

LCD TV를 위한 새로운 구조의 고성능 및 저가형 Backlight 구동 전원 통합 시스템

장두희 이재광 노정욱 홍성수 김진욱* 이효범* 한상규
 국민대학교 전력전자 연구소, *삼성전기(주) P&M 사업부

New High Performance and Low Cost Construction of Unified Power System For LCD TV Backlight Driver Circuit

Doo-Hee Jang Jae-Kwang Lee, Chung-Wook Roh, Sung-Soo Hong,
 Jin-Wook Kim* Hyo-Bum Lee* Sang-Kyoo Han

Kookmin University Power Electronics Center, *Samsung Electro-Mechanics Co., LTD.

ABSTRACT

본 논문에서는 LCD TV의 인치에 따라 다르게 적용되는 기존의 전원 구동 분리형 시스템과 전원 구동 IP 시스템을 검토하여, 두 시스템의 장점만을 모아 LCD TV 전원 시스템의 표준화가 가능한 새로운 방식의 구동 전원 통합 시스템을 제안한다. 제안 시스템은 가격 및 효율이 우수한 2단 구성으로 이루어져 있고, 안전규격을 만족하기 위하여 EMI측면에 유리한 1:1 Trans.를 사용하였다. 인버터 부의 최적 동작을 위해 인버터 구동신호의 주파수와 시비율을 고정하고 펄스 개수를 제어하는 Pulse Count Modulation(PCM)방식을 채용하였다. 제안 시스템의 인버터단은 전 부하 범위에서 영전압 스위칭이 가능하여 스위치의 발열이 우수하고, 별도의 전류 평형 Trans.가 필요치 않으므로 Balance Coil의 삭제가 가능하다. 이로 인해 신뢰성이 높은 제품 구성이 가능하고, PCB Size 축소 및 제품 제작 단가가 낮아지는 장점을 갖는다. 최종적으로 제안 시스템을 기존 시스템과 비교 및 실험적 검증을 통하여 제안 시스템의 그 우수성을 확인한다.

1. 서론

LCD TV 전원 시스템은 Panel의 인치에 따라 크게 전원 구동 분리형 시스템 구조와 전원 구동 IP 시스템 구조의 두 방식으로 나뉜다. 40 인치 미만에서는 전원 구동 분리형 시스템을 채용하고 40 인치 이상에서는 전원 구동 IP 시스템을 채용했는데, 그 기준은 여러 가지가 있으나 시스템 제작 원가와 가장 밀접한 연관성이 있다. LCD TV의 인치에 따라 구동 전원 시스템이 나뉘므로 인해 제품 생산성 및 제작 원가 상승으로 인하여 LCD TV 전체에 적용 가능하며, 동시에 기존 각 방식의 단점을 극복할 수 있는 새로운 LCD Backlight 구동 전원 통합 시스템에 대한 연구가 필요한 실정이다.

그림1은 현재 40인치 미만에 적용 중인 전원 구동 분리형 시스템의 Block도이다. 전원 구동 분리형 시스템은 3단 구성으로 PFC단, DC/DC단, 인버터 단으로 가격이 높고 3단 구성으로 인하여 효율이 저감되는 문제점을 안고 있다. 또한 인버터단에 사용 중인 인버터 토폴로지는 Phase Shift Full Bridge 방식으로 인해 기술을 보유하고 있는 O2 Micro 사에 대한 특허료를 지불하여 제작원가가 상승하는 단점을 지닌다.^{[2][3]}

그림 2는 현재 40인치 이상에 적용 중인 전원 구동 IP시스템의 Block도이다. 구동 전원 IP시스템은 2단 구조로 PFC단, 인버터 단으로 구성되어 제작원가는 저렴하나 이 또한 관 전류평

