



Eldobható lítium elemek a világ vezető gyártójától – EVE battery

A hordozható elektronikai eszközök számára megfelelő tápellátást találni nagy kihívás, aki nem járatos a témában, könnyen választhat az adott alkalmazáshoz rosszul vagy egyáltalán nem illeszkedő elemet. Könnyebb a dolgunk, ha az eszköz újratölthető akkumulátorral szerelt, ilyenkor a gyártó által biztosított töltővel biztonságosan és megfelelő ideig működtethetjük a készüléket. Ha mégis eldobható elemre van szükség, akkor mind a tervezőnek, mind a felhasználónak tisztában kell lenni a technikai lehetőségekről. A piacon kapható egyszer használatos (primer) elemek változatos méretekből kaphatóak, kémiai rendszerüket tekintve is sokfélék lehetnek. A régi szén-cink elemeket felváltották a széles körben használatos alkáli elemek, ma pedig már előszeretettel használja az ipar a lítium elemeket, amelyek tartósabbak, jobban terhelhetők, könnyebbek a hétköznapi eldobható elemeknél. Cikkünk segít eligazodni a tervezőmérnököknek az egyes változatok között, a világ egyik vezető primer elemgyártója az EVE Battery kínálatának bemutatásával.

Lítium technológia – eldobható és tölthető elemek

Az elem egy olyan energiatároló és átalakító rendszer, mely kémiai reakció útján képes töltést létrehozni, azaz a kémiai energiát villamos energiává alakítani.

Ebben a mini reaktorban – annak áramkörbe kapcsolásakor – lejátszódó kémiai reakció szabad elektronokat hoz létre. A telep kisülése során ezeknek a szabad elektronoknak a katód felé áramlása az a villamos áram, melyet az anód és katód közé kapcsolt külső áramkör táplálásához használhatunk fel. Abban az esetben, ha a kisülés után a kémiai reakció nem visszafordítható, akkor primer (eldobható) telepről beszélünk, melynél ha valamelyik, a reakcióban résztvevő anyag elfogy, az elem lemerül és cserélni szükséges.

Ha külső töltőáram felhasználásával a töltés visszaállítható, akkor pedig szekunder, azaz tölthető elemről beszélünk.

Az elemtechnika fejlődése során a lítium mint a legkisebb sűrűségű, a legnagyobb elektrokémiai potenciállal valamint a legjobb energiatárolóképesség / tömeg hányadossal rendelkező fém alkalmazhatósága került előtérbe.

A szakirodalom a „lítium vagy lítium-fém elemeken” a fém lítium anóddal rendelkező primer (eldobható) elemeket érti, ami nem keverendő össze az újratölthető „lítium-ion” elemekkel.

Ez utóbbiak anódja nem fém lítium, hanem grafit, katódja pedig lítium kombinációja valamilyen átmenetifém (nikkel, kobalt, mangán, vas) oxiddal és az elektrolit pedig szerves karbonát oldószerben oldott lítium só.

Kisüléskor a rendkívül gyorsan reagáló lítium elektronját feladva Li^+ ionná alakul, a szabad elektronok áramlása pedig elektromos áram formájában hasznosul.

Töltéskor a külső villamos feszültség hatására a Li^+ ionok visszaáramolva interkalálódnak az anód porózus grafit anyagába, így újra kész a rendszer az energiatermelésre.

A hagyományos újratölthető Li-ion elemek mellett a 90-es évek vége felé megjelentek a folyékony elektrolitot szilárd polimer vegyületekkel helyettesítő Li-Poly elemek, melyek nem a Li-Ion elemeknél általános merev fémházzal, hanem már hajlékony borítással, változatos és kis méretekben készülnek.

Bár kapacitásuk kisebb, mégis ideális energiaforrások lettek a hordozható elektronikai eszközöknek.

Az egyre népszerűbb EVE Battery cég mind a Li-ion, mind pedig a Li-Poly technológiát alkalmazza újratölthető elemei gyártásához, és az eldobható elemek (primer cellák) piacán már világvezető szerepet tölt be.

