

마이크로프로세서를 이용한 선박 비상
조명시스템의 성능개선에 관한 연구

A study on the performance improvement of ship's emergency
lighting systems using microprocessor

指導教授 李成根

2005. 08.

韓國海洋大學校 大學院
電氣電子工學科 黃英泰

목 차

제 1 장 서론	3
제 2 장 비상조명시스템	6
2.1 전원회로	7
2.1.1 동작원리	7
2.1.2 요소 설계	8
2.2 역률개선회로	10
2.3 EPSS 및 인버터시스템	14
2.3.1 하드웨어	16
2.3.2 마이크로프로세서 및 통신인터페이스	21
2.3.3 소프트웨어	26
제 3 장 실험	32
3.1 실험장치 구성	32
3.2 실험과형 측정 및 고찰	36
3.3 특성평가 및 활용	44
제 4 장 결론	47
[참고문헌]	49

A study on the performance improvement of ship's emergency
lighting system using microprocessor

by Hwang Yeong Tae

Department of Electrical and Electronics Engineering
Graduate School, Korea Maritime University
Busan, Republic of Korea

ABSTRACT

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

The remote motoring control system is composed of power factor correction(PFC) circuit, emergency power supply system(EPSS), half bridge(HB) inverter, fluorescent lamp(FL) circuit, microprocessor , multi communication network interface.

PFC circuit makes use of the Buck Type Converter which is a general type. 220[V] AC is rectified in the Full-wave Rectifier(FB) and inputted into PFC circuit, applying the theory of improving power factor by controlling the current in accordance with the peak input voltage using the gate signal from the microprocessor.

EPSS checks the voltage of the emergency backup battery in real time. In case that the voltage of 14[V] or less has been detected for 5[msec] or longer for 3 times successively, charger circuit is connected for battery charging. In voltage 14[V] or higher, charge and discharge circuits are kept disconnected for longer battery life cycle.

Inverter is used to change DC into high frequency AC in order to supply optimal voltage to the lighting and to control the power by controlling the switching frequency. The inverter is HB type which has relatively smaller voltage stress in the elements as well as economy of the element numbers. For the multi communication network interface, IBM PIC and RS485 elements are used, and Visual C++ language is used for monitor control.

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 control input up to the range of 30[%] by adjusting pulse frequency of the HB inverter, and achieve 85[%] power factor.

In addition, it has been verified that the control functions including ON-OFF of multiple emergency lighting, 3 step luminous intensity, and real time transmission of voltage, current, and power values were performed appropriately by the remote monitor control.

제 1 장 서 론

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.

현재 운항중인 로로(RO RO)여객선을 대상으로 조사한 결과 주전원장치가 정지될 경우 충방전 기능을 갖춘 축전지(임시비상전원)에 의해 비상조명등이 즉시 점등되었고, 임시비상전원으로 비상조명등을 사용할 수 있는 시간은 30분 정도로 제한되었다. 그 사이에 비상발전기를 가동시켰으며, 비상발전기가 가동된 후에는 임시비상전원에서 비상발전기전원으로 전환되었다. 비상전원에 의해 켜지는 비상조명등의 수는 28,000 ~ 20,000톤급 로로(RO RO)여객선의 경우 약 500~300개의 비상조명등이 동작(총 전등의 30%)되고 있었다. 또한 주전원, 비상전원 및 임시비상전원의 기능이 모두 정지된 경우를 대비하여 축전지일체형 비상조명장치가 설치되어 있었다. 비상조명등과 관련된 각종 규정에 따르면, 선박에서는 그 규모에 따라 비상조명시설을 의무화 하고 있으며, 선박의 비상조명시설은 주 전원장치로부터 급전이 정지될 때, 비상전원을 신속하게 공급하여야 된다.[1] 비상조명등용 전원은 비상발전기나 비상축전지로부터 공급받으며, 모든 업무용 및 거주구역 통로, 모든 제어실, 소방장구실 등에 36시간(여객선)[2], 18시간(화물선)[3] 동안 동작 되어야 된다. 전원이 발전기 형태인 경우는 기동후 45초 이내에 최대부하로 급전이 가능해야 되며, 그렇지 못할 경우 임시비상전원장치를 사용할 수 있다. 임시비상전원장치는 Relay에 의해 충방전이 가능한 축전지형태를 가지고, 재충전 없이 전압 $\pm 12(\%)$ 이내로 유지해야 되며, 최소 30분간 자동적으로

급전할 수 있어야 된다.[4][5] 비상전원 및 임시비상전원의 기능이 모두 정지된 경우에는 주전원으로부터 항상 충전이 되는 축전지일체형 조명장치로부터 자동적으로 급전이 개시되어야 하며, 최소 3시간이상 조명이 가능해야 된다.[6] 또한 전구의 불량을 용이하게 하기 위하여 스위치 등으로 확인 할 수 있거나 상시 점등식이어야 된다.[7] 건물의 경우 모든 소방대상물에는 유도등(통로유도등, 객석유도등)을 설치하고, 통로의 경우 보행거리 20m 마다, 조도는 유도등의 직상부 1[m]에서 1[lux] 이상을 요구한다.[8] 비상조명등은 평상시 점등여부를 확인 할 수 있는 점검스위치를 설치하고 평상시 주전원으로부터 충전이 가능한 축전지일체형 전원을 사용하거나 비상전원을 설치하여야 된다.[9]

주 전원의 정지로 비상전원이 전환되는 과정에서는 플리커(flicker) 현상이나 전류 불연속으로 인한 오동작이 발생되지 않도록 해야 된다. 현재 주로 사용되는 비상조명용 전원장치는 L-C 공진을 이용한 자력식 인버터형이 있다. 이와 같은 방식은 평상시는 주전원으로부터 충전이 진행되며, 비상시는 접속된 릴레이(Relay)에 의해 비상급전(Emergency power supply)이 이루어지고 있다. 자력식(analog) 비상조명 장치는 비상급전을 릴레이(Relay)에 접속된 기계식 스위치에 의존하기 때문에 비상급전 전환 시 전류연속성이 떨어져 조명에 플리커(flicker) 현상이 생길 수 있고, 비상전원에 의한 기동실패가 일어날 경우가 많으며, 상황에 따른 전력이변이 될 수 없는 단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 이와 같은 전류불연속으로 인한 오동작, 전력제어 불가, 배터리 상시전압체크기능 없음 등 기존방식의 문제점을 해소하기 위하여 비상전지의 전압레벨을 수시로 검출하고 그 결과를 마이크로세서로 전달하여 항시 일정전압 레벨을 유지하도록 충전하며, 입력전압 역시 일정레벨 이하가 되면 비상전지에 의해 급전이 가능하도록 하는 비상급전

시스템(Emergency power supply system, EPSS), 일정시간 이상 비상전원의 역할을 충실히 하기 위하여 주위 환경에 따라 광범위하게 전력이변이 되도록 하는 디지털식 인버터 시스템(inverter system)을 제작하였고, 모든 비상조명장치의 비상급전, 전력제어, 충방전제어 등을 소프트웨어를 이용한 원격 모니터(Remote - monitoring) 제어를 하도록 구성하였다. 원격 모니터(Remote - monitoring) 제어는 필요한 제어대상 비상조명등을 특정한 제어실에서 전력제어, 과전류 검출제어, 조명선택제어 등을 실행하여 비상조명등의 효율향상과 전력낭비예방 및 이상 유무를 조기 진단하여, 효과적 관리를 수행하도록 한다. 이러한 비상조명등의 상태를 실시간 원격제어를 통해 살피므로, 기존 방식에 비하여 신속한 급전(Power supply, supplying power)을 할 수 있어, 주변 현장을 신속하게 파악하도록 하여, 선원들과 승객들의 심리적인 불안요인을 제거한다.

본 논문의 구성은, 1장은 현재 사용 중인 비상조명장치의 문제점과 개선점을 다룬 서론부분, 2장은 선박비상조명시스템(Ship's emergency lighting system, SELS) 제어블록, 역률개선회로, EPSS(Emergency power supply system) 기본회로, HB(Half bridge) inverter 및 FL(Fluorescent lamp) system, PIC16F874를 이용한 마이크로세서제어, 컴퓨터 멀티통신인터페이스 등으로 구성되는 비상조명시스템의 회로구성과 제어알고리즘에 대해 설명하고, 3장은 2장의 내용을 바탕으로 시뮬레이션과 실험을 수행하였다.

제 2 장 비상조명 시스템

그림 2-1은 선박비상조명시스템(Ship's Emergency Lighting System, SELS) 제어블록도이며, 마이크로프로세서를 중심으로 역률개선(Power factor correction, PFC)회로, HB(Half Bridge) inverter 및 FL(Fluorescent Lamp) 점등회로, 비상급전시스템(Emergency Power Supply System, EPSS), 게이트 드라이버(Gate Driver)로 구성된다.

PFC 회로는 강압형(Buck converter type)컨버터로 설계하였으며, 이로부터 출력된 직류 15[V]는 HB inverter 전원용이고, 직류 5[V]는 Microprocessor 전원용으로 사용된다.

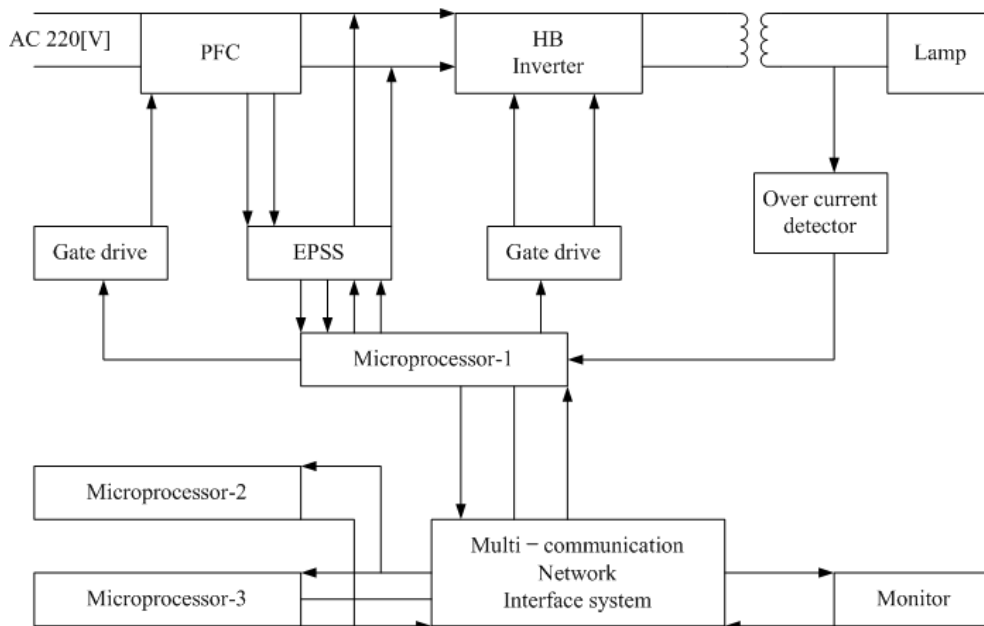


그림 2-1 선박비상조명시스템의 제어블록도

2.1 전원 회로

2.1.1 동작원리

그림 2-2는 마이크로프로세서용 전원(+5[V]), 게이트 드라이브용 전원(+15[V]), 버퍼용 전원(-15[V]) 등에 사용하기 위한 20[W]용 Switch mode power supply(SMPS) 회로도이다. 1차측 권선 N_p , 제어권선 N_c , +5[V]용 권선 N_5 , +15[V] 및 -15[V]용 권선 N_{15} 와 게이트 제어용 IGBT, 보조 트랜지스터로 구성되어 있다. 전원장치는 입력측에서 공급되는 교류전원을 이용하여 자체적으로 일정전압이 출력될 수 있도록 고주파 스위칭 동작에 의하여 동작된다.

Forward converter, Buck converter, Flyback converter 등의 여러 가지 converter 들이 있으나 여기서는 자력식 Flyback converter를 사용하였다. 동작원리는 전원이 ON되면 저항 R_1 , C_1 , R_2 , V_c 를 거쳐 전류가 흐르고, C_1 에 충전된 전압으로 IGBT G_1 을 도통시킨다.

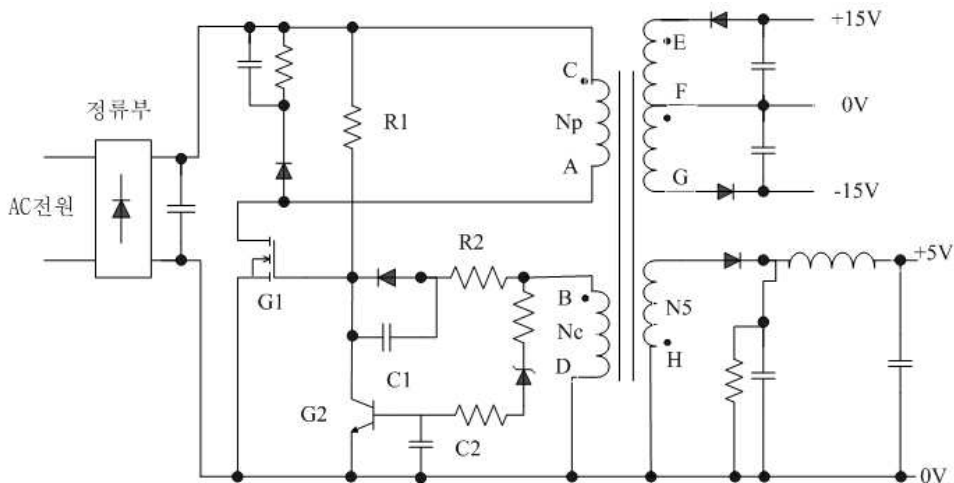


그림 2-2 SMPS 회로도

IGBT G1의 도통으로 Nc 권선, 2차측의 출력용 변압기에 전압이 유기되면서 ON 시간이 유지된다. ON 시간이 지나면서 Nc 권선의 전압이 제너다이오드의 항복전압 이상이 되면 C2를 충전하고, 충전된 전압에 의해 트랜지스터 G2가 ON되어 스위칭 OFF 시간이 시작된다.[10][11]

여기서 출력되는 펄스, 즉 변압기의 ON-OFF 시간을 변경하기 위해서는 R2와 C2를 바꿔 사용하면 되며, 변압기 제어권선의 전압을 조정하여 제너다이오드의 항복전압 도통시간을 조정하여 사용하기도 한다.

