

## 스위칭 모드 파워 서플라이 건전성에 대한 진단

### A Fault Diagnosis on the Switching Mode Power Supply

백 승 찬\*, 이 진 호\*\*, 오 병 주\*\*\*, 이 영 훈\*\*\*\*

Seung Chan Baik\*, Jin Ho Lee\*\*, Byung Joo Oh\*\*\*, Yung Hun Lee\*\*\*\*

**Abstract** - This paper proposes a method of fault diagnostics on switching mode power supply. When the error of switching mode power supply cannot be found when the conventional diagnostics is performed, this proposed method first performs diagnosis on the switching mode power supply strictly to judge the operating condition. This method analyzes the PWM wave which depends on the load change, to make sure the feedback control of the power supply to diagnosis the operation of the power supply system.

#### 1. 서론

오늘날의 전자 제어 기기는 작고 성능이 우수한 제품이 요구되고 있다. 그래서 전자 제어 기기에서 상당한 부피를 차지하고 있는 전원 공급 장치의 소형화는 필수적이다. 전원 공급 장치의 소형화를 위해 스위칭 파워 서플라이가 광범위한 분야에서 사용되고 있다.

제철, 발전 설비 등 중요 기간산업 설비는 정기적인 예방 정비 점검을 실시한다. 이 중 스위칭 파워 서플라이의 고장은 주 제어 설비의 전원 상실을 초래하기 때문에 특별한 진단 기술이 필요하다. 하지만 기존의 설비 진단 기술인 소자 기능 시험, VI 곡선을 통한 부품 열화 진단 시험, 부하 시험 등을 통해서도 발견하기 어려운 애러가 존재한다.

본 논문에서는 기존의 스위칭 모드 파워 서플라이의 진단 방식으로는 점검하기 어려운 애러 제어를 위해 PWM (Plus Width Modulation) 파형을 분석하여 피드백 제어가 적절하게 동작하고 있는가를 통해 고장 진단을 수행하는 방식을 제시한다.

#### 2. 관련연구

##### 1.1 스위칭 파워 서플라이

소형화, 경량화, 대용량이 요구되는 민수용 및 산업용 기기

에서 기존의 일반적인 전원 방식은 용량에 한계가 있고 또한 부피나 무게가 상당히 커지게 되므로 사용상 제약이 따르게 된다. 기존 전원 방식인 시리즈 레귤레이터 방식은 상용 주파수(50Hz~60Hz)를 이용한 방식으로 효율과 무게, 용량 면에서 사용상 제약이 따른다. 이러한 점을 개선하고 대체하기 위하여 새로운 기술로 발전 되어진 것이 스위칭 모드 파워 서플라이 전원 방식이다. 이 방식은 상용 주파수를 DC로 변환하고, 이것을 높은 주파수(수십 kHz~수백kHz)로 변경하는 방법을 사용하기 때문에 이에 따른 고난도의 기술이 필요하다. 주파수를 변환 시켜주는 PWM 방식으로 전원 이용률을 극대화함으로써 높은 효율을 나타내며 경제성면에서도 기존의 방식에 비해 높은 경쟁력을 가진다. 또한 전원의 안정도가 크게 향상 되어진다[1].

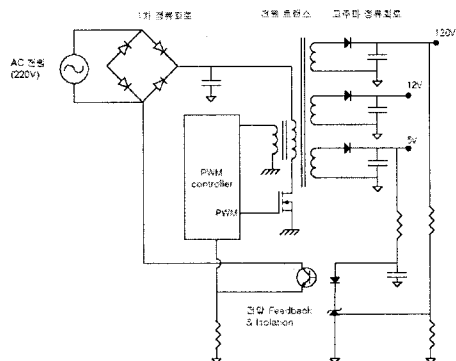


그림 1. 일반적인 스위칭 모드 파워 서플라이

Fig 1. General Switching Mode Power Supply Circuit

#### 저자 소개

- \* 백 승 찬 : 한남대학교 국제 IT 교육센터
- \*\* 이 진 호 : 타워 엔지니어링 기술 개발 팀장
- \*\*\* 오 병 주 : 한남대학교 전자공학과 교수
- \*\*\*\*이 영 훈 : 한남대학교 전자공학과 교수

### 1.2 일반적인 진단기술

스위칭 모드 파워 서플라이의 일반적인 진단 기술은 전원을 인가하지 않은 상태에서의 시험과 전원을 인가한 상태에서의 시험이 있다. 전원을 인가하지 않은 상태에서의 시험은 육안점검, 개별 소자 동작 시험, V-I 곡선을 통한 부품 열화 상태 시험 등이 있고 전원을 인가한 상태에서의 시험은 부하 시험과 무 부하 시험이 있다[2][3].

