

Magnetik İndüksiyon

Amaç

Bu deneyde, uzun bir bobinin içinde frekansı ve şiddeti değişken olan bir magnetik alan üretilecek ve bobinin içine itilecek kısa bobinlerde indüklenerek olan voltajlar frekansın bir fonksiyonu olarak, sarım sayısına, bobinin çapına ve alan şiddetine bağlı olarak ölçülecektir.

Deneye Hazırlık Bilgileri

Bu deney, Faraday'ın indüksiyon yasasının deneysel olarak gözlenmesi için tasarlanmıştır. Bir \vec{B} magnetik alanının (veya magnetik akı yoğunluğunun) içinde bulunan bir \vec{A} yüzeyinden geçen ϕ magnetik akı şu şekilde ifade edilir.

$$\phi = \int_A \vec{B} \cdot d\vec{a} \quad (1)$$

Magnetik akının zamana göre değişimi, Faraday yasasına (Maxwell' in 2inci denklemine) göre ifade edilen bir elektrik voltajı üretir.

$$U = - \frac{d\phi}{dt} \quad (2)$$

Bu şekilde, zamana göre değişken bir magnetik alan tarafından üretilen elektrik voltajına indüklenmiş elektromotor kuvveti veya indüklenmiş voltaj adı verilir. Bu voltaj, elektrik alan cinsinden aşağıdaki gibi ifade edilir.

$$U = \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (3)$$

burada E elektrik alanının şiddet vektörünü ve C, A bölgesinin sınırını göstermektedir. Aynı magnetik akının geçtiği n tane iletkenilmek için şu ifade sağlanır.

$$U = n \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{s} \quad (4)$$

Bu deneyde, magnetik alan uzun bir bobin (birincil bobin) tarafından üretilecektir. Uzun bobinin içinde magnetik alan sabit olacağından şu ifade sağlanır.

$$\phi = \vec{B} \cdot \vec{A} \quad (5)$$

Maxwell'in 1inci denklemi (Amper yasası)

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \int_A \vec{j} \cdot d\vec{a} \quad (6)$$

Maxwell'in 4üncü denklemi ile birlikte

$$\int_{A'} \vec{B} \cdot d\vec{a} = 0 \quad (7)$$

A' alanından geçen durgun akım

$$I = \int_{A'} \vec{j} \cdot d\vec{a} \quad (8)$$

ile burada üretilen magnetik alan B arasındaki ilişkiyi verir. Burada, C , A' nın sınırındır, A'' herhangi bir kapalı alandır, j elektrik akımı yoğunluğudur ve μ_0 magnetik alan sabitidir.

$$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} = 1.26 \times 10^{-6} \frac{Vs}{Am} \quad (9)$$

n' sarımlı uzun bir bobin için bobinin içinde şu ifade bulunur.

$$|\vec{B}| = \mu_0 n' I / \ell \quad (10)$$

f frekansı veya $\omega = 2\pi f$ açısal frekansı değişken olan bir alternatif akım

