

Curtis inverter,

avagy a jó pap is holtig tanul.

Vállalkozóként az ember megtanul szelektálni: vannak a „jó” melók, amikre vadászom és amiből próbálok megélni. Vannak a „rossz” melók, amit egy egész aranyrúdért sem vállalnék be, holott meg tudnám csinálni. És van a kettő között félúton az, amihez sok kedvem nincs, de megkérnek / könyörögnek / rokonnak lesz / épp nem vagyok normális. No, most ez utóbbi lett a minap. Megkerestek egy 2011-ben gyártott elektromos kisteherautó fura hibájával, amit már 8 hónapja senki sem tud megcsinálni. Ez az a tipikus meló, amit el nem szabad vállalni semmiképp, mert csak beégeted magad! Esélytelen, hogy egy ilyenből jól gyere ki... De sose mondtam, hogy normális vagyok!



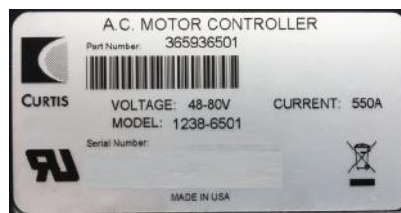
Már ott kezdődik a dolog, hogy 1986-ben három örült olasz alapít egy elektromos autókat gyártó céget. Mondom még egyszer: 1986 és elektromos autó! Ha valakit érdekel, *Micro-Vett* néven még Wiki-oldal is van róla. Persze az elején még savas ólomakkukkal próbálkoztak, és hihetetlen, de még a 2000-es évetket is megérték, lassacskán 5.000 db speciális autót eladva a kukásautótól a mini-dömperig. Később áttértek az olvadt só elektródás akkumulátorokra, amit úgy kell elképzelni, hogy kb. 300-350 fokos olvadt só vagy kén az akkumulátor; így indulás előtt fel kell olvasztani (!) az akkumulátorokat, hogy üzem-melegek, ill. hát „üzem-forrók” legyenek. (Aki azt hinné, hogy ez az akku ritka, mint a fehér holló, annak elmesélném, hogy még Angliából is hívtak, hogy járt náluk egy ilyen, de nem merték bevállalni.) Visszatérve a cégre, 2011 elejére már 50 embert foglalkoztatnak, áttérnek a lítium akkumulátorokra, és olyan autókat fejlesztenek ki, mint a *Fiat 500*-as elektromos verziója, a *Fiat e500*. És piacra dobják a kínai gyártóktól vett autó-felépítménybe épített saját lítium-akkumulátoros, és USA motorvezérlővel ellátott autójukat, a fenti képen szereplő *Edy One*-t. Ebből is van billenő-platós dömpertől kezdve zárt kisáru-szállító kivitelig minden. Aztán 2014-ben csődbe megy; pont akkor, amikor igazán elindulna az eCar-ok térhódítása, és az emberek már nem kiröhögik az elektromos autót, hanem elkezdik keresni és venni, hogy a dízel menjen pár év alatt kukába helyette.

Szóval adott egy kínai alváz, olasz akku, USA inverter, olasz motor, magyar honosítás, és egy kitudjahol hónapokig „javított” elektronika, amit utána – a tulajdonos elmondása szerint – a szerviz „működő állapotban”, tréleren elvitt a megrendelő háza elé, és ott lerakta – ingyen! Persze el sem indul; biztos napfény érte a ház előtt... Na, ebből hozz ki valamit! Tényleg, de tényleg nem vagyok normális! (Na jó, nagyon kíváncsi voltam rá, hogy néz ki belülről...)

