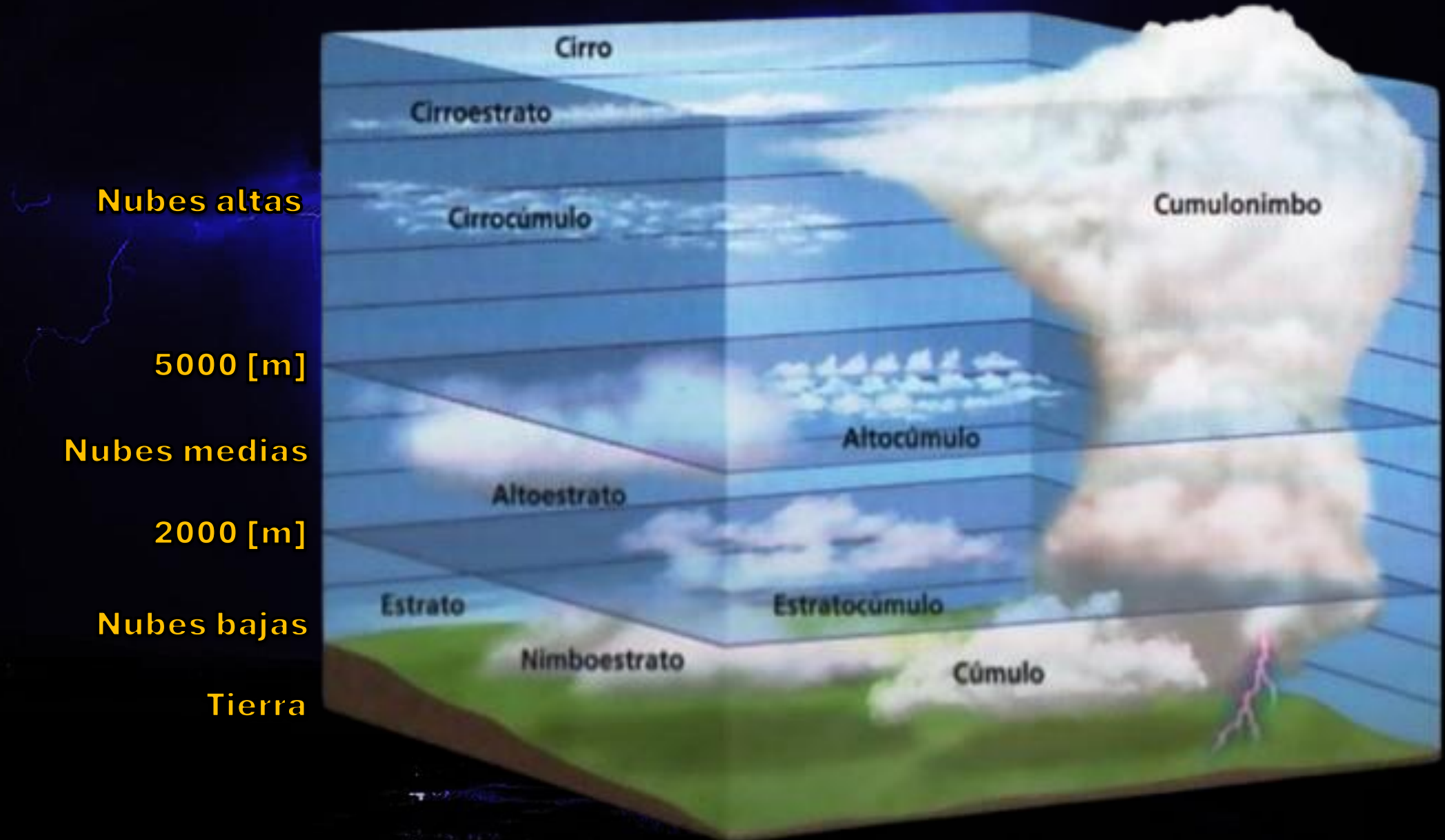

REDES DE DISTRIBUCIÓN E INSTALACIONES ELÉCTRICAS

DESCARGAS ATMOSFÉRICAS

Por Esteban Stechina y Franco Studer

Nubes



Diferentes descargas



Dentro de la nube

