

Akumulatorji in polnilniki



Miro Milanovič

Maribor 26. 05. 2003

Vsebina



- Uvod
- Teorija svinčenega akumulatorja
- Teorija Ni-Cd in Ni-Fe akumulatorja
- Polnilniki akumulatorskih baterij

1. Uvod



- Električni akumulator je galvanski člen, ki lahko deluje reverzibilo.
- Tok lahko teče v obe smeri, lahko sprejema in lahko oddaja električno energijo.
- Prvi praktično uporaben svinčeni akumulator je konstruiral Francoz Gaston Planté že leta 1859

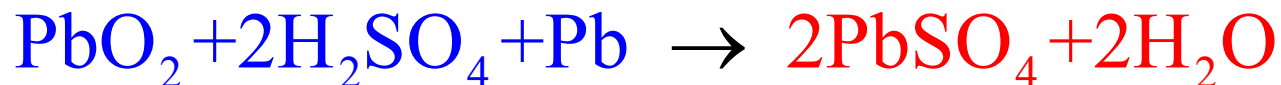
uvod...



- Velika teža svinčenega akumulatorja zagotovo predstavlja veliko pomankljivost.
- V zadnjih letih 19. stoletja sta istočasno Šved Jungner in Američan Edison predlagala alkalno obliko akumulatorja.
- Jungner je predlagal strukturo Ni-Cd (1899), Edison pa strukturo Ni-Fe (1901) – od tod ime “Edisonov akumulator”

2. Teorija svinčenega akumulatorja

- Spodnja enačba pove kaj je bilo v akumulatorju pred procesom praznjenja in kaj najdemo v njem po tem procesu



- Kemijski dogodki znotraj pretvorbe še niso popolnomo pojasnjeni. Klasična teorija dvojne sulfatizacije pa najboljše opisuje dogajanja znotraj procesov polnjenja in praznjenja akumulatorja (Gladstone in Tribe 1882)

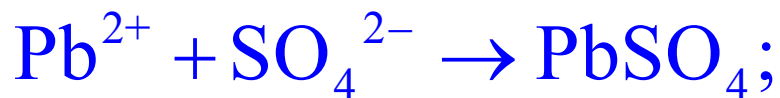
Teorija... "Gladstone in Tribe"... Po tej teoriji pri praznjenju nastane PbSO_4 na naslednji način:



a) v **elektrolitu** se žveplena kislina ionizira:

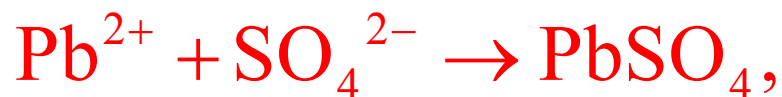


b) na **negativni elektrodi** se svinec ionizira (oksidira), ker odda dva negativna naboja, nakar se nalaga kot sulfat:



in na pozitivni elektrodi...

c) na **pozitivni elektrodi** se svinčev dioksid "raztopi" v štirivalentni ion svinca, ki se nato reducira na dva negativna naboja in se nato nalaga kot svinčev sulfat:





končno lahko zaključimo...

na obeh elektrodah je nastal svinčev sulfat, dva električna naboja pa sta "stekla" skozi akumulator iz pozitivne na negativno elektrodo, elektrolit pa se je razredčil.

pri polnjenju so kemijske reakcije obrnjene...



a) v **elektrolitu** imamo inone OH^- zaradi ionizacije vode:

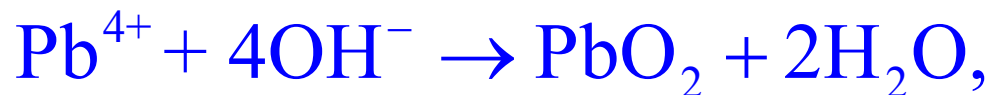
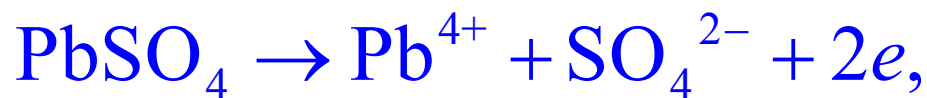


b) na **negativni elektrodi** se s sprejetim električnima nabojema iz svinčevega sulfata reducira svinec:

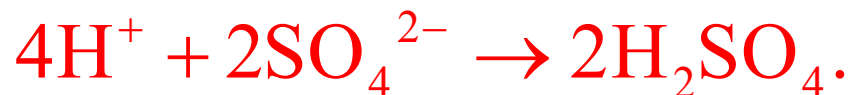


in na pozitivni elektrodi...

c) na **pozitivni elektrodi** svinec oksidira v štirivalentni ion, ki v drugem koraku postane svinčev dioksid, ko se veže z ionom OH^- :

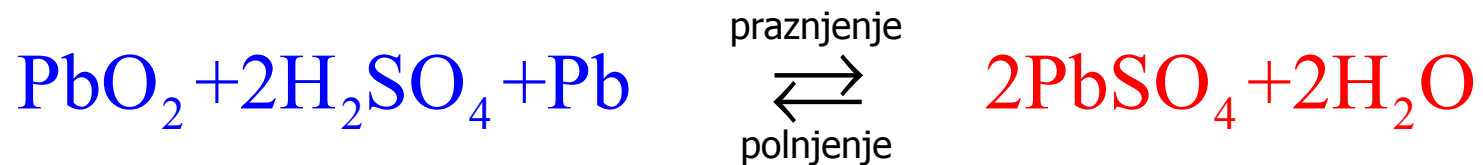


med obema ploščama pa nastane tudi žveplena kislina



in celotni proces...

Oba opisana procesa nam pokažeta, da so kemični pojavi v akumulatorju reverzibilni in ju lako združimo v naslednji enačbi:



Iz te enačbe vidimo, da se pri praznjenju, "porablja" žveplena kislina iz elektrolita ter sprošča voda ki redči elektrolit. Pri polnjenju se elektrolit gosti, zaradi "porabljanja" vode nastaja žveplena kislina.

Elektromotorna sila...

Električni potencial pozitivne plošče se izračuna po Nernst-ovoem zakonu:

$$E_p = 1.75 + \frac{RT}{2C} \ln \frac{[\text{Pb}^{4+}]}{[\text{Pb}^{2+}]} \quad (\text{V})$$

R je plinska konstanta v J, T je temperatura v K, C je kapaciteta v F, $[\text{Pb}^{4+}]$ in $[\text{Pb}^{2+}]$ pa sta koncentraciji iona.

Elektromotorna sila...

Električni potencial negativne plošče je podobno:

$$E_n = -0.12 + \frac{RT}{2C} \ln [\text{Pb}^{2+}] \quad (\text{V})$$

Napetost med ploščama pa dobimo:

$$E = E_p - E_n = 1.87 + 0.000048T \ln \frac{[\text{Pb}^{4+}]}{[\text{Pb}^{2+}]^2} \quad (\text{V})$$

Elektromotorna sila...

$$E = E_p - E_n = 1.87 + 0.000048T \ln \frac{[\text{Pb}^{4+}]}{[\text{Pb}^{2+}]^2} \quad (\text{V})$$

Koncentraciji $[\text{Pb}^{2+}]$ in $[\text{Pb}^{4+}]$ sta mali številki in zelo težko merljivi. Njihovo razmerje je odvisno od gostote kisline. Zaradi tega se uporablja (empirična) Streinz-ova formula:

$$E = d + 0.84 \quad (\text{V})$$

Kjer je d relativna gostota elektrolita

3. Teorija Ni-Fe akumulatorja

- Ni-Fe akumulator je baterija, ki ima Ni-(III)oksid-hidroksid (Ni_2O_3) za **katodo**, Fe za **anodo** in potasijev hidroksid (KOH - lug) kot **elektrolit** (Pb – žveplena kislina!).
- Nazivna napetost ene celice je 1.2 V.
- Je zelo robustna celica, odporna na "slabo ravnanje": prekomerna polnitev oz. izpraznitev, kratek stik in temperaturni šok – kljub temu **dolga življenjska** doba!
- Pogosto uporabljen v "backup" sistemih, kjer jih lahko trajno polnimo in obremenjujemo več kot 20 let.
- Omejitve: nizka specifična energija, slabo polnjenje, slabe zmogljivosti pri nizkih temperaturah in visoki stroški izdelave v primerjavi z Pb-kislinskimi acc. kot tudi najnižje razmerje Energija/teža → malo uporabljeni!

3.1 Lastnosti in uporaba Ni-Fe akumulatorja

- Zmožnost preživetja številnih polnjenj in praznjenj omogoča nizka topnost reaktantov v elektrolitu.
- Formiranje Fe med polnjenjem je počasno zaradi nizke topnosti Fe_3O_4 , kar je dobro in slabo hkrati:
 - dobro, ker počasno formiranje železovih kristalov ščiti elektrode in
 - slabo, ker to omejuje visoke zmogljivosti: te celice se počasi polnijo in počasi tudi oddajajo energijo.
- Uporaba: v Evropi dolgo časa v rudarstvu (dobro prenašajo tresljaje, visoko temperaturo), signalizacija na železnici, viličarji ...
- Spet se raziskuje njihova uporaba v vetrnih in solarnih sistemih in za moderne aplikacije v električnih vozilih.

3.2 Primerjava karakteristik Pb in Ni-Fe akumulatorjev

Karakteristike Ni-Fe akumulatorjev	
Energija/teža	50 Wh/kg
Moč/teža	100 W/kg
Izkoristek polnjeneje/praznjenje	65 %
Samoizpraznitev	20 % - 40 %/mesec
Življenjska doba	30 – 50 let
Število ponovitev poln./prazn.	Periodično globoko spraznjenje bistveno ne skrajša življenjske dobe
Nazivna napetost celice	1.2 V

Karakteristike Pb akumulatorjev	
Energija/teža	30-40 Wh/kg
Moč/teža	180 W/kg
Izkoristek polnjeneje/praznjenje	70 % - 92 %
Samoizpraznitev	3 % - 20 %/mesec
Življenjska doba	6 - 48 mesecev
Število ponovitev poln./prazn.	500 – 800 ponovitev
Nazivna napetost celice	2.0 V

Danes proizvajajo Ni-Fe akumulatorje samo še na Kitajskem po licenci VARTA AG!

