Code : KTEHB520N-AK100

태양광·풍력 하이브리드 실험장비 매뉴얼

HYBRID POWER CONVERSION EXPERIMENTAL EQUIPMENT

Ver.1.0.0

㈜케이티이엔지

TEL: 031-749-5373 | FAX: 031-749-5376 | kcs@kteng.com | http://www.kteng.com
본 사 : (464-895) 경기도 광주시 오포읍 머루숯길 11
사업장 : (464-895) 경기도 광주시 오포읍 문형산길 170

차 례

1. 태양광 · 풍력 하이브리드 전력변환 실험장치
1-1. 개요 ····· 1
1-2. 실험장치의 구성 ····· 1
2. 하이브리드 전력변환 실험장치의 특징
2-1. 태양광 발전장치부 ····· 2
2-2. 풍력 발전 장치부 ····· 3
2-3. 발전 시스템 제어 장치부 ····· 4
2-4. 하이브리드 시스템 실험장치의 특징 ····· 5
3. 하이브리드 실험장치의 구성
3-1. 실험 장치의 제어판 구성 ····· 6
3-2. 전력변환 장치의 발전부 구성 ····· 12
4. 신 DA100을 활용한 KTE-HB520N 활용
4-1. KTE-DA100 설치 및 메뉴설명 ····· 16
4-2. 데이터 수집 장치 기능 ····· 19
5. 실험장치의 설치와 사용
5-1. 고정 축 태양광 발전장치의 설치 ····· 27
5-2. 전력변환 실험장치의 설치 ····· 27
6. 장비의 운전 회로 구성과 시운전
6-1. 부하 저항 변화에 따른 태양광 모듈의 출력 전압, 전류 측정 실험 및 모듈 효율 계산 ····· 28
6-2. 일사량의 변화에 따른 태양광 모듈의 출력 전압, 전류 측정 실험 ····· 34
6-3. 모듈의 직 · 병렬 연결에 따른 태양광 모듈의 출력 전압, 전류 측정 실험 ····· 38
6-4. 모듈의 직 · 병렬 연결일 때 음영에 따른 태양광 모듈의 출력 전압, 전류 측정 실험 ····· 44
6-5. 풍력발전기의 풍속에 따른 발전기 효율 측정 실험 ····· 50
6-6. 독립형 인버터 시스템 구성실습 ····· 55
6-7. 충전컨트롤러 과충전 방지 특성 실험 ····· 61
6-8. 배터리 방전 특성 실험 ····· 68
6-9. 배터리의 방전 실험에 의한 종지전압 측정 실험 ····· 73
6-10. 배터리의 방전에 따른 배터리 충 · 방전 상태(SOC) 예측 실험 ····· 78
6-11. 배터리 용량 계산 따른 배터리 잔존 수명 예측 실험 ····· 82
6-12. 독립형 인버터 효율 실험 ····· 86

6-13. 계통연계 인버터 시스템 구성 실습 ·····90
6-14. 계통연계 인버터 효율 실험 ·····93
6-15. 계통연계 인버터 부하 동작 실험 ·····98

7. 장비 사용 시 주의사항

7-1. 전원 공급 ·····103
7-2. 전반적인 사항 ·····103

1. 태양광 · 풍력 하이브리드 전력변환 실험장치

(1) 개요

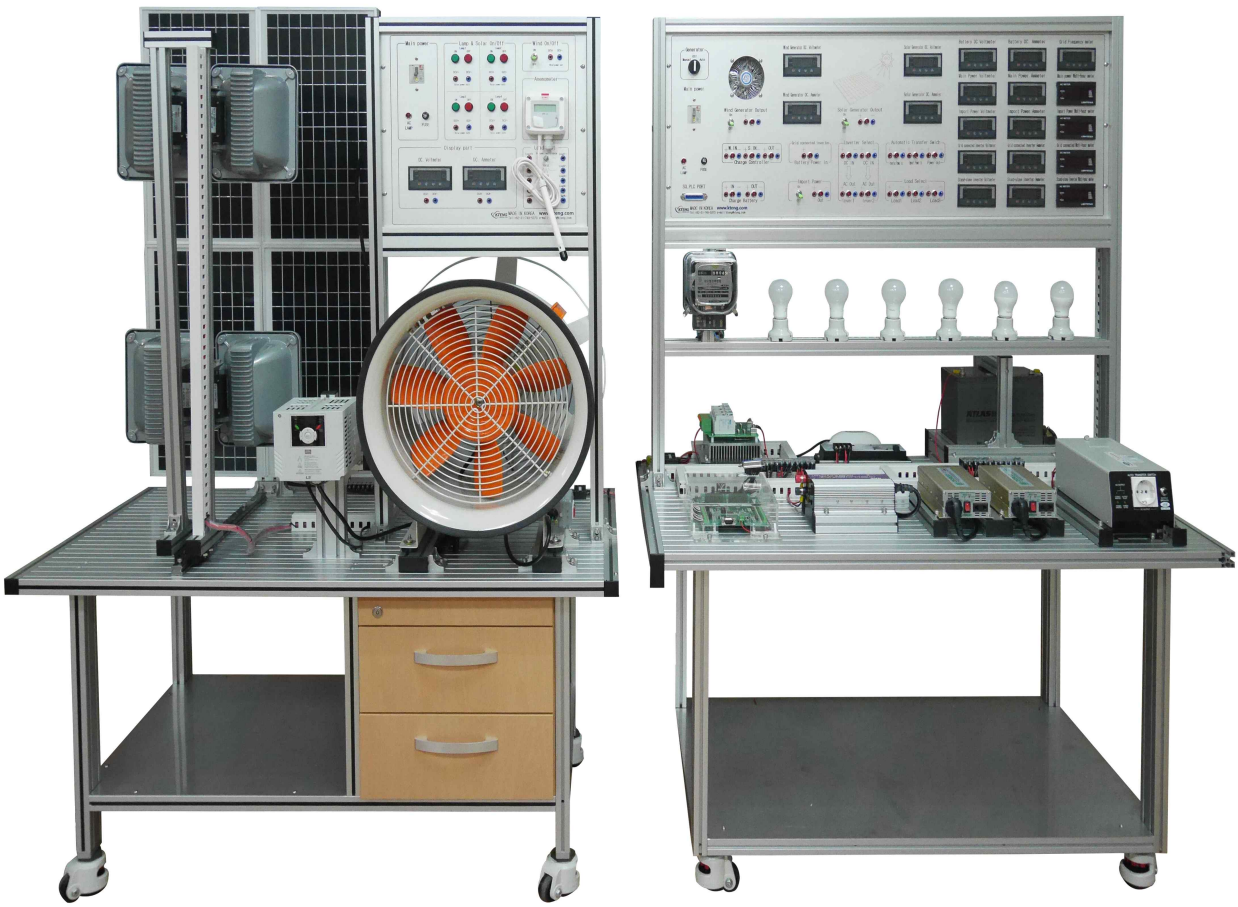
태양광 · 풍력 하이브리드 전력변환 실험장치 KTE-HB520는 80W급의 태양광 발전 부와 60W급 풍력발전장치 그리고 KTE-CP520으로 구성된다.

태양광 · 풍력 하이브리드 발전장치에서 실험에 활용할 전력을 생산하고 전력변환 실험 장치에서는 계통연계 및 일반 부하의 기동에 필요한 사용가능한 전력으로 전력가공을 한다. 또한 전력변환 실험 장치에서는 자동제어 부를 통해 제어회로를 구성하여 발전 시스템의 용량 별 제어 실험을 진행할 수 있다.

(2) 실험장치의 구성

1) 하이브리드 시스템 구성 장치

2) 태양광 , 풍력 발전 장치



〔태양광 모듈, 인공조명, 풍력발전기, 가상풍속발생기, KTE-CP520시스템 구성 실험 장치〕

2. 하이브리드 전력변환 실험장치의 특징

(1) 태양광 발전장치부

태양광 발전장치는 20W의 모듈 4장을 설치하여 최대 80W까지 전력을 생산할 수 있으며 인공조명을 구성하여 실내에서도 실습이 가능합니다.

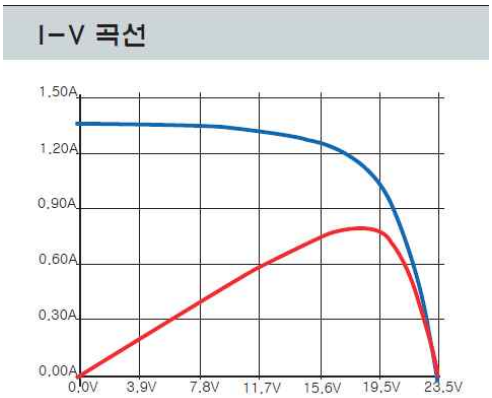
1) 태양광 모듈

태양빛의 에너지를 전기에너지로 바꾸는 태양전지의 최소 단위인 태양전지 셀로 구성됩니다. 태양광 모듈을 직렬 또는 병렬 형태의 어레이로 구성하여 전기를 생산할 수 있습니다.

〔그림 2-1〕 태양광 모듈

※ 사양

- 최대출력 (Max. Power) : 20W
- 최대전압 (Max. Power Voltage) : 19.5V
- 최대전류 (Max. Power Current) : 1.26A
- 개방전압 (Open Circuit Voltage) : 23.5V
- 단락전류 (Short Circuit Current) : 1.34A
- 표준시험조건(STC) : 일사량 1000W/m^2, 대기질량 AM1.5, 온도 25℃



태양빛의 에너지를 전기에너지로 바꾸는 태양전지의 최소 단위인 태양전지 셀로 구성되며, 사용 전략 량에 따라 태양발전 용량을 선정하고 태양광 모듈을 직렬 또는 병렬 형태의 어레이로 구성하여 전기를 얻는다. 이 모듈은 태양광 발전 실험에 사용되며 단결정 실리콘 방식으로 약 13.98%의 효율을 보인다.

- 실내에서 인공조명을 이용한 태양광 발전 성능 실험을 할 수 있습니다. 300W램프 4개를 구성하고 앞,뒤 이동이 가능하여 일사량 조절을 통한 실험을 할 수 있습니다.

〔그림 2-2〕 인공조명

※ 사양
- 종류 : 할로겐 램프
- 용량 : 300W
- 색온도 : 2900K
- 연색성 : Ra=100

태양빛을 활용할 수 없을 경우에 사용하며 할로겐 램프를 이용하여 태양광 모듈에 빛을 쐬어 실험을 할 경우 태양빛을 이용할 때 와 비교하여 약11%정도 발전량을 가진다.

(2) 풍력 발전 장치부

풍력 발전장치는 60W급의 풍력발전기를 사용하며 가상의 풍속 발생 장치를 이용하여 정밀한 풍속 조절을 통한 풍력발전기의 성능 실험이 가능하도록 구성 하였습니다.

1) 풍력발전기

〔그림 2-3〕 풍력발전기

※ 사양
- 로터 직경 : 510mm
- 기동 풍속 : 2.6m/s
- 공급 제품 전압 : DC 12V
- 전력 생산 :
  5.25m/s 풍속시 6W/h 전기 생산
  9.8m/s 풍속시 25W/h 전기 생산
  20.6m/s에서 80W/h 전기 생산

2) 가상풍력발생기

[그림 2-4] 송풍기

※ Specification
- 전압 : 단상 220V, 60Hz
- Fan Size : 370cm
- 소비전력 : 400W
- 최대풍량 : 6,060CMH

풍력발전기에 가상풍력을 발생시켜주는 장치이며 인버터를 장착하여 풍속을 조절 한다.

3) 가상풍속 컨트롤러

[그림 2-5] 가상풍속컨트롤러

※ Specification
- 전압 : 단상, 200~240VAC ±10%,
- 입력 주파수 : 50/60Hz ±5%
- 1.2KW 정격출력 모터 제어
- 과부하 한계 : 60초동안 정격전류의 150%
- 출력 정격주파수 : 1~400Hz

가상의 풍력을 발생시켜주는 송풍기의 풍속을 조절 하는 인버터 컨트롤러

(3) 발전 시스템 제어 장치 부

태양광, 풍력 발전기의 실험을 하기 위한 제어판입니다. 태양광 발전의 출력의 직,병렬 연결 실험, 풍력발전 풍속 실험 등과 같은 태양광 과 풍력 발전기에 대한 기초 실험을 직접 배선하고 제어하며 테스트 할 수 있습니다.

1) 제어판

〔그림 2-6〕 제어판

※ 사양
- 차단기 : 30A
- 푸쉬버튼 : 8EA(각 할로겐 램프를 켜기 위한 버튼)
녹색버튼 : ON
빨간버튼 : Off
- 토글스위치 : 1EA
- DC전압계 : 1EA
- DC전류계 : 1EA
- 풍속계 : 1EA
- 저항부 : 가변저항(1KΩ), 100Ω(4EA)

2) 풍속, 온도계

[그림 2-7] 풍속,온도계

※ 사양
- 측정범위 : 풍속 0~30m/s, 온도 -20~80℃
- 분해능 : 0.1m/s, 0.1℃
- 정밀도 : ±0.3m/s, ±0.4℃
- 단위 : m/s, fpm, ℃°F

가상 풍속 발생장치의 풍력 조절에 따른 풍속을 측정하며 태양광 모듈 효율 계산에 필요한 온도 측정을 할 수 있는 계측기입니다.

3) 태양광, 풍력 출력부

[그림 2-8] 출력부

※ 사양
- 태양광 출력 포트 : 4EA
- 풍력 출력 포트 : 1EA

20W급 태양광 모듈 4장의 출력과 60W급 풍력발전기 출력 포트를 제어판에 구성하여 사용자가 간단하게 직,병렬 연결을 통해 바나나짝을 사용한 손쉬운 실험을 할 수 있도록 구성하였습니다.

(4) 하이브리드 시스템 실험장치의 특징

1) 이 장치는 특허등록 (10-2010-0031281호)된 교육용 복합 전력변환 시스템 및 그 실험 방법교육용의 실험 장치입니다.
2) 태양광,풍력 발전기로부터 생산된 신재생에너지 전력을 부하에 사용할 수 있도록 전력 변환 실험을 할 수 있습니다.
3) 전기소자들을 이용하여 태양광 발전과 관련된 기초 시퀀스 회로를 구성하고 실험할 수 있습니다.
4) 실 배선 실험 장치(SQ) 및 PLC 제어 실험 장치와 연결하여 직, 병렬 제어회로 구성 및 부하전원 투입회로, 방전 시 또는 정전 시의 자동전환 회로 구성, 독립 형 인버터 시스템 회로 구성 실습이 가능합니다.
5) 콘솔타입으로 이동 실험이 용이합니다.
6) 제어판의 회로 구성 부분은 배선작업 시의 결선 시간 절약을 위하여 원형단자와 바나나 잭 등의 단자로 구성되어 있습니다.
7) 태양광과 풍력 발전 장치로부터 생산된 전력을 충전컨트롤러를 통해 안전하게 축전지에 저장하고 활용할 수 있습니다.
8) 태양광과 풍력 발전 전력이나 일반 상용 전력을 독립 형 인버터와 계통연계 형 인버터를 통해 교류 전력으로 변환할 수 있습니다.
9) 태양빛과 바람이 없는 상황을 고려하여 일반 상용전원을 이용한 실험이 가능하도록 구성하였습니다.
10) 제어 시스템은 24V로 제어되며, 보호용 퓨즈를 이용하여 보호 기능을 기본적으로 구비하였습니다.
11) 내부 회로 점검 및 보수가 용이하고 방열이 잘 되도록 설계되었습니다.

3. 하이브리드 실험장치의 구성

(1) 실험 장치의 제어판 구성

하이브리드 실험장치는 발전부와 제어부로 구성하며 제어판에 바나나 잭을 이용하여 태양광 발전 시스템을 구성할 수 있습니다. 또, 기초 시퀀스 소자를 이용하여 태양광 발전과 관련된 시퀀스 실습을 할 수 있으며, 시스템 운전 시의 AC 및 DC의 전압, 전류, 전력 등 기본적인 정보를 얻을 수 있도록 구성되어 있습니다. 다음의 이미지는 제어판의 각 구성에 대해 나타내고 있습니다.

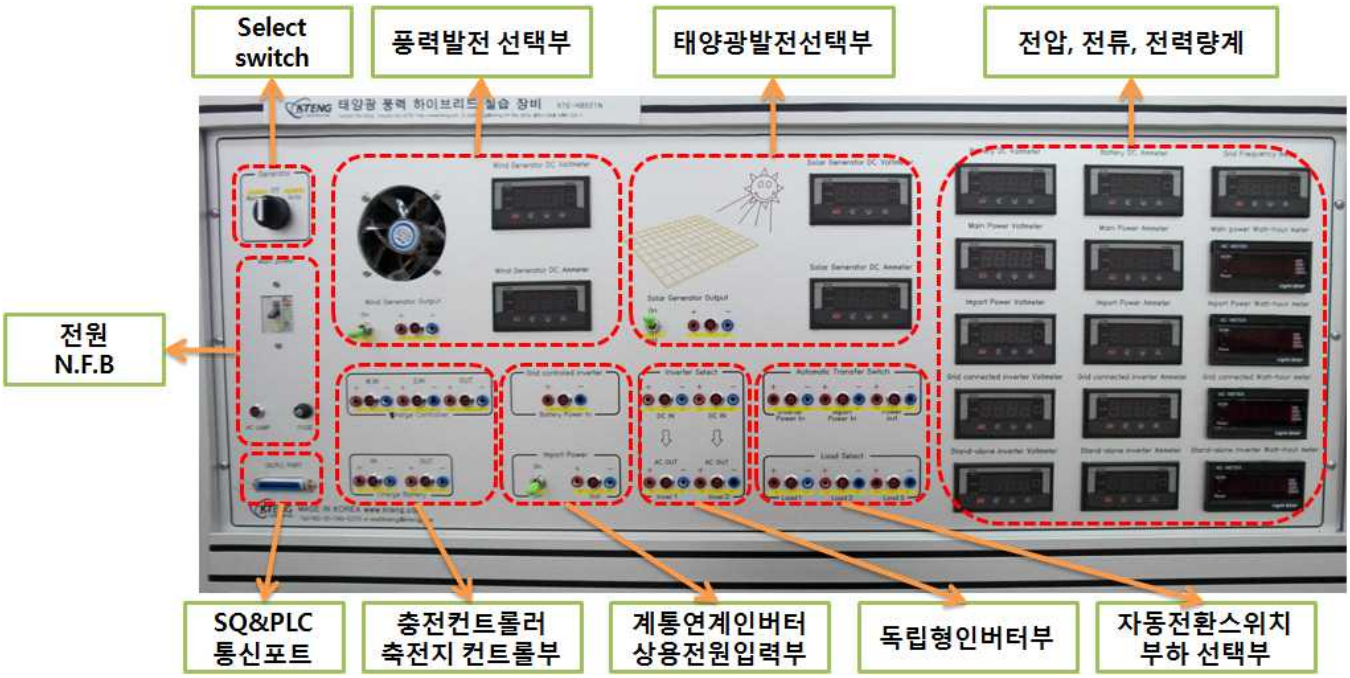


그림 3-1 제어판 구성

1) 전원공급, 통신포트, 수동 및 자동 제어 스위치

가. 전원 스위치와 퓨즈

그림 3-2 누전차단기

* 모델 32GRhc, 1EA
* 정격전압: AC 110/220V
* 극소자수: 2P2E, 단상
* 정격전류: 30A
* 정격차단전류: 1.5KA
* 감도전류: 30mA

* AC LAMP(1EA): 24V Red Lamp
* FUSE(1EA) : 250V, 30A

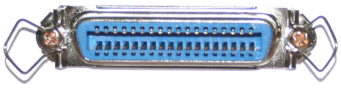
그림 3-3 Fuse & Lamp

누전차단기는 과부하 차단 보호 목적으로 시스템의 메인 전원을 제어하는 스위치입니다. 누전 시 흐르는 누설 전류 및 합선 또는 기기나 기계의 과다 사용으로 발생하는 전류의 과다한 흐름과 같은 과전류가 차단기의 정격전류를 넘어서면 차단

기는 OFF됩니다.

차단기를 ON하면 AC LAMP가 점등하게 되고 차단기의 고장 시를 대비하여 FUSE를 통해 전력공급을 할 수 있도록 구성하였습니다.

나. 통신포트(SQ, PLC 등)



* Centronic Connector 1EA
* 핀 수: 36pin
* 종류: female.

그림 3-4 통신포트

SQ, PLC 포트에 7000SQ 및 7000PLC를 연결하여 유선제어방식의 원격 제어실험을 할 수 있습니다. 전력변환 실험 장치와 연결된 SQ 및 PLC는 별도의 전원공급 없이 통신 케이블을 통해 전원공급이 이루어지며, 기초 시퀀스 및 PLC교육 시 활용합니다.

2) 정보표시

가. 태양광, 풍력 발전 전력표시

그림 3-5 태양전지 전압, 전류 표시계
및 풍력 전압, 전류 표시계

태양광 고정 축 발전기로부터 생산되는 전력의 전압 값과 전류 값 그리고 풍력발전기로부터 생산되는 전력의 전압값과 전류값을 표시합니다.

나. 발전 전력표시

그림 3-6 인버터, 상용전원, 배터리, 메인전원 발전 전력표시계

(a) Battery Voltmeter - 배터리의 전압 출력

(b) Battery Ammeter - 배터리 전류 출력

(c) Grid Frequency meter - 주파수 표시

(d) Main Power Voltmeter - 메인 전원 전압 표시

(e) Main Power Ammeter - 메인 전원 전류 표시

(f) Main Power Watt-Hour meter - 메인 전원 전력 표시

(g) Import Power Voltmeter - 상용 전원 사용 시 전압 표시

(h) Import Power Ammeter - 상용 전원 사용 시 전류 표시

(i) Import Power Watt-Hour meter - 상용 전원 사용 시 전력 표시

(j) Grid Connected Inverter Voltmeter - 계통연계형 인버터 전압 표시

(k) Grid Connected Inverter Ammeter - 계통연계형 인버터 전류 표시

(l) Grid Connected Inverter Watt-Hour meter - 계통연계형 인버터 전력표시

(m) Stand-alone Inverter Voltmeter - 독립형 인버터 전압 표시

(n) Stand-alone Inverter Ammeter - 독립형 인버터 전압 표시

(o) Stand-alone Inverter Watt-Hour meter - 독립형 인버터 전력표시

3) 태양광 발전 시스템 구성 부

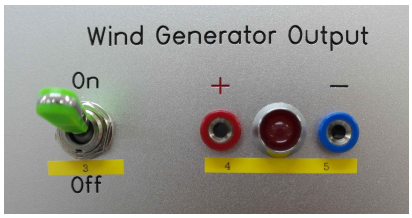
가. Solar Generator Output (태양광 발전 출력)

* 토글스위치(1ea) : 태양광 발전 시스템의 on/off 제어
* [+]단자 1EA
* [-]단자 1EA
* 단자 램프 1EA

그림 3-7 태양광 전원 공급스위치와 출력단자

Solar Generator Output에서 토글스위치는 고정축 장치와 발전 시스템 간을 연결(On)시키거나 오픈(Off)시킬 때 사용하는 스위치로 토글스위치의 'On' 상태에서 태양광 발전 시스템을 구성할 수 있는 24V 전기신호가 출력단자로부터 발생하고 램프가 켜집니다. Solar Generator Output의 출력단자로부터 Charge controller의 S. IN으로 바나나 잭을 연결하여 회로를 구성합니다.

나. Wind Generator Output (풍력 발전 출력)



* 토글스위치(1ea) : 풍력 발전 시스템의 on/off 제어
* [+]단자 1EA
* [-]단자 1EA
* 단자 램프 1EA

그림3-8 풍력 전원 공급스위치와 출력단자

Wind Generator Output의 출력단자로부터 Charge controller의 W. IN으로 바나나 잭을 연결하여 회로를 구성합니다.

다. Charge controller (충전 컨트롤러)

* Charge Controller단자: 시스템 내부 충전 컨트롤러와 연결구성
* Charge Battery단자: 12V 구성된 축전지와 연결구성

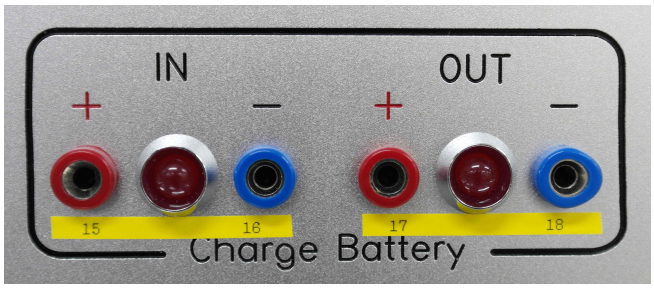
그림3-9 Charge controller의 입력단자와 출력단자

1) Charge Controller: 풍력발전 시 바나나 잭을 풍력발전부의 (+), (-)출력으로부터 Charge Controller중 W.IN의 (+)단자와 (-)단자에 극성에 맞게 연결하여 구성하고, 태양광 발전 시에는 S.IN의 (+)단자와 (-)단자에 연결하며 출력은 OUT으로부터 얻

을 수 있다.

2) Charge Battery: Charge Controller의 OUT (+), (-)단자로부터 Charge Battery의 IN (+), (-)단자에 연결하고 그 출력은 Charge Battery의 OUT으로부터 얻을 수 있다.

라. Charge Battery (축전지)



* [+]단자 2EA
* [-]단자 2EA
* 단자 램프 2EA

그림 3-10 Charge Battery의 입력단자와 출력단자

Charge controller의 출력단자에서 Charge Battery 입력단자로 바나나 잭을 연결하면 12V로 일정하게 출력되는 태양광 전력을 배터리에 저장하게 됩니다. Charge Battery 출력단자는 인버터 입력단자로 바나나 잭을 연결하여 구성합니다

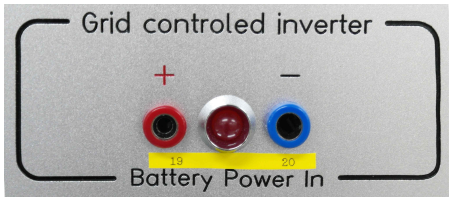
마. Import power(상용전력)

* 토글스위치 1EA
* [+]단자 1EA
* [-]단자 1EA
* 단자 램프 1EA

그림 3-11 상용전원 공급스위치와 출력단자

악천후 또는 야간 등의 태양광 발전이 어려울 경우 일반 상용전원을 이용하여 실험을 할 수 있도록 구성하였습니다. Import power의 출력단자로부터 ATS의 Import 입력단자에 바나나 잭을 연결하고 부하장치를 구성한 다음, 스위치를 ON하면 상용전원을 이용한 부하실험을 할 수 있습니다.

바. Grid connected inverter(계통연계형 인버터)

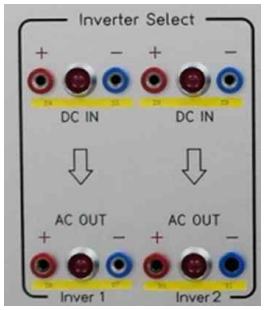


* (+)단자 1EA
* (-)단자 1EA
* 단자 램프 1EA

그림 3-12계통연계인버터 구성단자

배터리 전력 및 상용전력을 연결하여 계통연계 시킬 수 있는 단자로 이 단자 구성을 통해 발전된 전력을 한전에 공급할 수 있습니다.

사. Inverter (DC to AC 전력변환)

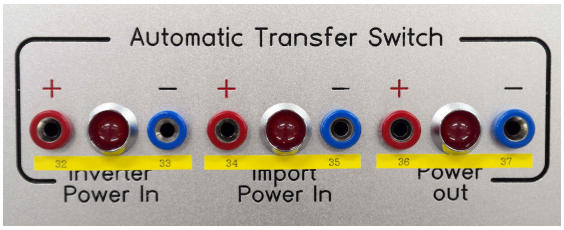


* DC (+)단자 2EA
* DC (-)단자 2EA
* AC (+)단자 2EA
* AC (-)단자 2EA
* 단자 램프 4EA

그림 3-13 Inverter Select 단자

Charge Battery의 출력단자에서 Inverter 입력단자로 바나나 잭을 연결하면 12V의 DC 전압을 220V의 AC전압으로 변환시켜줍니다. AC220V 출력단자는 ATS의 Inverter 입력단자로 연결구성합니다.

아. Automatic Transfer Switch(ATS, 자동전환스위치)



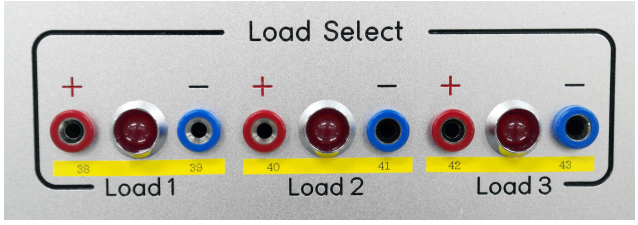
* (+)단자 3EA
* (-)단자 3EA
* 단자 램프 3EA

그림 3-14 ATS의 인버터 & 상용전원의 입력단자와 출력단자

독립 형 태양광 발전 시스템 구성 시 Inverter의 출력단자에서 ATS의 Inverter power 입력단자로 바나나 잭을 연결한 뒤 ATS의 출력단자로부터 부하를 구성하여 사용해야 하고, 상용전원을 이용한 실험을 할 경우 Impot 출력단자에서 ATS의 Import power 입력단자로 바나나 잭을 연결하여 ATS의 출력단자로부터 부하를 구성하여 실험해야만 합니다. 인버터 시스템을 구성할 경우 부하가 즉시 동작하지만 상용전원을 이용한 발

전 시스템의 경우 30초의 지연시간을 갖고 부하가 동작합니다. 다시 말하면 ATS의 Import Power 입력단자를 통해 구성된 부하는 30초 후에 동작한다는 것입니다.

자. Load select (부하선택)

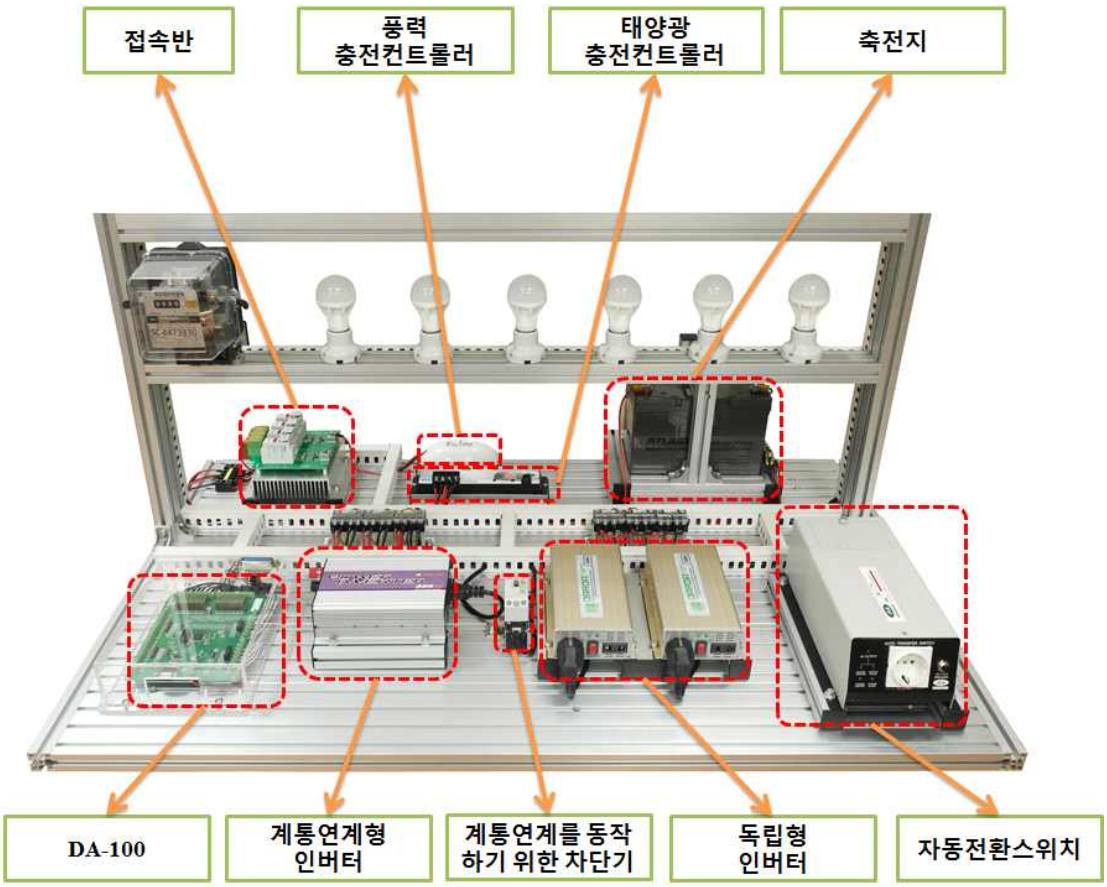


* [+]단자 3EA
* [-]단자 3EA
* 단자 램프 3EA

그림 3-15 부하 선택단자

Inverter의 출력단자와 Import의 출력단자, ATS의 출력단자에서 각 40W 부하단자에 바나나 잭을 연결하고 시스템을 구동시키면 연결된 램프는 동작을 하게 됩니다. 연결 구성은 교류부하이므로 병렬로 연결하여야 됩니다.

(2) 전력변환 장치의 발전부 구성



1) 접속반

그림 3-16접 속 반

태양광 발전기(고정식)로부터 생산된 전기를 수전하는 역할을 합니다.

2) 충전컨트롤러

그림 3-17 충전컨트롤러

태양광, 풍력 발전기로부터 생산된 전기의 불안정한 전압을 12V의 일정한 전압으로 변환시켜주는 역할을 하고, 과 충전 및 과 방전으로부터 배터리를 보호하는 역할을 합니다.

3) 배터리

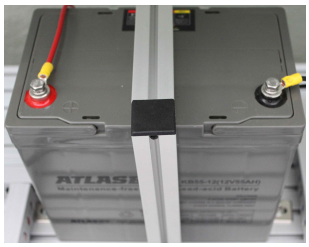


그림 3-18 배터리(12V)

태양광 발전기로부터 생산된 전기를 12V DC전압으로 저장하는 장치입니다. 입력전압이 불안정하면 배터리의 수명이 줄어들고 충전 시 문제가 발생할 수 있어 충전컨트롤러를 이용하여 충전하게 됩니다.

4) 독립 형 인버터

그림 3-19 인버터(500W)

12V DC전압을 220V AC전압으로 변환하는 장치입니다. 배터리로부터 DC 12V를 공급받아 교류로 변환하여 부하에 공급하게 됩니다.

5) 계통연계형 인버터

계통연계 인버터(300W)

12V DC전압을 220V AC전압으로 변환하여 상용의 전력 계통과 연계하여 부하에 전력을 공급하고 남은 전력을 계통에 공급하는 장치입니다.

6) Auto Transfer Switch(ATS, 자동전환 스위치)

그림 3-21 ATS, 자동전환 스위치

자동전환스위치 Automatic Transfer Switch는 이중 또는 삼중전원을 확보하여 주전원 정전 시 또는 전압이 기준치 이하로 떨어질 경우 예비전원으로 자동전환 함으로서 수용가가 항상 일정한 전원공급을 받을 수 있도록 하는 장치이다.

7) 부하(Load)

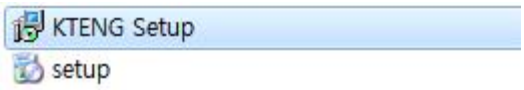
그림 3-22 램프(40W, 6EA)

AC220V용 6W 이상 LED전구 6개를 이용하여 발전된 전력의 부하사용 실험용으로 사용합니다.

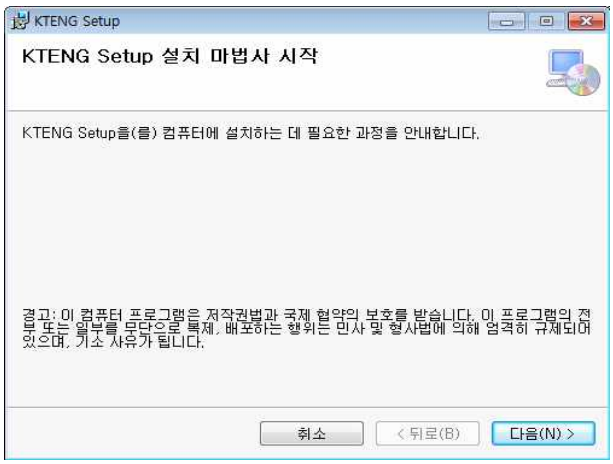
4. 신 DA 100을 활용한 KTE-HB520N 활용

(1) KTE-DA100 설치 및 메뉴 설명

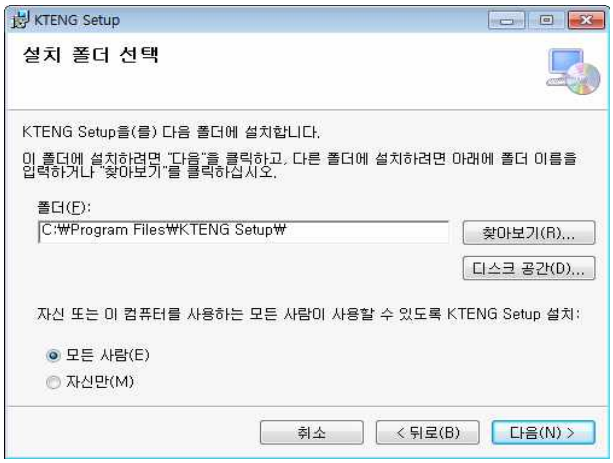
1) KTE-DA100 설치



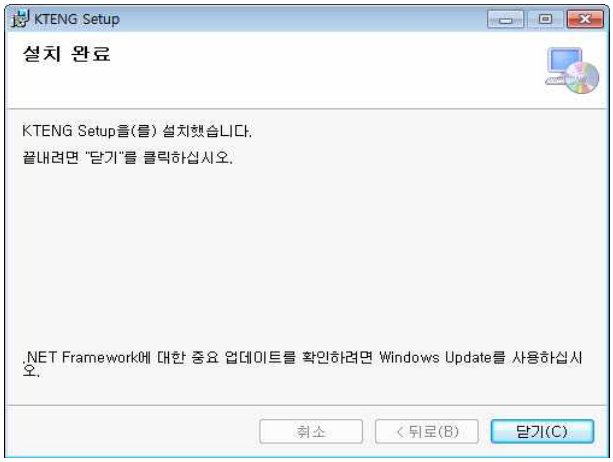
① 설치 CD를 CD-ROM에 넣고, 탐색기 실행 후 CD를 열면 아래 그림과 같이 파일들이 보임. 파일 중 KTENG Setup를 실행합니다.



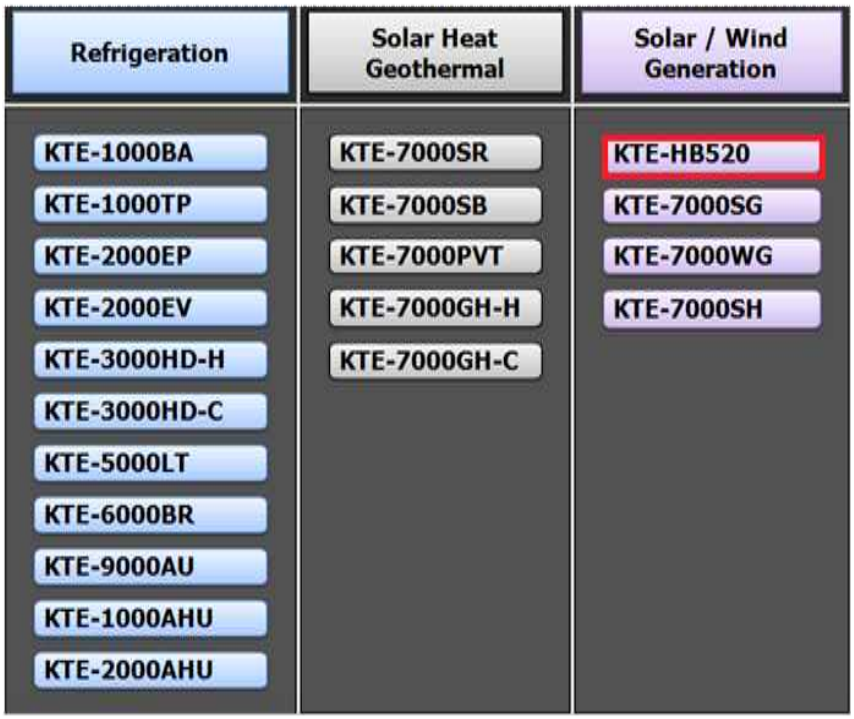
② 설치 마법사 시작 화면이 나오면 "다음(N) >" 버튼을 누릅니다.



③ 설치 폴더 선택 창에서는 설치 위치를 바꿀 수 있습니다. 설치 위치를 변경하고자 할 경우, 찾아보기(R) 버튼을 눌러 위치를 선택한 후 "다음(N)>" 버튼을 누릅니다.

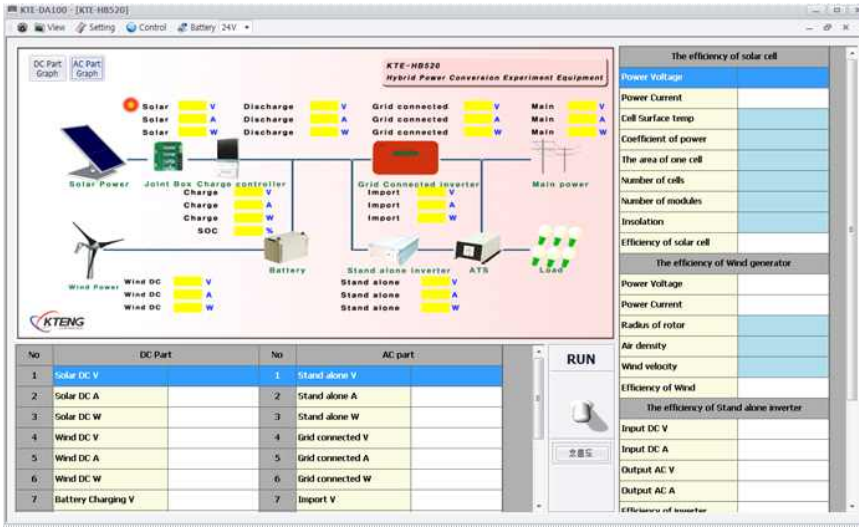


④ 설치완료 창이 뜨면 "닫기(C)" 버튼을 눌러 설치를 완료 합니다.



