

해양 환경 적응형 스마트 항로표지 에너지 수집 및 전원 시스템 구성 방안 연구

김영한* · 안현석* · 윤창석* · 조성운* · 성주형*, 김양섭* · † 권기원

*한국전자기술연구원 스마트네트워크연구센터, † 한국전자기술연구원 스마트네트워크연구센터 센터장

요 약 : 최근 항로표지는 기본 업무를 위한 등명기의 구동과 해상 환경 정보 수집 및 데이터 전송 기능들의 확장을 통해 다양한 임무를 수행하기 위한 스마트 장비로써 진화하고 있다. 그래서 항로표지를 운영하기 위한 전력량의 요구가 높아지고 있고, 동작 구동 시간을 확보하기 위해 다양한 해상 에너지를 통해 발전하는 시스템을 고려하고 있다. 하지만 전원 공급 및 교체가 쉽지 않은 해상 환경에서 태양광, 파력 등의 한정적인 에너지원의 활용은 지속적인 스마트 항로표지의 동작에 한계가 존재한다. 그래서 해양 환경 상황에서도 한정된 에너지를 활용하여 에너지 수집을 하고 이를 활용하여 다양한 환경 센싱, 정보 연산, 데이터 처리, 무선 정보 전송 등의 시스템에 안정적으로 전력을 공급할 수 있는 방안이 필요하다. 본 논문에서는 해상 환경 적응 에너지 수집, 백업 전력운영, 항로표지 출력 에너지 제사용, 분산 전력관리 등을 포함한 차세대 스마트 항로표지 전원 시스템 구성 방안에 대해서 제안한다.

핵심용어 : 항로표지, 에너지 수집, 전원 시스템, 해상 환경, 전력관리

1. 서 론

기존의 항로표지 장치는 등명기를 통해 운항 위치 표시, 길 안내 등의 역할만 했으나, 향후 해상 환경 모니터링, 기후 관측 등 다양한 기능을 할 수 있는 복합장치로 진화하고 있다. 또한 해상 환경에서 장치의 고장, 이상 동작, 전원 부족 시 특수한 작업환경으로 인해 작업자의 안전을 담보하고 장치를 수리해야 하고 대처 비용 또한 많이 발생하기 때문에 미리 상황을 대처할 수 있도록 실시간으로 위험 상황 감지를 할 수 있는 시스템에 대한 요구가 증가하고 있다. 그래서 해상 환경 운영관리 상 안전성과 업무기피, 대처를 위한 고비용 문제의 해결을 위해 ICT 기반의 신개념 시설/장치 업그레이드와 항로표지를 통해 수집되는 정보의 통합 및 관리 운영체계 구축 등이 요구가 되고, 최근에 적용 사례가 많아지고 있다[1].

이렇게 ICT 기반의 기술들이 해상 장치에 많이 적용이 되면서 전원부의 용량은 늘어나고 시스템 구성의 복잡성도 증가하고 있다. 또한 해상 환경에서는 직접적인 전원 공급이 어렵고 배터리 교체 시 비용이 많이 지출되기 때문에 태양광 및 파력 발전을 통해 전력을 생성하는 방식을 활용한다[2]. 그 중 실용화 신뢰성이 높은 태양광 발전을 주로 사용하는데, 태양광 발전의 단점은 전력변환 효율이 낮고 야간 및 흐린 날이나 태양 전지 면이 이물질로 가려졌을 시 발전을 할 수 없는 상황이 된다[3]. 또한 야간과 흐린 날이 반복되면, 태양광 발전을 하지 못하고 전력소모만 연속적으로 유지되기 때문에 해상 장치 상태 모니터링에 대한 전력공급이 부족해질 수 있다.

