

LED-TV용 전원장치의 EMI filter단 개발동향 및 사례

원재선, 김종해, 주재철, 이영민, 박근영, 김돈식, 오동성
삼성전기 CDS사업부 Power사업팀

Development Trends of EMI Filter Block for LED-TV Power

Jae Sun Won, Jong Hae Kim, Jae Cheol Ju, Young Min Lee, Geun Young Park,
Don Sik Kim, Dong Seong Oh
Power Business Team, CDS Division, Samsung Electro-Mechanics Co., LTD.

ABSTRACT

최근 PDP와 LCD등의 FPD용 전원 시스템에 고효율화, 고밀도화 및 Slim화를 위한 전원 회로 기술이 요구됨에 따라 이를 실현하기 위해서는 전원 회로를 구성하는 각 컨버터의 최적 Topology 확보뿐만 아니라, 전원 회로에 사용되는 부품들에 대한 차별화된 핵심 부품 기술 확보가 필수적이다. 이러한 요구에 부합하기 위해서 FPD용 전원에 적용되는 자성부품구조도 기존의 성능을 유지하면서 박형화, 저비용화 및 자동 권선화를 구현할 수 있는 방안에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 LED TV용 전원장치의 EMI Filter부의 개발사례 및 특히 EMI Filter부의 대책부품 중에 자동권선형 공통모드 초크의 개발동향 및 사례에 대해서 소개하고자 한다.

1. 서론

최근, 평판디스플레이 장치에 대화면, 박형화의 실현이 강하게 요구되고 있으며, 이러한 요구에 부합하기 위해서 LED/LCD TV용 전원 등에 적용되는 자성부품구조도 기존의 성능을 유지하면서 박형화 할 수 있는 방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다[1].

일반적으로 전자기기의 EMI 문제는 크게 전도 노이즈(Conducted Emission)와 방사 노이즈(Radiated Emission)로 나뉜다. 여기서 Conducted Emission의 규제를 회피하기 위한 방법으로 가장 대표적인 방식은 EMI Filter를 적용하는 방식이다. 현재 EMI Filter설계 기술은 어떤 특정한 지침서 및 설계 규칙 없이 반복적인 측정 및 소자 변경을 통해서 규제를 만족 시키고 있기 때문에 불요 소자의 사용 및 과설계의 문제점과 동시에 개발비용 및 시간을 낭비하고 단가를 상승시키는 문제점을 가지고 있다. 이에 따라 EMI Filter를 설계하기 위한 연구가 다수 업체에서 증대되고 있으며 현재 대다수의 업체에서 EMI filter를 위한 설계 지침을 가지고 개발 소요 시간의 단축 및 최적화에 대한 연구가 진행되고 있다[2].

본 논문에서는 LED TV용 전원장치의 EMI Filter부의 개발 사례 및 특히 EMI Filter부의 대책부품 중에 종래부터 사용되고 있는 Toroidal type 공통모드 초크의 구조 및 권선방법 등의 개선을 통해서 EMI 특성개선뿐만 아니라 자동 권선화로 구현하는 방안에 대한 개발동향 및 구체적인 개발사례에 대해서 소개하고자 한다.

2. LED-TV용 전원장치 및 EMI Filter 구조

그림 1은 FPD(Flat Panel Display)의 일반적인 블록 다이어그램을 나타내고 있다. 그림에서 알 수 있듯이, 상용전원으로부터 공급받은 전력을 EMI Filter를 통해서 전력품질을 향상 시키고 Rectifier, PFC(Power Factor Correction), DC/DC converter등의 전력 변환부를 거쳐 부하에 전력을 공급하게 된다. FPD의 경우는 고조파 규제에 따라서 입력전력 75W를 기준으로 낮은 용량에는 PFC가 필요없고 높은 용량에는 PFC가 필요하다. 일반적으로 PFC는 비절연형 부스트 컨버터가 사용되고 DC/DC의 경우 대부분 Flyback 혹은 LLC 컨버터 등의 절연이 가능한 토폴로지를 사용하고 있다. 이때 PFC, DC/DC converter는 스위치를 On/Off함으로써 부하에 필요한 전압을 공급한다. 이러한 스위칭 방식은 전류 및 전압의 급격한 변화를 가져오며 이는 EMI noise source와 즉결된다. 이러한 전력 변환 방식은 부피의 소형화 및 성능 개선의 필요에 따라서 스위칭 주파수를 높이고 있으며 향후 소자의 성능 개선과 소형화 요구에 따라서 더욱 가속화될 전망이다. 일반적으로 스위칭 주파수의 2차 및 그 이상의 고조파 성분은 국제적인 규제 범위에 해당되며 스위칭 주파수의 상향화 따라서 규제 범위의 EMI noise는 심각해질 수 밖에 없다. 따라서 EMI filter 설계는 제품개발에 있어서 필수적인 요소가 될 것이며 개발 및 단가 비용의 감소를 위해서 설계 지침은 신제품의 개발을 위해서도 필수적이다.