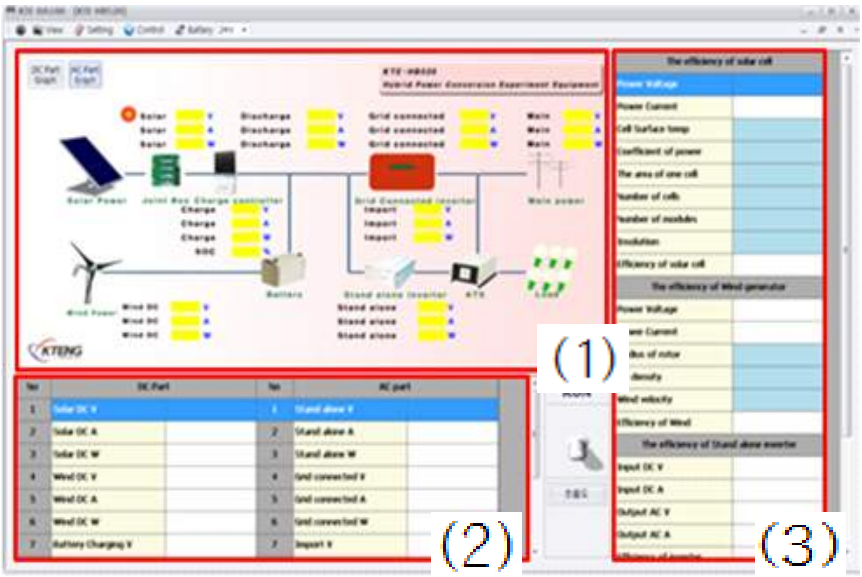
⑤ 프로그램를 실행하면 왼쪽 화면이 나타납니다.

⑥ 이 화면에서 “Solar / Wind Generation” 의 “KTE-HB520” 선택



⑦ 선택시 왼쪽 화면이 나타납니다.

2)KTE-HB520N 전용 프로그램 메인화면

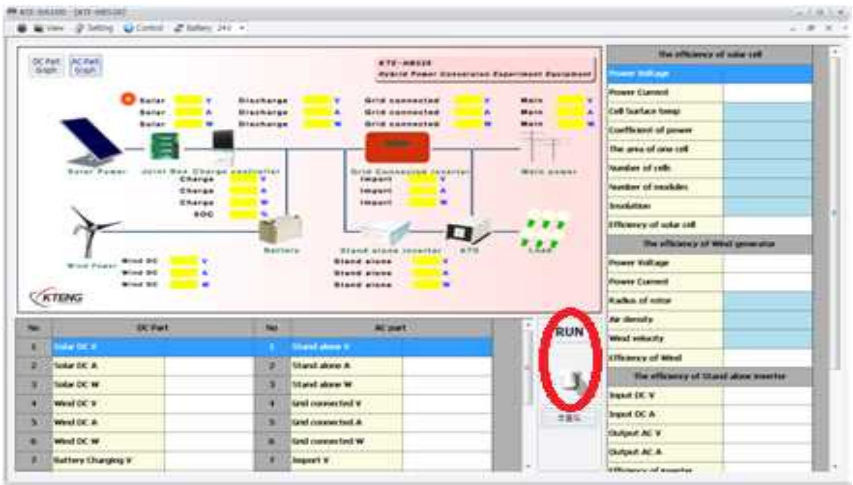


(1) Diagram 표시 영역 및 실시간 전압 · 전류 구성도

(2) 전압 ·전류, 전력 텍스트 표현

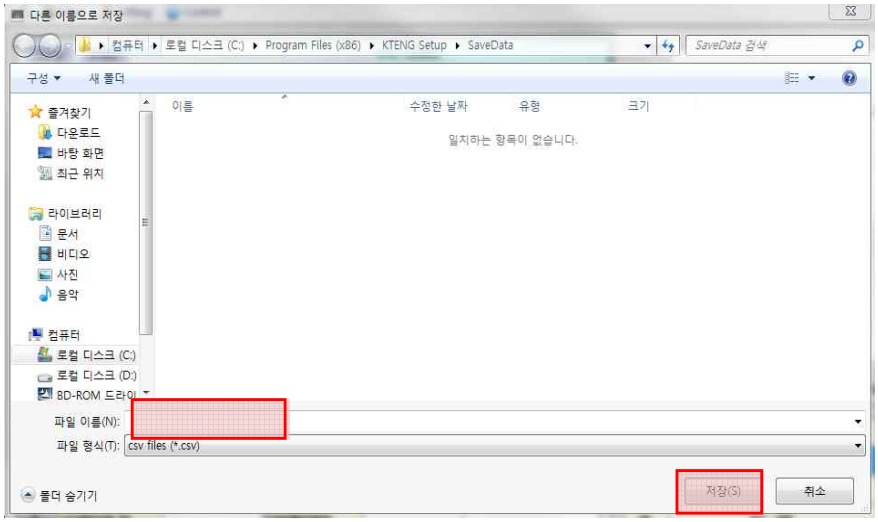
(3) 태양광 셀 효율, 풍력 발전기 효율, 독립형 인버터 및 계통연계 인버터 효율 계산

3) 데이터 저장



(1) 오른쪽 하단의 RUN Toggle S/W를 위로 올림.

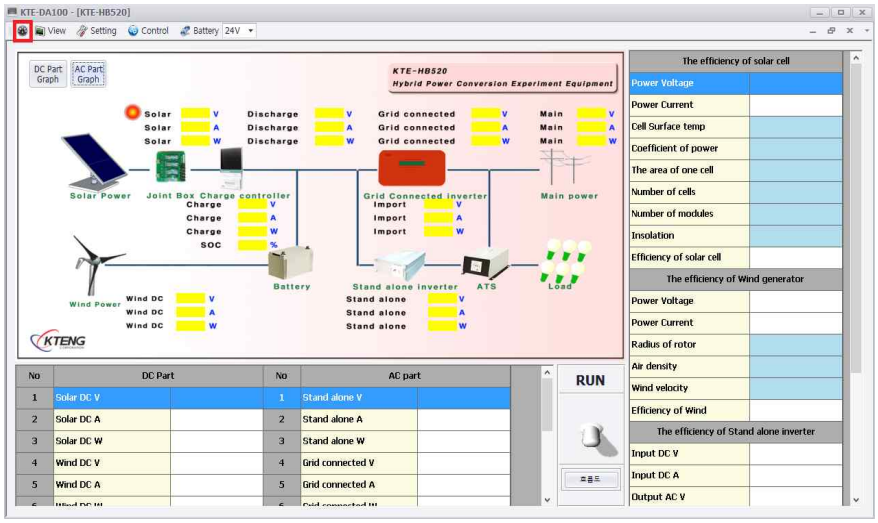
※ 저장파일명을 먼저 지정하는 이유는 컴퓨터가 부득이한 사정(정전 등)으로 인해 데이터를 받지 못할 경우, 사고 직전까지는 데이터를 저장하기 위함임.



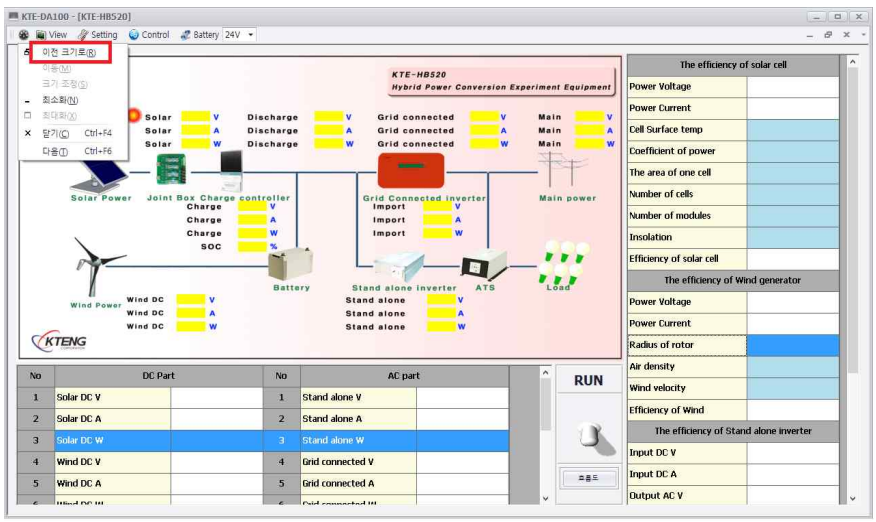
(2) 데이터 저장 파일 명을 입력하라는 대화 메시지가 뜸 파일이름 입력 후 저장 클릭

(2) 데이터 수집 장치 기능

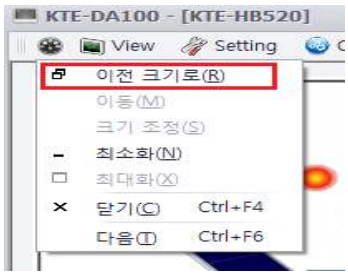
1) 도구

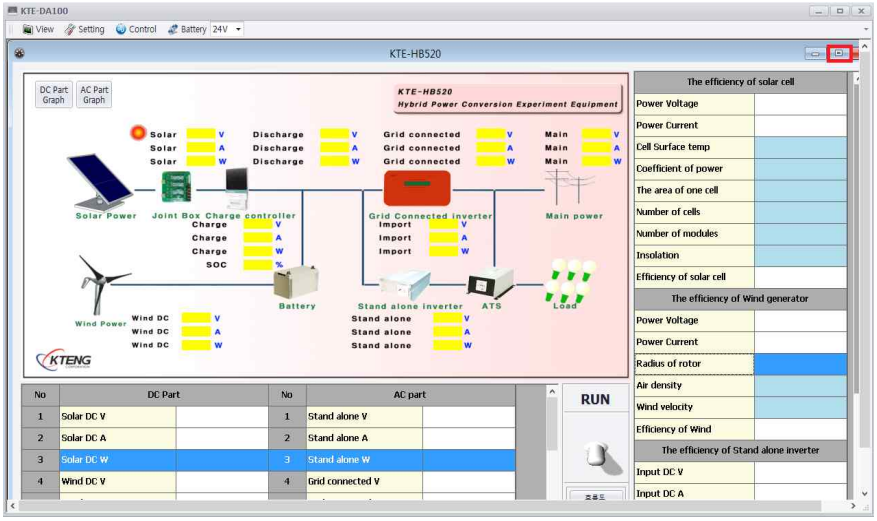


(1) 도구모음에서 클릭

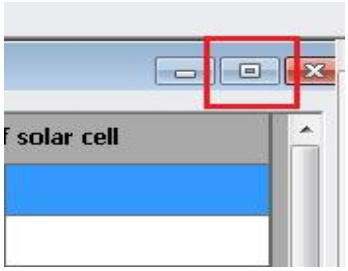


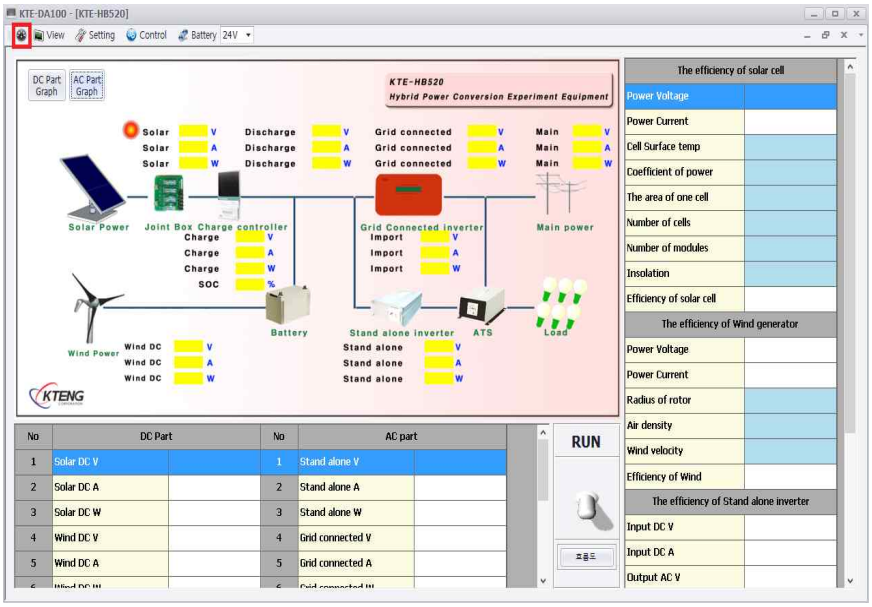
(2) 이전 크기로 (R) 클릭



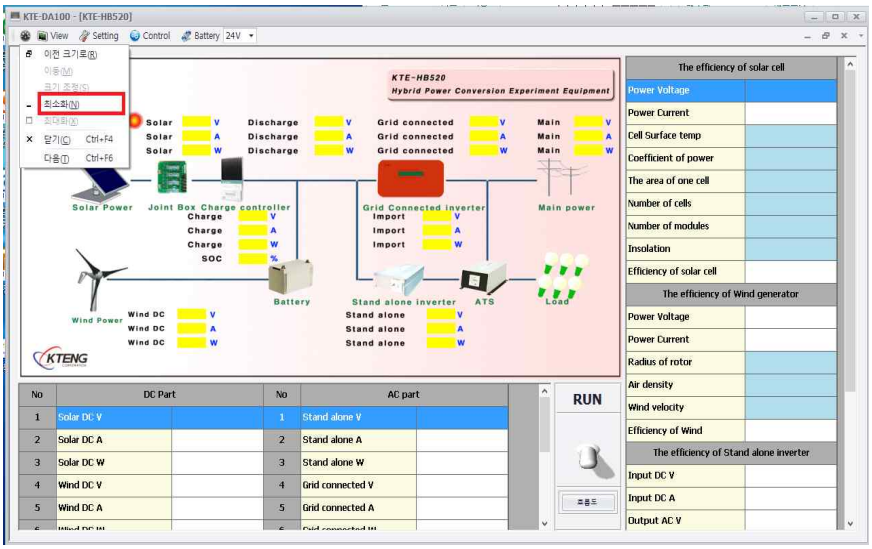


(3) 우측 상단의 버튼 클릭 하면 기존화면으로 돌아가짐

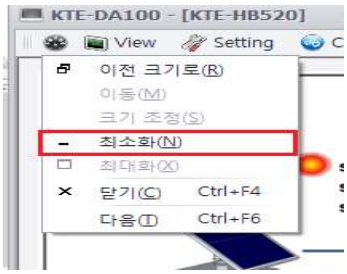




(4) 클릭

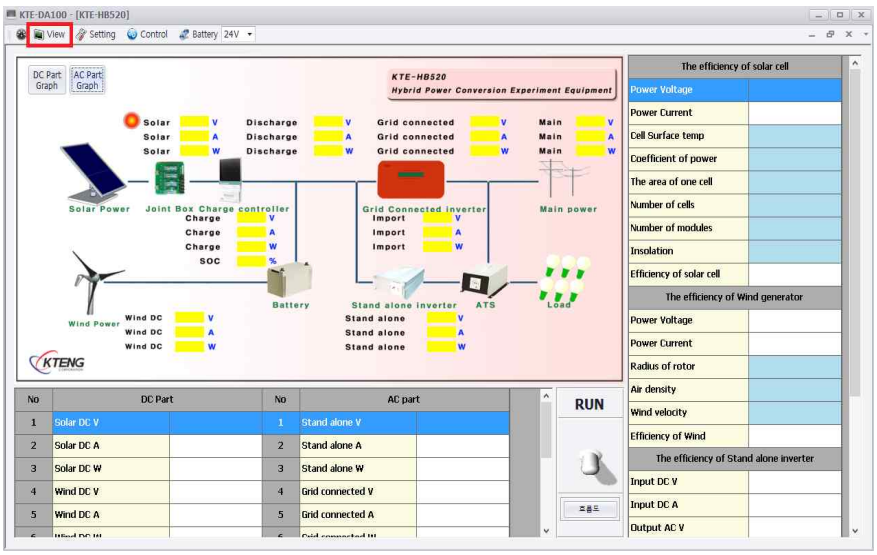


(5) 최소화(N) 클릭시 좌측 하단으로 최소창만 나타남

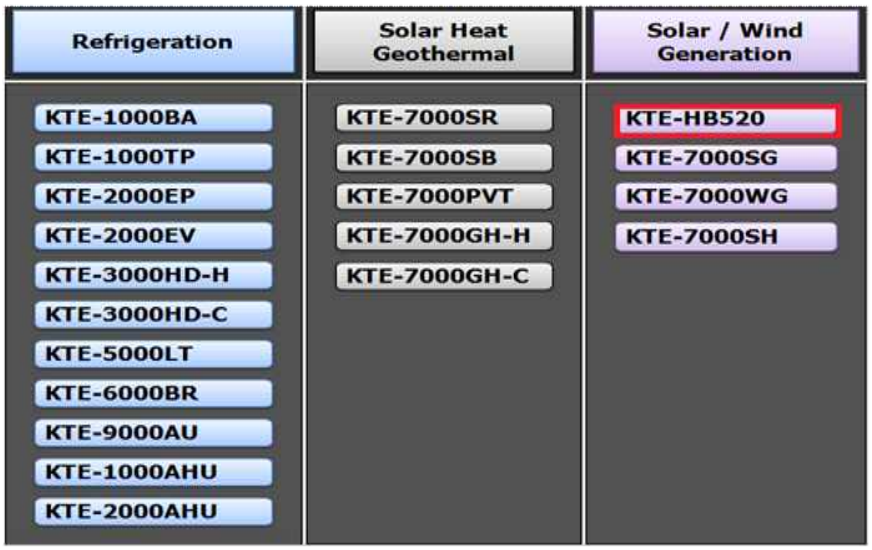


(6) 전체화면 버튼 클릭하면 기존화면으로 돌아가짐

2) View



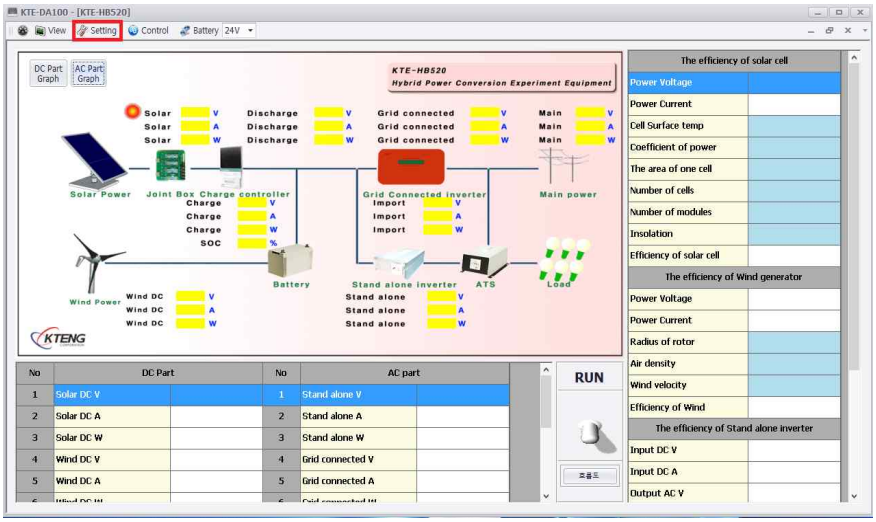
(1) 도구모음에서 View 클릭



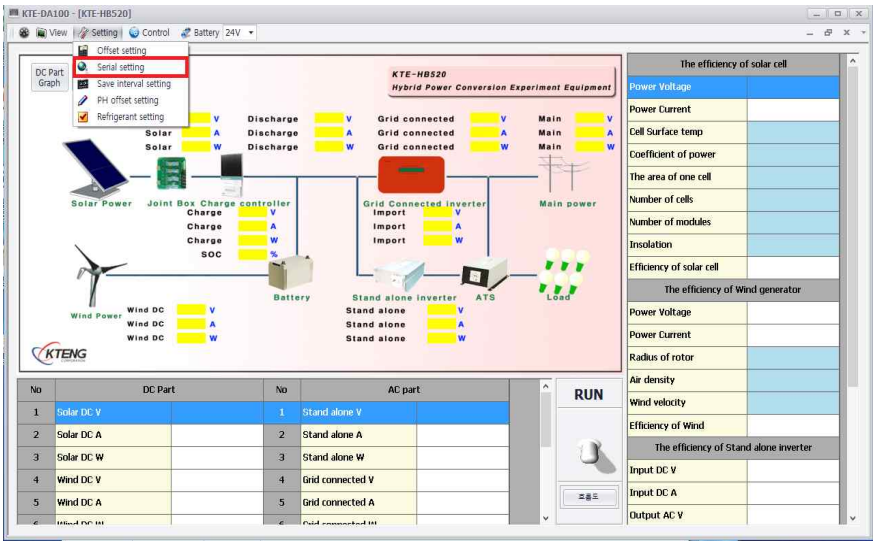
(2) View를 클릭하면 메인화면으로 나와지며 원하는 장비명을 클릭하여 실장비와 연동되는 프로그램 창을 띄울 수 있다

3) Setting

① Serial setting



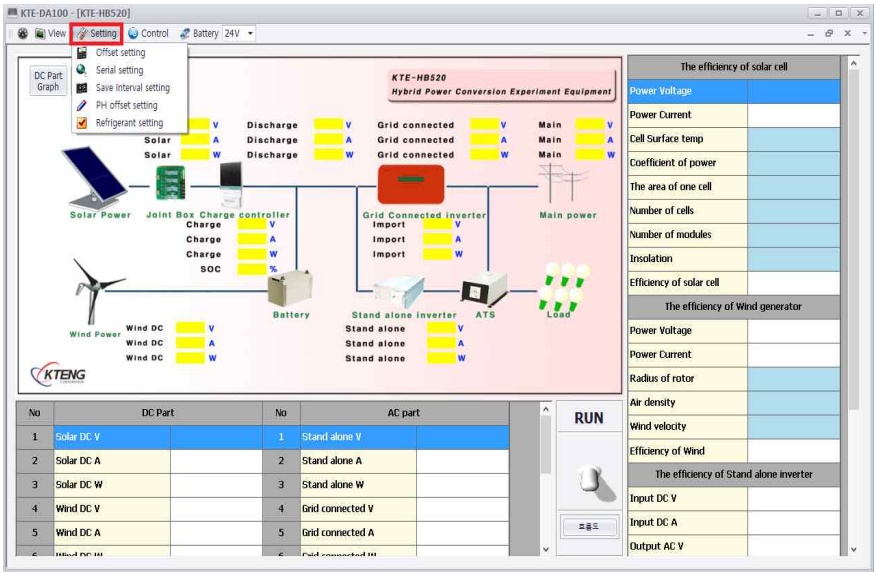
(1) Setting 클릭



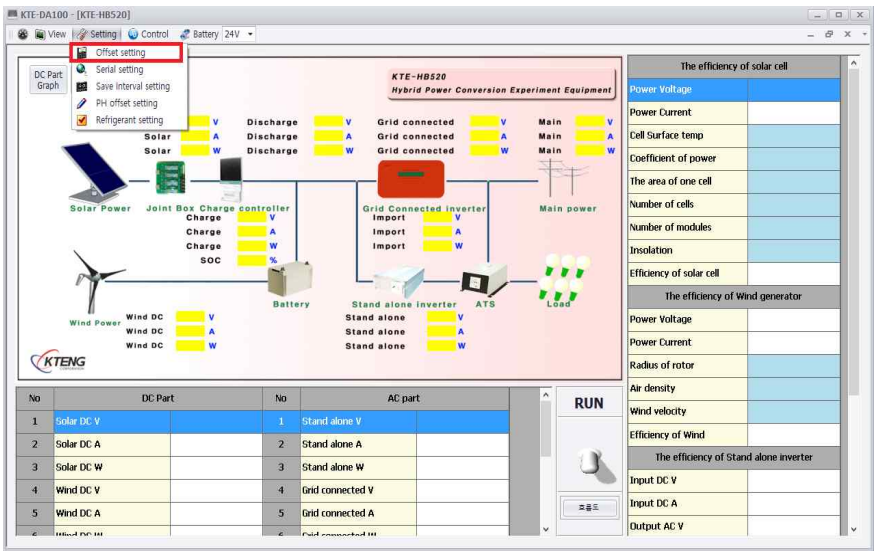
(2) Serial Setting 클릭

(3) 포트 위치에 따라 COM번호가 달라진다. COM번호를 선택하고 OK 클릭

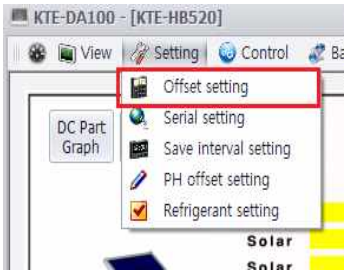
② Offset setting

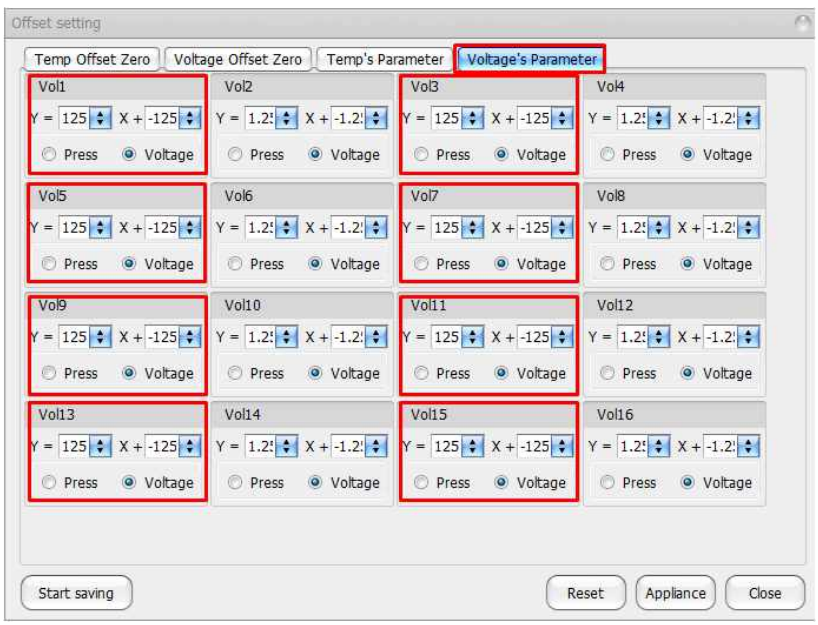


(1) 도구모음에서 Setting 클릭

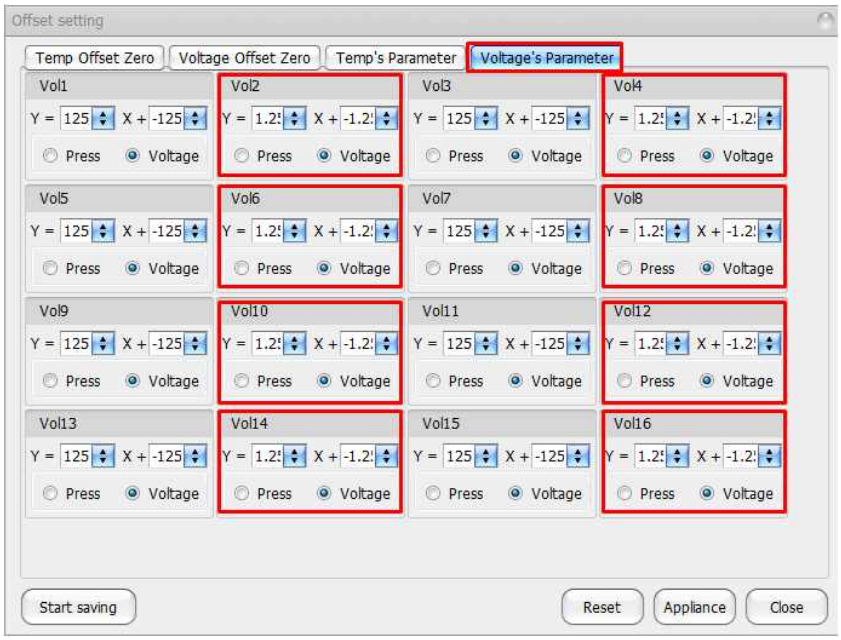


(2) Offset Setting 클릭시 아래와 같은 창이 뜸

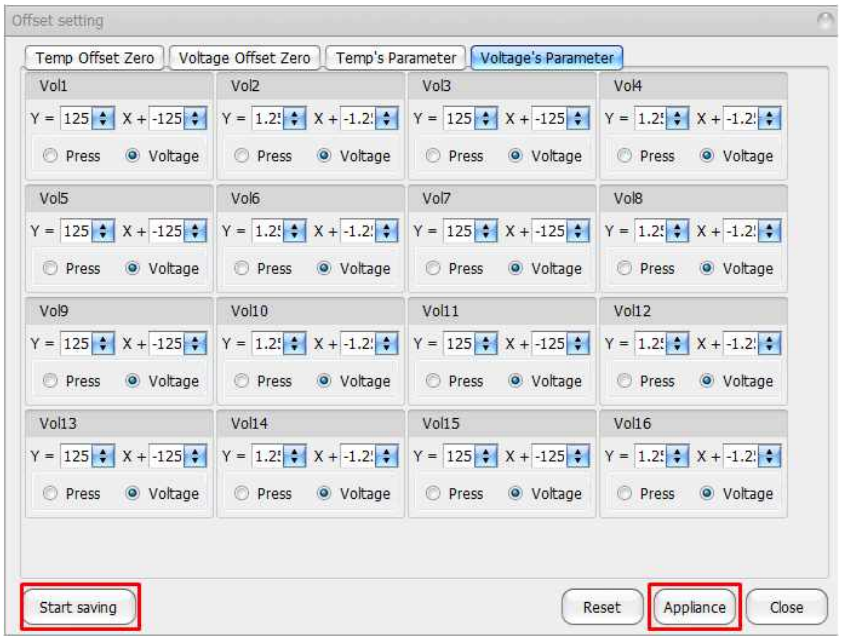




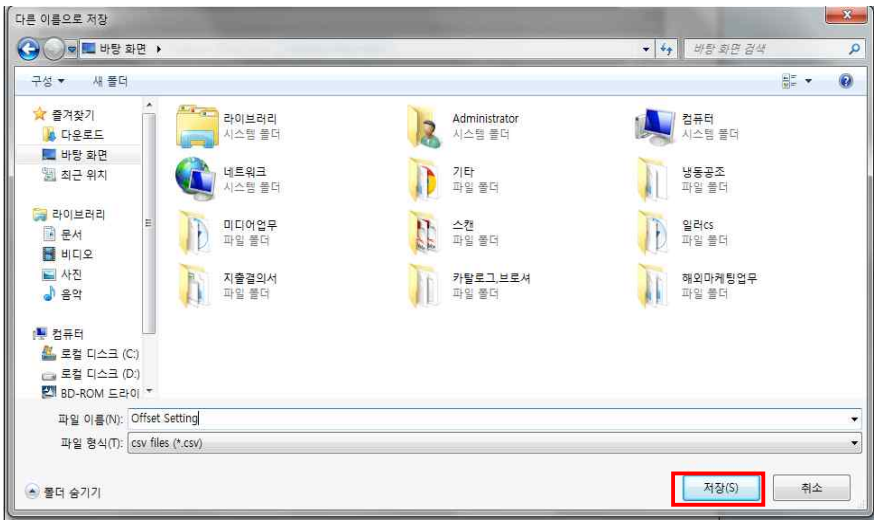
(3) Voltage`s Parameter 는 입력값 변환을 위한 수식값을 입력하는 기능을 갖고 있다.
Voltage`s Parameter 클릭 후,
Vol1, Vol3, Vol5, Vol7, Vol9, Vol11, Vol13, Vol15에 “Y=125x-125” 값을 입력한다.



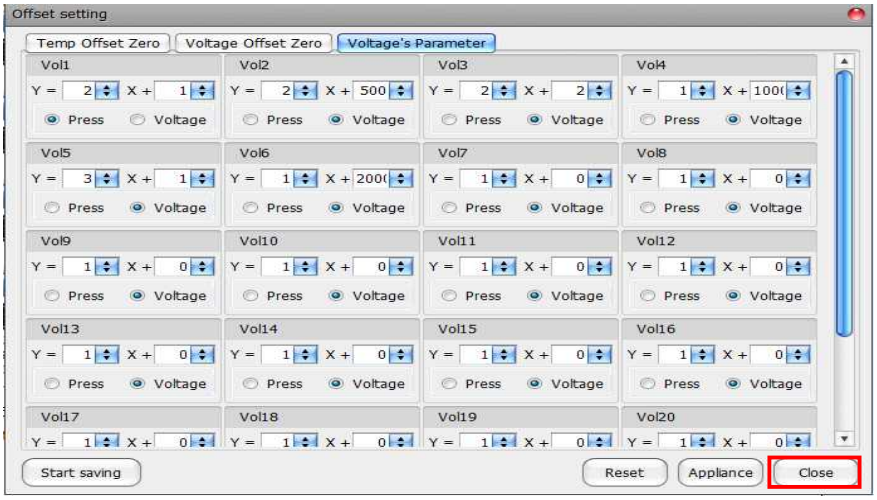
(4) Vol2, Vol4, Vol6, Vol8, Vol10, Vol12, Vol14, Vol16에 “Y=1.25x-1.25” 값을 입력한다.



(5) “Appliance" 클릭 후 "Start Saving" 클릭

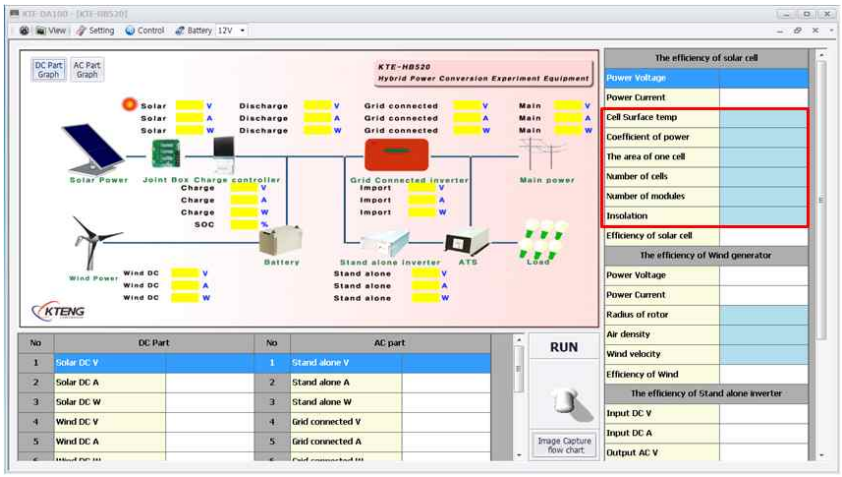


(6) Start Saving 클릭 오른쪽 화면에서 파일명 입력 후 저장



(7) 저장을 하고서 오른쪽 화면에서 Close 클릭

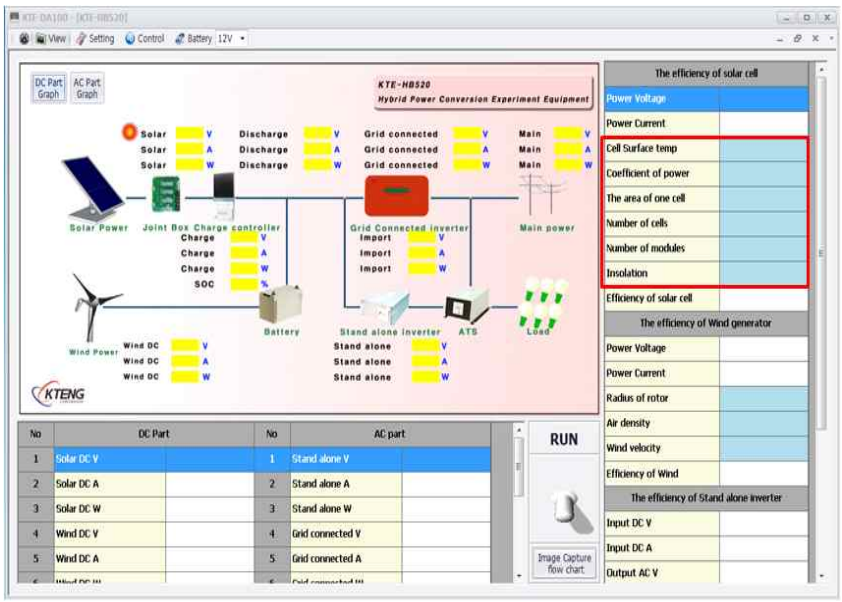
③ 태양전지 효율 설정



(1) 측정된 온도 입력(ex:60℃)

(2) “0.4℃” 값 입력

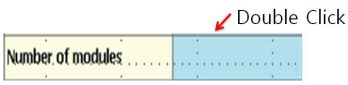
- PV모듈의 종류에 따라 다른 온도계수.
- 결정질 실리콘모듈은 "-0.45%" 이므로



(3) “0.1㎡” 값 입력

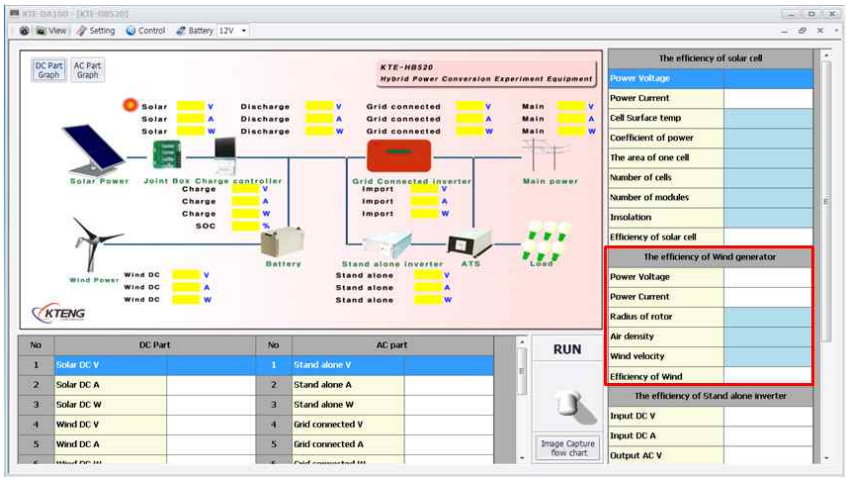
(4) “1EA” 값 입력

(5) “4EA”값 입력



(6) “1000W/㎡” 값 입력

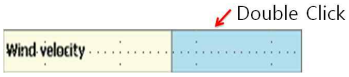
④ 풍력 발전 효율 설정



(1) “0.2m”값 입력

(2) “1.3kg/㎥”값 입력

(3) 측전된 풍속값 입력 (ex:6m/s)



4)계산식

1. The efficiency of solar cell

$$\text{태양전지효율} = \frac{(\text{모듈출력}\,V \times I) + [(\text{표면온도} - 25) \times \text{출력온도계수}]}{\text{셀한장면적}m \times \text{모듈의셀개수}ea \times \text{모듈개수}ea \times \text{측정한일사량값}} \times 100\%$$

2. The efficiency of Wind generator

$$\text{풍력발전기효율} = 2 \times \frac{(\text{풍력출력}\,V \times I)}{(\pi \times \text{로터반지름}^2) \times \text{풍속}^3 \times \text{공기밀도}} \times 100\%$$

DA100 데이터 저장 엑셀 파일 용어 주요내용

한글	영어	적요	비교
태양광 DC 전압	SDV	알아서 표시됨.	
태양광 DC 전류	SDA	알아서 표시됨.	
태양광 DC 전력	SDW	알아서 표시됨.	
풍력 DC 전압	WDV	알아서 표시됨.	
풍력 DC 전류	WDA	알아서 표시됨.	
풍력 DC 전력	WDW	알아서 표시됨.	
배터리 충전 전압	BCV	알아서 표시됨.	
배터리 충전 전류	BCA	알아서 표시됨.	
배터리 충전 전력	BCW	알아서 표시됨.	
배터리 방전 전압	BDV	배터리 방전은 사용 하지 않음	
배터리 방전 전류	BDA		
배터리 방전 전력	BDWD		
배터리 SOC 값	BSM		
독립형 인버터 AC 전압	SAV	알아서 표시됨.	
독립형 인버터 AC 전류	SAA	알아서 표시됨.	
독립형 인버터 AC 전력	SAW	알아서 표시됨.	
계통연계형 인버터 AC 전압	GCV	알아서 표시됨.	
계통연계형 인버터 AC 전류	GCA	알아서 표시됨.	
계통연계형 인버터 AC 전력	GCW	알아서 표시됨.	
상용전원 AC 전압	IV	알아서 표시됨.	
상용전원 AC 전류	IA	알아서 표시됨.	
상용전원 AC 전력	IW	알아서 표시됨.	
메인전원 AC 전압	MV	알아서 표시됨.	
메인전원 AC 전류	MA	알아서 표시됨.	
메인전원 AC 전력	MW	알아서 표시됨.	
태양광 발전 전압	SPV	알아서 표시됨.	
태양광 발전 전류	SPC	알아서 표시됨.	
태양전지 셀 표면 온도	CST	태양광 파트 측정된 데이터 입력하는 곳	
태양전지 온도계수	CP		
태양전지 셀 크기	AC		
셀 갯수	NC		
모듈 갯수	NM		
일사량	Insol		
태양광 발전 효율	ESC	알아서 표시됨.	
풍력 발전 전압	WPV	알아서 표시됨.	
풍력 발전 전류	WPC	알아서 표시됨.	
풍력 날개 반지름	RR	풍력 파트 측정된 데이터 입력하는 곳	
공기밀도	AD		
풍속값	WV		
풍력 발전 효율	EWG	알아서 표시됨.	
독립형 인버터 입력 DC 전압	IIDV	알아서 표시됨.	
독립형 인버터 입력 DC 전류	IIDA	알아서 표시됨.	
독립형인버터 출력 AC 전압	IOAV	알아서 표시됨.	
독립형인버터 출력 AC 전류	IOAA	알아서 표시됨.	
독립형인버터 효율	IEI	알아서 표시됨.	
계통연계형 인버터 입력 DC 전압	GIDV	알아서 표시됨.	
계통연계형 인버터 입력 DC 전류	GIDA	알아서 표시됨.	
계통연계형 인버터 출력 AC 전압	GOAV	알아서 표시됨.	
계통연계형 인버터 출력 AC 전류	GOAA	알아서 표시됨.	
계통연계형 인버터 효율	GEI	알아서 표시됨.	