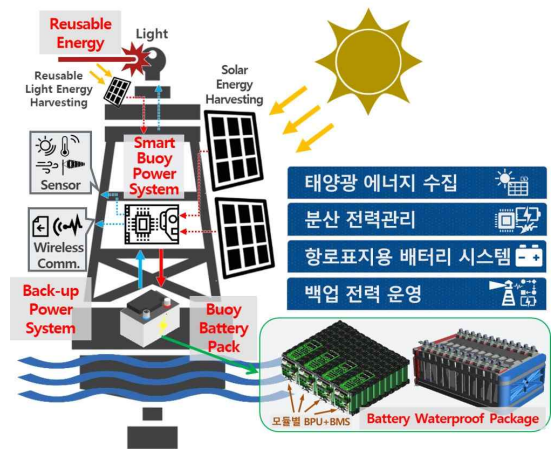


Fig. 1 스마트 항로표지 전원 시스템 구조

수집하고 다양한 ICT 기반 스마트 항로표지 운영을 지속화하기 위한 전력 시스템 운영 방안에 대해서 제안한다.

2. 스마트 항로표지 전원 시스템

제한한 스마트 항로표지 전원 시스템은 해상 환경에 적응하여 에너지를 수집하는 기술과 긴급 상황이나 전력 부족 상황 시에도 주요 기능의 동작을 위한 백업 전력 운영, 그리고 다양한 기능들에 효율적인 전원 공급 및 전력 유지의 신뢰성을 높이기 위한 분산 전력관리로 구성되어 있다.

항로표지는 파고가 불규칙하기 때문에 고정되어 있는 태양광 패널이 받는 태양광 입사각이 계속적으로 변화한다. 또한 새의

† kwonkw@keti.re.kr, 02-6388-6614

* ekmyph@keti.re.kr, 02-6388-6696

배설물이나 바다 이물질에 의해서 패널의 음영 구역이 생길 수도 있다. 그래서 전력 수집 부족이 일시적이지 아닌 장기적인 상황이 될 경우에 항로표지 전원 공급에 문제가 발생할 수 있다. 기존 등명기만을 운영하는 항로표지 보다 많은 전자 장비들에 전원 공급이 필요하기 때문에 배터리 용량 보다 수집되는 에너지가 부족하면 시스템의 운영 뿐만 아니라 배터리의 수명도 줄일 수 있다. 그래서 파고의 상황이 바뀌는 상황에서도 태양광 에너지 수집량을 일정 이상으로 유지하여 배터리를 충전하거나 전력을 공급하고, 태양광 패널에 음영 구역이 생길 시 이를 제거하거나 어느 정도의 음영 상황에서도 스마트 항로표지 시스템에 전원 공급을 충분히 할 수 있도록 하는 기술이 필요하다. 태양광 패널을 자동 세척하는 기술이나 파고 상황에서도 일정한 최적 입사각도를 유지하기 위해 위치 제어 모터를 활용한 물리적인 방법에 제안되고 있다[4][5]. 하지만 인가되는 태양 에너지를 입사 상황에 따라 입력 임피던스를 변화하거나 낮은 입력 전력 상황에서도 전력을 변환하는 기술을 적용함으로써 추가 비용의 물리적인 장치 없이도 해상 환경에 적응하여 에너지 수집 효율을 높일 수 있는 방안이 있다. 또한 바람의 세기, 항로표지의 움직임, 시간별 및 일시별 태양광 세기 등에 대한 데이터를 활용하여 해상 환경 변화 대비 전력 수집 상황을 학습하여 최적 전력변환 구조를 재구성 가능하게 구성하는 시스템 설계 기법이 필요하다.

