

Tesla EVSE,

avagy a Mobile Connector

Az elektromos autózással kapcsolatban úgy látom, hogy kezdőknek az egyik legnehezebb dolog azt megérteni, mi van a konnektor és az autó között. Megszoktuk, hogy a porszívónak csak ki kell húzni a zsinórját, bedugni a konnektorba, és már működik is. Autóknál viszont se szeri, se száma a csatlakozóknak, átalakítóknak, dobozoknak, adaptereknek. És akkor én még olyan varázslatos szavakkal jövök, mint „EVSE”... Ha ki lehetne kerülni a dolgot, akkor nem írnék róla cikket; de ahogy terjednek az elektromos autók, egyre-másra jönnek a kérdések, hogy miért nem tölt az autóm? Vagy miért csak így vagy úgy, itt vagy ott tölt az autóm?

Ahhoz, hogy megértsünk fogalmakat, messziről kell indulni. Senki sem polihisztor, így ha villanyt kell szerelni a házban, akkor a legtöbbször villanyszerelőt hívnak. Ők tudják, hogy pl. nem rakunk fel konnektort a zuhanyzóba; hogy a ház falára csak úgy rakunk fel háromfázisú ipari ajzatot, hogy annak lefelé nézzen a nyílása; és ha betonkeverőhöz kell egy hosszabbító, akkor azt ujjvastagságú kábelből csinál nekünk – mert ha nem ezt teszi, és valakit halálra ráz az áram, őt fogják előszedni gondatlanságból elkövetett emberölés miatt. Azt is megtanulja mindenki már egész fiatalon, hogy ha jön az nyári zivatar, akkor a hosszabbítót szedi össze elsőnek, és viszi be a házba, nehogy elázzon, ha már pont fűnyírás közben kapta el az eső.

Az elektromos autó mindennapos használati tárgy. Sajnos YouTube videón, benzines autó mellett is láttam már női sofőrt, aki öngyújtóval nézte meg, hogy tele van-e már a tank? Nem várható el az emberektől, hogy olyan dolgokra figyeljenek, mint pl. száraz-e a töltővezeték az autónak. Ahogy egy gyenge női kéznek az sem biztos, hogy elsőre sikerül ütközésig, tövig nyomnia a csatlakozót az ajzatba. És ha netán az Isten háta mögött az utolsókat rúgja az autó akkumulátora, kínunkban mindenbe belepróbáljuk a szemre oda passzoló dugót; még a malac orrába is, míg az visítva el nem rohan. Ha az eCar töltővezetéké tényleg csak két dugó lenne, közte pár méter vastag vezetékkel, azt hiszem, elég sok haláleset lenne belőle...

Az a bizonyos EVSE, amiről most fogok írni, szinte mindenhol ott van; minden autónak a tartozéka, maximum a céges prospektusokban emberi nevet adnak neki, pl. *Mobile Connector*. Lehet, hogy butított verziójában belefér a töltőcsatlakozó fejébe is és így láthatatlan; de lehet, hogy épp kábeltartó dobnak álcázzák, esetleg kaphat egy dizájnos dobozt is, mint a Teslánál:



A *Mobile Connector* egyik fele a Teslába megy, *Type 2* csatlakozó-dugó a neve. A másik felén a kábelnek egy egyedi, Tesla-féle csatlakozó van, amit adapter-csatlakozónak hívhatunk. A világ országaiban ugyanis nem csak a konyha egyedi, hanem a konnektorok alakja is:



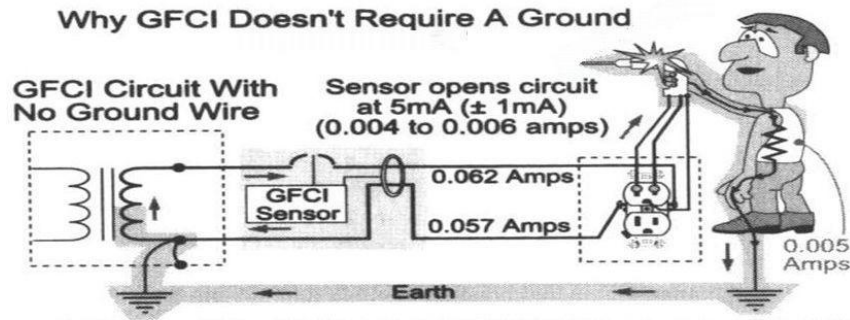
Ebből minket három féle érint itt, Európa közepén: az első a fekete, földelt 230VAC ajzat, amit a német neve után *Schuko* dugónak is neveznek; ez az a kutya közönséges hálózati dugó, ami a legtöbb készülékünkön is van; ez 16A-t tud. (A fenti fotón ez pont nem szerepel, mert direkt kerestem egy jó kis extra fotót.) Van a kék színű, egyfázisú ipari csatlakozó a maga 32A-es maximális áramával; de ez olyan ritka, hogy az eCar-ok elterjedéséig kevesen láttak ilyet itthon. A jobb oldali piros, háromfázisú ipari csatlakozót annál többen ismerik; ez, ami a fotón van, 3x16A-es. Létezik egy számmal nagyobb méretben is, de az már 3x32A-es lenne, azt (tudtommal) nem használják.

Szóval e két dugó között van egy kis dizájnos doboz, ami az EVSE-t, azaz az *Electric Vehicle Supply Equipment*-et rejti, ami szó szerinti fordításban „elektromos jármű tápellátó felszerelés”-t jelent. Sajnos ez kb. olyan, mint a nyelvújítás korában a nyakkendőre kitalált „nyaktekerészeti mellfekvenc”; az életben nem lesz még egy örült rajtam kívül, aki ezt így hívna. Márpedig komoly elektronikákat takar ez a négy betű, nem véletlen kerül egy „kábel” potom 2-300 eFt-ba egy elektromos autóhoz.

Az első feladata az EVSE-nek, hogy valahogy közölje a szabályozható étvágyú töltővel – amit elsőnek szedtem szét és dokumentáltam Nektek –, hogy most mekkora áramot is vehet ki a konnektorból. Ezt úgy oldja meg, hogy a csatlakozó földelés pontja, és az egyik plusz ér között van egy ellenállás, amit az EVSE lemér. 16A-es, 230VAC-s dugó esetén ez kerekén 100 k Ω . Tehát ha a főnök úr megbízza Józsi bácsit, hogy fabrikáljon egy átalakítót az istálló ajzatához, akkor az bizony nem fog rendesen működni mindaddig, amíg ez a csatlakozó-fejbe öntött ellenállás valahogy ki nem cserélődik – azaz kb. soha!

A második feladata, hogy ellenőrizze, hogy a csatlakozó, amibe bedugtuk, az korrektül be van-e kötve. A nulla és a földelés között sajnos nem tud különbséget tenni – itt most egy több oldalas magyarázat jönne, hogy miért, de erről megkímélek mindenkit –, de a nullát és a fázist könnyedén meg tudja különböztetni. És itt jön az első „misztikus” tünet: ha így dugom be, jó; de ha fordítva, akkor hibát ad. Ez normális; ahogy az egyfázisú csatlakozókat megnézték, a legtöbbje csak egyféleképpen dugható be. Sajnos nálunk pont az a rossz verzió terjedt el, amit bárhogy be lehet dugni. És a töltők egy része olyan, hogy nem számoltak ezzel. (Az újabb verziók talán már eszesebbek.) Végezetül azt is ellenőrzi, hogy a földelés tényleg be van-e kötve; nálunk ugyanis a '70-es évek végéig kb. az volt a divat, hogy a földelés csak egy úri, imperialista huncutság, minek is az?! Szóval ha az egyik konnektorra hibát ad, a másikra meg nem, akkor bizony lelkiismeretes villanyszerelő kell, aki tényleg megkeresi a házban a rendes földelést és bevezetékeli a konnektorba; nem csak közösi azt a nullával, oszt' jóvan!