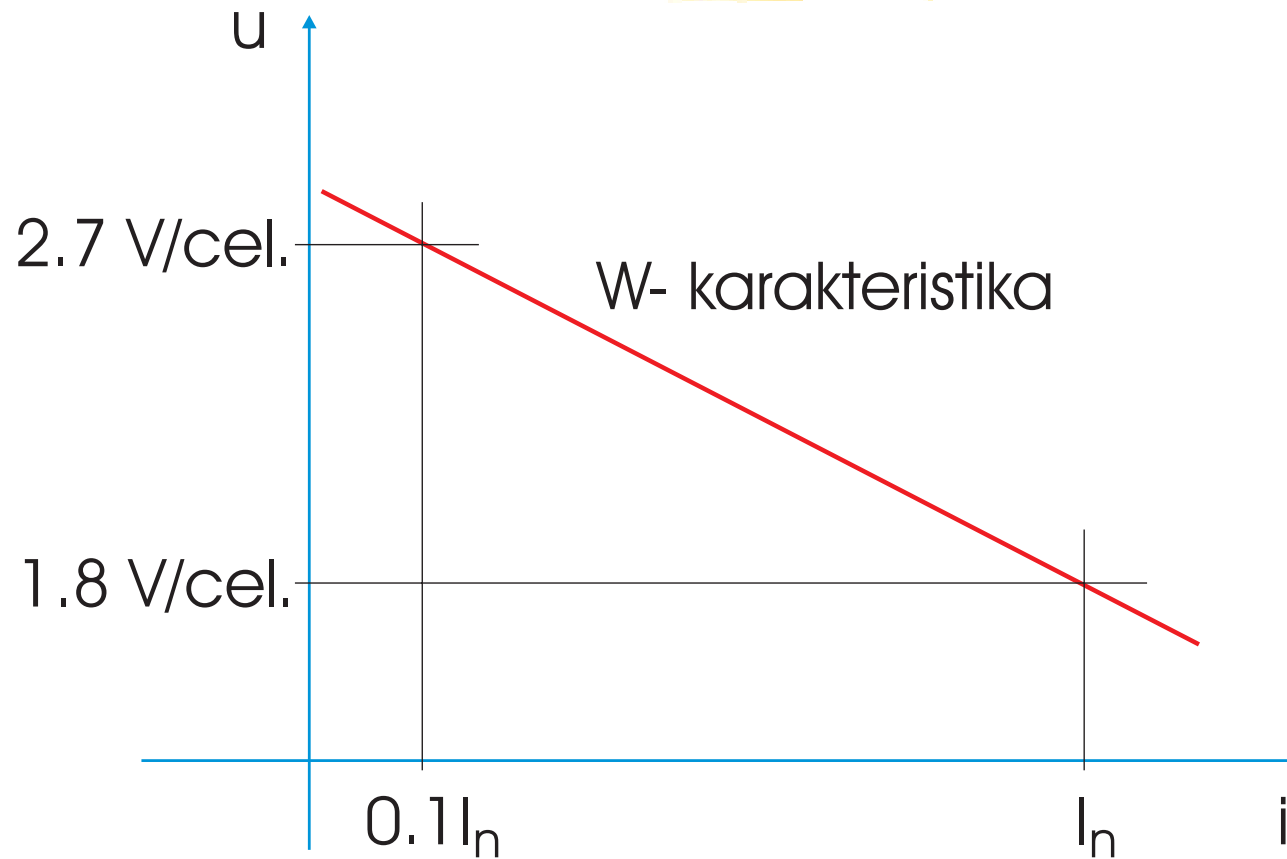
4. Polnilniki akumulatorskih baterij



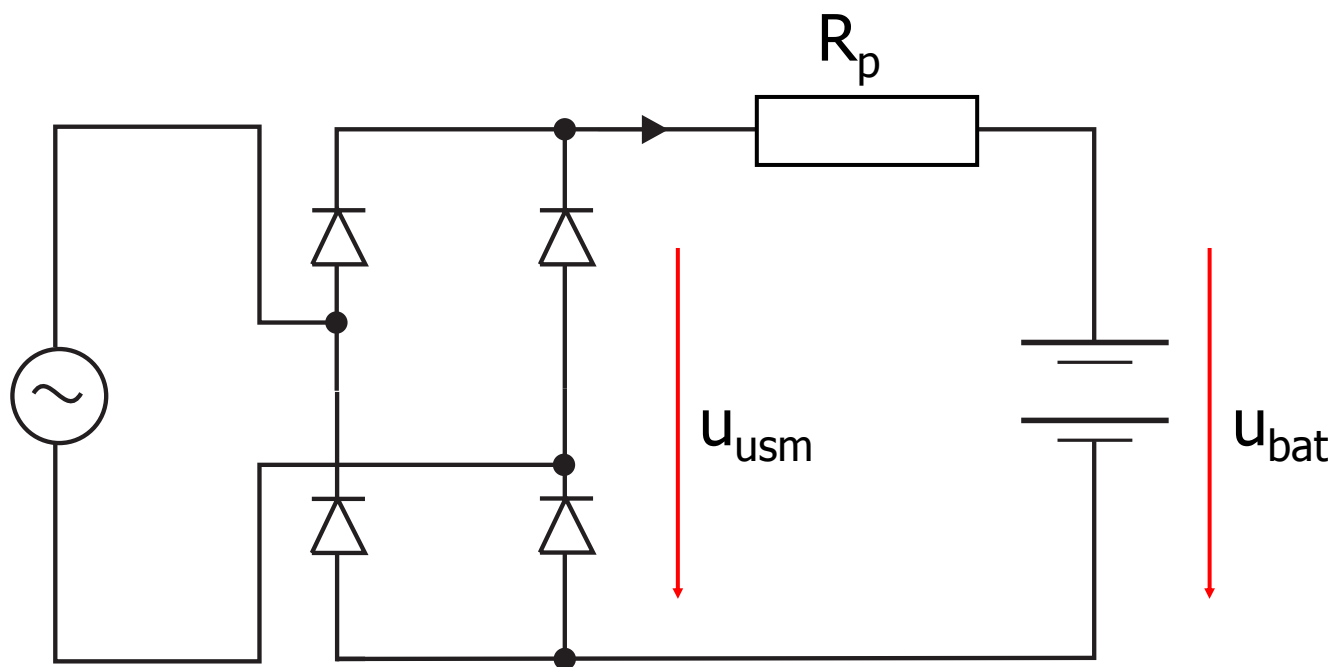
Napetost na priključnih sponkah je dokaj spremenljiva.
Poznamo nekatere značilne napetosti.

