

## [ ÚJ BEJEGYZÉS ]

Kiseb lélegzetű, leginkább a lítium bázisú akkumulátorokra vonatkozó gyors tájékoztatóknak számom, több tévhitet szeretnék eloszlatni ezzel a bejegyzéssel. Barátunkkal, Guglival bárki ezen információk birtokába juthat de próbáltam a legszükségesebb alapokat összeszedni eme rövidke cikkbe. Az írás kb. 90%-a saját fejből van mivel évtizedek óta aktívan foglalkozok akkumulátoros rendszerekkel (PB, Ni-CD, Ni-MH, Li). Csapjunk is bele, a száraz számokat, mértékegységet, szakkifejezéseket próbáltam emészthető és bárki, akár laikus számára is érthető formában találni.

Amikor az Li-ion akkumulátort elkezdték gyártani, a grafitrendszer 4,1 V/cella feszültséget határozott meg. A magasabb feszültségek nagyobb energiasűrűséget biztosítanak, de a cella oxidációja erősen behatárolta a kezdeti, 4,1 V/cella fölé feltöltött Li-ion cellák élettartamát. Ezt a hatást kémiai adalékanyagokkal küszöbölték ki, így feljebb mehetett a töltési végfeszültség, ezzel együtt természetesen a kapacitás, a tárolóképesség és így kisebb az energiatárolásra eső fajlagos súly is.

A legtöbb, kereskedelemben kapható Li-ion cella 4,2 V feszültségű, és a tűrése minden esetben szigorúan 0,05 V. Az ipari és katonai Li-ion akkukat maximális ciklusélettartamra tervezték, és a töltési végfeszültségük körülbelül 3,9 V/cella. Ezen törekvés látszólag ellentmond az előbb említetteknek, de a jóval kisebb végfeszültség óriási mértékben megnöveli a cella stabilitását valamint ha együtt alkalmazzuk a nem csontra kisütés elvével akkor hihetetlenül feltornássza a várható élettartamot. Erről még említést teszek, lásd DOD címszó alatt későbbiekben.

### Li-ion akkumulátorok töltése

Minden Li-ion akku töltési ideje 3 óra körül alakul, 1 C kezdeti töltőárammal töltve.

1 C az a cella kapacitása Ah (amperóraban) azaz ha van egy akksink amire 4000mAh, vagyis milliamperóra van írva, 1000 váltószámmal ez 4Ah azaz 4 amperóra, az 1C itt 4A töltőáram. A feltöltöttséget jelzi, ha a feszültség a felső, tartási határértéken marad, miközben a töltőáram a kezdeti érték 3%-a alá csökken. A töltőáram növelése a Li-ion akkumulátornál nem sokkal rövidíti le a töltési időt. Bár hamarabb érjük el a feszültségcsúcsot, az utána következő záró töltés hosszabb lesz.

Pontosan ezzel csábítanak a gyorsöltők, akár 2-3 C árammal is indítják a töltést és bár a 70-80%-ot rövid idő alatt, akár 30-40 perc alatt is eléri, a maradék 20-30%-hoz több mint 2 óra kell még, csökkentett töltőárammal. Ezért is van a villámöltők specifikációjában hogy igen, persze félóra, de CSAK 70-80%

Csepptöltést főlegesen alkalmazni, mert a Li-ion cella képtelen elviselni a túltöltést. A csepptöltés egy olyan, fémes lítium réteget képezne a felületen, amely a cellát labilis állapotba hozná. Vagyis, a li-ion celláknál szigorúan TILOS a hagyományos értelemben vett csepptöltés! Ehelyett, egy korrekt záró töltés pótolja az akku kismértékű önkisülését és az esetleges védőáramkörének fogyasztását. A töltő minőségétől, valamint a telep önkisülésétől függően célszerű minden 500 óránként vagy 20 naponként záró töltést végezni. Jellemzően a töltés akkor kapcsol be, ha az üresjárású nyitott kapocsfeszültség 4,05 V és akkor áll le, ha a feszültség újra 4,2 V/cella.

