Resumen

El contenido del presente proyecto final de carrera consta del diseño y cálculo de una instalación eléctrica de un edificio destinado a viviendas, así como el análisis y posibilidades de la tarificación eléctrica. Las viviendas tendrán carácter de electrificación elevada, las cuales serán consideradas de máximo confort, por lo cual también se realizará la domotización de cada una de las viviendas mediante el sistema descentralizado "amigo" para ofrecer la máxima seguridad y comodidad de los inquilinos.

Sumario

MEMORIA

1.- Introducción. 7
2.- Memoria técnica. 9
2.1.- Objeto del proyecto. 9
2.2.- Antecedentes. 9
2.3.- Previsión de cargas. 10
2.4.- Características del suministro 10
2.5.- Instalación de enlace. 11
2.6.- Caja general de protección (CGP). 14
2.7.- Línea general de alimentación. 16
2.8.- Centralización total de contadores 19
2.9.- Puesta a neutro de masas. 20
2.10.- Derivaciones individuales. 21
2.11.- Dispositivos privados de mando y protección..... 26
2.12.- Instalaciones interiores de viviendas. 29
2.13.- Servicios comunitarios. 51
2.14.- Puestas a tierra. 57
3. Domotización 69
3.1. Introducción 69
3.2. Sistema Amigo 69
3.3. Componentes del sistema Amigo 72
3.4. Guía de configuración de las viviendas 85
4.- Análisis energético. 93
5.- Conclusiones. 99
6.- Bibliografía. 101

ANEXOS

ANEXO A: CÁLCULOS ……..…… 1

A.1.- Cálculos. 5

A.1.1.- Cálculo de conductores activos. 5

A.1.2.- Cálculo de conductores de protección. 8

A.1.3.- Cálculo de la puesta a tierra. 9

A.1.4.- Cálculo de tubos o conductos. 9

A.1.5.- Cálculos explícitos ……. 10

A.1.6.- Previsión de cargas. 11

A.1.7.- Caja general de protección. 14

A.1.8.- Línea general de alimentación. 14

A.1.9.- Derivaciones individuales. 16

A.1.10.- Instalaciones interiores. 26

A.1.11.- Derivación servicios comunitarios. 62

A.1.12.- Puesta a tierra. 83

ANEXO B: PRESUPUESTO ……..…… 85

B.1.- Presupuesto. 87

ANEXO C: PLIEGO DE CONDICIONES ……..…… 93

C.1.- Pliego de condiciones. 97

C.1.1.- Objetivo. 97

C.1.2.- Disposiciones generales. ……..... 97

C.2.- Pliego de Condiciones Generales y económicas. ……..... 99

C.2.1.- Descripción de las obras. 99

C.2.2.- Condiciones administrativas. 100

C.2.3.- Condiciones de contratación. 101

C.2.4.- Medición y abono de las obras. 104

C.3.- Descripción de las obras. 109

C.3.1.- Normas de aplicación y condiciones
que deben cumplir los materiales. 109

C.4.- Ejecución de las obras. …… 113

C.4.1.- Condiciones generales. 113

C.4.2.- Planteamiento del trabajo. 113

C.4.3.- Instalaciones eléctricas. 114

C.4.4.- Varios. 118

C.5.- Disposiciones generales. 119

C.5.1.- Disposiciones que, además de la legislación general,
regirán durante la vigencia del contrato. ……..……..... 119

C.5.2.- Autoridad del director de la obra. 119

C.5.3.- Contradicciones, omisiones y modificaciones del proyecto. ……..... 119

C.5.4.- Plazo de ejecución de las obras. 120

C.5.5.- Precauciones a adoptar durante la ejecución de las obras. 120

C.5.6.- Condiciones de seguridad e higiene en el trabajo. 121

ANEXO D: PLANOS ……..……125

D.1.- Lista de planos. 129

D.2.- Planos. 131

1. Introducción

El presente proyecto final de carrera consta de la instalación eléctrica de un edificio de viviendas, la cual ha sido diseñado por diferentes tramos los cuales necesitan diferentes consideraciones a tomar en cuenta. Dichos tramos corresponden a la línea general de alimentación, derivaciones individuales, tanto de las viviendas como de los servicios comunitarios, e instalaciones interiores. Cabe mencionar que la totalidad de la instalación eléctrica ha sido diseñada teniendo en cuenta la normativa vigente del reglamento electrotécnico de baja tensión.

El siguiente objetivo de el presente proyecto es establecer una estimación de una facturación eléctrica, dicho punto es a modo orientativo debido a la imposibilidad de conocer con exactitud el consumo futuro de una vivienda.

Dichas viviendas que constituyen el edificio en estudio se han deseado domotizar mediante un sistema domótico el cual tiene carácter descentralizado, esto es, no necesita módulo principal de configuración, de esta manera los inquilinos no tendrán que tener grandes conocimientos técnicos para ampliar, modificar o anular los diferentes dispositivos propuestos en la presente documentación.

2. Memoria técnica

2.1. Objeto del proyecto

El presente proyecto tiene por objeto el estudio técnico-económico de la instalación eléctrica en baja tensión para un edificio destinado a viviendas con una potencia máxima a contratar de 6,6 kW por vivienda, esto es, un grado de electrificación elevada debido a la diversidad de puntos de consumo en cada vivienda.

El edificio en estudio está situado en la Calle Torné nº2 de Barcelona según se refleja en el plano nº1 "Situación".

2.2. Antecedentes

El edificio consta de las siguientes plantas:

- 1 planta baja destinada a vestíbulo y una vivienda de 90 m^2.
- 3 plantas (1º, 2º y 3º) destinadas a una vivienda de 80 m^2 y otra de 30 m^2 por planta.
- 1 planta destinada a una única vivienda de 100 m^2.

Debido a la voluntad del constructor de la necesidad de suministrar energía eléctrica para la alimentación de todo tipo y gran cantidad de cargas, la potencia contratada no será la que dispone el Reglamento de Baja Tensión la cual hace referencia a la relación de los metros cuadrados del habitáculo con la potencia a contratar, sino que será superior debido al motivo anteriormente mencionado, concretamente la potencia contratada será de 6,6 kW debido a la gran necesidad de alimentar los diferentes y diversos electrodomésticos de cada vivienda.

Total 8 viviendas de grado de electrificación elevado.

Cada vivienda dispondrá de los siguientes circuitos:

- 1 Circuito de alumbrado
- 1 Circuito para máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora.

- 1 Circuito para la cocina eléctrica.
- 1 Circuito para las tomas de corriente.
- 1 Circuito de Domótica.

2.3. Previsión de cargas

La potencia a instalar, debido al total de cargas representadas por la totalidad de viviendas y los servicios comunes, será la detallada a continuación:

8 viviendas de electrificación elevada a razón de 6,6 kW cada vivienda y aplicando el coeficiente de simultaneidad reflejado en el REBT mediante la normativa ITC-BT-10 dará lugar a un total de 40,92 kW.

Por lo que se refiere a consumo de los servicios generales la potencia a contratar será debido a las características de alimentación del edificio a estudio a continuación detallado.

- 1,65 kW servicios generales propios.
- 5,7 kW fuerza de servicios comunes (cuarto de máquinas).

La potencia total del edificio a instalar será de 48,27kW.

Se dispondrá de una única línea general de alimentación a causa de la intensidad circulante ya que esta es inferior a 250 A.

2.4. Características del suministro

El suministro de energía eléctrico se realizará a través de una acometida subterránea de la empresa suministradora en conductores unipolares RV 0,6/1 kV (polietileno reticulado) bajo tubo plástico rígido.

La tensión de suministra será en corriente trifásica a 400 V entre fases activas y 230 V entre fases activas y neutro. La frecuencia será de 50 Hz.

2.5. Instalación de enlace

A continuación se indicará la elección tomada de cada elemento de la instalación que esté arropada por el RBT, con el fin de escoger los elementos apropiados se han utilizado la recomendaciones UNESA concretas para cada tramo de la instalación.

- Esquema

Las instalaciones de enlace entre la red de distribución pública y las instalaciones interiores, se ajustará a la siguiente figura debido a la colocación totalmente centralizada de los contadores.

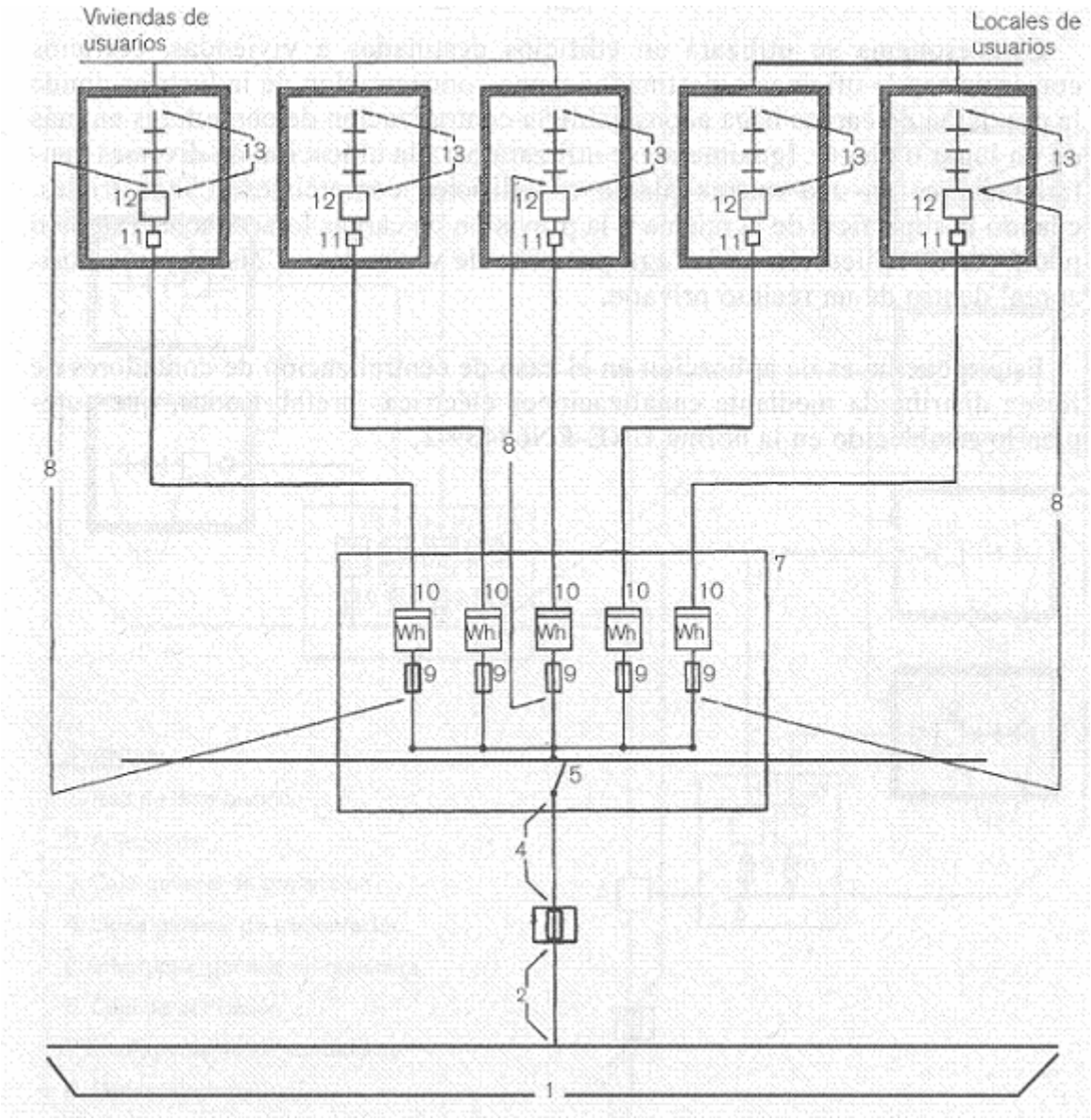


Fig. 2.5.1. Instalación de enlace

1.- Red de distribución
2.- Acometida
3.- Caja general de protección
4.- Línea general de alimentación
7.- Emplazamiento de contadores
8.- Derivación individual
9.- Fusibles de seguridad
10.- Contador
11.- Caja para interruptor de control de potencia
12.- Dispositivos generales de mando y protección
13.- Instalación interior

El conjunto de derivación individual e instalación interior constituye la instalación privada.

- Acometida

Definición:

Se denomina así a la parte de la instalación comprendida entre la red de distribución pública y la caja o cajas generales de protección.

Instalación:

En general se dispondrá una sola acometida por edificio; sin embargo, podrán establecerse acometidas independientes para suministros cuyas características especiales así lo aconsejen. En el caso que nos corresponde únicamente se instalará una única acometida. Estará formada por 4 conductores, los cuales se instalarán en el fondo de una zanja la cual tendrá una profundidad 0,8 m ya que tiene que discurrir por cruces de la vía publica.

