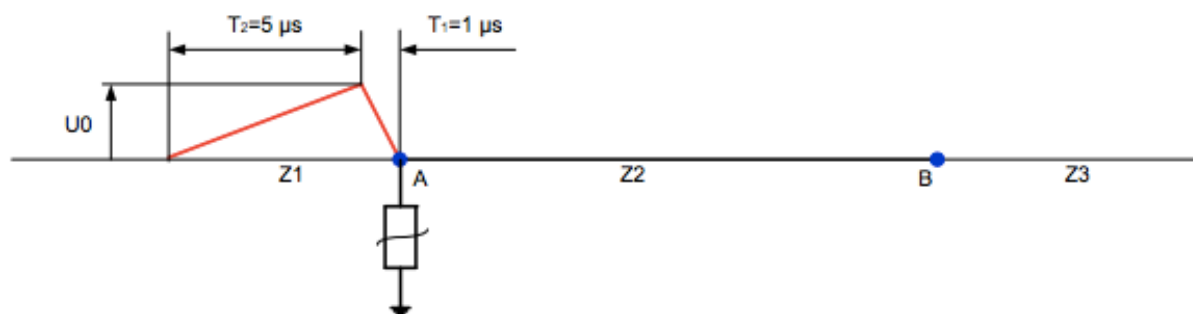


1.

Oscilogrami :

- a) bez odvodnika
- b) isti slučaj kao 23. zadatak u skripti, ali nije zadana brzina vala nego se mora znati da je brzina na nadzemnom vodu $300 \text{ m} / \mu\text{s}$.

23. 600 m nadzemnog voda nailazi su u trasi srednjenaponskog kabela. Valni otpor kabela je $Z_1 = Z_3 = 50 \Omega$, a nadzemnog voda $Z_2 = 500 \Omega$. Brzina vala na nadzemnom vodu je $v = 300 \text{ m} / \mu\text{s}$. U točki A (spoj kabela i nadzemnog voda) priključen je odvodnik prenapona čiji je prorađni napon $U_p = 80 \text{ kV}$ što je ujedno i preostali napon. Odredite oscilograme napona u točkama A i B uz prenaponski val prikazan slikom.



$$Z_1 = Z_3 = 50 \Omega \quad Z_2 = 500 \Omega$$

$$v = 300 \text{ m} / \mu\text{s}$$

$$s = 600 \text{ m}$$

$$U_0 = 100 \text{ kV}$$

$$U_p = 80 \text{ kV}$$

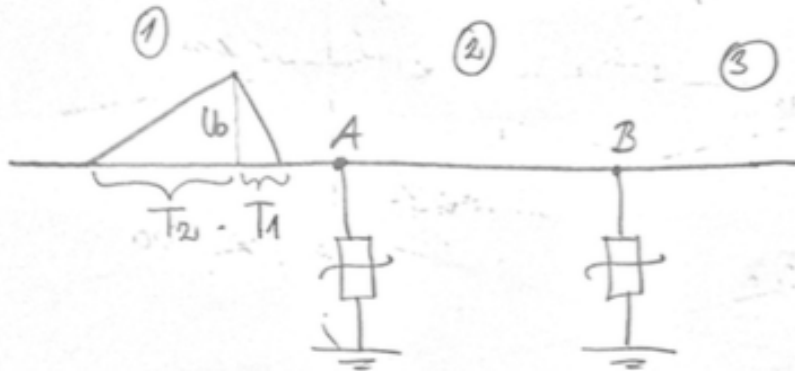
$$T_1 = 2 \mu\text{s}, T_2 = 5 \mu\text{s}$$

③.

