



REVILLAGIGEDO
Centro de Formación Profesional

Jta
Jesuitas - Gijón

M4. Mantenimiento de EE

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Antonino Canal Cobián

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Índice

- 1.** Análisis inicial del REBT 2002
- 2.** Riesgos de la corriente eléctrica
- 3.** Régimen de neutro
- 4.** Puesta a tierra
- 5.** Interruptor diferencial
- 6.** Aparamenta en instalaciones de baja tensión
- 7.** Protección en las instalaciones de Baja Tensión

Análisis inicial del REBT 2002

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Reglamento Electrotécnico de Baja tensión

- En el *REBT* se establecen los *requisitos técnicos* y las *garantías de seguridad* que deben reunir las instalaciones eléctricas para asegurar su correcto funcionamiento y la *seguridad de las personas y de los bienes*.
- Regula las instalaciones eléctricas de tensiones menores de **1000 V (CA)** y menores de **1500 V (CC)**
- Consta de:
 - Real decreto (02.08.2002)
 - Articulado
 - Instrucciones técnicas complementarias (ITC)
- Se define el *Instalador Autorizado de Baja Tensión*, que es la persona que realiza, mantiene o repara las instalaciones eléctricas. Se debe obtener un *certificado de cualificación individual* y una *autorización de la comunidad autónoma*.
- Desarrolla la *Documentación y Puesta en servicio de las instalaciones*, así como las *verificaciones e inspecciones*.
- Remite a *normas europeas e internacionales*, por lo que las soluciones técnicas son homologables con otros países avanzados.

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Reglamento Electrotécnico de Baja tensión

- Las *instalaciones eléctricas de Baja Tensión* se clasifican en:

	Corriente alterna (valor eficaz)	Corriente continua (valor medio aritmético)
Muy baja tensión	$U_n \leq 50 \text{ V}$	$U_n \leq 75 \text{ V}$
Tensión usual	$50 \text{ V} < U_n \leq 500 \text{ V}$	$75 \text{ V} < U_n \leq 50 \text{ V}$
Tensión especial	$500 \text{ V} < U_n \leq 1000 \text{ V}$	$750 \text{ V} < U_n \leq 1500 \text{ V}$

- Las *tensiones nominales* usualmente utilizadas en corriente alterna son:
 - a) **230 V** entre fase y neutro
 - b) **400 V** entre fases para redes trifásicas
- La frecuencia empleada en la red será de **50 Hz**.

Riesgos de la corriente eléctrica

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Riesgos de la corriente eléctrica

- La utilización de la corriente eléctrica supone siempre unos *riesgos para las personas, las instalaciones eléctricas y los propios receptores eléctricos.*

1. Riesgo de incendio

- El **30%** de los incendios que se producen en los edificios domésticos e industriales son debidos a un *defecto eléctrico.*
- El defecto eléctrico más habitual es el que está causado por el *deterioro de los aislantes* de los cables de la instalación debido a:
 - Rotura brusca accidental del aislante del conductor.
 - Envejecimiento y rotura final del aislante de un conductor.
 - Cables mal dimensionados.
- Una corriente de fuga a tierra superior tan sólo a 300 mA. superpuesta a la corriente de carga normal del cable puede generar una sobreintensidad suficiente para que el aislante, justo en el punto donde se produce la fuga, se caliente y se vaya fundiendo, dejando poco a poco el conductor desnudo hasta provocar un accidente: la corriente de fuga que atraviesa el aislante deteriorado crea un arco eléctrico cuyo calor intenso inflama al aislante y a cualquier material inflamable en contacto con el mismo, provocando así un incendio.

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Riesgos de la corriente eléctrica

2. Destrucción de receptores

- El aislamiento de algunos receptores se deteriora a lo largo del tiempo debido las siguientes causas posibles:
 - **Calor** generado por el propio funcionamiento del aparato.
 - **Sobrecargas** periódicas o ocasionales a las que puede estar sometido.
 - **Agresiones del entorno** donde está funcionando el aparato.
 - **Desgaste** del material y pérdidas de estanqueidad en los receptores.

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Riesgos de la corriente eléctrica

3. Riesgos sobre las personas

- Los efectos de la corriente eléctrica sobre las personas depende de varios factores:
 - Las **características fisiológicas** del ser humano afectado.
 - El **entorno** (húmedo o seco, por ejemplo)
 - Las **características de la corriente** que atraviesa el cuerpo.
- Los **daños** sufridos por las personas que son atravesadas por una corriente eléctrica dependen esencialmente de su ***intensidad*** y del ***tiempo de paso***.
- Esta corriente depende de la ***tensión de contacto*** que se aplica sobre la persona, así como de la ***impedancia*** que encuentra durante su recorrido a través del cuerpo humano.

La ***tensión límite de seguridad UI*** (tensión por debajo de la cual no hay riesgo para las personas) es :

- **50 V** para los locales secos.
- **25 V** para los locales húmedos.
- **12 V** para los locales mojados (obras en el exterior)

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Tiempos máximos de desconexión

Tensión límite convencional: **50 V** (locales secos)

Tensión de contacto		< 50	50	75	90	120	150	220	280	350	500
Tiempo máximo de corte (s)	Corriente alterna	5	5	0,60	0,45	0,34	0,27	0,17	0,12	0,08	0,04
	Corriente continua	5	5	5	5	5	1	0,4	0,3	0,2	0,1

Tensión límite convencional: **25 V** (locales húmedos)

Tensión de contacto		< 25	50	75	90	110	150	220	280
Tiempo máximo de corte (s)	Corriente alterna	5	0,48	0,30	0,25	0,18	0,10	0,05	0,02
	Corriente continua	5	5	2	0,80	0,50	0,25	0,06	0,02

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Efectos de la intensidad y el tiempo de exposición en el cuerpo humano

Efectos (para t <10 s)	Intensidad de corriente (mA)		
	Continua	50 / 60 Hz.	10 KHz
Ligero cosquilleo, límite de percepción	3,5	0,5	8
Choque violento, pero sin pérdida del control muscular	41	6	37
Nivel de agarrotamiento muscular (tetanización)	51	10	51
Fuerte dificultad respiratoria	60	15	61
Nivel de parálisis respiratoria		30 mA	
Nivel de fibrilación cardíaca irreversible		75	
Paro cardíaco		1000	

- Los efectos fisiopatológicos, tales como paro cardíaco, paro respiratorio y quemaduras graves, *aumentan* con el valor de la *intensidad y el tiempo de exposición*.

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Impedancia del cuerpo humano

- A modo orientativo se suelen considerar los siguientes valores medios para la resistencia del cuerpo humano a la frecuencia normal de 50 Hz. :
 - ▶ *1600 Ω* en medio seco
 - ▶ *800 Ω* en medio húmedo
 - ▶ *200 Ω* si el cuerpo está sumergido
- En un recorrido **mano pie** la impedancia disminuye entre un 10% y un 30% con respecto al recorrido **mano a mano** (y por tanto circula mayor corriente)

Régimen de neutro. Esquema TT

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Introducción

- Estudiaremos el esquema de puesta a tierra de *neutro a tierra (TT)*, que busca controlar los *DEFECTOS DE AISLAMIENTO*.
- Afectan a:
 - La *seguridad* de las personas
 - La *continuidad* del servicio
 - El *mantenimiento* de la instalación
- El *aislamiento* de los conductores activos se realiza
 - Mediante la utilización de *materiales aislantes*
 - Mediante el *alejamiento* de las partes activas

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Causas de los fallos de aislamiento

- Causas del deterioro de los aislantes:
 - *Solicitaciones mecánicas* durante la instalación
 - *Suciedad*
 - *Envejecimiento térmico* acelerado por
 - El clima
 - Número de conductores en un conducto
 - Ventilación defectuosa
 - Armónicos
 - Sobreintensidades
 - Esfuerzos electrodinámicos

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Esquema TT

El **esquema TT** es el utilizado normalmente en las viviendas, oficinas, e industrias que no tengan características especiales.

