

Objetivos

- Comprender las causas de las sobretensiones que pueden aparecer en una instalación eléctrica y su clasificación.
- Conocer las formas de onda representativas para las sobretensiones transitorias en AC-Baja Tensión (según IEEE – ANSI C62.41:2002)
- Comprender el efecto de las sobretensiones transitorias sobre las instalaciones/equipamiento y sobre las personas.
- Comprender el principio de funcionamiento de las protecciones contra sobretensiones transitorias. Conocer los dispositivos y sus componentes.
- Adquirir los conocimientos y herramientas necesarios para la correcta selección e instalación de los DS,T para la protección del equipamiento conectado a una instalación de Baja Tensión.

Clasificación de sobretensiones

Transitorias – Corta duración - Permanentes

Transitorias: duración menor a medio ciclo (10ms)

- Impulsivas:

Generadas por **descargas atmosféricas**

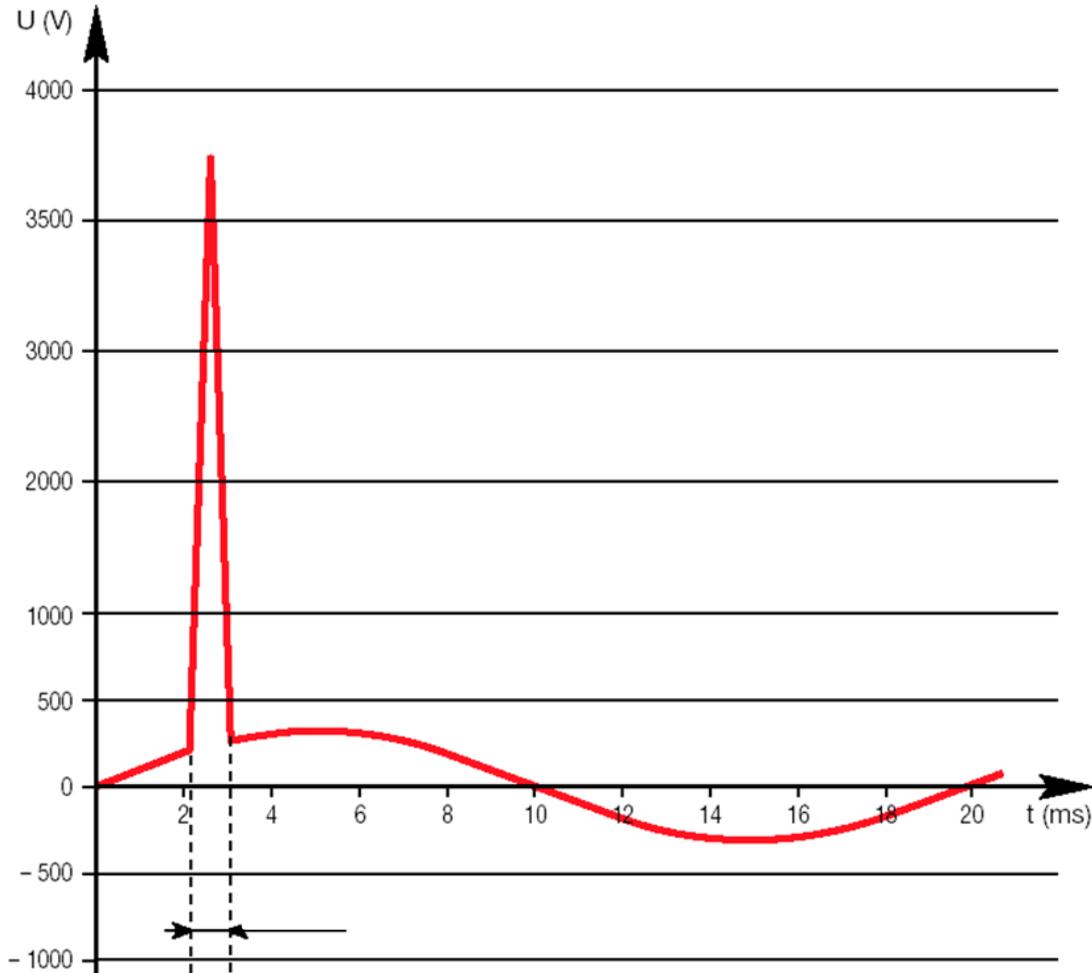
Generadas por **descargas electrostáticas**

- Oscilatorias amortiguadas:

Conexión y desconexión de equipos por **dispositivos de corte en aire (contactores) o de actuación rápida (NH)**

Generadas por **maniobras**: aperturas y reconexiones debidas a cortocircuitos, desconexión de cargas inductivas, conexión de cargas capacitivas.

Clasificación de sobretensiones Impulsiva



Valores de pico de tensión muy elevados (kV..MV)

Unidireccionales

Pueden tener una duración típica de nano, micro o mili segundos.
Según su origen

Clasificación de sobretensiones Transitoria - Impulsiva

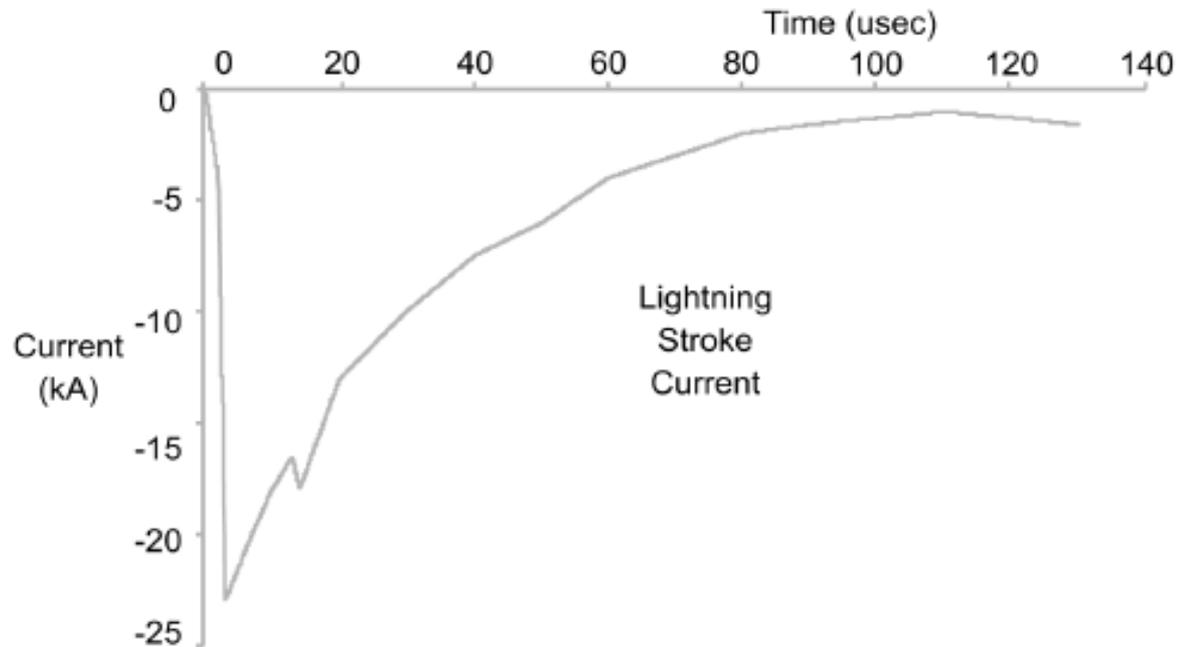
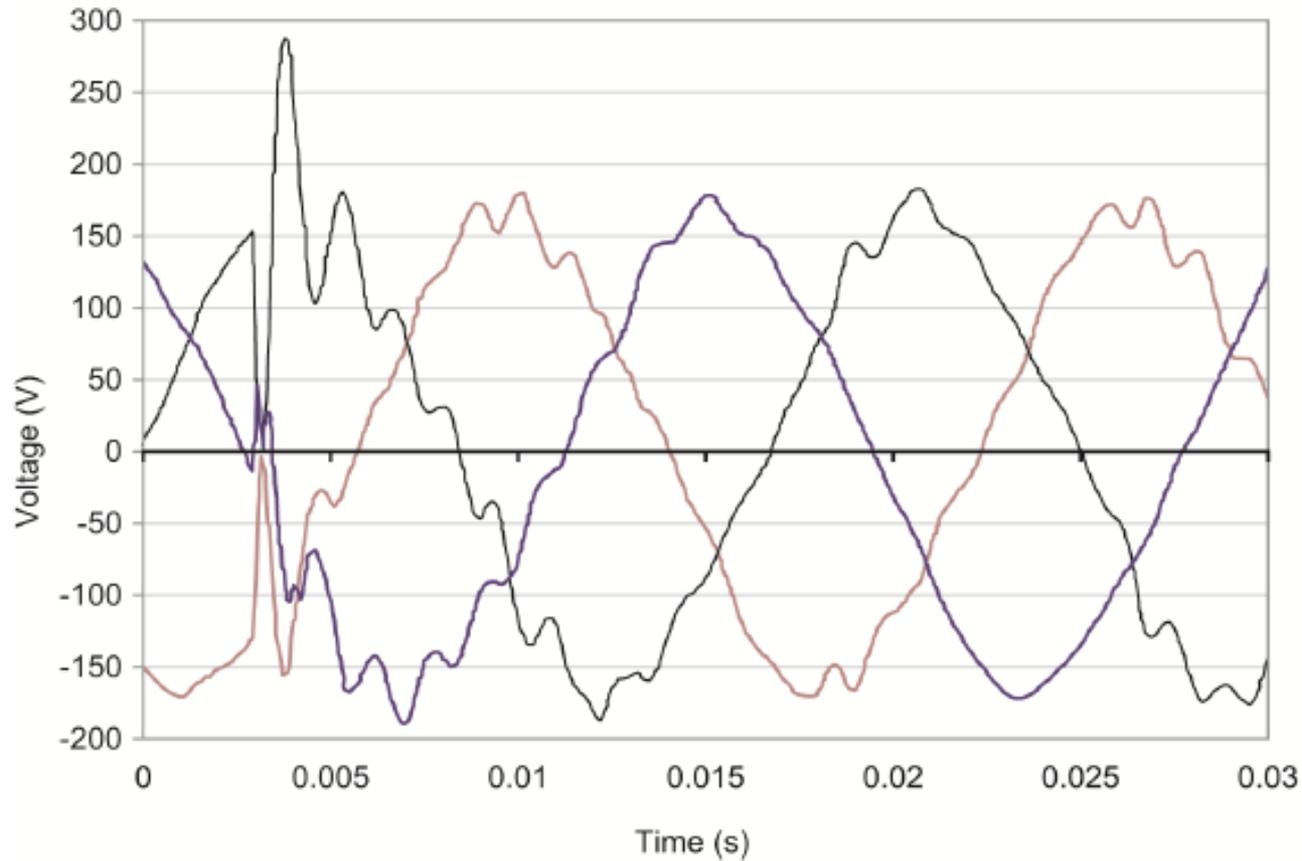


Figure 1—Lightning stroke current that can result in impulsive transients on power system

Clasificación de sobretensiones

Transitoria - oscilatoria



Menor valor de pico

Mas frecuentes

Pueden producir
rotura del equipo o
envejecimiento
prematureo

Figure 3—Low-frequency oscillatory transient caused by capacitor-bank energization

Clasificación de sobretensiones

De corta duración: duración mayor a 10 ms y hasta 1 minuto (Instantáneas/Momentáneas/Temporarias) - Swells de tensión

- Generadas por fallas a tierra en el sistema BT o en MT y transferidas al sistema de BT
- Como consecuencia de deslastres de carga (después del transitorio)

Permanecen hasta que actúan las protecciones o regulaciones de tensión correspondientes.

- instantáneos: 0.5 a 30 ciclos de red.
- momentáneos: 30 ciclos de red a 3 s.
- temporarios: duración mayor a 3 s y menor o igual a 1 min

Clasificación de sobretensiones

Permanentes : a partir del minuto

Corte del neutro

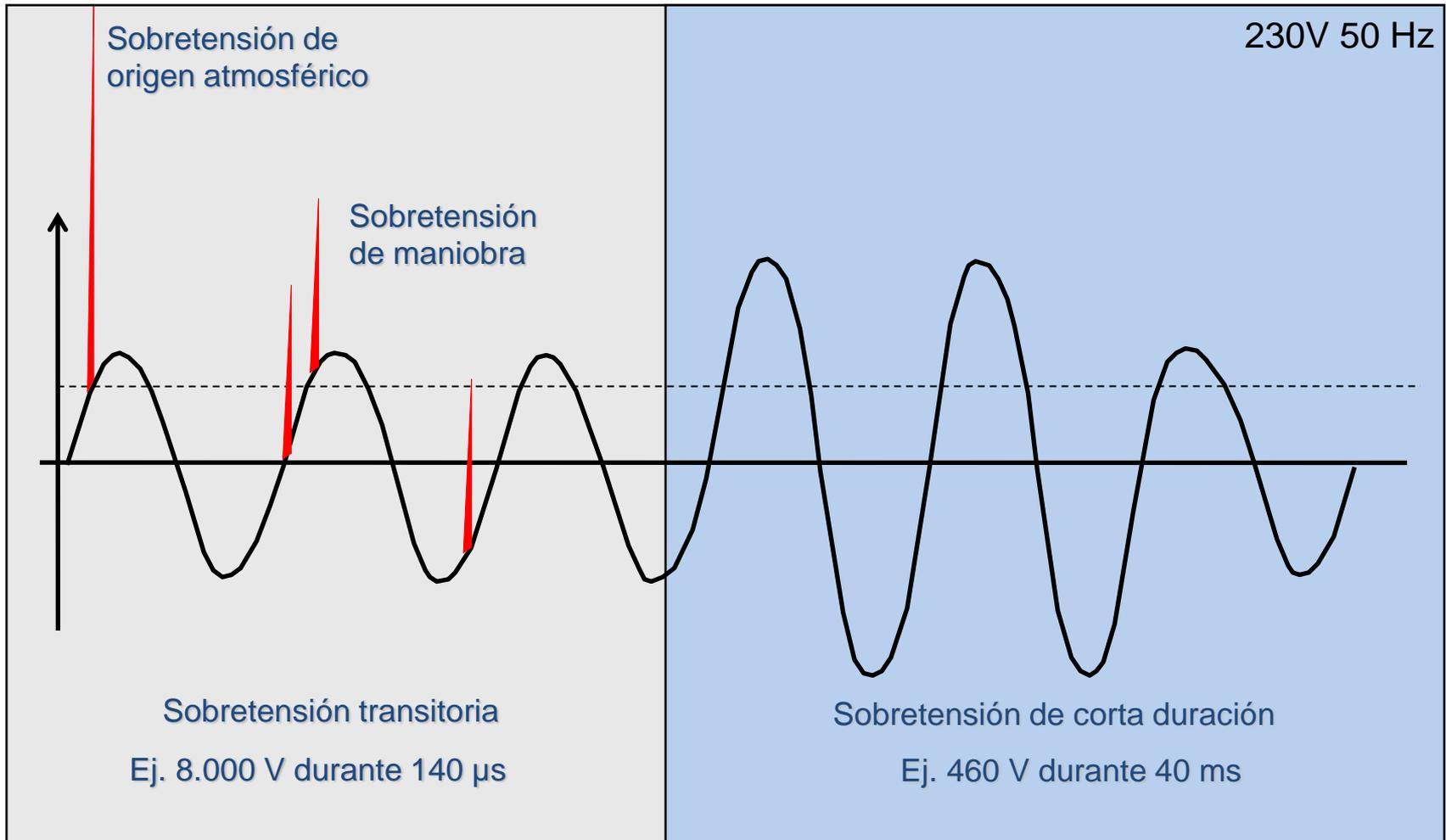
Ferroresonancia

Mal funcionamiento de regulador de tensión

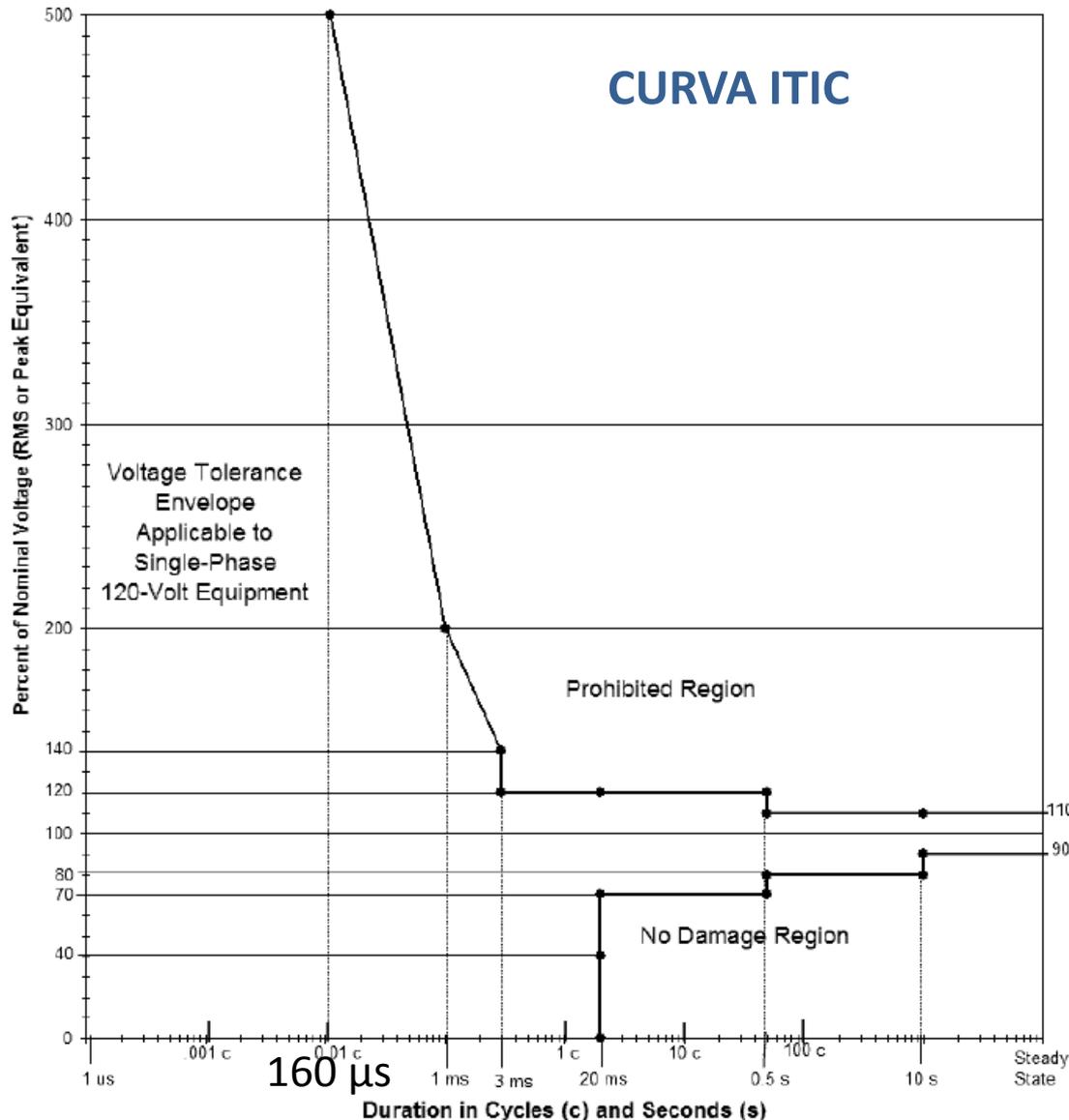
Reglamentación nacional – Reglamento de Calidad del Servicio de Energía Eléctrica – URSEA – <https://www.gub.uy/unidad-reguladora-servicios-energia-agua/politicas-y-gestion/textos-ordenados-compilados-energia-electrica>

Tensión nominal	Área de Distribución Tipo	Desvío admitido	Rangos de desvío
Baja Tensión 230 V 400 V	ADT1	$-10 \leq \Delta V \leq +6$	$\Delta V < -18$
	ADT 2		$-18 \leq \Delta V < -10$
	ADT 3		$6 \leq \Delta V < 12$
			$12 < \Delta V \leq 18$
			$\Delta V > 18$
	ADT 4	$-12 \leq \Delta V \leq +6$	$\Delta V < -18$
	ADT 5		$-18 \leq \Delta V < -12$
			$6 < \Delta V \leq 12$
			$12 < \Delta V \leq 18$
			$\Delta V > 18$

Clasificación de sobretensiones



Efecto de las variaciones de tensión - ITE



Se utiliza como referencia para diferentes niveles de tensión.

Generada para equipos informáticos monofásicos de 120 V AC – 60 Hz

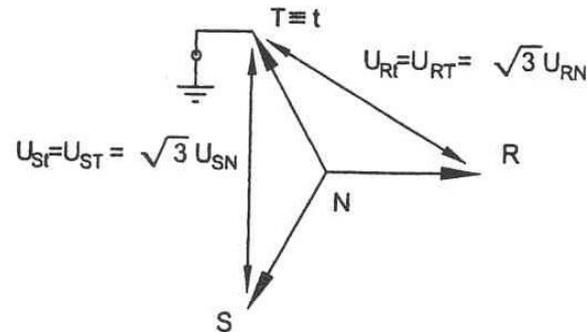
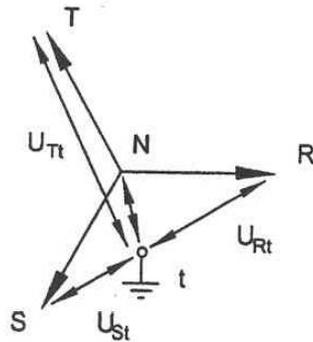
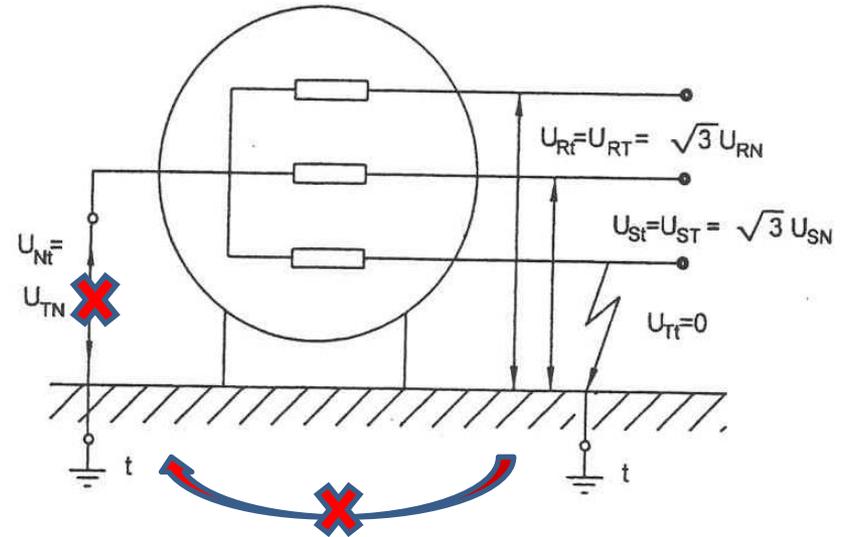
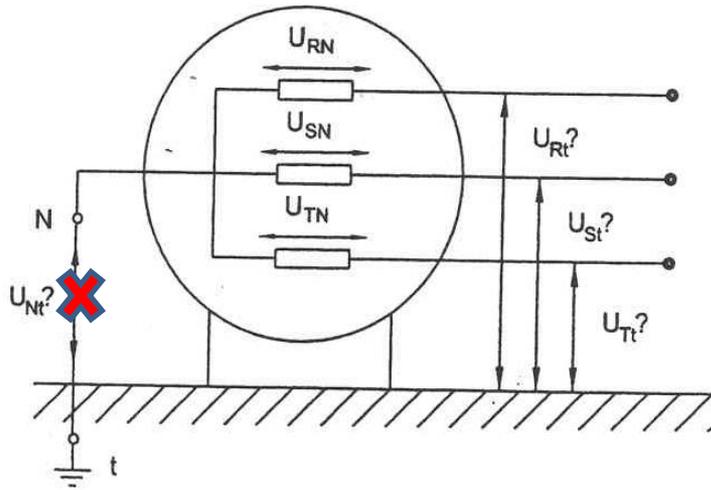
Envolvente de voltaje en AC, que normalmente puede ser tolerada por los equipos ITE.

La curva describe tanto el estado estacionario como las condiciones transitorias.

Information Technology
Industry Council (ITIC)

Sobretensiones Temporarias

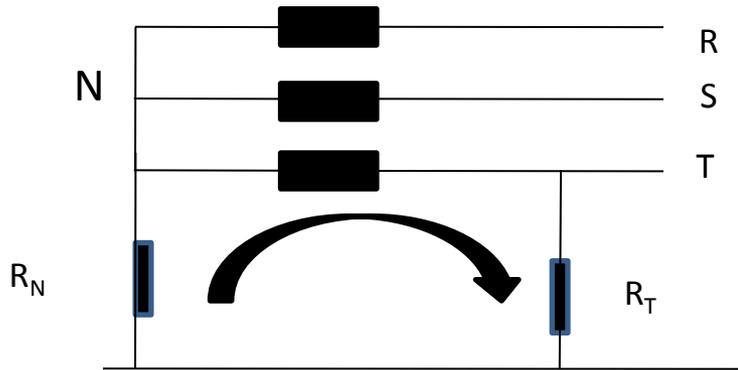
Defectos sistema de Baja tensión



Neutro aislado: La tensión entre las fases sanas y tierra (aislamiento de los equipos conectados) llega al valor de la tensión compuesta – 400V

Sobretensiones Temporarias

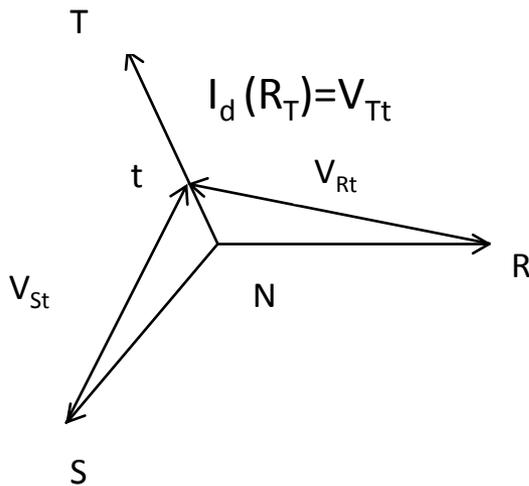
Defecto en sistema de Baja tensión



Neutro conectado a tierra a través de una resistencia :

Las tensiones entre las fases sanas y tierra aumentan, pero no alcanzan el valor de la tensión compuesta

Quedan entre 230V y 400V

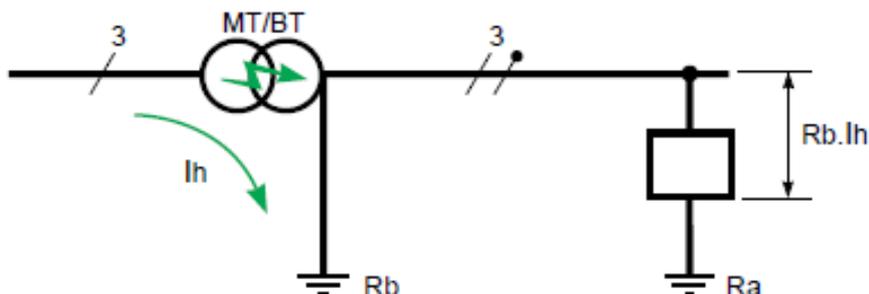


Sobretensiones Temporarias

Defecto en sistema de Media Tensión

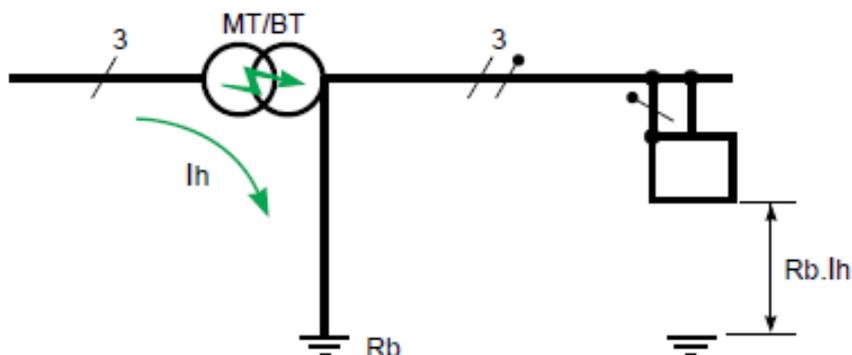
a - En TT

Los conductores activos quedan a potencial $R_b \cdot I_h$ respecto a tierra; por tanto, hay peligro para los receptores.



b - En TN

Las masas de todos los receptores quedan al potencial $R_b \cdot I_h$ respecto a tierra; por tanto, hay peligro de contacto indirecto.

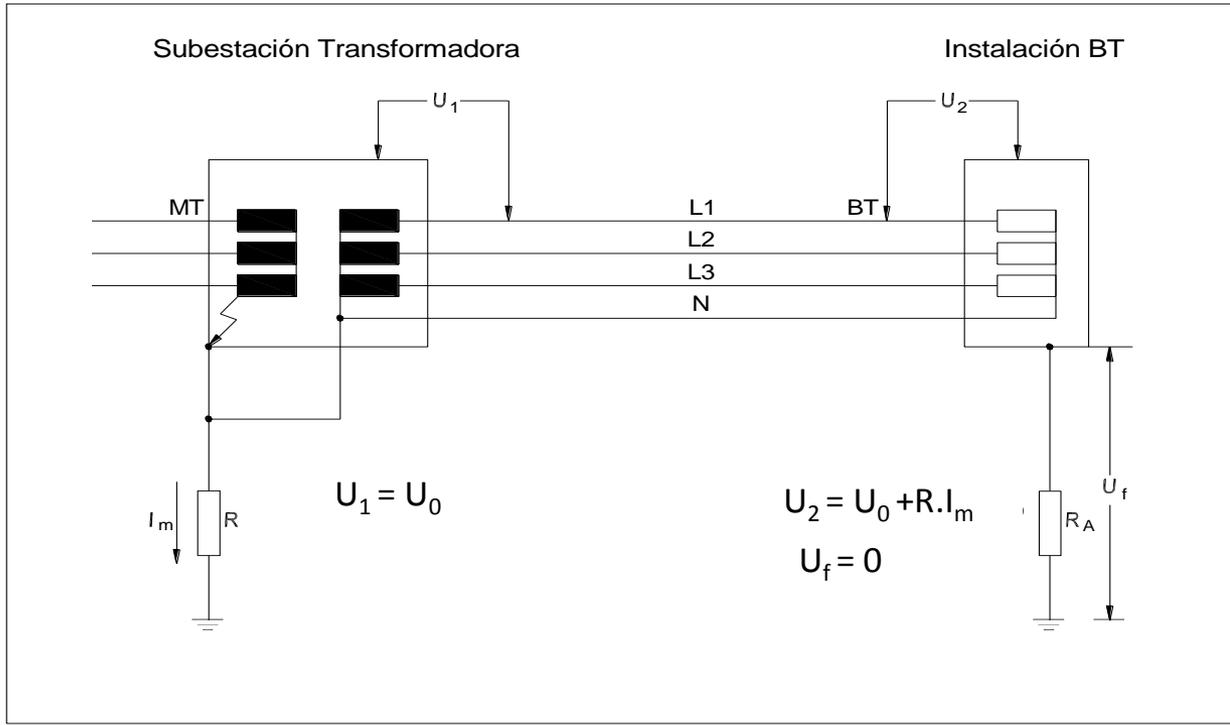


Este esquema presenta el caso en que la puesta a tierra de las masas de la subestación, coincide con la puesta a tierra del neutro del secundario del transformador

Fig. 1: Riesgos derivados de una descarga MT - BT en el transformador.

Sobretensiones Temporarias

Defecto en sistema de Media Tensión



$$R \leq \frac{U_2 - U_0}{I_m}$$

Si no se cumple: Puesta a tierra del neutro debe ser diferente de la puesta tierra de las masas de la Subestación Transformadora.

R : resistencia de la puesta a tierra de las masas de la estación transformadora.

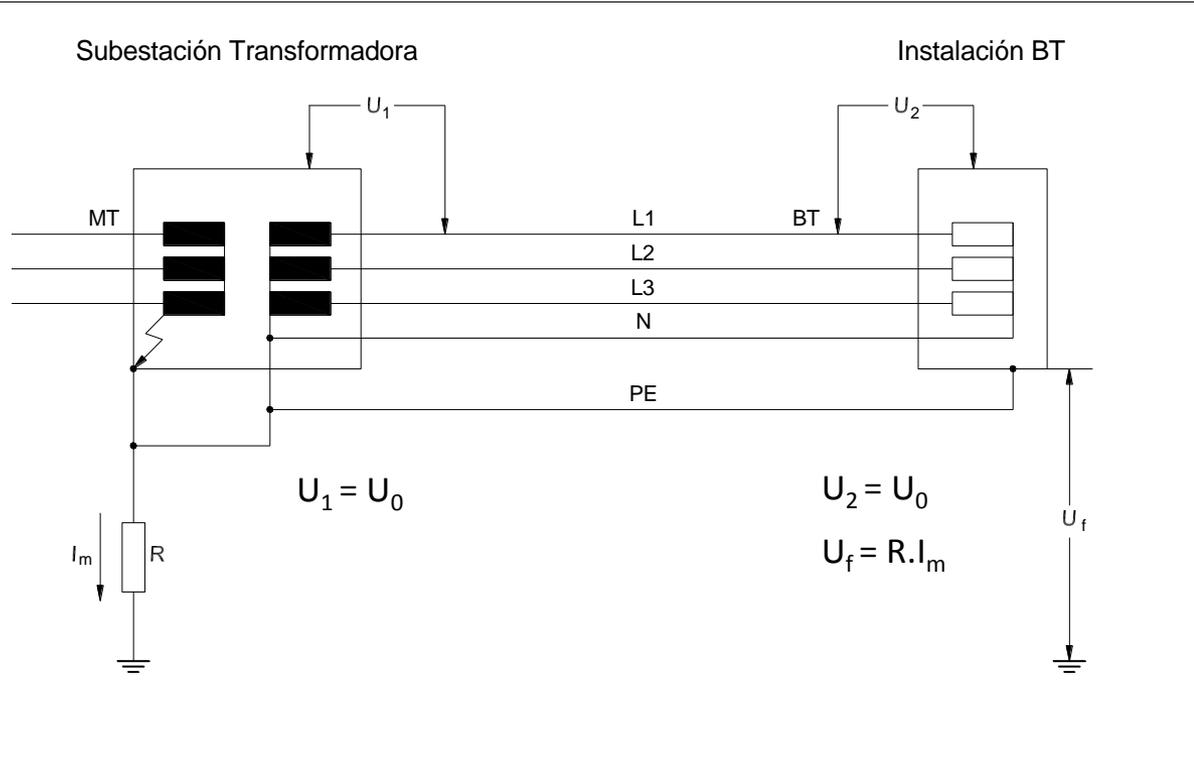
U_0 : tensión nominal entre fase y neutro.

