

## 선박 비상조명 원격 모니터링 제어

양현숙, 김건우, 임현정, 문정필, 이성근, 김윤식  
한국해양대학교 전기전자공학부

### A Study on the Remote Monitoring and Control of Ship's Emergency Lighting System

Hyun-Suk Yang, Kun-Woo Kim, Hyun-Jung Lim, Jung-Pil Moon, Sung-Geun Lee,  
Yoon-Sik Kim

Division of Electrical and Electronics Engineering, Korea Maritime University

#### ABSTRACT

This paper describes a design of several ship's emergency lighting system(SELS) that power factor is improved and power is controlled extensively, and techniques to control and monitor this system in remote distance by PC serial communication.

The remote monitoring control system is composed of emergency power supply system (EPSS), half bridge(HB) inverter, fluorescent lamp(FL), microprocessor, multi communication interface. EPSS checks the voltage of the emergency backup battery in real time. In case that the voltage of 13[V] or less has been detected for 5[msec] or longer for 3 times in a row, charger circuit is connected for battery charging.

Experimental works using proposed system confirm that speedy and stable power to be supplied when main power source cut-off, compared with conventional analog type, and input power up to 35.0[%] by adjusting of pulse frequency of the HB inverter.

#### 1. 서론

육상의 빌딩이나 공장, 해상의 상선이나 여객선 등과 같은 선박에서는 일상적인 경우는 물론 화재나 기타 재해가 발생할 때를 대비하여 비상출입구 주변이나 지하통로 등에 비상조명 시설을 하고 있다. 선박에서는 그 규모에 따라 비상조명시설을 의무화 하고 있으며, 주전원이 차단되는 경우에 비상전원에 의해 급전이 되도록 규정하고 있다. 이 때에는 플리커 현상이나 전류 불연속으로 인한 오동작이 발생하지 않아야 한다.

이와 같은 비상조명용 전원장치로는 자려식 비상조명장치가 많이 쓰이고 있는데 이 방식은 비상급전을 릴레이에 접속된 기계식 스위치에 의존하기 때문에 비상급전 전환시 전류연속성이 떨어져 조명의 플리커 현상이 생길 수 있고, 비상전원에 의한 기동실패가 일어날 경우가 많으며, 상황에 따라 전력이변이 되지 않을 수 있는 단점을 가지고 있다.

한편, 현재 선박에서의 비상조명시스템에 대한 관리는 당직자가 주기적으로 순회 점검하는 방식인데, 이는 실시간으로 비상조명의 상태를 파악할 수 없고, 일일이 점검해 주어야 하는 것에 의한 인력 및 시간의 낭비가 발생하고 있다.

본 논문에서는 안정적인 비상급전과 광범위한 전력제어를 위하여 비상급전시스템, HB inverter와 주파수 제어회로 등을 마이크로프로세서로 제어하는 시스템을 구성하였고, 이를 중앙관제실에서 효과적으로 관리하기 위하여 컴퓨터 통신을 이용하여 원격 모니터링 및 제어 가능한 시스템을 구성하였다.

#### 2. 비상조명 원격 모니터 제어

Fig. 1은 선박비상조명시스템(SELS)의 원격모니터 제어블록도이며, 마이크로프로세서를 중심으로 DC15[V] 출력용 SMPS, HB inverter 및 FL 점등회로, 비상급전시스템(EPSS), Gate driver 등으로 구성된 SELS와 IBM PC를 중심으로 한 Multi-communication interface로 구성된다.

SMPS로부터 출력된 직류 15[V]는 HB inverter 전원용이고, 직류 5[V]는 Microprocessor 전원용으로 사용된다.

Multi-communication interface는 4대의 SELS를 제어하도록 설계하였다.

