	<p style="text-align: center;">공단 표준규격 스마트 전력품질 개선장치 (Smart Power Quality Compensator)</p>	<p style="text-align: center;">KRSA-0000-R0 제정 2020. 07. 07. 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  $-25[^{\circ}\text{C}] \sim 40[^{\circ}\text{C}]$
- (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-Static Var Compensator) 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 제이기 - 제1부 : 공통 사양서  
 KS C IEC 62271-100(2019) 고전압 개폐기와 제이기 - 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]
27.5	단상	5, 10, 15, 20, 25, 30

#### 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 켜지로부터 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 내외로 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 170kV 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 <sup>2</sup>
DC 제어용	청색	2.5mm <sup>2</sup>
계기용 변압기(PT)용	적색	2.5mm <sup>2</sup>
계기용 변류기(CT)용	흑색	4.0mm <sup>2</sup>
접지용	녹색	6.0mm <sup>2</sup>

### 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 썬치로부터 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 연결 되도록 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 함유량이 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, 점점을 받아 경고 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 경보 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 러그를 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 전력발생모듈을 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, 과전

압 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 손실	○			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 손실	○			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 [표 5]에서 규정된 정격전류만큼 출력 가능한지 확인한다. 시험 시 부하는 무효전류를 공급할 수 있는 콘덴서, 리액터 등의 수동형 부하 또는 가변리액터, IGBT 기반의 전력변환모듈 등의 능동형 부하를 사용하며, 부하용량을 단계적으로 증가시켜 시험한다. 시험 시 주변 환경은 1.2.1항의 정상사용조건에 준한다. 계측은 검교정 받은 계측장비를 사용하며, 전력품질개선장치의 차단기 후단에서 실시한다.

[표 5] 최대 출력전류 시험표

정격용량 [MVAR]	최대 출력전류 [A]					
	변전소용			구분소용		
	27.5kV	22.9kV	6.6kV	27.5kV	22.9kV	6.6kV
5	181			181	151	43
10	363			363	302	87
15	545			545	454	130
20	727			727	605	174
25	909			909	757	218
30	1,090			1,090	908	261

※ 시험시 측정값의 오차는  $\pm 5\%$  이내여야 한다.

#### 4.4.1.3 무효전력 보상용량 측정

전력품질 개선장치에 전원을 인가하여, 60Hz 진상 or 지상 무효전력 용량이 [표6]에서 규정된 용량만큼 발생하는지 확인한다. 시험 조건은 4.4.1.2항과 동일하게 수행한다.

[표 6] 무효전력 보상용량 시험표

정격용량 [MVAR]	무효전력 보상용량 [KVAR]					
	변전소용			구분소용		
	27.5kV	22.9kV	6.6kV	27.5kV	22.9kV	6.6kV
5	5,000	4,144	1,194	5,000	3,467	288
10	10,000	8,312	2,395	10,000	6,934	576
15	15,000	12,480	3,597	15,000	10,401	864
20	20,000	16,648	4,798	20,000	13,868	1,152
25	25,000	20,816	5,999	25,000	17,335	1,440
30	30,000	24,961	7,194	30,000	20,803	1,728

※ 시험시 측정값의 오차는  $\pm 5\%$  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, 충전부 ~ 대지간 AC 70kV를 1분간 인가하여 견뎌야 한다. 계전기 등 저압측의 경우 KS C IEC 60255-27를 따르며, 충전부 ~ 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 손실

제품에서 발생하는 유효전력을 측정하여 정격용량대비 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, 계측은 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, 차수별 10분간 측정값이 제한값을 초과하지 않아야 한다.



(단, 한전 수전측에서 발생하는 성분은 제외한다)

#### 4.4.3.6 전압 보상성능 측정

현장 설치 후 장비의 전압보상 성능을 확인하며, 장비가 설치된 장소에서 동일 부하 시에 장비의 개방 시와 투입 시의 급전전압을 각각 측정하여 비교한다. 이에 대한 세부 사항은 발주처에 승인받은 ITP/ITC에 따른다.

