

Nissan Leaf Inverter, avagy Noé esete az Özönvízzel

Lassan két éve annak, hogy meglehetősen ambivalens érzéseim vannak a *Nissan Leaf*-fal kapcsolatban: történt ugyanis, hogy az önjáró dízel konténerem nagykorúvá válásával komoly életmentő műtétre került sor, így ez időre kikölcsönöztem egy korai *Nissan Leaf*-ot, mondván, jó kezdet lesz majd az elektromos autózás megszeretésére. A dolog sajnos fordítva sült el, és azóta igencsak neheztelek a *Nissan Leaf*-ra, ami egyfelől egy stabil, jól vezethető, teljesen korrekt elektromos autó, másfelől meg raktárból összeszedett alkatrészekből „összegányolt” minősíthetetlen kutyvasz, ami nagyon kiakasztott annó. Annak idején zaklatottan írtam is róla egy korai szösszenetet, akit érdekel (és kellően mazochista hozzá), itt elolvashatja:

<https://www.facebook.com/notes/vars%C3%A1nyi-p%C3%A9ter/nissan-leaf-el%C3%A9s-%C5%91r%C3%BCli-v%C3%A9lem%C3%A9ny/1064560003624386/>

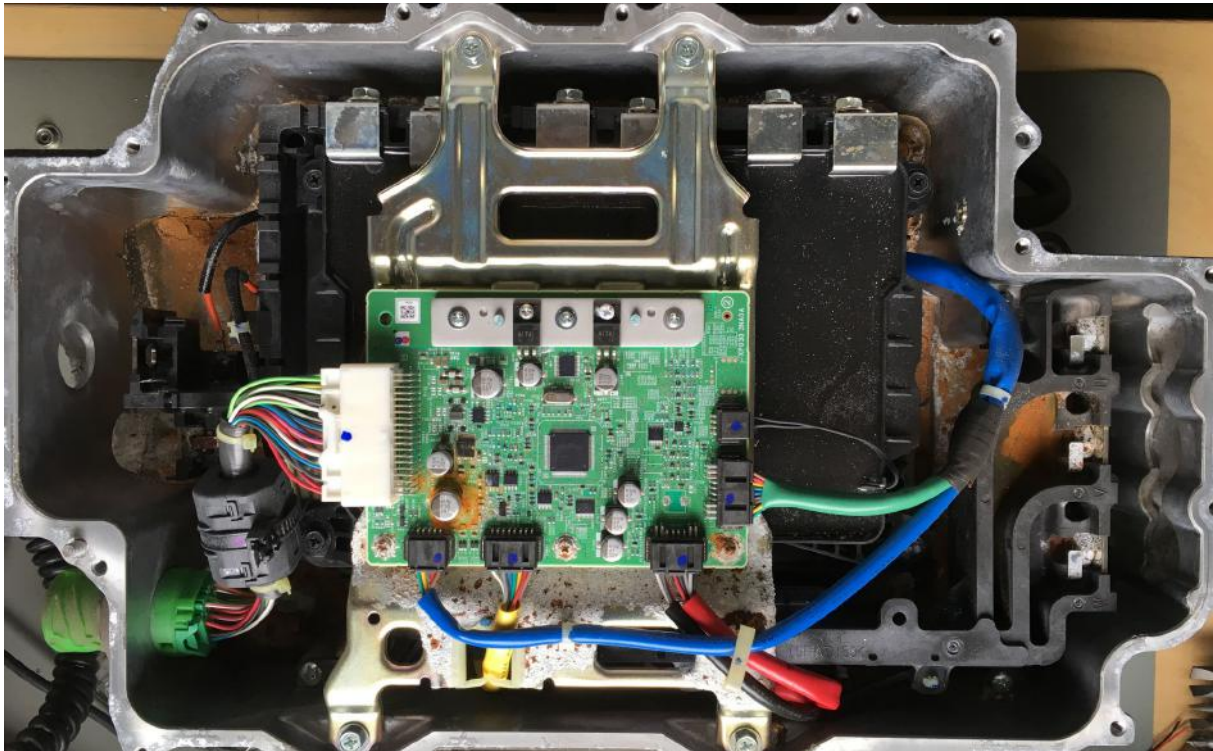
Másfelől azért is vannak ambivalens érzéseim, mert tudom, hogy a legelterjedtebb eCar, mégis eddig még egyetlen egy alkatrésze sem került hozzám. És így utólag már egyre jobban bántam, hogy annó a kölcsön-kocsit nem szedtem szét, mint házám minden egyes készülékét. Iszonyúan birizgálta mostanában a fantáziámat, hogy mi van abban az autóban, amitől az annyira jó és megbízható... Egyik barátom végül megkönyörült rajtam, és nagylelkűen nekem ajándékozott egy érintetlen állapotú, korai kivitelű Invertert, egy ilyen:



