# Seguridad de las personas en la Infraestructura de recarga de Vehículos Eléctricos

Departamento Comercial

Circutor

# Contenido

1. Origen de los vehículos eléctricos.
2. Modos de recarga y conectores.
3. Marco legal en las instalaciones.
4. Tipos de diferenciales.
5. Conclusiones.

# Desde 1973 innovando en tecnología para la eficiencia energética

Circutor

# eficiencia

RAE, 2022

2. f. Capacidad de lograr los resultados deseados con el mínimo posible de recursos.

+ de 51 lanzamientos en los últimos 5 años.

+ 3.000 referencias de productos.

# 6 divisiones de producto

**MEDIDA Y CONTROL**
Medida y supervisión de los principales parámetros eléctricos de la instalación.

**PROTECCIÓN Y CONTROL**
Protección de las instalaciones, del equipamiento y de las personas.

**METERING**
Gestión de consumos y facturación mediante equipos de contaje de energía.

**COMPENSACIÓN DE REACTIVA**
Equipos y sistemas de supervisión para ahorrar en la factura de energía.

**MOVILIDAD ELÉCTRICA**
Puntos inteligentes para la recarga de vehículos eléctricos.

**ENERGÍAS RENOVABLES**
Soluciones integrales para la monitorización de instalaciones fotovoltaicas.

# Contenido

1. Origen de los vehículos eléctricos.
2. Modos de recarga y conectores.
3. Marco legal en las instalaciones.
4. Tipos de diferenciales.
5. Conclusiones.

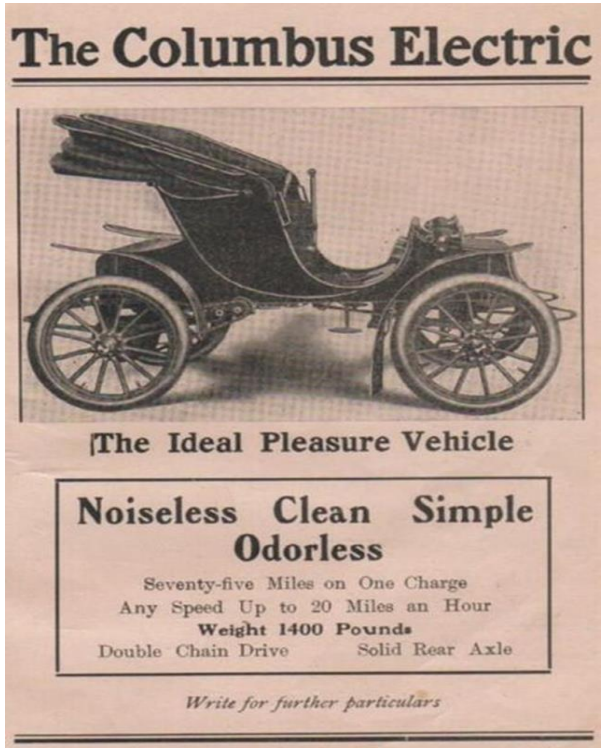
# ↘ Origen VE. Siglo XIX

- El escocés Robert Anderson entre el 1834 y 1839 diseña y desarrolla el primer prototipo de vehículo eléctrico.

- El primer coche eléctrico data de 1834, mientras que el motor de combustión interna, más complejo que un motor eléctrico, no llegó hasta 1861.

Circutor

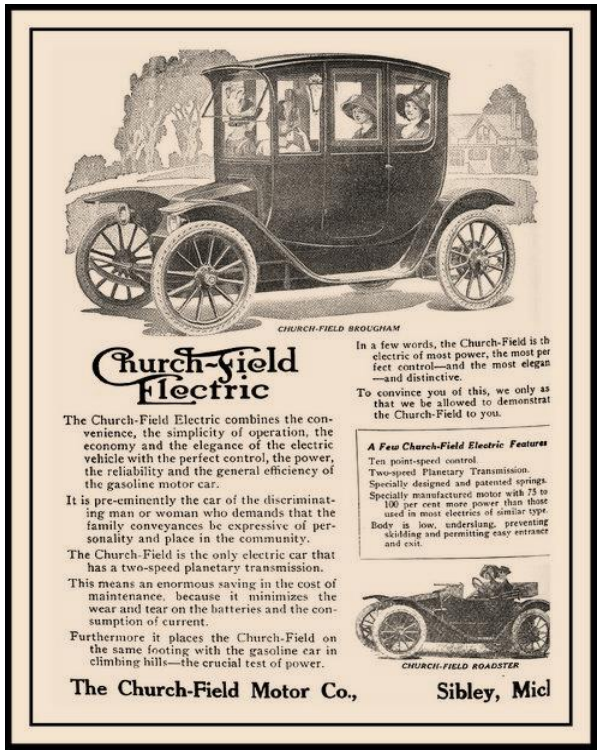
# ↘ Origen VE. Siglo XX




## 1905

Autonomía 120km

Publicidad




## 1913

Bajo coste de mantenimiento

## 1952

Autonomía de 75km.

Velocidad máxima 28km/h

Circutor

# ↘ Origen VE. Siglo XXI

## 2000

Toyota Prius

Primer híbrido no enchufable

## 2010

Nissan Leaf

Totalmente eléctrico

## 2013

BMW i3

## 2017

Tesla Model 3

Circutor

## Dacia Spring

Con 200km de autonomía.

## ID4

Voltswagen en EE.UU.

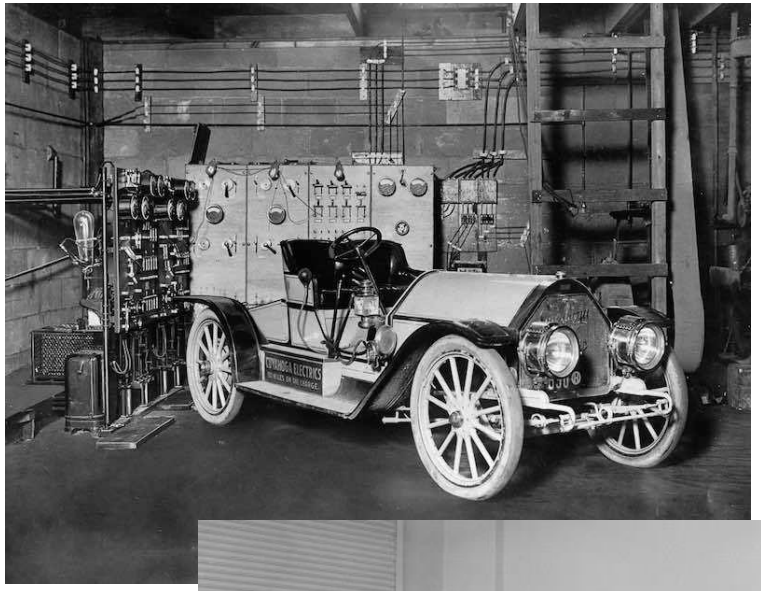
Hasta 521km de autonomía con 77kWh.

Más de 1.000km de autonomía.

Batería de mayor capacidad y peso.

