

Tesla Charger, Supercarger, Megacharger

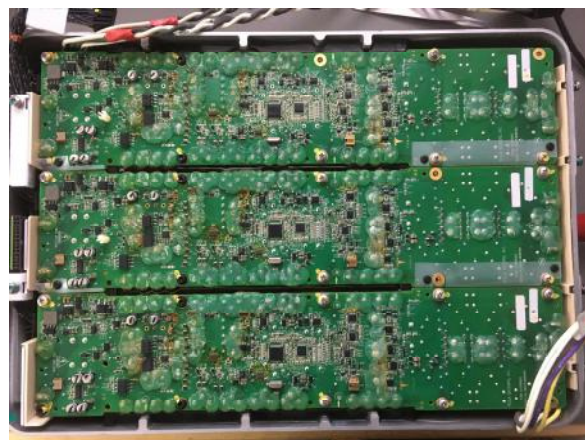
A *Tesla Model 3* megjelenése kapcsán pár napig kiemelt hír volt, hogy (német) autógyárak pénz és fáradságot nem spórolva szereztek pár új autót, és pár napos tesztelés után atomjaira szétszedték, hogy tanulmányozzák. Természetesen én nem lehettem ott; de az Internet bugyaiban felbukkant pár videó, amiből ha csak pár képkockát is, de sikerült elfogadható minőségben lementenem, így gondoltam, írok pár szót ennek kapcsán.

Elsőként vegyük sorra a Tesla töltőket. Az első két korai autó (Roadster és Model X) töltője is igen nagy valószínűséggel a Gen. 1 töltő volt a számomra elérhető adatok szerint; a Model S esetében a korai példányokat szerelték egy (vagy két) Gen 1 töltővel. A Gen 1 töltő 1 vagy 3 fázisú bemenetről 30A-es töltőáramot tudott produkálni 50-430V között, azaz elvileg max. 12 kW-os darabja. Természetesen az egyes országok eltérő feszültségei miatt (hol 220V van, hol 230V, hol 240V, hol 2x120V), a teljesítményt néha 10 kW-nak, néha 10,7-nek, néha 11 kW-nak írják. Mindenesetre a legelterjedtebb meghatározás szerint 11/22 kW a Tesla töltője, annak függvényében, hogy egy vagy kettő van-e beépítve a hátsó ülések alá. Kívülről esztétikus szögletes fémdoboz, de belül egész komoly elektronikát rejt:



Sajnálatos módon közelebbi műszaki információkat nem találtam a szerkezetről, pedig már elég régi. Azt viszont tudom, hogy több, csavarral szerelhető biztosíték is van a dobozában.

A Gen. 2 töltő az újabb Model S-ekben jelent meg, és a méretét leszámítva semmiben sem hasonlít a korábbi Gen. 1 töltőre. Első írásomban elég részletesen beszéltem a szerkezetéről, így most csak referenciaként bemásolok két jellemző képet.



A Gen. 2 töltővel kapcsolatban azt kell tudni, hogy bár a kimenő árama 30A helyett már max. 45A, azonban a bemenő árama ugyanúgy $3 \times 16A$ -re van limitálva, mint előző verzióknak, így ez is 11 kW-os, bár a kimenő teljesítményben 18 kW-ra lenne képes. Persze ezt is be lehet duplán építeni, így $2 \times 32A$ -es betáp esetén 22 kW-os töltésre is képes a két, *Master*-nek és *Slave*-nek programozott egység. Utólag is megoldható a bővítés, ha képesek vagyunk az egységeket *Master* ill. *Slave* üzemmódra átprogramozni, és a kocsiiban lévő *Junction Box* megfelelően van kiépítve.

Ami miatt sok kritikát kaptam, az a biztosítékok: bár a Gen. 2 töltőben 6 db 30A-es olvadó biztosíték is van, egyiket sem lehet cserélni, max. kívülről rá lehet „madzagolni” egy patkoló biztosítékot. Ez a fura megoldás nem csak nálam „verhette ki a biztosítékot”, hogy stílszerűen fogalmazzak, hanem másoknál is, mert az újabb, Gen. 3-as verzióban ez már megfelelően lett megoldva: visszatértek a Gen. 1-ben is alkalmazott csavarkötésű biztosítékokhoz. Sajnálatos módon a Gen. 3 töltő már sem méretében, sem funkciójában nem azonos a Gen. 2-vel, mivel az már kizárólag az új, *Model 3* típushoz készült, és önmagában tartalmazza a *Junction Box* elektronikáját is a két darab nagyfeszültségű relével (vagy *kontaktor*, kinek melyik tetszik), és a szükséges egyéb áramkörökkel. Ebből adódóan nem is lehet már kettőt beépíteni az autóba, mégis kétféle lehet rendelni töltőből: ennek az a magyarázata, hogy teljesen azonos házban, azonos külső méretek mellett készítenek belőle 48A-es kimenetű, elvileg 18 kW-os kimenetű, de valójában 11 kW-ra limitált példányt, és 72A-es kimenetű, 28,8 kW-os példányt, amely 22 kW-os bemenő teljesítményre van limitálva. Gondolom kicsit furcsa ez a kimenő és bemenő teljesítmény kérdés, de szerintem a *Supercharger*-eknél majd érthetővé válik...



