

	공단 잠정표준규격 불평형 보상장치 (Unbalance Compensator)	KRSA-T-2019-3001-R1 제정 2019. 12. 27. 개정 2023. 06. 30. 확인 . . .
---	--	--

1. 적용범위 및 분류

1.1 적용범위

이 규격은 전기철도 급전계통에서(차량기지 등) 발생하는 전압/전류 불평형을 해소하기 위한 불평형 보상장치(Unbalance Compensator)에 대하여 적용한다.

1.2 사용 조건

1.2.1 정상사용조건

- (1) 주위온도: 최고 40℃, 최저 -25℃
- (2) 표고: 1,000m 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

불평형 보상장치의 설비는 표 1과 같이 분류한다.

[표 1] 설비 구성

구 분	설 비 구 성	비 고
인입부	차단기 및 보호계전기 등	옥내용
변압기반	불평형 보상장치용 변압기	
충전부	필터 리액터 등	
전력부	전력변환장치 등	
제어부	컨트롤러 및 모니터	

2. 인용표준

- KS C IEC 60076-1(2020) 전력용 변압기 - 제1부 : 일반사항
- KS C IEC 60076-3(2020) 전력용 변압기 - 제3부 : 절연등급, 절연시험 및 대기중의 외부 공간거리
- KS C IEC 60076-6(2018) 전력용 변압기 - 제6부 : 리액터
- KS C IEC 60076-10(2020) 전력용 변압기 - 제10부 : 소음레벨의 측정
- KS C IEC 60255-1(2019) 측정 계전기와 보호 장치 - 제1부 : 공통 요구사항
- 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 60146-1-1(2017) 반도체형 컨버터-일반요구사항 및 선전류 컨버터-제1-1부 기본요구사항
- KS C IEC 60146-1-3(2017) 반도체형 컨버터-일반요구사항 및 선전류 컨버터-제1-3부 변압기 및 리액터
- KS C 4311(2019) 3 MVA 이하 배전용 건식 변압기
- KS T 1002(2015) 수송포장 계열치수
- KN 50/KN 51 (2019) 전기철도기기류의 전자파적합성 시험방법

3. 필요조건

3.1 재료

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

3.2 형태

- (1) 외형은 운전, 유지, 보수 등이 용이한 구조이어야 한다.
- (2) 불평형 보상장치의 구조형상 및 치수는 제작도면에 의한다.

3.3 구성 및 정격

3.3.1 구성

- (1) 인입부 : 차단기, 보호계전기, 계기용 변압기 (PT, Potential Transformer) 및 계기용 변류기(CT, Current Transformer)
- (2) 충전부 : 필터 리액터, 충전저항 및 충전저항 바이패스용 스위치
- (3) 전력부 : 전력변환장치 및 냉각장치
- (4) 제어부 : 메인컨트롤러 및 모니터(HMI, Human-Machine Interface)
- (5) 변압기반 : 불평형 보상장치용 변압기

3.4 제조 및 가공

3.4.1 일반사항

- (1) 본 장비는 인입부, 충전부, 전력부, 제어부 및 변압기를 조합하여 구성한다.
- (2) 운전조작이 편리하고 내구성이 크며 점검 및 정비가 용이한 구조로 설계 및 배치한다.
- (3) 제어반의 지시계기, 동작상태 표시램프, 모니터(HMI, Human-Machine Interface) 등은 판넬 전면에 구성한다.
- (4) 제어반의 기기배치는 유지보수 및 점검을 고려하여 분리인출이 가능한 구조로 제작한다.
- (5) 제어반의 외함은 견고하고 전기적, 기계적으로 특성이 우수하고 충분한 강도인 양질의 재료를 사용하여야 한다.
- (6) 고압 측 연결 시 절연간격을 충분히 확보하여야 한다.
- (7) 전압형 컨버터 방식을 적용하며, 사용전압에 따라 다수의 컨버터를 조합하여 구성한다.

3.4.2 장치별 성능 및 특성

3.4.2.1 외함

- (1) 외함은 철제 프레임 구조로 전 후면에 문이 있는 자립형 구조 또는 동등 이상으로 기기의 탈부착 및 점검이 용이한 구조이어야 한다.
- (2) 외함의 상부에는 인양고리를 설치하여야 한다.
- (3) 외함 규격:
 - (a) 재질 : 냉간압연강판
 - (b) 두께 : 2.3t 이상
 - (c) 보호등급 : IP21 이상

(d) 도장 : 승인도서에 따름

3.4.2.2 인입부

(1) 차단기(CB, Circuit Breaker)는 보호계전기와 함께 동작하여 부하 개폐 및 각종 사고시 (단락, 지락, 과전압 등) 사고전류 차단 및 장비보호를 하여야 한다.