Tipos:

Las acometidas podrán ser aéreas o subterráneas. Los materiales empleados y su instalación cumplirán con las prescripciones establecidas en las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-BT) para las redes aéreas o subterráneas de distribución de energía eléctrica. Las acometidas, en todo caso, se realizarán de tal forma que lleguen con conductores aislados a la caja general de protección. La acometida que se utilizará para el edificio de viviendas que se analiza será subterránea por lo tanto

los materiales empleados y su instalación cumple las prescripciones establecidas en la instrucción ITC-BT-07 correspondiente a redes subterráneas de distribución de energía eléctrica.

Características de los conductores:

Se utiliza la gama de conductores con aislamiento de polietileno reticulado con cubierta de PVC descritos en las normas UNE 21.118 y 21.119.

En referencia a las secciones de los conductores se calcularán teniendo en cuenta:

- La demanda máxima prevista determinada de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-10 concretada anteriormente en 48,27 kW.

- La tensión de suministro, 400 V ya que se necesita un suministro trifásico.

- Las densidades máximas de corriente admisibles para el tipo y condiciones de instalación de los conductores.

- La caída de tensión máxima admisible. Esta caída de tensión será la que la Empresa tenga establecida en su reparto de caídas de tensión en los elementos constitutivos de la red, para que la tensión en la caja o cajas generales de protección esté dentro de los límites establecidos por el vigente Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de la Energía.

La elección del cable utilizado para la acometida será 4 conductores RV 0.6/1kV 25 mm^2 Cu ya que tendrá que soportar la intensidad para la correcta alimentación del edificio de viviendas y se verá afectado por factores correctores dispuestos en la instrucción ITC-BT-07.

Dicho cálculo de caídas de tensión en toda la instalación estarán sujetas a las instrucciones ITC-BT-14, ITC-BT-15, ITC-BT-19 y ITC-BT-26.

2.6. Caja General de Protección (CGP)

Es la caja que alberga los fusibles de protección de la línea general de alimentación (de la instalación de enlace del edificio). Marca el límite de propiedad entre la empresa eléctrica y los usuarios.

Se coloca en la fachada del edificio, lo más cerca posible de la red de distribución o del centro de transformación, y la elección del sitio se determina de común acuerdo entre la propiedad del edificio y la empresa eléctrica.

Se elegirá un lugar de uso común, de libre y fácil acceso para que se pueda llegar a el rápidamente en caso de necesidad y poder cortar el suministro de la finca. Asimismo estará separada de las instalaciones de agua, gas y teléfono.

La caja general de protección se caracteriza por:

- Serán de material aislante, de doble aislamiento y de clase térmica A.
- Resistente al calor y al fuego según la norma UNE 21.905.
- Autoextinguible según la norma UNE 53.315.
- De grado de protección 7 contra impactos según la norma UNE 20.324.
- Resistente a las inclemencias meteorológicas.
- No higroscópico.
- Resistente a los álcalis.
- Con un sistema de ventilación natural, mediante orificios, que permita el movimiento y convección del aire y evite condensaciones.
- La tensión nominal será para 440 V.
- Precintable.
- Cerradura normalizada.

En el exterior, y en sitio visible, se marcará el anagrama de UNESA con la norma 1.403 B, la marca del fabricante y la capacidad de la caja (en amperes). En su interior se alojarán tres fusibles para cada una de las fases, y un borne con una pletina rígida para el cable de neutro.

Los cortacircuitos fusibles tendrán un poder de corte igual o mayor que la mayor corriente de cortocircuito que se pueda presentar en algún punto de la instalación.

Como la acometida entra por la parte inferior de la caja general de protección y la línea general de alimentación nos interesa que también tenga salida por la parte inferior para comodidad a la hora de hacer llegar los conductores hasta la centralización de los contadores se ha escogido el modelo CGP 7.

La caja es estanca por la parte superior, para evitar la entrada de agua, y en los oficios inferiores, por donde entran los cables de la acometida, se colocarán tapones o prensaestopas para evitar que queden espacios entre los cables y el orificio de la caja para que no entren alimañas, humedad, etc.

Las características de la caja CGP-7-250 serán:

- Cortacircuitos fusibles.

Bases		Fusibles	
Número	Medida	Intensidad nominal (A)	Medida
3	1	250	1

- Capacidad de los bornes según la sección de los conductores.

Entrada empresa		Salida abonado	
Fases (mm^2)	Neutro (mm^2)	Fases (mm^2)	Neutro (mm^2)
25-150	16-95	25-150	16-95

El esquema eléctrico de la caja escogida es el siguiente:

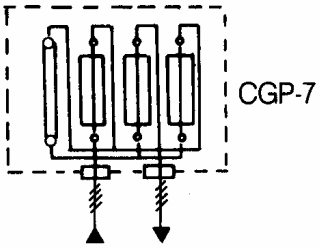


Fig. 2.6.1. Esquema eléctrico de la caja general de protección (CGP)

2.7. Línea General de Alimentación

La línea general de alimentación es la línea que une la Caja General de Protección con el embarrado de la centralización de contadores. Hay una línea general de alimentación por cada caja general de protección, tienen que discurrir por lugares de uso común y cada una estará formada por tres cables de fase y uno de neutro, aislados para 1000 V y dimensionados de acuerdo con la previsión de cargas del edificio. La línea general de alimentación se dimensionará siguiendo las normas de caída de tensión y de densidad de corriente, siendo la capacidad máxima para cada general de alimentación de 160 kW, ya que tiene que haber una general de alimentación por cada caja y cada caja general de protección no puede admitir más de 160 kW, esto equivale a los 250 A, según la recomendación UNESA 410.6, nombrados cuando se ha realizado la elección de la CGP, se recuerda que sólo se dispone una única línea general de alimentación ya que la previsión de cargas del edificio no supera los 160 kW o lo que es lo mismo los 250 A.

Cuando esta línea está instalada verticalmente en el interior de un edificio de varias plantas y de la cual se derivan conexiones para los distintos pisos, recibe también el nombre de "columna montante".

- Instalación

Cuando los contadores se instalen de forma concentrada en locales o espacios adecuados a este fin, la línea general de alimentación enlazará la caja general de protección con el lugar de concentración de contadores. La línea general de alimentación terminará en un embarrado o en unos bornes que quedarán protegidos contra cualquier manipulación indebida. De este embarrado o bornes partirán las conexiones a los fusibles de seguridad de cada derivación individual. Cada derivación individual será totalmente independiente de las derivaciones correspondientes a otros abonados, no admitiéndose en un mismo tubo ni en cajas de paso o de derivación, circuitos correspondientes a distintos abonados.

En todos los casos, las líneas generales de alimentación deberán discurrir, siempre que sea posible, por lugares de uso común.

Los tubos que se destinen a contener los conductores de una línea general de alimentación deberán de ser de un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 100 por 100.

- Conductores

Los conductores utilizados serán de cobre.

Para el cálculo de la sección de los conductores, se tendrá en cuenta la máxima caída de tensión admisible, que será:

Para líneas general de alimentación destinadas a contadores totalmente centralizados: 0.5 %

La caída de tensión se entiende desde la caja general de protección hasta el arranque de las derivaciones individuales para cada uno de los abonados conectados a la línea general de alimentación, considerando como carga previsible de cada abonado la correspondiente al grado de electrificación de su vivienda y aplicando los coeficientes de simultaneidad indicados en la Instrucción ITC-BT-10 y anteriormente analizados explícitamente.

Teniendo en cuenta dichas caídas de tensión máximas admisibles la instalación se realizará en conductores unipolares de cobre de policloruro de vinilo (PVC) de 1000 V de tensión de aislamiento y de 4×25 mm^2, en el interior de tubos flexibles con un diámetro interior de 36 mm ya que estos tienen que tener el diámetro interior dimensionado de tal manera que los conductores de su interior puedan ser ampliados en un 100 por 100 .

Para calcular la sección de una general de alimentación hemos de tener en cuenta los 48,27 kW de consumo del edificio, la máxima caída de tensión admisible en el caso de centralización total de contadores (0,5 %) y la distancia desde la CGP hasta la centralización de los contadores.

La densidad de corriente depende de las características del conductor, del aislamiento, y de su configuración. Se calcula en base a la instrucción del reglamento de baja tensión ITC-BT-07.

Tensión [V]	400
Fases + N	3 + N
Cos φ	0,9
Potencia [W]	60150
Longitud [m]	4
Factor Corrector	0,7
e máx (%)	0,5
Intensidad [A]	96,46
Sección [mm^2]	25
e parcial (%)	0,1
e acumulada (%)	0,1
I máx. Cond. [A]	105
Potencia Máxima [W]	65471
Longitud Máxima [m]	18,61
Cond. Protección [mm^2]	-
Diámetro tubo PVC [mm]	40
Calibre Fusibles [A]	100

Tabla 2.7.1. Tabla cálculos línea general de alimentación

2.8. Centralización Total de Contadores

Con independencia de las protecciones correspondientes a la instalación interior del abonado, señaladas en la Instrucción ITC-BT17, se colocarán fusibles de seguridad.

Estos fusibles se colocarán en cada uno de los hilos de fase o polares que van al contador; tendrán la adecuada capacidad de corte en función de la máxima corriente de cortocircuito que pueda presentarse.

Los contadores se instalarán sobre bases constituidas por materiales adecuados y no inflamables, y podrán disponerse en forma individual o en forma concentrada.

En nuestro caso los contadores se concentraran en un punto, el cual habrá de preverse en el edificio un local o espacio adecuado a este fin, donde se colocarán los distintos elementos necesarios para su instalación. En este local, y en el caso de edificios destinados principalmente a viviendas, como el que nos atañe, se colocarán los contadores correspondientes a éstas y a los servicios generales del edificio.

El local utilizado será de fácil y libre acceso, tal como el portal, recinto del portero o un departamento o habitación especialmente dedicado a ello, pero nunca en cuartos de calderas o calefacción, de concentración de contadores de agua, de maquinaria de ascensores o de otros servicios. El local no ha de ser húmedo, estará suficientemente ventilado e iluminado y si la cota del suelo es inferior o igual a la de los pasillos y locales colindantes, deberá disponerse sumideros de desagüe para que, en el caso de avería, descuido o rotura de tubería de agua, no puedan producirse inundaciones en el local destinado a centralización de contadores. El local será de dimensiones suficientes para trabajar en él con garantía y comodidad.

Los contadores deberán colocarse de forma que se hallen a una altura mínima del suelo de 0,50 m y máxima de 1,80 m. Podrá, sin embargo, admitirse su instalación hasta una altura máxima de 3 m, debiendo el propietario, en este caso, disponer en el local de elementos de acceso hasta esta altura que permitan la lectura de las indicaciones de los contadores.

La ubicación concreta se detalla en los planos correspondientes adjuntos.

Los contadores estarán protegidos por dispositivos que impidan toda manipulación en ellos y dispuestos en forma que se puedan leer sus indicaciones con facilidad; cada contador y fusible de seguridad tendrá un rótulo indicativo del abonado o derivación individual a que pertenece.

En esta forma de montaje, las conexiones que partiendo de la línea general de alimentación alimentan a cada una de las derivaciones individuales, estarán protegidas contra toda manipulación.

El propietario del edificio, tendrá en su caso, la responsabilidad del quebranto de los precintos que coloquen los organismos oficiales o las Empresas distribuidoras y de la rotura violenta de cualquiera de los elementos instalados que queden así bajo su custodia en el local o espacio en que se efectúe la concentración de contadores.

Dichas normativas vienen redactadas en la instrucción del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión ITC-BT-16.

2.9. Puesta a neutro de masas

Para una correcta protección contra los contactos indirectos provocados por la unión de alguna parte con tensión y la chapa o parte metálica que ésta pueda entrar en contacto con personas o animales debido a un funcionamiento erróneo interno de la carga alimentada, hay que prever la instalación con un circuito de protección diseñado para que en caso de una circulación de defecto no sea perjudicial o incluso mortal.

- Esquema de distribución TT

El esquema utilizado para la instalación del edificio de viviendas será el esquema nombrado TT.

El esquema TT tiene un punto de alimentación, generalmente el neutro o compensador, conectado directamente a tierra. Las masas de la instalación receptora están conectadas a una toma de tierra separada de la toma de tierra de alimentación como se muestra en la siguiente figura.

