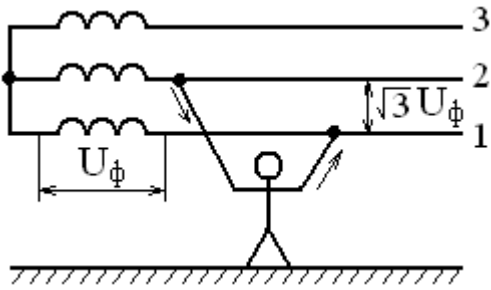


Токи замыкания в цепи.

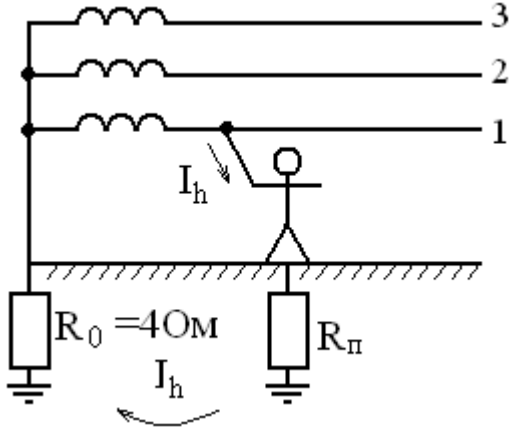
1. Двухфазное (двухполюсное) прикосновение к токоведущим частям.



$$I_h = \frac{\sqrt{3}U_\phi}{R_h},$$

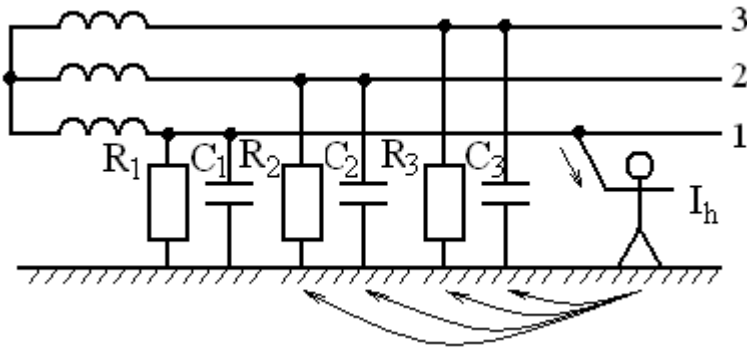
2. Однофазное прикосновение к токоведущим частям.

а) сеть с заземленной нейтралью:



$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h + R_n + R_0}$$

б) сеть с изолированной нейтралью:



$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R_{uz}(R_{uz} + 6R_h)}{9R_h^2(1 + R_{uz}^2\omega^2C^2)}}}$$

Частные случаи прикосновения в сети с изолированной нейтралью:

а) $R_1 = R_2 = R_3 = R_{uz}; C \rightarrow 0$

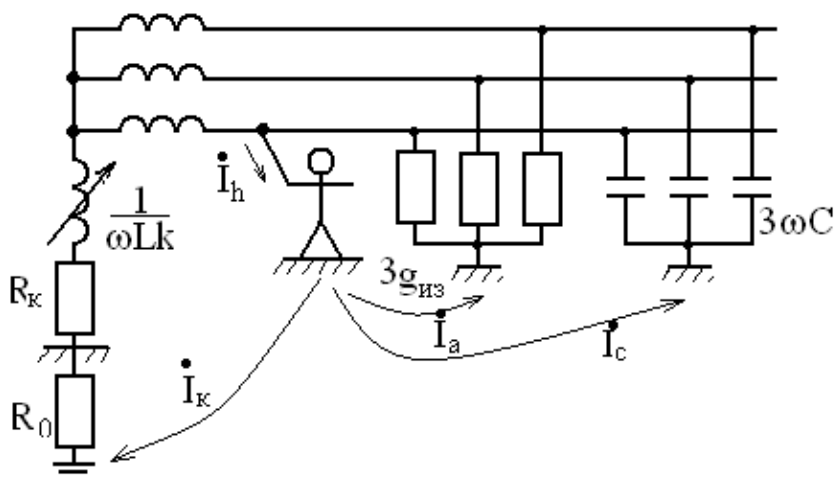
$$I_h = \frac{3U_\phi}{3R_h + R_{uz}}$$

б) $C_1 = C_2 = C_3 = C$ и $R_{uz} \rightarrow \infty$

$$I_h = \frac{3U_\phi}{\sqrt{9R_h^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

Компенсация емкостных токов.

