

Danfoss DLX Szolár Inverter

Sokszor hangoztatom, hogy az elektromos autózáshoz a napelemek épp annyira szorosan hozzátartoznak, mint benzines társaihoz a benzinkút, kávézóval és autómosóval. Egyszerűen nincsen semmi értelme annak, hogy valamilyen kőolaj-párlat elégetése helyett kicsit távolabb egy szénnel vagy gázzal működő erőműben áramot állítsunk elő, és azzal hajtsuk az autót: de még az atomenergia sem megújuló. Csak és kizárólag a napról táplált, 100%-ban elektromos autók érik el az ingerküszöböt; még a hibridekre is ferde szemmel nézek. Így aztán biztos nem meglepő, hogy az elektromos autó elektronikákat bemutató cikksorozatomat kiterjesztem a napelemes inverterekre is, és egyéb, a megújuló energiákkal kapcsolatos írásokat is tervezek majd a közeljövőben.

Első páciensem igazi nehéz szülés volt; eleve két hónapig tartott, mire ideért hozzám; aztán még én is ültem rajta két hónapot, mert addig nem akartam írni róla, amíg készen nem vagyok vele. És mit tagadjam, bagatell hibák sorával, de tisztességesen megszívattam. A szóban forgó készülék egy Danfoss DLX 3.8 kW-os háztartási egyfázisú visszatáplálós (on-grid) inverter:



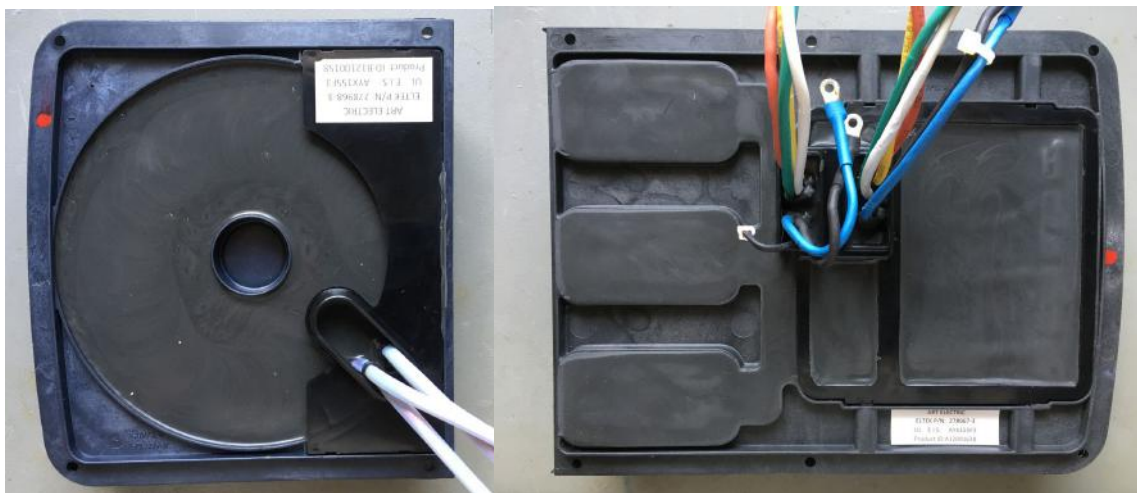
Halálát (és egyben ikertestvére egyidejű halálát is) állítólag az áramszolgáltató okozta (és ezt el is ismerte), amikor valószínűleg felcserélt két vezetékét, és a 230VAC helyett 400VAC jutott az inverterre. Az érdekes az, hogy a bemeneti túlfeszültség-védelme ezt túlélte – vagy már cserélték benne, merthogy én már a második (sokadik) szerelője vagyok. Ellenben belső, érzékeny lelkivilágát (lásd alábbi kép) nagyon megviselte ez a trauma...