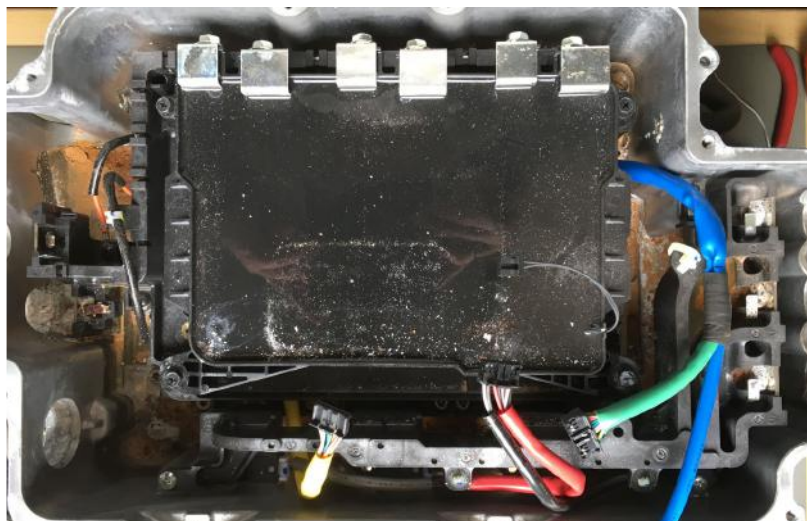
Hogy miért fogalmazok ilyen furán, majd mindjárt világos lesz; addig gyorsan elmondom, hogy a mai *Nissan Leaf*-ok már egyetlen integrált rendszerben tartalmaznak minden lényeges eCar elektronikát: legfelül a *Power Delivery Module* nevű dobozkában van a fedélzeti töltő (charger) és a 12VDC-s DC/DC, plusz a „kötődoboz” (*Junction Box*), alatta az Inverter doboza van, legalul pedig a hajtómotor és a lassító fogaskerék-áttétel található; valahogy így, ahogy ezen a részben metszeti ábrán is látható:



De térjünk vissza az ajándék „lóra”, melynek ne nézzük a fogát, ahogy a mondás tartja... Kis hibája szegény inverternek, hogy ez is vízben ázott; egészen pontosan a *Sandy hurrikán* locsolta meg vastagon sós tengervízzel, ahogy a hírek szerint még jó 15.000 (más források szerint 31.000) autót is hasonló sors sújtott; és ezen bukott 30 millió dollárt a *Fisker Karma* is. Ezek az autók aztán olcsón elkeltek, még ide a tengerentúlra is jutott belőlük, főleg azért, mert a műanyag karosszéria-elemek és a sós vízre érzéketlen szélvédő-üvegek az összes törött autó javításához felhasználhatók. De a belsejük? Most megnézhetitek, mi maradt belőle...



A fedőlap eltávolítása után még nem is annyira ijesztő a látvány; a vezérlőpanelt hordozó vaslemez kissé korrodált, meg némi rozsda-izsap látható a dekni alján. A vezérlő panelen egy apró rozsdafoltot leszámítva egy karcolás sincs, még az a folt is könnyedén letörölhető. Le is kaptam gyorsan a panelt, hogy mi van alatta:



Itt már kezdtem kicsit vakargatni az üstököm, hogy ezt mintha kicsit elsózták volna...

