# EurotestXD

MI 3155

# 간편 지침서

*1.6.7 버전, 코드 번호 20 752 715*

METREL®

**판매업체:**

**제조업체:**

METREL d.d.
Ljubljanska cesta 77
1354 Horjul
Slovenia
홈페이지: http://www.metrel.si
이메일: metrel@metrel.si

CE 모든 적용되는 유럽연합 규정 요구사항을 충족함을 고객의 장비에 있는 마크가 보증합니다.

© 2019 METREL

*Metrel®, Smartec®, Eurotest®, 그리고 Auto Sequence®와 같은 상호는 유럽과 다른 나라들에서 등록되거나 출원 중인 상표권입니다.*
출판물의 어떠한 부분도 METREL 의 저작에 있어 허가없이 어떠한 형식이나 방법으로도 무단 복제하거나 사용할 수 없습니다.

**유의:**
이 문서는 사용자 지침서의 부록이 아닙니다.

# 목 차

**1 일반 설명** ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.

1.1 알람과 유의사항 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

*1.1.1 안전 경고* ..... ***오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.***

*1.1.2 제품 표시* ..... ***오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.***

*1.1.3 배터리 안전 관련 알람* ..... ***오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.***

*1.1.4 측정 기능 안전 관련 알람* ..... ***오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.***

1.2 PE 단자 전위 시험 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

**2 제품 설명** ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.

2.1 전면 판넬 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

2.2 연결기 판넬 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

2.3 후면 판넬 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

**3 제품 동작** ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.

3.1 키의 일반적 의미 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

3.2 터치 동작의 일반적 의미 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

3.3 가상 키보드 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

3.4 화면 및 사운드 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

*3.4.1 단자 전압 모니터* ..... ***오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.***

*3.4.2 배터리 표시* ..... ***오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.***

*3.4.3 블루투스* ..... ***오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.***

*3.4.4 측정 작업 및 메시지* ..... ***오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.***

*3.4.5 결과 표시* ..... ***오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.***

*3.4.6 오토시퀀스® 결과 표시* ..... *23*

**4 시험 및 측정** ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.

4.1 전압, 주파수 및 상시퀀스 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

4.2 R iso – 절연저항 ..... 29

*4.2.1 부하 프리테스트* ..... ***오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.***

4.3 R iso all – 절연저항 ..... 33

4.4 DAR 및 PI 진단 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

4.5 배리스터 시험 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

4.6 R low – 접지저항 결선과 등전위 결합 ..... 40

4.7 R low 4W....42
4.8 Continuity – 저전류로 연속 저항 측정....44
*4.8.1 시험 리드선 저항 보상....* ***오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.***
4.9 RCDs 시험....**오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**
*4.9.1 RCD Uc – 접촉전압....49*
*4.9.2 RCD t – 가동중단 시간....51*
*4.9.3 RCD I – 가동중단 전류....51*
4.10 RCD Auto – RCD 자동 시간....53
4.11 Z loop – 고장 회로 임피던스와 예상 고장 전류....57
4.12 Z loop 4W – 고장 회로 임피던스와 예상 고장 전류....61
4.13 Zs rcd – RCD 포함 시스템의 고장 회로 임피던스와 예상 고장 전류....63
4.14 Z loop mΩ – 고정밀 고장 회로 임피던스와 예상 고장 전류....67
4.15 Z line – 회선 임피던스와 예상 단락회로 전류....70
4.16 Z line 4W – 회선 임피던스와 예상 단락회로 전류....73
4.17 Z line mΩ – 고정밀 회선 임피던스와 예상 단락회로 전류....75
4.18 고전류 (MI 3143 및 MI 3144)....78
4.19 전압 강하....**오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**
4.20 U touch – 접촉전압 (MI 3143 및 MI 3144)....85
4.21 Z auto - 빠른 라인 및 루프 시험용 오토 테스트 시퀀스....87
4.22 R line mΩ – DC 저항 측정 (MI 3144)....91
4.23 ELR 전류 주입 시험 (MI 3144)....93
4.24 ELR 조합 시간 시험 (MI 3144)....95
4.25 EVSE 진단 시험 (A 1632)....97
4.26 Earth – 접지저항 (3 선 시험)....100
4.27 Earth 2 clamp – 무접점 접지저항 측정
(두 개의 전류 클램프 사용)....102
4.28 Ro – 비접지저항....103
4.29 전력....**오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**
4.30 고조파....**오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**
4.31 전류....**오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**
4.32 전류 클램프 미터 (MI 3144)....111
4.33 ISFL – 첫 고장 누설 전류....113
4.34 IMD – 절연 탐지장치 시험....115
4.35 Rpe – PE 도체 저항....119
4.36 조도....**오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**
4.37 방전 시간....**오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**
4.38 AUTO TT – TT 접지시스템용 오토 테스트 시퀀스....125

4.39 AUTO TN (RCD) – RCD 포함 TN 접지시스템용 오토 테스트 시퀀스 ..... 128
4.40 AUTO TN – RCD 미포함 TN 접지시스템용 오토 테스트 시퀀스..... 131
4.41 AUTO IT – IT 접지시스템용 오토 테스트 시퀀스..... 134
4.42 위치 탐지기..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**
4.43 육안검사와 기능검사..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

**5 제품 업그레이드..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

**6 유지보수..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

6.1 퓨즈 교체..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**
6.2 배터리 팩 삽입 / 교체 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**
6.3 보증 & 수리 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

**부록 A 커맨더 (A 1314, A 1401)..... 145**

A.1 ⚠ 안전 관련 알람 ..... 145
A.2 배터리..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**
A.3 커맨더 설명 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**
A.4 커맨더 동작 ..... **오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

**부록 B 위치탐지기 수신기 R10K..... 148**

**부록 C 어댑터 사용 시험 및 측정 ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.**

# 1 일반 설명

## 1.1 알람과 유의사항

### 1.1.1 안전 경고

손상되지 않은 시험 장비를 유지하는 것만큼, EurotestXD 제품을 이용하여 다양한 측정을 수행하는 동안 조작자의 높은 안전 수준에 다다르기 위해서는 다음과 같은 일반적인 경고를 고려하는 것이 필요하다.

- **본 사용자 지침서를 주의 깊게 읽지 않으면, 제품의 사용이 조작자, 제품, 또는 시험 중인 제품에 위험을 초래할 수 있습니다!**
- **제품의 경고 표시를 고려하시오(더 많은 정보를 알려면, 다음 장을 참고하시오).**
- **만약 시험 장비가 본 사용자 지침서에 명시되지 않은 방식으로 사용된다면, 장비의 보호 장치가 손상을 입을 수도 있습니다!**
- **손상이 발견되면, 제품과 그 부속품을 사용하지 마십시오!**
- **잘못된 결과로 발생할 수 있는 위험을 피하기 위해 올바른 작동을 위한 제품과 부품을 정기적으로 점검하시오.**
- **위험한 전압을 취급하는 동안 감전의 위험을 피하기 위해서 일반적으로 알려진 모든 예방 조치를 고려하시오!**
- **싱글 테스트와 오토시퀀스® 측정을 시작하기 전에 제품의 TEST 키나 다른 방법으로 설치 시 PE 시험 단자에 위험전압이 존재하는 지 항상 점검하십시오. TEST 키는 단열재(장갑, 작업복, 단열바닥, 펜,...) 없이 인체 저항을 통해 접지되어 있는지 반드시 확인하십시오. PE 시험이 제 기능을 발휘하기 못해서, 싱글 테스트나 오토시퀀스® 결과가 문제가 될 수도 있다. PE 시험 단자에 감지된 위험전압이 싱글 테스트나 오토시퀀스®의 진행을 막을 수 없습니다. 그러한 모든 반응은 오용으로 간주된다.**
- **제품 조작자는 즉시 행동을 멈추고 다른 행동을 진행하기 전에 고장/연결 문제점을 제거하시오!**

- **사용자의 판매업체가 공급한 표준 또는 선택 시험 부속품만 사용하시오!**
- **만약, 퓨즈가 용융이 된다면, 교체하기 위해 본 메뉴얼의 지침을 따르시오! 정격 퓨즈만 사용하시오!**
- **제품과 부속품의 서비스, 보정이나 조정은 유능하고 권한 있는 사람에 의해 수행되어야만 합니다!**
- **550 V 이상의 전압으로 AC 공급 시스템에서 제품을 사용하지 마십시오!**
- **몇몇 부속품의 보호 범주는 제품보다 낮음을 고려해야 합니다. 시험팁과 팁 커맨더에는 제거가능한 캡이 있습니다. 만약 제거가 되면, 보호준위는 CAT II 로 떨어집니다!**
  **부속품에 있는 표기를 확인하시오!**
  - **cap off, 18 mm tip: CAT II up to 1000 V**
  - **cap on, 4 mm tip: CAT II 1000 V / CAT III 600 V / CAT IV 300 V**
- **제품에는 충전가능한 리튬-이온 배터리 팩이 제공되어 있습니다. 배터리 팩은 배터리실 라벨이나 이 지침서에 정의된 대로 동일한 형식으로만 교체되어야 합니다!**
- **위험한 전압이 제품 내부에 존재합니다. 모든 시험 리드선을 차단하고, 전원 공급 케이블을 제거하고, 그리고 퓨즈/배터리실 덮개를 제거하기 전에 스위치를 끄시오.**
- **C1 입력에 임의의 전압원을 연결하지 마시오. 이는 오직 전류 클램프와의 연결을 위해 고안되었다. 최대 입력 전압은 3 V 이다!**

### 1.1.2 제품 표시

- **안전한 작동을 위해 특별히 주의를 기울여 사용자 지침서를 읽으시오. 심볼은 행동을 필요로 합니다!**
-

**교류 550 V 이상의 교류 공급 시스템에서 제품을 사용하지 마시오!**
- **모든 적용되는 유럽연합 규정 요구사항을 충족한다는 것을 고객의 장비에 있는 마크가 보증합니다.**
-
**이 장비는 폐 전자제품으로 재활용되어야 합니다.**

### 1.1.3 배터리 안전 관련 알람

- **시험 장비 제조업체나 판매업체가 납품한 배터리와 전원 공급 어댑터만 사용해야 합니다.**
- **폭발하거나 유독성 가스를 생성될 수 있으므로 불 속에 배터리를 처분하지 마시오.**
- **어떤 방식으로든 배터리를 분리하거나, 압축하거나, 구멍을 뚫으려고 하면 안 됩니다.**
- **배터리의 외부 접촉부위를 단락을 시키거나 극성을 바꾸면 안 됩니다.**

- **배터리가 과도한 충격/충돌 또는 진동에 노출되는 것을 피해야 합니다.**
- **손상된 배터리를 사용하면 안 됩니다.**
- **리튬-이온 배터리는 안전 및 보호회로를 포함하고 있는데, 손상을 입으면, 배터리 과열, 파단 및 발화를 일으킬 수 있습니다.**
- **사용하지 않을 때는 충전 지속을 위해 배터리를 꽂아 두지 마십시오.**
- **배터리의 액체가 누설되었다면, 절대 액체를 만지지 마십시오.**
- **액체가 눈에 들어갔다면, 절대 눈을 비비지 마십시오. 액체가 남아있지 않을 때까지, 즉시 위/아래 눈꺼풀을 들어올려서 흐르는 물에 최소 15 분간 눈을 씻어 주십시오. 즉각 치료를 받으십시오.**

### 1.1.4 측정 기능 안전 관련 알람

**절연저항 (R iso, R iso – all)**

- 절연저항 측정은 비활성화된 물체에서만 수행되어야 한다!
- 측정하는 동안 또는 완전히 방전되기 전에 시험 대상을 만지지 마시오. 전기적인 충격의 위험!

**연속성 기능 (R low, R low 4W, Continuity)**

- 연속성 측정은 비활성화된 대상에서만 수행되어야 한다!

## 1.2 PE 단자 전위 시험

어떤 경우에, 설비의 PE 전선 또는 기타 접근 가능한 금속결합 부분 고장은 활선 전압에 노출되게 될 수 있다. 이는 접지시스템에 연결된 부분이 전위가 없는 곳으로 간주되므로 아주 위험한 상황이다. 이 고장에 대해 적절하게 설치되었는 지 확인하기 위해, 활선시험을 수행하기 전에, 키가 지시계로 사용되어야 한다.

**PE 시험단자 적용 예시**

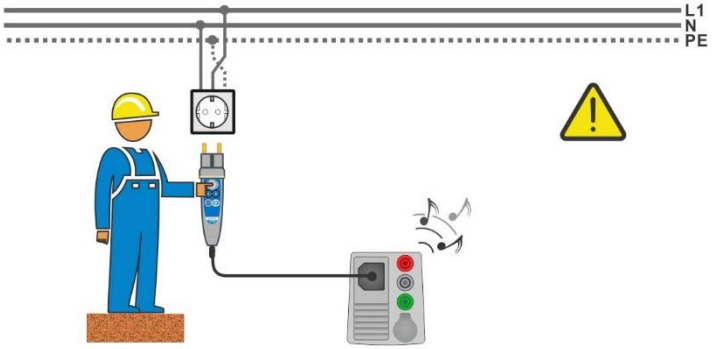



**그림 1.1: 반전된 L 과 PE 도체 (플러그 커맨더)**

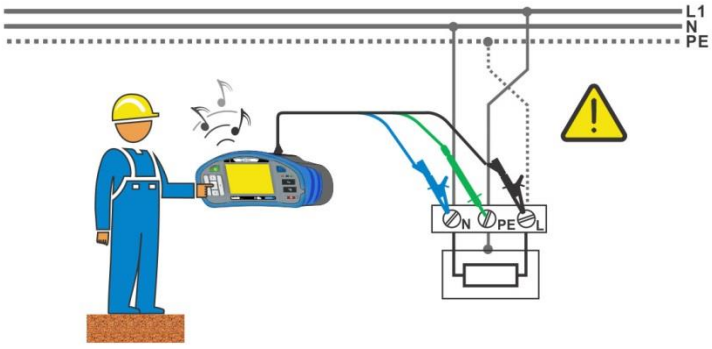



**그림 1.2: 반전된 L 과 PE 도체 (3 선 시험 리드선 적용)**

**경고!**

**반전 위상과 보호도체! 가장 위험한 상황!**
만약 위험전압이 PE 단자에서 감지되면, 즉시 모든 측정을 멈추고, 다른 실행을 계속하기 전에 고장의 원인을 확실히 제거하여야 합니다!

**시험 절차**

- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 시험 리드선이 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 1.1*** 과 ***그림 1.2*** 를 보시오.
- 시험 프로브 를 최소 1 초 동안 터치한다.
  만약 PE 단자가 상전압에 연결되면, 알람 메시지가 표시된다. 화면은 노란색이고, 제품 부저가 활성화되며, RCD 시험, Z loop, Zs rcd, Z auto, AUTO TT, AUTO TN, AUTO TN (rcd) 및 오토시퀀스®와 같은 추가적인 측정을 할 수 없게 된다.

**유의:**

- PE 시험단자는 Voltage, Rpe, RCD 시험, Z loop, Zs rcd, Z auto, Z line, ΔU, AUTO TT, AUTO TN, AUTO TN (rcd), AUTO IT 시험 및 오토시퀀스®에서만 활성화됩니다!
- IT 접지시스템의 PE 단자 상전압을 감지하는 경우에, 'Ignore PE probe warning (IT)' 변수 설정에 따라 시험이 가능 또는 불가능합니다.
- PE 단자 시험을 정확히 하려면, 키가 최소한 1 초 동안 접촉되어야만 합니다.
- TEST 키는 단열재(장갑, 작업복, 단열바닥, 펜,...) 없이 인체 저항을 통해 접지되어 있는지 반드시 확인하십시오. PE 시험이 제 기능을 발휘하기 못해서, 싱글 테스트나 오토시퀀스® 결과가 문제가 될 수도 있다. PE 시험 단자에 감지된 위험전압이 싱글 테스트나 오토시퀀스®의 진행을 막을 수 없습니다. 그러한 모든 반응은 오용으로 간주된다. 제품 조작자는 즉시 행동을 멈추고 다른 행동을 진행하기 전에 고장/연결 문제점을 제거하시오!

# 2 제품 설명

## 2.1 전면 판넬

**그림 2.1: 전면 판넬**

| | |
|---|---|
| **1** | **4,3 인치 터치 스크린 기능의 컬러 TFT 화면** |
| **2** | **SAVE 키**<br>실제 측정 결과값 저장 |
| **3** | **CURSOR 키**<br>메뉴 탐색 |
| **4** | **RUN 키**<br>선택된 측정 시작 / 정지.<br>선택된 메뉴 또는 옵션 시작.<br>사용 가능한 선택된 변수 / 한계값 보기. |
| **5** | **ON / OFF 키**<br>제품 On/ Off 선택.<br>유휴 상태(키가 눌러져 있지 않거나 터치스크린 움직임이 없는 것)가 10 분 이상 지속되면 제품 스위치가 자동으로 꺼진다.<br>제품 스위치를 끄려면 5 초 동안 키를 누른 채로 유지한다. |
| **6** | **GENERAL SETTINGS 키**<br>일반 설정 메뉴 시작. |
| **7** | **OPTIONS 키** |

| | |
|---|---|
| | 상세한 옵션 뷰 보여주기. |
| **8** | **MEMORY ORGANIZER 단축키**<br>메모리 구성자 메뉴를 시작하는 단축키. |
| **9** | **SINGLE TESTS 단축키**<br>싱글 테스트 메뉴를 시작하는 단축키. |
| **10** | **오토시퀀스® 단축키**<br>오토시퀀스® 메뉴를 시작하는 단축키. |
| **11** | **ESC 키**<br>이전 메뉴로 되돌아가기. |

## 2.2 연결기 판넬

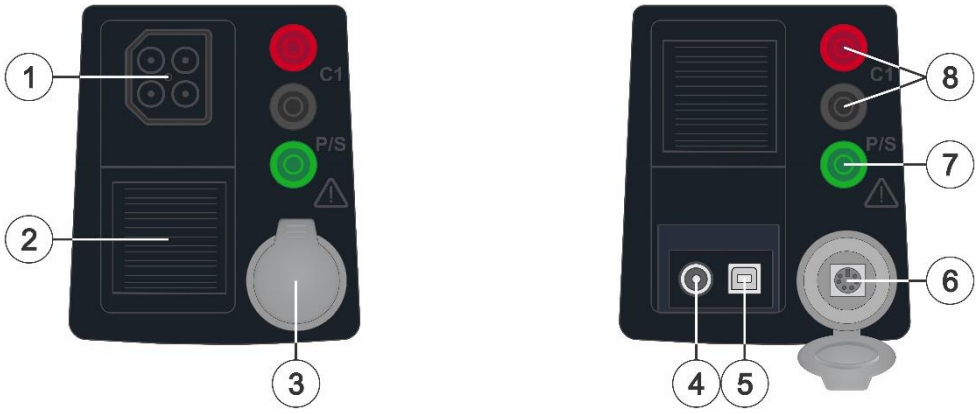



**그림 2.2: 연결기 판넬**

| | |
|---|---|
| **1** | **시험 커넥터**<br>**L/L1 핀 –** 4 선 측정에서 전류 프로브 C1 으로 사용.<br>**N/L2 핀 –** 4 선 측정에서 전류 프로브 C2 로 사용.<br>**PE/L3 핀 –** 4 선 측정에서 전압 프로브 P2 로 사용.<br>**S 핀 –** 4 선 측정에서 전압 프로브 P1 으로 사용. |
| **2** | **보호 커버** |
| **3** | **보호 커버 – PS/2 통신포트** |
| **4** | **충전기 소켓**<br> |
| **5** | **USB 통신포트**<br>PC USB (2.0) 포트로 통신 |
| **6** | **PS/2 통신포트** |

| | |
|---|---|
| | PC RS232 직렬 포트로 통신<br>선택 측정 어댑터에 연결<br>바코드 / RFID 리더에 연결 |
| **7** | **P/S 입력**<br>접촉전압 측정용 외부 프로브 입력 |
| **8** | **C1 입력**<br>전류 클램프 측정 입력 |

**알람!**

- 시험 단자와 대지 간 최대 허용 전압은 550 V 입니다!
- 시험 커넥터의 시험단자 간 최대 허용전압은 550 V 입니다!
- 시험단자 C1 의 최대 허용전압은 3 V 입니다!
- 외부 전원공급 어댑터의 최대 단기전압은 14 V 입니다!

## 2.3 후면 판넬

**그림 2.3: 배면도**

| | |
|---|---|
| **1** | **퓨즈 / 배터리실 덮개** |
| **2** | **퓨즈 / 배터리실 덮개용 고정나사** |
| **3** | **후면 판넬 정보 라벨** |

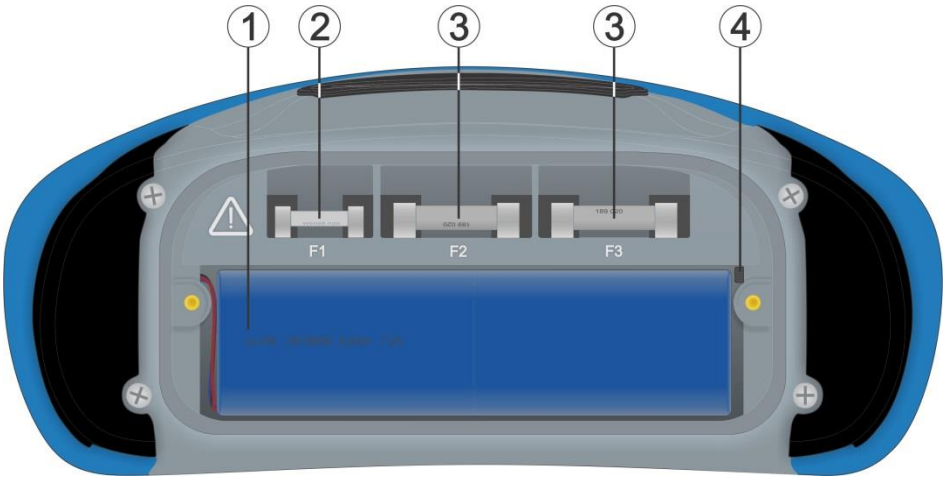
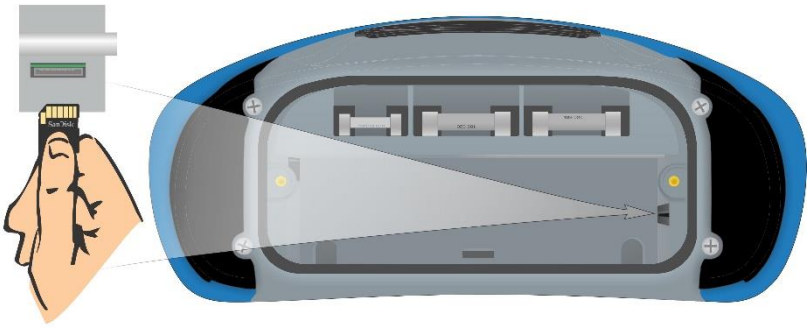



**그림 2.4: 퓨즈 / 배터리실 덮개**

| | | |
|---|---|---|
| **1** | **리튬-이온 배터리 팩** | 형식: 18650T22A2S2P<br>형식: 18650T22A2S4P (선택적) |
| **2** | **퓨즈 F1** | M 315 mA / 250 V |
| **3** | **퓨즈 F2 및 F3** | F 5 A / 500 V (차단 용량 50 kA) |

**4 SD 카드 슬롯**



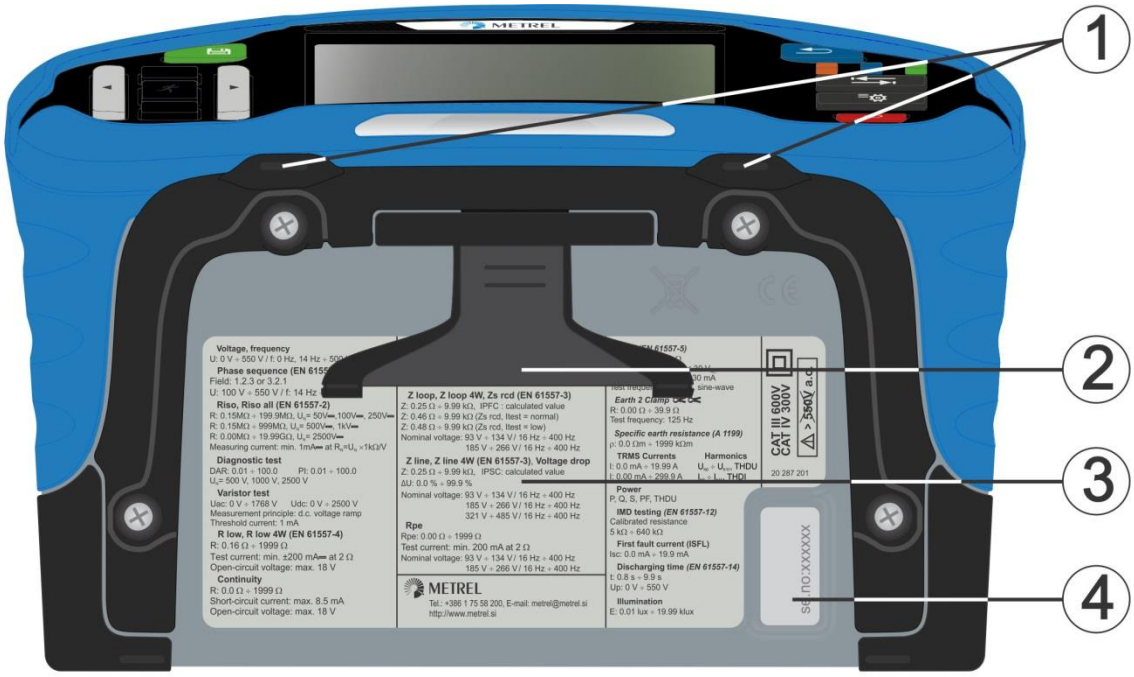


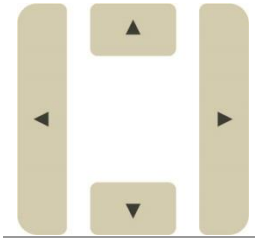

**그림 2.5: 하면도**

| | |
|---|---|
| **1** | **목끈 벨트 구멍** |
| **2** | **데스크탑 사용 목적 스탠드** |
| **3** | **밑면 정보 라벨** |
| **4** | **일련 번호 라벨** |

# 3 제품 동작

EurotestXD 제품은 키패드나 터치스크린으로 조작 가능하다.

## 3.1 키의 일반적 의미

| | |
|---|---|
|  | Cursor 키는 다음과 같은 경우에 사용된다.<br>› 적절한 옵션 선택. |
| | Run 키는 다음과 같은 경우에 사용된다.<br>› 선택된 옵션 확인<br>› 측정 시작과 정지<br>› PE 전위 시험. |
| | Escape 키는 다음과 같은 경우에 사용된다.<br>› 변경 없이 이전 메뉴로 되돌아가기<br>› 측정 중지. |
| | Option 키는 다음과 같은 경우에 사용된다.<br>› 제어 판넬의 컬럼 확장 |
| | Save 키는 다음과 같은 경우에 사용된다.<br>› 시험 결과값 저장. |
| | 오토시퀀스® 키는 다음과 같은 경우로 사용된다.<br>›....오토시퀀스® 메뉴를 시작하는 단축키. |
| | Single Tests 키는 다음과 같은 경우로 사용된다.<br>› 싱글 테스트 메뉴를 시작하는 단축키. |
| | Memory Organizer 키는 다음과 같은 경우로 사용된다.<br>› 메모리 구성자 메뉴를 시작하는 단축키. |
| | General Settings 키는 다음과 같은 경우에 사용된다.<br>› 일반 설정 메뉴 시작. |
| | On / Off 키는 다음과 같은 경우에 사용된다.<br>› 제품 스위치 On / Off<br>› 5 초 동안 눌려진채로 유지될 때 제품 스위치 Off. |

## 3.2 터치 동작의 일반적 의미

| | |
|---|---|
| | Tap (손가락 끝으로 표면을 잠시 터치)은 다음과 같은 경우에 사용된다.<br>‣ 적절한 옵션 선택<br>‣ 선택된 옵션 확인<br>‣ 측정 시작과 정지. |
| | Swipe (press, move, lift) 업/ 다운은 다음과 같은 경우에 사용된다.<br>‣ 동일 레벨의 내용 스크롤<br>‣ 동일 레벨의 View 간 탐색. |
| **long** | Long press (최소 1 초 간 손가락 끝으로 표면을 잠시 터치)는 다음과 같은 경우에 사용된다.<br>‣ 추가 키 선택(가상 키보드)<br>‣ 싱글테스트 화면에서 Cross 선택기 시작. |
| | Tap Escape icon 은 다음과 같은 경우에 사용된다.<br>‣ 변경 없이 이전 메뉴로 되돌아가기<br>‣ 측정 중지. |

## 3.3 가상 키보드

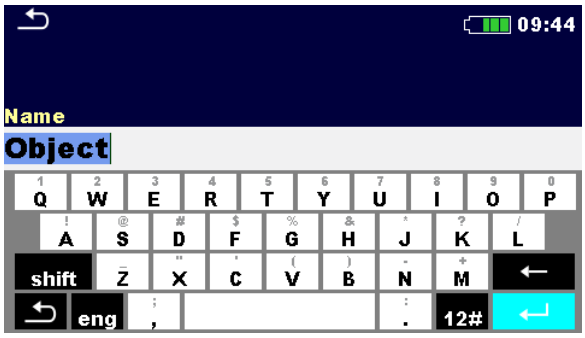


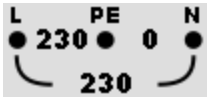
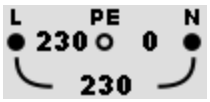
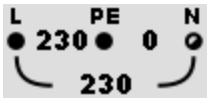
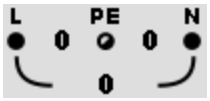
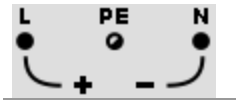
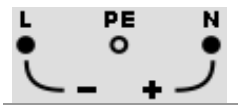
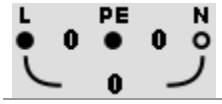
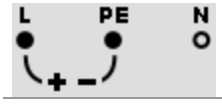
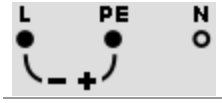
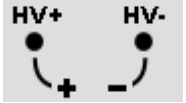
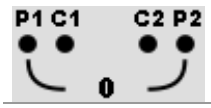
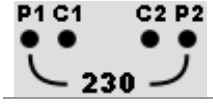

**그림 3.1: 가상 키보드**

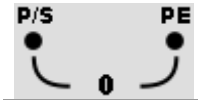
| | |
|---|---|
| shift | 소문자와 대문자 간 전환.<br>영문자 키보드 배열이 선택될 때만 활성화. |
| ← | 백스페이스<br>최종 문자나 선택된 모든 문자 취소.<br>(2 초 동안 유지하면, 모든 문자가 선택됨). |
| ↵ | Enter 는 새로운 텍스트를 확인함. |
| 12# | 숫자 / 심볼 레이아웃 활성화. |
| ABC | 영문자 활성화. |
| eng | 영문 키보드 레이아웃. |
| GR | 그리스어 키보드 레이아웃. |
| RU | 러시아어 키보드 레이아웃. |
| ⮌ | 변경 없이 이전 메뉴로 되돌아감. |

## 3.4 화면 및 사운드

### 3.4.1 단자 전압 모니터

단자 전압 모니터는 교류 설비 측정모드에서 시험단자 전압과 능동 시험단자에 관한 정보를 온라인으로 표시한다.

| | |
|---|---|
|  | 온라인 전압은 시험단자 지시와 함께 나타나게 된다.<br>세 개의 모든 시험단자는 선택된 측정에 대해 사용된다. |
|  | 온라인 전압은 시험단자 지시와 함께 나타나게 된다.<br>L 과 N 시험단자는 선택된 측정에 대해 사용된다. |
|  | 온라인 전압은 시험단자 지시와 함께 나타나게 된다.<br>L 과 PE 는 능동 시험단자이다.<br>N 단자는 정확한 입력 전압 조건에서 연결되어야 한다. |
|  | L 과 N 은 능동 시험단자이다.<br>PE 단자는 정확한 입력 전압 조건에서 연결되어야 한다. |
|  <br>  | 시험 전압 극성은 출력 단자, L 및 N 에 적용된다. |
|  | L 과 PE 는 능동 시험단자이다. |
|  <br>  | 시험 전압 극성은 출력 단자, L 및 PE 에 적용된다. |
|  | 2.5 kV 절연 측정 단자 화면. |
|  | 4 선 시험 단자 표시. |
|  | P1 과 P2 간 온라인 전압 포함 4 선 시험 단자 표시. |

| | |
|---|---|
|  | 방전 시간 측정용 시험 단자. |

### 3.4.2 배터리 표시

배터리 표시는 외부 충전기의 배터리 충전 조건과 연결을 표시한다.

| | |
|---|---|
| | 배터리 용량 표시.<br>배터리 상태가 양호하다. |
| | 배터리 완전 충전. |
| | 저준위 배터리.<br>배터리가 너무 약해 정확한 결과값을 보장할 수 없다. 전지를 교체하거나 재충전하시오. |
| | 배터리가 방전되었거나 배터리가 없음. |
| | 충전중 (전원공급 어댑터가 연결되었을 때). |
| | 충전이 완료됨. |

### 3.4.3 블루투스

| | |
|---|---|
| | 블루투스 통신 비활성화. |
| | 블루투스 통신 활성화. |

### 3.4.4 측정 작업 및 메시지

| | |
|---|---|
| | 입력 단자 조건은 측정 시작을 허용한다. 기타 표시된 경고와 메시지를 고려해야 한다. |
| | 입력 단자 조건은 측정 시작을 허용하지 않는다. 표시된 경고와 메시지를 고려해야 한다. |
| | 다음 단계 측정을 진행한다. |
| | 측정을 중지한다. |
| | 결과값을 저장한다. |

| | |
|---|---|
| | RIow / Continuity 측정 시 시험 리드선 보상을 시작한다.<br>전압 강하 측정의 원래 전기 설비에 있어 Zref 회선 임피던스 측정을 시작한다. 제품이 전압원에 연결되어 있지 않는 동안 이 터치 키를 눌렀을 때 ZREF 값이 0.00 Ω로 설정된다. |
| | A 1507 3-phase active switch 또는 Plug/Tip Commander 를 번갈아 수행한다.<br>이 옵션은 A 1507 이 Settings 메뉴에서 사용 가능할 때 유용하다. |
| | 이 시험용으로 A 1199 비접지저항 어댑터를 사용한다. |
| | 이 시험용으로 MI 3143 Euro Z 440 V, MI 3144 Euro Z 800 V 또는 A 1143 Euro Z 290 A 어댑터를 사용한다. |
| | 이 시험용으로 A 1172 또는 A 1173 조도 센서를 사용한다. |
| | A 1507 3-phase Active Switch 가 제품에 연결되지 않았다.<br>A 1507 시험 케이블을 제품에 연결한다.<br>Test / Measurement 는 A 1507 을 사용하여 수행될 수 없다. |
| | A 1507 3-phase Active Switch 는 시험 케이블과 블루투스 통신을 통해 제품에 연결된다.<br>Test / Measurement 는 A 1507 을 사용하여 수행될 수 있다. |
| | 측정 내에 타이머(초 단위)를 카운트 다운한다. |
| | 측정이 진행되고 있음. 표시된 알람을 고려하십시오. |
| | 측정을 하는 동안 RCD 가동 중단(RCD 기능일 때) |
| | 제품이 과열되었다. 허용 한계 이하로 온도가 감소할 때까지 측정이 금지된다. |
| | 측정을 하는 동안 높은 전기잡음이 감지된다. 손상을 야기할 수 있다.<br>접지저항 측정을 하는 동안 H 및 E 단자 사이에 5 V 이상의 잡음전압 표시. |
| | L 과 N 이 변경된다.<br>대부분의 제품 프로필에서 L 과 N 시험단자가 입력 단자의 감지된 전압에 따라 자동으로 반전된다. 상 및 중성 커넥터의 위치가 정의된 나라들의 제품 프로필에는 선택된 옵션이 작용하지 않는다. |
| | **경고!** 고전압이 시험단자에 가압되었다.<br>제품은 절연측정이 완료 후에 시험 대상을 자동으로 방전시킨다. |

| | |
|---|---|
| | 절연저항 측정이 용량성 시험 대상에서 수행될 때, 자동 방전이 즉시 일어나지 않을 수도 있다! 알람 메시지와 실제 전압은 30 V 이하로 전압강하 될 때 까지 방전하는 동안 표시된다. |
| | **경고!** PE 단자 위험전압! 즉시 행동을 멈추고 다른 행동을 하기 전에 고장/연결 문제점을 제거하시오!<br>연속 음향 알람과 노란색 화면도 존재한다. |
| | R low / Continuity 측정 시 시험 리드선 저항이 보상되지 않는다. |
| | R low / Continuity 측정 시 시험 리드선 저항이 보상된다. |
| | 고저항의 전류 시험 프로브 접지. 손상을 야기할 수 있다. |
| | 고저항의 전위 시험 프로브 접지. 손상을 야기할 수 있다. |
| | 고저항의 전위와 전류 시험 프로브 접지. 손상을 야기할 수 있다. |
| | 공시 정밀도 전류가 너무 작다. 손상을 야기할 수 있다. 전류 클램프 민감도가 증가하면 전류 클램프 설정을 확인하시오.<br>Earth 2 Clamp 에서 측정 결과값이 10 Ω 이하 저항에 대해 매우 정확하다.<br>더 높은 값(몇 십 Ω)에서, 시험 전류가 몇 mA 로 떨어진다. 작은 전류와 잡음전류에 대한 내성을 위한 측정 정밀도가 고려되어야 한다! |
| | 측정 시그널이 범위를 벗어난다(잘림). 결과가 나빠진다. |
| | IT 시스템에서의 단일 고장 조건. |
| | 퓨즈 F1 이 끊어져 있다. |

### 3.4.5 결과 표시

| | |
|---|---|
| | 측정 결과값이 기설정 한계 내에 있다.(PASS) |
| | 측정 결과값이 기설정 한계 밖에 있다.(FAIL) |
| | 측정이 무효화되었다. 표시된 경고와 메시지를 고려해야 한다. |

공칭 차동 전류 선행 시험 시 접촉 전압이 설정 접촉 전압 한계보다 낮을 때만 RCD t 와 RCD I 측정이 수행된다!

