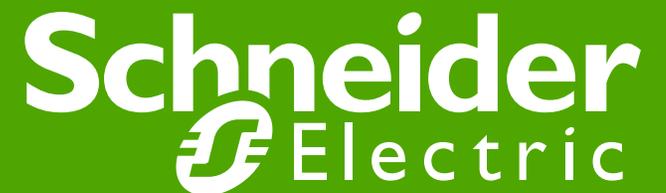


# Coordinación de Protecciones BT.

Ing Pedro A. Cediél Gómez



# 8.1 Diseño de las instalaciones eléctricas.

Toda instalación eléctrica objeto del presente Reglamento que se construya a partir de la entrada en vigencia de este Anexo General **deberá contar con un diseño, efectuado por el profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad**. El diseño debe cubrir los aspectos que le apliquen, según el tipo de instalación y complejidad de la misma:

- a) Análisis de carga
- b) Cálculo de transformadores.
- c) Análisis del nivel tensión requerido.
- d) Distancias de seguridad.
- e) Cálculos de regulación.
- f) Cálculos de pérdidas de energía.
- g) **Análisis de cortocircuito y falla a tierra.**
- h) **Cálculo y coordinación de protecciones.**
- i) Cálculo económico de conductores
- j) Cálculos de ductos, (tuberías, canalizaciones, canaletas, blindobarras).
- k) Cálculo del sistema de puestas a tierra.
- l) **Análisis de protección contra rayos.**
- m) Cálculo mecánico de estructuras.
- n) **Análisis de coordinación de aislamiento.**
- o) Análisis de riesgos eléctricos y medidas para mitigarlos.
- p) Cálculo de campos electromagnéticos en áreas o espacios cercanos a elementos con altas tensiones o altas corrientes donde desarrollen actividades rutinarias las personas.
- q) Cálculo de iluminación.
- r) Especificaciones de construcción complementarias a los planos incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales.
- s) Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.
- t) Diagramas unifilares.
- u) Planos eléctricos de construcción.
- v) Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación.

# Protecciones en BT

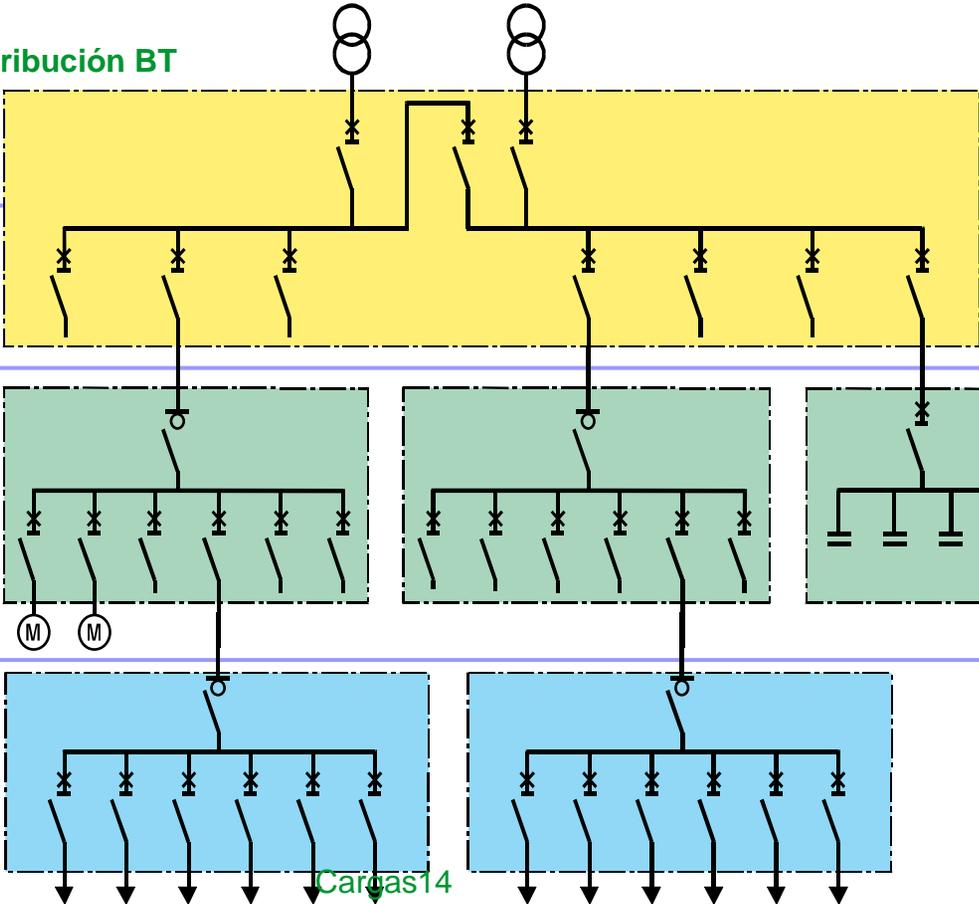
## Estructura de la distribución BT

Nivel 1  
= entrada

Nivel 2  
= tableros de  
alimentación

Nivel 3  
= distribución  
de potencia

Nivel 4  
= distribución  
terminal



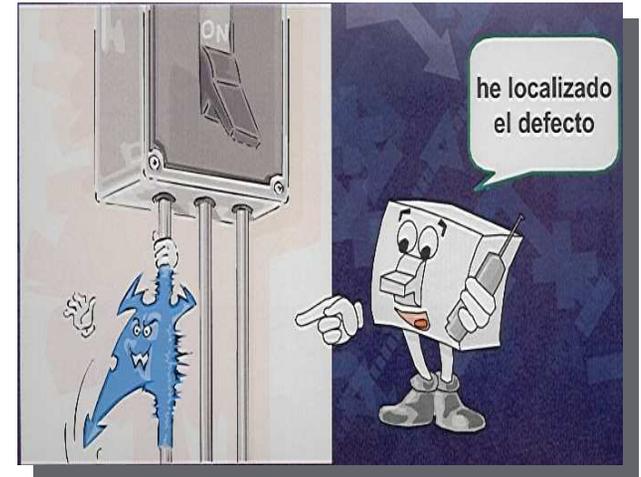
General BT

Tablero de  
distribución  
o  
control de  
motores

Tableros  
terminales

# Protecciones en BT

- Proteger contra Cortocircuitos
- Proteger contra Sobrecargas
- Proteger Contra las Fallas a Tierra
  
- A quien ?
  - A Las Personas
  - A Los Equipos
  - A Las Instalaciones
  
- En donde ?
  - En el Sector de la Industria
  - En el Sector de La Construcción



# Sistemas de conexión a tierra



# Sistemas de Conexión a Tierra

La elección de estos métodos determina las medidas necesarias para aportar protección contra riesgos de contactos indirectos.

El esquema de conexión a tierra debe cumplir los criterios protección, elegidas por el proyectista de un esquema de distribución eléctrica o una instalación.

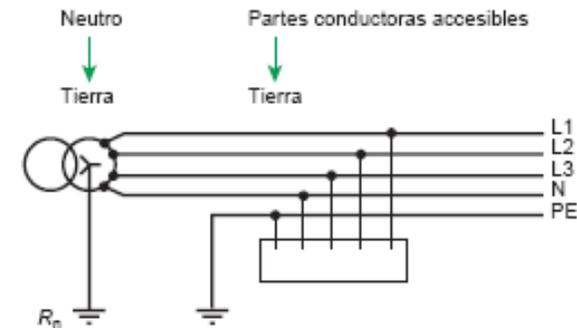


Fig. E24: Esquema TT.

Esquema TT (conductor neutro conectado a tierra)

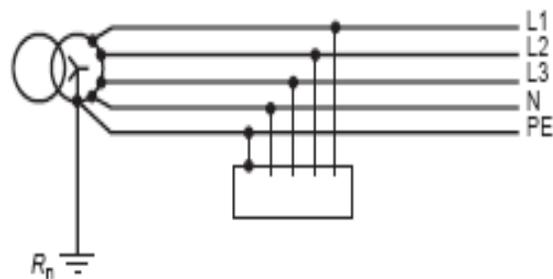


Fig. E26: Esquema TN-S.

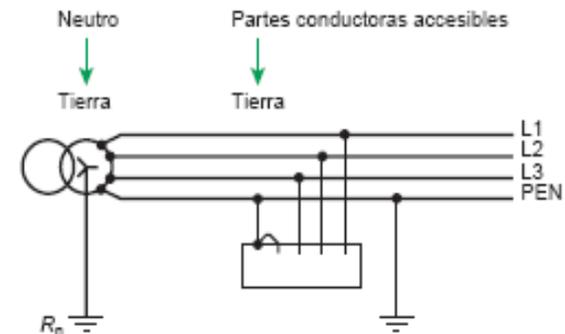


Fig. E25: Esquema TN-C.

Esquemas TN (partes conductoras accesibles conectadas al conductor neutro)

# Sistemas de Conexión a Tierra

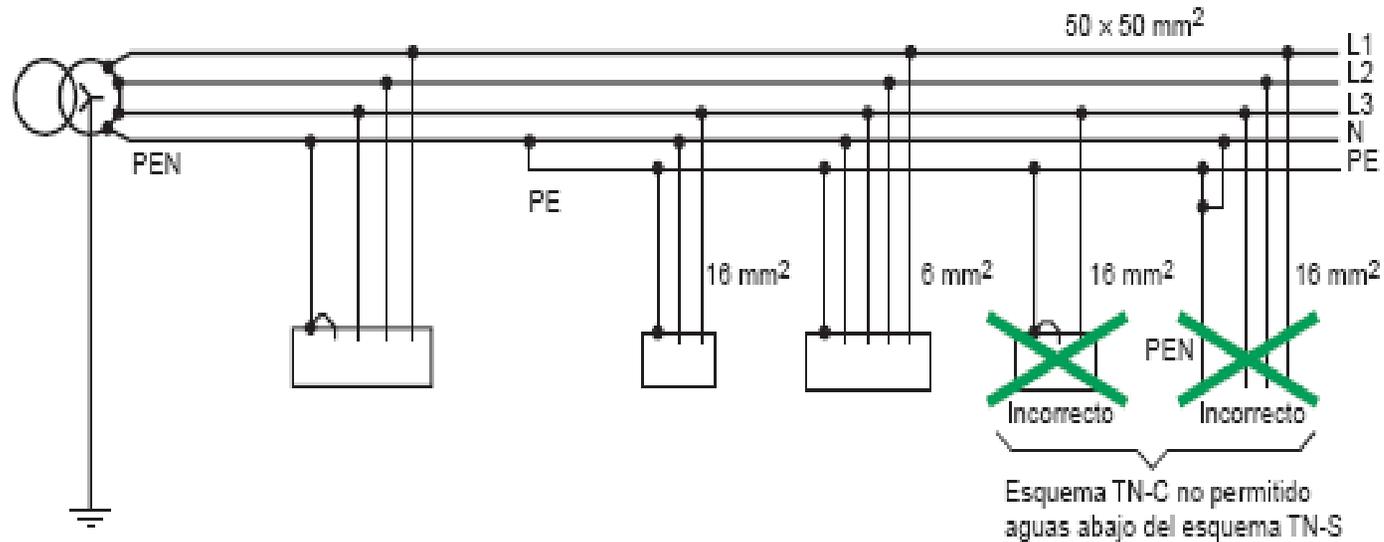


Fig. E27: Esquema TN-C-S.

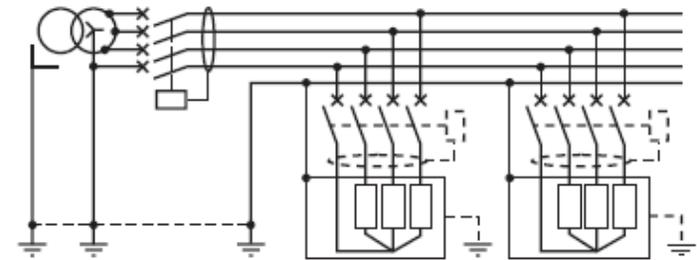
## Esquema TN-C-S

Los esquemas TN-C y TN-S se pueden utilizar en la misma instalación. En el esquema TN-C-S, el esquema TN-C (4 hilos) nunca se debe utilizar aguas abajo del esquema TN-S (5 hilos), puesto que cualquier interrupción accidental en el conductor neutro en la parte aguas arriba provocaría una interrupción en el conductor de protección en la parte aguas abajo y, por tanto, presentaría un peligro.

# Sistemas de Conexión a Tierra

- El esquema TT:

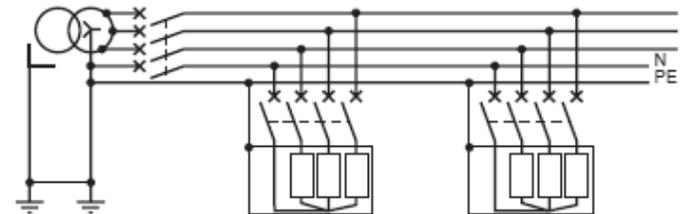
- Técnica para la protección de personas: las partes conductoras accesibles se conectan a tierra y se utilizan dispositivos de corriente diferencial residual (DDR).
- Técnica de funcionamiento: interrupción en caso de primer defecto de aislamiento.



TT

- El esquema TNS:

- Técnica para la protección de personas: es obligatorio interconectar y conectar a tierra las partes conductoras accesibles y el conductor neutro.
- Interrupción en caso de primer defecto, utilizando protección contra sobrecorrientes (interruptor automático o fusibles).
- Técnica de funcionamiento: interrupción en caso de primer defecto de aislamiento.