A fotón látható narancssárga ablakok felnyitható szerelőnyílások, amelyen át a jobb oldali kép alsó részén látható két csövön át bedugott nagyfeszültségű vezetéket a dobozon belül rá lehet csavarozni a belső *Junction Box* megfelelő sínjeire; tehát költségcsökkentési célból már nem használnak hatalmas nagyfeszültségű csatlakozókat. (Ezért is lepődtek meg pl. a BMW mérnökei, hogy ilyesmi egyszerű és frappáns megoldással csökkentettek költségeket a Model 3 esetében.)

Belülről sajnos nem tudtam értékelhető minőségű fotót szerezni; csak egy rángó-görcsös operatőr munkájából tudtam pár éles képkockát kinyerni.

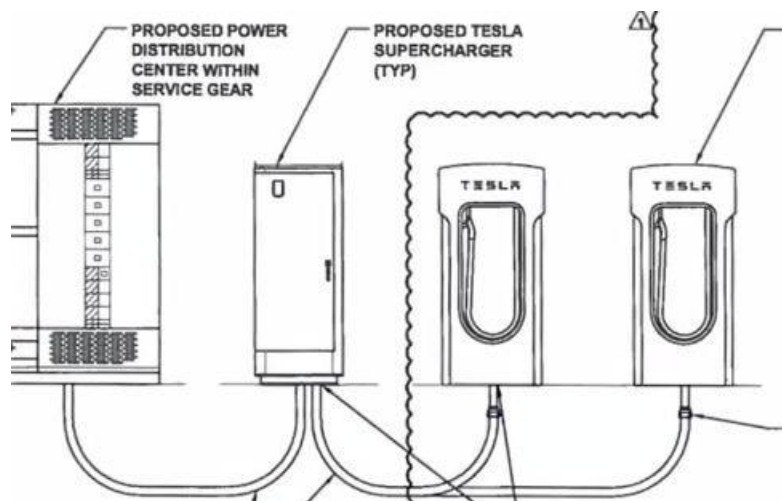


A bal oldali fotón (és az általam többször is kikockázott videón) látszik, hogy az áramköri megoldások teljesen azonosak a Gen. 2-ben bevált megoldásokkal: azonos a felépítés, azonos IC-k, elrendezés, minden. Mindössze annyi történt, hogy a Gen. 2-ben lévő biztosítékok alatti NYÁK-ot négyzetesen kivágták, és így a jobb oldalon látható, kisebbik, 30 A-es biztosítékot a lyukon belőgatva, a csavartuskókra csavarozták felülről. A jobb oldali kép nagy biztosítéka eddig is be volt építve minden korábbi Teslába, csak akkor a külön *Junction Box*-ban kapott helyet; ez amúgy a nagyfeszültségű kör fő-biztosítéka. Ahogy már többször is jeleztem, fura, hogy a készülék bemeneti és kimeneti teljesítménye eltérő; a 11 kW-os teljesítményhez a 30A-es primer biztosíték sok, hiszen 16A (esetleg 20A-es) elég lenne, a 22 kW-hoz viszont kevés, mert ahhoz meg már 40A-es biztosíték kellene. A 30A-es biztosíték alkalmazása arra utal, hogy a 18 kW-os kimenettel rendelkező, 48A-es új töltő esetleg tényleg fel is tudja venni a hálózatról a 18 kW-ot. Szóval határozottan olyan érzésem van, hogy vagy én vagyok hülye, ami persze könnyen megeshet; avagy megint várhatunk a Teslától egy „meglepetést”, és egy távoli szoftver-frissítéssel majd meglepi az autótulajdonosokat a 11 kW-ról 18 kW-ra történő ingyenes upgrade lehetőségével, ahogy annó ezt a hurrikán kapcsán megtette a 60 kWh-s akkuval szerelt Model S-es 75 kWh-sá történő „varázslásával” is. Kinézem belőle... ☺

