

고조파 발생을 위한 5[KVA]급 AC Power Source 개발

최문규, 유재근, 이상익, 전정채, 최규하, 목형수
건국대학교

Development of 5[KVA] AC Power Source for Harmonics Generation

M. G. Choi, J. G. Yoo, S. I. Lee, J. C. Jeong, G. H. Choe, H. S. Mok
Konkuk Univ.

ABSTRACT

Recently the harmonic generation has declined electricity quality and has bad influence on the electrical installation including OA(Office Automation), FA(Factory Automation), IT(Information Telecommunication) devices and so on. The study of harmonics be greatly interested in diagnosis accident with harmonics was not merely guesswork but clarify the cause by experimental data at these days.

Therefore, it is necessary development of AC power source for correct experiment with reliable data. In this paper, we realized the AC power source that can produce and compose harmonics for analysis of accident with harmonics.

1. 서론

최근 들어 고조파를 합성시키거나 전압과 주파수를 가변할 수 있는 전원장치들을 이용하여 생산되는 제품, 장비, 설비 등이 테스트하거나 시험하는데 많이 사용되고 있다. 또한 자동생산라인의 공정 일부에 들어가는 디바이스들을 라인에 적용하기 이전 전압과 주파수 변동에 디바이스 등의 제품들이 적합한지에 대한 시험 및 테스트 등을 할 때도 많이 사용되고 있다.^[1,2]

고조파 전원발생장치는 단상 및 삼상 교류전압과 전류 출력, 주파수 가변, 고조파 파형합성 전압과 전류의 출력을 주 기능으로 한다.

본 연구에서 개발한 고조파 전원발생장치는 AC정현파를 입력전원으로 사용하는 전원입력부, 입력된 AC전원을 DC로 변환하는 전력변환부, 전압·전류를 측정하는 센서로 구성되는 신호 입력부, 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환부, 연산기능과 주변장치를 제어하는 디지털 신호처리부, 디지털 신호를 아날로그로 변환하여 외부로 출력을 내보내는 D/A변환부, 주파수변

환과 정현파에 고조파 파형을 합성하는 제어부, 고조파 전원발생장치 자체적으로 전압과 전류, 주파수, 상 등의 값을 조작하는 조작부 및 출력표시부, 본체를 제어할 수 있는 PC(Personal Computer)와 연결할 수 있는 RS232 통신부 등으로 그림 1과 같이 구성된다.

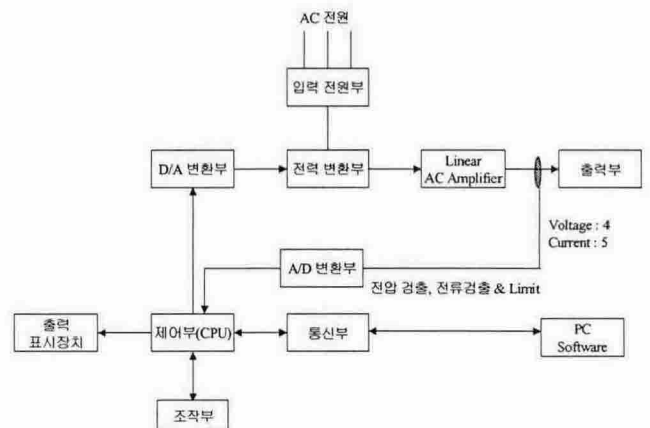


그림 1 고조파 발생장치 기본 블록다이어그램
Fig. 1 Basic diagram of Harmonics generator

2. 고조파 전원발생장치의 개발

2.1 개발사양

표 1과 같이 국외 2개 업체의 사양을 비교하여 살펴본 결과를 바탕으로 하여 개발하고자 하는 스펙을 결정하였다. 입력전원은 단상 220V 또는 삼상 220V로 결정을 하였으며, 개발하고자 하는 고조파 전원발생장치의 출력전압은 250V_{RMS}, 출력전류는 전원발생장치의 크기와 무게등을 고려하여 각각의 상별로 8A가 출력될 수 있도록 결정하였다. 출력 주파수는 주파수 합성이 가능하도록 하였으며 가변할 수 있는 주파수의 범위는 고조파 전원발생장치에 사용될 디바이스들의 특성 등 여러 가지를 고려하여 45~999Hz로 결정하였다. 그리고 개발하고자 하는 고조파 전원발생장치 자체적으로도 동작이 가