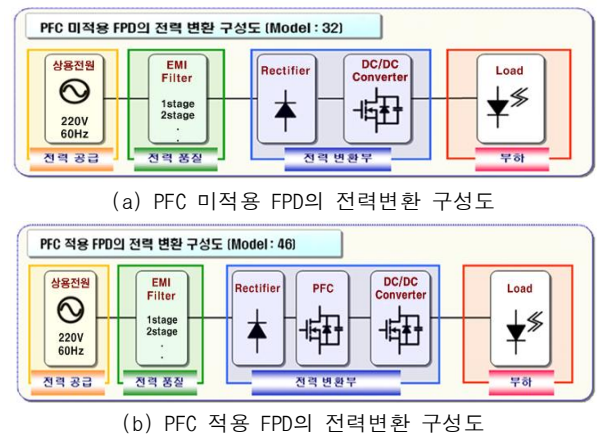


그림 1 LED-TV용 전원장치의 블록 다이어그램
Fig. 1 Block diagram of LED-TV Power

그림 2는 종래 PFC를 갖는 평판디스플레이에 적용되고 있는 EMI 필터 구조를 나타낸다. 이때 사용된 소자는 Y 커패시터($C_{y1} \sim C_{y4}$) 4개, X 커패시터(C_{x1} , C_{x2}) 2개, 차동모드 초크 1개(L), Toroidal Type 공통모드 초크(CM choke 1, CM choke 2) 2개로 구성된다. 이중 공통모드 노이즈 저감을 위한 소자는 Y 커패시터와 공통모드 초크이며, 차동모드 노이즈 저감을 위한 소자는 Toroidal Type 차동모드초크(L)과 X 커패시터이다.

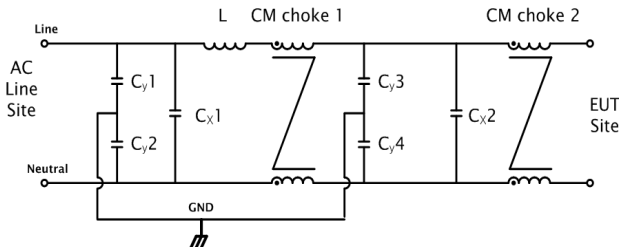


그림 2 PFC 적용 FPD에 적용되는 EMI 필터 구조
Fig. 2 EMI Filter Structure for PFD Power with PFC

각각의 소자의 EMI filter로서의 역할은 다음과 같다. Y 커패시터는 주로 고주파 공통모드 노이즈 저감에 효과적이다. LED TV용 Power의 특성이 AC 상용전원의 접지에 연결되지 않는 특성에 따라 구조적인 영향 또한 많이 받으며 크기도 UL 규격에 의해 제한되는 단점을 지닌다. 또한 병렬로 연결되었으므로 임피던스의 크기가 낮을수록 노이즈 저감에 효과적이다. 공통모드 초크 코일은 주로 전 대역 주파수의 공통모드 noise 저감에 효과적이다. 코어의 형상, 재질, 권선 및 권선 두께에 의해서 임피던스 특성이 상이하고 임피던스가 클수록 노이즈 저감에는 효과적인 특성이 있다. 또한 공통모드 초크의 누설 자속 성분은 차동모드 노이즈 저감에도 효과적인 특성을 지닌다. X 커패시터의 경우 차동모드 noise저감에만 효과적이다. Y 커패시터와 마찬가지로 임피던스 값이 작으면 작을수록 저감에 유리하다. 커패시턴스 값이 너무 큰 경우 역률 및 방전 저항 삽입에 의해 전력 품질 및 효율에 영향을 미치는 요소가 될 수 있다. 차동모드 인덕터 또한 차동모드 노이즈 저감에만 효과적이다.

3. 자동권선형 공통모드초크

LED TV의 경우 SET가 Slim화됨에 따라서 공통모드초크도 높이가 낮은 형상을 구현하기 위하여 Toroidal Type 공통모드초크가 일반적으로 적용되고 있다. 최근에는 코어의 형상 및 필터구조의 변경을 통해 생산량 증가와 제작비용의 저감 및 소자의 저감을 통해서 EMI 필터단의 소형화가 가능한 자동권선형 공통모드초크에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

3.1 PFC 미적용 모델

종래에는 PFC 미적용 모델에는 3단구조의 EMI 필터구조가 적용되었다. 이때 자기소자는 총 3개의 Toroidal Type 공통모드초크(고주파용 1개, 저주파용 2개)를 사용하였다. 또한 Cap류는 차동모드의 노이즈 저감을 위해 X 커패시터 2개, 공통모드 노이즈 저감을 위해 공통모드 Y 커패시터 4개를 사용하였다.

