

저전압에서도 충전 가능한 신재생에너지용 충방전조절기 개발기술 연구

강철세* · 김지영** · 박승연***

*(주)아이플러스원 대표이사, **한국해양대학교 대학원(석사과정), ***㈜아이플러스 연구원

요 약 : 세계적으로 해양자원의 개발, 해양과학자료 조사 등 다양한 목적으로 해양구조물은 증가되고 있다. 해양구조물의 안전과 선박의 충돌을 방지하기 위하여 IALA, IMO 등 국제기구에서는 해양구조물에 등부표, 등대, 전기표, 레이콘 등 해양안전유도장비의 설치를 권고하고 있다. 해양안전유도 장비의 설치 목적을 달성하기 위하여는 안정된 전기 에너지의 공급이 필요하다. 고립된 해상에서의 전력을 공급하기 위하여는 태양광, 풍력 등 신재생에너지를 사용하여 전력을 생산할 때, 그간 에너지원으로 사용하지 않던 일정 전압 이하의 에너지를 최대한 충전 가능전압으로 흡입하는 에너지 수확(Energy Harvest)형 충방전조절기 개발 기술을 연구하였다.

핵심용어 : 해양구조물표지, 신재생에너지, 충방전조절기, 에너지 수확, 해양안전유도장비

1 | 서론

연구 내용
저 전압에서도 충전 가능한 신재생에너지용 충방전조절기 개발기술 연구

연구 배경

- 세계적으로 해양플랜트 시설의 증가로 항행 장애물로 역할을 하게 됨에 따라 해양사고 우려
- IMO와 IALA에서는 해양플랜트 시설을 설치하는 경우 해양안전유도장비를 의무적으로 설치 운용하게하여 운항중인 선박과의 충돌 사고를 미연에 방지하도록 국제기준으로 권고
- 해양안전유도장비는 등명기, AIS, Fog Signal, Racon, Fog Detector, Buoy 등이 있으며, 이러한 장비는 태양광, 풍력, 파력 등 신재생에너지를 동력원으로 사용
- 신재생에너지는 안정적인 전원을 공급받을 수 있는 전력 제어설비가 가장 기본적으로 필요한 장비로서 IALA 또는 USCG에서 일정 수준 이상의 장비 사용을 요구
- 고립된 해상에서 태양광, 풍력, 파력 등 신재생 에너지를 이용하여 전력을 생성할 때 저 전압에서도 가능한 범위 내에서 전압을 증폭시켜 최대 전력을 생성하여 충전시킬 수 있는 장치 개발 필요

2

2 | 현황 및 문제점



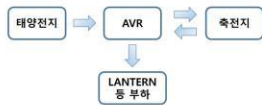
<그림 2> 충방전조절기 설치 장소(해상의 스파부이, 등부표, 등표 등)

4

2 | 현황 및 문제점

현재 우리나라에서의 사용 현황

- 해상의 교통신호등인 항로표지의 태양광 발전장치에 사용
 - 무인등대, 등표, 등부표 등에 설치된 태양전지에서 생성되는 전원을 축전지에 충전하여 등명기, 항로표지용 AIS 및 집약관리시스템 등에 안정적인 전원을 공급하는 전력제어 기기 장치로 사용
 - 충방전조절 장치의 설치 : 현재 항로표지분야만 약 5,000개 정도(2016년 항로표지 통계)



<그림 1> 충방전조절장치 Block Diagram

3

2 | 현황 및 문제점



<그림 3> 현재 사용중인 충방전조절기 종류

5

현재 사용되는 충방전 조절기의 문제점

- 현 사용 기기는 태양전지 개방 전압이 13V 이상에서 충전이 개시되어 흐린 날씨가거나, 일출 후 2시간, 일몰 전 2시간부터는 충전이 되지 않아 에너지의 낭비 등 효율성이 매우 떨어지는 실정
- 또한, 해상의 극한 조건에 설치되어 해수가 빈번한 침입과 높은 파도의 상하 운동에 의한 충격에도 충분히 견디어야 하는데 불구하고, 현재는 미흡한 실정임

* 교신저자 : iplusone119@naver.com
** jinyx1004@gmail.com
*** 기업회원, log4951@gmail.com

