

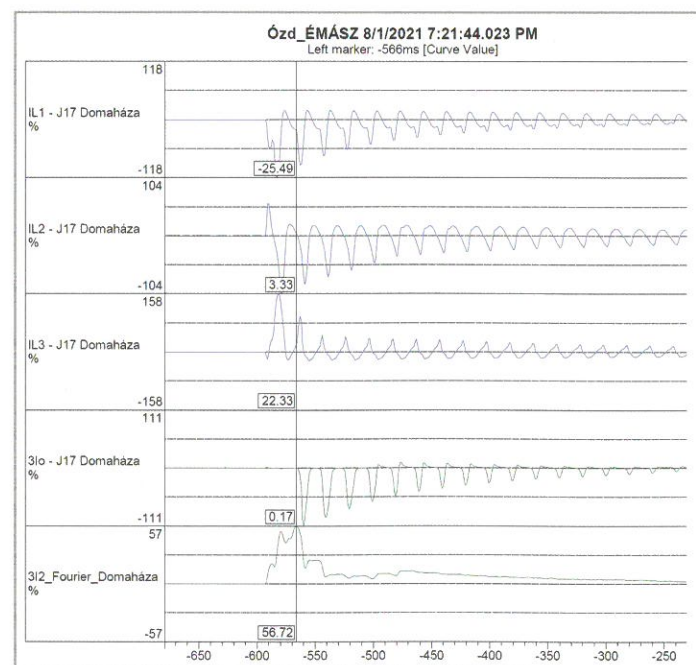
Ez a megoldás kiszűri a téves földzárlatjelzést, mivel a korábban említett esetekben a zérus sorrendű áram az alábbiak szerint alakul:

- a) Terhelésváltozás esetén bár negatív sorrendű áram kialakulhat, zérus sorrendű áram semmiképpen sem folyhat, ugyanis a Köf/Kif transzformátorok általában delta-csillag vagy zezzug-csillag kialakításúak. Így a transzformátor a kisfeszültséget zérus sorrendben egyértelműen leválasztja a középfeszültségű hálózatról;
- b) Idegen leágazási 2FN zárlat esetén a zérus sorrendű áram kisebb, mint a negatív sorrendű áram, mivel a leágazás zérus sorrendű kapacitív reaktanciája nagyobb, mint az eredő negatív sorrendű kapacitív reaktanciája és terhelő impedanciája. Idegen leágazási kettős földzárlat esetén pedig azért nem lesz számottevő a zérus sorrendű áram változása, mert általában a kettős földzárlatok egyszeres földzárlatból alakulnak ki. Tehát már eleve folyik a leágazás saját kapacitív töltőárama, ami a kettős földzárlat fellépése során nem változik számottevően. A stabilitás tovább növelhető a megszólalási idő késleltetésével, tehát ha a földzárlat jelzésével a nagyáramú zárlatok hártási idejét a földzárlatvédelem kivárja;
- c) A transzformátor bekapcsolási áramlökésénél a kapcsolási csoport miatt zérus sorrendű áram szintén nem folyhat.

Az ózdi állomásban a tesztüzem alatt tapasztaltunk ezen felül még egy problémát: a leágazások visszacsatlakozásakor több esetben is téves földzárlati megszólalás történt. Ennek pedig az volt az oka, hogy az azonos irányú bekapcsolási áramlökések telítésbe vitték az áramváltókat.

Az alábbi ábrán látható a bekapcsolási áramlökés jelensége, majd az áramváltók telítése a domaházi leágazásban 2021. 08. 01-én (100% negatív sorrendű áram az ábrán 300 A primer áramot jelent) (5. ábra).

Jól látható, hogy a leágazás visszacsatlakozásakor már az első periódusban 57%-os (171 A) negatív sorrendű áramot okozott a transzformátorok bekapcsolása. Az első periódusban még nem volt zérus sorrendű áram. Viszont az 'L3' fázis áramában látható, hogy a második periódustól kezdődően jóval vékonyabb tűskék vannak. Itt következett be a telítés, ennek pedig láthatóan az lett a következménye, hogy jelen-



5. ábra Bekapcsolási áramlökés miatt bekövetkező áramváltó telítés (Ózdi állomás)

tős zérus sorrendű áram is keletkezett. A negatív és zérus sorrendű áram fellépése, majd folyamatos együttes változása pedig téves megszólalást eredményezett.