3.4.2.3 충전부

- (1) 필터리액터는 노이즈가 많은 펄스폭 변조제어(PWM, Pulse Width Modulation) 보상전류의 리플을 저감시켜야 한다.
- (2) 충전저항은 본 장치 투입 시 발생하는 돌입전류가 충분히 억제되도록 구성되어야 하며, 전력부 전력변환장치들의 충전 완료후 자동으로 바이패스 되어야 한다.
- (3) 전력부 전력변환장치의 충전을 마친 뒤 투입되어 충전저항을 바이패스 할 수 있도록 접촉기(Contactor)가 사용되어야 한다.
- (4) 충전시 충전전류는 전압 위상과 비교되어 동기 상태를 확인할 수 있어야 한다.

3.4.2.4 전력부

- (1) 전력부는 전력변환장치를 직렬 또는 병렬로 연결 구성하여 정격전압에서 충분한 절연 성능을 유지하며 사용 가능하여야 한다.
- (2) 전력변환장치는 절연 게이트 양극성 트랜지스터(IGBT, Insulated Gate Bipolar Transistor), 캐패시터, 저항, 로컬 제어보드, 방열판 등으로 구성되어야 한다.
- (3) 전력변환장치는 신속한 유지보수가 가능하여야 한다.
- (4)전체 전력변환장치중 일부 장치가 고장시에도 다른 전력변환장치들은 정상동작 할 수 있어야 한다.

3.4.2.5 제어부

- (1) 메인컨트롤러는 광케이블 및 절연 제어케이블을 사용한 제어 및 감시를 수행하여 절연에 문제가 없도록 하여야 한다.
- (2) 메인컨트롤러에는 22.9kV 계통의 계기용 변압기(PT, Potential Transformer) 및 계기용 변류기(CT, Current Transformer)가 결선되어 계통을 모니터링 하며, 계통의 전압, 전류, 전력 등 데이터 및 운전상태 등의 전력요소를 모니터(HMI, Human-Machine Interface)에 표시하여야 한다.
- (3) 사용자가 장비 동작상태, 발생알람, 알람이력, 시스템 파라미터 등을 손쉽게 확인 및 설정 가능하여야 하며, 장치의 기동, 정지 등 제어를 수행할 수 있어야 한다.

- (4) 모니터(HMI, Human-Machine Interface)의 프로그램은 한글로 제작되어 사용자가 손쉽게 이용할 수 있어야 한다.
- (5) 전원측 전력품질 요소를 실시간으로 분석하며, 부하조건에 따라 전력변환장치를 제어하여 실시간으로 불평형전류 및 무효전력을 선형적으로 보상(stepless)하여야 한다.
- (6) 고성능 디지털 신호처리 프로세서 (DSP, Digital Signal Processor)를 활용한 완전한-디지털 제어가 이루어져야 한다.
- (7) 단상변압기 투입 및 불평형 보상장치용 차단기 투입 시, 자동으로 동작하여 불평형전류를 보상하여야 한다. 자동 동작 여부는 사용자가 선택할 수 있어야 하며, 시운전 등 필요시 수동으로도 동작할 수 있어야 한다.
- (8) 불평형 보상장치에 내부 장애(과전류, 과열, 각종 에러 등) 발생시 자동으로 정지 및 급전계통에서 분리되어야 한다.
- (9) 과보상으로 인한 전압상승 등 계통에 악영향이 감지될 시 자동으로 차단 및 계통에서 분리되어야 한다.

