

모바일 기기를 위한 20W급 초박형 어댑터 개발

장바울, 이제현, 조보형
서울대학교

Development of 20W Low Profile Adapter for Mobile Devices

Paul Jang, Je-Hyun Yi, and Bo-Hyung Cho
Seoul National University

ABSTRACT

본 논문에서는 모바일 기기용 20W급 초박형 어댑터 제작 및 그 실험 결과를 소개한다. 준공진 플라이백 컨버터를 선정하여 전체 시스템을 설계하였으며, 박형 구조를 위하여 두 개의 변압기는 입력-직렬, 출력-병렬 구조로 사용되었다. 설계한 회로를 제작한 결과 케이스 포함 85.2 x 58.3 x 7.7 mm³의 부피를 갖는 프로토타입을 완성하였다. 제작 프로토타입은 평균 77.1%의 효율을 보였으며, 발열 테스트 결과 정상상태에 도달한 케이스 온도는 63.1°C 였다.

1. 서론

최근 모바일 개인 전자 장비의 발달로 핸드폰, 태블릿 PC, 노트북 등이 보편화 되고 있다. 이러한 고밀도 전자기기들을 동작시키거나 배터리를 충전시키기 위해서는 안정적인 직류 전원을 필요로 하며 일반 110/220V 교류 전원을 통해 직류 전원을 공급하기 위해서 어댑터가 필수적이다. 개인휴대장비가 점점 소형화 되어감에 따라 어댑터의 소형화에도 많은 노력이 이루어지고 있다. 고주파 구동 및 다양한 공진형 토폴로지를 이용한 소형 어댑터 관련 연구들이 그 예이다.^[1] 이러한 연구의 일환으로 본 논문에서는 기존 대비 에너지 저장 소자의 부피를 줄임으로써 어댑터를 소형화 및 박형화 하고자 한다. 이에 유니버설 입력 전압 (90~265V)에 대하여 출력 전압 5.1V와 20W의 출력 전압을 갖는 케이스 포함 두께 7.7mm의 어댑터를 개발 완료하였다.

2. 회로 설계

IEC 61000-3-2에 의거, 75W 이하 컨버터에서 고조파에 대한 규제가 없으므로 본 개발에서는 역률 보상 회로를 사용하지 않아도 된다. 따라서 정류된 계통 전압을 DC-DC 컨버터를 이용해 출력 전압을 생성하도록 한다.

계통에 연결되는 모바일 기기용 어댑터의 경우 높은 변환비와 절연을 위해 기본적으로 변압기가 요구 된다. 따라서 변압기가 사용되는 DC-DC 컨버터 중 회로에 사용되는 소자 수가 여타 컨버터에 비해 적고, 그 구성이 간단해 절연이 필요한 소용량 전력변환응용에서 가장 일반적으로 사용되는 플라이백 컨버터를 이용하기로 한다.

한편 플라이백 컨버터에서는 변압기의 누설 인덕턴스와

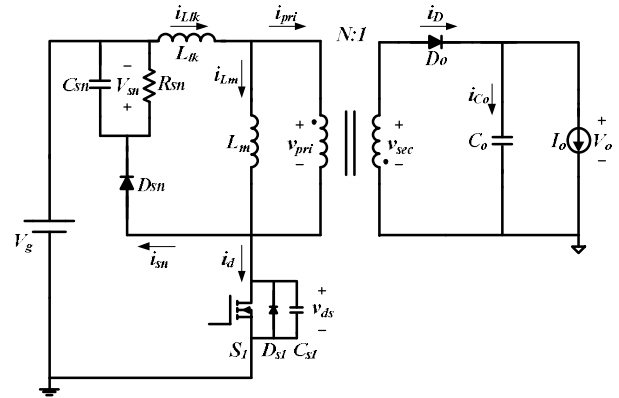


그림 1 RCD 클램프를 이용한 준공진 플라이백 컨버터.
Fig. 1 Quasi-Resonant Flyback Converter with RCD Clamp.