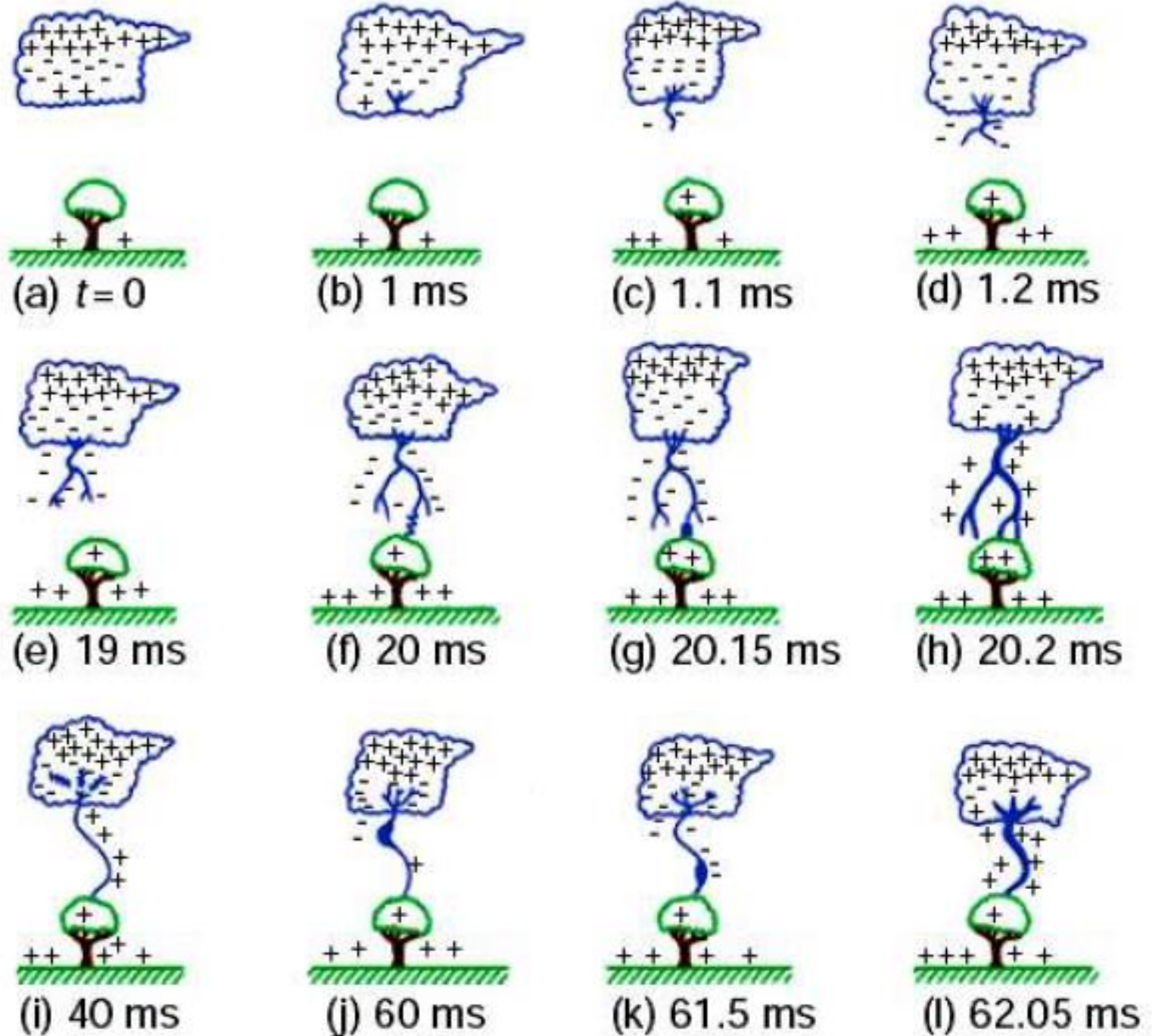
Entre nubes

Nube – Tierra

¿Qué es una descarga atmosférica?

Ruptura dieléctrica del aire producida por una acumulación excesiva de cargas eléctricas en una nube, configurando una carga electrostática.

