

모바일 디바이스를 위한 고밀도 어댑터 개발 동향

최성욱, 조규민, 최영운, 이선경, 이종달, 오동성, 이효범
삼성전기

ABSTRACT

기존의 모바일 디바이스용 AC/DC 어댑터는 단순한 배터리 충전기로서 기능적인 측면보다는 가격적인 측면의 접근이 많이 이루어졌다. 하지만 최근 스마트폰과 태블릿 PC 같은 다양한 모바일 디바이스의 출현으로 출력단 GND 잡음 및 누설전류에 대한 새로운 사양들이 대두되고 있다. 더불어 하나의 어댑터를 이용하여 여러 디바이스에 대응하기 위한 새로운 어댑터에 대한 요구가 커지고 있다. 본 논문에서는 AC/DC 어댑터의 새롭게 요구되는 사양들에 대해 간략히 살펴보고 기술적 문제점에 대해 기술하였다.

1. 서 론

최근 스마트폰 및 태블릿 컴퓨터를 비롯한 모바일 디바이스가 새로운 정보기기로서 각광받기 시작하면서 이러한 장치의 배터리를 충전하기 위한 60W급 이하의 AC/DC 어댑터에 대한 새로운 기술적 요구 사항이 증가되고 있다. 그림 2와 같이 bridge diode 정류단과 flyback converter를 기본으로 한 기존의 어댑터는 대기전력에 대한 규제만이 공식적으로 존재하였지만 모바일 디바이스에 터치 스크린을 비롯한 여러 가지 기능들이 부가되면서 어댑터가 기기를 충전하는 동안 본체에 미치는 영향을 최소화해야 하는 상황이 되었다[1 3]. 세부적으로 살펴보면 전도 및 방사 EMI 특성 뿐만 아니라 출력단 GND의 잡음 크기를 일정이하로 제한하는 새로운 사양이 대두되었고 더불어 어댑터 1차측 2차측 사이에 유지되는 누설전류도 최소화해야 하는 사양이 강화되었다. 한편으로는 AC/DC 어댑터의 원가 압박 및 사용자 편의성 문제로 기존에 각 모바일 디바이스에 하나의 AC/DC 어댑터가 사용되어지는 것을 하나의 AC/DC 어댑터로 필요한 전원전압이 다른 여러 모바일 디바이스에 적용한 가능한 새로운 어댑터에 대한 연구가 요구되어지고 있다.

본 논문에서는 모바일 디바이스를 위한 충전용 AC/DC 어댑터에 새롭게 요구되고 있는 변압기 1차 누설전류 저감 및 출력단 GND 잡음 제한의 필요성과 이를 만족시키기 위한 기술적 방법들에 대해 알아본다. 또한 단일 출력 다전압 어댑터를 구현하기 위해 기술적으로 고려해야 하는 문제에 대해서도 살펴본다.

2. 어댑터 출력단 GND 잡음 저감

태블릿 PC 및 스마트폰등 최신 모바일 디바이스는 입력장치로서 키보드나 압전식 터치패드를 사용하는 대신에 정전식 멀티터치 기능을 이용하여 디스플레이 전체를 입력장치로서 사용하고 있다. 특히 일점식 터치보다는 여러 손가락을 동시에 사용하는 멀티 터치 기능이 각광 받으면서 새롭게 출시되는 대부



그림 1 다양한 모바일 디바이스 및 그 AC/DC 어댑터들
Fig. 1 Various mobile devices and these AC/DC adaptors

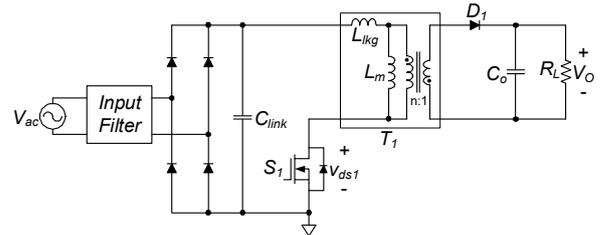


그림 2 60W급 이하의 기본 AC/DC 어댑터 회로 블록도
Fig. 2 Circuit diagram of AC/DC adaptor with 60W rated output

