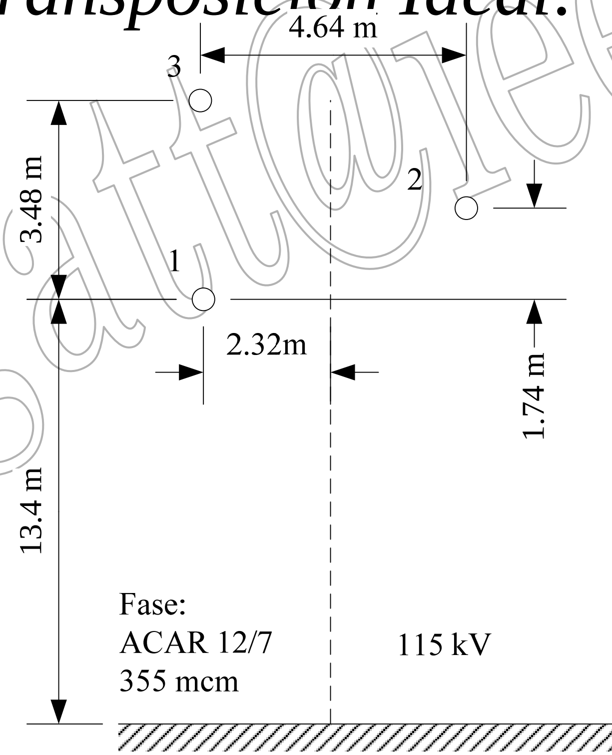
ELC-30714
Líneas de Transmisión I

Anexo 2.1
Parametro Capacitivo en LT
Ejercicios

Prof. Francisco M. Gonzalez-Longatt
fglongatt@ieee.org
http://www.giaelec.org/fglongatt/LT.htm

Problema #1

- La figura siguiente corresponde a una LT típica de 115 kV, 60 Hz en Venezuela. Determinar el parámetro capacitivo (a) *Sin Transposición*. (b) Considerando *Transposición Ideal*.



Francisco M. Gonzalez-Longatt, fglongatt@ieee.org

Problema #1

- A partir de la geometría de la línea, se procede al calculo de la distancias y altura de los conductores (en metros):

$$d_{12} = 4.955 \quad d_{23} = 4.955 \quad d_{13} = 3.480$$
$$H_{12} = 28.91 \quad H_{23} = 32.35 \quad H_{13} = 30.28$$
$$H_{11} = 26.80 \quad H_{22} = 30.28 \quad H_{33} = 33.76$$

- Mientras que se conoce que el radio del conductor de 355 mcm ACAR 12/7 es:

$$r_f = 0.8675 \times 10^{-2} m$$

Problema #1

(a) Se procede al calculo de la *matriz de potenciales de Maxwell Sin Transposición*:

$$[B] = \begin{bmatrix} B_{11} & B_{12} & B_{13} \\ & B_{22} & B_{23} \\ & & B_{33} \end{bmatrix}_{3\times 3}$$

$$B_{ii} = \ln\left(\frac{H_{ii}}{R_i}\right)$$

$$B_{ij} = \ln\left(\frac{H_{ij}}{d_{ij}}\right)$$

Francisco M. Gonzalez-Longatt, fglongatt@ieee.org

Problema #1

Sustituyendo distancias se tiene:

$$[B] = \begin{bmatrix} \ln\left(\dfrac{H_{11}}{R_1}\right) & \ln\left(\dfrac{H_{12}}{d_{12}}\right) & \ln\left(\dfrac{H_{13}}{d_{13}}\right) \\ & \ln\left(\dfrac{H_{22}}{R_2}\right) & \ln\left(\dfrac{H_{23}}{d_{23}}\right) \\ & & \ln\left(\dfrac{H_{33}}{R_3}\right) \end{bmatrix}_{3\times 3}$$

Francisco M. Gonzalez-Longatt, fglongatt@ieee.org

Problema #1

$$[B] = \begin{bmatrix} \ln\left(\frac{H_{11}}{R_1}\right) & \ln\left(\frac{H_{12}}{d_{12}}\right) & \ln\left(\frac{H_{13}}{d_{13}}\right) \\ & \ln\left(\frac{H_{22}}{R_1}\right) & \ln\left(\frac{H_{23}}{d_{23}}\right) \\ & & \ln\left(\frac{H_{33}}{R_1}\right) \end{bmatrix}_{3\times 3}$$

$$d_{12} = 4.955 \quad d_{23} = 4.955 \quad d_{13} = 3.480$$

$$H_{12} = 28.91 \quad H_{23} = 32.35 \quad H_{13} = 30.28$$

$$H_{11} = 26.80 \quad H_{22} = 30.28 \quad H_{33} = 33.76$$

$$R_1 = 0.8675\times 10^{-2}\, m$$

Francisco M. Gonzalez-Longatt, fglongatt@ieee.org

Problema #1

$$[B]=\begin{bmatrix} \ln\left(\dfrac{26.80}{0.8675\times10^{-2}}\right) & \ln\left(\dfrac{28.91}{4.955}\right) & \ln\left(\dfrac{30.28}{3.480}\right) \\ & \ln\left(\dfrac{20.28}{0.8675\times10^{-2}}\right) & \ln\left(\dfrac{32.35}{4.955}\right) \\ & & \ln\left(\dfrac{33.76}{0.8675\times10^{-2}}\right) \end{bmatrix}_{3\times3}$$

