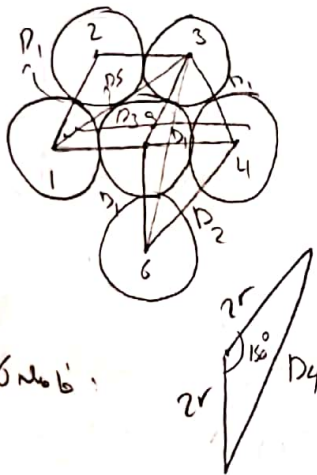


۲- الف) به فرمول های اندکتن، با پارسیانی در حالت پائیل لیده باید وقت کنیم.

$$L = 0.2 \ln \frac{GMD}{GMR_c} \quad \frac{mH}{km}, \quad C = \frac{0.0556}{\ln \frac{GMD}{GMR_c}} \quad \frac{\mu F}{km} \quad GMR_c = r^b \quad GMR_c = D_s^b$$

حال ما می دانیم که در زمان پائیل کلان مقدار GMR_c یا همان D_s^b نسبت به سیم طویل برای پائیل در فاصله به صورت $\odot \leftarrow d$ به صورت $\sqrt{D_s d}$ لذا می توان استباط کرد که اندکتن سیم به سیم در زمینه کا پارسیانی هم GMR_c یا همان r^b نیز به سیم این موضوع باعث گر حلیت شدن خروج و افزاین کا پارسیانی به صورت.



ب) برای فهم درست مساوی شکل را رسم می کنیم. (شاع ۸۰۰)

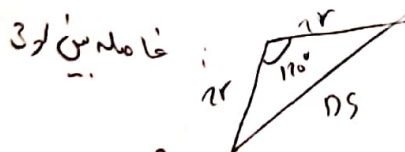
با استفاده از یک سری قیود هندسی داریم:

$$D_1 = 2r, \quad D_2 = \sqrt{2} D = 2\sqrt{2} r \quad \text{فاصله با ۱ و ۲}$$

$$D_3 = 2D_1 = 4r$$

$$D_4^2 = 4r^2 + 4r^2 - 8r^2 \cos(150^\circ) = 8r^2 + 4\sqrt{3} r^2$$

$$D_4 = \sqrt{8r^2 + 4\sqrt{3} r^2} = \sqrt{8 + 4\sqrt{3}} r = 3.8637 r$$



$$D_5^2 = 4r^2 + 4r^2 - 8r^2 \cos(120^\circ) = 12r^2 = \sqrt{12} r$$

$$GMR_y = \sqrt[n^2]{(D_{a1} D_{a2} \dots) \dots (D_{m1} D_{m2} \dots D_{nn})} \quad D_{a1} = D_{a2} = \dots = D_{nn} = r' \quad \text{از راس می دانیم}$$

$$r' = r e^{-1/4}$$

$$GMR = \sqrt[36]{(r e^{-1/4} \times 2r \times \sqrt{12} r \times 2r \times 4r \times 2\sqrt{2} r)^2 (r e^{-1/4} \times 2r \times 2r \times \sqrt{12} r \times 2r \times 3.8637 r)^2}$$

$$(r e^{-1/4} \times 2r \times \sqrt{12} r \times 2r \times 4r \times 2\sqrt{2} r) (r e^{-1/4} \times 2r \times \sqrt{12} r \times 2\sqrt{2} r \times 3.8637 r \times 3.8637 r)$$

$$= r \sqrt[36]{e^{-3/2} \times 24576 \times 11404.84 \times 32 \times 238.85} \quad GMR = 2.11101 r$$

۴-

تلفات کل از ۰.۶٪ توان نامی برسد.
190.5 MVA, 770 kV, 63 km,
 $\rho = 2.84 \times 10^{-8} \Omega m$
Diameter = ?