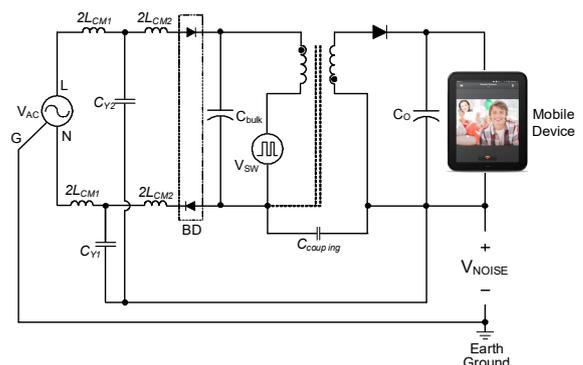


그림 3 출력단 GND 잡음 측정 시 어댑터 등가회로
Fig. 3 Equivalent circuit of adaptor when measuring output GND noise level

분의 모바일 디바이스는 이 기능을 채택하고 있다. 배터리만으로 동작할 때는 별다른 문제가 없지만 기존의 AC/DC 어댑터를 연결되어 동작될 때는 멀티 터치 인식률이 떨어지면서 오동작이 관찰된다. 특히 태블릿 PC 혹은 노트북 같이 대부분의 시간동안 어댑터를 연결하여 사용하는 환경에서는 이를 개선하는 것이 매우 중요하게 된다. 오동작의 원인을 살펴보면

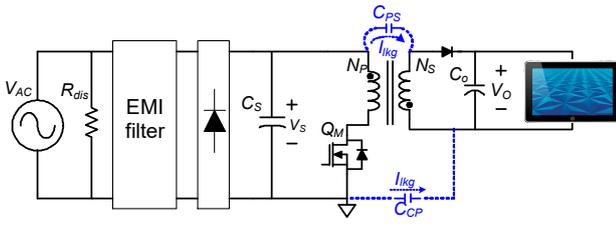


그림 4 AC/DC 어댑터의 누설전류 경로
Fig. 4 Leakage current path of AC/DC adaptor

사람이 스크린을 눌렀을 때 전하의 변화를 검출하는 센서의 오류에 의한 것으로 출력단 GND에 특정 주파수 대역의 잡음이 일정 크기 이상으로 커지면 이와 같은 문제가 발생한다.

출력단 GND 잡음을 효과적으로 줄이기 위해서는 그림 3에 도시된 바와 같이 결국 AC/DC 어댑터의 주 스위치 스위칭에 의한 10~100kHz 대역의 스위칭 잡음을 감쇄시키는 것이 가장 중요하다. 이를 위해 변압기 2차측으로 만들어지는 스위칭 잡음 경로의 임피던스를 키우거나 스위칭 잡음이 1차측을 벗어나지 않도록 차단 경로를 가지는 별도의 잡음 경로를 만들어주는 것이 효과적이다.

