

HID 램프용 전자식 안정기 회로 및 특성 이해 ③

글/ 金奇貞 (주) 하이룩스 대표이사
 공학박사/기술사
 TEL.(02) 971-5541
 FAX.(02)971-7989



목 차

- I. 개요
- II. HID 램프의 특성
 1. 램프의 구조
 2. 방전원리
 3. 음향공명현상
- III. HID 램프용 전자식 안정기 구성
 1. 음향공명현상 감소방법
 2. 안정기 기본도
 3. EMI 필터 및 PFC
 4. Flyback Converter
 5. Half-bridge Inverter
 6. Ignitor
- IV. HID 램프용 전자식 안정기 특성
 1. 광속변화율
 2. 전력손실 특성
 3. 입출력특성

2. 안정기의 기본도

메탈헬라이드램프(MH70W)의 점등시 방전관내의 음향공명현상을 감소시키기 위하여 120 Hz의 구형파에 11.5kHz의 정현고주파가 첨가되도록 그림 2-1과 같이 절연형 플라이백(flyback) 컨버터 및 타력식하프브리지(half-bridge) 인버터를 기본 회로로 하고 그 외에 EMI필터, 역률개선을 위한 PFC(Power factor correction)회로, 이그나이터(ignitor) 회로 등으로 구성하고 전체기본 회로도 는 그림 2-2와 같다.

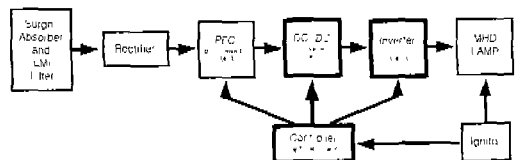


그림 2-1 전자식안정기 블록도

그림 2-1과 2-2의 각 회로 설명은 다음과 같다.

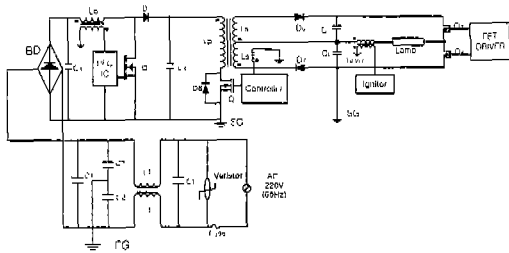


그림 2-2 전체 기본 회로도

(1) Surge Asorber and EMI Filter

써지흡수기와 EMI필터는 전자식안정기로 메탈헬라이드램프(MH70W)를 점등 시킬 때 안정기 자체에서 발생하는 노이즈(noise)를 제거하기 위하여 콘덴서 C1과 인덕터 L1이 병렬로 연결되어 있으며 인덕터 L1이 램프와 직렬접속이 되어 고주파를 제거하고 콘덴서 C1은 램프와 병렬로 연결되어 있어 고주파를 바이패스(by pass)시켜 입력 전원주파수와 같은 60Hz의 저주파만 통과하도록 한 EMI필터기능과バリ스터를 사용하여 안정기의 입력전원에 포함되는 펄스성 노이즈 즉, 낙뢰 침입 등을 제거하도록 하는 부분이다.

(2) Rectifier

정류기는 안정기의 입력전압 AC 200V, 60Hz를 120Hz의 맥류 전압파형으로 만들기 위한 전파정류용 브리지다이오드이다.

(3) PFC

PFC는 역률개선을 위한 부분으로 IC칩인 MC34262를 사용하여 안정기의 역률을 99% 이상으로 하고 또한 PFC 출력단의 전압을 정전압으로 하는 기능을 가지고 있다. 역률개선 방법은 120Hz의 맥류전압파형을 48KHz 정도의 전류로 초평(chopping)하여 전압파형과 전류파형이 일치하도록 한다.

(4) DC-DC Converter

DC-DC 컨버터는 1차와 2차 코일이 서로 역방향으로 감겨진 Flyback 컨버터로서 PFC

출력단에서 일정한 DC전압을 공급해주면 이를 1차 전압으로 하고 그림 2-2 회로의 MOSFET Q2로 ON-OFF 하여 DC전원을 구형파 형태의 AC로 변환시킨다. AC로 변환된 전원이 상호유도작용에 의하여 1차 권선에 연결된 Q2가 OFF 될 때 2차 권선에 구형파 형태의 AC가 유기된다.

이 구형파 AC는 반파정류되어 DC전원이 된다.결국 Flyback 컨버터의 전압변환 상태는 DC-AC, AC-DC로 되고 Flyback 출력 DC전원에는 Q2의 스위칭 속도에 따라 C5, C6의 콘덴서가 충전되므로 일정 크기의 DC전원에 진폭이 작은 정현고주파 형태의 교류가 첨가된다.