A megoldás ennek a problémának a kiküszöbölésére egy újabb szűrőfeltétel alkalmazása. Kihasznlva azt a tényt, hogy az áramváltó telítéséhez időre van szükség (amíg az áramváltó vasmagjának a fluxusa eléri a könyökpontot), az algoritmus folyamatosan figyeli a negatív és zérus sorrendű áram nagyságát. Amennyiben jelentős negatív sorrendű áram megjelenése mellett egy időben zérus sorrendű áram nem észlelhető, úgy bekapcsolási áramlökést feltételez a védelem, és 600 ms ideig bénítja a negatív sorrendű földzárlatvédelmet. Ez a szűrőfeltétel földzárlat esetén nem blokkol, ugyanis ilyenkor a negatív és zérus sorrendű áram egy időben fellép a sorrendi hálózatok soros összekötése miatt.

A fejezetben említett két szűrőfeltétel tehát minden téves kiválasztást okozó problémát megszüntetett, a tesztüzem alatt a javítások után téves megszólalás egyetlen esetben sem történt.

#### 4. TAPASZTALATOK ÖSSZEZÉSE

Az új, negatív sorrendű földzárlatvédelem tesztüzeme sikeres volt, a tesztidőszak alatt megfelelő fejlesztésekkel sikerült kiküszöbölni a felmerülő érzékelési problémákat.

A gyakorlatban beigazolódtott, hogy egyfázisú földzárlat során csak a zárlatos leágazás negatív sorrendű áramában jelenik meg a csillagpontba beiktatott segédtekerics árama. Továbbá a negatív sorrendű áramot használva nemcsak stabil, hanem újragyulladó (intermittens) zárlat detektálására is teljesen alkalmas az új földzárlatvédelem. A zérus sorrendű áram megváltozásának a figyelésével kizárhatóak a téves érzékelések az ép leágazásokban 2FN zárlat vagy kettős földzárlat fellépésekor; továbbá sikerült kiküszöbölni a terhelésváltozás okozta érzékelési problémát is. A negatív és zérus sorrendű áram hányadosának folyamatos mérésével pedig egyértelműen detektálható a bekapcsolási áramlökés jelensége, ami esetén blokkolással elkerülhető a téves megszólalás.

Az új, negatív sorrendű földzárlatvédelem tehát feszültségváltó és gyűrűs áramváltó használata nélkül alkalmazható a földzárlatos szakasz beazonosítására, leválasztására kompenzált hálózatokon.

Távlati lehetőségként felmerülhet az elv alkalmazása ellenálláson keresztül földelt (kábeles) hálózatokon is, ahol például az újragyulladó (intermittens) földzárlatok detektálására és a zárlatos vezeték szakasz leválasztására alkalmazható.

#### KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szeretnénk a Protecta Kft. nevében köszönetet mondani az ELMŰ és az MVM ÉMÁSZ munkatársainak, hogy biztosították számunkra a helyet és a technikai feltételeket az üzemi teszteléshez. Külön szeretnénk megköszönni Fejes Tamásnak, Kiss Ottónak, Dobai Zoltánnak, Pozsa Ákosnak és Bárdos Lászlónak, valamint Kovács Miklósnak, hogy bármikor fordulhattunk hozzájuk a fejlesztési kéréseinkkel kapcsolatban.



**Pócsi Gergely**

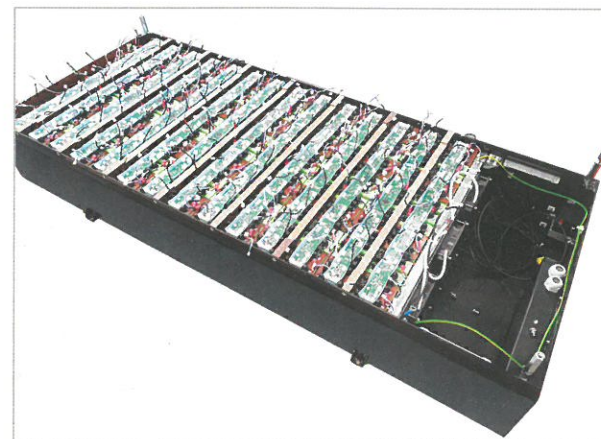
okl. villamosmérnök,  
az IEC bizottság TC95/MT4  
munkacsoportjának tagja  
pocsi.gergely@protecta.hu

## Mihácsi Viktor, Zachár-Herkó Gábor Raktári robot kocsik energiaellátó rendszerének kifejlesztése

A cikk részletesen bemutatja a raktári robot kocsik akkumulátortelep menedzsmentjének rendszerét, továbbá a robot kocsik felépítését és működését. A leírás ismerteti az akkumulátortöltő modult és a kiegészítő hardver- és szoftverelemeket, amelyek a lítium akkumulátortelep teljes töltés-kisütés folyamata közben felügyelik a telep biztonságát.

