

재생e 그리드코드 준수 여부 확인 필요성 및 현장 확인 절차(안)

2024. 04.

한국전력공사
재생e대책실



“
“Smart Energy” refers to the energy that makes production and consumption more efficient and creates new values
”



I 재생e 그리드코드 현황

II 준수 여부 확인 필요성

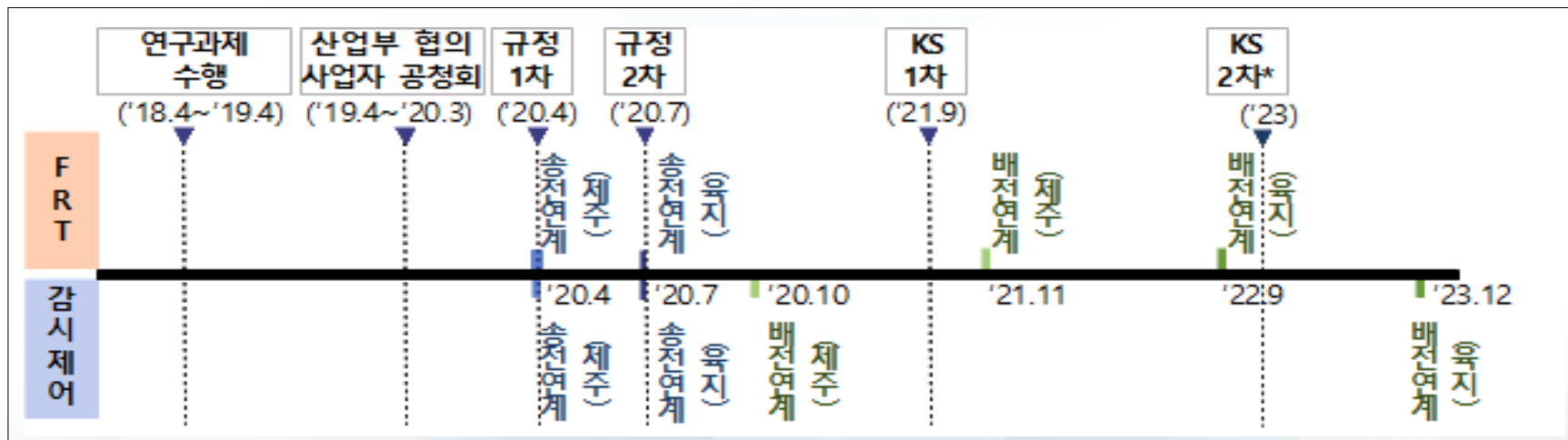
III 현장 확인 절차(안)

IV 기대효과

◆ 신재생e 그리드코드 주요 현황

- ('20.4) 송배전용 전기설비 이용규정 및 전력시장운영규칙 1차 개정 (전기위원회)
 - ▶ 송전연계 재생e FRT 및 감시제어장치 구비 의무화 [시행일 : 제주('20.4), 육지('20.7)]
- ('20.7) 송배전용 전기설비 이용규정 2차 개정 (전기위원회)
 - ▶ 배전연계 (100kW 이상) 감시제어장치 구비 의무화 [시행일 : 제주('20.10), 육지('23.12)]
- ('21.9) 재생e 인버터 국가표준(KS) 1차 개정 (한국에너지공단)
 - ▶ 배전연계 재생e FRT 유지 시험 신설 [시행일 : 제주('21.11), 육지('22.9)]

[재생E 연계기준 개정 추진 경과]

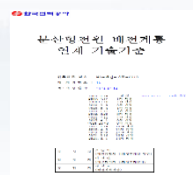
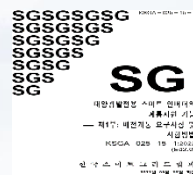
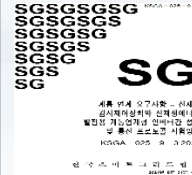
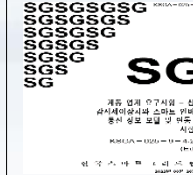
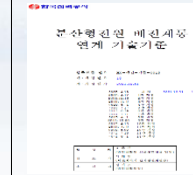
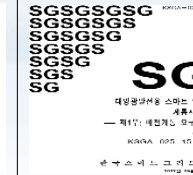


