

# 선형 레귤레이터 제어기의 부하전류 정보를 이용한 다중출력 전원공급장치에서의 대기전력 저감회로 구현

이종현, 정안열, 박종후  
 숭실대학교

## For the multiple-output switching mode power supply implementation standby mode using the controller of secondary linear regulator

Jong-Hyun Lee, An-Yeol Jung, Joung-Hu Park  
 Soongsil University

### ABSTRACT

본 논문은 다중출력 스위칭 모드 전원 공급장치의 경부하 상태에서 2차측의 부하 전압안정을 위하여 일반적으로 사용하는 선형 전압조정기의 제어기 내 부하전류정보를 이용하여, 대기 모드를 구현함으로써 시스템의 효율을 향상 시켰다. 제안된 회로의 동작원리를 설명하고 이를 시뮬레이션을 통하여 확인하고 20W급 하드웨어 프로토타입을 이용하여 검증하였다.

### 1. 서론

환경문제와 에너지 절약에 대한 관심이 증가함에 따라 대기전력에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이중 다양한 내부전원 충족시키기 위한 다중출력 스위칭 모드 전원 공급장치(SMPS)의 대기전력에 관한 관심이 전기기기 가전부하들의 발전에 따라 증가하고 있다. 대기전력을 줄이기 위해서는 손실의 많은 부분을 차지하고 있는 스위칭 손실을 줄여야 하는데 이를 위해서 간헐적인 스위칭을 하는 Burst mode 제어가 필요하다.<sup>[1]</sup> Burst mode 제어 여부를 위해서는 모든 출력의 부하상태를 측정하여야 하며 이를 위해서는 일반적으로 부하전류를 측정하는 회로가 추가로 필요하다. 본 논문은 범용적인 다중출력 SMPS의 전압안정을 위한 선형 전압조정기 내부 제어기의 전류 정보를 이용하여 대기모드를 구현하였다.

### 2. 제안된 대기모드 구현방식

#### 1. 다중출력 스위칭 모드 전원공급장치 대기모드

그림 1은 범용 다중출력 SMPS에 가장 많이 사용되고 있는 플라이백 컨버터이다. 초기 기동시 저항  $R_s$ 에 의하여 PWM IC에 전원이 공급되고 MOSFET의 스위칭에 의하여 1차측의 에너지가 2차측과 1차측 보조권선으로 인가 된다. 이때 공급되는 전압은 Coupled inductor의 권선비에 의하여 결정되며 1차측과 2차측은 자기적으로 결합되어 있다.<sup>[2]</sup> 2차측 부하 변동시 2차측 피드백 출력  $V_1$ 은 전압변동을 측정하고 보상기를 통하여 오차를 증폭시킨후 이를 MOSFET의 시비율에 반영하여 전압을 조정한다. 기존의 다중출력 SMPS의 대기모드는 1차측 Coupled Inductor의 전류를 측정하여 대기모드로 동작할지의 여부를 결정한다. 그러나 이는 시비율이나 1차측 자화인덕턴스( $L_m$ )에 의해 정확한 값을 얻기 어려울 뿐 아니라 가격적인 측면 때문에 단점을 가지고 있다.

다중출력의 경우 전원의 부하의 상태가 제각각 다를 수 있다. 이 경우 그림 2에서와 같이 모든 부하의 상태를 측정하지

않을 경우 피드백 출력인  $V_1$ 이 경부하가 되면서 나머지 2차측 출력  $V_2, V_3, \dots, V_n$ 은 부하상태와 관계없이 대기모드로 들어갈 수 있다. 때문에 출력전압  $V_n$ 이 유지 되지 못하고 시스템의 오동작의 원인이 되므로 이를 억제하기 위해서는 각 출력의 부하정보를 모두 얻을 수 있어야 한다. 때문에 본 논문은 부하전압 안정을 위하여 2차측 출력단 앞에서 사용하는 선형 전압조정기내의 부하 전류정보를 이용하여 대기모드를 구현하였다. 대기모드로 전환시 Burst mode 제어를 통한 스위칭을 하도록 하여 스위치의 스위칭 손실을 줄여 대기전력을 줄였다.

