

Chemické zdroje el. napětí

1. Akumulátory – **sekundární články** (Dochází k vratným chemickým změnám-nabíjení/vybíjení)
2. Chemické články – **primární články** (Chemická reakce vytváří elektrické napětí, po ukončení reakce klesne el. Napětí – nevratný stav)

Běžné typy akumulátorů jsou založeny na elektrochemickém principu. Elektrochemické akumulátory využívají přeměnu elektrické energie na **energii chemickou**, kterou je možno v případě potřeby převést zpět na elektrickou energii.

Princip

Procházející proud v elektrochemickém akumulátoru vyvolá vratné chemické změny, které se projeví rozdílným **elektrochemickým potenciálem** na elektrodách. Z elektrod se pak dá čerpat na úkor těchto změn elektrická energie zpět. Protože jsou el. napětí na člancích elektrochemických akumulátorů relativně malá (okolo 1,2-3,7V), jsou tyto články také sdružovány do akumulátorových baterií pro dosažení vyššího napětí.

Rozdělení podle principu

- Olověný (Pb)
- Nikl-kadmiový (NiCd)
- Nikl-metal hydridový (NiMH)
- Nikl-železný (NiFe)
- Nikl-zinkový (NiZn)
- Stříbro-zinkový (AgZn)
- Lithium-iontový (Li-ion)
- Lithium-polymerový (Li-Pol)
- Lithium- FeSO_4 (Li- FeSO_4)
- Lithium-sírové (Li-S)
- Sodíkovo-sírový (NaS)
- Gelový
- Ostatní

Provedení olověných akumulátorů

- **Zaplavené elektrody** – např. autobaterie-elektrolyt tvoří volně nalitá kapalina mezi elektrodami.
- **VRLA** – ventilem řízené olověné akumulátory. Jde o zapouzdřené akumulátory se zamezením ztrát elektrolytu.
- **AGM** – elektrolyt je nasáknut ve skelné vatě, která je mezi elektrodami.
- **Gelové** – ely je zahuštěný jemným skelným práškem do formy gelu –zapouzdřené bezúdržbové akumulátory

Gelový akumulátor

Jde o typ olověného **VRLA** (*Valve Regulated Lead Acid*) akumulátoru s elektrolytem ztuženým do formy gelu. Kyselina sírová je smíchána s velmi jemným skelným práškem s částicemi asi setiny velikosti cementového prachu, což způsobí zgelovatění elektrolytu.

Na rozdíl od klasického akumulátoru se zaplavenými elektrodami, ovšem stejně jako u akumulátoru **AGM** (*Absorbent Glas Mat*) je možné jej provozovat v jakékoliv poloze díky nekapalné povaze elektrolytu

Chemicky jsou totožné s klasickými akumulátory, ale Antimon (Sb) v elektrodách je nahrazen **Vápníkem** (Ca), což způsobuje i snížení vývinu plynů v baterii. Jsou společně s AGM obecně nazývány „**olověné bezúdržbové akumulátory**“.