*The article presents the operation of the battery management of the warehouse robot trolley in details. We briefly describe the structure and operation of the robot carriage. We also introduce the battery charger module and the additional hardware and software elements that monitor the safety of the lithium battery during the whole charging and discharging process.*

Egy korszerű raktárban az anyagok mozgatását robotok végzik. Ezek precíz, gyors, számítógéppel kontrollált és dokumentált anyagmozgatást tesznek lehetővé, kiváltva az – esetenként veszélyes – kézi anyagmozgatást. Az elmúlt hónapokban egy raktárban használható 2 tonna teherbírású szállító robothoz kifejlesztettük az energiaellátó egységét. A robot kialakítása olyan, hogy befér az alkalmazott speciális raklapok alá. Azt megemelve képes elszállítani a raklapra helyezett rakományt a raktáron belül egy másik állomásra, vagy helyre. Az akkumulátortelep alacsony töltöttségi szintjét érzékelve a robot kocsik automatikusan csatlakozik a dokkoló egységhez, az akkumulátortelep feltöltése céljából. A számítógép vezérlésű navigációs rendszerrel több robot kocsit térbeli mozgás is lehet felügyelni egy időben. A berendezés mozgatását szervo motorok végzik, amelyeket a meghajtó inverteren keresztül egy 13 kWh-s akkumulátortelep lát el energiával. A telep 210 db LiFePO4 [1] típusú akkumulátor cellát tartalmaz, amelyek névleges feszültsége 3.2 V, kapacitása 20 Ah. Azért döntöttünk a LiFePO4 cellák alkalmazására mellett, mert a helyigényük kicsi, a rendelkezésre álló helyen elférnek, energiasűrűségük nagy, és fajlagos tömegük megfelelő, teljes töltési-kisütési ciklusa eléri a 2000-t, valamint várható élettartalmuk több mint 10 év. Termikus stabilitása kiváló, és nem utolsósorban biztonságos. A visszatöltésre korlátozott idő áll rendelkezésre,



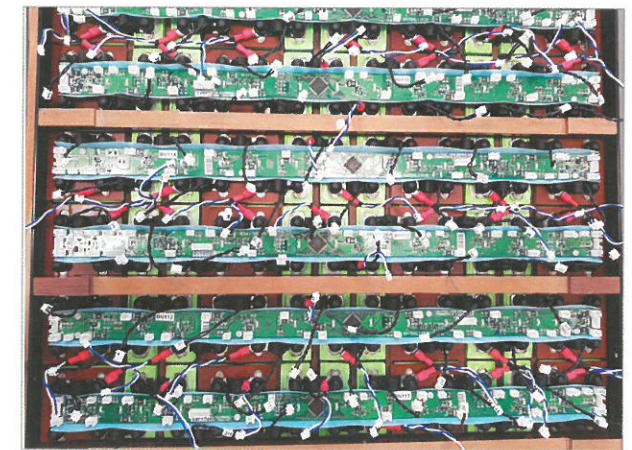
1. ábra Robot kocsik akkumulátortelep kialakítása

viszont ennél a típusú akkumulátornál 0.5C-nek megfelelő töltőáram is alkalmazható, ami teljesíti az üzemi körülmények által támasztott követelményeket (lásd később). Az akkumulátortelep kialakítása az 1. ábrán látható.

A robot kocsik előzetesen mért teljesítmény felvétele teljes terhelés esetén kb. 1100 W. Az akkumulátortelepet 80%-ig kisütve 10 órás folyamatos működést tesz lehetővé, ami után egy 3 órás töltési ciklusnak kell következnie, amit 0.25C-nek megfelelő töltőárammal végzünk.

#### BMS EGYSÉG

Az 1. ábrán látható berendezésben az akkumulátor cellák sorba vannak kapcsolva, így a névleges kapocsfeszültség 672 V. A cellák feszültségét és hőmérsékletét a cellákra közvetlenül elhelyezett BATBAL [2] típusú BMS [3] egységek felügyelik. Egy BMS egység 15 db cella monitorozására képes, a teljes akkumulátortelepet összesen 14 db BMS egység monitorozza folyamatosan. Ezek soros porton kommunikálnak a raktári robot kocsik felügyeleti egységével. A 2. ábrán látható a BMS modulok kapcsolódása az akkumulátor cellákhoz, végszerelés előtt.