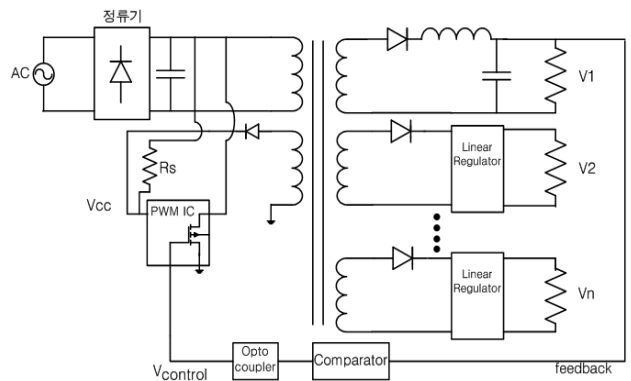


그림 1 다중출력 플라이백 컨버터

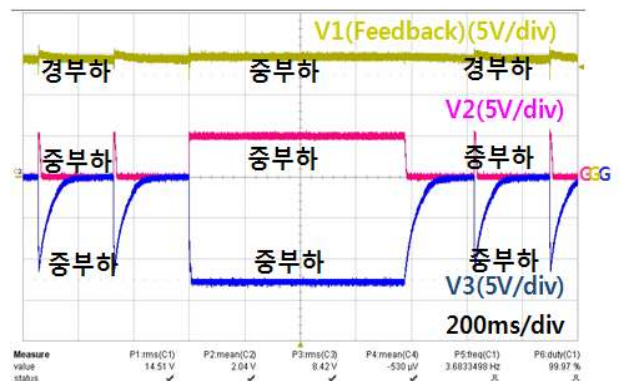


그림 2 피드백 전원 외 나머지 전원 중부하시 Burst mode로 인한 출력전압 감소파형

#### 2. 선형 레귤레이터 동작원리

입력 전압 또는 부하 변동에 관계없이 부하에 일정한 전압을 공급하는 가장 손쉬운 방법은 부하에 가변 저항을 연결하고 부하 양단의 전압이 일정 하도록 가변저항을 계속 조절하는

시리즈 리니어 레귤레이터를 구성하는 것이다. 여기서 가변저항은 트랜지스터와 같은 능동소자를 사용한다. 시리즈 레귤레이터는 아주 우수한 전압조절 특성과 뛰어난 동적특성을 가지며 노이즈 발생이 없다는 장점을 가지고 있다. 리니어 레귤레이터는 일반적으로 low drop형과 standard형의 두 가지로 나뉜다. 이 중 Low drop형은 single pnp회로를 이용하여 정상동작을 위한 스위치 전압 드롭을 최소화 할 수 있는 장점을 가지고 있다.<sup>[3][4]</sup> 그림 3은 LDO Regulator의 구성도이다. 부하 변동시 출력전압이 변동하고 이에 비교기의 네거티브 입력이 변동하여  $Q_1$ 과  $Q_2$ 의 베이스 전류를 조절하여 부하쪽으로 흐르는 전류를 조절하여 일정전압으로 조정한다. 이와 같이 부하전류의 정보를 레귤레이터 내의  $Q_1$ ,  $Q_2$ 의 베이스전류 정보를 통하여 알 수 있다.

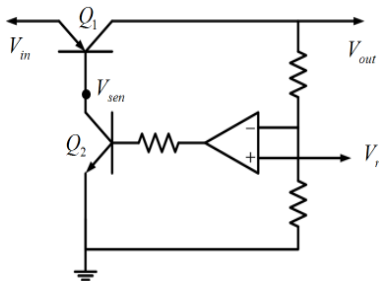


그림 3 LDO regulator 회로도

### 3. 대기모드 구현

그림 4는 제안된 회로의 기본구성도 이다. 정상모드시 LDO regulator의 부하 전류정보  $V_{sen}$ 가  $V_{ref}$ 와 비교되어 모두 경부하가 아님이 판단되면  $Q_s$ 는 Turn on 되고  $V_D$ 는  $R_1$ 과  $R_2//R_3$ 에 의해서 분압되어 결정된다. 결정된  $V_D$ 에 의하여 Optocoupler의 전류가 결정되면 일정한  $V_{control}$  전압이 결정된다. 대기모드시는 각 출력의 LDO regulator의 전류정보를 OR gate로 묶어 모두 경부하로 판단되면  $Q_s$ 가 Turn off 되고  $R_1$ 과  $R_2$ 에 의해서 분압된 증가된  $V_D$ 는 Optocoupler의 전류를 감소시켜  $V_{control}$ 은 PWM IC에 대기모드를 요청한다.

