

MÓDULO CUATRO INSTALACIONES ELÉCTRICAS
Y AUTOMATISMOS

U.D. 2 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

M 4 / UD 2

ÍNDICE

Introducción.....	49
Objetivos	51
1. Instalaciones eléctricas. Clasificación	53
1.1. Tensiones reglamentarias	53
1.2. Distribución y utilización.....	54
1.3. Vivienda, industria	55
1.4. Aéreas y subterráneas.....	58
1.5. Otras consideraciones.....	59
2. Protecciones. Tipos y características. Aplicaciones.....	60
2.1. Riesgos de la electricidad.....	60
2.2. Protección contra sobrecorrientes.....	61
2.3. Protección contra contactos directos e indirectos	62
2.4. Importancia	65
3. Montaje y conexionado de elementos de protección, mando y señalización.....	66
3.1. Aparamenta eléctrica y protección	66
3.2. Seccionamiento y seccionadores.....	66
3.3. Mando e interruptores.....	67
3.4. Dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos.....	67
3.5. Dispositivos de protección contra corrientes de defecto	74
3.6. Otros dispositivos de protección	76
4. Conductores eléctricos. Clasificación y aplicaciones.....	78
4.1. Cables y conductores	78
4.2. Conductores, aislantes y protecciones. Cualidades y limitaciones	78
4.3. El cable en funcionamiento. Calor y temperatura.....	81
4.4. Designación	81
4.5. Colores	83

5. Cuadros eléctricos. Tipología y características.	
Campos de aplicación.....	84
5.1. Objeto	84
5.2. Cuadros por niveles.....	84
5.3. Sistemas de instalación y montaje	86
5.4. Problemática de los cuadros eléctricos:	
calor, humedad, ampliaciones, reparaciones	87
6. Canalizaciones. Tipología y características.	
Campos de aplicación.....	91
6.1. Tipos de canalizaciones	91
6.2. Sistemas de instalación según el REBT.....	92
6.3. Influencia de las canalizaciones en el diseño de	
las instalaciones	94
7. Montaje de instalaciones. Técnicas y procedimientos	95
7.1. Montaje según normas.....	95
7.2. Exigencias	95
7.3. Condiciones de los diversos sistemas de instalación	96
8. Medidas eléctricas en las instalaciones	98
8.1. Medida de tensiones	98
8.2. Medida de intensidad de corriente (tester)	98
8.3. Medida de intensidad de corriente (pinza)	99
8.4. Medida de resistencias de valor bajo: óhmetro.....	99
8.5. Medida de resistencias de alto valor: medida de	
aislamiento.....	100
8.6. Medida de continuidad	101
8.7. Medida de la potencia en ca.....	101
9. Normativa y reglamentación electrotécnica	103
9.1. El REBT	103
9.2. El real decreto. El reglamento	103
9.3. Relación de itc's agrupadas por su área de aplicación	105
9.4. Las normas une en el REBT	106
9.5. Las guías del ministerio	106

9.7. Otros reglamentos relacionados con las instalaciones de frío y calor	107
Resumen	109
Bibliografía	111

INTRODUCCIÓN

Las instalaciones eléctricas nos permiten disponer de la energía eléctrica en cada punto de utilización. Pero para que estas instalaciones sean seguras han de cumplir lo dispuesto en el REBT y las Normas.

El nuevo Reglamento de 2002 constituye, junto con las Normas de obligado cumplimiento, un marco jurídico que obliga al instalador a ofrecer al usuario una seguridad y calidad mínimas determinadas.

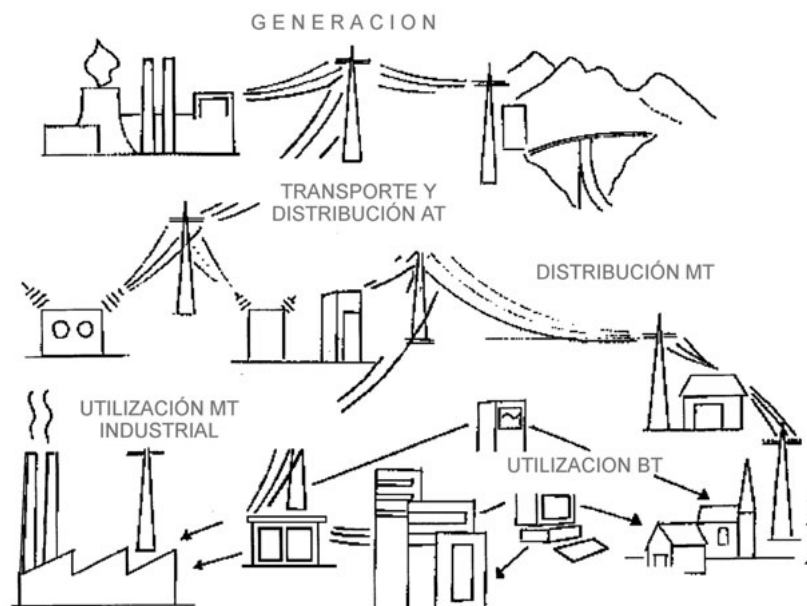
El principal objetivo del presente Reglamento es la seguridad. La consecución de la seguridad obliga a cumplir todas y cada una de las prescripciones, tanto de fabricación como de instalación y uso.

OBJETIVOS

- Conocer las protecciones eléctricas y los mecanismos que se utilizan.
- Conocer los cables y canalizaciones eléctricas, según el REBT.
- Conocer las principales técnicas y métodos de instalación.
- Conocer la estructura del REBT.

1. INSTALACIONES ELÉCTRICAS. CLASIFICACIÓN

Las instalaciones eléctricas parten de la red pública (generación y transporte) para llegar (distribución AT, MT y BT) a cada uno de los puntos de utilización de los usuarios BT.



1.1. Tensiones reglamentarias

El REBT (artículos 4) fija estos valores para la BT:

Tensión	c.a.	c.c.
	(Valor eficaz) Voltios	(Valor medio aritmético) Voltios
Pequeña	$Un \leq 50$	$Un \leq 75$
Usual	$50 < Un \leq 500$	$75 < Un \leq 750$
Especial	$500 < Un \leq 1000$	$750 < Un \leq 1500$

Indicando después que “las tensiones nominales usualmente utilizadas en las distribuciones de corriente alterna serán: a) 230 V entre fases para las redes trifásicas de tres conductores. b) 230 V entre fase y neutro, y 400 V entre fases, para las redes trifásicas de 4 conductores.”

Después señala que “la frecuencia empleada en la red será de 50 Hz”.

Las tolerancias admitidas en tensión son $\pm 7\%$ (RD 1955/2000) y en frecuencia $\pm 0,3\%$ (RD 1995/2000 que remite a UNE 50 160).

El RAT clasifica las tensiones en

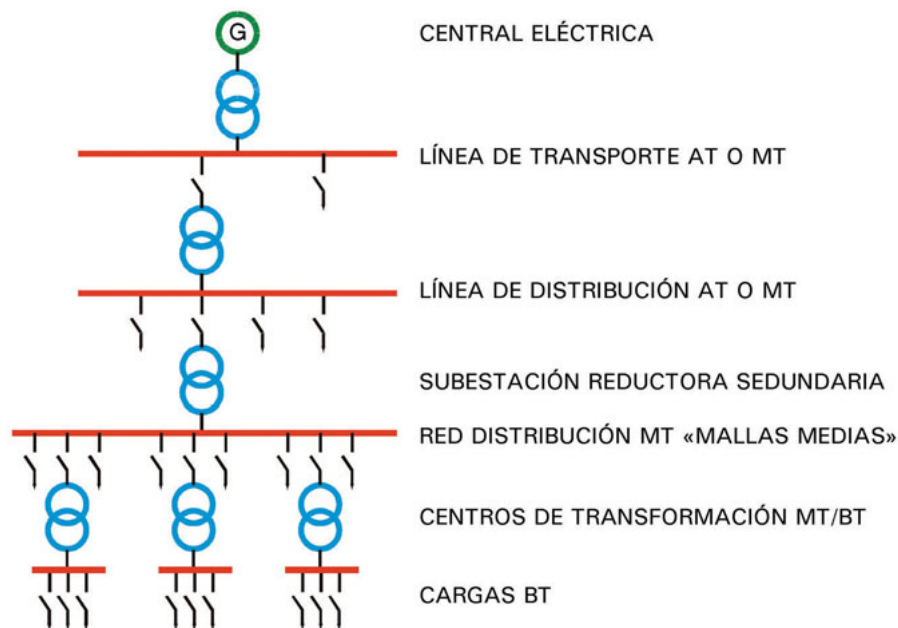
Media Tensión (MT)	$1 \text{ kV} < U \leq 50 \text{ kV}$
Alta Tensión (AT)	$50 \text{ kV} \leq U \leq 300 \text{ kV}$
Muy Alta Tensión (MAT)	$300 \text{ kV} < U < 800 \text{ kV}$

Las tensiones AT y MAT pertenecen al mundo de la producción, transporte y distribución. Sólo las manipulan los técnicos de las empresas suministradoras.

En cambio, la MT es la tensión de los centros de transformación MT/BT que son los primeros que hay aguas arriba de los usuarios, tanto industriales como domésticos. Las acometidas BT y las redes de distribución BT están directamente conectadas a estos centros. Es más, en muchas industrias se utilizan motores que trabajan, por ejemplo, a 6 kV.

1.2. Distribución y utilización

Según lo dicho, las redes de transporte (desde producción a centros MAT/AT) y las redes de distribución (desde AT hacia BT de utilización) tendrían esta estructura simplificada



1.3. Vivienda, industria

1.3.1. Las necesidades de viviendas e industrias

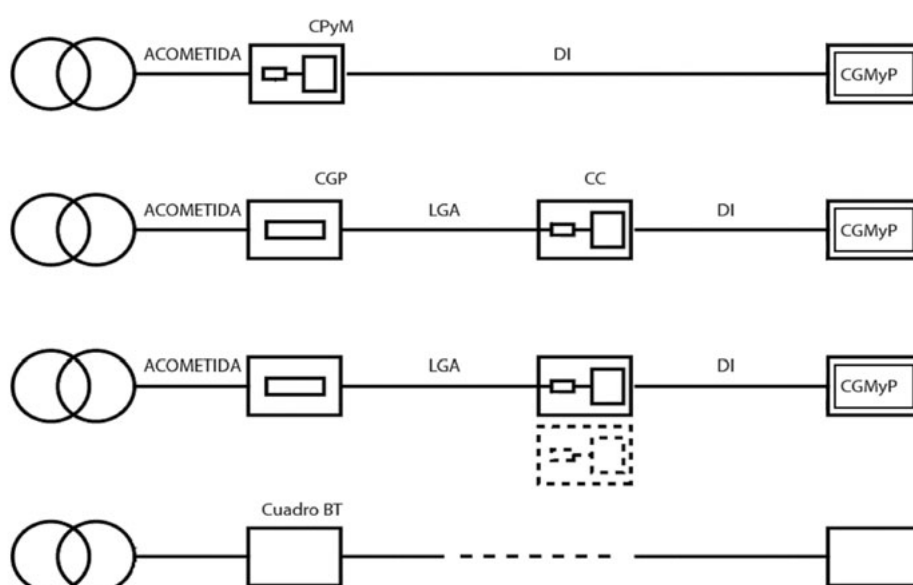
Las necesidades de viviendas e industrias son distintas y, por ello, su distribución es también diferente.

El REBT (ITC BT 10) clasifica los suministros por el tipo de edificio-usuario:

- Edificios destinados principalmente a viviendas.
- Edificios comerciales o de oficinas.
- Edificios destinados a industrias:
- Una industria específica.
- Concentración de industrias.

1.3.2. Partes de la estructura de distribución

- Acometida: parte de la instalación de la red de distribución que alimenta la caja o cajas generales de protección o unidad funcional equivalente.
- Instalaciones de enlace: las que unen la caja general de protección, o cajas generales de protección, incluidas éstas, con las instalaciones interiores o receptoras del usuario (CGP: caja general; LGA: línea general de alimentación; CC: concentración de contadores; DI: distribución interior; CGMyP: cuadro general de mandos y protección).

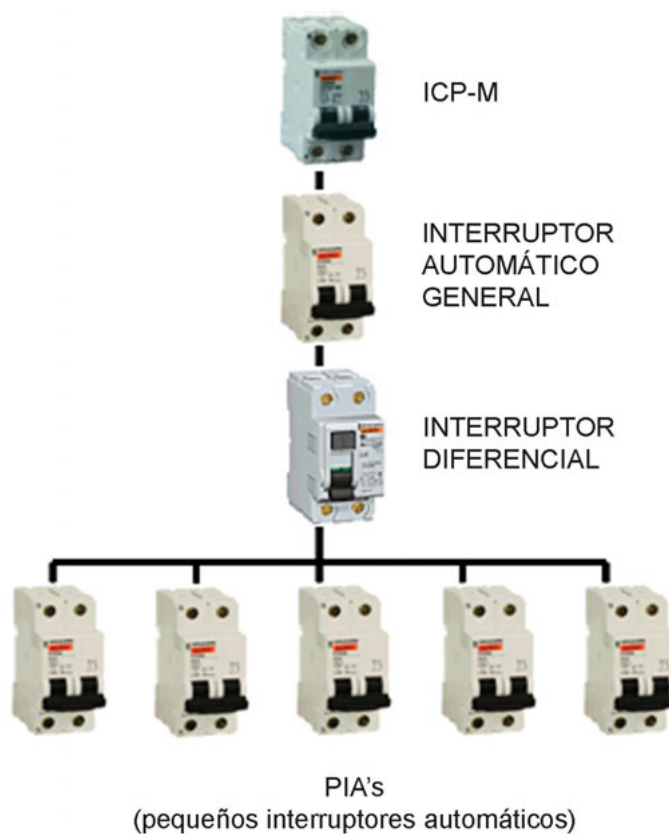


derivación individual; caja para el ICP: interruptor de control de potencia; DGMYP: dispositivos generales de mando y protección).