A harmadik feladata, hogy életvédelmi funkciókat lásson el. Ha pl. egy kisgyerekes anya a zuhogó esőben, fél karján az rugdalózó kiskölkét egyensúlyozva a pocsoljába ejti a töltőkábel végét, majd utána csak lerázza róla a vizet, és „cumi-reflexszel” már dugja is be az autójába, akkor bizony rögtön villamosszékét csinálna az egészből. Ezért az EVSE egyik legfontosabb feladata az ún. GFCI, a *Ground-Fault Current Interrupter*, magyarul a hibaáram-megszakító. Ez kb. ugyanaz, mint a „Fi-relé” vagy „áramvédelmi kapcsoló” néven ismert védelmi eszköz, csak kicsit trükkösebben és érzékenyebben megoldva. Sematikus rajza és működése kb. ilyen:



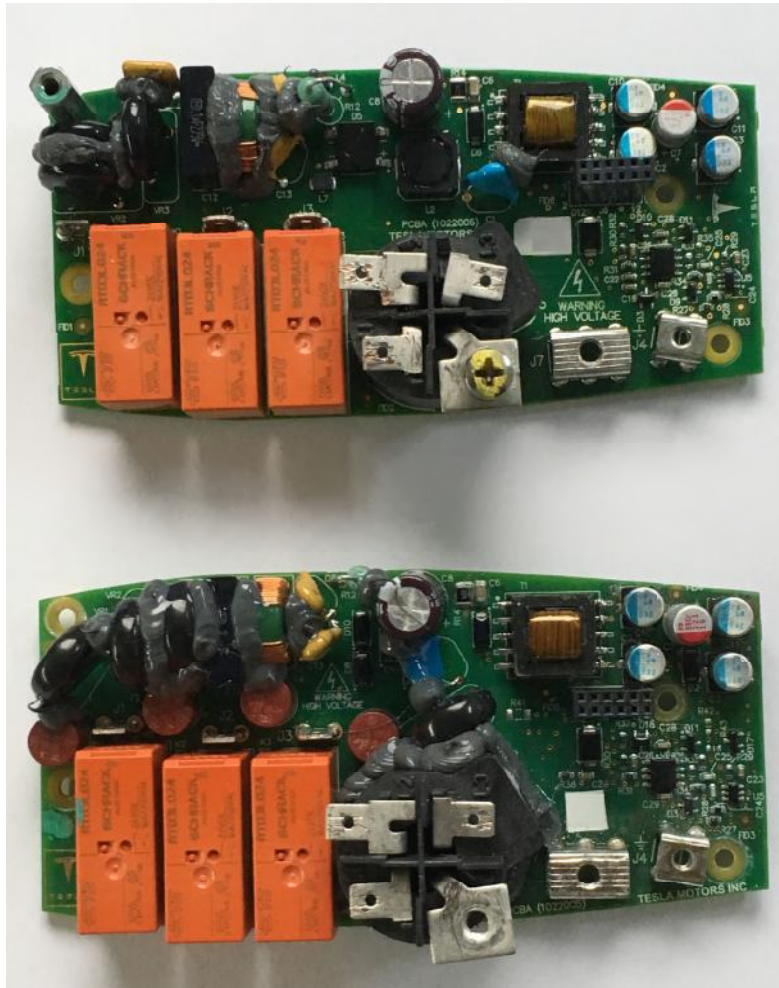
Azaz egy ferritgyűrűn át van fűzve az összes vezeték a földelést kivéve (L1-L2-L3-N), és ha a befolyó és elfolyó áramok összege nem nulla, akkor az csakis a földelésen, vagy még rosszabb esetben valakin keresztül folyhatott el.