Amit a kép közepén látunk, az egy hatalmas kondenzátor. Ill. egészen pontosan 3 db 380 μ F 600V-os külön kondenzátor egyben, amibe még egy 10 k Ω -os NTC hőérzékelőt is integráltak. Szépen galvanizált kivezetésein nem fogott a tengeri só se, így érintetlen állapotban le tudtam szedni, de a fotózása kb. lehetetlen. Így elégedjete meg az adattáblájával:



Itt eljutottam egy olyan pontra, hogy fentről már nem lehetett semmit szétszedni. A vastag alumínium-öntvény ház mind a négy oldalán van egy-egy acéllemez fedőlap, és onnan lehet a csavarokhoz hozzáférni oldalról. Bal oldalon a bejövő akkufeszültség két csavarja, szemben vele a jobb oldalon a motorhoz menő 3 fázis csavarjai vannak. Alul ezek a csavarok mennek az IGBT (vagy FET) modulokra, felül pedig a kiszedett kondenzátor 2x3 sínje csatlakozik az IGBT (vagy FET) modul másik oldalára. Így oldalára fordítottam a dobozt, és leszedve ezen fémlemezeket, Csernobilt idéző látványban volt részem:



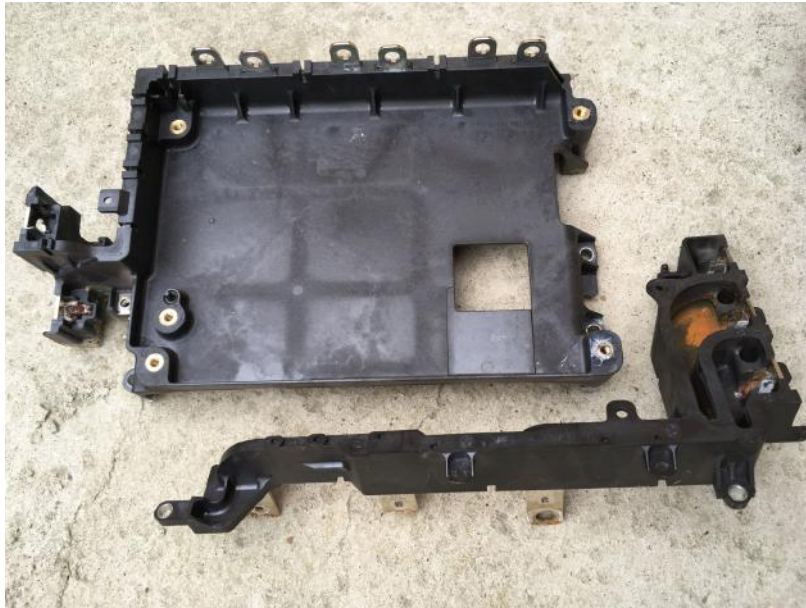
Csak sejthető, hogy itt 3x2 db M10-es csavar rögzít 6 db galvanizált réz sínt.