### 3.4.6 오토시퀀스® 결과 표시

| | |
|---|---|
| | 모든 오토시퀀스® 결과값이 기설정 한계 내에 있다.(PASS) |
| | 한 개 이상의 오토시퀀스® 결과값이 기설정 한계 밖에 있다.(FAIL) |
| | PASS/FAIL 표시가 없는 전체 오토시퀀스® 결과값 |
|  | 비어 있는(중지된) 싱글 테스트의 전체 오토시퀀스® 결과값 |
| | 측정 결과값이 기설정 한계 내에 있다.(PASS) |
| | 측정 결과값이 기설정 한계 밖에 있다.(FAIL) |
| | PASS / FAIL 표시가 없는 측정 결과값. |
| | 측정이 수행되지 않음. |

# 4 시험 및 측정

## 4.1 전압, 주파수 및 상시퀀스

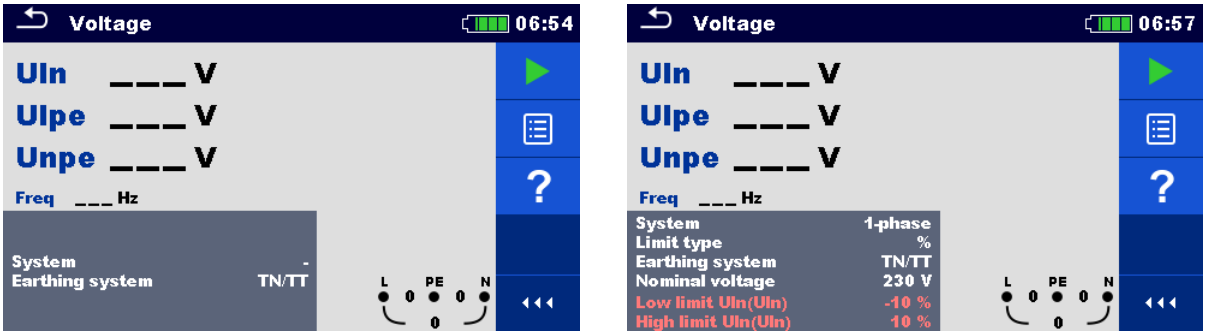



**그림 4.1: 전압 측정 메뉴**

### 측정 변수

| | |
|---|---|
| **System**[1)] | **전압 시스템** [-, 단상,3 상] |
| **Limit type** | **한계값 형식** [전압, %] |
| **Earthing system** | **접지 시스템** [TN/TT, IT] |
| **Nominal voltage**[2)] | **공칭 전압** [개인설정, 110 V, 115 V, 190 V, 200 V, 220 V, 230 V, 240 V, 380 V, 400 V, 415 V] |

1) 만약 System 변수가 '–'로 설정되었다면 설정 한계가 없다.

2) 한계 형식 변수가 %로 설정되었을 때만 활성화된다.

### TN/TT 접지시스템용 측정 한계값:

| | |
|---|---|
| **Low limit Uln**[3)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **High limit Uln**[3)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **Low limit Uln**[4)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, -20% … 20%] |
| **High limit Uln**[4)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, -20% … 20%] |
| **Low limit Ulpe**[3,4)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **High limit Ulpe**[3,4)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **Low limit Unpe**[3,4)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **High limit Unpe**[3,4)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **Low limit U12**[5)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |

| | |
|---|---|
| **High limit U12**[5)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **Low limit U13**[5)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **High limit U13**[5)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **Low limit U23**[5)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **High limit U23**[5)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **Low limit Ull**[6)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, -20% … 20%] |
| **High limit Ull**[6)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, -20% … 20%] |

3) 전압으로 설정된 단상 전압 시스템과 한계 형식의 경우

4) %로 설정된 단상 전압 시스템과 한계 형식의 경우

5) 전압으로 설정된 3 상 전압 시스템과 한계 형식의 경우

6) %로 설정된 3 상 전압 시스템과 한계 형식의 경우

**IT 접지시스템용 측정 한계값:**

| | |
|---|---|
| **Low limit U12**[7,9)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **High limit U12**[7,9)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **Low limit U12**[8)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, -20% … 20%] |
| **High limit U12**[8)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, -20% … 20%] |
| **Low limit U1pe**[7,8)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **High limit U1pe**[7,8)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **Low limit U2pe**[7,8)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **High limit U2pe**[7,8)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **Low limit U13**[9)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **High limit U13**[9)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **Low limit U23**[9)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **High limit U23**[9)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, 0 V … 499 V] |
| **Low limit Ull**[10)] | **최소 전압** [Off, 개인설정, -20% … 20%] |
| **High limit Ull**[10)] | **최대 전압** [Off, 개인설정, -20% … 20%] |

7) 전압으로 설정된 단상 전압 시스템과 한계 형식의 경우

8) %로 설정된 단상 전압 시스템과 한계 형식의 경우

9) 전압으로 설정된 3 상 전압 시스템과 한계 형식의 경우

10) %로 설정된 3 상 전압 시스템과 한계 형식의 경우

**결선 도면**

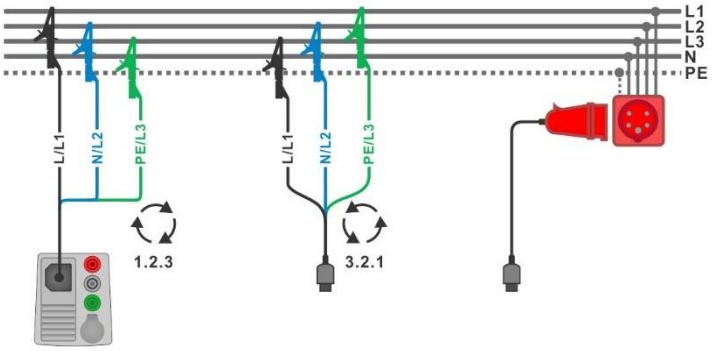



**그림 4.2: 3 상 시스템에서의 3 선 시험 리드선과 선택 어댑터 결선**

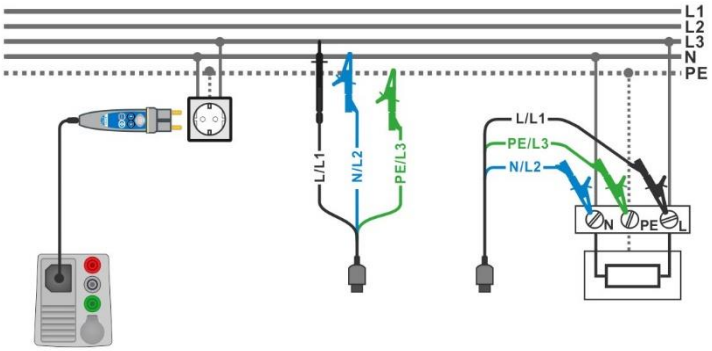



**그림 4.3: 단상 시스템에서의 플러그 커맨더와 3 선 시험 리드선 결선**

### 측정 절차

- **Voltage** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다(***그림 4.2*** 와 ***그림 4.3*** 을 보시오).
- 연속 측정을 시작한다.
- 측정을 중지한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

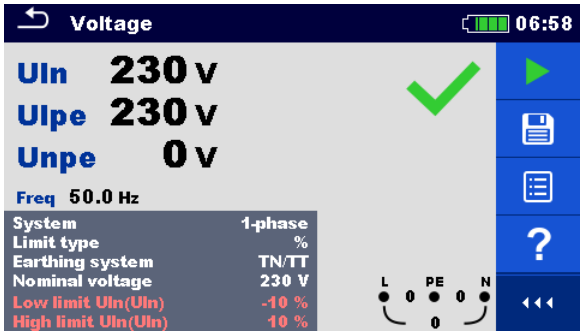



**그림 4.4: 단상 시스템의 전압 측정 결과 예시**

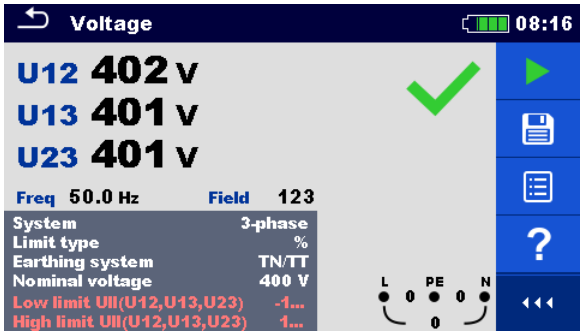



**그림 4.5: 3 상 시스템의 전압 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

단상 TN/TT 시스템:

| | |
|---|---|
| **Uln** | 상과 중성도체 간 전압 |
| **Ulpe** | 상과 보호도체 간 전압 |
| **Unpe** | 중성과 보호 도체 간 전압 |
| **Freq** | 주파수 |

단상 IT 시스템:

| | |
|---|---|
| **U12** | 상 L1 과 L2 간 전압 |
| **U1pe** | 상 L1 과 PE 간 전압 |
| **U2pe** | 상 L2 와 PE 간 전압 |
| **Freq** | 주파수 |

3 상 TN/TT 및 IT 시스템:

| | |
|---|---|
| **U12** | 상 L1 과 L2 간 전압 |
| **U13** | 상 L1 과 L3 간 전압 |
| **U23** | 상 L2 와 L3 간 전압 |
| **Freq** | 주파수 |
| **Field** | **1.2.3** - 올바른 결선 – 시계방향 회전 시퀀스<br>**3.2.1** - 무효 결선 – 반시계방향 회전 시퀀스 |

## 4.2 R iso – 절연저항

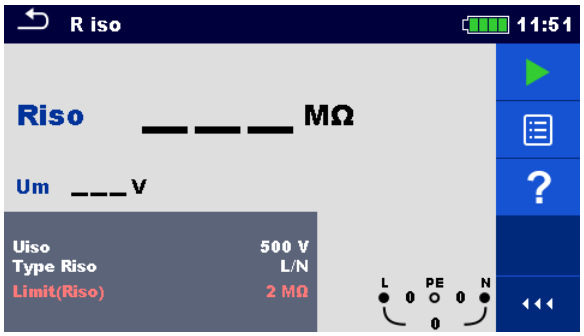



**그림 4.6: 절연저항 측정 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Uiso** | **공칭 시험 전압** [50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V, 2500 V] |
| **Type Riso**[1)] | **시험 형식** [-, L/PE, L/N, N/PE, L/L, L1/L2, L1/L3, L2/L3, L1/N, L2/N, L3/N, L1/PE, L2/PE, L3/PE] |
| **Limit(Riso)** | **최소 절연저항** [Off, 개인설정, 0.01 MΩ ... 100 MΩ] |

1) 절연 측정은 Type Riso 변수 설정에 의존한다. 아래표를 보시오.

| **Type Riso parameter** | 3 선 시험 리드선 및 팁 커맨더 측정 단자 ($U_N \leq 1$ kV) | 2.5 kV 시험 리드선 측정 단자 ($U_N$ =2.5 kV) |
|---|---|---|
| -<br>L-N<br>Lx-N<br>L/L<br>Lx-Ly | L 및 N | HV+ 및 HV- |
| L-PE<br>Lx-PE | L 및 PE | |
| N-PE | N 및 PE | |

***표 4.1: 절연저항 측정 단자 및 Type Riso 변수 의존성***

### *결선 도면*

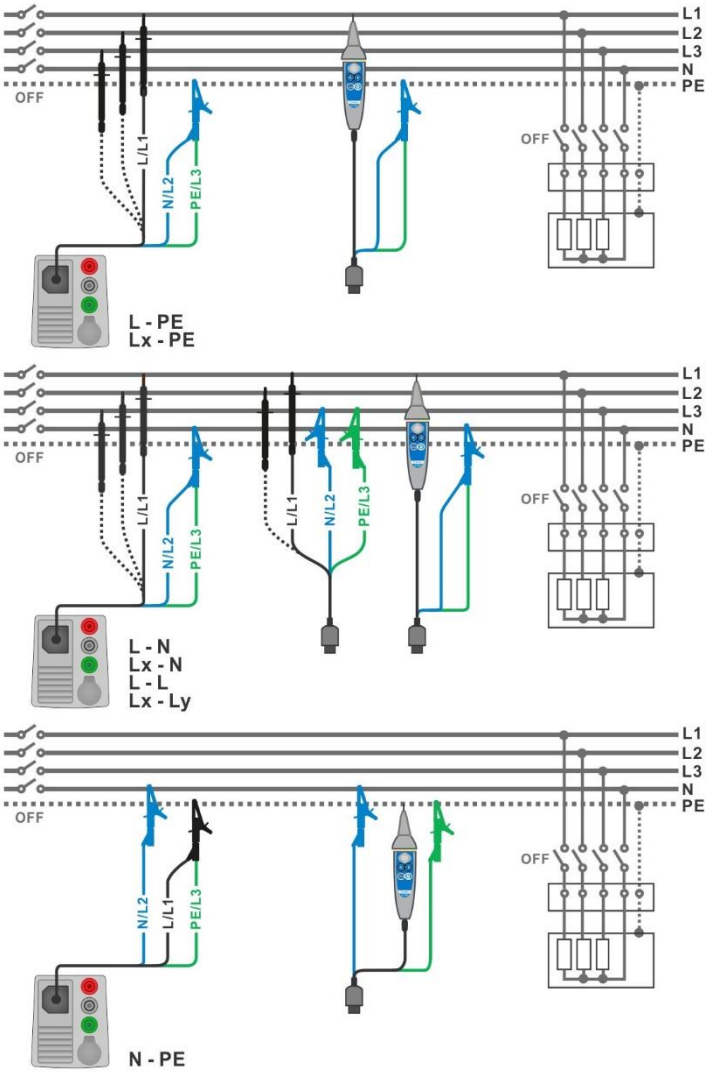



**그림 4.7: 3 선 시험 리드선 및 팁 커맨더 결선 ($U_N \leq 1$ kV)**

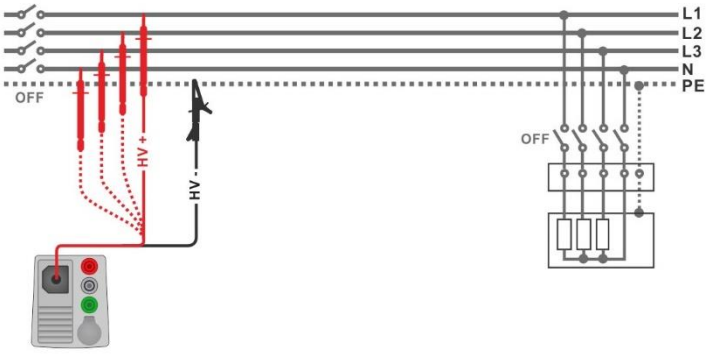



**그림 4.8: 2.5 kV 시험 리드선 결선 ($U_N$ =2.5 kV)**

### 측정 절차

- **R iso** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 필요한 경우 시험된 설비와 방전 설비를 주전원으로부터 차단한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다(***그림 4.7*** 과 ***그림 4.8*** 을 보시오).
  다른 시험 케이블이 공칭 시험 전압 $U_N \leq 1000$ V 및 $U_N = 2500$ V 로 시험하기 위해 사용되어야 한다. 또한, 다른 시험 단자들이 사용된다.
  표준 3 선 시험 리드선, 슈코(Schuko) 시험 케이블 또는 플러그 / 팁 커맨더는 공칭 시험 전압 ≤ 1000 V 로 절연시험용으로 사용될 수 있다.
  2500 V 절연시험에 대해, 2 선 2.5 kV 시험 리드선이 사용되어야 한다.
- 측정을 시작한다. 키를 길게 누르거나 터치스크린의 'Start test' 옵션을 길게 누르면, 연속 측정이 시작된다.
- 측정을 중지한다. 시험 중인 대상이 완전히 방전될 때까지 기다린다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

**그림 4.9: 절연저항 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Riso** | 절연저항 |
| **Um** | 실제 시험전압 |

### 4.2.1 부하 프리테스트

고절연 전압은 절연 측정을 하는 동안 연결된 장치에 잠재적으로 손상을 입힐 수 있다. 이러한 오용은 Settings 메뉴에서 부하 프리테스트 기능성을 활성화하여 예방할 수 있다. 부하 프리테스트는 낮고 안전한 교류 전압이 있는 시험단자의 임피던스를 측정한다. 만약 50 kΩ 이하의 임피던스가 감지되면, 시험 전압이 가압되기 전에 장치를 차단하도록 하는 경고 메시지가 표시된다(***그림 4.10*** 을 보시오). 절연 측정 전압이 YES 가 선택된 후에만 가압된다. NO 는 측정을 중지시킨다.

만약 50 kΩ 이상의 임피던스가 부하 프리테스트 동안 측정이 된다면, 절연시험은 자동으로 다음으로 이어진다.

| **시험 기능** | **Type Riso 변수** | **부하 프리테스트 단자** | |
|---|---|---|---|
| | | 3 선 시험 리드선 및 팁 커맨더 측정 단자 ($U_N \leq 1$ kV) | 2.5 kV 시험 리드선 측정 단자 ($U_N$ =2.5 kV) |
| Riso | -<br>L/N<br>Lx/N<br>L/L<br>Lx/Ly | L-N | × |
| | L/PE<br>Lx/PE | L-PE | × |
| | N/PE | N-PE | × |
| Riso - all | | L-N, L-PE, N-PE | × |

×..... 미적용

***표 4.2: 절연저항 측정 단자 및 부하 프리테스트 의존성***

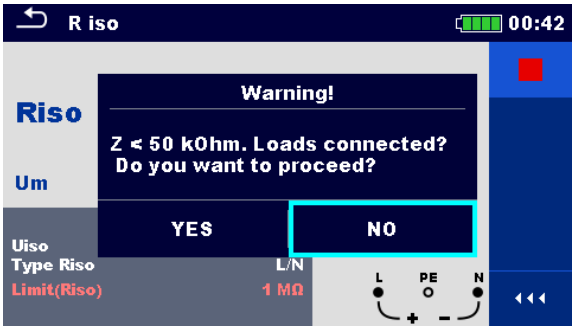



**그림 4.10: 부하 프리테스트 경고 메시지**

## 4.3 R iso all – 절연저항

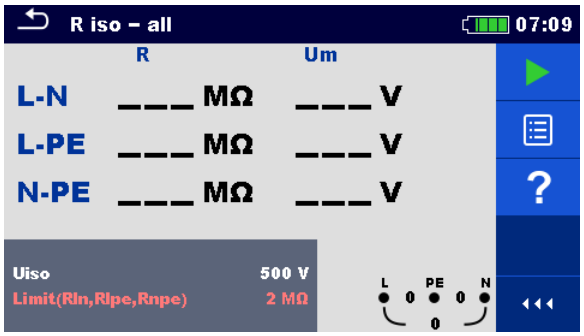



**그림 4.11: R iso - all 측정 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Uiso** | **공칭 시험 전압** [50 V, 100 V, 250 V, 500 V, 1000 V] |
| **Limit** | **최소 절연저항** [Off, 개인설정, 0.01 MΩ ... 100 MΩ] |

절연은 항상 모든 세 개의 시험리드선 사이에서 측정된다.

### 결선 도면

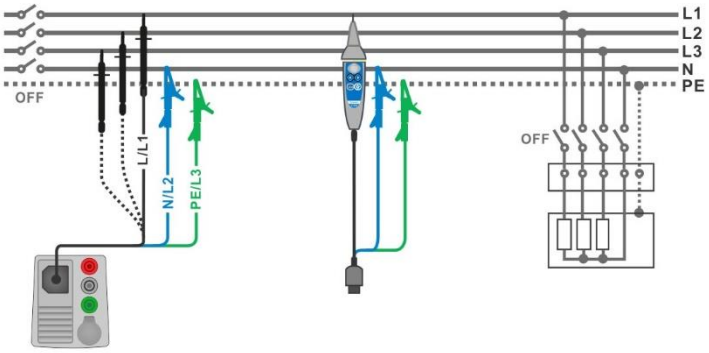



**그림 4.12: 3 선 시험리드선 및 팁 커맨더 결선**

### 측정 절차

- **R iso - all** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 필요한 경우 시험된 설비와 방전 설비를 주전원으로부터 차단한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다(***그림 4.12*** 를 보시오).
  표준 3 선 시험 리드선, 슈코(Schuko) 시험 케이블 또는 플러그 / 팁 커맨더가 사용될 수 있다.

- 측정을 시작한다.
- 시험 중인 대상이 완전히 방전될 때까지 기다린다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

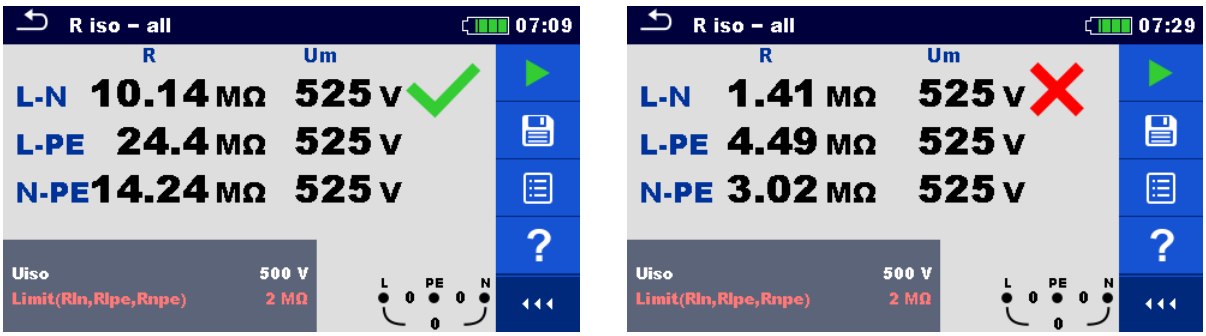



**그림 4.13: R iso - all 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | | |
|---|---|---|
| **Riso** | **L-N** | L 과 N 단자 간 절연저항 |
| | **L-PE** | L 과 PE 단자 간 절연저항 |
| | **N-PE** | N 과 PE 단자 간 절연저항 |
| **Um** | **L-N** | L 과 N 단자 간 실제 시험전압 |
| | **L-PE** | L 과 PE 단자 간 실제 시험전압 |
| | **N-PE** | N 과 PE 단자 간 실제 시험전압 |

## 4.4 DAR 및 PI 진단

**DAR** (**진단 흡수율**)은 30 초와 1 분 후에 측정된 절연 저항값의 비율이다. DC 시험 전압이 전체 측정 기간 동안 존재한다.

$$DAR = \frac{R_{ISO}(1\ \text{min})}{R_{ISO}(15\ \text{s})}$$

**PI** (**편광 지수**)는 1 분 후와 10 분 후에 측정된 절연저항 값의 비율이다. DC 시험 전압은 전체 측정 기간 동안 존재한다.

$$PI = \frac{R_{ISO}(10\ \text{min})}{R_{ISO}(1\ \text{min})}$$

PI 및 DAR 진단에 관한 추가 정보에 관해서, Metrel 의 핸드북 **현대식 절연 시험**을 참고하시오.

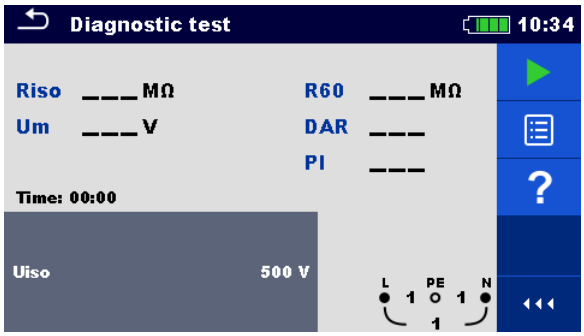



**그림 4.14: 진단 시험 메뉴**

**측정 변수 / 한계**

| | |
|---|---|
| **Uiso** | **공칭 시험 전압** [500 V, 1000 V, 2500 V] |

**결선 도면**

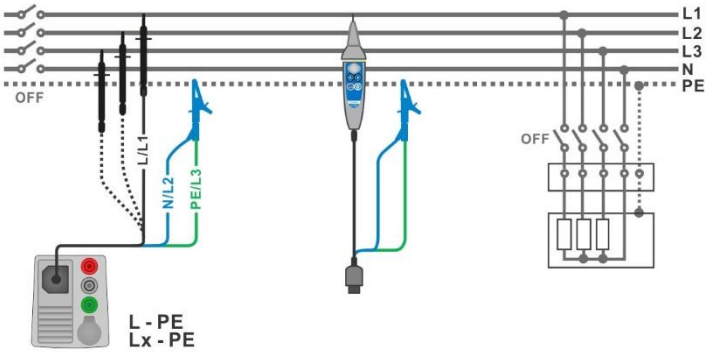



**그림 4.15: 3 선 시험리드선과 팁 커맨더 결선 ($U_N$ ≤ 1 kV)**

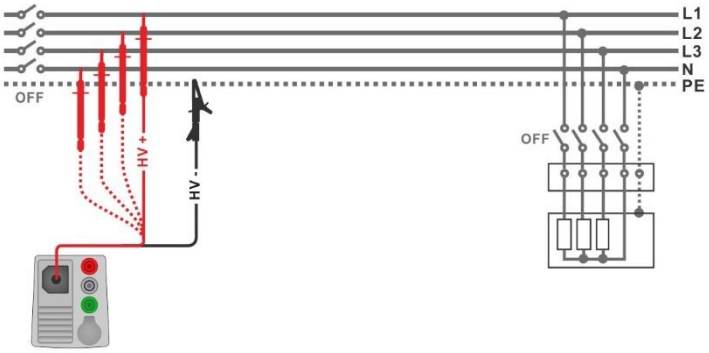



**그림 4.16: 2.5 kV 시험 리드선 결선 ($U_N$ = 2.5 kV)**

### 측정 절차

- **Diagnostic test** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 필요한 경우 시험된 설비와 방전 설비를 주전원으로부터 차단한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다(***그림 4.15*** 와 ***그림 4.16*** 을 보시오).
  다른 시험 케이블이 공칭 시험 전압 $U_N$ ≤ 1000 V 및 $U_N$= 2500 V 로 시험하기 위해 사용되어야 한다. 또한, 다른 시험 단자들이 사용된다.
  표준 3 선 시험 리드선, 슈코(Schuko) 시험 케이블 또는 플러그 / 팁 커맨더는 공칭 시험 전압 ≤ 1000 V 로 진단시험용으로 사용될 수 있다. 2500 V 절연시험에 대해, 2 선 2.5 kV 시험 리드선이 사용되어야 한다.
- 측정을 시작한다. 내부타이머가 증가하기 시작한다. 내부타이머가 1 분에 도달하면, R60 과 DAR 계수가 표시되고, 삐 소리가 짧게 들린다. 측정은 언제든지 중단될 수 있다.
- 내부타이머가 10 분에 도달하면, PI 계수가 표시되고, 측정이 완료된다. 시험 중인 대상이 완전히 방전될 때까지 기다린다.
- 측정이 완료된 후에, 시험 품목이 완전히 방전될 때까지 기다린다.

- 결과값을 저장한다(선택적).

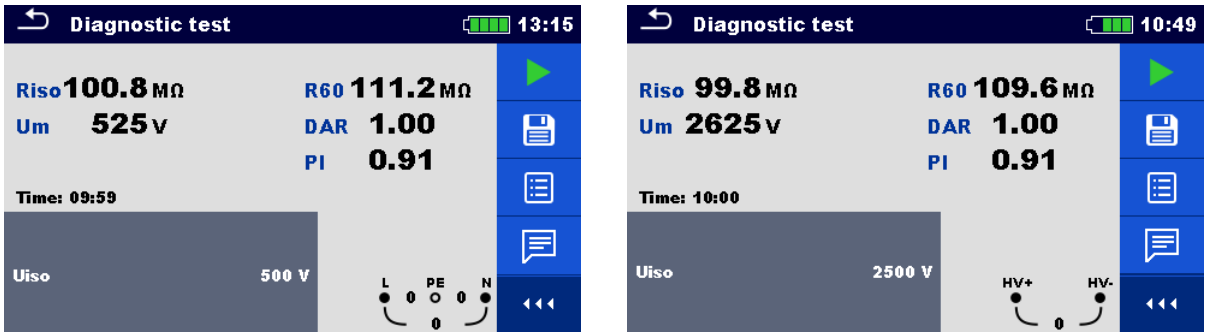



**그림 4.17: 진단 시험 결과 예시**

**측정 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **Riso** | 절연저항 |
| **Um** | 실제 시험전압 |
| **R60** | 60 초 후 저항 |
| **DAR** | 유전 흡수율 |
| **PI** | 편광 지수 |

## 4.5 배리스터 시험

### 측정 원칙

전압 램프(ramp)는 50 V부터 시작되고 100 V/s(Range 변수를 1000 V에 설정) 또는 350 V/s(Range 변수를 2500 V에 설정)의 기울기로 증가한다. 정의된 말단 전압이 도달하거나 시험 전류가 1 mA를 초과한다면 측정이 종료된다.

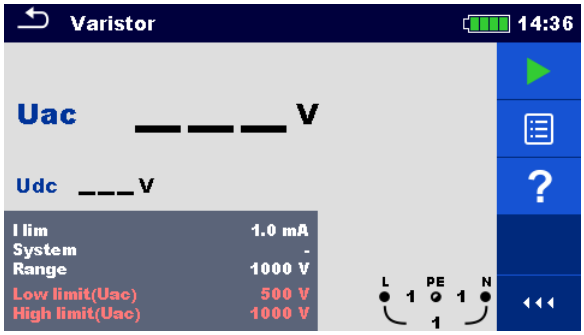



**그림 4.18: 배리스터 시험 메인 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **I lim** | **전류 한계** [1.0 mA] |
| **System** | **시스템** [-, TT, TN, TN-C, TN-S] |
| **Range** | **시험전압 범위** [1000 V, 2500 V] |
| **Low limit (Uac)** | **저 파괴 한계값**<br>**1000 V** 범위 [Off, 50 V … 620 V]<br>**2500 V** 범위 [Off, 50 V … 1550 V] |
| **High limit (Uac)** | **고 파괴 한계값**<br>**1000 V** 범위 [Off, 50 V … 620 V]<br>**2500 V** 범위 [Off, 50 V … 1550 V] |

### 배리스터 시험용 시험 회로

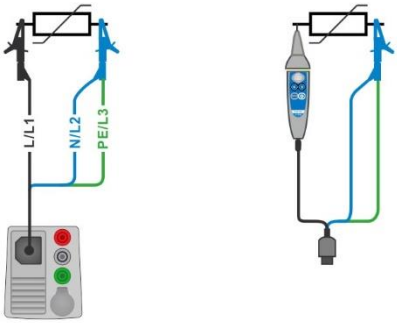


**그림 4.19: 3 선 시험리드선과 팁 커맨더 결선 (Range: 1000 V)**

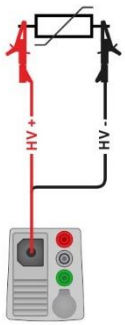



**그림 4.20: 2.5 kV 시험 리드선 결선 (Range: 2500 V)**

### 측정 절차

- **Varistor Test** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다(***그림 4.19*** 와 ***그림 4.20*** 을 보시오).
  다른 시험 케이블이 Range: 1000 V 또는 2500 V 인 경우에 사용되어야 한다. 또한, 다른 시험 단자들이 사용된다.
  Range: 1000 V 에서 시험을 할 때, 표준 3 선 시험리드선 또는 팁 커맨더가 배리스터 시험용으로 사용될 수 있다. Range: 2500 V 가 선택될 때, 2 선 2.5 kV 시험 리드선이 배리스터 시험용으로 사용되어야 한다.
- 측정을 시작한다.
  정의된 말단 전압이 도달하거나 시험 전류가 1 mA 를 초과한다면 측정이 종료된다.
- 측정이 완료된 후에, 시험 품목이 완전히 방전될 때까지 기다린다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

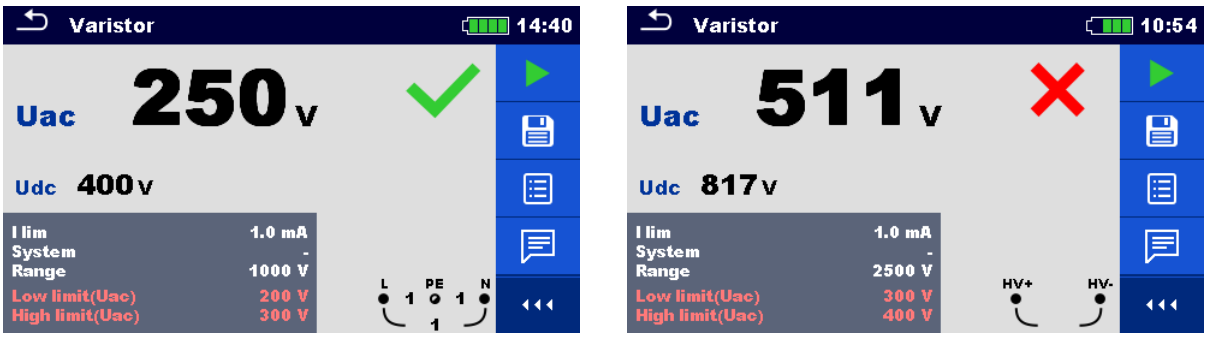



**그림 4.21: 배리스터 시험 결과 예시**

**측정 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **Uac** | 계산된 교류 파괴전압 |
| **Udc** | 파괴전압 |

**Uac 전압의 의미**

교류 네트워크용으로 고안된 보호장치는 공칭 주전압의 피크값 이상 약 15 %로 일반적인 차원이다. Udc와 Uac 간의 관계식은 다음과 같다.

$$Uac \approx \frac{Udc}{1.15 \times \sqrt{2}}$$

Uac 전압은 시험한 보호 장치에 대해 규정된 전압과 직접 비교될 수 있다.

## 4.6 R low – 접지저항 결선과 등전위 결합

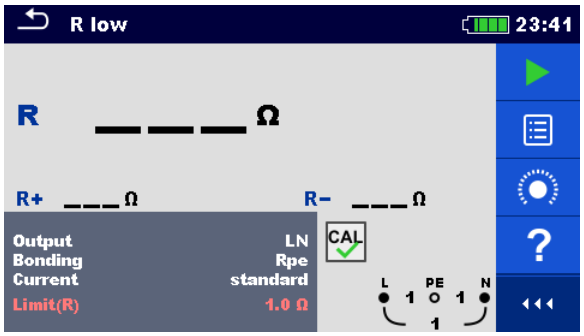



**그림 4.22: R low 측정 메뉴**

**측정 변수 / 한계**

| | |
|---|---|
| **Output**[1)] | [LPE, LN] |
| **Bonding** | [Rpe, Local] |
| **Current** | [standard, ramp] |
| **Limit(R)** | **최대 저항** [Off, 개인설정, 0.1 Ω ... 20.0 Ω] |

[1)] R low 측정은 출력 변수 설정에 의존한다. 아래표를 보시오.

| 출력 | 시험 단자 |
|---|---|
| LN | L 과 N |
| LPE | L 과 PE |

**결선 도면**

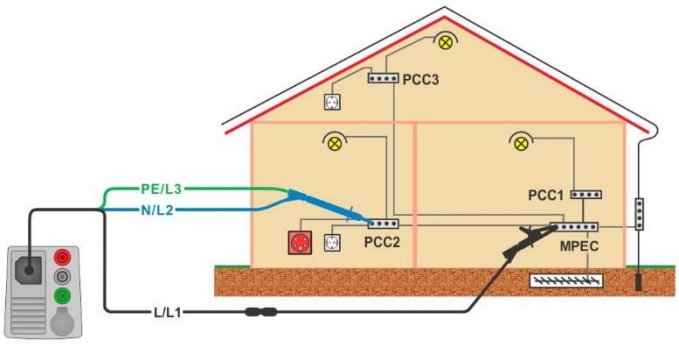



**그림 4.23: 3 선 시험 리드선 결선 + 선택적 연장선 결선**

### 측정 절차

- **R low** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 3 선 시험 리드선을 제품에 연결한다.
- 필요시 시험 리드선 저항을 보상한다. *오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.***항** *오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.*을 보시오.
- 주 전원으로부터 시험 설비를 차단하고 방전 절연을 필요로 한다.
- 시험 리드선을 연결하려면, ***그림 4.23*** 을 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

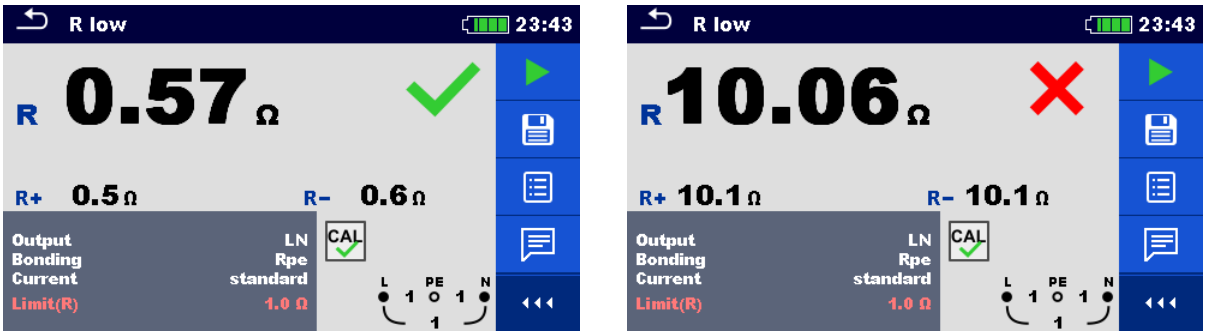



**그림 4.24: R low 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **R** | 저항 |
| **R+** | 양(+)의 시험 극성 결과값 |
| **R-** | 음(-)의 시험 극성 결과값 |

## 4.7 R low 4W

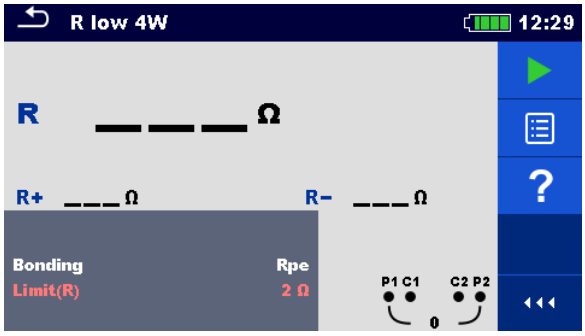



**그림 4.25: R low 4W 측정 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Bonding** | [Rpe, Local] |
| **Limit(R)** | **최대 저항** [Off, 개인설정, 0.1 Ω … 20.0 Ω] |

### 결선 도면

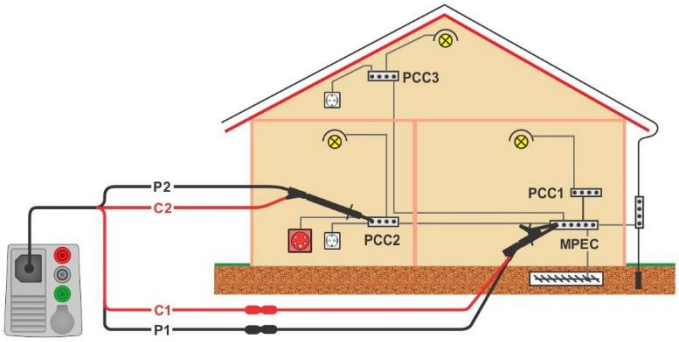



**그림 4.26: 4 선 시험 리드선 결선 + 선택적 연장선 결선**

### 측정 절차

- **R low 4W** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 4 선 시험 리드선을 제품에 연결한다.
- 주 전원으로부터 시험 설비를 차단하고 방전 절연을 필요로 한다.

