

SPSPSPSP  
PSPSPSP  
SPSPSP  
PSPSP  
SPSP  
PSP  
SP

SPS-SGSF-025-4-1972

SPS

전기에너지저장시스템용  
전력변환장치의 성능 요구사항

SPS-SGSF-025-4-1972 : 2019

한 국 스 마 트 그 리 드 협 회

2019년 03월 05일 개정

## 심 의 : 운영위원회

	성명	근무처	직위
( 위 원 장 )	구 자 윤	한양대학교	명예교수
( 위 원 )	김 성 한	SK텔레콤	본부장
	김 영 명	KT	단장
	안 혁 성	LG전자	상무
	이 정 준	LS산전	단장
	박 세 웅	삼성SDI	상무
	박 승 용	효성	전무
	김 병 진	현대일렉트릭앤 에너지시스템	상무
	이 준 호	한국전력공사	처장
	남 성 우	한전KDN	전무
	김 은 수	한국전력거래소	본부장
	위 성 복	한국토지주택공사	처장
	이 백 행	한국산업기술평가관리원	P D
	조 원 서	한국산업기술시험원	본부장
	박 응 기	국가보안기술연구소	본부장
	박 승 재	한국전기연구원	본부장
	성 길 웅	한국스마트그리드사업단	실장
	남 경 모	산업통상자원부 전력진흥과	과장
	오 광 해	국가기술표준원 전기전자표준과	과장
	김 동 재	한국스마트그리드협회	본부장

## 심 의 : 표준관리위원회

	성명	근무처	직위
( 위 원 장 )	하 동 혁	한국전력공사	처장
( 위 원 )	오 창 수	한국전력공사	부장
	임 용 배	한국전기안전공사	팀장
	공 재 준	한전KDN	팀장
	이 일 우	한국전자통신연구원	실장
	김 응 상	한국전기연구원	책임
	정 진 범	한국자동차부품연구원	팀장
	이 상 현	KT	팀장
	김 경 호	LS산전	책임
	권 영 진	효성	수석
	김 지 효	옵티시스템	소장
	김 정 훈	홍익대학교	교수
	홍 승 호	한양대학교	교수

서 정 택	순천향대학교	교 수
이 현 기	한국스마트그리드협회	팀 장

## 원안 작성 및 협력 : 한국스마트그리드협회

	성 명	근 무 처	비 고
( 위 원 장 )	김 미 성	한국화학융합시험연구원	위 원 장
( 위 원 )	장 한 솔	한국화학융합시험연구원	위 원
	김 정 윤	한국전기연구원	위 원
	최 현 동	한국기계전기전자시험연구원	위 원
	이 동 락	한국산업기술시험원	위 원
	김 승 호	세방전기	위 원
	이 현 기	한국스마트그리드협회	위 원
( 간 사 )	최 은 지	한국스마트그리드협회	간 사

표준열람 : e나라 표준인증(<http://www.standard.go.kr>)

---

제 정 자 : 한국스마트그리드협회	제 정 : 2012년 7월 11일
개 정 : 2019년 03월 05일	
심 의 : 운영위원회	
원안작성협력 : 한국스마트그리드협회	

---

이 표준에 대한 의견 또는 질문은 한국스마트그리드협회(스마트그리드 표준화 포럼)으로 연락하거나 웹사이트를 이용하여 주십시오.

이 표준은 산업표준화법 제10조의 규정에 따라 매 3년마다 산업표준심의회에서 심의되어 확인, 수정 또는 폐지됩니다.



# 목 차

머 리 말 .....	ii
1 적용범위 .....	1
2 인용표준 .....	1
3 용어와 정의 .....	2
4 개요 .....	4
5 구성 요구사항 .....	5
5.1 재료 .....	5
5.2 구조 .....	5
5.3 배선 및 접지 .....	6
5.3 모니터링 .....	6
6 시험 요구사항 .....	7
6.1 시험 상태 .....	7
6.2 시험 구성 .....	7
6.3 시험 장치 .....	8
7 시험방법 .....	8
7.1 절연성능 시험 .....	9
7.2 보호기능 시험 .....	16
7.3 외부사고 시험 .....	19
7.4 주위환경시험 .....	23
7.5 전자파 적합성 시험 .....	23
7.6 정상특성 시험 .....	28
7.7 과도응답 특성 시험 .....	30
참고문헌 .....	33
SPS – SGSF – 025 – 4 – 1972:2019 해 설 .....	34

## 머 리 말

이 표준은 사단법인 한국스마트그리드협회에서 원안을 갖추고 산업표준화법 시행규칙 제19조 및 단체표준 지원 및 촉진 운영 요령에 따라 단체표준심의회 심의를 거쳐 개정한 단체표준이다.

이 표준은 최초 2012년에 SPS – SGSF – 04 – 2012 – 07 – 1972(Ed1.0)를 제정하였으며, 2016년에 SPS – SGSF – 025 – 4 – 1972:2016(Ed2.0)로 1차 개정하고 2019년에 Ed3.0으로 2차 개정한 표준이다.

구분	표준번호	표준명
제정(2012)	SPS – SGSF – 04 – 2012 – 07 – 1972 (Ed1.0)	에너지저장 시스템용 전력변환장치의 성능 요구사항
1차 개정(2016)	SPS – SGSF – 025 – 4 – 1972:2016 (Ed2.0)	전기에너지저장시스템용 전력변환장치의 성능 요구사항
2차 개정(2019)	SPS – SGSF – 025 – 4 – 1972:2019 (Ed3.0)	

SPS – SGSF – 025 – 4 – 1972:2019





## 전기에너지저장시스템용 전력변환장치의 성능 요구사항

General performance requirements of PCS(Power Conversion System) for electrical energy storage system

### 1 적용범위

이 표준은 전기에너지저장시스템에 사용되는 전력변환장치(이하 " EES 시스템용 PCS"라 칭한다.)에 적용되며, EES 시스템용 PCS의 절연성능, 보호기능, 외부사고, 주위환경, 전자파 적합성, 정상 특성 및 과도응답 특성에 대한 요구사항과 시험방법을 규정한다.

이 표준은 계통 연계형에 대해서만 적용한다

### 2 인용표준

다음의 인용표준은 전체 또는 부분적으로 이 표준의 적용을 위해 필수적이다. 발행연도가 표기된 인용표준은 인용된 판만을 적용한다. 발행연도가 표기되지 않은 인용표준은 최신판(모든 추록을 포함)을 적용한다.

KS C 8536:2005, 독립형 태양광 발전시스템 통칙

KS C IEC 60050-151, 국제전기기술용어 — 제151장: 전기 및 자기 장치

KS C IEC 60050-421, 국제전기기술용어 — 제421장: 전력용 변압기와 리액터

KS C IEC 60050-486, 국제전기기술용어 — 제486장: 2차 전지

KS C IEC 60050-551, 국제전기기술용어 — 제551장: 전력전자

KS C IEC 60068-1, 환경 시험 — 제1부: 일반사항 및 지침

KS C IEC 60068-2-38, 환경 시험 — 제2-38부: 시험 Z/AD: 합성 온도/습도 사이클 시험

KS C IEC 60364-1, 건축전기설비 — 제1부: 기본원칙, 일반 특성평가 및 용어정의

KS C IEC 60364-4-44, 저압전기설비 — 제4-44부: 안전을 위한 보호 — 전압 및 전기자기 방해에 대한 보호

KS C IEC 60364-5-51, 건축전기설비 — 제5부: 전기기기의 선정 및 시공 — 공통규칙

KS C IEC 60364-5-52, 저압전기설비 — 제5-52부: 전기기기의 선정 및 설치 — 배선설비

KS C IEC 60364-5-54, 저압전기설비 — 제5-54부: 전기기기의 선정 및 설치 — 접지설비 및 보호도체

KS C IEC 60364-7-706, 저압전기설비 — 제7-706부: 특수설비 또는 특수장소에 관한 요구사항 — 움직임이 제한된 도전성 장소

KS C IEC 60364-7-707, 건축전기설비 — 제7-707부: 특수설비 또는 특수장소의 요구사항 — 데이터 처리설비의 접지

KS C IEC 60529, 외곽의 방진 보호 및 방수 보호 등급(IP 코드)

KS C IEC 60633, 고전압 직류(HVDC)송전의 용어

KS C IEC 60664-1, 저압기기의 절연협조 — 제1부 : 원칙, 요구사항, 시험

KS C IEC 60990, 접촉전류와 보호도체의 전류 측정법

KS C IEC 61032, 외곽에 의한 사람 및 장치 보호 — 검증용 프로브

KS C IEC 62116, 계통 연계형 태양광 인버터의 단독 운전 방지 방법에 대한 시험 절차

KS C IEC 62477-1, 전력전자 변환기기 및 시스템의 안전 요구사항

KC CISPR, 산업, 과학, 의료(ISM)분야 무선주파기기의 전자파 방해 특성 — 한계치와 측정방법

IEC TR 61000-2-5:2017, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 2-5: Environment — Description and classification of electromagnetic environments

IEC 61000-4-2:2008, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-2: Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test

IEC 61000-4-3:2006, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-3 : Testing and measurement techniques — Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test

IEC 61000-4-4:2012, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-4: Testing and measurement techniques — Electrical fast transient/burst immunity test

IEC 61000-4-5:2014, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-5: Testing and measurement techniques - Surge immunity test

IEC 61000-4-6:2013, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-6: Testing and measurement techniques - Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields

IEC 61000-4-8:2009, Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4-8: Testing and measurement techniques — Power frequency magnetic field immunity test

CISPR 11:2015, Industrial, scientific and medical equipment — Radio-frequency disturbance characteristics — Limits and methods of measurement

### 3 용어와 정의

이 표준의 목적을 위하여 다음의 용어와 정의를 적용한다.

#### 3.1

**전기에너지저장시스템(electrical energy storage system)**

**EES 시스템**

전력계통 및 신재생에너지 전원으로부터 전기에너지를 저장하였다가 필요 시 사용하는 시스템

**비고** 국내 산업 및 규정/기술기준 등에는 ‘에너지저장장치’ 또는 ‘에너지저장시스템(ESS, Energy Storage System)’ 용어를 사용하고 있으나, IEC에서는 ‘EES 시스템’으로 용어를 정의하여 이 단체표준은 국제표준 용어를 인용하였다

#### 3.2

**전력변환장치(power conversion system)**

**PCS**

배터리(축전기)에 저장된 직류전력을 교류전력으로 변환하여 전력계통으로 전력을 공급하거나 직접 교류부하에 전력을 공급하는 기능과 전력계통의 교류전력을 직류전력으로 변환하여 배터리(축전기)에 전력을 저장하는 기능을 수행하는 장치

#### 3.3

**전력관리시스템(power management system)**

**PMS**

EES 시스템의 주요 구성요소인 PCS, 배터리(축전기), BMS의 운용상태를 모니터링 하여 EES 시스템이 설치된 수용가의 요구조건에 맞게 효율적으로 관리하는 시스템

**3.4****계통 연계형(rgrid connected)**

전력을 계통으로 보내기 위한 기능

**3.5****정격(rating)**

PCS의 사용 조건과 그 성능의 범위

**3.6****(전기) 절연(electrical insulation)**

이격거리 또는 공간거리, 또는 고체 절연 또는 이들 결합에 따른 회로 간 또는 도전부품 간의 전기적 분리

**3.7****기본 절연(basic insulation)**

감전에 대해 기본 보호를 제공하기 위해 위험 충전부에 적용하는 절연

**3.8****기능 절연(functional insulation)**

감전에 대해 보호되지는 않지만, 회로의 올바른 기능에 필요한 회로 내 도전 부품 간의 절연

**비고** 다만, 기능 절연은 연소 또는 화재 가능성을 줄일 수 있다.

**3.9****보조 절연(supplementary insulation)**

고장 보호용으로 기본 절연 외에 추가 적용된 독립 절연

**비고** 기본 절연 및 보조 절연은 별개이며, 각각 감전에 대해 단순 분리 설계된다.

**3.10****단독 운전(island)**

EES 시스템이 접속되는 일부 전력계통이 계통 전원과 분리된 상태에서, EES 시스템이 선로 부하에 전력을 공급 또는 전압을 인가하고 있는 상태

**3.11****축전지(배터리)(battery)**

충전에 의해 전기의 저장이 가능한 전지

**비고** 이 표준에서는 방전한 후에도 직류전원을 연결하여 방전 시 전류방향과 반대로 전류를 흘리면 다시 충전되어 사용할 수 있는 2차 전지를 의미함

**3.12****절연내력(dielectric withstand strength)**

절연상태가 지속적으로 유지되게 하는 임계전압 혹은 전위강도

**3.13****시스템 전압(system voltage)**

절연 요구사항을 결정하는 데 사용되는 전압

비고시스템 전압에 대한 추가 고려사항은 KS C IEC 62477 – 1:2016의 4.4.7.1.6를 참조한다.