- Instalaciones interiores o receptoras, en general, todo tipo de instalaciones interior.
- Instalaciones interiores en viviendas: sean pisos, casas o torres.

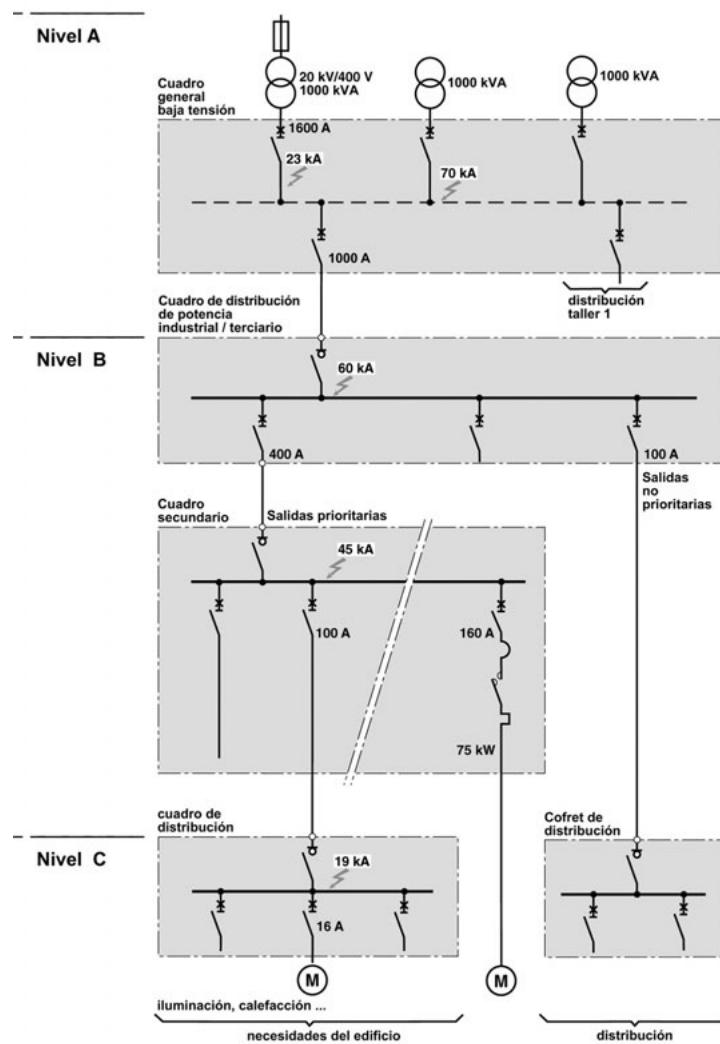
1.3.3. La distribución interior de una vivienda

La distribución interior de una vivienda tiene esta estructura general:



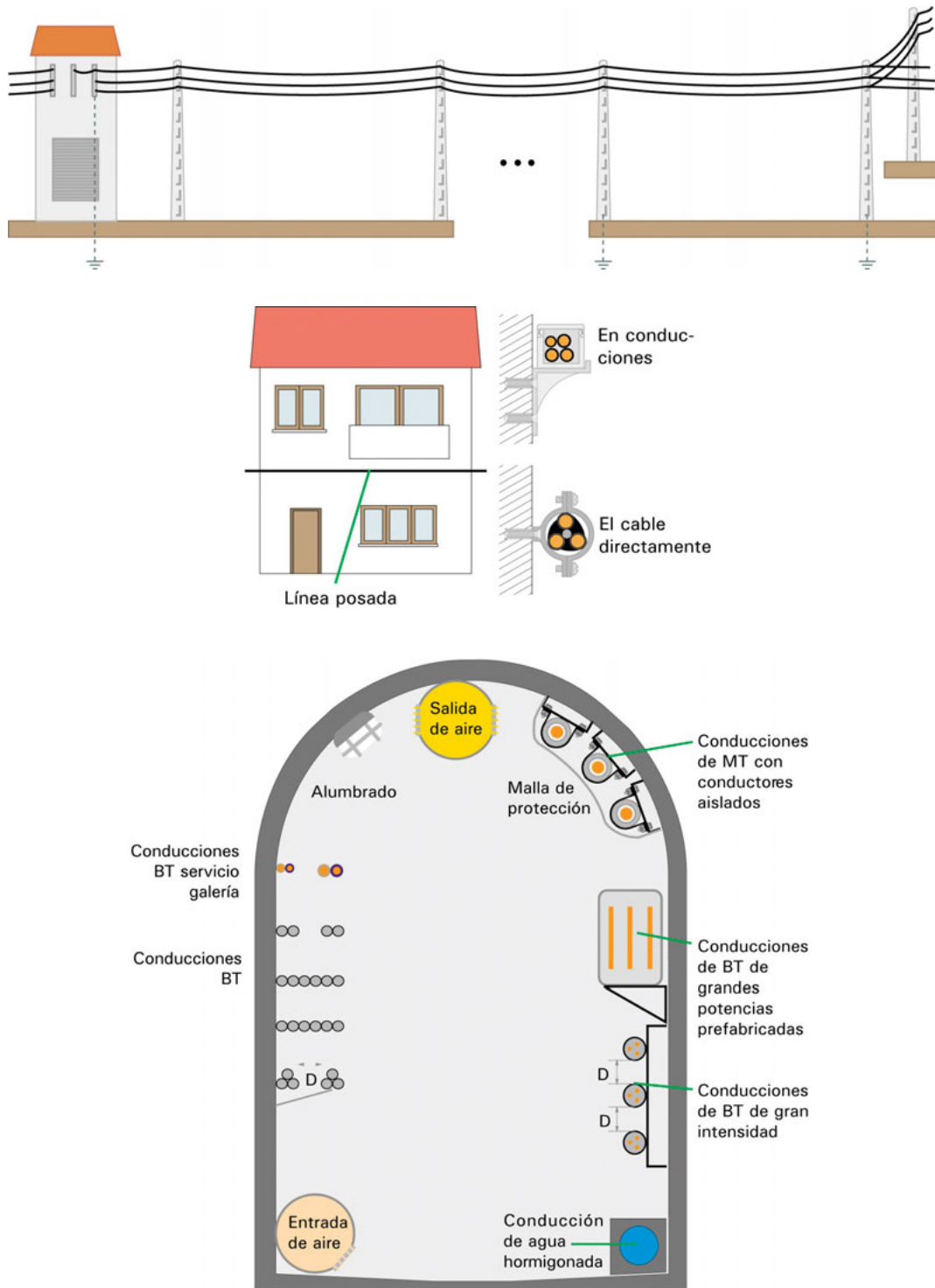
1.3.4. La distribución interior de una industria

La distribución interior de una industria suele tener esta estructura:



1.4. Aéreas y subterráneas

Las instalaciones pueden también clasificarse en aéreas y subterráneas. Las aéreas, a su vez, pueden ser tensadas (entre postes) y posadas (puestas en las paredes).



1.5. Otras consideraciones

El artículo primero del REBT indica que las instalaciones eléctricas deben ser seguras y que se debe de asegurar el funcionamiento de las mismas. Todo el sistema de distribución y toda la normativa pretende estos objetivos: seguridad y disponibilidad.

Seguridad: evitar o limitar las consecuencias de los defectos: electrocución, incendios,...

Disponibilidad: la actuación de las protecciones debe separar la parte de la instalación con defecto dejando el resto en condiciones seguras de funcionamiento.

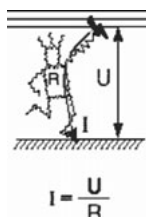
2. PROTECCIONES. TIPOS Y CARACTERÍSTICAS. APLICACIONES

2.1. Riesgos de la electricidad

La electricidad es una forma de energía que tiene importantes riesgos, por sí misma y porque su utilización ha calado en todas las actividades humanas. Se citan únicamente 3 riesgos, los más importantes: riesgo para las personas, riesgo de no disponibilidad de la energía y riesgo de incendio.

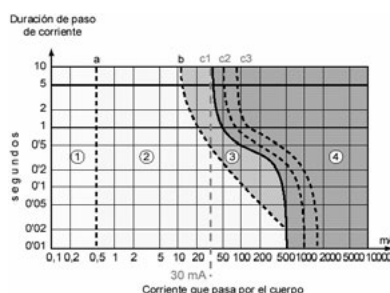
2.1.1. Riesgo de electrocución de personas

Ante todo hay que tener muy claro que “lo que mata son los amperios; pero que pasan amperios porque hay voltios” (ley de Ohm). Si una persona toca un elemento con tensión, puede aparecer una ddt y, por tanto, circular una corriente.



El valor de esta corriente por el cuerpo y su probable daño depende de varios factores, destacando: duración y valor de la intensidad, recorrido.

La duración e intensidad se pueden estudiar en la siguiente gráfica (de normas):



en la que se considera que:

- Zona 1: umbral de percepción.
- Zona 2: gran malestar y dolor (¡ya puede ser mortal!).
- Zona 3: contracciones musculares.
- Zona 4: parada cardíaca, parada respiratoria.

A pesar de estas zonas, nunca puede afirmarse que no haya riesgo en la manipulación de la energía eléctrica.

Respecto al recorrido, los más peligrosos son los que interesan al corazón.

2.1.2. Riesgo de no disponibilidad

La no disponibilidad de energía eléctrica tiene dos aspectos importantes:

- Seguridad: aumento de riesgo y hasta la aparición de graves peligros, por ejemplo, por fallo de alumbrado en instalaciones con público.
- Coste: el paro de toda una línea de producción por un defecto en un único punto de una fábrica puede tener muy graves consecuencias económicas.

2.1.3. Riesgo de incendio

Una parte muy importante de los incendios, sobre todo en las viviendas, tiene su origen en sobrecargas y, después, cortocircuitos. En la industria se une al riesgo eléctrico la manipulación de sustancias peligrosas y, además, en gran cantidad.

Las consecuencias de los incendios para las personas, los bienes y los puestos de trabajo son evidentes.

2.2. Protección contra corrientes

Las sobrecorrientes pueden ser motivadas por (ITC BT 22) sobrecargas, cortocircuitos o descargas eléctricas atmosféricas.

2.2.1. Sobrecargas y su protección

El concepto y, sobre todo, el valor de sobrecarga es difícil de definir. Se puede decir que sobrecarga es un aumento, porcentualmente bajo, de la intensidad en un circuito hasta valores que no pueden mantenerse largo tiempo, porque se deterioran las líneas.

Las sobrecargas pueden ser previstas y tolerables, como las producidas por el arranque de un motor. Pero muchas sobrecargas son indeseables, nefastas y generadoras de grandes riesgos, como el conectar un exceso de consumidores en una determinada instalación o enchufe sin pensar en la sección de las líneas.

La protección contra sobrecargas se calcula para que el conductor no quede dañado por el aumento de temperatura. El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.

La protección contra sobrecorrientes se basa en mecanismos con respuesta a tiempo dependiente o a tiempo inverso: es decir, si hay poco aumento de la intensidad, tardan mucho en actuar; si hay mucho aumento, tardan poco.

Estos dispositivos pueden estar constituidos por un interruptor automático de corte omnipolar con curva térmica de corte, o por cortacircuitos fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas.

2.2.2. Cortocircuitos y su protección

El cortocircuito es una elevación porcentualmente muy importante de la intensidad, motivada por la unión de dos puntos a diferente tensión sin prácticamente resistencia, por ejemplo, cuando se unen fase y neutro en una canalización.

El cortocircuito es una circunstancia brutal de sobreintensidad. En una instalación doméstica que trabaja normalmente entre 10 y 15 amperios, por ejemplo, se puede llegar instantáneamente a 3 ó 4000 amperios. En la industria y en la distribución, con grandes secciones y potencias disponibles, se puede llegar fácilmente a 100.000 ó más amperios... de hecho, se llegaría si no actuaran las protecciones.

La protección contra cortocircuitos se basa en dispositivo a tiempo independiente, es decir, cuando el valor de la sobreintensidad llega a un valor prefijado, actúa inmediatamente la protección.

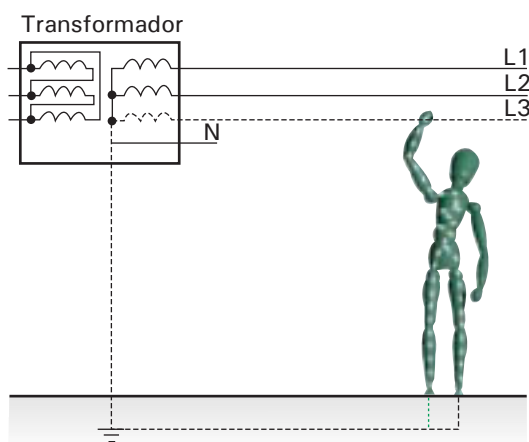
Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte omnipolar.

2.3. Protección contra contactos directos e indirectos

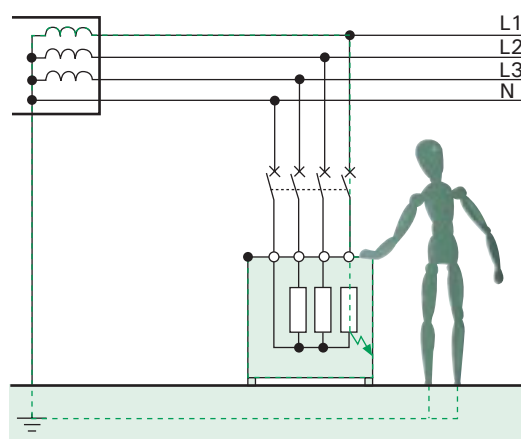
2.3.1. Conceptos previos

La descripción de los sistemas de protección requiere el conocimiento de algunos conceptos previos (definiciones de la ITC-BT-01):

- Conductores activos: consideran como conductores activos en toda instalación los destinados normalmente a la transmisión de la energía eléctrica. Esta consideración se aplica a los conductores de fase y al conductor neutro en corriente alterna y a los conductores polares y al compensador en corriente continua.
- Contacto directo: Contacto de personas o animales con partes activas de los materiales y equipos.



- Contacto indirecto: Contacto de personas o animales domésticos con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento.



