

# Sobretensiones Atmosféricas

## Problema #1

Las torres de una línea de transmisión son de 36 m de altura y espaciadas 300m. Estas están unidas en su punto más alto por cables de tierra cuya impedancia de sobre tensión es 540 Ohmios. La resistencia de puesta a tierra de la torre es de 25 Ohmios. Una torre es impactada por una descarga atmosférica. La corriente del rayo crece en forma linealmente a un pico de 60 kA en 2  $\mu$ seg antes de comenzar a disminuir.

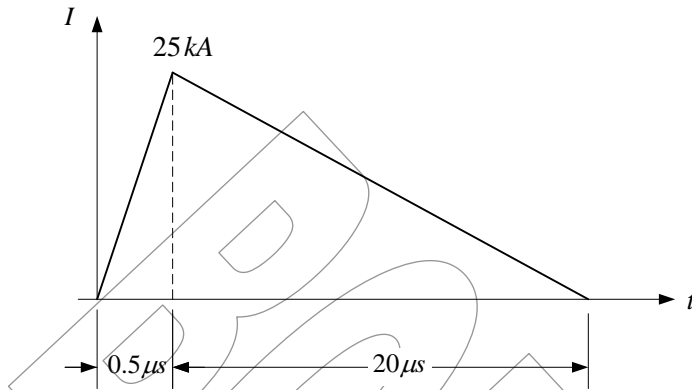
Calcular el potencial en la parte más alta de la torre (el tope) y el potencial en la base de la torre para el primer microsegundo después que la descarga atmosférica hace contacto con la torre. La impedancia de sobre tensión de la torre es de 140 Ohmios; la impedancia del canal plasmático del rayo puede ser despreciado. Asuma que todas las ondas viajan a  $2.98 \times 10^8$  m/s.

## Problema #2

Las torres de una línea de transmisión son de 38 m de altura. Ellas están espaciadas 280m, y además están unidas en su punto más alto por un solo cable de guarda cuya impedancia de sobre tensión es 520 Ohmios. La impedancia de sobre tensión propia de la torre es de 135 Ohmios. Una descarga atmosférica impacta en el cable de guarda a 100 m de una torre. La corriente del rayo alcanza su pico de 50 kA en 1.5  $\mu$ seg. Determine el voltaje en el tope de la torre mas cercana a 0.75  $\mu$ seg luego de que el rayo hace contacto con el cable de guarda. Asuma que la impedancia del canal de la descarga atmosférica es de 1500  $\Omega$ , y que la resistencia de toma de tierra es de 25  $\Omega$ . Las ondas en la torre viajan a 90% de la velocidad de la luz.

### Problema #3

Una torre de transmisión es de 30m de alto y posee una impedancia de sobre tensión de  $150.1\Omega$ . Esta conectada con las torres adyacentes por un simple cable de guarda en su parte más alta. El factor de acoplamiento de este cable de guarda con los conductores de fase es 0.25. La resistencia efectiva de la toma de tierra de la torre es de  $40\Omega$ . Una descarga atmosférica impacta con una corriente como mostrada en la Figura, e impacta en la torre.



Calcular la tasa inicial de aumento del potencial en el tope (parte mas alta) de la torre ( $kV/\mu s$ ). Trace en forma grafica la distribución del voltaje de la sobre tensión en un conductor de fase, como una función de la distancia desde la torre, luego de  $0.4 \mu s$ .

Asuma que la impedancia de sobrevoltaje del camino del rayo es de  $1500\Omega$ , la impedancia de onda del cable de guarda es de  $340\Omega$ , la velocidad de la sobretensión en la torre es de  $240m/\mu s$ , y la velocidad del sobrevoltaje en los conductores  $290 m/\mu s$ .

### Problema #4

Una descarga atmosférica lo cual alcanza un pico de corriente de  $35 kA$  en  $1\mu s$  impacta en una torre de 20m en una línea de transmisión de 345 kV. La línea posee un cable de guarda en el tope de las torres; su impedancia de sobre tensión es de  $520 \Omega$ . La impedancia de sobre tensión de la torre es de  $90\Omega$  y la resistencia de la toma de tierra es  $40\Omega$ . Determine cuando el aislamiento sufrirá un *flashover*, como consecuencia de una sobre tensión, asumiendo que su capacidad de resistir sobre tensión es de 1050 kV. Un factor de acoplamiento de 0.3 con los conductores de fase puede ser asumido; la impedancia del canal plasmático del rayo puede ser ignorado; y una velocidad de propagación en la torre de  $2.98 \times 10^8$  m/s.