표 1 국외 2개 업체 사양 비교

Table 1 Spec comparison of the foreign company

구분 \ 제작사	P사	E사
출력용량(VA)	4500	5250
출력형태	1 ϕ , 3 ϕ	1 ϕ , 3 ϕ
출력 최대 전압(VRMS)	135VRMS (L-N)	312VRMS (L-N)
출력전류(ARMS)	12A (Per Phase)	6.5A (Per Phase)
입력주파수 범위	20~5,000 Hz	40~5,000 Hz
고조파	51차수까지 입력	-
controller interface	RS232C, GPIB	GPIB

능하지만 PC를 이용한 동작도 가능하도록 하기 위하여 RS232C 통신포트를 삽입하였다.

또한, 고조파 전원발생장치를 하나의 PCB 보드로 설계 및 제작하지 않고 삼상 AC 정현파 전압의 입력과 각종 IC소자들의 전원공급을 위한 모듈, AC전원을 입력받아 각종 전자부품의 DC 전압을 공급하기 위한 전력변환모듈, 고조파 파형발생을 위한 주파수 컨트롤 모듈, 전원발생장치의 용량을 고려한 전원용량 모듈, 연산기능과 주변장치를 제어하는 디지털 신호처리부, 전원발생장치의 PROTOTYPE에서 조작하거나 컴퓨터를 이용하여 고조파 전원발생장치의 전압, 전류, 주파수 가변 등을 조작할 수 있도록 신호를 제어하는 모듈, 내부에서 설정된 디지털 데이터를 외부로 출력시킬수 있도록 변환시키는 D/A 변환부 등으로 구성하였다.

2.2 전력변환 모듈의 설계 및 개발

본 연구에서 개발한 고조파 전원발생장치의 전력변환·신호발생회로 보드는 그림2와 같고, 모듈의 동작은 AC정현파 전압을 입력받아 Isolation 변압기를 거쳐 noise 필터를 통과한 후 제어보드의 신호를 받아 동작하는 SCR 정류기를 통과하는 전력변환 과정을 거쳐 DC 전압을 발생시키게 된다. 이때 발생한 DC 전압은 전력변환 및 신호발생회로 내에 있는 각종 IC들의 V_{CC} 에 전원을 공급하고, 인버터에도 신호를 공급하게 된다.

또한 고조파 전원발생장치에서는 PWM 인버터 제어 방식을 이용하여 삼상 AC 고조파 전원을 출력시킨다.

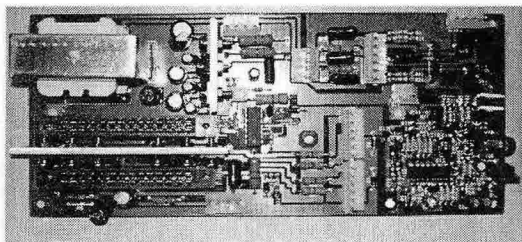


그림 2 전력변환신호발생 모듈 회로 보드
Fig. 2 A module circuit board for power conversion and signal generation

고조파 전원발생장치의 전압 용량은 회로는 heatsink를 붙인 power TR을 병렬로 연결하여 구성하였으며 전원발생장치용량 증설의 편리성을 도모하기 위하여 Module 1개를 500VA 용량으로 제작하였다. 또한 전원발생장치의 용량을 증설하려면 회로도에 나타난 것처럼 Module을 필요한 용량에 맞게 계산하여 Module을 병렬로 추가하면 된다.