Elsőre keveseltem az alkatrészeket is, no meg a visszafejtéshez amúgy is szét kell mindent bombáznom, szóval lekaptam gyorsan a panelt, de alatta csak az üres alumínium teknője várt; a panel alsó oldalán pedig egy alkatrész sem volt:

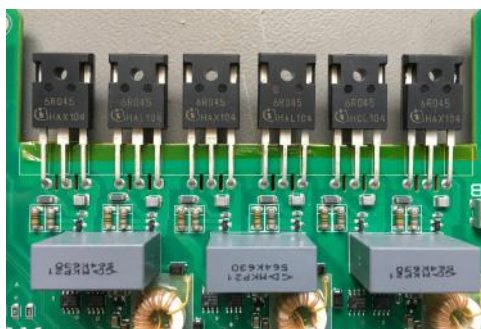


Illetve ez nem igaz, mert az öntvény túlóldalán, műanyag teknőbe, gumival kiöntve volt még két súlyzó; darabonként vagy 15 kilóval:

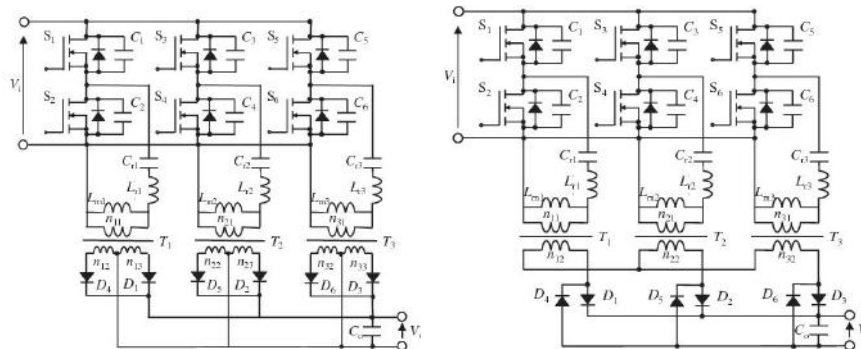


Na nézzük, mi mit csinál... Mivel ez az első szolár inverter, amit szétszedtem, kicsit olyan érzés volt, mint szűz lánynak a szülés; voltak pontos, határozott elképzeléseim, hogy ennek hogyan is kellene működni, és volt a fájdalmas valóság! Először is azt hittem, valami step-up / step-down kapcsolással dolgozzák fel a bemeneti DC feszültséget, majd ezt AC feszültséggé konvertálják direktben, kimeneti transzformátor nélkül, merthogy minek az? Kisebb kínai grid invertereket már szedtem szét, sikeresen meg is javítottam, azokban egy darab transzformátor nem volt például. Így ennek már a pusztá súlyától hátrahőköltem átvételkor.

Ezzel szemben azt csinálja ez az inverter, hogy a bejövő egyenfeszültségből (DC) három fázisú váltakozó áramot állít elő (3F AC), majd ezt egyenirányítja, pufferelem (DC megint), aztán egy teljes híddal újra váltakozó áramot állít elő belőle (AC megint), ezúttal már egy fázisút. Tudom, ez elsőre most nagyon hülyén hangzik, de tényleg ezt csinálja... Kezdjük is inkább az elején, mert ez így túlságosan tömör és emészthetetlen!



Itt látható a három fázisú híd, amely a jobb oldali nagyobb trafó-komplexumra csatlakozik; mivel az egész egység ki van öntve keménygumival, kénytelen vagyok kapcsolási rajzokkal fárasztani a kedves olvasóimat: egy rezonáns konvertert sejtek benne kondenzátorokkal és induktivitásokkal:



Hogy miért raktam be rögtön két rajzot? Mert aki megnézi a teljes fotót az inverterről, a jobb felső sarokban láthat 3 db narancssárga relét: ezek kapcsolják át csillagból deltába ill. vissza a háromfázisú konvertert, annak függvényében, hogy a napelemek feszültsége éppen alacsony vagy magas. Ezzel a váltással egy keskenyebb tartományban kell az elektronikának szabályozni, ami azért lényeges, mert ez egy rezonáns konverter topológia, melynél nem csak a PWM jel kitöltését kell állítani, de a frekvenciát is állítani kell a teljesítmény változásakor.