$$Z_1 = 410 \Omega, Z_2 = 60 \Omega, Z_3 = 400 \Omega, U_0 = 500 \text{ kV},$$

$$T_1 = 2 \mu\text{s}, T_2 = 5 \mu\text{s}, U_{pA} = 92 \text{ kV}, U_{pB} = 90 \text{ kV}$$

$$L = 150 \text{ m}, \epsilon = 4, \sigma t = 1 \mu\text{s}, t = 6 \mu\text{s}$$



$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon \mu_0}} = \frac{300}{2}$$

$$v = 150 \frac{\text{m}}{\mu\text{s}}$$

$$\tau_{AB} = \frac{L}{v} = \frac{150}{150} = 1 \mu\text{s}$$

$$p_{12} = \frac{2 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{12}{47}$$

$$\tau_{12} = p_{12} - 1 = -\frac{35}{47}$$

$$p_{23} = \frac{2 \cdot Z_3}{Z_2 + Z_3} = \frac{40}{23}$$

$$\tau_{23} = p_{23} - 1 = \frac{17}{23}$$

$$p_{21} = \frac{2 \cdot Z_1}{Z_1 + Z_2} = \frac{82}{47}$$

$$\tau_{21} = p_{21} - 1 = \frac{35}{47}$$

$$u_0(0) = 0$$

$$u_0(1) = 250 \text{ kV}$$

$$u_0(2) = 500 \text{ kV}$$