U_2 : sollicitación de tensión admisible sobre el equipamiento de baja tensión, de acuerdo al tiempo de actuación de la protección del sistema de media o alta tensión. ($U_0 + 1200$) para tiempos de actuación menores a 5seg.

I_m : es la parte de la corriente de defecto a tierra en el sistema de media o alta tensión que circula por la puesta a tierra de las masas de la estación transformadora.

Sobretensiones Temporarias

Defecto en sistema de Media Tensión



$$R \leq \frac{U_f}{I_m}$$

Si no se cumple: Puesta a tierra del neutro y de las masas de baja tensión, debe ser diferente de la puesta a tierra de las masas de la Subestación Transformadora.

R resistencia de la puesta a tierra de las masas de la estación transformadora.

U_f es la tensión de defecto máxima admitida, correspondiente al tiempo de actuación de la protección del sistema de media o alta tensión.

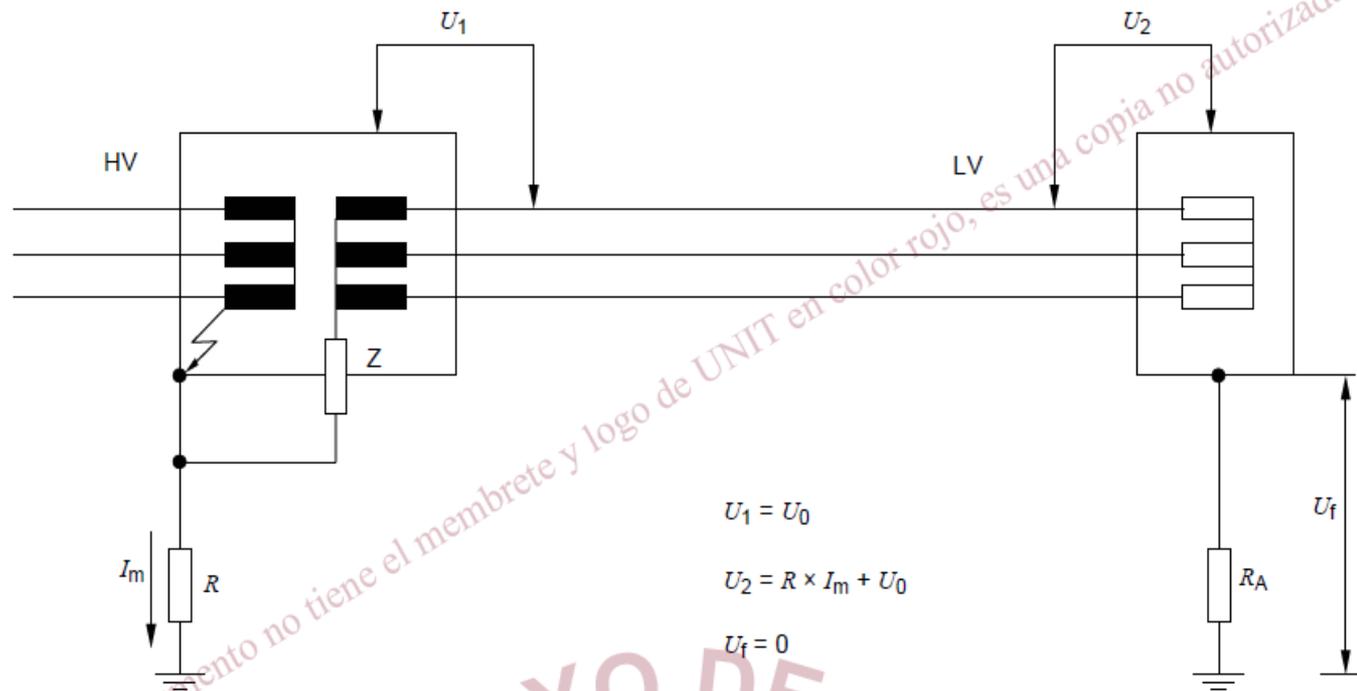
I_m es la parte de la corriente de defecto a tierra en el sistema de media o alta tensión que circula por la puesta a tierra de las masas de la estación transformadora.

Sobretensiones Temporarias

Defecto en sistema de Media Tensión

- 82 -

61643-12 © IEC:2008



1. No fault exists in the LV system

Sobretensiones Temporarias

Valores máximos de sobretensiones temporarias dadas en la norma IEC 60364-4-44

Conductores entre los que se genera U_{TOV}	Sistema de distribución	Máximos valores de U_{TOV}
Valores extremos ocasionados por faltas en la red de media tensión cuando existe vinculación entre la puesta a tierra de las masas de MT y la puesta a tierra de neutro de BT		
FASE - TIERRA	TT, IT	$U_0 + 250 \text{ V}$ con duracion $> 5 \text{ s}$
		$U_0 + 1200 \text{ V}$ con duración hasta 5 s
NEUTRO - TIERRA	TT, IT	250 V con duracion $> 5 \text{ s}$
		1200 V con duración hasta 5 s
Valores extremos ocasionados por perdida del conductor neutro en el sistema de BT		
FASE - NEUTRO	TT, TN	$\sqrt{3} \cdot U_0$
Valores extremos ocasionados por puesta a tierra accidental del conductor de fase		
FASE - TIERRA	IT	$\sqrt{3} \cdot U_0$
	TT	$k \cdot U_0$
Valores extremos ocasionados por cortocircuitos entre línea y neutro		
FASE - NEUTRO	IT, TT, TN	$1,45 \cdot U_0$

Soluciones contra las sobretensiones temporales

Relé de sobretensión y bobina de disparo interruptor



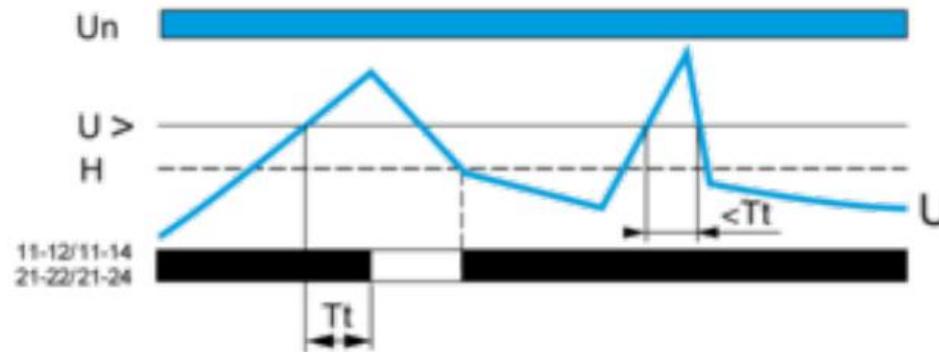
Relay Type	Voltage control relay
Network Number Of Phases	1 phase
Supply Circuit Type	DC
Relay Name	RM22UA
Relay Monitored Parameters	Undervoltage and overvoltage in window mode Overvoltage or undervoltage detection
Time Delay	Adjustable 0.1...30 s, +/- 10 % of the full scale value on crossing the threshold Tt
Switching Capacity In Va	2000 VA
Minimum Switching Current	10 mA at 5 V DC
Maximum Switching Current	8 A AC
Power Consumption In Va	3.5 VA AC
Measurement Range	15...500 V voltage AC/DC 50/60 Hz
Utilisation Category	AC-15 conforming to IEC 60947-5-1 DC-13 conforming to IEC 60947-5-1 AC-1 conforming to IEC 60947-4-1 DC-1 conforming to IEC 60947-4-1
Contacts Type And Composition	2 C/O

Soluciones contra las sobretensiones temporales

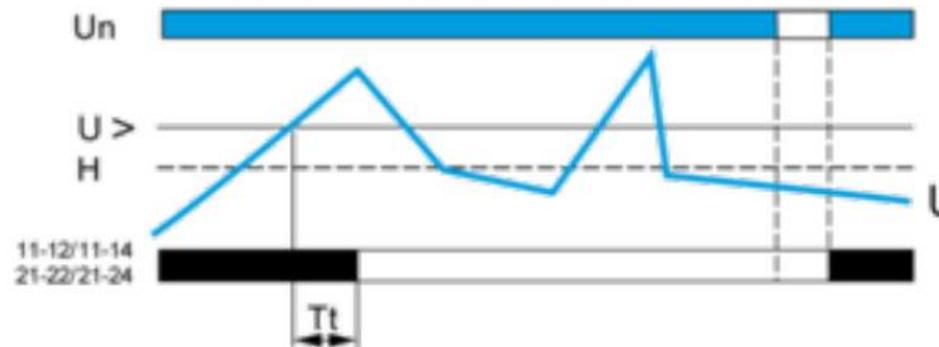
Relé de sobretensión

Overvoltage Control

Without memory ("No Memory" mode)



With memory ("Memory" mode)

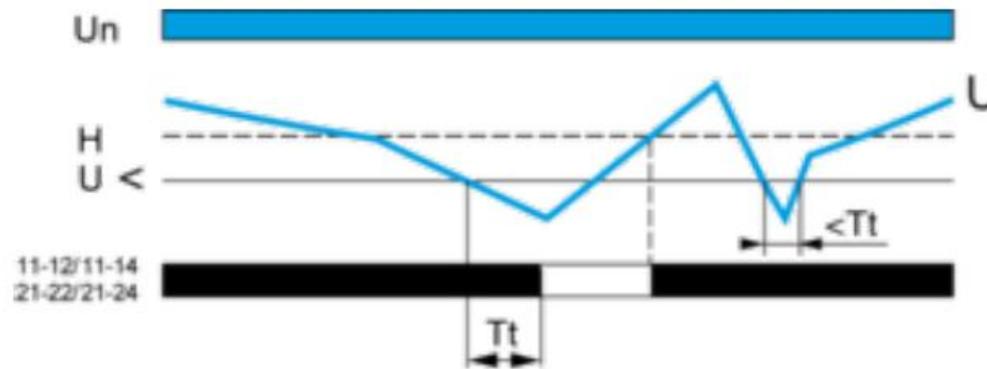


Soluciones contra las sobretensiones temporales

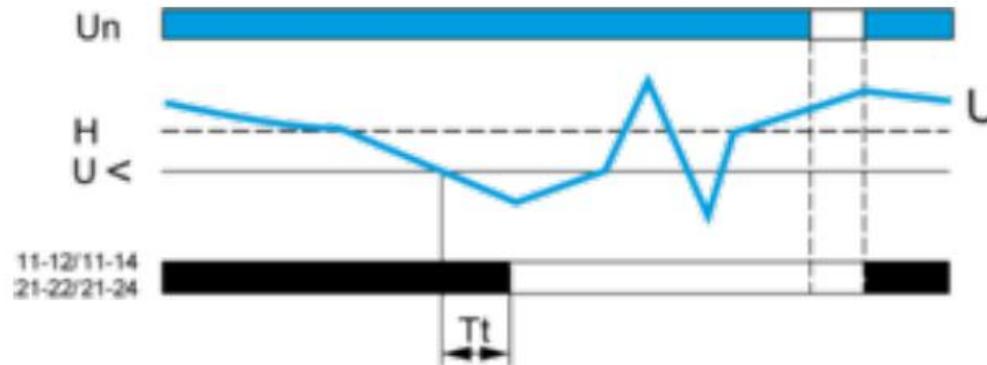
Relé de sobretensión

Undervoltage Control

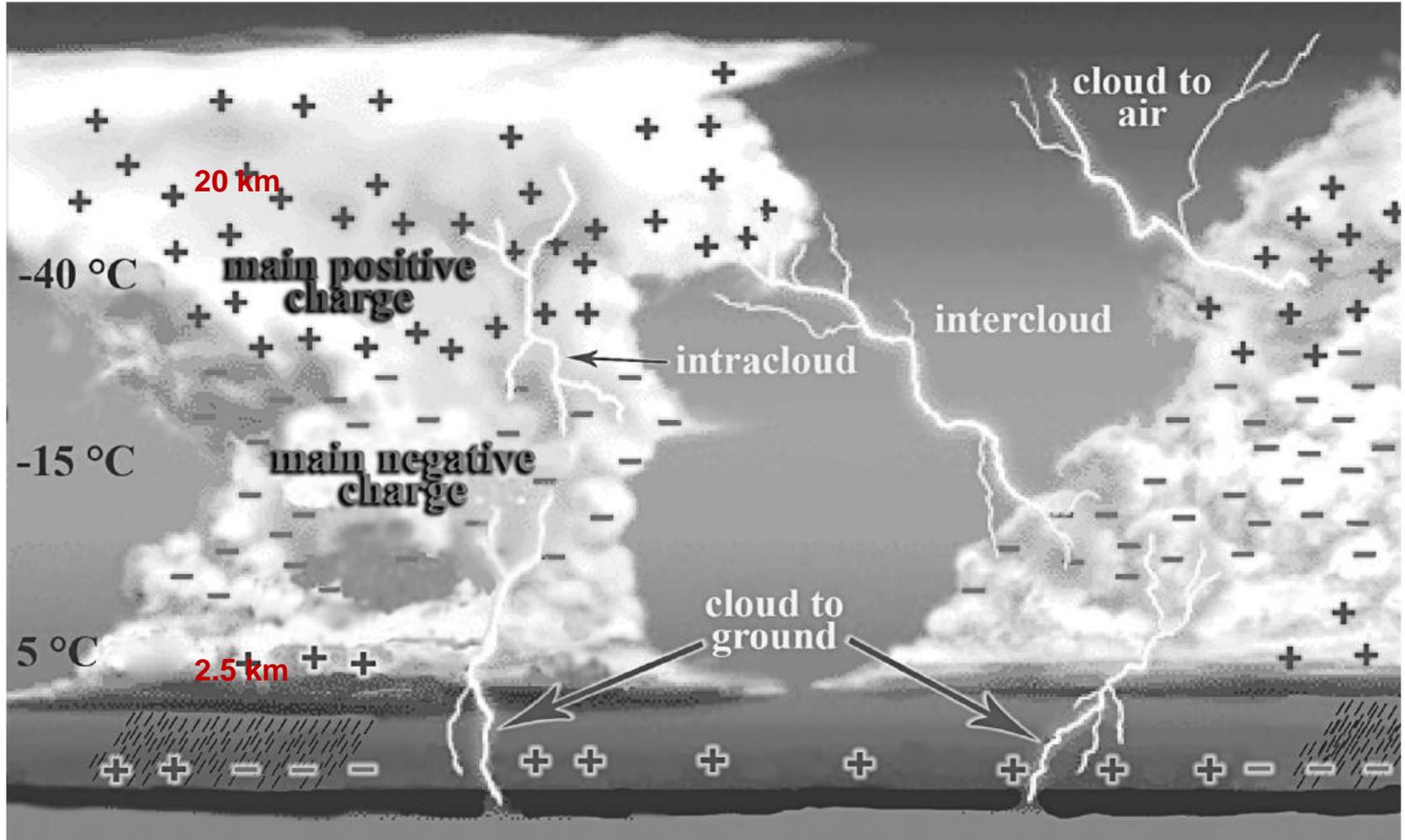
Without memory ("No Memory" mode)



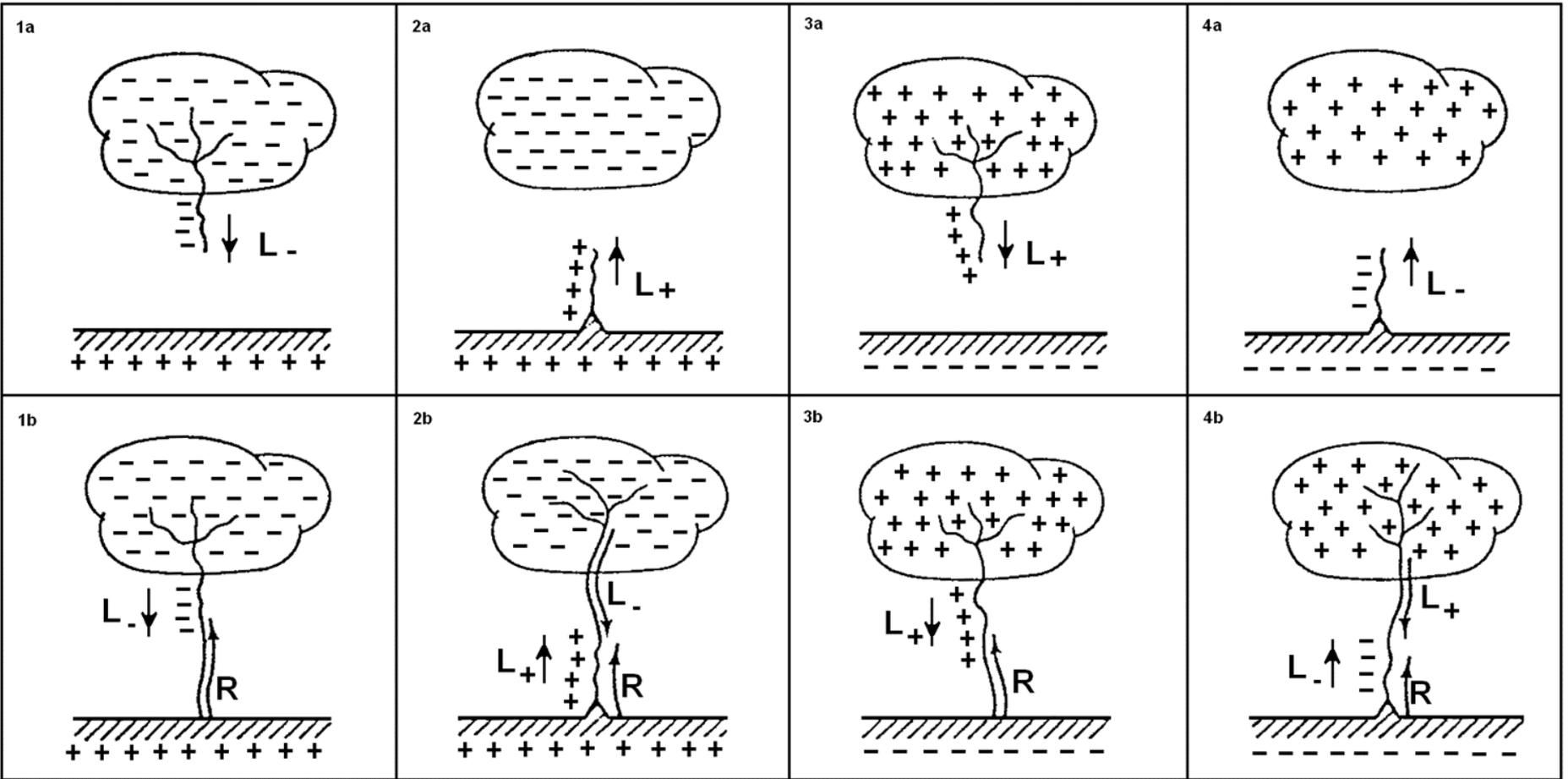
With memory ("Memory" mode)



Descargas atmosféricas



Tipos de rayos



Descendente
Negativa

Ascendente
Negativa

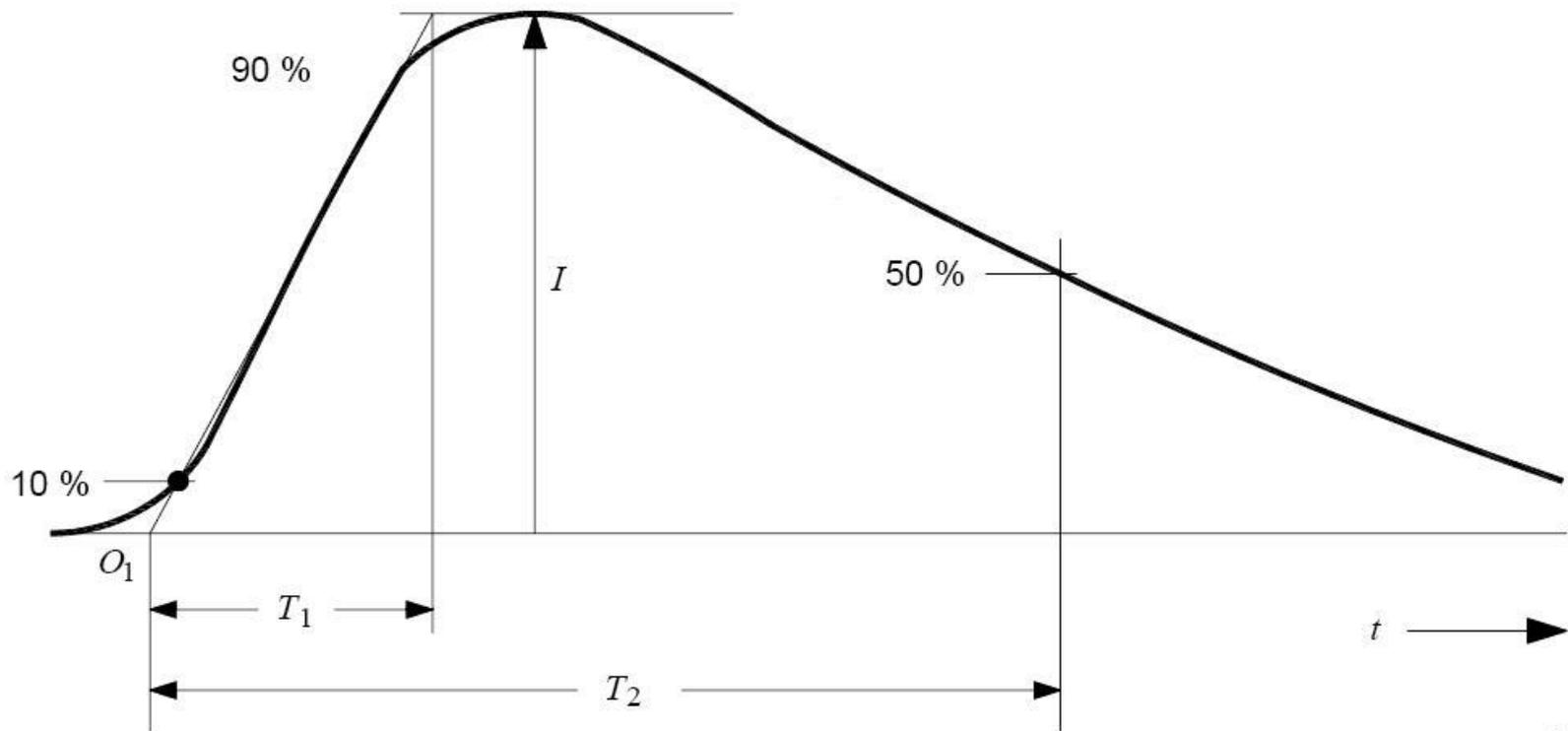
Descendente
Positiva

Ascendente
Positiva



Fotografía tomada con una cámara streak de un rayo con 12 descargas. La ordenada del tiempo va hacia la derecha. Notar la corriente continua en el stroke número 11.

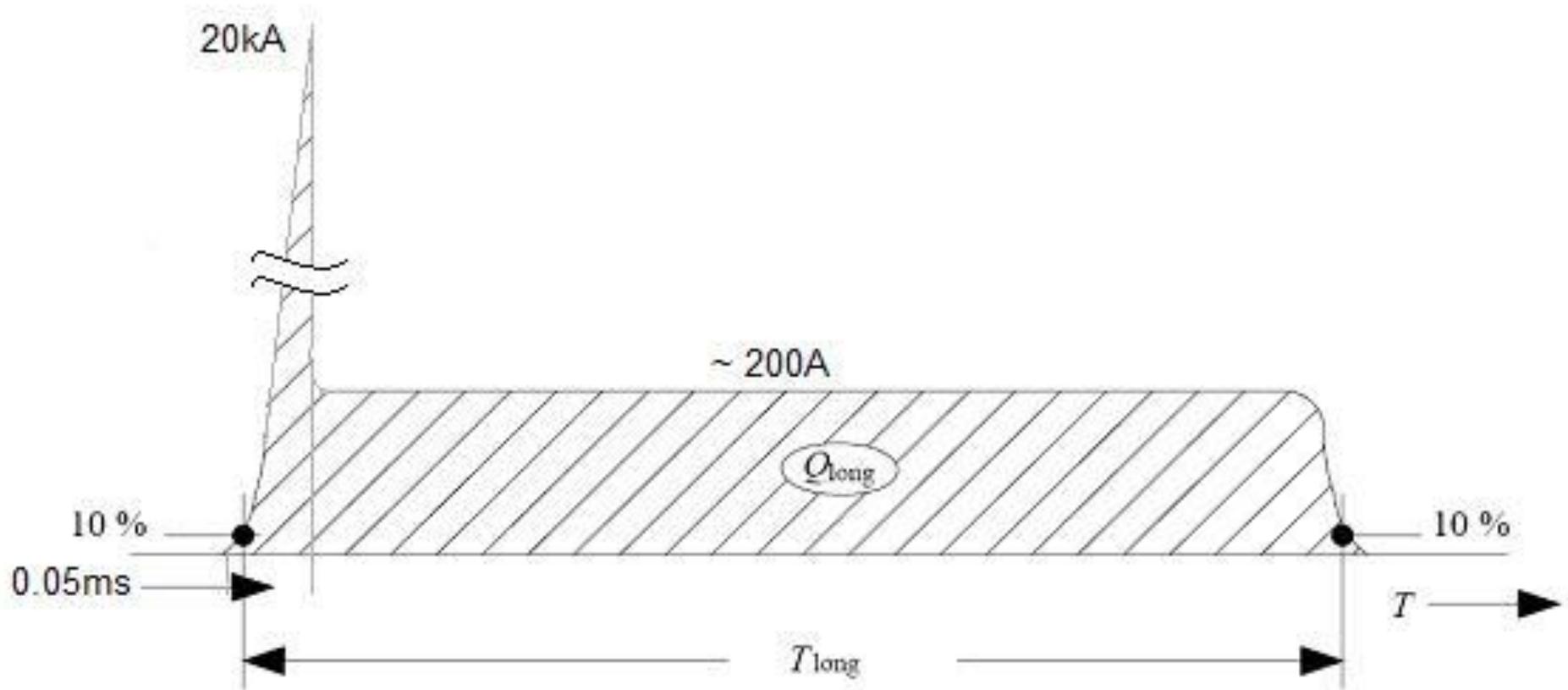
Forma de onda representativa de la corriente de descarga



Siendo: I : valor de pico
 T_1 : tiempo de subida
 T_2 : tiempo de bajada al 50%

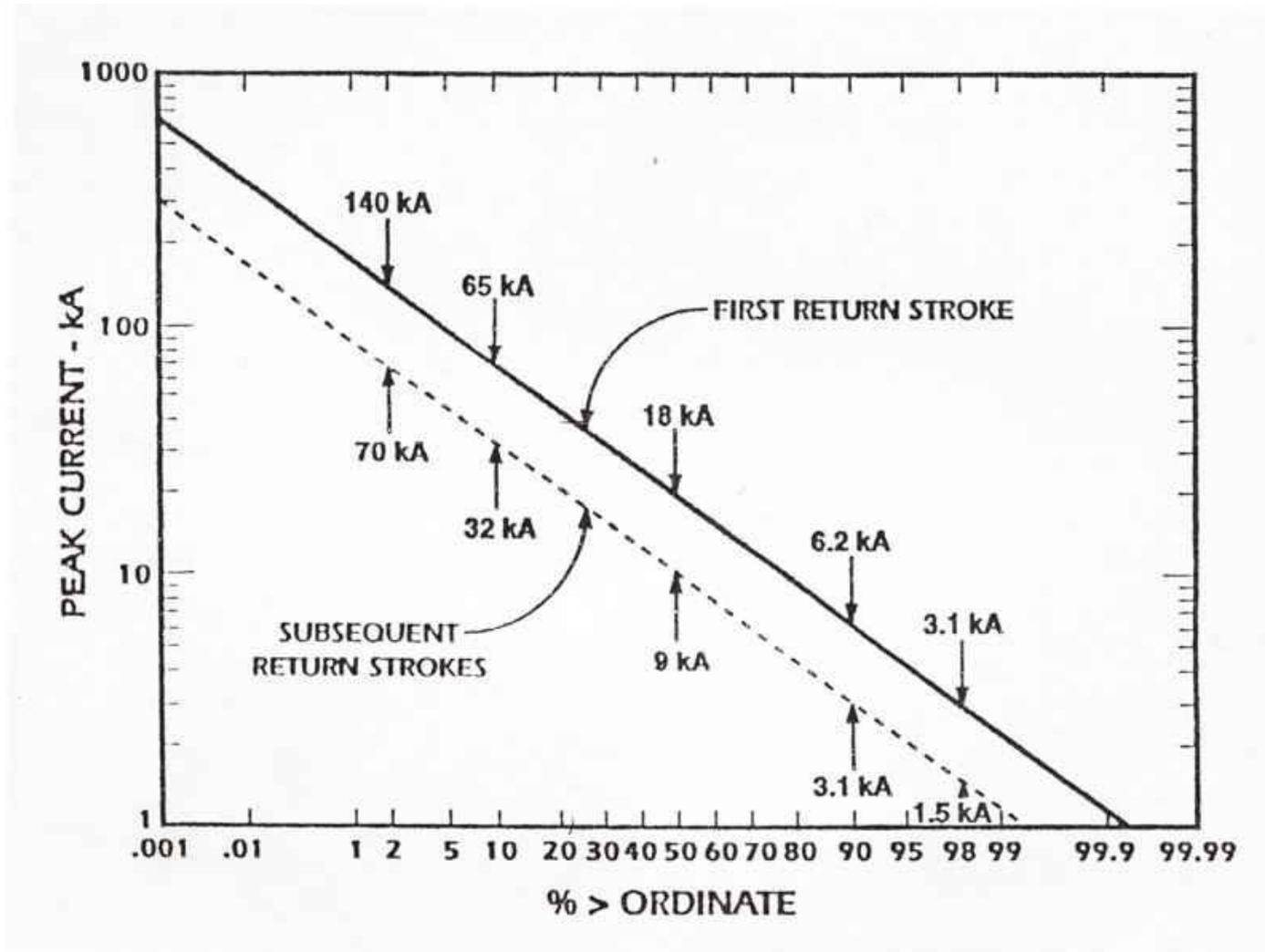
- Corriente de 1ª desc: 20 kA – 2º: 10 kA
- Tiempo de subida: 2 μs
- Tiempo de bajada: 50 μs
- Ancho de banda: 0 a 100 MHz

Forma de onda representativa de la corriente de descarga

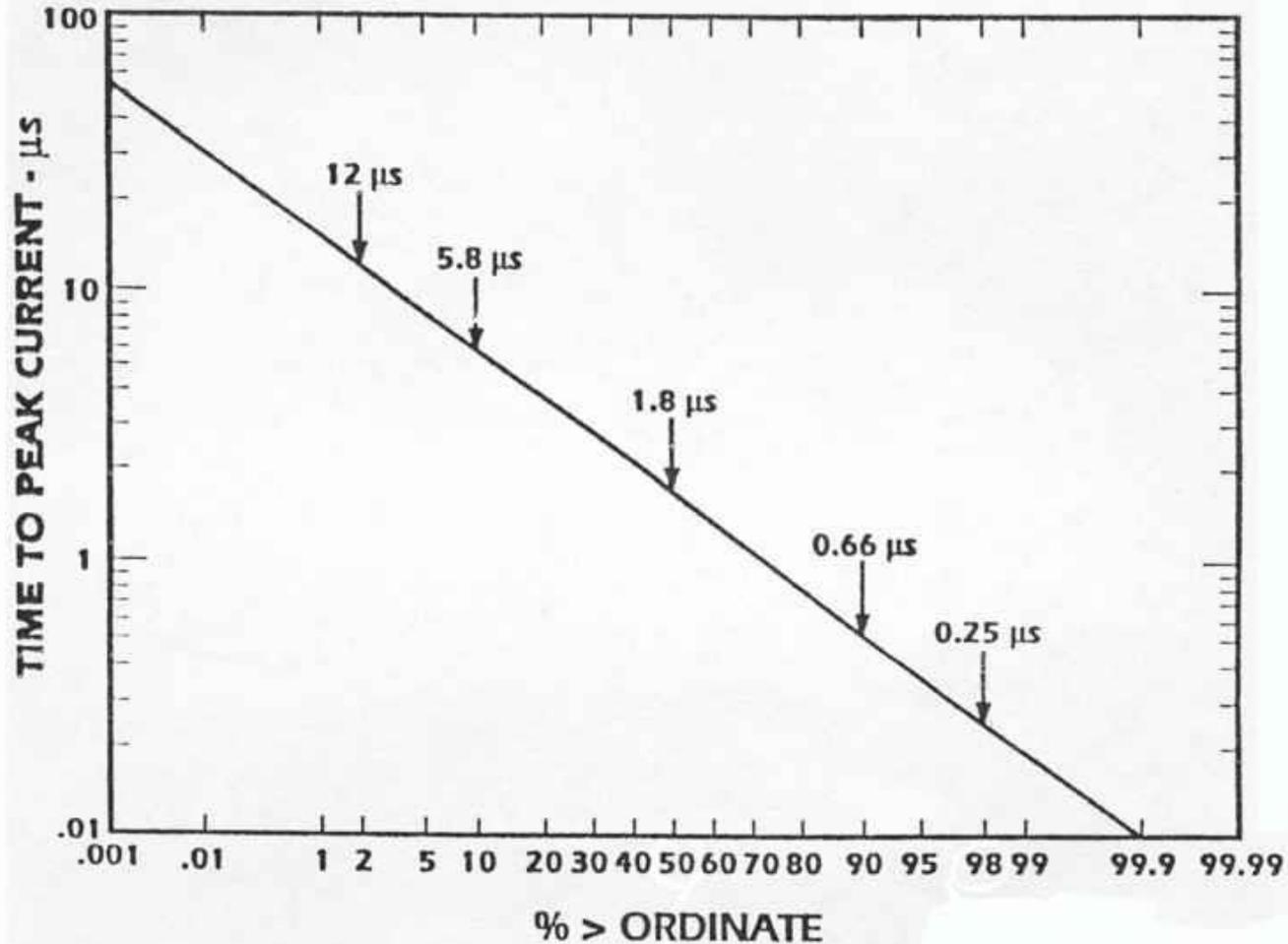


Siendo: T_{long} : tiempo de duración, del orden de 200ms
 Q_{long} : carga de larga duración

