

STUDIUL DESCĂRCĂRILOR ELECTRICE ÎN AER LA TENSIUNE CONTINUĂ, ÎN CÂMP PUTERNIC NEUNIFORM

1. Baze teoretice

Procesul de formare a unei descărcări electrice în câmp puternic neuniform poate fi divizat în două etape succesive: stadiul de descărcare corona și stadiul de descărcare în scânteie. La rândul lor, descărcarea corona are loc succesiv în formă de avalanșă și de strimer, iar descărcarea în scânteie este precedată de stadiul de strimer.

Forma și intensitatea câmpului electric dintre electrozi sunt factorii principali care determină valoarea tensiunii disruptive; au importanță gradul de neuniformitate, gradul de nesimetrie și polaritatea electrozilor. Influența polarității electrozilor este cu atât mai importantă cu cât nesimetria lor geometrică este mai mare. Pentru prezentarea principalelor aspecte ale formării descărcării vom considera sistemul de electrozi vârf-placă.

Aplicând o tensiune crescătoare, în apropierea electrodului vârf se va atinge intensitatea critică a câmpului electric, determinând apariția unor procese de ionizare în avalanșă. Ionii pozitivi, mai puțin mobili, formează o sarcină spațială care, prin câmpul său propriu, suprapus peste câmpul electric exterior (impus de geometria electrozilor) modifică intensitatea câmpului rezultat. Această modificare depinde de polaritatea electrozilor (fig.1).

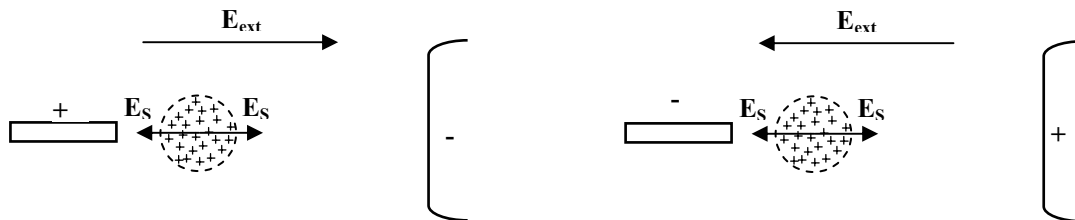


Fig.1 – Influența sarcinii spațiale pozitive asupra intensității câmpului electric

Mărind în continuare valoarea tensiunii aplicate, vor apare alte procese de ionizare în avalanșă. Localizarea acestora va fi în zona de maximă intensitate a câmpului electric: în imediata apropiere a vârfului, în cazul polarității negative a acestuia și la extremitatea sarcinii spațiale pozitive, opusă electrodului vârf, în cazul polarității pozitive a vârfului. Aceste noi procese de ionizare contribuie, prin sarcinile electrice pe care le generează la trecerea în stadiul de strimer al descărcării corona. De observat că apariția acestui stadiu are loc mai devreme, în raport cu mărimea tensiunii aplicate, în cazul polarității negative a electrodului

vârf. Apariția stadiului de strimer se poate recunoaște vizual prin observarea electrodului vârf pe care apar canale luminescente bine conturate orientate către placă în cazul polarității negative a acestuia. În cazul polarității pozitive strimerul are o formă mai difuză emițând o lumină slabă, violacee, care ocupă o zonă relativ extinsă între electrozi. Stadiul de descărcare corona în avalanșă este observabil numai acustic.

Strimerul odată format, procesele de ionizare în avalanșă continuă în fruntea acestuia alimentând cu noi sarcini libere dezvoltarea cananului către electrodul opus. Datorită faptului că sarcina spațială pozitivă din fruntea strimerului, în cazul electrodului vârf pozitiv, contribuie la mărirea intensității câmpului electric în intervalul rămas către electrodul placă, strimerul are condiții favorabile de dezvoltare astfel încât este necesară o creștere relativ mică a tensiunii aplicate pentru a se trece la stadiul de descărcare în scânteie.

