

A lítiumakkumulátorok rejtett intelligenciája

Pálinkás Tibor gépészmérnök, tpalinkas@radiovilag.hu

Ha már van például „okostelefon” vagy „intelligens mosópor”, akkor nyugodtan illelhetjük ezzel a címmel azokat a lítium akkupakkokat is, amelyek többek között a mobiltelefonokat, így az okostelefonokat is ellátják energiával. Mint látni fogjuk, nem is alaptalanul tesszük ezt!

A technika jelen állása szerint a szekunder telepek között a Lítium-Ion, ill. a modernebb Lítium-Polimer akkupakkok rendelkeznek a legnagyobb tárolt energia/tömeg hányadossal, így az utóbbi tíz évben gyártott csúcstechnológiás hordozható elektronikai készülékek energiaigényét ilyenek fedezik. Ráadásul a hagyományos Ni-Cd vagy a korszerűbb Ni-MH cellák 1,2...1,3 V-os feszültségével szemben egy lítiumcella névleges feszültsége 4 V körüli (a pontosabb adat a felhasznált anyagoktól és a gyártástechnológiától függ, de legalább 3,7 V), így a kommersz készülékek az esetek többségében egyetlen celláról üzemelnek. A lítiumakkuk további előnyökkel is rendelkeznek az Ni-alapúakkal szemben:

- az ún. memóriaeffektusuk elhanyagolható,
- a töltési procedura rövidebb,
- nem kell formázni, nem igényel cseptöltést,

- tárolása során 40%-ra mérítve, hűvösben, éveket is kibír.

A Li alapú akkupakkokkal kapcsolatos tudnivalókat röviden összefoglalja pl. az [1], a töltéséről pedig a [2]-ben olvashatunk.

Még ezt a strapabíró akkupakkot is el lehet rontani, ha nagyon rosszul bánunk vele. A Li-alapú akkuk különösen érzékenyek a mélykisütésre (a kapacitásuk 25%-a alá nem illik lemeríteni), óvni kell a töltés, ill. kisütés közbeni túlmelegedéstől és a túltöltéstől is! Ezek elkerülését célozza a ma már gyakorlatilag minden szabványos Li akkupakkba beépített védőáramkör. Egy-egy ilyen, nagyon kis méretű, mára szabványosnak tekinthető áramkör oly annyira kompakt, hogy egészen kis akkucellába is beépíthető. Az **1. ábra** fotója egy öngyújtónak látszó tárgy belsejéről készült. Ezt a beépített apró kamerája által felvett képeket, videofelvételeket rögzíteni képes ún. „kémöngyújtót” egy 100



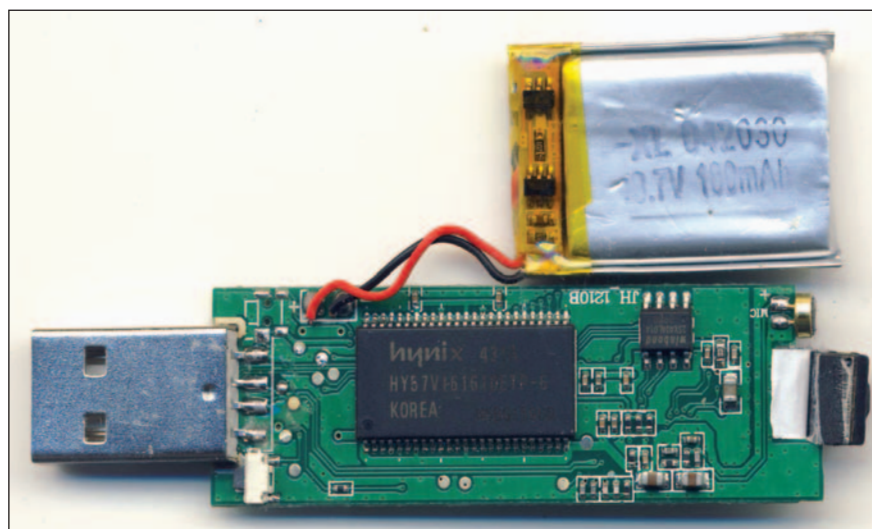
2. ábra

mAh-s kis Li-Ion akku táplálja, és már ezen is felfedezhető a két félvezetőeszközt tartalmazó védőáramkör!

