

대면적 플라즈마 사인 보드의 제어를 위한 인버터 설계 및 연구

이재덕, 박성준

전남대학교 공과대학 전기공학과

Research and Design of Inverter for Controlling A Large Size Plasma Sign Board

Jae Deog Lee, Sung Jun Park

Department of Electrical engineering, Chonnam National University

ABSTRACT

본 논문에서는 대면적 플라즈마 사인 보드 제어를 위한 저소비 전력용 인버터를 개발하였다. 이 인버터는 215*86mm 사이드로 인가전압 220V, 출력전압 1200V, 스위칭 주파수 20KHz, 소비전력 50W 급인 인버터를 역률개선회로 PFC(Power Factor Correction)를 적용하여 리플을 줄이고 안정적인 전압 공급, 전체 전류 정격감소, 회생전압 상승분 억제, 유니버설 입력범위에서 동작 가능하게 만들었다. 고전압트랜스를 4개를 집적화 하였으며 전력 소비 전류가 감소되면서 온도가 상승되는 것을 막을 수 있었고 전자파도 줄일 수 있음을 보였다.

1. 서 론

현재 각종 가전 기기 통신 기기가 디지털화 되고 급속히 발달함에 따라 대화면 및 휴대 가능한 디스플레이 개발이 진행되어지고 있다. 이 중 제조공법이 간단하고 제조원가가 저렴하며 널리 이용될 수 있는 플라즈마를 광원으로 사용하는 사인보드의 활용성이 많아짐에 따라 대면적 플라즈마 발광 사인보드의 제어에 관심이 높아지고 있다.

또한 최근 석유에너지 고갈에 대비하여 새로운 에너지 개발과 함께 에너지의 효율적 관리 또한 중요한 상황이다. 일반적으로 상용전원으로부터 직류전원을 얻기 위해 전파정류(Full-bridge rectifier)를 사용한다. 하지만 이러한 정류 전류파형의 형태는 맥동하는 맥류형태의 모양을 가지며, 높은 고조파 성분을 함유하고 있다.^{[1][2]}

고조파의 함유는 인버터시스템 및 전원 계통에 악영향을 미치므로 개선회로를 사용하여 보정해 주어야 한다. 고조파 전류 발생을 억제하는 방법으로는 수동방식과 능동방식으로 구분할 수 있다. LC 필터를 이용한 수동방식의 경우 부피가 크고 부하 변동에 효과적이지 못하며, 역률 향상 범위도 제한된다. 반면 PFC방식의 능동 방식은 무게와 부피가 작으며, 입력 및 부하의 동작범위가 크며, 단위역률에 근접할 수 있다. 하지만 반도체 스위칭 소자, 전력변환소자 및 제어기의 추가로 재료비가 발생한다.^[3]

이 논문에서는 역률개선회로(PFC)를 적용함으로써 리플이 저감된 안정적인 전압공급, 전체 전류 정격 감소, 회생전압 상승분 억제, 유니버설 입력범위에서 동작할 수 있는 등의 장점을 가진 인버터 시스템을 설계한다. 전체적으로 인버터 시스템

을 설계하는데 있어 전체 재료비를 줄이고 과부하 및 과열을 방지하고 UL 및 CE 규격을 만족하는 50W급 인버터를 만들 수 있는 방법에 관하여 논의한다.

2. 인버터 설계 및 연구

2.1 역률개선회로(PFC)

커패시터 입력형 정류기의 회로에서 흐르는 전류를 살펴보면, 커패시터 충전전압이 입력전압보다 높을 때는 다이오드가 역바이어스 되어 전류가 흐르지 않고, 커패시터 충전전압이 입력전압보다 낮아지는 전압 피크치 부근에서는 아주 짧은 시간 동안만 피크성 전류를 도통하게 된다. 따라서 이러한 전류의 흐름으로 무효전력성분이 증가하게 되고, 이 무효전력은 전체 전력의 역률을 감소시키게 된다.