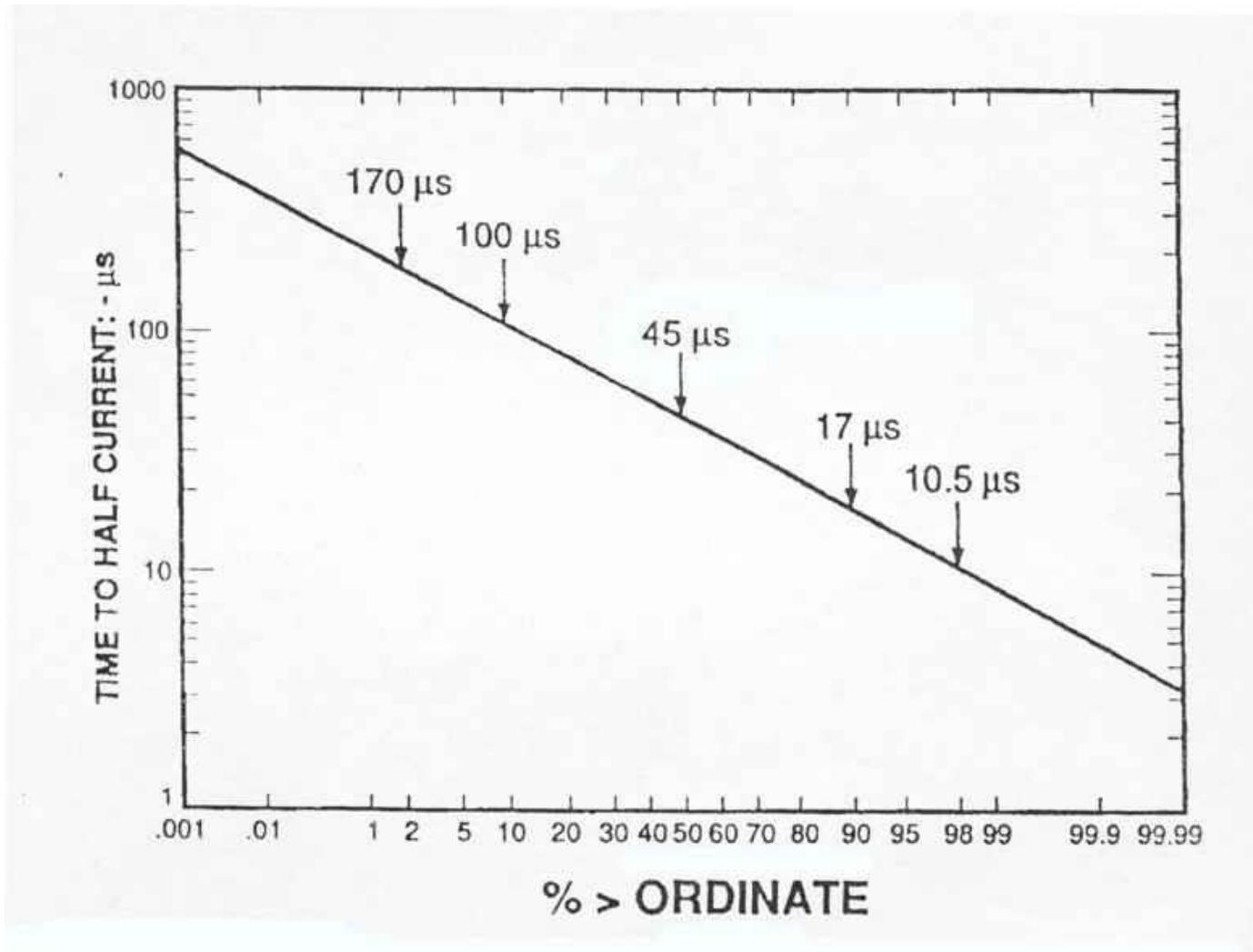
Distribución de valores – Corriente de pico



Distribución de valores – Tiempo de subida



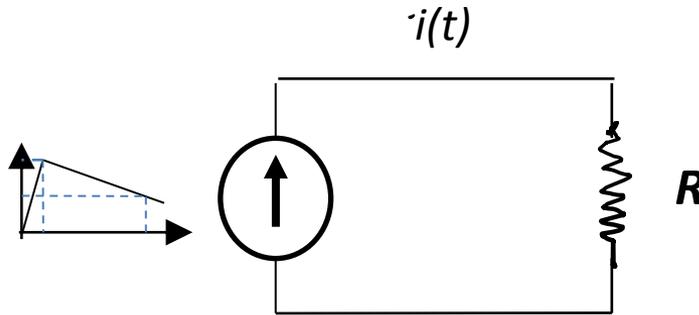
Distribución de valores – Tiempo de bajada a mitad del valor de pico



Parámetros de interés de la corriente de rayo

- **I** - Valor de pico: valor máximo de la corriente de rayo

EL RAYO SE COMPORTA
COMO UNA FUENTE DE
CORRIENTE:



- **Q** - Carga: integral en el tiempo de la corriente de rayo
- **W/R** - Energía específica: integral en el tiempo del cuadrado de la corriente de rayo para la duración completa del rayo.
Representa la energía disipada por la corriente de rayo en una resistencia de 1 ohm.
- **di/dt** - Derivada de la corriente. Para los cálculos se toma el promedio de la variación de la corriente en un intervalo de tiempo. En este caso en el tiempo de subida.

Parámetros de interés – sobretensiones

I - Valor de pico

- Efecto: Sobretensión en elementos resistivos
- Ejemplos:
 - Aumento de potencial del suelo en la zona de descarga de la corriente de rayo. Tensiones de paso y de toque.
 - Sobretensiones en líneas

di/dt - Pendiente media en el tiempo de subida.

- Efecto: Sobretensiones autoinducidas e inducidas en los conductores de la corriente de rayo y en conductores cercanos.
- Ejemplo:
 - Sobretensiones entre el conductor de descarga de rayo y otras estructuras metálicas o conductores. Riesgo de flashover
 - Sobretensiones en bucles formados por conductores de datos y potencia, etc.

Sobretensiones transitorias -Acoplamiento resistivo

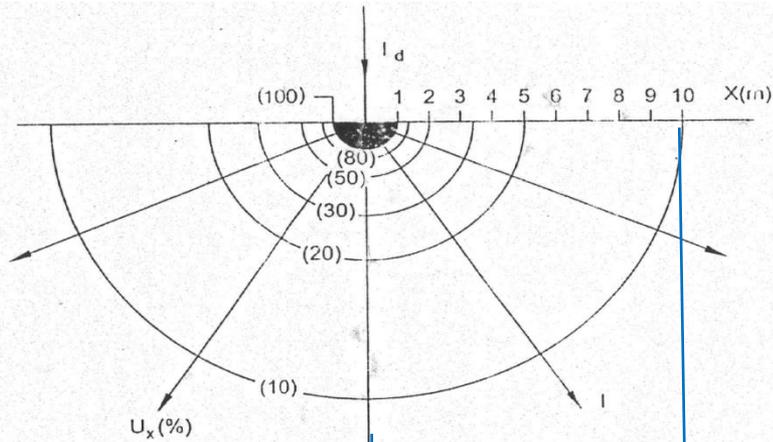


FIGURA 3.3. Distribución de potenciales en una sección del terreno, originada por un electrodo semiesférico.

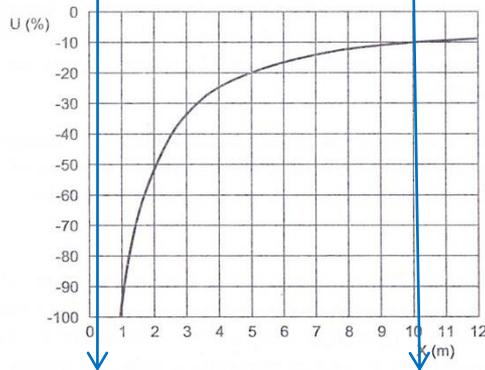


FIGURA 3.4. Variación del potencial sobre la superficie del terreno con electrodo semiesférico, en función de la distancia al centro del electrodo.

Diferencia de potencial entre dos puntos x_1 y x_2

$$V_{x_1} - V_{x_2} = \int_{x_1}^{x_2} E(x) dx = \int_{x_1}^{x_2} \rho \cdot J(x) dx = \int_{x_1}^{x_2} \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot x^2} dx$$

$$V_{x_1} - V_{x_2} = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi} \int_{x_1}^{x_2} \frac{dx}{x^2} = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi} \left(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2} \right)$$

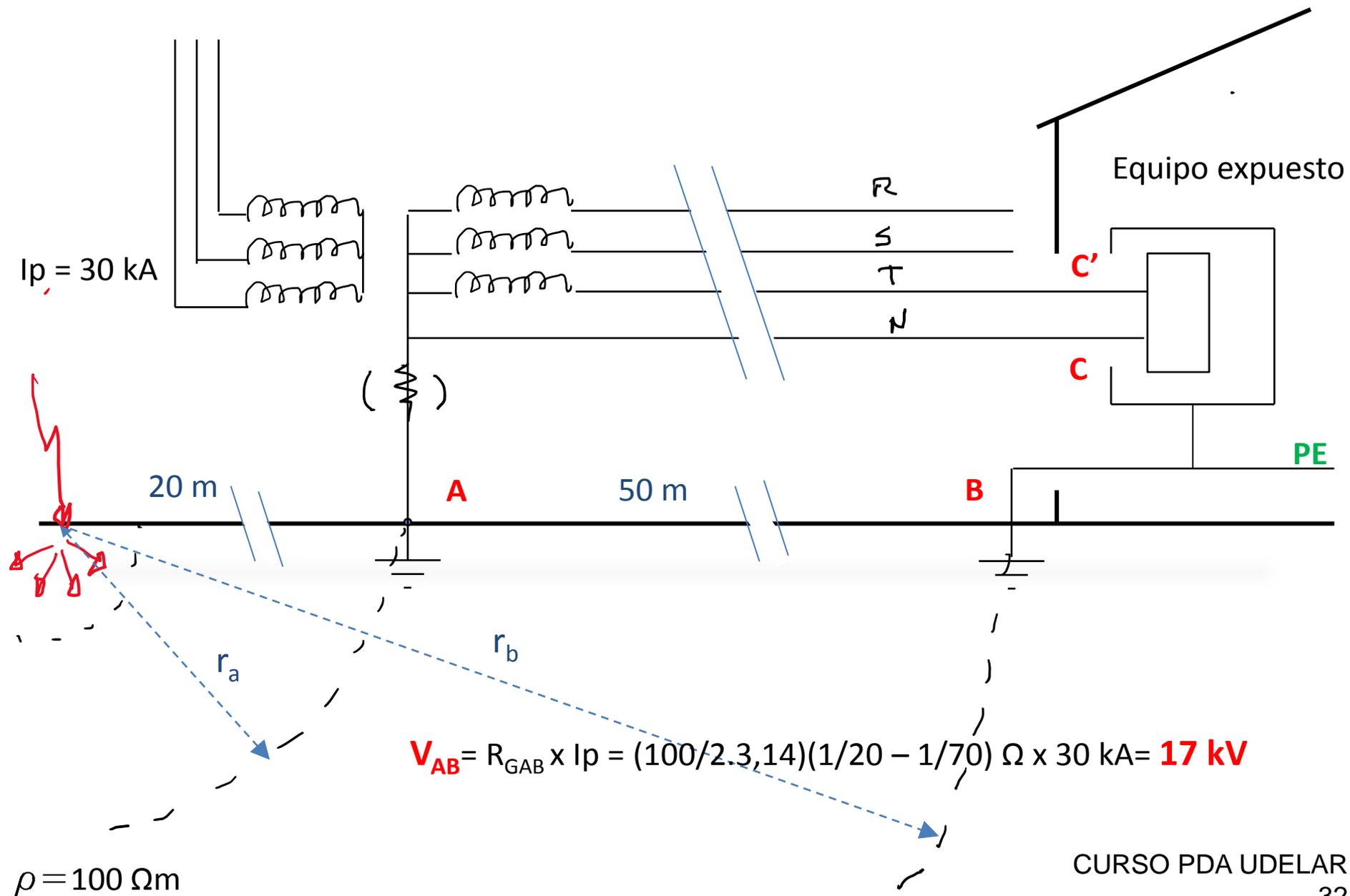
Potencial de un punto P, sobre el suelo, a una distancia x ($x \geq r$) - $x_2 = \infty$ (tierra de referencia)

$$V_x = \frac{\rho \cdot I_d}{2 \cdot \pi \cdot x}$$

Resistencia de la puesta a tierra

$$R_T = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot r}$$

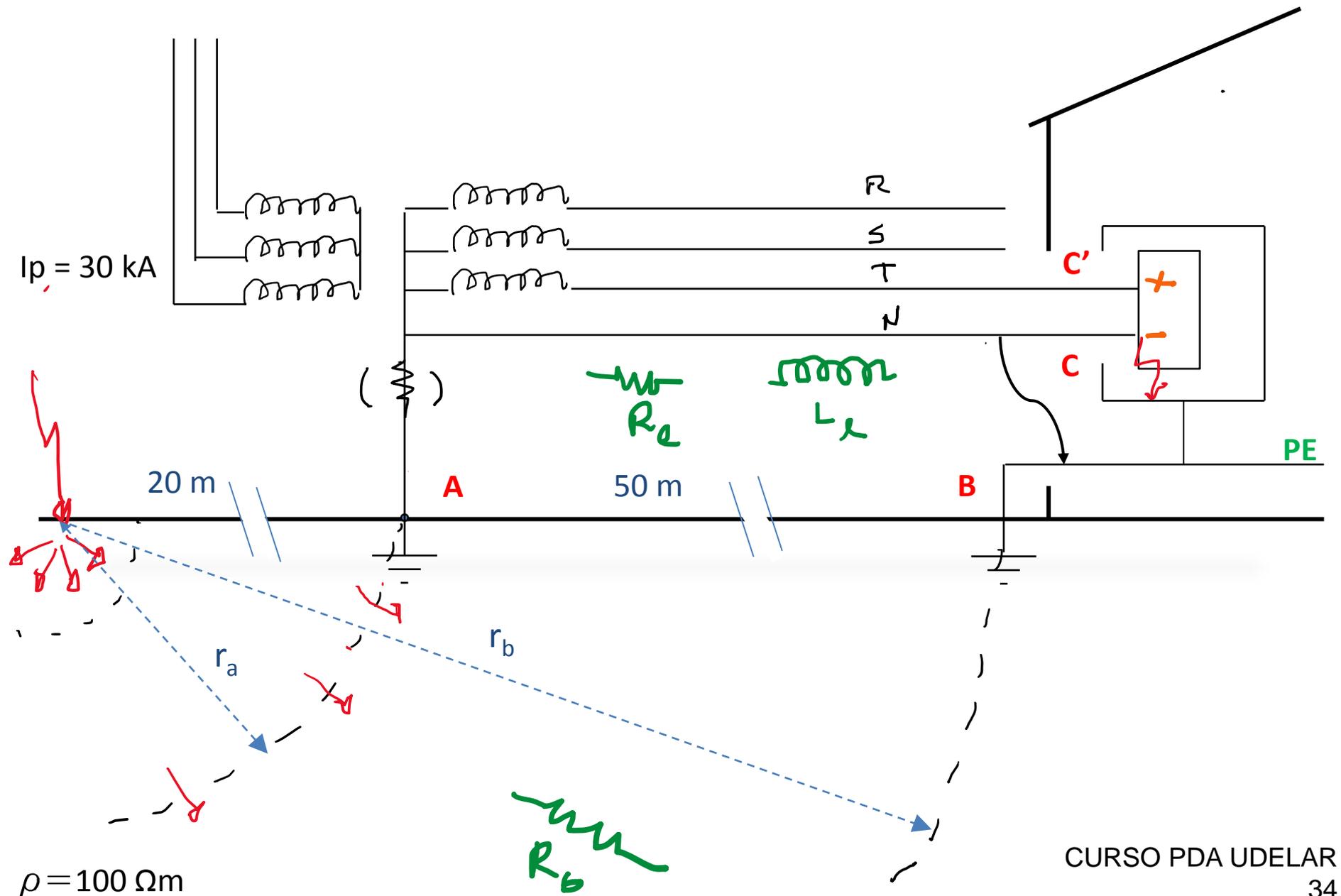
Generación de sobretensión (TT)



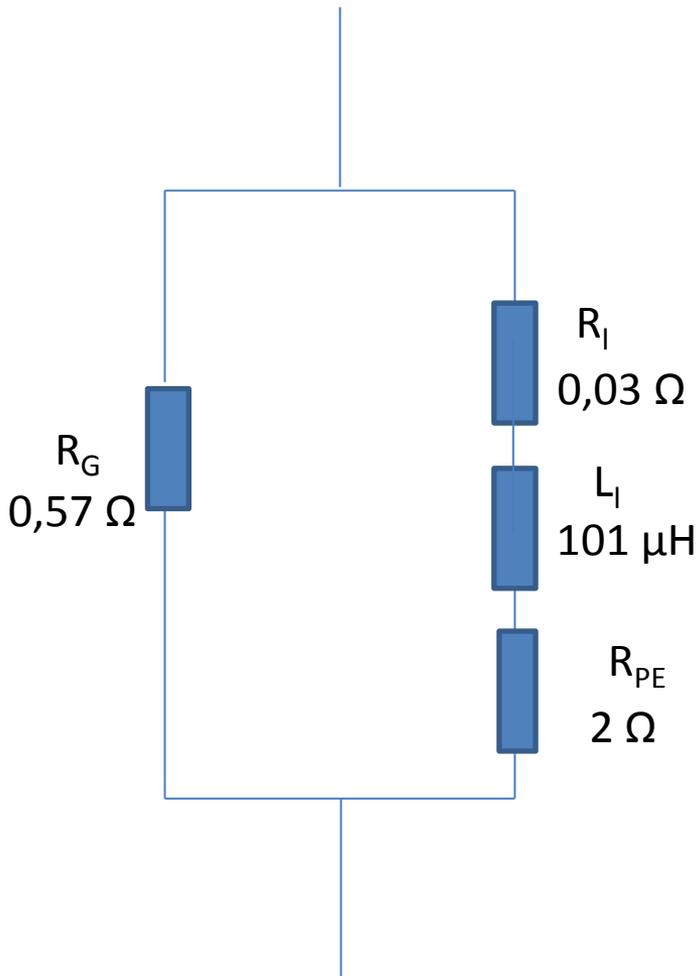
Generación de sobretensión (TT)

- Aparece una sobretensión entre el par de conductores fase-neutro y la tierra de protección PE. Es una sobretensión en “modo común”, entre los dos conductores por un lado y tierra por otro.
- Si la sobretensión es suficientemente alta salta un arco entre uno de los conductores (o entre los componentes del equipo que están conectadas a ese conductor) y la parte del equipo conectada a PE. El arco de por sí daña el equipo, pero además el potencial de ese conductor adquiere aproximadamente el de tierra y la sobretensión queda entre Fase y Neutro (Modo normal) causando daños adicionales.
- La sobretensión resultante entre fase y neutro va a estar determinada por la sobretensión en tierra en la subestación y por la interacción entre el conductor de fase y neutro: al correr juntos tienen una inductancia mutua importante, que puede ser del orden de la inductancia de cada cable considerado individualmente.

Arco entre neutro y tierra - conexión a tierra local



Neutro a tierra local - modelo



$$I_I(2\mu\text{s}) = 0,13 \text{ kA} = 130 \text{ A}$$

$$I_G(2\mu\text{s}) = 29,87 \text{ kA}$$

$$V_{AB} = V_{CC'} = 0,57 \times 29,8 \text{ kA}$$

Mantiene aproximadamente el valor de 17 kV - También se daña el equipo

$$I_I(50\mu\text{s}) = 3,3 \text{ kA}$$

$$I_G(50\mu\text{s}) = 11,7 \text{ kA}$$

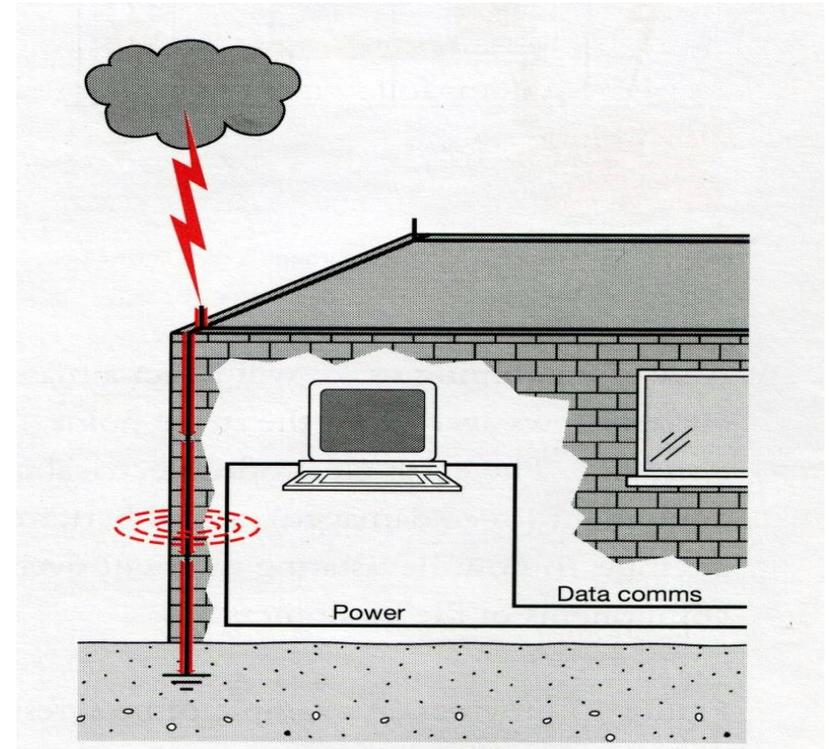
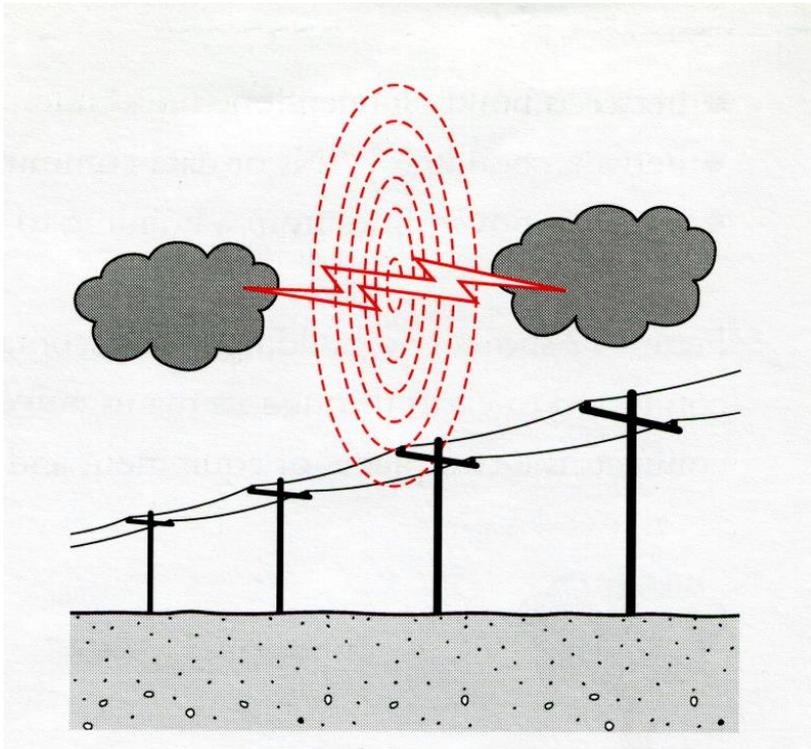
La corriente circula principalmente por la tierra

Corriente subsiguiente

- Al saltar arco dentro del equipo circula corriente por los cables de fase y neutro a tierra.
- En el ejemplo la corriente por los cables llega sólo a 130 A por efecto de la velocidad de subida de la corriente en la inductancia L de los cables.
- Al disminuir di/dt (de $15 \text{ kA}/\mu\text{s}$ a $15/50=0,3 \text{ kA}/\mu\text{s}$), el efecto de L disminuye y la corriente tiende a repartirse según las resistencias.
- Si $di/dt=0$ (corriente constante) por el conductor tendería a $3,29 \text{ kA}$ y por tierra a $11,71 \text{ kA}$

Sobretensiones transitorias

Acoplamiento inductivo



Sobretensiones transitorias

Acoplamiento inductivo

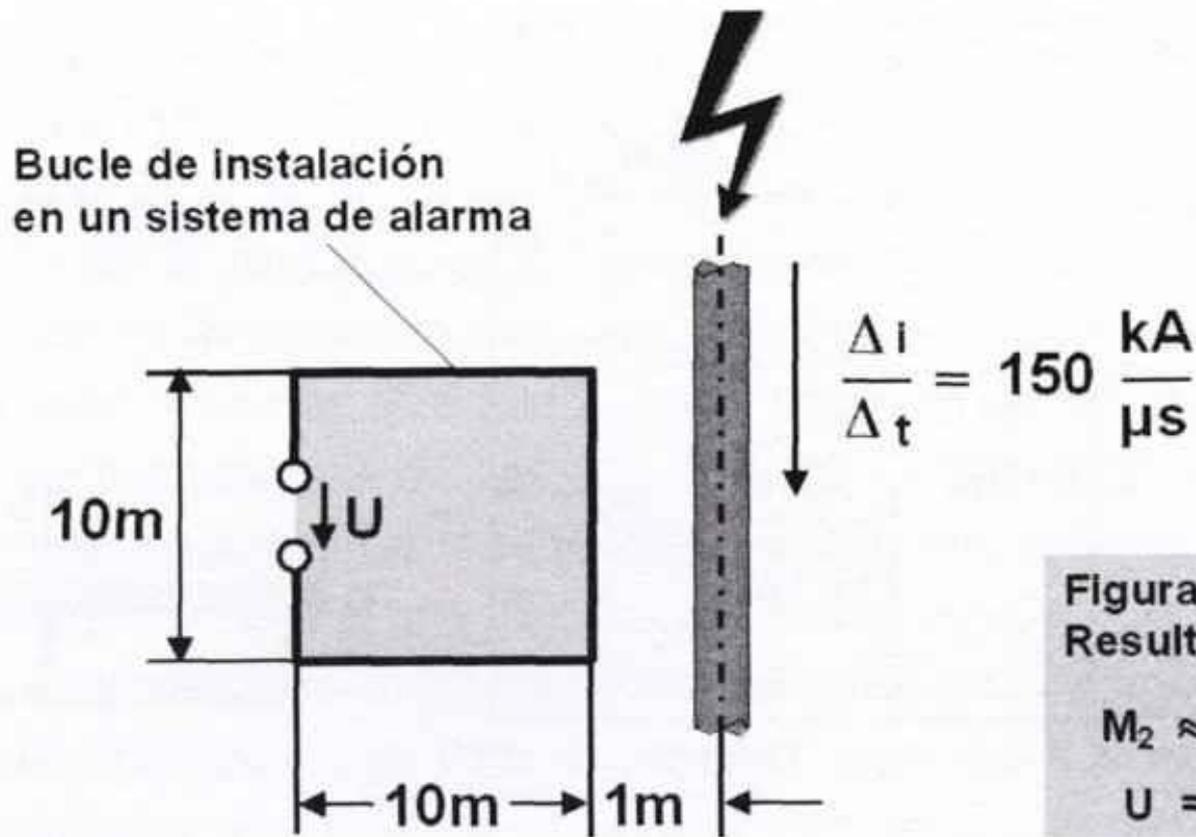


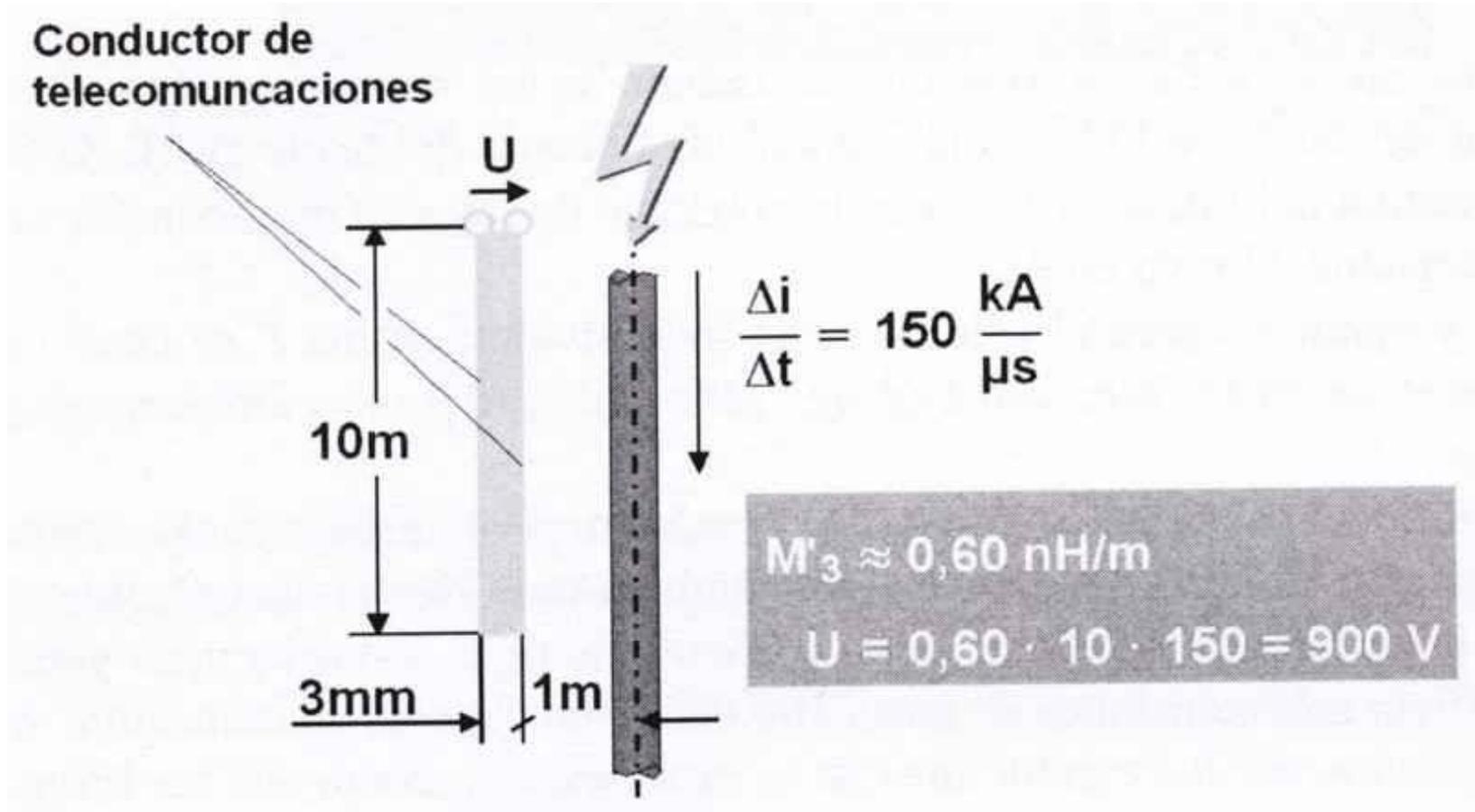
Figura 3.1.1.2.d
Resultados:

$$M_2 \approx 4.8 \mu\text{H}$$

$$U = 4.8 \cdot 150 = 720 \text{ kV}$$

Sobretensiones transitorias

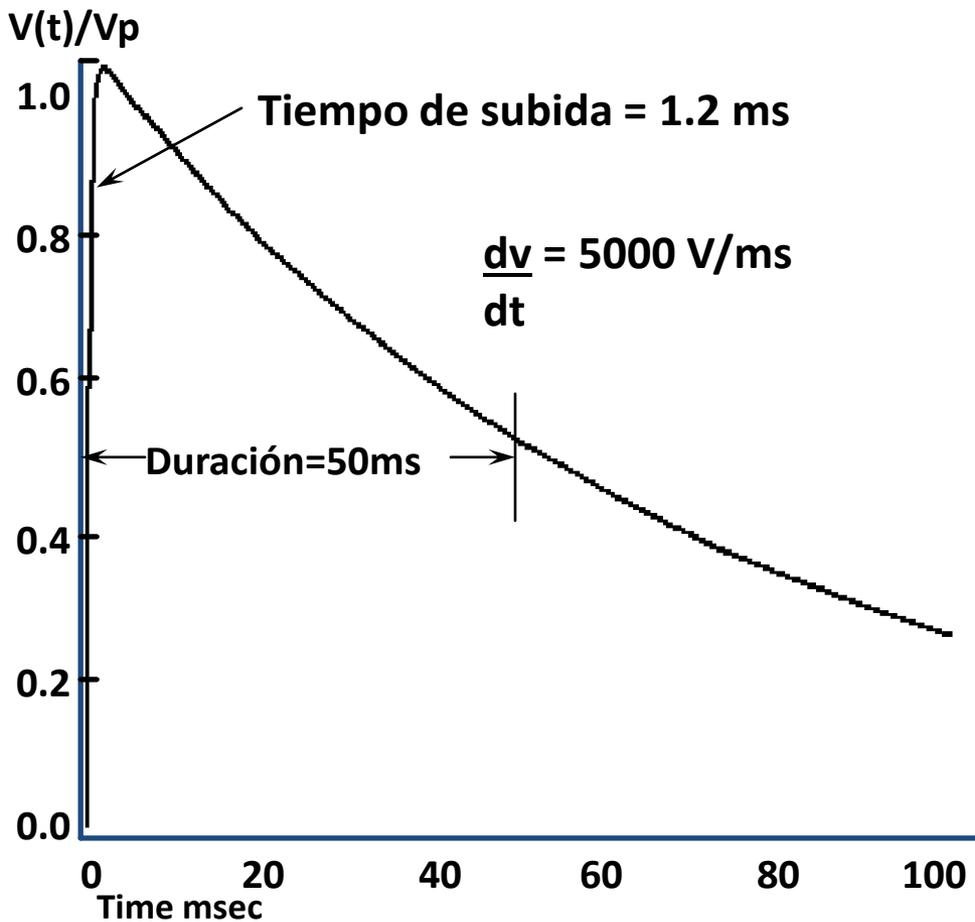
Acoplamiento inductivo



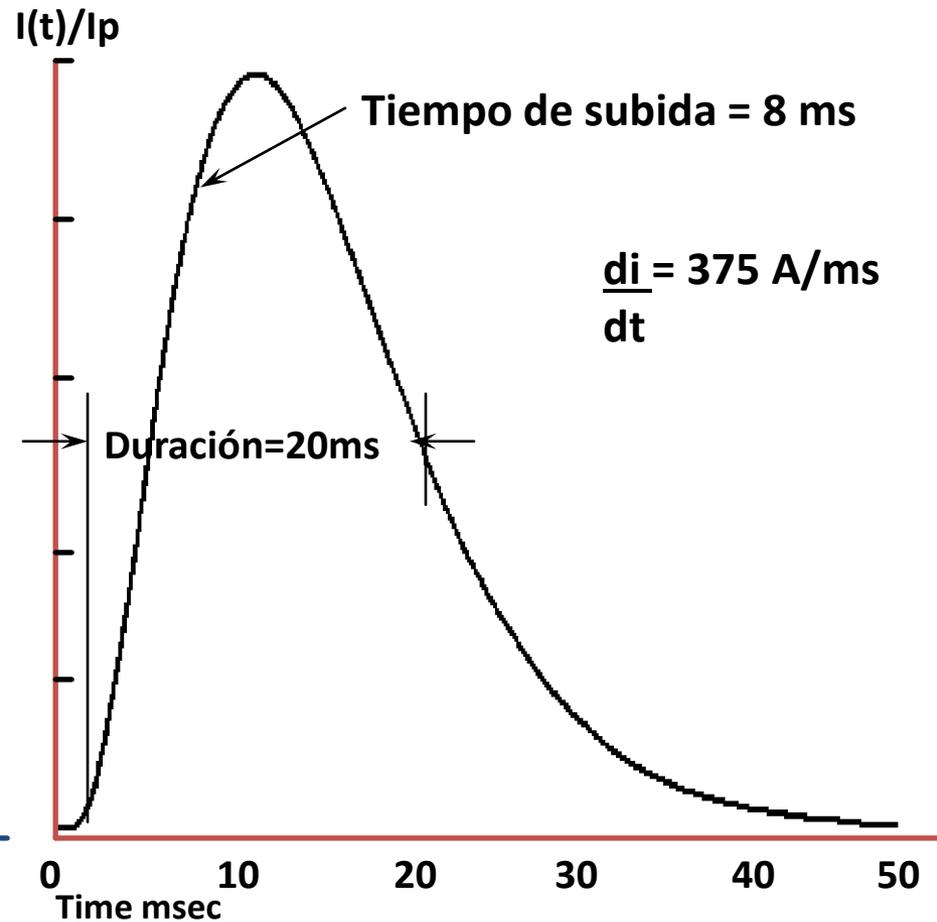
Formas de onda representativas de sobretensiones y corrientes asociadas

