

# 계통 안정화를 위한 주요국가의 새로운 계통연계 규정에 관한 비교 및 고찰

강산, 배영상, 오성진

카코 뉴에너지(tod.kang@kaco-newenergy.kr)

## A Study and Comparison about the New Grid Code of Major Countries for the Grid Stabilizer

San Kang, Youngsang Bae, Seongjin Oh

Dept. of R&D Center, KACO new energy Inc.

(tod.kang@kaco-newenergy.kr)

### ABSTRACT

전 세계적으로 분산발전 시스템의 중요성이 증대되면서 신재생 에너지가 각 국가에서 차지하는 비중 또한 상이하지만 급격히 증가하고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 계통 연계형 태양광 인버터에 기반하여 주요 국가들의 규정에 대해 비교 분석하여 기술하기로 한다. 또한 국가별 계통 운영자의 요구사항을 분석함으로써 계통 규정에서 공통적으로 요구하고 있는 동향을 분석하기로 한다.

### 1. 서론

최근 신재생에너지 발전의 효율성과 경제성을 높이기 위해 대용량화 및 대단지화가 이루어짐에 따라 전체 계통에서 신재생 에너지가 차지하는 비율이 상이하지만 급격히 증가하고 있다. 이에 따라 계통 안정화를 위해 신재생에너지 전력변환 발전시스템에 요구되는 규정들이 더욱 엄격해지고 있다. 하지만 국가별 또는 계통별로 안정화를 위한 운영 계획이 다름에 따라 계통 규정들도 독립적인 시스템 제어를 요구하는 실정이다.

본 논문에서는 (주)카코 뉴 에너지의 대용량 계통연계형 태양광 인버터를 기반으로 적용되고 있는 독일(BDEW, VDE AR N), 이탈리아(TERNA, CEI 0 21), 프랑스(RTE) 등의 인버터 제품의 구현자료를 바탕으로 계통 운영자들의 실제 요구사항을 살펴보고자 한다. 이로 인하여 태양광을 비롯한 신재생에너지의 전력변환 시스템에 대하여 서로 다른 계통 규정에 대한 접근을 용이하게 하고자 한다.

### 2. 국가별 계통 규정

각 국가별 또는 계통별로 요구하고 있는 규정들은 약간의 상이한 점이 있지만 모두 계통의 안정화를 위한 규정들로 이루어져있다. 그 중 특히 신재생에너지의 비율이 증가함에 따라 요구되고 있는 규정은 크게 정적계통지원인 유효전력 공급과 무효전력 설정기능 그리고 동적계통지원인 FRT로 분류된다.<sup>[1]</sup>

#### 2.1 유효전력 공급 규정

계통 안정화를 위한 유효전력 공급 규정 중 대표적인 두 가지는 계통 운영자에 의해 유효전력을 원격으로 제한하는 규정과 그림 1과 같이 계통 주파수 증가에 비례하여 자동으로 유효

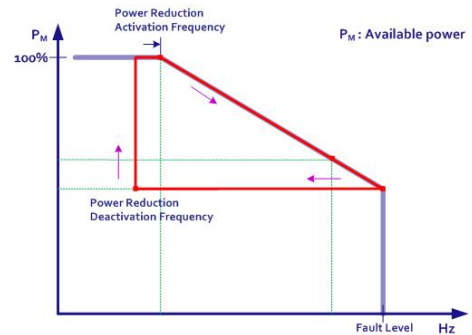


그림 1 계통 주파수 증가에 따른 유효전력의 제한  
Fig. 1 Power Derating at Frequency Rise

표 1 계통 규정별 계통 주파수 증가에 따른 유효전력의 제한 요구사항  
Table 1 Power Derating at Frequency Rise according to each Grid Code

	BDEW	VDE AR N	TERNA	CEI 0 21	RTE
Power Reduction Range	50.2 ~ 51.5Hz	50.2 ~ 51.5Hz	50.3 ~ 51.5Hz	50.3 ~ 51.5Hz	50.5 ~ 51.5Hz
Deactivation Frequency	50.05Hz	50.05Hz	50.05Hz	50.05Hz	50.05Hz
Slope of Power Reduction	40 %/Hz	40 %/Hz	83 %/Hz	40 ~ 83 %/Hz	50 %/Hz

