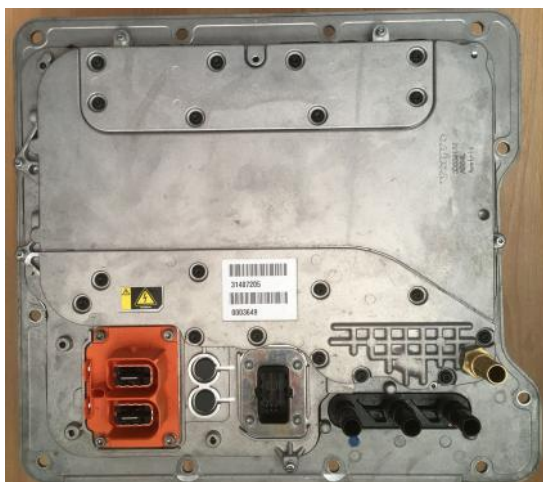


Volvo V60 PHEV Inverter, avagy lakkom, lakkom, mondd meg nékem...

Mostanában kb. naponta foglalkozom a **Volvo V60 PHEV** elektronikáival, miután több hibás jármű is felbukkant gyors egymásutánban. A meghibásodások jelentős része a klíma-kompresszorral kapcsolatos, ezért erősen kíváncsi vagyok, hogy szenteljek-e neki külön cikket, vagy se: nem szeretnék senki üzletébe beleavatkozni. Röviden a történet annyi, hogy bevett szokás klímaszerelő körökben, hogy ún. UV jelzőfestéket kevernek az utántöltött gázba, hogy ha valahol ereszt a rendszer, észre tudják venni. Nem is volt ezzel soha probléma addig, amíg a mechanikus (ékszíjas) hajtású klíma-kompresszorokról át nem tértek a nagyfeszültségről villanymotorral hajtott klíma-kompresszorokra az elektromos autóknál. Sajnos azonban ez az UV festék a jelek szerint oldja azt a lakkot, amivel a tekercselőhuzalt szigetelik, így először csak kósza nagyfeszültségű hibáüzenetek, aztán már motor-letiltások, végül teljes elektromos katasztrófa jelentkezik. A hiba ráadásul permanens: ha egyszer az az UV festék a rendszerbe bekerült, hiába cserélnék klíma-kompresszort milliós költséggel, a hiba újra felbukkan: két autó esetében pl. már a harmadik (!) klíma kompresszor halt meg az autó rövidke élete során. Ez ráadásul nem elektromos hiba, hanem – halmozottan – mechanikus: más gondok is vannak vele; ezért sem tudom, hogy kotnyeles kakasként beleköttyogjak-e vagy sem...

Maradok inkább annál, amihez (talán) értek: a **Volvo V60** invertere sem egy örök darab! Az alábbiakban erről írnék pár jó vagy rossz szót. Az egység meglehetősen furán néz ki:

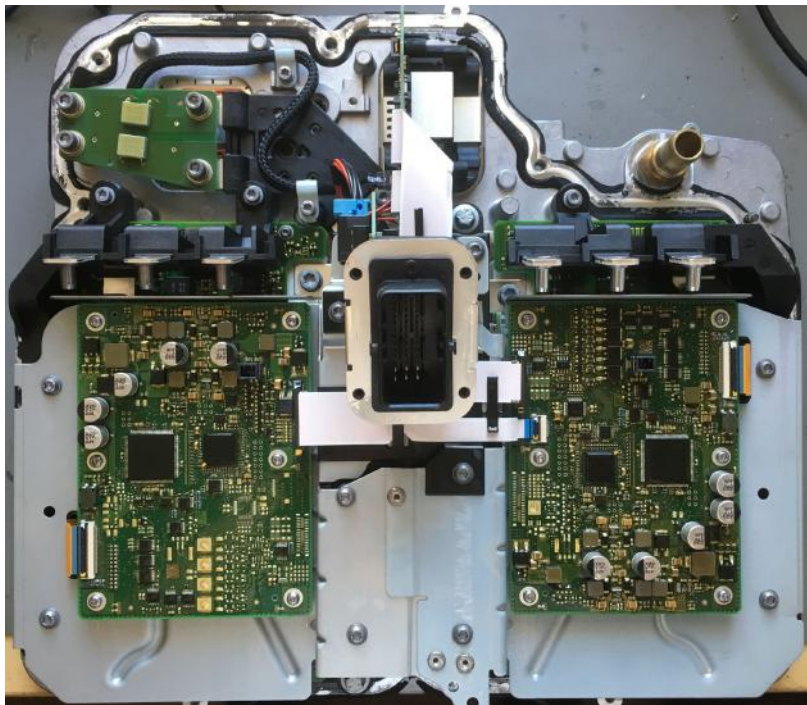


Azért írom, hogy furá, mert egy hatalmas alumínium teknőből áll, amin van egy fedőlap; ám meglepő módon a vízűtés a fedőlapra megy, márpedig a vízűtést soha nem bolygatjuk, mert később szivárogni fog. Ráadásul alul-felül vannak rajta narancssárga nagyfeszültségű csatlakozók, így ha megpróbálnám szétfeszíteni, ott bizony törne odabent sok dolog. A szép nagy fekete csavarok kihajtása után is csak a vízűtés bemarását volt szerencsém látni, így kellett egy kis idő, mire rájöttem a meglehetősen nyakatekert szétszedési módra. De nem csak ez tréfált meg: az első képen még látszik három fekete csöcsönk; a fotón ugyan nem látszik, de szépen meg is vannak jelölve piros, sárga és kék színnel. Lehet, hogy ezt most nem kellene elárulnom, de majd egy percre vizsgáltam zseblámpával, milyen érdekes egy nagyfeszültségű csatlakozó lehet ez, hogy nem látom benne a fém érintkezőket – mire leesett, hogy ezek csak hűtővíz átvezetők, és közülük sincs az elektronikához!

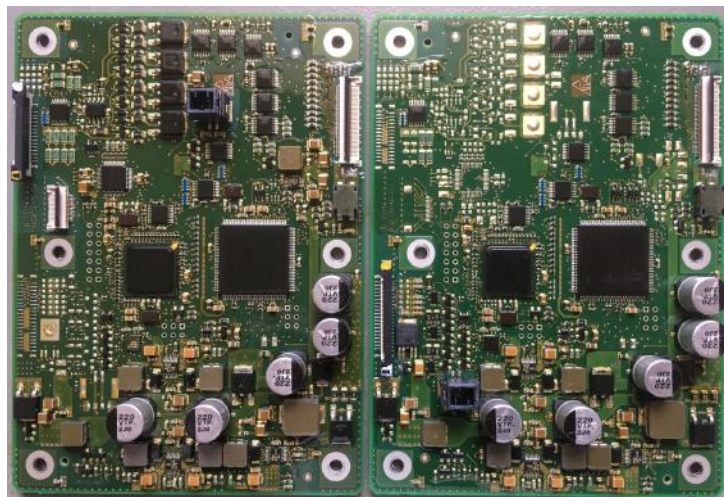


Nem tudom megállni, hogy néhány keresetlen szót ne írjak azért erről: ez az inverter az autó szíve; leginkább ez érzékeny a vízre, hiszen alul-felül majd 100 gyengeáramú és 8 nagyfeszültségű csatlakozása is van. Ha valahol, itt a vízzel óvatosan kellene bánni. Erre közvetlen a deknire rá van rakva egy sima toldó, amin összesen 6 helyen toldják a hűtővizet! Minek? Miért nem lehetett inkább „U” alakú bevágást csinálni az öntvényen, hogy a hűtőcsövek vágás és toldás nélkül menjenek a helyükre? Normálisak???

Szóval kis küzdelem árán, de végül elért a meglepően komoly elektronika:

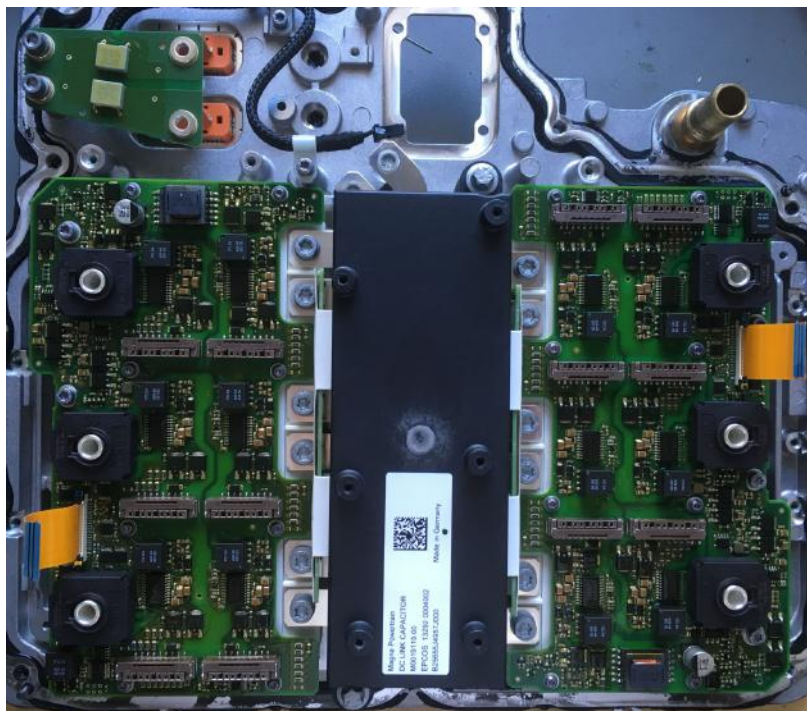


Amit itt látok, az már helyből 4 processzor; a két kisebb a *Texas TMS320*-as szériája, a két nagyobb meg a „szokásos” *Freescale* processzorcsalád. Első ránézésre a két panelnek nem sok köze van egymáshoz, alig pár alkatrész egyezik csak, de miután a panelet leszedtem és *Harry Pottert* megszegényítő mágikus varázslatot hajtottam végre rajtuk, feltárul a megfejtés:

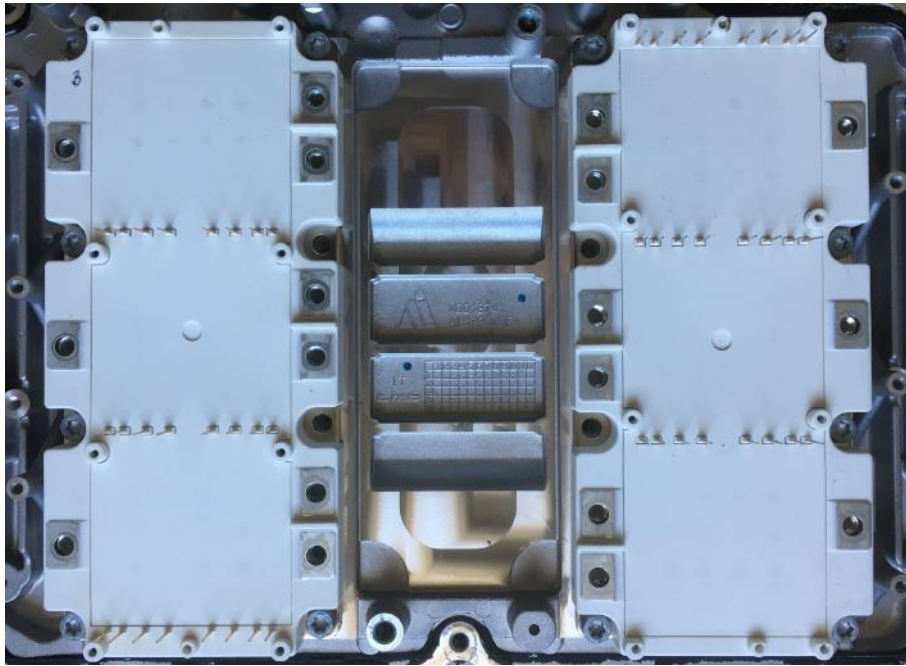


Lám, csak meg kellett fordítani az egyik vezérlőt 180 fokkal, hogy kiderüljön, hogy a két panel egy-és-ugyanaz. Annyi az aprócska eltérés, hogy a két panel eltérő módon van beültetve (szaknyelven *master* és *slave* egységként): a bal oldalra jönnek be a vezérlő jelek, így ott van egy fekete főliakábel csatlakozó, és ott van 4 nagyobb fekete kapcsoló-FET is beültetve felül; ezek vezérlik az inverterhez csatlakozó külső áramköröket. A jobb oldalin az alsó csatlakozó van csak beültetve, azon át kommunikál a két panel. A jobb oldali felső fehér csatlakozó meg a végfokokra megy, az azonos; ahogy azonosak a processzorok, és az alul található tápegység rész is. Lám, nem kell nekem sok, hogy rögtön fülig szerelmes legyek valamibe: engem már megnyert magának ez az inverter, és lassan elfeledem az idióta vizes mókát is a tetején...

