

Protección diferencial y su evolución en entornos residenciales y terciarios

EAT•N
Powering Business Worldwide



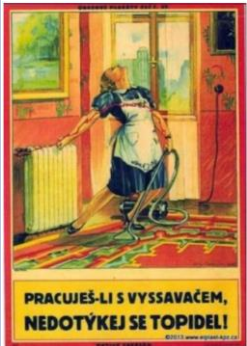
Índice de contenidos

1. Breve historia el diferencial
2. Conceptos básicos de protección
 - Protección de personas
 - Condiciones de operación de un diferencial
 - Efectos de la corriente en el cuerpo
 - Protegiendo al diferencial
 - Selectividad entre diferenciales
3. Concepto de inmunización
4. Qué protección utilizo
5. Protección Diferencial Digital
(Protección + Monitorización)

Breve historia de la protección diferencial

1928

Primera descripción del principio de protección diferencial



1940

Primeros interruptores aparecen en Alemania. Corriente residual en 100 mA

1950

Se establece la protección al nivel de 30 mA



1958

Aparecen los primeros diferenciales con retardo en F&G



1960

Los diferenciales empiezan a utilizarse en lavabos, aplicaciones en exteriores y agricultura. Que eran los lugares donde más accidentes existían por contactos directos.

1980

Diferencial modular de 45mm en lugar de 80mm



1985

A partir de 1985 se establece el diferencial Tipo A como estándar en Alemania

2000..

Aparición de nuevas protecciones: Diferenciales Tipo B, Tipo F....

Conceptos básicos para una correcta protección diferencial.

Protegiendo personas. El umbral de 30 mA.

El **choque eléctrico** depende de varios factores como la edad, la ropa, el tipo de calzado, la humedad, la frecuencia, la entrada y salida de la corriente, el tiempo de exposición...

Hasta 30 mA aseguramos que no existirá **fibrilación ventricular**.

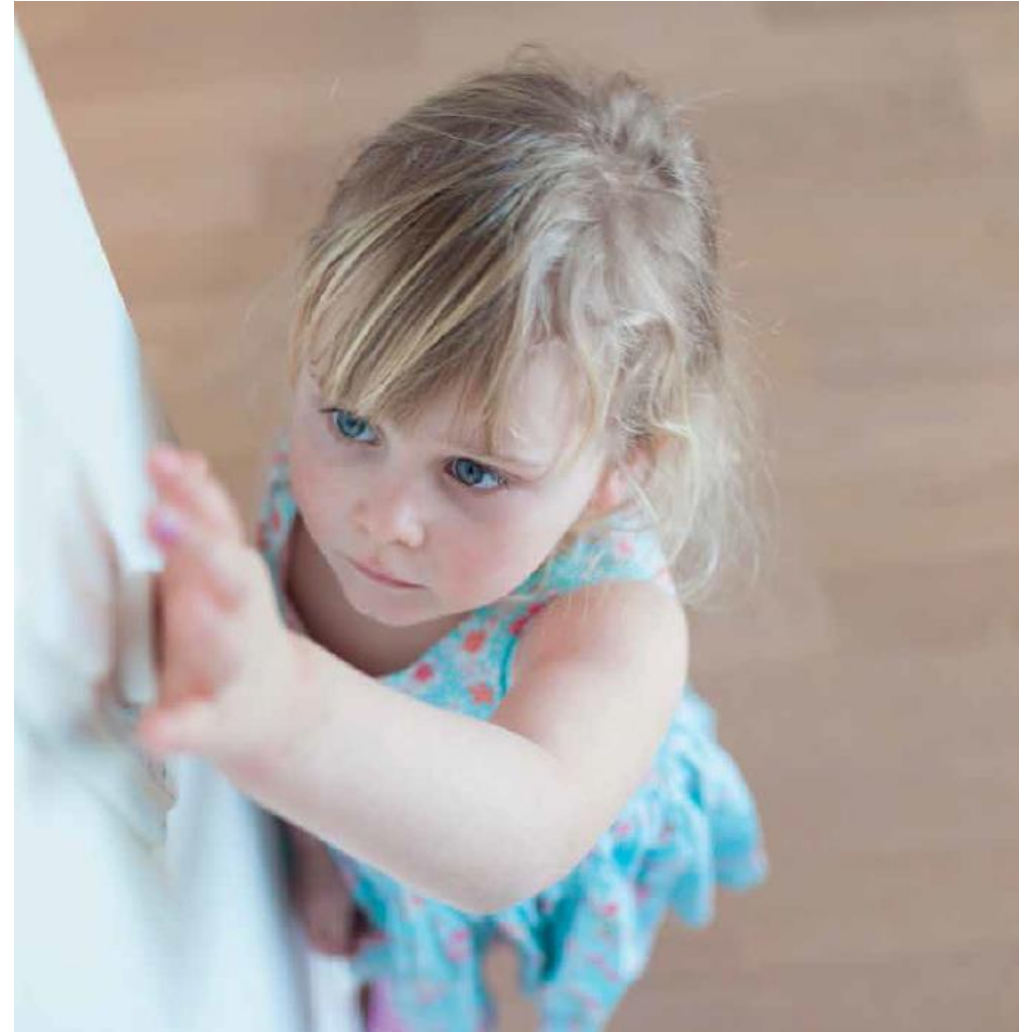
El **tiempo de reacción** de un diferencial es muy importante. En contacto con el cuerpo suelen producirse intensidades mayores a 30mA.



Protegiendo personas. El umbral de 30 mA.

