



북미신뢰도기구의 고장파급방지시스템 신뢰도기준 분석

남순열 | 명지대학교 전기공학과

1. 서론

북미 신뢰도기구(North American Electric Reliability Corporation, NERC)의 용어 목록 [1]에서는 고장파급방지시스템을 의미하는 Special Protection System(SPS)와 Remedial Action Scheme(RAS)를 다음과 같이 정의하고 있다.

- 비정상적이거나 사전에 결정된 계통 상태를 검출하고, 계통 신뢰도를 유지하기 위해 고장의 격리뿐만 아니라 그 외에 다른 시정 조치를 취하기 위한 자동 보호시스템. 앞서 언급된 조치는 계통 안정성, 전압 및 조류를 허용 가능한 범위에서 유지하기 위한 부하, 발전 및 계통구성 변경을 포함할 수 있다.

북미신뢰도기구의 System Protection and Control Subcommittee(SPCS)와 System Analysis and Modeling Subcommittee(SAMS)는 고장방지파급시스템 정의를 개정

하기 위한 기술보고서 발간 [2]을 통해, 그동안 혼용해서 사용하던 SPS와 RAS 용어를 RAS로 통일하도록 제안하였으며 NERC Board에서는 2014년 11월에 이를 승인하였다. 또한, 기술보고서에서는 북미신뢰도기구가 신뢰도 향상 및 규제 목적을 위해 고장파급방지시스템으로 간주하는 시스템들과 간주하지 않는 시스템들에 대해 보다 명료하게 정의하고 있다. 다음은 북미신뢰도기구가 고장파급방지시스템으로 간주하지 않는 시스템 유형들이다.

- 저주파수 또는 저전압 부하차단
- 발전기 계자 상실이나 변압기 온도 상승(단, 이에 한정되지 않음)과 같이, 고장이 아닌 상태로 인한 설비 손상으로 부터 설비를 보호하기 위해, 설비를 차단하거나 설비의 동작을 수정하기 위해 적용된 현장 감지 장치들
- 자동재폐로 시스템
- 지역적으로 운전되는 무효전력 보상 설비, FACTS 설비, 위상 조정 변압기(Phase-shifting transformers), 가변

Global Participants

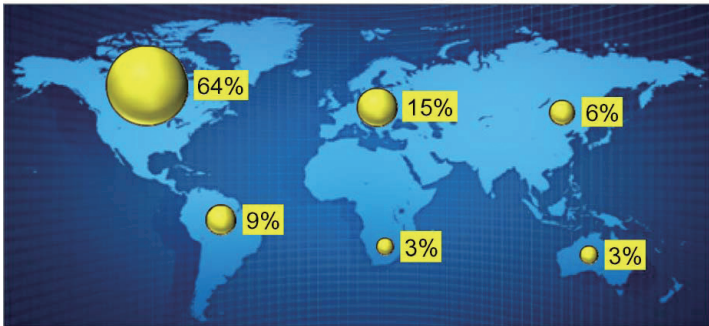


그림 1. 대륙별 고장파급방지시스템 설치 현황 [3]

damping)나 주파수 감쇠(Frequency damping)와 같은 보조 제어를 위한 HVDC 또는 SVC의 변조(Modulation)

- 보호 구간 내에 다수의 설비들을 포함하거나 고장 설비와 다른 설비들 사이에 차단장치가 제공되지 않아 고장 설비보다 많은 설비들을 격리시키는 보호시스템

그림 1에서 알 수 있듯이 전 세계 60% 이상의 고장파급방지시스템이 북미에 주로 설치되어 있으며, 표 1은 2011년 기준 북미지역 고장파급방지시스템 설치 현황을 보여주고 있다.

표 1. 북미지역 고장파급방지시스템 설치 현황 [2]

지역신뢰도기구	시스템 수
FRCC	20
MRO	36
NPCC	117
RFC	47
SERC	20
SPP	6
TRE	24
WECC	192

2. 고장파급방지시스템 신뢰도기준

북미신뢰도기구의 고장파급방지시스템 신뢰도기준 [4]는 ① 모든 고장파급방지시스템이 적절하게 설계되어 성능요건을 충족하고 다른 보호시스템과의 협조가 이루어지도록 보장하며 ② 유지보수 및 시험 계획이 수립되어 시행되고 오/부 동작의 분석 및 시정이 이루어지도록 보장하는 것을 목적으로 한다. 이와 같은 목적을 달성하기 위해 북미신뢰도기구는 PRC-012에서 PRC-017까지 6 개의 세부적인 기준을 제시하고 있다. 세부적인 기준들은 목적, 적용대상, 준수요건, 준수여부 측정, 위반시 조치사항, 준수 이행 감시 등의 항목으로 구성되어 있으며 신뢰도 향상에 필요한 핵심적인 내용들은 준수요건에 포함되어 있다.