- 1.8 (V) napetost praznega akumulatorja - proizvajalci ne priporočajo praznjenja akumulatorja pod to napetost
- 2.0 (V) napetost polnega akumulatorja
- 2.2 (V) napetost vzdrževanja akumulatorja
- 2.4 (V) napetost polnjenja akumulatorja (I-U karakt.)
- 2.7 (V) maksimalna napetost polnjenja akumulatorja (W- karakt.)

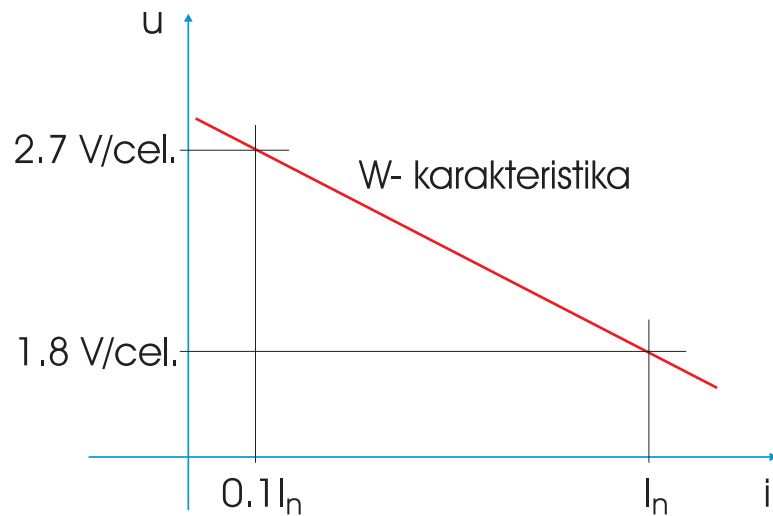
polnilniki ... V polnilniku je potrebno vse te napetosti uskladiti