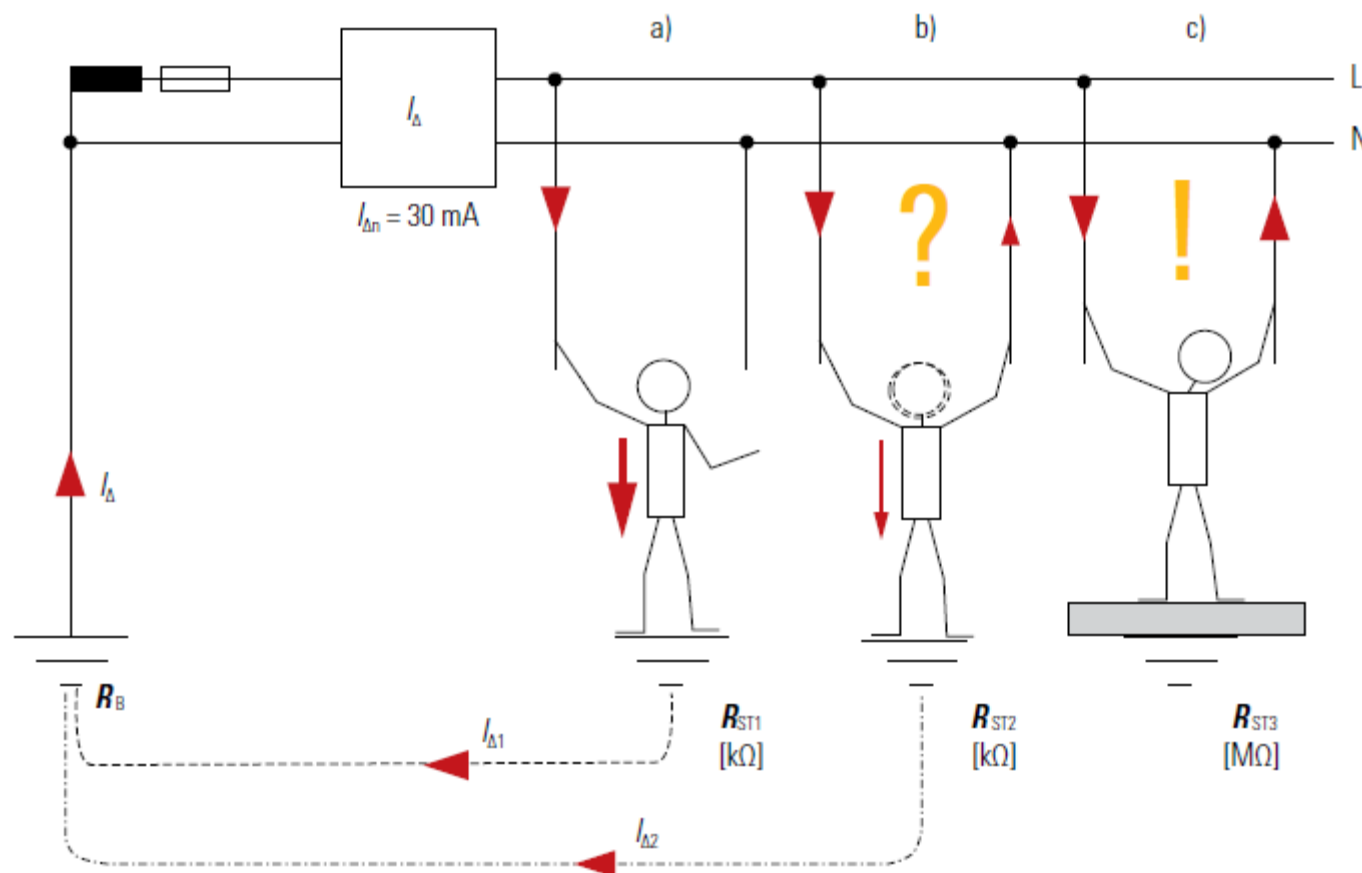
Como norma general, es obligatorio el uso de protecciones de 30 mA:

- Para salidas que no excedan los 32 A y que serán utilizadas por personas sin formación.
- En aplicaciones para exteriores que tampoco excedan los 32 A.
- Existen excepciones: Personal con formación y elementos especiales en equipamientos de oficinas, data centers, refrigeradores o instalaciones donde es necesario **asegurar continuidad**.



Condiciones de operación de un diferencial

- a) El RCD dispara correctamente
- b) El RCD dispara si el valor de corriente residual llega al nivel de disparo del aparato
- c) RCD no detecta la corriente residual. Situación muy peligrosa.



Condiciones de operación de un diferencial

$I_{\Delta n}$: Es el valor de corriente al cual debe de disparar un diferencial

Por debajo de -5°C se permite un margen de $1,25 \times I_{\Delta n}$

$I_{\Delta no}$: Es el valor de corriente al cual no debe de disparar un diferencial $\pm 0,5 \times I_{\Delta n}$

Por normativa pueden disparar entre el 50% y el 100% del valor $I_{\Delta n}$

$t_{\Delta a}$: Tiempo máx. al que puede estar expuesto un diferencial a su valor $I_{\Delta n}$ sin disparar




Tipo instantáneo

Tipo G + 10 ms

Tipo S + 40 ms

Tiempo de disparo

Velocidad de disparo de un diferencial a frecuencias = 50Hz

Tipo de Diferencial		Tiempos de disparo [ms]			
		$I = I_{\Delta n}$	$I = 2.I_{\Delta n}$	$I = 5.I_{\Delta n}$	$I = 500 \text{ A}$
	Sin retardo	≤ 300	≤ 150	≤ 40	≤ 40
	Retardo de no actuación en un tiempo mínimo de 10 ms	10 - 300	10 - 150	10 - 40	10 - 40
	Retardo de no actuación en un tiempo mínimo de 40 ms	130 - 500	60 - 200	50 - 150	40 - 150