Az egyenirányítás után 8 db 350V 1200 μ F kondenzátorba megy a napenergia, amiről már most mondom: halálos veszély!!! Ezeknek a kondenzátoroknak ugyanis nincsen kisütő köre, mert túl nagy lenne a disszipációja. Ha egy perces kisütést szeretnénk, akkor a $t=R*C$ közelítő képlet alapján ~6,2 k Ω -os kisütő ellenállás kellene; ezen viszont 350V-on 20W disszipálna el, miközben ezeket a szolár invertereket a végtelenségig kihegyezik hatásfokra, hogy minél több napenergiát hasznosítsanak. Így egyszerűen kihagyták belőle ezt a védelmi elemet, és aprócska cetlivel jelezték, hogy kikapcsolás után egy óráig a közelébe se menj! Ezért sincsen helyszíni szerelés szolár invertereknél... (A bal oldali képen látszanak a kézi, ellenállásos kisütéshez az érintési pontok, mellette a *Discharge* felirat.)



Ezekből a hatalmas kondenzátorokból dolgozik aztán a következő képen látszó teljes híd, amely immár előállítja a 230VAC feszültséget a napelem egyenfeszültségéből – és ami kicsit kalapot emelt az áramszolgáltató embereinek szerencsétlenkedése miatt...



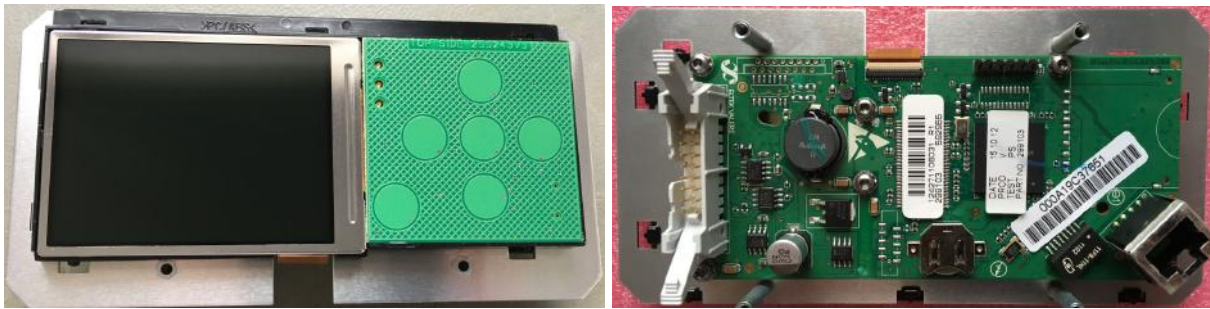
A kimeneti feszültséget pedig egy torroid transzformátor választja le, így ez a megoldás elviekben alkalmas lenne szigetüzemű felhasználásra is; de megvallom őszintén, nem rágtam át a leírását ilyen mértékben, hogy alkalmas-e rá. Technikailag képesnek kellene lennie, max. úgy van a szoftvere megírva, hogy ne is lehessen bekapcsolni még véletlenül sem.