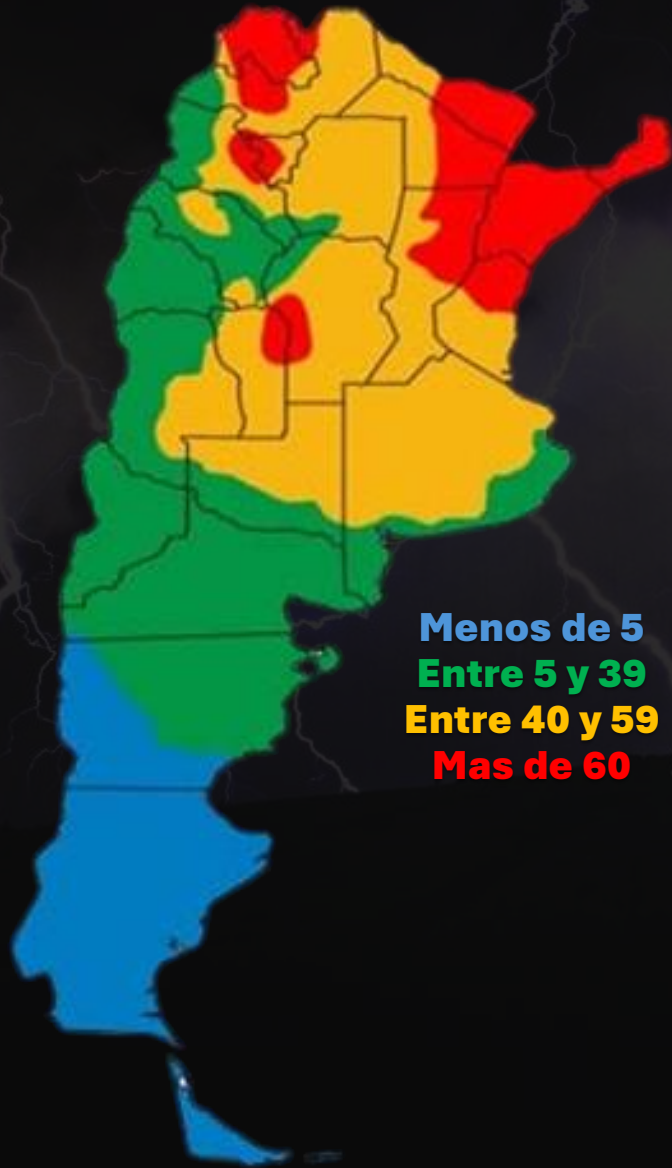
¿Cómo se forma?





**Guatemala:
impresionante
erupción del
Volcán de Fuego**

Nivel isoceráunico y densidad ceráunica



Menos de 5
Entre 5 y 39
Entre 40 y 59
Mas de 60



REFERENCIAS	
Simbolización	Intervalo / Valor
[Horizontal lines]	10 - 16
[Vertical lines]	8 - 10
[Diagonal lines /]	7 - 8
[Diagonal lines \]	5 - 7
[Cross-hatch]	4 - 5
[Dotted]	3 - 4
[Dashed]	2 - 3
[Horizontal lines]	0,7 - 2
[Vertical lines]	0,3 - 0,7
[Cross-hatch]	0,1 - 0,3



Protecciones contra sobretensiones

Características de las descargas

Descargas directas sobre la línea de Distribución:

Frente de onda: 1000 a 10000 [kV/ μ s]

Picos de corrientes: 1 a 200 [kA]

Descargas cercanas o inducidas:

Frente de onda: 8 a 100 [kV/ μ s]

Picos de corrientes: 4 a 44 [kA]

Descargadores

Se los utiliza para atenuar las sobretensiones transitorias (alta frecuencia) debidas a descargas atmosféricas [ms] o maniobras [ms].

Estos pueden ser:

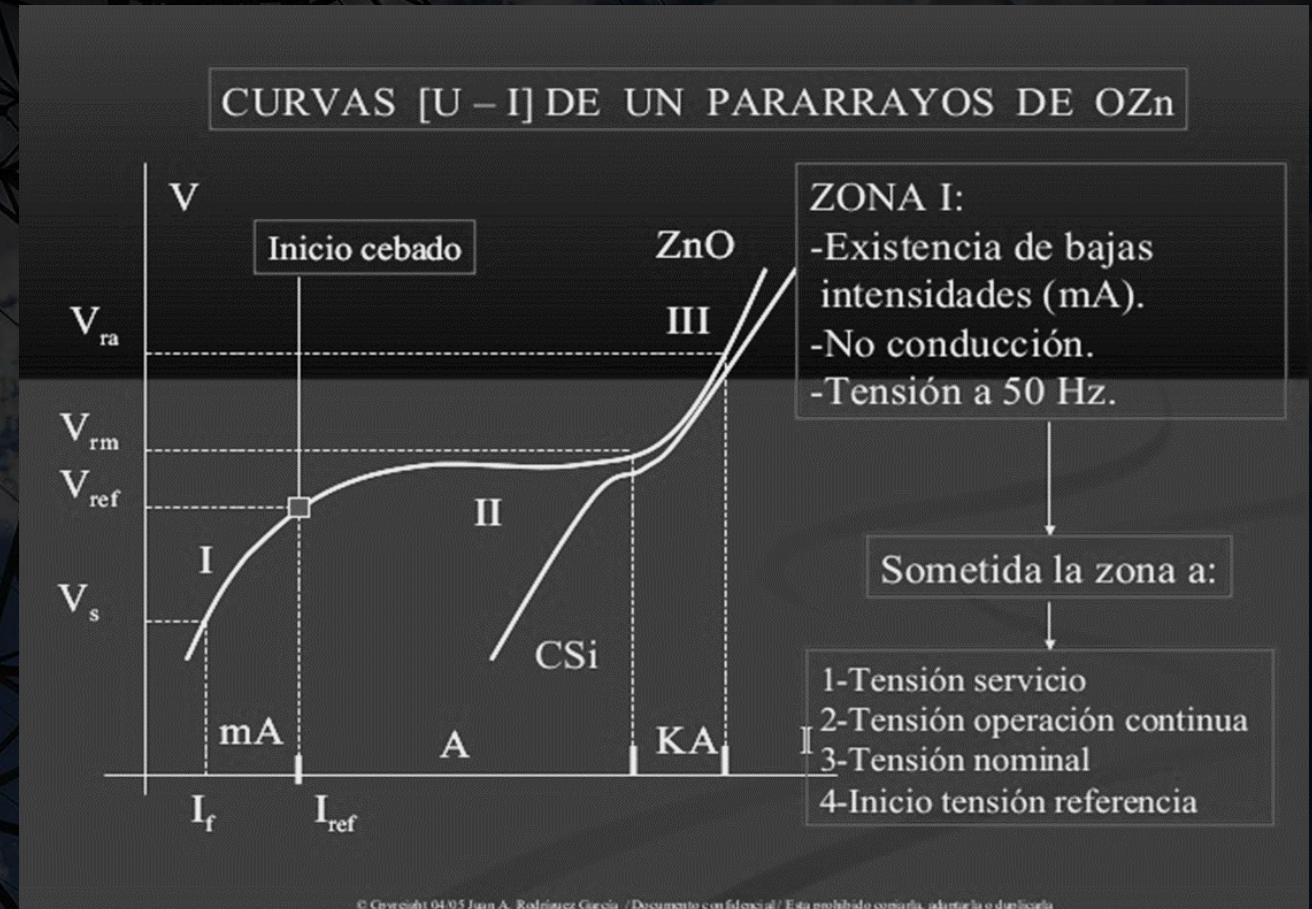
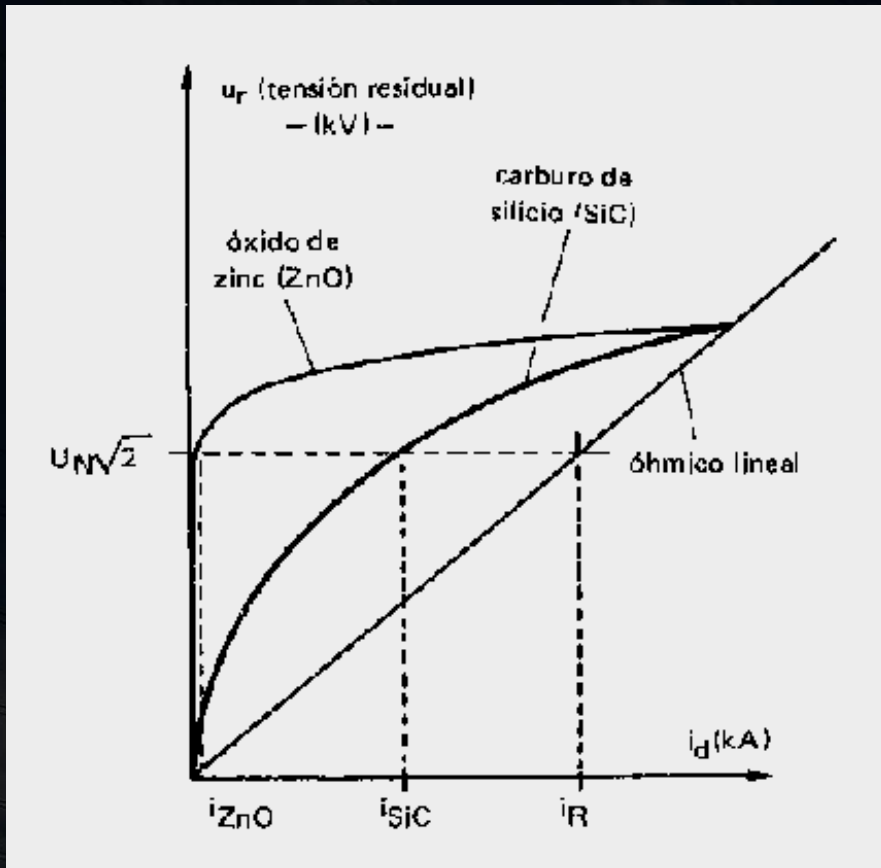
- Carburo de silicio (Csi)
- Óxido de zinc (Ozn)