Efectos de la corriente en el cuerpo humano



AC-1 : Sin percepción

AC-2 : Curva de separación

AC-3 : Espasmos musculares

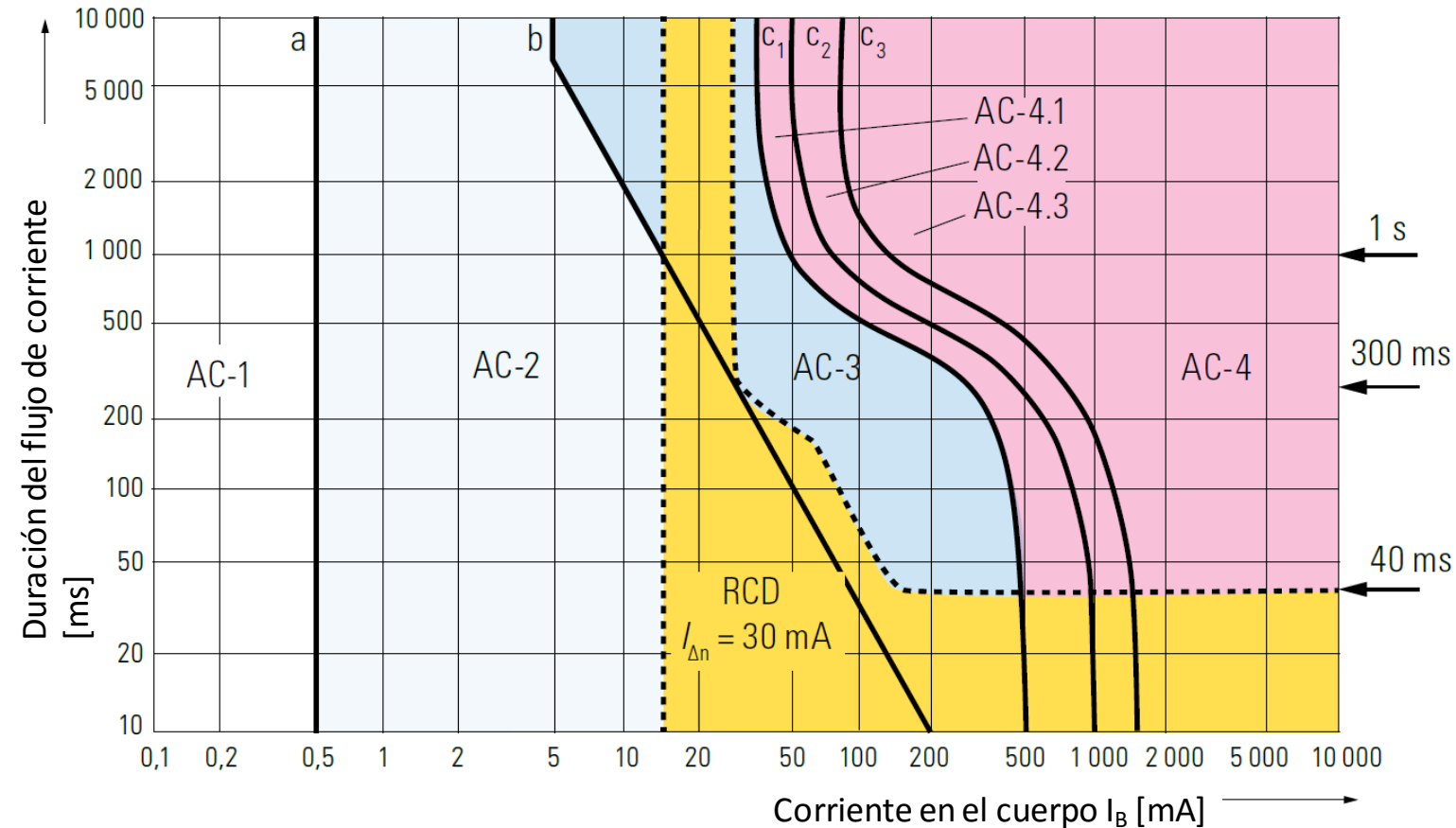
AC-4 : Probabilidad de fibrilación

AC-4.1 : Probabilidad +5%

AC-4.2 : Probabilidad +50%

AC-4.3 : Probabilidad \uparrow 50%

	Tiempos de disparo [ms]			
	$I = I_{\Delta n}$	$I = 2 \cdot I_{\Delta n}$	$I = 5 \cdot I_{\Delta n}$	$I = 500 \text{ A}$
	≤ 300	≤ 150	≤ 40	≤ 40
	10 - 300	10 - 150	10 - 40	10 - 40
	130 - 500	60 - 200	50 - 150	40 - 150



Protegiendo al diferencial por sobrecarga

Atención con la permisibilidad de los MCB en sus tiempos de disparo:

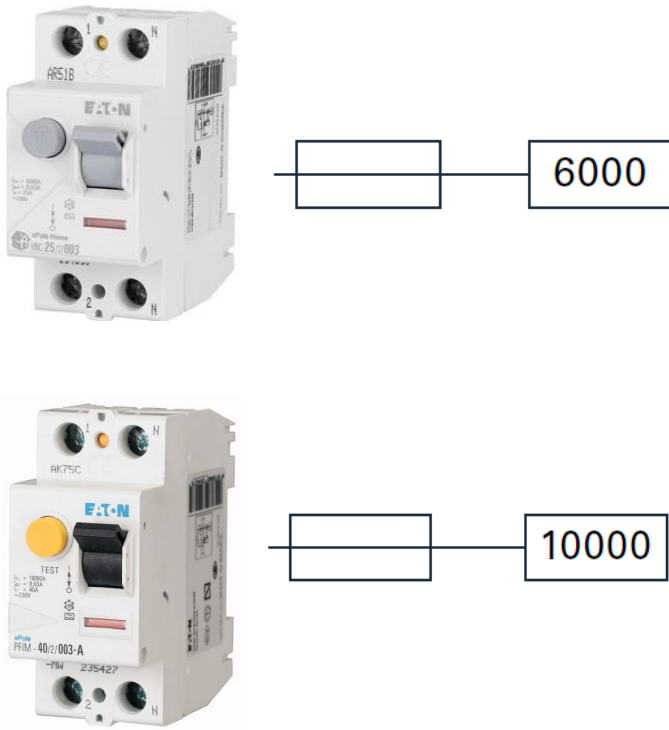
IEC/EN 60947-2: $(1,05 - 1,30) \times I_n$

IEC/EN 60898-1: $(1,13 - 1,45) \times I_n$

RCCB (I_n)	Protección por sobrecarga	
	xPole: Entornos residenciales y terciarios	xEffect: Entornos industriales
16 A	10 A gG/gL	16 A gG/gL
25 A	16 A gG/gL	25 A gG/gL
40 A	25 A gG/gL	40 A gG/gL
63 A	40 A gG/gL	63 A gG/gL
80 A	50 A gG/gL	80 A gG/gL
100 A	63 A gG/gL	100 A gG/gL

Protegiendo al diferencial contra cortocircuito

Para proteger a un diferencial contra un cortocircuito, es necesario un fusible previo según la I_c del diferencial

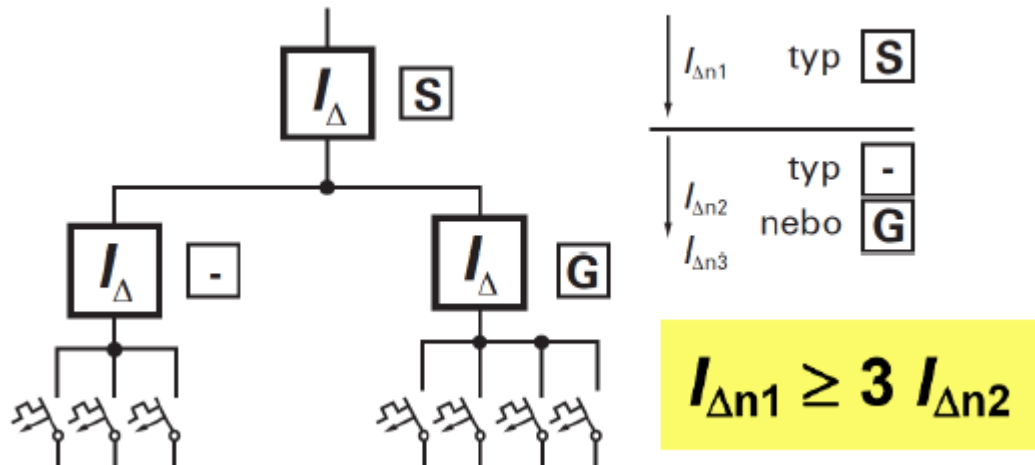


RCCB (I_n)	Protección contra cortocircuitos (I_n)
16 A	63 A gG/gL
25 A	63 A gG/gL
40 A	63 A gG/gL
63 A	63 A gG/gL
80 A	80 A gG/gL
100 A	100 A gG/gL

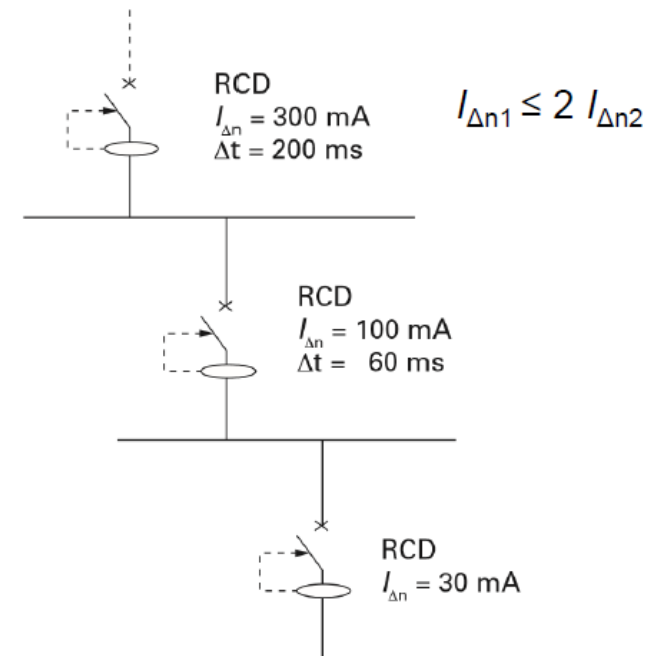
Selectividad entre diferenciales

- Un diferencial por encima de otro debe de tener una $I_{\Delta n}$ 3 veces mayor al que está por debajo.
- Para asegurar selectividad debe de asegurarse el retardo en el disparo.

