

Asunción León Blasco · Enrique Belenguer Balaguer

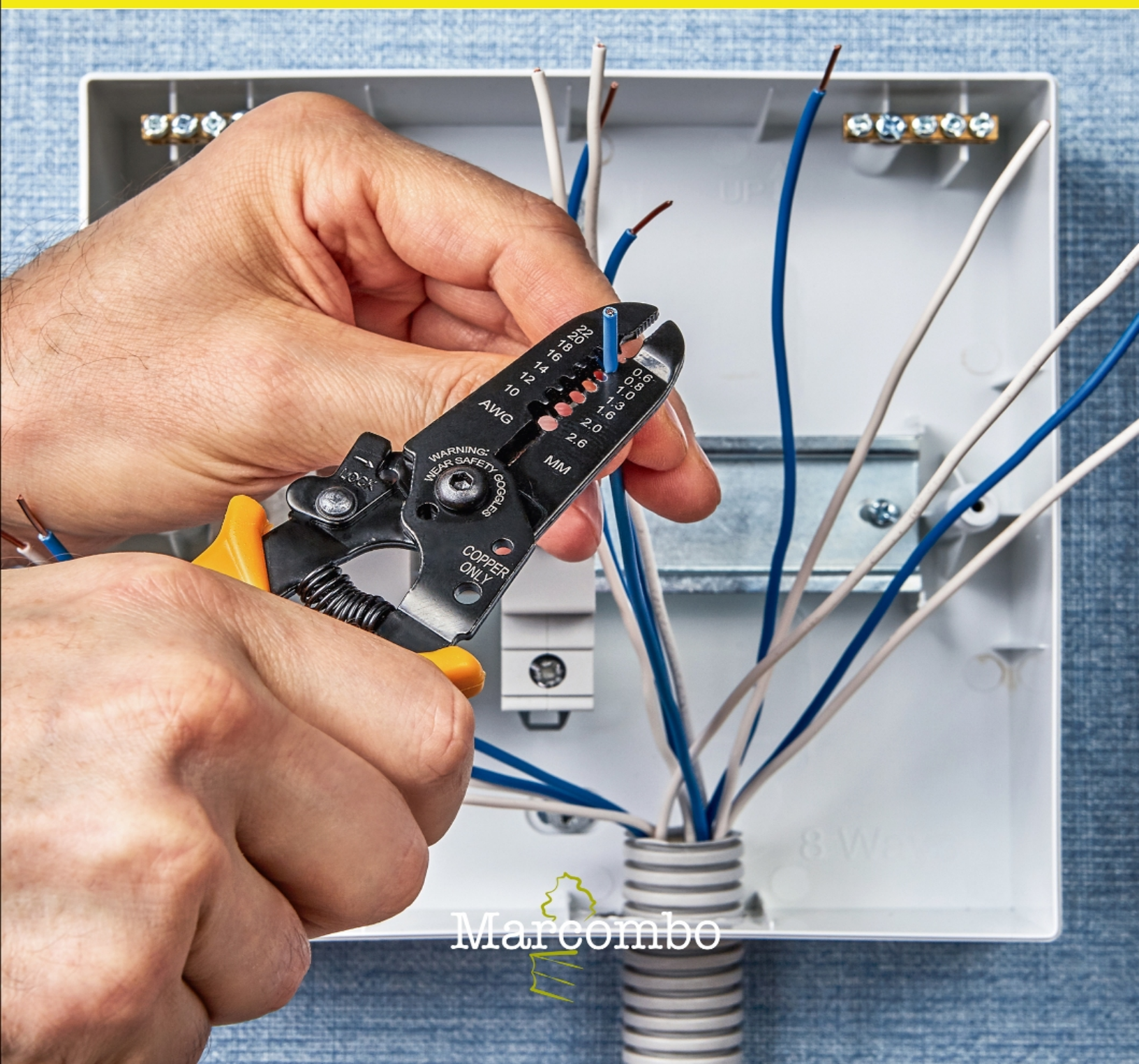
Proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión

Aplicación a edificios de viviendas



MARCOMBO UNIVERSITARIA

2.^a edición



Marcombo

**Proyectos de instalaciones
eléctricas de baja tensión
Aplicación a edificios
de viviendas**

Asunción León y Enrique Belenguer

Proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión

Aplicación a edificios de viviendas

Asunción León y Enrique Belenguer



Proyectos de instalaciones eléctricas de baja tensión. Aplicación a edificios de viviendas

Segunda edición, 2021

© 2021 Asunción León y Enrique Belenguer

© 2021 MARCOMBO, S.L.
www.marcombo.com

Diseño y maquetación: cuantofalta.es
Imagen de la cubierta: María Blasco Arnandis
Diseño de la cubierta: ENEDENÚ DISEÑO GRÁFICO

«Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra sólo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, www.cedro.org) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra».

ISBN: 978-84-267-3289-7

Producción del ePub: booqlab

Presentación

Este libro surge como una revisión de la primera edición publicada en el 2013. En estos últimos 7 años se han producido cambios importantes en las instalaciones que han hecho necesario reelaborar algunos aspectos y actualizar otros. Los más notables son la inclusión de las instalaciones para recarga de vehículos eléctricos, la utilización de contadores inteligentes para la tarificación de la energía y la publicación del *Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego*, que transpuso el Reglamento Europeo de Productos de la construcción (PCR).

Por ello, hemos tratado de actualizar el texto a todos esos cambios, además de corregir algunos errores de la anterior edición. Esperemos que este libro actualizado sea de utilidad tanto a estudiantes, docentes como profesionales del ámbito de instalaciones eléctricas de baja tensión.

Aprovechamos esta presentación para agradecer la colaboración y todo lo que aportó en su momento nuestro compañero Vicente Sanmartín Sáez, quien ha preferido desmarcarse de esta nueva publicación.

