**10. Villamos mérések**

***10.1. Méréstechnikai alapfogalmak***

**10.1.1. Mutatós (analóg) műszerek osztálypontossága**

A műszereken feltüntetik az osztályjelet, amely megadja, hogy az illető műszer milyen pontossági osztályba tartozik. A mérőműszerek pontossága az értékmutatásnak a va­lódi értékhez való közelségét jellemzi. A pontossági osztály a mérőeszközök mérés­technikai követelményeket kielégítő csoportja; a megengedett hibáik és a mért érték­vál­tozásaik előírt határokon belül vannak. A mérés alkalmával a műszerről leolvasott érték és a mért mennyiség tény­leges (pontos) értéke közötti különbség a hiba. A műszer pontossági osztályba soro­lásakor a skála terje­del­mében legnagyobb hibát keresik ki és ezt a *végkitérésre* vonatkoztatják. Ez általában azt je­len­ti, hogy a műszerről leolvasott érték pontatlansága annál nagyobb lesz, minél kisebb a mutató kitérése. *Ezért a műszereket úgy használjuk, hogy méréskor a kitérésük a felső 1/3 skálarészre essék, de semmiképpen ne legyen az alsó 1/3-ban.*

Például mérjünk egy 150 skálaosztású 1. hiba­osztályú műszerrel. Ez azt jelenti, hogy a műszer a referencia feltételek mellett (ezek a hitelesítés feltételei) az egész skála mentén a végkitérés ± 1 %-ának megfelelő, vagyis ± 1,5 fok bizonytalansággal mér. Ha a műszerrel kapcsolt mennyiség a mutatót 15 fok közelébe viszi, akkor is 1,5 fok a mérési bizonytalanság. Ez esetben a mért értékre vonatkozó hiba

 ,

ez tízszer akkora, mint amikor végkitérés közelében mérünk!

 *A hiba nagyobb lehet, ha a hitelesítés alapjául vett feltételektől eltérünk.* E feltételek közül csak azokat ismertetjük röviden, amelyek a legnagyobb hibát okozzák, és a leg­gyak­rabban előfordulhatnak.

 – A referencia hőmérsékletnél (ez általában 20 ± 1C) magasabb hőmérsékleten történő mérés­nél a műszer anyagainak hőtágulása, ellenállásának változása növelik a mérési hibát.

 – A külső mágneses tér is kedvezőtlenül hat a pontosságra. A műszerek elhelyezésénél legyünk figyelemmel a transzformátorok, fojtótekercsek, stb. szórt mágneses mezejére. Hasonló hatást gyakorol a mérésre a műszer közelében lévő nagy acél­szer­kezet is.

 – A sztatikus feltöltődés miatt is megváltozhat a műszer mérési pontossága. Feltöl­tő­dést ered­ményez a műszer „ablakának” dörzsölése is. *Közvetlenül mérés előtt ne tisz­tít­suk, ne dör­zsöl­jük a műszert, különösen ne a skálaüveget!*

 – A műszer lengőrészének csapágyazása mechanikai hatásokra nagyon érzékeny. A súr­lódási hibát (a mutató lassan kúszik) a műszer dobozának enyhe kocogtatásával általában meg lehet szüntetni.

 – A műszereket a feltüntetett helyzetjelnek megfelelően szabad használni.

*Megjegyzés:* az előírt helyzettől 5 fokkal való eltérés (ferde helyzet, megdöntés, dőlés) már egyedül meg­két­szerezheti az osztályjel által kifejezett hibát!

 – A skálát mindig a mutatóra merőlegesen nézve olvassuk le (a tükörskálás műszernél úgy, hogy a mutató fedje le a saját tükörképét, a késmutató esetén úgy, hogy a mutatót a leg­kes­ke­nyebbnek lássuk), mert egyébként a leolvasási hiba nagy lesz. A­ műszerek pontosságát az előbbieken kívül más tényezők is befolyásolják, ezek a követ­ke­­­zők: frekvenciaváltozás, görbealak-változás, öregedés, mérés előtti nullázás elhagyása stb.

 **10.1.2. A műszerállandó**

A műszereken feltüntetik a mérhető mennyiség névleges értékét. A méréshatár a mé­rés­­­tartomány felső határát jelenti. A műszer- vagy skálaállandót általában a mérés­határ és a tel­jes skálaosztás hányadosa szolgáltatja, vagyis azt mutatja, hogy pl. 1 osztás hány voltnak (am­pernek, wattnak stb.) felel meg. A műszerállandó di­men­zi­ója pl. V/skálaosztás, A/skálaosztás stb.

Amennyiben a mérendő mennyiség skálaosztásnyi kité­rést hoz létre, úgy e kitérés és a műszerállandó szorzata a mért mennyiség értékét adja. A mérési naplóba – különösen akkor, amikor a méréshatárt gyakran változ­tatjuk – nem a már kiszámított értéket, hanem külön a műszerállandót és külön a kitérést fokokban célszerű rögzíteni.

