



## Mérési útmutató.

### Érintésvédelmi mérésekhez.

**A mérések egy része csak feszültség alatti hálózaton történhet.**

**A hálózati feszültséget csak a mérésvezető engedélyével szabad bekapcsolni.**

**Mérés közben a hálózati elrendezés módosítása tilos!**

**A mérés befejeztével a hálózati feszültséget ki kell kapcsolni.**

**Mérés közben ügyeljünk társaink biztonságára is.**

**1. A mérés célkitűzése.** hogy a hallgató a kisfeszültségű közmű (áramszolgáltatói) elosztóhálózatról ellátott fogyasztóknál szokásos érintésvédelmi rendszereket és módokat megismerje, egy lakóházat leképző modellhálózaton annak üzemkészségét vizsgálja, az érintésvédelmi hibákat megtalálja, és a hibaelhárításának módját kialakítsa.

## **2. Bevezetés, általános ismeretek összefoglalása.**

### **2.1. Az áram élettani hatása.**

Áramütés akkor következik be, ha az ember (állat) teste áramkörbe kerül, az emberi (állati) testen áram halad át. Az áramütés veszélyessége függ

a.) az áram erősségétől, a hatás erősen személyfüggő, 50 Hz-es frekvenciájú váltakozó áram esetén általában 1 mA az érzékelési küszöb, 10-15 mA az „elengedési áramerősség” (az áramütött nem tudja a megszorított tárgyat elengedni), 20 mA felett már légzési és szívműködési zavarok jelentkezhetnek;

b.) a behatás időtartamától, egy szívperiódusnál (a szívverés frekvenciája percenként 60 - 120, tehát egy szívperiódus 0,5-1 sec.-ig tart) hosszabb idő alatt a szív leállhat vagy szívkamraremegés (fibrilláció) állhat be; de néhány másodperc alatt a bőr megéghet, ellenállása lecsökkenhet, és ezért a szervezeten átfolyó áramerőssége megnövekedhet;

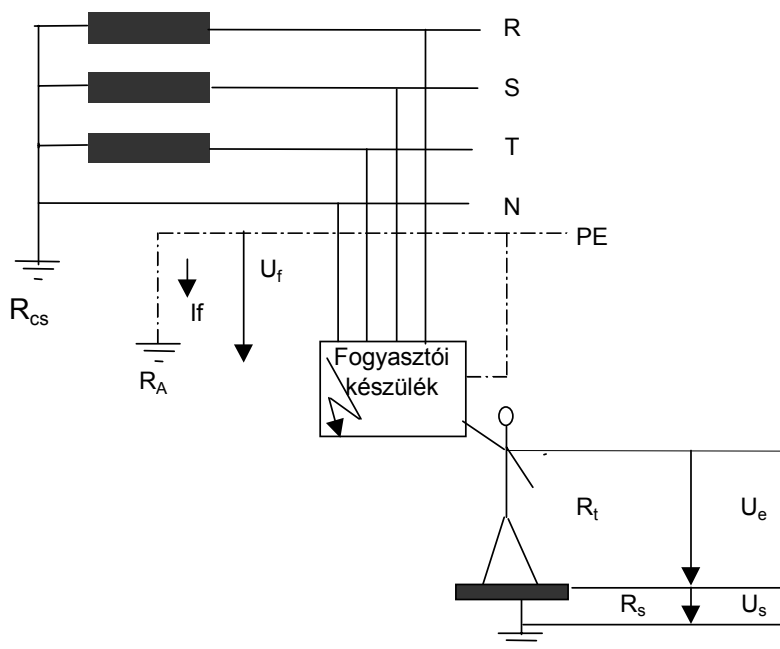
c.) az áram útjától, milyen életfontosságú szerven (szív, agy, tüdő) folyik át az áram;

d.) a frekvenciától, az egyenáram némileg kevésbé veszélyes (nagyobb egyenáram kelt hasonló hatást, mint a kisebb váltakozó áram, és nem okoz szívkamra remegést sem), 1000 Hz-nél nagyobb frekvenciájú áram inkább éget, mint más élettani hatást okoz;

e.) az áramkörbe került személy egyéni adottságaitól és aktuális állapotától: pl. testsúly, fizikai erőnlét, érzékenység, bőr finomsága és állapota (izzadt, nedves), izgalmi állapot, itasság stb.

Az áramütés áramerőssége - természetesen - az Ohm-törvénynek megfelelően a testre jutó  $U_e$  érintési feszültség és a test ellenállásának hányadosa.

Az emberi test belsejének villamos ellenállását átlagosan  $300-500\ \Omega$ -ra, a száraz, ép állapotú bőr ellenállását  $20-100\ \text{k}\Omega/\text{cm}^2$ -re vehetjük (a bőr ellenállása néhány másodperces behatás esetén néhány  $\Omega$ -ra lecsökkenhet!). Nagyon durva közelítésként, elsősorban elvi számításoknál a szokásos helyzetben lévő ember testének teljes ellenállását  $1\ \text{k}\Omega$ -mal szokás számítani. Ha az áramütés áramútja a kézzel érintett feszültség alatti részből kiindulva az ember lábán és a talajon át záródik, akkor az áramkör ellenállásában szerepel az úgynevezett „talpponti ellenállás”, ami a cipő és a padlózat ellenállásából áll (1. ábra.). (Természetesen, ha az áramkör nem az ember talppontján, hanem egy földpotenciálon lévő fémrésznek az egyidejű érintésekor a másik kézen, vagy más csupasz testrészen át záródik, akkor ez akár nulla is lehet.).



