

Electrical Limit & Shock Preventing Device

전동차와 PSD간 전기감전 방지 및 PSD설비 낙뢰 / 서지방호 시스템



GROUND Co., Ltd.

Head Office-Factory-R&D Institute

950, Deokgeum-ro, Geumwang-eup, Eumseong-gun, Chungcheongbuk-do, (27681), Republic of Korea

C.P. +82-10-4441-8989 / Tel. 02-572-0008, 043-878-4577

Fax. 02-572-3224, 043-883-2374 / Web. ground.co.kr / eca3g.com

E-mail. aieca3g@gmail.com



TNC-PQR

Performance Quality system for Reference potential
through Runge-Kutta numerical analysis of RLC circuit

- 정부조달 우수제품 지정 및 중소벤처기업부 성능인증 제품
- 생산물배상책임보험(PL, 5억 원)으로 100% 피해배상 보증
- PGS(성능보증10년)로 100% 낙뢰방호 - 365일 24시간 운용 보증
- 방위사업청 전략(군수)물자 등록, 美 육군 RDECOM/GSTW 등록
- 미국 및 국제특허, 국내특허, CE 인증, SIRIM, Q-Mark
- ISO 9001:2015 / ISO 14001:2015
- 남미, 아시아, 유럽 등 200만 달러 수출 (~2022)



정부조달우수제품
2018187



성능인증제품(EPC)
제23-162호



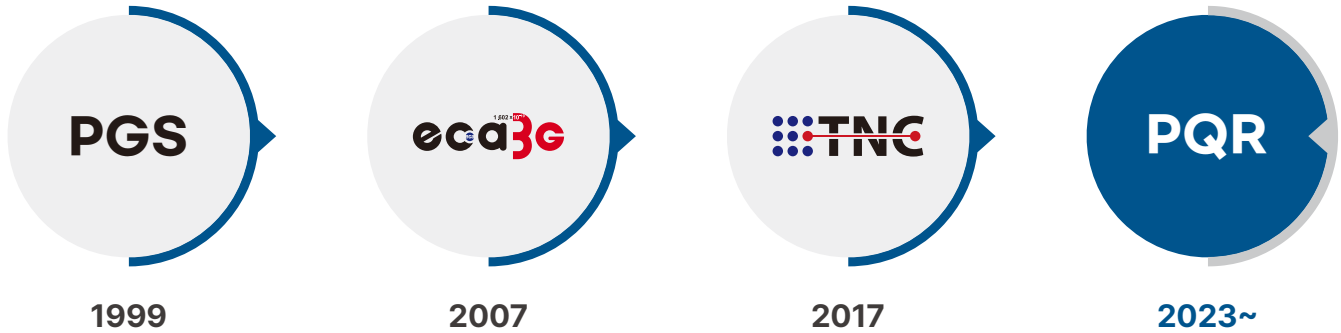
미국 특허
US 7,652,865 B2



유럽연합통합규격인증
N8 13 12 85780 001



PL보험 (5억 원)
PL18-000122




PGS	<p>Perfect Ground System</p> <p>1999년 RLC 전기계의 Runge-Kutta 수치해석 Perfect Ground System개발 2002~2005 서울시철도공사 5~8호선 차량기지 PGS낙뢰방호공사</p>
------------	---

eca3G	<p>energy conversion apparatus 3G</p> <p>2006년 대지에 매설이 필요 없는 접지장치 (PCT/KR2006002907) 정부조달 우수제품 지정(2007), 중소기업청 성능인증(2007)</p>
--------------	--

TNC	<p>Terra Neutral-Common</p> <p>TN-C공통접지를 이용한 낙뢰방호장치 (PCT/KR 2012002241) 정부조달 우수제품 지정(2018), 중소기업청 성능인증(EPC, 2017) 2019 서울교통공사 3호선 지축차량기지 등 3개소 낙뢰방호장치 설치 2020 서울교통공사 1~4호선 신호기계실 등 24개소 낙뢰방호장치 설치</p>
------------	--

PQR	<p>Performance Quality system for Reference potential</p> <p>through Runge-Kutta numerical analysis of RLC circuit</p> <p>PSD 장치용 접지장치(특허-제10-1097361호) 전동차와 승강장 안전문 사이의 전기 감전사고 방지장치 (특허-2022-0178925 PATENT-2022-0178925)</p>
------------	--

	<p>대지에 매설이 필요 없는 3세대 접지장치(미국특허) 성능인증(EPC), 정부조달 우수제품 지정(2007~2024) 전위차 해소기술(레일, 기준전위, 제한/접촉전압 등) 미국 특허(US 7,652,865 B2), PCT/KR 2006002907</p>
---	---

<p>PQR SYSTEM</p>	<p>Runge-Kutta numerical analysis of RLC circuit. PGS 전압, 전류 분석데이터에 의한 성능품질평가 전위차 해소기술(레일, 기준전위, 제한/접촉전압 등) Platform Screen Door 용 특허 제10-1097361 원격모니터링(ON365시스템)에 의한 성능, 데이터 관리</p>
------------------------------	---

Performance

기준전위 및 공통 접지(TN, TN-C) 시스템 구성
 제한전압 및 전위차 제한 성능: 1.0VDC~
 제한전류 및 전기 Arc 방지 성능: 1.0ADC~
 전동차가 진입한 조건 이어야만 하고 and 제한전압 or
 제한전류 값 인 경우에만 동작하도록 시스템 구성, 타 설비에 영향을 줄 수 없는 성능 구성

Quality

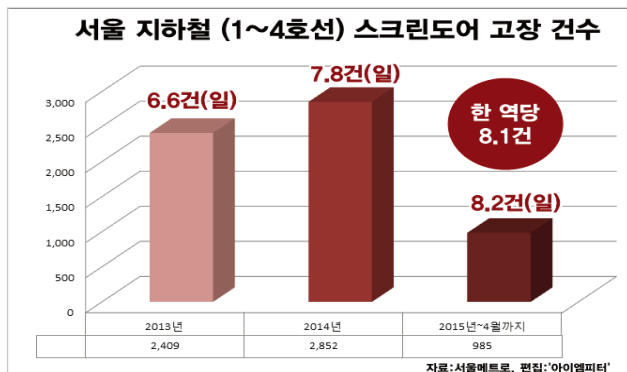
데이터 수집 분석 평가에 의한 성능품질관리
 Runge-Kutta 수치해석에 의한 신뢰성 검증
 On 365에 의한 실시간 데이터 수집 및 품질관리
 정부조달 우수제품 지정(2007~2024.10)