Jelen írásom tárgyát azonban egy hagyományos, 900 mAh-s akkupakk (**2. ábra**) védőáramköre képezi, amelyet 0,65 mm vastagságú, mindössze 4 × 25 mm méretű, kétoldalon fóliázott, furatgalvanizált nyakra építettek fel. A 6 db felületszerelt alkatrész a belső oldalán található (**3a. ábra**), a külső felület nagy részét (**3.b ábra**) a három aranyozott érintkezőfelület foglalja el. A nyákat a fotózáshoz felbontott akkupakkból kihajlítottam.

A két SOT-23/6 tokozású eszközt szerencsére sikerült a kódjuk alapján egyértelműen azonosítani. A **3.a** ábrán látható panel bal oldali tokján a „DW01” kódjel olvasható. Ez a cél-IC tényleges alap-típusjele. A jobb oldali eszköz speciális, erre a célra kifejlesztett, nagyon alacsony csatornaellenállású kettős n-csatornás MOSFET, „8205S” kódjellel (a teljes típusjelzése gyártófüggő; pl. FHK8205).

Az egyszerű topológiájú panelen telepített áramkör kapcsolását nem volt nehéz feltérképezni, az eredmény a **4. ábrán** látható. A védelem vezérléséért a DW01 fele-

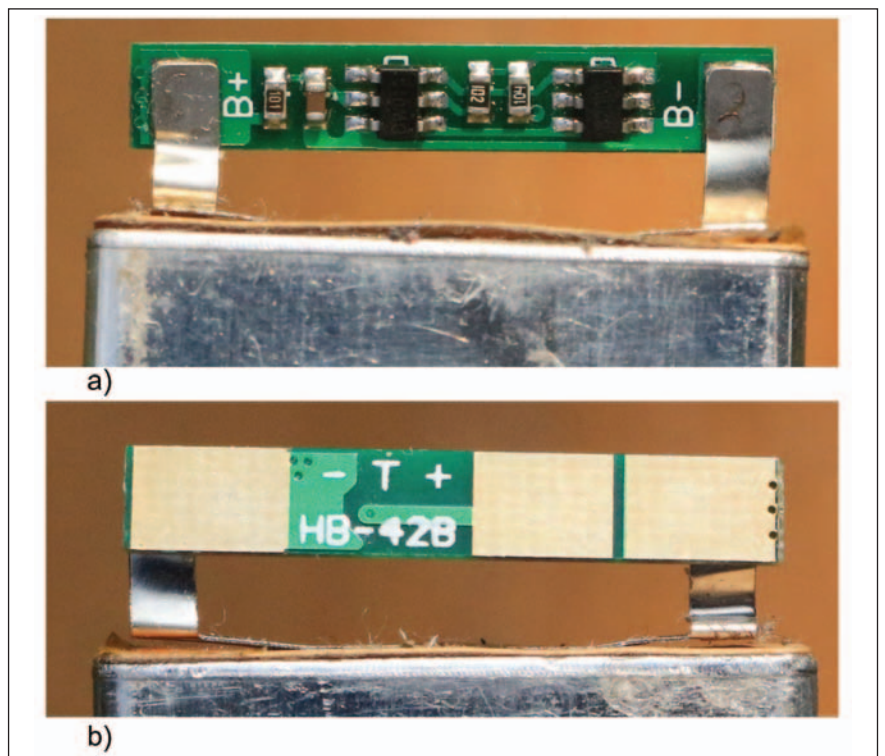


1. ábra

lős. Ezt tok a tajvani *Fortune Semiconductor Co.* gyártmánya, amelynek az adatlapja pl. a [3]-ról letölthető. A 4. ábrát ennek alapján szerkesztettem meg, berajzolva a nem éppen egyszerű belső kapcsolást sejtető analóg/digitális csip ott szereplő tömbvázlatát is. Amúgy a felvételezett áramkör megfelel az adatlapon szereplő ajánlott kapcsolásnak, csupán a 100 kohmos ellenállás jelent ahhoz képest többlet-elemet.