منابع تلفات مجاز
 $S = 190.5 \text{ MVA} \rightarrow 190.5 \times \frac{2.5}{100} = 4.7625 \text{ MVA}$

باید میرا نام را حساب کنیم.
 $S = \sqrt{3} V_n I_n \Rightarrow I_n = \frac{S}{\sqrt{3} V_n} = \frac{190.5 \times 10^6}{\sqrt{3} \times 770 \times 10^3}$

$= 499.933 \text{ A}$
توان اتلافی: $P = R I_n^2$, $R = \frac{\rho L}{A}$

$P < 4.7625 \times 10^6 \Rightarrow R < \frac{4.7625 \times 10^6}{(499.933)^2} \Rightarrow R < 19.055$

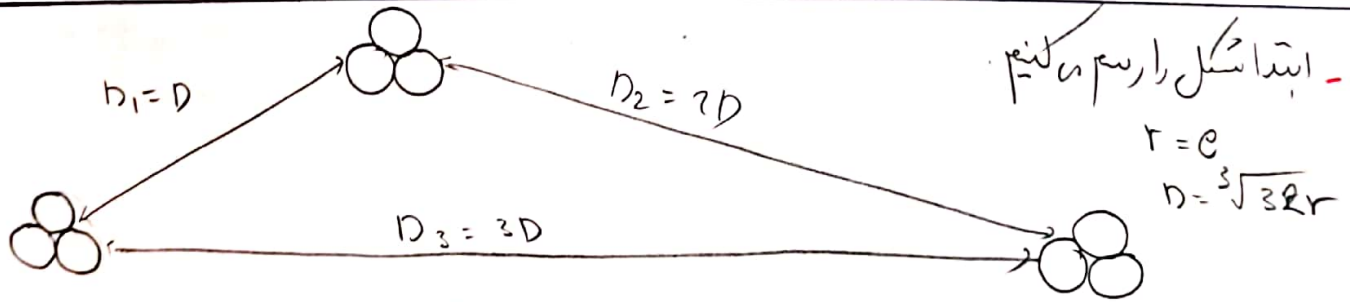
$\frac{\rho L}{A} < 19.055 \xrightarrow{L=63 \times 10^3}$
 $\frac{\rho L}{A} < 19.055 \xrightarrow{\rho=2.84 \times 10^{-8}} A > \frac{63 \times 10^3 \times 2.84 \times 10^{-8}}{19.055}$

$\rightarrow A > 9.38 \times 10^{-5} \text{ m}^2 \rightarrow A > 93.8 \text{ mm}^2$

دانستیم: $1 \text{ cmil} = 5.067 \times 10^{-4} \text{ mm}^2 \rightarrow 93.8 \text{ mm}^2 = 185119.4 \text{ cmil}$

$A = \pi r^2 \xrightarrow{r=\frac{d}{2}} A = \frac{\pi d^2}{4} = 93.8 \text{ mm}^2 \Rightarrow d = \sqrt{\frac{4 \times 93.8 \times 10^{-6}}{\pi}} = 10.92 \text{ mm}$

۶- ابتدا شکل را رسم می کنیم



70 kV, 50 Hz

$$C = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \frac{GMD}{GMR_c}}$$

ابتدا خود کاپاسیتانس را حساب می کنیم.

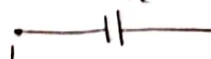
$$GMD = \sqrt[3]{(D_1 \times D_2 \times D_3)} = \sqrt[3]{D_1 D_2 D_3} = \sqrt[3]{6D^3} = \sqrt[3]{6} D = \sqrt[3]{192} r$$

$$GMR_c = \sqrt[3]{(r \times d \times d)} = \sqrt[3]{d^2 r} = \sqrt[3]{4r^2 r} = r \sqrt[3]{4}$$

$$\Rightarrow C = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln \sqrt[3]{48}} = \frac{2 \times \pi \times 8.85 \times 10^{-12}}{\ln(3.634)} = 4.309 \times 10^{-11} \text{ F} = 43.09 \text{ pF/m}$$