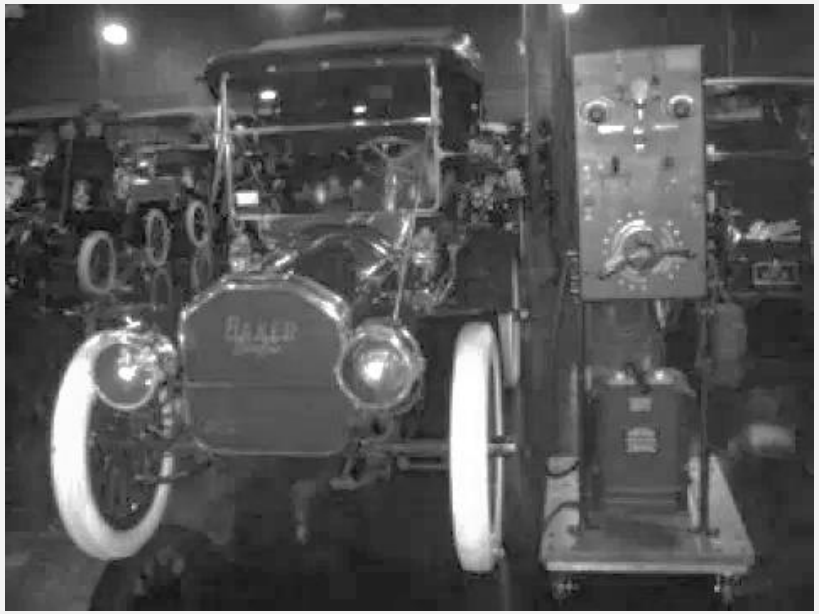
Menor eficiencia.

## ↘ Evolución cargadores.

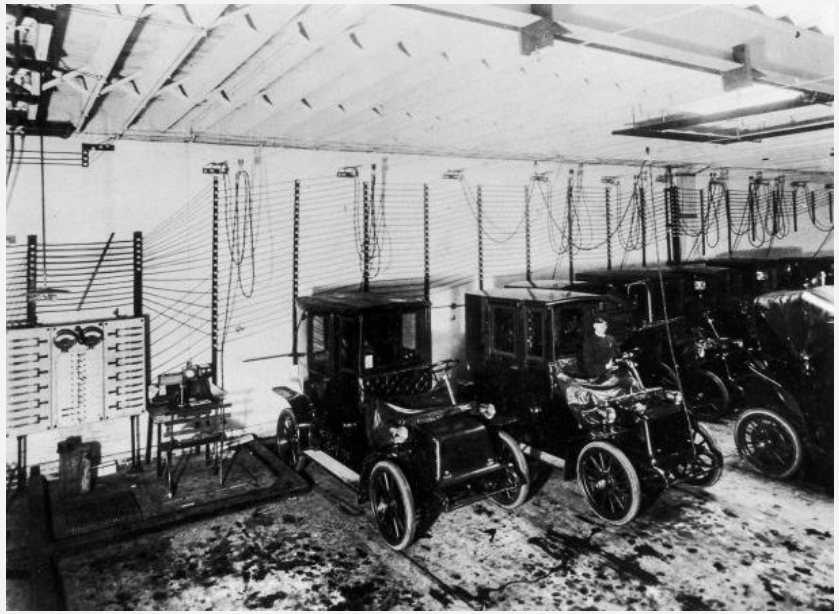


Circutor

# ↘ Evolución cargadores.



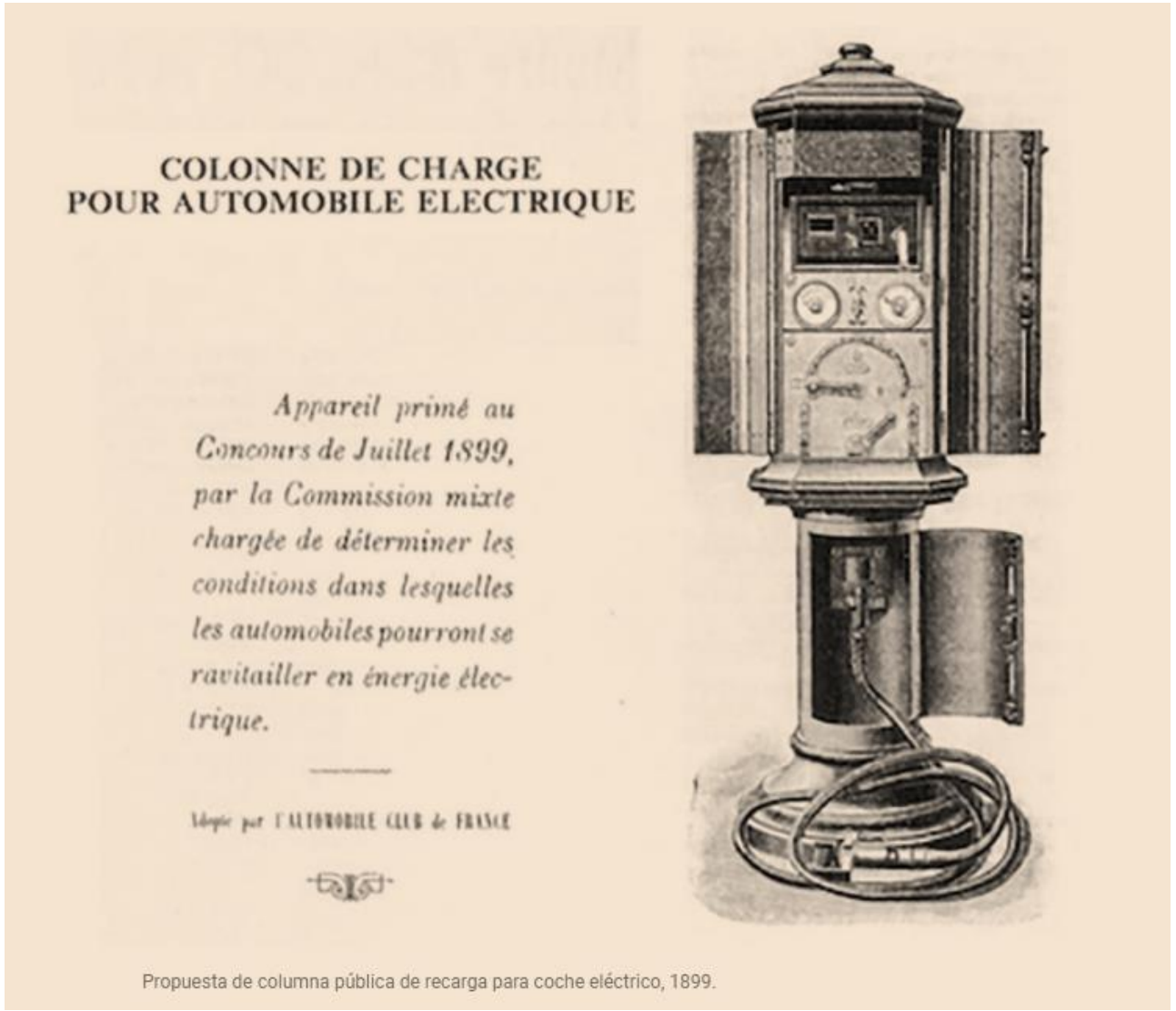
Estación de recarga de General Electric en EE.UU. (principios del siglo XX)



Fábrica de vehículos eléctricos

Circutor

# ↘ Evolución cargadores. Vía pública




Propuesta de columna pública de recarga para coche eléctrico, 1899.

# Evolución cargadores Circutor

## AC Doméstico

eHome / eNext

## AC Público Interior

Urban-WB / ePark / eNext Elite

## AC Público Exterior

Urban / Urban Master-Slave

## DC

Raption 50 / 100 / 150C / 350

Circutor

# Contenido


1. Origen de los vehículos eléctricos.
2. Modos de recarga y conectores.
3. Marco legal en las instalaciones.
4. Tipos de diferenciales.
5. Conclusiones.