Diferencial sin ajustes

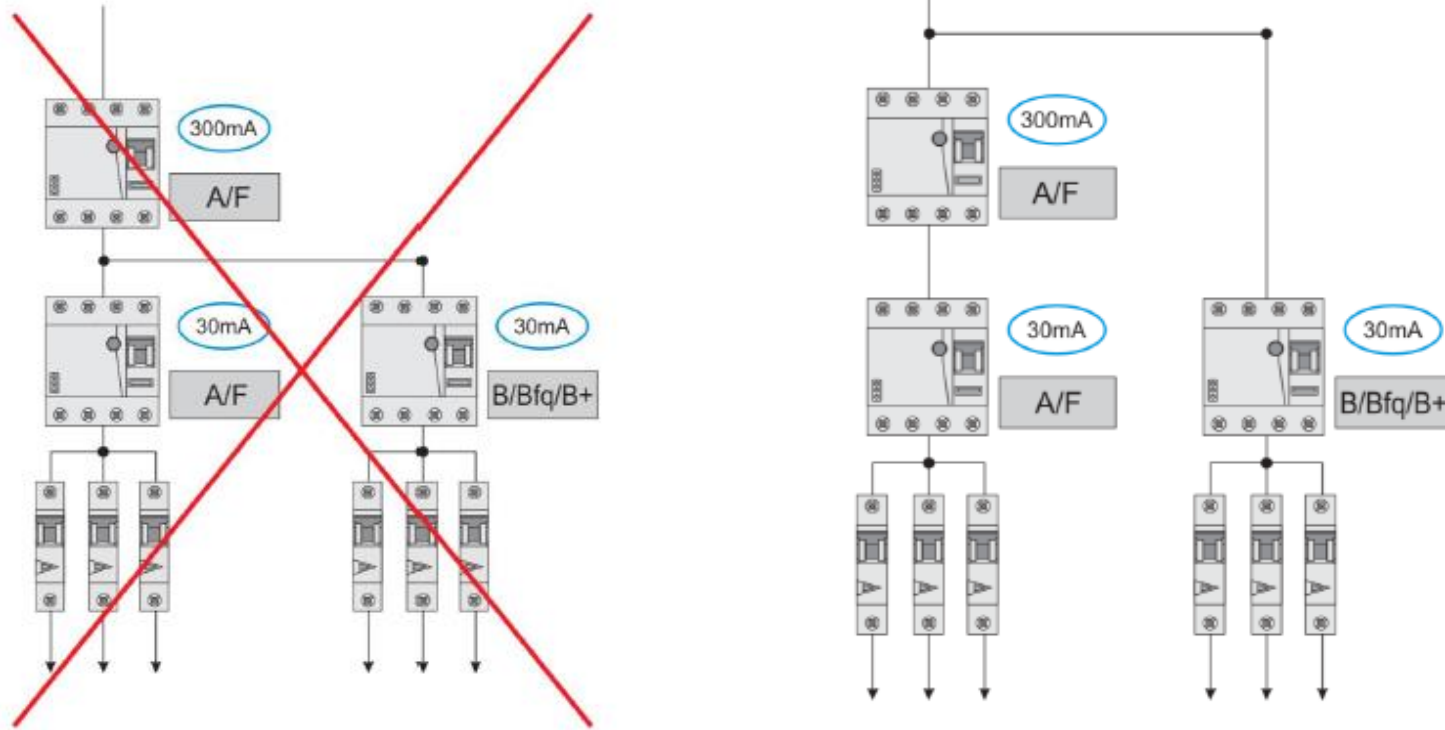


Diferencial con ajustes



Selectividad entre diferenciales

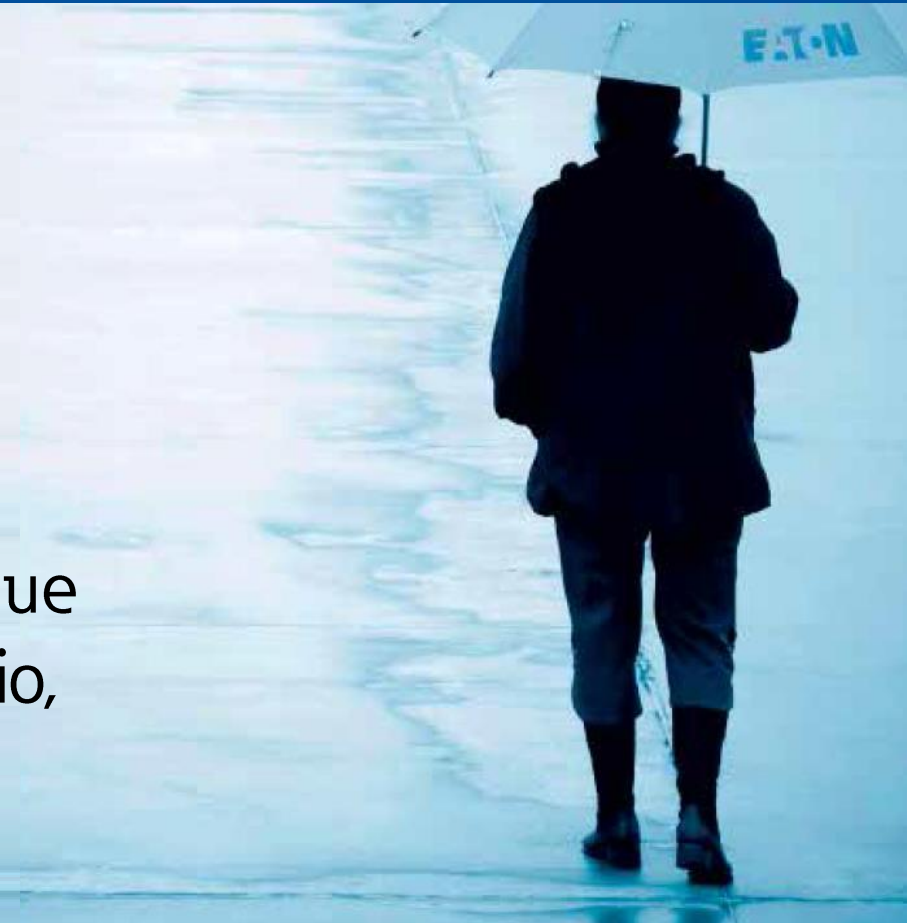
- Un diferencial por encima de otro no puede tener menos nivel de inmunización que otro



Concepto de Inmunización. Continuidad y necesidad de protección.

Los picos de tensión y las **corrientes pulsantes**, pueden provocar el **disparo intempestivo** del diferencial.

La **corriente DC** acostumbra a provocar **malas interpretaciones de la corriente diferencial** que lee el RCD... Puede provocar el disparo innecesario, o **puede no ver un disparo necesario**.



