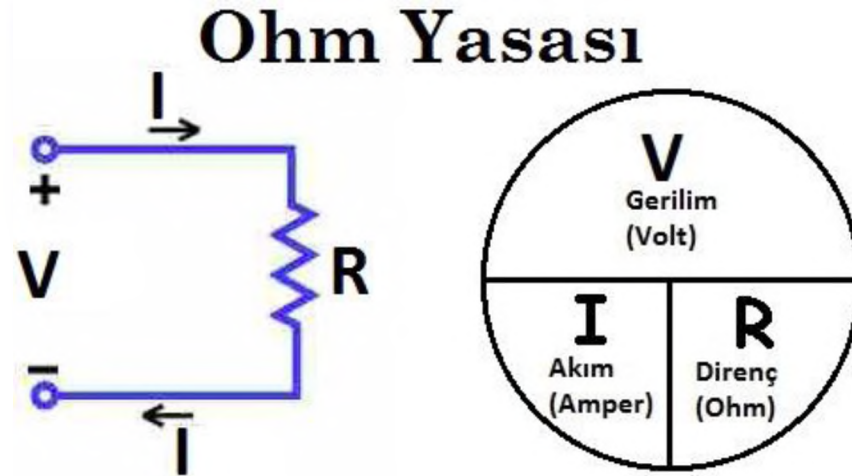
DOĞRU AKIM, ALTERNATİF AKIM, SERİ, PARALEL, KARIŞIK DEVRELER VE İLGİLİ YASALAR

Mustafa NUMANOĐLU

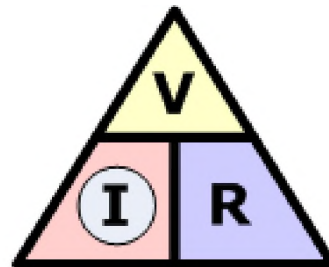
Ohm Yasası

- **Tanımı:** 1827 yılında George Simon Ohm “Bir iletkenin iki ucu arasındaki potansiyel farkın, iletkenden geçen akım şiddetine oranı sabittir” şeklinde tanımını yapmıştır.
- Bir elektrik devresinde akım, voltaj ve direnç arasındaki bağlantıyı veren kanuna “Ohm Yasası” adı verilir.
- Bu tanıma göre aşağıdaki formüller elde edilir.
- Burada **U gerilimi** (birimi volt “V”); **I akımı** (birimi amper “A”), **R direnci** (birimi Ohm “ Ω ”) simgelemektedir.
- Üçgende hesaplanmak istenen değer in üzeri parmak ile kapatılarak denklem kolayca çıkarılabilir.

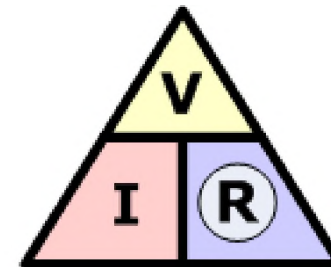
Ohm Yasası



$$\textcircled{V} = I \times R$$



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



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

Ohm Yasası

- Ohm yasasına göre, sabit bir direnç için akım ile gerilim arasında doğrusal bir orantı vardır. Ohm yasası, amaca uygun olarak direnç, akım ve gerilim açısından tanımlanabilir.

$$1. \quad I = \frac{V}{R} \quad \mapsto \quad \textit{Amper} = \frac{\textit{Volt}}{\textit{Ohm}} \quad \mapsto \quad A = \frac{V}{\Omega}$$

$$2. \quad V = I \times R \quad \mapsto \quad \textit{Volt} = \textit{Amper} \times \textit{Ohm} \quad \mapsto \quad V = A \times \Omega$$

$$3. \quad R = \frac{V}{I} \quad \mapsto \quad \textit{Ohm} = \frac{\textit{Volt}}{\textit{Amper}} \quad \mapsto \quad \Omega = \frac{V}{A}$$

- Bu eşitliklerden ilkinde, direnç uçlarındaki gerilimin direnç değerine oranının, akıma eşit olduğu belirlenmektedir. Buna göre bir direncin R değeri arttıkça, aynı gerilim (V) altında üzerinden geçebilecek akım (I) miktarı azalmaktadır.

