

# 『미국, 대형전력시스템에 적용되는 주파수 및 전압보호 설정과 라이드스루에 대한 NERC의 신뢰성 표준 승인 제안』 심층분석 보고서

2024. 03.

TBT 통보 여부	통보	HS Code	8501
통보국	미국	전년도 수출규모 (천불)	456,939 (2024)
작성기관	한국기계전자시험연구원	문의처	<a href="mailto:tbt@kotica.or.kr">tbt@kotica.or.kr</a>

## [ 목 차 ]

1. 규제 개요 .....	1
2. 제정 세부내용 .....	3
3. 관련 법령 및 표준 .....	9
붙임. 규제 참고자료 .....	9

## 1

## 규제 개요

- (도입배경 및 목적) 미국 에너지부의 연방에너지규제위원회는 대형 전력 시스템(이하, BPS)에 적용되는 북미전력신뢰성공사\*(이하, NERC)에서 제출한 신뢰성 표준 2종\*\* 승인을 제안하는 NPRM\*\*\*을 통보하고 이에 대한 의견을 수렴중

\* North American Electric Reliability Corporation : NERC는 미국과 캐나다, 멕시코 북부의 전력망의 신뢰성과 보안과 관련된 위험을 규제하는 비영리 국제기관으로, 신뢰성 표준의 개발 및 시행 대형 전력 시스템(BPS, Bulk Power System)의 감시 등 역할을 수행하고 있음

\*\* PRC-024-4, PRC-029-1 (※ 세부내용 3 page 참조)

\*\*\* NPRM(Notice of Proposed Rulemaking, 규칙 제정 예고 공지) 미국 연방 기관이 새로운 규칙을 추가하거나 기존 규정을 변경 또는 삭제하려고 할 때, 공공 및 이해관계자에게 이를 알리고 의견을 수렴하기 위해 발행하는 공식 문서

- (규제요지) NERC는 NERC 용어집에 Ride-through에 대한 신규 용어 및 정의를 추가하고, 신뢰성 표준 PRC-024-4와 PRC-029-1을 승인하는 것을 제안하였으며, 미국 연방에너지규제위원회는 본 NPRM에서 신뢰성 표준 2종에 대한 승인에 대해 공개의견수렴을 요청함

TBT 통보번호	USA/2186	통보일	2025-01-27
		고시일	해당 없음
규제명	<ul style="list-style-type: none"> <li>IBR용 주파수 및 전압 보호 설정 및 라이드 스루에 대한 신뢰성 표준</li> <li>Reliability Standards for Frequency and Voltage Protection Settings and Ride-Through for Inverter-Based Resources</li> </ul>		
규제부처	<ul style="list-style-type: none"> <li>연방 에너지 규제위원회</li> <li>Federal Energy Regulatory Commission</li> </ul>		
요구사항 유형	적합성 평가		
제정 상태	제정 초안		
채택일	추후 결정		
의견수렴 마감일	2025년 03월 24일		
발효일	추후 결정		
준수기한	발효 후 12개월 이내(PRC-029-1 이전부터 운영중인 IBR 발전기 소유자의 주파수 및 전압 Ride-through 요구사항에 대한 면제의 허용 기간)		

□ 적용대상 및 수출규모

적용대상	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 동기식 발전기, 유형 1 및 유형 2 풍력 자원, 동기식 콘덴서에 대한 주파수 및 전압 보호 설정; 태양 에너지 공학 (ICS 코드: 27.160); 풍력 터빈 에너지 시스템 (ICS 코드: 27.180); 퓨즈 및 기타 과전류 보호 장치 (ICS 코드: 29.120.50); 스위치기어 및 제어기어 (ICS 코드: 29.130); 정류기. 변환기. 안정화된 전원공급장치 (ICS 코드: 29.200); 전력 시스템 제어 장비 (ICS 코드: 29.240.30)</li> <li>▪ Frequency and voltage protection settings for synchronous generators, type 1 and type 2 wind resources, and synchronous condensers; Solar energy engineering (ICS code(s): 27.160); Wind turbine energy systems (ICS code(s): 27.180); Fuses and other overcurrent protection devices (ICS code(s): 29.120.50); Switchgear and controlgear (ICS code(s): 29.130); Rectifiers. Converters. Stabilized power supply (ICS code(s): 29.200); Control equipment for electric power systems (ICS code(s): 29.240.30)</li> </ul>		
적용범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 대형 전력 시스템(BPS)               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 구체적인 시설 범위는 개정 세부내용 항목 참조</li> </ul> </li> </ul>		
對발행국 수출액 (전년기준, 천불)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 456,939</li> </ul>	HS Code	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 8501</li> </ul>