Reference

eca3G TNC 모델 기준전위 <0.002V
 PSD와 Rail & 전동차 간 전위차 1.0VDC~24VDC
 MIL 미국방성-TM 5-689[1]-C4ISR-N-G < 0.2V
 USA/NEC N-G Voltage < 0.5

01 사고, 고장

자료 출처 : <https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=2148632>



02 감전사고

자료 출처 : <https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=2148632>



03 감전전압 시험

자료 출처 : <https://news.kbs.co.kr/news/view.do?ncd=2148632>



04 관련법규

- 중대재해처벌법 시행령[시행 2022. 12. 8.] [대통령령 제33023호, 2022. 12. 6., 타법개정]
- 자연재해대책법 시행령[시행 2023. 1. 5.] [대통령령 제33198호, 2023. 1. 3., 타법개정]
- 산재보험법[시행 2023. 1. 12.] [법률 제18753호, 2022. 1. 11., 일부개정]

직류전차선 구간에서의 전동차와 PSD 접촉에 의한 전기감전 사고방지 대책

01 배경

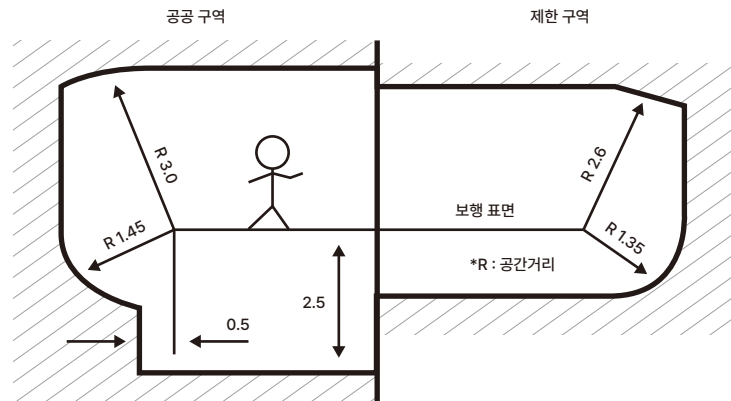
국내 도시철도는 모든 승강장에 이용승객의 안전과 추락방지를 위해 승강장안전문이라는 Platform Screen Door (이하 PSD라 한다)설비를 구축하여 운영하고 있고, 이런 PSD는 급전선 (전차선 및 판토타그래프 등) 영역의 전기적 영향과 전동차와 승강장 구조물 간의 전기적 충격으로 전차선 및 판토타그래프의 파손, 단락시 발생할 수 있는 승강장 구조물에 미치는 전기적 영향과 전동차의 승강장 진입시에 레일전위 상승에 따른 이용승객의 접촉에 의한 전기적 충격(감전, 화재 등) 사고방지와 PSD 전자기설비에 대한 오동작 및 고장을 예방하기 위한 대책을 수립한다.

02 국내외 기술기준 현황

1. 한국전기설비규정(KEC:Korea Electro-technical Code,)
2. EN 50122-1:2022 Railway applications-Fixed installations -Electrical safety, earthing and the return circuit
3. EN 50526-2:2014 Railway applications-Fixed installations-D.C. surge arresters and voltage limiting devices

03 직류 전기철도 감전 사고 방지 적용 방법론

1. 한국전기설비규정(KEC)은 전기철도의 감전에 대한 보호조치는 공칭전압 직류 1.5kv이하인 경우 사람이 접근할 수 있는 보행표면의 경우 가공 전차선의 충전부 뿐만 아니라 전기철도차량 외부의 충전부와와의 직접 접촉을 방지하기 위한 공간거리가 있어야 하며 (그림 1)에 표시한 공간거리 이상을 확보 해야함.

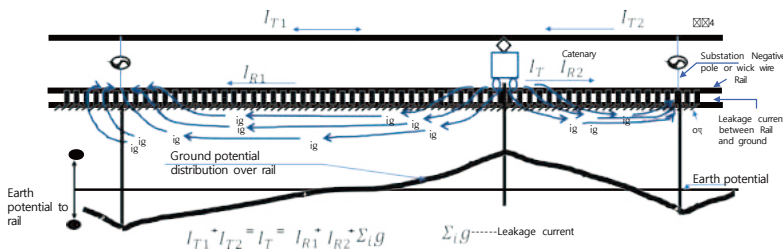


2. KEC 기준이나 EN표준규격에서 제시하는 기준치를 초과하는 경우에는 다음의 방법을 적용한다.

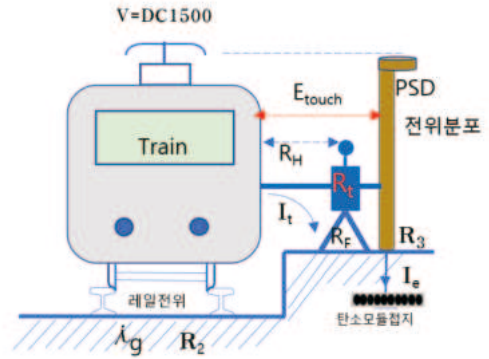
- (1) PSD 및 구조물은 모두 대지와 등전위 본딩 시키고 표면은 견고하게 절연하도록 권고
- (2) 지락 등 고장조건에서 레일전위를 감소시키기 위해 구조물의 접지 보강
- (3) 전압제한소자 적용
- (4) 귀선도체의 보강
- (5) 승강장연단 및 구조물 표면 절연
- (6) 단락전류를 중단시키는데 필요한 트래핑 시간 감소

04 레일전위와 허용 접촉전압 기준 고찰

도시철도 승강장(Platform)은 전동차가 승강장(Platform)으로 진입하거나 진출할 경우 승강장 대기 승객을 열차로부터 보호할 수 있는 안전장치로 PSD와 구조물을 설치하여 운영 중에 있는데, 곡선구간이 많아 승강장 연단과 PSD장치 설치시에 구간에 따라 전동차와의 간격이 다소 넓어 이용 승객이 승하차시에 전동차와 PSD 사이에 형성된 공간으로 인체(발, 경우에 따라서는 신체 일부)의 빠짐이나 카드 등의 금속 물체가 빠지거나 끼임 등과 같은 안전사고는 레일전위와 PSD 간의 전위차로 인하여 인체감전 및 화재 사고와 같은 중대재해를 유발할 수도 있다. (그림 2)는 한국전기설비규정(KEC)에서 제시한 전기철도차량 운행시 레일전위 분포를 (그림 3) 감전전류와 접촉전압 개략도를 설명한 것이다.