Hogy állításom nem teljesen légből kapott, más is bizonyítja. A klasszikus tápegység-és töltő-tervezési szokások szerint a tápegységek vezérlését cél-IC-kkel oldották meg, így mind az üzemi frekvencia, mind az áramok fixek voltak, tervezéskor dőltek el. Amikor a Gen. 2-es töltőt visszarajzoltam, nem értettem, hogy a klasszikus módszer helyett miért egy DSP-vel, azaz egy nagysebességű digitális jelfeldolgozó processzorral, „szoftverből” oldották meg a tápegység teljes működtetését. Nem túlzok: egy hétig gugliztam, mire sikerült egyetlen (!) releváns találatot találnom, amely megmagyarázta a megoldásban rejlő előnyöket. És most, hogy a Gen. 3-as töltőnél már „ordít”, hogy valami nem stimmel, kezdem érteni is a miértet: így, szoftveres vezérléssel simán tudnak játszani a kapcsolási frekvenciával, meg tudják picit növelni az áramfelvételt, és mivel a töltő tele van pakolva hőérzékelőkkel is, el tudnak menni a készülék termikus határaiig.

Érdekességképp megjegyezném, hogy a videó tanúsága szerint felhagytak a félvezetőket rabul ejtő átlátszó szilikonos zselé használatával is, de az alkalmazásának feltételei adottak, azaz ki van alakítva a „medence” nekik, és körben le is van tömítve. Így vagy egy gyári videót volt szerencsém látni, vagy pedig időközben belátták, hogy a magamfajta kitartó örültek ellen kár is pazarolni a drága kiöntőgyantákat, és csak azokat és ott hagyták meg, amelyeknél indokolt volt.

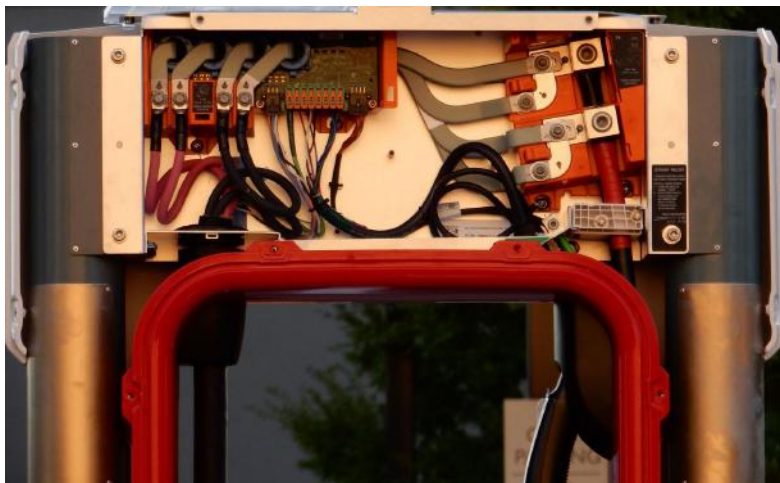
Látszik, hogy nem bírok leállni a szövegeléssel, pedig írásom lényegéről még nem is esett egy szó sem: a *Supercharger*-ekről! Nos, róluk aztán tényleg csak lesifotók vannak, amit az építés-szerelés ideje alatt pár kíváncsi arrajáró készített. Amit tudhatunk, hogy a *Supercharger* elvileg 120 kW-os; de ami talán nem mindenkinek ismerős, hogy minden *Supercharger* páros számú töltőfejből áll: egy „A” és egy „B” fejből. A Tesla oldalán van is egy tanács, hogy ha valaki áll az egyik, számmal és betűvel jelölt töltőnél, és van több szabad töltőhely is, akkor a Tesla azt ajánlja, hogy válasszunk egy másik számú töltőt. Azaz pl. a győri vagy nagykanizsai töltőnél „1A”, „1B”, „2A” és „2B” jelöléssel megjelölt töltőfejek vannak, és ha mondjuk az „1B” foglalt, akkor ne töltsünk az „1A” helyen, ha a „2A” és a „2B” is szabad. Ha ránézünk az alábbi, bal oldali lesifotóra, szerintem sok mindent megértünk belőle:



Bizony-bizony! A Tesla nem állt neki egy újabb töltő-architektúrát kifejleszteni, hanem a *Roadster*, a *Model X* és a korai *Model S*-ek Gen. 1-es tápegységéből berakott 12 db-ot egybe. Mivel azok még ~10 kW-osak (30A-esek) voltak, $12 \cdot 10 = 120$ kW – és ki is jött a matek! És mindjárt érthető, miért nem előnyös ugyanazt a számú töltőfejet használni, ha két Tesla tölt: mert ekkor csak 60-60 kW töltő-teljesítmény jut egy autóra, nem 90kW, ami a maximum az akkuk töltésénél.

