

# 새로운 독일의 계통규정(New German Grid Code)에 관한 고찰

오성진

카코 뉴에너지(seth.oh@kaco-newenergy.kr)

## New German Medium Voltage Grid Requirements for PV Inverters

Seongjin Oh

Dept. of R&D Center, KACO new energy Inc.(dennis.bae@kaco-newenergy.kr)

### ABSTRACT

본 논문에서는 신재생에너지 발전 설비 증가에 따른 계통의 불안정성을 극복하기 위하여, 독일 BDEW(German Association of Energy and Water Industries)가 제정한 특고압(Medium Voltage) 계통 연계 신재생 에너지 발전 시스템에 대한 계통 연계 규정에 대해서 기술한다. 특히, 태양광 인버터 관점에서 독일의 새로운 계통연계 규정이 요구하고 있는 내용에 대해서 설명한다.

### 1. 서 론

신재생 에너지 발전 시스템의 증가에 따른 계통의 안정성에 대하여, 독일과 같이 신재생 에너지 발전 비율이 높은 국가들을 중심으로 지속적인 논의가 있어 왔다. 특히, 독일의 전력 회사인 E-ON은 2006년에 자체적인 계통 연계 규정을 발표하였고, 그 규정은 E-ON의 계통에 연계되는 신재생 에너지 발전 설비들에 대한 계통 협조 의무를 강조하고 있다. 이 규정은 널리 알려진 FRT(Fault Ride Through)를 포함하고 있으며, 계통 전압과 주파수의 안정도에 따라서 신재생에너지 발전 설비는 유효전력과 무효전력을 제어 하여야 한다. 또한, 신재생에너지 특성 때문에 발생할 수 밖에 없는 일시적으로 과도한 전력 생산의 문제를 해결하기 위하여 유효전력 생산량을 원격에서 통제할 수 있는 기능을 구현하도록 요구하고 있다.

2008년 독일 BDEW(German Association of Energy and Water Industries)는 E-ON 규정을 근간으로 하여, 특고압(Medium Voltage) 계통 연계 신재생 에너지 발전 시스템에 대한 새로운 독일의 계통 연계 규정을 발표하였다. 그림 1에서 나타낸 바와 같이, 이 규정은 크게 정적 계통 지원(Static Grid Support) 기능과 동적 계통 지원(Dynamic Grid Support) 기능으로 나누어질 수 있다. 특히, 태양광 발전 시스템은 단계적으로 이 기능들을 구현해야 한다. 정적 계통 지원 기능은 2010년까지, 동적 계통 지원 기능은 2011년까지 완료해야 한다.

### 2. 정적 계통 지원(Static Grid Support)

정적 계통 지원 기능은 무효전력 설정 기능과 유효전력 제한 기능으로 구분 될 수 있다. 우선, 무효전력 설정 기능을 살펴 보자. 태양광 발전 시스템은 모든 운전 조건에서 무효전력 설정값을 변경할 수 있어야 한다. 유효전력 100% 공급 조건에

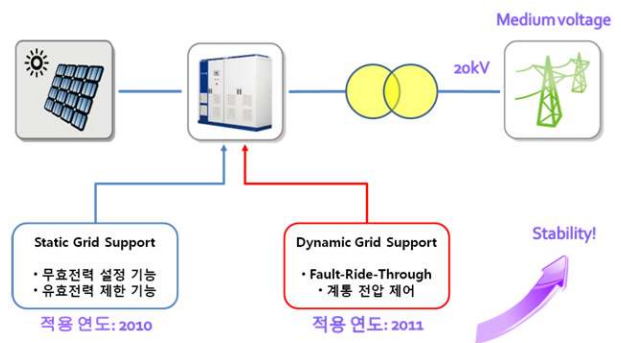


그림 1 독일의 새로운 계통연계 규정의 개요  
Fig. 1 New German Grid Code

서도 일정 범위의 무효전력을 공급할 수 있어야 한다. 따라서 태양광 발전 시스템의 인버터의 용량은 종전보다 크게 설계되어야 한다. 계통 접속 지점의 무효전력은 변위율(Displacement factor)  $\cos\phi$ 로 나타낼 수 있는데, 다음과 같은 범위로 설정값 조정이 가능하여야 한다.

$$\cos\phi = 0.95(\text{지상전류}) \sim 0.95(\text{진상전류})$$

다음 4가지 중 한 가지 이상의 방법으로 무효전력 기준값을 설정할 수 있는 기능이 구현 되어야 한다.