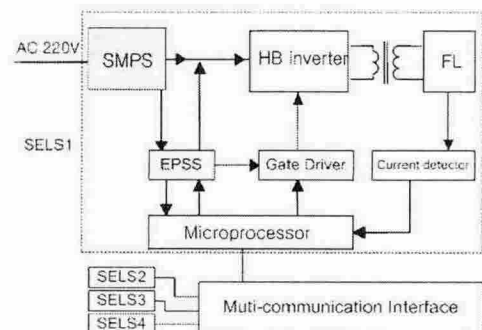
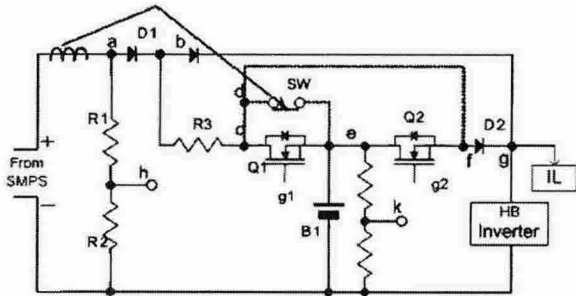


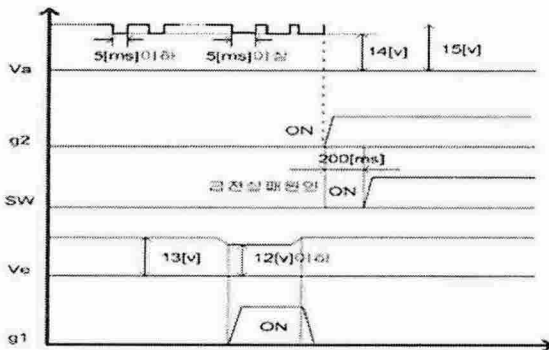
Fig. 1 Block-diagram of SELS

## 2.1 선박 비상조명 시스템(SELS)

Fig. 2(a)는 k 단자로부터 상시 비상전지(B1)의 전압을 검출하여 비상전지를 충전(b→c→e)하는 라인과 주전원 차단레벨을 검출하여 일정레벨 이하가 5[ms] 간격으로 연속하여 3회 검출되면 인버터 입력전압을 비상전지로 급전(e→f→g)하는 EPSS 부, 그리고 과전류 검출시 시스템 동작을 확인하기 위한 백열등(Incandescent lamp, IL)을 나타내고 있다.



(a) Circuit



(b) Principle diagram

Fig. 2 EPSS

Fig. 2(a)에서 SW는 기존의 아날로그형 비상조명장치에서 사용한 릴레이 접점을 나타내고 있고, 여자용 코일은 입력전원 측에 접속되어 있으며, 주전원 차단시에는 소자되어 SW 접점은 닫히게 된다.

아날로그형 비상조명장치에서는 주전원 차단 후부터 SW가 닫힐 때까지는 200[msec] 이상의 시간이 소요되어 비상급전 레벨에 플리커 현상이 나타나거나 전류불연속 구간이 존재하여 비상급전 실패가 일어날 가능성이 매우 높다. 이러한 경우에는 폐쇄된 공간속의 승객들에게 심리적인 불안감을 줄 수 있을 뿐만 아니라 선박조종이 불가능할 수도 있다.

비상급전은 Fig. 2(b)에서와 같이 주전원의 전압레벨 (Va)이 14[V] 이하로 검출되는 시간이 5[msec] 이내에 있으면서 3회 미만으로 발생하면 계속 SMPS에 의해 구동되고, 연속해서 3번 이상 14[V]이하로 떨어지는 것이 검출되면 입력전압이 불안정한 것으로 판단하여 SMPS 대신 충전된 비상전지를 사용하도록 하였다.

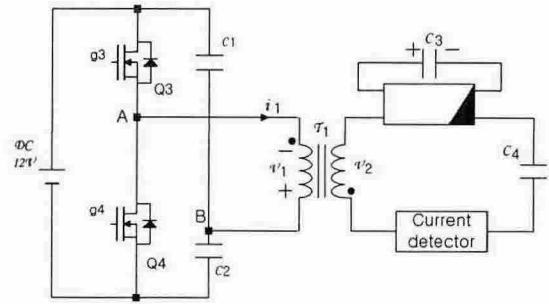


Fig. 3 HB inverter and lamp system

Fig. 3은 FL에 접속된 HB Inverter 및 FL 점등회로로서 입력전압 분할용 캐패시터 C1 및 C2, 게이트 스위칭용 반도체 소자인 IGBT Q3 및 Q4, 승압용 변압기 T1으로 구성된 HB inverter와 L-C lamp 점등회로, 과도이상 전류검출 회로로 구성된다.[1]~[5]

