

Bónusz János

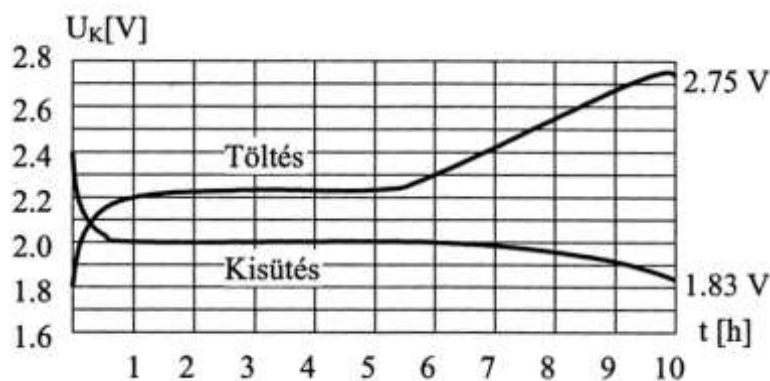
## Akkumulátor, töltés – a töltés robbanásveszélyessége

Egyre több helyen alkalmazunk akkumulátort. Mi történik az akkumulátor töltésekor? Robbanásveszélyes-e a töltés? Miért fontos, hogy milyen az akkumulátortöltő töltési karakterisztikája? Robbanásveszélyes-e a helyiség ahol akkumulátor van? Melyik szabványt kell alkalmazni a kérdések tisztázásakor? A tűzmelegelőzéshez ad támpontokat szerzőnk. Kulcsszavak: akkumulátor, töltés, kapacitás, gázfejlődés

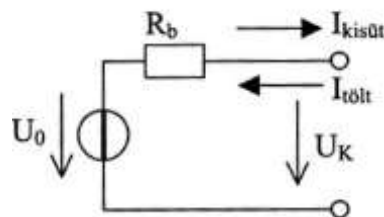
### A savas akkumulátor jellemzői

Gyakorlatilag kétféle típust különböztethetünk meg;

1. az *indító vagy starter* akkumulátort, amely a névleges áramának sokszorosát képes leadni, tölthetősége 150-300 ciklus és
2. a *ciklikust*, amely hosszú ideig képes kisebb áramerősséget szolgáltatni (hajókon, napelemes rendszerekben, szünetmentes tápegységekben), tölthetősége 500-2000 ciklus.



A savas akkumulátor cellafeszültségének változása a töltés és kisütés folyamán



Az akkumulátor villamos helyettesítő kapcsolása

ahol  $U_0$  = az üresjárási feszültség

$U_K$  = kapocsfeszültség

$I_{\text{tölt}}$  = töltőáram

$I_{\text{kisüt}}$  = kisütő áram

$R_b$  = belső ellenállás

### Az akkumulátor

Az akkumulátor energiatároló berendezés, amely töltéskor a villamos energiát vegyi energiává alakítja át, amit így huzamosabb ideig tárolni tud, majd kisütéskor villamos energiává alakítja vissza. Az akkumulátor közvetlenül csak egyenfeszültség tárolására, szolgáltatására alkalmas.

típus	elektród	elektrolit	töltés		fogyasztás/kisütés		kémiai reakció
savas			pozitív	negatív	pozitív	negatív	$\text{PbO}_2 + \text{Pb} + 2 \text{H}_2\text{SO}_4 >$
	Pb-PbO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	PbO <sub>2</sub>	Pb	PbSO <sub>4</sub>	PbSO <sub>4</sub>	$2 \text{PbSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$
lúgos			pozitív	negatív	pozitív	negatív	$2 \text{NiOOH} + \text{Cd} + 2 \text{H}_2\text{O} >$
	Ni/Cd	KOH/NaOH					$2 \text{Ni(OH)}_2 + \text{H}_2\text{O}$

## Töltés és kisütés/ fogyasztás esetén lejátszódó folyamatok

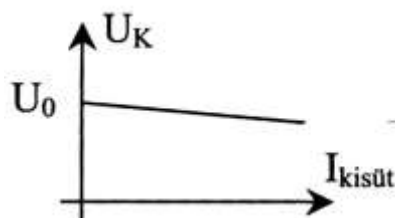
Savas akkumulátornál hígított kénsav, lúgosnál hígított kálium vagy nátriumhidroxid az elektrolit.



