

오존발생시스템 전원용 단상인버터의 출력전압 및 주파수 제어

지준근^{1*}, 윤기현²

Output Voltage and Frequency Control of Single Phase Inverter for Power Source of Ozone Generating System

Jun-Keun Ji^{1*} and Ki-Hyun Yoon²

요 약 본 논문에서는 오존발생시스템의 전원으로 사용하는 단상 풀브리지 인버터를 ATmega128을 이용하여 위상 변위제어 방식에 의해 출력 주파수와 전압을 제어하였다. 또한, 사용자가 오존발생 시스템에서 키패드를 사용하여 출력 주파수와 전압값을 설정할 수 있게 하였고, 사용자가 설정한 값을 LCD를 이용하여 디스플레이 하였다. 실제로 전원 시스템을 설계하여 제작하였으며, 오존발생시스템에서의 실험을 통해서 출력 전압과 주파수 제어의 성능을 검증하였다.

Abstract In this paper, power supply for ozone generating system is explained. Output voltage and frequency are controlled by phase displacement control of single phase inverter using ATmega128. The values of desired output voltage and frequency set using keypad and displayed using LCD. Actually, power supply is designed and manufactured. Through the experiments, the performance of output voltage and frequency control is verified.

Key Words : 오존발생시스템, 단상 풀브리지 인버터, ATmega128, 주파수와 전압 제어

1. 서 론

반도체 공장에서 무연부품용 반도체 표면세정장치에 오존발생 시스템의 사용이 확대되어 가고 있는 추세이다. 이러한 추세에 발맞춰 신뢰성 있는 오존발생시스템의 방전용 전원 장치의 개발이 요구되고 있다.

이에 따라 본 논문에서는 사용자의 요구를 충족시켜 주는 오존발생 시스템의 전원장치를 개발하는 연구를 하였다. 전력회로는 단상 풀 브리지 인버터를 사용하고 제어부는 AVR128을 사용하여 위상변위 제어 방식에 의해 출력 전압 및 주파수를 제어할 수 있는 전원장치를 제작하였다. 그리고 오존 발생시스템을 제작함에 있어 키패드와 LCD를 사용하여 사용자가 원하는 출력주파수와 전압의 설정 및 설정한 값의 표시를 가능하게 하였다.

2. 단상 인버터의 출력전압 및 주파수 제어

그림 1은 단상 풀 브리지 인버터의 구성을 보여준다. 단상 풀 브리지 인버터에서 각 폴의 전압이 구형파이고 두 폴전압의 위상차가 β 가 되도록 제어하면, 그림 2와 같이 출력전압은 준 구형파가 된다. 여기서, β 는 기본파의 크기를 조절하는 제어변수가 된다. 위상차를 조절하면 그림 2에서 보듯이, 스위치의 존재함수 $S_1(S_2)$ 과 $S_3(S_4)$ 가 중첩되는 각도의 크기 α ($=\pi-\beta$)에 따라 α 구간동안 각 폴의 상단 스위치 (S_1, S_3) 또는 하단 스위치(S_2, S_4)가 동시에 온(on)되므로 출력전압의 크기는 영(zero)이 된다. 그러므로 준 구형파 제어를 전압상쇄 (voltage cancellation)에 의한 출력 전압제어 또는 위상변위 제어 (phase displacement control)라고도 한다. 그리고 이와 같은 출력 전압제어는 단상 풀 브리지 인버터에서만 적용이 가능하다. 만일 $\alpha=0^\circ$, 즉, $\beta=180^\circ$ 가 되면 제어되는 출력전압 파형은 구형파가 된다.[1-2]

¹순천향대학교 정보기술공학부

²순천향대학교 대학원 정보제어공학과

교신저자 : 지준근(kji@sch.ac.kr)