(5) Inverter

인버터회로는 타력식 하프브리지(half bridge) 형태로서 램프에 120Hz의 구형파를 공급하기 위하여 Q3, Q4가 교대로 동작한다. 저출력인 메탈헬라이드램프(MH70W)에 120Hz의 정현파가 공급되면 전력 변화 때문에 램프내의 온도가 변하므로 온도변화가 일정한 구형파에 비하여 효율이 떨어진다. 그러므로 인버터회로는 구형파를 생성하여 램프에 공급한다.

(6) MHD LAMP

MHD Lamp는 메탈헬라이드램프(MH70W)로서 HID 램프중 가장 연색성이 좋고 최근에는 나트륨램프와 효율이 거의 같은 고효율램프 MH150W, MH200W, MH350W가 출시되었다. 메탈헬라이드 램프의 특징은 방전관내 투입하는 금속원소에 따라 광색을 변화시킬 수 있으며 현재 연분홍색(pink), 녹색(green), 파랑색(blue) 등의 칼라램프도 생산된다.

(7) Igniter

이그나이터(igniter)회로는 고압방전등인 메탈헬라이드램프를 초기시동 시킬 높은 전압을 발생시키기 위하여 사용된다. 이그나이터 전압은 코일의 상호유도 작용을 이용하여 발생시키며 순간전압을 얻기 위하여 SCR 등 무접점소자

를 사용한다. 메탈헬라이드램프(MH70W)를 시동시키기 위해서는 3.6KV 정도의 이그나이터 전압이 필요하다.

(8) Controller

Controller는 전자식안정기의 안정성 확보를 위하여 램프고장으로 램프가 켜지지 않는 경우나 무부하시 PFC, Flyback 컨버터, 인버터 등이 자동으로 동작하지 않도록 안정기를 제어하는 기능을 갖는다.

3. EMI 필터 및 PFC

3.1 EMI 필터

입력될 경우 이를 제거하기 위한 써지 흡수기를 사용하고 MOSFET의 빠른 스위칭 동작으로 발생하는 고조파 노이즈가 전원측으로 역류하지 않도록 EMI(electro magnetic interferece) 필터를 사용한 회로는 그림 3-1과 같다.

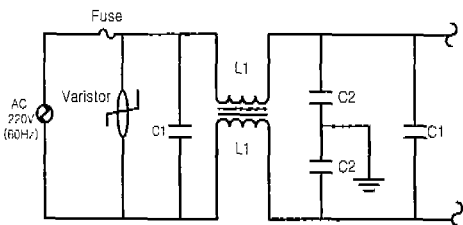


그림 3-1 EMI 필터

전원측으로부터 입력되는 임펄스성 노이즈 제거를 위하여 입력전압이 어떤 크기에 이르면 전류가 급격히 증가하여 저항값이 감소하는 비직선 저항소자인 바리스터(varistor)를 사용하였고, 입력 귀환 잡음제거용으로는 페라이트 코어(ferrite core)를 사용한 라인 인덕터(L1) 및 선간 커패시터(C1)로 구성된 저역통과필터(LPF)와 스위칭 때 발생하는 고조파를 제거하기 위하여 대지간 커패시터(C2)를 사용한다. 커패시터의 값은 커패시턴스를 F 또는 PF 단위

로 나타낸다. 이것은 모든 종류의 커패시터에 대해 그러하다. 일반적인 규칙으로서 커패시터(전해 콘덴서 제외)에 33, 220, 680등의 정수가 표시되어 있으면 커패시턴스 C는 단위가 PF이다. 반면에 커패시터에 0.1, 0.147 또는 0.0082 등의 소수가 표시되어 있으면 그 단위는 F이다. 그림 3-1에서 C1(AC 250V급 104)의 값은 $104=10 \times 104$ (PF)=0.1(F)이다. 콘덴서는 절연물을 유전체라 하며 유전체의 이름에 따라 공기콘덴서, 오일콘덴서, 마이카콘덴서, 자기콘덴서 등이 있다. C2는 세라믹콘덴서이다. 콘덴서는 평행금속판의 면적을 넓게 할 때, 평행금속판의 간격을 좁게 할 때, 절연체가 양호할 때 용량이 커진다. 콘덴서를 병렬로 연결할 때는 동일한 간격에서 면적이 커지므로 콘덴서 용량이 커지고, 직렬로 연결할 때는 동일한 면적에서 간격이 넓어지므로 용량이 작아진다.

그림 3-1의 바리스터(Varistor)는 가하는 전압의 크기에 따라 저항값이 변하는 소자이며 그림 3-2와 같이 점대칭 특성을 가진다.

