

11. ve 12. Hafta: Elektrik Akımı ve Direnç

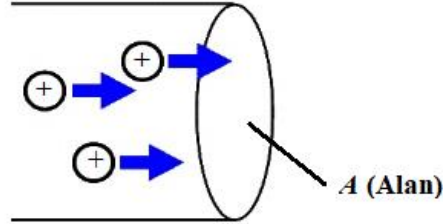
Elektrik akımı, elektrik yükünün akışı olmak üzere, yükün akış hızı ile ölçülür. Yükün akış hızı genellikle çok hızlı bir şekilde dalgalandığından, ortalama ve anlık akımı birbirinden ayırmalıyız. Bir Δt zaman aralığında telin kesit alanından geçen yük miktarı Δq ise, ortalama akım, yükün bu zaman aralığına oranına eşittir

$$I_{ort.} = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

Burada I akımı temsil etmektedir. Eğer yükün akış hızı zamanla değişiyor ise akım da zamanla değişiyor demektir. Bu durumda ani akım

$$I_{ani} = \frac{dq}{dt}$$

olarak tanımlanır. Aşağıdaki şekilden de görülebileceği gibi bir A alanından geçen yüklerin zamana göre değişimi akım olarak tanımlanır.



Şekil 6.1 Bir A alanından geçen yükler.

- Uluslararası birim (SI) sisteminde akımın birimi Amper (Amp) dir. 1 amper birim saniyede geçen 1 Coulomb (C) luk yük geçişine eşittir. Elektrik akımı akan pozitif veya negatif yükleri işaret eder ancak çoğu durumda, bir iletkenin içinde hareket eden elektronlardan bahsediyoruz.

$$1 \text{ Amper} = \frac{1 \text{ Coulomb}}{1 \text{ saniye}}$$

- Genellikle pozitif yükün akış yönü akımın yönü olarak seçilir bu yüzden bir iletkendeki akımdan bahsederken akımın yönü elektronların akış yönüne ters olacaktır.
- Bir metale elektrik alan uygulandığında hareketli yük taşıyıcıları yani elektronlar, elektrik alana ters yönde v_s sürüklenme hızı adı verilen bir hız ile hareket ederler.

Akımın Mikroskobik Modellemesi

Yük taşıyıcıları v_s hızı ile hareket ederlerken l uzunluğundaki bir telin Δx gibi bir kesiti üzerinden yük taşıyıcıların hareketi ile akım arasında bir ilişki kuralım.

- Şekil 6.2 den de görülebileceği üzere, Δx uzunluğundaki iletkenin hacmi $= A \Delta x$ dir. Bu durumda birim hacim başına düşen hareketli yüklerin sayısı (taşıyıcı sayısı) n olmak üzere, $A \Delta x$ hacmindeki yük taşıyıcıları $nA\Delta x$ ile verilir.
- Yük taşıyıcılarının v_s hızı ile hareketleri sırasında, Δx yolunu Δt gibi bir zamanda aldıkları kabul edilirse, yük taşıyıcıların hareket ettikleri mesafe $\Delta x = v_s \Delta t$ ile verilir.
- Böylece, A alanından geçen yük miktarı Δq ,

$$\Delta q = (nAv_s \Delta t)q \quad (1)$$

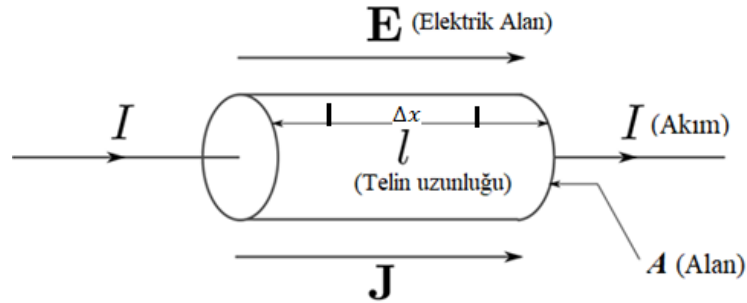
şeklinde ifade edilir ve akımın tanımından

$$I_{ort.} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = nAv_s q \quad (2)$$

ile verildiği görülür.

Ohm Kanunu

Bizim burada elektrostatik olmayan yani, hareketli durumlarla ilgilendiğimizi unutmayalım, yükler bir iletkenin içinde elektrik alanın etkisinde hareket ediyorlar.



