전력전자학술대회 논문집 2003. 7. 14 ~ 7. 17

AC PDP 에 효율적인 전원시스템의 설계

박현욱, 안성훈, 강필순, 천창근*, 김철우
부산대학교, 포항산업과학원*

The design of efficient Power system for AC PDP

H.W. Park, S.H. Ahn, F.S. Kang, C.G. Chung*, and C.U. Kim
Pusan National University, RIST*

ABSTRACT

In this paper, a novel PFC AC / DC converter is presented to be appropriate for AC PDP's power driving system. The conventional PFC AC / DC converter has independent power stages and controllers for their switching respectively, which should have increased price, size on manufacturing and decreased its efficiency as well. So this advanced Single-Stage Power Factor Corrector is presented and verified through spice simulation.

1. 서 론

현재 상용 전원을 사용하는 기기중 AC PDP 는 대전력을 사용하는 디스플레이 소자이다. 이러한 기기에 있어서 효율적인 전원시스템의 설계는 PDP 전체 시스템의 안정화에 필수적인 요소이다. 가전기기 들은 내부의 전자회로를 구동하기 위해 직류전원을 사용하고 있고, 상용 교류전원을 콘덴서 인풋형 정류기를 필요로 하고 있다. 그로 인해 입력측에 펄스성의 전류가 흘러서 입력역률이 낮아지는데 이로 인한 역률의 저하와 고조파 함유로 인한 각종 노이즈의 증대 등의 문제점이 발생했다. 이러한 고조파 발생에 의한 환경문제는 국제적으로 고조파 발생을 억제하기 위한 국제규격과 규제를 만들게 되었고 또 한편으로는 고조파를 발행하는 회로에 역률개선회로를 부가하거나 역률개선기능을 갖도록 회로를 변형하는 소위 액티브 필터, PFC (Power Factor Correction)등의 회로기술들이 최근 많이 연구되고 있다. AC PDP 디지털 TV의 구동 전원시스템 역시 PFC 회로가 필요한데 기존의 것은 이단 방식으로 이루어진 역률개선회로가 주로 사용되고 있다. 그러나 이러한 접근은 전력을 두 번 변환해야 하므로 효율이 저감되고 두개의 제어기를 사용하므로 시스템의 부피 또한 크게 증가한다.[1]

따라서 본 연구에서는 스위칭 주파수 100[kHz] 정도의 전류 연속모드로 동작하는 단위 역률형 일단 방식 AC/DC 컨버터의 한가지 구성 토플로지를 제안하고 이를 시뮬레이션을 통해 입증코저 한다.

2. 본 론

2.1 AC PDP에서의 전원시스템과 PFC회로

PDP(Plasma Display Panel)은 불활성 기체의 방전시 발생하는 플라즈마를 이용한 표시소자로 넓은 시야각, 빠른 응답속도, 대형화의 용이성 등으로 가정용 TV뿐 아니라 산업용으로도 많은 각광을 받고 있는 디스플레이 소자이다. 플라즈마 디스플레이 장치는 크게 Panel부, 구동부, 신호 처리부 및 각 부분의 전원을 공급하는 전원장치로 구분될 수 있다.[2]

2.2 PDP POWER SYSTEM

AC PDP에서 256계조 등의 다계조를 실현하기 위하여 표시기간과 Address 기간을 분리한 고속계조구동법이 개발되었는데 ADS (Adress-and-Display period Separate)법이 그것이다. 각각의 기간에 따라서 필요로 하는 전압이 다르기에 구동부는 각 필요전압을 공급해주어야 한다. 즉 PDP전원의 경우 다양한 전원을 필요로 하고 있으며, 상용전원을 사용하는 가정용 기기로서는 상당히 큰 출력의 전원을 필요로 하게 된다. 특히 Sustain 방전기간에는 대단히 큰 전류가 필요하기 때문에 Sustain Power 부는 대출력의 전원을 요구하고 있다.[3]