1. ábra.

- ahol R, S, T fázisvezetők, N a nullavezető, PE védővezető  
 $R_{cs}$  a rendszer csillagpontjánál a földelési ellenállás  
 $R_A$  védővezető földelésének ellenállása  
 $U_f$  a hiba feszültség,  $I_f$  hiba áram,  $U_f = I_f \cdot R_A$   
 $R_t$  a test ellenállása,  
 $R_s$  a cipő, a padlózat ellenállása,  $U_s$  az erre eső feszültség  
 $U_e$  érintési feszültség, általában  $U_e \leq U_f$

## **2.2. Az áramütés fellépésének műszaki körülményei.**

Az áramkörbe kerülés kisfeszültségen azt jelenti, hogy az ember két különböző testrészével két különböző potenciálon lévő részt érint. (1000 V-nál nagyobb feszültségen - amit a biztonságtechnikában nemzetközileg egységesen nagyfeszültségnek neveznek, az áramszolgáltatók 35 kV-ig közép-feszültségnek, és csupán az ezt meghaladót nevezik nagyfeszültségnek - ehhez nem szükséges a feszültség alatti részt megérinteni, elegendő azt a levegőn át „átívelési távolság” - ra megközelíteni, s így a levegőn át fellépő villamos íven keresztül is záródhat az áramkör.)

Az áramütéses balesetek egy része úgy következik be, hogy az ember (közvetlenül, vagy szerszámon, segédeszközön keresztül) általában a kezével üzemszerűen feszültség alatt álló (szabványos elnevezéssel: „aktív”) részt érint, ugyanakkor nem szigetelő talajon áll, vagy más testrészével földpotenciálon lévő fémrészhez ér. Ezt a nemzetközi szabványok „közvetlen érintés”-nek, s az ezek megakadályozására szolgáló intézkedéseket „közvetlen érintés elleni védelem” - nek (újabbban „alapvédelem”-nek, vagy „áramütés elleni védelemnek normál üzemben”-nek nevezi, a régi magyar szakkifejezés *érintés elleni védelem* volt). Ennek megoldásai valóban az érintést kívánják megakadályozni az aktív részek szigetelésével, burkolatba zárásával vagy megfelelő (érinthető távolságon kívüli) elhelyezésével.

Az áramütéses balesetek nagy része azonban úgy következik be, hogy a balesetes a villamos szerkezet olyan részét (úgynevezett „test”-ét) érinti meg, amely üzemszerűen feszültségmentes, de hiba (testzárlat) következtében feszültség alá kerül (1. ábra.). Ezt a nemzetközi szabványok „közvetett érintés”-nek, s az ezek megakadályozására tett intézkedéseket „közvetett érintés elleni védelem”-nek (újabbban nagyon nem szerencsés elnevezéssel „hibavédelem”-nek) nevezi. A magyar (és német) szakmai köznyelv ezt továbbra is a korábbi, csaknem százéves elnevezéssel „érintésvédelem”-nek hívja.

Az érintésvédelmi módok nem a testek érintését kívánják megakadályozni, hanem azt, hogy az érinthető testek tartósan (hosszabb ideig) veszélyes érintési feszültség alá kerüljenek. Ennek főbb megoldásai:

- a.) Védelem a táplálás önműködő lekapcsolásával (ezeket az érintésvédelmi módokat korábban- nagyon jellemzően- védővezetős érintésvédelmi módoknak nevezték)
- b.) A villamos szerkezet elszigetelésével (kettős vagy megerősített szigetelésű szerkezet alkalmazása)
- c.) Biztonsági törpefeszültségű táplálással (ez általában 50 V-nál nem nagyobb váltakozó- vagy 120 V-nál nem nagyobb egyenfeszültséget jelent, de egyes különösen veszélyes alkalmazásoknál ennek felét, negyedét, sőt nyolcadát is előírhatják a rájuk vonatkozó előírások).

A - nemzetközi, európai és magyar - szabványok más érintésvédelmi módokat (a környezet elszigetelése, védőelválasztás, földetlen helyi egyenpotenciálra hozás, az állandósult érintési áram és kisütési energia korlátozása, feszültség-védőkapcsolás) is elismernek, ezeket azonban különlegességük és csak erősen korlátozott alkalmazási területük miatt nem említjük.

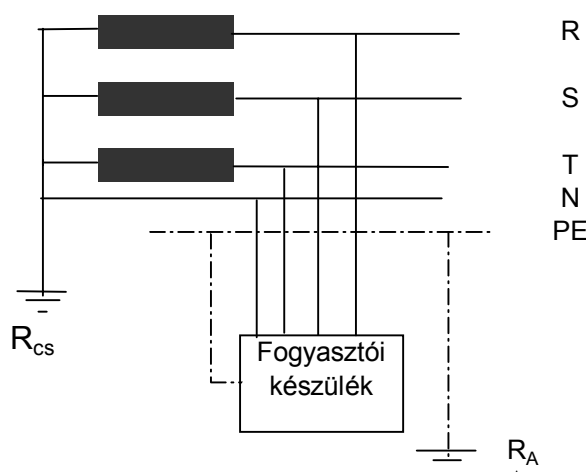
*Szükséges megemlíteni, hogy a villamos balesetek nagy része nem áramütéses, hanem égési baleset, amit a berendezéseken fellépő villamos ív okoz!*

## **2.3. A védővezetős érintésvédelmi módok.**

A védővezetős érintésvédelmi módok közös jellemzője, hogy ezek alkalmazásánál a villamos berendezés testét (az olyan vezetőanyagú - általában fém - érinthető részét, amely üzemszerűen nem áll feszültség alatt, de hiba esetén feszültség alá kerülhet) földelt védővezetővel (ezt az angol „protecting earthing” elnevezés alapján nemzetközileg PE betűjellel, és a védővezető szigetelését zöld/sárga színezéssel jelölik) kötik össze, és a tápláló áramkört annak túláram védelme, vagy az abba beiktatott áram-védőkapcsolás által rövid idő alatt önműködően kikapcsolják, ha a védővezető testzárlat következtében veszélyes nagyságú érintési feszültségre kerül.

