

청광램프용 전자식 안정기 타려발진 모듈의 주파수 설정에 따른 신뢰성 향상 방안

고재준, 양병운
한양대학교 대학원 석사과정, (주)선일일렉콤 연구소 소장

The improvement of the Fluorescent Lamp is setted by frequency in the external oscillation

JAE JUN-KO¹, BYONG MUN-YANG
HanYang University¹, Sunil Elecomm Co.Ltd.,

Abstract – In driving for the electronic ballast lamp which higher quality and performance according to its frequency which can be critically in Fluorescent Lamp in reliability to the external oscillation electronic ballast module. For the Fluorescent Lamp I choosed the high frequency T5 lamp that is outstanding in the EU market.

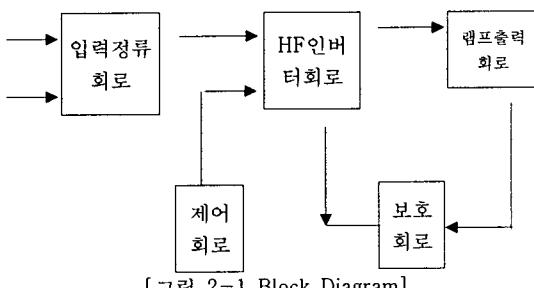
1. 서 론

본 연구는 T5 형광램프용 전자식 안정기의 타려발진에 있어 동작주파수 설정에 따른 신뢰성 향상방안을 위해 현 업계에서 주로 사용되는 타려발진을 이용한 전압클램프방식과 주파수제어방식의 Half Bridge Inverter공진회로 부착방식을 이용할 예정이며, 복귀방식의 보호회로 기능을 갖는 전자식 안정기를 연구 대상으로 하였다.

2. 본 론

2.1 고주파점등 전용형 전자식 안정기의 동작원리

전자식 안정기의 동작원리는 입력인 상용교류전원(AC220V)을 정류회로에 의해서 직류로 변환한 다음 스위칭 회로에 의해서 고주파의 교류전원으로 형광등을 점등하며, 전자식 안정기의 일반적인 Block Diagram은 다음과 같다.

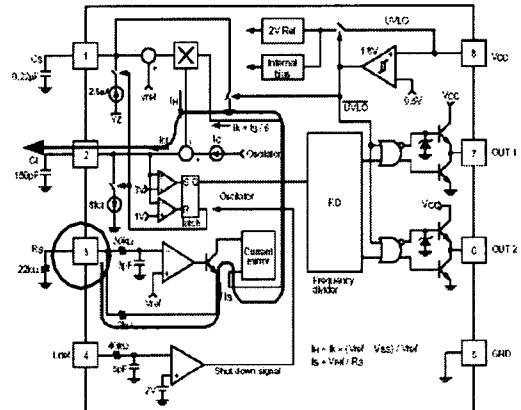


[그림 2-1 Block Diagram]

본 회로 구성은 역율 및 고조파 함유율을 개선할 수 있는 장점과 주파수 설정과 전압변동에 의한 주파수 변화가 없는 자동 복귀형 보호회로 및 소프트스타트 회로로

구성이 용이한 전압클램프, 주파수제어 방식을 구현하였으며 전자식 안정기 전용 Controller를 적용 하였다.

2.1.1 Ballast Controller의 원리



[그림 2-2 Controller Block Diagram]

Pin Definitions

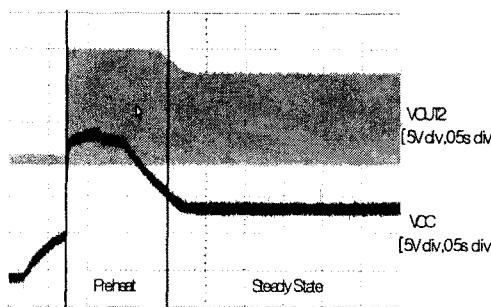
Pin Number	Pin Name	Pin Function Description
1	Cs	Soft start capacitor connection pin. The pin voltage determines the phase of soft start, normal mode.
2	CT	Timing capacitor connection pin. The timing capacitor is charged and discharged to generate the sawtooth waveform that determines the oscillation frequency in the internal oscillator block.
3	RS	Soft start resistor connection pin. The soft start resistor value determines the initial preheating switching frequency during soft start mode.
4	Ldet	Input to the protection circuit. If the pin voltage is lower than 2V, the output of the gate driver is inhibited.
5	GND	The ground potential of all the pins.
6	OUT 2	The output of a high-current power driver capable of driving the gate of a power MOSFET.
7	OUT 1	The output of a high-current power driver capable of driving the gate of a power MOSFET.
8	VCC	The logic and control power supply connection.

