

Mese a túlfeszültségről.

Hol volt, hol nem volt, talán nem is volt, hanem amper, de volt egyszer Afrika közepén egy pici banánköztársaság a hatalmas homokdűnék között. Uralkodója egy apró – és ahogy magát jellemezte – átlagos bennszülött volt; pont olyan, mint a szomszédja, aki akvárium-pucolóként próbált megélni a vízhiányos sivatagi vidéken. Aztán a kis Király, ahogy egyre feljebb jutott a hatalomban, megkérte a jó szomszédját, hogy ugyan írna már alá pár papírt; cserébe adott pár fülest, hol érdemes az akvárium-pucolással megjelenni. Teltek az évek, és egyre több királyi helyre vettek akváriumot, a jó szomszédságból meg jól tejelő gazda(g)ság lett. Az Írnoknak pedig esténként a felesége olvasta fel, hogy az ellenséges bennszülöttek szerint hol és mit vett meg a múlt héten. De hát ő az aláírásban volt erős; az olvasás csak ártott volna a szemének...

És ahogy az a bennszülöttek között lenni szokott, itt is volt egy törzsi sámán; fiatal, jóképű legényként a klasszikus mágia nem volt az erőssége: már a varázsló-iskolában megbukott az esőtáncsal, így sok hasznát nem lehetett volna venni mágusként. Viszont olyanra volt képes, amelyre kevesen e vidéken: bármikor ki lehetett küldeni a bennszülöttek elé, hogy mondja el nekik, hogy 2×2 az $5!$ Aztán amint kész volt vele, öt percre rá már újra kiállt, és elmondta, hogy 2×2 az 3 – és mindezt teljes meggyőződéssel és meggyőzően! Persze a Király sem holmi össznépi matekra tartotta, hanem hol az ellenséges piréz hordák ellen hergelte a harcias népét, hol meg a Tudományos Akadémiát támadta az öreg Párhuzamos Dimenziók elmélete miatt. Cserébe számolatlanul vásárolhatta a kedvenc márkájával, a Lajos Vakond logóval díszített táskákat. Ha lánynak születik, kisebb adókkal is megúszná a nép a Hello Kitty mániáját, mert bár az is drága, de kevesebb a nullák száma. Ő ezzel szemben azon szomorkodott, hogy sehol sem kap 500 literes alumínium szemetes kukát Lajos Vakond emblémával, hogy hadd lássák az utcában ólálkodó sakálok, hogy nem akármibe dobja az egyszer használt ajándék öltönyét.

És hogy a Királyról is meséljek pár szót: ő a plázáknak volt a megszállottja. Cselesen vett a honvédó egy- és kétpúpú tevék mellé néhány méregdrága, génkezelt hat- és nyolcpúpú tevét, és azokkal tevegelt át rendszeresen a szomszéd banánköztársaságokba, ahol unott arccal végig nézte az ottani új plázák kínálatát, közben kedvenc csemegéjét majszolva köpködté körbe a banánhéjat. Bár a skorpiók sziszegik, hogy valahol a sivatag szélén van egy stégje is, ahonnan horgászni tud; és ez a stég időnként odébb úszik, ha a tevék elvétenék az útirányt; de hát ki ne élne a hobbijának? Épp ez a gondolat jutott az eszébe akkor is, amikor a színe elé rendelte a kedvenc építészét, aki már nagy sikerrel épített hidakat a homoktengerekre, és átadta ugyanazt a sziklaszirtre épített piacot ötször egymás után, mindig nagy ünnepséget rendezve a végleges befejezés örömeire. Aztán imígyen szólt hozzá:

„Jó drága Építészem! Építs nekem egy pici plázát ide a faluszélre, a kertem végébe! Nem kell semmi extra, csak egy 100.000 m²-es, padlófűtéses pláza, benne a két jó barátomnak két apróság: kellene egy legalább 10 méter magas akvárium és egy Lajos Vakond márkabolt.” – Az Építész boldogan ment haza, és már előre látta, hogy az alkotmányos költségből jó pár mellmütét kijön a szeretőinek; már látta magát, hogy Hosszú Katinkát is megelőzve világelső lesz a 400 női mellben. Lefeküdt aludni, és édes álom jött a szemére: látta, ahogy a megnyitón megjelenik az Uralkodó nem túl népes, de annál több saját lábbon álló rokonsága, és boldogan bejárják a frissiben felhúzott álomplázát, végül csodálkozva megállnak a hatalmas akvárium előtt. Aztán a tömegeből előtötyög az alig ötéves Tompika, akit kiskorában mákteával itattak, hogy kevesebb baromságot mondjon. Az üveghez totyog, és a „Cápa, gyele ide, lefotyózlak!” felkiáltással nekiüti az arany keretes, gyémántokkal kirakott ájfönjét az akvárium üvegének – de mint tudjuk, a gyémánt keményebb, mint az üveg: pókháló ábra jelenik meg... és felriadt!

Riadtan ugrott ki az ágyból az Építész; bele sem mert gondolni, mi lesz, ha tényleg betörnek az akvárium üvege, és elönti a sok víz a Lajos Vakond bemutatótermet: onnantól Ő már csak nyilvános házakat építhet! Na ne vizeldére vagy egy kurva-tanyára tessék gondolni; ez utóbbit biztos szívesen építene, ha természetben fizetnék ki a banánköztársaság mobil feltöltésért akár a natúr banánt is lenyelő, buja népei. Az sokkal jobban fájna neki, ha a pénzügyi kalkulációja lenne a nyilvános! Szóval napokon keresztül tanulmányozta, mit lehet tenni a vízözön ellen? Átnézte az összes ajtótípust, a forgóajtókat, tolóajtókat, még a tengeralattjáró ajtókat is, de 10 méter vízoszlop 1 bar túlnyomása egy 3*7 méteres átlag pláza ajtót 200 tonna súlynak megfelelő erővel döntené ki; ha lendületben van, még nagyobb erővel is. A Lajos Vakond bolt meg nem kerülhet betonfal mögé, hiszen pont a hivalkodása a lényeg!

Építészünk elvonult hát a világ elől, heteken át számolt, majd lejött a dombról az *MSZ HD 60364-4-443* szabvány kőbe vésett kiadásával. Eredetileg volt még több kőtábla más régebbi szabványokkal, de csúszós az a fránya homokdomb, és elég volt az utolsó kiadásra vigyázni. Szóval kitalálta, hogy épít egy hosszúkás plázát! Az egyik végében lesz az akvárium, míg a másik végében, pont szembe vele a Lajos Vakond márkabolt. De ha Tompika netán betörné a cápák üvegét, a vízözönnek nem áll ellen semmi – így ne is álljon elé semmi: az akváriummal szemben egy hatalmas csupa tükörüveg függönyfalat húzott fel, amely ilyenkor beszakad, és a pláza mögötti homoksvatagot öntözi meg a kizúduló víz. Persze, ha ez megtörténik, újra kell üvegezni az egészet, de ez még mindig kisebb kár, mintha a víz elöntene mindent.