3.4.2.6 변압기반

- (1) 권선은 몰드권선에 적합하고 전기적, 기계적 특성이 우수한 도체를 사용하여야 한다.
- (2) 1차측 권선은 고 진공상태에서 주형 제작하여 우수한 전기적 절연성능 및 충분한 기계적 단락강도를 확보하며 광범위한 온도변화에도 균열이 생기지 않아야 한다.
- (3) 1차/2차측 권선은 각각 별도로 제작하며, 각 상의 철심각 둘레에 동심상으로 배치하는 구조로 하고, 운전 중에 발생하는 열을 방산시키기 위하여 1차/2차 권선간의 공간을 냉각 덕트로 이용하는 구조로 한다.
- (4) 권선의 지지를 위해 권선 상, 하부에 탄성체의 스페이스(spacer)를 넣어 고정하여 철심의 자기왜형 진동이 권선으로 전달되지 않도록 하며 권선 표면에서 방산되는 소음을 저감하여야 한다.
- (5) 철심 재료는 투자율이 높고 손실이 적은 양질의 방향성 규소강판을 사용하며, 규소강판의 특성을 충분히 발휘하도록 step-lap 방식으로 제작하여 무부하손실 및 무부하전류가 최소가 되도록 한다.
- (6) 조립된 철심 코어는 열적, 기계적 특성이 우수한 절연물로 고정하며, 철심표면 보호용으로 방청도장 처리를 하여야 한다.
- (7) 1차측 권선에 무전압 탭 절환단자 (NVTC, No Voltage Tap Changer)가 위치하여 무전압시 용이하게 조작할 수 있어야 한다. 또한 사용하지 않는 탭은 운전중 이물질이 침입되지 않도록 고무캡을 취부하여야 한다.

3.4.2.7 원격 감시

- (1) 본 장치는 원격 감시 및 제어가 가능하도록 건식접점을 제공하여야 한다.
- (2) 차단기 상태감시 및 제어 / 불평형보상장치 상태감시

4. 성능

4.1 기술조건

- (1) 인입전압 : 3상 22.9kV
- (2) 장비전압 : 3상 0.69 ~ 6.6kV
- (3) 정격 주파수 : 60Hz
- (4) 변압기 정격 용량 : 3,000kVA
- (5) 최대출력 전류 : 75A/22.9kV 기준
- (6) 불평형전류 보상 : 75A/22.9kV 기준
- (7) 무효전력 보상 : 3Mvar , 진상/지상 보상
- (8) 보상 응답속도 : 20ms 이하
- (9) 불평형 보상장치 효율 : 97% 이상
- (10) 소음 레벨 : 76dB 이하 (변압기 및 전력변환장치 FAN 운전 기준)
- (11) 냉각 방식 : 강제 풍냉식
- (12) 설치 위치 : 옥내

5. 검사와 시험 및 품질보장

5.1 검사

- (1) 구조검사
- (2) 외관검사

5.2 시험의 종류

시험은 형식시험, 검수시험, 현장시험으로 나누며 각 시험은 아래와 같다.

5.2.1 형식시험

제품의 품질확인 및 제작자의 품질유지능력을 인정하기 위한 것으로 시험 및 검사항목에 대한 판정은 공인시험 기관에서 시행한 공인 시험성적서에 의한다. 단, 부족장치 중 외자재는 제작사 또는 공인기관에서 시행한 시험성적서로 대체 할 수 있다.

5.2.2 검수시험

구매시 형식시험으로 확인된 성능을 보증하기 위해 형식시험 항목의 일부를 시행한다.

5.2.3 현장시험

검수시험을 필한 제품을 현장에 설치 후 부하에 적합한 성능을 발휘하는지 확인한다.

5.2.4 시험항목

시험항목은 [표 2]와 같다.

[표 2] 시험 및 검사항목

구 분		형식	검수	현장	시험방법
불평형 보상장치	외관구조 치수검사	○ ^{주1)}	○ ^{주2)}		5.4.1.1
	절연저항 측정	○ ^{주1)}	○ ^{주2)}	○ ^{주3)}	5.4.1.2
	상용주파 내전압 시험	○ ^{주1)}	○ ^{주2)}		5.4.1.3
	운전소음 측정	○ ^{주1)}	○ ^{주2)}	○ ^{주3)}	5.4.1.4
	시스템 효율	○ ^{주1)}	○ ^{주2)}	○ ^{주3)}	5.4.1.5
	전력변환장치 동작시험	○ ^{주1)}	○ ^{주2)}		5.4.1.6
	전자파 적합성(EMC)	○ ^{주1)}			5.4.1.7
	불평형 보상성능 측정	○ ^{주1)}	○ ^{주2)}	○ ^{주3)}	5.4.1.8
	역률 보상성능 측정	○ ^{주1)}	○ ^{주2)}	○ ^{주3)}	5.4.1.9
	온도 상승 시험	○ ^{주1)}	○ ^{주2)}		5.4.1.10

<비고> (1) 주¹⁾ 본 시험 항목은 형식시험시 국내 공인시험기관에서 발행한 시험성적서로 확인한다,

- (2) 주²⁾ · 주³⁾ 시험규모 및 방법 등에 대하여 발주처에 승인받은 ITC/ITP에 따른다.
- (3) 차단기, 보호계전기, 변압기 등은 공인인증시험 실시여부 혹은 인증제품(인증서) 인지 확인한다.

