

## Separatoare, descărcătoare și siguranțe fuzibile

### 1. Noțiuni teoretice

#### 1.1. Separatoare

##### 1.1.1 Separatoare de joasă tensiune

*Separatoarele* servesc la separarea vizibilă a două circuite aflate sub tensiune dar neparcurse de curent, asigurând în poziția deschis o distanță de izolare predeterminată între bornele fiecărui pol. În poziția închis funcționează în regim de durată, fiind necesară realizarea unor contacte cu presiune mare de contact și inoxidabile. Întrucât funcția lor este de a conecta și deconecta când prin circuit nu trece curent, nu se formează arc electric între contacte și de aceea nu sunt prevăzute cu dispozitive de stingere a arcului electric. Ele sunt de regulă de tip interior și au o construcție simplă și robustă.

Se montează numai în plan vertical prin intermediul cadrului 1 de care sunt fixate izolatoarele suport 2 (fig.1). Pe izolatoarele suport sunt montate bornele de legătura cu circuitul 3, prin intermediul cărora se fixează calea de curent 5 denumită contact mobil. Contactul mobil execută o mișcare de rotație prin intermediul axului 6. Este acționat manual cu ajutorul unei manete, de contactul mobil fiind fixată și urechea de acționare 7. Presiunea mare de contact trebuie realizată între contactul fix 4 și cel mobil, cadrul metalic fiind legat la pământ. Se execută pentru tensiuni nominale de 500 și 1000 V și curenți nominali de 200, 350, 600, 1000 A. Au durata relativă de conectare de 100%.

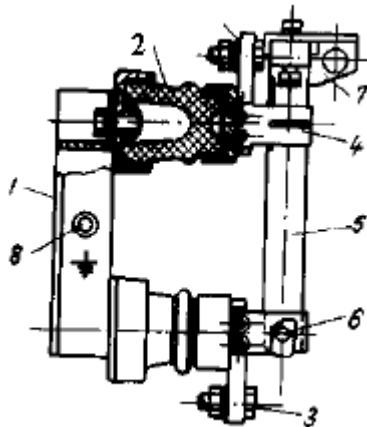


Fig.1 Separator de joasă tensiune

Din categoria separatoarelor de joasă tensiune fac parte și comutatoarele și întrerupătoarele cu pârghie (hebluri), care mai sunt denumite și separatoare de sarcină. Servesc pentru conectarea și deconectarea manuală a circuitelor de iluminat și forță de c.c și c.a. Întrerupând curentul de sarcină (cel mult curentul nominal) sunt prevăzute cu dispozitive de stingere din azbociment ce au în componență și grătare pentru fragmentarea și deionizarea arcului electric. Principiul de construcție are la bază contacte mobile în formă de braț de pârghie. Se construiesc în următoarele variante:

- monopolare, pentru circuite de semnalizare, de siguranță, etc ;
- bipolare, pentru circuite de curent continuu și alternativ;
- tripolare, pentru comanda manuală a motoarelor trifazate.

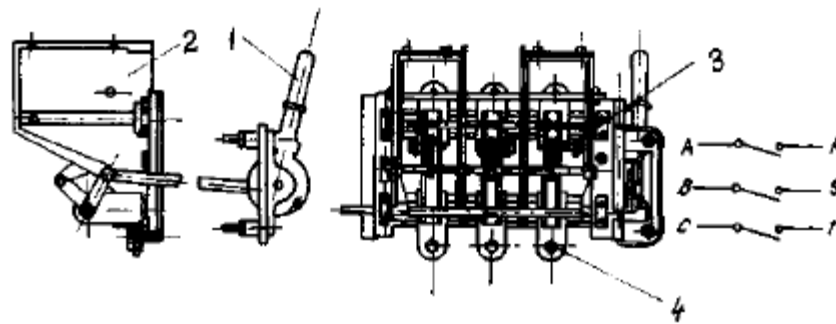


Fig.2 *Întreprupătoare cu pârghie*  
1-manetă de acționare; 2-cameră de stingere; 3-contacte; 4-borne.