Los autores

Índice

1.Descripción de las instalaciones eléctricas en edificios de viviendas

- 1.1Introducción
- 1.2Instalación eléctrica de un edificio destinado principalmente a viviendas 3
- 1.3Instalación eléctrica de una vivienda unifamiliar

2.Verificación e inspección de las instalaciones

- 2.1Introducción
- 2.2Verificaciones previas a la puesta en servicio
- 2.3Inspecciones

3.Proyecto de una instalación eléctrica en edificio de viviendas

- 3.1Fases desde el diseño a la puesta en servicio
- 3.2Documentación de las instalaciones
- 3.3Contenido del proyecto
- 3.4Simbología eléctrica

4.Cables y conductores en las instalaciones eléctricas

- 4.1Introducción
- 4.2Tipos de cables
- 4.3Sistemas de Instalación
- 4.4Cálculo de Secciones

5.Protecciones en las instalaciones eléctricas

- 5.1Introducción
- 5.2Protección frente a sobrecorrientes

5.3Protección frente a contactos indirectos: interruptor diferencial 154

5.4Protección frente a sobretensiones

6.Previsión de cargas

6.1Introducción

6.2Carga correspondiente a viviendas

6.3Carga correspondiente a los servicios generales del edificio

6.4Carga correspondiente a los locales comerciales y oficinas

6.5Carga correspondiente al garaje

6.6Carga correspondiente a un edificio destinado a concentración de industrias

6.7Carga correspondiente a puntos de recarga de vehículos

7.Acometidas

7.1Definición

7.2Tipos de acometidas

7.3Instalación

7.4Diseño de acometidas

7.5Régimen Económico de las Acometidas

8.Cajas generales de protección

8.1Definición y características

8.2Emplazamiento

8.3Instalación

8.4Tipos de CGP

8.5Elección de la CGP

8.6Cajas de Protección y Medida

8.7Bases Tripolares Verticales

9.Línea general de alimentación

9.1Definición y características

9.2Trazado e Instalación

9.3Tipos de Cable Empleados en las LGA

9.4Cálculo de la LGA

9.5Resumen de las características de diseño de la LGA

10.Centralización de contadores

10.1Definición y características

10.2Elementos de una centralización de contadores

10.3Determinación de la configuración de una centralización de contadores

10.4Cableado de la centralización de contadores

10.5Aspectos relativos a los contadores como elementos de medida en la facturación a tarifas

11.Derivaciones individuales

11.1Definición y características

11.2Trazado e Instalación

11.3Tipos de cables empleados en las DI

11.4Cálculo de las DI

12.Instalaciones interiores

12.1Número de circuitos

12.2Conductores y sistemas de instalación

12.3Características eléctricas de los circuitos. Puntos de utilización 289

12.4Dimensionado de la sección de los conductores

12.5Dimensionado de la sección de los tubos

12.6Dispositivos generales e individuales de mando y protección 300

12.7Locales con bañera o ducha

13.Servicios generales

13.1Servicios generales

13.2Contadores y cuadro general

13.3Esquema unifilar

13.4Cálculo de líneas y selección de dispositivos de protección

14.Instalación de la puesta a tierra

14.1Finalidad de la puesta a tierra

14.2Puesta a tierra en edificios de viviendas

14.3Puntos de puesta a tierra

14.4Líneas principales de tierra. Derivaciones

14.5Cálculo de la puesta a tierra

14.6Puesta a tierra en edificios con centro de transformación

15.Anexo I - Conceptos de seguridad contra incendios

A1. Introducción

A2. Clasificación de los materiales de la construcción en función de sus propiedades de reacción al fuego

A3. Clasificación de los elementos para la edificación en función del comportamiento frente al fuego

A4. Recintos Protegidos y Locales de riesgo especial según CTE

16.Anexo 2 - Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos

A2.1.Introducción

A2.2.Esquemas de instalación en edificios de viviendas

A2.3.Esquemas de instalación en viviendas unifamiliares

1 Descripción de las instalaciones eléctricas en edificios de viviendas

1.1 Introducción

Las instalaciones eléctricas en edificios de viviendas se caracterizan, respecto a otros tipos de instalaciones eléctricas, porque su configuración, componentes y características están perfectamente definidas y normalizadas en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT). El contenido de este libro se centra precisamente en realizar la descripción detallada de cada una de las partes que componen dichas instalaciones atendiendo principalmente a las condiciones de diseño que deben regir la elaboración de un proyecto de instalación eléctrica. Por este motivo, el libro está fundamentalmente dirigido a los técnicos encargados de la elaboración de los proyectos o de las memorias técnicas de diseño pertinentes, aunque igualmente puede ser de interés para las personas encargadas de la ejecución y supervisión de las instalaciones.

Las instalaciones eléctricas en edificios de viviendas tienen algunos elementos específicos que las caracterizan respecto a otros tipos de instalaciones eléctricas como puedan ser la de una industria o de un edificio comercial. Sin embargo, comparten, como es obvio, muchos conceptos de diseño comunes con estas últimas como es, por ejemplo, el cálculo de la sección de las líneas o la selección de protecciones.

Por este motivo, en el libro se tratan dichos aspectos de diseño de forma general, es decir, válida para cualquier instalación eléctrica de baja tensión y, posteriormente, se particularizan para las instalaciones específicas de los edificios de viviendas.