###

###  10.1.3. A műszerek fogyasztása (belső ellenállás)

A műszerek fogyasztásán a végkitéréshez szükséges felvett teljesítményt értjük. A fo­gyasz­tás a műszer belső ellenállása (***R***) ismeretében ampermérőnél ***I***2***R***, voltmérőnél ***U***2/***R*** alakban számítható. Voltmérőt gyakran a vég­kitéréshez szükséges áramfelvétellel, illetve a reciprokjával, az Ω/V érték­kel jellemzik. Pl. ha egy voltmérő 15 V méréshatáron 7500 Ω belső ellenállású, akkor a mutató véghelyzetbe tör­té­nő kitéréséhez

 áramerősség szükséges.

 Szokás azt mondani, hogy ez a műszer  Ω/V-os.

 Az Ω/V ismeretében a műszer belső ellenállása meghatározható, ennek az Ω/V értéknek a műszer végkitéréséhez tartozó volt értékével való szorzásával.

 **10.1.4. Digitális mérőműszerek**

 A különféle villamos mérésekhez, így az érintésvédelmi mérésekhez is nagyon gyak­ran modern elektronikus felépítésű digitális (számkijelzős) műszert használunk. E mű­sze­rek felépítése, működése sokkal bonyolultabb, mint a hagyományos analóg (mutatós) műszereké. Ezzel szemben több előnyös oldaluk is van. Ilyen pl. az, hogy a műszer a saját fogyasztásához az energiát legtöbbször egy beépített telepről kapja és nem a mért áramkör energiáját veszi igénybe erre a célra. A mérés alapelve kompenzációs (összehasonlító), vagyis a mért körből a mérés gyakorlatilag nem von el energiát, tehát ez nem hamisítja meg a mérést. Természetesen ennek a mérésnek is van saját mérési hibája, de ez az analóg műszer mérési hibájához képest igen kicsi és jellemzője, hogy értéke *nem a végkitérésre, hanem az éppen aktuális mért értékre vonatkoztatott százalék!* E méréseknél tehát nem lényeges, hogy a műszer végkitérése közelében mérjünk. Ez nagyon lényeges, mert e műszerek végkitérése általában nem választ­ható az általunk megszokott 150, 300, 600 értékekre, hanem a digitális kijelzőknek meg­fe­le­lően vagy minden kijelzett számjegy 0 és 9 között változhat, vagy az első számjegy (ha ez csak úgynevezett „féldigit”) csupán 0 és 1 lehet. Bármennyire kellemetlen is ez nekünk (hiszen a mi mérendő feszültségértékeink rendszerint 220 … 230 V vagy 380 … 400 V körül mozognak), ez műszertechnológiai adottság, ezen változtatni nem lehet. A modern digitális műszereknél az is gyakori, hogy a méréshatárt nem is mi választjuk, hanem a műszer maga, önműködően, s mi csak a kijelzett tizedespont helyzetéből következtethetünk az éppen aktuális méréshatárra.

 Különben a digitális feszültségmérők igen kis fogyasztása az erősáramú méréseknél zavaró is lehet: pl. vezetékszakadás esetén a szakadás helyén lévő kapacitáson keresztül is teljes feszültséget mér; sőt a két kiterített mérőzsinór antennaszerűen viselkedik, s az itt lévő térerősség hatására feszültséget érzékel és mutat. Erősáramú méréseknél ezért néha indokolt lehet a digitális feszültségmérők „söntölése”, azaz az, hogy a digitális voltmérő kapcsaira egy ellenállást (többnyire 25 ... 60 W-os izzót) kapcsolnak párhuzamosan.

 A digitális műszer mérési elvének és kijelzésének lépcsős („kvantált”) jellegéből következik, hogy az elvi (százalékos) mérési pontatlansághoz hozzá kell adni az utolsó kijelzett szám (digit) értékét vagy ennek háromszorosát. Ha a műszer kezelési útmutatója csak plusz-mínusz egy digit pontatlanságot mond, ez annyit jelent, hogy a műszer tulajdonképpen egy vagy két digittel finomabb lépcsőkben mér (ennyivel több mérési „digit”-je van), de az utolsó mérési lépcsőkhöz nem tartozik kijelző. (Ez a jobb megoldás, mert ilyen esetben az utolsó számjegy nem „remeg”.) Ha csak annyi mérési lépcsője van, mint amennyi kijelzője, akkor a pontatlanságnál a mérőkör pontatlanságát hozzá kell adni a kijelző pontatlanságához, s így adódik a plusz-mínusz három digit pontatlanság.

