

# REPORT

## 4주차 결과보고서

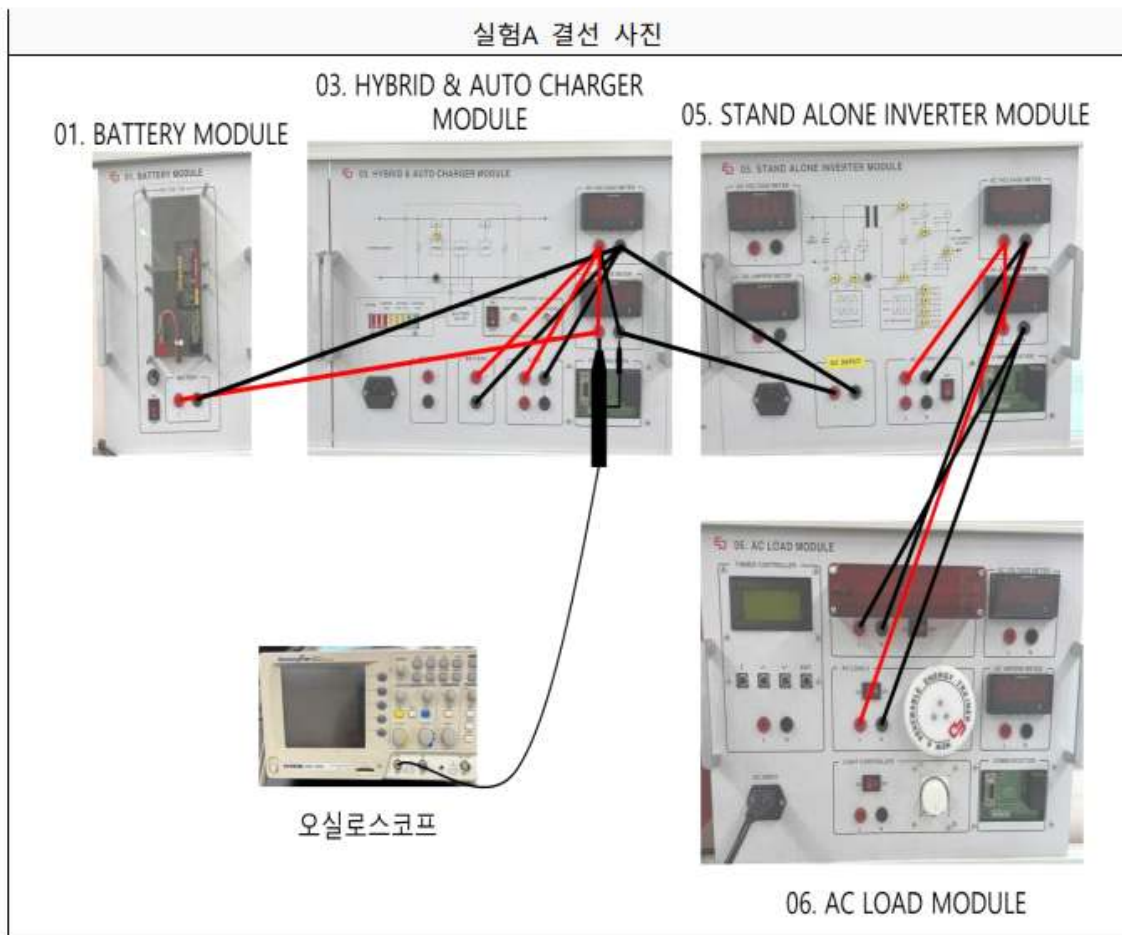


과목명	신재생에너지실험
담당교수	이순명 교수님
학과	융합전자공학과
학년	4학년
학번	201910906
이름	이학민
제출일	2024.09.27.