Prin intermediul manetei 6 se pun în mișcare contactele mobile 4 cu care se află solidar contactele de rupere 5 ce se smulg din furca contactului fix, după ce cuțitul principal s-a îndepărtat accelerând întinderea arcului electric și protejând contactele principale. Contactele fixe sunt fixate pe o placă izolantă 1, bornele de legătură 2 realizând conectarea în circuit. Cuțitele de rupere sunt folosite la curenți mici sub 500 A, la curenți mari ele pot lipsi, unde alungirea arcului electric datorită forțelor electrodinamice determină o viteză mare de deplasare și stingerea este puțin influențată de alungirea lui metalică ce ar fi realizată de resortul ce face legătura celor două contacte, de rupere și principale.

Întreprupătoarele cu pârghie se construiesc pentru tensiunile de 380 și 500V în curent alternativ și pentru 220 sau 440 V în c.c., pentru curenți nominali de 25, 60, 100, 200, 350, 600, 1000 A, durata relativă de conectare fiind de 100%. Capacitatea de rupere a întreprupătoarelor cu pârghie este mică și nu pot proteja circuitul la un scurtcircuit, astfel că între receptor și întreprupător trebuie montate siguranțe fuzibile.

### 1.1.2 Separatoare de medie și înaltă tensiune

Separatorul este necesar pentru a scoate o line de sub tensiune atunci când se fac revizii sau reparații la un întreprupător. În centralele electrice sau în stațiile de distribuție sunt frecvente manevrele de conectare sau deconectare sub tensiune dar fără curent, când se trece de pe un sistem de bare pe altul sau când se trece de la un generator la altul. De regulă separatoarele se leagă în serie cu întreprupătorul, acționarea separatorului fiind prevăzută cu blocaj care permite deschiderea acestuia numai după întrepruperea circuitului de către întreprupător.

#### *Clasificarea separatoarelor*

- după modul de mișcare al contactului mobil:
  - cuțit;
  - rotative;
  - basculante;
  - de translație;
  - pantograf.
- după natura instalației:
  - de interior;
  - de exterior.
- după numărul polilor:
  - monopolare;
  - multipolare (tripolare).
- după modul de acționare:
  - cu acționare manuală;
  - cu acționare electrică sau pneumatică.

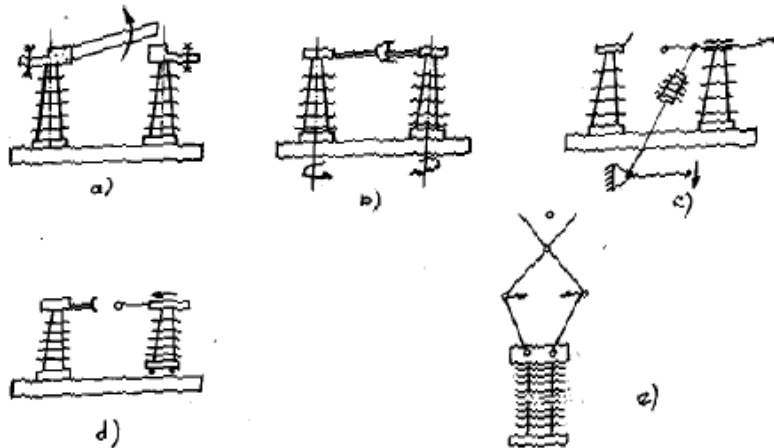


Fig.3 Tipuri constructive de separatoare

a- tip cuțit; b- cu mișcare de rotație; c- tip basculant; d- cu mișcare de translație; e- tip pantograf.

**Simbolizarea separatoarelor:** S – separator; SP – separator de putere (sarcină); E – exterior; P – cu cuțit de punere la pământ. Ex. STEP 35/600 – separator tripolar cu cuțit de punere la pământ de 35 kV și 600 A.

#### **Parametri principali ai separatoarelor**

- tensiune nominală,  $U_n$ ;
- curentul nominal,  $I_n$ ;
- curentul limită termic,  $I_{lt}$ ;
- curentul limită dinamic,  $I_{ld}$ ;
- puterea de rupere (în cazul separatoarelor de sarcină).