- 시험리드선을 시험 중인 장치에 연결한다. ***그림 4.26*** 을 보시오. 필요시 연장선을 사용하시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

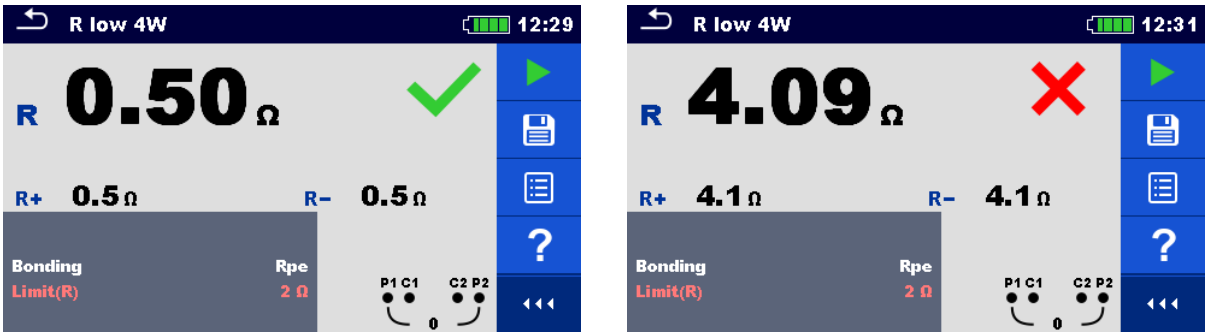



**그림 4.27: R low 4W 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **R** | 저항 |
| **R+** | 양(+)의 시험 극성 결과값 |
| **R-** | 음(-)의 시험 극성 결과값 |

## 4.8 Continuity – 저전류로 연속 저항 측정

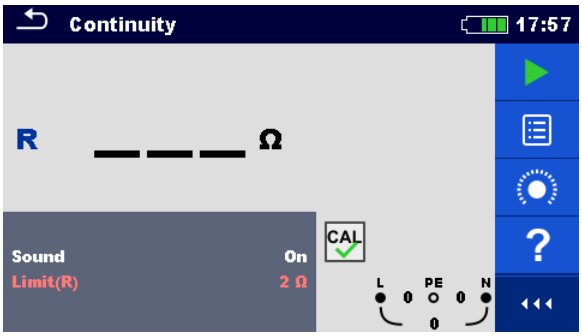



**그림 4.28: Continuity 저항 측정 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Sound** | [On*, Off] |
| **Limit(R)** | **최대 저항** [Off, 개인설정, 0.1 Ω ... 20.0 Ω] |

*저항이 설정 한계값보다 낮으면 제품에서 소리가 난다.

### 결선 도면

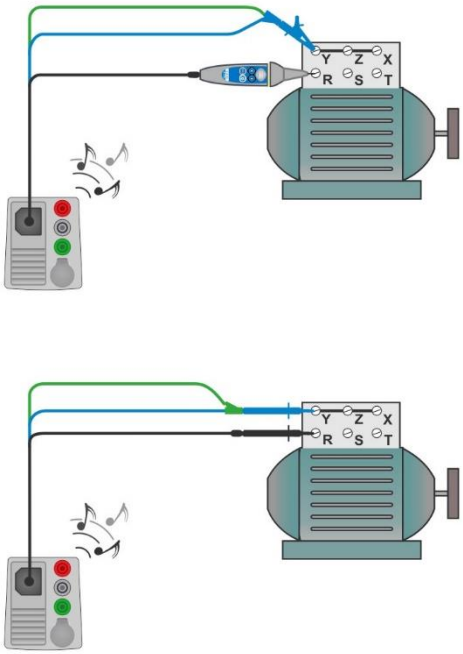



**그림 4.29: 팁 커맨더와 3 선 시험 리드선 적용**

**측정 절차**

- **Continuity** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 필요시 시험 리드선 저항을 보상한다. *오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.***항** *오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.*을 보시오.
- 주전원으로부터 시험 중인 장치를 차단하고 필요시 방전하시오.
- 시험리드선을 시험 중인 장치에 연결한다. ***그림 4.26*** 를 보시오.
- 연속 측정을 시작한다.
- 측정을 중지한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

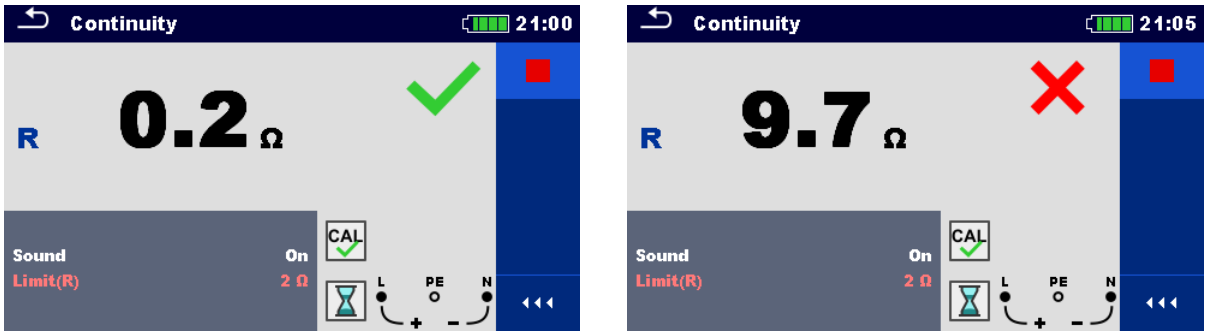



**그림 4.30: Continuity 저항 측정 결과 예시**

**측정 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **R** | 저항 |

## 4.8.1 시험 리드선 저항 보상

이 장은 **R low** 및 **Continuity** 기능에 있어 시험 리드선 저항을 보상하는 방법을 설명하고 있다. 시험 리드선 저항의 영향과 측정된 저항에 제품의 입력 저항을 제거하는 데 보상이 필수적이다. 따라서, 리드선 보상은 정확한 결과값을 얻는 데 아주 중요한 특성이다.
만약 보상이 성공적으로 수행된다면, CAL 심볼이 표시된다.

**시험 리드선 저항 보상 연결**

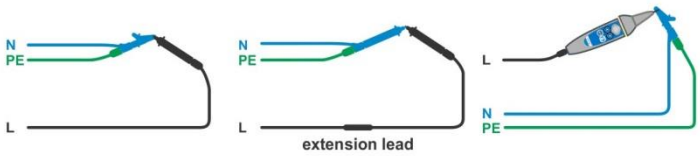



**그림 4.31: 단락된 시험 리드선**

### 시험 리드선 저항 보상 절차

- **R low** 또는 **Continuity** 기능을 시작한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결하고, 모든 시험 리드선을 함께 단락시킨다. ***그림 4.31*** 을 보시오.
- 리드선 저항을 보상하려면 키를 터치한다.

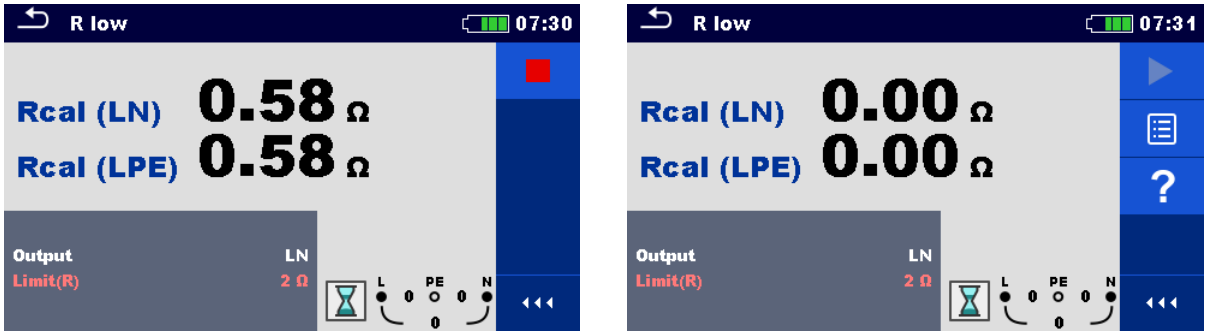



**그림 4.32: 기존과 신규 보정값 결과**

## 4.9 RCDs 시험

다양한 시험과 측정은 RCD 보호 설비에서 RCD 를 검증하는 데 필수적이다. 측정은 EN 61557-6 표준에 근거한다.
다음과 같은 측정과 시험(하위기능)이 수행 가능하다.

- 접촉 전압,
- 가동중단 시간,
- 가동중단 전류 및
- RCD 자동 시간.

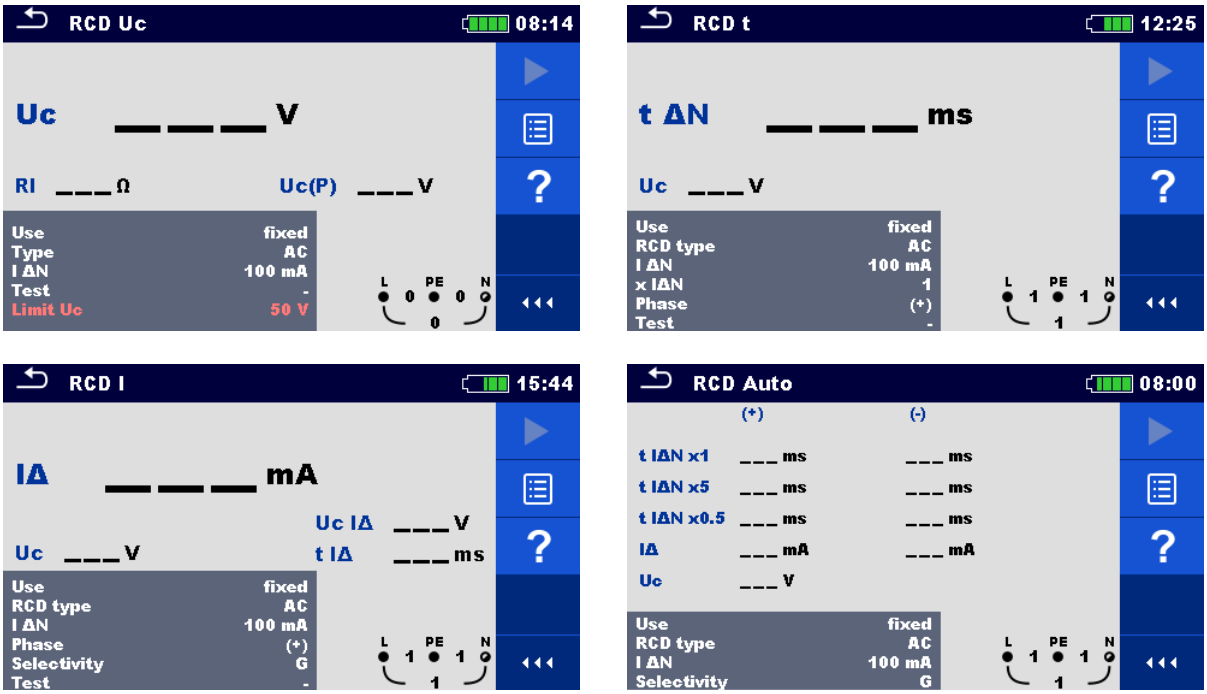



**그림 4.33: RCD 메뉴**

### 시험 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **I ΔN** | **정격 RCD 잔류 전류 민감도** [10 mA, 15 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1000 mA] |
| **I ΔN/ I ΔNdc** | **특정 RCD 형식용 정격 RCD 잔류 전류 민감도** [30 mA / 6 mA d.c., - / 6 mA d.c.] [1)] |
| **RCD type** | **RCD 형식** [AC, A, F, B, B+, EV RCD[1)], MI RCD[1)], EV RCM[1)]] |
| **Use** | **RCD / PRCD 선택** [fixed, PRCD, PRCD-2p, PRCD-3p, PRCD-S, PRCD-S+, PRCD-K, 기타] |
| **Selectivity** | **Characteristic** [G, S] |
| **x IΔN** | **시험 전류용 증배 계수** [0.5, 1, 2, 5] |
| **x IΔN d.c.** | **DC 시험 전류용 증배 계수** [0.5, 1, 10, 33.33, 50] [1)] |

| | |
|---|---|
| **Phase** | **시동 극성** [(+), (-), (+,-)] |
| **Test** | **시험** [-, L/PE, L1/PE, L2/PE, L3/PE] |
| **Test** | **시험 전류 모양** [a.c., d.c.] [2)] |
| **Sensitivity** | **민감도** [표준, Ipe 모니터링] [3)] |
| **Uc (P)** | **접촉 전압, 외부 프로브** [On, Off] |
| **Limit Uc** | **시험과 측정용 시험 변수** [개인설정, 12 V, 25 V, 50 V] |
| **RCD Standard** | **더 많은 정보를 알려면 사용자 지침서를 참고하시오.** |
| **EV RCD/RCM Standard** | **더 많은 정보를 알려면 사용자 지침서를 참고하시오.** |
| **Earthing system** | **더 많은 정보를 알려면 사용자 지침서를 참고하시오.** |

1) 변수 'Use'가 기타 장치(전기차(EV) RCDs/RCMs 및 휴대용 장치(MI) RCDs 용)에 설정되었을 때만 변수가 사용 가능하게 된다.

2) RCD I 또는 RCD t 시험이 선택되고 변수 'Use'가 'other'에 선택될 때만 변수가 사용 가능하게 된다.

3) 변수 'Use'가 PRCD, PRCD-3p, PRCD-S+ 또는 PRCD-K 에 설정되었을 때만 변수가 사용 가능하게 된다.

**결선 도면**

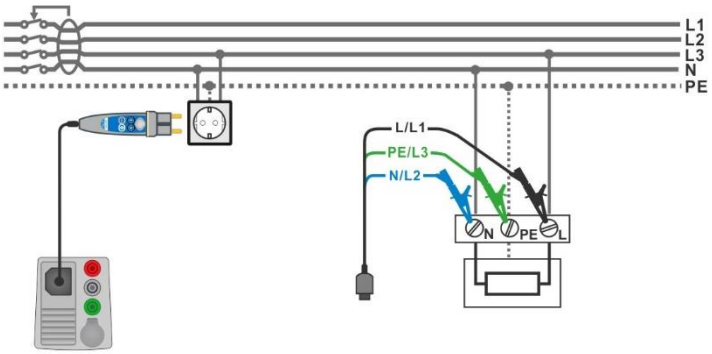



**그림 4.34: 플러그 커맨더와 3 선 시험 리드선 결선**

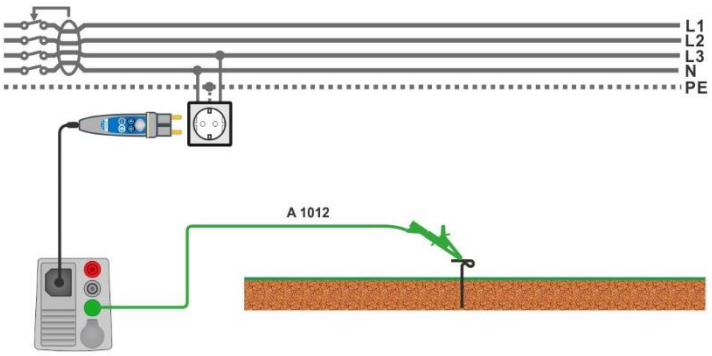



**그림 4.35: Uc(P) 측정용 결선**

### 4.9.1 RCD Uc – 접촉전압

공칭 잔류 전류의 $\frac{1}{3}$까지의 전류 측정은 접촉전압 측정용으로 사용된다.

접촉전압 측정은 고장전류 시간/전류 시험 이전에 수행된다. 만약, 이 선행 시험 동안에 한계전압(예: 50V)에 도달하면, 고장전류 시험은 안전을 이유로 중지된다.

#### 4.9.1.1 RCD Uc(P) – 외부 프로브 사용 접촉전압

접촉전압 측정은 외부 시험 프로브를 사용하여 수행할 수도 있다. 외부 프로브를 기준전위용 접지에 위치시키시오.

결선에 대해서, ***그림 4.35** 오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.*을 보시오.
접촉전압 측정 이전에, Uc(P) 변수가 On 에 설정되었는 지 확인한다.

**시험 절차**

- **RCD Uc** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더의 L, N 및 PE 를 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.34*** 을 보시오.
- 시험리드선을 P/S 단자와 외부 접지점에 연결한다(선택적, ***그림 4.35*** 를 보시오).
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

접촉전압 결과값 Uc 와 Uc(P)은 RCD 의 정격 공칭 잔류 전류와 관련이 있고, 고유계수가 곱해진다(RCD 형식과 시험 전류 형식에 의존). 1.05 계수가 결과값 음(-)의 오차를 피하기 위해 적용된다. 상세한 접촉전압 계산 인자를 알려면 ***표 4.3*** 을 보시오.

| RCD 형식 | | 접촉전압 Uc 와 Uc(P) 비례 | 정격 $I_{\Delta N}$ |
|---|---|---|---|
| **AC, EV, MI (교류 부분)** | G | $1.05\times I_{\Delta N}$ | any |
| **AC** | S | $2\times1.05\times I_{\Delta N}$ | |
| **A, F** | G | $1.4\times1.05\times I_{\Delta N}$ | ≥ 30 mA |
| **A, F** | S | $2\times1.4\times1.05\times I_{\Delta N}$ | |
| **A, F** | G | $2\times1.05\times I_{\Delta N}$ | < 30 mA |
| **A, F** | S | $2\times2\times1.05\times I_{\Delta N}$ | |
| **B, B+** | G | $2\times1.05\times I_{\Delta N}$ | any |
| **B, B+** | S | $2\times2\times1.05\times I_{\Delta N}$ | |

***표 4.3: Uc, Uc(P) 및 $I_{\Delta N}$ 간의 관계***

고장 회로 저항은 Uc 결과값으로부터의 지표이고 계산이다(추가 비례상수 없음). 계산식은 다음과 같다.

$R_L = \frac{U_C}{I_{\Delta N}}$.

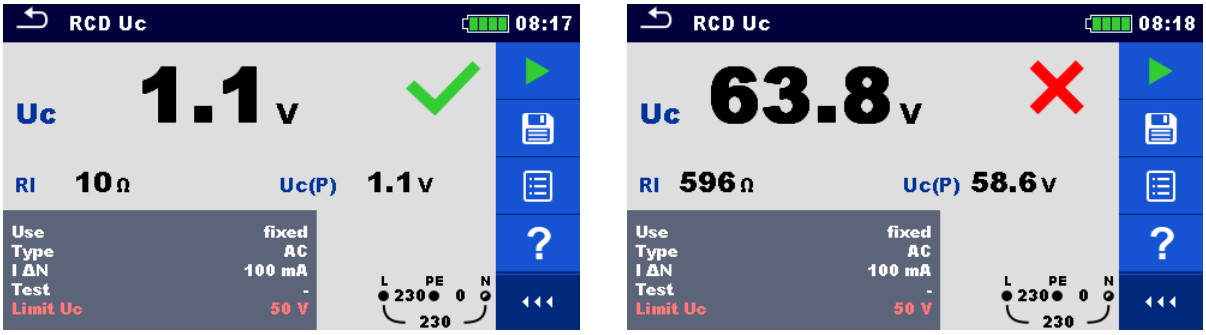



**그림 4.36: 접촉전압 측정 결과 예시**

**시험 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **Uc** | 접촉 전압 |
| **Uc(P) – if selected** | 접촉 전압, 외부 프로브 |
| **RI** | 고장 회로 저항 |

### 4.9.2 RCD t – 가동중단 시간

**시험 절차**

- **RCD t** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더를 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.34*** 를 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

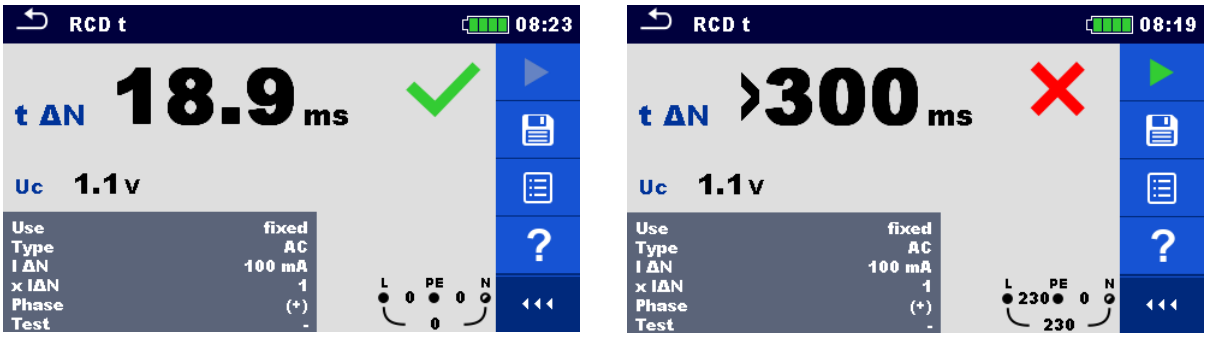



**그림 4.37: 가동중단 시간 측정 결과 예시**

**시험 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **t ΔN** | 가동중단 시간 |
| **Uc** | 정격 $I_{\Delta N}$ 에 대한 접촉 전압 |

### 4.9.3 RCD I – 가동중단 전류

제품은 다음과 같은 적정 범위를 통해 조금씩 단계적으로 시험 전류를 증가시킨다.

| RCD 형식 | 경사도 범위 | | 파형 |
|---|---|---|---|
| | 시작값 | 최종값 | |
| **AC** | $0.2\times I_{\Delta N}$ | $1.1\times I_{\Delta N}$ | 사인파 |
| **IEC 62752:<br>EV RCD, EV RCM, MI RCD (교류 부분)** | $0.2\times I_{\Delta N}$ | $1.0\times I_{\Delta N}$ | 사인파 |
| **IEC 62955:<br>EV RCD, EV RCM, MI RCD (교류 부분)** | $0.2\times I_{\Delta N}$ | $1.0\times I_{\Delta N}$ | 사인파 |
| **A, F ($I_{\Delta N}\geq$ 30 mA)** | $0.2\times I_{\Delta N}$ | $1.5\times I_{\Delta N}$ | 펄스파 |
| **A, F ($I_{\Delta N}$ = 10 mA)** | $0.2\times I_{\Delta N}$ | $2.2\times I_{\Delta N}$ | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **B, B+** | $0.2\times I_{\Delta N}$ | $2.2\times I_{\Delta N}$ | DC |
| **IEC 62752:**<br>**EV RCD, EV RCM, MI RCD (직류 부분)** | 1.2 mA | 6.0 mA | DC |
| **IEC 62955:**<br>**EV RCD, EV RCM, MI RCD (직류 부분)** | 1.2 mA | 6.0 mA | DC |

***표 4.4: RCD 형식, 경사도 범위 및 시험전류 간의 관계***

RCD 가 가동중단 되지 않은 경우에는 최대 시험 전류는 $I_{\Delta}$ (가동중단 전류)이거나 또는 최종값이다.

### 시험 절차

- **RCD I** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더를 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.34*** 를 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

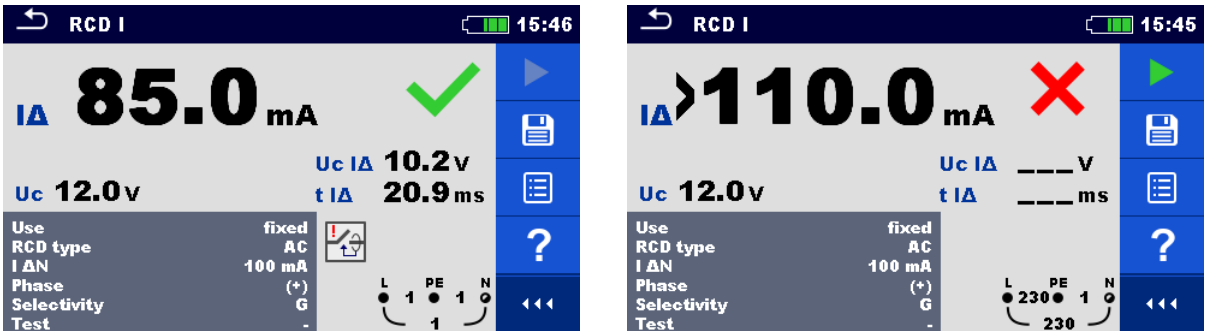



**그림 4.38: 가동중단 전류 측정 결과 예시**

### 시험 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **IΔ** | 가동중단 전류 |
| **Uc** | 접촉전압 |
| **Uc IΔ** | RCD 가 가동중단 되지 않은 경우에는 접촉전압은 $I_{\Delta}$ (가동중단 전류)이거나 값이 없다. |
| **t IΔ** | 가동중단 시간에서의 가동중단 전류 $I_{\Delta}$ |

## 4.10 RCD Auto – RCD 자동 시간

RCD 자동시험 기능은 제품에 의해 안내된 하나의 자동 시험 세트에서 전체 RCD 시험 (차동 잔류 전류에서의 가동중단 시간, 가동중단 전류 및 접촉전압)을 수행하도록 되어 있다.

### RCD 자동 시간 절차

| RCD 자동 시간 단계 | 유의사항 |
|---|---|
| ‣ **RCD Auto** 기능을 시작한다.<br>‣ 시험 변수 / 한계를 설정한다.<br>‣ 시험 케이블을 제품에 연결한다.<br>‣ 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더를 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.34*** 를 보시오. | |
| ‣ 측정을 시작한다. | 시험 시작 |
| $I_{\Delta N}$ d.c. 로 시험, (+) 양극 (1 단계) [1]. | RCD 가동중단 |
| ‣ **Re-activate RCD**.<br>$I_{\Delta N}$ d.c., (-) 음극 (2 단계) [1]. | RCD 가동중단 |
| ‣ **Re-activate RCD**. | |
| $I_{\Delta N}$, (+) 양극 (3 단계) [2]. | RCD 가동중단<br>잔류 교류 전류에 대한 불감동 시간 동안 RCD 가동중단되지 않음 (IEC 62955). |
| ‣ **Re-activate RCD** 필요시.<br>$I_{\Delta N}$ 로 시험, (-) 음극 (4 단계) [2]. | RCD 가동중단<br>잔류 교류 전류에 대한 불감동 시간 동안 RCD 가동중단되지 않음 (IEC 62955). |
| ‣ **Re-activate RCD** 필요시.<br>$5\times I_{\Delta N}$ 로 시험, (+) 양극 (5 단계) [2]. | RCD 가동중단 |
| ‣ **Re-activate RCD**.<br>$5\times I_{\Delta N}$ 로 시험, (-) 음극 (6 단계) [2]. | RCD 가동중단 |
| ‣ **Re-activate RCD**.<br>$½\times I_{\Delta N}$ 로 시험, (+) 양극 (7 단계) [2].<br>$½\times I_{\Delta N}$ 로 시험, (-) 음극 (8 단계) [2]. | RCD 가동중단되지 않음<br>RCD 가동중단되지 않음 |
| 가동중단 전류 시험, (+) 양극 (9 단계) [2]. | RCD 가동중단 |
| ‣ **Re-activate RCD**.<br>가동중단 전류 시험, (-) 음극 (10 단계) [2]. | RCD 가동중단 |
| ‣ **Re-activate RCD**[1]. | |

직류부분에 대한 가동중단 전류 시험, (+) 극성 (11 단계). RCD 가동중단

- **Re-activate RCD**[1].

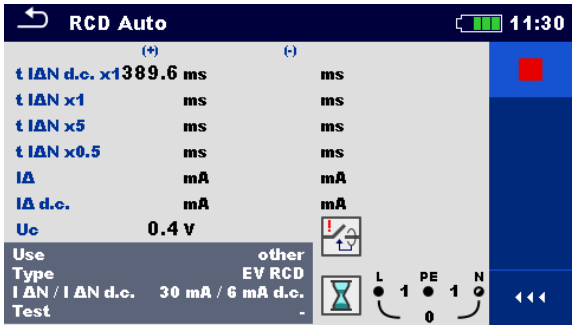
직류부분에 대한 가동중단 전류 시험, (-)극성 (12 단계). RCD 가동중단

- **Re-activate RCD**.

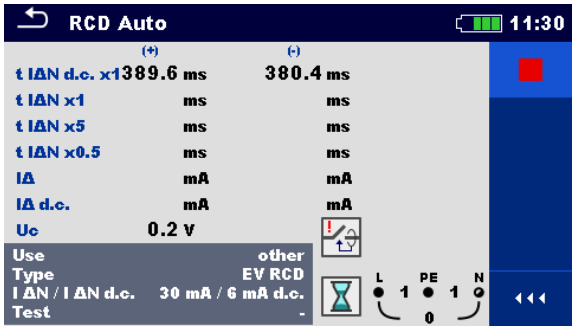
결과값을 저장한다(선택적). 시험 종료

[1] 변수 'Use'가 'other'에 설정되고, 변수 유형(Type)이 'EV RCD', 'EV RCM' 또는 'MI RCD'에 설정되어 있을 때만 1, 2, 11 및 12 단계가 수행된다. 가동중단 시간이 IEC 62752 또는 IEC 62955 에 따라 측정된다.

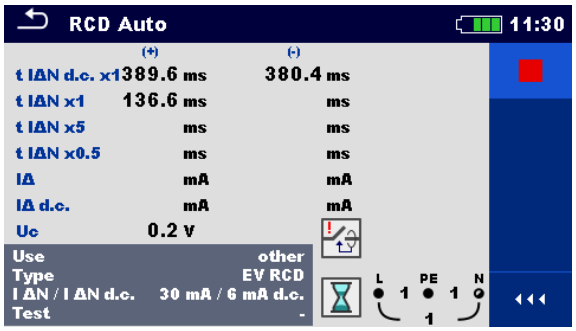
[2] 변수 'Use'가 'other'에 설정되고, 변수 유형(Type)이 'EV RCD', 'EV RCM' 또는 'MI RCD'에 설정되어 있을 때, 잔류 교류 전류에 대한 가동중단 시간 또는 불감동 시간이 IEC 62752 또는 IEC 62955 에 따라 측정된다.



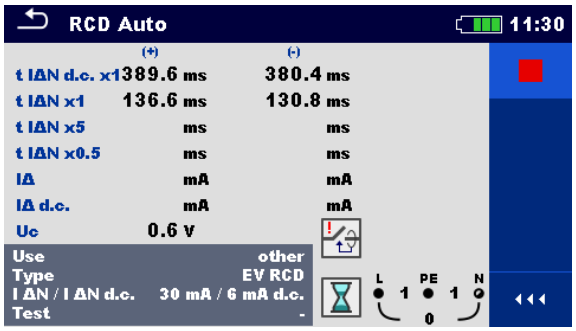

**1 단계**



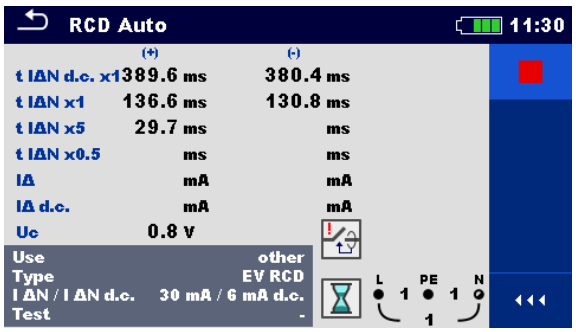

**2 단계**

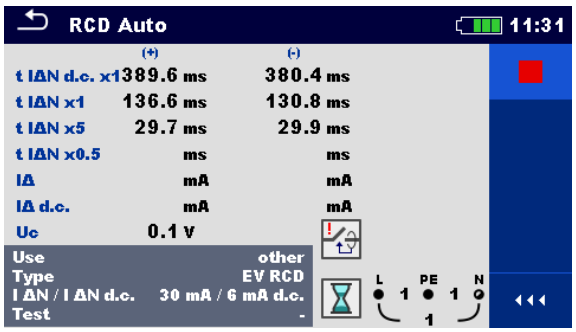



**3 단계**

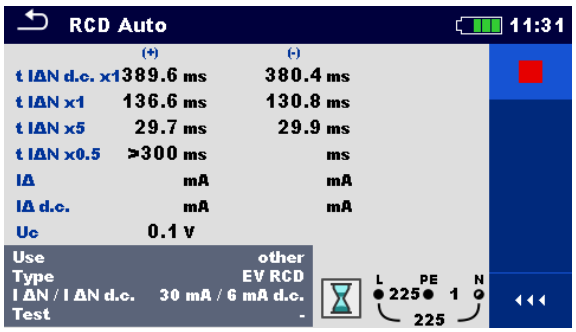



**4 단계**

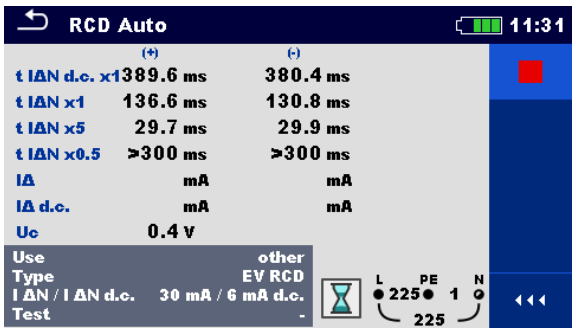


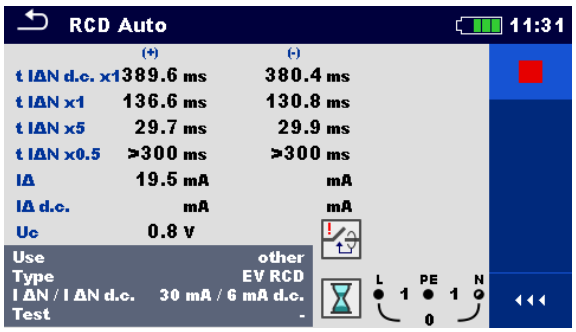
**5 단계**



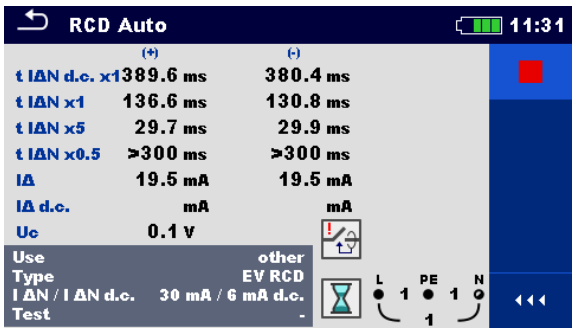

**6 단계**



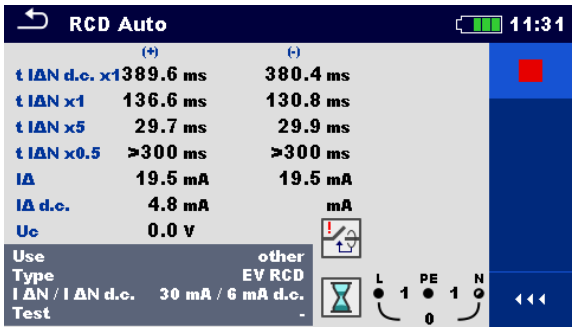

**7 단계**



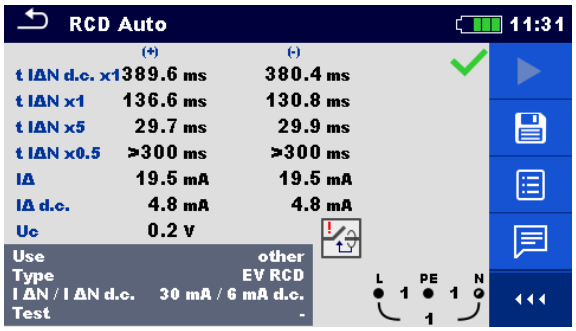

**8 단계**




**9 단계**




**10 단계**




**11 단계**

**12 단계**

**그림 4.39: RCD 자동 시간의 개별 단계, EV RCD 시험 예시**

**시험 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **t IΔN d.c. x1, (+)** [1)] | 1 단계 가동중단 시간 (IΔ=IΔN d.c., (+) 양극) |
| **t IΔN d.c. x1, (-)** [1)] | 2 단계 가동중단 시간 (IΔ=IΔN d.c., (-) 음극) |
| **t IΔN x1, (+)** | 3 단계 가동중단 시간 ($I_{\Delta}=I_{\Delta N}$, (+) 양극) |

| | |
|---|---|
| | 교류전류용 불감동 시간 (IEC 62955). |
| **t IΔN x1, (-)** | 4 단계 가동중단 시간 ($I_Δ=I_{ΔN}$, (-) 음극)<br>교류전류 용 불감동 시간 (IEC 62955). |
| **t IΔN x5, (+)** | 5 단계 가동중단 시간 ($I_Δ=5×I_{ΔN}$, (+) 양극) |
| **t IΔN x5, (-)** | 6 단계 가동중단 시간 ($I_Δ=5×I_{ΔN}$, (-) 음극) |
| **t IΔN x0.5, (+)** | 7 단계 가동중단 시간 ($I_Δ=½×I_{ΔN}$, (+) 양극) |
| **t IΔN x0.5, (-)** | 8 단계 가동중단 시간 ($I_Δ=½×I_{ΔN}$, (-) 음극) |
| **IΔ (+)** | 9 단계 가동중단 전류 ((+) 양극) |
| **IΔ (-)** | 10 단계 가동중단 전류 ((-) 음극) |
| **IΔ d.c. (+)**[1)] | 11 단계 가동중단 전류 ((+) 양극) |
| **IΔ d,c, (-)**[1)] | 12 단계 가동중단 전류 ((-) 음극) |
| **Uc** | 정격 $I_{ΔN}$ 에 대한 접촉 전압 |

1) 변수 'Use'가 'other'에 설정되고, 변수 형식(형식)이 'EV RCD', 'EV RCM' 또는 'MI RCD'에 설정되어 있을 때만 결과값이 표시된다.

