

10. 변압기 원리



장비 구성

Experiment

Basic Coil Set	SF-8616
- U-shaped Core	SF-8614
- Coil(200 Turn)	SF-8609
- Coil(400 Turn) (2)	SF-8610
- Coil(800 Turn)	SF-8611
Banana Plug Cord-Red (5)	SE-9750
Voltage Sensor	UI-5100
Current Probe	PS-2184

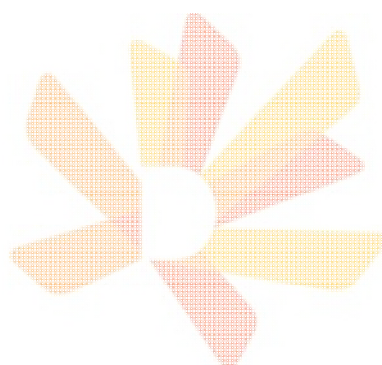
Required:

UI-5000 Universal 850 Interface

PASCO Capstone Software

저항

dongguk
UNIVERSITY



일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

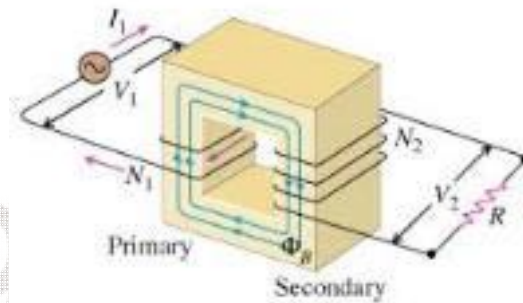
일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

실험 목표

다양한 감은 수의 코일들과 철심을 이용하여 변압기의 기본적 원리 및 철심의 역할을 이해한다. 코일의 다양한 조합을 통해 변압기에 관한 이론을 실험적으로 확인하고, 어떤 방식으로 조합을 했을 때 가장 효율이 높은 변압기를 만들 수 있는지 탐구한다.

기본 이론

변압기는 1차 코일(Primary Coil)과 2차 코일(Secondary Coil)로 이루어져 있다. 1차 코일에 교류 전압이 걸리면 철심에는 교대되는 자기선속이 만들어진다. 이는 패러데이의 유도법칙에 따라 2차 코일에 유도 기전력을 만든다. 이로 인해 2차 코일에 연결된 회로에는 교류 전류가 흐르게 되고 에너지가 전달된다. 이 모든 전류와 기전력은 1차 코일에 공급된 전원과 같은 진동수를 가진다.



1차 코일과 2차 코일의 감은 수를 각각 N_1 , N_2 , 1차 코일에 걸린 전압을 V_1 , 자기 선속을 Φ_B 라고 하면, 1차 기전력 ϵ_1 과 2차 기전력 ϵ_2 는 다음과 같다.

$$\epsilon_1 = -N_1 \frac{d\Phi_B}{dt}, \quad \epsilon_2 = -N_2 \frac{d\Phi_B}{dt}$$

1차 코일과 2차 코일에서 자기 선속 Φ_B 는 동일하고, 기전력의 비는 단자전압의 비와 동일하므로 다음 식이 성립한다.

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{N_2}{N_1}$$

따라서 1차 코일의 감은 수가 2차 코일의 감은 수보다 크면 강압(step-down)이 일어나고, 그 반대의 경우에는 승압(step-up)이 일어난다.

만일 2차 코일에 저항기가 연결되어 회로가 완성되어 있다면 에너지 보존법칙에 의해 1차 코일에 전달 되는 전력(electrical power)이 2차 코일의 출력과 같으므로 다음과 같은 관계식이 성립한다.