2.3 각 기간별 구동전원

PDP 구동 파형 중 가장 중요한 부분이 Reset 기간이다. 이전의 Subfield에서 생성된 벽전하를 소거하고 다시 Set-up하기 위한 전압이 필요하다. 이 기간 내에서는 미세 방전을 하며 가장 짧은 구간을 가지고 있기에 실제로 많은 전류를 필요로 하지 않는다. 어드레스 기간은 수 백만개의 셀에 화상정보에 따라 Sustain 방전을 하기 위한 벽전하를 형성하는 기간이다. 벽전하를 형성시켜야 하므로 상대적으로 Sustain 전압보다는 낮은 Address 전압 및 각 line을 순차적으로 선택하는 Scan 전압이 필요한 기간이다. Sustain방전 기간은 실제 계조를 표현하는 유지 방전이 발생하는 기간으로 플라즈마 패널의 대부분 전력이 여기서 소모된다. 높은 계조의 Subfield 기간에서는 유지방전 횟수가 많기 때문에 매우 큰 전력이 요구되는 기간이다. [4]

2.4 PDP PFC Power

PDP 전원부의 경우 위에서 언급한 기간별 전력을 충분히 공급해야 하고 기본적으로 PFC(Power Factor Correction)을 적용하여 전원의 고조파 규격을 만족시키면서 입력 전류에 의한 AC filter 부의 손실을 최소화 시키며 Universal Power input voltage를 구현하고 있다. 이는 입력 전압이 변동하여도 PFC에서 일정 DC 전압을 출력함으로서 각각의 전원부에 입력 전압 변동에 의한 부담이 없이 안정화를 취하도록 하는데 용이하다.

이에 스위칭 주파수의 고주파수화는 PDP 전원시스템의 소형화에 아주 효과적인 방법이다. 제품에 적용되는 실용 전원에서는 단위체적당 또는 단위표면적당의 손실 전력을 고려한 소형화가 필요하다.[5]

2.5 기존에 적용된 이단 방식의 PFC와 일단 방식의 PFC Converter

일반적으로 스위칭 전원에서 전원의 역률을 개선하기 위한 회로 방식은 승압형(boost), 강압형(buck)컨버터 및 승·강압형 등이 사용되나 전류제어의 용이성, 노이즈 및 EMI 발생 특성 등을 고려해 볼때 승압형 컨버터를 기본회로로 사용하고 있다. 스위칭 전원의 정류 부분 대신 승압형 컨버터를 이용한 역률개선회로로 대치하는 방법과 기존의 컨버터 부분에 역률을 개선시키는 회로로 바꾸는 방법이 있는데 전자를 이단 역률 개선회로(Two stage PFC)로 그림1에 나타냈고, 후자는 일단역률 개선회로(Single stage PFC)라고 불리고 그림 2와 같은 구조이다.[6]

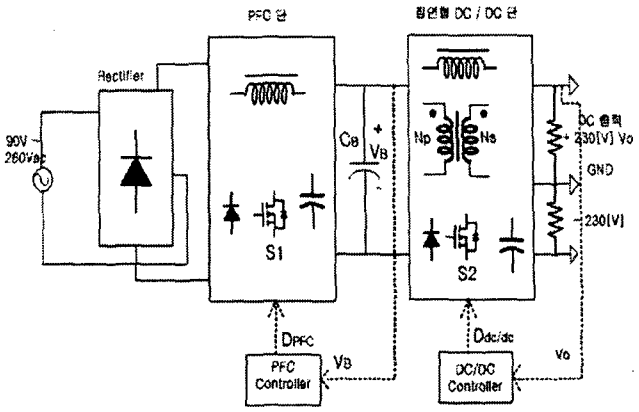

그림 1. 이단 방식 PFC Converter의 개념도
Fig.1 Conceptual structure of Two-stage PFC Converter