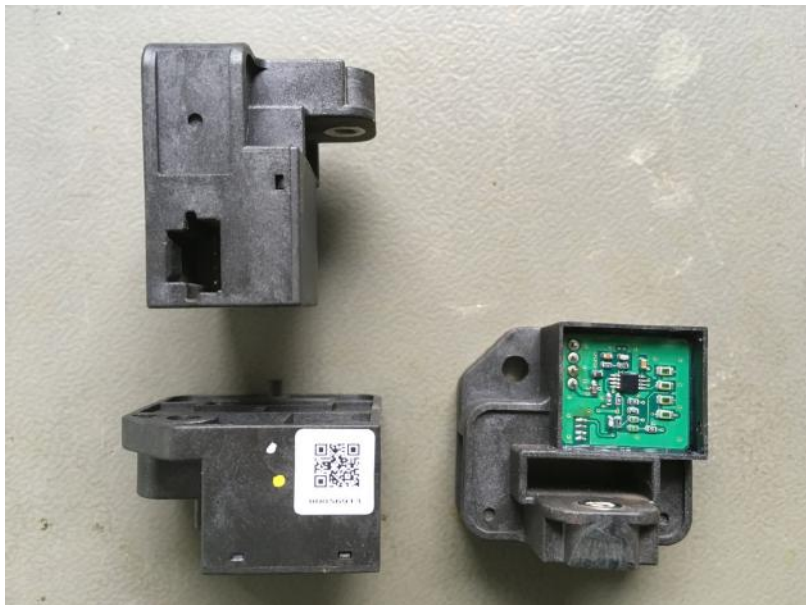
Itt a túloldal, 3 db M10-es csavarral. Kikapartam a só nagyját, hátha mégsem teljesen tropa a menete (én kis náiv), és meg tudom mozdítani. Hát... Fél kiló dinamittal talán menne... Az asztalomon látható sómennyiség egy jó púpos maréknyi, pedig van még sok a dobozban is:



Mivel ennek már úgyis annyi, beszűrő-fűrészsel a réz síneket átvágtam a lyukakon át, és így sikeresen kijött a két műanyag idom, ami a legalsó elektronikát takarta.