Este esquema de instalación eléctrica

PARA QUE *SEA SEGURO* SE DEBE:

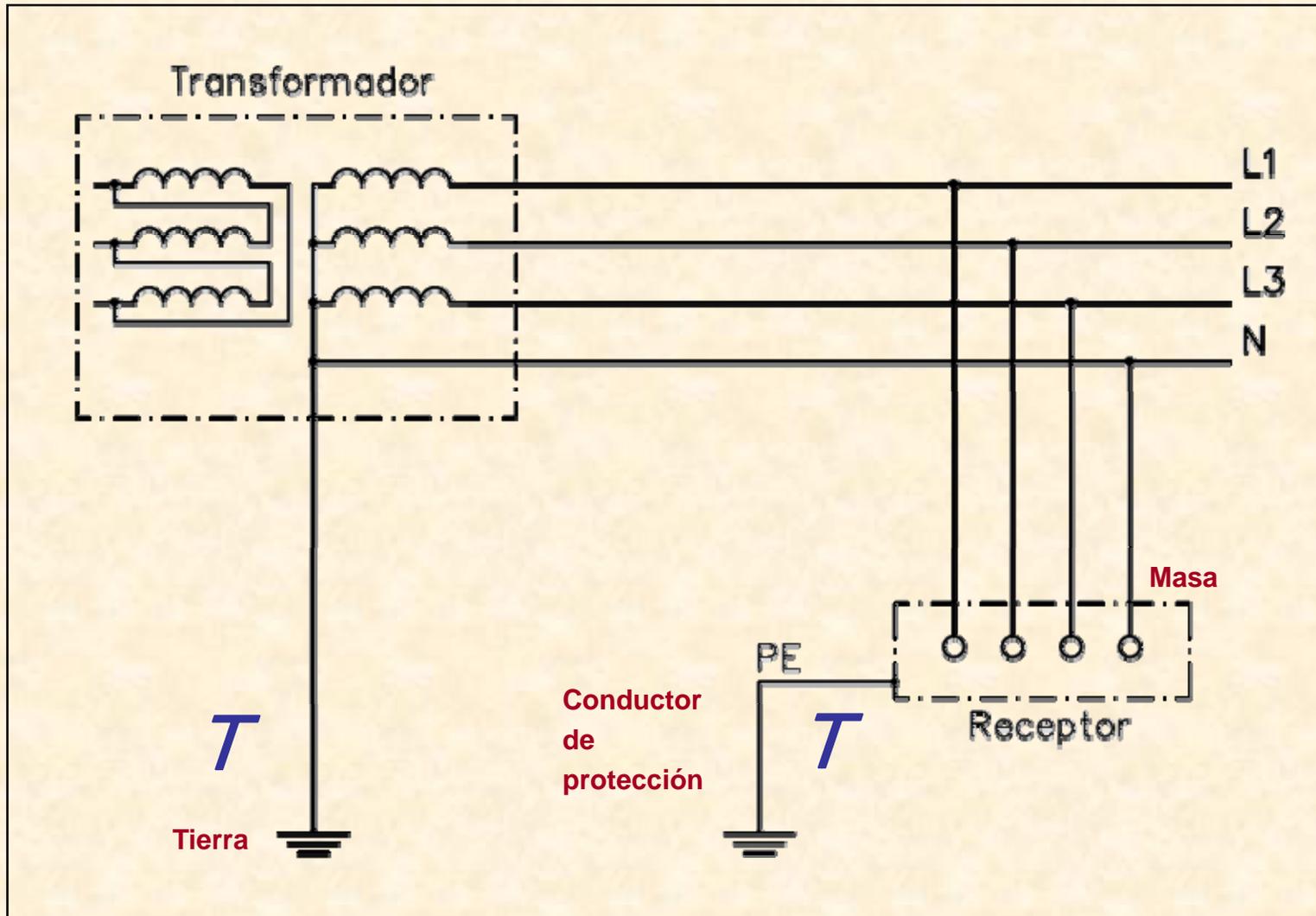
- **CONECTAR TODAS LAS *MASAS* DE LOS RECEPTORES A *TIERRA***

Y

- **UTILIZAR INTERRUPTORES DIFERENCIALES COMO PROTECCIÓN**

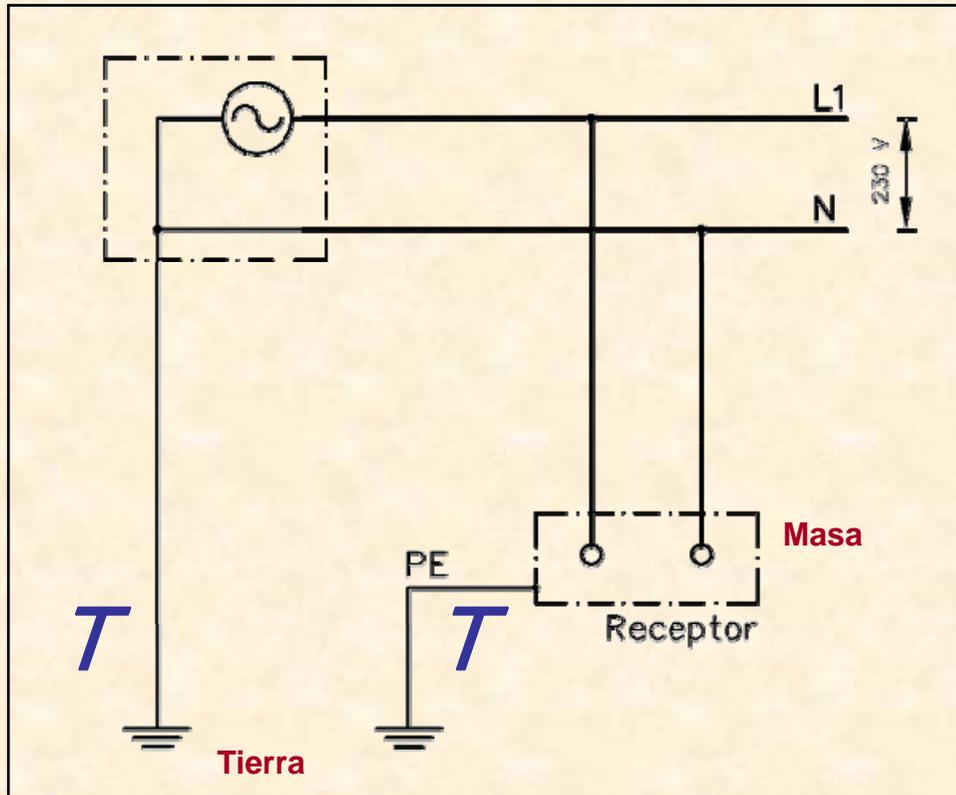
SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Esquema TT (trifásica)



SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Esquema TT (monofásica)



Masa: conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas.

Tierra: masa conductora de la tierra en la que el potencial eléctrico en cada punto se toma, convencionalmente, igual a cero.

Color de los conductores:

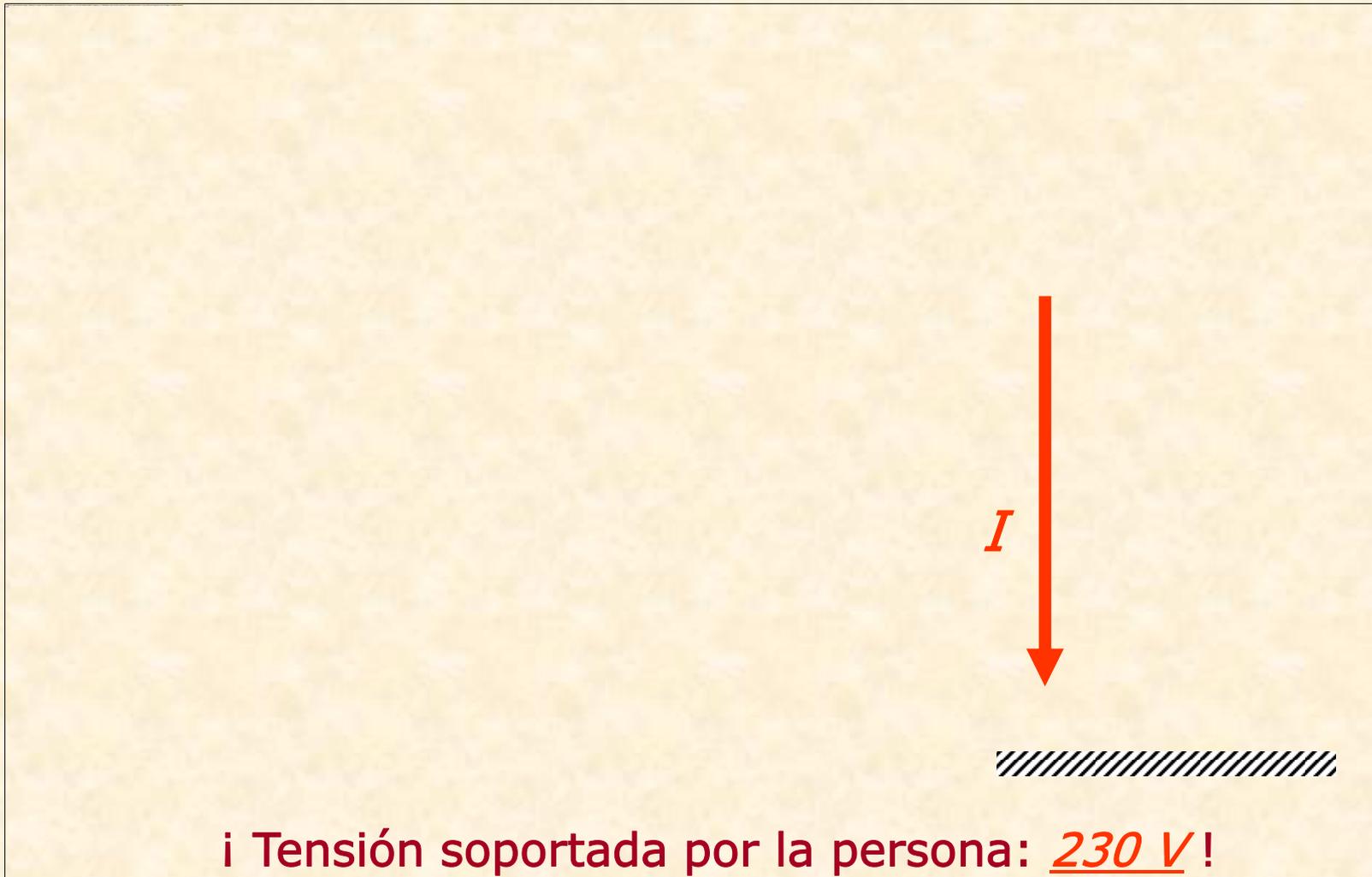
Fases L1, L2 y L3: Negro, gris y marrón

Neutro N: azul

Conductor de protección PE (tierra): amarillo y verde

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Contacto *DIRECTO*. Esquema TT sin protecciones

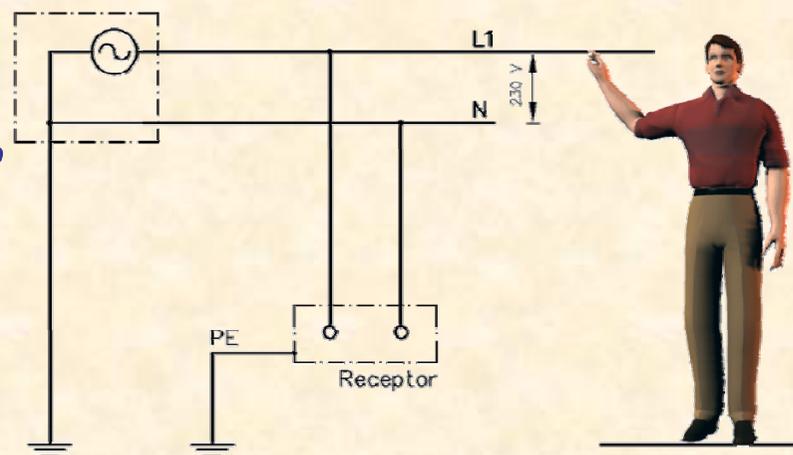


SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Contactos directos

Contactos directos

- Este tipo de contactos se produce cuando una persona entra en contacto *directamente* con elementos normalmente en tensión.
- Las principales protecciones a considerar son el **distanciamiento** y el **aislamiento**.
- Para cualquier Esquema de Conexión de Tierra, en distribución terminal se recomienda utilizar una **protección diferencial** que pueda **detectar una corriente de defecto que atraviese una persona**, como una protección complementaria.

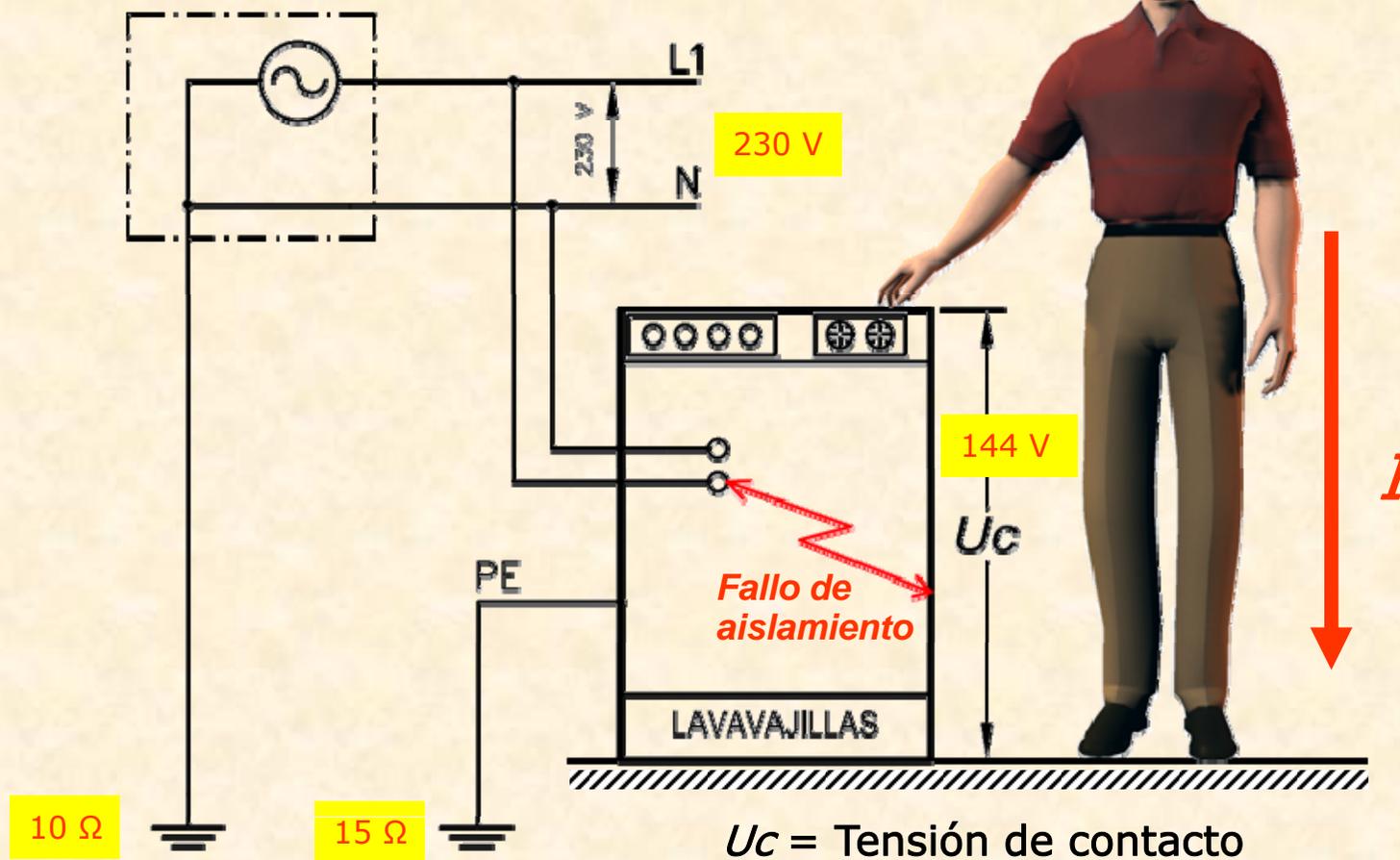


SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Contactos *INDIRECTO*. Esquema TT sin protecciones.

