

새로운 부하분담 기법을 적용한 저가형 POE 전원회로

최 윤, 정영진, 황민하, 오동성*, 한상규
국민대학교 전자공학과, 삼성전기*

A New Load Sharing Method for Low-Cost PoE

Yoon Choi, Young Jin Jung, Min Ha Hwang, Dong Sung Oh*, Sang Kyo Han
Dept. of Electronics Engineering, Kookmin Univ., *Samsung Electro-Mechanics Co.

ABSTRACT

본 논문에서는 저가형 PoE(Power over Ethernet)를 위한 새로운 부하분담기법을 적용한 스위칭 전원 회로를 제안한다. 기존의 PoE 전원회로는 Ethernet 채널 당 제한된 전력용량으로 인해 보다 큰 전력이 요구될 경우 채널별 DC/DC컨버터의 출력을 서로 병렬 접속하여 사용하고 있으며 각 채널별 부하를 동일하게 분담하기 위해 부하분담 IC 및 부가회로가 추가됨에 따라 회로 구조가 복잡하고 부피가 증대되는 단점이 있다. 제안된 PoE 전원회로는 이러한 문제를 해결하기 위해 병렬 연결된 채널 간 부하분담을 별도의 부가회로 없이 일정하게 제어할 수 있다. 제안 회로의 타당성 검증에 위해 이론적 분석 및 50W 급 시제품 제작을 통한 실험결과를 제시한다.

1. 서론

기존 원격 연결 장치 (무선 LAN 접근 포인트, IP 전화, IP 보안 카메라 등) 및 네트워크 장비는 전력 케이블과 데이터 케이블을 따로 설치하였다. 케이블 및 안정적인 전원 공급을 위하여 UPS(Uninterrupted Power Supply)등 추가 장비설치가 필요하고 그에 따른 비용도 기하급수적으로 증가하게 된다. 따라서 설치비용을 줄이면서 네트워크 성능의 감소 없이 네트워크 장비에 안전한 전력을 공급하기 위해 PoE(Power over Ethernet) 기술이 개발되었다. PoE란 Ethernet 위에 Power를 신는 것으로 데이터와 전원을 함께 단일 케이블로 공급하는 혁신적인 기술이다. 별도의 보조장비가 불필요하므로 설치비용의 감소 및 유지보수가 쉽다는 장점이 있어 산업네트워크에서 상당히 중요한 솔루션이며, 더 많은 Device들이 PoE에 부합할 수 있도록 연구되고 있는 상황이다.^[1] 따라서 향후 PoE 어플리케이션에 부합하는 차별화 기술 확보 및 제조 원가 절감을 통한 가격 경쟁력 확보를 위해 PoE 전원공급장치 개발이 필요하다. 본 논문은 기존의 PoE 전원회로를 분석하고 부피저감 및 제조원가를 획기적으로 절감할 수 있는 고성능 저가형의 PoE 전원 공급장치를 제안한다.

2. 본론

2.1 기존 PoE회로 분석

PoE 전원회로는 표준규격에 따라 5가지 Class로 나뉘게 되는데, 50W 급 PoE 전원회로의 경우, 한 컨버터에서 공급하는

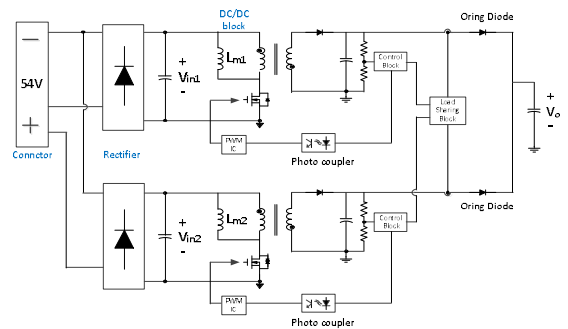


그림 1 기존의 PoE 전원회로
Fig. 1 Conventional power supply for PoE

전력이 25W로 제한 되므로 50 W의 전력을 부하에 공급하기 위해서는 2개의 DC/DC 컨버터를 병렬로 구동해야한다.