$$= 0.04309 \text{ nF/km}$$

C_{12}



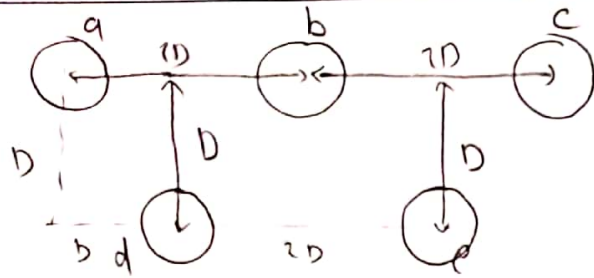
C_{12}



C_{12}



$$C = 2C_{12} = 86.18 \text{ pF/m} \quad I_{\text{charging}} = j\omega C V = j \times 100\pi \times 86.18 \times 10^{-12} \times 77 \times 10^3 = 5.41 \times 10^{-4} \angle 90^\circ \text{ A}$$



$$D = r^2$$

$$r = e$$

8- شکل را رسم کنید.

$$GMD = \sqrt[6]{(D_{ad} \times D_{ae})(D_{bd} \times D_{be})(D_{cd} \times D_{ce})}$$

$$D_{ad} = \sqrt{2} D \quad D_{ae} = \sqrt{10} D, \quad D_{bd} = D_{be} = \sqrt{2} D, \quad D_{ce} = \sqrt{2} D, \quad D_{cd} = \sqrt{10} D$$

$$\Rightarrow GMD = \sqrt[6]{\sqrt{2} D^2 \times 2 D^2 \times \sqrt{2} D^2} = D \sqrt[6]{40} = 2e^2 \sqrt[6]{40} = 27.329 \text{ m}$$

$$GMR_x = \sqrt[9]{(r' D_{ab} D_{ac})(r' D_{ba} D_{bc})(r' D_{ca} D_{ce})}$$

حاصل رشت را x و برکشت را y می نامیم.

$$= \sqrt[9]{r^3 e^{-3/4} \times 2 D \times 4 D \times 2 D \times 2 D \times 2 D \times 4 D} = \sqrt[9]{r^3 e^{-3/4} \times 256 \times D^6}$$

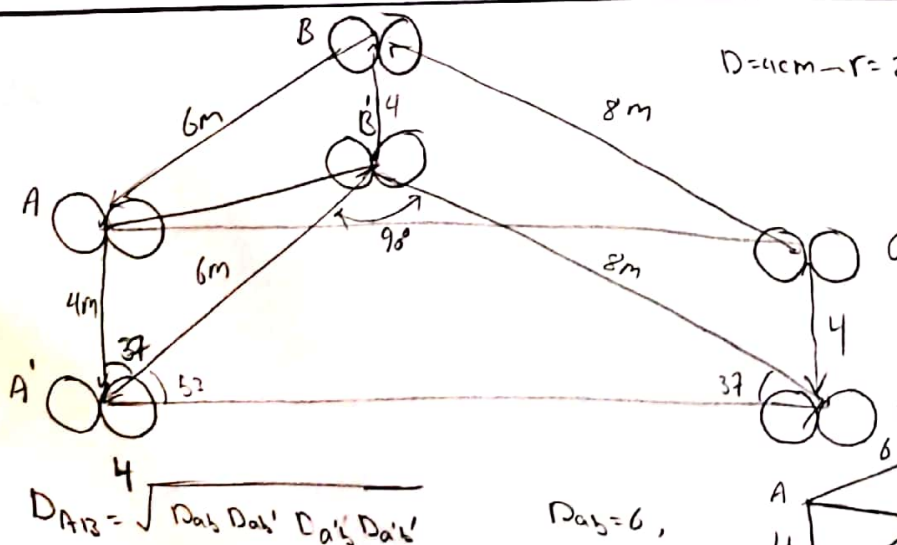
$$= \sqrt[9]{e^{9/4} \times 256 \times 64 \times e^{12}} = 14.3186 \text{ m}$$