$$V_1 I_1 = V_2 I_2$$

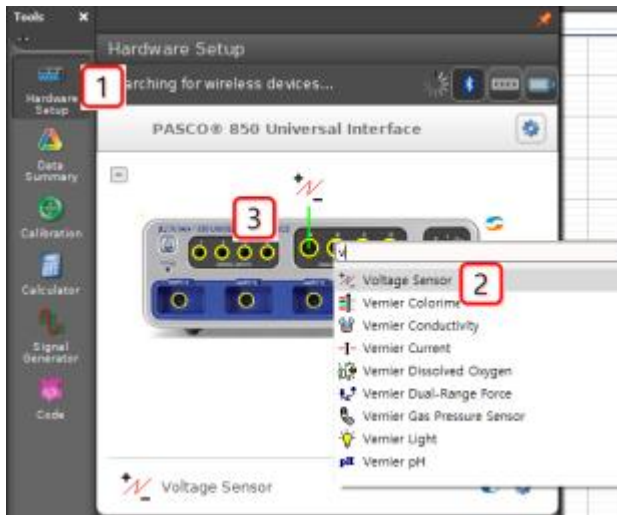
여기서 I_1 과 I_2 는 각각 1차 코일과 2차 코일에 흐르는 전류이다.

이때 전압, 전류의 값들은 모두 교류 전류의 실효값(root-mean-square)이다.

장비 설치

<센서 연결>

- ① Capstone에 850인터페이스를 연결한다.
- ② 전압 센서를 850인터페이스에 연결한다.
- ③ PS-2184 전류 프로브 : 전압 센서를 인터페이스와 추가 연결 후, 전압센서와 전류프로브를 연결한다.



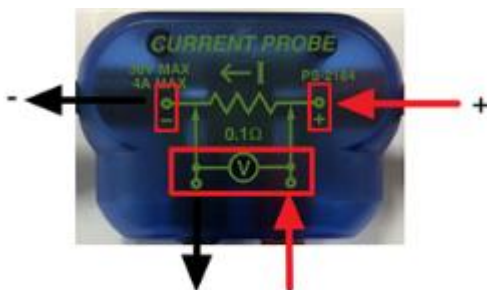
- 1 : Hardware Setup 열기
- 2 : 전압센서 연결하기
(Output 1은 Output Voltage-Current Sensor로 설정)
- 3 : 연결완료 : 녹색 연결선