Hilo de guardia

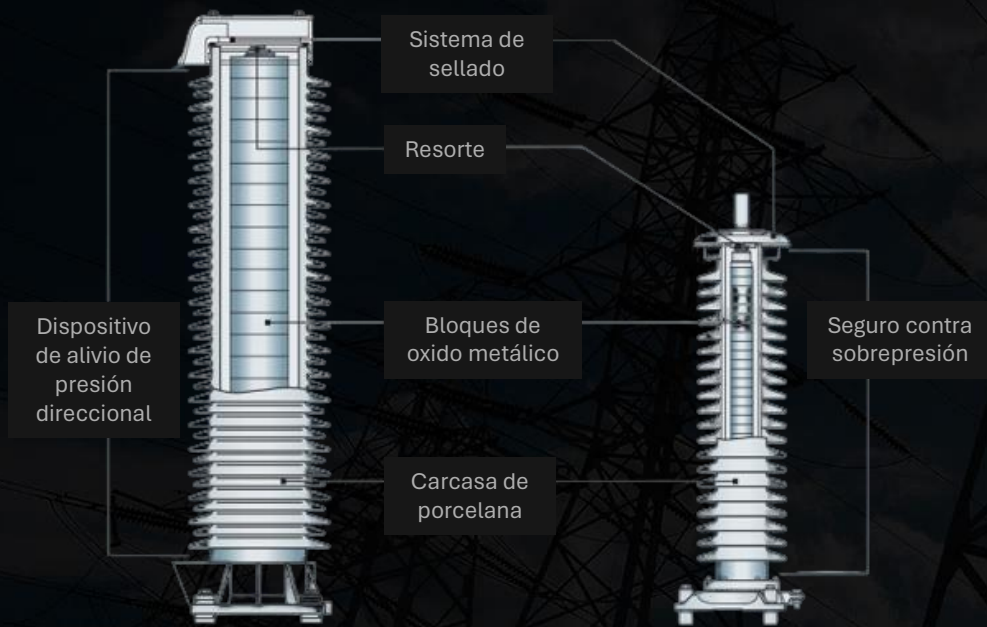
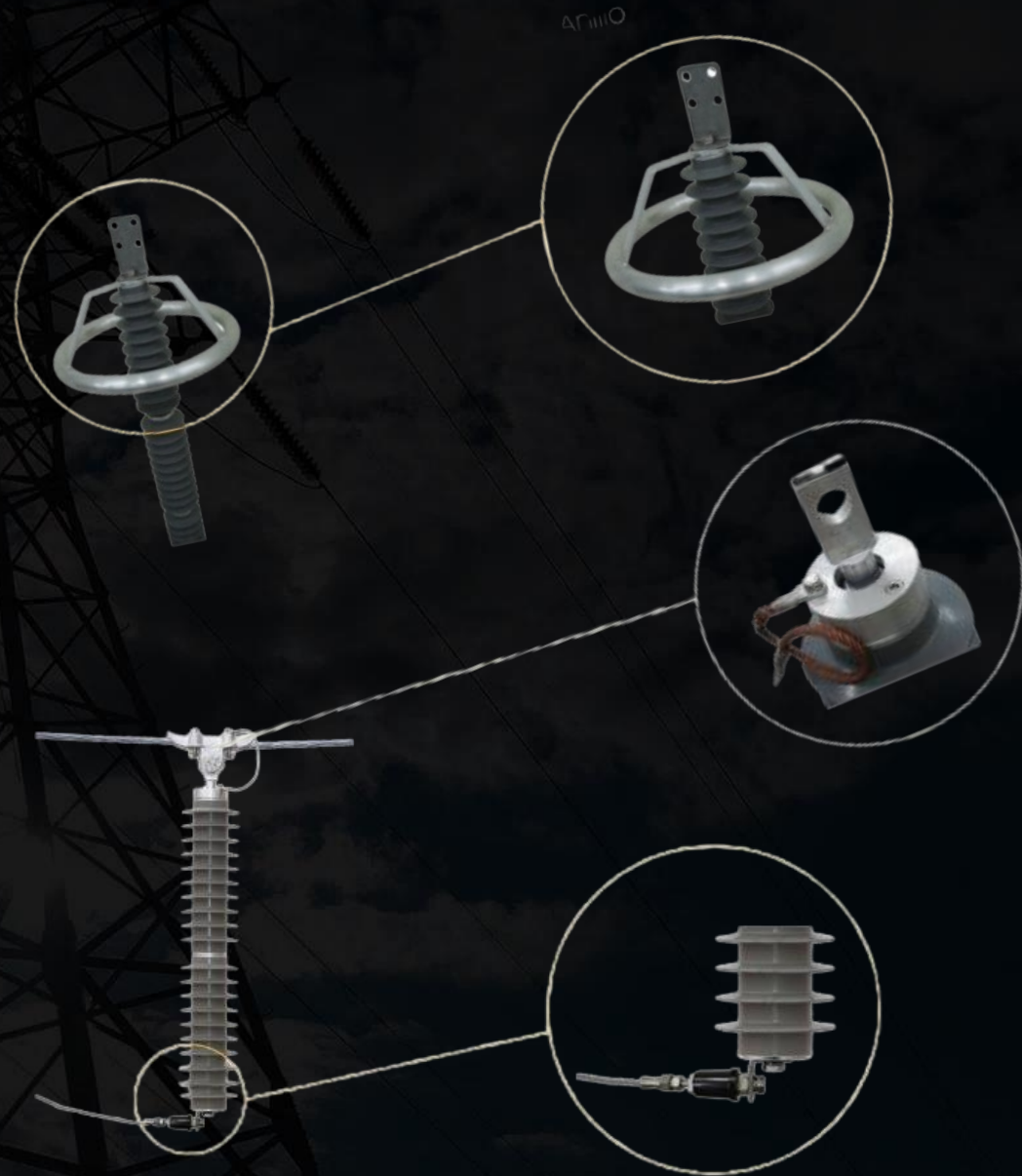
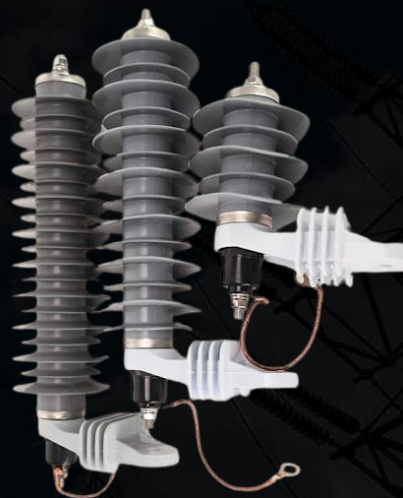
Se los utiliza para apantallamiento de las líneas de distribución.

