

# SMPS Slim화를 위한 LLC 컨버터용 Intergrated Magnetic 트랜스포머

최 윤, 고태석, 한상규, 홍성수, 윤경호\*유재경\*, 노정욱  
 국민대학교 전력전자 연구소, 삼성전기 (주) CDS 사업부\*

## Intergrated Magnetic Transformer for LLC converter to slim SMPS

Yoon Choi, Tae-Seok Ko, Sang-Kyoo Han, Sung-Soo Hong,  
 \*Kung-Ho Yoon \*Jae-kyung Yoo, Chung-Wook Roh

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

### ABSTRACT

본 논문에서는 동일한 전압,전류 위상을 갖는 2개의 트랜스포머를 1개의 트랜스포머로 집적화하여 부피저감 효과를 갖는 IM 트랜스포머를 제안한다. 제안한 IM 트랜스포머는 하프브릿지 및 풀 브릿지 타입의 컨버터,인버터에서 승압, 감압 및 절연을 위한 트랜스포머를 2개 이상 사용하는 경우에 하나의 트랜스포머로 집적화하여 외측 코어에서 자속을 상쇄시켜 코어부피가 저감되는 효과가 있다. 제안된 IM 트랜스포머는 이론적으로 분석하여 Gyrator model을 통해 모의실험 및 시제품 제작하여 46인치 LCD TV용 인버터에 적용하여 실험을 통해 우수성을 검증하였다.

### 1. 서 론

최근, FPD(Flat Panel Display) 제품들은 대형화되고 있고, 점점 대형화됨에 따라 Slim한 제품의 수요가 증가하고 있다.. FPD 제품의 Slim화를 위해서 제품 내부에 필수적인 전원회로의 부피가 적어질 것을 요구받고 있다. 이러한 요구를 만족시키기 위해 FPD 제품에 채용되는 내장회로 및 부품들은 점점 소형화 될 수 있는 형태로 개발되고 있다. 이와 같은 추세는 전원회로로 사용되는 SMPS에서도 마찬가지이다. FPD는 높이 제약이 있으므로 가장 높이가 큰 소자인 자기소자의 부피를 저감하여 전체 제품의 Slim화를 이루는 것이 중요하다.

본 논문에서는 FPD 제품 중 46인치 LCD TV를 Target으로 LCD Backlight 구동을 위한 LLC Resonant Converter에 적용된 2개의 트랜스포머를 1개의 트랜스포머로 IM(Intergrated Magnetic)하여 부피 저감 효과를 통해 Slim화 하였다. 또한 제안된 집적화된 Transformer의 타당성을 검증하기 위하여 이론적으로 분석하였고, 46인치 LCD TV 전원구동 회로에 적용하여 실험 결과를 바탕으로 그 우수성을 확인하였다.

### 2. 제안된 Intergrated Magnetic 트랜스포머

#### 2.1 제안된 IM 트랜스포머의 장점

그림1에 기존에 사용중인 46인치 LCD Backlight 전원구동 회로를 나타내었다. 2개의 트랜스포머를 직렬연결 사용함으로

써 트랜스포머를 1개만 사용할 때 보다 각 각 트랜스포머가 감당하는 출력과위는 전체 출력과위의 절반씩 나누어 감당하며, 트랜스포머를 2개 사용함으로써 Core의 높이를 적게 가져갈수 있어서 평판 LCD TV 높이 제약에 적합한 장점이 있다. 하지만 1개의 트랜스포머를 사용할 때 보다 Core높이가 줄었다고는 하나 그래도 Core의 부피가 크기 때문에 원가저감 및 Slim화 구현의 한계가 있다.

기존의 방식의 단점을 보완하는 제안된 IM 트랜스포머를 적용한 회로도들 그림2에 나타내었다. 기존의 2개를 직렬연결하여 사용하던 방식 대신에 트랜스포머 집적화를 통해 1개의 트랜스포머로 구현된 IM 트랜스포머를 사용한다. 본 논문에서 제안된 IM 트랜스포머는 기존의 2개의 트랜스포머를 사용하였을 때와 동등한 수준의 성능을 가지며, 2개의 Core를 1개의 Core로 집적화 함으로써 생기는 부피저감효과와 Core외측에서 생기는 자속상쇄 효과를 이용하여 Core부피를 저감할 수 있는 장점이 있다.