5. 실험장치의 설치와 사용

(1) 고정 축 태양광 발전장치의 설치

1) 평평한 바닥 면에 발전 장치의 몸체를 고정 또는 작동 시 흔들리지 않도록 적절히 설치합니다.

2) 태양광 모듈의 전원케이블을 직렬 또는 병렬로 연결하여 태양광 전력변환 실험장치의 접속반 단자 대에 연결합니다.

(2) 전력변환 실험장치의 설치

실험 장치를 전원이 있는 위치로 옮긴 뒤 제어판 뒷면의 전원 단자에 AC 220V용 전원케이블을 연결하고 전원플러그에 꽂아 실험장비에 전원을 공급합니다.

1) INVERTER1 독립 형 발전 시스템 구성 연결

2) 계통연계 형 발전 시스템 구성 연결

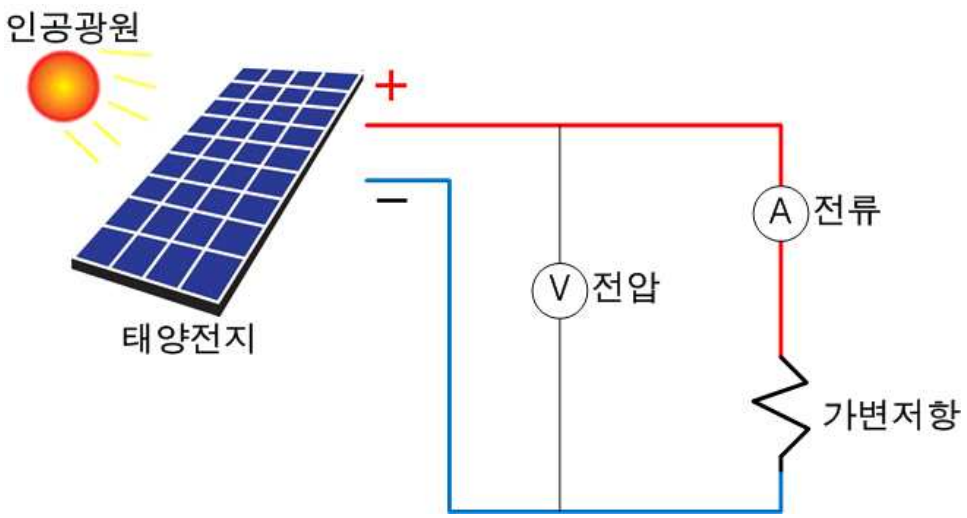
3) 상용전원을 이용한 실험 시스템 구성 연결

6. 장비의 운전 회로 구성과 시운전

작업과제명	1. 부하 저항 변화에 따른 태양광 모듈의 출력 전압, 전류 측정 실험 및 모듈 효율 계산	소요시간
		8
목 표	① 태양광 모듈의 출력 전압, 전류를 측정 할 수 있다. ② 부하 변화에 따른 태양광 모듈의 출력 특성을 기술 할 수 있다. ③ 태양광 모듈의 효율 계산을 할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



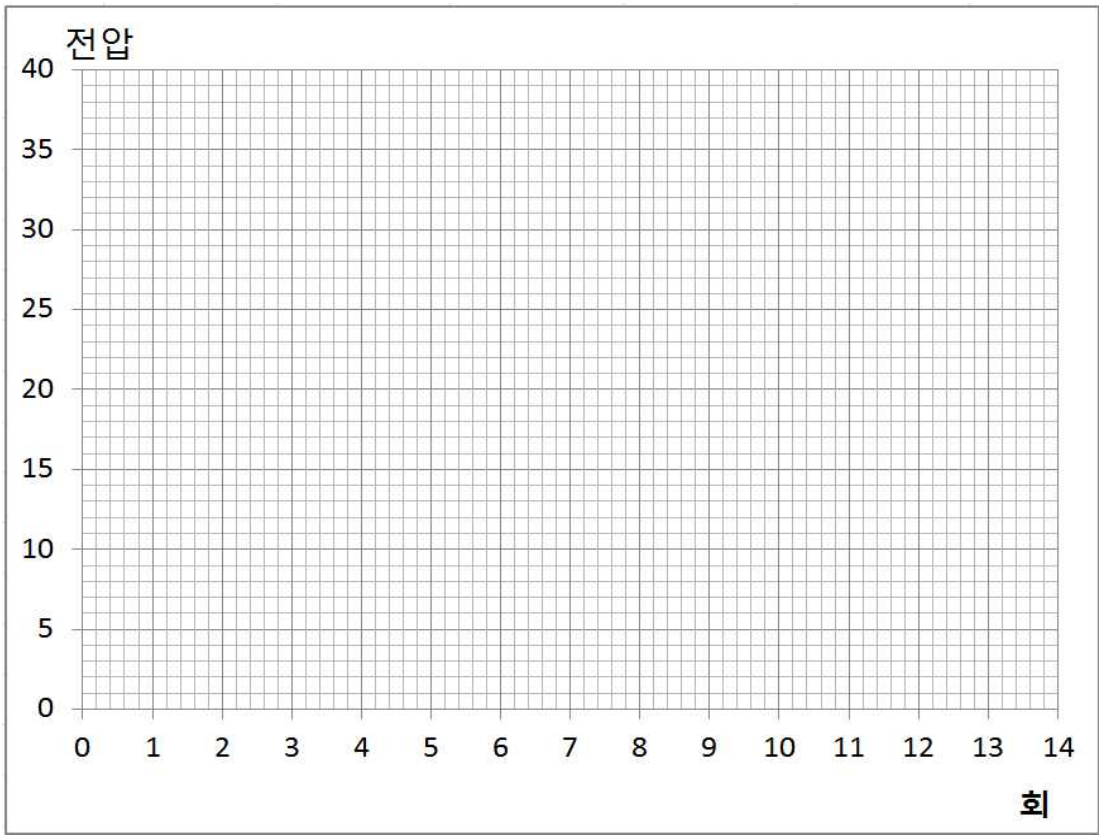
1) 회로도 구성
   (1) 실험 회로도는 위의 결선도와 같이 연결 되어 있다.
   (2) 부하부는 저항 조절을 통해 소비 전력 조절을 할 수 있다.
2) 실험 방법
   (1) 인공광원의 전원을 올리고 일정 간격을 두고 인공광원과 수평으로 태양광 모듈을 비춘다.
   (2) 인공광원 전원을 ON 시킨다.
   (3) 저항의 변화를 통해 0부하에서 저항을 서서히 변화 시켜 변화되는 전압, 전류를 측정하고 전력을 계산한다.

3. 측정 실험

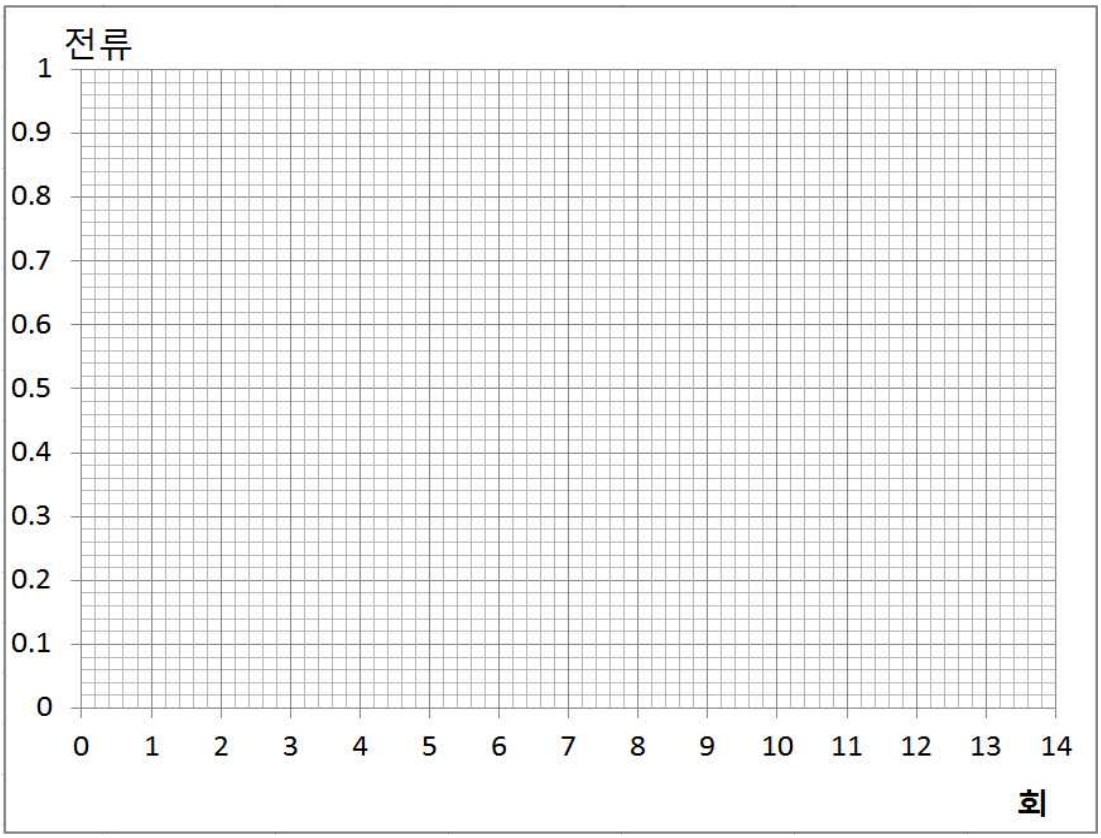
(1) 측정된 전압V , 전류I(A) 값을 아래 표에 표기하고 전력 및 저항을 계산한다.

횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
V														
I(A)														
R(Ω)														
P(W)														

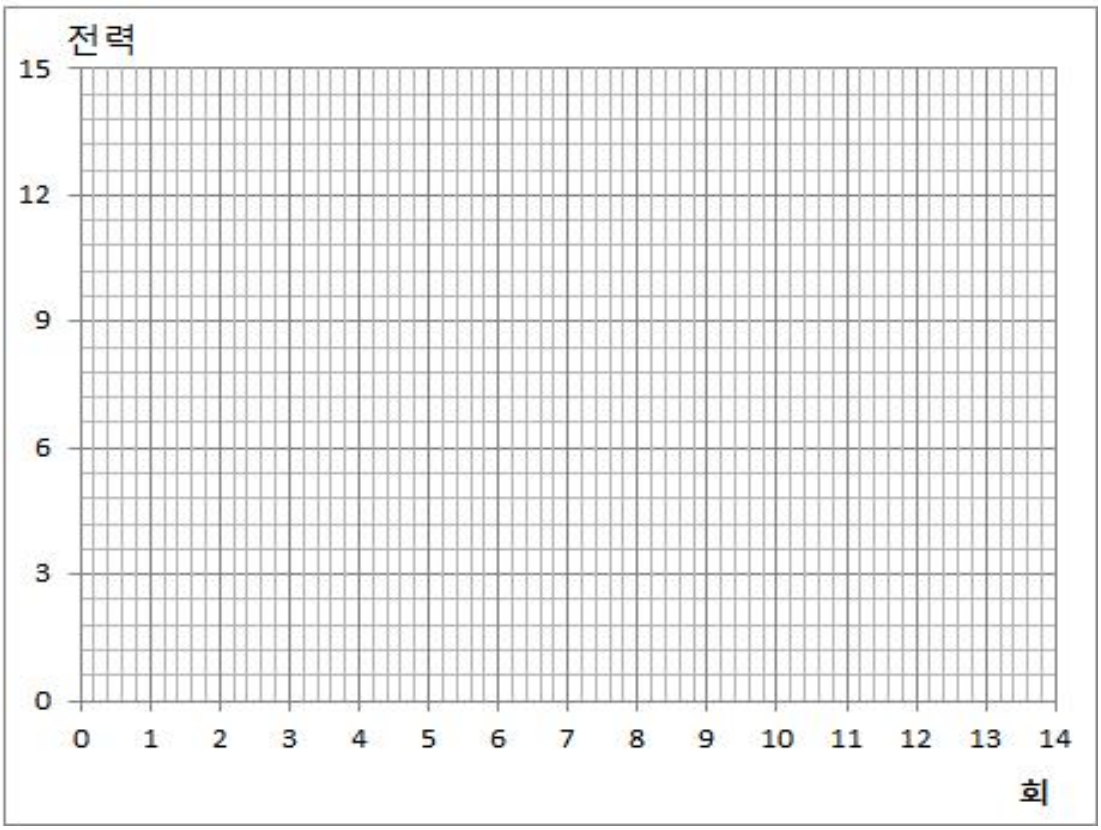
(2) 전압(V) 곡선을 작도 한다.



(3) 전류(I) 곡선을 작도 한다.



(4) 전력(W) 곡선을 작도 한다.



(5) 각 단위 셀당 W/m^2 값 측정

- 측정 값에 대한 단위 셀당 전력 환산 방법은 일사량계를 이용한 측정 값은 가로*세로(1m*1m)기준 측정 값이기 때문에 셀 한 장 가로*세로 간격을 측정후에 아래와 같이 환산값을 계산하여 기입한다.

1) (일사량계측정값) : $1m \times 1m$ = (환산값) : 실측가로(m) × 실측세로(m)
2) 각각의 셀당 환산값을 모두 합하면 인공태양을 이용한 1장의 모듈에 입사된 에너지를 계산 할 수 있다.
3) 1장 모듈에 입사된 에너지를 전력으로 변환 한다.($P_{\in put}$)

식. $P_{\in put}$ = (환산값 W/m^2) × 셀가로길이(m) × 셀세로길이(m) × 셀개수

(6) 인공태양 조명을 이용한 태양광 모듈 효율 계산.

1) 위의 (4)번 전력 곡선에서 최대 출력 전력값을 선택한다.
2) 태양전지 모듈 효율은 (1000 W/m^2, 25℃기준) 다음 기준에 따른다. 그러나 자연태양이 아닌 인공태양을 이용한 실험이기 때문에 1000 W/m^2기준은 생략 한다.(태양전지 발전을 위한 스펙트럼 구간의 에너지량이 자연채광과 인공태양은 서로 다르기 때문에 단순 일사량 값만을 이용한 보정은 정확하지 않다. 그러나 자연태양을 이용한 실험일 경우 1000 W/m^2 기준 값으로 보정해주어야 한다.) 다음 태양광 모듈의 표면 온도를 측정하고 모듈의 온도 계수(25℃기준)를 반영하여 최대 출력 전력 값을 보정한다.($P_{\max}$)

식. 최대 출력 전력 - {(현재온도-25 ℃)×전력온도계수} = 보정 최대 출력 전력($P_{\max}$)

3) 태양 전지 효율을 계산한다.

식. 태양전지효율 $= \dfrac{P_{\max}}{P_{\in put}} \times 100(\%)$

4. 태양전지 모듈의 전기적 특성

Electrical Specifications	
Rated Power(Wp)	230 W(±3%)
Max. Power Voltage(Vmp)	29.3 V
Max. Power Current(Imp)	7.84 A
Open Circuit Voltage(Voc)	37.1 V
Short Circuit Current(Isc)	8.42 A
Coefficient	
The coefficient of power	-0.405±0.05%/℃
The coefficient of voltage	-0.312±0.015%/ ℃
The coefficient of current	+0.075±0.015%/℃
*STC (1000W/m², AM: 1.5, 25 ℃)	
Product Specifications	
Dimensions	1642 X 979 X 38 mm
Solar Cells	60 Cell, 156mm x 156mm, 6 x 10 matrix connected in series
Maximum System voltage	1000 VDC

(1) 정격출력(Wp)

(2) 정격출력전압(Vmp)

(3) 정격출력전류(Imp)

(4) 개방전압(Voc)

(5) 단락전류(Isc)

(6) 정격출력(Pm) 온도계수

(7) 단락전류(Isc) 온도계수

(8) 개방전압(Voc) 온도계수

* 일사량 1KW/㎡, 상온 25℃기준

5. 태양전지 모듈 온도 특성을 통한 발전량 계산

Electrical Specifications	
Rated Power(Wp)	230 W(±3%)
Max. Power Voltage(Vmp)	29.3 V
Max. Power Current(Imp)	7.84 A
Open Circuit Voltage(Voc)	37.1 V
Short Circuit Current(Isc)	8.42 A
Coefficient	
The coefficient of power	-0.405±0.05%/℃
The coefficient of voltage	-0.312±0.015%/ ℃
The coefficient of current	+0.075±0.015%/℃
*STC (1000W/m², AM: 1.5, 25 ℃)	
Product Specifications	
Dimensions	1642 X 979 X 38 mm
Solar Cells	60 Cell, 156mm x 156mm, 6 x 10 matrix connected in series
Maximum System voltage	1000 VDC

(1) 온도 변화에 따른 모듈 계산

- 셀 표면 온도가 25℃ 일 때 29.3V, 7.84A 230W 발전

예) 셀 표면 온도 20 ℃일 때 전압값, 전력량계산 방법

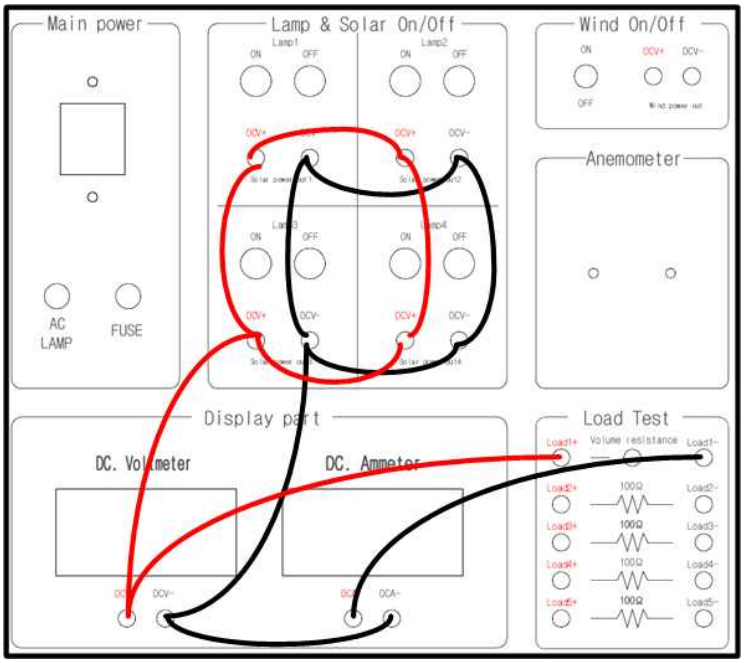
1) Vmp + {(현재온도-25 ℃)×전압온도계수} = 출력 전압

가. 29.3V+{((20℃)- 25℃)) ×-0.312} = 29.3 + 1.56= 30.86V

2) Wp + {(현재온도-25 ℃)×전압온도계수} = 출력전력

가. 29.3V*7.84A + (((20℃) - 25℃)×(-0.405))) = 229.71W + 2.025W = 231.735W 출력 예상

6. 결선도.



· 요구사항

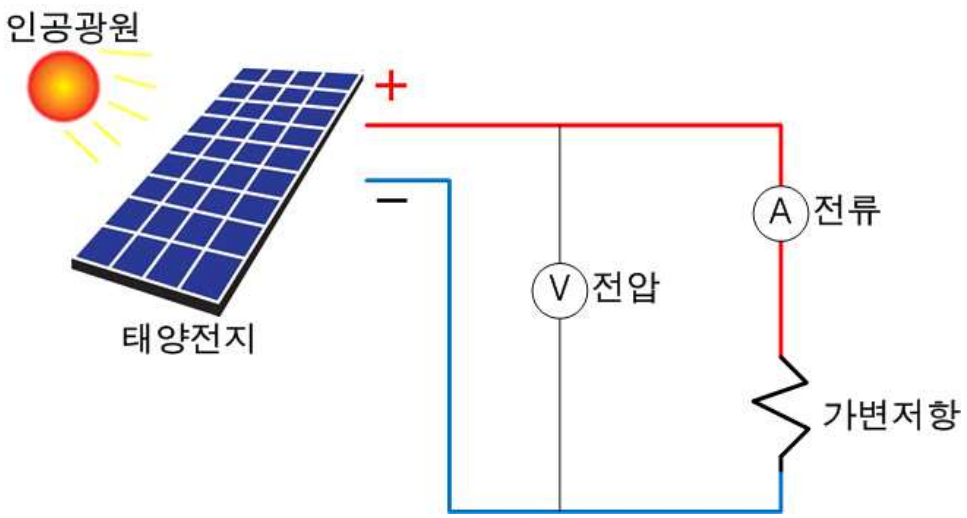
1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 태양광 모듈 효율 회로를 구성하고 운전한다.
3. 태양광 모듈의 출력전압을 측정하고 그래프를 작도 한다.
4. 태양광 모듈의 출력전류를 측정하고 그래프를 작도 한다.
5. 태양광 모듈의 전압과 전류값을 이용하여 저항과 전력값을 계산한다.
6. 일사량계를 사용하여 측정하고 계산할 수 있다.
7. 태양광 모듈의 효율을 계산 할 수 있다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	태양광 모듈 효율 실험 준비	20					
		전압 측정 및 그래프 작도	20					
		전류 측정 및 그래프 작도	20					
		태양광 모듈의 효율 계산	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10					
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	2. 일사량의 변화에 따른 태양광 모듈의 출력 전압, 전류 측정 실험	소요시간
		8
목 표	① 태양광 모듈의 출력 전압, 전류를 측정 할 수 있다. ② 부하 변화에 따른 태양광 모듈의 출력 특성을 기술 할 수 있다. ③ 입사각에 따른 태양광 모듈의 출력 특성을 기술 할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



1. 회로도 구성
   (1) 실험 회로도는 위의 결선도와 같이 연결 되어 있다.
   (2) 부하부는 가변저항 조절을 통해 전압, 전류를 측정 할 수 있다.

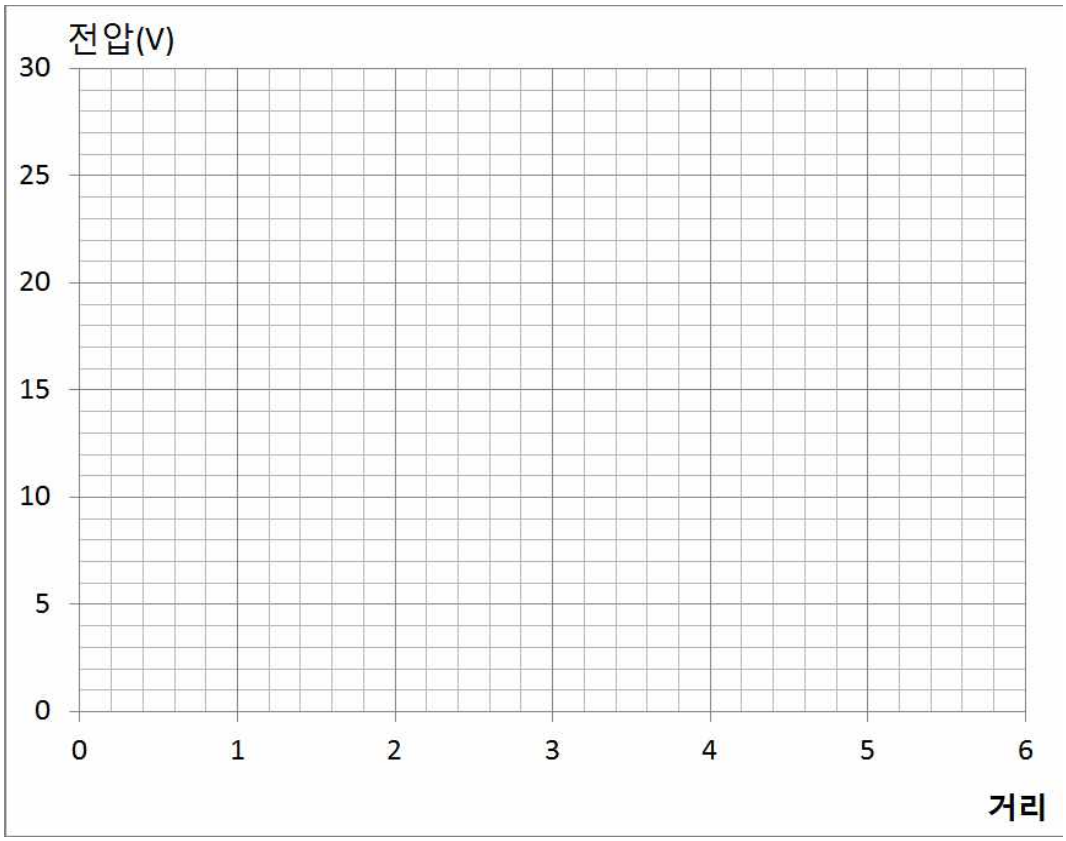
2. 실험 방법
   (1) 인공광원의 전원을 올리고 인공광원과 수평으로 태양광 모듈을 비춘다.
   (2) 인공광원과 태양광 모듈의 거리를 조절한다.
   (3) 인공광원의 전원을 ON한다.
   (4) 저항의 변화를 통해 0부하에서 저항을 서서히 변화 시켜 변화되는 전압, 전류를 측정하고 전력을 계산한다.

3. 측정 실험

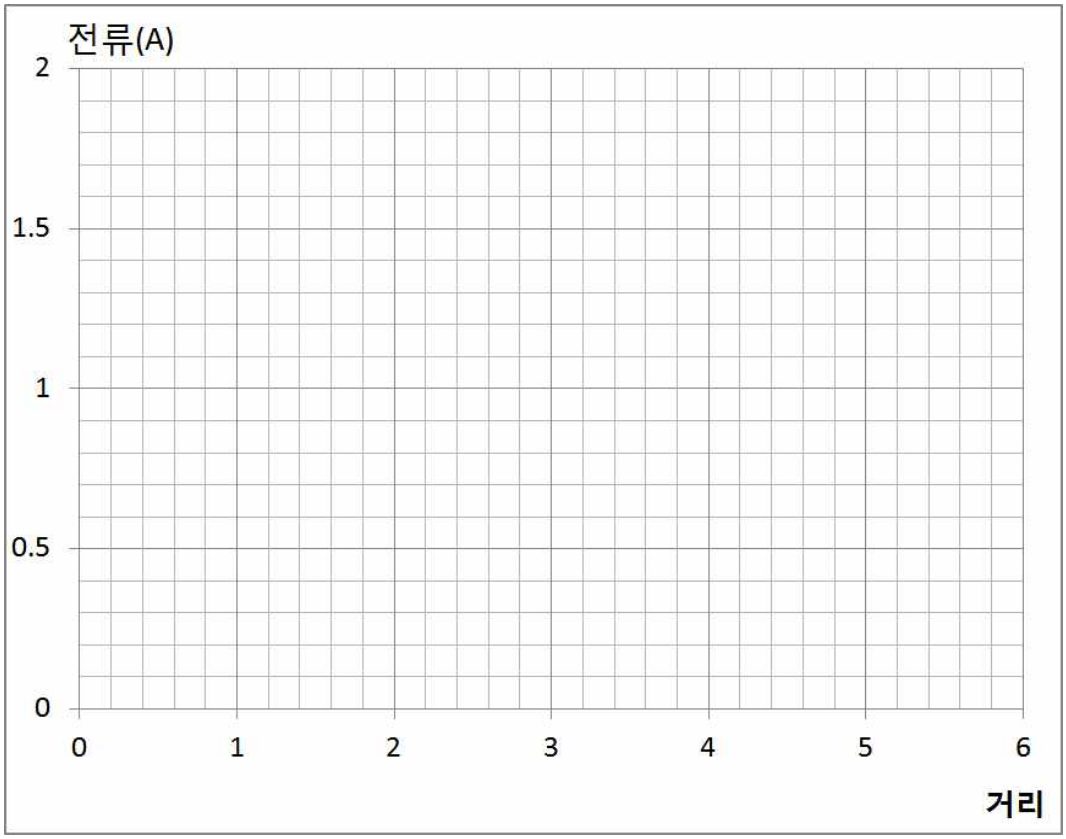
(1) 측정된 출력전압V , 출력전류I 값을 아래 표에 표기하고 전력 및 저항을 계산한다.

거리	1	2	3	4	5	6
V						
I(A)						
R(Ω)						
P(W)						

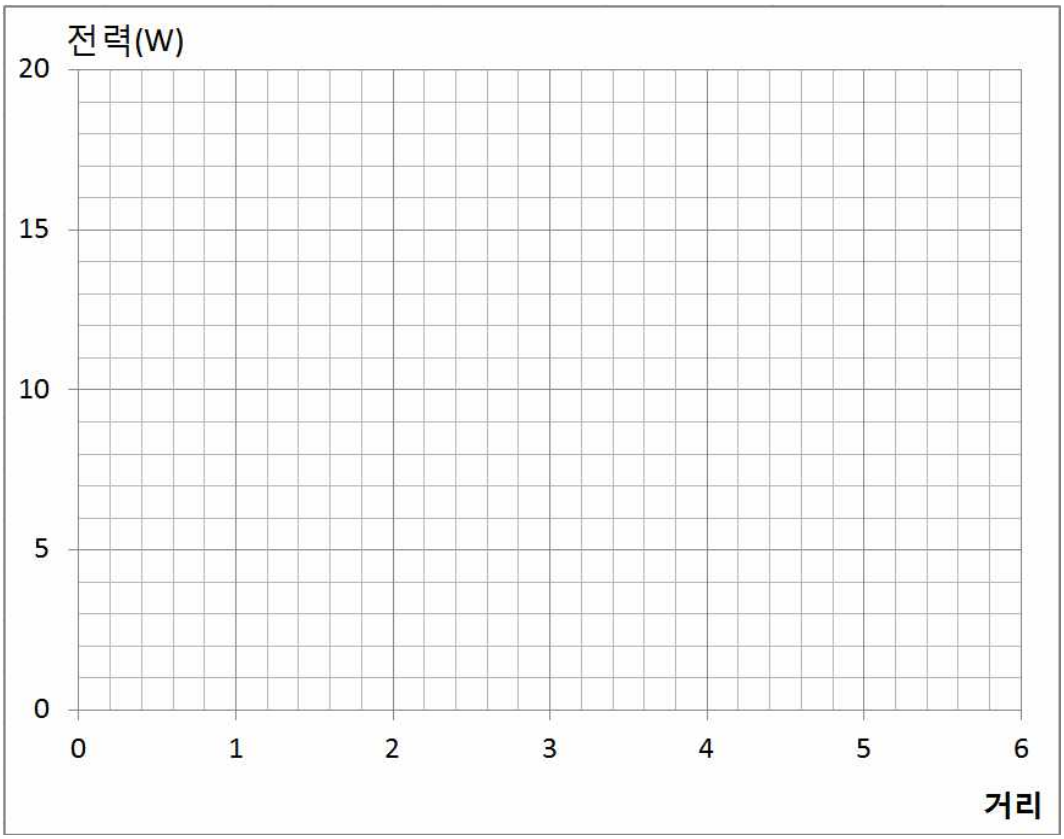
(2) 전압(V) 곡선을 작도 한다.



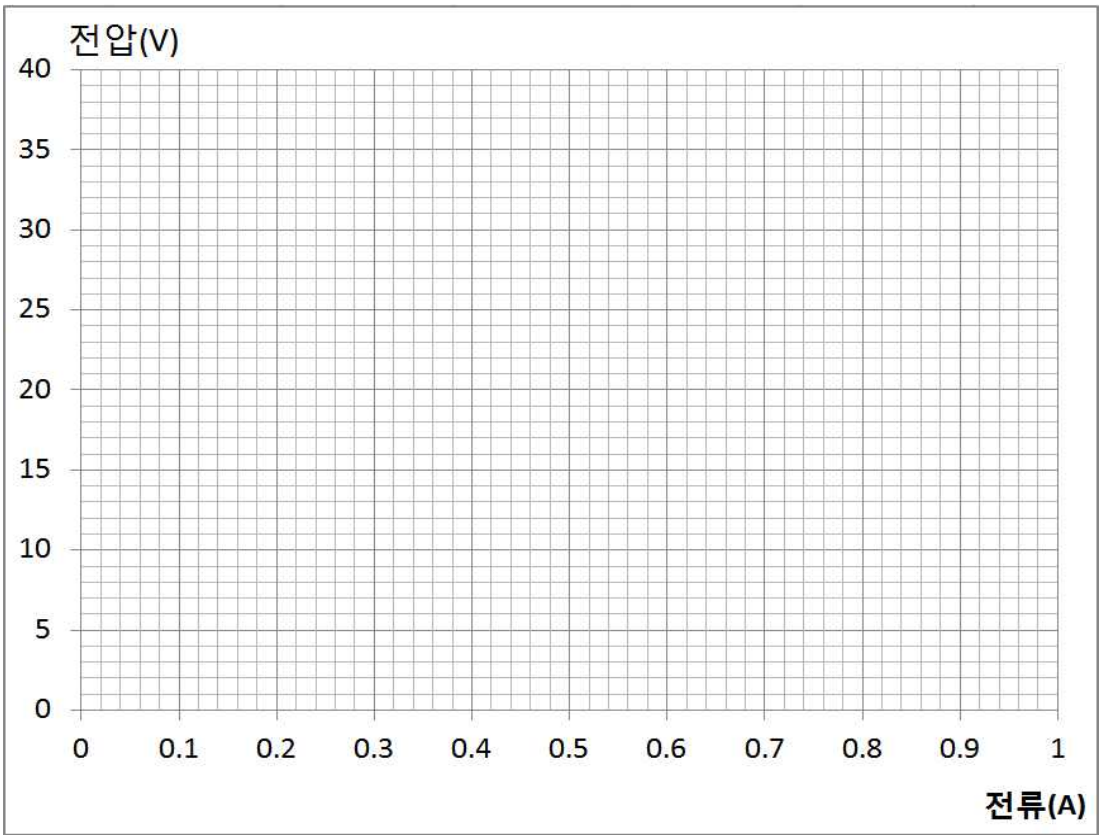
(3) 전류(I) 곡선을 작도 한다.



(4) 전력(W) 곡선을 작도 한다.



(5) V-I 곡선을 작도 한다.



· 요구사항

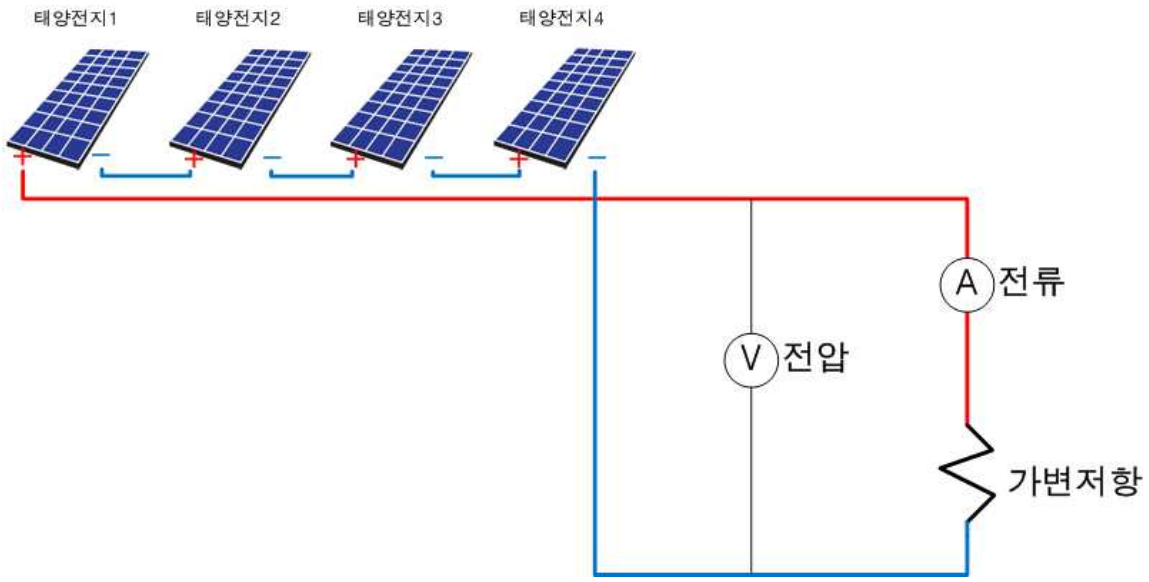
1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 태양광 모듈 효율 회로를 구성하고 운전한다.
3. 태양광 모듈의 각도 변화에 따라 전압(V)을 측정하고 그래프를 작도 한다.
4. 태양광 모듈의 각도 변화에 따라 전류(A)을 측정하고 그래프를 작도 한다.
5. 태양광 모듈의 전압과 전류값을 이용하여 전력값을 계산한다.
6. 태양광 모듈의 입사각에 따른 발전량에 대해 설명 할 수 있다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	태양광 모듈 특성 실험 준비	20					
		전압 측정 및 그래프 작도	20					
		전류 측정 및 그래프 작도	20					
		전력값 계산에 따른 그래프 작도	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10					
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	3. 모듈의 직·병렬 연결에 따른 태양광 모듈의 출력 전압, 전류 측정 실험	소요시간
		8
목 표	① 태양광 모듈의 출력 전압, 전류를 측정 할 수 있다. ② 부하 변화에 따른 태양광 모듈의 출력 특성을 기술 할 수 있다. ③ 모듈의 직렬연결, 병렬연결에 따른 태양광 모듈의 출력 특성을 기술 할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



1. 회로도 구성
   (1) 실험 회로도는 위의 결선도와 같이 연결 한다.
   (2) 부하부는 가변저항 조절을 통해 전압, 전류를 측정 할 수 있다.

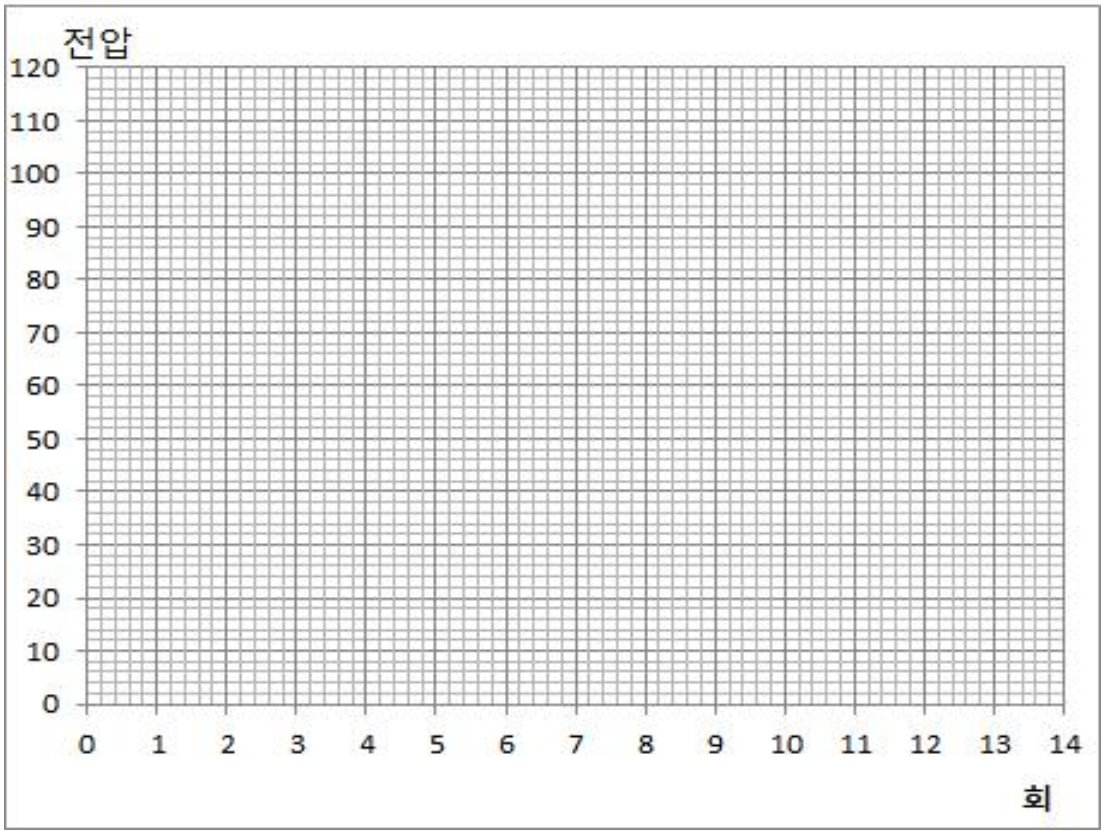
2. 실험 방법
   (1) 인공광원의 전원을 올리고 인공광원과 수평으로 태양광 모듈을 비춘다.
   (2) 인공광원과 태양광 모듈의 거리를 조절한다.
   (3) 인공광원의 전원을 ON한다.
   (4) 저항의 변화를 통해 0부하에서 저항을 서서히 변화 시켜 변화되는 전압, 전류를 측정하고 전력을 계산한다.