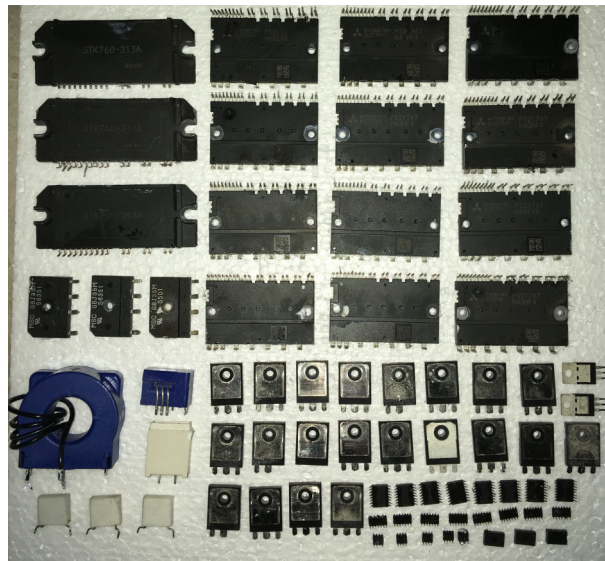
A tükörrel trükkösen megduplázott akvárium előtti térről aztán egy hosszú alagúttal lesz összekötve a pláza közepe, a központi elosztótér. Ha az alagútba betör a víz, az lecsendesíti és lekoraltozza azt: egyszerre csak annyi víz tud rajta átmenni, amekkora az alagút átmérője. Így a pláza közepére tesz egy rácsos víznyelőt, ami az alagútból kitóduló vizet – legalábbis a nagy részét – elnyeli. Persze nem lehet akármekkora lyukakat se rakni rá, mert ha az udvari sáman feleségeinek túsarka beleszorul a lyukba, akkor ő is szorulni fog. De nem is az a cél, hogy az összes vizet itt igya fel. A lényeg csak annyi, hogy az áradatot lelassítsa és lecsökkentse. Így hát a Lajos Vakond üzlet előtt egy újabb rácsos víznyelőt raknak le a márványpadlóba, hogy ha lendületből odáig elérne a vízözön vége, a víz akkor se tudjon bemenni a boltba. Ott a boltban pedig egy Lajos Vakond mintás, süppedős sárfogó szőnyeg van leterítve, amibe egy luxus-kedvelő sáman is élvezettel törli bele a sáros cipőjét – mert ő még ezt is megteheti!

Az Építész újra és újra átgondolta, jól működik-e a pláza vízvédelme? Ha történetesen az esőztető tűzoltó rendszer, a *sprinkler* egyik szórófeje durranna el, a 3., bolt előtti víznyelő meg tudja inni annak az összes vizét, hiszen egy vékony csövön jön csak ki a beltéri égi áldás. De ha egy igazi égi áldás rohama jönne kintről, utat törve a főbejáraton át, akkor ott van a 2., nagyobb víznyelő, ami meg játszva elvezeti a nagyobb mennyiségű vizet, és nem kell miatta az újraüvegezés sem. Végezetül, ha valaki tócsába lép a plázán belül, majd a 4., boltban lévő szennyfogó szőnyeg fogja a cipőjéről felinni a vizet. Ugye milyen zseniális ember az Építész?

Talán most már sejti a kedves olvasóm, miért egy lökött mesével indult ez az írás, amelyről gyorsan megjegyzem, hogy a valósággal történő mindennemű egyezés csakis a véletlen műve lehet – bár érdekes *dejavu* érzésem volt a leírása közben. És azért is ez a lökött mese, mert az enyhe depresszió egyik tipikus tünete, hogy ha idő előtt felriasztják az embert, akkor előjön az eredeti, vidám természete – és ezért a mindössze 4 óra alvásért ezúton állok bosszút a világon!

Szóval a mai téma a túlfeszültség elleni védekezés. Apám energetikus egyéni vállalkozó, aki időnként meglep Isten- és villámverte eszközökkel, okulás céljából. Láttam én már olvadt gombóccá vált kerámia biztosítékot, porként lefújható rézfóliát és millió felrobbant alkatrészt.

Karácsonykor nekem pl. munkát hozott a Téaló / Jézuska / Mikulás (a nem kívánt lények ölendők), és 10 db szolár inverter és 20 db hőszivattyús inverter gyors ellenőrzése után így néz ki a veszteséglista (a porszem méretű vackokat mellőzve):



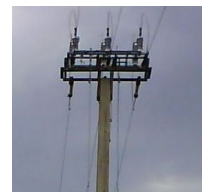
Ebben csak az a durva, hogy mindegyik előtt volt túlfeszültség-védelem!!! A jogszabály kötelező jelleggel elő is írja a szolár inverterek elejére tett AC, és végére tett DC túlfeszültség védelem beépítését, így nincs vita: ezek a felrobbant alkatrészek mind „védett” helyről lettek kibontva. Némelyik félvezető még a lábait is elhagyta, úgy menekült a helyéről, amikor forró lett a helyzet. Akkor mégis ez hogyan lehetséges?

