

고주파 인버터 방식을 응용한 전자식 안정기

김도성* 위상봉 김요익
한국전기연구소 전력전자연구부

Electronic Ballast Using High Frequency Inverter

KIM, DO SUNG * WEE, SANG BONG KIM, YO HEE
Korea Electrotechnology Research Institute (KERI)

1. 서론

방전등을 점등하는 안정기는 그 방식이 다양하지만 그 기본적인 동작기능은 공통으로서 방전등을 확실하게 시동, 재시동하여 안정한 점등을 지속, 제어하는 일종의 전력변환장치라고 할 수 있다. 표준 상용주파수 점등 방식의 기존 Choke-Coil 형은 구성이 간단하고 비교적 손실도 적기때문에 Starter형 형광등을 점등하는 경우 많이 사용되는 방식이다. 본 논문에서 논하는 전류형 인버터 방식은 고주파 점등방식으로서 저압방전등의 경우 발광효율이 향상되며, 전력용 반도체 소자를 사용함으로써 소형, 경량화는 물론 종래의 자기회로형에 비해 상당량의 절전이 가능하다. 이러한 관점에서 본 논문에서는 공진회로를 응용한 고주파 점등형 안정기의 회로

방식과 그 원리에 대해 논하고 실험에 따른 특성을 살펴 보고자 한다.

2. 안정기의 원리

그림1. 에서 Choke-Coil 형 안정기의 작용을 보인다.

$$\begin{aligned} V_s &= V_L + V_O \\ &= \omega LI + V_O \end{aligned}$$

즉 Choke-Coil 형 안정기에서는 안류 인덕턴스에 의해 일단 점등된 방전등의 안정한 동작점을 유지하게 된다.

안정기의 전류제한 작용을 그림 2에서 설명한다.

$$\begin{aligned} \text{여기서 } AB : V_1^2 &= f(I_L) \\ \infty : V_1^2, \quad \text{IN} : V_2^2 &= V_s^2 - V_L^2 \end{aligned}$$

으로 표시하면 P1 점에서는 전류가 증가할때 P2 로 이동하여 전류가 감소할때는 방전등의 특성전압보다 단자 전압이 작게 되므로 ($V_2 < V_1^2$), 방전이 중지된다. P2 점에서는 전류가 증가할때는 $V_2 < V_1^2$ 이 되므로 전류가 감소하는 방향으로 동작점이 이동하며 역으로 전류가 감소할 때는 $V_2 > V_1^2$ 이므로 전류가 증가하는 방향으로 이동하여 안정한 점등점을 계속 유지하게 된다.

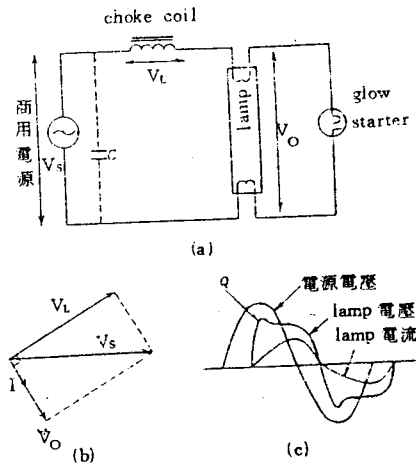


그림1. Choke-Coil 형 안정기를 이용한 점등회로

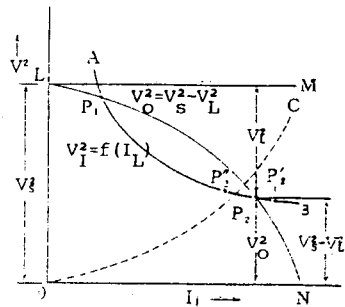


그림2. 안정기의 전류 제한 작용

3. 고주파 점등형 안정기

(3-1) 원리

Push-Pull transistor 인버터 방식을 사용하여 점등 주파수를 20-50KHz로 높이면 안류 인덕턴스가 대폭 감소하여 또한 재점등 필요 전압이 감소하게 되어 전극 광야 전압이 저하하고 발광 효율이 향상되는 특징을 나타낸다. 그림3에서 정연파 교류 전원과 Choke-Coil 형 안정기를 이용, 방전등의 전력을 일정하게 점등했을

때 주파수에 대한 방전등의 전압, 전류, 효율의 변화를 나타낸다.

