

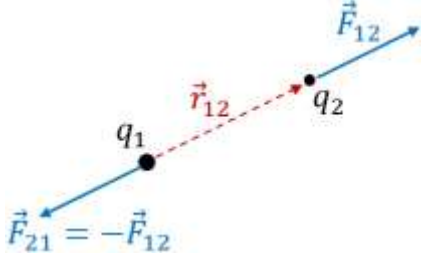
TEMEL TANIMLAR

Elektrik Nedir?

“Elektrik” kelimesiyle kastedilen tek bir şey değildir. Duruma göre elektrik yükü, akımı, potansiyeli, enerjisi, gücü gibi pek çok şey kastedilmiş olabilir.

Elektrik Yükü

Birbirlerine, hızlarından bağımsız olarak uyguladıkları kuvvet Coulomb kanununa göre (aralarındaki uzaklığın karesiyle ters orantılı, miktarlarıyla orantılı) olan skaler korunumlu parçacıklardır.



$$\vec{F}_{12} = k \frac{q_1 q_2}{r_{12}^2} \hat{r}_{12} \quad ; \quad r_{12} = |\vec{r}_{12}|, \quad \hat{r}_{12} = \frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}}$$

(Elektrik yükleri birbirlerine hızlarıyla orantılı kuvvet de uygular ama bu manyetik kuvvet olup konumuzun dışındadır.)

(Kütleler de birbirine benzer formüle göre kuvvet uygular ama kütle (veya onunla orantılı enerji), momentumla birlikte 4 boyutlu vektörel biçimde korunur.)

Birimi coulomb (C) olup bir elektron yükü $-1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$ 'dur. Formülde $k = 9 \times 10^9 \text{ kgm}^3 \text{ s}^{-2} \text{ C}^{-2}$.

Eksi yükler genellikle elektronlardır ve kolayca hareket edebilen (akabilen) bunlardır. Artı yükler ise genellikle atom çekirdeğindeki protonların yüküdür.

Aynı işaretli yükler birbirini iterler, zıt işaretli yükler birbirini çekerler.

Elektrik Akımı

Belirli bir kesitten birim zamanda geçen elektrik yük miktarıdır. Kesit olarak genellikle akım taşıyan telin kesiti düşünülür. Bir kesitten sonsuz küçük dt süresinde geçen yük miktarı dq ise akım (i) şu formülle tanımlanır:

$$i = \frac{dq}{dt}$$

Birimi amper (A) olup C/s anlamındadır. Fakat aslında amper temel birimlerden biri kabul edilmiştir ($C = \text{As}$). Skaler bir büyüklüktür, tanımlanan yöne göre artı ya da eksi olabilir. Tersi yön tanımına göre zıt işaretli de belirtilebilir.

$$\begin{array}{c} a \quad \longrightarrow \quad b \\ \quad \quad \quad 3\text{A} \end{array} \quad \equiv \quad \begin{array}{c} a \quad \longleftarrow \quad b \\ \quad \quad \quad -3\text{A} \end{array}$$

Elektrik Potansiyeli

Tıpkı yükseklik gibi daima iki nokta arasında fark olarak tanımlıdır. Söz konusu iki nokta arasında belirli bir ortam için elektrik yük akışına izin verilse geçecek akımın büyüklüğünün (yükleri akışa zorlama derecesinin) bir ölçüsüdür. Teknik tanımla, birinci noktanın ikinci noktaya göre elektrik potansiyeli, birinci noktadan ikinci noktaya giden birim yükün üzerinde açığa çıkacak net enerjidir ve hangi yoldan gidildiğinden bağımsızdır.

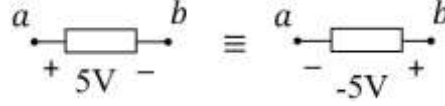
$$V_{AB} = V_A - V_B = \frac{W_{AB}}{q}$$



Burada W_{AB} , A noktasından B noktasına giden q yükünün üzerinde açığa çıkan net enerjidir (yük üzerinde yapılan işin zıt işaretlisi). Elektrik potansiyel farkına gerilim veya elektromotor kuvvet (emk) de denir. Birimi volt (V) olup J/C anlamındadır.

Elektrik yüklerini akışkan sıvı moleküllerine, akımı da o sıvının debisine benzetirsek, elektriksel potansiyel farkı, kütleli potansiyel farkına benzer (yükseklikle orantılı).

Gerilim verilirken, hangi noktanın hangi noktaya göre potansiyeli kastedildiği artı ve eksi işaretleriyle gösterilerek yön tanımı yapılmalıdır. Bu işaretleri yer değiştirirsek, voltajı gösteren sayının işaretini de değiştirmemiz gerekir.