TNS

# Análisis y coordinación de protecciones



# La norma IEC 60947-2 y la coordinación de los dispositivos de protección

- La norma reconoce los dos conceptos de coordinación en su apéndice A:
  - Selectividad
  - filiación
- Define los ensayos para garantizar esta coordinación
- Define la categoría B de interruptores automáticos



# Técnicas de coordinación BT

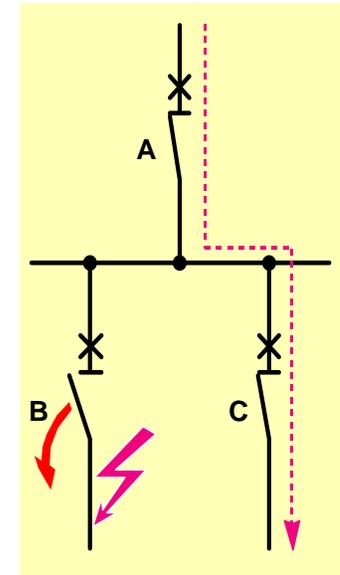
- Optimizar la distribución eléctrica en BT con 3 acciones durante el diseño del plan de protección
  - 1 - selectividad para garantizar la continuidad de servicio
  - 2 – limitación para reducir los esfuerzos
  - 3 - filiación para optimizar el rendimiento



# Cálculo y coordinación de protecciones

## • Selectividad

- La selectividad se consigue por medio de dispositivos de protección automáticos si ocurre una condición de defecto en cualquier punto de la instalación y es eliminada por el dispositivo de protección situado inmediatamente aguas arriba del defecto, de forma que no se vean afectados todos los demás dispositivos de protección
- La selectividad entre los interruptores automáticos A y B es total si el valor máximo de la corriente de cortocircuito en el circuito B no supera el ajuste de disparo por cortocircuito del interruptor automático A. En esta condición sólo disparará el interruptor automático B
- La selectividad es parcial si la máxima corriente de cortocircuito posible en el circuito B es superior al ajuste de la corriente de disparo por cortocircuito del interruptor automático A. En esta condición dispararán los interruptores automáticos A y B

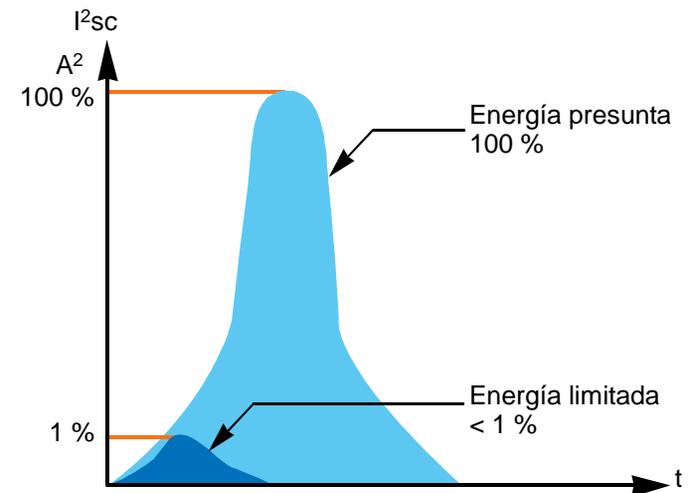
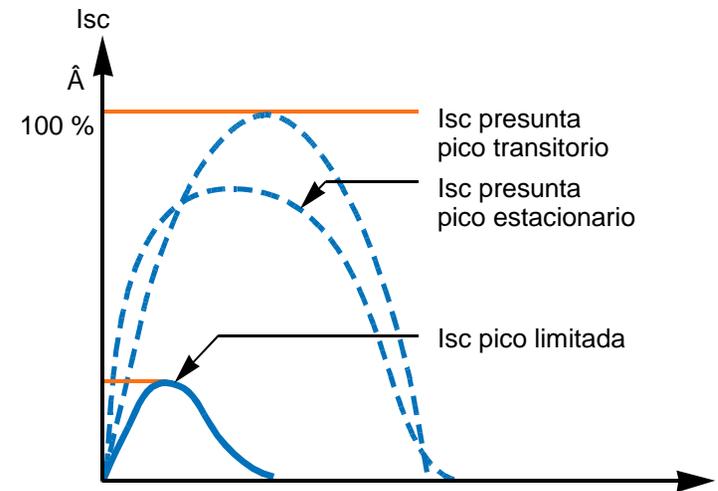


## 4 tipos de selectividad

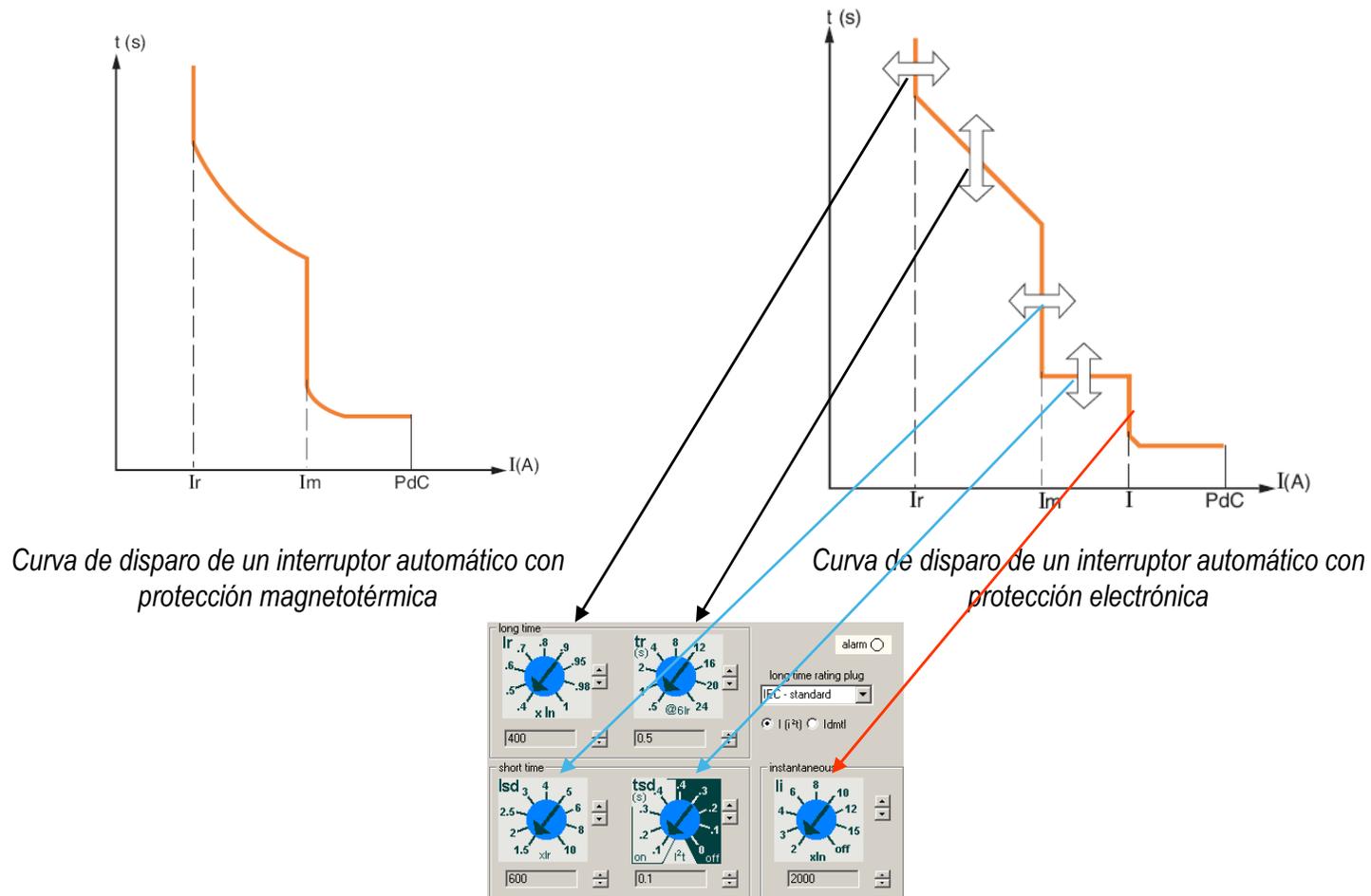
- amperimétrica
- crométrica
- energética
- lógica

# Cálculo y coordinación de protecciones

- 4.5 Coordinación entre interruptores automáticos
- Disposición en filiación
- Definición de la técnica de filiación
- Mediante la limitación del valor máximo de corriente de cortocircuito que pasa a través del mismo, un interruptor automático con limitación de corriente permite utilizar en todos los circuitos situados aguas abajo de su ubicación aparata y componentes de circuitos con capacidades de corte de cortocircuito y capacidades de resistencia térmica y electromecánica con valores muy inferiores a los habituales. El tamaño físico reducido y los requisitos de rendimiento más bajos permiten conseguir un ahorro considerable y simplificar el trabajo de instalación.
- Técnica que permite disminuir los efectos de las corrientes de cortocircuito. La limitación reduce los siguientes efectos:
  - Electromagnéticos: reducción de las perturbaciones EMC
  - Mecánicos: reducción de la deformación y los esfuerzos sobre el interruptor
  - Térmicos: aumento de la vida útil de los conductores



# Curvas de disparo para interruptores automáticos en BT



# Cálculo y coordinación de protecciones

- Protección de los conductores

Sección Aprox. mm <sup>2</sup>	Calibre AWG o MCM
0.823	18 - Sólido
1.31	16 - Sólido
2.10	14 - Sólido
3.30	12 - Sólido
5.30	10 - Sólido
8.40	8 - Sólido
13.30	6 - Sólido
8.40	8 - 7h
13.30	6 - 7h
21.10	4 - 7h
33.60	2 - 7h
53.50	1/0 - 7h
67.40	2/0 - 7h
85.00	3/0 - 7h
107.20	4/0 - 7h
53.50	1/0 - 19h
67.40	2/0 - 19h
85.00	3/0 - 19h
107.20	4/0 - 19h
126.60	250 - 37h
152.00	300 - 37h
177.40	350 - 37h
202.70	400 - 37h
253.40	500 - 37h
304.00	600 - 37h
354.70	700 - 61h
380.00	750 - 61h
405.40	800 - 61h
508.70	1000 - 61h

Corriente nominal de los interruptores automáticos (en A)	Sección de los conductores (en mm <sup>2</sup> )									
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	
6	100	167	267	400	667					
10	60	100	160	240	400	640				
16	37	62	100	150	250	400	625	875		
20	30	50	80	120	200	320	500	700		
25	24	40	64	96	160	256	400	560	760	
32	18,0	31	50	75	125	200	313	438	594	
40	15,0	25	40	60	100	160	250	350	475	
50	12,0	20	32	48	80	128	200	280	380	
63	9,5	16,0	26	38	64	102	159	222	302	
80	7,5	12,5	20	30	50	80	125	175	238	
100	6,0	10,0	16,0	24	40	64	100	140	190	
125	5,0	8,0	13,0	19,0	32	51	80	112	152	

Fig. G50: Longitud máxima en metros de circuitos con conductores de cobre protegidos mediante interruptores automáticos de tipo C.

# Diseño de las instalaciones eléctricas.

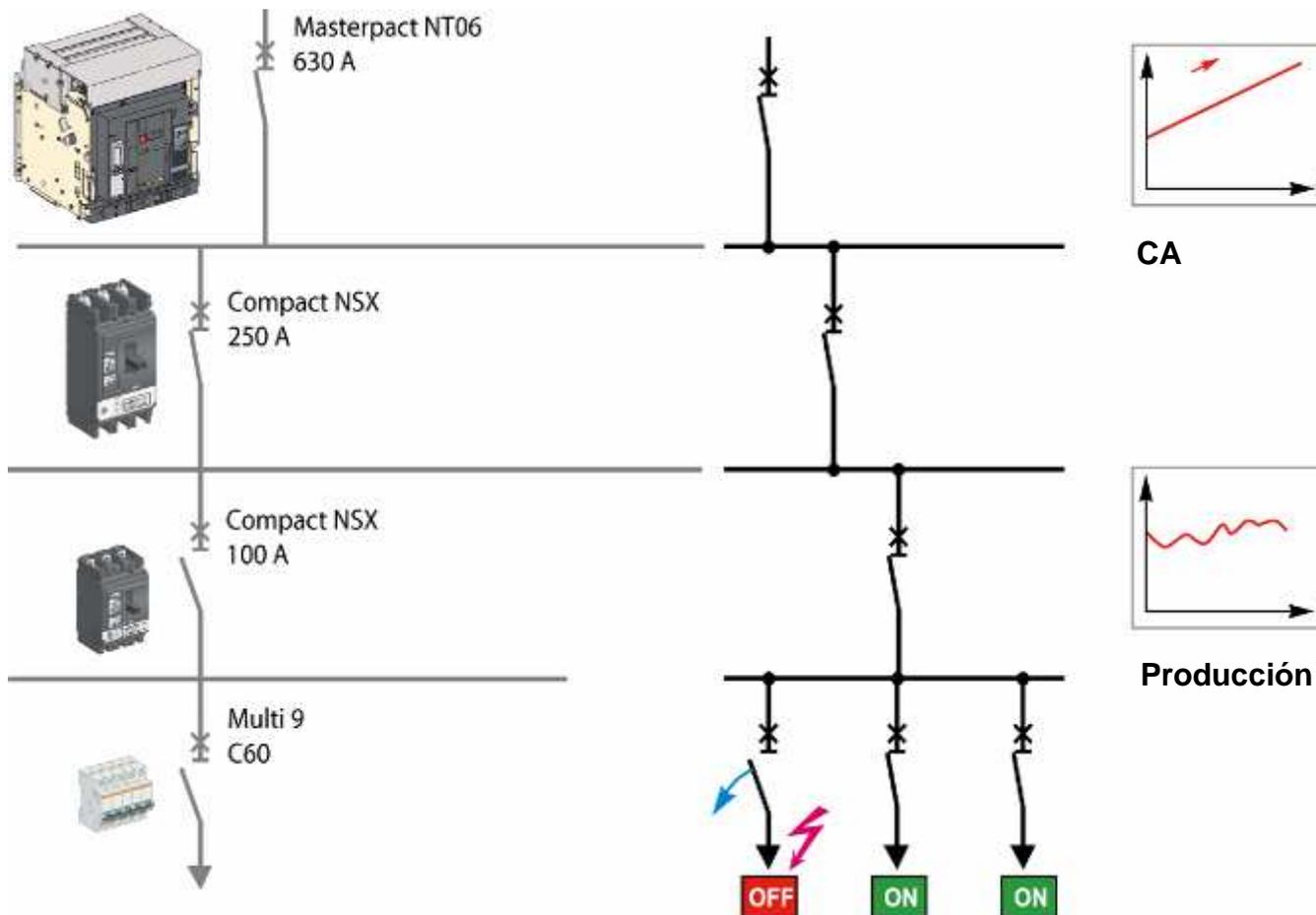
Sección Aprox. mm <sup>2</sup>	Calibre AWG o MCM
0.823	18 - Sólido
1.31	16 - Sólido
2.10	14 - Sólido
3.30	12 - Sólido
5.30	10 - Sólido
8.40	8 - Sólido
13.30	6 - Sólido
8.40	8 - 7h
13.30	6 - 7h
21.10	4 - 7h
33.60	2 - 7h
53.50	1/0 - 7h
67.40	2/0 - 7h
85.00	3/0 - 7h
107.20	4/0 - 7h
53.50	1/0 - 19h
67.40	2/0 - 19h
85.00	3/0 - 19h
107.20	4/0 - 19h
126.60	250 - 37h
152.00	300 - 37h
177.40	350 - 37h
202.70	400 - 37h
253.40	500 - 37h
304.00	600 - 37h
354.70	700 - 61h
380.00	750 - 61h
405.40	800 - 61h
506.70	1000 - 61h

Nivel de corriente Im del disparo magnético instantáneo (en A)	Sección de los conductores (en mm <sup>2</sup> )														
	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
50	100	167	267	400											
63	79	133	212	317											
80	63	104	167	250	417										
100	50	83	133	200	333										
125	40	67	107	160	267	427									
160	31	52	83	125	208	333									
200	25	42	67	100	167	267	417								
250	20	33	53	80	133	213	333	467							
320	16	26	42	63	104	167	260	365	495						
400	13	21	33	50	83	133	208	292	396						
500	10	17	27	40	67	107	167	233	317						
560	9	15	24	36	60	95	149	208	283	417					
630	8	13	21	32	63	85	132	185	251	370					
700	7	12	19	29	48	76	119	167	226	333	452				
800	6	10	17	25	42	67	104	146	198	292	396				
875	6	10	15	23	38	61	95	133	181	267	362	457			
1.000	5	8	13	20	33	53	83	117	158	233	317	400	435		
1.120	4	7	12	18	30	48	74	104	141	208	283	357	388	459	
1.250	4	7	11	16	27	43	67	93	127	187	253	320	348	411	
1.600		5	8	13	21	33	52	73	99	146	198	250	272	321	400
2.000		4	7	10	17	27	42	58	79	117	158	200	217	257	320
2.500			6	8	13	21	33	47	63	93	127	160	174	206	256
3.200			4	6	10	17	26	36	49	73	99	125	136	161	200
4.000				5	8	13	21	29	40	58	79	100	109	128	160
5.000				4	7	11	17	23	32	47	63	80	87	103	128
6.300					5	8	13	19	25	37	50	63	69	82	102
8.000					4	7	10	15	20	29	40	50	54	64	80
10.000						5	8	12	16	23	32	40	43	51	64
12.500						4	7	9	13	19	25	32	35	41	51

Fig. G48: Longitudes máximas del circuito en metros para conductores de cobre (para aluminio, se deben multiplicar las longitudes por 0,62).

