주 · 예비기능을 통합한 이중 LED 등명기

백영선 · 예성현 · 한순희*

Integrated dual LED marine lantern with auxiliary and main functions

Young-Seon Back · Seong-hyeon Ye · Soonhee Han*

Interdisciplinary Program of Digital Convergence, Chonnam National University, 50, Daehak-ro, Yeosu-si, Jeollanam-do, Korea

요 약

해상용등명기는 IT기술의 적용과 LED 전구를 사용하여 활용성이 크게 향상되었다. 그러나 고장 등의 문제가 발생할 경우 즉시 해결이 어려우며, 유지보수에 추가적인 비용이 발생하고 있어 이를 해결하기 위한 대안이 요구되고 있다. 이와 관련하여 본 논문에서는 등명기의 주 광원과 예비광원을 일체형으로 설계하여 주 광원 고장 시 예비광원으로 운용이 가능한 이중기능 LED 등명기를 제안하였다.

ABSTRACT

The usability of marine lantern has been improved significantly by using the LED bulb and applying IT technology, However it is hard to fix immediately when the failure occurs, and there would be some additional costs in maintenance. Therefore, alternatives for those problems are required. In this regard, in this paper, we proposed the integrated dual-function LED marine lantern that has main and auxiliary light source at the same time so that it can operate auxiliary light source when the main light source has breakdowns or malfunctions.

키워드 : LED 등명기, 항로표지, 일체형 해상용등명기

Key word : LED marine lantern, AtoN, Integrated marine lantern

접수일자 : 2013. 07. 18 심사완료일자 : 2013. 08. 07 게재확정일자 : 2013. 08. 23

* **Corresponding Author** Soonhee Han(E-mail:shhan@jnu.ac.kr, Tel:+82-61-659-3482)

Interdisciplinary Program of Digital Convergence, Chonnam National University, 50, Daehak-ro, Yeosu-si, Jeollanam-do, Korea

Open Access <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.9.2160>

print ISSN: 2234-4772 online ISSN: 2288-4165

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

I. 서 론

항로표지(AtoN : aids to navigation)의 정의는 “등광, 형상, 채색, 음향, 전파 등의 수단에 의하여 선박의 항행을 돕기 위한 인공적인 시설’로서 항로표지 중 광파표지는 야간에 등화를 이용하여 그 위치를 표시해주는 표지이다[1,2]. 표 1과 같이 국내에서 운용 중인 항로표지는 일반적으로 광파표지를 사용하고 있다[3].

표 1. 국내 항로표지 현황

Table. 1 Status of domestic AtoN (단위 대)

종류	계	광파	형상	음파	전파	특수
보유수량	4,219	2,408	105	47	117	149

광파표지에 설치되어 등광을 표시하는 등명기는 IT 기술을 적용하여 원격지에서 실시간 각종 해상정보를 모니터링 하는 등 활용성이 향상되어 사용자의 안전유지에 도움을 주고 있다. 또한 LED를 적용하여 장기간 사용이 가능 하도록 개선되었고 LED 등명기 중 일체형-LED 등명기는 전원시스템과 태양광 발전시스템을 탑재하여 설치 및 관리비용을 절감하고 있다[4]. 그러나 현장에서 운용중인 등명기에 점등이 되지 않거나 오작동 등이 발생하는 경우 직접 수리를 하거나 교체하는 방법 이외에는 대안이 없다. 또한 해상안전을 위해 중요한 장소에 등명기를 추가 설치하는 것은 설치장소와 추가비용이 필요하다. 따라서 등명기의 고장 시 즉시 조치가 가능한 새로운 대안이 요구되고 있다.

본 논문에서는 하나의 LED 등명기에 주 광원과 예비광원을 동시에 형성하여 주 광원 고장발생시 예비광원을 작동시켜 고장발생시 대안을 갖는 이중기능 등명기를 제안한다.

II. 이중기능 등명기의 필요성

2.1. LED 등명기의 수요 증가

등명기의 종류는 고유의 제품명 또는 렌즈의 직경을 기준으로 구분된다. LED 등명기의 개발로 인하여 표 2와 같이 전구를 사용한 등명기의 수요는 점차 감소하고 있다[5].