Gyakori, hogy az univerzális műszerek árammérő körébe homoktöltésű, csöves biz­to­sítókat építenek be. E biztosítók zárlat (az árammérőknek feszültségmérőként való be­kap­csolása) esetén olyan gyorsan olvadnak ki, hogy megvédik a műszer félvezetőit a sérüléstől. Semmiképpen sem szabad azonban ezeket a biztosítókat homoktöltés nélküli biztosítókra cserélni, mert ezek nem képesek az ilyen zárlatokat megszakítani, s ezért ilyen zárlat föl­tét­lenül a műszer tönkremenetelét fogja okozni!

A fő kérdés az: milyen esetekben előnyösebb digitális műszereket alkalmazni, mint analóg műszereket? Elsősorban azokban az esetekben, amikor a leolvasott érték pontossága a lényeges. Analóg műszerekben is kaphatunk igen pontosakat, ezek azonban laboratóriumi műszerek, s ennek következtében nemcsak igen drágák, de kényesek is, így üzemi mérés céljára használatuk célszerűtlen. Például a hálózati feszültség mérésére igen előnyös a digitális műszer alkalmazása, mert itt nem a feszültségszint értéke a kérdéses (azt műszer nélkül is tudjuk, hogy 230 vagy 400 voltról van szó), hanem az aktuális pontos érték (például, hogy 228 vagy 232 V), aminek a változása analóg műszernél gyakran a leolvasási pontosság közelében van. A terhelés ellenőrzésére szolgáló amper- vagy wattmérők céljára általában célszerűbb analóg műszereket alkalmazni, mert ezeknél a leolvasási pontosság kevésbé lényeges, viszont előnyös, hogy a mutató állásából ránézésre messziről és pillanat alatt meg tudjuk ítélni, hogy a terhelhetőség közelében járunk-e vagy sem. (Ennek az előnynek a ki­egyen­súlyozására a drágább digitális műszereket kiegészítik egy mutatós vagy folyadékos hő­mérőhöz hasonló analóg kijelzővel is. Az is előfordul, hogy ezeket – a mutatós műszerek ter­hel­hetőségi határt jelző piros vonalának helyettesítésére – úgy alakítják ki, hogy a megengedett értékeket más színű kijelzés mutatja.)

Feltétlenül digitális műszerek alkalmazása célszerű az olyan mérőberendezésekben, amelyek nem egy műszer kitérését, hanem több mérésből számított eredményt jeleznek ki (pl. ellenállásmérő, hurokellenállás-mérő, kapacitásmérő). Az ilyen kombinált digitális műszerek pontossága azonban lényegesen kisebb az egyszerű digitális műszerekénél; nem ritka, hogy a pontosság százalékát 10 … 20 digit tűréssel toldják meg!

##

##  *10.2. A műszerek kiválasztása*

A műszerek kiválasztásának alapelve: a megfelelő műszert a megfelelő helyre. Ezért a mérések megkezdése előtt mindig át kell gondolni: mi a mérési feladat, mit akarunk mérni, ezt mivel lehet és hogyan kell mérni. Ennek során figyelembe kell venni a különféle műszaki- és szabványelőírásokat, mérési módszereket, a mérésre előírt műszer jellemzőket: osztály­pontosságot, méréshatárokat, terhelhetőséget stb. illetve a mérés helyszínén jelentkező kör­nyezeti igénybevételeket és a biztonsági előírásokat.

Különleges környezeti igénybevételt jelent, ha *robbanásveszélyes térségekben* kell érin­tésvédelmi mérést végezni. Az ***MSZ EN 60079-10-1:2009*** vagy a ***MSZ EN 60079-10-2:2010*** szabványok szerinti **0**-s, **1**-es, illetve **20**-as és **21**-es zóna besorolású robbanásveszélyes helyeken végzendő mérések idejére meg kell szüntetni a rob­banásveszélyt, vagy szabványos kivitelű gyújtószikramentes műszert kell használni. (Rob­ba­nás­veszélyes helyiségekkel kapcsolatos előírásokat az ***MSZ EN 60079-14:2009***, illetve az 1999 áprilisában visszavont MSZ 1600-8:1977 szabványok tar­tal­maznak. Ismeretes: korábban az MSZ 1600-8 szabvány szerint A-1, A-2, B-1 és B-3 villamos besorolása volt a robbanásveszélyes térségeknek)

 Az érintésvédelmi mérésekhez az ***MSZ EN 61557***, illetve az ***MSZ 4851*** szabvány- sorozatokban meghatározott jellem­zőjű műszereket szabad használni. Az érintésvédelmi mérésekhez használt műszereket – tekintettel azok durva használati körülményeire – célszerű legalább kétévenként kalibrálni, azaz haszná­lati etalonnal ellenőrizni.