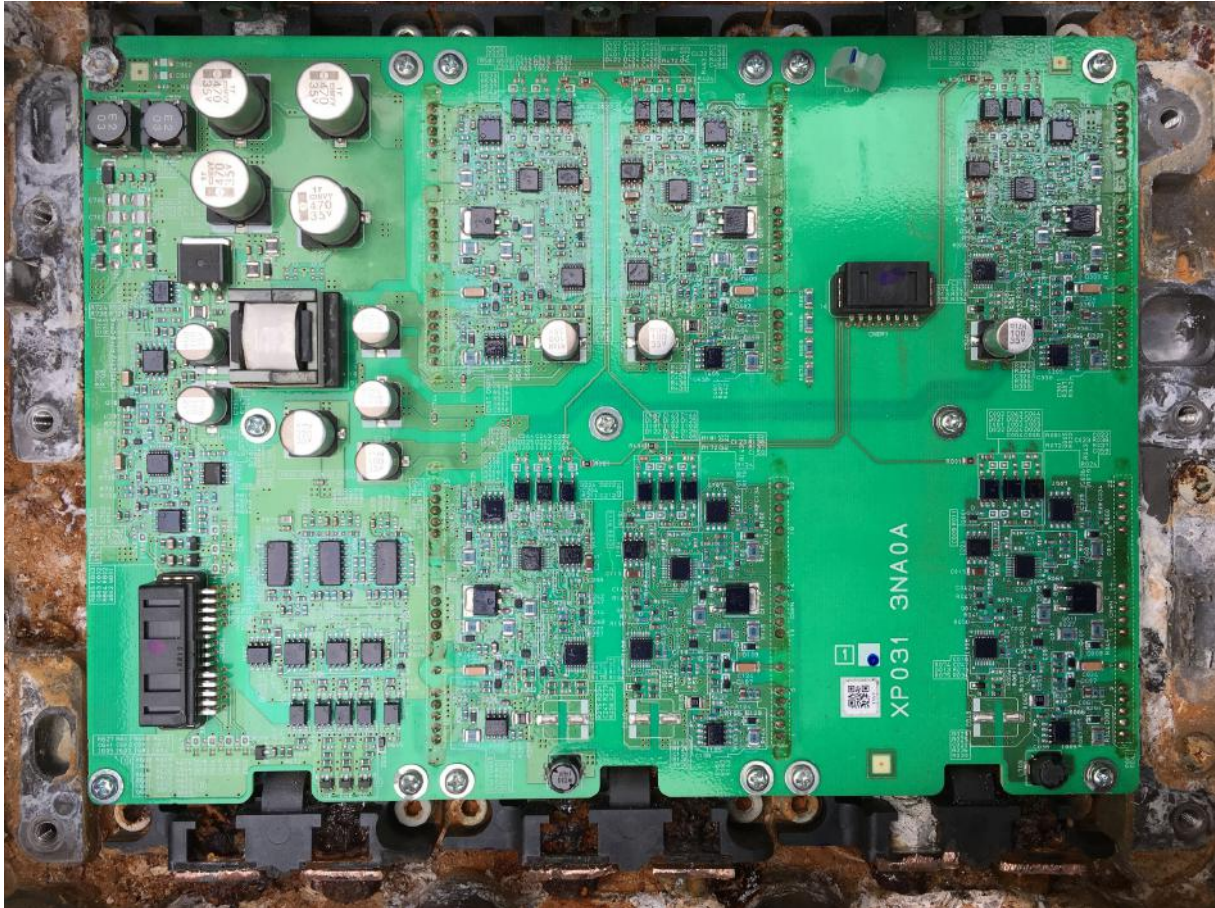


Ránézésre ezek „csak” műanyag távtartók, valójában azonban alakra formázott réz sínek, melyek bele vannak öntve a műanyagba. A bal felső pl. a bal oldalról bejövő akkumulátor két kapcsát elvezeti felfelé, a blokk-kondenzátor 3x2 kapcsára, majd innen párhuzamosan megy lefelé is, az IGBT (vagy FET) modul két kapcsára is; ezek lettek tőből levágva. A jobb alsó a kimenő sín, a 3 db IGBT (vagy FET) modul kimeneteit vezeti el oldalra, a hajtómotorhoz. A sínekről már leszedtem a 3 áramérzékelő modult, amely szintén „házi” gyártmány, semmiféle típusjelzés vagy azonosító jel nincsen rajta, így sajnos a kukában végzi az is:



Működési elvüket tekintve a jobb alsó fotó segít: egy fent bevágott, „C” betű alakú ferrit gyűrűben van egy 4 kivezetéses kis HALL-érzékelő (azaz mágneses tér érzékelő), ezt egy kicsi műveleti erősítő az öntött műanyagból kialakított csatlakozóba vezeti. Elképesztően ügyesen van megcsinálva, hogy a fedelet leszámítva egyetlen egy anyagból van öntve az egész idom.

Általánosságban szólva is csak pozitívan tudok nyilatkozni a konstrukcióról... Mivel Japán gyártmány, olyan apróságokra is figyeltek, hogy pl. az összes műanyag kábelkötöző nyitható: van a fejkénél egy bevágás, és ha oda bedugok egy lapos csavarhúzó, a kábelkötöző kinyílik. Nem kell levágni, eldobni; újra lehet használni. Filléres tétel, és egy inverternél nem is szokott szempont lenni, hogy szétszedhető és újra összerakható legyen, de itt mégis az eddig minden.



Közben eljutottam az inverter aljáig. Itt körben már nagyon jól látszik a vastag sólerakódás és a rengeteg rozsdás csavar. Egy pillanatra megfordult a fejemben, hogy talán még ezt is meg lehetne menteni, hiszen szintén a Japán mentalitásra jellemző, hogy nem besajtolható anyagokat használtak, hanem hatlapfejű anyák vannak mindenhol a műanyagból kialakított fészekben, és egy fém-nyelv tartja őket a helyükön. Ha a menet sérül, simán cserélhető a csavaranya is és a csavar is. Újabb piros pont... Ahogy az is látszik, hogy az elektronikán egy árva csepp sós víz sincs. Mégis hogy lehet akkor, hogy az oldalsó csavarok meg vastagon vizesek voltak?