표 2. 분기별 LED와 전구 등명기의 수요 현황

Table. 2 Quarterly demand status of LED and electric bulb marine lantern (단위 대)

구분		분기별 수요현황						
년도	분기	2011 3	2011 4	2012 1	2012 2	2012 3	2012 4	2013 1
전구	250mm	24	4	1	6	1	·	·
	300mm	1	8	·	·	2	1	·
	400mm	·	1	·	·	·	·	1
LED (렌즈 직경)	일체형-LED (160mm)	18	27	·	·	·	·	2
	LED-200 (200mm)	261	186	257	214	99	158	52
	LED-200HI (200mm)	12	115	15	37	196	76	12

기존의 전구를 이용한 등명기 중 200mm는 LED200으로 대체되어 운용하고 있으며 250mm는 LED200HI(고출력 LED200)로 대체되고 있다. 현재 관련업체에서 개발 중인 LED250, LED300은 전구식(250mm이상) 등명기를 대체할 예정이며 LED 등명기의 수요는 계속 증가할 것으로 예상된다[6-8].

2.2. 등명기의 고장발생시 문제점

국내에서 운용중인 LED 등명기는 단지 일반전구를 LED로 대체할 뿐 설치 및 구성은 기존방식을 유지하고 있다. 또한 표 3과 같이 고장발생시 문제점이 있어 해상 안전을 유지하기 위하여 중요한 장소에는 등명기를 추가 설치하여 운용해야 한다.

표 3. 등명기 고장발생시 문제점

Table. 3 Breakdown issues of the marine lantern

고장발생시 문제점	문제점의 발생원인
접근성 부족	· 등대 위치는 대부분 고립지역 · 접근로가 없어 장비 접근 어려움
열악한 작업환경	· 등부표는 해상에서 설치 및 교체 · 육상과 비교 시 매우 열악함
장비 운반 어려움	· 각종 구성장비의 운반이 어려움 배터리 1개 20kg(기본구성 4개)
추가비용 발생	· 예비부품 부족 시 선박의 재 운항 및 추가 비용 발생

등명기의 추가 설치는 기존의 협소한 장소에 새로운 장비를 추가함으로써 설치 및 구조를 복잡하게 만들고 유지보수 비용이 증가하는 요인이 되고 있다. 따라서 고장발생시 즉시 대처할 수 있으며 장비 설치에 따른 공간의 제약성이 없고 설치가 간편하며 기존 LED 등명기의 성능을 확보한 새로운 등명기의 개발이 요구된다.

III. 이중 LED 등명기의 제안

3.1. 이중 LED 등명기의 구성 및 기능

이중 LED 등명기의 구성은 그림 1과 같이 하나의 해상용등명기에 상부에는 LED모듈과 렌즈, 하부에는 제어보드, 일광감지기(CdS)를 각각 주등명기와 예비등명기로 구분해서 구성하였다. GPS모듈은 상부에 구성하여 수신되는 정보를 공용으로 사용하도록 하였다.

그림 1. 이중 LED 등명기의 구성

Fig. 1 Configuration of the integrated dual LED marine lantern

렌즈는 프레넬 렌즈(주)와 비구면 렌즈(예비)를 사용하여 집광능력을 향상하였고 LED모듈은 주 모듈과 예비모듈을 각각 구성하여 장착 및 유지보수 편의성을 향상시켰다. 또한 LED모듈은 열에 매우 취약한 LED를 보호하기 위하여 6각의 알루미늄 방열 봉에 홈을 만들어 방열능력을 향상시켰다.

그림 2는 이중 LED 등명기의 주등명기가 고장 시 자동으로 예비등명기로 전환되는 기능으로 1대의 등명기로 2대의 설치 및 운용 효과를 갖는다.

그림 2. 이중 LED 등명기의 작동

Fig. 2 Operations of the integrated dual LED marine lantern

3.2. 예비등명기의 제어보드 개발 시 고려사항

국내에서 제작되는 해상용등명기는 국토해양부의 표준규격서의 기준 및 규격을 준수하고 있다[9]. 표 4는 표준규격서의 주요 내용 중 이중 LED 등명기 개발을 위한 고려사항이다.