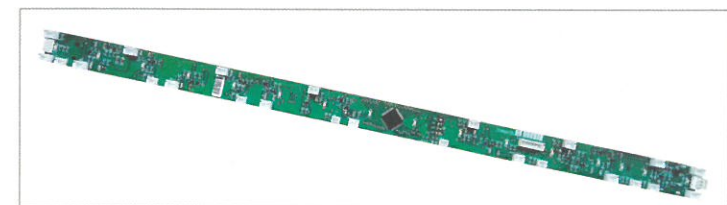


2. ábra BATBAL BMS modulok, alattuk a LiFePO4 akkumulátor cellák

A Texas Instruments bq76PL455A-Q1 típusú integrált áramkörrel megvalósított BMS egység (3. ábra) 15 db sorba kapcsolt lítium-ion akkumulátor cella felügyeletét és passzív balanszírozását képes kezelni.

Az egység további jellemzői:

- 8 db analóg mérőbemenet az akkumulátor cellák hőmérsékleteinek érzékeléséhez
- Potenciál leválasztott, differenciál kommunikációs busz a BMS egységek láncolt összekapcsolásához



3. ábra BATBAL BMS egység

[1] LiFePO4: Lítium-Vas-Foszfát akkumulátor

[2] BATBAL: Battery Balancer, akkumulátor cellafeszültség kiegyenlítő áramkör

[3] BMS: Battery Management System: Akkumulátortelep felügyeleti rendszer

- TTL szintű soros kommunikációs csatorna a felügyeleti egységgel történő kommunikációhoz
- Balanszírozó áramkörök minden egyes akkumulátor cella csatlakozáshoz

A BATBAL BMS egység elektromos jellemzői:

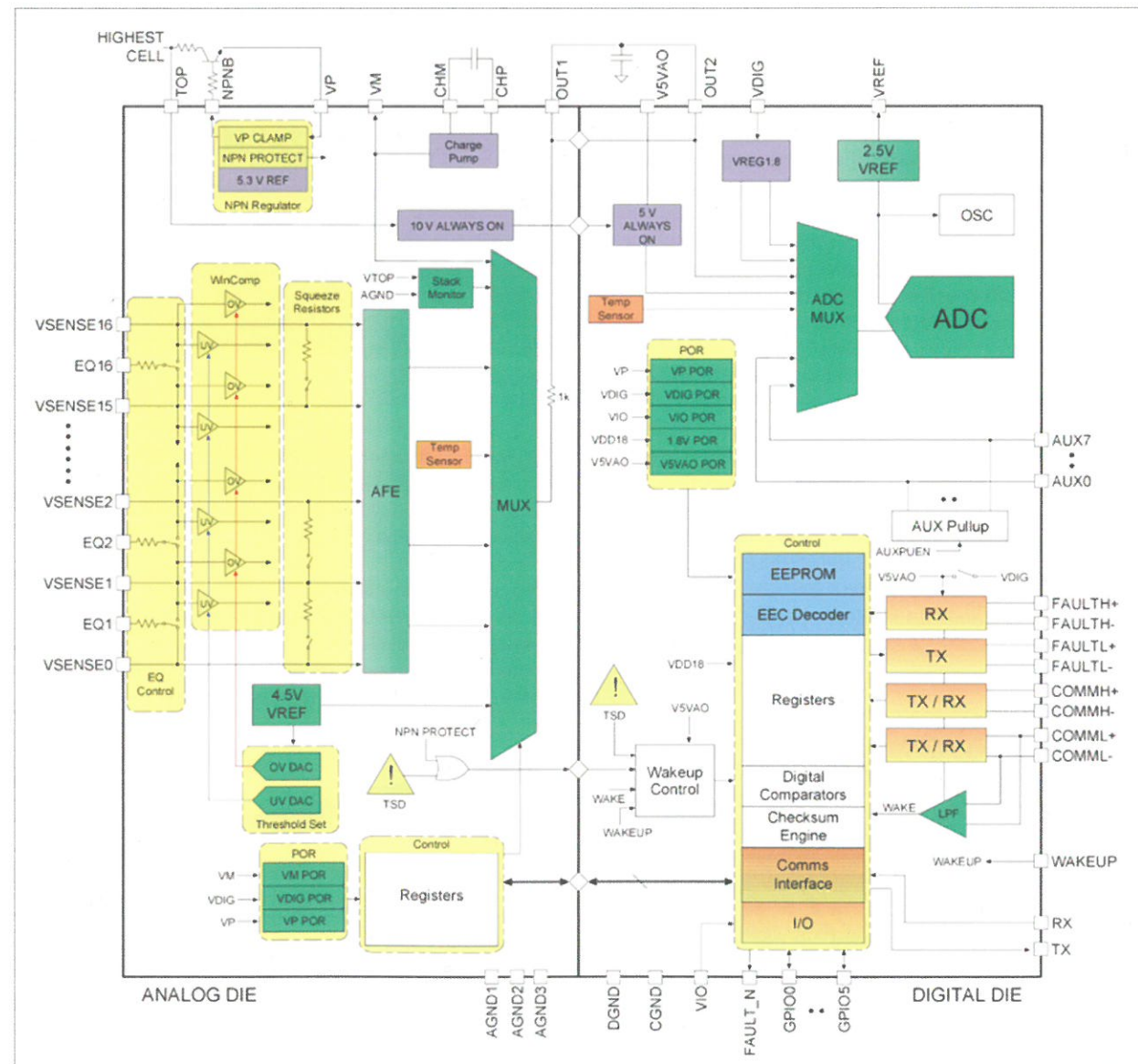
- Működési feszültség tartománya 16 V – 79,2 V
- 15 db akkumulátor cella mérőbemenet mérési tartománya 1 V – 5 V
- Balanszírozó áram 110 mA, 3,65 V feszültségen
- Működési hőmérséklet tartománya -40 °C – +105 °C