2차측 +5[V]는 L-C 필터를 삽입하여 리플을 감소시켜 평활하고, 전압 조정을 위하여 Photo transistor 등을 사용하여 조정하고 있으며, +15[V]측은 7815 또는 7915 소자를 사용하여 전압 레귤레이팅을 한다.

2.1.2 요소 설계

그림 2-3은 Flyback converter 펄스파형이다. 출력 12.5[W]를 기준으로 할 때, 아래와 같은 제원을 적용하여 1차측 Peak 전류를 계산하여 변압기 사양을 설계한다. 효율을 0.7로 할 때, 출력전력을 12.5[W]로 하면 입력전력은 18[W]가 되고, 입력전압을 380[V]로 하면 1차측 전류는 0.047[A]가 되고, 1차측 Peak 전류는 0.19[A]가 된다.

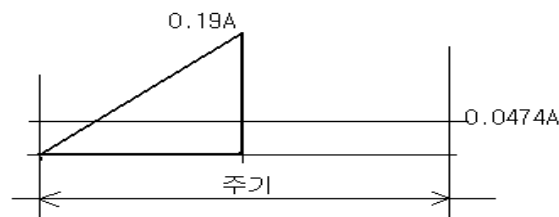


그림. 2-3 Flyback converter 스위칭파형

변압기 Core 를 EI3026 으로 하고, 스위칭 주파수를 25[kHz](주기는 40[μ sec])로 한다고 가정하면 변압기 1차측 권선수 N_1 과 1차측 인덕턴스 L_1 은 식(2.1), (2.2)와 같이 계산된다.

$$N_1 = \frac{380[VDC] \times 20 \times 10^{-6}}{2700[gauss] \times 1.11[cm^2]} \times 10^8 \quad (2.1)$$

$$= 253 \text{ 회}$$

$$L_1 = \frac{V_{DC}}{I_{1p}} \times t_{on} = \frac{380[VDC]}{0.19} \times 20 \times 10^{-6} \quad (2.2)$$

$$= 40[mH]$$

한편, 1차측 권선수와 인덕턴스를 기초로 하여 2차측의 주전원 +5[V], 보조전원 15[V], 제어권선 N_c 에 대해 인덕턴스 및 권선수를 산정한다.

+5[V]는 전류용량을 1[A]로 하면 식 (2.3)과 (2.4)로 표현되고, +15[V]의 권선수의 산정은 주전원 +5[V]에 기초하여 식(2.5)과 같이 계산되며, 제어권선 수는 제너다이오드의 항복전압을 6[V]로 할 때 식 (2.6)으로 표현된다.

$$L_5 = \frac{V_5}{I_{5p}} \times t_{off}$$

$$= \frac{5.5[V]}{4[A]} \times 20 \times 10^{-6}$$

$$= 27.5[mH] \quad (2.3)$$

$$\begin{aligned}
 N_5 &= \sqrt{\frac{L_5}{L_1}} \times N_1 = \sqrt{\frac{27.5 \times 10^{-6}}{40 \times 10^{-3}}} \times 253 \\
 &= 6.63 = 7 \text{회}
 \end{aligned} \tag{2.4}$$

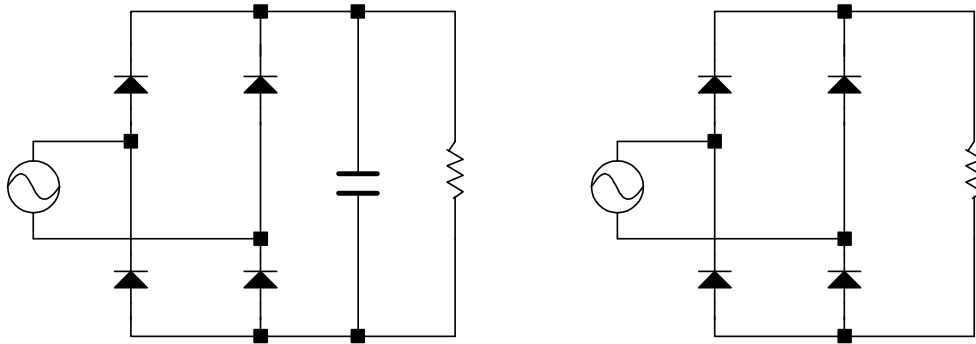
$$\begin{aligned}
 N_{12} &= \frac{V_{15}}{V_5} \times N_5 = \frac{15+1.2}{5.5} \times 7 \text{회} \\
 &= 20.6 \text{회} = 21 \text{회}
 \end{aligned} \tag{2.5}$$

$$N_c = \frac{V_c}{V_{\in DC}} \times N_1 = \frac{6V}{380V} \times 253 = 4 \text{회} \tag{2.6}$$

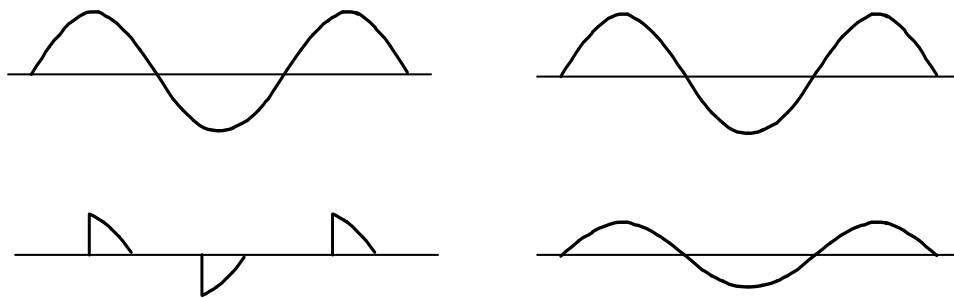
2차측 주 권선인 +5[V]용의 권선은 전류가 2[A]이상으로 하였을 때 0.3[mm] 3가닥을 꼬아 감는다.

2.2 역률개선회로

역률(Power factor)은 전압과 전류사이의 위상차(Cos φ)를 말하며 역률을 개선한다함은 무효전력을 최소화함을 의미한다. 역률이 크면 동일 부하전류에서 큰 부하전력을 공급해야 하므로 장치의 실질용량이 증대하게 되므로 역률 개선은 경제적, 에너지 절약적, 자원 절약적으로 효과가 있다. 교류를 직류로 변환하는 정류기의 기능은 입력 AC 전압을 리플이 거의 없는 DC 전압으로 바꾸는 것으로써 출력단에 커패시터를 부착하며, 커패시터의 크기가 클수록 커패시터가 부하전류를 공급할 때 잃었던 전하를 충전하는 구간이 짧아져 입력전류의 폭이 좁아지고 피크 값이 커지게 된다. 이러한 현상은 RFI(Radio frequency interference)문제를 야



(a) 커패시터 부하와 저항부하의 정류회로



(b) 입력전압(상)과 전류(하) 파형

그림 2-4 커패시터 부하와 저항 부하의 전압 및 전류

기하고 역률을 저하시키게 된다. 또한 요구전력보다 커지게 되어 과도한 온도상승을 가져오게 되고 커패시터의 신뢰성을 감소시키게 된다. 일반적으로 스위칭 전원의 내부에는 교류 입력을 직류로 변환하는 정류부와 그 직류입력을 부하변동 및 입력전압의 변화에 대해 안정화시키기 위한 DC-DC 변환부로 나눌 수 있다.[12][13][14][15][16][17][18]

그림 2-4(a)의 정류회로에서 순시정전에 대한 대응이나, DC-DC 변환부의 입력전압 변동을 억제시켜 소자의 부담을 줄이기 위해서는 큰 용량

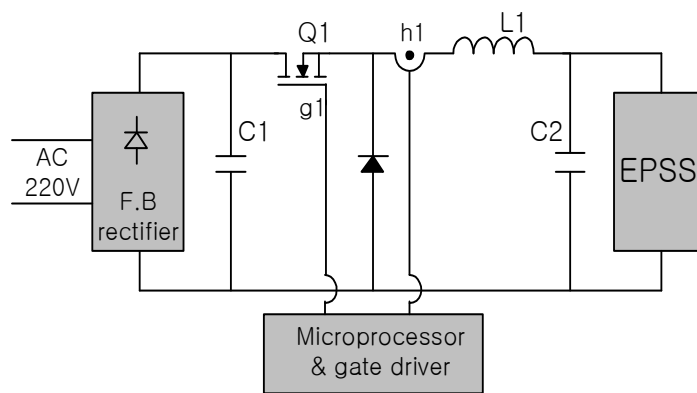
의 커패시터가 필요하다. 그러나 커패시터의 용량이 커질수록 그림 2-4(b)에서 보는 바와 같이 커패시터 부하를 갖는 정류기의 경우 짧은 시간에 많은 양의 에너지를 충전하기 위해서 큰 전류가 흐르게 되며, 이때 피크치는 실효치의 5~10배 정도가 된다. 대체로 정류기의 입력전류 형태는 불연속이며, 이에 대한 영향으로 입력전압의 왜곡과 입력전류의 고조파에 의한 주변기기의 영향을 들 수가 있다. 고조파는 형태상 기본파의 기수배 고조파 성분이 대부분인 것을 알 수가 있다. 반면, 저항 부하 정류기의 경우 전압과 전류의 파형이 동상이며, 전류 파형은 전혀 왜곡이 일어나고 있지 않다. 일반적으로 고조파성분이 얼마만큼 기본파에 포함이 되어 있는냐를 나타내는 지표는 크게 두 가지로 나눌 수가 있다. 총 고조파 왜율(Total harmonic distortion : THD)과 역률(Power Factor : PF)이며 식(2.7)로 간략화 될 수 있다.

$$PF = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{THD}{100}\right)^2}} \quad (2.7)$$

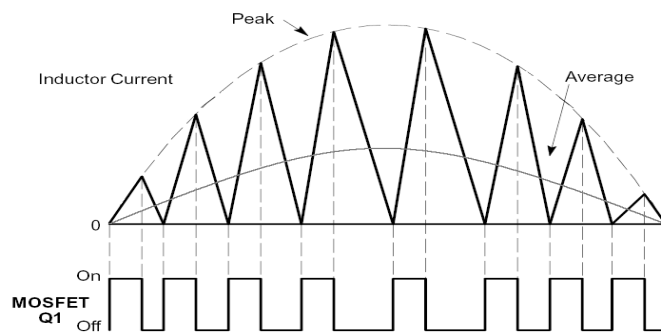
위 식으로부터 커패시터 입력형 정류기인 경우, 총 고조파 왜율이 낮아지면 역률이 좋아짐을 알 수가 있다. 다시 말해 역률 개선회로의 궁극적인 목표는 총 고조파 왜율을 낮게 하는 것이며, 정류기 입력단에서 보면 마치 저항부하인 것처럼 스위칭 전원을 동작시키는 것이다.

본 논문에서는 그림 2-5(a)와 같이 강압형 컨버터로 역률개선회로를 구성하였다. AC220[V]의 교류전원은 전 브리지(Full bridge, FB)정류기에서 전파정류 되고, 전파정류 된 전압은 부하에 알맞게 스위칭 되어 HB 인버터에 DC 12[V]의 전원을 공급하는 EPSS(Emergency Power Supply System)로

공급한다. 그림 2-5(b)는 마이크로프로세서에서 출력되는 게이트 신호가 입력전압의 피크값에 인덕터 전류가 추종하도록 제어되어 역률이 개선되는 원리를 나타낸 것이다. 스위칭 OFF는 전류가 0 이 되는 시점이며, 전류불연속 모드로 운전된다. 전체적인 전류 Peak 값은 전압의 파형에 근접되어 운전되며 그 평균값은 입력 정형 전압의 파형과 유사한 모양이 된다.[19]



(a) PFC 회로



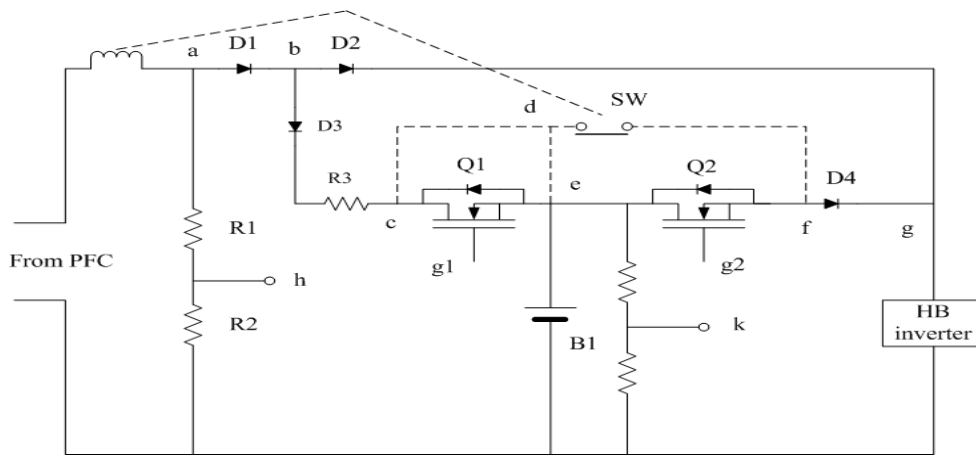
(b) L1 전류

그림 2-5 PFC 개념도

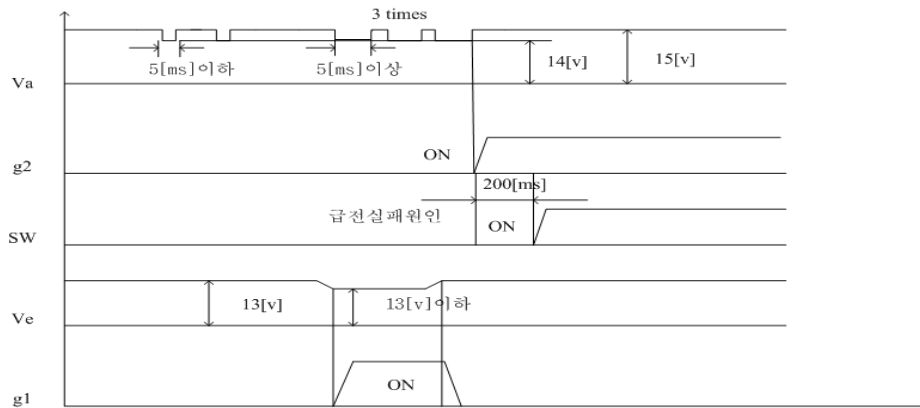
2.3 EPSS 및 인버터 시스템

2.3.1 하드웨어

그림 2-6은 k 단자로부터 상시 비상전지(B1)의 전압을 검출하여 비상



(a) Circuit



(b) Principle diagram

그림 2-6 EPSS 개념도

전지를 충전($b \rightarrow c \rightarrow e$)하는 라인과 주전원 차단레벨을 검출하여 일정레벨 이하가 되면 인버터 입력전압을 비상전지로 급전($e \rightarrow f \rightarrow g$)하는 EPSS 부를 나타내고 있다.