2.3.2. Protección contra contacto directo e indirecto a la vez

La protección contra contactos directos e indirectos a la vez se realiza mediante la utilización de muy baja tensión de seguridad.

Es decir, la única forma de protegerse contra todo tipo de accidente es utilizar tensiones no peligrosas

2.3.3. Protección contra contactos directos

La forma de protegerse es impedir el contacto con las partes activas, por separación (distancia) o por aislamiento.

Además, complementariamente, es decir, por si falla lo anterior, que es obligatorio, se utilizan los interruptores diferenciales.

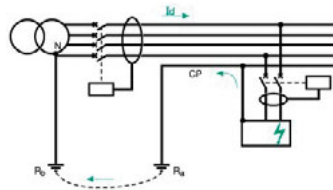
2.3.4. Protección contra contactos indirectos

Esta protección es más compleja porque hay bastantes maneras de realizarlo.

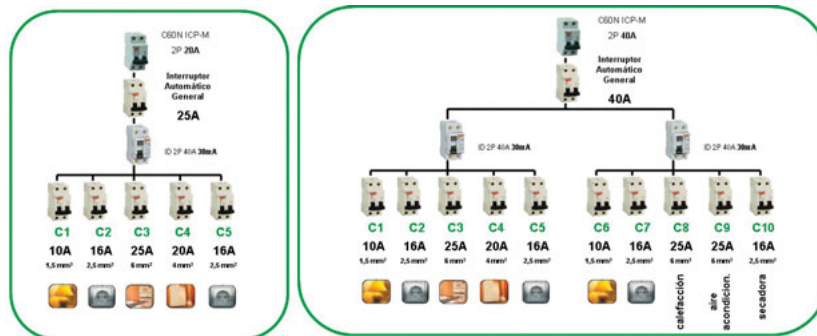
Protección por corte automático de la alimentación

Este sistema de protección supone la detección del defecto y, después, el corte, pero depende del sistema de distribución de energía.

Con la distribución usual TT, tenemos:



- Detección del defecto: se cierra circuito por tierra.
- El valor de la corriente de defecto puede ser bastante bajo, lo que obliga a utilizar mecanismos de alta sensibilidad (mejor o igual que 30 mA).
- El corte se produce o en toda la instalación (viviendas con un único diferencial) o en sólo la rama con defecto (viviendas o instalaciones con varios niveles de protección diferencial).



Otros sistemas

La utilización de equipos con aislamiento de la clase II, es decir, además del aislamiento funcional (aislamiento que permite funcionar) tiene otro aislamiento especial que impide la propagación de cualquier tensión.

Además, hay condiciones especiales de la protección en los locales o emplazamientos no conductores o utilizando conexiones equipotenciales locales no conectadas a tierra.

	Clase 0	Clase I	Clase II	Clase III
Características principales de los aparatos	Sin medios de protección por puesta a tierra	Previstos medios de conexión a tierra	Aislamiento suplementario pero sin medios de protección por puesta a tierra	Previstos para ser alimentados con baja tensión de seguridad (MBTS)
Precauciones de seguridad	Entorno aislado de tierra	Conexión a la toma de tierra de protección	No es necesaria ninguna protección	Conexión a muy baja tensión de seguridad

Otro sistema de protección es por separación eléctrica, es decir, utilizando transformadores-separadores.

2.4. Importancia

El RD de aprobación del REBT y, expresamente, el artículo 1º del Reglamento destacan la seguridad como el primer objetivo del reglamento.

Las instalaciones eléctricas deben de ser seguras, pero, como la falta o el accidente se pueden producir, el técnico debe siempre prever las protecciones reglamentarias.

Las protecciones, además, deben de estar coordinadas con toda la instalación. Como se verá, la coordinación cable-protección es esencial para asegurar que la protección actúa antes de que se produzca una avería grave.

3. MONTAJE Y CONEXIONADO DE ELEMENTOS DE PROTECCIÓN, MANDO Y SEÑALIZACIÓN

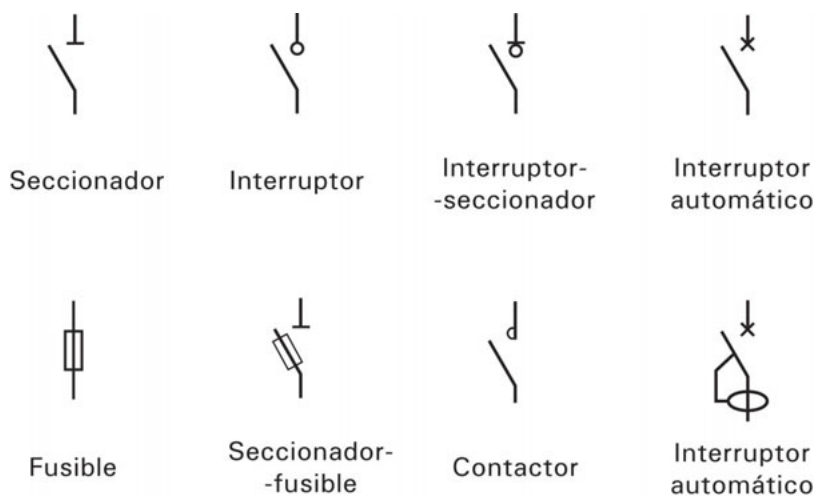
3.1. Aparamenta eléctrica y protección

El REBT define la aparamenta como el equipo, aparato o material previsto para ser conectado a un circuito eléctrico con el fin de asegurar una o varias de las siguientes funciones: protección, control, seccionamiento, conexión. (ITC-BT-01)

Se suele decir que las funciones de la aparamenta son:

- Seccionamiento.
- Mando.
- Protección.

Éstos son los símbolos principales de la aparamenta.



3.2. Seccionamiento y seccionadores

Seccionamiento es sinónimo de separación, de aislamiento.

Su objeto garantizar el aislamiento eléctrico de la parte de la instalación aguas abajo para garantizar la seguridad del personal que realiza instalaciones o mantenimiento.

Su símbolo es:



El candado impide la actuación. La llave (= permiso) debe de estar en poder del responsable y/o del encargado.

3.3. Mando e interruptores

Los interruptores tienen la misión de establecer o interrumpir el circuito en el que están insertados.

Son de actuación voluntaria e inmediata. Pueden ser actuados manualmente o por telemando.

Sus principales características son su tensión y su corriente de empleo.

Su símbolo es:



3.4. Dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos

Un dispositivo de protección tiene la misión de cortar la alimentación cuando se produce un defecto.

Como se ha dicho, los principales defectos son las sobrecorrientes y los defectos por contacto directo e indirecto.

3.4.1. Defecto – protección

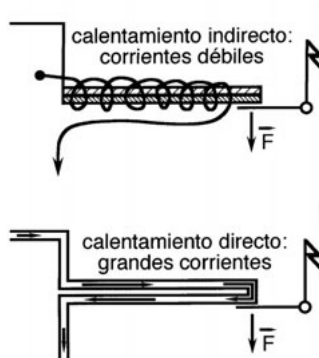
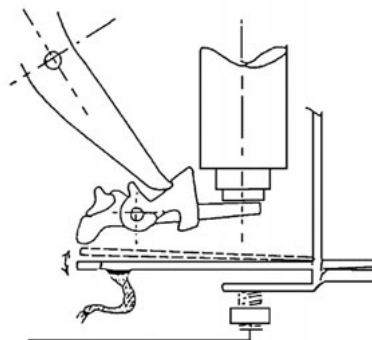
Cada defecto tiene una protección específica, especialmente sensible a ese tipo de defecto.

Defecto	Protección
Sobreintensidad: - sobrecarga - cortocircuito	Interruptores automáticos con - relés térmicos - relés magnéticos Fusible calibrados
Contactos indirectos (vulgarmente, derivaciones)	Diferenciales - interruptores diferenciales - relés diferenciales
Sobretensiones	Limitadores de sobretensión, Descargadores

3.4.2. El térmico

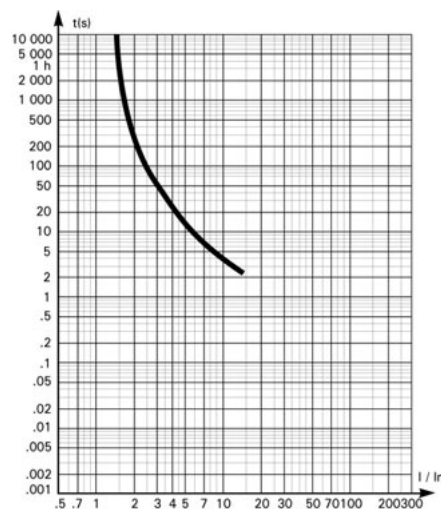
El relé térmico es el dispositivo que provoca el disparo del interruptor automático cuando se produce una sobrecarga.

Consta, esencialmente, de una bilámina que con el calor se dilata, se deforma, y dispara un trinquete.



La curva de respuesta de un relé térmico es del tipo “tiempo dependiente e inverso”, es decir, su respuesta depende del tiempo que dure la sobrecarga; pero, inversamente, o sea, a más sobreintensidad, menor tiempo de respuesta.

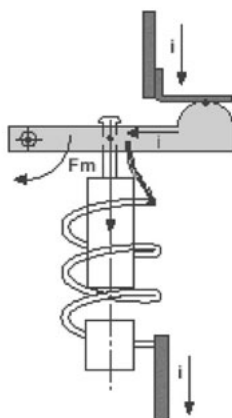
Esto queda representado en una gráfica típica, en forma de media luna:



3.4.3. El magnético

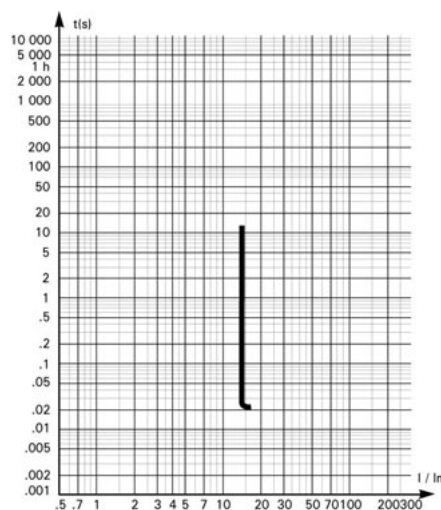
El relé magnético es el dispositivo que provoca el disparo del interruptor automático cuando se produce un cortocircuito.

Consta esencialmente de un electroimán que, al ser recorrido por determinada corriente, provoca la apertura de los contactos del interruptor automático.



La curva de respuesta es del tipo “tiempo independiente”, es decir, su respuesta no depende del tiempo: cuando el valor de la corriente llega al valor preajustado, provoca el disparo del interruptor automático.

Esto queda representado en una gráfica recta y vertical:



3.4.4. El interruptor automático

Interruptor automático es un dispositivo capaz de establecer, mantener e interrumpir las intensidades de corriente de servicio, o de establecer e interrumpir automáticamente, en condiciones predeterminadas, intensidades de corriente anormalmente elevadas, tales como las corrientes de cortocircuito.

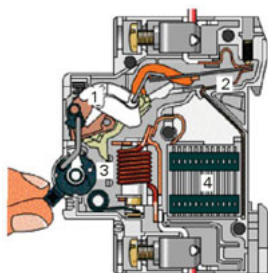


El interruptor de control de potencia y magnetotérmico (ICP-M) es, según el REBT, un aparato de conexión que integra todos los dispositivos necesarios para asegurar de forma coordinada:– Mando – Protección contra sobrecargas – Protección contra cortocircuitos.

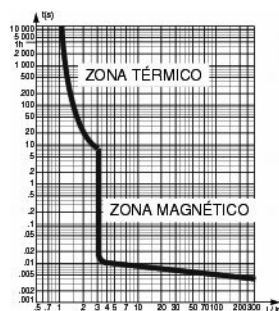
El ICP-M es un tipo concreto de interruptor automático magnetotérmico.

El interruptor automático magnetotérmico consta de un térmico y un magnético, es decir, protege a la vez contra sobrecargas y cortocircuitos.

En este pequeño interruptor automático se pueden distinguir: (1) la zona de accionamiento; (2) el relé térmico; (3) el relé magnético; y el sistema de corte con la (4) zona de extinción de arco.



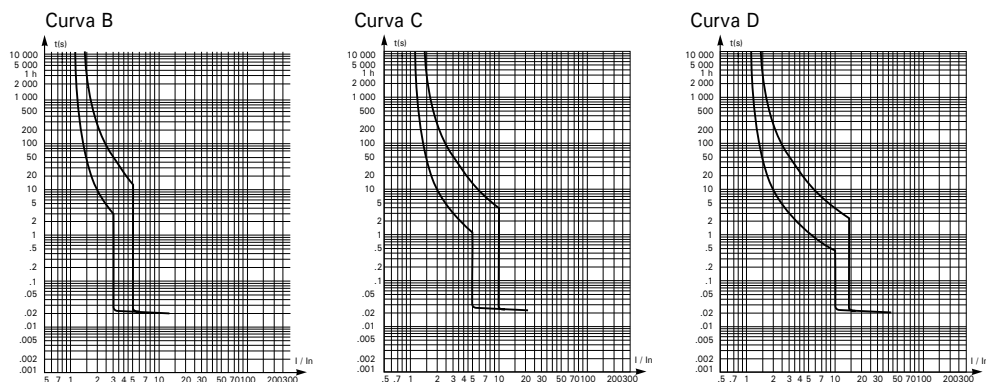
Su curva de respuesta es una superposición de la térmica y la magnética.