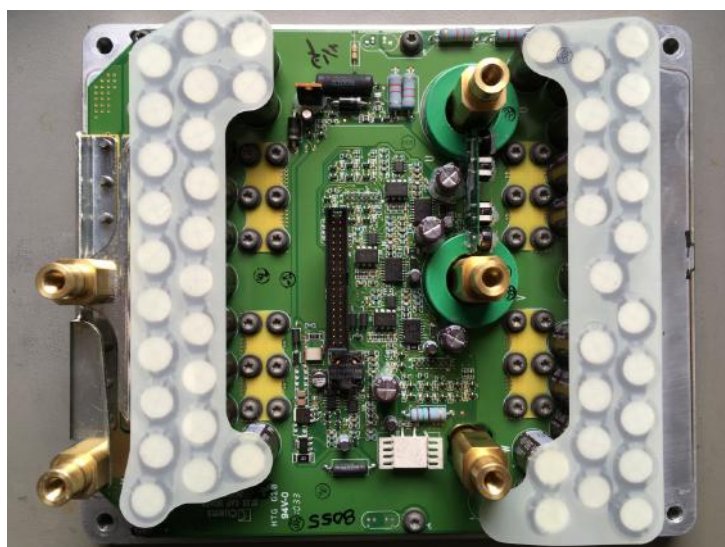
A tulajdonos nem volt rest, és kb. az egész autóelektronikát elhozta nekem, a targoncánál megszokott nagyáramú DC csatlakozótól a hajtómotorig. Nem fotóztam le, már csak azért sem, mert percek alatt szétdúltam apró csavarokra, és mondhatom, jól esett; tananyagnak is jó lenne az a szép, áttekinthető, könnyen szerelhető szerkezet, amivel egy kb. 100x30x15 cm-es dobozkába berakták a primer biztosítékot, áramtalanító kontaktort, 80V-ról 12V-ra konvertáló DC/DC konvertert, és az invertert; ez utóbbi így néz ki:



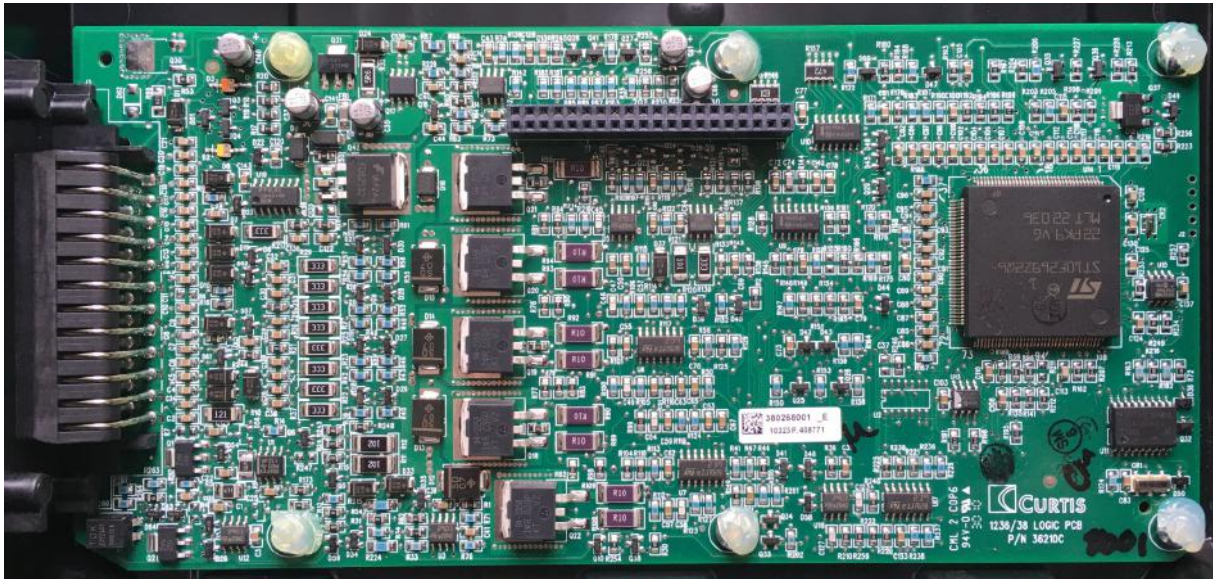
A típusa 1238-6501, és adattáblája szerint max. 44 kW-os motorig jó. Az Edy One-ben csak 10 kW-os a motor, 80V / 135A, szóval nagyon még langyosodnia se illene, pláne, hogy akkora kiegészítő hűtőbordát raktak rá, amekkorával még Afrikában is le tudná adni a szükséges disszipációt – merthogy ez az Inverter még léghűtéses.