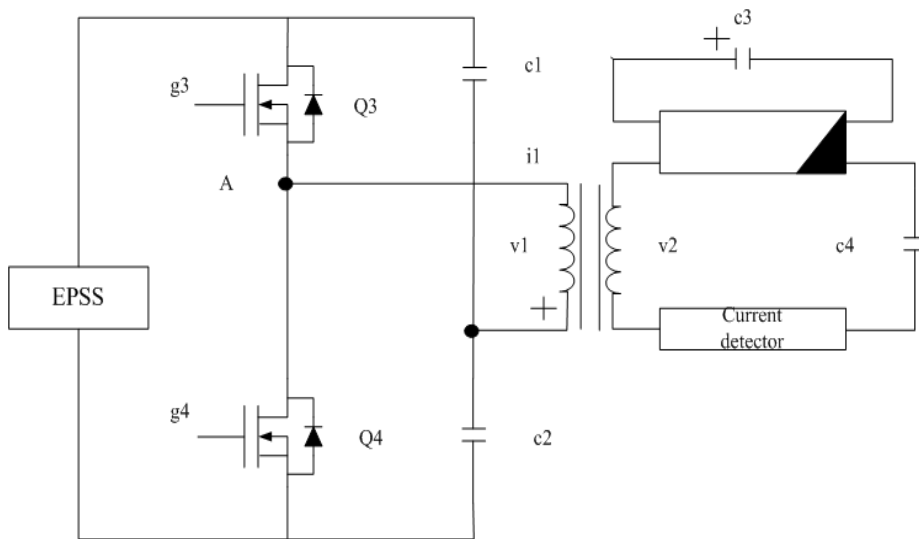
그림 2-6(a)에서 SW는 기존의 아날로그형 비상조명장치에서 사용한 릴레이 접점을 나타내고 있고, 여자용 코일은 입력전원 측에 접속되어 있으며, 주전원 차단 시에는 소자되어 SW 접점은 닫히게 된다.

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

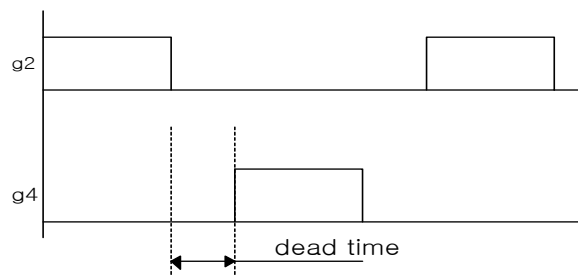
본 논문에서는 비상급전을 위하여 그림 2-6(a)와 같이 구성하였고, 마이크로프로세서를 통하여 상시 전압레벨(V_e)을 검출하여 기준레벨, 13[V]보다 미달 시 수시로 충전($g1$ on)을 행한다. 비상급전은 그림 2-6(b)에서와 같이 주전원의 전압레벨(V_a)이 14[V] 이하로 검출되는 시간이 5[msec] 이내에 있으면 몇 회가 반복되어도 계속 주전원에 의해 구동하고, 5[msec] 이상으로 3회 연속 검출되면 비상전원에 의해 급전($g2$ on)시킨다.

그림 2-7은 본 논문에서 사용한 HB(Half Bridge) 인버터 회로이다. EPSS(Emergency Power Supply System)로부터 전달받은 DC 12[V] 전원을 이용하여 교류 70 ~ 80[V]의 램프를 구동한다.[20][21][22]

HB 인버터는 입력 전압 분할용 커패시터 C_1 및 C_2 , 구동용 스위칭



(a) 회로



(b) 게이트 제어파형

그림 2-7 HB 인버터 및 게이트 펄스

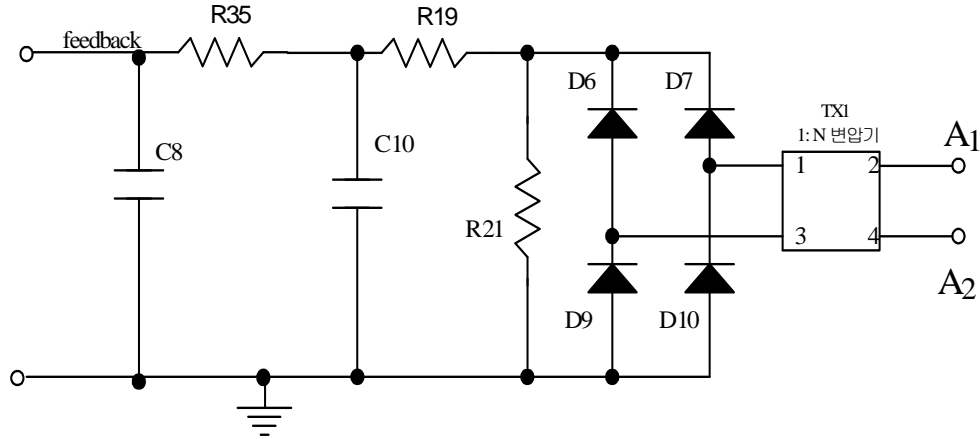


그림 2-8 전류 Feedback 검출용 필터

소자 g3 및 g4, 승압용 변압기 T_1 으로 구성되고, 변압기 2차측에는 그림 2-8과 같은 전류 Feedback 검출용 필터가 삽입된다.

제안된 HB 인버터 회로를 동작 모드별로 설명하면 아래와 같다.(그림 2-9)

Mode 1($t_0 \sim t_1$) :

g3의 turn on으로 시작되며, 변압기 주 전류 i_L 이 음의 방향으로 증가하고, 2차측 전압은 음의 방향이 된다. 이때 상하 2개의 커패시터 C1과 C2에는 각각 인버터 입력전압의 절반이 충전되어 평균 6[V]의 전압이 된다.

Mode 2($t_1 \sim t_2$) :

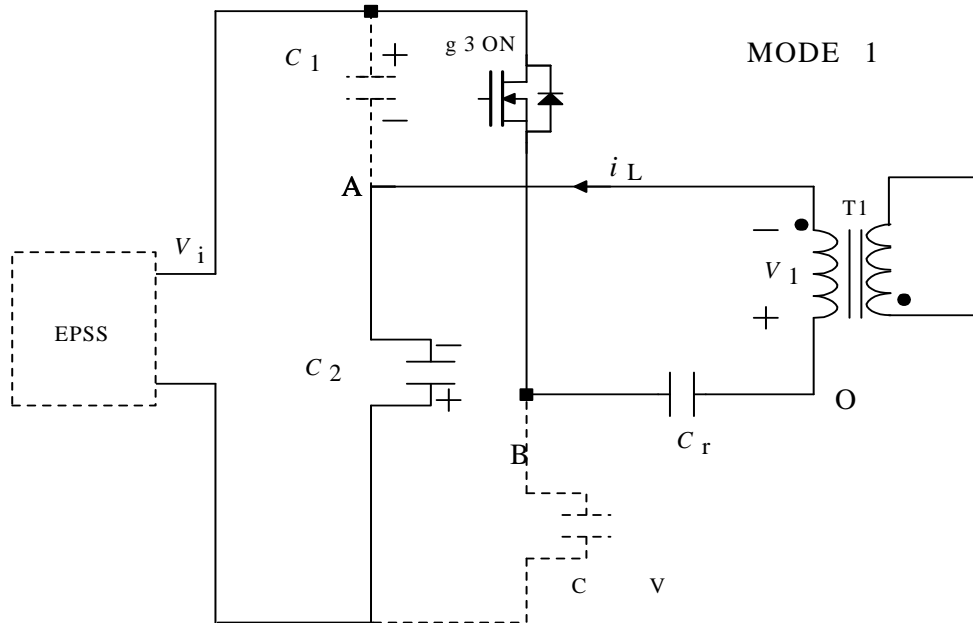
g3가 turn off 되고, C_1 양단전압 V_{C1} 는 전원전압 V_i 까지 충전되며, C_2 양단전압 V_{C2} 는 방전하게 된다. 변압기 1차 전류 i_L 은 0으로 감소하게 되고, 2차 측에 형광램프의 발진전압 이상으로 형성되어 램프가 발진을 시작하게 된다.

Mode 3 ($t_2 \sim t_3$):

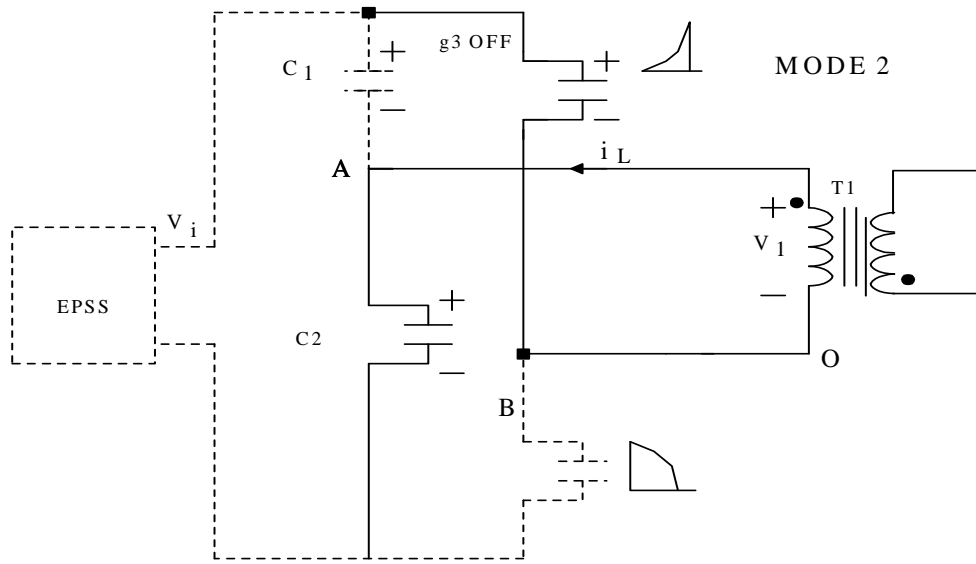
다이오드 D_4 를 통해 전류 i_L 이 환류 하는 구간이며, 다음 g4 스위칭 소자가 영 전압 하에서 turn on이 될 수 있는 조건을 만들어 준다.

Mode 4 ($t_3 \sim t_4$)

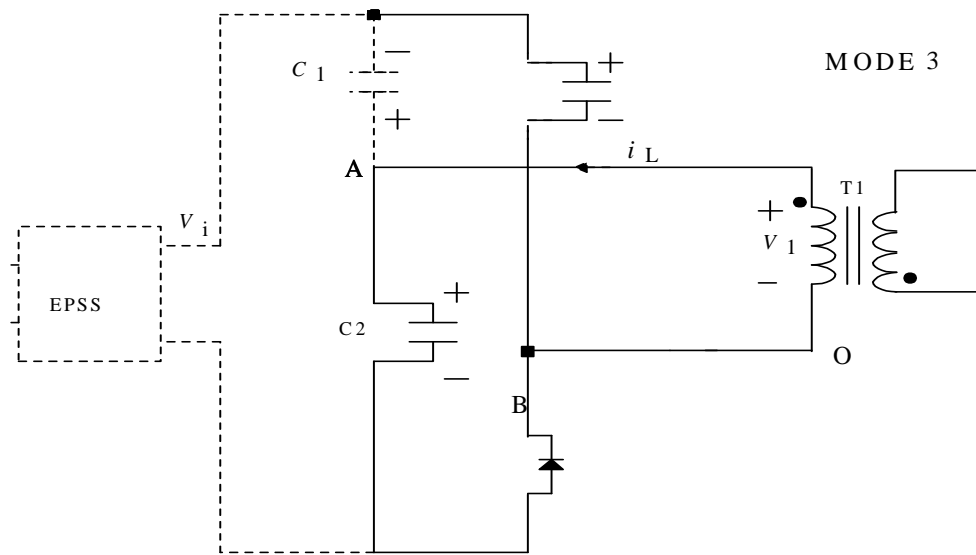
g4가 turn on되고, 변압기 1차 전류는 양의 방향으로 상승하게 되고, 2차측 부하전류는 계속하여 흐르게 된다.