Nos, amiket most leírok, azok vitát fognak gerjeszteni. Tudom, de nem érdekel! Lassan 30 (!) éve játszok nagyfeszültséggel, rengeteget olvastam utána. A villámvédelem témaköre kb. 120 éves, akkor csinálták talán a párizsi földalattit az elsők között, és általános megdöbbenést keltett, amikor átadás után nem sokkal a föld alatt, a bejárattól vagy 10 km távolságban lévő transzformátora nagy lángokkal leégett. Sokáig még a francia akadémikusok is hűledeztek, hogy ilyen nincs, biztos szabotázs volt; aztán elkezdődött egy tudományos kutatás, és rájöttek, hogy a túlfeszültségek kicsit úgy közlekednek a vezetékeken, mint az özönvíz hulláma a pláza márvány padlóján. Az alagút végén belecsapott a villám az egyik villanyoszlopba, a hosszú, föld alatt futó felsővezeték pedig végigvitte a villám „energia-hullámát” minden látható égésnyom nélkül, egészen az alagút legvégén lévő generátor-szobába, ahol „nekicsapódva” a trafónak és generátornak, felgyújtotta azt. Tudom, ezt fura lehet így olvasni, de higgyétek el, mert nem szoktam hazudni. Max. a közérthetőség kedvéért egyszerűsíték.

Tehát amikor villámvédelmet (vagy túlfeszültség-védelmet) csinálunk, az nem úgy megy, hogy berakunk egy szelepet, ami a villanyt átengedi, a túlfeszültséget meg kizárja. Eleve, ha jön egy villám, azzal pontosan azt kell csinálni, amit egy hasmenéses elefánttal: utat kell neki adni! Megállítani lehetetlen: ha átvitt a földfelszíntől 2-3 km magasan lévő felhőkből a földre cikázva akár 5-10 km távot is megtéve, akkor majd egy kalapsínre pattintható 17,5 mm széles túlfeszültségvédő betét fogja megállítani? Van olyan elmeroggyant, aki ezt komolyan elhiszi? Nem kérem; ha jönni akar a villám, az bejön! Ha útban van a túlfesz-védő, akkor leolvasztja egy gombócba, vagy kitepi a falból, és a szemközti falhoz vágja. Nem viccelek, tényleg: 10-20-50 kA-nek (kiloamper) olyan erős mágneses tere van, hogy ha L alakban van meghajlítva a vezeték, akkor kiegyenesíti. Ha oda van csavarozva, akkor is. Valami engedni fog, és az nem az istennyila lesz... Mögötte van *Zeusz*, a mennydörgés és a villámok Istene!

Sárkány ellen sárkányfű, kántálják a Süsüben, szóval *Zeusz* ellen *Lenz*! Ne a görög istenek között keressék: német volt a lelkem; *Heinrich Lenz* a becsületes neve, és 1834-ben írta le *Zeusz* ellenségét, az elektromágneses önindukciót: ha egy vezetékben áram indul meg, akkor ez ellen az önindukciós tényező mértéke szerinti ellenhatás ébred, ami akadályozni próbálja a változást. Igaz ez akkor is, amikor erősödni akar az áram, meg akkor is, amikor gyengülni. És ez egy, az egész Univerzumra érvényes törvény, így ha egy vakító villám ugrik neki *Lenz* törvényének, akkor egy láthatatlan ellen-villám lesz a válasz; de ha egy pulzár, egy gyorsan forgó neutroncsillag mágneses tere roppan össze, akkor a választ is fényévekben mérhetjük...