- ▶ FRT 및 감시제어 이외 재생e 송배전 그리드코드 기 반영

1. 현황

◆ 재생e 인버터 표준 관련 현황 (한전/SG협회/한에공)

* 출처 : 전력연구원

구분	기술적 요구사항		계통지원 인터페이스			시험방법 및 절차	
	계통연계 기술기준	태양광 배전계통 제어기능	인버터 통신 요구사항	스마트인버터 통신 요구사항	계통연계 기술기준	태양광 배전계통 시험방법	태양광 인버터 안전/보호 시험
문서 표지							
내용	분산형 전원 배전계통 연계 기술 기준 / 신재생발전기 송전계통 연계 기술 기준	KSGA-025-15-1 태양광 발전용 스마트인버터의 계통지원 기능 - 배전 계통 요구 사항 및 시험 방법	KSGA-025-9-3 신재생 감시제어장치와 신재생 에너지 발전용 계통연계형 인버터 간 성능 및 통신 프로토콜 시험방법	KSGA-025-9-4 신재생 감시제어장치와 스마트 인버터간 통신 정보 모델 및 연동 성능 시험 방법	분산형 전원 배전계통 연계 기술 기준 / 신재생발전기 송전계통 연계 기술 기준	KSGA-025-15-1 태양광 발전용 스마트인버터의 계통지원 기능 - 배전계통 요구 사항 및 시험 방법	KS C 8565 중대형 태양광 발전용 인버터
목적	재생e 계통연계 기술적 요구사항 명시	태양광 인버터 제어기능 요구 항목 정의 (적용전)	기설 태양광 인버터 통신기능 요구 항목 정의 (적용중)	신설 태양광 인버터 통신기능 요구 항목 정의 (적용전)	재생e 계통연계 기술적 요구사항 명시	태양광 인버터 제어기능 시험방법 정의(적용전)	태양광 인버터 제어기능 시험방법 정의(적용중)
문서 종류	한전 Grid Codes	KSGA 단체 표준			한전 Grid Codes	KSGA 단체 표준	국가 KS 표준

1. 현황

◆ 감시제어 및 FRT 관련 규정 현황

- (감시제어성능) 발전출력 감시 위한 정보제공 기능 및 제어성능 구비 의무 규정화

제어 주체	적용대상			규정 내용	비고
	연계전압	용량(MW)	적용시점*		
거래소	154kV이상 송전연계	20MW 초과	(태양광,풍력) '20.7.30 이후 신설분 (연료전지) '20.10.2 이후 신설분	목표출력 제어기능 및 통신설비 구비	시장 규칙
		20MW 이하		출력상한 제어기능 및 통신설비 구비	
한전 송전	22.9kV 송전	1MW 초과	(태양광,풍력) '20.7.29 이후 신설분 (연료전지) '20.10.1 이후 신설분	제어지시 이행을 위한 제어기능 및 통신설비 구비	이용 규정
한전 배전	배전	0.1MW 이상	(태양광,풍력,연료) '23.10.1 이후 신설분	제어지시 이행을 위한 제어기능 및 통신설비 구비	
한전 배전 (제주)	배전 (제주)	0.1MW 이상	(태양광,풍력,연료) '20.10.1 이후 신설분	제어지시 이행을 위한 제어기능 및 통신설비 구비	