A töltési feszültség elvi alakulása

$$U_K = U_0 + I_{\text{tölt}} \times R_b$$

A töltés során a kapcsaira adott feszültség hatására töltőáram alakul ki. Ekkor az akkumulátor, mint fogyasztó energiát vesz fel, és a vegyi folyamat fordított irányban megy végbe. A folyamat végén az akkumulátor feltöltődött, és ismét képes energiát szolgáltatni. A töltés kezdetén az elektrokémiai átalakulás a mértékadó, vízbontásra alig használódik energia. Az akkumulátor kapocsfeszültsége a töltés során folyamatosan nő, a belső ellenállás növekszik, egyre kevesebb energiát képes tárolni és a töltési energia egy része vízbontást idéz elő. *A töltést be kell fejezni, amikor a kapocsfeszültség a töltésre megadott értéket eléri, mert az akkumulátor melegszik.* A túltöltés ugyanúgy tönkretelheti az akkumulátort, mint a megengedettnél nagyobb kisütés.



A kisütési feszültség elvi alakulása

$$U_K = U_0 - I_{\text{kisüt}} \times R_b$$

Az akkumulátorra fogyasztót kapcsolva a töltésszétválasztó folyamat közben elektródáinak anyaga átalakul. Az akkumulátor kapocsfeszültsége a kisütés során folyamatosan csökken. Ha kisütés közben kapocsfeszültsége a – típusától függő – érték alá esik, az akkumulátor kisült. Ilyenkor a kisütést be kell fejezni, mert a további terhelés az akkumulátor károsodását okozhatja. A lemerült akkumulátor elektromotoros ereje kicsi.

## A vízbontásról a gázfejlődésről

A gázképződés a félig zárt cella esetén sem akadályozható meg, sőt a cella felszínének védelme érdekében szükséges is. Csepptöltés, gyorsöltés és túltöltés során minden cellából durranógáz keletkezik, kivéve a gázmentesen zárt cellákat.

### *A gázfejlődési cellafeszültség elérése után 1 Ah töltésmennyiség okozta víz elektrolízise*

1. savas akkumulátor töltése során 0,63 liter 2:1 arányú durranógáz keletkezik, ami 0,42 liter H<sub>2</sub> + 0,21 liter O<sub>2</sub>

2. lúgos akkumulátornál 0,42 liter 2:1 arányú durranógáz keletkezik, ami 0,28 liter H<sub>2</sub> + 0,14 liter O<sub>2</sub>
3. 1 cm<sup>3</sup> (1 g) víz felbontása 3 Aó-t igényel
4. 26,8 Aó1 g hidrogént és 8 g oxigént bont, ez az elegy a durranógáz

A gáztömör cellák esetében a rekombinációs eljárás miatt nincs vízbontás.

Az akkumulátor feltöltöttsége és a durranógáz keletkezése között olyan összefüggés van, hogy az akkumulátor töltésére használt energia egyre nagyobb része vízbontást okoz. Ha kikapcsoljuk a töltőt, a vízbontás csak egy órával a töltőáram kikapcsolása után szűnik meg. A töltőfeszültség értéke, amelynél a vízbontás sebessége hirtelen megemelkedik:

- savas akkumulátornál 2,35 – 2,7 V,
- lúgos akkumulátornál 1,5 – 2,05 V/cella feszültség elérése esetén 30 C°-on erős vízbontás indul meg, melynek intenzitása az áramerősségtől függ. Ez a feszültségérték a gázkilépési feszültség.