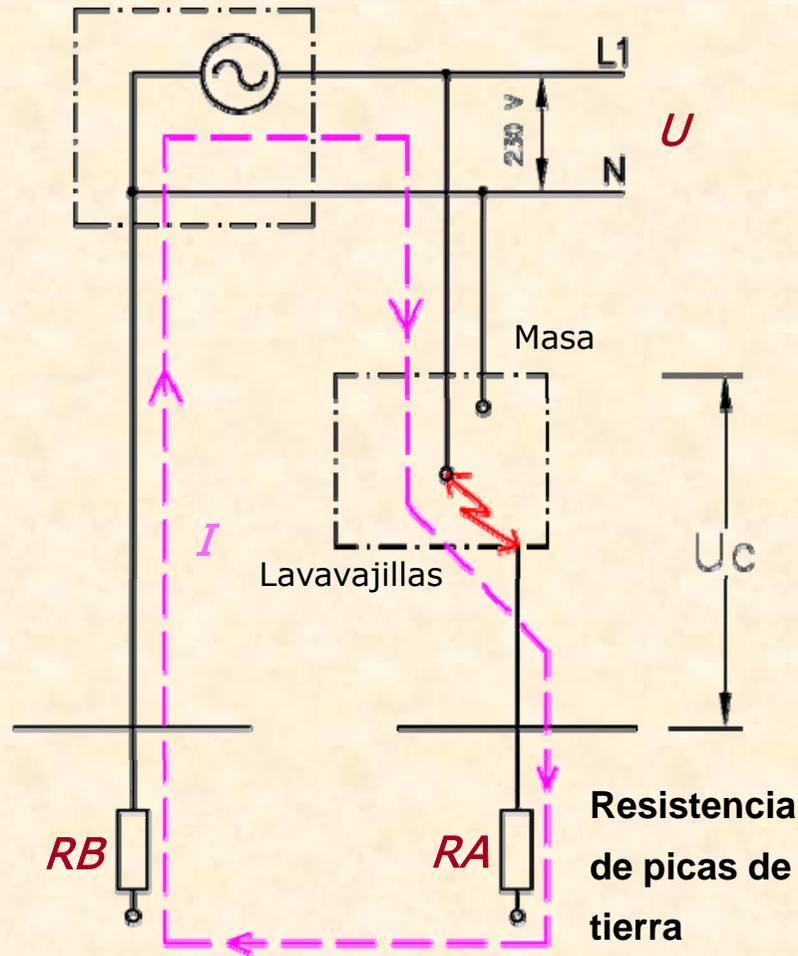
Ejemplo

La masa del lavavajillas queda en tensión, y el hombre entra en contacto con ella.



SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Contacto indirecto. Tensión de contacto



La tensión de contacto tiene un valor:

$$U_c = \frac{R_A}{R_A + R_B} \times U < 50 \text{ V}$$

- U es la tensión de 230 V
- R_B la resistencia de la toma de tierra en el transformador
- R_A la resistencia de la toma de tierra en el receptor (lavavajillas)
- U_c es la **TENSIÓN DE CONTACTO**, que debe ser menor de 50 V (en ambientes secos)

La **resistencia de tierra** debe de ser **pequeña**, para que la tensión de contacto sea baja

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Contactos indirectos

- El esquema TT *no es seguro* si no se utilizan **PROTECCIONES DIFERENCIALES y DE AISLAMIENTO**.
- El *tiempo* de funcionamiento de la *protección* debe elegirse en función de la *tensión de contacto*.

- La *tensión de contacto* es aproximadamente un *50%* de la de fase
- La corriente de fallo queda limitada por la resistencia de tierra.

CORRIENTE DIFERENCIAL	Valor máximo de Toma de tierra para tensión de contacto de <i>50 V</i>	Valor máximo de Toma de tierra para tensión de contacto de <i>25 V</i>
0.03 A	1660 Ω	833 Ω

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

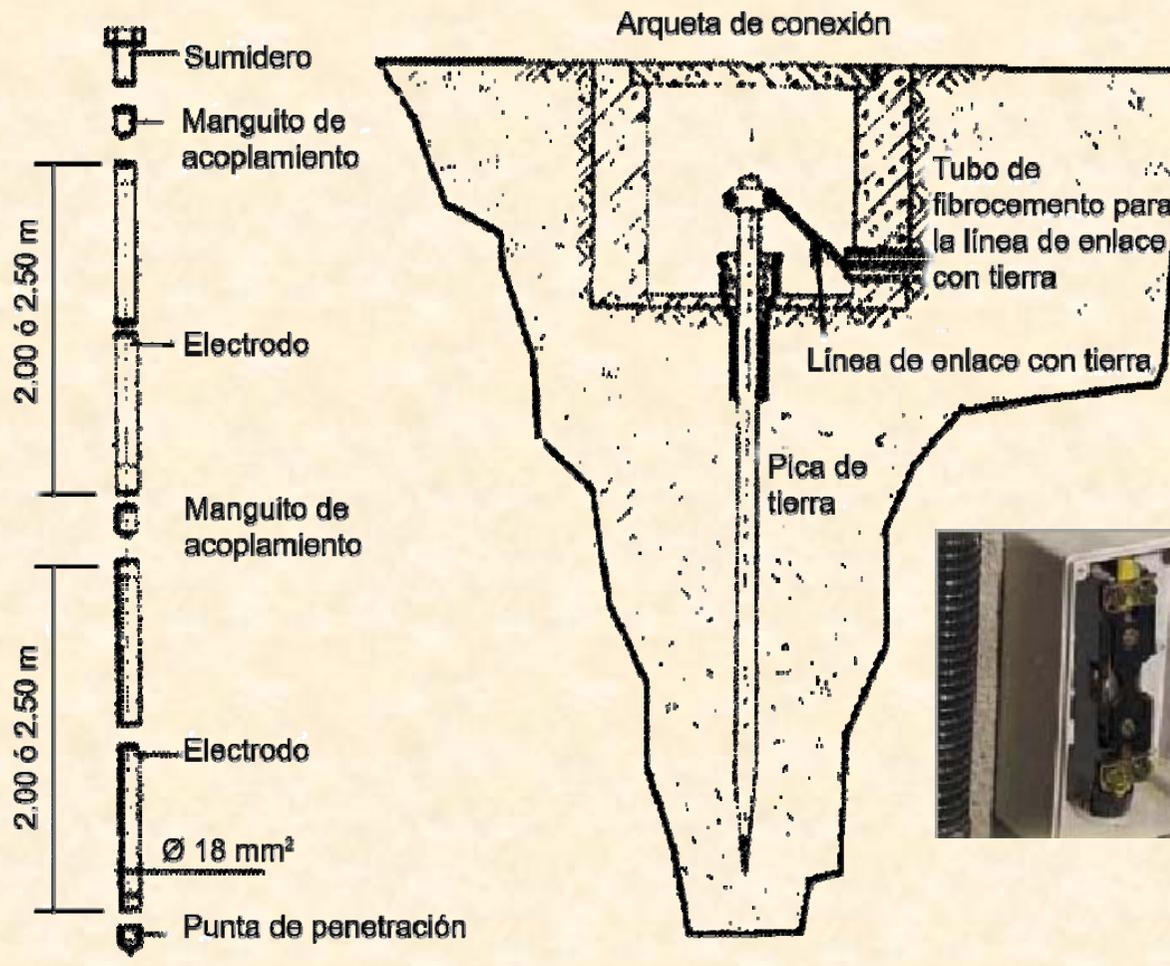
Resumen esquema TT

- Tras detectar un fallo el suministro se debe cortar
- Se *debe de poner a tierra todas las masas*
- Se deben utilizar interruptores diferenciales, ya que las tensiones de contacto pueden ser peligrosas
- *Previene incendios*
- Es fácil localizar los fallos
- Corta al primer fallo
- Problemas con las fugas frecuentes (ambientes húmedos)

Puesta a tierra

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Electrodos. Picas de tierra



El objetivo de la puesta a tierra es *limitar la tensión* que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas,