## ↘ Tipos de vehículos

### BEV

Vehículo 100% eléctrico

### PHEV

Híbrido enchufable

### REEV

Rango extendido

Circutor

# ↘ Modos de carga

M1

## Modo 1

**Conexión directa del vehículo a la red**

Toma de corriente no dedicada
Cable simple
Riesgo de sobrecalentamiento.

M2

## Modo 2

**Conexión directa del vehículo a la red**

Toma de corriente no dedicada
Cable con dispositivo de comunicación y supervisión de recarga.

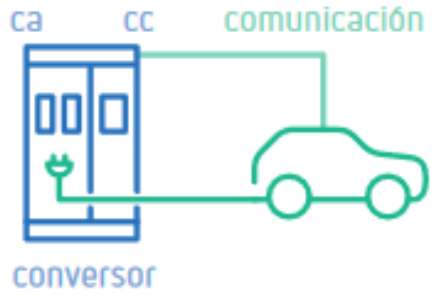
M3

## Modo 3

**Conexión directa del vehículo a la red**

Toma de corriente dedicada con monitorización de carga
Cable dedicado.

M4




## Modo 4

**Conexión indirecta del vehículo a la red, a través de cargador externo**

Toma externa de corriente directa con monitorización de carga. Cable dedicado.

Circutor

# ↘ Tipos de conector

## AC

### Tipo 1

Tensión máxima: 250 Vca II
Corriente máxima: 32 A II (hasta 7,2 kW)
Normativas: **IEC 62196-2**
Características: Regulación **SAE J1772**

### Tipo 2

Tensión máx.: 500 Vca III / 250 Vca II
Corriente máx.: 63 A III (hasta 43 kW) / 70 A II
Normativas: **IEC 62196-2**
Características: carga monofásica o trifásica

### Schuko

Tensión máxima: 230 Vca II
Corriente máxima: 16 A II
Normativas: **CEE 7/4**

## DC

### CHAdeMo

Tensión máxima: 500 Vcc
Corriente máxima: 200 Acc
Normativas: **IEC 62196-1, UL 2551**
Características: **Conforme JEVS G105**

### Combo CCS

Tensión máxima: 920 Vcc
Corriente máxima: 250 Acc
Normativas: **IEC 62196-2, IEC 62196-3**
Características: Conector Combinado CA/CC

Circutor

# ↘ Tipos de conector. AC y valores eléctricos.

## AC

- Corriente máxima de 32A (63A en desuso).
- Tensión máxima de 400V.

Circutor

# ↘ Tipos de conector. AC y norma IEC 61851-1

## SEGURIDAD EN LA RECARGA AC

PP: Proximity Pilot, evitar tensión en bornas.

CP: Control Pilot, negociación I máxima.

Medida de resistencia de bucle.

Verificación de valores en rango.

Circutor

# ↘ Tipos de conector. DC y valores eléctricos

## DC

- Corriente máxima de 250Adc.
- Tensión máxima de 920Vdc.

Circutor

# ↘ Tipos de conector. DC y norma IEC 61851-1

## SEGURIDAD EN LA RECARGA DC

Verificación compleja.

Medida de aislamiento.

# Contenido


1. Origen de los vehículos eléctricos.

2. Modos de recarga y conectores.

3. Marco legal en las instalaciones.

4. Tipos de diferenciales.

5. Conclusiones.

# Marco Legal. RD 1053/2014

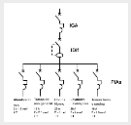
Norma reglamentaria sobre seguridad industrial.

Dotaciones mínimas

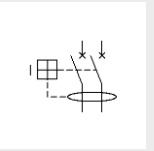
Modificación otras ITC

SPL

Sistema de medida



Esquemas eléctricos



Prot. diferencial y filtrado

Circutor

# ↘ Marco Legal. RD 1053/2014

## ITC-BT 52

Calibre de protecciones y sección de cable a criterio.

Diferenciales Tipo A.

Monitorización 6mA DC o diferenciales Tipo B.

| MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD | Guía técnica de aplicación de la ITC-BT 52.<br>INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES: INFRAESTRUCTURA PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS | GUÍA ITC-BT 52<br>Edición: Nov 2017<br>Revisión: 1 |
|---|---|---|

Los dispositivos de protección diferencial serán de clase A. Los dispositivos de protección diferencial instalados en la vía pública estarán preparados para que se pueda instalar un dispositivo de rearme automático y los instalados en aparcamientos públicos o en estaciones de movilidad eléctrica dispondrán de un sistema de aviso de desconexión o estarán equipados con un dispositivo de rearme automático.

*Salvo cuando la protección contra contactos indirectos se realiza por separación eléctrica, cada punto de conexión debe estar protegido mediante su propio diferencial que será como mínimo de tipo A, con una corriente diferencial residual no superior a 30 mA. Los dispositivos de protección diferencial deberían cumplir con una de las siguientes normas de producto: EN 61008-1, EN 61009-1, EN 60947-2 o EN 62423.*

*Cuando la estación de carga de vehículos eléctricos esté equipada con una toma de corriente o un conector de vehículo según la serie de Normas EN 62196 (previstas para recarga en modo 3), la normalización internacional más reciente (véase UNE-HD 60364-7-722) requiere de medidas contra las corrientes de fuga con componente en corriente continua, salvo cuando estas medidas estuvieran incluidas en la propia estación de carga de vehículos eléctricos. Las medidas apropiadas, para cada punto de conexión pueden ser:*

- *Utilización de diferenciales de tipo B; o*
- *Utilización de diferenciales de tipo A y un equipo que asegure la desconexión de la alimentación en caso de corrientes de defecto con componente en continua superior a los 6 mA (dispositivo de detección de corriente diferencial continua (RDC-DD)) conforme con la norma IEC 62955.*

Circutor

# ↘ Marco Legal. Otras normas en vigor

## OTRAS NORMAS:

Derogación gestor de cargas.

Regulación de prestación de servicio.

Incremento dotación mínima.

# Contenido


1. Origen de los vehículos eléctricos.
2. Modos de recarga y conectores.
3. Marco legal en las instalaciones.
4. Tipos de diferenciales.
5. Conclusiones.

# ↘ Diferenciales. Continuidad de servicio

La media mundial de muertes directa por descarga eléctrica es de 133 víctimas por país.

Fuente: Organización Mundial de la Salud.

En España se producen más de 7300 incendios al año por mal estado de instalaciones eléctricas.

Fuente: Ministerio de Sanidad y Consumo.

Un corte de suministro puede suponer un coste de más de 30.000 €/minuto en el sector de telecomunicaciones.

Fuente: Leonardo Power Quality Institute.

Circutor

# ↘ Diferenciales. Fugas a tierra por deterioro de aislamiento

## Mecánica

Puestas en marcha y paro en sistemas desequilibrados, golpes en la instalación..etc

## Eléctrica

Sobretensión y caídas de tensión.