$$GMR_y = \sqrt[4]{(r' D_{de})(r' D_{ed})} = \sqrt[4]{r^2 e^{-1/2} \times 4 D^2} = \sqrt[4]{e^{3/2} \times 16 e^4} = 7.9102 \text{ m}$$

$$L_x = 0.2 \ln \frac{GMD}{GMR_x} \frac{\text{mH}}{\text{km}} = 0.2 \ln \left(\frac{27.329}{14.3186} \right) = 0.129278 \frac{\text{mH}}{\text{km}}$$

$$L_y = 0.2 \ln \left(\frac{27.329}{7.9102} \right) = 0.247959 \frac{\text{mH}}{\text{km}}$$

$$L_{tot} = L_x + L_y = 0.377237 \frac{\text{mH}}{\text{km}} \quad \underline{L = 10 \text{ cm}} \quad L_{tot} = 3.77237 \text{ mH}$$



$$D = 4 \text{ cm} \rightarrow r = 2 \text{ cm}$$

12- ابتدا شکل را رسم کنید.

$$L = 0.2 \ln \frac{GMD}{GMR_L}$$

باید به حساب GMD و GMR_L بیاوریم.

$$GMD = \sqrt[3]{D_{AB} D_{AC} D_{BC}}$$

$$D_{AB} = \sqrt{D_{AB} D_{A'B'} D_{A'B} D_{A'B'}}$$

$$D_{AB} = 6$$

$$D_{AB}^2 = 16 + 36 - 48 \cos(37) = 13.6$$

$$\Rightarrow D_{AB} = 3.688$$

$$D_{A'B}^2 = 36 + 16 - 48 \cos(113) = 90.4 \quad \therefore D_{A'B} = 9.5 \quad D_{A'B'} = 6$$

$$D_{AB} = \sqrt[4]{6 \times 3.688 \times 9.5 \times 6} = 5.96$$

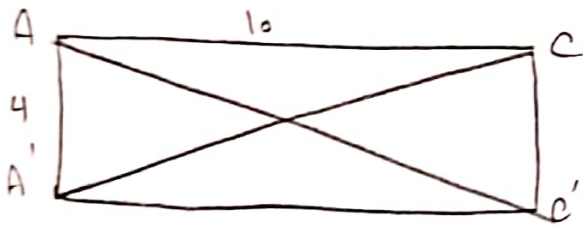
$$D_{bc} = 8, \quad D_{b'e'} = 8,$$

$$D_{bc}^2 = 16 + 64 - 64 \cos(173^\circ) = 41.6$$

$$\Rightarrow D_{b'e'} = 6.45$$

$$D_{ec} = \sqrt[4]{8 \times 10.9 \times 6.45 \times 8} = 8.2$$

$$D_{AC} = \sqrt[4]{D_{ac} D_{ac'} D_{a'e'} D_{a'e'}}$$



$$D_{ac} = D_{a'e'} = 10$$

$$D_{ac'} = D_{a'e'} = \sqrt{100 + 16} = \sqrt{116} = 10.77$$

$$\Rightarrow D_{AC} = \sqrt[4]{10 \times 10.77 \times 10.77 \times 16} = 10.37$$

$$\Rightarrow GMD = \sqrt[3]{D_{AB} D_{AC} D_{BC}} = \sqrt[3]{6.4 \times 2.2 \times 10.37} = 7.97$$

$$GMR_L = \sqrt[3]{D_{SA} D_{SB} D_{SC}}$$

$$D_{SA} = \sqrt[4]{D_s^3 D_{aa'}}$$

$$D_s^b = \sqrt[2]{D_s d} \quad \frac{d=2r}{D_s=r e^{1/4}} = \sqrt[2]{2 e^{1/4} r^2}$$