3. 태양광 모듈을 직렬 연결한 후 측정 실험

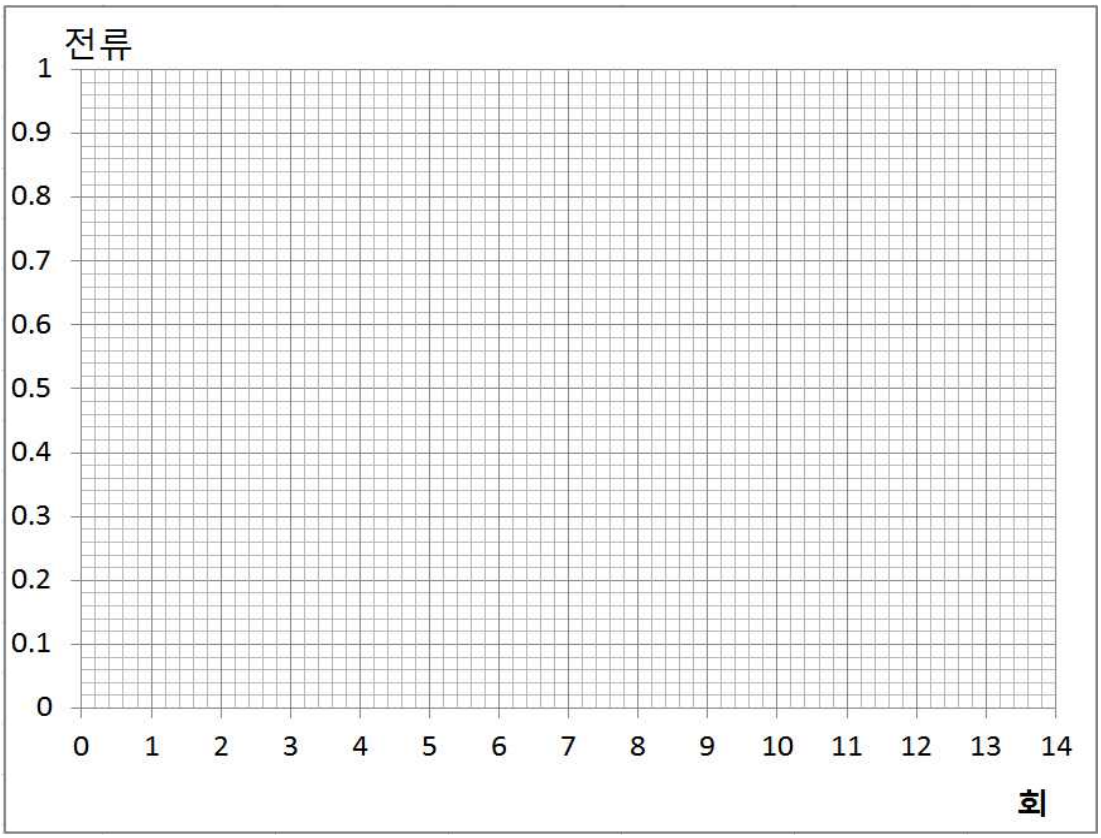
(1) 측정된 전압V , 전류I(A) 값을 아래 표에 표기하고 전력 및 저항을 계산한다.

횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
V														
I(A)														
R(Ω)														
P(W)														

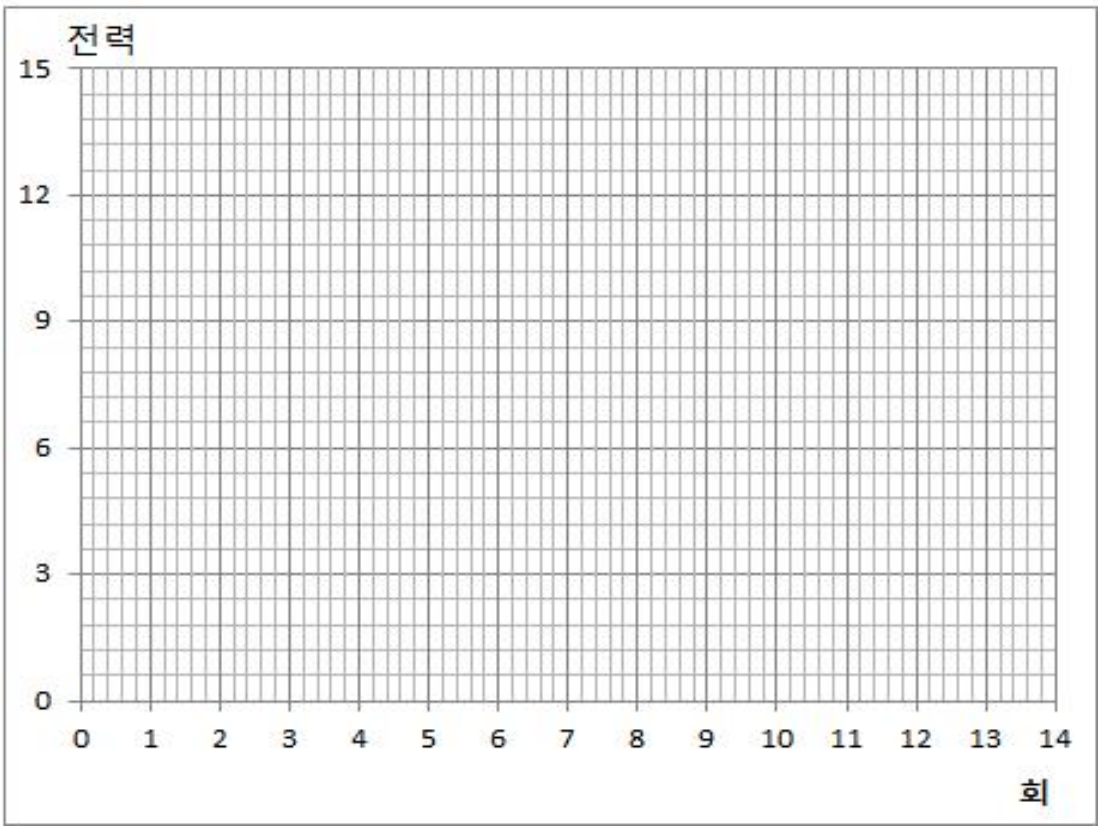
(2) 전압(V) 곡선을 작도 한다.



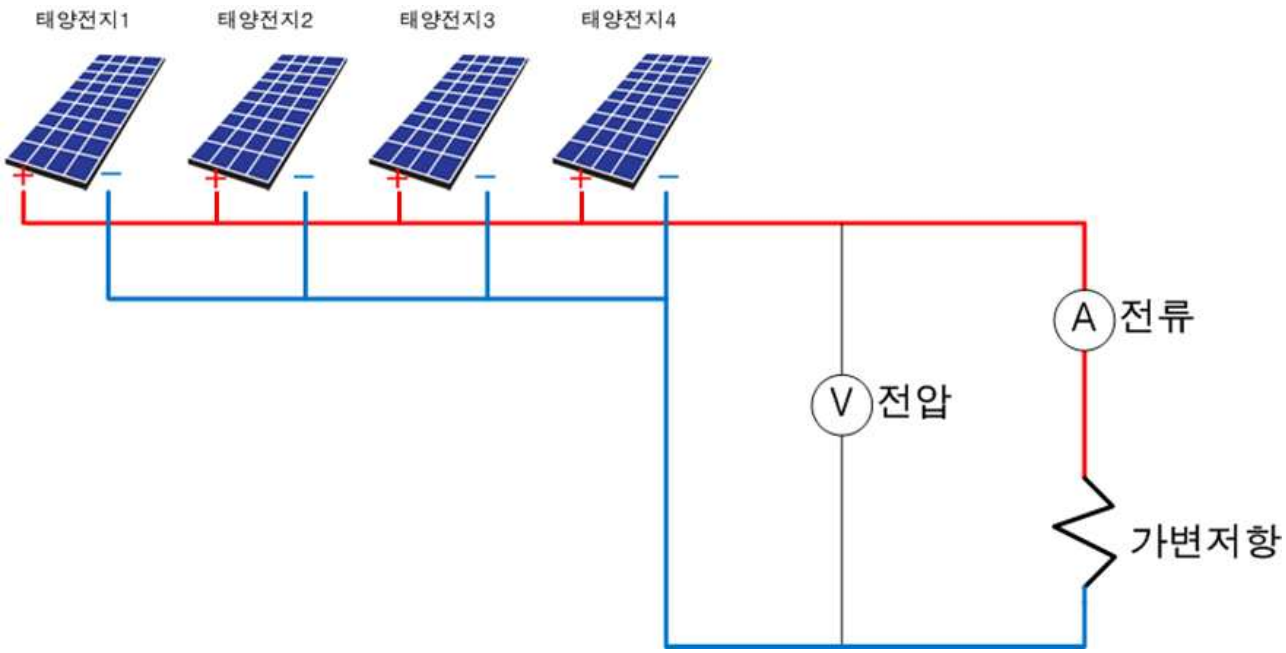
(3) 전류(I) 곡선을 작도 한다.



(4) 전력(W) 곡선을 작도 한다.



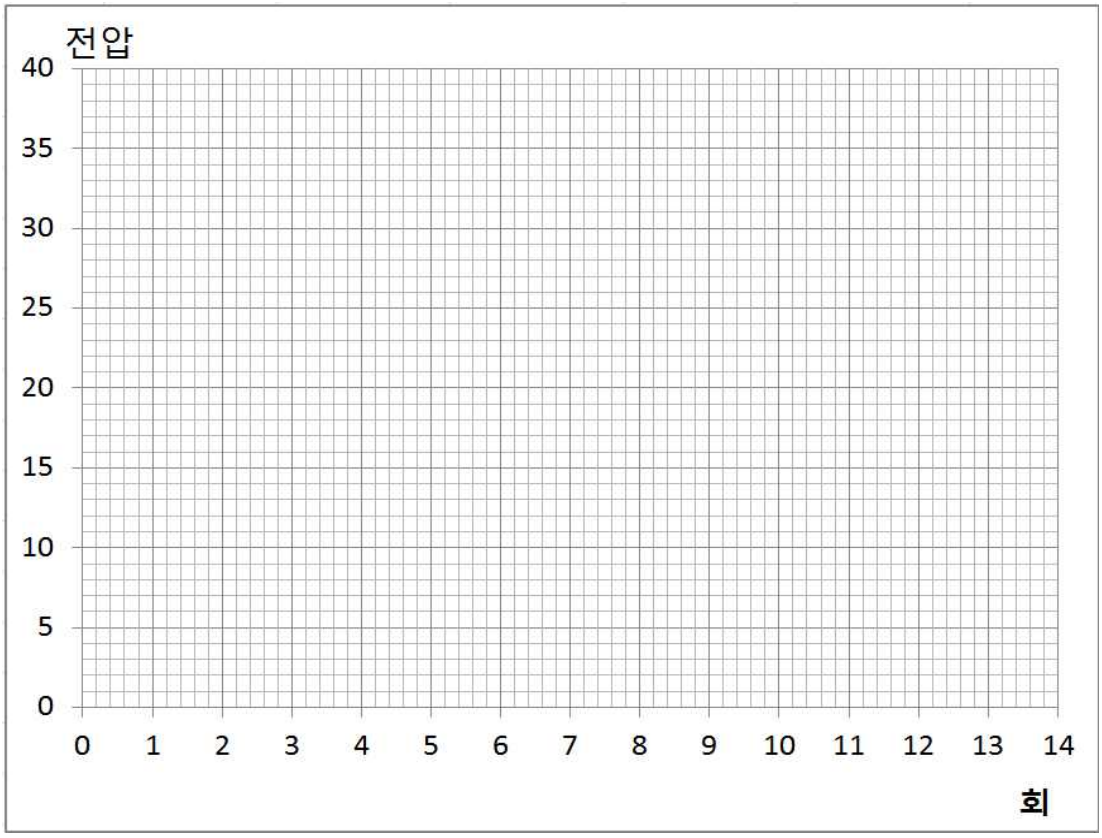
4. 태양광 모듈을 병렬 연결한 후 측정 실험
 - 회로도



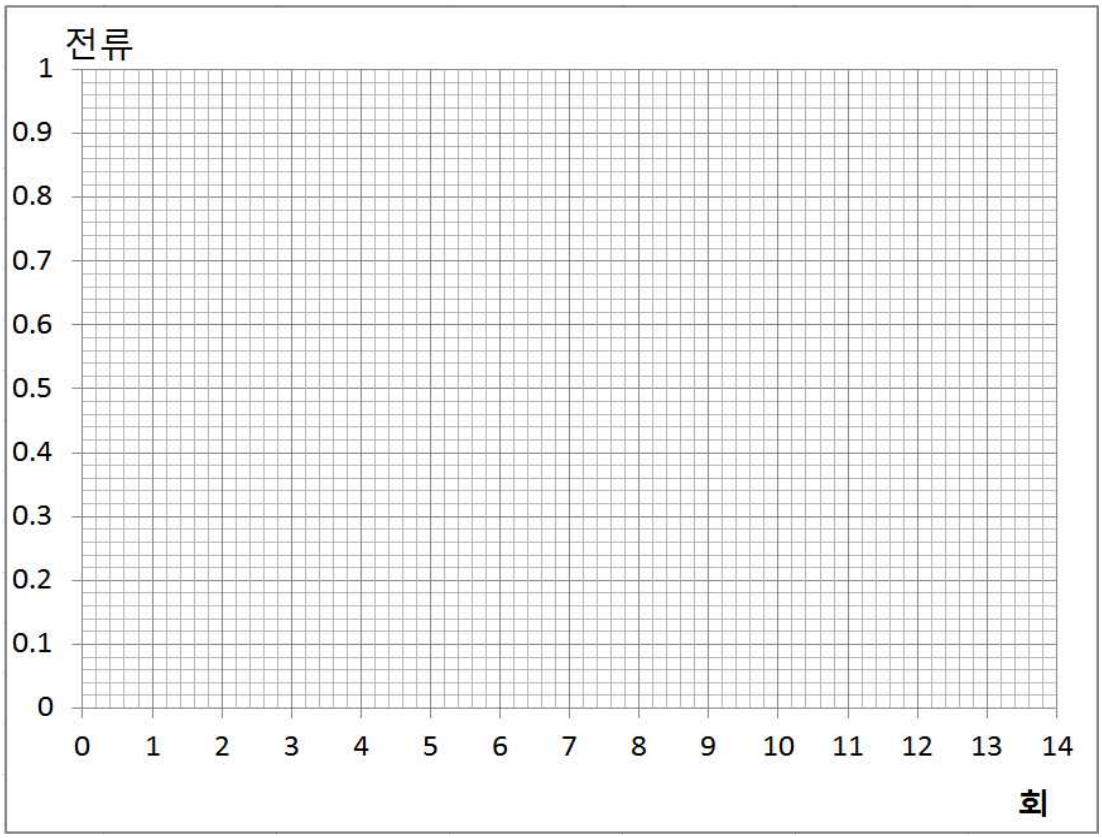
(1) 측정된 전압V , 전류I(A) 값을 아래 표에 표기하고 전력 및 저항을 계산한다.

횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
V														
I(A)														
R(Ω)														
P(W)														

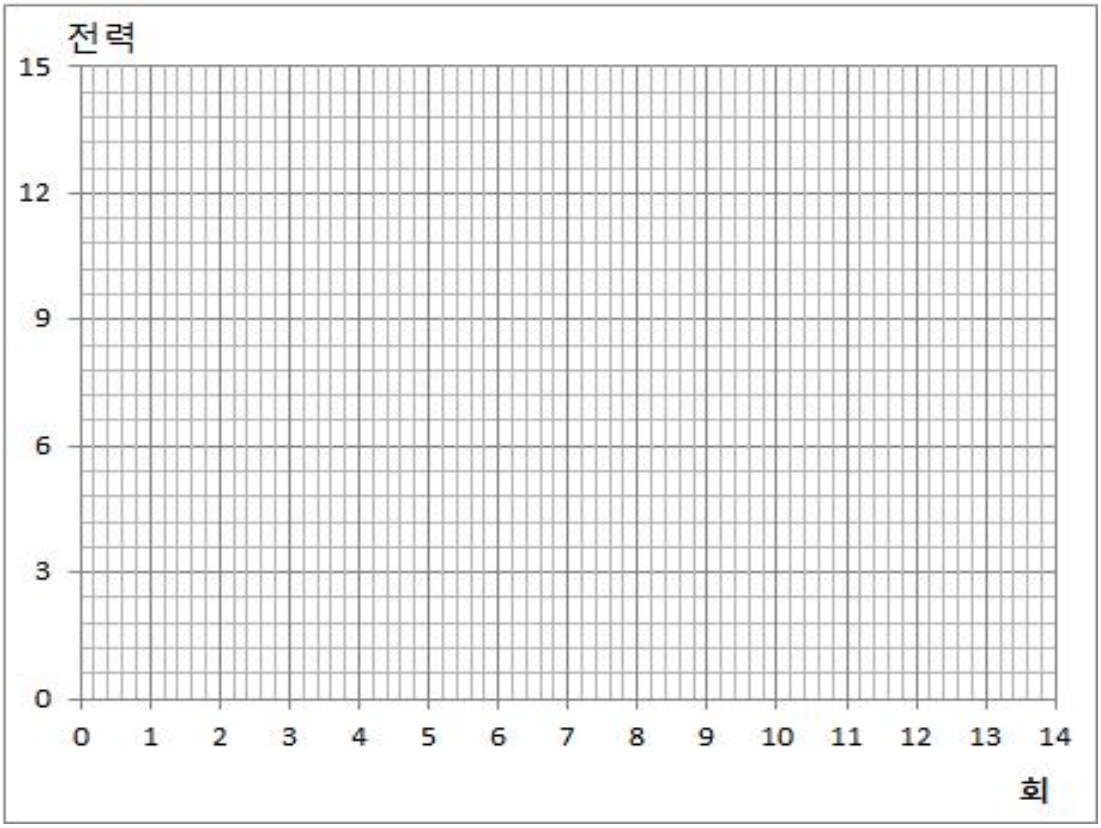
(2) 전압(V) 곡선을 작도 한다.



(3) 전류(I) 곡선을 작도 한다.



(4) 직렬연결과 병렬연결 전력(W) 곡선을 작도하여 비교 한다.



· 요구사항

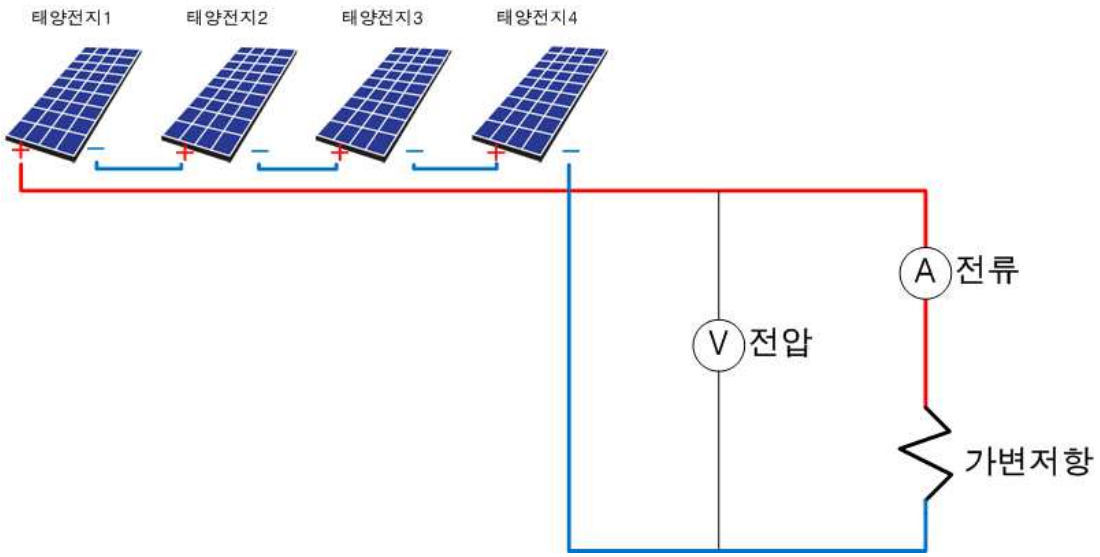
1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 태양광 모듈 효율 회로를 구성하고 운전한다.
3. 태양광 모듈을 직렬연결 후 전압(V), 전류(A)을 측정하고 그래프를 작도 한다.
4. 태양광 모듈을 병렬연결 후 전압(V), 전류(A)을 측정하고 그래프를 작도 한다.
5. 태양광 모듈의 전압과 전류 값을 이용하여 직렬 · 병렬 연결시 전력값을 비교하여 설명 한다.
6. 태양광 모듈의 직력 · 병렬연결에 따른 발전량에 대해 설명 할 수 있다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	태양광 모듈 특성 실험 준비	20					
		전압 측정 및 그래프 작도	20					
		전류 측정 및 그래프 작도	20					
		전력값 계산에 따른 그래프 작도	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10					
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	4. 모듈의 직·병렬 연결일 때 음영(그림자)에 따른 태양광 모듈의 출력 전압, 전류 측정 실험	소요시간
		8
목 표	① 태양광 모듈의 출력 전압, 전류를 측정 할 수 있다. ② 부하 변화에 따른 태양광 모듈의 출력 특성을 기술 할 수 있다. ③ 모듈의 직렬연결, 병렬연결에 따른 태양광 모듈 음영 특성을 기술 할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



1. 회로도 구성
   (1) 태양광 모듈을 직렬 연결 또는 병렬 연결 배선을 한다.
   (2) 부하부는 가변저항을 통해 소비 전력 조절 한다.

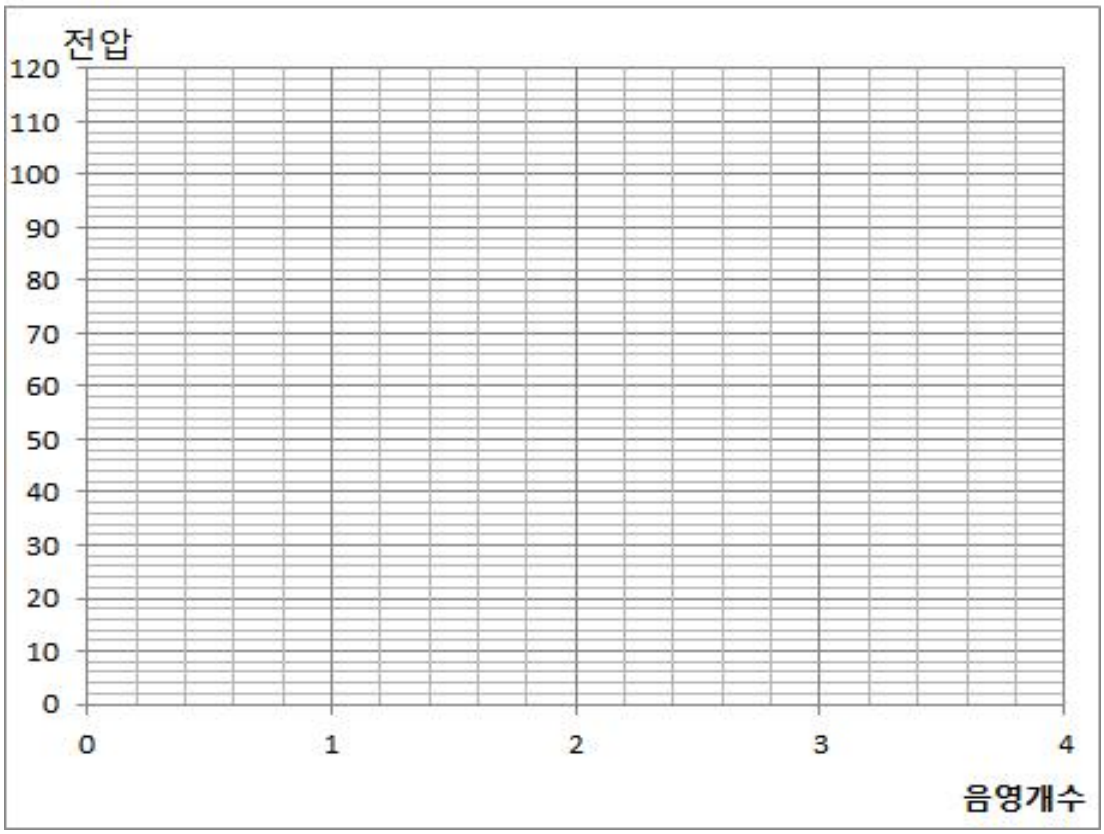
2. 실험 방법
   (1) 인공광원의 전원을 올리고 인공광원과 수평으로 태양광 모듈을 비춘다.
   (2) 태양광 모듈을 서로 직렬 연결하여 차례로 음영을 주고 실험 한다.
   (3) 태양광 모듈을 서로 병렬 연결하여 차례로 음영을 주고 실험 한다.

3. 태양광 모듈을 직렬 연결한 후 측정 실험

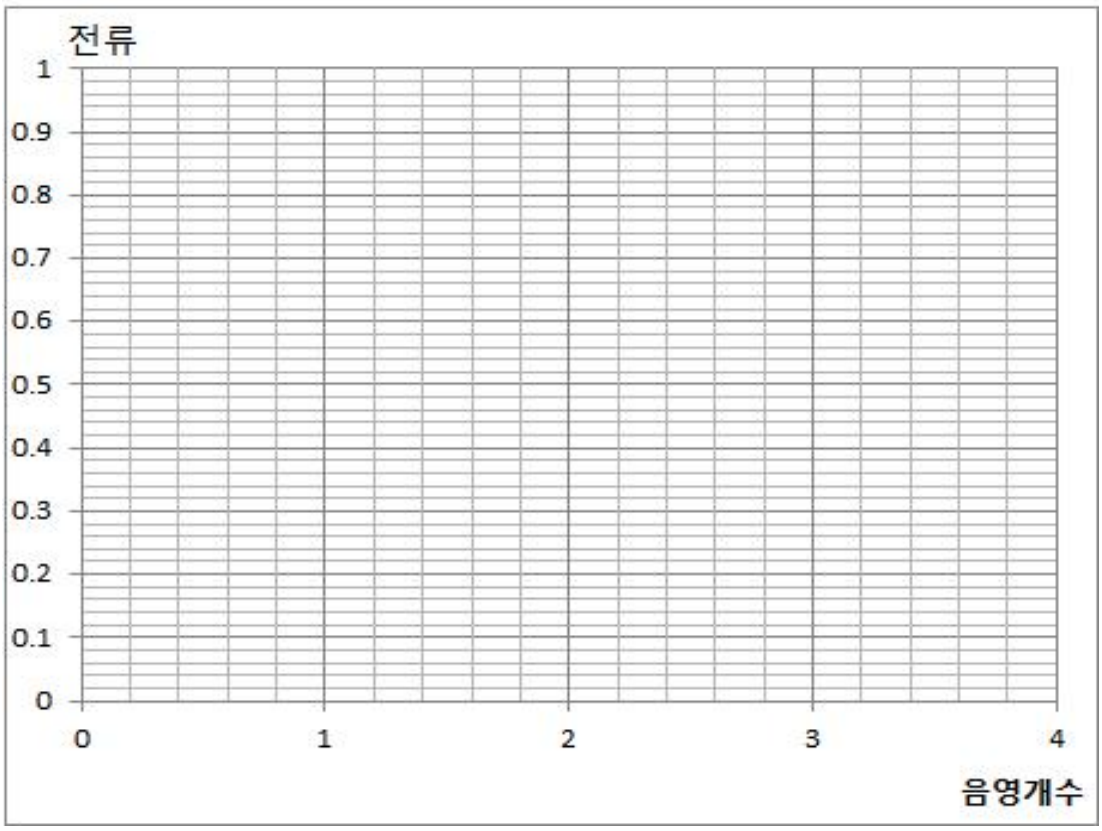
(1) 측정된 전압V , 전류I(A) 값을 아래 표에 표기하고 전력 및 저항을 계산한다.

음영개수	0	1	2	3
V				
I(A)				
R(Ω)				
P(W)				

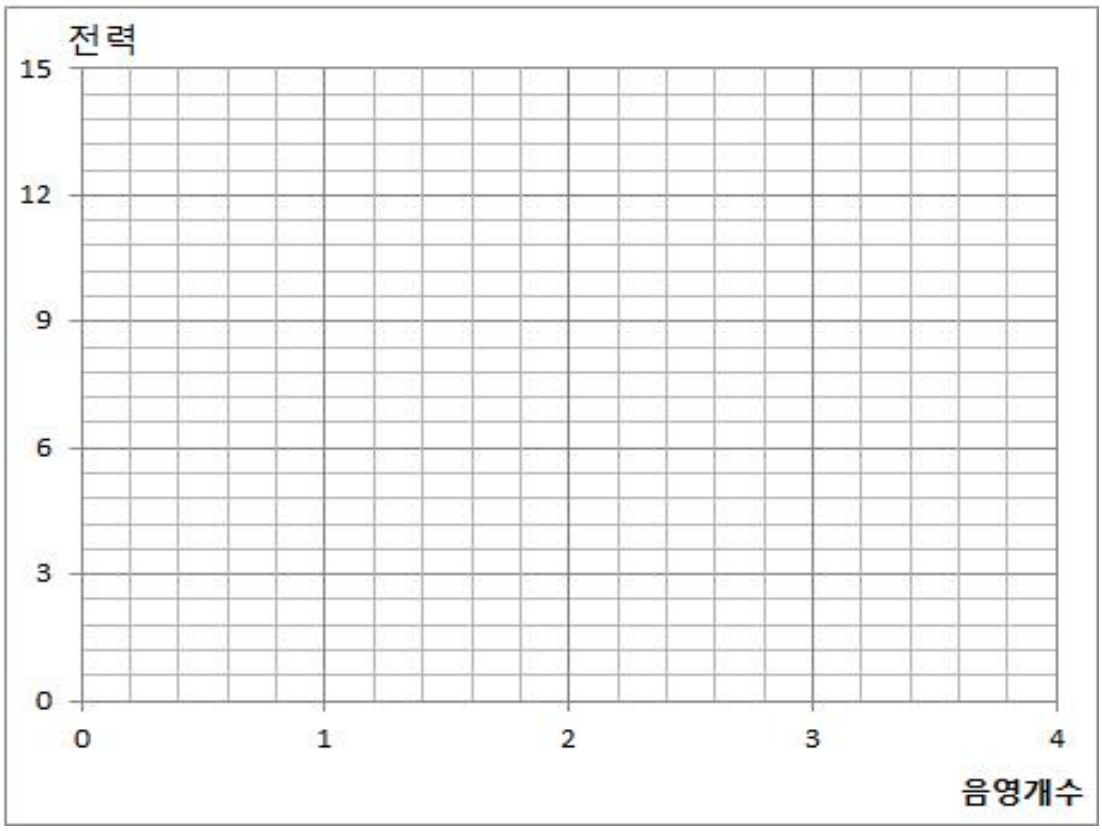
(2) 전압(V) 곡선을 작도 한다.



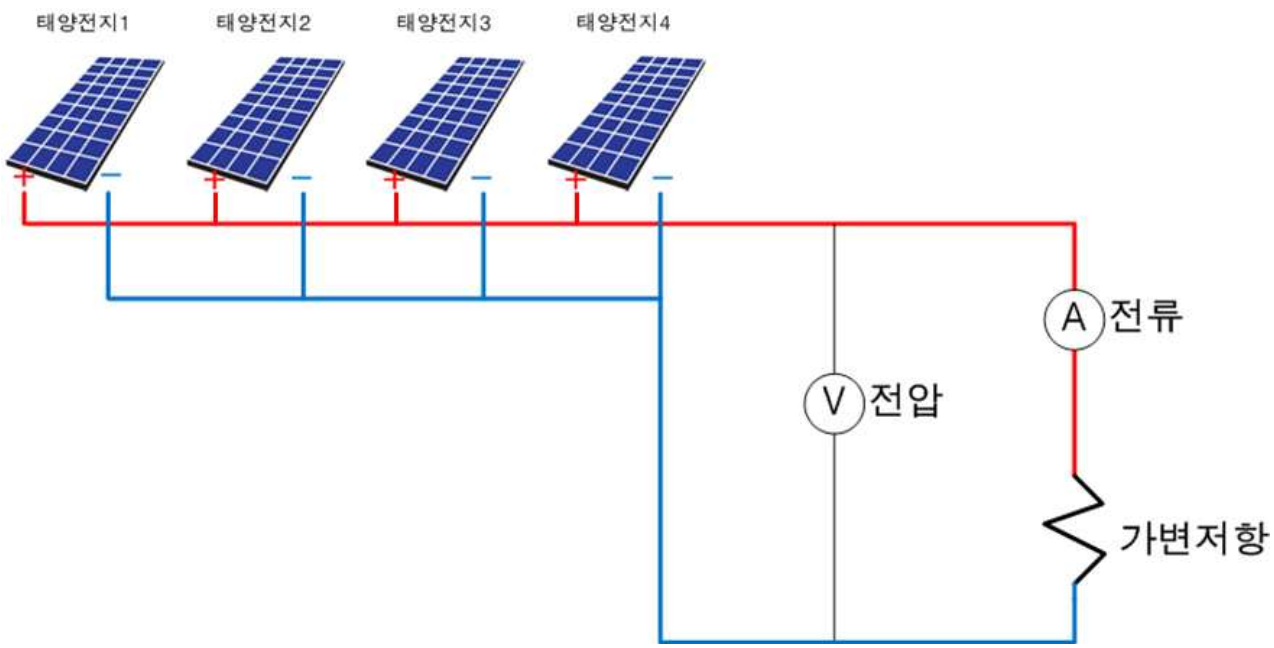
(3) 전류(I) 곡선을 작도 한다.



(4) 전력(W) 곡선을 작도 한다.



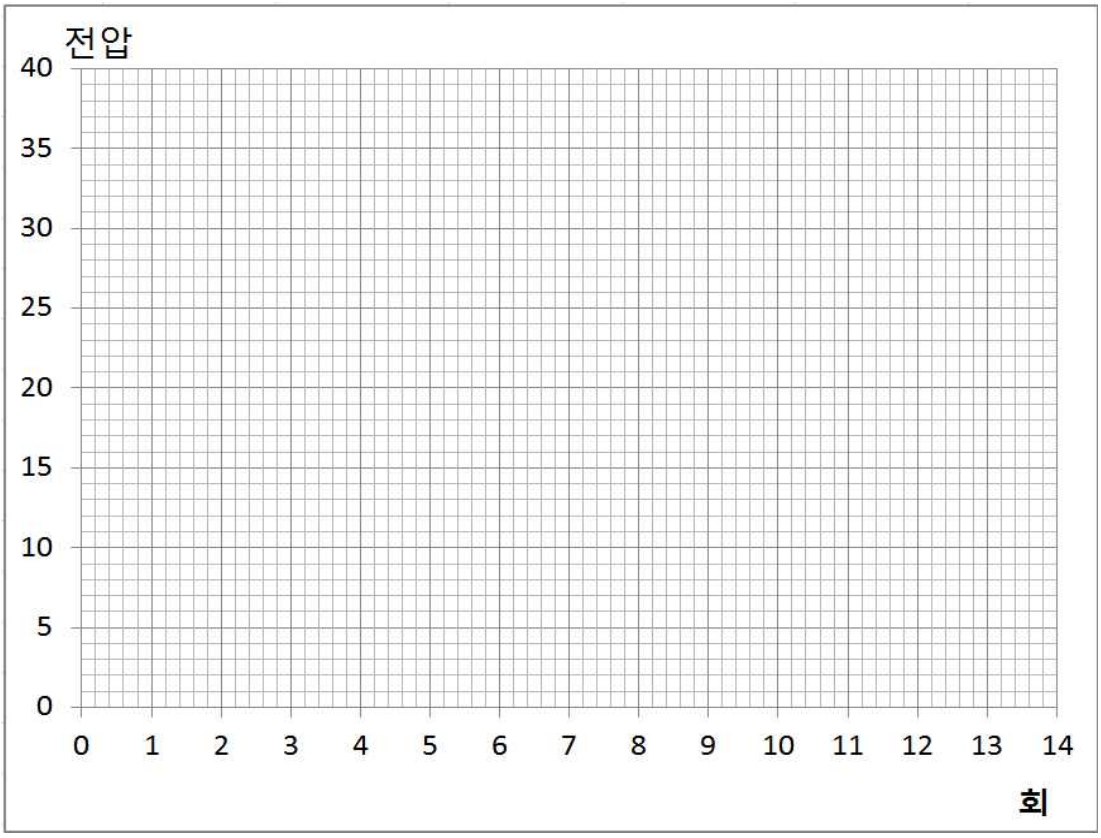
4. 태양광 모듈을 병렬 연결한 후 측정 실험



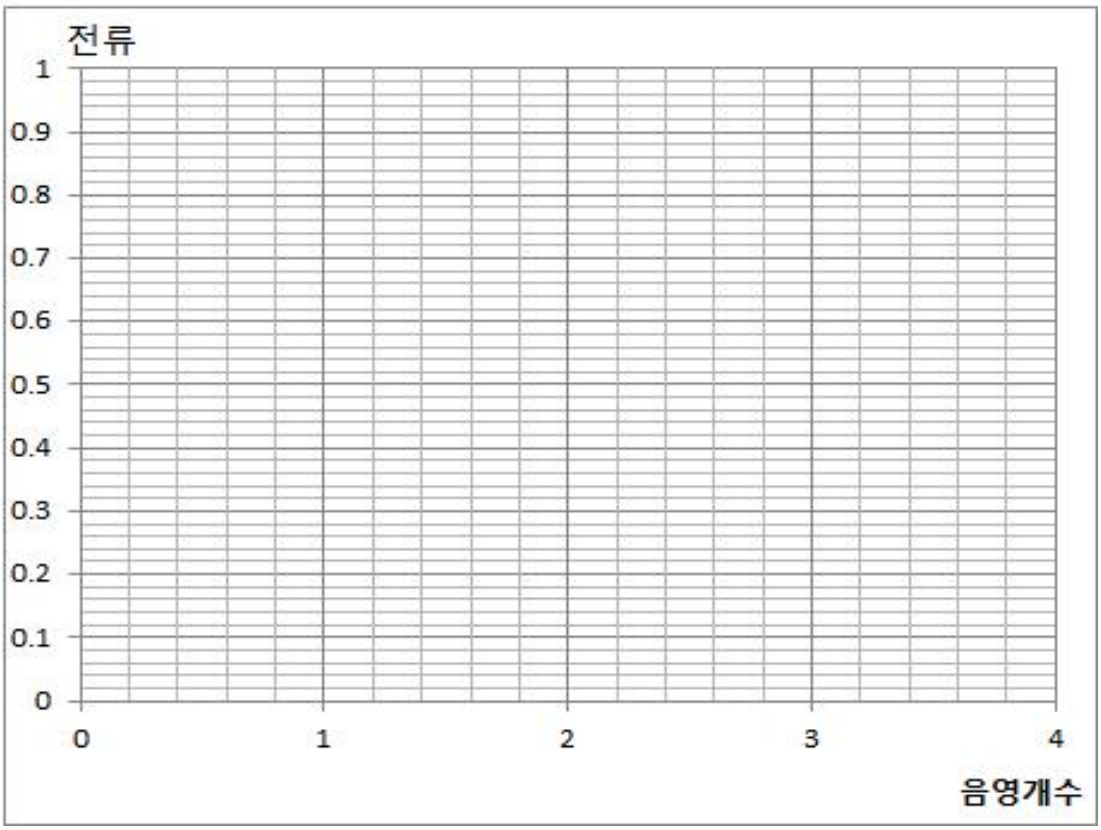
(1) 측정된 전압V , 전류I(A) 값을 아래 표에 표기하고 전력 및 저항을 계산한다.

횟수	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
V														
I(A)														
R(Ω)														
P(W)														

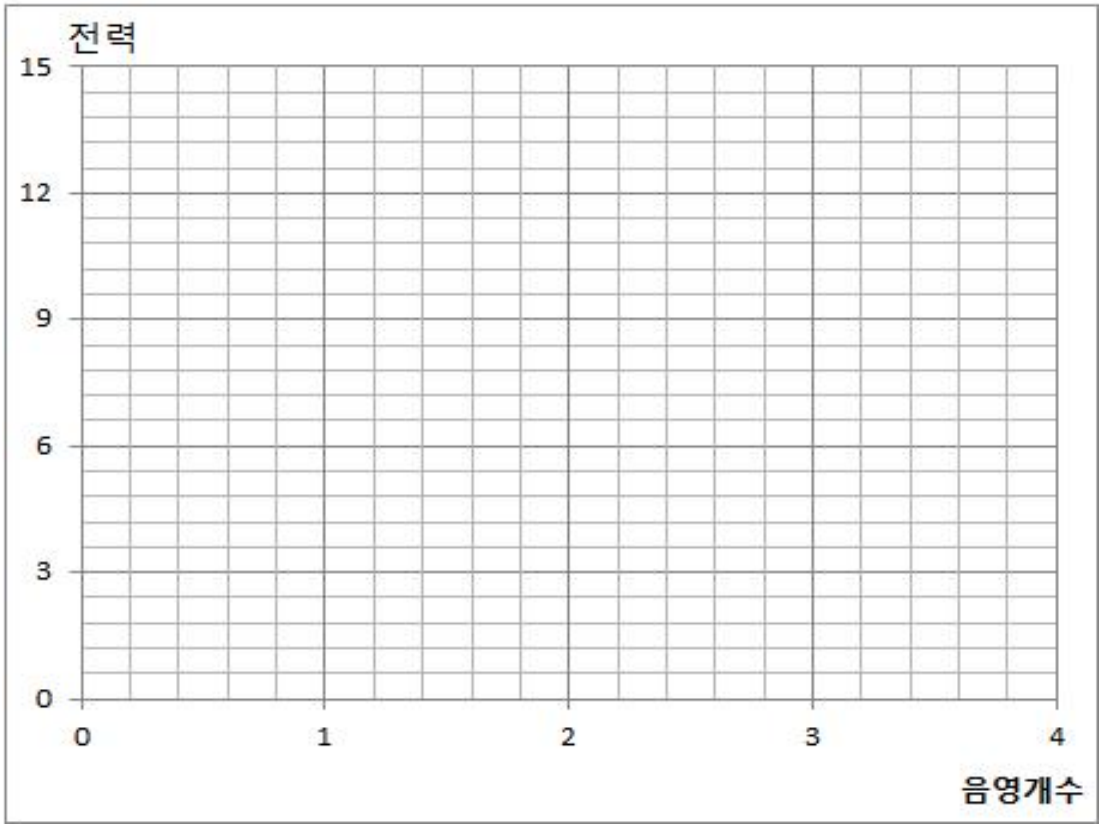
(2) 전압(V) 곡선을 작도 한다.



(3) 전류(I) 곡선을 작도 한다.



(4) 직렬연결과 병렬연결 전력(W) 곡선을 작도하여 비교 한다.