표 4. 이중 LED 등명기 개발을 위한 고려사항

Table. 4 Considerations for developing integrated dual LED marine lantern

구분	고려사항
LED 모듈	직·병렬 회로로 구성, 1개의 소자가 고장 시에도 모듈 전체의 LED 점등에는 이상이 없어야 함
전기적 특성 (섬광기)	<ul style="list-style-type: none"> · 입력전압: DC 10V ~ 14V · 소비전력: 24W 이하(입력전압 기준) · 구동전류: 10% 이내 (입력전압 기준) · 무부하 전류: 최대 5mA 이하 (RS-232 미 접속 시) · 직렬포트(RS-232 포트)를 이용한 모니터링 및 제어 가능
일광감지기	점등 시 50 ~ 100 lx, 소등 시 150 ~ 200 lx 범위 작동
작동온도	-30℃ ~ +60℃ 환경에서 정상작동

등명기는 작동 시 지속적으로 유효한 광도 및 색도를 유지하기 위하여 일정한 전기적 특성을 유지해야 한다. 따라서 이러한 전기적 특성은 해상용등명기의 작동여

부를 확인하는 중요한 지표가 된다.

3.3. 이중 LED 등명기의 작동기준

본 논문에서 제안하는 이중 LED 등명기는 등명기의 전기적 특성을 이용하여 제어보드와 LED모듈 및 일광 감지기의 고장여부를 확인한다. 표 5는 이중 LED 등명기의 작동기준이다.

표 5. 이중 LED 등명기의 작동기준

Table. 5 Operating standards for integrated dual LED marine lantern

구분	고장진단	주/예비모듈의 작동 전환
기준	제어보드	주기적인 펄스 값이 1분 이상 감지되지 않는 경우
	LED모듈	정상 소모전류/전압이 설정된 기준의 1/2이하 지속 검출 시
	일광 감지기	GPS 시간정보와 LED모듈의 작동정보가 일광감지기와 일치하지 않을 경우

제어보드는 주기적인 펄스가 감지되지 않는 경우 제어보드 고장으로 진단하고, 작동중인 모듈의 LED모듈

이 소모하는 전류/전압이 LED색상별 사전 설정된 값의 1/2이하로 지속 검출 시 LED모듈의 고장으로 진단하며 GPS의 시간정보에 따른 주간/혹은 야간 시간에 LED모듈이 오 작동되는 경우 일광감지기 고장으로 진단한다.

IV. 이중 LED 등명기의 제어보드 구현

4.1. 제어보드 구성도

이중 LED 등명기의 제어보드는 그림 3과 같이 주 모듈과 예비모듈로 이원화하여 병렬로 구성하였다. 각 모듈의 MCU는 주기적인 펄스, 구동부의 LED모듈 정보, 감지부의 일광감지기 정보와 GPS수신정보를 비교하여 고장여부를 판단하고 작동전환을 한다. 주 모듈과 예비모듈 중 작동되는 모듈은 일정간격으로 작동상태 정보(펄스신호:Run Check)를 출력한다. 고장으로 판단되는 경우 고장정보를 송신하고 슬립모드(Sleep Mode) 상태로 전환하여 전력소비를 최소화 할 수 있도록 구성하였다.

그림 3. 이중 LED 등명기의 제어보드 구성도

Fig. 3 Control board configuration of the integrated dual LED marine lantern

4.2. 이중 모듈의 작동도

그림 4. 이중 모듈의 작동도

Fig. 4 Functional block diagram of the dual module

주 모듈은 그림 4와 같이 전원인가 후 등명기의 기본 동작을 수행한다. 제어보드가 정상적으로 동작하는 경우 (Run Check1)에 펄스를 1초 주기로 예비모듈로 출력한다. 작동 중 LED모듈에서 측정되는 전압과 전류가 정상치의 1/2 이하로 1분간 지속되면 LED모듈 고장으로 진단하고 작동상태 펄스 정보 출력을 중단한다. 이후 Run Check1에 logic High의 신호(값 1)를 생성하여 예비모듈로 출력한다. 또한 GPS의 시간정보와 일광감지기 정보를 확인하여 밤에 작동하지 않거나 낮에 작동 시에는 일광감지기 고장으로 진단하고 작동상태 펄스 정보 출력을 중단한다. 이후 Run Check1에 Logic Low의 신호(값 0)를 생성하여 예비모듈로 출력한다. 주 모듈은 고장상태 정보를 출력한 후에는 예비모듈의 작동 여부를 감시하며 슬립모드로 작동한다. 예비모듈은 전원인가 후 슬립모드로 작동하며 전원인가 1분 후부터 주 모듈의 작동상태 정보(Run Check1)를 감지한다. 예비모듈의 MCU는 주기적으로 수신되는 주 모듈의 작동상태 정보를 일정기간 동안 수신하지 못하거나 주 모듈의 고장신호를 수신할 경우에는 주 모듈의 고장으로 판단하고 슬립모드에서 활성화 상태로 전환한다. 따라서 외부요인에 의한 주 모듈 파손 등의 원인으로 작동상태 정보를 수신하지 못하는 경우에도 활성화 된다. 예비모듈이 활성화 되면 등명기의 기본동작을 수행하며 LED 모듈 고장진단과 일광감지기 고장진단은 주 모듈과 같

은 방식으로 작동한다. 예비모듈 고장진단 시에는 고장 상태 정보(Run Check2)를 주 MCU에 보내고 슬립모드로 전환한다.