### **2.3.1. Védőföldelés közvetlenül földelt rendszerben, (TT rendszer).**

A közműhálózati kisfeszültségű rendszereket (Európában mindenütt) a tápláló transzformátor csillagponti kivezetésénél - üzemi okokból - közvetlenül (impedancia beiktatása nélkül) leföldelik. Ezt mutatja a kétbetűs rendszerjelölés első T betűje (T=terra, földelés). Ha a fogyasztó-berendezések testjeit védővezetőn át ugyancsak földelik (2. ábra), akkor ezt a földelést mutatja a jelölés második T betűje.



2. ábra. A TT rendszer.

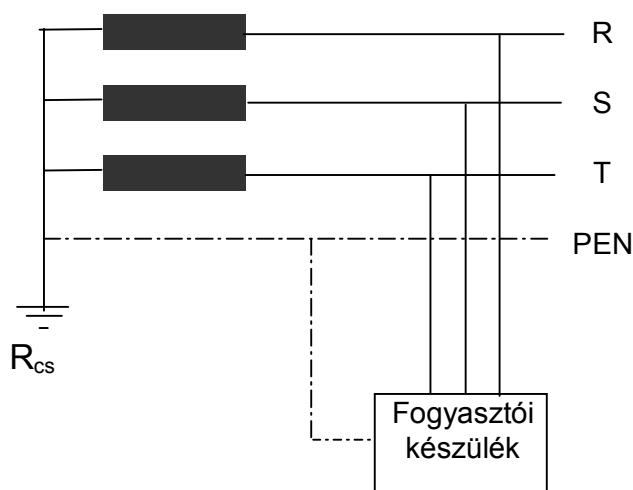
Ha a készülék testzárlatos lesz, akkor a fázisvezetőn, a hibahelyen, az  $R_A$  védőföldelésen, és a rendszer  $R_{cs}$  csillagponti földelésén át testzárlati áram lép fel. Ha ennek a testzárlatnak az áramerőssége kicsi, akkor ez a védőföldelés  $R_A$  ellenállásán aránylag kis (a megengedhető  $U_L = 50$  V-nál kisebb) feszültségemelkedést okoz. Ha az áramerősség nagy, úgy - az előírt rövid időn belül - a túláram védelem kioldja azt (az ehhez tartozó áramerősséget jelöljük  $I_a$ -val). A méretezési képlet:

$$R_A \cdot I_a \leq 50 \text{ V}$$

Ha a túláramvédelem kioldóárama - a rajta keresztül folyó üzemi áram miatt - nem választható az előző összefüggést kielégítő kis értékre, akkor az érintésvédelmi kioldást áram-védőkapcsolóval (lásd 2.3.3. pont) lehet megoldani.

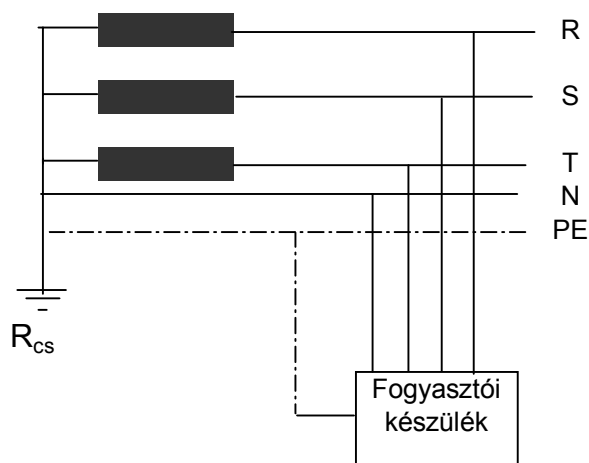
### 2.3.2. Nullázás (TN-rendszer)

Ha a közvetlenül földelt közműhálózatot üzemeltető áramszolgáltató ehhez hozzájárul, akkor a nullavezetőt védővezetőként is szabad felhasználni, ez a nullázás, nemzetközi jelölése TN-rendszer. (Hazánkban az áramszolgáltatói hálózatok több mint, 90%-a nullázott). Ebben a kétbetűs jelölésben, a második betű a testhez kötött nullavezetőt jelöli. Elvben ennek három megoldása van. Az első szerint sehol sem építenek ki külön védővezetőt, az egyfázisú üzemi áramok vezetésére szolgáló nullavezetőt (jelölése N=neutral) kötik minden fogyasztó készülék testére (3. ábra). Ebben az esetben a rendszer jelölése TN-C (a C=common jelzi, hogy a védővezető és a nullavezető mindenütt közös). Ez a lehetőség bizonyos esetekben csupán elvi, mert 10 mm<sup>2</sup>-nél kisebb keresztmetszetű vezetékeknél a közösítést - a közös vezető megszakadásának veszélye miatt - a szabvány tiltja. Azt a vezeték szakaszt, amely egyszerre tölti be a védővezető (PE) és az üzemi nullavezető (N) szerepét a két jelölés - PE és N - egybeírásával PEN vezetőként (nullával egyesített védővezető) nevezik.