### 실험 03 태양광에너지

태양전지 독립형 DC/AC 인버터 실험	
실험 목표	- 인버터에 의한 전력변환 과정 및 특성을 이해한다.
준비물	배터리, Hybrid & Auto Charger Module, Stand-alone Inverter Module AC LOAD, 오실로스코프
실험 과정	<p>실험 A. 인버터 전과 후의 전압 및 전류를 측정을 통한 인버터 특성 이해</p> <p>① HYBRID &amp; AUTO CHARGER MODULE 의 BATTERY 단자와 BATTERY MODULE 의 BATTERY 단자를 다음과 같이 연결한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 03.Module battery (+) – 03.전압계 (+)</li> <li>• 03.Module battery (-) – 03.전압계 (-)</li> <li>• 01.Module Battery (+) – 03.전류계 (+)</li> <li>• 03.전류계 (-) – 03.전압계 (+)</li> <li>• 01.Module Battery (-) – 03.전압계 (-)</li> </ul> <p>② HYBRID &amp; AUTO CHARGER MODULE 의 LOAD 단자 와 STANDARD ALONE INVERTER MODULE 의 DC 단자를 다음과 같이 연결한다</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 03.Module load (+) – 03.전압계 (+)</li> <li>• 03.Module load (-) – 03.전압계 (-)</li> <li>• 03.전압계 (+) – 03.전류계 (+)</li> <li>• 03.전류계 (-) – 05.Module DC 단자(+)</li> <li>• 03.전압계 (-) – 05.Module DC 단자(-)</li> </ul> <p>③ STANDARD ALONE INVERTER MODULE 의 AC 단자와 AC LOAD MODULE AC LOAD 단자를 다음과 같이 연결한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 05.Module AC 단자(L) – 05.전압계(L)</li> <li>• 05.Module AC 단자(N) – 05.전압계(N)</li> <li>• 05.전압계(L) – 05.전류계(L)</li> <li>• 05.전류계(N) – 06. Module AC LOAD1(L)</li> <li>• 05.전압계(N) – 06. Module AC LOAD1(N)</li> <li>• 05.전압계(N) – 06. Module AC LOAD2(L)</li> <li>• 05.전류계(N) – 06. Module AC LOAD2(N)</li> </ul> <p>※ 실험 A. 결선 사진 참고</p> <p>④ Battery Module 의 스위치를 ON 한다.</p> <p>⑤ Hybrid &amp; Auto charger module 의 스위치를 ON 한다.</p> <p>⑥ STAND ALONE INVERTER MODULE 의 스위치를 ON 한다.</p> <p>⑦ AC LOAD1, 2 의 스위치를 OFF 한다.</p> <p>⑧ AC LOAD1 의 스위치를 ON 한다. AC LOAD2 의 스위치를 OFF 한다.</p> <p>⑨ AC LOAD2 의 스위치를 ON 한다. AC LOAD1 의 스위치를 OFF 한다.</p> <p>⑩ AC LOAD1, 2 의 스위치를 ON 한다.</p> <p>(스위치를 켜고 끌 때 반드시 위의 순서를 지켜야 한다.)</p>

	⑪ ⑦, ⑧, ⑨, ⑩ 과정을 진행하면서, 다음 값을 표 [3-1]에 기록한다. <ul style="list-style-type: none"> <li>• 인버터 통과 전 DC 전압, 전류</li> <li>• 인버터 통과 후 AC 전압, 전류</li> </ul>
	실험 B. 오실로스코프를 이용한 인버팅(Inverting) 전과 후의 전압 파형 관찰
	① 오실로스코프를 이용하여 인버터 전과 후의 전압 파형을 촬영 및 기록한다. ② 그 후, 각 과정에서의 파형 및 데이터를 촬영 및 기록하고, 비교한다.



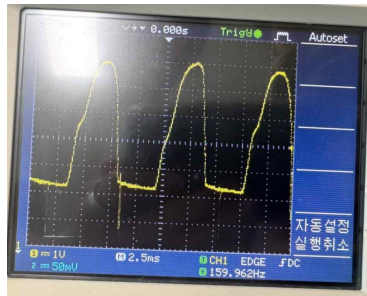
[표 3-1] 전압, 전류 측정 기록표

항목		AC Load 1,2 OFF	AC Load 1 ON	AC Load 2 ON	AC Load 1,2 ON
인버팅 전	연결 DC 전압	13.3	12.3	13.1	12.2
	연결 DC 전류	-0.193	0.156	-0.125	0.197
인버팅 후	연결 AC 전압	255.0	158.2	220.9	149.8
	연결 AC 전류	0.0	0.035	0.0	0.037

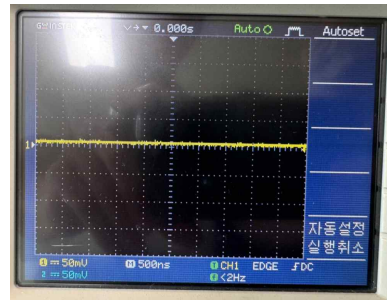
## 실험결과 분석 및 시사점 작성

※ 인버팅 전과 후의 전압 및 전류의 변화를 필수로 포함하여 서술하고, 그 파형이 이상적으로 출력되지 않았다면 그 이유를 서술하시오.