În cazul polarității negative a electrodului vârf, dimpotrivă, strimerul se formează la o tensiune aplicată mai mică, însă dezvoltarea lui în direcția electrodului placă este frânată datorită faptului că sarcina spațială pozitivă care se formează mereu în fața sa reduce intensitatea câmpului înspre placă. Astfel, tensiunea de străpungere a intervalului este mai ridicată în cazul polarității negative a electrodului vârf.

În cazul sistemului de electrozi vârf-vârf, tensiunile de străpungere sunt mai mari decât pentru electrozii vârf-placă la polaritatea pozitivă a electrodului-vârf. Aceasta se poate explica numai prin capacitatea electrică mai redusă a sistemului de electrozi, respectiv prin densitatea mai scăzută de sarcini electrice pe electrozi.

Influența ecranelor dielectrice asupra tensiunii de străpungere în intervalul vârf-placă este, de asemenea, diferită în funcție de polaritatea electrozilor.

Prin ecrane se înțeleg folii subțiri de material izolant (hârtie, sticlă, mase plastice) a căror tensiune de străpungere este neglijabilă în raport cu tensiunea disruptivă a intervalului dintre electrozi și care se amplasează între electrozi, perpendicular pe axa sistemului de electrozi.

Influența ecranelor dielectrice se exercită prin faptul că acestea rețin pe suprafața lor sarcinile electrice care se deplasează între electrozi sub influența câmpului electric.

În cazul polarității pozitive a electrodului vârf, ecranul reține ionii pozitivi care se deplasează către placă; aceștia se vor împrăștia pe suprafața ecranului. Se crează astfel o zonă de câmp electric mai uniform între ecran și placă, ceea ce conduce la mărirea tensiunii de străpungere în raport cu valoarea obținută în lipsa ecranului.

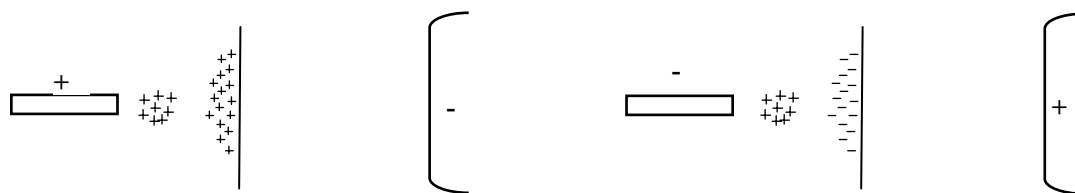


Fig. 2- Influența ecranelor dielectrice în sistemul de electrozi vârf-placă

În cazul polarității negative a electrodului vârf, pe ecran sunt reținute sarcini electrice negative, care crează o nouă zonă de câmp intens între sarcina spațială pozitivă și ecran. Cu toate că apare și o uniformizare a câmpului electric între ecran și electrodul placă, pentru evoluția descărcării este hotărâtoare situația dintre ecran și vârf, ca urmare, se obține o reducere a tensiunii disruptive în prezența ecranului.

Influența ecranelor dielectrice depinde și de poziția lor față de electrozi; în fig. 3, această poziție este determinată prin distanța d_1 dintre ecran și placă. În general, cu cât d_1 este mai mare, cu atât tensiunea de străpungere este mai mare. Abateri de la această regulă apar în cazul vârfului negativ și ecranului așezat foarte aproape de placă (apare fenomenul de emisie inversă) sau foarte aproape de vârf (sarcina spațială pozitivă rămâne între ecran și placă).