A fedelet leemelve azonnal fülig szerelmes lettem ebbe az inverterbe, és minden kételyem elszállt, amit a melő bevállalása kapcsán éreztem: már ezért a látványért megérte szívni vele:

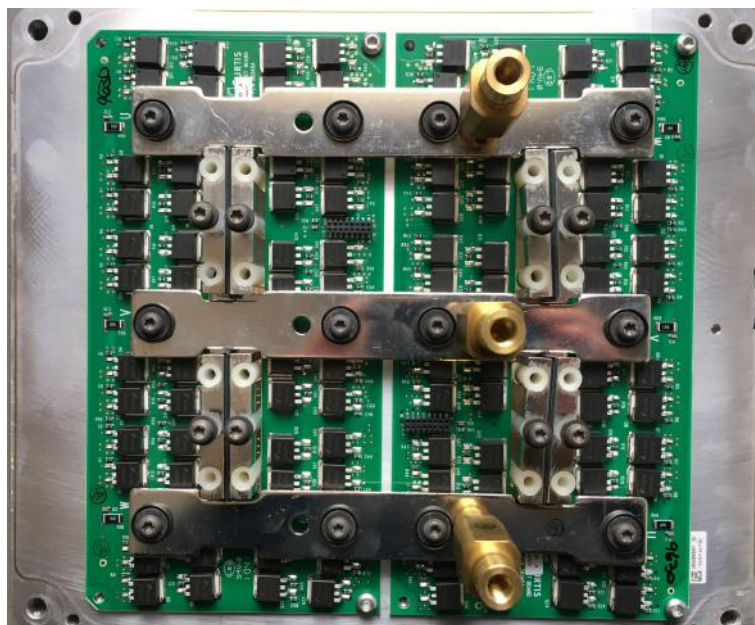


Tudom, látszólag nincs itt semmi érdekes, de majd elmondom, mi és miért jó rajta – mert nagyon jó ez az egész. A bonyolultabb rész amúgy a fedelébe van építve, és így néz ki:

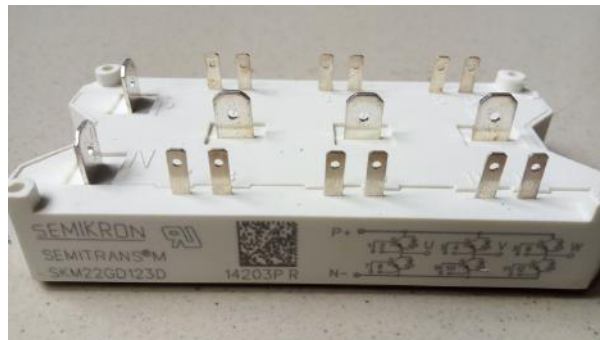


Elsőre ugyan ijesztő a bonyolultsága, de annyira nem vészes ez sem. A lényeg az *ST* cég *ST10F269Z2* típusú processzora, ami egy 16 bites, 256 Kbyte FLASH-t, 12 kByte RAM-ot tartalmazó DSP jellegű processzora. Mellette jobbra lent egy igazi egzotikum ketyeg külön órajelről: egy *Zilog* gyártmányú *Z86E02* típusú OTP, azaz egyszer programozható (*One-Time Programmable*) processzora: a nevetést most próbáljátok meg visszafojtani, de ez 512 byte-os (nem, nem megabyte és nem kilobyte, hanem tényleg csak 512 byte-os) kódmérete és 61 byte RAM-ja van. Ez igen nagy valószínűséggel egy *WatchDog* áramkörként működik, azaz a fő processzor működőképességét ellenőrzi, és ha azzal bármi problémát érzékel, gyorsan újra is indítja. A kép közepén lévő alkatrész-temető a szokásos műveleti erősítő+komparátor hálózat az áram-visszaméréshez és a hőfok-érzékeléshez; aztán utána jön 4 kimeneti kapcsoló-fokozat védődiodástól külső mágneskapcsolók és egyéb nagyáramú külső elektronikák meghajtására; aztán még 8 kisebb áramú I/O fokozat a kis „333” feliratú ellenállásokkal, végül a bemeneti jelek védelmi hálózata túlfeszültség-védő szupresszorokkal és zavarűző kondenzátorokkal.