## 4.11 Z loop – 고장 회로 임피던스와 예상 고장 전류

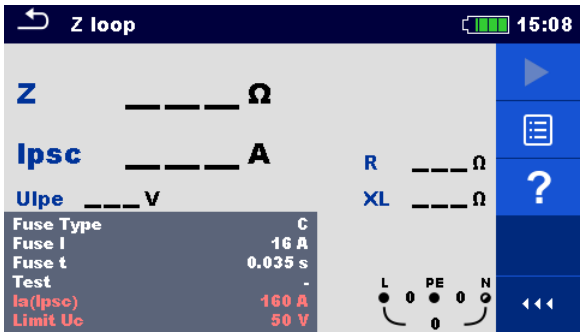



**그림 4.40: Z loop 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Fuse Type** | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I** | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t** | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **Isc factor** | **Isc 인수** [개인설정, 0.20 … 3.00] |
| **Test**[1)] | **시험 선택** [-, L/PE, L1/PE, L2/PE, L3/PE] |
| **Uc (P)** | **외부 프로브로 접촉전압 측정** [Off, On] |
| **Earthing system** | **더 많은 정보를 알려면 사용자 지침서를 참고하시오.** |
| **Ia(Ipsc)** | **선택된 퓨즈의 최소 고장 전류 또는 사용자 지정값** |
| **Limit Uc** | **접촉전압 Uc (P) 한계값** [개인설정, 12 V, 25 V, 50 V] |

1) 플러그 시험 케이블이나 플러그 커맨더를 이용하여, Setting 과는 무관하게 동일한 방법으로 Z loop 가 측정된다. 변수는 문서화를 위한 것이다.

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

### 결선 도면

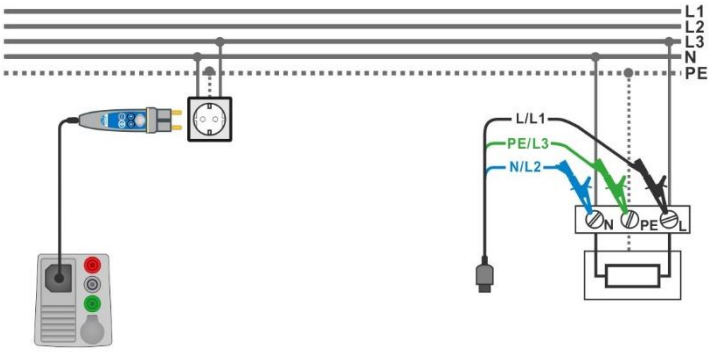



**그림 4.41: 플러그 커맨더 및 3 선 시험리드선 결선**

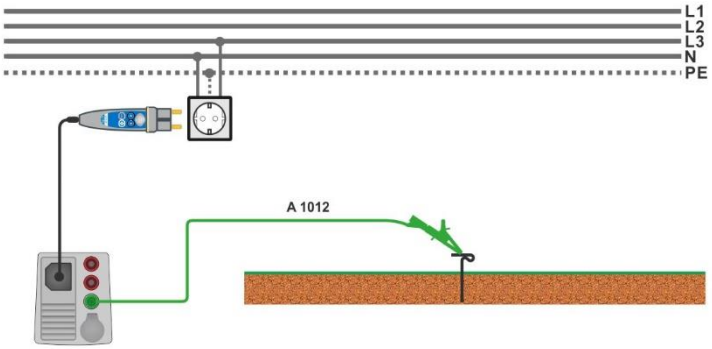



**그림 4.42: Uc(P) 측정용 결선**

### 측정 절차

- **Z loop** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더를 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.34*** 을 보시오.
- 시험리드선 P/S 를 외부 접지점을 연결하시오(선택적). ***그림 4.42*** 를 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

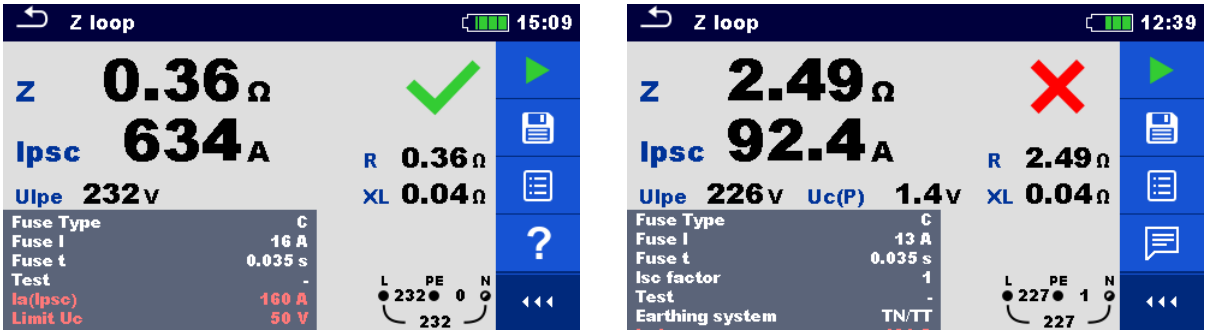



**그림 4.43:** ***회로 임피던스 측정 결과 예시***

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Z** | 회로 임피던스 |
| **Ipsc** | 예상 고장 전류 |
| **Ulpe** | 전압 L-PE |
| **R** | 회로 임피던스 저항 |
| **XL** | 회로 임피던스 리액턴스 |
| **Uc (P)** | 예상 고장 전류에서의 접촉전압 (외부 프로브) |

예상 고장 전류 $I_{\mathrm{PSC}}$는 다음과 같이 측정된 임피던스로부터 계산된다.

$$I_{\mathrm{PSC}} = \frac{U_{\mathrm{n}} \cdot k_{\mathrm{sc}}}{Z}$$

여기서,

$U_{\mathrm{n}}$ ..... 공칭 $U_{L\text{-}PE}$ 전압 (아래표를 보시오),

$k_{\mathrm{sc}}$ ..... $I_{\mathrm{PSC}}$용 보정 계수 (Isc 인수).

Uc(P) .... 외부 접지점과 주접지점 간의 전압 (P/S 및 PE 단자). 아래 계산을 보시오.

| **$U_n$** | **입력전압 범위 (L-PE)** |
|---|---|
| 110 V | (93 V ≤ $U_{L\text{-}PE}$ ≤ 134 V) |
| 230 V | (185 V ≤ $U_{L\text{-}PE}$ ≤ 266 V) |

***표 4.5: 입력전압 $U_{L\text{-}PE}$와 공칭전압 계산용으로 사용된 $U_n$ 간의 관계***

Uc(P) 계산

$$U_{\mathrm{C}}(\mathrm{P}) = Z_{\mathrm{PE-P/S}} \times I_{\mathrm{PSC}}$$

## 4.12 Z loop 4W – 고장 회로 임피던스와 예상 고장 전류

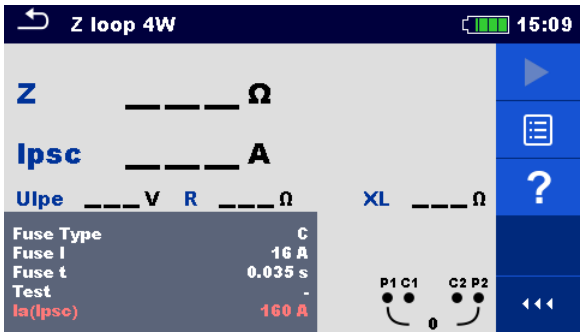



**그림 4.44: Z loop 4W 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Fuse Type** | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I** | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t** | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **Isc factor** | **Isc 인수** [개인설정, 0.20 … 3.00] |
| **Test** | **시험 선택** [-, L-PE, L1-PE, L2-PE, L3-PE] |
| **Ia (Ipsc)** | **선택된 퓨즈용 최소 단락 전류 또는 사용자 지정값** |

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

### 결선 도면

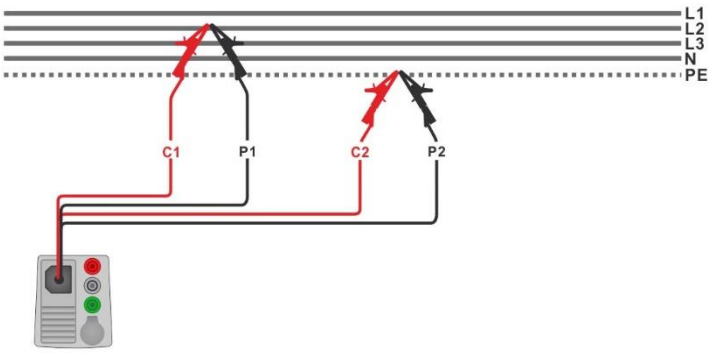



**그림 4.45: 4 선 시험리드선 결선**

### 측정 절차

- **Z loop 4W** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.

- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 4 선 시험리드선을 시험 중인 대상 C1 에, P1 단자를 상(phase)과 C2 에, 그리고 P2 단자를 PE 에 연결한다. ***그림 4.45*** 를 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

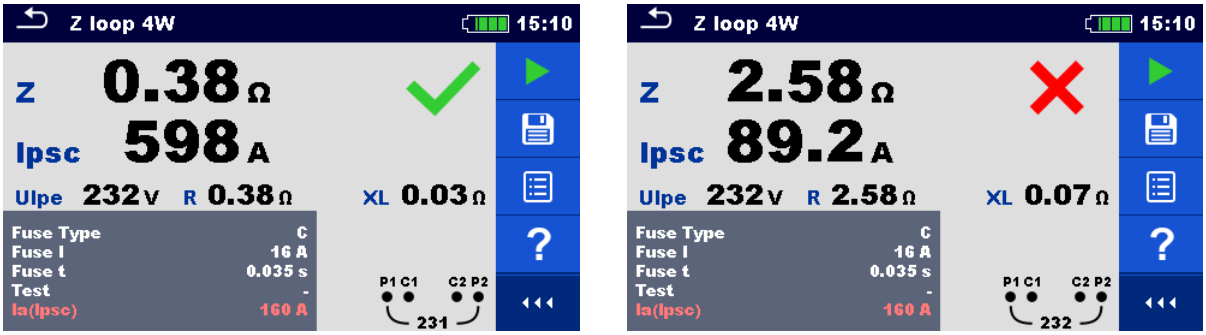



**그림 4.46:** ***Z loop 4W 측정 결과 예시***

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Z** | 회로 임피던스 |
| **Ipsc** | 예상 고장 전류 |
| **Ulpe** | 전압 L-PE |
| **R** | 회로 임피던스 저항 |
| **XL** | 회로 임피던스 리액턴스 |

예상 고장 전류 $I_{PSC}$는 다음과 같이 측정된 임피던스로부터 계산된다.

$$I_{PSC} = \frac{U_n \cdot k_{sc}}{Z}$$

여기서,

$U_n$ ..... 공칭 $U_{L\text{-}PE}$ 전압 (아래표를 보시오),

$k_{sc}$ ..... $I_{PSC}$용 보정 계수(Isc 인수).

| **Un** | **입력전압 범위 (L-PE)** |
|---|---|
| 110 V | (93 V ≤ $U_{L\text{-}PE}$ ≤ 134 V) |
| 230 V | (185 V ≤ $U_{L\text{-}PE}$ ≤ 266 V) |

***표 4.6: 입력전압 $U_{L\text{-}PE}$와 공칭전압 계산용으로 사용된 $U_n$ 간의 관계***

## 4.13 Zs rcd – RCD 포함 시스템의 고장 회로 임피던스와 예상 고장 전류

Zs rcd 측정은 RCD 가 있는 시스템에서 RCD 의 가동중단을 방지한다.

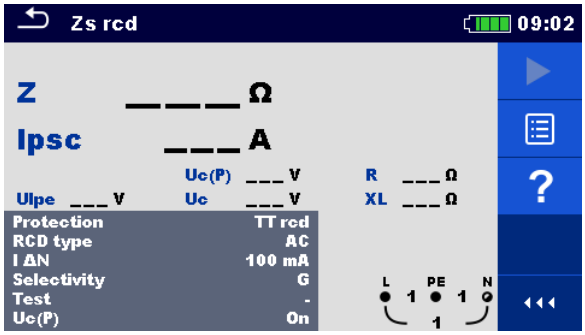



**그림 4.47: Zs rcd 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Protection** | **보호 형식** [TN, TTrcd] |
| **Fuse Type**[1)] | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I**[1)] | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t**[1)] | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **Ia(Ipsc)**[1)] | **선택된 퓨즈의 최소 고장 전류 또는 사용자 지정값** |
| **Isc factor** | **Isc 인수** [개인설정, 0.20 … 3.00] |
| **Test** [3)] | **시험 선택** [-, L-PE, L1-PE, L2-PE, L3-PE] |
| **I ΔN** [2)] | **정격 RCD 잔류 전류 민감도** [10 mA, 15 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1000 mA] |
| **RCD type**[2)] | **RCD 형식** [AC, A, F, B, B+] |
| **Selectivity**[2)] | **Characteristic** [G, S] |
| **Uc (P)** | **외부 프로브로 접촉전압 측정** [On, Off] |
| **I test** | **시험 전류** [Standard, Low] |
| **Limit Uc**[2)] | **접촉 전압 한계** [개인설정, 12 V, 25 V, 50 V] |

1) Protection 이 TN 으로 설정되었을 때, 변수 또는 한계가 고려된다.
2) Protection 이 TT rcd 로 설정되었을 때, 변수 또는 한계가 고려된다.
3) 플러그 시험 케이블이나 플러그 커맨더를 이용하여, Setting 과는 무관하게 동일한 방법으로 Zs rcd 가 측정된다. 변수는 문서화를 위한 것이다.

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

**결선 도면**

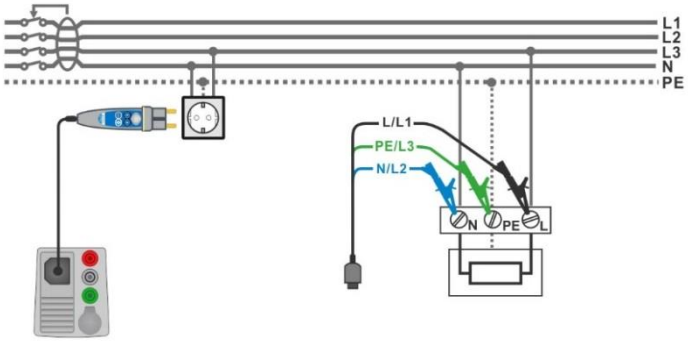



**그림 4.48: 플러그 커맨더 및 3 선 시험리드선 결선**

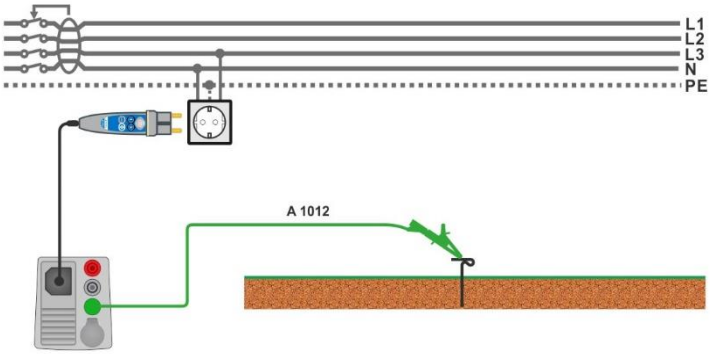



**그림 4.49: Uc(P) 측정용 결선**

**측정 절차**

- **Zs rcd** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더를 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.34*** 을 보시오.
- 시험리드선 P/S 를 외부 접지점을 연결하시오(선택적). ***그림 4.42*** 를 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

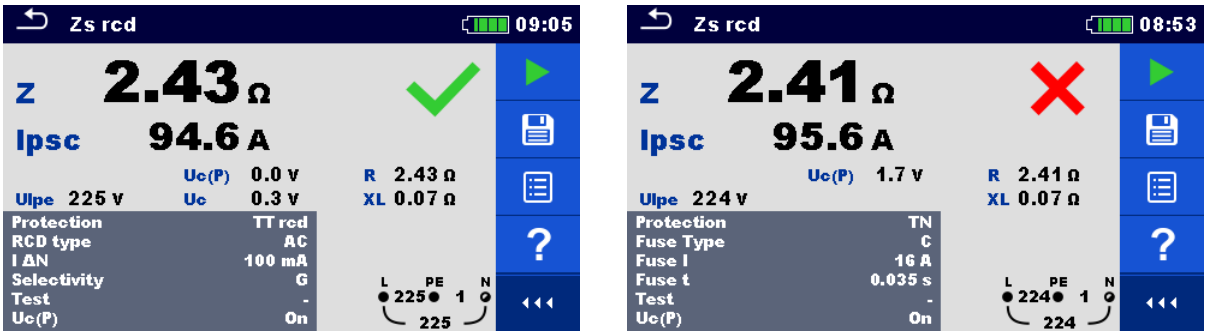



**그림 4.50: Zs rcd 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Z** | 회로 임피던스 |
| **Ipsc** | 예상 고장 전류 |
| **Ulpe** | 전압 L-PE |
| **Uc** [1)] | 공칭 잔류 전류에서의 접촉전압 |
| **Uc (P)** | 예상 고장 전류에서의 접촉전압 (외부 프로브) [2)]<br>공칭 잔류 전류에서의 접촉전압 (외부 프로브) [3)] |
| **R** | 회로 임피던스 저항 |
| **XL** | 회로 임피던스 리액턴스 |

1) Protection 이 TT rcd 로 설정되었을때만 결과값이 표시된다.

2) TN 으로 설정된 보호 형식 변수

3) TT rcd 로 설정된 보호 형식 변수.

예상 고장 전류 $I_{PSC}$는 다음과 같이 측정된 임피던스로부터 계산된다.

$$I_{PSC} = \frac{U_n \cdot k_{sc}}{Z}$$

여기서,

$U_n$ ..... 공칭 $U_{L\text{-}PE}$ 전압 (아래표를 보시오),

$k_{sc}$ ..... $I_{PSC}$용 보정 계수(Isc 인수).

Uc(P) .... 외부 접지점과 주접지점 간의 전압 (P 및 PE 단자). 아래 계산을 보시오.

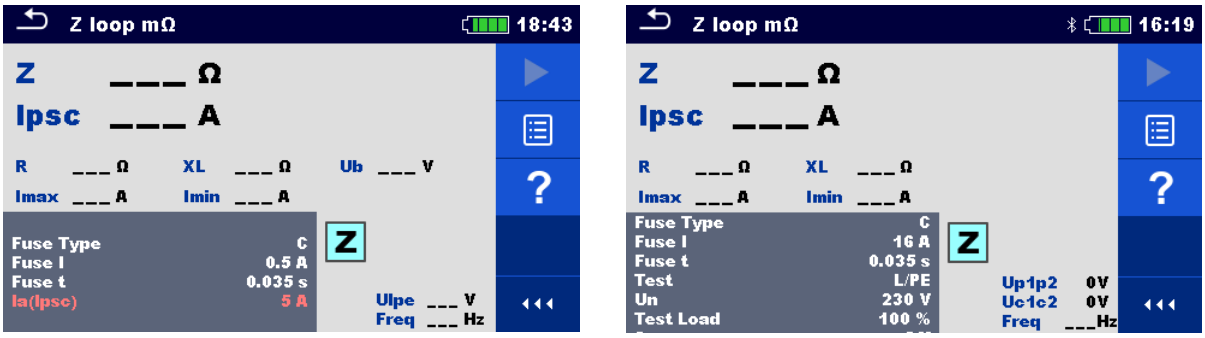
| **Un** | **입력전압 범위 (L-PE)** |
|---|---|
| 110 V | (93 V ≤ $U_{L\text{-}PE}$ ≤ 134 V) |
| 230 V | (185 V ≤ $U_{L\text{-}PE}$ ≤ 266 V) |

***표 4.7: 입력전압 $U_{L\text{-}PE}$ 와 공칭전압 계산용으로 사용된 $U_n$ 간의 관계***

Uc(P) 계산

$$U_{\mathrm{C}}(\mathrm{P}) = \begin{cases} Z_{\mathrm{PE-P/S}} \times I_{\Delta \mathrm{N}}, & \text{Protection} = \text{TTrcd} \\ Z_{\mathrm{PE-P/S}} \times I_{\mathrm{PFC},} & \text{Protection} = \text{TN} \end{cases}$$

## 4.14 Z loop mΩ – 고정밀 고장 회로 임피던스와 예상 고장 전류




**A 1143** **MI 3143 또는 MI 3144**

**그림 4.51: Z loop mΩ 메뉴**

**측정 변수 / 한계**

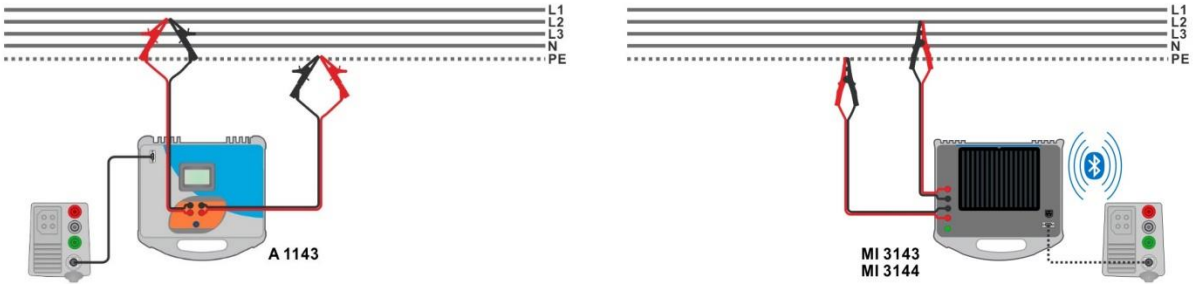
| | |
|---|---|
| **Fuse Type** | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I** | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t** | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **Ia(Ipsc)** | **선택된 퓨즈의 최소 고장 전류 또는 사용자 지정값** |
| **Test**[1)] | **시험** [-, L/PE, L1/PE, L2/PE, L3/PE] |
| **Un**[2)] | **공칭 전압** [개인설정, 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V, 290 V, 400 V] |
| **Tolerance**[2)] | **MI 3143 & MI 3144: 공칭 전압 오차** [6 %, 10 %] |
| **Test Load**[2)] | **MI 3143: 시험 부하** [33.3 %, 66.6 %, 100 %]<br>**MI 3144: 시험 부하** [16.6 %, 33.3 %, 50.0 %, 66.6 %, 83.3 %, 100 %] |
| **Average**[2)] | **MI 3143 & MI 3144: 평균** [Off, 2, 4, 6] |
| **Isc factor**[2)] | **Isc 인수** [개인설정, 0.2 ... 3] |

1) 측정은 Setting 에 좌우되지 않는다. 변수는 문서화를 위한 것이다.

2) MI 3143 또는 MI 3144 유로 Z 제품이 선택된 경우에만 변수가 사용 가능하다.

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

**결선 도면**




**A 1143 결선** **MI 3143 및 MI 3144 결선**

**그림 4.52: 고정밀 회로 임피던스 측정**

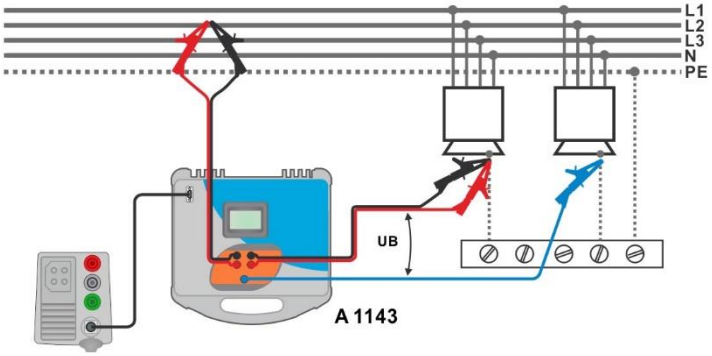
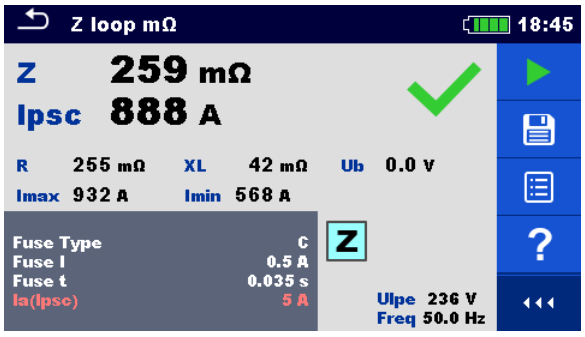


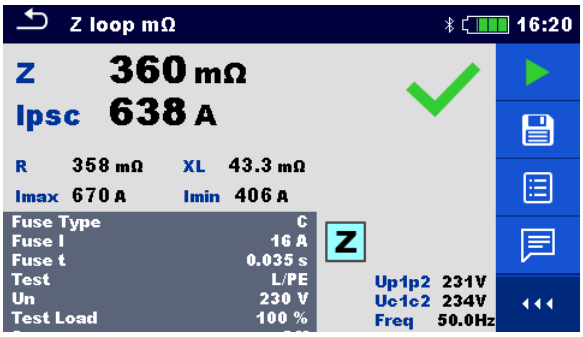

**그림 4.53: 접촉전압 측정 – A 1143 결선**

### 측정 절차

- MI 3155 제품을 직렬 RS232 를 통해 A 1143, MI 3143 또는 MI 3144 Euro Z 어댑터 / 제품과 연결하거나, 블루투스 통신을 사용하여 쌍이 되도록 한다.
- **Z loop mΩ** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- MI 3143 또는 MI 3144 Euro Z 제품이 블루투스 통신을 통해 MI 3155 제품에 연결되었는지, 블루투스 통신 활성화 부호를 확인한다.
- 시험리드선을 A 1143, MI 3143 또는 MI 3144 Euro Z 어댑터 / 제품에 연결한다.
- 시험 리드선이 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.52*** 와 ***그림 4.53*** 을 보시오.
- 또는 버튼을 사용하여 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).




**결과 화면(A 1143 사용)**




**결과 화면(MI 3143 또는 MI 3144 사용)**

**그림 4.54: 고정밀 회로 임피던스 측정 결과 예시**

**측정 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **Z** | 회로 임피던스 |
| **Ipsc** | 표준 예상 고장 전류 |
| **Imax** | 최대 예상 고장 전류 |
| **Imin** | 최소 예상 고장 전류 |
| **Ub** | **A 1143 only:** 최대 예상 고장 전류에서의 접촉 전압 (사용시 Probe S 에 대해 측정된 접촉 전압) |
| **R** | 회로 임피던스 저항 |
| **XL** | 회로 임피던스 리액턴스 |

A 1143 을 사용한 전압 모니터:

| | |
|---|---|
| **Ulpe** | 전압 L-PE |
| **Freq** | 주파수 |

MI 3143 또는 MI 3144 를 사용한 전압 모니터:

| | |
|---|---|
| **Up1p2** | 전압 P1-P2 |
| **Uc1c2** | 전압 C1-C2 |
| **Freq** | 주파수 |

자세한 내용은 ***A 1143 – Euro Z 290 A, MI 3143 – Euro Z 440 V*** 및 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

## 4.15 Z line – 회선 임피던스와 예상 단락회로 전류

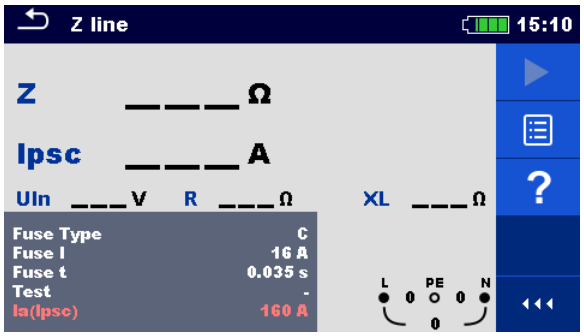



**그림 4.55: Z line 측정 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Fuse Type** | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I** | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t** | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **Isc factor** | **Isc 인수** [개인설정, 0.20 … 3.00] |
| **Test**[1)] | **시험** [-, L/N, L/L, L1/N, L2/N, L3/N, L1/L2, L1/L3, L2/L3] |
| **Earthing system** | **더 많은 정보를 알려면 사용자 지침서를 참고하시오.** |
| **Ia(Ipsc)** | **선택된 퓨즈용 최소 단락회로 전류 또는 사용자 지정값** |

1) 플러그 시험 케이블이나 플러그 커맨더를 이용하여, Setting 과는 무관하게 동일한 방법으로 Z line 이 측정된다. 변수는 문서화를 위한 것이다.

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

### 결선 도면

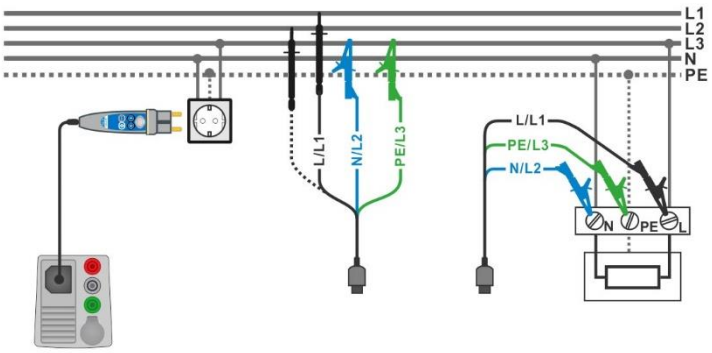



**그림 4.56: 상-중성 또는 상간 회선 임피던스 측정 – 플러그 커맨더 및 3 선 시험리드선 결선**

### 측정 절차

- **Z line** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더를 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.56*** 을 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

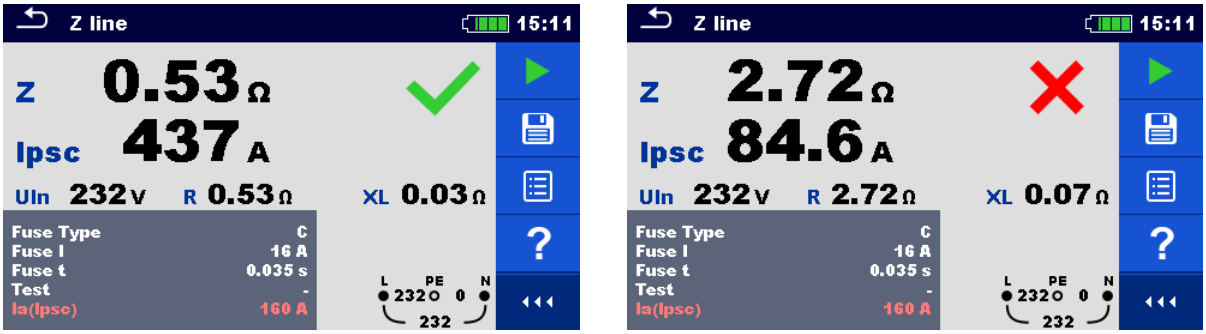



**그림 4.57: 회선 임피던스 측정 결과값 예시**

**측정 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **Z** | 회선 임피던스 |
| **Ipsc** | 예상 단락회로 전류 |
| **Uln** | L 과 N 시험단자 간에 측정된 전압 |
| **R** | 회선 임피던스 저항 |
| **XL** | 회선 임피던스 리액턴스 |
| **Imax3p** | 최대 3 상 예상 단락회로 전류 |
| **Imin3p** | 최소 3 상 예상 단락회로 전류 |
| **Imax2p** | 최대 2 상 예상 단락회로 전류 |
| **Imin2p** | 최소 2 상 예상 단락회로 전류 |
| **Imax** | 최대 단상 예상 단락회로 전류 |
| **Imin** | 최소 단상 예상 단락회로 전류 |

예상 단락 전류 $I_{\mathrm{PSC}}$는 다음과 같이 계산된다.

$$I_{\mathrm{PSC}} = \frac{U_{\mathrm{n}} \cdot k_{\mathrm{sc}}}{Z}$$

여기서,

$U_n$ ..... 공칭 $U_{L-N}$ 또는 $U_{L-L}$ 전압 (아래표를 보시오),

$k_{sc}$ ..... $I_{PSC}$용 보정 계수(Isc 인수).

| $U_n$ | 입력전압 범위 (L-N 또는 L-L) |
|---|---|
| 110 V | (93 V ≤ $U_{L-N}$ ≤ 134 V) |
| 230 V | (185 V ≤ $U_{L-N}$ ≤ 266 V) |
| 400 V | (321 V ≤ $U_{L-L}$ ≤ 485 V) |

***표 4.8: 입력전압 $U_{L-N(L)}$과 공칭전압 계산용으로 사용된 $U_n$ 간의 관계***

예상 단락회로 전류 $I_{Min}$, $I_{Min2p}$, $I_{Min3p}$ 및 $I_{Max}$, $I_{Max2p}$, $I_{Max3p}$는 다음과 같이 계산된다.

| | | |
|---|---|---|
| $I_{\min} = \frac{C_{\min} U_{n(L-N)}}{Z_{(L-N)hot}}$ | 여기서, | $Z_{(L-N)hot} = \sqrt{(1.5 \times R_{(L-N)})^2 + X_{(L-N)}^2}$<br>$C_{\min} = \begin{cases} 0.95; & U_{n(L-N)} = 230\ V \pm 10\ \% \\ 1.00; & \text{otherwise} \end{cases}$ |
| $I_{\max} = \frac{C_{\max} U_{n(L-N)}}{Z_{(L-N)}}$ | 여기서, | $Z_{(L-N)} = \sqrt{R_{(L-N)}^2 + X_{(L-N)}^2}$<br>$C_{\max} = \begin{cases} 1.05; & U_{n(L-N)} = 230\ V \pm 10\ \% \\ 1.10; & \text{otherwise} \end{cases}$ |
| $I_{min2p} = \frac{C_{\min} U_{n(L-L)}}{Z_{(L-L)hot}}$ | 여기서, | $Z_{(L-L)hot} = \sqrt{(1.5 \times R_{(L-L)})^2 + X_{(L-L)}^2}$<br>$C_{\min} = \begin{cases} 0.95; & U_{n(L-L)} = 400\ V \pm 10\ \% \\ 1.00; & \text{otherwise} \end{cases}$ |
| $I_{max2p} = \frac{C_{\max} U_{n(L-L)}}{Z_{(L-L)}}$ | 여기서, | $Z_{(L-L)} = \sqrt{R_{(L-L)}^2 + X_{(L-L)}^2}$<br>$C_{\max} = \begin{cases} 1.05; & U_{n(L-L)} = 400\ V \pm 10\ \% \\ 1.10; & \text{otherwise} \end{cases}$ |
| $I_{min3p} = \frac{C_{\min} \times U_{n(L-L)}}{\sqrt{3}} \frac{2}{Z_{(L-L)hot}}$ | 여기서, | $Z_{(L-L)hot} = \sqrt{(1.5 \times R_{(L-L)})^2 + X_{(L-L)}^2}$<br>$C_{\min} = \begin{cases} 0.95; & U_{n(L-L)} = 400\ V \pm 10\ \% \\ 1.00; & \text{otherwise} \end{cases}$ |
| $I_{max3p} = \frac{C_{\max} \times U_{n(L-L)}}{\sqrt{3}} \frac{2}{Z_{(L-L)}}$ | 여기서, | $Z_{(L-L)} = \sqrt{R_{(L-L)}^2 + X_{(L-L)}^2}$<br>$C_{\max} = \begin{cases} 1.05; & U_{n(L-L)} = 400\ V \pm 10\ \% \\ 1.10; & \text{otherwise} \end{cases}$ |

## 4.16 Z line 4W – 회선 임피던스와 예상 단락회로 전류

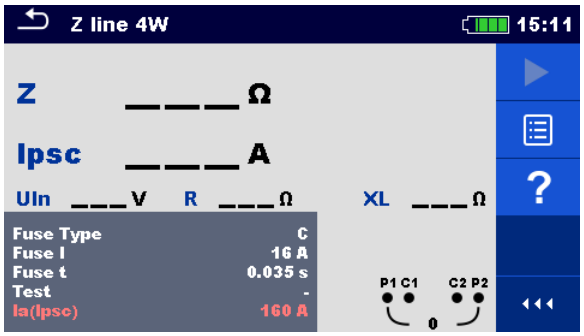



**그림 4.58: Z line 4 W 측정 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Fuse Type** | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I** | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t** | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **Isc factor** | **Isc 인수** [개인설정, 0.20 … 3.00] |
| **Test**[1)] | **시험 [**-, L/N, L/L, L1/N, L2/N, L3/N, L1/L2, L1/L3, L2/L3] |
| **Earthing system** | **더 많은 정보를 알려면 사용자 지침서를 참고하시오.** |
| **Ia (Ipsc)** | **선택된 퓨즈용 최소 단락 전류 또는 사용자 지정값** |

1) 측정 결과값(상-중성 또는 상간 회선용)이 Setting 에 따라 설정된다. 변수는 문서화를 위한 것이다.