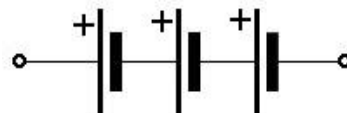
Název článku	Elektrody	Elektrolyt	U	poznámka
Primární články				
Voltův článek	+ Měď (Cu) - Zinek (Zn)	H ₂ SO ₄	1V	Historicky první zdroj stálého elektrického proudu (1800)
Zinko-uhlíkový článek (Leclancheův)	+ uhlík (C) - Zinek (Zn)	salmiak – NH ₄ Cl + burel – MnO ₂	1,5V	Klasická běžná baterie
Alkalický článek	+ burel (MnO ₂) - zinek (Zn)	hydroxyd draselný - KOH	1,2V	Kvalitnější baterie
Zinko-stříbrný článek	+ stříbro (Ag) - zinek (Zn)	hydroxyd draselný - KOH	2,2V	Velmi kvalitní baterie
Bunsenův článek	+ uhlík (C) - zinek (Zn)	kyselina sírová kyselina dusičná	1,9V	Vyšší proudy
Lithiový článek	+ burel (MnO ₂) - lithium (Li)	Lithiová sůl v organickém rozpouštědle	3,1V	Dlouhá životnost
Sekundární články				
Olovený akumulátor	+ oxid olovičitý (PbO ₂) - olovo (Pb)	Kyselina sírová (H ₂ SO ₄)	2,2V	Tvrký zdroj Startovací baterie
Nikl-ocelový akumulátor (NiFe)	+ nikl (Ni) - ocel	hydroxyd draselný - KOH	1,2V	Nízká účinnost
Nikl-kadmiový alkalický akumulátor	+ nikl (Ni) - kadmium (Cd)	hydroxyd draselný - KOH	1,3V	Obyčejná dobíjecí baterie, jedovaté
Nikl-vodíkový alkalický akumulátor	+ nikl (Ni) - vodík MH	hydroxyd draselný - KOH	1,3V	Kvalitní akumulátory, nejedovaté
Lithium-iontový akumulátor	+ uhlík (C) - oxid lithný (Li ₂ O)	Chlorid lithný (LiCl)+rozpouštědlo	3,7V	Značně vysoká kapacita
Nikl-zinkový	+nikl (Ni) - zinek (Zn)	alkalický elektrolyt KOH	1,6V	Kvalitní akumulátor, nejedovatý
Lithium-polymerový LiPoL	+LiCoO ₂ LiNiO ₂ -grafit obohacený lithiem	LiPF ₆ Lithium hexafluorofosfát	3,8V	Velká kapacita, nízká hmotnost, vys. Energet. Hustota, nízké samovybití
Gelový akumulátor	+ oxid olovičitý (PbO ₂) - olovo (Pb)	Kyselina sírová + skelný prášek	2V	Olovený bezúdržbový akumulátor
Nikl-metalhydrid (NiMH)	- Slitina Ni, Co, Mn + oxid hydroxidu niklitého (NiOH)	Vodný roztok hydroxidu draselného	1,2V	Přibližně dvojnásobná kapacita než NiCd
Li-S, Lithium-sírový akumulátor	Lithium Sulfur fa OXIS	Nejnovější typ akumulátoru-armáda		300Wh/kg, náhrada za Li-ion, větší kapacita a odolnost.



Spojování galvanických článků

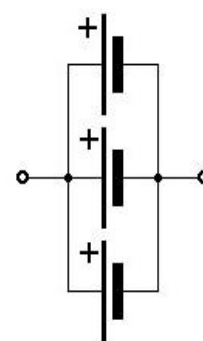
Sériové:

Pro dosažení vyššího napětí se články spojují sériově do baterií, celkové elektrické napětí je pak dáno součtem dílčích napětí jednotlivých článků v baterii. Sériově zapojené články by měly mít pokud možno stejnou kapacitu (náboj), při hlubokém vybití může být článek s nejnižším nábojem vybit pod přípustnou mez a může dojít k jeho zničení.



Paralelní:

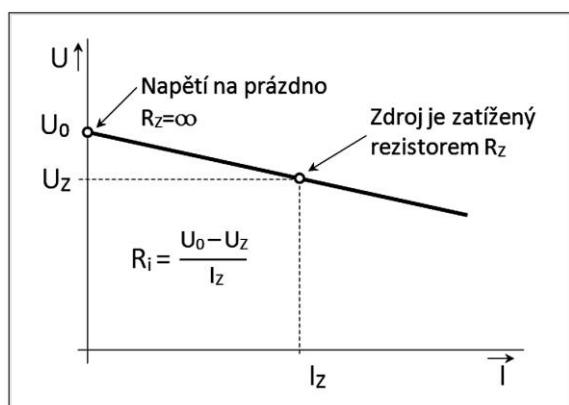
Při paralelním spojení článků zůstává hodnota elektrického napětí stejná, baterie však snese podstatně větší zatížení. Paralelním zapojením článků klesá vnitřní odpor celé baterie a ta pak může dodávat větší el. proud. Paralelně je možno spojovat jen stejné články (typ, napětí, stupeň vybití), jinak hrozí, že vyrovnávací proudy mezi jednotlivými větvemi články zničí a v horším případě může dojít i k explozi článku.



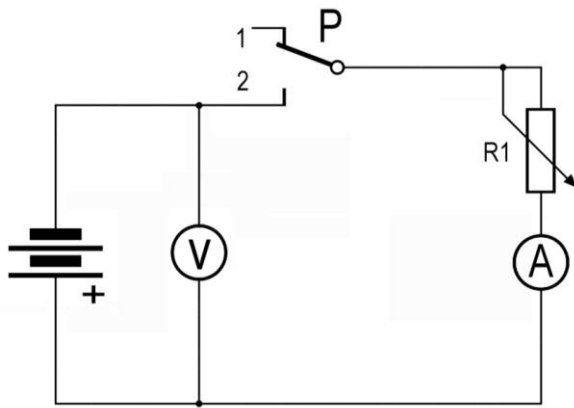
Elektromotorické napětí U_e (U_0) je napětí mezi póly ideálního zdroje (bez *vnitřního* odporu) nebo napětí mezi póly *reálného nezatíženého* zdroje.