5.3 시험방법 및 일반사항

- (1) 시험방법 적용상 문제가 있을 시는 사용자와 제작자간의 협의에 의한다.
- (2) 검수 및 현장시험의 세부내용은 ITP/ITC에서 따로 정한다.

5.4 시험방법

5.4.1 형식시험

5.4.1.1 구조 및 외관검사

각부의 구조 및 치수의 승인도면과 일치여부를 검사하고, 본체의 외부 도장상태 및 명판 등의 부착물 상태를 육안 검사한다.

5.4.1.2 절연저항 측정

- (1) 고압측의 경우 1,000V 절연저항계를 사용하여 각 권선간 및 대지간 1,000MΩ 이상이어야 한다.
- (2) 저압측의 경우 KEMC 1120을 따르며, 500V 절연저항계를 사용하여 전기회로 대지간, 전기회로 상호간 및 접점회로 단자간 10MΩ 이상이어야 한다.

5.4.1.3 상용주파 내전압 시험

상용주파 내전압 시험은 고압측의 경우 KS C IEC 60076-3를 따른다. 계전기 등 저압측의 경우 KS C IEC 60255-5를 따르며, 상 ~ 대지간 AC 2kV를 1분간 인가하여 견뎌야 한다.

5.4.1.4 운전소음 측정

KS C IEC 60076-10을 따른다. 즉, 정상가동 상태에서 장치의 전·후·좌·우 5m 지점에서 76dB 이하인지 확인한다.

전력변환장치는 FAN 운전 시 전·후·좌·우 0.5m 지점에서 76dB 이하인지 확인한다.

5.4.1.5 시스템 효율

시험상태에서 변압기 2차측 인입부에서 발생하는 유효전력 측정, 정격용량의 97%

이내인지 확인한다.

5.4.1.6 전력변환장치 동작 시험

- (1) 전력변환장치별 시험 : 각 모듈별 직류전원 인가, 교류측 출력파형 정상여부 확인
- (2) 전력변환장치 통합 레벨링 시험 : 고압 무전원 상태에서 전체 모듈에 직류전원 인가, 교류측 출력파형 확인

5.4.1.7 전자파 적합성(EMC)

시험방법은 KN 50/KN 51에 따른다.

5.4.1.8 불평형 보상성능 측정

형식 및 검수 시험에서는 제작사 자체시험설비로 시스템 정격 용량의 30%, 상불평형 50% 조건을 구현하여 25% 이내 보상 여부를 확인한다.

현장 시험에서 단상변압기를 투입하여 실부하 시험 실시, 장비 가동 후 2일간 측정하여 순간 전류불평형률 30% 이내 및 평균 전류불평형률 15% 이내, 전압불평형률 2% 이내로 유지하는지 확인한다.

5.4.1.9 역률 보상성능 측정

형식 및 검수 시험에서는 제작사 자체시험설비로 시스템 정격 용량의 30%, 역률 70% 조건을 구현하여 95% 이내 보상 여부를 확인한다.

현장 시험에서 단상변압기를 투입하여 실부하 시험 실시, 장비 가동 후 1일간 측정하여 평균 역률을 95% 이상으로 유지하는지 확인한다.

5.4.1.10 온도 상승 시험

온도 상승 시험은 KS C IEC 60146-1-1의 시험 방법에 따른다.

5.4.2 검수 시험

5.4.2.1 구조 및 외관검사

시험방법은 5.4.1.1.에 의한다.

5.4.2.2 절연저항 측정

시험방법은 5.4.1.2.에 의한다.

5.4.2.3 상용주파 내전압 시험

시험방법은 5.4.1.3.에 의한다.

5.4.2.4 운전소음 측정

시험방법은 5.4.1.4.에 의한다.

5.4.2.5 시스템 효율

시험방법은 5.4.1.5.에 의한다.

5.4.2.6 전력변환장치 동작 시험

시험방법은 5.4.1.6.에 의한다.

5.4.2.7 전자파 적합성(EMC)

시험방법은 5.4.1.7.에 의한다.