## 5. 표시 및 포장

### 5.1 표시

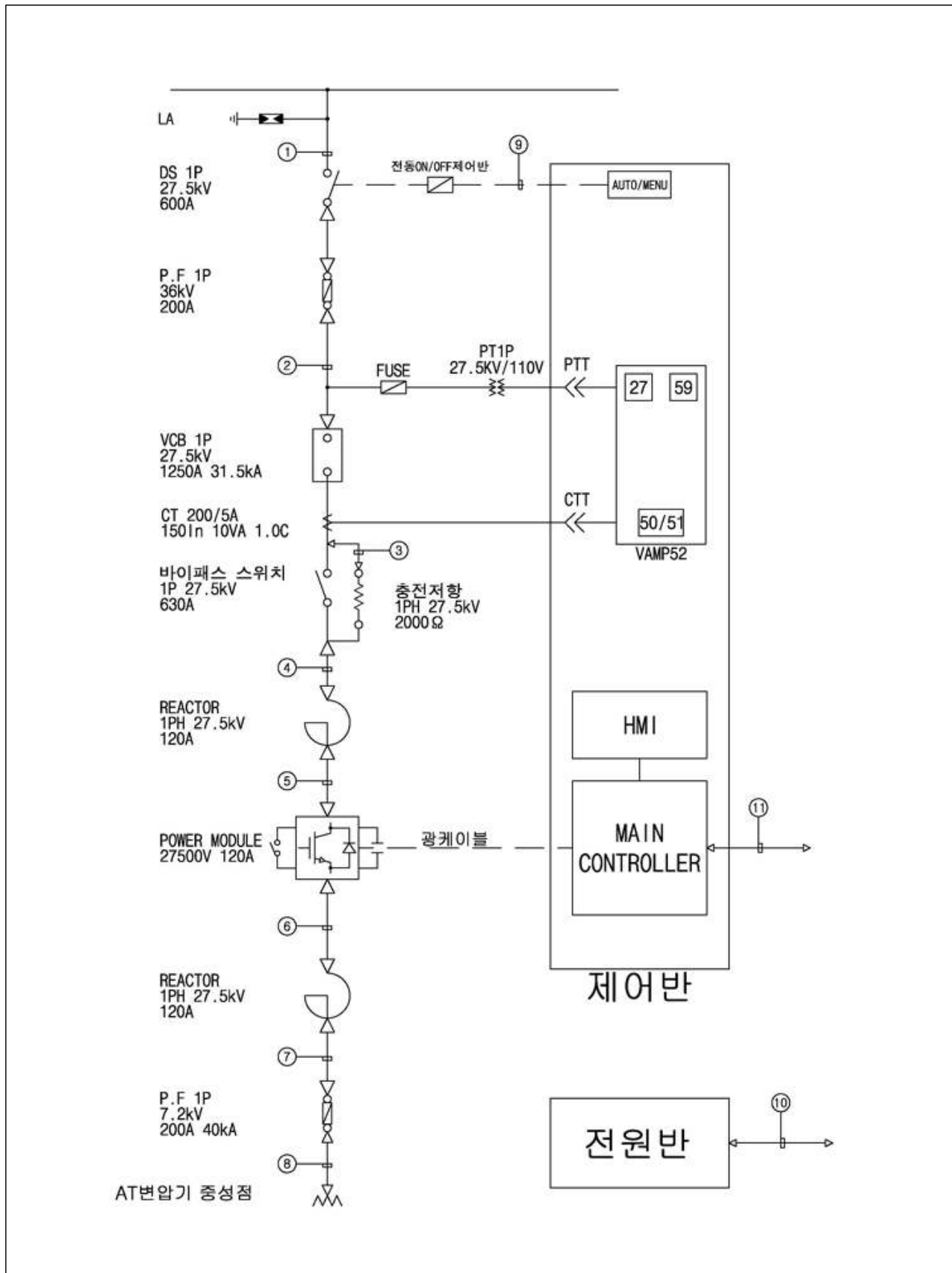
- (1) 내부표시 : 제품의 사용상 지장이 없는 곳에 쉽게 지워지지 않는 방법으로 품명, 제작년월, 제작자명 또는 그 약호 등을 표시하여야 한다.
- (2) 외부표시 : 외부 포장 표면의 적당한 곳에 품명, 제작년월, 제작자명 또는 그 약호, 수량을 표시하여야 하며, 기타 필요한 추가사항은 인수·인도 당사자 간의 협의에 따라 별도로 정할 수 있다.