#### **Construcția unui separator**

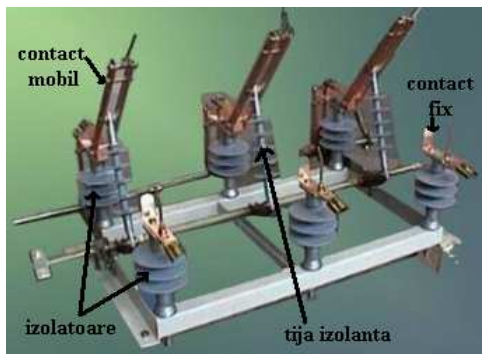
Un separator cuprinde următoarele elemente:

➤ *sistemul de contacte* cuprinde un contact fix și unul mobil (cuțitul) sau două contacte mobile constituind calea de curent a separatorului. La curenți nominali mari cuțitul este construit din mai multe bare paralele (uzual două). În scopul de a asigura o stabilitate termică suficientă, spre a evita sudarea contactelor, la separatoarele construite pentru curenți de valori mari se utilizează presiune de contact mari sau se sporește secțiunea cuțitelor.

Printr-o construcție adecvată se poate folosi efectul forțelor electrodinamice pentru creșterea presiunii de contact ce este aproximativ proporțională cu pătratul curentului. Pentru a conecta la pământ părți ale unui circuit, unele separatoare sunt prevăzute cu cuțite de legare la pământ. Pentru a evita deschiderea separatorului datorită forțelor electrodinamice care apar la scurtcircuit, în afara unei presiuni de contact suficiente, se evită efectul de buclă prin realizarea unei căi de curent liniare în circuitul separatorului și se folosesc dispozitive de blocare mecanice sau electromagnetice.

La separatoarele de exterior contactele au o astfel de formă încât să asigure spargerea și îndepărtarea gheții înainte de a începe cuțitul să iasă din contactul fix sau să intre în acesta.

- *sistemul izolator* este constituit din izolatoarele suport ale contactului fix și mobil și din tija izolantă care transmite mișcarea de la dispozitivul de acționare la cuțitul mobil.
- *dispozitivul de acționare* trebuie să asigure deschiderea și închiderea completă a separatorului.



a) separator tripolar 24 kV



b) separator tripolar rotativ 420 KV

Fig.4 Separatoare de exterior

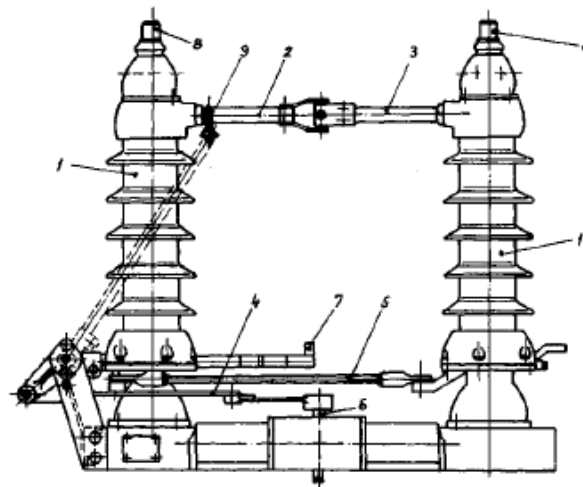


Fig. 5 Separator cu mișcare de rotație

- 1- coloană de izolatoare; 2- semicuțit cu contact cilindric; 3- semicuțit cu contacte lamelare; 4- tijă de legătură între dispozitivul de acționare și coloana de izolatoare; 5- tijă de legătură între coloane; 6- dispozitiv de acționare pneumatic; 7- cuțit de punere la pământ; 8- borne de legătură; 9- contact de punere la pământ.

### **Separatoare de sarcină**

Sunt aparate de comutație capabile a comuta circuite aflate sub tensiune și parcurse de curentul de sarcină (cel mult curentul nominal). Construcția lui are la bază separatorul normal căruia i s-a adăugat un dispozitiv de stingere și contacte de rupere.

Pentru a nu folosi întrerupătoarele la comutări frecvente la sarcină nominală, care sunt aparate mult mai scumpe, s-a adoptat soluția separatorului de sarcină, care nu este însă în măsură să întrerupă curentul de scurtcircuit. Aceasta funcție este luată în acest caz de siguranța fuzibilă de înaltă tensiune cu mare putere de rupere. Elementul esențial al separatorului de sarcină îl constituie dispozitivul de stingere. Jetul de gaz folosit pentru stingerea arcului electric este produs chiar în interiorul dispozitivului de stingere executat din material gazogen solid, arcul electric fiind acela care provoacă generarea de gaz. Camerele de stingere de acest tip au forma plată sau cilindrică.