## *10.3. A mérési kapcsolás megtervezése*

A mérési kapcsolás célja az, hogy a mérendő tárgyat és a mérőberendezéseket összekösse. Mindig előbb saját magunk tervezzük meg a kapcsolást, úgy, hogy először lerajzoljuk a részletes kapcsolási vázlatot. Rajzban ugyanis mindig áttekinthetőbben látjuk a viszonyokat, mint a műszerek és vezetékek tömegében. A vázlaton rögzítsük a szükséges vezeték keresztmetszeteket (ajánlatos azok színezését is), a felhasználásra kerülő műszerek típusát és adatait, valamint a méréshez szükséges egyéb berendezések (pl. ellenállás) értékeit. Fordítsunk nagy gondot arra, hogy a kiválasztott mérőköri elemek a mérés folyamán elő­for­dulható legnagyobb terhelést is meghibásodás nélkül kibírják. A kapcsolási rajzot gondo­san ellenőrizzük abból a szempontból is, hogy nincs-e olyan tényező, ami a személyek, a mért be­rendezés vagy a műszerek épségét veszélyezteti.

***10.4. Mérési útmutató***

## 10.4.1. Bevezetés

Az érintésvédelem ellenőrzése című tanfolyam keretében a hallgatók, ill. a vizs­gázók kö­telező mérési gyakorlaton vesznek részt. A mérési gyakorlatok célja, megis­mer­tetni a hallgatókkal, illetve vizsgázókkal azokat a mérési módszereket, amelyeket az érintésvédelmi berendezések szerelői ellenőrzése vagy szabványszerűségi felülvizs­gálata során el kell végezniük.

 A mérések módszereit az ***MSZ EN 61557*** és az ***MSZ 4851*** szabványsorozatok, illetve az ***MSZ HD 60364-6*** szabvány, a követelmény alapjait többek között az ***MSZ HD 60364-4-41,*** az ***MSZ HD 60364-5-51***, az ***MSZ HD 60364-5-54***, az ***MSZ HD 60364*** sorozat 7. része, az MSZ 172 szabványsorozat; a mérések során követendő biztonsági előírásokat és magatartási szabályokat az ***MSZ 1585*** szab­vány,­ valamint a tanfolyam jegyzete és a vonatkozó szakirodalom tartalmazza.

 Ez az útmutató a mérési gyakorlatokra történő felkészüléshez nyújt segítséget azzal, hogy a bemutatásra kerülő mérések kapcsolását, a mérés menetét és a kapott ered­mények kiértékelésének módszereit részletesen tárgyalja, segítséget nyújt a műszerek kivá­lasztásához és foglalkozik néhány alapvető méréstechnikai kérdéssel.

 **10.4.2. Tájékoztató a mérések lebonyolításáról**

 A kötelező mérési gyakorlat során négyféle méréstípust kell elvégezni. A méréstípusokat ***I.*** (földelési ellenállás mérése), ***II.*** (hurokellenállás mérése), ***III.*** (védőkapcsolások ellen­őr­zé­se) és ***IV***. (védővezetőt nem igénylő érintésvédelmi módok ellenőrzése) római számmal, az ezen belüli mérési módszereket arab ­szám­mal jelöltük az útmutatóban. A négy mérési gyakorlatot lehetőleg egy alkalommal (egy mérési napon) kell elvégezni. A mérési gyakorlat az előzetes jelentkezések alapján névsorolvasással és a jelenléti ív aláírásával kezdődik. A hallgatókból kialakított mérőcsoportok csoportonként egy-egy mérés­vezető tanár útmutatásai szerint, egymást váltva hajtják végre a méréseket. A mérések kez­désének és befejezésének idejét a mérés vezetője határozza meg, általában mérésenként 40-60 perc, illetve legkevesebb 10 perc. A mérések folyamán történik a jegy­ző­könyv ki­töl­t­ése, a számítások elvégzése, kiértékelése is, amit a mérőcsoport vezetője ellenőriz. *A jegyzetet, valamint* *golyóstollat a mérésre mindenki hozza magával!*

\* \* \*

**10.4.3. Mérési (laboratóriumi) szabályzat**

 ***1)*** A laboratóriumban (mérőhelyiségben) csak az dolgozhat, aki villamos szak­kép­zett­séggel rendelkezik, ismeri a vonatkozó szabályokat és a laboratóriumi szabályzat betar­tására írásban kötelezte magát.

 ***2)*** A tanfolyam hallgatói kötelesek elméleti ismeretekből felkészülni a mérésekre. Az a hallgató, aki készületlenül jelenik meg, a mérésről elküldhető.

 ***3)*** A mérések feszültség alatt, illetve közelében végzett munkának minősülnek, ezért az ***MSZ 1585*** szabvány ezekre vonatkozó előírásait szigorúan be kell tartani.

 ***4)*** A mérést végzőknek (a csoport minden tagjának) tisztában kell lenniük azzal, hogy a kapcsolás villamos leválasztási helye hol található.

 ***5)*** Feszültség alá helyezés előtt minden esetben meg kell győződni arról, hogy a kapcsolás megfelelő-e, továbbá nem érinti-e valaki a kapcsolásban szereplő tárgyakat. Csak a mérést vezető tanár helyezheti feszültség alá a vizsgálandó kapcsolást!