- Son formas de onda normalizadas que representan los fenómenos eléctricos a efectos de caracterización, dimensionado y ensayo de sistemas de protección (aislaciones y supresores de transitorios).
- Las más utilizadas:
 - Onda de corriente de impulso 10/350 μs
 - Onda de tensión 1,2/50 μs
 - Onda de corriente 8/20 μs
 - Onda de tensión oscilatoria amortiguada 0,5 μs 100 kHz
- Las ondas 1,2/50 μs y 8/20 μs están asociadas: Se considera que la onda de tensión 1,2/50 al aplicarse a una impedancia que representa el dispositivo o equipo a caracterizar produce una corriente 8/20.

IEEE - ANSI C62.41-2002 - Onda combinada

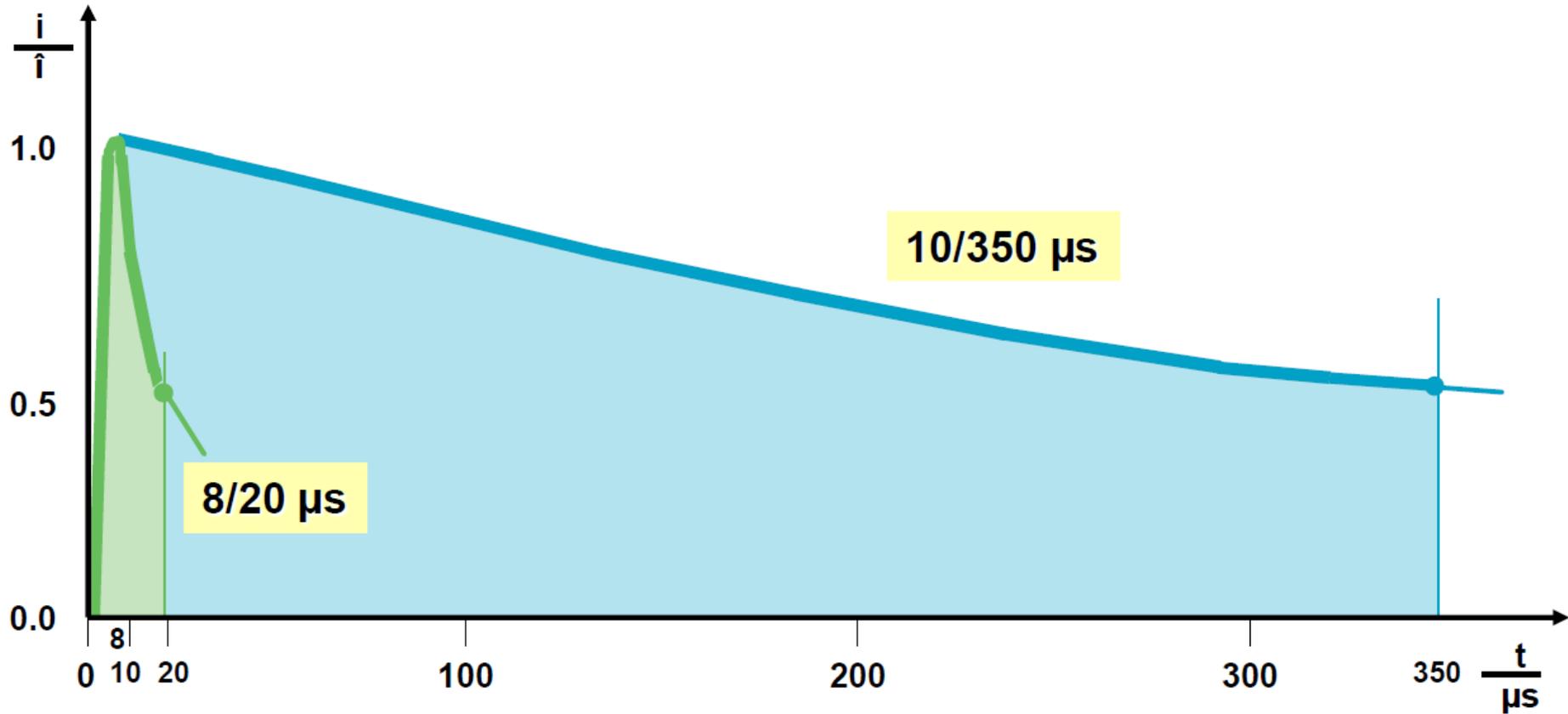


Voltaje en vacío
1.2 x 50 μ s



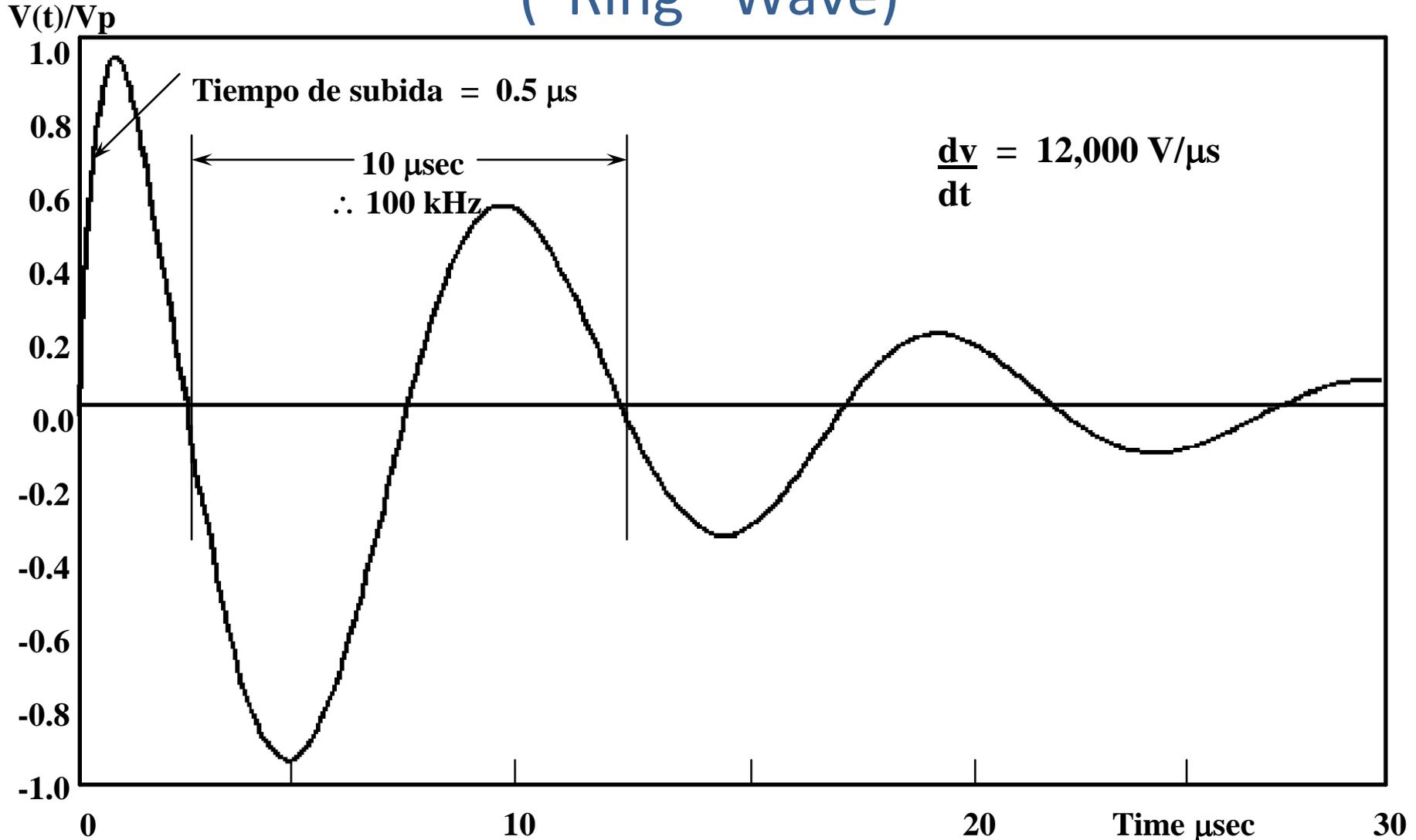
Corriente de Corto-Circuito
8 x 20 μ s

IEC - Onda de impulso



IEEE - ANSI C62.41-2002

Onda oscilatoria amortiguada 0.5 ms - 100 kHz ("Ring" Wave)



IEEE - ANSI C62.41-2002

IEEE Std: C62.41.1-2002

IEEE Guide on the Surge Environment in Low-Voltage (1000 V and less) AC Power Circuits

-Describe el entorno de las sobretensiones y sobrecorrientes transitorias y las sobretensiones temporarias (TOV en inglés) en circuitos de alimentación de CA de baja tensión (hasta 1000 Vrms).

No incluye otras perturbaciones de potencia, como notches (huecos), sags, y ruido. Los transitorios considerados en esta guía no exceden, en duración, medio ciclo de la frecuencia fundamental.

-Proporciona información sobre la ocurrencia de sobretensiones, como datos de base para la parte .2

IEEE Std C62.41.2-2002

Recommended Practice on Characterization of Surges in Low-Voltage (1000 V and less) AC Power Circuits

Presenta recomendaciones sobre la selección de parámetros representativos de las sobretensiones, que se considerarán al evaluar la inmunidad del equipo y desempeño de los SPD.

IEEE - ANSI C62.41.2-2002

Formas de onda representativas de sobretensiones en circuitos de alimentación de CA de BT

Escenario I:

Representa eventos de sobretensiones que llegan a la estructura a través de los servicios entrantes o que se generan dentro de la estructura

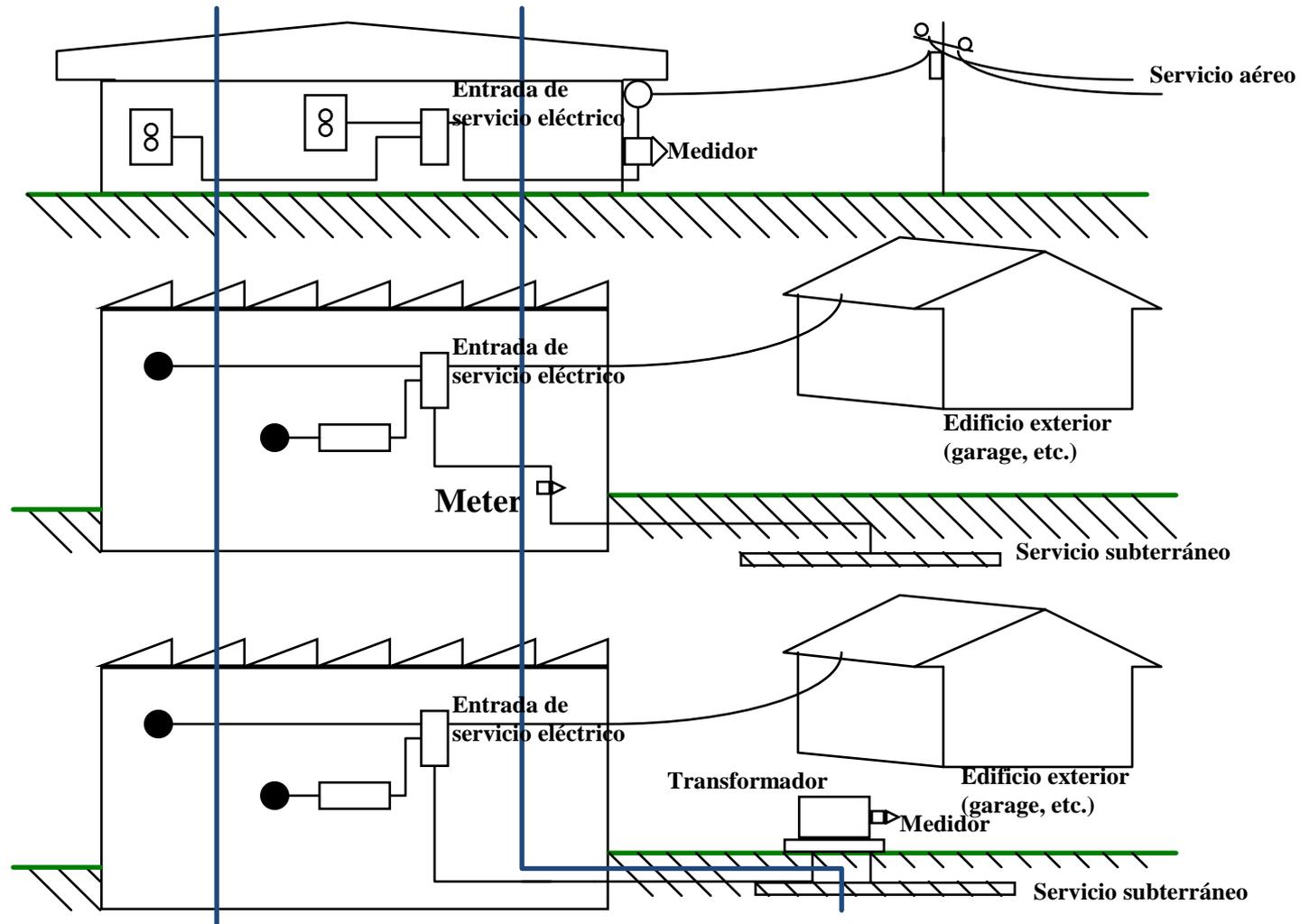
A este escenario se aplican las Categorías de Localización y las formas de onda combinada y ring wave

Escenario II:

Representa eventos de sobretensiones asociados con la parte de la corriente de rayo que sale de la estructura a través de los servicios, cuando se produce un impacto directo en la estructura o en la tierra cercana.

A este escenario se aplica la onda de impulso

IEEE - ANSI C62.41-2002 Categorías de Localización



A

Tomas & Ramales largos

Todos los tomas a más de 10m de zona B o a más de 20m de zona C

B

Acometidas & Circuitos cortos

Tableros de distribución internos
Maquinaria fija instalada
Tomas de alta potencia con conexiones cortas a la entrada del servicio
Sistemas de iluminación en edificios grandes

C

Zona exterior & Entrada de servicio

Servicio aéreo.
Trayecto entre medidor y tablero.
Línea aérea a edificio exterior
Línea subterránea a bomba de agua

IEEE - ANSI C62.41-2002

Formas de onda representativas

Table 1—Summary of applicable standard^a and additional^b surge-testing waveforms for Location Categories A, B, and C (Scenario I only) and parameters for Scenario II

Scenario I Surges impinging upon the structure from outside ^c , and generated within ^d						Scenario II Direct lightning flash	
Location Category	100 kHz Ring Wave	Combina-tion Wave	Separate Voltage/ Current	EFT Burst 5/50 ns	10/1000 μ s Long Wave	Inductive coupling	Direct coupling ^e
A	Standard	Standard	—	Additional	Additional	Category B Ring Wave	Case-by-case assessment ^e
B	Standard	Standard	—	Additional	Additional		
C Low	Optional ^f	Standard	—	Optional ^f	Additional		
C High	Optional ^f	—	Standard	Optional ^f	—		

^aRefer to Table 2 through Table 5 for details on the standard waveforms (Clause 6).

^bRefer to Table 6 and Table 7 for details on the electrical fast transient (EFT) Burst and Long Wave additional waveforms (Clause 7).

^cRefer to discussion of capacitor-switching transients under 7.3 for impinging surges.

^dNearby lightning flashes can induce surge voltages into circuits contained within the building.

^eRefer to discussion of the assessment under 7.4 and Informative Annex A.

^fFor specific cases where front-of-wave response or software upset might be a concern.

IEEE - ANSI C62.41-2002

Formas de onda representativas

Table 2—Standard 0.5 μ s–100 kHz Ring Wave
Expected maximum voltage and current surges in Location Categories^a A and B^b
Single-phase modes^c: L-N, L-G, and [L&N]-G
Polyphase modes: L-L, L-G, and [L's]-G
(See Table 5 for N-G mode)

Location Category ^a	Peak values ^d		Effective impedance (Ω) ^e
	Voltage (kV)	Current (kA)	
A	6	0.2	30
B	6	0.5	12

^aSee 4.5 for definition and discussion of location categories.

^bA 100 kHz Ring Wave may be optional in Category C when front-of-wave response is a concern.

^cSee IEEE Std C62.45-2002 for discussion of coupling modes.

^dThe values shown for Location Categories A and B have been set by consensus to provide guidance and uniformity in test procedures and in SPD selection. Other levels may be negotiated between the parties involved, including the particulars of a situation where the transitions between categories can be specifically assessed.

^eThe effective impedance of the surge source (emulated by a test generator) is defined as the ratio of the peak voltage to the peak current. It has the dimension of a resistance, but it is not a pure resistance (see 6.3.1).

IEEE - ANSI C62.41-2002

Formas de onda representativas

**Table 3—Standard 1.2/50 μ s–8/20 μ s Combination Wave
Expected voltages and current surges in Location Categories^a A and B^b
Single-phase modes^c: L-N, L-G, and [L&N]-G
Polyphase modes: L-L, L-N, L-G, and [L's]-G
(See Table 5 for N-G modes)**

Location Category ^a	Peak values ^d		Effective impedance (Ω) ^e
	Voltage (kV)	Current (kA)	
A	6	0.5	12 ^f
B	6	3	2

^aSee 4.5 for definition and discussion of location categories.

^bSee Table 4 for Combination Wave application to a low exposure in Location Category C.

^cSee IEEE Std C62.45-2002 for discussion of coupling modes.

^dThe values shown for each location category have been set by consensus to provide guidance and uniformity in test procedures. Other levels may be negotiated between the parties involved, including the particulars of a situation where the transitions between categories can be specifically assessed.

^eThe effective impedance of the surge source (emulated by a test generator) is defined as the ratio of the peak voltage to the peak current. It has the dimension of a resistance, but is not a pure resistance (see 6.3.2).

^fNominally, a 12 Ω effective impedance. To allow using a surge generator with 2 Ω impedance, a 10 Ω non-inductive resistor may be added, recognizing that the waveform might be slightly changed.

IEEE - ANSI C62.41-2002

Formas de onda representativas

Table 4—Scenario I tests for SPDs intended for Location Category C^a

Exposure	Standard tests		Optional test
	1.2/50 μ s Voltage generator	8/20 μ s Current generator	100 kHz Ring Wave for front-of-wave response evaluation
	Minimum open-circuit voltage to be applied to SPD	Current to be driven through the SPD ^b	
Low	6 kV	3 kA ^c	6 kV
High	10 kV	10 kA	6 kV

^aThe scope of these tests is limited to SPDs, in contrast with all the other recommended tests that may be applied to equipment other than SPDs.

^bValues shown for the current are applicable for each phase of the SPD. In contrast with a test applied to equipment for the purpose of assessing its response to the surge environment, a test applied to characterize the performance of an SPD requires that the specified current be driven through the SPD. For the low exposure, this can be accomplished with a typical Combination Wave generator. For the high exposure, two separate generators, in two successive tests, must be used to apply the specified values.

^cFor low exposure tests, if a Combination Wave generator is used instead of two separate generators, the generator charging voltage has to be adjusted to obtain the stated current amplitude.

Table 5—N-G mode
Standard representative waveforms and levels for
maximum voltage and current surges inside buildings
for N-G mode, depending on applicable neutral earthing or bonding practice^{a, b, c}

Neutral grounding practice	Distance from service entrance or from surge source	System exposure ^d	Applicable surge			
			0.5 μs–100 kHz Ring Wave		1.2/50 μs–8/20 μs Combination Wave	
			Peak voltage (kV)	Effective impedance ^e	Peak voltage (kV)	Effective impedance ^e
Neutral grounded at service entrance	Close	All	None	None	None	None
	Nearby	All	<i>1</i>	<i>30</i>	None	None
	Far	All	<i>3</i>	<i>30</i>	None	None
Neutral not grounded at service entrance	All	Low	<i>2</i>	<i>12</i>	<i>2</i>	<i>2</i>
	All	Medium	<i>4</i>	<i>12</i>	<i>4</i>	<i>2</i>
	All	High	<i>6</i>	<i>12</i>	<i>6</i>	<i>2</i>

^aThe values for peak voltage and effective impedance have been set in italic type to emphasize that there is no available database to support these values. Instead, these numbers and waveforms have been selected by consensus to provide uniformity in test procedures. These values are not intended to be mandatory requirements.

^bBonding the neutral to the equipment grounding conductor (protective earth) and the building ground at the service entrance, or at a separately derived ac power source, effectively prevents the propagation of external surges in N-G mode. This situation, including that of a separately derived ac power source, corresponds to the requirement of the NEC [B32]. In such installations, N-G surges can still be generated by internal load switching or by mode conversion when surge currents flow in the inductance of the neutral or grounding conductors, or both. The 100 kHz Ring Wave is an appropriate representation of inductive voltages in the wiring.

^cWhen the neutral is not bonded to the equipment grounding conductor (protective earth) nor to the building ground at the service entrance, N-G surges can be expected in a manner similar to those defined for the L-L, L-N, or L-G modes, as shown in Table 2 and Table 3. This more severe situation will be encountered in installations not subject to the NEC [B32]. It is standard practice in some countries.

^dSee 4.7 for discussion of system exposure levels.

^eThe effective impedance of the surge source (to be emulated by a test generator) is defined as the ratio of the peak voltage to the peak current. It has the dimension of a resistance, but is not a pure resistance.

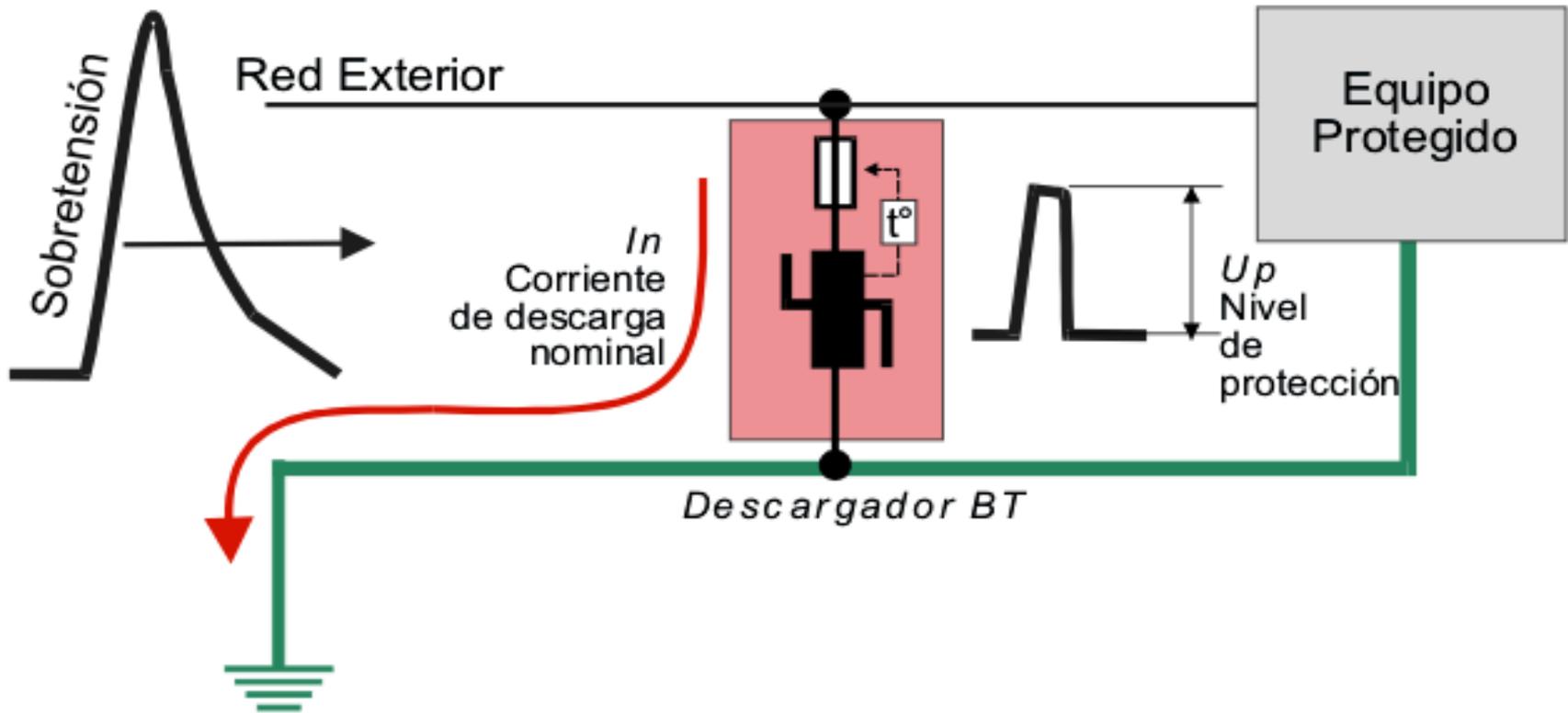
IEEE - ANSI C62.41-2002 Categorías de Localización

Onda combinada

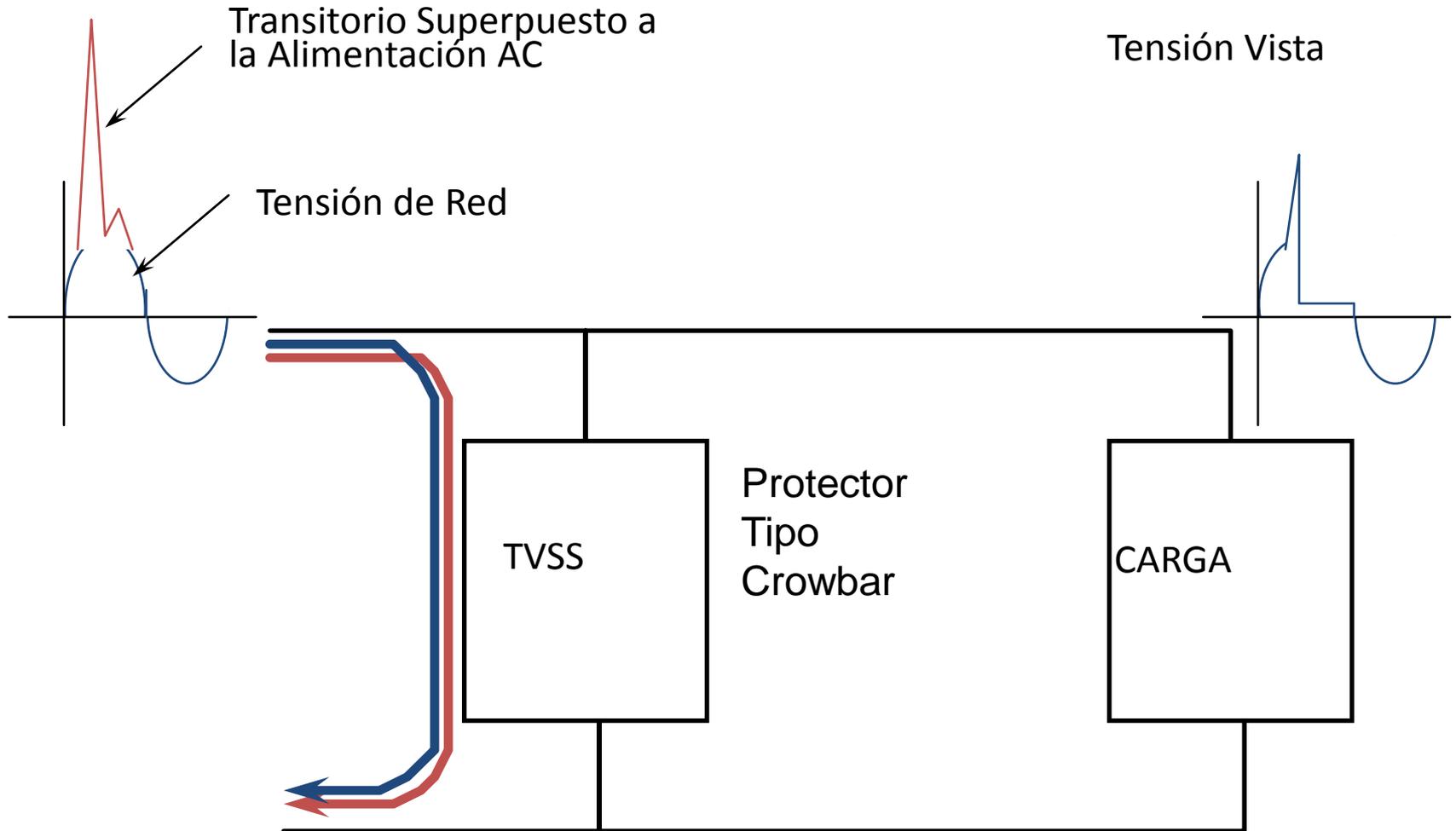
	Voltaje en vacío 1.2 x 50 μs	Corriente de Corto-Circuito 8 x 20 μs
• Localización C	10 kV	10 kA
	6 kV	3 kA
• Localización B	6 kV	3 kA
• Localización A	6 kV	0,5 kA