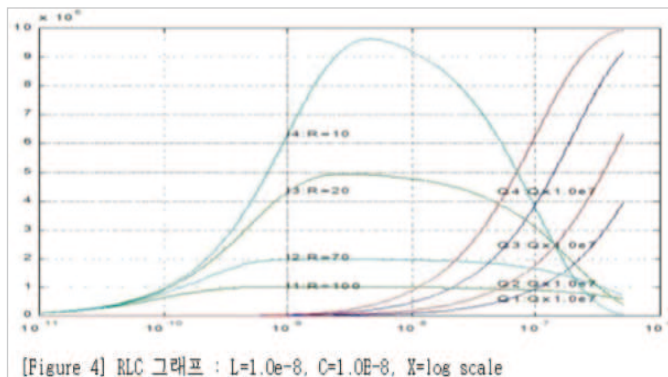


(그림2) 전기철도차량 운행시 레일전위 분포

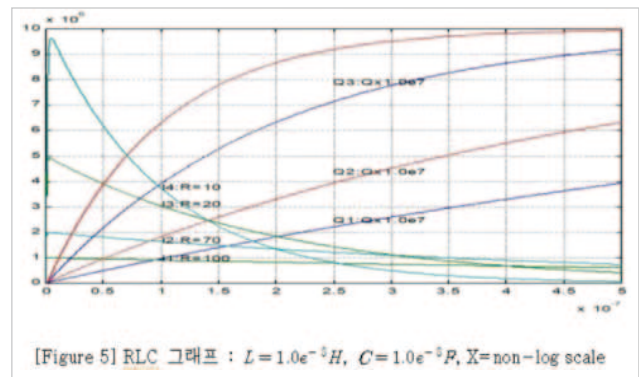


(그림3) 감전전류와 접촉전압 개략도

05 등전위 본딩과 전압제한을 위한 접지저항과 임피던스 상관관계 고찰



(그림4)

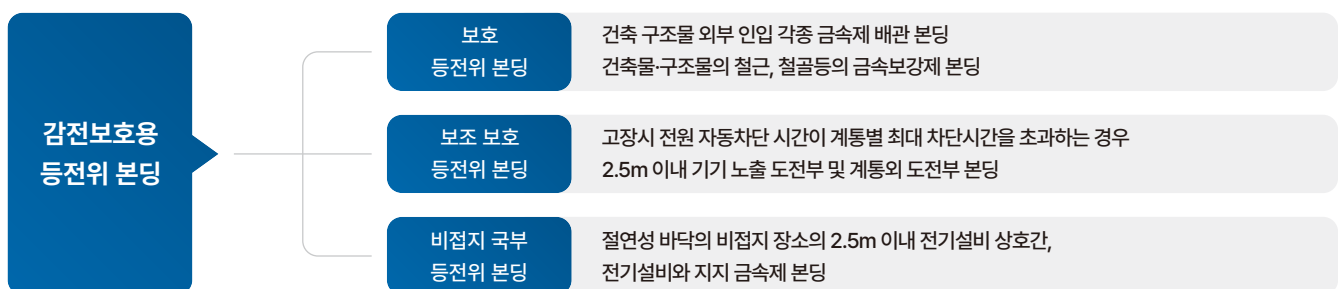


(그림5)

그림4,5에서 보듯이 Q(t)와 I(t)는 R값이 작을수록 방전량이 많고 방전시간도 짧아서 I(t)는 0.1 μs에서 많이 감소하는 것을 확인할 수 있다.

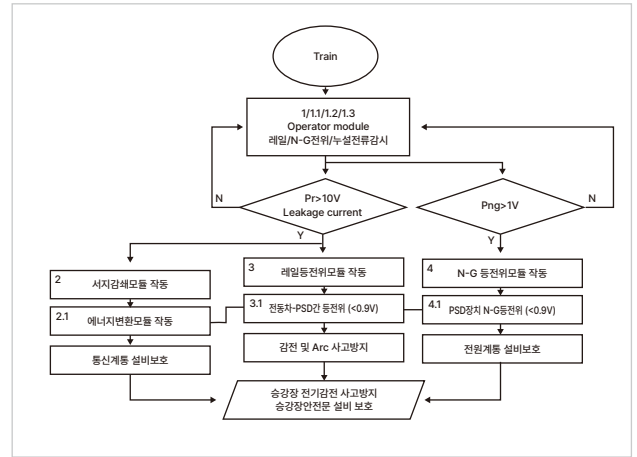
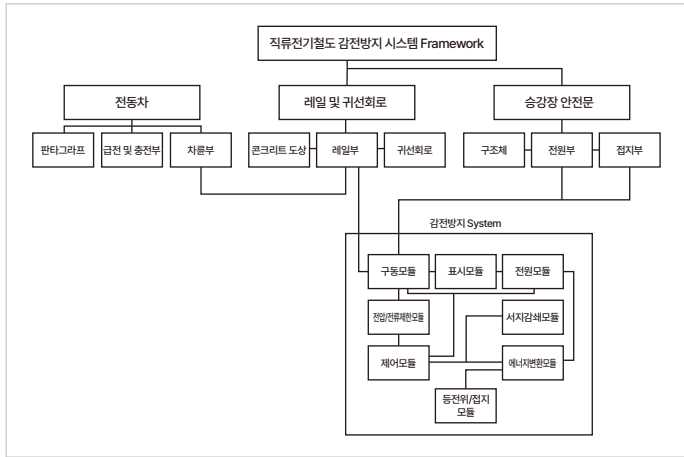
06 직류 전기철도 감전사고 보호 관련 기준 고찰