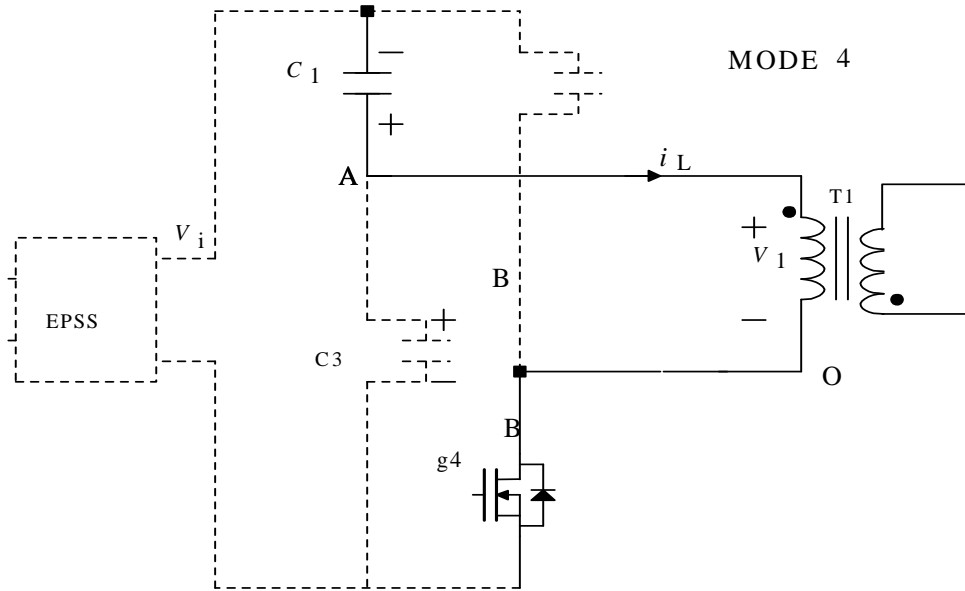
(a) 모드 1



(b) 모드 2



(c) 모드 3

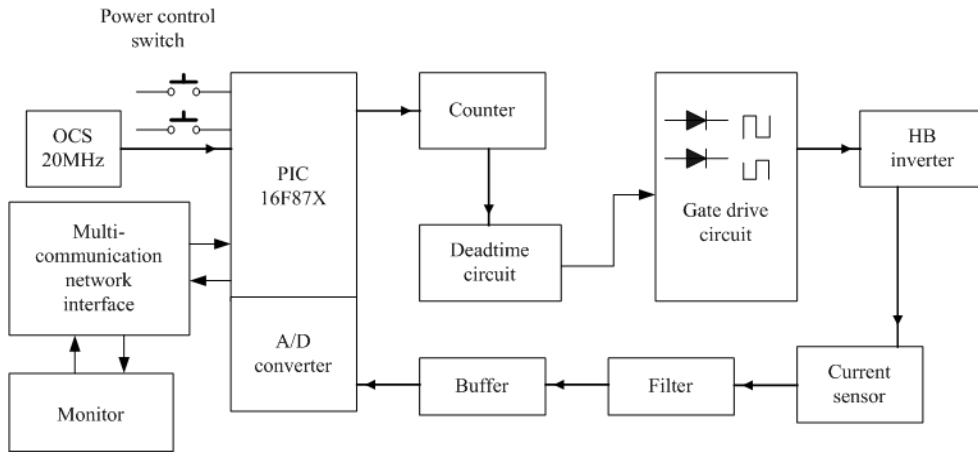


(d) 모드 4

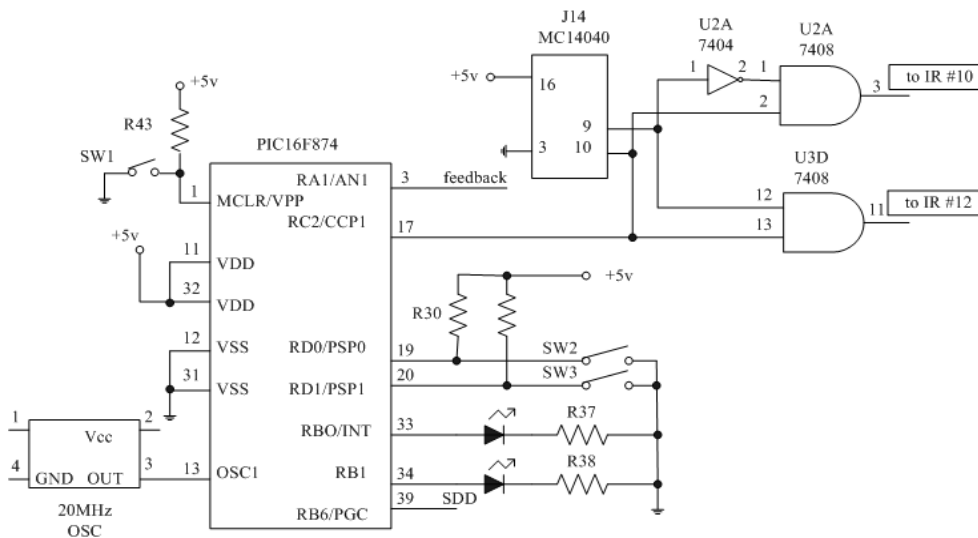
그림 2-9 HB 인버터의 모드별 동작제어

2.3.2 마이크로프로세서 및 통신 인터페이스

그림 2-10은 마이크로프로세서 및 인터페이스 회로를 나타내었다.



(a) 블록도



(b) 회로도

그림 2-10 마이크로프로세서 인터페이스 개념도

마이크로프로세서는 전체 시스템의 중추적인 역할을 하는 부분으로써 조명램프의 양극전류를 검출하여 원하는 전력 제어량에 알맞은 주파수의 게이트 신호를 만들어 게이트 드라이브 회로로 전송한다.

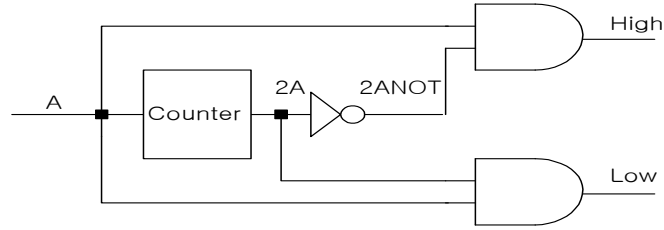
본 논문에서는 PIC 마이크로프로세서를 사용하였고, 비교적 연산 처리 속도가 빠른 20[MHz] 클럭을 사용하였으며, 내장된 A/D 컨버터는 8 bit 이다. CPU 주변에는 클럭 발생회로, 1/2 주파수 변환용 카운터, 데드타임 회로, 게이트 드라이브 회로 등이 접속되어 있다.

인버터에서 상하 암(Arm)의 IGBT를 스위칭 할 때 두 반도체 소자가 스위칭 되는 동안에 한 소자가 완전히 OFF되지 않은 상태에서 다른 스위칭 소자가 ON되면 직류 링크가 단락되어 소자들이 손상을 받게 된다. 따라서 이를 방지하기 위해 데드타임의 확보가 필요하다. 단락현상을 방지하기 위한 데드타임이 너무 길면 경부하시 전류맥동의 원인이 된다.

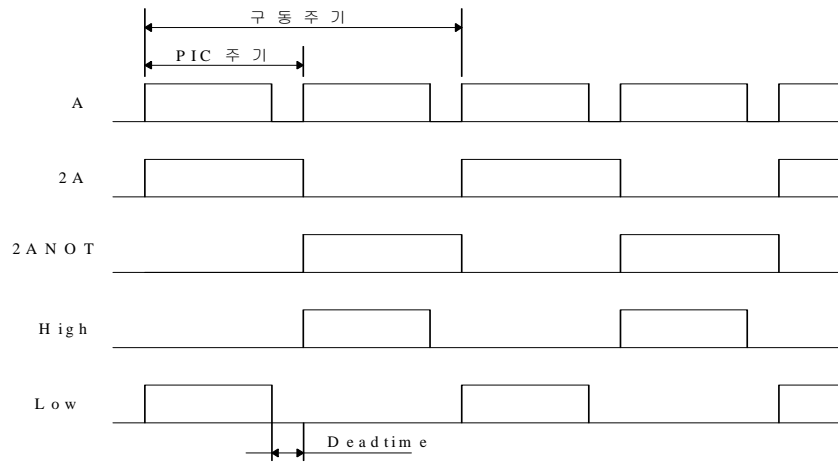
본 논문에서는 데드타임 설정을 위해 그림 2-8과 같은 회로를 구성하였으며, 본 실험에서는 1[μ sec]로 설정하였다.

그림 2-11(a)는 Block diagram이고, 그림 2-11(b)는 데드타임이 형성 되는 원리를 그린 것으로써, PIC 주기의 ON 타임이 실제 인버터 구동주기의 ON 타임이 되며, PIC 주기의 OFF 시간이 실제 구동주기의 데드타임이 되도록 설정하였다.

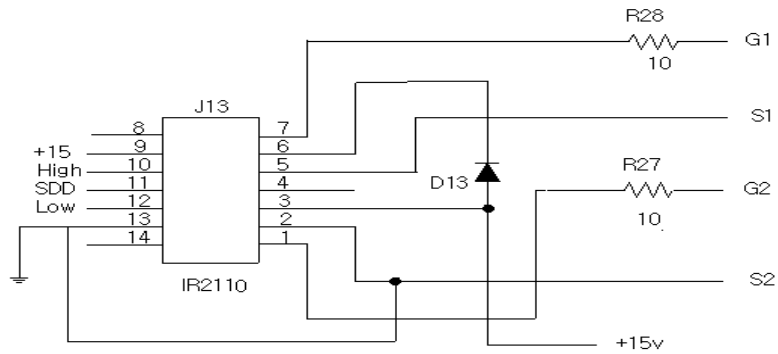
PIC 주기의 ON 타임은 구동주기의 약 40[%] 듀티비가 되도록 설정하였으며, 카운터를 이용하여 PIC 주파수를 1/2로 하고, 이 출력과 PIC 출력이 논리적으로 AND 조합되어 데드타임이 설정된다. 그림 2-11(c)는 증폭회로로서 IR사의 IR2110을 사용하였고, 1번과 7번 단자로부터 증폭된 게이트 펄스가 출력되며, 출력된 드라이브 펄스의 안정성을 확보하기 위하여 15[V]용 제너다이오드와 저항을 병렬로 삽입하였다.



(a) Block diagram



(b) Waveform



(c) IR213 소자를 이용한 증폭회로

그림 2-11 게이트 드라이브 회로

그림 2-12은 컴퓨터(Computer)를 이용하여 비상조명등을 제어하기 위한 멀티통신인터페이스시스템(Milt communication network interface system)의 회로도이다. 이 장치는 컴퓨터로 송·수신되는 대용량 데이터를 고속 장거리 멀티 통신으로 실행시키기 위한 시스템이다. 이 장치의 구성은 MAX232소자, NOT소자 및 RS-485소자로 구성된다. MAX232소자는 컴퓨터에서 송·수신되는 전압 15[V]를 멀티통신소자 RS-485에서 실행되는 전압 5[V]로 전환시키는 역할을 하며, NOT게이트들로 구성된 Block은 RS-485소자의 송·수신 단자로 정확한 송수신 신호가 입력되도록 도와주는 역할을 한다. 그리고 RS-485소자는 대용량고속멀티통신을 실행하는 역할을 한다.[23][24]

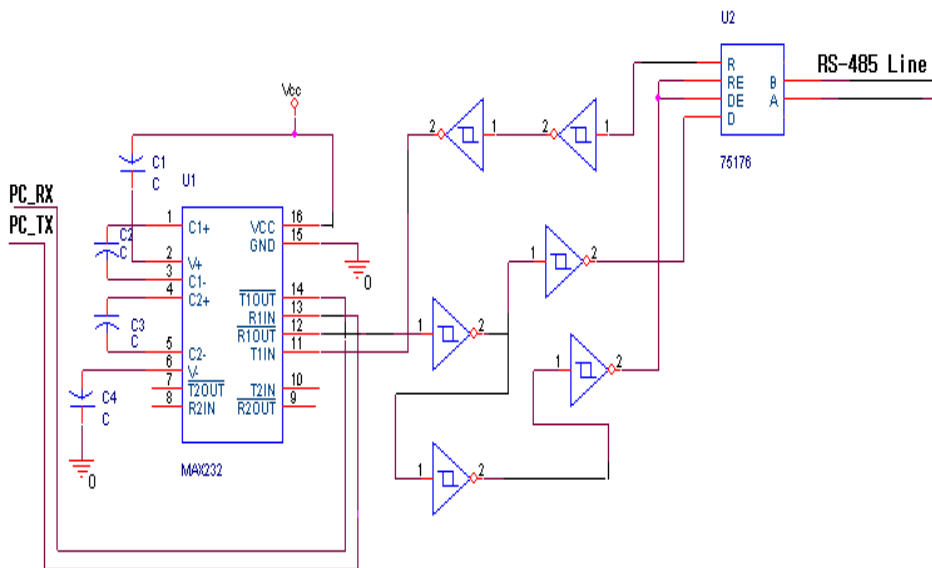
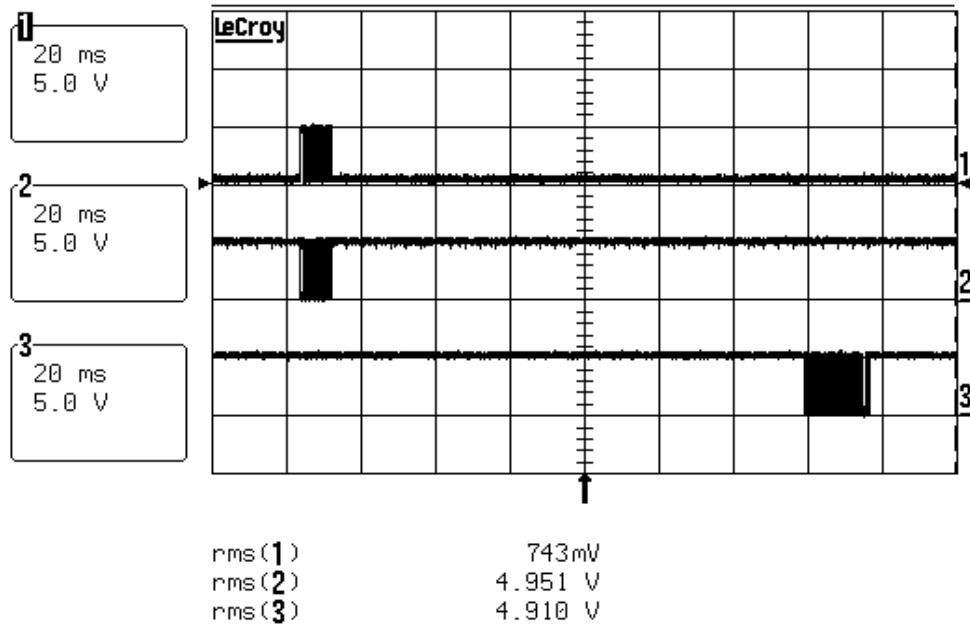


그림 2-12 RS-485 통신을 이용한 원격제어 회로도



(Ch1 : Enable 단자, Ch2 : TX단자, Ch3 : RX단자)

그림 2-13 RS-485 송수신 펄스

그림 2-13은 송·수신시 Enable과 Data신호의 파형이다. RS485는 Half-Duplex 통신을 실행하며, 이것은 송·수신을 동시에 할 수 없는 방식으로 RS485소자에 송·수신시 Enable 단자를 제어하여 통신한다. Ch1은 송신 Enable 단자를 측정한 파형으로 송신시 송신허가(1)와 수신불허가(1) 신호를 나타내는 파형이며, Ch2는 데이터를 송신 허가시(1) 전송하는 TX파형이고, Ch3는 데이터를 수신 허가시(0) 수신 받는 RX파형이다. 송신 외에는 수신 가능한 상태로 Enable 단자를 제어한다. Enable 단자를 동시에 제어하는 방식으로 회로를 설계(그림 2-16 참고)해서 한 신호로 송·수신 Enable을 제어할 수 있다.

