

계통 전압 강하에 따른 저전압 상황에서 계통 위상 추정을 위한 PLL 방법

손현수*, 양세동*, 김가인*, 강현식*, 신민호*, 김미나**, 이정호*
 군산대학교*, 성균관대학교**

Estimating grid phase angle using improved PLL method for low voltage condition of grid voltage

Hyeon-Su Son*, Mi-Na Kim**, Se-Dong Yang*, Ga-In Kim*, Hyeon-Sik Kang*, Min-Ho Shin*, Jung-Hyo Lee*
 Kunsan National University*, Sungkyunkwan University**

Abstract - This paper describes estimating grid phase angle using improved PLL method for low voltage condition according to a grid voltage drop. A reactive power injection is required at situation of a low voltage accident in the interconnecting Distributed Generation System to the grid or a grid voltage drop by recent an electric vehicle charger, and the grid phase angle is required to obtain accurate a dq-transformed reference of voltage and current. In the method of estimating the grid phase, it is difficult to accurately estimate the grid phase angle in a low voltage condition when using only the existing voltage information.

1. 서 론

계통에 연결된 분산형 전원 시스템에서 전기차 충전기에 의한 계통 전압 강하된다.[1] 이에 따라 최근 계통 안정성을 위해 각국에서 Grid-Code가 제정되어 수행되고 있다. 독일의 경우 Grid-Code는 분산형 전원과 연계된 계통연계장치에 저전압 고장 시 VRT(Voltage Ride Through) 기능과 계통 전압 지원을 목적으로 동적계통지원 기능이 요구된다.[2] 계통에서 유, 무효 전력제어와 인버터의 출력 전류 제어를 위해 dq 변환된 값을 PI 제어를 통해 지령치를 계산하고 있다. 기존의 방식에서 dq 변환을 위해 PLL(Phase Locked Loop) 제어기에서 출력된 θ 값으로 계통 전압, 전류의 dq 변환이 이루어진다. 이 때 측정된 전압 정보만으로 PLL 제어기에서 θ 값을 얻을 때 저전압 사고 시에 정확한 θ 값을 얻기 어렵고, dq 변환된 전압, 전류 지령치 생성이 정확하지 않으므로 이를 개선하기 위한 방법으로 본 논문은 전압 정보뿐만 아니라 전류 정보를 이용해 계통의 위상을 추정하는 방법을 시뮬레이션을 통해 검증하고자 한다.

2. 전류 정보를 이용한 PLL 방법

2.1. 계통 연계형 인버터

그림 1은 개선된 PLL 제어기가 포함된 계통 연계형 인버터이다. 기존의 방식에서 센싱된 계통 전류를 이용해 θ 값을 얻어 전압과 전류의 dq 변환에 이용되고 있다. 그림 2는 개선된 PLL 제어기의 제어 블록도이다. dq축 전류모델 방정식을 사용하여 dq축 추정 계통 전압을 아크탄젠트 함수를 이용하여 계통 주파수 성분으로 변환한다.

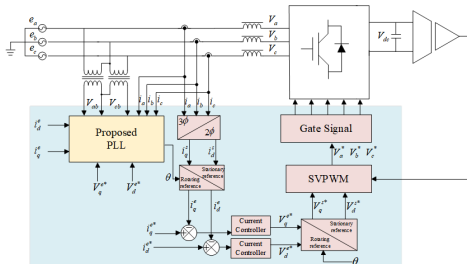


그림 1. 개선된 PLL 제어기가 포함된 계통 연계형 인버터
 Fig. 1. Block diagram of improved PLL controller in the grid-connected inverter

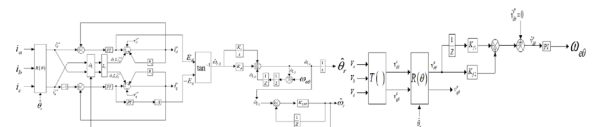


그림 2. 개선된 PLL 제어기의 제어 블록도
 Fig. 2 Control block of improved PLL controller

2.2. 시뮬레이션 결과

그림 3은 제안된 PLL 제어기의 시뮬레이션 결과이다. 1초에서 계통 정격 전압의 1% 전압 강하 저전압 사고 발생을 모의하였다. 2.45초에서 a상 계통 전압 Van의 위상이 0° 일 때 기존의 PLL로 얻은 위상각 Theta_Conventional과 Theta_Proposed를 비교하였다. 제안된 PLL에서 얻은 위상각은 저전압 상황에서도 계통 전압과 위상이 일치함을 확인하였다.

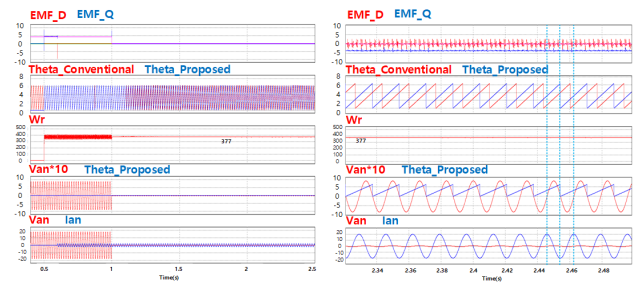


그림 3. 시뮬레이션 결과
 Fig. 3 Simulation result

3. 결 론

본 논문에서 전압과 전류 정보를 이용한 개선된 PLL 제어기는 기존의 전압 기반의 방식에서 저전압 시 위상을 추정하지 못하는 문제점을 확인하였고, 전류 정보를 이용하여 계통 위상을 추정하는 방법을 시뮬레이션을 통해 검증하였다.

감사의 글

이 연구는 군산시의 지역맞춤형 전기차 클러스터 전문인력양성 사업으로 지원된 연구임.
 Science Research Program through the National Research Foundation of Korea (NRF) funded by the Ministry of Education NRF-2016R1A6A1A03013567

참고 문헌

- [1] 박승길, 류정훈, 서우석, 김우중, 황창현, 유영상, 강상희, "연료전지를 이용한 전기자동차 충전 Aggregator 알고리즘," 대한전기학회 학술대회 논문집, 596-598, 2015
- [2] 배영상, "대용량 계통연계형 태양광 시스템의 새로운 토폴로지 및 계통 규정에 적합한 제어 전략," 국내박사학위논문 한양대학교 대학원, 2015.