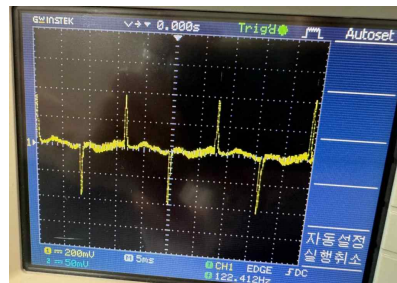
### 1. AC Load 1,2 OFF



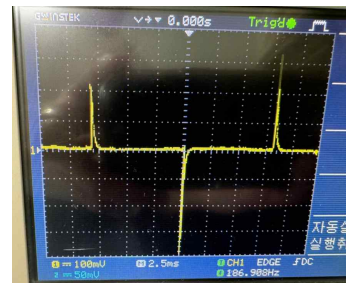
DC 전압 파형



DC 전류 파형



AC 전압 파형



AC 전류 파형

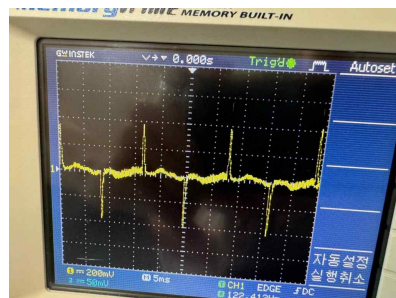
### 2. AC Load 1 ON



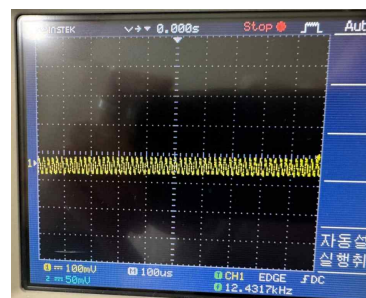
DC 전압 파형



DC 전류 파형



AC 전압 파형



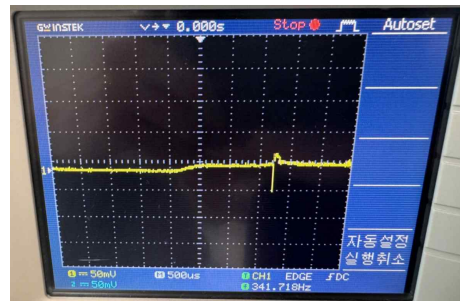
AC 전류 파형



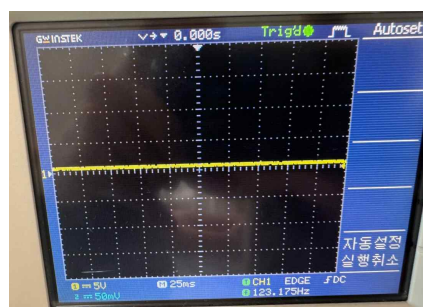
### 3. AC Load 2 ON



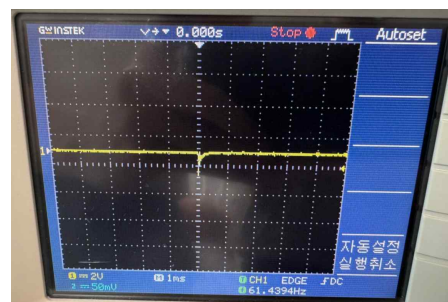
DC 전압 파형



DC 전류 파형

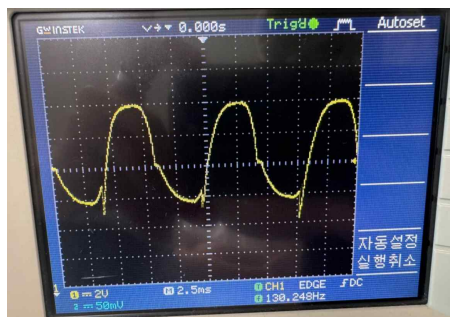


AC 전압 파형

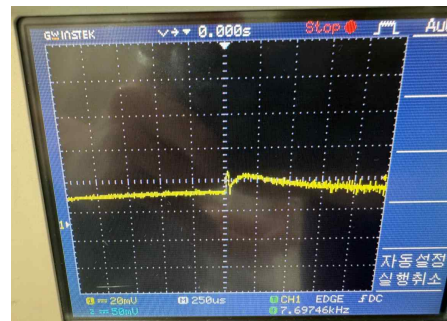


AC 전류 파형

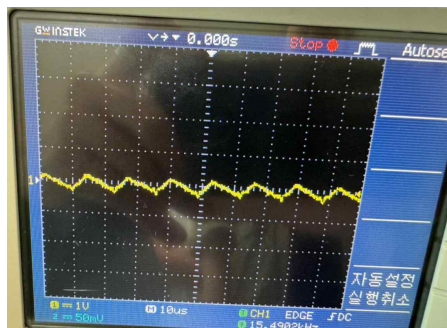
### 4. AC Load 1,2 ON



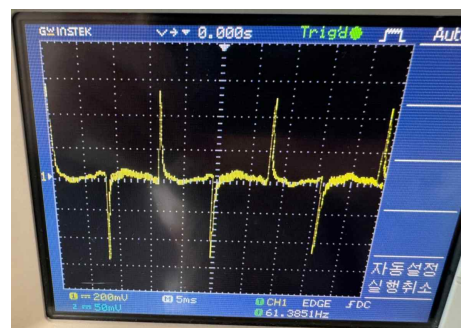
DC 전압 파형



DC 전류 파형



AC 전압 파형



AC 전류 파형

## <실험 결과 분석>

### 1. 인버팅 전 전압 및 전류의 변화

- 1) DC 전압 : AC Load가 추가됨(부하가 증가함)에 따라 DC 전압이 13.3V에서 12.2V로 소폭 감소하는 현상이 나타났다.