Mi történik, ha egy akkut túltöltenek? A Li-ion akkuk felépítése biztosítja, hogy normál üzemi feszültségen biztonságosan működjenek, de mindinkább bizonytalanná válnak, ha magasabb feszültségre töltjük őket. Egy több mint 4,30 V-ra feltöltött cellában lítium csapódik ki az anódra, a katódról elindul egy oxidációs folyamat, melynek folyamán a cella elveszti stabilitását, magyarrá lefordítva felforrósodik, felfújódik, lángra kap és akár robbanásszerű tünetekkel elhalálozik.

Kissé bonyolítja az amúgy sem egyszerű helyzetet hogy nem csak egyféle lítium akku létezik. És ezt sokan nem tudják!

Lítium-kobalt-oxid, LiCoO<sub>2</sub>, névleges cella-feszültsége 3,7V, ami 3,0V és 4,20 V között változó értéket jelent.

Lítium-mangán-oxid, LiMn<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, névleges cella-feszültsége 3,7V, ami szintén 3,0 – 4,20V tartományt jelent.

Lítium-nikkel-mangán-kobalt-oxid, LiNiMnCoO<sub>2</sub>, cellafeszültsége csak 3,6V, ami 4,10V-os max. töltési feszültséget jelent!!

Lítium-vas-foszfát, LiFePO<sub>4</sub>, névleges cellafeszültsége 3,2V (néha 3,3V), ami 2,5 – 3,65 V-ig terjedhet a töltöttség függvényében.

Itt máris látszik, nem csak egyféle akkutípus, és nagyon nem egyféle töltési végfeszültségek vannak, amiket 50mV pontossággal illik tartani.

Mégeggy csapás leselkedik az ártatlan akkuhasználókra, ez pedig a védelem nélküli mélykisütött cellák töltése.

A védett cellák tetején ott ücsörög egy 2-3mm vastag kis izé. Ennek feladata hogy megvédje a cellát, azaz 2,7V alatt és 4,2V felett leválasztja, elszeparálja a külvilágtól. Ezt nagyon sokan töltésvezérlőnek képzelik, óriási hiba! Ez csak a vészfék, amikor már minden kötél szakad.

És mi lesz a szerencsétlen cellákkal, amiket nem véd semmi? Ezeket bizony csutkára le lehet harcolni. Ez a mutatóvány érdekes módon nem ekkor, hanem az 1 nap, 1 hét, 1 hónap múlva bekövetkező töltésnél fog csodálatos tűzijátékkal zárolni.

Miért is? Minden akkumulátorban van egy szeparátornak nevezet szerkezet, feladat, mint a neve is mutatja, az anód-katód, pozitív-negatív pólusok elválasztása, elszeparálása egymástól. Ez a lítium cellákba egy leheletvékony műanyag polimer réteg. A mélykisütésben lévő akkucella belsejében kiválik az aktív anyag és tűhegyes kristályok formájában kicsapódik. Amely kristályok (dendritek) a szeparátorfólia mellett képződnek, azt elgyengítik, átszúrják. Nem kell magyaráznom, ez mit jelent, a pozitív és negatív elektróda ha összér, az bizony zárlat. Ha ezt a cellát feltesszük tölteni, a legszerencsétlenebb esetben a töltés vége felé út át a fólia és egy belső zárlat ellen a Jóistenen és szerencsén kívül nincs védelem. A belső ellenállása a cellának 15-25mohm (milliohm), egyszerű matekkal a zárlati áram elérheti könnyen a 200 amper is. Egyenes következménye a cella robbanása, mivel belül van a zárlat, külső védelem nincs.