그리고 해상 환경에서는 언제든지 전력 부족이나 전원부 파손 및 침수 상황이 발생할 수 있는데, 이 때 항로표지가 문제가 발생했다는 정보 전달과 최소한의 중요 기능 동작이 필수적이다. 전력 부족으로 인해 해상 장치의 광원 발광 및 비콘 신호 출력 등의 기능을 하지 못하게 되면, 해상 사고 가능성이 높아지고 이러한 해상 장치를 오랫동안 방치하였을 시 장치 자체 수리 및 교체에 대한 비용도 증가하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 해상 장치의 동작 상황을 실시간으로 모니터링하여 빠르게 수리나 부품 교체 등을 수행하는 것이 필요하다. 그러기 위해서 백업 전력 시스템과 이를 위급 상황에서도 전원을 유지하기 위한 기술이 적용되어야 한다. 이러한 전원 시스템은 메인 전원부와 분리되어 있어야 하며, 하루 종일 전력 유지가 필요하다. 그래서 낮은 태양광을 활용하여 에너지를 수집하고 밤 중에는 등명기의 광원을 재활용하여 전력을 수집하는 방법에 대한 아이디어를 제안하였다.

3. 스마트 항로표지용 분산 전력관리

스마트 항로표지는 다양한 기능의 장치를 포함하고 있기 때문에 다중의 전압 레벨 및 로드 상황을 지원해야 한다. 기존의 전원 시스템은 단순히 하나의 전압 레벨과 낮은 로드에서 동작할 수 있도록 구성되기 때문에 다양한 형태의 장치를 적용했을 시 필요한 전압 레벨 및 로드 가 다르기 때문에 전력소모 효율이 좋지 않다. 그래서 태양광 에너지 수집 전력 대비 다중 출력의 고효율 전원 공급 구조가 필요하다. 그래서 충전 전력 활용을

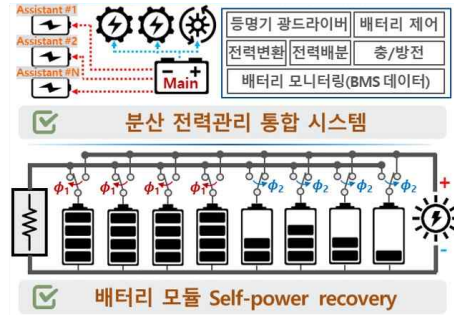


Fig. 2 스마트 항로표지용 분산 전력관리 구조

최소화하는 방안으로 설계가 되어야 한다. 그리고 기존의 항로표지에 사용되는 납축전지는 하나의 전지가 병렬로 연결되어 정전용량을 높이는 구조로 되어 있어 하나의 셀이나 전지가 고장 났을 때 전체를 활용하지 못하는 상황이 발생한다. 그래서 사이즈 및 무게 대비 용량 특성이 우수한 리튬 기반의 배터리를 모듈화하여 다중 구조로 구성하고 개별 모듈이 고장나거나 수명이 다해도 전원을 대체할 수 있도록 자가 전력 회복 구조의 전원 시스템을 제안하였다.

4. 결 론

본 논문은 스마트 항로표지에 적용하기 위한 에너지 수집 및 전원 시스템 구조에 대해서 제안을 하였다.

사 사

본 논문은 2021년 해양수산부 재원으로 해양수산과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(스마트항로표지 현장시설 고도화, 20210636).

참 고 문 헌

- [1] 오세웅 외(2019), "항로표지 정보의 스마트화 전략 연구", 한국항해항만학회 2019년도 추계학술대회 2019, Nov. 20, pp. 104-106.
- [2] 권병욱(2002), "태양광 풍력 복합발전시스템의 축전지 용량 산정에 관한 연구", 대한전기학회 EMECS학회 추계학술대회, pp. 297-299
- [3] 조관준 외(2011), "등부표 전력 시스템 설계에 관한 연구", 한국항해항만학회지 제35권 제8호, pp. 631-636.
- [4] 최성대 외(2010), "태양광발전 효율향상을 위한 세척시스템 개발에 관한 연구", 한국기계계공학회 2010년도 추계학술대회 논문집, pp. 143-144.
- [5] 최지용 외(2021), "수상 태양광 발전 시스템의 부유체 형상과 구성요소가 수력학적 안전성에 미치는 영향", Journal of the Korean Society of Visualization, Vol. 19, No. 1 pp. 18-27.