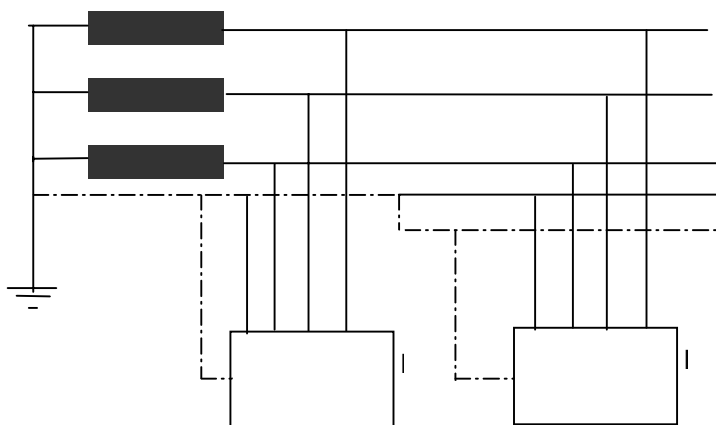
3. ábra. A TN-C rendszer).

A második lehetőség az, hogy a védővezetőt mindjárt a tápláló transzformátortól kezdve külön választják az egyfázisú üzemi áramokat vezető nullavezetőtől (4. ábra). Ezt a megoldást TN-S (S=separated, elkülönített) betűcsoporttal jelölik. Ez a megoldás is kizárólag elvi jelentőségű, mert az áramszolgáltató sehol a világon nem vállalja, hogy az elosztóhálózatán kiépítse a védővezető céljára szolgáló ötödik vezetőt.



4. ábra. A TN-S rendszer

A harmadik megoldás a leggyakoribb: egy darabig közös az üzemi nullavezető és a védővezető (ez tehát a PEN vezető), majd egy ponton szétválnak (5. ábra). Ilyen megoldású rendszert TN-C-S betűcsoporttal jelölik. Azt, hogy a két vezető szétválasztása hol történjen (áramszolgáltatói csatlakozópontnál, az épületbe való becsatlakozásnál, a fogyasztásmérőnél, vagy csupán a  $10 \text{ mm}^2$ -nél kisebb keresztmetszetű vezetékek csatlakozásánál) a helyi viszonyok és körülmények döntenek el. A szétválasztott szakaszon a védővezetőt (PE) nullázóvezetőnek nevezik.



5. ábra. TN-C-S rendszer.



Az áram-védőkapcsolás kifejezetten csak érintésvédelmi megoldás (túláramvédelmet nem lát el!). Lényege, hogy a védett áramkör valamennyi üzemi áramot vivő vezetőjét egy közös különbozati áramváltó „ablakán” vezetik át, míg a védővezetőt ezt megkerülve építik ki. (6. ábra). Minden áramot vezető körül mágnes tér alakul ki. Ha a fogyasztóhoz menő és onnan visszajövő üzemi áramok összege zérus, vagyis testzárlat mentes állapotban, a különbozati áramváltó ablakában nem lesz gerjesztés, a vasmagban nem keletkezik fluxus, az áramváltó kioldó tekercsében áram nem fog folyni. Ha viszont az áramvédő-kapcsolóval védett fogyasztói hálózaton testzárlat lép fel, akkor ennek árama a védővezetőn záródik, mely nem haladhat át a különbozati áramváltó ablakán, így az ott a befolyó és kifolyó áramok összege nem lesz zérus, az áramváltó áttételének megfelelő nagyságú áram, ha meghaladja az áram-védőkapcsoló névleges különbozati áramát, meghúz és kikapcsol.

Lényeges, hogy a védővezetőt nem szabad a különbozati áramváltón átvezetni, ha a fogyasztó egyfázisú, vagy egy fázisról üzemelő berendezése is van, akkor az üzemi nullavezetőt (N) nullázás esetén is át kell vezetni az „ablakon”, de csupán az áramváltó előtti szakaszon lehet közös a védővezetővel (PEN-vezető), és az N-vezető az áramváltó utáni szakaszon nem földelhető. Ezek figyelmen kívül hagyása esetében az áramvédő-kapcsoló működése teljesen bizonytalanra válik, testzárlat esetén sem kapcsol ki biztosan, viszont testzárlat nélküli esetben is (egy másik fogyasztó egyfázisú áramának hatására) bekövetkezhet leoldás.

Az áram-védőkapcsoló nagy előnye, hogy az ezt megszólaltató áram ( $\Delta I$ ) értéke teljesen független az áramkör üzemi áramerősségétől, így akár 100 A üzemi áram esetében is választható néhány mA-re. A szokásos névleges érzékenység 30 mA, de (különösen, ha több ilyen kapcsoló sorba kötése esetén a táppontban szelektív áram-védőkapcsolót alkalmaznak), akár 300 mA is lehet. Korábban az érzékenységet minden határon túl növelni akarták, de kiderült, hogy a védett hálózat, illetve szerkezet szivárgó árama (különösen benedvesedés esetén) a túlérzékeny kapcsolót feleslegesen kikapcsolta. Ezért ma már 10 mA-es érzékenységű áram-védőkapcsolót csak dugaszolóaljzattal egybeépítve, egyetlen kéziszerszám táplálására alkalmaznak, és a hazai körülmények között a szabadtéri berendezések védelmére a 100 mA-es érzékenység tűnik a legmegfelelőbbnek.