- (연계유지기능) 계통고장 시 계통연계 유지 기능구비 의무화

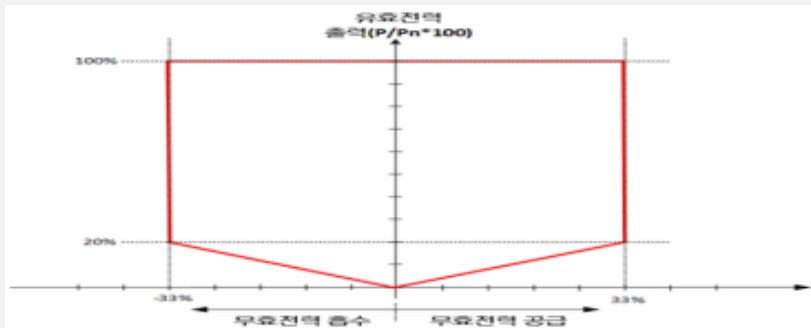
적용대상		규정 내용	비고
구 분	적용시점		
송전연계	(제주) '20.4.1 이후 신설분 (육지) '20.10.1 이후 신설분	계통고장으로 인한 순시전압 강하시 기준이상의 연계운전 유지기능 구비	이용 규정
배전연계	(제주) '21.11.1 이후 신설분 (육지) '22. 9.28 이후 신설분		

전기설비 이용규정 별표5 (일부)

4) 무효전력 공급능력 성능유지

가) 풍력, 태양광 및 연료전지 발전기

- ① 운전전압 범위 내에서 아래와 같이 유효전력 출력에 따른 무효전력 공급능력을 갖추어야 함



- ② 제1항에서 정한 무효전력을 공급하기 어려운 경우 별도의 무효전력 공급설비를 구비하여야 함

나) 조력발전기

: 뒤진 위상 0.95 ~ 앞선 위상 0.95

다) 그외 신재생발전기는

별표8(발전접속조건)을 적용함

5) 무효전력 제어능력 성능유지

가) 신재생발전기는 전력계통 신뢰도 및 전기품질 유지기준에서 정한 전압유지범위 내에서 연속운전이 가능해야함

- ① 765kV : $765 \pm 5\%$ (726kV ~ 800kV)
- ② 345kV : $345 \pm 5\%$ (328kV ~ 362kV)
- ③ 154kV : $154 \pm 10\%$ (139kV ~ 169kV)
- ④ 22.9kV : $22.9\text{kV} - 9.2\% \sim + 3.9\%$
(20.8kV ~ 23.8kV)

나) 풍력, 태양광 및 연료전지 발전기는 다음 3가지 무효전력 제어방식을 구비하여야 하며 SO가 지시하는 기능을 수행할 수 있어야 함

- ① 일정 무효전력 출력제어 (Mvar 제어 모드)
- ② 일정 역률 제어 (PF 제어 모드)
- ③ 전압 조정을 위한 무효전력 제어 (V-Q 제어 모드)

전기설비 이용규정 별표5 (일부)

6) 유효전력 제어능력 성능유지

가) 급 출력감소 조정

유효전력의 출력은 계통운영자의 지시 후 5초 이내에 정격 출력의 20%까지로 출력감소 할 수 있어야 함

나) 주파수 조정

신재생발전기 인버터는 과·저주파수 시 주파수 추종운전이 가능해야 하며, 주파수 변화에 따라 다음과 같이 정정할 수 있는 제어능력 구비필요

- ① 주파수 변화에 따른 속도조정률 : 3.0~5.0%
- ② 불감대 : 최대 0.06% 이내

6) 유효전력 제어능력 성능유지

다) 출력의 상한조정

신재생발전기는 최소출력 이상으로 발전기를 운전하는 경우 10분 평균 값으로 측정된 유효전력 발전량이 규정된 값을 초과하지 않도록 출력상한을 조정 가능해야 함

라) 유효전력 증감을 조정

풍력 및 태양광 발전기 인버터는 계통운영자의 지시에 따라 유효전력 출력 증감을 속도를 정격의 10% 이내/분까지 제한하는 것이 가능한 제어성능을 구비해야 함

송전계통 연계기술기준 (일부)

(신재생발전기 송전계통 연계 기술기준 8.4)