### 3.14

#### 사용 전압(working voltage)

회로 설계상 또는 절연과 관계되는 정격 전원 조건(허용차 없이) 및 최악의 사용조건에서의 전압

비고사용 전압은 직류 또는 교류가 될 수 있다. r.m.s.와 반복 피크값이 모두 사용된다.

### 3.15

#### 접촉전류(touch current)

전기 설치물 또는 전기 장비의 접속 가능한 부품이 접촉했을 때 인체 또는 동물체에 이르는 전류

### 3.16

#### 외함(enclosure)

본연의 용도에 맞는 보호 유형 및 등급을 제공하는 외장

비고 이 표준은 KS C IEC 60529에 따라 외함에 대한 요구사항뿐 아니라 기계적 영향과 환경 영향에 대한 요구사항을 규정한다. 이 추가 요구사항의 목적은 제조자가 규정한 환경 조건 하에서 외함이 기본 보호를 제공할 수 있는 능력을 확보하는 것이다.

### 3.17

#### 포트(port)

전자기 에너지(또는 신호)가 인가(또는 수신)되는 장치(또는 네트워크) 또는 장치(또는 네트워크)의 변수가 관찰(또는 측정)되는 장치(또는 네트워크)로 접속되는 액세스

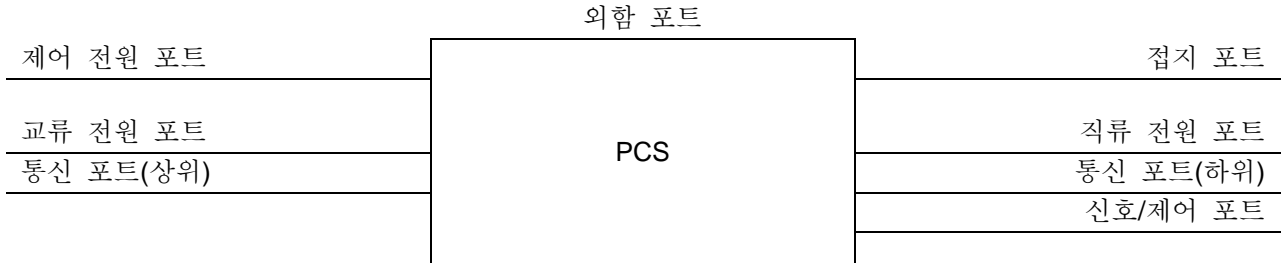


그림 1 — 일반적인 EES 시스템용 PCS 포트

## 4 개요

EES 시스템용 PCS는 PMS로부터 지령을 받아 계통과 전기저장수단(배터리(축전지) 등)사이에서 전력변환을 담당하는 EES 시스템의 핵심 기능 요소이다

교류전원인 계통과 직류 전원인 배터리(축전지) 사이에서 양방향 전력제어를 수행해야 하며, 전력계통의 신뢰도를 향상시키고 전력수요 피크 시 저장된 에너지를 빠르게 공급하는 등의 기능을 지녀야 한다

EES 시스템용 PCS는 용도와 적용 분야에 따라 변전소용, 신재생에너지 연계용, 수용가용으로 분류하여 표 1 과 같이 정리할 수 있다

표 1 — EES 시스템용 PCS의 분류

용도	목적
변전소용	계통이용률 향상, 자력 기동, 주파수 조정
신재생에너지 연계용	전력품질 향상, 주파수 조정
수용가용	수요 감축, 주파수 조정

## 5 구성 요구사항

### 5.1 재료

EES 시스템용 PCS의 재료는 안전성을 확보하기 위하여 다음 기준에 적합한 것으로 한다.

- a) 사용하는 재료는 사용 조건에서의 부식에 대하여 충분한 내식성이 있는 재료 또는 코팅재로 한다.
- b) 고무 또는 플라스틱의 비금속성 재료는 단기간에 열화되지 않도록 사용 조건에 적합한 것으로 한다.
- c) 습도가 높은 환경 하에서 사용되는 금속은 주철, 스테인리스강 등의 내식성이 있는 재료이고, 탄소강을 사용하는 경우에는 부식에 강한 코팅을 한다.
- d) 전기 절연물 및 단열재는 접촉부 또는 그 부근의 온도에 충분히 견디고 흡습성이 적은 것으로 한다.
- e) 실외용 기기의 외부 재료는 방수제를 도포한 금속, 합성수지 등의 내후성이 뛰어난 것으로 한다.
- f) 도전재료는 동, 동합금, 스테인리스강 또는 이하 같은 수준 이상의 전기적·열적 및 기계적인 안전성이 있는 것으로 한다. 다만, 탄성이 필요한 부분, 구조에 있어 사용하기 곤란한 부분은 해당되지 않는다.

### 5.2 구조

EES 시스템용 PCS의 구조는 안전성, 편리성 및 호환성을 확보하기 위하여 다음 기준에 따른 구조와 치수를 가지는 것으로 한다.

- a) 모든 부품은 뒤틀림, 이완, 그 외의 손상에 견디는 안전한 구조로 한다.
- b) 분해 가능한 패널·커버 등은 다른 위치에 바꾸어 넣어 설치하는 것이 불가능한 구조로 한다.
- c) 사람과 접촉 가능성이 있는 부품은 날카로운 돌출부분이나 모퉁이가 없는 구조로 한다.
- d) 정기적으로 보수 및 점검을 하는 부품은 쉽게 보수 및 점검할 수 있는 구조로 한다.
- e) 충전부 상호간의 접속부분 또는 충전부와 비충전부와의 접속부분이 사용 상태에서 이완이 발생하지 아니하고 사용 환경조건에 견딜 수 있는 것으로 한다.
- f) 본체의 일부를 교체 또는 분해할 수 있는 것은 교체 또는 분해 작업을 쉽고 안전하게 할 수 있는 구조로 한다.

사용 상태에서 사람이 접할 우려가 있는 가동 부분은, 쉽게 접할 수 없도록 적절한 보호틀이나 보

호망 등을 설치한다. 다만, 기능에 따라 가동 부분을 노출하여야만 하는 것과 가동 부분과 접하였을 때 감전, 상해 등의 위험이 생길 우려가 없는 부분은 설치하지 않는다.

- g) 정격 입력 전압 또는 정격 주파수를 변환하는 기구를 가진 이중정격의 것은 변환된 전압 및 주파수를 쉽게 식별할 수 있도록 한다. 다만, 자동으로 변환되는 기구를 가지는 것은 해당하지 않는다.
- h) 전기부품 및 부속품의 정격 전압, 정격 전류 및 허용 전류는 전기부품 및 부속품에 가해진 최대전압 또는 최대전류 이상인 것으로 한다.

### 5.3 배선 및 접지

EES 시스템용 PCS의 배선 및 접지는 안전성과 정상 기능 동작을 위하여 KS C IEC 60364-4-41, KS C IEC 60364-5-51, KS C IEC 60364-5-52, KS C IEC 60364-7-706, KS C IEC 60364-7-707, KS C IEC 60364-5-54에 근거하여 다음과 같이 한다.

- a) PCS에서 발생하여 EES 시스템에 영향을 주는 노이즈를 저감시키기 위해 필터류(예, 리액터 등)를 교류 및 직류측에 갖추어야 한다.
- b) PCS에서 발생하여 EES 시스템에 영향을 주는 개폐 서지를 최소화하기 위해 서지보호기를 교류 및 직류측에 갖추어야 한다.
- c) 사용 시 피복의 손상 등이 생기지 않아야 한다.
- d) 배선에 사용한 도선은 가능한 짧게 하고 필요한 장소에는 절연, 방열보호, 고정 등의 조치를 한다.
- e) 배선에 2 N의 힘을 가하였을 때 고온부에 접촉할 우려가 있는 배선은, 접촉된 경우에 이상을 발생시킬 우려가 없고 가동부에 접촉할 우려가 없어야 한다.
- f) 피복이 있는 전선을 고정하는 경우로서 관통구를 통과하거나, 또는 2 N의 힘을 가하였을 때 다른 부분에 접촉하는 경우에는 피복이 손상되지 않도록 한다.
- g) 단자에 접속한 것은 5 N의 힘을 가하였을 때 빠지지 않도록 한다.
- h) 전기기기의 리드선, 단자 등은 숫자, 문자, 기호, 색 등의 방법으로 식별 가능한 조치를 한다.
- i) 기구와 기구를 접속하는 전선이 단락, 과전류 등의 이상이 발생한 경우에 작동하도록 퓨즈, 과전류 보호장치 등을 갖춘다.
- j) 아크가 전달될 우려가 있는 부분에 사용하는 전기 절연물은 아크로 인하여 그 성능이 저하되지 않도록 한다.
- k) 접지용 단자는 그 근처에 쉽게 지워지지 않는 방법으로, '접지용 단자' 라고 표시한다.
- l) 접지 기구는 사람이 접촉할 수 있는 금속부와 전기적으로 안전하게 접속하거나 또는 쉽게 느슨해지지 않도록 견고하게 설치할 수 있는 것으로 한다.
- m) 접지용 단자의 재료는 충분한 기계적 강도를 가지고 부식되지 않아야 한다.

## 5.4 모니터링

EES 시스템용 PCS는 외부로 유출되는 전력이 없는 경우이거나, PCS의 제어 로직이 외부로 유출되는 전력을 차단하는 경우에는 모니터링이 일반적으로 필요하지 않다. 모니터링은 다음 표 2의 가이드라인을 따른다.

표 2 — EES 시스템용 PCS의 모니터링

적용 범위	요구 사항
200 kW 미만	해당 없음
200 kW 이상 1 MW 미만	해당 없음 (단, 별도의 보호장치가 구성된 경우만)
1 MW 초과	필수적으로 설치 요망

## 6 시험 요구사항

본 내용은 EES 시스템용 PCS의 안전과 성능을 시험하기 위한 시험 상태와 구성 및 시험장치에 대한 요구사항이다.

표준에서 정격 입력 및 출력을 요구하는 시험은 정격 입·출력으로 시험하는 것을 원칙으로 한다. 단, 시험설비 여건상 일부 시험항목은 시험설비의 최대 입·출력에서 의뢰자와 협의하여 시험할 수 있다.

### 6.1 시험 상태

시험 상태는 특별한 지정이 없는 한 KS C IEC 60068 – 1에 규정된 표준 상태의 조건으로 시험한다.

### 6.2 시험 구성

EES 시스템용 PCS를 시험하기 위한 시험장치의 구성은 그림 2과 그림 3과 같이 방전모드와 충전모드로 분류할 수 있다.

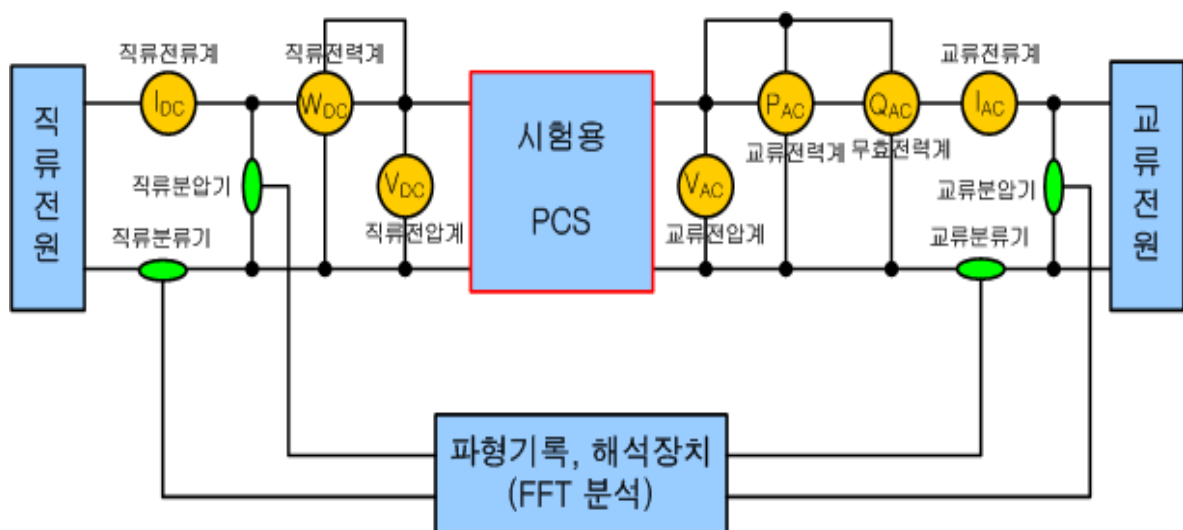


그림 2 — EES 시스템용 PCS 시험 구성도(방전모드)

