

다중램프 구동을 위한 집적화된 전류평형 트랜스포머

박현서, 최 윤, 홍성수, 한상규, 노정욱
 국민대학교 전력전자 연구소, 삼성전기 (주) CDS 사업부*

A current balance with Intergrated Magnetic structure to drive for CCFL

Hyun-Seo Park, Yoon Choi, Sung-Soo Hong, Sang-Kyoo Han, Chung-Wook Roh
 Kookmin University Power Electronics Center, *Samsung Electro-Mechanics Co., LTD.

ABSTRACT

본 논문에서는 새로운 구조의 전류평형 트랜스포머를 제안한다. 기존 방식은 하나의 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)당 하나의 밸런스 코일이 필요한데 반해, 제안된 방식은 4 개의 CCFL당 하나의 밸런스 코일로 구동하는 방식이다. 따라서 소자수가 감소하고 전원 구동부의 부피가 저감되는 효과가 있다. 본 논문에서 제안된 밸런스 코일을 Gyrator 모델링을 통해 이론적으로 분석하였으며, 모의실험을 통해 46인치 LCD TV용 인버터에 적용하여 동작의 타당성을 검증하였다.

1. 서 론

최근 대화면 LCD 시장이 확대되면서, 핵심부품인 back-light의 발전 역시 동시에 진행되었다. LCD의 크기가 점차 늘어나고 휘도 증가 요구에 따라 back-light의 중요성이 커지고 있다. 동시에 시장 경쟁에 우위를 점하기 위하여 제품 원가 절감은 필수이며 이에 따라 기능들을 통합하는 방식들이 연구되고 있다.

일반적으로 LCD TV용 백라이트 구동을 위한 전원 회로에는 PFC 회로부와 DC/DC 전력 변환부, Lamp 구동에 사용되는 고전압을 만들어내는 고압 트랜스포머, CCFL의 전류평형과 동시 점등을 위한 밸런스 코일 부로 이루어져 있다. 트랜스포머를 통하여 생성된 고전압이 CCFL로 인가될 때 CCFL의 공차에 의해 동시 점등이 불가능하고 램프 간 관 전류 편차가 발생하게 되는 문제점을 해결하기 위해 일반적으로 각 램프에 하나의 밸런스 코일을 사용한다. 반면, 제안된 4-in-1 밸런스 코일은 하나의 밸런스 코일로 4개 램프의 동시 점등 및 전류평형을 실현할 수 있으므로, 구동 전원회로의 소자 수 감소 및 코어 부피 감소가 가능하다.

본 논문에서는 Reluctance Model, Gyrator Model, Inductance Model을 통해 4-in-1 전류평형 트랜스포머를 이론적으로 분석하는 방법을 제시하였으며, 이를 토대로 작성한 모의실험을 통하여 동작의 타당성을 검증하였다.

2. 본 론

2.1 전류 평형 트랜스포머의 원리 및 구조

인버터부의 고압 트랜스포머로 넘어온 정현파 전압은 램프와 밸런스코일의 1차 측 자화 인덕턴스에 나뉘어 걸리며, 이에 따라 밸런스 코일의 2차 측 권선이 각각 연결된 형태의 loop를 형성하므로, CCFL 공차에 의해 생긴 전류편차는 2차 측 loop

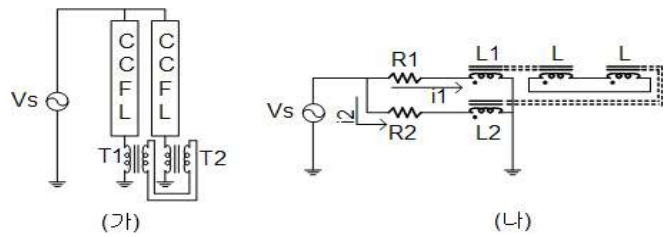


그림 1. (가) 다중 점등 회로도, (나)밸런스 코일부의 등가회로

$$I_1 = V_s \cdot \frac{1}{R_1} \cdot \frac{1 + \frac{j\omega}{R_2}}{1 + \frac{j\omega}{2R_1R_2} \frac{L}{L(R_1+R_2)}}, I_2 = V_s \cdot \frac{1}{R_2} \cdot \frac{1 + \frac{j\omega}{R_1}}{1 + \frac{j\omega}{2R_1R_2} \frac{L}{L(R_1+R_2)}} \dots (식1)$$

에 흐르는 전류를 통해 상쇄되는 구조로 이루어져 있다. CCFL 등가저항의 공차가 커지게 되면 전류평형이 불가능하게 되므로, 식 1에 근거한 큰 인덕턴스를 통하여 각 전류를 오차 범위 내에 존재하도록 하여야 한다.