유효전력 출력 증감을 속도를 정격의 10% 이내/분까지 제한 가능한 제어성능 구비해야 함

◆ 재생e 현황 및 성능확인 절차

○ 재생e 설비 대비 성능구비 현황

[기준 : '24. 3월말, MW(호수)]

구 분		송 전	배 전	합 계
설비용량 (태양광, 풍력, 연료전지)		7,988 (705)	22,386 (153,772)	30,374 (154,477)
성능 구비	계통연계유지(LVRT)	2,651 (400)	5,242 (17,735)	7,893 (18,135)
	원격 감시제어	296 (25)	344 (436)	640 (461)

○ 성능구비 확인절차 : (사업자) 설비 제원, 성능 관련 자료 제출, (한전) 제출자료 검토

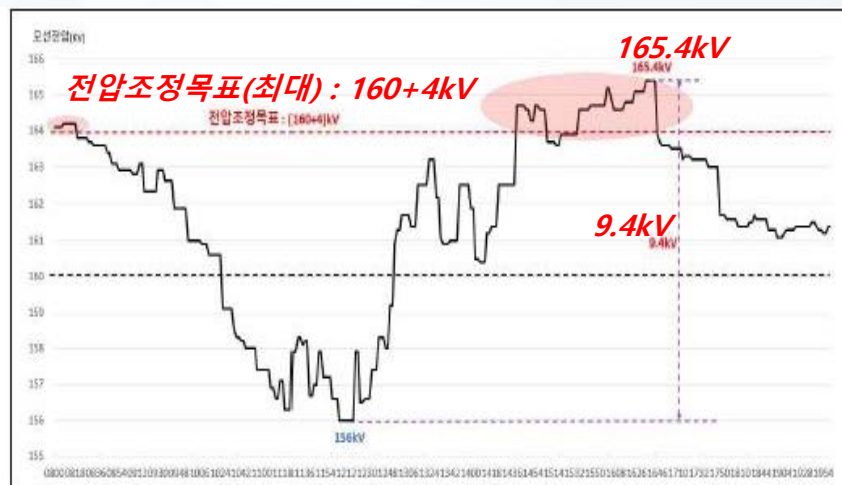


(여기서 잠깐) 과연 현장에 상업운전중인 재생에너지는 제시된 그리드코드를 준수하고 있는가?



2. 필요성

▶ (사례, 현장 조치) PF(=1)제어, P출력 증감율 급변(분당 10%초과)에 따른 전압 조정목표 초과 ('23.11월)



[A변전소 SOMAS 전압변동]

시간	유효전력	출력증감량(MW)/증감율(%)/위반횟수(회)
11/2 12:26	177.6	0 0
12:28	137.8	-19.9 -6.5 0회
11/3 12:28	143.8	0 0
12:30	45.9	-48.9 -15.9 3회

...(중략)

11/6 13:38	56.9	0 0
13:40	177.8	60.45 19.7 8회

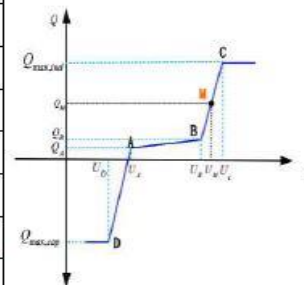
...(생략)

[P출력 증감율 위반사례]

[(1) 무효전력제어(V-Q모드) 설정값]

구분	파라미터 명	현재값	변경값
C	V rising end point [100~110%]	108% (166.3kV)	106% (163.2kV)
B	V rising start point [100~110%]	102% (157.1kV)	104% (160.2kV)
A	V decline start point [90~100%]	98% (150.9kV)	100% (154.0kV)
D	V decline end point [90~100%]	92% (141.7kV)	99% (152.5kV)
	Q(U) PF End Point [0.800~1.000]	0.9	0.9
	Q(U) PF Start Point [0.800~1.000]	1.0	1.0
$Q_{max,ind}$	Q rising end point [-100~100%]	66% (86.89MVar)	-77% (101.3MVar)
Q_A	Q rising start point [0~100%]	0%	-
Q_B	Q decline start point [100~0%]	0%	-
$Q_{max,exp}$	Q decline end point [-100~100%]	-66% (-86.89MVar)	-77% (-101.3MVar)