En este capítulo se realiza una descripción inicial y básica de todas las partes que componen una instalación eléctrica de un edificio de viviendas. Sin embargo, y como paso previo, se considera interesante conocer la estructura global del sistema eléctrico que alimenta a los edificios de viviendas y a cualquier otra instalación eléctrica. Debe tenerse en cuenta que para algunos aspectos de diseño, el proyectista debe disponer de cierta información que le permita modelar la red eléctrica que alimenta la instalación que está proyectando. En este sentido, la Figura 1.1 representa la estructura de un sistema eléctrico de potencia cuya función es la de generar, transportar y distribuir la energía eléctrica desde las centrales de generación eléctrica hasta los diferentes puntos de consumo. Como se aprecia en la figura, la energía eléctrica se genera en centrales eléctricas de diverso tipo como centrales hidroeléctricas, nucleares, de ciclo combinado, etc. y que disponen de generadores eléctricos trifásicos que producen la energía a una tensión típica de 20.000 V. Puesto que este nivel de tensión es demasiado reducido para transportar la energía, ya que se necesitarían corrientes muy elevadas, es necesario elevar la tensión a la salida de las centrales a valores superiores. Con estas tensiones más elevadas, que en España tienen valores típicos de 220 y 400 kV, se

transporta la energía eléctrica mediante líneas de transporte que son usualmente aéreas.

Una vez que la energía se aproxima a los centros o puntos de consumo, se hace necesario reducir la tensión para aproximarla a sus valores de utilización, proceso que se suele realizar en varios pasos. El elemento encargado tanto de elevar la tensión del sistema eléctrico como de reducirla es el transformador. Los parques de transformadores que se utilizan para elevar o reducir la tensión en los niveles de alta y media tensión se denominan subestaciones transformadoras (ST) e incluyen, además de los transformadores, toda la aparamenta de protección, medida y maniobra necesaria. Por otro lado, los centros que reducen la tensión desde el nivel de media (20.000 V usualmente) al nivel de baja (400 V) se denominan centros de transformación (CT). Las líneas eléctricas de 20.000 V constituyen la red de distribución de media tensión y pueden ser líneas tanto aéreas como subterráneas. En zonas urbanas se utilizan preferentemente líneas subterráneas mientras que en zonas rurales, debido a su menor coste, se prefiere la utilización de líneas aéreas. El último nivel de distribución lo constituyen las líneas de distribución de baja tensión que son las que alimentan a los consumos de baja como pueden ser los edificios de viviendas.

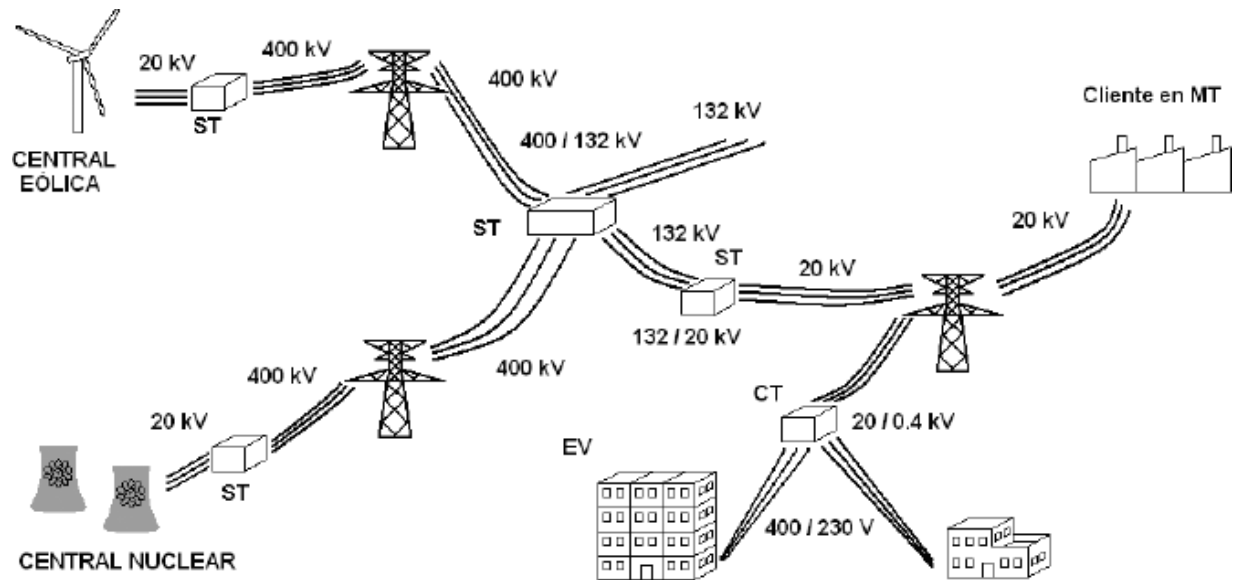


Figura 1.1. Esquema del sistema eléctrico

En la Figura 1.2 se muestra el diagrama unifilar simplificado de un sistema eléctrico en el que las líneas trifásicas se representan mediante un único hilo. En la figura se aprecian los tres niveles típicos de un sistema eléctrico de potencia: generación, transporte y distribución de la energía eléctrica. Como se aprecia, los transformadores se encargan de interconectar los diferentes niveles de tensión del sistema.