Problema #1

$$[B]=\begin{bmatrix} 8.035 & 1.764 & 2.163 \\ 1.764 & 8.158 & 1.876 \\ 2.163 & 1.876 & 8.267 \end{bmatrix}_{3\times 3}$$

- Se calcula la matriz inversa:

$$([B])^{-1}=\begin{bmatrix} 63.91 & -10.53 & -14.34 \\ -10.53 & 61.75 & -11.26 \\ -14.34 & -11.26 & 62.44 \end{bmatrix}\frac{1}{464.04}$$

Francisco M. Gonzalez-Longatt, fglongatt@ieee.org

Problema #1

- La matriz admitancia Capacitiva resulta ser:

$$Y = j\begin{bmatrix} 28.87 & -4.76 & -6.48 \\ -4.76 & 27.90 & -5.10 \\ -6.48 & -5.10 & 28.21 \end{bmatrix} \times 10^{-10} \left[\frac{Siemens}{m}\right]$$

Francisco M. Gonzalez-Longatt, fglongatt@ieee.org

Problema #1

(b) Se procede al calculo de la *matriz de potenciales de Maxwell Con Transposición*:

$$[B]_{fg} = \begin{bmatrix} B_p & B_m & B_m \\ & B_p & B_m \\ & & B_p \end{bmatrix}_{3\times 3}$$

$$\begin{cases} B_{pf} = \ln\left(\dfrac{HPG_f}{R_f}\right) \\ B_{mf} = \ln\left(\dfrac{HMG_f}{DMG_f}\right) \end{cases}$$

$$\begin{cases} HPG_f = \sqrt[3]{H_{aa}H_{bb}H_{cc}} \\ HMG_f = \sqrt[3]{H_{ab}H_{bc}H_{ac}} \\ DMG_f = \sqrt[3]{d_{ab}d_{bc}d_{ac}} \end{cases}$$

Francisco M. Gonzalez-Longatt, fglongatt@ieee.org

Problema #1

$$B_{pf} = \ln\left(\frac{\sqrt[3]{H_{11}H_{22}H_{33}}}{R_f}\right)$$

$$B_{mf} = \ln\left(\frac{\sqrt[3]{H_{12}H_{23}H_{13}}}{\sqrt[3]{d_{12}d_{23}d_{13}}}\right)$$

$$HPG_f = \sqrt[3]{H_{aa}H_{bb}H_{cc}}$$

$$HMG_f = \sqrt[3]{H_{ab}H_{bc}H_{ac}}$$

$$DMG_f = \sqrt[3]{d_{ab}d_{bc}d_{ac}}$$

$$d_{12} = 4.955 \quad d_{23} = 4.955 \quad d_{13} = 3.480$$

$$H_{12} = 28.91 \quad H_{23} = 32.35 \quad H_{13} = 30.28$$

$$H_{11} = 26.80 \quad H_{22} = 30.28 \quad H_{33} = 33.76$$

Francisco M. Gonzalez-Longatt, fglongatt@ieee.org

Problema #1

$$HPG_f = \sqrt[3]{H_{aa}H_{bb}H_{cc}} \qquad HPG_f = \sqrt[3]{26.80\times 30.28\times 33.76}$$

$$HMG_f = \sqrt[3]{H_{ab}H_{bc}H_{ac}} \qquad HMG_f = \sqrt[3]{28.91\times 32.35\times 30.28}$$

$$DMG_f = \sqrt[3]{d_{ab}d_{bc}d_{ac}} \qquad DMG_f = \sqrt[3]{4.955\times 4.955\times 3.480}$$

$$HPG_f = 30.146$$

$$HMG_f = 30.48$$

$$DMG_f = 4.404$$

Francisco M. Gonzalez-Longatt, fglongatt@ieee.org

Problema #1

$$\begin{cases} B_{pf} = \ln\left(\dfrac{30.146}{0.8675\times10^{-2}}\right) \\ B_{mf} = \ln\left(\dfrac{30.48}{4.404}\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} B_{pf} = 8.153 \\ B_{mf} = 1.934 \end{cases}$$

$$[B] = \begin{bmatrix} 8.153 & 1.934 & 1.934 \\ 1.934 & 8.153 & 1.934 \\ 1.934 & 1.934 & 8.153 \end{bmatrix}_{3\times3}$$

Problema #1

- Se calcula la matriz de reactancias capacitivas [*X'*]:

$$X' = \frac{1}{j\omega 2\pi\varepsilon}[B]$$

- Para esta matriz se tiene que los valores resultan ser:

$$X'_p = -j38.89\times 10^7\,\Omega - m$$

$$X'_m = -j9.23\times 10^7\,\Omega - m$$

- La reactancia de secuencia positiva será:

$$X'^{+} = X'_p - X'_m = -29.66\times 10^7\,\Omega - m$$

$$X^{+} = \frac{B_p - B_m}{j\omega 2\pi\varepsilon} = \frac{B_{pf} - B_{mf}}{j\omega 2\pi\varepsilon}$$

Francisco M. Gonzalez-Longatt, fglongatt@ieee.org

Problema #1

- El valor de la admitancia de secuencia positiva será simplemente:

$$Y^{+} = \frac{1}{X^{+}}$$

$$Y^{+} = \frac{1}{X^{+}} = j33.71\times 10^{-10}\left[\frac{siemens}{m}\right]$$

Francisco M. Gonzalez-Longatt, fglongatt@ieee.org