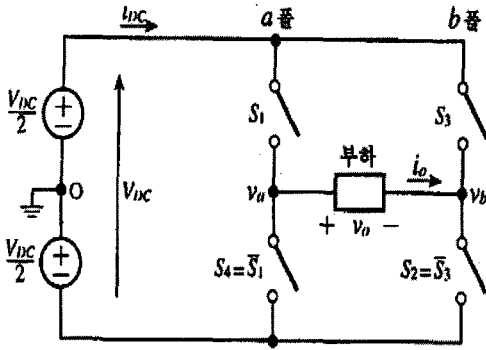


그림 1. 단상 풀 브리지 인버터의 구성

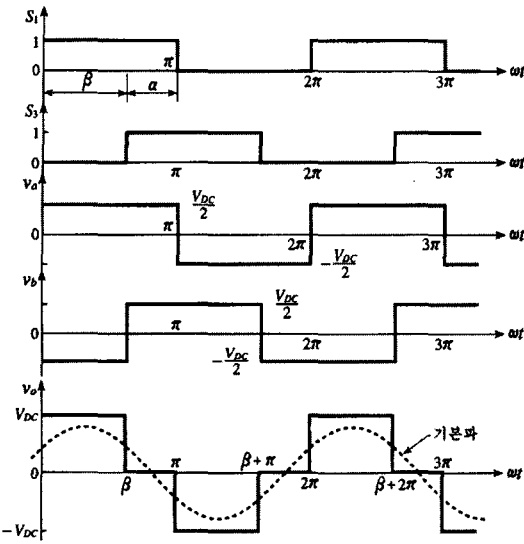
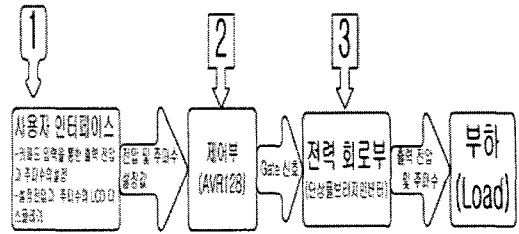


그림 2. 준구형파 출력전압

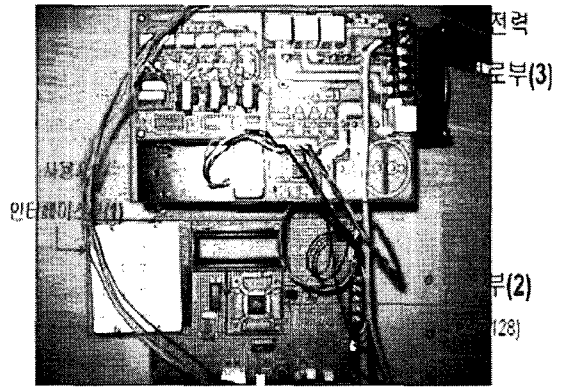
3. 오존발생용 시스템의 전원장치

3.1 전원장치 구성도

오존발생 시스템의 전원장치 구성은 3부분으로 나눌 수 있다. 사용자가 원하는 출력 전압과 주파수를 설정할 수 있도록 하는 사용자 인터페이스부, 설정한 출력 주파수와 전압을 내보낼 수 있도록 단상 풀 브리지 인버터의 게이트 신호를 출력하는 AVR128의 제어부, 그리고 단상 풀 브리지 인버터의 전력 회로부이다.



(a) 전원장치 전체 블록도



(b) 전원장치 구성도 실물 사진

그림 3. 전원장치 전체 구성도

3.2 전력 회로부

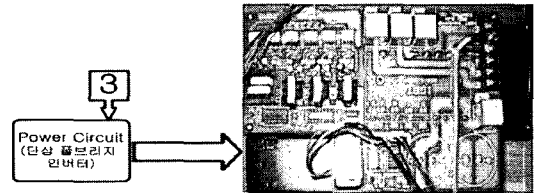


그림 4. Power Circuit

그림 4는 전력회로부의 사진이다. IPM 모듈을 사용하여 단상 인버터의 Power Circuit을 구성하였다. 표 1은 사용한 IPM의 사양을 나타낸다.

표 1. IPM:MIG15J806H(TOSHIBA)

Collector-Emitter Voltage	V_{CES}	600	V
Gate-Emitter Voltage	V_{GES}	± 20	V
Collector Current	I_C	15	A
Forward Current	I_{CP}	15	A
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CES(sat)}$	2.8	V
Gate-Emitter Cut-off Voltage	$V_{GES(off)}$	6.0	V