2.3.3 소프트웨어

본 연구는 제안한 알고리즘을 이용하여 비상조명등의 전력제어를 위한 제어 프로그램은 C++ 언어를 이용하였다. 그림 2-14는 주프로그램의 순서도를 보인 것이다. 먼저 CPU의 여러 가지 내부 제어레지스터 및 각종 변수들을 초기화 한다. 램프의 양극전류를 일정시간으로 검출하기 위하여 마이크로프로세서 내부 타이머 인터럽트를 $10[\mu\text{sec}]$ 로 설정하고, 전력 제어용 스위치의 세팅된 값과 사용전원이 일정 전압이상으로 검출되는지를 확인하면 초기 주파수를 PWM 펄스로 출력한다. PWM 출력이 되면 램프의 발진이 개시되고, 발진 개시된 전류가 원하는 값이 되면 초기 주파수를 감소해 나가면서 램프전류를 검출한다. 램프전류가 전력제어용 스위치에서 세트된 값이면 주파수를 고정하나, 세트된 값 이하로 떨어지면 주파수를 감소하고, 이상이 되면 주파수가 증가한다. 만일 제어장치의 이상으로 갑자기 출력전류가 과전류가 되면 출력되는 PWM 펄스를 정지시키게 된다. 주프로그램이 실행되는 중에도 매 $10[\mu\text{sec}]$ 마다 램프 전류를 검출하고, 검출된 데이터는 주프로그램으로 되돌려 주며, 주프로그램에서는 이 값이 원하는 제어 값인지를 비교하여 원하는 주파수로 출력하게 된다.

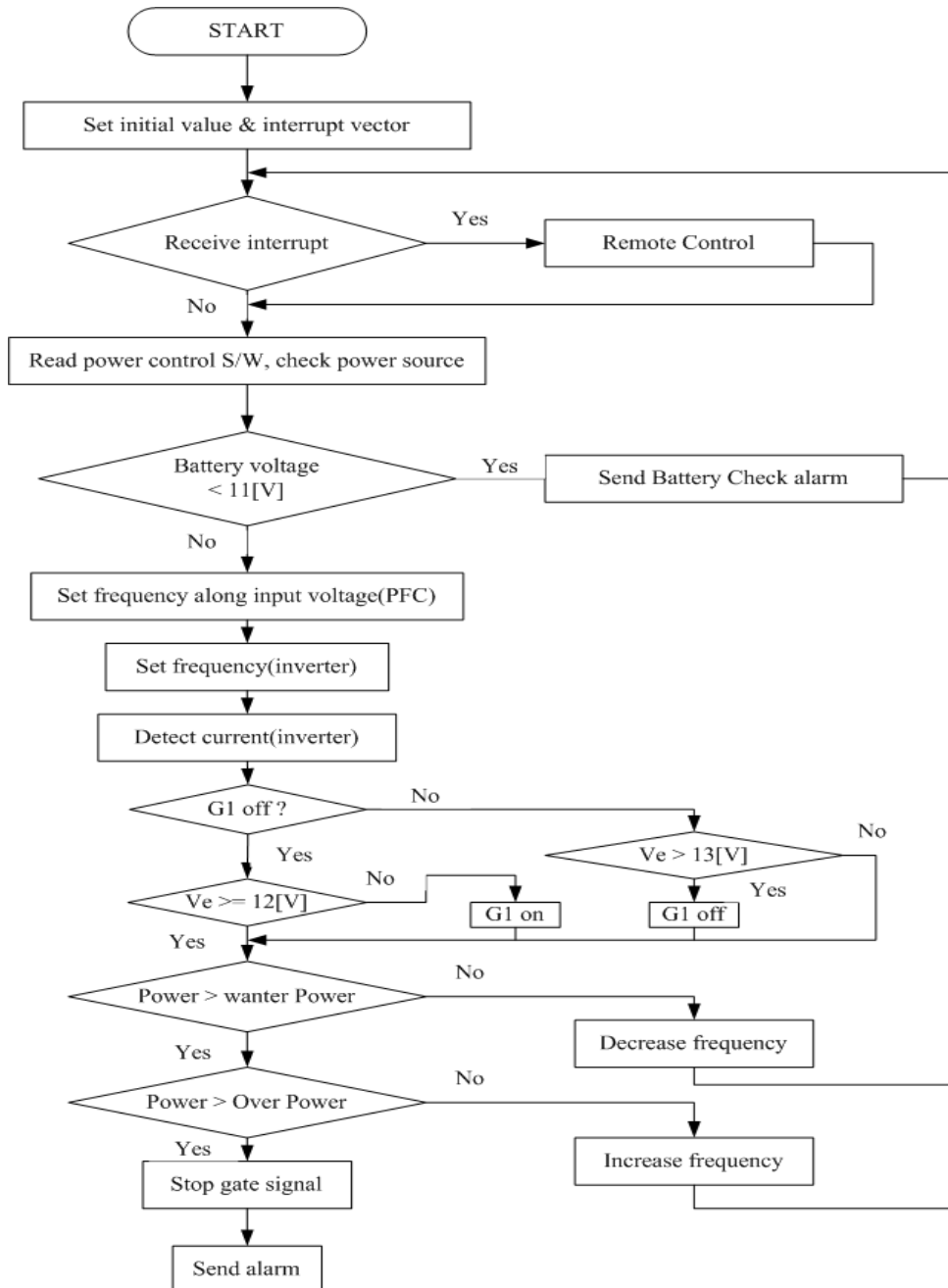


그림 2-14 Flowchart of control program

그림 2-15는 멀티통신 네트워크 프로그램의 순서도이다. 통신프로토콜을 설정하여 형광등마다 부여된 고유ID를 확인하여 해당 형광등이 명령에 응답하는 시스템으로 구성한다. 수신 인터럽트에서 배열로 데이터를 받는데, 받은 데이터를 해석하여 그에 해당하는 명령을 수행 하도록 한다. 데이터 배열의 5번 자리는 형광등의 ON, OFF여부를 결정하는 명령이고, 데이터 배열의 6번 자리는 형광등의 밝기를 결정하는 명령과 전압, 전류, 전력을 전달해달라는 명령 4가지가 있다. 다시 수신 인터럽트를 활성화하기위해 Receive data flag를 0으로 변환 후 프로그램 수행을 종료한다. 그 후 Receive data flag가 1이 되면 수행하는 것을 반복적으로 한다.

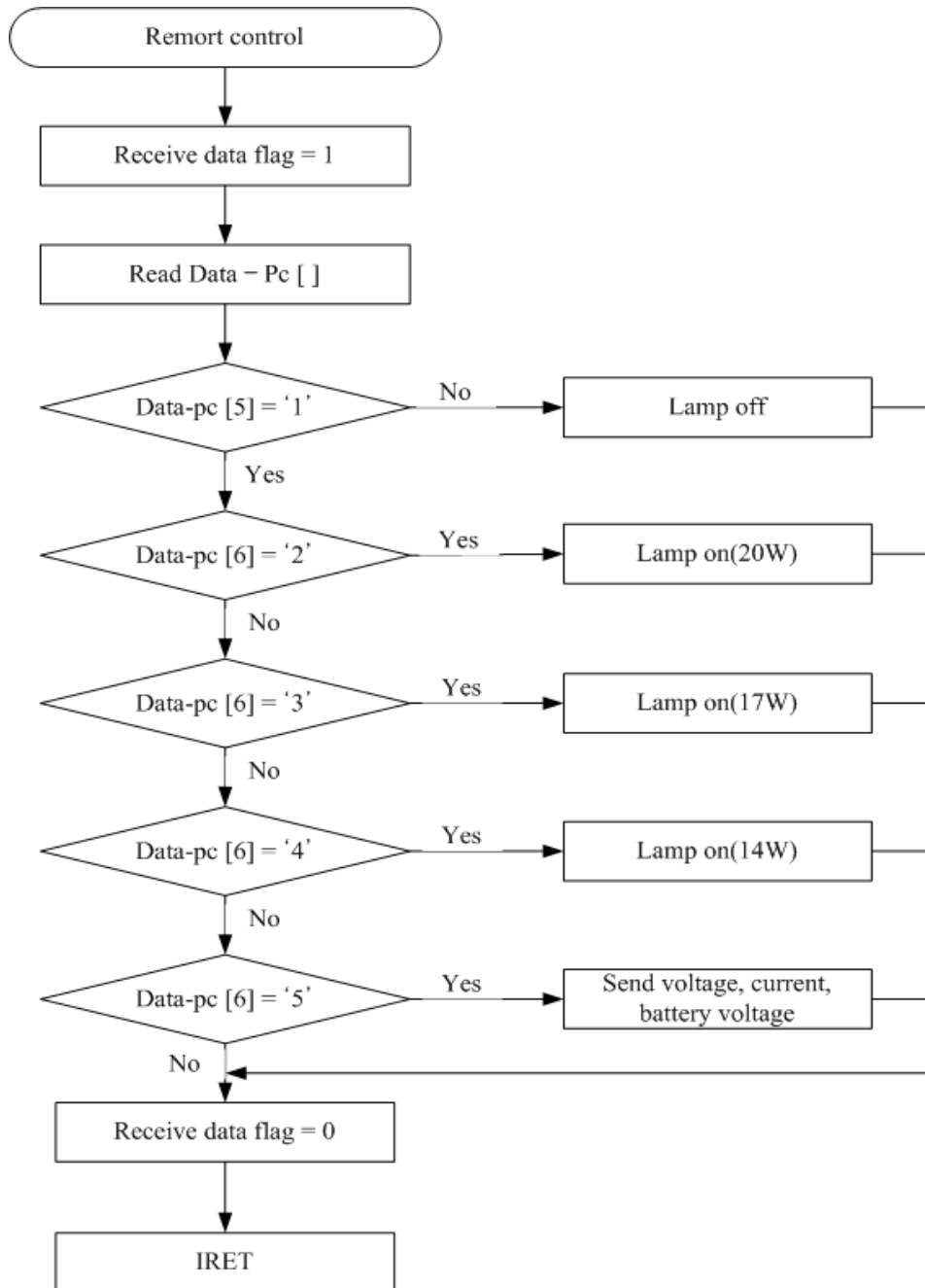


그림 2-15 Flowchart of remote control

그림 2-16은 비상조명 충·방전 인터럽트 서비스 루틴의 블록도이다. 13[V]보다 크면 duty ratio를 줄이고, 줄이는 도중이라도 전압을 검출하여 작으면 듀티비를 늘려준다. 또한 인터럽트 서비스 루틴으로 진입되어 13[V]보다 작다고 판정이 되면 즉시 G1을 on 하여 충전을 계속 수행

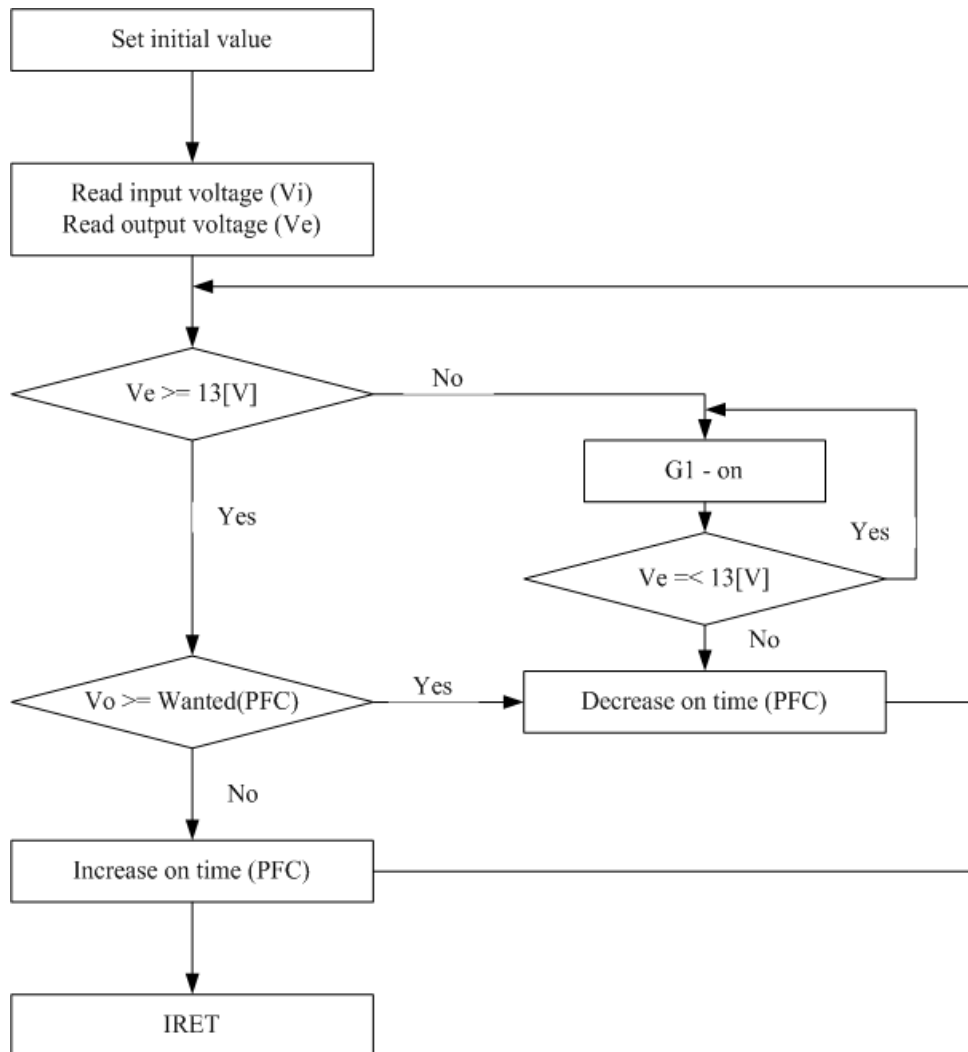


그림 2-16 Flowchart of emergency battery charge & discharge

하여 V_e 의 전압을 일정히 유지하도록 한다. 전압의 검출은 PIC 컨트롤러내의 8 비트용 A/D 컨버터로 입력받는다.