2.3 신호발생 모듈 설계 및 개발

외부에서 들어올 수 있는 노이즈를 노이즈 필터로 제거한 후 SCR정류기를 거쳐 입력되는 전력변환부와 연결된 신호발생 모듈은 전압과 전류를 제어할 수 있는 신호를 발생시켜주는 모듈이다. 신호발생 모듈은 인버터 파워에 필요한 PWM 신호를 발생시켜주고, 이 신호는 인버터의 게이트 신호로 사용된다.

인버터의 출력전류를 제어하기 위하여 인버터 출력단에 전류 CT와 전압 센서를 설치하여 인버터에서 출력되는 전압과 전류를 센싱한 후 신호발생 회로에서 전압·전류의 출력을 제어한다. 그리고 회로에서 획득된 디지털 신호를 아날로그 신호로 변환하기 위하여 AD7253에 입력하게 된다. AD7253에 의하여 변환된 아날로그 신호는 노이즈가 있기 때문에 이를 제거하기 위하여 OP Amp로 구성된 노이즈 필터를 통과하여 노이즈를 제거한다. 이 노이즈가 제거된 신호는 전압과 전류제어기로 입력되어 인버터의 출력전압과 전류를 조절하게 된다.

주파수 컨트롤 회로는 4 digit digital thumb 스위치로 디지털 신호를 발생하고 이 신호는 frequency divider에 의해 분주하게 되며, 고조파 전원발생장치에 디스플레이 장치를 연결하였을 때 외부 디스플레이로 신호가 입력되어 그 값이 디스플레이 되는 기능을 갖는 회로가 된다.

그림 3은 고조파 전원발생장치 자체적으로 전압과 전류, 주파수, 상 등을 조작하는 조작부와 전원발생장치 본체를 제어할 수 있는 컴퓨터를 선택할 수 있도록 Manual기능과 Computer 사용 기능으로 S/W를 구성하였다. 또한 Manual기능을 선택하였을 경우 고조파 파형을 발생시킬 수 있도록 EPROM 27C256에 프로그래밍 하였다.

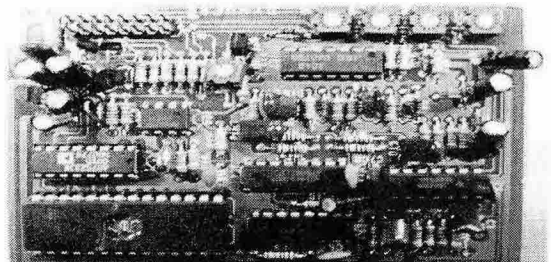


그림 3 신호선택 회로 보드
Fig. 3 A circuit board for signal selection

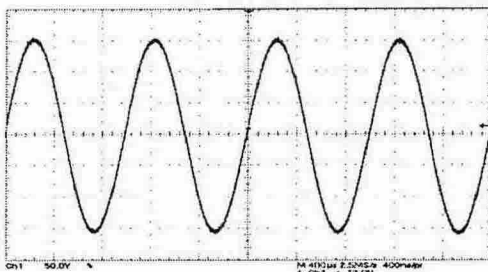
2.4 제어 모듈 설계 및 개발

고조파 전원발생장치의 제어모듈은 전력변환을 거치고 인버터로 출력되는 전압과 전류를 검출하여 출력전압과 전류를 설정된 값으로 조정하여 주는 역할, 외부 출력장치와 데이터 교환, 컴퓨터와 통신할 수 있도록 통신부와의 데이터 처리 전원발생장치 자체 Manual값의 신호처리 등을 담당한다. 이러한 신호처리는 DSP를 사용하여 신호를 처리하며, DSP 주변의 다른 디바이스들은 PLD를 이용하여 제어한다. 고조파 전원발생장치에 사용된 DSP는 FFT계산 등 여러 가지의 연산을 고려하여 50MHz로 설계·장착되었다. DSP는 디지털 신호처리 분야에서 실시간으로 매우 빠른 연산을 수행할 수 있도록 개발된 마이크로프로세서이다. 본 연구에서 사용한 DSP는 TI(Texas Instruments)사의 TMS320C32PCMA50으로 50MHz로 동작하는 32bit 부동소수점 연산방식의 마이크로프로세서이다.

