

## **Oktatási gyakorlatok I. Villamos berendezések vizsgálata**

METREL műszerek és MA 2067  
bemutatótábla alkalmazásával

**Tartalom:**

<b>Vezetékek folytonosságának mérése .....</b>	<b>3</b>
1/1. gyakorlat: Vezeték folytonosságának mérése.....	4
1/1. gyakorlat: Vezeték folytonosságának mérése MA 2067 segítségével.....	5
<b>Szigetelési ellenállás mérése .....</b>	<b>7</b>
2/1. gyakorlat: Szigetelési ellenállás mérése.....	8
2/1. gyakorlat: Szigetelési ellenállás mérése MA 2067 segítségével.....	9
<b>Földelési ellenállás mérése .....</b>	<b>11</b>
3/1. gyakorlat: Földelési ellenállás mérése – kétvezetékes mérési eljárás.....	12
3/1. gyakorlat: Földelési ellenállás mérése – kétvezetékes mérési eljárás MA 2067 segítségével.....	14
3/2. gyakorlat: Földelési ellenállás mérése – háromvezetékes mérési eljárás.....	16
3/2. gyakorlat: Földelési ellenállás mérése – háromvezetékes mérési eljárás MA 2067 segítségével.....	17
3/3. gyakorlat: Földelési ellenállás mérése – áram lakatfogó módszer.....	19
3/3. gyakorlat: Földelési ellenállás mérése – egy lakatfogós mérési módszer MA 2067 segítségével.....	20
3/4. gyakorlat: Földelési ellenállás mérése – két lakatfogós mérési módszer.....	22
3/4. gyakorlat: Földelési ellenállás mérése – két lakatfogós mérési módszer MA 2067 segítségével.....	24
<b>Fajlagos talajellenállás mérése .....</b>	<b>26</b>
4/1. gyakorlat: Fajlagos talajellenállás mérése.....	27
4/1. gyakorlat: Fajlagos talajellenállás mérése MA 2067 segítségével .....	28
<b>Hurok impedancia mérése .....</b>	<b>30</b>
5/1. gyakorlat: Hurok impedancia mérése.....	31
5/1. gyakorlat: Hurok impedancia mérése MA 2067 segítségével.....	32
<b>Vonali impedancia mérése .....</b>	<b>34</b>
6/1. gyakorlat: Vonali impedancia mérése.....	35
6/1. gyakorlat: Vonali impedancia mérése MA 2067 segítségével.....	36
<b>Áram-védőkapcsoló (RCD) jellemzőinek mérése .....</b>	<b>38</b>
7/1. gyakorlat: RCD vizsgálata.....	39
7/1. gyakorlat: RCD vizsgálata MA 2067 segítségével.....	41
<b>Szivárgó áram mérése .....</b>	<b>43</b>
8/1. gyakorlat: Szivárgó áram mérése – lakatfogós módszer.....	43
8/1. gyakorlat: Szivárgó áram mérése – lakatfogós módszer MA 2067 segítségével.....	44
<b>Fázissorrend ellenőrzése .....</b>	<b>46</b>
9/1. gyakorlat: Fázissorrend ellenőrzése.....	46
9/1. gyakorlat: Fázissorrend ellenőrzése MA 2067 segítségével .....	47

# 1. VEZETÉKEK FOLYTONOSSÁGÁNAK MÉRÉSE

## A mérés háttere:

Veszélyes érintési feszültség megjelenésekor a leggyakrabban alkalmazott érintésvédelmi módszer a hálózati feszültség automatikus lekapcsolása. E védelmi módszer alkalmazásához alapvetően három feltételnek kell teljesülnie. Ezek közül az első a hozzáférhető fémrészek érintésvédelmi földelési rendszerrel történő villamos összekötése. Ezáltal a villamos rendszer veszélyes érintési feszültségek megjelenése ellen védett lesz. Az ilyen védelemmel ellátott villamos berendezés használója áramütéstől védett, mivel a bármilyen okból megemelkedő érintési feszültség a hálózati feszültség automatikus lekapcsolását váltja ki.

**Hibás szerelés, vagy hibás készülék miatt fellépő érintési feszültség súlyos veszélyt jelent a készüléket használó személy számára!**

A hálózat szerelésének ellenőrzése során szükség van a készülékek érinthető fémrészei és a védőföld vezető közötti, valamint a védőföld vezető és az érintésvédelmi földelés közötti, kis értékű  $\Omega$ os ellenállások mérésére. Ennek során az ellenállás maximális értékét gyakran számítani kell, mivel ennek értéke előírásokkal gyakran nem kellően meghatározott. Minden esetben szükség van az együttes potenciálkiegyenlítő rendszer megengedett legnagyobb ellenállásának meghatározására. A potenciálkiegyenlítő rendszerhez csatlakoztatott két fémes vezető közötti ellenállás értékére az alábbi összefüggés érvényes:

$$R \leq \frac{50}{I_a}$$

Ahol:

$R$  – két, a potenciálkiegyenlítő rendszerhez galvanikusan csatlakoztatott, hozzáférhető fémrész közötti megengedett legnagyobb  $\Omega$ -os ellenállás

$I_a$  – a védelmet biztosító automatikus kapcsolóelem (általában túláram védő megszakító) biztos kioldását okozó áram, pontosabban:

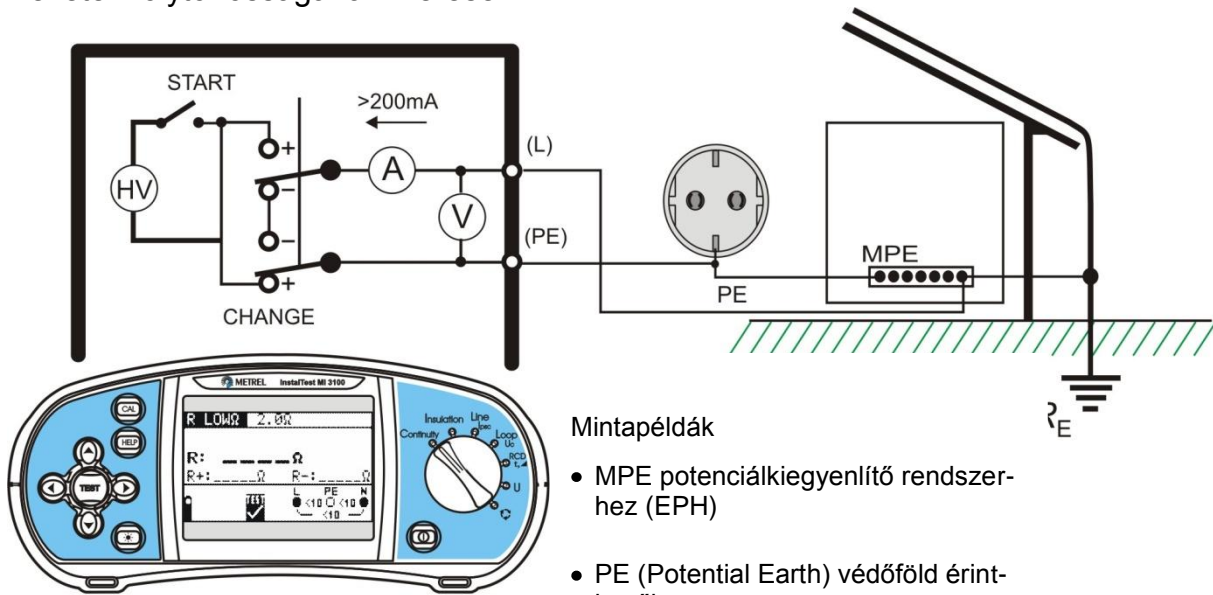
$I_a = I_{\Delta n}$  ..... RCD névleges kioldó árama

$I_a = I_n$  .....Túláram védelmi eszköz névleges kioldó árama

RCD alkalmazása esetén  $I_a$  értéke a névleges hibaárammal egyenlő, míg túláram védelmi eszköz (biztosíték, kismegszakító) alkalmazása esetén  $I_a$  értéke az az áram, mely a szóban forgó biztosíték kioldását 5 másodpercen belül kiváltja (értékét az egyes biztosíték típusok adatlapjai megadják). Automata megszakítók alkalmazása esetében  $I_a$  értéke az az áram, mely a megszakító megbízható kioldását eredményezi („B” típusú megszakítók esetén  $I_a = 5 * I_n$ , míg a „C” karakterisztikájú megszakítóknál  $I_a = 10 * I_n$  stb.).

## 1/1. gyakorlat:

## Vezeték folytonosságának mérése



### Mérés leírása:

- Állítsuk az üzemmód váltó forgatógombot CONTINUITY helyzetbe!
- Állítsuk be a LOW  $\Omega$  200 mA funkciót!
- Állítsuk be a méréshatárt és a határértékeket!
- Mérjük meg a mérővezetékek ellenállását, amennyiben szükséges!
- Csatlakoztassuk a mérőműszert a vizsgált berendezéshez!
- Nyomjuk meg a START gombot, ennek hatására mérőáram indul meg a vizsgált áramkörszakaszon. A műszer méri a feszültségesést és az áramot, számítja az  $R+$  értékét.
- A mérés során a műszer automatikusan polaritást vált, és az elrendezésben hasonló elven kalkulálja az  $R-$  ellenállás értékét.
- A mérőműszer kiszámítja az  $R+$  és  $R-$  ellenállások átlagát, levonja a mérővezetékek ellenállását és végül kijelzi az alábbi eredményt:

$$R = \frac{R_+ + R_-}{2} - R_{leads}$$

### Megjegyzések:

- A mérés során a hálózati feszültséget le kell kapcsolni!
- A mérővezetékek ellenállását a mérés megkezdése előtt kompenzálni szükséges.
- A CONTINUITY 7mA-es beállítás csak gyors folytonosság vizsgálathoz használható. Ez a mérési beállítás nem felel meg a szabályoknak.

**Dokumentáció:**

Egy adott berendezés vizsgálatakor mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, melyben a végeredményeken kívül szükség van az összes mérési körülmény dokumentálására is, mint a mérések típusai, a mérőműszer típusa és gyártási száma, a mérés helye, a mérést végző személy neve, stb.

**Szabványok:**

A folytonosságmérés szabályait az MSZ EN 671557-4 számú szabvány adja meg. A mérőeszközzel szemben támasztott általános és biztonsági követelményeket az MSZ EN 671557-1 szabvány tartalmazza.

**1/1. gyakorlat:**

Vezeték folytonosságának mérése MA 2067 segítségével

**Különböző hibák modellezése a bemutatótábla segítségével:**

A bemutatótábla nyolc különféle, kis ellenállású hiba iktatható be, melyeket a felhasználó szabadon kombinálhat, így nagyszámú hiba hozható létre és értékelhető ki az elrendezés segítségével. Ha az S4 ... S11 kapcsolókat „Fault” = HIBA állapotba kapcsoljuk, az adott ponton hibát szimuláló, a megengedettnél nagyobb átmeneti ellenállás iktatódik a vizsgált áramkörbe (ha egy kapcsoló sincs „Fault” azaz HIBA helyzetben, a hurok garantáltan  $R < 1 \Omega$  ellenállású).

Az alábbi hibát modellező, megengedettnél nagyobb ellenállások iktathatók be:

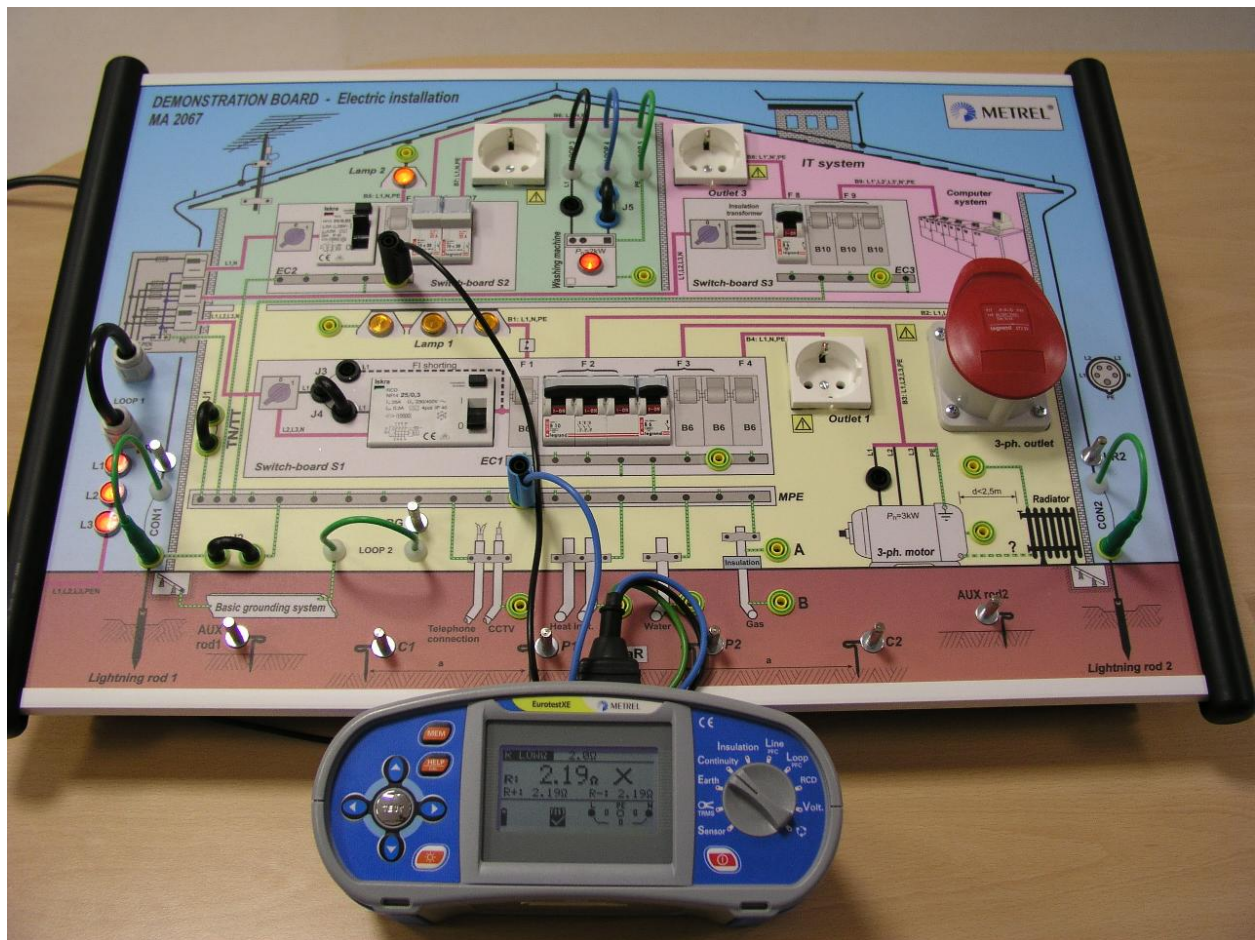
- S11: MPE (potenciálkiegyenlítő vezető, EPH) – fűtési csővezeték között
- S10: MPE – gáz csővezeték között
- S9: MPE – EC1 védőföld érintkező között
- S8: EC1 védőföld érintkező – háromfázisú csatlakoz aljzat PE érintkezője között
- S7: EC1 védőföld érintkező – LAMP1 lámpatest fémburkolat között
- S6: EC1 védőföld érintkező – háromfázisú motor fémburkolata között
- S5: EC2 védőföld érintkező – LAMP2 lámpatest fémburkolat között
- S4: EC3 védőföld érintkező – számítógép hozzáférhető fémburkolata között

**Példa a bemutatótáblával:**

Az alábbi ábrán egy mérési elrendezés látható, melyen a potenciálkiegyenlítő rendszer (MPE) és a helyi védőföld érintkező (EC2) közötti folytonosságot vizsgáljuk.

**Bemutatótábla beállításai:**

Bemutatótábla beállítása	Feltétel	Megjegyzés
S9 kikapcsolva	MPE-EC2 közötti folytonosság $< 0,4 \Omega$	Megfelelő
S9 bekapcsolva	MPE-EC2 közötti folytonosság $> 2,0 \Omega$	Hibás
Egyéb elrendezés		



## 2. SZIGETELÉSI ELLENÁLLÁS MÉRÉSE

### A mérés háttere:

A megfelelő nagyságú szigetelési ellenállás a különböző aktív részek és a megérinthatő idegen vezetőképes részek között az egyik legfontosabb érték, mellyel közvetlen vagy közvetett módon csökkenthető az ember hálózati feszültséggel való érintkezésének kockázata.

A szigetelés az aktív részek között a rövidzár, illetve a szivárgó áram előfordulásának veszélye miatt fontos. Nagy szivárgó áramok akár tüzet is okozhatnak, különösen, ha csak begyűjtani kell egy anyagot.

**Általában a szigetelések romlanak az idő, a kosz, a szennyeződések, stb. hatására.**

A villamos berendezéseken az alábbi pontok között szükséges a szigetelési ellenállás mérése.

1. Fázisvezetők között
2. Fázisvezetők és a védővezető PE között
3. Fázisvezetők és a nullavezető között
4. Nullavezető és a PE között

Villamos készülékeken az alábbi pontok között szükséges a szigetelési ellenállás mérése.

1. Fázis és védőföld (PE) vezető között
2. Fázis és megérinthatő vezetőképes részek között.

Mérőfeszültségek és megengedett legkisebb szigetelési ellenállások:

100 V.....0,100 MΩ	Hírközlő áramkörök
250 V.....0,250 MΩ	Törpefeszültségű villamos áramkörök
500 V .....0,500 MΩ	Kisfeszültségű villamos áramkörök ( $U_n < 500V$ ), padló és a falazat ellenállása, kapcsolótáblák szigetelési ellenállása stb.
1000 V .....1,000 MΩ	Kisfeszültségű villamos áramkörök ( $U_n > 500V$ ), padló és a falazat ellenállása, kapcsolótáblák szigetelési ellenállása stb.