# La solución Schneider Electric: el dominio de la técnica

- Continuidad de servicio gracias a la selectividad total

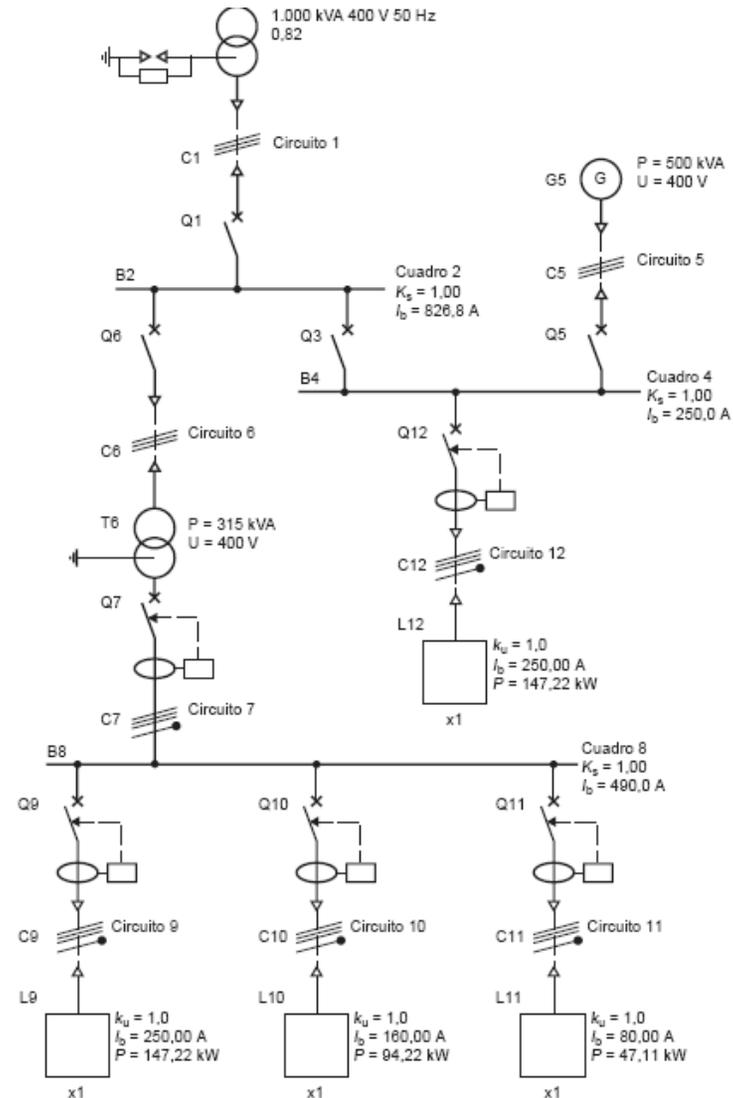


# Informes y Cálculos



# Herramientas de Diseño

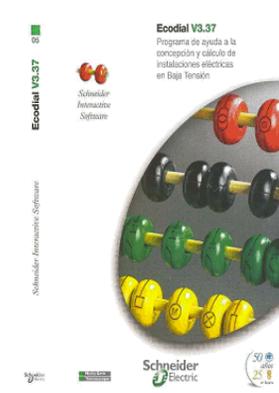
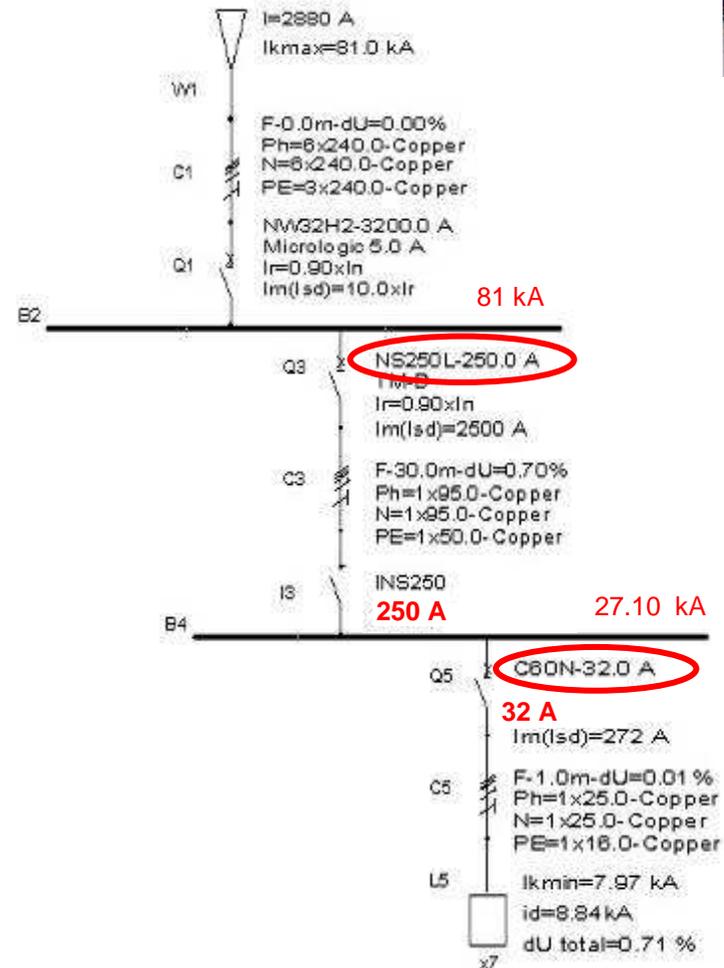
- Ecodial
  - Informes y Cálculos



# Sistema informático: Ecodial

- Sistema informático global

- Diseño de instalaciones
- Dibujo del diagrama unifilar
- Cálculo de  $I_{cc}$  y caídas de tensión
- Cálculo de las secciones de cable
- Selección de productos
- Selectividad y filiación
- Protección de las personas
- Impresión de resultados



# Herramientas de Diseño

Cálculo con el software **ECODIAL 3.37**

## ● Ecodial

Características generales de la red	
Sistema de conexión a tierra	IT
Neutro distribuido	No
Tensión (V)	400
Frecuencia (Hz)	50
Transformador T1	
Número de transformadores	1
Nivel de fallo aguas arriba (MVA)	500
Potencia (kVA)	1.000
Tensión de impedancia de cortocircuito (%)	6
Resistencia de red de MT ( $m\Omega$ )	0,0351
Reactancia de red de MT ( $m\Omega$ )	0,351
Resistencia de transformador $R_T$ ( $m\Omega$ )	2,293
Resistencia de transformador $X_T$ ( $m\Omega$ )	10,333
Corriente de cortocircuito trifásica $I_{k3}$ (kA)	23,3
Cable C1	
Corriente de carga máxima (A)	1.374
Tipo de aislamiento	PVC
Material conductor	Cobre
Temperatura ambiente ( $^{\circ}C$ )	30
Cable con uno o varios núcleos	UNI
Método de instalación	13
Número de circuitos muy próximos (Figura G21b)	1
Otro coeficiente	1
Área de sección seleccionada ( $mm^2$ )	8 x 95
Conductor de protección	1 x 120
Longitud (m)	5
Caída de tensión $\Delta U$ (%)	0,122
Caída de tensión total $\Delta U$ (%)	0,122
Corriente de cortocircuito trifásica $I_{k3}$ (kA)	23
Corriente defectuosa monofásica con conexión a tierra $I_G$ (kA)	17
Interruptor automático Q1	
Corriente de cortocircuito trifásica $I_{k3}$ aguas arriba del interruptor automático (kA)	23
Corriente de carga máxima (A)	1.374
Número de polos y polos protegidos	3P3D
Interruptor automático	NT 16
Tipo	H 1 - 42 kA
Tipo de unidad de disparo	Micrologic 5A
Corriente nominal (A)	1.600

Canalizaciones B2	
Corriente de carga máxima (A)	1.374
Tipo	Estándar en el flanco
Temperatura ambiente ( $^{\circ}C$ )	30
Dimensiones (m y mm)	1 m 2/5 mm x 63 mm
Material	Cobre
Corriente de cortocircuito trifásica $I_{k3}$ (kA)	23
Valor de pico trifásico de la corriente de cortocircuito $I_k$ (kA)	48
Resistencia de canalización $R$ ( $m\Omega$ )	2,52
Reactancia de canalización $X$ ( $m\Omega$ )	10,8
Interruptor automático Q6	
Corriente de cortocircuito trifásica aguas arriba del interruptor automático $I_{k3}$ (kA)	23
Corriente de carga máxima (A)	560
Número de polos y polos protegidos	3P3D
Interruptor automático	NS800
Tipo	N - 50 kA
Tipo de unidad de disparo	Micrologic 2.0
Corriente nominal (A)	800
Límite de selectividad (kA)	Total
Cable C6	
Corriente de carga máxima (A)	560
Tipo de aislamiento	PVC
Material conductor	Cobre
Temperatura ambiente ( $^{\circ}C$ )	30
Cable con uno o varios núcleos	Uno
Método de instalación	F
Número de circuitos muy próximos (Figura G20)	1
Otro coeficiente	1
Área de sección seleccionada ( $mm^2$ )	1 x 300
Conductor de protección	1 x 150
Longitud (m)	15
Caída de tensión $\Delta U$ (%)	0,38
Caída de tensión $\Delta U$ total (%)	0,54
Corriente de cortocircuito trifásica $I_{k3}$ (kA)	20
Corriente defectuosa monofásica con conexión a tierra $I_G$ (kA)	¿?

# Sistemas de Transferencias en BT



# Sistemas de transferencias en BT

- Los dispositivos de conmutación de fuentes se utilizan para asegurar la continuidad de la alimentación de ciertos receptores prioritarios, por motivos de seguridad de personas o para mantener un ciclo de producción. El mecanismo de conmutación actúa o por un fallo en la alimentación principal, normalmente en servicio, o por una orden voluntaria.
  - Manual
  - Automática

# Sistemas de transferencias en BT

- **Transferencia Manual**

- Este dispositivo es el inversor más simple. requiere de la intervención del personal de explotación y, en consecuencia, la duración del basculamiento de la red normal a la red de reserva está en función de la intervención humana.
- Un inversor de redes manual puede componerse de 2 o 3 aparatos (según gama) accionados manualmente (interruptores automáticos o interruptores en carga) y inter-enclavados mecánicamente.

# Sistemas de transferencias en BT

- **Transferencia Automática.**

- Un inversor de redes está constituido por 2 o 3 aparatos (según gama) a los cuales está asociado un inter-enclavamiento eléctrico realizado según diferentes esquemas.
- El mando de los aparatos está asegurado mediante un inter-enclavamiento mecánico que protege de cualquier mal funcionamiento eléctrico e impide una maniobra manual errónea.



# Sistemas de transferencias en BT

## ● Terciario :

- Quirófanos de hospitales
- Dispositivos de seguridad de inmuebles de gran altura
- Salas de ordenadores (bancos, aseguradoras...)
- Sistemas de iluminación de centros comerciales...

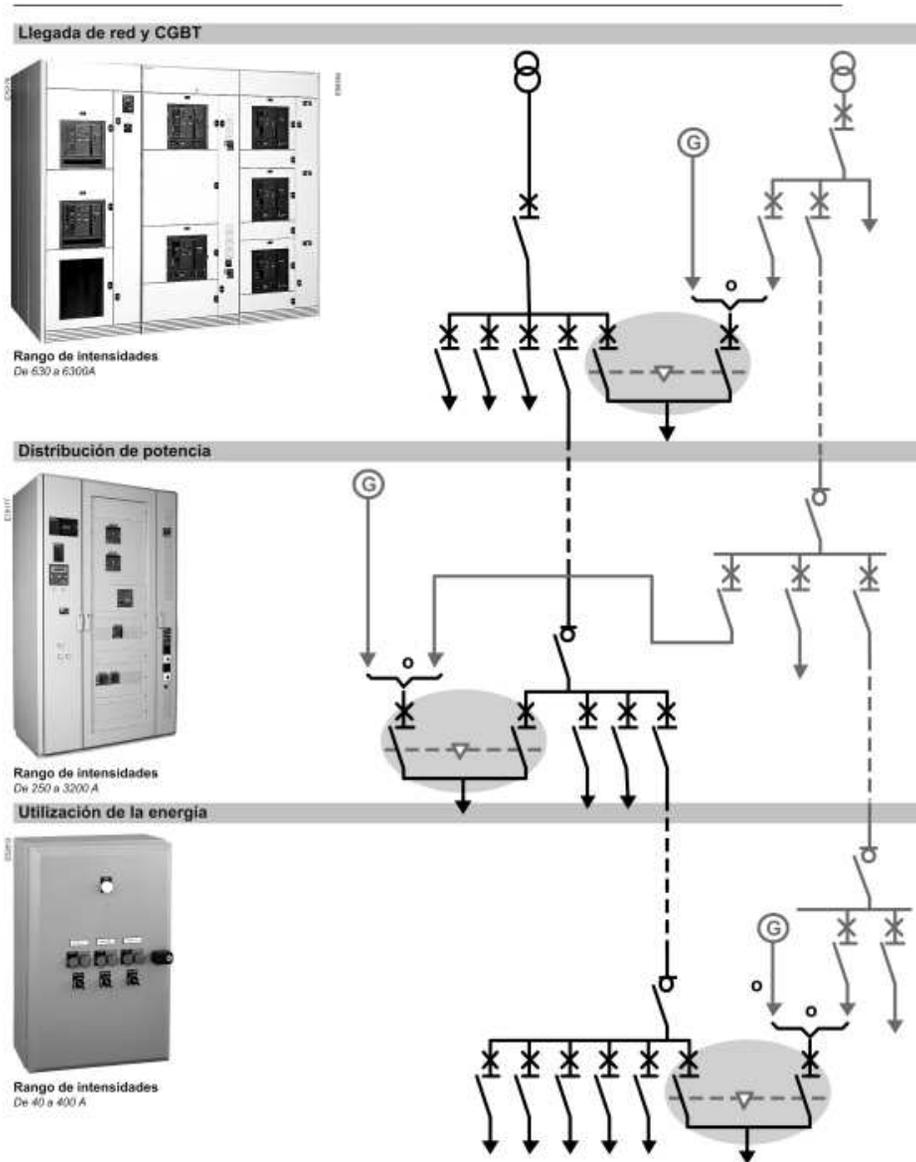


## ● Industrial :

- Cadenas de producción en continuo
- Salas de máquinas en barcos
- Auxiliares esenciales en centrales térmicas...