HB inverter의 승압용 변압기 1차측 인덕턴스는 1.9mH이고, 1차 및 2차측 권수비는 1:20이며, 게이트 드라이브용 소자로는 IRF450을 사용하였다.[6][7]

## 2.2 원격 모니터 시스템

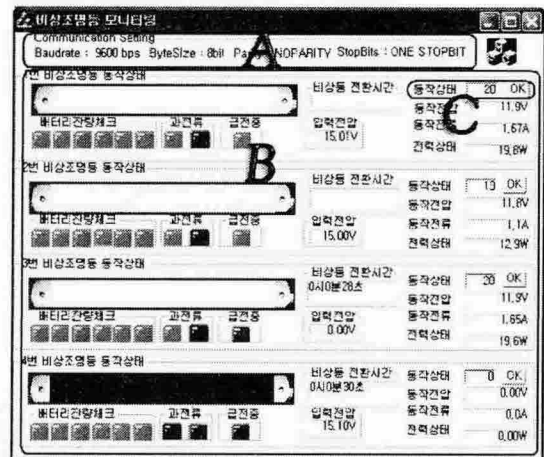


Fig. 4 Monitor and control screen

Fig. 4는 SELS의 원격 모니터링과 제어를 하기 위한 화면이며, 사용한 프로그램은 Visual C++이다. 여기서 (A) 부분은 통신환경을 나타내는 부분이고, (B) 부분에서는 SELS의 상태를 시각적으로 보여주는 부분으로서, FL의 밝기와 비상전지 잔량, 전류의 상태와 전원의 종류 등을 LED로 표시하고, 밝기, 전압, 전류, 전력 등의 값을 수치로 나타내었으며, (C) 부분은 원하는 운전 상태를 입력하는 창이다. [8]

Multi-point 통신회로를 구성할 수 있는 Half-duplex 특성을 가진 RS-485를 이용하여 선박내의 중앙관제실(control room)에서 여러 대의 SELS를 관리할 수 있도록 구성하였다.

각각의 SELS 마다 고유한 ID를 부여하고, 통신 인터페이스와 모니터링 시스템은 프로토콜을 사용하여 통신을 하였으며, 데이터 전송 에러를 줄이기 위하여 Checksum을 할 수 있는 CRC-16을 사용하였다.[9][10]

### 3. 실험 및 결과고찰

Fig. 5는 PIC16F874A를 이용한 마이크로프로세서부, FL을 포함한 인버터부, 15[V] 출력용 SMPS 부로 구성된 실험 장치이다.

부하실험에 사용한 형광등은 20D-580mm이며, 사용 장비로는 전류 프로브(TM503A), 오실로스코프(LT344) 등이 있다.

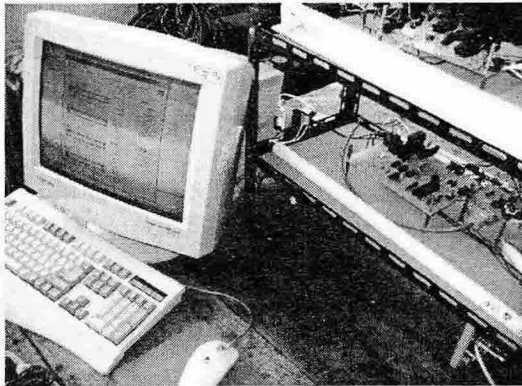


Fig. 5 Experimental device

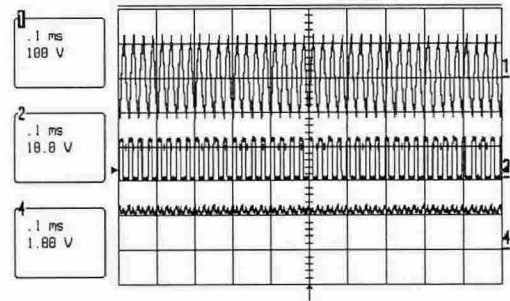
실험은 규정전력과 주파수를 세트한 후 CCP1에서 HB inverter용 PWM을 출력하여 장치를 운전한다. SMPS의 상태를 항상 체크하고 이상이 있으면 12[V]의 비상전지로 대처하며, 부하측 전류검출에 따라 주파수가 자동 조정된다.