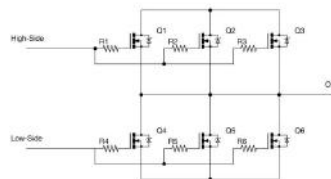
Persze mit nekem processzor és alkatrész-temető, ha már messziről látom, hogy a lényeg a legelső szinten van. Nem tudom, van-e még örült rajtam kívül, akit felizgat az alábbi fotó:



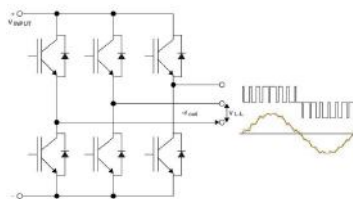
Nem is tudom, hol kezdjem: ez a panel egy igazi műretek! Ha elektronikai múzeumban dolgoznék, ez kapna egy szép vitrint, mint a korai gyártástechnika műremeke. Bár műszakilag már „elavultnak” kellene neveznem, mert kb. ugyanazt tudja, mint az alábbi unalmas kis fehér kocka, mégis ég és föld a kettő:



A Curtis vezérlőben 96 db *Fairchild* (ma már *On Semiconductor*) gyártmányú *FDB2532* típusú FET van D²-PAK tokban egy nagyon vékony FR4 NYÁK + vastag alumínium lapból álló szendvics-panelen. Ezek a FET-ek 150V / 79A-t tudnak darabonként, 16 mΩ csatorna ellenállással. Ebből 2x2x4 db van egy blokkba kötve, és két ilyen blokk (azaz 32 db) alkot egy félhidat (*Half Bridge*), ahogy az alábbi elvi rajzon is látszik:

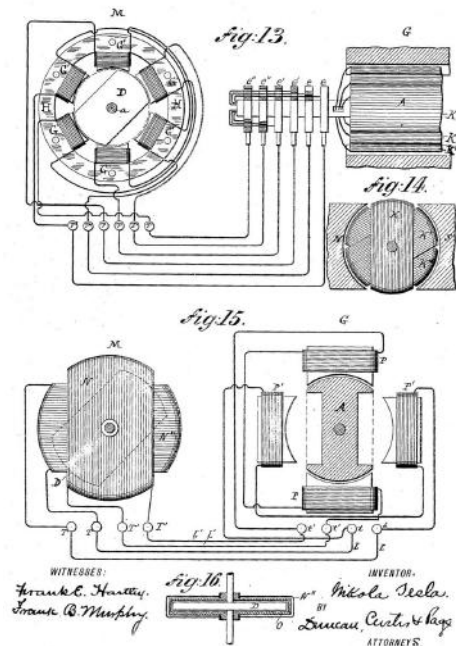


Így egy félhid tartósan 1264A-t tudna kapcsolni, az eredő csatorna-ellenállása pedig 1 mΩ lesz a párhuzamos kötés miatt. Tranziens módban akár 7.000A-t (!) is kibír ez a szerkezet, ez valami bődületesen komoly tűrőképességnek számít! És ebből a brutális képességű félhídból van 3 db, hogy egy háromfázisú teljes hidat alkosson az alábbi elvi rajz szerint:

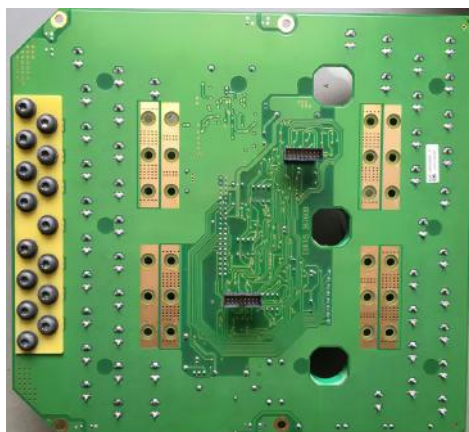


Ahogy a jobb oldali kis ábrán látható – és ahogy az összes mai elektromos autó is működik az *Amperá*-tól a *BMW*-n át a *Teslá*-ig –, *PWM*-el, azaz impulzus-szélesség modulációval előbb rá van kapcsolva a hajtómotorra a feszültség; ekkor a piros vonal szerint felfut az áram; majd ki van kapcsolva, amikor csökkenni kezd; és ha ez jó ütemben és gyorsan van csinálva egy háromfázisú hídon, akkor kialakul a zölddel jelzett, majdnem tökéletes szinuszhullám minden egyes motor-tekercesen, egymástól 120 fokkal eltolva. Ez az a forgó mágneses mező, amit *Nikola Tesla* feltaláló szabadalmaztatott 1888. május elsején a 381.968 szám alatt; és amit itt, Budapesten, a Városligetben futva-sétálva álmodott meg valamikor 1880 után nem sokkal; hogy aztán előbb 1883-ban működő modellt építsen belőle, majd a szabadalmaztatás után, 1899-re dúsgazdag legyen, mai értéken Bill Gates-t is utólérve; újabb tíz évvel később meg már teljesen legatyásodva a bank perelje el tőle az akkori, *Wardencliff*-i kutatólaborját. Sajnos mindenhez Ő sem értett; de ami még inkább gond, hogy manapság mennyi baromságot adnak a szájába a halálsugártól a HAARP-on át a tunguzkai eseményekig...

N. TESLA.
ELECTRO MAGNETIC MOTOR.
No. 381,968. Patented May 1, 1888.



De térjünk vissza az alsó zöld fotómra két oldallal ezelőttre... Amiket nézni kell a fotón: két, teljesen azonos panelből áll a meghajtás; ebből adódik az is, hogy ennek a Curtis inverternek van egy kistestvére is, amely 550A helyett csak 300A-es, és pont feleakkora. Mondanom sem kell, abban csak egy ilyen panel van, nem kettő. Azt is észre lehet venni, hogy a hidakat is szimmetrikus kialakítású galván-ónozott réz-sínek kötik össze, hogy azok gyártása is a lehető legolcsóbb legyen. Az összes azonos hosszúságú csavar pedig ugyanabba a vastag alumínium hűtőtömbbe csatlakozik mindenféle nyakatekert szigetelési megoldások nélkül. A tápsíneket középen kapja a felső kondenzátor-panelről; ezt összesen 8 db szintén galván-ónozott réz tömb viszi át a kapcsoló FET-ek tövéhez. Közelebb és okosabb módon meg sem lehetne oldani. Zseniális koponya volt, aki ezt kitalálta! Őszintén mondom, többre tartom ezeket a zseniálisan egyszerű de hatékony konstrukciós megoldásokat, mint egy 1,5 millás gyári inverter nyakatekert, ezerféle alkatrészből, drágán, bonyolultan gyártható, 3D tervezővel „összeokádott” valamijét – a Curtis invertere pl. 300-500 eFt-ba kerül csak, bár nem is tud háromszoros teljesítményt, az is igaz. Hogy a kondenzátorok és tápsínek cseles konstrukcióját jobban lássuk, alulról is lefotóztam, hogy néz ki a 45 db 390 μ F-os, 100V-os kondenzátor.



Ami még szintén érdekes, az az árammérés egész eredeti módja: két felhasított ferritgyűrű veszi körbe két kivezetés réztömbjét is, és a résekben egy-egy Hall-szenzor, azaz mágneses teret mérő érzékelő méri az áramot:



A ferrit nem igazán vágható könnyen és pontosan, mert egy üvegszerű és nagyon törékeny anyag, továbbá a Hall cellák sem túl pontosak alpból, ezért kell kétszer kettő trimmer poti a Gain és Offset értékek beállításához, hogy pontosan mérjenek.