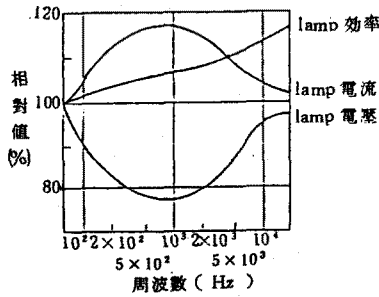


그림 3. 점등주파에 대한 특성 변화

(3-2) Tank 회로

그림 4에서 전류형 고주파 인버터의 주회로를 보인다. 이회로는 직류 전압원과 리액터, Tank회로, 부하 저항으로 이루어진다.

SW1 및 SW2 는 50%의 duty cycle로 교번하면서 tank 회로와 부하저항 R_L 로 전력을 전달한다. 그림 5의 귀환권선 L_4 는 transistor 의 Base 를 구동하며 tank 전압이 영점을 지날때 Switching 하는 기능을 한다.

이 방식을 정전류 Push-Pull transistor 인버터라고 하는데 인덕터 L_d 와 콘덴서 C를 사용하여 변압기 T를 비포화코 하면서 TR1 - TR2의 콜렉터 전압이 영인 시점에서 스위칭하며 콜렉터 전류가 구형파이기 때문에 TR의 전력 손실이 적은 장점이 있으며 변환 효율을 90%이상 올리는 것이 가능하다.

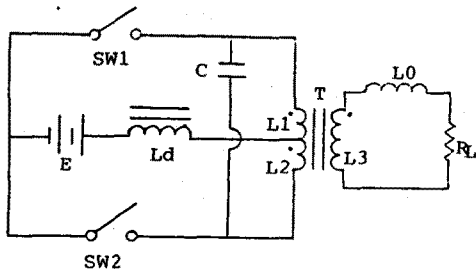


그림 4. 고주파 인버터 주회로

(3-3) 자력식 Push-Pull Transistor Inverter

그림 5의 귀환권선 L_4 는 Tank 회로인 L_1, L_2, C 의 병렬 공진으로 인한 전압의 교편을 검지하여 TR1 과 TR2의 Base 를 교대로 구동하게 된다.

그림 5에서의 각부의 실험시 동작파형을 그림 6에서 보인다.

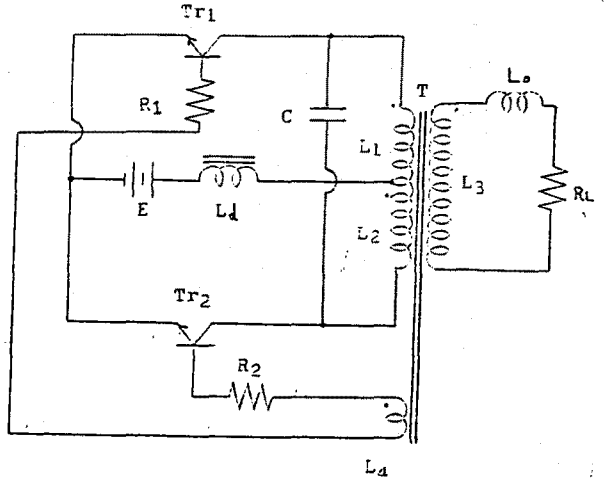
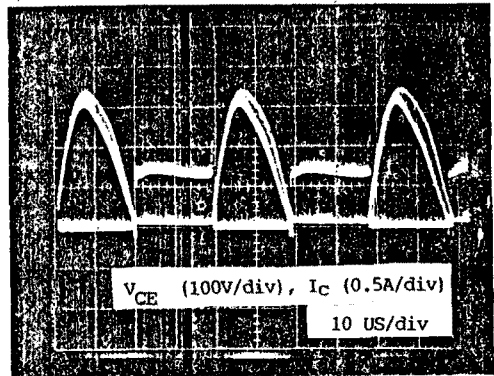
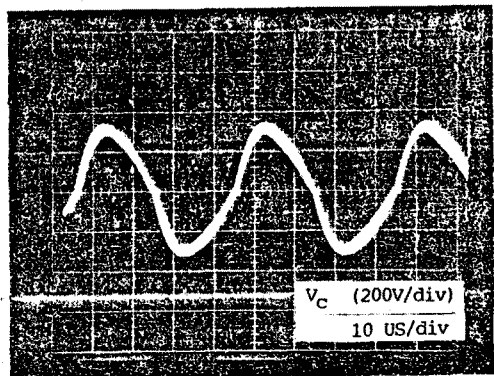