Apropó szoftver... Mosolyogva olvasom a *Facebook* napelemes fórumait, mert a telepítést végző, egyszerű villanyszerelőből napelemes szakértővé avansált szakemberek elképesztően hasba-akasztó dumákat képesek lenyomni! A kedvencem az a cégvezető volt, aki teljesen meg volt győződve arról, hogy az áramszolgáltató emberei leolvassák az inverter adatait, mert egy sörözés alkalmával ezt hantázta neki egy vélhetően alaposan becsicscent áramszolgáltató melós. Ezzel szemben én 7+ évet húztam le egy cégnél, ahol a fogyasztásmérő villanyórák „atyaúristene” voltam, és finoman fogalmazva mindent tudok róluk – az áramszolgáltatókról dettó: hogyan mérnek, mit mérnek, hogyan olvassák ki, hogyan dolgozzák fel. Talán majd ez a téma is kap egy kis kitérőt, de itt csak annyit jegyeznek meg, hogy magát az invertert egy kis processzor-panel vezérli, ami meglehetősen buta: tud egy MPPT-nek (*Maximum Power Point Tracking*) nevezett okosságot, amely szerint folyamatosan úgy változtatja az inverter által felvett teljesítményt, hogy az illeszkedjen a napelem aktuális megvilágításához tartozó munkaponthoz – magyarul ne akarjon se túl sok villanyt kiszedni a napelemből, mert akkor az áram lesz kevés; de ne is akarjon túl sok áramot kiszedni, mert akkor meg a feszültség lesz a kevés. Így „tapogatózó” módszerrel, hol több, hol kevesebb energiát elnyelve megkeresi azt a pontot, ahol a napelem feszültségének és áramának a szorzata (azaz a napelem teljesítménye) a legmagasabb, és ott működik – pár tíz másodpercig. Aztán újra próbálkozik, és újra, és újra vég nélkül, folyamatosan táncolva egy ideális érték körül. Ezért nem tud egyetlen napelemes inverter se normális teljesítményt kiírni negyedórán át, hanem folyton lépked picit fel, picit le, miközben a napsütés végig változatlan.

Minden tudomány, ami az inverterben van, ezen az egy kis panelen van: ez méri a bemenő feszültséget és frekvenciát, a napelem feszültségét és áramát, stb., és ez alapján eldönti, hogy csillag vagy delta kapcsolással érdemes-e dolgoznia a háromfázisú energia-konverterben, és vezérli a 6 + 4 db kapcsolóelemet. Innen egy szalagkábel megy a szolár inverter előlapján lévő kijelzős mikroszámítógépbe; ennyi köztük az összes kapcsolat. Semmiféle hitelesített mérőmű vagy négynegyedes integrátor nincsen benne, ami alapja lenne egy áramszolgáltatós, elszámolási leolvasásnak.



Az ún. „okosság” ebben a *Linux*-os számítógépben van; erre most biztos páran felkapták a fejüket. Mutatom inkább, aztán mesélek róla:



Amikor bekapcsoljuk az invertert, a kijelző felvillan, majd elalszik – hosszú, fél-egy perces időre. Ez idő alatt ezen a kis számítógépen lévő *Embedded Linux* elindul, majd elindít egy kis programot, ami megjeleníti az inverter menüjét, és kiírja a vezérlő panel által mért adatokat. A beágyazott *Linux* tökéletesen alkalmas ilyen feladatra; könnyű és gyors rá fejleszteni, ingyen van, nincs utána licenzdíj. És a *Linux*nak hála, rögtön van Internet csatlakozási lehetősége az inverternek, el tudja küldeni a gyártó által üzemeltetett ún. „felhőbe” az inverter által mért adatokat, amit aztán az inverter gyártója a WEB-oldalán, a jelszavas belépést követően szépen megjelenít. Van rajta továbbá CAN busz és RS485 busz is, épület-automatizálási rendszerbe történő csatlakoztatáshoz. Na ez az, amit Magyarországon hírből sem ismernek; a legtöbben beérik azzal, hogy mobiljukon látják, mennyi villanyt termelt a napelemük.

Remélhetőleg rövidesen érkezik egy másik gyártó invertere javításra; számomra is érdekes lesz látni, az miben más. Mivel ez az első cikkem ebben a témában, engedjétek meg, hogy az írásom végén ismételten közzé tegyem a kérésemet: ha valakinek otthon vagy a baráti körében kallódik hibás napelemes inverter, vagy bármilyen elektromos autó alkatrész, különös-képpen akkumulátor-rendszer, BMS, fedélzeti töltő vagy inverter, akár törött is; esetleg bontóban vagy MÉH-telepen járva ilyenbe botlik, gondoljon rám, legyen szíves! Én tanulok belőle, a cikkeim révén meg szerintem másoknak is hasznos gondolatokat szedek össze egy-egy kisebb témakörrel – merthogy túl hosszú írásokat egy darabban nem akarok írni.

Köszönettel a türelmes olvasóimnak:

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

Verzió: 1.00, 2018-06-29, Tata