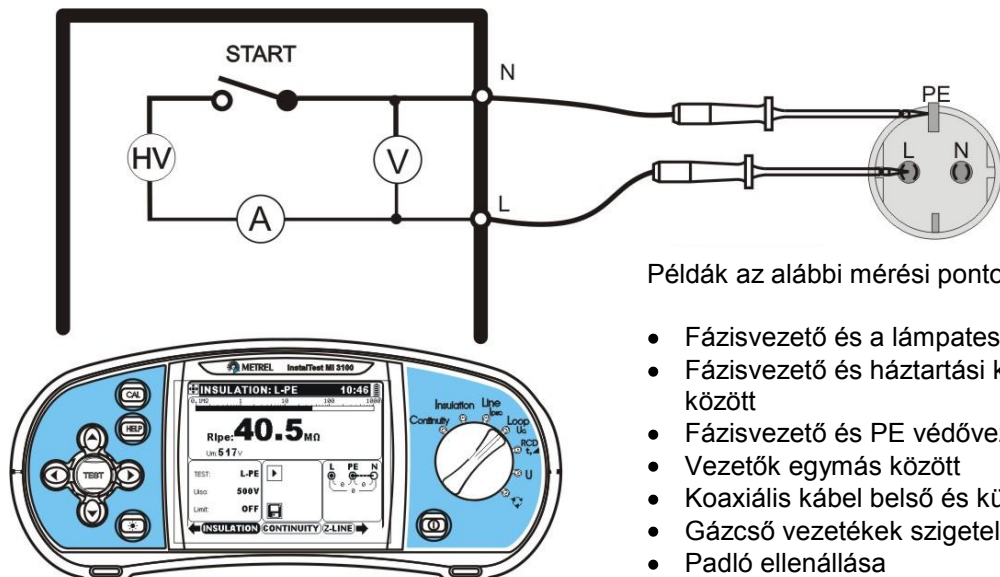


## 2/1. gyakorlat:

### Szigetelési ellenállás mérése

#### 1. Példa:

Általános mérési összeállítás:

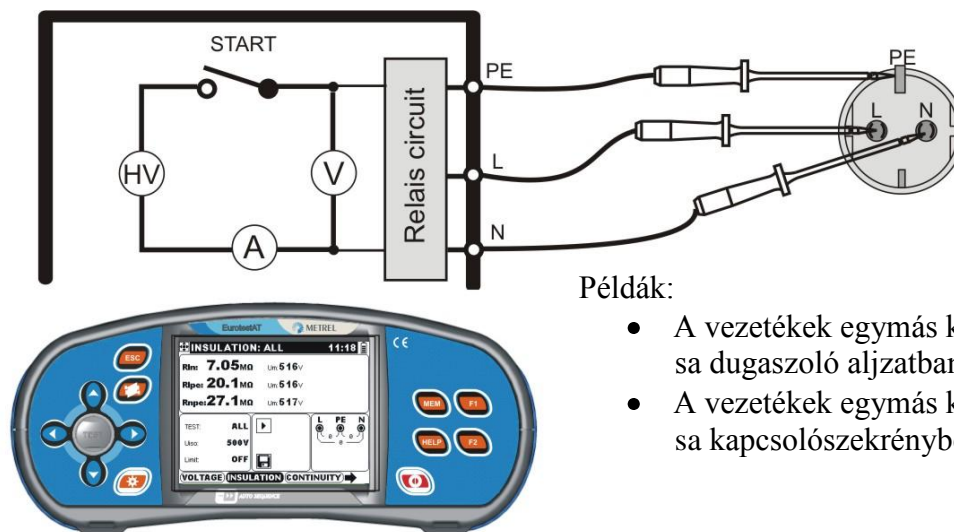


Példák az alábbi mérési pontok között:

- Fázisvezető és a lámpatest fémburkolata között
- Fázisvezető és háztartási készülék fémburkolata között
- Fázisvezető és PE védővezető között
- Vezetők egymás között
- Koaxiális kábel belső és külső ere között
- Gázcső vezeték szigetelése
- Padló ellenállása
- Falazat ellenállása
- Kapcsolószekrényben különböző csatlakozók között

#### 2. példa:

Néhány METREL műszer úgy alkalmas szigetelési ellenállás mérésére, hogy az L-PE, N-PE illetve L-N közötti szigetelési ellenállás egy lépésben mérhető.



Példák:

- A vezetékek egymás közötti szigetelési ellenállása dugaszoló aljzatban
- A vezetékek egymás közötti szigetelési ellenállása kapcsolószekrényben

### Mérés leírása:



- Állítsuk az üzemmód váltó forgatógombot ISULATION helyzetbe!
- Állítsuk be az INSULATION funkciót (LPE, LN, NPE, ALL bizonyos modelleknél)!
- Állítsuk be a mérőfeszültség és a mérendő értékre vonatkozó határértéket!
- Csatlakoztassuk a mérőműszert a vizsgálandó berendezéshez!
- Miután megnyomtuk a **START** gombot, a kiválasztott mérőfeszültség a mérővezetékekre kapcsolódik, ezáltal a mérni kívánt pontokra jut.
- A műszer méri a feszültséget és az áramot, kiszámítja a szigetelési ellenállást, majd az értéket kijelzi.

#### **Megjegyzések:**

- A mérés során a hálózati feszültséget le kell kapcsolni. Egyéb kapcsolókat és biztosítékokat le kell kapcsolni, hogy minden védelmi eszközt tartalmazzon a mérőkör.
- Amennyiben villamos terhelések (például világítótestek, készülékek) a hálózatra vannak csatlakoztatva, az L és N közötti szigetelési ellenállásmérés nem végezhető! Ezt nem szabad figyelmen kívül hagyni!
- A vizsgált eszközt ki kell sütni a mérés elvégzését követően, mivel a mérőműszer nem végzi el ezt automatikusan.

#### **Dokumentáció:**

Egy adott berendezés vizsgálatakor mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, melyben a végeredményeken kívül szükség van az összes mérési körülmény dokumentálására is, mint a mérések típusai, a mérőműszer típusa és gyártási száma, a mérés helye, a mérést végző személy neve, stb.

#### **Szabványok:**

A szigetelési ellenállás mérésére vonatkozó szabályok az MSZ EN 61557-2 számú szabványban találhatók. A mérőeszközzel szemben támasztott általános és biztonsági követelményeket az MSZ EN 61557-1 szabvány tartalmazza.

#### **2/1. gyakorlat:**

---

Szigetelési ellenállás mérése MA 2067 segítségével

#### **Különböző hibák modellezése a bemutatótábla segítségével:**

A bemutatótáblán hét különféle szigetelési hiba iktatható be a rendszerbe, melyeket a felhasználó szabadon kombinálhat, így az elrendezés segítségével nagyszámú hibaszituáció hozható létre, és értékelhető ki. Ha az S16 ... S22 kapcsolókat „Fault” = HIBA állapotba kapcsoljuk, az adott ponton hibát szimuláló, a megengedettnél kisebb szigetelési ellenállás kapcsolódik a vizsgált áramkörbe. A fenti említett kapcsolók segítségével az alábbi megengedettnél kisebb ellenállások iktathatók be:

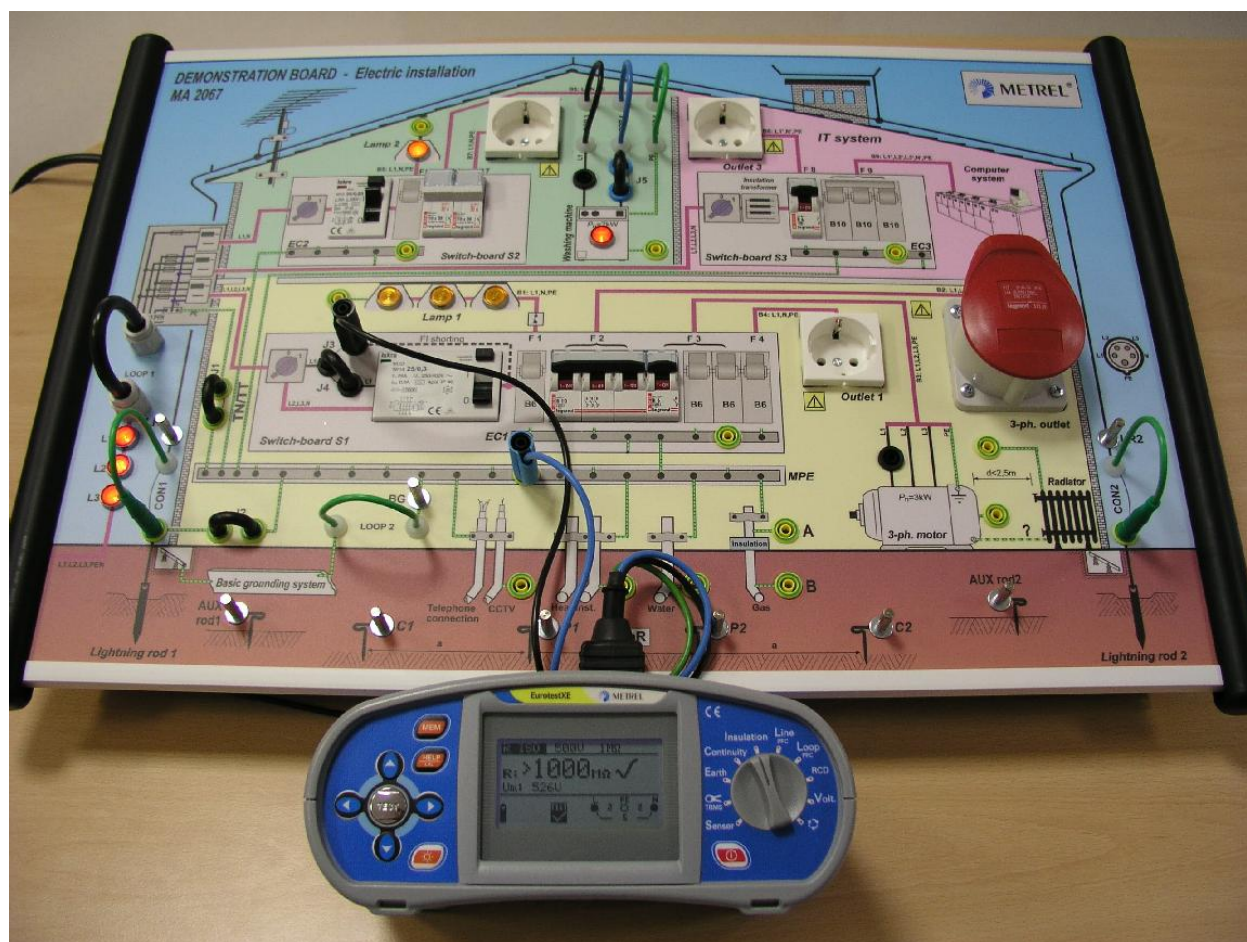
- S16: 3. aljzat (kapcsolótábla S3): L1 fázisvezető és az N nullavezető közé
- S17: 3. aljzat (kapcsolótábla S3): L1 fázisvezető és a PE védőföld vezető közé
- S18: Mosógép L1 fázisvezető és az aljzat (padló) közé (fémházon keresztül)
- S19: Mosógép L1 fázisvezető és a PE védőföld vezető közé
- S20: 3 fázisú motor L1 fázisvezető és a PE védőföld vezető közé
- S21: 3 fázisú csatlakozó aljzat L2 fázisvezető és az N nullavezető közé
- S21: 3 fázisú csatlakozó aljzat L1 és az L2 fázisvezetők közé

#### **Példa a bemutatótáblával:**

Az alábbi ábrán egy példa látható a szigetelési ellenállás mérésére a fázisvezeték és a potenciálki-egyenlítő rendszer (MPE) között az S1-es kapcsolótáblán.

**Bemutatótábla beállításai:**

Bemutatótábla beállítása	Feltétel	Megjegyzés
S20 kikapcsolva	Szigetelési ellenállás L1 és PE között $> 500 \text{ M}\Omega$	Normál beállítás
S20 kikapcsolva	Szigetelési ellenállás L1 és PE között $< 0,5 \text{ M}\Omega$	Hiba L1-nél
RCD 300 mA kikapcsolva Jumper4 bekapcsolva		A hálózatról leválasztva
Biztosítékok 1-4 bekapcsolva		A teljes hálózatot tartalmazza



### 3. FÖLDELÉSI ELLENÁLLÁS MÉRÉSE

#### A mérés háttere:

A három legfontosabb követelmény egyike a megérintheszt vezetőképes részek leföldelése, ha a villamos hálózatokat, a készülékeket és az azokat használó személyeket a hálózati feszültség automatikus lekapcsolásával kívánjuk védeni az áramütés ellen. A legnagyobb megengedett ellenállás a földelés típusától függ (üzemi földelés, védőföldelés, villámvédelmi földelés). A földelés kialakítása akkor is szükséges, ha a villamos hálózatokat és rendszereket túlfeszültség ellen kívánjuk védeni. A földelési ellenállás mérhető kétvezetékes, háromvezetékes vagy négyvezetékes módszerrel.

A **kétvezetékes mérési módszert** akkor alkalmazzák, ha a mérés helyszínén nem szúrható le segédföldelő rúd, és kellően földelt kapcsolópont nem áll rendelkezésre. Ha a földelési ellenállást TT típusú (földelés-földelés) villamos hálózatban mérjük, a teljesítménytranszformátornak az N nullavezetővel összekötött üzemi földelése az egyik mérési pont (ld. 3. számú gyakorlatot). Elfogadható a módszer akkor is, ha nagyobb épületek párhuzamos, de a mérés idejére szétcsatlakoztatott villámvédelmi rendszerének földelési ellenállását mérjük.

A **háromvezetékes módszer alkalmasabb**, ha alacsony értékű földelési ellenállásokat mérünk, mert ez a mérési elrendezés kompenzálja az olyan segédföldelési rendszerek ellenállását, mint pl. a teljesítménytranszformátor üzemi földelése.

A **négyvezetékes mérési módszer** hasonló a háromvezetékeshez, azzal a különbséggel, hogy itt a mérőáram generátor fekete mérővezetékének (krokodilcsipesz) esetleges csatlakozási ellenállását is kompenzálja a mérési elrendezés.

A **lakatfogós módszer** akkor alkalmazható, ha párhuzamos földelési rendszereket az egyes földelési ágak csatlakoztatásának megszüntetése nélkül kívánunk megmérni.

A **két lakatfogós módszer** akkor alkalmazható, ha a földelési rendszer egyes levezetőit külön-külön akarjuk vizsgálni. Ez a speciális mérési módszer városi környezetben alkalmazható.

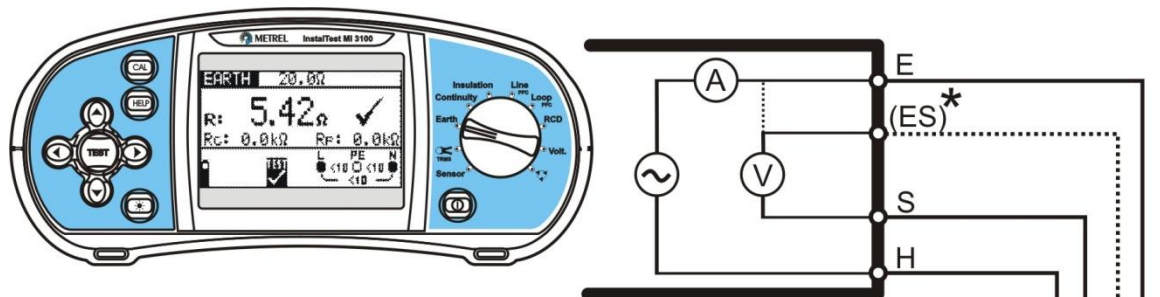
### 3/1. gyakorlat:

#### Földelési ellenállás mérése – kétvezetékes mérési eljárás

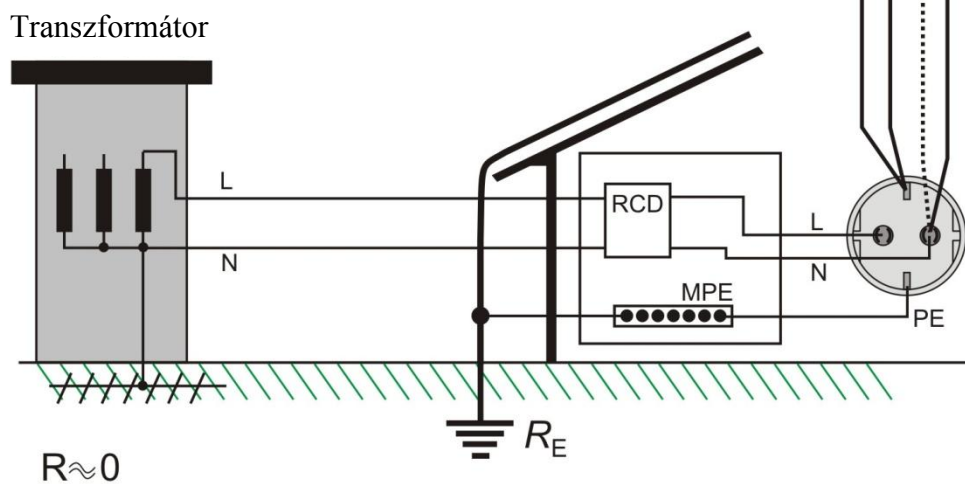
##### Mérési elrendezések:

##### 1. Példa:

Ebben a példában Az N vezetékét használjuk mérési segédpontként. A transzformátor földelési ellenállásának és az N vezeték ellenállásának elhanyagolhatóan kicsinek kell lennie a mért földelési ellenálláshoz képest.



\*A legtöbb mérendő eszköz nem rendelkezik ES csatlakozóval. Ebben az esetben az S és E vezeték közé kell a feszültségmérőt kapcsolni!



