

I колоквиум по предметот

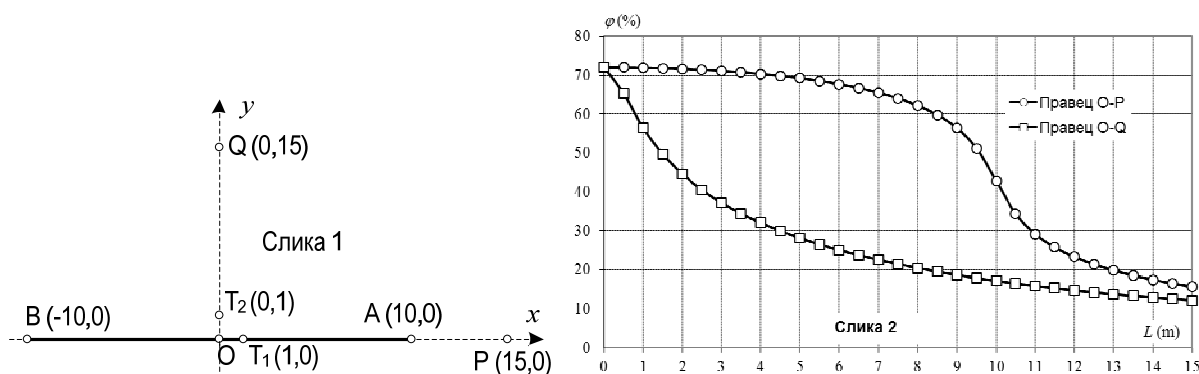
ЗАЗЕМЈУВАЧИ И ЗАЗЕМЈУВАЧКИ СИСТЕМИ ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИТЕ МРЕЖИ

Задача 1. На сликата 1 е прикажан заземјувач со 2 краци, изведен од цинкувана лента со димензии $30 \times 4 \text{ mm}$ ($d = 22 \text{ mm}$), при што краците имаат еднаква должина која што изнесува $l = 10 \text{ m}$. Заземјувачот е поставен во земја со специфична отпорност $\rho = 200 \Omega\text{m}$ и е закопан на длабочина $h = 0,5 \text{ m}$, а во него се инјектира струја на грешка $I_Z = 40 \text{ A}$. За заземјувачот е позната

матрицата на отпорности $r = \begin{bmatrix} 28,3 & 4,3 \\ 4,3 & 28,3 \end{bmatrix} \Omega$. Да се одреди:

- Отпорноста на распространявање R_Z и напонот на заземјувачот U_Z .
- Напонот на допир во точката T_2 на површината на земјата. Зошто тој е поголем од напонот на допир во точката T_1 ?
- Најголемиот напон на чекор ако е позната промената на потенцијалот на површината на земјата во правците О-Р и О-Q. Кривата на промена на потенцијалот е прикажана на сликата 2, а бројните вредности се дадени во табелата 1. Кој правец е критичен и зошто?
- Меѓусебната отпорност помеѓу лентата О-А и нејзиниот лик ако со помош на изразот

$$R_{\text{лента}} = \frac{\rho}{2\pi l} \cdot \ln \frac{2l}{d} \text{ е добиено } R_{\text{лента}} = 21,7 \Omega.$$



Табела 1

L(m)	0	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	8.5	9	9.5	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13.5	14	14.5	15
φ (%) О-Р	72	72	72	72	72	71	71	71	70	70	69	69	68	67	66	64	62	60	56	51	43	34	29	26	23	21	20	19	17	17	16
φ (%) О-Q	72	65	56	50	45	41	37	34	32	30	28	26	25	24	22	21	20	20	19	18	17	17	16	15	15	14	14	13	13	13	12

Бонус. За некој заземјувач пресметана е матрицата r , а потоа и матрицата $y = r^{-1}$ и на крајот е направена сума од редиците на матрицата y со што е добиен векторот p чиешто елементи се

$p = [0,0217 \quad 0,0432 \quad 0,0216]^T \text{ S}$. Да се одредат процентуалните вредности на струите на одведување од одделните елементи.

Задача 2. Заземјувачот на еден столб од надземен вод кој е поставен во земја со специфична отпорност $\rho = 300 \Omega\text{m}$ е направен во форма на правилна трирака звезда. Да се одреди:

- Должината на краците така што отпорноста на распространявање да биде $R_Z = 15 \Omega$.
- Должината на краците така што при удар на гром со струја од $I_M = 20 \text{ kA}$ да не дојде до пробод на изолацијата. За заземјувачот е познат импулсниот коефициент $\alpha = 1,25$ како и подносиливиот напон на изолацијата $U_p = 300 \text{ kV}$.

Забелешка: да се користи табелата 5.3 без да се прави интерполација (заокружување на целобројни должини на краците).