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

### 결선 도면

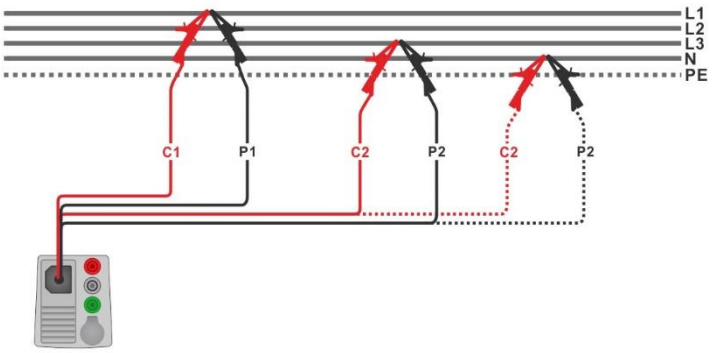



**그림 4.59: 상간 또는 상-중성 4 선 회선 임피던스 측정**

### 측정 절차

- **Z line 4W** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 4 선 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.59*** 를 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

**그림 4.60: Z line 4W 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Z** | 회선 임피던스 |
| **Ipsc** | 예상 단락회로 전류 |
| **Uln** | C1 및 C2 단자 간 측정 전압 |
| **R** | 회선 임피던스 저항 |
| **XL** | 회선 임피던스 리액턴스 |

예상 단락 전류 $I_{\mathrm{PSC}}$는 다음과 같이 계산된다.

$$I_{\mathrm{PSC}} = \frac{U_{\mathrm{n}} \cdot k_{\mathrm{sc}}}{Z}$$

여기서,

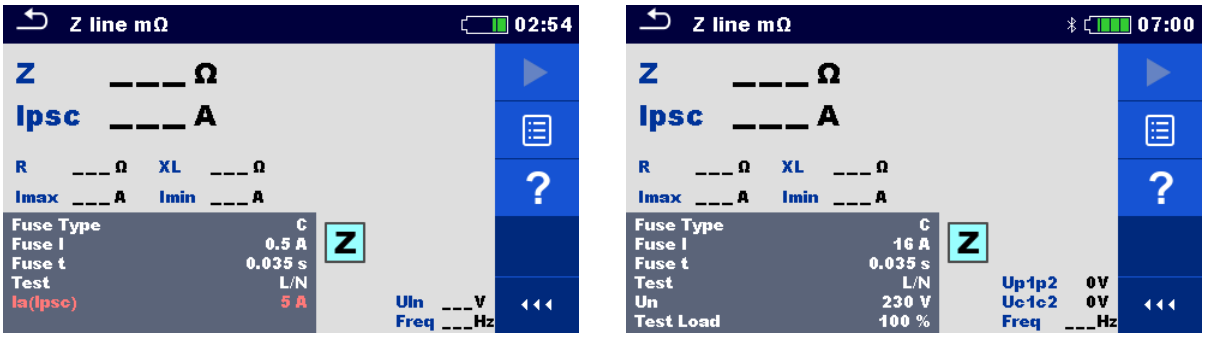
$U_{\mathrm{n}}$ ..... 공칭 L-N 또는 L-L 전압 (아래표를 보시오),

$k_{\mathrm{sc}}$ ..... Isc 용 보정 계수.

| $U_n$ | 입력전압 범위 (L-N 또는 L-L) |
|---|---|
| 110 V | (93 V ≤ $U_{L\text{-}N}$< 134 V) |
| 230 V | (185 V ≤ $U_{L\text{-}N}$≤ 266 V) |
| 400 V | (321 V < $U_{L\text{-}L}$≤ 485 V) |

***표 4.9: 입력전압 $U_{L\text{-}N(L)}$과 공칭전압 계산용으로 사용된 $U_n$ 간의 관계***

## 4.17 Z line mΩ – 고정밀 회선 임피던스와 예상 단락회로 전류




**A 1143** **MI 3143 또는 MI 3144**

**그림 4.61: Z line mΩ 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

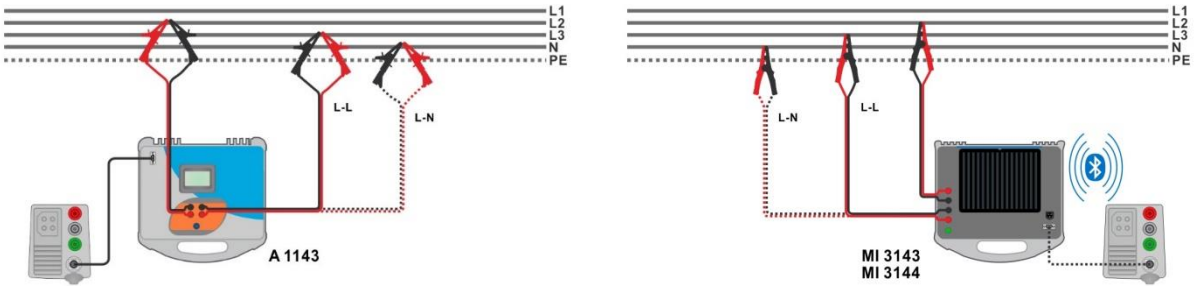
| | |
|---|---|
| **Fuse Type** | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I** | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t** | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **Ia(Ipsc)** | **선택된 퓨즈용 최소 단락 전류 또는 사용자 지정값** |
| **Test**[1)] | **시험** [-, L-N, L/L, L1-N, L2-N, L3-N, L1-L2, L1-L3, L2-L3] |
| **Un**[2)] | **시험** [-, L/N, L1/N, L2/N, L3/N]:<br>**공칭 전압** [개인설정, 110 V, 115 V, 127 V, 220 V, 230 V, 240 V, 290 V, 400 V]<br>**시험** [L/L, L1/L2, L1/L3, L2/L3]:<br>**공칭 전압** [개인설정, 190 V, 200 V, 220 V, 380 V, 400 V, 415 V, 500 V, 690 V] |
| **Tolerance**[2)] | **MI 3143 & MI 3144: 공칭 전압 오차** [6 %, 10 %] |
| **Test Load**[2)] | **MI 3143: 시험 부하** [33.3 %, 66.6 %, 100 %]<br>**MI 3144: 시험 부하** [16.6 %, 33.3 %, 50.0 %, 66.6 %, 83.3 %, 100 %] |
| **Average**[2)] | **MI 3143 & MI 3144: 평균** [Off, 2, 4, 6] |
| **Isc factor**[2)] | **Isc 인수** [개인설정, 0.20 ... 3.00] |

1) 측정 결과값(상-중성 또는 상간 회선용)이 Setting 에 따라 설정된다. 변수는 문서화를 위한 것이다.

2) MI 3143 또는 MI 3144 유로 Z 제품이 선택된 경우에만 변수가 사용 가능하다.

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

### 결선 도면

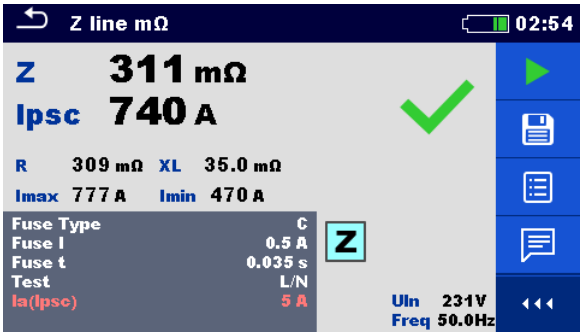


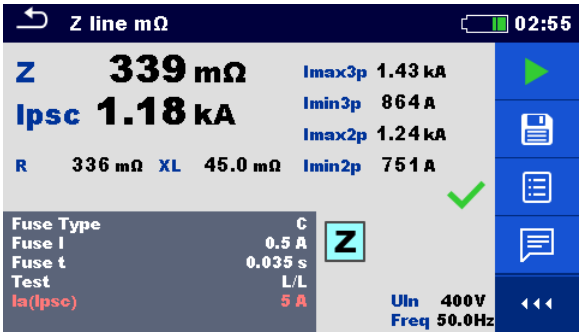

**A 1143 결선** **MI 3143 또는 MI 3144 결선**

**그림 4.62: 상-중성 또는 상간 고정밀 회선 임피던스 측정**

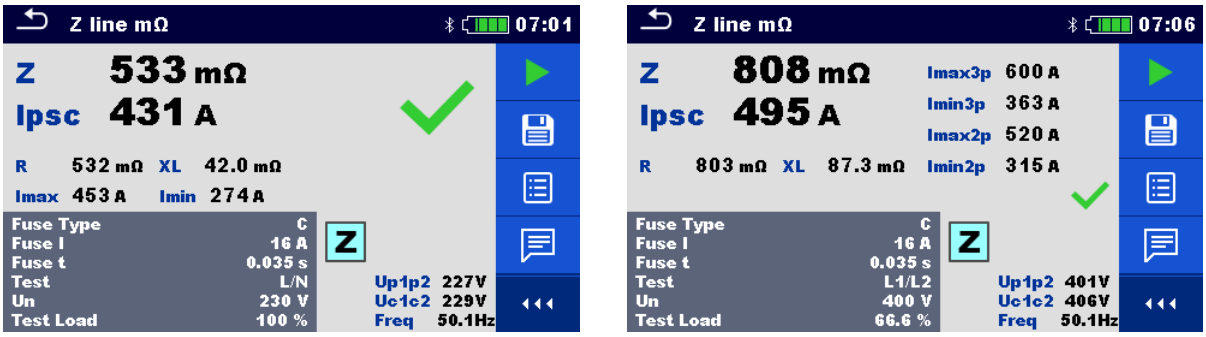
### 측정 절차

- MI 3155 제품을 직렬 RS232 를 통해 A 1143, MI 3143 또는 MI 3144 Euro Z 어댑터 / 제품과 연결하거나, 블루투스 통신을 사용하여 쌍이 되도록 한다.
- **Z line mΩ** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- MI 3143 또는 MI 3144 Euro Z 제품이 블루투스 통신을 통해 MI 3155 제품에 연결되었는지, 블루투스 통신 활성화 부호를 확인한다.
- 시험리드선을 A 1143, MI 3143 또는 MI 3144 Euro Z 어댑터 / 제품에 연결한다.
- 시험 리드선이 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.62*** 를 보시오.
- 또는 버튼을 사용하여 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).




**결과 화면(A 1143 사용)**




**결과 화면(MI 3143 또는 MI 3144 사용)**

**그림 4.63: 고정밀 회선 임피던스 측정 결과 예시**

**측정 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **Z** | 회선 임피던스 |
| **Ipsc** | 표준 예상 단락회로 전류 |
| **Imax** | 최대 예상 단락회로 전류 |
| **Imin** | 최대 예상 단락회로 전류 |
| **Imax2p** | 최대 2 상 예상 단락회로 전류 |
| **Imin2p** | 최소 2 상 예상 단락회로 전류 |
| **Imax3p** | 최대 3 상 예상 단락회로 전류 |
| **Imin3p** | 최소 3 상 예상 단락회로 전류 |
| **R** | 회선 임피던스 저항 |
| **XL** | 회선 임피던스 리액턴스 |

A 1143 을 사용한 전압 모니터:

| | |
|---|---|
| **Uln** | 전압 L-N 또는 L-L |
| **Freq** | 주파수 |

MI 3143 또는 MI 3144 를 사용한 전압 모니터:

| | |
|---|---|
| **Up1p2** | 전압 P1-P2 |
| **Uc1c2** | 전압 C1-C2 |
| **Freq** | 주파수 |

자세한 내용은 ***A 1143 – Euro Z 290 A, MI 3143 – Euro Z 440 V*** 및 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

## 4.18 고전류 (MI 3143 및 MI 3144)

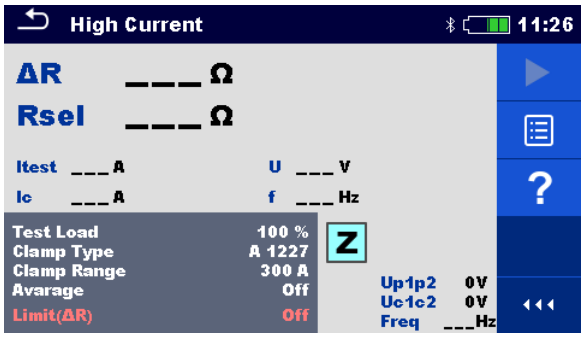



**그림 4.64: High Current 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Test Load** | **MI 3143: 시험 부하** [33.3 %, 66.6 %, 100 %]<br>**MI 3144: 시험 부하** [16.6 %, 33.3 %, 50.0 %, 66.6 %, 83.3 %, 100 %] |
| **Clamp Type**[1)] | **클램프 형식** [A 1227, A 1281, A 1609] |
| **Clamp Range**[1)] | **범위 @ A 1227, A 1609** [30 A, 300 A, 3000 A]<br>**범위 @ A 1281** [0.5 A, 5 A, 100 A, 1000 A] |
| **Average** | **평균** [Off, 2, 4, 6] |
| **Limit (ΔR)** | **한계** [Off, 개인설정, 0.01 Ω … 19 Ω] |

1) 전류 클램프로 측정하는 것은 **MI 3144 – Euro Z 800 V** 제품에서만 지원하고 있다.

### 결선 도면

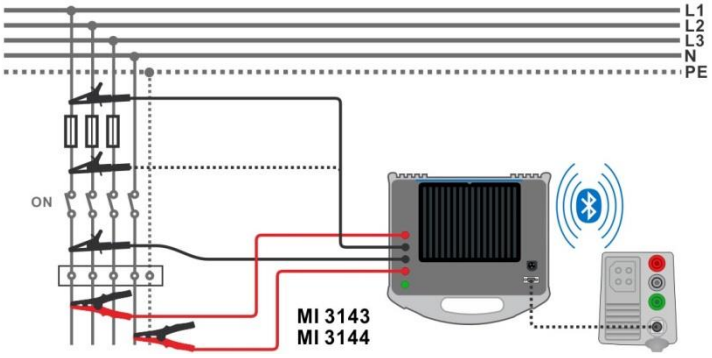



**그림 4.65: High Current 저항 측정**

### 측정 절차

- MI 3155 제품을 직렬 RS232 를 통해 A 1143, MI 3143 또는 MI 3144 Euro Z 어댑터 / 제품과 연결하거나, 블루투스 통신을 사용하여 쌍이 되도록 한다.
- **High Current** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- MI 3143 또는 MI 3144 Euro Z 제품이 블루투스 통신을 통해 MI 3155 제품에 연결되었는지, 블루투스 통신 활성화 부호를 확인한다.
- 시험리드선을 MI 3143 또는 MI 3144 Euro 제품에 연결한다.
- 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.65*** 를 보시오.
- 자세한 내용은 ***MI 3143 – Euro Z 440 V*** 또는 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.
- 또는 버튼을 사용하여 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

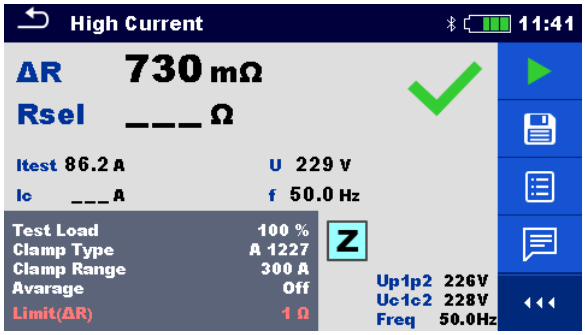



**그림 4.66: High Current 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **ΔR** | 저항 |
| **Rsel**[1)] | 저항 (클램프 전류로부터 계산) |
| **Itest** | 시험 전류 |
| **Ic**[1)] | 클램프 전류 |
| **U** | 전압 |
| **f** | 주파수 |

1) 전류 클램프로 측정하는 것은 **MI 3144 – Euro Z 800 V** 제품에서만 지원하고 있다.

전압 모니터:

| | |
|---|---|
| **Up1p2** | 전압 P1-P2 |

| | |
|---|---|
| **Uc1c2** | 전압 C1-C2 |
| **Freq** | 주파수 |

자세한 내용은 ***MI 3143 – Euro Z 440*** 및 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

## 4.19 전압 강하

전압 강하는 접속점(소켓)과 기준점(대개 배전반의 임피던스)의 회선 임피던스 차이에 근거하여 계산된다.

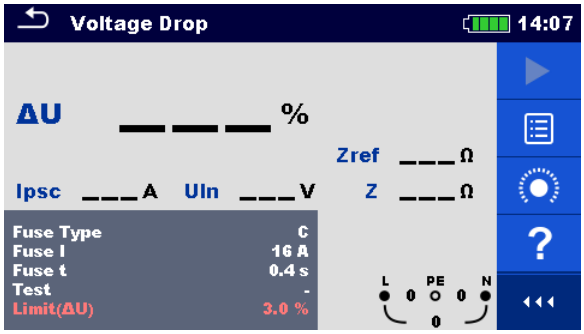



**그림 4.67: Voltage Drop 메뉴**

**측정 변수 / 한계**

| | |
|---|---|
| **Fuse Type** | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I** | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t** | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **I (ΔU)** [1)] | **ΔU 측정용 정격 전류 (사용자 지정값)** |
| **Isc factor** | **Isc 인수** [개인설정, 0.20 … 3.00] |
| **Test** [2)] | **시험** [-, L/N, L/L, L1/N, L2/N, L3/N, L1/L2, L1/L3, L2/L3] |
| **Earthing system** | **더 많은 정보를 알려면 사용자 지침서를 참고하시오.** |
| **Limit(ΔU)** | **최대 전압강하** [Off, 개인설정, 3.0 % … 9.0 %] |

1) Fuse 형식이 Off 또는 Custom 에 설정될 때 적용 가능하다.

2) 플러그 시험 케이블 또는 플러그 커맨더를 사용하여, Setting 과는 무관하게 동일한 방법으로 전압 강하가 측정된다. 변수는 문서화를 위한 것이다.

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

**결선 도면**

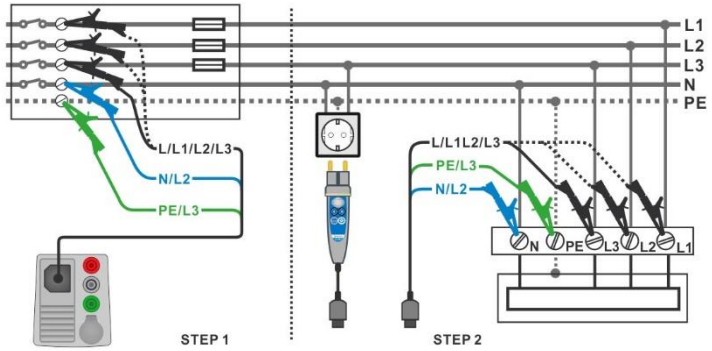



**그림 4.68: 전압강하 측정 – 플러그 커맨더 및 3 선 시험리드선 결선**

### 측정 절차

**1 단계:** 원천 임피던스 Zref 측정

- **Voltage Drop** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험 리드선을 원래 전기 설비에 연결하려면, ***그림 4.68*** 을 보시오.
- Zref 측정을 초기화하려면 아이콘을 터치하거나 선택한다.
- Zref 를 측정하려면 버튼을 누른다.

**2 단계:** 전압 강하 측정

- **Voltage Drop** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험 리드선 또는 플러그 커맨더를 검사점에 연결하려면, ***그림 4.68*** 을 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

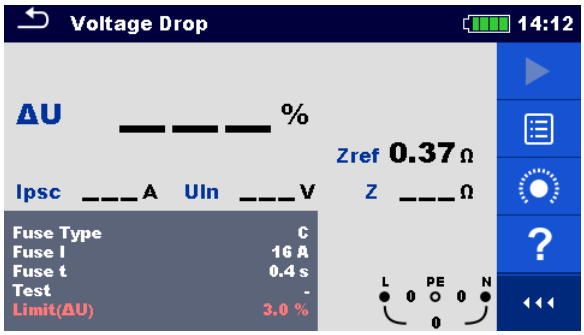



**그림 4.69: Zref 측정 결과 예시 (1 단계)**

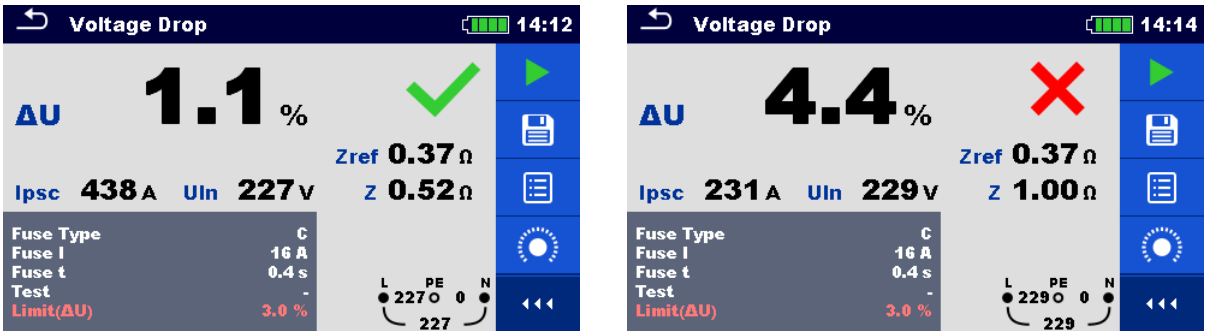



**그림 4.70: 전압강하 측정 결과 예시 (2 단계)**

**측정 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **ΔU** | 전압 강하 |
| **Ipsc** | 예상 단락회로 전류 |
| **Uln** | 전압 L-N |
| **Zref** | 기준 회선 임피던스 |
| **Z** | 회선 임피던스 |

전압 강하는 다음과 같이 계산된다.

$$\Delta U[\%] = \frac{(Z - Z_{REF}) \cdot I_N}{U_N} \cdot 100$$

여기서,

| | |
|---|---|
| **ΔU** | 계산된 전압 강하 |
| **Zref** | 기준점의 임피던스 (원천) |
| **Z** | 검사점의 임피던스 |
| **$U_n$** | 공칭 전압 |
| **$I_n$** | 선택된 퓨즈의 정격 전류 (Fuse I) 또는 사용자 지정값 I (ΔU) |

| **$U_n$** | **입력전압 범위 (L-N 또는 L-L)** |
|---|---|
| 110 V | (93 V ≤ $U_{L\text{-}N}$ ≤ 134 V) |
| 230 V | (185 V ≤ $U_{L\text{-}N}$ ≤ 266 V) |
| 400 V | (321 V ≤ $U_{L\text{-}L}$ ≤ 485 V) |

***표 4.10: 입력전압 $U_{L\text{-}N(L)}$과 공칭전압 계산용으로 사용된 $U_n$ 간의 관계***

## 4.20 U touch – 접촉전압 (MI 3143 및 MI 3144)

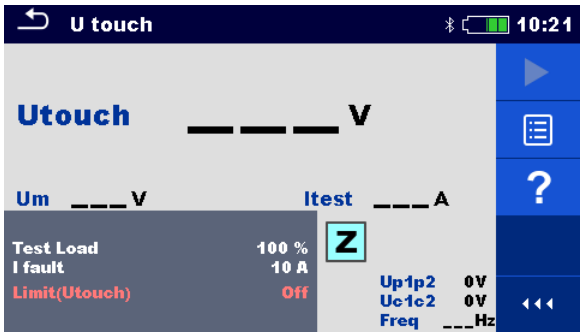



**그림 4.71: 접촉 전압 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Test Load** | **MI 3143: 시험 부하** [33.3 %, 66.6 %, 100 %]<br>**MI 3144: 시험 부하** [16.6 %, 33.3 %, 50.0 %, 66.6 %, 83.3 %, 100 %] |
| **I fault** | **고장 전류** [개인설정, 10 A … 200 kA] |
| **Limit(Utouch)** | **한계** [Off, 개인설정, 25 V, 50 V] |

### 결선 도면

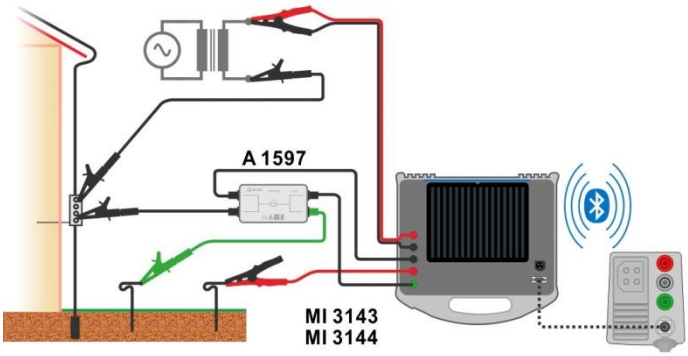



**그림 4.72: 접촉전압 측정 – MI 3143 또는 MI 3144 결선**

자세한 내용은 ***MI 3143 – Euro Z 440 V*** 및 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

### 측정 절차

- MI 3155 제품을 직렬 RS232 를 통해 MI 3143 또는 MI 3144 Euro Z 제품과 연결하거나, 블루투스 통신을 사용하여 쌍이 되도록 한다.
- **U touch** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.

- MI 3143 또는 MI 3144 Euro Z 제품이 블루투스 통신을 통해 MI 3155 제품에 연결되었는지, 블루투스 통신 활성화 부호를 확인한다.
- 시험 리드선 및 A 1597 어댑터를 MI 3143 또는 MI 3144 유로 Z 제품에 연결한다.
- 시험 리드선을 시험 중인 대상에 연결한다.
- 자세한 내용은 ***MI 3143 – Euro Z 440 V*** 및 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.
- 또는 버튼을 사용하여 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

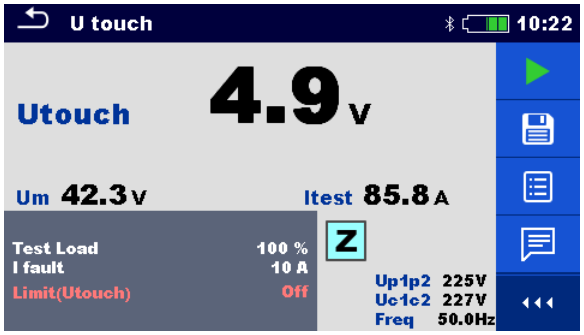



**그림 4.73: 접촉전압 측정 결과 예시**

**측정 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **Utouch** | 계산된 접촉 전압 |
| **Um** | 측정된 전압 강하 |
| **Itest** | 시험 전류 |

전압 모니터:

| | |
|---|---|
| **Up1p2** | 전압 P1-P2 |
| **Uc1c2** | 전압 C1-C2 |
| **Freq** | 주파수 |

자세한 내용은 ***A 1143 – Euro Z 290 A, MI 3143 – Euro Z 440 V*** 및 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

# 4.21 Z auto - 빠른 라인 및 루프 시험용 오토 테스트 시퀀스

**Z auto 시험 시퀀스에서 수행된 시험 / 측정은 다음과 같다.**

| |
|---|
| **Voltage** |
| **Z line** |
| **Voltage Drop** |
| **Zs rcd** |
| **Uc** |

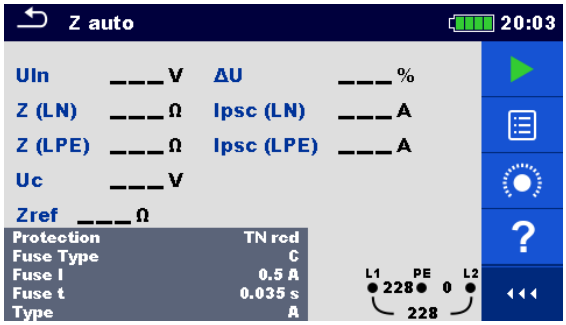



**그림 4.74: Z auto 메뉴**

**측정 변수 / 한계**

| | |
|---|---|
| **Protection** | **보호 형식** [TN, TNrcd, TTrcd] |
| **Fuse type** | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I** | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t** | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **I (ΔU)** [1)] | **ΔU 측정용 정격 전류 (사용자 지정값)** |
| **Isc factor** | **Isc 인수** [개인설정, 0.20 … 3.00] |
| **RCD Type** | **RCD 형식** [AC, A, F, B, B+] |
| **I ΔN** | **정격 RCD 잔류 전류 민감도** [10 mA, 15 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1000 mA] |
| **Selectivity** | **Characteristic** [G, S] |
| **Phase**[2)] | **시험 선택** [-, L1, L2, L3] |
| **I test** | **시험 전류** [Standard, Low] |
| **Limit(ΔU)** | **최대 전압강하** [Off, 개인설정, 3.0 % ... 9.0 %] |
| **Ia(Ipsc (LN) Ipsc (LPE))**[3)] | **선택된 퓨즈용 최소 단락 전류 또는 사용자 지정값** |
| **Limit Uc** | **시험과 측정용 시험 변수** [개인설정, 12 V, 25 V, 50 V] |

1) Fuse 형식이 Off 또는 Custom 에 설정될 때 적용 가능하다.

2) 플러그 시험 케이블이나 플러그 커맨더를 이용하여, Setting 과는 무관하게 동일한 방법으로 RCD 시험이 측정된다. 변수는 문서화를 위한 것이다.

[3] Protection 이 TT rcd 로 설정되었을 때, Ipsc (LPE)가 고려된다. Ipsc(LN)가 항상 고려된다.

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

### 결선 도면

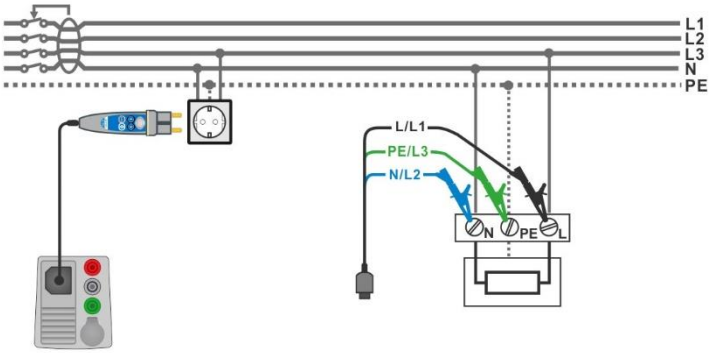



**그림 4.75: Z auto 측정**

### 측정 절차

- **Z auto** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 원천 임피던스 Zref 를 측정한다(선택적). *오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.**장 오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.**를 보시오.*
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더를 시험 중인 대상에 연결하시오. ***그림 4.75*** 를 보시오.
- 자동 시험을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

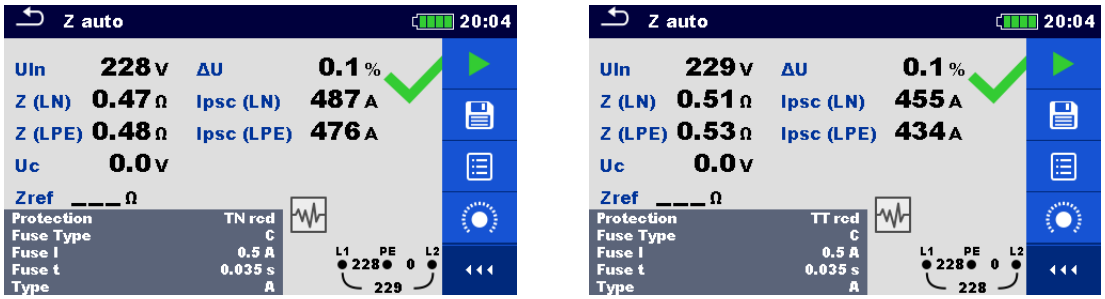



**그림 4.76: Z auto 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Uln** | 상과 중성도체 간 전압 |
| **ΔU** | 전압 강하 |
| **Z (LN)** | 회선 임피던스 |
| **Z (LPE)** | 회로 임피던스 |

| | |
|---|---|
| **Zref** | 기준 회선 임피던스 |
| **Ipsc (LN)** | 예상 단락회로 전류 |
| **Ipsc (LPE)** | 예상 고장 전류 |
| **Uc** | 접촉 전압 |

## 4.22 R line mΩ – DC 저항 측정 (MI 3144)

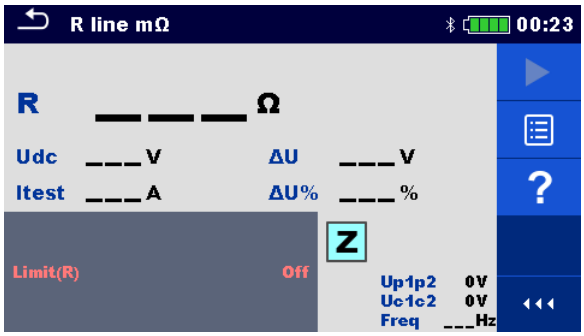



**그림 4.77: R line mΩ 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Limit (R)** | **한계** [Off, 개인설정, 0.01 Ω … 19 Ω] |

### 결선 도면

자세한 내용은 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

### 측정 절차

- MI 3155 제품을 직렬 RS232 를 통해 MI 3144 Euro Z 800 V 제품과 연결하거나, 블루투스 통신을 사용하여 쌍이 되도록 한다.
- **R line mΩ** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- MI 3144 Euro Z 800 V 제품이 블루투스 통신을 통해 MI 3155 제품에 연결되었는지, 블루투스 통신 활성화 부호를 확인한다.
- 시험 리드선을 MI 3144 유로 Z 800 V 제품에 연결한다.
- 시험 리드선을 시험 중인 대상에 연결한다.
- 자세한 내용은 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.
- 또는 버튼을 사용하여 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

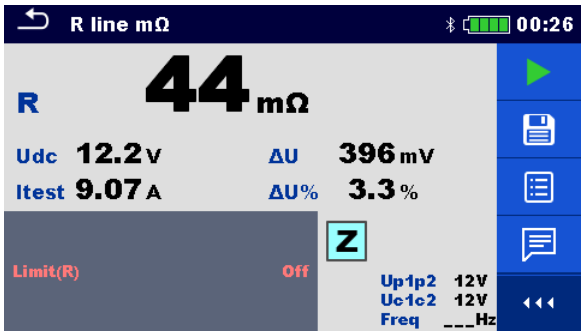



**그림 4.78: R line mΩ 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **R** | 선저항 |
| **Itest** | 시험 전류 |
| **Udc** | 전압 |
| **ΔU** | 전압 강하 |
| **ΔU%** | 전압 강하(%) |

전압 모니터:

| | |
|---|---|
| **Up1p2** | 전압 P1-P2 |
| **Uc1c2** | 전압 C1-C2 |
| **Freq** | 주파수 |

자세한 내용은 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

## 4.23 ELR 전류 주입 시험 (MI 3144)

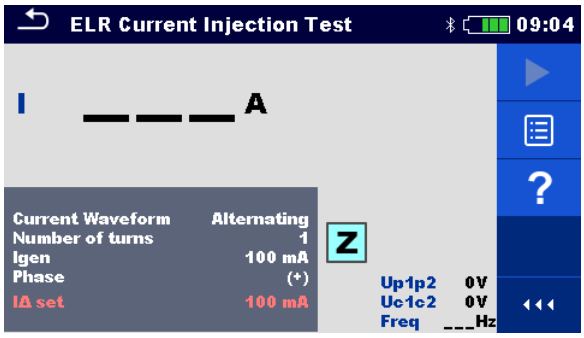



**그림 4.79: ELR Current Injection Test 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Current Waveform** | **전류 파형** [교류, 펄스, 직류] |
| **Number of turns** | **권회수** [1 … 10] |
| **I gen** | **전류** [3 mA, 5 mA, 6 mA, 10 mA, 15 mA, 30 mA, 50 mA, 100 mA, 150 mA, 250 mA, 300 mA, 500 mA] |
| **Phase** | **위상** [(+), (-)] |
| **IΔ set** | **선택된 생성 전류 한계 및 권회수.** |

### 결선 도면

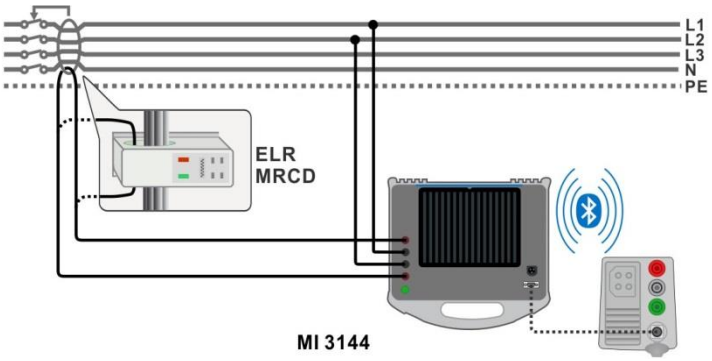



**그림 4.80: ELR 전류 주입 시험 / 조합 시간 시험 결선**

자세한 내용은 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

### 측정 절차

- MI 3155 제품을 직렬 RS232 를 통해 MI 3144 Euro Z 800 V 제품과 연결하거나, 블루투스 통신을 사용하여 쌍이 되도록 한다.

- **ELR Current Injection Test** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- MI 3144 Euro Z 800 V 제품이 블루투스 통신을 통해 MI 3155 제품에 연결되었는지, 블루투스 통신 활성화 부호를 확인한다.
- 시험 리드선을 MI 3144 유로 Z 800 V 제품에 연결한다.
- 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.80*** 을 보시오.
- 자세한 내용은 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.
- 또는 버튼을 사용하여 측정을 시작한다.
- PASS / FAIL / NO STATUS 표시를 선택하려면 를 사용한다.
- 선택을 확인하고 측정을 완료하려면 또는 키를 누른다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

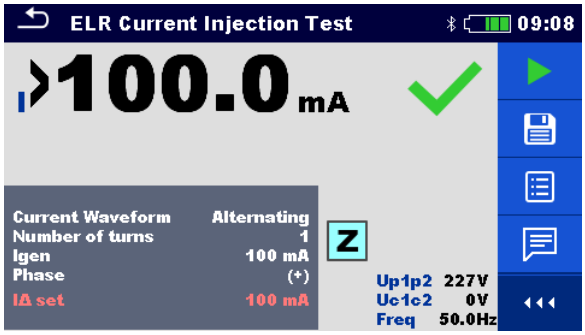



**그림 4.81: 고정밀 회선 임피던스 측정 결과 예시**

### 측정 결과

| | |
|---|---|
| **I** | 전류 |

전압 모니터:

| | |
|---|---|
| **Up1p2** | 전압 P1-P2 |
| **Uc1c2** | 전압 C1-C2 |
| **Freq** | 주파수 |

자세한 내용은 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

## 4.24 ELR 조합 시간 시험 (MI 3144)

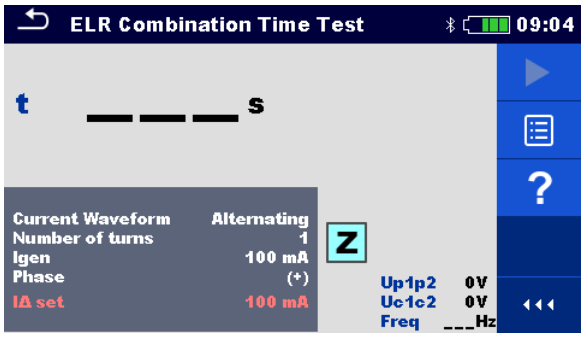



**그림 4.82: ELR 조합 시간 시험 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Current Waveform** | **전류 파형** [교류, 펄스, 직류] |
| **Number of turns** | **권회수** [1 … 10] |
| **I gen** | **전류** [3 mA, 5 mA, 6 mA, 10 mA, 15 mA, 30 mA, 50 mA, 100 mA, 150 mA, 250 mA, 300 mA, 500 mA] |
| **Phase** | **위상** [(+), (-)] |
| **Test duration** | **지속시간** [0.3 s, 0.5 s, 1 s, 2 s, 5 s, 10 s, 20 s] |
| **IΔ set** | **선택된 생성 전류 한계 및 권회수.** |

### 결선 도면

*그림 4.80* 을 보시오.