- 2) DC 전류 : AC Load가 추가됨(부하가 증가함)에 따라 전류가 더 많이 요구되어 DC 전류의 값이 크게 측정되었다.

### 2. 인버팅 후 전압 및 전류의 변화

- 1) AC 전압 : AC Load 1,2가 OFF일 때는 255.0V로 가장 높았으며, AC Load 1,2가 ON일 때는 149.8V로 가장 낮았다. 이는 부하에 따라 AC 전압이 감소하는 경향을 보여준다.
- 2) AC 전류 : AC Load가 추가됨(부하가 증가함)에 따라 최대 0.037A까지 전류가 증가하였다.

### 3. 인버팅 전 후 비교

- 1) 전압 : DC 전압에서 AC 전압으로 변환되면서 전압이 크게 증가하였는데, 이는 인버터가 DC를 AC로 변환하는 과정에서 전압을 증폭시킨 결과이다.
- 2) 전류 : DC전류에서 AC 전류로 변환되었을 때, 전류의 변화는 크지 않았다.

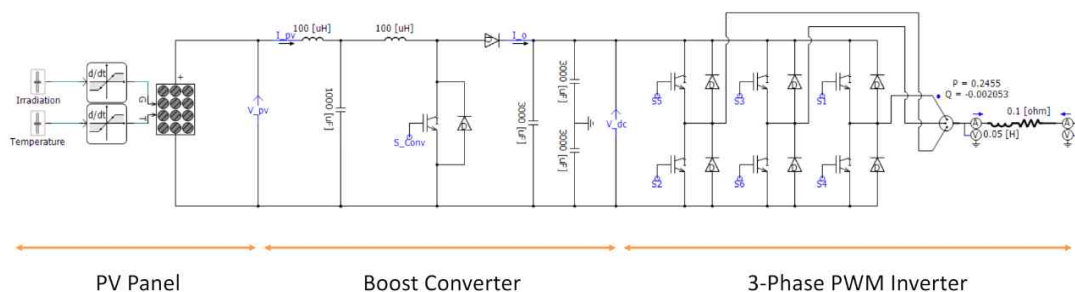
### 4. 이상적인 파형이 출력되지 않은 이유

1. 부하 특성 : 부하가 연결된 상태에서 전압이 불안정하게 변동하는 경우는, 부하의 특성(유도성, 용량성 부하)에 따라 파형이 왜곡될 수 있다. 특히, 비선형 부하의 경우 고조파 왜곡이 발생할 수 있다.
2. 인버터의 성능 : 인버터가 DC를 AC로 변환하는 과정에서 파형 왜곡이 발생할 수 있다. 간단한 인터넷 조사 결과, 품질이 낮은 저가형 인버터는 출력 파형이 사인파 대신 구형파나 변형된 파형으로 출력되는 경우가 있음을 알았다. 이러한 변형 파형은 이상적인 AC 파형을 생성하지 못해 전압과 전류 측정값이 기대치와 다를 수 있다고 판단된다.