Descargadores de sobretensión

Los descargadores funcionan como varistores. A bajas tensiones presentan resistencia elevadas con corrientes de fuga del orden de los mA (circuito abierto), pero cuando al dispositivo se lo somete a un alta tensión se ceba y comienza a conducir la corriente de falla (cortocircuito)



Descargador Ozon



Conceptos

- Tensión máxima de la línea (U_m)
- Tensión máxima de operación permanente (U_c)
- Tensión nominal (U_r)
- Tensión residual
- Sobretensión temporal a frecuencia de la red (U_{temp})
- Sobretensión temporal que soporta el descargador (U_w)
- Factor de falla a tierra (F_{ft})
- Clase o corriente nominal del descargador

Parámetros de selección

1. Máxima tensión de operación permanente (U_c)

$$U_c \geq \frac{U_m}{\sqrt{3}}$$

2. Duración y magnitud de la sobretensión temporaria (U_{temp})

$$U_{temp} = F_{ft} * \frac{U_m}{\sqrt{3}}$$

3. Requerimientos energéticos

$$S_{t_{m\acute{a}x}} = \frac{U_w}{U_c} \rightarrow U_w = S_{t_{m\acute{a}x}} * U_c$$

$$U_w > U_{temp}$$

4. Corriente nominal o clase de descargador

Ejemplo de selección:

Para un sistema con neutro a tierra con los siguientes datos del sistema:

$U_n = 13,2$ [kV], $U_m = 10\%$. $U_n = 14,5$ [kV] y un tiempo de despeje de la falla de 1 segundo

Según fabricante **Dosen**:

Máxima tensión de operación permanente (U_c)

$$U_c \geq \frac{U_m}{\sqrt{3}} = \frac{14,5}{\sqrt{3}} = 8,37 \text{ [kV]}$$

In: 10 kAc	Tensión Nominal	Tensión Operación Permanente
Modelo (2)	U_r kVef	U_c kVef
DZ 10/3	3	2,55
DZ 10/6	6	5,10
DZ 10/9	9	7,65
DZ 10/10	10	8,50
DZ 10/12	12	10,2
DZ 10/15	15	12,7
DZ 10/18	18	15,3
DZ 10/21	21	17,8
DZ 10/24	24	20,4
DZ 10/27	27	22,9
DZ 10/30	30	25,5
DZ 10/36	36	30,6

Duración y magnitud de la sobretensión temporal (U_{temp})

$$U_{temp} = F_{ft} * \frac{U_m}{\sqrt{3}} = 1,5 * \frac{14,5}{\sqrt{3}}$$

$$U_{temp} = 12,56 [kV]$$

Factor de falla a tierra (Fft)	Magnitud de la sobretensión temporaria	Tiempo de duración máximo	Sistema de Puesta a tierra o Neutro de la red
$F_{ft} < 1,4$	80% de la V_L	5 s	Efectivamente puesto a tierra
$1,4 < F_{ft} < 1,73$	V_L	10 s	no efectivamente puesto a tierra
$F_{ft} \geq 1,73$	V_L	Indefinidamente	Aislado de tierra