## Química

Proximidad con aceites, vapores corrosivos, polvo..etc

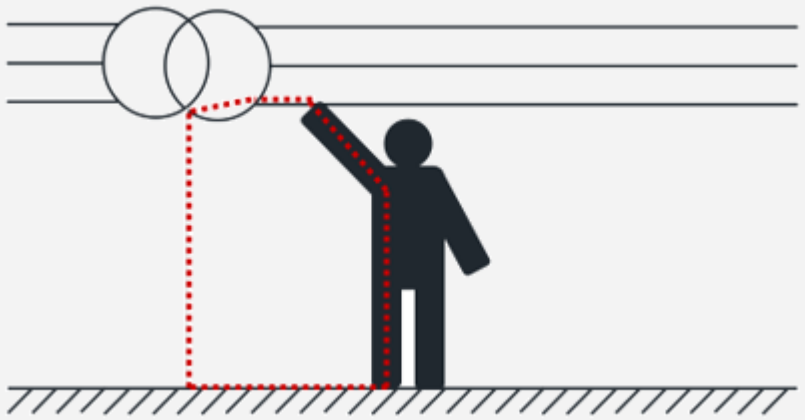
## Cambios de temperatura

Efecto de dilatación y contracción.

Circutor

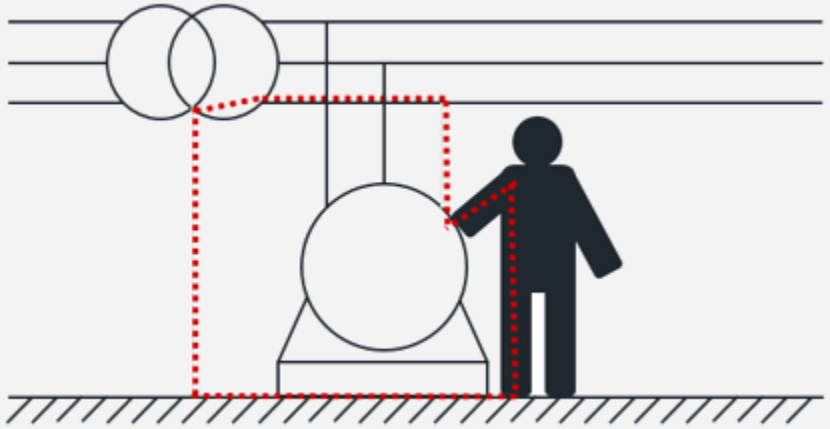
## Contacto directo

Contacto de las personas con los conductores activos.



## Contacto indirecto

Contactos de las personas con carcasas que accidentalmente están bajo tensión.



Las normas y reglamentaciones distinguen dos tipo de contactos peligrosos, así como las medidas de protección correspondientes.

# ↘ Diferenciales. Efecto de la corriente sobre el cuerpo humano

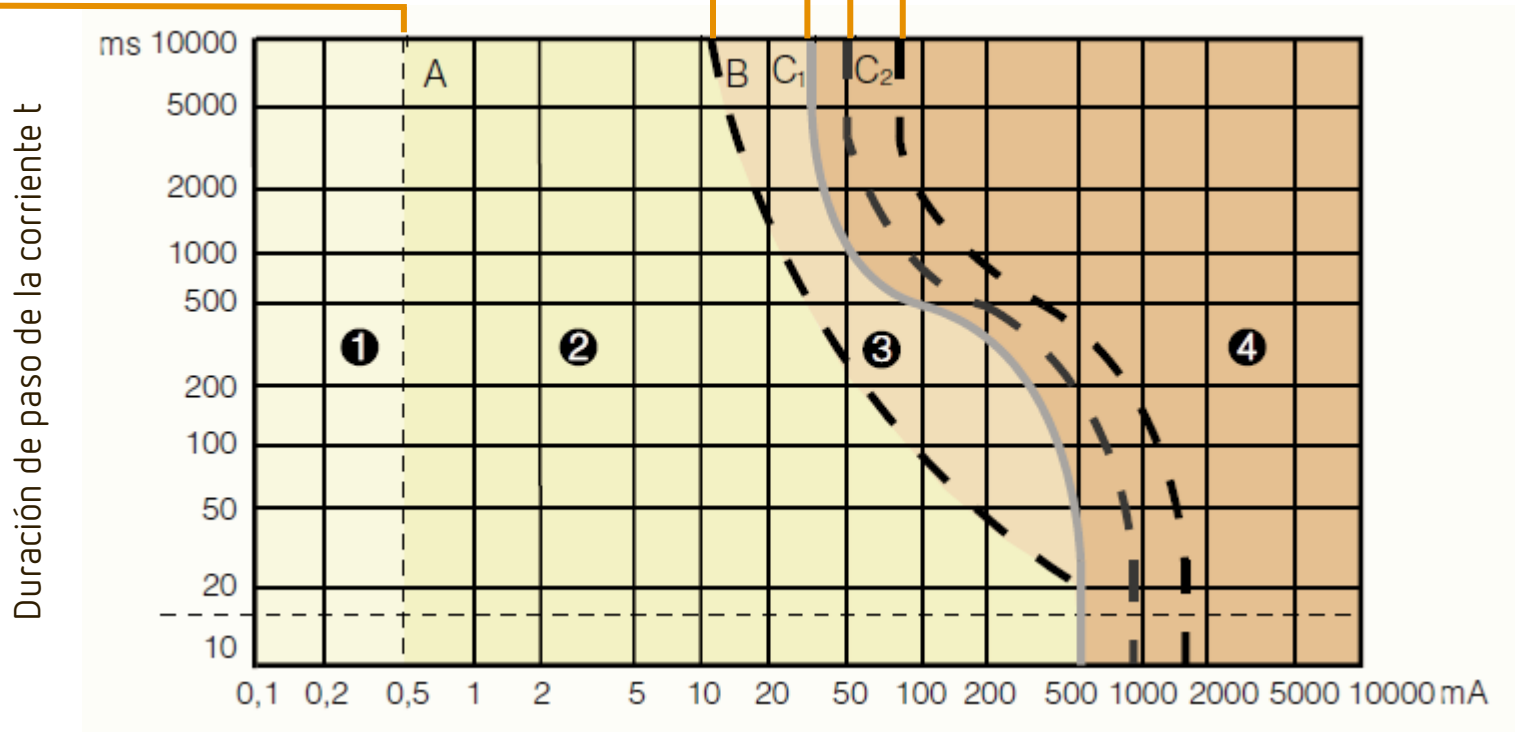
C2 Umbral de probabilidad de fibrilación, 50%

Umbral de probabilidad de fibrilación, 5%

C1 Umbral de fibrilación

B Umbral de no soltar

A Umbral de percepción




Zona 1

Sin percepción

Zona 2

Percepción sin daños

Zona 3

Contracción muscular (efectos reversibles)