Tehát a szekrényben van 12 egyszerű mágneskapcsoló, és amikor egy Tesla tölteni akar, a töltőfej lekommunikálja az autóval, mennyire van lemerülve. Majd szépen a 12 kapcsolóval az egyes tápegységekből kilencet rákapcsol arra a töltőre, amelyikre a Tesla is csatlakozik, a maradék 3 db megy a másokra. Tekintettel arra, hogy a lítium akkumulátorokat CC / CV karakterisztikával kell tölteni, gyorsítottan csak a CC, konstans áram tartományban lehet, annak is csak a vége felé lehetséges a 90 kW-ot elérni. És amint eléri az akkuk a töltési végfeszültségüket, a töltés átvált CV, konstans feszültség üzemmódba, a töltési teljesítmény pedig hirtelen lezuhan 30 kW alá. Zseniális megoldás! Megússzák a nagyteljesítményű töltő fejlesztését, ehelyett a töltők gyártási darabszáma megugrik, ami csökkenti a gyártási árakat. Megússzák a 2*90 kW-os hálózat-fejlesztést is, bőven elég 1x120 kW. Egyszerre két autót tudnak tölteni, és mivel kicsi eséllyel jön be egyszerre két teljesen lemerült autó, mégis mind a kettő kb. maximális teljesítménnyel töltődik. Harmadszor, ha valamelyik töltő kinyíffan az egy tucatból, nem áll meg az élet, nem kell kirakni a „Bocs, a Tesla rossz!” táblát, hanem a 11 (vagy akár 10) másik vígan elvégzi még a munkát. A Tesla ráér a javításukat megszervezni, ami kb. csak egy töltő kihúzásából és az új töltő betolásából áll...

Magukban a *Supercharger* töltőfejekben amúgy kb. semmi sincsen. Ahogy az alábbi nagy felbontású fotón is szépen látszik, a jobb oldalon bejön a 400V-os töltőfeszültség, a szürke síneken átmegy 4 db kék gyűrűn, amik az áram-érzékelő tekercsek; utána a két piros pozitív és két fekete negatív vezetéken már megy is az autóba. Van még pár vezérlő jel az autótól, és ennyi...



Na jó, hazudtam! Nem ennyi! ☺

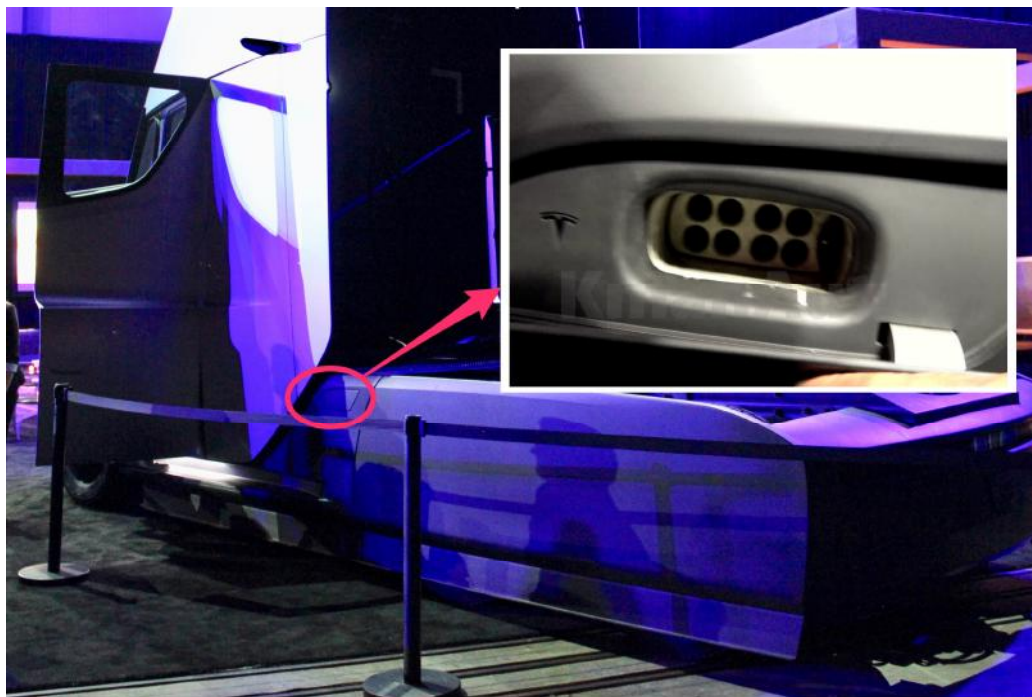
Ahogy az Internetet böngésztem, érdekes cikkekre bukkantam a Teslánál: a töltők egy részét nagy titokban 120 kW-ról 135 kW-ra növelték pár éve; mostanában újabb növeléssel már 145 kW-os töltők is vannak. Igazán nem kell nagy ész, hogy összerakjam magamban, mi és hogy történt: az első *Supercharger*-ek 9, majd rögtön 12 db Gen. 1-es töltőt tartalmaztak. (Az első pár *Supercharger* ugyanis még csak 90 kW-os volt.) Aztán ahogy a *Model S* kinőtte a kezdeti gyermekbetegségeit, és a Gen. 2 töltője bevált, a *Supercharger*-ek megkapták a 12 db Gen. 2 töltőt, amely mint már sokszor leírtam, nem 11 kW-osak, hanem akár 18 kW-osak is lehetnek. És szépen csendben a Tesla átprogramozta őket nagyobb teljesítményre...

