

다 출력 Flyback 타입 전원공급장치의 전압 변동 현상 분석

서상욱, 박영호, 류승표
현대중공업 전력변환연구실

An Analysis of Voltage Regulation for Multi-output Flyback Switch Mode Power Supply Converter

Sang Uk Seo, Young Ho Park, Seong Pyo Ryu
Hyundai heavy Industries Electro Electric Systems Power Conversion Research Dep't

ABSTRACT

다 출력 Flyback 타입 전원공급장치(Switch Mode Power Supply)에서 제어 출력단과 비 제어 출력단 부하 차이로 인하여 비 제어 출력단 전압이 크게 상승하는 현상이 발생한다.

본 논문은 전원공급장치 트랜스포머 결합도가 비 제어 출력 전압 변동 상승에 미치는 영향을 분석하기 위해 다양한 트랜스포머 권선 방법을 제시하였고, 이를 실험을 통해 검증하였다.

1. 서 론

Flyback Converter는 회로 구성의 용이함, 동작구현을 위한 소자의 간소화, 시스템 절연등의 장점을 가진 토폴로지로서 전원공급장치(이하 SMPS)분야에서 널리 적용되고 있다. 다 출력 Flyback 타입 SMPS는 제어 출력단과 비 제어 출력단의 부하 차이 발생 시, 비 제어 출력단의 전압이 크게 상승하게 되어 출력단에서 전원을 공급받는 전력 및 제어 회로의 소자 파괴나 동작 오류 발생의 원인이 된다. 종래에는 비 제어 출력단의 전압 변동폭 감소를 위해 출력단 레귤레이터, 더미 저항, 결합 인덕터 등을 추가적으로 실장하는 방법이 제시되었다. 하지만, 추가 소자를 실장하는 경우 SMPS의 면적 증가 및 가격 상승의 단점이 있다.

본 논문에서는 별도의 추가 소자 없이 비 제어 출력단의 전압 변동폭을 감소시키기 위하여 SMPS 트랜스포머의 결합도를 변경하였다. 이를 위해 트랜스포머의 다양한 권선 방법을 제시하였으며, 실험 결과를 통해 권선 방법에 의한 전압 변동폭 감소 효과를 검증하였다.

2. 다 출력 Flyback Converter SMPS

다 출력 Flyback 타입의 SMPS는 태양광 발전용 PCS(Power Conditioning System)에 적용하기 위해 개발되었으며, 그림 1에 개략적인 블록도를 나타내었다. 개발된 SMPS의 스위칭 주파수는 65kHz로 동작하도록 설계되었고, 입력 전압 범위는 100V ~ 450V이다.

SMPS 내부 트랜스포머는 페라이트 코어와 16 Pin 보빈으로 제작하였으며, 각 핀의 설계와 기능을 표 1에 나타냈다.

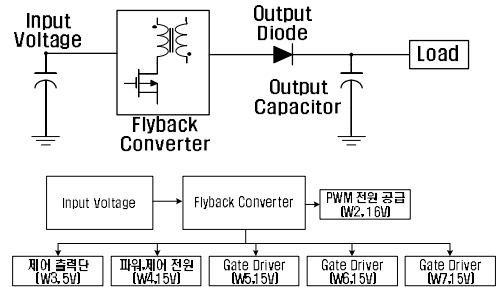


그림 1. 다 출력 Flyback 타입 SMPS

표 1. Flyback Converter 트랜스포머

핀	기호	기능	출력전압
Pin1 Pin3	W1	트랜스포머 1차측	
Pin5 Pin6	W2	PWM IC Chip 전원공급용	16V
Pin7 Pin8	W3	제어 출력단	16V
Pin9 Pin10	W4	파워/제어 회로 전원공급용	15V
Pin11 Pin12	W5	Gate Driver 전원 공급용	15V
Pin13 Pin14	W6	Gate Driver 전원 공급용	15V
Pin15 Pin16	W7	Gate Driver 전원 공급용	15V

Sample 1은 각 권선(W1 W7)을 내부로부터 외부로 순차적으로 감은 것이다. 설계된 트랜스포머의 권선 내부 단면도를 그림 2에 표시하였다.

다른 트랜스포머와의 비교를 위하여 기준 트랜스포머로 선정하였고 전압 변동 억제를 위하여 그림 2와 같은 다양한 권선 방법을 적용한 트랜스포머를 제작하였다. 제작 방법의 기준은 표 2에 나타내었다.