# Sistemas de transferencias en BT



# Protección de las personas

## Contacto directo e indirecto



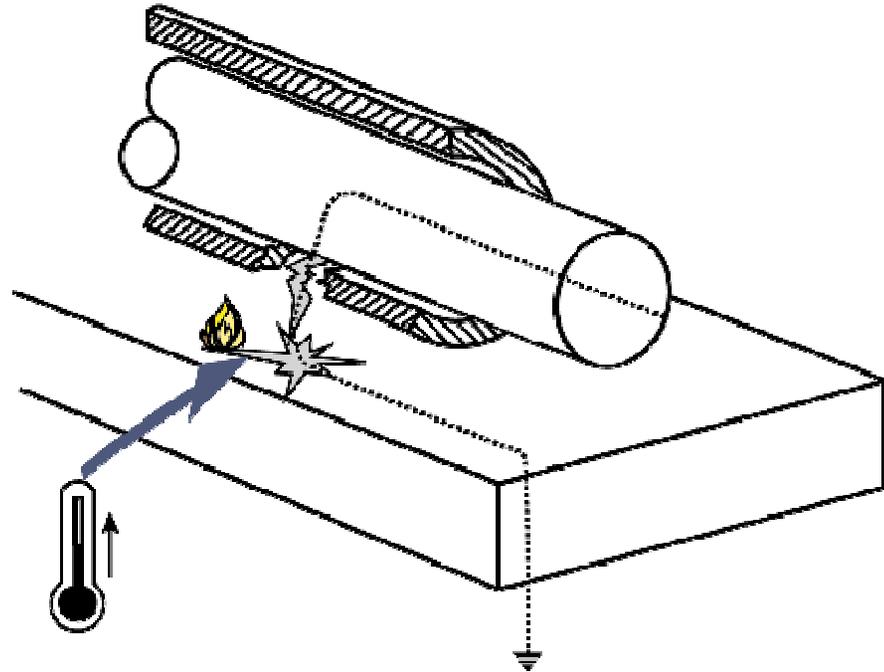
# Corrientes De Fuga

## ● Causas

- Deterioro de los aislantes de partes conductoras
- Corrientes superficiales

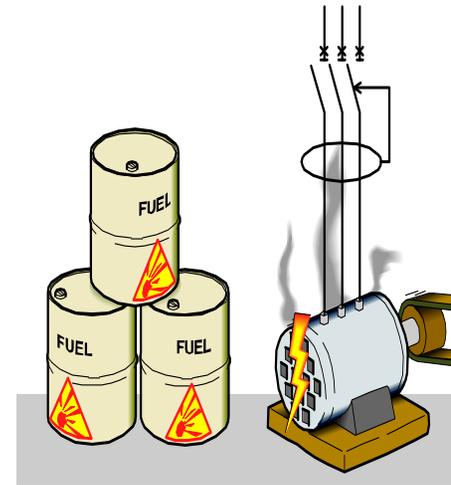
## ● Consecuencias

- Incendios
- Electrocutación de las Personas
- Destrucción de los receptores



# Riesgo de Incendio

- Es el defecto más habitual de una instalación eléctrica, causado por el deterioro de los aislamientos de los cables de la instalación, debido entre otras a estas causas:
  - Ruptura brusca y accidental del aislamiento del conductor.
  - Envejecimiento y ruptura final del aislamiento del conductor.
  - Cables mal dimensionados, sometidos periódicamente a sobrecargas de corriente que recalientan excesivamente los cables en los que se acelera su proceso de envejecimiento.
  - Cortocircuitos.



# Protección Diferencial

- RETIE

- 17.7.3 Interruptores automáticos de baja tensión.
- 17.7.3.1 Requisitos de instalación
- d. Debe instalarse protección contra falla a tierra de equipos, en circuitos alimentadores en estrella puestas a tierra sólidamente, con una tensión a tierra superior a 150 V, pero que no supere los 600 V entre fase. Para cada dispositivo de desconexión de la acometida de 1000 A nominales o más.
- 17.7.3.2. Requisitos de producto
- d. Los dispositivos de interrupción de corriente por fuga a tierra para protección de las personas contra contacto directo, deberán tener una corriente nominal diferencial menor o igual a 30 mA y su tiempo de operación deberá estar en concordancia con la Figura 1 del presente Reglamento.

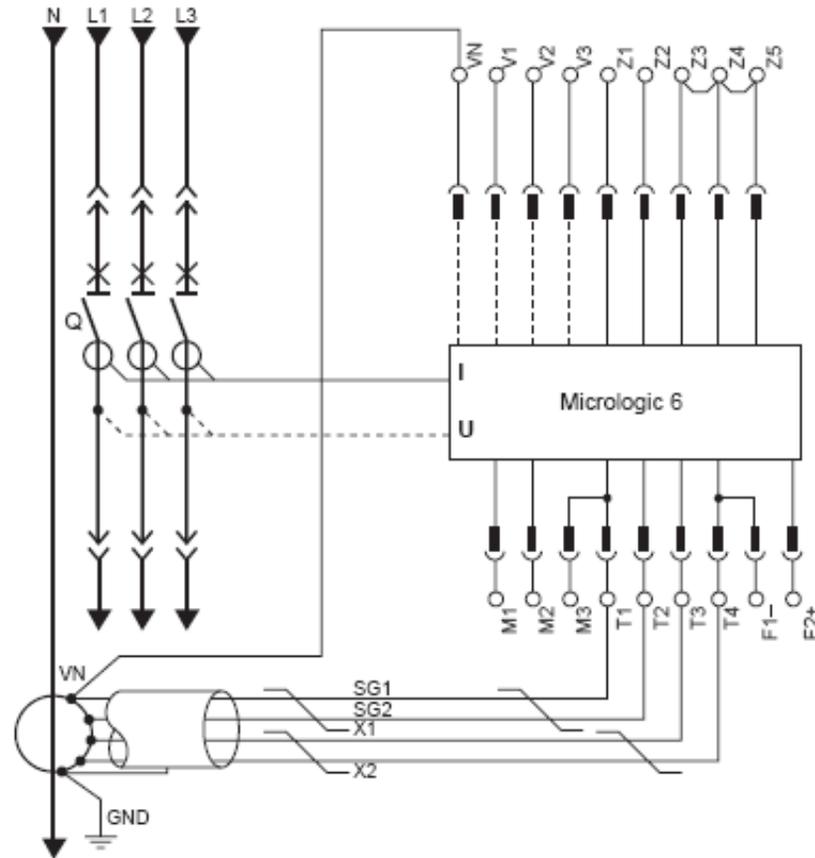
# Protección Diferencial

## ● 36.2.3 Instalaciones provisionales.

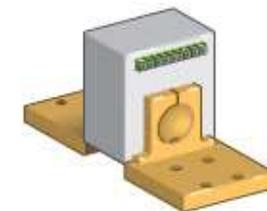
- Para efectos del RETIE, se entenderá como instalación provisional aquella que se hace para suministrar el servicio de energía a un proyecto en construcción, o que tendrá una utilización no mayor a seis meses (prorrogables según el criterio del OR que preste el servicio), la cual deberá cumplir con lo especificado en la Sección 305 del Código Eléctrico Colombiano (NTC 2050 Primera Actualización).
- Estas instalaciones deberán tener un tablero o sistema de distribución provisional con protección de falla a tierra.

# Técnicas de protección de falla a tierra

Para protección de tierra tipo "residual"



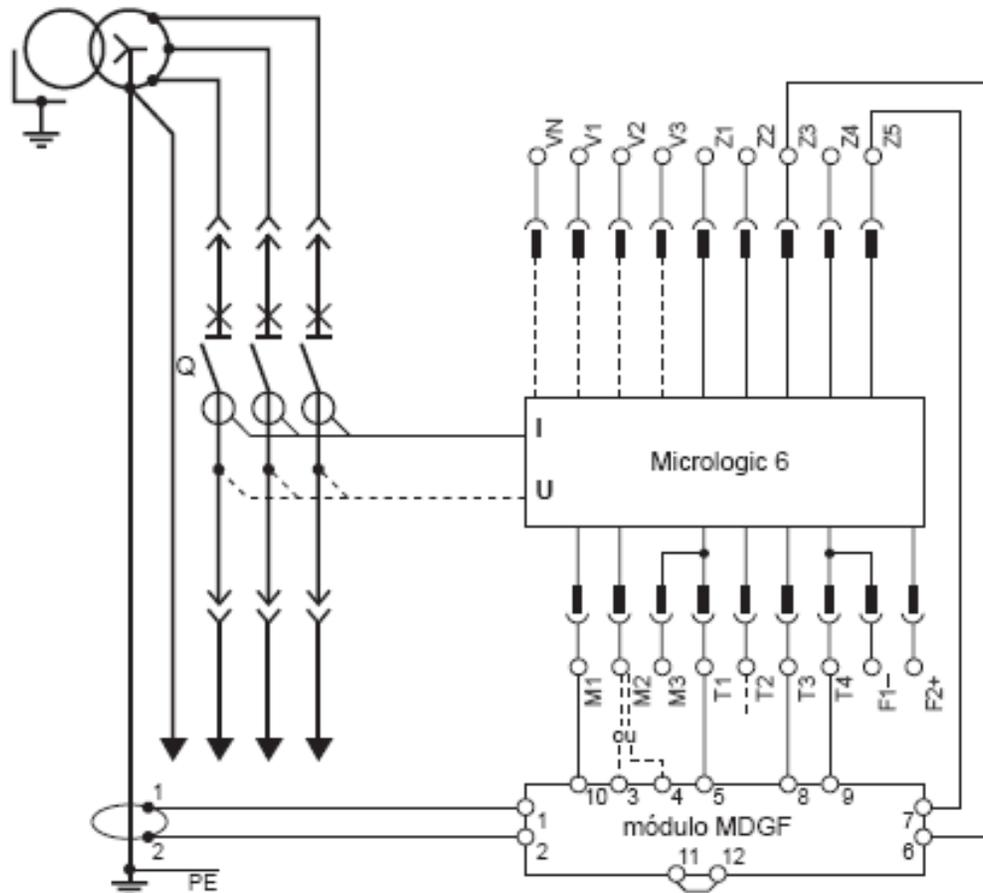
Las señales SG1 y SG2, X1 y X2 forman un par trenzado.  
El blindaje se conecta sólo por un cabo al borne de tierra.



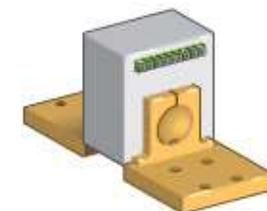
Transformadores de intensidad

# Técnicas de protección de falla a tierra

## Para protección de tierra "Source Ground Return" (SGR)



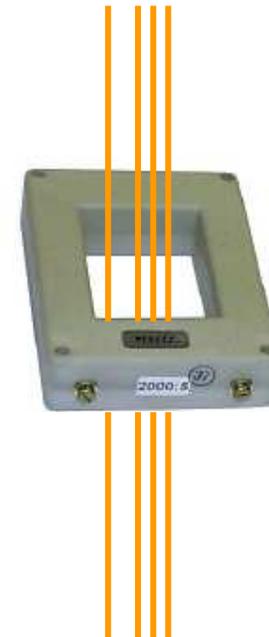
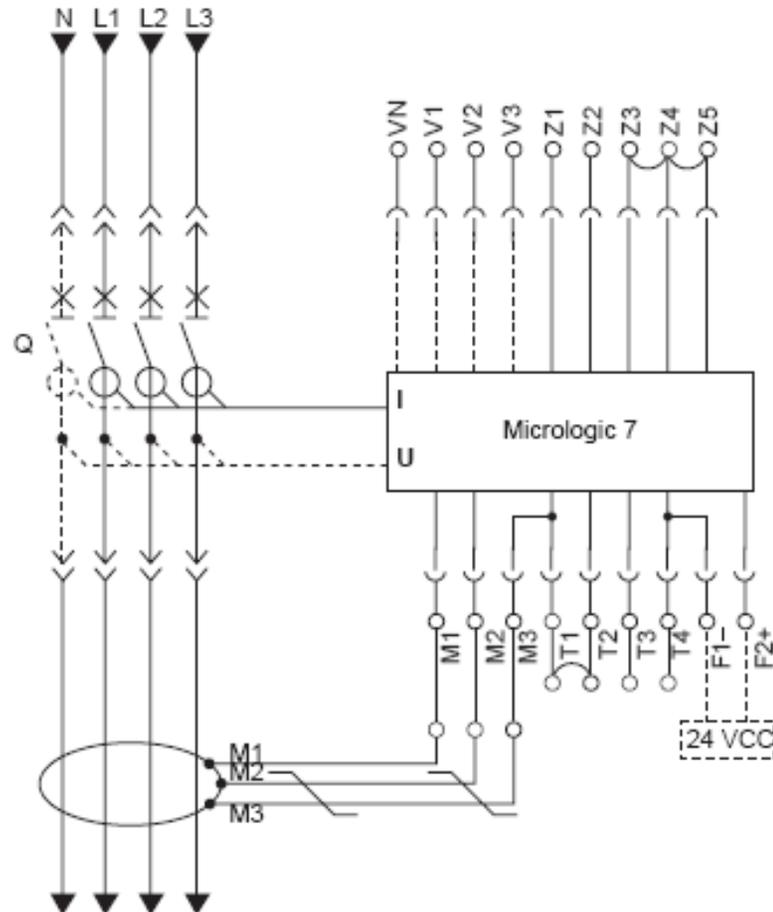
Los bornes 3 y 4 son exclusivos.  
Utilizar el borne 3 para los interruptores automáticos NT y NW hasta 4000 A.  
Utilizar el borne 4 para los interruptores automáticos NW40b a NW63.