$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h} \cdot \frac{3g_{uz} + g_k}{3g_{uz} + g_h + g_k}, (13)$$

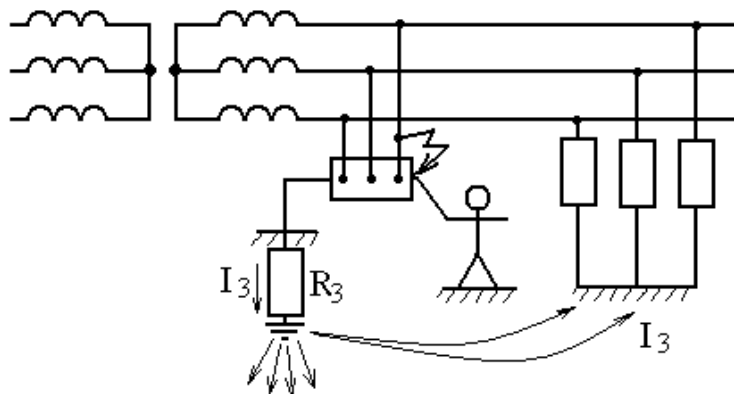


$$g_k = \frac{r_n}{r_n^2 + (\omega Lk)^2}$$

$$(r_n = Rk + R_0)$$

$$L_k = \frac{1}{3\omega^2 C}$$

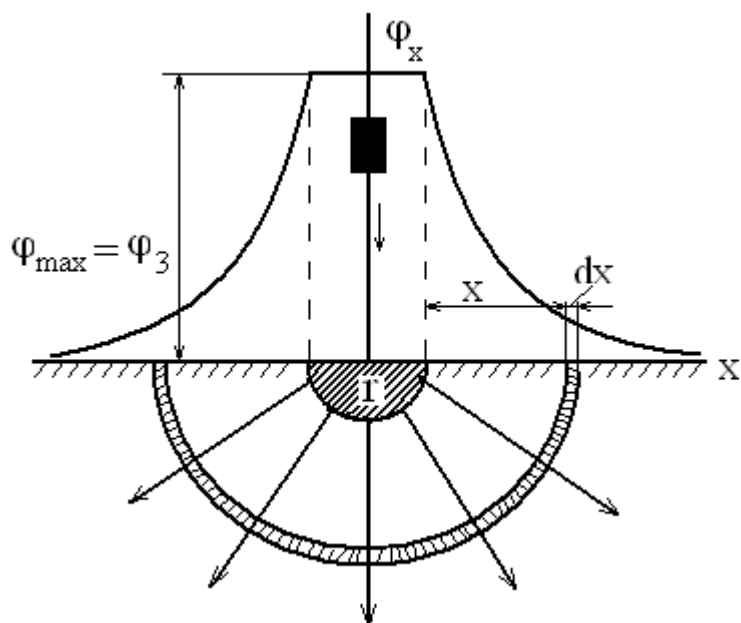
Защитное заземление.



$$U_3 = I_3 R_3$$

$$I_h = I_3 \frac{R_3}{R_h}$$

Потенциал и сопротивление заземлителей.



$$\delta = \frac{I_3}{2\pi(r+x)^2}$$

$$E = \frac{dU}{dx}; E = \rho\delta = \rho \frac{I_3}{2\pi(r+x)^2};$$

$$d\phi = Edx \quad \phi_x = \int_{r+x}^{\infty} Edx;$$

$$\phi_x = \int_x^{\infty} dU = \int_x^{\infty} Edx$$

$$\varphi_x = \frac{I_3 \rho}{2\pi(r+x)} \quad U_3 = \varphi_3 - 0 = \frac{I_3 \rho}{2\pi r} \quad R_3 = \frac{U_3}{I_3} = \frac{\rho}{2\pi r}$$

