

Lucrarea nr. 13

REZERVE LOCALE DE ENERGIE ELECTRICA BATERIA DE ACUMULATORI

1. Probleme generale

Marea majoritate a consumatorilor de energie electrica sunt alimentati cu tensiune alternativa. Siguranta in alimentare in acest caz depinde de fiabilitatea instalatiilor de productie, transport si distributie a energiei electrice. Deoarece energia electrica obtinuta de la alternatoare nu se poate stoca, inseamna ca la disparitia tensiunii la consumator, datorita deteriorarii sursei de alimentare, acesta nu mai poate fi alimentat decat de la o alta sursa locala tot de tensiune alternativa care presupune existenta unui motor, a unui generator de curent alternativ, a unei instalatii de pornire automata etc. Aceasta solutie se utilizeaza pentru asigurarea alimentarii unor consumatori vitali si de putere relativ mare, dar care nu au o raspandire larga.

Cunoscut fiind insa faptul ca energia electrica continua poate fi "acumulata", s-a adoptat solutia alimentarii cu tensiune continua a consumatorilor importanti, dar cu puteri nu prea mari avand avantajul ca, pentru alimentare, in cazul scoaterii din functiune a sursei de baza (redresor), se pot utiliza ca surse locale, care furnizeaza energie electrica in mod nemijlocit, acumulate, constituite pentru a asigura tensiunea si capacitatea necesare in baterii de acumulate.

De regula, circuitele electrice de comanda, semnalizare, protectie si automatizare sunt alimentate cu tensiune continua.

2. Constructia si functionarea bateriei de acumulate cu placi de plumb

Cele mai raspandite tipuri de acumulate sunt cele cu placi de plumb, dar in ultimul timp au inceput sa fie utilizate tot mai mult si acumulatele alcaline. Bateria de acumulate se realizeaza prin inserierea unui numar de elemente corespunzatori tensiunii necesare. Tensiunile folosite in prezent in instalatiile de curent continuu sunt : 24, 48, 60, 110 si 220 [V].

Un element acumulator se compune din : vas electrolit si placi. Vasele se pot realiza din materiale care nu sunt atacate de acidul sulfuric : sticla, ebonita, ceramica.

Ca electrolit se foloseste o solutie apoasa de acid sulfuric cu o densitate de 1,23 g/cm³ la 15°C. Concentratia electrolitului poate fi exprimata si in grade Baumé, relatia de legatura fiind :

$$\rho(\text{g/cm}^3) = \frac{144,3}{144,3 - n}$$

n – concentratia in grade Baumé

Placile sunt constituite din plumb, cele pozitive cu nervuri pentru marirea suprafetei, fig.13.1 iar cele negative au o forma de cutie, fig.13.2.

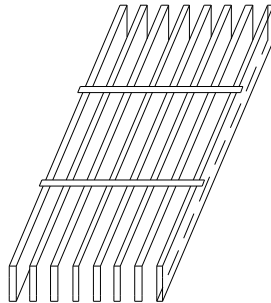


Fig.13.1

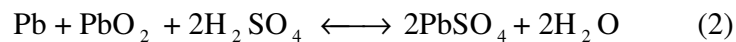


Fig.13.2

Ca substante active se folosesc peroxidul de plumb PbO_2 la placile pozitive si plumbul spongios la cele negative.

Elementul acumulator este format din mai multe placi de acelasi fel legate in paralel, intre acestea, pentru a nu se scurt-circuita, se introduc placi separatoare din materiale izolante. Nivelul electrolitului din vas trebuie sa depaseasca marginea superioara a placilor.

Reactiile ce au loc in timpul functionarii sunt suficient de complexe, dar pot si reprezentate simplificat in modul urmator :



Relatia (2) trebuie citita de la stanga la dreapta pentru regimul de descarcare si invers pentru regimul de incarcare. Principalele caracteristici ale unui element acumulator sunt : tensiunea, rezistenta electrica interioara, capacitatea, randamentul, autodescercare si durata de serviciu.