한국전기설비규정(KEC)은 감전보호용 등전위본딩 분류 및 그 대상설비



직류전차선 구간에서의 전동차와 PSD 접촉에 의한 전기감전 사고방지 대책

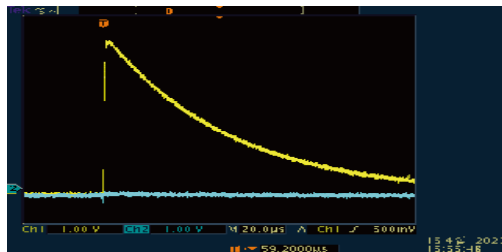
01 시스템 기능 아키텍처 (System Functional Architecture)



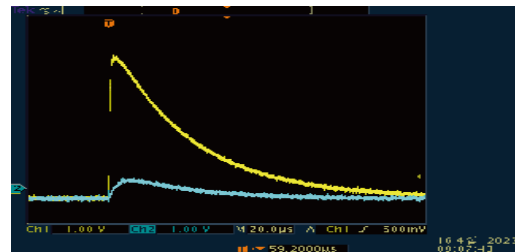
[Figure A] System Framework

[Figure B] Functional operation process model

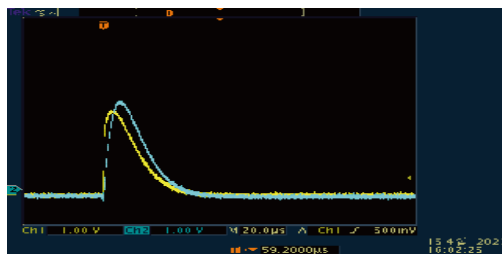
02 시스템 구현 및 검증



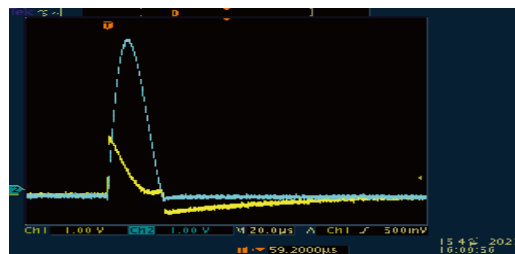
접지 저항 값 : 800 Ω



접지 저항 값 : 5 Ω



저항(R) 값 : 2 Ω



PQR(접지연결 없음)

위와 같이 R&F Verification Matrix 조건을 반영한 시뮬레이션은, 접지저항값(800Ω, 5Ω), 저항값(2Ω)과 전기감전방지 장치(ESPD)에 대한 Surge Simulation(전압(6kv, 1.2/50µs), 전류(3ka, 8/20µs))을 실시한 결과, 접지저항값 800Ω은 전류방전(청색선)이 되지 않아서 서지전압(노랑선)이 감쇄없이 약 6kv이고, 저항(R) 2Ω은 방전으로 서지전압 이 약 3kv로 감쇄되었으며, 전기감전방지장치(PQR)는 많은 전류방전량으로 서지전압이 약 2kv로 감쇄되고 매우 빠른 방전시간을 갖는 특성이 검증되었다.

*방전전류(청색선)가 높고 감쇄전압(노랑선)은 낮고, 방전이 빠른 것이 이상적임.

01 시스템 기능 아키텍처 (System Functional Architecture)

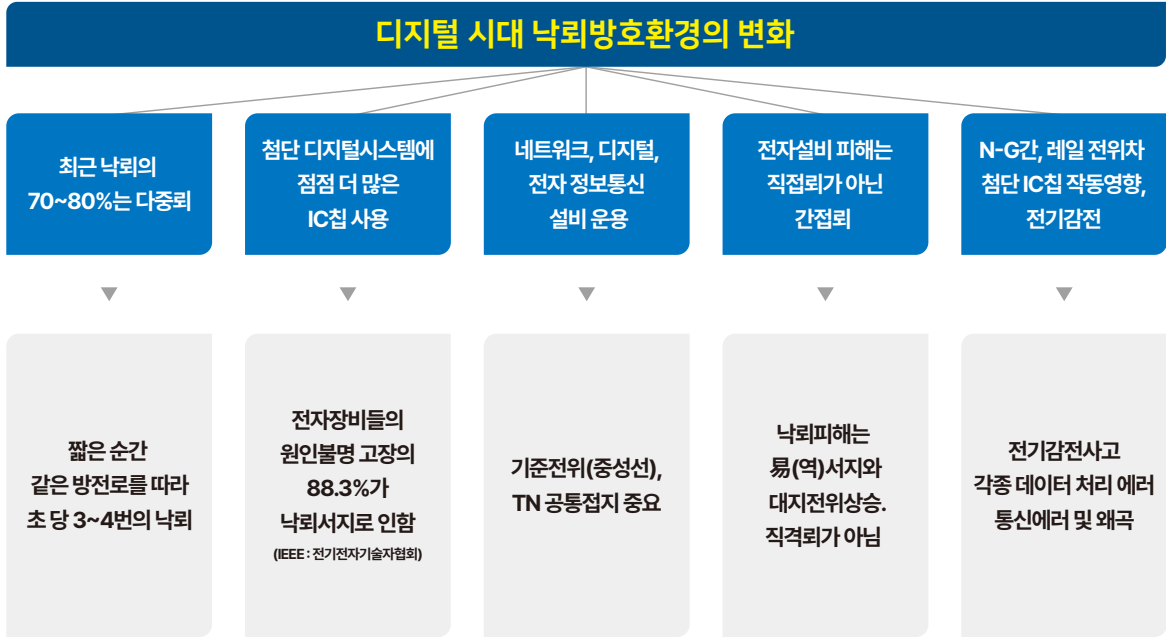


02 특징 설명

- 기존 설비에 전자기적인 영향이 없도록 동작 시스템을 구성
- 전동차가 진입한 경우에만 동작하도록 완전분리 메인 스위치 구성
- 전동차가 진입한 경우에도 **제한전압(V)** 값 이상인 조건에 동작
- 전동차가 진입한 경우에도 **제한전류(A)** 값 이상인 조건에 동작(옵션)
- 외부전원 없이 제한전압 값 이상인 조건에 동작(경제형)