Ezt a BMS egységet akkumulátor telep cella feszültségeinek felügyeletére és balanszírozására terveztük. Az energiatároló rendszerekben, az akkumulátor telep töltési és kisütési ciklusai során eltérések alakulnak ki az egyes cellák feszültségeiben, kapacitásaiban és belső ellenállásaiban. Ez a jelenség az akkumulátor telep kihasználható kapacitásának és hatásfokának csökkenéséhez vezet. A BATBAL BMS egység az akkumulátor telep egyes celláit külön-külön felügyeli és balanszírozza, feszültségüket közel azonos értéken tartva optimalizálja az akkumulátor telep töltéstároló képességét és élettartamát.

A BATBAL BMS egység funkciói és részegységei:

- Cella feszültség figyelés
- Cella alacsony és magas feszültség érzékelő komparátorok
- Cella balanszírozó áramkörök
- Cella hőmérséklet figyelés
- Hibafelügyelet
- Potenciál leválasztott, láncolható kommunikációs busz
- TTL szintű soros kommunikáció
- Beépített tápegység

A Texas Instruments bq76PL455A-Q1 integrált áramkör (4. ábra) egy nagy pontosságú, nagy sebességű mérő alrendszer tartalmaz. A mért feszültség értékeket 14 bites analóg-digitális átalakító dolgozza fel digitális adatokká. A bemeneti jel mintavételezési ideje 4,13 µs és 1000,08 µs tartományon belül állítható. Amennyiben bármely cellafeszültség érték átlépi a beprogramozott paraméterekben megadott alsó vagy felső küszöbértéket, akkor a megfelelő hibaregiszter bitek jelzik az egy, vagy több hibás állapotot. A hibabitek szelektíven programozhatóak, hogy aktiválódásukkor a **FAULT** kimeneten állapot változást okozzanak-e, vagy sem.



4. ábra Bq76PL455A-Q1 integrált áramkör blokk diagramja

További cellafeszültség figyelésről gondoskodik egy független komparátor csoport, amely komparátoraihoz a cellafeszültség figyelés küszöbértékeitől eltérő alacsony és magas küszöbértékek állíthatók be.

Minden egyes komparátorhoz beállítható, hogy hiba érzékelésekor a **FAULT** kimenetet aktiválja-e.