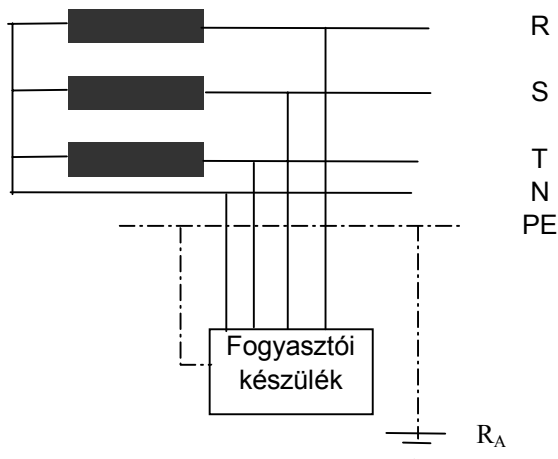
Az áram-védőkapcsolót ellátják egy próbagombbal. Ennek megnyomása egy ellenálláson keresztül a különbozati áramváltót megkerülő áramot hoz létre, és ezzel ellenőrzik a kapcsoló működőképességét. Ezzel azonban csak a kapcsolót lehet ellenőrizni, de a védővezető folytonosságát (és így a kapcsolás hatásosságát) nem.

#### **2.3.4. Védőföldelés közvetlenül nem földelt rendszerben (IT-rendszer).**

A közvetlenül földelt nullavezetőjű (TT- TN-rendszerű) hálózatok földzárlat esetén nem tarthatók üzemben. Ezért olyan helyen, ahol az ellátás folytonossága elengedhetetlen, a váratlan kikapcsolás életveszélyt, vagy igen nagy anyagi kárt okozna (pl. kórházi műtők, földalatti bányahálózatok, kohók, egyes vegyi üzemek), a nullavezetőt nem (vagy csak nagy ellenálláson át) földelik. Érintésvédelemre ez esetben is szükség van, mert egyrészt földzárlat (testzárlat) esetén a vezetékhalózat és a fogyasztókészülékek földhöz viszonyított kapacitásán átfolyó „földzárlati áram” emberre veszélyes nagyságú lehet, másrészt kettős (két helyen, és eltérő fázisokban fellépő) földzárlat esetében a testzárlatos szerkezetek esetében veszélyes feszültség lépne fel. Ezért ezen rendszerekben is kötelező a földelt védővezető kiépítése. (Az IT jelölés a táptranzformátor szigetelt (I=isolated, szigetelt), vagy nagy impedancián keresztül földelt (amit esetleg csak a hálózat és a szerkezetek földkapacitása képvisel)

csillagpontjára utal, míg a második helyen álló T betű a testek védőföldelését jelenti.). Ilyen, IT rendszer látható a 7. ábrán. Ennek méretezési képlete az első földzárlatra:

$$R_A \cdot I_d \leq U_L$$



7. ábra. IT rendszer.

Itt az első földzárlat nem okoz kioldást, ezért a képletben nem a kioldóáram, hanem a hálózat adottságaiból (elsősorban földkapacitásából) kiadódó „földzárlati áram” szerepel. A második földzárlatra is méretezni kell, de ez bonyolultabb, ezért itt nem tárgyaljuk.

### 3. Kérdések:

1. Mit értünk érintésvédelem (közvetett érintés elleni védelem) alatt?
2. Mik az önműködő kikapcsoláson alapuló (védővezetős) érintésvédelmi módok?
3. Mi a különbség a TN és a TT rendszer között?
4. Mi a különbség a TN-C, TN-S és a TN-C-S rendszerek között, és hol alkalmazzák ezeket?
5. Mi a hurokellenállás (hurokimpedancia)?
6. Ismertesse az áram-védőkapcsolás elvét!
7. Áram-védőkapcsolás esetén hol szabad a nullavezetőt leföldelni, vagy a védővezetővel összekötni?
8. Mi az előnye az IT-rendszernek?
9. Mit nevezünk érintési feszültségnek, és mi befolyásolja a nagyságát?

#### **4. A mérési feladatok.**

A vizsgálatokat annak feltételezésével végezzük, hogy a modellezett családi ház most épült és a használatba vétel előtt ellenőrizni kell az elektromos hálózatot és a nagyobb berendezéseket abból a célból, hogy biztonságosan feszültség alá helyezhető ill. használatba vehető.

1. Ellenőrizze a védővezető folytonosságát!
2. Mérjen szigetelési ellenállást a különböző fogyasztói készülékeken.
3. Mérje meg a fázisvezető és a nullavezető, a fázisvezető és a védővezető, valamint a nullavezető és a védővezető közötti szigetelési ellenállást.
4. Mérje meg az áram-védőkapcsolók kioldási áramát és lekapcsolási idejét.
5. Határozza meg a hurokimpedanciák nagyságát a TN-rendszerű hálózat különböző részein!