$$\Rightarrow D_s^b = r \sqrt[2]{2 e^{1/4}} = 1.25 r$$

$$\Rightarrow D_{SA} = \sqrt[4]{1.25 r \times 4} = \sqrt[4]{5r} = 0.562$$

$$D_{SA} = D_{SB} = D_{SC} = 0.562$$

باقی به شکل مشابه کامل و واضح است که :

$$\Rightarrow GMR_L = \sqrt[3]{(D_{SA})^3} = D_{SA} = 0.562$$

$$L = 0.2 \ln \left(\frac{7.92}{0.562} \right) = 0.529 \frac{mH}{km}$$

Diagram illustrating a circuit with three nodes (A, B, C) and three branches. The branches are labeled with voltage sources: D (horizontal branch between A and B), D (vertical branch between A and C), and $\sqrt{2} D$ (diagonal branch between B and C). The node voltages are given as $V_A = -j$ and $V_B = -j\omega$.

$$(I_a + I_b + I_c) = 0$$

$$\Delta V_A = -\int_{\infty}^r \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{I_a}{r'} + \frac{I_b}{r'} + \frac{I_c}{r'} \right) dr'$$

$$\Delta V_B = -j\omega \times 7 \times 10^{-7} \left(I_a \ln\left(\frac{1}{r}\right) + I_b \ln\left(\frac{1}{r'}\right) + I_c \ln\left(\frac{1}{r_0}\right) \right)$$

$$\Delta V_c = -j\omega \times 2\pi \times 10^{-7} (I_a \ln(\frac{1}{r}) + I_b \ln(\frac{1}{\sqrt{r_b}}) + I_c \ln(\frac{1}{r_c}))$$

$$\Delta V_A + \Delta V_B + \Delta V_C = -2 \times 10^{-7} j_w \left[\ln\left(\frac{1}{r_1}\right) (I_A + I_B + I_C) + \ln\left(\frac{1}{r_2}\right) (I_A + I_B + I_C) \right]$$

$$+ \ln\left(\frac{1}{\sqrt{I_D}}\right) \left(\underbrace{I_C + I_B}_{-I_A} + I_A \ln\left(\frac{1}{I_D}\right) \right) = I_A \left(\ln\left(\frac{1}{I_D}\right) - \ln\left(\frac{1}{I_D}\right) \right) \times \underbrace{j\omega \tau_{D1}}_{=0}$$

$$= -j\omega \times 7 \times 10^{-7} \times I_A \ln \sqrt{2} \approx -7 \times 10^{-8} j\omega I_A \xrightarrow{f=50\text{Hz}} -2.2 \times 10^{-2} j I_A = -2.2 \times 10^{-2} I_A \angle 90^\circ$$

لازم به ذکر است که سوال را در صورتی حاضر حل کردم و علاوه بر این به دفعه ششم

فرمول این در درس کتاب = $\Delta V = -j\omega \lambda \frac{dV}{dt}$ —————



$r = 0.03 \text{ m}$, $D = 7 \text{ m}$, $d = 0.17 \text{ m}$ $l_1 = 2l_2$, $l_1 = 3l_3$

$$GMR_{A,B,C} = \sqrt[9]{(r' \times D \times 2D)(r' \times D \times D)(r' \times D \times 2D)} = \sqrt[9]{4r'^3 D^6} = \sqrt[9]{4e^{-3/4} r^3 D^6}$$

$$= \sqrt[9]{4 \times e^{-1.4} \times (0.03)^3 \times 2^6} = 0.5294 \text{ m}$$

حال انده لست عزیزم، احساب بی کنیم

$$\left\{ L_A = 0.2 \left(\ln \frac{1}{0.01R} + a^2 \ln \left(\frac{1}{b} \right) + a \ln \left(\frac{1}{2D} \right) \right) \right.$$