Transformadores de intensidad

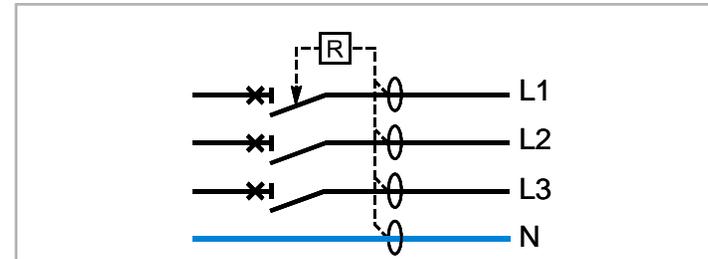
# Técnicas de protección de falla a tierra

## Protección diferencial

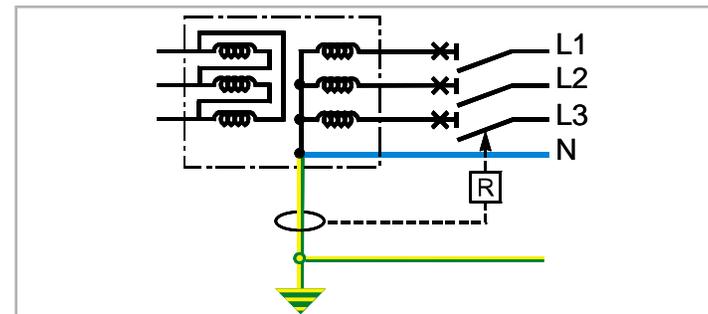


# Técnicas de protección Diferencial

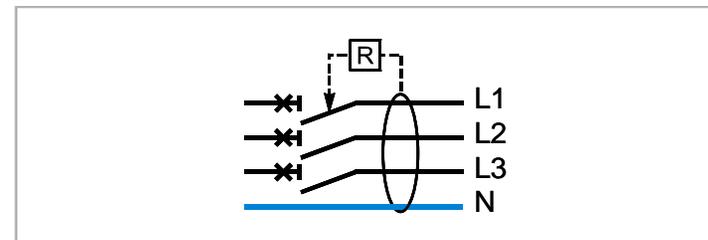
- Tipo residual:
  - Realiza la suma vectorial de corrientes en los secundarios de los Ct's.
- Tipo SGR:
  - Sensor ubicado en la unión de neutro y tierra
- Tipo Secuencia cero (ZS):
  - Para detectar bajas corrientes  
Mediante la suma vectorial de Corrientes en el primario del CT



E56898



E56899



E56900

# Protección Diferencial

- 37.2 Protección contra contacto directo o indirecto

- a. Para prevenir y proteger contra contactos directos e indirectos existen los siguientes métodos:

- **Contra contacto directo:**

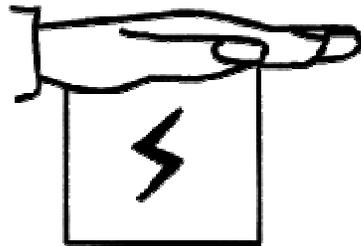
- Aislamiento apropiado acorde con el nivel de tensión de la parte energizada.
- Alejamiento de las partes bajo tensión.
- Colocación de obstáculos que impidan el acceso a las zonas energizadas.
- Empleo de Muy Baja Tensión (< 50 V en locales secos, < 24 V en locales húmedos)
- Dispositivos de corte automático de la alimentación.
- Utilización de interruptores diferenciales de alta sensibilidad (GFCI o RCD).
- Sistemas de potencia aislados.

- **Contra contacto indirecto:**

- Equipos de protección diferencial o contra corrientes de fuga (GFCI, RCM o RCD).
- Utilización de muy baja tensión.
- Empleo de circuitos aislados galvánicamente, con transformadores de seguridad.
- Inaccesibilidad simultánea entre elementos conductores y tierra.
- Conexiones equipotenciales.

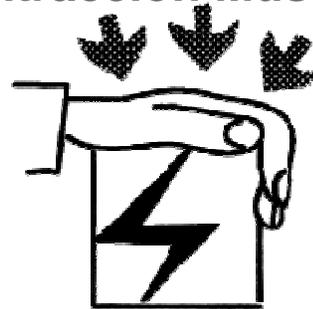
# Efectos De La Corriente En El Cuerpo Humano.

Cosquilleo



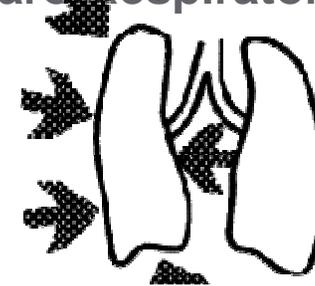
0.5 mA

Contracción Muscular



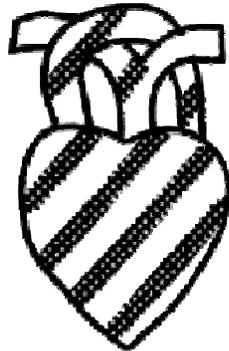
10 mA

Paro Respiratorio



30 mA

Fibrilación Ventricular



75 mA

Tiempos de Exposición:

De 5s a 10s.

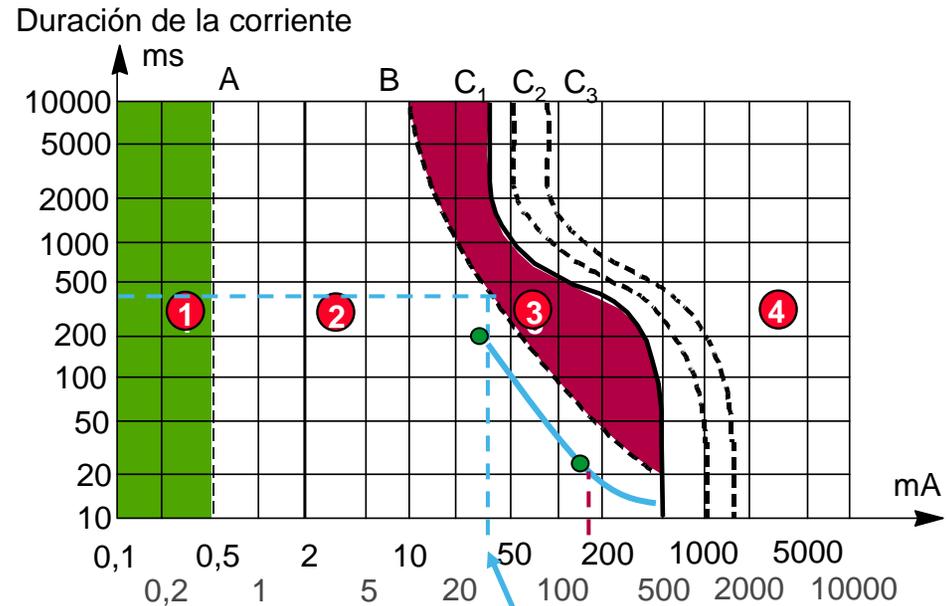
IEC 60479-1

# Efectos de la corriente en el cuerpo humano.

- Curva C1 de la norma IEC 60479-1

- Define los límites que no se deben superar en corriente / tiempo de duración

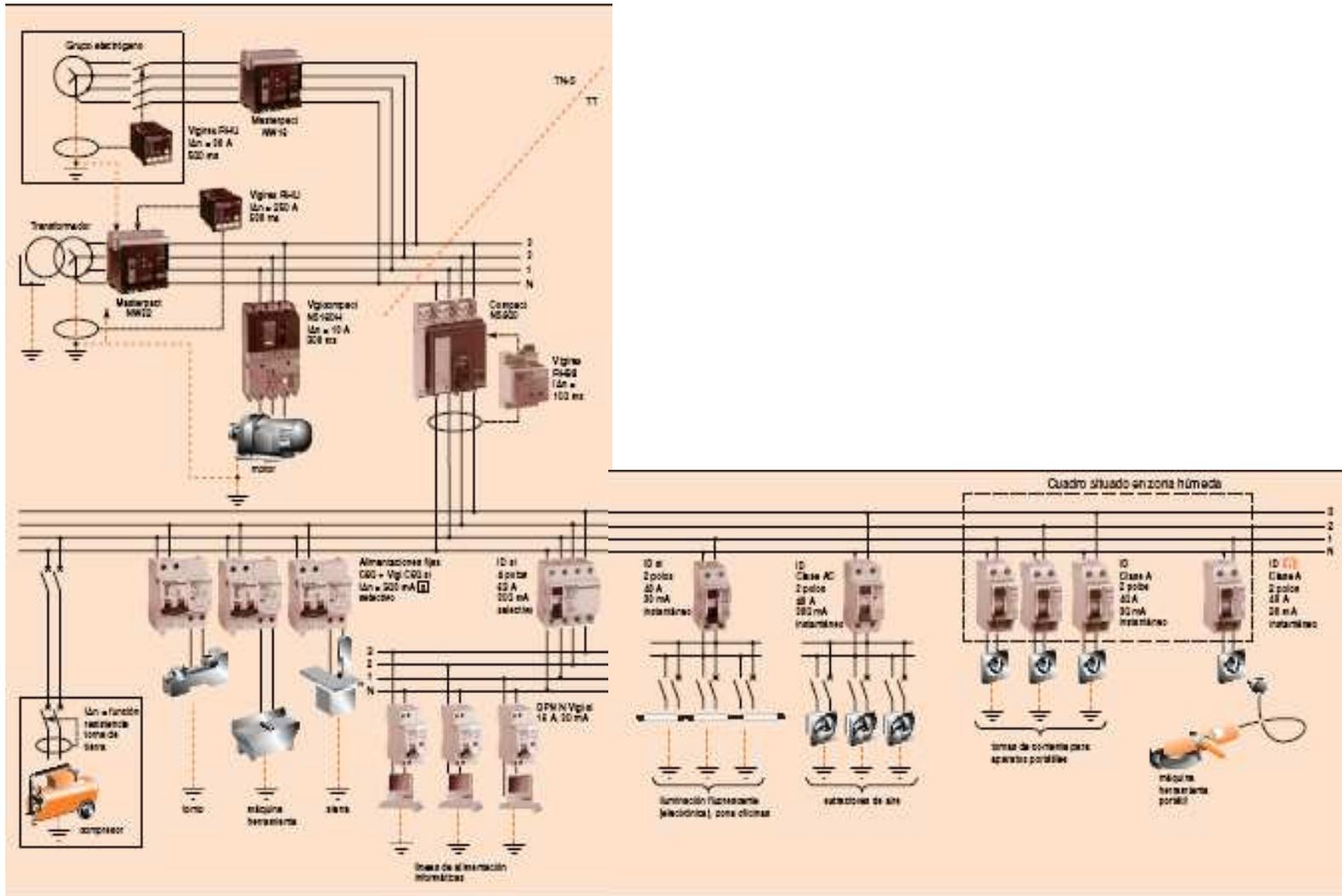
- 1 imperceptible
- 2 perceptible
- 3 efectos reversibles : contracción muscular
- 4 posibles efectos irreversibles
- C1: sin fibrilación cardíaca
- C2: 5% de probabilidad de fibrilación
- C3: 50% de probabilidad de fibrilación



30 mA

IEC 60479-1

# Diseño de las instalaciones eléctricas.

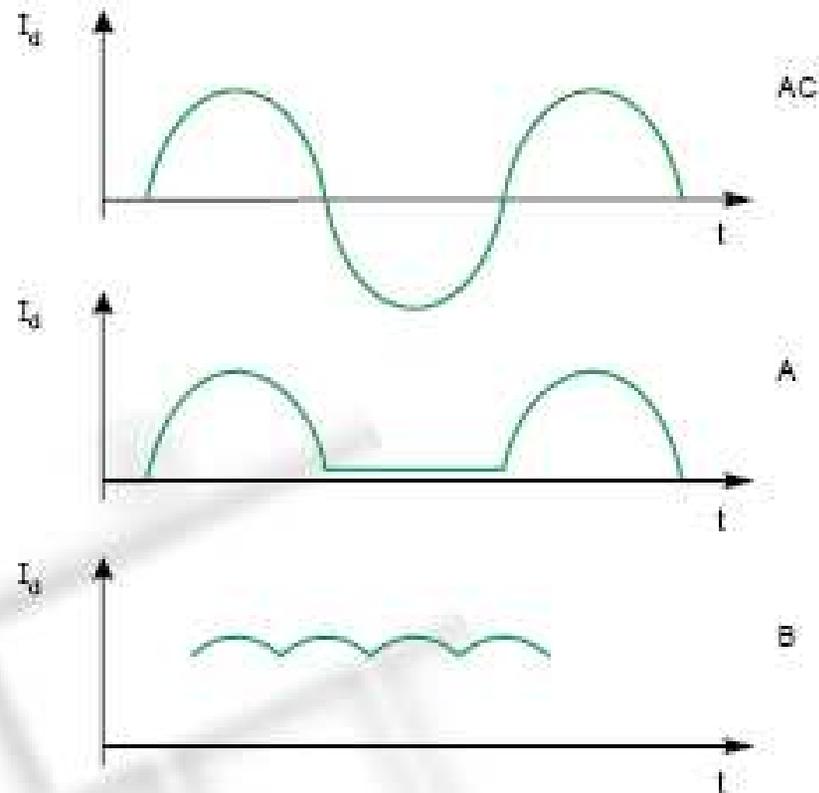


# Selección de un DDR



# Clases de Toroidales

- Clase AC
  - Corrientes Alternas Senoidales
- Clase A
  - Corriente alternas senoidales, continuas pulsantes.
- Clase B
  - Corriente alternas senoidales, continuas pulsantes, fuentes rectificadas.