5.4.2.8 불평형 보상성능 측정

시험방법은 5.4.1.8.에 의한다.

5.4.2.9 역률 보상성능 측정

시험방법은 5.4.1.9.에 의한다.

5.4.2.10 온도 상승 시험

시험방법은 5.4.1.10.에 의한다.

5.4.3 현장 시험

5.4.3.1 절연저항 측정

시험방법은 5.4.1.2.에 의한다.

5.4.3.2 운전소음 측정

정상운전 상태에서 제시된 목표값을 만족하는지 실측하여야 한다.

5.4.3.3 시스템 효율

시험방법은 5.4.1.5.에 의한다.

5.4.3.4 불평형 보상성능 측정

정상운전 상태에서 제시된 목표값을 만족하는지 실측하여야 한다.

5.4.3.5 역률 보상성능 측정

정상운전 상태에서 제시된 목표값을 만족하는지 실측하여야 한다.

6. 표시 및 포장

6.1 표시

- (1) 내부표시 : 제품의 사용상 지장이 없는 곳에 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.

6.2 포장 및 운송

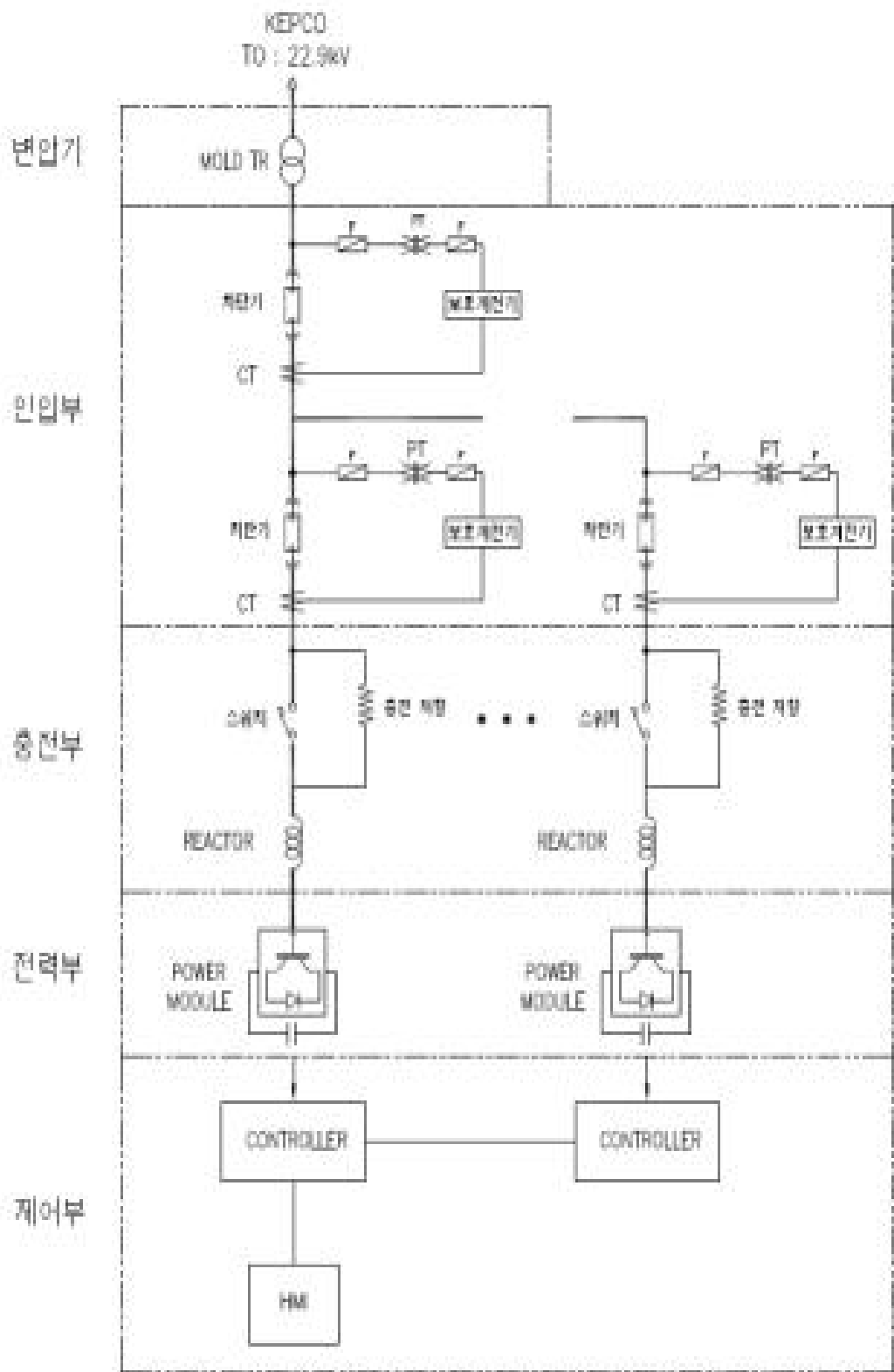
포장 방법은 KS T 1002에 의하며 운송 등 세부사항은 인수·인도 당사자 간의 협의에 따른다.

