	<p style="text-align: center;">공단 표준규격 스마트 전력품질 개선장치 (Smart Power Quality Compensator)</p>	<p style="text-align: center;">KRSA-3119-R0</p> <p>제정 2020. 00. 00. 개정 . . . 확인 . . .</p>
---	--	--

1. 적용범위 및 분류

1.1 적용범위

이 규격은 전기철도의 급전계통에서 발생하는 전력품질(전압변동, 진상/지상역률 저하, 고조파 왜곡 등)을 통합적으로 개선하기 위하여 설치되는 “스마트 전력품질 개선장치(Smart Power Quality Compensator) (이하 전력품질 개선장치)”에 대하여 적용한다.

1.2 사용조건

1.2.1 정상사용조건

- (1) 주위온도 -25[℃] ~ 40[℃]
- (2) 표고 1,000[m] 이하
- (3) 주위공기 오손이 현저하지 않은 장소

1.2.2 특수사용조건

1.2.1 항에 규정한 이외의 자연환경 또는 계통상 특수한 사용조건은 필요시 별도로 규정한다.

1.3 분류

1.3.1 변전소용 전력품질 개선장치

STATCOM(Static Synchronous Compensator)방식의 전압강하보상, 진상/지상역률 보상 및 고조파 저감용 장치

1.3.2 구분소용 전력품질 개선장치

MCR-SVC(Magnetically Controlled Reactor) 방식의 전압강하 보상용 장치

2. 인용표준

KS C IEC 60071-1(2017) 절연 협조 - 제1부 : 정의 및 일반 원칙

KS C IEC 60076-3(2019) 전력용 변압기 - 제3부 : 절연등급, 절연시험 및 이격

KS C IEC 60076-6(2018) 전력용 변압기 - 제6부 : 리액터
 KS C IEC 60076-10(2019) 전력용 변압기 - 제10부 : 소음레벨의 측정
 KS C IEC 60255-1(2019) 측정 계전기와 보호 장치 - 제1부 : 공통 요구사항
 KS C IEC 60255-27(2015) 전기 계전기-제27부: 제품 안전 요구사항
 KS C IEC 60871-1(2018) 정격 전압 1,000V 초과 교류 시스템용 분로 커패시터 - 제1부 : 일반
 - 성능, 시험 및 정격 - 안전요구사항 - 설치 및 운전 지침
 KS C IEC 62271-1(2019) 고압 개폐기와 제어기 - 제1부 : 공통 사양서
 KS C IEC 62271-100(2019) 고전압 개폐기와 제어기 - 제100부 : 교류 회로 차단기
 KS C IEC 62271-102(2015) 고압 개폐장치 및 제어장치 - 제102부 : 교류용단로기 및 접지개폐기
 KS T 1002(2019) 수송포장 계열치수
 IEEE C37.66(2005) IEEE Standard Requirements for Capacitor Switches for AC Systems(1kV to 38kV)

3. 필요조건

3.1 재료

- (1) 사용재료는 KS(Korean Industrial Standards) 표시품 또는 동등이상이어야 한다.
- (2) 모든 자재, 설비, 장치 및 계통은 아래 조건하에서 성능저하나 오동작 없이 견딜 수 있도록 보장되어야 한다.

3.2 형태

- (1) 외형은 운전, 유지, 보수 등이 용이한 구조이어야 한다.
- (2) 본 장치는 계통연계용 변압기 없이 특고압 계통에 직접 보상전류를 출력하는 방식으로 구성한다.
- (3) 구조형상 및 치수는 제작도면에 의한다.

3.3. 정격

[표 1] 전력품질 개선장치 정격

정격전압 [kV]	상수	정격용량 [MVAR]	정격전류 [A]	비고
27.5	단상	5	181	부하/용량별 보상 주1)
27.5	단상	10	363	
27.5	단상	15	545	
27.5	단상	20	727	
27.5	단상	25	909	
27.5	단상	30	1090	

주1) 변전소용 전력품질 개선장치의 전압보상 성능은 [표 5]에 따른다.

구분소용 전력품질 개선장치의 전압보상 성능은 [표 6]에 따른다.

3.4 구성

3.4.1 변전소용 전력품질 개선장치

3.4.1.1 구성부

- (1) 인입부 : 단로기 및 차단기
- (2) 충전부 : 필터 리액터, 충전저항 및 컨택터 스위치
- (3) 전력부 : IGBT형 전력발생모듈, 바이패스 시스템 및 냉각장치
- (4) 제어부 : 메인컨트롤러, HMI, 보호계전기

3.4.1.2 주요 구성품 규격

- (1) 단로기
 - (a) 정격 전압 : 27.5kV
 - (b) 정격 전류 : 장비 정격전류의 120% 이상
 - (c) 내전압 : 70kV 1분
 - (d) 뇌충격 : 170kV BIL
- (2) 차단기
 - (a) 정격 전압 : 27.5kV
 - (b) 정격 전류 : 장비 정격전류의 120% 이상
 - (c) 정격 차단전류 : 20kA 이상
 - (d) 내전압 : 70kV 1분
 - (e) 뇌충격 : 170kV BIL
- (3) 필터 리액터
 - (a) 정격 전압 : 27.5kV
 - (b) 내전압 : 70kV 1분
 - (c) 뇌충격 : 170kV BIL
- (4) 전력부
 - (a) 정격 전압 : 27.5kV
 - (b) 정격 전류 : [표 1] 참조
 - (c) IGBT형 전력발생모듈 구성 : IGBT, DC캐패시터, 로컬 제어보드, 방열판 등
 - (d) 다수의 IGBT형 전력발생모듈들이 직렬로 연결되어 전체 전력부를 구성하여야 한다 .
 - (e) 컨버터 레벨 : 32레벨 이상
 - (f) 최대 2개의 IGBT형 전력발생모듈 고장 시에도 고장 모듈을 바이패스하여 정상동작 가능하도록 하여야 한다.

(5) 보호계전기

보호기능 : 과전류(50/51), 과전압(59), 저전압(27)

(6) 피뢰기

(a) 정격 전압 : 42kV

(b) 정격 방전전류 : 10kA

3.4.2 구분소용 전력품질 개선장치

3.4.2.1 구성부

(1) 인입부 : 단로기 및 차단기

(2) 가변리액터부: 가변리액터 및 SCR반

(3) 콘덴서뱅크부: 직렬리액터, 콘덴서뱅크 및 컨택터 스위치

(4) 제어부 : 메인컨트롤러, HMI, 보호계전기

3.4.2.2 주요 구성품 규격

(1) 단로기

(a) 정격 전압 : 27.5kV

(b) 정격 전류 : 장비 정격전류의 120% 이상

(c) 내전압 : 70kV 1분

(d) 뇌충격 : 170kV BIL

(2) 차단기

(a) 정격 전압 : 27.5kV

(b) 정격 전류 : 장비 정격전류의 120% 이상

(c) 정격 차단전류 : 20kA 이상

(d) 내전압 : 70kV 1분

(e) 뇌충격 : 170kV BIL

(3) 직렬 리액터

(a) 정격 전압 : 27.5kV

(b) 내전압 : 70kV 1분

(c) 뇌충격 : 170kV BIL

(4) 콘덴서뱅크

- (a) 정격 전압 : 27.5kV
- (b) 내전압 : 70kV 1분
- (c) 뇌충격 : 170kV BIL
- (d) 콘덴서 소자는 internal fuse type으로 선정하여 콘덴서 소자 내부 단락시에도 사고가 계통으로 파급되지 않도록 하여야 한다.