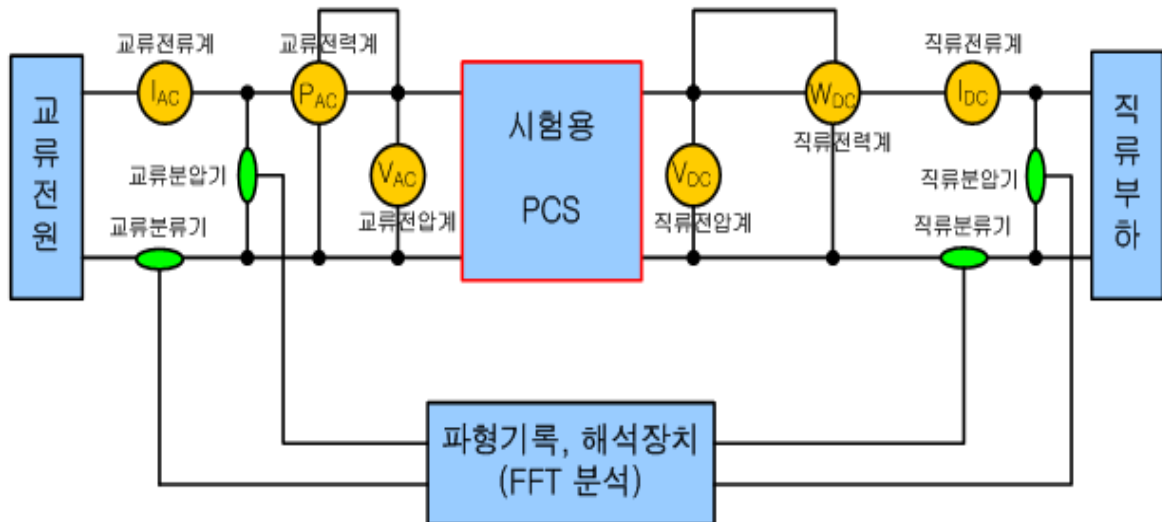


그림 3 — EES 시스템용 PCS 시험 구성도(충전모드)

### 6.3 시험 장치

EES 시스템용 PCS의 시험을 진행하기 위하여 다음과 같은 구성품을 가지고 있어야 한다. 그리고 구성에 필요한 전선 및 측정장비는 시험에 사용되는 EES 시스템용 PCS의 용도와 용량에 따라 시험장치의 구성이 달라질 수도 있다.

#### 6.3.1 측정장치

아날로그 계기 또는 디지털 계기 중 어느 한 쪽을 사용하거나, 또는 두 가지 기기를 병용한다. 오실로스코프와 전력분석계를 이용하여 정보를 수집 및 결과를 분석하며, 측정기의 정확도는 파형 기록장치를 제외하고 0.5 급 이상으로 한다. 파형 기록 장치는 1 급 이상으로 한다. 필요할 경우 다른 계측기를 적절히 병용한다.

#### 6.3.2 직류 모의 전원

직류 모의 전원은 배터리(축전지) 출력을 모의하고 교류 입력단 전원의 전류 고조파를 저감할 수 있는 전원 장비를 사용해야 한다. 배터리(축전지)의 출력전압이 상이한 경우 전원 장비의 출력 단을 직렬 또는 병렬로 구성할 수 있다.

#### 6.3.3 교류 모의 전원

교류 모의 전원은 계통 전원을 모의하는 것으로 설정된 전압과 주파수를 유지할 수 있으며, 또한 전압과 주파수를 임의로 가변할 수 있고, 지정되는 전압의 왜형을 발생할 수 있는 것으로 한다. 별도의 교류 모의 전원 장치 없이 직접 모선에 연결될 경우 시험장비에 영향이 미치지 않도록 별도의 안전장치를 구성해야 한다.

## 7 시험방법

EES 시스템용 PCS는 감전 및 화재 그 밖에 사람에게 위해를 주거나 물건에 손상을 줄 우려가 없도록 시설하여야 한다. 또한 사용목적에 적합하고 안전하게 작동하여야 하며, 손상으로 인하여 전기 공급에 지장을 주지 않아야 한다. EES 시스템용 PCS는 변전소에 연계되어 있는 다른 전기설비나 그



밖의 물건의 기능에 전기적 또는 자기적인 장애를 주지 않도록 운전되어야 한다. EES 시스템용 PCS 는 표 3에 제시된 시험항목을 적용한다.

**표 3 — EES 시스템용 PCS 시험 항목**

1. 절연성능 시험	절연저항 시험
	절연내력 시험
	감전보호 시험
	공간거리와 연면거리 시험
2. 보호기능 시험	직류측 과전압 및 부족전압 보호기능 시험
	교류측 과전압 및 부족전압 보호기능 시험
	주파수 상승 및 저하 보호기능시험
	단독운전 방지기능 시험
	직류측 및 교류측 돌입전류 보호기능 시험
	직류측 및 교류측 과전류 보호기능 시험
	복전 후 일정시간 투입방지기능 시험
3. 외부사고 시험	접촉전류 시험
	온도상승 시험
	계통전압 순간정전, 순간강하 시험
4. 주위환경 시험	습도 시험
	온습도 사이클 시험
5. 전자파 적합성 시험	방출
	내성
6. 정상특성 시험	구성확인 시험
	교류전압 및 주파수 추종범위 시험
	효율 시험
	역률측정 시험
	교류 출력전류 왜형률 시험
7. 과도응답 특성 시험	입력전력 급변 시험
	계통전압 급변 시험
	계통전압 위상급변 시험

## 7.1 절연성능 시험

### 7.1.1 절연저항 시험

#### 7.1.1.1 시험조건

전원을 모두 정전시킨 상태에서 실행한다. 단, 서지 보호기 및 노이즈 필터를 회로로부터 분리하여 실행할 수 있다.

### 7.1.1.2 시험방법

절연저항은 시험품의 정격 측정전압이 500 V 미만에서는 500 V 절연저항계로, 500 V 이상 1 000 V 이하에서는 1 000 V 절연저항계를 사용하여 측정한다.

- a) 충전부와 절연된 외면에 절연저항계를 사용하여 시험품 전압에 맞는 전압을 인가한다.
- b) 직류측 단자 및 교류측 단자를 각각 단락하고, 그 단자와 외함 접지단자 사이의 절연저항을 1 분간 측정한다.

### 7.1.1.3 판정기준

기기의 교류 및 직류측 단자를 각각 단락하고 그 단자와 외함 접지단자 사이의 절연저항은 1 MΩ 이상으로 한다.

## 7.1.2 절연내력 시험

### 7.1.2.1 시험조건

전원을 모두 정전시킨 상태에서 서지 보호기 및 노이즈필터를 회로로부터 분리하여 실행할 수 있다.

### 7.1.2.2 시험방법

기기의 직류측 단자와 비충전 금속부 및 외함(외함이 절연물인 경우는 외곽 표면에 밀착시킨 금속) 사이 그리고 교류측 단자와 비충전 금속부 및 외함 사이에 표 4에 해당하는 교류 전압을 1 분간 연속해서 가한다.

표 4 — 절연내력 시험의 전압

구분	시험전압
직류측 단자	시스템 전압 + 1,200 Vrms
교류측 단자	사용 전압 + 1,200 Vrms
비고 직류 전압을 가할 시, 시험전압 × √2배	

### 7.1.2.3 판정기준

기기의 충전부와 외면(외면이 절연물인 경우는 외면에 밀착시킨 금속)사이의 절연내력에 견디어야 한다.

## 7.1.3 감전보호 시험

제품의 외벽이 위험한 부분의 접촉, 이물질이나 습기 또는 먼지의 유입에 대한 보호를 제공할 수 있는 능력에 대한 보호 등급(IP 등급)이 요구된다. IP 등급은 제품을 사용하는 환경에 따라 다르다.

### 7.1.3.1 시험조건 및 시험방법

PCS 충전부와외의 접촉으로부터 감전 보호 시험하기 위해 KS C IEC 61032에서 규정한 그림 4 테스트 핑거 및 테스트 핀 시험을 통해 판정한다.

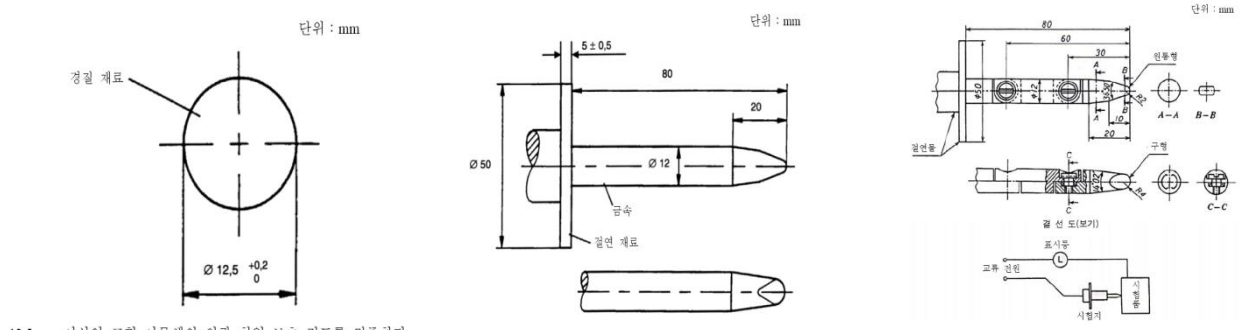


그림 4 — 테스트핑거 및 시험방법 간략도

### 7.1.3.2 판정기준

테스트 핑거 및 테스트 핀에 의한 시험에서 30 Vac 또는 45 Vdc 이상의 충전부와 접촉되지 않아야 한다.

충분히 보호된 실내 공간에서 사용되는 경우에는 KS C IEC 60529에 따라서 IP 20 등급이상을 만족해야 한다. 그렇지 않은 경우에는 IP 44 등급이상이 요구된다. 단, KS 규격 부품을 사용하는 경우 해당 부품에 대한 검사는 제외할 수 있다.

### 7.1.4 공간거리와 연면거리 시험

절연은, 특히 공간거리와 연면거리에 의해 이루어질 때 EES 시스템용 PCS의 예상 수명 동안 발생하는 오염에 의해 영향을 받게 된다. 오염에 대한 상세한 등급은 표 5에 따라 적용한다.

표 5 — 오염도의 정의

오염도	설명
1	오염이 없으며 단지 건조하고 비전도성의 오염이 발생함. 오염의 영향이 없음.
2	보통은 단지 비전도성의 오염만이 발생함. 하지만 때로는 응결이 원인이 된 일시적 전도성 오염이 예상됨.
3	전도성 오염 또는 건조한 비전도성의 오염이 발생하여 예상되는 응결로 인해 전도성을 갖게 됨.
4	전도성의 먼지 또는 빗물 또는 눈 등의 오염에 의해 초래된 영구 적 전도성을 생성함.

오염도는 제품이 규정된 환경 조건에 따라 결정되어야 한다. 설비의 환경 등급분류에 따른 오염도의 선택에 대해서는 KS C IEC 62477-1:2016의 표 18을 참조한다.

절연은 다음의 사항 중 하나가 적용이 된다면 **오염도 2**에 따라 결정할 수 있다.

- 오염도 2**의 환경에서 설치가 되어야 함을 나타내는 설명서가 PCS와 함께 제공되거나
- PCS의 특별한 설치 적용이 **오염도 2**의 환경에서 설치되도록 알려져 있거나
- KS C IEC 62477-1:2016의 **4.4.7.8.4.2** 또는 **4.4.7.8.6**에 따라 PCS 내에 적용이 된 PCS 외함 또는 피복재가 **오염도 3**과 **4**에서 예상되는 것(전도성 오염 및 응결)들에 대비하여 적절한 보호가 제공되어 있는 경우

PCS 제조자는 PCS가 설계된 오염도를 문서에 명시해야 한다.

**오염도 4**의 환경에서 작동할 필요가 있는 경우 전도성 오염의 보호는 적합한 외함으로 해야 한다.

**비고 1** 오염도의 저감에 관한 더 자세한 내용은 KS C IEC 62477 – 1:2016의 **부속서 B**를 참조한다.

**비고 2** 영구적 전도성 오염(**오염도 4**)이 존재하는 경우에는 연면거리의 치수를 규정할 수 없다. 일시적 전도성 오염(**오염도 3**)의 경우에는 연속적인 전도성 오염 경로를 피하도록, 예를 들어 골과 홈을 넣어 절연물의 표면을 설계할 수 있다. KS C IEC 62477 – 1:2016의 **부속서 D**에는 공간거리와 연면거리의 평가에 관한 자세한 정보가 제시되어 있다.

공간거리 시험과 연면거리 시험은, 측정 또는 외관검사를 통해 **7.1.4.1** 및 **7.1.4.2**의 준수를 확인한다. 이러한 확인의 이행이 불가능한 경우, 대상 회로 간에 임펄스 전압 시험(KS C IEC 62477 – 1:2016의 **5.2.3.2** 참조)이 진행된다.

고려 중인 회로의 임펄스 내전압을 결정하기 위해 표 6에 있는 시스템 전압(KS C IEC 62477 – 1:2016의 **4.4.7.1.6** 참조) 및 과전압 범주를 이용한다.

