

# Toyota (Denso) Inverter

Lassan ideje lenne kondizni eljárnom, mert ahogy jönnek az egyre nagyobb teljesítményű inverterek, egyre jobban szuszogok, ahogy felcipelem őket a dolgozószobámba. Egy **Toyota Lexus RX450H** invertere speciel pont határeset; fotózni is egyre nehezebben fotózom őket, ahogy lelógnak az antisztatikus munkaasztalomról. Mondhatnám, hogy olyan nagy, hogy mire az aljáról a tetejére érek, megnő a típuszáma is; a fenékén ugyanis még G9270-48030 van, de a tetején már G92A0-48061 a típuszáma.



Persze mint mindenre, erre is van egyszerű magyarázat: két fenekű dobként az alja DC/DC konverter, a teteje meg maga az inverter. Mivel az alul kiálló vastag +12V-os tócsavar útba igazít a helyes oldalt illetően, már küzdök is a felső, erősen ráragasztott fedőlap leszedésével:

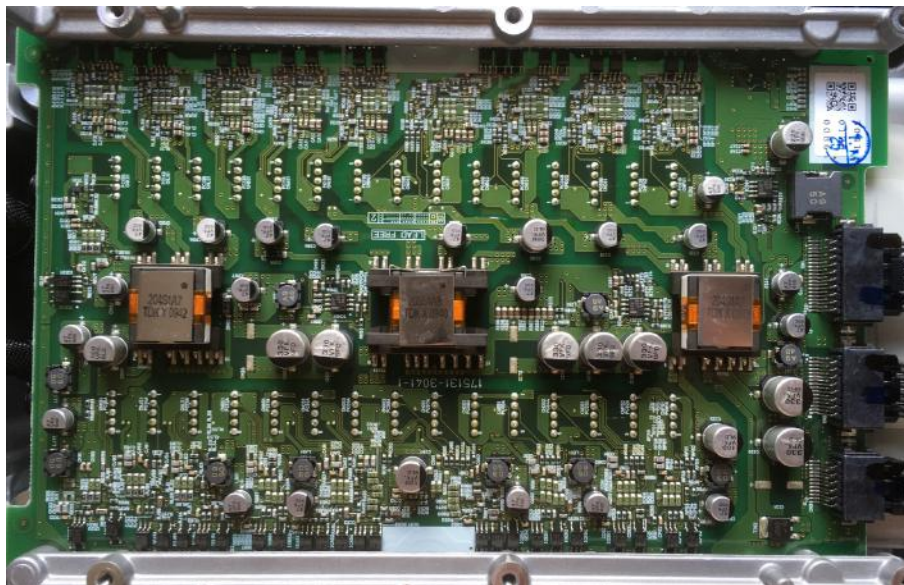


Ha van szemét munka, akkor a teljes peremén gumiragasztóval odaragasztott vékony fémlemezből készült fedelek eltávolítása az! Inkább az egész deformálódik, pattog le róla a fekete festés, és a végén úgy néz ki a pereme, mint egy konzervdoboz, amit harapófogóval próbáltak meg kibontani. Szégyellem, amikor ilyen kontár munkát csinálok, de kb. az összes szerszámot végigpróbáltam rajta, míg néhány pattanás után közölte, hogy „Te nyertél!”. Ezt láttam alatta:

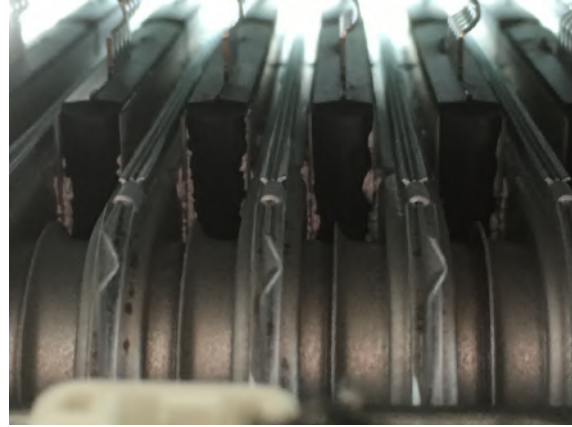


Szép, elsőre jól áttekinthető vezérlőpanel japán szokás szerint készült, 3 db teljesen azonos áramkörrel: réges-régen ugyanis rengeteg japán gépet javítottam, és már akkor feltűnt, hogy a japánok kerülnek minden bonyolítást, és szinte tankönyvi egyszerűségű megoldásokkal oldják meg a problémát; egy többszörös működést igénylő berendezésben pl. tökéletesen ugyanazt a mikroprocesszoros áramkört duplikálják annyiszor, ahány áramkör kell. Mivel már oldalról is jól látszott a 3 db 3 fázisú kimenete az inverternek, meg sem lepődtem a három azonos, *NEC 76F0081GC* típusú processzoron (adatlapot se találok róla, annyira ismeretlen proci), a 3 db kicsit kisebb, de még ennél is idegenebb típusú *TB9337FC* chipen (ez is jó japán szokás, hogy ha van valamire japán gyártású áramkör is, akkor azt fogják használni, és összetehetem a két kezem, ha legalább egy japán nyelvű adatlapot össze tudok róla vadászni), és végül a szintén 3 db *TAMAGAWA AU6802N1*, ami egyedülként beazonosítható chipként, resolver-digitális átalakítóként a motorok pozíciójának mérésére szolgál a jobb alsó sarokban, a szintén 3 db fekete csatlakozó mellett. Alul nem kell nagy logika, hogy kitaláljam, hogy az árammérőkről jönnek az áramjelek a bal alsó fehér csatlakozóba, és a mellette katonás rendben sorakozó 6 db műveleti erősítőbe. Végezetül a bal felső fehér csatlakozó a „rendszer-csatlakozó”, 4 db CAN busszal – nofene, van egy kakukktójás? ☺ Ja persze, lent van a DC/DC panelje, biztos arra megy. Jobb felső sarokban meg a fehér csatlakozó ritkás lábaiból már rögtön következik, hogy ott jön be a nagyfeszültség a feszültség-mérő áramkörökhöz. Ennyire „könnyű” feladat egy japán elektronika funkcióinak beazonosítása; erre utaltam a „tankönyvi” egyszerűséggel.

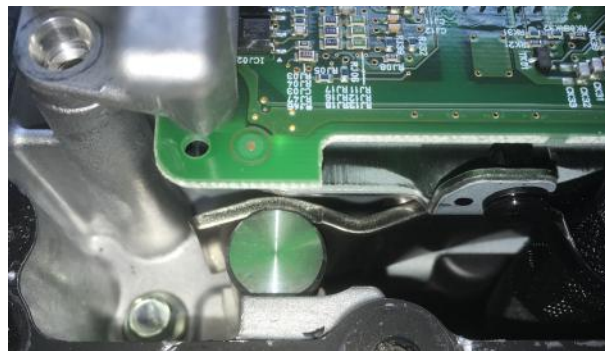
Nagyon nem is köt le a vezérlőpanel, mert a hibajelenség az, hogy erős gázfröccsre letilt az autó „performance” hibaiüzenettel. Már ennyiből sejtem, hogy a teljesítmény-elektronikában lesz a gond, így árok tovább:



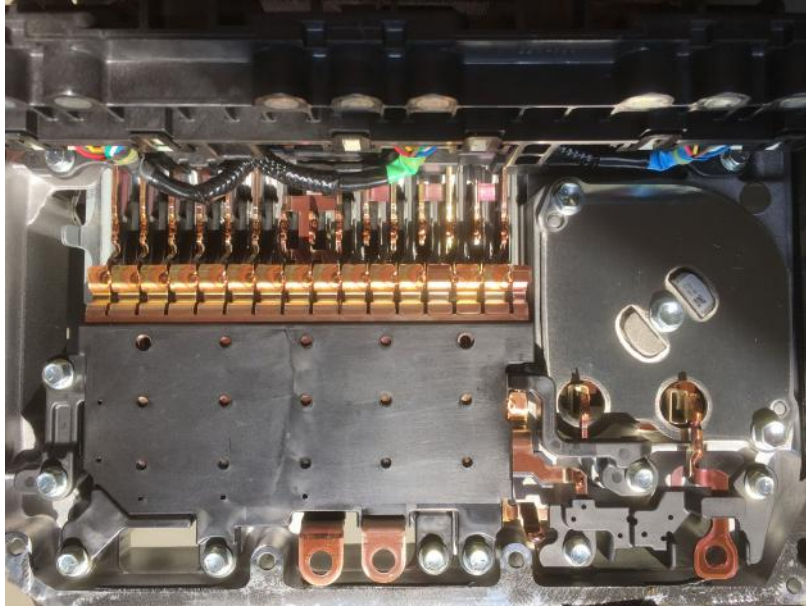
Na, itt már azonnal láttam, hogy gond van! Egy inverterben 6 db kapcsolóelem van; egy háromfázisú motorhoz ugyanis kell 3 felső oldali és 3 alsó oldali kapcsolóelem. Egy *Nissan* inverterben 6 db van; egy *Volvo V60 PHEV* inverterében viszont – mivel egyben van a motor (engine) és a generátor invertere is, ezért 2x6, azaz 12 db. Egy *Opel Ampera* inverterében már 18 db, mert a hajtómű olajszivattyújának is van egy invertere a motor és a generátor mellett. De ebben a csodában 30 (!) db kapcsolót látok!!! Alul van 15 db, meg felül 15 db, katonás rendben. És ami gondolom nem csak nekem tűnik fel, hogy egy árva nagyfeszültségű vagy nagyáramú csatlakozó nincs, csak a vezérlőjelek. Bekukkantottam a panel alá, és szó szerint lefagytam: illet még 25 év alatt soha, sehol nem láttam!!!



Kérem szépen, tessék elképzelni egy régifajta öntöttvas tagos radiátort, amelynek elemei közé az ember bepaszíroz egymás alá két-két kötet Révai Nagylexikont. 16 radiátor tag van, 2x16 db tömítéssel (!), közöttük van 2x15 db fekete micsoda, aminek 5-5 pipaszár lábacska a panelbe van forrasztva. És hogy ez az egész egyben maradjon, egy régi IFA teherautó hátsó kerekének laprugós felfüggesztését tessék elképzelni: két vastag, lapos és íves rúgólemezzel van összepaszírozva, mely két alumínium görgővel van kitámasztva a két végén:



Ez valami elképesztő konstrukció! Összeszerelni még össze lehet; beültetik a panelbe a 30 db fekete kapcsolóelemet, összekészítik a radiátor-elemeket a tömítésekkel, hővezető pasztát kennek a radiátor-felületekre, a két fésűs szerkezetet összetolják, aztán a rugót megfeszítve a két görgővel kitámasztják, ami szépen összenyom mindent egybe. Szétszedni? Esélytelen! A hővezető ragasztó összeszáradt és már köt, mint a jó beton. A radiátorelemek papírvékony alumíniumból vannak, a gumija viszont már kb. gránit puhaságú; hiába szedtem ki a görgőket, az egész úgy egyben volt, hogy dinamittal sem tudtam volna szétszedni. Gyors telefon a tulaj irányába, hogy most mi legyen; hála nagylelkűségének, rám bízta a folytatást, ami nem sok jót jelent ennek az inverternek...



Nos, a kapcsolófokozat 3 db réz sín szétcsavarozása után egyben lejtött – már úgy egyben, hogy a vastag külső alumínium kerettel, meghajtó panellel, radiátorral, áramvezető sínekkel, egy nagy induktivitással egyben. Az áramvezető síneket tudtam róla egyedül lecsavarozni, de a maradék úgy egyben van, hogy arra nincsenek szavak: **hegesztve van!!!**



Annak a 30 db fekete izének, amelyeknek felül csak 5 pipaszár lábacska van, alul széles, dupla rézlemez kivezetései vannak. Az alsó hegesztéssel közösítve van a negatív elektródára; a felsők meg mennek a dolgukra: a bal szélső három az első inverter kimenetre megy; a következő három a középső inverter kimeneteire; a középső három kapcsolóelem közösítve van, így az valószínűleg a regeneratív fékezéssel, és a jobbra lévő, alumínium öntvénybe jól beleragasztott öklömnyi induktivitással kapcsolatos step-up/down kapcsolója; a következő hat modul pedig párosával közösítve van. És a sejtésem kb. beigazolódott a hibát illetően: a motor kapcsolóelemei párosával vannak, de az egyik valószínűleg meghalt és nem kapcsol, így a teljes terhelés az ikertestvéreire maradt. Az autó éppenséggel megy, de amint kap egy erősebb gázfröccsöt, az egy szem kapcsoló túlmelegszik a dupla áramtól, mivel a testvére halott; ezt az elektronika érzékeli és azonnal letilt, mert nem tudja mire vélni, miért esik a *performance*.

