

REOSTATELE LICHIDE PENTRU INCERCAREA GENERATORILOR ELECTRICI

DE

CONSTANTIN I. BUDEANU

Inginer în Serviciul atelierelor și tracțiunii C. F. R.

Sunt multe întrebările reostatelor lichide în aplicațiile industriale ale electricității, aci însă vom da câte-va indicații și date în special asupra acelor ce servesc spre a absorbi energia electrică a unui generator, cu ocazia încercărilor de funcționare a aceluși generator.

Teoria unui reostat lichid. Un reostat lichid, ori care ar fi forma lui, natura curentului, și valoarea tensiunii întrebuintate se compune din 2 plăci metalice, de ordinar de fer, așezate în o baie de apă servind de rezistență.

Cînd rezistivitatea apei e prea mare se adaugă o mică cantitate de sare marină sau acid sulfuric spre a face apa mai bună conducătoare de electricitate.

Conducîndu-se încercările cu un reostat mai mult timp, se ajunge ca apa să fiarbă, producînd un regim instabil de încărcare electrică a generatorului; de aceea cînd e necesar a lăsa reostatul să funcționeze mai mult timp, se preferă a întrebuinta apă naturală, reostatul fiind astfel dispus, ca această apă să fie în permanență reînnoită.

În ori ce caz pentru întocmirea unui reostat lichid trebuie să putem cunoaște: pentru o apă de o anumită rezistivitate, servind într'un reostat, ce va trebui să absoarbă o anumită energie, sub o anumită tensiune, care va trebui să fie distanța între plăci, suprafața plăcilor scufundate în apă și eventual debitul de apă necesar de a menține o temperatură normală în reostat.

Pentru a ajunge la aceste rezultate, să considerăm următoarele:

Rezistența reostatului este dată de :

$$(1) \quad R = \frac{\rho l}{k S},$$

unde ρ este rezistivitatea apei, l distanța între plăci, S suprafața unei plăci introdusă în apă și k un coeficient depinzând de suprafața S , de secțiunea totală a lichidului $S t$ prin care se scurge curentul electric, de distanța l și de rezistivitatea ρ . Acest coeficient are o valoare mai mare ca unitatea, de oare-ce liniile de forță electrice între cele 2 electrode se dispersează în apă formînd un mînunchi de o secțiune mai mare ca S , ca și cum deci reostatul ar avea o secțiune fictivă $k S > S$.

Acest coeficient k pe de altă parte nu poate avea o valoare mai mare de cît raportul $\frac{S t}{S}$.

D-nul *S. Spera* în Italia a dat pentru k următoarea valoare empirică, în cazul unui recipient rectangular, admisă și de D-nul *F. Loppé* în Franța.

$$\frac{1}{k} = \frac{a b}{H a - A b} \log. \frac{H a}{A b}.$$

unde A și H sunt lungimea și adîncimea recipientului de apă, iar a și b lungimea și adîncimea plăcilor introduse în apă.

Așa fiind să reluăm relația :

$$(1) \quad R = \frac{S l}{k S},$$

la care putem adăoga :

$$(2) \quad R = \frac{U}{I} \quad \text{și} \quad (3) \quad S = C F,$$

unde C ar fi inversul densității curentului pe placa de secțiune S .

Eliminînd pe R între (1) și (2) și înlocuind pe S cu valoarea sa din (3) ajungem la :

$$(4) \quad l = k C \frac{U}{\rho} \quad \text{și}$$

$$(3) \quad S = C I.$$

Acestea ar fi relațiunile cari ne-ar determina elementele unui reostat.

Multiplicînd relațiunile de mai sus găsim volumul de apă între plăci :

$$V = S l = k C^2 \frac{U I}{\rho}$$

sau volumul de apă necesar pentru 1 K W absorbit în reostat.

$$(5) \quad V_{kw} = 1000 \frac{k C^2}{\rho}$$

Pentru ca aceste relațiuni să ne fie de vre-un folos trebuie să cunoaștem bine cele 3 constante: K, C, S.