표 6 — 임펄스 내전압 및 순간 과전압에 대비한 시스템 전압

열 1		2	3	4	5	6
시스템 전압 <sup>a</sup> V 아래 값까지		임펄스 내전압 V				순간 과전압 <sup>b</sup> V
		과전압 범주				
교류	직류	I	II	III	IV	r.m.s./peak
50	75	330	500	800	1 500	1 250/1 770
100	150	500	800	1 500	2 500	1 300/1 840
150	225	800	1 500	2 500	4 000	1 350/1 910
300	450	1 500	2 500	4 000	6 000	1 500/2 120
600	900	2 500	4 000	6 000	8 000	1 800/3 110
1 000 <sup>c</sup>	1 500	4 000	6 000	8 000	12 000	2 200/3 110

<sup>a</sup> 시스템 전압의 보간법은 주전원용 임펄스 내전압을 계산하는 경우에는 적용하지 않는다.

<sup>b</sup> r.m.s. 값은 IEC 60664 – 19에 있는 식(1 200 V + 시스템 전압)을 이용하여 계산한다.

<sup>c</sup> 마지막 열은 단상 시스템에 대하여 또는 3 상 시스템의 상간 전압에 대하여만 적용된다.

과전압 범주는 다음과 같다.

- **범주 IV(OVC IV)**는 설치의 시점(주배전반의 상류쪽)에서 영구적으로 연결된 장비에 적용된다. 예를 들면 전기계량기, 1 차 과전류 보호장비 및 기타의 실외 개방 라인에 직접 연결된 장비 등이다.
- **범주 III(OVC III)**은 고정된 설치물(주배전반이 포함되는 하류쪽)에 영구적으로 연결된 장비에 적용된다. 예를 들면 스위치 기어와 기타 산업용 설치물에 있는 장비 등이다.
- **범주 II(OVC II)**는 고정된 설치물에 영구적으로 연결이 되지 않은 장비에 적용된다. 예를 들면 전기기구들, 휴대용 공구 및 기차 플러그로 연결된 장비 등이다.
- **범주 I(OVC I)**은 순간 과전압을 낮은 수준으로 감소시키기 위한 방법들이 취해진 회로에 연결된 장비에 적용된다.

## 7.1.4.1 공간거리

기능 절연, 기본 절연, 보조 절연을 위한 공간거리는 표 7에 따라 그 치수를 정해야 한다(공간거리의 평가 사례에 대해서는 KS C IEC 62477 – 1:2016의 부속서 D를 참조한다). 보간법은 공간거리가 순간 과전압 또는 사용 전압으로부터 결정이 되는 경우 허용된다.

강화 절연을 위한 공간거리는 임펄스 내전압보다 한 단계 더 높은 임펄스 전압, 즉 기본 절연에서 요구되는 피크 순간 과전압 또는 피크 사용전압의 1.6 배를 견딜 수 있도록 치수를 정하여야 한다.

2 000 m ~ 20 000 m 사이의 고도에서 사용하기 위한 공간거리는 KS C IEC 60664 – 1:2007의 표 A.2에 따라 보정 인자를 사용하여 계산해야 한다.

표 7 — 기능 절연, 기본 절연 또는 보조 절연을 위한 공간거리

임펄스 내전압 <sup>d</sup> (표 6에서) V	순간 과전압 <sup>d,f</sup> (피크) 주변물과 회로 사이의 절연을 결정하는 데만 해당됨(표 6에서) V	사용전압 <sup>d,f</sup> (반복되는 피크) <sup>a</sup> V	해발 고도 2 000 m까지의 공기 중 최소 공간거리 mm			
			오염도			
			1	2	3	4
330	330	260	0.01	0.2 <sup>b,c</sup>	0.8 <sup>c</sup>	1.6 <sup>c</sup>
500	500	400	0.04			
800	710	560	0.10			
1 500	1 270	1 010	0.5	0.5	1.5	3.0
2 500	2 220	1 770	1.5	1.5		
4 000	3 430	2 740	3.0	3.0	3.0	3.0
6 000	4 890	3 910	5.5	5.5	5.5	5.5
8 000	6 060	4 840	8.0	8.0	8.0	8.0
12 000	9 430	7 540	14	14	14	14

<sup>a</sup> 이 전압은 관련 공간거리를 절연 파괴하는 데 요구되는 전압의 약 0.8 배다.

<sup>b</sup> 인쇄배선기판(PWB)에 대하여는 그 값이 0.04 mm 미만이 되지 않는 한 오염도 1에 대한 값을 적용한다.

<sup>c</sup> 오염도 2, 3 및 4를 위해 제시된 최소 공간거리는 습도 조건 하에서의 연면거리와 관련된 감소된 저항 특성을 바탕으로 한다(KS C IEC 60664 – 5 참조).

<sup>d</sup> 보간법은 보조전원에 대하여 허용된다.

<sup>e</sup> 순간 과전압 및 사용 전압에 대한 공간거리는 IEC 60664 – 1:2007의 표 F.7a로부터 도출된다.

<sup>f</sup> 공간거리가 순간 과전압과 사용 전압으로부터 결정이 되는 경우에는 보간법이 허용된다.

**비고** 만약 공간거리가 2.5 kV(피크) 이상의 정상상태 전압에 의해 응력을 받는 경우, 표 7에 있는 절연파괴 값에 따라 치수를 정하는 일은, 특히 비균질계에 대하여는 코로나(부분 방전)가 없는 작동을 제공하지 못할 수도 있다. 코로나가 없는 동작을 제공하기 위해서는 KS C IEC 60664 – 1:2007의 표 F.7 b에서 제시한 바와 같은 더 큰 공간거리를 사용하거나 또는 전계의 분포를 개선하는 일이 필요하다.

적합성은 육안 검사(KS C IEC 62477 – 1:2016의 5.2.2.1 참조)에 의해, 또는 KS C IEC 62477 – 1:2016

의 **5.2.3.2**의 임펄스 전압 시험 및 KS C IEC 62477 – 1:2016의 **5.2.3.4**의 교류/직류 전압 시험에 의해 확인되어야 한다.

#### 7.1.4.2 연면거리

연면거리 측정시험은 아래와 같이 KS C IEC 60664 – 1의 CTI(Comparative Tracking Index)의 분류기준에 따라 표 8과 같이 연면거리 이상 이어야 한다.

절연 재료는 KS C IEC 60112:2003의 **6.2**에 따라 시험하였을 때 그 비교 트래킹 지수(CTI)에 해당하는 4 개의 군으로 분류된다.

- 절연 재료군 I:  $CTI \geq 600$
- 절연 재료군 II:  $600 > CTI \geq 400$
- 절연 재료군 IIIa:  $400 > CTI \geq 175$
- 절연 재료군 IIIb:  $175 > CTI \geq 100$

오염도 3의 환경 조건에 노출된 인쇄배선기판(PWB)에 대한 연면거리 요구사항은 “기타 절연물” 하에 서의 표 8 오염도 3을 바탕으로 결정하여야 한다.

만약 연면거리가 리브로 되어 있다면, I군 절연재료의 연면거리는 II군의 절연재료를 사용하여 적용이 될 수도 있으며, II군 절연재료의 연면거리는 III군의 절연재료를 사용하여 적용될 수도 있다. 리브의 간격은 KS C IEC 62477 – 1의 표 D.1에 있는 치수 'X'와 동일하거나 초과하여야 한다. 오염도 2와 3의 경우, 리브의 높이는 적어도 2 mm이어야 한다.

예를 들어 유리 또는 세라믹처럼 흔적을 남기지 않는 무기물의 절연재료에 대하여는 표 7으로부터 결정된 바와 같이 관련된 연면거리와 동일할 수도 있다.

기능 절연, 기본 절연 및 보조 절연에 대한 연면거리는 표 8에 따라서 치수를 결정하여야 한다. 보간법은 허용된다. 강화 절연에 대한 연면거리는 기본 절연에 대해 요구된 거리의 2 배로 하여야 한다.

표 8 — 연면거리

단위: mm

열 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
사용전압 (r.m.s.) V	PWBs <sup>a</sup>		다른 절연체								
	오염도		오염도								
	1	2	1	2				3			
	모든 재료군	IIIb를 제외한 모든 재료군	모든 재료군	절연 재료군				절연 재료군			
				I	II	IIIa	IIIb	I	II	IIIa	IIIb
≤2	0.025	0.04	0.056	0.35	0.35	0.35		0.87	0.87	0.87	
5	0.025	0.04	0.065	0.37	0.37	0.37		0.92	0.92	0.92	
10	0.025	0.04	0.08	0.40	0.40	0.40		1.0	1.0	1.0	
25	0.025	0.04	0.125	0.50	0.50	0.50		1.25	1.25	1.25	
32	0.025	0.04	0.14	0.53	0.53	0.53		1.3	1.3	1.3	
40	0.025	0.04	0.16	0.56	0.80	1.1		1.4	1.6	1.8	
50	0.025	0.04	0.18	0.60	0.85	1.20		1.5	1.7	1.9	
63	0.04	0.063	0.20	0.63	0.90	1.25		1.6	1.8	2.0	
80	0.063	0.10	0.22	0.67	0.95	1.3		1.7	1.9	2.1	
100	0.10	0.16	0.25	0.71	1.0	1.4		1.8	2.0	2.2	
125	0.16	0.25	0.28	0.75	1.05	1.5		1.9	2.1	2.4	
160	0.25	0.40	0.32	0.80	1.1	1.6		2.0	2.2	2.5	
200	0.40	0.63	0.42	1.0	1.4	2.0		2.5	2.8	3.2	
250	0.56	1.0	0.56	1.25	1.8	2.5		3.2	3.6	4.0	
320	0.75	1.6	0.75	1.6	2.2	3.2		4.0	4.5	5.0	
400	1.0	2.0	1.0	2.0	2.8	4.0		5.0	5.6	6.3	
500	1.3	2.5	1.3	2.5	3.6	5.0		6.3	7.1	8.0	
630	1.8	3.2	1.8	3.2	4.5	6.3		8.0	9.0	10.0	
800	2.4	4.0	2.4	4.0	5.6	8.0		10.0	11	12.5	b
1 000	3.2	5.0	3.2	5.0	7.1	10.0		12.5	14	16	
1 250	4.2	6.3	4.2	6.3	9	12.5		16	18	20	
1 600	c	c	5.6	8.0	11	16		20	22	25	
2 000			7.5	10.0	14	20		25	28	32	
2 500			10.0	12.5	18	25		32	36	40	
3 200			12.5	16	22	32		40	45	50	
4 000			16	20	28	40		50	56	63	
5 000			20	25	36	50		63	71	80	
6 300			25	32	45	63		80	90	100	
8 000			32	40	56	81		100	110	125	
10 000 <sup>d</sup>			40	50	71	100		125	140	160	

보간법은 허용된다.

<sup>a</sup> 이 열들은 PWB의 부품 및 부속품에, 그리고 허용차 관리가 비슷한 다른 연면거리에도 적용된다.<sup>b</sup> IIIb의 절연 재료군은 630 V 이상의 오염도 3을 위하여 일반적으로 추천하지 않는다.<sup>c</sup> 1 250 V 초과에서는 4~11열의 값을 적절하게 사용한다.<sup>d</sup> 더 높은 값에 대하여 연면거리는 KS C IEC 60664-1:2007의 표 F.4에 따른 치수가 되어야 한다.

표 8로부터 결정된 연면거리 요구사항이 7.1.4.1에 의해 요구된 공간거리 보다 작으면 그 연면거리는 공간거리만큼 증가시켜야 한다.

## 7.2 보호기능 시험

### 7.2.1 직류측 과전압 및 부족전압 보호기능 시험

#### 7.2.1.1 시험조건

PCS를 의뢰자와 협의에 따라 모의 상태 또는 정상 운전 상태로 운전하고 시험 대상인 보호 장치가 정상적으로 동작할 수 있도록 조치한 후, 제조사가 제시하는 직류측 과전압 및 직류측 부족전압 보호등급을 이용해 다음과 같이 실시한다.

#### 7.2.1.2 시험방법

- 직류측 과전압 시험과 부족전압 보호기능 시험은 방전모드에서 시험한다.
- 정격 입력 전압을 인가한 후 서서히 상승시켜 PCS가 정지하는 등급(입력 과전압 보호 등급)을 측정한다.
- 입력 전압을 정격 전압에서 입력 과전압 보호 등급의 110 %까지 계단 함수 형태로 상승시켜 PCS가 정지하는(또는 게이트 블록 기능동작) 시간을 측정한다.
- 정격 입력 전압을 인가한 후 서서히 하강시켜 PCS가 정지하는 등급(입력 부족전압 보호 등급)을 측정한다.
- 입력 전압을 정격 전압에서 입력 부족전압 보호 등급의 90 %까지 계단 함수 형태로 하강시켜 PCS가 정지하는(또는 게이트 블록 기능동작) 시간을 측정한다.