그림1은 기존의 PoE 전원회로를 보이고 있다. 만약 2개의 DC/DC 컨버터를 단순 병렬로 사용할 경우 다이오드의 Voltage drop 및 기생저항 등으로 인해 어느 하나의 컨버터에 부하가 치우치게 되며 이로 인해 해당 채널의 부담이 커지거나 수용 가능한 전력을 초과하게 되어 컨버터의 수명단축과 시스템 shut down을 초래하게 된다. 따라서 기존 PoE 전원회로의 경우 병렬 연결된 각 컨버터가 담당하는 부하의 평형을 위한 별도의 Load Sharing단과 각 출력 단을 하나로 묶기 위한 Oring 단이 필수적이다. 뿐만 아니라 Load Sharing단의 지령에 따라 각 컨버터를 개별적으로 제어해야 하므로 컨버터마다 Controller가 필요하며 이로 인해 소자 수 증가와 효율저하 및 원가 상승의 단점이 존재한다.

2.2 새로운 부하분담 기법을 적용한 PoE 전원회로

기존 PoE 전원회로의 문제점을 해결하기 위하여 그림2와 같이 새로운 부하분담 기법을 적용한 PoE 전원회로를 제안한다. 제안된 회로는 기존 회로와는 다르게 Flyback 컨버터의 출력 다이오드를 통해 다중 출력을 하나의 출력으로 묶기 때문에 별도의 Oring 다이오드가 필요 없으므로 추가적인 전압강하나 효율저하가 발생되지 않는다. 뿐만 아니라 별도의 Load Sharing을 위한 부가회로가 없어도 각 컨버터별 부하분담이 가능하므로 기존에 사용된 Load Sharing 전용 IC나 연산 증폭기(OP Amp)등의 소자가 필요 없게 되므로 원가 절감이 가능하다. 또한 기존 회로에서는 컨버터마다 Controller가 필요하였으나 제안회로는 하나의 Controller만으로 모든 동작이 가능하다.

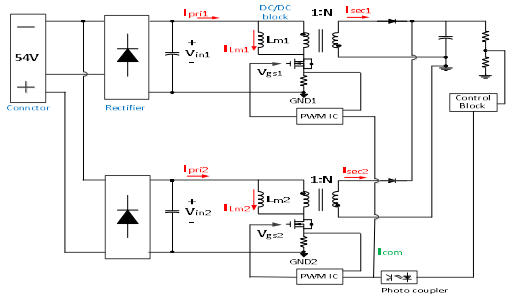


그림 2 새로운 부하분담 기법을 적용한 PoE 전원회로
Fig. 2 Proposed power supply for PoE

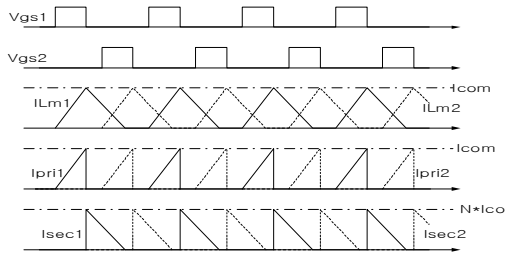


그림 3 제안된 부하분담 기법의 전류명령에 따른 주요파형
Fig. 2 Key waveform based on current command of proposed load sharing method

2.3 새로운 부하분담 기법의 동작원리

제안된 부하분담 기법은 Peak 또는 평균 전류모드로 동작하는 모든 SMPS에 적용이 가능하다. 그림3은 Peak 전류모드로 동작하는 DCM Flyback 컨버터의 경우를 일례로 들어 새로운 부하분담 기법을 적용한 제안회로의 1차 측 주요파형을 보이고 있다. Control단은 출력전압을 검출하여 이를 원하는 전압으로 제어하기 위한 전류 명령을 출력하며, 이는 다시 Photo Coupler와 같은 Isolator를 통해 전류명령 I_{com} 으로 변환되며 이는 1차 측 SMPS 구동을 위한 각각의 PWM IC에 동일하게 입력된다. PWM IC는 1차 측에 흐르는 전류의 Peak치가 입력된 전류명령 I_{com} 과 동일하도록 제어하므로 그림3과 같이 자화인덕터 전류(I_{Lm1}, I_{Lm2}) 및 1차 측 전류(I_{Pr1}, I_{Pr2})의 Peak는 동일하게 제어된다. 따라서 1차 측 전류가 서로 동일하게 제어되므로 2차 측 전류 Peak 또한 동일하며, 2차 측 다이오드가 모두 하나의 출력 전압(V_o)을 공유하고 있으므로 2차 측 전류의 기율기 또한 $N^2 V_o / L_m$ 으로 동일하므로 각 SMPS의 출력 전류의 평균은 입력전압에 관계없이 동일해진다. 결국 각 컨버터의 부하는 입력전압의 크기와 관계없이 동일하게 분담됨을 알 수 있다.

