

유도기전력 측정

1. 실험목적

긴 1차의 솔레노이드 코일에 다양한 크기의 전류와 주파수로 자기장을 형성시킨 후 1차 코일 내로 삽입되는 2차 코일 양단에서의 유도기전력에 대하여 1차 코일의 전류와 주파수 및 2차 코일의 감은 수, 코일 반경 등의 함수관계로 조사한다

2. 실험 원리

자기선속(magnetic flux) Φ_B 의 시간적 변화율은 유도기전력 ε 를 유발한다.

$$\Phi_B = \oint \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

$$\varepsilon = \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

여기서 E는 유도 전기장의 세기이며, B는 자기장이다.

A는 도체에 닫혀진 면적이고, C는 그 경계이다.

Φ_B 와 ε 의 관계식은 Maxwell의 두 번째 식에서 유도된다. 즉

$$\varepsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (1)$$

이며, 이는 한 개의 도체 루프의 경우이다.

N개의 평행한 도체 루프를 통하여 같은 플럭스가 지나게 되면,

$$\varepsilon = N \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{s}$$

실험에서는 자기장은 1차의 긴 솔레노이드 코일에 의하여 발생한다.

솔레노이드 코일 내에서의 자기장은 일정하므로,

$$\Phi_B = \vec{B} \cdot \vec{A}$$

암페어 법칙에 의하여

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \int_{A'} \vec{J} \cdot d\vec{A}$$

이 식은 면적 A을 통해 흐르는 일정한 전류 I와 아래의 관계가 성립한다.

$$I = \int \vec{J} \cdot d\vec{A}$$

그리고 그것에 의하여 자기장 B가 생성된다. J는 전류밀도, μ_0 는 진공중의 투자율이고

$$\text{그 값은 } \mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} = 1.26 \times 10^{-6} \left(\frac{Vs}{Am} = \frac{N}{A^2} \right)$$

N'번 감긴 긴 코일의 경우, $|\vec{B}| = \frac{\mu_0 N' I}{\ell}$ (코일 내부에서)

ℓ 은 1차 코일의 길이이다.

주파수 f혹은 각진동수 $\omega=2\pi f$ 인 교류전류 I가 1차 코일을 통하여 흐르는 경우

$$I = I_0 \sin \omega t \text{ 이고}$$





식(1)로부터, 2차 코일 (N번 감은 수, 단면적A)에 유도되는 전압은

$$\varepsilon = \frac{\mu_0 A N N' \omega I_0 \cos \omega t}{\ell} \quad (2)$$

<측정 항목>

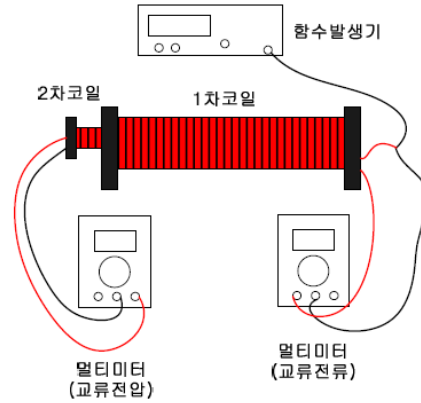
- ① 1차 코일의 인가 전류변화 (자기장의변화)에 따른 2차 코일의 유도전압 측정
- ② 1차 코일의 인가 주파수 변화에 따른 차 코일의 유도 전압 측정
- ③ 2차 코일의 감은 수 변화에 따른 2차 코일의 유도 전압 측정
- ④ 2차 코일의 단면적의 변화에 따른 2차 코일의 유도 전압 측정

3. 실험장치

연번	구성품	연번	구성품
1		2	
	1차 코일 (Field Coil) [규격: 길이 600 mm, 내경 63mm, N=1400]		2차 코일 (Induction Coil) [2번 규격 : 길이 300 mm, 내경 40 mm, N=1500]
3		4	
	2차 코일(Induction Coil) [3번 규격 : 길이 300 mm, 내경 40mm, N=1000]		2차 코일(Induction Coil) [4번 규격 : 길이 300 mm, 내경 40 mm, N=500]

연번	구성품	연번	구성품
5	 <p>2차 코일(Induction Coil) [5번 규격 : 길이 300 mm, 내경 30 mm, N=1000]</p>	6	 <p>2차 코일(Induction Coil) [6번 규격 : 길이 300 mm, 내경 25 mm, N=1000]</p>
7	 <p>함수 발생기</p>	8	 <p>디지털 멀티미터</p>
9	 <p>도선</p>	10	 <p>오실로스코프</p>

4. 실험절차



[그림]

① 그림과 같이 1차 코일, 2차 코일, 멀티미터, 함수 발생기를 배치한다. 파형 관찰이 필요한 경우에는 오실로스코프를 사용하여 Ch1은 필드코일 Ch2는 유도코일에 연결하고 dual mode 에서 관찰한다.