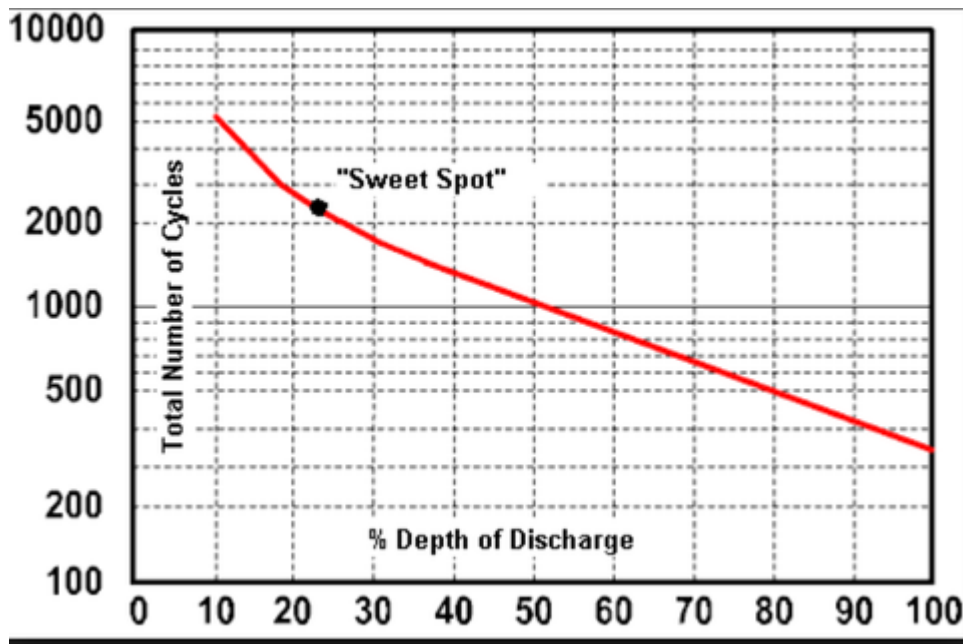
Ezért (sem) ajánlott li-ion akkumulátort hagyományos töltőkkel, védőáramkörök és a nagyon szigorú feszültségtűrést nélkülöző szűnítuning megoldásokkal tölteni! A szomszéd vérpistikét a pc-hez, laptopoz csakcsak engedjük hozzányúlani, max. újrahúzd a wint, de nem kéne az általa ajánlott/fabrikált ultragyors töltőre a nappaliba/konyhába a függöny mellett ráakasztani pár cellát, komoly probléma lehet belőle!

### DOD vagyis a mély mennyire mély

DOD azaz Deep Of Discharge, azaz kisütési mélység. Ezmiezmí?

Ez egy százalékos arányszám, a töltöttségi szinttel fordított, pl. 20% DOD az akkumulátor 100%-ról 80% ra való kisütését takarja. 100% pedig a nullára való leharcolást jelenti. Miért is érdekes ez nekünk?

Minél kisebb a ciklusonkénti DOD annál több ciklust bír ki az akkumulátor. Okosak máris mondhatják, ez tökmindegy, az akku élete során eltárolt és leadott kapacitás a lényeg ami ezen bűvészkedések dacára is kb. ugyanannyi. Ez óriási tévedés mert a kisütési mélységgel NEM egyenes arányban csökken az akkumulátor ciklusszáma hanem exponenciálisan! Ennek negatív hatását az élettartamra és az összes tárolt és leadott energiamennyiségre a későbbiekben számítással is igazoljuk majd, addig is a képen ez a drasztikus csökkenés nagyszerűen látszik:



Ez a diagram egy teljesen általános használatú li-ion akkumulátorcella várható élettartamát mutatja, pl. mobiltelefon üzem. Az üzemeltetés során előfordul teljes kisütés, 100% , az általános 60-80% és a 30-40% DOD is. Az átlag az olyan 60-70% DOD % körül van az átlagfelhasználók körében és a pontosan modellezi a 2 éves várható akku élettartamot. A diagram az 50%-ra 1000 körüli ciklusszámot jelez és ez évi 300-350 töltéssel pontosan ott van a 2,5 max. 3 év akkuélettartamnál. Ha valaki minden este csont leharcolja az akkut a készülékbe, akkor a 100% DOD mellett 1 év a várható akkumulátor élettartam és ez gyakran így is van, igazolva hogy a diagram és az akku lelkiállaga szoros korrelációt mutat. A régi Nokia akkuk ezért bírták akár 4-5 évig is, akinek van kedve számolja ki a DoD és a ciklusszám értékeket, nem naponta kellett tölteni a telefont majdnem csont lemerítve.

