

DC/DC 변압기를 이용한 플라이백 컨버터 누설인덕턴스 손실 최소화 기법

박진욱*, 최우석*, 이상혁**, 박성준*
 전남대학교*, 대성전기(주)**

DC / DC flyback converter transformer leakage inductance loss minimization techniques

Jin Wook Park*, Woo Seok Chio*, Sang Hyup Lee**, Sung Jun Park*
 Chonnam National University*, Department of Electrical Engineering**

ABSTRACT

최근 많은 연구자들이 전력변환회로의 효율을 개선하기 위한 관심을 기울이고 있다. 플라이백 컨버터의 트랜스포머는 누설 인덕턴스에 저장된 에너지를 RCD 회로에서 소모한다. 이는 시스템 효율을 감소시키는 역할을 한다. 따라서 본 논문에서는 저항에 소모되는 에너지를 출력으로 회생시키는 기법에 대해서 제안한다. 제안된 회로의 성능은 모의 실험을 통해 검토한다.

1. 서 론

최근 화석 연료의 고갈로 인한 신재생 에너지에 대한 관심이 높아지면서 전력변환 장치의 효율에 대해서도 많은 연구 되고 있다.

일반적인 RCD 스너버 회로를 가진 공진형 플라이백 컨버터의 동작을 보면 스위치 On 시 트랜스포머의 자화 인덕터와 누설 인덕터에 에너지를 저장한다. 그리고 저장된 에너지는 스위치가 Off 되었을 때 자화 인덕터의 에너지만 2차측으로 전달된다. 누설 인덕터의 에너지는 2차측으로 전달되지 못하고 저항에서 소모되는 단점이 있다.^[1]

본 논문에서는 RCD 스너버 회로를 갖는 공진형 플라이백 컨버터에서 소모되는 에너지를 최소한의 손실로 출력으로 전달할 수 있는 기법에 대해서 제안하였다. 본문에서는 회로의 구성, 동작원리에 대해서 설명하고, 제안된 풀브릿지 컨버터를 기존의 소프트 스위칭 플라이백 컨버터에 부착하여 PSIM을 이용해서 검증하였다.^[2]

2. 제안된 누설 인덕턴스 최소화 기법

2.1 회로의 구성

그림 1은 제안된 에너지 회생회로로서 트랜스포머의 누설 인덕턴스로 인한 스너버 회로에서 발생하는 손실을 출력측으로 전달하기 위한 기법이다. 제안된 회로는 풀브릿지 회로에 하나의 변압기와 정류기로 구성된 DC/DC 변압기를 이용한 풀브릿지 토폴로지로 RCD 스너버가 없는 기존의 소프트 스위칭 플라이백 컨버터에 부착하여 구성하였다.

2.2 동작 원리

기존의 플라이백 컨버터는 스위치 On 시 트랜스포머의 누설 인덕턴스와 자화 인덕턴스에 에너지를 저장한다. 플라이백 컨

버터의 스위치가 Off가 되는 순간 자화 인덕턴스의 에너지는 트랜스포머의 2차측으로 전달되고, 누설인덕턴스의 에너지는 RCD 스너버 회로에 의해서 소모된다. 제안된 회로는 스너버 회로 대신 DC/DC 변압기를 이용한 풀브릿지 컨버터를 부착하여 누설인덕턴스의 에너지를 최소한의 손실로 출력측으로 전달한다. 이때 전달되는 에너지는 RCD에서 손실되는 에너지의 양과 같고, 식 (1)로 나타낼 수 있다.

$$P_R = \frac{1}{2} C \left\{ V_{pk}^2 - \left(V_{pk} e^{-\frac{1}{RC}t} \right)^2 \right\} \times f_{sw} \quad (1)$$

$$= \frac{V_{ave}^2}{R}$$

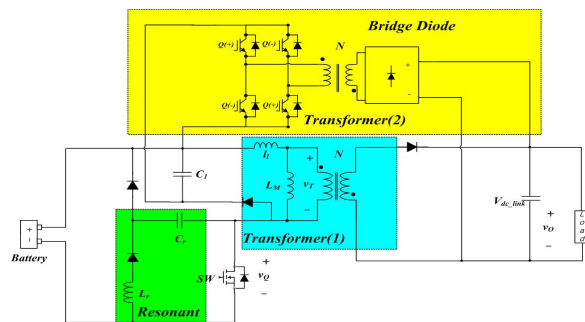


그림. 1 제안된 에너지 회생 회로
 Fig. 1 Energy recovery circuit of the proposed

스위치 On 시 누설인덕턴스와 자화인덕턴스에 저장되는 에너지는 각각 식 (2), 식 (3)으로 나타낼 수 있다.

$$P = \frac{1}{2} L_l I^2 \times f_{sw} \quad (2)$$

트랜스포머의 누설인덕턴스에 저장된 에너지는 제시된 기법에 의해 출력 방향으로 넘어 가게 된다.

Mode 1 : 제안된 회로의 스위치 풀 브릿지 방식으로 Q(+)가 On되면 Q(-)는 Off된다. 트랜스포머(2)를 통해 2차측에 인가되고 인가된 전압은 브릿지 다이오드와 커패시터를 통해 DC로 바뀌게 된다.

