

# 계통 사고 발생시 전압 변동을 최소화 하기 위한 계통연계형 PCS의 제어 기법

정재헌, 권창근, 노의철, 김인동, \*김흥근, \*\*전태원  
부경대학교, \*경북대학교, \*\*울산대학교

## Control of Grid Connected Type PCS to Minimize Voltage Disturbance at Line Fault

Jae-Hun Jung, Chang-Keun Kwon, Eui-Cheol Nho, In-Dong Kim, \*Heung-Geun Kim, \*\*Tae-Won Chun  
Pukyong National Univ., \*Kyungpook National Univ., \*\*University of Ulsan

### ABSTRACT

This paper describes a new method for the seamless operation mode transfer of a PCS with minimized voltage disturbance. The proposed method provides reduced STS turn off time after line fault and smooth mode change between current and voltage control of the PCS. The usefulness of the method is verified through simulations with the consideration of the time delay in detecting a line fault and SCR turn-off time.

### 1. 서론

최근 마이크로그리드에 관한 연구가 다양한 관점에서 진행되고 있다.<sup>[1]</sup> 마이크로그리드를 구성하는 분산 전원 혹은 에너지 저장장치들은 분산 전원의 특성에 따라 전압원으로 혹은 전류원으로 동작한다. 특히 계통과 연계하여 운전하고, 필요시 단독으로 그리드에 전력을 공급하는 계통연계형 PCS의 경우에는 두 가지 동작모드로 운전 할 수 있어야한다. 계통과 연계하여 운전하는 마이크로그리드는 계통연계형 PCS와 계통과 PCS를 분리시켜주는 STS로 구성하거나, 신·재생에너지원의 출력 특성에 따라 에너지 저장장치를 추가로 구성하기도 한다.

본 논문에서는 계통연계형 PCS가 계통과 연계되어 전류원으로 동작하고 있는 상황에서 계통사고 발생 시 전압원 동작으로 모드전환 하는동안 그리드 내의 부하에 전력 외란이 발생하는 구간을 신속하게 제거하는 PCS 제어 기법을 제안한다. 계통과 마이크로그리드를 분리시켜주는 SCR로 구성된 STS를 계통연계형 PCS에서 제어하는 것으로 가정하고, 사고 발생시 점으로부터 STS로 턴오프 신호가 전달되는데 걸리는 시간과 STS의 턴오프 시간을 고려하여 시뮬레이션을 함으로써 제안하는 방법의 타당성을 입증하였다.

### 2. 계통사고 발생시 PCS 제어 기법

#### 2.1 사고발생시 STS에 흐르는 사고전류 특성

그림 1 에 본 논문에서 제안하는 PCS 제어 기법을 시뮬레이션하기 위한 마이크로그리드 시스템을 나타내었다.

본 논문에서 다루고자 하는 마이크로그리드 시스템은 하나의 계통연계형 PCS와 그리드내의 부하 및 계통과 PCS를 분리

시켜주는 STS로 구성된 시스템이다. 표 1 에 시뮬레이션 파라미터를 나타내었다.

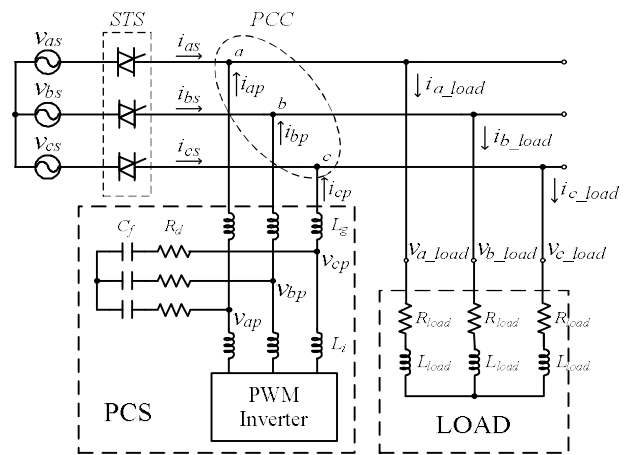
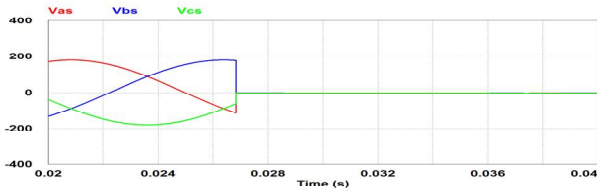