## □ 개정안의 목적 및 적용 대상 범위

- 본 NPRM은 BPS 발전 설비의 보호 장치 및 운영 방식과 관련한 신뢰성 표준을 승인하는 것으로, PRC-024-4\*와 PRC-029-1\*\* 신뢰성 표준의 목적과 적용 대상 범위는 다음과 [표 1]을 참조

\* Frequency and Voltage Protection Settings for Synchronous Generators, Type 1 and Type 2 Wind Resources, and Synchronous Condensers (동기식 발전기, Type 1 및 Type 2 풍력 전력, 동기식 콘덴서에 대한 및 전압 보호 설정)

\*\* Frequency and Voltage Ride-through Requirements for Inverter-based Resources (인버터 기반 리소스에 대한 주파수 및 전압 Ride-through 요구사항)

[표 1] PRC-024-4 및 PRC-029-1 신뢰성 표준의 목적과 시설의 범위

	PRC-024-4	PRC-029-1
표준의 목적 <sup>1)</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전력망에서 순간적으로 주파수나 전압이 변동할 때 불필요하게 차단되는 것을 방지하기 위함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인버터 기반 발전 설비(IBR) 전력망의 주파수나 전압이 변동할 때 정상적으로 운영하기 위함</li> </ul>
시설의 범위	<ul style="list-style-type: none"> <li>(릴레이 또는 관련 제어 시스템 내 기능을 통해 제공되며) 주파수, 전압, 및 볼트/헤르츠 보호 전기 신호에 반응하여 :               <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) 발전 자원(Generating Resource)을 직접 차단(trip)하거나,</li> <li>(ii) 발전 자원에 차단 신호를 제공하며,</li> </ul> </li> <li>다음과 같은 경우에 적용됨 :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 북미 대형 전력 시스템(BES) 동기 발전기</li> <li>- BES 동기 발전기의 GSU 변압기</li> <li>- BES 발전 자원에 설치된 동기 발전기 연결 유닛 보조 변압기(UAT)의 고압측</li> <li>- BES 정의, 포함 항목 14에서 식별된 공통 버스에 연결된 다수의 동기 발전기로부터 용량을 전달하는 주요 요소, 해당 자원의 총 용량이 75MVA를 초과하는 지점까지</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>대형 전력 시스템(BPS) 인버터 기반 발전(IBRs)</li> <li>인버터 기반 발전(IBR) 등록 기준 (IBR Registration Criteria)</li> </ul>

	PRC-024-4	PRC-029-1
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BES 정의, 포함 항목 14에서 식별된 공통 버스에 연결된 다수의 동기 발전기의 MPT(Main Power Transformer, 주 전력 변압기)</li> <li>• (릴레이 또는 관련 제어 시스템 내 기능을 통해 제공되며) 주파수, 전압, 및 볼트/헤르츠 보호 전기 신호에 반응하여 : <ul style="list-style-type: none"> <li>(i) 송전망에 연결된 동기 콘덴서(Synchronous Condenser)를 직접 차단(trip)하거나,</li> <li>(ii) 송전망에 연결된 동기 콘덴서에 차단 신호를 제공하며,</li> </ul> </li> <li>다음과 같은 경우에 적용됨: <ul style="list-style-type: none"> <li>- BES 동기 콘덴서</li> <li>- BES 동기 콘덴서의 승압 변압기(스텝업 변압기, Step-up Transformer)</li> <li>- 동기 콘덴서에 연결된 유닛 보조 변압기(UAT)의 고압측</li> </ul> </li> <li>• 제외 대상 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 동기 발전기 또는 동기 콘덴서 시설 내 모든 보조 장비(Auxiliary Equipment)에 대한 보호 장치</li> </ul> </li> </ul>	

<sup>1)</sup> : 동기 발전기·동기 콘덴서는 기존 발전기의 교류 전력망의 구성요소이며, IBR(Inverter-Based Resources)은 직류로 생성된 전력을 교류로 변환하여 전력망에 공급함. PRC-024-4와 PRC-029-1는 적용 대상과 기술 방식은 다르지만, 두 표준의 목적은 동일하며, BPS에서 주파수나 전압이 변동할 때 전력망을 안정적으로 유지하는 데 있음

## □ 제정 주요 내용

- 미국 연방에너지규제위원회는 본 NPRM에서 신뢰성 표준 개정 등에 대한 NERC의 설명을 수록하고, 이에 대한 공개의견수렴을 요청
- NERC가 설명한 PRC-024-4와 PRC-029-1, 그리고 NERC 용어집의 변경 사항은 다음과 같음

- ① NERC의 용어집에 Ride-through에 대한 용어 및 정의를 추가
- ② 신뢰성 표준 PRC-024-4 요구사항 변경 및/또는 유지
- ③ 신뢰성 표준 PRC-029-1의 요구사항 변경