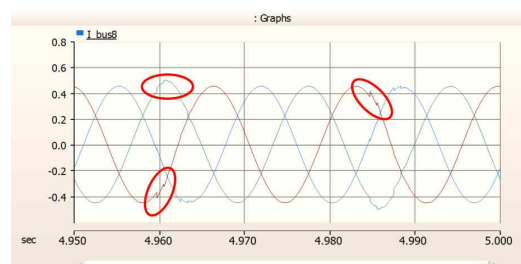
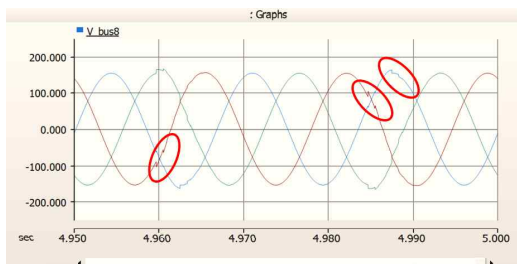
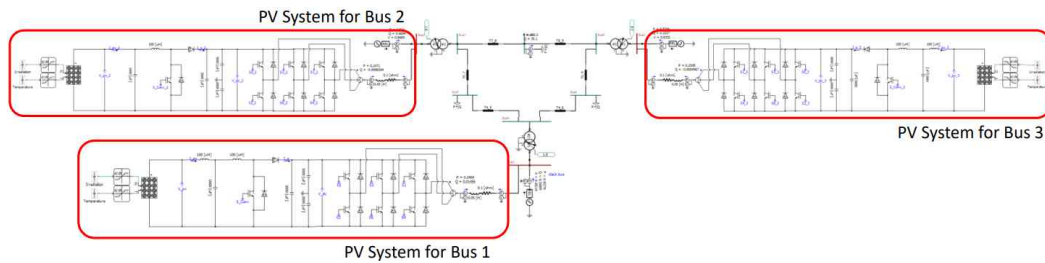
## <시사점>

이번 실험을 통해 인버팅 과정과 부하가 전압과 전류에 미치는 영향을 관찰하였다. 부하가 증가함에 따라 전압이 감소하고, 전류가 증가하는 일반적인 경향을 확인하였다. 또한 인버터의 성능에 따라 DC-AC 변환 후의 파형이 이상적으로 출력되지 않을 수 있다는 점을 파악할 수 있었다.

태양광 발전으로 생산된 전력을 사용하기 위하여 DC를 AC로 변환하는 인버팅 과정이 필요한데, PWM 방식으로 동작하는 인버터에 의해 고조파가 발생한다.

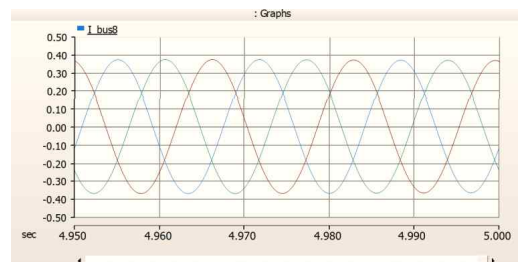
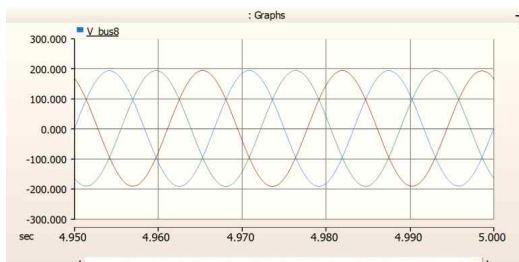


앞서 설계된 PV System이 IEEE 9-Bus System에 연계된 모습과 연계 이후 전압 및 전류의 FFT 수행 및 고조파 분석 결과는 다음과 같다.



위의 그림에서 관측되는 파형 왜곡은 전력 품질을 떨어뜨리고 컴퓨터(디스플레이 등)와 같은 고조파에 민감한 장치의 동작 환경에 따라 개선해야 할 필요가 있다.

“계통연계형 인버터의 고조파 저감을 위한 LCL Filter 산정 방법론 연구, 상명대학교” 논문에 따르면 LCL 필터 설계를 통해 인버터의 파형 왜곡을 개선할 수 있고, 아래의 그림에서 LCL 필터 추가 후 고조파 분석 결과 파형 왜곡이 현저히 줄어들었음을 확인할 수 있다.



출처 : 2023-2학기 전력변환디바이스 프로젝트 설계 中 (이학민, 박태현)

지금까지 살펴보았듯이, 인버터의 DC-AC 전력 변환 과정이 요구되는 경우 고조파로 인해 발생하는 여러 가지 문제점을 해결하기 위하여 많은 연구가 활발하게 진행되고 있다.