Fig.6 Separator de sarcină în vid 24 kV

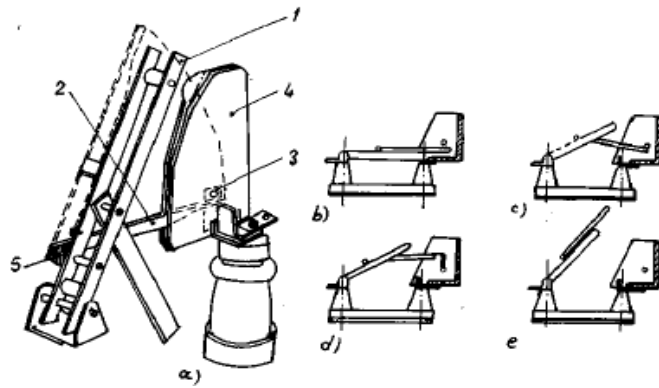


Fig.7 Separator de sarcină cu cameră de stingere din material gazogen

În fig 7 se prezintă un detaliu dintr-un separator de sarcină cu cameră plată. Cuțitul dublu 1 al separatorului are adăugat un cuțit de rupere 2 cuplat cu ajutorul resortului 5 de acesta. În poziția închis curentul trece prin cuțitul principal 1 al separatorului, cuțitul de rupere 2 nu este în legătură electrică cu bulonul 3 care îi corespunde. La deschidere cuțitul de rupere este antrenat de cuțitul principal prin intermediul resortului 5 până în punctul unde este oprit de bulonul 3. Când cuțitul principal al separatorului părăsește contactul fix circuitul rămâne închis prin cuțitul de rupere pe unde curentul circulă în continuare, resortul 5 care leagă cuțitul de rupere de cel principal se torsionează în timpul mișcării. Datorită faptului că punctul de rotație al cuțitului de rupere nu coincide cu cel al cuțitului principal în timpul mișcării acestuia din urmă, primul execută o mișcare de translație care permite ca la un anumit unghi de deschidere al separatorului cuțitul de rupere să fie eliberat de bulonul 3. În această situație cuțitul de rupere se deschide brusc, fiind acționat de resort și fixat de un opritor. Arcul electric care ia naștere încălzește pereții 4 care generează gaze sub acțiunea căldurii. Jetul de gaz format absoarbe căldura din arc electric deionizându-l. Prin direcția sa jetul de gaze împreună cu forțele electrodinamice duc la întinderea arcului electric care capătă forma de buclă, ducând în cele din urmă la creșterea cantității de gaze și deci la creșterea presiunii în camera de stingere. Ca materiale gazogene se folosesc fibra roșie, rășina ureoformaldehidică.

## 1.2. Siguranțe fuzibile

Siguranța fuzibilă este un aparat de comutație a cărui funcție este de a deschide un circuit străbătut de un curent ce depășește o valoare dată, prin fuziunea unuia sau mai multor elemente dimensionate în acest scop. Are funcția importantă de a limita ca amplitudine și durată curenții de scurtcircuit și ca urmare de a reduce apreciabil efectele termic și electrodinamic corespunzătoare.

Se utilizează în exploatarea sistemelor electrice la:

- protecția transformatoarelor de tensiune;
- la protecția pe partea de înaltă tensiune și a posturilor de transformare, a rețelelor de electrificare rurală;
- la protecția motoarelor, la protecția circuitelor electronice.

### Parametrii nominali

- tensiunea nominală ( $U_n$ );
- curentul nominal ( $I_n$ );
- capacitatea de rupere prezumată ( $I_s$ );
- caracteristica de protecție (a,b, fig 8), caracteristica de ținere a aparatului protejat (c, fig 8);
- curentul minim de topire ( $I_{mt}$ );
- caracteristica de liniaritate;

- curentul limita de topire ( $I_{\infty}$ ).