(5) 가변리액터

- (a) 정격 전압 : 27.5kV
- (b) 정격 용량 : 콘덴서뱅크 단위 뱅크용량 대비 110% 이상
- (c) 내전압 : 70kV 1분
- (d) Type : 유입식
- (e) 저압 싸이리스터 소자를 통해 DC전압이 제어되어, 리액터 철심 자속이 변화됨으로써 리액터의 용량이 가변되어야 한다.
- (f) 리액터 가변은 선형적으로 이루어져야 한다.

(6) 보호계전기

보호기능 : 과전류(50/51), 과전압(59), 저전압(27)

(7) 피뢰기

- (a) 정격 전압 : 42kV
- (b) 정격 방전전류 : 10kA

3.5 구조

3.5.1 변전소용 전력품질 개선장치

3.5.1.1 인입부

- (1) 본 장치의 인입부는 단로기 및 차단기로 구성되며 27.5kV 급전계통에 연결되도록 구성한다.
- (2) 단로기는 무부하 상태에서 회로를 격리하여 유지보수 등을 실시할 수 있는 구조로 구성하여야 하며, 원격제어가 가능하여야 한다.
- (3) 차단기는 부하 개폐 및 각종 사고 시 사고전류 차단 및 장비보호를 하여야 한다.
- (4) 낙뢰 혹은 개폐 찰지로부터 장비를 보호하기 위하여 피뢰기를 설치하여야 한다.
- (5) 가압 여부를 식별할 수 있도록 통전표시기 등을 설치하여야 한다.
- (6) 구성품간 연결 혹은 케이블 결선은 보수가 용이한 구조로 구성되어야 하며, 특고압 케이블 결선에 대한 상세 사항은 발주처의 승인을 득하여야 한다.

3.5.1.2 충전부

- (1) 본 장치의 충전부는 필터리액터, 충전저항 및 컨택터 스위치로 구성되어야 한다.
- (2) 필터리액터는 노이즈가 많은 PWM 보상전류의 리플을 저감시켜야 한다.
- (3) 충전저항은 본 장치 투입 시 발생하는 돌입전류가 충분히 억제되도록 구성한다.
- (4) DC 캐패시터의 충전을 마친 뒤 투입되어 충전저항을 바이패스 할 수 있도록, 소호능력이 있는 컨택터 스위치가 사용되어야 한다.
- (5) 충전시 충전전류는 전압 위상과 비교되어 동기 상태를 확인할 수 있어야 한다.

3.5.1.3 전력부

- (1) 본 장치의 전력부는 IGBT형 전력발생모듈, 바이패스 시스템 및 냉각장치로 구성되어야 한다.
- (2) 다수의 IGBT형 전력발생모듈들이 직렬로 연결되어 전력부를 구성하여 정현파에 가까운 보상 파형을 발생시켜, 특고압에 직접 출력이 되도록 하여야 한다.
- (3) 단위 모듈 고장시 신속한 유지보수가 가능하도록 착탈식 모듈형 인출 구조로 제작되어야 한다.
- (4) 최대 2개의 IGBT형 전력발생모듈이 동시에 바이패스되어도 전체 장치는 정상운전이 가능하여야 한다.
- (5) 각 IGBT형 전력발생모듈의 DC전압은 각 모듈간 불평형이 최소화되어 모듈간 50V 내 외로 안정적으로 제어되도록 하여야 한다.
- (6) 바이패스 시스템은 모듈 고장시 자동으로 해당 모듈을 바이패스하도록 구성되어야 한다.
- (7) 냉각장치는 IGBT형 전력발생모듈의 열 발생시 신속한 방열이 가능토록 장치 발열량의 120% 이상의 냉각용량을 구비하여야 한다.
- (8) 전력부는 급전계통 특고압에서 충분한 절연 성능을 유지할 수 있도록 200kV BIL 이상의 절연애자를 적용하여야 한다.
- (9) 전력부 외함은 금속제 철판 및 보강 프레임을 사용하여 제작해야 하며, 외함의 전·후면에는 도어를 설치하여야 한다. 또한 철판의 두께는 전, 후면 도어 3.2mm, 측면 2.3mm, 기타 1.6mm 이상으로 한다.
- (10) IGBT형 전력발생모듈 및 바이패스 시스템은 FRP등을 이용하여 개별 모듈간 충분히 절연되어야 하며, 설치 및 유지보수에 적당하고 외함에 용이하게 고정할 수 있는 구조이어야 한다.
- (11) 케이블의 인입, 인출은 방열에 지장이 없는 구조로 하고, 케이블 결선 시 작업을 용이하게 하기 위하여 케이블 지지대 등을 설치한다.
- (12) 외함의 밑 부분에 현장설치시 견고히 고정하기 위하여 찬넬베이스를 설치한다.
- (13) 전력부의 외함은 내부 IGBT형 전력발생모듈의 냉각에 지장이 없는 구조로 하며, 낙진, 낙수 등으로부터 전력부 내부를 보호할 수 있는 구조로 한다.
- (14) 전력부 외함 상부에 리프팅 러그를 취부하여야 한다.

3.5.1.4 제어부

- (1) 본 장치의 제어부는 메인컨트롤러, HMI, 보호계전기 등으로 구성되어야 한다.
- (2) 메인컨트롤러와 IGBT형 전력발생모듈 연결시 제어 및 감시용 배선은 절연에 문제가 없도록 하여야 한다.
- (3) 메인컨트롤러에는 급전계통의 PT 및 CT가 결선되어 계통을 모니터링 하며, 계통의 전압, 전류, 전력 등 데이터와 보상 전/후 데이터 등의 전력요소를 HMI에 표시하여야 한다.
- (4) 사용자가 장비 동작상태, 발생알람, 알람이력, 시스템 파라미터 등을 손쉽게 확인 및 설정 가능하여야 하며, 장치의 기동, 정지 등 제어를 수행할 수 있어야 한다.
- (5) 운영 소프트웨어는 한글로 제작되어 사용자가 손쉽게 이용할 수 있어야 한다.
- (6) 제어 전원은 변전소 및 급전구분소의 무정전 전원장치 전원에 연결하여 제어전원 정 전시에 제어부에 제어전원을 공급하여야 한다.
- (7) 제어반의 외함은 견고하고 전기적, 기계적으로 특성이 우수하고 충분한 강도인 양질의 재료를 사용하여야 한다.
- (8) 제어반 외함의 재질은 일반 구조용 압연강재 (KS D 3503)을 사용하여야 하며 수송, 설치에 적당하고 기초에 용이하게 고정할 수 있는 구조이어야 한다.
- (9) 제어반 외함은 금속제 철판 및 보강 프레임을 사용하여 제작해야 하며, 외함의 전·후면에는 도어를 설치하여야 한다.
- (10) 케이블의 인입, 인출은 외함 하부로 할 수 있는 구조로 하고, 케이블 결선 시 작업을 용이하게 하기 위하여 케이블 지지대 및 케이블 브라켓을 설치한다.
- (11) 제어반의 외함은 통풍이 원활한 구조로 하며, 낙진, 낙수 등으로부터 제어반 내부를 보호할 수 있는 구조로 한다.
- (12) 제어반에 설치되는 HMI, 보호계전기, 표시등, 계기, 버저 등은 전면에 설치하여 점검이 용이하게 한다.
- (13) 제어반 내부에 접지모선을 취부하여야 하며, 금속체 비충전부는 접지모선에서 서로 연결되어 접지시킬 수 있도록 한다.
- (14) 제어반 외함 상부에 리프팅 러그를 취부하여야 한다.
- (15) 제어반 내부 후면 상부에 조명을 설치하고 도어 개폐와 연동하여 점등 및 소등되도록 한다.
- (16) 제어반 내부에 콘센트를 설치하여야 한다.
- (17) 제어반에 사용되는 배선은 IEEE 383 시험규격에 적합한 600[V]급 난연성 전선을 사용하여야 하고 색상 및 굵기 등은 아래 표와 같다.