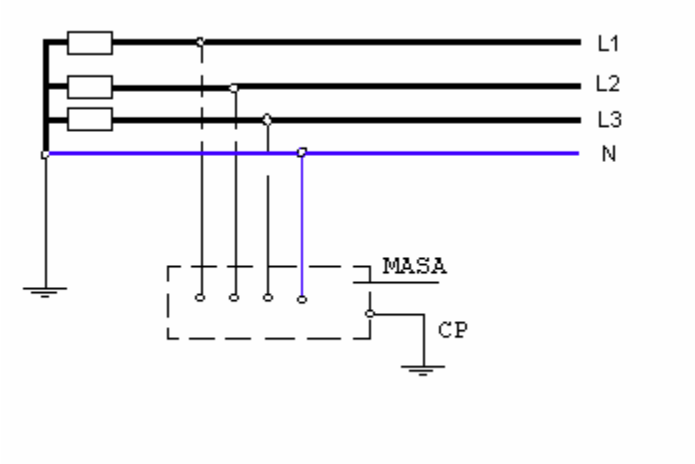


Tabla 2.9.1. Esquema TT

Tal y como se demostrará en la documentación pertinente a los cálculos eléctricos, se colocarán de forma perimetral por el recinto de la finca a construir la totalidad de 4 picas de cobre cada una de las cuales es de 2 m.

Las redes de distribución pública de baja tensión tienen un punto puesto directamente a tierra por prescripciones reglamentarias. Este punto es el punto neutro de la red.

La normativa que establece todo tipo de conexiones del régimen de neutro es la que pertenece al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión en la instrucción ITC-BT-08.

2.10. Derivaciones individuales

Las derivaciones individuales han de unir los contadores de cada abonado con los dispositivos privados de accionamiento y protección; no se permitirá en ningún caso la utilización de un neutro común para los diferentes abonados.

Las derivaciones individuales tendrán que transcurrir por la canaladura proyectada con el fin de albergar dichas derivaciones individuales, de esta manera se irán alimentando las cargas eléctricas de los diferentes habitáculos a diferentes cotas de altura. Esta canaladura tiene que tener unas dimensiones como las mostradas en la siguiente tabla, la cual discurrirá sin ningún tipo de cambio de dirección o rotación y ésta tiene que tener un trazado para poder ser accesible desde los lugares de uso común de todas las plantas. En los planos adjuntos se indica con claridad donde será la situación exacta de la canaladura.

Los tubos destinados a contener los conductores de cada una de las diferentes derivaciones individuales tendrán que tener un diámetro nominal que permita ampliar la sección de los conductores inicialmente instalados en un 50 %. En las nombradas condiciones de instalación, los diámetros nominales mínimos de los tubos en las derivaciones individuales serán de 23mm, ya que nuestro estudio se centra en un edificio destinado a viviendas.

Se fijarán el número de conductores de acuerdo con las fases necesarias para la utilización de los receptores del abonado, y también de la importancia del suministro. Debido a esto los suministros serán monofásicos los cuales serán suficientes para alimentar los 6,6 kW demandados con los inquilinos de las viviendas. Los conductores utilizados serán de cobre y, para hacer el cálculo de su sección, hay que tener en cuenta:

- La demanda prevista de cada abonado, que será la establecida con anterioridad para el correcto funcionamiento de 6,6 kW.

- La máxima caída de tensión admisible, que será del 1 % ya que los contadores se encuentran totalmente centralizados.

Se entiende por caída de tensión la que va desde el punto de arranque de la derivación individual en la línea general de alimentación hasta el punto de conexión del dispositivo privado de accionamiento y protección.

Teniendo en cuenta los párrafos anteriores y la normativa correspondiente a este tema ITC-BT-19 se opta por los siguiente cables de cobre en las distintas derivaciones individuales.

- Derivaciones individuales para las viviendas:

	Planta Baja	1º 1ª	1º 2ª	2º 1ª	2º 2ª	3º 1ª	3º 2ª	Planta 4ª
Tensión [V]	230	230	230	230	230	230	230	230
Fases + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N
Cos φ	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
Potencia [W]	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600	6600
Longitud [m]	12	17	18	20	20	23	24	26
Factor Corrector	1	1	1	1	1	1	1	1
e máx (%)	1	1	1	1	1	1	1	1
Intensidad [A]	31,88	31,38	31,38	31,38	31,38	31,38	31,38	31,38
Sección [mm^2]	10	10	10	10	10	16	16	16
e parcial (%)	0,53	0,76	0,8	0,89	0,89	0,64	0,67	0,72
e acumulada (%)	0,63	0,86	0,9	0,99	0,99	0,74	0,77	0,82
I máx. Cond. [A]	37	37	37	37	37	49	49	49
Potencia Máxima [W]	7659	7659	7659	7659	7659	10143	10143	10143
Longitud Máxima [m]	22,44	22,44	22,44	22,44	22,44	35,9	35,9	35,9
Cond. Protección [mm^2]	10	10	10	10	10	16	16	16
Diámetro tubo PVC [mm]	25	25	25	25	25	32	32	32
Calibre Fusibles [A]	35	35	35	35	35	35	35	35

Tabla 2.10.1. Tabla cálculos de las derivaciones individuales

- Derivación individual para los servicios comunitarios.

	Serv. Comunitarios
Tensión [V]	400
Fases + N	3 + N
Cos φ	0,85
Potencia [W]	7350
Longitud [m]	2
Factor Corrector	1
e máx (%)	1
Intensidad [A]	12,48
Sección [mm^2]	10
e parcial (%)	0,016
e acumulada (%)	0,116
I máx. Cond. [A]	37
Potencia Máxima [W]	21789,2
Longitud Máxima [m]	121,9
Cond. Protección [mm^2]	10
Diámetro tubo PVC [mm]	32
Calibre Fusibles [A]	35

Tabla 2.10.2. Tabla cálculos de los servicios comunitarios

Debido a las secciones obtenidas los conductores de protección serán de la misma sección según ITC-BT-19 y las intensidades soportadas no se verán alteradas por factores de corrección gracias al número de conductores ya que el conductor de protección normalmente no circula corriente.

El conductor de protección de cada vivienda irá en el mismo tubo que los conductores correspondientes a las fases y el neutro de cada habitáculo.

- Líneas principales de tierra. Derivaciones

Al punto o puntos de puesta de tierra explicado con anterioridad, se conectarán las líneas principales de tierra. Estas líneas se instalaran por la canalización interiores destinada a dicho fin, con el objetivo de establecer la conexión de los conductores de protección de cada uno de los receptores con puesta a tierra de cada una de las distintas viviendas. La canalización destinada a dicho fin será la misma utilizada para las derivaciones individuales ya que compartirán canalizaciones con los conductores activos de cada vivienda.

Las líneas principales de tierra estarán constituidas por conductores de cobre de igual sección que la fijada para los conductores de protección en la Instrucción ITC-BT-19 y como mínimo de 16 mm^2. Las secciones mencionadas serán expuestas de forma explicita en forma de tabla seguidamente, donde se mostrarán todas las características y secciones de cada cable utilizado en diferentes puntos de la instalación.

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm^2)	**Secciones mínimas de los conductores de protección (mm^2)**
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

Tabla 2.10.3. Tabla secciones de conductores de tierra

(*) Con un mínimo de:

2.5 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica;

4 mm^2 si los conductores de protección no forman parte de la canalización y no tienen una protección mecánica.

No se puede utilizar como conductores de tierra las tuberías de agua, gas, calefacción, desagües, conductos de evacuación de humos o basuras, ni las cubiertas metálicas de los cables, tanto de la instalación eléctrica como de teléfonos o de cualquier otro servicio similar.

Las conexiones en los conductores de tierra serán realizadas mediante dispositivos, con tornillos de aprieto u otros similares, que garanticen una continua y perfecta conexión entre aquellos.

2.11. Dispositivos privados de mando y protección

- Situación y composición

Lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en la vivienda del abonado, se establecerá un cuadro de distribución de donde partirán los circuitos interiores y en el que se instalará un interruptor general automático de corte omnipolar que permita su accionamiento manual y que esté dotado de dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. En este mismo cuadro se instalarán los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de cada uno de los circuitos interiores de la vivienda o local, y un interruptor diferencial destinado a la protección contra contactos indirectos.

Todos estos dispositivos de mando y protección se consideran independientes de cualquier otro que para control de potencia pueda instalar la Empresa suministradora de la energía, de acuerdo con lo previsto en la legislación vigente.

- Características principales de los dispositivos de protección

El interruptor general automático de corte omnipolar tendrá capacidad de corte suficiente para la intensidad de cortocircuito que pueda producirse en el punto de su instalación. En otro caso, será preciso la instalación en el mismo cuadro de distribución de cortacircuitos fusibles adecuados, cuyas características estarán coordinadas con las del interruptor automático general y con la corrientes de cortocircuito prevista en el punto de su instalación.

Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación y de no responder a esta condición estarán protegidos por

cortacircuitos fusibles de características adecuadas. El nivel de sensibilidad de estos interruptores responderá a lo señalado en la Instrucción ITC-BT-24.

Los dispositivos de protección contra sobrecargas y cortocircuitos de los circuitos interiores, tendrán los polos protegidos que corresponda al número de fases del circuito que protegen y sus características de interrupción estarán de acuerdo con las corrientes admisibles en los conductores del circuito que protegen.

- Cuadro general de mando y protección

Es el elemento de la instalación que aloja todos los elementos de seguridad, de protección y control de la vivienda.

Está regulado en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) instrucción ITC-BT-17.

La conexión se hace en este orden siguiendo el sentido de la corriente. La conexión de los mecanismos ICP y Diferencial se realizará con cable de cobre de sección igual a la sección de fase que llegue al cuadro.

Como existe un solo cuadro general en la instalación por vivienda, los elementos de los que se compone serán los siguientes.

- ICP, interruptor control de potencia, es el encargado de proteger a la instalación contra sobrecargas y cortocircuito.

Se coloca en el primer lugar del cuadro a la entrada de la corriente.

Se utiliza como elemento de corte general de la instalación.

Será dimensionado de acuerdo con la sección de la derivación individual. Como la potencia contratada por vivienda será de 6,6 kW la corriente que circulará será de 30A con lo que tendrá que ser de 30 A el dimensionado del ICP.

La intensidad de cortocircuito será como mínimo de 6 kA.

- IGA, Interruptor General Automático, el cual corresponderá el calibre del mismo a la máxima potencia que puede soportar la instalación, deberá poder dejar sin servicio la totalidad del cuadro donde este localizado.

- ID, interruptor diferencial, de alta sensibilidad, de 30 mA de intensidad máxima de defecto y 50 ms de tiempo máximo de respuesta, dimensionado de acuerdo con la potencia máxima prevista en la instalación, que también será de 30 A ya que es el mismo dimensionado que para el ICP.

Tiene como misión proteger a las personas y a los animales contra corrientes de falta, contactos directos y contactos indirectos.

No se debe utilizar como elemento general de corte, porque para eso está el IGA.

Debe de probarse periódicamente utilizando el botón de prueba que llevan estos mecanismos.

No se debe de olvidar que los diferenciales de alta sensibilidad aportan una protección muy eficaz contra los incendios, al limitar a potencias muy bajas las eventuales fugas de energía eléctrica debidas a defectos de aislamiento.

- PIAs, pequeños interruptores automáticos, cada uno destinado a proteger un circuito interior, por lo que habrá tantos como circuitos interiores haya, 5 en nuestro caso.

Se dimensionan de acuerdo con la sección del circuito interior que protegen.

La intensidad de cortocircuito sea de 6 kA como mínimo.

Tienen como misión proteger a las instalaciones, y a los receptores que están conectados a ellas, contra sobrecargas y cortocircuitos.

La intensidad nominal de los PIAs se calcula en función de la potencia máxima para la que se ha diseñando el circuito, y por tanto de su sección.

- Bornes de Tierra, un borne con una regleta para conectar el conductor de protección procedente de la centralización de contadores, y dividir en tantos conductores de protección como circuitos interiores haya.

- Otros mecanismo.

Como la instalación del termo está pensada para que entre en funcionamiento cuando la tarifa nocturna comience se coloca un reloj de conexión-desconexión, para beneficio del coste eléctrico.

Las protecciones en cada una de las diferentes viviendas serán las que se muestran a continuación en forma de tabla:

	Planta Baja	1º 1ª	1º 2ª	2º 1ª	2º 2ª	3º 1ª	3º 2ª	Planta 4ª
ICP-M [A]	30	30	30	30	30	30	30	30
ID [mA]	30	30	30	30	30	30	30	30

Tabla 2.11.3. Tabla dispositivos privados de mando y protección

2.12. Instalaciones interiores de viviendas

➢ Grado de electrificación

Independientemente de la capacidad que, como obligatoria, señalan las instrucciones ITC-BT-12, 14 y 15 para las instalaciones de enlace con las redes de distribución, únicamente podrán las viviendas clasificarse como pertenecientes a uno de los grados de electrificación señalados en la Instrucción ITC-BT-10, cuando, a su vez, las instalaciones interiores respondan, como mínimo, a lo dispuesto en los apartados 1.2 y 1.3 de la instrucción ITC-BT-25, los cuales hacen referencia al número de circuitos y a los puntos de utilización.