Concepto de inmunización de un diferencial

Inmune a disparos intempestivos:

Tipo instantáneo Tolerancia a descarga de Rayo: 250A

Tipo G Tolerancia a descarga de Rayo: 3kA (8/20 μ s)

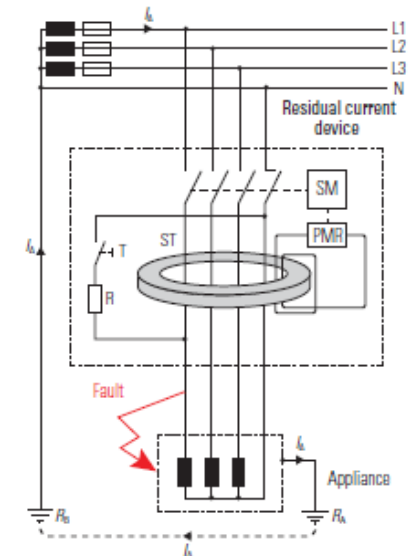
Tipo S Tolerancia a descarga de Rayo: 5kA (8/20 μ s)

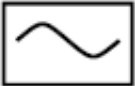


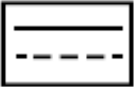

Inmune a corrientes DC




Es lo contrario de un disparo intempestivo.

No todos los toroidales son iguales.

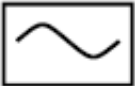


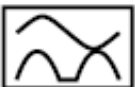




Los que nos son apropiados para componentes de V DC, no funcionarán.



Tipo	Símbolos	Sensibilidad	Propiedades	Normativa
AC		Alterna	Sinusoidal AC a frecuencia nominal	IEC / EN 61008 IEC / EN 61009
A		Alterna y corriente DC pulsante	Sinusoidal AC y pulsante DC, hasta 6 mA DC directa	IEC / EN 61008 IEC / EN 61009
B	  	Alterna y corriente DC pulsante y Corriente Continua plana	Todo tipo de corrientes y pulsante DC hasta 1 kHz	IEC / EN 60755 IEC / EN 62423

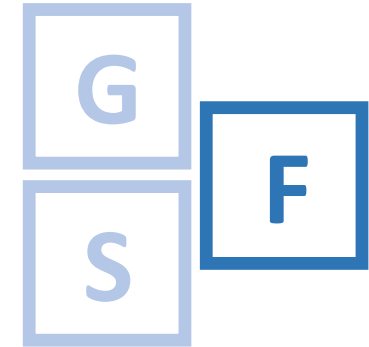
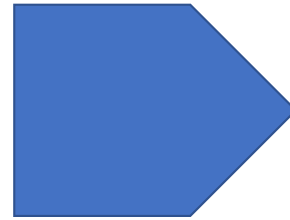
	Sin retardo
	Retardo de no actuación en un tiempo mínimo de 10 ms
	Retardo de no actuación en un tiempo mínimo de 40 ms

Concepto de sensibilidad

Tipo	Símbolos	Sensibilidad	Propiedades	Normativa
AC		Alterna	Sinusoidal AC a frecuencia nominal	IEC / EN 61008 IEC / EN 61009
A		Alterna y corriente DC pulsante	Sinusoidal AC y pulsante DC, hasta 6 mA DC directa	IEC / EN 61008 IEC / EN 61009
 F	 	Alterna y corriente DC pulsante	Sinusoidal AC y pulsante DC, hasta 10 mA DC y frec. hasta 1kHz	IEC / EN 62423
B	  	Alterna y corriente DC pulsante y Corriente Continua plana	Todo tipo de corrientes y pulsante DC hasta 1 kHz	IEC / EN 60755 IEC / EN 62423



Concepto de sensibilidad



A	 6 mA DC
---	---

F	  10 mA DC 1 kHz
---	---

Concepto de sensibilidad

¿Y ahora...
Qué protección utilizo?

BOMBILLAS DE FILAMENTO



ESTUFAS de RESISTENCIAS



ALGUNOS ELECTRODOMÉSTICOS



AC

AC



Inmunización en entorno residencial

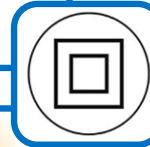
BALASTROS ELECTRÓNICOS



ORDENADORES
CARGADORES Y FUENTES...