Toroidal Type 공통모드초크는 Slim화에 유리하지만 높이가 더욱더 Slim해지면 TV Panel 및 Back Cover와의 자계에 의한 진동소음이 문제가 된다. 이러한 소음을 제거하기 위한 방법은 여러가지가 있으나 Toroidal Type 공통모드초크에서는 구조적으로 한계가 있다.

최근에는 2단 구조를 가지는 개선된 EMI 필터 구조가 적용되고 있다. 이 필터구조는 종래에 필터구조에서 저주파용 공통모드초크 1개를 제거한 방식으로 저주파 대역에서는 저주파용 공통모드초크 1개의 임피던스 특성과 고주파 대역에서는 고주파용 공통모드초크 1개의 임피던스 특성을 이용한 것이다.

저주파용 공통모드초크는 Slim 디자인 및 PFC 미적용 모델에서 문제가 되고 있는 Panel 및 Back Cover와의 자계에 의한 진동소음을 고려하여 EER 또는 EE Type 코어의 안쪽 레그에 1차와 2차를 각각 권선한 구조가 적합하다. 또한 고주파용 공통모드초크는 공통모드 초크코일의 권선방법과 초크코일 구조에 의해서 1차와 2차에 코일 권선 간의 권선기생용량(Stray Capacitance) 및 누설인덕턴스를 저감시킴으로써 고주파 대역의 노이즈를 효율적으로 제거할 수 있는 방안이 필요하다.

3.2 PFC 적용 모델

종래에는 PFC 적용 모델에는 3단구조의 EMI 필터구조가 적용되었다. 이때 자기소자는 총 3개의 Toroidal Type 공통모드초크 2개와 차동모드초크 1개를 사용하였다. 또한 Cap류는 차동모드의 노이즈 저감을 위해 X 커패시터 2개, 공통모드 노이즈 저감을 위해 공통모드 Y 커패시터 4개를 사용하였다.

최근에는 2단 구조를 가지는 개선된 EMI 필터 구조가 적용되고 있다. 이 필터구조는 종래에 필터구조에서 차동모드초크 1개를 제거한 방식으로 기존의 공통모드초크에서 저주파 및 고주파 노이즈에 대한 억제 성능개선뿐만 아니라 차동모드 노이즈를 제거할 수 있는 기능을 가진 자동권선형 복합형 공통모드초크를 사용하였다. 복합형 공통모드초크는 UU Type 코어에 4개의 초크 코일이 집적되어 있다. UU Type 코어의 좌측과 우측의 레그에는 각각 2개의 보빈이 구성되어 있는데 각 레그의 보빈 상단에 권선된 코일은 직렬로 연결되어 Live측에 연결되어 있으며 각 레그의 보빈 하단에 권선된 코일은 직렬로 연결되어 Neutral측에 연결된다. 이러한 구조는 1차와 2차간의 결합도를 조정함으로써 EMI 초크 코일의 노설 인덕턴스를 독립적으로 조정할 수 있어 폭넓은 노이즈 대책에 유리하다.

4. 결론

본 논문에서는 LED TV용 전원장치의 EMI Filter부의 개발 사례 및 특히 EMI Filter부의 대책부품 중에 자동권선형 공통모드 초크의 개발동향 및 사례에 대해서 소개하였다.

자동권선형 공통모드 초크는 고생산성과 제작비용의 저감 및 수급안정화로 등의 장점으로 인해서 점차 적용이 확대되리라 기대된다. 향후, LED TV용 전원장치의 박형화에 의해서 자동권선형 초크도 코어/보빈 형상의 최적화 및 Wire 길이 최소화 등에 관한 연구를 통해서 EMI 필터단의 소형화/특성개선이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] 김종해, 이일운, 김진욱, 원재선, 오동성, 김중선, "Flat Panel Display와 전력전자 기술동향", 전력전자학회 2009년도 하계학술대회 논문집, pp.464 465, 2009년 7월
- [2] 김희승, 백미란, 원도현, 홍성수, 노정욱, 한상규, 원재선, 오동성, "EMI Filter의 감쇄 성능 예측을 위한 소자의 공통 및 차동 모드 모델링 기법", 전력전자학회 2010년도 하계학술대회 논문집, pp.464 465, 2010년 7월