

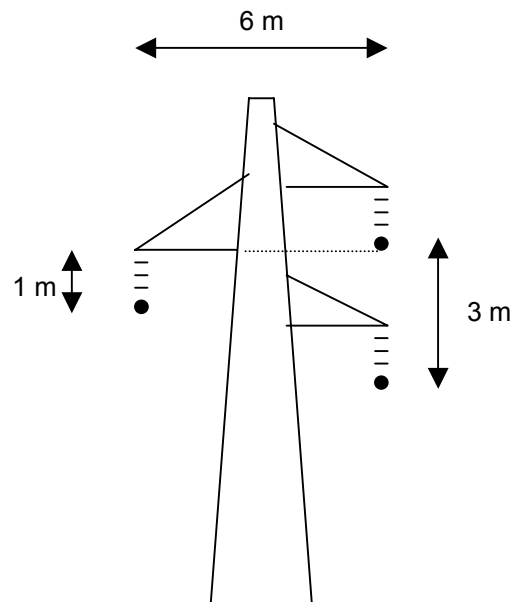


UNIVERSIDAD DE CHILE
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Departamento de Ingeniería Eléctrica
Área de Energía

CLASE AUXILIAR 5 DE ABRIL DE 2005 – EL57A

Prof.: Rodrigo Palma B.
Aux.: Pablo Medina C.

1.- Se tiene la siguiente línea de transmisión:

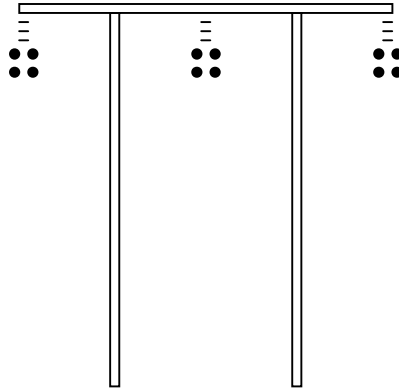


Tipo conductor	ACSR
Conductor	Rail
Sección	954 MCM
Resistividad	$32,8223 \Omega \text{mm}^2/\text{km}$
Longitud	80 km
Nº Conductores por fase	1
Tensión nominal	220 kV

- Calcular la resistencia, inductancia y capacitancia por kilómetro de la línea
- Determinar el modelo pi con aproximación de línea corta. Calcular los parámetros ABCD
- Determinar el modelo pi exacto de la línea y los parámetros ABCD
- Calcular la tensión en el extremo receptor de la línea al conectar esta en vacío a una barra infinita de 220 kV considerando ambos modelos calculados en a y b (Efecto Ferranti con aproximación de línea corta y modelo exacto)

Nota: Desprecie los efectos de la tierra sobre la línea y la conductancia paralela. . La línea no posee cable de guardia. Existen transposiciones a lo largo de la línea.

2.- Para la siguiente línea:



Sección	700 MCM
Resistividad	28,1979 $\Omega/(\text{km mm}^2)$
Longitud	245 km
Separación entre fases	12 m
Nº Conductores por fase	4
Separación entre conductores	30 cm. (lado del cuadrilátero)
Tensión nominal	500 kV

- Calcular la resistencia, inductancia y capacitancia por kilómetro de la línea
- Determinar el modelo π con aproximación de línea corta.
- Determinar el modelo π exacto de la línea. Calcular los parámetros ABCD.
- Esta línea es muy similar a la línea Ancoa – Alto Jahuel del SIC. Se desea alimentar una carga de 500 MW con factor de potencia 0,93 inductivo. Calcule la tensión en el extremo de la carga si la tensión en el extremo transmisor es de 1,1 p.u.
- Se ha producido una falla al final de la línea lo que hace que un interruptor opere y desconecte la carga. Al final de la línea existen reactores de maniobra para evitar las alzas de voltaje producidas por el efecto Ferranti. Calcule el tamaño de los reactores (en MVar) de tal forma que el voltaje al final de la línea en vacío no sobrepase 1 p.u.

Nota: Desprecie los efectos de la tierra sobre la línea y la conductancia paralela. . La línea no posee cable de guardia. Existen transposiciones a lo largo de la línea.

Fórmulas y cantidades útiles

$$1 \text{ MCM} = 1000 \text{ cmil} = 0,5067 \left[\text{mm}^2 \right]$$

$$\varepsilon_0 = 8,8542 \times 10^{-12} \left[\text{F} / \text{m} \right]$$

$$C_n = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\ln\left(\frac{D_{eq}}{r_{eq}}\right)}, \quad L = 2 \times 10^{-7} \ln\left(\frac{D_{eq}}{e^{\frac{1}{4}} r_{eq}}\right) \left[\text{H} / \text{m} \right]$$

$$D_{eq} = \sqrt[3]{D_{ab} \cdot D_{ac} \cdot D_{bc}}$$

$$r_{eq}^c = \begin{cases} r & n=1 \\ \sqrt{r \cdot d} & n=2 \\ \sqrt[3]{r \cdot d^2} & n=3 \\ 1,09\sqrt[4]{r \cdot d^3} & n=4 \end{cases}, \quad r_{eq}^l = \begin{cases} e^{-1/4} \cdot r & n=1 \\ \sqrt{e^{-1/4} \cdot r \cdot d} & n=2 \\ \sqrt[3]{e^{-1/4} \cdot r \cdot d^2} & n=3 \\ 1,09\sqrt[4]{e^{-1/4} \cdot r \cdot d^3} & n=4 \end{cases}$$

La unidad para la capacitancia dependerá de cómo se exprese la constante dieléctrica.

Modelo Pi de una línea de transmisión

Aproximación líneas cortas	Forma exacta
$Z = (R + j\omega L) \cdot l \left[\Omega \right]$	$Z' = Z_c \sinh(\gamma l) \left[\Omega \right]$
$\frac{Y}{2} = \left(\frac{j\omega C}{2} \right) \cdot l \left[S \right]$	$\frac{Y'}{2} = \frac{1}{Z_c} \tanh\left(\frac{\gamma l}{2}\right) \left[S \right]$
	$Z_c = \sqrt{\frac{R + j\omega L}{G + j\omega C}}, \gamma = \sqrt{(R + j\omega L)(G + j\omega C)} \left[\frac{1}{\text{km}} \right]$

Parámetros ABCD aproximación línea corta

$$A = D = \frac{ZY}{2} + 1, \quad B = Z, \quad C = Y \left(1 + \frac{ZY}{4} \right)$$

$$\text{donde} \begin{cases} Z = R + j\omega L \\ Y = j\omega C \end{cases}$$

Parámetros ABCD forma exacta (necesaria para líneas largas)

Una forma es utilizar las definiciones para los parámetros ABCD reemplazando las expresiones para Z e Y por Z' e Y'. La otra forma es calculando la definición de estos parámetros:

$$A = D = \cosh(\gamma l)$$

$$B = Z' \quad C = \frac{\sinh(\gamma l)}{Z_c}$$