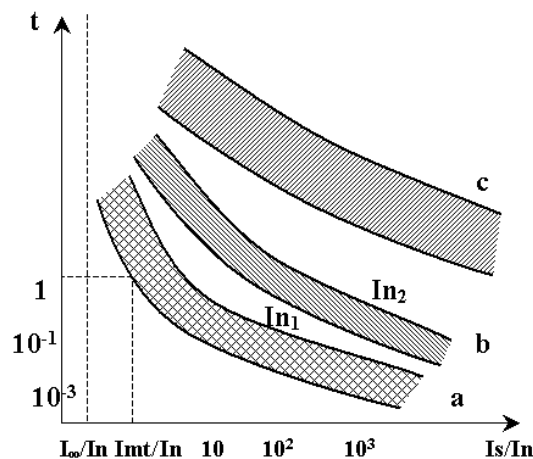


Fig.8 Caracteristica de protecție a siguranței fizibile

Elementul constructiv cu rol funcțional esențial este firul fuzibil calibrat care se află înglobat într-o masă de nisip cu cuarț, astfel încât stingerea arcului electric este dată de preluarea căldurii de către granulele de nisip. Din momentul în care firul ajunge în stare lichidă, masa de lichid nu mai păstrează forma geometrică a firului, fiind supusă deformării cauzate de forțele electromagnetice în bucla parcursă de curent și de forțele Lorentz în masa de lichid.

Fuzibilele siguranțelor se execută din Cu, Al, Ag, Zn, Pb, etc. Cuprul și argintul au conductibilitate electrică mare ceea ce conduce la secțiuni mici pentru fuzibilele executate din aceste metale.

Spre deosebire de funcționarea la scurtcircuit, în care caz siguranța fuzibilă are un efect limitator, în funcționarea la suprasarcină efectul limitator al siguranței nu se mai manifestă, dar se observă o dependență a duratei de fuziune în funcție de intensitatea curentului de suprasarcină, obținându-se astfel caracteristica de protecție la suprasarcină.

### **Tipuri constructive**

#### **Siguranțe cu material de umplutură cu granulație fină**

În anvelopa 1 de porțelan (fig.9) se află suportul ceramic 2 care are bobinat pe el după o elice, firele fuzibile (7). La o extremitate a suportului 2 se plasează dispozitivul de semnalizare 6 a funcționării siguranței. În priza 3 se fixează prin presare capătul unui fir de alamă 4 și capătul unui fir de oțel 8 tensionat cu resortul 5. Curentul derivat prin firul de alamă este neînsemnat în raport cu curentul ce trece prin conductoarele de Ag. După topirea firelor de argint și anularea practic a curentului se va topi și firul de alamă apărând arcul electric în interiorul suportului ceramic. Apoi se topește și firul de oțel eliberând indicatorul 6 de semnalizare.