Requerimientos energéticos

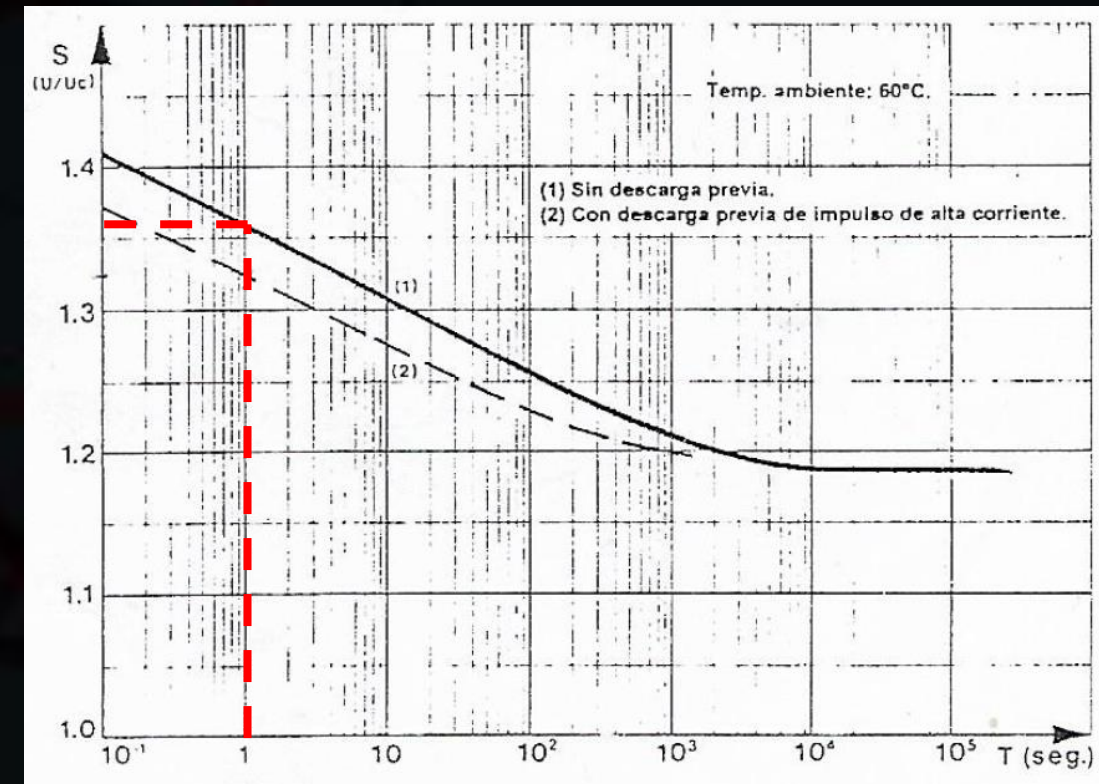
$$S_{t_{m\acute{a}x}} = \frac{U_w}{U_c} \rightarrow U_w = S_{t_{m\acute{a}x}} * U_c$$

Donde S por tabla es igual a 1,36

$$\text{Entonces } U_w = 1,36 * 8,5 [kV] \rightarrow U_w = 11,56 [kV]$$

$$U_w > U_{temp} \rightarrow 11,56 < 12,56$$

No cumple, se selecciona el U_c inmediato superior



In: 10 kAc	Tensión Nominal	Tensión Operación Permanente
Modelo (2)	Ur kVef	Uc kVef
DZ 10/3	3	2,55
DZ 10/6	6	5,10
DZ 10/9	9	7,65
DZ 10/10	10	8,50
DZ 10/12	12	10,2
DZ 10/15	15	12,7
DZ 10/18	18	15,3
DZ 10/21	21	17,8
DZ 10/24	24	20,4
DZ 10/27	27	22,9
DZ 10/30	30	25,5
DZ 10/36	36	30,6