2.4 제안 PoE 전원 회로 실험결과

제안 회로를 50W급 2채널 PoE 전원회로에 적용하여 하드웨어 테스트를 진행하였다.

그림4와 그림5는 실험결과 제안회로의 half load와 full load일 때 각 DC/DC 컨버터의 1,2차 측 전류파형이다. 각 컨버터는 앞서 설명한 바와 같이 Peak 전류제어 모드로 동작하며 이에 따라 1차 측 전류 Peak는 동일하고, 출력전압을 공유하므로 2차 측 전류 Peak 역시 같으므로 실험파형에서 볼 수 있듯이 전 부하영역에서 부하분담이 이루어지는 것을 알 수 있다.

표1은 제안회로와 기존회로의 주요소자를 비교하였다. 제안회로는 부하분담을 위한 별도의 회로 및 IC가 필요 없으므로

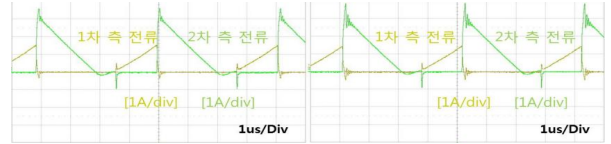


그림 4 제안 PoE 전원회로 Half load일 때 1,2차 측 전류파형
Fig. 4 current waveform of proposed PoE at Half load



그림 5 제안 PoE 전원회로 Full load 일 때 1,2차 측 전류파형
Fig. 5 current waveform of proposed PoE at Full load

표 1 제안 회로와 기존회로 주요소자 비교

Table 1 Comparison of major elements proposed circuit and conventional circuit

	제안 회로	기존 회로
Load sharing IC	-	1EA
Oring IC	-	1EA
PWM IC	2EA	2EA
Control IC	1EA	2EA
MOSFET	2EA	2EA
Diode	2EA	4EA

기존회로에 비해 주요소자수가 대폭 저감되는 것을 확인 할 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 통신 케이블에 정보와 전력을 같이 전달하는 혁신적인 기술인 PoE(Power over Ethernet)의 고성능 및 저가형 회로를 제안하였다. 기존 방식은 부하분담을 위해 전용 IC 및 부가회로, Oring 회로등이 추가되어 회로가 복잡하며 부피가 크고 생산 단가가 높은 단점이 있다. 이에 따라 새로운 부하분담 방식을 적용한 PoE 전원회로를 제안함으로써 부하분담 관련 IC 및 부가회로를 제거 할 수 있으며, 기존의 고가의 Interface IC 대신에 저렴한 PoE 전용 PWM IC만을 사용하여 원가저감에 유리한 장점이 있다. 또한 제안된 부하분담 기법은 PoE전원 회로 뿐만 아니라 다양한 어플리케이션에 적용가능할 것이라 사료된다.

본 연구는 삼성전기(주)의 연구비 지원과 지식경제부 및 정보통신 연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음
(NIPA 2012 H0301 12 2007)

참고 문헌

- [1] Haimeng Wu, Zhengshi Wang, Jiande Wu, Xiangning He and Yan Deng, "50W Power Device (PD) power in Power over Ethernet (PoE) system with input current balance in four pair architecture with two DC/DC converters", IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition(APEC), pp.575-579, Feb 2010.
- [2] TPS23754 Application note, "High Power/High Efficiency PoE Interface and DC/DC Controller", Texas Instruments, 2008.