01 PQR : 피큐알

기준전위, 등전위를 구성하여 전기 감전사고, Arc방지와 전자장비를 보호



PQR은 TT접지방식에 따른 전위차를 해결하여 등전위 구성하여 인명 및 장비보호 제품

02 주요 구성품

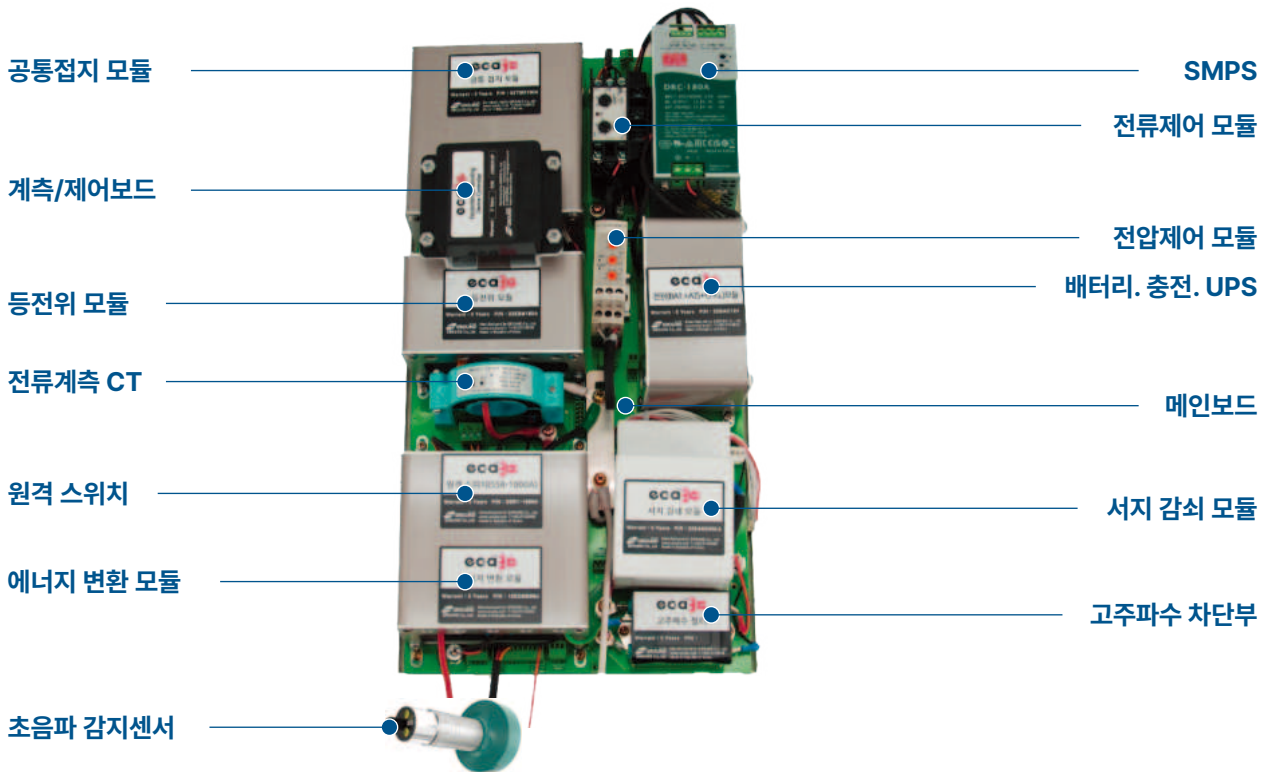


 ▲ EBDM	 ▲ M2M	 ▲ 메인 보드	 ▲ 원격스위치	 ▲ 공통접지 모듈(A)	 ▲ SED 모듈	 ▲ 공통접지 모듈(B)
 ▲ HFDM	 ▲ SEQM		 ▲ 배터리 충전장치	 ▲ 에너지 변환 모듈	 ▲ M2M 모듈(업선)	 ▲ 공통접지 구동 모듈

성능보증 유지관리에 적합하도록 제품의 모듈화

eca3G TNC-PQR은 과학적 모듈화 된 제품으로 부품 호환·교체·결합이 가능하여 경제성이 높고, 소형화·경량화·블록화 된 제품으로 손쉽게 설치·철수·이동이 간편하고 내구성이 높은 제품입니다.