표 2. 다양한 권선 방법을 적용하여 제작한 트랜스포머

핀	내용
Sample1	기준 트랜스포머(순차적 권선 방법)
Sample2	제어 출력단과 비 제어 출력단의 결합도를 높인 경우
Sample3	1차측 권선과 비 제어 출력단의 결합도를 높인 경우
Sample4	Sample 1 + 1차측 권선 샌드위치 방식
Sample5	Sample 2 + 1차측 권선 샌드위치 방식
Sample6	Sample 3 + 1차측 권선 샌드위치 방식



그림 2. 트랜스포머 샘플 내부 단면도

3. 실험 결과

표 3은 각 샘플별 출력 전압 파형을 나타낸다. 실험은 100V 입력 조건에서 제어 출력단(W3)에 정격 부하를 인가하고, 비 제어 출력단을 최소 조건(무부하) 상태로 하여, 부하 차이를 발생시켜 수행하였으며, 적용된 PWM Chip은 Fairchild사의 FAN6755이다.

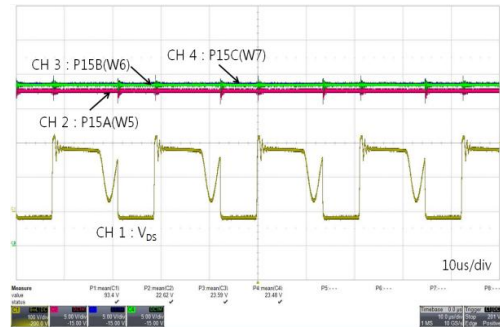
표 3. 각 Sample Transformer별 출력 전압

구분	비 제어 출력단 전압(V)			
	W4	W5	W6	W7
Sample 1	22.3	22.62	23.59	23.48
Sample 2	22.7	20.4	21.1	21.78
Sample 3	20.2	24.5	23.9	23.84
Sample 4	21.3	20	21.9	27.96
Sample 5	20.4	20.6	20.1	21.21
Sample 6	16.39	19.67	19.33	19.10

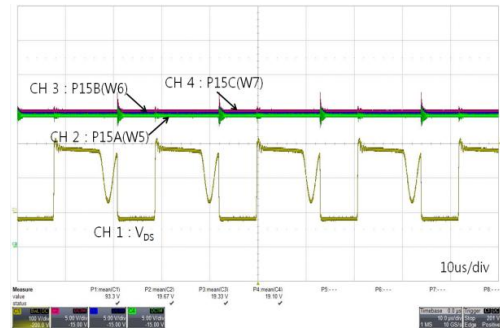
제어단 출력(W3)을 비 제어 출력단(W5, W6, W7)과 인접하게 권선하여 결합도 높은 Sample 2에서 출력전압 변동폭이 줄어들었다. 비 제어 출력단(W5, 6, 7)을 내부 1차측 권선(W1) 바로 다음에 결선하고 샌드위치 기법을 적용하여 결합도를 높인 Sample 6의 출력 전압 변동의 성능 개선이 제시된 권선 방

법 중 가장 높은 것을 확인하였다.

그림 3의 (a)는 위의 시험 조건에서 Sample 1을 적용했을 때 측정된 파형을 나타낸다. 부하 차이가 발생하는 경우, 비 제어 출력단의 전압 상승 현상이 발생하는 것을 확인할 수 있다. 그림 3의 (b)는 Sample 6을 적용하여 측정된 파형 결과이다.



(a) Sample 1 출력 파형



(b) Sample 6 출력 파형

그림 3. 트랜스포머 출력 전압 파형

4. 결론

다 출력 Flyback 타입 SMPS에서 트랜스포머 결합도가 2차측 출력 전압 변동에 영향을 주는 것을 실험을 통해 확인하였다. 따라서, 비 제어 출력단을 제어단 및 트랜스포머 1차측 권선과의 결합도를 증가시키면 출력단 전압 변동폭을 줄일 수 있다.

제한한 기술들을 이용하면 다 출력 Flyback Converter 타입 SMPS 뿐만 아니라 다른 컨버터 타입의 비 제어 출력전압 상승폭을 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

참고 문헌

- [1] C.Ji, K.M. Smith, and K.M. Smedley, "Cross Regulation in Flyback Converters:Analytic Model and Solution", Proceeding of the IEEE Power Electronics, Vol. 16, pp. 231 239, 2001
- [2] Jean Picard, "Under the Hood of flyback SMPS Designs", Texas Instruments Power Supply Design Seminar, 2010
- [3] Maksimovic, D. and Ericson, R., "Modeling of Cross Regulation in multiple output flyback converters", Proceeding of the IEEE Applied Power Electronics, Vol. 2, pp. 1066 1072, 1999