Constanta K. Această constantă are o valoare ce depinde, după cum am mai spus de forma și de dimensiile reostatului.

În cazul particular al unui recipient rectangular am arătat de asemenea o relație empirică, care dă valoare lui k .

Această constantă este în orice caz cuprinsă între minimum 1 și maximum raportul între suprafața unei secțiuni făcute prin apă între cele două plăci, și între suprafața plăci.

Cu aproximație s'ar putea lua pentru k o valoare medie între maximum, și minimum mai sus arătate.

În marea majoritate a cazurilor, fără a greși prea mult se ia apriori pentru determinarea reostatului $k = 1,5$.

Rezistivitatea apei ρ . Rezistivitatea apei variază foarte mult cu compoziția și originea ei. În genere o apă ordinară de riuri are 2000 Ohm. ctm., o apă de sursă are 4000—5000 Ohm. ctm., o apă de riu după traversarea unui oraș poate avea mult mai puțin, cam 1000 Ohm. ctm., iar o apă de locuri mlăștinoase 800 Ohm. ctm.

Având în vedere aceste variații posibile de rezistivitate, înainte de întocmirea unui reostat, ar fi bine să se procedă la o experiență sumară și de altfel foarte ușor de realizat, măsurând rezistența electrică, a unei coloane de apă de lungime și de secțiune cunoscută.

Constanta C. Valoarea ei se determină pe considerația ca volumul de apă dintre electrozi să fie suficient, pentru ca funcționarea reostatului să se facă normal.

S'a constatat din practică după cum arată D-l F. Loppé că volumul de apă într'un reostat, trebuie să fie cel puțin 80 ctm³. pe K. W. absorbit în reostat. Introducând această valoare în relația (5) de mai sus obținem :

$$1000 k \frac{C^2}{S} = 80.$$

De aci se vede, că pentru un anumit k , C variază cu ρ . Așa de exemplu în ipoteza $k = 1,5$, valoarea sa medie, am avea pentru:

$$\rho = 500 \quad C = 5,14.$$

$$\rho = 5000 \quad C = 16,4.$$

Aceste 3 constante deci nu pot fi determinate cu precizie apriori, pentru a putea calcula exact dimensiunile reostatului. Din această cauză pe deoparte, iar pe de alta, pentru-că un astfel de reostat, mai trebuie să poată avea rezistența sa variabilă după voie, el se dispune astfel ca să fie reglabil, așa că prin încercări ușoare să se poată ajunge la regimul de funcționare dorit. Reglarea unui reostat, se face :

- 1). Sau prin varierea secțiunii de scufundare a plăcilor în apă.
- 2). Sau prin varierea distanței între plăci.

Circulația de apă în un reostat. Am arătat mai sus, că pentru a menține o temperatură constantă a apei reostatului trebuie să facem să circule, împropătind-o. Debitul de apă necesar pentru aceasta se deduce ușor :

Fie t temperatura inițială exterioară a apei. T temperatura maximă pentru apă (80° — 90°) Fiecare litru de apă absoarbe $T - t$ calorii.

Cum 1000 *jouli* corespunde la 0, 24 calorii, pentru a menține temperatura T în reostat este nevoie de $\frac{0,24}{T - t}$ litre pe secundă sau $\frac{874}{T - t}$ litre pe oră.

Dispoziții practice de reostate lichide

I. *Reostate pentru tensiune joasă.* Înțeleg prin reostate de tensiune joasă, acelea ce trebuiesc să funcționeze pînă la 500—600 Volți. Aceste reostate în majoritatea cazurilor, trebuie să suporte un curent mai intens. Așa de exemplu admitînd că avem de încercat un dinam de 300 kw. sub 220 V., ceea ce este un tip de mașină normal, atunci intensitatea de curent de absorbit în apă ar fi de 1360. amp.