3 | 연구 개발 기본 방향

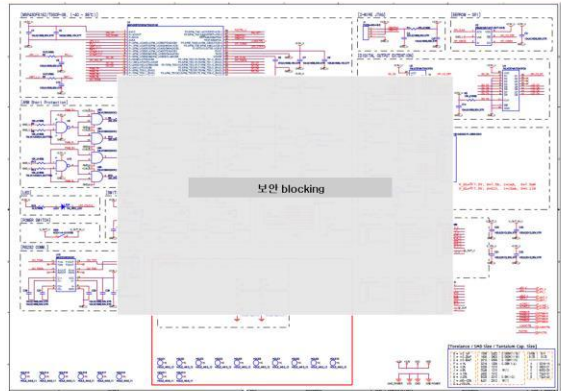
연구 개발 기본 방향

- 태양광에서 생성되는 전원이 5V 이상이면 충전을 할 수 있도록 하여 일출 후 또는 일몰 전의 무충전 공백시간을 최소화하고, 흐린 날씨, 비오는 날씨에도 가능한 최대의 충전시간 확보 기술 개발
- 해상에 직접적인 노출로 인해 파도와 염분의 침입 및 충격에도 견딜 수 있도록 IP67 등급 이상의 방수방진 기능과 등부표의 심한 운동에도 견딜 수 있는 내충격 기능 확보
- 해상의 거친 환경에 설치되는 장비로서 설치가 간단하고, 현장에서 점검 정비와 유지관리를 용이하도록 가벼운 플라스틱 재질의 케이스를 사용할 수 있도록 내부 발생 열을 저감시킬 수 있는 기술 확보
- 기기 동작 상태를 확인하기 위하여 각종 계기표시를 원격으로 PC 또는 Smart Phone으로 확인 가능한 원격 감시기능
- 동대 정비 요원이 만족할 수 있는 현장 맞춤형 구조
- 장시간 사용하여도 고장이 없는 신뢰성 유지

6

5 | 세부 기술 개발

회로 설계(1)



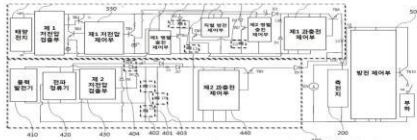
<그림5> Renewable Energy Charge Controller (MCU)

9

4 | 새로운 기술 개발

새로운 기술 개발

- 태양 전지 및 풍력 발전기 등 신재생에너지에서 발생하는 미약한 에너지를 용이하게 수확하기 위한 Ultra Power Automatic Voltage Regulator를 개발
- 태양전지 등 신재생에너지의 전압을 검출하고, 검출된 태양 전지의 전압 크기가 임계치 이하인 경우 태양 전지와 병렬로 연결되는 제1 충전 소자 및 제2 충전 소자를 충전시키고, 제1 충전 소자 및 제2 충전 소자 간의 직렬 연결을 제어함으로써 신재생 에너지의 전압을 증폭시켜 축전지에 충전시킬 수 있도록 함
- 설정된 시간 동안 제1 충전 소자 및 제2 충전 소자가 충전된 이후, 제1 에너지 수확부는, 제1 충전 소자 및 제2 충전 소자를 직렬 연결시킴으로써 직렬 연결된 제1 충전 소자 및 제2 충전 소자와 병렬 연결되는 제3 충전 소자에 태양 전지의 전압을 증폭시켜 충전시키고, 제3 충전 소자에 충전된 전압을 축전지에 충전시킬 수 있도록 하여 신재생 에너지의 에너지 수확 효율을 증대시킬 수 있어, 미약한 에너지에도 전력 생성 가능

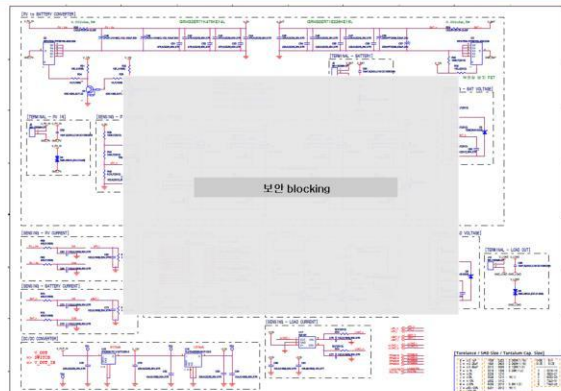


<그림 4> Ultra Power Automatic Voltage Regulator의 Block Diagram

7

5 | 세부 기술개발

회로 설계(2)



<그림6> Renewable Energy Charge Controller (Power)