**2. Példa:**

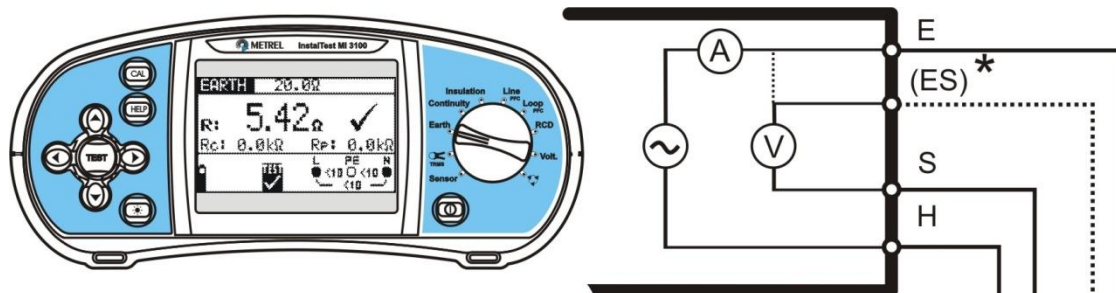
Ebben a példában az R1, R2, R3 és R4 ellenállásokat párhuzamos kapcsolását használjuk mérési segédpontként (ellenföldelőként). Ellenföldelőként alkalmazható továbbá pl.

Gázvezeték

Vasúti sínrendszer

Vízvezeték (fém) stb.

Ennél a mérésnél feltételezzük, hogy az ellenföldelő ellenállása elhanyagolható a mért ellenálláshoz képest.

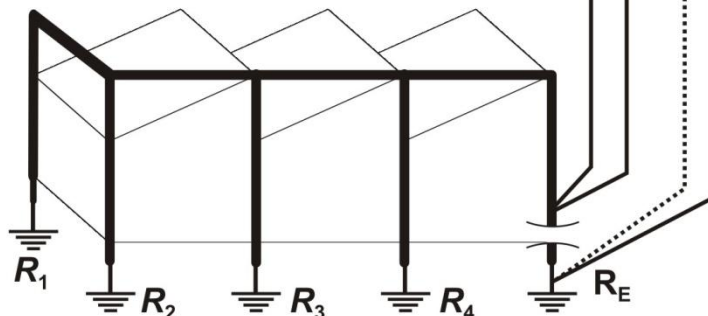


\*A legtöbb mérendő eszköz nem rendelkezik ES csatlakozóval. Ebben az esetben az S és E vezeték közé kell a feszültségmérőt kapcsolni!

$$R_{\text{measured}} = R_E + R_1 \parallel R_2 \parallel \dots$$

$$R_1 \parallel R_2 \parallel R_3 \parallel R_4 \ll R_E$$

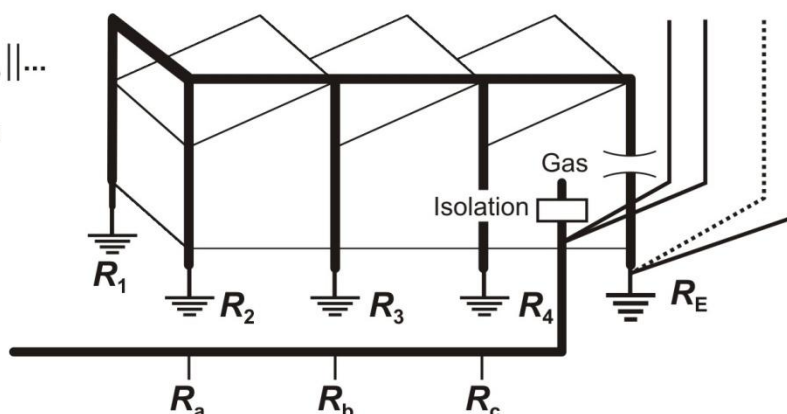
$$\text{SO } R_{\text{measured}} \doteq R_E$$



$$R_{\text{measured}} = R_E + R_a \parallel R_b \parallel \dots$$

$$R_a \parallel R_b \parallel R_c \ll R_E$$

$$\text{SO } R_{\text{measured}} \doteq R_E$$



**Mérési módszer:**

- Állítsuk az üzemmód váltó forgatógombot EARTH helyzetbe!
- Állítsuk be az EARTH 2, 3 vagy 4-vezetékes (W) funkciót ( bizonyos modelleknél)!
- Állítsuk be a méréshatárt!
- Csatlakoztassuk az eszközt a vizsgálandó berendezéshez!
- A **START** gomb megnyomását követően a műszer mérőáram generátora áramot juttat a H és E pontok közé kapcsolt ismeretlen ellenállásra. A műszer méri a feszültséget az S és az ES (E) pontok között. A földelési ellenállás értékét kiszámítja a mérőműszer. Ezt követően a műszer áram illetve feszültségmérője csatlakozik a belső váltakozó feszültségű generátorához és megméri a szondák szétterjedési ellenállását. Kétvezetékes mérési eljárás esetén nincs segéd földelő szonda, így a szondák szétterjedési ellenállásának gyakorlatilag nullának kell lennie.

#### **Megjegyzések:**

- Amennyiben hálózati N-vezetékét használjuk a mérés során, a jelenlévő zavarfeszültségek befolyásolhatják a mérési eredményeket.
- Annak érdekében, hogy az eredményeket megfelelően tekinthessük, feltételeznünk kell hogy az ellen földelő ellenállása elhanyagolható a mért ellenálláshoz képest.

#### **Dokumentáció:**

Egy adott berendezés vizsgálatakor mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, melyben a végeredményeken kívül szükség van az összes mérési körülmény dokumentálására is, mint a mérések típusai, a mérőműszer típusa és gyártási száma, a mérés helye, a mérést végző személy neve, stb.

#### **Szabványok:**

A földelési ellenállás mérésére vonatkozó szabályok az MSZ EN 61557-5 számú szabványban találhatók. A mérőeszközzel szemben támasztott általános és biztonsági követelményeket az MSZ EN 61557-1 szabvány tartalmazza.

### **3/1. gyakorlat:**

---

Földelési ellenállás mérése – kétvezetékes mérési eljárás MA 2067 segítségével

#### **Különböző hibák modellezése a bemutatótábla segítségével:**

A bemutatótábla lehetővé teszi földelési ellenállás mérését kétvezetékes, háromvezetékes, négyvezetékes, továbbá lakatfogós módszerrel. Az előlapon két segédkivezetés található, melyek a három, illetve négyvezetékes földelési ellenállás mérést lehetővé teszik.

Az alábbi földelési ellenállások mérhetők a bemutatótábla segítségével:

- Az érintésvédelmi alapföldelés (BG Basic Grounding).
- Az LR1 és LR2 jelű villámvédelmi földelések.

#### **Az alábbi hibák modellezhetők a bemutatótáblán:**

S12: A megengedettnél nagyobb értékű földelési ellenállás a BG érintésvédelmi földelésnél (mintegy 250  $\Omega$ )

S13: A megengedettnél nagyobb értékű földelési ellenállás az LR1 jelű villámvédelmi földelésnél (mintegy 100  $\Omega$ ).

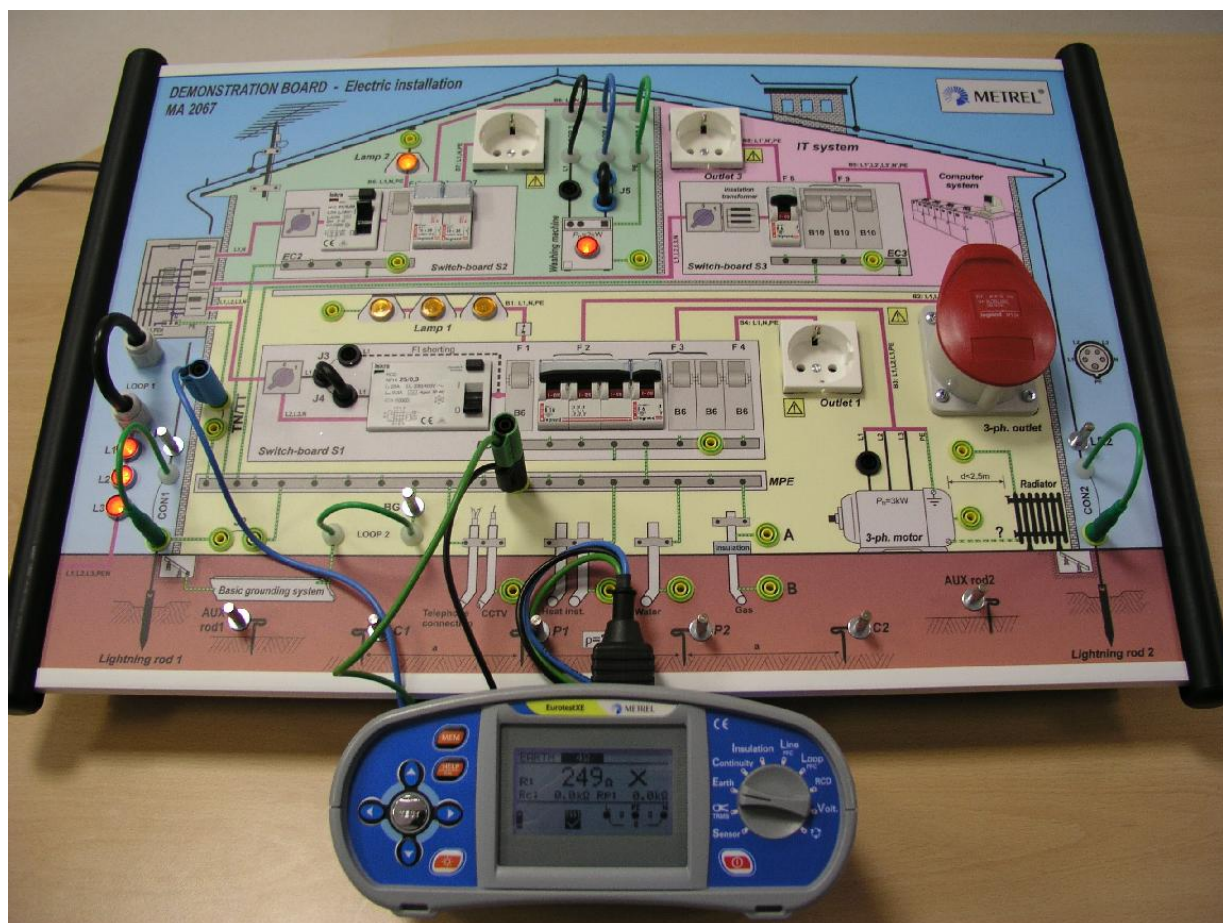


**Példa a bemutatótáblával:**

Az alábbi ábra egy kétvezetékes mérési elrendezést mutat be. A TT rendszer van beállítva. A mérőműszer az N nullavezető és a fő EPH sín közé van csatlakoztatva (J1). A bemutatótábla nullavezetőjét használjuk ellenföldelőként.

**A bemutatótábla beállításai:**

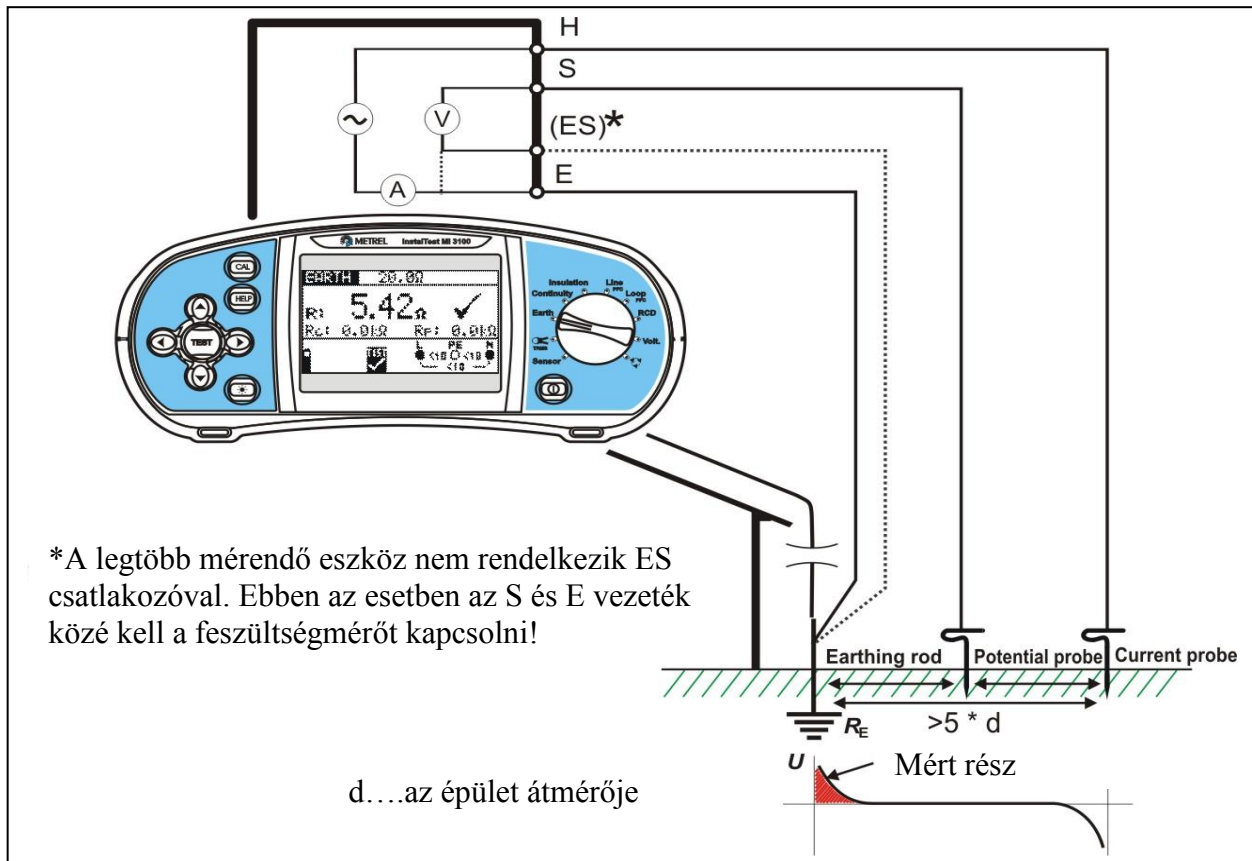
Bemutatótábla beállítása	Feltétel	Megjegyzés
S12 kikapcsolva	Alapföldelés ellenállása kb. 3 $\Omega$	Normál beállítás
S12 bekapcsolva	Alapföldelés ellenállása kb. 250 $\Omega$	Hiba a fő földelő kapocsnál
M2 bekapcsolva		Az épület teljes földelési ellenállása mérve
J1 kikapcsolva		TT rendszer bekapcsolva
J2 kikapcsolva		A villámvédelmi földelések kizárva a vizsgálatból



### 3/2. gyakorlat:

#### Földelési ellenállás mérése – háromvezetékes mérési eljárás

#### Mérési elrendezés:



#### Mérési módszer:

- Állítsuk az üzemmód váltó forgatógombot EARTH helyzetbe!
- Állítsuk be az EARTH 2, 3 vagy 4-vezetékes funkciót (bizonyos modelleknél)!
- Állítsuk be a méréshatárt!
- Csatlakoztassuk a mérőműszert a vizsgálandó berendezéshez!
- A **START** gomb megnyomását követően a műszer mérőáram generátora áramot juttat a H és E pontok közé, kapcsolt ismeretlen ellenállásra. A műszer méri a feszültséget az S és az ES (E) pontok között. A földelési ellenállás értékét kiszámítja a mérőműszer. Ezt követően a műszer áram illetve feszültségmérője csatlakozik a belső váltakozó feszültségű generátorához és megméri a szondák szétterjedési ellenállását.

#### Megjegyzések:

- Az ellenföldelő (H) és a szonda (S) ellenállásának elhanyagolhatónak kell lennie ahhoz, hogy a mérési eredményt elfogadhatónak vegyük.
- Az ellenföldelő és a mérendő földelés közötti távolságnak a vizsgált földelő rendszer elemeinek legnagyobb távolságának legalább ötszörösének kell lennie.
- A különböző zajok, melyek a mért földelési rendszeren keresztül folynak, esetlegesen zavart eredményezhetnek a mérési eredményben.
- A METREL által készített műszerek automatikusan mérik a használt mérővezetékek ellenállását.

- A háromvezetékes mérési eljárás három, illetve négy vezeték használatával is (a H, S és E, illetve a H, S E, ES pontok felhasználásával). Amennyiben három vezetékes elrendezést használunk, az E mérővezeték ellenállását belemérjük a mért ellenállásba, így ennek kellően kicsinek kell lennie, hogy megfelelő mérési eredményt kapjunk.
- Négyvezetékes mérési eljárás esetén, az E mérővezeték és a fém felület közötti átmeneti ellenállást kiszűrjük a mérési eredményből.

### Szabványok:

A földelési ellenállás mérésére vonatkozó szabályok az MSZ EN 61557-5-ös számú szabványban található. A vizsgálandó eszközzel szemben támasztott általános és biztonsági elvárásokat az MSZ EN 61557-1 szabvány tartalmazza.

### Dokumentáció:

Egy adott berendezés vizsgálatakor mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, melyben a végeredményeken kívül szükség van az összes mérési körülmény dokumentálására is, mint a mérések típusai, a mérőműszer típusa és gyártási száma, a mérés helye, a mérést végző személy neve, stb.

## 3/2. gyakorlat:

Földelési ellenállás mérése – háromvezetékes mérési eljárás MA 2067 segítségével

### Különböző hibák modellezése a bemutatótábla segítségével:

A **bemutatótábla** lehetővé teszi földelési ellenállás mérését kétvezetékes, háromvezetékes, négyvezetékes módszerrel, továbbá lakatfogós elrendezésben. Az előlapon két segédkivezetés található, melyek a három, illetve négyvezetékes földelési ellenállás mérést lehetővé teszik.