Ohm Yasası

- İkinci eşitlikte ise devre geriliminin devre akımı ile toplam direncin çarpımına eşit olduğu söylenmektedir.
- Üçüncü eşitlikte ise devredeki direnç değerinin, devre geriliminin ile devre akımına oranına eşit olduğu görülmektedir. Bu eşitlik, direncin elektriksel eşitliğidir ve fiziksel direnç eşitliği ile bağlantılı değildir.
- Özetle şu üç önerme, elektriğin anayasasıdır:
 - 1. Akım ile gerilim doğru orantılıdır.
 - 2. Akım ile direnç ters orantılıdır.
 - 3. Direnç ile gerilim doğru orantılıdır.

Ohm Yasası

- Elektrik devrelerinin çözümlenmesinde çoğunlukla temel birimler olan Amper, Ohm ve Volt kullanılırken, elektronik devrelerin pek çoğunda bu değerlerin bir kısmı çok büyük yada çok küçük olmaktadır. Genellikle direnç değerleri büyük ve akım değerleri de küçüktür. Bu değerlerin temel birimlere dönüştürülerek kullanılması hesaplamalarda güçlük yaratacağından, genellikle alt yada üst katlarla işlem yapılır. Örneğin akım için, $\frac{V}{k\Omega} = \text{mA}$ ve $\frac{V}{M\Omega} = \mu\text{A}$

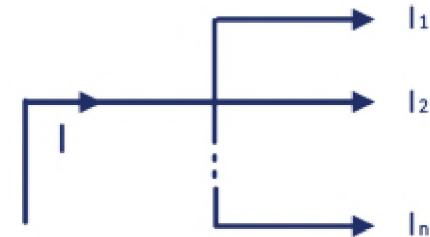
gerilim içinse; $\text{mA} \times k\Omega = V$ ve $\mu\text{A} \times M\Omega = V$ eşitliklerinin bilinmesi, matematiksel işlemlerde önemli kolaylıklar sağlar.

Kirchhoff'un Gerilimler Yasası

- Kirşof, Gerilimler Yasasına göre; “devreye uygulanan gerilim, dirençler üzerinde düşen gerilimlerin toplamına eşittir”.
- Yani, $U_T = U_1 + U_2 + \dots + U_n \dots\dots$ (Volt)' tur.
- $U = I \cdot R$ olduğundan
- $U_T = (I \cdot R_1) + (I \cdot R_2) + \dots + (I_n \cdot R_n)$ şeklinde de yazılabilir.

Kirchhoff'un Akımlar Yasası

- Kirşof, Akımlar Yasasına göre; “bir düğüm noktasına gelen akımların toplamı o düğüm noktasını terk eden akımların toplamına eşittir”.
- $I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n$ (A)
- $I = \frac{U}{R}$ olduğundan denklemde yerine yazarsak
- $I_T = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \dots + \frac{U}{R_n}$ şeklinde de yazılabilir.



İş

- Bir elektrik devresinde iş, elektrik yükünün (Q) bir potansiyel fark (V) kullanılarak taşınması ile ilgilidir. Buna göre işin tanımından yola çıkılarak elektrik devresindeki iş eşitliği,
$$W = V \cdot Q$$
 Joule
- olarak yazılır. Bu eşitlikte W , Joule olarak iş, V , Volt olarak gerilim ve Q , Coulomb olarak elektrik yüküdür. Elektrik yükü yerine eşiti yazılırsa iş eşitliği,
$$W = V \cdot I \cdot t$$
 Joule olarak bulunabilir.

Güç

- Güç, işin yapılma yada erkin dönüştürülme hızıdır. İş, kuvvetin belli bir yolu alması olarak tanımlanır. Elektrik akımı elektronların devinimidir ve elektronların devindirilmesi için de, çekirdek çekim kuvveti yenilmelidir. Buna göre elektriksel güç, elektronların atomlarında koparılıp sürüklenme hızı olarak tanımlanabilir.
- Bu tanım matematiksel olarak, $P = \frac{W}{t}$ Watt olarak yazılabilir. Bu eşitlikte **P**, Watt olarak güç, **W**, Joule olarak iş yada erk ve **t**, saniye olarak zamanı göstermektedir.

Güç

- Elektrik güç birimi, Watt (W) olarak adlandırılmıştır. 1 Wattlık güç, bir Voltluk potansiyel fark tarafından bir saniyede bir Coulombluk yükü devindirmekle yapılan işe eşittir. Saniyede bir Coulombluk yük devinimine Amper denildiğine göre, Watt olarak güç, gerilim ile akımın çarpımına eşit olacaktır.