Tensiunea la borne variaza in limite largi, functie de regimul de incarcare si descarcare, concentratia electrolitului, temperatura etc. astfel :

- tensiune minima la sfarsitul descarcarii;

$$U_{\min} = 1,75 - 1,8 \text{ V}$$

- tensiunea in gol a unui element complet incarcata;

$$U_r = 2,03 - 2,05 \text{ V}$$

- tensiunea de incarcare permanenta in regim tampon;

$$U_t = 2,15 - 2,2 \text{ V}$$

- tensiunea de incarcare puternica fara degajare de gaze;

$$U_p = 2,35 - 2,4 \text{ V}$$

- tensiunea de degajare a gazelor;

$$U_g = 2,4 - 2,4 \text{ V}$$

- tensiunea la sfarsitul incarcarii;

$$U_{\max} = 2,6 - 2,8 \text{ V}$$

Tensiunea unui element se reduce la timpul functionarii cu atat mai mult cu cat curentul de descarcare este mai mare, in fig.13.3. este prezentata variatia tensiunii pentru o descarcare completa in 5 ore (1), respectiv o ora (2)

Rezistenta electrica interioara este suma rezistentelor placilor electrolitului si puntilor de legatura intre placi. Are valori cuprinse intre $(0,3 - 6) 10^{-3}$.

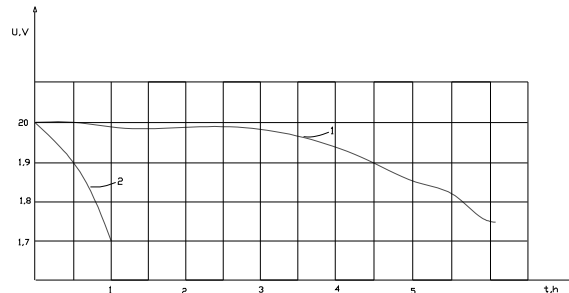


Fig.13.3.

Capacitatea unui element reprezinta cantitatea de electricitate pe care o poate ceda acesta la o descarcare completa. Se masoara in A.h si depinde de suprafata placilor, cantitatea si pozitionarea substantei active, concentratia si puritatea electrolitului, temperatura, regimul de descarcare, etc.

Randamentul unui element reprezinta raportul capacitatii sale la cantitatea de electricitate consumata la o incarcare completa, depinde de aceiasi factori ca si capacitatea si are valori cuprinse intre 64 – 67 %

Autodescarea este fenomenul care are loc in mod continuu si duce la micșorarea capacitatii. Este determinata de curenti interni ce apar datorita impuritatilor metalice din electrolit sau de scurtcircuite interioare.

Durata de serviciu se exprima in numar de cicluri incarcare- descarcare; depinde de modul de exploatare si are volori de 800 – 1000 cicluri pentru placile pozitive si 1500 – 1800 pentru cele negative.

3. Metode de incarcare

Dupa fiecare incarcare importanta a bateriei se impune reincarcarea sa.

Ca surse de incarcare se folosesc, in prezent redresoare statice, datorita avantajelor fata de masinile rotative : pret redus, durata lunga de functionare, siguranta marita, automatizare usoara, etc.

Exista urmatoarele metode de incarcare: incarcare cu curent constant, cu tensiune constanta, mixta.

Incercarea cu, curentul constant. Se realizeaza mentinand intensitatea la o valoare fixa in tot cursul procesului de incarcare. Metoda are avantajul ca necesita un timp mai scurt, dar conduce la degajarea intensa de gaze in faza finala, cand incepe electroliza apei.

Incercarea cu tensiune constanta. Se realizeaza mentinand tensiunea la o valoare fixa de 2,3 V pe element. In acest caz pot apare socuri de curent la inceputul incarcarii

dar se evita pericolul fierberii electrolitului deoarece, in faza finala, curentul de incarcare este mai mic. (fig.13.4).