2.2 Gyrator modeling

그림2의 core 형상에 따라 식 2를 이용하여 각 부분의 reluctance를 구할 수 있다. 또한 이는 식 3에서 나타난 자기적 요소와 전기적 요소의 쌍대성에 의해 gyrator model로 표현할 수 있고, 식 4.과 식 5.를 통해 코어에 흐르는 자속과 자속 밀도를 알 수 있기 때문에 코어 최적 설계가 가능하다.

$$\mathfrak{R} = \frac{l}{uA_c} \dots (식 2)$$

$$F = m m f = \mathfrak{R} \Phi = \frac{l}{uA_c} \Phi = \frac{1}{p} \Phi \dots (식 3)$$

$$\frac{d\Phi}{dt} = p \frac{dF}{dt} \mapsto i = c \frac{dV}{dt} \dots (식 4)$$

$$\int \frac{d\Phi}{dt} = \int \frac{\Phi}{A_c} = B \dots (식 5)$$

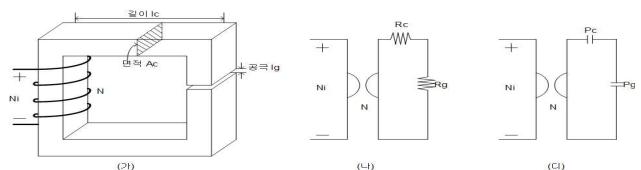


그림 2. (가)코어 형상, (나)Reluctance model, (다)Gyrator model

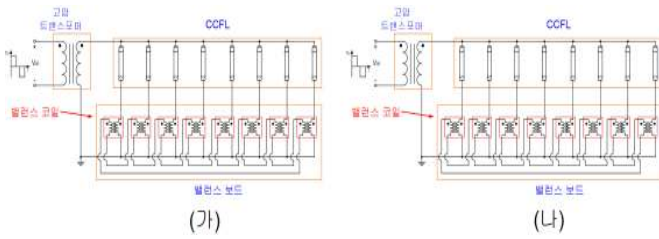


그림 3. (가)기존 밸런스 보드, (나)제안 밸런스 보드

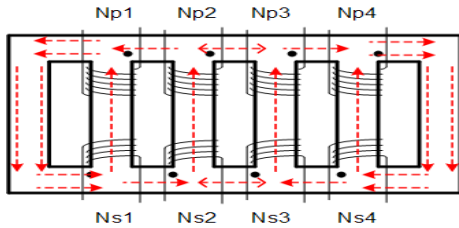


그림 4. 제안된 4-in-1 전류평형형 트랜스포머

2.3. 제안된 4-in-1 전류평형형 트랜스포머

그림 3.은 기존에 사용 중인 밸런스 보드와 제안 밸런스 보드의 구성을 나타내었다. 기존 밸런스 보드는 CCFL의 전류 평형 및 동시점등을 위해 Jin Balance Coil이 각 램프마다 사용된 반면, 제안된 4-in-1 밸런스 보드는 CCFL의 동시점등과 전류 평형을 위해 4개의 램프마다 하나의 Jin balance Coil이 사용되었다. 제안 방식은 외측 2개와 내측 4개를 갖는 core 2개가 마주보는 형태로, 각 내측에는 보빈이 위치한다. 내측의 면적은 각 CCFL에 Jin Balance Coil을 기준으로 선정하고, 공통자료가 형성되는 외측의 면적은 포화되지 않는 최소 면적으로 사용하였다. 그림 4.는 제안방식의 코일 구조를 나타낸다. 제안된 밸런스 코일의 구조는 각각의 1 차 측 권선에서 생성된 자속이 동일한 방향을 갖도록 권선이 감겨 있으며, Core의 외측부에 형성된 공통 자속경로를 가진다.