#### 7.2.1.3 판정기준

직류측 과전압 및 부족전압 보호기능 성능은 보호 등급의 제조사 설정 값  $\pm 2\%$  이내인 것으로 한다. 이상전압을 검출하여 0.5 s 이내에 PCS의 개폐기 개방 또는 게이트 블록 기능이 동작되어야 한다.

### 7.2.2 교류측 과전압 및 부족전압 보호기능 시험

교류측 과전압 및 부족전압 보호기능 성능은 다음 기준에 적합한 것으로 한다. 교류측 과전압 보호 등급은 공칭전압 110 %의  $\pm 2\%$ 로 하고, 교류측 부족전압 보호 등급은 공칭전압 88 %의  $\pm 2\%$ 인 것으로 한다.

표 9 — 전압범위 별 고장 제거시간

전압범위 기준전압에 대한 비율(%)	고장 제거 시간(초)
$V_{ac} < 50$	$\leq 0.16$
$50 \leq V_{ac} < 88$	$\leq 2.00$
$110 < V_{ac} < 120$	$\leq 1.00$
$V_{ac} \geq 120$	$\leq 0.16$



**7.2.2.1 시험조건**

PCS를 정격 전압, 정격 주파수 및 정격 출력으로 운전한 상태에서 다음과 같이 실시한다.

**7.2.2.2 시험방법**

- 교류 모의 전원을 조정하여 교류측 전압을 서서히 상승시켜 PCS가 정지하는 등급(교류측 과전압 보호등급)을 측정한다.
- 교류 모의 전원을 조정하여 교류측 전압을 정격 전압에 서서히 하강시켜 PCS가 정지하는 등급(부족 전압 보호등급)을 측정한다.
- 교류측 전압을 공칭 전압에서 표 9의 전압범위까지 계단함수 형태로 인가한 후 PCS가 정지하는 (또는 게이트 블록 기능 동작) 시간을 측정한다.

**7.2.2.3 판정기준**

이상전압을 검출하여 표 9의 분리시간 이내에 개폐기 개방 또는 게이트 블록 기능이 동작해야 한다.

**7.2.3 주파수 상승 및 저하 보호기능 시험**

주파수 상승 및 저하 보호 기능 성능은 다음의 기준에 적합한 것으로 한다. 주파수 상승 보호등급은 표준주파수의 +0.5 Hz(허용오차는  $\pm 0.05$  Hz)로 하고, 주파수 저하 보호등급은 표준주파수의 -0.7 Hz(허용오차는  $\pm 0.05$  Hz)로 한다.

**7.2.3.1 시험조건**

PCS를 정격 전압, 정격 주파수 및 정격 출력으로 운전하는 상태에서 다음과 같이 실시한다.

**7.2.3.2 시험방법**

- 교류 모의 전원을 조정하여 출력전압의 주파수를 정격에서부터 최대 0.05 Hz 단위로 서서히 상승시켜 PCS가 정지하는 등급(주파수 상승 보호 등급)을 측정한다.
- 교류 모의 전원을 조정하여 출력전압의 주파수를 정격에서부터 최대 0.05 Hz 단위로 서서히 하강시켜 PCS가 정지하는 등급(주파수 저하 보호등급)을 측정한다.
- 주파수를 정격 주파수에서 표 10의 주파수범위까지 계단함수 형태로 인가하여 PCS가 정지하는 동작 시간을 측정한다.

표 10 — 비정상 주파수에 대한 분리시간

전원규모	주파수 범위(Hz)	고장 제거 시간(초)
$\leq 30$ kW	$> 60.5$	0.16
	$< 59.3$	0.16
$> 30$ kW	$> 60.5$	0.16
	$< \{57.0 \sim 59.8\}$ (조정 가능)	$\{0.16 \sim 300\}$ (조정 가능)
	$< 57.0$	$< 0.16$

### 7.2.3.3 판정기준

주파수 이상을 검출하여 표 10의 분리시간 이내에 개폐기 개방 또는 게이트 블록 기능이 동작 되어야 한다.

### 7.2.4 단독운전 방지기능 시험

#### 7.2.4.1 시험조건

시험회로는 그림 2을 참고하여 시험한다. 양호도(Quality Factor)는 1로 지정하며 수식은 다음과 같다.

$$Q_f = \frac{\sqrt{Q_L \times Q_C}}{P_R}$$

여기에서  $P_R = R$ 에서 소비하는 유효전력  
 $Q_L = L$ 에서 발생하는 무효전력  
 $Q_C = C$ 에서 발생하는 무효전력

#### 7.2.4.2 시험방법

KS C IEC 62116:2010의 6.1을 따른다. 단, PCS의 입력전압은 제조자가 제시한 값으로 한다.

#### 7.2.4.3 판정기준

단독운전을 검출하여 0.5 초 이내에 개폐기 개방 또는 게이트 블록 기능이 동작하여야 한다.

### 7.2.5 직류측 및 교류측 돌입전류 보호기능 시험

#### 7.2.5.1 시험조건

직류측 및 교류측 커패시터 전압이 정격 전압의 10 % 이하인지 확인한 후, 다음과 같이 실시한다.

#### 7.2.5.2 시험방법

- 직류 모의 전원을 정격 입력전압으로 설정한 뒤 PCS 기동시키고 직류측 개폐기가 투입될 때 발생하는 돌입전류가 PCS의 정격 전류 이하에서 흐르는지 오실로스코프를 통해 확인한다.
- 교류 모의 전원을 정격 입력전압으로 설정한 뒤 PCS를 기동시키고 교류측 개폐기가 투입될 때 발생하는 돌입전류가 PCS의 정격 전류 이하에서 흐르는지 오실로스코프를 통해 확인한다.
- 상기 시험을 3 차례 반복 측정하여 결과를 확인한다.

#### 7.2.5.3 판정기준

PCS의 직류측 및 교류측 개폐기가 투입 될 때 돌입전류는 정격 전류 이하이어야 한다.

## 7.2.6 직류측 및 교류측 과전류 보호기능 시험

### 7.2.6.1 시험조건

EES 시스템용 PCS를 의뢰자와 협의에 따라 모의 상태 또는 정상 운전 상태로 운전하고 시험 대상인 보호 장치가 정상적으로 동작할 수 있도록 조치한 후 아래와 같이 실시한다.

### 7.2.6.2 시험방법

- a) 방전 시, EES 시스템용 PCS 교류측 과전류 보호등급을 정격 교류 전류의 90 % 이하로 설정한다.
- b) EES 시스템용 PCS의 보호등급을 설정한 후부터 EES 시스템용 PCS가 정지하는(또는 게이트 블록 기능동작) 시간까지를 측정한다.
- c) 충전 시, EES 시스템용 PCS 직류측 과전류 보호등급을 정격 직류 전류의 90 % 이하로 설정한다.
- d) EES 시스템용 PCS의 보호등급을 설정한 후부터 EES 시스템용 PCS가 정지하는(또는 게이트 블록 기능동작) 시간까지를 측정한다.

### 7.2.6.3 판정기준

과전류를 검출하여 0.5 초 이내에 PCS의 개폐기 개방 또는 게이트 블록 기능이 동작되어야 한다.

## 7.2.7 복전 후 일정시간 투입방지기능 시험

계통이 정전에서 복전한 후 시스템이 일정시간 동안 계통에 전력을 투입하지 못하도록 하는 기능을 시험하는 것으로서 다음 시험조건에 적합한 것으로 한다.

### 7.2.7.1 시험조건

시험회로를 그림 2과 같이 구성 후 PCS를 정격 전압, 정격 주파수 및 정격 출력으로 운전한 상태에서의 시험을 실시한다.

### 7.2.7.2 시험방법

- a) 계통 연계측 교류 전원을 조정하여 정전을 발생시킨 후 10 초 동안 유지한다.
- b) 교류 전원을 다시 투입하여 복전 시킨다.
- c) 복전 후 자동으로 재운전되는 기기는 재운전 시간과 교류 출력 전압, 전류를 측정한다.

### 7.2.7.3 판정기준

복전 후 5 분 동안 운전을 하지 않아야 한다.

## 7.3 외부사고 시험

PCS 가 비정상 작동 조건에 있는 경우 열, 감전 및 에너지 위험요소로 인한 위험성에 대해 보호해야 한다.

### 7.3.1 접촉전류 시험

#### 7.3.1.1 시험조건

접촉전류는 보호 대책을 강구할 필요가 없는지를 결정하기 위해 측정된다. PCS는 대지에 어떤 것도 연결하지 않고 절연된 상태에서 설치하여야 하며, 정격 전압에서 작동시켜야 한다.

#### 7.3.1.2 시험방법

PCS는 접지 연결 없이 절연 상태로 설치되며 정격 전압에서 작동한다. 이러한 조건에서, 접촉전류는 PE 도체 및 KS C IEC 60990:1999의 그림 4의 시험 회로를 사용한 PE 도체 자체를 위한 연결 수단 사이에서 측정된다.

#### 7.3.1.3 판정기준

접촉전류의 제한에 대하여는 교류 3.5 mA 또는 직류 10 mA의 값을 만족하거나, KS C IEC 62447-1:2016의 4.4.4.3.3에 적합해야 한다.

### 7.3.2 온도상승 시험

교류 전원을 정격 전압 및 정격 주파수로 운전한다. 직류 전원은 PCS 출력이 정격 출력이 되도록 설정한다.

#### 7.3.2.1 시험조건

기준 주위온도는 상온에서  $\pm 5^{\circ}\text{C}$  이내로 한다.

#### 7.3.2.2 시험방법

- PCS를 정격 전압, 정격 주파수 및 정격 출력으로 운전한 상태에서 시험을 실시한다.
- 시험은 열 안정화에 도달할 때까지 유지된다. 즉, 이전에 경과된 시험 지속시간의 10 % 간격으로 하되 10 분을 초과하는 간격으로 세 번 연속 판독한 값이 온도 변화를 전혀 나타내지 않아야 하며, 온도 변화는 세 번 연속 판독한 값 중 어느 하나가 주위 온도에 대하여  $\pm 1^{\circ}\text{C}$  변한 것으로 정의된다.
- 절연의 고장이 위험을 초래할 수 있는 경우, 전기 절연(권선의 절연이 아닌 경우)의 온도는 열원에서 가까운 지점에 있는 절연의 표면에서 측정된다. 권선의 온도가 열전대 방식으로 측정되는 경우, 열전대는 권선의 표면에 배치되며, 이는 주변 열방사 부품에 따른 가장 뜨거운 부품으로 가정된다. 표 11의 비교를 참조한다.

표 11 — 내부 재료 및 부속품에 대한 전체 온도의 최대 측정값

재료와 부속품		열전대 방법 °C	저항상승법(첨자) °C
1	고무 또는 열가소성으로 절연된 도체 <sup>a</sup>	75	
2	현장 배선의 절연물과 접촉할 수 있는 현장 배선의 단자 및 기타 부품 <sup>b</sup>	<sup>b</sup>	
3	구리 모선 및 접속 스트랩	<sup>c</sup>	
4	자성의 부속품에 대한 절연 시스템 <sup>d</sup>	<sup>e</sup>	<sup>e</sup>
	등급 A(105)	90	100
	등급 E(120)	105	115
	등급 B(130)	110	120
	등급 F(155)	130	140
	등급 H(180)	155	165
	등급 N(200)	165	175
	등급 R(220)	180	190
	등급 S(240)	195	205
5	페놀 합성물 <sup>a</sup>	165	
6	노출된 레지스터 재료 위	415	
7	커패시터	<sup>f</sup>	
8	전력전자 소자	<sup>g</sup>	
9	PWB	<sup>h</sup>	
10	최소한 기본 보호와 교락하는 부속품	<sup>f</sup>	
11	액체 냉각 매체	<sup>i</sup>	
<sup>a</sup> 고온에 대한 요구사항을 충족하는 부속품은 페놀 합성물 및 고무 및 열가소성 절연물에 대한 제한은 적용되지 않는다. <sup>b</sup> 최대 단자 온도는 제조자에 의해 규정된 해당 단자의 정격 온도와 도체 또는 케이블의 절연 정격 온도를 초과하지 않아야 한다(KS C IEC 62477 – 1:2016의 6.3.6.4 참조). <sup>c</sup> 최대 허용 온도는 접속 전선 또는 기타 부품의 지지 재료 또는 절연물의 온도 한도로 결정된다. 최대 온도는 140 °C가 바람직하다. <sup>d</sup> 자성 부속품의 절연물에 대한 최대 온도는 열전대이 코일의 표면에 적용이 되며, 따라서 고온의 지점에 위치하지 않는다는 상정을 한다. 저항 상승법은 권선의 평균 온도 측정에서 초래한다. <sup>e</sup> 이 한도는 집단 안전 기준 KS C IEC 61558 – 1 및 KS C IEC 61558 – 2 – 16(전력 변환기, 전원공급장치, 반응기 및 이와 유사한 제품의 안전성)으로부터 도출이 된다. KS C IEC 61558 계열의 범위에 의해 다루어지지 않는 자성의 부속품에 대하여는 제품 표준 위원회에서 KS C IEC 60085 및 IEC 60216에 따라 기타의 한도를 정의할 수 있다. <sup>f</sup> 부속품에 대하여는, 제조자에 의해 규정된 최대 온도를 초과하지 않아야 한다. <sup>g</sup> 케이스에 대한 최대 온도는 제조자에 의해 규정된 해당 전력 손실에 대한 최대 케이스 온도여야 한다. <sup>h</sup> PWB의 최대 작동 온도는 초과되지 않아야 한다. <sup>i</sup> 냉매 제조자에 의해 규정된 또는 냉매의 알려진 성질로부터 결정이 된 냉각 매체의 최대 온도는 초과되지 않아야 한다. J 저항상승법을 사용할 경우에는 KS C IEC 62477 – 1:2016의 4.6.4를 따른다.			