자세한 내용은 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

### 측정 절차

- MI 3155 제품을 직렬 RS232 를 통해 MI 3144 Euro Z 800 V 제품과 연결하거나, 블루투스 통신을 사용하여 쌍이 되도록 한다.
- **ELR Combination Time Test** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- MI 3144 Euro Z 800 V 제품이 블루투스 통신을 통해 MI 3155 제품에 연결되었는지, 블루투스 통신 활성화 부호를 확인한다.
- 시험 리드선을 MI 3144 유로 Z 800 V 제품에 연결한다.

- 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.80*** 을 보시오. 자세한 내용은 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.
- 또는 버튼을 사용하여 측정을 시작한다.
- PASS / FAIL / NO STATUS 표시를 선택하려면 를 사용한다.
- 선택을 확인하고 측정을 완료하려면 또는 키를 누른다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

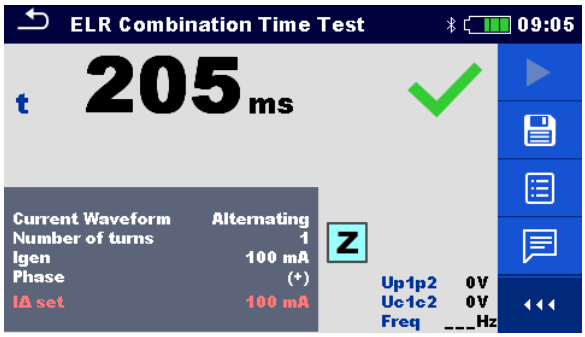



**그림 4.83: ELR 조합 시간 시험 결과 예시**

### 측정 결과

| | |
|---|---|
| **t** | 시간 |

전압 모니터:

| | |
|---|---|
| **Up1p2** | 전압 P1-P2 |
| **Uc1c2** | 전압 C1-C2 |
| **Freq** | 주파수 |

자세한 내용은 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

## 4.25 EVSE 진단 시험 (A 1632)

EVSE 진단 시험은 MI 3155 에 연결된 A 1632 e-모빌리티 분석기로 수행되어야 한다.

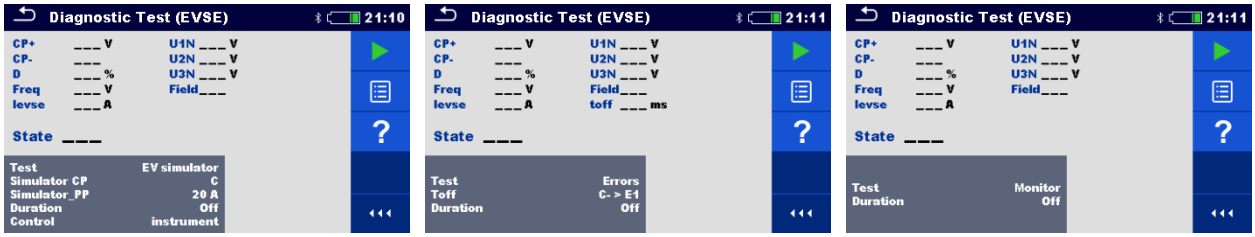



**그림 4.84: 진단 시험 (EVSE) 시작 화면 – EV simulator, Errors 및 Monitor**

### 측정 변수 / 한계

시작화면의 시험변수를 선택하면, 세 가지 진단 하위시험을 선택할 수 있다.

| | | |
|---|---|---|
| **Test** | **시험** [EV simulator, Monitor, Errors] | |
| | *EV simulator* | - 전기차 시뮬레이션 |
| | *Monitor* | - EVSE 모니터링 - EV 상호접속 및 시그널링 |
| | *Errors* | - CP 오류 시뮬레이션 |
| **Toff** | **모의 CP 오류** [C->E1, C->E2, C->E3, D->E1, D->E2, D->E3] | |
| **Simulator CP** | **CP (제어 파일럿) 상태 설정** [nc, A, B, C, D, E1, E2, E3] | |
| **Simulator PP** | **PP (근접 파일럿) 상태 설정** [nc, 13 A, 20 A, 32 A, 63 A, 80 A] | |
| **Duration** | **시험 지속시간** [Off, 2 s, 3 s, 5 s, 10 s, 30 s, 60 s, 90 s, 120 s, 180 s] | |
| **Control** | **분석기 제어** [제품, 지침서 (A 1632)] | |

### 결선 도면

자세한 내용은 ***A 1632 – eMobility Analyser*** 사용자 지침서를 참고하시오.

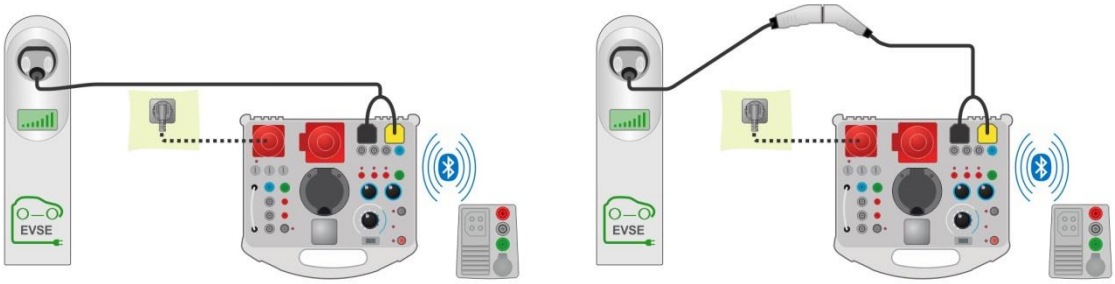



**그림 4.85: 진단 시험 - EV 시뮬레이터 및 오류 하위시험 - EVSE 에 연결**

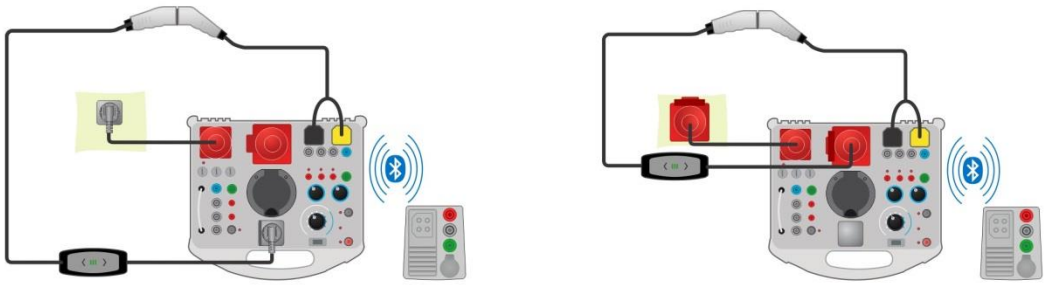


**그림 4.86: 진단 시험 - EV 시뮬레이터 및 오류 하위시험 - 분석기로 전원을 공급받은 모드 2 충전케이블에 연결**

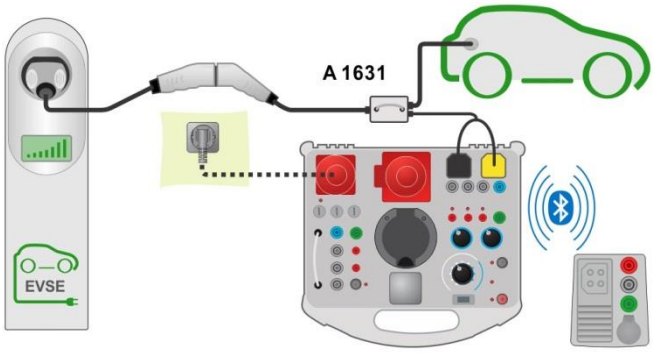



**그림 4.87: 진단 시험 (EVSE) - 모니터 하위시험 - EVSE 또는 충전케이블에 연결**

### 진단 시험 절차

- MI 3155 를 블루투스 통신을 통해 A 1632 e-모빌리티 분석기 제품과 쌍을 이루거나 연결한다.
- **Diagnostic Test (EVSE)** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- A 1632 eMobility Analyzer 가 블루투스 통신을 통해 MI 3155 제품에 연결되었는지, 블루투스 통신 활성화 부호를 확인한다.
- 충전케이블 / 충전소를 A 1632 e-모빌리티 분석기 어댑터를 연결한다. ***그림 4.85***, ***그림 4.86*** 및 ***그림 4.87*** 을 보시오.
  자세한 내용은 ***A 1632 – eMobility Analyser*** 사용자 지침서를 참고하시오.
- 또는 버튼을 사용하여 측정을 시작한다.
- 수동으로 상태를 적용한다(선택적).
- 결과값을 저장한다(선택적).

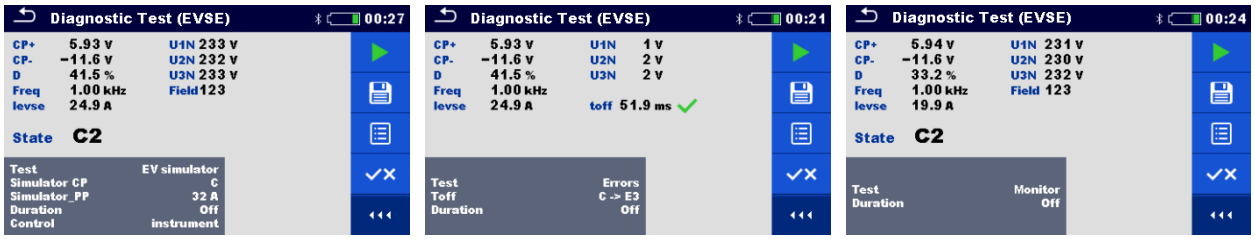



**그림 4.88: 진단 시험 (EVSE) 측정 결과값 – EV simulator, Errors 및 Monitor 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **CP+** | 최대 CP 값(제어 파일럿) 신호 |
| **CP-** | 최소 CP 값 (제어 파일럿) 신호 |
| **D** | CP 작동 주기 (제어 파일럿) 신호 |
| **Freq** | CP 주파수 (제어 파일럿) 신호 |
| **Ievse** | 충전케이블로 사용 가능한 충전전류 / EVSE |
| **U1N** | 충전케이블 출력전압 UL1-N / EVSE |
| **U2N** | 충전케이블 출력전압 UL2-N / EVSE |
| **U3N** | 충전케이블 출력전압 UL3-N / EVSE |
| **Field** | 1.2.3 – 올바른 결선 – 시계방향 회전 시퀀스<br>3.2.1 – 무효 결선 – 반시계방향 회전 시퀀스 |
| **toff** | 충전케이블 차단시간 / EVSE |
| **State** | 시스템 상태 |

자세한 내용은 ***A 1632 – eMobility Analyser*** 사용자 지침서를 참고하시오.

## 4.26 Earth – 접지저항 (3 선 시험)

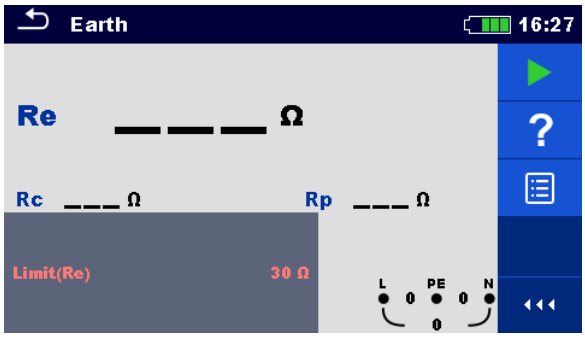



**그림 4.89: Earth 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Limit(Re)** | **최대 저항** [Off, 개인설정, 1 Ω ... 5 kΩ] |

### 결선 도면

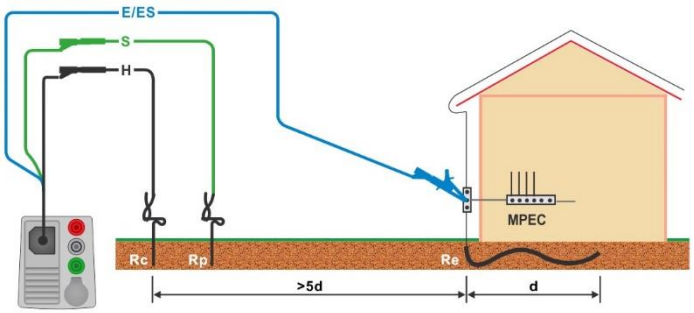



**그림 4.90: 대지 저항, 주설비 접지 측정**

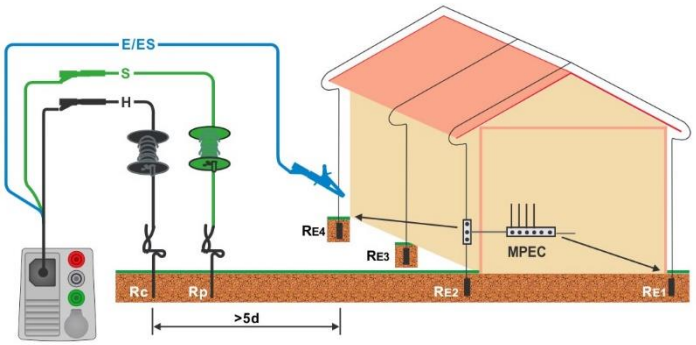



**그림 4.91: 대지 저항, 낙뢰 보호 시스템 측정**

### 측정 절차

- **Earth** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.90*** 및 ***그림 4.91*** 을 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

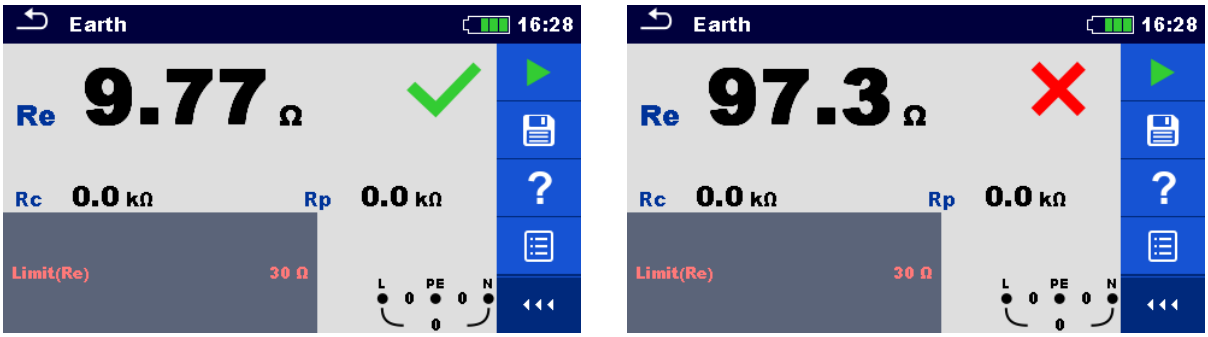



**그림 4.92: Earth 저항 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Re** | 접지 저항 |
| **Rc** | H(전류) 프로브의 저항 |
| **Rp** | S (전위) 프로브의 저항 |

# 4.27 Earth 2 clamp – 무접점 접지저항 측정 (두 개의 전류 클램프 사용)

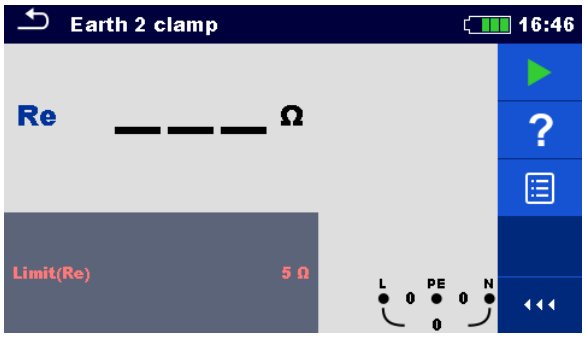



**그림 4.93: Earth 2 clamps 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Limit(Re)** | **최대 저항** [Off, 개인설정, 1 Ω ... 30 Ω] |

### 결선 도면

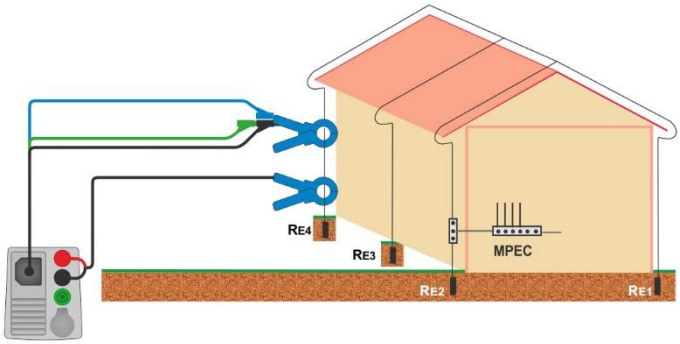



**그림 4.94: 무접점 접지저항 측정**

### 측정 절차

- **Earth 2 clamp** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험케이블과 클램프를 제품에 연결한다.
- 시험 중인 대상에 클램프를 끼운다. ***그림 4.94*** 를 보시오.
- 연속 측정을 시작한다.
- 측정을 중지한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

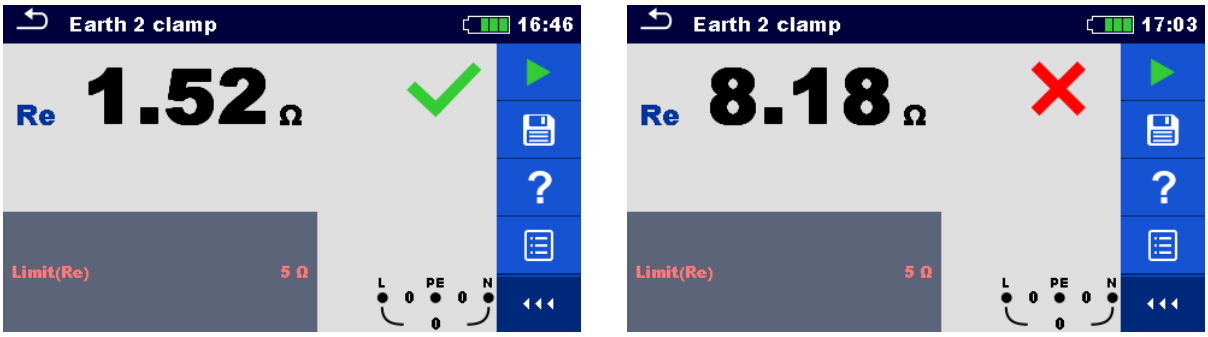



**그림 4.95: 무접점 접지저항 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Re** | 접지 저항 |

## 4.28 Ro – 비접지저항

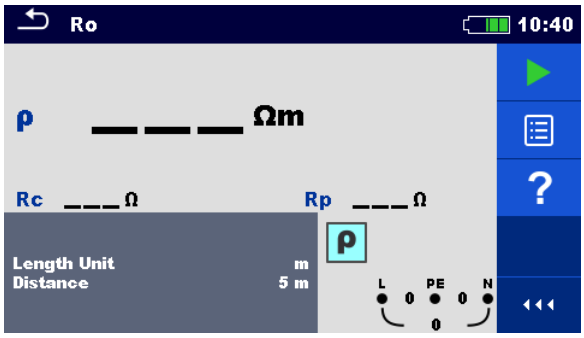



**그림 4.96: Earth Ro 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Length Unit** | **길이 단위** [m, ft] |
| **Distance** | **프로브 간 거리** [개인설정, 0.1 m ... 29.9 m 또는 1 ft ... 100 ft] |

### 결선 도면

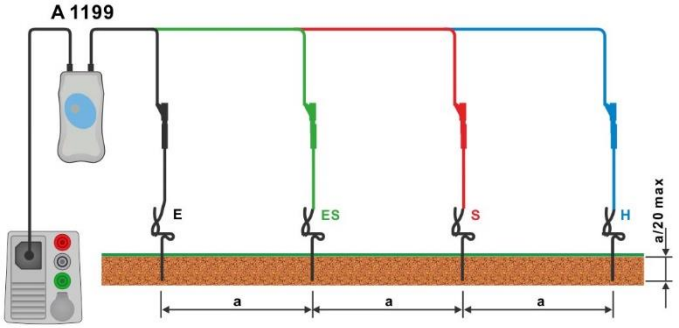



**그림 4.97: 비접지저항 측정**

### 측정 절차

| | |
|---|---|
| ‣ | **Ro** 기능을 시작한다. |
| ‣ | 시험 변수 / 한계를 설정한다. |
| ‣ | A 1199 어댑터를 제품에 연결한다. |
| ‣ | 시험리드선을 접지프로브에 연결한다. ***그림 4.97*** 을 보시오. |
| ‣ | 측정을 시작한다. |
| ‣ | 결과값을 저장한다(선택적). |

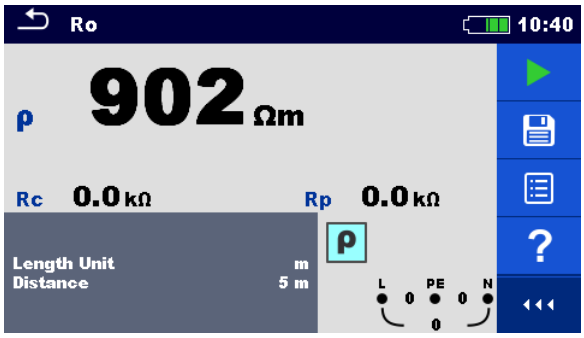



**그림 4.98: 비접지저항 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| ρ | 비접지저항 |
| **Rc** | H, E (전류) 프로브 저항 |
| **Rp** | S, ES (전위) 프로브 저항 |

## 4.29 전력

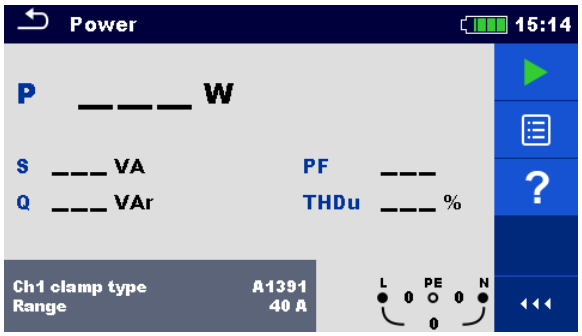



**그림 4.99: Power 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Ch1 clamp type** | **전류 클램프 어댑터** [A1018, A1019, A1391] |
| **Range** | **선택된 전류 클램프 어댑터 범위**<br>A1018 [20 A]<br>A1019 [20 A]<br>A1391 [40 A, 300 A] |

### 결선 도면

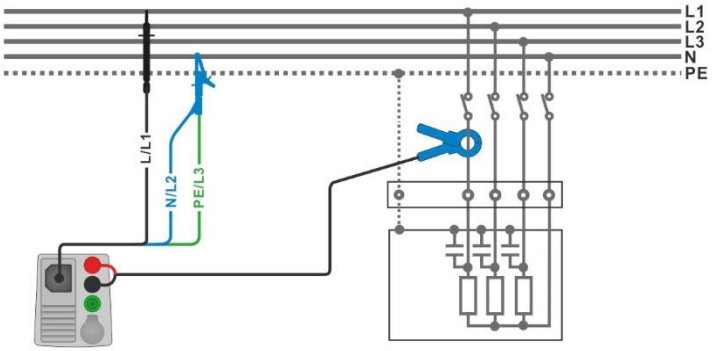



**그림 4.100: Power 측정**

### 측정 절차

- **Power** 기능을 시작한다.
- 변수/ 한계를 설정한다.
- 3 선 시험리드선과 전류클램프를 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선과 전류클램프를 시험대상에 연결한다(***그림 4.100*** 을 보시오).
- 연속 측정을 시작한다.
- 측정을 중지한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

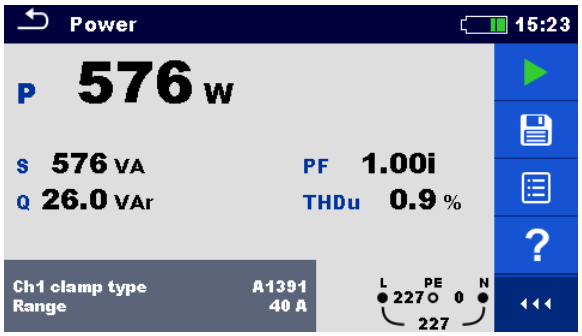



**그림 4.101: Power 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **P** | 유효 전력 |
| **S** | 피상 전력 |
| **Q** | 무효 전력 (용량성 또는 유도성) |
| **PF** | 역률 (용량성 또는 유도성) |
| **THDu** | 전압 총고조파 왜곡 |

## 4.30 고조파

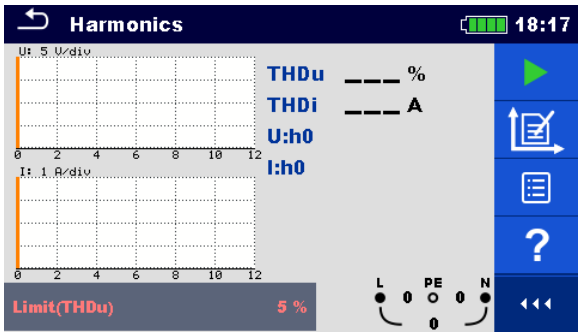



**그림 4.102: Harmonics 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Ch1 clamp type** | **전류 클램프 어댑터** [A1018, A1019, A1391] |
| **Range** | **선택된 전류 클램프 어댑터 범위**<br>A1018 [20 A]<br>A1019 [20 A]<br>A1391 [40 A, 300 A] |
| **Limit(THDu)** | **전류의 최대 THD** [Off, 개인설정, 3 % ... 10 %] |

### 결선 도면

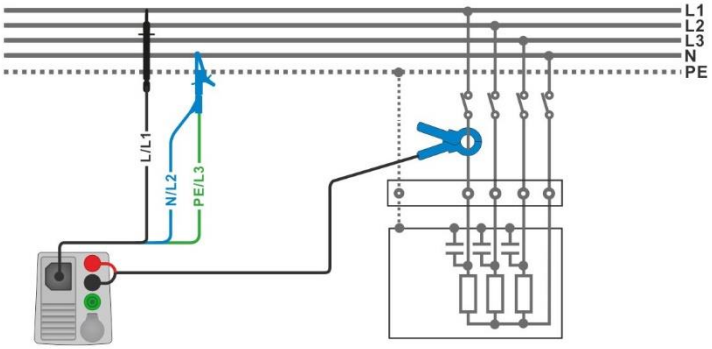



**그림 4.103: Harmonics 측정**

### 측정 절차

- **Harmonics** 기능을 시작한다.
- 변수/ 한계를 설정한다.
- 3 선 시험리드선과 전류클램프를 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선과 전류클램프를 시험대상에 연결한다. ***그림 4.103*** 을 보시오.
- 연속 측정을 시작한다.

- 측정을 중지한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

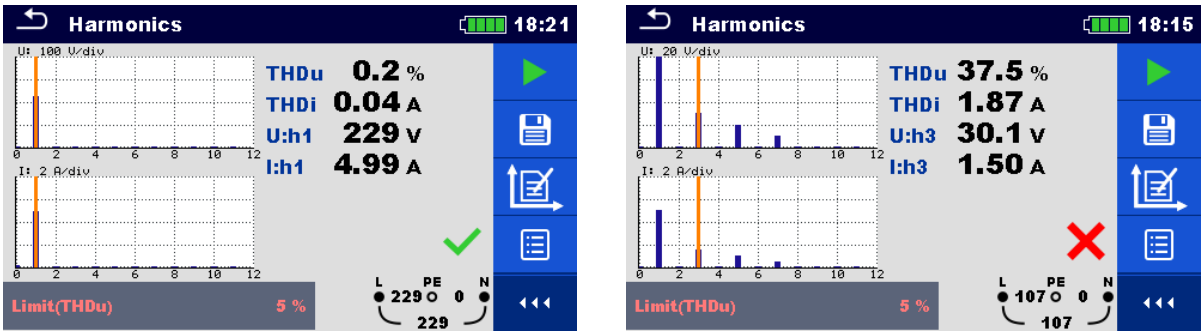



**그림 4.104: Harmonics 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **U:h**(i) | 선택된 고조파의 TRMS 전압 [h0 ... h11] |
| **I:h**(i) | 선택된 고조파의 TRMS 전류 [h0 ... h11] |
| **THDu** | 전압 총고조파 왜곡 |
| **THDi** | 전류 총고조파 왜곡 |

## 4.31 전류

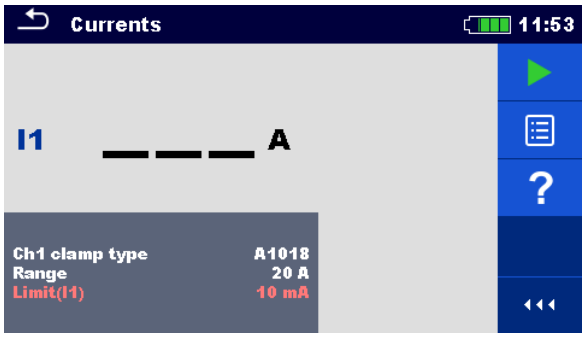



**그림 4.105: Current 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Ch1 clamp type** | **전류 클램프 어댑터** [A1018, A1019, A1391] |
| **Range** | **선택된 전류 클램프 어댑터 범위**<br>A1018 [20 A]<br>A1019 [20 A]<br>A1391 [40 A, 300 A] |
| **Limit(I1)** | **최대 PE 누설 또는 부하전류** [Off, 개인설정, 0.1 mA ... 100 mA] |

### 결선 도면

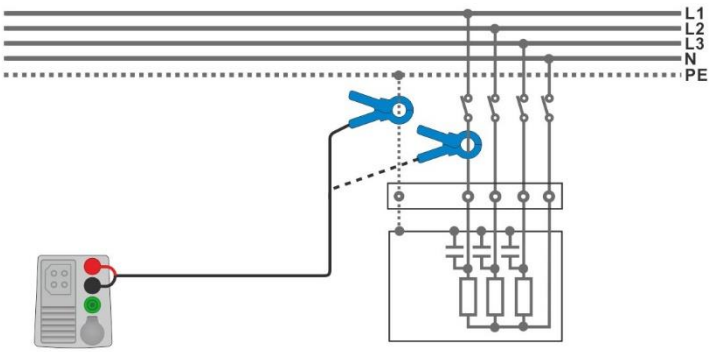



**그림 4.106: PE 누설 및 부하전류 측정**

### 측정 절차

- **Currents** 기능을 시작한다.
- 변수/ 한계를 설정한다.
- 전류클램프를 제품에 연결한다.
- 클램프를 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.106*** 을 보시오.
- 연속 측정을 시작한다.
- 측정을 중지한다.

- 결과값을 저장한다(선택적).

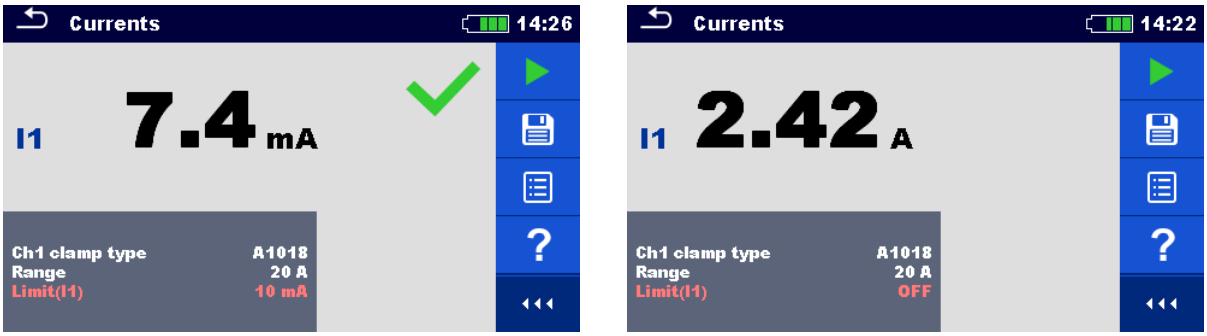



**그림 4.107: Current 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **I1** | PE 누설 또는 부하전류 |

## 4.32 전류 클램프 미터 (MI 3144)

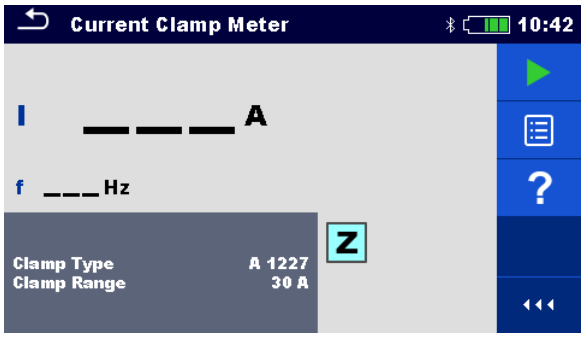



**그림 4.108: 전류 클램프 미터 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Clamp Type** | **클램프 형식** [A 1227, A 1281, A 1609] |
| **Clamp Range** | **범위**<br>**클램프 형식 A 1227, A 1609:** [30 A, 300 A, 3000 A]<br>**클램프 형식 A 1281:** [0.5 A, 5 A, 100 A, 1000 A] |

### 결선 도면

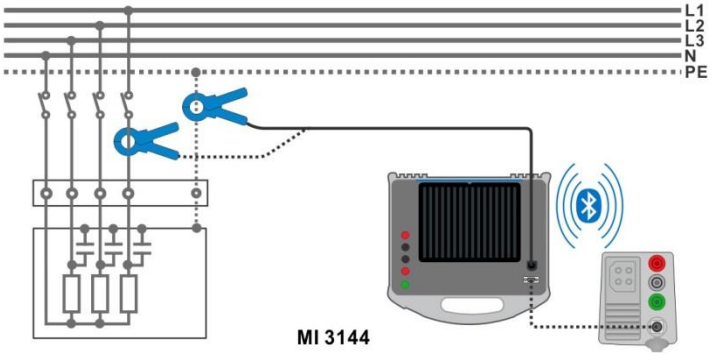



**그림 4.109: 전류 클램프 미터 측정**

자세한 내용은 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

### 측정 절차

- MI 3155 제품을 직렬 RS232 를 통해 MI 3144 Euro Z 제품과 연결하거나, 블루투스 통신을 사용하여 쌍이 되도록 한다.
- **Current Clamp Meter** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.

- MI 3144 Euro Z 800 V 제품이 블루투스 통신을 통해 MI 3155 제품에 연결되었는지, 블루투스 통신 활성화 부호를 확인한다.
- 전류 클램프를 MI 3144 유로 Z 800 V 제품에 연결한다.
- 측정 클램프로 시험 중인 대상을 감싼다. ***그림 4.109*** 를 보시오.
- 자세한 내용은 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.
- 또는 버튼을 사용하여 연속 측정을 시작한다.
- 측정을 중지한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

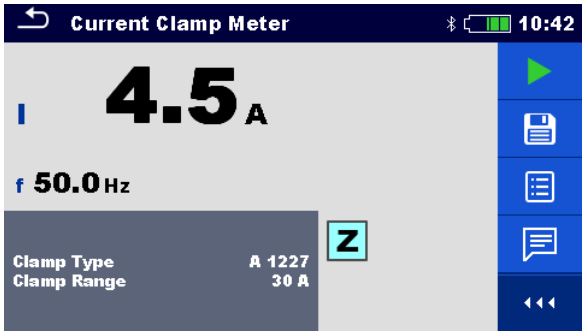



**그림 4.110: 전류 클램프 미터 측정 결과 예시**

**측정 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **I** | 전류 |
| **f** | 주파수 |

자세한 내용은 ***MI 3144 – Euro Z 800 V*** 사용자 지침서를 참고하시오.

## 4.33 ISFL – 첫 고장 누설 전류

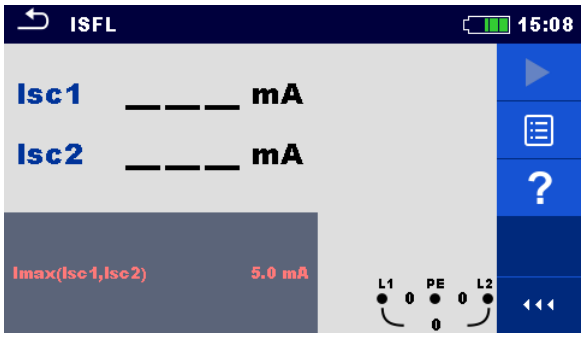



**그림 4.111: ISFL 측정 메뉴**

**측정 변수 / 한계**

| | |
|---|---|
| **Imax(Isc1, Isc2)** | **최대 첫 고장 누설 전류** [Off, 개인설정, 3.0 mA ... 19.5 mA] |

**결선 도면**

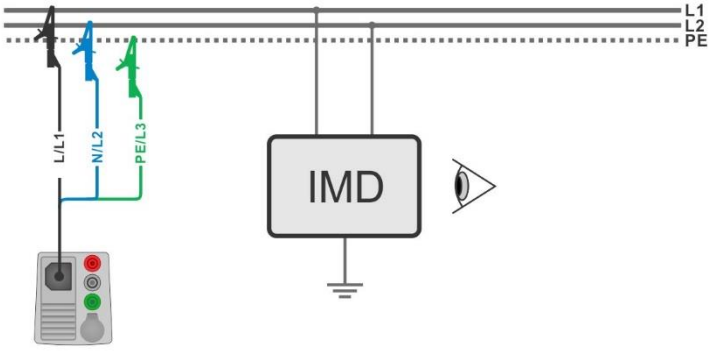



**그림 4.112: 3 선 시험리드선으로 최고 첫 고장 누설 전류 측정**

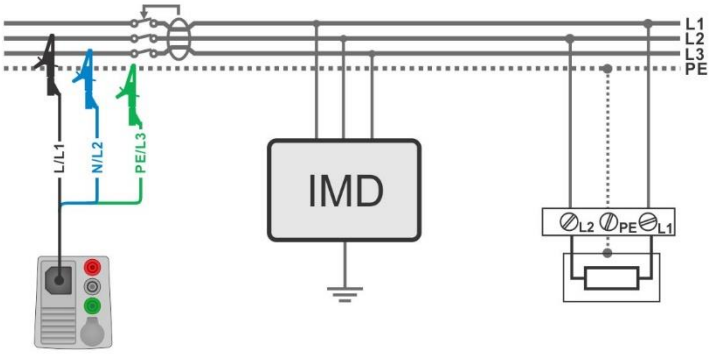



**그림 4.113: 3 선 시험리드선으로 RCD 보호회로용 첫 고장 누설 전류 측정**

### 측정 절차

- **ISFL** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.90*** 및 ***그림 4.91***을 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

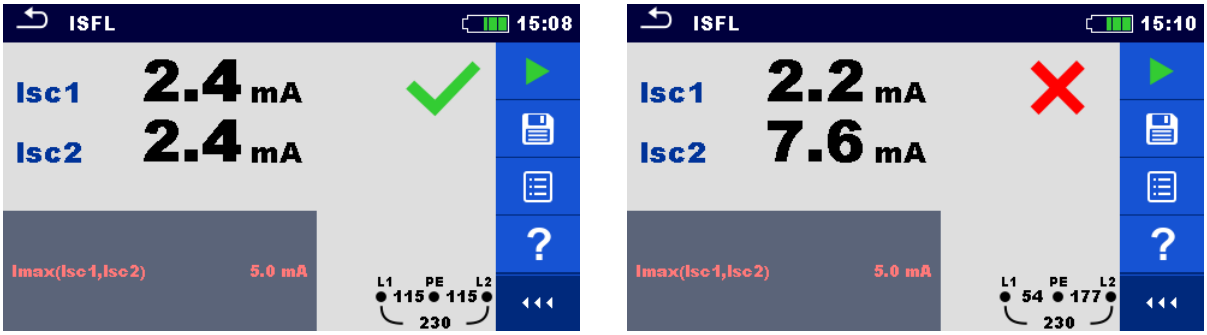



**그림 4.114: 첫 고장 누설 전류 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Isc1** | L1/PE 간 단일고장 시 첫 고장 누설 전류 |
| **Isc2** | L2/PE 간 단일고장 시 첫 고장 누설 전류 |

## 4.34 IMD – 절연 탐지장치 시험

이 기능은 L1/PE 와 L2/PE 간에 가변저항을 적용하여 절연 모니터 장치의 경보 한계를 확인한다.