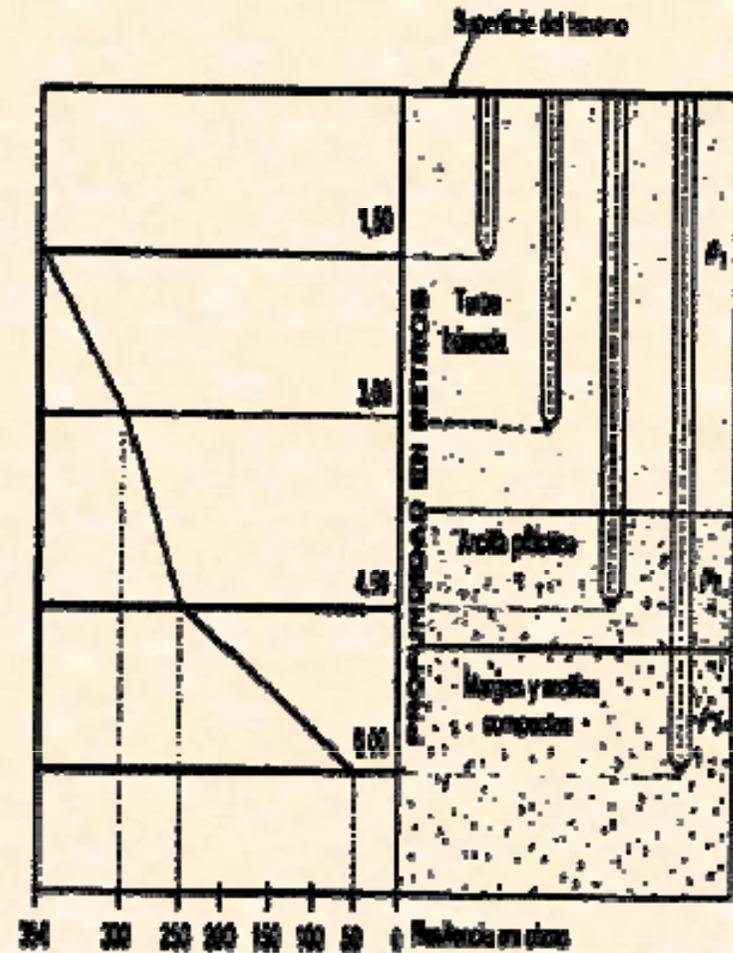
asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o *disminuir el riesgo de defecto* en algún punto de la instalación.



SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Valores orientativos de la resistividad del terreno

Naturaleza terreno	Resistividad en Ohm.m de algunas unidades a 30
Terrenos pantanosos	
Limo	20 a 100
Humas	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de abstracción	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600



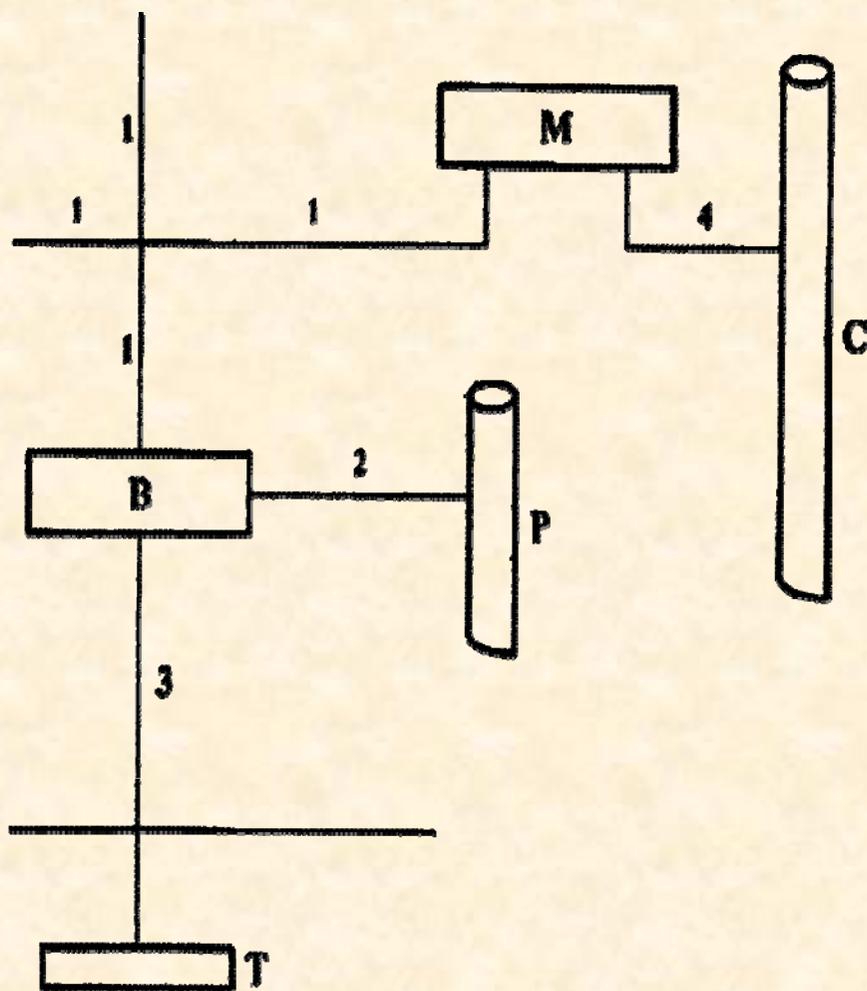
SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Factores de los que depende la resistividad de Tierra

- Al *aumentar la humedad disminuye la resistividad*.
- Terrenos con altos índices de salinidad presentan valores de resistividad menores.
- Normalmente la *profundidad* es inversamente proporcional a la *resistividad*.
- La *temperatura* ejerce un papel muy importante. Con temperaturas inferiores a 0° C (Formación de hielo), la resistividad de un mismo terreno aumenta de manera considerable.
- Suelos oscuros y profundos (Turbas, humus, limos, etc.) suelen presentar los *valores mas bajos de resistividad*.
- La *estratigrafía del terreno* influye de manera determinante.

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Esquema general del circuito de puesta a tierra



1 Conductor de protección

2 Conductor de unión equipotencial

3 Conductor de tierra

4 Conductor de equipotencialidad suplementario

B Borne principal de tierra

M Masas

C Elemento conductor

P Canalización principal agua

T Toma de tierra

Interruptor diferencial

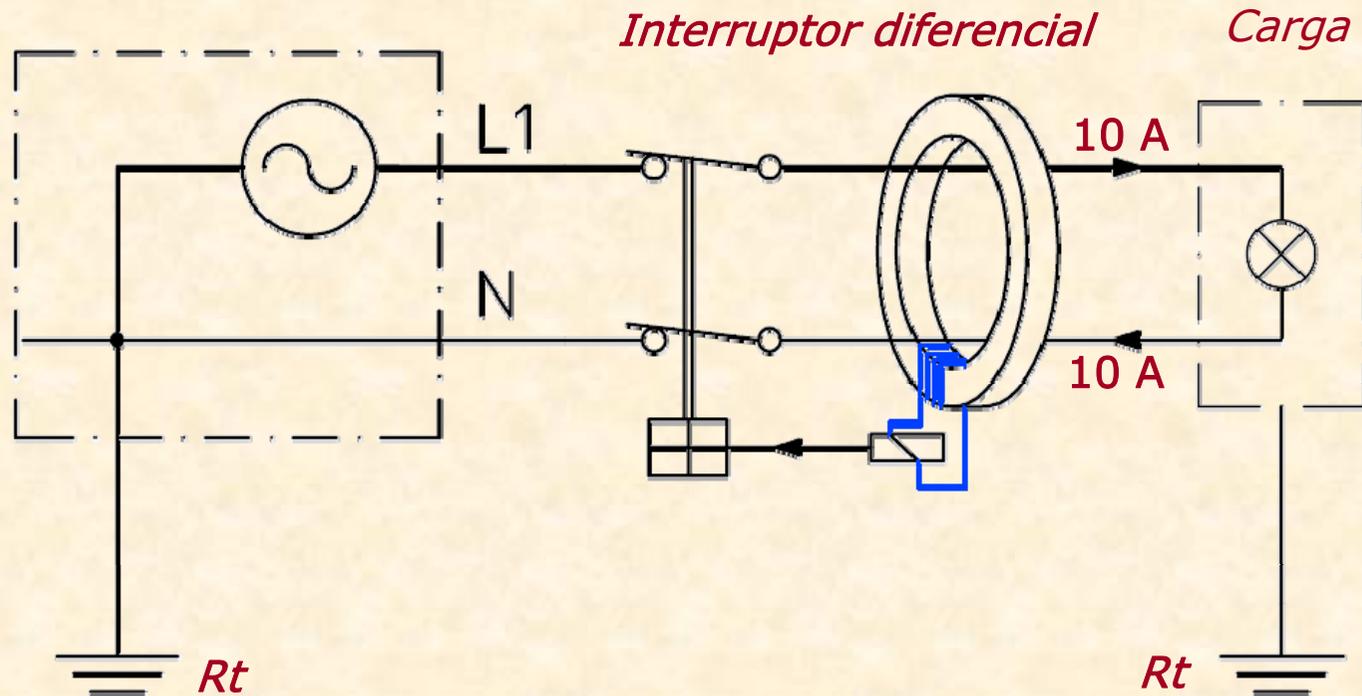
SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Necesidad de Interruptores diferenciales

- En las instalaciones eléctricas, los *contactos directos e indirectos* están siempre asociados a una *corriente de defecto* que no regresa a la fuente de alimentación por los conductores activos, debido a que en algún punto de estos conductores hay alguna *corriente de fuga a tierra*.
- El *INTERRUPTOR DIFERENCIAL* detecta esta corriente de defecto y realiza la *apertura automática del circuito* que sufre el defecto, en un tiempo corto.