### 5.2 포장 및 운송

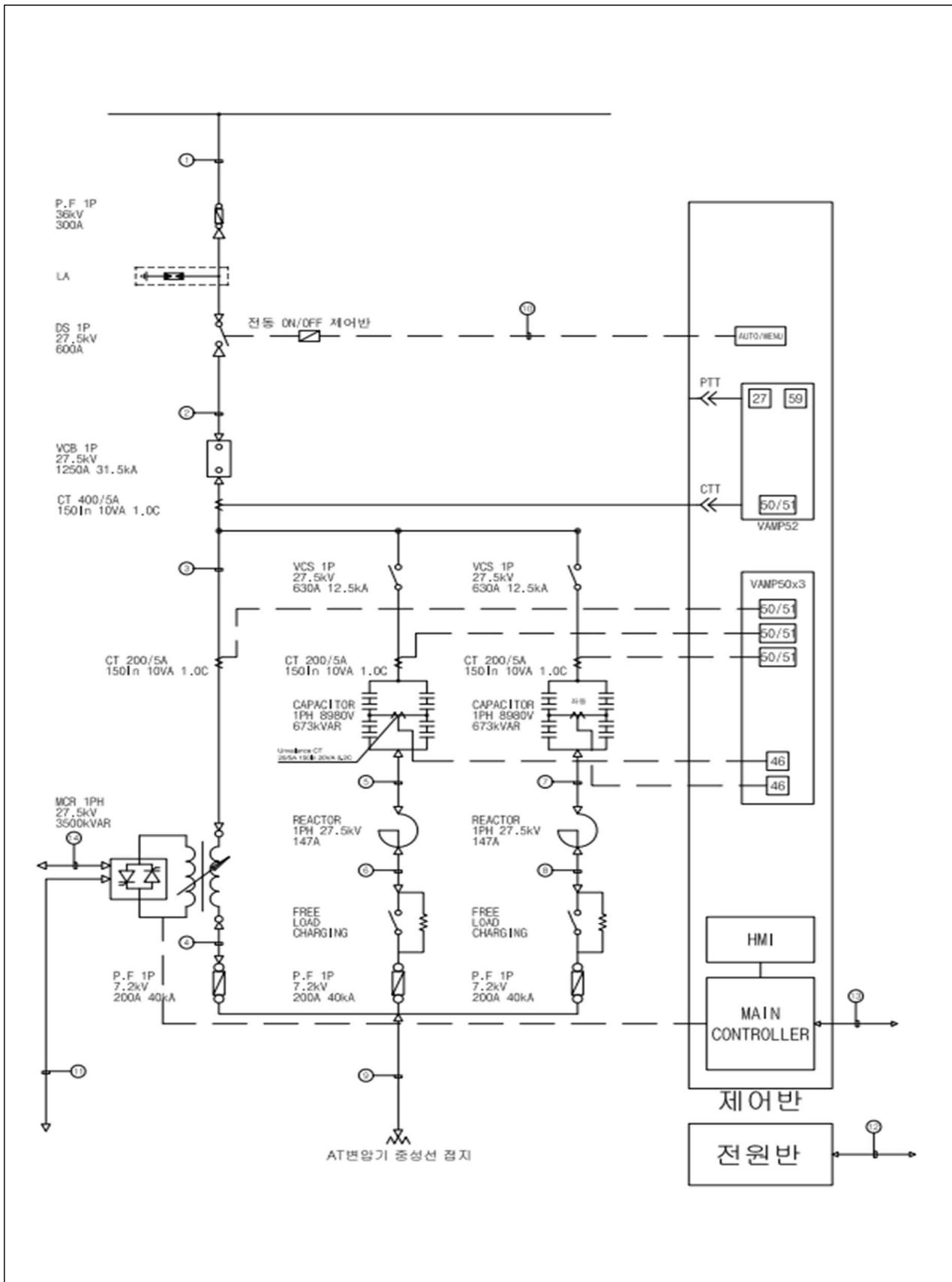
포장 방법은 KS T 1002에 의하며 운송 등 세부사항은 인수·인도 당사자 간의 협의에 따른다.