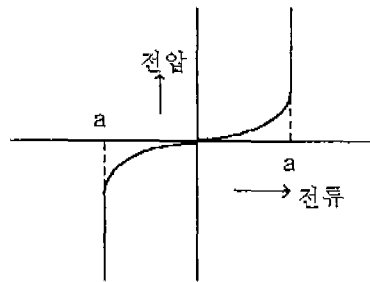


그림 3-2 바리스터 특성

그림 3-1에서 L1과C1으로 구성된 LPF(low pass filter)는 안정기에서 발생되는 전도노이즈가 전원측으로 귀환되지 못하도록 한다. 그림 3-3은 MH70W용 전자식안정기를 EMI측정기로 측정한 그래프이며 미국 FCC규정에 의하면 이동하며 사용하는 전자제품들은 Class B 기준에 적합하여야 하고, 고정된 장소에 사용하는 전자제품들은 Class A에 적합하여야 한다.

HID램프용 전자식안정기는 고정하여 사용하는 제품으로서 Class A 기준에 적합한 그래프가 되면 된다. KSC8100에 의하면 형광등용 전자식안정기의 전자파장해 주파수측정범위는 0.009~30MHz이다.

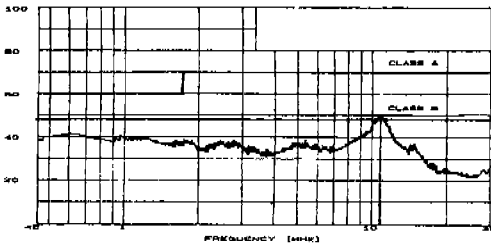


그림 3-3 EMI 측정 그래프

3.2 PFC

역률개선을 위한 회로는 그림 3-4와 같이 수동필터의 평활콘덴서 대신에 비절연형태의 인덕터에너지 축적형인 승압형 초퍼컨버터(boost converter)를 부가한 것이며 이는 입력전압보다 출력전압을 높게 하는 DC-DC 컨버터의 일종이다.

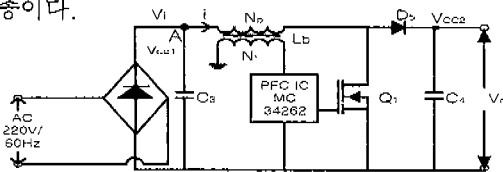


그림 3-4 승압형 PFC 컨버터

브리지 다이오드로 전파 정류된 맥류파형을 그림 3-5와 같이 수십kHz 이상의 주파수로 전 주기에 걸쳐 인덕터전류를 검출하여 영전류가 되는 지점에서 MOSFET를 ON하고 전류가 입력 전압에 비례하는 최대값에 이를 때 OFF하는 방식으로 스위칭한다. 이렇게 하면 입력전류파형은 순사인파 모양이 되어 전압과 동상이 되므로 역률이 거의 1에 가깝다.

또한 그림 3-4에서 MOSFET Q1이 ON일 때 Q1은 short 상태가 되어 전압이 0이므로 소비전력이 거의 0이다. 반대로 MOSFET Q1이 OFF일 때 Q1은 open 상태가 되므로 전류가 0

이 되어 소비전력은 역시 거의 0이다. 이와 같이 MOSFET Q1을 스위치로 사용할 때 Q1 자체의 전력손실이 이상적으로 0이 되어 회로 전체 효율을 높인다.

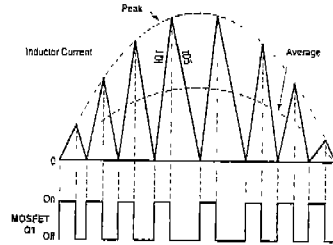


그림 3-5 역률개선동작파형

그림 3-5와 같이 PFC IC의 ON time 동작은 항상 일정하며 그림 3-4의 동작원리 MOSFET Q1이 도통일때 인덕터 L1에 에너지가 축적되고 다이오드 D5는 차단된다. MOSFET Q1이 차단되면 Lb에 축적되었던 에너지는 환류다이오드 D5를 통하여 출력측으로 방출된다. MOSFET Q1의 도통 및 차단에 따른 동작 모드의 등가회로는 그림 3-6과 같고, 각 부의 동작파형은 그림 3-7과 같다.

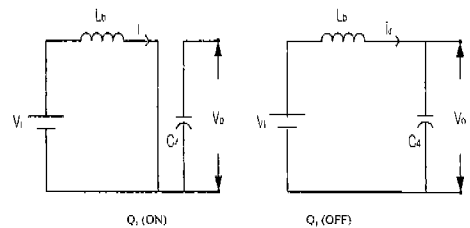


그림 3-6 승압형 PFC 컨버터 등가회로

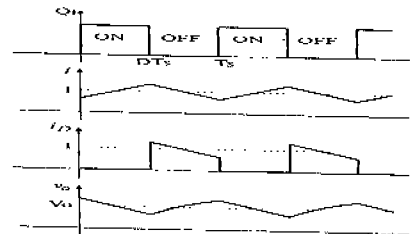


그림 3-7 승압형 PFC컨버터 동작파형

다음호에 계속됩니다