<전압 센서 연결>



- [실험 2]
- 4 : Data Summary 열기
 - 5 : Show and Hide 툴 클릭
 - 6 : 원하는 측정값 선택

<Capstone에서 PS-2184 전류 프로브 설정>



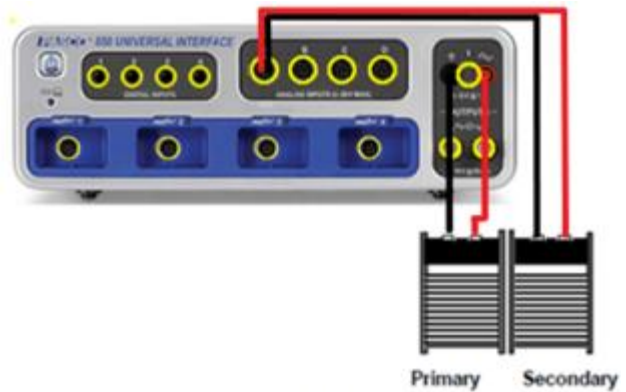
- 전압 센서 연결 : 병렬
- 회로와 연결 : 직렬

UI-5100 등의 전압센서와 연결

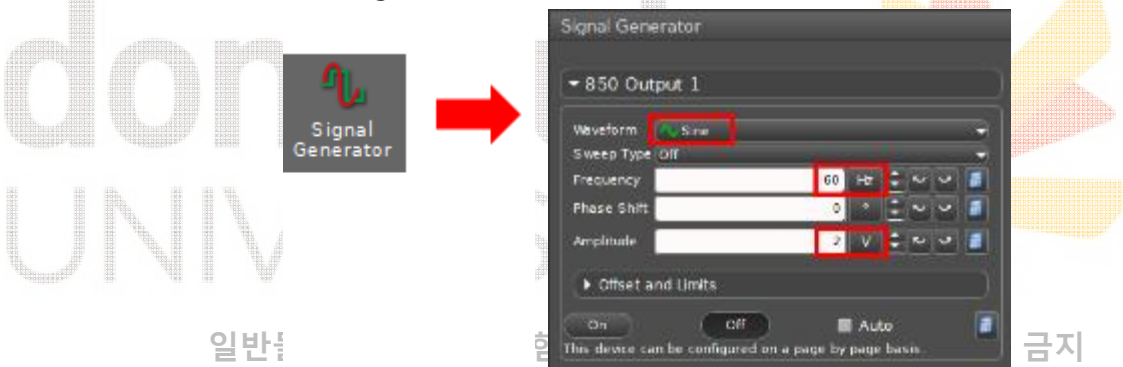
<PS-2184 전류 프로브 연결>

[실험 1] 출력 전압 측정을 위한 셋업

왼쪽 코일을 1차 코일, 오른쪽 코일을 2차 코일이라고 하자. 1차 코일에 2V 내외의 교류 전압(입력 전압)을 걸어주면서 2차 코일에 걸리는 전압(출력 전압)을 읽어낼 것이다.



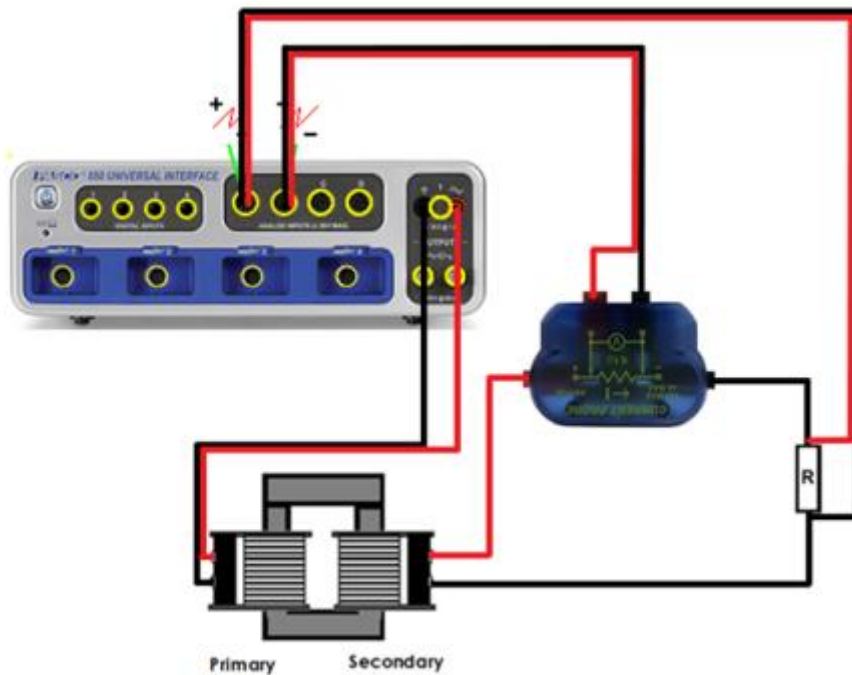
1. 위 그림과 같이 바나나 플러그 케이블을 이용하여 1차 코일(감은 수 400회)을 850 인터페이스의 신호 발생기(Signal generator) Output 1 단자에 연결한다.
2. 전압 센서를 850 인터페이스의 아날로그 채널 A에 연결한 다음, 전압 센서의 바나나 플러그를 2차 코일에 연결한다.
3. Capstone 소프트웨어를 실행하여 실험 파일을 연다.
4. 전압 센서의 샘플링 속도가 약 4.00kHz로 설정되어 있는지 확인한다.
5. 화면 왼쪽의 신호 발생기(Signal Generator) 창을 열어, 아래와 같이 AC(교류) 신호 발생을 설정한다.