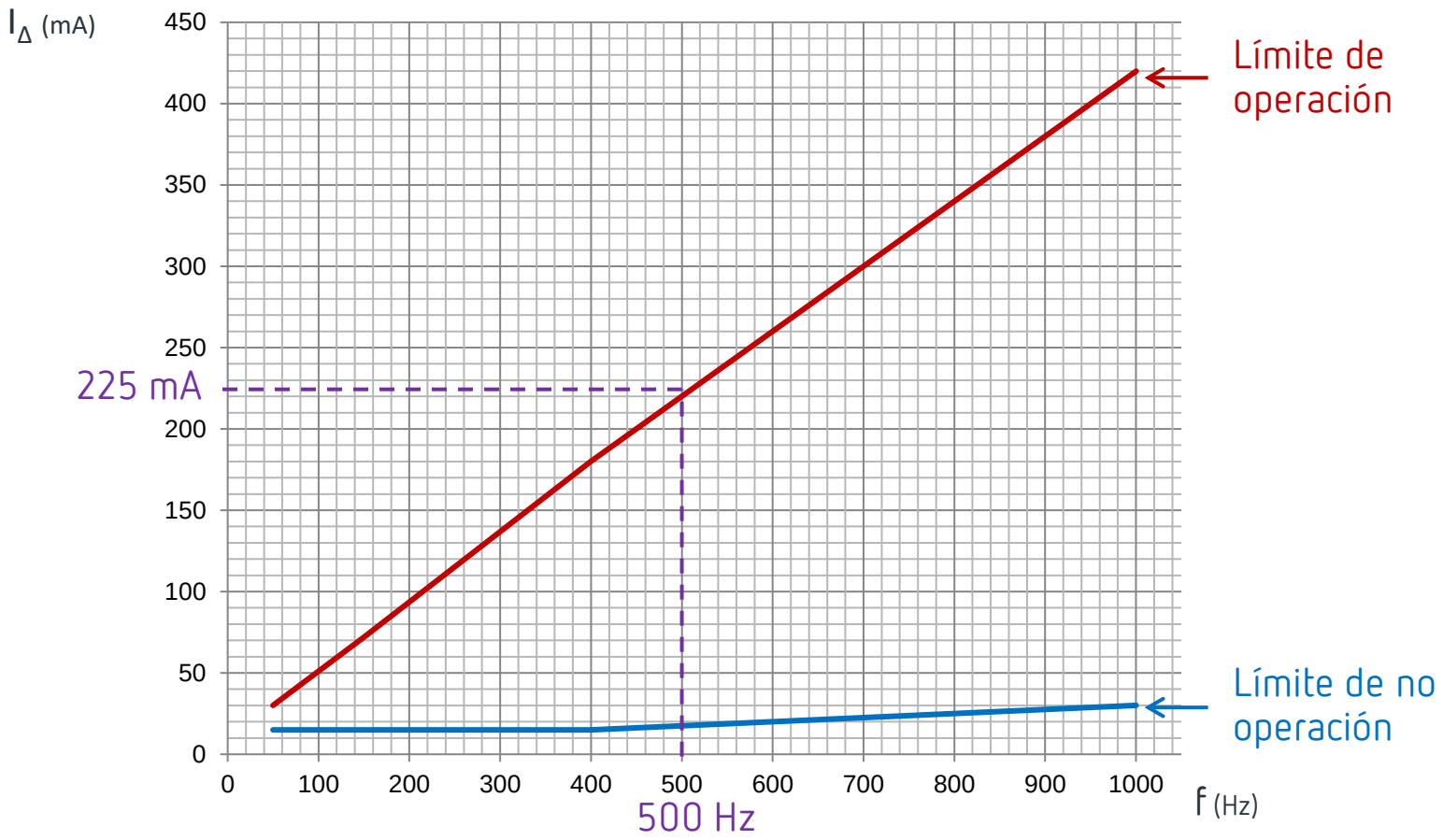
Zona 4

Riesgo de fibrilación (parada cardiaca)

Circutor

# ↘ Diferenciales. Efecto de la corriente sobre el cuerpo humano

El cuerpo humano es más sensible a 50 Hz que a 500Hz, a más frecuencia se necesita más corriente para producir los mismos efectos.



# ↘ Diferenciales. Tipos de diferenciales normalizados

## Protección tipo AC

Detecta únicamente corriente residual alterna.

## Protección tipo A

Detecta corriente residual alterna y pulsante.

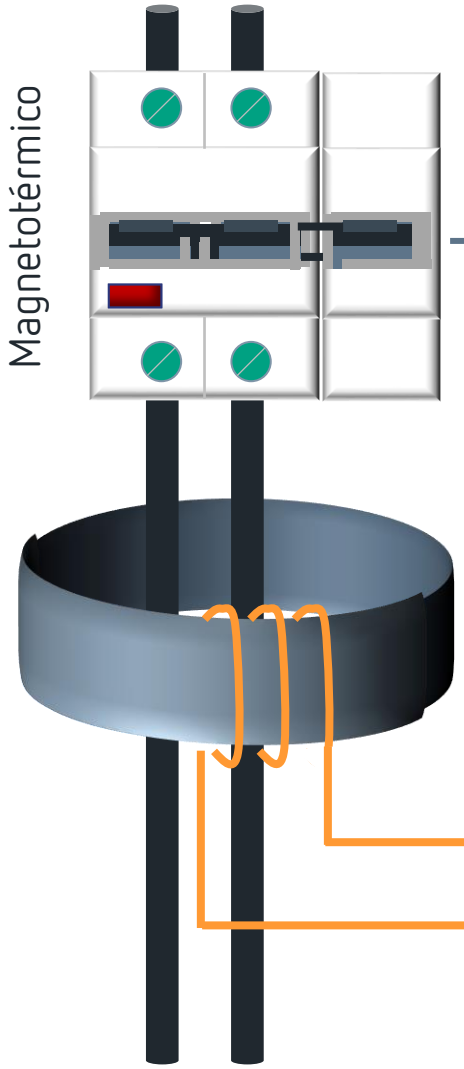
## Protección tipo F

Detecta corriente residual alterna hasta 1 kHz y pulsante.

## Protección tipo B

Detecta corriente residual alterna hasta 1 kHz, pulsante y pura continua.

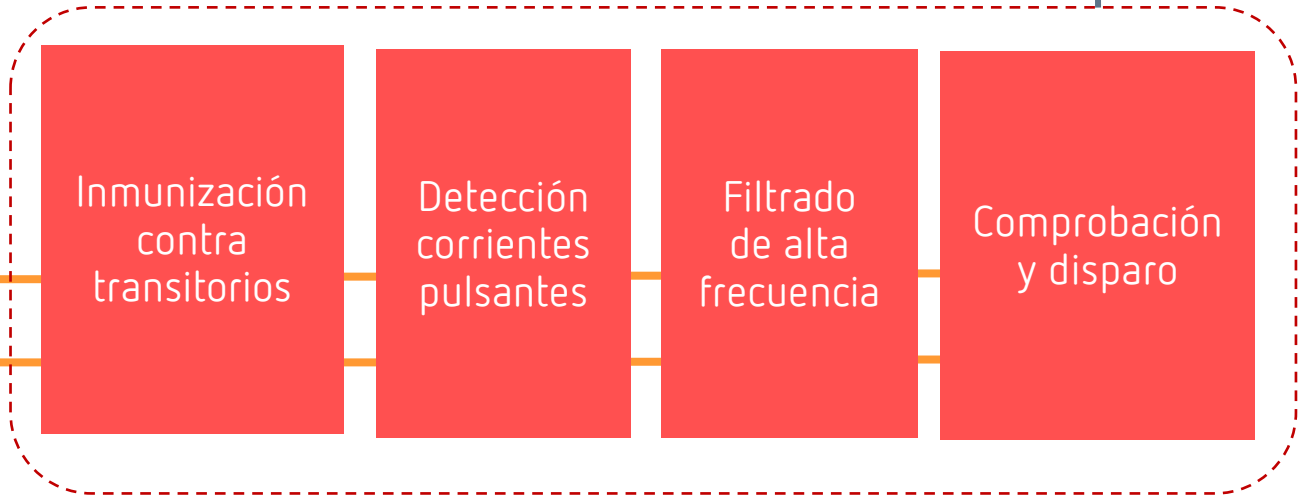
# ↘ Diferenciales. Tipo A Vs Tipo F




Teniendo una fuga de 26 mA (50 Hz) si añadimos una fuga de 58 mA (650 Hz) ...