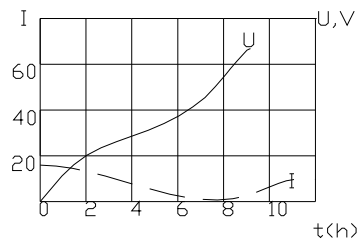


Fig.13.4

Incarcare mixta. Consta in combinarea celor doua metode in scopul eliminarii dezavantajelor lor; se incepe incarcarea cu curent constant iar cand incepe degajarea gazelor se continua cu tensiune constanta.

4.Regimul de functionare

Bateriile de acumuloare pot functiona in urmatoarele regimuri:

- incarcare – descarcare
- incarcare permanenta
- tampon

4.1 Sunt primele scheme utilizate, in prezent fiind mai putin utilizate. Aceasta solutie era impusa de folosirea masinilor rotative ca sursa de incarcare. Consumatorii sunt alimentati in permanenta de la bateria de acumuloare. Deoarece tensiunea la borne se micsoreaza in timpul functionarii se utilizeaza comutatorul de ploturi p1 (fig13.5.) cu care se insereaza noi elemente. Cand bateria se descarca se conecteaza sursa de incarcare care prin intermediul consumatorului P2 realizeaza incarcarea pe element, prin reducerea numarului acestora.

In Fig.13.6 este prezentata o alta varianta de schema de functionare in regim incarcare – descarcare, cu numar fix de elemente.

Cand bateria se descarca pana la (60 – 70) % se cupleaza sursa de incarcare care incarca bateria si alimenteaza si consumatorii.

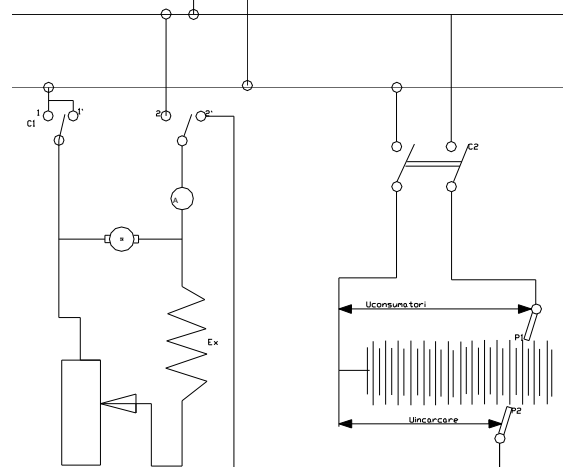


Fig. 13.5.

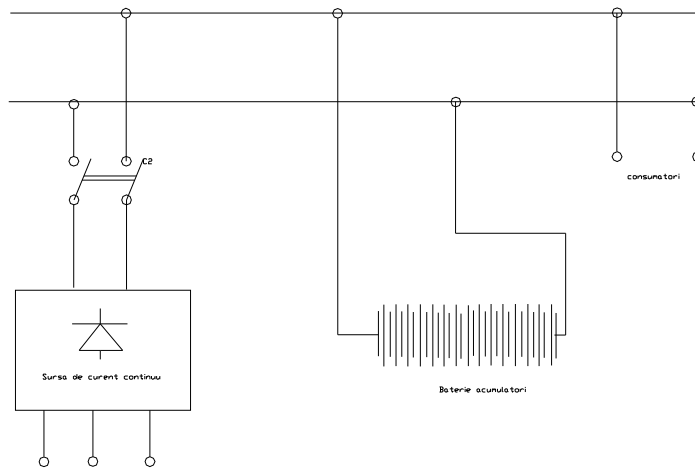


Fig. 13.6.

4.2. Functionarea in regim de incarcare permanenta, fig.13.7.

Sursa de curent continuu alimenteaza consumatorii si prin CV realizeaza si mentinerea bateriei in stare de incarcare permanenta. Cand sursa de curent continuu nu mai este disponibila, bateria este cuplata (se inchide C2) si asigura, pentru o durata determinata, alimentarea consumatorilor.