**Problema #5**

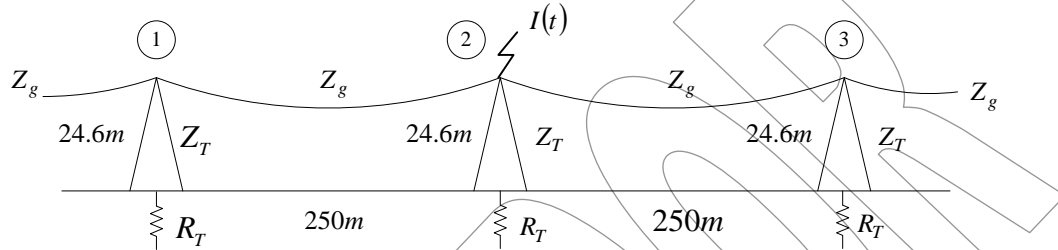
En la Figura siguiente se muestra tres torres (1, 2 y 3) de un sistema de transmisión que esta unido por cables de guarda. La torre 2 es impactada por una descarga atmosférica. La forma de la onda de corriente del rayo es:

$$I(t) = 2.5 \times 10^{10} t, \quad 0 < t < 1 \mu s$$

$$I(t) = 2.5 \times 10^4 - 2.5 \times 10^8 t, \quad 1 < t < 101 \mu s$$

$$I(t) = 0, \quad t > 101 \mu s$$

Cada torre es de 24.6m de altura y esta soportada por una base cuadrada la cual es de 7m por lado.  $Z_g = 450 \Omega$ ,  $R_T = 80 \Omega$ , asuma que la impedancia del canal plasmático de la descarga de rallo es infinito. Las ondas viajeras poseen las siguientes velocidades: (a) en los conductores de  $2.98 \times 10^8$  m/s; (b) en las torres,  $2.68 \times 10^8$  m/s.



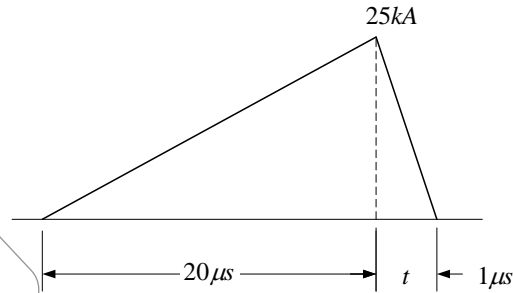
Calcular el primer pico de voltaje en la torre 1 y el tiempo cuando este ocurre. Calcular el máximo sobre voltaje a lo largo de la cadena de aisladores de los conductores de fase en la torre 2 si se asume un factor de acoplamiento  $k = 0.25$ . En el tiempo en el que impacta la descarga atmosférica el voltaje en la fase A es  $(550\sqrt{2/\sqrt{3}})\sin 110^\circ$ . La curva de voltaje/tiempo para la cadena de:

$t = 0.5$	1.0	1.5	2.0	3.0	4.0	$\mu s$
$V = 2040$	1870	1750	1663	1532	1480	kV

Ocurrirá un *flashover*? Si, cuando?

## Problema #6

Una descarga atmosférica posee una forma de onda de la corriente como la mostrada en la Figura siguiente.



Este rayo impacta en una torre la cual posee un solo cable de guarda en ambas direcciones. Las características son las siguientes:

Impedancia característica del canal del rayo	=
Impedancia de onda de la torre	= 150
Impedancia de onda del cable de guarda	= 340
Velocidad de propagación en las líneas	= 290 m/ $\mu s$
Velocidad de propagación en la torre	= 240 m/ $\mu s$
Factor de acoplamiento de los conductores de fase	= 0.25
Altura de la torre	= 30.0 m
Resistencia efectiva de la toma de tierra de la torre	= 40 $\Omega$

Determine el máximo potencia en el tope o parte más alta de la torre. Grafique la distribución de sobre voltaje en el conductor de fase a  $0.4\mu s$  luego de que la torre ha sido impactada.

## Referencias Documentales

- [1] Allan Greenwood. *Electrical Transient in power Systems*. Willey-Intercience. Canada. 1971.