Podle hodnoty vnitřního odporu a z toho vyplývajícího sklonu zatěžovací charakteristiky rozlišujeme zdroje na tvrdé a měkké. Tvrdý zdroj má malý vnitřní odpor a jeho svorkové napětí s rostoucí zátěží klesá jen málo. Měkký zdroj má velký vnitřní odpor a svorkové napětí klesá velmi rychle.

Výpočet vnitřního odporu zdroje



Zatěžovací charakteristiky zdroje



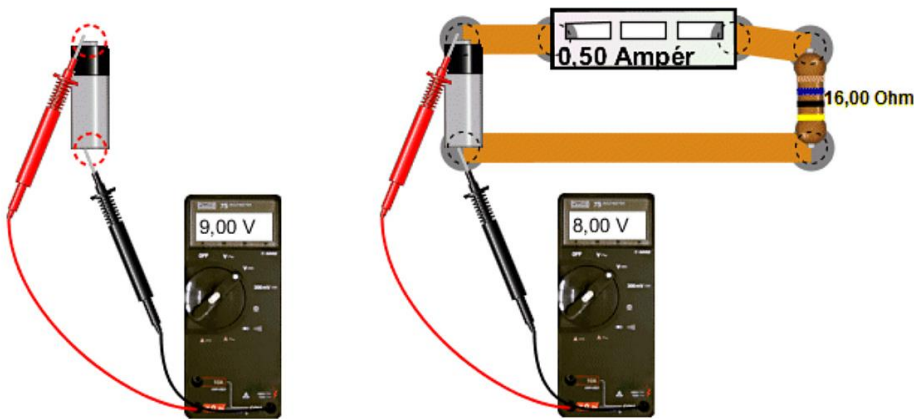
U_0 – Napětí naprázdno (P_1)

U – Napětí při zatížení (P_2)

R_i – Vnitřní odpor zdroje

Příklad zapojení pro měření vnitřního odporu zdroje

$$R_i = \frac{(U_0 - U)}{I}$$



$$R_i = \frac{U_0 - U_Z}{I_Z} = \frac{9V - 8V}{0,5A} = \frac{1V}{0,5A} = 2\Omega$$

Měření napětí naprázdno a při zatížení

Kolik náboje je zdroj schopen celkově dodat se udává jako **kapacita zdroje** v jednotkách **Ah** (ampérhodina) nebo u menších článků **mAh**



Ultracapacity

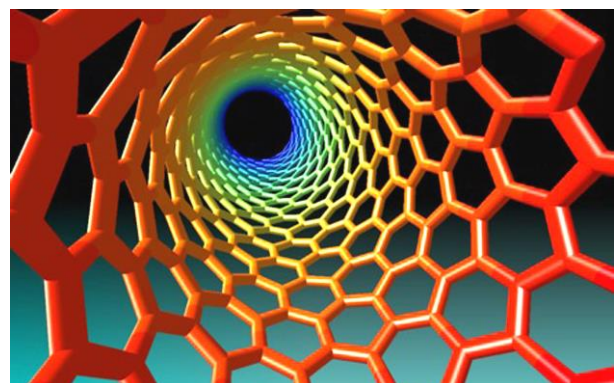
Akumulátory jako chemické zdroje el. energie mají řadu nedokonalostí - jsou citlivé na správné nabíjení a vybíjení, na provozní teplotu, mají malou životnost, mají poměrně dlouhou dobu nabíjení, jsou drahé, mají malý počet nabíjecích cyklů a v neposlední řadě jsou to i značné náklady na jejich ekologickou likvidaci. To, že pracují na elektrochemickém principu je jejich hlavní nevýhodou.

Navzdory všeobecně rozšířené představě vlastně neexistuje žádná světová energetická krize, energie je kolem nás víc než dokážeme spotřebovat, není bohužel ve správný čas na správném místě. Největší problém je v jejím efektivním skladování.