Nem érintésvédelmi célú mérések:

6. Ellenőrizze a háromfázisú aljzaton a fázissorrendet.
7. Határozza meg a tápfeszültség felharmonikus tartalmát.

#### **5. A mérésről készített jegyzőkönyvnek tartalmazni kell:**

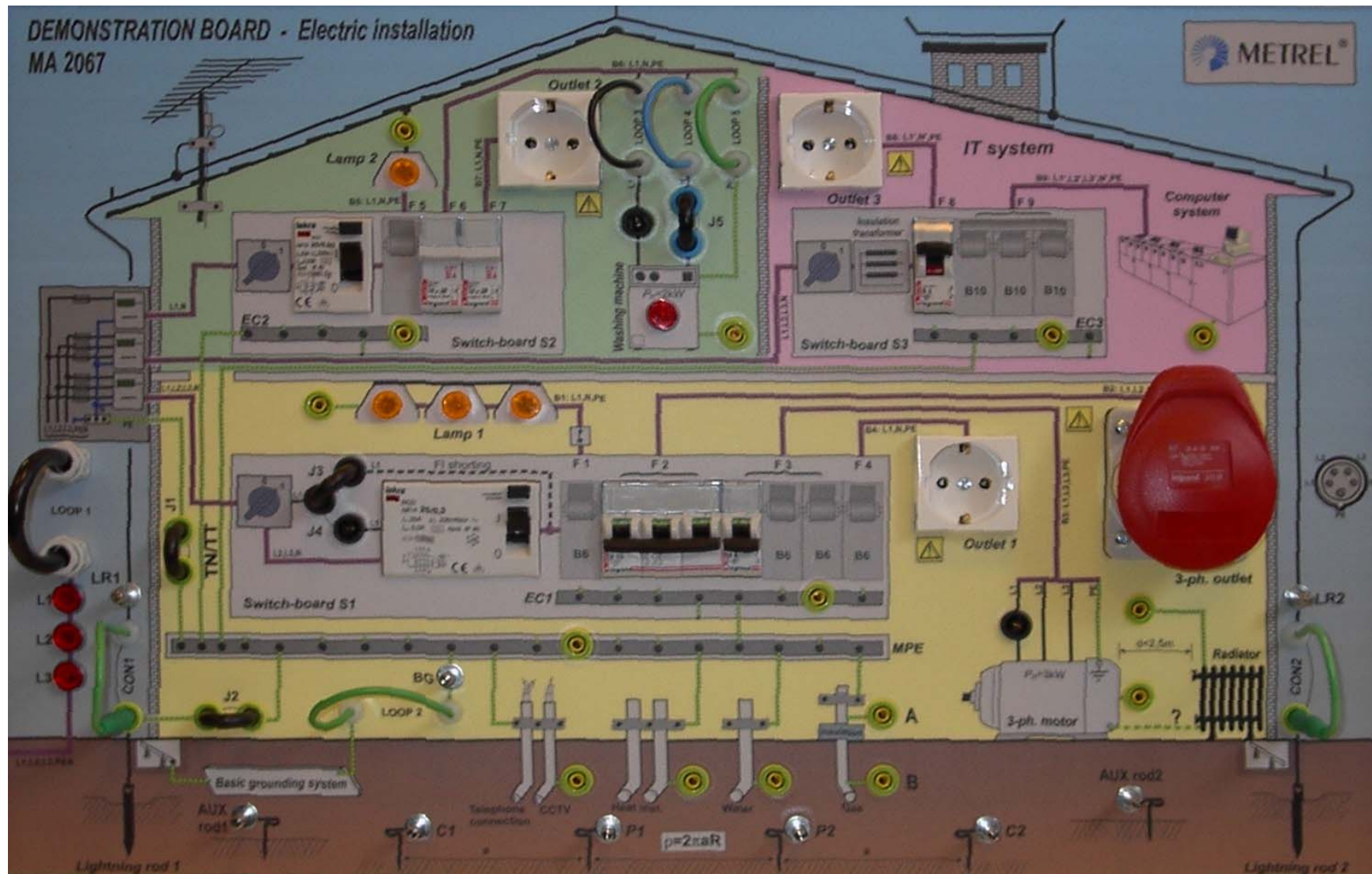
1. az egyes mérések alkalmával kapott számszerű eredményeket, a szigetelési ellenállás mérésekor az alkalmazott vizsgálat feszültség nagyságát is.
2. az észlelt hibák leírását,
3. a hibák elhárításának módját.

#### **6. A vizsgálat céljaira szolgáló modell rövid ismertetése.**

A vizsgálatokat a Ljubljana-i Műszaki Egyetem által kifejlesztett és a METREL cég által az európai érintésvédelmi előírásoknak megfelelően kialakított modellen végezzük, amely a 8. ábrán látható. A modell alapkiképzése háromfázisú ellátás vizsgálatára szolgál, de megfelelő tartozékkal egyfázisú ellátás vizsgálatára is átalakítható. Jelen vizsgálat keretében az egy fázisról történő ellátási helyzetet vizsgáljuk. Lehetőség van TT, TN és IT ellátási és érintés védelmi módozatok vizsgálatára. Ezek közül vizsgálatunknál a TN és TT rendszer vizsgálatjuk.

A modell egy kommunális fogyasztónál előforduló ellátási elemeket és fogyasztói készülékeket, berendezéseket tartalmaz. A kisfeszültségű elosztóhálózat különböző áramköreinél, elemeinél, készülékeinél, valamint a dugaszoló aljzatainál határozhatjuk meg az érintés védelem hatásosságát. Alkalmos a modell a földelési rendszerek vizsgálatára is, ezen belül egyedi földelések, földelő hálók, valamint a fajlagos földelési ellenállás is mérhető. Áramvédő kapcsolás működése is szimulálható.





8. ábra.