Debido al consumo de potencia eléctrica que se desea en las viviendas, éstas serán clasificadas como grado de electrificación elevada ya que aunque no correspondan a la superficie apropiada a dicho grado de electrificación, se desea habilitar todas las viviendas con el mayor confort posible.

- Número de circuitos

La instalación interior de las viviendas deberá comprender, a efecto de lo dispuesto en el apartado anterior, los siguientes circuitos como mínimo según la instrucción de la norma ITC-BT-25 dispuesta con este fin:

- Un circuito destinado a puntos fijos de luz y a las tomas de corriente para alumbrado.

- Un circuito destinado a máquinas de lavar, calentador de agua y secadora.

- Un circuito destinado a cocina.

- Un circuito para las tomas de corriente destinadas a otras aplicaciones.

Se creará un circuito extra ya que las viviendas serán provistas de instalaciones domóticas.

- Puntos de utilización según el grado de electrificación

En las viviendas, y debido al grado de electrificación medio que es el que corresponde a las viviendas analizadas, se deberán establecer, como mínimo, los siguientes puntos de utilización de la energía, que serán alimentados por los respectivos circuitos señalados en el apartado anterior.

Cuarto de estar:

Un punto de luz, una toma de corriente por cada 6 m^2 de superficie y de las cuales, una, como mínimo, será de 10 A.

Dormitorios:

Un punto de luz. Tres tomas de corriente de 10 A.

Cocina:

Uno o dos puntos de luz fijos según la capacidad y disposición de la cocina. Dos tomas de corriente de 10 A, provistas de contacto de puesta a tierra, destinadas a frigoríficos y pequeños aparatos. Si esta prevista en la cocina la instalación de máquina de lavar o secadora, se establecerá una toma de corriente para cada una de ellas de 16 A, provista de contacto de puesta a tierra. Una toma de corriente tripolar de 25 A con contacto de puesta a tierra para la cocina eléctrica.

Baños y aseo:

Un punto de luz. Una toma de corriente de 10 A con contacto de puesta a tierra.

Vestíbulo:

Un punto de luz y una toma de corriente de 10 A por cada 12 m^2 de superficie.

Pasillos:

Un punto de luz por cada 5 m de longitud.

- Protección contra contactos indirectos

En toda instalación se dispondrá del siguiente sistema de protección contra contactos indirectos: Puesta a tierra de las masas y empleo de interruptores diferenciales.

Deberá instalarse un interruptor diferencial que proteja la instalación en su conjunto y que tendrá, para la corriente de defecto a tierra, una sensibilidad que dependerá del valor máximo de la resistencia obtenida de puesta a tierra, de acuerdo con lo indicado en la Instrucción ITC-BT-14.

Se opta por utilizar interruptores diferenciales de 30 mA en las viviendas, los cuales se denominan de alta sensibilidad.

De acuerdo con lo señalado en la Instrucción ITC-BT-22 y 23, se colocarán en el cuadro general de distribución los interruptores automáticos y el dispositivo de protección contra contactos indirectos en cada una de las diferentes viviendas. En este mismo cuadro se dispondrá un borne para la conexión de los conductores de protección de la instalación interior con la derivación de la línea de tierra.

- Conductores activos

Los conductores activos serán de cobre y estarán aislados, como mínimo, para la tensión nominal de 440 V los flexibles que serán los cables a utilizar en las instalaciones interiores de cada vivienda, se optará por cables con aislamiento de 750V

Los conductores previstos para su instalación directa bajo enlucidos responderán a las especificaciones señaladas en la Instrucción ITC-BT-20.

Las secciones utilizadas serán, como mínimo, las siguientes:

- 1,5 mm^2 para los circuitos de alimentación a los puntos de utilización para alumbrado.

- 1,5 mm^2 para los circuitos de alimentación a las tomas de corriente en viviendas de grado de electrificación mínima.

- 2,5 mm^2 para los circuitos de alimentación a las tomas de corriente en viviendas de grado de electrificación media y elevada.

- 4 mm^2 para los circuitos de alimentación a máquina de lavar y calentador de agua.

- 6 mm^2 para los circuitos de alimentación para cocina, frigorífico y secadora.

Estas secciones, por supuesto, están limitadas inferiormente debido a que la normativa competente establece unos mínimos, esto es, puede ser que las secciones puedan ser mayores, de hecho lo son en ocasiones, pero en el caso de que una vez realizado el cálculo de secciones se nos muestre un resultado final que sea menor que las mencionadas con anterioridad, se tendrá que instalar las secciones citadas en la normativa.

No obstante lo dicho anteriormente, la sección de los conductores vendrá impuesta por la caída de tensión desde el origen de la instalación interior a los puntos de utilización. Esta caída de tensión será, como máximo, 1,5 por 100, considerando alimentados los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente.

- Conductores protección

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 la cual coincide con la tabla nombrada para el mismo fin que las derivaciones .

- Identificación de los conductores

Los conductores de la instalación deben ser fácilmente identificados, especialmente por lo que respecta a los conductores neutro y de protección. Esta identificación se realizará por los colores que presenten sus aislamientos o por inscripciones sobre el mismo, cuando se utilicen aislamientos no susceptibles de coloración. Cuando exista conductor neutro en la instalación o se prevea para un conductor de fase su pase posterior a conductor neutro, se identificarán éstos por el color azul claro. Al conductor de protección se le identificará por el doble color amarillo verde. Todos los conductores de fase, o en su caso, aquellos para los que no se prevea su pase posterior a neutro, se identificarán por los colores marrón o negro. Cuando se considere necesario identificar tres fases diferentes, podrá utilizarse el color gris para la tercera.

- Ejecución de las instalaciones

Las instalaciones se realizarán mediante conductores aislados bajo tubo empotrado y en un montaje superficial.

En la ejecución de las instalaciones deberá tenerse en cuenta:

- El cuadro de distribución se situará en lugar fácilmente accesible y de uso general, y su emplazamiento no podrá, en consecuencia, corresponder a cuartos de baño, retretes, dormitorios, etc. Este cuadro estará realizado con materias no inflamables.

- Las canalizaciones admitirán, como mínimo, dos conductores activos de igual sección, uno de ellos identificado como conductor neutro y, eventualmente, un conductor de protección cuando sea necesario.

- La conexión de los interruptores unipolares se realizará sobre el conductor de fase.

- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos.

- Todo conductor debe poder seccionarse en cualquier punto de la instalación en que derive, utilizando un dispositivo apropiado, tal como un borne de conexión, de forma que permita la separación completa de cada circuito derivado del resto de la instalación.

- Las tomas de corriente en una misma habitación deben estar conectadas a la misma fase.

- Las cubiertas, tapas o envolturas, manivelas y pulsadores de maniobra de los aparatos instalados en cocinas, cuartos de baño, secaderos y, en general, en los locales húmedos o mojados, así como en aquellos en que las paredes y suelos sean conductores, serán de material aislante.

- Los aparatos para instalación saliente, deben fijarse a las paredes sobre una base aislante. No obstante, los aparatos que, por construcción, dispongan de una base o dispositivo equivalente, pueden fijarse directamente a las paredes aisladas interiormente.

- La instalación de aparatos empotrados se realizará utilizando cajas especiales para su empotramiento. Cuando estas cajas sean metálicas estarán aisladas interiormente.

- La instalación de aparatos en marcos metálicos podrá realizarse siempre que los aparatos utilizados estén concebidos de forma que no permitan la posible puesta bajo tensión del marco metálico.

- La utilización de aparatos empotrados en bastidores o tabiques de madera u otro material aislante, no exige la instalación de cajas especiales para su empotramiento, pero el hueco reservado al mismo deberá permitir alojar los conductores con toda holgura.

➢ Instalaciones en cuartos de baño

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo, se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones para cada uno de ellos:

Volumen de prohibición.- Es el volumen limitado por planos verticales tangentes a los bordes exteriores e la bañera, baño-aseo o ducha, y los horizontales constituidos por el suelo y por un plano situado a 2,25 m por encima del fondo de aquellos o por encima del suelo, en el caso de que estos aparatos estuviesen empotrados en el mismo.

Volumen de protección.- Es el comprendido entre los mismos planos horizontales señalados para el volumen de prohibición y otros verticales situados a 1,00 metro de los del citado volumen. La figura siguiente señala estos volúmenes.

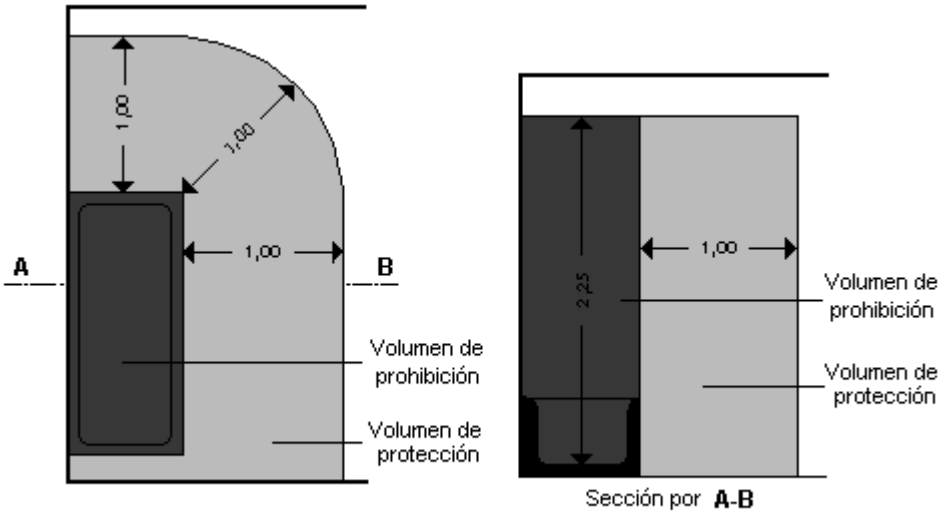


Figura 2.12.1. Volumen de prohibición y protección en baño

En el volumen de prohibición no se instalarán interruptores, tomas de corriente ni aparatos de iluminación. Se admiten por encima de este volumen, contactores de mando de sonería accionados por un cordón o cadena de material aislante no higroscópico.

En el volumen de protección no se instalarán interruptores, pero podrán instalarse tomas de corriente de seguridad. Podrán instalarse aparatos de alumbrado de instalación fija, preferentemente de Clase II de aislamiento, o en su defecto, no presentarán ninguna parte metálica accesible y en los portalámparas no se podrán establecer contactos fortuitos con partes activas al poner o quitar las lámparas. En estos aparatos de alumbrado no se podrán disponer interruptores ni tomas de corriente, a menos que estas últimas sean de seguridad.

No obstante, se admite en el volumen de protección la instalación de radiadores eléctricos de calefacción con elementos de caldeo protegidos, siempre que su instalación sea fija, estén conectados a tierra y se haya establecido una protección exclusiva para estos radiadores a base de interruptores diferenciales de alta sensibilidad. El interruptor de maniobra de estos radiadores estará situado fuera del volumen de protección.

Tanto en el interior de los volúmenes de prohibición como de protección, las canalizaciones se realizarán exclusivamente a base de conductores aislados colocados bajo tubos aislantes, admitiéndose para estos tanto el montaje empotrado como el superficial.

El calentador de agua deberá instalarse, a ser posible, fuera del volumen de prohibición, con objeto de evitar las proyecciones de agua al interior del aparato. Sobre el mismo calentador, o en sus

proximidades, deberá colocarse un cartel de advertencia que señale la necesidad de cortar la corriente antes de abrir la caja de conexiones del calentador, así como de no restablecerla hasta que esta caja esté nuevamente cerrada.

Fuera del volumen de protección podrán instalarse interruptores, tomas de corriente y aparatos de alumbrado. Las tomas de corriente estarán provistas de un contacto de puesta a tierra, a menos que sean tomas de seguridad. Los aparatos de alumbrado no podrán ser colocados suspendidos de conductores, ni podrán utilizarse portalámparas ni soportes metálicos para éstos. En el calentador eléctrico de agua deberá colocarse el mismo cartel de advertencia señalado anteriormente.

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta conexión debe estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores o, si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción, a base de metales no férreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

- Prescripciones generales de los receptores

Condiciones generales de la instalación.

Los receptores se instalarán de acuerdo con su destino (clase de local, emplazamiento, utilización, etc.), con los esfuerzos mecánicos previsibles y en las condiciones de ventilación necesarias para que ninguna temperatura peligrosa, tanto para la propia instalación como para objetos próximos, pueda producirse en funcionamiento. Soportarán la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos en servicio, por ejemplo, polvo, humedad, gases y vapores.