그림 2는 전원을 인가하지 않은 상태에서의 V-I 곡선을 통한 부품 열화 상태 시험 파형이고 그림 3은 전원을 인가한 상태에서 50% 부하 리플 시험 파형이다.

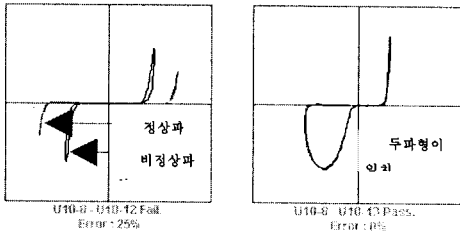


그림 2. V-I 부품 열화 진단 시험  
Fig 2. Fault Diagnosis of V-I Trace

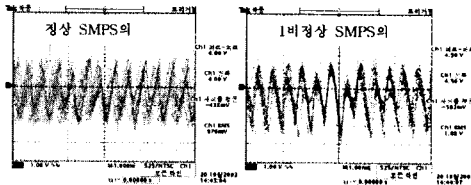


그림 3. 50% 부하 리플 시험  
Fig 3. Ripple Waveform at 50% Load

### 3. PWM 파형분석에 의한 진단

일반적으로 스위칭 모드 파워 서플라이 고장 진단 시 V-I 곡선을 통한 부품 열화 상태 점검 및 부하 시험, 무 부하 시험의 출력 파형 분석을 많이 사용한다.

그림2의 경우에는 약 2.5V의 구형파 또는 정형파를 인가하기 때문에 고 전압, 전류에서의 손실에 대하여는 정확한 진단이 어렵다. 또한 IC의 경우 제조사마다 내부구성이 약간씩 다르기 때문에 실제 같은 기능을 하는 IC이더라도 V-I곡선이 서로 다르게 나타나는 경우가 있어서 양부판정이 어렵다.

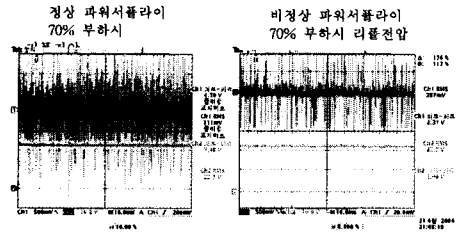


그림 4. 70%부하 리플전압 및 출력전압  
Fig 4. Ripple and Output Voltage at 70% Load

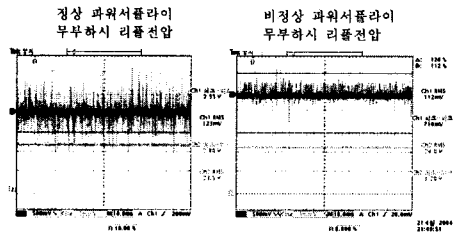


그림 5. 무부하 리플전압 및 출력전압  
Fig 5. Ripple Voltage and Output Voltage at 0% Load

부하에서 리플 전압 및 출력 전압 측정을 통해 그림 4, 5의 오른쪽 그림은 출력 전압과 리플전압이 양호한 상태처럼 보이고 왼쪽 그림은 출력파형이 불안정하여 불량한 것처럼 보여서 불량하다고 판정될 수도 있다. 그러나 그림 4, 5의 오른쪽 그림의 파워서플라이는 정비가 필요한 파워서플라이이고 왼쪽 그림의 파워서플라이는 사용상에 전혀 문제가 없었다. 따라서 일반적인 진단 기술로 양부 판정이 정확하지 않을 경우가 존재한다는 것을 알 수가 있다.