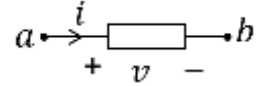
Elektrik Enerjisi ve Gücü

Gerilim tanımından anlaşılabilir gibi, sonsuz küçük bir dq elektrik yükü, v kadarlık bir potansiyel farkı altında yol alırsa,

$$dW = vdq$$

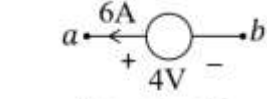
kadar enerji açığa çıkar. Bu enerjiye (veya toplamına, integraline) elektrik enerjisi denir. Bu dW enerjisi sonsuz küçük dt süresinde açığa çıkıyorsa elektriksel güç

$$p = \frac{dW}{dt} = v \frac{dq}{dt} = \boxed{p = vi} = \text{Gerilim} \times \text{Akım}$$

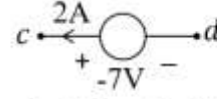


bulunur. Bu formülde iki uçlu bir elemanın veya sistemin gücü için işaret kabulü, akımın artı potansiyelle tanımlanan uçtan elemana girip, eksi potansiyelle tanımlanan ucundan çıkması varsayımına göre. Yani gerilim ile “tanımlanan gerilim düşümü yönündeki akım değeri”nin çarpımıdır.

Örnekler:



$$p = 4V \times (-6A) = -24W$$



$$p = (-7V) \times (-2A) = 14W$$

Dolayısıyla,

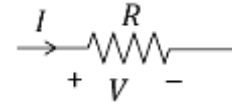
Sayısal değeri artı işaretli güç, mutlak değerce o kadar gücün o eleman tarafından tüketildiği (elektriksel biçimden herhangi bir biçime dönüştürüldüğü) anlamına gelir.

Sayısal değeri eksi işaretli güç, mutlak değerce o kadar gücün o eleman tarafından üretildiği (herhangi bir biçimden elektriksel biçime dönüştürüldüğü) anlamına gelir.

Direnç, Ohm Kanunu ve Özdirenç

Direnç, aynı potansiyel farkı için akım geçişine gösterilen zorluğun bir ölçüsüdür. Ohm kanunu denilen

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

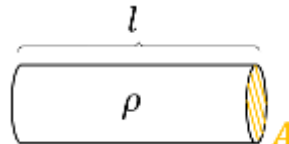


formülüyle tanımlanır. Yani aslında bu formül bir kanun değil, direncin (R) tanımıdır. $V = RI$ ya da $I = \frac{V}{R}$ biçimlerinde de gösterilebilir. Ancak tüm bu formüller de akımın artı potansiyelle tanımlanan uçtan elemana girip, eksi potansiyelle tanımlanan ucundan çıkması varsayımına göre.

Direnç birimi ohm (Ω) olup V/A anlamındadır.

Aynı geometrik şekilde farklı malzemeler, farklı derecede direnç gösterirler. Malzeme türüne göre ayırt edici olan bu özelliğe *özdirenç* (ρ) denir. Akım yolu üzerinde malzeme uç uca eklendikçe bu zorluk (direnç) toplanarak artar. Aynı dirençli paralel bir yol eklenerek yol genişletildiğinde ise direnç azalır. Bu yüzden l uzunluğunda A kesitli bir akım yolunun direnci

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



olur. Özdirenç birimi Ωm 'dir.

İletkenlik ve Öziletkenlik

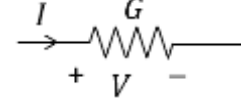
İletkenlik = 1/direnç diye tanımlanır:

$$G = \frac{1}{R}$$

Yani aynı potansiyel fark altında akım geçişine gösterilen kolaylığın bir ölçüsüdür. Birimi siemens (S) olup $A/V = 1/\Omega$ anlamındadır.

Ohm kanunu,

$$G = \frac{I}{V} \quad , \quad I = GV \quad , \quad V = \frac{I}{G}$$



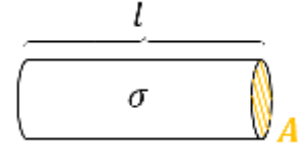
biçimlerinde de yazılabilir. Yine tüm bu formüller de akımın artı potansiyelle tanımlanan uçtan elemana girip, eksi potansiyelle tanımlanan ucundan çıkması varsayımına göre dir.

İletkenlik ve direnç, eleman olarak aynıdır. Dolayısıyla devre sembolleri de aynıdır. Sadece kastedilen özelliği birbirinin tersidir.

Öziletkenlik = 1/özdirenç diye tanımlanır: $\sigma = \frac{1}{\rho}$

Dolayısıyla l uzunluğunda A kesitli bir akım yolunun iletkenliği

$$G = \frac{\sigma A}{l}$$



bulunur. Öziletkenlik birimi S/m'dir.