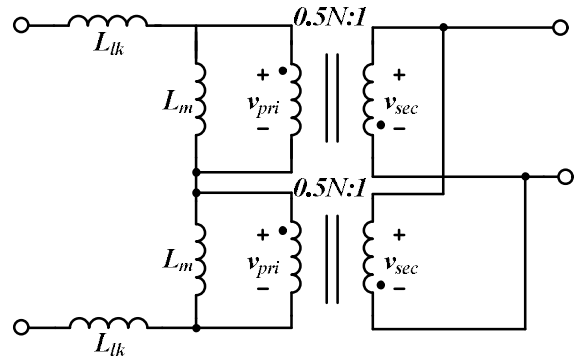


그림 2 입력-직렬, 출력-병렬 구조의 변압기
Fig. 2 Transformer with Input-Series, Output Parallel Structure.

스위치 출력 커패시터 사이 공진으로 인해 스위치 양단에 큰 전압 스파이크가 야기되는데 이를 해결하기 위해 RCD 클램프를 이용하였다. 또한 변압기의 자화 인덕턴스와 스위치의 출력 커패시턴스 사이 공진 저점에서 스위칭하는 기법인 준공진 동작을 이용하도록 한다. 이러한 스위칭 기법을 통해 스위칭 손실 저감하여 효율을 제고할 수 있으며 스위칭 시 발생하는 노이즈를 줄임으로써 EMI 특성을 개선할 수 있다. 선택한 회로의 구성을 그림 1에 보인다.

어댑터의 소형화 및 박형화를 위해 가장 신중히 고려해야 할 부분이 바로 마그네틱 소자인 변압기이다. 기존의 권선형 마그

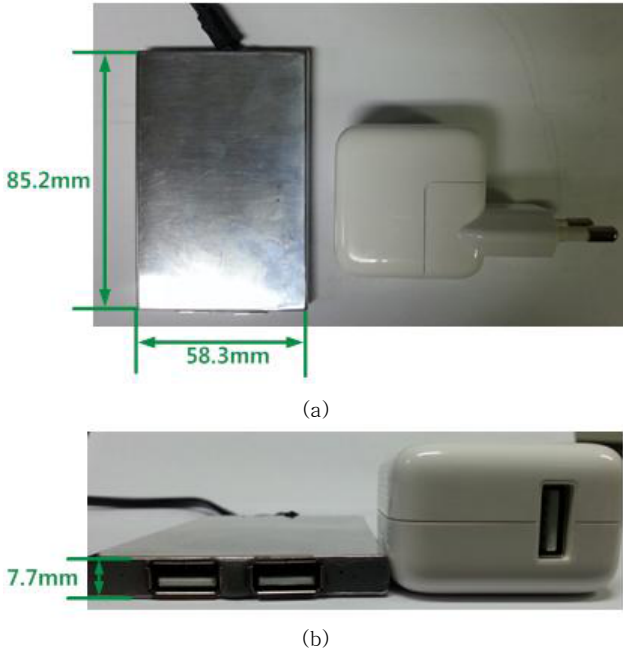


그림 3 애플 어댑터와 크기 비교. (a) 정면. (b) 측면
 Fig. 3 Comparison with Apple Adaptor. (a) Front View. (b) Side View.

네트워크 변압기로는 원천적으로 그 크기를 줄이는데 한계가 있기 때문에 본 논문에서는 PCB (Printed Circuit Board) 권선 및 planar core를 사용하였다. 이로부터 두께 2mm 이하의 PCB 권선을 제작 시 코어 포함 두께 합은 총 6mm이다. 박형 구조 및 코어에서 발생하는 발열을 완화하기 위하여 변압기 구성은 그림 2와 같이 두 개의 변압기를 입력-직렬, 출력-병렬 구조로 사용하였다.

3. 실험 결과

제한한 회로를 설계하여 프로토타입을 제작하였다. 케이스 포함 부피는 85.2x58.3x7.7 mm³로 완성된 프로토타입과 애플사의 어댑터를 그림 3에서 비교하였다.