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

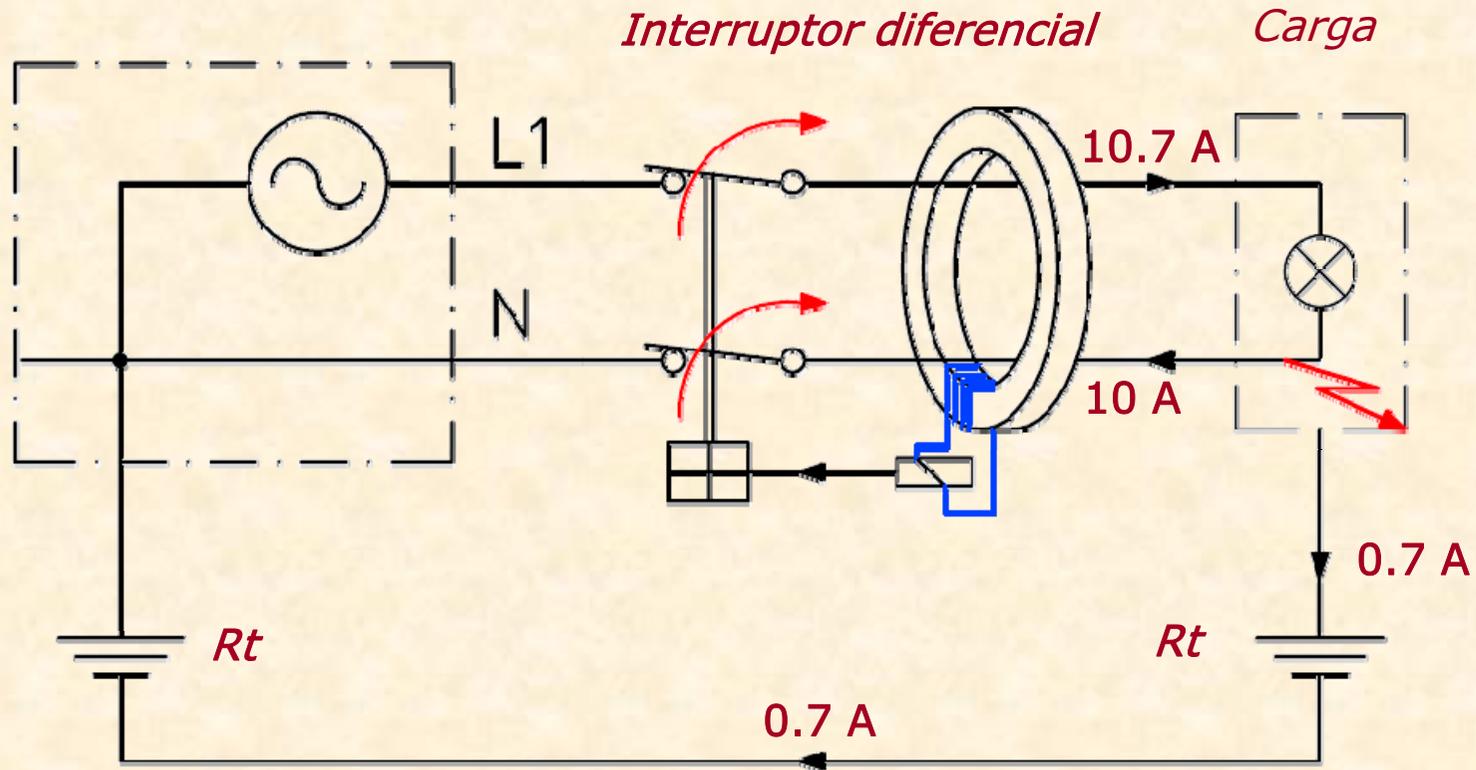
Protección diferencial



En este caso, la intensidad que **entra** por el diferencial es la misma que **sale**. No hay por tanto *corriente de fuga a tierra* y el diferencial *no actúa*.

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

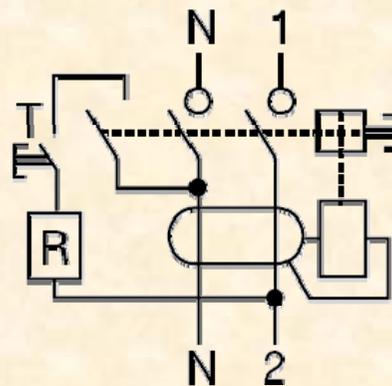
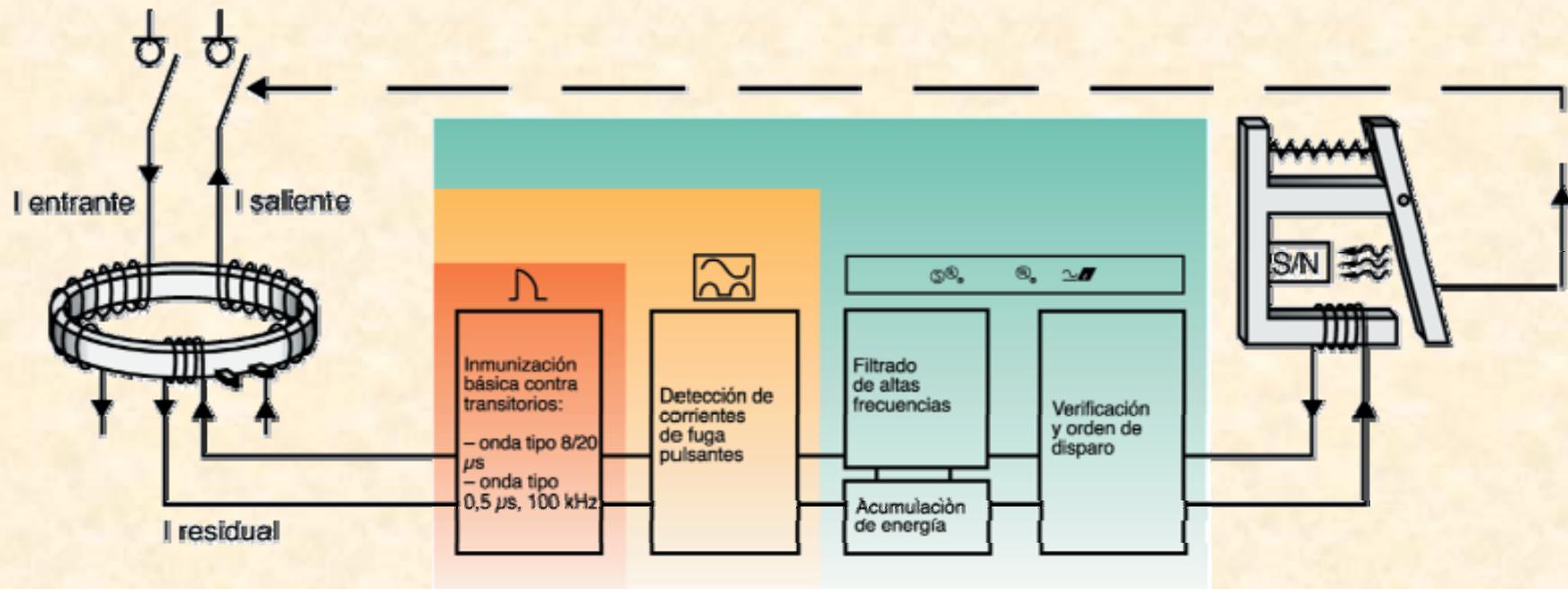
Protección diferencial



En este caso, la intensidad que **entra** por el diferencial **NO** es la misma que **sale**. Hay por tanto *corriente de fuga a tierra* y el diferencial **ACTÚA**, **CORTANDO LA ALIMENTACIÓN.**