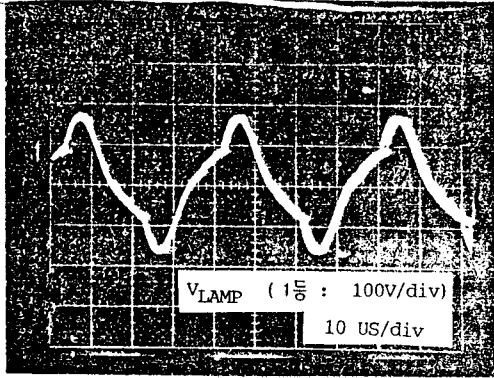
그림 5. 자력식 인버터의 구조



a) V_{CE} (100V/div), I_C (0.5A/div)



b) V_c (200V/div)



C) V_{LAMP} (1등 : 100V/div)
 그림 6. 각부의 동작파형 (10 US/div)

4. 실험 및 결과

본 논문의 정전류형 Push-pull transistor 인버터 방식의 안정기를 사용하여 (약 25KHz의 주파수로 동작) 형광등 2등을 직렬 부하로 하고 2차측 (부하측) 안류 작용을 직렬 콘덴서로 시행하였을때 각부의 파형을 그림 6에 보인다.

5. 결 론

본 실험에서는 100V용 40W, 2등 직렬 안정기를 설계하여 기존의 자기회로형 안정기에 비하여 상당한 성능의 개선을 확인 하였다. Push-Pull Transistor inverter 방식의 전자식 안정기는 자기회로형에 비하여 다음과 같은 장점을 갖는다.

- i) 총합 효율이 20-30% 정도 향상된다.
- ii) 안정기의 대폭적 경량화 실현 (1/2 - 1/3)
- iii) 광박거림과 소음이 거의 없다.

본 논문에서는 교류 고주파 점등형 안정기의 기본 방식으로 유망시되는 정전류형 Push-Pull inverter 방식에 대하여 논하였다. 앞으로는 고주파용 전용 방전등의 제작과 더불어 이에 따른 최적 점등 주파수 선정등 방전등 특성에 따른 연구 및 회로방식의 개량을 통한 저가격화가 고주파 점등형 전자식 안정기의 과제라 할 것이다.

참 고 문 헌

- 1) 전기학회 통신교육회 "조명공학" 1977년. 전기학회
- 2) Teruichi Tomura, Hiroyuki Iyama, Mitsuo Akatsuka "Current Feedback Transistor Inverter for Fluorescent Lamps" Journal of the Illuminatory Eng. Institute of Japan. Vol. 63, No 2, p12-20 1978.
- 3) Kouhei Yuhara, Kenichi Inui, Nanjou Aōike "Electronic Ballast for Fluorescent Lamps Operated by Constant Current type Push-Pull Inverter" J. Illum. Engng. Inst. Jpn. Vol.68 No.10 p501-508 1984.
- 4) Toshiaki Mizuno, Seiji Yabashi, Taro Ishikawa "An analysis of Transistor Inverter for Discharge Lamp Ballast" J. Illum. Engng. Inst. Jpn. Vol70 No10. p536 1986.