Protección contra sobretensiones transitorias

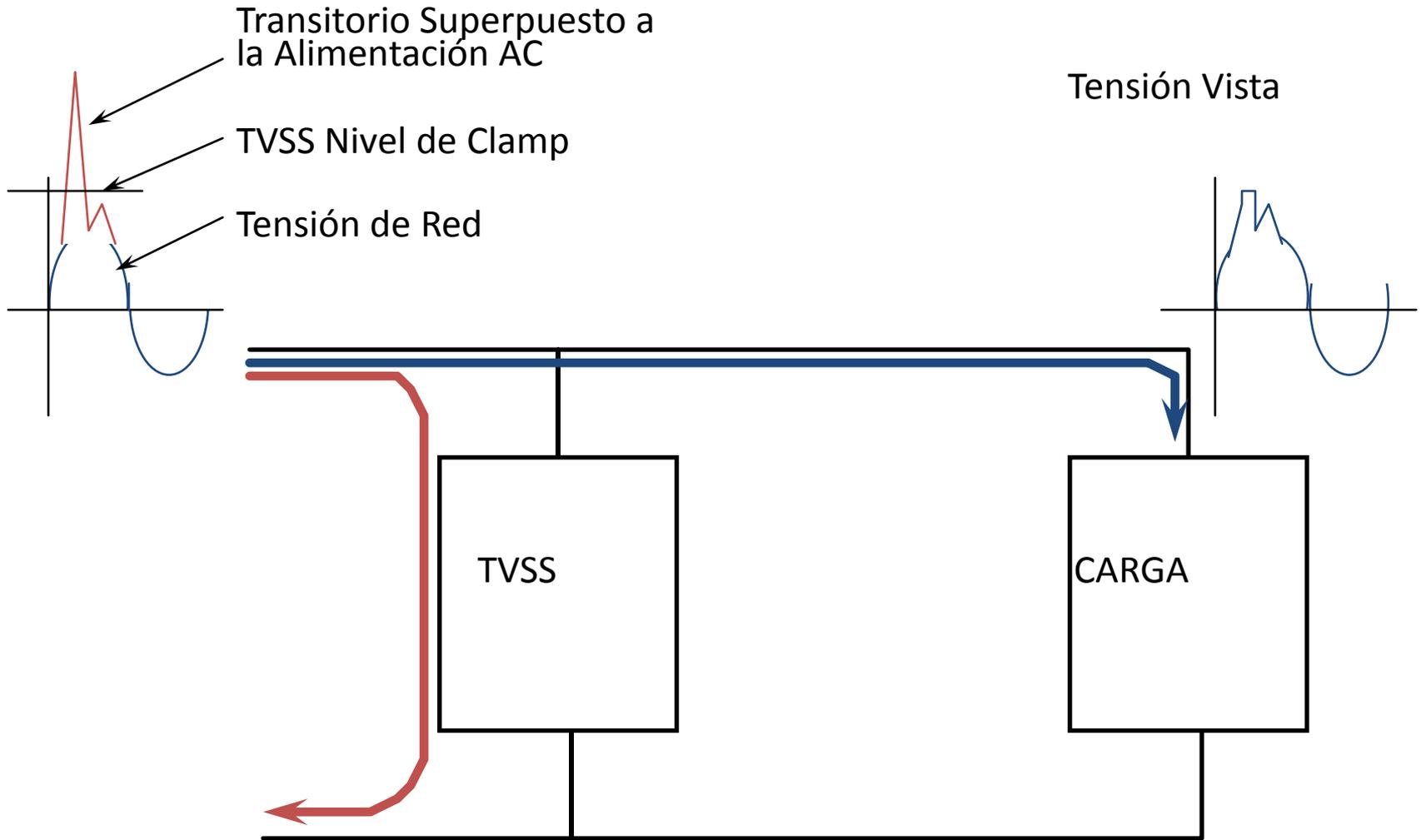
DESCARGADORES DE SOBRETENSION - FUNCIONAMIENTO



Respuesta "Crowbar"

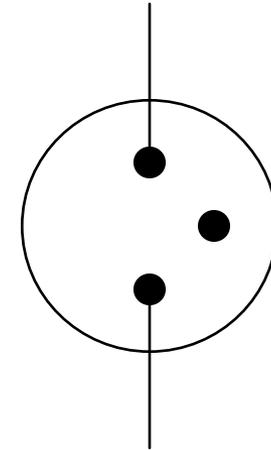
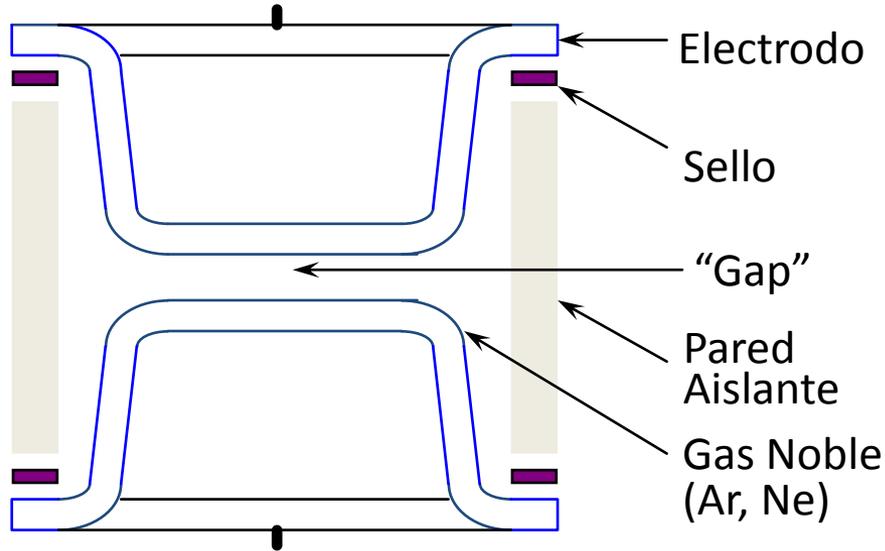


Respuesta "Clamp"

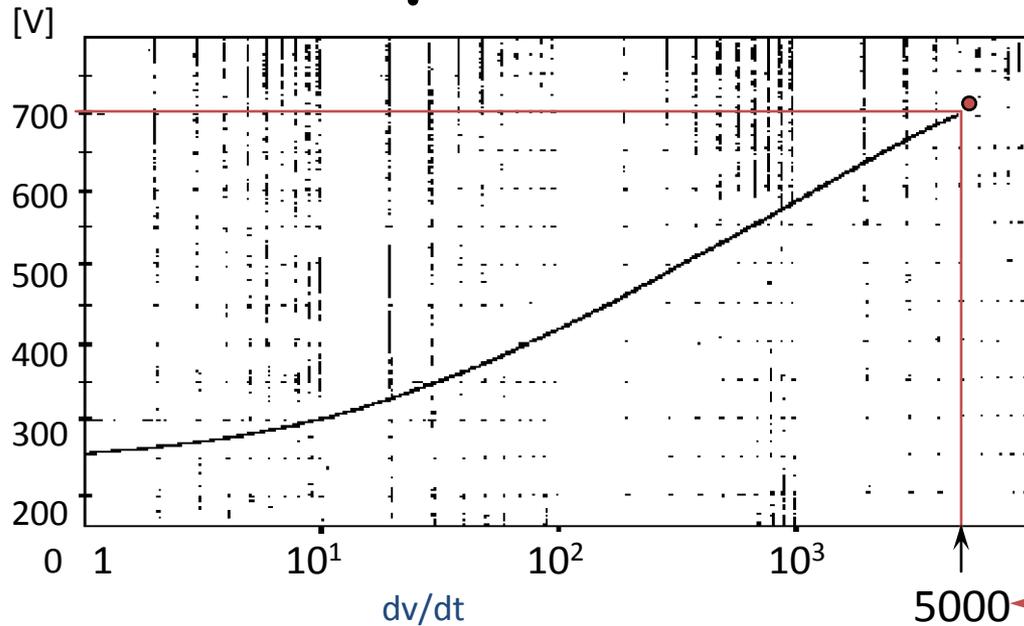


Tubo de Gas

Vista en Corte



Símbolo de Tubo de Gas



$$\text{ANSI C62.41, } \frac{dv}{dt} = 5000 \text{ V}/\mu\text{s}$$

$$1.2 \times 50 \mu\text{sec}$$

Voltaje de Disparo ~ 700V

Proc.: Polyphaser

Tubo de Gas

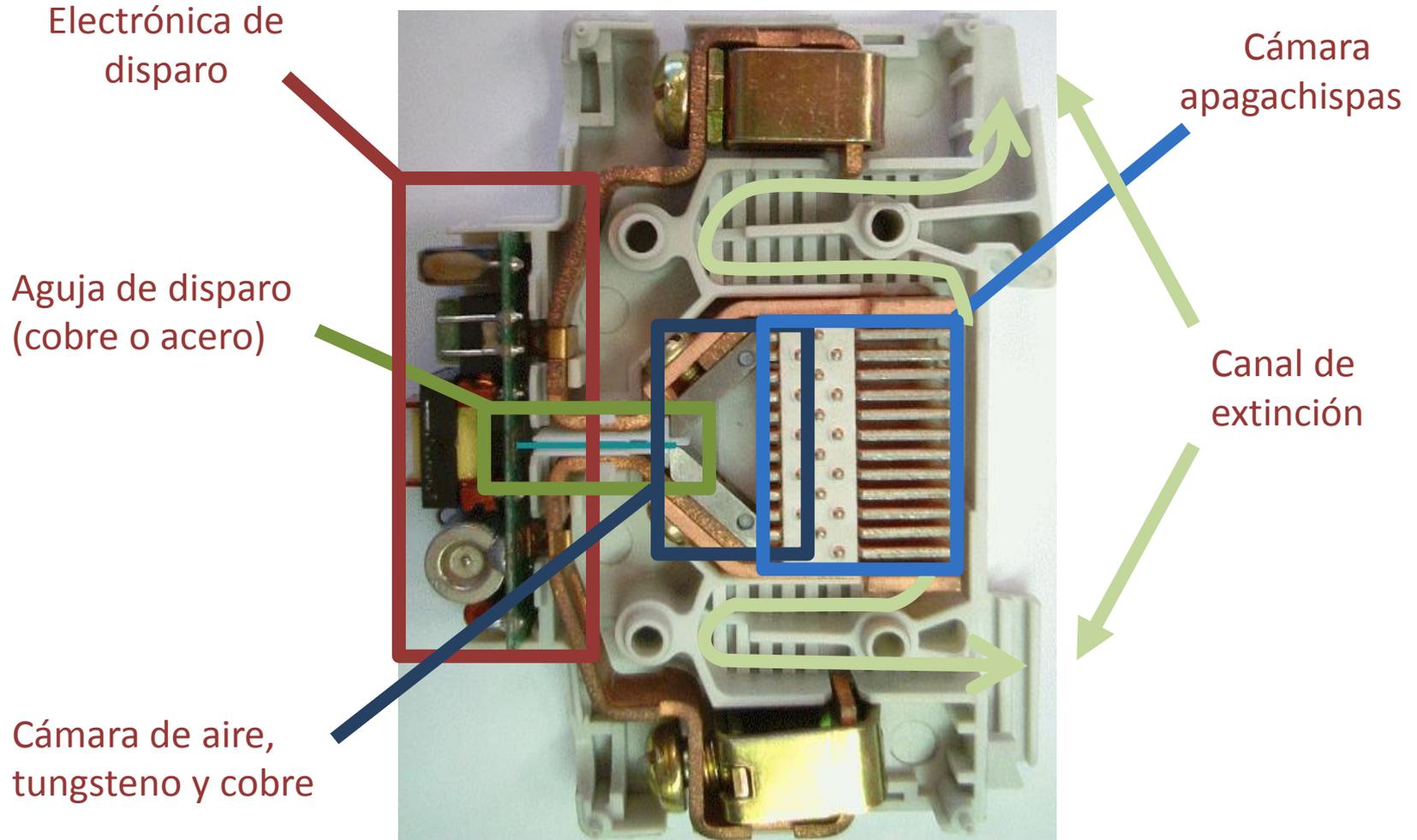
- **Dispara por tensión** -Se vuelve conductor mediante un arco cuando la tensión entre sus bornes llega a determinado nivel. El circuito que impone la tensión suministra la corriente subsiguiente.
- **En conducción es aproximadamente un cortocircuito** (10 – 30 V de caída de tensión) => **para proteger circuitos de potencia o alimentación se debe combinar con otros dispositivos de protección.**
- **El nivel de tensión de disparo depende de la velocidad dv/dt con que sube la tensión.**
- **Tensión nominal** (por debajo de la cual nunca actúa)
V_{sdcN}. Definida para **$dV/dt = 100 \text{ V/s}$**
V_{sdcN} debe ser mayor que la tensión máxima nominal en el equipo a proteger
- **Tensión de Impulso V_{si}**. Definida para **$dV/dt = 1 \text{ kV}/\mu\text{s}$**

Protectores en circuitos de señal: V_{sdcN} = 90 V; V_{si} <650 V

Protectores en circuitos de potencia (230Vac): V_{sdcN} = 350 V; V_{si} <900 V

Spark gap

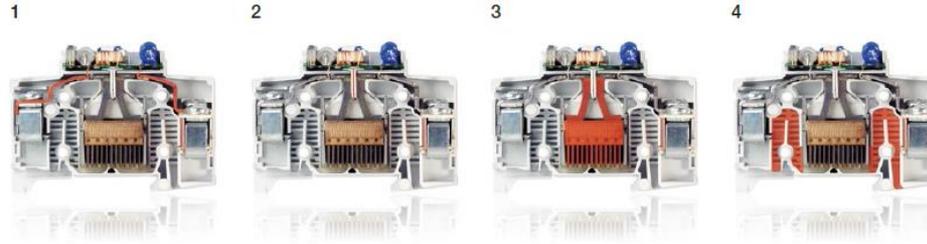
Cámara apagachispas + electrónica



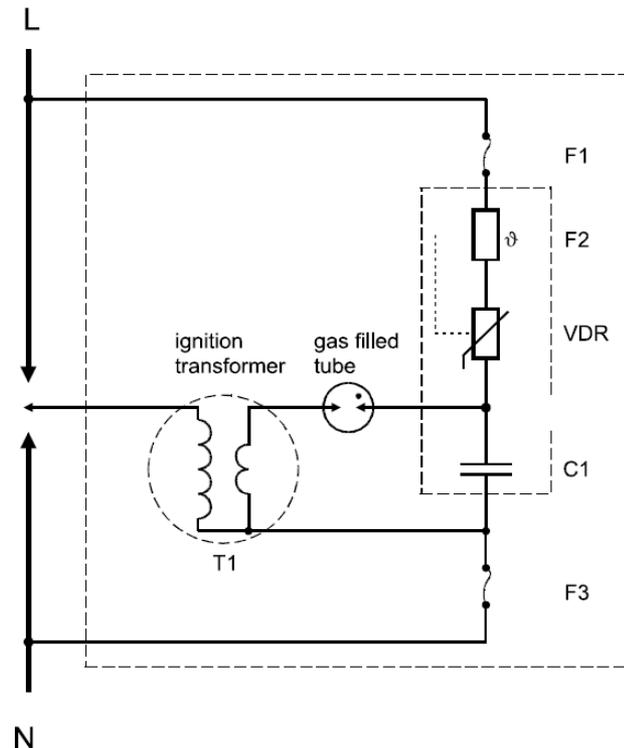
Spark gaps

How does a Class 1 OVR T1 SPD work?

- 1 The discharge reaches the terminals of the SPD and is detected by the electronic device.
- 2 Thanks to the active intervention of the electronic device, the electric arc is ignited in advance.
- 3 The electric arc flows through the electrodes and is directed into the arc chamber to be extinguished.
- 4 The hot ionized gas flows in the special cooling conduits, preventing the risk of fire.

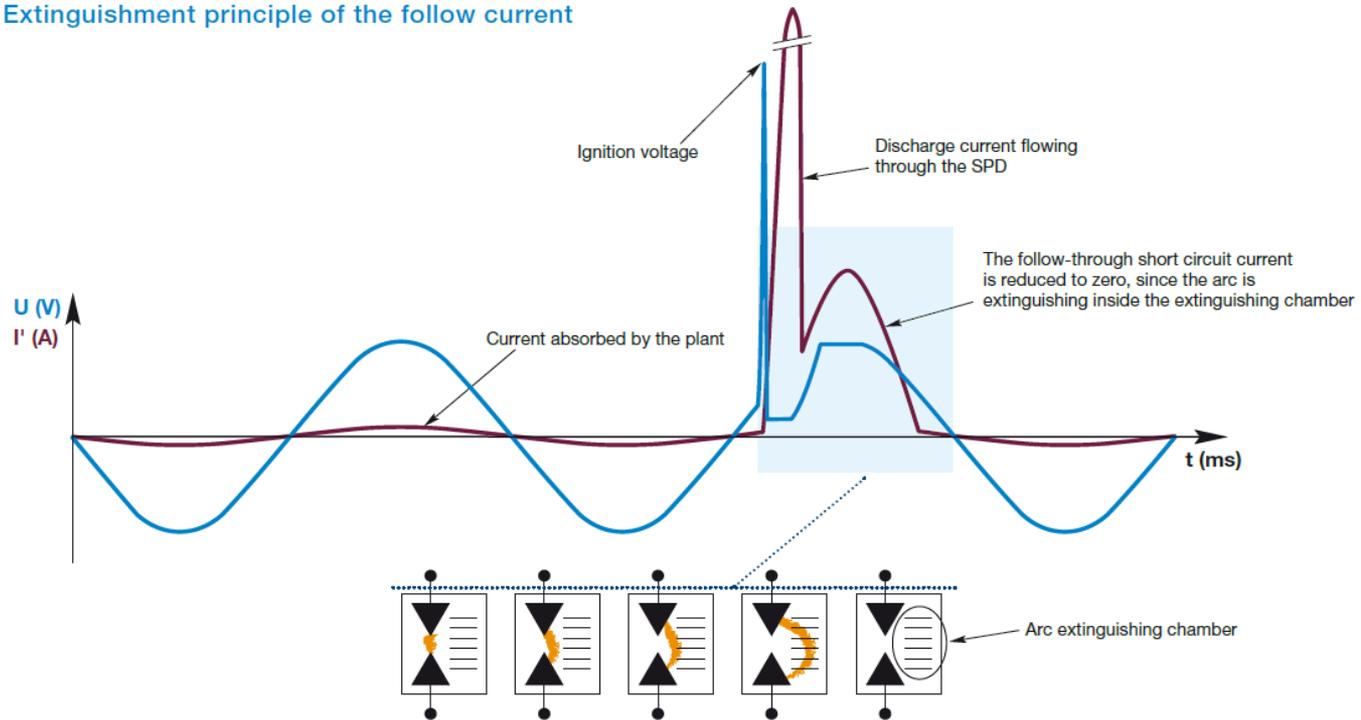


20 | ABB OVR Practical guide



Spark gaps

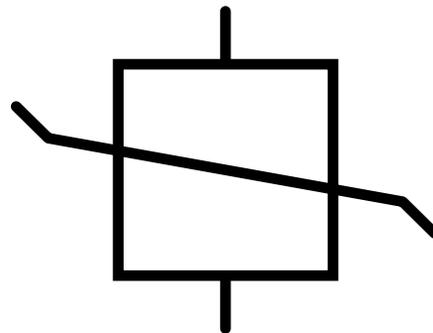
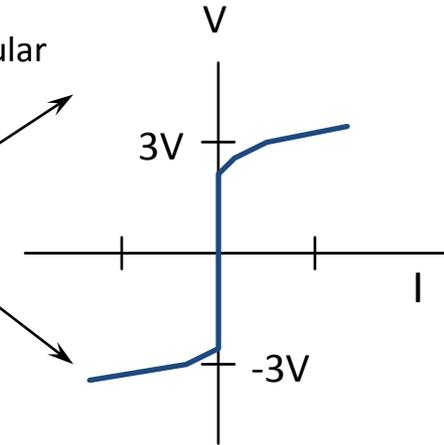
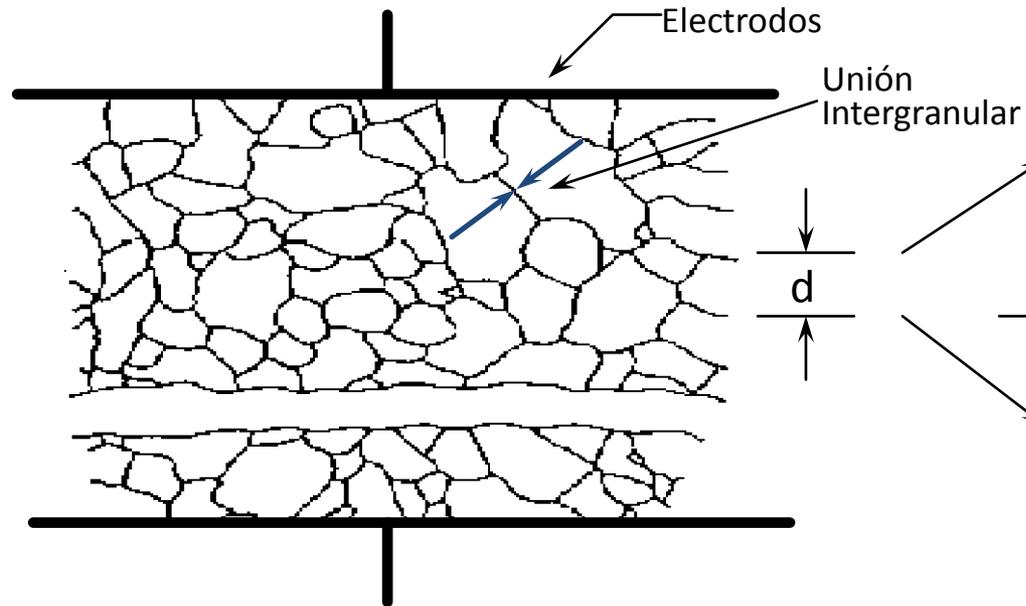
Extinguishment principle of the follow current



Metal Oxide Varistor (MOV)

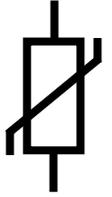
Esquemático de la Microestructura de un MOV

Granos Conductores de ZnO (Tamaño Promedio d) Separadas por Uniones Intergranulares



Símbolo de Un MOV

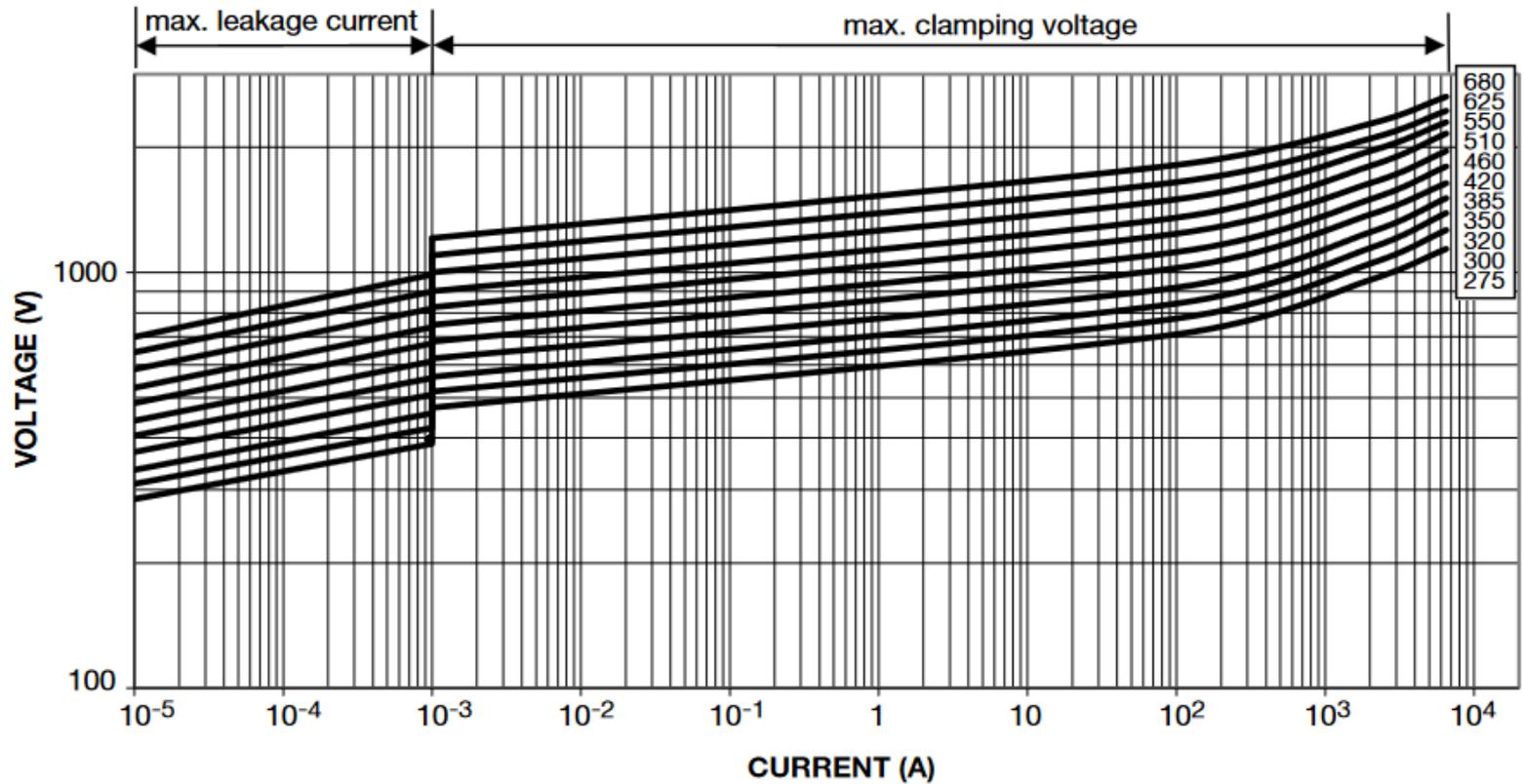
Característica de un MOV



- Resistencia variable con la tensión de forma continua, pero no lineal.
- En funcionamiento normal tienen una alta aislación $> 1 \text{ M}\Omega$ y una corriente de fuga permanente de entre 100 y $200 \mu\text{A}$.
- Cuando queda sometido a una sobretensión rápidamente la impedancia baja menos de 1Ω , en ηs , conduciendo corriente a tierra y limitando la tensión.
- Cuando se extingue la sobretensión vuelve a recuperar la propiedad de aislación

Característica de un MOV

275 V_{RMS} to 680 V_{RMS}; VDRS20



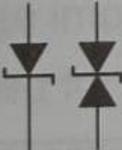
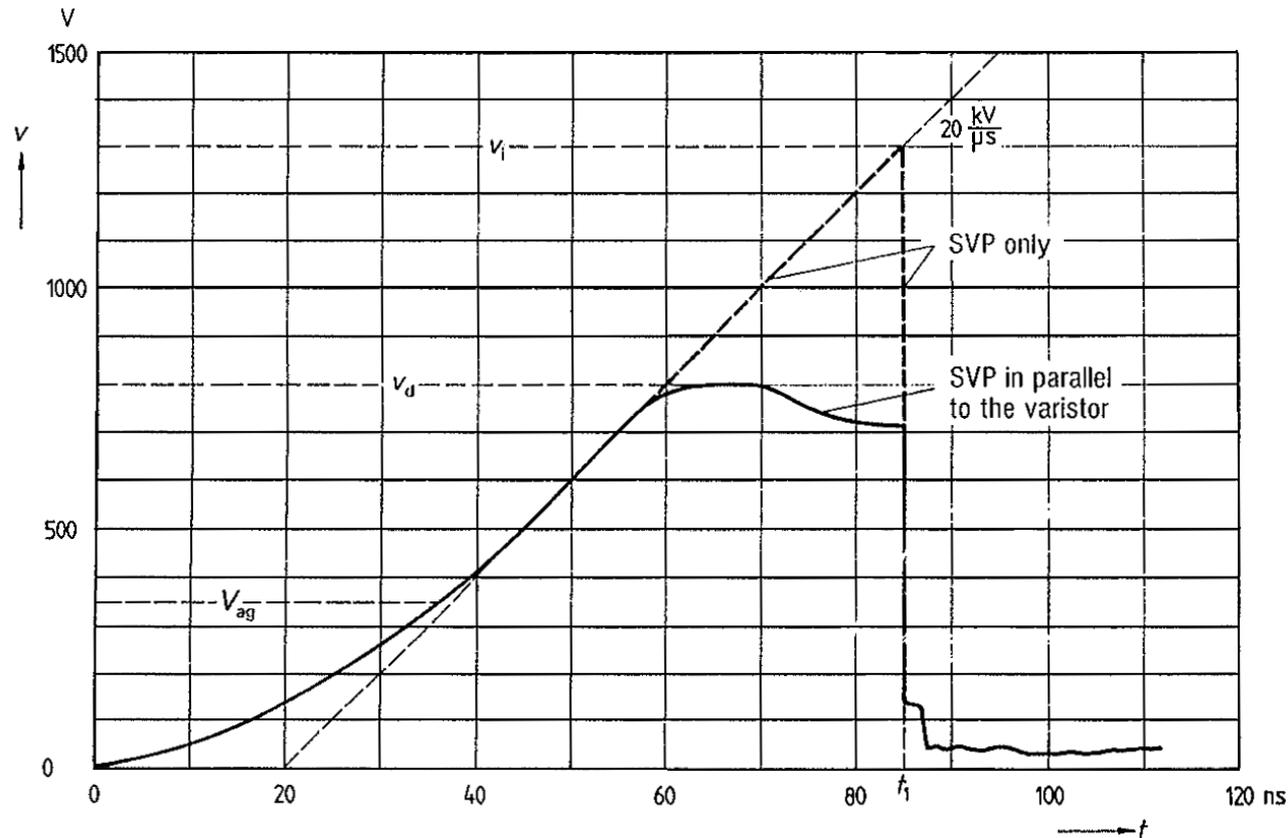
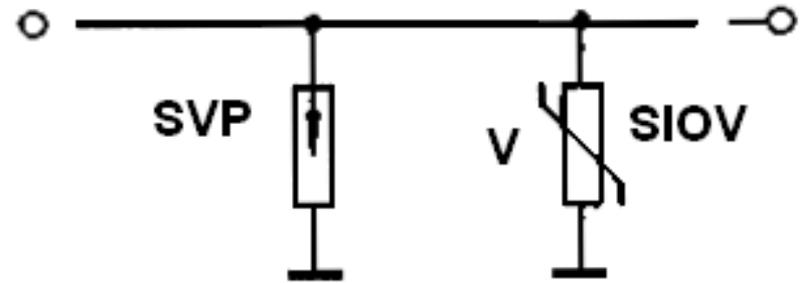
Component		High energy High current	Low Let-through voltage	No follow-on Current
Air Gaps & Gas arrester		✓✓	✗	✗✗
Metal Oxide Varistor		✓	✓	✓
Silicon Avalanche Diodes		✗✗	✓✓	✓

Table 6: SPD elements characteristics

Combinación de Tubo de Gas y Varistores

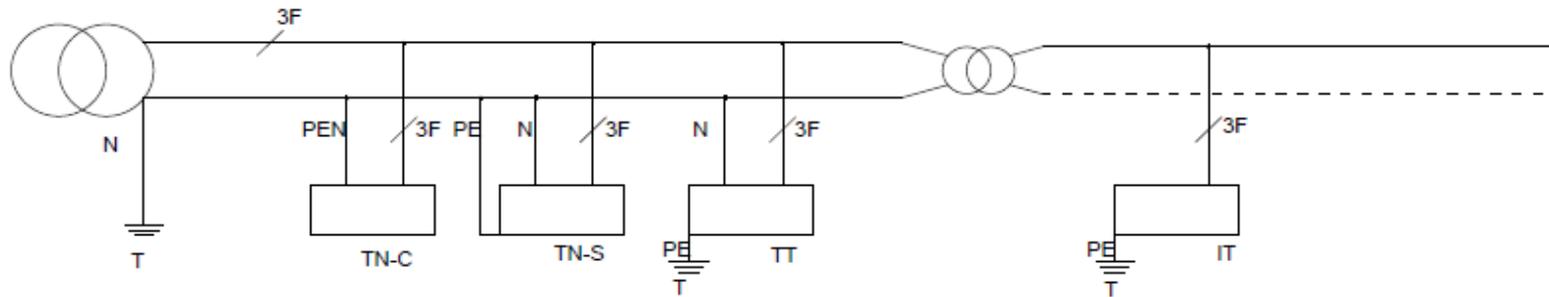


Los descargadores (supresores de sobretensión – SPD-) no deben interferir con la correcta actuación de los dispositivos de protección contra contactos indirectos

- En condiciones normales de funcionamiento - sin actuación de los descargadores
- En condiciones de actuación correcta de los descargadores frente a un evento de sobretensión.
- En condiciones de falla por cortocircuito de los descargadores

SISTEMAS DE ALIMENTACION

Puestas a tierra de neutro y de las masas

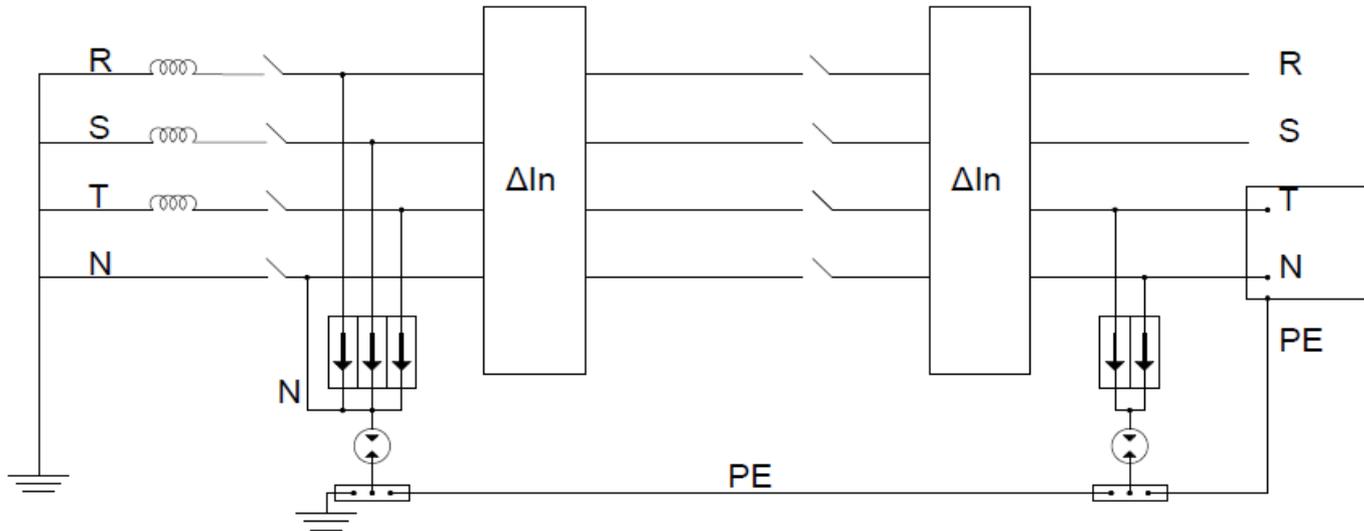


- 1° letra: T o I** - PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR
2° letra: N o T - PUESTA A TIERRA DE LAS MASAS DE LA INSTALACION BT
3° letra: C o S - CONDUCTOR DE NEUTRO Y PE

T: a toma de tierra
I: aislado
N: a neutro
C: común
S: separados

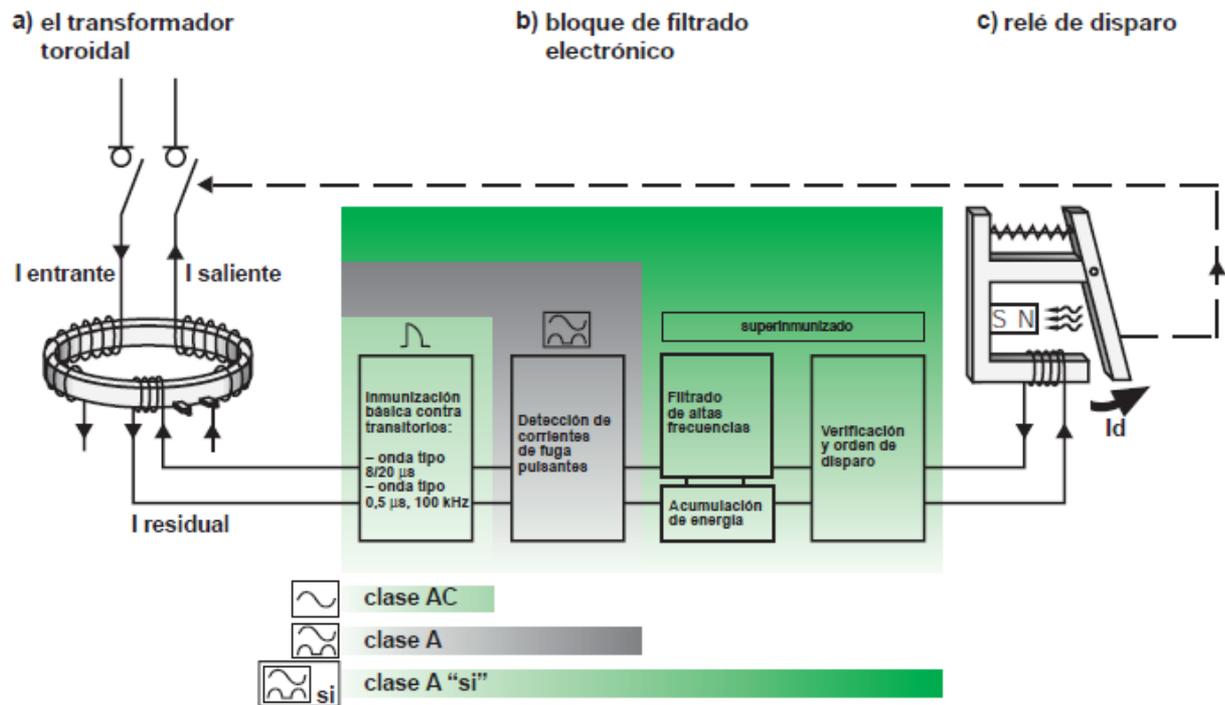
Sistema TT

En condiciones normales de funcionamiento



Con descargador de gas a tierra se eliminan las corrientes de fuga

No provocan la actuación indeseada de la protección diferencial



BLOQUE DE INMUNIZACION BASICO: Soportan sin actuar:

Clase AC y A

200 A con 0,5 μ s/100kHz

250 A con 8/20 μ s y 3 kA si son selectivos

CIRCUITO DE ACUMULACION DE ENERGÍA: Soportan sin actuar:

Clase A super inmunitada

3 kA y 5 kA si son selectivos, con 8/20 μ s

FILTRO DE ALTAS FRECUENCIAS:

Corrientes de alta frecuencia generadas por receptores y derivadas a tierra por filtros capacitivos a tierra.