· 요구사항

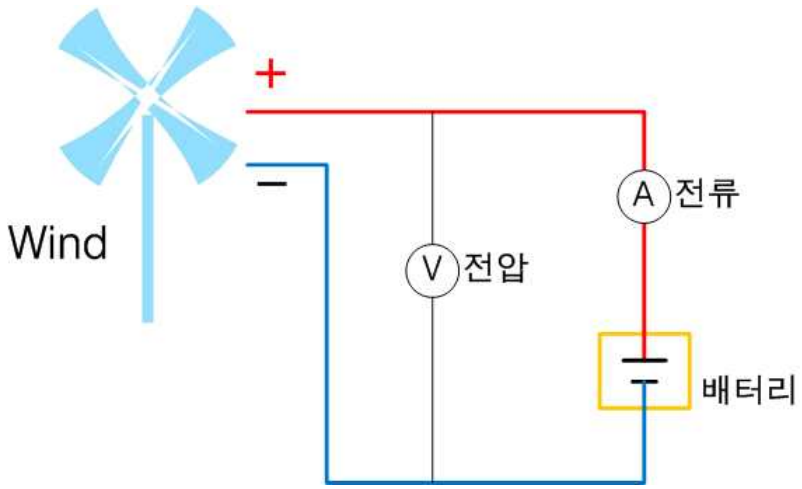
1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 태양광 모듈 효율 회로를 구성하고 운전한다.
3. 태양광 모듈을 직렬연결 후 전압(V), 전류(A)을 측정하고 그래프를 작도 한다.
4. 태양광 모듈을 병렬연결 후 전압(V), 전류(A)을 측정하고 그래프를 작도 한다.
5. 태양광 모듈의 전압과 전류 값을 이용하여 직렬 · 병렬 연결시 전력값을 비교하여 설명 한다.
6. 태양광 모듈의 직력 · 병렬연결에 따른 발전량에 대해 설명 할 수 있다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	태양광 모듈 특성 실험 준비	20					
		전압 측정 및 그래프 작도	20					
		전류 측정 및 그래프 작도	20					
		전력값 계산에 따른 그래프 작도	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10					
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	5. 풍력발전기의 풍속에 따른 발전기 효율 측정 실험	소요시간
		8
목 표	① 풍력발전기의 출력 전압, 전류를 측정 할 수 있다. ② 풍속의 변화에 따른 풍력발전기의 발전 특성을 기술 할 수 있다. ③ 풍력발전기의 효율을 계산할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



1. 회로도 구성
   (1) 풍력 발전기 출력부에서 전력변환 장치의 풍력 발전 입력부에 배선을 한다.
   (2) 전력변환 장치의 Wind Generator Output에서 Charge Controller의 W.IN포트로 바나나짝을 이용하여 연결하고 Charge Controller OUT에서 Charge Battery IN포트로 바나나짝을 이용하여 연결한후 Wind Generator Output의 스위치를 ON한다.

2. 실험 방법
   (1) 풍력발전기를 동작시키기 위해 송풍기의 속도 조절을 통해 풍속을 조절한다.
   (2) 풍속계에 측정된 풍속 값을 기록한다.
   (3) 풍속값의 변화에 따른 풍력발전기의 발전 값을 기록한다.

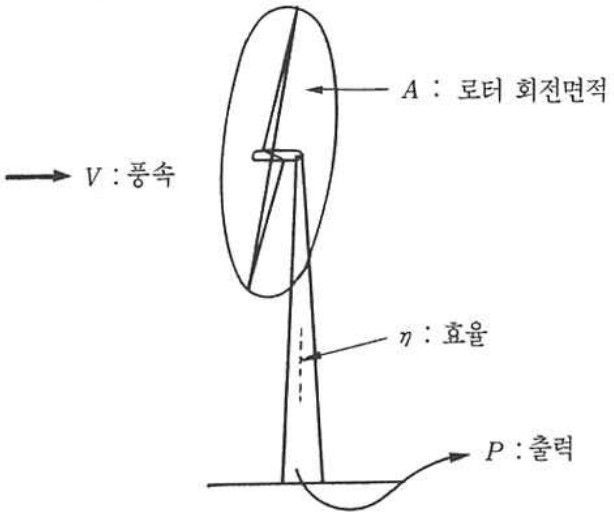
3. 풍력발전기를 전력변환장치에 연결 후 풍속을 조절하여 실험

(1) 측정된 전압V , 전류I(A) 값을 아래 표에 표기하고 전력 및 효율을 계산한다.

회수	1	2	3	4	5	6	7	8
풍속(m/s)								
V								
I(A)								
P(W)								
효율(η)								

(2) 풍력발전 효율 계산 방법

풍력발전 시스템의 출력 P는 아래 그림의 식으로 나타내는 바와 같이, 공기 밀도 ρ와 풍속 V의 3제곱과 풍차 로터의 회전면적 A와 풍차의 종합효율 η의 곱에 비례한다.



$$P = \frac{1}{2}\rho V^3 \cdot \eta \cdot A$$

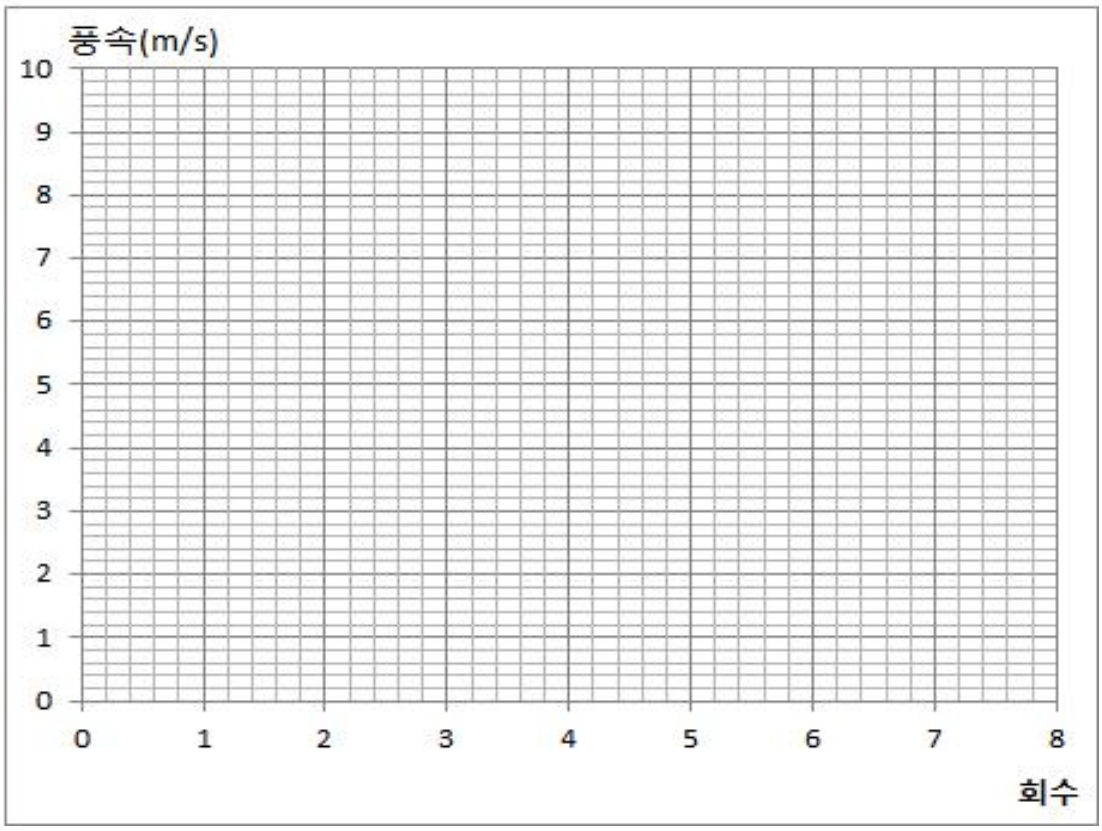
P: 출력(W), ρ :공기밀도(공기밀도 20℃일 때 1기압 ρ = 1.205kg/㎥)

η: 백분율 효율, A : 로터 회전면적(m)

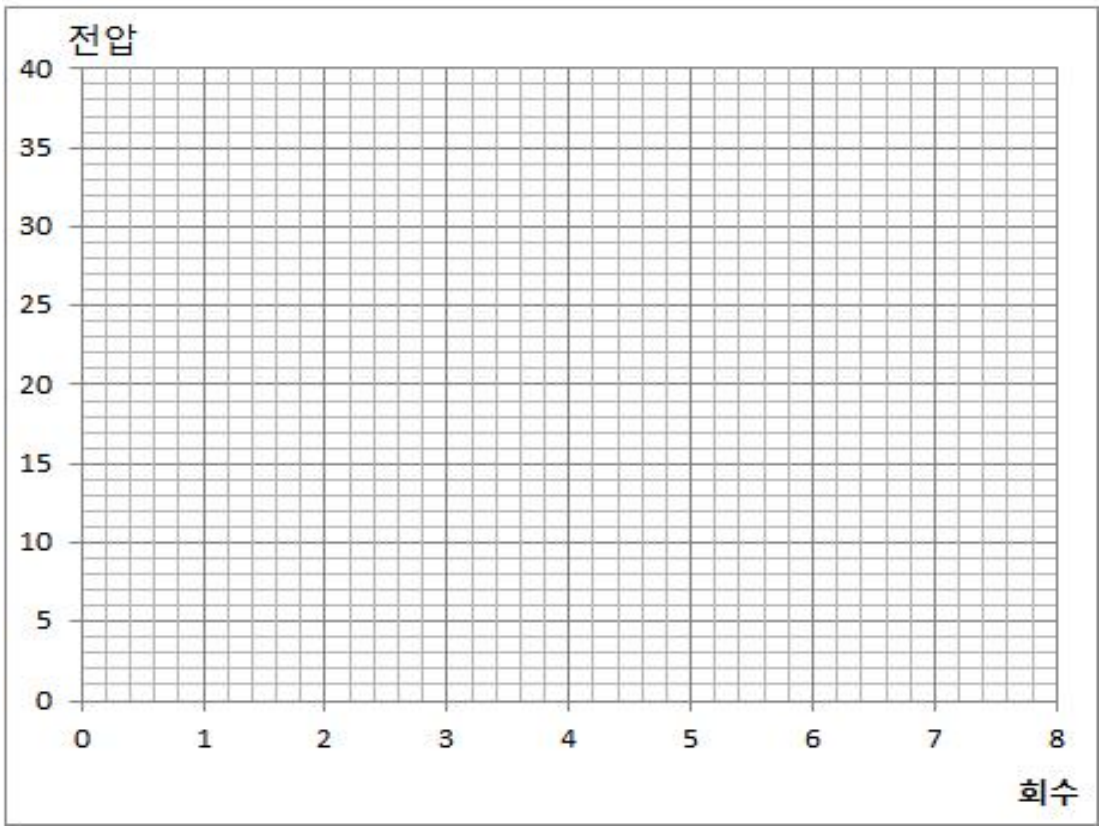
그러므로 풍력발전기 효율계산식 다음과 같다.

- $\eta = \dfrac{2 \cdot P}{\rho \cdot V^3 \cdot A} \times 100(\%)$

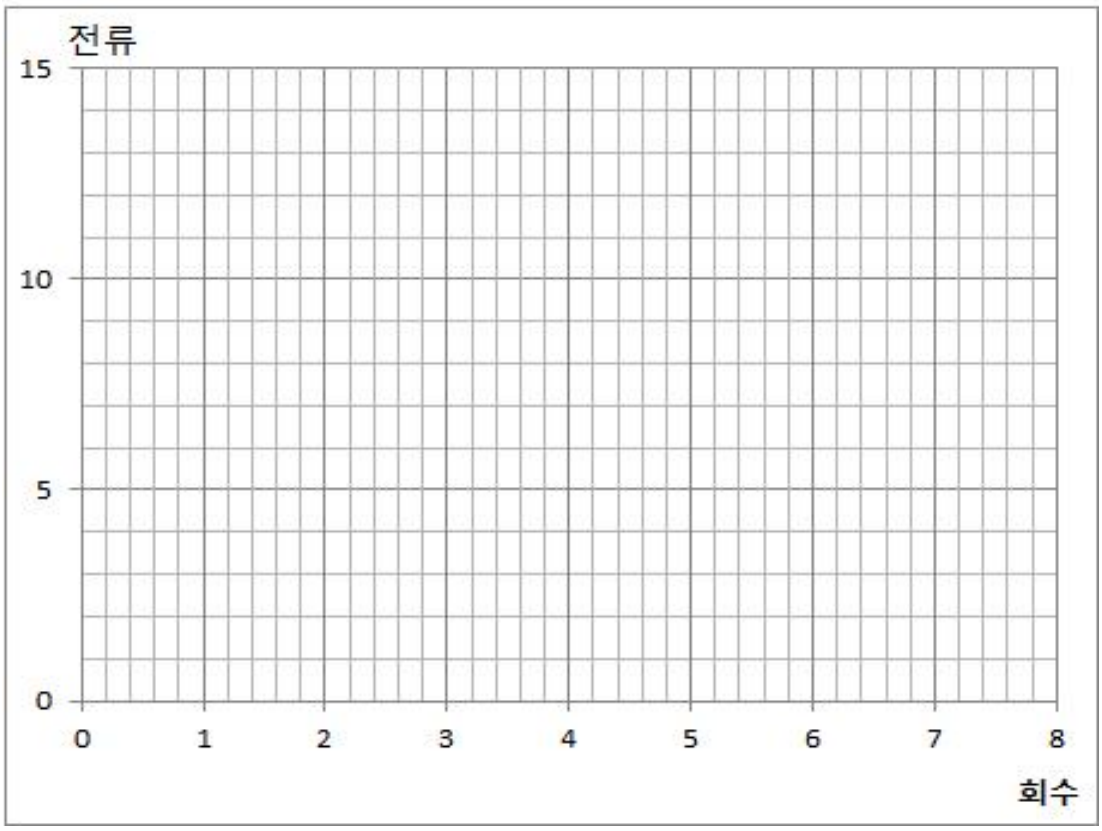
(2) 풍속(m/s) 곡선을 작도 한다.



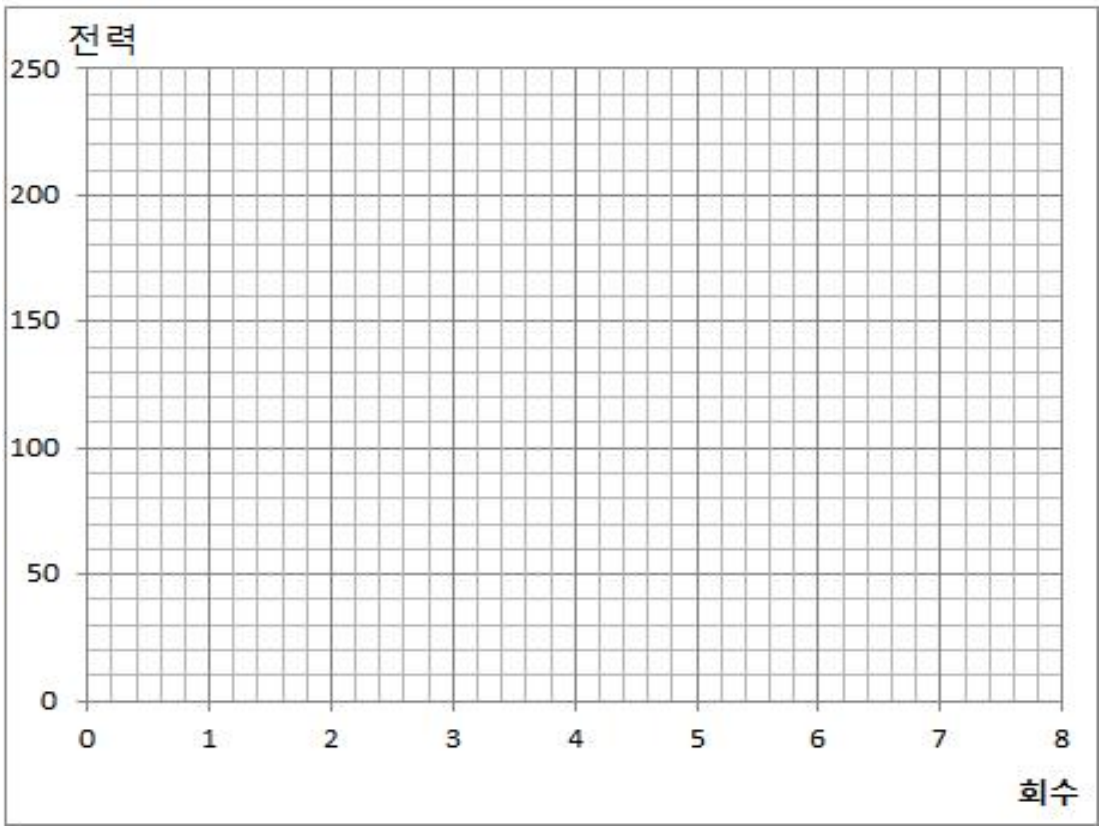
(3) 전압(V) 곡선을 작도 한다.



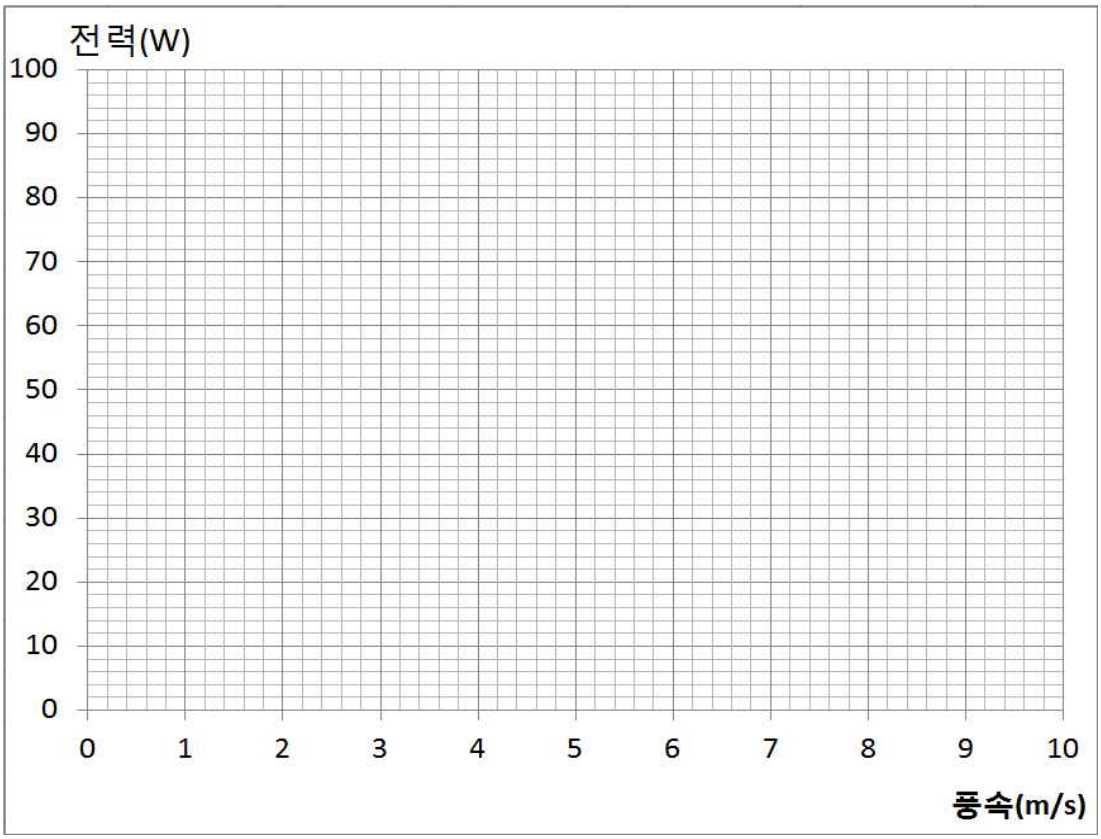
(4) 전류(I) 곡선을 작도 한다.



(5) 전력(W) 곡선을 작도하여 비교 한다.



(5) 풍속(m/s) 에 따른 전력(W) 곡선을 작도 한다.



· 요구사항

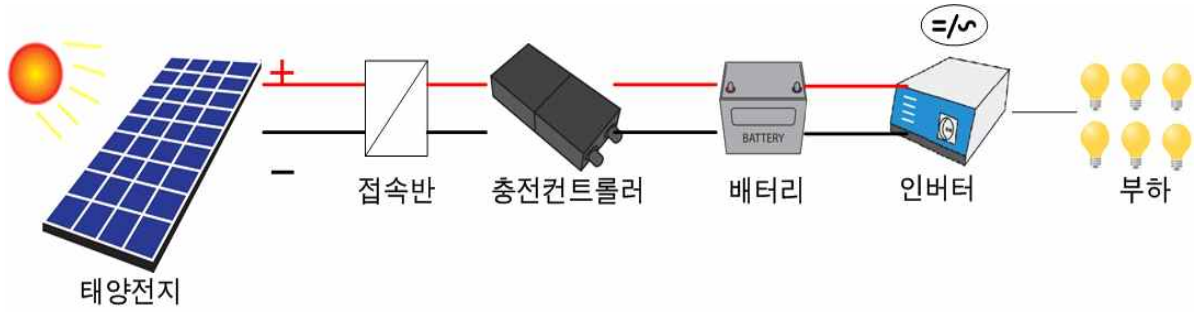
1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 풍력발전기 효육실험 회로를 구성하고 운전한다.
3. 풍력발전기를 기동 후에 전압(V), 전류(A)을 측정하고 그래프를 작도 한다.
4. 풍력발전기의 발전 값을 계산하고 효율을 계산한다.
5. 풍력발전기의 풍속에 따른 발전량 값을 비교하여 설명 한다.
6. 풍력발전기 시스템 구성에 대해 설명 할 수 있다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	풍력발전 특성 실험 준비	20					
		전압 측정 및 그래프 작도	20					
		전류 측정 및 그래프 작도	20					
		전력값 계산에 따른 그래프 작도	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10					
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	6. 독립형 인버터 시스템 구성 실습	소요시간
		8
목 표	① 독립형 인버터 시스템을 이해 할 수 있다. ② 독립형 인버터 시스템의의 결선을 할 수 있다. ③ 독립형 인버터 시스템을 구성 하고 실험 할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

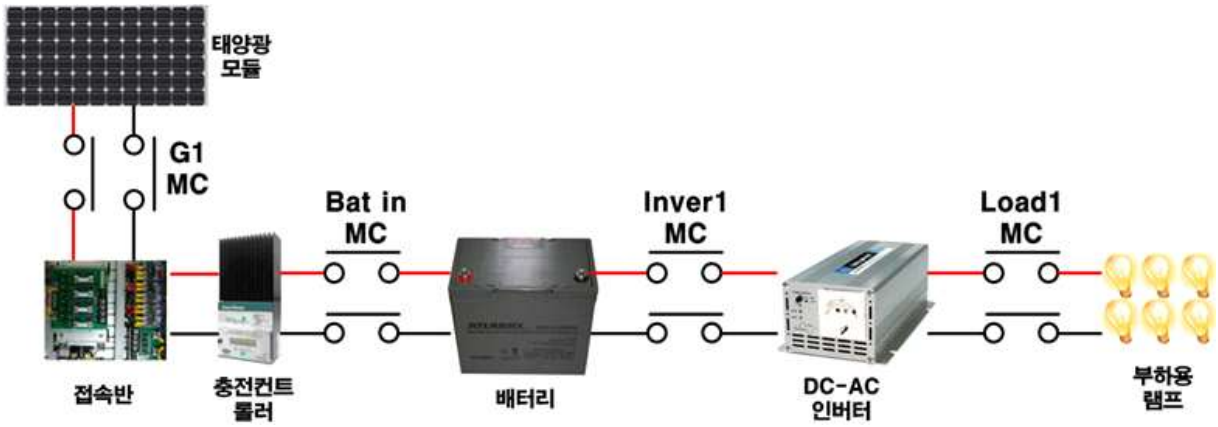
실 험 회 로 도



1. 회로도 구성
   (1) 태양광 모듈을 직렬 연결 또는 병렬 연결 하여 접속반에 연결한다.
   (2) 접속반에서 충전컨트롤러에 연결한다.
   (3) 충전컨트롤러에서 배터리에 연결한다.
   (4) 배터리에서 인버터에 연결한다.
   (5) 인버터에서 부하에 연결한다.

2. 실험 방법
   (1) 제어판 부하부에 바나나짝을 연결하여 각각의 부하 용량을 선택한다.
   (2) 부하 용량에 따른 배터리 방전 전압, 전류값을 측정하고 전력값을 계산한다.

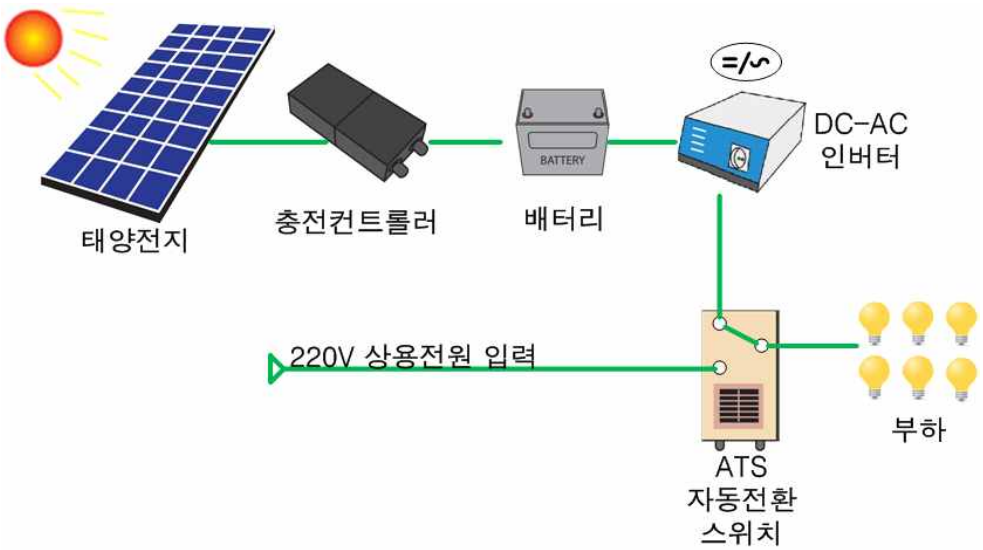
3. 시스템 설명



4. 접속반

DC 접속반은 용량별로 여러 개의 단위로 구성된 태양전지 모듈을 접속하여 단일String으로 구성하여 태양전지 모듈로부터 생산된 직류전압을 인버터에 공급하는 장치 이다. 접속반은 태양광 발전과 풍력발전의 주요 구성품인 발전용 인버터 사이에 사용되며 발전된 전력과 인버터 사이의 정격 보호모듈로 퓨즈 및 다이오드를 이용하여 인버터를 보호하고 각 발전간의 충돌 방지 및 보호기능을 한다.

5. 독립형 인버터 시스템

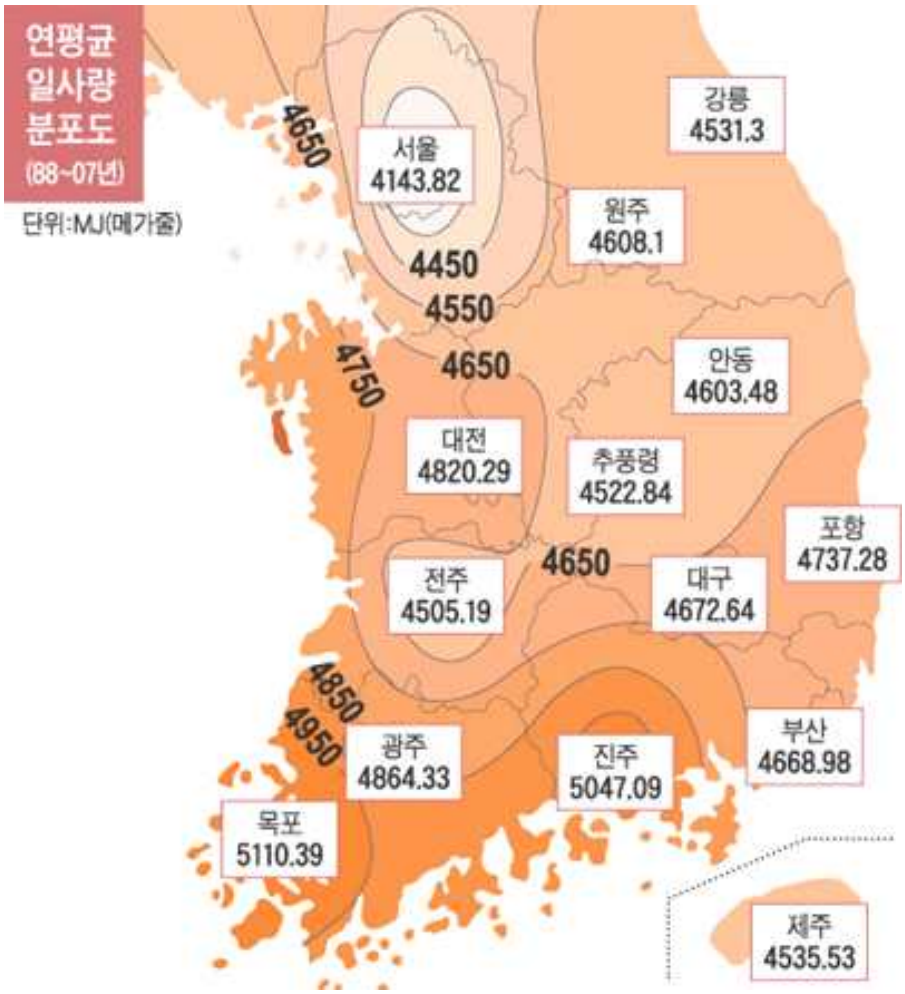


(1) 독립형 인버터 시스템은 상용의 전력 계통과 연계되지 않고 독립된 전원으로 이용되는 발전 시스템으로서 상용 계통 전력의 공급이 어려운 도서지역이나 특별한 사정으로 전력계통과는 독립적인 전원이 필요할 경우에 주로 이용된다.

(2) 발전하고 있는 시간대와 전력을 소비하는 시간대에 시차가 있는 경우가 많기 때문에, 독립 전원 시스템의 대부분은, battery(축전지)를 구비하고 있으며, 발전한 전력을 일단 battery로 축전하고, 필요에 따라 battery부터 방전해 전력을 사용하는 형태를 취한다.

(3) 소규모인 것부터 대규모인 것까지 다종다양하고, 작은 것으로서는 태양전지를 이용한 탁상 계산기나 시계 등도 독립 전원 시스템을 이용한 기기라고 부를 수 있다. 대규모인 것은, 상용 전원이 없는 무 전원 지대에서의 산장이나 별장, 연구 설비나 방재 설비 등의 비상전원으로 사용되고 있다. 상용 전원과 무관하기 때문에, 재해 등에 상용 전원이 정전된 때에도 독립해 운용할 수 있다.

6. 태양에너지 측정 자료(1㎡에 내리쬔 연평균 일사량)



- 태양광에너지자원지도

7. 태양에너지 측정 자료를 이용한 발전량 예측

(1) 1J=1/3600Wh 이므로 1MJ = 277.78Wh 이다.

(2) 태양광 에너지 자원지도를 가지고 전주 지역의 발전량을 예측 해보자.

1) 전주지역 1㎡에 내리쬔 연평균 일사량은?

- 4505.19MJ = 4505.19×277.78Wh=약1251KWh

2) 태양광 총 발전량(KWh) 계산법(200W모듈 기준)

- 태양광총발전량(KWh)= 인버터발전효율(백분율)X경사면일사량(연평균)X어레이면적(㎡) X태양전지효율(백분율)X0.95(손실계수)
- 인버터발전효율 = 0.95% 선정
- 경사면일사량(연평균) = 1251KWh
- 200W급 어레이면적 = Cell 한장 면적 × 모듈의cell설치개수 × 모듈계수 = 0.156*0.156*54장*1=1.314 ㎡
- 태양전지효율 = 0.14% 선정
- 이때 태양광총발전량(KWh)=0.95 ×1251KWh ×1.314 ×0.14 ×0.95 = 207.7KWh
- 그러므로 전주지역 200W모듈 설치 시 년간 이론상 207.7KWh 발전 예측 가능

3) 3KW급 설비 계산시

- 년간 발전량=207.7KWh ×모듈수(15장) = 3115.5KWh
- 월간 평균발전량 = 3115.5KWh ÷ 12개월 = 259.625KWh

(3) 3KW 전주지역의 실제 에너지 측정 자료와 지역별 일사량 및 태양전지, 인버터 효율 등을 적용한 데이터 값은 년 간 259.625KWh의 발전량을 예측 할 수 있다.

(4) 이 계산은 양축식 트랙커 일 경우 이다. 그렇기 때문에 단축식 설비나 고정축 설비의 경우는 각각의 효율을 계산 해줘야 한다. 일반적으로 양축 효율이 100%일때 단축은 85%, 고정축은 70%로 하나 신뢰할만한 데이터 필요하다.

- 예) 3KW 고정축 경우: 년간 3115.5KWh ×0.7= 2180.85KWh 예측
  월간 2180.85 ÷ 12 = 181.74 KWh 예측

(5) 그러나 이 방식 또한 이론치 값일 뿐 실질적인 발전량은 현장 상황(일사량, 온도, 풍속, 경도, 위도, 경사각, 방위각, 직렬 연결수 등)에 따라 무수히 많은 변수들이 있으므로 실제 발전량을 정확하게 예측하긴 어렵다.

8. 이 자료를 가지고 태양광 모듈을 선정해보자.

(1) 전주지역 DC전압 60W 전구를 하루 8시간 사용 가정일 경우
1) 필요한 태양광설비 용량은?(0.14%태양전지 효율시)

(2) 먼저, 1년간 소비전력을 구한다.
1년간 소비전력(Whr) = 소비전력(W)×365일×사용시간 = 60×365×8h =175.2KWhr

(3) 태양광총발전량(KWh)= 인버터발전효율(백분율) X 경사면일사량(연평균) X 어레이면적(㎡) X태양전지효율(백분율) X 0.95(손실계수)
1) 전주지역 1㎡에 내리쬔 연평균 일사량은?
- 4505.19MJ = 4505.19×277.78Wh=약1251KWh 이므로 경사면일사량(연평균) = 1251KWh
2) 200W급 어레이면적 = Cell 한장 면적 * 모듈의cell설치개수 * 모듈계수
= 0.156*0.156*54장*1=1.314 ㎡
3) 200W급 모듈 기준 연간 발전량은?
- 태양광총발전량(KWh) = 1251KWh ×1.314 ×0.14 ×0.95 = 218.63KWh

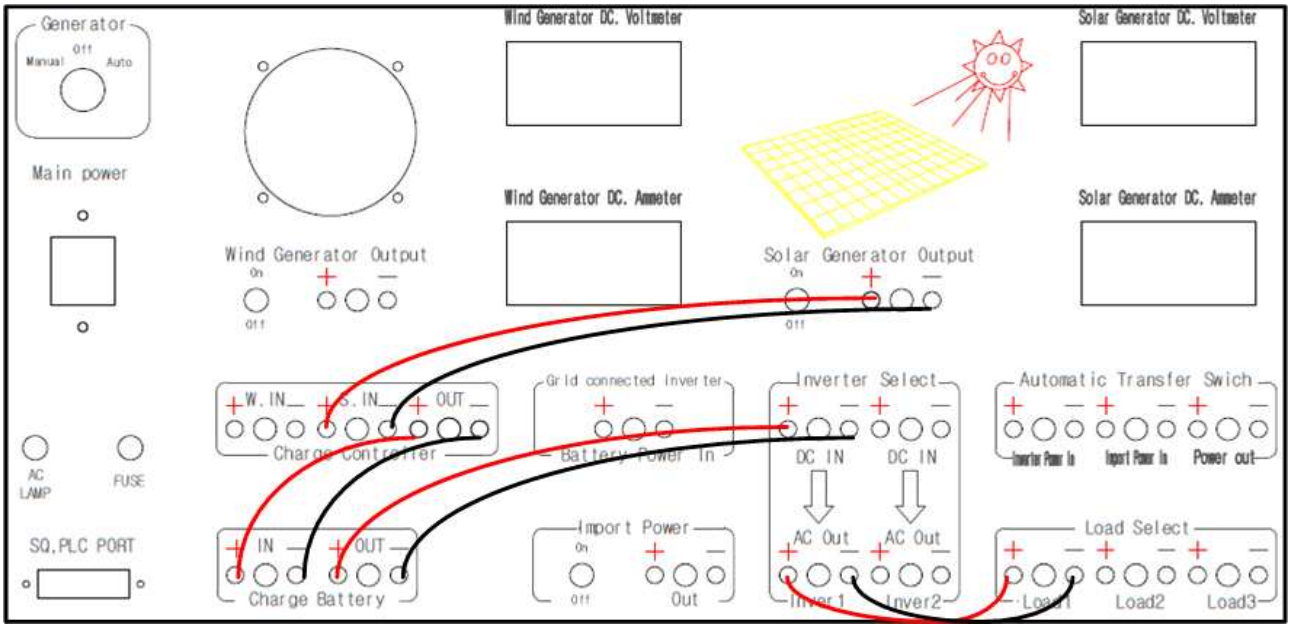
(4) 1W 시 1년 발전량은?
1) 200W급 모듈의 연간 발전량 = 218.63KWh이다. 1W 시 연간 발전량은?
- 연간발전량 = 218.63KWh ÷ 200W = 1.093KWhr 이므로

(5) 필요한 태양전지 용량은?
1) 태양전지 용량 = 년간 소비전력/년간 1W모듈 발전량 =175.2/1.093 = 약 160.28W

(6) 고정축 설비 일 경우?
1) 160.28W ×1.3(고정축 효율) = 208.36W 이상 필요

(7) 단축 설비 일 경우?
1) 160 ×1.15(단축 효율)=184.32W 이상 필요

9. 결선도



· 요구사항

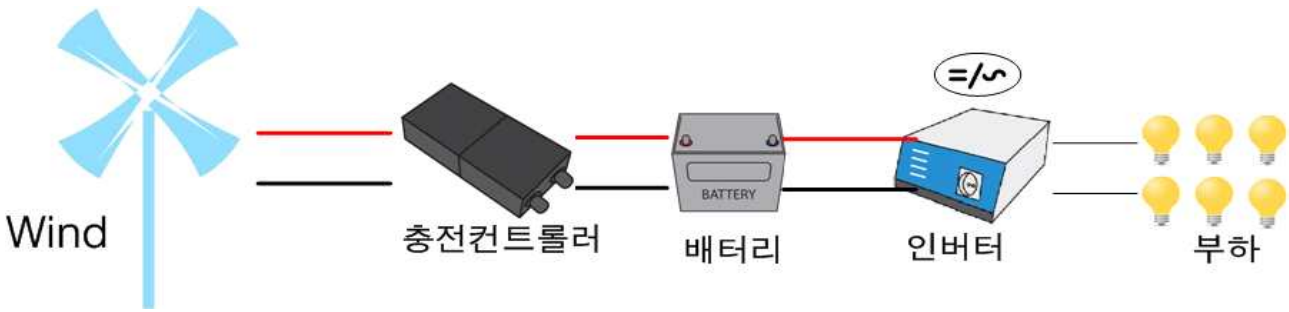
1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 독립형 인버터 연결 회로를 구성하고 운전한다.
3. 독립형 인버터의 특성을 이해하고 설명한다.
4. 독립형 인버터의 효율을 계산할 수 있다.
5. 부하 용량 변화에 따른 인버터 효율을 계산한다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	인버터 동작 특성 실험 준비	20					
		배터리 방전전압,전류 측정	20					
		인버터 출력 전압,전류 측정	20					
		인버터 효율 계산	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10					
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	7. 충전컨트롤러 과충전 방지 특성 실험	소요시간
		8
목 표	① 신재생 에너지부에서 충전컨트롤러로 연결되는 회로를 이해 할 수 있다. ② 충전 컨트롤러와 축전지의 과충전 방지 연결 회로를 이해 할 수 있다. ③ 충전컨트롤러의 과충전 방지 특성을 이해 할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



1. 회로도 구성
   (1) 풍력발전기를 전력변환 장비에 연결한다.
   (2) 풍력발전기에서 충전컨트롤러로 연결한다.
   (3) 충전컨트롤러에서 배터리에 연결한다.
   (4) 배터리에서 인버터에 연결한다.
   (5) 인버터에서 부하로 연결한다.

2. 실험 방법
   (1) 풍력발전기를 동작시키기 위해 송풍기의 속도 조절을 통해 풍속을 조절한다.
   (2) 배터리 충전중에 부하의 용량을 변화 시키며 실험 한다.

3. 충전컨트롤러

충전컨트롤러의 주 기능은 배터리의 정상적인 충전을 통해 배터리의 용량을 최대한 사용하면서 수명을 연장시켜주는 것으로 태양광 또는 풍력발전기에 모두 적용된다. 충전컨트롤러의 기능은 전류의 역방향흐름을 방지하고 과충전을 방지 하는 것이다. 일부는 과방전을 막고 과부하를 차단하는 기능과 배터리의 충전상태와 전력의 흐름을 표시하는 디스플레이 기능을 포함한 것도 있다.

(1) 역방향전류 흐름방지 기능

1) 해가 안비치는 낮이 되면 배터리에서 태양광 판넬로 거꾸로 전류가 흐를 수 있다. 이때 블록킹 다이오드(Blocking diode)라는 반도체 2극소자를 직렬로 연결 혹은 전력손실이 작은 mosfet소자를 이용함으로 서 오직 태양광 판넬에서 배터리로만 전류 가 흐르도록 할 수 가 있다.

(2) 과충전 방지 기능:

1) 배터리가 완충전이 된 상태에서 태양광 판넬로부터 계속적으로 전압이 인가된다면 어떤 일이 발생할가? 이때 배터리전압이 과도하게 높아지면서 내부의 전해질속의 물은 산소와 수소로 분해되면서 가스가 발생한다. 이 과정에서 증류수의 손실이 생기며 동시에 가스가 인화되여 폭발할 위험이 생긴다. 결과적으로 배터리는 열화되고 수명이 단축된다. 과충전을 막는 것은 배터리의 충전전압이 일정전압에 도달하면 전류흐름을 차단시켜 주면 된다.