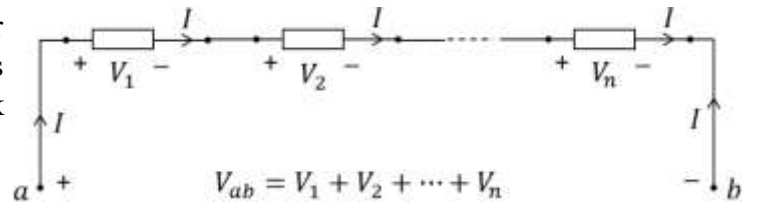
İletken

“İletken” denilince her ne kadar pratikte düşük özdirençli (yüksek öziletkenlikli) malzemeler akla gelse de devre teorisinde mükemmel (sonsuz) iletkenlikte, yani sıfır dirençli bağlantı kastedilir. Buna göre geçen her sonlu akım için iletken üzerindeki gerilim sıfırdır. Bu yüzden “iletken, birleştirildiği tüm noktalarda potansiyelleri eşit olmaya zorlayan bağlantıdır” diye düşünmek, devre analizinde çok kolaylık sağlayan bir bakıştır.

Pratikte iletken bağlantıların dirençlerini ihmal etmeden hesaba katmak istersek, o bağlantı elemanlarının dirençlerini devre şemasında direnç sembolüyle ayrıca göstererek şemadaki bağlantıları yine dirençsiz kabul etmeliyiz.

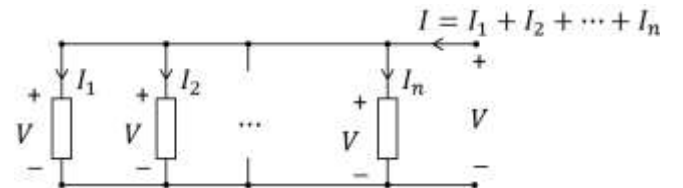
Seri Bağlantı

İki uçlu elemanların, aynı akımı taşıyacak şekilde birer uçlarının iletkenle birleştirilmesidir. Bu durumda dış uçlar arasındaki gerilim, yönlerine dikkat edilerek tek tek elemanların gerilimlerinin toplamı olur.



Paralel Bağlantı

İki uçlu elemanların, aynı gerilime sahip olacak şekilde her iki uçlarının karşılıklı olarak birleştirilmesidir. Bu durumda dış hattan geçen akım, yönlerine dikkat edilerek tek tek elemanların akımlarının toplamı olur.



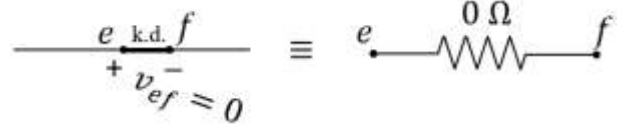
Açık Devre

Bir hat üzerinde akımı sıfır yapacak şekilde oluşturulmuş kopukluktur. Sonsuz direnç (sıfır iletkenlik) olarak da düşünülebilir. (İleride görüleceği gibi açık devre (a.d.) sıfır amperlik akım kaynağı olarak da düşünülebilir.)



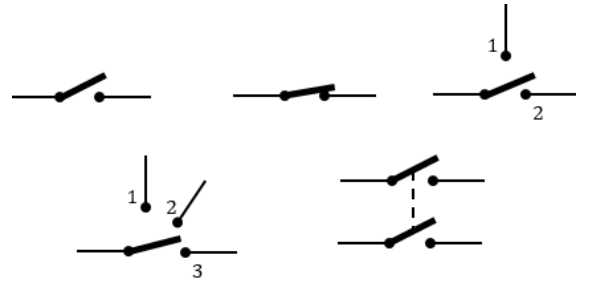
Kısa Devre

İki nokta arasında gerilimi sıfır yapacak şekilde oluşturulmuş iletken bağlantısıdır. Sıfır direnç (sonsuz iletkenlik) olarak da düşünülebilir. (İleride görüleceği gibi kısa devre (k.d.) sıfır voltluk gerilim kaynağı olarak da düşünülebilir.)