7. 부도

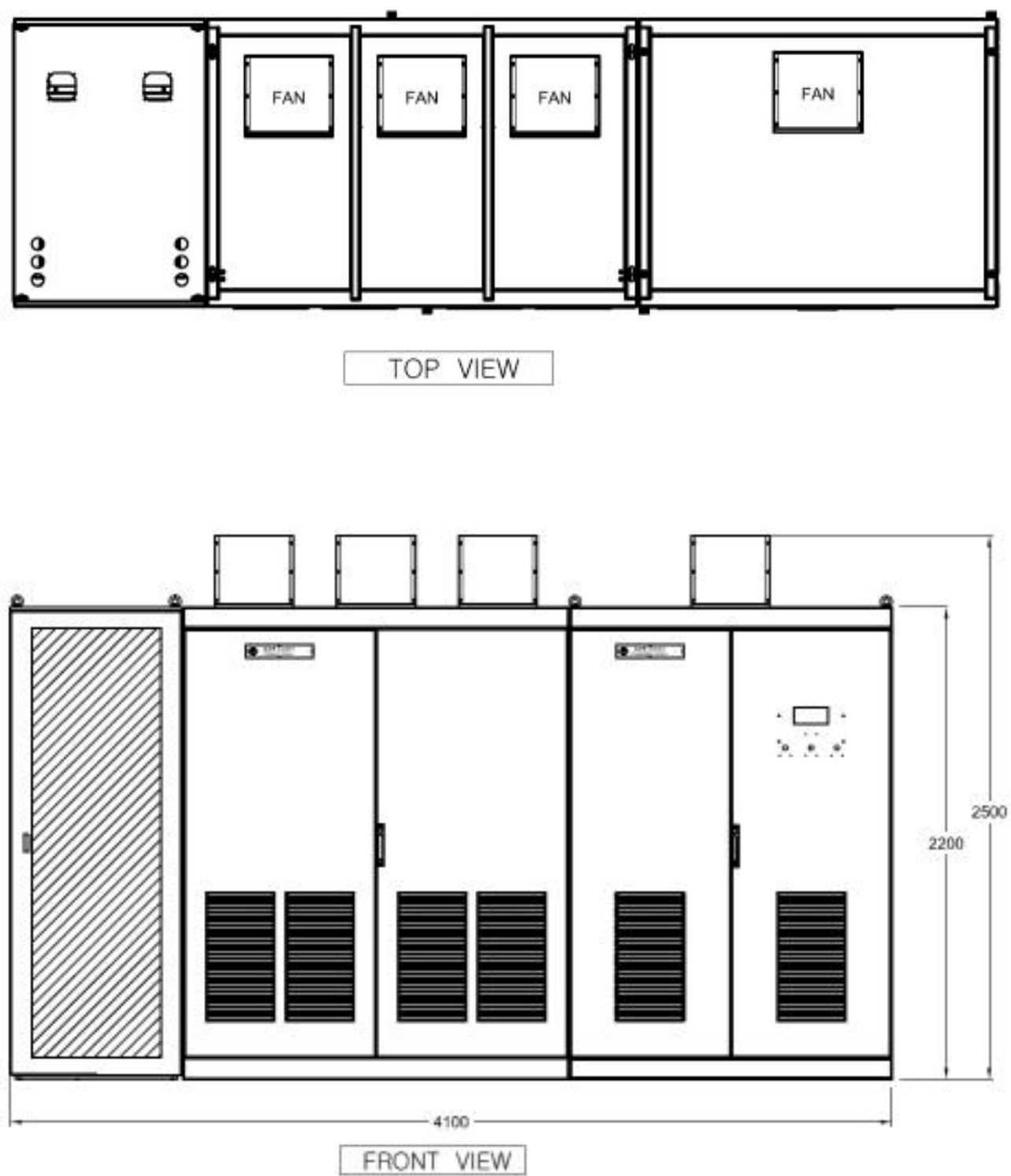
7.1 불평형 보상장치 구성도(예시 1)