 ***6)*** A műszereket és a berendezéseket úgy kell elhelyezni, hogy a feszültség alatt álló részeket ne lehessen véletlenül megérinteni.

 ***7)*** A kapcsolás összeállítását, vagy azon változtatásokat csak feszültségmentes állapotban szabad végezni.

 ***8)*** A helytelen vagy gondatlan kezelésből eredő károkért a mérőcsoport tagjai általában egyénileg, egyes esetekben pedig együttesen felelősek.

 ***9)*** A laboratóriumban csendben kell lenni. Dohányozni tilos! E jegyzeten és íróesz­közön kívül más felszerelést, műszert bevinni nem szabad!

 ***10)*** Köteles a mérési gyakorlaton résztvevő a biztonságos munkavégzésre alkalmas állapotban megjelenni. Szeszes italt és egyéb, az idegekre és személyiségre káros befolyásoltságot okozó szert (kábítószer, gyógyszer) mérés előtt és közben fogyasz­tani tilos!

 ***11)***Amennyiben a fenti előírásokat valaki megszegi, a mérés vezetőjének jogában áll az illetőt a mérési gyakorlatról kizárni. Ilyen esetben a kizárt személy – újból befizetett vizsgadíj ellenében – pótmérési gyakorlaton vehet részt, melyre írásban kell jelentkeznie.

 ***FIGYELEM!***

 Aki a vizsgán úgy jelenik meg, hogy előzőleg a gyakorlaton nem vett részt, vizsgáját felfüggesztik és újbóli jelentkezés esetén a mérési gyakorlatot igazoltan elvégezve, pótvizsgán vehet részt (a vizsgadíj újból történő befizetése kötelező).

 ***A munkavédelmi előírásokat ismerem, a laboratóriumi szabályzatot elolvastam, megértettem és részemre kötelezően tudomásul vettem.***

Kelt:…………….…., 20……………………..

 ………………..…………………………………

 a mérést végző (hallgató) olvasható aláírása

\* \* \*

***ELLENŐRZŐ LAP***

**az „ÉRINTÉSVÉDELEM SZABVÁNYOSSÁGI FELÜLVIZSGÁLATA”**

**tárgyú tanfolyam, illetve vizsga mérési gyakorlataihoz**

A tanfolyam neve/száma:……………………………………………………………………….

A mérést végző neve: ………………………………………

A mérés helye: ………………………………………

A mérés időpontja:………………………………………………………………..

I. Mérési gyakorlat elvégzést igazolom: (földelési ellenállás mérése)……………………………………………………… gyakorlat vezető

II. Mérési gyakorlat elvégzést igazolom: (hurokellenállás mérése) …………………………………………………………. gyakorlat vezető

III. Mérési gyakorlat elvégzést igazolom: (védőkapcsolások ellenőrzése)…………………………………………………… gyakorlat vezető

IV. Mérési gyakorlat elvégzést igazolom: (védővezetőt nem igénylő érintésvédelmi módok ellenőrzése)………………………………………………. gyakorlat vezető

Kelt:……………………………………

 ………………………………………………… a mérést végző (hallgató) aláírása

***10.5. Mérési gyakorlatok***

**I. MÉRÉSI GYAKORLAT: Földelési ellenállásmérés** *Földelési ellenállás mérése* (az ***MSZ 4851-2:1990*** előírásainak figye­lem­be­vételével), ha az érintésvédelmi kikapcsolást olvadóbiztosító vagy kismegszakító végzi.

***I/1. Erősáramú földelési ellenállásmérés V-A módszerrel*** (1000 V-nál nem nagyobb feszültségű közvetlenül földelt hálózatokon)

A méréshez szükséges műszerek:

– voltmérő (***R***b  200 Ω/V),

– ampermérő (10 A-es méréshatárral).

A mérés kapcsolását a következő ábra szemlélteti:



I/1. ábra: Földelési ellenállás mérése V-A módszerrel

**• *A mérés menete***

**–** Először a *védővezető* *folyto­nos­ságát* kell ellenőrizni az ***MSZ 4851-1*** szabvány 4.2. sza­ka­sza szerinti vizsgálatok egyi­kével. Csak a védővezető folytonossága esetén szabad a mérést to­vább foly­tatni. A mérési összeállítás táplá­lá­sára legfeljebb 250 V fe­szült­ségű vál­takozó áramot szabad hasz­nálni.

 **–** A mérőáram bekapcsolása nél­kül meg kell mérni a mé­rendő földelő és a mérőszonda kö­zötti feszült­séget (zavaró feszültség): ***U***ü.