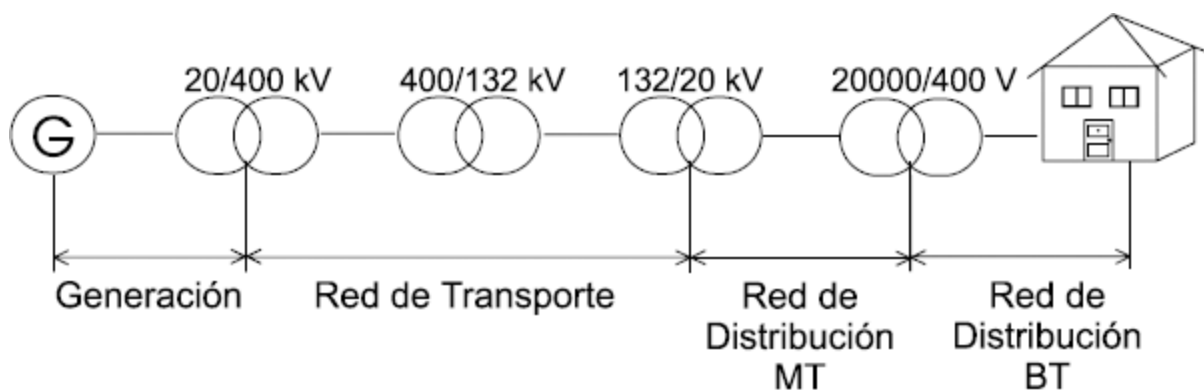


Figura 1.2. Esquema unifilar simplificado del sistema eléctrico

1.2 Instalación eléctrica de un edificio destinado principalmente a viviendas

Según el REBT la instalación eléctrica de un edificio de viviendas se compone de las siguientes instalaciones y elementos:

1. Acometida
2. Instalaciones de enlace
 - 2.1Caja general de protección
 - 2.2Línea general de alimentación
 - 2.3Centralización de contadores
 - 2.4Derivaciones individuales
 - 2.5Caja para interruptor de control de potencia
 - 2.6Dispositivos generales de mando y protección
3. Instalaciones interiores
4. Instalaciones de los servicios generales
5. Instalación de puesta a tierra

La Figura 1.3 muestra, simplificado, un edificio de viviendas sobre el que se han representado algunos de los elementos principales de la instalación eléctrica. Siguiendo el flujo de energía, desde la red eléctrica hacia los consumos de las viviendas, el primer elemento que aparece es la acometida.

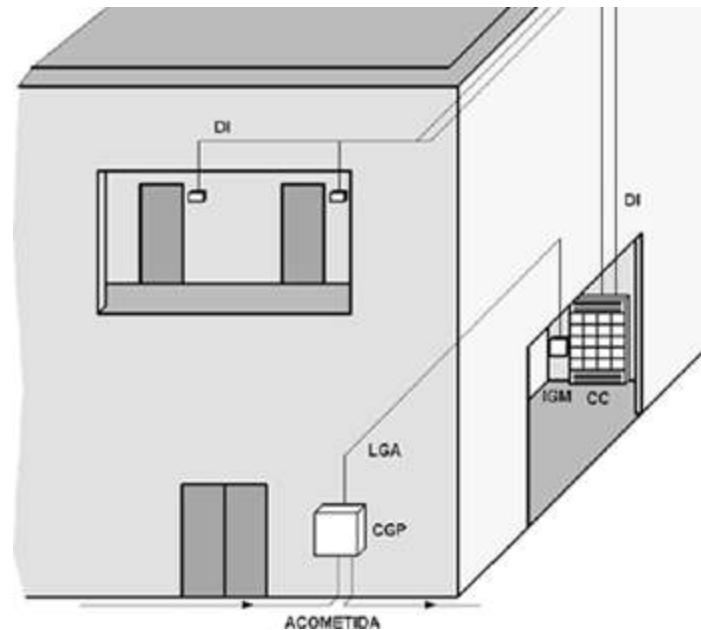


Figura 1.3. *Instalaciones de enlace en un edificio de viviendas*

Según la instrucción ITC-BT-11, la acometida es la parte de la red de distribución que alimenta a la Caja General de Protección. El propietario de la misma es, por tanto, la empresa eléctrica de distribución.

A continuación de la acometida se encuentran las instalaciones de enlace que unen (según la ITC-BT-12) la Caja General de Protección (CGP) con las instalaciones interiores de cada una de las viviendas del edificio.

La Caja General de Protección aloja los elementos de protección (fusibles) de la línea o líneas generales de alimentación (LGA), las cuales alimentan al cuadro de contadores o Centralización de Contadores (CC). Como se aprecia en la Figura 1.3, la CGP se instala usualmente en la fachada exterior del edificio con el objeto de facilitar el acceso. Cuando la acometida es aérea, la CGP se suele colocar a cierta altura (entre 3 y 4 metros) sobre el suelo

mientras que si la acometida es subterránea, se instala dentro de un nicho fabricado en la fachada. La Figura 1.4 muestra una CGP con acometida subterránea y su esquema eléctrico. Se aprecia en la figura la posición de los tres conductores de fase, protegidos mediante fusible, y la del conductor neutro situado a la izquierda de las fases y sin protección.



Figura 1.4. Fotografía y esquema de una CGP con acometida subterránea

De la CGP sale la Línea General de Alimentación (LGA) que alimenta al cuadro de contadores. A la entrada de este cuadro se sitúa un Interruptor General de Maniobra (IGM) que permite desconectar toda la instalación en caso necesario. La Figura 1.5 muestra el cuadro para la centralización de contadores que se construye de forma modular adaptando su tamaño al número de viviendas y, por tanto, de contadores del edificio. Como se aprecia, el IGM se coloca sobre un módulo situado, en este caso, en la parte inferior izquierda del cuadro.