$$I = I_0 \cdot \sin \omega t \quad (11)$$

birincil bobinden geçerse o zaman ikincil bobinde indüklenen voltaj şöyledir,

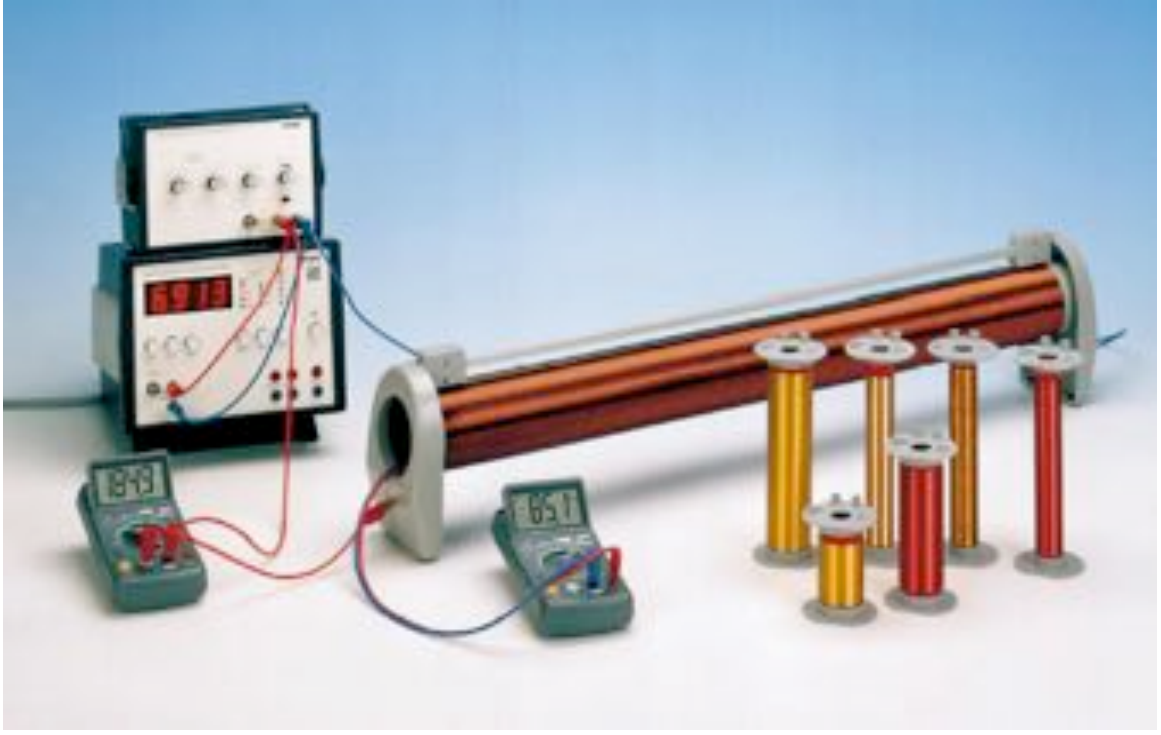
$$U = \frac{-\mu_0 n A n' \omega I_0}{1} \cos \omega t \quad (12)$$

Deneyde Kullanılacak Araçlar

Alan bobini (birincil bobin), 750mm, 485 sarım/m
İndüksiyon (algı) bobinleri, 1 takım aşağıdakilerden oluşur:
300 sarımlı, çapı 40mm indüksiyon bobini
300 sarımlı, çapı 32mm indüksiyon bobini
300 sarımlı, çapı 25mm indüksiyon bobini
200 sarımlı, çapı 40mm indüksiyon bobini
100 sarımlı, çapı 40mm indüksiyon bobini
150 sarımlı, çapı 25mm indüksiyon bobini
75 sarımlı, çapı 25mm indüksiyon bobini
Fonksiyon üreticisi
Dijital sayaç, 4 basamaklı
Dijital multimetre
Bağlantı kablosu, 750mm, kırmızı
Bağlantı kablosu, 750mm, mavi
Bağlantı kablosu, 2000mm, mavi

Deneyin Yapılışı

1. Deney düzeneğini Şekil 1.' de gösterildiği gibi kurunuz.



Şekil 1. Magnetik indüksiyon deney düzeneği.

2. $d=41\text{mm}$ çaplı 300 sarımlı algi bobinini, uzun bobinin merkezine gelecek biçimde cetvel yardımı ile yerleştiriniz.
3. Dijital sayacın 'function' düğmesini kullanarak sayacı 'frekans' seçeneğine getiriniz. Daha sonra 'start' düğmesine bir kere basınız ve sinyal üreticinde frekansı, 'amplitude' düğmesi yardımıyla, 10.7 kHz 'e ayarlayınız. Frekans skalasının 10^3 de olmasına dikkat ediniz. Çünkü kullanılacak olan frekans değerleri kHz basamağındadır.
4. Akımı, sinyal üreticisinin 'amplitude' düğmesi yardımıyla, 2 mA aralıklarla 40 mA kadar değiştirerek her bir akım değeri için algi bobininde indüklenen voltaj değerini dijital voltmetre yardımı ile ölçünüz.
5. Ölçüm değerlerinizi Çizelge 1' e yazınız ve $U-I$ grafiğini çiziniz.
6. Deney düzeneğini değiştirmeden, frekans değerini 1 kHz 'e ve birincil bobinden geçen akımı 30 mA ' e ayarlayınız.
7. Fonksiyon üreticisinin frekans kısmını kullanarak birincil bobinden geçen akımın frekansını 1 kHz ' den 10 kHz ' e kadar 1 'er kHz değiştirerek her bir frekans değeri için ikincil bobinde indüklenen voltajı dijital voltmetre yardımı ile ölçünüz.