**–** Ezt követően az „**Ny**” jelű nyo­mógomb rövid idejű meg­nyomása alatt az „**R**t” jelű terhelő-ellenállás segítségével legalább 1 A (általában 10 A-t használunk) áramerősséget állítunk be, majd a nyomógomb ismételt lenyomásával egyidejűleg leolvassuk a volt- és ampermérő állását (***U***m és ***I***t). Ha a terhelőáram **(*I*t**) hatására a földelő és a szonda közötti feszültség nagyobb, mint az adott helyre tartósan megengedett érintési feszültség (***U***L = 50 V), akkor a mérést abba kell hagyni. Számításnál a mért ***U***ü feszültség akkor hanyagolható el, ha nagysága ***U***m értékének 10 %-át nem haladja meg. Ettől csak akkor szabad eltérni, ha az ***U***m és az ***U***ü legnagyobb értékeinek figyelembevételével számított: ***U***x ***= U***m.max***+ U***ü.max értékkel meghatározott földelési ellenállás is kielégíti az ***MSZ EN 60364-4-41***, illetve az MSZ 172-2...4 szerinti követelményeket.

 ***• Az elvégzett mérés kiértékelése:***

Voltmérő típusa: gyári száma:……………….…

Ampermérő típusa: gyári száma:………………….

*a)* Folytonossági vizsgálat eredménye.………………………….

*b)* ***U***ü mért értéke:……………………………………………...V,

*c)* ***U***m mért értéke:………… ………………………………V,

*d)* ***I***t mért értéke: ………………………………………………A,

*e)* A mért értékek alapján a földelési ellenállás számítása:

*f)* A vizsgált (ellenőrzött) berendezés előtt lévő biztosítóbetét

 vagy kismegszakító típusa:..........................................................................................

 névleges áramerőssége és jellege: ..................................................................................

 kioldási szorzó () értéke a jegyzet 4.6. táblázata alapján:..............................................

*g)* Az előírt gyorsaságú kikapcsolást előidéző áram: ***I***a = ***I***n = ...............….A = .............. A

*h)* A megengedett földelési ellenállás számítása az ***MSZ EN 60364-4-41*** szabvány 411.5. szakasza szerint:

*i)* Minősítés a földelési ellenállás alapján, ***R***A ≤ ***R***Amegeng:……………………………………

*j)* Minősítés az érintési feszültség alapján, ***R***A∙ ***I***a ≤ ***U***L :……………………………………..

***Kiegészítés:*** Zavaró feszültségek kiküszöbölésére három fázis rendelkezésre állása esetén az I/2. ábrán bemutatott mérési módszert is alkalmazhatjuk. A szabályozó (beállított) ellenállást rendre az **L**1*,* **L**2*,* **L**3 fázisokhoz kapcsoljuk, úgy szabályozzuk be, hogy az egyes fázisokban ***I***t azonos nagyságú legyen. Leolvassuk mindhárom táplálás esetén a feszültségeket: ***U***1, ***U***2, ***U***3, valamint az átkapcsolások között - tehát árammentes állapotban - a zavaró feszültséget: ***U***ü-t. A zavaró- feszültségtől mentes feszültség, melyet valóban az ***I***t áram hoz létre:

, és **** (Ω).





It = állandó

I/2. ábra: Földelési ellenállásmérés. Zavaró feszültségek kiküszöbölése három fázis esetén Az ábrán szereplő ***I***t = *állandó* jelentése: az egyes fázisokban azonos nagyságú árammal kell mérni!

***I/2. Földelési ellenállás mérése korszerű célműszerrel***

A korszerű érintésvédelmi célműszerek általában elektronikus felépítésűek, háttér világítású folyékony kristály kijelzővel (**LCD**-display) rendelkeznek és többféle mérés elvégzésére alkalmasak, így pl. feszültség mérésre, szigetelési ellenállás mérésére, a védővezetők folyamatosságának ellenőrzésére, áram-védőkapcsolók vizsgálatára, földelési ellenállás és hurokellenállás mérésére. A mérés menete a következő:

**–** Gondosan át kell tanulmányozni a műszer kezelési útmutatóját, meg kell ismerni a műszert, a műszer mérési lehetőségeit és módszereit.

**–** Az útmutató alapján kiválasztjuk a kívánt funkciót, beállítjuk a paramétereket és a határértékeket, majd összeállítjuk a mérést: csatlakoztatjuk a mérővezetékeket a műszerhez és a mérési pontokhoz.

**–** Elvégezzük a mérést, leolvassuk az eredményt. A műszer kijelzője kiírja az eredményt, a beállított paraméterek alapján értékeli azt. A műszer általában nem csak a földelési ellenállás értékét írja ki, hanem további információkat is szolgáltat, pl. kiírja a segédföldelő és a mérőelektróda ellenállását, a mérőfeszültséget stb.

