

## Soluție la problema 2

### Trăsnet! ( 10 puncte)

1. Sarcina electrică totală  $Q$  transportată în cursul descărcării electrice este aria de sub graficul din figura 3. Expresia analitică a sarcinii transportate este deci

$$Q = \frac{I_0 \cdot \tau}{2} \quad (1.1))$$

Valoarea numerică a sarcinii transportate este

$$Q = \frac{10^5 \times 10^{-4}}{2} \text{ C} = 5 \text{ C} \quad (1.2))$$

Expresia analitică a numărului  $n$  de sarcini elementare transportate în cursul descărcării electrice este

$$n = \frac{I_0 \cdot \tau}{2e} \quad (1.3))$$

Valoarea numerică a acestui număr este

$$n = \frac{5 \times 10^{19}}{1,6} \approx 3,125 \times 10^{19} \quad (1.4))$$

2. De regulă, prizele de pământ conțin grafit. Datele referitoare la caracteristicile prizei de pământ furnizate în enunț se potrivesc grafitului. Volumul prizei de pământ a paratrăsnetului are expresia

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot z \quad (1.5))$$

Valoarea numerică a volumului este

$$V = 8 \cdot \pi \cdot m^3 \approx 25 m^3 \quad (1.6))$$

masa prizei de pământ are expresia

$$m = \rho \cdot V = \pi \cdot \rho \cdot R^2 \cdot z \quad (1.7))$$

și valoarea numerică

$$m = 2100 \cdot \times 25 \approx 52500 \text{ kg} \quad (1.8))$$

Cantitatea de căldură  $\varphi$  care a fost absorbită de priza de pământ are expresia

$$\begin{cases} \varphi = m \cdot c \cdot \Delta T \\ \varphi = \pi \cdot \rho \cdot R^2 \cdot z \cdot c \cdot \Delta T \end{cases} \quad (1.9))$$

Valoarea numerică a acestei cantități de căldură este

$$\varphi \approx 52500 \times 670 \times 40 \text{ J} = 1,4 \times 10^9 \text{ J}$$

Energia  $W$  transportată de sarcinile care curg între nori și pământ, pe diferența de potențial  $\Delta U$  are expresia

$$W = Q \cdot \Delta U = \frac{I_0 \cdot \tau \cdot \Delta U}{2} \quad (1.10))$$

Deoarece

$$\begin{cases} \varphi = W \\ \pi \cdot \rho \cdot R^2 \cdot z \cdot c \cdot \Delta T = \frac{I_0 \cdot \tau \cdot \Delta U}{2} \end{cases} \quad (1.11))$$

diferența de potențial cerută are expresia

$$\Delta U = \frac{2\pi \cdot \rho \cdot R^2 \cdot z \cdot c \cdot \Delta T}{I_0 \cdot \tau} \quad (1.12))$$

$$\Delta U = \frac{1,6 \times 10^9}{5} = 2,8 \times 10^8 V \quad (1.13))$$

3. Câmpul de străpungere corespunzător  $E_{\text{strătrăpun e}}$  are expresia

$$E_{\text{strătrăpun e}} = \frac{\Delta U}{H} = \frac{2\pi \cdot \rho \cdot R^2 \cdot z \cdot c \cdot \Delta T}{I_0 \cdot \tau \cdot H} \quad (1.14))$$

și valoarea numerică

$$E_{\text{strătrăpun e}} = \frac{2,8 \times 10^8}{10^3} = 280 kV \cdot m^{-1} \quad (1.15)$$

4. Rezistența  $r$  a conductorului paratrăsnetului are expresia

$$r = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{h}{2 \cdot \ell^2} \quad (1.16)$$

valoarea numerică a acestei rezistențe este

$$r = \frac{1}{5,9 \times 10^7} \cdot \frac{50}{2 \cdot 25 \times 10^{-6}} \Omega = \frac{1}{59} \Omega \cong 1,7 \times 10^{-2} \Omega \quad (1.17))$$

Valoarea maximă a diferenței de potențial pe conductor  $\Delta V$  se realizează pentru curentul maxim

$$\Delta V = \frac{1}{\sigma} \cdot \frac{h}{2 \cdot \ell^2} \cdot I_0 \quad (1.18)$$

$$\Delta V \cong 1,7 \times 10^{-2} \times 2 \times 10^5 = 3,4 kV \quad (1.19)$$

5. Forța de interacțiune dintre cele două bare, fiecare parcursă de curentul  $I_0/2$  se scrie – pentru porțiunea dintre două distanțoare – sub forma

$$F_{\text{electrică}} = \frac{\mu_0 \cdot (I_0)^2 / 4}{2\pi \cdot L} \cdot d \quad (1.20)$$

Valoarea numerică a forței este

$$F_{\text{electrică}} \cong \frac{4\pi \times 10^{-7} \times 4 \times 10^{10}}{4 \times 2\pi \times 0,1} \cdot 0,5 = 10 kN \quad (1.21)$$

Forța care acționează asupra barei se repartizează pe cele două distanțoare din capete. Deoarece pe fiecare distanțor stau capetele a două segmente de conductor, distanțorul va „simți” pe direcția longitudinală o forță egală în modul cu  $F_{\text{electrică}}$

6. Supus acestei acțiuni, distanțorul suferă o comprimare  $\Delta L$  care respectă relația

$$\begin{cases} \frac{\Delta L}{L} = \frac{1}{E} \cdot \frac{F_{\text{electrică}}}{\ell^2} \\ \Delta L = L \cdot \frac{1}{E} \cdot \frac{F_{\text{electrică}}}{\ell^2} \end{cases} \quad (1.22)$$

Valoarea numerică a acestei comprimări este

$$\Delta L \cong 0,1 \cdot \frac{1}{10^{10}} \cdot \frac{10^4}{25 \times 10^{-6}} = 4 mm \quad (1.23)$$

Delia DAVIDESCU, SNEE București  
Adrian S.DAFINEI, Universitatea București