전력을 제한하는 규정이다. 계통 주파수에 대한 유효전력의 제한 영역은 각 계통들에 따라 그 활성화 영역과 비활성화 영역, 그리고 주파수 상승에 대한 유효전력 감소의 기울기가 표 1과 같이 다르다. 특히 이탈리아의 CEI 0 21 규정의 경우 감소 기울기가 가변 가능해야 한다는 요구사항이 추가된다. 이 때 계통 주파수에 따른 유효전력의 감소량  $\Delta P$  는 유효전력 제한기능의 활성화 주파수  $f_{active}$  와 계통 주파수  $f_{grid}$ , 그리고 감소 기울기  $K_{slope}$  로 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta P = K_{slope} \frac{f_{active} - f_{grid}}{2f_{rated}} \quad (1)$$

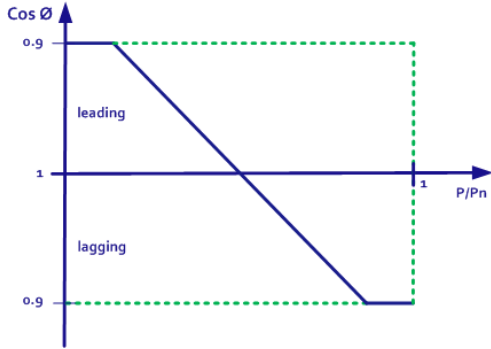
#### 2.2 무효전력 설정 규정

무효전력 설정 기능은 계통전압의 안정화를 위한 목적으로 계통 연계형 신재생 발전 시스템은 고정된 '변위율 COSφ 설정

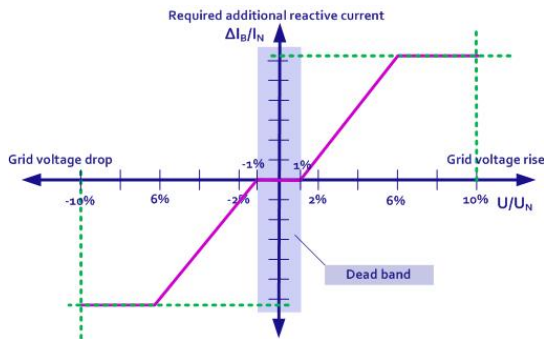
표 2 계통 운영자별 요구하는 무효전력 설정 조건

Table 2 The active power requirements each Grid Operator

	BDEW	VDE AR N	TERNA	CEI 0 21	RTE
Control Range (COSφ)	±0.9 ~ 1	±0.9 ~ 1	±0.9 ~ 1	±0.9 ~ 1	±0.93 ~ 1
Accuracy	±0.005	±0.01	±0.01	±0.01	±0.01



(a) P/Pn 기능을 사용한 유효전력 대비 역률 그래프



(b) Q(V) 기능을 사용한 전압 변동률 대비 역률 그래프  
그림 2. 무효전력 제어 기능

Fig. 2 Reactive Power control function

기능’, ‘유효전력에 종속해서 가변하는 변위를 COSφ 설정 기능’, ‘고정된 무효전력 설정기능’, ‘계통전압에 종속해서 가변 가능한 무효전력 설정기능’ 과 같은 4가지 기능 중 한 가지 이상의 방법으로 무효전력 기준 값 설정이 가능하도록 구현되어야 한다. 하지만 대부분의 계통운영자들은 위 기능 모두를 요구하고 있으며 표 2는 각 계통 운영자들이 요구하는 고정된 변위를 COSφ 에 대한 조건이다. 유효전력의 공급이 100%인 조건에서도 최소 COSφ 0.9 까지 제어할 수 있어야 하는데 대부분 계통 운영자들은 유효전력량을 감소시키더라도 COSφ 0.8 범위 까지 제어할 수 있는 기능을 요구하고 있다. 이러한 실제 요구 사항은 인증을 위한 조건 보다 까다롭지만 해당 국가로의 진출에 있어서 반드시 충족시켜야 할 조건이라고 할 수 있다.