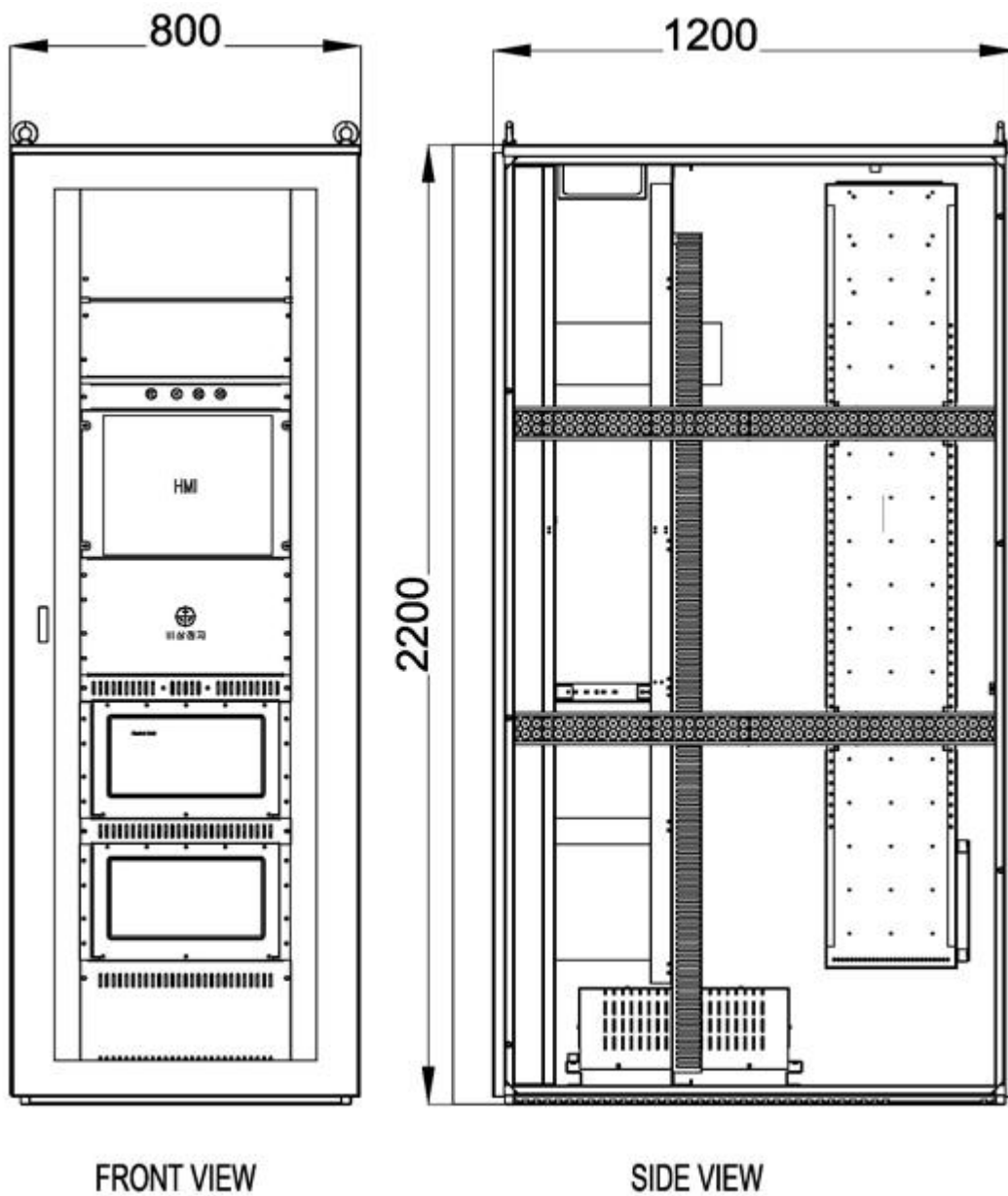
# < 부도 2 > 변전소용 전력품질 개선장치 상세도



< 부도 3 > 구분소용 전력품질 개선장치 상세도



< 부도 4 > 제어반 외형도



\* Size는 참고용