4.3. Functionarea in regim tampon (fig.13.7). In acest regim functioneaza cu C2 inchis. Daca sarcina este mai mare decat curentul furnizat de sursa de curent continuu, bateria intervine si completeaza necesarul de sarcina. In restul timpului bateria se incarca de la sursa de curent continuu.

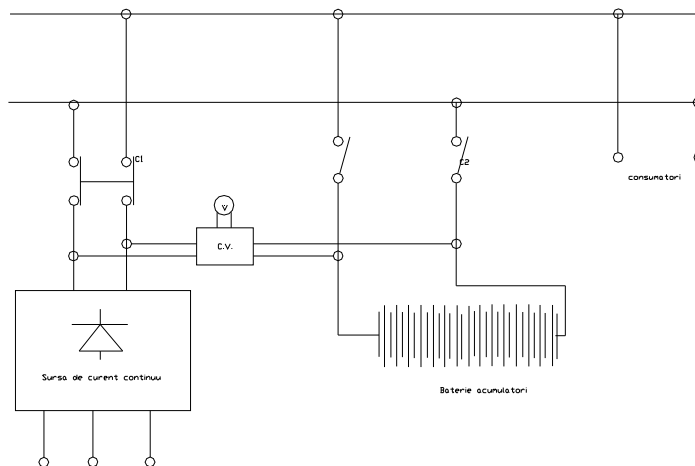


Fig. 13.7.

5. Calculul capacitatii bateriei de acumuloare

Determinarea capacitatii bateriei trebuie facuta astfel incat aceasta sa poata alimenta consumatorii in bune conditii si in cele mai grele situatii.

In acest scop bateria trebuie sa satisfaca urmatoarele conditii:

1. tensiunea sa nu scada sub limita admisa de constructor la sfarsitul avariei;
2. curentul maxim admisibil al bateriei sa fie cel putin egal cu curentul maxim de avarie, in cea mai grea situatie;
3. tensiunea la consumatori in regim de avarie, sa nu scada in limita admisa de acestia;
4. cand functioneaza consumatorii de scurta durata, la ceilalti tensiunea sa nu scada sub valoarea admisa.

Pentru a satisface prima conditie trebuie indeplinita inegalitatea:

$$C_a \leq \frac{1,1I_a \cdot t_a}{1 + 0,008(\Phi_{\min} - 25^\circ)}$$

unde:

C_a – capacitatea bateriei in A.h;

I_a – sarcina de avarie de lunga durata;

t_a – durata maxima a avariei in ore;

θ_{\min} - temperatura minima in camera bateriei;

1,1 – coeficientul de siguranta ce tine seama de uzura bateriei.

A doua conditie este indeplinita daca se verifica inegalitatea;

$$I_a + I_{soc} \leq 47,5 N$$

unde :

I_{soc} – curentul de avarie de scurta durata;

N – numarul de tip al bateriei.

A treia conditie se verifica prin calculul tensiunii pe un element cu ajutorul unor nomograme (fig.13.8). Aceste nomograme permit determinarea tensiunii finale pe element functie de durata avariei, pentru diferite valori ale raportului I_a/N .

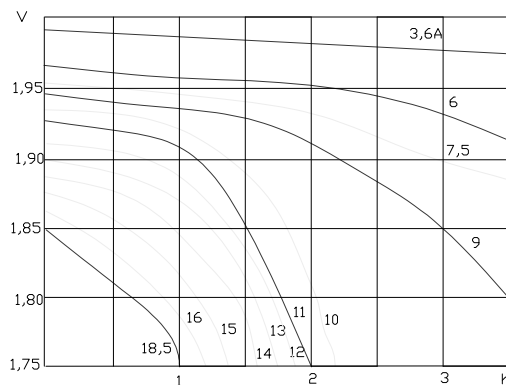


Fig.13.8.