이단 방식에서는 부스트 컨버터와 같은 단순한 PFC회로를 이용하여 일정전압을 만들고 이를 다시 절연 트랜스를 갖는 절연형 DC/DC컨버터를 통해서 원하는 출력전압을 얻는 방식인데 PFC단과 절연형 DC/DC컨버터 단을 위한 제어회로부가 독립적으로 필요하게 되어 부피가 커지고 전체 시스템이 복잡, 고가가 된다는 단점이 있고 전력변환을 두번 거치게 되므로 전력 변환 효율 또한 낮아지게 된다. 저가격을 위한 전원회로 방식에는 부적당하고 크기가 한정적인 AC PDP 구동전원용으론 더욱 적합하지 않다.[7]

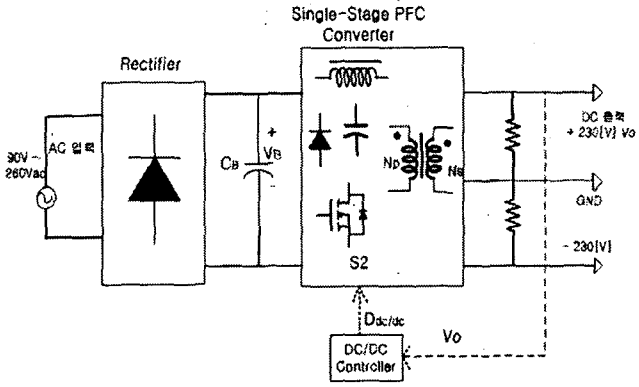

그림 2. 일단 방식 PFC Converter
Fig.2 Conceptual structure of Single-stage PFC Converter

위의 그림 2에 나타낸 개념도를 통해 알 수 있듯이 일단 방식은 기존의 회로방식에 몇 개의 부품을 추가하여 역률개선을 하면서 원하는 출력 전압을 동시에 얻을 수 있도록 한 것이다. 이는 하나의 전력단으로 입력 역률 보상 뿐 아니라 출력 전압도 제어가 가능한 구조이다. 단일 전력단으로 인해 이단 방식과 비교했을 경우 시스템 부피의 감소로 인해 원가 절감의 효과와 함께 전력변환 효율 또한 높은

이점이 있다. 그래서 본 논문에서는 일단방식을 이용한 PFC Converter를 AC PDP 전원구동시스템에 접목시켰다.[8]

2.6 제안하는 일단 방식 PFC

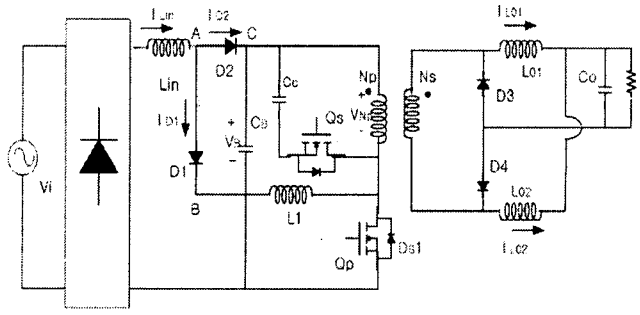

그림 3. 제안하는 일단방식 PFC AC/DC 컨버터
Fig.3 Proposed Single-stage PFC AC/DC Connverter

위에서 제시된 일단방식의 PFC 전원단은 포워드 타입의 절연형 DC / DC 컨버터에 주스위치 Qp와 Qs의 보조 스위치로 구성되어진다. Lin은 boost inductor 이고 두 개의 전류 경로를 가진다. 경로 AB는 스위치 Qp가 ON시에 Lin을 충전하고 스위치 Qp가 OFF시에는 Lin이 방전하여 벌크성 커패시터 CB를 충전시키는 경로이다.

위에서 제시한 회로의 컨버터를 각 모드별로 해석을 하면 아래와 같다.