전압과 전류의 파형이 순수 정현파 신호일 경우에는 역률은 위상차에 의해서만 결정이 되지만 정류된 파형인 경우 많은 고조파 성분을 가져 시스템의 역률을 저하시킨다. 식 (1)은 역률 수식을 나타낸다.

$$p.f. = \frac{V_{rms} I_{rms} \cos\theta}{V_{rms} I_{rms}} \quad (1)$$

역률은 전압과 전류의 위상차(변위율), 그리고 총 전류 실효치에 대한 기본과 전류의 실효치의 비(왜곡률)로 정의되며, 왜곡률은 고조파가 얼마나 포함되어 있는냐에 따라서 달라진다. 따라서 전압과 전류의 위상차가 없더라도 고조파가 함유량이 높으면 역률은 떨어진다.

역률은 시스템에 있어 전압과 전류의 위상차가 얼마인지, 입력전류의 고조파 성분이 얼마나 영향을 미치는지를 알기 위한 지표로 사용된다. 뿐만 아니라, 고조파를 많이 포함하고 있는 전류의 실효값은 고조파를 포함하지 않은 전류 실효값보다 60~80% 더 크기 때문에 회로에 사용되는 반도체 및 다이오드 등의 회로소자의 전류정격이 더 커야하는 문제점이 있으며, 전류의 정격이 더 작으로써 전력 전송선의 전도손실이 증가하여 전력효율을 감소시키고 송배전 시 전류정격에 따라 송전선의 두께가 더 커지게 됨으로써 발생하는 비용증가, 발전기, 변압기, 통신장비, 전자기기 등에서 높은 실효전류로 인한 발열문제, 효율감소 및 수명단축, 소음, 진동 및 토크 감소, 이상 동작 등의 많은 문제를 발생시키고 있다. 이러한 고조파 유입으로 인하여 기기제품의 오동작, 전력품질 저하로 인한 경제적 손실

이 증가하게 된다. 따라서 전 세계적으로 고조파 발생 억제에 대한 관심이 높아지고 있으며, 실제 이러한 고조파에 대한 규제를 마련하여 의무화하고 있고, EU 및 미국 등 해외 수출입 제품에 대하여 이러한 규제를 만족하도록 강제하고 있다.

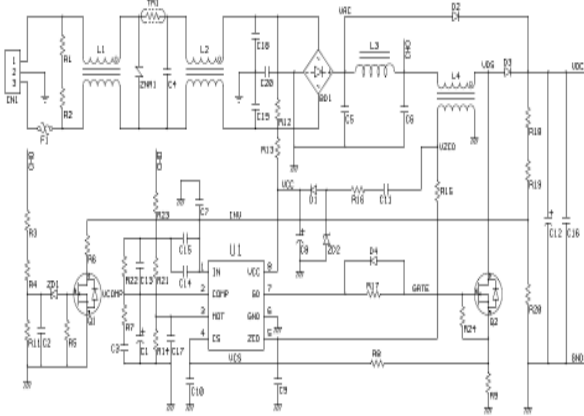


그림 1 역률개선회로
Fig 1 Power Factor Correction Circuit

그림 1은 본 논문의 인버터 설계에 사용된 PFC 회로이다. 전원장치에 전력 효율을 향상시키기 위하여 전자 회로를 추가한 것으로 순간적인 파워 노출이 우려되는 트랜스포머, 안정기와 같은 구성 부품으로 가는 전력을 조절한다. PFC 회로는 스스로 이런 종류의 부품으로 가는 전압을 바로잡고 따라서 그 외의 다른 부품들이 안정적인 전류 공급에 어려움을 느끼지 않도록 한다. PFC 회로가 있는 경우의 이점은 전력 소비량 감소 전류가 열로 전환되어 온도가 상승되는 것을 막을 수 있으면 전자 파도 줄일 수 있다. 역률 개선회로는 입력 전파정류 라인전압과 일치하는 평균입력 전류파형을 조절할 목적으로 기본 AC-DC 회로에 결합된다. 또한 이때 출력전압은 라인전압과 부하변동에 대해 조절된다. 회로에서 전류 게인 모듈레이터가 가장 중요한 부분이며, 이는 선형 게인 모듈레이터, 전류 증폭기 및 PWM 비교기로 구성된다. 게인 모듈레이터의 출력은 레퍼런스전류와 출력전압을 모니터링 하는 오차증폭기 출력에 의한 전류가 된다.