Az akkumulátor élettartamán belül az elektrolit víztartalma tehát csekély mértékben, de folyamatosan csökken, ezért azt rendszeresen pótolni kell. Nagyobb töltőfeszültség és a nagyobb töltőáram gyorsítja a vízbontást. Az időegység alatt keletkező hidrogéngáz mennyisége nagyobb, mint a kisebb töltőfeszültség és töltőáram alkalmazása esetén. A durranógáz ugyanannyi keletkezik, de azonos időegység alatt felszabaduló mennyisége kisebb.

### A cellafeszültség és a kapacitás hőmérsékletfüggő

A hőmérséklet-kompenzált töltőfeszültség  $U_{fK}$  (V/cella) értéke:

$$U_{fK} = U + f(t + t_g)$$

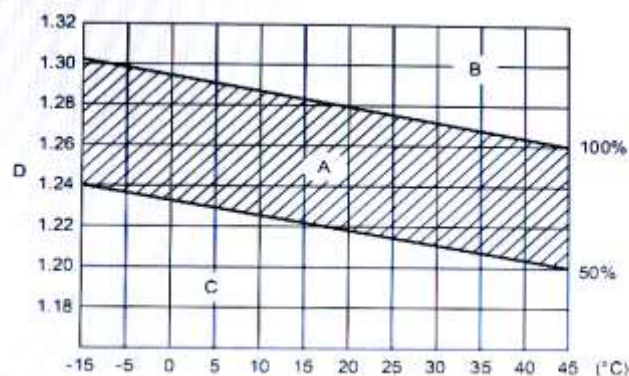
ahol  $U$  = a 30 C°-ra vonatkoztatott töltőfeszültség V/cella

$f$  = hőmérsékletfaktor (-0,004 V/cella/K°)

$t$  = a cella hőmérséklete

$t_g$  = a cella gázosodási határhőmérséklete (30 C°)

A képletből egyértelműen látható, hogy savas akkumulátornál vizes elektrolit esetén magasabb hőmérsékleten már 2,35 V-nál kisebb feszültségnél is elindul a vízbontás, míg alacsonyabb hőmérsékleten csak 2,4 V-nál nagyobb feszültségnél kell erre számítani.



Az akkumulátor savsűrűsége és töltöttségi foka a hőmérséklet függvényében  
Az elektrolit sűrűsége (D) szoros összefüggésben van a töltöttségi állapottal és a hőmérséklettel. A feltöltött akkumulátornak magas a savsűrűsége, (A) egy lemerülőnek alacsonyabb, (C) tehát hiába van feltöltve az akkumulátor, ha nem elég sűrű az elektrolitja. (A B tartomány a túltöltött állapot.) Ha a savsűrűség alacsonyabb, mint 1,26 g/cm<sup>3</sup>, akkor tölteni kell, vagy elszulfátosodott. A szulfátos akkumulátor nem veszi fel a töltést. Az ábrából kitűnik, hogy az akkumulátor nem télen, hanem nyáron merül le előbb.

töltöttség %	savsűrűség g/cm <sup>3</sup>	feszültség V
100	1.265	12.7
75	1.225	12.4
50	1.190	12.2
25 *	1.155	12.0
mélykisütött	1.120	11.9

Töltöttség, savsűrűség és feszültség

\* az akkumulátort nem szabad ennél jobban kisütni, mert tönkremehet

### Az akkumulátor kapacitásáról

Az akkumulátor névleges kapacitását, energia befogadó-képességét jelenti, amit Amperórában adnak meg. 1 Amperóra egyenlő 1 A áramerősség 1 órán keresztüli leadásával vagy 10 A áramerősség 0,1 órán keresztüli leadásával. Ez azt jelenti, ha egy akkumulátor 100 Aó-ás, akkor az 5 A-t ad le 20 órán keresztül úgy, hogy az akku feszültség 10,5 V alá csökken.