Az alábbi földelési ellenállások mérhetők a bemutatótábla segítségével:

- az alapföldelési rendszer (BG Basic Grounding) mérését
- az LR1 és LR2 jelű villámvédelmi földelési rendszerek mérését.

### Az alábbi hibák modellezhetők a bemutatótáblán:

S12: A megengedettnél nagyobb értékű földelési ellenállás a BG érintésvédelmi földelésnél (mintegy 250  $\Omega$ )

S13: A megengedettnél nagyobb értékű földelési ellenállás az LR1 jelű villámvédelmi földelésnél (mintegy 100  $\Omega$ ).

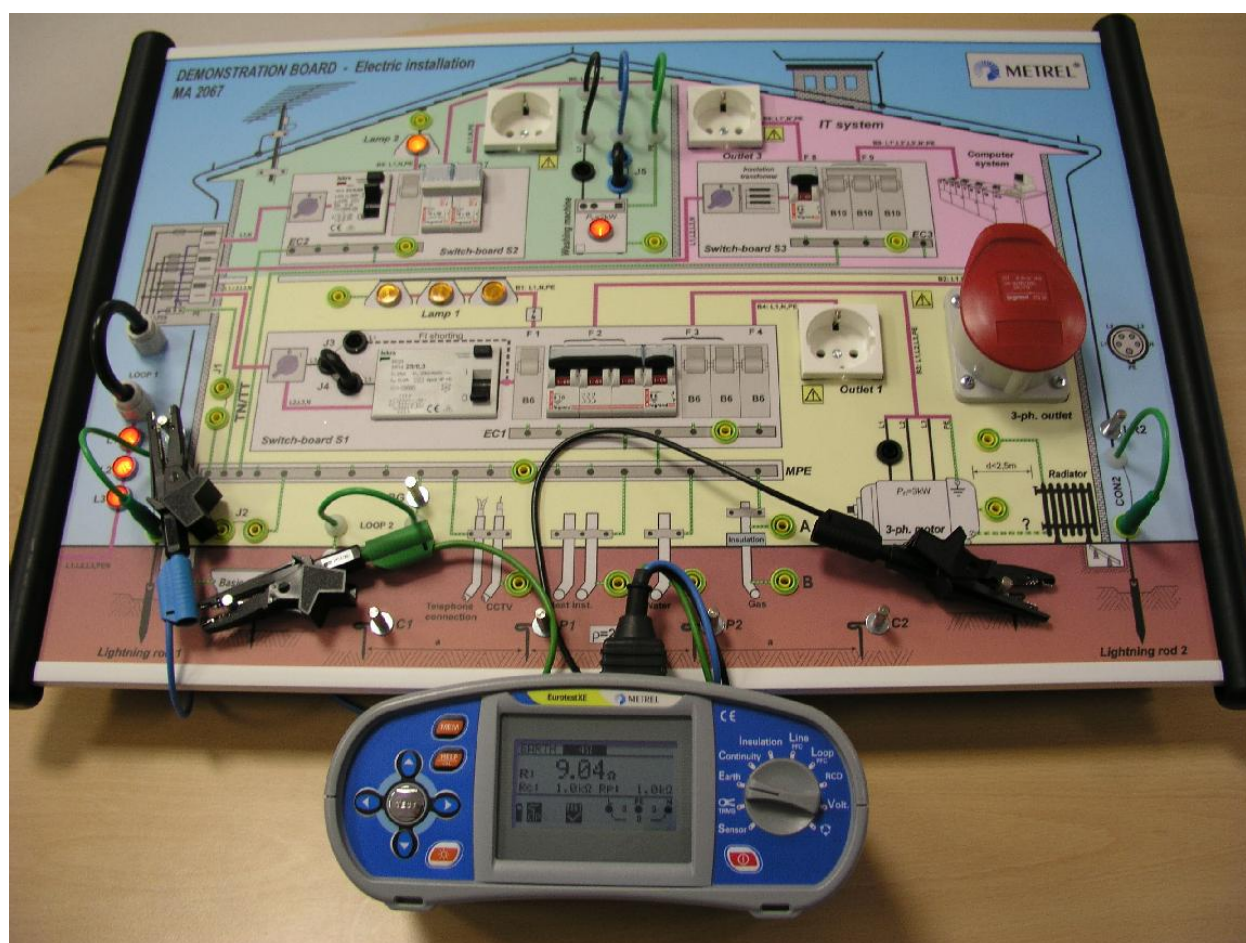
### Példa a bemutatótáblával:

Az alábbi ábra egy háromvezetékes mérési elrendezést mutat be a bemutatótábla földelő ellenállásának vizsgálatával. A műszert a szimulált földelési pontokhoz (AUXrod1(H), AUXrod2(S) és a villámvédelmi levezető rúdja) csatlakoztatjuk.

### A bemutatótábla beállításai:

Bemutatótábla beállítása	Feltétel	Megjegyzés
S13 kikapcsolva	Villámvédelmi földelő rendszer ellenállása kb. 3 $\Omega$	Normál beállítás
S13 bekapcsolva	Villámvédelmi földelő rendszer ellen-	Hiba a földelési rendszerben.

	állása kb. 9 $\Omega$	A hibás levezető megtalálható az egy lakatfogós módszer segítségével, vagy az egyes levezetők sorozatos kihagyásával.
1-es és 2-es csatlakozó (CON) bekapcsolva		Az épület teljes villámvédelmi földelése vizsgálva
J2 kikapcsolva		Más földelők kizárva a mérésből



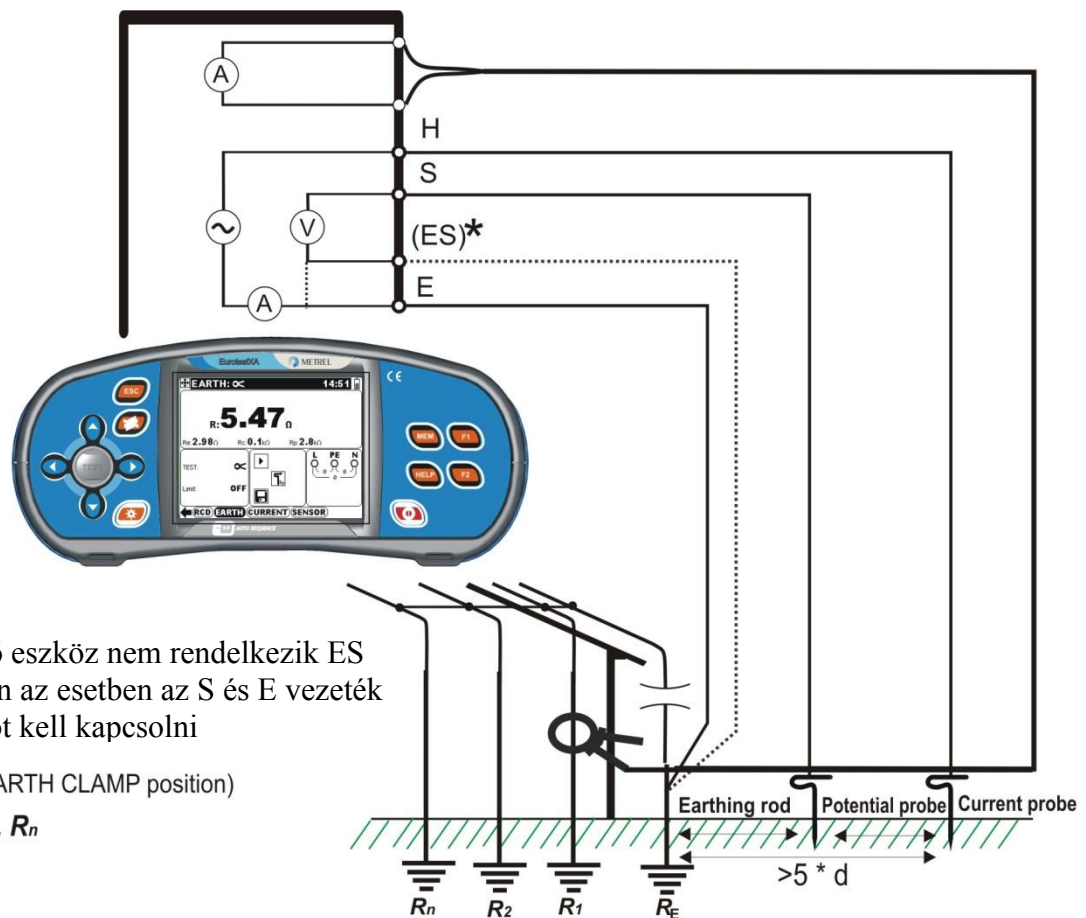


### 3/3. gyakorlat:

#### Földelési ellenállás mérése – egy lakatfogós mérési módszer

##### Mérési elrendezés:

Mint ahogy az alábbi ábrán látható és a gyakorlatban előfordul, hogy a földelési rendszer több, egymással párhuzamosan kapcsolt földelő rudat tartalmaz (pl. nagy épületek, komplexumok kiterjedt érintésvédelmi vagy villámvédelmi földelő rendszerei). Abban az esetben, ha egy földelő rúd ellenállását külön kívánjuk megmérni, az illető földelőt galvanikusan le kell csatlakoztatni a földelési rendszerről, hogy a hagyományos módszerek egyikével a mérést elvégezhessük. Ebben az esetben a műszer számítani tudja a teljes földelési ellenállást (EARTH CLAMP 2-es üzemmód állásban) vagy az egyes földelő rudak ellenállását, az EARTH CLAMP 1-es üzemmód állásban.



\*A legtöbb mérendő eszköz nem rendelkezik ES csatlakozóval. Ebben az esetben az S és E vezeték közé feszültségmérőt kell kapcsolni

$$R_{\text{measured}} = R_{E2} \text{ (EARTH CLAMP position)}$$

$$R_e = R_1 \parallel R_2 \parallel \dots R_n$$

d... az épület átmérője

##### Mérési módszer:

- Állítsuk az üzemmód váltó forgatógombot EARTH helyzetbe!
- Állítsuk be az EARTH 1CLAMP funkciót!
- Állítsuk be a méréshatárt!
- Csatlakoztassuk az eszközt a mérőberendezéshez!
- A **START** gomb megnyomását követően a műszer mérőáram generátora áramot juttat a H és E pontok közé. A műszer méri a feszültséget az S és az ES (E) pontok között, valamint az áramot, amely a lakatfogón halad át. A földelési ellenállás értékét a két eredményből számítja ki a mérőműszer:

$$R_E = \frac{U_{V\text{-mérő}}}{I_{\text{lakatfogó}}}$$

- Ezt követően a műszer áram illetve feszültségmérője csatlakozik a belső váltakozó feszültségű generátorához és megméri a mérővezeték ellenállását. A földelési ellenállás (a többi levezető eredője) és a vezetékek ellenállása azonban továbbra is benne maradhatnak a mérési eredményben.

#### **Megjegyzések:**

- Az ellenföldelő (H pont) és a szonda (S pont) ellenállásának elhanyagolhatónak kell lennie ahhoz, hogy a mérési eredményt elfogadhassuk valósnak.
- Az ellenföldelő és a mérendő földelés közötti távolságnak a vizsgált földelő rendszer elemeinek legnagyobb távolságának legalább ötszörösének kell lennie.
- A különböző zajok, melyek a mért földelési rendszeren keresztül folynak, esetlegesen zavart eredményezhetnek a mérési eredményben.
- A METREL által készített műszerek automatikusan mérik a használt mérővezetékek ellenállását.
- A háromvezetékes mérési eljárás három, illetve négy vezeték használatával is (a H, S és E, illetve a H, S E, ES pontok felhasználásával). Amennyiben három vezetékes elrendezést használunk, az E mérővezeték ellenállását belemérjük a mért ellenállásba, így ennek kellően kicsinek kell lennie, hogy valós mérési eredményt kapjunk.
- Négyvezetékes mérési eljárás esetén, az E mérővezeték és a fém felület közötti átmeneti ellenállást kiszűrjük a mérési eredményből.

#### **Szabványok:**

A földelési ellenállás mérésére vonatkozó szabályok az MSZ EN 61557-5-ös számú szabványban található. A vizsgálandó eszközzel szemben támasztott általános és biztonsági elvárásokat az MSZ EN 61557-1 szabvány tartalmazza.

#### **Dokumentáció:**

Egy adott berendezés vizsgálatakor mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, melyben a végeredményeken kívül szükség van az összes mérési körülmény dokumentálására is, mint a mérések típusai, a mérőműszer típusa és gyártási száma, a mérés helye, a mérést végző személy neve, stb.

### **3/3. gyakorlat:**

---

Földelési ellenállás mérése – egy lakatfogós mérési módszer MA 2067 segítségével

#### **Különböző hibák modellezése a bemutatótábla segítségével:**

A **bemutatótábla** segítségével lehetséges a villámvédelmi földelő rendszeren belül két külön földelő ellenállásának megmérése, mivel a táblán mindkét villámvédelmi földelő megfelelő árammérő lakatfogó csatlakozással ellátott.

Az alábbi földelési ellenállások mérhetők a bemutatótábla segítségével:

- az alapvető (érintésvédelmi) földelési rendszer (BG Basic Grounding) mérését
- az LR1 és LR2 jelű villámvédelmi földelési rendszerek mérését.

#### **Az alábbi hibák modellezhetők a bemutatótáblán:**

S12: A megengedettnél nagyobb értékű földelési ellenállás a BG érintésvédelmi földelésnél (mintegy 250  $\Omega$ )

S13: A megengedettnél nagyobb értékű földelési ellenállás az LR1 jelű villámvédelmi földelésnél (mintegy 100  $\Omega$ ).

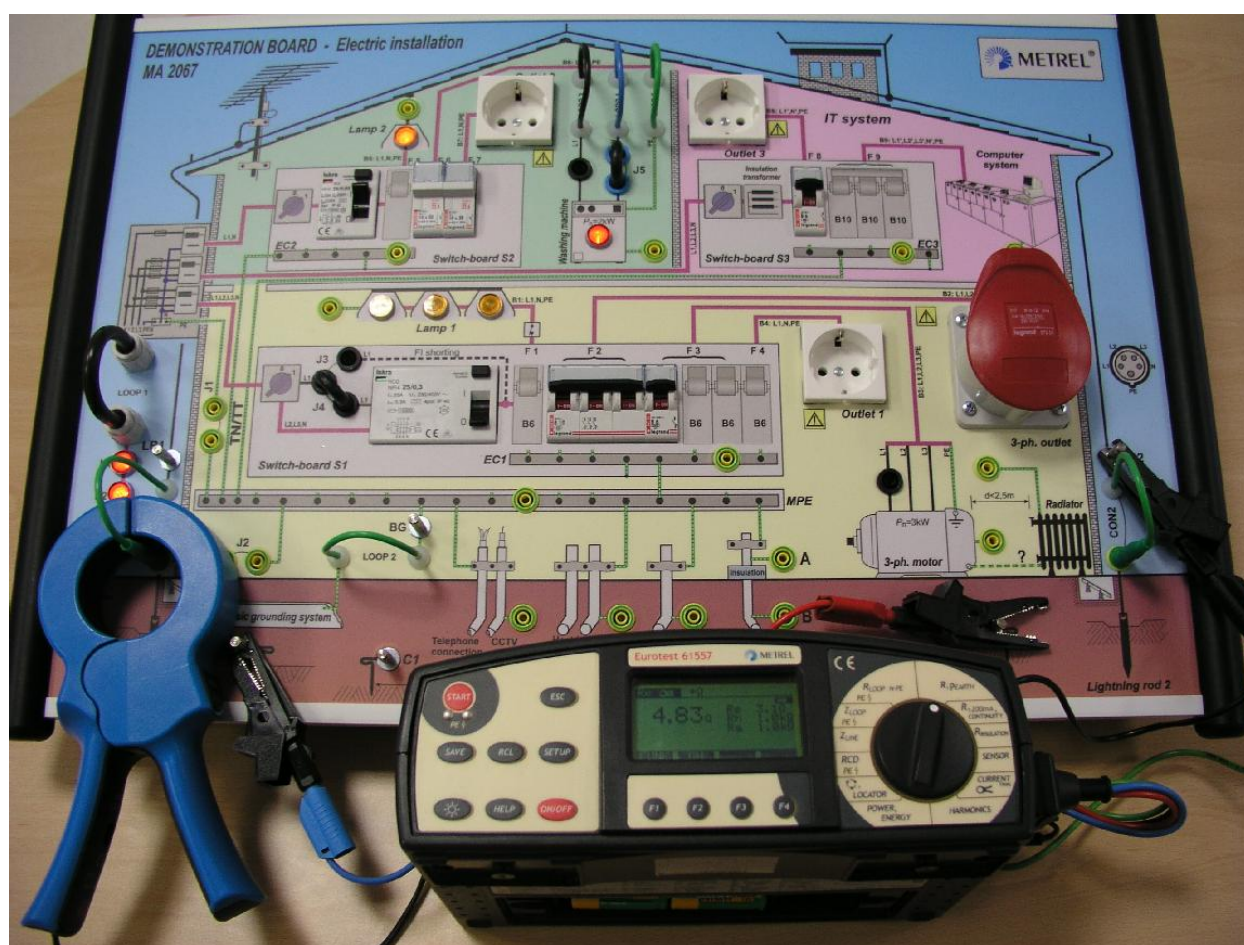


**Példa a bemutatótáblával:**

Az alábbi ábra egy mérési elrendezést mutat az egyes számú villámvédelmi rúd (rod1) földelési ellenállásának mérésére. A rendszer két ilyen rudat tartalmaz (rod1, rod2). Az eszközt a szimulált földelési pontokhoz (AUXrod1(H), AUXrod2(S)) és a villámvédelmi rendszer rúdjához (rod2). A lakatfogót a CONN1-es vezetékhez csatlakoztatjuk..