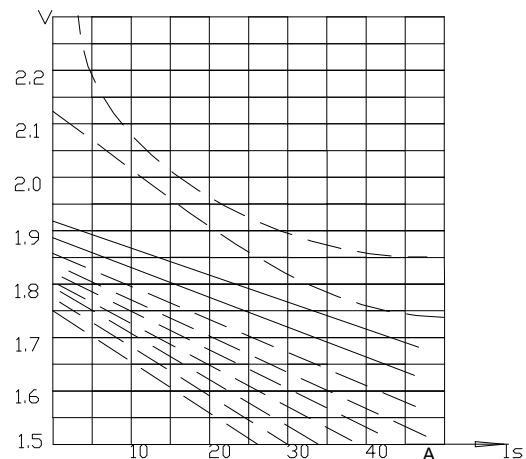


Fig.13.9

Ultima conditie se verifica prin calculul tensiunii pe un element pentru toate regimurile posibile. In acest scop se folosesc nomogramele din Fig.13.9, care dau

tensiunea pe un element functie de curentul de soc pentru diferite valori ale raportului I_a/N .

6.Stabilirea numarului de elemente din compunerea bateriei de acumulatori

Pentru tensiunile de 24, 34, 48 [V] racordarea bateriei la bornele instalatiei se face fara comutator de baterie. Numarul de elemente N se stabileste cu relatia :

$$N = \frac{U_n}{u_n}$$

unde : U_n – este tensiunea nominala a consumatorului (V);
 u_n - este tensiunea nominala a unui element.

Pentru tensiunea nominala de 110 [V] si 220 [V] conectate bateriei la barele instalatiei se face prin comutator de baterie.

Comutatorul de baterie modifica numarul de elemente racordate la barele instalatiei pentru mentinerea tensiunii constante cu variatia sarcinii. Numarul total de elemente (N) care asigura tensiunea de serviciu cand elementele sunt descarcate se stabileste cu relatia:

$$N = \frac{U_s}{U_{d1}}$$

unde: U_s – tensiunea de serviciu;
 U_{d1} – tensiunea de descarcare limita.

Numarul de elemente de baza care asigura tensiunea in regim de incarcare permanenta se stabileste cu relatia :

$$N_b = \frac{U_s}{U_{il}}$$

unde: U_{il} – tensiunea limita la sfarsitul incarcarii.

Numarul de elemente N_s conectate la retea prin comutatorul de baterie rezulta:

$$N_s = N - N_b$$

Rezulta numarul ploturilor comutatorului de baterie:

7.Calculul surselor de incarcare

Sursele de incarcare trebuie sa furnizeze energia si tensiunea continua necesara. Curentul acestora depinde de destinatia sursei. Astfel, sursa de incalzire permanenta trebuie sa acopere consumul de durata din regim normal (I) si eventual curentul de autodescercare al bateriei.

$$I_n \leq 1,1I + 10^{-2} c_{10}$$

unde: C_{10} – este capacitatea bateriei in regim de descarcare de 10 ore.

Sursa de incarcare ocazionala care are rolul de a incarca bateria dupa o descarcare importanta trebuie sa satisfaca conditia:

$$I_n \leq (0,15 - 0,4)c_{10}$$

8. Formarea si intretinerea bateriei de acumuloare

Incarcarea de formare (punere in functiune) a bateriei trebuie efectuata de catre personal specializat. Incarcarea de formare trebuie sa asigure capacitatea nominala a bateriei. Incarcarea se poate face si la un curent mai mic decat curentul maxim de incarcare, dar in acest caz timpul de incarcare se prelungeste proportional. Nu se recomanda sa se foloseasca un curent de incarcare mai mic de 40 % din curentul maxim de incarcare. In general pentru formarea bateriei se foloseste o incarcare in trepte cu pauze. Curentul de incarcare este un curent cu valoarea de 7 [A] pentru fiecare element. Deci, curentul total debitat de sursa de incarcare se obtine inmultind cu 7 numarul elementelor puse in paralel la incarcare.

