

하프 브릿지 인버터를 이용한 조도 조절이 가능한 램프 안정기

이승민*, 이우철
한경대학교

Lamp Dimming Ballast Using a Half Bridge Inverter

Seung-min Lee* , Woo-cheol Lee
Hankyung University

ABSTRACT

MOSFET 스위칭 소자를 사용하여 하프 브릿지 인버터를 구성하였고 게이트파형과 인덕터, 커패시터의 공진, Preheat 동작을 PSIM으로 구현하였다. LC 공진으로 통해 절연이 파괴되어 램프가 켜지고 Preheat 로 램프 전극 양단에 병렬로 연결되는 LC공진콘덴서 의해 예열되어 불필요한 전력소모를 줄이고 나타내었다. 램프가 켜지는 순간부터 가변저항을 이용하여 램프의 밝기를 조절 할 수 있게 구상하였으며 그 결과를 PSIM으로 시뮬레이션 하였다.

1. 서론

LED 산업이 많이 발달했다고 했지만 아직까지 회사건물이나 학교, 가정집은 램프를 주로 사용되는 곳이 많다. 그래서 안정기를 통해 여러 가지 기능이 있는 램프를 많이 개발되어 사용되고 있다. 지금 이 실험은 IC를 이용해서 MOSFET로 스위칭소자로 사용, 단상하프브리지 회로를 이용하고 LC공진을 일으켜 점등 시 조절다이얼로 조도조절이 되는 시스템을 설계하였다. 조도조절다이얼은 가변저항으로 사용하지만 이를 CDS(Cadmium Sulfide Cell) 센서로 대체해 자동으로 조도 조절이 되는 시스템을 구성하였고 PSIM을 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 추후에 CPU(Atmega128)을 이용하여 공진 기동과 밝기에 따라 자동으로 조도가 조절되는 램프 안정기를 구현 할 것이다.

2. 본론

2.1 IC(IR21592)에 대한 고찰

IR21592는 자체적으로 Dead Time(1.8us)을 가지고 있으며 저전압 유지(Under Voltage Lock-Out Mode)로 기동대기를 하여 IC에 과전류를 차단하고 수명을 연장해 주는 기능을 가지고 있다. IC 자체에서 나오는 게이트파형을 빠른 스위칭이 가능한 MOSFET로 단상 하프브리지 인버터 통해 스위칭을 하게 되고 LC 공진을 발생시켜 절연이 파괴 램프에 점화가 되도록 하는 IC이다. 또 필라멘트를 예열을 시켜(Preheat Mode) 램프의 점화 시 불필요한 전력 줄이고, 열 과부하 또는 정상적인 실행 동안 램프의 결함에 있을 시 자동적 보호하고 재기동하는 기능(Fault Mode)을 가지고 있다.

2.2 하프브리지 인버터

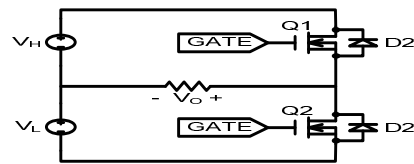


그림 1 하프브리지 인버터의 회로
Fig. 1 Hafe Bridge inverter circuit

하프브리지 인버터는 2개의 직류 입력전원으로부터 교류 출력 전압을 발생, 부하에 공급하는 기능을 갖고 있는 회로이다. 하프브리지 인버터의 출력전압은 Q₁ 과 Q₂ 의 상보적인 스위칭에 의하여 정해지고 IC 내부의 Dead Time(1.8us) 설정되어 있어 MOSFET인한 단락사고 및 출력전압 제어불능을 막을 수 있다.

표 1 . 하프브리지 MOSFET 스위칭 상태표
Table 1 . Hafe Bridge MOSFET switching state table

Q ₁	Q ₂	제어가능성	V _o
on	on	불가(KVL위배)	-
on	off	가능	V _H
off	on	가능	- V _L
off	off	가능	V _H (단, i _o < 0) - V _L (단, i _o > 0)

3. 회로도 및 시뮬레이션 결과

3.1 회로도

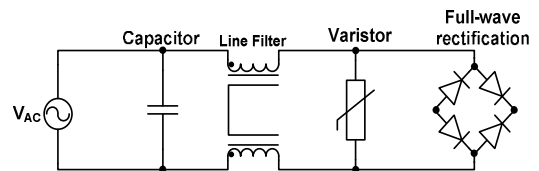


그림 2.1 전원 측 회로
Fig. 2.1 circuit of Power

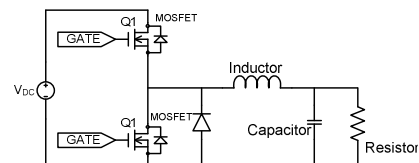


그림 2.2 안정기의 등가회로
Fid. 2.2 Equivalent circuit of ballast stabilizer

위의 그림 2.2는 실제 제작할 조도조절 회로도를 등가회로로 나타낸 회로이다. 2.1의 그림은 220V의 교류를 다이오드 정류기로 통해 직류로 변환하는 회로를 나타내고 있다.

3.2 시뮬레이션 결과

다음 파형들은 PSIM 으로 통해 결과 값들을 알아보았다.

