

# DESCĂRCAREA CORONA PE CONDUCTOARE

## 1. Baze teoretice

Descărcarea corona, fenomen specific câmpurilor electrice puternic neuniforme, reprezintă faza inițială a procesului de străpungere electrică în acest caz. Apariția acestui stadiu al descărcării este condiționată de atingerea unei intensități a câmpului electric la suprafața conductorului, suficientă pentru a fi îndeplinită condiția de autonomie a descărcării. Cu cât câmpul electric între electrozi este mai puternic neuniform, cu atât descărcarea corona apare la o tensiune aplicată mai mică față de tensiunea de străpungere a intervalului. Dacă tensiunea aplicată este menținută constantă la o valoare mai mare decât aceea la care este atinsă condiția de autonomie, dar mai mică decât tensiunea de străpungere, descărcarea corona ocupă o zonă limitată, relativ constantă, în jurul electrodului cu rază mică de curbura. Prezența descărcării corona este sesizată printr-un zgomot specific ca și prin degajarea de radiații luminoase, fenomene a căror intensitate este proporțională cu tensiunea aplicată.

Pentru transportul energiei pe linii electrice aeriene de înaltă tensiune, descărcarea corona este un fenomen dăunător, deoarece este însoțită de pierderi de energie și perturbații radioelectrice. În raport cu formarea și propagarea supratensiunilor în rețele descărcarea corona este un factor care contribuie la reducerea amplitudinii acestora datorită modificării parametrilor transversali ai liniilor (conductanța și capacitatea) și pierderilor de energie pe care le provoacă.

Intensitatea critică a câmpului electric, la care apare descărcarea corona, se calculează în cazul conductoarelor cilindrice cu relații empirice de forma:

$$E_{cr} = 18,8 \delta \left[ 1 + \frac{1,07}{(\delta r_0)^{0,3}} \right] \quad (1)$$

sau

$$E_{cr} = 31 \delta \left( 1 + \frac{0,308}{\sqrt{\delta r_0}} \right) \quad (2)$$

în care:

$r_0$  – raza conductorului (cm);

$\delta$  – densitatea relativă a aerului.

Tensiunea critică corespunzătoare se calculează cu relația

$$U_{cr} = E_{cr} * r_0 * m * \ln \frac{2h}{r_0} \quad (3)$$

unde  $m < 1$  este un coeficient de stare a suprafeței conductorului, care ține seama de abaterea de la forma cilindrică sau de prezența unor depuneri de impurități (praf, picături de apă) pe conductor. Acesta ia valoarea 1 pentru conductoare cilindrice netede și valori între 0,8 și 0,85 în cazul conductoarelor funie.

În cazul configurației conductor – plan,  $h$  este distanța dintre conductor și plan. În cazul configurației conductor – cilindru dispuși coaxial se utilizează relația

$$U_{cr} = E_{cr} * r_0 * m * \ln \frac{R}{r_0} \quad (4)$$

în care  $R$  este raza cilindrului exterior, legat la pământ.

Pierderile de energie pe unitate de lungime a conductorului, în cazul descărcării corona la tensiune continuă se calculează cu relația:

$$P_k = UI_k, \quad (5)$$

în care  $U$  este tensiunea aplicată iar  $I_k$  este valoare medie a curentului corona corespunzător unității de lungime a conductorului.

La tensiune alternativă pierderea de energie activă datorată efectului corona se calculează cu relația:

$$P_k = U^2 C * \omega * \operatorname{tg} \delta \quad (6)$$

în care  $C$  este capacitatea conductorului coronat pe unitate de lungime, iar  $\delta$  este defazajul dintre curentul capacitiv și curentul total care este preluat de la sursă. Întrucât ambele mărimi variază neliniar în raport cu tensiunea aplicată, pierderile corona vor fi determinate numai prin măsurare. Pentru aceasta în mod frecvent se folosește puntea Schering de înaltă tensiune.

Pierderile corona pe liniile de transport a energiei electrice se pot determina fie prin măsurare pe linii experimentale, identice cu liniile reale, dar de lungime redusă, fie prin modelare în laborator.