Valoarea constantei C . indicate mai sus, adică numărul de cm^3 de placă de reostat pentru un amp. avînd o valoare medie de 10, în cazul de mai sus, suprafața de placă necesară ar fi fost de

13600 ctm^2 o astfel de placă fiind însă relativ greu de manipulat e mult mai comod, a se monta 2 sau mai multe reostate similare în paralel, după valoarea curentului.

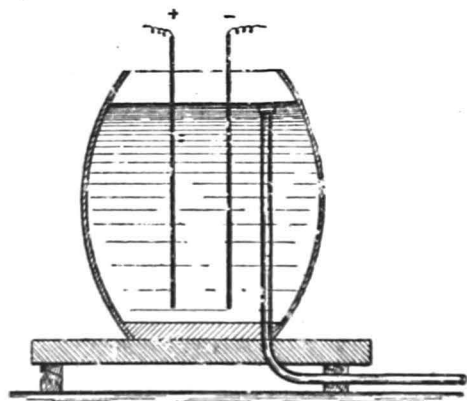


Fig 1.
Reostat obținut pentru joasă tensiune

ne fi posibil să îndepărtăm plăcile: se va adăoga deci apei în acest caz o cantitate de acid sulfuric. Pe de altă parte am văzut mai sus, că cu cât rezistivitatea e mai mică cu atât putem admite o valoare mai mică de C , pentru aceeași rezistență de reostat și aceeași energie de absorbit, adică cu atât putem face plăcile mai mici, cea ce reprezintă iar un avantaj.

Constituirea practică a acestor reostate de joasă tensiune, atât pentru curent continuu, cât și pentru curent alternativ, este destul de simplă, și de cunoscută. El se poate forma din niște butoaie ordinare, în care se introduc cele 2 plăci de fer, reprezentând cei 2 electrozi.

Aceste butoaie se iau în număr suficient, montate în paralel pentru a se putea obține curentul necesar.

De asemenea când rezistivitatea apei e prea mică, iar tensiunea mai mare (400—700 V.) atunci se simte nevoie a monta 2 sau mai multe grupe de butoaie în serie.

Pentru a izola butoaiele de pământ e suficient a le așeza pe niște picioare sau grinzi de lemn uscate și pe care nu se prelinge apa din interiorul butoiului.

Când încercarea trebuie să dureze câteva ore, așa că apa s'ar încălzi peste o temperatură de 70° — 90° , atunci după cum am arătat mai sus, se va schimba în permanență apa, ceace se face dispunând butoiul cu un deversor la un anume nivel și în același timp apă proaspătă, să curgă în permanență în butoi. În cazul când

Altă observație de făcut asupra acestor reostate, este faptul, că tensiunea sub care funcționează dinamul fiind mică pentru a se putea obține rezistența necesară a reostatului în cazul când apa are o mare rezistivitate (4000—500 ohm. $\text{ctm}.$) suntem forțați a apropia prea mult plăcile celor 2 poluri și riscăm a produce scurt circuite; de aceea e preferabil a micșora în mod artificial rezistivitatea apei, pentru a

trebuie să micșorăm artificial rezistivitatea apei, atunci trebuie să aranjăm, ca în butoi să curgă tot în mod permanent, o cantitate foarte mică de acid sulfuric sau sare marină.

Pentru variarea rezistenței, trebuie sau să variem distanța între plăci, fără a atinge cu ele pereții butoiului, sau să variem suprafața de contact a apei cu placa.

II. *Reostate pentru curent de înaltă tensiune.* Aceste reostate au în genere față de celelalte pentru tensiune joasă avantajul de a avea de absorbit un curent de mică intensitate și prin urmare plăcile de metal trebuiesc să aibă o suprafață mult mai mică.

În schimb însă la aceste reostate precauții importante trebuiesc luate din cauza tensiunii înalte, care poate fi citeva mii de volți. Pe lângă faptul, că reostatul însăși trebuie bine izolat de sol, dar va mai trebui luate precauții tot din cauza tensiunii asupra manipulării regulării reostatului, pentru a obține rezistența necesară.