Los circuitos que formen parte de los receptores, salvo las excepciones que para cada caso puedan señalar prescripciones de carácter particular, deberán estar protegidos contra sobreintensidades, siendo de aplicación para ello, lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-22 y 23. Se adoptarán las características intensidad-tiempo de los dispositivos, de acuerdo con las características y condiciones de utilización de los receptores a proteger.

Indicaciones que deben llevar los receptores

Independientemente de las indicaciones señaladas como obligatorias para todo aparato en el Artículo 7 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, llevarán, además, si fuera necesario para su utilización o instalación, las indicaciones de identificación sobre los dispositivos incorporados al mismo, tales como bornes, indicadores de posición de interruptores (abierto o cerrado), etc., así como las instrucciones referentes a su correcta instalación, funcionamiento y entretenimiento. Estas instrucciones podrán ir en nota o folleto adjunto.

Tensiones de alimentación

Los aparatos no deberán, en general, conectarse a instalaciones cuya tensión nominal sea superior a la indicada en el mismo. Sobre éstos podrá señalarse una única tensión nominal o una gama nominal de tensiones que señale con sus límites inferior o superior las tensiones para su funcionamiento asignadas por el fabricante del aparato.

Los aparatos de tensión nominal única, podrán funcionar en relación con ésta dentro de los límites de variación de tensión admitidos por el Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de energía. Los aparatos podrán estar previstos para el cambio de su tensión nominal de alimentación, y cuando este cambio se realice por medio de dispositivos conmutadores, estarán dispuestos de manera que no pueda producirse una modificación accidental de los mismos.

Conexiones de receptores

Todo receptor será accionado por un dispositivo que puede ir incorporado al mismo o a la instalación alimentadora. Para este accionamiento se utilizará alguno de los dispositivos indicados en la Instrucción ITC-BT-19.

Se admitirá, cuando prescripciones particulares no señalen lo contrario, que el accionamiento afecte a un conjunto de receptores.

Los receptores podrán conectarse a las canalizaciones directamente o por intermedio de un conductor movible. Cuando esta conexión se efectúe directamente a una canalización fija, los receptores se situarán de manera que se pueda verificar su funcionamiento, proceder a su

mantenimiento y controlar esta conexión. Si la conexión se efectúa por intermedio de un conductor movible, éste incluirá el número de conductores necesarios y, si procede, el conductor de protección.

En cualquier caso, los conductores en la entrada al aparato estarán protegidos contra los riesgos de tracción, torsión, cizallamiento, abrasión, plegados excesivos, etc., por medio de dispositivos apropiados constituidos por materias aislantes. No se permitirá anudar los conductores o atarlos al receptor. Los conductores de protección tendrán longitud tal que, en caso de fallar el dispositivo impeditivo de tracción, queden únicamente sometidos a ésta después que la hayan soportado los conductores de alimentación.

En los receptores que produzcan calor, si las partes del mismo que puedan tocar a su conductor de alimentación alcanzan más de 85 grados centígrados de temperatura, la envolvente exterior del conductor de alimentación no será de materia termoplástica.

La conexión de conductores movibles a los aparatos destinados a usos domésticos o análogos se realizará utilizando:

- Conductor flexible, con cubierta de protección, fijado permanentemente al aparato.
- Conductor flexible, con cubierta de protección, fijado al aparato por medio de un conector, de manera que las partes activas del mismo no sean accesibles cuando estén bajo tensión.

➢ Receptores para alumbrado

Prohibición de la utilización conjunta con otros sistemas de iluminación.

No se permitirá la instalación de ningún aparato, candelabro, araña, etc.., en que se utilicen conjuntamente la electricidad y otro agente de iluminación.

Portalámparas

Los portalámparas destinados a lámparas de incandescencia responderán a las siguientes prescripciones:

- Deberán resistir la corriente prevista para la potencia de las lámparas a las que son destinados. En consecuencia, serán resistentes al calor desprendido por éstas, debiendo preverse, a tal efecto, la mayor temperatura que puedan alcanzar cuando su instalación se realice con el casquillo dirigido hacia arriba o esté la lámpara dentro de una luminaria cerrada.

- Cuando se empleen portalámparas con contacto central, debe conectarse a éste el conductor de fase o polar, y al contacto correspondiente a la parte exterior el conductor neutro o identificado como tal.

- Los portalámparas que presenten partes activas accesibles al dedo de prueba o que permitan el contacto de éste con los casquillos de las lámparas, no se instalarán más que en aparatos fuera del alcance de la mano del utilizador o en el interior de aparatos cerrados que no puedan ser abiertos sin la ayuda de un útil.

- Los portalámparas instalados con interruptores de llave o pulsadores no son admitidos, salvo que lleven una envolvente aislante.

- Los portalámparas instalados sobre soportes o aparatos, estarán fijados a los mismos de forma que se evite su rotación o separación de éstos cuando se proceda a la sustitución de la lámpara. Para la retirada de los portalámparas será necesario el empleo de un útil.

- Los portalámparas llevarán la indicación correspondiente a la tensión e intensidad nominales para las que han sido previstos.

Instalación

Para la instalación de lámparas se tendrá en cuenta las siguientes prescripciones:

- Se prohíbe colgar la armadura y globos de las lámparas, utilizando para ello los conductores que llevan la corriente a los mismos. El elemento de suspensión, caso de ser metálico, deberá estar aislado de la armadura.

Por excepción se permitirá que los conductores soporten exclusivamente el peso del receptor, cuando éste no sea superior a 0.5 kg, que las características de los conductores estén de acuerdo con este peso y siempre que no presenten empalmes en el trozo sometido a tracción.

- Para los conductores instalados en el interior de candelabros, arañas, etc, se utilizarán cables flexibles de tensión nominal no inferior a 250 V. Su sección será, en general, igual o superior a 0.75 mm^2, autorizándose una sección mínima de 0.5 mm^2 cuando por ser muy reducido el diámetro de los conductores, no pueda disponerse en éstos otros de mayor sección.

Instalación de lámparas o tubos de descarga

Queda prohibido en el interior de las viviendas el uso de lámparas de gases con descarga de alta tensión. En general, cuando se instalen en terrazas, fachadas o en el interior de edificios comerciales o industriales, se dispondrán en forma que tanto ellas como sus conexiones queden fuera del alcance de la mano. Las lámparas o tubos de descarga, se instalarán de acuerdo con las siguientes prescripciones:

Condiciones comunes a todas las instalaciones bajo una tensión cualquiera

- Cualquier receptor o conjunto de receptores consistentes en lámparas o tubos de descarga será accionado por un interruptor, previsto para cargas inductivas o, en defecto de esta característica, tendrá una capacidad de corte no inferior a dos veces la intensidad del receptor o grupo de receptores, Si el interruptor accionara a la vez lámparas de y incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

- Los circuitos de alimentación de lámparas o tubos de descarga estarán previstos para transportar la carga debida a los propios receptores, a sus elementos asociados y a sus correspondientes armónicos. La carga mínima prevista en voltamperes será de 1.8 veces la potencia en watts de los receptores. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

- Todas las partes bajo tensión, así como los conductores, aparatos auxiliares y los propios receptores, excepto las partes que producen o transmiten la luz, estarán protegidas por adecuadas pantallas o envolturas aislantes o metálicas puestas a tierra. Se exceptuarán de esta exigencia los elementos situados en lugar sólo accesible a personas autorizadas.

- En el caso de lámparas fluorescentes, será obligatoria la compensación del factor de potencia hasta un valor mínimo de 0.85 y no se admitirá compensación del conjunto de un grupo de lámparas en una instalación en régimen de carga variable.

➢ Aparatos de caldeo

Condiciones generales de instalación

Los aparatos de caldeo se instalarán de manera que no puedan inflamar las materias combustibles circundantes, aun en el caso de empleo negligente o defectos previsibles en el aparato.

Aparatos de agua caliente y vapor en los que el circuito eléctrico está aislado del agua

Todo aparato productor de agua caliente o vapor estará provisto de un termostato que regule la temperatura en el fluido; los que sean de acumulación dispondrán, además de un limitador de temperatura cuyo funcionamiento independiente del termostato, interrumpa la corriente en el circuito eléctrico cuando la temperatura en el agua o en el recipiente que la contiene, alcance un valor sensiblemente superior a la del funcionamiento del termostato.

Conductores de caldeo

Para la instalación de cables de caldeo se tendrá en cuenta las siguientes prescripciones:

- La tensión de servicio no sobrepasará 250 V con relación a tierra.
- La instalación estará protegida de tal manera que en caso de avería todos los conductores de fase o polares queden desconectados simultáneamente.
- Los cables de caldeo solamente podrán estar alojados, en su caso, en tubos protectores incombustibles y a razón de un solo cable por tubo.
- Las partes termógenas de los conductores de caldeo, así como sus eventuales tubos protectores y cajas de conexión, distarán, como mínimo, 4 cm de las partes combustibles de edificios, excepto que éstos estén revestidos de material incombustible y calorífugo.
- En el paso de partes combustibles de edificios, los conductores estarán alojados en tubos protectores incombustibles de un diámetro interior suficiente para evitar toda acumulación peligrosa de calor.
- Las envolventes conductoras de los cables, cuando existan, estarán unidas eficazmente, en sus extremos, al conductor de protección de la instalación.

Cocinas y hornos

Las cocinas y hornillos serán conectados a su fuente de alimentación por medio de interruptores de corte omnipolar, tomas de corriente u otro dispositivo de igual característica destinados únicamente a los mismos.

Cada elemento individual de caldeo que forme parte de una misma cocina u hornillo, será controlado por un interruptor omnipolar que indicará las diferentes posiciones del mismo respecto al calor proporcionado por el elemento. Este interruptor será distinto del dispositivo de conexión indicado en el párrafo anterior.

A continuación se detallará todo tipo de parámetros para el correcto dimensionado de los cables escogidos con el fin de un correcto suministro eléctrico para las líneas.

Línea 1: Puntos fijos de luz y a las tomas de corriente para alumbrado.

Línea 2: Máquinas de limpiar, calentador de agua y secadora.

Línea 3: Cocina.

Línea 4: Tomas de corriente destinadas otras aplicaciones.

Línea 5: Domótica.

Todas estas líneas irán protegidas con un ICP-M bipolar de 30 A y un ID bipolar de sensibilidad 30 mA que agruparan todos los circuitos de cada vivienda.

- Instalación interior Planta Baja.

	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5
Tensión [V]	230	230	230	230	230
Fases	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N
Cos φ	1	1	1	1	1
Potencia [W]	800	4400	4400	4400	200
Longitud [m]	15	10	9	18	2
Factor Corrector	1	1	1	1	1
e máx (%)	1,5	1,5	1,5	1.5	1.5
Intensidad [A]	3,48	19,13	19,13	19,13	0,87
Sección [mm^2]	1,5	4	6	4	1,5
e parcial (%)	0,54	0,74	0,44	1,33	0,018
e acumulada (%)	1,17	1,37	1,07	1,96	0,65
I máx. Cond. [A]	13	23	30	23	13
Potencia Máxima [W]	2990	5290	6900	5290	2990
Longitud Máxima [m]	41,65	20,2	30,3	20,2	166,63
Cond. Protección [mm^2]	1.5	4	6	4	-
Diámetro tubo PVC [mm]	16	20	20	20	-
Protección magnetotérmica [A]	10	20	20	20	10

Tabla 2.12.1. Cálculos piso planta baja

- Instalación Interior 1º 1ª.

	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5
Tensión [V]	230	230	230	230	230
Fases	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N
Cos φ	1	1	1	1	1
Potencia [W]	800	4400	4400	4400	200
Longitud [m]	15	10	9	18	2
Factor Corrector	1	1	1	1	1
e máx (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Intensidad [A]	3,48	19,13	19,13	19,13	0,87
Sección [mm^2]	1,5	4	6	4	1,5
e parcial (%)	0,54	0,74	0,44	1,33	0,018
e acumulada (%)	1,4	1,6	1,3	2,19	0,878
I máx. Cond. [A]	13	23	30	23	13
Potencia Máxima [W]	2990	5290	6900	5290	2990
Longitud Máxima [m]	31,66	20,2	30,29	20,2	166,63
Cond. Protección [mm^2]	1,5	4	6	4	-
Diámetro tubo PVC [mm]	16	20	20	20	-
Protección magnetotérmica [A]	10	20	20	20	10

Tabla 2.12.2. Cálculos piso 1º1ª

- Instalación Interior 1º 2ª.