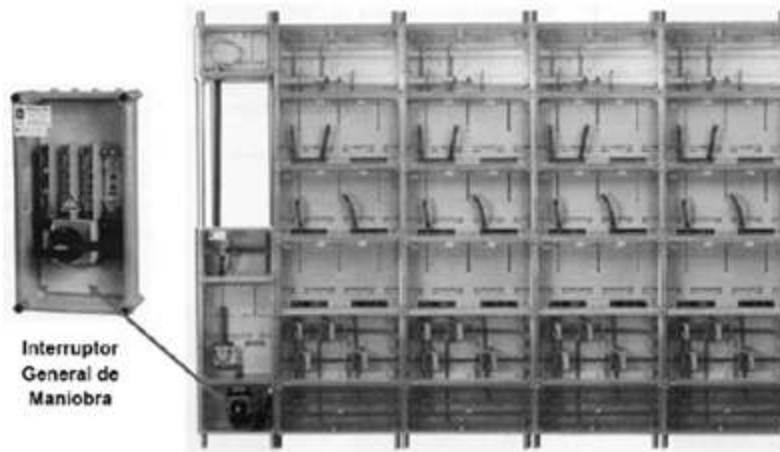


Figura 1.5. Módulo para centralización de contadores

Para alimentar a cada una de las viviendas del edificio se utiliza una línea que sale de la centralización de contadores y que se denomina derivación individual (DI) tal como muestra la Figura 1.3. Además de la línea en sí, la derivación individual incluye los fusibles de seguridad situados en el embarrado general de la centralización de contadores, el conjunto de medida de energía y los dispositivos generales de mando y protección de las instalaciones interiores que se encuentran en la propiedad de los usuarios. La Figura 1.6 muestra el esquema de la instalación de un edificio en el que se aprecian la derivación individual de una vivienda y sus instalaciones interiores.

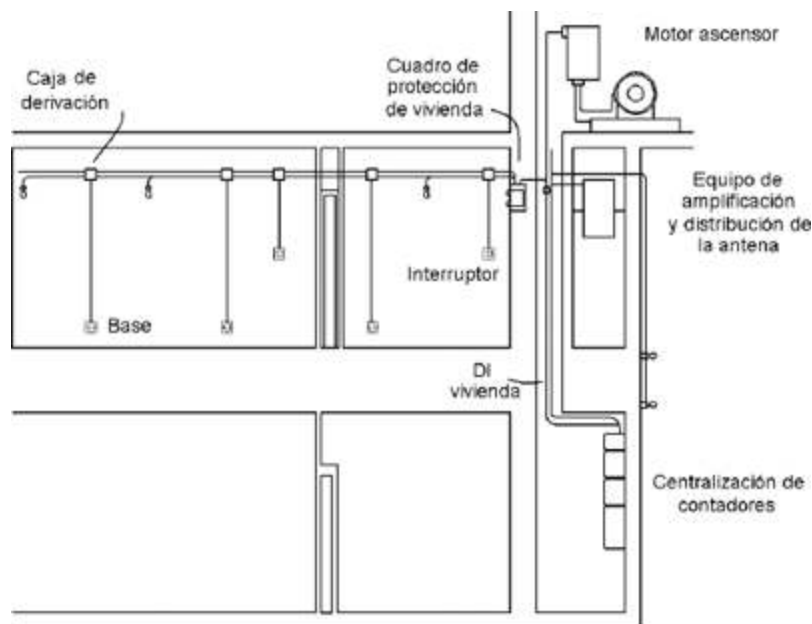


Figura 1.6. Esquema edificio con derivaciones individuales e instalaciones interiores

La derivación individual comprende, por tanto, tanto el interruptor de control de potencia como los dispositivos generales de mando y protección de cada usuario. La Figura 1.7 muestra un esquema de un cuadro de protección típico de una vivienda en el que se aprecian las distintas protecciones (básicamente interruptor diferencial e interruptores magnetotérmicos) que protegen a las diferentes líneas de la instalación del usuario.



Figura 1.7. Cuadro de protección de una vivienda

El REBT establece dos posibles esquemas para las instalaciones de enlace para edificios de viviendas dependiendo de que los contadores se encuentren centralizados en un único lugar o centralizados en dos o más lugares. Dichos esquemas se muestran en las Figuras 1.8 y 1.9.

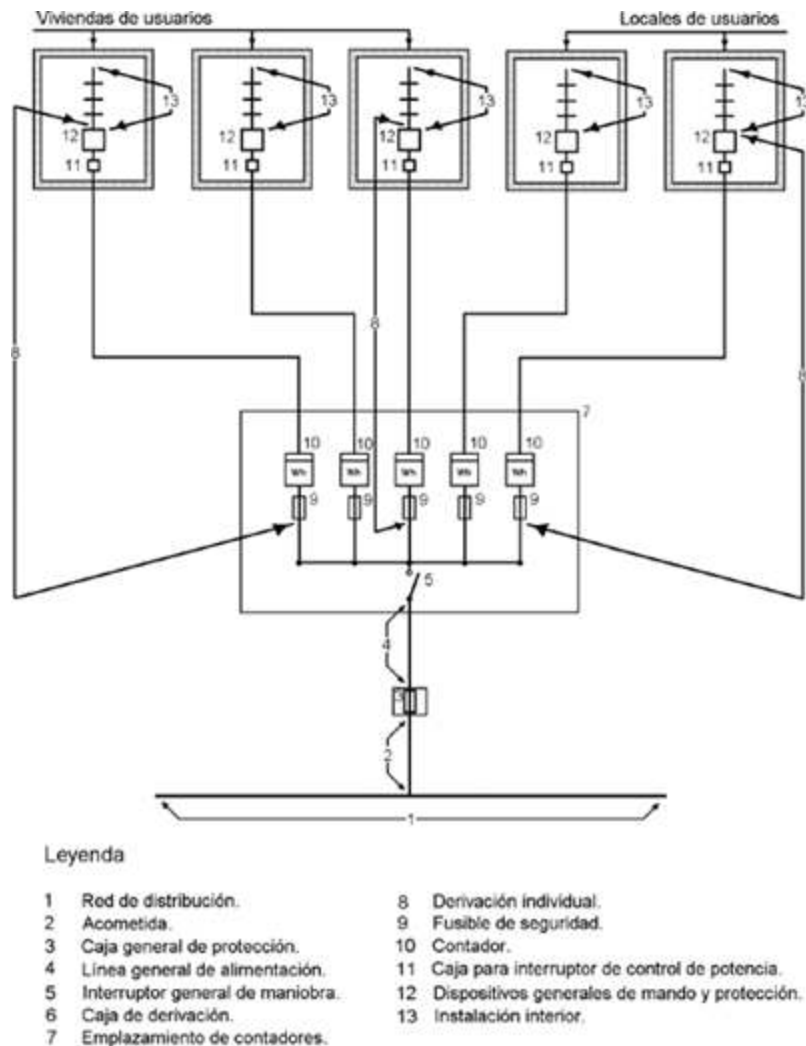


Figura 1.8. Esquema de las instalaciones de enlace para varios usuarios con contadores en forma centralizada en un lugar