Megjegyezzük, hogy a kijelzőn a méréssel kapcsolatos további figyelmeztető jelzések is megjelenhetnek, pl. a műszer telepének állapotáról, nem megfelelő frekvenciáról, ha **L-N** csere szükséges, vagy ha nem végezhető el a vizsgálat stb. Sok műszer figyelmezető hangjelzésekkel is kiegészíti az információit, továbbá rendelkeznek „súgó” funkcióval, amikor megjelenik a képernyőn az aktuális mérés kapcsolási rajza. Ezen kívül memóriával is el vannak látva és számítógép kapcsolatra is van lehetőségük. A mérés kapcsolását az I/3. ábra mutatja be.

A mérés során alkalmazott műszer

típusa:………………………………………………………………………,

 gyártási száma:……………………………………………………………..



I/3. ábra: Földelési ellenállás mérése célműszerrel (***MPEC***: Fő egyenpotenciálú összekötő kapocs)

*I/2. mérés eredményeinek összefoglalása* 10.1. táblázat

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **SSorszám** | **A mérőpont azonosítható megnevezése** | **A biztosító jellege és áramerős-sége** | **A mért földelési ellenállás értéke** | **A földelési ellenállás megengedett legnagyobb értéke** |  **Mérő feszültség** | **Segédföld ellenállás** | **Mérő elektród ellenállás** | ***MINŐ-SÍTÉS*** |
|  |  | ***I***n (A) | ***R***Amért (Ω) | ***R***A meg (Ω) | ***U***m (V) | ***R***c (Ω) | ***R***p (Ω) |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

(Megjegyezzük, hogy a gyakorlaton alkalmazott műszertől függően más eredmények kerülhetnek kijelzésre!)

***• A földelési ellenállásmérés kiértékelése:***

– A berendezés előtt lévő biztosító betét vagy kismegszakító típusa:…………..………………

 névleges áramerőssége és jellege: ………………………………………………………

– A kioldási tényező () értéke a jegyzet 4.6. táblázata alapján:………………………………..

*–* Az előírt gyorsaságú kikapcsolást előidéző áram:

***I***a *=* ***I***n =……….. =……………….A

*–* A megengedett földelési ellenállás számítása az ***MSZ EN 603643-4-41*** szabvány 411.5. szakasza szerint: **** *–* Minősítés: ***R***f ≤ ***R***fmeg  szerint: ……………………………………………………………

**II. MÉRÉSI GYAKORLAT: Hurokellenállás mérés**

*Hurokellenállás mérése* (az ***MSZ 4851-3:1989*** előírásainak figyelembevételével) ha az érintésvédelmi kikapcsolást olvadóbiztosító vagy kismegszakító végzi. Valamennyi hurokellenállás-mérésnél lényeges az, hogy a voltmérőt külön (tehát nem a mérőárammal terhelt) vezetővel csatlakoztassuk a mérési ponthoz, mert ellenkező esetben a közös mérővezető ellenállását is belemérnénk a hurokellenállás értékébe.

***II/1. Erősáramú hurokellenállás mérés V-A módszerrel***

*A méréshez szükséges műszerek:* voltmérő, ampermérő (10 A-es méréshatárral).

 A mérés kapcsolását a II/1. ábra szemlélteti.

***• A mérés menete***

 ***–***Először a védővezető folytonosságát kell ellenőrizni az ***MSZ 4851-1*** szabvány 4.2. szakasza szerinti vizsgálatok egyikével. Csak védővezető-foly­tonosság esetén szabad a mérést tovább folytatni.

 **–** A terhelőáram bekapcsolása nélkül megmérjük az „üresjárási” feszültséget (***U***ü).

 **–** Ezt követően az „**Ny**” nyomógomb rövid idejű megnyomása alatt az „**R**t” terhelő-ellenállás segítségével legalább 1 A (méréseinknél 10 A-t használunk) áramerősséget állítunk be, majd a nyomógomb ismételt lenyomásával egyidejűleg leolvassuk a voltmérő és az ampermérő állását (***U***t és ***I***t). A hálózati feszültség ingadozása esetén annyi mérést kell végezni, hogy legalább három, egymástól 20 %-nál nem nagyobb eltérésű eredményt kapjunk.



II/1. ábra: Hurokellenállás mérés V-A módszerrel

 ***• Kiértékelés, mérési eredmények***

Voltmérő típusa: …………….…...……., gyártási száma: …....

Ampermérő típusa: ……………...…….., gyártási száma: .........................

*a)* Folytonossági vizsgálat eredménye: ................................................

*b)* ***U***ü mért értéke: ...............V,

*c)* ***U***t mért értéke: ............... V, ................... V, .................... V,

*d)* ***I*t** mért értéke: ................ A, ................... A, .................... A.

*e)* A mért értékek alapján a hurokellenállás számítása:

****

 ***Z***s számított értéke: Ω, Ω, Ω.

*f)* ***Z***s értékeinek átlaga:



*g)* A vizsgált berendezés előtti biztosítószerv típusa:……………………………………….

névleges áramerőssége és jellege:………………………kioldási tényező ():…………….