Un diferencial ultrainmunizado tipo F disparará a 26 mA

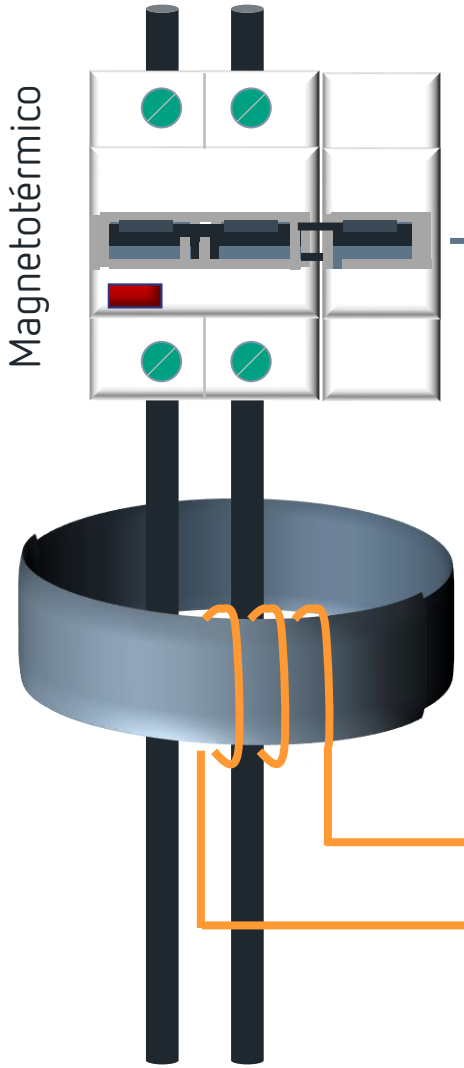
Un diferencial tipo A disparará a 8 mA (!!!)




Protección diferencial

Circutor

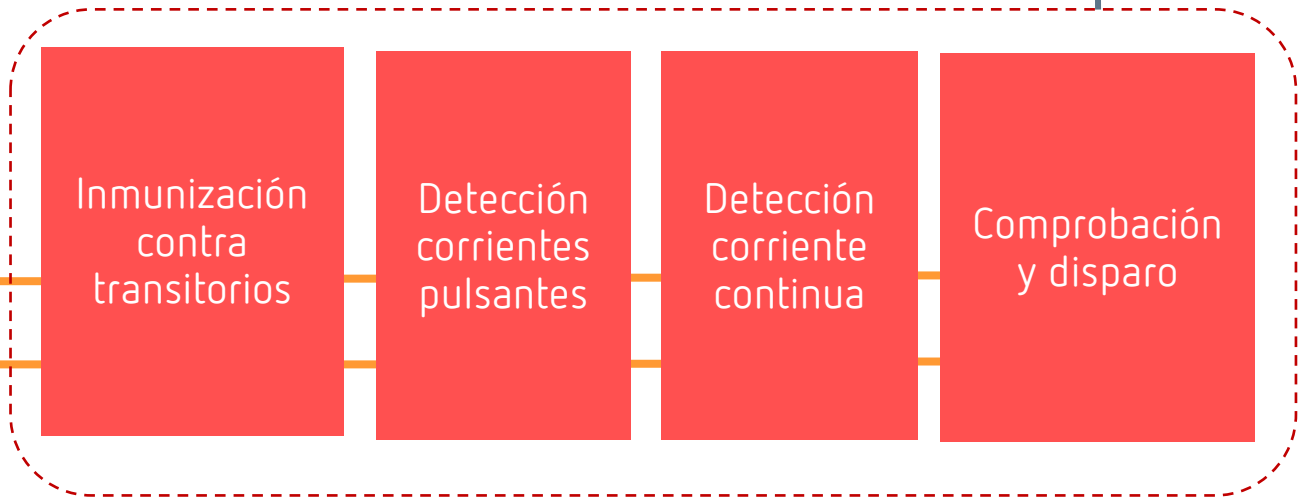
# ↘ Diferenciales. Tipo F Vs Tipo B




Teniendo un fuga de 26 mA (50 Hz) si añadimos una fuga de 19 mA (dc) ...

Un diferencial tipo B disparará a 26 mA

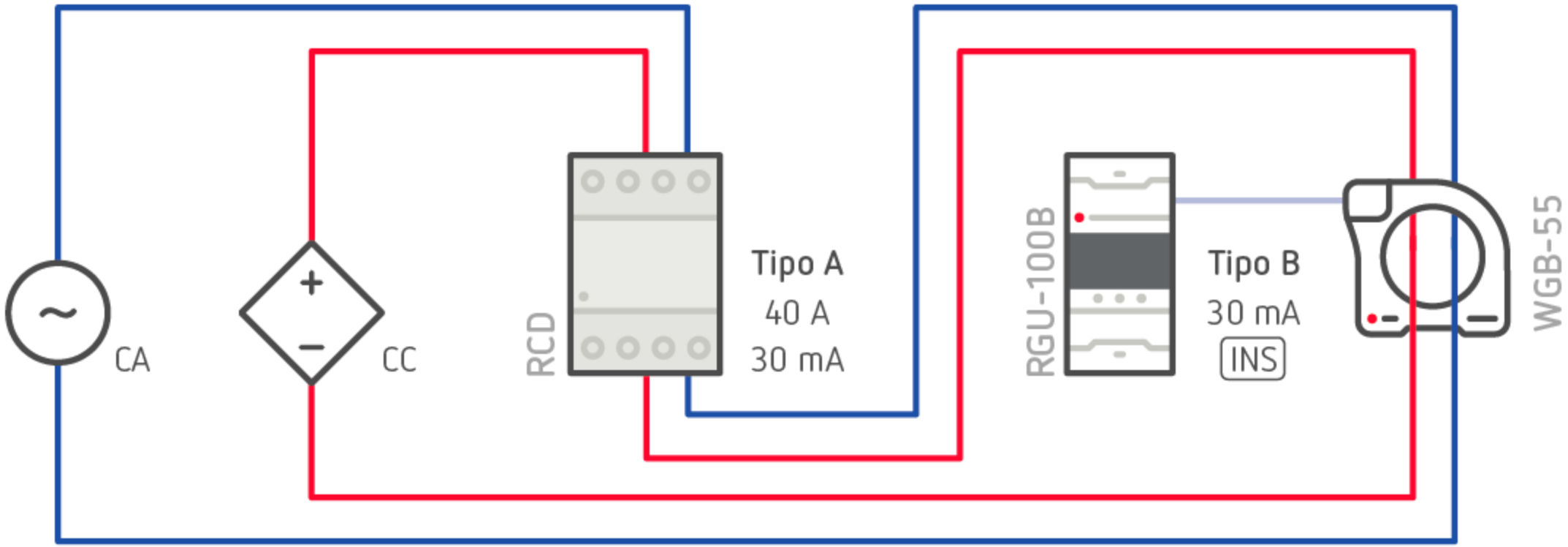
Un diferencial tipo AC ó A disparará a 38 mA (BLOQUEADO)




Protección diferencial

Circutor

# ↘ Diferenciales. Laboratorio Tipo B.



# Dónde instalar cada dispositivo

## Protección tipo A

Instalaciones existentes con protección directa o indirecta que sufren disparos intempestivos.

Necesitan de sistema con Diferenciales ultra-inmunizados.