DIMMERS
ROBOTS DE COCINA



AC		
A		6 mA DC 1 kHz

Inmunización en entorno residencial

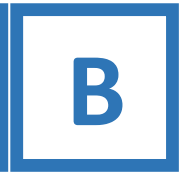
ELECTRODOMÉSTICOS
PLACAS DE INDUCCIÓN




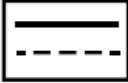



INVERSORES DC
AUTOCONSUMO POR BATERÍAS



INVERSORES DC
CARGADORES DE VEHÍCULOS

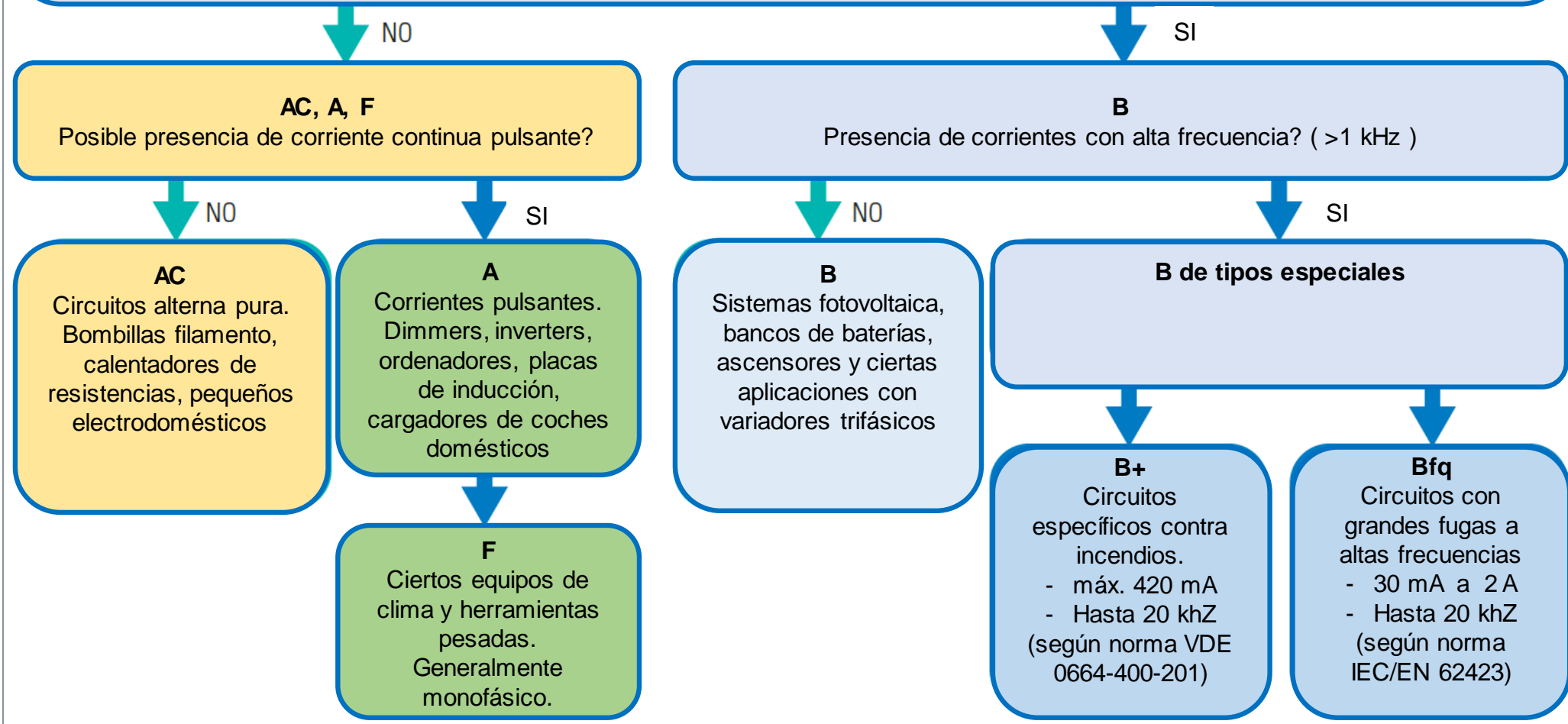


F			
B			

Inmunización en entorno residencial

Aplicaciones a tener en especial consideración

Inversores de frecuencia con alimentación a 3 fases
UPS trifásica; estaciones fotovoltaicas, cargadores de vehículos
Aplicaciones con semiconductores (fuentes conmutadas, rectificadores con condensadores, ...)
Equipamiento médico con elementos semiconductores
Circuitos con presencia de corriente DC plana con potencias por encima de 4 kVA



Vamos a la práctica...

Diferenciales según tipo de instalación

Residencial

Protección hasta 6 kA

- Generalmente utilizados en vivienda
- Hasta 40 Amperios
- Instalaciones monofásicas
- Clase AC y **Tipo A**



Diferenciales según tipo de instalación

Residencial y Terciario

Protección hasta 6 o 10 kA

- Generalmente para pública concurrencia
- Hasta 125 Amperios
- Instalaciones monofásicas y trifásicas
- Clase AC, A y Tipo F y B
- Con retardo tipo G o S



Diferenciales según tipo de instalación

Residencial y Terciario

Protección con bloques diferenciales

- Aseguran el poder de corte con uso de MCBs
- 2, 3 y 4 polos
- Hasta 125 A
- En clase AC y A



Diferenciales según tipo de instalación

Garantía de continuidad

Monitorización de fallo a tierra

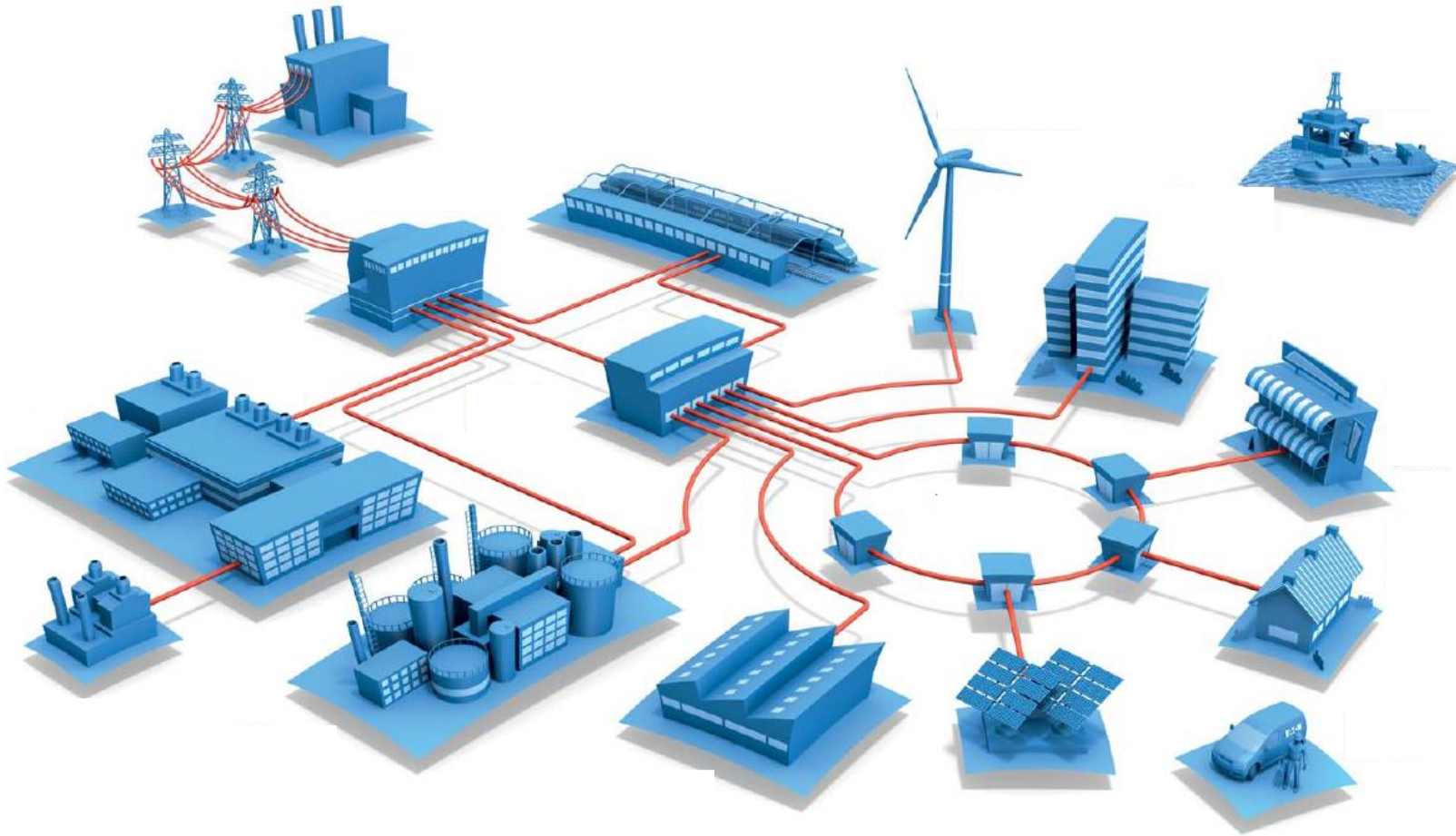
- El servicio no puede parar
- Hasta 100 Amperios, Tipo A y ajustables
- Toroidal incorporado hasta 100 Amperios
- Identificación del porcentaje $I_{\Delta n}$
- Contactos auxiliares de porcentaje de $I_{\Delta n}$



xEffect

Diferenciales según tipo de instalación

Entornos complicados



Diferenciales según tipo de instalación

Entornos complicados



Diferenciales según tipo de instalación

Entornos complicados

Protección Diferencial Digital de Eaton: FRCDM



xEffect



- **Led Rojo** Por **encima del 50%**
Puede disparar en cualquier momento
- **Led Amarillo** Entre el **25% y el 50%**
- **Led Verde** Intensidad de fuga por **debajo del 25%**

Diferenciales según tipo de instalación

Entornos complicados

Protección Diferencial Digital de Eaton: FRCDM



- Compatible con diferencial clásico
 - Señalización integrada de fuga $> 30\%$
 - Disparo por encima del 85% de $I_{\Delta n}$
 - Discriminar entre fallo a tierra y perturbaciones
- Disponible en G/A y G/B

Diferenciales según tipo de instalación

Entornos complicados

Protección Diferencial Digital de Eaton: Combinado FRBDM



xEffect



- Interruptor combinado
- Hasta 25 Amperios, Curvas B, C y D, Tipo A y F
- Lectura real de fuga mediante código de colores