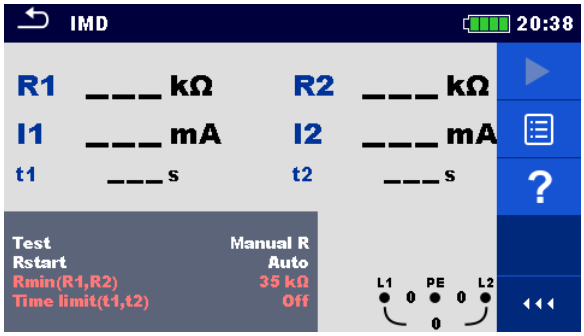



**그림 4.115: IMD 시험 메뉴**

### 시험 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Test** | **시험 모드** [MANUAL R, MANUAL I, AUTO R, AUTO I] |
| **Rstart** | **시동 절연저항** [Auto, 5 kΩ ... 640 kΩ] |
| **Istart** | **시동 고장 전류** [Auto, 0.1 mA ... 19.9 mA] |
| **t step** | **타이머 (AUTO R 및 AUTO I 시험 모드)** [1 s ... 99 s] |
| **Rmin(R1,R2)** | **최소 절연저항 ($R_{LIMIT}$)** [Off, 5 kΩ ... 640 kΩ] |
| **Imax(I1,I2)** | **최대 고장 전류 ($I_{LIMIT}$)** [Off, 0.1 mA ... 19.9 mA] |
| **Time limit (t1, t2)** | **최대 작용 / 차단 시간 한계** |

### 결선 도면

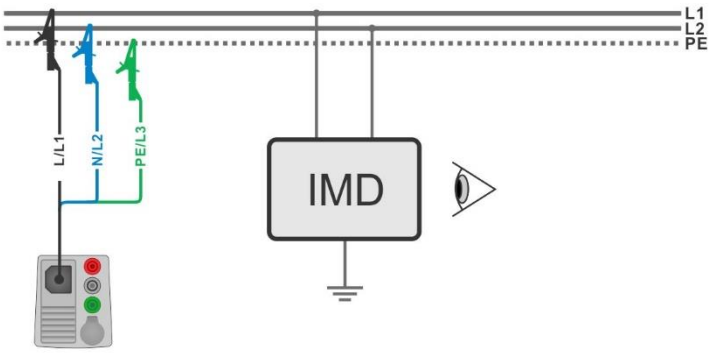
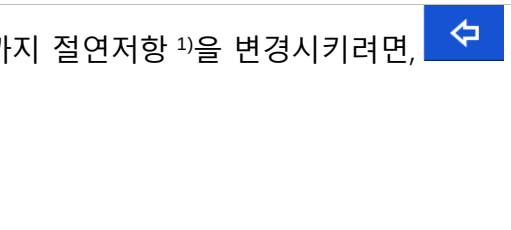
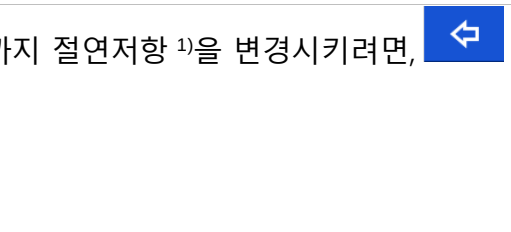



**그림 4.116: 3 선 시험리드선 사용 결선**

### 시험 절차 (MANUAL R, MANUAL I)

- **IMD** 기능을 시작한다.
- 시험변수를 MANUAL R 또는 MANUAL I 에 설정한다.
  기타 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.116*** 을 보시오.
- 측정을 시작한다.
- IMD 가 L1 에 대한 절연실패를 경고할 때까지 절연저항 [1]을 변경시키려면,  키를 사용한다.
- 선로 단자 선택을 L2 로 변경하려면, 또는 키를 누른다. ////////
  (만약, IMD 가 전압 공급을 차단한다면, 제품이 자동으로 선로 단자 선택을 L2 로 변경하고, 공급전압이 감지될 때 시험을 진행한다.)
- IMD 가 L2 에 대한 절연실패를 경고할 때까지 절연저항 [1]을 변경시키려면,  키를 사용한다.
- 또는 키를 누른다.
  (만약, IMD 가 전압 공급을 차단한다면, 제품이 자동으로 PASS / FAIL / NO STATUS 표시를 진행한다.)
- PASS / FAIL / NO STATUS 표시를 선택하려면 를 사용한다.
- 선택을 확인하고 측정을 완료하려면 또는 키를 누른다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

### 시험 절차 (AUTO R, AUTO I)

- **IMD** 기능을 시작한다.
- 시험변수를 AUTO R 또는 AUTO I 에 설정한다.
- 기타 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.116*** 을 보시오.

- 측정을 시작한다.
  L1-PE 간 절연저항은 타이머로 선택한 모든 시간 간격 한계값 [1]에 따라 자동으로 감소한다. 시험 속도를 높이려면, IMD 가 L1 에 대한 절연실패를 경고할 때까지,

  또는 키를 누른다.
- 선로 단자 선택을 L2 로 변경하려면, 또는 키를 누른다. ////////
  (만약, IMD 가 전압 공급을 차단한다면, 제품이 자동으로 선로 단자 선택을 L2 로 변경하고, 공급전압이 감지될 때 시험을 진행한다.)
- L2-PE 간 절연저항은 타이머로 선택한 모든 시간 간격 한계값 [1]에 따라 자동으로 감소한다. 시험 속도를 높이려면, IMD 가 L2 에 대한 절연실패를 경고할 때까지,

  또는 키를 누른다.
- 또는 키를 누른다.
  (만약, IMD 가 전압 공급을 차단한다면, 제품이 자동으로 PASS / FAIL / NO STATUS 표시를 진행한다.)
- PASS / FAIL / NO STATUS 표시를 선택하려면 를 사용한다.
- 선택을 확인하고 측정을 완료하려면 또는 키를 누른다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

*) 절연 저항의 시작 및 종료는 IMD 시험 하위 기능 및 시험변수의 선택에 의해 결정된다. 아래표를 보시오.

| 하위 기능 | R 시작 변수 | 시작 절연저항값 | 종료 절연저항값 |
|---|---|---|---|
| MANUAL R | Auto | $R_{START} \cong 1.5 \times R_{LIMIT}$ | - |
| | [5 kΩ ... 640 kΩ] | $R_{START} = Rstart$ | - |
| AUTO R | Auto | $R_{START} \cong 1.5 \times R_{LIMIT}$ | $R_{END} \cong 0.5 \times R_{LIMIT}$ |
| | [5 kΩ ... 640 kΩ] | $R_{START} = Rstart$ | $R_{END} \cong 0.5 \times R_{START}$ |

***표 4.11: MANUAL R 및 AUTO R 하위 기능용 시작 / 종료 절연저항값***

| 하위 기능 | I 시작 변수 | 시작 절연저항값 | 종료 절연저항값 |
|---|---|---|---|
| MANUAL I | Auto | $R_{START} \cong 1.5 \times \frac{U_{L1-L2}}{I_{LIMIT}}$ | - |
| | [0.1 mA ... 19.9 mA] | $R_{START} \cong \frac{U_{L1-L2}}{I_{start}}$ | - |

| | | | |
|---|---|---|---|
| AUTO I | Auto | $R_{START} \cong 1.5 \times \frac{U_{L1-L2}}{I_{LIMIT}}$ | $R_{END} \cong 0.5 \times \frac{U_{L1-L2}}{I_{LIMIT}}$ |
| | [0.1 mA ... 19.9 mA] | $R_{START} \cong \frac{U_{L1-L2}}{I_{start}}$ | $R_{END} \cong 0.5 \times \frac{U_{L1-L2}}{I_{start}}$ |

***표 4.12: MANUAL I 및 AUTO I 하위 기능용 시작 / 종료 절연저항값***

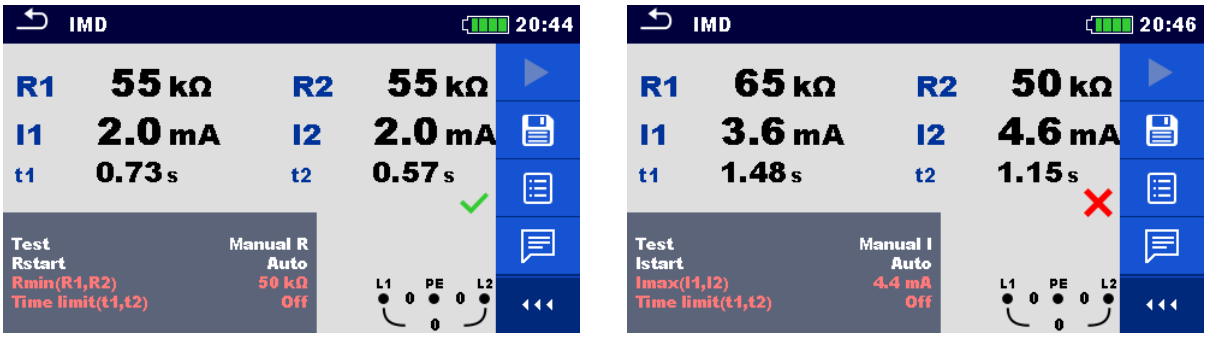



**그림 4.117: IMD 시험 결과 예시**

**시험 결과 / 하위 결과**

| | |
|---|---|
| **R1** | L1-PE 간 문턱 절연저항 |
| **I1** | R1 용 계산된 첫 고장 누설 전류 |
| **t1** | R1 용 IMD 의 작용 / 차단 시간 |
| **R2** | L2-PE 간 문턱 절연저항 |
| **I2** | R2 용 계산된 첫 고장 누설 전류 |
| **t2** | R2 용 IMD 의 작용 / 차단 시간 |

문턱 절연저항에서의 계산된 첫 고장 누설 전류가 $I_{1(2)} = \frac{U_{L1-L2}}{R_{1(2)}}$로 주어진다. 여기서, $U_{L1-L2}$는 선간전압이다. 계산된 첫 고장 전류는 절연저항이 적용된 시험 저항과 동일한 값으로 감소할 때 흐를 수 있는 최대 전류이며, 첫 고장은 반대 회선과 PE 사이로 추정된다.

만약, 작용 / 차단 시간 결과 중 하나(t1, t2)가 설정 한계를 벗어나면, 전반적인 시험상태는 "failed"이며 수동으로 수정할 수 없다. 그러나, 전체 상태는 사용자 정의가 가능하다.

IMD 장치의 작용이 시각적 표시 및/또는 음성 경보라면, 전압이 차단되지 않고, 시간 한계(t1,t2) 변수가 시간 한계를 사용할 수 없도록 “Off”로 설정되어야 한다.

## 4.35 Rpe – PE 도체 저항

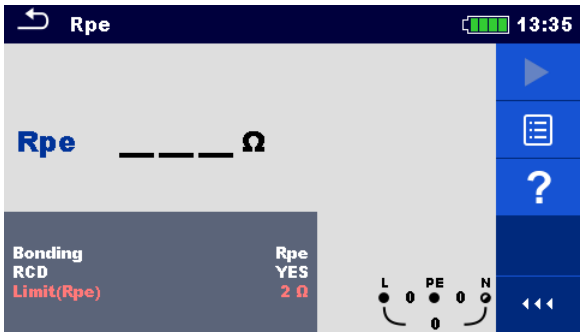



**그림 4.118: PE 도체 저항 측정 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Bonding** | [Rpe, Local] |
| **RCD** | [Yes, No] |
| **Limit(Rpe)** | **최대 저항** [Off, 개인설정, 0.1 Ω ... 20.0 Ω] |

### 결선 도면

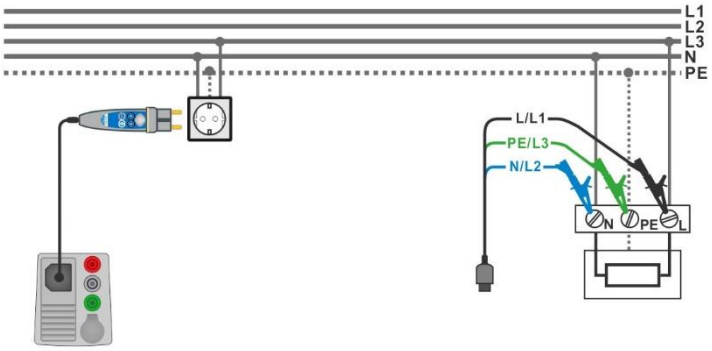



**그림 4.119: 플러그 커맨더 및 3 선 시험리드선 결선**

### 측정 절차

- **Rpe** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더를 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.119*** 를 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

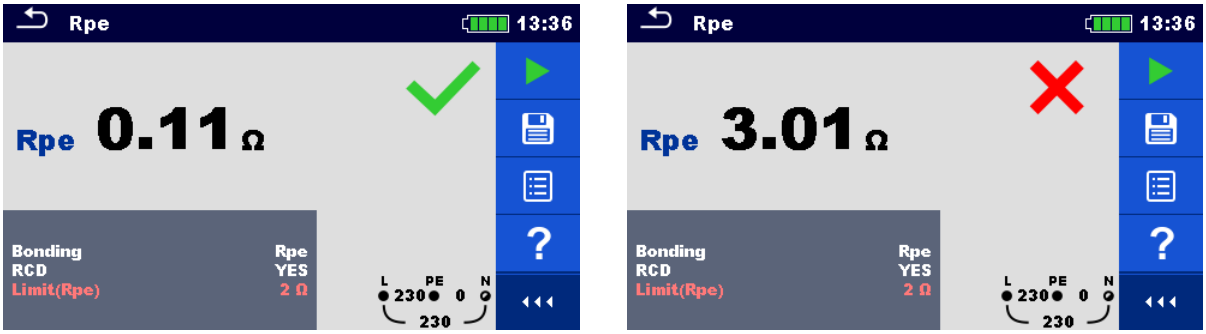



**그림 4.120: PE 도체 저항 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Rpe** | PE 도체 저항 |

## 4.36 조도

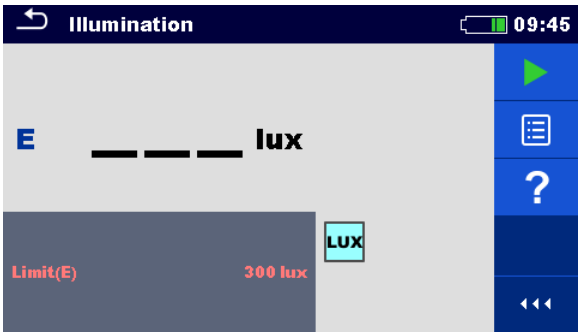



**그림 4.121: Illumination 측정 메뉴**

### 측정 변수 / 한계

| | |
|---|---|
| **Limit(E)** | **최소 조도** [Off, 개인설정, 0.1 lux ... 20 klux] |

### 프로브 위치선정

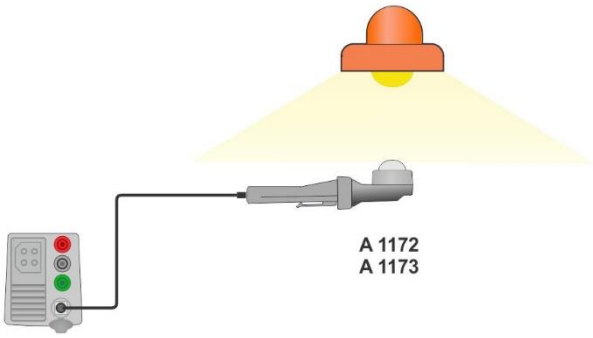



**그림 4.122: 조도계 프로브 위치선정**

### 측정 절차

- **Illumination** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 조도 센서 A 1172 또는 A 1173 를 제품에 연결한다.
- 조도계 프로브 위치를 확인한다. ***그림 4.122*** 를 보시오.
  조도계 프로브가 켜져있는 지 반드시 확인한다.
- 연속 측정을 시작한다.
- 측정을 중지한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

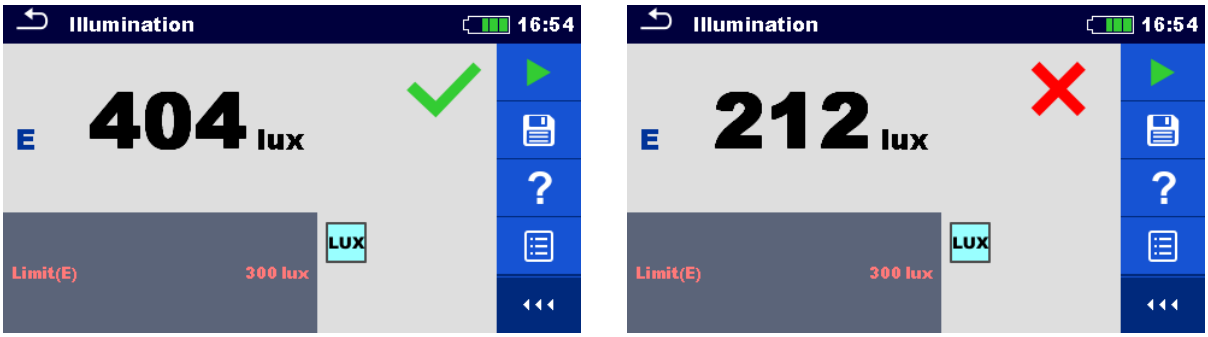



그림 4.123: Illumination 측정 결과 예시

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **E** | 조도 |

## 4.37 방전 시간

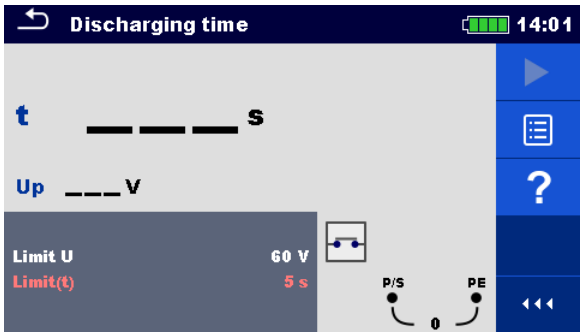



그림 4.124: 방전 시간 측정 메뉴

### 측정 변수 / 한계

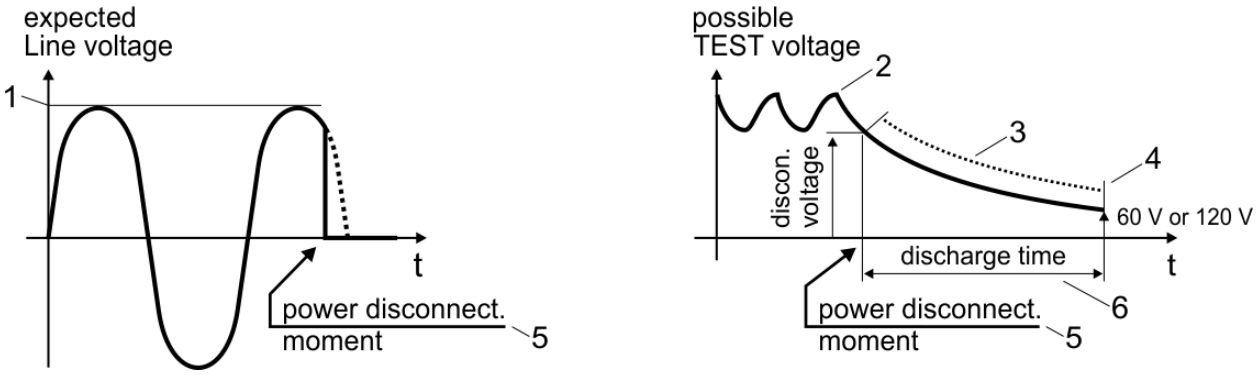
| | |
|---|---|
| **Limit U** | **전압 한계** [34 V, 60 V, 120 V] |
| **Limit (t)** | **시간 한계** [1 s, 5 s] |

### 측정 원칙

방전 시간 기능의 측정 원칙은 다음과 같다.

**1단계:** DUT는 외부 콘센트를 통해 공급전압이 연결된다.

| | |
|---|---|
| | 제품이 전압을 모니터하고 (공급 또는 내부 연결), 피크 전압값을 내부적으로 저장한다. |
| **2단계:** | DUT가 공급전압으로부터 차단되고, 시험단자 전압이 떨어지지 시작한다. r.m.s. 전압이 10 V 떨어지면, 제품은 시간을 측정하기 시작한다. |
| **3단계:** | 전압이 내부적으로 계산된 전압값 이하로 떨어진 후에, 타이머가 정지한다. 만약 차단이 최대 전압값에서 발생했다면 제품이 값에 대한 기존 측정 시간을 재계산한다. |




(1) 피크 전압
(2) 차단시간에서의 전압
(3) 계산된 전압값
(4) Ulim
(5) 차단 모멘트
(6) 방전 시간

**그림 4.125: 방전 시간 측정 원칙**

### 결선 도면

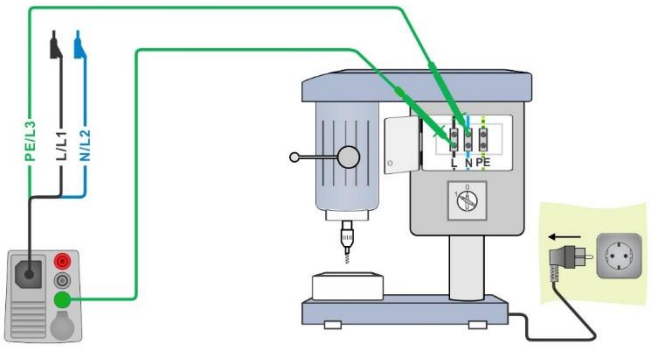



**그림 4.126: 방전 시간 측정**

### 측정 절차

- **Discharging Time** 기능을 시작한다.

- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 3 선 시험리드선을 제품과 DUT 에 연결한다. ***그림 4.126*** 을 보시오.
- DUT 를 주전원에 연결하고 스위치를 켠다. ***그림 4.126*** 을 보시오.
- 측정을 시작한다.
- 주전원으로부터 DUT 를 차단할 때 측정이 자동으로 중지된다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

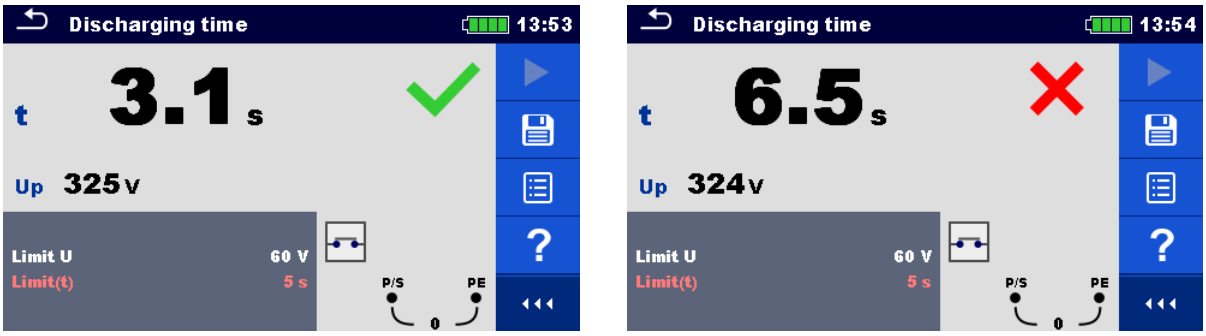



**그림 4.127: 방전 시간 결과**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **t** | 방전 시간 |
| **Up** | 차단시간에서의 전압 피크값 |

## 4.38 AUTO TT – TT 접지시스템용 오토 테스트 시퀀스

**AUTO TT 시퀀스에서 수행된 시험 / 측정은 다음과 같다.**

| |
|---|
| **Voltage** |
| **Z line** |
| **Voltage Drop** |
| **Zs rcd** |
| **RCD Uc** |

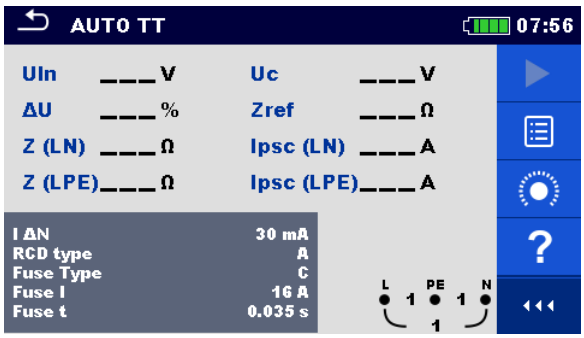



**그림 4.128: AUTO TT 메뉴**

**측정 변수 / 한계**

| | |
|---|---|
| **I ΔN** | **정격 RCD 잔류 전류 민감도** [10 mA, 15 mA, 30 mA, 100 mA, 300 mA, 500 mA, 1000 mA] |
| **RCD type** | **RCD 형식** [AC, A, F, B, B+] |
| **Selectivity** | **Characteristic** [G, S] |
| **Fuse type** | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I** | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t** | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **I (ΔU)** [1)] | **ΔU 측정용 정격 전류 (사용자 지정값)** |
| **Isc factor** | **Isc 인수** [개인설정, 0.20 … 3.00] |
| **I test** | **시험 전류** [Standard, Low] |
| **Limit(ΔU)** | **최대 전압강하** [Off, 개인설정, 3.0 % ... 9.0 %] |
| **Limit Uc** | **시험과 측정용 시험 변수** [개인설정, 12 V, 25 V, 50 V] |
| **Ia(Ipsc (LN))** | **선택된 퓨즈용 최소 단락 전류 또는 사용자 지정값** |

[1)] Fuse 형식이 Off 또는 Custom 에 설정될 때 적용 가능하다.

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

### 결선 도면

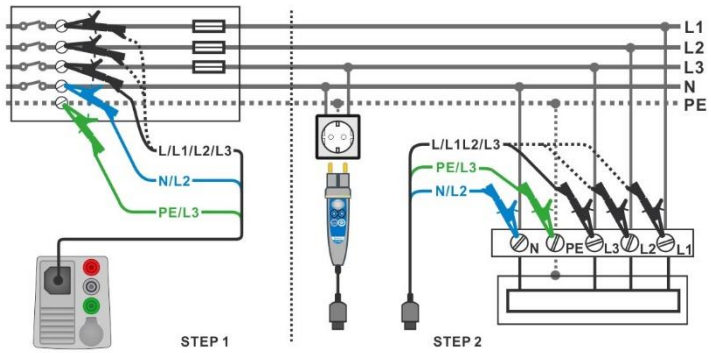



**그림 4.129: AUTO TT 측정**

### 측정 절차

- **AUTO TT** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 원천 임피던스 Zref 를 측정한다(선택적). *오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.**장 오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.**를 보시오.*
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더를 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.129*** 를 보시오.
- 자동 시험을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

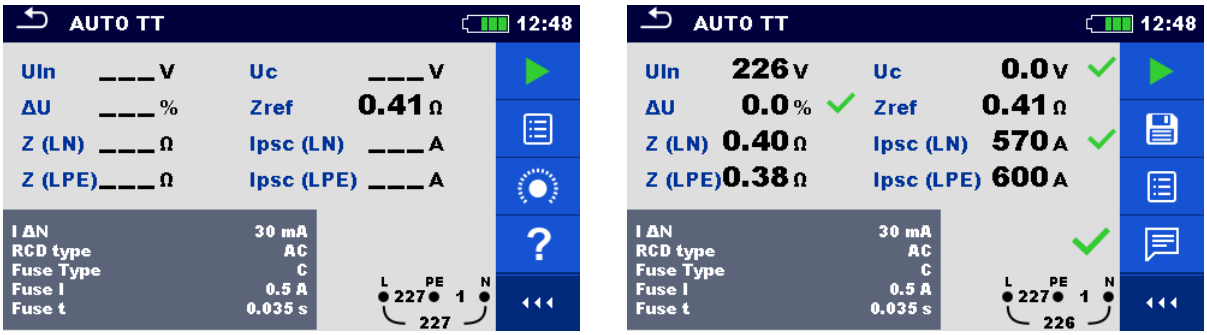



**그림 4.130: AUTO TT 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Uln** | 상과 중성도체 간 전압 |
| **ΔU** | 전압 강하 |
| **Z (LN)** | 회선 임피던스 |

| | |
|---|---|
| **Z (LPE)** | 회로 임피던스 |
| **Uc** | 접촉 전압 |
| **Zref** | 기준 회선 임피던스 |
| **Ipsc (LN)** | 예상 단락회로 전류 |
| **Ipsc (LPE)** | 예상 고장 전류 |

# 4.39 AUTO TN (RCD) – RCD 포함 TN 접지시스템용 오토 테스트 시퀀스

**AUTO TN (RCD) 시퀀스에서 수행된 시험 / 측정은 다음과 같다.**

| |
|---|
| **Voltage** |
| **Z line** |
| **Voltage Drop** |
| **Zs rcd** |
| **Rpe rcd** |

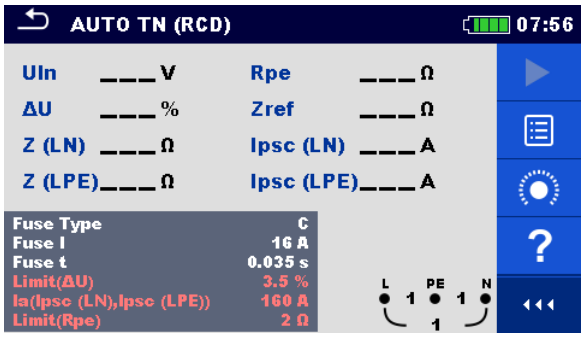



**그림 4.131: AUTO TN (RCD) 메뉴**

**측정 변수 / 한계**

| | |
|---|---|
| **Fuse type** | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I** | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t** | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **I (ΔU)** [1)] | **ΔU 측정용 정격 전류 (사용자 지정값)** |
| **Isc factor** | **Isc 인수** [개인설정, 0.20 … 3.00] |
| **I test** | **시험 전류** [Standard, Low] |
| **Limit(ΔU)** | **최대 전압강하** [Off, 개인설정, 3.0 % ... 9.0 %] |
| **Ia(Ipsc (LN), Ipsc (LPE))** | **선택된 퓨즈용 최소 단락 전류 또는 사용자 지정값** |
| **Limit (Rpe)** | **최대 저항** [Off, 개인설정, 0.1 Ω ... 20.0 Ω] |

[1)] Fuse 형식이 Off 또는 Custom 에 설정될 때 적용 가능하다.

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

### 결선 도면

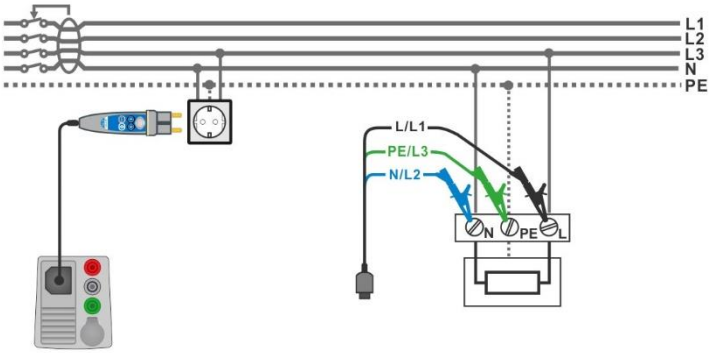



**그림 4.132: AUTO TN (RCD) 측정**

### 측정 절차

- **AUTO TN (RCD)** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 원천 임피던스 Zref 를 측정한다(선택적). *오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.***장** *오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.*를 보시오.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더를 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.132*** 를 보시오.
- 자동 시험을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

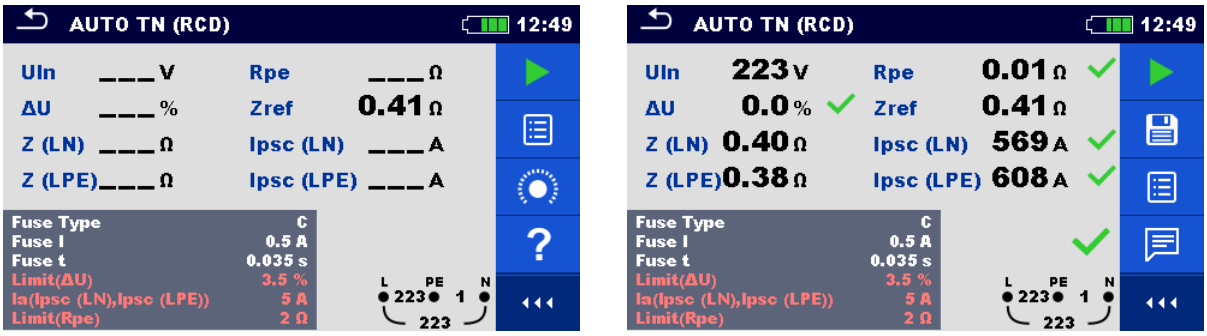



**그림 4.133: AUTO TN (RCD) 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Uln** | 상과 중성도체 간 전압 |
| **ΔU** | 전압 강하 |
| **Z (LN)** | 회선 임피던스 |
| **Z (LPE)** | 회로 임피던스 |

| | |
|---|---|
| **Rpe** | PE 도체 저항 |
| **Zref** | 기준 회선 임피던스 |
| **Ipsc (LN)** | 예상 단락회로 전류 |
| **Ipsc (LPE)** | 예상 고장 전류 |

## 4.40 AUTO TN – RCD 미포함 TN 접지시스템용 오토 테스트 시퀀스

**AUTO TN 시퀀스에서 수행된 시험 / 측정은 다음과 같다.**

| |
|---|
| **Voltage** |
| **Z line** |
| **Voltage Drop** |
| **Z loop** |
| **Rpe** |

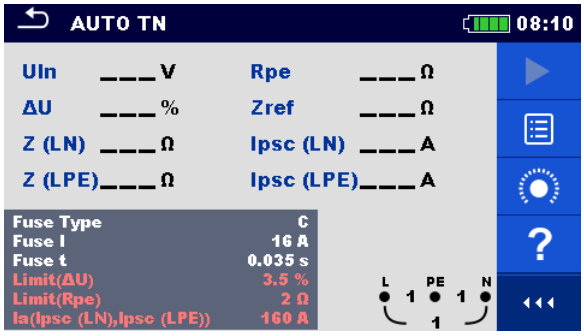



**그림 4.134: AUTO TN 메뉴**

**측정 변수 / 한계**

| | |
|---|---|
| **Fuse type** | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I** | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t** | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **I (ΔU)** [1)] | **ΔU 측정용 정격 전류 (사용자 지정값)** |
| **Limit(ΔU)** | **최대 전압강하** [Off, 개인설정, 3.0 % ... 9.0 %] |
| **Limit(Rpe)** | **최대 저항** [Off, 개인설정, 0.1 Ω ... 20.0 Ω] |
| **Ia(Ipsc (LN), Ipsc (LPE))** | **선택된 퓨즈용 최소 단락 전류 또는 사용자 지정값** |
| **Isc factor** | **Isc 인수** [개인설정, 0.20 … 3.00] |

[1)] Fuse 형식이 Off 또는 Custom 에 설정될 때 적용 가능하다.