(3) 과방전 방지 기능

1) 배터리의 전압이 일정전압이하로 떨어지면 다시 전류흐름을 연결시켜준다. 이것을 전압조절 (Voltage regulating)이라고 하며 모든 충전컨트롤러의 기본적인 기능이다.

가. on/off방식

- 일부 콘트롤러는 배터리에로의 전류흐름을 완전히 차단 또는 연결을 반복하면서 전류흐름을 조절한다. 이것을 일명 on/off control 방식이라고 한다.

나. pwm방식

- 배터리가 만충전이 이루어지면 두번째 단계로 넘어가는데 이 단계에서는 배터리의 충전전압이 유지될 정도의 전압으로 떨구어 준다. 일명 Trickle charge 라고 한다. 즉 물방울이 떨어지는 정도의 양만을 충전시켜준다. 두 단계 충전조절은 전력사용양이 너무 많거나 혹은 너무 적은 환경 즉 충방전이 일정치 않은 환경에서 중요한 의미를 가진다. 즉 배터리의 증류수의 손실을 막고 수명을 연장시켜준다.

다. Mppt(Maximun Power Point Tracking)방식

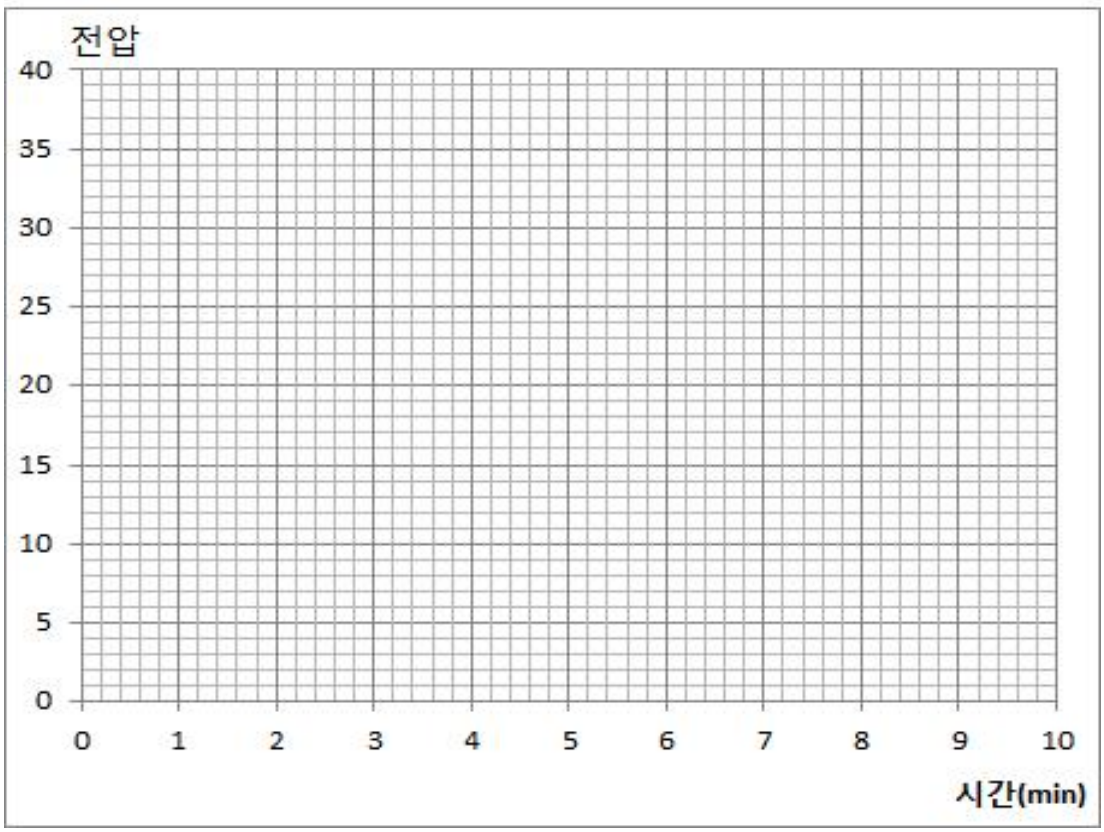
- 일명 최대전력추적방식이라고 한다. 상기의 방식과의 가장 큰 차이점은 판넬에서 발생하는 전압과 배터리의 전압을 매치시켜 최대한 충전효율을 얻어내는 것이다. 이것은 마치 자동차의 기어변속장치를 이용해 엔진의 회전수와 바퀴의 회전수의 최적비를 매치 시키는 원리이다. 특히 동절기에 일반pwm방식보다 최대 30%의 충전 효율 상승효과를 얻을 수가 있다.

4. 풍력발전부 연결 또는 DC Supply로 연결후 측정 실험

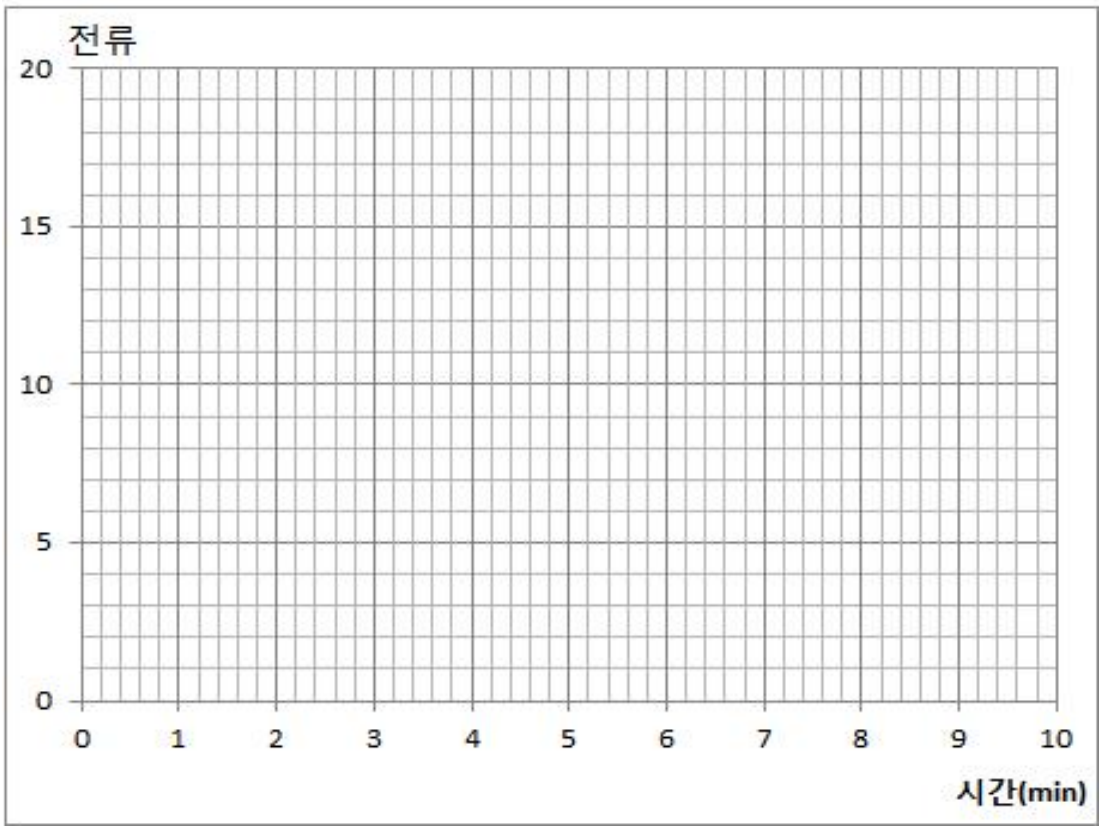
(1) 측정된 충전전압V , 충전전류I(A) 값을 아래 표에 표기하고 충전전력P(W)을 계산한다.

시간	0	1min	2min	3min	4min	5min	6min	7min	8min	9min	10min
V											
I(A)											
P(W)											

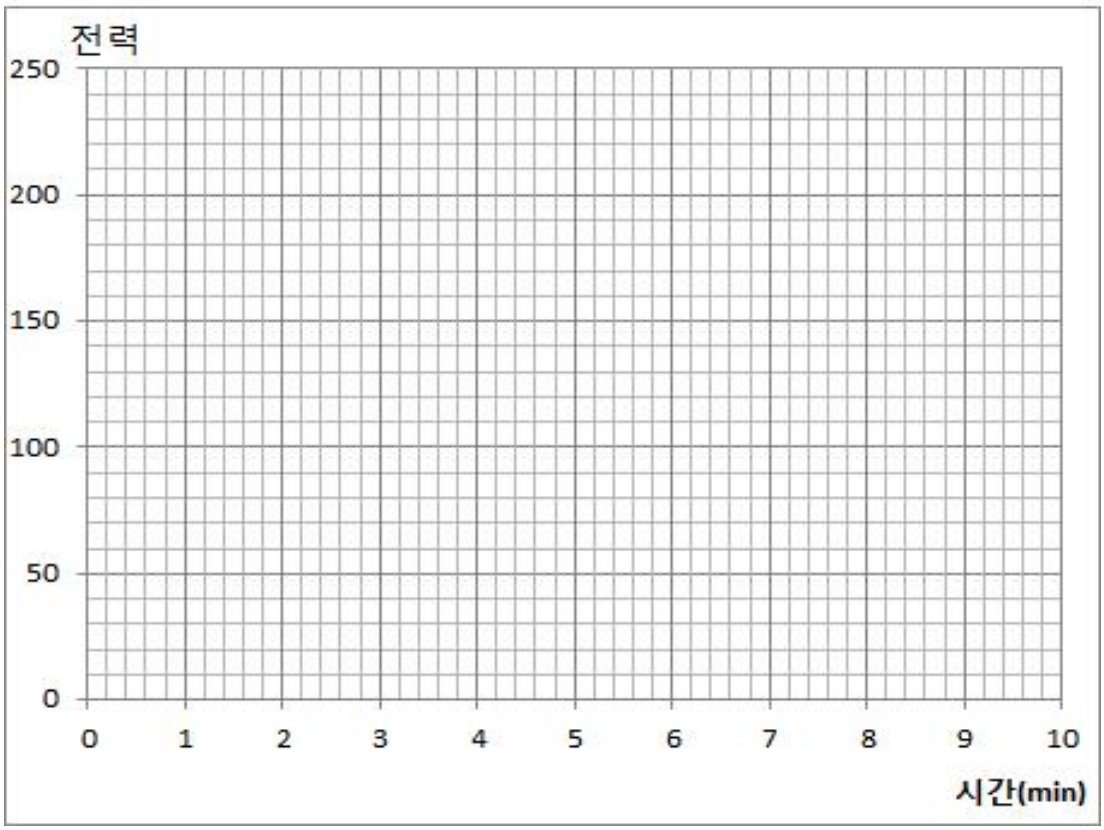
(2) 충전전압(V) 곡선을 작도 한다.



(3) 충전전류(I) 곡선을 작도 한다.



(4) 충전전력(W) 곡선을 작도 한다.

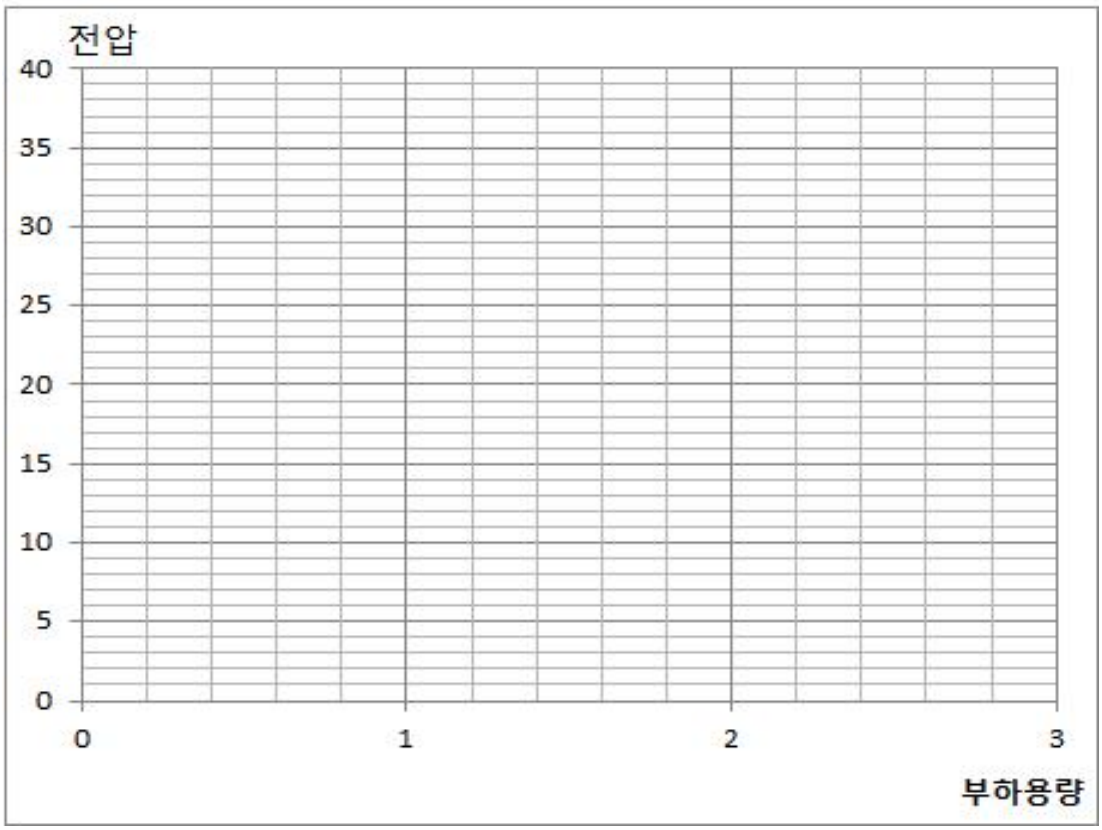


5. 풍력발전기를 연결 후 부하변화에 따른 충전 측정 실험

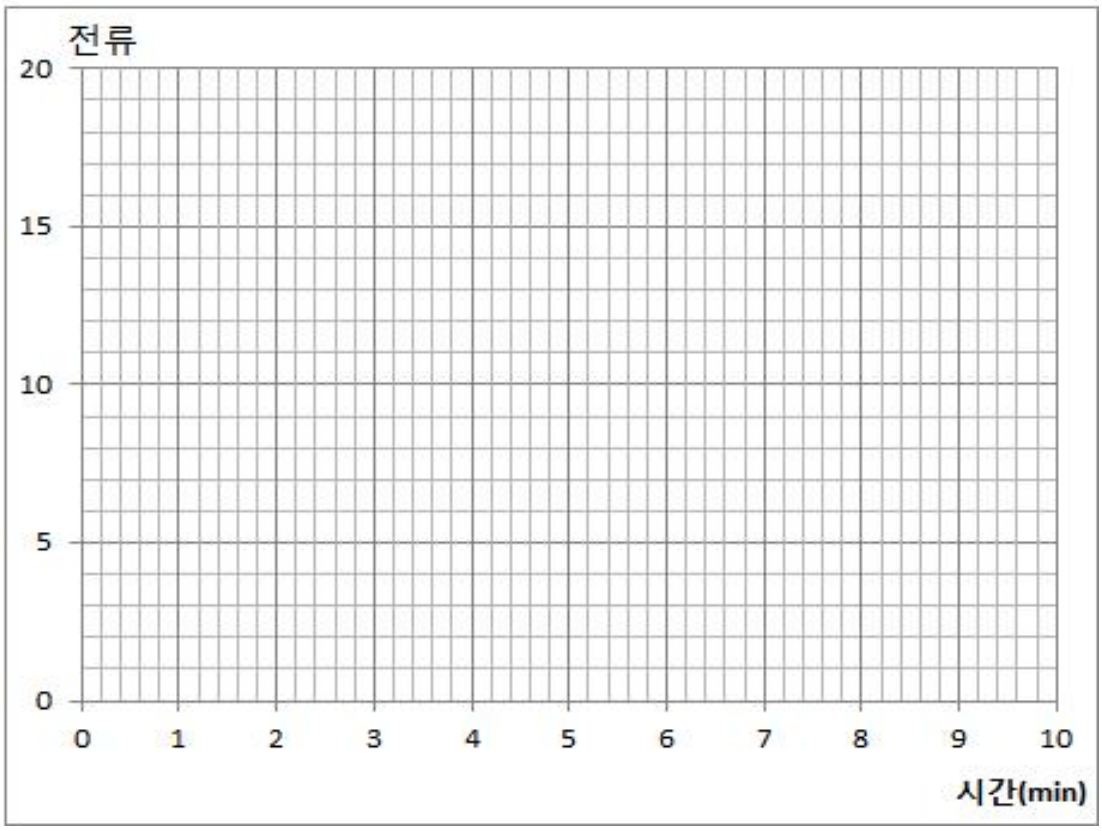
(1) 부하 변화에 따른 측정된 충전전압V , 충전전류I(A) 값을 아래 표에 표기하고 충전전력 P(W)을 계산한다.(부하 용량은 디지털 전력계를 보고 기입한다.)

부하 용량	0			
V				
I(A)				
P(W)				

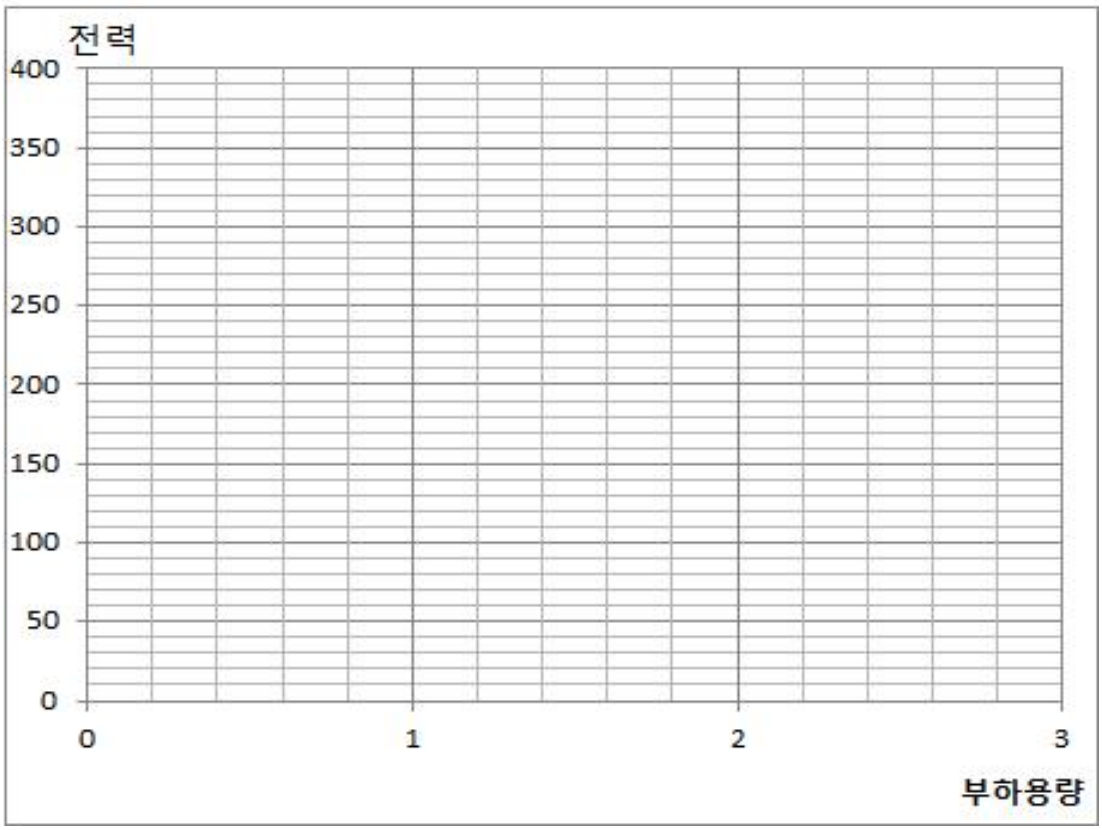
(2) 충전 전압(V) 곡선을 작도 한다.



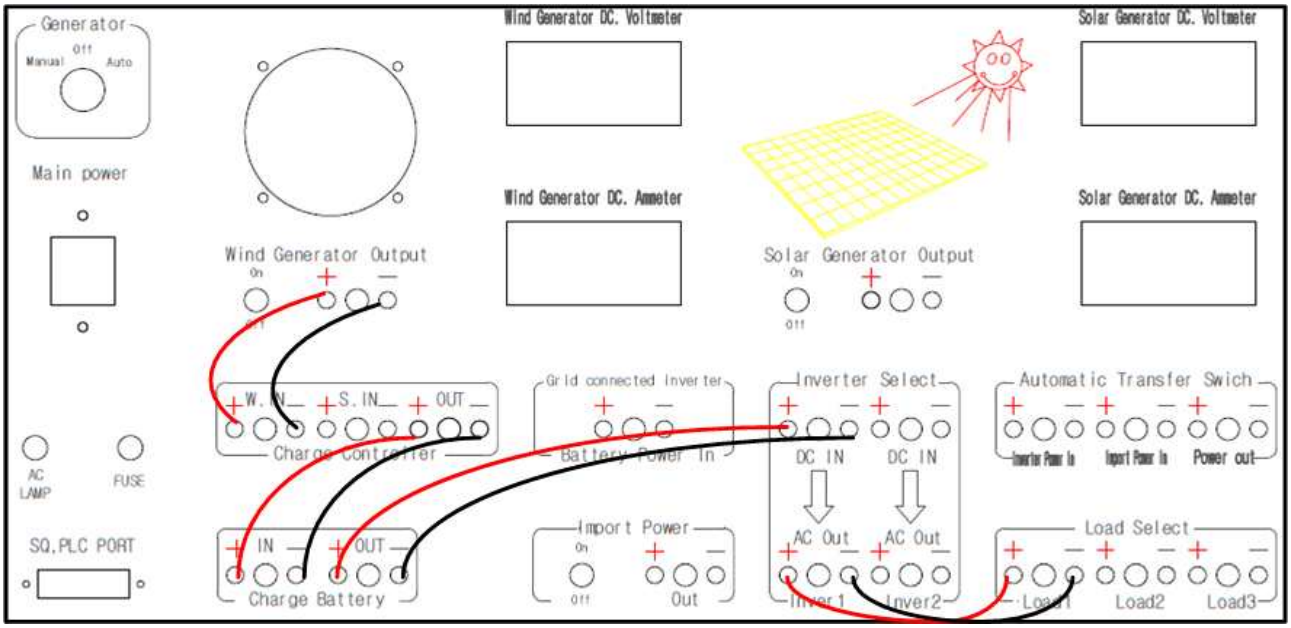
(3) 충전 전류(I) 곡선을 작도 한다.



(4) 충전 전력(W) 곡선을 작도 한다.



6. 결선도



・요구사항

1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 충전컨트롤러 연결 회로를 구성하고 운전한다.
3. 충전컨트롤러의 과충전 특성을 이해하고 설명한다.
4. 충전컨트롤러의 역할을 이해하고 설명 한다.
5. 부하 용량이 커질수록 충전 컨트롤러의 동작 특성을 설명한다.

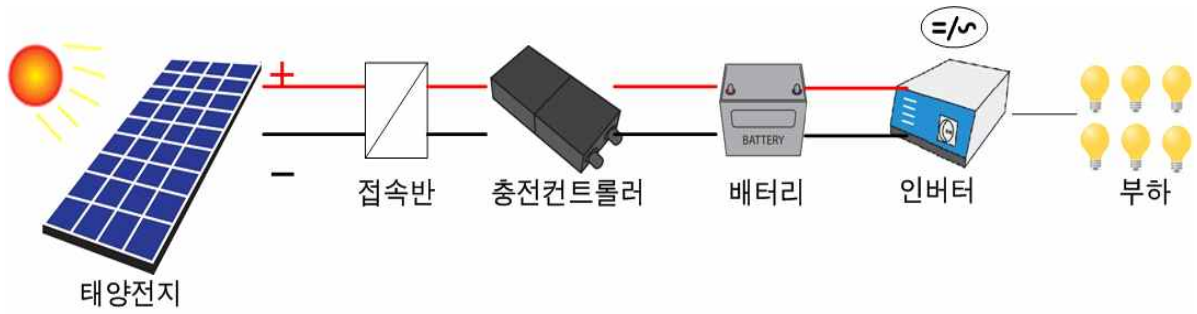
평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고
	작품평가 (70점)	충전컨트롤러 특성 실험 준비	20		
		전압 측정 및 그래프 작도	20		
		전류 측정 및 그래프 작도	20		
		전력값 계산에 따른 그래프 작도	20		
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10		
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10		
	시간평가 (20점)	・소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			

작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	8. 배터리 방전 특성 실험	소요시간
		8
목 표	① 배터리의 방전 특성을 이해 할 수 있다. ② 배터리의 방전 용량에 따른 전압, 전류 그래프를 작도 할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



1. 회로도 구성
   (1) 태양광 모듈을 직렬 연결 또는 병렬 연결 하여 접속반에 연결한다.
   (2) 접속반에서 충전컨트롤러에 연결한다.
   (3) 충전컨트롤러에서 배터리에 연결한다.
   (4) 배터리에서 인버터에 연결한다.
   (5) 인버터에서 부하에 연결한다.

2. 실험 방법
   (1) 제어판 부하부에 바나나짝을 연결하여 각각의 부하 용량을 선택한다.
   (2) 부하 용량에 따른 배터리 방전 전압, 전류값을 측정하고 전력값을 계산한다.

3. 배터리 선정 방법

(1) 필요한 배터리용량(Ah) = Lb×Dr×1000×(1+(1-충,방전효율/100)/(L×Vb×N×DOD)
Lb : 1일 소비 전력 (KWh)
Dr : 부조일수
L : 보수율(태양광용은 보통 무보수 축전지사용)
Vb: 배터리 전압
N : 축전지 개수
DOD : 방전심도 (%)
(부조일수의 마지막 날에 축전지 용량의 65%까지 방전하는 설계를 한 경우는, DOD 65%라고 한다.)
충,방전 효율 : 보통 (65%~85%) 효율을 가짐

(2) 부조일수란?
"하루 종일 태양이 비치지 않는 날의 수"를 뜻하며 태양광발전에서는 태양빛이 거의 없는 아주 흐린 날이나 비가 오는 날은 태양전지모듈에서 전기가 거의 생산되지 않는다.. 이 날짜를 부조일수라고 부르며 배터리 선정 시에 이것을 참조하여 계산한다. 일반적으로 3에서 7일 정도로 계산 한다

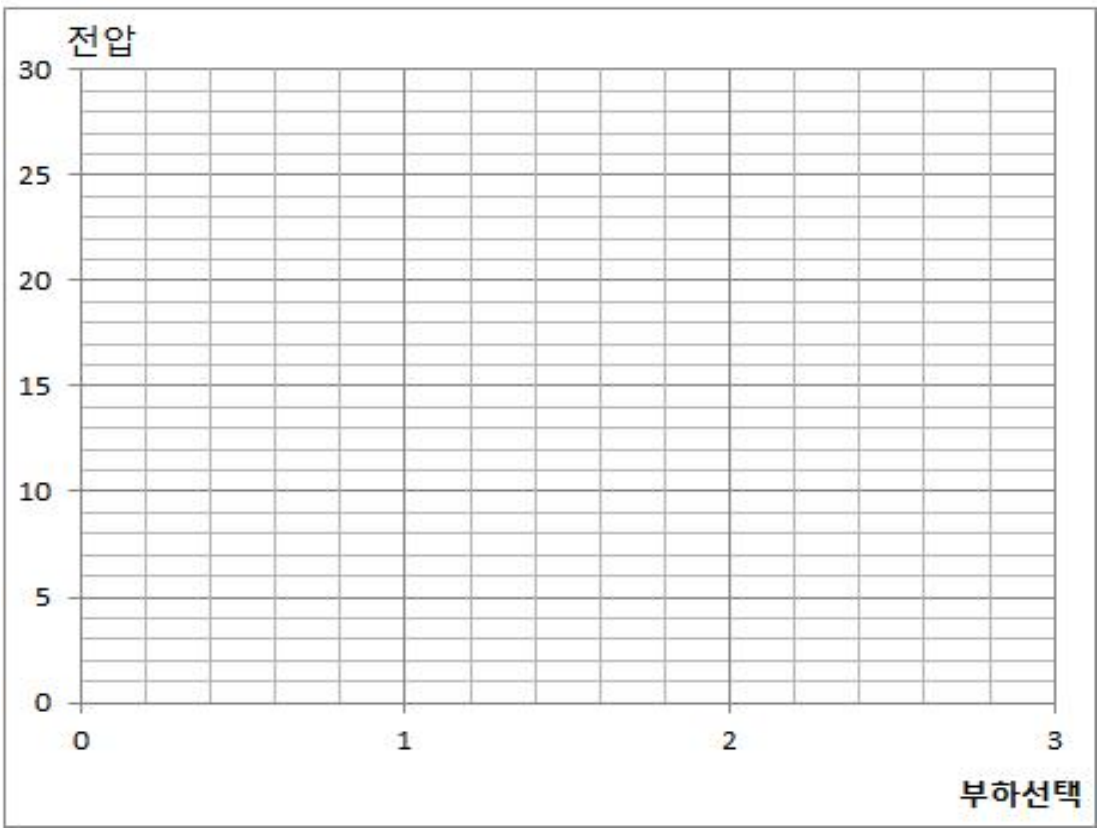
(3) 60W 전구를 하루 8시간 사용 가정 시 배터리 선정을 해보자.
1) 1일 소비 전력(KWh) = 0.06KW×8h = 0.48KWh
2) 부조일수 = 3일
3) 보수율 = 무보수 축전지 사용할 경우 무시.
4) 배터리 전압 = 12V 선정
5) 축전지 개수 = 1EA 선정
6) 방전심도 = 65% 적용
7) 충, 방전 효율 80% 적용 시 = (1+(1-80/100) = 1.2
- 배터리 용량 = 0.48KWh × 3일 × 1000 × 1.2 / (1×12V×1×0.65)
= 221.5AH 이상 선정

4. 태양광 모듈 연결 또는 DC Supply로 충전 후 실험

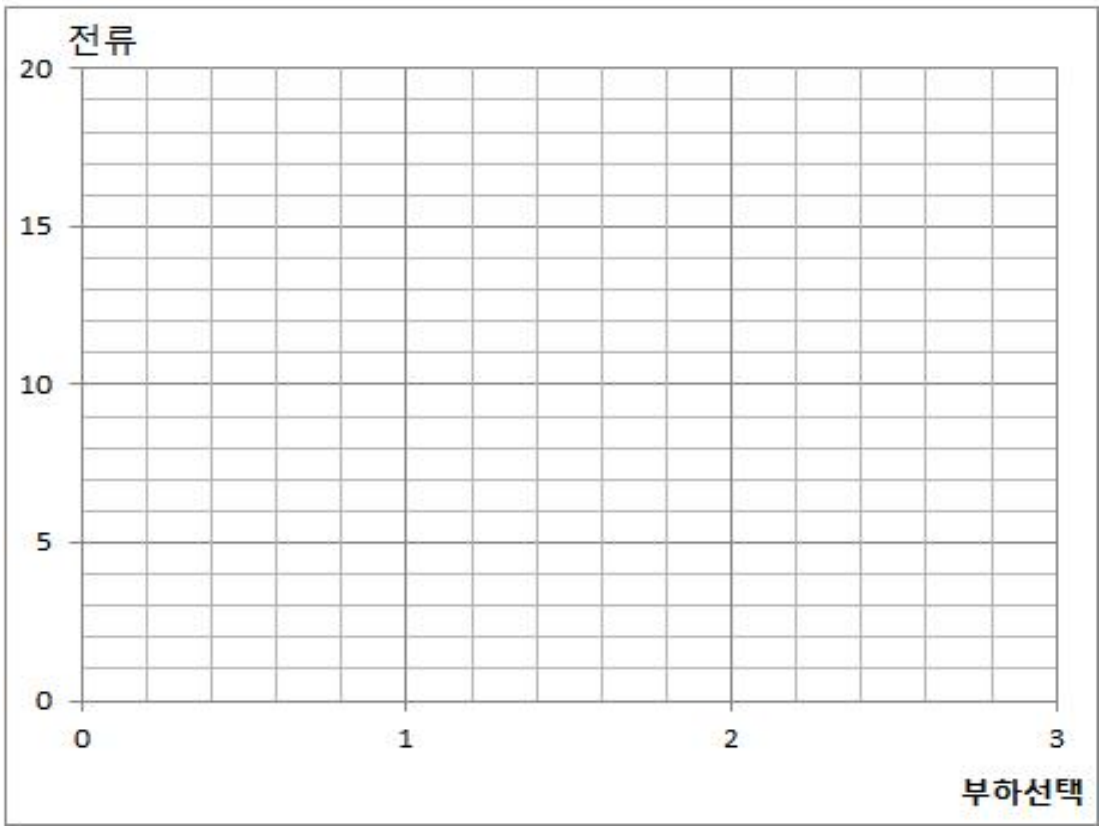
(1) 측정된 배터리 방전 전압V , 전류I(A) 값을 아래 표에 표기하고 전력P(W)을 계산한다.

부하 용량	0	1부하	2부하	3부하
V				
I(A)				
P(W)				

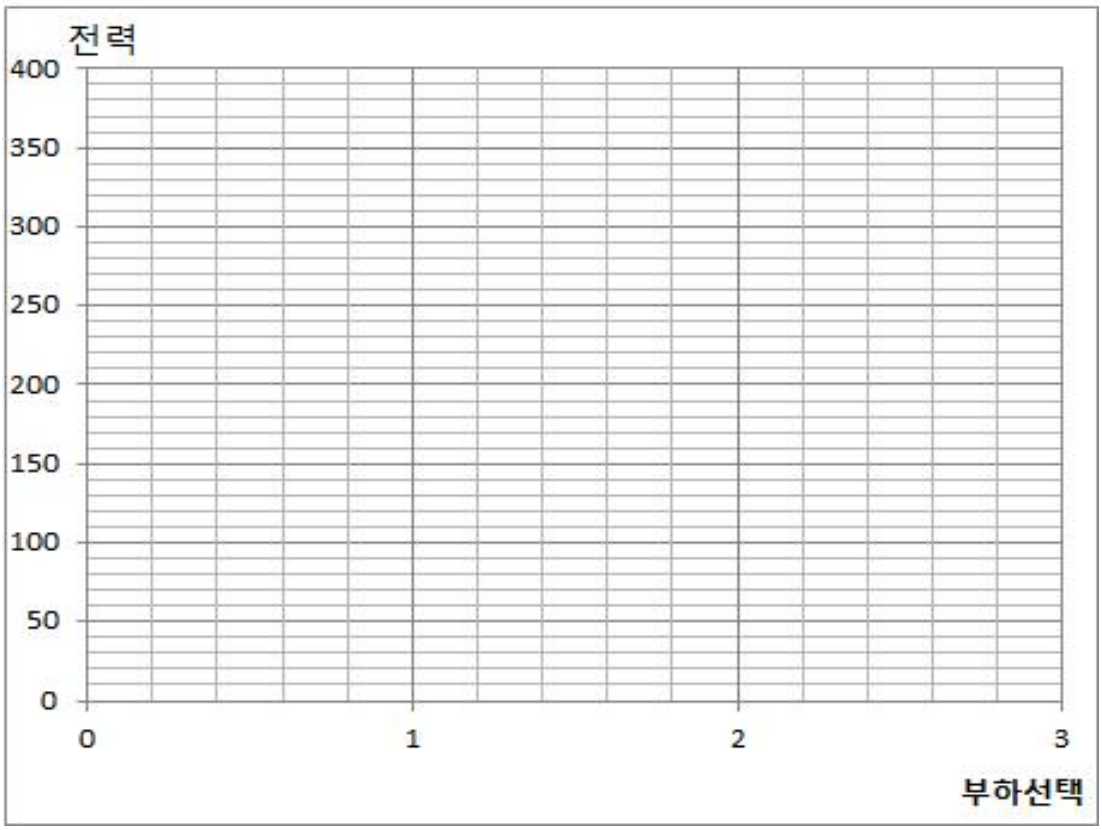
(2) 방전전압(V) 곡선을 작도 한다.



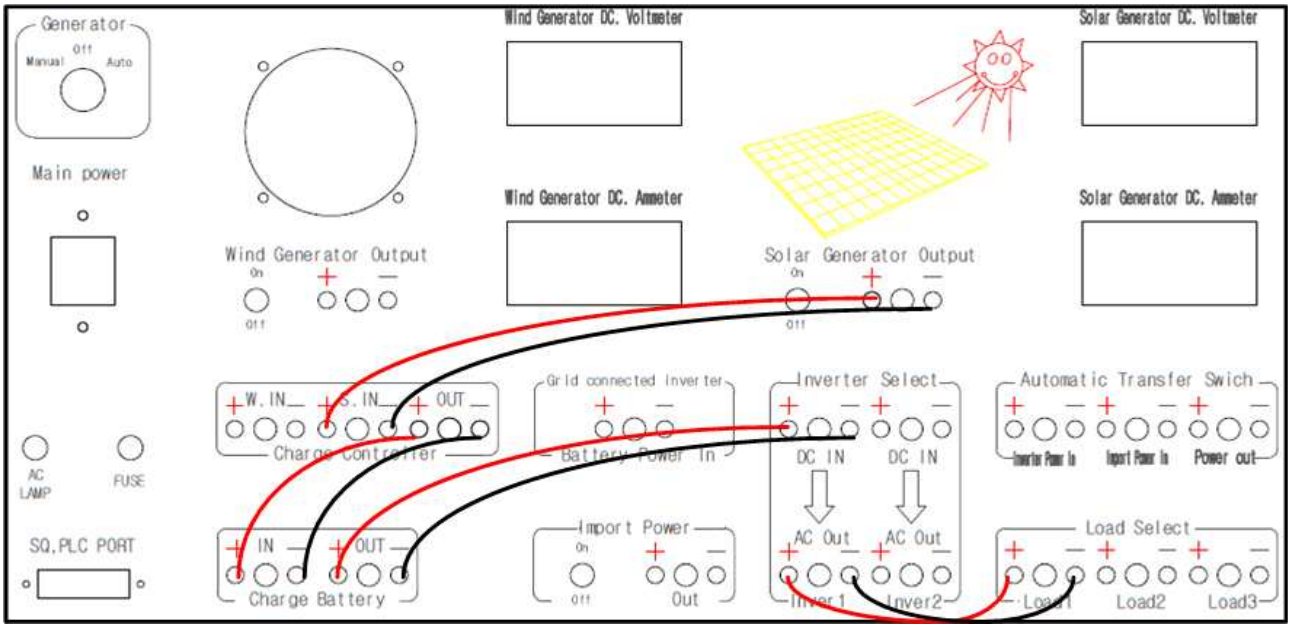
(3) 방전전류(I) 곡선을 작도 한다.



(4) 전력(W) 곡선을 작도 한다.



5. 결선도



・요구사항

1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 배터리 연결 회로를 구성하고 운전한다.
3. 배터리 방전 시 전압, 전류 특성을 이해하고 설명한다.
4. 부하 용량 변화에 따른 배터리 방전 시 전압, 전류 특성을 이해하고 설명 한다.
5. 부하 용량 변화에 따른 배터리 방전 용량을 계산한다.

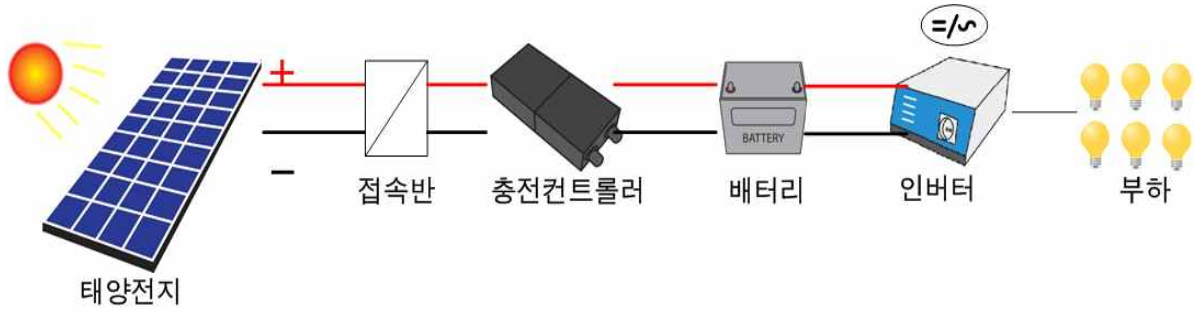
평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고
	작품평가 (70점)	배터리 방전 특성 실험 준비	20		
		전압 측정 및 그래프 작도	20		
		전류 측정 및 그래프 작도	20		
		전력값 계산에 따른 그래프 작도	20		
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10		
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10		
	시간평가 (20점)	・소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			

작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	9. 배터리의 방전 실험에 의한 종지전압 측정 실험	소요시간
		8
목 표	① 배터리의 방전 특성을 이해 할 수 있다. ② 배터리의 방전 용량에 따른 전압, 전류 그래프를 작도 할 수 있다. ③ 배터리의 완전 방전 시에 종지 전압을 측정하여 실제 사용가능한 배터리 용량을 예측할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



1. 회로도 구성
   (1) 태양광 모듈을 직렬 연결 또는 병렬 연결 하여 접속반에 연결한다.
   (2) 접속반에서 충전컨트롤러에 연결한다.
   (3) 충전컨트롤러에서 배터리에 연결한다.
   (4) 배터리에서 인버터에 연결한다.
   (5) 인버터에서 부하에 연결한다.

2. 실험 방법
   (1) 제어판 부하부에 바나나짝을 연결하여 각각의 부하 용량을 선택한다.
   (2) 부하 용량에 따른 배터리 방전 전압, 전류값을 측정하고 전력값을 계산한다.