- $$P = \frac{W}{t} = \frac{V \times Q}{t} = \frac{V \times I \times t}{t} = V \times I \quad \text{Watt} = \text{Volt} \times \text{Amper}$$

buradan iki ayrı formül daha çıkarmak mümkündür.

$$I = \frac{P}{V} \quad \text{ve} \quad V = \frac{P}{I}$$

Güç

- Bir elektrik devresinde gücün akım, gerilim ve dirençle olan ilişkisini elde etmek için, güç eşitliğindeki akım ve gerilim yerine Ohm Yasası eşitlikleri koyularak,

- $P = V \cdot I$

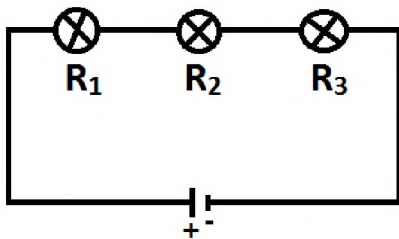
- $P = V \cdot \frac{P}{V} = \frac{V^2}{R}$

- $P = (I \cdot R) \cdot I = I^2 \cdot R$

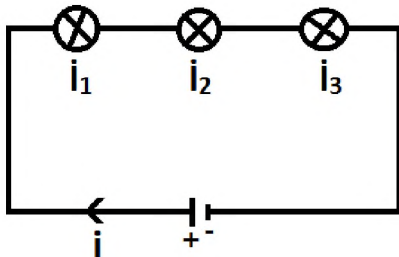
eşitlikleri de yazılabilir.

Direnç Hesaplamaları

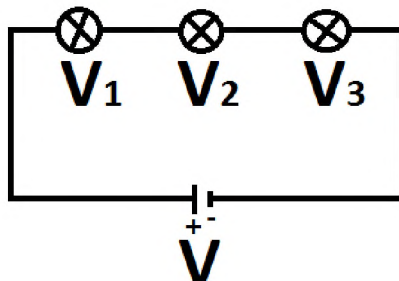
Seri Devre



$$R_{Eş} = R_1 + R_2 + R_3$$

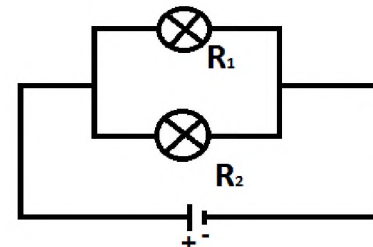


$$i = i_1 = i_2 = i_3$$

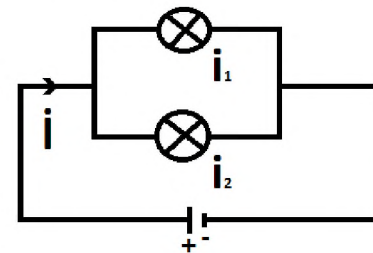


$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

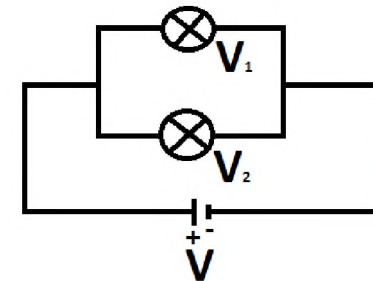
Paralel Devre



$$R_{Eş} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

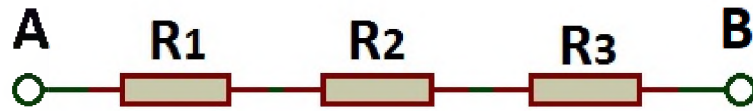


$$i = i_1 + i_2$$



$$V = V_1 = V_2$$

Seri Bağlı Direnç Hesaplamaları



■ Yukarıdaki devrede;

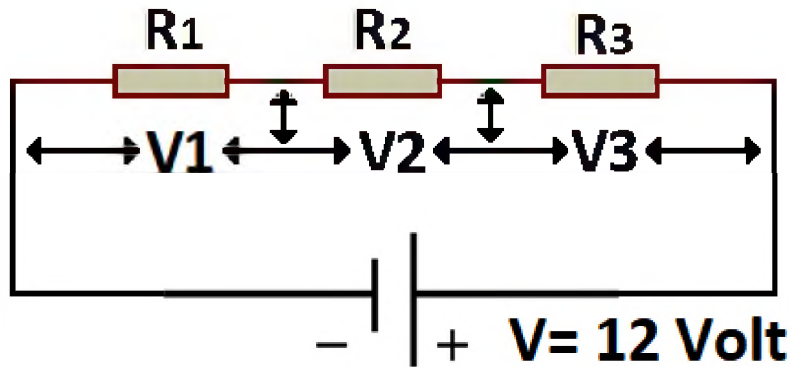
- $R_1 = 10\text{k}\Omega$
- $R_2 = 100\Omega$
- $R_3 = 1\text{k}\Omega$

olduğuna göre R_{AB} nedir?

