

패러데이법칙 실험

1. 목적

자속을 전기적으로 또는 역학적으로 시간에 따라 변화시킬 때 발생하는 유도기전력을 측정하여, 전자기 유도에 대한 패러데이 법칙을 살펴본다.

2. 이론

패러데이(M. Faraday)는 유도되는 기전력의 크기가 어떤 요소의 영향을 받는가를 양적으로 연구하였다. 그는 첫째로 유도기전력이 시간에 의존함을 알았다. 즉, 자기장이 빨리 변하면 변할수록, 더욱 큰 기전력이 유도된다. 그러나 기전력은 간단히 그 자기장의 변화율에 비례하지는 않는다. 더 정확히 기술하면, 전기선속과 유사하게 정의된 자기선속(magnetic flux) Φ_B 의 시간변화율에 비례한다. 자기선속은

$$\Phi_B = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} \quad (1)$$

으로 정의된다. 이것은 자기장 \vec{B} 를 어떤 표면에 걸쳐서 면적분한 값이며, 자기선속의 단위는 tesla-meter²이며 이를 Weber라 부른다. 즉, 1Wb=1Tm²이다. 자기장 \vec{B} 는 단위 면적당 자기선속(Φ/A)과 같으므로, 가끔 자속밀도(magnetic flux density)라고도 부른다.

패러데이의 연구결과는 한 회로에 유도된 기전력은 그 회로를 지나는 자기선속의 시간 변화율과 동등하다는 것이다.

$$\epsilon = - \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (2)$$


여기서, 자기선속의 시간변화율 $d\Phi_B/dt$ 의 단위는 Wb/s(Tm²/s)이며, 유도기전력 ϵ 의 단위는 Volt이다. 식 (2)를 전자기유도에 대한 패러데이 법칙(Faraday's law of induction)이라고 하며, 전자기학의 기본관계식 중 하나이다. 이 회로가 N 회 감긴 원형 도선으로 구성되어 있다면, 각 고리에 유도된 기전력을 모두 합해야 한다. 따라서,

$$\epsilon = - N \frac{d\Phi_B}{dt} \quad (3)$$

가 된다. 유도기전력은 항상 회로에 전류를 일으키며, 그 전류에 의해 생기는 자기장은 식 (3)의 -부호에서 볼 수 있는 것처럼 원래의 자기선속의 변화에 반대되는 방향으로 일어난다.

3. 실험장치 및 기구

- (1) Helmholtz 코일(500 turn), Detection 코일
- (2) Rotary Motion Sensor, Variable Gap Magnet, Induction Wand
- (3) Voltage Sensor, Current Sensor, Banana Cable
- (4) Interface

	
Helmholtz 코일	Detection 코일
	
Variable Gap Magnet	Induction Wand
	
Rotary Motion Sensor	Current Sensor
	
Interface	Voltage Sensor

4. 실험방법

A. 자기장의 시간변화에 따른 유도기전력 및 유도전류 측정

(1) Interface, Voltage Sensor (A단자), Current Sensor (B단자), Banana Cable (OUTPUT 단자), Helmholtz 코일, Detection 코일을 [그림 1]과 같이 설치한다. 이 때, Helmholtz 코일의 중앙에 Detection 코일을 놓는다.

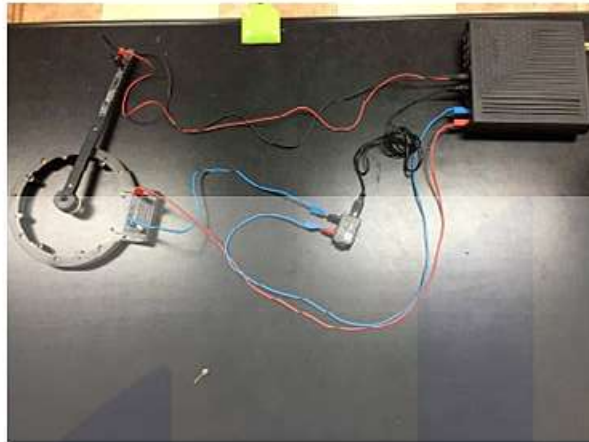


그림 1 실험장치도

(2) Data Studio를 구동하고, Voltage Sensor (A 단자), Current Sensor (B 단자), Singal Generator를 [그림 2]와 같이 설정한다. Scope를 Output Voltage, Current와 Voltage에 잡아끌어 [그림 3]과 같이 설정한다.

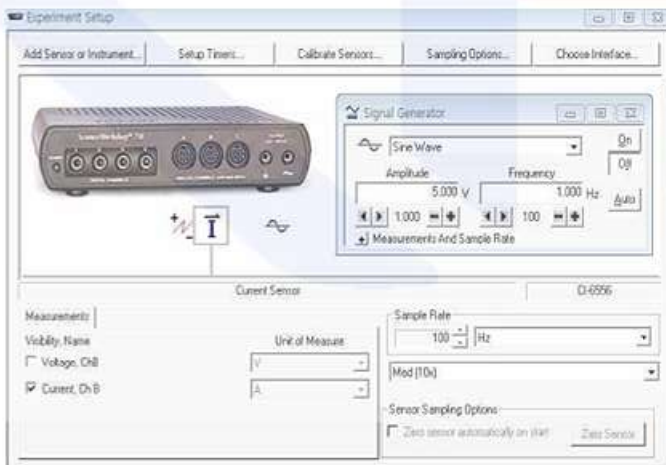


그림 2 Data Studio Interface 설정

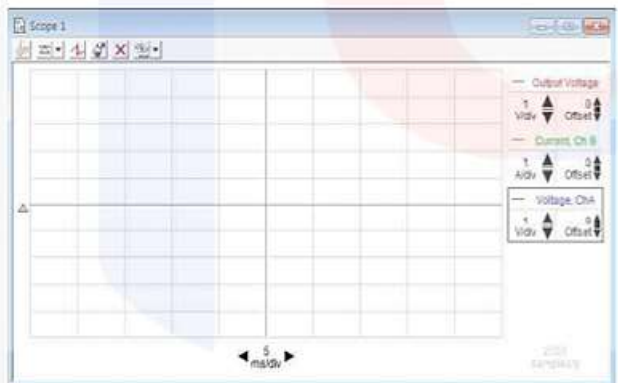


그림 3 Scope 설정

(3) Interface의 전원에 주파수(100Hz, 1kHz) 및 파형(사인파,삼각파)을 변화시키면서 Detection 코일에 유도되는 유도기전력의 파형과 회로에 흐르는 전류의 파형을 확인한다.