Сопротивление одиночных заземлителей

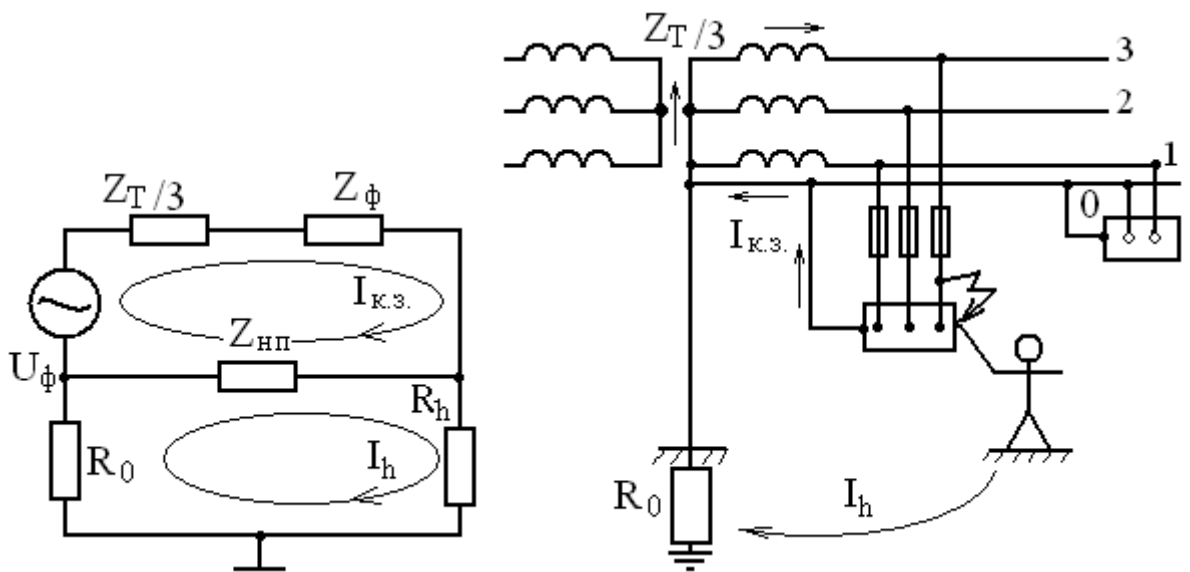
- а) вертикальные электроды длиной $l = 3 \div 10 \text{ м}$, диаметром $d = 0,012 \div 0,02$ (трубы при $l \geq 50d$)

$$R_{з.в.} \approx \frac{\rho}{2\pi l} \ln \frac{4l}{d}; (\text{при } l \geq 50d),$$

- б) горизонтальные полосы, их закладывают в траншеи глубиной $t = 0,5 \div 0,8 \text{ м}$; L – длина полосы; b – ширина

$$R_{з.н.} \approx \frac{\rho}{2\pi L} \ln \frac{2L^2}{bt}$$

Сеть с занулением

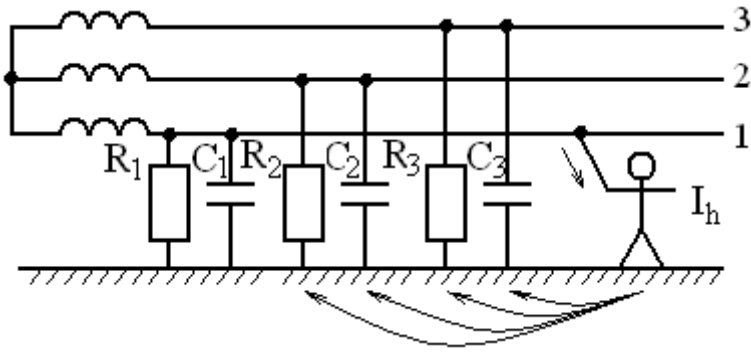


$$\dot{I}_{к.з.} = \frac{\dot{U}_\phi}{Z_{T/3} + Z_\phi + Z_{н.н.} + x_{\phi.-н.н.}} = \frac{\dot{U}_\phi}{Z_{T/3} + Z_n}, \quad I_{к.з.} = \frac{U_\phi}{|Z_{T/3}| + |Z_n|},$$