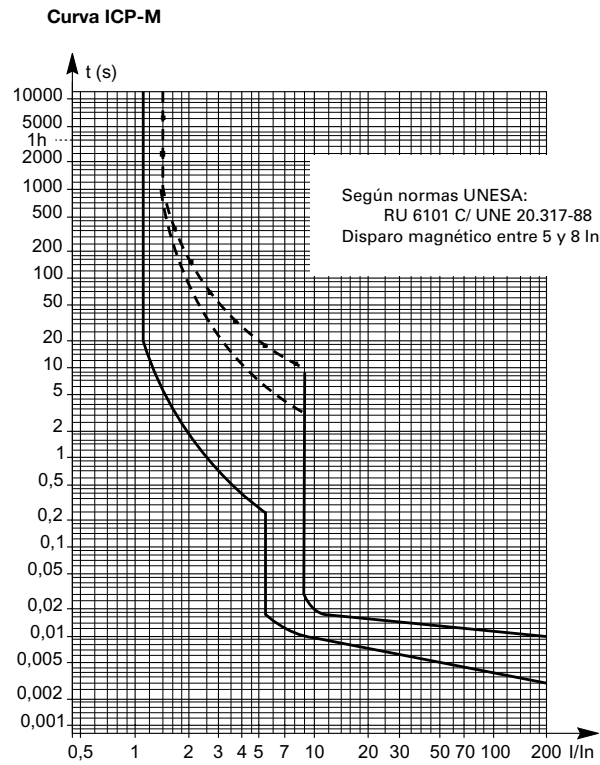
El disparo térmico se ha de producir, en 1 hora, para un valor de corriente de sobrecarga comprendido aproximadamente entre un 5% y un 40% de I_n , según las Normas. Y a partir de ahí, cada vez en menos tiempo para más corriente.

El disparo magnético se ha de producir instantáneamente, para valores de corriente que varían según la curva del aparato. Si el aparato es de curva B, entre 3 y 5 veces I_n ; si es de C, entre 7 y 10 I_n ; y si es de curva D, entre 10 y 14 I_n .

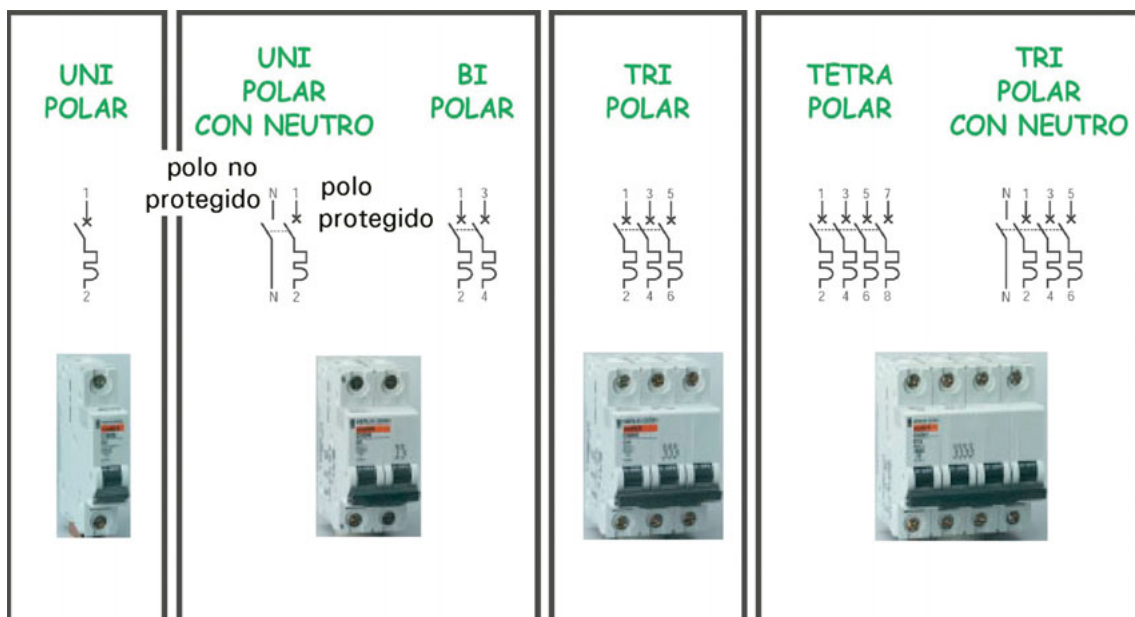
Todas estas tolerancias están perfectamente indicadas en las Normas UNE de aparamenta, tanto doméstica como industrial.



Como se ha dicho, el ICP-M tiene una curva magnetotérmica especial:



Los interruptores automáticos son de corte omnipolar, es decir, abren o cierran todos a la vez. Pero, no necesariamente todos los polos están protegidos.



3.4.5. El fusible

Aparato cuyo cometido es el de interrumpir el circuito en el que está intercalado, por fusión de uno de sus elementos (el fusible) cuando la intensidad que recorre el elemento sobrepasa, durante un tiempo determinado, un cierto valor (UNE).

En un fusible se pueden distinguir diversos elementos

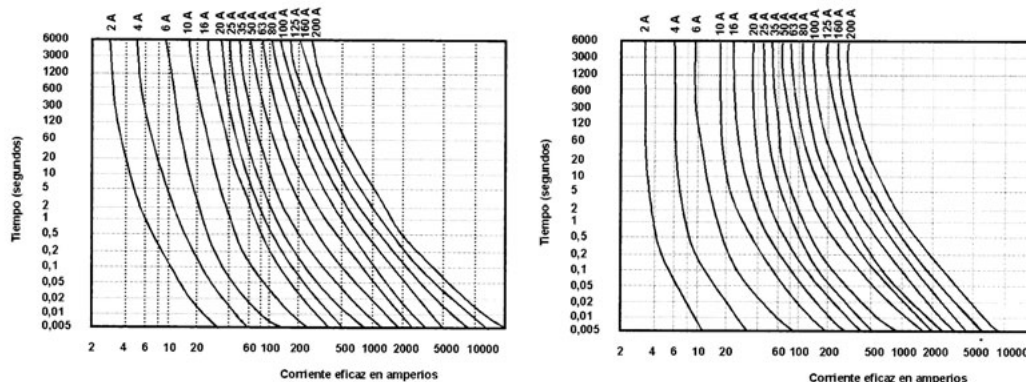


Tipos principales de fusible de uso en instalaciones eléctricas.

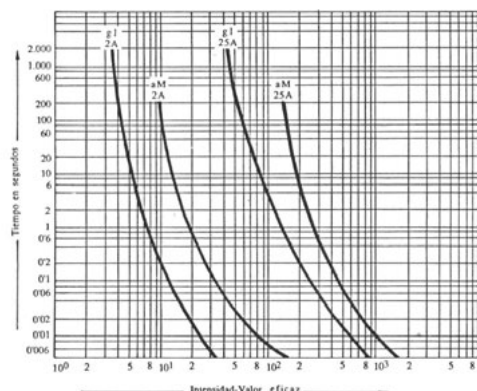


El fusible actúa térmicamente, es decir, funde por calor. Por tanto, su curva de respuesta es similar a la de los térmicos, ya estudiados.

Los fusibles para servicio eléctrico pueden ser rápidos y lentos o en fusible de uso general y fusibles de acompañamiento motor. Éstas son unas gráficas ejemplo (fusibles lentos y rápidos). Es importante que se consulten siempre los datos de fabricante para elegir el fusible adecuado.



También se utilizan mucho los fusibles aM, de acompañamiento motor. Ésta es una gráfica comparativa:

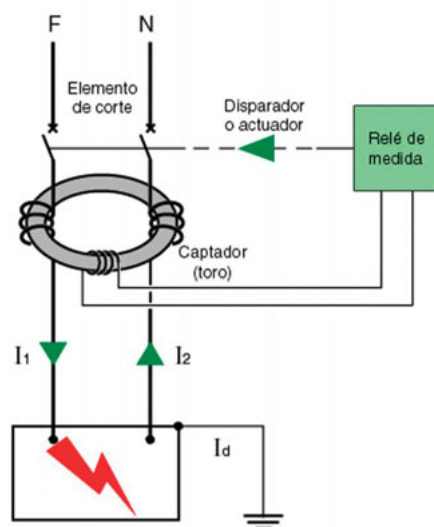


3.5. Dispositivos de protección contra corrientes de defecto

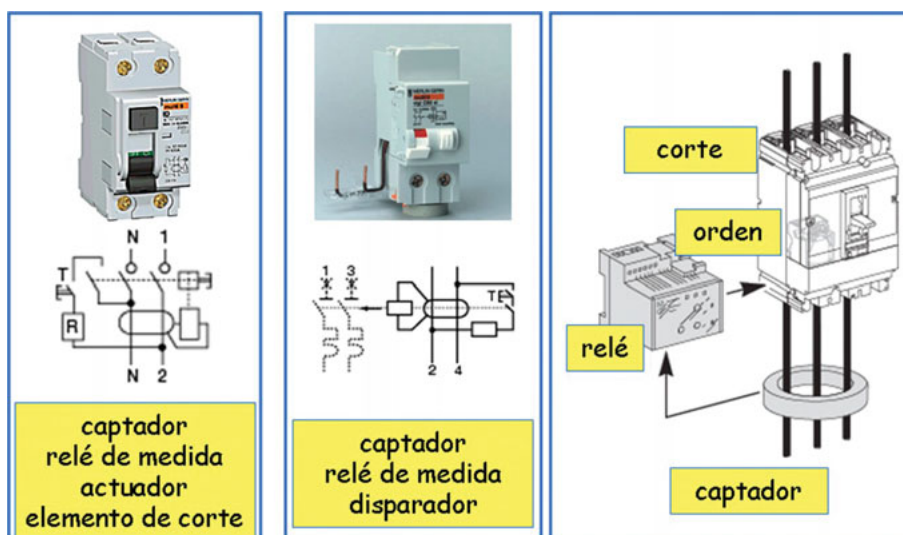
En la práctica elemental, la protección contra las corrientes de defecto se centra en el estudio de los interruptores diferenciales.

El REBT define el diferencial como el aparato electromecánico o asociación de aparatos destinados a provocar la apertura de los contactos cuando la corriente diferencial alcanza un valor dado.

Dicho de otra manera, el interruptor diferencial es un sistema de protección cuya función es detectar cualquier diferencia entre la corriente de entrada y la corriente de salida de una instalación.



El diferencial puede ser un interruptor independiente o formar parte de un mecanismo más complejo.



Se denomina sensibilidad del diferencial al valor de corriente mínimo que asegura su actuación. El REBT define los de alta sensibilidad como los interruptores diferenciales cuya sensibilidad es igual o inferior a 30 mA.

Se denomina diferencial selectivo al temporizado, es decir, el que retarda un poco (unos milisegundos) el disparo.

Tipo	I_n (A)	$I_{\Delta n}$ (A)	Valor normalizado (en segundos) a:				
			$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	500 A	
General o instantáneo (G)	Todos los valores	Todos los valores	0,3	0,15	0,04	0,04	Tiempo máximo de funcionamiento
Selectivo (S)	> 25	> 0,030	0,5	0,2	0,15	0,15	Tiempo máximo de funcionamiento
			0,13	0,06	0,05	0,04	Tiempo mínimo de no respuesta

3.6. Otros dispositivos de protección

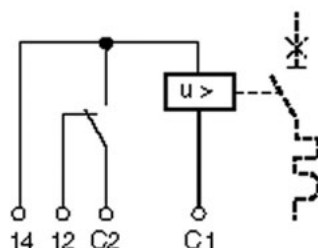
La aparamenta de protección se asocia muy frecuentemente con otros elementos de mando y señalización.



3.6.1. Bobina de emisión MX

Provoca el disparo del interruptor al cual está asociado al recibir tensión

Realiza un autocorte permitiendo dejar un circuito sin tensión.

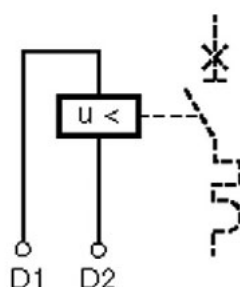


3.6.2. Bobina de tensión mínima MN y MN(s)

Provoca el disparo del interruptor al cual está asociado cuando la tensión desciende entre 70 y 35 % de U_n .

Versión MNx que actúa sólo por acción voluntaria sobre pulsador normalmente cerrado y no dispara por bajada o pérdida de la alimentación auxiliar.

La versión MNs temporiza 0,2 segundos, para evitar los disparos por micro-cortes o por bajada de tensión momentánea.

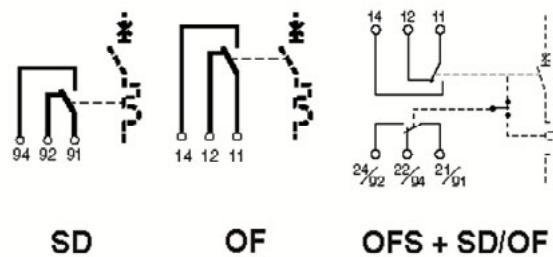


3.6.3. Señalización a distancia: OF y SD

Contacto inversor (OF) que señala la posición “abierto” o “cerrado” del interruptor.

Contacto inversor (SD) que señala la posición “disparo” del interruptor.

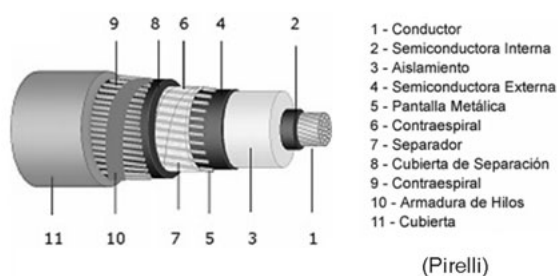
Existen diversas combinaciones.



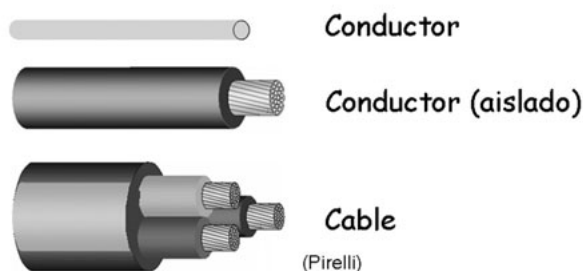
4. CONDUCTORES ELÉCTRICOS. CLASIFICACIÓN Y APLICACIONES

4.1. Cables y conductores

El REBT define el conductor como conjunto que incluye el conductor, su aislamiento y sus eventuales pantallas.