3.3 AVR128 제어부

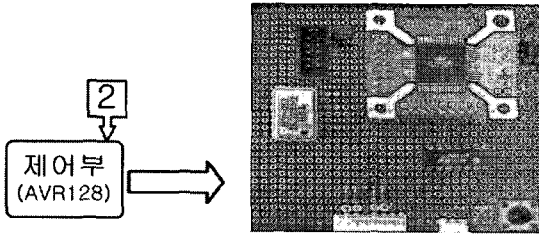


그림 5. AVR128 제어부

그림 5는 본 연구에서 사용된 AVR128 제어부의 사진이다. AVR128은 Atmel사의 8bit RISC 타입의 Microcontroller이다. AVR의 큰 특징은 ISP(In-System-Programmable) 기능을 내장하고 있다는 것이다. 따라서 사용자가 개발한 시스템에서 AVR 칩을 내장한 상태로 바로 프로그램 할 수 있다. 비록 간단한 ISP 기능을 할 수 있는 약간의 하드웨어와 소프트웨어가 필요하지만 이는 편리하게 이용될 수 있다.

ATmega128의 자세한 특징은 다음과 같다.

- RISC 타입
- 128Kbytes 플래시 롬(ISP)
- 4Kbytes EEPROM
- 4Kbytes SRAM
- 8 channel, 10 bits ADC
- 프로그램 가능한 53개의 I/O Line
- 프로그래머블 시리얼 USART: 2 개
- SPI(Serial Peripheral Interface)
- RTC(Real Time Clock)
- 사용전원 : ATmega128(L) => 4.5-5.5V(2.7-5.5V)
- 동작주파수 : ATmega128(L)=>0-16Mhz(0-8Mhz)
- 1MIPS/1Mhz(최대 16MIPS)
- 2개의 8bit 타이머/카운터(PWM 모드지원)
- 2개의 16bit 타이머/카운터(PWM 모드지원)
- Watchdog 타이머
- 아날로그 비교기
- 저전력 Power Idle, Save, Down 모드

이외의 기능으로 파워 온 리셋기능, 프로그램 가능한 Brown-out 감시기능, ATmega103 호환모드 등이 있다.[3-5]

3.4 사용자 인터페이스부

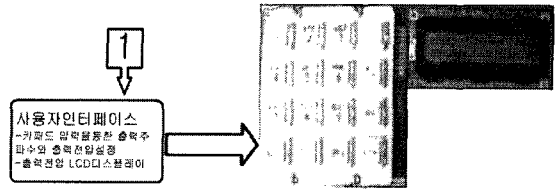


그림 6. 사용자 인터페이스부

그림 6 은 사용자 인터페이스부로서, 입력은 4×4 키패드를 사용하였고, 설정값의 표시는 16×2 문자 LCD를 사용하였다. 사용자는 키패드를 사용하여 원하는 주파수와 전압을 설정할 수 있게 하였고, 설정값은 LCD에 디스플레이 된다. 키패드로 주파수와 전압 설정방법은 다음과 같다.

- 주파수만 설정시
→ 주파수버튼 → 주파수설정 → start 버튼
- 전압만 설정시
→ 전압버튼 → 전압설정 → start 버튼
- 주파수와 전압을 동시에 설정시
→ 주파수버튼 → 주파수설정 → 전압버튼 → 전압설정 → start 버튼
- 정지시
→ 정지 버튼을 누르면 인버터의 동작을 멈춘다.
- 다시 시작시
→ start 버튼을 누르면 전에 설정했던 값으로 출력이 나간다.

4. 실험 결과

제작된 전원장치를 먼저 무부하 조건에서 출력전압 제어 실험을 하였다. 키패드 입력을 사용하여 출력주파수 500Hz, 1KHz, 1.5KHz 및 출력전압 100V, 250V의 값을 설정하여 결과파형을 얻었다. 그리고 나서 실제의 오존발생시스템에 전원장치를 삽입하고 필터 인덕터 및 고압변압기(권선비1:10)를 연결하여 1.2KHz, 3000V의 출력전압으로 방전실험을 하였다.