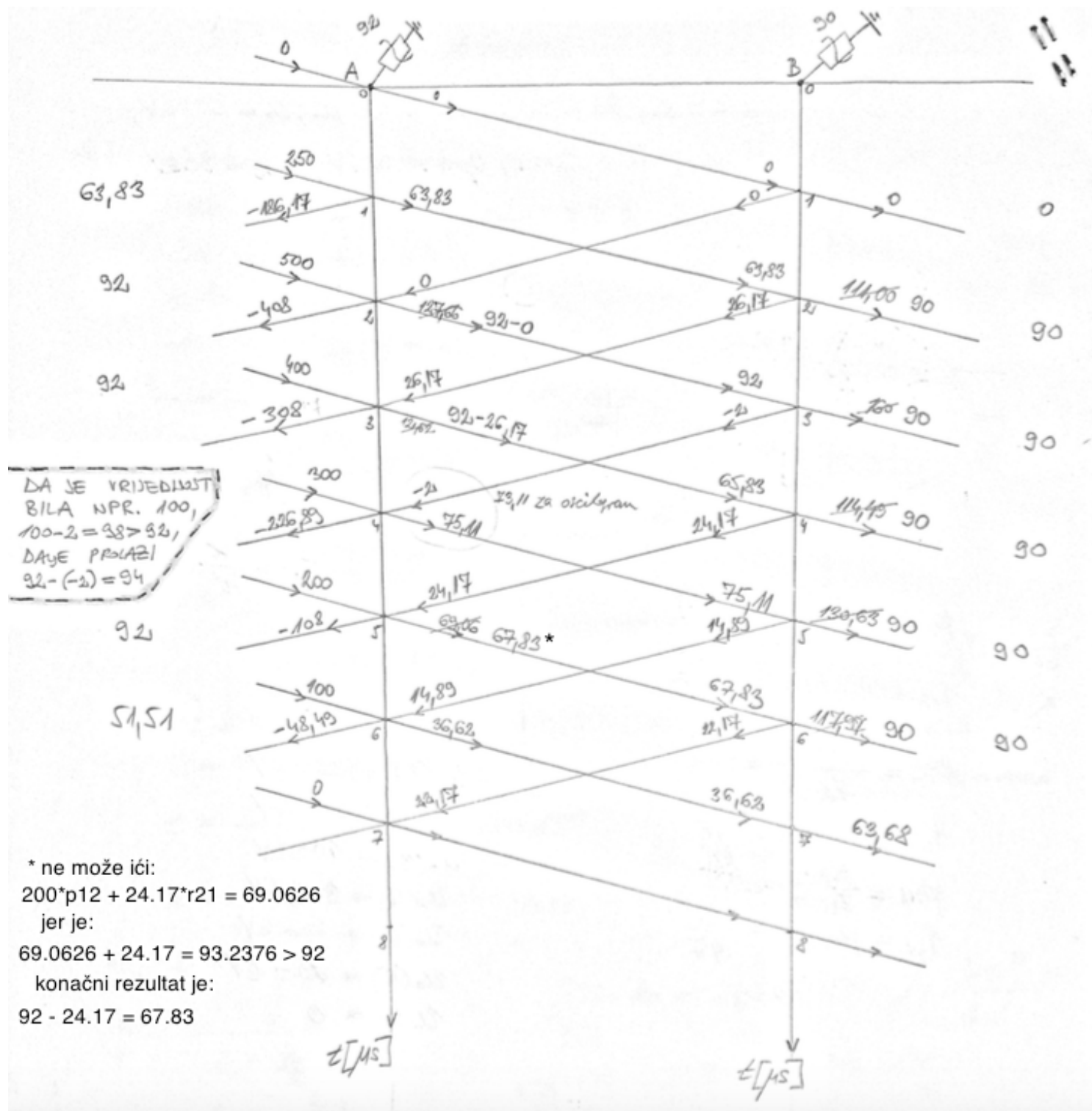
$$u_0(3) = 400 \text{ kV}$$

$$u_0(4) = 300 \text{ kV}$$

$$u_0(5) = 200 \text{ kV}$$

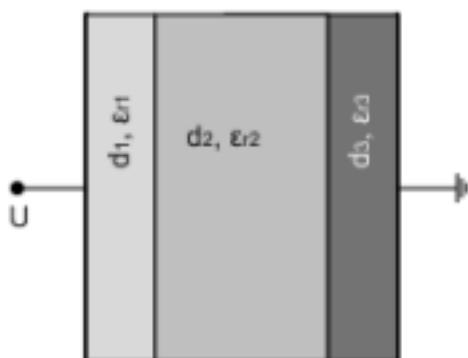
$$u_0(6) = 100 \text{ kV}$$

$$u_0(7) = 0$$



2. kao 29. zadatak u skripti (sličan 8. zadatku)

29. Odredite vrijednost jakosti električnog polja u trećem dielektriku planparalelnih ploča sa slike. Jedna elektroda je priključena na napon 89.4 kV , a druga je uzemljena. Dielektrici slijedno imaju slijedeće debljine i relativne dielektričnosti: $d_1 = 3 \text{ cm}$, $\epsilon_{r1} = 3$, $d_2 = 7.4 \text{ cm}$, $\epsilon_{r2} = 4.9$, $d_3 = 4 \text{ cm}$, $\epsilon_{r3} = 4$.



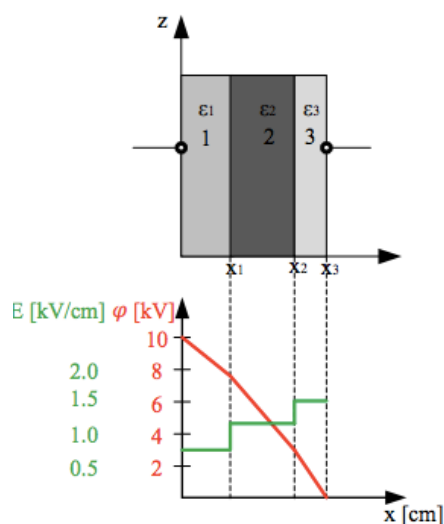
R: $E_3 = 6.37 \text{ kV/cm}$

Formula je:

$$\frac{U - \varphi_1}{d_1} \epsilon_{r1} = \frac{\varphi_1 - \varphi_2}{d_2} \epsilon_{r2} = \frac{\varphi_2}{d_3} \epsilon_{r3}$$

