

경부하 손실 저감을 위한 플라이백 컨버터

장상호, 정봉근, 윤광호, 품쏘피악, 김은수
전주대학교

Flyback Converter for Low Power Consumption at Light-Load Condition

Sang-Ho Jang, Bong-Geun Chung, Kwang-Ho Yoon, Phum Sopheak, Eun-Soo Kim
Jeonju University

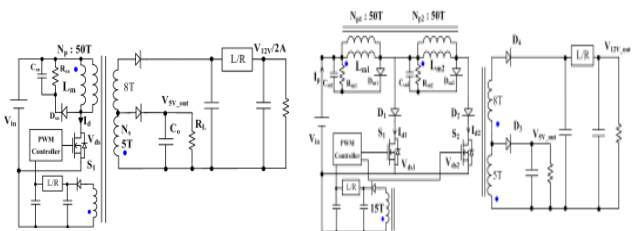
1. 서론

최근 대기전력 감소가 중요한 이슈로 부각되면서 2010년부터 팩시밀리, 복사기, 스캐너, 비디오, 오디오, DVD플레이어, 라디오, 도어폰, 유무선전화기, 비데, 모뎀, 홈게이트웨이 등 12개 품목으로 확대 적용하는 방안이 검토되고 있다. 본 논문에서는 50인치 PDP TV PSU (Power Supply Unit)에 있어서 대기전력 및 보조전원으로 사용된 74W 플라이백 컨버터에 적용하여 비교검토 하였다.^[1]

2. 본론

기존 플라이백 컨버터는 정상동작모드 시 모든 입력전압 및 중 부하조건에서도 불연속모드로 동작하기위해서 변압기 1차측 자화인덕턴스(L_m)는 작은 값을 가져야한다.^{[2][3]} 때문에 경 부하 및 대기전력모드 시 변압기를 통해 흐르는 큰 여자전류에 의해 낮은 효율특성을 갖는다. 제안된 주회로는 하나의 변압기에 1차측 자화인덕턴스(L_{m1} , L_{m2})가 서로 직렬로 연결되어 있다. 정상동작시 작은 자화인덕턴스(L_{m1})에 의해 동작되고 경 부하 및 대기전력모드 동작 시는 변압기를 통해 흐르는 자화전류를 최소화 하기위해 큰 자화인덕턴스($L_{m1}+L_{m2}$)를 갖게 구성하였다. 정상동작모드 시 스위칭소자 S_1 에 의해 턴-온 되어 작은 자화인덕턴스(L_{m1})에 의해 불연속모드로 동작하고, 대기전력 모드동작 시 큰 자화인덕턴스($L_{m1}+L_{m2}$)을 갖는다. 변압기 자화인덕턴스 증가에 의해 기존 주회로가 가지고 있던 경 부하 및 대기전력모드 동작시 자화전류를 최소화 할 수 있으며, 스위칭소자의 도통손실, 스너버손실 및 스위칭손실을 최소화하여 효율특성도 개선할 수 있다.

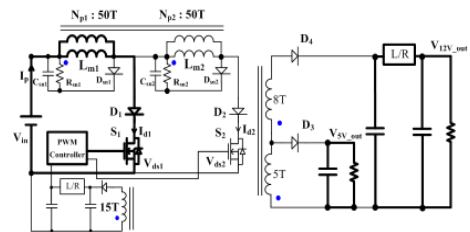
2.1 제안된 Flyback 컨버터



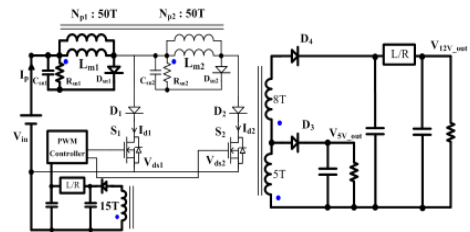
(a) 기존 플라이백 컨버터 (b) 제안된 플라이백 컨버터
그림 1. 대기전력 및 다출력 전원을 위한 기존 Flyback 컨버터