그림 2(a)는 유효전력에 종속해서 역률 설정이 가능한 P/Pn 기능으로서 분산전원의 유효전력으로 인해 변동되는 수전점(PCC:Point of Common Couplink) 전압을 보상하기 위한 기능이며 그림2(b)는 Q(V) 기능으로서 정격 계통 전압범위에서도 수전점의 전압 변동을 억제하기 위한 방향으로 무효전력을 공급할 수 있는 기능이다. 각 계통 규정마다 위 기능 지원에 대한 유무뿐만 아니라 구현 및 설정 방식까지도 규정하고 있기 때문에 같은 기능에 대해서 각기 다른 구현 및 설정 방식을 제

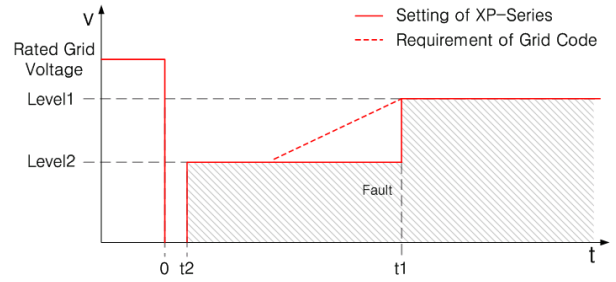


그림 3. FRT 규정에 대한 요구사항 그래프

Fig. 3 Requirement Graph of FRT(Fault Ride Through)

표 3 계통 운영자별 요구하는 FRT 조건

Table 3 The FRT requirements according to each Grid Operator

	BDEW	VDE AR N	TERNA	CEI 0 21	RTE
Level1(%)	85	None	85	85	80
Level2(%)	15		15	40	50
t1(ms)	2000		2000	400	1200
t2(ms)	150		700	200	150

공해야 한다는 어려움이 있다.

### 2.3. FRT(Fault Ride Through) 규정

동적 계통 지원으로 분류되는 FRT 규정은 평형 전압 사고와 불평형 전압 사고 시 요구되는 두 가지 규정으로 분리되나 BDEW규정을 제외하고는 불평형 전압 사고와 평형 과전압 사고에 대한 규정은 요구하고 있지 않다. 특히 독일 저전압 계통 규정인 VDE AR N에서는 FRT 규정 자체를 요구하고 있지 않다. 그림 3은 FRT 규정으로서 점선 영역은 CEI 0 21을 제외한 계통 규정의 요구사항이며 실선은 CEI 0 21 규정의 요구영역과 (주)카코 뉴 에너지 제품의 FRT 지원 영역이다. 사고 전압 Level1 과 Level2 영역에 대한 지속 시간 t1, t2 만으로 구현을 단순화 할 수 있지만 계통 요구사항 영역 이상을 포함하고 있기 때문에 인증이 가능하다. 하지만 RTE 규정의 경우 위의 방식이 허용되지 않고 인증에서 요구하고 있는 영역과 동일한 영역을 요구 하고 있다. 표 3은 각 계통 규정별로 요구하는 FRT 전압 Level 수준 및 지속 시간을 보여준다.

### 3. 결론

본 논문에서는 (주)카코 뉴 에너지 인버터의 실제 구현 자료를 바탕으로 국가별 계통 규정과 계통 운영자들의 실제 요구사항에 대해서 기술 하였다. 이러한 계통 규정은 전체 계통에서 신재생 에너지 발전량이 차지하는 비율과 해당 국가의 계통 설정에 맞는 방향으로 지속적으로 재정비 되고 있다. 따라서 계통 규정의 요구사항만이 아닌 실제 계통 운영자들의 요구사항을 파악하고 부합하기 위한 노력은 안정적인 신재생 에너지 발전 시스템에 기여할 뿐만 아니라 급변하는 계통 규정에 대한 예견 및 신속한 대응으로 시계시장 진출의 전략이 될 것이다.

### 참고 문헌

[1] 배영상, 안경필, "새로운 독일의 계통규정(New German Grid Code)에 부합 된 BDEW 인증시험에 관한 고찰", 전력전자 학술대회 논문집, pp. 269 270, 2011년 7월.