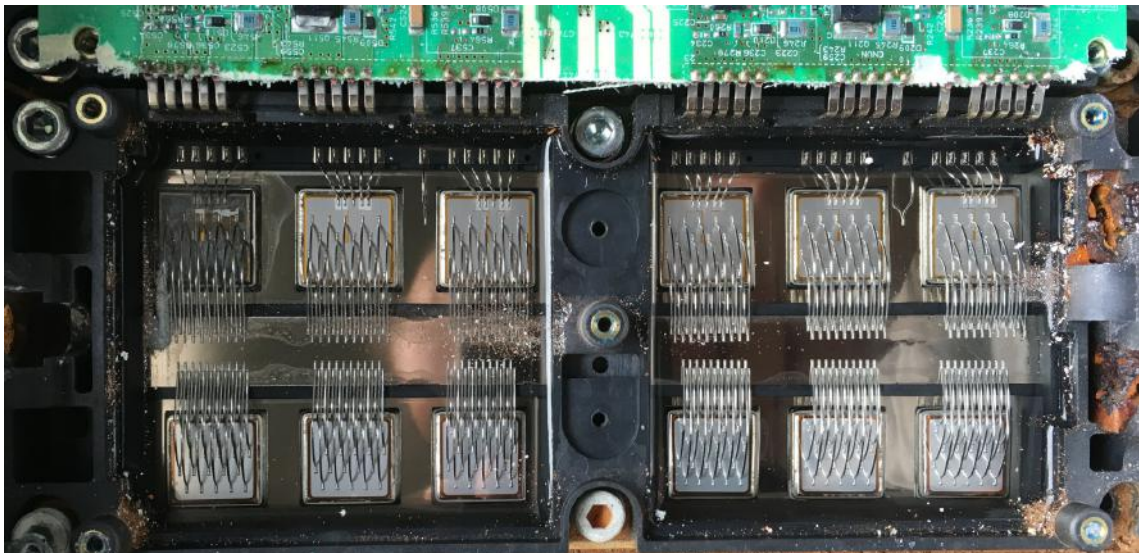
Nos, mint mindenre, erre is van jó magyarázat: a 3 ill. 6 db csavar az autó eleje és a vége felé esett. Miután az autót elöntötte az áradat, az autót trélerrel vitték el, és amikor felhúzták a trélerre, ferdén állt. Ahogy szállítás közben a fékezés-gyorsítás miatt is előre-hátra csobogott benne a víz. Így az alacsonyan lévő elektronika panelen egy csepp víz sincs, de a magasabban lévő csavarokat vastagon megnyaldosta a közben kiszáradó víz, így ott rakta le a sók nagyobb részét. Az alumínium ház belső oldalán látszik is a vízmozgás által felmart mosóteknő-alak.

Már csak az a kérdés, hogy jutott be ide ennyi sós víz, ha egyszer minden oldalról rendesen záró gumitömítések voltak? Sehol egy sérülés, minden gumitömítés patika tisztaságú volt. A megoldást most is az alumínium ház oldala árulja el, apró kis fehér felmaródás képében:



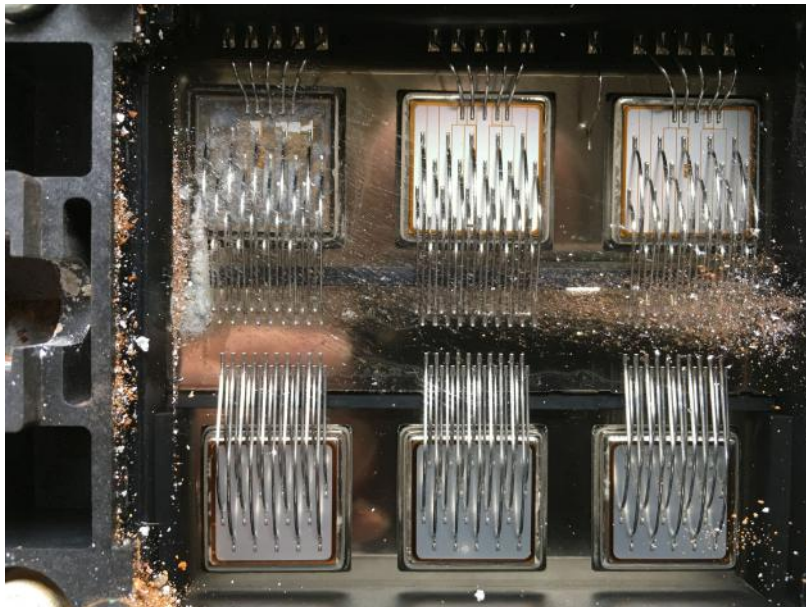
Minden hermetikusan záró elektronikára kell egy „légzőnyílás”, különben a frontok okozta nyomásváltozás, vagy pl. egy magas svájci helyre történő felmenetel-lejövétel során kialakuló nyomásváltozások akár össze is roppanthatják a dobozt. A *Nissan Leaf*-nál nem egy apró kis furatot csináltak, hanem egy jó fél centis belső furatú csövet, amely ugyan lefelé állt, de az árvíz hatására a víz visszanyomta a levegőt a csőbe. Belülről a doboz 12 cm magas, kb. 1 cm magas víz ment bele, tehát a belső légnyomást az 1,00 bar-ról 1,09 bar-ra nyomta össze. És mivel ~10 méter vízoszlopnak van ~1 bar nyomása, kb. 90 centiméter magasan állt a víz az Inverter felett, hogy ennyi be tudott nyomódni. Ekkor állt ugyanis be a nyomás-egyensúly, és onnantól fogva egy csepp sem szivárgott be, bármennyig is tartott utána az árvíz. Ha időben szét lett volna szedve az inverter, talán még menthető is lett volna...

Mivel ennek már úgyis mindegy minden, olyat csináltam, olyat amit még sohasem: eltörtem a NYÁK-ot, hogy hozzáférjek az alatta lévő IGBT-hez (vagy FET-hez), amelynek meglepetésre levezhető volt a fedele is; ilyen vizuális nyalánkságra nem is számítottam:



Az, hogy egy félvezető FET vagy IGBT, nehezen mondom meg ránézésre; nem is mennék bele az ezzel kapcsolatos szakmai magyarázatokba. Amit látunk, az egy félhíd, azaz „fent” és „lent” is van egy-egy kapcsolóelem; illetve itt 3 db van párhuzamosan kötve. Ezek a felső sor chipjei. A chippek felső élénél látszik a vezérlőjel, 2+1+2 db „bondoló” vezeték formájában; a chippek közepéről meg 20 db bondoló vezeték megy a középső, kimeneti kapocsra. Alul pedig maga a fémlap a harmadik elektróda, ami egyúttal a hűtőbordája is a chipnek. Már ezekből a vastag bondoló szalagokból is látszik, micsoda áramok rohangálnak erre felé, hogy 3x20 apró vezeték kell ahhoz, hogy elbírja őket. Jobb oldalon a „felső” oldali kapcsolóelem-hármas van, bal oldalon az „alsó” oldali három. Alul ránézésre hasonló képződményeket látunk, azokat szabadonfutó diódáknak szokás hívni magyarul, és az a szerepük, hogy ha a motor fékezéskor visszatáplál, akkor elvezesse a termelődő villanyt, és az ne a kapcsolóelemeket terhelje. Tehát egyfajta tehermentesítése azoknak; és mivel diódák, nekik vezérlőjel sem kell, hiszen a fizika fogja nekik megmondani, mikor nyissanak és zárjanak.

És hogy a sós víz mekkora kárt csinált, mi sem mutatja jobban, hogy még az elvileg védett félvezetőkbe is beszivárgott a sós víz, és mindhárom modulban megette az egyik alsó oldali kapcsolóelemet. Tehát kár is lett volna a rozsdás csavarokkal bajlódnom, ezek menthetetlenek lettek (A szöszök a képen rozsdával kevert tengeri só kristályok főleg).



További elemzést most inkább nem csinálnék, mert megint hosszúra nyúlt a szöveg. Ez az inverter amúgy is egy elavult, nagyon régi verzió. Ha majd befut egy újabb verzió (kevesebb sóval fűszerezve), akkor majd talán arról hosszabban is írok.

Verzió: 1.01, 2018-04-19, Tata

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