□ NERC가 제안한 신뢰성 표준의 주요 내용

○ Ride-through에 대한 용어 및 정의 추가

- NERC는 Ride-through에 대한 용어 및 정의를 다음과 같이 설명하였음

Ride-through : 발전소/시설이 전압 또는 주파수 시스템 장애 발생 시에도 연결을 유지하고 계속 운영되는 것 (The plant/facility remains connected and continues to operate through voltage or frequency system disturbances)

○ PRC-024-4의 주요 변경 사항

- NERC는 신뢰성 표준 PRC-024-4에서 변경(또는 유지)된 항목을 다음과 같이 설명하였음

[표 2] PRC-024-4의 주요 변경(유지) 사항과 이유

	변경사항	이유
1	◦ 요구사항 R1, R2, R3, 및 R4에 포함된 인버터 기반 발전(IBR) 기능 관련 내용을 삭제함	• 제안된 신뢰성 표준 PRC-029-1에 포함되어 있음
2	◦ 1형 및 2형 풍력 발전은 IBR로 간주 되지 않음	• 비동기 방식으로 운영되며, 전력 전자 장치를 포함하지 않아 Ride-through를 견딜 수 있는 최신 컨트롤러를 갖추고 있지 않기 때문
3	◦ 동기 발전기, 동기 콘덴서 및 1형 및 2형 풍력 발전의 Ride-through 호환 주파수 및 전압 보호 설정 범위는 유지함	• 동기 발전 설비(Synchronous Units)는 시스템 장애 시 Ride-through 성능 기반 요구사항이 필요하지 않기 때문
4.	◦ 동기 발전기, 동기 콘덴서, 및 1형 및 2형 풍력 발전에 대한 capability 기반 요구사항을 유지	-
5	◦ 동기 발전의 주파수 및 전압 보호에 대한 capability 기반 요구사항을 유지 - PRC-024-4의 적용 대상을 동기 발전기 및 1형 및 2형 풍력 발전으로 제한 - 동기 콘덴서 및 관련 장비를 적용 시설에 포함함 - 동기 콘덴서에 대한 주파수, 전압 및 볼트/헤르츠 보호 기능을 적용하는 송전	-

	변경사항	이유
	사업자가 적용되도록 요구사항 R1, R2, R3, 및 R4를 수정함	

○ PRC-029-1의 주요 변경 사항

- NERC는 신뢰성 표준 PRC-029-1이 인버터 기반 발전(IBR)의 발전기 소유자에 대해 주파수 및 전압 Ride-through 성능 요구사항을 수립하도록 개정함

(A) 요구사항 R1의 변경사항

[표 3] PRC-029-1의 주요 변경 사항 - 요구사항 R1

	변경사항
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IBR 발전기 소유자는 각 IBR의 설계 및 운영이 must Ride-through zone (PRC-029-1의 Attachment 1에 명시)을 충족하거나 초과하도록 보장해야 함</li> <li>◦ 상기 요구사항의 면제 요건은 다음과 같음 <ul style="list-style-type: none"> <li>- IBR이 고장을 제거하기 위해 전기적으로 차단될 필요가 있는 경우</li> <li>- 주 전력 변압기(Main Power Transformer)의 고압측 전압이 요구사항 R4에 따른 허용 가능한 하드웨어 한계를 벗어난 경우</li> <li>- 송전망 내 비고장(non-fault) 스위칭 이벤트로 인해 주 전력 변압기 고압측의 순간적인 정상 순서 전압 위상각 변화(instantaneous positive sequence voltage phase angle change)가 25 전기 각도(electrical degrees)를 초과하는 경우</li> <li>- 주 전력 변압기 고압측에서 볼트/헤르츠(V/Hz)가 1.1 PU(Per Unit)를 45초 이상 초과하거나, 1.18 PU를 2초 이상 초과하는 경우</li> </ul> </li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IEEE 표준 2800-2022(IEEE 2800-2022)의 must Ride-through zones 용어를 채택함</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IBR이 전압 변동 시 Ride-through하고, 사고 이후(post-disturbance) 램프율(ramp rate)을 사고 이전(pre-disturbance) 수준으로 복귀하도록 요구함</li> <li>- 성능 기반 신뢰성 표준을 개발하도록 한 지침을 반영하기 위함</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IBR이 시스템 장애(system disturbance) 동안 연결을 유지하고, 제어 및 조절 기능을 수행하면서 Ride-through하도록 요구함</li> <li>- 사고 발생 시 전류를 주입하고 주파수 지원을 수행하도록 요구하는 지침을 반영하기 위함</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ IBR이 PRC-029-1의 Attachment 1의 Ride-through 요구사항을 충족하거나 초과하도록 요구함</li> <li>- 장애 발생 시 차단 금지 구역(no-trip zone)에서 순간 정지(momentary cessation)를 금지하도록 한 지침을 준수하기 위함</li> </ul>