A negyedik feladata az EVSÉ-nek, hogy érzékelje, hogy a kábel másik, szabad végét az autóhoz csatlakoztatták-e már. Ha ugyanis a szabad kábelvég érintkezőihez hozzáér bármi is, az áramütést okozhat. És mivel elég nagy áramokról beszélünk, elég nagyok az érintkezők ahhoz, hogy bármennyire is védve vannak, azért csak bele lehet nyúlni. Az autó jelenlétét is egy ellenállással azonosítja az EVSE. Ezért van az, hogy sokszor csatlakoztatás után hibajeleket ad, és ki kell húzni majd ismételtelen vissza kell dugni a csatlakozót, majd meg kell nyomni az EVSÉ-n lévő RESET gombot.

Az ötödik feladata, hogy az időzített töltést is figyelje; merthogy felesleges addig áramnak keringenie a töltővezetékben, amíg ténylegesen nem indul el a töltés. (Nálunk ugyan csak egy tarifa van, és jogilag nem megengedett a kapcsolt, régi nevén éjszakai áramról történő töltés, de a világ értelmesebbik felén előfordul, hogy mondjuk éjfél után olcsóbb az áram.) Az EVSE így a 4. pontban leírt ellenálláson keresztül még egy ellenállást használ arra, hogy ténylegesen mikor kell bekapcsolni a villanyt.

A hatodik feladata, hogy az 1. pontban leírt maximális áramot valahogy közölje az autó töltőjével is. Vagy ha ez fixen telepített töltő, akkor az gyárilag be van állítva 3x16A, 3x32A vagy 3x64A-es értékre. Elvileg akármekkora áramot be lehetne rajta állítani, nem csak a kettő hatványait; ha én csinálnék a saját garázsomba töltőt, nálam 3x20A lenne, merthogy nekem annyi van bekötve. Szóval ezt az értéket +/- 12V-os, 1 kHz-es impulzusok formájában küldi el az autónak; minél szélesebbek ezek az impulzusok, annál nagyobb lehet a töltőáram; pl. 25% szélesnél 16A. Ekkor 1/4 ideig, 250 µsec-ig +12V-ot, 3/4 ideig, 750 µsec-ig -12V-ot ad ki. (Valójában ez sem ilyen egyszerű, mert a 4. és 5. feladatát biztosító két újabb ellenállás ugyanerre a vezetékre csatlakozik még egy diódán át, és ezek „beterhelik” a jelet; így a +12V helyett olyan +7V, a -12V helyett meg úgy -11V jön ki végül.)

Ahogy a fenti listából is látjuk, a töltés nem a feladata! Nincsen benne semmiféle energiát átalakító áramkör, ezért is helytelen ezt töltőkábelnek nevezni. Az autók töltői mind méretes, vízhűtéses fémdobozok, hatalmas alkatrészekkel. Ahogy látni fogjuk, ezekben nincs is ilyen.