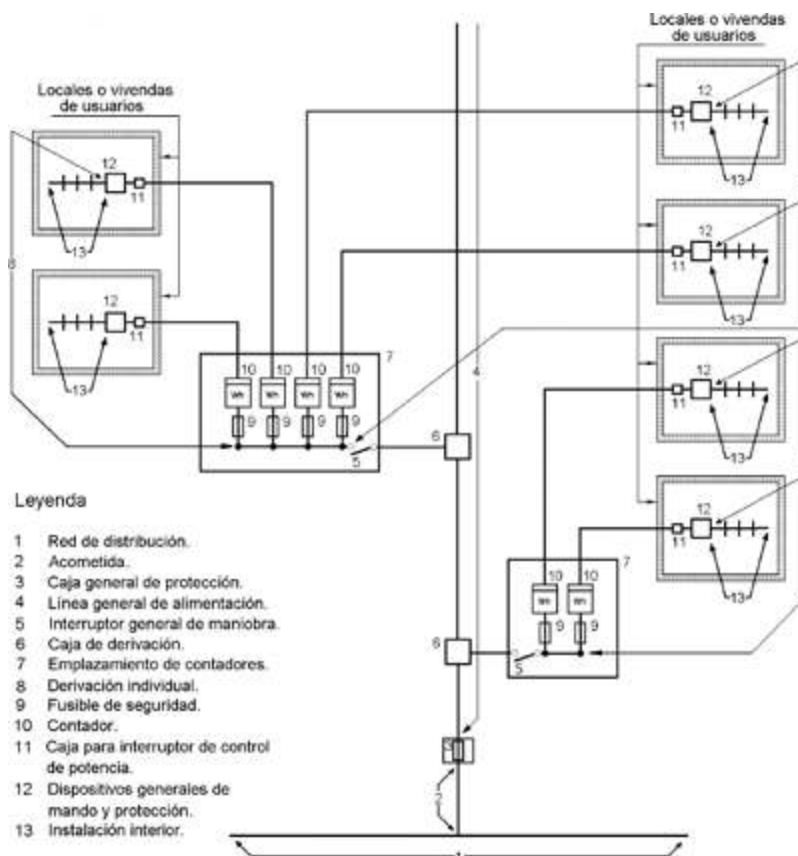


Figura 1.9. Esquema de las instalaciones de enlace para varios usuarios con contadores en forma centralizada en más de un lugar

Como ya se ha visto, las instalaciones de enlace permiten llevar la energía desde la red de distribución de la compañía eléctrica hasta la instalación eléctrica de cada vivienda constituyendo las llamadas instalaciones interiores. Tal como muestra la Figura 1.6, comprenden las diferentes líneas o circuitos que salen del cuadro de protección de cada vivienda y alimenta a los distintos consumos eléctricos. Los circuitos posibles para vivienda según el REBT se estudiarán con detalle en el capítulo 12 aunque se indican a nivel descriptivo en la Tabla 1.2.

Tabla 1.2 Circuitos interiores en viviendas

NÚMERO	DESCRIPCIÓN
C1	Iluminación
C2	Tomas de corriente
C3	Cocina y horno
C4	Lavadora, lavavajillas y termo eléctrico
C5	Tomas de corriente de cuartos de baño y auxiliares de cocina
C6	Adicional de iluminación
C7	Adicional de tomas de corriente
C8	Calefacción eléctrica
C9	Aire acondicionado
C10	Secadora
C11	Sistema de automatización (domótica)
C12	Adicional de los tipos C3, C4 o C5
C13	Circuito exclusivo para la recarga de vehículo eléctrico

Además de los consumos propios de cada vivienda, un edificio de viviendas incluye una serie de consumos eléctricos que son comunes a todos los propietarios o usuarios del edificio. Tal como establece el REBT, se consideran servicios generales o comunes de un edificio a los siguientes consumos eléctricos:

- Ascensores y aparatos elevadores.
- Centrales de calor y frío.
- Grupos de presión.
- Alumbrado de portal, caja de escalera, alumbrado auxiliar y espacios comunes.

Para alimentar a estos consumos o servicios generales, se dispone de una línea específica que sale de los correspondientes contadores de energía trifásicos que se sitúan de forma separada en el local destinado a centralización de contadores y que alimenta a un cuadro de protección de los servicios generales. Este cuadro se suele colocar en alguna zona común protegida de la planta baja o el sótano.

Por último, es importante hacer referencia a la instalación de puesta a tierra del edificio ya que está directamente relacionada con la seguridad de las personas que utilizan sus instalaciones eléctricas. Todo edificio de viviendas debe disponer de un sistema de puesta a tierra que asegure la actuación de las protecciones correspondientes en caso de aparición de contactos peligrosos para la salud de las personas.

