

3상 전압 새그 발생장치 설계 및 구현

정선용, 이일용, 차한주
충남대학교 전기공학과

Design & Implementation of Three-phase Voltage Sag Generator

Sunyong Jung, Ilyong Lee, Hanju Cha
Chungnam National University

ABSTRACT

정밀한 작업 공정을 요구하는 산업 현장의 전압 새그 보상이나 각종 장비의 전력 품질 시험을 하기 위해서는 전압 새그 발생의 환경 조건이 필요하다. 그러나 3상 계통 전압은 사용자가 임의로 전압 새그를 발생시킬 수 없기 때문에 장비의 성능 검사 및 각종 시험을 하기가 어렵다. 현재, 여러 가지 전압 새그 보상장치가 개발되고 있으며 이러한 장비의 성능을 검증하기 위해서는 가격이나 품질 면에서 우수한 전압 새그 발생기가 필요하다. 전압 새그 발생기를 통한 시험으로 전압 새그 보상장치의 신뢰도 향상과 예기치 못한 상황에 대한 대책을 강구할 수 있다. 본 논문에서는 전압 새그의 크기와 위상, 그리고 발생하는 구간을 조절할 수 있는 3상 전압 새그 발생장치를 설계하고 그 동작을 3kVA 프로토타입을 제작하여 확인하였다.

1. 서론

첨단 산업의 발달로 인해 뛰어난 성능과 견고함을 갖춘 전압 새그 보상장치가 요구되며, 이에 따라 다양한 방식으로 개발되고 있다. 만약 반도체 공정이나, 의료기기, 컴퓨터, 자동화기기, 신규도입 장비 등에서 전압 새그가 발생하면 그로 인한 피해가 막대하기 때문에 새그 보상장치의 성능 시험을 위해서는 가격이나 품질 면에서 우수한 새그 발생기가 꼭 필요하다. 본 논문에서 소개되는 전압 새그 발생장치는 사용자가 원하는 크기와 위상, 그리고 발생 구간을 조절할 수 있는 3상 전압 새그 발생기의 전반적인 구성과 필요한 기법에 대하여 설명하고 있다.

2. 3상 전압 새그 발생장치

2.1 3상 전압 새그 발생장치의 구조

전압 새그 발생장치의 동작에 필요한 기법으로는 PLL과 IGBT의 스위칭 동작에 대한 4단계 전류기법 기술이 요구된다. 정상상태에서는 계통전압이 부하에 인가되고, 새그 발생 시에는 슬라이더스를 경유한 새그 전압이 부하에 연결된다. 스위칭 소자로는 IGBT를 사용하였고, Common collector의 양방향 스위칭 회로로 구성하였다. 전압 새그의 크기 조절은 가변이 가능한 3상 슬라이더스를 사용하였고, 각 중성선은 서로 연결한 구조이다. IGBT의 게이트 신호는 DSP2808을 사용하여 PWM

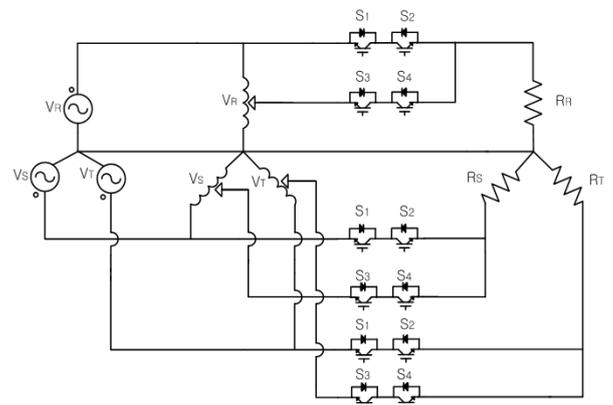


그림 1 3상 전압 새그 발생 장치의 구조
Fig 1 Structure of three-phase voltage sag generator

신호를 발생하여 스위칭 동작을 하고 있다. 그림 1은 3상 전압 새그 발생장치의 구조를 나타낸다.