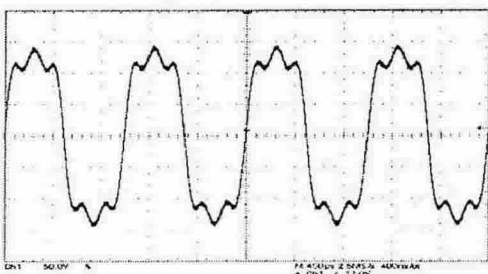
3. 실험결과

그림 4는 개발한 고조파 전원발생장치로 실험한 실측파형을 보여준다. 이전에 조사했던 상용 전원측에서의 고조파 발생 비율을 고려하여, 우선적으로 1·3·5 고조파의 파형만을 실험하였다.

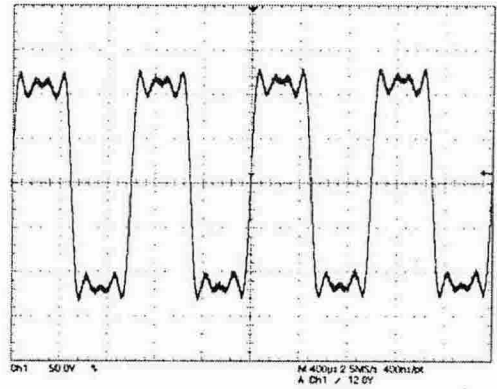
이를 자세히 보자면 (a)는 순수정현파형만을 나타내었으며, (b)에서는 3고조파(20%)와 5고조파(15%)를 합성한 파형을 나타내었다. 마지막 (c)에서는 3고조파(30%), 5고조파(20%) 그리고 7고조파(20%)의 측정된 합성파형을 나타내었다. 이를 통해 거의 오차가 없는 합성고조파 파형의 5[KVA] 고조파 전원발생장치를 검증하였다.



(a) 측정된 정현파형



(b) 35고조파 합성



(c) 35고조파 합성

그림 4 고조파 전원발생장치 실측파형
Fig. 4 Measured waveforms of AC Power Source for Harmonics

4. 결론

본 논문에서는 고조파로 인한 사고의 특성을 분석하기 위해 고조파를 발생하고 합성할 수 있는 5[KVA]급 AC Power Source 장치를 구현하였다. 우선적으로 장치에 대한 개발 배경과 하드웨어에 개발을 위한 스펙 기준을 서술하였으며, AC단에서 DC 거쳐 다시 AC단으로 출력되는 전력변환 모듈에 대해 나타내었다. 그리고, 신호발생 모듈과 제어 모듈의 설계 및 개발에 관해 고찰하였다. 마지막으로 실험된 측정을 통해 AC Power Source를 검증하였다.

향후, 고조파 합성의 파형의 오차율을 더 줄이고, 개발된 AC Power Source를 통해 차단기의 동작특성에 관한 연구를 진행해 나갈 계획이다.

이 논문은 산업자원부의 연구비 지원에 의하여 연구되었습

참고 문헌

- [1] Richer, C. M., Carti, E. G., Pinheiro, H., Hey, H. L., Pinheiro, J. R. and Grundling, H. A., "A Three-Phase AC Power Source using Multi variable Repetitive Robust Model Reference Adaptive Control", IEEE, pp 2300-2305, 2003
- [2] Kay-Soon Low, "A DSP-Based Variable AC Power Source", IEEE Transaction on Instrumentation and Measurement, Vol. 47, No. 4, pp 992-996, 1998