Requerimientos energéticos

Entonces $U_w = 1,36 * 10,2 [kV] \rightarrow U_w = 13,872 [kV]$

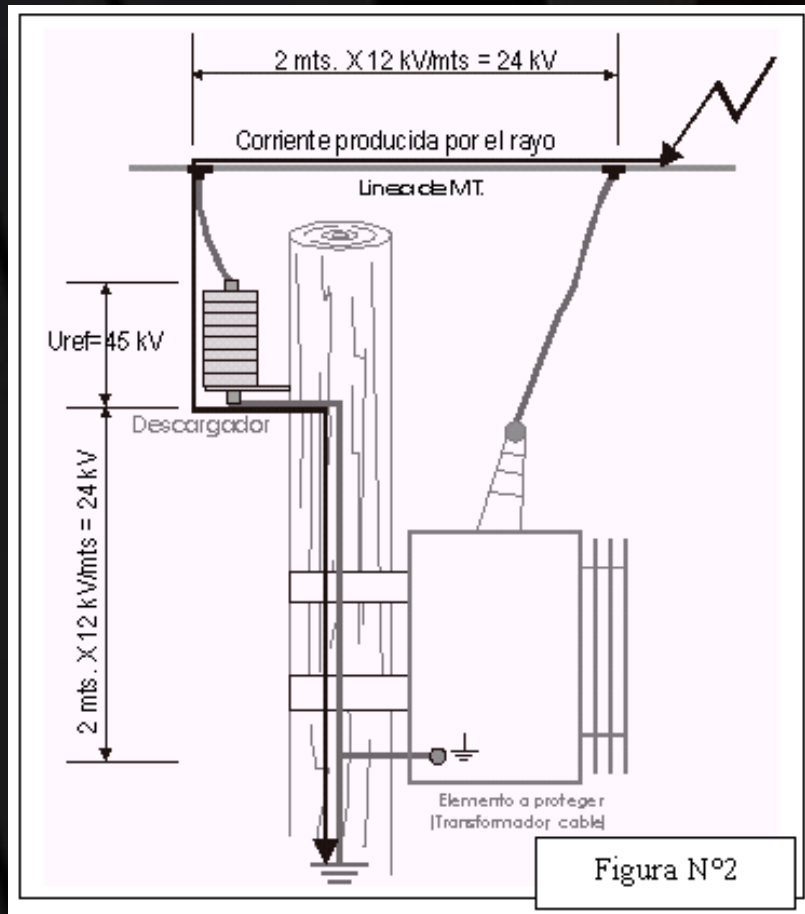
$U_w > U_{temp} \rightarrow 13,872 < 12,56$, Verifica.

Por lo tanto, el descargador seleccionado es un Dosen DZ 10/12 clase 10 [kA] con una $U_r = 10,2 [kV]$ y una $U_n = 12 [kV]$.

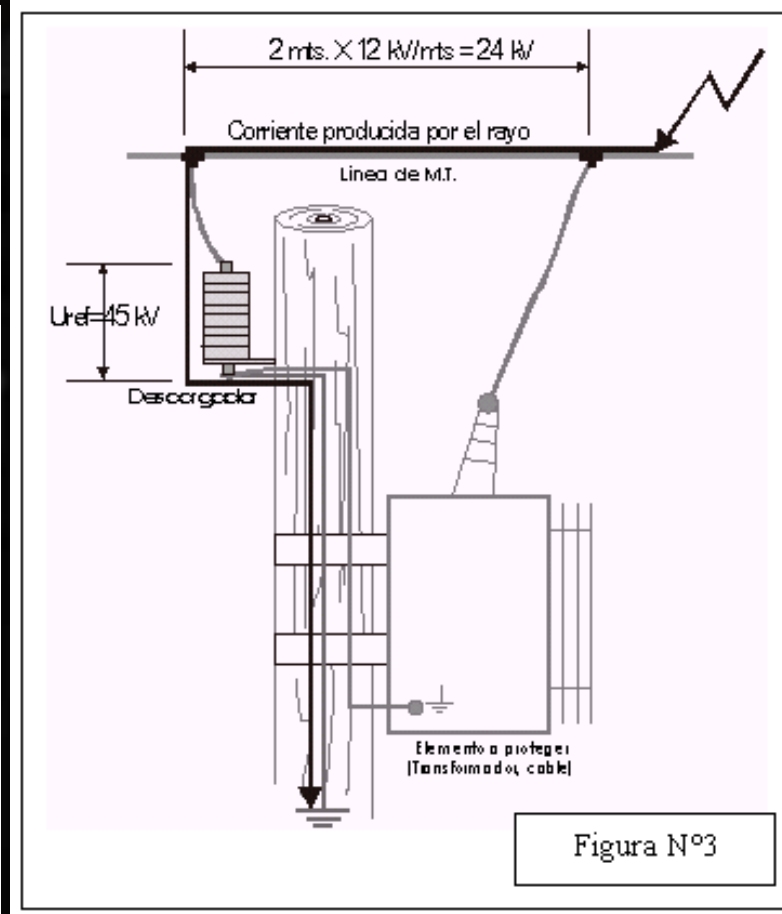
Conexión

Es recomendable realizarlas de tal manera que la longitud de los conductores no sea excesiva. De lo contrario podríamos tener un margen de protección muy bajo debido a la excesiva caída de tensión.

Conexión ineficiente



Conexión actual



$$MP = \frac{NBA - NP}{NP} * 100$$

MP = margen de protección
NBA = Nivel básico de aislación
NP = Nivel protección determinado por la tensión residual