그림 2-17은 수신 인터럽트의 순서도이다. 통신프로토콜은 헤더부분에서 고유문자(@)를 체크하고, 형광등에 장착한 PIC에 부여된 고유 ID(N01)를 확인하여 수행되어야 할 명령이라고 판단되면 수신 완료된 내용을 수행하라는 Receive data flag를 1로 만들고 멀티통신 네트워크 프로그램을 실행하게 한다.

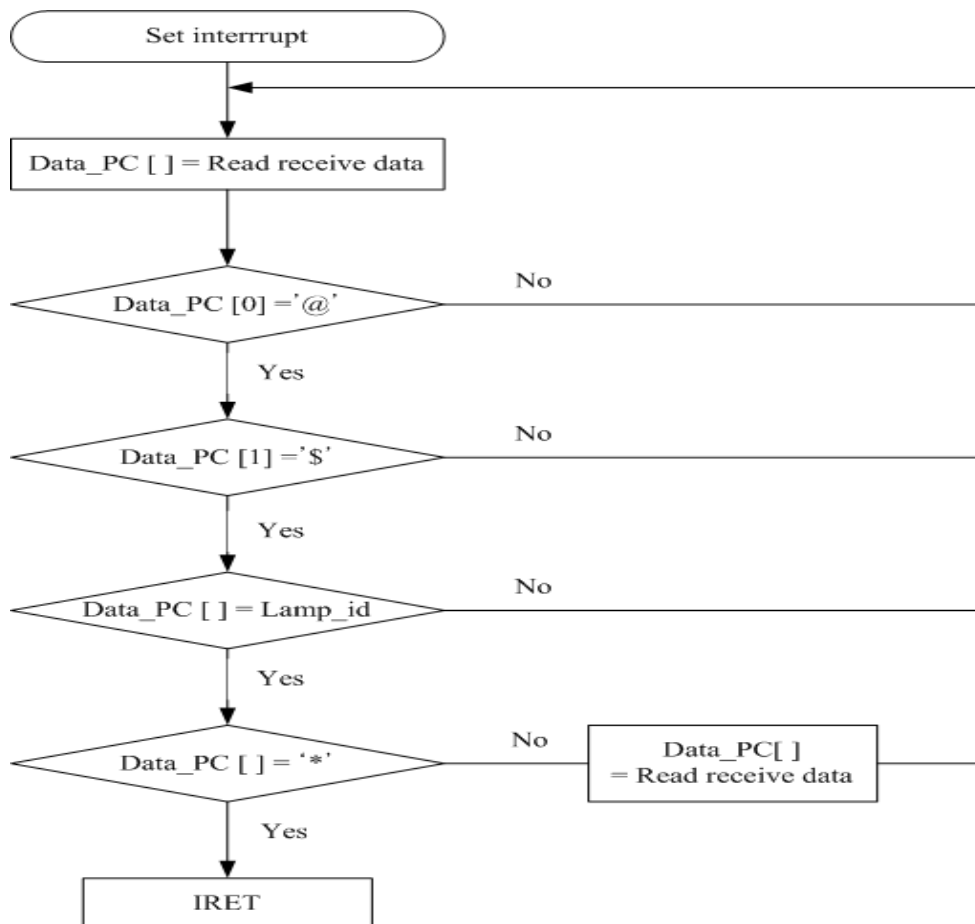


그림 2-17 Flowchart of receive interrupt

제 3 장 실 험

3.1 실험장치 구성

그림 3-1은 선박비상조명용 원격모니터 전력제어 실험세트이다. 크게 나누어 배터리부, 마이크로프로세서 제어부, 아날로그 입력부, +5[V] 및 +15[V] 전원장치(Flyback type converter)로 구성되어 있으며, PIC는 16F874이고, 조명제어를 위해 전력제어용 볼륨을 케이스 밖에 장착해 두고 그것의 가변에 의해 Dimming control을 하도록 하였다. 램프의 점등은 PIC16F874 마이크로프로세서의 PWM 인터럽트 프로그램에 의해 그 주기가 변경되어 출력된다. 출력된 가변성 PWM 펄스는 카운터와 논리회로를 거쳐 2개의 상하암에 걸리게 될 게이트 신호로 바뀌면서 동시에 Deadtime을 형성하게 된다. 2개의 PWM 펄스는 전력증폭기인 게이트 드라이버(Gate driver)를 거쳐 IRFP450A IGBT로 입력되어 1차측 변압기에 전류를 흘리게 되며, 2차측은 전압 증폭되어 램프 발진을 일으키게 된다. 전압과 전류를 PWM 펄스의 주파수 조절에 의해 이루어지며, 이것에 의해 조명의 Dimming 현상이 일어나게 된다. 주파수 변경에 의한 전력제어도 할 수 있지만 PWM 펄스의 ON 시간을 변경함에 따라 전력조정도 가능하여 두 가지 기능을 편리하게 사용할 수 있다.

Cds Cell을 이용하여 조도를 센싱(Sensing)하여 이를 아날로그에서 디지털로 변환하는 PIC 칩내의 8비트 A/D 컨버터에 입력하여 디지털 신호로 변환하여 표시하는 기능, EPSS(Emergency Power Supply System)로부터 입력받아 Flyback converter를 이용하여 HB inverter의 입력전압을 알맞게 변환하는 부분의 전압을 저항 분압에 의하여 검출하여 이를



(a) 전력제어 실험



(b) 모니터 원격 제어 실험

그림 3-1 선박비상조명용 원격모니터 전력제어 실험세트

디지털로 변환하여 표시하는 기능, HB inverter의 2차측 변압기에 접속한 전류 검출용 변압기를 이용하여 2차 측에 설치한 필터(Passive Filter)로부터 출력된 전류-전압 변환 신호를 디지털로 변환하고 전압과 곱해져 전력으로 계산하여 이 둘을 모두 표시하는 기능, 램프에 흐르는 양극전류를 검출하여 과전류(Over current) 이상 유무를 검출하고 표시하는 기능, 가변 볼륨 저항을 이용하여 원하는 주파수의 PWM 펄스를 발생시켜 전력제어를 수행하도록 하는 기능, 2개의 2단 스위치를 이용하여 운전 초기 또는 운전 중에 원하는 전력으로 reset 시킬 수 있는 기능 등을 실험장비의 케이스 밖에서 수동으로 조절이 가능하도록 설치하였다.

또한, 실험장비로는 전력측정 장비로서 5[A] clamp를 사용하였고, 정밀하고 고주파용에도 사용이 가능한 전류 증폭기 및 프로브(Current Amplifier and probe : AM503B), 디지털 오실로스코프(Digital Oscilloscope) 등 대부분의 측정 장비는 30[kHz] 이상의 고주파 영역에서도 측정이 가능한 장비를 사용하였다.

HB inverter와 연결된 고전압 변압기는 EI30 core를 사용하였고, 2장에서 설계한 값을 적용하였으며, 인버터의 상하 IGBT는 IRFP450A를 사용하였다. 이 소자는 항복전압이 비교적 높고, 고주파 영역에서도 동작이 가능하다. 인버터 분압용 커패시터는 마일러 콘덴서(103) 소자를 사용하였으며, 이 들 커패시터의 양단자 전압은 인버터 입력전압의 절반으로 충전되어 입력전압을 분압하게 되고 인버터에 사용되는 스위칭 소자는 입력전압을 반으로 줄일 수 있어 소자 가격을 낮출 수 있다.

마이크로프로세서 인터페이스 부(Microprocessor interface part)에 사용된 마이크로프로세서는 PIC16F874 CPU이다.

이 마이크로프로세서는 기계주파수를 20[MHz]로 사용하였고, 인터페이스 소자로는 주파수 증가 및 감소를 나타내는 용도로 사용되는 LED,

입력전원 공급용 레귤레이터, 인버터에 공급될 2개의 게이트 펄스의 데드타임을 형성하기 위하여 마이크로프로세서로부터 출력된 PWM 펄스를 카운터와 논리회로를 거쳐 구성하였다.

전류검출이나 주변 상태를 체크하여 안전한 시스템으로 구동하기 위한 안전장치용 주변 인터페이스를 구성하였으며, 이를 프로그램화하여 제어한 후 그 결과를 LED나 LCD에 나타내도록 하였다.

마이크로프로세서내의 메모리 용량이 실질적으로 프로그램 하는 량에 비해 공간이 많은 여유가 있어 앞으로 보다 메모리 용량이 적고 값이 싼 CPU를 선택할 필요가 있다.

그림 3-2는 CdS cell 또는 2차측 전류 검출용 변압기로부터 검출된 여러 가지 전압 신호를 OP-Amp를 사용하여 이를 증폭하고, 증폭된 전압을 마이크로프로세서의 A/D 컨버터로 출력하기 위한 아날로그 신호로 증폭시켜, 이를 R-C 필터로 깨끗한 직류입력으로 변환하는 부분이다.

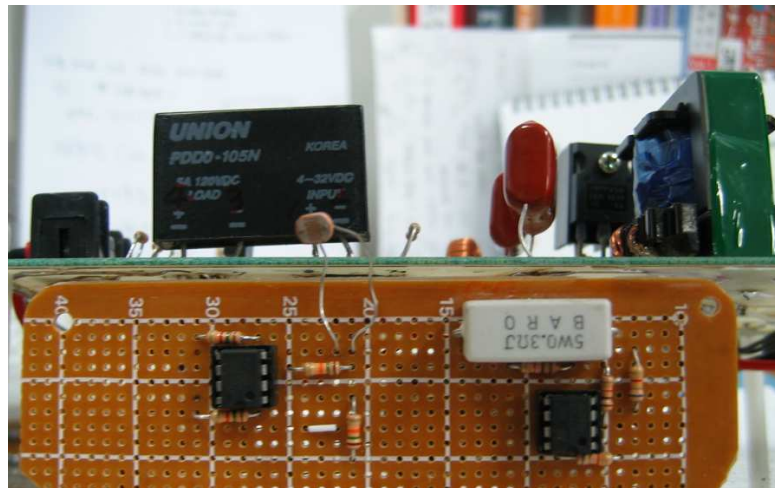


그림 3-2 A/D 입력부

이 아날로그 증폭부에 공급되는 전원은 +15[V] 와 -15[V]이며, 이들은 Flyback 컨버터를 이용하여 구성된 입력 전원장치로부터 공급된다.

3.2 실험파형 측정 및 고찰

그림 3-3은 입력전력 20[W]일 때의 입력전압 및 전류를 나타내고 있으며, 입력전압 219.3[V], 입력전류 0.107[A], 역율 0.85를 나타내고 있으며, 전류측정은 계측기의 최소 측정범위의 한계 때문에 전류프로브에 측정권선을 8.5회 감아 측정하였다.

Buck converter를 이용한 PFC 회로의 양호한 동작으로 PF가 높게 나타나고 있다.