그림 1 시뮬레이션 회로도

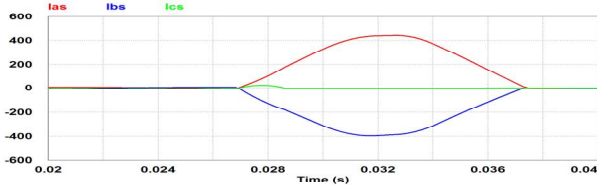
표 1 시뮬레이션 파라미터

파라미터	값
$L_i, L_g$	1 mH
$C_f$	4 uF
$R_d$	4 $\Omega$
$R$	5.1 $\Omega$
$L$	8.5 mH
$V_{ab}, V_{bc}, V_{ca}$	220 Vrms

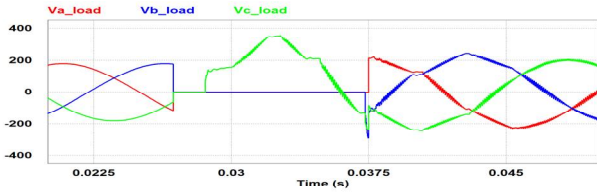
그림 2 는 계통에 정전사고 발생시 PCS를 전류모드에서 전압모드로 전환한 경우 STS에 흐르는 전류파형이다. 그림 2-(b)에 나타난 것처럼 SCR로 구성된 STS의 경우 STS에 턴오프 신호가 인가되더라도 STS에 흐르는 전류가 영전류가 되어야 턴오프가 이루어지며, 3상의 STS가 모두 턴오프되는 시간까지 계통의 사고전압이 PCS의 출력단에 걸리게 되어 PCS의 전압모드 제어 동작이 불안정하게 된다. 사고발생시 정격전류의 약 15배의 사고전류가 흐르게 되며, 사고전류가 흐르는 동안 그리드내의 부하에는 심각한 전력외란이 발생한다.



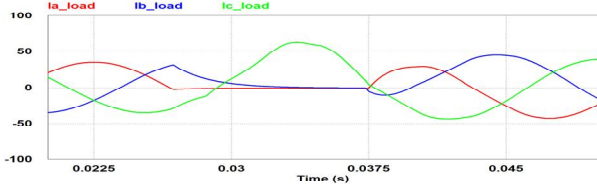
(a) 계통 전압 파형



(b) 사고 발생 전후의 STS 전류 파형



(c) 그리드 내의 부하 전압 파형



(d) 그리드 내의 부하 전류 파형

그림 2 계통사고 발생시 전압, 전류 파형

## 2.2 STS 차단시간 최소화 기법

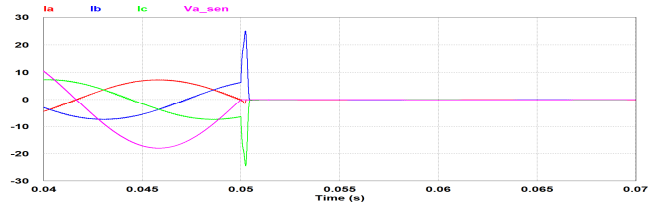
본 논문에서 제안하는 방법은 STS를 가능한 신속하게 턴오프 시킴으로써 PCS의 전압모드 제어가 불안정한 구간을 최소화 하는 것이다. 사고 발생시 STS에 흐르는 전류의 극성에 대하여 PCS에서 같은 극성의 전압을 발생함으로써 STS에 흐르는 전류를 신속히 제거하는 기법이다. 예를 들어 사고 발생시 점에서  $i_{as}$ 가 양이면 PCS a상의 출력을 양 극성의 전압( $V_{DC}/2$ )을 발생하여 사고전류를 단시간에 영전류가 되게 한다.