4.1 500Hz에서의 출력파형

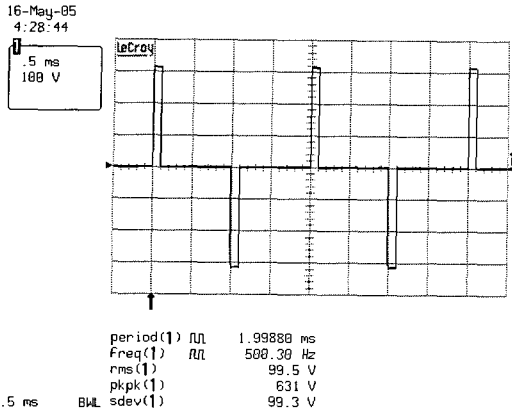


그림 7. 500Hz, 100V

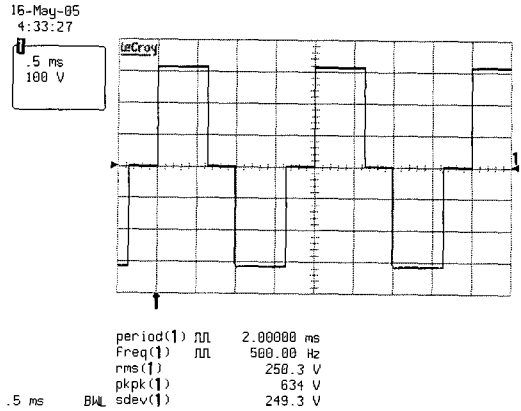


그림 8. 500Hz, 250V

4.2 1KHz에서의 출력파형

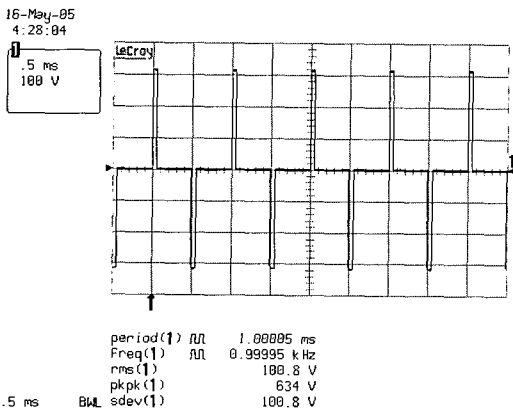


그림 9. 1KHz, 100V

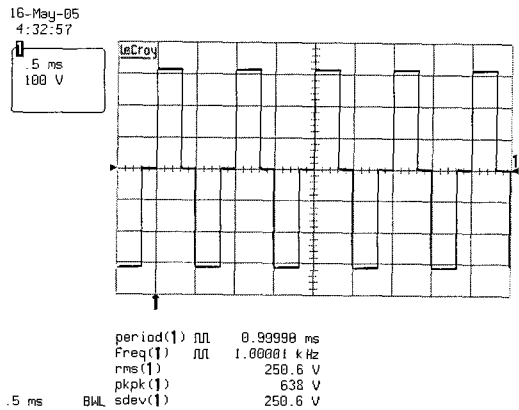


그림 10. 1KHz, 250V

4.3 1.5KHz에서의 출력파형

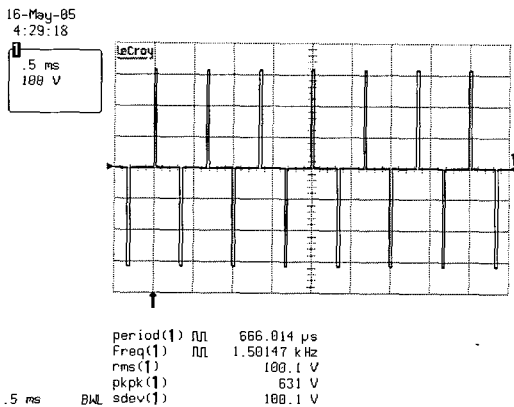


그림 11. 1.5KHz, 100V

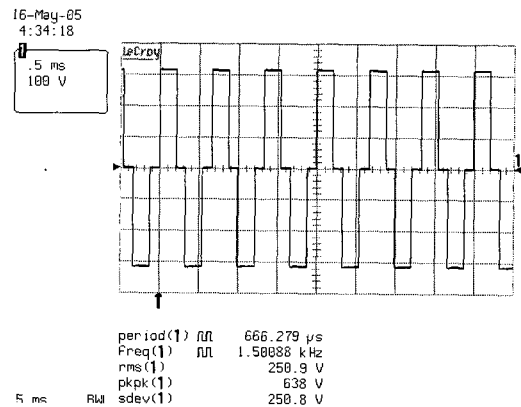


그림 12. 1.5KHz, 250V

4.4 고압변압기 2차측의 출력파형

아래의 그림 13은 실험에 사용된 실제 오존발생시스템의 전체 사진이다. 전원장치의 출력단에 인덕터 및 고압변압기를 연결하여 방전관에서 방전에 필요한 출력주파수의 고전압을 발생시킨다. 그림 14는 오존발생시스템의 고압변압기 2차측 출력전압의 파형이다.