*PF제어 -> V-Q제어



[V-Q 제어 운전모드 변경조치]

※ 송배전용전기설비 이용규정 4. 나. 6) 라) 유효전력 증감율 조정

신재생발전기 송전계통 연계 기술기준 8.4

유효전력 출력 증감율 속도를 정격의 10% 이내/분까지 제한 가능한 제어성능 구비해야 함

Active Power PU (변경 전)		Active Power PU (변경 후)	
Rising Gradient	10 %/S	Rising Gradient	0.17 %/S
Decline Gradient	10 %/S	Decline Gradient	0.17 %/S

* 설정값이 초(Sec) 기준으로 10%/60S (0.1667%/S)로 설정

[유효전력 출력증감율 셋팅치 조정]

2. 필요성

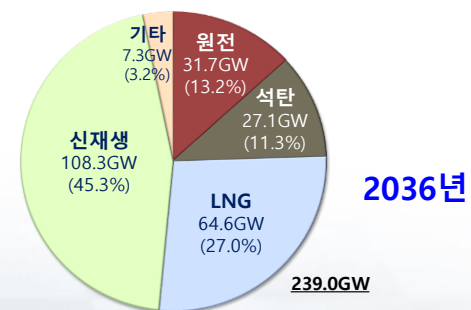
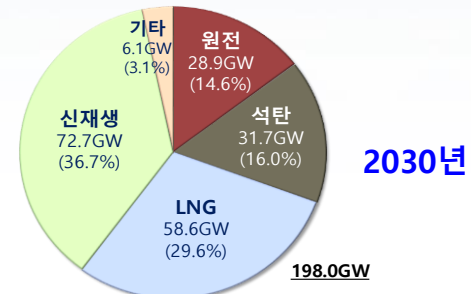
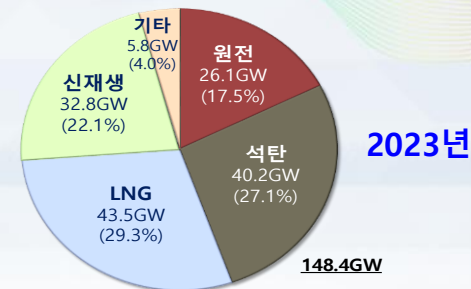
10차 전력수급기본계획 (재생e 보급목표)

연도별 전원구성(정격용량 기준)

[단위 : GW]

연도	구분	원자력	석탄	LNG	신재생	양수	기타	계
2023	용량	26.1	40.2	43.5	32.8	4.7	1.1	148.4
	비중	17.5%	27.1%	29.3%	22.1%	3.2%	0.8%	100%
2026	용량	28.9	37.6	52.4	44.8	4.7	0.7	169.1
	비중	17.1%	22.2%	31.0%	26.5%	2.8%	0.4%	100%
2030	용량	28.9	31.7	58.6	72.7	5.2	0.9	198.0
	비중	14.6%	16.0%	29.6%	36.7%	2.6%	0.5%	100%
2033	용량	31.7	29.7	62.0	91.5	5.8	0.9	221.6
	비중	14.3%	13.4%	28.0%	41.3%	2.6%	0.4%	100%
2036	용량	31.7	27.1	64.6	108.3	6.5	0.8	239.0
	비중	13.2%	11.3%	27.0%	45.3%	2.7%	0.5%	100%

* 출처 : 10차 전기본



3. 현장 성능확인 절차

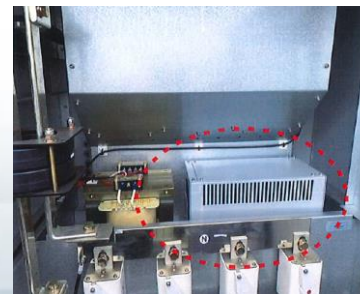
송전계통 연계 신규 재생e (22.9kV, 154kV)