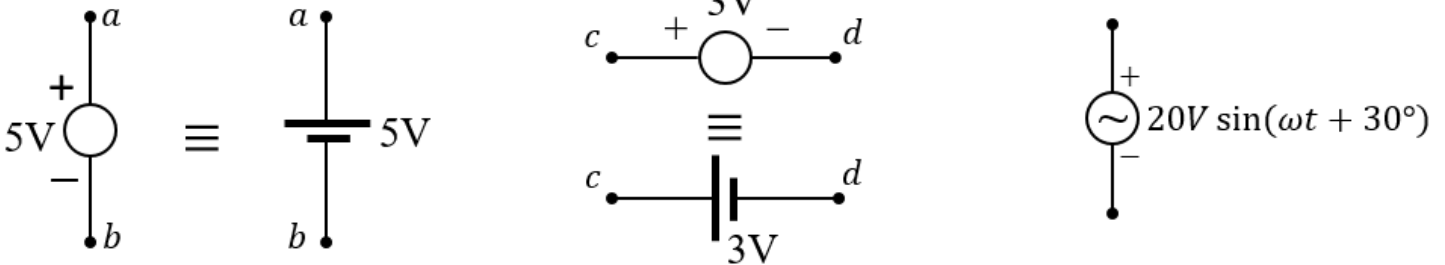
Anahtar

Karşılıklı uçları a.d ya da k.d. olabilen ve istendiğinde bu durumları aniden değiştirilebilen en az iki uçlu elemandır. A.d. durumuna getirilmesine “anahtarın açılması”, k.d. durumuna getirilmesine de “anahtarın kapatılması” denir. Grup halinde açılıp kapanan anahtarlar da vardır.



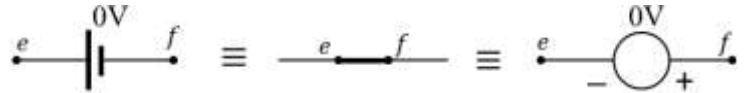
Bağımsız Gerilim Kaynağı

İdeal bağımsız gerilim kaynağı, uçları arasındaki gerilim, devrenin diğer kısımlarından bağımsız olarak belirtilen kaynak değeri olan elemandır. Bu değer zamana göre sabit veya fonksiyon olabilir.



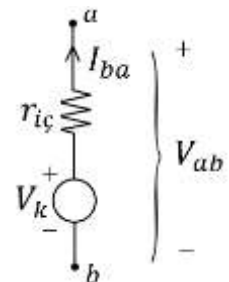
(Bağımlı gerilim kaynağının uçları arasında ise devrenin herhangi bir yerindeki akım veya gerilimin belirli bir fonksiyonuna göre gerilim olur. Bağımlı kaynaklar dersimizin kapsamı dışında tutulacaktır.)

İdeal gerilim kaynağının sönümlenmesi (0V’luk yapılması), yerine kısa devre konması demektir. Kısa devre, 0V’luk ideal gerilim kaynağına da denktir.



İdeal olmayan gerilim kaynağının iç direnci de vardır. Bunun devre gösterimi, dış uçları arasında belirtilen değerde ideal gerilim kaynağı sembolü ve ona seri iç direncidir. Sadece akım geçirmez iken (a.d. iken) dış uçlarındaki gerilim, belirtilen o değerdedir. Gerilim kaynağının iç direnci sıfıra ne kadar yakınsa ideale o kadar yakındır. İdeal ise iç direnci sıfırdır.

$$(V_{ab} = V_k - r_{iç} I_{ba} \text{ olduğu ilerideki konularla daha iyi anlaşılacaktır.})$$



Mesela 1,5V’luk bir pil, yenyken ideale yakındır. Yük altındaki voltajı ile a.d. voltajı yaklaşık aynıdır. Ama pil tükendikçe ideallikten uzaklaşır ve iç direnci büyür. Mesela a.d iken uçları arasında 1,3V görülüyorsa, akım çekilen durumda çok daha küçük bir voltaj görülür.

Bağımsız Akım Kaynağı

İdeal bağımsız akım kaynağı, üzerindeki akım, devrenin diğer kısımlarından bağımsız olarak belirtilen kaynak değeri olan elemandır. Bu değer zamana göre sabit veya fonksiyon olabilir. (Bağımlı akım kaynağının uçları arasında ise devrenin herhangi bir yerindeki akım veya gerilimin belirli bir fonksiyonuna göre akım olur. Bağımlı kaynaklar dersimizin kapsamı dışında tutulacaktır.)

İdeal akım kaynağının sönmülmesi (0A'lık yapılması), yerine açık devre konması demektir. Açık devre, 0A'lık ideal akım kaynağına da denktir.

İdeal olmayan akım kaynağının sonlu bir iç direnci (sıfırdan büyük iç iletkenliği) vardır. Bunun devre gösterimi, dış uçları arasında belirtilen değerde ideal akım kaynağı sembolü ve ona paralel iç direncidir. Sadece üzerindeki gerilim sıfır iken ($a-b$ arası dışarıdan k.d. edilmişken) dış uçlarından görülen akım, belirtilen o değerdedir. Akım kaynağının iç direnci sonsuza ne kadar yakınsa (iç iletkenliği sıfıra ne kadar yakınsa) ideale o kadar yakındır. İdeal ise iç direnci sonsuzdur (iç iletkenliği sıfırdır).

$$(I_{ba} = I_k - \frac{V_{ab}}{r_{i\zeta}} \text{ olduğu ilerideki konularla daha iyi anlaşılacaktır.})$$