2.2 인버터 설계

인버터의 정격용량은 전동기를 구동 가능하게 하는 피상전력으로 전동기의 역률을 고려하여 계산한다. 정격용량은 우선 정격전류의 정의가 우선 되어야 하고 정의된 정격전류에서 정격 피상 전력을 산출한다.

정격용량은 인버터 정격용량은 부하요구 출력보다 커야하고 전동기용량보다 인버터의 정격용량이 커야하며 전동기 정격전류보다 인버터 전류정격이 커야한다.

PFC를 적용하지 않은 일반적인 커패시터 입력형 정류회로를 사용하였을 경우, 교류 220V를 이용하면 출력전압이 약 310V이지만 PFC와 본 회로에 입력220V/출력1200V 고전압트랜스를 4개를 사용하여 출력전압이 1200V 되게 하여 출력전압 상승으로 인하여 인버터 정격전류용량을 낮출 수 있었다.

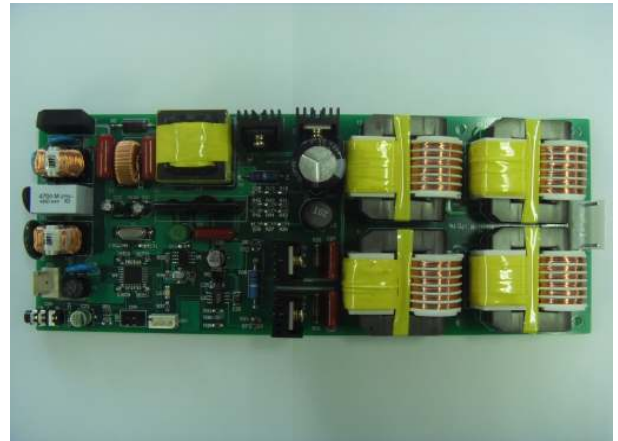


그림 2 PFC를 이용한 인버터
Fig 2 Inverter Using The PFC

3. 결론

본 논문에서는 인가전압 220V, 출력 전압 1200V, 스위칭 주파수 20KHz, 소비전력 50W 급 인버터를 고역률, 고효율의 PFC 회로를 이용하여 구성하였다. 그 결과 전부하시 역률 0.98, 효율 96.5%와 CE 및 LE 고조파 규제를 만족하는 우수한 성능을 확인 할 수 있었으며, 85V~265V의 유니버설 입력범위에서도 제대로 된 동작을 수행하였다. PFC 회로를 적용하지 않는 일반 인버터 회로와 비교해서 기존 회로의 역률 보상용 수동 필터가 빠지고, 역률 개선 회로가 추가적으로 더 들어가 기본적인 재료비가 더 많이 발생하였다. 하지만 평활용 전해 커패시터의 리플전류 절감에 따른 커패시터 용량을 감소시킬 수 있고, 같은 용량의 전력을 공급한다고 봤을 때 역률 개선 회로를 적용하지 않는 회로가 적용한 회로의 전류 정격보다 60~80% 이상 크기 때문에 그에 따르는 정류정격이 더 커지므로, 상대적으로 반도체소자의 전류 정격을 낮출 수 있어 여러 가지 이점이 있다. 결국 역률 개선용 수동필터, 전해 커패시터 및 반도체 소자에서 재료비를 줄일 수 있고 50W로 소비전력을 많이 줄일 수 있었다.

참고 문헌

- [1] Wuidart, L., "Understanding Power Factor," STMicroelectronics Application note, 2003
- [2] Todd, P. C., "UC3854 Controlled Power Factor Correction Circuit Design," Unitrode Application Note U-134, 1999.
- [3] Sharifipour, B., Huang, J. S. and Liad, P., Jovanovic, M. M., "Manufacturing and Cost Analysis of Power-Factor-Correction Circuits," IEEE APEC, Vol. 1, pp. 490-494, 1998.
- [4] Dixon, L., "Average Current Mode Control of Switching Power Supplies," Unitrode Application Note U140,1999
- [5] Luo, J., Jeoh, M. K. and Huang, H. C., "A New Continuous conduction Mode PFC IC with Average Current Mode Control," IEEE PEDS, Col. 2, pp.1110-1114, 2003.