(B) 요구사항 R2의 변경 사항

[표 4] PRC-029-1의 주요 변경 사항 - 요구사항 R2

	변경사항
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>NERC에 등록된 IBR의 발전기 소유자는 시스템 장애(system disturbances) 동안 전압 Ride-through 성능 기준을 준수해야 함</li> <li>- 요구사항 R4에 따라 문서화된 하드웨어 제한이 존재하는 경우에는 예외로 인정됨</li> </ul>

(C) 요구사항 R3의 변경 사항

[표 5] PRC-029-1의 주요 변경 사항 - 요구사항 R3

	변경사항
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>NERC에 등록된 IBR 발전기 소유자는 IBR이 주파수 변동(frequency excursion) 이벤트 동안 Ride-through 요구사항을 준수하도록 보장해야 함</li> <li>- IBR은 전류를 지속적으로 교환하며 전기적으로 연결된 상태를 유지해야 하고, 이 과정은 PRC-029-1의 Attachment 2에 명시된 must Ride-through zone 내에서 이루어져야 하며, 절대 주파수 변화율(Rate of Change of Frequency, RoCoF)이 5Hz/초 이하인 경우에 적용됨</li> <li>- 요구사항 R4에 따라 문서화된 하드웨어 제한이 존재하는 경우에는 예외로 인정됨</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>IBR은 전력망과 연결을 유지하며, 제어 및 조절 기능을 수행하여 시스템 장애를 Ride-through해야 함</li> </ul>

(D) 요구사항 R4의 변경 사항

- 요구사항 R4는 기존 레거시 IBR\*의 발전기 소유자가 요구사항 R1 ~ R3을 준수하기 위해 하드웨어를 교체해야 하는 경우, 주파수 및 전압 Ride-through 요구사항에 대한 면제를 받을 수 있도록 허용하며, 주요 내용은 다음과 같음

\* 제안된 PRC-029-1의 발효일 이전부터 운영 중인 IBR

[표 6] PRC-029-1의 주요 변경 사항 - 요구사항 R4

	변경사항
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>PRC-029-1 발효일 이전부터 운영 중인 IBR을 보유한 발전기 소유자는, <u>해당 IBR이 요구사항 R1 ~ R3에서 명시된 Ride-through 기준을 충족할 수 없게 만드는 하드웨어 제한이 존재하며</u>, 특정 Ride-through 기준에 대한 면제가 필요할 경우, 해당 하드웨어 제한을 뒷받침하는 정보를 문서화해야 함</li> <li>모든 IBR 발전기 소유자는 다음 기관에 해당 정보를 제공해야 함</li> <li>- 계획 조정자(Planning Coordinator), 송전 계획 담당자(Transmission Planner), 송전 운영자(Transmission Operator), 신뢰성 조정자(Reliability Coordinator)</li> </ul>

	변경사항
	<ul style="list-style-type: none"> <li>발전기 소유자는 관련된 준수 집행 기관(Compliance Enforcement Authority)에 문서를 제출해야 하며, 일반적으로 이는 지역 기관(Regional Entity)이 담당함. 이 기관은 요구사항 R4에서 지정된 모든 문서가 발전기 소유자로부터 제출되었음을 확인한 후에만 면제를 승인할 수 있음</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>PRC-029-1이 발효된 후, 발전기 소유자는 <b><u>12개월 이내에 면제를 요청할 수 있으며, 이 기간이 지나면 추가 면제 요청을 받지 않음</u></b></li> <li>면제된 하드웨어가 이후 교체될 경우, 발전기 소유자는 90일 이내에 해당 정보를 계획 조정자, 송전 계획 담당자, 신뢰성 조정자, 송전 운영자에게 통보해야 하며, R1 ~ R3 요구사항을 준수해야 함</li> <li>면제가 인정되는 특정 조건은 다음과 같음 <ul style="list-style-type: none"> <li>Ride-through할 수 없는 전압 또는 주파수 대역 및 해당 지속 시간</li> <li>누적 전압 변동 횟수(설비가 10초 동안 4회 미만의 전압 변동을 Ride-through할 수 있는 경우)</li> </ul> </li> </ul>

☐ 관련 법령 및 표준

- NERC의 신뢰성 표준 목록은 [다음 URL](#)을 참조
  - 기존(현행) PRC-024-4 표준의 문서 : [다음 URL](#) 참조
  - 기존(현행) PRC-029-1 표준의 문서 : [다음 URL](#) 참조

☐ 규제원문 출처

- WTO TBT : [다음 URL](#)을 참조