한편 비상전지의 전압레벨의 범위는 12~13[V]이며, 프로세서의 내부 타이머 0를 이용하여 일정간격으로 충전을 시행한다. 그리고 역율개선용 컨버터의 제어는 프로세서에서 출력되는 펄스의 off 시간 조정에 의해 주파수가 제어되도록 프로그램한다.

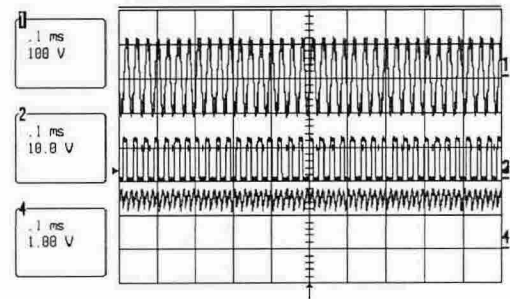
Fig. 6은 듀티비 40[%] 하에서 주파수 제어에 의한 전력제어 특성을 알아보기 위한 실험파형으로서 FL 양극전압 및 인버터 입력전류 파형을 관측한 것이다. 위로부터 FL 양극전압, 게이트 펄스, Inverter 입력전류(1A/div)를 나타낸다.

Fig. 6(a)는 주파수 40.9[kHz], 전력 13[W]일 때의 파형으로서 양극전압은 약 74[V]이며, 전류는 1.1[A]이다.

Fig. 6(b)는 주파수 38.0[kHz], 20[W]일 때의 파형으로서 양극전압은 약 74[V]이며, 전류는 1.67[A]이다.



(a)  $f=40.9$ [kHz]



(b)  $f=38$ [kHz]

Fig. 6 Power control characteristics

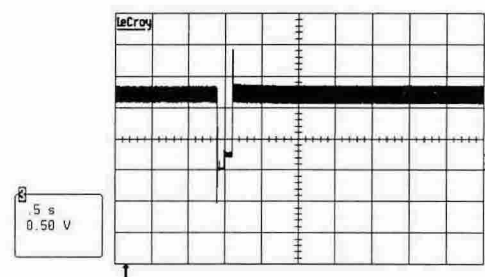
전력제어는 최대 입력전력 20[W]에서 최소 입력전력 13[W]까지 주파수 변화에 의해 제어하였으며, 입력측 전력제어 범위는 35.0[%]이다.

Table 1은 듀티비 40[%]에서 주파수 변화에 따른 전력제어 특성을 표로 정리한 것이며, FL 입력전력은 마이크로프로세서에서 소모되는 전력을 제외한 것으로서 평균 효율은 84.83[%]이다.

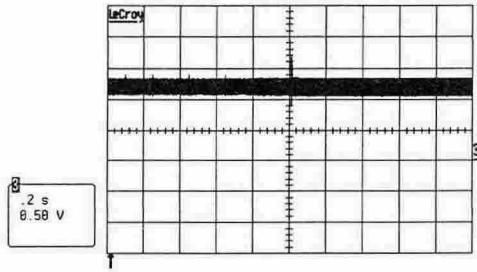
Table. 1 Power control characteristics

주파수 [kHz]	입력전력 [W]	Lamp 입력전력 [W]	효율 [%]
38.0	20.0	17.26	86.3
39.0	16.0	13.61	85.1
40.9	13.0	10.80	83.1

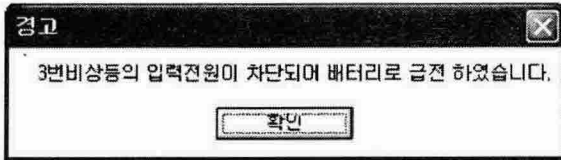
Fig. 7은 비상급전시의 Inverter 입력전류를 관측한 것이다.