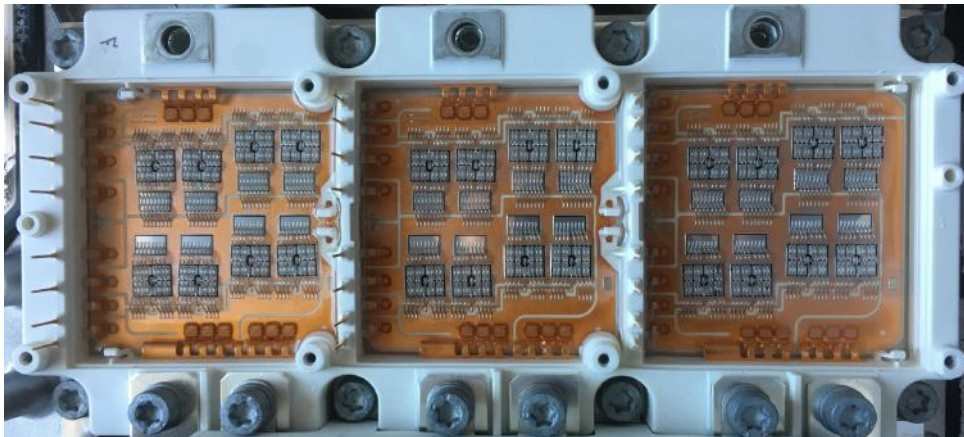
Miután a vezérlő panelen nem láttam semmit nagyítóval, ami ellenőrzést igényelt volna, az ásatást folytattam, és eltávolítottam a hordozó-árvényező fémlemezt, meg a feleslegesen útban lévő csatlakozókat és áramvezető síneket:



E látványra szerelmem végleg beteljesedett: ezt az elektronikát nem lehet nem szeretni! (De lehet, lásd majd később...) Gyönyörű mestermunka! Középen a szokásos V_{BUS} kondit látjuk; szerényen, feltűnés-mentesen és életveszélyesen: nem tudok nem félni a pufferkondik jelentette váratlan áramütésektől, amelyekben gyakran van részem, így alaposan végigmérem tapogatás előtt. A két vezérlőpanel ezúttal teljesen azonos, az utolsó atomig bezárólag, így az összejelölés elkerülhetetlen. A panelek szélén 3-3 fekete kocka a LEM gyártmányú árammérő szenzor; ezek mérik a motor ill. a generátor áramát – merthogy ez a magyarázat a kettősségre. Az áramot kivezető sínek segítenek is a beazonosításban; semmi más nem utal ugyanis arra, hogy a bal oldali a generátor IGBT egysége, a jobb oldali pedig a hajtómotoré. Nem ismerem az autót, így csak tippelek: amikor a dízel (!!!) motort el kell indítani, akkor a bal oldali IGBT egység (ami alpból a generátoré) motormeghajtót játszik, míg ha visszatáplálás fékezést kell csinálni, akkor meg a jobb oldali, elvileg motormeghajtó panel átmegy generátor-vezérlőbe, és szabályozza a visszatáplálás intenzitását. Ez magyarázza, hogy a két áramkör teljesen egyforma, hiszen csak a vezérlésétől függ, mikor motormeghajtó, és mikor generátor-vezérlő. Viszont a hibakeresést és a javítást igen nagyban megkönnyíti, hogy a két egység tökéletesen egyforma. Persze az ásatás közben folyik tovább, mert a hiba még mindig nincsen meg...



Itt legalul már csak a két IGBT modul látszik; mivel a DC Link kondi útban volt, azt is ki kellett szednem. A hiba szemre nem látszik, de a speciális IGBT mérőműszerem már kiszúrta a hibát: a jobb oldali motormeghajtó IGBT egyik kapcsolóeleme zártatos lett. Látszik is, ha jó a szeme valakinek (jobb szélső zóna, bal alsó sarok):



Ilyenkor jön a javítás legnehezebb lépése: tudunk-e ilyet szerezni valahonnan? Boltból épp lehetne, pár hét és potom 160.000,- Ft igazán méltányos ajánlat, de szerencsére mint mindig, a kínai barátaink most is a segítségünkre sietnek, és elfogadható áron, raktárról, gyorspostával egy hét alatt itt van egy használt. Ennek kapcsán érdekes intermezzo is felbukkan: a kínaiak – okosan – megérdeklődtek, hogy „natúr” kérjük a használt modult, ami így sérülékeny, hiszen ahogy ütik-vágják rakodásnál a csomagokat, letörhetnek a hosszú kivezetések – vagy kérjük ingyen a vezérlő elektronikát is, ami „megvédi” a modult? Persze ez utóbbira szavaztam, és a panel megérkezésekor első ránézésre gyanús lett, hogy a **Volvo V60** elektronikája és a kínai verzió mennyire hasonlít: azonos típusú alkatrészek, közel azonos beállítási paraméterek, és szinte tökéletesen azonos kapcsolás... Az is biztos csak véletlen, hogy postázás előtt minden azonosító adatot levakartak a kínai panelről. Így könnyű fejleszteni: ezért haladnak a kínaiak ilyen gyors tempóban az elektromos autó fejlesztésben, mert finoman fogalmazva is csak másolnak! De rengeteget segített a kínaiak panelje a visszafejtésben, mert azon nem volt lakk.