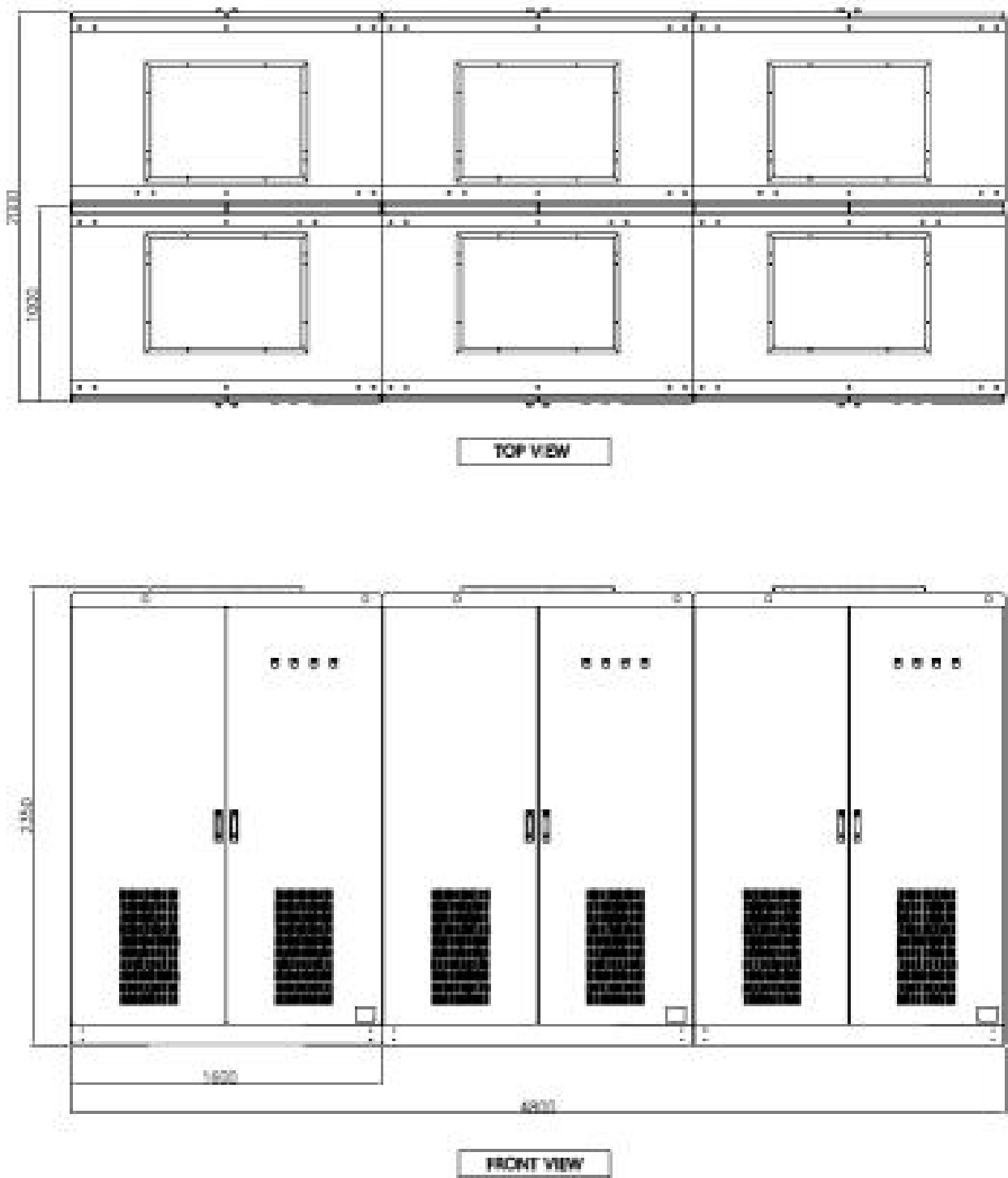
7.2 불평형 보상장치 구성도(예시 2)



