



Problema 2: Descărcări în arc electric

Descărcările electrice au uimit omenirea încă din cele mai vechi timpuri, exemplul cel mai evident fiind spectacolul fulgerelor pe timp de furtună. În epoca modernă au fost studiate multe cazuri de descărcări electrice, la nivel micro sau macro. Un astfel de caz este cel al descărcării în arc electric. Arcul electric reprezintă o descărcare electrică în gaze sau vapori, autonomă (cu tendințe de automenținere), fiind caracterizată de:

- Densitate de curent foarte mare;
- Cădere de tensiune mică pe coloană;
- Coloana de arc se comportă ca un conductor mobil, cu secțiune dependentă de intensitatea curentului;
- Arcul electric se comportă ca o rezistență ohmică neliniară.

La apropierea contactelor spațiul dintre electrozi se ionizează. Pentru o anumită distanță apare arc electric, iar atunci când electrozii ajung în contact acesta se stinge. Dacă începem să îndepărtăm electrozii, atunci arc electric reapare, pentru a se stinge atunci când distanța dintre contacte depășește lungimea critică. Totuși, se constată că simpla aplicare a unei tensiuni continue, pentru cazul în care distanța dintre contacte este constantă și nenulă, dar inferioară lungimii critice, deși duce la apariția descărcării în arc electric, nu asigură și stabilitatea în timp a acesteia.

O descriere simplificată a fenomenului ne este oferită de ecuația propusă de Hertha Ayrton în 1902: $U = a + b/I$, unde U este diferența de potențial dintre electrozi, I este intensitatea curentului, iar a și b sunt mărimi pozitive ce depind de lungimea arcului ca funcții de gradul întâi.

- a) Reprezentați grafic alura pe care o are caracteristica voltamperică a unui arc electric pe baza formulei Ayrton și explicați modul în care se ajunge la întreruperea descărcării;

Stabilizarea regimului de descărcare se poate face cu ajutorul unui rezistor de rezistență R .

- b1) Desenați schema electrică a circuitului și reprezentați pe același grafic caracteristicile voltamperice pentru fiecare element de circuit, precum și pentru întregul circuit.
- b2) Găsiți poziția exactă a punctului de funcționare în funcție de tensiunea electromotoare E a sursei și de rezistența ei internă r .
- b3) Găsiți condiția de stabilitate pentru intensitatea curentului în funcție de R și b . Explicați de ce rezistența internă a unei surse de curent continuu reale nu este suficientă pentru a asigura stabilitatea descărcării, în absența rezistorului R .
- b4) Aflați valoarea maximă a rezistenței R pentru care se poate obține descărcare staționară la o tensiune electromotoare E dată.
- b5) Trasați pe un grafic $P = f(I)$ alura modului de variație a tuturor puterilor din acest circuit și explicați pe baza acestui grafic determinarea punctului de stabilitate a descărcării.

Notă: Se neglijează variațiile rezistențelor produse de eventualele încălziri ale elementelor din circuit.

- c) Ajutați-l pe maestrul Brâncuși să afle rezistența electrică a operei sale, Coloana Infinitului, între cele două extremități, inferioară și superioară, considerând că este realizată dintr-un strat de tablă de fontă de grosime d , având rezistivitatea ρ . Din această tablă s-au construit cele 32 trunchiuri de piramidă așezate succesiv, de jos în sus, astfel: primul cu baza mică în sus, al doilea cu baza mare în sus, al treilea cu baza mică în sus, ..., al 32-lea cu baza mare în sus. Se dau dimensiunile trunchiului de piramidă: a = latura bazei mici, b = latura bazei mari și h = înălțimea trunchiului de piramidă. Neglijați structura de rezistență mecanică, realizată de maestru în interiorul învelișului exterior din tablă.

Problema propusă de:

lect. univ. dr. Mihai VASILESCU, Facultatea de Fizică, Universitatea Babeș – Bolyai, Cluj - Napoca

1. Fiecare dintre subiecte se rezolvă pe o foaie separată care se secretizează.
2. În cadrul unui subiect, elevul are dreptul să rezolve în orice ordine cerințele a, b, c etc.
3. Durata probei este de 5 ore din momentul în care s-a terminat distribuirea subiectelor către elevi.
4. Elevii au dreptul să utilizeze calculatoare de buzunar, dar neprogramabile.
5. Fiecare subiect se punctează de la 10 la 0 (fără punct din oficiu). Punctajul final reprezintă suma acestora.