표 12 — PCS의 접근 가능한 부품에 대한 최대 측정 온도

부품	한도(°C)					
	(코팅된) 금속 <sup>b</sup>				유리, 자기, 유리질 재료	플라스틱 과고무
	1	2	3	4		
사용자 조작 장치(노브, 핸들, 스위치, 디스플레이 등). 정상 및 단일 고장 조건 하에서는 계속하여 고정이 되어 있음(대략 10초).	55	55	55	60	65	70
사용자 조작 장치(노브, 핸들, 스위치, 디스플레이 등). 정상 및 단일 고장 조건 중에는 단기간 동안 고정이 되어 있음(대략 1초) <sup>a</sup> .	60	70	65	85	75	80
접촉이 될 수 있는 접근이 가능한 외함(대략 1초) <sup>a</sup>	65	75	70	90	80	85
설치 시 건축 재료와 접촉이 되는 곳에 있는 외함의 부품	90					
<b>비고 1</b> 접근 가능한 부품들에 대한 표 12의 값들은 IEC Guide 117(발화 한계점)으로부터 인용된 것이다. 사용자가 조작하는 장치에의 단기 접촉에 대하여는 이 값에서 약간의 여유를 주기 위해 5 °C 정도 감하였다. IEC Guide 117는 다른 코팅물 또는 재료들에 대한 발화 한계점도 제공해주고 있다.						
<b>비고 2</b> IEC Guide 117의 주요 수치들은 정보 제공을 위해 KS C IEC 62477-1:2016의 부속서 J에 그대로 옮겨 놓았다.						
<sup>a</sup> 어린이와 노약자가 조작하도록 만들어졌거나 조작이 예상되는 경우에는 IEC Guide 117:2010의 6 절, 표 2의 접촉 기간을 고려하는 것이 바람직하다.						
<sup>b</sup> 금속 표면의 피복: 1: 없음(비피복 금속) 2: 래커(50 μm) 3: 자기 에나멜(160 μm) / 분말(60 μm) 4: 폴리아미드 11 또는 12(400 μm)						

### 7.3.2.3 판정기준

표 11, 12에 명시된 온도를 도달하여서는 안 된다.

## 7.3.3 계통전압 순간 정전, 순간 강하 시험

### 7.3.3.1 시험조건

계통전압 순간 정전, 순간 강하 시험 교류 전원은 정격 전압 및 정격 주파수에서 운전한다.

### 7.3.3.2 시험방법

- 교류 전원측에 0.3 초의 순간 정전(정격 전압의 0 %)을 발생시킨다.
- 순간 정전의 위상 투입각을 0°, 45°, 90°로 하며, 각 위상 투입각의 시험을 실시한다. 이 때 출력 전압 파형, 출력 전류 파형을 기록한다.
- 교류 전원측에 0.3 초의 순간 전압 강하(정격의 70 %)를 발생시킨다.
- 순간 강하의 위상 투입각을 0°, 45°, 90°로 하며, 각 위상 투입각의 시험을 실시한다. 이 때 출력 전압 파형, 출력 전류 파형을 기록한다.

### 7.3.3.3 판정기준

순간 정전, 전압 강하에 대해서 안정하게 정지하거나, 운전을 계속한다. 만일 정지한 경우에는 복전 후 5 분 이내에 운전을 재개하지 않아야 한다. 이후 PCS가 수동 또는 자동으로 재 가동하여 정상 동작 하여야 한다.

## 7.4 주위환경 시험

### 7.4.1 습도 시험

#### 7.4.1.1 시험조건

실내용 PCS에 적용한다.

#### 7.4.1.2 시험방법

- a) 주위 온도 40 °C, 상대습도 (90 ~ 95) % RH의 환경에서 48 시간 이상 방치한다.
- b) PCS와 비충전 금속부 및 외장(외장이 절연물인 경우는 외장에 밀착한 금속박)과의 사이의 절연저항과 절연내력 시험 7.1.1과 7.1.2에 명시된 방법으로 시험한다.

#### 7.4.1.3 판정기준

절연 성능 시험 7.1.1과 7.1.2에 적합해야 한다.

### 7.4.2 온습도 사이클 시험

#### 7.4.2.1 시험조건

실외용 PCS에 적용한다.

#### 7.4.2.2 시험방법

- a) KS C IEC 60068 – 2 – 38의 6.3의 그림 2를 참고하여 5 회 실시한다.
- b) PCS와 비충전 금속부 및 외장(외장이 절연물인 경우는 외장에 밀착한 금속박)과의 사이의 절연저항과 절연내력 시험 7.1.1과 7.1.2에서 정하는 방법으로 시험한다.

#### 7.4.2.3 판정기준

절연 성능 시험 7.1.1 및 7.1.2에 적합해야 한다.

## 7.5 전자파 적합성 시험

### 7.5.1 전자파 환경

피시험기기가 설치되어 사용되는 환경에 따라 전자파 노이즈가 시험품에 미치는 영향이 달라질 수 있다. 이 표준에서는 4절에서 분류한 EES 시스템용 PCS의 용도에 따른 설치환경을 고려하여 환

경 A, 환경 B, 환경 C로 구분하였다. 제조자는 시험품이 설치되는 환경을 고려한 후, 환경에 따른 시험품의 사양을 결정해야하며 그에 따른 내성 요구사항을 만족해야 한다. 사용자는 시험품이 설치되는 가장 현실적인 환경조건을 고려하여 환경에 따른 기기를 선택할 수 있다. 환경의 구분이 모호한 경우에는 사용자의 판단에 따른다. 내성시험의 경우 환경 A, 환경 B, 환경 C 순으로 시험 요구 기준이 높고, 방출시험은 반대로 환경 C, 환경 B, 환경 A 순으로 시험 요구 기준이 높다.

하나의 제품으로 각기 다른 환경에 설치하고자 하는 경우에는 내성과 방출시험 각각에 대해 더 높은 요구기준으로 시험을 받은 경우에 가능하다. 예를 들어, 환경 A 및 환경 B에 설치하고자하는 기기는 내성시험은 환경 A 기준, 방출시험은 환경 B 기준으로 시험하고, 시험성적서에 환경 A 및 환경 B에 적합함을 명시한다.

#### 7.5.1.1 환경 A : 변전소용

환경 A는 변전소내에 설치되는 PCS에 적용되는 환경으로 가장 가혹한 전자파 환경에 해당한다. 고압/초고압 기기(발전기, 고압 개폐기, GIS, 변압기, 차단기, 단로기)로부터 발생하는 방사/전도성 노이즈의 레벨이 높고, 전원, 신호, 통신 케이블 등을 통해 기기에 영향을 미칠 수 있다. 전력 공급용 EES 시스템 또는 송/배전용 EES시스템 등이 해당된다.

#### 7.5.1.2 환경 B : 산업용

환경 B는 IEC TR 61000-2-5에서 분류한 환경 중 산업용 환경에 해당하며, 환경 C에 비해 비교적 가혹한 전자파 환경에 해당한다. 예를 들어, 일반 산업용 기기 밀집 구역, 고압수용가로 분류되는 공장에 설치된 EES시스템 등이 해당하며, 용도에 따른 분류 중 환경 C에 포함되지 않는 신재생에너지 연계용 EES시스템이 해당한다.

#### 7.5.1.3 환경 C, 환경 A, B 이외의 환경(주거, 상업용)

환경 C는 IEC TR 61000-2-5에서 분류한 환경 중 주거, 상업용 환경에 해당하며, 환경 A, B 이외의 전자파 환경으로 비교적 전자파 가혹도가 낮은 환경에 해당한다. 예를 들어, 주상변압기로 공급받는 일반수용가에 설치되는 주택용 EES시스템, 용도에 따른 분류 중 수용가용을 포함하여 주거, 상업시설에 설치된 신재생에너지 연계용 EES시스템 등이 해당된다.

### 7.5.2 방출

KS C CISPR 11에 기술되어 있는 시험 구성 및 방법을 따르며, 환경에 따라 방사 방출 시험은 표 13, 전도 방출 시험은 표 14의 한계값을 적용한다. 전도 방출 시험은 교류입력포트에 적용한다.

표 13 — 방사 방출 시험의 한계값

주파수 범위(MHz)	준첨두치 한계값(dB(uV/m))		
	환경 A	환경 B	환경 C
30~230	50(10 m) 60(3 m)	40(10 m) 50(3 m)	30(10 m) 40(3 m)
230~1 000	60(10 m) 70(3 m)	47(10 m) 57(3 m)	37(10 m) 47(3 m)



표 14 — 전도 방출 시험의 한계값

주파수 범위 (MHz)	한계값(dB(uV))							
	환경 A				환경 B		환경 C	
	16 ~ 100 A		100 A 이상					
	준첨두치	평균	준첨두치	평균	준첨두치	평균	준첨두치	평균
0.15~0.5	100	90	130	120	79	66	66-56	56-46
0.5~5	86	76	125	115	73	60	56	46
5~30	90 - 73	80 - 60	115	105	73	60	60	50

비고 직류포트에 대한 전도 방출 시험은 현재 고려중이며, 추후에 반영될 수 있다.

### 7.5.3 내성

내성 시험은 7.5.1의 전자과 환경에 따라 KS C IEC 61000-6 시리즈의 시험항목을 적용하며, 시험 구성 및 시험 방법은 각 시험의 기본 표준인 KS C IEC 61000-4 시리즈를 따른다. 시험품은 사용 환경에 설치되는 대표적인 동작상태로 모의 설치하며, 입·출력회로 및 통신 회로는 각각 제조사 시방에 따라 시험품의 상태 및 동작을 확인할 수 있도록 결선한다. 각 회로에 사용되는 케이블은 제조사 시방에 따르며, 케이블의 최대 길이에 제한이 있는 경우에는 시험 전, 제조사가 명세에 명시해야 한다.

내성 시험은 충전 및 대기모드에서 각각 수행하고, 충전 모드는 부하를 활용하여 모의할 수 있으며 최대 출력의 20 %( $\pm 10$  %)로 설정한다. 모듈 설계방식의 경우 시험장 설비 현황에 따라 최소한의 모듈로 구성하여 시험할 수 있다. MW급 대용량 EES 시스템용 PCS는 시험장 설비 환경에 따라 가능한 용량으로 대체하여 시험할 수 있다.

시험품의 정상 상태 및 동작 확인은 내성 시험 전, 중, 후에 한다. 동작확인에는 제조사가 제시한 성능 범위 내에서의 계측값 모니터링 및 사양서에 포함된 모든 단위 기능을 확인하며, 기능별 판정 기준을 따른다. 통신기능은 시험 전에 피시험기와 보조장비간 통신 신호 전송 상태를 확인하고, 정의한 여러 상태를 기준으로 판단한다.

시험품의 기능 동작을 위한 보조기기 및 모니터링 장비(예, 데스크탑, 노트북 등)는 시험품의 모든 기능을 사용할 수 있도록 구성해야 하며, 시험에 악영향을 미치거나 내성 시험 중에 영향을 받지 않는 것으로 선정한다. 보조기기 및 모니터링 장비가 내성 시험의 영향을 받을 경우 적절한 필터링 및 감결합 회로망을 사용하여 영향을 최소화해야 한다.

EES 시스템용 PCS의 물리적 크기, 사용 정격 등이 시험소에서 수용할 수 있는 한계를 초과하는 경우에는 현장시험을 진행할 수 있으며, 각 시험항목에 명시된 제한사항 또는 대체방법을 따른다. 시험 성적서에는 대체된 조건과 그에 따른 결과가 기록되어야 한다.

#### 7.5.3.1 정전기방전 내성 시험(Electrostatic discharge immunity test)

IEC 61000-4-2를 따르며, 시험 레벨 및 판정기준은 표 15를 적용한다.

표 15 — 정전기방전 내성 시험의 시험 레벨

시험 종류	시험 레벨	비 고
접촉방전	8.0 kV	판정 기준: B
기중방전	15.0 kV	극성 : 정/부극성

**7.5.3.2 무선주파방사 내성 시험(Radiated interference immunity test)**

IEC 61000-4-3을 따르며, 시험 레벨 및 판정기준은 표 16를 적용한다. 현장시험 중 시험 구성요건을 만족하기 어려운 경우에(시스템 구성, 균일장 교정 등) IEC 61000-4-3의 부속서 F(참고)에 따라 IEC 61000-4-6의 클램프 주입법으로 대체 적용할 수 있다. 단, IEC 61000-4-6으로 시험을 진행하는 경우 시험주파수를 80 ~ 230MHz 까지 적용할 수 있다.