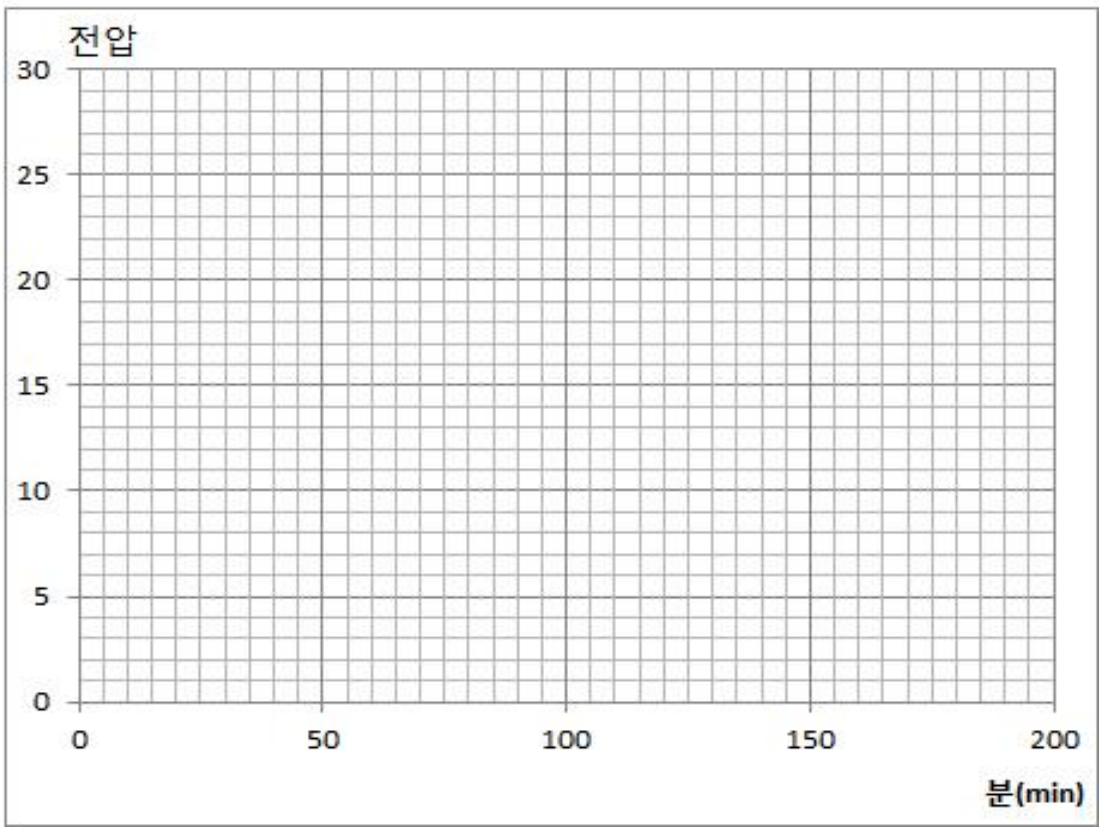
3. 태양광 모듈 연결 또는 DC Supply로 배터리를 충전 후 부하를 연결하여 방전 실험

(1) 측정된 배터리 방전전압V , 방전전류I(A) 값을 아래 표에 표기하고 전력P(W)을 계산한다.

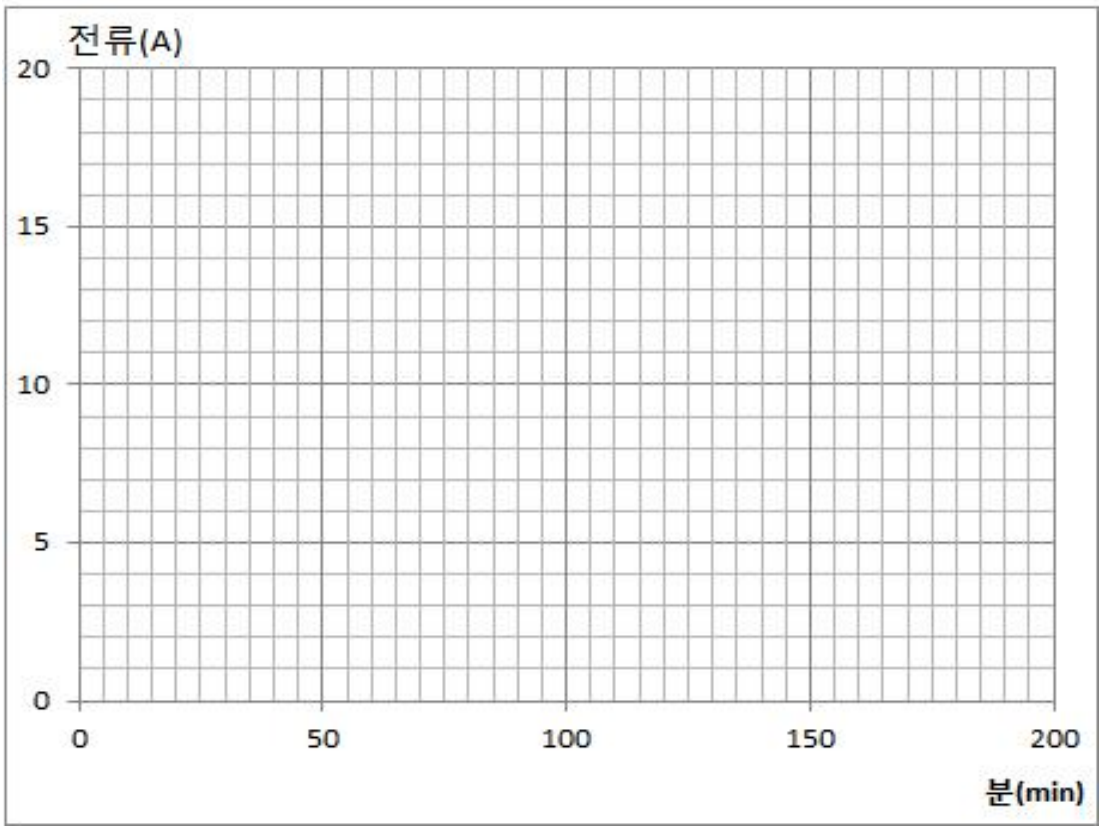
시간(min)	V	I(A)	P(W)
0			
5			
10			
15			
20			
25			
30			
35			
40			
45			
50			
55			
60			
65			
70			
75			
80			
85			
90			
95			
100			
105			
110			
115			
120			
125			
130			
135			
140			
145			
150			
155			
160			
165			
170			
175			
180			

(2) 축전지를 사용하는 경우단자 전압이 0으로 되기까지 방전시키지 않고, 어느 한도의 전압까지 강하하면 방전을 멈추게 한다. 이 때의 전압을 방전종지 전압이라 한다. 그 값은 전기의 종류나 용도 등에 따라 다소 다르나, 일반적으로는 정상 전압의 90% 정도에 설정한다. 2차 전지(충전 가능한 전지)에서는 이러한 사용 방법에 의해서 전지의 수명을 길게 한다. 그림은 축전지의 방전 특성이다.

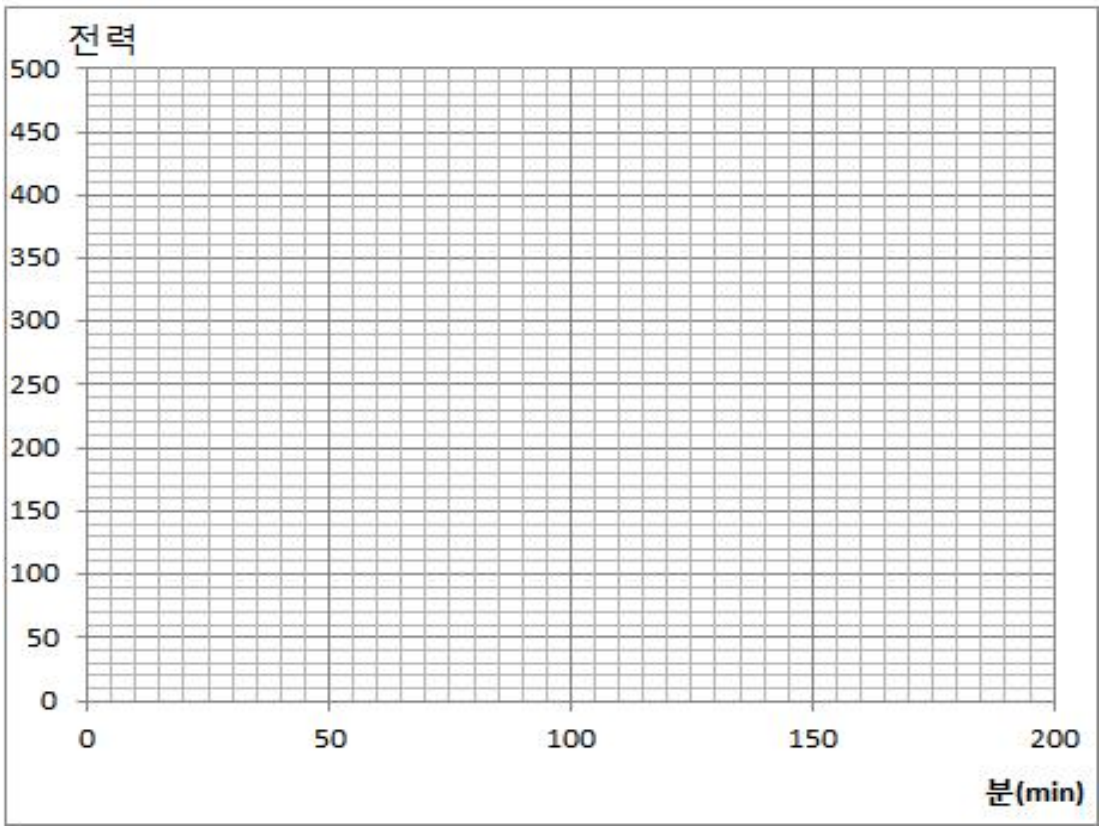
(3) 방전전압(V) 곡선을 작도하고 종지전압 포인트를 표기 한다.



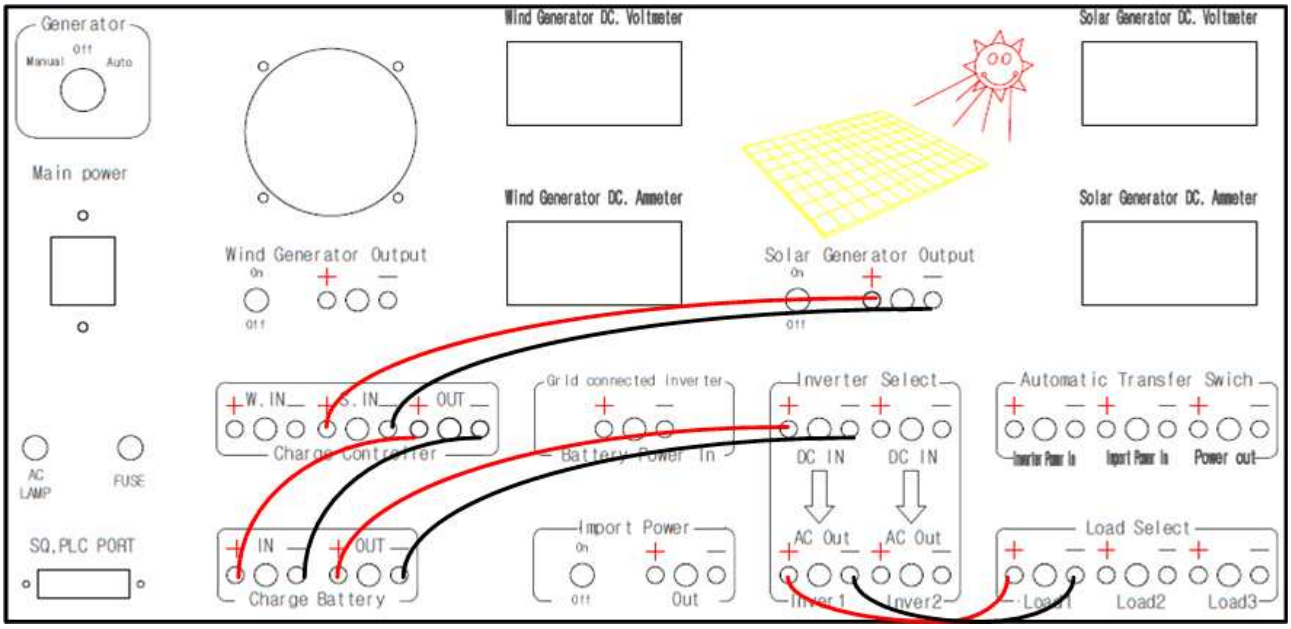
(4) 방전 전류(I) 곡선을 작도 한다.



(5) 방전 전력(W) 곡선을 작도 한다.



4. 결선도



· 요구사항

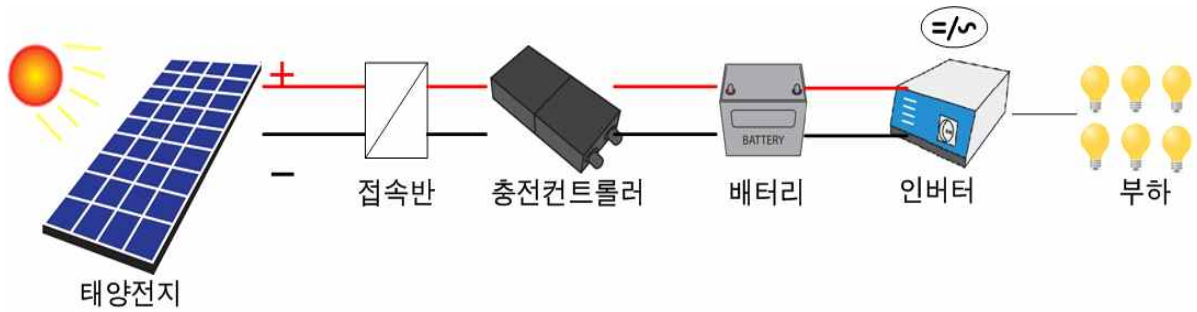
1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 배터리 연결 회로를 구성하고 운전한다.
3. 배터리의 방전 특성을 이해하고 설명한다.
4. 배터리의 종지전압을 측정하고 종지 전압에 대해 설명한다.
5. 배터리 과방전시 문제점을 설명한다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	배터리 방전 특성 실험 준비	20					
		전압 측정 및 그래프 작도	20					
		전류 측정 및 그래프 작도	20					
		전력값 계산에 따른 그래프 작도	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10					
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			작품 평가	작업 평가	시간 평가	총점

작업과제명	10. 배터리의 방전에 따른 배터리 충·방전 상태(SOC) 예측 실험	소요시간
		8
목 표	① 배터리의 방전 특성을 이해 할 수 있다. ② 배터리의 방전 상태에 따른 전압, 전류 그래프를 작도 할 수 있다. ③ 배터리의 방전 시의 전압 값을 이용한 충·방전 상태(SOC)를 예측 할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



1. 회로도 구성
   (1) 태양광 모듈을 직렬 연결 또는 병렬 연결 하여 접속반에 연결한다.
   (2) 접속반에서 충전컨트롤러에 연결한다.
   (3) 충전컨트롤러에서 배터리에 연결한다.
   (4) 배터리에서 인버터에 연결한다.
   (5) 인버터에서 부하에 연결한다.

2. 실험 방법
   (1) 제어판 부하부에 바나나짝을 연결하여 각각의 부하 용량을 선택한다.
   (2) 부하 용량에 따른 배터리 방전 전압, 전류값을 측정하고 전력값을 계산한다.

3. 태양광 모듈 연결 또는 DC Supply로 배터리를 완전 충전 후 부하를 연결하여 방전 실험

(1) 배터리를 방전 실험 하여 종지 전압을 찾아내고 초기 전압 값에서 종지 전압까지 백분율로 환산 한다.

예) 부하를 연결하였을 때 초기 배터리 전압 값이 V1라 하고 찾아낸 종지 전압이 V2로 가정한다면 V1일 때를 100%이라 하고 V2일 때를 0%하여 V1에서 V2까지 값을 백분율로 환산하여 각각 (%)별 전압 값을 계산하여 기입한다.

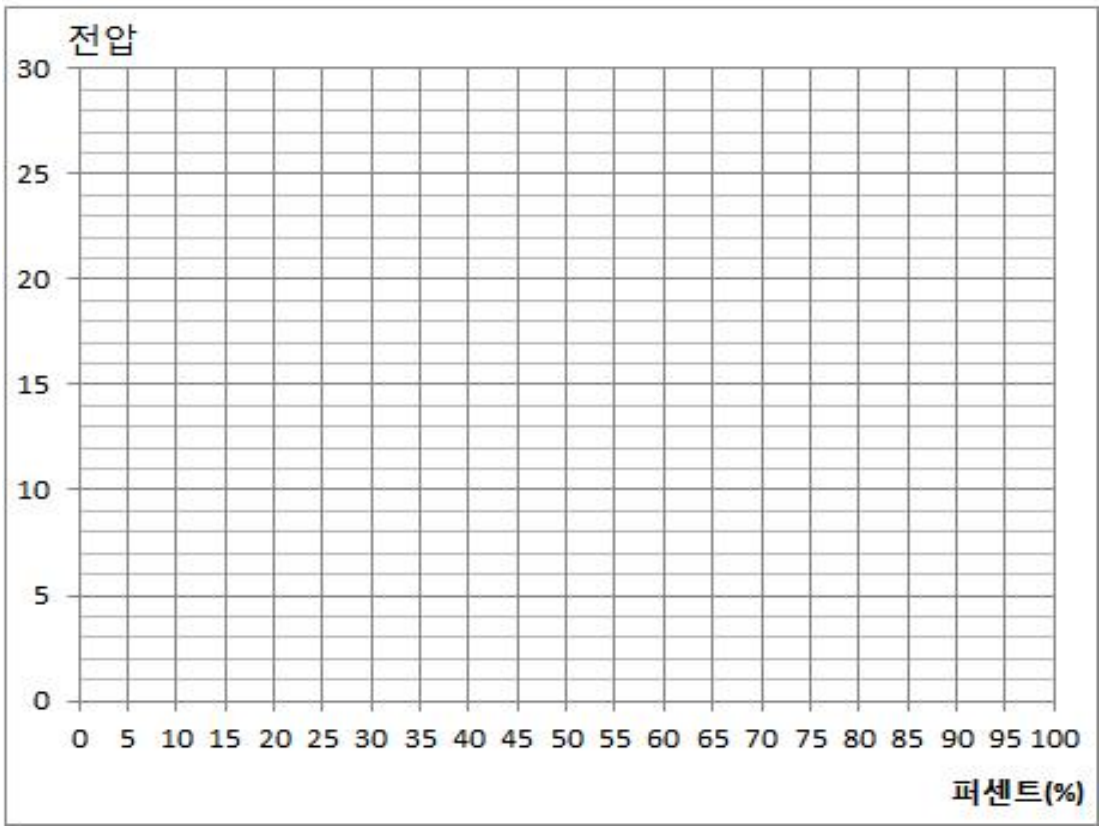
- 계산식

1) $V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100\%-N\%) = V_n$, N=백분율 값, V_n= 환산된 전압 값

2) 1)번 계산식에서 충방전상태(SOC)값 = $N(\%)=\dfrac{(V_n-V2)}{(V1-V2)}\times 100\%$

백분율(%)	계산식	V
100	V1	
95	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-95)$	
90	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-90)$	
85	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-85)$	
80	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-80)$	
75	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-75)$	
70	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-70)$	
65	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-65)$	
60	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-60)$	
55	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-55)$	
50	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-50)$	
45	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-45)$	
40	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-40)$	
35	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-35)$	
30	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-30)$	
25	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-25)$	
20	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-20)$	
15	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-15)$	
10	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-10)$	
5	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-5)$	
0	V2	

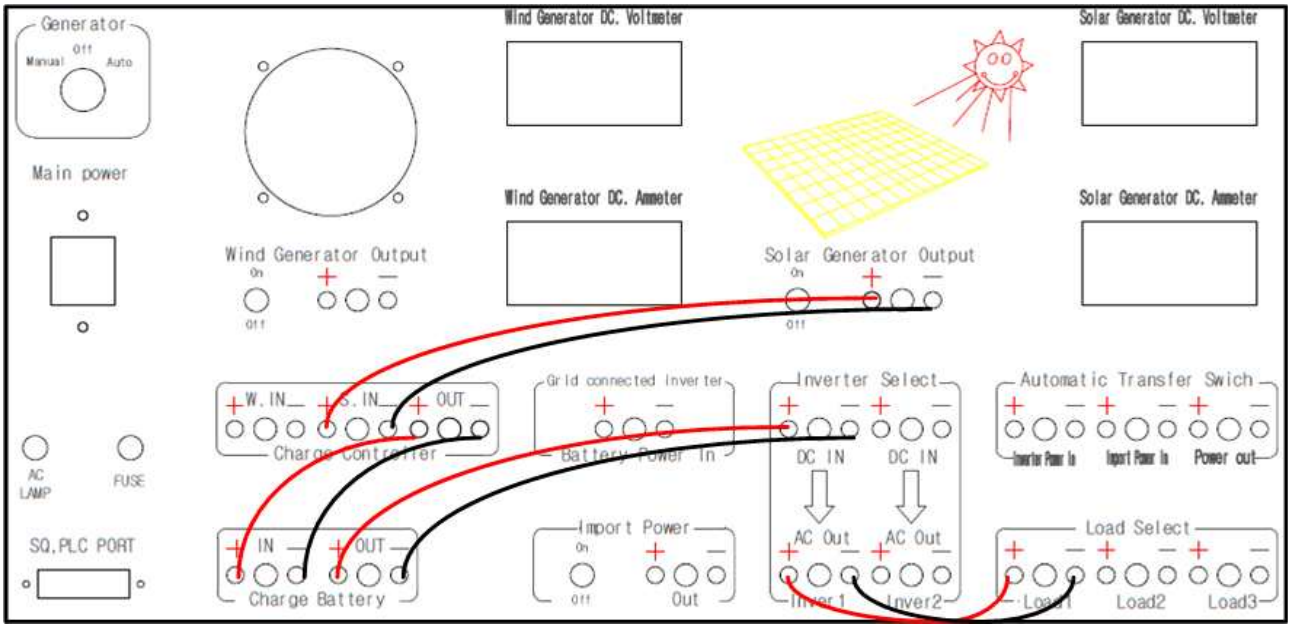
(2) 백분율 비율로 환산한 전압 값을 계산하여 기입하고 배터리 방전 전압에 따라 충,방전 상태를 예측한다.



(3) 배터리 충·방전 상태(SOC)값을 추정하기 위해서는 전해질의 비중 값을 측정하여 추정하는 방법 또는 Ah Counting을 이용한 방법 등이 있다. 우선 전해질의 비중 값을 측정하여 추정하는 방법은 완전 충전 상태에서 전해질 비중과 완전 방전 상태의 비중 값을 측정하여 배터리가 몇 퍼센트까지 충-방전 되었는지 예측할 수 있고, Ah Counting 방법 충·방전 시에 실시간으로 충·방전 전류를 측정하여 이를 적분하여 추정하는 방식으로 SOC결과값에 대한 신뢰도가 높지만 배터리는 충·방전 회수에 따라 방전 가능한 정격용량이 계속 줄어 들기 때문에 오차가 심해진다. 이렇듯 전해질 농도, 충·방전전류, 정격용량, 사용온도 등에 의한 변수로 정확한 배터리의 충·방전 상태를 측정하는 것은 많은 어려움이 따른다. 따라서 충·방전 상태를 표기하는 일반적인 방법은 전압 값을 가지고 충·방전 상태를 표시하는 방법을 사용한다.

(4) 필요한 배터리용량(Ah) = Lb×Dr×1000×(1+(1-충,방전효율/100)/(L×Vb×N×DOD)
Lb : 1일 소비 전력 (KWh),Dr : 부조일수,L : 보수율(태양광용은 보통 무보수 축전지사용)
Vb : 배터리 전압, N : 축전지 개수, DOD : 방전심도 (%), 충,방전 효율 : 보통 (65%~85%) 효율을 가짐 (부조일수의 마지막 날에 축전지 용량의 65%까지 방전하는 설계를 한 경우는, DOD 65%라고 한다.)

4. 결선도



· 요구사항

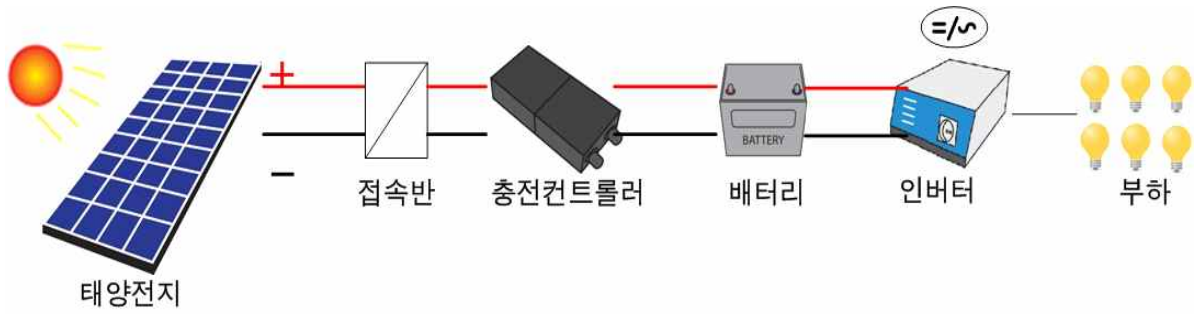
1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 배터리 충·방전 연결 회로를 구성하고 운전한다.
3. 배터리 방전시 종지 전압에 대해 이해하고 설명한다.
4. 배터리 충·방전 상태(SOS)값 추정에 대해 이해하고 설명 한다.
5. 실험 전과 실험 후의 전력량계를 체크하여 배터리의 종지전압까지의 소비전력량을 측정하고 실제 방전심도(%)를 선택할 수 있다. 또한 배터리의 용량 선정방법을 설명 한다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	배터리 SOC값 추정 실험 준비	20					
		백분율로 변환한 전압 값 계산	20					
		전압 값 계산 및 그래프 작도	20					
		배터리 용량 선정 계산	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10					
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	11. 배터리 용량 계산 따른 배터리 잔존 수명 예측 실험	소요시간
		8
목 표	① 배터리의 방전 용량 계산을 할 수 있다. ② 배터리의 방전 용량에 따른 배터리 잔존 수명 예측을 할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520) · 태양광 전력 변환 실험장치 (KTE-7000SG) · 풍력 전력 변환 실험장치 (KTE-7000WG) · 인공태양 실험장치 (KTE-7000PL1K)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



1. 회로도 구성
   (1) 태양광 모듈을 직렬 연결 또는 병렬 연결 하여 접속반에 연결한다.
   (2) 접속반에서 충전컨트롤러에 연결한다.
   (3) 충전컨트롤러에서 배터리에 연결한다.
   (4) 배터리에서 인버터에 연결한다.
   (5) 인버터에서 부하에 연결한다.

2. 실험 방법
   (1) 제어판 부하부에 바나나짝을 연결하여 각각의 부하 용량을 선택한다.
   (2) 부하 용량에 따른 배터리 방전 전압, 전류값을 측정하고 전력값을 계산한다.

3. 태양광 모듈 연결 또는 DC Supply로 배터리를 완전 충전 후 부하를 연결하여 방전 실험

(1) 배터리를 방전 실험 하여 종지 전압을 찾아내고 초기 전압 값에서 종지 전압까지 백분율로 환산 한다.

예) 부하를 연결하였을 때 초기 배터리 전압 값이 V1라 하고 찾아낸 종지 전압이 V2로 가정한다면 V1일 때를 100%이라 하고 V2일 때를 0%하여 V1에서 V2까지 값을 백분율로 환산하여 각각 (%)별 전압 값을 계산하여 기입한다.

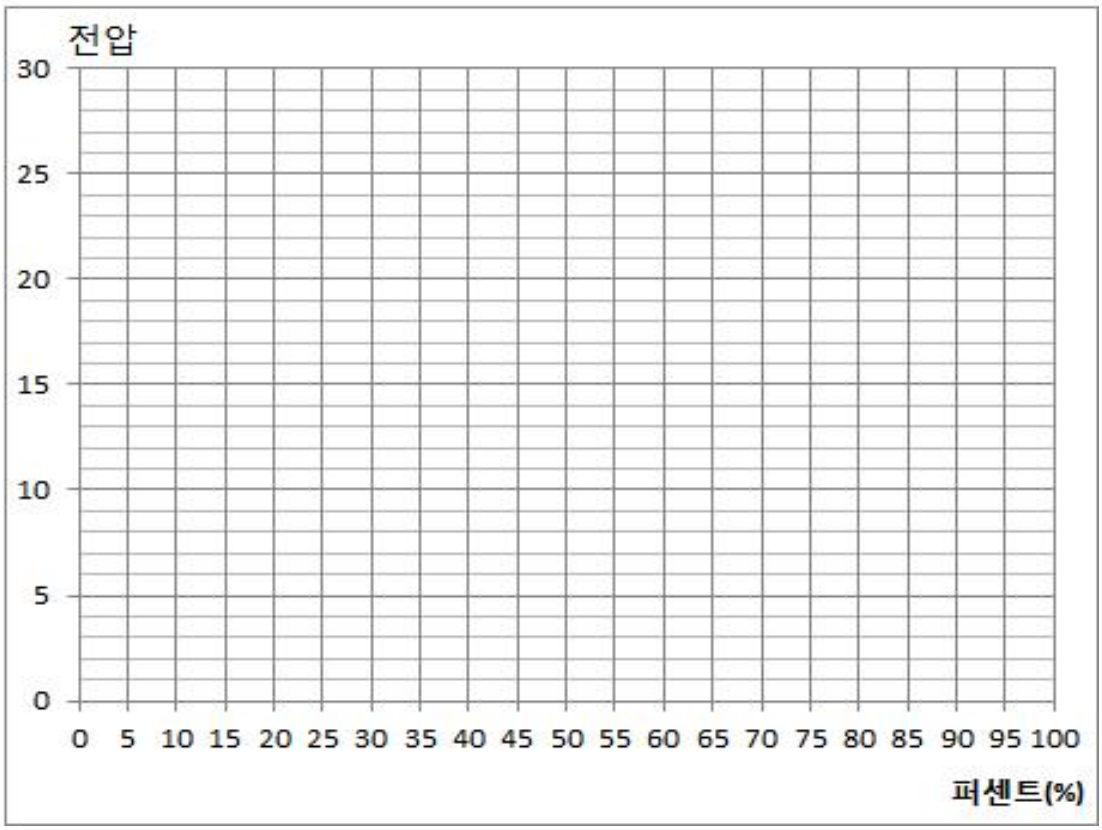
- 계산식

1) $V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100\%-N\%) = V_n$, N=백분율 값, V_n= 환산된 전압 값

2) 1)번 계산식에서 충방전상태(SOC)값 = $N(\%)=\dfrac{(V_n-V2)}{(V1-V2)}\times 100\%$

백분율(%)	계산식	V
100	V1	
95	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-95)$	
90	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-90)$	
85	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-85)$	
80	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-80)$	
75	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-75)$	
70	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-70)$	
65	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-65)$	
60	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-60)$	
55	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-55)$	
50	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-50)$	
45	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-45)$	
40	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-40)$	
35	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-35)$	
30	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-30)$	
25	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-25)$	
20	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-20)$	
15	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-15)$	
10	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-10)$	
5	$V1-[(V1-V2)\div 100]\times(100-5)$	
0	V2	

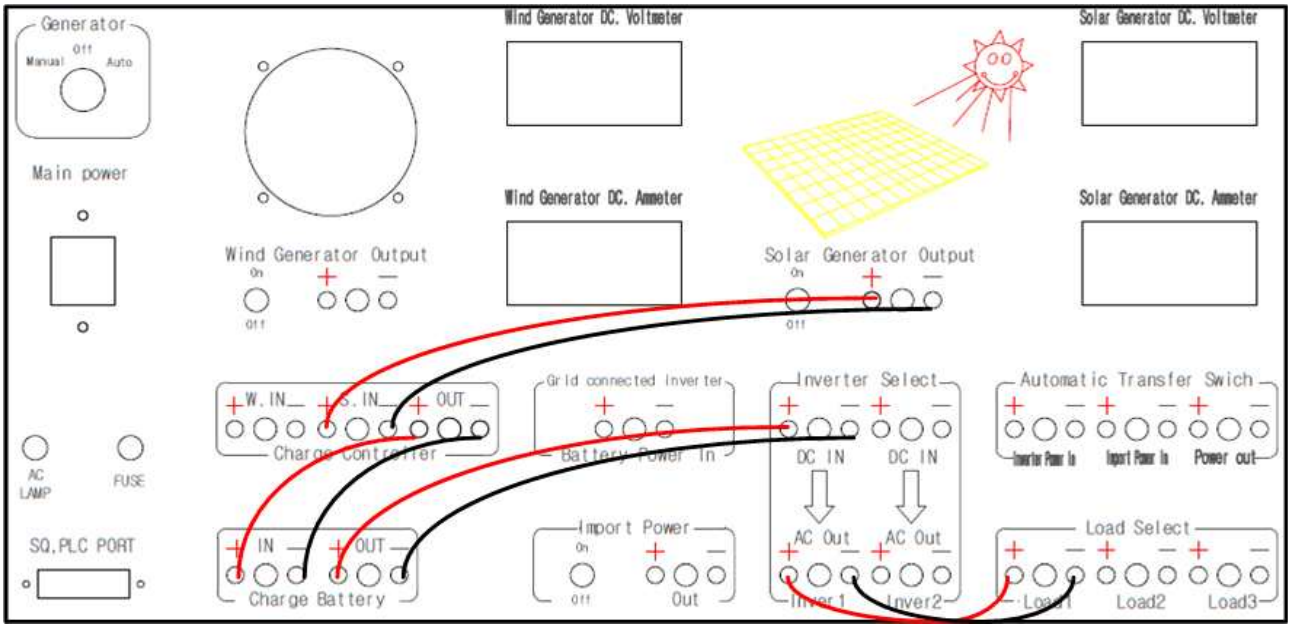
(2) 백분율 비율로 환산한 전압 값을 계산하여 기입하고 배터리 방전 전압에 따라 충,방전 상태를 예측한다.



(3) 배터리 충·방전 상태(SOC)값을 추정하기 위해서는 전해질의 비중 값을 측정하여 추정하는 방법 또는 Ah Counting을 이용한 방법 등이 있다. 우선 전해질의 비중 값을 측정하여 추정하는 방법은 완전 충전 상태에서 전해질 비중과 완전 방전 상태의 비중 값을 측정하여 배터리가 몇 퍼센트까지 충-방전 되었는지 예측할 수 있고, Ah Counting 방법 충·방전 시에 실시간으로 충·방전 전류를 측정하여 이를 적분하여 추정하는 방식으로 SOC결과값에 대한 신뢰도가 높지만 배터리는 충·방전 회수에 따라 방전 가능한 정격용량이 계속 줄어 들기 때문에 오차가 심해진다. 이렇듯 전해질 농도, 충·방전전류, 정격용량, 사용온도 등에 의한 변수로 정확한 배터리의 충·방전 상태를 측정하는 것은 많은 어려움이 따른다. 따라서 충·방전 상태를 표기하는 일반적인 방법은 전압 값을 가지고 충·방전 상태를 표시하는 방법을 사용한다.

(4) 필요한 배터리용량(Ah) = Lb×Dr×1000×(1+(1-충,방전효율/100)/(L×Vb×N×DOD)
Lb : 1일 소비 전력 (KWh),Dr : 부조일수,L : 보수율(태양광용은 보통 무보수 축전지사용)
Vb : 배터리 전압, N : 축전지 개수, DOD : 방전심도 (%), 충,방전 효율 : 보통 (65%~85%) 효율을 가짐 (부조일수의 마지막 날에 축전지 용량의 65%까지 방전하는 설계를 한 경우는, DOD 65%라고 한다.)

4. 결선도



· 요구사항

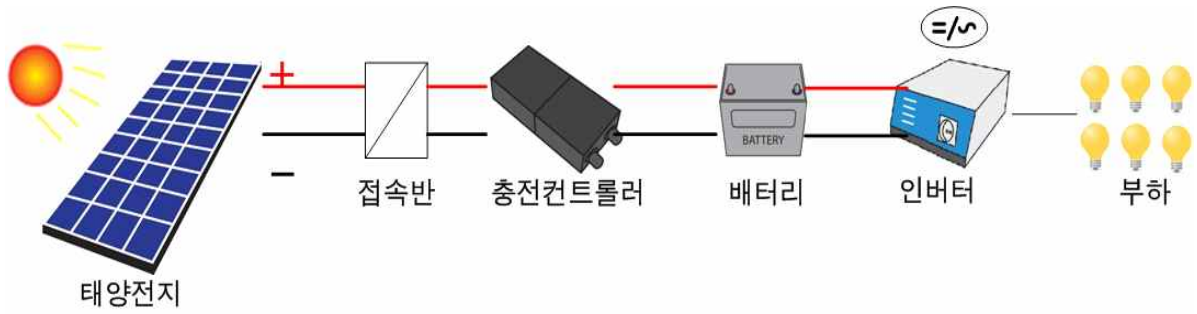
1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 배터리 충·방전 연결 회로를 구성하고 운전한다.
3. 배터리 방전시 종지 전압에 대해 이해하고 설명한다.
4. 배터리 충·방전 상태(SOS)값 추정에 대해 이해하고 설명 한다.
5. 실험 전과 실험 후의 전력량계를 체크하여 배터리의 종지전압까지의 소비전력량을 측정하고 실제 방전심도(%)를 선택할 수 있다. 또한 배터리의 용량 선정방법을 설명 한다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	배터리 SOC값 추정 실험 준비	20					
		백분율로 변환한 전압 값 계산	20					
		전압 값 계산 및 그래프 작도	20					
		배터리 용량 선정 계산	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10					
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	12. 독립형 인버터 효율 실험	소요시간
		8
목 표	① 인버터의 원리를 이해 할 수 있다. ② 인버터와 배터리의 결선을 할 수 있다. ③ 독립형 인버터 시스템을 구성 하고 효율을 계산 할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



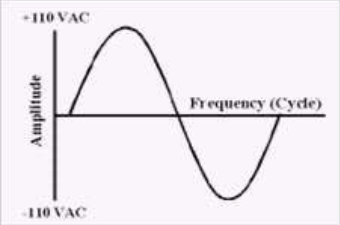
1. 회로도 구성
   (1) 태양광 모듈을 직렬 연결 또는 병렬 연결 하여 접속반에 연결한다.
   (2) 접속반에서 충전컨트롤러에 연결한다.
   (3) 충전컨트롤러에서 배터리에 연결한다.
   (4) 배터리에서 인버터에 연결한다.
   (5) 인버터에서 부하에 연결한다.

2. 실험 방법
   (1) 제어판 부하부에 바나나짝을 연결하여 각각의 부하 용량을 선택한다.
   (2) 부하 용량에 따른 배터리 방전 전압, 전류값을 측정하고 전력값을 계산한다.

3. 독립형 인버터

(1) 태양광발전시스템에서 만들어지는 전기는 DC전기이기 때문에 이 전기를 가정에서 사용하거나 계통에 전기를 팔기 위해선 DC전압을 AC 전압으로 변환 시켜줘야 한다. 이것을 크게 독립형 인버터와 계통연계형 인버터로 나뉠 수 있는데 계통과 상관없이 독립적으로 사용하는 것을 독립형 인버터라 하고, 계통(전력회사)로 전기를 팔기 위한 인버터는 계통연계형 인버터라 한다. 독립형에 사용하는 인버터는 크게 정현파 인버터와 유사 정현파 인버터로 구분될 수 있다.

1) 정현파 인버터(Pure Sine Wave Inverter)

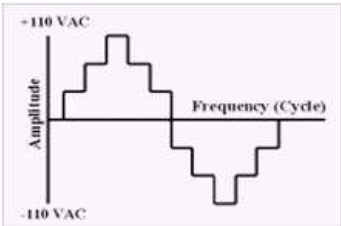


Pure Sine wave

정현파

가. 정현파를 만드는 인버터로써 출력파형이 계통(한국전력)에서 일반 가정에 공급되는 전기의 파형을 정현파라고 깨끗한 사인파를 출력한다. 이 파형의 전기는 가정에서 사용하는 교류 전기제품을 모두 사용할 수 있으며, 독립형 태양광발전 시스템이나 측정기기, 의로기기, 통신기기, 음향기기, 형광등, 컴퓨터등 고가 정밀 기기의 사용에는 정현파 인버터를 선택하여야 한다.

2) 유사정현파 인버터(Modifide Sine Wave Inverter)



Modified Sine wave

유사정현파

가. 정현파와 비슷하지만 파형의 왜곡에 있어서 정격출력에 도달하면 파형이 찌그러지는 현상이 생겨 서지가 발생되고 잡음과 화상 노이즈 현상이 발생 한다. 변형된 파형이기 때문에 민감한 전자제품은 사용을 피하는 것이 좋으며 이 파형으로 사용할 수 있는 제품은 파형에 민감하지 않는 모터류, 전등, 전열기구 등에 사용하는 것이 좋다.