[표 2] 배선의 색상 및 굵기

종류	색상	굵기
AC 제어용	황색	2.5mm ²
DC 제어용	청색	2.5mm ²
계기용 변압기(PT)용	적색	2.5mm ²
계기용 변류기(CT)용	흑색	4.0mm ²
접지용	녹색	6.0mm ²

3.5.2 구분소용 전력품질 개선장치

3.5.2.1 인입부

- (1) 본 장치의 인입부는 단로기 및 차단기로 구성되며 27.5kV 급전계통에 연결되도록 구성한다.
- (2) 단로기는 무부하 상태에서 회로를 격리하여 유지보수 등을 실시할 수 있는 구조로 구성하여야 하며, 원격제어가 가능하여야 한다.
- (3) 차단기는 부하 개폐 및 각종 사고시 사고전류 차단 및 장비보호를 하여야 한다.
- (4) 낙뢰 혹은 개폐 켜지로부터 장비를 보호하기 위하여 피뢰기를 설치하여야 한다.
- (5) 가압 여부를 식별할 수 있도록 통전표시기 등을 설치한다.
- (6) 구성품간 연결 혹은 케이블 결선은 보수가 용이한 구조로 구성되어야 하며, 특고압 케이블 결선에 대한 상세 사항은 발주처의 승인을 득하여야 한다.

3.5.2.2 가변리액터부

- (1) 본 장치의 가변리액터부는 가변리액터(MCR) 및 SCR반으로 구성되어야 한다.
- (2) 가변리액터의 용량은 콘덴서 단위 뱅크용량대비 110% 이상으로 제작되어야 한다.
- (3) SCR반은 저압 싸이리스터 소자 등으로 구성되어 특고압 리액터의 DC 전압 탭에 연결되도록 구성하여야 한다. SCR반은 DC전압 제어를 통해 리액터 철심의 자속을 조절하며, 그를 통해 리액턴스 용량을 선형적으로 가변할 수 있어야 한다.
- (4) 권선에 사용하는 동선은 KS C 3101 및 KS C 3105 또는 이와 동등 이상을 사용하여야 한다.
- (5) 권선의 절연재료는 KS C IEC 60085에 의하여 특별고압용 또는 이와 동등 이상으로 한다.
- (6) 철심은 KS C IEC 60404-8-7 또는 이와 동등 이상을 사용하여야 한다.
- (7) 가변리액터 외함은 기포나 금, 흠 등이 없이 견고하고 습기가 침투할 수 없는 방습형이어야 한다. 또한 내, 외부에서 코로나의 발생없이 운전되어야 하며, 밀봉부분이나 기타 주요 부품에 손상을 일으키지 않고 아크 섬락에 견딜 수 있어야 한다.
- (8) 전기절연유는 KS C IEC 60296 또는 KS C 2301의 광유(1종 4호)를 사용하거나 또는 이와 동등 이상을 사용하여야 한다. KS C 2301의 광유(1종 4호)는 산화안정성 특성값이 120℃, 75시간에 스렛지 0.3% 이하, 전산가 0.4mgKOH/g 이하이며 PCBs 함량이 없는 것으로 한다.
- (9) 권선은 온도 변화 때의 수축, 팽창에 의한 절연 손상 및 이상 운전 상태에서 진동 및 변형을 방지할 수 있고 절연유가 순환되도록 하되, 국부 과열을 경감할 수 있는 적합한 모양으로 제작되어야 한다.
- (10) 가변리액터 내부고장에 의한 압력상승을 완화시킬 수 있는 방압안전장치를 설치하여야 한다. 이 장치는 압력상승이 충분히 완화된 뒤 자동 복귀되어야 하며, 접점을 받아 경보 또는 트립회로를 구성하여야 한다. 또한, 방압안전장치의 방출방향은 인접 시설물에 피해를 주지 않도록 배치되어야 한다.
- (11) 절연유 열화방지를 위하여 콘서베이터가 가변리액터 외함 상부에 취부되어야 한다. 수송의 용이를 위해 콘서베이터는 가변리액터 외함과 분리될 수 있는 구조로 하며, 배유밸브, 흡습호흡기 및 유면계를 구비하여야 한다.

- (12) 원활한 방열을 위하여 가변리액터 측면에 방열 장치를 취부하여야 한다.
- (13) 가변리액터의 외함은 운반 및 취급에 편리한 구조로서 충격이나 진동 등에도 손상을 받지 않아야 하며 누유가 되지 않도록 한다.
- (14) 가변리액터 절연유의 온도를 확인할 수 있도록 유온계를 설치하며, 일정온도 이상시 접점을 받아 경고 및 트립 회로를 구성하여야 한다. 또한, 냉각장치의 자동운전을 위한 접점과, 온도감지 센서를 설치하여야 한다.
- (15) 가변리액터는 단자 이외에 노출된 모든 금속부분은 도장하기 직전에 산화피막, 기름, 먼지 등 불순물을 제거한 뒤, 방식도료를 사용하여 2회 이상 도장하여야 한다. 또한, 내면에는 내유성, 외면에는 내수성 도장을 하여야 한다.

3.5.2.3 콘덴서뱅크부

- (1) 콘덴서뱅크부는 최소 2뱅크 이상으로 구성되어야 한다.
- (2) 콘덴서 뱅크는 직렬리액터, 콘덴서뱅크 및 컨택터 스위치 등으로 구성되어야 한다.
- (3) 콘덴서뱅크의 캐패시터는 휴즈 내장형을 사용하여 콘덴서 내부 단락시에도 사고가 계통 측으로 파급되지 않도록 구성되어야 한다.
- (4) 콘덴서뱅크의 보호방식은 불평형 전류 감시 방식으로 구성하여야 하며, 캐패시터 열화 혹은 소손 등으로 콘덴서 용량의 변화가 크게 발생하는 경우 즉시 계통에서 분리하여야 한다.
- (5) 콘덴서뱅크 투개방시, 썬치 발생이 최소화되도록 zero-crossing 방식으로 제어하여야 한다.
- (6) 콘덴서 뱅크는 급전 계통에서 발생하는 고조파와 병렬공진이 발생되지 않도록 구성되어야 한다.