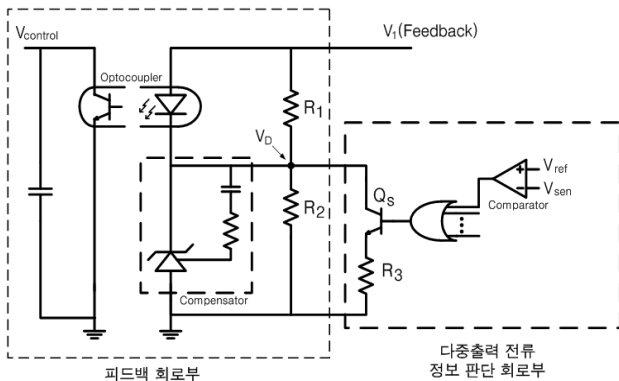


그림 4 Burst mode 구현을 위한 제어부

### 3. 실험결과

제안된 기법을 3개의 출력을 가진 20W급 하드웨어 프로토타입을 이용하여 검증하였다. 그림 5와 6는  $V_1$ 과  $V_3$ 를 경부하로 유지하고  $V_2$ 의 부하를 중부하에서 경부하로 변화시키 나타나는 파형이다. 모든 출력전압의 부하상태가 경부하시 동

작시  $V_{control}$ 이 감소하게 되고 이에 시비율 감소로 인한 출력전압이 감소가 이루어진다. 일정 전압 이하로 감소시 스위칭을 하여 출력전압을 일정수준으로 유지하는 것을 확인 할 수 있다. 때문에 간헐적 스위칭으로 인한 스위칭 손실을 줄일 수 있어 시스템 전체의 효율을 증가 시킬 수 있다.

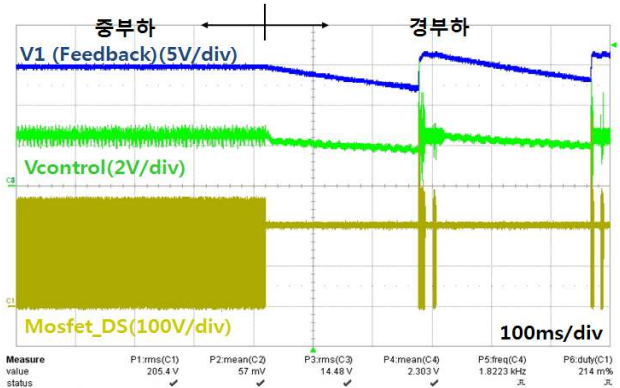


그림 5 제안된 기법에 의한 Burst mode 파형

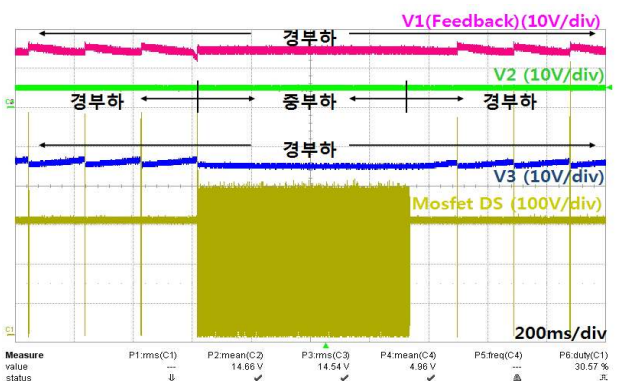


그림 6 부하 가변시 출력전압의 변화

### 4. 결론

본 논문에서는 다중출력 2차측 출력의 전압 안정을 유지하면서 모든 부하가 경부하시에만 burst mode로 동작되기 위한 회로를 구현하였다. 2차측 출력에 있는 선형 레귤레이터 내부의 피드백 보상기의 출력 전류정보를 이용하여 모두 경부하시에만 손쉽게 대기모드로 전환하는 기법을 하드웨어를 이용하여 실험으로 검증 하였다. 제안된 방법의 경우 대기모드시 스위칭 손실을 별도의 외부회로 없이 손쉽게 줄일 수 있어 대기전력을 줄이는데 보다 효과적임을 확인하였다.

이 논문은 (주)삼화양행의 “고효율 저가형 태양광발전 PCS 개발” 연구비 지원에 의하여 연구 되었음

### 참고 문헌

- [1] Hang-Seok Choi, D.y Huh "Techniques to minimize Power Consumption of SMPS in Standby Mode", PESC '05, IEEE 36th, Oct, 2006
- [2] N.Vazquez, H.Lopez, C.Hernandez, H.Calleja "Multiple-Output DC-to-DC based on the Flyback Converter", CIEP 2008 11th IEEE International, 2008
- [3] Chester Simpson, "Linear and switching voltage Regulator Fundamentals", National Semiconductor
- [4] 박종후, 최성진, 조보형 "개선된 TFT-LCD모니터 백라이트 용 저가의 2단 인버터" 전력전자학술대회 논문집 2000. 11.