

# PCS의 전류제어모드와 전압제어모드의 전환기법

정재현, 박해영, 노의철, 김인동, 김흥근\*, 전태원\*\*  
 부경대학교, \*경북대학교, \*\*울산대학교

## Current and Voltage Control Mode Transfer Method for PCS

J.H. Jung, H.Y. Park, E.C. Nho, I.D. Kim, H.G. Kim\*, T.W. Chun\*\*  
 Pukyong National University, \*Kyungpook National University, \*\*University of Ulsan.

### ABSTRACT

This paper describes a new method for the seamless operation mode transfer of a PCS. The proposed method provides reduced STS turn off time and smooth mode change between current and voltage control of the PCS in case of line fault. The usefulness of the method is verified through simulations.

### 1. 서론

최근 신재생 에너지에 대한 관심이 증가하고 있으며 이와 함께 마이크로그리드에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 마이크로그리드를 구성하는 PCS는 전류모드와 전압모드의 두 가지 모드로 동작하는데, 여기서는 계통연계운전 시에는 전류모드로 동작하다가 사고로 계통과 분리되어 독립운전 동작시에는 전압모드로 전환되는 경우에 대하여 새로운 방식의 모드 전환기법을 제안하고자 한다.

마이크로그리드와 계통의 연결점에는 SCR로 구성된 STS가 존재하는데, 이는 마이크로그리드나 계통의 사고 발생 시 계통과 마이크로그리드를 분리해주는 역할을 하게 된다. 하지만 영전류가 되어야 스위치가 턴오프되는 SCR의 특성으로 인하여 실제 계통의 사고 발생 시 계통 주파수의 반주기 동안 사고 전류가 흐르게 되며 이로 인하여 PCS의 전압모드 동작은 제어 불가능한 상태로 된다.

본 논문에서는 STS에 흐르는 사고 전류를 PCS의 출력 전압을 이용하여 최단시간에 제거하는 방법을 제안한다. 이를 통하여 PCS의 전압모드 제어가 불가능한 구간을 단축시키고 부하에 외란이 지속되는 시간을 민감 부하의 동작에 영향을 미치지 않는 전원 주파수의 1/2 이내로 단축시켰다. 일반적인 PCS 제어기법과 제안하는 방법의 시뮬레이션 결과 파형을 비교 분석하여 타당성을 입증하였다.

### 2. 순간정전 시 STS의 사고전류 특성

#### 2.1 시스템 구성

그림 1은 하나의 PCS를 가지는 마이크로그리드의 시스템도이며 표 1에 그림 1의 소자 파라미터를 나타내었다.

본 논문은 계통의 순간정전 사고 발생 시 PCS의 전류모드에서 전압모드로 전환하는 기법에 관한 것이므로 PCS의 LCL

필터( $L_{f1}$ ,  $L_{f2}$ ,  $C_f$ )와 댐핑 저항( $R_d$ )의 값은 기존의 논문을 참고하여 결정하였다.<sup>[1]</sup>

계통 선간 전압은 220[Vrms]이며 50[ms] 지점에서 계통에 정전 사고가 발생하는 것으로 하였으며 사고를 검출하여 STS에 턴오프 신호 명령을 보내기까지 40[us]의 시간이 걸린다고 가정하였다.

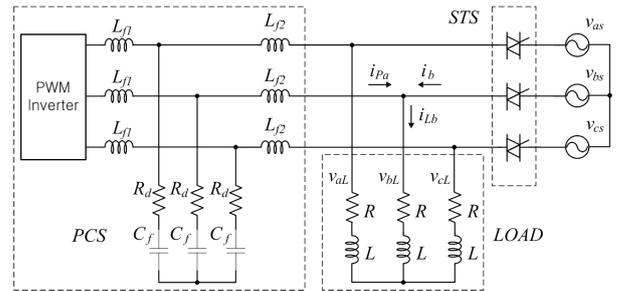


그림 1 PCS의 그리드 접속도

표 1 시스템 파라미터

	소자	파라미터
필터	$L_{f1}$	2 [mH]
	$L_{f2}$	900 [uH]
	$C_f$	4 [uF]
	$R_d$	4 [ $\Omega$ ]
부하	R	4.1[ $\Omega$ ]
	L	6.8 [mH]

#### 2.2 계통 사고 모의 시뮬레이션

계통 사고 모의는 다음과 같다. 그리드 내에 10[kVA] 지상 역률 0.85의 부하가 있다. 이 부하는 계통과 PCS로부터 전력을 공급받고 있으며 또한 PCS는 계통전원의 역률을 1로 제어하는 전류모드로 동작하고 있다. 사고발생 시각과 계통으로부터 받는 전력의 크기에 따라서 사고전류가 흐르는 상과 사고전류의 크기가 다른데 여기서는 계통에서 공급받는 전력이 2[kW], 6[kW]인 2가지 경우에 대한 시뮬레이션 하였으며 사고전류가 큰 상의 전류파형과 전압파형, 부하의 상전류와 상전압을 분석하였다. 그림 2에 계통의 b상 상전류와 상전압 파형을 나타내었다.

