

수동역률 개선회로를 이용한 110/220V 겸용 정출력 안정기 개발

(The development of 110/220V alternative static output ballast by using passive power factor correction circuit)

송명석* · 조계현* · 박종연*

(Myung-Suk Song · Gye-Hyun Jo · Chong-Yeun Park)

Abstract

In this paper, we propose the passive PFC(Power Factor Correction) circuit of an electronic ballast with the constant power the detection circuit for 110 or 220 volt. The proposed PFC circuit is composed with the modified dither circuit and the input voltage detection circuit. We have concluded that the proposed method is the attractive method to improve of power factor for the electronic ballast with the input voltage regulation and it is a similar experimental results with other active power factor correction method using other PWM ICs.

1. 서 론

일반적으로 안정기에 사용되는 역률 개선 방식으로는 MC33262와 같은 PWM IC를 이용한 능동 역률 개선 방식과 LC와 같은 수동소자를 이용한 수동 역률 개선 방식으로 구분할 수 있다[1]. 수동 역률 개선 방식을 이용한 역률 개선 방식과는 달리 능동 역률 개선 방식은 입력 전압이 85V에서 270V에 이르기까지 입력 전압의 변동에도 불구하고 일정한 출력 전력을 갖도록 제어할 수 있다. 그러므로 입력 전압과 무관하게 일정한 출력을 갖도록 하기 위해서는 능동 역률 개선 방식만이 사용되어져 왔다[2][3][4][5]. PWM IC를 이용한 역률 개선 방식은 입력 전압이 변동되더라도 일정한 출력전력을 가질 수 있다는 장점이 있으나, PWM IC를 구동하기 위해서 주변 회로가 복잡해져서, 안정기의 신뢰성에 영향을 줄 수 있다는 단점이 존재한다.

본 논문에서는 수동 소자를 이용하여, 입력전압의 변화를 감지한 후 110V 또는 220V 각각의 전압에 대응하는 수동 역률 개선회로를 적용하여, 역률을 개선하는 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 역률 개선 방식은 능동 역률 개선 방식보다는 성능은 떨어지지만 주변회로가 간단하여 안정기의 신뢰성을 높일 수 있다고 생각한다.

2. 본 론

2.1. 안정기 구조

그림 1은 본 논문에서 제안한 110V/220V 겸용 정출력 전자식 안정기의 개략도이다. 제안한 전자식 안정기는 입력 전원을 감지하여, 입력 전압이 220V일 때에는 동작하지 않다가, 110V일 때에만 입력 단 전압을 배전압시켜서 입력전압이 변동되더라도 일정한 출력 전압을 안정기 인버터에 공급하는 특성을 갖는다.

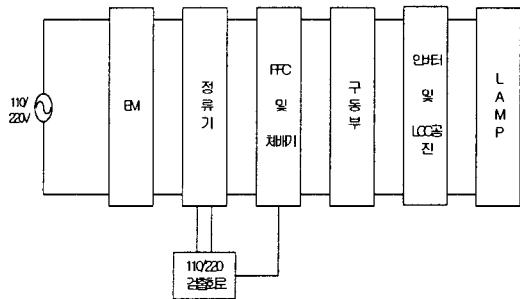


그림 1. 개발한 안정기의 구조

Fig1. The structure of proposed electronic ballast

그림 2는 본 논문에서 사용한 입력 전압 검출부 회로도이다. 입력 전압 검출부는 저항 분배를 이용하여 입력 전압이 110V이면, Q2값은 turn on 상태가 되도록 한다. Q2값이 turn on 되면, 입력 전압의 배전압이 안정기 인버터 DC 전압으로 공급된다. 하지만 220V라면, Q2가 turn off 되어 입력 전압이 전파 정류가 되어 인버터로 공급된다.