- (시기) 계통 병입 전 1개월 ~ 현장 특성 시험 전 (시운전 전, 후)



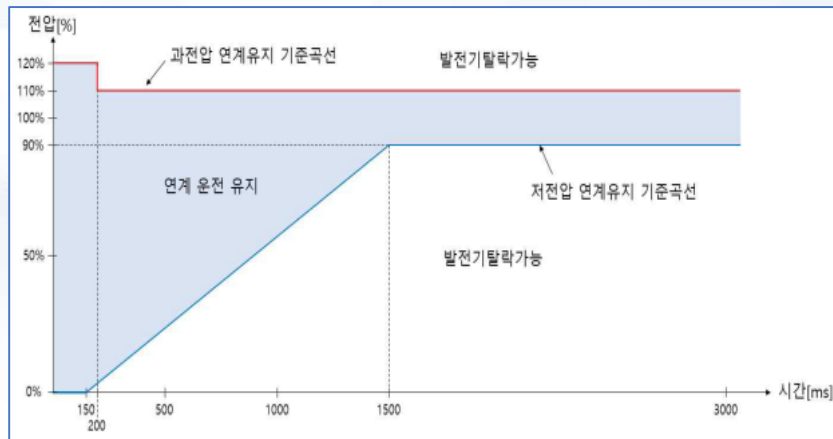
- (내용) 계통 병입 전, 후 단계로 구분하여 현장 확인 시행

구분	계통병입 전	계통병입 후
시점	인버터 설치~시운전 1개월*前 (계통병입전 시행 원칙)	시운전 후 1개월 내 (상업운전 前)
내용	① 인버터 설비 확인 - 설비 제원, 설정값 등	② 통신인터페이스, ③ 유효전력제어 ④ 무효전력제어, ⑤ 역률제어