**Bemutatótábla beállításai:**

Bemutatótábla beállítása	Feltétel	Megjegyzés
S13 kikapcsolva	A villámvédelmi ellenállás értéke kb. $1\ \Omega$	Normál beállítás
S13 bekapcsolva	A villámvédelmi ellenállás értéke kb. $100\ \Omega$	Hiba a földelő rúdnál villámvédelmi rendszerben..
1-es és 2-es csatlakozó (CON) bekapcsolva		Két rúd földelési rendszer modellezése



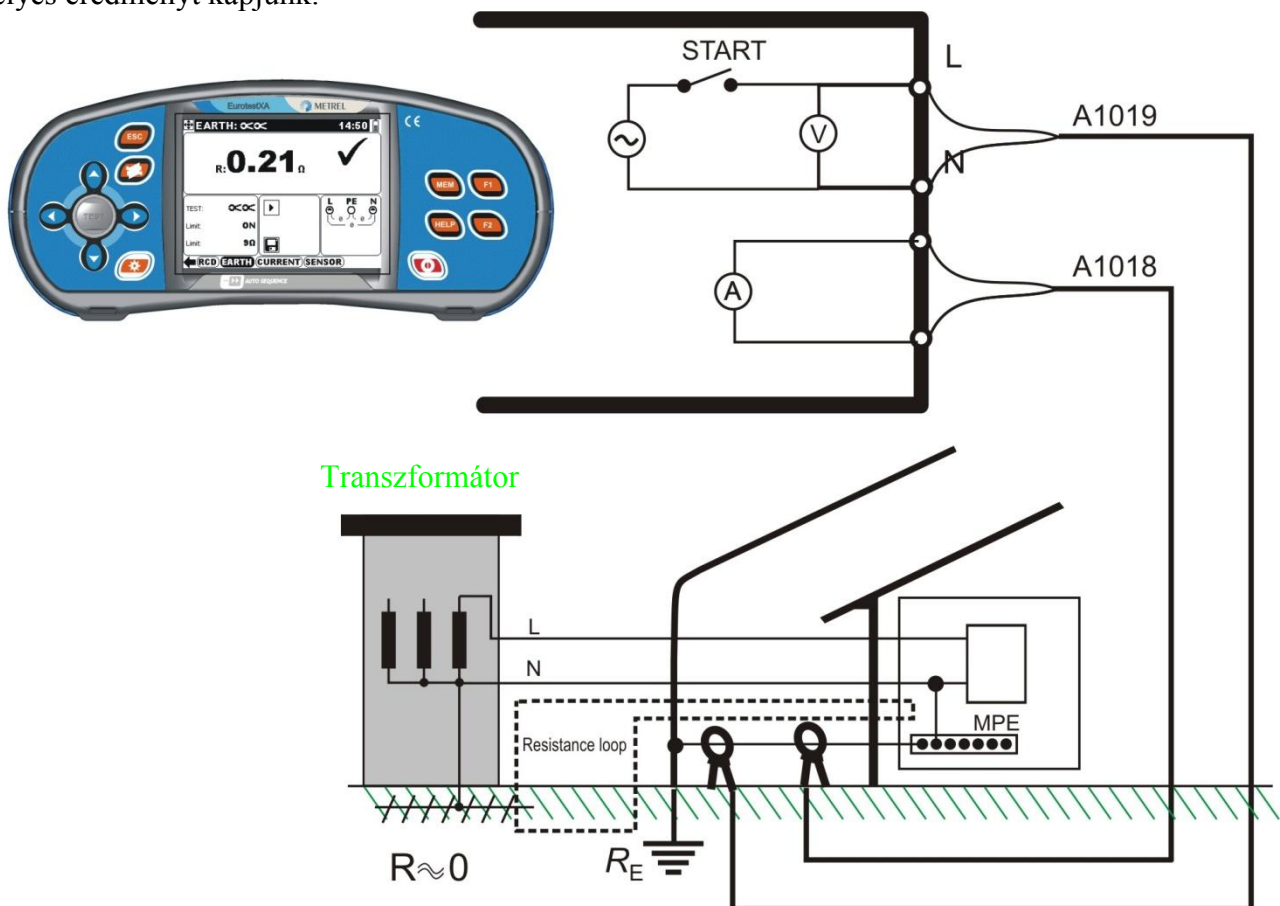
### 3/4. gyakorlat:

#### Földelési ellenállás mérése – két lakatfogós mérési módszer

##### Mérési elrendezés:

Ebben az elrendezésben a vizsgálandó épület mérővezetékét TN rendszerben rendezzük el, mint ahogy azt az ábra is mutatja.

A mérőkör tartalmazza a transzformátor földelését, az N vezeték valamint az épület földelését. Így a transzformátor valamint az N-vezeték földelési ellenállásának kellően kicsinek kell lennie ahhoz, hogy helyes eredményt kapjunk.



##### Mérési módszer:

- Állítsuk az üzemmód váltó forgatógombot EARTH helyzetbe!
- Állítsuk be az EARTH 2CLAMP funkciót!
- Állítsuk be a méréshatárt!
- Csatlakoztassuk az eszközt a mérőberendezéshez!
- A **START** gomb megnyomását követően a műszer mérőáram generátora áramot juttat a H és E pontok közé. A mérőjel a mérőkörön halad keresztül ahol a generátor lakatfogó található, míg a mérést a mérő lakatfogóval végezzük.

$$R_E = \frac{U_{\text{forrás}} \cdot \frac{1}{N_{\text{gen.lakatfogó}}}}{I_{\text{mérő lakatfogó}}}$$

Ahol:

$U_{\text{forrás}}$ .....A belső váltakozó feszültségű forrás feszültsége

$N_{\text{gen.lakatfogó}}$ .....A generátor-lakatfogó menetszáma

$I_{\text{mérő lakatfogó}}$ ....Az áram, mely a mérő lakatfogóval mérhető

**Megjegyzések:**

- A lakatfogók közötti távolságnak legalább 30 cm-nek kell lennie!
- A földelési rendszerben lévő zajok zavarhatják a mérési eredményeket.
- Amennyiben a mérőkör ellenállása nagyobb mint  $20\ \Omega$ , úgy az áram túl kicsi ahhoz, hogy helyes eredményeket mérjen a lakatfogó.
- A METREL mérőműszerei automatikusan érzékelik ha az áram túl kicsi valamint a zavaró zajokat is.

**Szabványok:**

A két lakatfogós mérési elrendezéshez jelenleg nincsenek speciális szabályok, az új MSZ EN 60346-6-os szabvány már erre az elrendezésre is kitér.

**Dokumentáció:**

Egy adott berendezés vizsgálatakor mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, melyben a végeredményeken kívül szükség van az összes mérési körülmény dokumentálására is, mint a mérések típusai, a mérőműszer típusa és gyártási száma, a mérés helye, a mérést végző személy neve, stb.

### 3/4. gyakorlat:

Földelési ellenállás mérése – két lakatfogós mérési módszerrel MA 2067 segítségével

#### Különböző hibák modellezése a bemutatótábla segítségével:

A bemutatótábla lehetővé teszi a földelési ellenállás mérését két lakatfogós mérési módszerrel.

Az alábbi földelési ellenállások mérhetők a bemutatótábla segítségével:

- az érintésvédelmi alapföldelési rendszer (BG Basic Grounding) mérését
- az LR1 és LR2 jelű villámvédelmi földelési rendszerek mérését.

#### Az alábbi hibák modellezhetők a bemutatótáblán:

S12: A megengedettnél nagyobb értékű földelési ellenállás a BG érintésvédelmi földelésnél (mintegy 250  $\Omega$ )

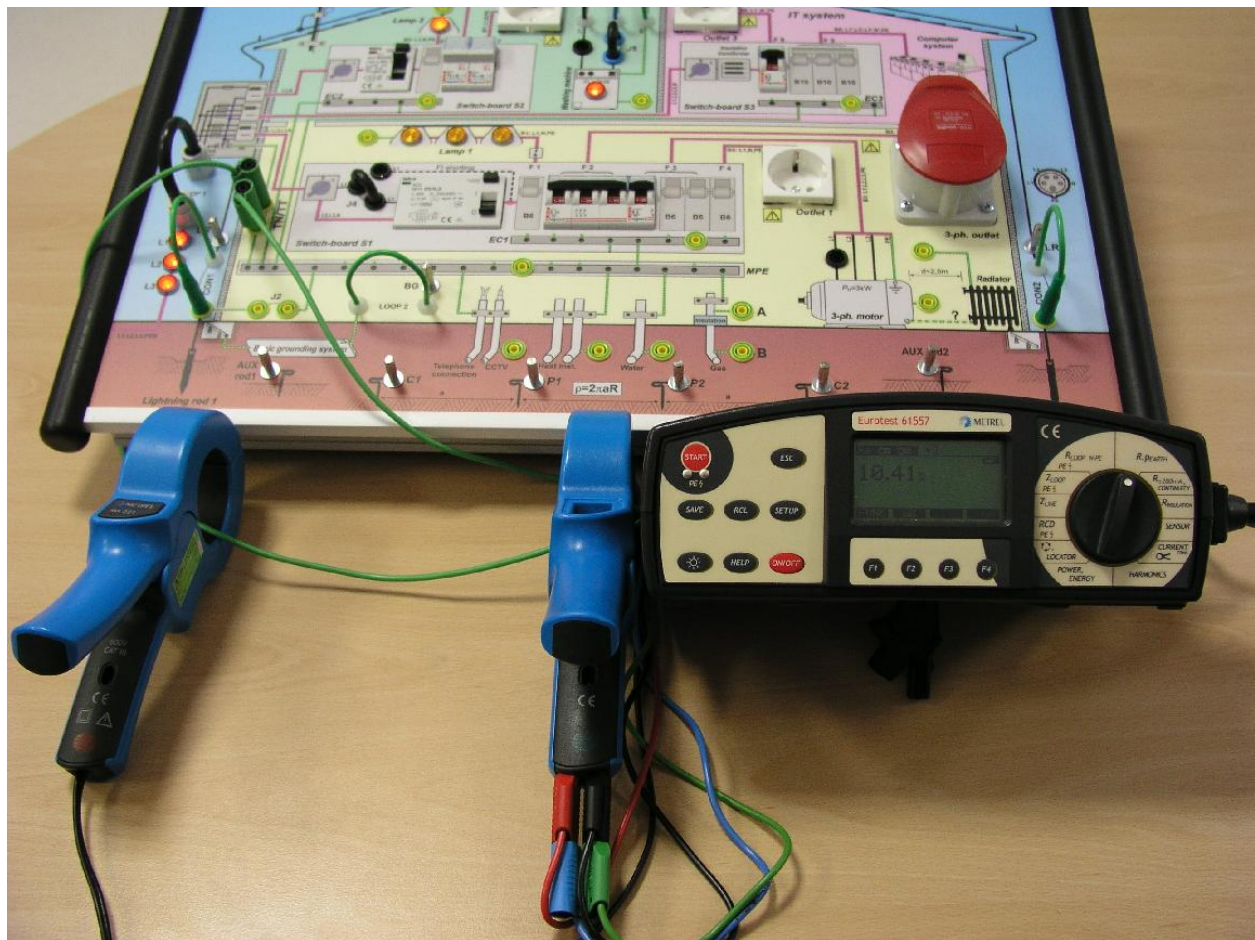
S13: A megengedettnél nagyobb értékű földelési ellenállás az LR1 jelű villámvédelmi földelésnél (mintegy 100  $\Omega$ ).

#### Példa a bemutatótáblával:

Az alábbi ábrán egy mérési elrendezés látható a bemutatótábla BG mérési rendszerével. A mérőkör tartalmazza:

- A hálózati transzformátor földelését, az N és a PE csatlakozó vezeték ellenállása, ami a bemutatótáblához csatlakoztatva van.
- A bemutatótábla BG rendszerének földelési ellenállása.

Bemutatótábla beállítása	Feltétel	Megjegyzés
S12 kikapcsolva	Alapföldelési rendszer ellenállása kb. 10 $\Omega$	Normál beállítás
S12 bekapcsolva	Alapföldelési rendszer ellenállása kb. 250 $\Omega$	Hiba a földelési csatlakozásnál
JMP1 bekapcsolva		TN rendszer szimulálva
JMP2 kikapcsolva		A villámvédelmi földelés ki-zárva az eredményekből



## 4. FAJLAGOS TALAJELLENÁLLÁS MÉRÉSE

### A mérés háttere:

Fajlagos földellenállás mérésre rendszerint a talaj minőségének megismerése céljából van szükség, hogy az eredményeket földelő rendszer tervezéséhez használhassuk (pl. földelő rudak szükséges hosszának és telepítési mélységének meghatározása). A méréshez az ún. Wenner módszert, az alábbi összefüggést alkalmazzuk:

$$\rho = 2 * \pi * a * R$$

Ahol:

$\rho$  ..... talaj fajlagos ellenállása [ $\Omega\text{m}$ ] egységben

$a$  ..... a földelő rudak távolsága méterben

$R$  ..... A P1 és P2 segédföldelők közötti ellenállás értéke  $\Omega$ -ban mérve

Mivel a föld fajlagos ellenállása függ az  $a$  távolságtól, a talaj homogenitása megvizsgálható az  $a$  távolság változtatásával.

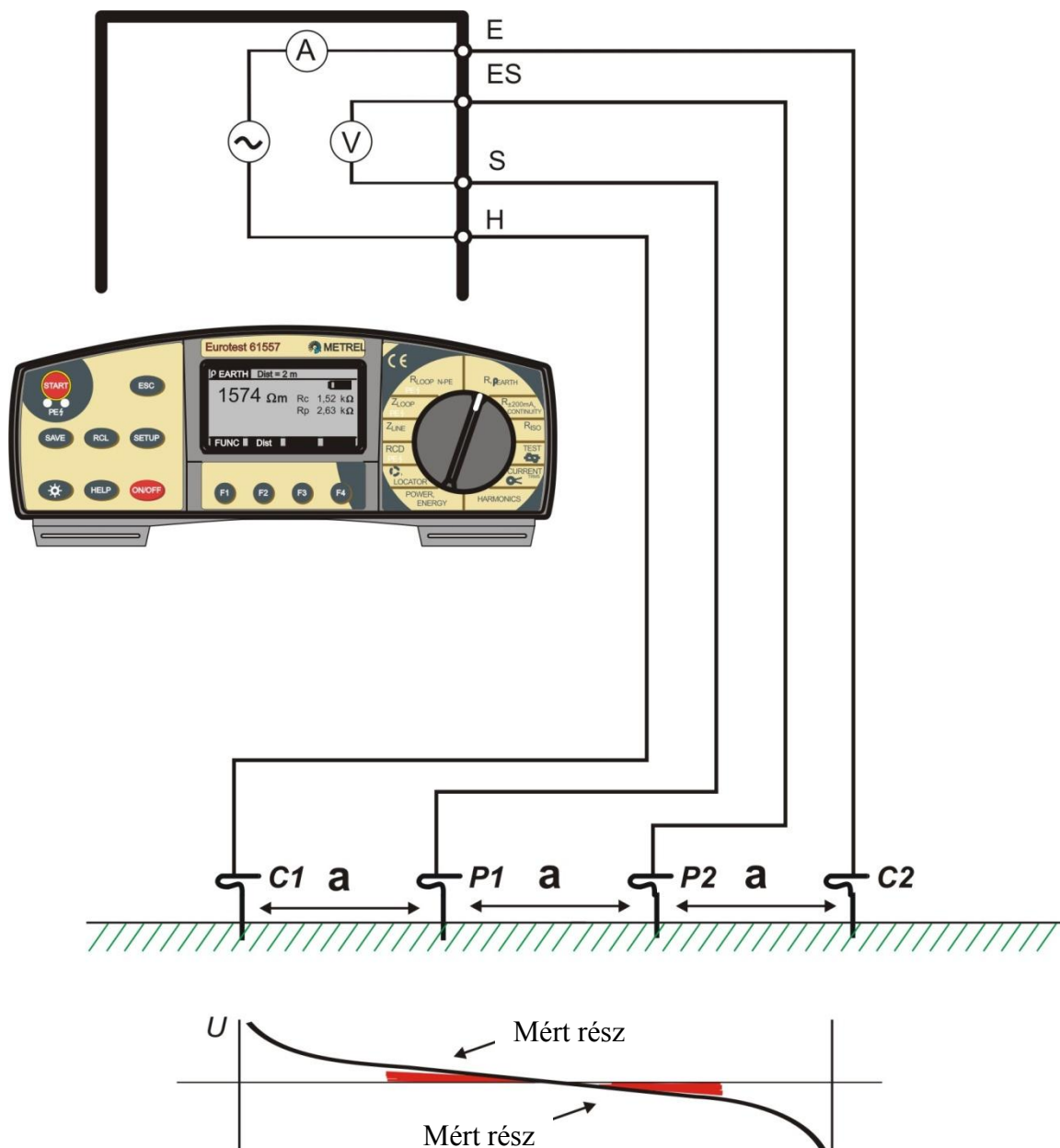
Csak a négy kivezetéssel és belső generátorral rendelkező mérőműszerek alkalmasak a mérés elvégzésére. A méréshez váltakozó áramot alkalmazunk, hogy a földelő rudak felszínén fellépő elektrokémiai jelenség hatása elkerülhető legyen.



#### 4./1. gyakorlat:

Fajlagos talajellenállás mérése

**Mérési elrendezés:**



**Mérési eljárás:**

- Állítsuk az üzemmód váltó forgatógombot EARTH helyzetbe!
- Állítsuk be az EARTH  $\rho$  funkciót!
- Állítsuk be a mérési paramétereket (a rudak távolságát)!
- Állítsuk be a méréshatárt!
- Csatlakoztassuk az eszközt a mérőberendezéshez a mérővezetékek megfelelő helyre helyezésével!
- A **START** gomb megnyomását követően a műszer generátora áramot juttat a H és E pontokhoz. Ekkor az ismeretlen ellenálláson át áram kezd el folyni. A berendezés méri a feszültséget az S és az ES pontok között. Ezt követően a műszer újfent csatlakozik a belső váltakozó feszültségű generátorához, áram illetve feszültségmérőjével, hogy megmérje a mérővezeték ellenállását.