3.5.2.4 제어부

- (1) 본 장치의 제어부는 메인컨트롤러, HMI, 보호계전기 등으로 구성되어야 한다.
- (2) 메인컨트롤러와 가변리액터부 SCR반 연결시 제어 및 감시용 배선은 절연에 문제가 없도록 하여야 한다.
- (3) 메인컨트롤러에는 급전계통의 PT가 결선되어 계통 전압을 모니터링 하며, 계통의 전압 등의 데이터를 HMI에 표시하여야 한다.
- (4) 사용자가 장비 동작상태, 발생알람, 알람이력, 시스템 파라미터 등을 손쉽게 확인 및 설정 가능하여야 하며, 장치의 기동, 정지 등 제어를 수행할 수 있어야 한다.
- (5) 운영 소프트웨어는 한글로 제작되어 사용자가 손쉽게 이용할 수 있어야 한다.
- (6) 제어 전원은 변전소 및 급전구분소의 무정전 전원장치 전원에 연결하여 제어전원 정전시에도 제어부에 제어전원을 공급하여야 한다.
- (7) 제어반의 외함은 견고하고 전기적, 기계적으로 특성이 우수하고 충분한 강도인 양질의 재료를 사용하여야 한다.
- (8) 제어반 외함의 재질은 일반 구조용 압연강재 (KS D 3503)을 사용하여야 하며 수송, 설치에 적당하고 기초에 용이하게 고정할 수 있는 구조이어야 한다.
- (9) 제어반 외함은 금속제 철판 및 보강 프레임을 사용하여 제작해야 하며, 외함의 전·후면에는 도어를 설치하여야 한다.

- (10) 케이블의 인입, 인출은 외함 하부로 할 수 있는 구조로 하고, 케이블 결선 시 작업을 용이하게 하기 위하여 케이블 지지대 및 케이블 브라켓을 설치한다.
- (11) 제어반의 외함은 통풍이 원활한 구조로 하며, 낙진, 낙수 등으로부터 제어반 내부를 보호할 수 있는 구조로 한다.
- (12) 제어반에 설치되는 운영용 PC, 보호계전기, 표시등, 계기, 버저 등은 전면에 설치하여 점검이 용이하게 한다.
- (13) 제어반 내부에 접지모선을 취부하여야 하며, 금속체 비충전부는 접지모선에서 서로 연결되어 접지시킬 수 있도록 한다.
- (14) 제어반 외함 상부에 리프팅 리그를 취부하여야 한다.
- (15) 제어반 내부 후면 상부에 조명을 설치하고 도어 개폐와 연동하여 점등 및 소등되도록 한다.
- (16) 제어반 내부에 콘센트를 설치한다.
- (17) 제어반에 사용되는 배선은 IEEE 383 시험규격에 적합한 600[V]급 난연성 전선을 사용하여야 하고 색상 및 굵기 등은 [표 2]와 같다.

3.6 성능

3.6.1 변전소용 전력품질 개선장치

- (1) 본 장치는 전력 반도체 소자(IGBT 동등이상)를 사용하여 전압원 제어로 무효전력을 실시간 제어하여야 한다.
- (2) 본 장치는 전원측 전력품질 요소를 실시간으로 분석하며, 부하조건에 따라 IGBT형 전력 발생모듈을 제어하여 실시간으로 무효전력 및 고조파를 선형적으로 보상하여야 한다. 보상 속도는 20ms 이내여야 한다.
- (3) 본 장치는 고성능 DSP (Digital Signal Processor)를 활용한 풀 디지털 제어가 이루어져야 한다.
- (4) 본 장치는 진상/지상 무효전력을 모두 보상할 수 있어야 하며, 보상 후 역률은 97% 이상이어야 한다.
- (5) 본 장치는 한전 전기공급약관에서 허용하는 고조파 기준이내로 보상이 가능하여야 하며, 서로 다른 6개 차수를 동시에 보상 가능하여야 한다.
- (6) 본 장치는 연장급전시 계통의 전압강하를 분석하여 설정된 목표 전압 값을 유지할 수 있도록 실시간 전압보상이 가능하여야 하며, 구분소용 전력품질 개선장치와 연계되어 동작될 수 있어야 한다.
- (7) 본 장치는 내부 장애(과열, DC전압이상 등)시 자동으로 정지 및 급전계통에서 분리되어야 한다.
- (8) 본 장치의 종합효율은 97% 이상이어야 한다.
- (9) 본 장치는 과보상으로 인해 급전계통에 과전압이 발생되지 않도록 하여야 하며, 과전압 발생시 장비가 즉시 정지되도록 하는 보호기능이 있어야 한다.
- (10) 인입부의 단로기, 차단기는 구로 관제센터, 스마트 급전제어장치와 본 장치에서 오픈 프로토콜을 적용하여 감시 및 제어가 가능하도록 구성하여야 한다.

- (a) 단로기 감시 및 제어
- (b) 차단기 감시 및 제어
- (c) 변전소용 전력품질 개선장치 동작감시

3.6.2 구분소용 전력품질 개선장치

- (1) 본 장치는 콘덴서뱅크 및 선형적으로 제어되는 가변리액터로 구성되어 전압강하를 실시간 보상하여야 한다.
- (2) 본 장치는 전원측 전력품질 요소를 실시간으로 분석하며, 부하조건에 따라 가변리액터 및 콘덴서뱅크를 제어하여 실시간으로 무효전력을 선형적으로 보상하여야 한다. 보상 속도는 200ms 이내여야 한다.
- (3) 본 장치는 고성능 DSP (Digital Signal Processor)를 활용한 풀 디지털 제어가 이루어져야 한다.
- (4) 본 장치의 리액터 가변시, 신뢰도 향상 및 공간활용성을 높이기 위하여, 저압 사이리스터 소자를 사용하여 리액터의 자속을 변화시킴으로써 계통 무효전력을 제어하여야 한다.
- (5) 본 장치의 콘덴서뱅크 개폐시, 켜지를 최소화하도록 zero-crossing 스위칭 방식으로 제어하여야 한다.
- (6) 본 장치는 연장급전시 계통의 전압강하를 분석하여 설정된 목표 전압 값 이상을 유지할 수 있도록 실시간 전압보상이 가능하여야 하며, 변전소용 전력품질 개선장치와 연계되어 동작될 수 있어야 한다.
- (7) 본 장치는 내부 장애(과열 등)시 자동으로 정지 및 급전계통에서 분리되어야 한다.
- (8) 본 장치의 종합효율은 97% 이상이어야 한다.
- (9) 본 장치는 과보상으로 인해 급전계통에 과전압이 발생되지 않도록 하여야 하며, 과전압 발생시 장비가 즉시 정지되도록 하는 보호기능이 있어야 한다.
- (10) 인입부의 단로기, 차단기는 구로 관제센터, 스마트 급전제어장치와 본 장치에서 오픈 프로토콜을 적용하여 감시 및 제어가 가능하도록 구성하여야 한다.
 - (a) 단로기 감시 및 제어
 - (b) 차단기 감시 및 제어
 - (c) 구분소용 전력품질 개선장치 동작감시

4. 검사 및 시험

4.1 검사의 분류

- (1) 구조검사
- (2) 외관검사

4.2 시험의 종류

시험은 형식시험, 검수시험 및 현장시험으로 구분하며, 각 시험은 아래와 같다.