E_3

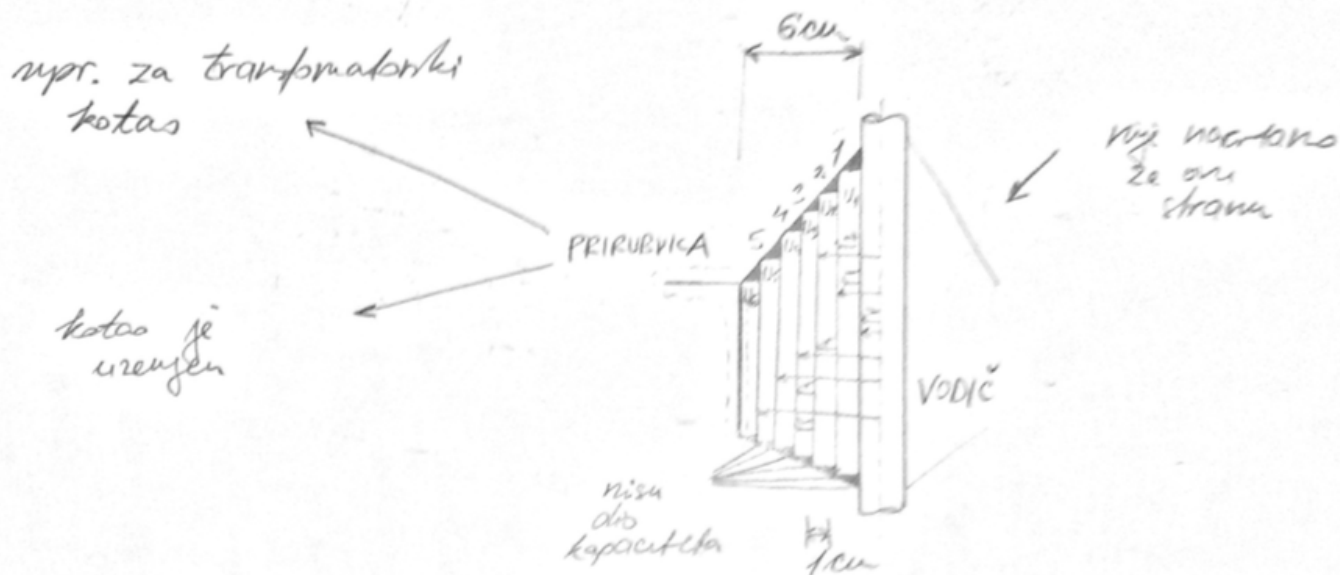
I nacrtati sliku kao u 8. zadatku



3. kao 3. zad -ljetni ispitni rok 2012/ 2013

prirubnica $l_6=100\text{mm}$

3. Otkedite duljine 5 raznih cilindričnih plijestava, razmakom debljine u pravodnom rotatoru ukoliko su na razdaljini udaljenosti 1 cm uz ujet linarnosti (jednakost napona) izmota svake pojedine plijestave i plijestave te plijestave i vodica. Poluprij vodica je 4,5 cm, a duljina prirubnice je 100 mm.



$$l_5 = \frac{\ln \frac{r_5}{r_4}}{\ln \frac{r_6}{r_5}} \cdot l_6 = \frac{\ln \frac{r_5}{r_4}}{\ln \frac{2r_5 - r_4}{r_5}} \cdot l_6$$

$$= \frac{\ln \frac{r_5}{r_4}}{\ln \left(2 - \frac{r_4}{r_5}\right)} \cdot l_6 = \frac{\ln \frac{9,5}{8,5}}{\ln \left(2 - \frac{8,5}{9,5}\right)} \cdot 10 = 11,11 \text{ cm}$$

$$r_1 = 5,5 \text{ cm}$$

$$r_2 = 6,5 \text{ cm}$$

$$r_3 = 7,5 \text{ cm}$$

$$r_4 = 8,5 \text{ cm}$$

$$r_5 = 9,5 \text{ cm}$$

$$r_6 = 10,5 \text{ cm}$$

$$C_4 = C_5$$

$$\frac{2\pi r_4 \epsilon_0 \epsilon_r}{\ln \frac{r_4}{r_3}} = \frac{2\pi r_5 \epsilon_0 \epsilon_r}{\ln \frac{r_5}{r_4}}$$

$$l_4 = \frac{\ln \frac{r_4}{r_3}}{\ln \frac{r_5}{r_4}} \cdot l_5 = 12,51 \text{ cm}$$

$$l_3 = \frac{\ln \frac{r_3}{r_2}}{\ln \frac{r_4}{r_3}} \cdot l_4 = 14,29 \text{ cm}$$

$$l_2 = \frac{\ln \frac{r_2}{r_1}}{\ln \frac{r_3}{r_2}} \cdot l_3 = 16,69 \text{ cm}$$

$$l_1 = \frac{\ln \frac{r_1}{r_0}}{\ln \frac{r_2}{r_1}} \cdot l_2 = 20,05 \text{ cm}$$