<Mode 1> : t0-t1

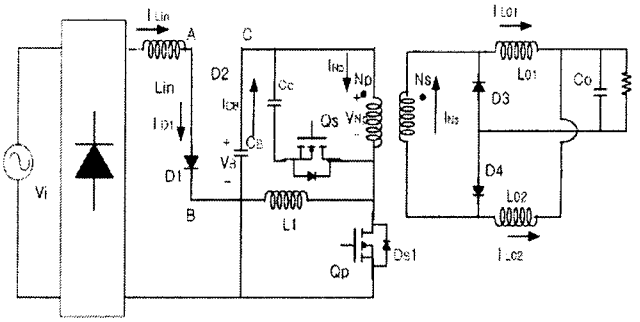

그림 4. 스위치 Qp 온
Fig.4 Switch Qp turn ON

스위치 ON시엔 다이오드 D2는 OFF되므로 경로 AB로 인덕터 전류 ILin가 흐르고 이 때 벌크 커패시턴스에 충전된 VB전압으로부터 전류 ICB와의 합이 스위치 전류 Isw가 된다.

<Mode 2> : t1-t2

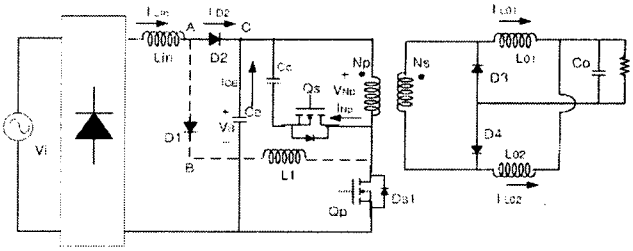

그림 5. 스위치 Qp 오프, 스위치 Qs 온
Fig.5 Switch Qp turn OFF, Qs turn ON

주스위치 Qp가 OFF되면 보조 스위치 Qs가 온이 되어서 변압기의 자화리액턴스에 저장된 자화에너지가 IQs의 방향으로 전류가 흘러 리셋된다. 그리고 D1으로의 전류 유입은 없고 경로 AC가 형성이 되면서 벌크성 캐패시턴스를 충전시키는 구간이 된다. 변압기 2차측은 항상 연속으로 전류가 흘러서 전류리플과 전압리플이 줄어든다.

2.7 각 모드별 파형

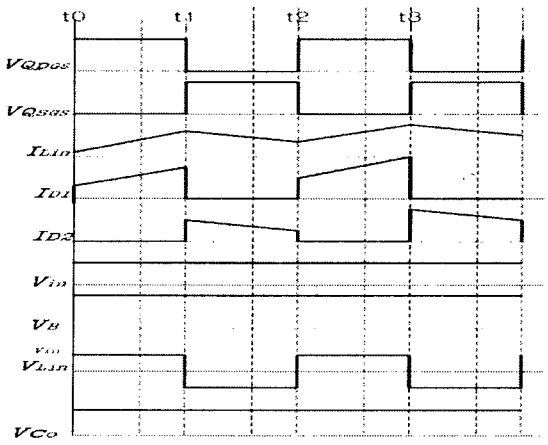

그림 6. 각 모드별 파형 분석
Fig.6 Waveforms for MODE Analysis

3. 시뮬레이션 및 결과

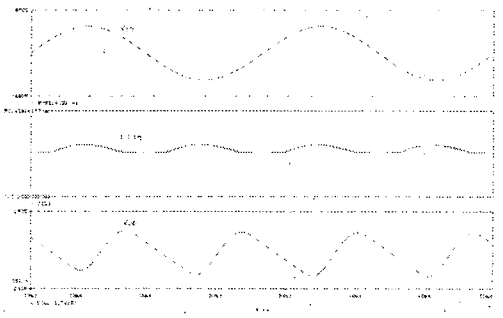

그림 7. 입력전압, 입력 인덕터 전류 및 출력전압파형
Fig.7 Input Voltage, Inductor Current and Output Voltage Waveforms