$$|Z_n| = \sqrt{(R_\phi + R_{н.н.})^2 + (x_\phi + x_{н.н.} + x_{\phi.-н.н.})^2}, \quad x'_{\phi.-н.н.} = 0,6 \text{ Ом/км},$$

$$I_h = \frac{I_{к.з.} |Z_{н.н.}|}{R_h} = \frac{I_{к.з.} R_{н.н.}}{R_h}, \quad t_{откл.} \leq \frac{50}{I_h} I_{к.з.} \geq k \cdot I_{ном},$$

Однофазное прикосновение и лабуда с компенсациями

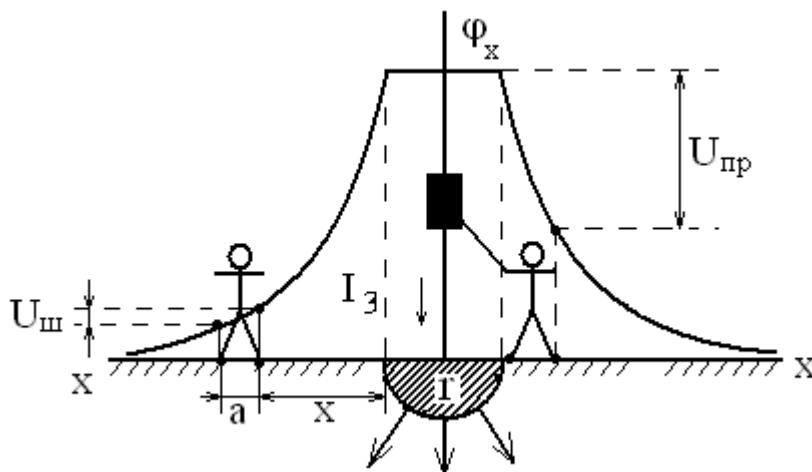


$$I_h = \frac{U_\phi}{R_h} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{R_{u3}(R_{u3} + 6R_h)}{9R_h^2(1 + R_{u3}^2\omega^2C^2)}}}, \quad I_h = \frac{3U_\phi}{3R_h + R_{u3}}, \quad I_h = \frac{3U_\phi}{\sqrt{9R_h^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}},$$

$$R_{u3,кр} = \frac{3U_\phi - 3R_h I_{h,дон}}{I_{h,дон}}, \quad I_h = \frac{U_\phi}{R_h} \cdot \frac{3g_{u3} + g_k}{3g_{u3} + g_h + g_k}, \quad (13),$$

$$L_k = \frac{1}{3\omega^2 C}, \quad g_k = \frac{r_n}{r_n^2 + (\omega Lk)^2}$$

Напряжение прикосновения и шага.



$$U_{пр} = \phi_3 - \phi_x = \frac{I_3 \rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{r+x} \right),$$

$$U_{ш} = \phi_x - \phi_{x+a} = \frac{I_3 \rho}{2\pi} \left(\frac{1}{r+x} - \frac{1}{r+x+a} \right), \quad (27),$$

Безопасное расстояние

$$\sigma = \frac{P G}{4\pi x^2}$$

$$\sigma_{доп} = W / T,$$

Освещение

$$E_{\text{комб.доп}} = E_{\text{общ}} + E_{\text{мест}}, \quad \Phi_{\text{мест}} = \frac{1000 \times E_{\text{мест}} \times Z_1}{E_{\text{усл}} \times \mu}, \quad \Phi_{\text{общ}} = \frac{E_{\text{доп.общ}} \times S \times Z_1 \times Z_2}{\eta}, \quad : E_{\text{общ}}/E_{\text{мест}}$$

$\geq 1/9$