La diferencia entre cable y conductor no siempre es clara en la literatura técnica. Frecuentemente hay que recurrir al contexto para discernir.



4.2 Conductores, aislantes y protecciones. Cualidades y limitaciones

4.2.1. Cualidades del conductor

El conductor es el soporte de la conducción de la energía, pero, como tiene resistencia, tenemos un conjunto de pérdidas que repercuten de diversa forma:

- El calor: aumento de temperatura y, por tanto, peligro para los aislantes.
- Las cdt: lo que puede afectar al funcionamiento de los receptores. De hecho el REBT obliga a limitar las cdt. Generalizando, éstas son, medidas desde el CT, del 4,5% para el alumbrado y del 6,5% para el resto de usos.

- La energía perdida (kW) que tienen un coste que debe cuantificarse, puesto que queda para siempre.

Para los cálculos, es conveniente recordar estos valores:

Material	$\rho_{20} (\Omega \text{mm}^2 / \text{m})$	$\gamma_{20} = 1/\rho$	$\rho_{70} (\Omega \text{mm}^2 / \text{m})$	$\gamma_{70} = 1/\rho$	$\rho_{90} (\Omega \text{mm}^2 / \text{m})$	$\gamma_{90} = 1/\rho$	$\alpha (^{\circ}\text{C}^{-1})$
Cobre	0,018	56	0,021	48	0,023	44	0,0039
Aluminio	0,029	35	0,033	30	0,036	28	0,004

Los conductores pueden estar formados por una o varias filásticas (cada una de las fibras o hebras finas que componen la base de un cabo o cable). Según esto, pueden ser:

- De clase 1: rígidos
- De clase 2: semiflexible, formados por pocas filásticas gruesas
- De clase 5: flexible, formado por muchas filásticas finas
- De clase 6: muy flexible, formado también por muchas filásticas, pero más finas.

4.2.2. Aislantes

Los conductores trabajan sistemáticamente a una temperatura mayor que la temperatura ambiente.

Por su comportamiento frente al aumento de temperatura, los aislantes los clasificamos en:

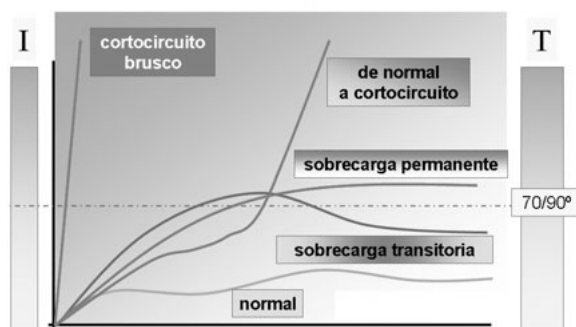
- Termoplásticos (TP): son los que, después de sufrir una deformación por incremento temperatura, no vuelven a su anterior forma y cualidades.
- Termoestables (TE): son los que, después de sufrir una deformación por incremento de temperatura, vuelven a su anterior forma y cualidades.

Cada uno de estos tipos de aislantes soporta, según normas, unas temperaturas máximas.

	Temp. máx. scio.	Temp. máx de cto.cto. (tiempo limitado)
Termoplástico	70°	160°
Termoestable	90°	250°

Por tanto, deben trabajar sin sobrepasar estos valores. Si la sobrettemperatura, sea por carga eléctrica o por condiciones ambientales, es transitoria,

el cable se vuelve a enfriar. Si la sobret temperatura es permanente, por sobrecarga o por cortocircuito, el aislante se destruirá y se producirá un grave defecto.



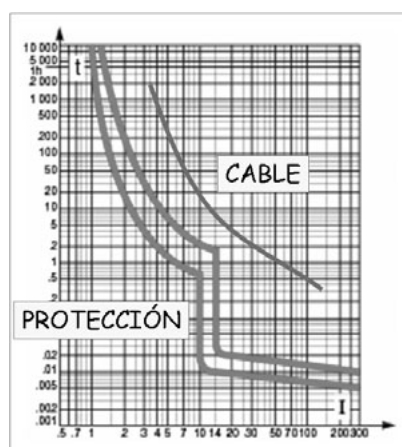
Otra característica del cable es su tensión de trabajo. Según esto, los cables se clasifican para su utilización y por las Normas que los definen en:

- Cables que pueden trabajar hasta 750 V.
- Cables que pueden trabajar hasta 1000 V.

4.2.3. Coordinación cable-protección

Aquí hay que recordar la exigencia reglamentaria: “el límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado” (ITC BT 22).

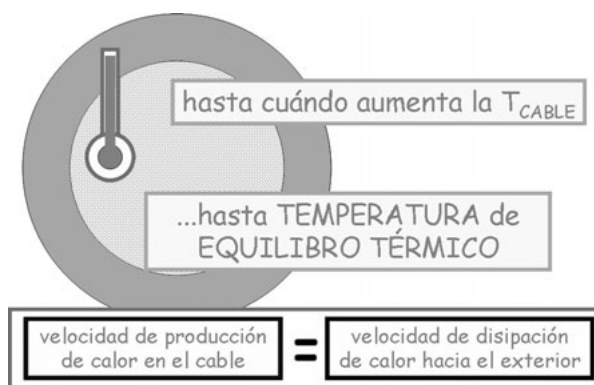
Por eso, el estudio de las protecciones tiene que respetar la coordinación cable-protección.



4.3. El cable en funcionamiento. Calor y temperatura

El cable se calienta hasta que llega a la temperatura de equilibrio.

Temperatura de equilibrio es aquella temperatura en la que la velocidad de producción de calor en el cable es igual a la velocidad con que se transmite al medio.



Y, en consecuencia, si la temperatura de equilibrio es superior a 70°C en un TP o a 90°C en un TE, el cable empieza a deteriorarse.

4.4. Designación

La designación de cables tiene, en realidad, dos grupos: los cables hasta 750 V y los cables hasta 1 kV.

La tabla adjunta es del CENELEC (Ver página siguiente).

Ejemplos:

H07 RN-F 3G6

- H Cable según norma armonizada
- 07 Tensión asignada 450/750 V
- R Aislamiento de goma natural o de goma estireno-butadieno
- N Cubierta de policloropreno
- F Flexible (conductores clase 5)
- 3G6 3 conductores, uno de ellos de color amarillo-verde, de 6 mm^2

H03 VH-H 2x0,5

- H Cable según norma armonizada
- 03 Tensión asignada 300/300V
- V Aislamiento de PVC

Código de designación	FRN	07		R	N	H2	A	F		3	G	1,5
Cable armonizado	H											
Cable derivado de un tipo armonizado	A											
Cable de un tipo nacional	FRN											
Tensión de servicio entre conductores												
300 V máximo		03										
500 V máximo		05										
750 V máximo		07										
1.000 V máximo		1										
Símbolo del material aislante												
Caucho etileno propileno (EPR)				B								
Caucho natural o equivalente (Rubber)				R								
Policloruro de vinilo (PVC)				V								
Polietileno reticulado (PR)				X								
Policloropreno (Neopreno) (PCP)				N								
Símbolo del material de la cubierta												
Caucho etileno propileno (EPR)					B							
Caucho natural o equivalente (Rubber)					R							
Policloruro de vinilo (PVC)					V							
Polietileno reticulado (PR)					X							
Policloropreno (Neopreno) (PCP)					N							
Construcción especial (eventual)												
Cable plano "divisible"						H						
Cable plano "no divisible"						H2						
Naturaleza del alma del conductor												
Cobre (no tiene código, por defecto Cu)												
Aluminio							A					
Carácter mecánico del alma conductora												
Única, masiva, rígida								U				
Trenzada de varillas, rígidas								R				
Trenza clase 5 (flexible)								F				
Trenza flexible clásica (instalación fija)								K				
Trenza extra flexible clase 6								H				
Composición del cable												
Número de conductores										x		
Ausencia del conductor verde-amarillo											X	
Con conductor verde-amarillo											G	
Sección del conductor (en números que indican mm ²)												x

(1) Comité Europeo de Normalización Eléctrica.

H	Cable plano, (conductores pueden separarse)
-H	Extraflexible (conductores clase 6)
2X0,5	2 conductores de 0,5 mm ²

4.5. Colores

El REBT (ITC BT 19) indica expresamente que los conductores deben ser fácilmente identificables, especialmente por lo que respecta al conductor neutro y al conductor de protección.

Generalizando:

- El conductor de protección es siempre amarillo-verde.
- El neutro debe de ser azul claro.
- Las fases se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, se utilizará también el color gris.

5. CUADROS ELÉCTRICOS. TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS. CAMPOS DE APLICACIÓN

5.1 Objeto

Los cuadros eléctricos tienen el objeto material principal de contener las aparata de seccionamiento, mando y protección en los sistemas de distribución.

Pero su misión funcional principal es asegurar la seguridad de personas y bienes y la continuidad del suministro.

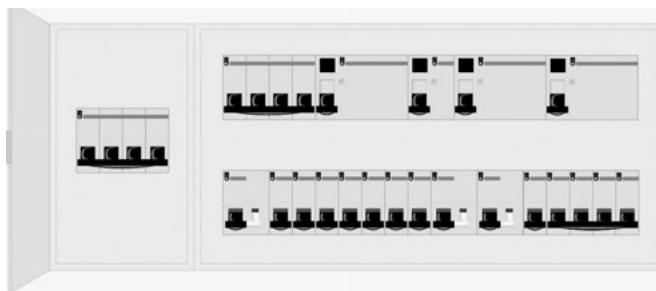
Cumplen una doble misión: evitan que las personas accedan a partes con tensión y protegen a esa aparata de las influencias externas.



5.2. Cuadros por niveles

5.2.1. En las viviendas

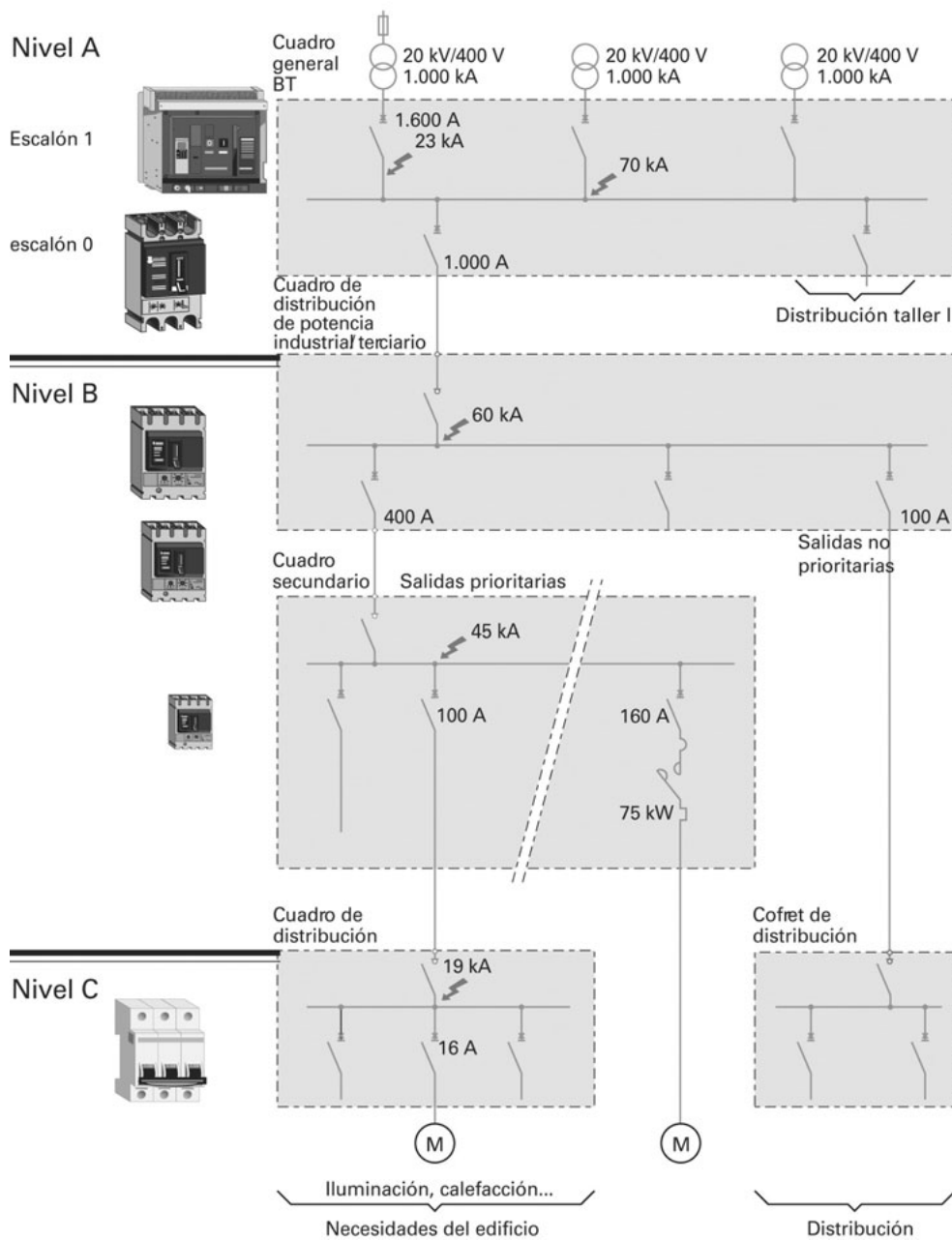
En las viviendas, el cuadro eléctrico lo constituyen los denominados dispositivos generales e individuales de mando y protección, más o menos extensos en función del grado de electrificación de la vivienda.



5.2.2. En la industria

En la industria se instala toda una red de distribución con líneas y cuadros, desde los centros de transformación hasta cada uno de los puntos de utilización.

Cada uno de estos cuadros utiliza una gama de aparataje adecuada a las corrientes nominales y de cortocircuito de cada nivel y a las secciones de los cables.



5.3. Sistemas de instalación y montaje

5.3.1. Cuadro tradicional

La aparamenta se fija a un bastidor en el interior de la envolvente.

