

### **Ejercicio de sobretensiones de rayo**

Se desea realizar un estudio de descargas inversas de rayo sobre una línea típica 150 kV en una zona del país con nivel cerámico  $T=20$  días.

El archivo Rayohawk17.acp es el modelo ATPDraw de la línea.

Este archivo se basa en la información contenida en los Anexos 1 y 2.

a) Suponiendo que el rayo cae en el instante en que el ángulo de fase de la tensión es 0 en fase A, encontrar las corrientes de rayo que producen descarga inversa (corriente crítica) en alguna fase, para resistencias de puesta a tierra de 5, 10, 15 y 20 ohms en la torre en que cae el rayo. Explicar cualitativamente los resultados.

Nota: Las soluciones se calcularán con un error máximo de 10 kA.

b) Para una resistencia de puesta a tierra fija de 20 ohms, calcular como varía la corriente crítica y la fase en que se produce la descarga cuando varía la fase de la tensión aplicada a 50 Hz en el momento de la descarga a lo largo de un ciclo completo.

Nota: Las corrientes críticas se calcularán con un error máximo de 10 kA. El ciclo a frecuencia industrial se dividirá en intervalos de al menos  $20^\circ$ .

c) Calcular la tasa de falla de la línea a las descargas inversas en las condiciones de b). Se asumirá que el número de fallas de blindaje (por descargas directas) es despreciable.

## Anexo 1-Datos de la línea

### Datos de la torre y geometría de la línea



<b>Conductor</b>	<b>Coordenadas en la torre (m)</b>	<b>Coordenadas en medio del vano (m)</b>
CG	(0 , 28.0)	(0 , 21.0)
CA	(3.1 , 22.5)	(3.1 , 14.5)
CB	(-3.1 , 20.3)	(-3.1 , 12.3)
CC	(3.1 , 18.0)	(3.1 , 10.0)

<b>Ménsula</b>	<b>Altura en la torre (m)</b>
MA	24.0
MB	21.8
MC	19.5

Las coordenadas están referidas al suelo y al eje de la torre.

Vano promedio = 400 m

Resistividad del terreno = 100 ohm-m

### Datos de los conductores

<b>Conductor</b>	<b>Material</b>	<b>Radio del núcleo de acero (mm)</b>	<b>Radio exterior (mm)</b>	<b>Resistencia d.c (ohm/km)</b>
Cable de guardia	Acero		4.5	3.0
Fase	Aluminio/Acero	4.0	11.0	0.135

### **Anexo 2-Otros datos y criterios de modelado**

#### Torres

a) Torre en que cae el rayo:

Cada tramo de torre se modelará como una línea con parámetros distribuidos, con impedancia de onda de 150 ohm, sin pérdidas.

Se asumirá que la velocidad de la onda es el 90 % de la de la luz, y se despreciarán los tramos horizontales de las ménsulas.

b) Restantes torres

Se modelarán como líneas con parámetros distribuidos, con impedancia de onda de 150 ohm, sin pérdidas.

Se asumirá que la velocidad de la onda es el 90 % de la de la luz.

#### Resistencias de puesta a tierra

Resistencias de puesta a tierra de 10 ohms en las restantes torres.

#### Aisladores

Se modelarán como llaves de tensión controlada en paralelo con un capacitor.

Tensión de descarga = 800 kVp

Capacitancia de cada plato de la cadena de aisladores = 80 pF

Número de platos = 10

#### Modelado de la línea

Se modelarán 2 vanos de 400 m a cada lado de la torre en que se produce la descarga.

El resto de la línea se modelará con tramos lo suficientemente largos como para evitar que vuelvan las reflexiones de la onda durante el período de estudio.

#### Forma de onda del rayo

Onda de 2 rampas, tiempo de frente = 2  $\mu$ s , tiempo de cola = 50  $\mu$ s

#### Frecuencia de cálculo

Los parámetros de la línea se calcularán a 350 kHz.

Tensión de operación de frecuencia industrial

150 kV rms entre fases.