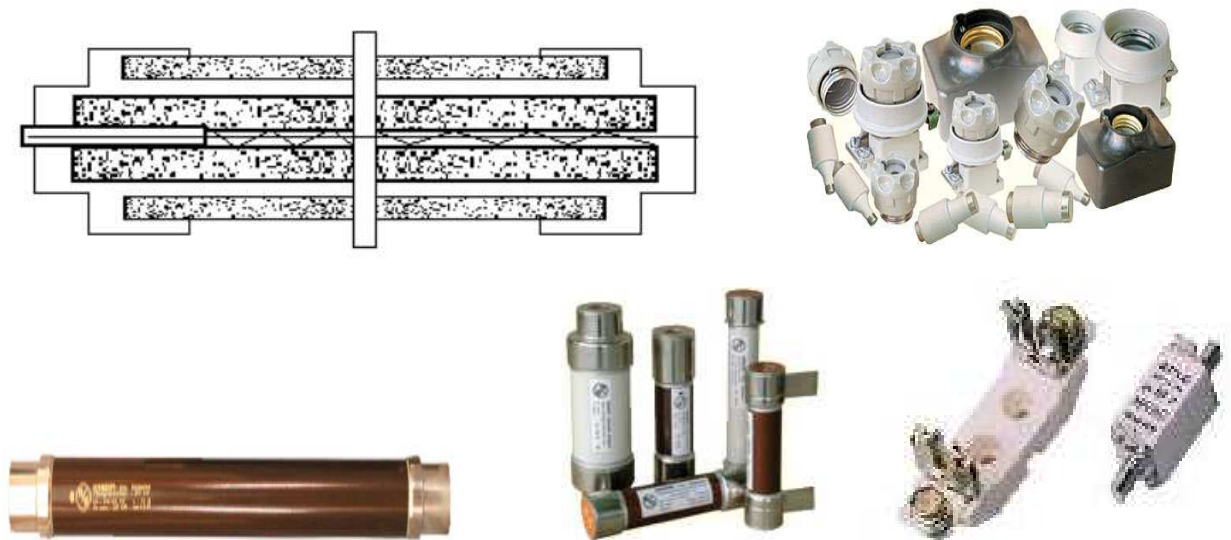


Fig.9 Siguranțe fuzibile

### ***Siguranța cu suflaj de gaz***

Siguranțele cu auto suflaj de gaze se caracterizează printr-un element fuzibil suficient de lung montat într-un tub unic căptușit cu un material generator de gaze (fibra, rășină, bachelită, etc.). Datorită temperaturii ridicate a arcului electric, în interiorul tubului se produce o degajare de gaze având presiune înaltă ceea ce are ca urmare un suflaj în lungul arcului electric, aceasta conducând la stingerea sa în momentul treceri prin 0. Fenomenul este însoțit de expulzare de gaze fierbinți (prin orificii calibrate prevăzute cu bușoane) și de un zgomot puternic. Valoarea limită superioară a curentului deconectat e determinată de presiunile mari ce au loc în interiorul tubului. Montarea în circuit se face prin intermediul unor borne.

### ***Siguranțe cu alungirea arcului electric datorita presiunii gazelor (siguranțe cu explozie)***

La acestea prin topirea elementului fuzibil, conductorul flexibil este eliberat acționând cuțitul de contact care începe să iasă din tubul port fuzibilului. Astfel, arc electric este întins în interiorul tubului și sub acțiunea lui se produce o degajare intensă de gaze. Presiune creată ajută la evacuarea conductorului flexibil din tub și datorită suflajului longitudinal se creează condițiile de stingere a arcului electric

### **1.3. Descărcătoare electrice**

Descărcătoarele sunt aparate electrice de protecție care sunt destinate să realizeze protecția liniilor electrice împotriva supratensiunilor. Descărcătoarele utilizate pentru protecția liniilor trebuie să satisfacă două cerințe principale:

- să permită amorsarea și descărcarea unei unde de supratensiune de valoare mai mică decât tensiunea de izolare (de ținere) a instalației;
- să asigure stingerea curentului de însoțire care curge prin descărcător după trecerea unei de supratensiune, datorită tensiunii rețelei.

Eclatorul este cel mai simplu descărcător. constând dintr-un spațiu disruptiv având un electrod legat la linie și celălalt la pământ. Construcția unui astfel de eclator este arătată în figura 6.26.a.

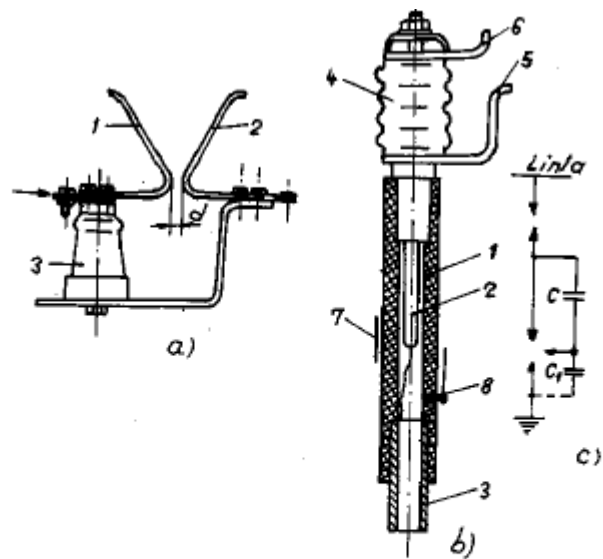


Fig. 10 . Eclator și descărcător tubular  
 a- eclator (descărcător cu coarne); 1- electrod legat la linie electrică;  
 2- electrod legat la pământ; 3- izolator; b- descărcător tubular; 1- tub de fibră;  
 2,3- electrozi metalici; 4- izolator; 5,6- electrozii spațiului disruptiv;  
 7- inel metalic; 8- electrod auxiliar.



Fig.11 Descărcătoare electrice

**Tipuri de descărcătoare**  
**Descărcătoare tubulare**

Acest tip de descărcătoare este utilizat în special pentru protecția liniilor aeriene. Construcția unui astfel de descărcător este prezentată în figura 6.26.b. Într-un tub de fibră sau material plastic este introdus un sistem de electrozi metalici 2,3, care realizează spațiul disruptiv interior. La partea superioară a tubului este montat un izolator 3 și un eclator format din electrozii 5,6. Accelerarea amorsării spațiului disruptiv interior se realizează montând pe exteriorul tubului un inel metalic 7 care formează cu electrodul 2 un condensator a cărui capacitate  $C$  este mai mare decât capacitatea  $C_1$ , dintre electrodul 3 și 8. Ca urmare, în momentul apariției supratensiunii va amorsa mai întâi eclatorul auxiliar 3 și 8 și apoi eclatorul principal 2,3. Gazele degajate de materialul tubului realizează un suflaj longitudinal care stinge arcul electric.