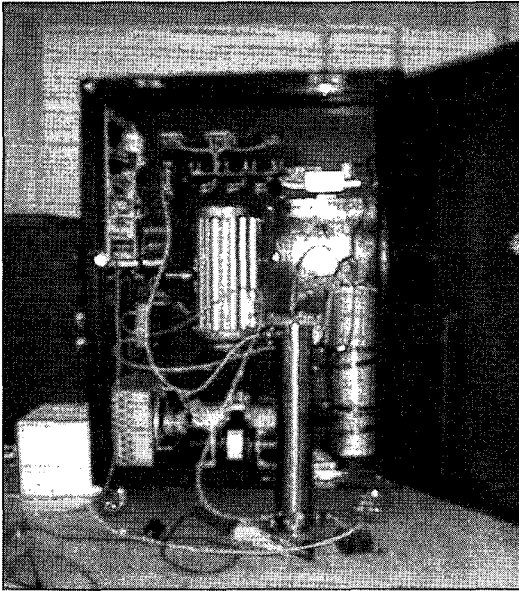


그림 13. 오존발생 시스템의 전체 사진

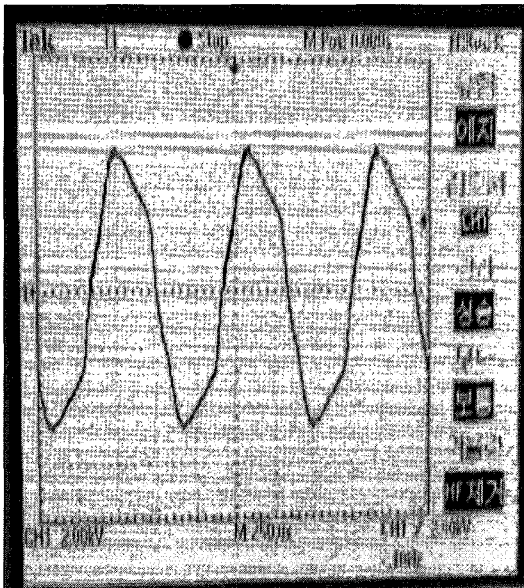


그림 14. 고압변압기의 2차측 출력전압 파형

5. 결 론

본 논문에서는 AVR128을 사용하여 단상 풀브리지 인버터의 위상변위 제어방식에 의한 오존발생시스템용 전원장치를 제작하였다. 사용자 인터페이스부를 구현하여 출력 주파수와 전압을 설정하고 설정한 주파수와 전압이 표시되게 하였다. 이렇게 AVR128을 이용하여 제작된 전원장치를 (주)엔바이오존에서 생산하는 실제 오존발생시스템용 전원으로 사용하고, 출력단에 인덕터 및 고압변압기를 연결하여 실제 오존발생 시스템의 성능을 테스트하여 만족스러운 성능을 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] 최규하, 전력전자, 광문각, pp. 277-281, 2001.
- [2] 노의철의 2명, 전력전자공학, 문운당, 7장, 1997.
- [3] 김호중, ATmega128을 이용한 Data Logger System 개발에 관한 연구, 순천향대학교 석사학위 논문, 2002.
- [4] 윤덕용, AVR ATmega128 마스터, Ohm사, 2003.
- [5] 차영배, C언어로 배우는 AVR 마이컴, 다다미디어, 2003.
- [6] <http://www.atmel.com>
- [7] <http://www.terabank.co.kr>

지 준 근(Jun-Keun Ji)

[정회원]



- 1986년 2월 : 서울대학교 전기공학과 (공학사)
- 1988년 2월 : 서울대학교 대학원 전기공학과 (공학석사)
- 1994년 2월 : 서울대학교 대학원 전기공학과 (공학박사)
- 1994년 9월 ~ 현재 : 순천향대학교 정보기술공학부 교수

<관심분야>

전력전자, 전기기계, 전력변환, 전동기 제어, 전원장치, 전력품질제어, 모션제어, 제어응용

윤 기 현(Ki-Hyun Yoon)

[준회원]



- 2005년 2월 : 순천향대학교
정보기술공학부 (공학사)
- 2005년 3월 ~ 현재 : 순천향대
학교 대학원 전기공학과 석사과
정 재학중

<관심분야>

전력전자, 전기기계, 전력변환, 전동기 제어