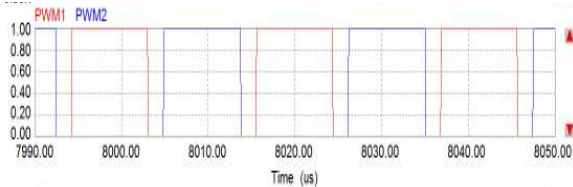


그림 3.1 데드타임 (1.8u)

Fig 3.1 Dead Time (1.8u)

그림 3.1은 IC의 내부에 있는 Dead Time(1.8us)을 PSIM으로 구성하여 PWM파형을 나타내었다. PWM 1(붉은선), PWM 2(파란선), 사이의 공간이 Dead Time(1.8u) 임을 시뮬레이션을 통해서 알 수가 있다.

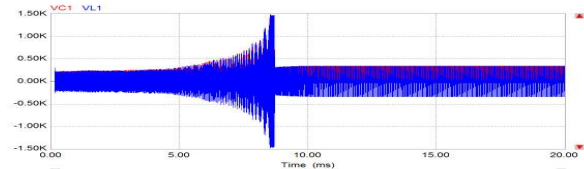


그림 3.2 인덕터 전압과 커패시터 전압의 공진

Fig 3.2 resonance of Inductor volt to Capacitor volt

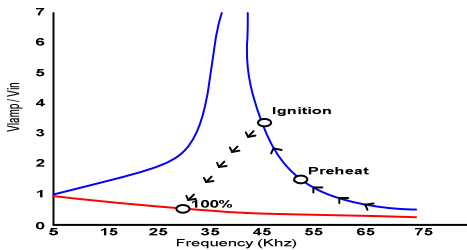


그림 3.3 공진 곡선

Fig 3.3 resonance curve

그림 3.2은 PSIM에서 초기 주파수를 100kHz 시작으로 해서 30kHz 까지 주파수를 변화하여 인덕터와 커패시터의 임피던스의 크기가 같아지면서 점점 파형이 커지는 구간. 즉 공진이 일어나는 구간을 나타내었다. 그림 3.3은 Preheat를 걸쳐 Ignition에 도달 했을 때 램프의 절연이 파괴되면서 점등 되는 것을 공진곡선으로 나타내었다. 붉은 선 100%는 램프가 점등된 것을 의미하는데 이 공진곡선은 그림 3.2 파형을 의미한다.

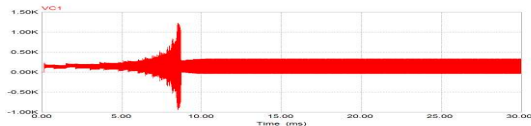


그림 3.4 램프전압 파형

Fig 3.4 waveform of Lamp voltage

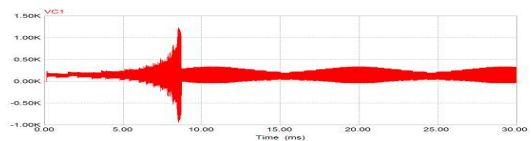


그림 3.5 램프전압 조도조절 파형

Fig 3.5 Dimming waveform of Lamp voltage

그림 3.4는 램프의 양단의 전압을 파형으로 나타내었다. 이 파형은 주파수를 30kHz 변환을 해서 나온 전압파형을 나타내었다. 그림 3.5는 주파수가 30kHz인 전압파형을 60kHz로 변환하며 조도조절시 전압파형을 PSIM에서 나타내었다. 실제회로에서는 안정기의 가변저항으로 조도조절을 하여 램프의 밝기가 조절이 된 것을 나타낸다.

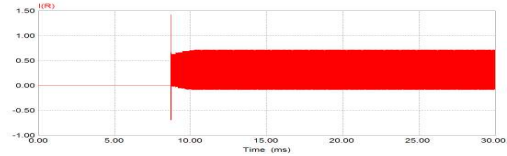


그림 3.6 램프 전류

Fig 3.6 Current of the lamp

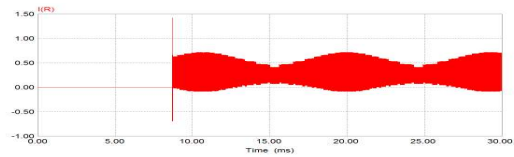


그림 3.7 램프전류 조도조절 파형

Fig 3.7 Dimming waveform of Lamp Current

그림 3.6 파형은 주파수 30kHz일 때 램프 전류를 나타내었고 그림 3.7은 30kHz(높은파형)에서 60kHz(낮은파형)까지의 조도조절을 한 램프의 전류를 나타내었다.

주파수 30kHz의 전류는 0.74A이고 램프의 저항은 470Ω

$$P = 0.7^2 A \times 470 \Omega = 230 W$$

주파수 60kHz의 전류는 0.075A이고 램프의 저항은 470Ω

$$P = 0.075^2 A \times 470 = 2.6 W$$

이므로 주파수를 변환하여 램프의 밝기를 조절 할 수 있는 것을 시뮬레이션으로 알아볼 수 있었다.

4. 결론

램프 안정기의 LC공진 기동, 정상 상태, 조도 조절을 PSIM을 이용하여 시뮬레이션으로 구현하였다.

램프 안정기의 조도조절은 가변 저항을 이용하여 주파수를 가변 하는 것을 구현하였고, 추후에 CPU(Atmega128)을 이용하여 공진 기동과 밝기에 따라 자동으로 조도가 조절되는 램프 안정기를 구현 할 것이다.

중소기업청의 산학연 공동기술 개발지원사업 결과물임

참고 문헌

- [1] 전력전자공학 : 제 2 판 , 노의철, 정규범, 최남섭
- [2] 한국조명, 전기설비학회 추계학술대회 논문집 2009.10.19
- [3] Journal of Power Electronics 2007.4.20