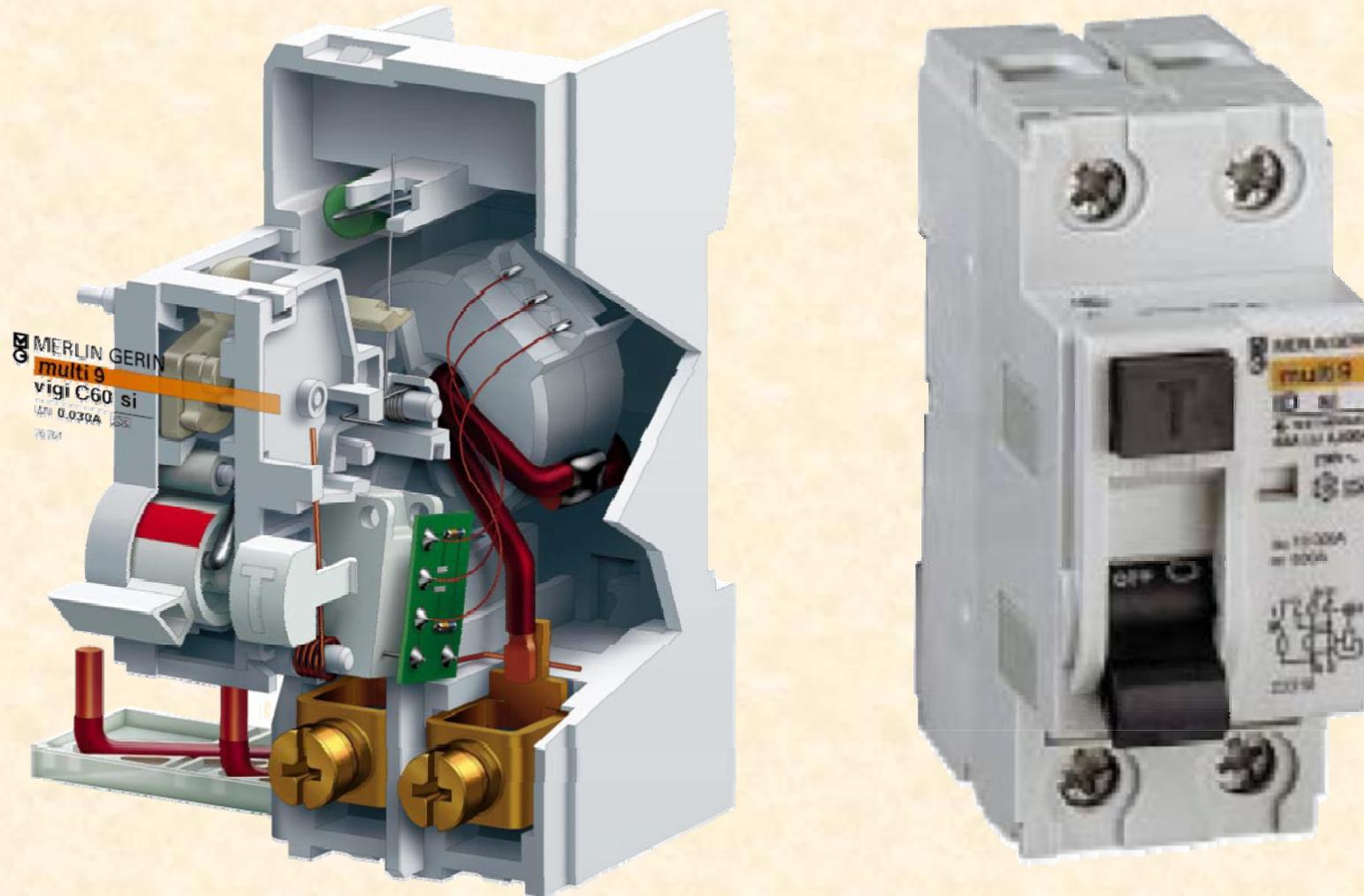
SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Protección diferencial. Bloques funcionales



SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Protección diferencial



Calibre: 25 A. Sensibilidad: 30 mA. Tensión: 220 VCA

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Aparamenta en instalaciones de B.T.

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Funciones de la aparamenta

- Protección de circuitos:
 - Contra **sobrecargas** : *INTERRUPTOR AUTOMÁTICO*
 - Contra **cortocircuitos** : *FUSIBLES, INTERRUPTOR AUTOMÁTICO*
 - Defectos de aislamiento: *INTERRUPTOR DIFERENCIAL*
- Seccionamiento: *SECCIONADOR*
- Control y mando: *CONTACTORES*

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Contactores

- APARAMENTA DE APERTURA O CIERRE.
- *Gran Frecuencia y número* de maniobras
- *Mando eléctrico a distancia*
- Maniobra de cargas de *potencia elevada* con señales de *baja potencia* (circuito de mando)



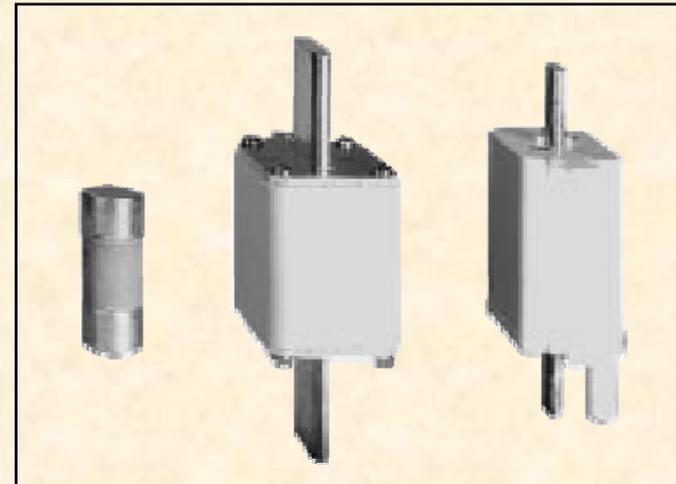
SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Protección contra cortocircuitos: Fusibles

Un *cortocircuito* es el contacto directo de dos puntos con potenciales eléctricos distintos, desencadenando un **brutal aumento de corriente** que en milésimas de segundo puede alcanzar un valor cien veces superior al valor de la corriente de empleo.

Por lo tanto, es preciso que los dispositivos de protección **detecten el fallo e interrumpan el circuito rápidamente**, a ser posible antes de que la corriente alcance su valor máximo.

- Los *fusibles* proporcionan una protección con un poder de corte muy elevado y un volumen reducido.
- *Problemas*: cuando se funden se deben reponer (necesitan mantenimiento) y se puede poner un **fusible inadecuado** en el mismo portafusibles.



SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Interruptores Automáticos Magnetotérmicos

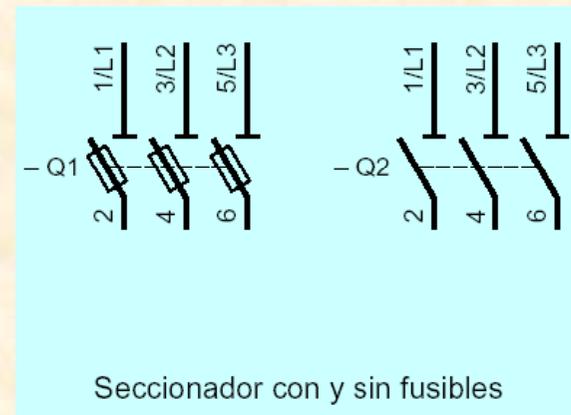
- Aparato mecánico de conexión capaz de *establecer, soportar e interrumpir corrientes* normales o elevadas.
- Poder de corte elevado (1.5 a 100 KA)
- Función de protección
- Desconecta automáticamente corrientes de *sobrecarga* (desconectador térmico) o *cortocircuito* (desconectador magnético) antes de que la instalación sufra daños.
- Limitación en el número y frecuencia de maniobras.
- Presentan mayor seguridad y prestaciones que los fusibles.



SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Seccionador

- Los equipos eléctricos sólo se deben manipular cuando están *desconectados*.
- El seccionamiento consiste en *aislar eléctricamente una instalación de su red de alimentación*, según los criterios de seguridad que establecen las normas.
- No se puede abrir el seccionador con carga.



SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Interruptor de carga

El interruptor de corte en carga es esencialmente:

- Un aparato **de mando**:
 - Generalmente **manual** (eventualmente de apertura eléctrica)
 - Capaz de **abrir y cerrar un circuito en carga**.
 - No necesita ningún tipo de alimentación para permanecer abierto o cerrado
- Por motivos de seguridad, el interruptor posee a menudo aptitud al **seccionamiento**.
- El interruptor debe siempre ser utilizado en **coordinación** con un dispositivo de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.