- 고정된 변위율  $\cos\phi$  설정값, 또는
- 유효전력에 종속해서 가변하는 변위율  $\cos\phi$ , 또는
- 고정된 무효전력 설정값(단위: MVar), 또는
- 유효전력에 종속해서 가변하는 무효전력(단위: MVar)

이제, 유효전력 제한에 대한 세 가지 기능을 살펴보자. 첫 번째는 원격 조정에 의한 유효전력 제한 기능이다. 풍력 및 태양광 에너지 발전 시스템은 자연 환경 변화에 따라서 발전량이 크게 좌우된다. 특히, 태양광 발전 시스템은 일사량 변화에 따라서 계통의 요구를 초과하는 잉여 발전을 할 수 있다. 이런 경우처럼 계통의 안정성을 위협할 수 있는 상황이 발생되었을 경우는 유효 전력 발전량을 강제적으로 줄일 필요가 있다. 따라서 태양광 발전 시스템은 원격 조정에 의한 유효 전력 제한 수단을 제공하여야 하며, 디지털 입력에 의한 원격 조정일 경우, 주로 많이 사용하는 방법은 4개의 입력을 이용하여 100%, 60%, 30%, 0% 제한 설정값을 구현하는 것이다. RS485와 같은 통신을 이용하여 제한값을 설정하는 것도 가능하며, 이와 같이 통신을 이용할 경우는 자유롭게 설정값을 변화 시킬 수 있는 장점이 있다. 두 번째 기능은 태양광 인버터의 재기동 상황에

서 필요한 것으로, 여러 가지 원인으로 인하여 발전이 중지된 이후 재기동 상황에서, 유효전력을 특정한 기울기를 갖고서 천천히 공급하는 기능이다. 이 상황에서 유효전력의 공급은 분당 정격 유효 전력의 10%를 초과할 수 없다. 마지막 기능은 계통 주파수 증가에 비례한 유효전력 제한이다. 그림 3 에서 보듯이, 계통의 주파수가 50.2Hz를 초과할 경우 유효전력은 제한 되어야 한다. 순시가용전력(Instantaneously available power) PM은 40%/Hz의 기울기로 감소되며, 계통 주파수가 50.05Hz 보다 작아졌을 때에만 원래 대로 복원시킬 수 있다. 여기에서,  $\Delta P$  는 전력 감소량(Power reduction)을 나타내며 fgrid는 계통 주파수(Grid Frequency)를 나타낸다.

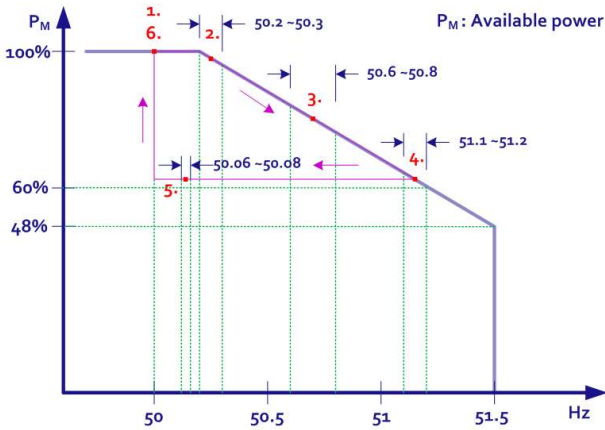


그림 2 주파수 증가에 비례한 유효전력 제한

Fig. 2 Reduction of power output with increases in grid frequency

### 3. 동적 계통 지원(Dynamic Grid Support)

특고압 계통의 연계되는 분산 발전 시스템 급속한 증가에 따라서 유발될 수 있는 계통의 안정성 저하를 막기 위하여 동적 계통 지원 기능이 필요로 된다. 동적 계통 지원 기능은 FRT(Fault Ride Through) 또는 LVRT(Low Voltage Ride Through) 기능을 포함하고 있으며, FRT에 대한 요구사항은 그림 3 에 나타나 있다.