polnilniki ... Polnilnik z W karakteristiko



polnilniki ... napetostne razmere



$n = 6$ – število celic

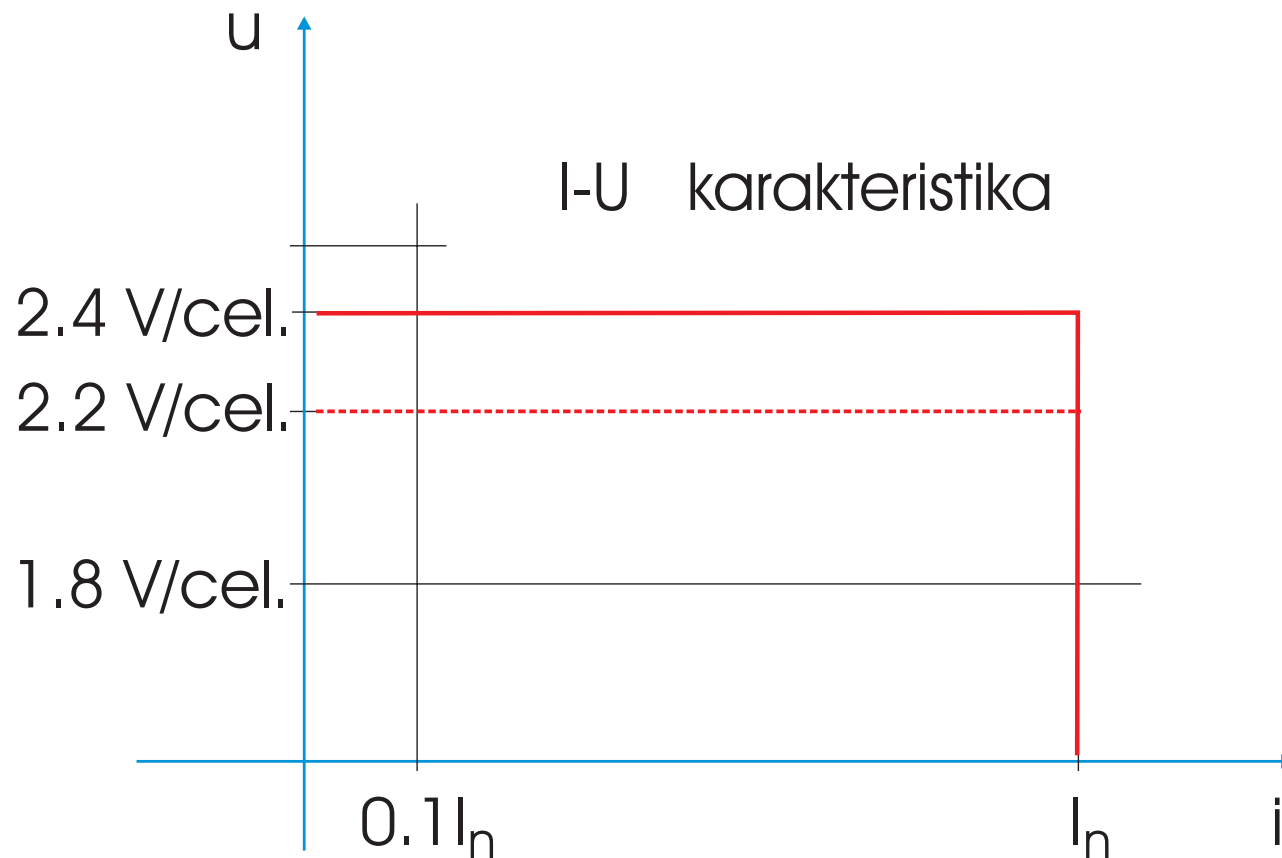
$$u_{bat} = n \cdot 1.8 \text{ (V/cel)} = 10.8 \text{ (V)}$$