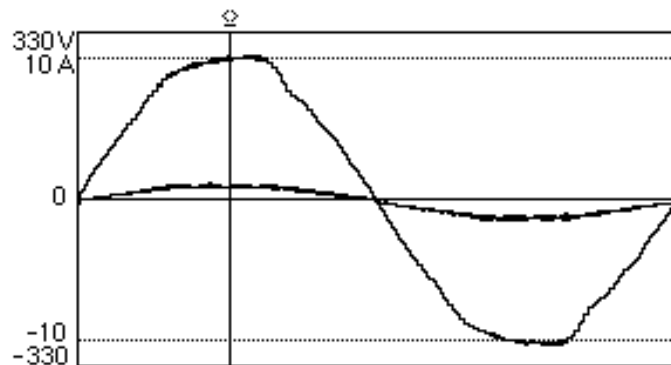
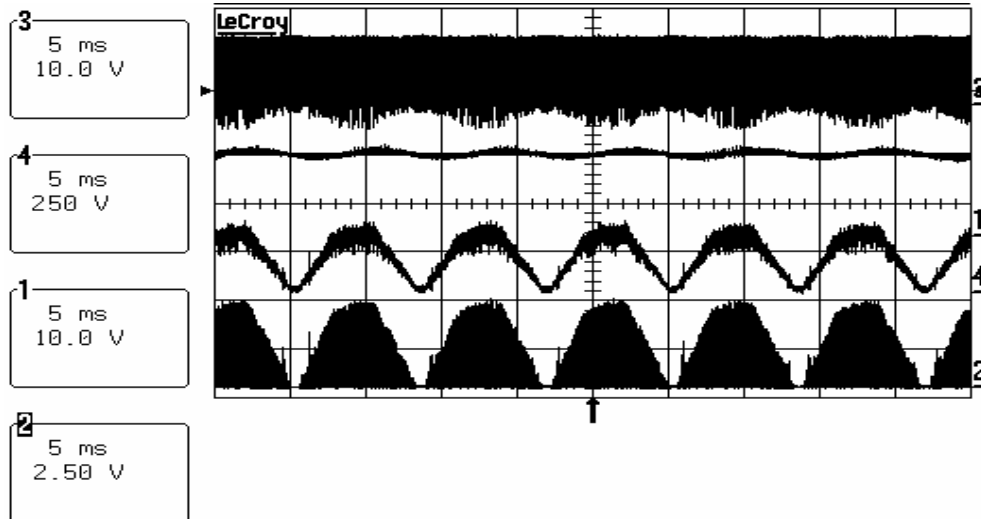


그림 3-3 Input voltage and current

그림 3-4 는 PFC의 각 부를 측정한 파형이다. 위로부터 게이트 펄스, 출력전압, 정류기 출력전압, 인덕터 전류를 나타내고 있다. 인덕터 출력 전류는 높은 주파수로 초핑(chopping)되고 있으며, 정류기 출력전압은 최대 310[V]를 나타내고 있고, PFC 출력 전압, 즉 HB inverter입력 전

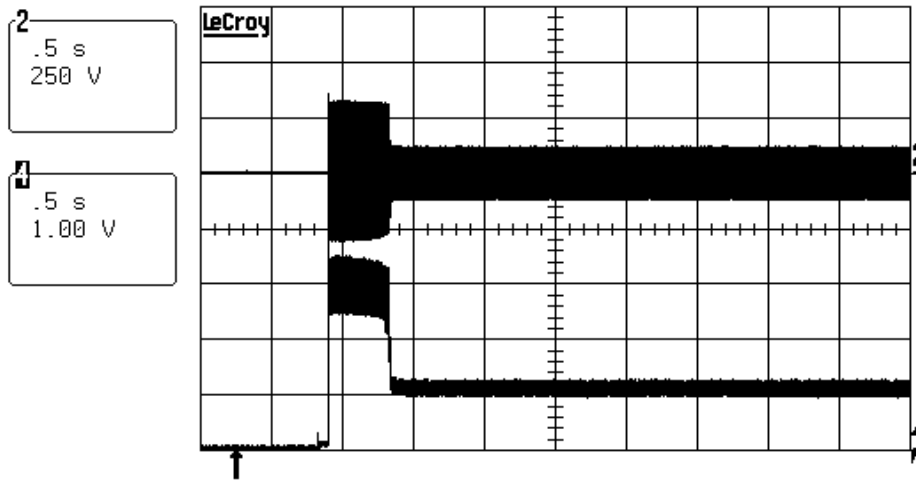


Ch1 = output voltage(10V/div)
 Ch2 = inductor current(2.5A/div)
 Ch3 = gate pulse(10V/div)
 Ch4 = rectifier output voltage(250V/div)

그림 3-4 Waveform of PFC

압은 13[V]에서 14[V] 사이에서 약간의 리플을 형성하면서 출력된다. 이 리플은 PFC 입력전압의 크기와 부하측 전류의 크기에 따라 다소 변동될 수 있다. 입력전압의 크기가 커지면 커질수록 리플은 더욱 더 커지게 되며, 출력전류 역시 마찬가지로 된다. Ch2는 인덕터 전류를 나타내고 있으며, 인덕터 전류는 공급되는 전압의 값과 같은 점에서 ON되고, 전류 0 점에서 OFF를 하게 된다.

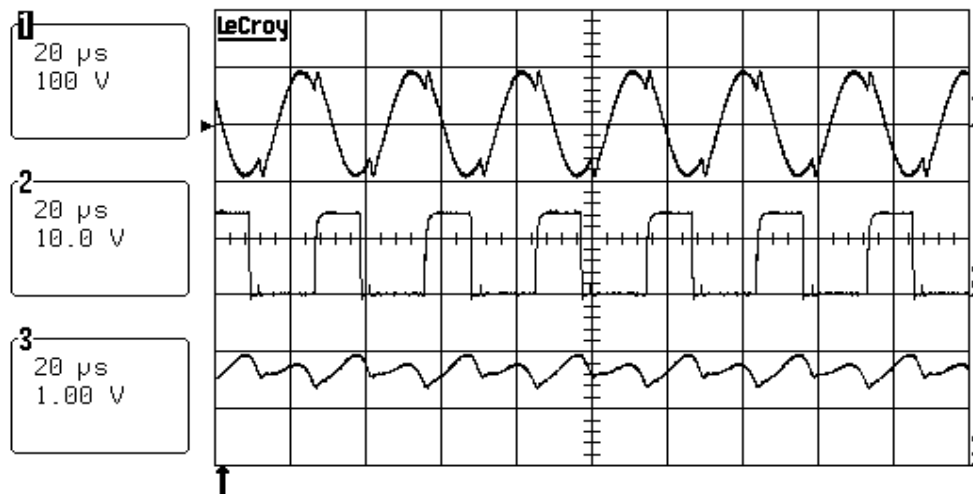
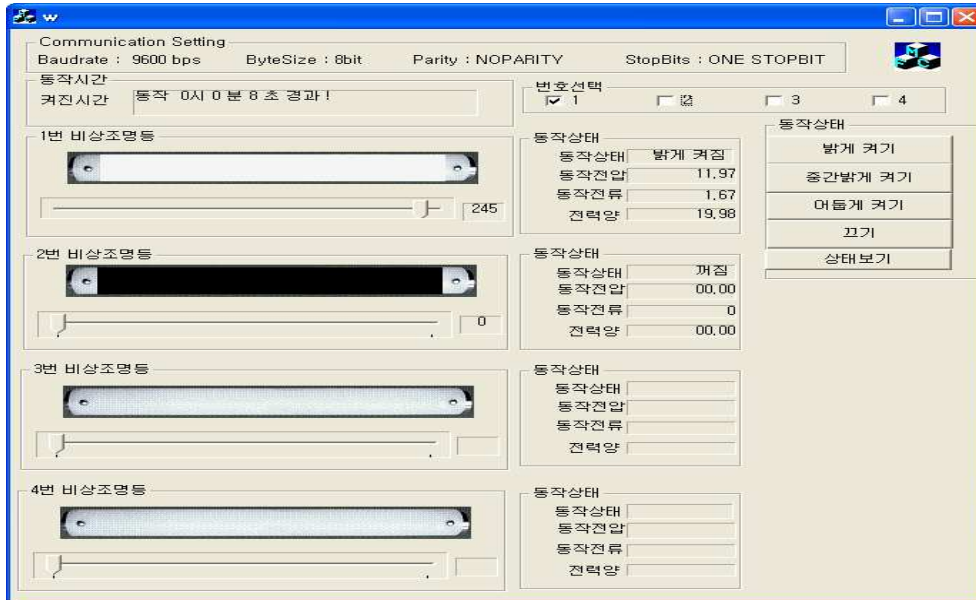
그림 3-5는 형광등의 기동부터 발진까지의 양극전압 및 인버터 입력전류에 대한 실험파형을 나타내고 있다. 기동전에는 인버터의 2차측 전압, 램프의 양극전압이 약 240[V]로 상승되며, 약 0.4 초간 예열기간을 거친 후 발진을 개시하고 있으며, 발진이 시작되면 FL 양극전압은 70[V]로



Ch2 : lamp voltage(250V/div),
 Ch4 : inverter input current(1A/div))

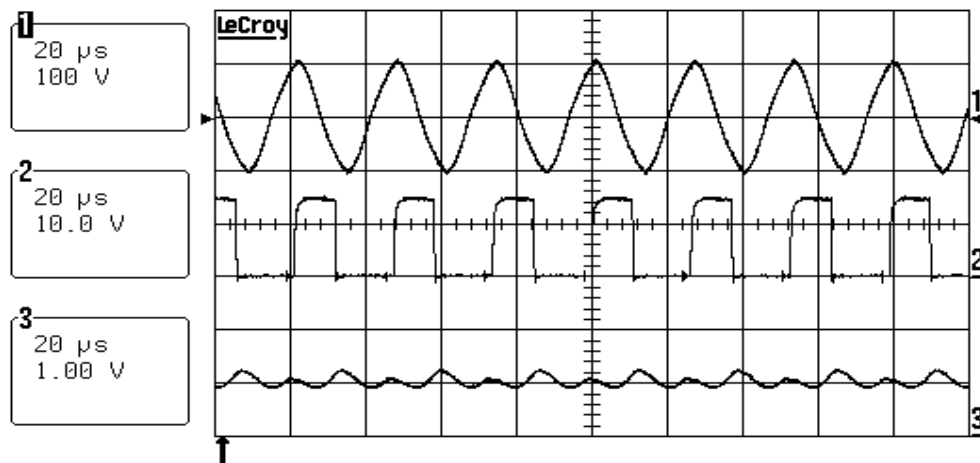
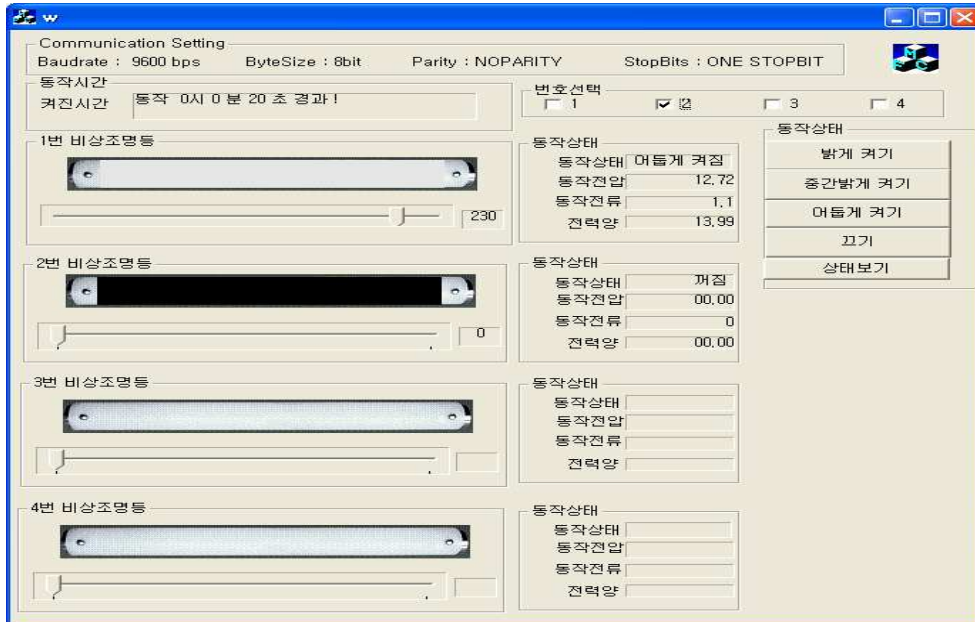
그림 3-5 Starting characteristics

유지 되는 것을 알 수 있다. 램프의 발진시간을 단축하는 것은 인버터의 주파수 조절에 의해 양극전압을 매우 높게 유지하여 기동할 수 있으나, 이러한 방법으로 장시간 운전을 계속하게 되면 램프에 무리가 진행되어 수명을 단축하게 된다. 그림 3-6은 비상조명등의 모니터링에 의한 원격 제어 실행 시, 모니터링 화면 및 비상조명등의 전압, 전류 및 전력의 크기를 파형으로 나타낸 것이다. 그림(a)는 1번 비상조명등이 20[W]로 동작 중이고, 2번 비상조명등은 cut-off 상태를 나타내고 있으며, 그림 (b)는 1번 비상조명등이 14[W]로 동작 중이고, 2번 비상조명등은 Cut-off 상태를 나타내고 있다. 파형은 위로부터 Lamp 양극전압, 게이트 펄스, Inverter 입력전류를 나타낸다. 전체적으로 파형을 매우 확대한 것으로써 인버터 입력전류의 파형은 매우 큰 리플(ripple)을 함유한



Ch1 = lamp voltage(100V/div),
 Ch2 = gate pulse(10V/div),
 Ch3 = inverter input current(1A/div)

(a) $f=34$ [kHz], 듀티비=40[%]



Ch1 = lamp voltage(100V/div),
 Ch2 = gate pulse(10V/div),
 Ch3 = inverter input current(1A/div)

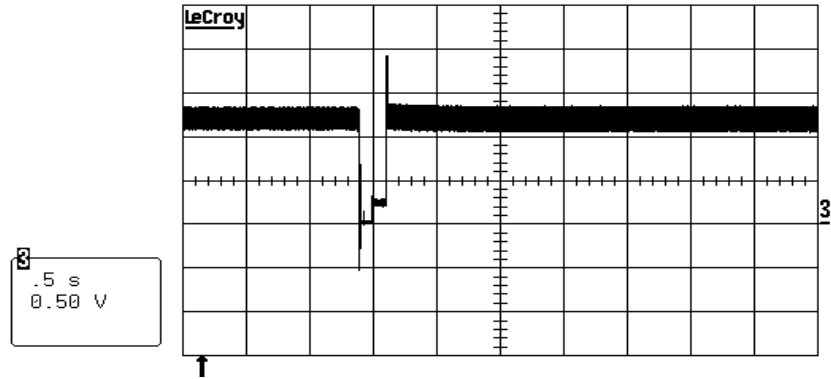
(b) $f=37[\text{kHz}]$, 듀티비=40[%]