A képen csak az egyik 15-ös sor látható, a másik már nem látszik; teljes mértékben takarja a közös negatív elektróda. Ahogy nem látszik az a 2x10 db TQFP64 tokozású meghajtó chip sem, ami a panel alsó, hozzáférhetetlen oldalán van; ez a 2x10 chip hajtja meg az első inverter 6, a középső inverter szintén 6, a fékezés 2, és a motor, szintén 6 db kapcsolóelemét – és ki is jött a matek, megvan mind a 20!

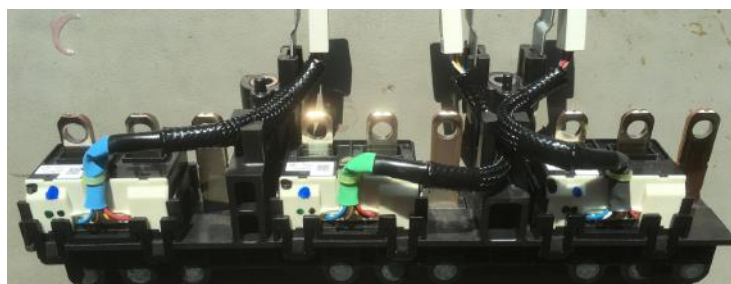
Ezen kb. semmi sem javítható! Még ha nem 64 hegesztés lenne rajta (30 db kapcsolóelem 2-2 lába, plusz induktivitás és áramköre), hanem 64 forrasztás, akkor is kb. lehetetlen lenne a negatív közösítő fémlemezt leszedni, mert 15 helyen kellene egyszerre felmelegíteni pákával, hogy megmozduljon. De még ha le is flexelem a hegesztéseket, a radiátor maga olyan vékony anyag, hogy a körmőmmel behorpasztom. Lehet, hogy unalmas óráimban majd szétszedem, mert érdekel ez a fekete kapcsolóizé, amihez hasonlót még 25 év alatt egyszer sem láttam, de a tulajdonosnak előbb szeretném egyben megmutatni, mert gépészmérnökként érdekli a kütyü őt is. Szóval nincs más út, mint árok tovább, és lefotózom a pufferkondenzátort:



Bal oldalt van egy kisütő ellenállás, aminek csak a drótsjai látszódnak, érdekes módon egy szem csavar tartja egy fém villával, így nulla a hőátadás hatásfoka, pedig alatta síkra mart alu öntvény van a vízűtéssel. Mintha kimaradt volna a hővezető paszta... Persze nem ez a baja, ez csak a szokásos keckeckedés. ☺ Jobb oldalt a nagyfeszültség megy le a DC/DC részére. A kondin egyetlen egy furcsaság van, hogy páratlan számú kivezetése van; és az ilyen mindig kérdéseket vet fel nálam; szerencsére a felirata adja a megfejtést:



Ahogy már írtam, a középső 3+3 kapcsolóelem közösítve van, és a jobb oldalon lévő nagy induktivitással egy visszatáplálás akkutöltőt csinálnak a regeneratív fékezéshez; ennek van egy külön 378 µF-os kondija a tripla inverter közös, 1886 µF-os kondenzátorával egy tokban, közösített negatív kapoccsal. Ja, és majd elfelejtettem, a kivezető sínek is érdekeseek lehetnek:



Mint látható, „spórolásból” az áramot csak 2-2 fázison mérik, hiszen a 3. fázison már csak a kettő előjel-helyes összege folyhat. A vonalkódos cetlikből arra tippelek, hogy sorban 300A, 400A és 700A-es a méréshatáruk; a meghajtó motornak a legnagyobb. Tehát ez alapján egy-egy ilyen fekete kapcsolóelem potom 400A-t tudhat legalább. Szép teljesítmény...