03 구성 모듈 명칭

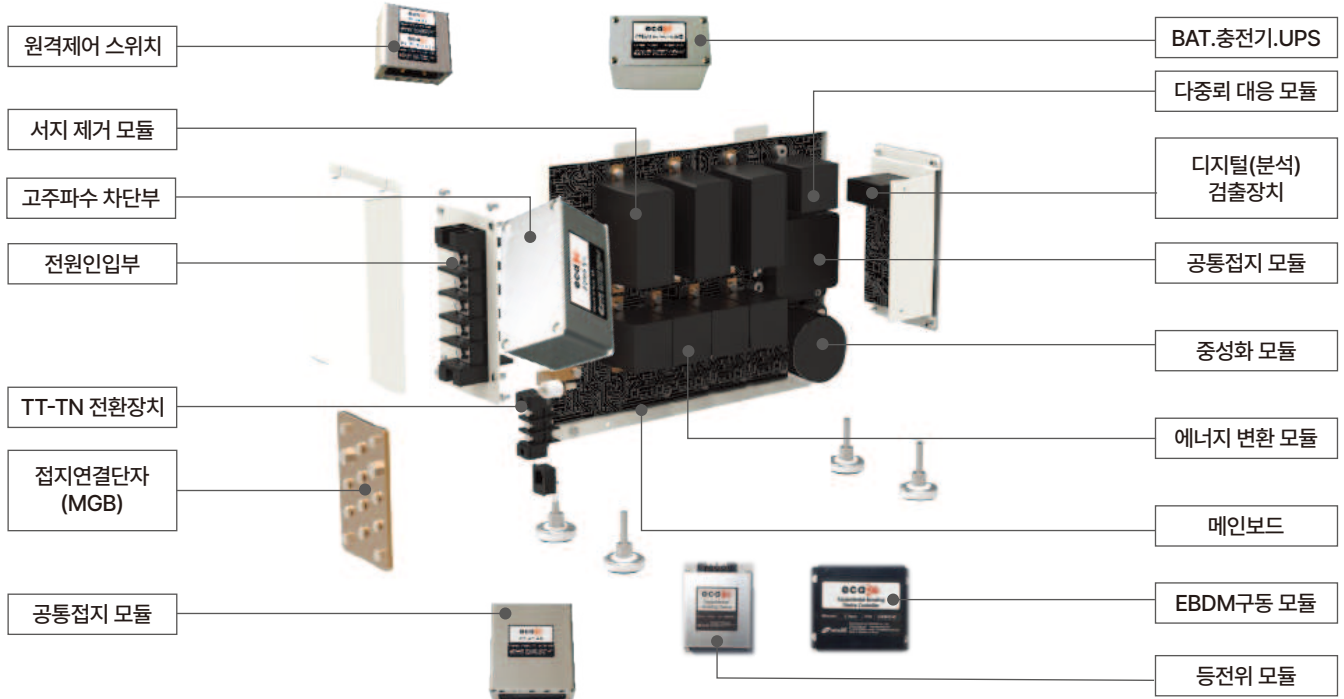


04 설치 구성도

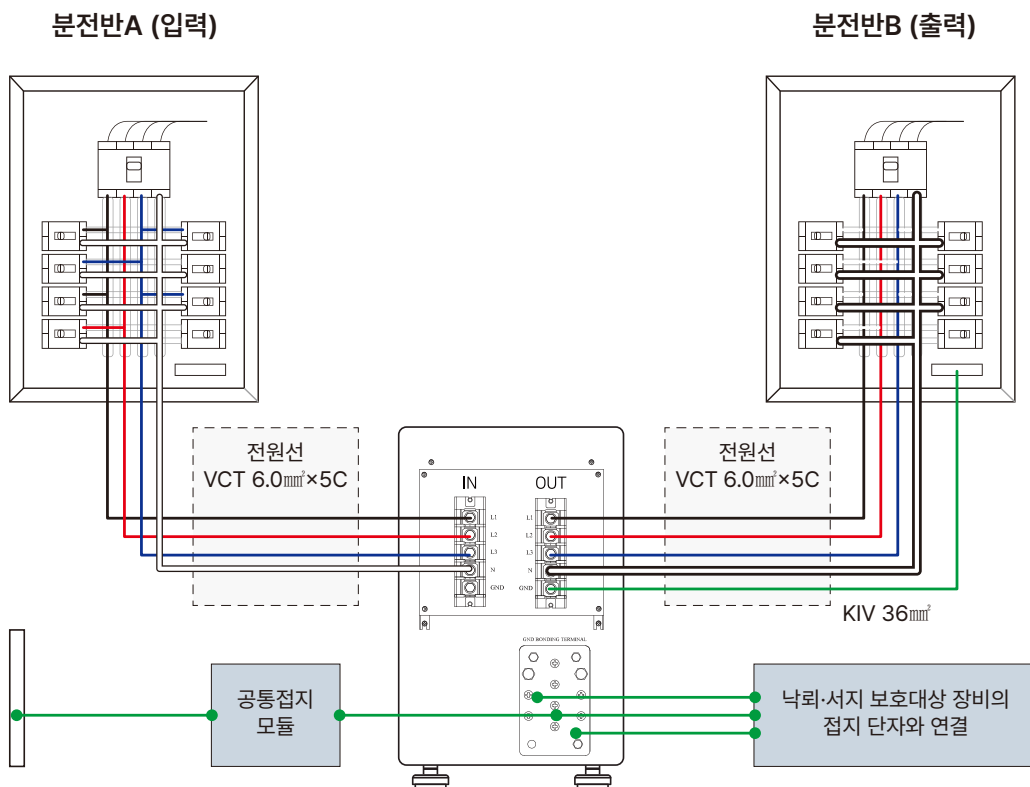
그림과 같이 레일(+)과 PSD(접지, -)간에 제품을 직렬로 연결하는 구성이다. 별도의 전원을 사용하지 않는 모델은 그림과 같이 간단하게 설치 된다. 이것을 기본으로 하고, 차량진입 감지 센서, AC 220V 입력, 원격제어, 모니터링과 같은 다양한 옵션으로 시스템을 구성할 수 있다.