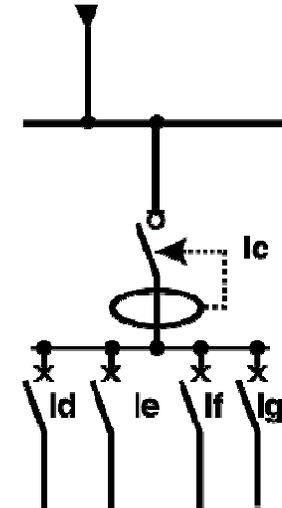
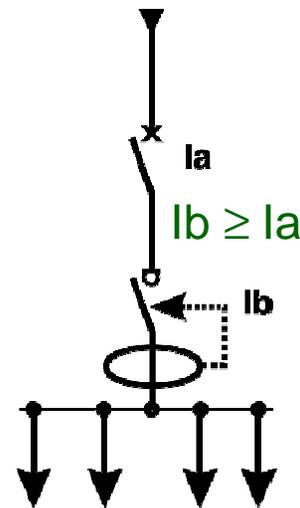


# Selección de un DDR

- Número de Polos

- Deberá ser igual al número de conductores activos involucrados (Fase R, S, T y N)
- En sistema mono ó bifásico = Protección BIPOLAR
- En sistema trifásico
  - c/ neutro distribuido = Protección TETRAPOLAR
  - s/neutro distribuido = Protección TRIPOLAR

- Corriente Nominal



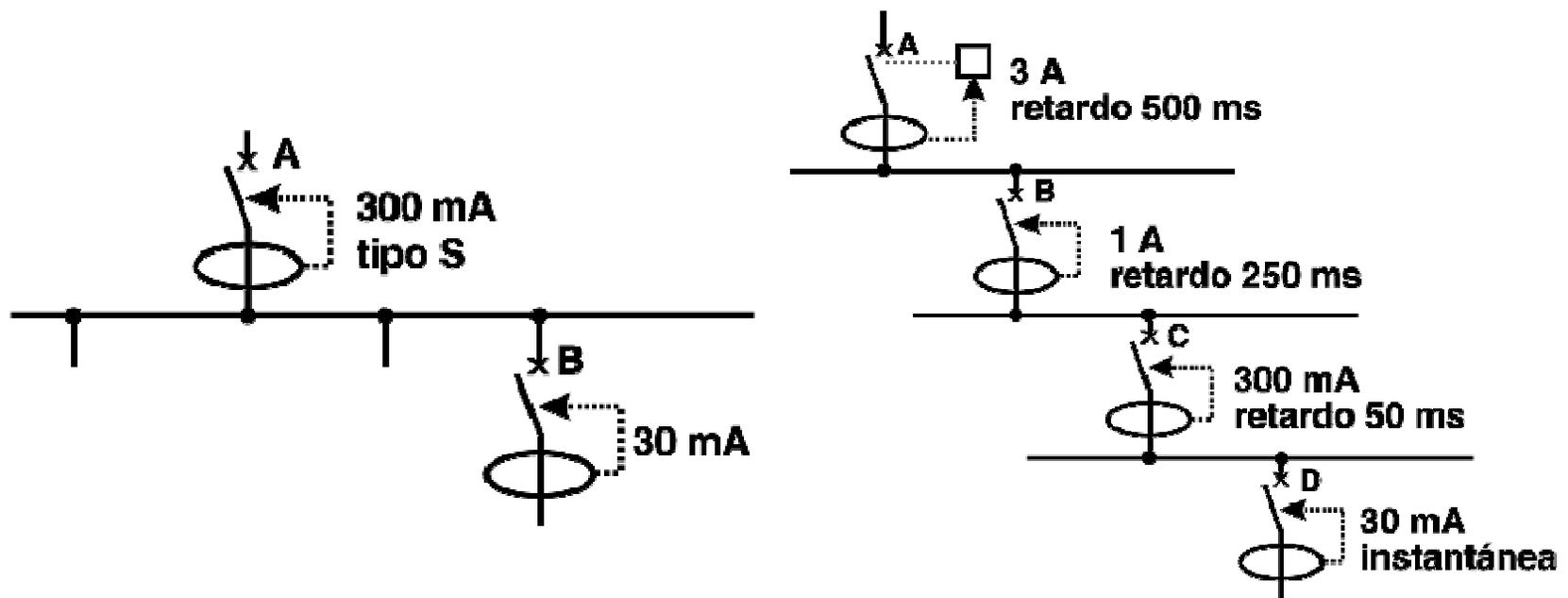
$$I_c \geq K (I_d + I_e + I_f + I_g)$$

$K$  = factor de simultaneidad

# Selección de un DDR

- Selectividad Vertical

- Los valores de  $I_{\Delta n}$  y del  $t$  de retardo son función del nivel de selectividad.



# Selección de un DDR

- Número de receptores por diferencial:

- Evaluar la  $I_{ftotal}$  de las cargas alimentadas, se debe cumplir :

$$I_{fuga}(t) \leq \frac{I \Delta n}{2}$$

- En caso contrario se debe subdividir los circuitos.

- Corrientes de fuga Típicas

- PC: 1,5 a 2 mA.
- Fotocopiadora: 0.5 a 1.5 mA.
- Telefax: 0.5 a 1 mA.
- Impresoras <1 mA

# Simbolos

- Umbral de Disparo
- Protección contra disparos intempestivos
- Funcionamiento a bajas temperaturas
- Aparato selectivo
- Interruptor Diferencial

$I\Delta n$



-25 C



Clase AC



Clase A



Clase A "si"

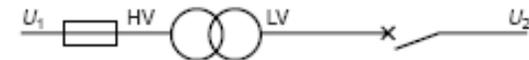
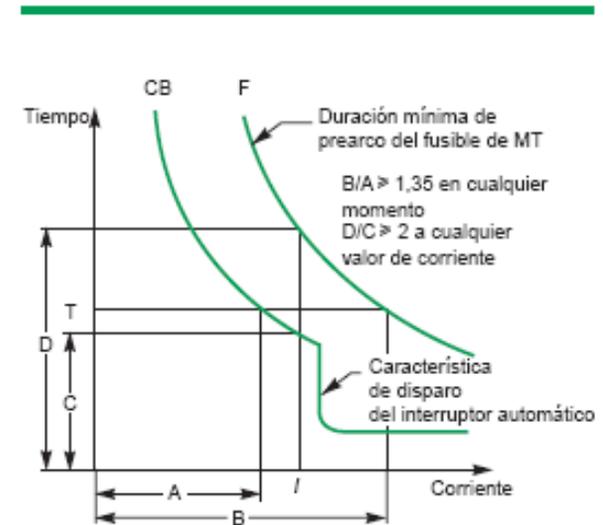


Tecnología superinmunizada

# h. Cálculo y coordinación de protecciones

## ● Coordinación con fusibles en MT

- Para que los fusibles no se vean afectados (es decir, no se dañen):
  - Todas las partes de la curva del fusible deben estar situadas a la derecha de la curva CB con un factor de 1,35 o más (esto es, cuando en el momento T, la curva CB pasa por un punto correspondiente a 100 A, la curva del fusible en ese mismo momento T debe pasar por un punto correspondiente a 135 A o más, y así sucesivamente...); por otro lado, todas las partes de la curva del fusible deben estar por encima de la curva CB con un factor de 2 o más (es decir, cuando a un nivel de corriente I la curva CB pasa por un punto correspondiente a 1,5 segundos, la curva del fusible al mismo nivel de corriente I debe pasar por un punto correspondiente a 3 segundos o más, etc.).
  - Los factores 1,35 y 2 se basan en las tolerancias de fabricación máximas estándar para fusibles de MT e interruptores automáticos de BT.



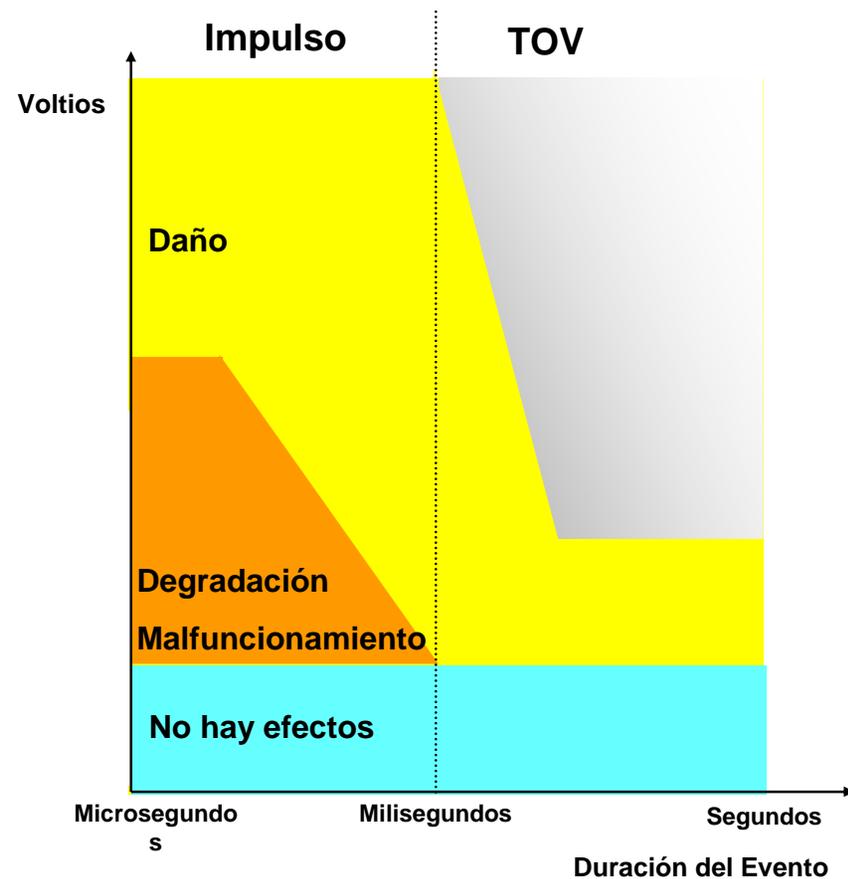
# DPS

Dispositivo de protección contra sobretensiones



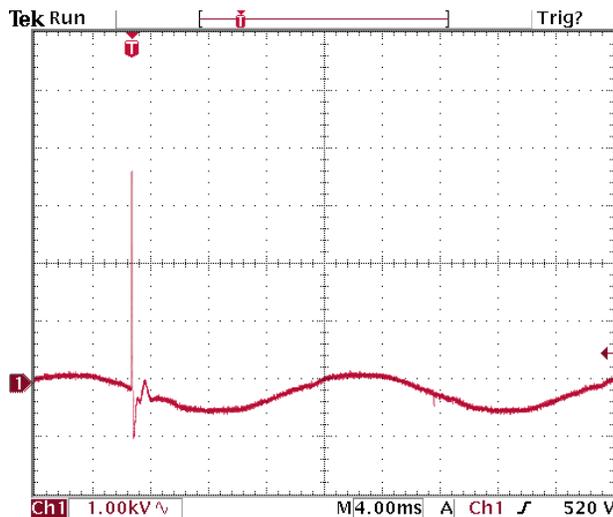
# Qué es una Sobretensión Transitoria?

- **Elevados Impulsos de Tensión**
  - Pueden alcanzar varios miles de voltios.
- **Duración muy corta**
  - Del orden de microsegundos.
  - Sobretensión Transitoria  $\neq$  Sobretensión Permanente (TOV)
- **Frente de onda muy rápido ( $di/dt$ )**
- **Origen:**
  - 35% son externos a la instalación
  - 65% son internos a la instalación

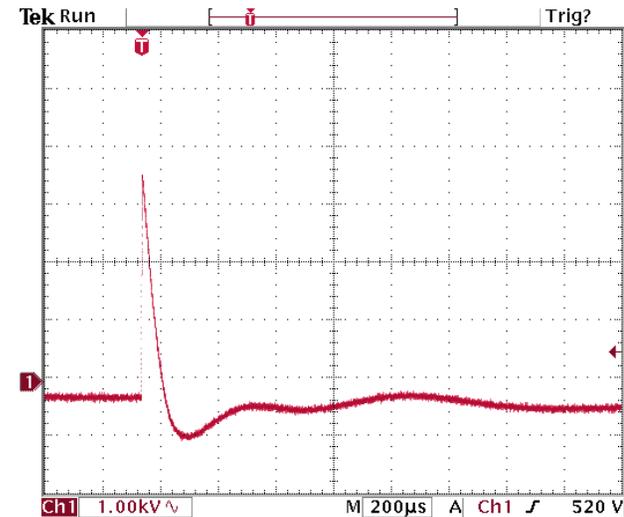


# Qué es una Sobretensión Transitoria?

- La Sobretensión Transitoria dura solo microsegundos.



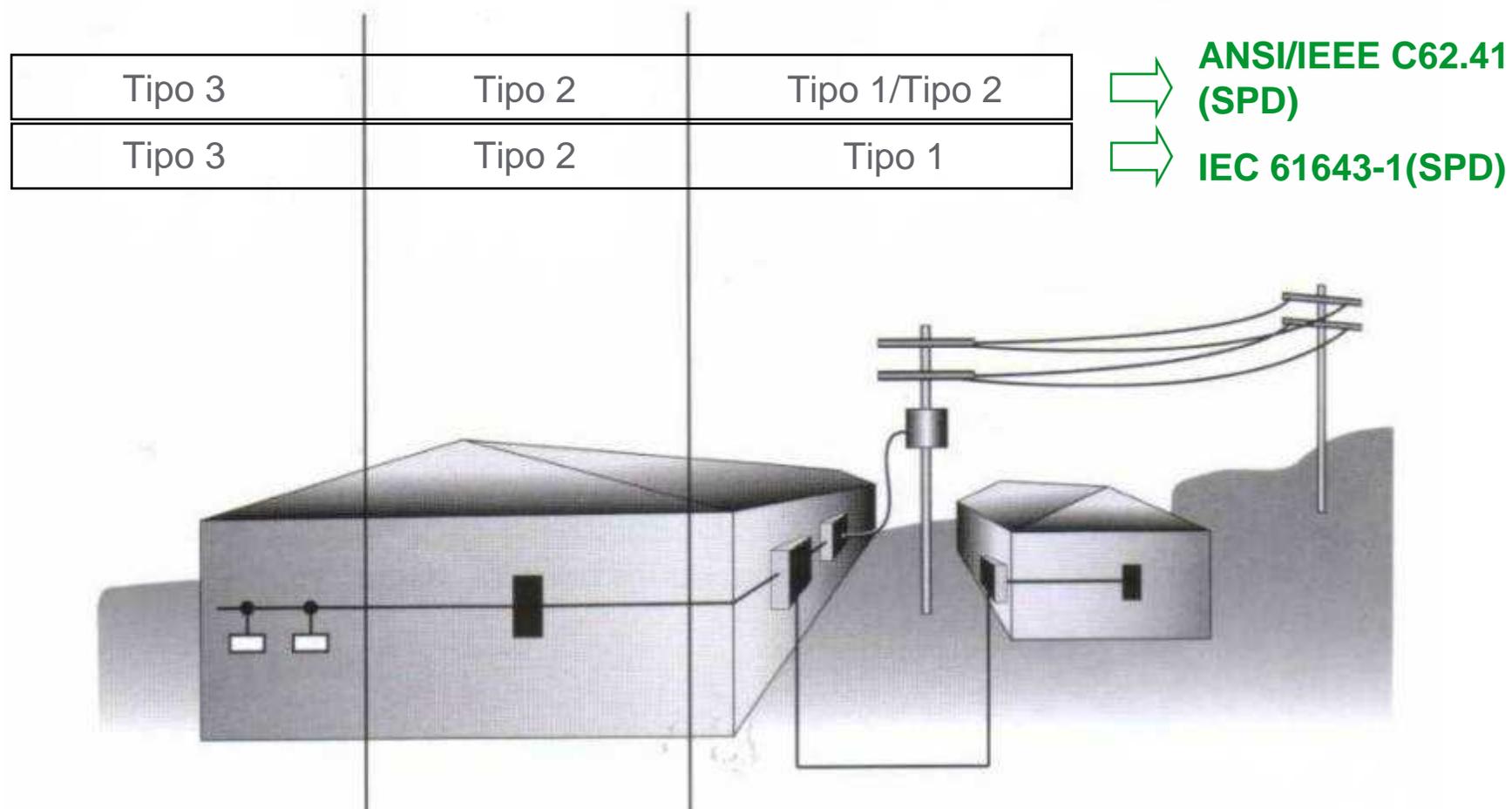
21 D  
13:1



21  
13

- Los DPS NO protegen contra otros Problemas de Calidad de Energía como Sobretensiones Permanentes, Subtensiones, Factor de Potencia o Armónicos. Los DPS están diseñados para proteger contra Sobretensiones Transitorias únicamente.