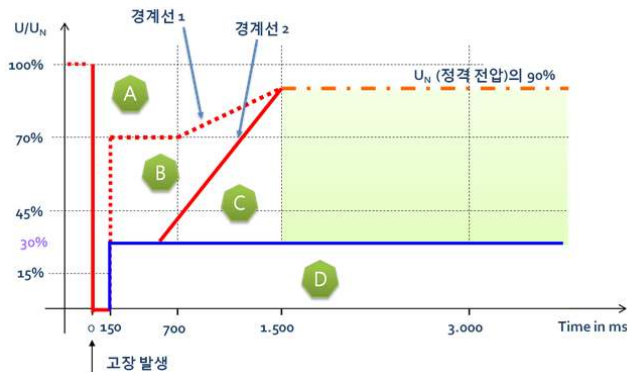


그림 3 FRT 요구사항

Fig. 3 Requirements for FRT

경계선 1위의 영역 A 에서 태양광 인버터는 계통과 분리되지 않도록 동작 하여야 하며, 영역 C 에서는 순간적 분리가 가능하지만 고장 해제 이후 2초 이내에 재접속 하여야 한다. 또

한, 재접속 후에 유효전력의 공급은 초당 정격 유효전력의 10% 기울기로 이행되어야 한다. 영역 B 에서는 영역 A 와 같이 계통에서 분리 되지 않도록 동작하거나 계통 운영자의 동의를 조건으로 영역 C와 같이 고장 발생 순간 분리가 가능 하지만 곧 바로 재접속 동작하여야 한다. 즉, 영역 B 에서는 영역 A 처럼 동작할 수도 있고 영역 C 처럼 동작할 수도 있다. 독일의 새로운 계통 연계 규정에서는 영역 D에 대하여 구체적인 요구 사항을 정의하지 않고 있다.

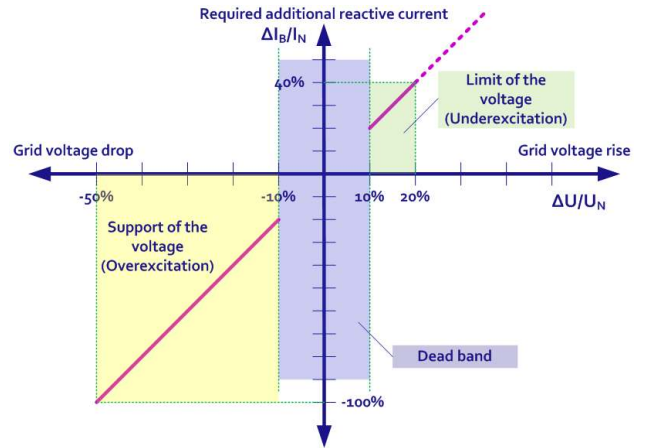


그림 4 계통 전압 지원 원리

Fig. 4 Principle of Grid Voltage Support

계통에 고장이 발생한 동안, 태양광 인버터는 계통에 무효 전류를 주입함으로써 계통 전압을 지원하여야 한다. 이러한 동적 계통 지원 기능을 계통 전압 제어 기능이라고 칭한다. 그림 4에서와 같이, 계통 전압 제어 기능은 전압 강하가 10% 이상 발생하면 활성화 되고, 전압 강하에 비례하여 무효 전류를 주입하는 기능이다.

### 4. 결론

2011년부터 독일에서 판매되는 특고압(Medium Voltage) 계통 연계 태양광 인버터들은 새로운 규정에서 요구하고 있는 기능들은 구현하여야 하며, 자격을 갖춘 전문 측정 연구기관에서 이와 같은 기능들을 검증 받아야 한다. 이와 같은 기능 구현 및 검증 과정은 태양광 인버터 생산 업체에게 반드시 해결해야 할 쉽지 않은 과제임이 분명하다.

계통 연계 규정의 변화는 독일에만 국한된 것이 아니다. 일정 규모 이상의 분산 발전 시스템을 필요로 하는 국가에서는 독일의 새로운 계통연계 규정과 유사한 규정을 태양광 발전 시스템부분에 대하여 제정하거나 강화할 것이 예상된다. 따라서 태양광 인버터 생산 업체들은 미래 시장에서 생존하기 위하여 이 분야에 대한 보다 심도 있는 연구 개발 노력이 필요할 것으로 전망된다.

### 참고 문헌

- [1] E. Troester, "New German Grid Codes for Connecting PV Systems to the Medium Voltage Power Grid," New German Grid Codes for Connecting PV Systems to the Medium Voltage Power Grid, 2008.
- [2] FGW e.V, "Technical Guidelines for Power Generating Units Part 3," 2009.