05 구성 모듈 명칭



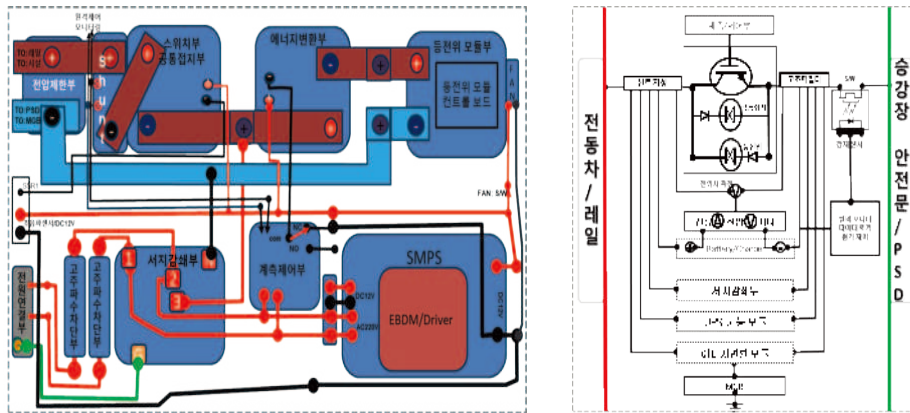
06 설치 구성도



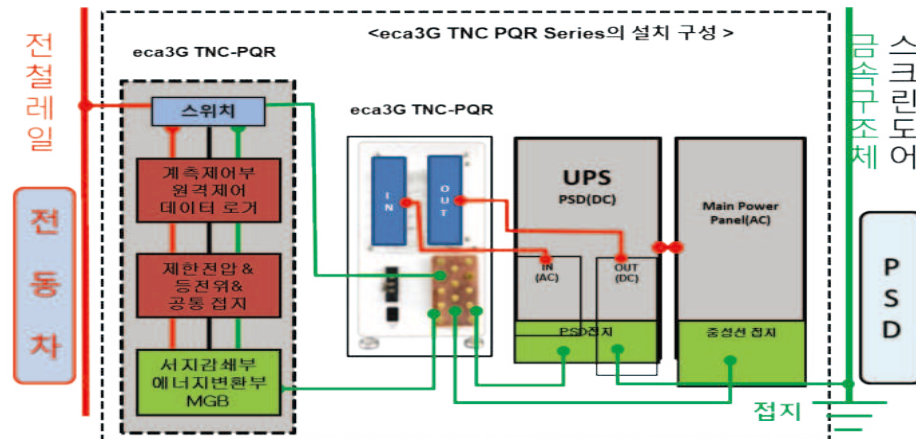
01 Specification

PARAMETER	VALUES	UNITS	ETC
Maximum average on-state current	100~800	A	180° conduction, half sine wave(85°C) (Standard 160A)
등전위 동작 ON/OFF 전류	5~100		(Standard 8A)
등전위 동작 개시 전압	2~24	DCV	2DCV~24DCV (Standard 12 DCV)
서지감쇄부 용량	120~400	kA	8/20 μ s, 1.2/50 μ s
Typical rise time	2	μ s	Gate current = 1 A, $di/dt = 1 A/\mu s$ Vd = 0.67 % VDRM
Typical turn-off time	50 ~ 200		ITM = 300 A, - $di/dt = 15 A/\mu s$; TJ = TJ maximum VR = 50 V; $dV/dt = 20 V/\mu s$; gate 0 V, 100 Ω
등전위 동작시 전위차	0.9~10	DCV	Standard < 1.0 DCV

02 회로도



03 설치 구성도

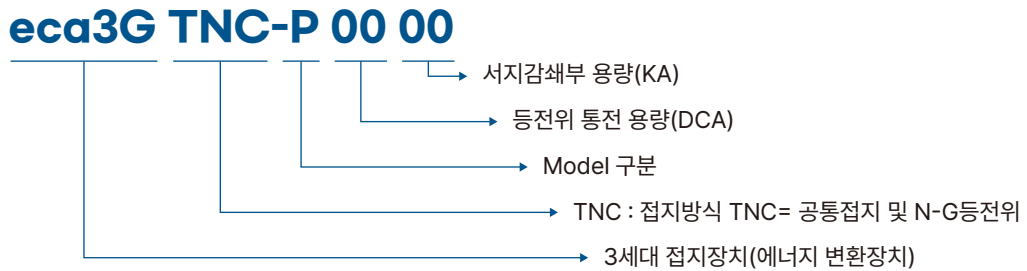


PSD의 감전사고 방지와 PSD설비를 낙뢰 서지 등으로부터 고장을 방지하기 위해서는 PSD전원실에 P48을 설치 구성하면 PSD 설비의 고장을 예방 할 수 있다.

01 규격 및 사양

품명	모델명	규격	전원필요	설치 장소	크기(W×H×D/mm)
eca3G TNC-P	eca3G TNC-P1012	100DCA/ 120KA	X	실외	230×200×180
	eca3G TNC-P1516	150DCA/ 160KA	X	실외	230×330×110
	eca3G TNC-P3012	300DCA/ 120KA	X	실외	230×330×110
	eca3G TNC-P3024	300DCA / 240KA	X	실외	230×330×110
	eca3G TNC-P5016	500DCA/ 160KA	O	실외	310×410×110
	eca3G TNC-P8024	800DCA/ 240KA	O	실외	310×410×110

02 모델명 설명



03 제품 기능 및 명칭

- ① 전류계(레일-접지간 전류)
- ② 전압계(전동차-PSD간 전위차)
- ③ 서지감쇄부 동작표시
- ④ 레일(+) 연결단자
- ⑤ 접지(-) 연결단자
- ⑥ 전원.신호.제어.통신 연결 잭



04 주요 기능과 특징

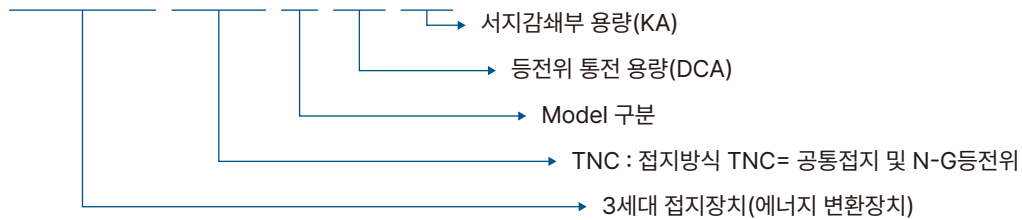
- 전동차와 PSD간 전기 감전사고 방지 한다 → 전위차(제한 전압)를 1.0 DCV~24DCV 로 설정/유지 한다.
- 경제성이 높다 → 외부 전원 없이 전동차와 PSD간 발생한 전위차를 이용하여 동작 시킨다.
- 내구성이 우수한다 → 밀폐형 AL 케이스에 모듈을 구성하여 방수, 방진, 외부설치에 적합하다.
- 품질 보증 2년, 내구연한 10년

01 규격 및 사양

품명	모델명	규격	전원필요	설치 장소	크기(W×H×D/mm)
eca3G TNC-Q	eca3G TNC-Q1012	100DCA/ 120KA	○	실외, 내	310×410×110
	eca3G TNC-Q1516	150DCA/ 160KA	○	실외, 내	310×410×110
	eca3G TNC-Q3012	300DCA/ 120KA	○	실외, 내	310×410×110
	eca3G TNC-Q3024	300DCA / 240KA	○	실외, 내	310×410×110
	eca3G TNC-Q5016	500DCA/ 160KA	○	실외, 내	310×410×110
	eca3G TNC-Q8040M	800DCA/ 400KA	○	실외, 내	310×410×110