## Protección tipo B

Instalaciones existentes con cargas AC/DC: Variadores, climatización, bombeo, cámaras frigoríficas, autoconsumo, recarga de VE,..etc.

Los fabricantes exigen el uso de protección tipo B

## Reconexión

Doméstico (Frigorífico, congelador, piscina, seguridad con equipos Wi-Fi,...).

Industrial (Producción, bombeo, iluminación, alumbrado,..)

# ¿Qué cargas necesitan protección Tipo B?

- Micromaster 420
- Siemens

- Serie SLC Elite Max
- Salicru

- AFQm
- Circutor

- Cargadores VE
- Circutor

- Inversor FV
- Fronius

# Características de los diferenciales

## ↘ Respuesta en tiempo

Las protecciones diferenciales se dividen en dos tipos de tiempo de respuesta:

| Tipo | $I_{\Delta n}$ x1 | $I_{\Delta n}$ x2 | $I_{\Delta n}$ x5 | Descripción |
|---|---|---|---|---|
| General | 0,3s | 0,15s | 0,04s | Tiempo de intervención max en segundos |
| Selectivo | 0,5s | 0,2s | 0,15s | Tiempo de intervención max en segundos |
| | 0,13s | 0,06s | 0,05s | Tiempo de intervención min en segundos |

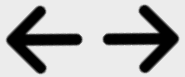
Circutor

# ↘ Selectividad entre diferenciales

Selectividad significa que cuando se produce un defecto, solo se aísla la parte de la instalación afectada por dicho defecto.

A la hora de instalar protecciones diferenciales debemos procurar mantener una selectividad:

## HORIZONTAL



Debe mantener la protección de la línea que tiene aguas abajo cuando dispara otra protección de un circuito distinto.

Disparos por "SIMPATIA".

## VERTICAL

Debe mantener la protección cuando hay protecciones en serie. Debe tener selectividad amperimétrica, cronométrica y de tipo.

Circutor

# ↘ Selectividad horizontal

Las causas de la pérdida de selectividad horizontal o disparos por "SIMPATÍA" pueden ser varias. Las posibles causas pueden ser:

| PROBLEMA | ORIGEN | SOLUCIÓN |
|---|---|---|
| Líneas muy largas con mucha capacidad parásita | Estructura de la conducción del cableado | Diferencial ultrainmunizado<br>Apantallar cables<br>Diferencial retardado |
| Gran numero de equipos con filtros EMI | Acumulación de dispositivos con condensadores puestos a tierra | Diferencial ultrainmunizado<br>Segregar circuitos |
| Neutro conectado a tierra (por fallo o error) | Retorno de corriente a través del neutro | Revisar conexionado |
| Resistencia a tierra elevada | Mal estado de la puesta a tierra y retorno por capacidades parasitas | Mejorar puesta a tierra |
| Cortocircuito fase-tierra | En la propia instalación o por causas externas | Diferencial autorearmable |

# Coordinación vertical- Buenas prácticas

La selectividad se ha de mantener cuando tengamos diferenciales en serie.
La selectividad se ha de cumplir SIEMPRE, manteniendo la coordinación entre ellos.

## Amperimétrica

Como mínimo 3 veces la sensibilidad del diferencial instalado aguas abajo.

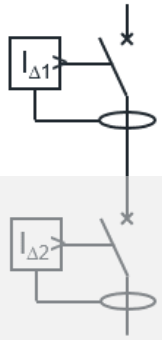
## Cronométrica

Como mínimo 2 veces el tiempo máximo del diferencial instalado aguas abajo.

## Tipo

Ha de ser del mismo tipo o superior del diferencial instalado aguas abajo.

# ↘ Ejemplo Selectividad entre diferenciales




| | 30 mA INS Tipo AC | 30 mA SEL Tipo A | 300 mA INS Tipo A | 300 mA SEL Tipo A | 300 mA INS Tipo A | 300 mA SEL Tipo A | 300 mA SEL Tipo B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 30 mA INS Tipo A | 30 mA INS Tipo A | 30 mA INS Tipo A | 30 mA INS Tipo A | 30 mA INS Tipo B | 30 mA INS Tipo B | 30 mA INS Tipo B |
| A | ✗ | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |
| ⏱ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✗ | ✓ | ✓ |
| T | ✗ | ✓ | ✓ | ✓ | ✗ | ✗ | ✓ |

Circutor

# Tensión límite admisible en contactos indirectos

Sobre ITC-BT-24, según las condiciones del entorno, particularmente la presencia o no de agua, la tensión límite de seguridad UL (tensión por debajo de la cual no hay riesgo para las personas, según la norma UNE 20460) es, en alterna, de:

- 50 V para los locales secos.
- 24 V para los locales húmedos.
- 12 V para los locales mojados.

Por lo tanto la corriente máxima estará determinada por el limite de tensión y la resistencia de tierra.

¿Puedo instalar un diferencial configurado a 1A para proteger una máquina en industria?

50 V para los locales secos.

24 V para los locales húmedos.

## ↘ Respuesta

Sí, siempre que aseguremos la tensión máxima de contacto en toda la instalación.

$$R \times Id \leq U$$

Imaginemos que estamos en una instalación industrial en ambiente seco y la resistencia de tierra es de 20Ω.

$Id \leq U/R = 50\ V\ /\ 20\Omega =$ 2,5 A

Imaginemos que estamos en una instalación industrial en ambiente húmedo y la resistencia de tierra es de 20Ω.

$Id \leq U/R = 24V\ /\ 20\Omega =$ 1,2 A

| Corriente de fuga | Locales húmedos 24V | Locales secos 50V |
|---|---|---|
| 30 mA | 800 Ω | 1667 Ω |
| 100 mA | 240 Ω | 500 Ω |
| 300 mA | 80 Ω | 167 Ω |
| 500 mA | 48 Ω | 100 Ω |
| 1 A | 24 Ω | 50 Ω |
| 3 A | 8 Ω | 17 Ω |

## Conclusión:

Un diferencial puede tener una sensibilidad superior a 30 mA.