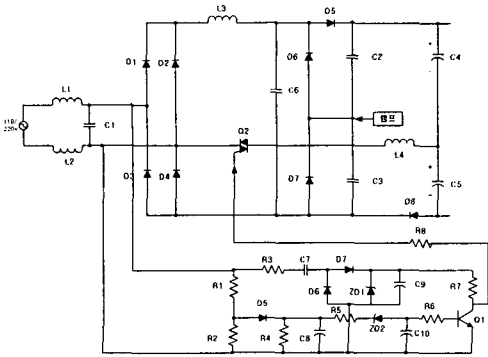


그림 2. 입력 전압 검출부
Fig 2. The detection circuit of input voltage

그림 3은 본 논문에서 사용한 일반적인 수동형 역율 개선 방식중에 하나인 semi boost 역율 개선 방식이다. 이러한 방식을 dither 역율 개선 회로로 정의하며, 일반적인 동작 방식은 boost 컨버터 동작과 유사하게 설명될 수 있다. 차이점으로는 능동 역율 개선 방식에서 사용되는 FET와 같은 스위칭 소자는 사용되지 않고, 램프 출력단 고주파 신호가 입력단과 연결되어 스위칭 소자 역할을 대신한다는 차이점이 있다.

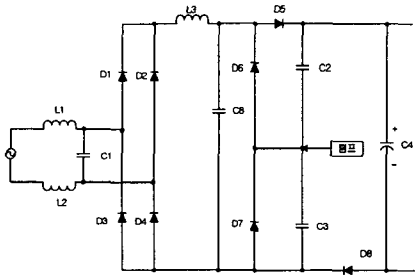
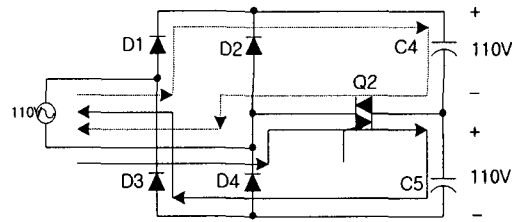


그림 3. 수동 역율 개선 회로
Fig 3. Passive power factor correction method using semi boost type

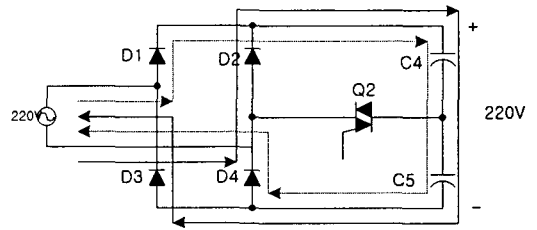
semi boost 컨버터 방식의 역율 개선 방식의 동작은 크게 입력 전압이 안정기 DC link 전압보다 클 때와 작을 때에 따라서 달라진다. 우선 C4 양단 전압인 DC-link 전압이 입력 전압보다 클 때 입력 전류는 불연속 구간이 된다. 하지만 C2와 C3사이에 램프 출력부가 연결됨에 따라서 안정기 동작과 연계하여 C2, C3 전압은 충, 방전을 반복하게 된다. 이러한 충, 방전동안 입력 전압의 불연속 구간의 폭을 감소시킴으로써 입력전류가 비교적 연속해서 흐르도록 유지한다. 연결함으로써 공진주파수만큼 충, 방전한다. 이와 반대로 DC-link 전압이 입력전압보다 작을 때에는 부하로 공급되는 전류가 C2와 C3에 흐르는 전류보다 크기 때문에 입력 전류에는 영향을 미

치지 않는다.

그림 4는 그림 2에서 설명한 입력 전압에 따른 배전압회로 동작 상태를 110V 입력과 220V 입력에 따라 표현한 것이다. 그림에서와 같이 입력 전압의 값이 110V일 때 Q2가 turn-on하여 C4, C5에 220V를 충전하고 220V 일 때는 Q2가 turn-off하여 C4와 C5에 220V를 충전하게 된다.



(a) 110V 일 때



(b) 220V 일 때

그림 4. 배전압회로 동작 모드
Fig 4. The operation mode of voltage doubler

그림 5는 본 논문에서 제안한 입력 전압 검출부 회로이다. 입력 전압이 110V일 때에는 R1과 R2의 분배된 전압으로 Q2를 turn-on하지 못하여 Trigger pulse가 Q2를 턴 온시켜 배전압시키고, 220V일 때 R1과 R2의 분배된 전압으로 Q2를 turn-on하여 Trigger pulse가 발생하지 못하므로 Q2가 turn-off하여 전파정류하여 동작을 하게 된다.