Ha nem hiszünk a diagramnak, számoljunk utána, az egyszerűség kedvéért egy 10V 1Ah (amperóra) kapacitású, nem ipari kivétel teljesen mezei „kis kínai” akkucellával. Mivel ezen értékkel nem sokat tudunk kezdeni, az akku teljesítményét Wh (wattóraban) mérjük. A tesztalany 10V mellett 1 ampert 1 óráig tud szolgáltatni, azaz a benne eltárolt, munkára fogható energiamennyiség teljes feltöltöttség mellett 10Wh. Az érték tökéletesen megfelel a mostani átlagos mobiltelefon akkucellák tárolókapacitásának, azok 3,6V mellett 3000mAh (3Ah) kapacitásúak, azaz 10,8Wh a munkára fogható energiamennyiség.

Az akku teljesen lemerítve szolgáljon ki egy teljes napot azaz 24 órát. Ha mindig így használjuk, megvárva míg lemerül, a ciklusszám 350 körül lesz, azaz épp hogy 1 évet bír ki. (tipikus okostelefon probléma) Az ezalatt kivehető energiamennyiség így 3500Wh lesz az akku teljes élettartama alatt.

Nézzük most meg ha jó kisfiúk/kislányok leszünk és amikor az akku 80%-ot mutat, töltsre tesszük. Így naponta 5x kell tölteni, a ciklusszám így évente  $350 \cdot 5 = 1750$  lesz. Nézzük csak meg a diagramot, ... micsoda?? ilyen használat mellett 2800 ciklus ..? Azaz még van 1050 ilyen ciklus hátra, azaz 210 nap az akku életéből. Azaz 1 év helyett 1 és  $\frac{3}{4}$  évet bír ki, a 3500Wh helyett pedig 5600Wh lett a teljes energiamennyiség amit kivehettünk belőle az élettartama során.

Ez az eltérés a DOD és a ciklusszámok, valamint a használati időtartam és a teljesítmény viszonylatában még pregnansabban jelentkeznek egy ipari kivétel akkumulátorcella esetében, lásd alábbi táblázatot:

<b>Maximális lemerülési mélység</b>		
80%	50%	20%
<b>Ciklus élet</b>		
1000	3500	10.000
<b>Kb. kWh tárolási kapacitás a működési idő alatt</b>		
8000	17500	20.000
<b>Költségenkénti kWh az élettartam alatt</b>		
\$ 0,625	\$ 0,286	\$ 0.250
<b>Kb. Működési élet (év)</b>		
2	7	20

Konklúzió, az akkumulátor a vibrihez hasonlít némileg, minél gyakrabban dugják fel, annál jobb.

Még egy apróság, a telefonok és más eszközök amelyek az akku száraz volt és millivolt értékeit könnyebben érthető százalékra alakítják át, mind egykaptárára működnek, nevezetesen a 4,2V a 100% a 3V meg a nulla %. Ezen két érték között osztja fel a töltöttséget, azért is értelmetlenek az akkukalibráló (magát az akkut ugyan már hogyan is kalibrálná...?) applikációk és erre irányuló egyéb törekvések.

Ebben a témában egy kedves fórumtárs figyelmeztetésére helyesbítést kell végrehajtanom, igaza van, a modern készülékek nemcsak a száraz voltmérésen alapulnak hanem igen komoly szoftveres és hőmérséklet, valamint időméréssel kombinált módszerrel figyelik az akkut és ezek alapján pontosítanak a felhasználó felé jelzett %-os és a még hátramaradó üzemidőről.

Akit ez komolyabban érdekel, [itt nagyon jó leírást talál.](#)



**RSS: iratkozz fel!**