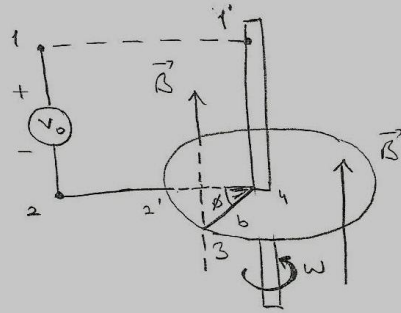


- ① Dairesel bir metal disk olan Faraday disk jeneratörü
 Manyetik indüksiyonun dönme eksenine paralel
 $\vec{B} = B_0 \vec{e}_z$ olduğu düzlem ve sabit bir manyetik
 alanda sabit ω eşit hızla dönmektedir.



Diskin yarıçapı b olduğuna göre, açık-devre voltaj
 v_0 belirleyiniz

9-1

1-2-2'-1' devresini ele alalım. Diskle birlikte
 hareket eden 2-3-4 kısmının sadece 3-4 kısmı
 manyetik indüksiyonu keşer.

* denklemler: $v_0 = \oint (\vec{u} \otimes \vec{B}) \cdot d\vec{l}$

Faraday disk jeneratörünün = $\int_2^4 [r\omega \vec{e}_\phi \otimes B_0 \vec{e}_z] (dr \vec{e}_r)$

elektromotor kuvveti

$$= \omega B_0 \int_b^0 r dr = -\frac{\omega B_0 b^2}{2} [V]$$

v_0 ölçülebilir için, çok yüksek rezistanslı bir voltmetre kullanmak gerekir öyle ki dışardan uygulanan manyetik alanı değiştirecek nitelikte bir akım devreden geçmesin.

⊕ İletkenle birlikte hareket eden gözlemci için belirli bir kuvvet yoktur ve birim yük başına manyetik kuvvet, $\vec{F}_m/q = \vec{u} \times \vec{B}$, iletken boyunca indüklenen elektrik alanın ürettiği gerilim:

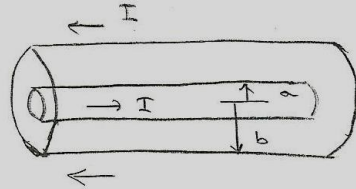
$$V_{21} = \int_1^2 (\vec{u} \otimes \vec{B}) \cdot d\vec{l}$$

Eğer hareket halindeki iletken bir C kapalı eğrisinin parçası ise, devre etrafında üretilen elektromotor kuvvet

$$emf = \oint_C (\vec{u} \otimes \vec{B}) \cdot d\vec{l}$$

Bu ifade aynı zamanda akı keser emf veya hareketli emf olarak da bilinir. Görüldüğü üzere, devrenin ^{sadece} \vec{B} 'ye paralel olmayan yönde hareket eden parçası emf'ye katkıda bulunur.

- ② uzun bir koaksiyel kablounun a yarıçaplı iç silindirden geçen I akımı b yarıçaplı dış silindirden geri dönmektedir. Kablounun l uzunluğunda depolanan enerjisi bulun.



Ampere yasasıyla silindire karşındaki bölgede manyetik alanı buluruz:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{e}_\phi$$

Dışta bölgede manyetik alan sıfırdır. Buna göre, birim hacimdeki enerji

$$\frac{1}{2\mu_0} B^2 = \frac{1}{2\mu_0} \left(\frac{\mu_0 I}{2\pi r} \right)^2 = \frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 r^2} \quad \text{oldu.}$$

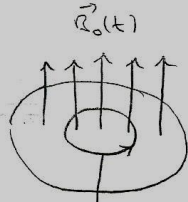
l uzunluğunda ve $[r, r+dr]$ kalınlığındaki silindirik bir kabukta enerji

$$\left(\frac{\mu_0 I^2}{8\pi^2 r^2} \right) l \cdot 2\pi r dr = \frac{\mu_0 I^2 l}{4\pi} \frac{dr}{r}$$

isterken enerji, a'dan b'ye integral alınarak

$$W = \frac{\mu_0 I^2 l}{4\pi} \ln \frac{b}{a} \quad \text{bulunur.}$$

- ③ Şekildeki taralı bölgede, yukarı yönde ve düzgülün $\vec{B}_0(t)$ manyetik alan zamanın bir fonksiyonu olarak değişmektedir. İndüksiyon elektrik alanını bulunuz.