Çözüm:

- $R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3$
- $R_{AB} = 10\text{k}\Omega + 0,1\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega$
- $R_{AB} = 11,1\text{k}\Omega$

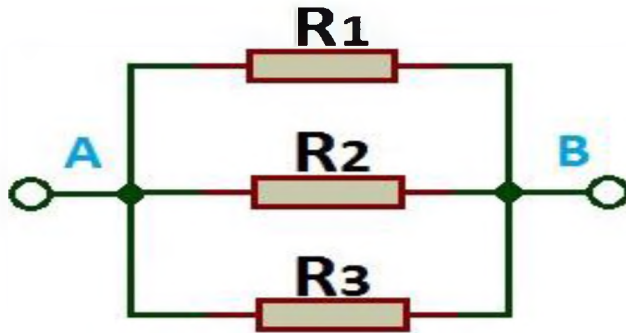
Seri Bağlı Direnç Hesaplamaları



Çözüm:

- $V = V1 + V2 + V3$
 - $Vn = I \times Rn$
 - Yukarıdaki devrede;
 - $R1=1k\Omega$
 - $R2=2k\Omega$
 - $R3=3k\Omega$
 - $E=12V$ ise
 - $I=?$ ve
 - $V1=?$ Nedir?
- $R = R1+R2+R3$
 - $R = 1k\Omega+2k\Omega+3k\Omega$
 - $R = 6K\Omega$
 - $I = V / R$
 - $I = 12V / 6K\Omega$
 - $I = 2 \text{ mA}$
 - $V1 = I \times R1$
 - $V1 = 2\text{mA} \times 1k\Omega$
 - $V1 = 2 \text{ Volt}$

Paralel Bağlı Direnç Hesaplamaları



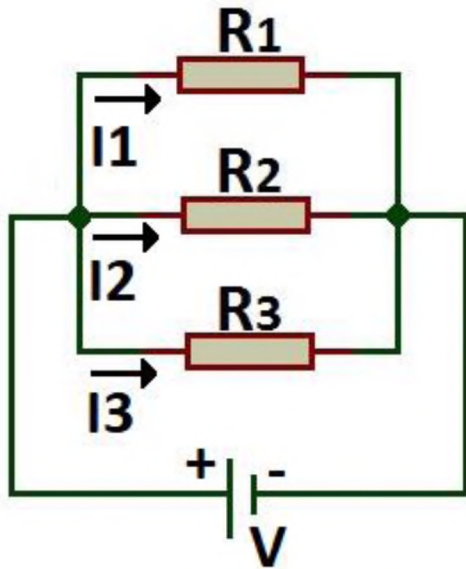
- $R_{AB} = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3$
- $R_{AB} = (R1 \times R2) / (R1 + R2)$
(Sadece iki direnç için)
- Yukarıdaki devrede
 - $R1 = 10\text{k}\Omega$
 - $R2 = 100\Omega$
 - $R3 = 1\text{k}\Omega$

olduğuna göre R_{AB} nedir?

Çözüm:

- $1/R_{AB} = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3$
- $1/R_{AB} = 1/10\text{k}\Omega + 1/100\Omega + 1/1\text{k}\Omega$ (Paydalar $10\text{k}\Omega$ eşitlenir.)
- $1/R_{AB} = 1/10\text{k}\Omega + 100/10\text{k}\Omega + 10/10\text{k}\Omega$
- $1/R_{AB} = 111/10\text{k}\Omega$
- $1/R_{AB} = 10\text{k}\Omega/111$
- $1/R_{AB} = 0,09\text{k}\Omega = 90\Omega$

Paralel Bağlı Direnç Hesaplamaları



- Yukarıdaki devrede

- $R1=3k\Omega$
- $R2=2k\Omega$
- $R3=6k\Omega$

olduğuna göre $R=?$, $I=?$, $I1=?$
nedir?