Tehát most olyat mondok, hogy a fal adja majd a másikat: a villám és a túlfeszültség ellen a vezetékkel védekezünk! Nem kalapsínes ez meg az, ilyen hókuszpókusz meg olyan csilivili betét... A túlfeszültség-védelmi eszközökkel csak irányítjuk és mérsékeljük az energiákat. Ezt vegyük szépen sorban, ahogy a nevük is következik: a régi szabvány A, B, C, D, E „neveket” használta, az új, logikusabb szabvány az 1., 2. és 3. osztályt használja. Gyorsan megjegyzem, hogy a régi szabványban szereplő A osztályt az áramszolgáltató szereli fel a középfeszültségű hálózatra, általában a trafó előtti oszlopra. Sok nem látszik rajta kívülről, mert a porcelán test belsejében van a lényeg, max. a kinti villák mutatják, hogy nem csak egy sima villanyoszlop. És azért nem a trafóra rakják, mert mire megszólalna, addigra késő lenne; így előrébb téve a védelem előbb szólal meg, és ha a villám „elejét” nem is fogja meg, a közepétől már megvédi a trafót. Az „E” osztályt meg a készülékekbe szokás beépíteni, így az sem látszik, ezért is volt jó ötlet az új szabványtól, hogy az „A”-t és „E”-t elhagyva maradt csak 3; azaz:



A „B” vagy 1. osztály a villámvédelmi szikraköz, ami bejövő túlfeszültségre begyűjt, mint egy hegesztő íve, és 30-50V körüli feszültségre levágja a bejövő villámot. Sajnos nem csak azt; az előtte lévő olvadó-biztosítékot is. És ha történetesen villám jön be, akkor abból csak egy olvadt kerámia-gombóc marad. Tehát az a jó „B” osztályú védelem, ami minél ritkábban szólal meg, de akkor „nagyot szól”, hiszen utána „elmege az áram”, és minimum a biztosíték betétjét ki kell cserélni; néha akár az egész kapcsolószekrényt is, mert olcsóbb a csere, mint a korom és hamu kivakarása. Ez a villámvédelem felel meg a mesém tüköruveg falának, amit a vízözön elsőre kitör.

A „C” vagy 2. osztály túlfeszültség-védő varisztort tartalmaz. Ezt úgy kell elképzelni, mint gyerekkori kedvenc kajámat, a császármorzsát gyengén összepréselve kis hengerré: apró kis félvezető kristályok vannak gyengén összepréselve pogácsává. Normál esetben ezek olyan kis mértékben vezetnek az áramot, hogy alig langyos az egész. Amikor azonban bejön a túlfesz, az árama megugrik, a félvezető kristályok pedig egymásba olvadva, hirtelen egyre jobban kezdik vezetni az áramot: minél forróbb, annál jobban vezet. Ezzel két gond van: ha túl meleg, akkor kigyullad. Tehát nem lehet ráengedni rögtön egy egész villámcsapást, mert nem a villám, hanem ez fogja a házat felgyújtani! A másik gond ugyanez: ha egyszer úgy jól összeolvadt, akkor az így is marad, és már a 230VAC hatására is melegedni, izzani, sőt, akár lángolni is fog, úgyszintén felgyújtva a házat. Ezért a varisztorokba mindig beépítenek egy hőkapcsolót, ami jelzi egy kis zászlóval, hogy ha zöld, akkor még működik; ha viszont piros, akkor részint semmit sem véd, mert kikapcsolódott, másrészt meg nettó tűzveszély, ha mégis bekapcsolna a hőkapcsoló hibája esetén. Tehát jó dolog a varisztor, de időnként, pláne viharok után illendő ellenőrizni őket. Ez a mesém plázájának közepén elhelyezett rácson víznyelővel azonos.

A „D” vagy 3. osztályú finomvédelem már kisebb varisztorokat tartalmaz, és mellette jó gyors félvezető szupresszorokat. A varisztor ugyanis lomha állat: úgy véd, ha forró, azaz fel kell melegednie. A szupresszornak nem; ellenben az meg nagyon kicsi energiát tud leveletni.

A két ellentétes hatás jól kiküszöbölhető a kétféle alkatrész megfelelő arányú keverésével. Egyszerre lesz gyors, de menet közben a szupresszorok átadják az energiát a varisztoroknak, hogy mindketten túléljék a kalandot. Ez a szint a mesém 3. víznyelőjének felel meg, amit pont a Lajos Vakond márkabolt elé építettek be.