그림 3-6 Power control characteristics

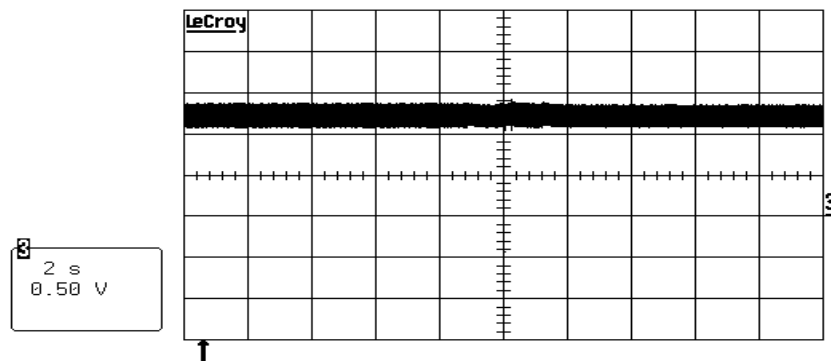
것 같이 나타나고 있으나, 주파수 34[kHz]에서 lamp 양극전압은 69[V], 인버터 입력전류는 1.67[A], 입력전력은 최대 20[W]까지 얻을 수 있으며, 역률 역시 높은 값을 얻을 수 있었다. 주파수 37.0[kHz]일 때의 Lamp 양극전압은 약 70[V]이며, 인버터 입력전류는 1.1[A], 입력전력은 14[W]이다. 전력제어는 최대 입력전력 20[W]에서 최소 입력전력 14[W]까지 주파수 변화에 의해 제어하였으며, 입력측 전력제어 범위는 30.0[%]이다. 그림 3-6의 상부 화면은 모니터링 된 모든 비상조명등의 동작상태(밝기, 전압, 전류 및 전력)를 실시간으로 보여주며, 화면의 활성화 된 버튼을 통해서 주변 환경에 알맞도록 조명등의 원격제어를 할 수 있다. 또한 제어된 비상조명등은 화면의 좌측에 있는 “비상조명등색상모니터”를 통해서 다양한 색상으로 볼 수도 있다. 이 화면은 Visual C++ software로 프로그래밍하였다.[25]

실험결과, 주파수를 낮추어 최대전력에 가깝게 운전할 때에는 램프 양극전압의 모양은 주파수를 낮추어 전력을 낮게 유지할 때 보다 리플을 많이 함유하고 있으며, 같은 주파수에서도 듀티비를 크게 하여 최대전력을 얻도록 제어하면 리플이 다소 많이 나타나고 있음이 확인되었다. 이 HB 인버터는 주파수 선택도가 매우 좁아 최대 및 최소전력의 범위가 매우 좁게 나타나고 있어 전력 가변 시에는 예민한 반응을 보일 수 있다. 따라서 본 논문에서는 듀티비의 최적상태를 파악하여 40[%]에서 주파수 변화를 실행하도록 하였다. 이러한 듀티비 변화와 주파수 변화에 의한 전력제어는 조명 및 전력기구 제어에 많이 응용되고 있으며, 유도가열 및 유전자열 분야에도 적용되고 있다.

그림 3-7은 배터리 충전과 방전을 수행할 때 기존에 사용해오던 릴레이(Relay)를 이용할 때와 반도체를 이용하여 ON-OFF를 수행하면서 부하



(a) 릴레이 제어



(b) 반도체 제어

그림 3-7 릴레이 및 반도체 제어시의 배터리 충전전류 비교

측으로 방전하고 있는 전류를 측정 한 것이다. 기존에 사용해오던 릴레이 방식에서는 스위치 OFF에서 ON으로(주전원차단 후 비상전원연결) 진행되는 과정이 전류파형에서 약 200[ms] 정도가 되어 비상조명등이 작동되는 순간에 깜빡거림이 매우 심하다. 심지어 전류의 연속성이 떨어져 운전실패가 종종 발생하기도 한다. 이러한 문제는 아날로그형으로 설계된

기존의 제품에서는 소자의 특성상 스위치 ON과 OFF의 시간 격차를 줄일 수 있는 데에는 한계가 있다. 따라서 본 논문에서 제안한 마이크로프로세서 제어형 비상조명 장치에서는 디지털 소자로 제어되기 때문에 주전원 차단 후 비상전원연결 때 발생하는 전류의 흐름을 수[μ s] 단위로 진행시킬 수 있어 이러한 문제에 대해서는 염려할 필요가 없게 된다.

Table 3-1은 듀티비 40[%]에서 주파수 변화에 따른 전력제어 특성을 표로 정리한 것이다.

Table. 3-1 Power control characteristics

주파수 [kHz]	입력전력 [W]	Lamp 입력전력 [W]	효율 [%]
34.0	20.0	17.04	85.2
35.5	16.0	13.46	84.1
37.0	14.0	11.52	82.3

Table 3-1에서 Lamp 입력전력은 SMPS 및 마이크로프로세서의 소모 전력을 제외한 것으로써 주파수가 34 ~ 37[kHz] 범위에서 변동할 때 입력 전력을 최대 20[W]에서 최소 14[W]까지 제어할 수 있어, 전력제어 범위를 약 30.0[%]까지 광범위하게 얻을 수 있었다. 이 때 최대 전력으로 구동할 때에는 85.2%, 최소전력은 82.3%로 나타나고 있어 평균효율은 83.65[%]를 나타내고 있다. 이 표에서 정리되지 않았지만 최대 전력에서 역률은 0.85이며, 최소전력에서 0.84가 된다. 역률과 효율 모두 최대전력으로 운전할 때가 가장 높게 나타나고 있으며, 전력을 낮출수록 점점 낮아지는 것을 알 수 있다.

본 논문에서는 마이크로프로세서의 PWM 주기의 한계로 인해 전력제어 범위를 30[%]정도까지 실행 할 수 없으나, 보다 성능이 우수하고, 입력 주파수가 매우 높은 저렴한 제어기를 사용하는 경우에는 보다 광범위한 전력제어를 얻을 수 있을 것으로 생각된다.

한편 인버터의 주파수 또는 듀티비 제어를 이용하여 흐르는 전류를 제어함으로써 전압의 변동은 10[%] 범위 이내에 두면서 전체적인 전력을 광범위하게 제어하는 것은 형광램프 구동에서 뿐만 아니라, 전자렌지, 유도가열기 등의 개발 장비에는 언제든지 적용이 가능하다. 현재 고주파 제어용 디지털 및 반도체 소자들이 많이 개발된 상태이기 때문에 가정용 기기에서 산업용 기기까지 전력제어는 많이 사용하고 있다.

3.3 특성평가 및 활용

Table 3-2 는 본 논문에서 개발된 개발품의 특성을 자체적으로 평가한 것을 요약한 것이다. 본 논문에서 개발된 “마이크로프로세서를 이용한 선박비상조명시스템의 성능개선에 관한 연구” 는 개발기술의 대부분이 기존기술에 접목된 것이나, 역률개선회로, HB 인버터 및 형광램프의 3가지 시스템에서 일체화된 최적의 정합기술과 단순한 구조로 된 설계방법은 충분히 활용 가치가 있을 것으로 사료된다.

개발된 전원장치는 고주파 비절연 및 절연 HB 인버터 기술과 원리는 같으며, 시변성 임피던스 변화가 매우 큰 조명용 부하 시스템의 전력제어에 그 활용가치가 있다.

Table 3-2 연구개발 특성평가

개발내용	계획내용	추가내용	개발결과
보호회로		과전류 보호회로	<ul style="list-style-type: none"> - 변압기 2차측으로부터 양극전류 검출 - feedback 검출용 변압기 부착 - 검출전압을 프로세서로 feedback
고조파 억제		Low-pass filter 삽입	<ul style="list-style-type: none"> - EMI 대응 가능 - THD 감소로 역률증가에 영향
역률개선 (PFC)	85% 이상		<ul style="list-style-type: none"> - Buck 컨버터형 역률개선 회로 구성 - 소형 경량의 PFC 구성 - 최대전력에서 역률 85% 이상 유지
효율개선	90% 이상		<ul style="list-style-type: none"> - 손실 저감용 간단한 HB 인버터 구성 - 손실 저감용 소형 PFC 구성 - 평균 90% 이상 유지
Dimming	최대 30% 이상		<ul style="list-style-type: none"> - 주파수(frequency) 가변형 - 듀티비(Duty ratio) 변화형

개발된 기술은 Table 3-3와 같은 산업분야의 전원장치 개발에 기술적, 경제적 활용과 기여가 기대된다.

Table 3-3 개발된 전원장치의 활용분야

분 야	적용현황
무전극 방전등용 전원장치	- 소용량의 조명용 전원장치
유전가열 및 유도가열	- 마이크로파 발진용 전원장치 - 소용량의 고주파 유도가열 전원장치
전기전자·통신기기용 전원장치	- 고안정, 고효율, 소형경량화 제품개발 추진

제 4 장 결 론

비상조명용 전원장치는 육상에서나 선박에서나 폐쇄된 공간에서는 없어서는 안 된다. 재난으로부터 인명이나 재산을 보호하기 위해서는 건물 내에 있는 비상조명용 전원장치가 신뢰성이 있어야 하고, 효율이 높아 전력 절감이 되어야 한다.

본 논문에서는 선박에서 사용하고 있는 선박비상조명용 전원장치를 신뢰성이 우수하고, 전력제어가 용이하며, 역률을 향상시킬 수 있도록 마이크로프로세서로 원격 모니터링 제어할 수 있는 시스템을 구성하고, 그것을 실험한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

1. PFC용 컨버터회로를 비교적 값이 저렴한 buck 컨버터로 구성하여 마이크로프로세서를 이용하여 역률제어를 수행한 결과 85[%]의 역률을 얻을 수 있었다.

2. 자려식 비상조명장치에서는 급전 시에 발생하는 플리커(flicker) 현상과 전류 불연속 현상으로 인해 급전실패가 발생하나, 디지털 제어방식에서는 신속한 펄스공급에 의하여 전류 급전이 가능하여 휴지기간이 거의 없이 조명을 유지할 수 있어, 정상적인 조명에서 비상조명으로 넘어가는 과도기간에 심리적 불안요인이 제거될 수 있다

3. 주파수 변화에 따른 입력전력을 30.0[%]까지 광범위하게 전력제어를 할 수 있어 비상급전이 발생하는 경우에 주변 환경에 따른 전력제어가 가능하여 장시간의 비상급전이 가능할 것으로 예상되며, 성능이 우수하고 가격이 저렴한 제어기를 사용하면 소프트웨어의 간편한 조작만으로 출력되는 펄스의 주기를 다양하게 조작할 수 있어 전력제어 범위를 보다 폭넓게 응용할 수 있을 것으로 사료된다.

4. 과도이상 전류, 전력상태 확인, 조도센서를 이용한 전력제어, 현재의 전류, 전압 및 전력 표시 등을 실시간으로 파악하여 이를 시각적으로 확인 가능하도록 모니터링 하고, 마이크로프로세서에 의해 제어됨으로써 이상 유무를 조기진단 할 수 있으며, 효과적관리가 가능하도록 하였다.

5. 향후에는 선박의 비상조명시스템 뿐만 아니라, 컨테이너선박의 컨테이너의 전원장치들을 일일이 순찰하지 않고, 제어실내에서 모든 현재 운전 상태를 면밀히 파악할 수 있고, 문제가 있으면 사전에 운전자에게 문제의 내용과 경보를 알려주도록 유선다중 멀티 통신에 의한 모니터 시스템을 개발할 계획이며, 보다 광범위한 주파수 제어가 가능하면서 높은 전력이 요구되는 전원조절장치의 개발에 노력할 것이다.

[참고문헌]

- [1] SOLAS협약 제2-1장 전기설비, 제42.2규칙, 1998
- [2] SOLAS협약 제2-1장 전기설비, 제42.2.1규칙, 1998
- [3] SOLAS협약 제2-1장 전기설비, 제43.2.2규칙, 1998
- [4] KR-Rules 비상전기시설 제14절, 1404 임시비상전원장치, 2005
- [5] SOLAS협약 제2-1장 전기설비, 제43.4규칙, 1998
- [6] 선박설비기준 제54조(축전지일체형 비상조명장치) 제2항 제1, 2호, 2004
- [7] 선박설비기준 제54조(축전지일체형 비상조명장치) 제2항 제4호, 2004
- [8] 소방기술기준에 관한 규칙 제105조 제1, 2항, 2004
- [9] 소방기술기준에 관한 규칙 제108조의2 비상조명등, 2004
- [10] 김희준, “스위치모드 파워 서플라이”, 성안당, pp.35 ~ 36, 1993
- [11] 戸川治朗, “전원회로 설계 마스터”, 문우당, pp.320 ~ 330, 2003
- [12] 노의철, 정규범, 최남섭, “전력전자공학”, 문운당, pp.325 ~ 360, 2004
- [13] 백수현, 김희준, 김영석, 홍순찬, “전력전자공학”, 교보문고, pp. 401 ~ 404, 2005
- [14] 김희준, “SMPS 기본설계, PWM 제어회로 모듈”, Technical Series, EP&C, pp.132 ~ 137, 2000

- [15] 이성룡, 전칠환, 권순신, “ZVT스위칭 기법을 적용한 PFC-인버터”, 전력전자 학회 논문지 Vol.5 No.6 pp.560 ~ 561, 2002년 12월
- [16] 김학원, 문건우, 조관열, 윤명중, “90 ~ 260Vrms 입력범위를 갖는 단일 전력단 고역률 컨버터”, 전력전자 학회 논문지 Vol.7 NO.1 pp.18 ~ 20, 2002년 2월
- [17] R.W Erickson, Fundamentals of Power Electronics, Chpman and Hall, 1997
- [18] John G. Kassakian, "Principles of Power Electronics", Addison-Wesley Publishing Co., 1991
- [19] 김희준 “스위칭 전원의 기본 설계”, 성안당, pp.321 ~ 323, 2004
- [20] 김희준, “스위치 모드 파워 서플라이”, 성안당, pp.35 ~ 36, 1993
- [21] 戸川治朗, “전원회로 설계 마스터”, 문운당, pp.320 ~ 330, 2003
- [22] 노의철, 정규범, 최남섭, “전력전자공학”, 문운당, pp.325 ~ 360, 2004
- [23] 문왕환 “8051 & C programming" 세화도서, pp. 383 ~ 389, 2004
- [24] 윤덕용 “어셈블리와 C 언어로 익히는 80C196KC 마스터(1)” Ohm사, pp.305 ~ 308, 2001
- [25] 이상엽 “Visual C++ Programming bible" 영진출판사, pp. 530 ~ 540, 1997