**Megjegyzések:**

- A H pont árama és az S valamint az ES pont feszültsége által generált ellenállásoknak elhanyagolhatónak kell lennie ahhoz, hogy a mérési eredményt elfogadhatónak valósítsuk.
- A távolság és a vizsgált talajréteg mélysége közötti arány ismerete szükséges a mérés elvégzéséhez.
- A METREL által készített műszerek automatikusan mérik a használt mérővezetékek ellenállását.
- Mérések sorozatának elvégzésére van szükség a talaj szerkezetének megfelelő megállapításához, illetve a homogenitás-vizsgálathoz.

**Szabványok:**

A földelési ellenállás mérésére vonatkozó szabályok az MSZ EN 61557-5-ös számú szabványban található. A műszerrel szemben támasztott általános és biztonsági elvárásokat az MSZ/EN 671557-1 szabvány tartalmazza.

**Dokumentáció:**

Egy adott berendezés vizsgálatakor mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, melyben a végeredményeken kívül szükség van az összes mérési körülmény dokumentálására is, mint a mérések típusai, a mérőműszer típusa és gyártási száma, a mérés helye, a mérést végző személy neve, stb.

**4./1. gyakorlat:**

Fajlagos talajellenállás mérése MA 2067 segítségével

**Különböző hibák modellezése a bemutatótábla segítségével:**

A **bemutatótábla** négy különféle segéd földelő rúd távolság beállítását teszi lehetővé, így a P1 és P2 mérőpontok között négyféle ellenállás mérhető. Lényeges tudni, hogy a mérőtábla esetén a négyféle segéd földelő távolság beállítással azonos fajlagos földellenállás adódik, mert az elrendezés homogén talajt modellez.

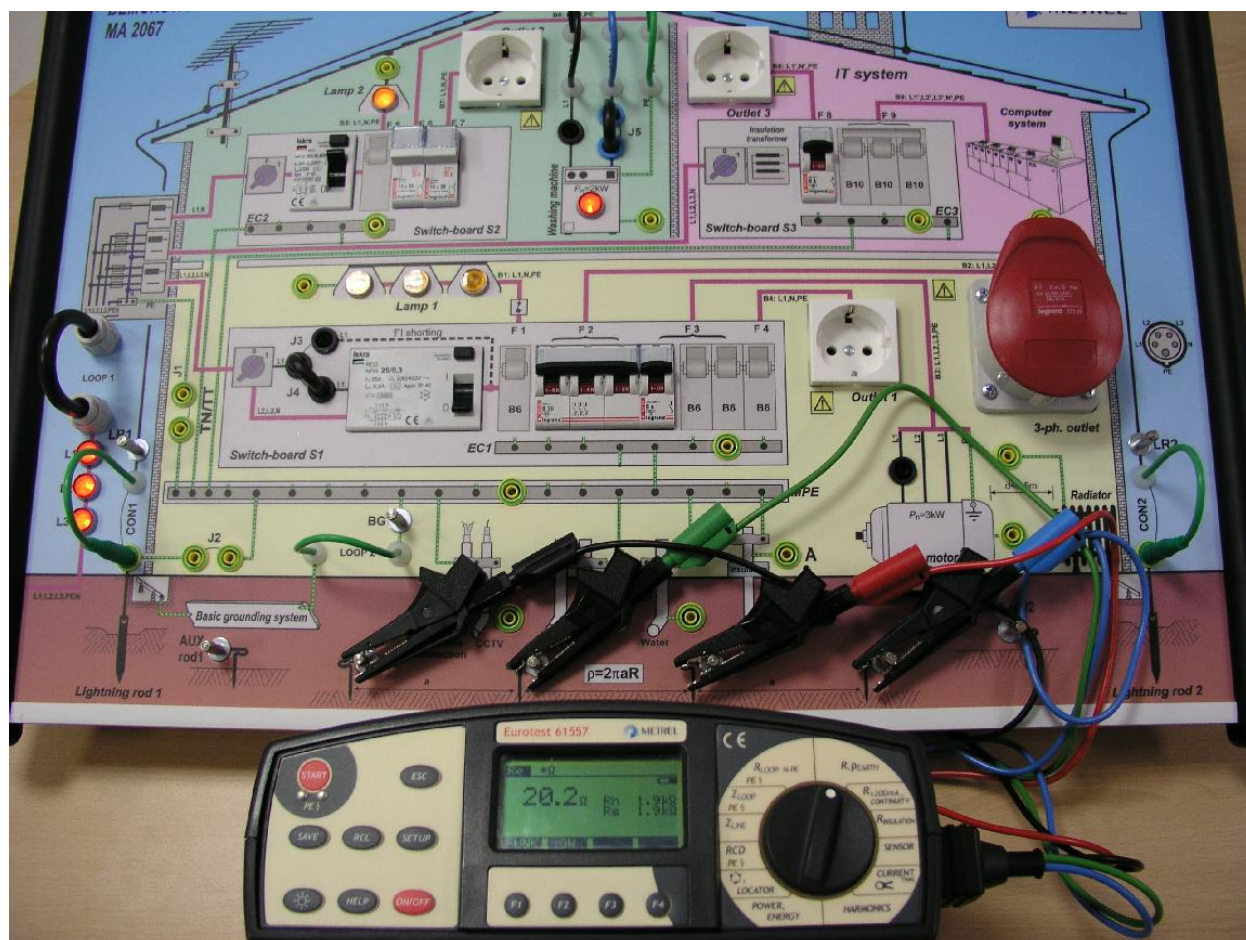
Az alábbi  $R$  ellenállás értékek és  $a$  távolságok választhatók az S14 és S15 bemutatótábla kapcsolók kombinációival:

S14 ki, S15 ki: .....	$a = 1 \text{ m,}$	$R = 20 \Omega$
S14 be, S15 ki: .....	$a = 3 \text{ m,}$	$R = 6,7 \Omega$
S14 ki, S15 be: .....	$a = 10 \text{ m,}$	$R = 2 \Omega$
S14 be, S15 be: .....	$a = 12 \text{ m,}$	$R = 1,67 \Omega$

**Példa bemutatótáblával:**

Az alábbi ábra egy átlagos mérési elrendezést mutat be, ahol a talaj fajlagos talajellenállását mérik..A műszer kivezetéseit a szimulált földelő rudakhoz csatlakoztatják (C1(H), P1(S), P2(ES) és C2(E)).

Bemutatótábla beállítása	Feltétel	Megjegyzés
S14 be/kikapcsolva S15 be/kikapcsolva	1,67 $\Omega$ és 20 $\Omega$ között (mint ahogy azt a fenti táblázat tartalmazza)	Homogén talaj viselkedésének és mérési eredményének szimulálása



## 5. HUOKIMPEDANCIA MÉRÉS

### A mérés háttere:

A villamos hálózat, a készülékek és az azokat használó személyek áramütés elleni védelme a hálózati feszültség veszély esetén történő önműködő lekapcsolásával valósul meg. Egyéb típusú hibavédelmet általában egyedi készülékek vagy egyedi helyiségek esetén alkalmaznak. A TN (nullázásos) típusú érintésvédelmű villamos hálózatoknál a készülékek hozzáférhető fémrészei a PE érintésvédelmi földelő vezetőkön keresztül a nullavezetővel, ennél fogva a transzformátor földelési rendszerével összekötöttek.

Biztonsági teszteknel a hurokimpedanciát mérik ( $Z_{\text{LOOP}}$  vagy  $R_{\text{LOOP}}$ ) és ebből számítják ki a várható hibaáramot.

### A hurok impedancia:

$$Z_{\text{LOOP}} = Z_L + Z_{\text{PE}} + Z_{\text{NPE}} + Z_T$$

Ahol:

- $Z_L$ .....Fázisvezeték impedanciája
- $Z_{\text{PE}}$ .....Az épületbeli védővezető impedanciája
- $Z_{\text{NPE}}$ .....A nullavezető és a transzformátor illetve az épület közötti védővezető impedanciája
- $Z_T$ .....Transzformátor impedanciája

A várható hibaáramot ez alapján a következőképpen számítjuk:

$$I_{\text{PFC}} = \frac{U_{\text{LPE}}}{Z_{\text{LOOP}}}$$

Ahol:

- $U_{\text{LPE}}$ .....Fázis-föld közötti feszültség

Ha fázisvezető és hozzáférhető fémrész közötti rövidzárlat miatt a hurokban rövidzárási áram folyik, az áramkörbe iktatott túláram védelmi eszköz kiold. Az áram illetve impedancia-határok a választott biztosíték típusától és méretétől, valamint a kívánt kioldási időtől függenek.

Amennyiben a vizsgált TN rendszerünk rendelkezik RCD-vel (ÁVK-val), speciális mérési összeállítást kell alkalmaznunk, hogy elkerüljük az RCD kioldását. A hurok impedancia megengedett értékei, melyek függenek a kívánt kioldási időtől, megtalálhatóak a megfelelő szakirodalmakban.

A TT típusú (földelt) érintésvédelemmel ellátott hálózatoknál minden hozzáférhető fémrész a PE vezetőn keresztül az épület érintésvédelmi potenciál rendszeréhez van kötve. A védelem hatásosságát az  $R_e$  földelési ellenállás mérésével határozzák meg.

### A hibahurok impedancia:

$$Z_{\text{LOOP}} = Z_L + Z_E + Z_T + Z_{\text{ET}}$$

Ahol:

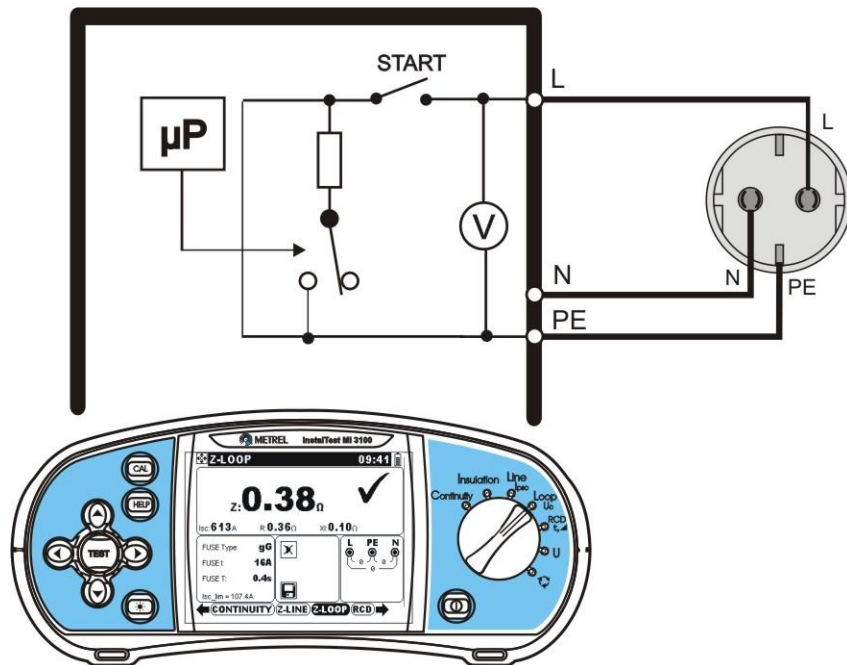
- $Z_L$ .....Fázisvezető impedanciája
- $Z_E$ .....Az épületbeli védővezető + az épület teljes földelésének eredő impedanciája
- $Z_{\text{ET}}$ .....Az alkalmazott tápellátó rendszer földelésének impedanciája
- $Z_T$ .....Transzformátor belső impedanciája

Az RCD (FI vagy hibaáram relé) típusú eszközöket TT érintésvédelmi rendszerekben is alkalmazzák. Amennyiben rövidzárlat vagy túlzott szivárgó áram lép fel a fázisvezeték és a védőföldelés között, ez érintési feszültség kialakulásához vezethet a megérintheső fémrészekben. Ennek az értéknek 50 V alatt kell maradnia (súlyosabb elvárások esetén 25 V), különben a védelem azonnal kiold.

## 5./1. gyakorlat:

Hurok impedancia mérése

**Mérési elrendezés:**



**Mérési módszer:**

- Állítsuk az üzemmód váltó forgatógombot LOOP állásba!
- Állítsuk be a mérési paramétereket, amelyeket alkalmazunk (biztosítékok típusa, mérete, kioldási ideje)!
- Az alkalmazott mérési paraméterekhez kapcsolódó méréshatárokat (impedancia valamint várható hibaáram) automatikusan számítja az eszköz.
- Csatlakoztassuk az eszközt a műszerhez!
- A **START** gomb megnyomásakor a műszer terhelést kapcsol az L és PE pontok közé, és a terhelt állapotban is megméri az L és PE vezetők közötti feszültséget, továbbá méri az áram és feszültség közötti késleltetési időt. A mérési eredményt az alábbi képlet alapján számolja a műszer:

$$R_{\text{LOOP}} = \frac{U_{\text{UNLOADED}} - U_{\text{LOADED}}}{U_{\text{LOADED}} / R_{\text{LOAD}}}$$

Fáziskésés esetén a hurokimpedanciát ebből a következő képlet segítségével számíthatjuk:

$$Z_{\text{LOOP}} = R_{\text{LOOP}} + j\omega L_{\text{LOOP}}$$

**Megjegyzések:**

- A hurok impedancia mérés pontossága csak abban az esetben garantálható, ha az alkalmazott hálózati feszültség kellőképpen stabilnak mondható.
- Amennyiben a rendszerünk RCD-vel felszerelt, úgy az várhatóan le fog oldani a hagyományos mérési eljárás során. Ezért az újabb fejlesztésű mérőműszerek rendelkeznek egy olyan mérési eljárással is, mely nem oldja le az RCD-t („trip lock” felirat, stb.). Általában ez a mérési módszer még

inkább érzékeny a nem kellőképpen stabil hálózati feszültségre, mint a hagyományos eljárás. A különböző gyártók által gyártott műszerek stabilitás és zajérzékenysége nagy értékben eltérő lehet.

### Szabványok:

A hurok impedancia mérés szabályait az MSZ EN 61557-3-as szabvány tartalmazza. A műszerrel szemben támasztott általános és biztonsági elvárásokat az MSZ EN 61557-1 szabvány tartalmazza.

### Dokumentáció:

Egy adott berendezés vizsgálatakor mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, melyben a végeredményeken kívül szükség van az összes mérési körülmény dokumentálására is, mint a mérések típusai, a mérőműszer típusa és gyártási száma, a mérés helye, a mérést végző személy neve, stb.

## 5./1. gyakorlat:

### Hurok impedancia mérése

#### Különböző hibák modellezése a bemutatótábla segítségével:

A bemutatótábla az alábbi elrendezésekben teszi lehetővé a hurok impedancia mérését:

LAMP1 (1 jelű lámpa) 2-es és 3-as jelű lámpa, 3 fázisú motor, 3 fázisú csatlakozó aljzat, számítógép rendszer, 2-es EPH, gáz csővezeték, melegvíz csővezeték.

A fenti hurkokban szimulálható a megengedettnél nagyobb hurokellenállás, mégpedig az S4...S11 kapcsolók FAULT (hiba) állapotba kapcsolásával, az alábbiak szerint:

- S4: hurok L1 és a számítógép PE védőföld vezetője között  $> 20 \Omega$
- S5: hurok L1 és az L2 lámpa PE-vel összekötött fémteste között: kb.  $2,7 \Omega$
- S6: hurok L1 és a 3 fázisú motor fémteste között: kb.  $3,3 \Omega$
- S7: hurok L1 és az L1 lámpa PE-vel összekötött fémteste között:  $> 20 \Omega$
- S8: hurok L1 és a háromfázisú aljzat védőföldje között  $> 3,4 \Omega$
- S9: hurok L1 és a 2-es EPH között kb.  $2,2 \Omega$
- S10: hurok L1 és a gáz csővezeték között kb.  $3,3 \Omega$
- S11: hurok L1 és a meleg víz csővezeték között kb.  $3,3 \Omega$

#### Példa a bemutatótáblával:

Bemutatótábla beállítása	Feltétel	Megjegyzés
Sxy kikapcsolva	Alapföldelési rendszer ellenállása kb. $\Omega$	Normális működés
Sxy bekapcsolva	Alapföldelési rendszer ellenállása kb. $\Omega$	Hiba
JMP1 bekapcsolva		TN rendszer
xy kapcsolótábla, RCD, biztosítékok bekapcsolva, M4 JUMPER bekapcsolva		Hálózati feszültség bekapcsolva, ajánlott mérési módszer: RCD kioldása nélkül (trip lock)
xy kapcsolótábla bekapcsolva, RCD kikapcsolva, biztosítékok bekapcsolva, M3 JUMPER bekapcsolva		Hálózati feszültség bekapcsolva, ajánlott mérési módszer a hagyományos eljárás





## 6. VONALI IMPEDANCIA MÉRÉSE

### A mérés háttere:

A vonali impedancia egy fontos érintésvédelmi paraméter. A vonali impedancia:összetevői:

$$Z_{LINE}=Z_L+Z_N+Z_T$$

Ahol:

- $Z_L$ .....Fázisvezető impedanciája
- $Z_N$ .....Nullavezető impedanciája
- $Z_T$ .....Transzformátor belső impedanciája

A vonali impedancia mérése lényeges például az alábbi esetekben:

- A túláram védelmi rendszer hatékonyságának értékelése.
- A túlságosan nagy impedanciájú részek megtalálása,melyek túl nagy feszültségesést okozhatnak a transzformátor és a fogyasztó között.

A  $Z_{LINE}$  mérhető fázis-fázis között is. Ebben az esetben  $Z_N$  helyett  $2 Z_L$  érték szerepel az egyenletben.

A nagy vonali impedancia leggyakoribb kiváltó okai a hibák (korrózió, hibás kontaktus), a helytelen szigetelések, illetve a rosszul használt biztosítékok.