Dat fiind înalta tensiune la aceste reostate, distanța între plăci va trebui să fie mult mai mare, iar rezistivitatea apei de întrebuințat e de preferat a fi cit de mare; de aceea la aceste reostate nu poate fi vorba de a micșora rezistivitatea apei în mod artificial. O apă puțin rezistentă ar conduce la dimensiile de reostat mult prea mari. Regularea unui astfel de reostat se face în același mod ca și la cele de joasă tensiune, numai luându-se precauții speciale, din cauza înaltei tensiuni.

În ceea ce privește dispoziția practică a unor astfel de reostate dăm aci câteva exemple de anume tipuri întrebuințate.

1. La încercările de recepție ale distribuției de curent continuu constant *St. Maurice-Lausanne, D-1 Montmolin* a întrebuințat un tip de reostat menit a absorbi 150 amp. sub 20.000 V.

Reostatul era compus din 2 rânduri de butoaie ordinare, fiecare rând fiind format de 15 butoaie montate în serie. Electrozii fiecărui butoi erau formați din cîte 2 plăci orizontale de 40 ctm. diametru. Plăcile erau astfel dispuse ca distanța între ele și pereții butoiului să fie cel puțin 10 ctm. Placa inferioară era găurită pentru a permite circulația de apă. Regularea reostatului se face ridicînd sau scoborînd placa superioară, cu ajutorul unei frînghii ce susținea placa superioară prin intermediul unui izolator.

Butoaiele erau izolate de pămînt prin 2 rânduri de izolatori de porcelan. Apa rece era introdusă la partea inferioară, iar cealaltă se scurge pe la partea superioară.

Atît introducerea apei, cît și scurgerea ei, se făcea prin niște pîlnii așa ca să se evite formarea unei vine continui de apă, cece ar fi periclitat izolarea reostatului.

Acest reostat a funcționat *10 ore* cu o constantă $C = 16,5$ și consumînd 600 litri de apă pe oră, pentru a menține în reostat 75° aproximativ.

2. Un alt tip de reostat, în care plăcile sunt menținute fixe este următorul :

Un butoi ordinar este așezat pe un planșeu prin intermediul unui rînd de izolatori.

Cei 2 electrozi sunt așezați fix și verticali. Apa rece este introdusă pe la partea inferioară, iar cea caldă se scurge prin un deversor central, care poate fi manevrat cu o frînghie ce-l susține prin intermediul unui izolator. Variîndu-se după voe nivelul gurei deversorului, se variază și rezistența reostatului.

În cazul de curent trifazat se întrebuițează 3 butoae identice montate în stea.

3. D-l *Mauduit* a întrebuițat pentru încercările unei instalațiuni de 150 K. W. sub 6000 V. un reostat format din 3 tuburi verti-

cale de gresie de cîte 2 m. lungime realizate din acuplarea a 2 tuburi ordinare de comerț de 1 m. Tuburile erau fixate în un masiv de beton în care era amenajat o conductă pentru aducerea apei de răcire. Apa caldă se scurge prin un orificiu la partea superioară a tubului

În aceste tuburi erau introduși cei trei electrozi ai unei distribuții trifazate. Fiecare electrod era format din o placă de 20×6 ctm. suspendată prin intermediul unui izolator de o grindă de lemn.