## 3. 시뮬레이션 결과

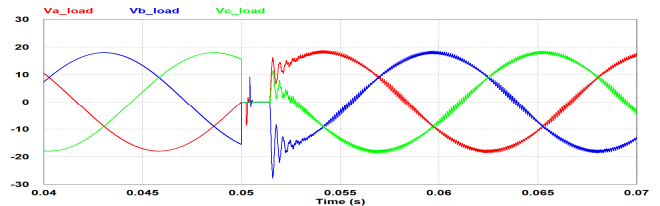
제안한 PCS 제어 기법을 이용하여 시뮬레이션을 수행 하였다. 표 1에 나타난 조건을 동일하게 사용하였으며, PCS에서 계통의 사고를 판단하는데 걸리는 시간과 SCR로 구성된 STS의 턴오프 특성을 고려하여 시뮬레이션 모의는 다음과 같이 하였다.

- PCS는 10kVA의 전력을 생산하여 부하에 8kVA를 공급하며 나머지 전력을 단위 역올로 계통에 전달한다. 8kVA, 2kVA로 공급.
- 50ms 시점에 계통에 정전 사고 발생.
- STS에 턴오프 신호가 전달되는 시간은 200us라고 가정.
- STS의 턴오프 후 재트러거를 방지하기 위하여 1ms 동안 PCS의 출력전압 유지.

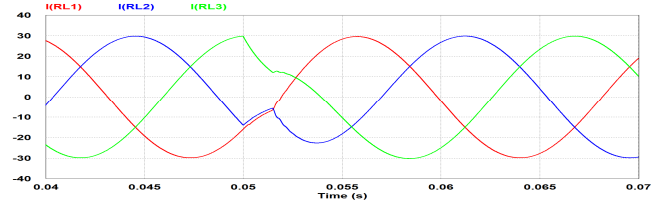
그림 3은 시뮬레이션 결과 파형이며 각 상의 전압은 1/10배의 크기로 나타내었다. 제안한 PCS 제어 기법을 사용한 경우 그림 3-(a)에 나타난 것처럼 STS에 흐르는 사고전류가 빠르게 영전류가 되는 것을 확인할 수 있다. 이로 인하여 그림 3-(b)와 3-(c)에 나타난 것처럼 전력외란이 발생하는 구간이 크게 감소하였다.



(a) 사고 발생 전후의 STS 전류 파형



(b) 그리드 내의 부하 전압 파형



(c) 그리드 내의 부하 전류 파형

그림 3 PCS 제어 기법을 사용한 경우 전압, 전류 파형

## 4. 결론

본 논문은 계통사고 발생시 전압 변동을 최소화 하기 위한 계통연계형 PCS의 제어 기법에 관한 것이다. 계통사고 발생시 계통과 PCS를 분리하기 위하여 STS에 턴오프 신호가 전달된다. 하지만 SCR로 구성된 STS는 영전류가 되어야 턴오프되는 특성을 가지고 있기 때문에 사고전류가 흐르는 동안 그리드내의 부하에는 심각한 전력 외란이 발생하게 된다. 본 논문은 STS의 신속한 턴오프를 위하여 사고 발생시 PCS의 발생 전압을 제어하는 기법을 제안하였으며, 실제 계통연계형 PCS에서 고려되어야할 사고 검출 시간과 SCR의 턴오프 타임을 고려하여 시뮬레이션을 수행하였고, 제안하는 기법의 타당성을 입증하였다.

본 연구는 2011년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 연구 과제입니다. (NO. 20111020400260)

## 참고 문헌

- [1] 김동익, 이동춘, 김홍근, "LCL 입력 필터를 갖는 PWM 컨버터의 궤환 선형화 제어", 전력전자학회논문지, 제 13권 제 1호, pp. 55-62, 2008. 2.