Mode 2 : Q()가 On되면 Q(+)/Off된다. 트랜스포머(2)를 통해 2차측에 인가되고 인가된 전압은 브릿지 다이오드와 커패시터를 통해 DC로 바뀌게 된다.

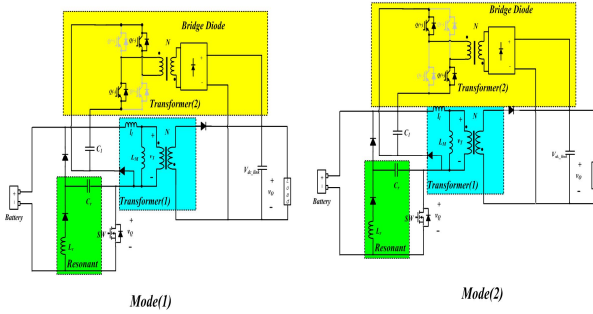


그림 2 각 모드별 동작회로
Fig. 2 Circuit operation of each mode

3. 시뮬레이션 결과

제안된 에너지 회생 기법과 기존의 RCD 스너버를 사용한 회로를 각각 PSIM을 이용하여 출력에 따라 효율을 비교하였다. 시뮬레이션에 사용된 파라미터는 표 1과 같다.

표 1 시뮬레이션 파라미터
Table 1 Simulation parameter

항목	설계값
입력전압	150[V]
출력	150[V]/20[A]
누설 인덕턴스(T1)	2[uH]
자화 인덕턴스(T1)	780[uH]
턴 수 (T1)	1:1
누설 인덕턴스(T2)	1[uH]
자화 인덕턴스(T2)	2000[uH]
턴 수 (T2)	2:1

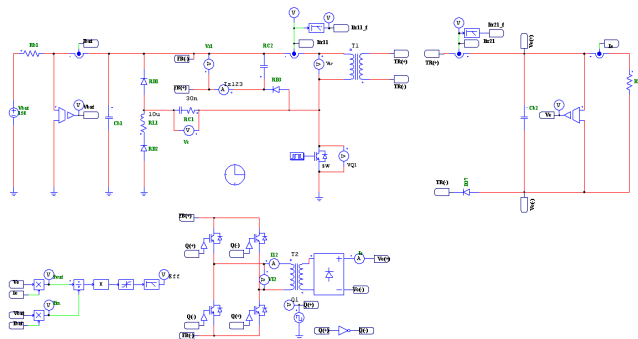


그림 3 제안된 회로의 시뮬레이션 회로도
Fig. 3 Simulation circuit diagram of a circuit that has been proposed

시뮬레이션 결과를 그림 4에 나타내었다. 기존의 RCD 스너

버 회로에 비해 제안된 회생에너지 기법의 효율이 약 10% 향상된 것을 확인하였다.

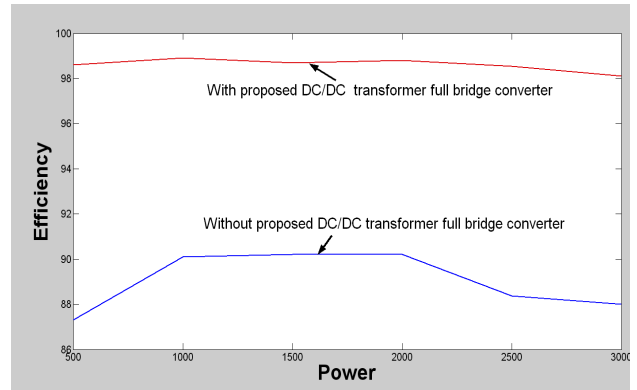


그림 4 시뮬레이션 결과 효율 파형
Fig. 4 The efficiency of waveform

표 2 효율 비교

Table 2 Comparison of efficiency

출력 [W]	효율(RCD) [%]	효율(회생기법) [%]
500	87.3	98.6
1000	90.1	98.9
1500	90.2	98.7
2000	90.2	98.8
2500	88.38	98.55
3000	88.0	98.1

4. 결 론

본 논문에서는 기존의 RCD 스너버 회로를 보완하기 위해 풀브릿지 DC/DC 컨버터 회로를 이용한 플라이백 컨버터회로를 제안하였고, 제안된 풀브릿지 DC/DC컨버터 회로의 동작원리에 대해서 언급하였다. 또한 시뮬레이션을 통해 기존의 플라이백 컨버터에 사용되는 RCD 스너버와 제안된 방식의 효율을 비교하여 제안된 방식의 타당성을 검증하였다.

이 논문은 LG이노텍의 연구비 지원에 의하여 연구되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 정요채, "고효율 플라이백 컨버터를 위한 새로운 에너지 회복회로", 전력전자학회, 2006년도 전력전자학회 논문지, pp. 529-534, Vol. 11, No. 6, 2006.
- [2] C. o. H. Jinrong Qian, Da Feng Weng, "LEAKAGE ENERGY RECOVERING SYSTEM AND METHOD FOR FLYBACK CONVERTER," USA Patent, 2002.