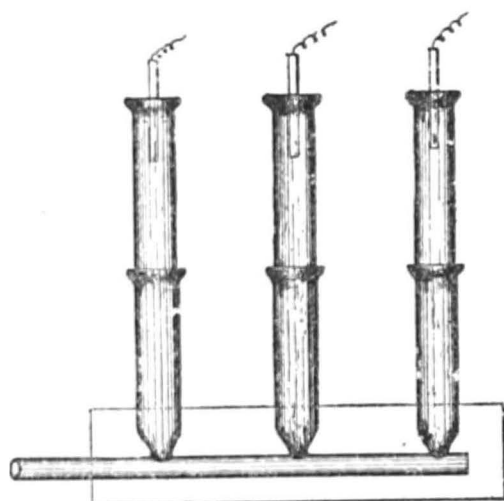


Fig. 7.
Reostatul D^{no} Mauduit pentru 150 K.W. și 6000 V

Acest reostat permite o dublă regulare : scoborînd și ridicînd plăcile pe deoparte se variază contactul lor cu apa, iar pe de alta se variază și distanța între electrozi, sau dela electrod la punctul neutru, care e baza tubului în cazul de mai sus. În realitate în

practică această din urmă regulare este aceea care interesează și se ia ca lungime l a coloanei de apă pe fază distanța dela extremitatea inferioară a plăcii pînă la punctul neutru, iar ca secțiune pentru trecerea curentului, cea a tubului de grezie.

La acest reostat scriind ecuațiile generale de mai sus :

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad \text{și} \quad S = C l$$

ajungem tot la :

$$l S = \frac{C^2}{\rho} U I$$

$$V \text{ kw} = 1000 \frac{C^2}{\rho}$$

În acest caz volumul $V \text{ kw}$ se ia 120, așa ca relația :

$$1000 \frac{C^2}{\rho} = 120$$

ne dă variația lui C în funcție de ρ , putînd determina deci reacțiunea S și lungimea l a reostatului.

4. Cu ocazia încercărilor de recepție ale grupului generator necesar instalației de lumină a gării Triaj Kitila, am întrebuițat

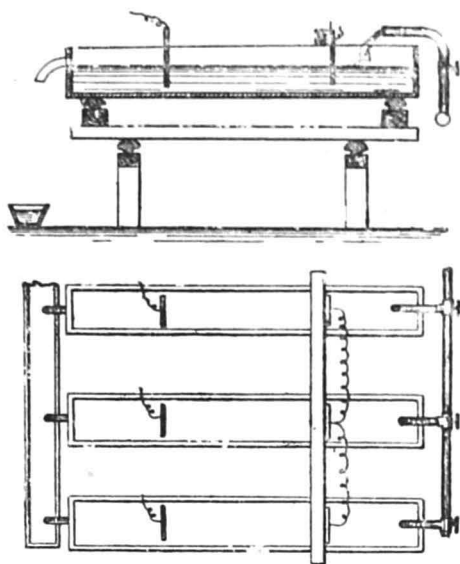


Fig. 3.

Reostatul întrebuițat la grupul electrogen, Kitila Triaj, 300 (și 5000 Volți)

următorul tip de reostat, menit a absorbi pînă la 300 K. W., sub 5000 Volți.

Reostatul era format din 3 alpii de lemn de recțiune trapezoidală, special construite, și de o lungime de 3,50 m. Electrozii fiecărei faze erau suspendați în mod fix la o distanță de 1 m. de una din extremitățile albiei. De o grindă de lemn așezată transversal pe cele 3 alpii erau fixate câte o placă în fiecare albie; aceste 3 plăci legate împreună prin un fir metalic și puse în comunicație cu pământul reprezintă punctul neutru al reostatului.

Despre partea electrodului neutru se varsă apa în fiecare albie, prin o țevă de fier, iar prin un deversor dispus în peretele transversal opus, apa încălzită în reostat se scurge, căzînd pe o rigolă de lemn ce ducea la canal.

Fiecare din cele 3 alpii erau bine izolate de pământ prin intermediul de izolatori de porcelan.

Regularea reostatului se făcea deplasînd traversa de lemn ce susținea, plăcile reprezentînd punctul neutru. În acest chip se putea varia distanța între electrozi simultan pe cele 3 faze, și tot odată manipularea făcîndu-se de partea electrozilor neutri nu prezintă nici un pericol.

Reostatul astfel dispus a putut funcționa timp de mai mult de 10 ore, putîndu-se păstra pentru alternator încărcarea voită.