A **Volvo V60** átka ugyanis a lakkozás lett: a dupla rétegben felvitt, elképesztően kemény védőlakk! Ha egy rétegben van felvive, az alkatrészek lábainál a lakk elvékonyodik, így ott a mérőcsúcs hegye fel tudja sérteni. Kis rutinnal egész jól tudom már mérni a lakkozott panelt. De amikor duplán viszik fel, nincs mese, mindenhol ugyanolyan vastag: a trükkök és a rutin már nem működik. Szóval nem túlzok: három napom ment el hiába olyan banális egyszerű feladattal, mint hogy kipróbáljam, hogy az inverter jól működik-e? Először is kellene adni a végfoknak tápfeszültséget – ez két mérőpont. Aztán kell a meghajtó oldalnak is tápfeszültség – ez is két mérőpont. Aztán kell vezérlőjel; ennek az IC-nek szintén két mérőpont, mert ponált és negált jelet is kér egyszerre a nagyobb zajvédelem miatt. Aztán közben mérni is kellene, az újabb egy mérőpont. Mindezt egy olyan panelen, amely olyan vastagon van lakkozva, hogy a forrasztó se fogja, és a leghegyesebb mérőtű se tudja átböki. Nos, bevallom, felsültem vele...

Van még egy út, de az sem könnyebb: a meghajtó panel egy 40 pólusú (!) fóliakábelrel van a vezérlő panellel összekötve. Ez az egyetlen pont a panelen, amely nincsen vastagon lakkal leöntve. Elvileg ezen keresztül ki tudnám adni a vezérlőjelet, de ehhez tudnom kellene a csati bekötését – amihez vissza kéne fejteni a panelt. Ugyanott vagyok, ahonnan elindultam: adva van egy agyonlakkozott vezérlő panel, amin lehetetlen mérni... Mi lesz tehát a megoldás? Ha egyszer kapok egy olyan invertert, aminek már ázó, kapa és nagyharang, akkor azt majd jól lesavazom, ha tudom. És akkor azon kimérem, mi hova megy és hogy van bekötve a 40 pólusú csatlakozó. Utána az a panel már kuka, mert az érzékeny apró kis alkatrészek nem fogják kibírni az erős oldószereket, de halálukkal legalább elárulják a lényegét.

Most egyelőre a körmöm rágom; holnap fogják kipróbálni, hogy sikerült a javítás. Ha nem működik, tudom, hol és mi a hiba; de az újabb két hét lesz, mire alkatrészt szerzek hozzá és azt is kicserélem. De az biztos, hogy az összecsavarozás már menni fog: a Volvo inverterében ugyanis 18 féle (!) méretű és hosszúságú csavart használnak. Egyszer már össze sikerült rakni fejből úgy, hogy minden stimmel. De azért az se volt normális, aki csak a deknihez 3 eltérő méretű csavart tervezett bele:



Összességében a Volvo V60 PHEV inverterét egy igen jó konstrukciónak tartom; a javítása is csak most, a legelején okoz gondot, mert nincs olyan roncs panelem, amit feláldozhatnék a még alaposabb visszafejtéshez. Viszont az összes meghibásodásra hajlamos alkatrésze elvileg beszerezhető, nincs benne speciális alkatrész.

Epilógus: 24 napnyi (!) folyamatos hibakeresés után 100%-os biztonsággal megtaláltam a Volvo V60 PHEV inverterek meghibásodásának pontos folyamatát és kiváltó okát, innentől fogva teljes biztonsággal tudom őket javítani. Ehhez gyakorlatilag vissza kellett fejtenem a meghajtó panelt (kb. 400+ alkatrész között minden kapcsolatot kimérni egy vastagon lakkozott panelen), egy új műszert is be kellett szereznem, ezért tartott ilyen sokáig. Sajnos emiatt a pontos hibát még közelítőleg sem tudom itt leírni, mert komoly üzleti előnyt jelent, hogy ezt a nyakatekert és gyakori hibát már teljes biztonsággal tudom javítani.

Verzió: 1.01, 2018-07-16, Tata

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