*Cellafeszültségek balanszírozása (kiegyenlítése)*

Akkumulátor töltéskor a felügyeleti egység a cellafeszültség mérések adatai alapján dönti el, hogy valamelyik cella feszültsége elérte-e már a felső határértéket. Ha bármelyik cella eléri a maximális feszültség értéket, akkor az akkumulátor telep töltését le kell állítani, megelőzve ennek a céljának a túltöltés miatti károsodását. Passzív balanszírozás nélkül, a nem pontosan megegyező tulajdonságú, sorosan kapcsolt cellák miatt, több cella még nem éri el a 100% töltöttségi szintet, emiatt az akkumulátor telep töltöttsége elmarad az elméleti maximumtól. Passzív balanszírozással minden egyes akkumulátor cellára egy-egy sönt ellenállást tudunk kapcsolni, ezzel biztosítani tudjuk a cella feszültség kiegyenlítését, az akkumulátor telep elméleti kapacitásának maximális kihasználását.

Mind a 15 db akkumulátor cella csatlakozáshoz tartozik egy-egy N csatornás MOSFET, és vele sorba kapcsolt 33 Ω, 1 W értékű rezisztor. A balanszírozó áramkörök vezérlése az EQx vezérlő kimeneteken keresztül történik, a söntölő áramkör bekapcsolt állapotát a nyomtatott áramköri egységen egy-egy LED is jelzi.

A BATBAL egységen 8 db csatlakozót helyeztünk el a hőmérséklet-érzékelők csatlakoztatására. LM335 típusú, precíziós hőmérséklet-érzékelőket szereltünk az akkumulátor cellák közé.

*BATBAL-ok közötti kommunikációs vonalak*

Az egymással összekapcsolt BATBAL egységek közül mindig a láncban legelső egység feladata az összeköttetés a felügyeleti egységgel, TTL szintű, soros jelátvitellel. Az átviteli sebesség 125 kbaud – 1 Mbaud közötti tartományban állítható. A kommunikációs láncba kapcsolt egységek többi tagja egymástól galvanikusan elválasztott, csavart érpáron, differenciál jelekkel kommunikál. Az átviteli sebesség fix, a minimális bitidő 125 ns (8 MHz).

Amikor egy hibafeltétel teljesül, a felügyeleti egység a BATBAL egység kommunikációs vonalán keresztül, a **FAULT** jel alapján értesül a hiba létrejöttéről. Az egymással összekapcsolt egységek közötti hibajelzés átadás a **FAULT** differenciál érpáron zajlik.

## TÁPFESZÜLTÉG ELLÁTÁS ÉS ENERGIATAKARÉKOS ÁLLAPOT

A bq76PL455A-Q1 áramkörnek energia felhasználás szempontjából két állapota lehetséges, be- vagy kikapcsolt. Bekapcsolás kétféle módon lehetséges:

- WAKEUP vonalon keresztül. A felügyeleti egység, a kommunikációs lánc legelső egységét ezen a módon kapcsolja be.
- A kommunikációs lánc további egységeit, a láncban azokat megelőző egység által, a csavart érpáros differenciál kommunikációs vonalon továbbított ébresztő jel kapcsolja be.

Kikapcsolást a felügyeleti egység tud végrehajtani, egy broadcast parancs elküldésével. A parancs hatására mindegyik BATBAL egység POWER\_DOWN bitje aktív állapotba kerül, az egységek Device Control regiszterében.

A BMS egység energia ellátása az általa felügyelt, sorba kapcsolt akkumulátor cellák legnagyobb potenciálú pontjáról történik. A bq76PL455A-Q1 beépített feszültség szabályzó alrendszere egy NPN teljesítmény tranzisztort vezérel a saját

5,3V-os tápfeszültsége előállításához, amely meghajtja a VDIG digitális tápvonalat is. Az elkülönített VIO tápvonal, a felügyeleti egység kommunikációs csatlakozóján keresztül kap 5 V tápfeszültséget. A bq76PL455A-Q1 előállít 1,8 V és 2,5 V feszültségeket is. Az 1,8 V belső használatra szolgál, kívülről nem hozzáférhető, a 2,5 V-os feszültséget pedig az integrált 14 bites ADC modul használja referencia feszültségnek.

## A ROBOT KOCSI FELÜGYELETI EGYSÉGE

A raktári robot kocsí – a berendezés speciális, lapos kialakítása miatt – külvilággal való kommunikációja korlátozott, ezért ha a berendezés nem a dokkoló egységben tartózkodik, a különféle állapotjelzésekre 3 db nagy fényerőjű LED jelzés áll rendelkezésre. A berendezés ezekkel képes jelezni az üzemállapotot, illetve felhívni a figyelmet szerviz beavatkozásra. Amennyiben a robot kocsí a dokkoló egységben tartózkodik az akkumulátortelep töltése céljából, akkor az akkumulátortöltő szekrényben rendelkezésre áll egy felügyeleti egység 7"-os érintőkijelzővel, amelynek segítségével részletes információ nyerhető az akkumulátortelep állapotáról, illetve elvégezhető bizonyos paraméterváltoztatások (pl. feszültségfigyelő küszöbszintek, akkumulátor áramkorlátozás, stb).