2.2 4단계 전류기법

계통전압과 새그 전압이 상보적으로 부하에 인가되지 않고 양쪽 모두 턴온 되면 선간 단락회로에 의한 과전류로 스위칭 소자가 파괴될 우려가 있다. 또한 턴오프될 때 유도성 부하 전류의 환류경로를 없애고 과전압의 원인이 된다. 이것은 IGBT 스위칭 소자가 이상적이지 않기 때문에 일어나며, 양방향 스위치의 전류방식에 대한 구체적인 연구가 필요하다. 본 논문에서는 4단계 전류기법을 적용하였고, 전류방향의 정보를 알아내기 위해 전류센서를 사용하였다. 그림 2는 Common collector를 가진 양방향 스위치의 구조이고, 그림 3은 $I > 0$ 일 때 전류방향에 따른 IGBT의 스위칭 동작 순서를 파형으로 보여준다.[1]

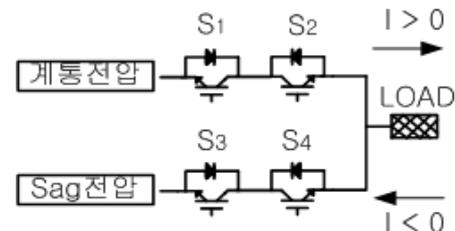


그림 2 Common collector 양방향 스위치의 구조
Fig 2 Structure of bi-direction switch

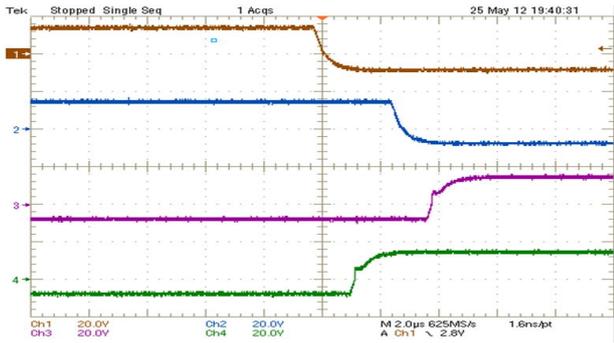


그림 3 $I > 0$ 일 때 IGBT 스위칭 동작 순서
Fig 3 Sequence of switching operation then $I > 0$

2.3 PLL 기법

전압 새그를 원하는 위상에서 발생시키기 위해서는 계통의 위상과 주파수를 추종하는 것이 매우 중요하다. 본 논문에서는 전압센서를 이용하여 계통의 전압을 센싱하고, 수집된 3상 입력 전압을 d q변환을 통해 V_{ds} , V_{qs} 를 검출하여 위상차를 보상하고 PI제어를 통해 추종위상과의 차를 적분기를 통해 더해주어 계통 전압의 위상각을 추종하게 된다. 그림 4는 PLL 블록 다이어그램 이다.[2]

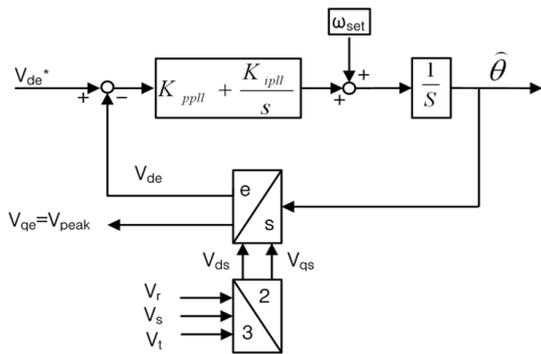


그림 4 PLL 블록 다이어그램
Fig 4 PLL block diagram

2.4 전압 새그 발생장치의 프로토타입

그림 5는 3상 전압 새그 발생장치의 전체적인 설계를 보여주는 프로토타입이다. DSP2808이 장착된 FPGA보드, 전류센서, 게이트 드라이버, 스위칭 소자 IGBT의 구성으로 되어 있다.