[실험 2] 출력 전압 및 전류 측정을 위한 셋업

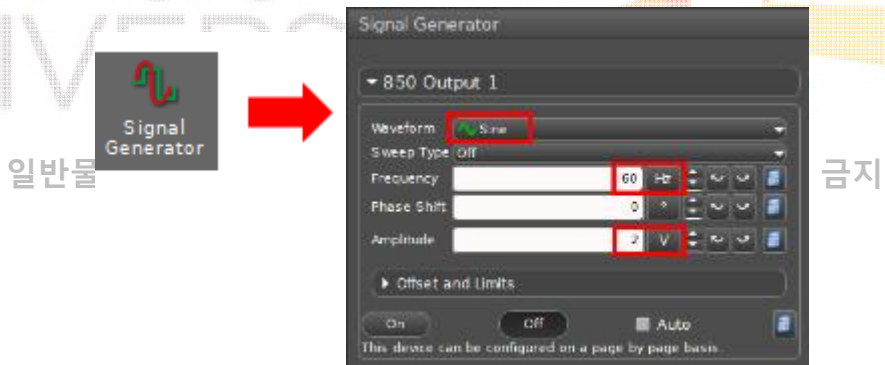
2차 코일에 저항을 연결하고, 각각의 코일에 걸리는 전압뿐만 아니라 입력 및 출력 전류를 함께 측정한다. 에너지(전력)의 관점에서 변압기의 작동에 영향을 미치는 요인을 탐구한다.

1. 아래 그림과 같이 바나나 플러그 케이블을 이용하여 1차 코일(감은 수 400회)을 850 인터페이스의 신호 발생기(Signal generator) Output 1 단자에 연결한다.
2. 전류 센서를 850 인터페이스의 아날로그 채널 B에 연결한 다음, 전류 프로브와 저항, 2차 코일을 직렬로 연결한다.



<인터페이스 연결>

3. 전압 센서를 850 인터페이스 아날로그 채널 A에 연결한 다음, 저항에 병렬로 연결한다.
4. 실험 파일에서 전압 센서의 샘플링 속도가 약 4.00kHz로 설정되어 있는지 확인한다.
5. 화면 왼쪽의 신호 발생기(Signal Generator) 창을 열어, 아래와 같이 AC(교류) 신호 발생을 설정한다.



실험 방법

[실험 1] 변압기의 원리와 철심의 효과

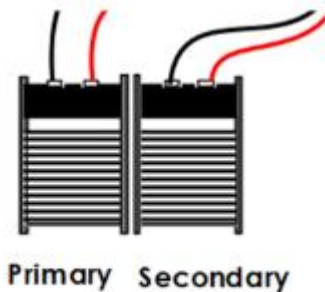


그림 1

1. 그림 1에서 왼쪽 코일을 1차 코일, 오른쪽 코일을 2차 코일이라고 하자. 1차 코일에 2V 내외의 교류 전압(입력 전압)을 걸어주면서 2차 코일에 걸리는 전압(출력 전압)을 읽어낼 것이다.
2. 화면 오른쪽 툴바에서 Graph 창을 연다. 왼쪽 툴바의 신호 발생기(Signal Generator) 창에서 1차 코일에 걸리는 전압을 AC(Sine) 2V로 설정하고, On 버튼을 누른다. y축의 Select Measurement 클릭 후 Output Voltage, Ch O1 (V)를 선택하고, 동일 버튼을 한 번 더 클릭해서 Add Similar Measurement > Voltage, Ch A (V)를 선택한다. Record 버튼을 눌러 2차 코일의 출력 전압을 측정한다. Stop 버튼을 누른다. (1~2초 정도) 신호 발생기의 Off 버튼을 누른다. 측정값을 기록한다. (Vo 그래프는 입력 전압, V 그래프는 출력 전압이 된다. 피크 클릭 후 왼쪽 아이콘 클릭하여 기록.)
3. 이번에는 막대 모양의 철심을 두 코일 사이에 넣고(그림 2 참조) 위의 과정 2를 반복한다. (막대형 철심은 동봉된 U-자형 철심의 윗부분을 분해한 후 고정나사를 제거하면 얻을 수 있다.)