**표 16 — 무선주파방사 내성 시험의 시험 레벨 및 시험 기준**

구분	주파수 스위프 (Frequency sweep)		비 고
인가 포트	합체 포트		판정 기준: A
시험 주파수	80 ~ 1 000 MHz 1 400 ~ 2 700 MHz		
전자기장 세기(변조 전)	환경 A, B	10 V/m	
	환경 C	3 V/m	
변조	80 % (AM 1 kHz)		
기타	스윕률 : 1 % 이하		

**7.5.3.3 급과도버스트 내성 시험(Electrical fast transient immunity test)**

IEC 61000-4-4를 따르며, 시험 레벨 및 판정기준은 표 17를 적용한다.

**표 17 — 급과도버스트 내성 시험의 시험 레벨 및 시험 기준**

인가 포트	시험 레벨		비 고
	환경 A	환경 B, 환경 C	
제어전원 포트 교류전원 포트 접지 포트	4 kV	2 kV	상승/지속시간 : 5/50 ns 반복 주파수 : 5 kHz 극성 : 정/부극성
신호/제어 포트 통신 포트	2 kV	1 kV	인가 시간 : 60 s 이상 판정 기준 : B

**7.5.3.4 서지 내성 시험(Surge immunity test)**

IEC 61000-4-5를 따르며, 시험 레벨 및 판정기준은 표 18를 적용한다.

표 18 — 서지 내성 시험의 시험 레벨 및 시험 기준

인가 포트	환경 A		환경 B, 환경 C		비 고
	선 대지간	선간	선 대지간	선간	
제어전원 포트 교류전원 포트	0.5 Kv 1 kV 2 kV 4 kV	0.5 Kv 1 kV 2 kV	0.5 Kv 1 kV 2 kV	0.5 Kv 1 kV	전압 파형(전류) : 1.2/50 (8/20) us 시험 횟수 : 정/부극성 각 5회 이상 반복시간 : 60 s 유효출력 임피던스 : 2 Ω 판정 기준 : B 제어전원 및 교류전원포트는 0°, 90°, 180°, 270° 위상에 인가함
신호/제어 포트 통신 포트	0.5 Kv 1 kV 2 kV	-	0.5 Kv 1 kV	-	

서지 내성 시험을 위한 결합 임피던스는 인가 회로 및 인가 방법에 따라 다르게 적용하며 표 19에 따른다.

표 19 — 서지 내성 시험의 결합 임피던스

인가 포트	선 대지간	선간
제어전원 포트 교류전원 포트	10 Ω + 9 μF	18 μF
통신 포트 <sup>a</sup>	0 Ω + 0 μF	0 Ω + 0 μF
신호/제어 포트	40 Ω + 0.5 μF	40 Ω + 0.5 μF
<sup>a</sup> 0 Ω + 0 μF 결합 임피던스는 차폐된 통신 포트에 대해 적용한다. 비차폐 통신 포트는 입출력 접점 회로의 결합 임피던스를 적용한다		

#### 7.5.3.5 무선주파전도 내성 시험(Conducted interference immunity test)

IEC 61000 – 4 – 6를 따르며, 시험 레벨 및 판정기준은 표 20를 적용한다.

표 20 — 무선주파전도 내성 시험의 시험 레벨 및 시험 기준

구분	주파수 스위프(Frequency sweep)	비 고
인가 포트	제어전원 포트 교류전원 포트 신호/제어 포트 통신 포트	공통모드 임피던스 : 150 Ω 판정 기준 : A
시험 주파수	0.15 ~ 80 MHz	
시험 레벨(변조 전)	10 V r.m.s	
변조	80 % (AM 1 kHz)	
기타	스윙률 : 1 % 이하	

#### 7.5.3.6 전원주파수 자계 내성 시험(Power frequency magnetic field immunity test)

IEC 61000 – 4 – 8를 따르며, 시험 레벨 및 판정기준은 표 21를 적용한다. 이 시험은 기기 내에 자계

에 민감한 요소가 있는 경우에 한해 적용한다.

표 21 — 전원주파수 자체 내성 시험의 시험 레벨 및 시험 기준

구분	환경 A		환경 B	환경 C	비 고
	연속	순시	연속	연속	
자체 강도	100 A/m	1 000 A/m	30 A/m	3 A/m	판정 기준 : 연속인가 시험 – A : 순시인가 시험 – B
인가 시간	60 s 이상	1 ~ 3 s	60 s 이상	60 s 이상	

### 7.5.3.7 판정 기준

내성 시험 중 시험품의 기능에 대한 명세와 성능은 사전에 제조자가 제시한다. 제조자가 성능에 대한 기준을 제시하지 않을 경우에는 기기에 대한 설명서, 시방서로 판단하거나, 사용자가 합리적으로 기대할 수 있는 기기의 동작 상태를 기준으로 성능을 판단한다.

기본적으로 시험품을 구성하는 요소들의 영구적인 파괴가 없어야 하며, 각 시험이 끝난 후에 모든 기능이 정상적으로 동작해야 한다. 판정 기준은 시험의 특성에 따라 달리 적용되며, 같은 판정 기준 내에서도 시험품의 기능 중요도에 따라 판정 조건이 달라진다.

표 22 — 기능에 따른 전자파 내성 시험 판정 기준

판정기준	A	B
계측, 표시부	시험 중 일시적인 성능저하는 허용되나 시험 종료 후 자체 회복되어야 하고, 저장된 데이터의 손실이 없을 것	
외부기기로의 제어 신호	시험 중, 후에 제조사가 제시한 시방에 따라 정상 동작할 것	PCS의 동작 모드가 정상적으로 유지되는 상태에서 일시적인 성능저하는 허용됨
통신	제조자가 제시한 시방에 명시된 기능을 수행하기 위한 통신 신호가 정상적으로 송·수신될 것	제조자가 제시한 시방에 명시된 기능을 수행하기 위한 통신 신호가 정상적으로 송·수신 중 일시적으로 끊어질 수 있으나 자체 회복되어야 할 것
동작 모드	시험 중, 후에 제조사가 제시한 시방에 따라 정상 동작할 것	PCS의 동작 모드가 정상적으로 유지되는 상태에서 일시적인 성능저하는 허용됨

## 7.6 정상특성 시험

### 7.6.1 구성 확인 시험

이 표준의 5절에 따르고, PCS에서 전압, 전류 측정값의 오차율은 3 % 이내여야 한다.

### 7.6.2 교류전압 및 주파수 추종범위 시험

#### 7.6.2.1 시험조건

PCS를 정격 전압, 정격 주파수 및 정격 출력으로 운전한 상태에서 시험을 실시한다.

### 7.6.2.2 시험방법

- a) 계통 전압의 크기를 공칭 전압에서 천천히 변화시켜 공칭전압의 +8 %와 -10 %의 전압에서 교류 출력 전력, 전류 왜형률, 역률 등을 측정한다.
- b) 정격 주파수 60 Hz에서 천천히 변화시켜 60.45 Hz와 59.35 Hz에서 교류 출력 전력, 전류 왜형률, 역률 등을 측정한다.

### 7.6.2.3 판정기준

기준범위 내의 계통 전압 및 주파수 변화에 추종하여 안정하게 운전되어야 한다. 출력 전류의 종합 왜형률은 5 %이내, 각 차수별 왜형률이 3 % 이내이어야 한다. 출력 역률은 0.95 이상이어야 한다.

## 7.6.3 효율 시험

### 7.6.3.1 시험조건

- a) 효율 측정 시 주위온도는 20 °C ~ 30 °C 이내이어야 한다.
- b) 정격 부하의  $\pm 5\%$  범위 내에서 부하 역률 0.99 이상으로 측정한다.
- c) 정격 입력전압의  $\pm 3\%$  및, 정격 주파수  $\pm 1\%$ 에서 측정한다.

### 7.6.3.2 시험방법

- a) 사용 계기는 전압, 전류 파형이 고조파를 함유에 대해 95 %의 신뢰도를 갖는 0.5 % 급의 True R. M.S. 계기로 사용한다.
- b) 입력과 출력을 동시에 측정한다.
- c) 100 % 정격 부하 인가 후 안정상태에서 측정한다.
- d) 15 분 이내 간격으로 입력과 출력을 동시 3 회 측정하여 각 측정치를 계산한다.
- e) 3 회 측정치를 산술평균하여 PCS의 효율로 최종 산출한다.
- f) 위의 방법으로 충전모드와 방전모드에서 각각 측정한다.

### 7.6.3.3 판정기준

정격 출력 시 PCS 효율은 충전시와 방전시에 대해 제조사가 선언한 값 이상인 것으로 한다.

## 7.6.4 역률 측정 시험

### 7.6.4.1 시험조건

PCS를 정격 전압, 정격 주파수 및 정격 출력으로 운전시킨다.

#### 7.6.4.2 시험방법

계통의 선로 임피던스를 표 23에 맞게 설정 후 역률을 측정한다.

표 23 — KS C IEC 60725의 선로 임피던스 기준

구분	선로 임피던스
3상	0.24 Ω + j0.15 Ω (각상), 0.16 Ω + j0.1 Ω (중성선)
단상	0.4 Ω + j0.25 Ω

#### 7.6.4.3 판정기준

충전 및 방전모드 운전시 역률이 각 0.95 이상인 것으로 한다.

#### 7.6.5 교류 출력전류 왜형률 시험

##### 7.6.5.1 시험조건

계통의 선로 임피던스를 표 23와 같이 설정하고, PCS를 정격 전압, 정격 주파수 및 정격 출력으로 운전시킨다.

##### 7.6.5.2 시험방법

PCS의 출력 전류에 포함되는 차수별 고조파 전류 성분  $i_{ACn}$ 을 측정하고, 다음 식에 따라서 전류의 종합 왜형률(THD)를 산출한다.

$$\text{종합 왜형률(THD)} = \frac{\sqrt{\sum (i_{ACn})^2}}{I_{AC1}} \times 100 (\%)$$

여기에서

$i_{ACn}$  : PCS치 출력 전류의 n차 고조파 전류 성분 실효값(A)

n : 고조파 차수 2 ~ 40차로 한다.

$I_{AC1}$  : PCS 출력 전류의 기본파 실효값(A)

##### 7.6.5.3 판정기준

교류 출력 종합 왜형률이 5 % 이내, 각 차수별 왜형률이 3 % 이내인 것으로 한다.

#### 7.7 과도응답 특성 시험

##### 7.7.1 입력전력 급변 시험

##### 7.7.1.1 시험조건

신재생에너지연계형 EES시스템용 PCS 중 태양광 입력을 받는 기기에 한하여 시험을 진행한다.

**7.7.1.2 시험방법**

- a) PCS를 정격 출력 전압, 정격 출력 주파수로 운전하고, 직류 모의 전원을 이용해 정격의 50 % 전력을 PCS에 입력한다.
- b) PCS의 입력 전력을 50 %에서 75 %로 계단함수 형태(상승시간 0.1 s 이하)로 올려서 10 s 동안 유지한 후 다시 50 % 상태로 되돌린다.
- c) PCS를 정격 출력의 50 %에서 운전한다.
- d) PCS의 입력 전력을 50 %에서 25 %로 계단함수 형태로 내려서(하강시간 0.1 s 이하) 10 s 동안 유지한 후 50 % 상태로 되돌린다.
- e) 입력 및 출력의 전압 파형과 전류 파형을 기록한다.

**7.7.1.3 판정기준**

직류입력 전력의 급속한 변화에 추종하여 안정적으로 운전해야 한다.

**7.7.2 계통전압 급변 시험****7.7.2.1 시험조건**

PCS를 정격 전압, 정격 주파수 및 정격 출력으로 운전시킨다.

**7.7.2.2 시험방법**

- a) 계통 전압을 공칭전압의 108 %까지 계단함수 형태(상승 시간 1주기 이하)로 급격히 변화시켜 10 s 동안 유지한 후 다시 공칭전압으로 되돌린다.
- b) 계통 전압을 공칭전압으로 운전한다.
- c) 계통 전압을 공칭전압의 90 %까지 계단함수 형태(하강 시간 1주기 이하)로 급격히 변화시켜 10 s 동안 유지한 후 다시 공칭 전압으로 되돌린다.
- d) 입력 및 출력의 전압 파형과 전류 파형을 기록한다.

**7.7.2.3 판정기준**

시스템이 계통전압의 급속한 변동에 추종해서 안정적으로 운전되어야 한다.

**7.7.3 계통전압 위상 급변 시험****7.7.3.1 시험조건**

교류 전원을 정격 전압 및 정격 주파수에서 운전한다. 직류 모의 전원은 PCS 출력이 정격 출력이 되도록 설정한다.