[표 2-1 Controller 각부의 동작 설명]

2.2 Ballast Controller 주파수 변환 시험

본 절에서는 T5 Lamp를 적용한 전자식 안정기의 Controller의 공진 주파수를 임의로 변환하여 전체 모듈의 신뢰성에 미치는 영향을 시험하였다.

2.2.1 Ballast Controller 정상상태 측정

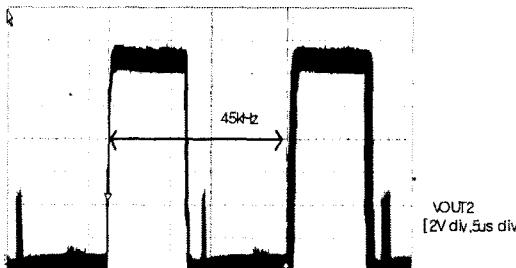


[그림 2-3 Controller 정상상태 파형]

정상 동작 시에 MOSFET에서 열이 발생하여 파손되는 것과 동작 주파수가 1~2kHz 변동한다는 사실에 근거하여 MOSFET 동작 상태를 확인하였으며 [그림 2-3]의 파형은 안정기 동작에 따른 동작 특성 확인하여 램프 예열 과정 동안 VCC전압이 상승하다가 정상상태 전압 13V정도를 유지하였으며 장시간 Aging시에도 이상이 없었다.

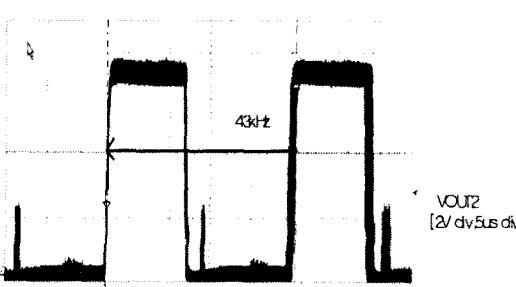
2.2.2 Ballast Controller 동작주파수 가변 시험

본 절에서는 임으로 동작주파수를 가변 하였을 때 Controller 및 Ballast에 미치는 영향을 시험하였다.



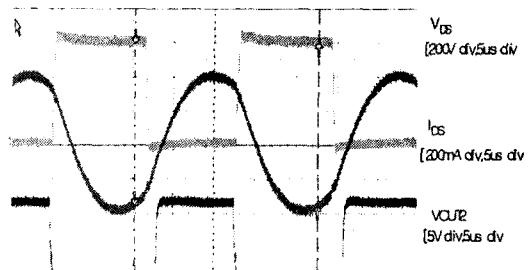
[그림 2-4 Controller의 최대 동작주파수 파형]

Ballast Controller의 정상상태시 동작주파수가 45kHz였으며 임으로 동작주파수의 변동폭을 최소한으로 하여 43kHz로 설정하여 Controller의 동작주파수 측정하였다.



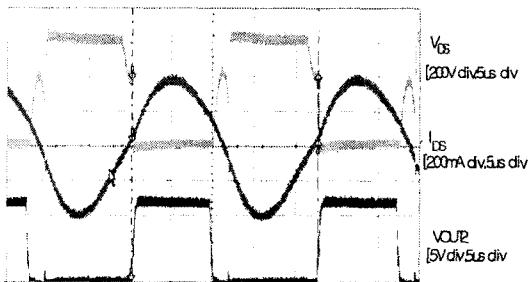
[그림 2-5 Controller의 최소 동작주파수 파형]

2.2.3 동작 주파수 가변에 따른 MOSFET 동작 상태 확인



[그림 2-6 최대주파수 45kHz때의 MOSFET동작파형]

동작 주파수가 45kHz 정도일 때에는 안정기 동작 주파수가 램프 주변에 존재하는 LC값이 가지는 공진 주파수보다 커서 정확하게 ZVS 동작을 하는 것을 볼 수 있다.