Lítium-fém primer elemek általános jellemzői

• Hőmérséklet/páratartalom

Az elemek legnagyobb ellensége a magas hőmérséklet, a nagy hőmérsékleten tárolt primer elemek önkisülése elérheti a 35 %-ot is, ezért lehetőség szerint tároljuk az elemeket $+10^{\circ}\text{C}$ és $+25^{\circ}\text{C}$ között, és kerülni kell a 40% alatti és 95% feletti relatív páratartalmat is.

• Névleges kapacitás

Adott kisütési körülmények (adott C-rate – kisütési áram) mellett értelmezett, a teljes feltöltéstől a letörési feszültség eléréséig rendelkezésre álló Ah érték, melyet a kisütési áram értékének (A) a kisülésig eltelt idő (h) szorzatával definiálunk.

$$C = I (A) \cdot t (h)$$

• Telefeszültség

Többféle különböző feszültség definíciójára van szükség az elemek

jellemzéséhez. A névleges feszültség az elem elsődleges jellemzésére referenciaként szolgál, a valóságban azonban meg kell különböztetni az úgynevezett nyitott állapotú OCV (Open Circuit Voltage) és a terhelés alatti CCV (Closed Circuit Voltage) értéket.

Az a feszültség, ahol az elem teljesen kisültnek tekinthető, az ún. letörési, vagy Cut-Off feszültség.



• Passziváció

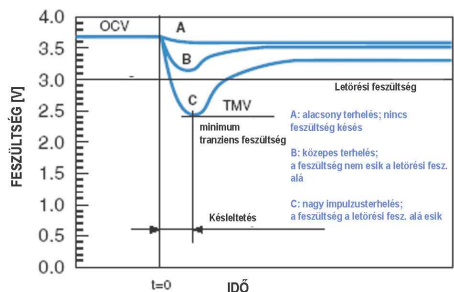
A passziváció a primer lítium elemekre jellemző fizikai jelenség, mely a fém lítium anód és az elektrolit kölcsönhatásával van kapcsolatban.

Amikor a gyártás során a cellába elektrolit kerül, egy vékony ún. passzivációs réteg alakul ki az anódfelületen, melynek fontos szerepe van abban, hogy terheletlen állapotban a

további reakciót megakadályozva az elemet megvédje a lemerüléstől. Amikor a cellában áram kezd folyni, az ionáramlás elbontja a passzivációs réteget. Normál körülmények közt a vékony réteg nem csökkenti a telep használhatóságát, azonban ha az rossz tárolási körülmények miatt nagyon megvastagszik, akkor problémát jelenthet a terhelés rákapcsolásakor.

Hosszú, hónapokig vagy évekig tartóan szobahőmérséklet felett tárolt lítium elemekben a passzivációs réteg nagyon megvastagodhat, ami a terhelés megjelenésekor késleltetést okozhat az elvárt kimeneti feszültség megjelenésében.

Míg kis áramterheléskor a késleltetés után elfogadható idő alatt megérkezik a feszültségváltás, ha az elemnek hirtelen nagy impulzust terhelést kell kiszolgáltatnia, előfordulhat, hogy a feszültség a letörési feszültség alatt marad. A megfelelő tárolási körülmények biztosítása a legjobb módszer a feszültség-késleltetési problémák leküzdésére, azonban számos más módszerrel is javíthatunk a



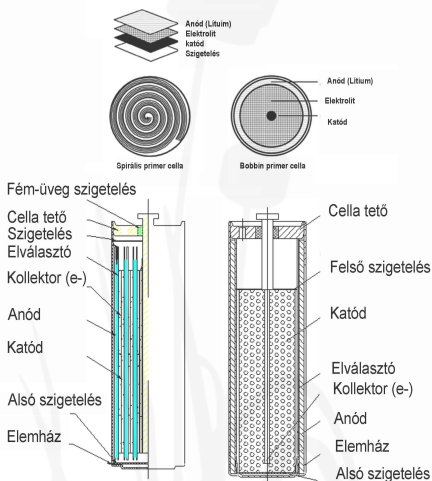
passziváció okozta problémákon, például folyamatos alacsony terhelésen való tartással, vagy intelligens pogramozott indítással is.