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

### 결선 도면

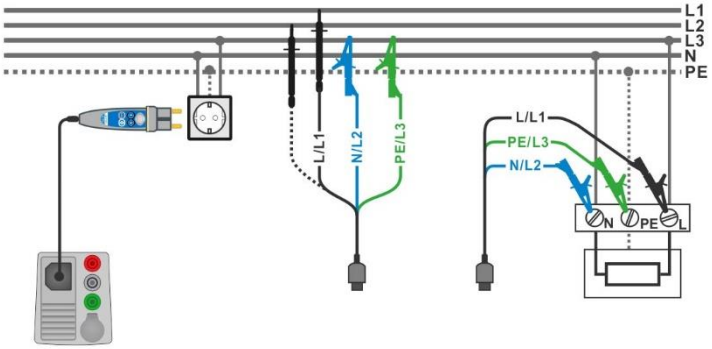



**그림 4.135: AUTO TN 측정**

### 측정 절차

- **AUTO TN** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 원천 임피던스 Zref 를 측정한다(선택적). *오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.***장** *오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.*를 보시오.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더를 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.135*** 를 보시오.
- 자동 시험을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

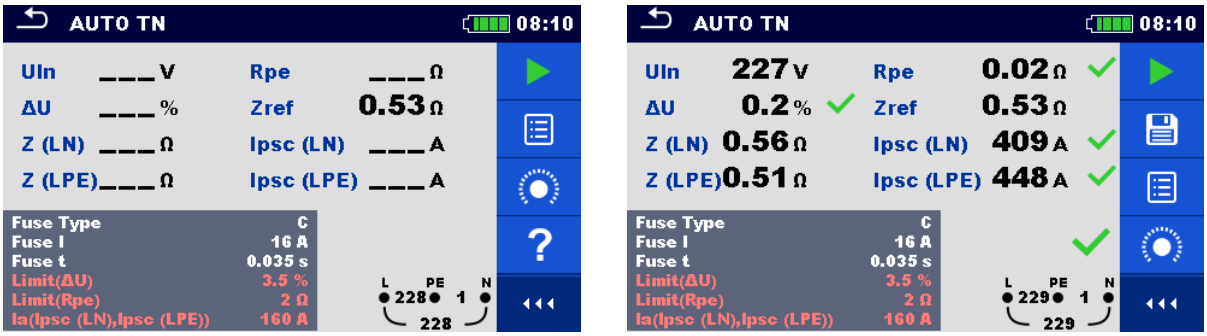



**그림 4.136: AUTO TN 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Uln** | 상과 중성도체 간 전압 |
| **ΔU** | 전압 강하 |
| **Z (LN)** | 회선 임피던스 |

| | |
|---|---|
| **Z (LPE)** | 회로 임피던스 |
| **Rpe** | PE 도체 저항 |
| **Zref** | 기준 회선 임피던스 |
| **Ipsc (LN)** | 예상 단락회로 전류 |
| **Ipsc (LPE)** | 예상 고장 전류 |

## 4.41 AUTO IT – IT 접지시스템용 오토 테스트 시퀀스

**AUTO IT 시퀀스에서 수행된 시험 / 측정은 다음과 같다.**

| |
|---|
| **Voltage** |
| **Z line** |
| **Voltage Drop** |
| **ISFL** |
| **IMD** |

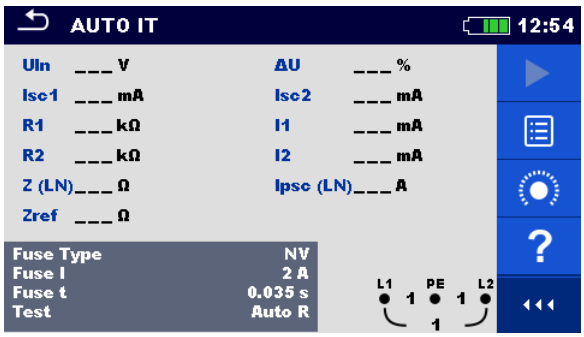



**그림 4.137: AUTO IT 메뉴**

**측정 변수 / 한계**

| | |
|---|---|
| **Fuse type** | **퓨즈 형식 선택** [Off, 개인설정, gG, NV, B, C, D, K] |
| **Fuse I** | **선택된 퓨즈의 정격 전류** |
| **Fuse t** | **선택된 퓨즈의 최대 차단 시간** |
| **I (ΔU)** [1)] | **ΔU 측정용 정격 전류 (사용자 지정값)** |
| **Test** | **시험 모드** [MANUAL R, MANUAL I, AUTO R, AUTO I] |
| **t step** | **타이머 (AUTO R 및 AUTO I 시험 모드)** [1 s … 99 s] |
| **Isc factor** | **Isc 인수** [개인설정, 0.20 … 3.00] |
| **Limit(ΔU)** | **최대 전압강하** [Off, 개인설정, 3.0 % ... 9.0 %] |
| **Rmin(R1,R2)** | **최소 절연저항** [Off, 5 kΩ … 640 kΩ], |
| **Imax(I1,I2)** | **최대 고장 전류** [Off, 0.1 mA ... 19.9 mA] |
| **Imax(Isc1,Isc2)** | **최대 첫 고장 누설 전류** [Off, 개인설정, 3.0 mA ... 19.5 mA] |
| **Ia(Ipsc (LN))** | **선택된 퓨즈용 최소 단락 전류 또는 사용자 지정값** |

[1)] Fuse 형식이 Off 또는 Custom 에 설정될 때 적용 가능하다.

퓨즈 데이터에 관한 더 자세한 정보를 알려면, ***퓨즈 테이블 가이드***를 참고하시오.

### 결선 도면

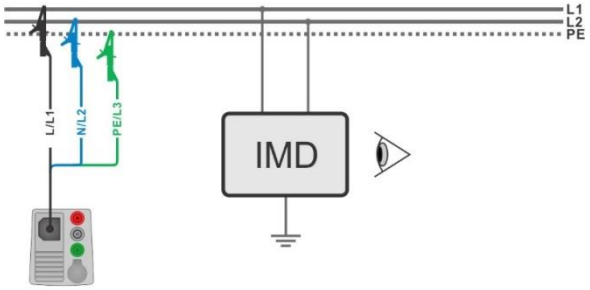



**그림 4.138: AUTO IT 측정**

### 측정 절차

- **AUTO IT** 기능을 시작한다.
- 시험 변수 / 한계를 설정한다.
- 원천 임피던스 Zref 를 측정한다(선택적). *오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.***장** *오류! 참조 원본을 찾을 수 없습니다.*를 보시오.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선을 시험 중인 대상에 연결한다. ***그림 4.138*** 을 보시오.
- 자동 시험을 시작한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

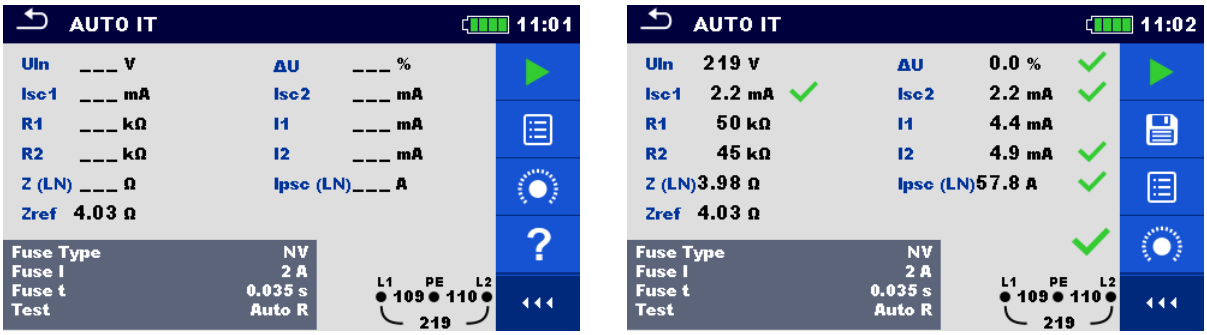



**그림 4.139: AUTO IT 측정 결과 예시**

### 측정 결과 / 하위 결과

| | |
|---|---|
| **Uln** | 상 L1 과 L2 간 전압 |
| **ΔU** | 전압 강하 |
| **Isc1** | L1/PE 간 단일고장 시 첫 고장 누설 전류 |
| **Isc2** | L2/PE 간 단일고장 시 첫 고장 누설 전류 |
| **R1** | L1-PE 간 문턱 절연저항 |

| | |
|---|---|
| **R2** | L2-PE 간 문턱 절연저항 |
| **I1** | R1 용 계산된 첫 고장 누설 전류 |
| **I2** | R2 용 계산된 첫 고장 누설 전류 |
| **Z (LN)** | 회선 임피던스 |
| **Zref** | 기준 회선 임피던스 |
| **Ipsc (LN)** | 예상 단락회로 전류 |

## 4.42 위치 탐지기

이 기능은 다음과 같은 주요 설비 추적용으로 고안되었다.

- 추적선,
- 선의 단락 및 파단 감지,
- 퓨즈 감지.

본 제품은 휴대용 추적기 수신기 R10K 로 추적이 가능한 시험신호를 생성한다. 추가 정보를 위해서는 ***0 – 부록 B 위치탐지기 수신기*** R10K 를 보시오.

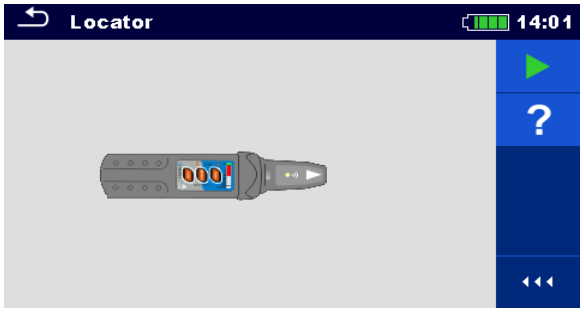



**그림 4.140: Locator 주화면**

**전기설비 추적용 대표적 적용**

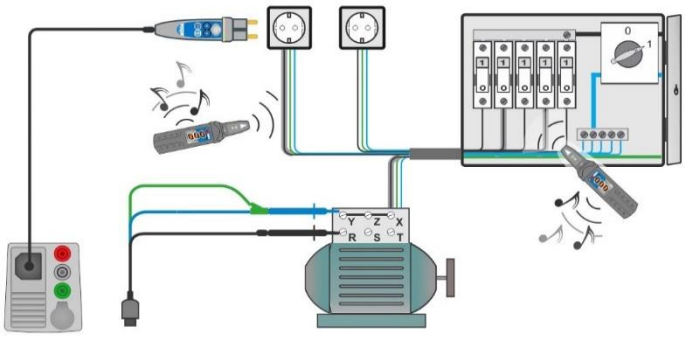


**그림 4.141: 벽 아래 및 캐비닛에서 배선 추적**

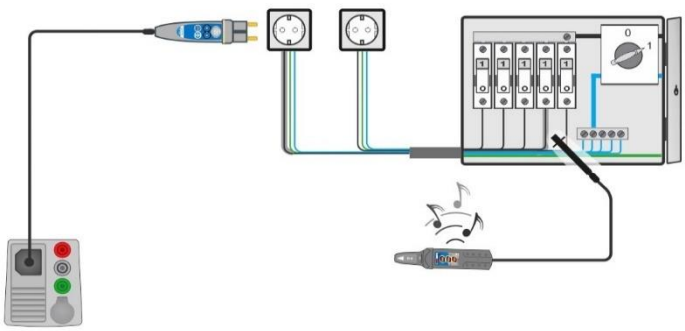


**그림 4.142: 개별 퓨즈 감지**

### 라인 트레이싱(선 추적) 절차

- ***Other*** 메뉴의 ***Locator*** 기능을 선택한다.
- 시험 케이블을 제품에 연결한다.
- 3 선 시험리드선 또는 플러그 커맨더를 시험대상에 연결한다(***그림 4.141*** 과 ***그림 4.142*** 를 보시오).
- 키를 누른다.
- 수신기 라인(IND 모드 시) 또는 수신기와 그 옵션부속품을 추적한다.
- 추적을 중지하려면, 키를 다시 누른다.

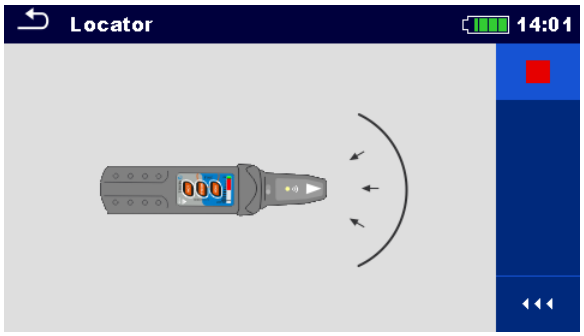



**그림 4.143: Locator 활성화**

## 4.43 육안검사와 기능검사

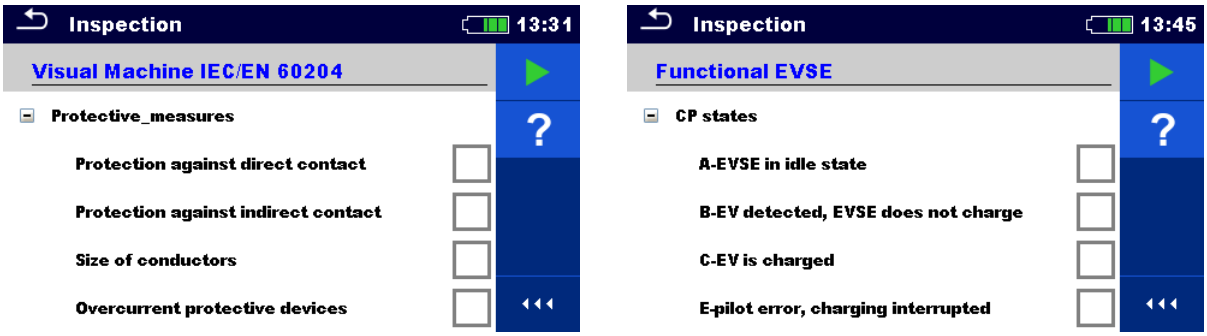



그림 4.144: 육안 / 기능검사 메뉴 예시

### 검사

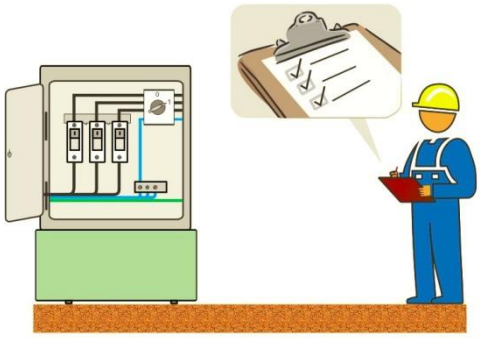


그림 4.145: 육안 / 기능검사 시험 회로

### 육안 / 기능검사 절차

***Visual*** 또는 ***Function*** 메뉴에서 적절한 검사 시험을 선택한다.

- 검사를 시작한다.
- 시험 중인 항목의 검사를 수행한다.
- 적절한 티커(ticker)를 검사 항목에 적용한다.
- 검사를 종료한다.
- 결과값을 저장한다(선택적).

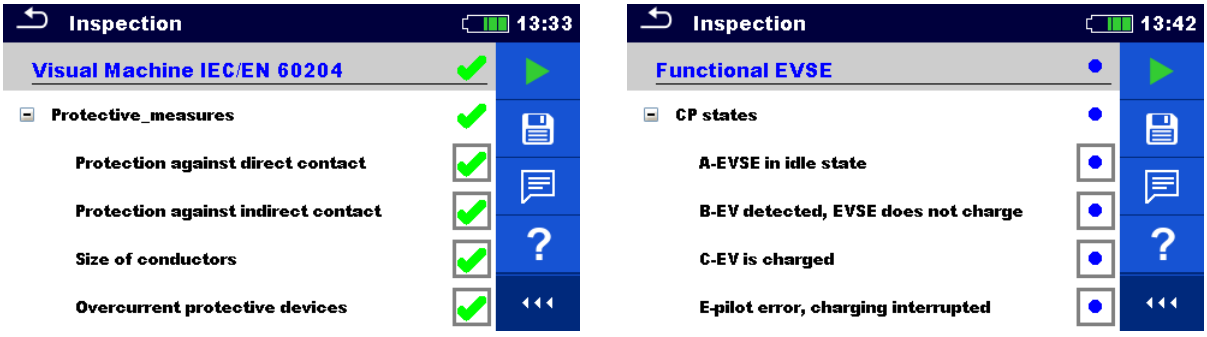



그림 4.146: 육안 / 기능검사 결과 예시

# 5 제품 업그레이드

제품은 USB 통신 포트를 통해 PC 로 갱신이 가능하다. 이는 만약 표준이나 규정이 변경된다면 제품을 최신으로 홀드 가능하게 한다. 펌웨어 업그레이드는 인터넷 접속을 필요로 하고, 업그레이드 절차를 통해 특별한 업그레이드 소프트웨어인 ***FlashMe*** 의 도움으로 ***Metrel ES Manager*** 소프트웨어에서 수행을 할 수 있다. 더 많은 정보를 알려면, Metrel ES Manager Hel 파일을 참고하시오.

# 6 유지보수

권한 없는 사람은 EurotestXD 제품을 개방하여서는 안 된다. 제품 내부에는 뒷면 덮개 아래 배터리와 퓨즈를 제외하고 사용자 교체가능 부품이 없다.

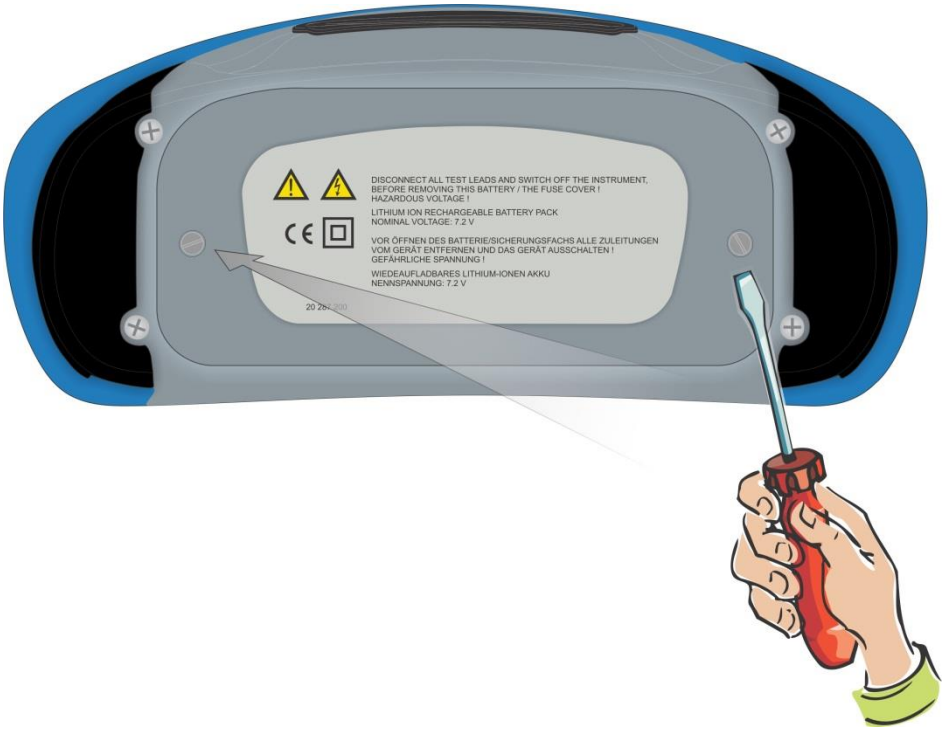



**그림 6.1: 퓨즈 / 배터리실을 열기 위한 나사의 위치**

## 6.1 퓨즈 교체

EurotestXD 제품의 뒷면 덮개 아래에 있는 세 개의 퓨즈가 있다.

| | |
|---|---|
| **F1** | M 0.315 A / 250 V, 20×5 mm<br>테스트 프로브가 측정 중에 실수로 주 공급전압에 연결된다면, 이 퓨즈가 연속성 기능을 위한 내부 회로를 보호한다. |
| **F2, F3** | F 5 A / 500 V, 32×6.3 mm (차단 용량: 50 kA)<br>시험 단자 L/L1 과 N/L2 의 일반 입력 보호 퓨즈. |

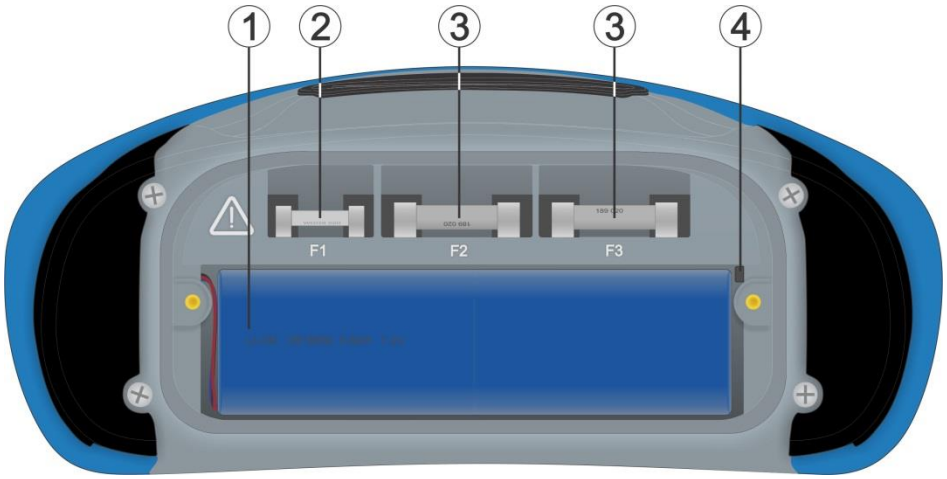


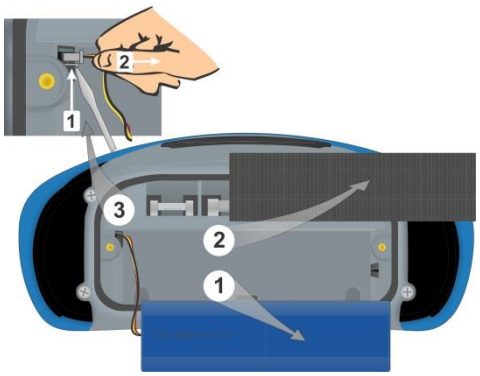

**그림 6.2: 퓨즈**

**경고:**

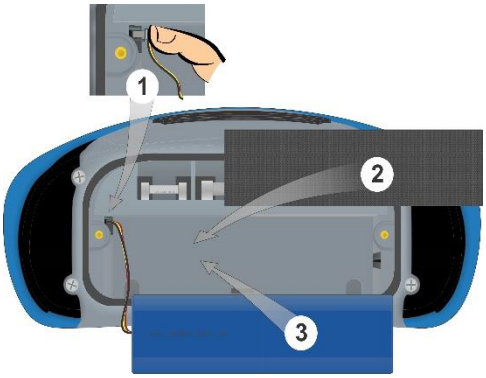
- 퓨즈 / 배터리실 덮개를 열기 전에 모든 측정 부속품을 차단하고, 제품 전원을 차단하시오. 내부에 위험 전압이 있습니다!
- 원래 형식으로만 용융된 퓨즈를 교체하시오. 그렇지 않으면, 제품이나 부속품이 손상을 입거나 조작자의 안전이 해를 입을 수도 있습니다!

## 6.2 배터리 팩 삽입 / 교체

**절차:**

| | | |
|---|---|---|
| ① | 배터리실로부터 배터리 팩을 제거한다. |  |
| ② | 배터리 팩 아래에 삽입된 경우 폼(foam)을 제거한다. | |
| ③ | 제품으로부터 배터리 팩을 분리하기 위해, 커넥터(1)를 잠금 해제하기 위해 누르고, 배선(2)를 당긴다. | |

| | | |
|---|---|---|
| ① | 새로운 배터리 팩을 제품에 연결한다. | |
| ② | 표준 용량 팩의 경우, 폼(2)를 사용하여 빈 공간을 채운다. | |

| | | |
|---|---|---|
| | |  |
| ③ | 배터리실에 배터리 팩을 넣고 퓨즈 / 배터리실 덮개를 닫는다.<br>**유의:**<br>고용량 패터리 팩을 위치시킬 때, 배터리 팩의 보호회로 모듈이 배터리실의 상부 안쪽면에 제대로 위치했는 지 확인한다. | |

**경고:**

- 퓨즈 / 배터리실 덮개를 열기 전에 모든 측정 부속품을 차단하고, 제품 전원을 차단하시오. 내부에 위험 전압이 있습니다!
- 원래 형식으로만 배터리 팩을 교체하시오. 그렇지 않으면, 제품이 손상을 입고/입거나 조작자의 안전이 해를 입을 수도 있습니다!
- 배터리가 제조업체 지침과 지방 및 중앙정부 당국 지침에 따라 사용되고 처리되고 있는 지 확인하여야 합니다.

## 6.3 보증 & 수리

잠재적인 결함이 있는 품목은 발생한 결함에 관한 정보와 함께 Metrel 로 반품되어야 한다. 결함이 있는 장비는 제품을 구매했던 파트너 판매업체를 통해 Metrel 로 반송하도록 권고한다.
모든 불량품은 유효기간 내에 교체와 수리가 가능하다. 이들 품목에 대해 충분한 교체가 가능하지 않다면, 전액환불이 된다. 운송료 / 반송 운송료는 환불이 되지 않는다.
Metrel 은 제품 사용이나 성과에 기인한 손실이나 손상에 대해 책임을 지지 않는다. 어떤 경우에도 비록 Metrel 이 그런 손상을 통지받았을 지라도 사용 손실, 영업정지, 또는 이익 손실에 기인한 특별한, 직접, 간접, 우발적, 징벌적 손해에 대한 의무를 지지 않는다.
만약 고객 장치가 보증기간이 지났지만, 수리할 필요가 있다면, 수리 견적이 제품을 보냈던 파트너 판매업체를 통해 제공된다.

**유의**

- 제품의 권한 없는 수리나 보정이 제품 보증을 침해한다.
- 모든 판매가 Metrel 표준 조건의 적용을 받는다. Metrel 은 언제든지 조건을 변경할 권리를 가지고 있다. Metrel 이 발행한 문서의 오타, 사무 또는 기타 오류나 영업용 인쇄물의 누락, 견적, 가격표, 오퍼 수락, 인보이스 또는 기타 문서화 또는 정보는 고객에게 일부분 의무를 지우지 않고 오류가 수정되어야 한다.

- 제품 사양과 디자인은 고객에게 통지하지 않고 언제든지 Metrel 이 변경할 수 있다. Metrel 은 법 적용이나 EC 요건을 준수할 필요가 있거나, 품질과 성능에 중요한 영향을 미치지 않는 Metrel 이 제공한 제품 사양을 변경할 권리가 있다.
- 만약 조건이 무효로 판명되었다면, 나머지 조건의 전체 유효성에 영향을 미치지 않는다.
- Metrel 은 지연이나 불이행에 대한 책임이 없다. 그 이유는 Metrel 이 통제할 수 없기 때문이다.

Metrel 의 서면에 의한 계약과 고객이 모든 손실(이익 손실 포함), 비용 (모든 인건비와 사용된 자재 포함), 손해 비용, 그리고 취소의 결과로 Metrel 이 부담한 비용에 대해 전부 Metrel 에 배상하여야 한다는 조건을 제외하고 Metrel 이 승인한 어떤 주문도 고객에 의해 취소될 수 없다. 그 취소에 대한 최저 비용은 주문한 제품의 총 가격의 25 %가 된다.

# 부록 A 커맨더 (A 1314, A 1401)

## A.1 ⚠ 안전 관련 알람

**커맨더 측정 범주**

플러그 커맨더 A 1314..... 300 V CAT II

팁 커맨더 A 1401
(cap off, 18 mm tip) ..... 1000 V CAT II / 600 V CAT II / 300 V CAT II
(cap on, 4 mm tip) ..... 1000 V CAT II / 600 V CAT III / 300 V CAT IV

- 커맨더 측정 범주는 이 제품의 보호 범주보다 낮을 수 있다.
- 만약 위험전압이 시험된 PE 단자에서 감지되면, 즉시 모든 측정을 멈추고, 결함을 발견한 후 제거한다!
- 전지를 교체할 할 때나 배터리실 덮개를 열기 전에, 제품과 설비로부터 측정 부속품을 차단한다.
- 제품과 부속품의 서비스, 수리 또는 조정은 유능하고 권한 있는 사람에 의해 수행되어야 한다!

## A.2 배터리

커맨더는 두 개의 AAA 크기 알칼리 또는 재충전 Ni-MH 전지를 사용한다.
공칭 작동 시간은 최소한 40 시간이고, 850 mAh 공칭 용량 셀로 지정된다.

**유의:**

- 만약, 커맨더를 장기간 사용하지 않는다면, 배터리실로부터 모든 배터리를 제거하시오.
- 알칼리 또는 재충전 Ni-MH 배터리 (AAA 크기)가 사용되어야 한다. Metrel 은 800 mAh 이상 용량의 재충전 배터리만 사용하도록 권고한다.
- 전지가 정확하게 삽입되었는 지 확인한다. 그렇지 않으면, 커맨더가 작동하지 않고, 배터리가 방전될 수 있다.

# A.3 커맨더 설명

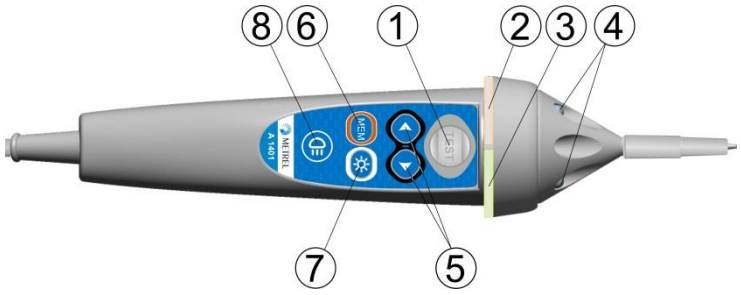



**그림 0.1: 전면 팁 커맨더 (A 1401)**

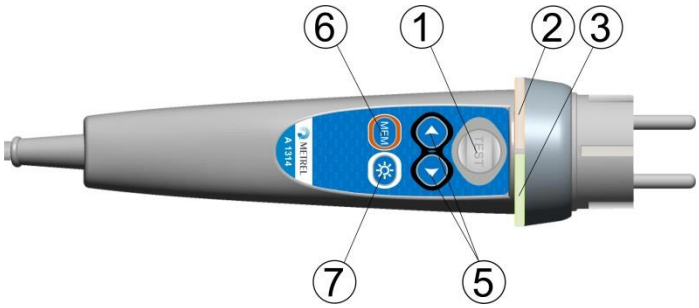



**그림 0.2: 전면 플러그 커맨더 (A 1314)**

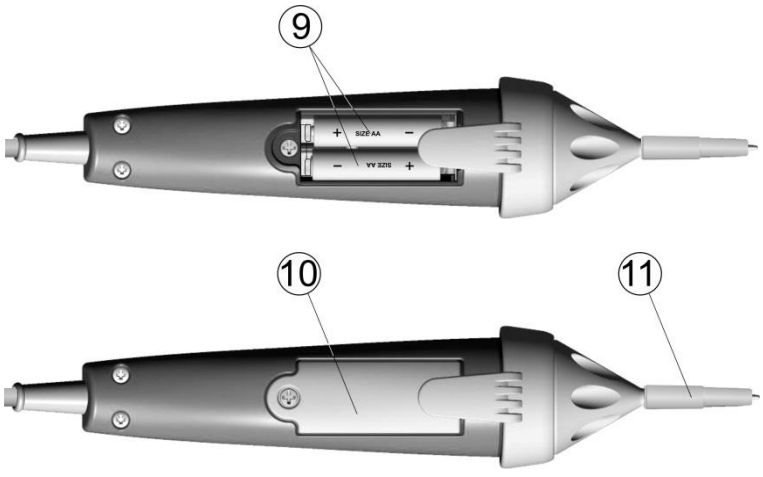



**그림 0.3: 후면 판넬**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **1** | TEST | TEST | 측정을 시작한다. |
| | | | PE 가 전극에 접촉함으로써 작동. |
| **2** | LED | 좌측 상태 RGB LED | |
| **3** | LED | 우측 상태 RGB LED | |
| **4** | LEDs | LED 램프 (팁 커맨더) | |

| | | |
|---|---|---|
| **5** | Function selector | 시험 기능을 선택한다. |
| **6** | MEM | 제품 메모리 시험 저장/불러오기/삭제 |
| **7** | BL | 제품의 백라이트 스위치 On / Off |
| **8** | Lamp key | 램프 스위치 On / Off (팁 커맨더) |
| **9** | Battery cells | AAA 크기, 알칼리 / 재충전 NiMH |
| **10** | Battery cover | 배터리실 덮개 |
| **11** | Cap | 제거가능한 CAT IV 캡 (팁 커맨더) |

## A.4 커맨더 동작

| | |
|---|---|
| Both LED yellow | 경고! 커맨더의 PE 단자에 위험 전압! |
| Right LED red | Fail 표시 |
| Right LED green | Pass 표시 |
| Left LED blinks blue | 커맨더가 입력전압을 모니터링 중. |
| Left LED orange | 시험 단자 간 전압이 50 V 이상 |
| Both LEDs blink red | 배터리 저준위 |
| Both LEDs red and switch off | 커맨더 작동을 하기에는 너무 낮은 배터리 전압 |

# 부록 B 위치탐지기 수신기 R10K

고감도 휴대용 **수신기 R10K** 는 추적된 라인의 전류로 자장을 감지한다. 신호 감도에 따라 음향 및 시각적 출력을 생성한다. 헤드 탐지기의 동작 모드 스위치는 항상 IND (유도성)에 설정되어야 한다. CAP (용량성) 동작 모드는 기타 Metrel 측정 장비와 결합하여 동작하도록 고안되었다.
내장 자장 탐지기는 수신기 전단에 위치해 있다. 외부 탐지기는 후면 연결기를 통해 연결이 가능하다.
추적된 대상은 EurotestXD 의 작동과 함께 활성화되어야 한다.

| **탐지기** | **동작** |
|---|---|
| 내장 유도성 센서(**IND**) | 숨겨진 배선 추적. |
| 전류 클램프 (선택적) | 후면 탐지기를 통해 연결됨.<br>배선 위치 탐지. |
| 선택 프로브 | 후면 탐지기를 통해 연결됨.<br>퓨즈 캐비닛의 퓨즈 위치 탐지. |

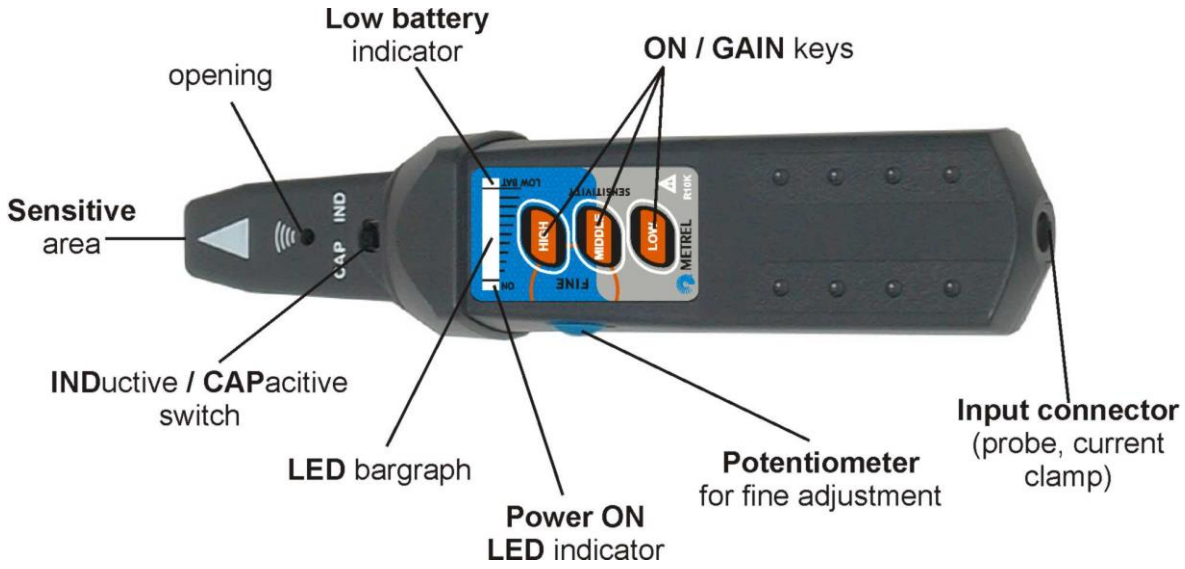



**그림 0.1: 수신기 R10K**

사용자는 세 가지 감도 레벨(저, 중, 고) 중에서 선택할 수 있다. 여분의 전위차계가 미세 감도 조정을 위해 추가된다. 경보음과 10-레벨 LED 막대그래프 지시기는 추적한 대상 부근의 자장의 강도를 표시한다.

**유의**:

- 전계 강도는 추적을 하는 동안 변화할 수 있다. 감도는 각 개별 추적에 대해 항상 최적 상태로 조정되어야 한다.

# 부록 C 어댑터 사용 시험 및 측정

| | | A 1507 3-phase active switch | A 1143 Euro Z 290 A | MI 3143 Euro Z 440 V | MI 3144 Euro Z 800 V | A 1632 eMobility Analyser |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 전압 | 단상 | - | - | - | - | - |
| | 3 상 | • | - | - | - | - |
| 소켓 시험 기본 (활선) | | - | - | - | - | - |
| Riso | 50 V – 1000 V | • | - | - | - | - |
| | 2500 V | - | - | - | - | - |
| Riso all | | - | - | - | - | - |
| 진단 시험 | 50 V – 1000 V | - | - | - | - | - |
| | 2500 V | - | - | - | - | - |
| 배리스터 | | - | - | - | - | - |
| R low | | • | - | - | - | - |
| Rlow 4W | | - | - | - | - | - |
| 연속성 | | - | - | - | - | - |
| Ring 연속성 | | - | - | - | - | - |
| 소켓 | | - | - | - | - | - |
| Rpe | | • | - | - | - | - |
| RCD Auto | | • | - | - | - | - |
| RCD Uc | | • | - | - | - | - |
| RCD t | | • | - | - | - | - |
| RCD I | | • | - | - | - | - |
| Zs rcd | | • | - | - | - | - |
| Z loop | | • | - | - | - | - |
| Z loop 4W | | - | - | - | - | - |
| Z loop mOhm | | - | • | • | • | - |
| Z line mOhm | | - | • | • | • | - |
| 고전류 | | - | - | • | • | - |
| 전류 클램프 미터 | | - | - | - | • | - |
| Rline mOhm | | - | - | - | • | - |
| ELR 전류 주입 시험 | | - | - | - | • | - |
| ELR 조합 시간 시험 | | - | - | - | • | - |

| | A 1507 3-phase active switch | A 1143 Euro Z 290 A | MI 3143 Euro Z 440 V | MI 3144 Euro Z 800 V | A 1632 eMobility Analyser |
|---|---|---|---|---|---|
| Utouch | - | - | • | • | - |
| Z auto | • | - | - | - | - |
| Z line | • | - | - | - | - |
| Z line 4W | - | - | - | - | - |
| 전압 강하 | • | - | - | - | - |
| 접지 3W | - | - | - | - | - |
| 접지 2 클램프 | - | - | - | - | - |
| Ro | - | - | - | - | - |
| 전력 | - | - | - | - | - |
| 고조파 | - | - | - | - | - |
| 전류 | - | - | - | - | - |
| IMD | - | - | - | - | - |
| ISFL | - | - | - | - | - |
| 위치 탐지기 | - | - | - | - | - |
| 방전 시간 | - | - | - | - | - |
| 조도 | - | - | - | - | - |
| 진단 시험 (EVSE) | - | - | - | - | • |