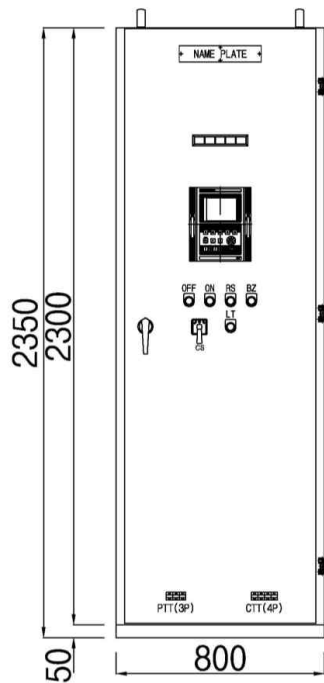
7.3 불평형 보상장치 외형도(예시 1)



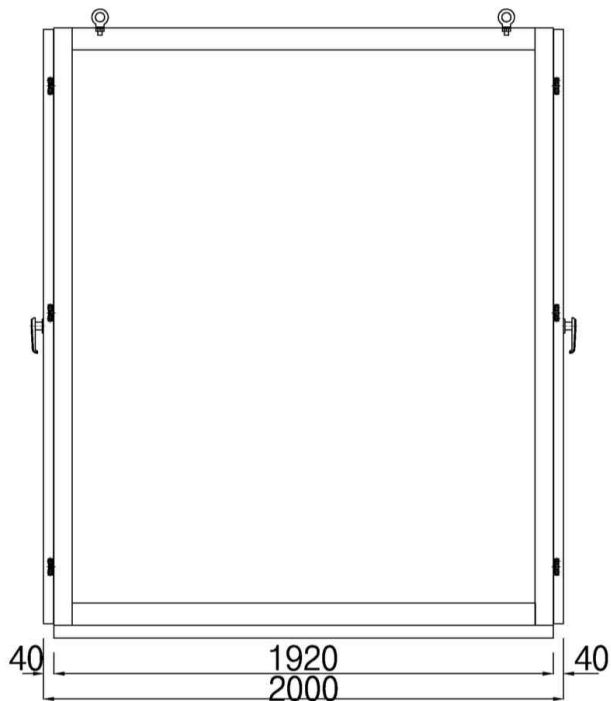
7.4 불평형 보상장치 외형도(예시 2)



[인입부]

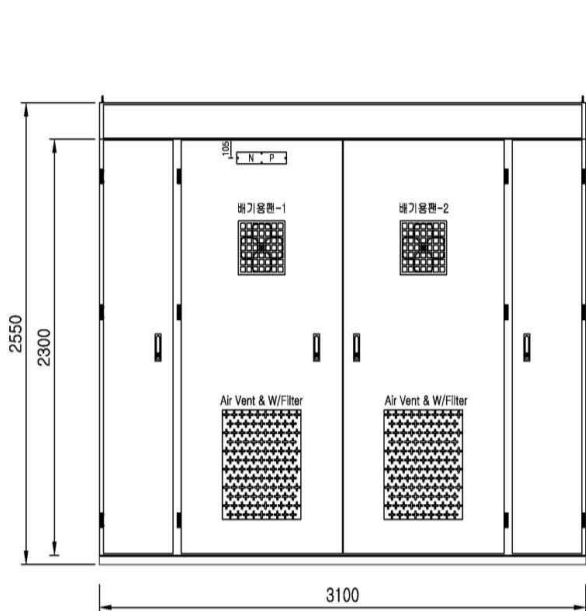


FRONT - VIEW

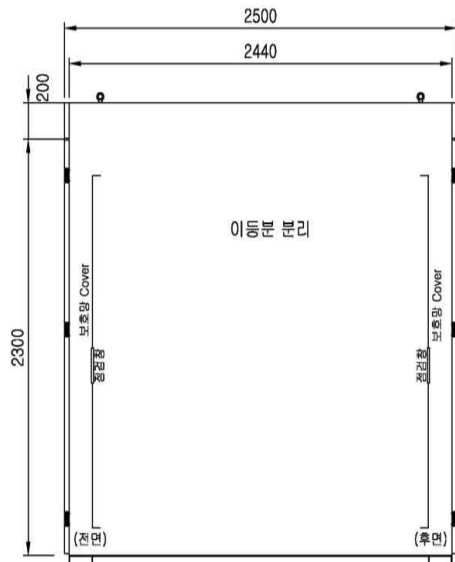


SIDE - VIEW

[변압기]



FRONT VIEW



SIDE VIEW