Nem szabad azonban a passzivációt káros jelenségnek tartani, hiszen ez biztosítja a lítium elemek kivételesen hosszú tárolhatóságát.

A későbbiekben részletesebben foglalkozunk a LiMnO_2 elemekkel, melyeknél a passziváció még hosszú ideig való tároláskor és rövid ideig tartó magas hőmérsékletnek való kitételkor sem jelentkezik.

A többi Li alapú kémiai rendszer esetén alacsony és folyamatos terhelés az ideális.

• Belső felépítés



A primer Li elemek belső felépítéséről is kell szólni néhány szót, mert a struktúra jelentős viselkedésmód eltéréseket eredményez.

A hengeres LiSOCl_2 elemek általában vagy spirális, vagy pedig úgynevezett „Bobbin” struktúrájúak.

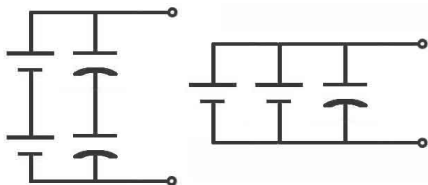
Előbbiek mag köré spirálisan tekercselt nagyfelületű fémlapot használnak a nagy áramok eléréséhez, míg a Bobbin cellák fém lítiumból készült hengerből és cératekercsre emlékeztető belső elektródából állnak, ahogy az az ábrán is látszik.

A spirális cellákban minél több rétegű a tekercs, annál kisebb hely van az elektrolit számára, ezért ezeknek az elemeknek a töltéshordozó képessége kisebb, azonban a nagy elektródafelület miatt az impulzusáramuk igen magas.

A Bobbin cellákban nagyobb az elektrolit mennyisége, és bár kisebb áramot tudnak leadni, energiatároló képességük 30%-al magasabb, mint az azonos méretű spirális celláknak.

Ezért az alkalmazástól függően, ahol pillanatszerű nagy áramerősségre van szükség, ott a spirális cellák kerülnek előtérbe, ahol a kapacitás a lényegesebb, ott a Bobbin cella alkalmazható eredményesebben. Megjegyzendő, hogy a spirális cella a nagy áramimpulzus leadási képessége miatt külső fizikai behatás esetén veszélyesebb, és bár az EVE speciális biztonsági szelepei a

komoly problémákat megakadályozzák, az ilyen elemekből épült nagyenergiájú csomagok használata helyett inkább Bobbin elemek és nagy impulzusáramot biztosítani képes SPC eszközök együttes használata javasolt.



A spirális cellák másik előnyös tulajdonsága, hogy a feszültség-késleltetésük kisebb, mint a Bobbin struktúrájú társaiké. A fenti SPC-vel épített elemcsomagok ezt a problémát is kiküszöbölik, mert az energia az SPC-ből késleltetés nélkül kerül a rendszerbe.

• CCikkszám szabványok

Az elemgyártók követik a vonatkozó szabványokat, így viszonylag könnyű dolga van a fejlesztőknek az egyes termékek összevetésekor. Hogy teljes legyen a kép, bemutatjuk ezeket az elnevezési szabályokat is.

A primer (eldobható) elemek elsődlegesen kémiai rendszerük alapján kerülnek megkülönböztetésre:

	(-)	Elektrolit	(+)
–	Zn	Ammónium-klorid; cink-klorid	MnO ₂ – mangán-dioxid
A	Zn	Ammónium-klorid; cink-klorid	O ₂ – oxigén
B	Li	Szerves elektrolit	CFx – szén-monofluorid
C	Li	Szerves elektrolit	MnO ₂ – mangán-dioxid
E	Li	Nem vizes alapú-szervetlen elektrolit	SOCl ₂ – thionyl-klorid
F	Li	Szerves elektrolit	FeS ₂ – vas-diszulfid

A cellákat formájuk és méretük alapján is elkülönítjük a cikkszám második betűjétől kezdődően:

R - kör alakú, hengeres cella

F - lapos cella

S - négyzet alakú cella

Típus	Átmérő	Magasság	Szélesség	Vastagság
CR2032R	20	3,2	–	–
CF502445	–	5,0	24,0	45,0

Az EVE Battery eldobható primer elemtípusai közül a következőket tekintjük részletesen át:

Li-SoCl₂ – Lítium thionil klorid ERxx/EFxx

Li-MnO₂ – Lítium mangán dioxid CRxx/CFxx

Li-FeS₂ – Lítium vas diszulfid AA/AAA

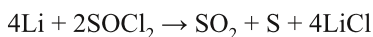
Nagy hőmérsékletű elemek – Li-SoCl₂

Implantátum elemek – Li-SoCl₂ kémiai rendszer, rozsdamentes acél vagy titánium házban

Li-SoCl₂ – Lítium thionil klorid "ER" elemek

Kémiai rendszerét tekintve ez az elemcsalád egy porózus (szén) és SoCl₂ keverékéből álló folyékony katódból és fém lítium anódból áll.

A kisülés során bekövetkező kémiai reakció a következő:



A Lítium thionil klorid elemek üresjáratú feszültsége 3,66V és 3,4-3,6V körüli

terhelés alatti üzemi feszültségükkel az egyik legnagyobb feszültségű primer cellatípusok a piacon.

Ez az elemfajta ½ AA mérettől egészen D (góliát) méretig elérhető.

Elemtípus	OCV (V)	CCV (V)	Cut off (V)
Litiumelem	Li/SOCl ₂	3,67	3,6~3,3
	Li/SO ₂	3,1	2,9~3,1
	Li/MnO ₂	3,5	2,8~2,7
	Li/CuF ₂	3,1	2,7~2,6
	Li/CuO	1,5	1,6~1,4
Egyéb eldobható elem	Zn/HgO	1,35	1,6~1,2
	Zn/MnO ₂	1,5	1,25~1,15
	Alkalinescence		
	Zn/MnO ₂ Neutrality	1,5~1,75	1,25~1,15

Az elemcsaládnak további kiváló jellemző tulajdonsága, hogy a legnagyobb energiasűrűséggel (1280 Wh/dm³) rendelkezik az eldobható elemek között.

Működési hőmérséklet tartománya -55°C -+85°C, de létezik speciálisan kialakított 150°C kiterjesztett üzemi hőmérséklet tartománnyal rendelkező változata is.

A család önkisülése extrém alacsony, kevesebb, mint 1% @20°C, emiatt rendkívül hosszú ideig, akár 10-20 évig is tárolható megfelelő körülmények között.

UN és UL tanúsítványai garantálják a biztonságos szállítást és alkalmazást.

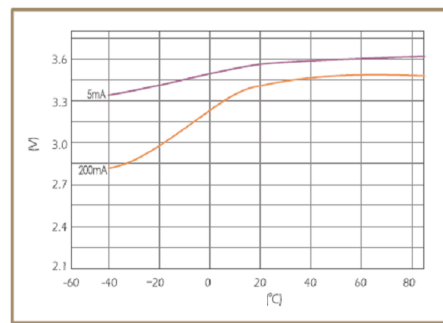
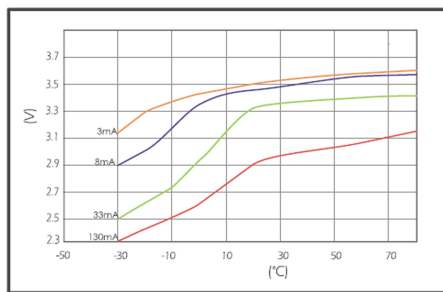
Spirális változatban (pl. ER14250M) elérhetők a nagy impulzusáramigényű alkalmazásokhoz, ilyenkor az EVE által alkalmazott anódszelepek felelnek a biztonságért, a hosszabb működéshez pedig Bobbin változatok választhatók (pl. ER14250).

Az elem kapacitása adott kisütési áram mellett meghatározza a kisütés időtartamát, a kisütés ideje alatt azonban az üzemi (CCV) feszültség idővel csökkenni kezd.