## A MŰKÖDÉS BEMUTATÁSA

Az akkumulátortelep töltésére egy SZEPC-R 230/672-5 típusú, 230 V bemenetű egy fázisú, szigetelt, szinuszos áramfelvételű akkumulátortöltő-berendezést használunk, amely 672 V névleges kimeneti feszültséggel rendelkezik és 5A töltőáramot képes biztosítani. Az így leadott közel 4 kW teljesítménnyel 3,5 óra alatt képes feltölteni a teljesen lemerült akkumulátortelepet. Az 5. ábrán látható az akkumulátortöltő szekrény. Az akkumulátortöltő modul egy speciálisan kialakított dokkoló egységen keresztül, csúsztató érintkezőkkel kapcsolódik a robot kocsiban lévő akkumulátortelephez. Az akkumulátortelep felügyelő egység a robot kocsiban van el-



5. ábra Akkumulátortöltő szekrény

helyezve, az akkumulátortöltő és felügyeleti egység az akkumulátortöltő szekrényben. Így szükségessé vált a kommunikációs vonal átvezetése a dokkoló egységen keresztül. Erre a célra vezetékes CAN kommunikációt használtunk.

Amint az erősáramú- illetve kommunikációs kapcsolat létrejött, a telep felügyelő egység frissíti az információkat az akkumulátortöltő szekrényben elhelyezett felügyeleti számítógépen és megindul a teleptöltési ciklus. Az akkumulátor és az akkumulátortöltő összekapcsolása különleges odafigyelést igényel, tekintve, hogy 672 V egyenfeszültség helytelen kezelése könnyen ívképződéshez, majd tűzhez vezethet. Ezt elkerülendő, az összekapcsolás előtt az akkumulátortöltő modul rá szabályoz az akkumulátorteleg aktuális feszültségére, majd egy nagyfeszültségű félvezető (FET [4]) kapcsoló és négy darab kompakt kivitelű kontaktor – 2 darab a pozitív oldalon, 2 darab a negatív oldalon – összekapcsolja a két egységet. Ezután megindul a konstans 5A értékű töltőáram. Miután az akkumulátorteleg bármely cellájának feszültsége közelít a feltöltött állapothoz – ez 3,65 V-os cellafeszültségnél valósul meg –, elkezdődik a cellák kiegyenlítése, avagy a balanszírozás. A kiegyenlítő áramkör a BATBAL BMS része. A kiegyenlítés célja, hogy amíg egyes cellák még nem töltődtek fel, míg mások már elérték a puffer feszültséget, ez utóbbiak kapcsolófeszültsége a töltés folytatása esetén meghaladná a gyártó által előírt maximumot. Ezért ezekre a cellákra a kiegyenlítő vezérlő egy miniatűr FET kapcsoló segítségével rákapcsol egy söntölő ellenállást, ezzel átkényszerítve a töltőáram egy részét, hogy ne az adott cellán keresztül haladjon, minél kevésbé emelve annak feszültségét. Az egyes cellák közötti feszültségkülönbség ezzel a módszerrel akár 20-30 mV között tartható. Miután a teljes telepfeszültség elérte a kívánt pufferszintet a robot kocsifelügyeleti egysége lekapcsolja az akkumulátortöltő modult és a nagyfeszültségű FET kapcsolóval és a kontaktorok segítségével engedélyezi a hajtást a szervomotorokat meghajtó inverter számára. Ezután a robot kocsifelügyeleti egység leválik a dokkoló egységről és üzembe áll a raktárban, alkalmassá téve a dokkoló egységet egy másik robot kocsifogadására.

Az üzem alatt a robot kocsifelügyeleti egység folyamatosan monitorozza az akkumulátorteleg kisütési folyamatát a BATBAL BMS egységeken keresztül. Ha bármelyik cella feszültsége elérte a 3 V-ot, akkor jelzést küld a robot kocsifelügyeleti egységnek, hogy navigálja az eszközt a dokkoló egység felé az akkumulátorteleg feltöltése céljából.