Mivel írásaim nem öncélú reklámnak készülnek – bár persze az is igaz, hogy egyik cikk „hozza” a másik cikk alapanyagát – egy pár szót beszélnek a feszültség-áram viszonyokról is. A teljesítményt e két paraméter szorzata határozza meg, így 10 kW-ot el lehet érni 80V és 125A segítségével is, meg 400V és 25A segítségével is. Régebben az alacsonyabb feszültség volt az elterjedt, azonban ez nagy árammal, és sok drága réz alkalmazásával jár; nem csak az inverter tartalmaz sok rezet, hanem főleg az akku, inverter és motor közötti vastag vezetékek. Ezért történt egy nagy váltás, és manapság a nagyfeszültségű motorhajtásokat részesítik előnyben, jelenleg 400V csúcsheszültség (azaz 96 sorba kötött lítium-cella) a jellemző, de pl. már cikkeznek a 480V-os, sőt 750V-os rendszerekről is. Ezeknek a fő baja pont az, hogy egy relatív kis helyen történik a kapcsolás, így kökeményen vízűtés kell nekik, hogy egyáltalán működjenek. Arról meg beszélni sem merek, mekkora veszély a 400V-os egyenáram, amely azonnali görcsöt okoz, és ha valaki véletlen valami rázósat fogott meg, testének összes izma úgy görcsöl be, hogy el se tudja engedni a rázószat. Csak érdekesség-képpen mondom: az elektromos autókat szervizelő helyeken nem csak vastag szigetelő gumikesztyűket használnak rendszeresen még a legsimább javítási munkáknál is, hanem a falakon végig 2-3 méterenként kampókkal ellátott szigetelő botok vannak, hogy ha valakit megráz az áram, ezekkel a tompa végű kampókkal el lehessen rángatni a kezét-testét a görcsösen markolászott helyről.

A *Curtis* kisfeszültségű, nagyáramú Inverterei sokkal biztonságosabb alternatívát adnak a hobbi-szintű autóépítőknek, vagy pl. a vízveszélyes helyen történő felhasználásnál, pl. a hajók vagy jachtok elektromos meghajtásainál. Tudja ezt a *Curtis* is, és számomra kincsesbányát jelentő forrásként minden, de tényleg minden megtalálható erről a programozható, okos kis inverterről a <http://www.hpevs.com/> címen. Olyan részletességű kapcsolási rajzok vannak pl., hogy ha ráviszed az egeret az egyik alkatrész rajzjelére, akkor felugrik a PDF olvasóban egy fotó az adott alkatrészeiről; elsőre azt hittem, vírusos a gépem, ahogy egerézés közben eCar-os alkatrészek fotói villantak fel. Még életemben nem láttam ilyet; látszik, milyen elmaradott lettem eredeti szakmámban, az IT-ben. Bevallalom, ez van... © Amúgy ez a modell, amit szétszedtem, még ma is változatlan formában kapható itt Magyarországon is; nem kapok tőlük reklám-gázsit, így nem írok forrást, de a *Google* segít. Én még biztos pár napig el leszek azzal a mennyiségű dokumentációval, amit erről az egyetlen inverterről töltöttem le. És majd csak utána folytatom a hibakeresést és javítást... Most élvezkedek picit!

És hogy újabb érdekességgel zárjam az írásom, legyen itt a fenti honlapról lementett egyik hobbi-szintű átalakítás: egy kiégett motorú, „megsült” („*toasted*”) *Ferrari 308 GTS*-t alakított át egy örült alak elektromos meghajtásra. Mivel egy 1238-as inverter „csak” 44 kW-os (bár az elektronika mint írtam, akár 1200A-t is tudna kapcsolni, azaz kis tuninggal egymaga tudná a 120 kW-ot is), sportkocsihoz illően 3 db villanymotorral és 3 db léghűtéses *Curtis* inverterrel lett a max. 132 kW-os hajtóteljesítmény a kocsiba rakva. Örült egy megoldás, na – de nagyon ütősen néz ki!



Verzió: 1.00, 2018-03-03, Tata

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