

# 13.2kV급 반도체 변압기의 초기 기동을 위한 배터리 기반 셀프 전원 장치

임정우, 조영훈

건국대학교 전기기계 및 전력전자연구실

## Self power equipment on battery for initial starting of 13.2kV SST(Solid State Transformer)

J.W Lim, Y.H. Cho

Power electronics laboratory, Konkuk Univ.

### ABSTRACT

This paper is presents a initial starting of SST with high voltage level source. Rush current flowing as difference between capacitor level and grid level can crush the whole system. Thus, industries have used initial constituted by resistance and relay. However the initial circuit used in industries can't apply high voltage application due to isolation and economic feasible problems. Therefore many countries study method can charge capacitor with another voltage sources. Also this paper introduce method charging primary side capacitor efficiently.

반도체 변압기는 위의 그림과 같이 구성되며, 크게 계통의 전압을 정류하는 정류부와 절연형 고주파 변압기의 입출력을 담당하는 인버터, 컨버터 그리고 일반 가정용 전압을 출력하는 대용량 인버터로 구분할 수 있다.

### 2.1 커패시터 결선

본 연구의 반도체변압기 입력전압은 13200V이기 때문에 일반적으로 양산되고 있는 산업용 단일소자만으로는 정격전압 운전이 불가능하다. 따라서 계통의 입력전압을 분산하여 정류할 수 있도록 모듈화한 능동정류기를 CASCADE형식으로 결선하여 전압제어를 실시한다.

### 1. 서론

본 논문은 고전압계통(13.2kV)과 연계되어 작동하는 반도체 변압기의 초기기동에 대한 논문이다. 초기기동시 방전된 커패시터와 계통의 전위차로 발생하는 돌입전류는 시스템의 고장을 일으킬 수 있다. 산업에서는 초기 돌입전류의 크기를 줄이기 위하여 저항과 릴레이를 이용한 초기충전회로가 널리 사용되고 있다. 하지만 일반적인 초기충전회로는 절연, 경제성등의 문제로 고전압 어플리케이션에 바로 접목하여 사용하기 어렵다. 따라서 국제적으로는 추가적인 전압원을 이용하여 정류커패시터의 전위를 상승시키는 제어방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.<sup>[1]</sup> 본 논문에서는 배터리 전원장치와 1차측의 인버터스 위칭제어를 통하여 효과적으로 커패시터를 충전하는 기법을 소개한다.

### 2. 시스템구성

#### 2.1 반도체 변압기 구성

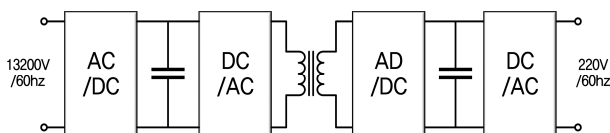


그림. 1 반도체 변압기 기능구성도  
Fig. 1 SST functional block diagram

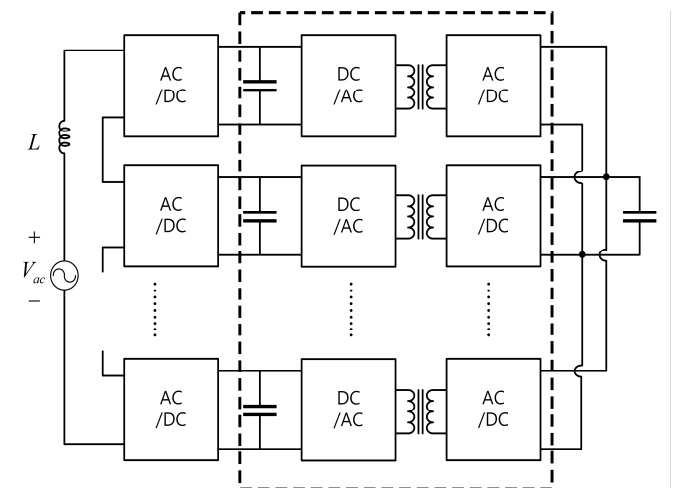


그림. 2 SST세부 구성도  
Fig. 2 Detail diagram of SST

#### 2.1 셀프전원장치 결선

초기충전을 위한 셀프전원 장치는 위 그림 2에서 변압기 2차측 출력단에 결선되어야만 변압기의 승압비를 활용할 수 있으며 동시에 가정용 전압을 출력하는 인버터의 DC-link를 충전할 수 있어 효과적으로 충전시스템을 사용할 수 있다. 아래 그림은 배터리기반 셀프전원장치의 결선을 보여주고 있다.

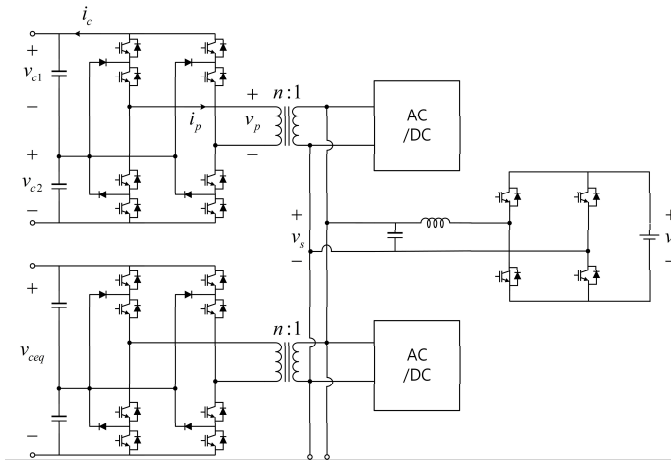


그림. 3 셀프전원장치가 결선된 SST 2차측  
Fig. 3 Secondary of SST with self power equipment

### 3. 초기 충전

#### 3.1 전원장치 전압제어

셀프전원장치는 출력전압 제어가 가능하기 때문에 2차측에 흐르는 전류를 제한할 수 있다. 따라서 전원장치의 출력의 전압레벨을 점진적으로 증가시켜 과도한 돌입전류를 방지해야 한다. 셀프전원장치의 전압제어기는 PI제어기를 이용하였다.