### Descărcătoare cu rezistență variabilă

Acest tip de descărcătoare este larg utilizat în protecția liniilor electrice de înaltă tensiune.

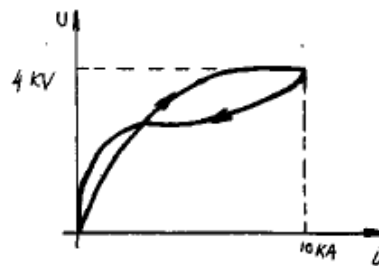


Fig. 11. Caracteristica discurilor de carborund

Funcționarea descărcătorului cu rezistență variabilă se bazează pe utilizarea unor discuri de carborund, având rezistența electrică neliniară (fig. 6.27.a). Se observă că rezistența electrică corespunzătoare curentului de scurgere este mare și cea corespunzătoare curentului de însoțire este mică. Construcția principală a unui descărcător cu rezistență variabilă este arătată în figura 6.28.a, iar schema echivalentă în figura 6.28.b.

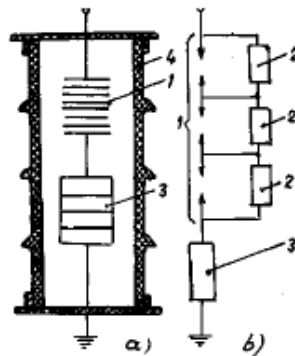


Fig. 12 Descărcător cu rezistență variabilă  
a- construcție; b- schemă echivalentă; 1- reolatoare; 2- rezistență de șuntare;  
3- rezistență neliniară; 4- anvelopă de porțelan.

Descărcătorul este realizat prin înserierea unor eclatoare 1 cu o rezistență variabilă 3 formată din suprapunerea mai multor discuri de carborund. Pentru uniformizarea repartiției tensiunii eclatoarele 1 sunt șuntate de către rezistențele de șuntare 2. Întreg ansamblul este introdus într-o anvelopă de porțelan 4, prevăzută cu o supapă de siguranță pentru evitarea spargerii în cazul unei avarii. La apariția unei de supratensiune eclatoarele sunt străpunse și spre pământ este condus un curent impuls, denumit curent de scurgere. Pe măsură ce tensiunea scade, crește rezistența neliniară și arcul electric este stins.

O variantă îmbunătățită a descărcătoarelor cu rezistență variabilă o constituie descărcătoarele cu suflaj magnetic. Acest tip de descărcătoare este prevăzut cu câte o bobină de suflaj magnetic la capetele fiecărei coloane de eclatoare, realizată în jurul rezistenței variabile și legată în paralel cu aceasta. Bobinele de suflaj intervin asupra curentului de însoțire, stingându-l. La noi în țară acest tip de descărcătoare se utilizează la liniile de 220 și 400 kV.

## 2. Chestiuni de studiat

Se vor studia din punct de vedere constructiv tipurile de separatoare, descărcătoare și siguranțe fuzibile existente în laborator.

### **3. Întrebări**

1. Definiția separatorului și destinația sa.
2. Tipuri constructive și funcționale de separatoare.
3. Interpretați principalele mărimi scrise pe plăcuța cu date a separatoarelor.
4. Definiția separatorului de sarcină; domenii de utilizare și performanțe.
5. Tipuri constructive de separatoare de sarcină.
6. Definiția descărcătorului.
7. Care sunt elementele constructive ale descărcătorului cu rezistență neliniară?
8. Locul de montare al descărcătorului.
9. Definiția siguranței fuzibile.
10. Ce forme geometrice pot avea elementele fuzibile?
11. Ce tip de caracteristică de protecție are siguranța fuzibilă?

### ***Bibliografie***

- [1] Tușaliu, P., Peicov, Al., Cividjian, Gr., Herșcovici, B., *Aparate electrice. Lucrări de laborator. Vol. I*, Repografia Universității din Craiova, 1961.
- [2] Hortopan, Gh., *Aparate electrice*, Ed. Didactica si Pedagogica, București, 1980.