② 함수발생기는 출력 파형은 사인 파형으로 설정하고, 측정 주파수 범위는 1kHz 에서 10kHz 범위 정도에서 공급한다. 디지털 멀티미터를 사용할 경우 주파수에 따라 측정 정밀도가 변화가 있으므로 높은 주파수에서 측정은 정밀도가 떨어진다. 낮은 주파수에서는 코일이 거의 쇼트 상태가 되므로 측정이 용이하지 않다.

③ 디지털 멀티미터 1은 1차 코일에 흐르는 교류전류를 측정하고 디지털 멀티미터 2는 2차 코일 양단의 교류전압을 측정한다. 정확한 측정값을 얻기 위해서는 real rms 측정 가능한 멀티미터를 사용하여야 한다.

<1차 코일의 인가 전류변화 (자기장의변화)에 따른 2차 코일의 유도전압 측정>

④ 1차 코일에 흐르는 전류를 변화시켜 내부에서의 자기장의 세기를 변화에 따른 2차 코일의 유도 전압을 측정한다. 임의의 2차 코일을 선정하여 코일 안에 넣는다. (단, 큰 값을 얻기 위해서는 많이 감긴 코일을 사용하는 것이 유리하다.)

⑤ 주파수는 변화 시키지 말고 함수 발생기 진폭 (Amplitude) 다이얼을 조절하여 1차 코일의 전류를 변화 시키고 그때의 전류 값과 2차 코일에 유도되는 전압 값을 기록하여야. 식 (2)에 의해 계산된 값과 실험값을 비교하여야.

<1차 코일의 주파수 변화에 따른 2차 코일의 유도전압 측정>

⑥ 임의의 2차 코일을 1차 코일에 삽입 시키고 1차 코일에 인가되는 주파수를 변화시키며 2차 코일에 유도되는 전압을 측정한다. 식 (2)에 의해 계산된 값과 실험값을 비교하여야.

*주의 : 주파수를 변화시킴에 따라 전류가 변하므로 전류조절도 해주어야 한다.

<2차 코일의 감은 수 변화에 따른 2차 코일의 유도 전압 측정>

⑦ 일정한 1차 코일의 주파수와 전류 아래서 감은 수가 다른(500, 1000, 1500) 내경 40mm의 코일을 각각 1차 코일 안에 삽입하여 감은 수 변화에 따른 2차 코일의 유도 전압을 측정한다.

<2차 코일의 단면적 변화에 따른 2차 코일의 유도 전압 측정>

⑧ 일정한 1차 코일의 주파수와 전류 아래서 단면적이 다른(25, 30, 40mm) 1000turn의 코일을 각각 1차 코일 안에 삽입하여 단면적 변화에 따른 2차 코일의 유도 전압을 측정한다.

5. 측정 결과

학과/분반		실험 일시	
실험 조		작성자	

5.1 1차 코일 전류 변화에 따른 2차 코일 유도 전압의 변화

1차코일 전류(mA)	2차 코일 유도 전압 (mV)	이론값 (RMS)	상대 오차 (%)
	측정값		
10			
20			
30			
40			
50			
60			
70			
80			

1차 코일 인가 주파수: 1000 Hz

2차 코일 직경: 40 mm

2차 코일 감은 수: 1000 회

5.2 1차 코일 주파수 변화에 따른 2차 코일 유도 전압의 변화

1차코일 주파수(Hz)	2차 코일 유도 전압 (mV)	이론값 (RMS)	상대 오차 (%)
	측정값		
300			
400			
500			
600			
700			
800			
900			
1000			

1차 코일 인가 전류 : 80 mA

2차 코일 직경 : 40 mm

2차 코일 감은 수 : 1000 회

5.3 2차 코일의 감은 수 변화에 따른 2차 코일 유도 전압 측정

2차 코일 감은 수	2차 코일 유도 전압 (mV)	이론값 (RMS)	상대 오차 (%)
	측정값		
500			
1000			
1500			

1차 코일 인가 주파수 : 1000 Hz

2차 코일 인가 전류 : 80 mA

2차 코일 직경 : 40 mm

5.4 2차 코일 내경 변화에 따른 2차 코일 유도 전압 측정

2차코일 내경 (mm)	2차 코일 유도 전압 (mV)	이론값 (RMS)	상대 오차 (%)
	측정값		
25			
30			
40			

1차 코일 인가 주파수 : 1000 Hz

2차 코일 인가 전류 : 80 mA

2차 코일 감은 수 : 1000 회

6. 고찰 사항

※ 고찰 사항의 질문에 답하는 것이 보고서의 전부가 아닙니다. 여기에 있는 질문은 단지 보고서를 작성할 때 도움을 주기 위한 것입니다.

(1) 2차 코일의 감은 수와 내경 외에 변화를 줄 수 있는 것은 무엇이 있는가?

(2) 이 실험에서 가장 큰 오차의 원인은 무엇인가?