## **7. A vizsgálat céljaira szolgáló műszer.**

A méréseknél alkalmazott **EUROTEST 61557** kombinált üzemi mérőműszert szintén a szlovéniai **METREL** cég gyártja. A műszer érintésvédelmi méréseknél teljesíti az MSZ EN 61557 szabvány sorozat előírásait. A beépített mikroprocesszor következtében mindenféle érintésvédelmi mérés nagy biztonsággal, szinte automatikusan elvégezhető. Lehetőséget biztosít nagymennyiségű mérési adat tárolására, és az adatok számítógépes feldolgozására és értékelésére is.

A műszerhez részletes, magyar nyelvű használati utasítás tartozik. A mérések összeállításánál használjuk a megfelelő leírásokat.

Az alkalmazandó műszer homloklapját és a homloklapon lévő gombok és kapcsolók funkcióit a 9. ábrán és a következőkben mutatjuk be.

A homlokfal közepén egy **háttérvilágítással rendelkező folyadékkristályos** kijelző van.

A kapcsolók funkciói:

**ON/OFF jelű működtető gomb** a készülék be és kikapcsolására szolgál. Amennyiben 10 percre nem használjuk a készüléket, az úgy automatikusan kikapcsol.

**HELP jelű működtető gomb**, amennyiben a készülék működéséről kívánunk információt, a sűgó menű adja meg a csatlakoztatás módját, illetve adatokat hívhatunk elő.

**Háttérfény működtető gombbal** a kijelző háttérfényét kapcsolhatjuk, ha a készüléket 20 másodpercig nem használjuk, a kijelző háttérfénye automatikusan kikapcsol.

**SAVE működtető gombbal** az eredményeket tárolhatjuk.

**RCL (recall) működtető gombbal** az tárolt eredményeket hívhatjuk elő.

**SETUP működtető gombbal** a kontrasztot, az időt és dátumot, egyes paramétereket állíthatunk be, illetve a memóriát törölhetjük.

**START működtető gomb**, az egyes beállított méréseket indítja.

**ESC működtető gombbal**, a folyó művelet megszakítható.

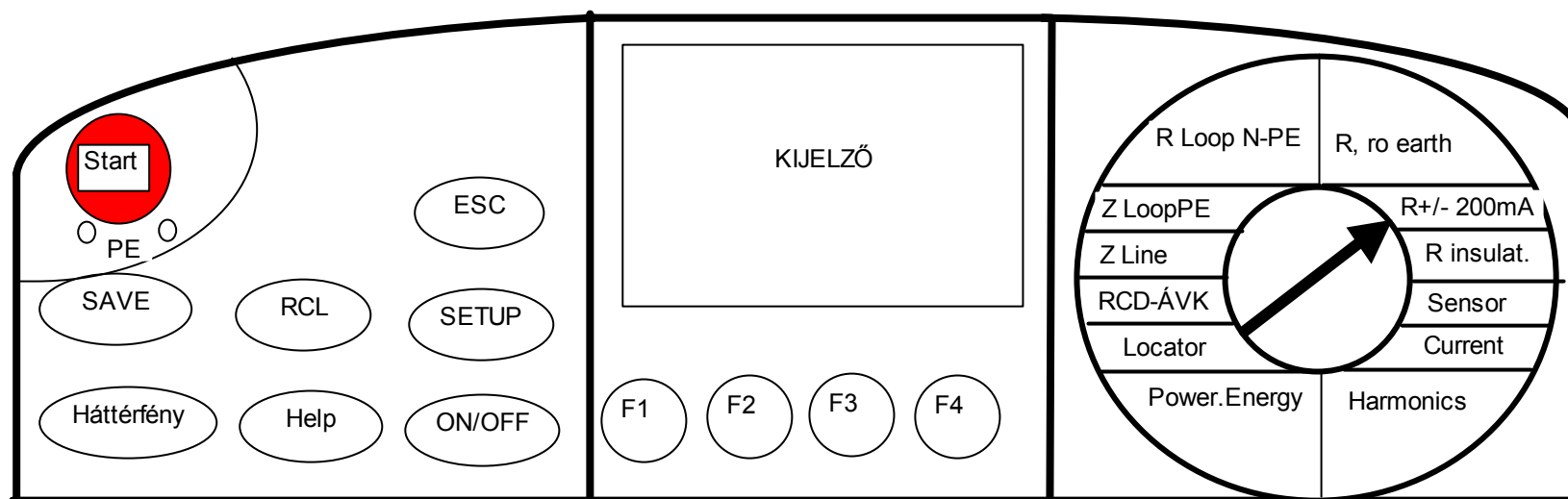
**START működtető gomb**, az egyes beállított méréseket indítja.

**ESC működtető gombbal**, a folyó művelet megszakítható.

A homlokfal jobb oldalán lévő forgó átkapcsolóval az egyes mérési funkciók közül választhatunk. Ezek a következők:

**R,  $\rho_{\text{earth}}$**  állásban a fajlagos földellenállás és a földelési ellenállás határozható meg.

**R+/-200mA continuity** állásban a védővezető folytonossága ellenőrizhető.



9. ábra.

**EUROTEST 61557 kombinált műszer.**

**$R_{\text{insulation}}$**  (RISO) állásban a szigetelési ellenállás mérése végezhető.

**Sensor** állásban a megvilágítás mérhető (az erre szolgáló külön mérő fejjel).

**Current** állásban megfelelő lakatfogóval szivárgási és terhelő áram mérése végezhető.

**Harmonics** állásban a feszültség ill. az áram (megfelelő lakat fogóval) eredő felharmonikus tartalma és 21.-ik összetevőig az egyedi egyes felharmonikusok tartalma mérhető.