Поени: 1.а) 20 1.б) 20 1.в) 20 1.г) 15 2.а) 10 2.б) 15 Бонус 15

**Решенија на задачите од I колоквиум по предметот
ЗАЗЕМЈУВАЧИ И ЗАЗЕМЈУВАЧКИ СИСТЕМИ ВО ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТСКИТЕ МРЕЖИ**

Задача 1:

а) Отпорот на распространување го пресметуваме користејќи ја матрицата $[r]$:

$$[y] = [r]^{-1} = \begin{bmatrix} 0.036171 & -0.005496 \\ -0.005496 & 0.036171 \end{bmatrix},$$

$$R_z = \frac{1}{\sum y_{ij}} = \frac{1}{\sum [r]^{-1}} = \frac{1}{2 \cdot 0.036171 + 2 \cdot (-0.005496)} = 16.2999 \Omega,$$

$$U_z = R_z \cdot I_z = 16.2999 \cdot 40 = 651.997 V$$

б) Напонот на допир во точката T_2 :

$$U_d = \frac{E_d}{s_d} = \frac{284.191}{1 + 0.0015 \cdot 200} = 218.608 V$$

$$E_d = \varphi_z - \varphi_{T_2} = 651.997 - 4 \cdot \varphi_{T_2}^1 = 284.191 V$$

$$\varphi_{T_2}^1 = \frac{\rho \cdot I}{4\pi \cdot l} \cdot \ln \frac{r_{OT_2} + r_{AT_2} + l}{r_{OT_2} + r_{AT_2} - l} = \frac{200 \cdot \frac{40}{2}}{4\pi \cdot 10} \ln \frac{1.11803 + 10.0623 + 10}{1.11803 + 10.0623 - 10} = 91.95 V$$

$$r_{OT_2} = \sqrt{(x_{T_2} - x_O)^2 + (y_{T_2} - y_O)^2 + (z_{T_2} - z_O)^2} = \sqrt{(0-0)^2 + (1-0)^2 + (0+0.5)^2} = 1.11803 m$$

$$r_{AT_2} = \sqrt{(x_{T_2} - x_A)^2 + (y_{T_2} - y_A)^2 + (z_{T_2} - z_A)^2} = \sqrt{(0-10)^2 + (1-0)^2 + (0+0.5)^2} = 10.0623 m$$

Напонот на допир е поголем во точката T_2 во однос на напонот на допир пресметан за точката T_1 бидејќи, $\varphi_{T_1} > \varphi_{T_2}$. Точката T_1 лежи над самиот заземјувач со тоа и потенцијалот на истиот би бил поголем во однос на точката T_2 . Потенцијалната разлика $E_d^{T_1}$ во тој случај би била помала ($E_d^{T_1} < E_d^{T_2}$), а со тоа и напонот на допир би бил помал.

в) Кривата О-Р е критичната крива во однос на која напонот на чекор се очекува да има максимална вредност. Оваа максимална вредност се очекува да се појави во близина на крајот од кракот на заземјувачот па поради тоа нема потреба од анализирање на точките по целата должина на самиот крак, туку за растојанија близу самиот крај на кракот од заземјувачот:

$$\varphi_{9,0} - \varphi_{10,0} = 56 - 43 = 13\%$$

$$\varphi_{9,5} - \varphi_{10,5} = 51 - 34 = 17\%$$

$$\varphi_{10,0} - \varphi_{11,0} = 43 - 29 = 14\%$$

$$\varphi_{10,5} - \varphi_{11,5} = 34 - 26 = 11\%$$

$$E_{c,max} = \frac{\varphi_{9,5} - \varphi_{10,5}}{s_c} = \frac{17 \cdot \frac{\varphi_z}{100}}{1 + 0.006 \cdot 200} = 50,3909 V$$

г)

$$R_{lenta} = 21,7 \Omega$$

$$r_s = R_{lenta} + \alpha_m \Rightarrow \alpha_m = r_s - R_{lenta} = 28,3 - 21,7 = 6,6 \Omega$$

Бонус)

$$R_z = \frac{1}{\sum p_i} = \frac{1}{0,0217 + 0,0432 + 0,0216} = 11,5607 \Omega$$

$$[I] = \begin{bmatrix} 0,0217 \\ 0,0432 \\ 0,0216 \end{bmatrix} \cdot U_z = \begin{bmatrix} 0,0217 \\ 0,0432 \\ 0,0216 \end{bmatrix} \cdot R_z \cdot I_z = \begin{bmatrix} 0,0217 \\ 0,0432 \\ 0,0216 \end{bmatrix} \cdot 11,5607 \cdot \frac{I_z}{I_z} \cdot 100 = \begin{bmatrix} 25,087 \\ 49,942 \\ 24,971 \end{bmatrix} \%$$

Задача 2:

а)

$$R_z = 15 \Omega$$

$$R_{300} = 3 \cdot R_{100} \Rightarrow R_{100} = \frac{R_{300}}{3} = \frac{15}{3} = 5 \Omega$$

Се врши сведување на пресметаните отпори бидејќи вредностите наведени во табела 5.3 се однесуваат при $\rho = 100 \Omega m$, а специфичната отпорност на тлото во нашиот случај изнесува $\rho = 300 \Omega m$.

Од табела 5.3 за тип на заземјувач L3 за вредност приближно еднаква за $R_z^{100} = 5 \Omega$ се отчитува вредност за $l = 14 m$.

б)

$$I_M = 20 kA$$

$$U_p = 300 kV = R_i \cdot I_M \Rightarrow R_i = \frac{U_p}{I_M} = 15 \Omega$$

$$R_i = \alpha \cdot R_z \Rightarrow R_z^{300} = \frac{R_i}{\alpha} = 12 \Omega$$

$$R_z^{100} = \frac{R_z^{300}}{3} = 4 \Omega$$

Се врши сведување на пресметаните отпори бидејќи вредностите наведени во табела 5.3 се однесуваат при $\rho = 100 \Omega m$, а специфичната отпорност на тлото во нашиот случај изнесува $\rho = 300 \Omega m$.

Од табела 5.3 повторно за истиот тип на заземјувач L3 за вредност приближно еднаква за $R_z^{100} = 4 \Omega$ се отчитува вредност за $l = 18 m$