Formarea unei baterii comporta uneori un numar mai mare de incarcari – descarcari pana se asigura capacitatea nominala a acesteia. Daca bateria se descarca cu un curent mare, descarcarea se va opri cand tensiunea va ajunge la 1,8 [V] pe element. Daca descarcarea se face intr-o ora tensiunea pe element nu trebuie sa scada sub 1,75 [V].

Dupa descarcarea bateriei se trece la incarcare. Incarcarea va incepe dupa cel putin 20 minute si cel mult doua ore la oprirea descarcarii. Cea mai favorabila incarcare este cea cu curent de valoare constanta si egala cu 1/3 din curentul maxim de incarcare. Daca aceasta incarcare duce la durte prea mari, se procedeaza in felul urmator :

- se intrerupe incarcarea cu, curentul maxim de incarcare ;
- cand tensiunea ajunge la 2,4 [V] pe element, sau la aparitia gazelor, curentul se reduce la 1/3 si se continua incarcarea;
- cand tensiunea ajunge la 2,5 -2,6 [V] pe element sau cand apar din nou gaze, curentul se reduce la 10 % din valoarea curentului maxim de incarcare.

Incarcarea se continua pana cand apar semnele de incarcare completa a bateriei. In timpul incarcarii temperatura electrolotului nu trebuie sa depaseasca + 40 °C, in acest caz contrar se opreste incarcarea pana la scaderea temperaturii sub +30 °C.

9.Desfasurarea lucrarii

Pentru realizarea practica a lucrarii sunt necesare urmatoarele elemente :

- sursa de curent continuu (40 V/5);
- o baterie de acumuloare tip auto 12 V
- un voltmetru;
- un amperimetru;
- un comutator valmetric;
- receptori.

Cu aceste elemente se realizeaza montajul din (fig. 13.10)

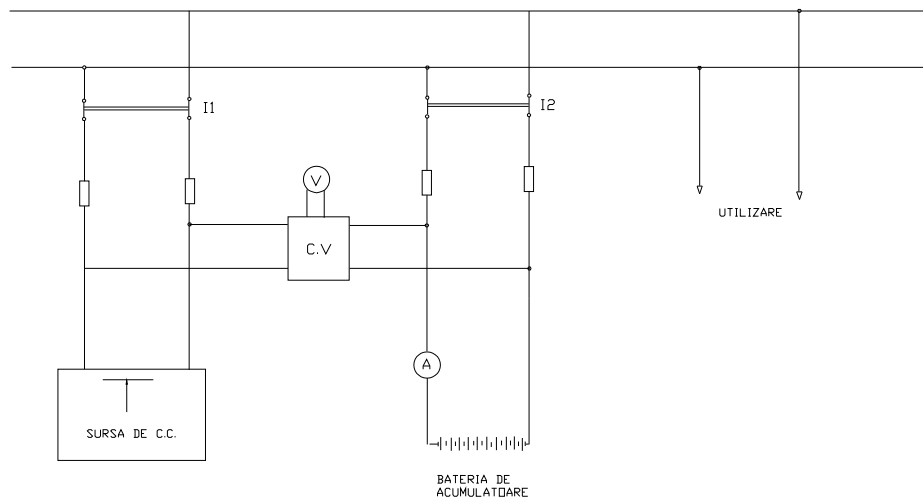


Fig.13.10

Pentru functionarea in regim tampon intreruptoarele I1 si I2 sunt inchise, astfel incat in momentul in care sarcina este mai mare decat curentul debitat de sursa de curent continuu, bateria intra in functionare completand consumul pana la valoare necesara.

Pentru functionarea in regim de incarcare permanenta intreruptorul I2 este normal deschis.

Pentru functionarea in regim de incarcare – descarcare intreruptoarele I1 si I2 sunt inchise pana cand bateria se incarca dupa care I1 se deschide si este lasata bateria sa alimenteze consumatorii. Dupa descarcare se inchide din nou intreruptorul I1 si ciclul se repeta. Cu ajutorul comutatorului volmetric putem masura tensiunea de incarcare de la sursa cat si tensiunea curenta a bateriei in timpul descarcarii.