Még egy szint van hátra, a DC/DC. Árnycoló lemez van felette, de egy fotót azért lőttem:



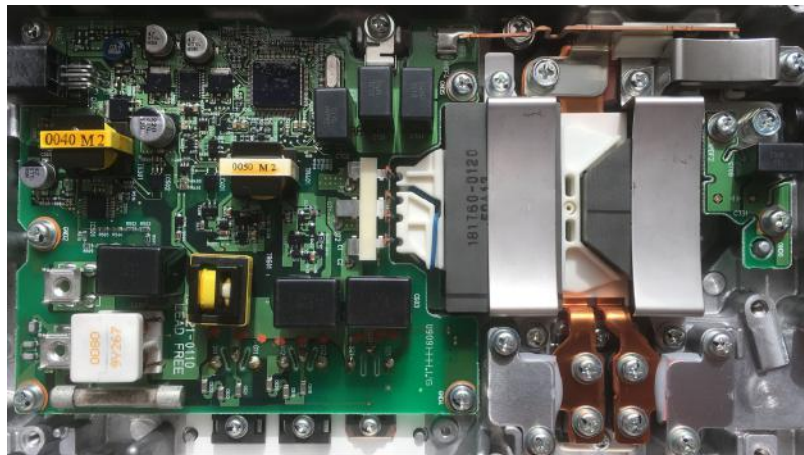
Jobb oldalt van egy vicces kis dolog: egy ferrit zavarászűrő a narancssárga tápvezetéken. A japánok a jelek szerint imádják a szigetelőszalagot! Az összes eddigi japán gyártmányú autós elektronikán volt belőle egy csomó. Nekem meg a heppem, hogy utálom a szigetelőszalagot: még nagyon régen, szervizes koromban cégeknél jártamban-keltemben rendszeresen futottam bele a helyi „szakembör” keze nyomába, a szigetelőszalaggal **vastagon** betekert alkatrészbe. Mert mint tudjuk, egy kalapáccsal, egy snitzerrel, egy csőfogóval, és egy – lehetőleg idióta színű, pl. sárga vagy szürke – spulni szigetelőszalaggal minden megjavítható! Nos, japánban nem volt éppen raktáron rögzíthető ferrit-tartóból, így rá szigetelő-szalagoztak egy műanyag tartófület, aztán szivacsba tekerték, és hogy kinézzen, kapott szép szigetelőszalag bandázst is. A belsejét lefotóztam, a külseje meg fent látható. Ne felejtjük el, ez egy luxusautó invertere!



Na jó, hogy ne csak rosszmájú legyek, pedig most nagyon jól esik a májammak: van ebben az inverterben egy kolosszálisan zseniális megoldás is! Ezúton ajánlom a BMW mérnökeinek! Az inverterben van egy kiegészítő (*auxiliary*) csatlakozás, annak meg egy biztosítóka: de nem ám az inverterben elásva, hanem a csatlakozójában, kívülről könnyen kisedhető és cserélhető módon:



Már csak egy utolsó restanciám maradt: a DC/DC fotója:



Teljesen átlagos DC/DC, a gagyibb transzformátoros FET meghajtással; ellenütemű primer oldal; középmegecsapolásos, kétutas egyenirányítós szekunder oldallal. A több száz amperes kimeneti árammal a trafók alatt lévő, vízhűtésre szerelt dupla egyenirányító annyira nehezen bír, hogy a csavartuskóira menő réz-lemezeken két fület alakítottak ki, amelyeket két oldalról hővezető-szigetelő lappal a hűtött alu öntvényhez csavaroztak. Majd rövidesen írok az Opel Ampera DC/DC-jéről, ami bár csak egy „kommersz” autó, a DC/DC-je kb. fényévekkel jobb a FET-es szinkron-egyenirányítóival. Na de már elértem a 7. oldalt és az inverter alját is, így ezúton veszek hirtelen búcsút türelmes olvasóimtól! Önök egy garantáltan javíthatatlan luxuscuccot láthattak az imént. Talán a DC/DC modul menthető róla, de olyanból rosszat még nem láttam eddig más autóban sem.

Verzió: 1.00, 2018-08-10, Tata

**Varsányi Péter E.V.**  
Tel: +36-20-942-7232  
Web: <http://varsanyipeter.hu/>  
Email: [info@varsanyipeter.hu](mailto:info@varsanyipeter.hu)