**Power, Energy** állásban a teljesítmény, a teljesítménytényező ( $\cos\phi$ ), és a fogyasztás (vill. energia) mérhető.

**Locator** állásban háromfázisú hálózaton a forgásirány, a fázissorrend ellenőrizhető.

**RCD (residual current device)** beállításban az áramvédő kapcsoló (ÁVK) FI relé működése vizsgálható, (leoldási idő, érintési feszültség, hurok ellenállás, földelési ellenállás).

**$Z_{\text{Line}}$**  állásban a fázis-fázis, vagy fázis-nulla vezetők impedanciája és a várható rövidzárási áram határozható meg.

**$Z_{\text{Loop}}$**  állásban a fázis-védővezető hurok impedanciája, a várható rövidzárási áram és az érintési feszültség határozható meg.

**$R_{\text{LOOP N-PE}}$**  állásban a nullavezető (N)-védővezető (PE) hurok hurokellenállása és a várható rövidzárási áram határozható meg.

## **8. A mérések során figyelembe veendő szempontok:**

### **8.1 A védővezető folytonosságának ellenőrzése**

- A mérés csak feszültség mentesített (kikapcsolt) hálózaton végezhető el.
- Válasszuk ki a az ellenállás maximális értékét. Indokoljuk meg a választást.

### **8.2. Szigetelési ellenállás mérése**

- A mérés csak feszültség mentesített (kikapcsolt) hálózaton végezhető el.
- A terheléseket le kell kapcsolni mert a párhuzamosan kapcsolódó terhelések a mérést meghamisíthatják.
- Válasszuk ki a mérési feszültség értékét. Indokoljuk meg a választást.

*Kommunális hálózatonál a szigetelési ellenállás 0,5 MOhm-nál nagyobb legyen.*

### **8.3 Hurok impedanciák és várható rövidzárási áram mérése**

- Gondoljuk át az áram-védőkapcsoló működésének hatását a mérés elvégzése során.
- Értékeljük a várható rövidzárási áram nagyságát. (Mi ennek a mérésnek a célja?)

## **9. Biztosítók jellemző adatai:**

### **9.1 gG típus**

A g jelölés zárlat és túlterhelés elleni védelemre egyaránt alkalmazható biztosítóra utal, míg a G általános típusú biztosítót jelöl. A táblázatban az  $I_a$  kiolvadási áram és a megengedhető max. hurok ellenállás értéke látható 0,4 sec és 5 sec-os kiolvadási idő mellett

olv. biztosító $I_n$ névl. árama	kiolv. idő <0,4 sec	kiolv. idő <0,4 sec	kiolv. idő <5 sec	kiolv. idő <5 sec
	$I_a$ A	$Z_s$ ohm	$I_a$ A	$Z_s$ ohm
2	16	13,7	9,2	23,9
4	32	6,8	18,5	11,8
6	47	4,6	28	7,8
10	82	2,6	46,5	4,7
16	110	2	65	3,3
20	147	1,4	85	2,5
25	183	1,2	110	2
32	275	0,8	150	1,2
40	320	0,6	190	1,1
50	470	0,4	250	0,8
63	550	0,4	320	0,6
80	840	0,2	425	0,5
100	1020	0,2	580	0,3
125	1450	0,1	715	0,3

## 9.2 gL típus

A g jelölés ugyanaz, mint előbb, az L a vezetékek védelmére szolgáló biztosító típusra utal.

olv. biztosító $I_n$ névl. árama	kiolv. idő <0,2 sec	kiolv. idő <0,2 sec	kiolv. idő <5 sec	kiolv. idő <5 sec
	$I_a$ A	$Z_s$ ohm	$I_a$ A	$Z_s$ ohm
2	20	11	9,21	23,9
4	40	5,5	19,2	11,5
6	60	3,7	28	7,9
10	100	2,2	47	4,7
16	148	1,5	72	3,1
20	191	1,2	88	2,5
25	270	0,8	120	1,8
32	332	0,7	156	1,4
35	367	0,6	173	1,3
40	410	0,5	200	1,1
50	578	0,4	260	0,8
63	750	0,3	351	0,6
80	-	-	452	0,5
100	-	-	573	0,4
125	-	-	751	0,3
160	-	-	995	0,2

## 9.3 Automatikus biztosító

	B típusú	B típusú	C típusú	C típusú	K típusú	K típusú
túláram véd. $I_n$ névl. árama	$I_a = 5 \cdot I_n$ A	$Z_s$ ohm (0,2 sec)	$I_a = 10 \cdot I_n$ A	$Z_s$ ohm (0,2 sec)	$I_a = 15 \cdot I_n$ A	$Z_s$ ohm (0,2 sec)
2	10	22	20	11	30	7,3
4	20	11	40	5,5	60	3,7
6	30	7,3	60	3,65	90	2,4
10	50	4,4	100	2,2	150	1,5
16	80	2,8	160	1,4	240	0,9
20	100	2,2	200	1,1	300	0,7
25	125	1,8	250	0,9	375	0,6
32	160	1,4	320	0,7	480	0,5
35	175	1,3	350	0,65	525	0,4
40	200	1,1	400	0,55	600	0,37
50	250	0,9	500	0,45	750	0,29
63	315	0,7	630	0,35	945	0,23