

## 7 FARADAY'IN İNDÜKSİYON KANUNU

Elektrik alanları durgun yüklerden manyetik alan ise hareketli yüklerden oluşur. İletkenin üzerine bir elektrik alan uygulandığında akıma sebep olan bir manyetik alan üretir. Elektrik alan manyetik alan tarafından üretilir mi?

Akım kangalına bir galvometre bağlanmış olsun. Bir çubuk mıknatıs akım kangalının yakınında hareketsiz tutulduğunda galvometre sapmaz. Ancak çubuk mıknatıs akım kangalının içinde hareket ettirildiğinde galvometreden bir akım geçtiği görülür.

## FARADAY'IN İNDÜKSİYON KANUNU

Manyetik alanın değişmesiyle N sarımdan oluşan akım kangallarında bir elektrik akımı oluşur. Kangallar sanki bir emk kaynağına bağlanmış gibi davranır. Çubuk mıknatıs kangal içerisinde döndürülünce de bir elektrik akımı oluşur. Çubuk mıknatıs sabit tutulup kangallar döndürülürse de bir emk oluşur. Deneysel olarak indüklenmiş emk'nın kangallardaki manyetik akı değişiminin oranına bağlı olduğu bulunmuştur.

Bir mıknatısın veya selenoidin manyetik alan çizgileri kapalı ilmekler şeklinde olup,

$$\Phi_B = \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0$$

## FARADAY'IN İNDÜKSİYON KANUNU

Eğer integral kapalı bir yüzey boyunca alınmazsa akı sıfırdan farklı olur ve zamanla değişen manyetik akı indüklenen bir e.m.k. oluşturur. Bu duruma elektromanyetik indüksiyon denir.

manyetik akı  $\int_S \vec{B} \cdot d\vec{s} \neq 0$   $emk = - \frac{d\Phi_B}{dt}$

Elektrik alan içinde A, B noktaları arasındaki elektrikselsel potansiyel

$$\Delta V = V_B - V_A = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{\ell}$$

## FARADAY'IN İNDÜKSİYON KANUNU

Elektrik alan korunumlu ise çizgi integrali yoldan bağımsızdır ve kapalı bir yol boyunca

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = 0$$

Eğer elektrik alan korunumlu değilse, korunumlu olmayan bu elektrik alan indüklenmiş bir e.m.k. doğurur.

$$\text{e.m.k.} = \oint_C \vec{E}_{\text{korunumsuz}} \cdot d\vec{\ell}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{emk} = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s} \\ \text{e.m.k.} = \oint_C \vec{E}_{\text{korunumsuz}} \cdot d\vec{\ell} \end{array} \right\} \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = -\frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s}$$

## FARADAY'IN İNDÜKSİYON KANUNU

Stokes teoreminden,

$$\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{\ell} = \int_S (\vec{\nabla} \times \vec{E}) \cdot d\vec{s}$$

$$\int_S (\vec{\nabla} \times \vec{E}) \cdot d\vec{s} = - \frac{d}{dt} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{s} \Rightarrow \vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{d\vec{B}}{dt}$$

zamanla değişen manyetik alan, korunumlu olmayan bir elektrik alan oluşturur (dolanan bir elektrik alan zamanla değişen bir manyetik alan tarafından üretilir.).

Yani manyetik akıdaki değişim biliniyorsa, indüklenmiş e.m.k bulunabilir veya belirli bir yol boyunca indüklenen e.m.k. biliniyorsa, manyetik alanın yönü veya büyüklüğü belirlenebilir.

## FARADAY'IN İNDÜKSİYON KANUNU

Alman fizikçisi Lenz, değişen manyetik akı ile indüklenen akımların daima akının değişimine zıt yönde aktığını söylemiştir. Buna Lenz kanunu denir. Bu yasa enerjinin korunumunun bir sonucudur. Faraday yasasındaki (-) işaretinin kaynağı da budur.

FIZ2205 - AYŞE KASAS

## İndüklenen Elektrik Alan

Faraday kanunu manyetik alanın zamanla değişmesiyle indüklenmiş bir akımın akmaya başlayacağını söyler. Yükün hareketine sebep olan şey birim yük başına yapılan işe eşit olan indüklenmiş emk 'dir. Manyetik alan bir iş yapmadığından hareketli yükler üzerine yapılan iş elektrik alandan kaynaklanmalıdır. Korunumlu olmayan elektrik alan bir emk oluşturur.

FIZ205 -

## Üreteçler - Jeneratörler

Faraday indüksiyon kanununun en önemli uygulaması jeneratörler (üreteçler) ve motorlardır. Bir jeneratör mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştürür, motor ise elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür. Üreteç düzgün olarak kabul edilen manyetik alan içerisinde bulunan  $N$  sarımlı kangaldan oluşur. Kangal kendi eksenini etrafında döndürülür, böylece manyetik alan zamanla değişir ve dolayısıyla indüklenmiş bir emk oluşur.



## Eddy Akımları

İletken bir halka manyetik alan içerisinde hareket ettirildiğinde manyetik alanın değişmesinden dolayı indüklenmiş bir akım oluştuğunu görmüştük. Akım halkası yerine katı bir iletken kullanılsaydı gene indüklenmiş bir akım elde edilirdi. İndüklenmiş akım dairesel bir biçimde gözlenir ve eddy akım olarak adlandırılır. Eddy akımlarının uygulamaları önemlidir. Örneğin akım istenmeyen mekanik titreşimleri baskılamak için, yüksek hızlı taşıma araçlarının manyetik frenleme sistemlerinde kullanılır.

FIZ205

## KAYNAKLAR

Bu ders notları aşağıda verilen kaynaklardan derlenmiştir. Detaylı bilgi için bu kaynaklara başvurulabilir.

- Elektrik ve Magnetizma - 2, Berkeley Fizik Dersleri Edward M. Purcell
- Elektromagnetik Teori / David J. Griffiths
- MIT "Physics 8.02 Electricity and Magnetism" ders notları

<http://web.mit.edu/viz/EM/visualizations/coursenotes/index.htm> (son eriřim tarihi:18 Kasım 2017)

- University of Colorado Boulder "PHYSICS 1120" Ders notları

[https://www.colorado.edu/physics/phys1120/phys1120\\_sp08/notes/scan\\_table.html](https://www.colorado.edu/physics/phys1120/phys1120_sp08/notes/scan_table.html) (son eriřim tarihi 18 Kasım 2017)

- Mühendislik Elektromanyetiđinin Temelleri David K. Cheng,
- Fen Bilimcileri ve Mühendisler için Fizik, D.G. Giancoli