(Už v roce 1663 popsal německý fyzik a politik Otto von Guericke kouli vytvořenou ze síry, v níž shromažďoval elektrický náboj, který vznikal třením jejího povrchu. V 18tém století byly pokusy se statickou elektřinou poměrně časté a německý duchovní Evald Georg von Kleist ponořil železný hřebík nabitý třením do baňky s vodou. Ukázalo se, že se elektřina v nádobě se nějaký čas uchová, pokračoval v pokusech i s jinými kapalinami. Jedny z nejznámějších pokusů tvořil holandský vědec Pietter van Musschenbroek z města Leiden – vznikla tak tzv. leidská láhev, první kondenzátor a akumulátor. V roce 1800 však sestrojil Alessandro Volta první chemický článek, který dodával mnohem více energie a vývoj se začal ubírat touto cestou.)

V současné době se vývoj uchování energie ubírá opět cestou výkonných kondenzátorů – tzv. **ultrakapacity**, mají krátkou dobu nabíjení, vysokou účinnost, dodávají okamžitě plný výkon a jsou odolné proti extrémnímu nabíjení i vybíjení, mají značnou životnost, obrovský počet nabíjecích cyklů, jsou odolné vůči otřesům a jiným mechanickým vlivům. Vývoj v této oblasti směřuje hlavně ke zvýšení kapacity těchto kondenzátorů a ke zvýšení průrazného napětí s využitím nanotechnologií. Aby se zvětšila plocha elektrod, využívá se pórovitého (amorfního) uhlíku s obrovským vnitřním povrchem (stovky až tisíce m^2). Prostor mezi je vyplněn elektrolytem. Elektrody jsou odděleny velmi tenkou vrstvou separátoru. Kapacita dosahuje až tisíce faradů.

I přes některé nevýhody se ultrakondenzátory využívají obzvláště jako záložní zdroje v nejrůznějších el. technických konstrukcích, zdroje v přenosné elektronice v kombinaci s fotovoltaickým článkem, mohou ukládat rekuperační energii při brzdění automobilů, využívají se k pohonu vozů hromadné dopravy.



Obr.1- Ukázka některých typů UC

Obr.2 – Nanostruktura uhlíku

Technologicky jsou superkondenzátory tvořeny dvěma vrstvami hliníkové fólie, na níž jsou naneseny tenké vrstvy vysoce porézního uhlíku oddělené separátorem v gelovém elektrolytu. Doposud nejlepší výsledky jsou s uhlíkovými nanotrubicemi nebo grafenem (plošná jednomolekulová struktura atomů uhlíku)

Na úkor vysoké kapacity superkondenzátorů je jejich malé průrazné napětí (2,5 – 5,5V). Další nevýhoda superkondenzátorů je pokles napětí při vybíjení, naproti tomu napětí akumulátorů se mezi stavem nabití a vybití příliš neliší (zhruba kolem 20ti %). Proto se SK mohou využívat dvěma způsoby:

1. SK můžeme využívat v malém rozsahu napětí a využijeme tak jen zlomek uložené energie. Malé rozměry, kapacita řádově jednotek až desítek Faradů, malý nabíjecí a vybíjecí proud (větší vnitřní odpor), delší nabíj. a vybíj. časy (jednotky až desítky minut). **(jednoduchý – nevhodný)** Použití – zálohování pamětí, záložní zdroje pro překlenutí výpadku napájení.
2. Pro vybíjení lze použít spínané měniče, na výstupu bude stálé napětí a využije se většina uložené energie s určitými ztrátami při převodu. Větší rozměry, značná kapacita (1000 až 100 000 Faradů), nepatrný vnitřní odpor – mΩ, vybíjení a nabíjení probíhá ve zlomcích sekund, pracují s velkými proudy. **(složitější – dražší)**
Použití – elektrické pohony, přepravní, paletovací vozíky, čistící stroje, doprava. (Elektrický systém KERS vozů F1 využívá superkondenzátory pro akceleraci (až 60kW/10s), pouze 1x za 1 kolo. Při brzdění se nabíjí, při akceleraci vybíjí)

Značnou výhodou je, že uložená energie je na rozdíl od akumulátorů nezávislá na teplotě.



Obr.3 – Detail pohonné jednotky sportovního letadla s využitím superkondenzátorů. (Sport Star EPOS Kunovice)

SC nejsou univerzální náhradou akumulátorů z výše uvedených důvodů. Jsou úložištěm energie s vynikajícím poměrem výkon/hmotnost.