3.1 효율

110V와 220V 크기를 갖는 60Hz 입력전압에 대하여 부하별로 효율을 측정하여 결과를 그림 4에 보인다. 두 경우 모두 25%, 50%, 75%, 100% 때의 효율을 평균한 값이 77.1%였다. 경부하로 갈수록 효율이 감소하는 것을 확인할 수 있는데 이는 도통 손실 대비 스위칭 손실의 비율이 커짐으로 인함이다.

3.2 발열 테스트 결과

보다 얇은 구조를 위하여 프로토타입을 금속 재질로 케이싱하였다. 열전도도가 높은 금속 재질 특성 때문에 발열 테스트를 진행하였다. 측정은 열화상 카메라 IRI 1001E를 통해 이루어졌다. 그림 5는 발열 테스트 결과를 보여준다. 테스트 결과 정상 상태에 도달한 시점의 표면 온도는 63.1°C였다.

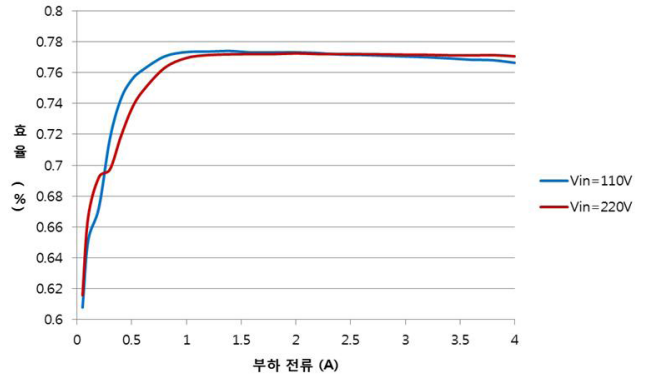


그림 4 효율 측정 곡선.
 Fig. 4 Measured Efficiency Curve.

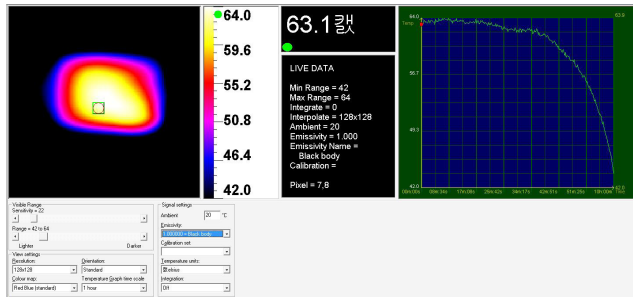


그림 5 발열 테스트 측정 결과.
 Fig. 5 Thermal Test Measurement Result.

표 1. 입력 전압에 따른 대기 전력
 Table. 1 No-Load Power Consumption

입력 전압	대기 전력
100V/60Hz	0.041W
115V/60Hz	0.044W
230V/60Hz	0.170W

3.3 무부하 시 대기 전력

100V, 115V, 230V 크기를 갖는 60Hz 입력 전압에 대하여 무부하 시 대기 전력을 측정하였다. 측정 결과를 표 1에 나타낸다.

4. 결론

본 논문에서는 전력전자산업에서 이루어지고 있는 집적화 및 고효율화를 위한 다양한 연구개발의 일환으로 휴대성을 최대화할 수 있는 두 개의 출력을 갖는 20W급 초박형 어댑터 제작을 목표로 하였다. 이에 준공진 플라이백 컨버터를 선정하여 전체시스템을 설계하였다. 설계된 회로를 제작하여 금속 재질로 케이싱 한 결과 85.2x58.3x7.7 mm³의 부피를 갖는 프로토타입을 완성하였다. 110V 및 220V의 입력에서 측정된 평균 효율은 77.1%였으며, 발열 테스트 결과 정상상태에 도달한 케이스의 온도는 63.1°C였다.

참고 문헌

[1] J. B. Baek, J. T. Kim, and B. H. Cho, "Low-profile AC/DC converter for laptop adaptor," in Twenty-Sixth Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and