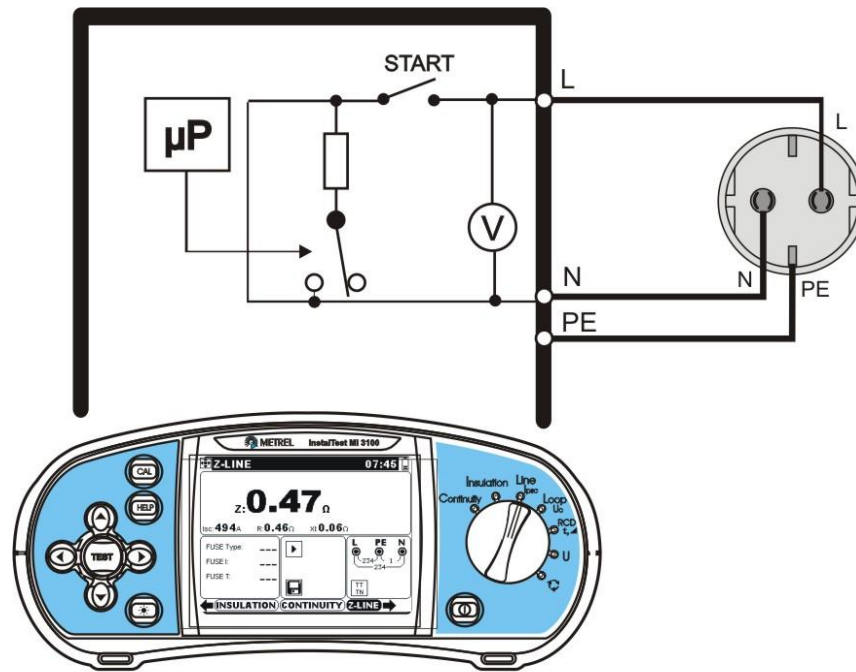
A vonali impedancia ( $Z_{LINE}$  vagy  $R_{LINE}$ ) mérése biztonsági okokból például a rövidzárási áram meghatározása céljából fontos. Az áramok és impedanciák határértékei a használt biztosítékok típusától, méretétől és a kívánt kioldási időtől függenek.

A mérés során vonali ellenállást, vagy vonali impedanciát mérünk. Az ellenállásmérés az áramkör rezisztív részén történik. Impedancia mérése során a az áramkör induktív elemeit is tartalmazza az eredmény. Az impedancia mérése általában akkor javasolt, ha a mért áramkör közel van a transzformátorhoz, vagy nagyáramú hálózatok, vezetékek mérése esetén. Ezekben az esetben ugyanis az induktív összetevő összemérhető a rezisztívvel.

## 6./1. gyakorlat:

Vonali impedancia mérése, a várható rövidzárási áram értékének meghatározása

### Mérési elrendezés:



- Állítsuk az üzemmód váltó forgatógombot LINE állásba!
- Állítsuk be a mérési paramétereket, amelyeket alkalmazunk (biztosítékok típusa, mérete, kioldási ideje)!
- Az alkalmazott mérési paraméterekhez kapcsolódó méréshatárokat (impedancia valamint várható hibaáram) automatikusan számítja a műszer.
- Csatlakoztassuk a műszert a mérendő berendezéshez.
- A **START** gomb megnyomásakor a műszer terhelést kapcsol az L és PE pontok közé, és a terhelt állapotban is megméri az L és PE vezetők közötti feszültséget, továbbá méri az áram és feszültség közötti késleltetési időt. A mérési eredményt az alábbi képlet alapján számolja a műszer:

$$R_{\text{LOOP}} = \frac{U_{\text{UNLOADED}} - U_{\text{LOADED}}}{U_{\text{LOADED}} / R_{\text{LOAD}}}$$

Fáziskésés esetén a vonali impedanciát a következő képlet segítségével számíthatjuk:

$$Z_{\text{LINE}} = R_{\text{LINE}} + j\omega L_{\text{LINE}}$$

### Megjegyzések:

- A vonali impedancia mérés pontossága csak abban az esetben garantálható, ha az alkalmazott hálózati feszültség kellőképpen stabilnak mondható.
- A  $Z_{\text{LINE}}$  csak három kivezetéssel mérhető a fázisok között, a bemutatótábla háromvezetékes kimenetén.

**Szabványok:**

A vonali impedancia mérés szabályait az MSZ EN 61557-3-as szabvány tartalmazza. A vizsgálandó eszközzel szemben támasztott általános és biztonsági elvárásokat az MSZ EN 61557-1 szabvány tartalmazza.

**Dokumentáció:**

Egy adott berendezés vizsgálatakor mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, melyben a végeredményeken kívül szükség van az összes mérési körülmény dokumentálására is, mint a mérések típusai, a mérőműszer típusa és gyártási száma, a mérés helye, a mérést végző személy neve, stb.

**6./1. gyakorlat:**

Vonali impedancia mérése, várható rövidzárási áram értékének meghatározása MA 2067 segítségével

**Különböző hibák modellezése a bemutatótábla segítségével:**

A **bemutatótábla** lehetővé teszi a vonali impedancia mérését az alábbi konfigurációkban.

1-es kapcsolótábla: S1 1-es aljzat és háromfázisú csatlakozó aljzat

2-es kapcsolótábla: S2 2-es aljzat

3-es kapcsolótábla: S3 3-es aljzat

A fenti hurkokban a megengedettnél nagyobb ellenállás szimulálható az S1 és S3 kapcsolók alábbi kombinációival:

S1: áramhurok az L3 és N között a háromfázisú csatlakozó aljzatnál  $> 10 \Omega$

S2: áramhurok az L1 és N között a 2-es csatlakozó aljzatnál  $> 10 \Omega$

S3: áramhurok az L1 és N között a 1-es csatlakozó aljzatnál  $> 10 \Omega$

L1' és N' közötti hurok ellenállása a 3-as csatlakozó aljzatnál a kapcsolók állásától függetlenül állandóan  $100 \Omega$ .

**Példa bemutatótáblával:**

Bemutatótábla beállítása	Feltétel	Megjegyzés
Sxy kikapcsolva	Vonali impedancia kb. $\Omega$	Normális működés
Sxy bekapcsolva	Vonali impedancia kb. $\Omega$	Hiba
xy kapcsolótábla, RCD, biztosítékok bekapcsolva, M4 JUMPER bekapcsolva		Hálózati feszültség bekapcsolva





## 7. ÁRAM-VÉDŐKAPCSOLÓ (RCD) JELLEMZŐINEK MÉRÉSE

### A mérés háttere:

A hibaáram relés védőkapcsolást általában villamos készülékek és azokat használó személyek védelmére alkalmazzák. Akár a viszonylag kis áramok is veszélyesek lehetnek az eszközre vagy az emberre, amennyiben a földelés vagy az ekvipotenciális felületek ellenállása nagy. A legtöbb hibát az elhasznált szigetelések okozzák, a kosz, a szennyeződés felületi kapacitások, stb.

### Az RCD működésének lényege:

A TN (nullázásos) érintésvédelmi rendszerekben a fázisfeszültség által kiváltott rövidzárási áram a meghibásodott készülékből a PE védővezetőn keresztül a teljesítmény transzformátor nullavezetőjéhez folyik. Az RCD-nek azonnal le kell oldania, amennyiben a szivárgó áram vagy a hibaáram eléri a névleges értékét, vagyis az alábbi feltételnek teljesülnie kell:

$$I_{\text{HIBA, SZIVÁRGÁSI}} \leq I_{\Delta N}$$

Ezen felül azt is figyelnünk kell, hogy a hiba-, illetve a szivárgó áram által keltett érintési feszültség ne haladja meg az 50 (25) V-ot.

$$Z_{\text{LOOP}} * I_{\Delta n} \leq U_C, \text{ ahol:}$$

$Z_{\text{LOOP}}$  .....a hurok impedancia  $\Omega$ -ban

$I_{\Delta n}$  ..... az RCD névleges hibaárama amperben

$U_C$  ..... az érintési feszültség voltokban

TN (nullázásos) típusú érintésvédelmi rendszerekben RCD meglétakor nincs szükség a hurok impedancia mérésére. A tényleges impedanciák általában a határnál jóval alacsonyabbak (pl. 30 mA kioldó áramú RCD-vel védett érintésvédelmi rendszerben 1666  $\Omega$  is lehet, míg a tényleges érték általában 2  $\Omega$ -nál is kisebb).

A TT (földelt) érintésvédelmi rendszerekben a fázisfeszültség által kiváltott hibaáram a meghibásodott készülékből a PE érintésvédelmi vezetőn keresztül a érintésvédelmi földelő rendszer ellenállásán keresztül folyik. Az áram a földelő rendszeren keresztül a teljesítmény transzformátor földeléséhez, majd a transzformátor nullapontjához folyik. A teljes hurok több soros impedanciát tartalmaz, melyek közül a legnagyobb az földelő rendszer ellenállása, ehhez képest a többi impedancia összetevő értéke elenyésző. Ennélfogva az alábbi feltételnek kell teljesülnie:

$$R_E * I_{\Delta n} \leq U_C, \text{ ahol}$$

$R_E$  ..... a földelő rendszer ellenállása  $\Omega$ -ban

$I_{\Delta n}$  ..... az RCD névleges hibaárama amperben

$U_C$  ..... az érintési feszültség értéke (50V vagy 25V)

### Az RCD paraméterei:

A vizsgált RCD paramétereihez (a kioldási áram nagysága, a kioldás ideje) helyesen kell beállítani a mérőműszert a mérés megkezdése előtt. A mérés során mérjük a kioldási időt és a kioldási áramot. A vizsgált rendszer teljes vizsgálatához az alábbi beállítások mellett kell mérést végezni:



- Kioldási idő  $\frac{1}{2}$ , 1 és  $5 I_{\Delta N}$  esetén
- Érintési feszültség

A megengedett értékeket a különböző szabványok tartalmazzák, és általában nincsenek előre beprogramozva a mérőműszerbe.

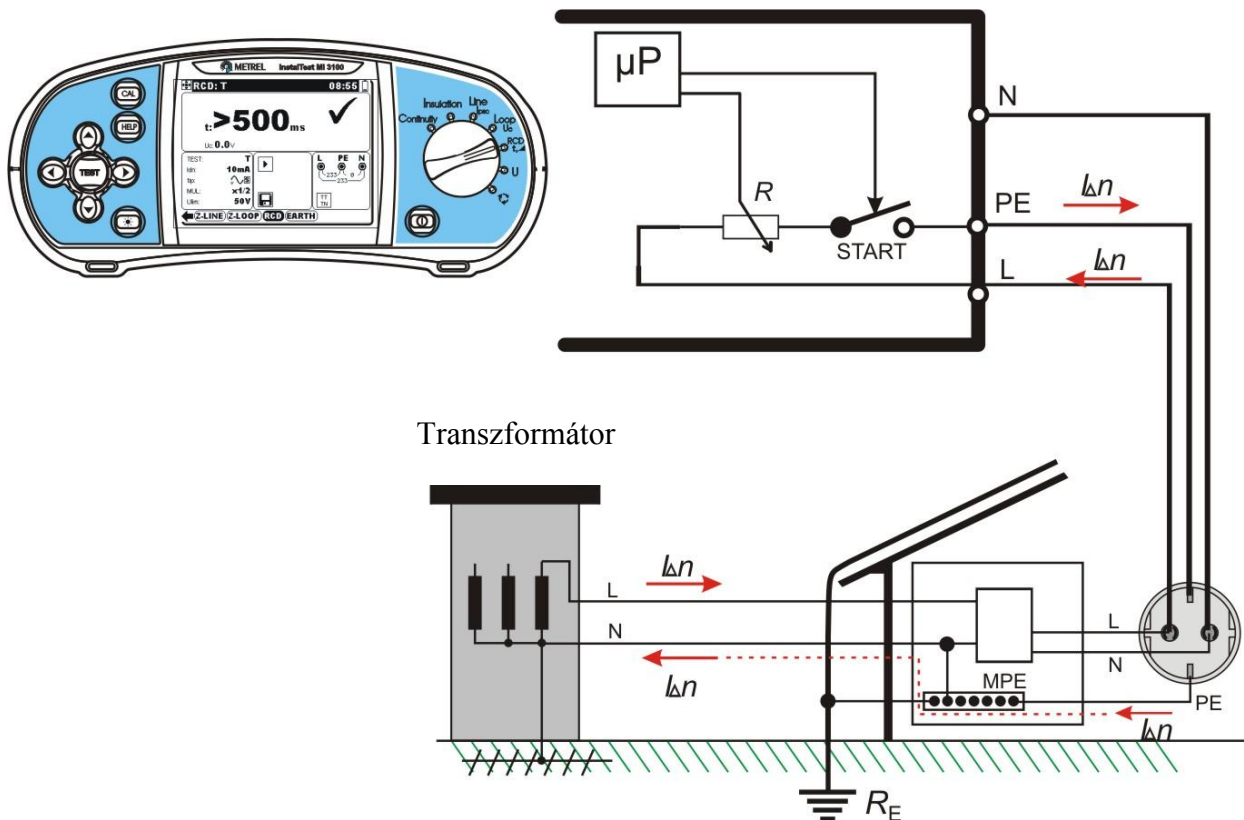
### 7./1. gyakorlat:

RCD mérése

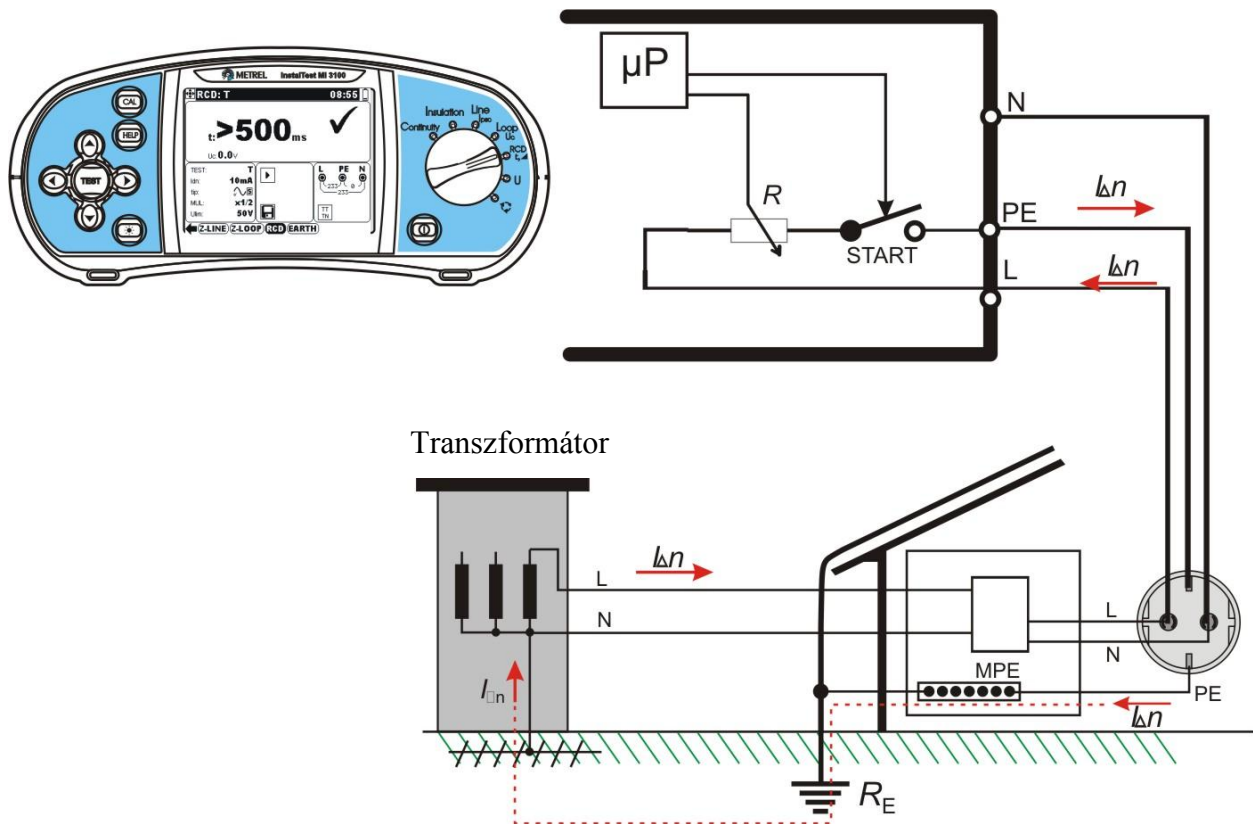
**Mérési elrendezések:**

#### 1. példa:

RCD mérése TN rendszerben



## 2. példa: RCD mérése TT rendszerben



### Mérési módszer:

- Állítsuk az üzemmód váltó forgatógombot RCD állásba!
- Állítsuk be hogy RCD-n belül milyen mérést szeretnénk elvégezni ( $t_{\Delta n}$ ,  $I_{\Delta n}$ , AUTO,  $U_C(RS)$ )!
- Állítsuk be a vizsgált RCD paramétereit ( $I_{\Delta n}$ , szorzó, RCD típusa, a mérőáram kezdeti polaritása)!
- A **START** gomb megnyomását követően a műszer áramot generál a fázisvezetőtől a PE vezető felé. A műszer megméri a tényleges kioldási áramot, valamint a névleges kioldási áramhoz tartozó kioldási időt.

### Megjegyzések:

- Általában az  $\frac{1}{2} I_{\Delta n}$  beállításban az RCD nem old le. Annak ellenére, hogy a kioldási határt átlépi az áram, mégsem történik kioldás, mivel az áram elfolyik a védővezetőn (PE), vagy az L és PE vezeték között található kapacitív elemeken. Fontos tudatosítanunk, hogy ez a szivárgó áram probléma körébe tartozik és nem az RCD-vel védett rendszereké.