Egy 12 V-os névleges kapacitású 100 Aó-ás akkumulátor elektromotoros teljesítménye ( $P=U \times I$ ) feltöltött állapotban kb. egy órán át ( $P= 12 \times 100$ ) 1.200 VA. A 20. óra után már csak ( $P= 10,5 \times 100$ ) 1.050 VA, de ezután az elektromotoros erő és ezzel mind a feszültség, mind a leadni képes áramerősség rohamosan csökken, az akkumulátor hamarosan lemerül.

Egy 10 amperes töltőárammal 10 órára van szükség ahhoz, hogy a teljesen lemerült akkumulátor újra feltöltődjön. A gyakori nagy áramú töltés tönkretelheti az akkumulátort ezért jobb, ha kisebb áramerősséggel tölti több órán át. Sokáig csak olyan töltők voltak forgalomban, ahol a töltőfeszültséget és/vagy a töltőáramot kézzel kellett beállítani és lépésenként kapcsolni.

Egyes töltők automatikusan kikapcsolnak, amikor az akkumulátor teljesen feltöltődik. Később megjelentek az elektronikusan szabályozott és a különböző töltési karakterisztikájú töltők, amelyek alkalmazása során a keletkező durranógáz mennyisége csökken.

A modern töltőknél az elektronika a feszültség és az áram értékének függvényében beavatkozik, így lényegesen kevesebb a keletkező durranógáz mennyisége.

A csökkenő durranógáz mennyisége az elektródok felületének bevonatával is befolyásolható.

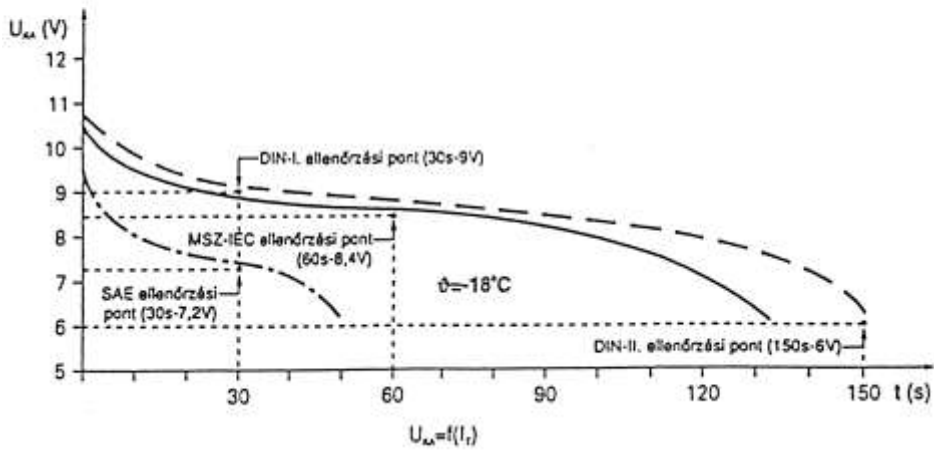
### Az akkumulátor kapacitása különböző vizsgálatok szerint

Az akkumulátor kapacitása a különböző vizsgálatok szerint más, ezért félrevezető.

- Minél magasabb az akkumulátor belső ellenállása, annál nagyobb a kisütés/töltés közbeni veszteség, különösen nagyobb áramerősségnél.
- Minél gyorsabban sütünk ki egy akkumulátort, annál gyorsabban csökken a kapacitása.
- Minél lassabban sütjük ki az akkumulátort, annál tovább tart – de csökken – a kapacitása.

Ez azért lehet fontos, mert néhány gyártó 100 órás periódusra adta meg a kapacitás értéket, amely így nagyobb kapacitásúnak tünteti fel akkumulátorát.