Végezetül az „E” osztályt a különféle készülékekbe épített varisztorok, EMC/EMI szűrők induktivitás- és kapacitás-hálózata alkotja, olyan egzotikus dolgokkal, mint Y2 meg X2 kondi – de ezekkel inkább nem fárasztok senkit. Ha ez megszólal, az a készülék a szervizben köt ki, mert valószínűleg büdös, füstös szaga van, és csupa korom belülről. Ez a szint felel meg a Lajos Vakond mintás, süppedős sárfogó szőnyegének a boltban.

Szóval, amikor az egyszerű villanyszerelő elmegy a boltba, és megveszi a legolcsóbb, B+C (vagy új nevén 1+2) kombinált túlfeszültség-védelmet, akkor kb. kiszórt egy marék pénzt az ablakon. Részint, mert ez kb. lófaszt sem véd, és akkor most nagyon visszafogott és kultúrált voltam; részint pedig magát és az ügyfelét is abban a téves hitben ringatja, hogy védve van. De mi ellen? Van a túlfeszültségeknek egy olyan tartománya, amit pont elkap ez a „B+C”: ha lassan jön (hogy a varisztornak legyen ideje megszólalni), nem túl nagy (hogy ne égjen porrá) és elég nagy a feszültség is, hogy aktivizálódjon. És előtte általában kismegszakító van, ami 17.5 mm széles. Ha jön egy gyenge villám, röhögőgörcsöt kap, ahogy átugorja a 17.5 mm-t. Az olvadó biztosíték lehet, hogy már száz éves elavult ócska sz@r egy mai jampec szerelő szemében, de egy késes biztosítóban van egy kb. 6 centiméter hosszú olvadó szál kvarc homok töltetben, így amikor elolvad, a kvarchomok is ráolvad, belepotyog az ívsatornába, és ott gáncsolja el a villámot, ahol csak tudja. Megfogja, mint a sima kavicságy a 300 km/h-val repesztő Forma-1-es autót. Olcsó, egyszerű és hatásos.

A feszültségekről annó egy nagyot vitáztam egy villamosmérnökkel a Facebook fórumán. Én csak egy technikus vagyok, max. egy kicsit technikásabb technikus, mint a nagy átlag. Egy túlfeszültség-védő betéten fel van tüntetve egy csomó feszültség; ilyen szabvány szerint ennyi a megszólalási feszültsége, olyan szabvány szerint annyi. Van 8/20 µsec-es feszültség-hullám, 1.2/50 µsec-es, 10/700 µsec-es, 5/320 µsec-es, sőt még 250/2500 µsec-es. Mivel más az ún. megszólalási sebessége a kis varisztornak, a nagy varisztornak, szikraköznek, szupresszornak, zennernek, tudomásul kell venni, hogy ez egy T.U.D.O.M.Á.N.Y. Itt nem az van, hogy én, az önjelölt szakí azt mondom, hogy ez így jó. Szabvány van, és ezt illik betartani. És a szabvány az alábbiakat javasolja:

1. Az elektromos betápláláshoz legközelebbi helyen késes olvadó-biztosíték után legyen egy „B” vagy 1. osztályú villámvédelmi szikraköz. Ez kb. 2.000V-nál szólal meg. (Ez egy irányadó impulzus-érték, nagyságrendi adat, így kéretik nem belém kötni, hogy mennyi az annyi; arányokat próbálok érzékeltetni ezzel.) Jó esetben ez még a villanyóra előtt van, hogy azt is védje, így az egészzet plombálni szokás, és ha belecsap a villám, akkor bizony S.O.S. ki kell hívni az áramszolgáltatót, hogy szedjék le a plombát a bizti cseréjéhez.
2. Utána jön 15 méter földkábel a jó öreg *Heinrich Lenz* bácsi áldásával. Nem az 1. pont fogja megfogni a villámot, hanem ez a 15 méter kábel!
3. Utána jön a főelosztó szekrénybe egy „C” vagy 2. osztályú nagyteljesítményű varisztor, amit a villanyóra mellett elhelyezett kismegszakító véd arra az esetre, ha felizzana és zárlatba menne. Ez kb. 1.200V-nál szólal meg; az előző 2.000V és az itteni 1.200V közötti 800 Volt ott van a 15 méter földkábelben. Nem az erek között, hanem a vezeték

egyik vége és a másik vége között. Igen, tudom, ezek rézzel össze vannak kötve. De ez impulzus, egy hullám, és ilyenkor *Lenz* bácsi szelleme küzd vele egy hatalmas mágneses buborék felépülése és összeomlása által, amiből mi semmit sem veszünk észre.