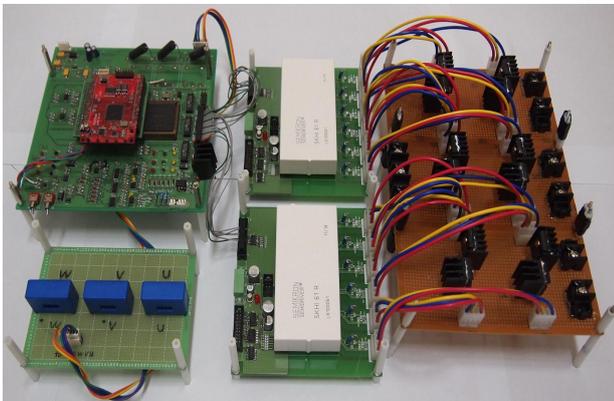


그림 5 3상 전압 새그 발생장치의 프로토타입
Fig 5 Prototype of three-phase voltage sag generator

2.5 시뮬레이션 및 실험 결과

Psim 프로그램을 이용하여 시뮬레이션으로 3상 전압 새그의 출력파형을 확인하였다. 그림 6은 시뮬레이션 조건으로 새그 발생 시점을 5ms, 새그 위상 90도, 새그 구간 50ms로 시뮬레이션 한 결과이다. 계통전압이 220V일 때 50%의 전압 새그로 설정하여 원하는 출력파형을 확인할 수 있었다. 그림 7은 단상 전압 새그 발생 실험세트를 구성하여 50% 새그가 90도에서 발생하고 280도에서 복원되는 실험 파형을 나타낸다.

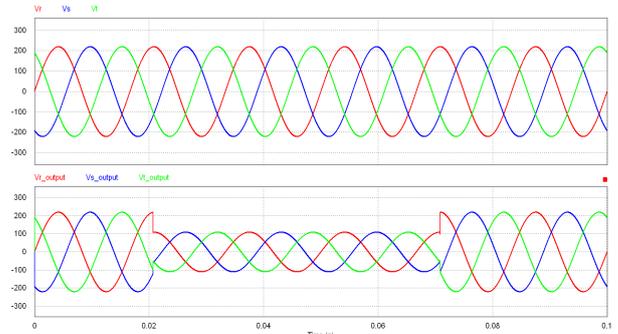


그림 6 3상 전압 새그의 출력 파형
Fig 6 Output waveform of three-phase voltage sag

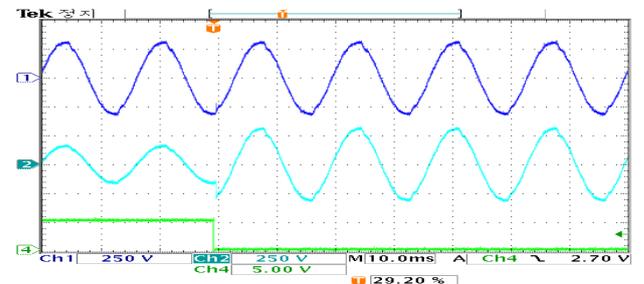
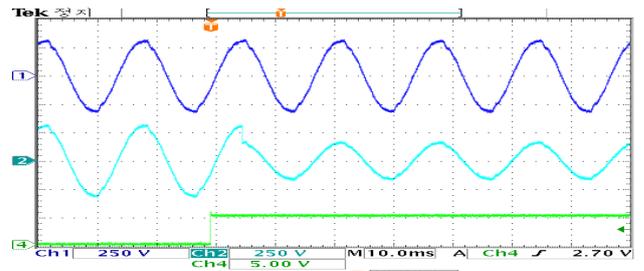


그림 7 단상 전압 새그의 출력 파형
Fig 7 Output waveform of single-phase voltage sag

3. 결론

본 논문에서는 전압 새그 보상장치의 성능과 품질을 시험하기 위한 3상 전압 새그 발생장치를 설계 및 구현을 소개하였다. 전압 새그의 크기를 임의로 변경할 수 있으며, 전압 새그가 발생하는 위상과 구간을 조절하여 원하는 실험결과도 확인할 수 있었다. 제한한 3상 새그 발생장치는 구조가 간단하고 고신뢰도이며 저렴한 비용으로 제작할 수 있다.

참고 문헌

- [1] 충남대학교 전기공학과, "고효율 매트릭스 컨버터 설계" 최종보고서, 2010.11
- [2] 채승우, "계통연계형 3상 멀티스트링 태양광 PCS 기술 분석", 2010.07