### 7.7.3.2 시험방법

- a) 정상 운전 상태의 PCS 출력 전압 위상을 기준으로 하여  $0^{\circ}$ 로 한다.
- b) 계통 전압의 위상을  $0^{\circ}$ 에서  $+10^{\circ}$ 까지 계단 함수 형태로 변화시켜서 10 s 동안 유지한 후 다시 계단 함수 형태로  $0^{\circ}$ 로 되돌린다.
- c) 계통 전압의 위상을  $0^{\circ}$ 에서  $-10^{\circ}$ 까지 계단 함수 형태로 변화시켜서 10 s 동안 유지한 후 다시 계단 함수 형태로  $0^{\circ}$ 로 되돌린다.
- d) 출력 전압 파형, 출력 전류 파형을 기록한다.
- e) 위의 위상 변화값  $+10^{\circ}$ 를  $+120^{\circ}$ 로 변경하고, **b), c)**의 시험을 반복한다. 출력 전압 및 전류 파형을 기록한다.

### 7.7.3.3 판정기준

$\pm 10^{\circ}$  위상 급변시 PCS가 급격히 변화하는 계통전압 위상에 추종하여 안정하게 운전해야 한다.  $+120^{\circ}$  위상 급변시 PCS가 급격히 변화하는 계통전압 위상에 추종하여 안정하게 운전을 계속 하거나 또는 안전하게 정지하여 어떠한 부위에도 손상이 없어야 하며, 자동으로 재가동하는 PCS의 경우안전하게 자동 가동이 되어야 한다.



## 참고문헌

- KS C IEC 60060-1 : 2011, 고전압 시험방법 — 제1부 : 정의 및 시험조건
- KS C IEC 60060-2 : 2011, 고전압 시험방법 — 제2부 : 측정시스템
- KS C IEC 60068-2-39 : 2002, 환경시험방법(전기, 전자) — 복합연속시험(저온, 저압, 내습)
- KS C IEC 60146-1-1 : 2002, 반도체 컨버터 — 일반요구사항 및 선전류 컨버터 : 기본요구사항
- KS C IEC 60146-1-2 : 2002, 반도체 컨버터 — 일반요구사항 및 선전류 컨버터 : 적용 지침
- KS C IEC 60364-4-41 : 2005, 저압 전기설비-제4-41부 : 안전을 위한 보호-감전에 대한 보호
- KS C IEC 60364-5-51 : 2005, 건축 전기설비-제5-51부 : 전기기기의 선정 및 시공-공통 규칙
- KS C IEC 60364-5-52 : 2009, 저압전기설비-제5-52부 : 전기기기의 선정 및 설치-배선설비
- KS C IEC 60364-5-54 : 2011, 저압전기설비-제5-54부 : 전기기기의 선정 및 설치-접지설비 및 보호도체
- KS C IEC 60364-7-706 : 2005, 저압전기설비-제7-706부 : 특수설비 또는 특수장소의 요구사항-움직임이 제한된 도전성 장소
- KS C IEC 60364-7-707 : 1984, 건축 전기 설비-제7부 : 특수 설비또는 특수 장소의 요구 사항-제707절 : 데이터 처리 설비의 접지
- KS C IEC 60700-1 : 2007, 고전압 직류전력송전용 사이리스터 — 제1부 : 전기적 시험
- KS C IEC 60747-8 : 2007, 반도체소자 — 제8부 : 전계효과트랜지스터
- KS C IEC 60919-1 : 2007, 고전압 직류(HVDC)시스템의 성능 — 제1부 : 정상상태 조건
- KS C IEC 61180 : 2011, 저전압 장비에 대한 고전압 시험방법
- KS C IEC 61204 : 2007, 저전압 직류전원장치 — 능특성
- KS C IEC 61400-1 : 2004, 풍력발전시스템 — 제1부 : 안전요구사항
- KS C IEC 61400-12 : 2008, 풍력발전시스템 — 제12부 : 출력성능측정
- KS C IEC 61836 : 2007, 태양광 발전 에너지 시스템 — 용어 및 기호
- KS C IEC 61850-1 : 2005, 변전소 통신 네트워크 및 시스템 — 제1부 : 소개 및 개요
- KS C IEC 61850-3 : 2006, 변전소 통신 네트워크 및 시스템 — 제3부 : 일반 요구사항
- KS C IEC 61850-10 : 2006, 변전소 통신 네트워크 및 시스템 — 제10부 : 적합성 시험
- KS C IEC 61954 : 2007, 송전 및 배전시스템용 전력전자 — 무효전력보상기 사이리스터의 시험
- KS C 8564: 2015, 소형 태양광발전용 인버터(계통연계형, 독립형)
- KS C 8565: 2015, 중대형 태양광발전용 인버터(계통연계형, 독립형)
- IEC 60747-9 : 2007, Semiconductor devices-Discrete devices — Part 9 : Insulated-gate bipolar transistors (IGBTs)
- IEC 62103 : 2003, Electronic equipment for use in power installations
- IEC 62109-1 : 2010, Safety of power converters for use in photovoltaic power systems
- IEC 62509 : 2010, Battery charge controllers for photovoltaic systems

## SPS – SGSF – 025 – 4 – 1972:2019

### 해 설

이 해설은 본체 및 부속서에 규정·기재한 사항 및 이것에 관련된 사항을 설명하는 것으로 표준의 일부는 아니다.

## 1 개요

### 1.1 제정의 취지

EES시스템이 확대는 되고 있으나, 이와 관련된 국제, 국가표준이 부재하여 EES시스템용 PCS에 대한 일반적인 성능, 안전 및 기능 요구사항과 이에 대한 시험방법이 필요하여 본 표준이 제정되었다.

본 표준은 성능 요구사항에 대해서는 UPS 및 태양광 인버터의 국가표준인 KS C IEC 62040-3, KS C 8564, KS C 8565를 인용하였으며, 안전 요구사항에서는 전력전자 변화기기 및 시스템의 안전 요구사항인 KS C IEC 62477-1:2016을 주요 인용하였다.

### 1.2 그간의 개정 경위

2012년 제정 이후, 2016년 개정을 거쳐 이번(2019년) 개정에 이르렀다.

#### 1.2.1 제1차 개정(2016년)

EES시스템용 PCS의 시험방법이 정확히 명시되지 않고 불필요한 시험 및 국내 현황에 적용하기 어려움이 있다는 시장의견을 반영하고, EES시스템 PCS에 대한 안전은 KS C IEC 62477-1:2016을 따르게 하기 위해 본 단체표준에서는 성능 요구사항만 다루고자 개정하였다.

## 2 제2차 개정(이번 개정)

### 2.1 주요 변경

EES시스템의 안전성을 보다 강화하기 위해 KS C IEC 62477-1:2016을 인용하여 EES시스템용 PCS의 안전성 항목을 추가 신설하고, 시험방법 및 기준에 대해 명확하게 수정하였다.

신설된 항목 및 내용은 아래와 같다.

- a) 5.3절 EES시스템의 다른 구성품에 영향을 주는 노이즈 조검을 위한 장치 및 서지보호기 요구
- b) 7.1.3절 감전보호 시험
- c) 7.1.4절 공간거리와 연면거리 시험
- d) 7.2.6절 직류측 과전류 보호기능 시험
- e) 7.3.2절 온도상승 시험

시험방법을 명확하게 하기 위해 변경된 항목은 아래와 같다.

- a) 7.1.2절의 절연내력 시험의 전압범위 변경
- b) 7.2.4절의 단독운전 방지 기능 판정 기능 변경
- c) 7.4.2절의 온습도 사이클 시험에서 인용표준 변경

## d) 7.5절의 전자파 적합성(EMC) 시험 변경

## 2.2 제·개정 비교

비교 시험 항목		Ed1.0 (2012)	Ed2.0 (2016)	Ed3.0 (2019)	비고
절연성능 시험	절연저항 시험	O	O	O	
	절연내력 시험	O	O	O	KS C IEC 62477-1에 따라 시험전압 수정
	감전보호 시험	O	X	O	KS C IEC 60529:2013 적용
	공간거리와 연면거리 시험	O	X	O	KS C IEC 62477-1:2016의 4.4.7.4 및 4.4.7.5 적용
보호기능 시험	직류측 과전압 및 부족전압 보호기능 시험	O	O	O	
	교류측 과전압 및 부족전압 보호기능 시험	O	O	O	
	주파수 상승 및 저하 보호 기능 시험	O	O	O	
	단독운전 방지기능 시험	O	O	O	판정기준 수정(송배전 계통연계 기술기 준 반영)
	직류측 및 교류측 돌입전류 보호기능 시험	O	O	O	
	직류측 및 교류측 과전류 보호기능 시험	O	O	O	직류측 과전류 보호기능 시험 추가
	복전 후 일정시간 투입 방지기능 시험	O	O	O	
외부사고 시험	출력측 단락 시험	O	X	X	- Ed1.0 : 교류측에 한하여 출력 측 단 락시험 조건 및 방법 명시 - Ed2.0 : KS C IEC 62477-1:2012와 중 복되는 항목 삭제 - Ed3.0 : 직류 및 교류 단락시험은 현 시점에서 시험방법 및 시험장비가 제대로 갖춰져 있지 않으므로 삭제
	부하차단 시험	O	X	X	단독운전 방지기능 시험과 중복으로 삭 제
	접촉전류 시험 (누설전류 시험)	O	O	O	누설전류에서 접촉전류로 명칭 변경 (KS C IEC 62477-1:2016의 4.4.4.3.3 및 5.2.3.7 적용)
	온도상승 시험	O	X	O	KS C IEC 62477-1:2016의 4.6.4 및 4.5.2.3.10 적용
	계통전압 순간 정전, 순간 강하 시험	O	O	O	
주위환경	습도시험(실내용 PCS)	O	O	O	

시험	온습도 사이클 시험(실외용)	○	○	○	인용표준 수정 (KS C IEC 60068-2-38의 6.3)
전자파 적합성 시험	방출	○	○	○	EES시스템의 설치 환경(변전소용, 산업용, 상업용/가정용)에 따라 분류하여 적용
	내성	○	○	○	
정상특성 시험	구성확인 시험	○	○	○	EES시스템에 영향을 미치는 노이즈 방지를 위한 장치 및 서지보호기 확인
	교류전압 및 주파수 추종범위 시험	○	○	○	
	효율시험	○	○	○	
	역률 측정 시험	○	○	○	
	교류 출력전류 왜형률 시험	○	○	○	
과도응답 특성 시험	입력 전력 급변 시험	○	○	○	
	계통 전압 급변 시험	○	○	○	
	계통전압 위상 급변 시험	○	○	○	

### 2.3 향후 과제

이번 개정에서 EES시스템용 PCS의 안전성 강화를 위한 다양한 논의와 국제현황(IEC, IEEE, UL 등) 및 국내 기술기준을 조사/분석하였으나, EES시스템의 설치 및 시공기준 등으로 다뤄야 하거나 국내 현 시점에서 반영하기 어려운 요구사항, 시험설비, 시험방법, 적합 기준 및 시험자의 안전성 등의 문제로 인해 향후 개정이 필요한 항목은 아래와 같다.

- BMS의 안정적 동작을 위한 PCS의 측 전도방출 기준
- 기타(지락보호, 단락시험 및 접지 등)에 대한 시험방법 및 기준
- EES시스템의 설치 환경에 따른 교류 및 직류측으로부터의 서지유입에 대한 내성 시험 강화
- 직류단의 전자파 시험

EES시스템의 안전성 확보를 위한 직류 누설전류의 감지/보호 장치 등에 대해서는 공청회 및 설문조사를 통해 의견수렴을 진행하였으나, PCS 업체, 배터리 업체, SI(시스템 통합, System Integrator) 업체 등의 이해에 따라 요구하는 사항이 다르며 이해당사자들의 합의가 이루어지지 않기에 제2차 개정(Ed3.0)에서는 다루지 않았다. 이는 추가 논의를 통하여 차기 개정에서 다룰 예정이다.

출력측 단락시험은 기존 Ed1.0에 교류측 출력 단락시험이 명시되었지만 일부 소용량 PCS에 한해서 제조사 공장 또는 시험기관에서 시험을 진행하였으며, 대용량은 시험 안전상으로 인해 시험하지 않았다. 이에 대해 아직도 현 시점에서는 시험장비 자산의 보호 및 시험자의 안전성 등의 문제가 해결되지 않기에 제2차 개정(Ed3.0)에서는 다루지 않았다. 이는 추가 논의를 통하여 향후 개정에서 다룰 예정이다.

**SPS – SGSF – 025 – 4 – 1972:2019**

**SPSPSPS  
SPSPSP  
SPSPS  
SPSP  
SPS  
SPSP  
SPSPS  
SPSPSP  
SPSPSPS**

---

**General performance requirements  
of PCS(Power Conversion System)  
for electrical energy storage system**

---

**ICS 01.120**