Az ER elemek betervezésekor figyelembe kell venni, hogy a külső hőmérséklet nagy hatással van az elem viselkedésére.

A következő ábrákon egy Bobbin struktúrájú (ER17505) és egy spirális (ER17505M) elem feszültség hőmérséklet karakterisztikái hasonlíthatóak össze különböző terhelőáramok mellett.

Látható, hogy a spirális cellák kevésbé érzékenyek a külső hőmérséklet



változására, ráadásul a passziváció sem olyan mértékben jelentkezik náluk, ellenben kapacitásuk kisebb, mint a Bobbin típusoknak.

Az ER elemek korábban említett rozsdamentes acél tokozású, extrém rázkódás és mechanikai sokk álló, kiterjesztett hőmérséklettartományú változata (ER14250MR-150) kiválóan alkalmazható az olajfűrés szenzorainak tápellátására.

Az ER elemek alkalmazásai:

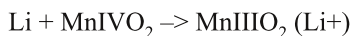
- Áram és gázmérők, fogyasztásmérők
- Autóipari telematika
- GPS, RFID alkalmazások
- Biztonságtechnikai berendezések
- Professzionális elektronika
- Olajfűrés

	Spirális (ERxxM)	Bobbin (ERxx)
Kapacitás	–	+
Impulzusáram	+	–
Passziváció	+	–
Biztonság	–	+

Érdekességgként említem meg, hogy az EVE Battery 2014-ben napi 400 ezer darab ilyen elemet gyártott, és a leggyártott termékeknek a túlnyomó többsége hengeres elem volt.

Li-MnO₂ – Lítium mangán dioxid "CR" elemek

Kémiai rendszerét tekintve ez az elemcsalád egy szerves alapú, nem korrodáló, nem mérgező folyékony elektrolittal feltöltött szilárd MnO₂ katódból és fém lítium anódból áll. A kisülés során bekövetkező kémiai reakció a következő:



A lítium Li⁺ ionná alakulása során elektronok szabadulnak fel, ezek zárt áramkörben elektromos áramként való szabad áramlása biztosítja a kémiai energia villamos energiává alakulását.

A CR elemek cellafeszültsége 3V (OCV= 3.1 .. 3.4V CCV=3,0V), működési hőmérséklettartománya pedig -40°C -+85°C hengeres típusok esetén, gombelemeknél pedig -20°C -+70°C.



Az autóiparban előszeretettel használják a kiterjesztett hőmérséklet tartományú $-40\text{--}+125\text{C}^\circ$ változatokat, elsősorban TPMS (keréknyomás ellenőr) rendszerekben.

Bár a CR cella energiasűrűsége elmarad az ER családoknál szokásos értékektől, számos előnyös tulajdonságuk van ezeknek az elemeknek, például nincs szükség semmilyen védőáramkörre, és a folyékony katódos rendszerektől eltérően a passziváció sem okoz problémát.

Mivel nem tartalmaz kadmiumot, ólmot, higanyt, így környezetbarát megoldást jelent.

Önkisülése kisebb, mint $1\% @ 20\text{C}^\circ$, emiatt rendkívül hosszú ideig, akár 10 évig is tárolható megfelelő körülmények között.

Leginkább akkor javasolt használata, ha kis méretű, vékony, könnyű elemre van szükség viszonylag kis terhelésre.

A hengeres kialakítású és gombelem változatok mellett létezik az EVE kínálatában 9V-os elem is, mely 3 db 3V-os cella sorbakapcsolásával és egybe tokozásával készül.

Itt is megemlítjük érdekességgéppen, hogy az EVE Battery 2014-ben napi 720 ezer darab ilyen elemet gyártott, melyek túlnyomó többsége gombelem volt.