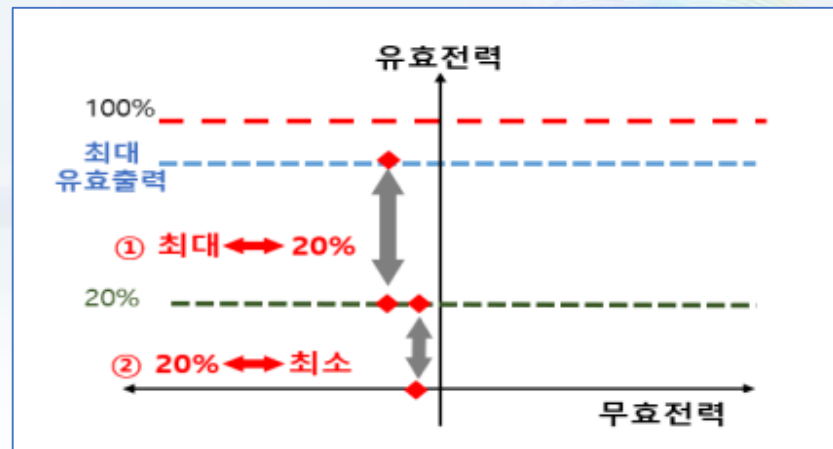


3. 현장 성능확인 절차

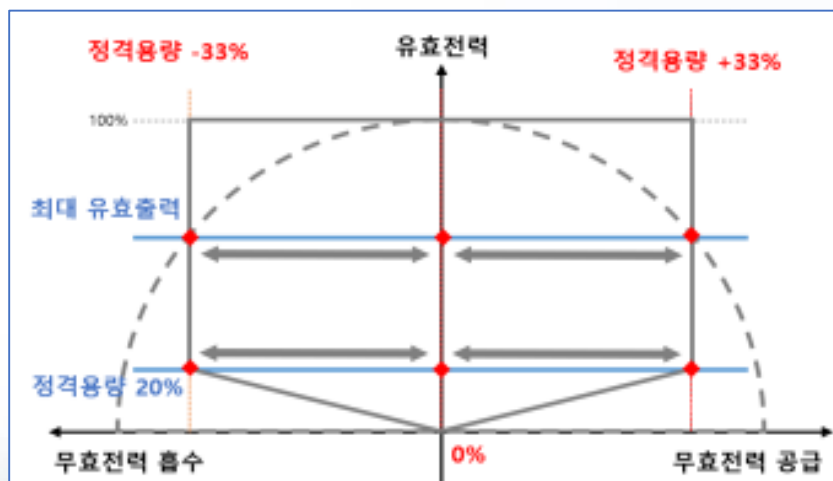
주요 확인 사항 (예시)



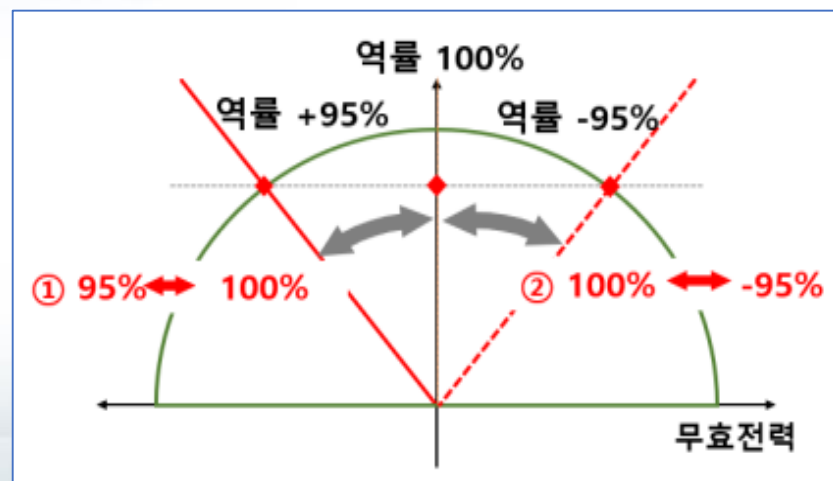
[계통연계 유지 기능]



[유효전력 제어]



[무효전력 제어]



[역률 제어]

4. 기대효과

▶ 재생e 그리드코드 준수 여부 관리 감독 절차 강화 (Two-Track) 통한 전력계통 안정성 확보

- (성능 검증 및 기준 강화) 단위기 모델 적합성 검증 절차 신설 등 신재생 발전기 성능검증 체계 개선
 - ▶ 시뮬레이션 모델 확인 체계 개선, 상업운전 이후 정기적 시험, 발전기 특성자료 제출시기 개선 등
- (현장 확인 및 제재 수단) 감시 제어 및 FRT 기능 현장 확인 등 신재생 발전기 정보, 설비 관리 방안 개선
 - ▶ 현장 설치 재생e 인버터, 계통병입 전 정보 확인 및 부적합 시 제재 수단 사용(조치 전까지 상업운전 제한)

그리드코드 개발 및 제시 (초기 단계)

- 재생e 증가 대비 사전 그리드코드 반영
 - ▶ 모델 적합성 확인등 관리체계 보완 필요
 - ▶ 발전기 특성자료 제출시기 개선 필요
 - ▶ 현장 설치 신재생발전기 스크린 필요



그리드코드 관리감독 강화 (계통안정화)

- 재생e 확대 고려 그리드코드 관리 체계 강화
 - ▶ 단위기모델 개발 및 적합성 검증절차 마련
 - ▶ 상세모델 개발 및 성능모의 가이드 마련
 - ▶ 대규모 신재생발전기 단지제어기 적용
 - ▶ 계통 병입 전 후 인버터 정보 확인(제어시험) 및 감시제어 시험(유효 및 무효전력 등), 사후관리(부적합 시 제재-망이용 중지),

감사합니다.