4. Između dvije transformatorske stanice 110 / 20 kV nalaze se dva trožilna kabela? (dakle ima ih 6). Svaki kabel ima dva simetrično postavljena dielektrika sa zadanim iznosima - sve zadano kao u ovom zadatku (ali $U = 110 / \sqrt{3}$)

Jednožilni energetski kabel pakličen je na napon $\frac{10,7}{\sqrt{3}}$ kV
 pogonske frekvencije i dužacok je 6.1 km.
 Između je s dva različita dielektrika $\epsilon_{r1} = 3,4$ i $\epsilon_{r2} = 2,3$.
 Kut gubitaka prvog dielektrika je $1,2 \cdot 10^{-3}$, a drugog
 dielektrika $1,4 \cdot 10^{-3}$. Poluprečnik vodiča je 7 mm, a plastera
 9,5 mm i 12 mm.

Izračunati ukupne djelatne i jalove gubitke.

$$C_1 = \frac{2\pi l \epsilon_0 \epsilon_{r1}}{\ln \frac{r_2}{r_1}}$$

$$C_2 = \frac{2\pi l \epsilon_0 \epsilon_{r2}}{\ln \frac{r_3}{r_2}}$$

kapacitet jednog kabela:

$$C_{uk} = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

gubici jednog kabela:

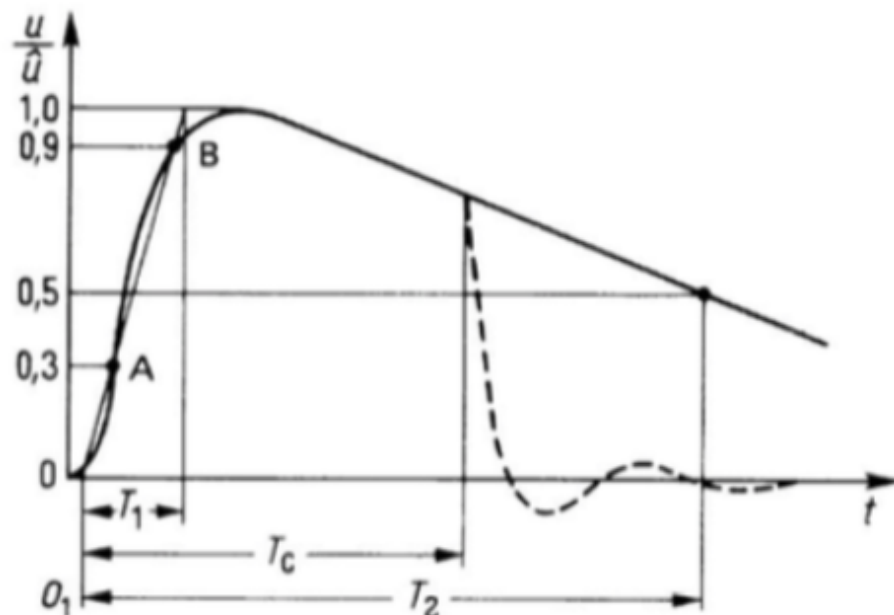
$$\frac{\tan \delta}{C} = \frac{\tan \delta_1}{C_1} + \frac{\tan \delta_2}{C_2}$$

ukupni gubici su :