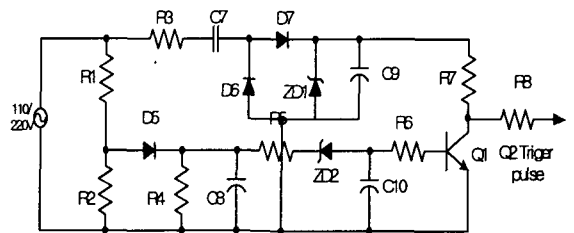


그림 5. 110/220V 전압 검출회로
Fig 5. The detection circuit for 110/220V voltage

그림 6는 페라이트 코어를 이용하여 스위칭 소자를 동작시키는 자력식 안정기의 인버터 구조로서 구동방식

은 R8과 C11이 이루는 시정수 값에 비례하여 Diac이 도통되며, 이 신호로 스위칭 소자가 동작하게 되는 방식이다.

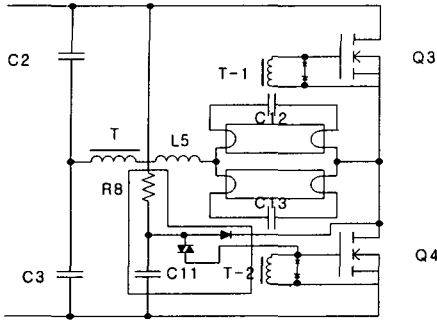


그림 6. 자력식 안정기의 인버터 구조
Fig. 6. The inverter structure of the self oscillating ballast

2.2. 110V 입력일 때 동작 특성

입력 전압이 110V일 때에는 입력 전압이 220V일 때와 동일한 출력을 얻기 위해서 배전압 회로를 이용하여 출력 전압을 상승시켰다. 그림 7은 입력 전압이 110V 일 때 나타나는 역률 개선부 등가회로이다. 회로에서 L3, L4는 입력 단에서 출력 단으로 유입되는 순시 과전류로부터 보호하기 위해서 사용하였고, C2, C3, C12는 램프 출력부와 연결되어 역률을 개선시키기 위한 커패시터이고 C4와 C5는 입력 전압을 배전압 하기위한 부분이다.

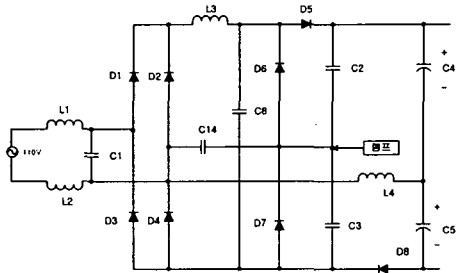


그림 7. 110V일 때 안정기 등가 회로
Fig. 7. The equivalent circuit of 110V input condition

그림 8은 입력 전압이 110V일 때 측정된 안정기 입력 전압, 전류 및 인버터 DC link 전압이다. 입력 전압과 전류는 선형에 가깝고, 인버터 DC link 전압은 300V 정도가 되는 것을 확인할 수 있다.

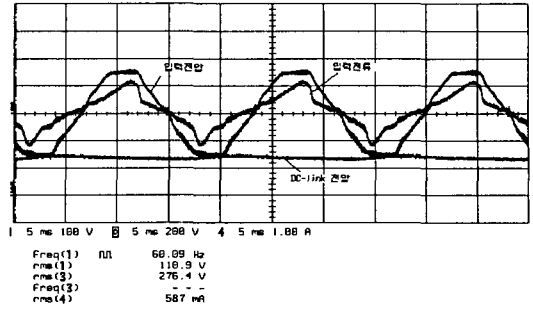


그림 8. 입력전압, 전류 및 DC-link 전압
Fig 8. The input voltage and current, and DC-link voltage

2.3. 220V 입력일 때 동작 특성

그림 9은 입력 전압이 220V일 때 안정기 등가회로로 나타낸 것이다. 입력 전압이 220V일 때에는 배전압 회로는 동작하지 않으므로 일반적인 semi boost 방식의 역률 개선 방식을 사용한 안정기와 동일하게 동작한다.