그림 1(a)는 대기전력 및 다출력 전원을 위한 기존 플라이백 컨버터 이고, 그림 1(b)는 대기전력저감을 위한 제안된 주회로다. 정상동작모드 시 주 스위칭 소자 S_1 에 의해 동작되고, S_2 는 항상 off 상태를 유지한다. 전류는 자화인덕턴스(L_{m1})을 통해서만 흐른다. 작은 자화인덕턴스(L_{m1})에 의해 동작하므로, 중 부하 때 자화인덕턴스에 에너지를 많이 저장하여 턴-오프 시 2차측으로 에너지를 전달 할 수 있다. 대기전력동작모드 시에는 스위칭 소자 S_1 은 항상 턴 오프를 유지하고, 스위칭 소자 S_2 만 동작되도록 제안하였다. 스위칭 소자 S_2 에 의해서만 동작하므로 자화인덕턴스($L_{m1} \Rightarrow L_{m1}+L_{m2}$)를 증가시켜 변압기에 흐르는 여자전류를 저감시킴으로 플라이백 컨버터 각 구성부품에 발생될 수 있는 손실을 최소화 할 수 있다. 대기전력동작모드 시에는 자화인덕턴스($L_{m1}+L_{m2}$)로 흐르는 전류가 작기 때문에 N_{p2} 권선의 두께를 줄일 수 있다.

2.2.1 정상동작모드



(a) S_1 턴-온 시 동작



(b) S_1 턴-오프 시 동작

그림 2. 제안된 컨버터의 정상동작모드

그림 2(a)에서처럼 정상동작모드 시 스위칭소자 S_1 은 턴-온/오프 되고, S_2 는 항상 턴-오프 상태를 유지한다. 주 스위칭소자 S_1 이 턴-온 되면 입력전압(V_{in})이 변압기 1차측(L_{m1})에 인가된다. 하지만 S_2 는 턴-오프 상태이므로 입력전류(I_p)는 변압기 1차측 L_{m1} 에만 흐르고, L_{m2} 에는 전류가 흐르지 않고, 자화인덕턴

스(L_{m1})에 에너지를 저장하며 흐르게 된다. 이때 2차측 권선(5T, 8T)은 역극성전압에 따라 출력다이오드 D_3 , D_4 에 역 바이어스 전압이 인가되어 입력에너지는 2차측으로 전달되지 않고, 출력 커패시터는 출력부하로 방전하게 된다. 그리고 그림 2(b)에서처럼 주 스위칭 소자 S_1 턴-오프 시 변압기 1, 2차측 권선 전압 극성이 변화하고 1차측 자화인덕턴스(L_{m1})에 저장된 에너지는 변압기 2차측 권선과 출력다이오드 D_3 , D_4 를 통해 각각의 부하에 전달된다.

2.2.2 대기전력동작모드

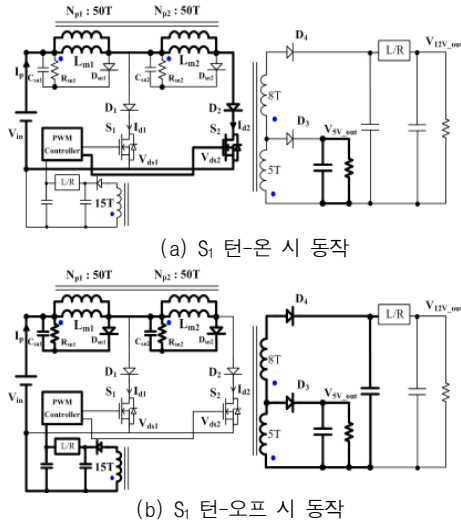


그림 3. 제안된 컨버터의 대기전력동작모드

그림 3에 나타낸 바와 같이 정상동작모드 시와 달리 스위칭 소자 S_1 는 항상 턴 오프 상태를 유지하고, S_2 에 의해서만 동작된다. S_2 가 턴-온 시 1차측 자화인덕턴스($L_{m1}+L_{m2}$)에 에너지를 저장하고, 2차측 권선(5T, 8T)은 역극성전압에 따라 출력다이오드 D_3 , D_4 에 역 바이어스 전압이 인가되어 입력에너지는 2차측으로 전달되지 않고, 출력 커패시터는 출력부하로 방전하게 된다. S_2 가 턴-오프 시 1차측 자화인덕턴스($L_{m1}+L_{m2}$)에 저장된 에너지는 변압기 2차측 권선과 출력다이오드 D_3 , D_4 를 통해 전달된다. 스위칭 소자 S_2 에 의해서만 동작하므로 자화인덕턴스($L_{m1}+L_{m2}$)는 증가하게 된다.