Sistemul de electrozi utilizat în laborator are o configurație conductor – cilindru coaxial, în care conductorul este identic cu acela al liniei reale. Pentru a avea aceleași pierderi pe model și pe linia reală, este necesar ca intensitatea câmpului electric să fie aceeași la suprafața conductorului și sarcina electrică pe conductor aceeași.

Exprimând intensitatea câmpului electric pe conductorul liniei reale

$$E_R = \frac{U_R}{\sqrt{3}} * \frac{C_R}{2\pi\epsilon_0 r_0}$$

și pe model

$$E_M = U_M \frac{C_M}{2\pi\epsilon_0 r_0},$$

din egalarea lor se obține:

$$U_M = \frac{U_R}{\sqrt{3}} * \frac{C_R}{C_M} \quad (7)$$

Capacitățile pe unitate de lungime ale conductorului liniei reale și pe model sânt:

$$C_R = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{D}{r_0}}, \text{ respectiv } C_M = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{R}{r_0}}, \quad (8)$$

în care  $D$  este distanța medie geometrică între conductoarele liniei trifazate. Dacă conductorul liniei este scindat, calculele se vor face cu aceleași relații, folosind însă raza echivalentă a fascicolului

$$r_e = \sqrt{r_0 d}, \quad (9)$$

valabilă pentru două conductoare pe fază, aflate la distanța  $d$  între ele.

Pierderile de energie pe unitate de lungime a liniei reale se pot determina cu relația:

$$P_R = 3P_M, \quad (10)$$

unde  $P_M$  reprezintă pierderile pe fază calculate pe model cu relația (6)

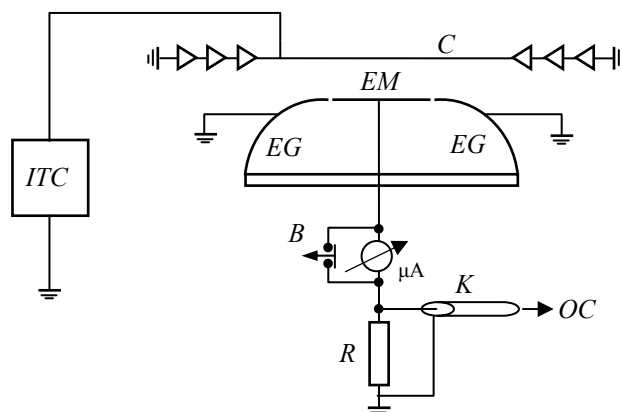
## 2. Indicații metodice și prelucrarea rezultatelor experimentale

În laborator descărcarea corona se va studia pe modele experimentale de câmp electric puternic neuniform în configurațiile conducător – placă și conductor – cilindru dispuși coaxial.

### 2.1. Descărcarea corona la tensiune continuă

Se utilizează montajul din fig. 1, care conține: instalația pentru producerea tensiunii înalte continue, *ITC*, cuprinzând și dispozitivul de măsurare a tensiunii și având posibilitatea

de schimbare a polarității tensiunii produse; conductorul  $C$ , pe care are loc descărcarea corona; electrodul placă format dintr-o zonă centrală pentru măsurare ( $EM$ ) și două zone laterale de gardă, având forma profilului Rogowski; circuitul de măsurare a curentului corona format din  $\mu A$ -metru și butonul de șuntare, normal închis,  $B$ ; circuitul de oscilografiere a



curentului corona format din rezistența  $R$ , cablul coaxial  $K$  și osciloscopul catodic  $O.C.$

Fig. 1. Montaj pentru studiul descărcării corona la tensiune continuă

Se folosesc, drept conductor  $C$ , eşantioane de conductor cilindric neted cu diferite diametre, de conductor funie, de conductor profilat special (de exemplu conductor cu secțiune stelată pentru electrofiltre).

Ordinea operațiilor experimentale este:

a) Se determină tensiunea de străpungere,  $U_d$ , a intervalului conductor placă, electrodul de măsură fiind legat la pământ (circuitul de măsurare șuntat). Această valoare este necesară pentru a efectua încercarea de la punctul b) fără a expune aparatul de măsurare a curentului la o suprasolicitare periculoasă.

b) Se determină caracteristica tensiune – curent a descărcării corona pe o plajă a tensiunii aplicate între  $U_d$  și  $0,8 U_d$ .

c) Se determină tensiunea critică cu ajutorul osciloscopului, ca fiind valoarea tensiunii la care apar primele impulsuri de curent corespunzătoare stadiului de avalanșă a descărcării corona.