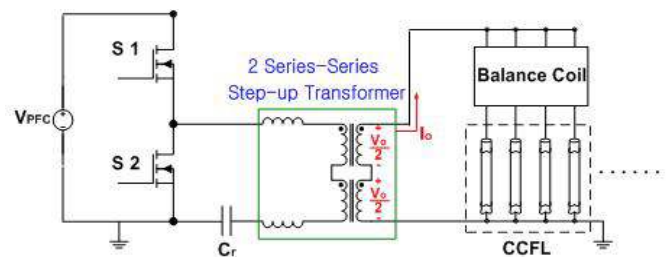


그림 1 기존 2개 트랜스포머 직렬 연결 사용한 회로도  
 Fig. 1 Schematic of 2-series Transformer applied circuit

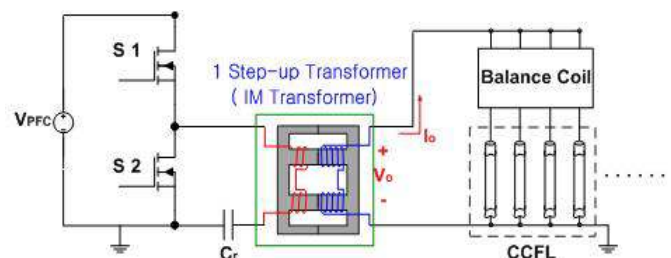


그림 2 제안된 IM 트랜스포머를 적용한 회로도  
 Fig. 2 Schematic of proposed IM Transformer applied circuit

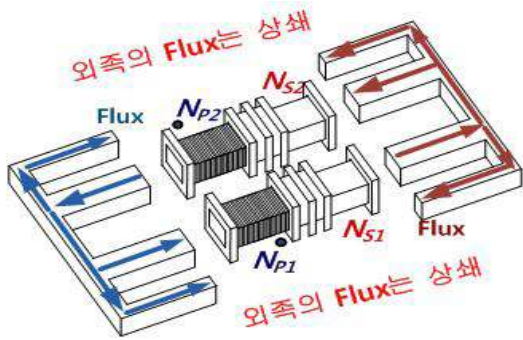


그림 3 제안된 IM 트랜스포머의 구조 및 형상  
Fig. 2 Schematic of proposed IM Transformer strure

### 2.2 제안하는 IM 트랜스포머의 동작원리

제안된 IM 트랜스포머의 구조 및 형상을 그림3에 나타내었다. 2개의 보빈과 중족과 외족을 각각 2개씩 갖는 Core 1쌍으로 구성되어 있다. 한 개의 보빈에는 1 차 측 권선과 2 차 측 권선이 감겨 있고 다른 1개의 보빈에는 동일한 방향으로 권선을 감되 Start Pin의 배치를 반대로 하여 다른 보빈의 End Pin과 직렬 연결된다. 각 보빈에 감긴 1 차 측 권선에서 생성된 자속은 그림3과 같이 서로 반대 방향으로 자속 경로를 형성하며 서로 반대방향으로 형성된 자속은 외족에서 만나므로 두 자속의 크기가 같다면 외족의 자속은 완전히 상쇄되는 효과가 나타난다. 따라서 외족의 두께는 이론적으로는 아주 얇은 두께를 사용할 수 있으므로 기존의 고압트랜스포머 2 개를 직렬연결하여 사용하였을 때 보다 전체적인 Core부피 감소를 이룰 수 있는 장점이 있다. 제안된 IM 트랜스포머를 구현하기 위한 조건으로는 2개의 전압,전류상이 비슷한 양상의 트랜스포머를 동시 사용할 경우에 자속상쇄 효과가 극대화 되며 1개의 트랜스포머로 집적화 구현이 가능하다.