NIVEL DE ASILAMIENTO

Soporta sin dañarse

6kV entre partes activas

8kV entre partes activas y tierra

Con onda de tensión 1,2/50 μ s

En presencia de sobretensión

Actuación correcta de los descargadores

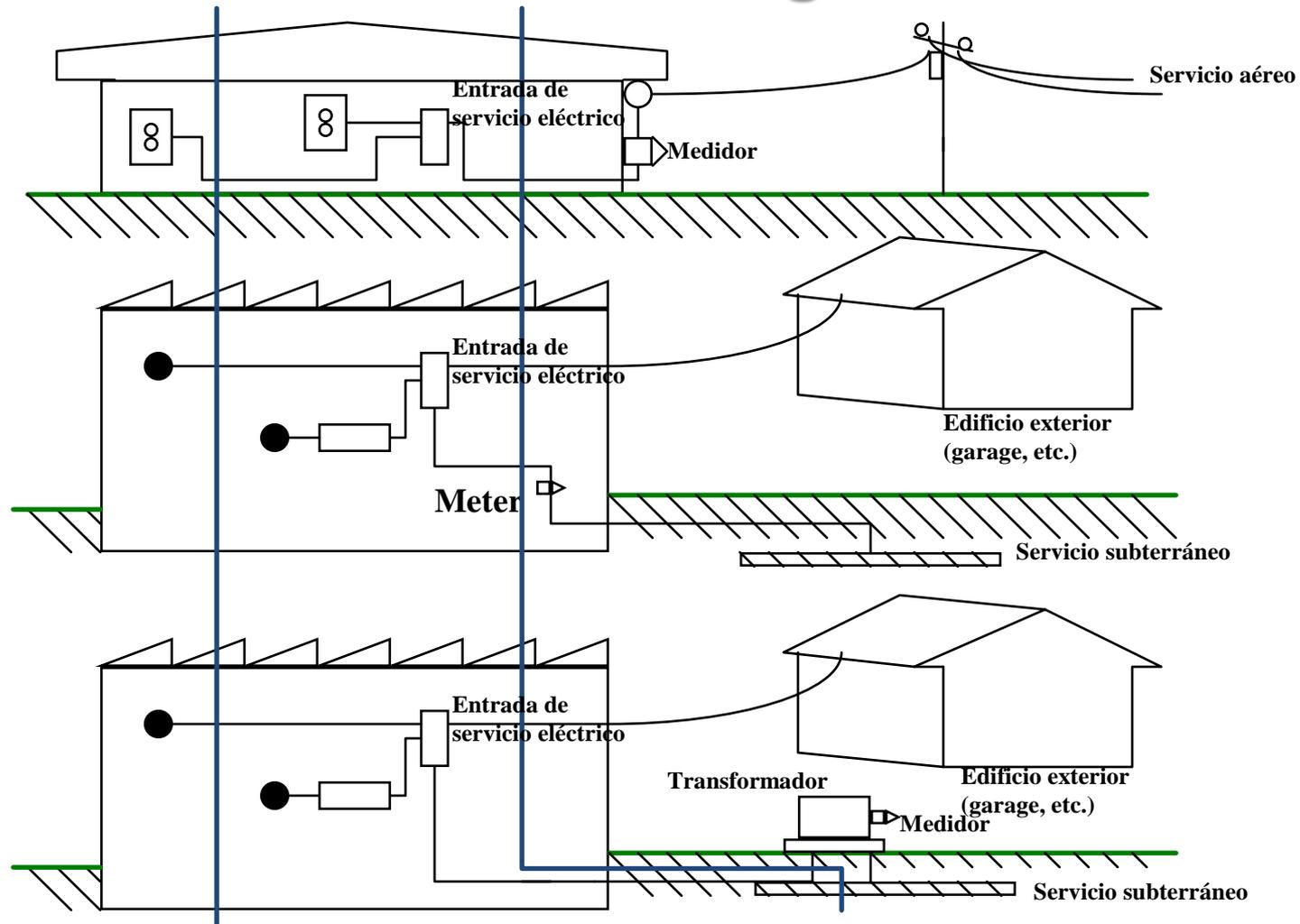
Minimizar el riesgo de daño de los dispositivos de protección contra choques eléctrico

Sobretensión que podría llegar al interruptor diferencial: FORMAS DE ONDA REPRESENTATIVAS

VS

Inmunidad de los interruptores diferenciales de riel a la tensión de choque (1,2/50 μ s): 6kV entre fases – 8kV fase-tierra.

IEEE - ANSI C62.41-2002 Categorías de Localización



A

Tomas & Ramales largos

Todos los tomas a más de 10m de zona B o a más de 20m de zona C

B

Acometidas & Circuitos cortos

Tableros de distribución internos
Maquinaria fija instalada
Tomas de alta potencia con conexiones cortas a la entrada del servicio
Sistemas de iluminación en edificios grandes

C

Zona exterior & Entrada de servicio

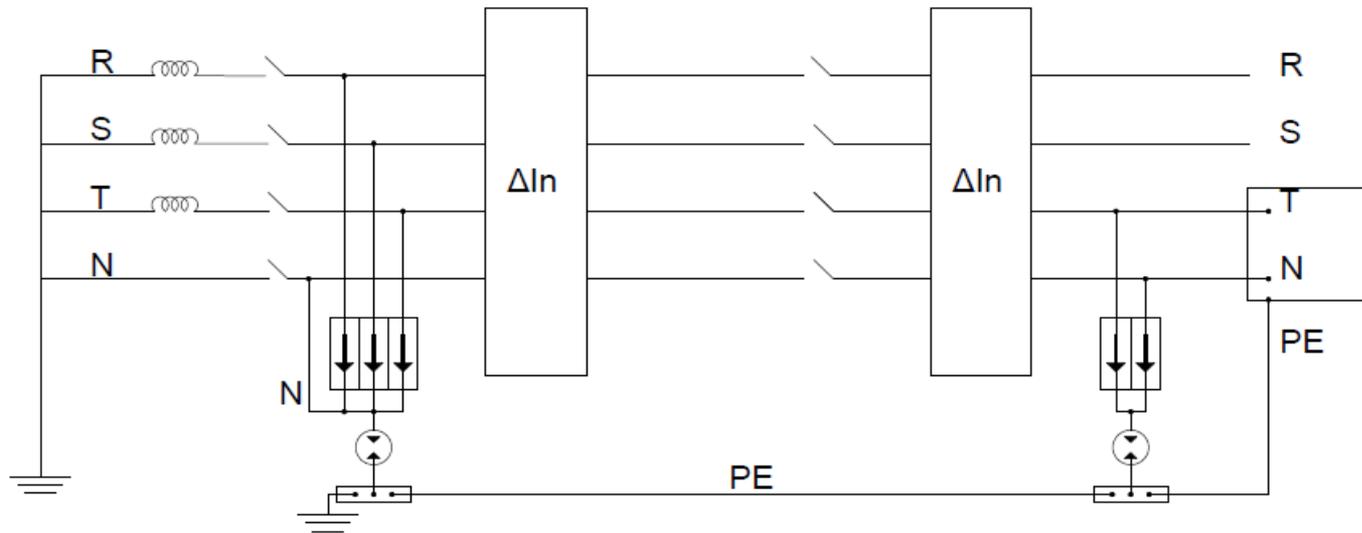
Servicio aéreo.
Trayecto entre medidor y tablero.
Línea aérea a edificio exterior
Línea subterránea a bomba de agua

IEEE - ANSI C62.41-2002

Onda combinada

	Voltaje en vacío 1.2 x 50 μ s	Corriente de Corto-Circuito 8 x 20 μ s
• Localización C	10 kV	10 kA
	6 kV	3 kA
• Localización B	6 kV	3 kA
• Localización A	6 kV	0,5 kA

Sistema TT - En presencia de sobretensión y actuación correcta de los descargadores



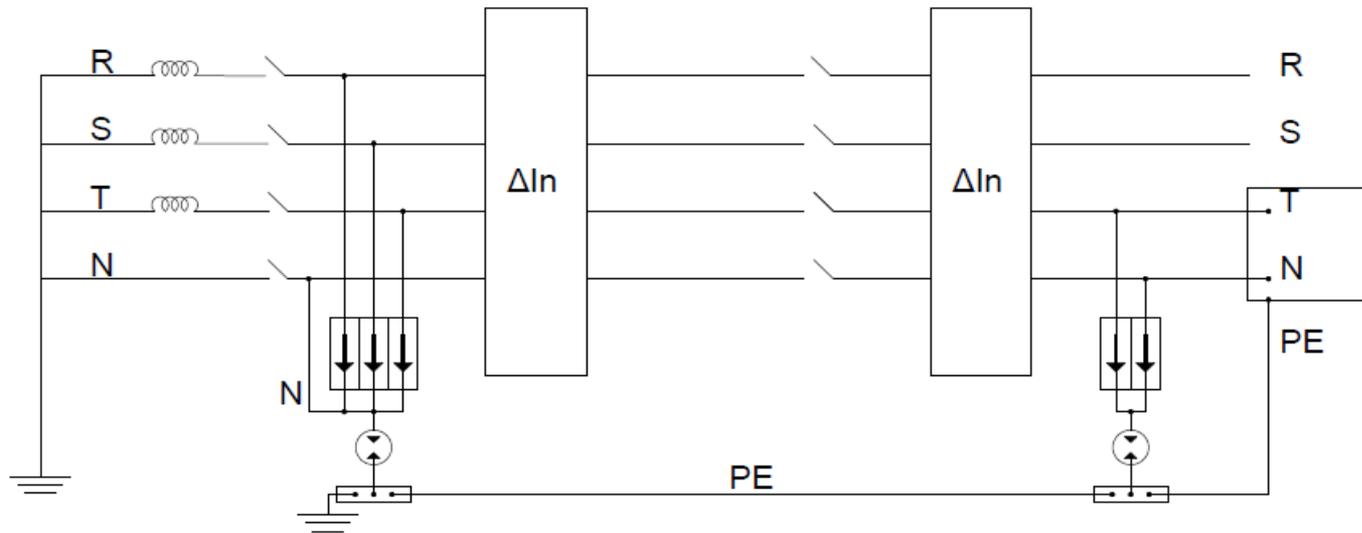
En tableros mas expuestos
(localización C)

**Descargador aguas arriba de la
protección diferencial PARA
PROTEGERLA**

En tableros menos expuestos:
(localización A y B)

**NO SE REQUIERE PROTECCION
CONTRA SOBRETENSIONES PARA
LA PROTECCION DIFERENCIAL . Se
puede instalar aguas abajo de la
protección diferencial**

Sistema TT - En presencia de sobretensión y actuación correcta de los descargadores



En tableros mas expuestos
(localización C)

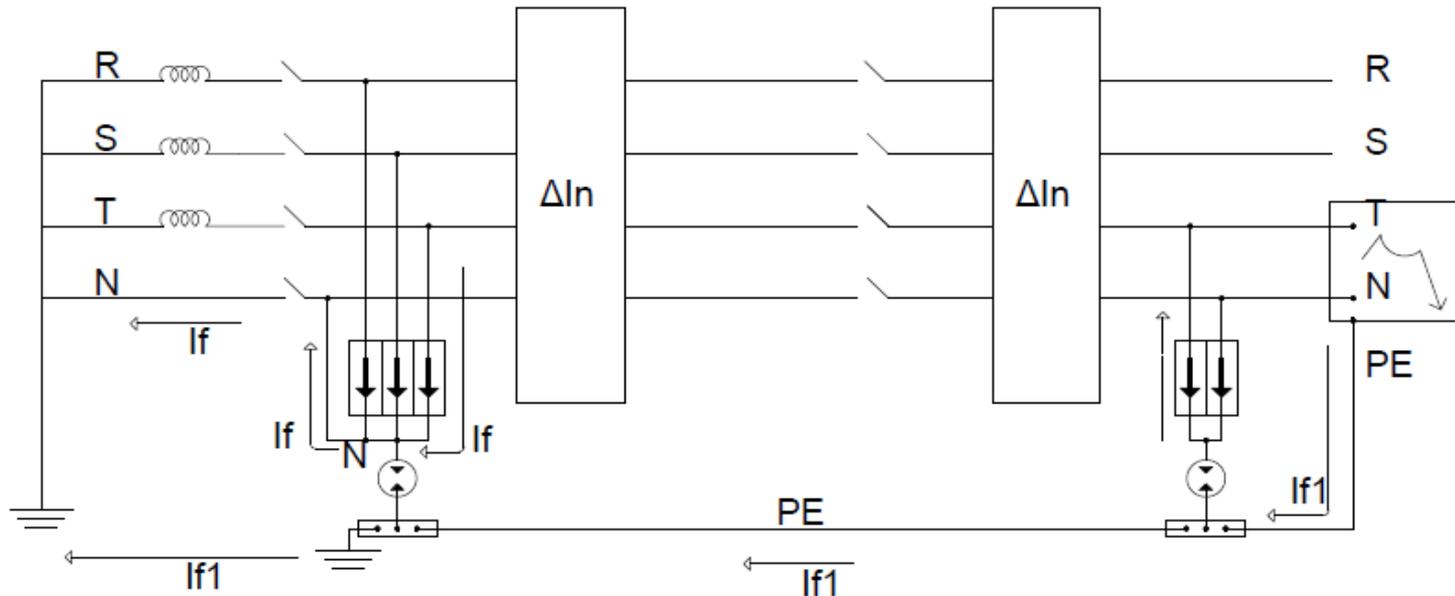
DIFERENCIAL “NO VE” la corriente de descarga que deriva a tierra el descargador

En tableros menos expuestos:
(localización A y B)

DIFERENCIAL detecta la corriente de descarga derivada a tierra pero **NO ACTUA.**

Puede tener suficiente inmunidad (Si + Selectivo)

Sistema TT - En presencia de sobretensión y falla por cortocircuito en el varistor de una fase del descargador



Descargador aguas arriba de la protección diferencial

I_f circula por conductores

ACTÚA INTERRUPTOR

TERMOMAGNÉTICO INSTALADO

AGUAS ARRIBA

Descargador aguas abajo de la protección diferencial

I_{f1} es detectada por el diferencial

ACTÚA EL DIFERENCIAL CON FALLA

SIMULTANEA DE AISLACIÓN DEL

EQUIPO PROTEGIDO.

Sistema TT

En condiciones de falla por cortocircuito del varistor de una fase del descargador

Correcta actuación de la protección contra choques eléctricos.

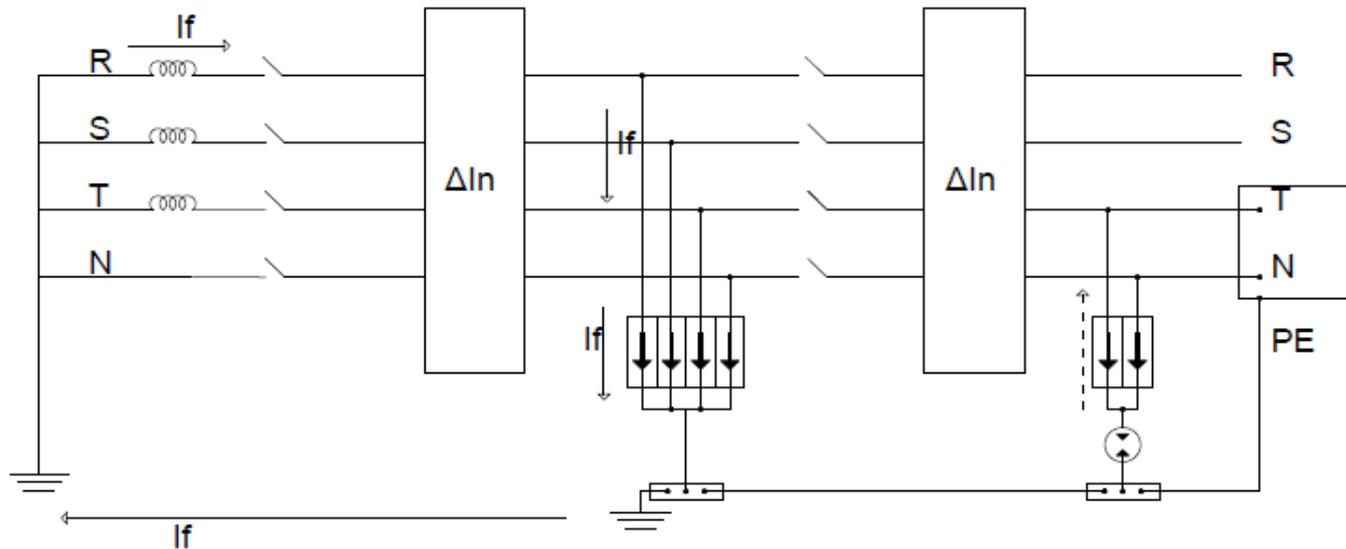
conectado aguas arriba de la protección diferencial:

La corriente de falla circula por conductores y asegura la actuación de interruptor termomagnético instalado aguas arriba

conectado aguas abajo de la protección diferencial:

No inhibe la actuación del diferencial frente a una falla de aislación del equipo protegido.

Sistema TT - En presencia de sobretensión y falla por cortocircuito el varistor de una fase del descargador

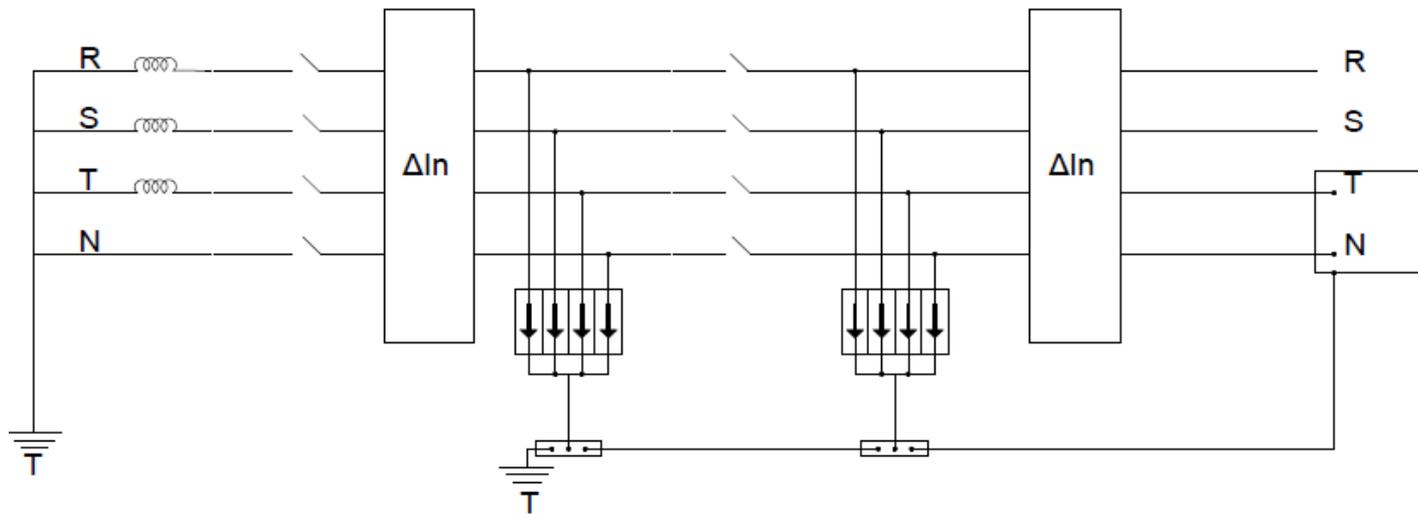


Descargador tipo varistor aguas abajo de la protección diferencial

En el tablero del equipo se mantiene la protección del tipo VARISTOR + GAS (V+G)

**I_f circula por tierra
ACTÚA EL DIFERENCIAL**

Sistema TT - En presencia de sobretensión y falla por cortocircuito en una fase del descargador



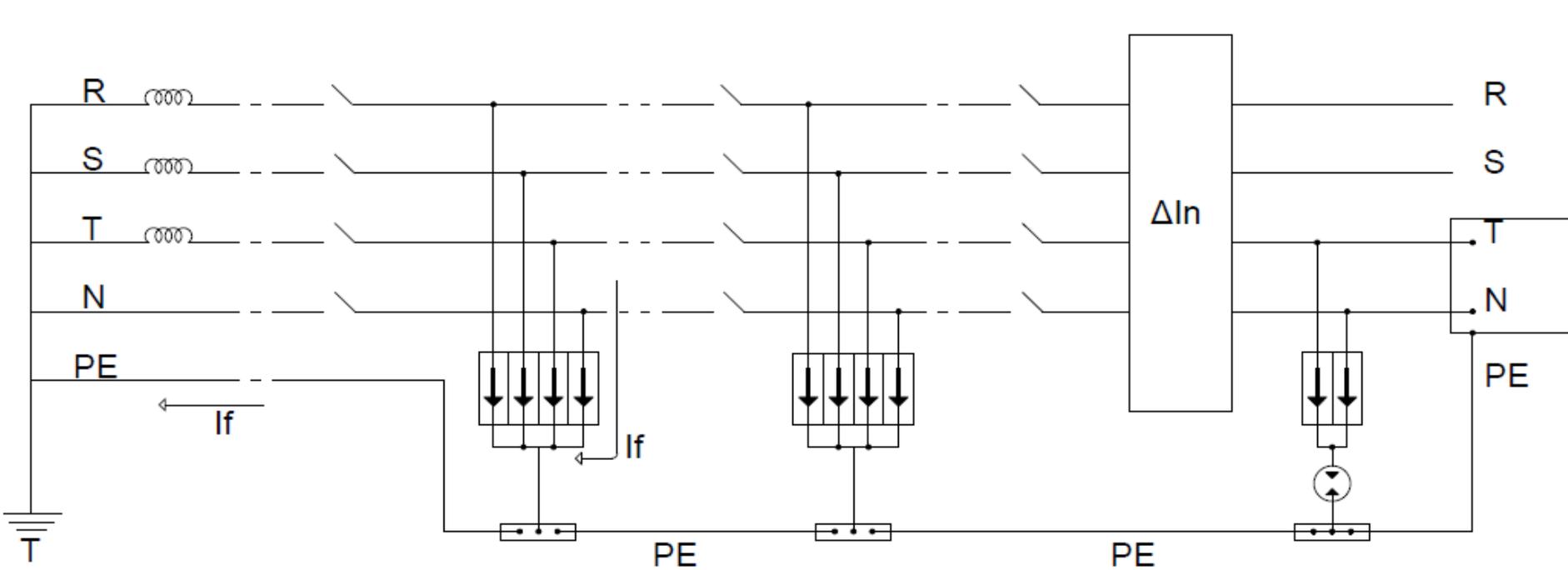
Descargador tipo varistor aguas abajo de la protección diferencial

**I_f circula por tierra
ACTÚA EL DIFERENCIAL**

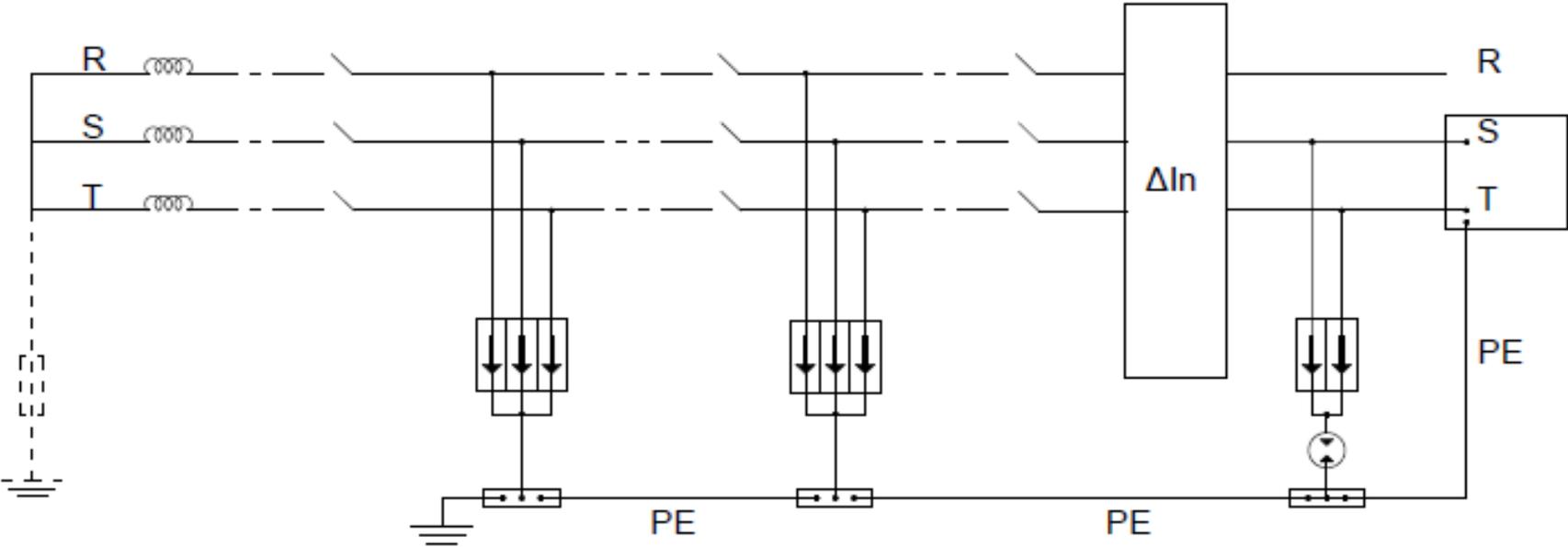
Descargador tipo varistor aguas arriba de la protección del equipo y aguas abajo de la protección diferencial previa

**I_f circula por tierra
ACTÚA EL DIFERENCIAL**

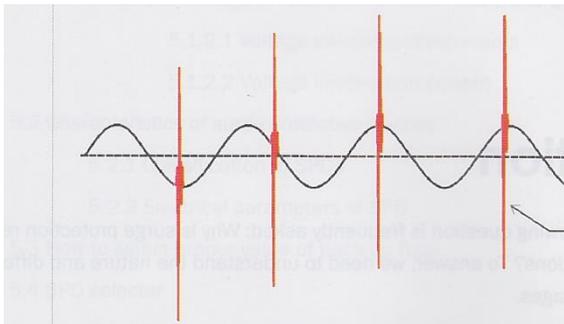
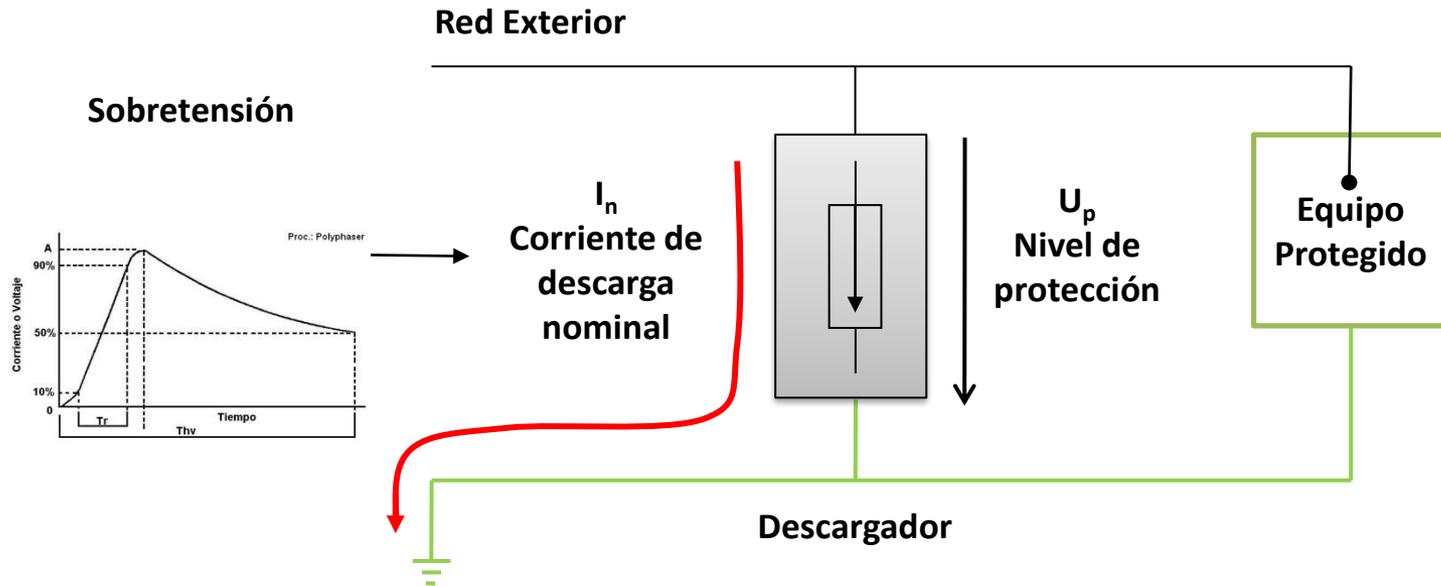
Sistema TN – S