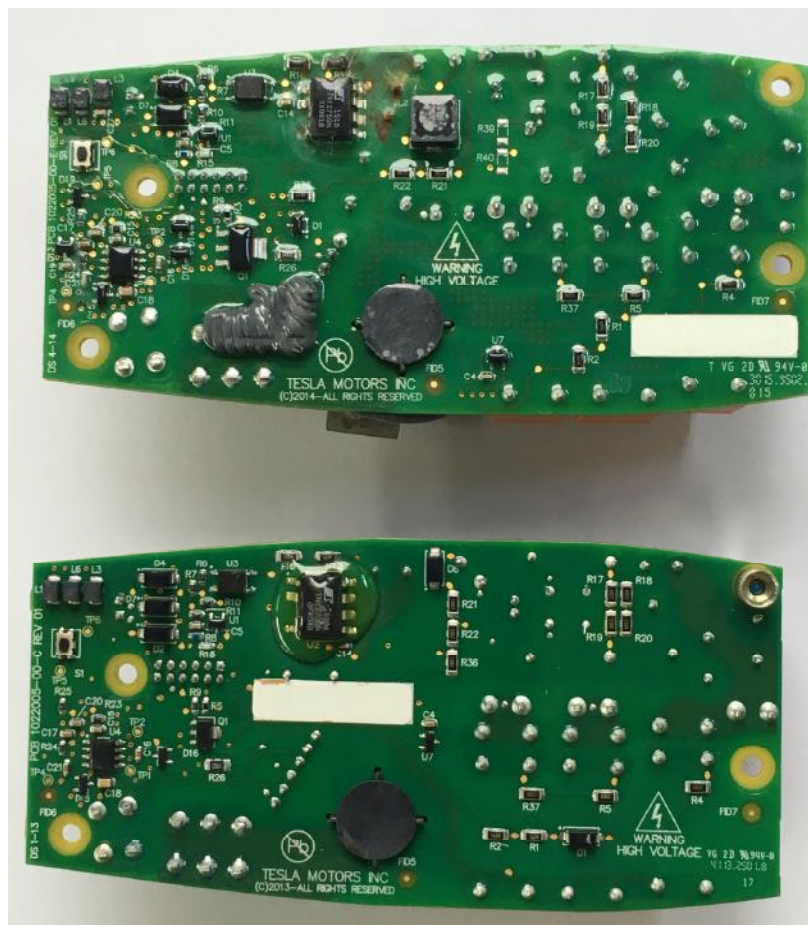
A két áramkör ugyanaz, csak az alsó még első generációs, míg a felső már egy második generációs kivitel. A legfontosabb különbség, hogy az 1. generációban volt 4 db kerek piros kis biztosíték. Nem teljesen értem, ezt minek tették oda, mert 16A-t ez bajosan szakít meg a mérete miatt, másrészt emlékezhetek, mennyi biztosíték van alapból egy Tesla töltőben: 3x2. És vannak dupla töltős, 22 kW-al tölthető Tesláknak is. Azokhoz még egy ilyen dobozon át megy a 230V, akkor az összesen $4+2 \times 3 \times 2 = 16$ db. Paranoiás vagyok, és védem az elektronikáimat (és magamat is a későbbi pereskedések ellen), de azért 3 fázisra 16 biztosíték...?

A fenti verzióban már csak egy sárga lapos öngyógyuló *PolyFuse* van a bal felső sarokban, a 3 túlfeszültség-védő varisztor mellett. Utána az egész felső sor egy tápegység, ami az EVSE tápfeszültségeit állítja elő: rögtön hármat! Érdekes megjegyezni, hogy egy teljesen más gyártó teljesen más elektronikájánál is ugyanúgy három tápfeszültség van; ennek nagyon prózai oka az, hogy az első EVSE-k ún. „referencia tervét” a *Texas Instruments* készítette el az általa gyártott, nem éppen olcsó alkatrészekkel, és abban is ugyanez a tripla tápfeszültség van. Ezt az áramkört aztán minden gyártó kicsit átdizájnolta, de az alap konstrukción úgy tűnik, senki sem változtatott. Szóval a panel jobb felső sarkára érve, van $\pm 12V$ -unk, és egy terheletlenül 8V, terhelve 5V körüli szabályozatlan tápfeszültség a mikroprocesszoros panelnek.

A bal alsó sarokban látjuk azt a 3 db narancssárga 16A-es relét, amivel a bejövő 230VAC-t a kábelre tudja kapcsolni. Ezeket egyszerre, együtt kapcsolja, csak a kisebb helyfoglalás miatt lett 3 db kisebb relé egy nagy helyett, holott árban talán egy nagy olcsóbbra jött volna ki. Az is látható, hogy a relék 24V-osak és a $\pm 12V$ közé vannak bekötve egy tranzisztorttal.