	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5
Tensión [V]	230	230	230	230	230
Fases	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N
Cos φ	1	1	1	1	1
Potencia [W]	400	4400	4400	2200	200
Longitud [m]	13	8	8	13	2
Factor Corrector	1	1	1	1	1
e máx (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Intensidad [A]	1,74	19,13	19,13	9,56	0,9
Sección [mm^2]	1,5	4	6	2,5	1,5
e parcial (%)	0,23	0,59	0,39	0,77	0,02
e acumulada (%)	1,13	1,49	1.,29	1,67	0,92
I máx. Cond. [A]	13	23	30	17,5	13
Potencia Máxima [W]	2990	5290	6900	4025	2990
Longitud Máxima [m]	83,32	20,2	30,3	25,25	166,63
Cond. Protección [mm^2]	1,5	4	6	2,5	-
Diámetro tubo PVC [mm]	16	20	20	16	-
Protección magnetotérmica [A]	10	20	20	15	10

Tabla 2.12.3. Cálculos piso 1º2ª

- Instalación Interior 2º 1ª.

	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5
Tensión [V]	230	230	230	230	230
Fases	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N
Cos φ	1	1	1	1	1
Potencia [W]	800	4400	4400	4400	200
Longitud [m]	15	10	9	18	2
Factor Corrector	1	1	1	1	1
e máx (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Intensidad [A]	3,48	19,13	19,13	19,13	0,87
Sección [mm^2]	1,5	4	6	4	1,5
e parcial (%)	0,54	0,74	0,44	1,33	0,018
e acumulada (%)	1,53	1,73	1,43	2,32	1,01
I máx. Cond. [A]	13	23	30	23	13
Potencia Máxima [W]	2990	5290	6900	5290	2990
Longitud Máxima [m]	31,66	20,2	30,29	20,2	166,63
Cond. Protección [mm^2]	1,5	4	6	4	-
Diámetro tubo PVC [mm]	16	20	20	20	-
Protección magnetotérmica [A]	10	20	20	20	10

Tabla 2.12.4. Cálculos piso 2º1ª

- Instalación Interior 2º 2ª.

	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5
Tensión [V]	230	230	230	230	230
Fases	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N
Cos φ	1	1	1	1	1
Potencia [W]	400	4400	4400	2200	200
Longitud [m]	13	8	8	13	2
Factor Corrector	1	1	1	1	1
e máx (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Intensidad [A]	1,74	19,13	19,13	9,56	0,9
Sección [mm^2]	1,5	4	6	2,5	1,5
e parcial (%)	0,23	0,59	0,39	0,77	0,02
e acumulada (%)	1,22	1,58	1.,38	1,76	1,01
I máx. Cond. [A]	13	23	30	17,5	13
Potencia Máxima [W]	2990	5290	6900	4025	2990
Longitud Máxima [m]	83,32	20,2	30,3	25,25	166,63
Cond. Protección [mm^2]	1,5	4	6	2,5	-
Diámetro tubo PVC [mm]	16	20	20	16	-
Protección magnetotérmica [A]	10	20	20	15	10

Tabla 2.12.5. Cálculos piso 2º2ª

- Instalación Interior 3º 1ª.

	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5
Tensión [V]	230	230	230	230	230
Fases	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N
Cos φ	1	1	1	1	1
Potencia [W]	800	4400	4400	4400	200
Longitud [m]	15	10	9	18	2
Factor Corrector	1	1	1	1	1
e máx (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Intensidad [A]	3,48	19,13	19,13	19,13	0,87
Sección [mm^2]	1,5	4	6	4	1,5
e parcial (%)	0,54	0,74	0,44	1,33	0,018
e acumulada (%)	1,28	1,48	1,18	2,07	0,758
I máx. Cond. [A]	13	23	30	23	13
Potencia Máxima [W]	2990	5290	6900	5290	2990
Longitud Máxima [m]	31,66	20,2	30,29	20,2	166,63
Cond. Protección [mm^2]	1,5	4	6	4	-
Diámetro tubo PVC [mm]	16	20	20	20	-
Protección magnetotérmica [A]	10	20	20	20	10

Tabla 2.12.6. Cálculos piso 3º1ª

- Instalación Interior 3º 2ª.

	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5
Tensión [V]	230	230	230	230	230
Fases	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N
Cos φ	1	1	1	1	1
Potencia [W]	400	4400	4400	2200	200
Longitud [m]	13	8	8	13	2
Factor Corrector	1	1	1	1	1
e máx (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Intensidad [A]	1,74	19,13	19,13	9,56	0,9
Sección [mm^2]	1,5	4	6	2,5	1,5
e parcial (%)	0,23	0,59	0,39	0,77	0,02
e acumulada (%)	1	1,36	1.,16	1,54	0,79
I máx. Cond. [A]	13	23	30	17,5	13
Potencia Máxima [W]	2990	5290	6900	4025	2990
Longitud Máxima [m]	83,32	20,2	30,3	25,25	166,63
Cond. Protección [mm^2]	1,5	4	6	2,5	-
Diámetro tubo PVC [mm]	16	20	20	16	-
Protección magnetotérmica [A]	10	20	20	15	10

Tabla 2.12.7. Cálculos piso 3º2ª

- Instalación Interior Planta 4ª.

	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5
Tensión [V]	230	230	230	230	230
Fases	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N
Cos φ	1	1	1	1	1
Potencia [W]	800	4400	4400	4400	200
Longitud [m]	15	10	9	18	2
Factor Corrector	1	1	1	1	1
e máx (%)	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Intensidad [A]	3,48	19,13	19,13	19,13	0,9
Sección [mm^2]	1,5	4	6	4	1,5
e parcial (%)	0,54	0,74	0,44	1,33	0,02
e acumulada (%)	1,36	1,56	1,26	2,15	0,84
I máx. Cond. [A]	13	23	30	23	13
Potencia Máxima [W]	2990	5290	6900	5290	2990
Longitud Máxima [m]	41,66	20,2	30,3	20,2	166,63
Cond. Protección [mm^2]	1,5	4	6	4	-
Diámetro tubo PVC [mm]	16	20	20	20	-
Protección magnetotérmica [A]	10	20	20	20	10

Tabla 2.12.8. Cálculos piso planta 4ª

2.13. Servicios comunitarios

La línea que alimenta a los servicios generales partirá del embarrado de protección y salida del módulo de medida de la centralización de contadores hasta la Caja del ICP de los servicios generales. A su vez la línea de servicios generales se divide en dos líneas una de las cuales alimentará los servicios generales propiamente dichos y la otra línea alimentará el cuadro del cuarto de máquinas donde se dispondrá el motor del ascensor. El ICP de donde partirán estas dos ramificaciones será de 20 A y se colocará en el mismo cuadro de contadores.

La línea de los servicios comunitarios desde la centralización de los contadores hasta el ICP anteriormente nombrado será de 5 conductores unipolares de 4 mm^2 de sección con un aislamiento de policloruro de vinilo (PVC) bajo tubo de 16 mm de diámetro. El conductor perteneciente a la protección vendrá determinado por la instrucción ITC-BT-19.

Las líneas que tengan que alimentar cargas a cotas superiores a la planta baja, como la línea del cuarto de máquinas y la línea para el alumbrado de los rellanos y escaleras, discurrirán por la canaladura general del edificio destinada para dicho fin.

La derivación individual circulará por la canaladura general del edificio.

Las ramificaciones se dividirán para alimentar los puntos de consumo que se muestran a continuación.

Servicios generales:
- Alumbrado de portal y rellanos permanente temporizado.
- Alumbrado de escalera retardado a la desconexión.
- Alumbrado de emergencia.
- Tomas de corriente de zonas comunes.
- Instalación antena de TV.
- Vídeo portero automático.

Cuarto de máquinas:
- Ascensor.
- Alumbrado cuarto de máquinas.
- Toma de corriente en cuarto de máquinas

- Línea de servicios generales

En zona de uso común (planta baja) se dispondrá un cuadro de servicios comunes del edificio, de material aislante, empotrada con puerta, desde el cual saldrán las siguiente líneas.

Línea 1: Alumbrado del portal y rellanos temporizado.
Línea 2: Alumbrado de escalera temporizado.
Línea 3: Alumbrado de emergencia.
Línea 4: Tomas de corriente de zonas comunes.
Línea 5: Instalación antena de TV.
Línea 6: Vídeo portero automático.

Todas estas líneas estarán protegidas bajo un único interruptor diferencial bipolar de 16 A y una sensibilidad de 30 mA

El dimensionado de los cables vendrán dados en forma de tabla seguidamente.

	Línea 1	Línea 2	Línea 3	Línea 4	Línea 5	Línea 6
Tensión [V]	230	230	230	230	230	230
Fases	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N	1 + N
Cos φ	1	1	1	1	1	1
Potencia [W]	450	400	200	1000	300	300
Longitud [m]	30	30	30	3	30	10
Factor Corrector	1,8	1	1	1	1	1
e máx (%)	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87	2,87
Intensidad [A]	3.68	1,74	0,87	4,35	1,3	1,3
Sección [mm^2]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
e parcial (%)	1,09	0,54	0,27	0,27	0,4	0,13
e acumulada (%)	1,2	0,65	0,38	0,38	0,51	0,24
I máx. Cond. [A]	13	13	13	13	13	13
Potencia Máxima [W]	2990	2990	2990	2990	2990	2990
Longitud Máxima [m]	78,72	159,41	318,82	63,76	212,55	212,55
Cond. Protección [mm^2]	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Diámetro tubo PVC [mm]	16	16	16	16	16	16
Protección magnetotérmica [A]	10	10	10	10	10	10

Tabla 2.13.1. Cálculos servicios generales

- Línea de cuarto de máquinas

La línea de cuarto de máquinas discurrirá por la canaladura especialmente construida para dicho fin y se dividirá en diferentes circuitos para poder alimentar diferentes tipos de consumos tal y como se muestra a continuación. Esta subdivisión se realizará mediante un cuadro de distribución situado en el cuarto de máquinas, por lo tanto se dimensiona una línea común para todos los consumos del cuarto de máquinas y después se dimensiona los subcircuitos nombrados quedando de la siguiente manera el dimensionado de cables.

Línea 1: Motor ascensor. (4500 W)
Línea 2: Alumbrado cuarto de máquinas. (200 W)
Línea 3: Toma de corriente (cuarto máquinas). (1000W)

La línea 1, correspondiente a la alimentación del motor del ascensor, está protegida mediante un interruptor diferencial tetrapolar de 16 A y un sensibilidad de 300 mA, y posteriormente un PIA tetrapolar de 15 A.

Las líneas 2 y 3 están protegidas conjuntamente por un interruptor diferencial bipolar de 16 A y una sensibilidad de 30 mA, posteriormente e individualmente para cada una de las dos líneas se utilizará un PIA bipolar de 10 A.

El dimensionado de los cables vendrán dados en forma de tabla seguidamente.

	Línea	Línea 1	Línea 2	Línea 3
Tensión [V]	400	400	230	230
Fases	3 + N	3 + N	1 + N	1 + N
Cos φ	0,8	0,8	1	1
Potencia [W]	5700	4500	200	1000
Longitud [m]	30	3	3	4
Factor Corrector	1	1,25	1	1
e máx (%)	1	4,31	2,31	2,31
Intensidad [A]	12,31	10,14	0,87	4,34
Sección [mm^2]	4	2,5	1,5	1,5
e parcial (%)	0,57	0,1	0,06	0,2
e acumulada (%)	0,68	0,78	0,74	0,88
I máx. Cond. [A]	23	17,5	13	13
Potencia Máxima [W]	15934,86	12124,35	2990	2990
Longitud Máxima [m]	52,51	171,63	256,61	51,32
Cond. Protección [mm^2]	4	2,5	1,5	1,5
Diámetro tubo PVC [mm]	20	20	16	16
Protección magnetotérmica [A]	20	15	10	10

Tabla 2.13.2. Cálculos cuarto de máquinas

- Receptores a motor

Condiciones generales de instalación

El motor estará construido o se instalará de manera que la aproximación a sus partes en movimiento no pueda ser causa de accidente.

El motor no estará en contacto con materias fácilmente combustibles y se situará de manera que no pueda provocar la combustión de cualquiera de estos combustibles. La distancia mínima entre un motor y materias combustibles será de 1 m ya que la potencia nominal del motor del ascensor es superior a 1 kW.

Conductores de conexión

Para el dimensionado de los conductores de conexión del motor del ascensor será el correspondiente a un motore solo, o lo que es lo mismo, dimensionar el cable para el 125 por 100 de la intensidad a plena carga del motor, como anteriormente fue mencionado.

Protección contra sobreintensidades

Los motores de potencia nominal superior a 0,75 kW y todos los situados en locales con riesgo de incendio o explosión, estarán protegidos contra cortocircuitos y contra sobrecargas en todas sus fases, debiendo, esta última protección, ser de tal naturaleza que cubra, en los motores trifásicos, el riesgo de la falta de tensión en una de sus fases.