Diferenciales según tipo de instalación

Entornos complicados

Protección Diferencial Digital de Eaton: Combinado FRBDM



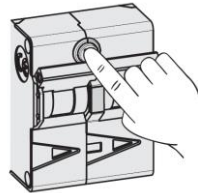
$$I_{\Delta} \geq 50\% I_{\Delta n}$$



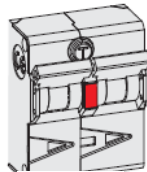
$$I_{\Delta} = 30-50\% I_{\Delta n}$$



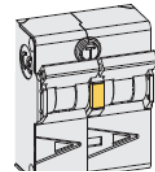
$$I_{\Delta} \leq 30\% I_{\Delta n}$$



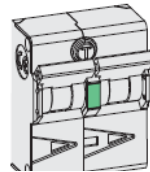
1. Pulsamos el botón de test, dos veces seguidas
2. Los tres colores parpadean de forma continuada durante 2 segundos.
3. Se inicia secuencia de lectura mediante código de colores
4. Las secuencia dura 4 min. Durante este tiempo el diferencial funciona normalmente. También se puede interrumpir volviendo a realizar dos pulsaciones



rojo

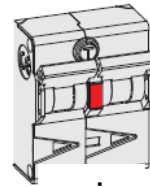


amarillo



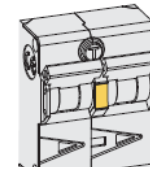
verde

2 s
→



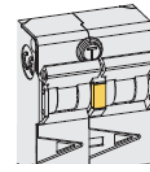
rojo

100 mA



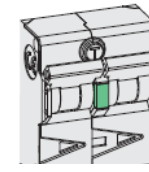
amarillo

10 mA



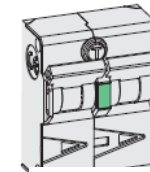
amarillo

10 mA



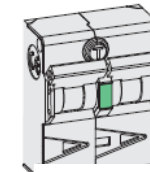
verde

1 mA



verde

1 mA



verde

1 mA

2 s
→

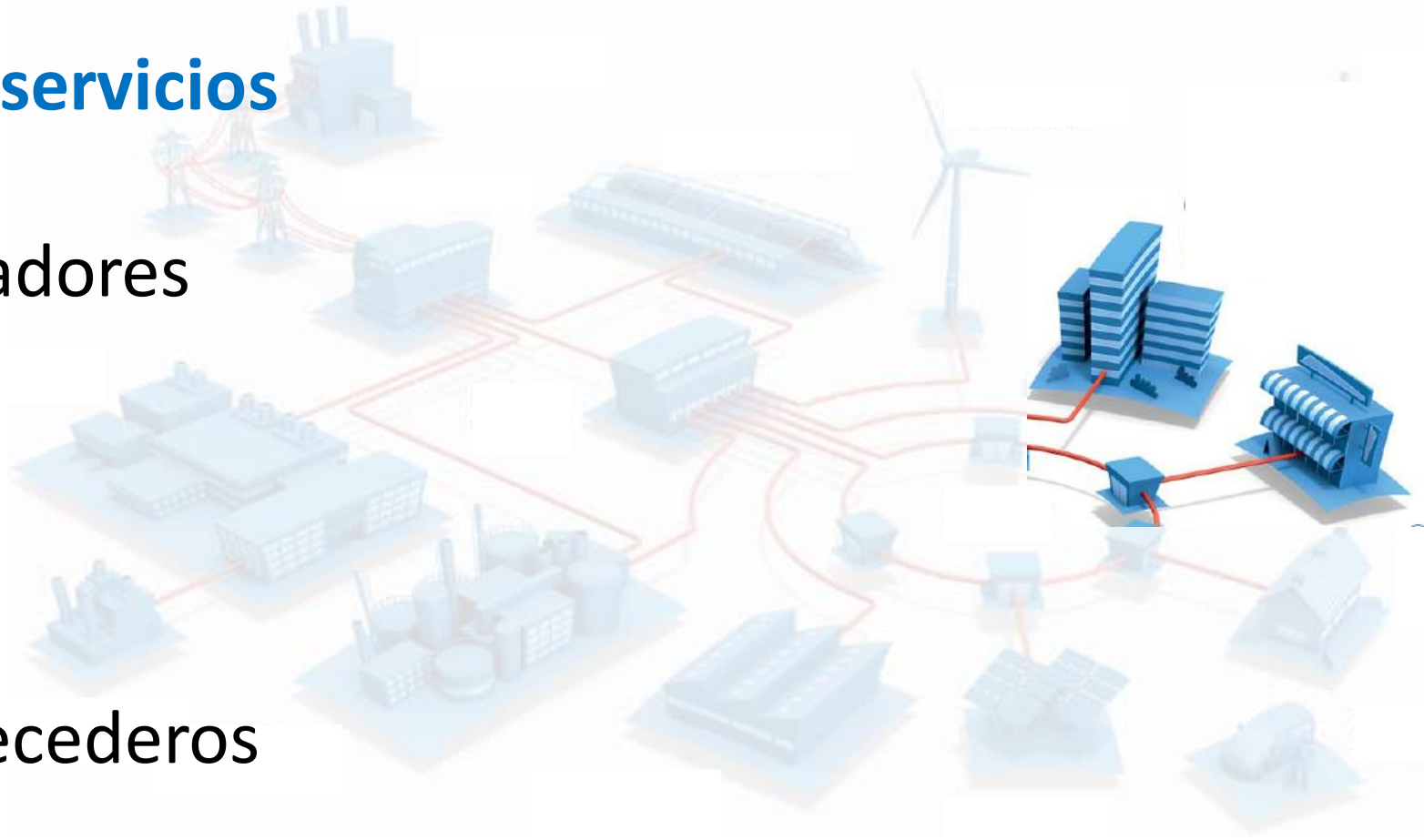
123 mA

Diferenciales según tipo de instalación

Entornos complicados

Edificios y Sector servicios

- Oficinas-Ordenadores
- Ascensores
- Climatización
- Call Centers
- Data Centers
- Almacenes perecederos



Diferenciales según tipo de instalación

Entornos complicados

Gran Residencial e instalaciones Energía Alternativa

- Instalaciones fotovoltaicas
- Con acumuladores de Baterías
- Cargadores de vehículos
- Equipo de climatización