주파수 변압기(Variable frequency transformers), 발전기 여자 시스템(Generation excitation systems)과 탭 절환 변압기(Tap-changing transformers)

- 선로 절체를 통해 높은 선간전압을 방지하는 시스템
- 사고가 아닌 동작에 의해 선로의 한쪽 끝이 개방되었을 때, 해당 선로를 자동적으로 비가압(De-energize) 시키는 시스템
- 고장파급방지시스템의 필수 부분으로서 설계되지 않은 동기탈조 보호
- 단독운전 방지(Anti-islanding)를 위한 보호시스템
- 고장 제거가 가능할 수 있도록 고장 선로 이외의 차단기를 동작시키는 보호시스템, 또는 모선의 Sectionalizing / Splitting / Break-up 시스템
- 운전자에 의해 수동 개시될 때만 진행되는 자동 시퀀스
- 차동기공진(Sub-synchronous resonance) 보호 시스템
- 지역적인 또는 지역 간 진동에 적용되는 위상 감쇠(Angle

2.1 PRC-012 SPS Review Procedure

고장파급방지시스템 심의절차와 관련된 기준으로서 다음과 같은 준수요건을 제시하고 있다.

- R1. 고장파급방지시스템을 사용하거나 사용할 계획이 있는 전기사업자(송전사업자, 발전사업자, 배전사업자)를 포함하고 있는 지역신뢰도기구는 Regional Criteria 및 북미신뢰도기구의 신뢰도기준을 준수하도록 보장하기 위해 아래 사항을 포함한 고장파급방지시스템 심의 절차를 마련하고 있어야 한다.

R1.1 제안되는 고장파급방지시스템을 지역신뢰도기구 심의에 제출하는 절차에 관한 기술

- R1.2 고장파급방지시스템의 설계, 동작 및 모델링에 관한 설명을 담은 데이터를 제공하는 것과 관련된 요건
- R1.3 고장파급방지시스템이 동작되어야 할 때, 고장파급방지시스템의 단일 요소 부동작으로 인해 연계 계통이 계통 성능 요건(NERC TPL-001, TPL-002, TPL-003에 정의)을 충족시키는데 지장을 받지 않도록 설계되었다는 것을 입증하도록 하는 요건
- R1.4 고장파급방지시스템이 오동작하더라도, 설계 목표인 상정사고에 관해 요구되는 것과 같은 동일한 계통 성능 요건(NERC TPL-001, TPL-002, TPL-003에 정의)을 충족하면서 NERC TPL-003을 위반하지 않는 것을 입증하도록 하는 요건
- R1.5 제안된 고장파급방지시스템이 다른 보호제어시스템 및 지역신뢰도기구 응급절차와 협조를 이루는 것을 보여주는 요건
- R1.6 오/부동작에 대한 지역신뢰도기구 정의
- R1.7 고장파급방지시스템의 모든 오/부동작에 대한 시정 조치계획의 분석 및 문서화 요건
- R1.8 지역신뢰도기구의 심의 절차와 절차 개정의 승인에 책임이 있는 지역신뢰도기구 조직의 제시
- R1.9 유지보수 및 시험 절차를 제시하도록 하는 요건
- R2. 소관 지역신뢰도기구 또는 북미신뢰도기구의 요청이 있을 시 지역신뢰도기구는 고장파급방지시스템 심의 절차 관련 서류를 제공해야 한다(달력 기준으로 30일 이내).

2.2 PRC-013 SPS Database

고장파급방지시스템 데이터베이스와 관련된 기준으로서 다음과 같은 준수요건을 제시하고 있다.

- R1. 고장파급방지시스템이 설치되어 있는 전기사업자를 포함하고 있는 지역신뢰도기구는 고장파급방지시스템 데이터베이스를 유지하고 있어야 한다. 데이터베이스에는 다음 유형의 정보가 포함되어야 한다.
 - R1.1 설계 목표 : 고장파급방지시스템이 대응하도록 설계된 상정사고 및 계통 조건
 - R1.2 동작 : 고장파급방지시스템이 계통 외란에 대응하여 취하는 조치

R1.3 모델링 : 고장파급방지시스템 동작을 제어하는 검출 로직 및 계전기 정정치에 관한 정보

- R2. 소관 지역신뢰도기구 또는 북미신뢰도기구의 요청이 있을 시 지역신뢰도기구는 데이터베이스에 관한 정보 또는 데이터베이스에 담긴 정보를 제공해야 한다(달력 기준으로 30일 이내).

2.3 PRC-014 SPS Assessment

고장파급방지시스템 평가와 관련된 기준으로서 다음과 같은 준수요건을 제시하고 있다.