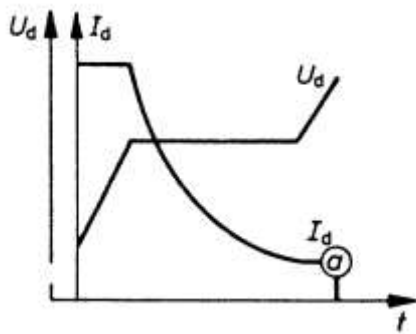
—	MSZ-IEC szerint vizsgálva:	$I_{AP,MSZ-IEC}=255\text{ A}$
- - -	DIN szerint vizsgálva:	$I_{AP,DIN}=220\text{ A}$
- · - ·	SAE szerint vizsgálva:	$I_{AP,SAE}=370\text{ A}$



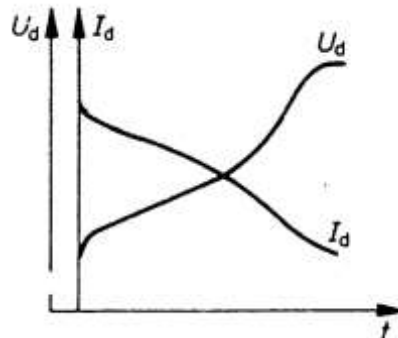
### Töltési karakterisztikák

- Állandó áramú jelleggörbe szerinti töltés (I)
  - Csökkenő áramú jelleggörbe szerinti töltés (W)
  - A gázfejlődésig állandó áramú, majd onnan állandó feszültségű jelleggörbe szerinti töltés (IU)
  - Csökkentett áramú javító töltés (W)
  - Cseptöltés jelleggörbe szerinti töltés (W)
- Durránógáz csak a töltések alkalmával keletkezik kisütés alakjával nem.

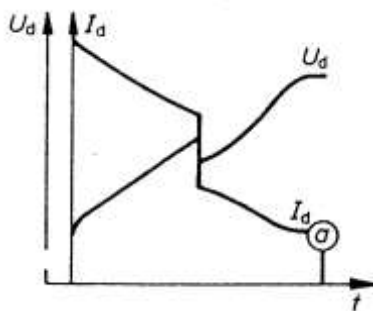
### Néhány jellemző szabályozott töltési mód



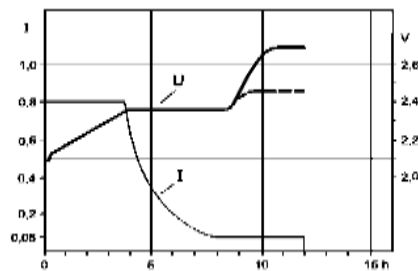
IUIa töltés



W töltés



WoWa töltés



A feszültség és az áram alakulása

### ***I<sub>U</sub>I<sub>a</sub> jelleggörbe szerinti töltés***

A töltés ebben az esetben nagy értékű árammal indul, és a gázképződési feszültség eléréséig tart. Ezután a töltőáram csökkentett állandó áramú szinten történik, amit elektronika ellenőriz, és automatikusan beavatkozik. Amikor az akkumulátor feszültsége eléri a maximális töltő feszültséget, az automatika átkapcsol csepptöltésre. A csepptöltő áram értéke akkora, hogy az akkumulátor önkisülése okozta energia veszteségét pótolja.

### ***I<sub>o</sub>I<sub>a</sub> jelleggörbe szerinti töltés***

A töltés nagy értékű árammal kezdődik, a gázkilépési feszültség elérésekor a töltőáram értéke csökken. A töltés befejeztével a kikapcsolás automatikus.

Amikor az akkumulátor feszültsége eléri a maximális töltési feszültséget, a töltő átkapcsol csepptöltésre. A csepptöltő áram értéke akkora, hogy az akkumulátor önkisülése okozta energia veszteségét pótolja.

### ***W<sub>o</sub>W<sub>a</sub> jelleggörbe szerinti töltés***

A töltés nagy értékű árammal kezdődik, a gázkilépési feszültség elérésekor a töltőáram értéke csökken. A töltés befejeztével a kikapcsolás automatikus.

A DIN 41772:1979 szabvány 12 töltési karakterisztikát ismertet.

Bónusz János t. ny. alez., tűzvédelmi mérnök, szakértő  
Nagykovácsi