4.2.1 일반 사항

- (1) 검수시험은 전량에 대하여 시행하여야 한다.
- (2) 부품 호환사용 승인이 필요한 경우는 검수시험 요청전까지 완료되어야 한다.
- (3) 검수 및 현장시험의 세부내용은 ITP/ITC에서 따로 정한다.

4.2.2 형식시험

초기개발 등 제품의 품질확인 및 제작자의 품질유지능력을 인정하기 위한 것으로 시험 및 검사항목에 대한 판정은 공인시험 기관에서 시행한 공인 시험성적서에 의한다.

단, 부속장치중 외자재는 제작사 또는 공인기관에서 시행한 시험성적서로 대체 할 수 있다.

4.2.3 검수시험

구매시 형식시험으로 확인된 성능을 보증하기 위해 형식시험 항목의 일부를 시행한다.

4.2.4 현장시험

검수시험을 필한 제품을 수송 및 설치완료 후 이상발생유무를 확인하는 절차로 한다.

4.3 시험 및 검사항목

[표 3] 변전소용 전력품질 개선장치 시험 및 검사항목

구 분	형식	검수	현장	적용 규격
1. 구조 및 외관검사	○	○	○	4.4.1.1
2. 최대 출력전류 측정	○	※		4.4.1.2
3. 무효전력 보상용량 측정	○	※		4.4.1.3
4. 무효전력 보상 응답속도 측정	○	※		4.4.1.4
5. 운전소음 측정	○	※		4.4.1.5
6. 상용주파수 내전압 시험	○	○		4.4.1.6
7. 절연저항 측정	○	○		4.4.1.7
8. 시스템 효율	○			4.4.1.8
9. IGBT형 전력발생모듈 바이패스 시험	○	※		4.4.1.9
10. IGBT형 전력발생모듈 동작시험	○	※		4.4.1.10
11. 제어시험 주1)			○	4.4.3.1
12. 통신시험 주1)			○	4.4.3.2
13. 상태시험 주1)			○	4.4.3.3
14. 역률 보상성능 측정			○	4.4.3.4
15. 고조파 함유량 측정			○	4.4.3.5
16. 전압 보상성능 측정 주1)			○	4.4.3.6

[표 4] 구분소용 전력품질 개선장치 시험 및 검사항목

구 분	형식	검수	현장	적용 규격
1. 구조 및 외관검사	○	○	○	4.4.1.1
2. 최대 출력전류 측정	○	※		4.4.1.2
3. 무효전력 보상용량 측정	○	※		4.4.1.3
4. 무효전력 보상 응답속도 측정	○	※		4.4.1.4
5. 운전소음 측정	○	※		4.4.1.5
6. 상용주파수 내전압 시험	○	○		4.4.1.6
7. 절연저항 측정	○	○		4.4.1.7
8. 시스템 효율	○			4.4.1.8
9. 제어시험 주1)			○	4.4.3.1
10. 통신시험 주1)			○	4.4.3.2
11. 상태시험 주1)			○	4.4.3.3
12. 전압 보상성능 측정 주1)			○	4.4.3.6

(1) 검수시험 중 ‘※’항목은 형식시험 시 시행한 공인시험성적서로 대체한다.

(2) 차단기, 보호계전기 등 주요 구성품의 시험은 원제조사 시험성적서로 대체할 수 있다.

(3) 주1) 항목은 발주처에 승인받은 ITP/ITC에 따른다.

4.4 시험방법

4.4.1 형식시험

4.4.1.1 구조 및 외관검사

실 제품의 승인도면과의 일치여부를 검사하고, 외부 도장상태 및 명판 등 부착물 상태를 육안 검사한다. 이때, 실 제품의 치수는 승인도면과 오차범위 $\pm 5\%$ 이내로 일치하여야 한다.

4.4.1.2 최대 출력전류 측정

전력품질 개선장치에 전원을 인가하여, 60Hz 진상 or 지상 무효전류가 상기 [표 1]에서 규정된 정격전류만큼 출력 가능한지 확인한다. 이때 계측시 인가된 전압이 장비의 정격전압이 아닌 경우, 다음과 같은 계산식에 따른다.

- 변전소용 전력품질 개선장치 최대 출력전류 = 인가 전압과 상관없이 최대 출력전류 동일
- 구분소용 전력품질 개선장치 최대 출력전류 = 인가전압 \times 장비정격용량 \div (장비정격전압)²
- 시험시 측정값의 오차는 정격 혹은 계산값의 $\pm 5\%$ 이내여야 한다.

4.4.1.3 무효전력 보상용량 측정

전력품질 개선장치에 전원을 인가하여, 60Hz 진상 or 지상 무효전력 용량이 상기 [표1]에서 규정된 정격용량만큼 발생하는지 확인한다. 이때 계측시 인가된 전압이 장비의 정격전압이 아닌 경우, 다음과 같은 계산식에 따른다.

- 변전소용 전력품질 개선장치 무효전력 보상용량 = 인가전압×장비 정격전류
- 구분소용 전력품질 개선장치 무효전력 보상용량 = (인가전압÷장비정격전압)²×장비정격용량
- 시험시 측정값의 오차는 정격 혹은 계산값의 ±5% 이내여야 한다.

4.4.1.4 무효전력 보상 응답속도 측정

컨트롤러에서 제어신호 발생 직후, 출력전류 발생 시작시점까지의 시간을 측정한다.

- 변전소용 전력품질 개선장치 : 목표치 20ms 이내 부합여부 확인
- 구분소용 전력품질 개선장치 : 목표치 200ms 이내 부합여부 확인

4.4.1.5 운전소음 측정

측정방법은 KS C IEC 60076-10를 따른다.

4.4.1.6 상용주파 내전압 시험

상용주파 내전압 시험은 특고압측은 KS C IEC 60076-3를 따르며, 권선 ~ 대지간 AC 70kV를 1분간 인가하여 견뎌야 한다. 계전기 등 저압측의 경우 KS C IEC 60255-27를 따르며, 상 ~ 대지간 AC 2kV를 1분간 인가하여 견뎌야 한다.

4.4.1.7 절연저항 측정

절연저항 특성은 IEC 60255-27를 따르며, 직류 500[V] 절연저항계로 측정하여 100[MΩ] 이상이어야 한다.

4.4.1.8 시스템 효율

제품에서 발생하는 유효전력을 측정하여 정격용량의 3% 이내이어야 한다.

4.4.1.9 IGBT형 전력발생모듈 바이패스 시험

하나의 IGBT형 전력발생모듈을 바이패스 한 상태에서 최대 출력전류 시험을 실시하여, 4.4.1.2와 동일한 결과를 얻어야 한다.

4.4.1.10 IGBT형 전력발생모듈 동작시험

- IGBT형 전력발생모듈 시험: 각 모듈에 개별적으로 DC전원 인가, PWM 출력파형 확인
- IGBT형 전력발생모듈 통합 레벨링 시험: 고압 무전원 상태에서 전체 모듈에 DC전원 인가, AC측 출력파형 확인

4.4.2 검수 시험

4.4.2.1 구조 및 외관검사

시험방법 및 결과는 4.4.1.1 에 의한다.