- $I = I1 + I2 + I3$

- $I_n = V / R_n$

Çözüm:

- $1/R = 1/R1 + 1/R2 + 1/R3$

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

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

- $1/R = 1k\Omega$

- $I = V / R$

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

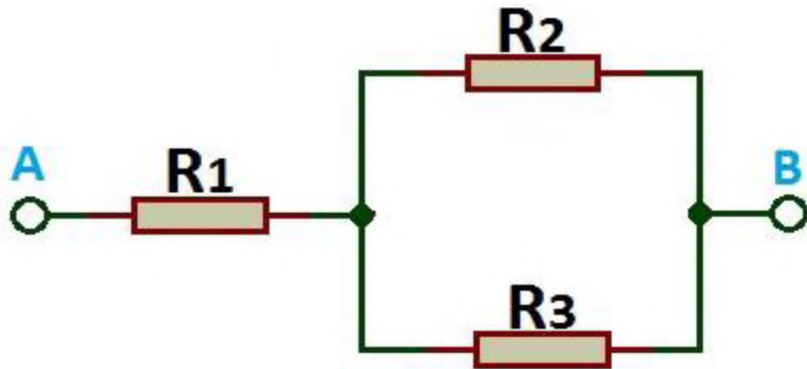
- $I = 12mA$

- $I1 = E / R1$

- $I1 = 12V / 3 k\Omega$

- $I1 = 4mA$

Karışık Bağlı Direnç Hesaplamaları



- Yukarıdaki devrede

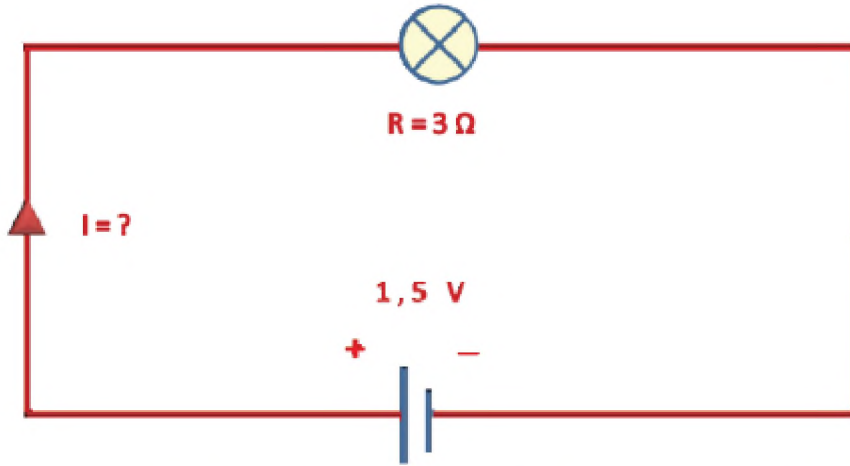
- $R1=10\text{k}\Omega$
- $R2=100\Omega$
- $R3=1\text{k}\Omega$

olduğuna göre R_{AB} nedir?

Çözüm:

- $R_{AB} = R1 + (R2 \times R3)/(R2+R3)$
- $R_{AB} = 10\text{k}\Omega + (0,1\text{k}\Omega \times 1\text{k}\Omega)/(0,1\text{k}\Omega + 1\text{k}\Omega)$
- $R_{AB} = 10\text{k}\Omega + 0,1(\text{k}\Omega)^2/1,1\text{k}\Omega$
- $R_{AB} = 10\text{k}\Omega + 0,09\text{k}\Omega$
- $R_{AB} = 10,09\text{k}\Omega$

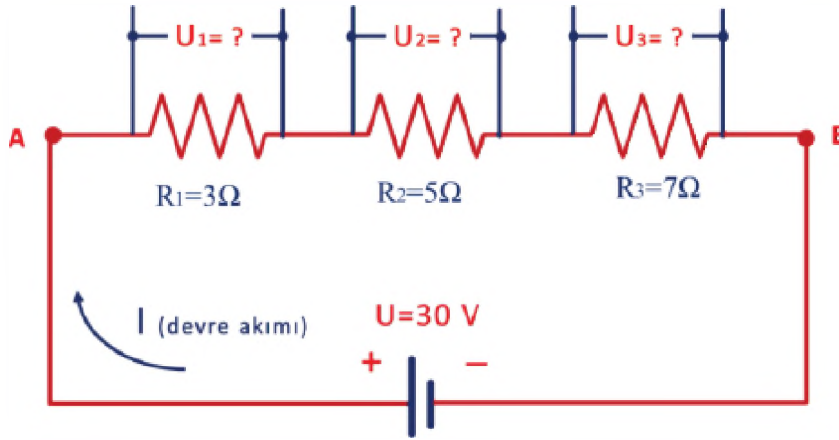
Seri Devrede Akım Hesaplamaları



- Çözüm:
- $I=U/R$
- $I=1,5/3$
- $I=0,5A$

- Yukarıdaki devrede 1,5 V'luk pilin uçları arasına direnci 3 ohm olan bir ampul bağlanmıştır.
- Ampul üzerinden geçen akımı nedir?