[그림 2-6 최소주파수 43kHz때의 MOSFET동작파형]

하지만 동작 주파수가 감소하면, ZVS 동작을 하지 못하고, Hard Switching을 하며 Hard Switching에 따른 손실이 발생하여 MOSFET 온도가 상승하여 수 시간 후 MOSFET가 파괴되는 현상을 보였다.

2.2.4 Ballast 동작 주파수를 결정하는 요소 확인

안정기 동작 주파수를 결정하는 요소

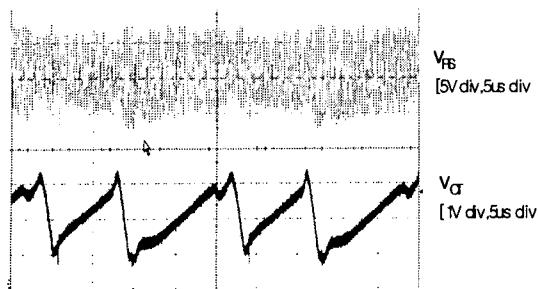
$$\text{▶ 예열 주파수 : } f_{sw(pre)} = \frac{50 \times 10^{-6} + \frac{0.33}{R_s}}{C_t \times 4.25}$$

$$\text{▶ 정상 주파수 : } f_{sw(nor)} = \frac{50 \times 10^{-6}}{C_t \times 4.25}$$

예열, 정상 주파수 모두 CT값에 따라 달라진다. CT값에 따라서 중,방전되는 전류량을 가지고, 예열, 정상 주파수가 결정된다. 이때 CT에 중,방전되는 전류량은 위의 [그림 2-2]에서 볼 수 있듯이, RS저항에 따라서 결정된다.

$$\text{▶ 중,방전되는 전류량 : } I = \frac{V_{ref}}{R_s}$$

결과적으로, Controller의 3번 핀에 연결되는 저항값에 따라서 동작 특성이 결정되고, 안정적으로 특정 전압을 유지해야 한다.



[그림 2-7 CT/RS 측정 결과]

측정 결과 안정기 동작을 결정하는 부분 중에서 RT 저항단 전압이 영향을 미치며 RT 전압이 안정적으로 유지되어야만 안정적인 주파수가 발생하며 Controller의 3번핀(RS 과 1번핀(CT 을 확인한 결과 RS전압이 외부 영향을 받아서 많이 변화하는 것을 확인할 수 있다. 측정 파형과 같이 RS핀 전압이 많이 변동하면, CT에서 나타나는 총,방전 전압이 변동하게 된다. 따라서 출력 주파수는 변화하게 된다.

3. 결 론

본 논문에와 같이 시험한 결과 고주파점등 전용램프용 Ballast 설계시 Controller의 동작 주파수 변화에 따라서 MOSFET의 소자 파괴와 제품 신뢰성에 중대한 영향을 미치는 현상을 발견하였으며 향후 Ballast 설계 시 여러 가지 factor를 감안하여 초기점등 및 안정 상태에서도 주파수가 변동하지 않게 하는 연구가 필요할 것이다.

[참 고 문 헌]

- [1] C. Qiao and K. Smedley, 'A topology survey of single-stage power factor corrector with a boost type input-current-shaper' IEEE Applied Power Electronics Conference, APEC'00, pp. 460-467, 2000.
- [2] L. H Dixon, 'High power factor pre-regulator for off-line power supplies', Unitrode Power Supply Design Seminar 1988.
- [3] O. García, C. Fernández, J. A. Cobos, J. Uceda, 'Universal line voltage single-stage AC/DC converter' proc. of IEEE Applied Power Electronics Conference, APEC'02 .Vol. 1, pp. 237-241, 2002.