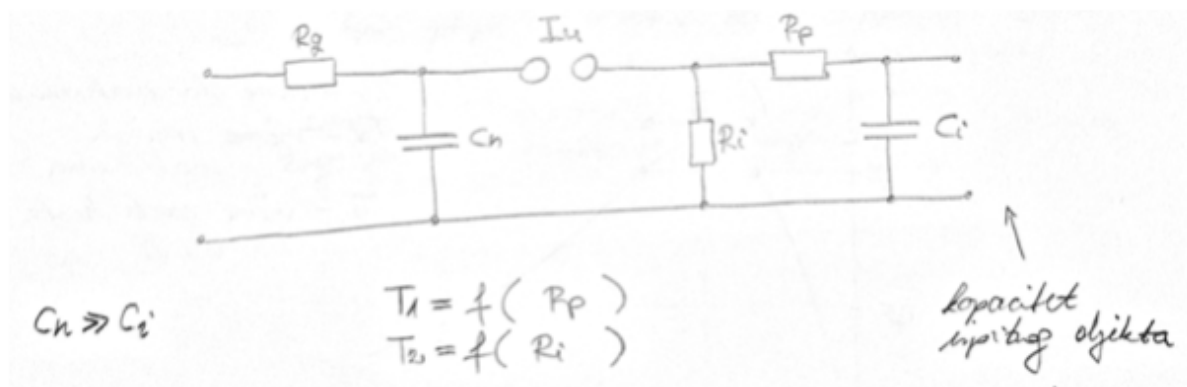
$$P_d = 6 \cdot U^2 \omega C_{uk} \tan \delta$$

5. shema za proizvodnju udarnog napona, opisati sve dijelove, nacrtati skicu udarnog napona i označiti

Udarni napon karakteriziran je maksimalnom (tjemenom) vrijednošću \hat{u} , vremenom trajanja čela T_1 i vremenom T_2 u kojem hrbat pada na 50 % maksimalne vrijednosti.



Slika 14.2 Standardni udarni napon 1.2/50 μ s



Vrijeme T_1 i T_2 udarnog napona se mijenja pomoću otpornika R_p i R_i . Amplituda udarnog vala se mijenja pomoću razmaka između kuglastih iskrišta. Ako se povećava iznos izmjeničnog napona na ulazu, mijenjat će se učestalost proboja.

6. odredite posljednji probojni razmak za sliku dolje:

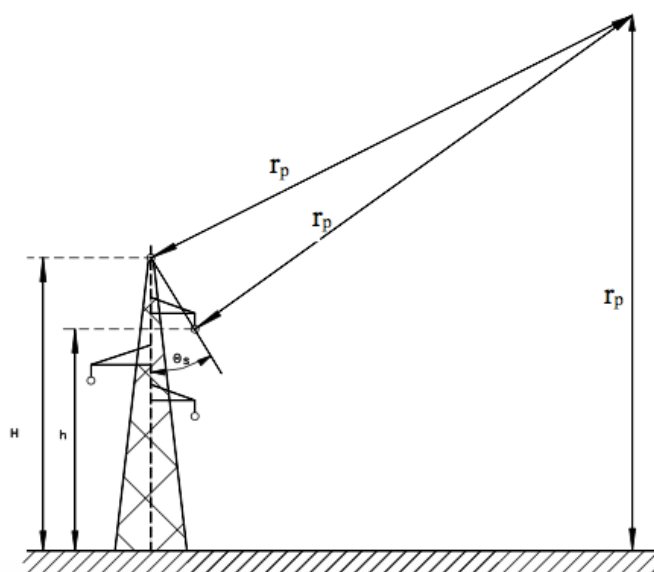
Budući da je posljednji probojni razmak geometrijska veličina, može se izraziti i kao funkcija dimenzija glave stupa, tj.:

$$r_p \cong \frac{H+h}{2(1-\sin\Theta_s)} \quad \text{za } (H-h < r/2) \quad (\text{Jed. 14.25})$$

Značenje pojedinih veličina iz gornjeg izraza vidljivo je sa Slike 14.25.