r yarıçaplı Ampere çevrimini

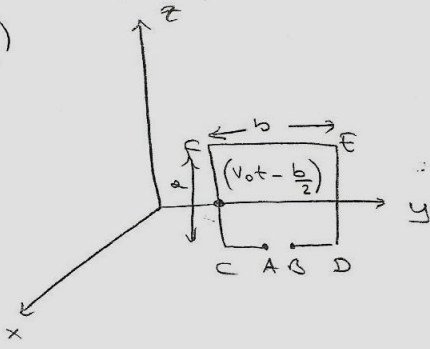
r yarıçaplı Ampere çevrimini seçilir ve Faraday yasası uygulanır.

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{R} = E (2\pi r) = - \frac{d\phi}{dt} = - \frac{d}{dt} (\pi r^2 B_0(t))$$
$$= - \pi r^2 \frac{dB_0}{dt}$$

$$\vec{E} = - \frac{r}{2} \frac{dB_0}{dt}$$

\vec{E} , çembere tepekte yönde, tıpkı düzgülün akımı yönlendirildiği gibi manyetik alanı fobisi olur. B_0 artıyorsa, yukarıdan bakıldığında \vec{E} saat yönünde döner.

(4)



$$\vec{B} = B_0 [\sin y \cos 2t \vec{e}_x + \sin z \sin 2t \vec{e}_y]$$

$$\vec{V} = V_0 \vec{e}_y$$

$t=0$ anında $x=0$ düzleminde merkezi orijinde olan dikdörtgen bir çerçeve, $\vec{V} = V_0 \vec{e}_y$ hızı ile harekete başlar. Ortamda

$$\vec{B} = B_0 [\sin y \cos 2t \vec{e}_x + \sin z \sin 2t \vec{e}_y]$$
 şeklinde

değişen bir mag. ind. uygulanmış olduğuna göre,

a) çerçevenin A, B uçları arasında endüklenen gerilimi bulunuz.

b) çerçeve duruyor olsaydı, endüklenen gerilim ne kadar olurdu?

I. Sol

$$\textcircled{a} \quad e(t) = \frac{d\phi}{dt} = -\frac{2}{2t} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

$$\begin{aligned} \phi &= \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S} = B_0 \int_{z=-a/2}^{a/2} \int_{y=V_0 t - b/2}^{V_0 t + b/2} (\sin y \cos 2t \vec{e}_x + \sin z \sin 2t \vec{e}_y) \cdot dy dz \vec{e}_x \\ &= B_0 a \cos 2t [\cos(V_0 t - b/2) - \cos(V_0 t + b/2)] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e(t) &= B_0 a 2 \sin 2t [\cos(V_0 t - b/2) - \cos(V_0 t + b/2)] \\ &\quad + B_0 a V_0 \cos 2t [\sin(V_0 t - b/2) - \sin(V_0 t + b/2)] \end{aligned}$$

II. Sol

$$e(t) = - \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S} + \int_C (\vec{v} \otimes \vec{B}) \cdot d\vec{l} = -\frac{2}{2t} \int_S \vec{B} \cdot d\vec{S}$$

$$\frac{\partial \vec{B}}{\partial t} = -2 B_0 [\sin y \sin 2t \vec{e}_x - \sin z \cos 2t \vec{e}_y]$$

$$- \int_S \frac{\partial \vec{B}}{\partial t} \cdot d\vec{S} = 2 B_0 \int_{z=-a/2}^{a/2} \int_{y=V_0 t - b/2}^{V_0 t + b/2} \sin y \sin 2t \, dy \, dz$$

$$= 2 B_0 a \sin 2t [\cos(V_0 t - b/2) - \cos(V_0 t + b/2)]$$

$$\vec{v} \otimes \vec{B} = -V_0 B_0 \sin y \cos 2t \vec{e}_z$$

$$\int_C \vec{v} \otimes \vec{B} \cdot d\vec{l} = -V_0 B_0 \cos 2t \int_C \sin y \vec{e}_z \cdot d\vec{l}$$