4.4.2.2 최대 출력전류 측정

시험방법 및 결과는 4.4.1.2 에 의한다.

4.4.2.3 무효전력 보상용량 측정

시험방법 및 결과는 4.4.1.3 에 의한다.

4.4.2.4 무효전력 보상 응답속도 측정

시험방법 및 결과는 4.4.1.4 에 의한다.

4.4.2.5 운전소음 측정

시험방법 및 결과는 4.4.1.5 에 의한다.

4.4.2.6 상용주파 내전압 시험

시험방법 및 결과는 4.4.1.6 에 의한다.

4.4.2.7 절연저항 측정

시험방법 및 결과는 4.4.1.7 에 의한다.

4.4.2.8 IGBT형 전력발생모듈 바이패스 시험

시험방법 및 결과는 4.4.1.9 에 의한다.

4.4.2.9 IGBT형 전력발생모듈 동작시험

시험방법 및 결과는 4.4.1.10 에 의한다.

4.4.3 현장 시험

4.4.3.1 제어시험

원격 제어 가능여부를 확인하여야 하며, 세부 사항은 발주처에 승인받은 ITP/ITC에 따른다.

4.4.3.2 통신시험

관제센터 및 소규모제어설비와 통신이 정상적인지 확인하여야 하며, 세부 사항은 발주처에 승인받은 ITP/ITC에 따른다.

4.4.3.3 상태시험

관제센터 및 소규모제어설비에서 전력품질 개선장치의 상태를 정상적으로 모니터링 가능한지 여부를 확인하여야 하며, 세부 사항은 발주처에 승인받은 ITP/ITC에 따른다.

4.4.3.4 역률 보상성능 측정

현장 설치 후 진상/지상역률을 97% 이상으로 개선하는지 확인하여야 하며, 측정은 장비가 설치된 상에서 실시한다. 역률은 1시간 동안의 평균값을 누적하여 평균한 것으로 하며, 24시간 실시한다.

4.4.3.5 고조파 함유량 측정

현장 설치 후 고조파가 한전 기준을 만족시키는지 확인한다. 154kV 1차 수전측에서 일주일 동안 측정하여, 그 결과를 차수별 10분 측정값의 95%가 제한값을 초과하지 않아야 한다. (단, 한전 수전측에서 발생하는 성분은 제외한다)

4.4.3.6 전압 보상성능 측정

현장 설치 후 장비의 전압보상 성능이 [표 5], [표 6]의 전압보상 성능표를 만족시키는지 확인한다. 연장급전 가능 시 연장급전 시험을 실시하며, 이때 세부 사항은 발주처에 승인받은 ITP/ITC에 따른다.

[표 5] 변전소용 전력품질 개선장치 용량별/부하별 전압보상 성능표

장비 부하 용량	5MVAR	10MVAR	15MVAR	20MVAR	25MVAR	30MVAR
20MVA	2.3kV ↑	4.0kV ↑	6.0kV ↑	8.0kV ↑	10kV ↑	13kV ↑
30MVA	1.4kV ↑	3.0kV ↑	4.3kV ↑	6.0kV ↑	7.5kV ↑	10kV ↑
40MVA	-	2.3kV ↑	3.3kV ↑	5.0kV ↑	6.0kV ↑	8.0kV ↑
50MVA	-	1.7kV ↑	2.7kV ↑	4.5kV ↑	5.5kV ↑	6.5kV ↑
60MVA	-	-	2.3kV ↑	4.0kV ↑	5.0kV ↑	5.5kV ↑
70MVA	-	-	2.0kV ↑	3.0kV ↑	4.0kV ↑	5.0kV ↑
80MVA	-	-	-	2.5kV ↑	3.5kV ↑	4.5kV ↑
90MVA	-	-	-	2.0kV ↑	3.0kV ↑	3.5kV ↑
100MVA	-	-	-	1.8kV ↑	2.5kV ↑	3.0kV ↑
120MVA	-	-	-	-	1.8kV ↑	2.5kV ↑

* [표 5]은 19kV 이하의 차량 집전전압을 기준으로 산출된 전압보상 성능이다.

[표 6] 구분소용 전력품질 개선장치 용량별/부하별 전압보상 성능표

장비 용량 \ 부하 용량	5MVAR	10MVAR	15MVAR	20MVAR	25MVAR	30MVAR
20MVA	1.0kV ↑	2.5kV ↑	4.0kV ↑	7.0kV ↑	9.0kV ↑	11kV ↑
30MVA	-	1.8kV ↑	3.0kV ↑	5.0kV ↑	6.5kV ↑	8.0kV ↑
40MVA	-	-	2.2kV ↑	3.5kV ↑	4.5kV ↑	6.0kV ↑
50MVA	-	-	1.5kV ↑	2.5kV ↑	3.5kV ↑	4.5kV ↑
60MVA	-	-	-	2.0kV ↑	2.5kV ↑	3.5kV ↑
70MVA	-	-	-	1.5kV ↑	2.0kV ↑	2.5kV ↑
80MVA	-	-	-	-	1.5kV ↑	2.0kV ↑
100MVA	-	-	-	-	-	1.5kV ↑

* [표 6]은 19kV 이하의 차량 집전전압을 기준으로 산출된 전압보상 성능이다.