### Szabványok:

Az RCD mérés szabályait mind TN mind pedig TT rendszerre az MSZ EN 61557-6-os szabvány tartalmazza. A műszerrel támasztott általános és biztonsági elvárásokat az MSZ EN 61557-1 szabvány tartalmazza.

A maximális megengedett kioldási idők értékei megtalálhatóak az MSZ EN 61008 és az MSZ EN 61009-es szabványokban.

### Dokumentáció:

Egy adott berendezés vizsgálatakor mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, melyben a végeredményeken kívül szükség van az összes mérési körülmény dokumentálására is, mint a mérések típusai, a mérőműszer típusa és gyártási száma, a mérés helye, a mérést végző személy neve, stb.

## 7./1. gyakorlat:

RCD mérése MA 2067 segítségével

### Különböző hibák modellezése a bemutatótábla segítségével:

A **bemutatótábla** TT és TN védelmi rendszerek modellezését valósítja meg, valamint az alábbi hurokban teszi lehetővé a védelmi rendszer ellenőrzését:

1-es aljzat, 3 fázisú aljzat, 3 fázisú motor

A **bemutatótáblán** az alábbi mérések végezhetők:

az érintésvédelmi alapföldelő rendszer ellenállásának mérése

az 1-es villámvédelmi rendszer ellenállásának mérése

a 2-es villámvédelmi rendszer ellenállásának mérése

Lehetőség van az S12 és S13 kapcsolók segítségével az ellenállások megengedett érték fölé növelésére az alábbiak szerint:

S12: az érintésvédelmi földelő rendszer ellenállása túl nagy (körülbelül 250  $\Omega$ )

S13: a villámvédelmi rendszer földelési ellenállása túl nagy, a hozzáadott ellenállás körülbelül 100  $\Omega$ )

A 250  $\Omega$ -os ellenállás már túl nagy az RCD számára ( $I_{\Delta N}$ )=0,3 A esetén) az 1-es kapcsolótáblán. Amennyiben a két villámvédelmi földelés ellenállása párhuzamosan kapcsolódik az érintésvédelmi földelő rendszer ellenállásával, az eredő ellenállás már az S13 kapcsoló állapotától függetlenül teljesíti a beépített RCD-re vonatkoztatott követelményt.

### Példa a bemutatótáblával:

Ebben a példával az 1-es kapcsolótábla segítségével végzünk mérést.

A bemutatótábla beállítása	Feltétel	Megjegyzés
S12 kikapcsolva	Földelési ellenállás kb. xy $\Omega$	Normál működés
S12 bekapcsolva	Földelési ellenállás kb. 250 $\Omega$	Túl nagy érintési feszültség
1-es kapcsolótábla, RCD, biztosítékok bekapcsolva, M4 JUMPER bekapcsolva, 1-es és 2-es JUMPER kikapcsolva		Hálózati feszültség bekapcsolva, RCD mérése TT rendszeren
Conn1 kikapcsolva Conn2 kikapcsolva		A villámvédelmi rendszer leválasztva a földelő rendszerről.



## 8. SZIVÁRGÓ ÁRAM MÉRÉSE

### A mérés háttere:

A szivárgó és hibaáramokat az eszközök EMC szűrői okozzák, mivel ezek szigetelési ellenállása nem ideális. A szivárgó áramok nagysága növekszik, amennyiben a berendezés mérete növekszik, ugyan-csak ha a berendezések számát növeljük. Amennyiben ezen áramok összege meghalad egy bizonyos értéket, az több hibának is forrása lehet, például az RCD kiold.

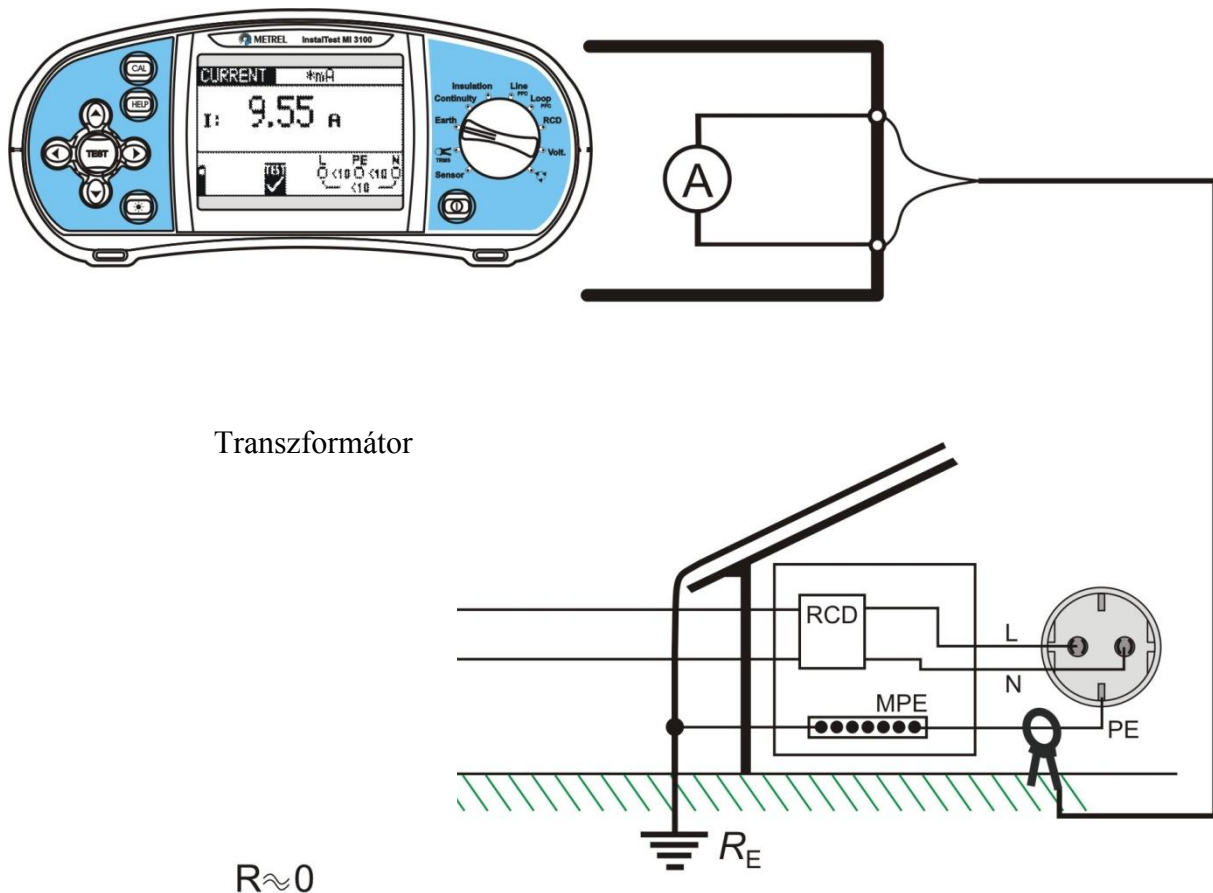
Amennyiben a berendezésünk biztonsági mérései rossz eredményeket adnak, úgy a szivárgó és hiba-áramok veszélyes érintési feszültséget okozhatnak a rendszerben.

A szivárgó áramok egyszerűen mérhetők nagy pontosságú lakatfogókkal.

### 8./1. gyakorlat:

Szivárgó áram mérése –lakatfogóval

Mérési elrendezés:



Mérési módszer:

- Állítsuk az üzemmód váltó forgatógombot CURRENT állásba!
- Válasszuk ki a TRMS CURENT funkciót (bizonyos műszereknél)!
- Állítsuk be a méréshatárt!
- Csatlakoztassuk a lakatfogót!
- A START gomb megnyomását követően a mérőeszköz elkezd mérni aa áram TRMS értékét.

Megjegyzések:

- Elektromágneses terek közelében a mérési eredményeket zavarhatják a zajok (mivel a vezetékekben áramok indukálódhatnak, vagy a biztosítékok fém részei feszültség alá kerülhetnek, stb.).
- Bizonyos elektronikai eszközök (mint például a frekvencia átalakítók) egyenáramú szivárgó áramot is produkálnak. Csak speciális lakatfogók alkalmasak az egyenáramú szivárgó áram mérésére..

### Szabványok:

Jelenleg nincs szabvány a berendezések szivárgó áramának mérésére.

### Dokumentáció:

Egy adott berendezés vizsgálatakor mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, melyben a végeredményeken kívül szükség van az összes mérési körülmény dokumentálására is, mint a mérések típusai, a mérőműszer típusa és gyártási száma, a mérés helye, a mérést végző személy neve, stb.

## 8./1. gyakorlat:

Szivárgó áram mérése – áram lakatfogóval az MA 2067 segítségével

### Különböző hibák modellezése a bemutatótábla segítségével:

A bemutatótábla a lakatfogós mérési módszerrel lehetővé teszi szivárgó áramok mérését. A modellben egy mosógép csatlakoztatott az S2 kapcsolótáblához, háromféle hurok áram mérésre előkészített elrendezéssel. Az egyes áramok az alábbiak szerint mérhetők: fázisáram, PE védővezető árama, differenciál áram (ez utóbbi esetben a lakatfogó mindhárom hurkot átfogja). A hibaáram megnövelhető az S8-as kapcsoló FAULT (hiba) helyzetbe kapcsolásával. A differenciál áram mindkét esetben olyan értékű, hogy a modellbe épített RCD nem old le.

### Példa a bemutatótáblával:

Ez a példa a mosógép szivárgó áramát mutatja be:

A bemutatótábla beállítása	Feltétel	Megjegyzés
S8 kikapcsolva	A hurok ellenállása kb. $xy \Omega$	Normál működés
S8 bekapcsolva	A hurok ellenállása kb. $250 \Omega$	Gép hiba
2-es kapcsolótábla: RCD, biztosítékok bekapcsolva		Hálózati feszültség bekapcsolva





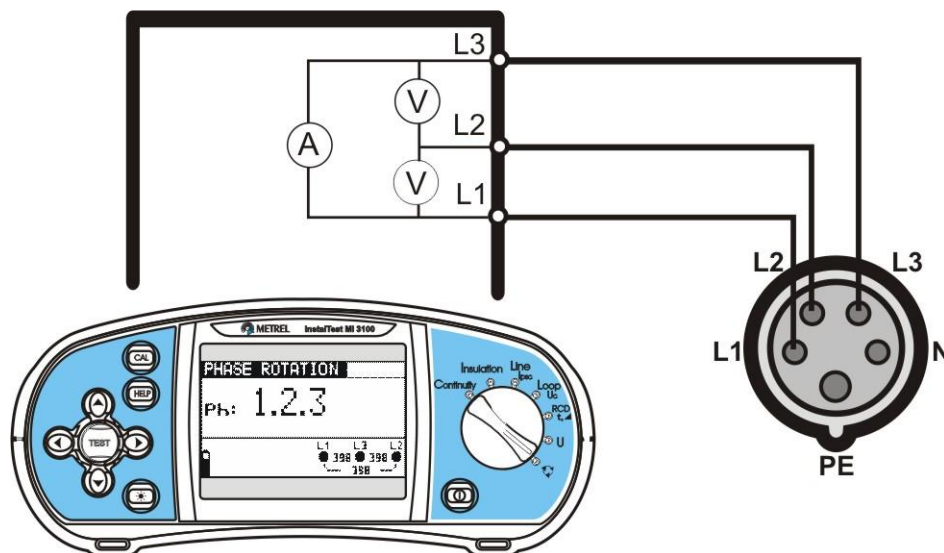
## 9. FÁZISSORREND ELLENŐRZÉSE

Egyes esetekben igen fontos, hogy a háromfázisú fogyasztót (pl. villamos motor) megfelelő fázissorrenddel csatlakoztassuk a háromfázisú hálózathoz, mert pl. hibás sorrend az üzemszerűvel ellentétes forgásirányt eredményezve kárt okozhat a készülékben (pl. ventilátorok). Ezért van szükség csatlakoztatás előtt a berendezés fázissorrendjének ellenőrzésére. A műszer összehasonlítja mind a három vonali feszültséget, a fáziskéséssel együtt. Ezen az elven működik a fázissorrend-ellenőrzés. Amennyiben szükséges, két vezeték megcserélhető a fázissorrend ellenőrzésekor, hogy ellenőrizzük a mérőműszer helyes működését.

### 9./1. gyakorlat:

#### Fázissorrend ellenőrzése

#### Mérési elrendezés:



#### Mérési módszer:

- Állítsuk az üzemmód váltó forgatógombot VOLTAGE vagy ROTARY FIELD állásba!
- Csatlakoztassuk a műszert a berendezéshez!

#### Megjegyzések:

- A berendezés vizsgálja vonali feszültségeket és a fáziskésést közöttük. Az eredmények akkor helyesek, ha feszültségértékekre nagyjából egyforma nagyságú értékeket kapunk, a fázisok sorrendje pedig helyes.
- Először egy ismert, referencia hálózatot kell megmérni, Az eredményt fel kell jegyezni.
- Ezt követően a mérést megismételjük egy ismeretlen fázissorrendű eszközön, és az eredményeket összevetjük. Szükség esetén felcseréljük a fázissorrendet.

#### Szabványok:

A fázissorrend mérésének szabályait az MSZ EN 61557-7-as szabvány tartalmazza. A vizsgálandó eszközzel szemben támasztott általános és biztonsági elvárásokat az MSZ EN 671557-1 szabvány tartalmazza.

**Dokumentáció:**

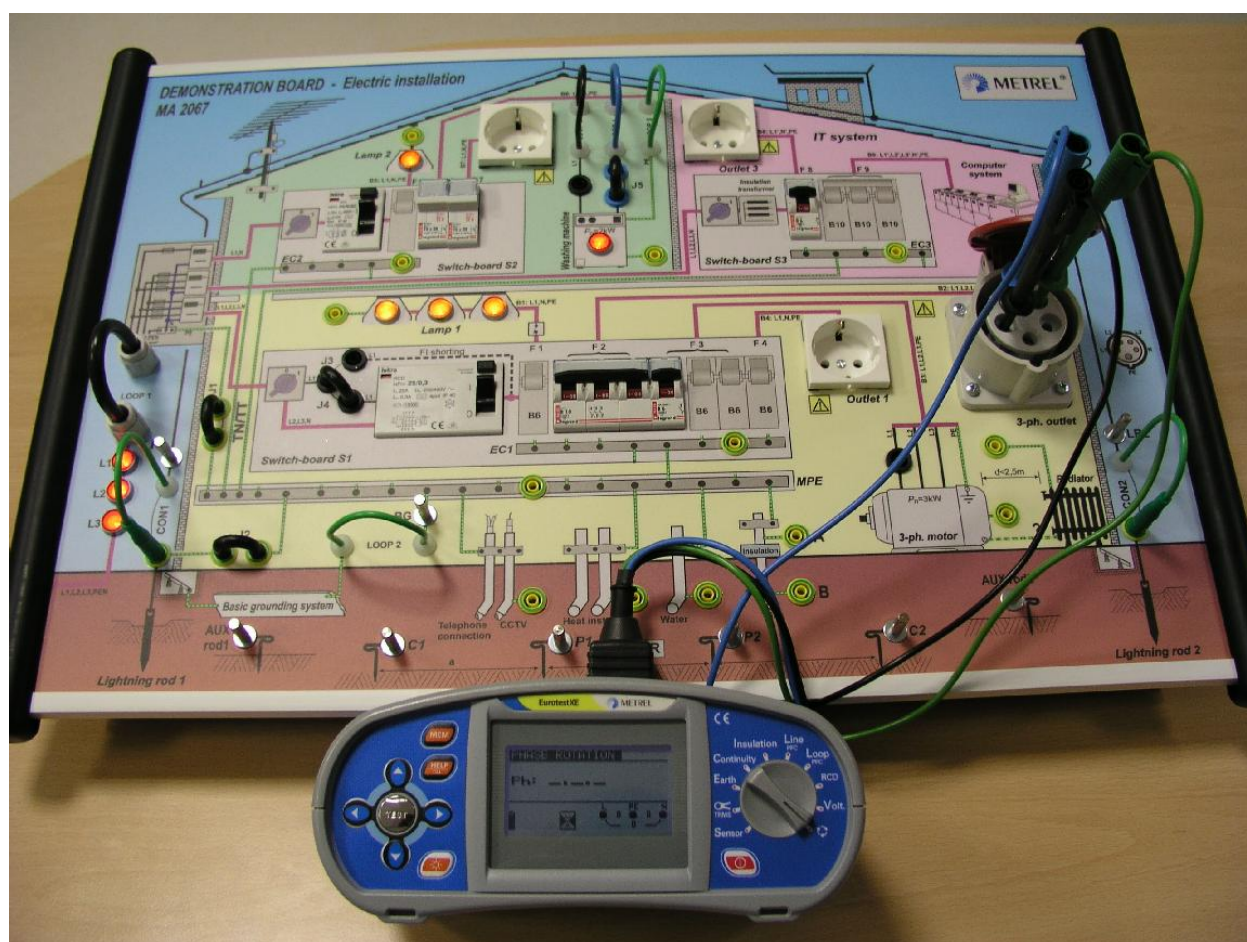
Egy adott berendezés vizsgálatakor mérési jegyzőkönyvet kell készíteni, melyben a végeredményeken kívül szükség van az összes mérési körülmény dokumentálására is, mint a mérések típusai, a mérőműszer típusa és gyártási száma, a mérés helye, a mérést végző személy neve, stb.

**9./1. gyakorlat:**

Fázissorrend ellenőrzése MA 2067 segítségével

**Példa a bemutatótáblával:**

Amennyiben a **bemutatótábla** háromfázisú hálózathoz csatlakoztatott, lehetőség van a rajta lévő háromfázisú aljzat fázissorrendjének megmérésére.





C+D Automatika Kft.  
1191 Budapest Földvári út 2.  
Tel: 282 9896, 282 9676  
Fax: 282 3125  
e-mail: [info@meter.hu](mailto:info@meter.hu)