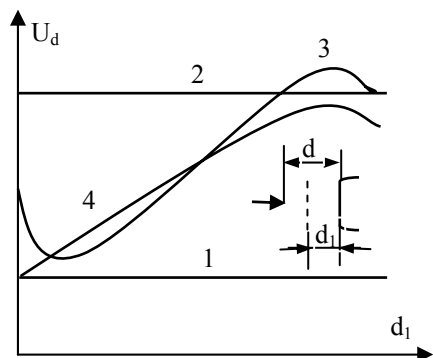


Fig.3- Influența poziției ecranului asupra tensiunii de străpungere în sistemul de electrozi vârf-placă:

- 1 - vârf (+) - placă (-);
- 2 - vârf (-) - placă (+);
- 3 - vârf (-) - placă (+) și ecran;
- 4- vârf (+) - placă (-) și ecran;
- d - distanța vârf - placă
- d_1 - distanța ecran placă.

2. Indicații metodice

2.1. Se va utiliza montajul a cărui schemă de principiu este dată în fig.4, în care: ITC- instalație de încercare cu tensiune înaltă continuă 300 kV, 50 mA; DT- divizor de tensiune rezistiv; SE- sistemul de electrozi cu câmp puternic neuniform.

Polaritatea tensiunii aplicate electrozilor se poate modifica, fie prin inversarea redresoarelor din ITC, fie prin schimbarea electrozilor între ei.

2.2. Se montează sistemul de electrozi vârf-placă și se va măsura tensiunea de străpungere în funcție de distanța dintre electrozi pentru ambele polarități ale electrodului vârf. Distanța dintre electrozi se va putea mări până ce tensiunea disruptivă va atinge cel mult 80% din tensiunea nominală a sursei de tensiune înaltă continuă.

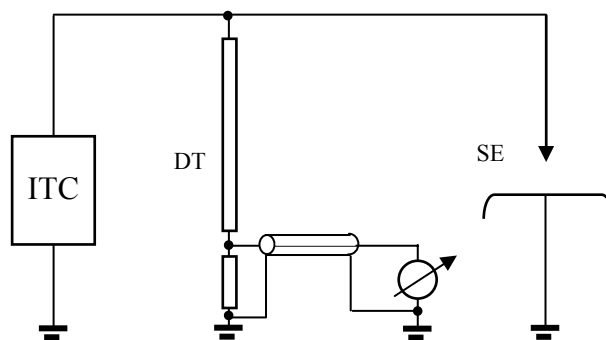


Fig. 4 – Schema de principiu a montajului experimental

2.3. Se alege o distanță între electrozi pentru care valoarea tensiunii de străpungere a intervalului, pentru polaritatea negativă a electrodului vârf, este de circa 70% din tensiunea nominală a ITC. Se va introduce între electrozi un ecran dielectric format din hârtie și se va determina tensiunea de străpungere pentru mai multe poziții ale ecranului. Măsurările se vor realiza pentru ambele polarități ale electrodului vârf.

2.4. Se efectuează experimentele de la punctele 2.2. și 2.3. și pentru un sistem de electrozi vârf-vârf.

În toate cazurile valoarea măsurată va fi calculată ca media a trei determinări cu rezultate foarte apropiate.

3. Prelucrarea rezultatelor experimentale.

Rezultatele experimentelor se prezintă sub formă de tabel, după modelul următor:

Sistemul de electrozi	d [cm]	d ₁ [cm]	U _d [kV]				U _d /d [kV/cm]
			1	2	3	med.	
Vârf (+)-placă (-)						
Vârf (-)-placă (+)						
Vârf (+)-placă (-) cu ecran					
Vârf (-)-placă (+) cu ecran					
Vârf (+)-vârf (-)						
Vârf (+)-vârf (-) cu ecran					

Se vor trasa curbele $U_d = f(d)$, pentru toate cazurile studiate, în același sistem de coordonate. De asemenea, se va reprezenta grafic $U_d = f(d_1)$, pentru $d = \text{constant}$.

Se vor compara rezultatele cu explicațiile teoretice.

Bibliografie

1. Gavrilaş N., Olah R., Gușă M., Dudici M. – *Tehnica tensiunilor înalte*, I.P. Iași, 1975, pag. 51-59, 70-81