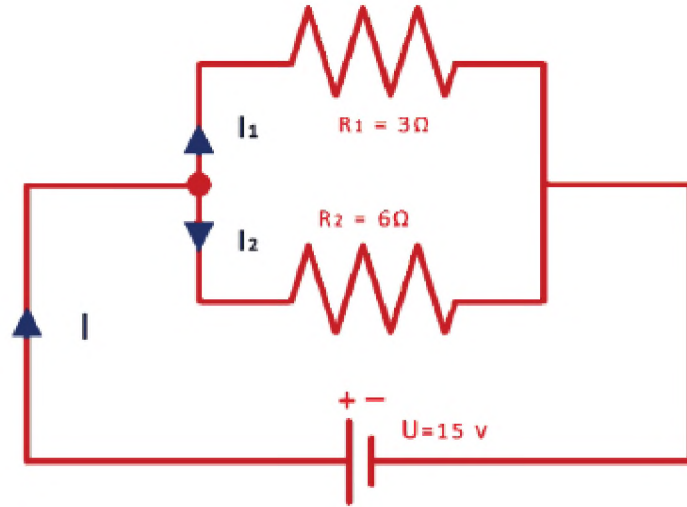
Seri Devrede Gerilim Hesaplamaları



- Yukarıdaki devrede dirençler üzerinde düşen gerilimler nelerdir?

- Çözüm:
- Öncelikle eşdeğer direnç:
- $R_{AB} = R_1 + R_2 + R_3$
- $R_{AB} = 3 + 5 + 7 = 15\Omega$
- Devreden geçen akım:
- $I = U / R_{AB}$
- $I = 30 / 15 = 2A$
- $U_1 = I \cdot R_1 = 2 \cdot 3 = 6V$
- $U_2 = I \cdot R_2 = 2 \cdot 5 = 10V$
- $U_3 = I \cdot R_3 = 2 \cdot 7 = 14V$

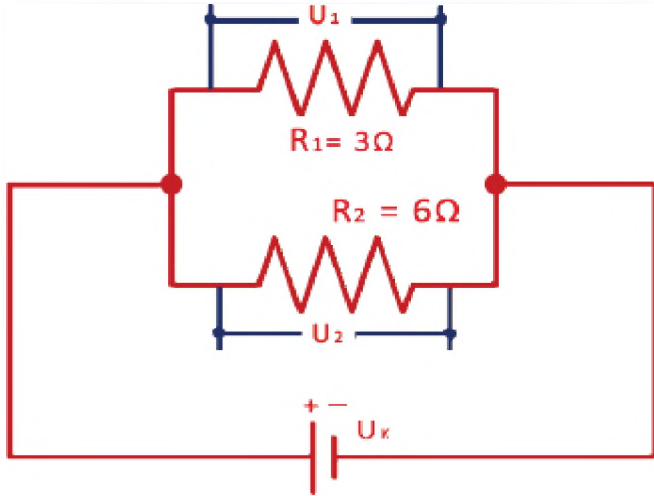
Paralel Devrede Akım Hesaplamaları



- Yukarıdaki devrenin I_1 ve I_2 kol akımları ve I akımı nedir?

- Çözüm:
- Kaynak gerilimi paralel dirençlerde düşen gerilimlere eşittir.
- $I_1 = U/R_1 = 15/3 = 5A$
- $I_2 = U/R_2 = 15/6 = 2,5A$
- Kirşofun Akımlar Yasası ile:
- $I = I_1 + I_2 = 5 + 2,5 = 7,5A$

Paralel Devrede Gerilim Hesaplamaları

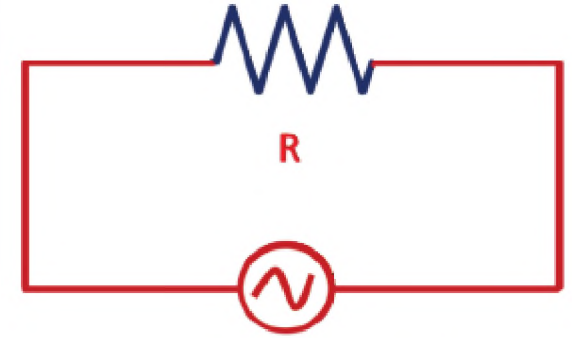


- Paralel kolların gerilimleri eşittir. Burada U_{κ} kaynak gerilimi başka hiçbir direnç üzerinden geçmeden doğrudan R_1 direncinin uçlarına gitmekte dolayısıyla U_1 gerilimi kaynak gerilimine eşittir.