## AZ ENERGIAELLÁTÓ RENDSZERBEN ELŐFORDULÓ HIBÁK DETEKTÁLÁSA ÉS KIJELEZÉSE

A tervezés során az akkumulátorteleg védelmét tartottuk legfőbb szempontnak, ezért a legkülönfélébb védelmeket építettük be a vezérlésbe. A robot kocsifelügyeleti egysége és a fedővédelmi egység az alábbi hibák detektálására és lekezelésére képes az akkumulátorteleg védelme érdekében BMS beépített védelmeire felül:

- Megszakad a kapcsolat az egyik (vagy több) akkumulátor cella és a BMS modul között
- Megszakad a kommunikációs kapcsolat az egyes BMS modulok között
- Megszakad a kommunikációs kapcsolat a BMS modul és a robot kocsifelügyelet között
- Az akkumulátorcellákhoz tartozó bármelyik hőmérsékletmérő meghibásodik
- Áramköri hiba miatt megszűnik a robot kocsifelügyeleti egységének tápfeszültsége

- Áramköri hiba miatt megszűnik a fedővédelmi egység tápfeszültsége
- Áramköri hiba miatt megszűnik az akkumulátorteleg feszültségének, illetve áramának mérése
- A robot kocsifelügyeleti egység mozgás közben testzárt állapotba kerül, az akkumulátorteleg n-edik cellájának feszültsége a robot kocsifelügyeleti egységhez kapcsolódik
- Akkumulátortöltés közben megszakad a kommunikációs kapcsolat a robot kocsifelügyeleti egysége és az akkumulátortöltő modul között

A robot kocsifelügyeleti egység tartalmaz egy fedővédelmi egységet is, mely szintén monitorozza az egyes cellák feszültségét és hőmérsékletét és hiba esetén függetlenül képes leállítani a jármű mozgását, illetve az akkumulátor töltését, ha a robot kocsifelügyeleti egysége meghibásodna.

A robot kocsifelügyeleti egység tartalmaz egy szigetelési ellenállás mérő modult. A felügyeleti egység a szigetelési ellenállás mérő modul segítségével folyamatosan ellenőrzi az esetleges szivárgó áramot, illetve, hogy az akkumulátor feszültsége – vagy annak akár töredéke – nem került-e ki a berendezés házára. Ha ez megtörténne, a beépített védelem azonnal bontja az erősáramú kontaktorokat, és jelzést ad az üzemeltető felé a javításra.

Az akkumulátortöltő szekrénybe beépített felügyeleti egység grafikus felületén a következő információk jelennek meg: Kezelői szinten lehetőség van az adott gyártási számú robot kocsifelügyeleti egység állapotának, illetve az akkumulátor töltési állapotának ellenőrzésére: töltőáram és töltöttségi szint megtekintésére. Ezen kívül az esetleges hibaállapot kiolvasható.

Jelszóval védett gyártói szinten elérhető a teljes naplózás, amely rögzíti az adott gyártási számú robot kocsifelügyeleti egység összes eseményét. Beállíthatóak az akkumulátorteleg töltésével, kisütésével kapcsolatos paraméterek. A felügyeleti egység tartalmaz egy úgynevezett töltési naplót is gyártási számonként, itt visszamenőleg nyomon követhető, hogy az adott gyártási számú kocsifelügyeleti egység mennyi töltést vett fel, és mennyi volt a töltöttsége, amikor levált a dokkolóról. A felügyeleti egység naplózza továbbá az összes cella információt az akkumulátor töltés megkezdésekor és befejezésekor. Dokkoló állapot közben lehetőség van az akkumulátor cellák aktuális adatait megtekinteni (pillanatnyi feszültség és hőmérséklet).

Az energiaellátó rendszer mintapéldányait elkészítettük és jelenleg az üzemi tesztelésük folyik.

### Irodalomjegyzék

Texas Instruments. bq76PL455A-Q1 16-Cell EV/HEV Integrated Battery Monitor and Protector  
Texas Instruments. bq76PL455EVM and GUI User Guide.



**Mihácz Viktor**

Fejlesztőmérnök  
PowerQuattro Zrt.  
pqinfo@powerquattro.hu



**Zachár-Herkó Gábor**

Fejlesztőmérnök  
PowerQuattro Zrt.  
pqinfo@powerquattro.hu

[4] FET: Field Effect Transistor: Tervezési tranzisztor