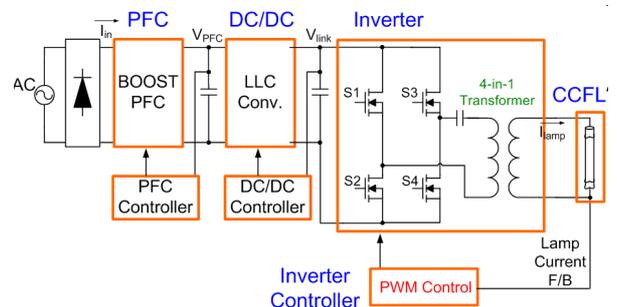


그림 1. 전원 구동 분리형 시스템 보드 구성

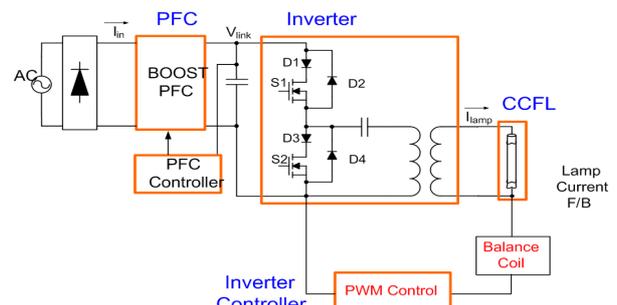


그림 2. 전원 구동 IP 시스템 보드 구성

형을 위한 전류 평형 트랜스의 사용으로 기술보유 업체인 Micro Semi 사에 대한 기술료 지급으로 제작단가 상승의 단점을 여전히 안고 있다. 또한 인버터 토폴로지는 Conventional Half Bridge 방식을 사용하므로 빠른 역회복 특성을 가진 역병렬 다이오드 4개를 그림 2와 같이 스위치 S1, S2에 반드시 부가해야하며, 순환전류가 존재하여 도통손실이 심하고 모든 스위치가 turn-on 시 Hard Switching을 하므로 소자 발열 및 시스템 효율이 매우 저조한 단점을 안고 있다.^[1]

따라서 본 논문에서는 LCD TV 전체에 적용 가능한 새로운 구조의 저가형 및 간단한 구조의 고효율 LCD TV 구동 전원 통합 시스템을 제안 하고, 제안된 전원 회로를 이론적 및 실험적 검증을 통하여 제안 시스템의 우수성을 검증한다.

2. 제안 LCD 백라이트 시스템 기술

2.1 제안 LCD 백라이트 시스템 개요

본 논문에서는 기존 두 방식의 장점만을 채용하여 LCD TV 전체에 적용 가능한 새로운 구조의 LCD TV 구동 전원 통합 시스템을 제안한다. 기존의 구동 전원 IP 시스템의 DC/DC 단

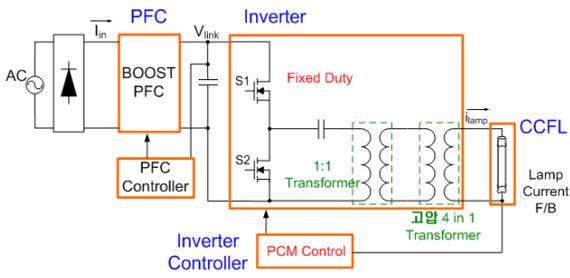


그림 3. 제안 전원 시스템 블록도

이 없는 장점을 채용하여 2단으로 시스템을 구성하고, 기존 구동 전원 분리형 시스템의 4 in 1 트랜스포머의 사용으로 별도의 Balance Coil이 사용되지 않는 점을 채용하여 2단 구조의 전류 평형 트랜스포머가 필요치 않은 간단한 구조 및 고성능의 시스템을 제안한다.

2.2 제안 LCD 백라이트 시스템 특징

그림 3은 제안 LCD 전원 시스템의 개략적인 블록도이다. 제안시스템은 총 2 단으로 PFC 단과 인버터 단으로 구성되어 있다. PFC단은 라인 입력 전원에서부터 역률을 개선하고 약 400V의 DC 전압을 만드는 역할을 하고, 인버터 단은 PFC 단 출력 전압을 입력으로 사용하여 CCFL를 구동시킬 수 있는 고 전압, 정현과 형태의 AC 전압을 생성하는 역할을 한다.

제안 시스템은 다음과 같은 특징들을 갖는다.

2.2.1 Balance Coil 삭제

제안 시스템은 4-in-1 트랜스포머의 사용으로 별도의 전류 평형 트랜스를 사용하지 않는다. 4 in 1 트랜스포머는 입력이 1 개, 출력이 4개로 구성된 인버터 트랜스포머로서 CCFL 4 개를 구동할 수 있으며, 이를 사용할 경우 별도의 전류 평형 트랜스 없이 관 전류 평형을 이룰 수 있다.

2.2.2 1:1 트랜스포머 사용

제안 시스템은 그림 3과 같이 1:1 트랜스포머를 사용하고 있으며, 이는 Hot과 Cold 그라운드 사이의 안전규격 만족을 위해 삽입된 것으로, 이를 통해 4 in 1 트랜스포머의 크기를 최소화 할 수 있다.

2.2.3 PCM 방식 채용

기존에는 램프의 관 전류를 일정하게 제어하기 위하여 인버터 동작 시비율을 가변시키는 Pulse Width Modulation(PWM) 방식을 사용했는데, 제안 방식은 인버터 부의 최적 동작을 위해 인버터 구동신호의 고정 주파수와 50% 고정 시비율을 가져가는 대신 펄스 개수를 제어하는 Pulse Count Modulation(PCM) 방식을 채용 하였다.^[4]

PCM 방식은 50% 고정 시비율로 동작하므로 모든 스위치들이 전 부하영역에서 영전압 스위칭이 보장되고 대부분의 입력 전력이 순환하지 않고 출력으로 모두 전달되어 도통손실 및 발열 특성 면에서 기존 PWM 방식에 비해 우수한 특성을 갖는다. 뿐만 아니라 램프에 인가되는 기본과 성분이 극대화되어 램프 휘도를 극대화 할 수 있다.