A CR elemek alkalmazási területei:

- Alaplap CMOS és RTC (real time clock) táplálása
- Távvezérlők, kocsikulcsok
- Vesélyes gázszenzorok energiaellátása
- Orvoselektronika (vércukormérő és egyéb kéziműszerek)
- Füst detektorok
- Digitális kamera
- Fogyasztásmérők (víz-, gáz, villamos energiamérők)
- RFID
- ETC (electric toll collect)
- TPMS



Lítium vas-diszulfid (Li-FeS₂) eldobható elemek

A hengeres Li-FeS₂ anódja lítium, katódja vas-szulfid, és elektrolitként szerves oldószerben oldott lítium só szolgál.

1.5V-os telepfeszültsége kompatibilissá teszi minden AA és AAA eldobható elemmel, azonban használata a hagyományos elemekkel szemben számos előnnyel jár, mint például az extrém kis hőmérsékleten való alkalmazhatóság, vagy a 15 év szobahőmérsékleten való tárolás utáni megbízható működőképesség és nem utolsósorban a hosszabb élettartam.

Tulajdonságok :

- 1.5V AA és AAA elemek közvetlen helyettesítése
- Sokkal nagyobb teljesítmény
- Közepes vagy erős igénybevétel esetén sokkal hosszabb élettartam, mint más eldobható elemeknél
- Alacsony hőmérséklet (-40C°) esetén sokkal jobb teljesítmény, mint más eldobható elemeknél
- Magasabb üzemi feszültség és laposabb kisülési karakterisztika, mint más eldobható elemeknél
- Sokkal kisebb önkisülés, mint más eldobható elemeknél
- Sokkal hosszabb szobahőmérsékleten való tárolhatóság, mint más eldobható elemeknél



- Sokkal hosszabb nagy hőmérsékleten (+60C°-ig) való tárolhatóság, mint más eldobható elemeknél
- Kisebb tömeg
- Nem tartalmaz higanyt, kadmiumot és ólmot

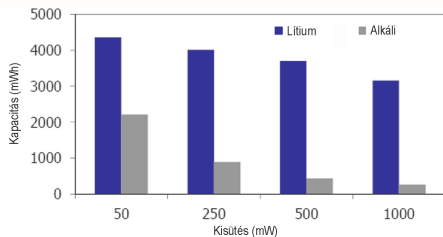
Más AA/AAA elemekkel való összehasonlítás:

Jellemzők	Lítium	Alkáli	Ni-MH
Hőmérséklet	Kiváló	Jó	Kiváló
Tömeg			
Tárolhatóság	10–15 év	5–7 év	3–5 év
Töltésmegtartás	Kiváló	Jó	Jó
Kisülési görbe	Lapos	Meredek	Lapos
Kapacitás	Kiváló	Elfogadható	Kiváló

Az első összehasonlító ábrán AA alkáli és LiFeS₂ elem kapacitásának összevetése látható többféle terhelő árammal végzett folyamatos terhelés mellett 20C° hőmérsékleten 0.9V CutOff feszültség eléréséig.

Megfigyelhető, hogy nagy áramú kisütés esetén az alkáli elemek üzemideje messze alatta marad a lítium változat üzemidejének.

Kisebb terhelőáramok esetén az eltérés kevésbé jelentős, de ott is jelen van.



A második összehasonlító ábrán az összevetés többféle terhelő árammal végzett folyamatos terhelés mellett különböző hőmérsékleteken, 0.9V CutOff feszültség eléréséig történő mérések eredményeit mutatja.

Megfigyelhető, hogy extrém alacsony hőmérsékletek esetén a lítium elemek

sokkal hosszabb ideig üzemképesek a terheléstől függetlenül, míg nagy árammal való terhelés esetén az alkáli elemek üzemideje messze alatta marad a lítium változat üzemidejének, normál és magasabb hőmérsékleten is.

Kis terhelőáramok esetén az eltérés szobahőmérsékleten és magas hőmérsékleten kevésbé jelentős, de szintén jelen van.

Felhasználási területek:

- Vezetéknélküli egér, billentyűzet
- Orvoselektronikai készülékek
- Elektronikus szótárak
- Mérőműszerek
- Rádió adóvevők
- Digitális kamerák
- GPS
- Számológépek
- Elektronikus órák
- Szenzorok