Potencia de arranque

Los motores tendrán limitada la intensidad absorbida en el arranque, cuando en caso contrario se pudieran producir efectos que perjudicasen a la instalación u ocasionasen perturbaciones inaceptables al funcionamiento de otro receptor.

En general, los motores de potencia superior a 0,75 kilovatios estarán provistos de reóstatos de arranque o dispositivos equivalentes que no permitan que la relación de corriente entre el período de arranque y el de marcha normal que corresponda a su plena carga, según las características del motor que debe indicar su placa, sea superior a la señalada en el cuadro siguiente:

La constante máxima de proporcionalidad entre la intensidad de la corriente y la de plena carga será para el caso del motor del ascensor de 3 ya que es un motor de corriente alterna de 4,5 kW. Tal y como se indica en la ITC-BT-47.

2.14. Puestas a tierra

- Objeto de las puestas a tierra

Las puestas a tierra se establecen con objeto, principalmente, de limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado.

Las puestas a tierra, a las que se refiere la presente Instrucción, se aplicarán a todo elemento o parte de la instalación que otras instrucciones prescriban como obligatoria su puesta a tierra.

- Puestas a tierra. Definición

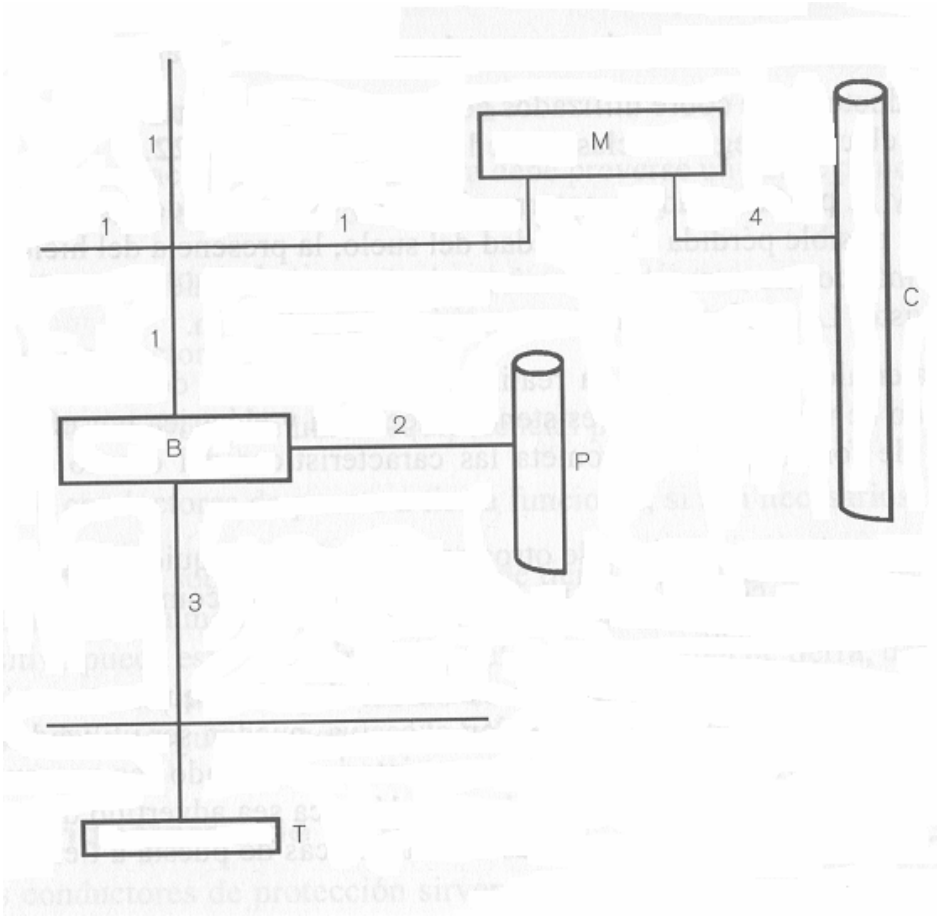
La denominación "puesta a tierra" comprende toda la ligazón metálica directa sin fusible ni protección alguna, de sección suficiente, entre determinados elementos o partes de una instalación y un electrodo, o grupo de electrodos, enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de falta o la descarga de origen atmosférico.

- Partes que comprenden las puestas a tierra

Todo sistema de puesta a tierra constará de las siguientes partes:

- Tomas de tierra.
- Líneas principales de tierra.
- Derivaciones de las líneas principales de tierra.
- Conductores de protección.

El conjunto de conductores, así como sus derivaciones y empalmes, que forman las diferentes partes de las puestas a tierra, constituyen el circuito de puesta a tierra.



1. Conductor de protección
2. Conductor de unión equipotencial principal
3. Conductor de tierra o línea de enlace con el electródo de puesta a tierra.
4. Conductor de equipontencialidad suplementaria.

B. Borne principal de tierra

M. Masa

C. Elemento conductor.

P. Canalización metálica principal de agua

T. Toma de tierra.

Fig. 2.14.1 Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra

Tomas de tierra

Las tomas de tierra estarán constituidas por los elementos siguientes:

- Electrodo. Es una masa metálica, permanentemente en buen contacto con el terreno para facilitar el paso a éste de las corrientes de defecto que puedan presentarse o la carga eléctrica que tenga o pueda tener.

- Línea de enlace con tierra. Está formada por los conductores que unen el electrodo o conjunto de electrodos con el punto de puesta a tierra.

- Punto de puesta a tierra es un punto situado fuera del suelo que sirve de unión entre la línea de enlace con tierra y la línea principal de tierra.

Las instalaciones que lo precisen, dispondrán de un número suficiente de puntos de puesta a tierra, convenientemente distribuidos, que estarán conectados al conjunto de electrodos.

El punto de puesta a tierra estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.) que permita la unión entre los conductores de las líneas de enlace y principal de tierra de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse éstas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.

En toda nueva edificación se establecerá una toma de tierra de protección, pudiéndose seguir varios métodos, a continuación se explicará el sistema aplicado en el caso del edificio de viviendas que nos atañe.

Instalando en el fondo de las zanjas de cimentación de los edificios, y antes de empezar ésta, un cable rígido de cobre desnudo de una sección mínima de 35 mm^2 formando un anillo cerrado que interese a todo el perímetro del edificio. A este anillo deberán conectarse electrodos verticalmente introducidos en el terreno para la necesidad de disminuir la resistencia de tierra que pueda presentar el conductor del anillo.

Estas conexiones se establecerán por soldadura autógena.

Las líneas de enlace con tierra se establecerán de acuerdo con la situación y número previsto para los puntos de puesta a tierra. La naturaleza y sección de estos conductores estará de acuerdo con lo indicado para ellos en la Instrucción ITC-BT-18 que será analizado con detalle más adelante, en el punto perteneciente a las puestas a tierra.

Líneas principales de tierra

Las líneas principales de tierra estarán formadas por conductores que partirán del punto de puesta a tierra y a las cuales estarán conectadas las derivaciones necesarias para la puesta a tierra de las masas generalmente a través de los conductores de protección.

Derivaciones en las líneas principales de tierra

Las derivaciones de las líneas de tierra estarán constituidas por conductores que unirán la línea principal de tierra con los conductores de protección o directamente con las masas.

Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación a ciertos elementos con el fin de asegurar la protección contra los contactos indirectos.

En otros casos reciben igualmente el nombre de conductores de protección, aquellos conductores que unen las masas:

- al neutro de la red.
- a otras masas.
- a elementos metálicos distintos de las masas.
- a un relé de protección.

- Prohibición de incluir en serie las masas y los elementos metálicos en el circuito de tierra

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos, cualquiera que sean estos. Siempre la conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra, se efectuará por derivaciones desde éste.

- Tomas de tierra independientes

Se considerará independiente una toma de tierra respecto a otra cuando una de las tomas de tierra, no alcance respecto de un punto a potencial cero, una tensión superior a 50 V cuando la otra toma disipa la máxima corriente de tierra prevista. Como no será el caso en nuestro estudio, se creará únicamente una única toma de tierra.

- Electrodos. Naturaleza, constitución, dimensiones y condiciones de instalación

Naturaleza de los electrodos

Los electrodos pueden ser artificiales o naturales. Se entiende por electrodos artificiales los establecidos con el exclusivo objeto de obtener la puesta a tierra, y por electrodos naturales las masas metálicas que puedan existir enterradas.

Para las puestas a tierra se emplearan electrodos artificiales. No obstante los electrodos naturales que existirán en la zona de una instalación y que presenten y aseguren un buen contacto permanente con el terreno, pueden utilizarse bien solos o conjuntamente con otros electrodos artificiales. En general, se puede prescindir de éstos cuando su instalación presente serias dificultades y cuando los electrodos naturales cumplan los requisitos anteriormente señalados con sección suficiente y la resistencia de tierra que se obtenga con los mismos presente un valor adecuado.

Ya que la instalación de la puesta a tierra se ha pensado con anterioridad a la construcción de la edificación emplearemos electrodos artificiales.

Constitución de los electrodos artificiales

Los electrodos podrán estar constituidos por:

- Electrodos simples constituidos por barras, tubos, placas, cables, pletinas u otros perfiles.

- Anillos o mallas metálicas constituidos por elementos indicados anteriormente o por combinaciones de ellos.

Los electrodos serán de metales inalterables a la humedad y a la acción química del terreno, tal como el cobre, el hierro galvanizado, hierro sin galvanizar con protección catódica o fundición de hierro. Para este último tipo de electrodos, las secciones mínimas serán el doble de las secciones mínimas que se indican para los electrodos de hierro galvanizados.

Sólo se admite los metales ligeros, cuando sus resistencias a la corrosión son netamente superiores a la que presentan, en el terreno que se considere, el cobre o el hierro galvanizado.

- La sección de un electrodo no debe ser inferior a ¼ de la sección del conductor que constituye la línea principal de tierra.

Picas verticales.

Las picas verticales podrán estar constituidas por:

- tubos de acero galvanizado de 25 mm de diámetro exterior, como mínimo,

- perfiles de acero dulce galvanizado de 60 mm de largo, como mínimo,

- barras de cobre o de acero de 14 mm de diámetro como mínimo; las barras de acero tiene que estar recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado.

Las longitudes mínimas de estos electrodos no serán inferiores a 2 m. Si son necesarias dos picas conectadas en paralelo con el fin de conseguir una resistencia de tierra admisible, la separación entre ellas es recomendable que sea igual, por lo menos, a la longitud enterrada de las mismas; si son necesarias varias picas conectadas en paralelo, la separación entre ellas deberá ser mayor que en el caso anterior.

- Resistencia de tierra

El electrodo se dimensionará de forma que su resistencia de tierra, en cualquier circunstancia previsible, no sea superior al valor especificado para ella, en cada caso.

Este valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

24 V en local o emplazamiento conductor

50 V en los demás casos.

Si las condiciones de la instalación son tales que puedan dar lugar a tensiones superiores a los valores señalados anteriormente, se asegurará la rápida eliminación de la falta mediante dispositivos de corte adecuados de la corriente de servicio.

NOTA.- La resistencia de tierra de un electrodo depende de sus dimensiones, de su forma y de la resistividad del terreno en el que se establece. Esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, y varía también con la profundidad.

La Tabla l de la instrucción ITC-BT-18, la cual se muestra a continuación, da a título de orientación unos valores de la resistividad para un cierto número de terrenos. Con el fin de obtener una primera aproximación de la resistencia de tierra, los cálculos pueden efectuarse utilizando los valores medios indicados en la Tabla ll de la misma instrucción.

Se estimará una resistividad del terreno de 250 Ω·m ya que la naturaleza del terreno es arena arcillosa.

Bien entendido que los cálculos efectuados a partir de estos valores no dan más que un valor muy aproximado de la resistencia de tierra del electrodo. La medida de resistencia de tierra de este electrodo puede permitir, aplicando las fórmulas dadas en la Tabla lll de la instrucción ITC-BT-18, estimar el valor medio local de la resistividad del terreno; el conocimiento de este valor puede ser útil para trabajos posteriores efectuados en unas condiciones análogas.

Se utilizará para el cálculo pertinente la fórmula correspondiente a un electrodo en forma de pica vertical ya que ha sido el electrodo escogido anteriormente.