Uyarı: Frekans 1 kHz ile 12 kHz arasında çalışılmalıdır çünkü 0.5 kHz in altında bobin kısa devre gibi davranır ve 12 kHz in üzerinde ölçüm aletlerinin hassasiyeti garanti edilmemiştir.

8. Ölçüm değerlerinizi Çizelge 2' ye yazınız ve $U-f$ grafiğini çiziniz.
9. Birincil bobinden geçen akımı 30 mA ' e ve akımın frekansını 10.7 kHz ' e ayarlayınız.
10. İkincil bobin için aynı çaplı ve farklı sarım sayılarına sahip bobinleri teker teker kullanarak, indüklenen voltaj değerlerini ölçünüz.
11. Ölçüm değerlerinizi Çizelge 3.' e yazınız ve $U-n$ grafiğini çiziniz.
12. İkincil bobin için aynı sarım sayısına sahip ve farklı çaplı bobinleri teker teker kullanarak her bir bobinde indüklenen voltajı ölçünüz.
13. Ölçüm değerlerinizi Çizelge 4.' e yazınız ve $U-d$ grafiğini çiziniz.

Sonuçların değerlendirilmesi

Elde ettiğiniz ölçüm sonuçlarınızı dikkate alarak ve teorik bilgilerinizi kullanarak, indüksiyon voltajını aşağıdakilerin fonksiyonu olarak belirleyiniz.

1. Magnetik alanın şiddeti,
2. Magnetik alanın frekansı
3. İndüksiyon bobininin sarım sayısı
4. İndüksiyon bobininin enine-kesiti

Çizelge 1.

300 sarımlık,
d=41 mm çaplı
bobinin 10.7
kHz de herbir
akım değeri
için indüklenen
voltaj değerleri

Çizelge 2.

300 sarımlık,
d=41 mm çaplı
bobinin 30mA
de herbir
frekans değeri
için indüklenen
voltaj değerleri

Çizelge 3.

2. bobinden
geçen akımın 30
mA ve frekansın
10.7 kHz olduğu
durumda d=41
mm çaplı
bobinin sarım
sayısına göre
indüklenen voltaj
değerleri

Çizelge 4.

2. bobinden
geçen akımın
30mA ve
frekansın 10.7
kHz olduğu
durumda 300
sarımlı bobinin
çapa göre
indüklenen
voltaj değerleri

I(mA)	U(mV)
2.0	
4.0	
6.0	
8.0	
10.0	
12.0	
14.0	
16.0	
18.0	
20.0	
22.0	
24.0	
26.0	
28.0	
30.0	
32.0	
34.0	
36.0	
38.0	
40.0	

f(kHz)	U(mV)
1.0	
2.0	
3.0	
4.0	
5.0	
6.0	
7.0	
8.0	
9.0	
10.0	

n(sarım sayısı)	U(mV)
300	
200	
100	

d(mm)	U(mV)
25	
32	
41	

Sorular

1. Faraday'ın magnetik indüksiyon yasaını nitel olarak ifade ediniz.

2. $\vec{B} = 10 \sin(400\pi t) \hat{i} \text{ mT}$ ile ifade edilen bir magnetik alanda $\vec{A} = (10\hat{i} + 10\hat{j}) \text{ cm}^2$ ile ifade edilen yüzeyden geçen magnetik akıyı hesaplayınız. Faraday'ın indüksiyon yasaına göre bu magnetik alanın indükleyeceği elektrik voltajını hesaplayınız.

Kaynaklar

1. PHYWE, Magnetic induction manual, LEP 4.4.02.

Yorum