(a) Conventional method



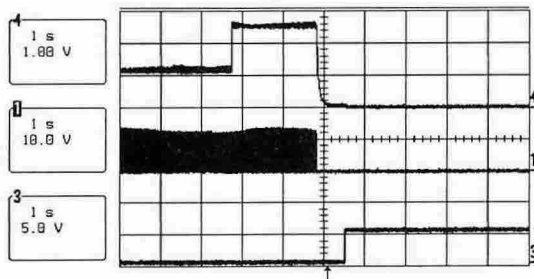
(b) Proposed method



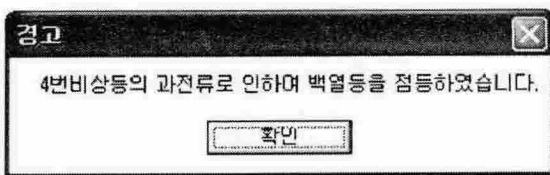
(c) Warning message screen

Fig. 7 Inverter input current waveform when emergency power supplied(0.5A/div)

Fig. 7(a)는 기존의 아날로그 방식으로서, 급전시의 휴지시간은 약 200[msec]이며, Fig. 7(b)는 본 논문에서 사용한 방식으로서 휴지시간이 거의 나타나지 않았고, 플리커 현상 역시 나타나지 않아 급전이 잘 이루어지고 있음을 알 수 있었다. Fig. 7(c)는 SELS의 비상급전시 모니터링 프로그램에 나타나는 경고 메시지 창을 보여준다.



(a) Over current detect



(b) Warning message screen

Fig. 8 Waveforms when over current detected

Fig. 8(a)는 시스템에 과전류가 흐를 때 램프가 off되고 IL을 on시키는 것을 확인하기 위한 과형으로 위로부터 Inverter 입력전류, Gate pulse, IL용 게이트 펄스를 나타내고 있다.

SELS가 켜져 있을 때 과전류가 검출되면 모니터링

시스템에서 경보음과 함께 경고 메시지가 나타나고, 게이트 펄스가 약 2초 후 off되어 SELS가 꺼지게 되며, SELS의 이상 유무를 확인할 수 있도록 IL을 동작시키게 된다.

본 논문에서 구성한 실험 장치를 통하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

#### 4. 결론

1. 아날로그식 비상조명장치에서는 급전시에 발생하는 플리커 현상과 전류 불연속 현상으로 인해 급전실패가 발생하나, 디지털 제어방식에서는 휴지시간이 거의 나타나지 않아 성공적인 급전을 수행할 수 있었다.

2. 주파수 변화에 따른 입력전력을 35.0%까지 광범위하게 전력제어를 할 수 있어 비상급전이 발생하는 경우에 주변 환경에 따른 전력제어가 가능하여 장시간의 비상급전이 가능할 것으로 예상된다.

3. 모니터링 프로그램을 이용하여 비상조명의 상태를 즉시 파악하여 대처할 수 있으므로 선박에서의 발전사고로 인한 비상조명의 역할에 신뢰성과 안정성을 확보할 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] 이치환, "HID 램프용 전자식 안정기의 설계", 한국조명·전기설비학회지, Vol.13, No.4, pp.14~20, 1997.6.
- [2] 조현준, 송종구 "형광등 점등방식의 기술적 비교 검토", 한국조명·전기설비학회지, Vol.11, No.3, pp.56~62, 1997.6.
- [3] 이성근, 전수관, 장민규, 김동석, 김윤식, "무전극 램프 구동용 전원장치의 전력제어 특성에 관한 연구", 대한전기학회 추계학술대회 초고주파 방전 신광원 시스템 2차 워크숍, pp. 27~ 30, 2003.10.
- [4] 김희준, "SMPS 기본설계, 공진형 컨버터 technical series, ER&C, pp.96~106, 2000.
- [5] 김희준, "스위치 모드 파워 서플라이", 성안당, pp.35~36, 2000.8.
- [6] 전자기술연구회, "전원회로설계마스터", 기문사, pp.375~384, 2003.5.
- [7] 김희준, "스위칭 전원의 기본설계", 성안당, pp.35~253, 2004.1.
- [8] 이상엽, "Visual C++ Programming bible", 영진출판사, 1998.11.
- [9] 문양환, "8051 & C programming", 세화도서, pp.383~389, 2004.3.
- [10] 윤덕용, "어셈블리와 C 언어로 익히는 80C196KC 마스터 (1)", Ohm사, pp.305~308, 2000.3.