제안된 IM 트랜스포머는 기존에 2개 직렬연결 사용된 트랜스포머를 1개로 집적화 한 구조로써 기존의 1,2차 권선수를 동일하게 사용하며, 기존에 사용중인 보빈을 그대로 사용할 수 있어서 보빈 제작에 따른 추가적인 비용이 발생하지 않는다. 또한 2개가 아닌 4개 등 짝수개의 트랜스포머를 사용할 시에 전압,전류상이 비슷한 양상을 갖는다면 1개의 트랜스포머로 집적화하여 부피저감 효과를 갖을 수 있으므로 다른 회로에 응용이 가능하다.

### 2.3 실험 결과

본 논문에서 제안하는 IM 트랜스포머의 동작의 우수성을 검증하기 위한 실험결과를 제시한다. 실험 조건은 다음과 같다.

- 46인치 12램프 LCD Backlight 구동전원회로
- LLC resonant Transformer에 적용
- 트랜스포머 1,2차 권선비 (34:265)

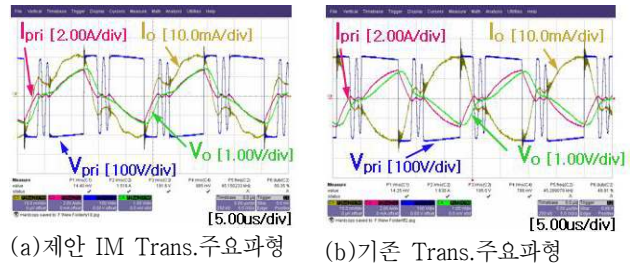


그림 4. 제안된 IM 트랜스포머와 기존 트랜스포머 주요파형  
Fig.4 Comparison of experimental waveforms

표 1 실험결과 주요값비교  
Table 1 Experimental results

	제안 Trans.	기존 Trans.	단위
램프전류(Io)	14.40	14.25	mArms
램프전압(Vo)	820	811	Vrms
1 차 측 전류(Ipri)	1.518	1.630	Arms
1 차 측 전압(Vpri)	191.6	195	Vrms
최대전류편차	0.26	0.22	mArms

그림4.(a)는 제안된 IM 트랜스포머를 46인치 LCD Backlight 구동전원회로에 적용하여 실험한 결과 주요파형을 나타내었다. 그림 4.(b)의 기존의 트랜스포머를 사용한 실험결과 주요파형과 유사한 파형의 형태를 띄고 있는것을 확인하였고, 그 주요값을 표1에 정리하여 비교한 결과 기존과 동등한 수준의 성능을 나타내는 것을 실험을 통해 검증하였다.

### 3. 결론

본 논문에서는 SMPS Slim화를 위한 LLC 컨버터용 Intergrated Magnetic 트랜스포머를 제안하였다. 제안된 IM 트랜스포머는 2개의 트랜스포머를 1개의 트랜스포머로 집적화하며 자속상쇄효과를 통해 부피저감을 이루어 저가격화에 유리하다. 또한 2개 이상의 짝수개의 트랜스포머를 사용하는 회로에 응용이 가능한 장점이 있다. 제안하는 IM 트랜스포머의 타당성 및 우수성을 증명하기 위하여 자속상쇄효과를 통한 부피저감 원리를 설명하였고 시제품을 제작하여 실험을 통하여 검증하였다.

본 연구는 삼성전기(주)의 연구비 지원과 지식경제부 및 정보통신 연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구 결과로 수행되었음.(NIPA-2010-C1090-1021-0005)

### 참고 문헌

[1] Roberts W. Erickson, Dragan Maksimovic, "Fundamentals of power electronics", second edition, pp.705-721  
 [2] Llyod Dixon, "Deriving the equivalent electrical circuit from the magnetic device physical properties", Unitrode Application Notes, TI, 2003  
 [3] D.C Hamill, " Lumped Equivalent Circuit of Magnetic Components: Gyrator-Capacitor Approach", IEEE Trans. on Power Electronics, Vol.8, No.2, April 1993, pp 97-103.