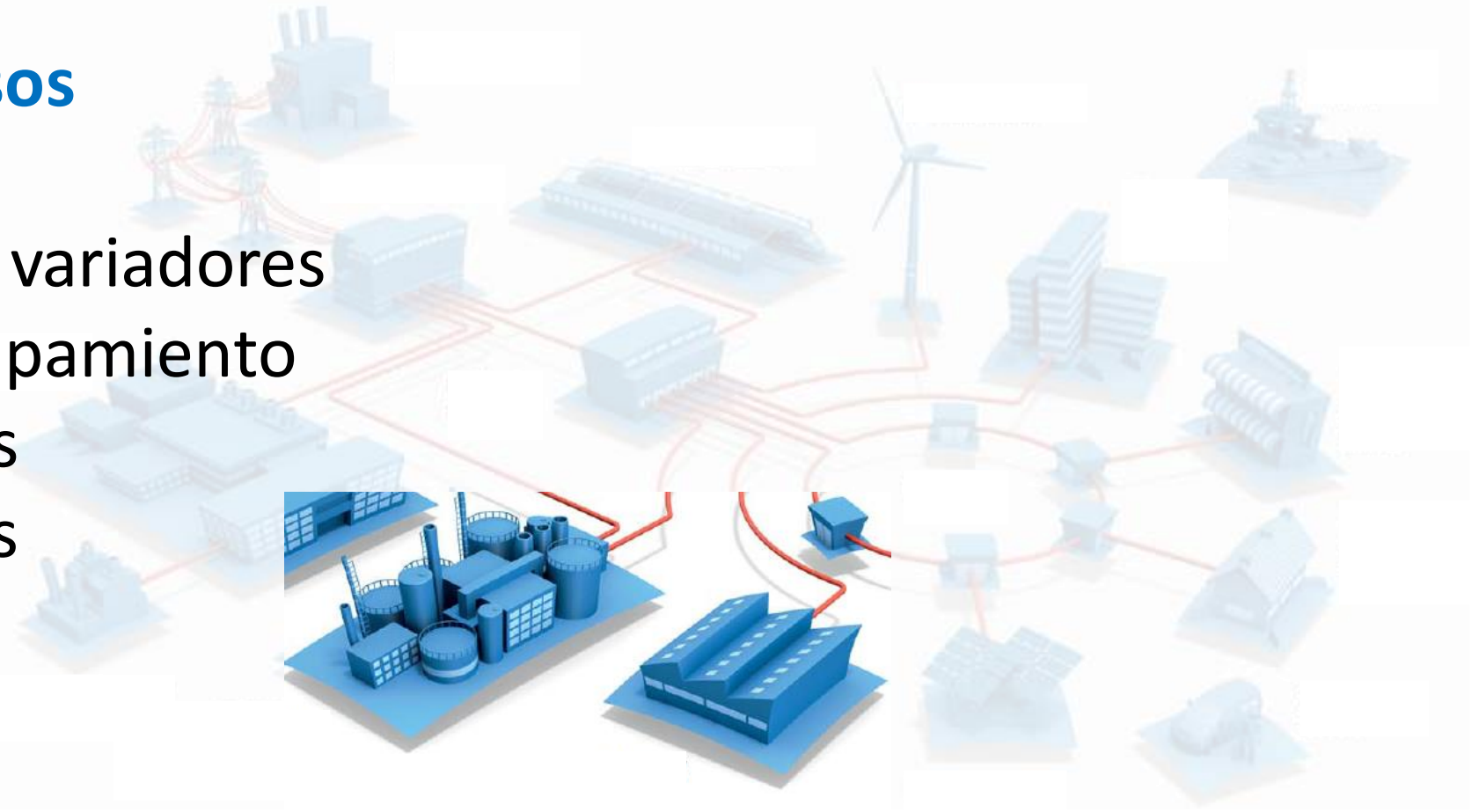


Diferenciales según tipo de instalación

Entornos complicados

Industria y procesos

- Maquinaria con variadores
- Pruebas de equipamiento
- Mantenimientos
- Procesos críticos

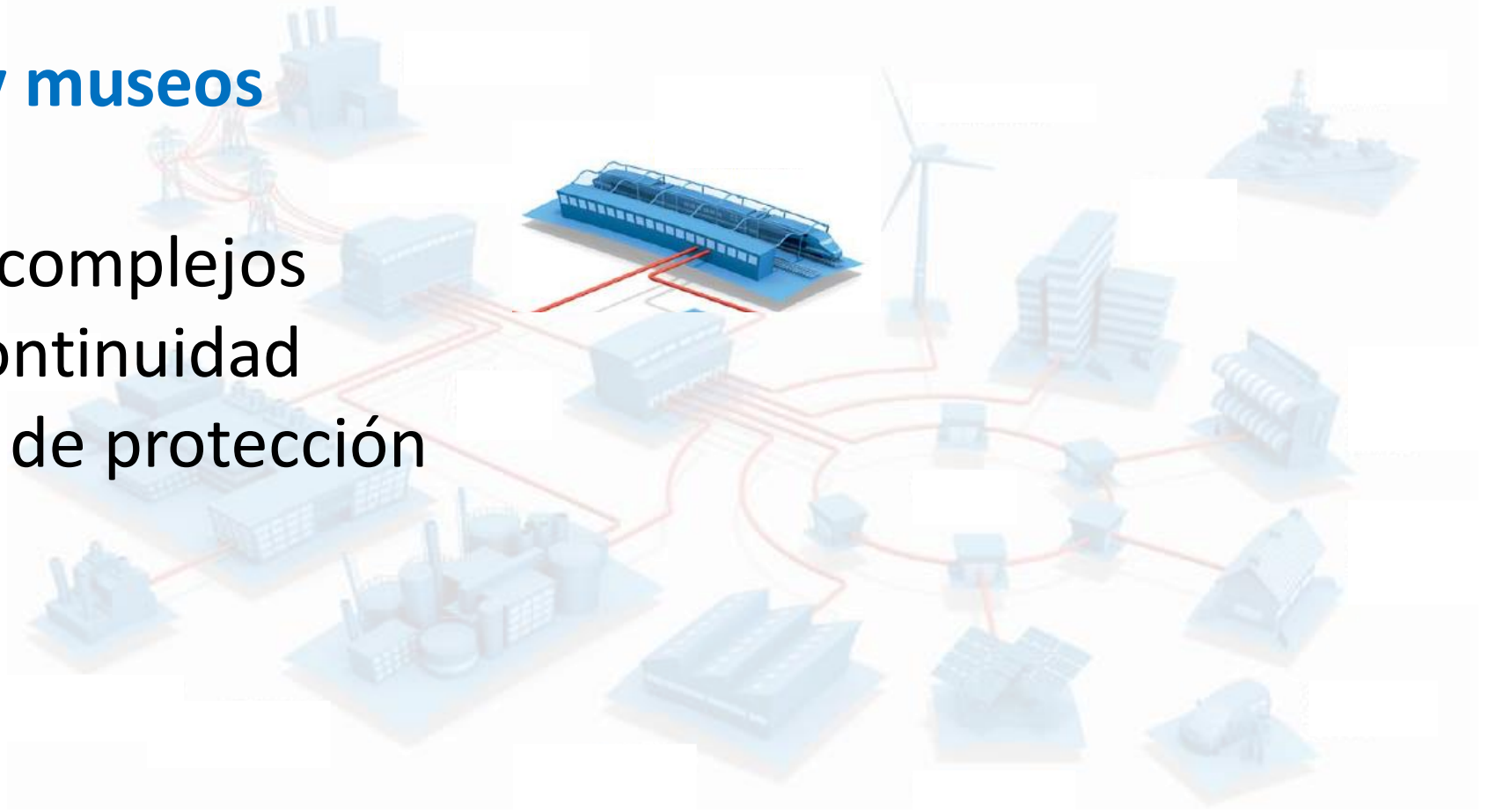


Diferenciales según tipo de instalación

Entornos complicados

Infraestructuras y museos

- Equipamientos complejos
- Seguridad de continuidad
- Altos requisitos de protección



Gracias por vuestra atención



Powering Business Worldwide