4.3. 제어보드의 구현

제어보드는 운용중인 LED200등명기와 호환성을 고려하여 제작하였다. 그림 5는 제작된 제어보드 PCB를 LED200의 터미널보드에 장착한 모습이다.

그림 5. LED200 터미널보드에 장착된 제어보드

Fig. 5 Control board mounted on LED200

V. 제작된 이중 LED 등명기의 평가

5.1. 시험성적 결과

성능평가를 위해 LED200 제품에 장착하여 항로표지기술험회 시험검사원에 검사를 의뢰하였다. 시험검사는 광학적 특성검사와 전기적 특성검사로 구분되며 전기적 특성검사 결과[10]는 표 6과 같다.

표 6. 공인기관의 시험결과

Table. 6 Officially certified test results

검사항목		기 준 값		허용범위	측정값
전기적 특성	일광감지기	등명기 섬광 불빛으로 인한 오작동이 없을 것			오작동 없음
		조도	점등	50~100 lx	기준 값 이내
	소등		150~200 lx	178 lx	
	섬광기	소비 전력	10V(최저)	24W이하	12.51 W
			12V(정격)		12.79 W
			14V(최대)		13.25 W
		무부하전류	14V(최대)	5mA이하	3.27 mA
		LED 광원의 정상 동작 여부			
LED모듈 구동전류 편차(최소/최대전류)				±10% 이내 1.02 %	

소비전력은 그림 6과 같이 국내기준 및 타사제품 대비 50% 정도의 낮은 성능을 보였으며 낮은 소비전력에 도 정상적인 동작성능을 유지하였다.

그림 6. LED200과 개발제품의 소비전력 비교

Fig. 6 Power consumption comparison of developing product and LED200

5.2. 예비 제어보드 테스트

본 논문에서 제안하는 이중기능 등명기의 동작기준에 의하여 예비 제어보드의 작동 확인은 표 7과 같이 임의의 상황을 부여하여 작동여부를 자체 테스트하였다.

표 7. 상황에 대한 작동모듈

Table. 7 Conditions for determining operating module

상황	작동모듈
주 모듈 전원차단(제어보드 파손 상황)	1분후 예비모듈
주 LED모듈의 소비전력 및 소비전류 기준치 1/2 이하(LED모듈 파손 상황)	1분후 예비모듈
GPS 정보 : 야간(19시~06시) LED모듈 소등시(일광감지기 불량상황)	1시간 후 예비모듈
GPS 정보 : 주간(06시~19시) LED모듈 점등시(일광감지기 불량상황)	1시간 후 예비모듈

예비모듈은 주 모듈의 고장여부를 수신하여 작동하는 기능을 제외하고는 주 모듈과 동일한 전기적 성능을 가지고 있다. 테스트 결과 주 제어보드 및 LED모듈의 고장의 경우에는 예비모듈에서 고장신호 수신 후 1분 이후에 동작전환 하였다. 주간 LED모듈의 동작으로 인한 완전방전을 방지하기 위하여 일광감지기의 고장 테스트는 GPS 시간정보를 기준으로 구별하였다. 주간(06시~19시)에 LED모듈이 동작하는 경우와 야간(19시~06시)에 LED모듈이 동작하지 않은 경우에는 동일

현상이 1시간 동안 지속 시 일광감지기를 고장으로 판단하고 동작전환 하였다. 테스트 결과 예비모듈은 정상적으로 작동하는 것으로 확인되었으며 제작된 이중기능 LED 등명기의 동작은 그림 7과 같다.

그림 7. 이중 LED 등명기의 동작시험

Fig. 7 Integrated dual LED marine lantern test

VI. 결 론

본 논문에서는 하나의 LED 등명기에 주 등명기와 예비등명기를 동시에 장착하여 각각의 LED모듈과 일광감지기, 제어보드의 작동상태를 확인하고 고장이 발생할 경우 작동 전환토록 하는 주·예비기능을 통합한 이중 LED 등명기를 제안하였다.