Figura 6: Interruptor en carga



Figure 7: Seccionador

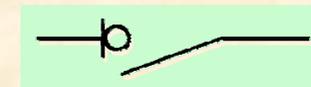


Figure 5: Interruptor en carga/seccionador

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Interruptor de control de potencia

- Interruptor destinado a *interrumpir el paso de la electricidad* cuando esta **exceda una POTENCIA determinada**.
- Va instalado en la caja que también aloja a automáticos y diferenciales.
- Se le distingue por llevar impreso **ICP** y por estar sellado por la compañía eléctrica.



Protección de instalaciones de B.T.

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Exigencias de la distribución de energía eléctrica

- Proteger las instalaciones contra:
 - Sobrecargas
 - Cortocircuitos
 - Defectos de aislamiento
- Teniendo en cuenta
 - Aspectos reglamentarios (especialmente la seguridad a las personas)
 - Requerimientos técnicos y económicos

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Conductores y bornas de conexión

- Dependiendo del tipo de instalación y de las aplicaciones, debe utilizarse un *tipo de cable determinado* que resultará de los *cálculos adecuados* y la *consulta del REBT*, y que tendrá:
 - Una *tensión asignada*
 - Un *tipo de aislamiento*
 - Una *cubierta*
 - Una *forma del conductor*
 - *Número de conductores por sección*
- Se ha de tener en cuenta la *caída de tensión en los conductores*, que dependerá de la longitud y la intensidad recorrida.
- Las *bornas* se han de elegir dependiendo de la *corriente recorrida*, y se han de *conectar adecuadamente a los conductores* (bien atornilladas)

SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Grado de electrificación básico

El **grado de electrificación básica** se plantea como el **sistema mínimo**, a los efectos de uso, de la instalación de las **viviendas en edificios nuevos**. Su objeto es permitir la utilización de los aparatos electrodomésticos de uso básico sin necesidad de obras posteriores de adecuación.



C1 : Iluminación



C2 : Tomas de corriente de uso general (20 máx.) + frigorífico



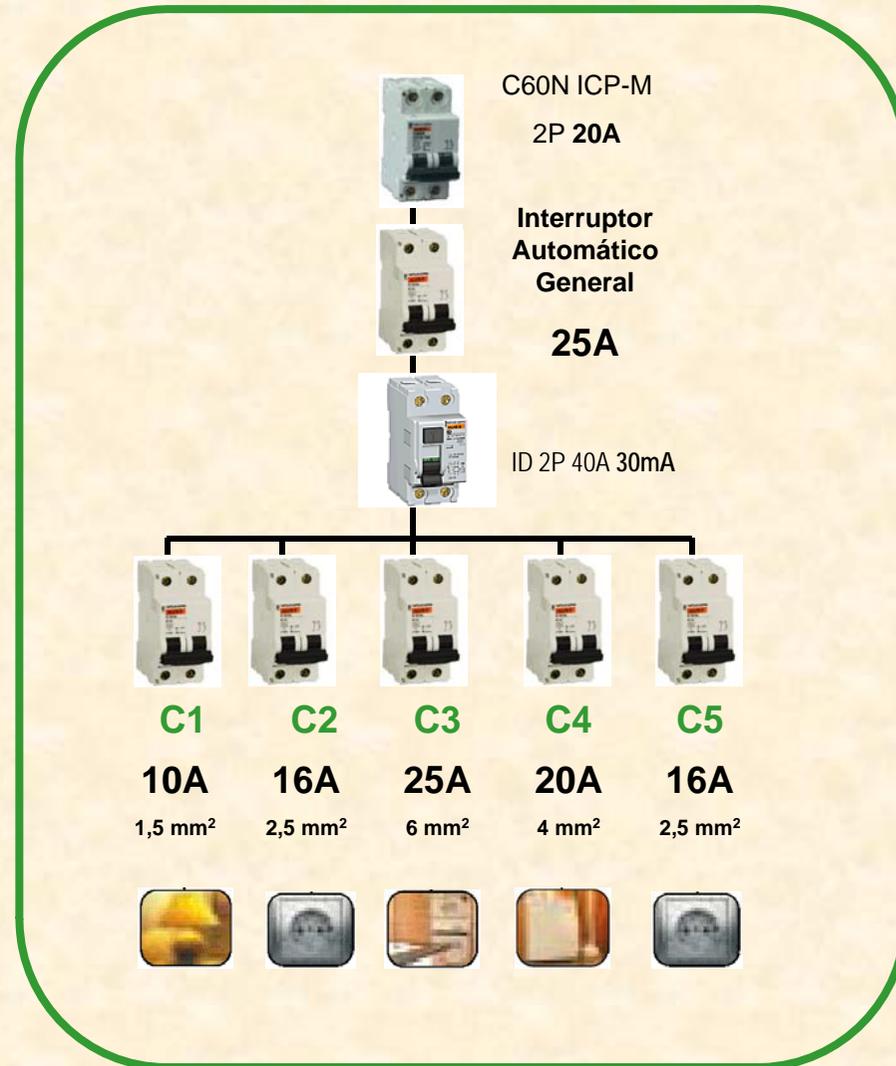
C3 : Cocina y horno



C4 : Lavadora, lavavajillas, termo eléctrico



C5 : Tomas de corriente cuarto de baño (máx. 6)



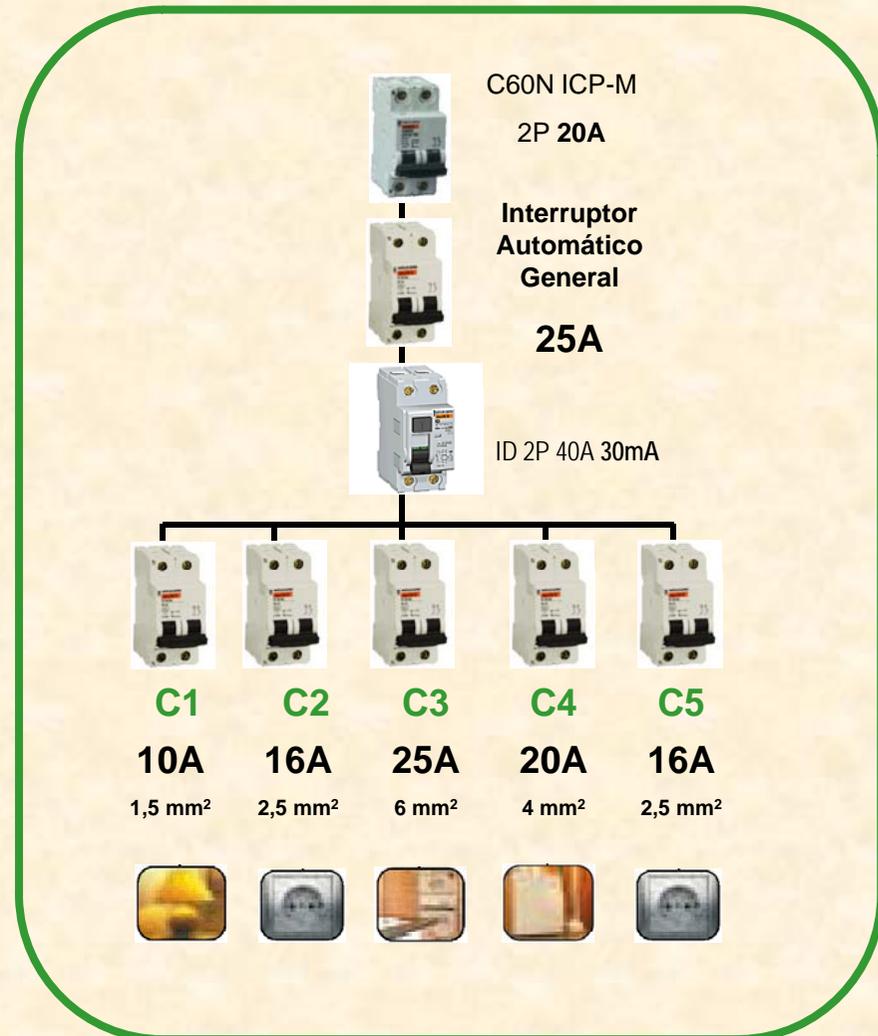
SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Grado de electrificación elevado

¿ Cuando pasamos al grado de electrificación elevado ?

- Si se prevé un **consumo superior al básico**
- Si se requiere **calefacción eléctrica**
- Si se requiere **aire acondicionado**
- Si la superficie útil es superior a **160 m²**

Será necesario pasar al grado de electrificación elevado



SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES DE BT

Grado de electrificación elevado