Mit tagadjam, egyre jobban kedvelem ezt a fickót és a cégét... Vagány nagyon! Sokan pont azzal vádolják, hogy „teljesíthetetlen” ígéretei vannak. Én meg azt látom, hogy már az első lépéseket is úgy teszi meg, hogy belettervez egy csomó tartalékot. Aztán majd lép, ha kell.

A *Superchargerek*-nél a következő lépés a 350 kW-os egységek üzembe helyezése lesz. Sajnos mint a Tesla esetében sok másról, erről sem szivároog ki előre semmi használható nyom vagy infó. De az új 72A-es, 28,8 kW-os Gen. 3-as töltőből pont 12 db kell a 350 kW-hoz. Ugye nem fogad velem senki egy karton *Lime Baccardi Breezer*-ben, hogy az lesz benne? ☺

Persze ebből következik egy-és-más is... Hogy pl. minden újabb *Model S* esetében csak kis hacker-munka lenne felszabadítani plusz 7 kW töltőtelijsítményt. Vagy pl. a *Model 3* esetén mind a 11 kW-os megtuningolható 18 kW-ra, mind a 22 kW-os 29 kW-ra. Már ha az otthoni konnektor bírja... A fenti gondolat-menetem alapján ugyanis ott van az autókban ez a plusz!

Végezetül – mivel már vészesen közeleg a magamnak állított terjedelem-limit – pár szót a leendő *Megacharger*-ről is szólnék. A Tesla nagyon kevés konkrétumot mondott el ennek kapcsán: becsléseik szerint 2 kWh energia kell egy *Tesla Semi*-nek egy mérföld megtételére, és úgy tervezik, hogy legalább 400 mérföldre (azaz 644 km-re) elegendő töltést lehessen fél óra alatt a kamionokba tölteni. A 800 kWh fél óra alatt az 1,6 MW töltőtelijsítményt jelent. Nem semmi, bár nem is lehetetlen... Azt is tudhatjuk, hogy a *Tesla Semi* töltőcsatlakozója 8, nagyobb átmérőjű lyukból áll a Type 2 öt picike pöcké helyett; lásd alábbi lesifotó:



Tudjuk azt is, hogy a jelenlegi autók mind 96 cella soros kapcsolásával, max. 403 voltig töltődhetnek; és a jelenlegi töltők is max. 430V-ig mennek el. (Nem írtam el, 403 / 430 a jó.) A *Tesla Semi* kapcsán viszont 480V-os akkufeszültségről beszélnek. Az elektronikában két fő feszültség-szint határ van, a 600V-os (főleg FET) és az 1200V-os (IGBT) félvezetők; a Tesla 600V-os FET-eket használ. Semmi akadályja nincs annak, hogy régi jó szokásukat megtartva a 400V-os *Model 3*-as motorhajtásokat használják a *Tesla Semi*-ben is, csak épp az feszültséget 480V-ra növeljék; ehhez 112 cellát kell sorba kötniük a jelenlegi 96 helyett. (Ez is egy varázsszám, $2^4 \cdot 7$, mint a 96; lásd egyik korábbi írásom.) Így 480V-os töltőfeszültség esetén 3.333 Amper kellene a töltéshez; azaz motoronként (4 motor hajtja a *Tesla Semi*-t) és akkumulátorblokkonként 833A-t kapunk. Oszuk el ezt a 72A-el, mert annyit tud a Gen. 3 töltő. Érdekes! Egy tucatot kapunk most is... Megint nem tudok senkivel sem fogadni, ugye?

Köszönöm a figyelmet!

Verzió: 1.00, 2018-02-25 Tata

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