제안한 등명기의 제어보드는 작동 상태를 상호 교차 감시 하도록 구성되었고, 작동하지 않은 제어보드는 최소전력을 사용하여 감시하도록 구성하였다. 제작된 등명기의 소비전력은 국내기준 대비 50% 정도로 소비전력이 매우 낮으면서도 기준 광도이상의 기능을 발휘하도록 구성되었으며, 기능별로 독립적으로 구성하여 교체 용이하도록 구성되었다.

본 논문에서 제안한 이중 LED 등명기를 적용하면 1대의 등명기로 2대의 운용효과가 있으며 유지보수가 편리하고 해상안전 및 사고예방에 기여할 수 있는 장점이 있다. 또한 국내기술로 초기 제품을 개발함으로써 수입 대체 효과가 있으며 현재 운용중인 해상용등명기와 차별성을 갖추어 수출효과가 기대된다.

향후에는 본 논문에서 제안하는 제어회로를 모니터링하기 위한 프로토콜에 관한 연구와 주·예비모듈을 동시에 구동시켜 보다 높은 광원을 형성토록 하는 등의 효과적인 이중 LED 등명기로 개선하고자 한다.

REFERENCES

- [1] Korea Association of AIDS to Navigation, AtoN information [Internet]. Available: <http://www.kaan.or.kr/m2/s1/s1.php>.
- [2] J.S. Han, H.M. Jee, J.O. Kim, S.B. Kang, "LED marine lantern technology trends for AtoN," *The Korean Institute of Electronic material Engineers*, vol. 25, no. 7, pp. 29-37, July. 2012.
- [3] Korea Ministry of Land, Infrastructure and Transport. General Status of AtoN [Internet]. Available: http://www.molit.go.kr/USR/policyData/m_34681/dtl.jsp?id=197.
- [4] J.H. Jeong, H.D. Gwon, H.J. Kim, C.H. Yoo, "AtoN for the integrated analysis of the optical properties of LED marine lantern," in *Proceeding of The Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, pp.124-125, 2013.
- [5] Korea Association of AIDS to Navigation Testing & Research Institute. AtoN equipment supplies test results (July. 2011 ~ September. 2013) [Internet]. Available: http://aton.kr/anavi.do?p_part=BOBFTNCOM_PROCESS &p_type=CMBOARDLIST&m1_hbbsid=brdsta.
- [6] G.S. Byun, K.H. Kim, M. Kim, C.H. Kim, "Design and Manufacturing a Synchronous Fash of LED Marine marine lantern based on GPS-based," *The Journal of the Korean Institute of Information and Communication Engineering*, vol. 16, no. 5, pp. 885-891, May. 2006.
- [7] H.G. Jeong, B.M. Jung, S.B. Han, S.I. Park, H. Kim, "A Study on the Lighting Component of Marine Lattern using Light Emitting Diodes," *Journal of the Korean Institute of Illuminating and Electrical Installation Engineers*, vol. 20, no. 1, pp. 1-6, January . 2006.
- [8] S.G. Ko, "LED-250(marine marine lantern)," in *Proceeding of the Korean Institute of Navigation and Port Research*, pp.275-277, 2011.
- [9] Korea Ministry of Land, Infrastructure and Transport. "LED-200 Standard specifications(Bulletin No. 2012-496)," April 16. 2012.
- [10] Korea Association of AIDS to Navigation Testing & Research Institute, "Before using the test results(LED-200 yellow, no.131269)," June 10. 2013.

백영선(Young-Seon Back)

1996 여수대학교 컴퓨터공학과 공학사
2011 전남대학교 일반대학원 디지털컨버전스 석사
2013 전남대학교 일반대학원 디지털컨버전스 박사과정 수료
현 ㈜엠에스엘테크놀로지 이사
※관심분야 : 해상이동통신, 데이터통신, 계측제어

예성현(Seong-hyeon Ye)

1996 순천대학교 화학과 이학사
2013 전남대학교 일반대학원 디지털컨버전스 석사
2013 전남대학교 일반대학원 디지털컨버전스 박사과정
※관심분야 : 임베디드 시스템, 데이터통신, 모니터링

한순희(Soonhee Han)

1983 경북대학교 전자공학과 공학사
1985 광운대학교 전자계산학과 석사
1993 광운대학교 전자계산학과 박사
현 전남대학교 문화콘텐츠학부 교수
※관심분야 : 이동통신, 임베디드 시스템