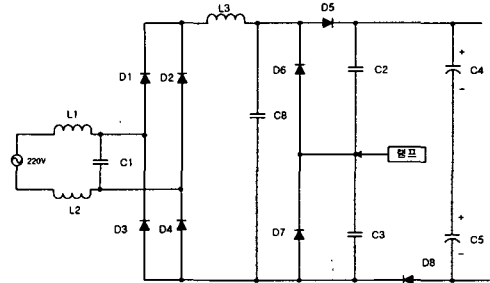


그림 9. 220V일 때 안정기 등가 회로
Fig 9. The equivalent circuit of 220V input condition

그림 10은 입력 전압이 220V일 때 측정된 안정기 입력 전압, 전류 및 DC-link 전압 파형이다.

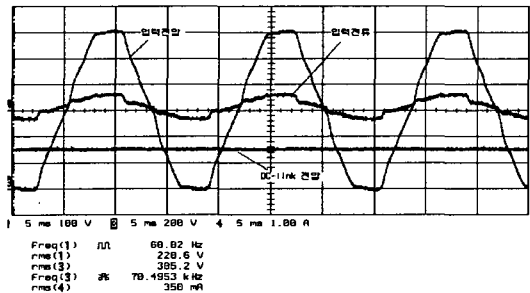


그림 10. 입력전압, 전류 및 DC-link 전압
Fig 10. The input voltage and current, and DC-link voltage

표 1은 전력분석기를 이용하여 제안한 역율 개선 방식을 이용한 전자식 안정기 특성을 확인한 결과이다. 입력 전압이 110V일 때 나타나는 특성은 입력 전압이 220V일 때의 특성과 유사한 것을 확인할 수 있다.

표 1. 110/220V 겸용 안정기 특성
Table 1. The electrical Characteristic for 110/220V input voltage.

입력전압	입력 전력 [W]	입력 전류 [A]	DC link 전압 [V]	역율	전류 THD [%]
110V	62	0.591	276	0.95	30
220V	68.3	0.318	305	0.979	14.5

3. 결 론

본 논문에서는 기존에 사용되던 능동 역율 개선 방식이 아닌 수동 역율 개선 회로를 이용하여 110/220V 겸용 안정기를 제안하였고, 실제 회로를 구성하여 실험하였다. 실험 결과 능동 역율 개선 방식을 적용한 전자식 안정기 특성과 제안한 수동 역율 개선 방식을 이용한 역율 개선회로와 비교했을 때 비교적 저가로 회로를 구성할 수 있고, 회로가 가지는 안정성은 증대된다고 생각된다.

감사의 글

본 연구는 강원대학교 BK21 사업단의 지원으로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- (1) 박종연, 조계현, "전자식 형광등용 역율개선회로의 특성 비교" 산업기술연구(강원대학교 산업기술 연구소 논문집), 제 18집, 1998
- (2) 송명석, 박종연, "형광등용 전자식 안정기에서 수동역율개선회로의 특성비교" 정보통신연구(강원대학교 정보통신연구소 논문집), 제 7집, 2003
- (3) Chin S. Moo, Ying C. Chuang, and Ching R. Lee, A New Power-Factor-Correction Circuit for Low-Cost Self-Excited Electronic Ballasts, Trans. IEEE, vol. 13, No 2, pp.273~278, 1998.
- (4) Gyun Chae, Yong-Sik Youn, and Gyu-Hyeong Cho. "High Power Factor Correction Circuit for Series-Load Resonant Inverter", Trans. KIEE, vol.47, No 9, 1998
- (5) Wei Chen and Fred C. Lee, Tokushii Yamauchi, "An Improved "Charge Pump" Electronic Ballast with Low THD and Low Crest Factor", IEEE-APEC Proc., pp.622~627, 1996.