4. Utána jön jó esetben 15 méter beltéri vezeték, keresztül-kasul kanyarogva a házban és bújócskát játszva a kötődobozokban. Szintén *Lenz* bácsi áldásával megszórva...
5. Ezután jön egy „D” vagy 3. osztályú finomvédelem, ami kb. 600-800V-on szólal meg. A különbözet, a 4-600V szintén a falban van, *Lenz* bácsi másik csapata épp vele harcol.
6. Utána jön rögtön egy konnektor, és jön 2-3-5 méter hálózati zsinór. Igen, ez is *Lenz* bácsi áldásával...
7. Utána jön a készülékbe épített varisztoros védelem, a láthatatlan „E” osztály. Jó esetben a 6-800V-ot megfogják 430 – 470V-on. 600V-ot bírnak a félvezetők. Túlélnek...

Nincs több. Ennyi legyen elég... Jelenleg az van, hogy felraktak mindenhova „B+C”-t, de még csak nem is a villanyóra szekrénybe, hanem rögtön a szolár inverter alá. Mire megszólal 1.200V-on, az inverterbe épített 600V-os félvezetők már rég kalapot emelnek, épp a lábaikat próbálják lerugdosni magukról, hogy ne égessen őket a túlfeszültség. Nekem ez tök jó bolt, kb. 80-90%-ban tudom javítani még az olyan készülékeket is, amelyek telibe kapták a közeli villámot. A rekordom egy készülékben 13 db kiégett félvezető, meg egy fél marék diszkrét elem, ugyanis a nagyfesz átütötte az IGBT-t, onnan a leválasztott meghajtó IC-t, bejutott az 5V-ra, és az összes 5V-ról menő IC-vel egy pillanat alatt végzett.

Szóval ha már nincs 15 méter kábel, és közvetlenül az inverter elé raknak valamit, az egy „D” vagy 3. osztályú finomvédelem legyen. Az első komoly túlfeszültségtől valószínű szénné fog égni, de az 12-15 eFt-ba kerül, az inverter javítás meg a százast közelíti, ha kiég a fél bele.

Ha van ész és pénz, akkor a „B+C” vagy 1+2 kombinált védelem kerüljön minél kijebbe, ha kell, akkor a villanyóra mellé közel, és legyen „D” vagy 3. osztályú védelem az inverter alatt közvetlen. Akkor a „B+C” meg a 10-15 méter kábel meg tudja védeni a „D”-t, az meg az invertert.

Persze tudom, hogy létezik „csatoló induktivitás” is, amivel a 15 méter kábelt ki lehet váltani. De ha igazán nagy a túlfesz, akkor az öklömnyi csatoló induktivitást háromszor körbe fogja futni kívülről, közben nagyokat röhögve, és csak utána fog továbbmenni, immár *Lenz* bácsi áldása nélkül.

Végezetül egy rendkívül fontos dolog: én nem építek védelmet senkinek, ugyanis nem vagyok villanszerelő! És mivel nem én csinálom, nem adok tanácsot se, hogy honnan és milyen modul vegyenek. Minden villanszerelőnek van saját, jól bejáratott beszerzési forrása megfelelő kedvezményekkel, így csak egy vicsorgó kutya lesz belőlük, ha én is beleugatok az ő dolgukba...

Verzió: 1.01, 2019-01-09, Tata

Varsányi Péter E.V.
Tel: +36-20-942-7232
Web: <http://varsanyipeter.hu/>
Email: info@varsanyipeter.hu