5. 표시 및 포장

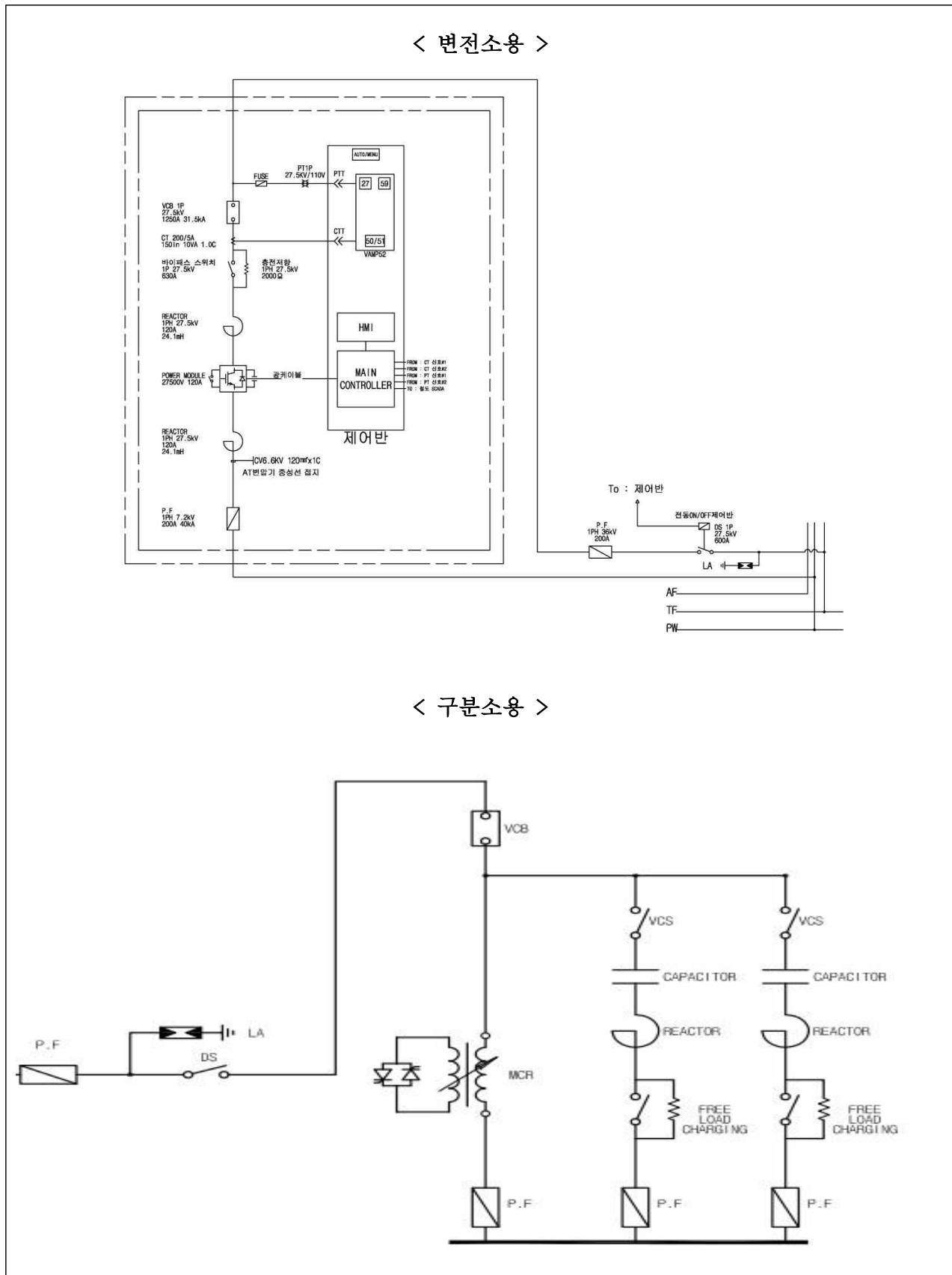
5.1 표시

- (1) 내부표시 : 제품의 사용상 지장이 없는 곳에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 품명, 제작년월, 제작자명 또는 그 약호 등을 표시하여야 한다.
- (2) 외부표시 : 외부 포장 표면의 적당한 곳에 품명, 제작년월, 제작자명 또는 그 약호, 수량을 표시하여야 하며, 기타 필요한 추가사항은 인수·인도 당사자 간의 협의에 따라 별도로 정할 수 있다.

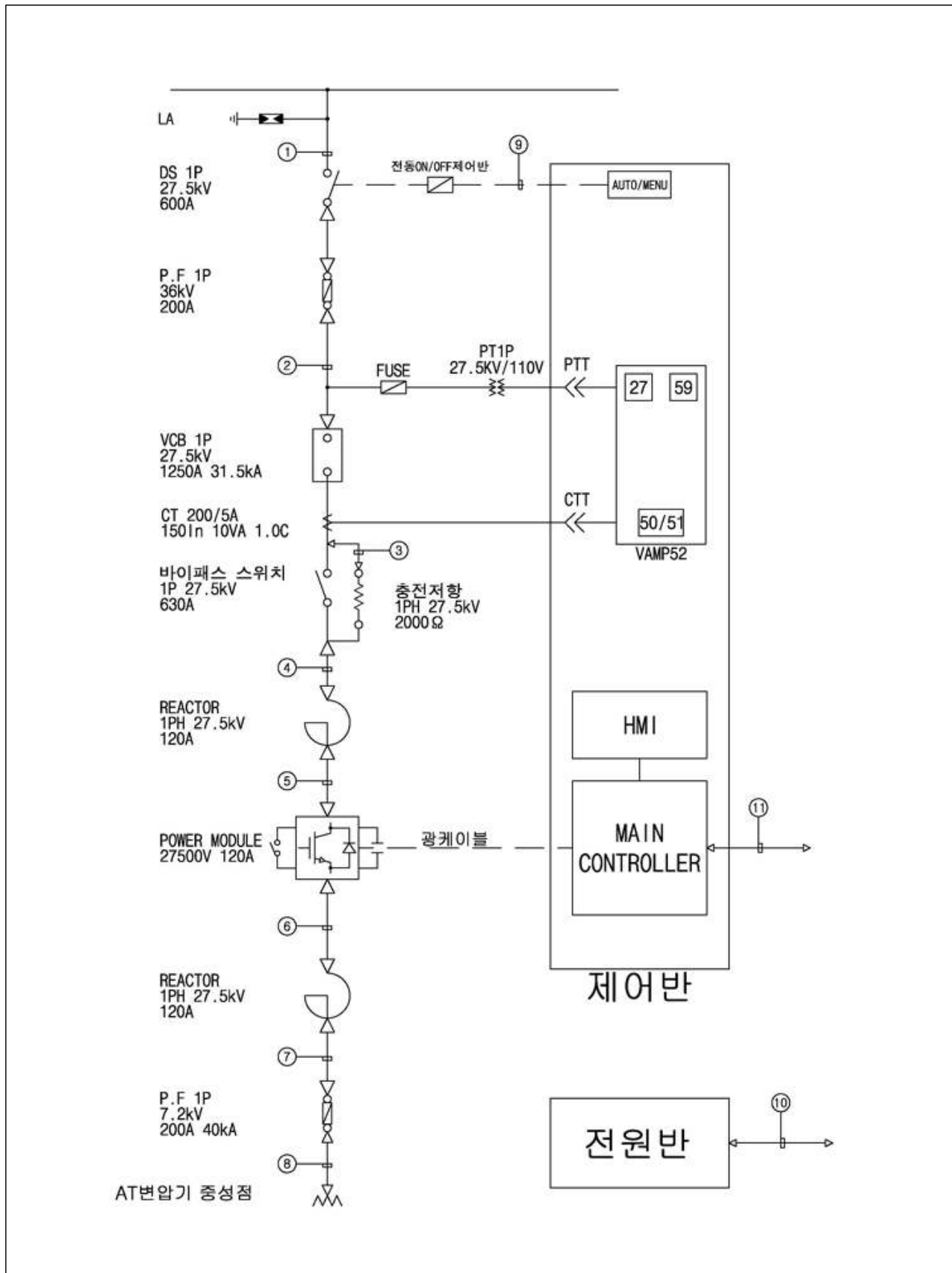
5.2 포장 및 운송

포장 방법은 KS T 1002에 의하며 운송 등 세부사항은 인수인도 당사자 간의 협의에 따른다.