B. 일정한 자기장에 통과하는 폐회로의 곡면의 변화에 따른 유도기전력 및 유도전류 측정

(1) Interface, Induction Wand, Voltage Sensor (A단자), Rotary Motion Sensor (1,2단자), Variable Gap Magnet을 [그림 4]와 같이 설치한다. 이 때, Variable Gap Magnet의 위치를 조절하여 Induction Wand가 진동할 때 Variable Gap Magnet을 통과할 수 있도록 한다.

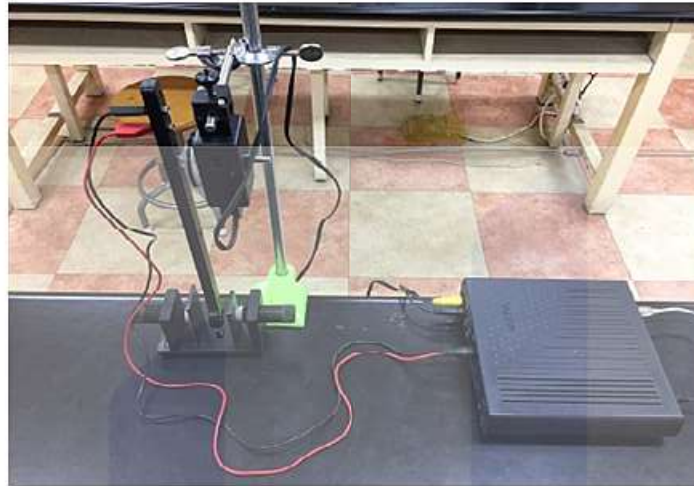


그림 4 실험장치도

(2) 자석 사이의 자기장이 일정하도록 Variable Gap Magnet의 틈을 최대한 좁게 한다.
 (3) 컴퓨터에서 Induction Energy 파일을 찾아 실행시킨다([그림 5] 참조). Induction Wand이 단진자운동을 할 때 코일에 유도되는 유도기전력을 확인한다([그림 6] 참조). 측정된 그래프를 이용하여, 진자의 위치, 속도와 유도된 유도기전력 사이의 관계를 분석한다.

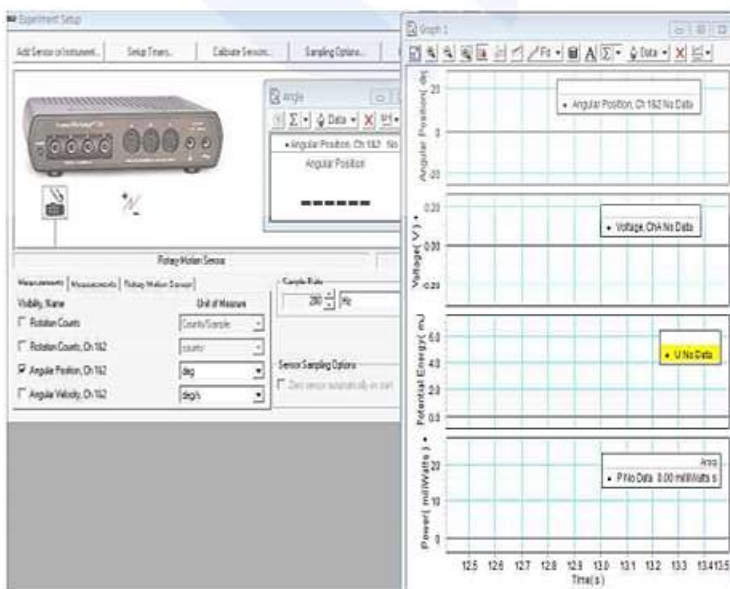


그림 5 Induction Energy 설정값

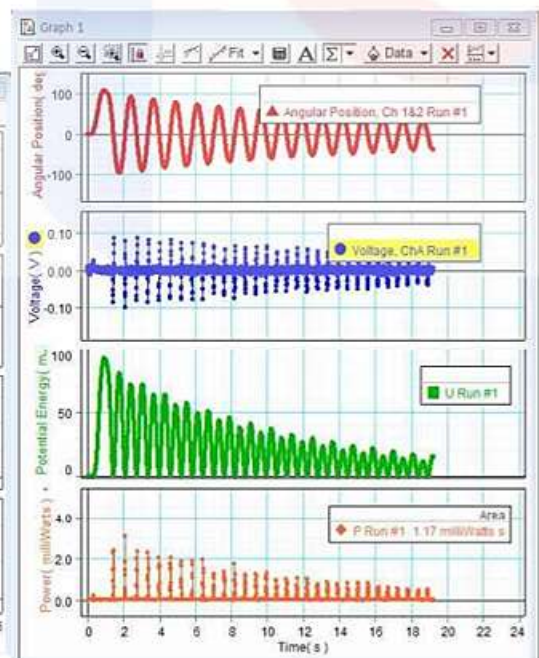


그림 6 측정 그래프