2.3 기존 및 제안 시스템의 비교

표 1은 기존 및 제안 시스템을 비교한 것이다. 제안된 시스템은 기존 분리형 시스템과 비교하여 2단으로 시스템을 구성할 수 있고, 이로 인하여 PCB Size 축소 및 단면화 그리고 PCM 방식의 사용으로 인하여 시스템 성능 및 제작 원가를 개선할 수 있다. 또한 제안 시스템은 IP 시스템과 비교하여 앞서 언급

표1. 기존 및 제안 시스템의 비교

항목	분리형 시스템	IP 시스템	제안 시스템
적용인치	40인치 미만	40인치 이상	전인치 가능
시스템 구성	3단 구성	2단 구성	2단 구성
Topology	Phase Shift Full Bridge 방식	Conventional Half Bridge 방식	PCM Half Bridge 방식
Balance Coil	無	Jin Balance 방식	無
고압 케이블	無 (DC 24V)	有 (AC 1350V)	無 (AC 200V)

한 Conventional Half Bridge 방식의 단점들을 PCM 방식의 사용으로 해결하여 효율 및 발열을 개선하였고, Balance Coil 삭제 및 고압 케이블을 일반 케이블로 교체함에 따라 제작 원가를 개선하였다. 또한 제안 시스템을 LCD TV의 전 인치에 적용함으로써 제품의 공용 표준화를 통하여 제품 생산성 및 제작 원가를 개선할 수 있을 것으로 기대한다.

3. 실험 및 결과

제안 시스템을 실험을 통하여 검증하였다. 실험은 32인치 LCD TV의 전원 시스템 보드의 시작품을 제작하고 32인치 동작 조건에 준하여 실시하였다. 그림 4는 32인치 LCD TV를 위한 제안 시스템의 시작품이고 실험 사양은 표 2에 나타내었다.

3.1 기존 및 제안 시스템 효율 비교

32인치 LCD TV의 분리형 시스템과 제안 시스템과의 파워 단 효율을 측정하였다. 분리형 시스템의 경우 평균 휘도 8563cd/m²시 입력파워는 198.1W로 측정 되었고, 제안 시스템의 경우 평균 휘도 8630cd/m²시 187.8W로 측정되어 제안 시스템이 더 높은 효율을 보이는 것으로 나타났다. 이는 제안 시스템의 경우 전 부하영역에서 ZVS를 하는 PCM 방식의 채용과 DC/DC 단의 삭제로 인하여 효율이 증가됨을 확인할 수 있다.

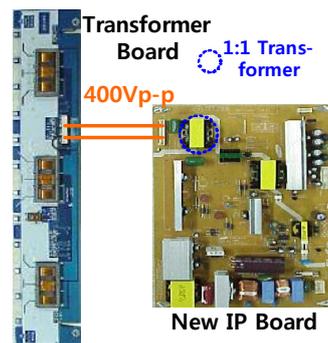
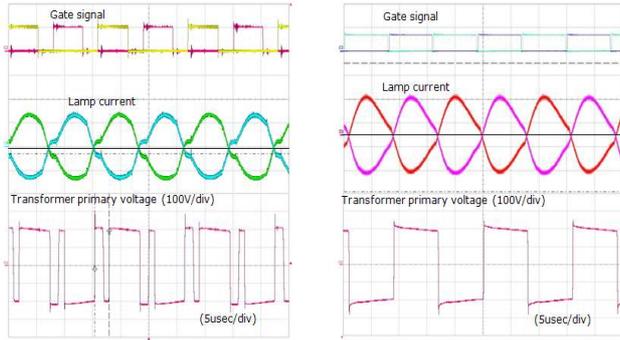


그림 4. 제안 시스템 보드 구성

표 2. 실험 사양

구분	내용
Input Voltage	AC 110V
PFC 동작 Mode	BCM
PFC 링크전압	DC 385V
인버터 동작주파수	62.5KHz
디밍주파수	150Hz



(a) 기존 IP 시스템 (b) 제안 시스템
그림 5. 기존 및 제안 시스템 동작 파형

3.2 제안 시스템 동작 파형

그림 5는 제안된 LCD TV의 전원 시스템의 실험 파형이다. 위에서부터 게이트 신호, 램프 전류, 인버터 부의 트랜스포머 1차 측 전압을 측정하였다. 제안 시스템의 램프전류 확대 파형을 보면 턴 온 시 영 전압 스위칭이 이루어지고 있는 것을 확인할 수 있고, 턴 오프 시 상당히 작은 크기의 전류에서 스위칭이 이루어지는 것을 확인할 수 있다. 이는 기존 방식 대비 턴 온, 턴 오프 시 스위칭 손실을 크게 줄일 수 있다. 또한 제안 시스템의 게이트 신호는 50% 고정된 시비율로 동작하고 있어 게이트 신호 사이 Circulating 구간이 거의 없음을 확인할 수 있고, Circulating 구간이 크게 줄어들어 구형파에 가까운 파형을 보이고 있다. 이로 인해 기본과 성분의 크기가 커짐을 실험을 통해 확인할 수 있었다.