- R1. 북미신뢰도기구 신뢰도기준 및 Regional criteria 준수를 위해 지역신뢰도기구는 담당 지역에 설치된 모든 고장파급방지시스템의 동작, 협조 및 유효성을 적어도 5년 마다 한 번씩 평가해야 한다.
- R2. 소관 지역신뢰도기구 또는 북미신뢰도기구의 요청이 있을 시 지역신뢰도기구는 담당 지역에 설치된 모든 고장파급방지시스템의 동작, 협조 및 유효성에 관한 평가 요약보고서 또는 평가 상세보고서를 제공해야 한다(달력 기준으로 30일 이내).
- R3. 지역신뢰도기구의 고장파급방지시스템 평가 보고서에는 다음 항목들이 포함되어 있어야 한다.
 - R3.1 평가 시행 조직 및 평가 수행 일자
 - R3.2 검토 연도, 계통 조건, 평가의 기반이 되는 기술적 검토에서 분석된 상정사고, 검토 수행 시기
 - R3.3 북미신뢰도기구 신뢰도기준 및 Regional criteria 를 준수하지 않는 것으로 발견된 고장파급방지시스템 확인
 - R3.4 다른 보호제어시스템과 고장파급방지시스템 사이에서 발견된 모든 협조 문제에 관한 논의
 - R3.5 비 준수 고장파급방지시스템에 대한 시정 조치 계획

2.4 PRC-015 SPS Data and Documentation

고장파급방지시스템 데이터 및 문서화와 관련된 기준으로서 다음과 같은 준수요건을 제시하고 있다.

- R1. 고장파급방지시스템을 소유하고 있는 전기사업자는 PRC-013-0 R.1에 명시된 기준 및 제안된 고장파급방

지시스템의 목록을 유지하고 관련 데이터를 제공해야 한다.

- R2. 고장파급방지시스템을 소유하고 있는 전기사업자는 서비스 개시 이전에 PRC-012-0 R.1에 정의된 지역신뢰도기구 심의 절차에 따라 신규 또는 기능적으로 수정된 고장파급방지시스템을 심의했다는 증거를 확보하고 있어야 한다.
- R3. 소관 지역신뢰도기구 또는 북미신뢰도기구의 요청이 있을 시 고장파급방지시스템을 소유하고 있는 전기사업자는 신규 또는 기능적으로 수정된 고장파급방지시스템이 북미신뢰도기구 신뢰도기준 및 Regional criteria의 준수를 보여주는 연구 결과와 고장파급방지시스템 데이터 관련 문서를 제공해야 한다(달력 기준으로 30일 이내).

2.5 PRC-016 SPS Misoperations

고장파급방지시스템 오/부동작 처리와 관련된 기준으로서 다음과 같은 준수요건을 제시하고 있다.

- R1. 고장파급방지시스템을 소유하고 있는 전기사업자는 PRC-012-0 R.1에 명시된 지역신뢰도기구의 고장파급방지시스템 심의 절차에 따라서 고장파급방지시스템의 동작을 분석하고, 모든 오/부동작에 관한 기록을 유지해야 한다.
- R2. 고장파급방지시스템을 소유하고 있는 전기사업자는 향후의 오/부동작 방지를 위해 시정조치를 취해야 한다.
- R3. 소관 지역신뢰도기구 또는 북미신뢰도기구의 요청이 있을 시 고장파급방지시스템을 소유하고 있는 전기사업자는 오/부동작 분석 및 시정조치계획에 관한 문서를 제공해야 한다(달력 기준으로 90일 이내).

2.6 PRC-017 SPS Maintenance and Testing

고장파급방지시스템 유지보수 및 시험과 관련된 기준으로서 다음과 같은 준수요건을 제시하고 있다.

- R1. 고장파급방지시스템을 소유하고 있는 전기사업자는 유지보수 및 시험 프로그램을 시행해야 한다. 유지보수 및 시험 프로그램은 다음과 같은 내용을 포함해야 한다.

R1.1 고장파급방지시스템 식별에는 계전기, 계기용 변성기, 통신 시스템(해당되는 경우), 배터리를 포함하되 이에 국한되는 것은 아니다.

R1.2. 유지보수 및 시험 주기, 그 근거에 대한 문서

R1.3. 시험 절차 요약


R1.4. 시험 일정

R1.5. 유지보수 일정

R1.6. 마지막 유지보수 및 시험 일자

- R2. 소관 지역신뢰도기구 또는 북미신뢰도기구의 요청이 있을 시 고장파급방지시스템을 소유하고 있는 전기사업자는 유지보수 및 시험 프로그램과 그 시행에 관한 문서를 제공해야 한다(달력 기준으로 30일 이내).

3. 결 론

국가전력망의 안전 확보와 신뢰성 있는 계통 운영을 위해서는 국내 실정에 적합한 고장파급방지시스템 신뢰도기준의 정립이 요구된다. 이를 위해 북미신뢰도기구의 고장파급방지시스템 신뢰도기준을 분석하였으며 이를 바탕으로 고장파급방지시스템 관련 국내 신뢰도기준(안)을 마련할 계획이다. 

참 고 문 헌

- [1] Glossary of Terms Used in NERC Reliability Standards, 2013.
- [2] NERC Standards Project 2010-05.2 Technical Report, 2013.
- [3] IEEE PSRC Report on Global Industry Experiences with System Integrity Protection Schemes (SIPS), IEEE Trans. on Power Delivery, Vol. 25, Oct. 2010.
- [4] Reliability Standards for the Bulk Electric Systems of North America, 2014.