$$u_{usm} = n \cdot 2.75 \text{ (V/cel)} = 16.5 \text{ (V)}$$

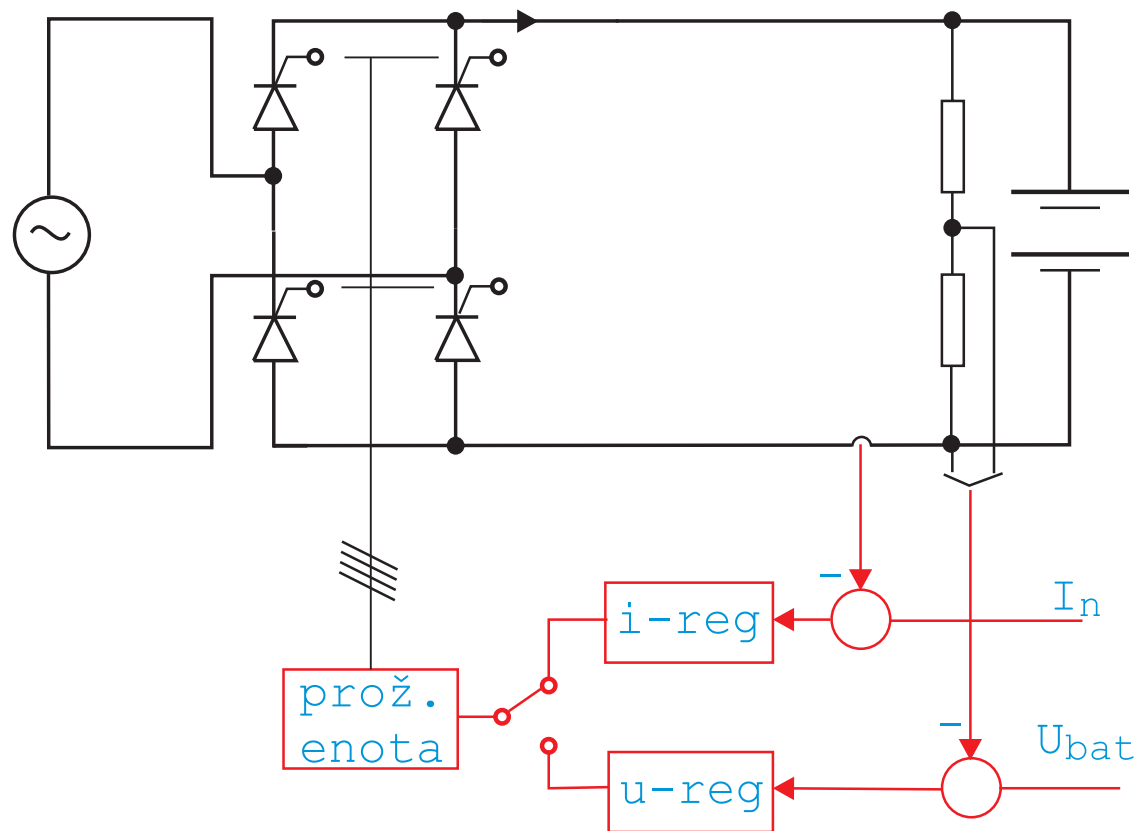
$$I_n = \frac{C \text{ (Ah)}}{t \text{ (h)}} = \frac{45}{10} = 4.5 \text{ (A)}$$

$$R_p = \frac{\Delta u}{I_n} = \frac{u_{usm} - u_{bat}}{I_n} = \frac{5.7}{4.5} = 1.27 \text{ (}\Omega\text{)}$$

polnilniki ... regulirani usmernik



polnilniki ... regulirani usmernik



...napetosti in breme...



Napetost na priključnih sponkah je dokaj spremenljiva. Poznamo nekatere značilne napetosti.

- 2.0 (V) napetost polnega akumulatorja
- 2.2 (V) napetost vzdrževanja akumulatorja
- 2.4 (V) napetost polnjenja akumulatorja (I-U karakt.)
- 2.7 (V) maksimalna napetost polnjenja akumulatorja (W- karakt.)

...napetosti in breme...



Če breme zahteva 110 V, potrebujemo 55 celic.

- $2.0 \times 55 = 110 \text{ (V)}$;
- $2.2 \times 55 = 121 \text{ (V)}$;
- $2.4 \times 55 = 132 \text{ (V)}$;

...napetosti in breme...

Zahtevo 110 V izpolnimo če ustrezno napajamo, potrebujemo 50 + 5 celic.

- $2.0 \times 50 = 100 \text{ (V)}$ + $2.0 \times 5 = 10 \text{ (V)}$ = 110 (V)
- $2.2 \times 50 = 110 \text{ (V)}$
- $2.4 \times 50 = 120 \text{ (V)}$

polnilniki ... sistem z deljenim napajanjem