Az IC V_{CC} kivezetése a 100 ohm/100 nF szűrőtagon keresztül kapja meg az akkucella feszültségét. Az RC-tag mérsékli a cellafeszültség terhelésingadozásokból adódó hullámosságát. A nyugalmi áramfelvétele az összetett felépítése ellenére ultra-alacsony: jellemzően 3 uA! Ebből CMOS technológiára következtethetünk. A kapcsolat magját az adatlapon egyáltalán nem részletezett működésű, és csak nagyon vázlatosan ábrázolt logikai tömb képezi, ami egy hat bemenetről vezérelhető oszcillátorból, egy (valószínűleg) programozható frekvenciaosztóból és egy vezérlő logikából áll. Utóbbi két kimenettel rendelkezik, a másik tokban levő, eleve kaszkádba kapcsolt FET-páros vezérlésére. Az oszcillátor frekvenciájának beállításához nincs szükség külső elemekre. Az oszcillátorból és frekvenciaosztóból álló időzítőrendszer állítja elő a később említett késleltetési, várakozási időtartamokat.

A logika vezérlőszintjei 5 db, különböző referenciafeszültségű komparátor kimenetéről származnak. Lényegében közvetlenül az akkumulátor kapocsfeszültségét ellenőrzi a közös referenciaforrásra kapcsolt *Mélykisütés*, ill. a *Töltés* komparátor. (A 100 ohmos ellenálláson 3 uA áram esetén 300 uV esik, ami bízást elhanyagolható.) Mindkét komparátor bemeneti osztójába egy-egy hőfokfüggő ellenállás is be van iktatva, így az akkucellának mind a töltések, mind a kisütések fel lépő esetleges túlmelegedése is kiváltja valamelyikük átbillenését. A panel normális helyzetében rá van hajtva az akkura, így a hatlábú tok eléggé közelről érzékelheti a



3. ábra

cella hőmérsékletét. Az említett 100 kohmos ellenállás a korábbi, védőáramkör nélküli akkupakkokba beépített, szintén a *BAT*- és a *T* pont közé kapcsolt, szobahőmérsékleten 100 kohm körüli ellenállású termisztort szimulálja a táplált készülék akkukezelő áramköre számára, mivel a DW01 átveszi annak hőfokfigyelő szerepét.

A további három komparátor feladata az áramfigyelés, mind a töltési, mind a kisütési ciklus során. Söntellenállás gyanánt az akku „-” sarka és a *BAT*- kimeneti pont közé iktatott két MOSFET Source-Drain csatornaellenállásának soros eredőjét használja, ami 3 A-es csatornaáramnál jellemzően $2 \cdot 25 = 50$ mohm, de nem haladja meg a $2 \cdot 40 = 80$ mohmot ([4]). Értéke a Drain-áramtól kissé függ, így nemlineáris ellenállás. Mindenesetre a gyártónak válogatnia szükséges ezt az eszközt. Az adatlapon a megfelelő RON csatornaellenállás kiválasztására az $R_{ON} = V_{OIP} / 2I_T$ összefüggés szerepel, ahol VOIP a *Túláram* komparátor referenciafeszültsége; tipikusan 150 mV. Ha például a küszöbáramot 3 A-ben határozzuk meg, ak-

kor $R_{ON} = 25$ mohm/FET. A MOSFET-eknél ez hőmérsékletfüggő! (Igaz, a V_{OIP} túrése is meglehetősen nagy: az adatlap szerint 120...180 mV között lehet.)

A söntről az 1 kohmos ellenálláson keresztül kerül az akku körében folyó árammal arányos mérőfeszültség a *CS* (2.) lábán keresztül mindhárom áramfigyelő komparátor invertáló bemenetére. Ezúttal a komparátorok referenciafeszültsége különböző. Az ellenállás azon ritka esetekben juthat szerephez, ha az akkumulátort egy külső töltővel használjuk, és fennáll a fordított polaritású csatlakoztatás lehetősége. Ilyenkor megakadályozza az IC reteszeldését.

A DW01 adatlapja részletes ütemdiagramokat közöl a rendszer legkülönbözőbb lefolyású (normális és abnormális) töltési és kisütési ciklusok közbeni viselkedéséről, az *OD* és az *OC* kimenetnek az akkumulátor pillanatnyi feszültségének, áramának függvényében beálló logikai szintjéről. Ezek bemutatásától eltekintek, csak a főbb működési módokat ismertetem. Normális működés esetén értelemszerűen