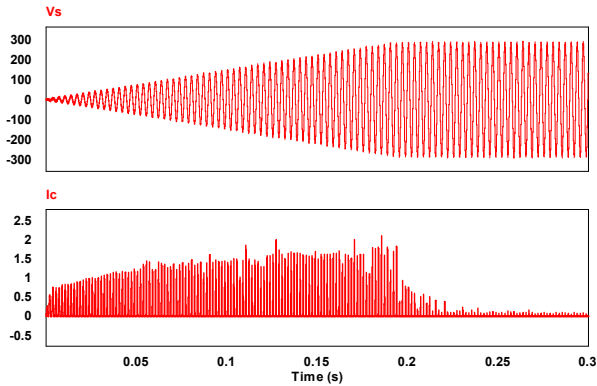


그림. 4 셀프전원장치 출력전압과 커패시터 전류  
Fig. 4 Output of self power supply and capacitor current

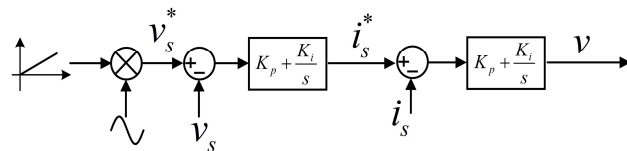


그림. 5 셀프전원장치 제어기구성  
Fig. 5 Controller of self power supply

#### 3.2 1차측 스위칭

그림 3과 같은 회로에서 1차측 인버터가 스위치를 끈 상태에서 셀프전원의 전압을 인가받게 될 경우에는 직렬커패시터의 전압( $v_{eq}$ )이 배터리전압과 변압기 턴비의 곱이 된다. 하지만 셀프전원의 전압위상에 따라 1차측 3레벨 인버터를 스위칭 할 경우에는 최대 2배의 전압레벨을 정류할 수 있다. 다음 그림은 위상에 따라 변화하는 2차측 인버터의 스위칭을 보여주고 있다.

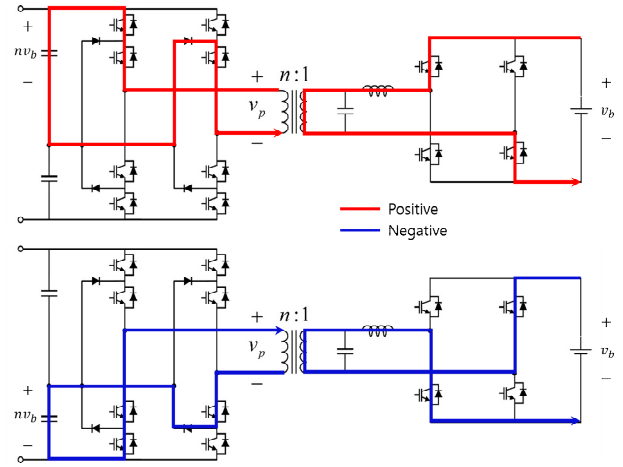
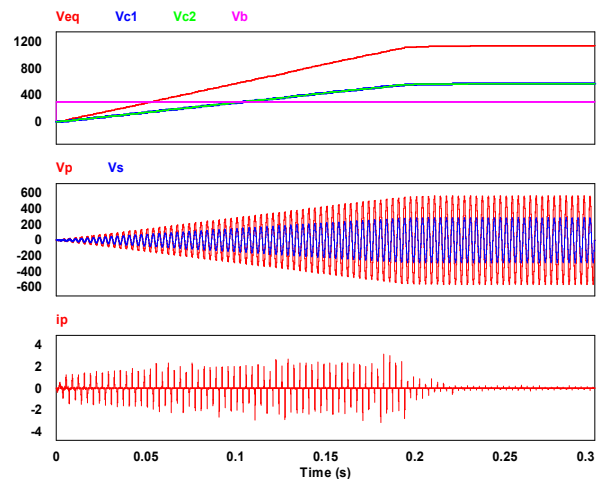


그림. 6 셀프전원장치 위상에 따른 1차측 스위칭  
Fig. 6 Primary side switching belong self power supply phase

### 4. 시뮬레이션

시뮬레이션은 그림 3의 회로에서 5개의 스택을 이용하여 진행하였으며 결과는 직렬커패시터 전압, 각 커패시터 전압, 배터리 전압, 변압기 1,2 차측 전압 그리고 1차측에 흐르는 전류를 나타내었다. 커패시터의 전압레벨은 계통전압레벨과 스택의 개수를 고려하여 설정해야 하며, 본 연구에서는 직렬커패시터의 초기전압레벨을 1000V이상으로 설정하였다.



### 5. 결론

추가적인 셀프전원장치를 이용하여 커패시터를 안정적으로 충전하는 것을 검증하였으며, 차후 실험을 통한 검증이 진행될 예정이다.

이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 한국연구재단에서 부여한 과제번호 : 2014R1A1A2058883)

### 참고 문헌

- [1] Mainali, Krishna, et al. "Start-up scheme for solid state transformers connected to medium voltage grids." Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), 2015 IEEE. IEEE, 2015.