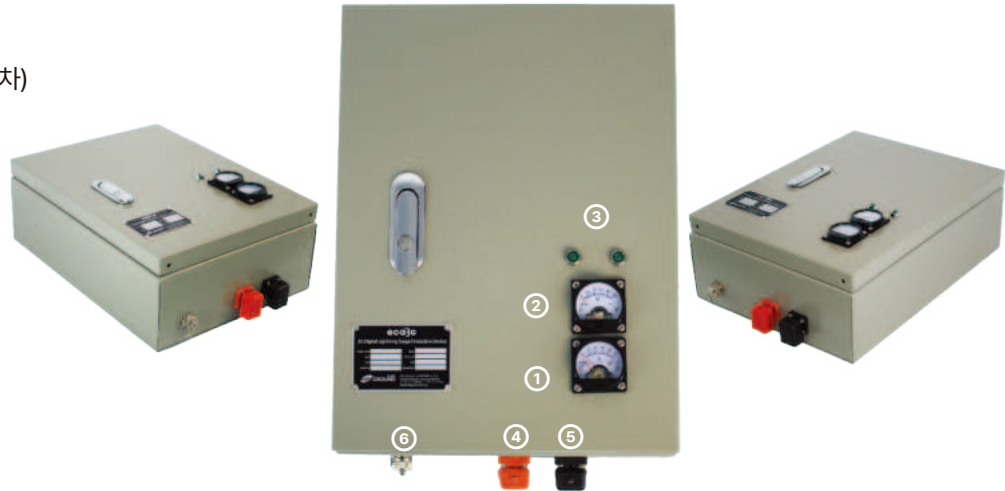
02 모델명 설명

eca3G TNC-P 00 00



03 제품 기능 및 명칭

- ① 전류계(레일-접지간 전류)
- ② 전압계(전동차-PSD간 전위차)
- ③ 서지감쇄부 동작표시
- ④ 레일(+) 연결단자
- ⑤ 접지(-) 연결단자
- ⑥ 전원.신호.제어.통신 연결 잭



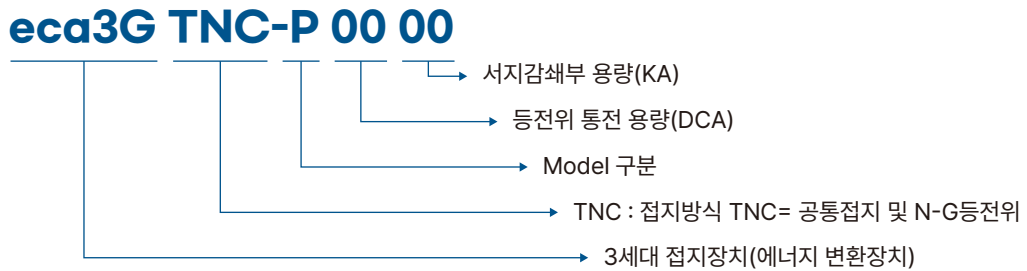
04 주요 기능과 특징

- 전동차와 PSD간 전기 감전사고 방지 한다 → 전위차(제한 전압)를 1.0 DCV~24DCV 로 설정/유지 한다.
- 원격제어 및 모니터링 가능(ON365 단말기 옵션) / 제한 전압 및 제한 전류 제어.
- 내구성이 우수한다 → 밀폐형 AL 케이스에 모듈을 구성하여 방수, 방진, 내/외부설치에 적합하다.
- 품질 보증 2년, 내구연한 10년

01 규격 및 사양

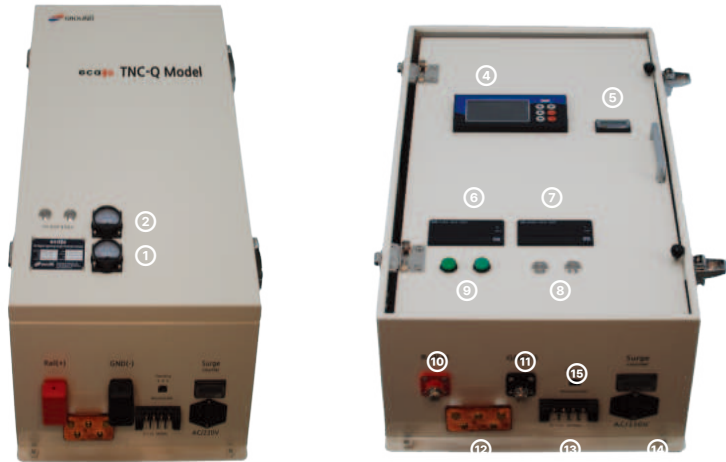
품명	모델명	규격	전원필요	설치 장소	크기(W×H×D/mm)
eca3G TNC-R	eca3G TNC-R1516	100DCA/ 120KA	O	실내	280×560×130
	eca3G TNC-R3012	150DCA/ 160KA	O	실내	280×560×130
	eca3G TNC-R3024	300DCA/ 120KA	O	실내	380×660×230
	eca3G TNC-R5016	300DCA / 240KA	O	실내	380×660×230
	eca3G TNC-R5016M	500DCA/ 160KA	O	실내	570×700×200
	eca3G TNC-R8040M	800DCA/ 400KA	O	실내	570×700×200

02 모델명 설명



03 제품 기능 및 명칭

- ① 전류계(레일-접지간 전류)
- ② 전압계(전동차-PSD간 전위차)
- ③ 서지감쇄부 동작표시
- ④ 데이터 로거
- ⑤ 서지 카운터
- ⑥ 전류 메타
- ⑦ 전압 메타
- ⑧ 전원 스위치(ON/OFF)
- ⑨ 동작표시 램프
- ⑩ 레일 (+) 연결단자
- ⑪ 접지(-) 연결단자
- ⑫ MGB
- ⑬ 초음파 감지센서 터미널
- ⑭ AC220V 전원 잭
- ⑮ LAN 포트, 동작표시 LED



04 주요 기능과 특징

- 전동차와 PSD간 전기 감전사고 방지 한다 → 전위차(제한 전압)를 1.0 DCV~24DCV 로 설정/유지 한다.
- 데이터 로거 → 전압과 전류 값을 기록 보관 분석 정보화 할 수 있고, 원격제어/모니터링 가능하다.
- 전동차 진입과 발차에 맞춰서 작동 시키고, 제한 전압 뿐이 아닌 제한 전류 값으로 작동을 제어 한다.
- 품질 보증 2년, 내구연한 10년