Şekil 6.2 Bir iletkende akım

Şekil 6.2 de görüldüğü gibi kesit alanı A olan ve I akımı taşıyan bir iletken tel düşünelim. İletken içindeki akım yoğunluğu J olmak üzere,

$$J = \frac{I}{A} = nqv_s \quad (3)$$

şeklinde ifade edilir. SI birim sisteminde akım yoğunluğunun birimi A/m^2 dir.

- Denklem 3 den de görülebileceği gibi akım yoğunluğu pozitif yük taşıyıcılar olduğunda yüklerin hareketi yönünde, negatif yük taşıyıcılar söz konusu olduğunda yüklerin hareketinin aksi yönündedir.

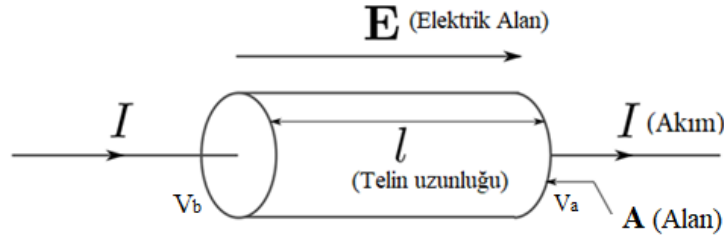
Bir iletkenin uçları arasında bir potansiyel farkı uygulanırsa, iletkenin içinde bir elektrik alanı ve akım yoğunluğu oluşur. Böylece, iletken içerisindeki J akım yoğunluğu, E elektrik alanına bağlılık gösterir ve akım yoğunluğu elektrik alanla

$$\vec{J} = \sigma \vec{E} \quad (4)$$

şeklinde doğru orantılıdır. Burada, σ orantı katsayısına iletkenin iletkenliği denir ve bu orantı katsayısı iletkenin özelliklerine bağlı bir nicelikdir. Bir maddenin iletkenliğinin tersine ise öz direnç (ρ) denir ve arasındaki ilişki,

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

olarak ifade edilir. Denklem 4 de gösterildiği gibi J akım yoğunluğu ve elektrik alan arasında lineer ilişki gösteren maddelere ohmik maddeler denir.



Şekil 6.3 Akım geçen tel

Şekil 6.3 de ki gibi kesit alanı A ve boyu l olan bir iletken teli ele alalım. Bu iletkenin uçları arasında bir potansiyel farkı uygulansın ve bir E elektrik alan meydana getirsin. Bu elektrik alan ile uygulanan potansiyel arasındaki ilişki,

$$\Delta V = El$$

şeklinde birbirine bağlıdır ve akım yoğunluğunun büyüklüğü ifadesinde yerine yazılırsa,

$$J = \sigma E = \sigma \frac{\Delta V}{l}$$

olduğu ve

$$\Delta V = \frac{l}{\sigma} J = \frac{l}{A \sigma} I$$

şeklinde ifade edildiği görülür.

Böylece, iletkenin R direnci tanımlanır:

$$R = \frac{l}{A \sigma}.$$

Defne AKAY

Uluslararası birim sisteminde direncin birimi ohm (Ω), $1 \text{ Ohm} = 1 \text{ Volt}/1 \text{ Amper}$ dir. R direnci öz direnç cinsinden ise

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

olarak ifade edilir.

Bir Elektrik Devresindeki Elektrik Gücü Üretimi

Bir elektrik devresinde, voltaj kaynağı (batarya veya duvar prizi) tarafından sağlanan gücü hesaplamak kolaydır. P (güç), I (akım), V (voltaj) ve R (direnç) birbirine bağımlı değişkenlerdir. Bu değişkenlerden herhangi biri biliniyorsa, diğer ikisini Ohm Yasasını ve güç denklemini kullanarak çözebiliriz.

$$\text{Elektrik gücü; } P = \frac{dQ}{dt} V_{ab} = I V_{ab} = I^2 R = \frac{V_{ab}^2}{R}$$

100 Watt'lık bir ampul $R = 144\Omega$ (ohm), $V = 120V$ (volt) ve $I = 0.83 A$ (amper)dir. Bu durumda elektrik gücü:

$$P = I^2 R = (0.83A)^2(144\Omega) \approx 100 \text{ Watt}$$

veya

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{(120)^2}{144} = 100 \text{ Watt}$$

olarak hesaplanır.