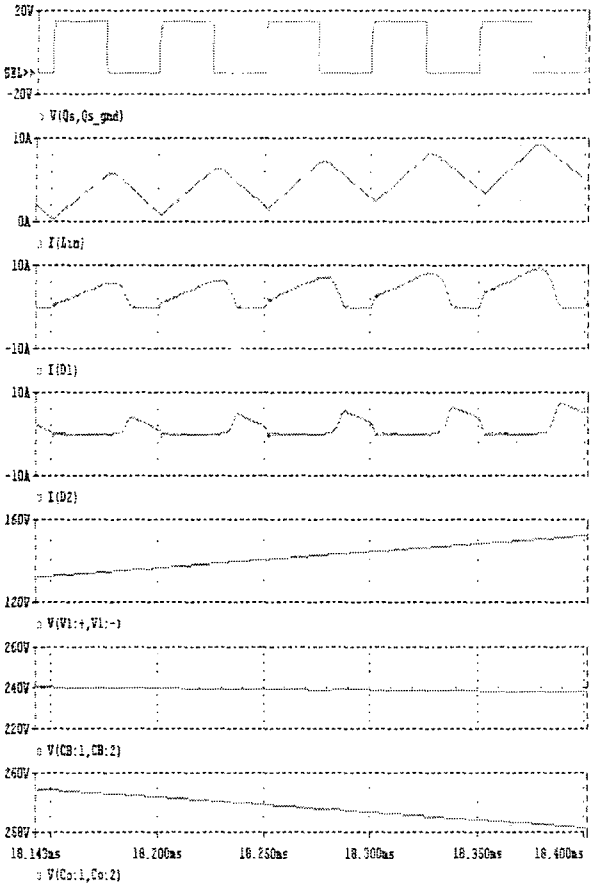

그림 8. 각 모드별 시뮬레이션 파형
Fig.8 Simulation Waveforms of MODE

4. 결 론

본 논문에서는 AC PDP 전원시스템에 적합한 일단방식 PFC AC / DC 컨버터를 제안하고, 이를 시뮬레이션 함으로써 그 가능성을 검증하였다. 제안하는 회로는 AC PDP 전원용으로써 42인치 PDP의 경우 full load에서 400[W]의 전력을 필요로 하는 것을 염두에 두었고 Universal Input Voltage의 구현을 위해 실효 입력값을 260[V]로 두고 시뮬레이션을 수행하였다. 결과파형에서 출력전압이 220[V]정도를 유지하지만 상당히 큰 리플이 있는 것을 알 수 있다. 시뮬레이션 결과를 바탕으로 하여 AC PDP 구동 시스템에 적용 가능함을 확인할 수 있었다.

참 고 문 헌

[1] Sharifipour, J.S. Huang, P. Liao, L. Huber and M. M. Jovanovic, "Manufacturing and cost analysis of power-factor-correction circuits," IEEE Applied Power Electronics Conf.(APEC) Proc., 1997, pp. 490-494

[2] S. Sato, Y. Suehiro, "High Efficiency Soft Switching Three phase PFC convertor" SANKEN Inc. technical report 99, 12 vol. 31 no. 1, pp. 40-49.

[3] K. Yoshikawa, et al., "A Full Color AC Plasma Display with 256 Gray Scale," in Proc. Japan Display '92, pp. 605-608, 1992.

[4] T. Kishi, "A New Driving Technology for PDPs with Cost Effective Sustain Circuit", SID00 Digest, pp. 1236-1239, June 2001.

[5] Lioyd Dixon Jr, "High Power Factor Switching Pre-regulator Desing Optimization", Unitrode Seminar Switching Regulated Power Supply Design Manual, 1991, pp. 13-1 - 13-13

[6] L. Huber and M.M. Jovanovic, "Design optimization of single-stage, single-switch input-current shapers," IEEE Power Electronics Specialists Conf. (PESC) Record, 1997, pp. 519-526.

[7] G. Hua, "Consolidated Soft-Switching AC/DC Converters," U.S. Patent #. 5,790,389, Aug. 4, 1998.

[8] M. Madigan, R. Erikson, and E. Ismail, "Integrated high-quality rectifier-regulators," IEEE Power Electronics Specialists' Conf. (PESC) Record, Jun. 1992, pp. 1043-1051.