La instalación de puesta a tierra se realiza típicamente utilizando un conductor de cobre desnudo que se entierra de forma horizontal en las zanjas de cimentación del edificio comprendiendo todo su perímetro. Al electrodo así formado se le unen los conductores de protección de la instalación en una serie de puntos de puesta a tierra que se establecen posteriormente. Si es necesario, al electrodo horizontal se le añaden picas verticales hasta alcanzar la resistencia de puesta a tierra necesaria. La Figura 1.10 muestra un esquema de la puesta a tierra de un edificio de viviendas.

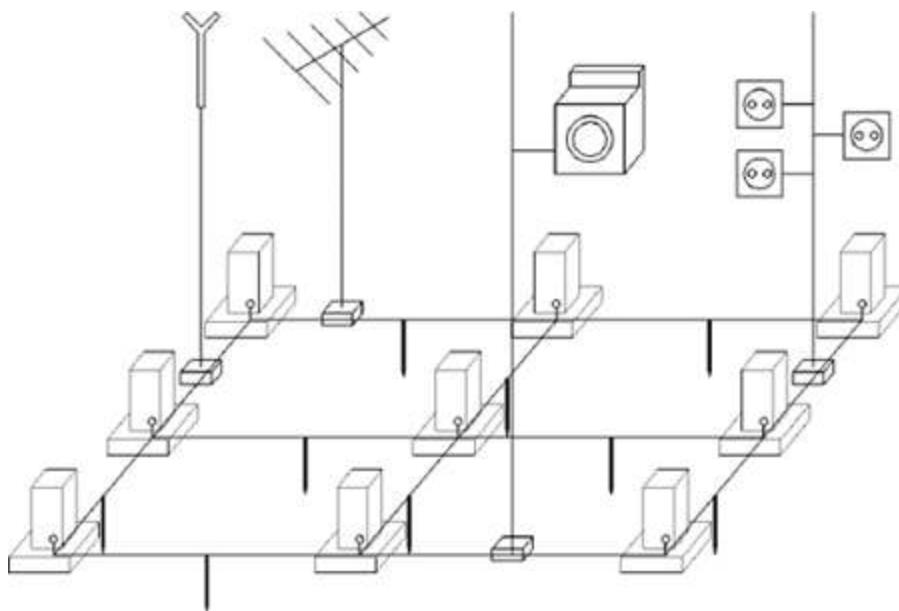


Figura 1.10. *Instalación de puesta a tierra de un edificio de viviendas*

1.3 Instalación eléctrica de una vivienda unifamiliar

En el caso de viviendas unifamiliares se pueden simplificar las instalaciones de enlace haciendo coincidir en el mismo lugar la Caja General de Protección y el equipo de medida. En este caso, no existe línea general de alimentación y el fusible de seguridad coincide con el fusible de la CGP. A la caja resultante se le denomina Caja de Protección y Medida (CPM). Las Figuras 1.11 y 1.12 muestran esquemas y tipos de estas cajas.

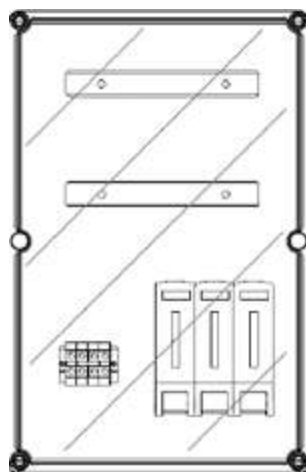


Figura 1.11. CPM de interior

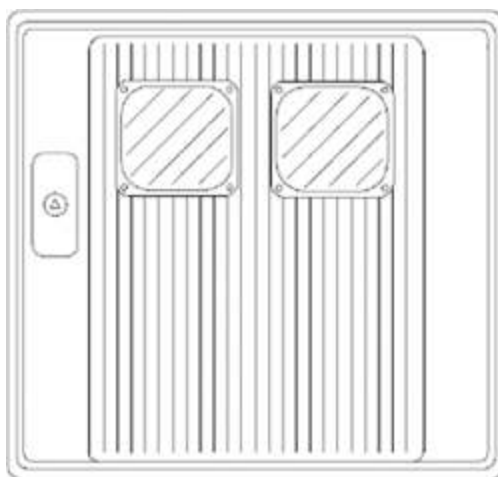


Figura 1.12. CPM de intemperie

La Figura 1.13 representa el esquema de las instalaciones de enlace para un único usuario mientras que la Figura 1.14 representa el esquema para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar. Las leyendas coinciden con las de la Figura 1.8.