Sistema IT



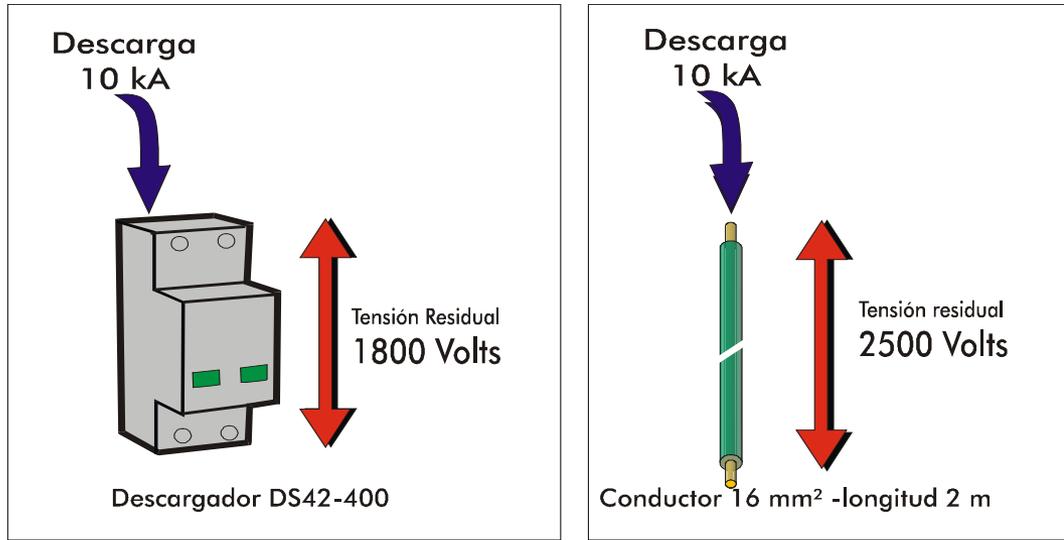
Conexión de descargadores de sobretensión



Sobretensión superpuesta a la tensión de alimentación

Descargadores BT

Influencia del largo de la conexión

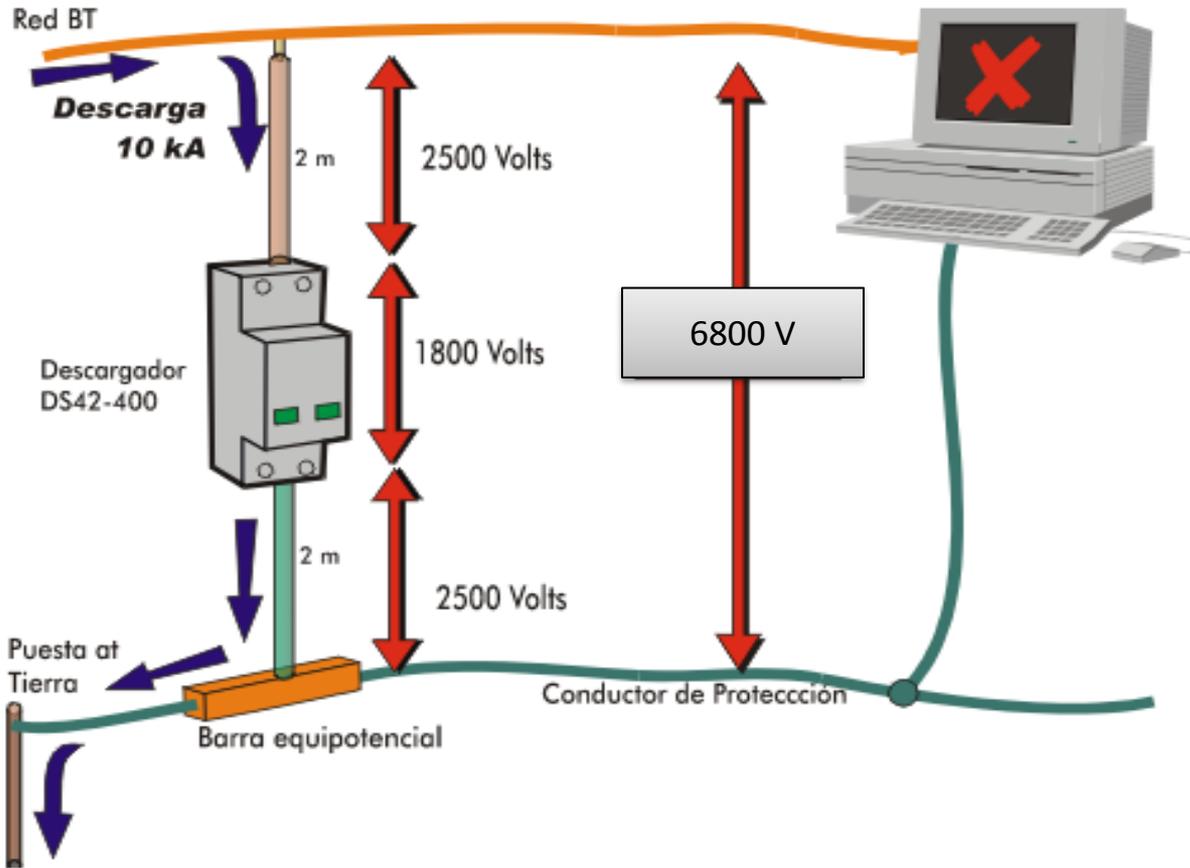


En régimen transitorio:
Reducir principalmente la longitud
La sección tiene poca influencia

Diferencia de potencial con una corriente 8/20 μ s - 10 kA
en un conductor de 2 m:
UR ~ 20 V
UL ~ 2500 V

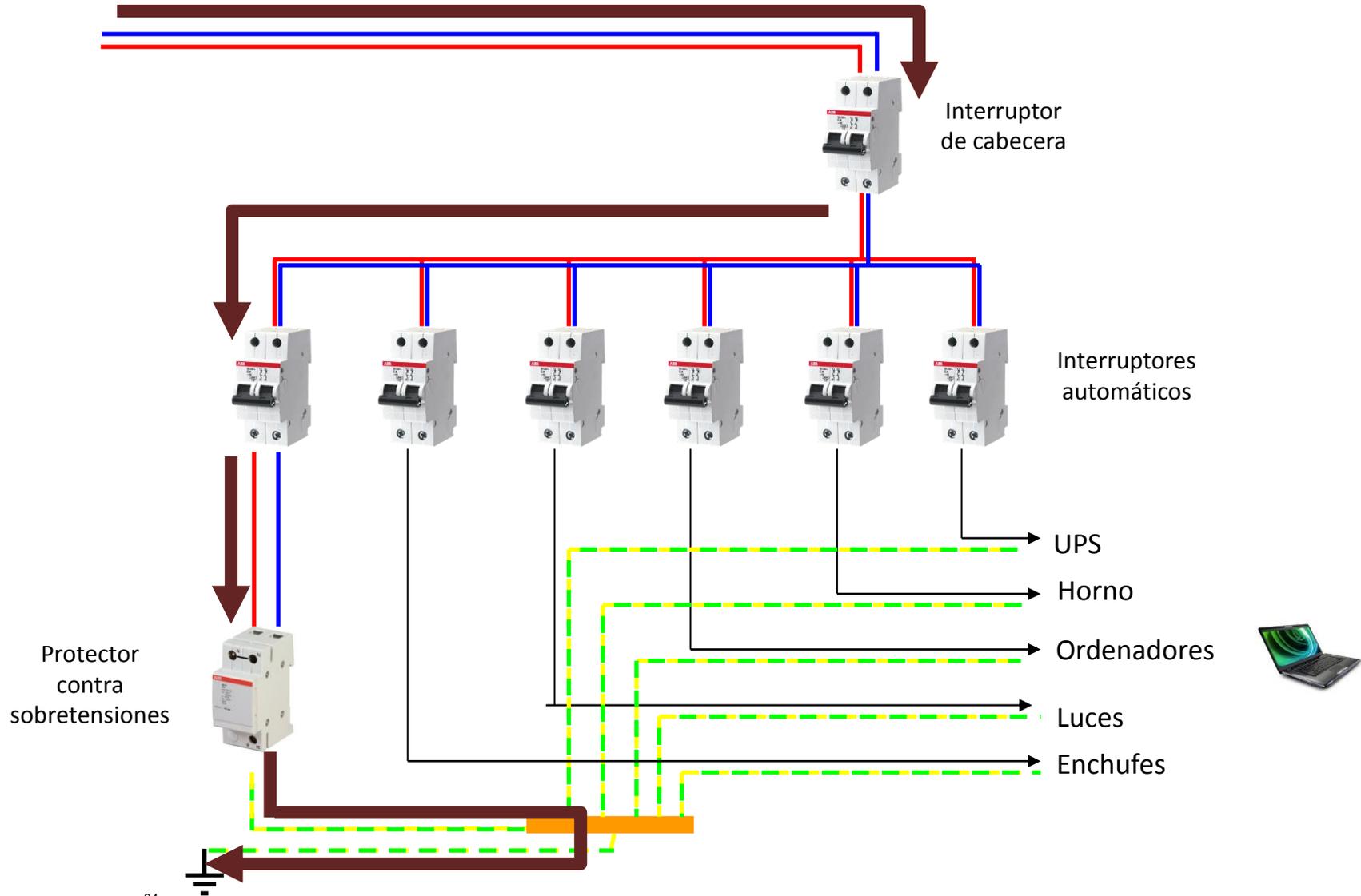
Descargadores BT

Influencia del largo de la conexión



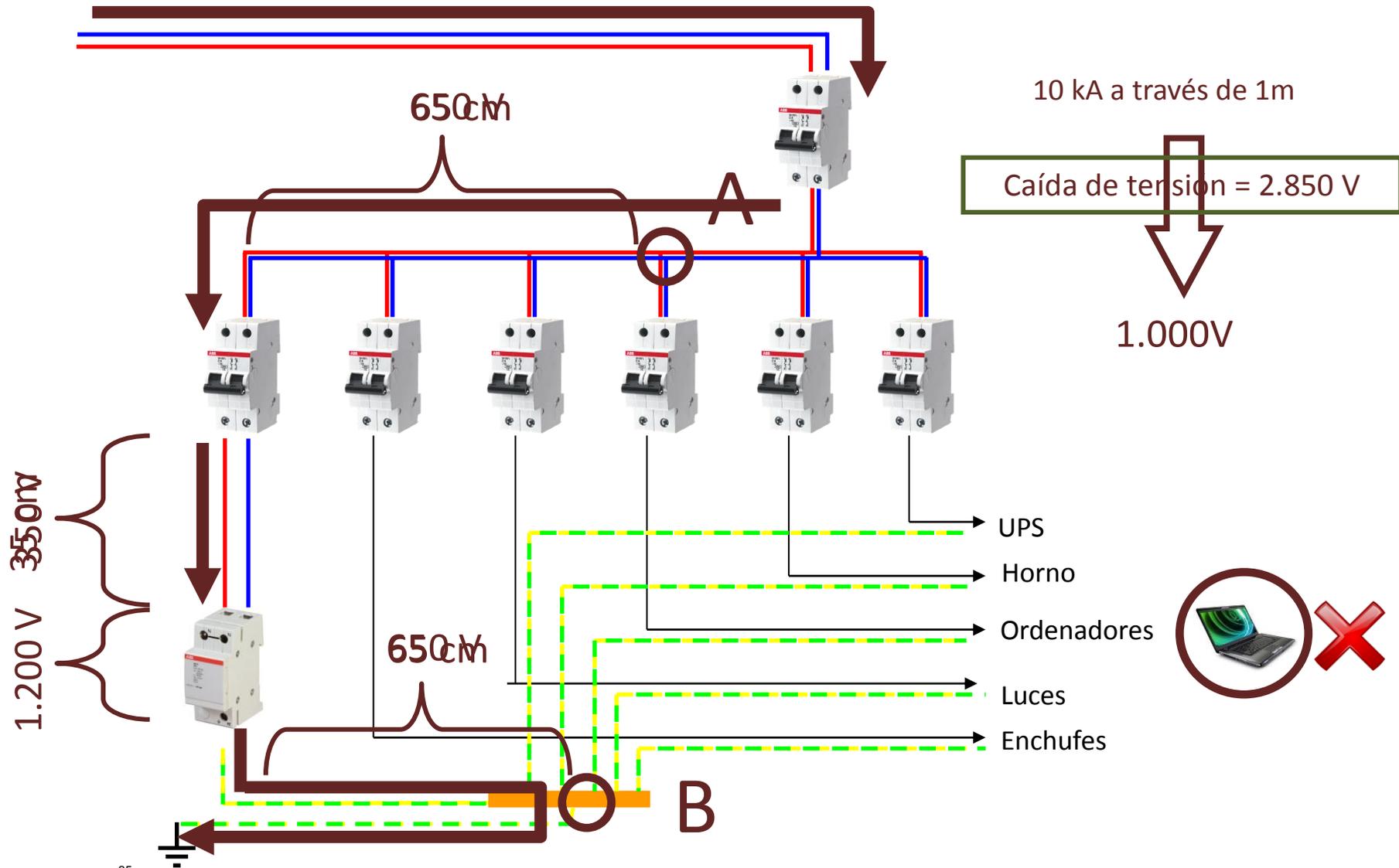
Reglas de instalación

Longitud de conexiones



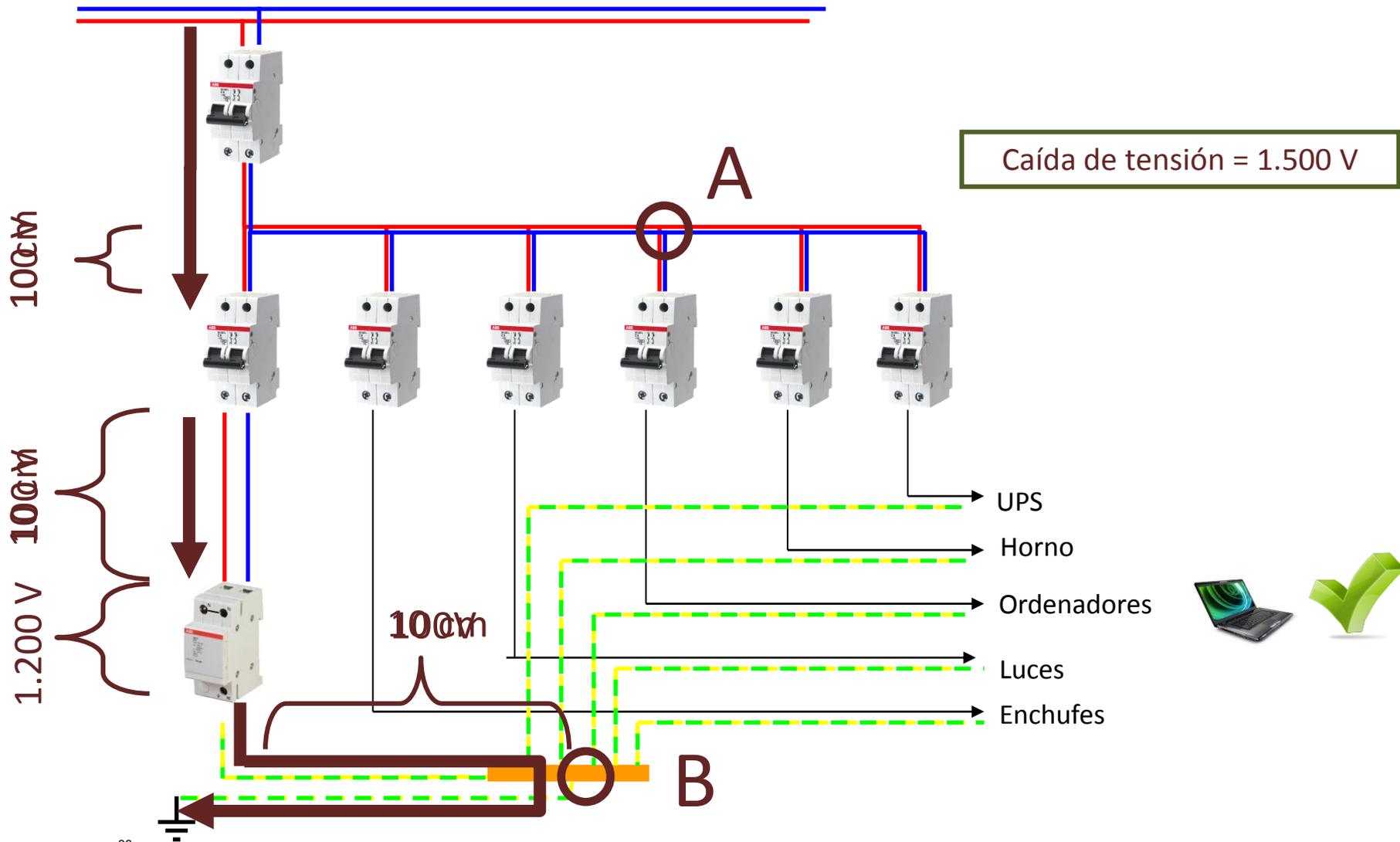
Reglas de instalación

Longitud de conexiones



Reglas de instalación

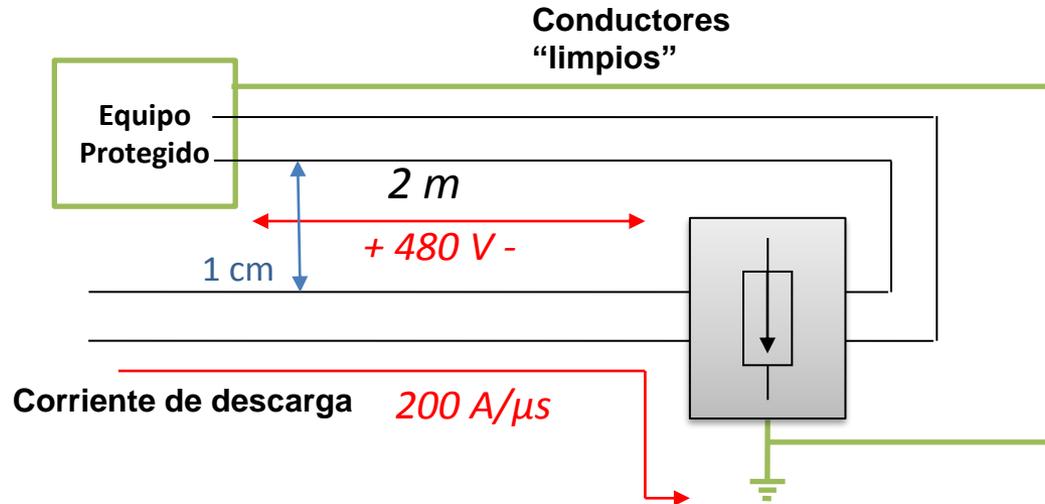
Longitud de conexiones



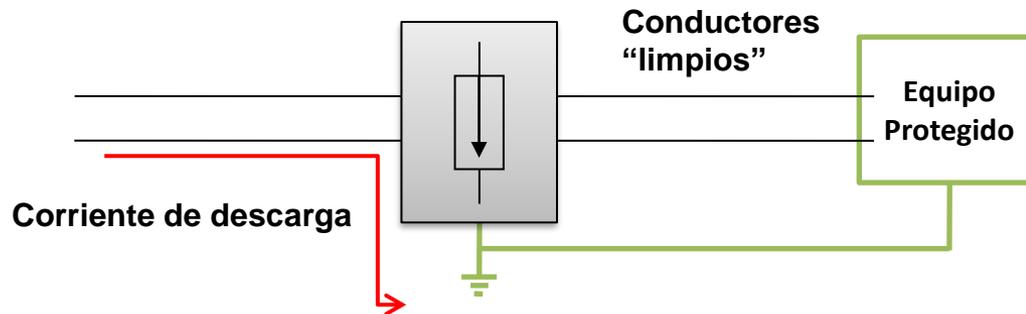
Descargadores BT

Rutas de los conductores

INCORRECTO

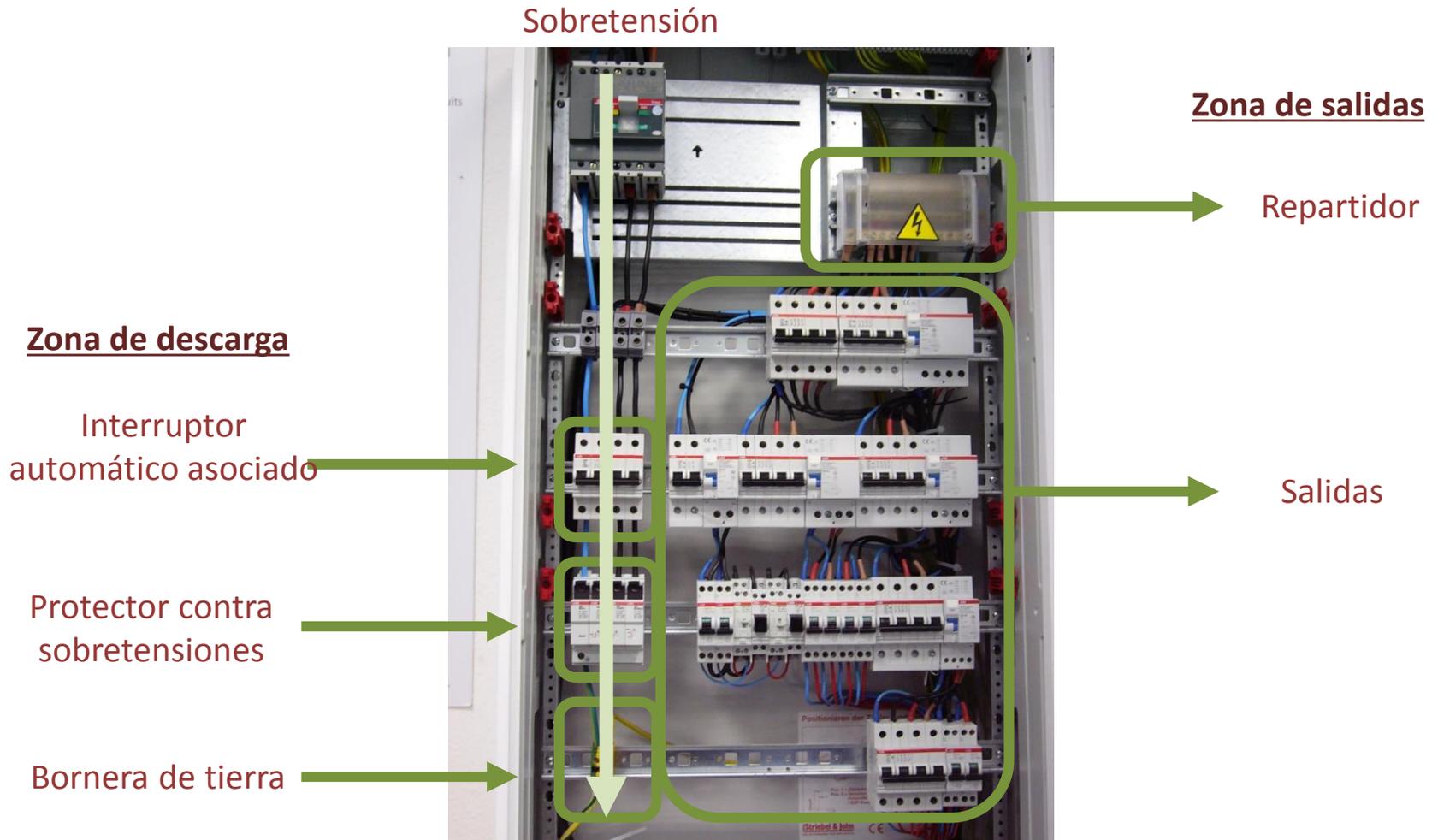


CORRECTO

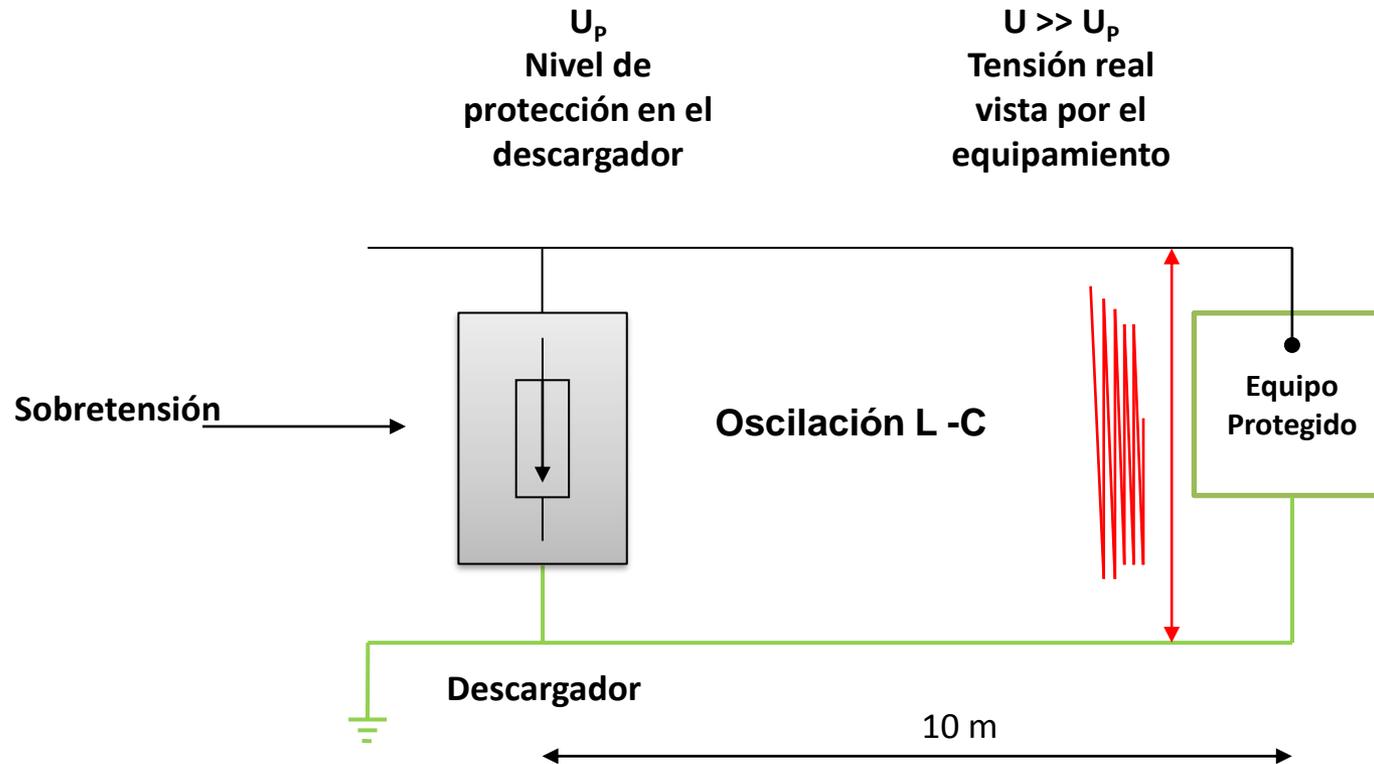


Reglas de instalación

Posición de los cables



Distancia entre descargador de sobretensión y equipo



Frecuencia de oscilación $1/2\pi\sqrt{L \times C}$

Con $C = 20 \text{ nF}$ y $L = 40 \text{ }\mu\text{H}$ la frecuencia de oscilación es 177 kHz

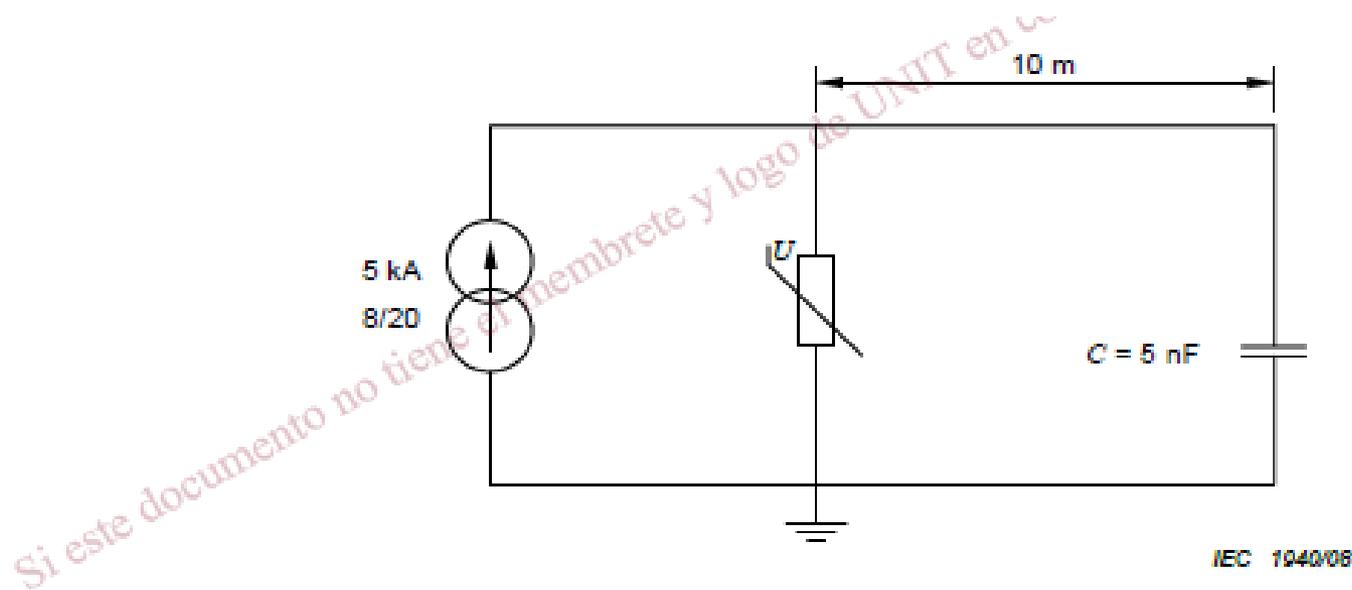
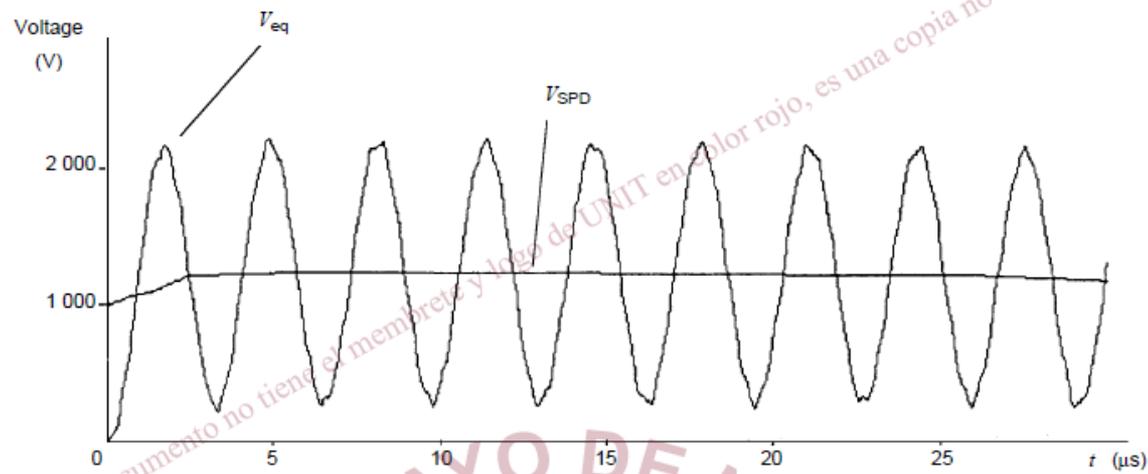
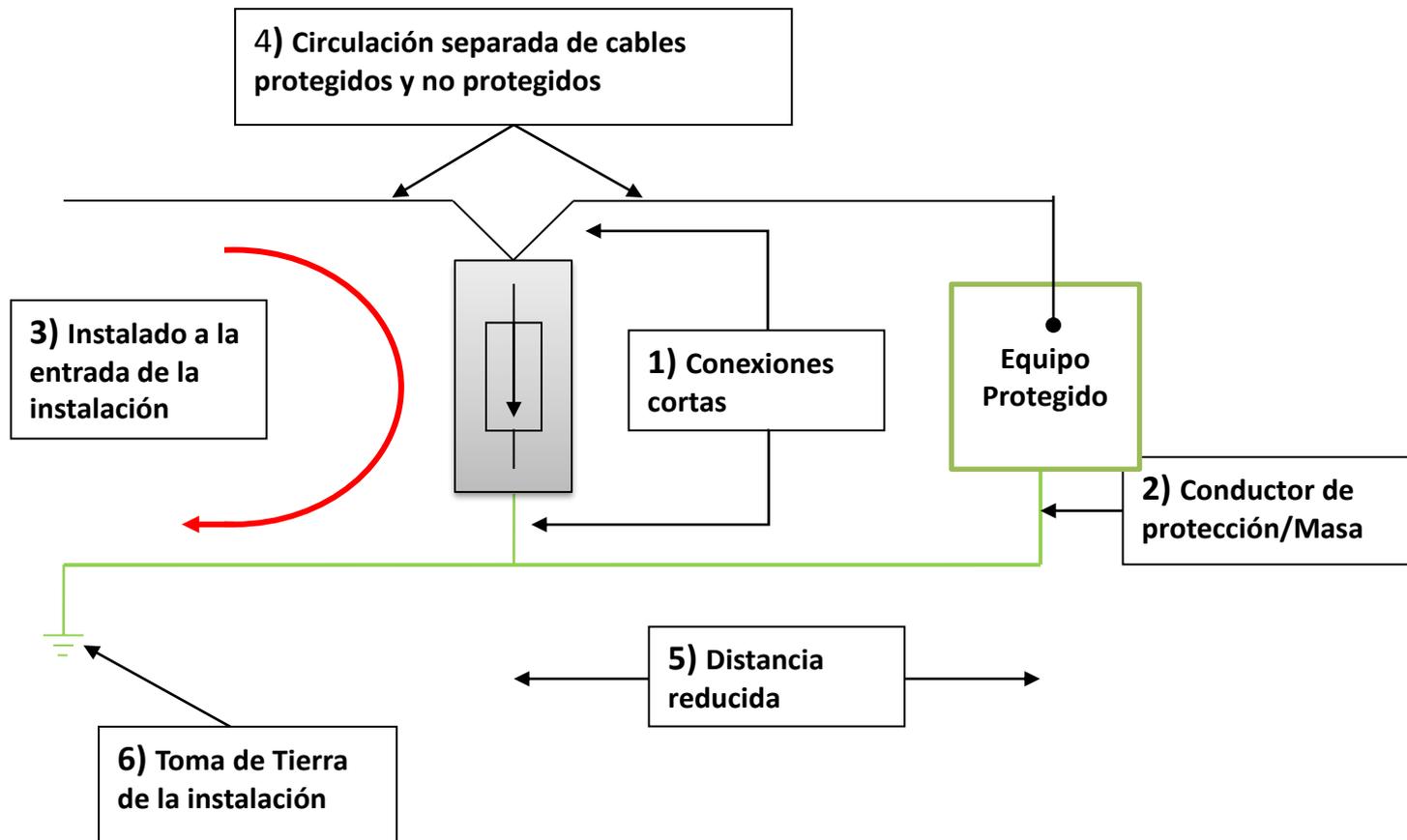