$$L_B = 0.12 \left(a \ln \frac{1}{D} + \ln \left(\frac{1}{GMR} \right) + a^2 \ln \left(\frac{1}{b} \right) \right)$$

$$L_c = 0.2(a^2 \ln(\frac{1}{2D}) + a \ln(\frac{1}{b}) + \ln(\frac{1}{GMR}))$$

$$\{ L_A = 0.2(0.636 - 0.69316^2 - 1.38639)$$

$$L_B = 0.1(-0.693) \ln(0.696 - 0.693) \ln(0.696 - 0.693)$$

$$L_c = 0.7(-1.5863a^2 - 0.681a + 0.636)$$

$$a = e^{j\frac{2\pi}{3}} \quad \begin{cases} L_A = 0.2(0.636 - 0.6931 e^{j\frac{4\pi}{3}} - 1.3863 e^{j\frac{2\pi}{3}}) \\ L_B = 0.2(-0.6931 e^{j\frac{2\pi}{3}} + 0.636 - 0.6931 e^{j\frac{4\pi}{3}}) \\ L_C = 0.2(-1.3863 e^{j\frac{4\pi}{3}} - 0.6931 e^{j\frac{2\pi}{3}} + 0.636) \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} L_A = 0.3351 - j0.1701 \frac{mH}{km} \\ L_B = 0.7658 \frac{mH}{km} \\ L_C = 0.3351 + j0.1701 \frac{mH}{km} \end{cases}$$

حال در صورت انتخابی حل از مفهوم میانگین وزنی استفاده می‌کنیم. بین فرکانس‌های ۳ در

طول مثبت داده شده به آن سیستم بر طول کل

$$L = \frac{L_A l_1 + L_B l_2 + L_C l_3}{l_{tot}} = \frac{3l_3 L_A + \frac{3}{2} l_3 L_B + L_C l_3}{3l_3 + \frac{3}{2} l_3 + l_3}$$

$$= \frac{6}{11} L_A + \frac{3}{11} L_B + \frac{2}{11} L_C = \frac{1}{11} (8 \times 0.3351 + 3 \times 0.7658 - 4 \times j0.1701)$$

$$\rightarrow L_{tot} = \frac{1}{11} (3.4782 - j0.4804)$$

$$\rightarrow L_{tot} = 0.3162 - j0.0436 = 0.3192 \angle -7.859^\circ \frac{mH}{km}$$



$$I_A = I_B = I_C$$

$$I_N = -3I_A$$

$$+ I_C \ln\left(\frac{1}{x}\right)$$

$$- \Delta V_N = (-j\omega \times 10^{-7}) \ln\left(\frac{(2P+x)(P+x)(x)}{(r')^3}\right)$$

۱۴- امتحانی: در یک مدار سه فاز متوازن

$$\Delta V_N = (j\omega \times 10^{-7}) [I_N \ln\left(\frac{1}{r'}\right) + I_A \ln\left(\frac{1}{2P+x}\right) + I_B \ln\left(\frac{1}{P+x}\right) + I_C \ln\left(\frac{1}{x}\right)]$$

$$\Delta V_N = (-j\omega \times 10^{-7}) \left[\underbrace{I_N}_{-3I_A} \ln\left(\frac{1}{r'}\right) + I_A \ln\left(\frac{1}{(2P+x)(P+x)x}\right) \right]$$

$$\rightarrow \frac{\partial DV_n}{\partial X} = 0 \rightarrow \frac{3X^2 + 6PX + 2P^2}{X(X+P)(X+1P)} = 0 \rightarrow 3X^2 + 6PX + 2P^2 = 0$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{-6P \pm \sqrt{12P^2}}{6} \quad \left\{ \begin{array}{l} X = -P + \frac{P\sqrt{12}}{6} \\ \lambda = -P - \frac{P\sqrt{12}}{6} \end{array} \right.$$

هر دو X منفی است و λ مثبت و بزرگتر است.