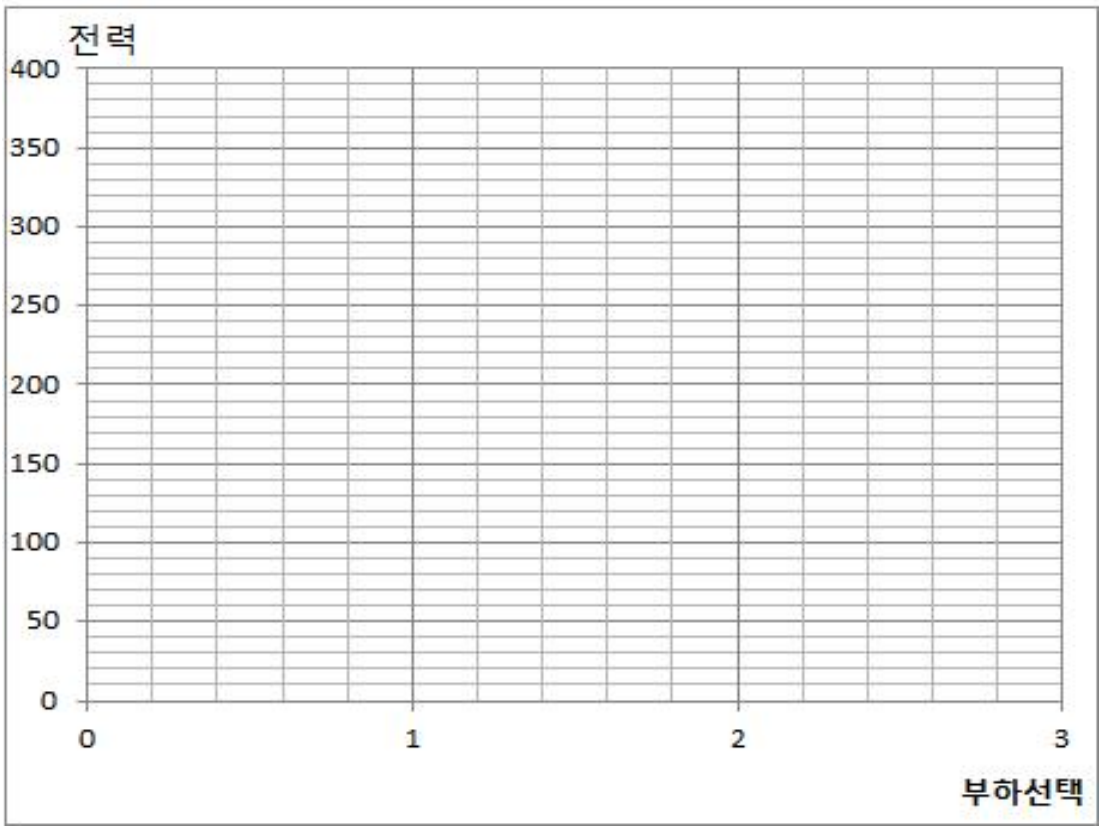
4. 태양광 모듈 연결 또는 DC Supply로 배터리 충전 후 실험

(1) 측정된 배터리 방전 전압DCV , 전류DCI(A) 값과 인버터 출력 전압ACV 전류ACI를 아래 표에 표기하고 각각의 전력P(W)을 계산한다. 또한 인버터의 효율을 계산한다.

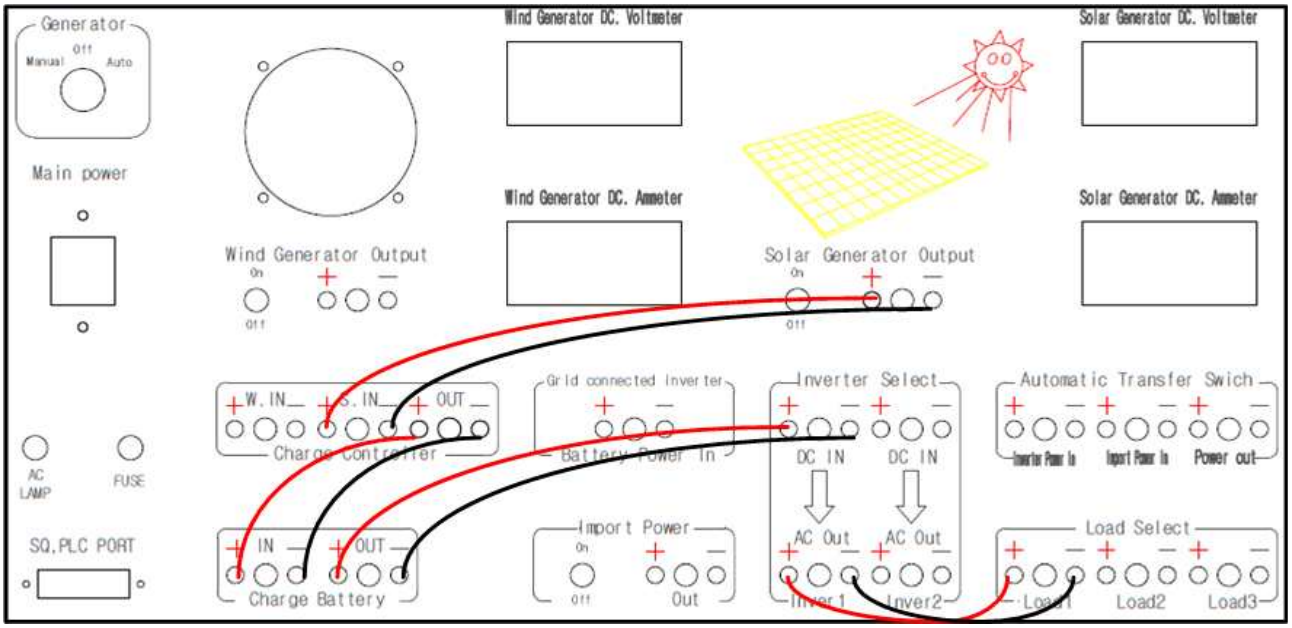
-계산식 인버터효율$(\eta) = \dfrac{DCP(W1)}{ACP(W2)} \times 100\%$

부하용량	0	1부하	2부하	3부하
DCV				
DCI				
DCP(W1)				
ACV				
ACI				
ACP(W2)				
인버터효율(η)				

(2) 배터리로부터 방전된 전력과 인버터에서 부하를 연결했을 때 전력 값을 계산하고 아래 그래프에 같이 작도 한다.



5. 결선도



· 요구사항

1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 독립형 인버터 연결 회로를 구성하고 운전한다.
3. 독립형 인버터의 특성을 이해하고 설명한다.
4. 독립형 인버터의 효율을 계산할 수 있다.
5. 부하 용량 변화에 따른 인버터 효율을 계산한다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	인버터 동작 특성 실험 준비	20					
		배터리 방전전압,전류 측정	20					
		인버터 출력 전압,전류 측정	20					
		인버터 효율 계산	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10					
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	13. 계통연계 인버터 시스템 구성 실습	소요시간
		8
목 표	① 계통연계 인버터의 시스템을 이해 할 수 있다. ② 계통연계 인버터시스템을 결선을 할 수 있다. ③ 계통연계 인버터 동작 특성을 이해 할 수 있다.	

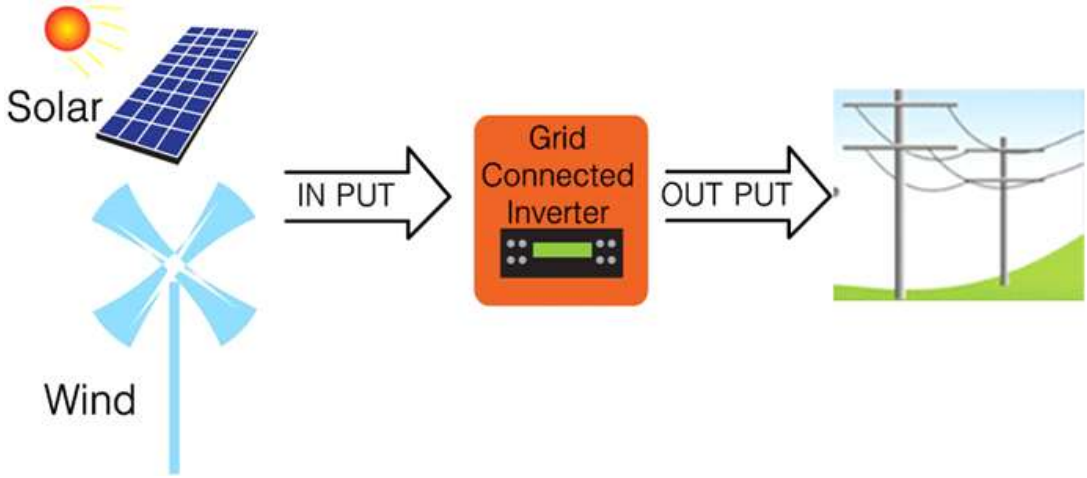
사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도

1. 회로도 구성
   (1) 태양광 모듈을 직렬 연결 또는 병렬 연결 하여 접속반에 연결한다.
   (2) 접속반에서 계통연계 인버터에 연결한다.

2. 실험 방법
   (1) 제어판 각 포트에 회로 구성 순서대로 바나나잭을 연결한다.
   (2) 계통연계 인버터의 표시판에 전원이 들어오는지 확인하고 계통연계가 되면 유도형 전력량계의 방향이 역방향으로 회전한다.

3. 계통연계형 인버터 시스템(Grid connected inverter system)



(1) 계통연계형인버터 시스템이란? 계통연계형인버터 시스템은 상용의 전력 계통과 연계하여 부하에 전력을 공급하고 남은 전력을 계통에 공급하는 시스템이다.

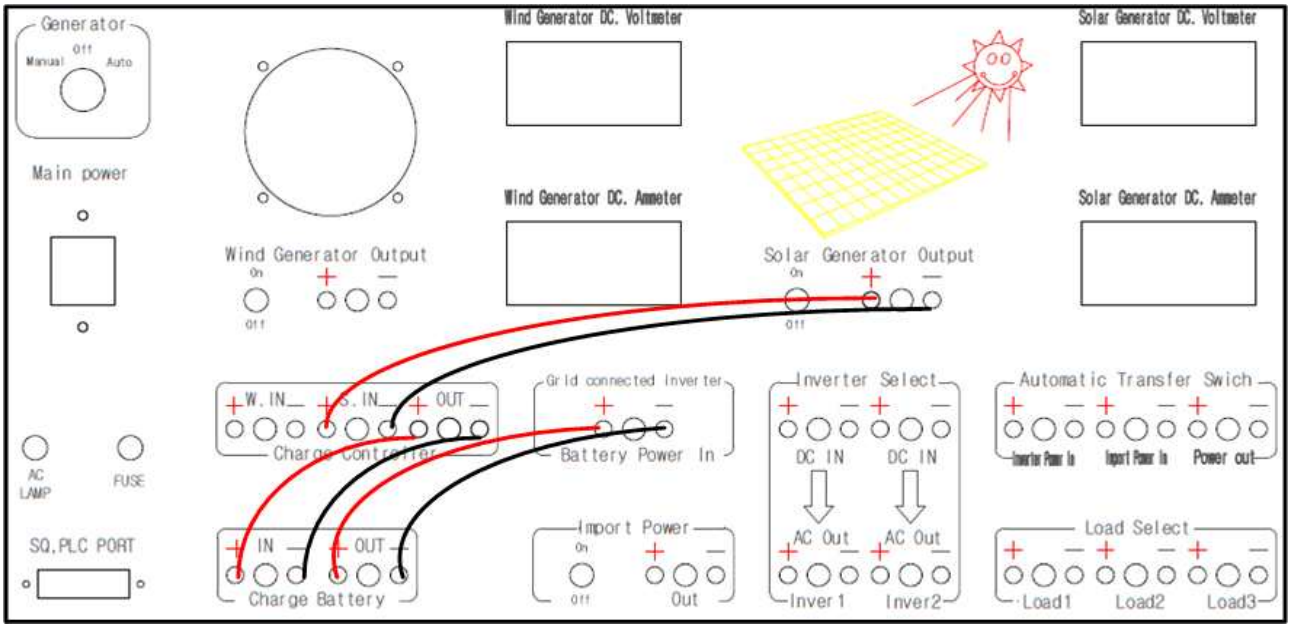
(2) 계통연계형인버터의 하드웨어 구성은 태양전지로부터 직류전원을 안전하게 공급받도록 구성된 입력 부, 직류전압을 교류전압으로 변환하는 전력변환 부, 전열 및 전압의 크기를 변환하는 변압기, 계통 선에 안전하게 전력을 공급하는 계통연계 부, 각 부분을 제어하기 위한 주제어기판, 각종 신호를 감지하고 보호 동작을 위한 접점 출력을 발생하는 센서 및 릴레이 기판, 시스템에 필요한 직류 전원을 공급하기 위한 보조전원 및 각종 표시 및 설정/제어를 위한 디스플레이 및 키패드부 등으로 구성된다.

(3) 계통연계형인버터 시스템은 독립형 인버터와는 약간 다르게 배터리를 사용하지 않고 계통연계형 인버터를 장착하여 부하에 쓰고 남은 전력을 바로 계통에 공급하는 시스템으로 되어있기 때문에 배터리 비용을 절감할 수 있어 유지 보수비용이 좀 더 저렴하다.

4. 계통연계형인버터 설치시 주의사항

(1) 습기나 먼지가 없고 직사광선이나 고온 발열부로 부터 멀리 떨어진 곳에 설치를 한다.
(2) 옥내 설치시 인버터 상부 및 하부에 최소 20 ㎝ 이상의 공간을 확보하여 한다.
(3) 옥외 설치시 지면으로부터 최소 1m 이상 공간을 확보하여 한다.
(4) 설치 작업은 반드시 전문 기술자가 직접 하여야 한다.
(5) 인버터는 3 종 (200V 급) 접지 공사를 한다.
(6) 제품 가까이 타 가전제품을 사용하면 가전기기의 이상이나 잡음이 발생할 수 있다.
(7) 설치나 수리 시 PCB 를 떼어낼 경우 떼어내는 즉시 도전체 위에 올려 놓으십시오. 정전기에 의한 제품 파손의 원인이 된다
(8) 인버터를 설치 하기 전에, 태양전지 전원(DC) 차단기를 설치하여 태양전지 전원이 OFF 된 상태에서 인버터를 설치하고, 설치한 후 태양전지 전원을 ON 시킨 후에 운전하여야 한다.

5. 결선도



· 요구사항

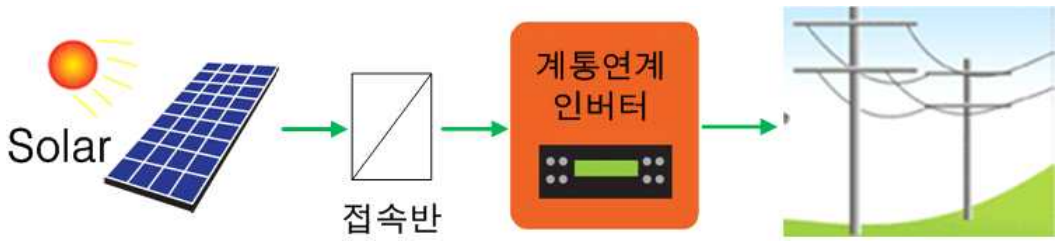
1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 계통연계형 인버터 연결 회로를 구성하고 운전한다.
3. 계통연계형 인버터의 특성을 이해하고 설명한다.
4. 계통연계형 인버터의 효율을 계산할 수 있다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	인버터 동작 특성 실험 준비	20					
		배터리 방전전압,전류 측정	20					
		인버터 출력 전압,전류 측정	20					
		인버터 효율 계산	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10					
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	14. 계통연계 인버터 효율 실험	소요시간
		8
목 표	① 계통연계 인버터의 원리를 이해 할 수 있다. ② 계통연계 인버터시스템을 결선을 할 수 있다. ③ 계통연계 인버터 동작 특성을 이해하고 효율을 계산 할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



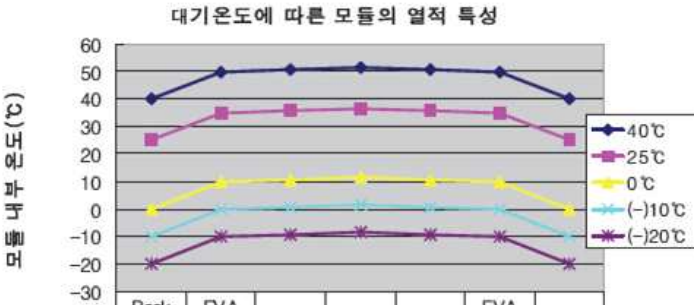
1. 회로도 구성
   (1) 태양광 모듈을 직렬 연결 또는 병렬 연결 하여 접속반에 연결한다.
   (2) 접속반에서 계통연계 인버터에 연결한다.

2. 실험 방법
   (1) 제어판 각 포트에 회로 구성 순서대로 바나나짝을 연결한다.
   (2) 계통연계 인버터의 표시판에 전원이 들어오는지 확인하고 약 300초 후에 계통연계가 되어 발전을 하면 발전되는 전압, 전류값을 측정하고 전력값을 계산한다.

3. 태양광 설계 요구사항

(1) 수광 장애의 유무 : 산그늘, 나무그늘, 건물그늘 등 태양전지 모듈에 그늘이 발생하게 되면 발전전력량 감소 유발
(2) 염해, 공해의 유무 : 이종금속 접촉부식에 대한 대책 필요.
(3) 겨울철 적설량, 빙결, 뇌격에 대한 과거기록 검토 대책 수립
(4) 설치 예정 장소의 자연재해에 대한 심층 분석

4. 계통연계인버터 선정 시 온도계수 고려사항



	Back Sheet	EVA Sheet1	Ribbon1	Si Cell	Ribbon2	EVA Sheet2	Glass
40℃	40	49.799	50.616	51.433	50.616	49.799	40
25℃	25	34.8	35.617	36.433	35.617	34.8	25
0℃	0	9.8007	10.618	11.434	10.618	9.8007	0
(-)10℃	-10	-0.199	0.6179	1.4347	0.6179	-0.199	-10
(-)20℃	-20	-10.2	-9.382	-8.565	-9.382	-10.2	-20

모듈 구조

(1) 대기 온도와 셀 표면 온도 차이 약 10~11℃
(2) 대기 온도 값을 알면 모듈의 전압 값을 예측 할 수 있다.
* 참고자료
- 김종필, 정충환, 장영준, 대기온도에 따른 태양전지 모듈의 열적 특성에 관한 연구 [한국태양에너지학회 논문집 원고]

5. 태양광 모듈의 직렬연결 시 계통 연계형 인버터의 경우 최소 동작 전압 범위, 최대 동작 전압 범위 가 있다. 설계 시에 이를 감안 하여 설계를 하여야 한다.

(1) 태양전지 모듈 온도 특성을 보면 The coefficient of voltage = -0.312±0.015%/℃로 전압 온도 계수가 약 -0.312라는 것을 알 수 있다. 이것은 각각의 모듈에 따라 고유의 온도 계수를 가지고 있는데, 아래의 식에 대입하여 온도 변화에 따라 출력 전압 값을 계산할 수 있다.
* Vmp +{((표면온도)-25℃×전압온도계수} = 출력 전압
(2) 추운 겨울에 대기 온도가 -15℃이하 일 때
1) 모듈 표면온도 약-4 ℃측정
2) 29.3 + {((표면온도)-25 ℃)×전압온도계수} = 출력 전압
가. 9.3V+{((-4)- 25℃)) ×-0.312} = 29.3 + 9.048= 38.348V
나. 해당 모듈 16직렬 연결시 38.348*16 = 613.57 V
다. 정격 전압 29.3V 기준으로 16직렬 연결 설계시에 29.3V*16=468.8V 라 하여 인버터 최대 동작 전압 범위 550V용 계통연계인버터 설치시 겨울에 위와 같이 613.57V 이상 일 경우 인버터가 오버 전압으로 판단하여 발전이 되지 않는 사고가 발생할 수 있으니 주의 하여 설계 하여야 한다.

6. 계통연계인버터 시스템 설계 (주택 3Kw급)

* 설계 조건

(1) 지붕면적 약 40m² (8m*5m)

(2) 지붕경사 35°

(3) 설치지역 계절 온도 범위 -15 ℃~ 40 ℃

(4) 태양광 모듈 230w급, 1642*979*38mm , 전압온도계수(-0.312)

(5) 1단계

1) 면적 적합 여부 판단

가. $\frac{\text{지붕가로길이}8m}{\text{모듈세로길이}1.642m} = 4.87$, 나. $\frac{\text{지붕세로길이}5m}{\text{모듈가로길이}0.979m} = 5.1$

2) 설치 면적에 따른 최대 모듈은 4×5 = 20장

3) 3KW급 설치시 필요 모듈 계수는?

가. $\frac{\text{설치용량}3KW}{\text{모듈용량}230W} = 13$장 이므로 적합 판단.

(6) 2단계

1) 모듈 전기 사양 체크

2) 모듈의 표면 온도에 따른 전압 범위 계산

3) 설치지역 계절 온도 범위 -15 ℃~ 40 ℃

가. 식. 29.3 + {((현재온도)-25 ℃)×전압온도계수}= 출력 전압

나. 최고 온도 전압

- 29.3 + {((-5 ℃)-25 ℃)×-0.312} = 38.66v

다. 최저 온도 전압

- 29.3 + {((50 ℃)-25 ℃)×-0.312} = 21.5v

(7) 3단계

1) 인버터 선정을 위한 모듈의 최대 직렬연결수

2) 필요한 모듈 13장 직렬 연결시.

가. 인버터 최소 동작 전압 > 21.5v*13장 = 279.5V

나. 인버터 최대 동작 전압 < 38.66v*13장 = 502.58V

∴ 계통연계형 인버터 DC 입력 전압 범위 200V 이상 600V 이하 선정하면 적합 판단.

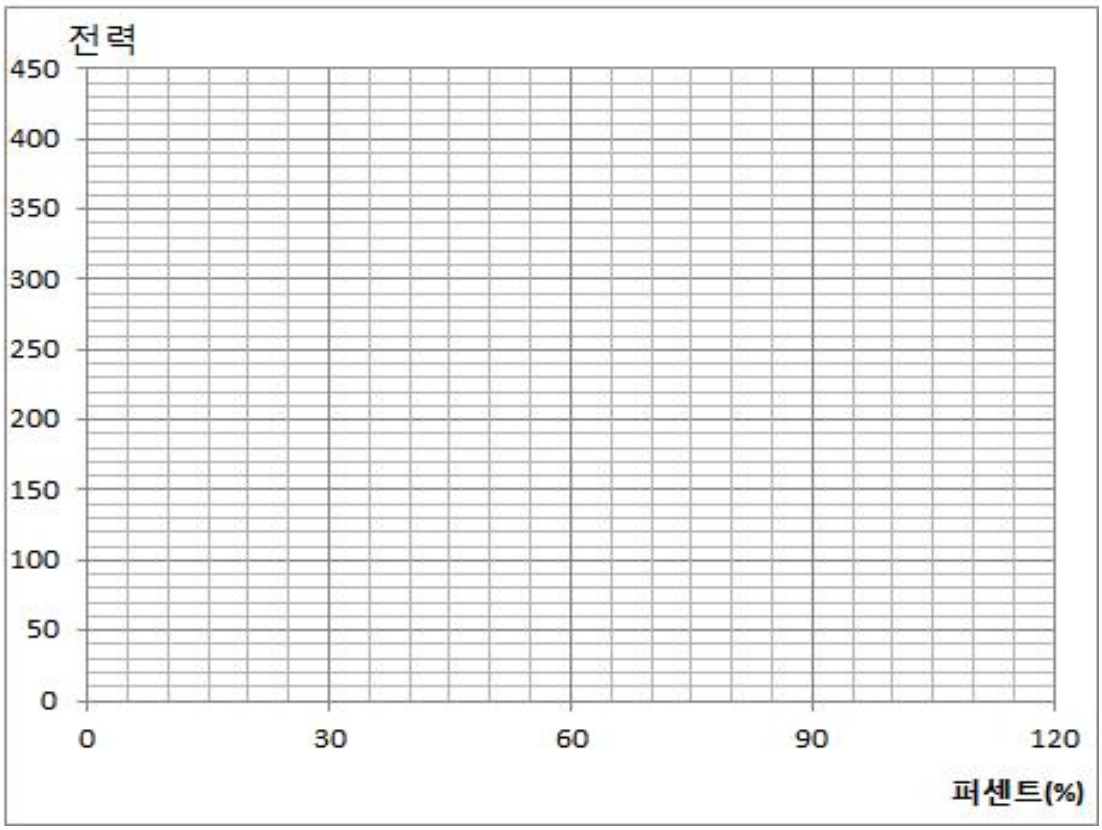
7. 태양광 모듈 연결 또는 DC Supply로 배터리 완전 충전 후 실험

(1) 측정된 배터리 방전 전압DCV , 전류DCI(A) 값과 계통연계형 인버터 출력 전압ACV 전류ACI를 아래 표에 표기하고 각각의 전력P(W)을 계산한다. 또한 인버터의 효율을 계산한다.

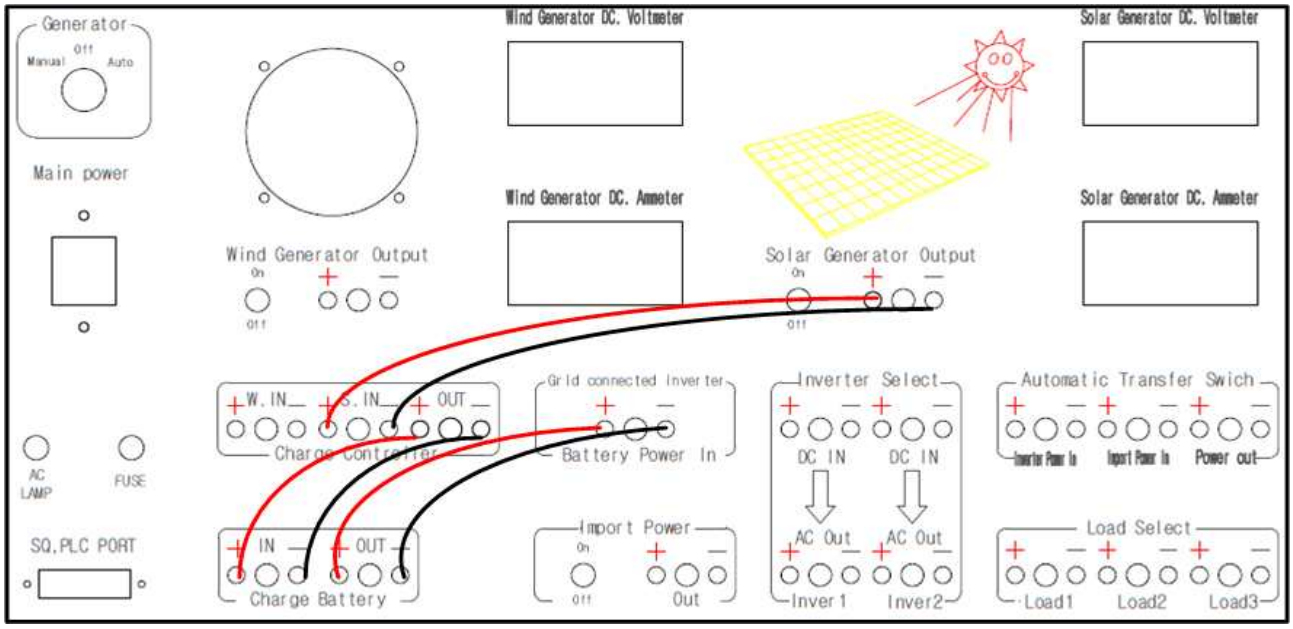
-계산식 인버터효율$(\eta) = \dfrac{DCP(W1)}{ACP(W2)} \times 100\%$

실험 시간	0	30sec	60sec	90sec	120sec
DCV					
DCI					
DCP(W1)					
ACV					
ACI					
ACP(W2)					
인버터효율(η)					

(2) 배터리로부터 방전된 전력과 계통연계형 인버터가 발전을 하게 됐을 때의 전력 값을 계산하고 아래 그래프에 같이 작도 한다.



8. 결선도



· 요구사항

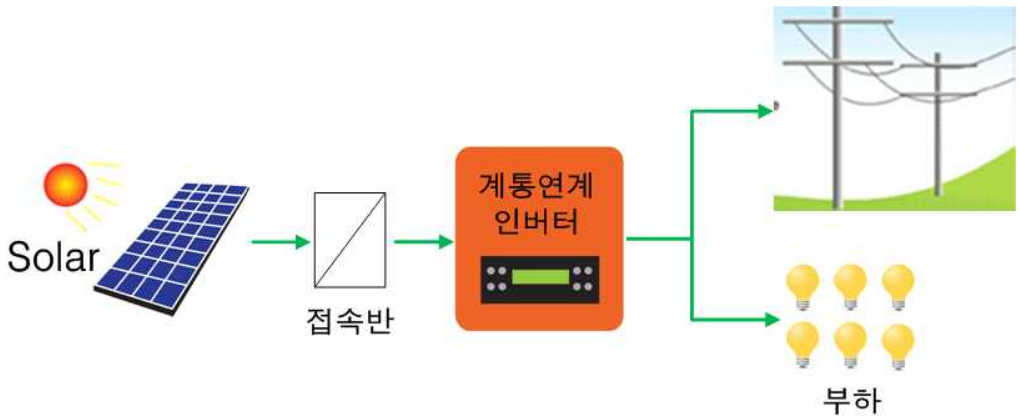
1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 계통연계형 인버터 연결 회로를 구성하고 운전한다.
3. 계통연계형 인버터의 특성을 이해하고 설명한다.
4. 계통연계형 인버터의 효율을 계산할 수 있다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고			
	작품평가 (70점)	인버터 동작 특성 실험 준비	20					
		배터리 방전전압,전류 측정	20					
		인버터 출력 전압,전류 측정	20					
		인버터 효율 계산	20					
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10					
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10					
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			작품평가	작업평가	시간평가	총점

작업과제명	15. 계통연계 인버터 부하 동작 실험	소요시간
		8
목 표	① 계통연계 인버터의 원리를 이해 할 수 있다. ② 계통연계 인버터시스템을 결선을 할 수 있다. ③ 계통연계 인버터의 계통의 연계 전·후의 동작 특성을 이해 할 수 있다.	

사 용 장 비	공구 및 재료명	규 격	수량
· 하이브리드 전력 변환 실험장치 (KTE-HB520)	· 드라이버 · 니퍼 · 와이어스트리퍼 · 후크메타기	· #2× 6× 175㎜ · 150㎜ · 0.5~6㎟ · 300A 600V	1 1 1 조별1

실 험 회 로 도



1. 회로도 구성
   (1) 태양광 모듈을 직렬 연결 또는 병렬 연결 하여 접속반에 연결한다.
   (2) 접속반에서 계통연계 인버터에 연결한다.
   (3) 부하를 연결 한다.

2. 실험 방법
   (1) 제어판 각 포트에 회로 구성 순서대로 바나나짝을 연결한다.
   (2) 계통연계 인버터의 표시판에 전원이 들어오는지 확인하고 약 300초 후에 계통연계가 되어 발전을 하면 발전되는 전압, 전류값을 측정하고 전력값을 계산한다.
   (3) 무부하시 또는 부하가 있을 시의 상태를 측정한다.

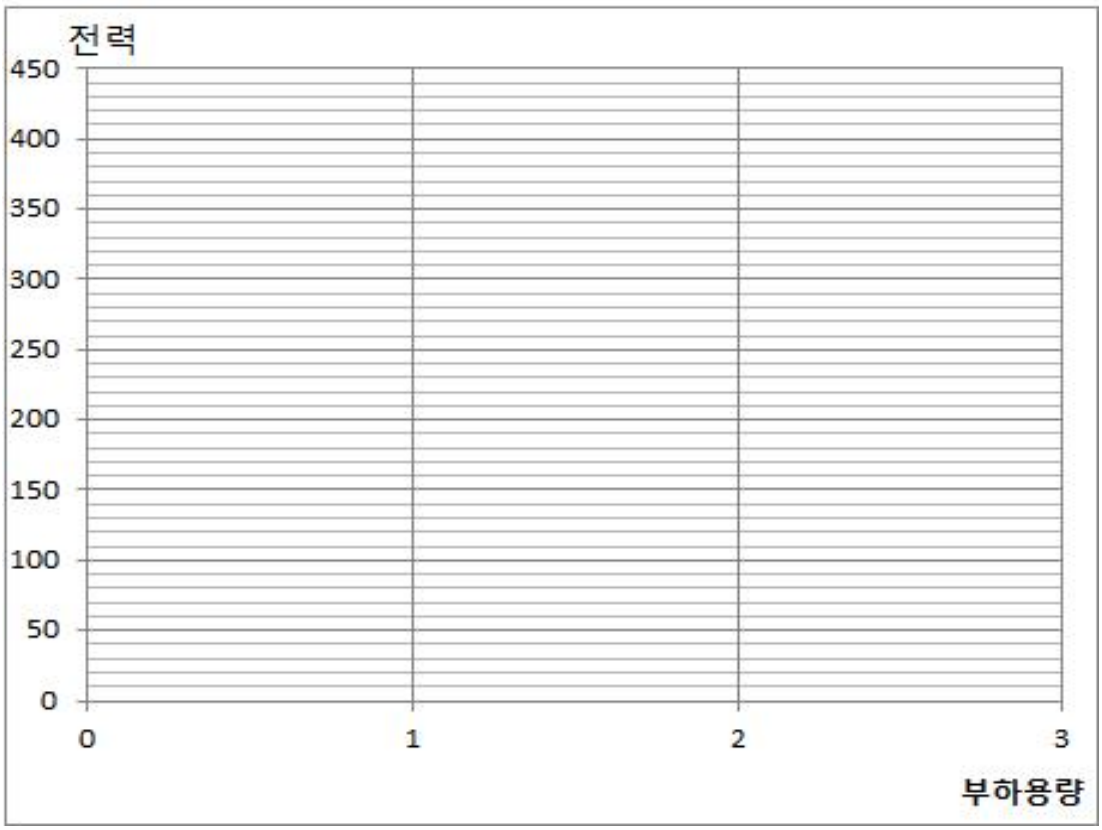
3. 태양광 모듈 연결 또는 DC Supply로 배터리 완전 충전 후 실험

(1) 계통연계인버터 동작 전 부하 용량에 변화를 주면서 각각 계통연계 인버터 측과 부하측, 계통측의 전압, 전류 값을 측정하고 전력 값을 계산하여 그 값을 아래 표에 기입한다.

부하 용량	0	1부하	2부하	3부하
인버터측V				
인버터측I(A)				
발전전력P(W)				
부하측 V				
부하측 I(A)				
부하측전력P(W)				
계통측 V				
계통측 I(A)				
계통측전력P(W)				

(2) 위 표에 기입한 인버터측 출력 전압, 부하측 전압, 계통측 전압을 각각 아래 그래프에 작도 한다.

(3) 위 표에 기입한 인버터측 출력 전력, 부하측 전력, 계통측 전력을 각각 아래 그래프에 작도 한다.

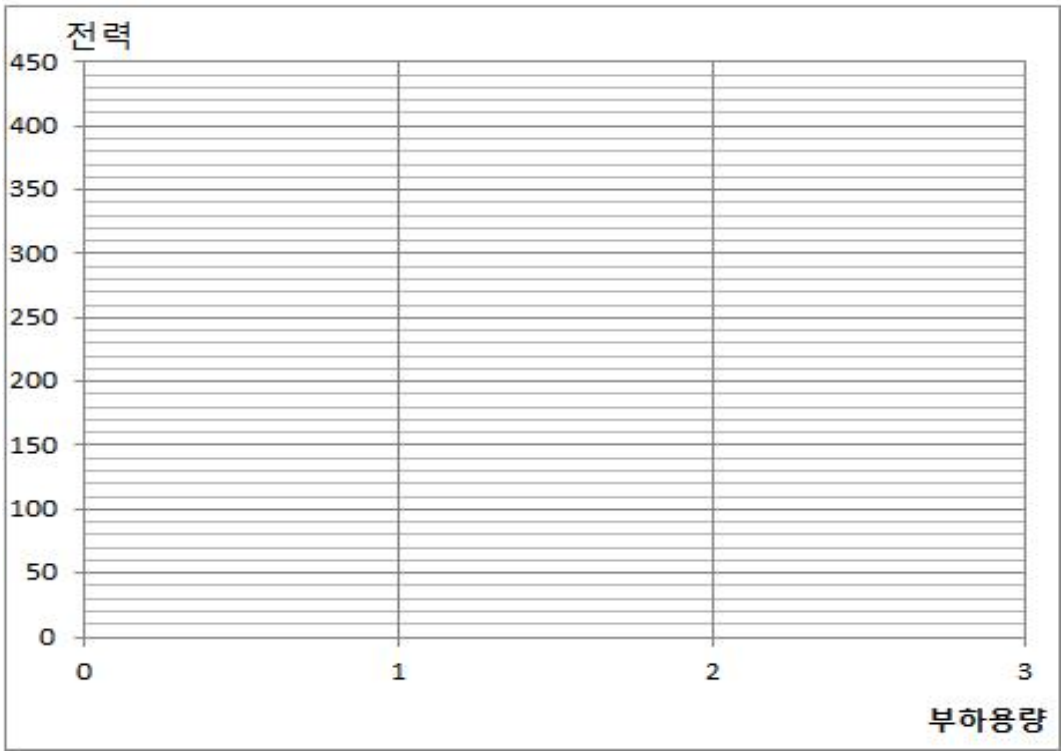


(4) 계통연계인버터를 동작 시킨 후 부하 용량에 변화를 주면서 각각 계통연계 인버터 측과 부하측, 계통측의 전압, 전류 값을 측정하고 전력 값을 계산하여 그 값을 아래 표에 기입한다.

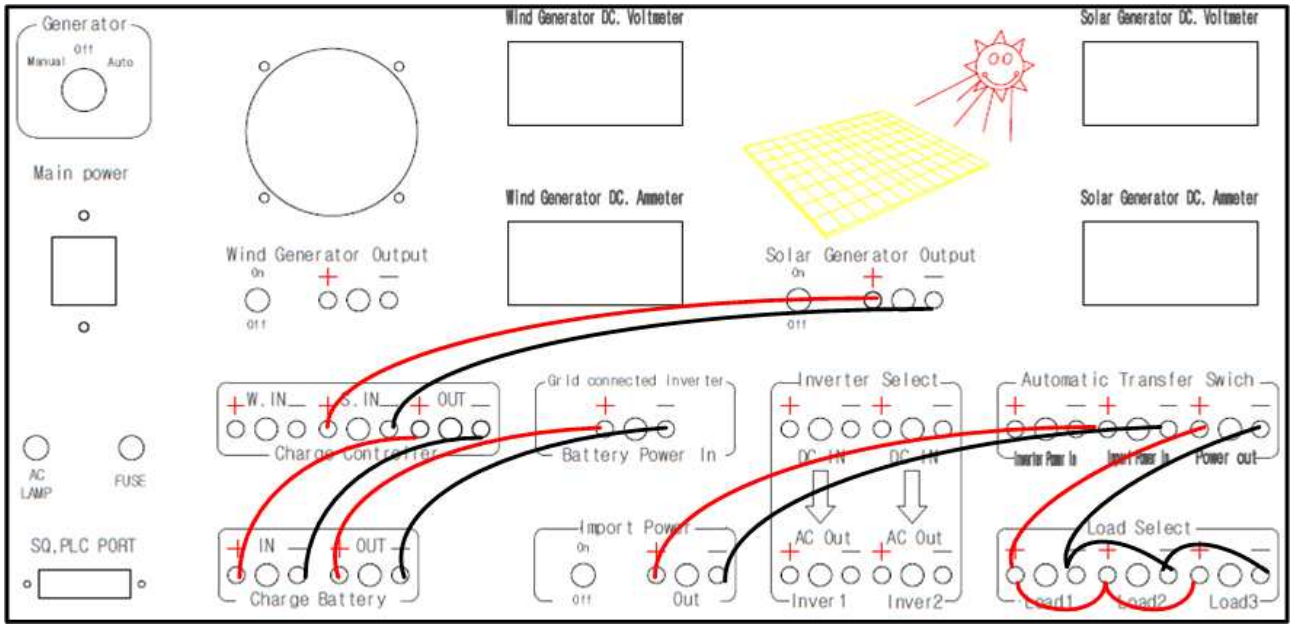
부하 용량	0	1부하	2부하	3부하
인버터측V				
인버터측I(A)				
발전전력P(W)				
부하측 V				
부하측 I(A)				
부하측전력P(W)				
계통측 V				
계통측 I(A)				
계통측전력P(W)				

(5) 위 표에 기입한 인버터측 출력 전압, 부하측 전압, 계통측 전압을 각각 아래 그래프에 작도 한다.

(6) 위 표에 기입한 인버터측 출력 전력, 부하측 전력, 계통측 전력을 각각 아래 그래프에 작도 한다.



4. 결선도



· 요구사항

1. 실험장비, 공구를 준비·점검한다.
2. 실험장비, 공구를 사용하여 계통연계형 인버터 연결 회로를 구성하고 운전한다.
3. 계통연계형 인버터가 계통에 연계되지 않을 때 특성을 설명한다.
4. 계통연계형 인버터가 계통에 연계 되었을 때 특성을 설명한다.
5. 계통연계형 인버터가 계통에 연계후에 부하의 용량변화에 따른 계통측 변화를 설명한다.

평가기준	평 가 항 목		배점	득점	비 고
	작품평가 (70점)	인버터 동작 특성 실험 준비	20		
		인버터 출력 전압,전류 측정	20		
		부하측 소비 전압,전류 측정	20		
		계통측 전압, 전류 측정	20		
	작업평가 (10점)	작업 태도 및 안전	10		
		재료 공구 사용 및 정리·정돈	10		
	시간평가 (20점)	· 소요시간 ( )분 초과마다 ( )점 감점			

작품평가	작업평가	시간평가	총점

6. 장비 사용 시 주의사항

(1) 전원 공급

1) 본 실험장비는 메인전원이 단상 AC220V를 사용합니다.

2) 장비 동작 순서는 파워 코드가 꼽혀 있다는 전제 하에서 N.F.B를 켜시고 회로도를 보고 바나나 잭으로 배선을 마친 후, 태양광 발전부의 DC 토글스위치를 On 하십시오.

3) 바나나 잭을 사용하여 장비 구동시 전원 공급은 DC24V를 사용하기 때문에 안전하지만 사용전력이 DC이니 +, - 단자의 혼합사용에 주의 바랍니다.

4) 또한 장비의 베이스 및 제어판 등이 모두 알루미늄 재질로 되어 빨간색의 +단자 연결 시 알루미늄 베이스에 닿지 않도록 주의 바랍니다.

(2) 전반적인 사항

1) 본 장비 사용을 위해서 반드시 매뉴얼 또는 사용법을 숙지하신 후 사용하시기 바랍니다.

2) 장비의 해체 또는 변형 사용으로 인한 고장 발생 시에는 무상 A/S기간 내의 장비라 하더라도 수리비가 청구 될 수 있습니다.

3) 장비 사용에 있어 고장이나 이용 방법 문의에 대해서는 당사로 연락 주시면 친절히 상담해 드리겠습니다.

- 감사합니다 -

TEL : +81-31-749-5373 | FAX : +81-31-749-5376 | kteng@kteng.com | http://www.kteng.com
본 사 : (464-895) 경기도 광주시 오포읍 신현리 679-7번지
사업장 : (464-895) 경기도 광주시 오포읍 신현리 133-1번지