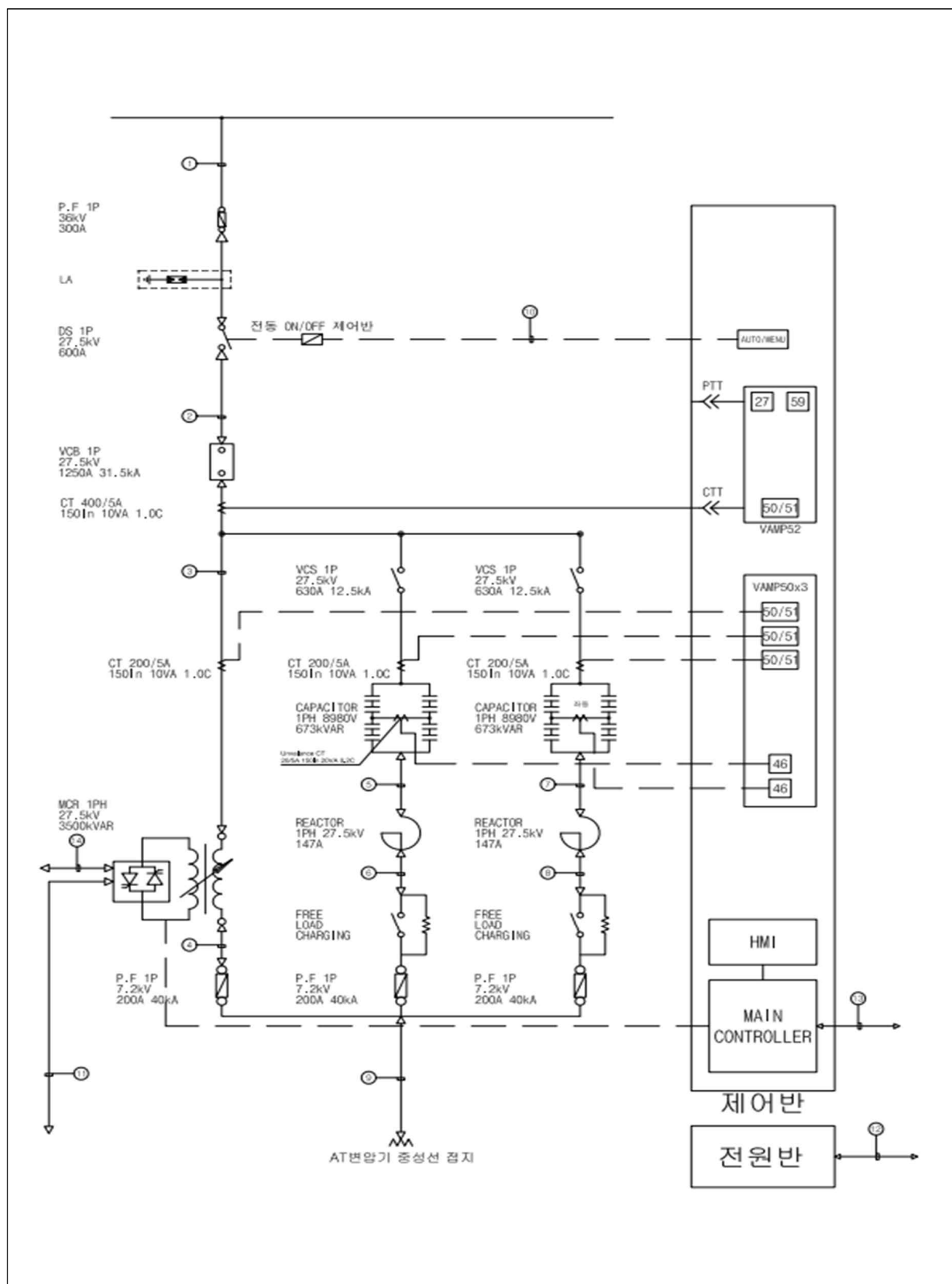
〈 부도 1 〉 스마트 전력품질 개선장치 구성도



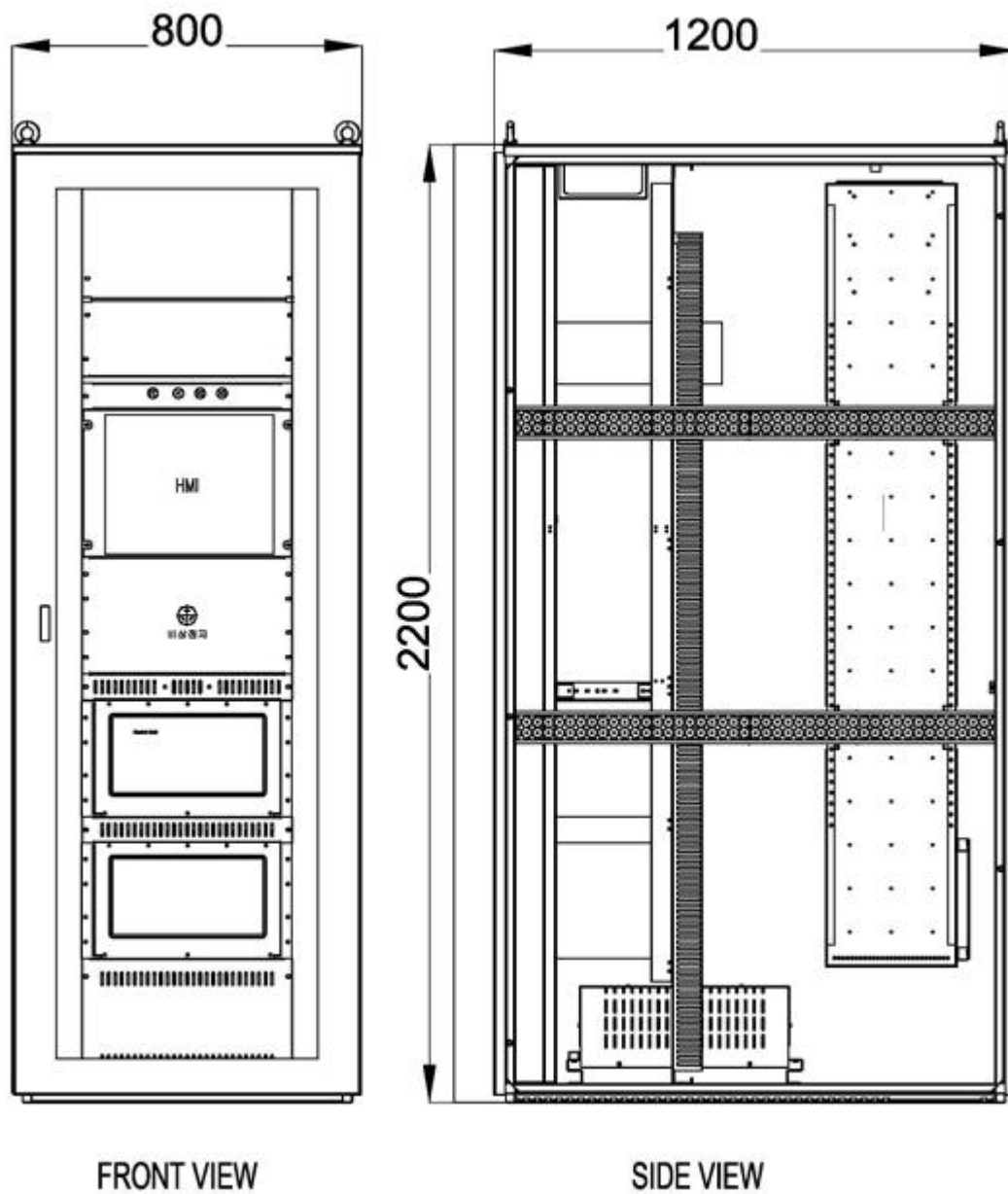
< 부도 2 > 변전소용 전력품질 개선장치 상세도



〈 부도 3 〉 구분소용 전력품질 개선장치 상세도



< 부도 4 > 제어반 외형도



* Size는 참고용