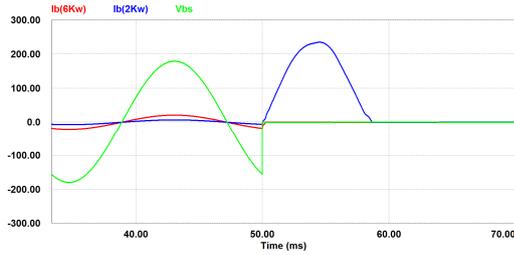


그림 2 순간정전 발생시 계통의 b상 상전류와 상전압

PCS의 DC링크 전압을 이상적인 전압원으로 가정했기 때문에 그림 2에서 사고 전류는 200[A]를 초과하게 된다. 하지만 실제의 PCS에서 공급할 수 있는 전류는 정격전류의 1.2배 정도로 설정되기 때문에 실제 계통에 사고가 발생하게 되면 STS에 흐르는 사고전류가 증가하기 전에 PCS가 정지되는 상황이 발생하게 되며 그리드 내의 부하에 전력을 공급받지 못하게 된다. 그림 3은 같은 상황에서 b상 부하의 상전류와 상전압 파형을 나타내었다.

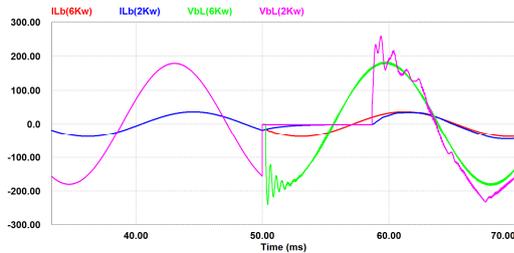


그림 3 순간정전 발생시 부하의 b상 상전류와 상전압

앞서 설명한 것처럼 계통의 b상 STS의 전류가 완전히 차단되지 않았기 때문에 인버터의 전압모드는 그 구간동안 부하에 정상 전압을 공급하지 못하는 것을 알 수 있다.

### 3. 제안하는 전류모드와 전압모드의 전환기법

#### 3.1 사고전류 차단시간 최소화 방법

전류모드와 전압모드의 전환은 PCS의 제어만으로는 이루어지지 않는 것을 알 수 있다. 먼저 STS에 흐르는 고장전류를 신속히 차단하여 STS를 턴오프 한 다음 전압모드로의 전환이 이루어져야한다. 이를 위해 본 논문에서는 STS의 사고전류가 흐르는 시간을 단축시킬 수 있는 방법을 제안한다.

사고발생 시의 전력 흐름의 관점에서 PCC점에서의 전력의 합은 0으로 생각 할 수 있다. 만약 사고 발생 순간에 PCS에서 공급하는 전력  $P_{PCS}$ 를 음의 방향, 즉 PCS가 전력을 흡수하는 모드로 동작 한다면 계통으로 공급되던  $P_{line}$ 은 빠르게 감소할 것이다. 이러한 동작을 수행하기 위해 사고발생 전의 계통 전압을 양의 전압으로 간주하여 사고발생 시 PCS의 출력 전압을 음의 전압으로 전환되도록 하여 계통의 전류를 빠르게 감소시키는 방법을 고안하였다.

#### 3.2 제안한 방법을 이용한 시뮬레이션 결과

모든 시뮬레이션 파라미터는 2.2절에서 수행한 계통사고 모의 시뮬레이션과 동일하게 하였다. PCS의 제어가 상수 또한

동일하게 설정하였다.

그림 4에 계통의 b상 상전류와 상전압을 나타내었다.

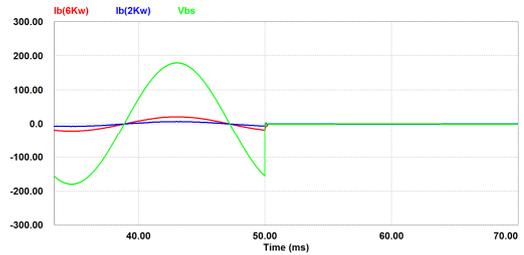


그림 4 순간정전 발생시 계통의 b상 상전류와 상전압

동일한 조건에서 사고전류 차단시간 최소화 방법을 사용하면 b상의 사고전류가 매우 빠르게 차단되는 것을 알 수 있다. 그림 5는 부하의 b상 상전류와 상전압 파형이다. 비록 전압의 리플크기는 커졌지만 민감 부하에 적용할 수 있는 계통 주파수의 1/2사이클 내에 부하에 공급되는 전압 및 전류가 정상으로 복귀한 것을 알 수 있다.

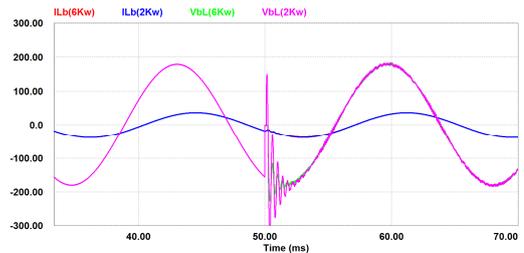


그림 5 순간정전 발생시 부하의 b상 상전류와 상전압

## 4. 결론

본 논문은 계통연계형 PCS의 전류모드와 전압모드 전환 기법에 대한 것이다. 계통 사고 발생시 PCS의 출력 전압을 제어하여 STS에 사고전류가 흐르는 시간을 최소화 하였다. 이것은 전류모드에서 전압모드로의 빠른 모드전환을 가능하게 만들고 결국 부하에 안정적인 전압을 공급할 수 있게 한다. 계통의 사고 발생 시 고장 구간의 신속한 분리는 부하에 안정적인 전력을 공급하는데 있어 중요한 요소이기 때문에 본 논문에서 제안하는 방법은 계통 연계형 PCS의 응용에 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

본 연구는 2010년도 지식경제부의 재원으로 한국에너지기술평가원(KETEP)의 지원을 받아 수행한 결과입니다. (NO. 2010T100100465)

## 참고 문헌

[1] Hanju Cha, Trung-Kien Vu, "Comparative Analysis of Low-pass Output Filter for Single-phase Grid-connected Photovoltaic Inverter", APEC 2010 Twenty-Fifth Annual IEEE, pp. 1659-1665, 2010.