10

5 | 세부 기술 개발

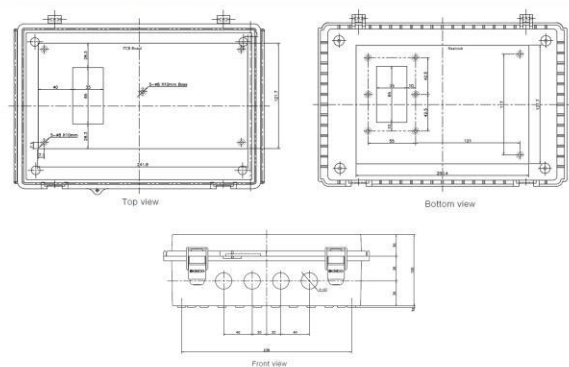
세부 개발 기술

- 충전 및 방전 제한 전류 : 5A/10A/20A/25A/30A 공용 Firmware 설계
- 토폴로지 : Buck - Boost
- 입력전압 : 35Vdc 이하
- 부동 충전 전압 : 13.5Vdc ~ 15.5Vdc
- 충전 개시 전압 : 6Vdc ~ 10.9Vdc
- 최대 동작 전압 : 35Vdc 이하
- 최대 충전 전류(15A의 경우) : 15A(max) - 초과시 15A 전류유지
- 최대 입력 전류 (15A의 경우) : 15A(max) - 초과시 15A 전류유지
- 최대 부하 전류 (15A의 경우) : 15A(max) - 초과시 차단, 10초후 대기후 전력공급
- 무부하 전류 : 20mA 이하. o 상태 표시 : LED(Red), LCD Display(16*4)
- 동작 상태 정보 : RS-232C Port, Bluetooth 모듈 장착(스마트폰 앱 이용 모니터링 가능)
- 방진 방수 시험 (IP67) 과 동작온도(-20° C ~ +70° C) 만족
- 진동 내구성 (IEC-60068-2-6), 충격 내구성(IEC-60068-2-27)을 만족
- 폴리카보네이트 외함으로 가볍고 견고하며, 최저 돌출 방열판으로 설치관리 용이

8

5 | 세부 기술개발

구조 설계(1)



<그림7> Renewable Energy Charge Controller Case

11

5 | 세부 기술개발

구조 설계(2)



<그림8> Renewable Energy Charge Controller

12

7 | 후기

본 연구는 2016년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 에너지 인력양성사업으로 지원받아 수행한 인력양성 성과입니다. (No. 20164030300280)

15

5 | 세부 기술개발

연구 개발 성과 비교

연구 개발 성과 비교

비교 항목	연구개발 성과	기준 A Type	기준 B Type
토폴로지	Buck - Boost	Buck	Buck
입력 전압	35V 이하	35V 이하	35V 이하
부동 중전 전압	DC 13.5V ~ 15.5V(가변)	DC 13.5V ~ 15.5V(가변)	-
중전 개시 전압	6V~10.9V	14.5V	15V 이상
최대 동전전압	35V 이하	35V이하	35V이하
최대 중전전류	15A	15A	15A
최대 중전 전류 제한 기능	o	o	x
최대 입력 전류 제한 기능	o	x	x
부하 전류 제한 기능	o	x	x
상태표시기능	LCD	LCD	LCD
통신기능(유선)	RS-232	RS-232	RS-232
통신기능(무선)	블루투스 (스마트폰 앱사용)	블루투스 (스마트폰 앱사용)	x
무부하 전류	20mA 이하	40mA 이하	40mA 이하

13

8 | 참고 문헌

- [1] Guidelines for **SOLAR PHOTOVOLTAIC SYSTEMS FOR AIDS TO NAVIGATION** (December, 2001), IALA/AISM
- [2] Guidelines on **MAINTENANCE AND OPERATION OF BATTERIES** (December, 2001), IALA/AISM

16

6 | 결론

연구 개발 효과

- 고립된 해양에서 신재생에너지를 사용하는 각종 해양장비의 효율적 전력제어와 최대 전력 생성으로 유지보수 기간의 단축과 경제적 비용의 상당한 절감 효과 기대
- 항로표지(등부표, 등대, 등표 등), 해양플랜트(석유·가스 채굴, 광물 탐사 등), 해양에너지(풍력, 조력, 파력, 태양광발전 등), 해양 기상관측장비, 해양과학자료조사 장비 등
- 육상에서 상업전력 사용이 어려운 지역에서 신재생에너지 사용 장비의 전력확보 도움
가로등, 항공장해등, 교통신호등, 무인 관측장비, 소수력발전, 긴급구조 표시 등
- 신재생 에너지의 전력 저장 분야에서 신 기술의 선제적 개발로 시장 확대 및 수익성 제고
- 해양플랜트의 해양안전유도장비의 기술 고도화로 전량 수입에 의존하던 해양안전장비 기자재의 국산화 가능

향후 추진 계획

- 고 전압, 고전류 용 에너지 수확형 자동 전압 충전기 연구 개발
- 저전압 에너지 수확, 무부하 자체 사용 전력 최소화 등 진보된 기술 연구 노력

14