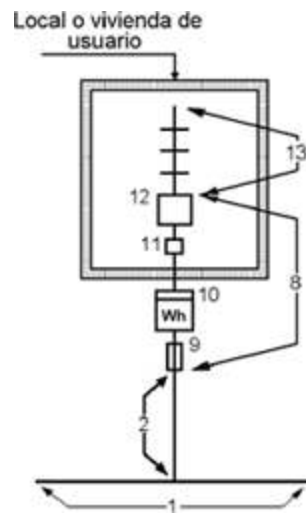


Figura 1.13. *Instalación de enlace para un único usuario*

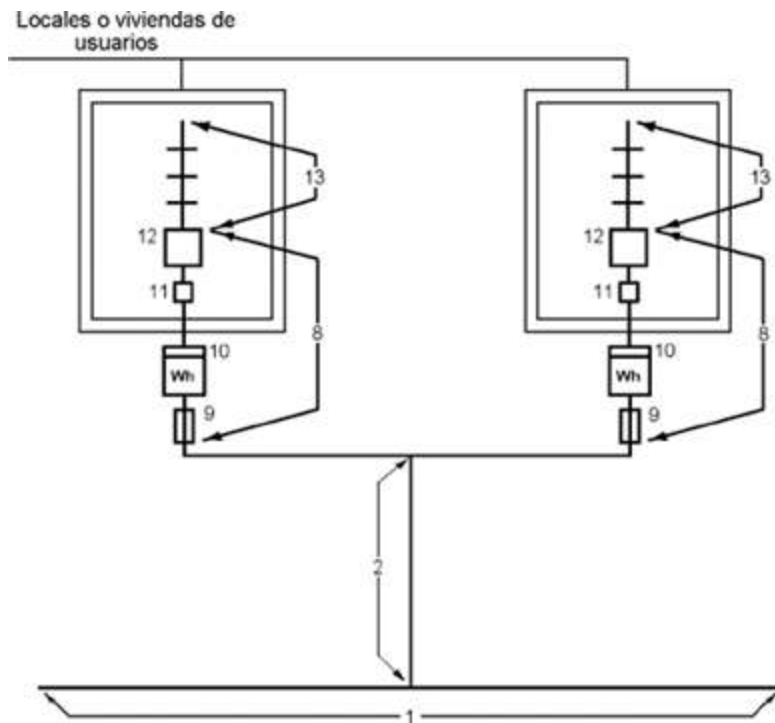


Figura 1.14. *Instalación de enlace para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar*

2 Verificación e inspección de las instalaciones

2.1 Introducción

Aun siendo uno de los pilares básicos para garantizar la calidad y seguridad de una instalación eléctrica en baja tensión, un diseño correcto y eficiente no es suficiente; debe también ponerse especial cuidado en su ejecución. En esta fase, se realizan una serie de acciones destinadas a validar cada uno de los pasos dados cuyo significado exacto conviene clarificar:

- **La revisión:** Es una acción natural en el montaje de instalaciones que consiste en la comprobación de cada una de las operaciones realizadas con la correspondiente corrección del fallo en caso de producirse. Desde el punto de vista normativo no es preceptiva y la realiza el operario en el momento de la ejecución.
- **La verificación:** Es una operación preceptiva que responde a la aplicación de la reglamentación siguiendo una metodología normalizada (UNE 20.460-6-61). La lleva a cabo la **empresa instaladora** de forma previa a la puesta en servicio de todas las instalaciones de BT nuevas o ampliaciones significativas, generándose una documentación técnica precisa para su puesta en funcionamiento.

- **La inspección:** Se trata también de una operación preceptiva en cumplimiento con unas exigencias reglamentarias. Se precisa en ciertas instalaciones eléctricas de BT, cuya peligrosidad impone un especial cuidado. Puede realizarse de forma previa a la puesta en funcionamiento, o bien con carácter periódico. Son ejecutadas por **Organismos de Control** acreditados en ese campo reglamentario.

La primera es una acción natural en todo montaje. Las otras dos son de carácter reglamentario y se rigen por lo establecido en la ITC-BT-05 del REBT, por lo que a continuación se desarrolla cada una de ellas.

2.2 Verificaciones previas a la puesta en servicio

Las verificaciones implican todo un proceso reglado realizado por las empresas instaladoras responsables de la ejecución y deben ser supervisadas por el Director de Obra cuando este intervenga. Al tener un carácter preceptivo son operaciones normalizadas. Según la UNE 20.460-6-61, existen dos tipos de verificaciones:

- **Verificación por examen:** No requiere tomar medidas de parámetros eléctricos, suele ser visual y se efectúa sin tensión para el conjunto de la instalación. En ella se comprueba que el material eléctrico ha sido elegido e instalado correctamente, es conforme a la documentación técnica y no presenta daños visibles que afecten a la seguridad. Concretamente se verifica:
 - La existencia de medidas de protección contra contactos directos.

· La existencia de medidas de protección contra contactos indirectos.

· La existencia de dispositivos de protección bien calibrados.

· La ejecución correcta de las conexiones.

· La señalización, los esquemas, la identificación de circuitos, los bornes, los interruptores, etc.

· Las barreras cortafuegos.

· La correcta protección frente a las influencias externas. Cumplimiento de los grados IP e IK exigidos.

- **Verificación mediante medidas o ensayos:** Con esta se utilizan los aparatos de medida que forman parte de los medios técnicos exigibles a las empresas instaladoras y requieren la toma y registro de ciertos valores obtenidos a través de ensayos.

Estos son:

· Medida de la continuidad de los conductores activos y de protección.

· Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores.

· Medida de la rigidez dieléctrica o tensión de aislamiento.

· Medida de la intensidad de fuga.

· Comprobación de la intensidad de disparo de los ID.

· Comprobación de la secuencia de fases.

· Medida de la resistencia de puesta a tierra.

Para que la instalación se considere terminada y segura, los resultados de ambos tipos de verificaciones deben estar conformes a lo indicado en la norma UNE 20.460-6-61 y la ITC-BT-19 de REBT. Una vez corregidos los defectos detectados si los hubiere, se pueden generar dos documentos: el **Certificado Final de Obra** y el **Certificado del Instalador**. En ellos se hace constar que la instalación se ha realizado de conformidad con lo establecido en el reglamento y sus instrucciones técnicas complementarias y de acuerdo con la documentación técnica de partida.

El **Certificado de Instalación** debe ser suscrito por un instalador en baja tensión que figure en la plantilla de la empresa instaladora responsable de la obra. Es preceptivo para cualquier instalación eléctrica de baja tensión nueva y para aquellas modificaciones o ampliaciones sustanciales de instalaciones existentes. Cada comunidad autónoma posee su propio modelo por lo que debe consultarse en los servicios territoriales del órgano competente.

Cabe observar que el documento contiene información obtenida mediante las pruebas reglamentarias como lo es la verificación del disparo del diferencial y las medidas de las resistencias de la tierra de protección y del aislamiento.

El otro documento que puede generarse una vez completadas las verificaciones es el **Certificado Final de Obra** emitido por un técnico titulado competente, normalmente el que se encargó de la redacción del proyecto en caso de haber sido este necesario; consecuentemente,