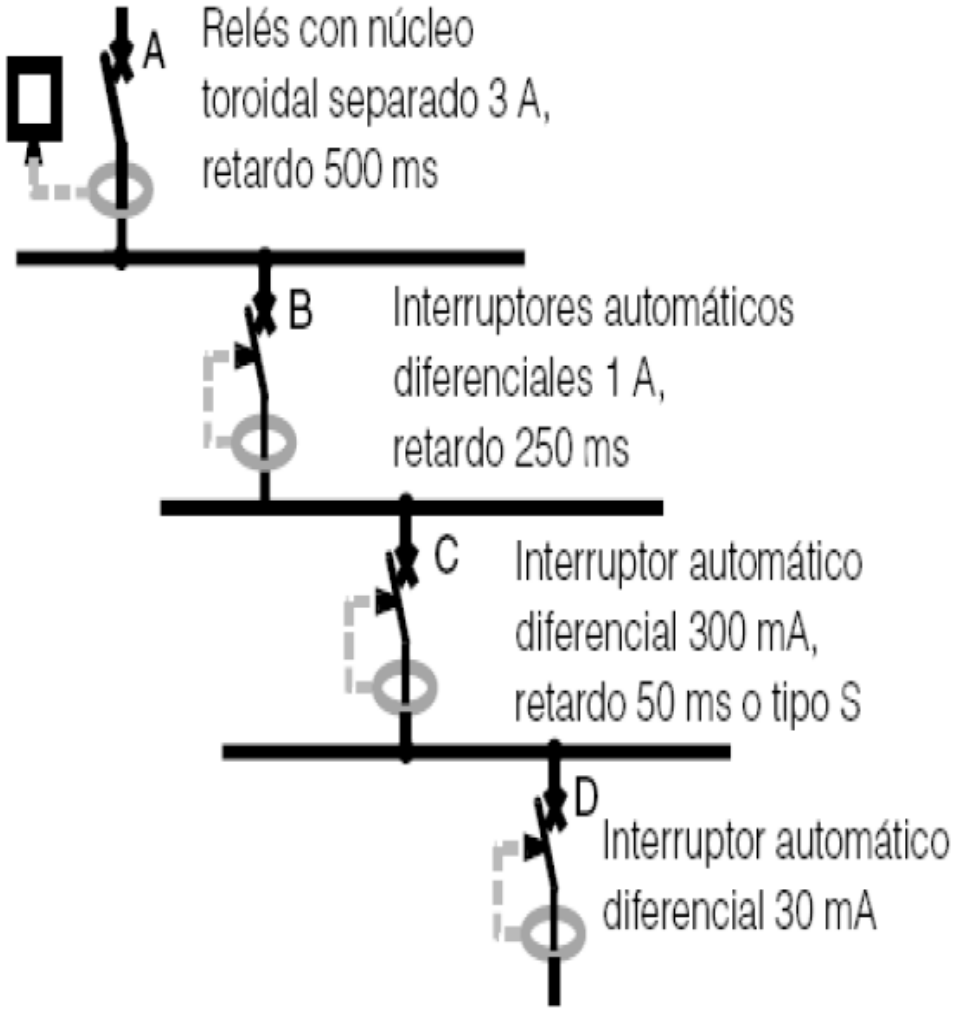
# Ejemplo instalación industrial ambiente seco

Ejemplo de una instalación según el esquema en un emplazamiento seco hasta 3A.

- Tensión de contacto máxima 50V.
- Resistencia de puesta a tierra máxima Ra < 50V/3A = 16.6 Ω.

La resistencia de puesta a tierra la limita el diferencial de menor sensibilidad, en este caso el de 3A.

Todo y que el valor máximo es de 16,6 Ω, es muy recomendable coger un margen de seguridad y dividirlo por 2, por tanto la resistencia máxima aconsejable seria de 8,3 Ω.



# ↘ Selección sensibilidad: REBT ITC-BT-24

- Para viviendas, comercios, oficinas, diferencial de 30mA.

- Instalaciones con riesgo de incendio la sensibilidad ≤ 300mA.

  - Una fuga de corriente por debajo de 500mA no tiene suficiente energía para iniciar un incendio.
  - Por este motivo se dice que un ID ≤ 300mA, también protege contra los incendios de origen eléctrico.

- • Instalaciones de iluminación exterior (ITC-BT-09)

  -Diferencial ≤ 300mA, con Ra < 30 Ω. (Valores en la puesta en servicio, durante la vida útil Ra<24/Id)
  -Diferencial ≤ 500mA, con Ra < 5 Ω. (Valores en la puesta en servicio, durante la vida útil Ra<24/Id)
  -Diferencial ≤ 1000mA, con Ra < 1 Ω. (Valores medidos en la puesta en servicio, durante la vida útil Ra<24/Id).

• Instalaciones industriales:

– Sensibilidad estará en función de: Id < 50/ Ra

  • Ra, resistencia de puesta a tierra.
  • Tensión de contacto, 50/24V.

Circutor

## ↘ ¿Dónde se exige protección ≤ 30 mA ?

El REBT exige diferenciales de alta sensibilidad ≤ 30 mA en las siguientes situaciones:

ITC-BT-25: Instalaciones interiores en viviendas.

ITC-BT-26: Contactos indirectos viviendas, oficinas, locales comerciales y locales con finalidades análogas.

ITC-BT 27: Locales que contienen una bañera o ducha.

ITC-BT 31: Instalaciones con fines especiales. Piscinas y puentes.

ITC-BT 33: Instalaciones con fines especiales. Instalaciones provisionales.

ITC-BT 34: Instalaciones con fines especiales. Ferias y stands y temporales de obras.

ITC-BT 38: Requisitos particulares para la instalación eléctrica en quirófanos y salas de intervención.

ITC-BT 42: Instalaciones eléctricas en puertos y marinas para barcos de recreo.

ITC-BT 46: Cables y folios radiantes en viviendas.

ITC-BT 52: Recarga de vehículos eléctricos, y de clase A.

# ¿Cómo evitar paradas de servicio de forma automática?

# Sistemas de reconexión automática

## Protección tipo A

REC4

## Protección tipo F

RECmax CVM

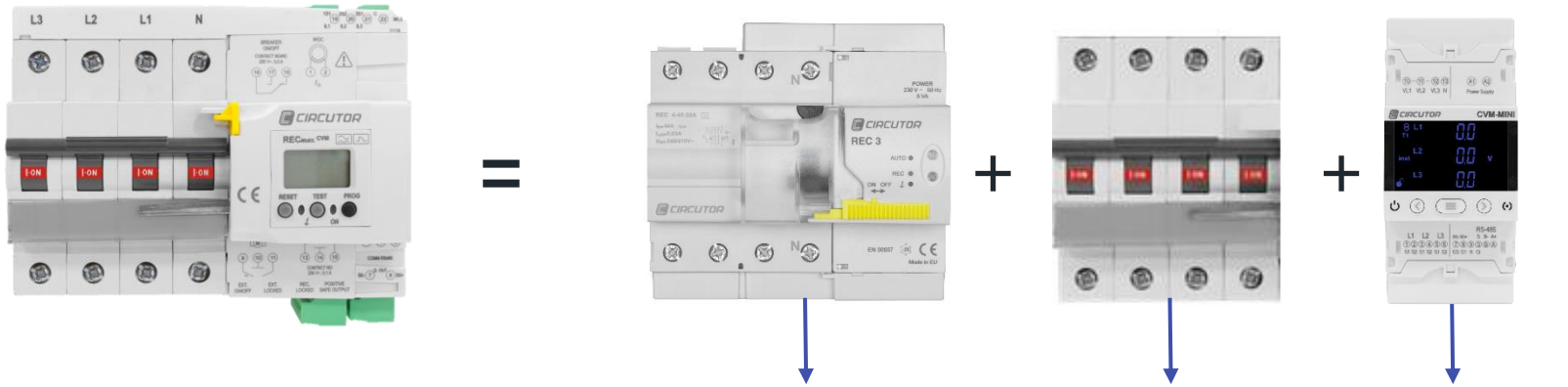
## Protección tipo B

RECB

# RECmaxCVM – Reconexión automática

## Magnetotérmico diferencial con reconexión automática y medida

### 3 equipos en una misma envolvente



# Contenido

1. Origen de los vehículos eléctricos.
2. Modos de recarga y conectores.
3. Marco legal en las instalaciones.
4. Tipos de diferenciales.
5. Conclusiones.

# ↘ Recomendaciones. Recarga en AC.

## AC

- Diferenciales Tipo A de serie, recomendable 6mAdc ó B.
- Protección diferencial rearmable en vía pública.

Circutor

# ↘ Recomendaciones. Recarga en DC.

## DC

- Diferenciales Tipo B de serie.
- La norma europea no admite protección rearmable.

Circutor

Circutor | The Future is Efficiency

circutor.com