- La aparamenta se fija generalmente sobre un chasis en el fondo de una envolvente.
- El acceso a los mandos y a la señalización se realiza por medio de taladros en la parte frontal.
- La implantación del material en el interior del cuadro necesita un estudio minucioso de la distribución del material, para que no dificulte:
 - La instalación y el funcionamiento de toda la aparamenta.
 - El cableado y el mantenimiento de las distancias de aislamiento
 - El comportamiento térmico del conjunto y de cada elemento.
- Una predeterminación de la superficie de cuadro necesaria se puede realizar multiplicando por 2,5 la superficie total de la aparamenta a instalar.
- Es conveniente tener en cuenta:
 - Las prescripciones de seguridad de la Directiva de BT, que pueden asegurarse atendiendo a los ensayos especificados en la norma UNE-EN 60439-1,
 - La Directiva de Responsabilidad Civil (85/774), cubriendo las responsabilidades con pólizas adecuadas.

5.3.2. Cuadro funcional

Dedicado a aplicaciones precisas, constituido por la agrupación de partes funcionales de la aparamenta y sus accesorios:

- La aparamenta se fija en soportes propios para cada producto.
- El acceso a los mandos y a la señalización se realiza por medio de ventanas estándares, propias para cada elemento.
- La implantación del material en el interior del cuadro, de los elementos de soporte, de los elementos de conexionado y de los bornes, se resuelve por su estandarización mediante tablas de selección o con un preciso programa informático, que distribuye el material de la forma más óptima para atender:
 - La accesibilidad del material, los mandos y la señalización.
 - Las distancias de aislamiento.

- El comportamiento térmico del conjunto.
- La configuración mecánica adecuada para el soporte de los esfuerzos electrodinámicos.
- El dimensionado del embarrado y las conexiones se realiza en función de la intensidad de cortocircuito, sujeta a las posibles reducciones en función del efecto limitador de la protección de cabecera.

5.4. Problemática de los cuadros eléctricos: calor, humedad, ampliaciones, reparaciones

5.4.1. Grados de protección IP-K

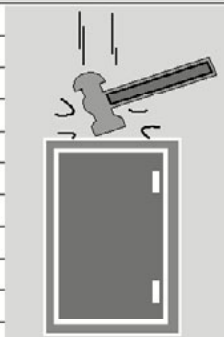
Los grados de protección IP e IK indican la protección de una envolvente contra la penetración de cuerpos extraños (IPX_), penetración de agua (IP_X) y la protección contra impactos (IK).

Grado de protección de las envolventes de BT

IP			
Protección contra los cuerpos sólidos		Protección contra los líquidos	
0	Sin protección	0	Sin protección
1  Ø 50 mm	Protección contra los cuerpos sólidos superiores a 50 mm Ø	1 	Protección contra la caída de gotas verticales (condensación)
2  Ø 12 mm	Protección contra los cuerpos sólidos superiores a 12 mm Ø	2 	Protección contra la caída de gotas de agua, hasta un ángulo de 15° de la vertical
3  Ø 2,5 mm	Protección contra los cuerpos sólidos superiores a 2,5 mm Ø	3 	Protección contra la caída de agua de lluvia hasta un ángulo de 60° de la vertical
4  Ø 1 mm	Protección contra los cuerpos sólidos superiores a 1 mm Ø	4 	Protección contra la proyección de agua en todas direcciones
5 	Protección contra el polvo en cantidad no perjudicial.	5 	Protección contra los chorros de agua en todas direcciones
6 	Protección total contra el polvo	6 	Protección contra los chorros de agua en todas direcciones, semejantes a un golpe de mar
		7 	Protección contra los efectos de inmersión

Hay que tener presente que, cuando una envolvente sale de la fábrica su grado de protección Ip-IK es el que se indica, pero, en cuanto ha sido manipulado (taladros, por ejemplo) su nuevo grado de protección ya no es el que era.

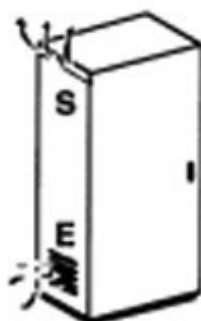
Por eso es preferible, siempre que se pueda utilizar sistemas de armarios de tipo funcional, porque su grado de protección está calculado para cada uno de los montajes.

IK		
Impacto		Energía
00		Sin protección
01		Energía de choque 0,15 julios
02		Energía de choque 0,20 julios
03		Energía de choque 0,35 julios
04		Energía de choque 0,50 julios
05		Energía de choque 0,70 julios
06		Energía de choque 1 julios
07		Energía de choque 2 julios
08		Energía de choque 5 julios
09		Energía de choque 10 julios
10		Energía de choque 20 julios

5.4.2. El calor

Todo armario tiene en su interior conductores por los que circula la corriente y que desprenden calor. Además, los contactores, variadores de velocidad, relés de todo tipo, también producen calor.

Por tanto, es esencial prever una ventilación, puesto que la simple convección puede ser insuficiente.



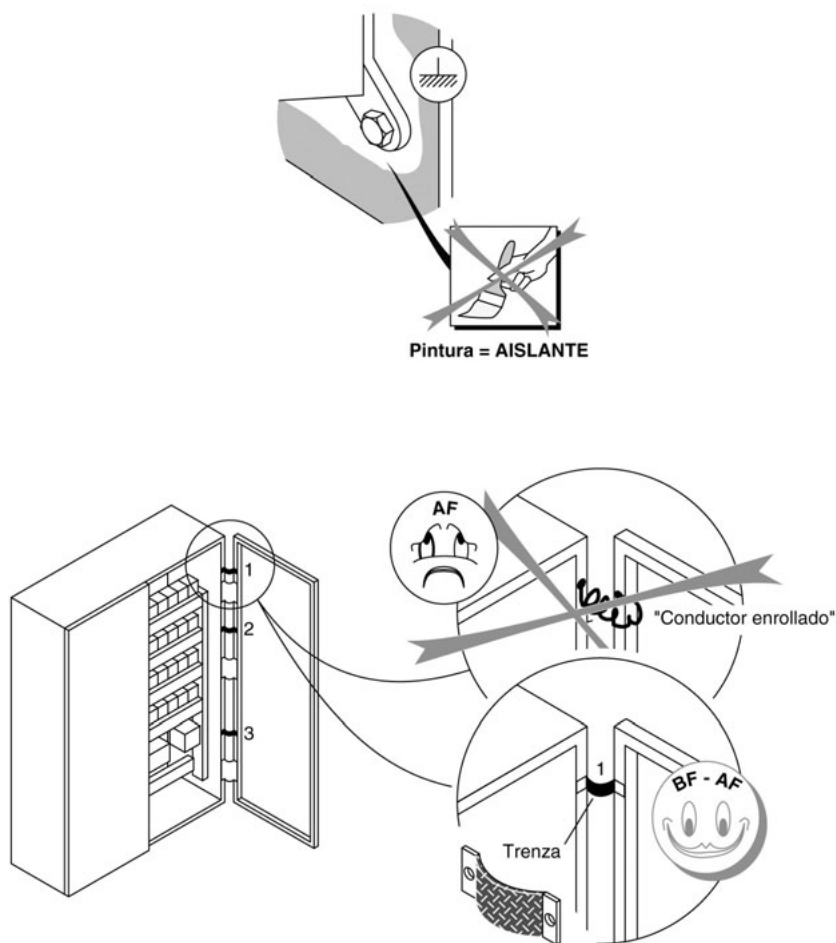
5.4.3. Humedad

Por su ubicación o por las variaciones de temperatura, los armarios pueden humedecerse por condensación. La humedad tiene dos efectos perversos: la oxidación de los metales y la pérdida de aislamiento.

Para paliar este fenómeno pueden ver en los armarios resistencias de caldeo que, al calentar el vapor de agua, evitan que se deposite en los conductores.

5.4.4. Conductor de protección

Un detalle de seguridad muy importante es el CP. Toda masa metálica de una instalación debe de estar conectada a un CP. Suele conectarse bien el armario, pero debe prestarse especial atención a la conexión de la puerta o tapa.



5.4.5. Ampliaciones, reparaciones

Un cuadro nuevo ha sido pensado. Generalmente es bueno su diseño y construcción.

Una ampliación no siempre es posible o no siempre cabe, pero ¡hay que hacerla! Es entonces cuando se pasan por alto las reglas del arte y se fuerzan al límite los espacios. Ahí surge el peligro para personas y bienes.

En cuanto a la seguridad personal al trabajar en cuadros, debe de respetarse al máximo las precauciones, tanto más cuanto más elementos haya, más apretados, con menos luz y menos protecciones aislantes.

Al efectuar reparaciones, debería cortarse siempre la alimentación. Tenga siempre presentes estas ideas:

Nunca se fíe de que no hay tensión (¡compruébelo SIEMPRE!).

Nunca se fíe de que hay tensión (no dé por supuesto que tiene tensión en tal punto... tal vez la avería está más arriba de donde usted está trabajando).

6. CANALIZACIONES. TIPOLOGÍA Y CARACTERÍSTICAS. CAMPOS DE APLICACIÓN

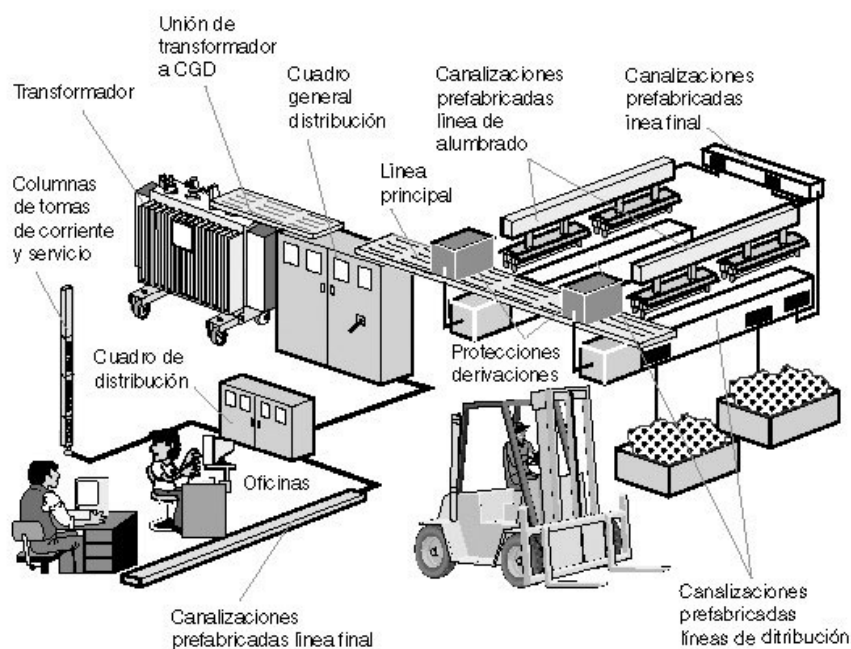
6.1 Tipos de canalizaciones

Hay dos tipos básicos:

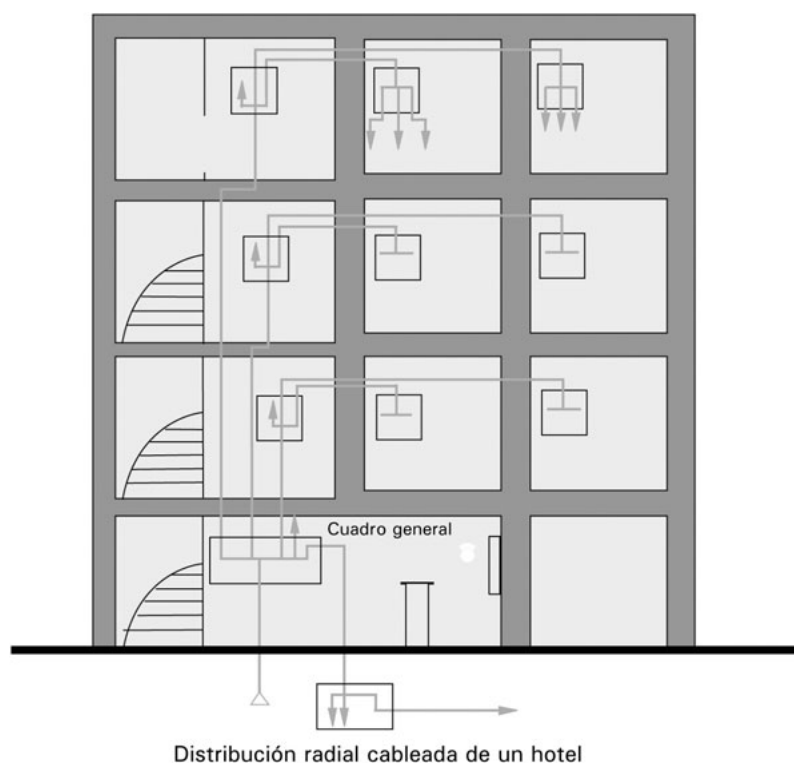
- Distribución con conductores aislados.
- Distribución con canalizaciones eléctricas prefabricadas (CEP).

Criterios de elección:

- Inversión. Las CEP requieren una inversión inicial mayor, pero su adaptabilidad, facilidad de ampliación y modificación son mucho mejores.
- Flexibilidad: La adaptabilidad de las CEP es sensiblemente mejor y, en caso de modificación, se mantiene mejor la seguridad.



Distribución industrial con CEP



6.2. Sistemas de instalación según el REBT

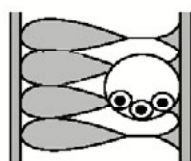
El REBT (ITC BT 20) trata de los sistemas de instalación, siguiendo la UNE 20460-5-52. En la ITC BT 19, tabla 1, cita, aunque sin decirlo, los métodos de referencia de la Norma.

Estos métodos son importantes porque determinan la sección de los cables.

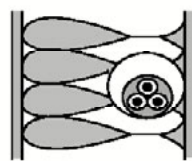
6.2.1. Métodos de referencia A y A2:

Bajo tubo en paredes térmicamente aislantes:

- Método A: cables unipolares.
- Método A2: cables multiconductores.