3.3 기존 및 제안 시스템 발열 성능 비교

32인치 LCD TV의 분리형 시스템과 제안 시스템과의 파워 단과 인버터 단 및 Transformer Board 발열 데이터를 표 2에 나타내었다. 표에서 보는 바와 같이 분리형 시스템과 제안 시스템의 AC 입력부의 발열이 동등함을 확인할 수 있다. 또한 인버터 부의 스위치의 발열 데이터를 비교 하였을 때 분리형 시스템의 경우 온도가 최고 약 61.2°C, 제안 시스템의 경우 온도가 최고 약 50.5°C의 결과로 약 10°C 이상 개선됨을 확인할 수 있다. 이는 PCM 방식을 채택함으로써 영전압 스위칭으로 인한 스위칭 손실 감소 및 Circulating 구간이 줄어들어 도통 손실이 감소된 결과이다. 4 in 1 트랜스포머 등의 나머지 소자도 모두 Spec 을 만족함을 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 LCD TV를 위한 고성능 및 간단한 구조의 전원 시스템을 제안하였다. 지금까지 기존 40인치 미만의 LCD의 경우 분리형 방식을 채용하였고, 40인치 이상의 LCD의 경우 IP 방식을 사용해 오고 있다. 그 기준은 여러 가지가 있으나 시스템 제작 원가와 가장 밀접한 연관성이 있으며, 40인치 미만의 LCD의 경우 Balance Coil을 사용하기보다 4-in-1 트랜스포머를 사용한 분리형 방식이 가격적으로 더욱 유리하였고, 그 이상의 LCD 경우 Balance Coil을 사용하여 2단 시스템인 IP 방식으로 구성하는 것이 더욱 유리하였다. 또한 현재 4-in-1 트랜스포머의 가격이 종전에 비해 많이 저감 되고 있으며, Balance Coil이 전체 인버터 시스템에서 차지하는 원가 비율이 점차 증가하고 있다. 따라서 4-in-1 트랜스포머의 채용을 통해 별도의 Balance Coil을 사용하지 않으며, 전 부하영역에서 ZVS를 보장

표3. 기존 분리형 시스템과 제안 시스템의 발열 데이터

(a) Power Section

항 목	분리형 시스템	제안 시스템
시험조건	AC 110V 입력, Full Load	AC 110V 입력, Full Load
온도 Profile		
AC 입력	Bridge diode (70.2°C)	Bridge diode (71.5°C)
Inverter 부	-	High side Switch (46°C) Low side Switch (50.5°C) 1:1 Transformer (60°C)

(a) Inverter & Transformer Board Section

항 목	분리형 시스템	제안 시스템
시험조건	AC 110V 입력, Full Load	AC 110V 입력, Full Load
온도 Profile		
Trans	4in1 Transformer (59.5°C)	4in1 Transformer (61.1°C)
Etc	Inverter Switch (61.2°C)	-

하는 새로운 PCM 방식을 적용하여 시스템을 제안하였다.

제안 시스템은 기존 시스템들이 가진 단점들을 극복 하였고, LCD TV의 전 인치에 적용할 경우 제품의 공용 표준화를 통한 제품 생산성 및 제작 원가를 개선할 수 있을 것으로 기대한다.

이 논문은 삼성전기(주)의 연구비 지원에 의하여 연구되었음

참 고 문 헌

- [1] Yu-Kang Lo, Kai-Jun Pai, Shang-Chin Yen, "A High-Voltage Input Backlight Module Driver for Multi-Lamp LCD Panels", Power Electronics and Drives Systems, 2005. International Conference on Volume 1, 16-18 Jan. 2006. pp. 663-665
- [2] Ye, Z., Jain, P., Sen, P.C., "A Full Bridge Resonant Inverter with Modified Phase Shift Modulation", Power Electronics Specialists Conference, 2005, pp 642-649.
- [3] W. Chen et al, "A Comparative Study of a Class of Full-Bridge Zero-Voltage-Switched PWM Converters", IEEE, 1995, pp 893-899
- [4] 이재광, 한상규, 노정욱, 홍성수, 사공석진, 김진욱, 이효범 "32인치 LCD Backlight의 회로 제어를 위한 새로운 PCM 방식 인버터", 전력전자학회 논문지 2007. 7. pp. 372-374