Dalekovod je efikasno zaštićen zaštitnim užetima dalekovoda od direktnog udara groma amplitude struje I_K koja je jednaka ili veća od:

$$I_K = 0.63 \sqrt{\frac{r_p}{7.2}} \quad \text{kA} \quad (\text{Jed. 14.26})$$



Slika 14.25 Određivanje posljednjeg probojnog razmaka

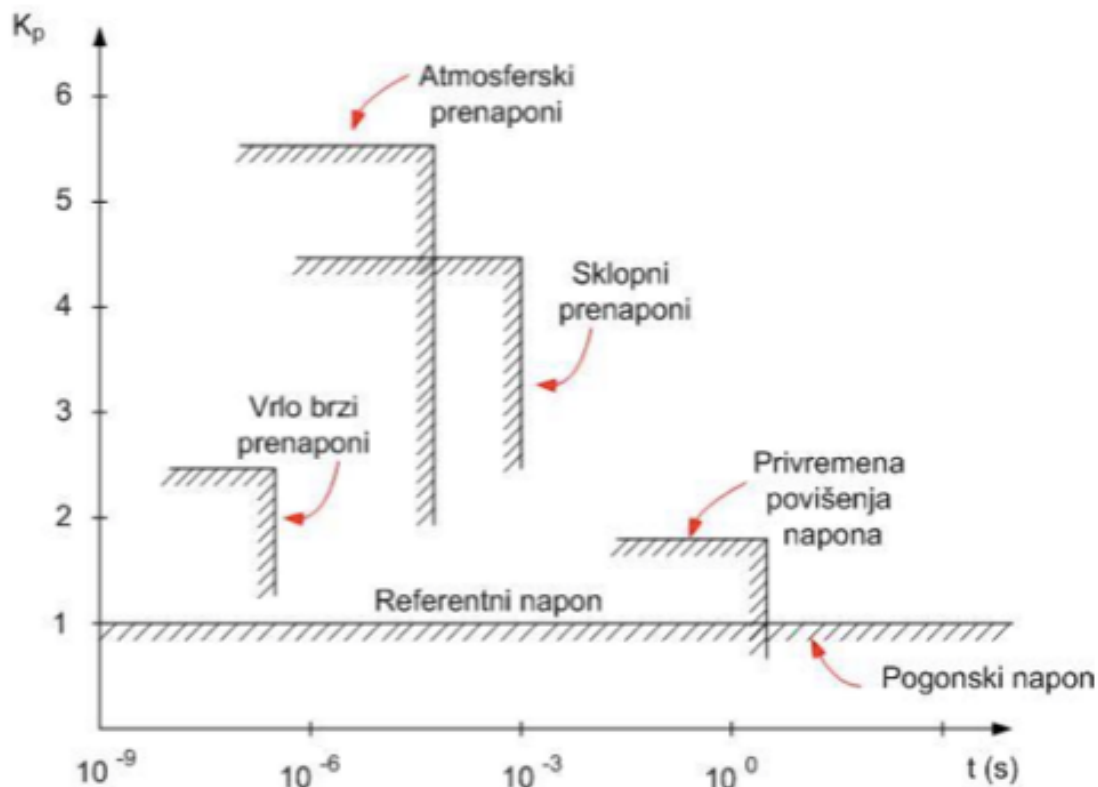
7. Što je koordinacija izolacije?

Transformator se ispituje 70 kV jednom minutnim izmjeničnim naponom pogonske frekvencije te 145 kV udarnim atmosferskim prenaponom. Napišite izraz za stupanj izolacije ovog transformatora.

38 Si 70/ 145

8. Kako funkcionira LLS sustav?

9. nacrtati na slici podjelu prenapona prema trajanju i faktoru prenapona



Slika 14.1 Klasifikacija prenapona prema trajanju i faktoru prenapona

10. Odvodnik ograničava prenapone na iznos **preostalog napona odvodnika** samo na mjestu ugradnje odvodnika, dok s porastom udaljenosti od odvodnika **raste** / snižava se (zaokruži) i iznos napona. Izvedite izraz za zaštitnu zonu odvodnika.