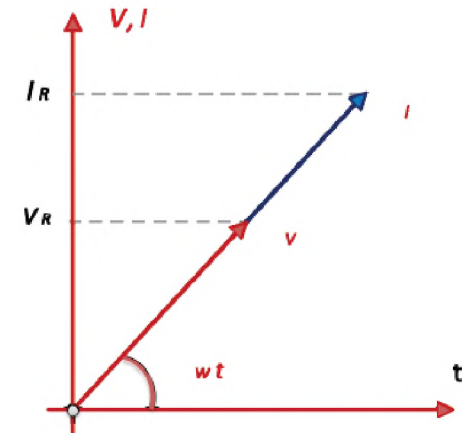
- Tüm bunlar R_2 direnci ve U_2 gerilimi içinde geçerlidir. Başka bir deyişle $U_{\kappa} = U_1 = U_2$ 'dir. Direnci düşük olan koldan çok, direnci fazla olan koldan az akım geçişi olur. Akım ve direnç arasında ters orantı vardır.

Alternatif Akım Devreleri

- Sadece **R direnci** bulunan bir devreye şekildeki gibi bir alternatif akım uygulayalım. Bu durumda direncin iki ucu arasındaki potansiyel farkı
- $V=V_m \cdot \sin \omega t$ $\sin(2\pi f t)$
- Dirençten geçen alternatif akım şiddeti;
- $I=I_m \cdot \sin \omega t$ $\sin(2\pi f t)$
- Burada V_m ve I_m , gerilim ve akımın maksimum değerleridir.
- Açısal frekans $\omega=2\pi f$



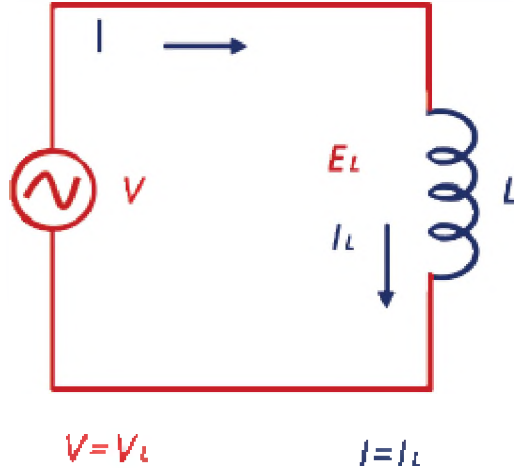
$$V=V_m \cdot \sin \omega t$$



Direnç bağlı AC devrede akım ve gerilimin zamana göre değişimi

Alternatif Akım Devreleri

- Bir bobinin endüktansı aşağıdaki gibi hesaplanabilir.



- $$L = \frac{\mu \cdot N^2 \cdot A}{l}$$

- Bu formülde;
- **L**: Bobin endüktansını, Henry (H)
- **μ** : Manyetik geçirgenliği Henry/metre (H/m),
- **N**: Sarım sayısını,
- **A**: Bobin kesit alanı, santimetrekare (m²),
- **l**: Tel uzunluğunu, santimetre (m) ifade eder

Alternatif Akım Devreleri

- Nüvesinin bağlı geçirgenliği $\mu_r=200$ olan bir bobinin sarım sayısı $N=10$, bobin kesit yarıçapı $r=1$ cm, tel uzunluğu $l=10$ cm ve havanın manyetik geçirgenliği $\mu_0 = 1,256 \cdot 10^{-6}$ H/m ise;
- Bu bobinin endüktansı nedir?