Figure K.9 – Possible oscillation between a ZnO SPD and the equipment to be protected



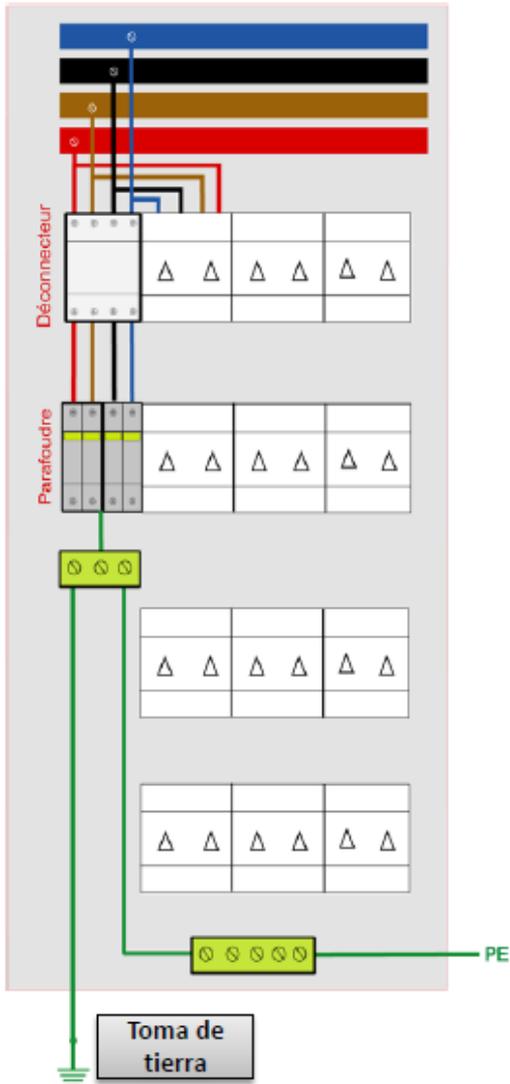
Conexión de descargadores de sobretensión



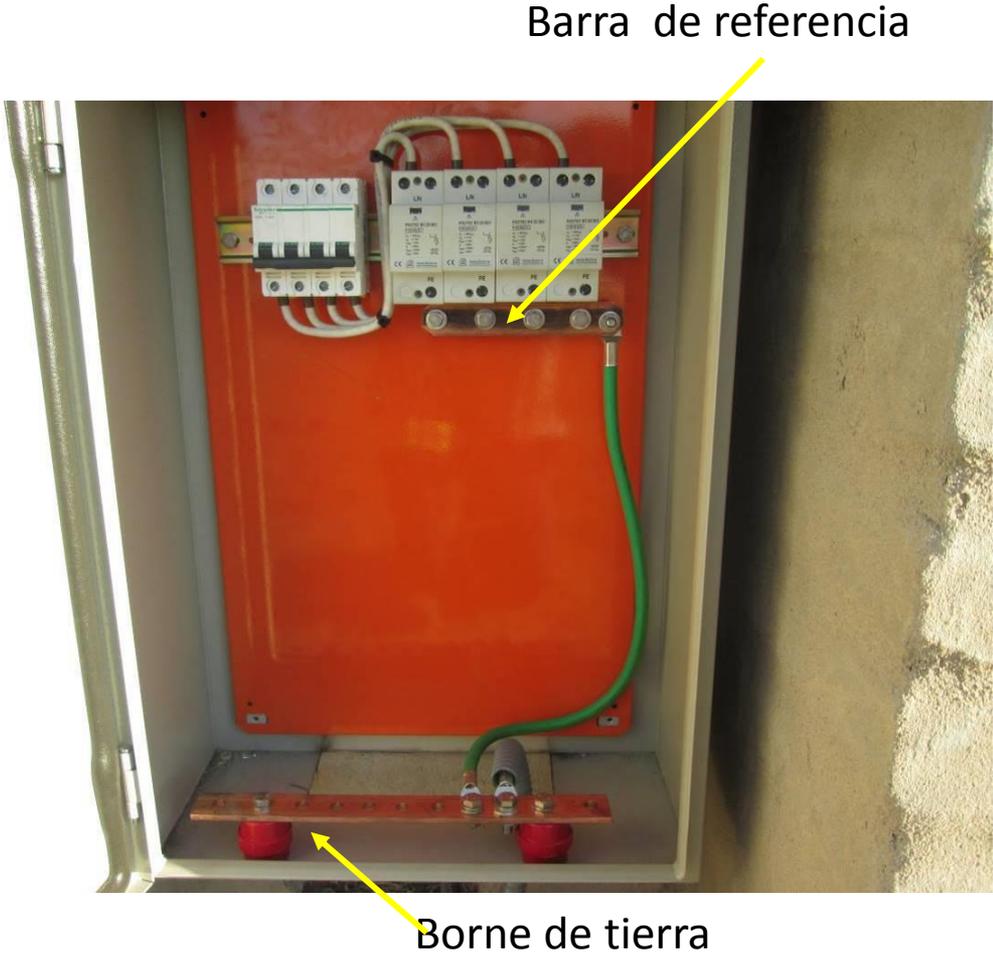
Conexión de Descargadores de Sobretensión

- ✓ Determinar el camino de descarga a tierra.
- ✓ Identificar los conductores que pueden causar diferencias de potencial adicionales en los terminales del equipamiento.
- ✓ Establecer la ruta de los conductores que llegan al equipo de forma tal que no se formen loops en los que se produzca inducción.
- ✓ Realizar la conexión equipotencial entre el equipo y el SPD.
- ✓ Realizar la selección del descargador de acuerdo a los requerimientos de coordinación.

UNA MALA CONEXIÓN PUEDE INVALIDAR UNA CORRECTA SELECCIÓN DE PROTECTORES

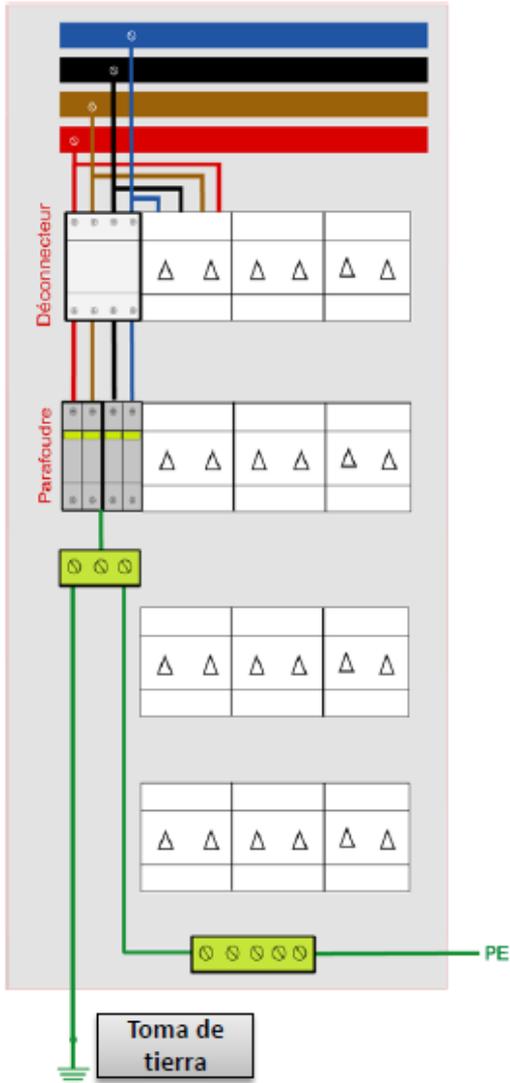


A barra de tierra de tablero derivado o masa de equipos

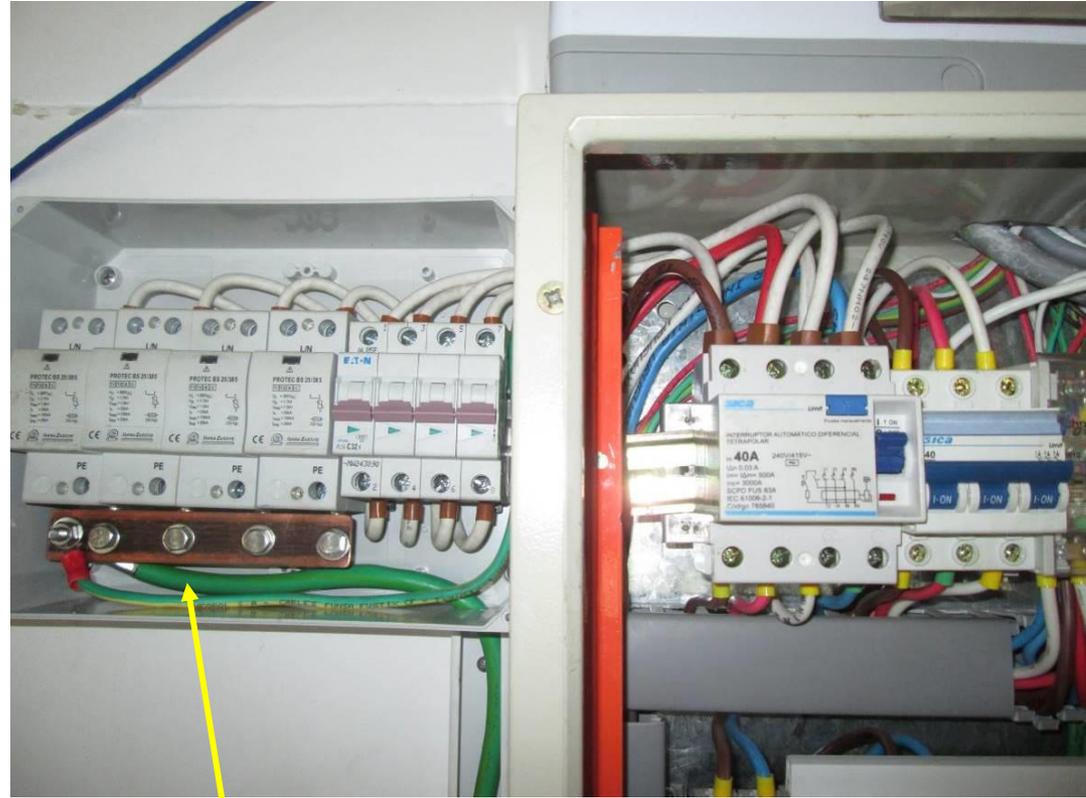


Barra de referencia

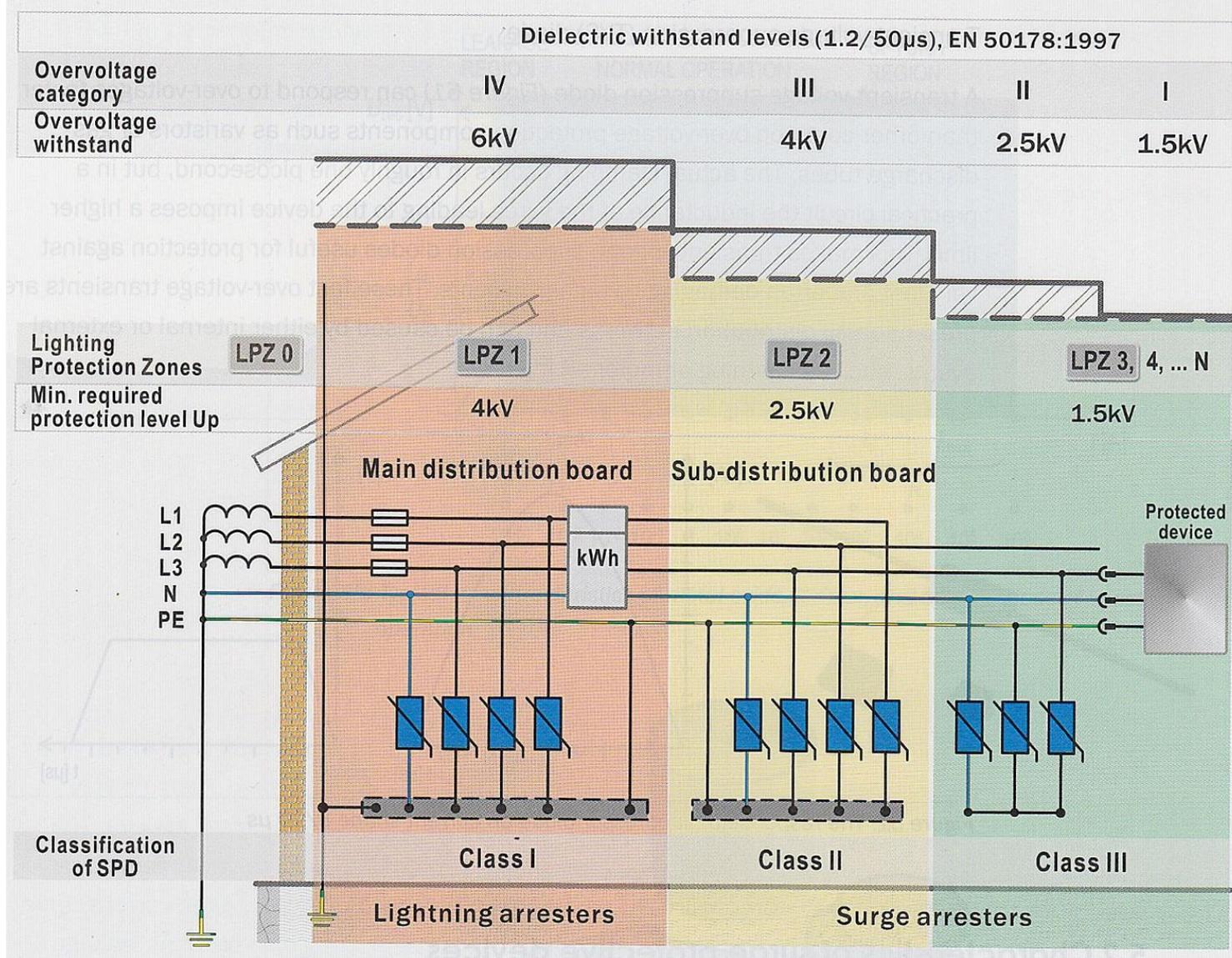
Borne de tierra



A barra de tierra de tablero derivado o masa de equipos



Barra de referencia



Zonas análogas según IEEE

(C)

(B)

(A)

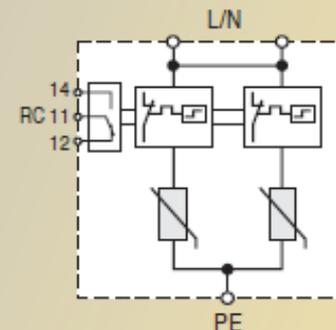
Categoría de sobretensión de un equipo (IEC) de más a menos robusto: IV- III – II – I	Refiere al valor de la tensión de impulso (1,2/50 μ s) que soporta el equipo.
Clase del descargador (IEC) De más a menos robusto: I – II - III	Refiere a las ondas de impulso utilizadas para la determinación del valor de la tensión de protección del descargador (U_p).
Zonas de Protección (IEC) De más a menos expuestas: 0A - 0B – 1 – 2 - 3	Refiere al tipo de perturbación que llega a cada zona, exterior (0A - 0B) o interior (1, 2, 3) de la estructura. Las zonas quedan definidas por la instalación de SPD en la frontera y medidas de equipotencialización.
Categorías de Localización (IEEE) De más a menos expuestas: C-B-A	<p>Refiere al tipo de perturbación que llega a cada localización. Quedan definidas por la distancia de los circuitos respecto a su ingreso a la estructura y la topología de la distribución</p> <p>Se aplican solamente a sobretensiones conducidas por los servicios entrantes o generadas dentro de la estructura</p>

Category IEC / EN / VDE:	Class I / Type 1 / B+C
Location of use:	Main distribution boards
Protection modes:	L/N - PE, L - PEN
Protective element:	High Energy MOV
High surge discharge ratings:	$I_{imp} = 25kA, I_{max} = 100kA$
Internal protection and safety:	Separate thermal disconnecter for each MOV block
Status Indication:	Mechanical flag + remote contacts (R)
Housing:	Compact design



Type	PROTEC BS(R) 25/xxx					
	150	275	320	385	440	
In accordance with	IEC-61643-1					
Max. continuous operating voltage (AC/DC)	U_C	150/200V	275/350V	320/420V	385/500V	440/580V
Nominal discharge current (8/20)	I_n	40kA	40kA	40kA	40kA	40kA
Max. discharge current (8/20)	I_{max}	100kA	100kA	100kA	100kA	80kA
Impulse current (10/350)	I_{imp}	25kA	25kA	25kA	25kA	20kA
Specific energy		156kJ/Ω	156kJ/Ω	156kJ/Ω	156kJ/Ω	100kJ/Ω
Charge		12.5As	12.5As	12.5As	12.5As	10As
Protection level U_P - at I_n (8/20)		< 0.9kV	< 1.4kV	< 1.6kV	< 1.8kV	< 2.0kV
- at I_{imp} (10/350)		< 0.7kV	< 1.1kV	< 1.2kV	< 1.3kV	< 1.7kV
Follow current	I_f			NO		
Response time	t_A			< 25ns		
Residual current at U_C	I_{PE}			< 2.5mA		
Thermal protection				YES		

PROTEC BSR 25/xxx

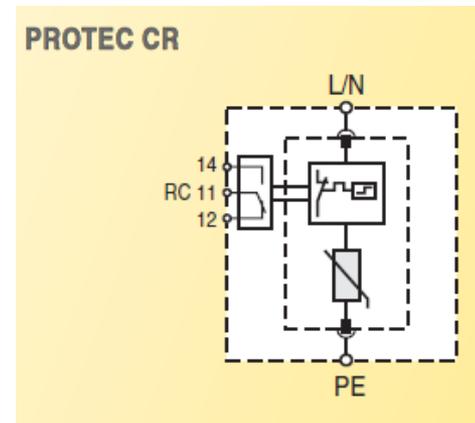


Category IEC/EN/VDE:	Class II/Type 2/C
Location of use:	Branch sub-distribution boards
Protection modes:	L/N - PE, L - PEN
Protective element:	MOV
Surge discharge ratings:	$I_n = 20\text{kA}$, $I_{max} = 40\text{kA}$
Internal protection and safety:	Thermal disconnecter
Status indication:	Mechanical flag + remote contacts (R)
Housing:	Modular design



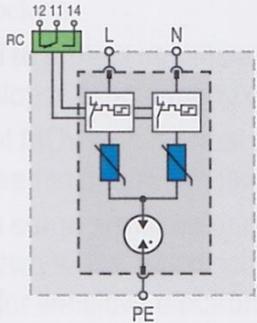
Technical data

Type	PROTEC C(R) 40/xxx						
	75	150	275	320	385	440	
In accordance with	IEC-61643-1						
Max. continuous operating voltage (AC/DC)	U_c	75/100V	150/200V	275/350V	320/420V	385/500V	440/580V
Nominal discharge current (8/20)	I_n	20kA	20kA	20kA	20kA	20kA	20kA
Max. discharge current (8/20)	I_{max}	40kA	40kA	40kA	40kA	40kA	40kA
Impulse current (10/350)	I_{imp}	/					
Specific energy	/						
Charge	/						
Protection level U_p - at I_n (8/20)		< 0.6 kV	< 0.9 kV	< 1.5 kV	< 1.5 kV	\leq 1.9 kV	< 2.2 kV
- at I_{imp} (10/350)		/					
Follow current	I_f	NO					
Response time	t_A	< 25ns					
Residual current at U_c	I_{PE}	< 1.5mA					
Thermal protection		YES					



PROTEC CMG(R) 40 (2+0)

Class II Multi-pole Surge Protective Device I_{max} = 20kA per pole (8/20)



- ◆ Category IEC / EN / VDE: Class II / Type 2 / C
- ◆ Location of use: Branch sub-distribution boards
- ◆ Connections: TN-S, TT, IT
- ◆ Protection modes: L/N - PE, L - N
- ◆ Protective element: MOV and GDT
- ◆ High surge discharge rating: I_{max} = 20kA per pole
- ◆ Housing: Modular design
- ◆ Complies with: IEC-61643-1

Technical data

Type	PROTEC CMG(R) 40/xxx (2+0)		
	150		275
Electrical characteristics			
Max. continuous operating voltage (AC/DC)	U _c	150/200V	275/350V
Nominal discharge current (8/20)	I _n (L/N-PE, L-N)		10kA per pole
Max. discharge current (8/20)	I _{max} (L/N-PE, L-N)		20kA per pole
Protection level	U _p (L/N-PE)	< 0.7kV	< 1.1kV
	U _p (L-N)	< 1.2kV	< 1.9kV
Residual voltage at 3kA (8/20)	U _{res} (L/N-PE)	< 0.5kV	< 0.8kV
	U _{res} (L-N)	< 0.8kV	< 1.4kV
Follow current	I _f	NO	
Response time	t _A (L/N-PE, L-N)	< 100ns / < 25ns	
Thermal protection		YES	
Back-up fuse (if mains > 125A)		125A gL	
Short-circuit withstand current		25kA/50Hz	

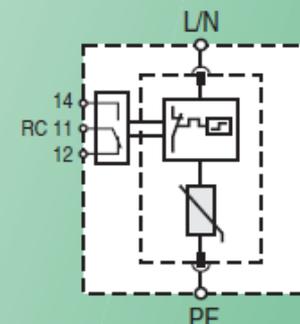
Category IEC/EN/VDE:	Class III/Type 3/D
Location of use:	Branch sub-distribution boards
Protection modes:	L/N - PE
Protective element:	MOV
Surge discharge ratings:	$U_{OC}/I_{SC} = 10kV/5kA$
Internal protection and safety:	Thermal disconnecter
Status indication:	Mechanical flag + remote contacts (R)
Housing:	Modular design



Technical data

Type	PROTEC D(R) 10/xxx					
	150	275	320	385	440	
In accordance with	III / D					
Max. continuous operating voltage (AC/DC)	U_C	150/200V	275/350V	320/420V	385/500V	440/580V
Combination wave(1.2/50-8/20)	U_{OC}/I_{SC}	10kV/5kA	10kV/5kA	10kV/5kA	10kV/5kA	10kV/5kA
Max. discharge current (8/20)	I_{max}	10kA	10kA	10kA	10kA	10kA
Impulse current (10/350)	I_{imp}	/				
Specific energy	/					
Charge	/					
Protection level U_p - at U_{OC}/I_{SC}		< 0.5kV	< 0.9kV	< 1.0kV	< 1.3kV	< 1.7kV
Follow current	I_f	NO				
Response time	t_A	< 25ns				
Residual current at U_C	I_{PE}	< 1.5mA				
Thermal protection		YES				

PROTEC DMR

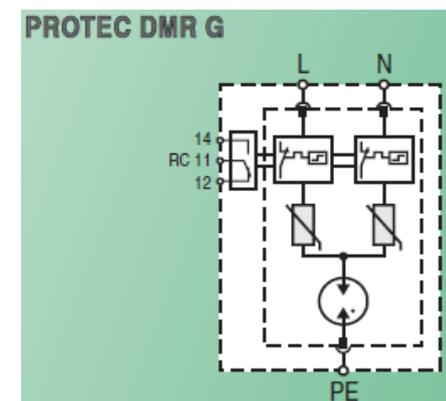


Category IEC/EN/VDE:	Class III/Type 3/D
Location of use:	Branch sub-distribution boards
Protection modes:	L/N - PE
Protective element:	MOV and GDT
Surge discharge ratings:	$U_{oc}/I_{sc} = 10kV/5kA$ / pole
Internal protection and safety:	Thermal disconnecter
Status indication:	Mechanical flag + remote contacts (R)
Housing:	Modular design



Technical data

Type	PROTEC DM(R) G	
In accordance with	IEC-61643-1	
Max. continuous operating voltage (AC/DC)	U_c	320/420V
Combination wave(1.2/50-8/20)	U_{oc}/I_{sc}	10kV/5kA
Max. discharge current (8/20)	I_{max}	10kA
Impulse current (10/350)	I_{imp}	/
Specific energy	/	
Charge	/	
Protection level U_p - at U_{oc}/I_{sc}	< 1.0kV	
Follow current	I_f	NO
Response time	t_A	< 100ns
Residual current at U_c	I_{PE}	/
Thermal protection	YES	

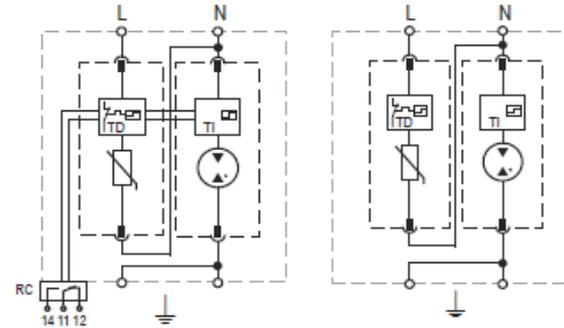


ProTec T1 1+1

Class I • Class II • Type 1 • Type 2 • Type 1CA



Location of Use: Main Distribution Boards
 Network Systems: TT, TN-S
 Mode of Protection: L-N, N-PE
 IEC/EN/UL Category: Class I+II / Type 1+2 / Type 1CA
 Housing: Pluggable Design
 Compliance: IEC 61643-11:2011
 EN 61643-11:2012
 UL 1449 4th Edition

**Technical Data****ProTec T1-xxx-1+1(-R)****IEC Electrical**

		75	150	300	350
Nominal AC Voltage (50/60Hz)	U_o/U_n	60V	120V	240V	277V
Maximum Continuous Operating Voltage	(L-N) U_c	75V	150V	300V	350V
	(N-PE) U_c	305V	305V	305V	305V
Nominal Discharge Current (8/20 μ s)	(L-N)/(N-PE) I_n		20kA / 50kA		
Maximum Discharge Current (8/20 μ s)	(L-N)/(N-PE) I_{max}		50kA / 100kA		
Impulse Discharge Current (10/350 μ s)	(L-N)/(N-PE) I_{imp}		12.5kA / 50kA		
Specific Energy	(L-N)/(N-PE) W/R		39kJ/ Ω / 625kJ/ Ω		
Charge	(L-N)/(N-PE) Q		6.25As / 25As		
Voltage Protection Level	(L-N)/(N-PE) U_p	700V / 1500V	1000V / 1500V	1500V / 1500V	1750V / 1500V
Follow Current Interrupt Rating	(N-PE) I_n		100A _{RMS}		
Response Time	(L-N)/(N-PE) t_A		< 25ns / < 100ns		
Overcurrent Protection (max)			315A / 250A gG		
Short-Circuit Current Rating (AC)	(L-N) I_{SCCR}		25kA / 50kA		
TOV Withstand 5s	(L-N) U_T	114V	175V	337V	403V
TOV 120min	(L-N) U_T	114V	229V	442V	529V
		mode	Withstand	Safe Fail	Safe Fail
TOV Withstand 200ms	(N-PE) U_T		1200V		
Number of Ports			1		

Selección de Descargadores de Sobretensión

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA DE POTENCIA

Sistema de conexión: TT – TN - IT

Un: Tensión Nominal de la red de suministro eléctrico

Ucs: Máxima tensión de funcionamiento continuo de la red

U_{TOVS}: Tensión temporaria máxima que puede generarse en la red

PERTURBACIONES ESPERADAS

Localización de los tableros y equipos

CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPAMIENTO

Uw: Nivel de inmunidad del equipo – Tensión soportada de impulso

PARAMETROS DE LOS DESCARGADORES

Tecnología: V - V+G

Un: Tensión Nominal del descargador

Uc (Ucov): Tensión máxima de funcionamiento continuo

U_{TOV}: Tensión temporaria máxima que soporta sin actuar

In: Corriente nominal de descarga

Iimp: Corriente de impulso

I_{max}: Corriente máxima de descarga

Uco/Isc: Onda combinada

Up: Nivel de protección - Tensión en bornes del descargador en determinadas condiciones de ensayo

Parámetros Selección de Descargadores de Sobretensión

Perturbaciones esperables en el SPD

In: Corriente nominal de descarga (se relaciona con la vida útil)

Valor de pico, 8/20 μ s

Perturbación que se espera ocurra con frecuencia en la instalación.

Iimp: Corriente de impulso (se relaciona con la capacidad)

Valor de pico y carga (Q), 10/350 μ s

Perturbación que se espera ocurra excepcionalmente

I_{max}: Corriente máxima de descarga (se relaciona con la capacidad)

Valor de pico, 8/20 μ s.

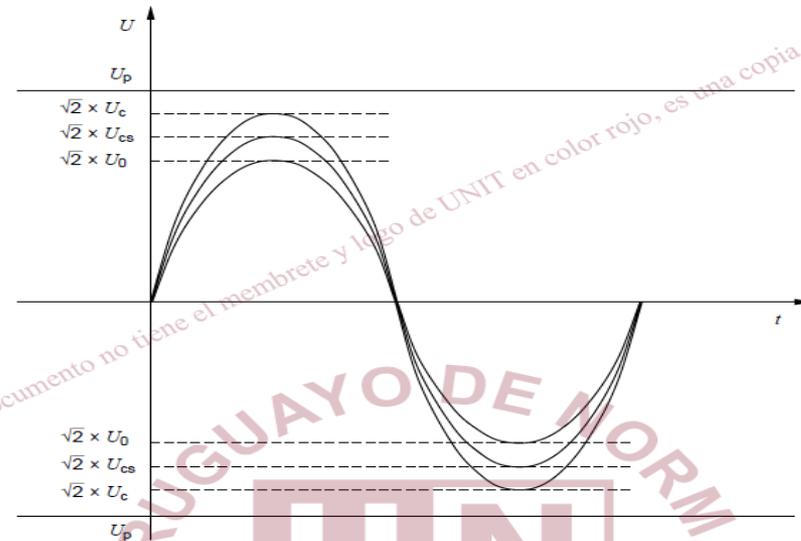
Perturbación que se espera ocurra excepcionalmente

Uco/Isc: Onda combinada: (se relaciona con la vida útil)

Tensión 1,2/50 μ s a circuito abierto y corriente 8/20 μ s en cortocircuito.

Parámetros Selección de Descargadores de Sobretensión

Tensión máxima de funcionamiento continuo



SISTEMA TT – U_n 400V

$U_0 = 230$ V

$U_{cs} = 1,06 \times U_0$ según RCSDEE

$U_{cs} = 1,1 \times U_0$ según IEC 61643

Primera condición para la U_c

$U_c > U_{cs} = 1,1 U_0$

$U_c > 253$ V

Sobretensiones Temporarias

IEC 61643-12

Table 5 – Typical TOV test values

Application	TOV test values U_T	
	for 5s	for 200ms
SPDs connected to:		
TN-systems		
Connected L- (PE)N or L-N	$1,32 \times U_{cs}$	
Connected N-PE		
Connected L-L		
TT-systems		
Connected L-PE	$1,55 \times U_{cs}$	$1200 + U_{cs}$
Connected L-N	$1,32 \times U_{cs}$	
Connected N-PE		1200
Connected L-L		

NOTE 2 This table satisfies the requirements given in IEC 60364-5-53. For this purpose $U_{cs} = 1,1 \times U_o$.

Parámetros Selección de Descargadores de Sobretensión

Sobretensión temporaria máxima que soporta sin actuar

$$U_{TOV} > U_{TOVS}$$

$$U_c > U_{TOVS}$$

SISTEMA TT – falla de una fase a tierra, las tensiones de las fases sanas pueden aumentar – ensayo 1,55 Ucs

$$U_{TOVS} = 1,55 \times 1,1 \times U_o = 1,71 U_o = 392 \text{ V} \quad (5 \text{ segundos})$$

SISTEMAS TT, TN - falla de una fase a neutro, las tensiones de las fases sanas pueden aumentar hasta 1,32 Ucs

$$U_{TOVS} = 1,32 \times 1,1 \times U_o = 1,45 \times U_o = 335 \text{ V} \quad (5 \text{ segundos})$$

La situación de corte de neutro no se considera para la selección del descargador a menos que todos los equipos se seleccionen para $U_c = 1,73 \times U_o$

Compromiso entre nivel de protección y robustez del descargador

Parámetros Selección de Descargadores de Sobretensión

Inmunidad del equipo a proteger

$$U_p < 0,8 U_w \quad \text{ó} \quad U_p < U_w$$

Up: Nivel de protección - Tensión en bornes del descargador en determinadas condiciones de ensayo

Clase I: Determinado para limp (10/350 μ s)

Clase II: Determinado para In (8/20 μ s)

Clase III: Determinado para generador de combinado corriente 8/20 μ s tensión 1,2/50 μ s

Uw: Nivel de inmunidad del equipo – Tensión soportada de impulso (1,2/50 μ s)

Referencias

- Normas:
 - IEC 60364 - Electrical Installations for Building
 - IEC 62305 - Protection against lightning
 - IEC 61643 - Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems
 - IEEE 62.41 - Recommended Practice on Characterization of Surges in Low-Voltage (1000 V and less) AC Power Circuits.
 - IEEE 1159 - - Recommended Practice for Monitoring Electric Power Quality
- Notas para el curso de Protección contra Descargas Atmosféricas. (IIE_FING_UdelaR)
- Protección contra Sobretensiones Transitorias – Baja Tensión – 2010 (Schneider)
- Practical Guide for the protection against surges – 2016(ABB)
- Surge Protection for Low Voltage Power Systems – 2020 (Raycap)
- Surge Protection Handbook – Iskra Zascite (2012)
- Overvoltage protection devices – 2018(Siemens)