# Clasificación según la norma



# Tecnologías Utilizadas

- Todos los Dispositivos de Protección contra Sobretensiones (DPS) utilizan diferentes tecnologías para derivar los impulsos de corriente lejos de las cargas finales. Las principalmente utilizadas son:

- MOV : Varistores de Oxido Metálico



- Spark Gap : Descargador vía de chispas

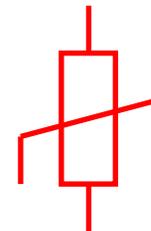
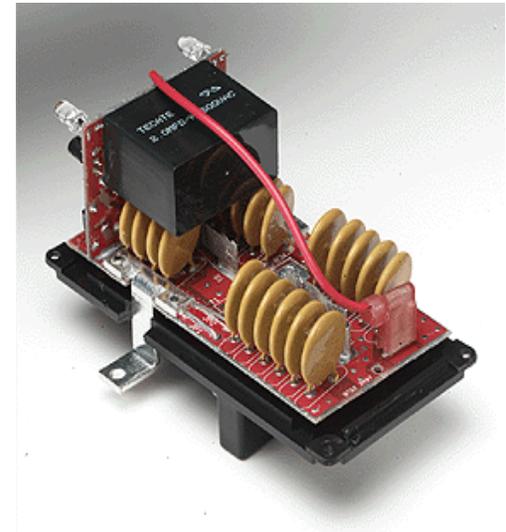


- Los DPS limitan una sobretensión transitoria a valores seguros relacionados con el Máximo Voltaje de Operación Continuo (MCOV) del supresor.

# Tecnologías Utilizadas

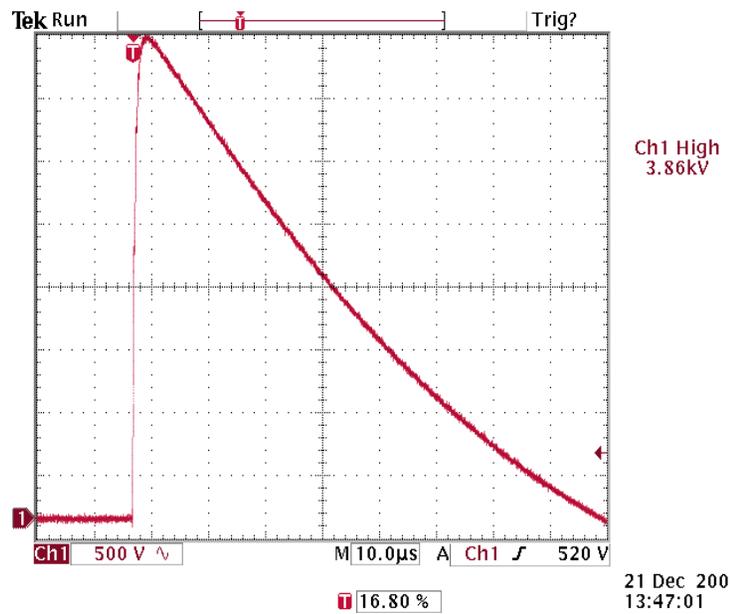
- Varistores de Oxido Metálico (MOV)

- Tecnología de limitación de la tensión.
- Deriva impulsos transitorios dejando un pequeño voltaje residual
- Su resistencia se reduce exponencialmente en proporción a la magnitud del impulso transitorio
- No opera bajo condiciones normales del sistema de suministro eléctrico (baja corriente de fuga)
- Tiene un tiempo de respuesta rápido
- Puede derivar altos impulsos de corriente
- Es la mas utilizada por la industria en la protección eléctrica
- Buena relación Costo-Beneficio.

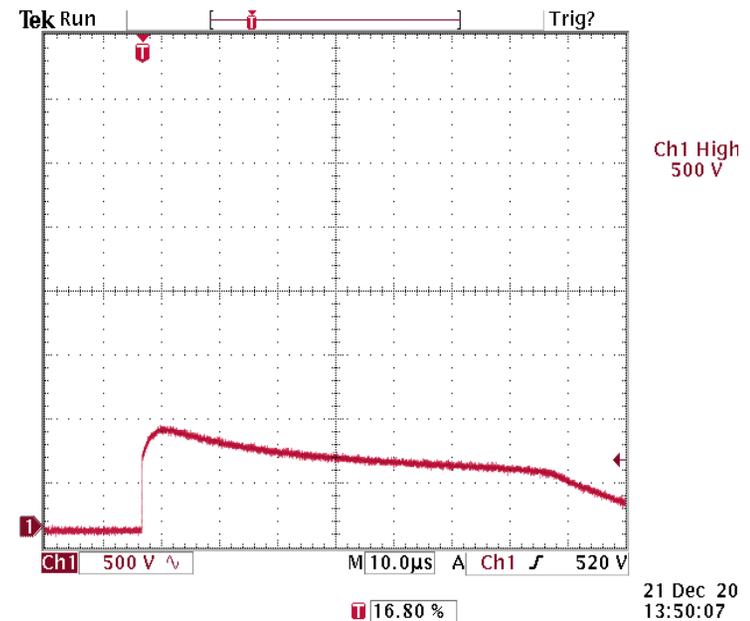


# Tecnologías Utilizadas

- Varistores de Oxido Metálico (MOV)



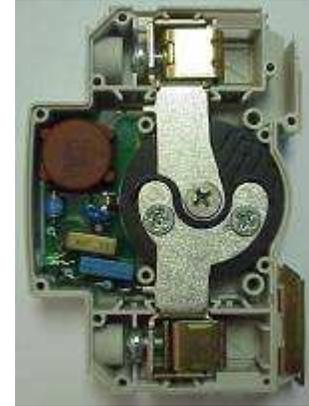
Sobretension Transitoria



Respuesta del MOV

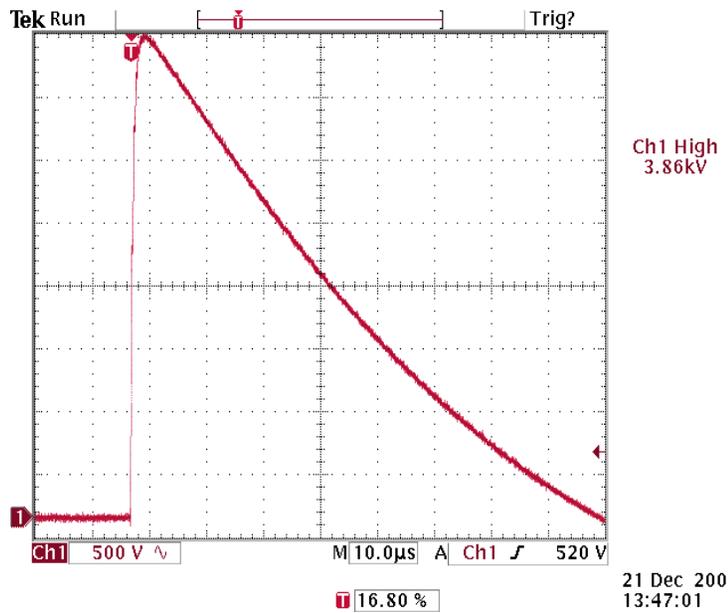
# Tecnologías Utilizadas

- Descargador Via de Chispas (Spark Gap)
  - Tecnología de conmutación de la tensión
  - Empieza a derivar la corriente transitoria cuando se alcanza el voltaje de cebado
  - Después de derivar la corriente transitoria circula por él la corriente de cortocircuito del punto de instalación (corriente de seguimiento) hasta que la auto-extingue en el siguiente paso por cero de la onda de voltaje
  - Muy bajo voltaje residual
  - Tiempo de respuesta lento
  - Deriva altos impulsos de corriente
- Nota: El RETIE en el Capítulo II, Artículo 17 Requisitos de Productos, Numeral 6 Dispositivos de Protección Contra Sobretensiones dice:
  - “f. No se deben instalar en redes eléctricas de potencia DPS construidos únicamente con tecnología de conmutación de la tensión”

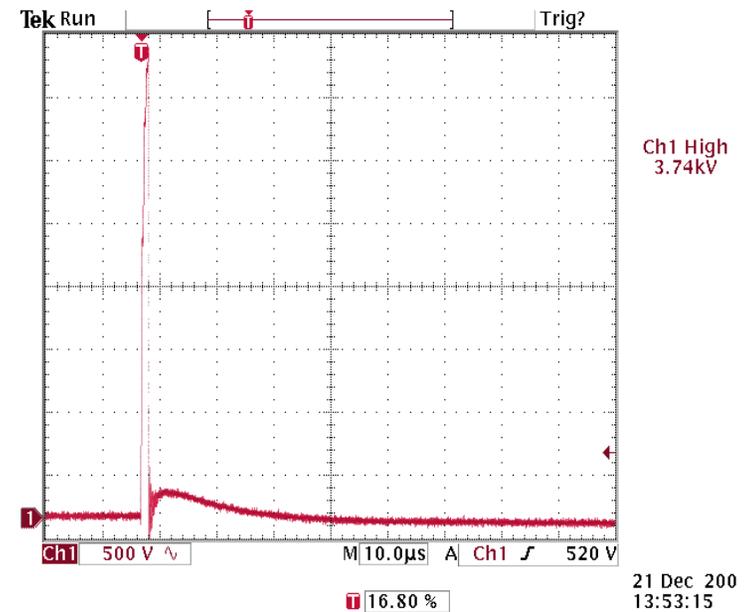


# Tecnologías Utilizadas

- Descargador via de chispas (Spark Gap)



Sobretension Transitoria

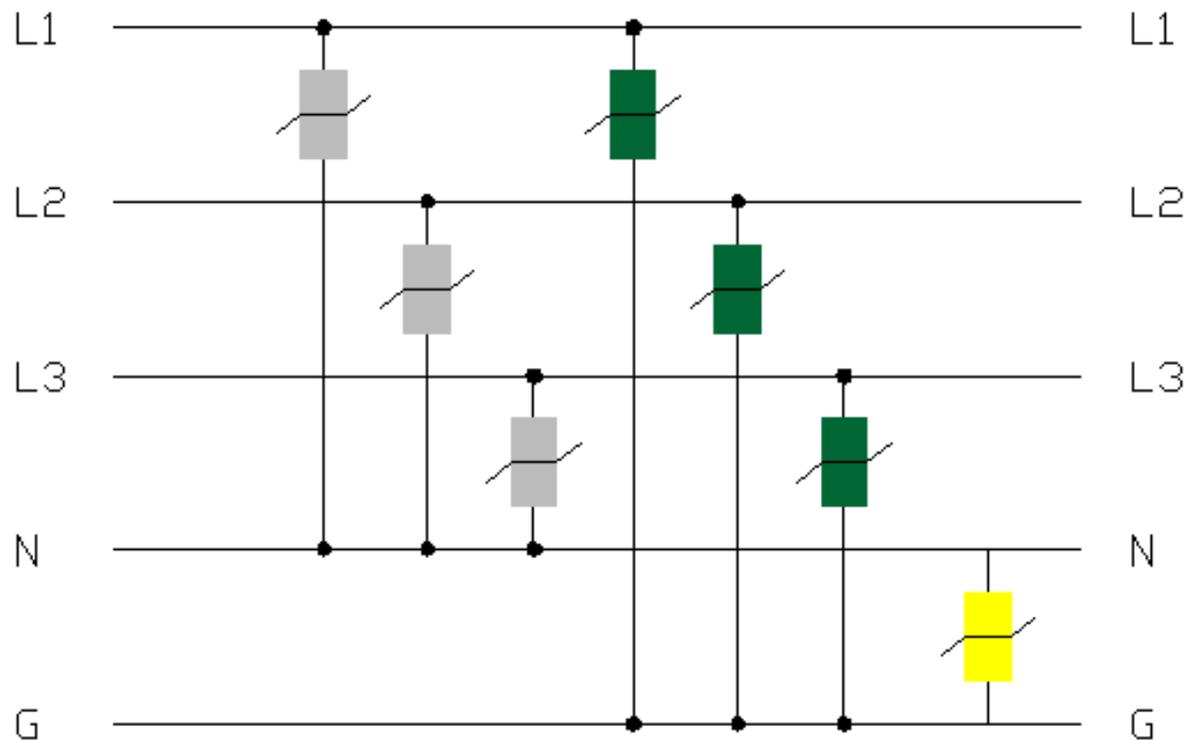


Respuesta del Spark Gap

# Modos de Protección

- Modos de Protección (Instalación para sistemas TN)

- Los componentes de protección del DPS pueden ser conectados línea a línea o línea a tierra o línea a neutro o neutro a tierra y sus combinaciones. Estos caminos son conocidos como modos de protección.



# RETIE - Requisitos técnicos esenciales

- Capítulo II, Artículo 17 Requisitos de Productos, Numeral 6 Dispositivos de Protección Contra Sobretensiones:
  - “Toda subestación (transformador) y toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta o extra alta tensión, deben disponer de DPS. En los demás equipos de media, alta o extra alta tensión o en redes de baja tensión o uso final, la necesidad de DPS dependerá de una evaluación técnica objetiva del nivel de riesgo por sobretensiones transitorias a que pueda ser sometido dicho equipo o instalación. Tal evaluación técnica, deberá tener en cuenta entre otros factores:
    - El uso de la instalación
    - La coordinación de aislamiento
    - La densidad de rayos a tierra
    - Las condiciones topográficas de la zona
    - Las personas que podrían someterse a una sobretensión
    - Los equipos a proteger.”