*h)* Az előírt idejű kikapcsolást előidéző áram: ***I***a = ***I***n =………………………A

*i)* A megengedett hurokellenállás számítása ***MSZ HD 60364-4-41*** szabvány 411.4.4. szakaszának figyelembevételével:

 ****

*j)* Minősítés a hurokellenállás alapján: ………………………………………***Z***Sátl. < ***Z***Smeg.

 összefüggéssel:………………………………….……………… ***Z***Sátl ∙ ***I***a ≤ ***U***0.

***II/2. Hurokellenállás mérése korszerű célműszerrel***

A korszerű érintésvédelmi műszerek hurokmérési funkciója általában a következő alfunkciókat tartalmazza:

**–** A fázis- és a védővezető által alkotott hurok ellenállásának mérése áram-védőkapcsoló nélküli hálózatban.

**–** Hurokellenállás mérése áram-védőkapcsolóval védett hálózatban, általában ***I***Δn: 30 mA vagy ennél nagyobb kioldóáramú áram-védőkapcsolók alkalmazása esetén. **–** Vonali hurokimpedancia mérése. A vonali hurokimpedancia egyfázisú rendszerben a fázis és a nullavezető, háromfázisú rendszerben a két fázisvezető alkotta hurokban mérhető impedancia. (A vonali hurokimpedanciát akkor szokták mérni például, ha meg kell vizsgálni, hogy egy meglévő hálózat és/vagy a túláramvédelmi szervek egy nagyobb fogyasztót elbírnak-e.)

*–* A nulla- és a védővezető által alkotott hurok ellenállásának mérése. A mérésnek az az előnye a fázis- és a védővezető általi hurok mérésével szemben, hogy az áram-védő- kapcsoló nem old ki, a kis mérőáram (<15 mA) miatt. (A részletes leírást a jegyzetünk 6.4.3.*e).* és 6.4.3.*f).* alfejezetei, valamint a 6.31., 6.32., 6.33. és a 6.34. ábrái tartalmazzák!)

*Megjegyezzük*, hogy ez utóbbi kettő mérés nem érintésvédelmi mérés! Alkalmasak lehetnek zárlati áram vagy feszültségesés számítására, de számunkra legfeljebb a vezetőkben lévő rossz érintkezést mutathatják ki.

 ***• A mérés menete*** hasonló az I/2. jelű földelési ellenállás mérés menetéhez.

**–** Gondosan át kell tanulmányozni a műszer kezelési útmutatóját, meg kell ismerni a műszert, a műszer mérési lehetőségeit és módszereit.

**–** Az útmutató alapján kiválasztjuk a kívánt funkciót, beállítjuk a paramétereket és a határértékeket, majd összeállítjuk a mérést: csatlakoztatjuk a mérővezetékeket a műszerhez és a mérési pontokhoz.

**–** Elvégezzük a mérést, leolvassuk az eredményt. A műszer kijelzője kiírja az eredményt, a beállított paraméterek alapján értékeli azt. A műszer általában nem csak a hurokellenállás értékét írja ki, hanem további információkat is szolgáltat, pl. kiírja a mérőponton várható zárlati áram értékét, a mérőfeszültséget stb.

 A mérés összeállítása a II/2. ábrán látható.



II/2. ábra: Hurokellenállás mérése célműszerrel, dugaszolóaljzat és rögzített bekötésű fogyasztó esetében

A mérés összeállítása után ellenőrizzük a műszer helyes beállítását és bekötését, majd a **TEST-**gombbal indítjuk a fázis- és a védővezető általi hurok ellenállásának mérését. Az eredmény megjelenése után a 10.2. táblázatban foglaljuk össze és értékeljük ki a mérést.

A méréshez használt műszer típusa:………………….., gyártási száma:…….………………

*II/2. mérés eredményeinek összefoglalása* 10.2. táblázat

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **sSor- szám** | **A mérőpont azonosít- ható meg nevezése** | **A biztosító jellege és á- ramerőssége** | **A mérési pont fe- szültség ér- tékei: L-N, L-PE és PE-N között**  | **A mérőponton várható zárlati áram** | **A mért hu- rokellenál- lás értéke** | **A hurokel- lenállás megengedett legna-gyobb értéke** | ***MINŐ- SÍTÉS*** |
|  |  | ***I***n (A) | ***U*** (V) | ***I***sc (A) | ***Z***smért (Ω) | ***Z***smeg |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |

(Megjegyezzük, hogy a gyakorlaton alkalmazott műszertől függően más eredmények kerülhetnek kijelzésre!)

 A jegyzetünk 6.4.3.*e).* alfejezetében ismertetjük az áram-védőkapcsolón keresztül történőhurokimpedancia mérést is, anélkül, hogy az áram-védőkapcsoló kikapcsolna. A 6.31. ábrán áram-védőkapcsoló által védett dugaszolóaljzat mérését mutatjuk be.

*Folytatás: az ÉV-14 -10b vill.mérés fájl-ba → a III. mérési gyak.-tal*