A



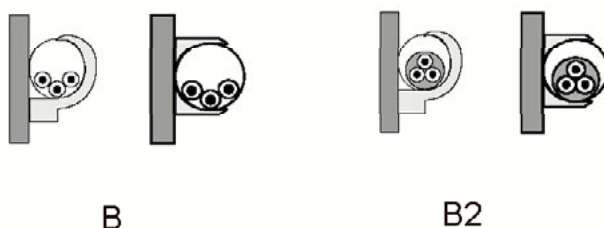
A2

- El tubo puede ser metálico o de materia plástica.

6.2.2. Métodos de referencia B y B2

Montaje superficial o empotrados en obra.

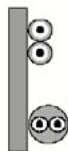
- Método B: cables unipolares.
- Método B2: cables multiconductores.



- Incluyendo canales para instalaciones –canaletas- y conductos de sección no circular.
- El tubo puede ser metálico o de material plástico.

6.2.3. Método de referencia C

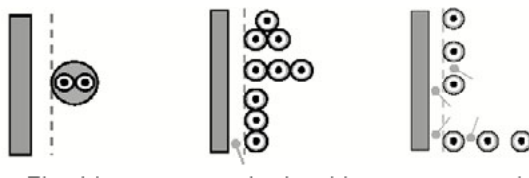
Cables uniconductores o multiconductores directamente sobre pared o en bandeja no perforada.



6.2.4. Métodos de referencia E, F y G

Al aire, separados de la pared o en bandejas perforadas.

- Método E: cables multiconductores.
- Método F: cables uniconductores juntos.
- Método G: cables uniconductores separados entre sí.



6.3. Influencia de las canalizaciones en el diseño de las instalaciones

Existe una relación inseparable entre el diseño de la instalación y la canalización.

Por una parte, el cálculo de las secciones de líneas y cables requiere determinar primero el tipo de canalización que se utilizará.

Por otra, el tipo de canalización depende del tipo de local, por las influencias externas y por problemas de conveniencia o decorativas.

Es decir, en el proceso de diseño de una instalación, una vez determinadas las cargas (potencias, corrientes de arranque, factor de potencia, etc.) hay que determinar las longitudes, el recorrido y la canalización de todas las alimentaciones.

7. MONTAJE DE INSTALACIONES. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS

7.1. Montaje según normas

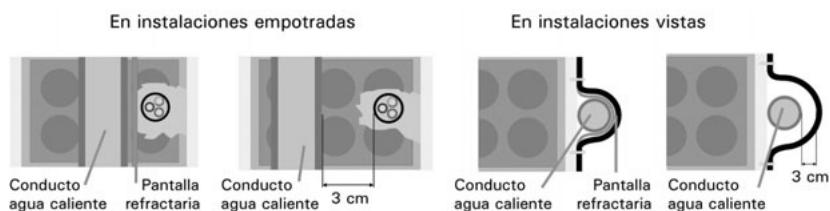
El REBT en la ITC BT 20 determina los sistemas de instalación con referencia directa a la norma UNE 20460-5-52.

7.2. Exigencias

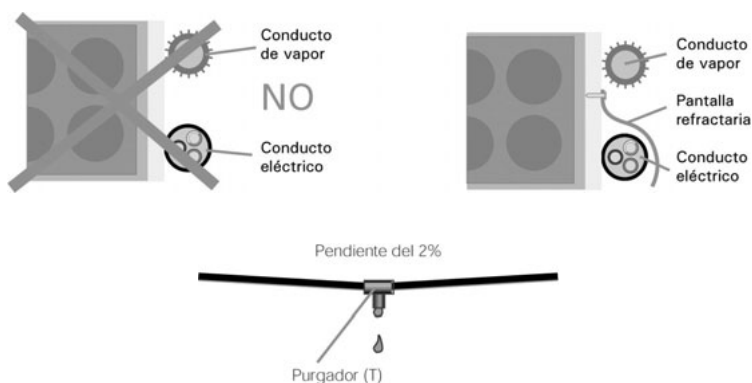
Separación de circuitos por tensiones o todos aislados para la tensión superior.

Separación entre instalaciones eléctricas y no eléctricas:

- Separación por fuentes externas de calor.



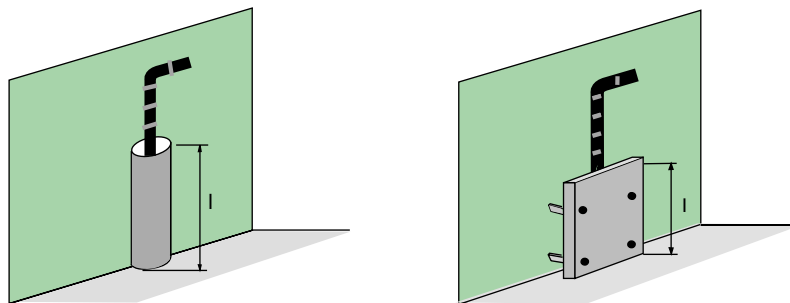
- Separación de canalizaciones de agua. Preferentemente, deben pasar las de agua por debajo. Prever los efectos de la condensación. Utilizar pantallas adecuadas.



- Protección contra cuerpos sólidos y polvo.



- Protección contra efectos mecánicos.



- Exigencia de identificación de circuitos, no sólo los cables, sino cada una de las conducciones.
- Prever accesibilidad para reparaciones.

7.3. Condiciones de los diversos sistemas de instalación

Sistemas de instalación:

	Cables	ITC-BT	UNE
bajo tubos protectores	450/750 V	21	
fijados directamente sobre las paredes	0,6/1 kV		20460 552
enterrados	0,6/1 kV	21	
directamente empotrados en estructuras	XLPE - EPR (-5 a 90°C)		
en el interior de huecos de la construcción	450/750 V		20460 552
bajo molduras	450/750 V		
bajo canales protectoras	s/canalización	21	
en bandeja o soporte de bandejas	XLPE - EPR; uni o multi		20460 552
Conductores aéreos		6	
Canalizaciones eléctricas prefabricadas			60570; 60439

7.3.1. Condiciones especiales de los fijados directamente sobre las paredes

- Atención: hay que usar cables de 0,6/1 kV, con aislamiento y cubierta.
- Elementos de sujeción que no dañen mecánicamente y a una distancia menos o igual de 0,40 m, para evitar vanos y con radios de curvatura mayores de 0,10 m.

- Cruce con conductores no eléctricos, por delante o detrás pero a 0,30 m.
- Empalmes y conexiones sólo en cajas.

7.3.2. Condiciones especiales para conductores en huecos de la construcción

- Los huecos en muros, paredes, vigas, forjados o techos, adoptando la forma de conductos, continuos o bien entre dos superficies paralelas, como en el caso de falsos techos o muros con cámaras de aire.
- No podrán instalarse en conductos de ventilación.
- Tendrán una sección mínima para permitir el paso de cable.
- Se tendrá especial cuidado con las asperezas cortantes de todos estos huecos, especialmente al insertar en ellos los cables.
- Si cuelgan libremente en vertical, no sobrepasar los 3 m.
- Prever y evitar que puedan producirse infiltraciones, fugas o condensaciones de agua.

7.3.3. Comentarios a la instalación en canales protectoras y bandejas

Se entiende por “canal protectora” un material de instalación constituido por un perfil de paredes perforadas o no perforadas, destinado a alojar conductores o cables y cerrado por una tapa desmontable (ITC-BT-01).

Las canales pueden ser de dos tipos, muy diferentes por sus prestaciones:

- Si su IP es igual o mejor que IP4X y tienen acceso sólo con herramientas, se puede usar en ellas conductor 450/750 V, pueden instalarse mecanismos y pueden realizarse empalmes y conexiones.
- Si su IP es menor que IP4X y tiene acceso sin herramientas, sólo podrá utilizarse conductor aislado bajo cubierta estanca de 300/500 V; no pueden realizar en ellas empalmes.

La instalación de canales se hará preferentemente en trazados horizontales y verticales.

Las bandejas metálicas deben conectarse a la red de tierra quedando su continuidad eléctrica convenientemente asegurada.

8. MEDIDAS ELÉCTRICAS EN LAS INSTALACIONES

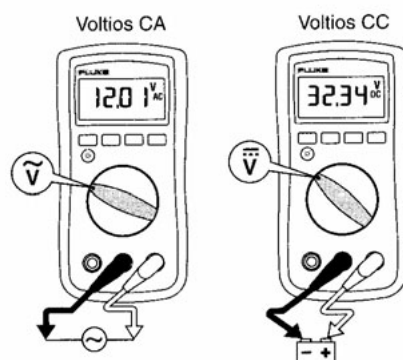
8.1. Medida de tensiones

Objeto: conocer la ddt entre dos puntos.

Aparato: voltímetro o téster como voltímetro.

Conexiones y medida:

- Conexión en paralelo.
- Si se conecta en serie, hay error de medida, pero no se quema el aparato.
- Seleccionar ca o cc. En caso de equivocación, hay error en la medida, pero, además, se puede quemar el aparato de medida.
- El voltímetro es un aparato de alta impedancia.



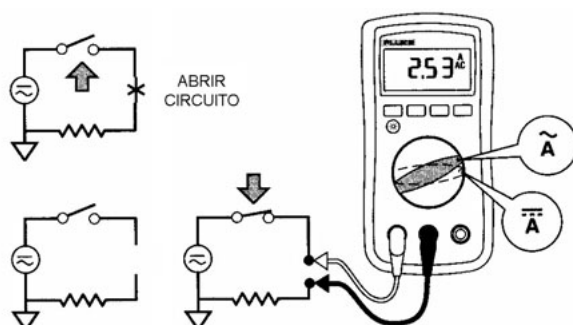
8.2. Medida de intensidad de corriente (téster)

Objeto: conocer la intensidad de corriente en un punto de un circuito.

Aparato: amperímetro o téster como amperímetro.

Conexiones y medida:

- Conexión en serie.
- Precaución con el cambio de bornes (en casi todos los tésters).
- Si se conecta en paralelo, se suele averiar irreparablemente el amperímetro y hay grave error de medida.
- Seleccionar ca o cc. En caso de equivocación, hay error en la medida, pero, además, se puede quemar el aparato de medida.
- El amperímetro, un aparato de baja impedancia.



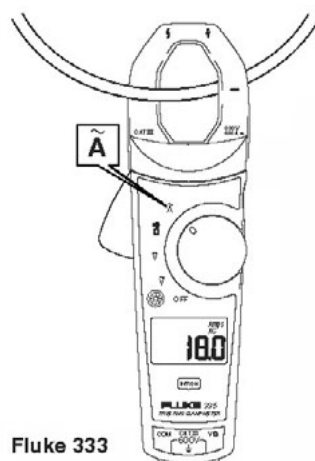
8.3. Medida de intensidad de corriente (pinza)

Objeto: conocer la intensidad de corriente en un punto de un circuito.

Aparato: pinza amperimétrica.

Conexiones y medida:

- Seleccionar magnitud.
- Insertar pinza en cable.
- Algunas pinzas pueden medir cc por efecto Hall.



8.4. Medida de resistencias de valor bajo: óhmetro

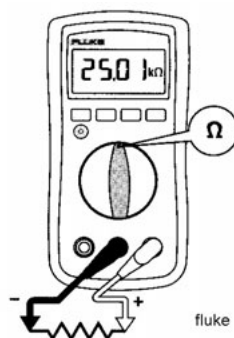
Objeto: conocer la resistencia de un componente o de un circuito.

Aparato: óhmetro.

Conexiones y medida:

- Conexión entre puntos a medir.

- El óhmetro aplica una pequeña tensión sobre el elemento bajo prueba.
- Precaución: el elementos bajo prueba no debe tener tensión ni de red ni otra oculta, por ejemplo, condensadores cargados, retornos.



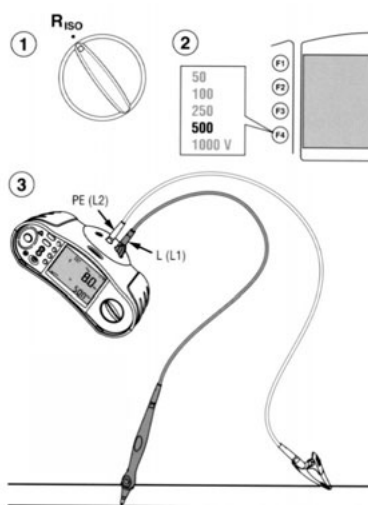
8.5. Medida de resistencias de alto valor: medida de aislamiento

Objeto: Medir el aislamiento entre partes de un circuito o máquina.

Aparato específico: Medidor de aislamiento o meger.

Conexiones y medida:

- Conexión entre puntos a medir.
- Seleccionar función.
- Seleccionar tensión de prueba.
- El medidor de aislamiento aplica una alta tensión sobre el elemento bajo prueba.

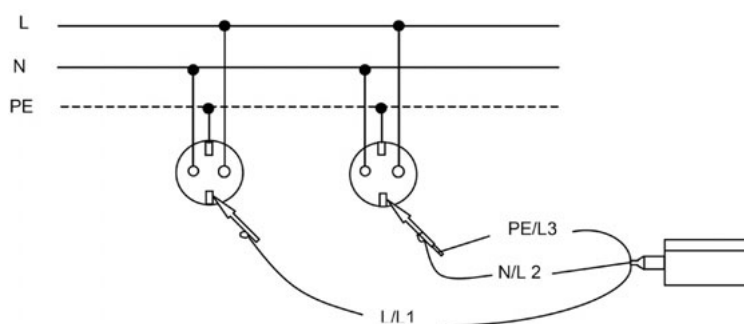


- Peligro: alta tensión. No tocar las puntas mientras se mide. Usar cables adecuados.
- Precaución: si al medir aislamiento entre conductores de una línea hay algún receptor conectado, puede resultar dañado.

8.6. Medida de continuidad

Objeto: asegurar la continuidad de un conductor, por ejemplo, del CP.

Comentario: Esta medida suele hacerse con el téster, es decir, con una tensión y corriente muy bajas. Las Guías del REBT, indican que la medida se haga con un aparato que suministre hasta 24 Vcc y 200 mA.