# RETIE - Requisitos técnicos esenciales

- **Capitulo II, Artículo 17 Requisitos de Productos, Numeral 6 Dispositivos de Protección Contra Sobretensiones dice:**
  - f: La capacidad de cortocircuito del DPS debe estar coordinada con la capacidad de falla en el nodo donde va a quedar instalado.
- **Capitulo VII, Artículo 42 Requisitos de Protección Contra Rayos, Numeral 1 Evaluación del nivel de riesgo frente a rayos:**
  - “A partir de la entrada en vigencia del presente Reglamento Técnico, en instalaciones donde se tenga concentración de personas, tales como, viviendas multifamiliares, oficinas, hoteles, hospitales, centros educativos, centros comerciales, supermercados, parques de diversión, industrias, prisiones o aeropuertos, debe hacerse una evaluación del nivel de riesgo de exposición al rayo y de acuerdo con su resultado, cumplir los siguientes requisitos, adoptados de la NTC 4552”

# NTC 4552-1

## ● EXPOSICIÓN

- Densidad de Descargas a Tierra (DDT)

## ● GRAVEDAD

- Índice A: Uso de la estructura
- Índice B: Tipo de la estructura
- Índice C: Altura y área de la estructura



Figura 3: Rayos

# NTC 4552-1

## Evaluación del nivel de riesgo

NIVEL DE RIESGO	ACCIONES RECOMENDADAS
BAJO	Sistema de Protección Interno (SPI)
	Cableado y PT según NEC, IEEE1100. IEC 364, IEC 61000-5-2
MEDIO	Sistema de Protección Interno (SPI)
	Cableado y PT según NEC, IEEE1100. IEC 364, IEC 61000-5-2
	Sistema de Protección Externo (SPE)
ALTO	Sistema de Protección Interno (SPI)
	Cableado y PT según NEC, IEEE1100. IEC 364, IEC 61000-5-2
	Sistema de Protección Externo (SPE)
	Plan de Prevención y Contingencia

# Selección de un DPS



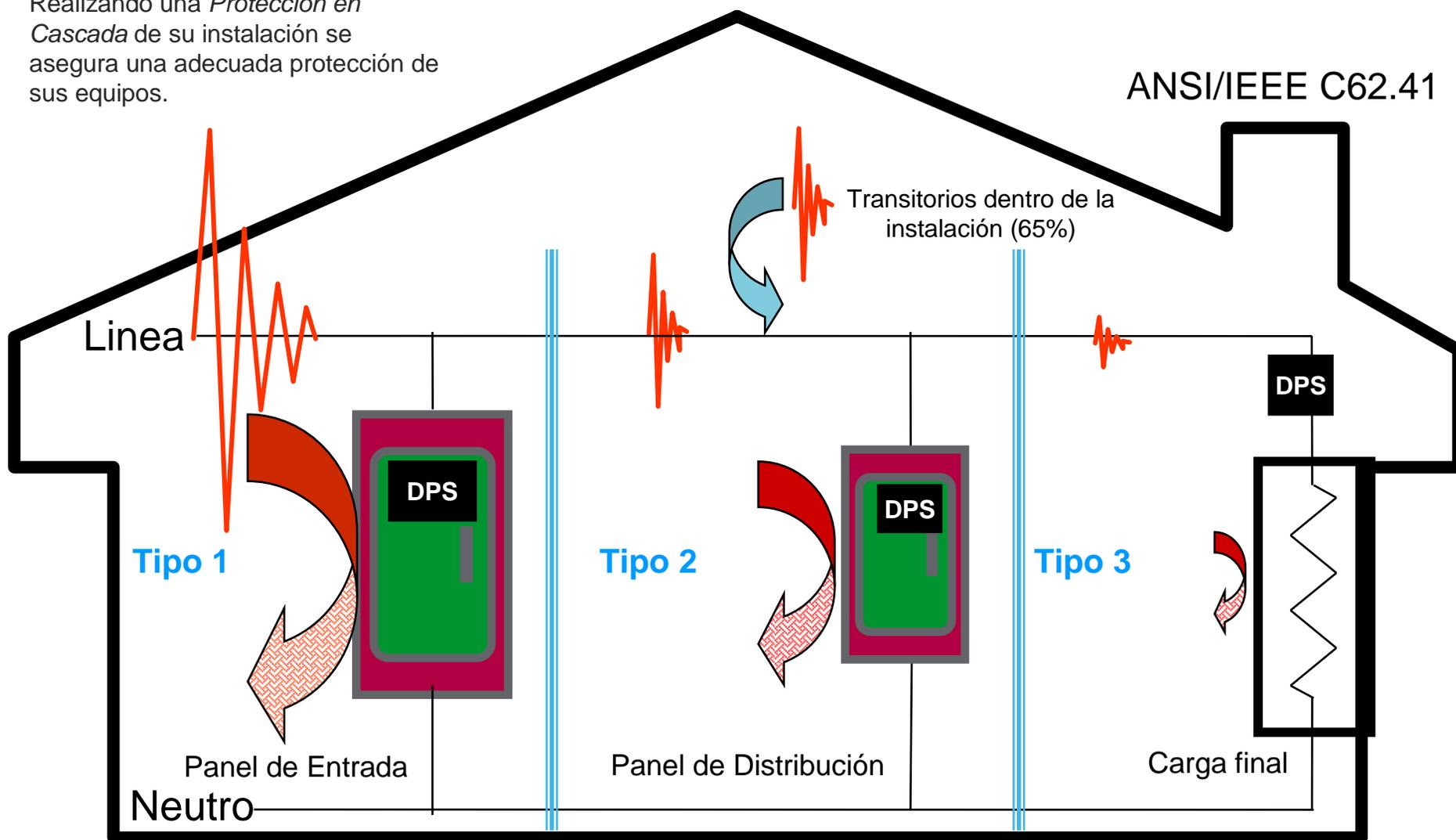
# Selección de los DPS

- El mejor Dispositivo de Protección Contra Sobretensiones es Solamente tan Bueno como su Ubicación e Instalación.



# Protección en Cascada

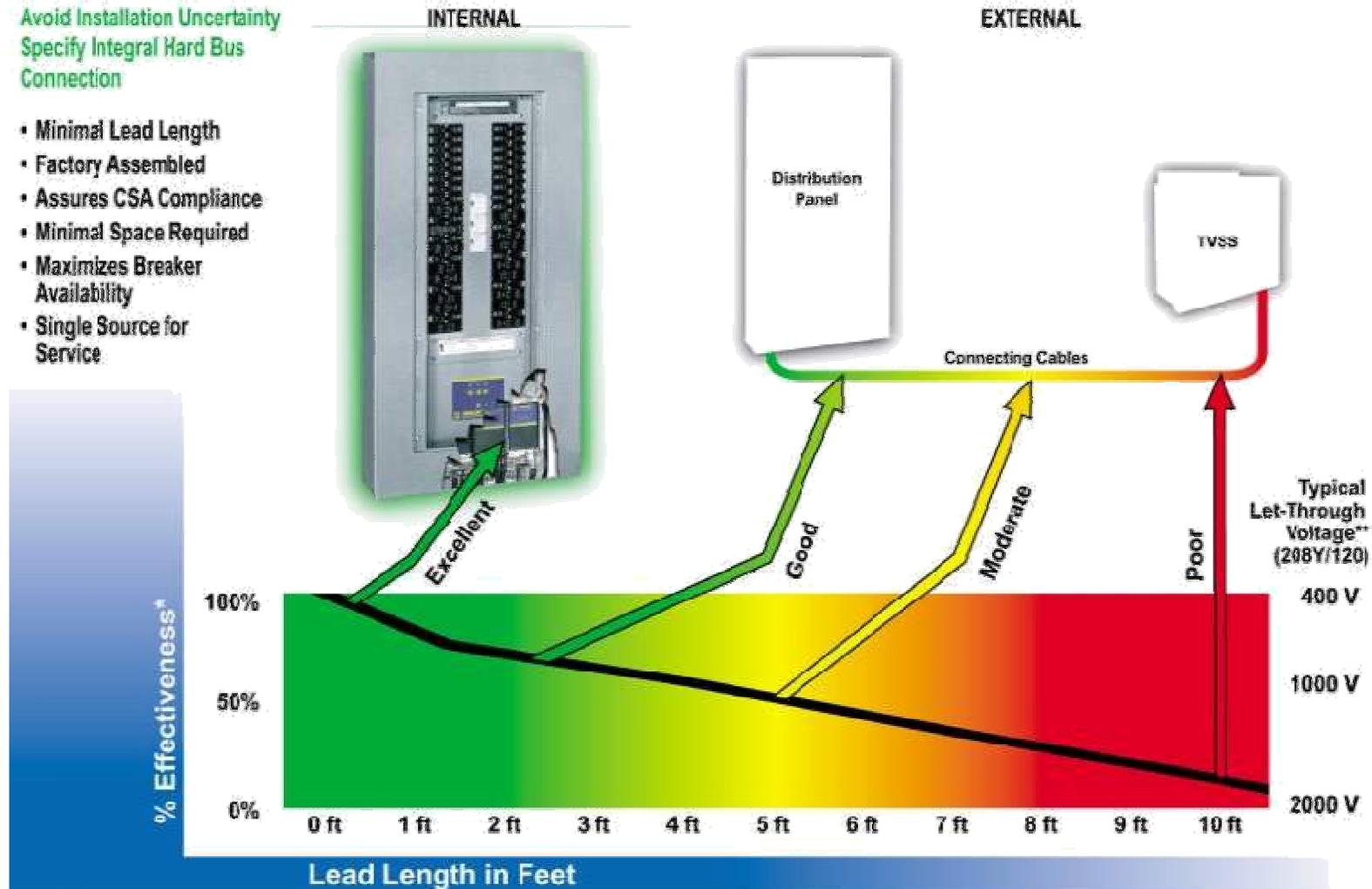
Realizando una *Protección en Cascada* de su instalación se asegura una adecuada protección de sus equipos.



# Longitud de los cables y el desempeño del DPS

Avoid Installation Uncertainty  
Specify Integral Hard Bus Connection

- Minimal Lead Length
- Factory Assembled
- Assures CSA Compliance
- Minimal Space Required
- Maximizes Breaker Availability
- Single Source for Service



\* % Effectiveness refers to the ability to keep the let-through voltage at minimal levels for typical transients

\*\* Approx 160V / ft



# Selección de un DPS

- Ubicación respecto a otras actividades.

Ambiente	Puntos
Rural	11
Sub- Urbano	6
Urbano	1

- Ubicación respecto a otras construcciones.

Construcción	Puntos
El más Alto	11
Mediano	6
El mas Pequeño	1

# Selección de un DPS

- Tipo de Acometida

Acometida	Puntos
Ultimo Cliente	11
Clientes Múltiples	6
Independiente	1

- Histórico de Disturbios

Disturbios	Puntos
Frecuentes	11
Ocasionales	6
Escasos	1

# Selección de un DPS

- Costo de Reparación del Equipo que se Daña

Reparación	Puntos
Costosa	19
Moderada	11
Económica	3

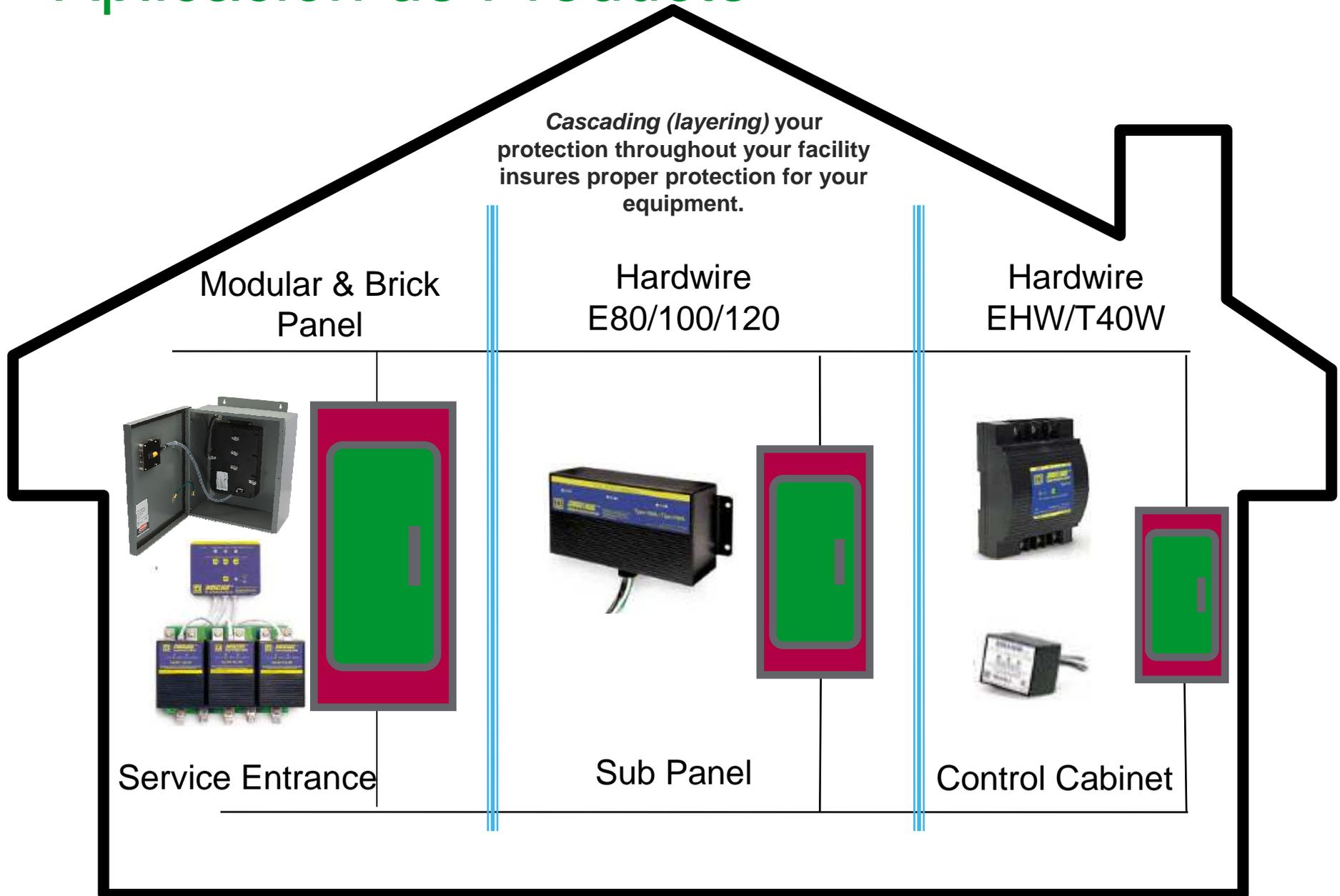
- Importancia del Equipo que va ser Protegido

Equipos	Puntos
Indispensable	19
Medios	11
Pueden Detenerse	3

# Tabla de Selección

ANSI/IEEE C 62.41	INDICE DE EXPOSICIÓN CALCULADO				
	De 12 a 24	De 25 a 38	De 39 a 55	De 56 a 75	De 76 a 100
Categoría C	120 kA 120 kA	160 kA 120 kA	240 kA 160 kA	320 kA 240 kA	480 kA 320 kA
Categoría B	50 kA 36 kA	80 kA 50 kA	120 kA 80 kA	160 kA 120 kA	240 kA 160 kA
Categoría A		36 kA	50 kA 36 kA	80 kA 50 kA	120 kA 80kA

# Aplicación de Producto



# Make the most of your energy