2.4. 시뮬레이션을 통한 검증

그림 5.는 제안 방식의 Gyrator model을 나타낸다. 식 5.에 따라 선정된 Core의 두께와 단면적을 가지고 Gyrator Model의 Permeance값을 유도 하였으며 권선부에 사용된 Current-Controlled Voltage Source(CCVS)의 Gain은 Jin Balance Coil의 권선비인 700:23(1차 측 대비 2 차 측 권선 수)를 사용하였다.

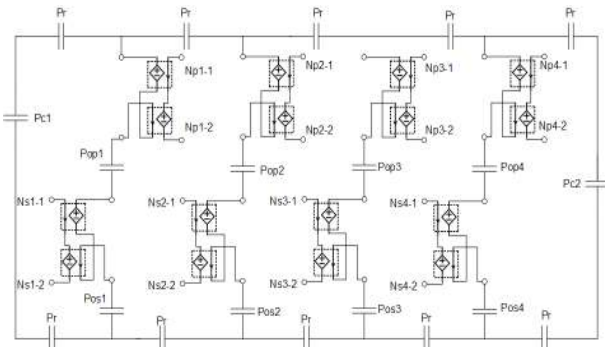


그림 5. 제안 방식의 Gyrator model

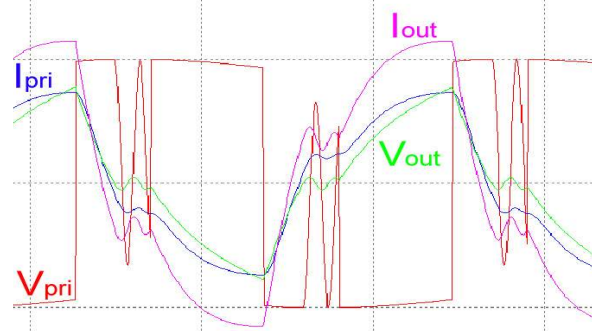


그림 6. 제안 회로의 모의 실험 주요 파형

	실험과형	제안방식	오차(%)	단 위
램프 전류(Io)	15.76	16.02	0.016	mA _{rms}
램프 전압(Vo)	975	1020	0.044	V _{rms}
1차 측 전류(Ipri)	1.720	1.802	0.0455	A _{rms}
1차측 전압(Vpri)	193.3	183.5	0.051	V _{rms}
최대 전류 편차	0.5	0.026	-	

표 1. 46인치 LCD TV용 패널의 실험과형과 제안방식 모의실험 파형 비교

그림 6.은 46인치 LCD TV용 12램프 디스플레이 패널의 모의실험 주요 파형이다. 실험결과 실제 패널의 주요파형과 매우 유사한 형태의 파형을 띄고 있음을 확인하였다. 표1.은 실제 패널의 실험결과와 제안 모델 모의실험 결과 주요 값을 비교 한 것이다. 최대 오차 0.051%로써 실제파형과 유사한 형태의 파형을 띄며 주요 값 역시 거의 일치함을 나타내고 있다. 또한 최대전류편차는 0.026mA_{rms}로써 전류평형 기능이 우수한 것을 모의실험을 통하여 검증하였다.

3. 결 론

본 논문에서는 새로운 구조의 전류 평형 트랜스포머를 제안하였다. 제안 방식은 4 개의 CCFL당 하나의 밸런스 코일로 구동하는 방식이기 때문에 기존 방식과 유사한 전류평형을 달성하면서도 소자 수 감소와 전원 구동부의 부피가 저감되는 효과가 있다. 또한, 제안된 전류평형 트랜스포머를 Gyrator 모델링을 통해 이론적으로 분석하였으며, 모의실험을 통해 46인치 LCD TV용 인버터에 적용하여 동작의 타당성을 검증하였다.

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

참 고 문 헌

[1]Sheng Tai Lee, "Circuit structure for driving a plurality of Cold Cathod Fluorescent Lamps" U.S. Patent 6 781 325 B2, Aug24, 2004
[2]Kenneth L. Kaiser, "Electromagnetic Compatibility Handbook (II)" pp17-8~17-10.