3. 어댑터 1-2차 누설전류 저감

최근의 모바일 디바이스는 디자인을 강조하면서 플라스틱을 중심으로 한 비금속 재질의 몸체를 사용하기 보다는 광택 등의 세련된 느낌을 주는 금속재질의 몸체를 사용하는 것이 하나의 트렌드로 자리 잡아 가고 있다. 하지만 금속 재질 몸체를 갖는 모바일 디바이스의 경우 전류가 흐를 수 있는 도체가 겹면에 존재하게 되므로 기기를 충전하는 중에는 AC/DC 어댑터의 변압기 1차측에서 2차측으로 흐르는 누설전류가 사용자에게 영향을 미치게 된다. 사용자가 모바일 디바이스 몸체를 만졌을 때 전기가 오르는 듯한 불쾌감을 느끼게 된다. 이의 영향을 줄이기 위해서는 금속 재질의 몸체를 절연물질을 이용하여 코팅하여 기기로부터 인체로의 전류 경로를 차단하는 방법이 있으나 금속 재질 자체의 심미적인 아름다움을 반감시키는 역효과를 가져오게 된다. 따라서 이를 개선하기 위해서 회로적으로 누설전류 자체를 줄이는 방안에 대해서 논의가 이루어지고 있다. 그림 4에 도시된 바와 같이 입력단 EMI filter에 Y 캐패시터가 없는 구조에서는 변압기의 기생 캐패시터와 1차측 GND과 2차측 GND를 연결하는 커플링 캐패시터에 의해서 대부분의 누설전류가 결정되게 된다. 따라서 변압기 권선간의 기생 캐패시터를 최소화하고 외부에 별도로 연결하는 커플링 캐패시터를 제거하면 일단 누설전류를 최소화 할 수 있으나 EMI에 영향이 있기 때문에 누설전류 최소화 뿐만 아니라 EMI 규격을 동시에 만족시킬 수 있는 방법을 찾아야 한다.

4. 다중 출력 단일 어댑터 개발

모바일 디바이스는 그 다양한 종류 만큼 정격 전력 사양 또한 다양하기 때문에 각각의 기기에 따라 전용 AC/DC 어댑터가 필요한 상황이다. 따라서 가격적인 문제 뿐만 아니라 사용자 입장에서는 사용하는 모바일 디바이스 종류 만큼 어댑터 갯수를 준비해야 하는 상황에 처하게 된다. 따라서 이와 같은 문제점을 해결하기 위해서 그림 5와 같이 하나의 어댑터를 이용



그림 5 세가지 출력 정격 사양을 지원하는 단일 어댑터
Fig. 5 Single AC/DC adaptor supporting 3 rated output power

하여 여러 디바이스에 모두 사용할 수 있는 새로운 어댑터 개발이 요구되고 있다.

기존 어댑터의 경우 하나의 디바이스에 맞춰 설계되므로 하나의 출력 전압만을 제어하게 된다. 따라서 기존 어댑터 회로단 이외에 어댑터에 연결되는 부하 시스템을 검출하여 부하 시스템에 따라 어댑터의 출력을 변경하는 방법이 필요하게 된다. 이와 같은 기능을 구현하기 위해 부하 시스템과 어댑터 사이에 정보를 주고 받을 수 있는 별도의 케이블 및 정보를 생성하는 부하 감지 회로를 추가하여야 한다. 이는 시스템의 복잡도와 가격을 상승시키는 문제점을 야기하게 된다. 한편 동일 출력전압 사양에서 서로 다른 출력전류를 가지는 사양의 경우 과전류 보호 동작을 효과적으로 구현할 수 있는 새로운 제어 회로에 대한 연구가 필요하다.

5. 결론

다양한 형태의 모바일 디바이스가 등장하면서 단순 충전용 AC/DC 어댑터에 새롭게 요구되고 있는 출력 GND 잡음 사양 및 누설전류 사양에 대해서 살펴보고 개선 방향에 대해서 간단히 기술하였다. 더불어서 여러 모바일 디바이스를 지원하기 위해 부하 감지 시스템이 추가되는 어댑터의 기술적인 문제들에 대해서 알아보았다.

참 고 문 헌

- [1] 구제길, "대기전력 저감정책과 개발방향," 2009 대한 전자공학회 학술대회, pp1270-1271, 2009.
- [2] Energy Star Program, U.S. Environmental Protection Agency and the U.S. Department of Energy. Available: <http://www.energystar.gov/index.cfm?c=home.index>
- [3] ENERGY STAR Program Requirements for Single Voltage External AC-DC and AC-AC Power Supplies, Version 2.0, Energy Star Program, 2008.