그림 6. 부하인가후 전원상실시험 출력파형  
Fig 6 Out of Power Test for 24 hour

그림 4, 5의 비정상 파워 서플라이에 대해 일반적인 진단 기술로 이상이없다고 판정하여 사용하던 중 작동한지 22시간 만에 전원상실이 발생하였다. 그림 6은 그림 4, 5의 비정상 파워 서플라이를 50% 부하와 플리커(Flicker) 신호에 의한 릴레이 구동을 통해 전원 상실 시험을 한 결과, 그림 6에서와 같이 전압이 0V로 떨어져서 부적합 판정이 되었다.

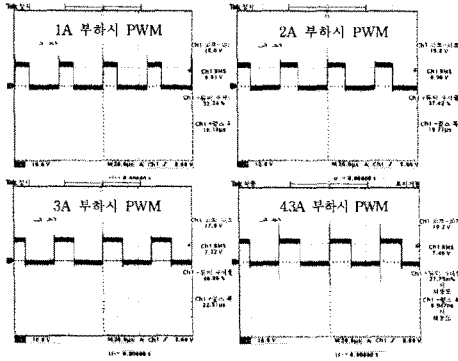


그림 7. 부하증가시 정상 PWM 파형

Fig 7. Increasing Load, Seeing Normal PWM Waveform

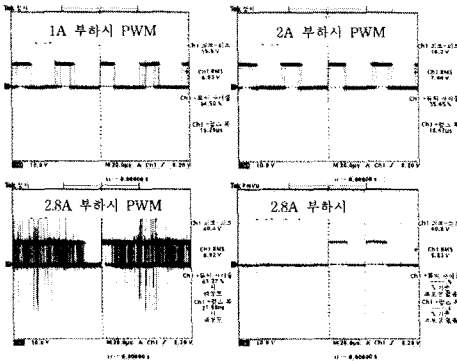


그림 8 부하증가시 비정상 PWM 파형

Fig 8. Increasing Load, Seeing Abnormal PWM Waveform

그림 7, 8은 스위칭 모드 파워서플라이의 출력측에 1A~4.3A 까지 부하를 변화시키면서 PWM 파형의 왜곡 발생 여부를 시험한 파형이다. 그림 7은 부하증가에 따른 정상적인 PWM 파형이고 그림 8은 그림 6의 전원상실시험에서 문제가 발생한 스위칭 모드 파워서플라이에 대한 부하변화 시 PWM 파형분석이다. 2.8A 부하에서 파형 왜곡이 발생하였는데 PWM을 통한 피드백 제어가 원활하게 되지 않았기 때문에 전원 상실이 발생 한 예이다.

스위칭 모드 파워서플라이의 건전성 진단시 PWM 파형 분석을 통해 피드백 제어가 원활하게 되어지는 가를 점검하는 것이 필요하다.

#### 4. 결론

스위칭 모드 파워서플라이의 동작방식은 상용 주파수를 DC로 변환하고 이를 전자소자의 스위칭 동작으로 고주파 구

형파형대로 변환하여 트랜스포머에 전달한다.이 때 PWM 파형의 왜곡이 발생하면 스위칭소자의 스위칭 타이밍 왜곡이 발생하므로 트랜스 1차 측 전원파형의 불균형이 발생하여 출력 불안정의 원인이 된다. 그러나 출력 측의 저역통과 필터의 영향으로 출력파형의 왜곡은 어느 정도 보상이 되어지기 때문에 부하시험 시 출력파형을 통한 양부 판정을 하기가 더욱 어렵게 된다.

따라서 스위칭 모드 파워서플라이의 정밀점검을 실시하여 양부 판정을 결정할 때 일반적인 진단기술 외에도 부하 변화에 따른 PWM 파형 분석을 통해 피드백 제어가 원활하게 되고 있는가를 점검해야 보다 정확한 진단을 할 수 있다.

#### 참 고 문 헌

- [1] <http://www.seungjun.co.kr>. "SMPS의 개요".
- [2] 한국서부발전(주) 보수 및 정비지침서.
- [3] 한국서부발전(주) 품질보증 구매 시방서.

\*알림: 본 논문은 과학기술부 지역협력연구사업 지원으로 수행되었음.(R12-2003-004-03001-0)