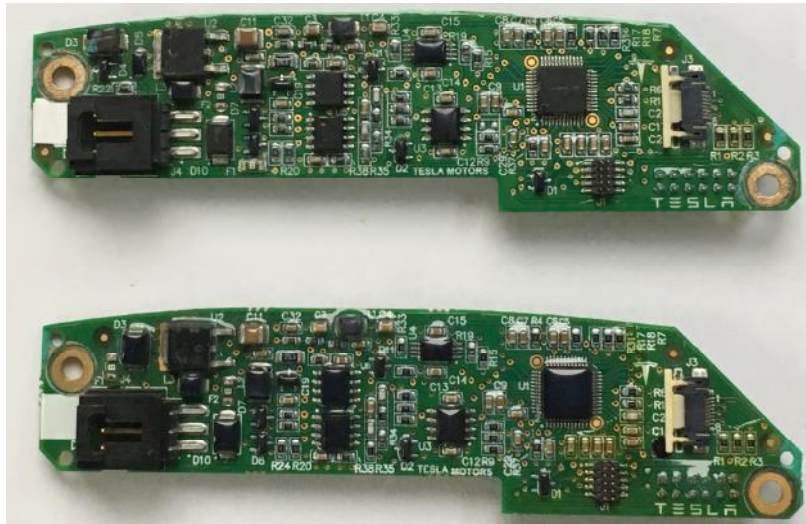
A relék mellett egy fura alkatrész van, az a GFCI érzékelője: egy ferritgyűrű, amin alul, a relékől megy be a három fázis és a nulla, és fent 3 lapos sarun megy tovább egyenesen az autó irányába; a negyedik, csavaros saru a nulla, és azért sokkal vastagabb, mert pl. 1x32A-es betáp esetén (egyfázisú, kék ipari ajzat) 10-10-10A megy ki a fázisokon, viszont az egy szem nullán jön vissza az egész 32A. Ebből adódóan a használt vezetékek is elég furák, míg a 16A-re méretezett fázisvezetékek 4 mm² keresztmetszetűek, addig a nulla már 6 mm²-es méret. A földelés elvileg lehetne egy vékony drótszál is, hiszen a GFCI érzékelő azonnal lekapcsolja az áramot, ha hibaáramot detektál; ezért is van az, hogy míg a jobb alsó sarokban a földelésnek egy kis csavartuskója van, addig mellette a nullának viszont igencsak méretes.

Amit még látunk ezen az oldalon, az egy műveleti erősítő kapcsolás a GFCI hibajelének erősítésére; a többi érdekesség a túloldalon van:



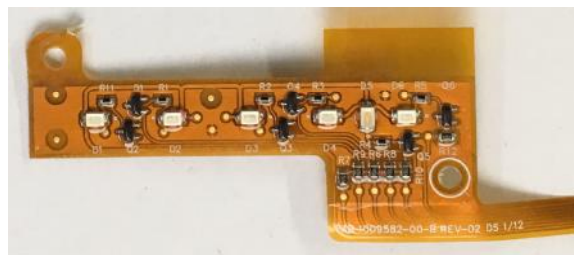
Ahogy az a fotón is látszik, egy TNY275GN egychipes tápvezérlő csinálja a pár wattos kis saját tápot; a bal oldalon ott a 3 db dióda és a 3 db induktivitás az LC szűrőhöz. Alatta van a RESET gomb, amivel újra lehet indítani az EVSE-t, ha valami hibát érzékel a csatlakozások körül. Két dolog érdemel még említést: a panel jobb oldalán elszórtan elhelyezkedő MΩ-os ellenállások egy virtuális csillagpontot alakítanak ki a fázisok, a nulla és a földelés között, és az elektronika figyel, hogy a csillagpont milyen potenciálon van a földeléshez és a nullához képest; ebből tudja megállapítani, ha egy konnektor rosszul van bekötve. Végezetül az alsó panel kellős közepén egy hőérzékelő chip is van U7 jelöléssel.

Az összes többi elektronika egy kis emeletes panelkén van. Sajnos ezek bár ránézésre teljesen azonosak, a csillagpont-érzékelésük jelentősen eltér, így nem lehet felcserélni őket.