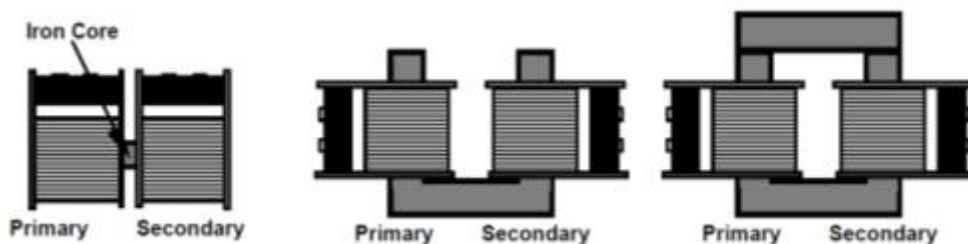


그림 2

4. 이번에는 U-자형 철심을 두 코일 사이에 넣은 후 위의 과정 2를 반복한다.
5. 이번에는 U-자형 철심 위에 막대 철심까지 조립하여(□-자형) 그림 2의 세 번째 그림과 같이 설치한 후 위의 과정 2를 반복한다.
6. 위의 실험을 통해 가장 높은 출력 전압이 나온 철심의 형태를 사용하여, 코일의 감은 수를 다양하게 조합하여 측정되는 출력 전압을 기록한다. (입력 전압은 2V로 유지하되 필요한 경우 변경할 수 있다.) 변인 통제를 위해 1차 코일을 고정한 상태에서 2차 코일의 종류를 바꿔가며 실험하는 것을 추천한다. ※ 코일 변경 시 신호 발생기(Signal Generator) 창에서 Off 버튼을 누른 후 교체한다.

[실험 2] 변압기와 전력

그림 3에서 왼쪽의 코일을 1차 코일, 오른쪽의 코일을 2차 코일이라고 하자. 1차 코일과 2차 코일 위치에 모두 400회 감긴 코일을 설치하고, 저항을 2차 코일에 연결한다.

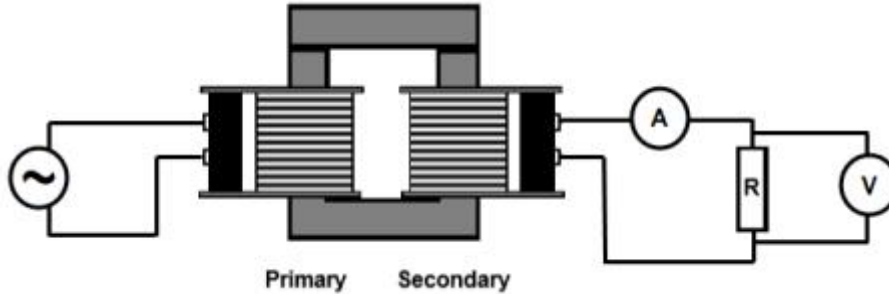


그림 3

1. 화면 오른쪽 툴바에서 Graph 창을 열고, 위쪽 툴바에서 그래프 영역 추가 버튼(오른쪽에서 6번째)을 클릭한다. 1차 코일에 걸리는 전압을 AC(Sine) 2V로 설정하고, On 버튼을 누른다. 위쪽 그래프 y축의 Select Measurement 클릭 후 Output Voltage, Ch O1 (V)를 선택하고, 동일 버튼을 한 번 더 클릭해서 Add Similar Measurement > Voltage, Ch A (V)를 선택한다. 아래쪽 그래프 y축의 Select Measurement 클릭 후 Output Current, Ch O1 (A)를 선택하고, 동일 버튼을 한 번 더 클릭해서 Add Similar Measurement > Current Probe, Ch B (A)를 선택한다. Record 버튼을 눌러, 1차 코일의 입력 전류와 2차 코일의 출력 전압, 전류를 측정한다. Stop 버튼을 누른다. (1~2초 정도) 신호 발생기의 Off 버튼을 누른다. 측정값을 기록한다. 매끄럽지 않은 그래프의 피크 값을 선택하기 어려운 경우, 그래프 영역 오른쪽 위 분석하고자 하는 데이터를 선택한 후 화면 위쪽 툴바에서 curve fit 버튼(왼쪽에서 7번째)을 눌러 Sine을 선택 후 Amplitude를 확인한다.
만일 측정 전류가 너무 낮아서 측정이 힘든 경우에는 약간 작은 값의 저항으로 변경한다.
2. 2차 코일의 감은 수를 변경하여 위의 과정을 반복한다. 이와 같은 방식으로 코일의 모든 조합을 연구한다.

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지

일반물리학및실험1 실험실습용 / 무단 전재 및 재배포 금지