- Çözümü:

$$A = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 0,01^2$$

$$A = 314 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^2$$

$$\mu = \mu_r \cdot \mu_0 = 200 \cdot 1,256 \cdot 10^{-6}$$

$$\mu = 251 \cdot 10^{-6} \text{ H / m}$$

$$\mu = 251 \cdot 10^{-4} \text{ H / cm}$$

$$L = \frac{\mu \cdot N^2 \cdot A}{l}$$

$$L = \frac{251 \cdot 10^{-4} \cdot 100 \cdot 314 \cdot 10^{-6}}{10}$$

$$L = 78,81 \mu\text{H}$$

Alternatif Akım Devreleri

- Her bobin, alternatif akım devrelerinde frekansla doğru orantılı olarak değişen bir direnç gösterir. Bu dirence endüktif reaktans denir. Endüktif reaktans X_L ile gösterilir ve birimi ohm (Ω) 'dur.
- A.C devrelerde endüktif reaktans;
- $X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$ formülü ile hesaplanır.
- Burada;
- X_L : endüktif reaktansı, ohm (Ω)
- F : A.C geriliminin frekansını, Hertz (Hz),
- L : bobin endüktansını, Henry (H) ifade eder.

Alternatif Akım Devreleri



- Yukarıdaki devrede bobinin endüktif reaktansı ve devre akımı nedir?

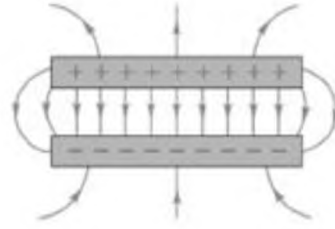
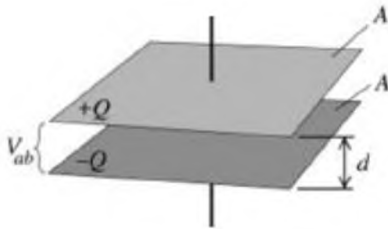
- Çözümü:
- $X_L = 2\pi \cdot f \cdot L$
- $X_L = 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 10 \cdot 10^{-3}$
- $X_L = 3,14 \Omega$

- $I = \frac{V}{X_L} = \frac{10}{3,14} = 3,18 \text{ A}$

Alternatif Akım Devreleri

- Paralel plakalı bir **kapasitör** için kapasitans değeri:

- $C = \epsilon \cdot \frac{A}{d}$
formülü ile hesaplanabilir.



- Bu formülde:
- **C**: Kapasitans değerini, Farad (F),
- **ϵ** : Plakalar arasındaki yalıtkan malzemenin dielektrik katsayısını, Farad/metre (F/m),
- **A**: Plakaların alanını, metrekare (m^2)
- **d**: Plakalar arası mesafeyi, metre (m), ifade eder.

Alternatif Akım Devreleri

- Alanı $0,1\text{m}^2$ olan plakaların birbirine uzaklığı $0,01\text{ m}$, bağlı dielektrik katsayısı 2 olan bir **kapasitörün** (havanın dielektrik katsayısı $\epsilon_0=8,854 \cdot 10^{-12}\text{ F/m}$) kapasitans değeri nedir?

- Çözüm:

$$\epsilon = k \cdot \epsilon_0 = 2 \cdot 8,854 \cdot 10^{-12}$$

$$\epsilon = 17,708 \cdot 10^{-12}\text{ F/m}$$

$$C = \epsilon \cdot \frac{A}{d} = 17,708 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{0,1}{0,01}$$

$$C = 17,708 \cdot 10^{-11}\text{ F}$$

$$C = 0,177\text{nF}$$

Alternatif Akım Devreleri

- Her **kapasitör**, alternatif akım devrelerinde frekansla ters orantılı olarak değişen bir direnç gösterir. Bu dirence kapasitif reaktans denir.
 - Kapasitif reaktans X_C ile gösterilir ve birimi ohm (Ω) dur.
 - AC devrelerde kapasitif reaktansın formülü şu şekildedir;
- $$X_C = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot c}$$
 - Bu formülde;
 - X_C : Kapasitif reaktansı, ohm (Ω)
 - f : A.C geriliminin frekansını, Hertz (Hz)
 - c : Kapasitansı, Farad (F) ifade eder.

Alternatif Akım Devreleri



- Yukarıdaki devrede kondansatörün kapasitif reaktansı ve devre akımını nedir?

- Çözümü:

$$X_c = \frac{1}{2\pi \cdot f \cdot C}$$

$$X_c = \frac{1}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 100 \cdot 10^{-6}}$$

$$X_c = \frac{1}{6,28 \cdot 5 \cdot 10^{-3}} = \frac{10^3}{31,4}$$

$$X_c = 31,84 \Omega$$

$$I = \frac{V}{X_c} = \frac{10}{31,84} = 314 \text{ mA}$$