Apró eltérés látszik csak közöttük: a bal felső sarokban a D3 pozíciója más, hogy távolabb legyen a csavar fejtől. Alatta van az a 3 pólusú csatlakozó, amin a speciális vezérlő jelek jönnek-mennek: a hálózati csatlakozó típusát meghatározó (100 k Ω) ellenállás, a szabványos *Proximity* és *Control Pilot* jel. Felette van a 3.3V-os stabilizátor az egész kis panelnek, ami a szabályozatlan 5-8V-ból a processzor tápellátását csinálja; egyúttal a *Proximity* jel szintjét is az adja, így szétszedés nélkül is ellenőrizhető, hogy a táp rendben van-e. Persze nem csak az lehet problémás; a fekete csatlakozó körül van 2 db zöld, „B” feliratú kis alkatrész, F1 és F2 néven; természetesen ezek is biztosítékok. Sajnos még ezek sem védik meg a kimeneti IC-t attól, hogy kipurcanjon, és a *Control Pilot* jel hiányában az egész kábel átmenjen ugrókötéltre – merthogy másra már nem lehet majd használni.

Hogy a szokásos kocka-tájékoztató se maradjon el, a processzor itt egy *Texas* gyártmányú *TMS320F28022* Piccolo™ családba tartozó 32 bites processzor; úgy látszik, ezt is úrrakétába tervezték, csak aztán EVSE lett belőle. Na mindegy, nem morgok, menjünk inkább tovább: a LED-ek egy hajlékony fólia-panelen vannak:



Az egy szem keresztben lévő a piros, ami 1-6 felvillanással jelzi, hogy milyen hiba van. A többi haton pedig a *Knight Rider*-ből ismerős módon, de itt csak egy irányba futkos a zöld fény, ha minden rendben van: (Kiszúrjátok a marketinget? Lent, a dizájn fotón hat zöld LED van, de a panelen csak öt).



Hogy mennyire egy „kaptafa” az összes EVSE, itt egy másik, kb. „NoName” kategória, ami kábeldobnak van álcázva, és abban elég sok hely volt, hogy egy panelen elférjen minden:



Csak gyorsan fussunk rajta végig: bal oldalon jön be a 230V, a fehér fura henger a két fém villával a GFCI érzékelője; mellette külön kis panelen egy tripla kimenetű tápegység; itt kicsit igényesebb, mert szabályzott +5V-ot és +/- 15V-ot ad le. Utána a kijelző paneljének 2x5 pólusú csatlakozója jön, majd a LEAR felirat melletti U5 jelű árammérő szenzorral méri is a töltőáramot, és a LED-eken kijelzi. Utána jön 3 db hatalmas relé; kicsit paranoid módon még a földelést is megszakítja. Igen nagy galibának kellene lennie ahhoz, hogy a földelésen 230V jöjjön ki. Sajnos ezt a panelt már egy „szakembör” javította előttem, így nem sok kedvem van az élesztéséhez... (Panel közepén 47 Ω -os csere-ellenállás valamikor a '80-as évekből.)

Végszóként azt tudom mondani, hogy az elektromos autók kábele meglehetősen komplex elektronikákat tartalmaz, így a misztikus, mesebeli hibák („hol volt, hol nem volt” töltés) épp úgy előfordulhatnak, mint a teljes működés-képtelenség: Így óvva intek mindenkit a házilag javítástól: ezekben az EVSE-kben ugyanis a 230VAC elég sokféle kóborol a panelen. Ezért is gyakori, hogy kiöntik az egészet műgyantával, vagy a dobozát csak flex-szel lehet kinyitni, úgy egybe van ragasztva. Ennek ellenére régi ismerősünk, a víz ezekbe is megtalálja az utat; az egyik EVSE pl. hosszabb időt nedvesen töltött, ami a dobozának megszáradt vízcseppein épp úgy látszik, mint a baloldali távtartó oxidálódott testén.



Verzió: 1.00, 2018-01-31, Tata

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