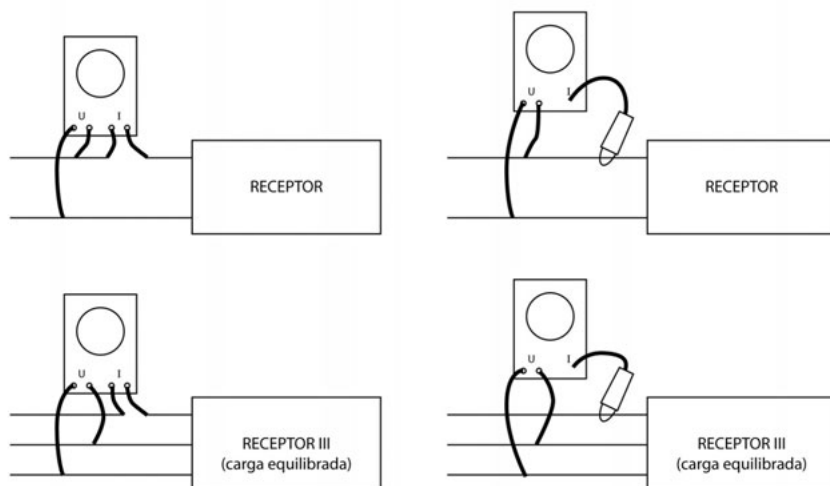
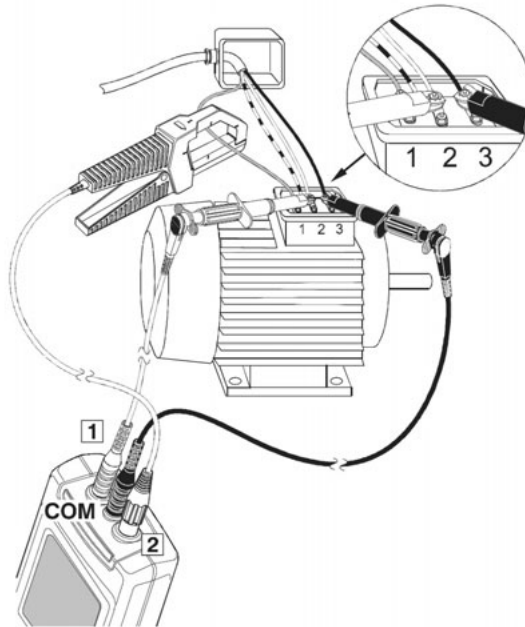
8.7. Medida de la potencia en ca

Objeto: medir la potencia activa.

Aparato específico: vatímetro.

Conexiones:

- Un vatímetro tienen dos circuitos uno voltimétrico y otro amperimétrico.
- Conectar el circuito voltimétrico en paralelo y el amperimétrico en serie, o mediante la pinza amperimétrica.



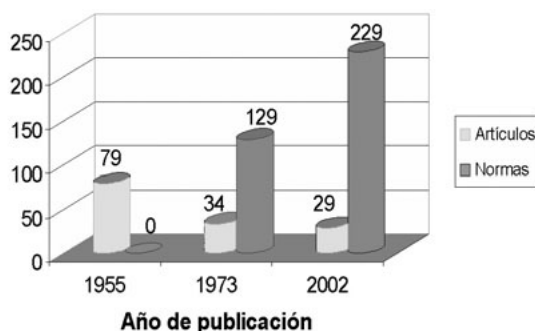
9. NORMATIVA Y REGLAMENTACIÓN ELECTROTÉCNICA

9.1. El REBT

El actual Reglamento Electrotécnico para baja tensión se publicó en el BOE 224 de 18 de septiembre de 2002, donde se publicaba el RD 842/2002 de 2 de agosto.

Consta, como es normal en la publicación de los reglamentos técnicos, de:

- Un RD de publicación.
- Un Reglamento propiamente dicho.
- Unas instrucciones técnicas complementarias que desarrollan el propio Reglamento.



9.2. El Real Decreto. El Reglamento

9.2.1. El Real Decreto

Primero recuerda el RD 2413/1973 de 20 de septiembre por el que se aprobó el antiguo Reglamento.

Después establece la relación con la Ley de Industria, con las normativas europeas y con la normalización (AENOR, CEI, CENELEC).

Dice después que “la mayor novedad del Reglamento consiste en la remisión a normas”. Este importante punto se desarrollará después.

Destaca los objetivos de seguridad, insistiendo en diversos puntos en este aspecto. En realidad, el REBT se inserta en el conjunto de normas de seguridad industrial.

Finalmente pondera o compara algunos aspectos del nuevo reglamento respecto al antiguo.

9.2.2. El Reglamento

El Reglamento tiene 29 artículos. Se destaca muy brevemente lo esencial o el sentido de cada artículo:

1. Objeto: Seguridad, fiabilidad.
2. Campo de aplicación: hasta 1000 Vca y 1500 Vcc (ambos inclusive).
3. Instalación eléctrica: noción.
4. Clasificación de las tensiones. Frecuencia de las redes: valores.
5. Perturbaciones en las redes: el creador de la perturbación deberá dotarse de los dispositivos protectores.
6. Equipos y materiales: instalación y utilización para la que fueron fabricados. Obligación de marcas con indicaciones mínimas.
7. Coincidencia con otras tensiones: manda el reglamento de la mayor.
8. Redes de distribución: se definirán valores de tensión e intensidades de corriente.
9. Instalaciones de alumbrado exterior: no sólo público.
10. Tipos de suministro: normales y complementarios.
11. Locales de características especiales: amplía la relación y exige reglamentación específica.
12. Ordenación de cargas: para previsión. Obligación de informar a empresas suministradoras.
13. Reserva de local: según reglamentación específica de actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
14. Especificaciones particulares de las empresas suministradoras. Su ámbito de regulación normativa.
15. Acometidas e instalaciones de enlace: determina con precisión los límites de cada una de sus partes.
16. Instalaciones interiores o receptoras: atiende al equilibrio de cargas, subdivisión, protección y medidas de seguridad; exige condiciones específicas para los locales de pública concurrencia.
17. Receptores y puesta a tierra: deberá respetarse lo indicado en las ITCs correspondientes.
18. Ejecución y puesta en servicio de las instalaciones: en línea con la Ley de Industria, determina exigencias referidas a documentación, verificación, inspección, instaladores, suministros.

19. Información a usuarios: deberá entregarse al titular.
20. Mantenimiento de las instalaciones: obligatoriedad de mantener las instalaciones en buen estado.
21. Inspecciones: fija lo que deberá decir la ITC que desarrolle este aspecto.
22. Instaladores autorizados: las instalaciones eléctricas las ejecutarán los instaladores autorizados.
23. Cumplimiento de las prescripciones: para mínimos obligatorios de seguridad.
24. Excepciones: posibilidad de solicitud de excepción.
25. Equivalencia de normativa del Espacio Económico Europeo: obligación de aceptación de validez de certificados.
26. Normas de referencia: obligación de evolución con las normas citadas en el reglamento.
27. Accidentes: datos estadísticos.
28. Infracciones y sanciones: según Ley de Industria.
29. Guía técnica: publicación de una guía no vinculante.

9.3. Relación de itc's agrupadas por su área de aplicación

Las 51 ITC's pueden agruparse de la siguiente forma:

- 1 y 2.- Generales: terminología y normas de referencia.
- 3, 4 y 5: Normativa instalaciones e instaladores.
- 6 y 7: Redes de distribución, aéreas y subterráneas.
- 8: Esquemas de conexión a tierra.
- 9: Alumbrado exterior.
- 10 a 17: Suministro BT e instalaciones de enlace.
- 18: Instalaciones de puesta a tierra.
- 19 a 21: Instalaciones interiores o receptoras: prescripciones y sistemas de instalación.
- 22 a 24: Instalaciones interiores: protecciones.
- 25 a 27: Instalaciones interiores de viviendas.
- 28 a 30: Instalaciones en locales especiales, locales con riesgo de incendio y explosión e instalaciones en locales con características especiales.

- 31 a 42: Instalaciones con fines especiales y otros tipos.
- 43 a 48: Instalación de receptores.
- 49 a 51: Otras instalaciones de especial interés.

9.4. Las normas UNE en el REBT

Los reglamentos técnicos publicados en el BOE son obligatorios. El cumplimiento de las Normas UNE, no es de suyo obligatorio. Pero, un reglamento (RD) puede remitir a normas, que pasará a ser obligatorias.

En el actual reglamento las referencias a norma se hacen sin año de edición, con lo que pasen a ser vigentes las nuevas versiones.

Las normas las publica AENOR.

En algunas ITC's la consulta de las normas es prácticamente imprescindible.

Hay que destacar, por su especial importancia para el técnico eléctrico, la norma UNE 20460: "Instalaciones eléctricas en edificios".

9.5. Las guías del Ministerio

El artículo 29 dice: "El Centro Directivo competente en materia de Seguridad Industrial del Ministerio de Ciencia y Tecnología elaborará y mantendrá actualizada una Guía técnica, de carácter vinculante, para la aplicación práctica de las previsiones del presente Reglamento y sus Instrucciones Técnicas Complementarias, la cual podrá establecer aclaraciones a conceptos de carácter general incluidos en este Reglamento.

Actualmente (2005) las Guías publicadas son:

Introducción e índice.

- Introducción.
- Índice.

1.- Aspectos generales.

Guía BT RD 842/02: Real Decreto 842/2002.

Guía BT 03: Instaladores autorizados en baja tensión.

Guía BT 04: Documentación y puesta en servicio de las instalaciones.

Guía BT 05: Verificaciones e inspecciones.

2.- Instalaciones de enlace.

Guía BT 10: Previsión de cargas para suministros de baja tensión.

Guía BT 12: Esquemas.

Guía BT 13: Cajas generales de protección.

Guía BT 14: Línea general de alimentación.

Guía BT 15: Derivaciones individuales.

Guía BT 16: Contadores: ubicación y sistemas de instalación.

Guía BT 17: Dispositivos generales e individuales de mando y protección.
Interruptor de control de potencia.

3.- Instalaciones interiores.

Guía BT 19: Instalaciones interiores o receptoras. Prescripciones generales.

Guía BT 20: Instalaciones interiores o receptoras. Sistemas de instalación.

Guía BT 21: Tubos y canales protectoras.

Guía BT 25: Instalaciones interiores en viviendas. Número de circuitos y características.

Guía BT 26: Instalaciones interiores en viviendas. Prescripciones generales de instalación.

Guía BT 27: Instalaciones interiores. Locales que contienen una bañera o ducha.

Guía BT 49: Instalaciones eléctricas en muebles.

4.- Instalaciones en locales de pública concurrencia.

Guía BT 28: Instalaciones en locales de pública concurrencia.

5.- Instalaciones de alumbrado exterior.

Guía BT 09: Instalaciones de alumbrado exterior.

Anexos:

Guía anexo 1: Significado y explicación de los códigos IP, IK.

Guía anexo 2: Cálculo de las caídas de tensión.

Guía anexo 3: Cálculo de corrientes de cortocircuito.

Guía anexo 4: Verificación de las instalaciones eléctricas.

9.7. Otros reglamentos relacionados con las instalaciones de frío y calor

Reglamento de plantas e instalaciones frigoríficas (RD 3099/1977, de 8 de septiembre) ITC's (Orden de 24 de enero de 1978), con todas las modificaciones que se han ido publicando en diversas Órdenes.

RESUMEN

Las instalaciones eléctricas se rigen por el REBT y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.

La clasificación de las instalaciones determina las prescripciones y la forma de instalar.

El REBT tiene como primer objetivo la seguridad. Las protecciones eléctricas son esenciales para garantizar la seguridad.

La protección contra sobreintensidades (sobrecargas y cortocircuitos) se realiza con magnetotérmicos y fusible calibrados. Su actuación sigue “curvas” normalizadas. La protección contra contactos indirectos se realiza con interruptores diferenciales. Los diferenciales deben disparar según su sensibilidad en un tiempo determinado.

De los conductores eléctricos interesa especialmente su tensión asignada y su aislamiento. Éste determina su temperatura de trabajo (en régimen y en cortocircuito). La sección de un conductor depende de la cdt que tolere el receptor (según en REBT) y de la temperatura que soporte el cable.

La designación de conductores se rige por un código normalizado. Los colores de los conductores son también normativos.

Los cuadros eléctricos son esenciales en distribución por seguridad de funcionamiento y por seguridad de personas.

La forma de instalar las canalizaciones y los materiales son determinantes para la seguridad. El reglamento determina, con gran detalle, tanto los materiales como la forma de instalar.

La medida en las instalaciones eléctricas es fundamental para conocer el funcionamiento de las mismas. En la medida son determinantes tanto la calidad del aparato como la técnica y el saber hacer del técnico. Cada medida tiene su esquema de montaje. Siempre deben leerse las instrucciones de los fabricantes de los aparatos de medida. Entre los diversos aparatos de medida hay que destacar por su utilidad el polímetro o téster.

El REBT es el actual marco normativo de las instalaciones eléctricas BT. Junto con las normas de obligado cumplimiento constituye la fuente básica de información para cualquier instalación BT.

BIBLIOGRAFÍA

Fóuillé, A.: *Electrotecnia para ingenieros. Máquinas eléctricas*, Aguilar S.A. Ediciones

Gaucheron, E.: *Cahier technique. N° 207. Les moteurs électriques. Pour mieux les piloter et les protéger*, Schneider Electric

Martín Romero, J.: *Electricidad*, Editorial Ramón Sopena, S.A.

Moeller & Werr: *Electrotecnia general y aplicada. Máquinas de cc y ca*, Editorial Labor, S.A.

Vidal Llenas, José: *Curso de Física (5ª Edición)*, Artes Gráficas Grijelmo S.A. *Biblioteca Técnica*, Schneider Electric

Enciclopedia Salvat de la Ciencia y de la Tecnología, Salvat Editores S.A.

Manual electrotécnico. Telesquemario. Telemecanique, Schneider Electric

Reference data for Radio Engineers, ITT