3. 실험결과

그림 4의 실험파형은 입력전압 230VAC, 출력/전압전류 5VDC/10mA 조건에서 측정되었고, 그림 4 (a), (c), (e)는 기존 회로의 대기전력(Stand-by) 동작 모드 시 스위칭소자 S_1 양단 전압과 전류의 파형이고, 그림 4 (b), (d), (f)는 제안된 회로의 스위칭 소자 S_2 양단전압과 전류 파형이다. 큰 자화인덕턴스($L_{m1}+L_{m2}$)에 따라 전류기울기가 완만히 상승하여 대기전력 모드 시 턴-온 시간이 증가하여 변압기 자화인덕턴스에 저장된 에너지가 기존 회로에 비해서 크므로 특히 경 부하 및 대기전력동작모드 시 기존회로에 비해서 적게 스위칭 함으로써 스위칭 소자 구동손실 및 스위칭 손실을 최소화하여 효율개선 효과를 얻을 수 있었다. 그림 5는 기존 회로 및 제안된 회로에 대해 230VAC 입력전압조건에서 부하 전류변화(5V, 10mA ~ 60mA)에 따른 효율특성 및 입력소모전력량을 나타냈다.

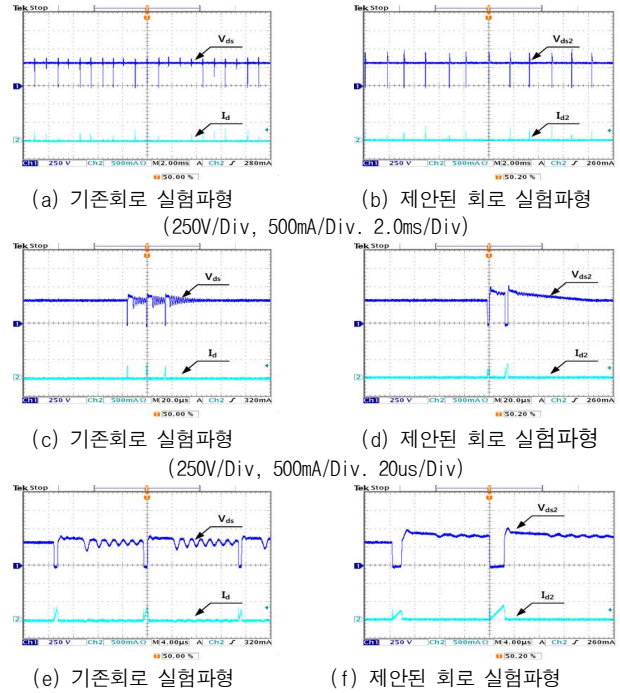


그림 4. 기존 회로 및 제안된 회로의 대기전력동작모드 시 주 스위칭소자(S_2) 전압, 전류 실험파형 (입력전압 230VAC, 출력/전압전류 5VDC/10mA)

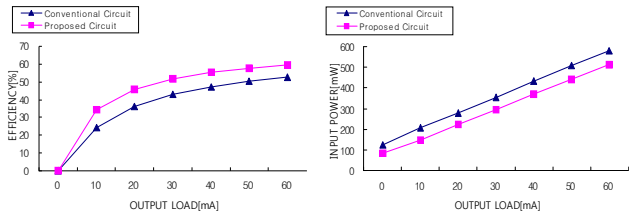


그림 5. 입력전압 230VAC에서 부하전류(5V, 10mA ~ 60mA)에 따른 대기전력모드동작 시 효율 및 입력소모전력 특성비교

4. 결론

기존 플라이백 컨버터보다 전체적으로 10%이상의 효율 향상됨을 볼 수 있고, 모든 부하범위에서 입력전압이 55mW이상 대기전력소모가 저감된 특성을 확인할 수 있었다. 하지만 정상동작모드 시 제안된 회로에 추가된 다이오드에 도통손실에 의해 효율이 조금 저하되는 단점이 있다. 기존의 회로와 제안된 회로와의 효율특성과 대기 모드 동작 시 소모 전력을 측정 비교를 통해 제안된 회로의 우수성을 확인하였다.

이 논문은 한국에너지자원기술기획평가원 에너지기술 인력양성 학술진흥 (2007-E-AP-HM-P-18-0000) 연구비지원에 의하여 연구되었음

5. 참고문헌

- [1] 김남균, "국내 가전기기의 대기전력 현황과 전망", 전력전자학회지 제 11권 제4호, 2006. 8
- [2] 정지훈, 최종문, 권중기, "다출력 컨버터의 대기전력저감에 관한 연구", 전력전자학회 논문지 제12권, 제6호, pp.433~440, 2007. 12.
- [3] Sanken Electric Co., Ltd, "STR-W6200 Series Application Note", 2005. 11.