\downarrow
 $d\vec{l} = dz \vec{e}_z$

$$= \left(\right) \sin \left(\nu_0 t + b/2 \right) \int_{-a/2}^{a/2} dz + \left(\right) \sin \left(\nu_0 t - b/2 \right) \int_{-a/2}^{a/2} (-dz)$$

$$- \nu_0 B_0 \cos 2t a^2 \left[\sin \left(\nu_0 t + b/2 \right) - \sin \left(\nu_0 t - b/2 \right) \right]$$

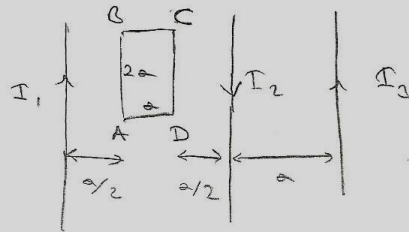
} FE & CD üzerinde integral alınmıyca }

$$\textcircled{b} \quad e(t) = 2 B_0 a \sin 2t \left[\cos \left(-b/2 \right) - \cos \left(b/2 \right) \right]$$

$$\nu_0 = 0 \rightarrow \text{gerçekten duruyorken}$$

5) Şekilde paralel ve çok uzun 1, 2, 3 telleri ile ABCD dikdörtgeni aynı düzlemde bulduklarına göre dikdörtgenden geçen toplam ϕ akısını ve 2 telinin $l = 100$ cm uzunluğuna etkisiyle oluşan kuvvetin yönünü ve değerini bulunuz. $I_1 = I_3 = 5$ A

$$I_2 = 10 \text{ A}, \quad a = 20 \text{ cm}, \quad \mu = \mu_0$$



Gerçeveden geçen akı, I_1, I_2, I_3 akımları nedeniyle oluşan akının toplamıdır.

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \Phi_3$$

$$\Phi_1 = \frac{2\mu_0 a I_1}{2\pi} \ln \frac{a + \frac{a}{2}}{\frac{a}{2}} = 0,44 \mu\text{Wb}$$

$$\Phi_2 = \frac{2\mu_0 a I_2}{2\pi} \ln 3 = 0,88 \mu\text{Wb}$$

$$\Phi_3 = \frac{2\mu_0 a I_3}{2\pi} \ln \frac{a + \frac{a}{2} + a}{a + \frac{a}{2}} = 0,13 \mu\text{Wb}$$

$$\Phi = 1,13 \mu\text{Wb}$$

2 teline etkileyen kuvveti hesaplayalım.

2 teli boyunca 1 teli;

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2\pi z a} = 2,5 \mu\text{T} \text{ indüksiyonunu meydana}$$

getirir, yönü sağa doğrudur. 3 teli ise,

$$B_3 = \frac{\mu_0 I_3}{2\pi a} = 5 \mu\text{T} \text{ indüksiyonunu meydana}$$

getirir, yönü öne doğrudur. O halde 2 teli boyunca

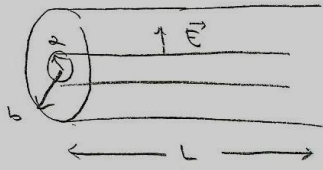
bileşik manyetik indüksiyon:

$$B_{13} = B_3 - B_1 = 2,5 \mu\text{T} \text{ olup öne doğru}$$

yönelir. Böylece, 2 telin etkileyen kuvvet

$$F = B_{13} l_2 I_2 = 2,5 \cdot 10^{-3} \text{ N} \rightarrow 1 \text{ teline doğrudur.}$$

- (b) Yarıçapları a ve b olan eş eksenli iki uzun silindir arası iletkenliği σ olan bir maddeyle doludur. Silindirin arasında V potansiyel farkı olduğunda, L uzunluktaki bir bölgede birinden diğerine geçen akım ne kadardır?



Silindirin arasındaki bölgede elektrik alan

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \vec{e}_r$$

λ iç silindirin yük yoğunluğu.

$$I = \int \vec{J} \cdot d\vec{S} = \epsilon \int \vec{E} \cdot d\vec{S} = \epsilon \frac{\lambda L}{\epsilon_0}$$

↓
içteki silindiri ortan
herhangi bir kapalı yüzey

Gauss yasasını kullanarak,

$$V = - \int_a^b \vec{E} \cdot d\vec{l} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{b}{a}\right)$$

Bu iki bağılımdan λ elde ederek

$$I = \frac{2\pi\sigma L}{\ln(b/a)} V$$