Experimentele se reiau în aceeași ordine modificând distanța conductor – placă, polaritatea conductorului, diametrul conductorului.

Pentru fiecare caz se calculează pierderile corona cu relația (5). Rezultatele se înscriu într-un tabel și se trasează grafic curbele  $I_k=f(U)$  și  $P_k=f(U)$  pentru toate cazurile studiate. De

asemenea se calculează, acolo unde este posibil, tensiunea critică, utilizând relația (3) și se compară cu valoarea obținută experimental.

Se notează observațiile privind particularitățile, privind aspectele vizual și acustic a descărcării corona în cazurile studiate.

## 2.2 Descărcarea corona la tensiune alternativă

Se utilizează montajul din fig.2, care conține: transformatorul de încercare T, având în pupitrul de comandă și un voltmetru de vârf pentru măsurarea tensiunii în înfășurarea secundară; condensatorul etalon  $C_e$ , având dielectric gazos; sistemul de electrozi coaxiali conductor – cilindru în care cilindrul exterior este format din trei secțiuni - un electrod central pentru măsurare EM și doi electrozi de gardă EG. Diametrul cilindrului este de 380 mm, lungimea electrodului de măsurare 1300 mm; puntea Schering de înaltă tensiune, tip PSBI – A – 72.

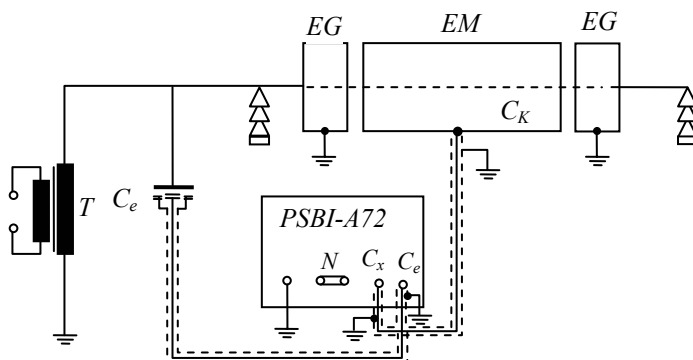


Fig. 2 Montaj pentru studiul descărcării corona la tensiune alternativă de frecvență industrială

Experimentele decurg în următoarea ordine:

- Pentru fiecare conductor folosit se va determina tensiunea disruptivă,  $U_d$  la fel ca mai sus.
- Utilizând eşantioane de conductor de același fel cu acelea utilizate la experimentele cu tensiune continuă, se vor determina mărimile  $C_k$  și  $tg \delta$  cu ajutorul punții Schering pentru diferite valori ale tensiunii aplicate. Dispozitivul experimental permite instalarea a 1, 2 sau 3 conductoare în paralel. Se va folosi această posibilitate pentru a observa influența scindării conductorului asupra mărimii pierderilor corona;
- folosind un conductor  $0l - A1$  pentru LEA, se vor face aceleași determinări ca la punctul b), incluzând între tensiunile aplicate și valorile calculate cu relația (8) pentru două trepte de tensiuni nominale utilizate pe LEA.

Prelucrarea rezultatelor constă în:

- calculul pierderilor de energie activă pe unitate de lungime, pentru fiecare conductor folosit, cu ajutorul relației (6);
- calculul pierderilor corona pe linia reală, cu ajutorul relației (11);
- calculul razei echivalente a conductorului coronat în funcție de tensiunea aplicată, folosind relația:

$$r_e = D e^{-\frac{2\pi\varepsilon}{C_k}}$$

obținută plecând de la relația (8), în care D este diametrul electrodului cilindric exterior.

- se reprezintă grafic pierderile corona  $P_k=f(U)$  pe același sistem de axe, pentru toate cazurile considerate.

### **Bibliografie**

1. Gavrilaş N., Olah R., Gușă M., Dudici M, *Tehnica tensiunilor înalte*. IPIași, 1975, pag. 92 – 113.