Naturaleza del terreno	Resistividad en Ω·m
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silícea	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras.	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600

Tabla 2.14.1. Tabla resistividad de diferentes terrenos

Naturaleza del terreno	Valor medio de la resistividad en Ω·m
Terrenos cultivables y fértiles, terraplenes compactos y húmedos	50
Terraplenes cultivables poco fértiles y terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos, arenas secas permeables..	3.000

Tabla 2.14.2. Tabla resistividad de diferentes terrenos

Electrodo	Resistencia de la tierra en Ω
Placa enterrada	$R = 0{,}8 \cdot \frac{\rho}{P}$
Pica vertical	$R = \frac{\rho}{L}$
Conductor enterrado horizontalmente	$R = \frac{2 \cdot \rho}{L}$

Tabla 2.14.3. Tabla resistividad de la tierra según electrodo escogido

R, resistividad de terreno (Ω·m)

P, perímetro de la placa (m)

L, longitud de la pica del conductor (m)

- Características y condiciones de instalación de las líneas de enlace con tierra, de las líneas principales de tierra y de sus derivaciones

Naturaleza y secciones mínimas

Los conductores que constituyen las líneas de enlace con tierra, las líneas principales de tierra y sus derivaciones, serán de cobre o de otro metal de alto punto de fusión y sus sección debe ser ampliamente dimensionada de tal forma que cumpla las condiciones siguientes:

a) La máxima corriente de falta que pueda producirse en cualquier punto de la instalación, no debe originar en el conductor una temperatura cercana a la de fusión ni poner en peligro los empalmes o conexiones en el tiempo máximo previsible de duración de la falta, el cual sólo podrá ser considerado como menor de dos segundos en los casos justificados por l as características de los dispositivos de corte utilizados.

b) De cualquier forma los conductores no podrán ser, en ningún caso, de menos de 16 mm^2 de sección para las líneas principales de tierra ni de 35 mm^2 para las líneas de enlace con tierra, si son de cobre. Para otros metales o combinaciones de ellos, la sección mínima será aquella que tenga la misma conductancia que un cable de cobre de 16 mm^2 o 35 mm^2 según el caso.

Para las derivaciones de las líneas principales de tierra, las secciones mínimas serán las que se indican en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

Atendiendo a la normativa anteriormente citada se optará por utilizar un cable de cobre de 35 mm^2 para las líneas de enlace con tierra y de 16 mm^2 para la línea principal de tierra.

Tendido de los conductores de la línea principal de tierra, y sus derivaciones y de los conductores de protección

El recorrido de estos conductores será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos y estarán protegidos contra la corrosión y desgaste mecánico. Además, los conductores de protección cumplirán con lo establecido en la Instrucción ITC-BT-19, tal y como se han ido mencionando en el texto.

Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que desean poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos se dispone que las conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y con los electrodos se efectúen con todo cuidado por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva, por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohibe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión, tales como estaño, plata, etc.

Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas. A este fin, y procurando siempre que la resistencia de los contactos no sea elevada, se protegerán éstos en forma adecuada con envolventes o pastas, si ello se estimase conveniente.

Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

- Separación entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y de las masas de un centro de transformación

Se verificará que las masas puestas a tierra en una instalación, así como los conductores de protección asociados a estas masas o a los relés de protección de masa, no están unidas a la toma de tierra de las masas de un centro de transformación. Si no se hace el control mediante la medida efectuada entre las tomas de tierra de las masas de las instalaciones de utilización y la de las masas del centro de transformación, se considera que las tomas de tierra son eléctricamente independientes cuando se cumplen todas y cada una de las condiciones siguientes:

a) No existe canalización metálica conductora (cubierta metálica de cable no aislada especialmente, canalización de agua, gas, etc.) que una la zona de tierras del centro de transformación con la zona donde se encuentran los aparatos de utilización.

b) La distancia entre las tomas de tierra del centro de transformación y las tomas de tierra u otros elementos conductores enterrados en los locales de utilización, es al menos igual a 15 m para terrenos cuya resistividad no sea elevada (100 $\Omega \cdot m^2/m$). Cuando el terreno sea muy mal conductor, esta distancia será aumentada.

c) El centro de transformación está situado en un recinto aislado de los locales de utilización o bien, si está contiguo a los locales de utilización o en el interior de los mismos, está establecido de tal manera que sus elementos metálicos no están unidos eléctricamente a los elementos metálicos constructivos de los locales de utilización.

Una vez analizados estos párrafos precedentes se afirma que la toma de tierra del edificio de viviendas que nos atañe será totalmente independiente de la toma de tierra del centro de transformación.

- Revisión de tomas de tierra

Por la importancia que ofrece, desde el punto de vista de la seguridad, cualquier instalación de toma de tierra, deberá ser obligatoriamente comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación para el funcionamiento.

Personal, técnicamente competente, efectuará esta comprobación anualmente en la época en que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra, reparando inmediatamente los defectos que se encuentren. En los lugares en que el terreno no sea favorable a la buena conservación de los electrodos, estos, así como también los conductores de enlace entre ellos hasta el punto de puesta a tierra, se pondrán al descubierto para su examen, al menos una vez cada cinco años.

3. Domotización

3.1. Introdución

A continuación se describirá la domotización que se ha aplicado a cada una de las viviendas. Para conseguir dicho fin se tiene que establecer un sistema domótico que sea idóneo para el caso que nos incumbe, esto es viviendas en construcción. El sistema elegido recibe el nombre de "Sistema Amigo".

Seguidamente se explicará en que consiste el sistema Amigo y posteriormente la configuración establecida para las viviendas del presente proyecto.

3.2. Sistema Amigo

Es un sistema domótico de última generación para la automatización de viviendas, fabricado y comercializado por la marca EUNEA MERLÍN GERIN de Schneider Electric.

El sistema está formado por una línea de comunicación consistente en un cable de dos conductores (par trenzado) que se instala paralelamente a la línea eléctrica convencional de 220V. Una fuente de alimentación instalada en el cuadro eléctrico de mando y protección suministra los 15,5 V DC a la línea de comunicación para la alimentación de los módulos de entradas y salidas conectados a la línea repartidos por toda la instalación, lo más próximo posible a las cargas y los emisores para disminuir y facilitar al máximo el cableado.

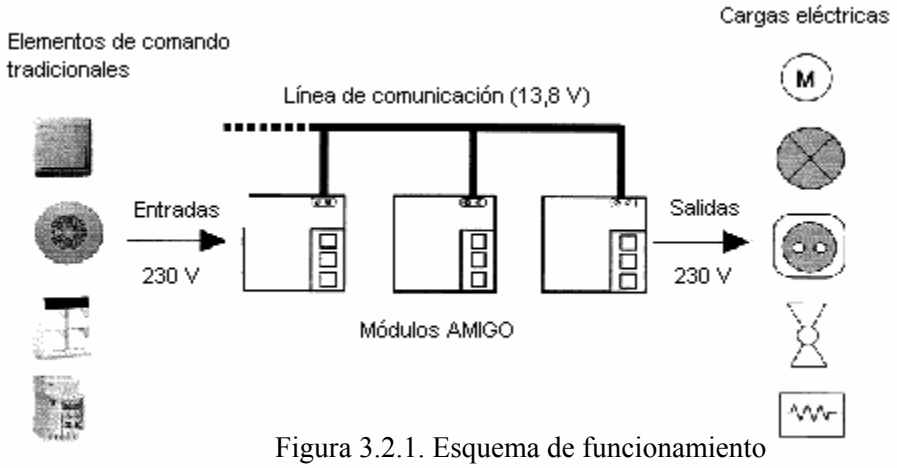


Figura 3.2.1. Esquema de funcionamiento

Los módulos que conectan entradas y salidas del sistema se ubican sobre rail DIN o en el interior de las cajas de conexión para toda la casa, son los elementos que tienen la "inteligencia" por lo tanto, cada uno es autosuficiente para analizar la información que recibe de los captadores y actuar sobre las salidas de la forma que se haya programado con anterioridad.

Además, se pueden comunicar e interactuar con otros módulos de entradas/salidas a través de la línea de comunicación (es por esto que se clasifica como un sistema con topología de red en bus con control descentralizado).

De fácil instalación ya que utiliza un cableado tradicional, esto es, todos los elementos emisores y receptores son estándar del mercado que funcionan a 220 V. Su programación no requiere de un ordenador personal, se realiza utilizando los pulsadores situados en el frontal de los módulos, mediante una programación elemental guiada por un grupo de leds.

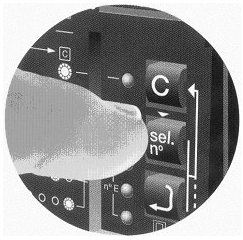


Figura 3.2.2. Grupo de leds

El funcionamiento del sistema es sencillo, una orden generada por una de las entradas (por ejemplo un detector de gas) se transmite por lo línea de comunicación a la salida (o salidas) del módulo (o módulos) que están afectados por esta orden, realizándose así una serie de actuaciones preestablecidas, (por ejemplo: cierre de la electroválvula del gas, activación de una alarma acústica, desconexión de la línea eléctrica y llamada de alerta vía telefónica).

➢ Caracterísicas

- Sistema descentralizado: al no tener unidad central solo se instalan aquellos elementos que realmente se necesitan.
- Sistema evolutivo: se crea a medida, adaptándose a las necesidades reales. Desde un punto simple precableado a una instalación completa personalizada. Ampliable en cualquier momento.

- Sistema muy fácil de instalar y de programar no es necesario ningún ordenador ni conocimientos informáticos para iniciar el funcionamiento. La instalación del sistema está muy cercana a la tradicional. Utiliza el cableado y los elementos de comando y actuación tradicionales.
- Sistema económico.

➢ Medio de transmisión

Para la comunicación y alimentación de los diferentes elementos del sistema se utiliza un simple par trenzado (cable de dos conductores) con topología de bus domótico. El cable a utilizar para la línea de comunicación ha de ser alguno de los indicados en la siguiente tabla (son cables estándar de mercado):

Denominación	**nº conductores por sección (mm^2)**	**Tipo de cable (par trenzado)**	**R (Ω/Km)**	**D máx. (m)**
Cable YY	2x0,25	• Cobre flexible • Tensión nominal 250 V • Aislamiento PVC • Tensión de ensayo 1.500 V • Cubierta de PVC	77	75
Cable YY	2x0,5		39	150
Cable YCY	2x0,25	• Cobre flexible • Tensión nominal 250 V • Aislamiento PVC • Tensión de ensayo 1.500 V • Pantalla doble • Cubierta de PVC	77	75
Cable YCY	2x0,5		39	150
Cable YCY	2x0,75		26	230

Tabla 3.2.3. Tipos de cables para comunicación

La distancia D entre la alimentación y el módulo más lejano (en cualquiera de las posibles líneas) no ha de exceder de la columna indicada como $D_{max.}$ De la tabla anterior. En cualquier caso la longitud total de conexión de toda la línea de comunicación no puede exceder los 1500 m.

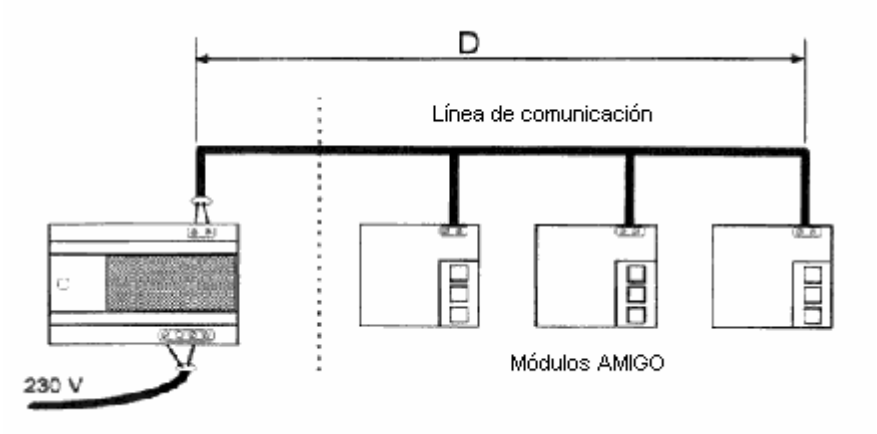


Figura 3.2.4. Esquema distancia máxima de la línea de comunicación

➢ Protocolo de Comunicación

El lenguaje utilizado para las interacciones entre los diferentes equipos es un protocolo propio del fabricante (versión de BATIBUS).

3.3. Componentes del sistema Amigo

➢ Fuentes de alimentación

Son las encargadas de suministrar la tensión de alimentación de los módulos a través del bus de comunicación. Se instalan en el cuadro de mando y protección eléctrico sobre carril DIN. Hay dos modelos de 75 mA y de 150 mA.

Figura 3.2.5. Modelo 75 mA

Figura 3.2.6. Modelo 150 mA

Datos técnicos

	Fuente de alimentación 150 mA	**Fuente de alimentación 75 mA**
Alimentación de la fuente	230 V CA ±10%	
Potencia	5 VA	2 VA
Tensión en Vacío	15,5 V DC ±10%	
Intensidad Nominal	150 mA	75 mA
Tensión Nominal	13,8 V DC	
Protección alimentación	Exterior mediante interruptor magnetotérmico.	
Protección salida Intensidad limitada a:	300mA ±10%	150mA ±10%
Grado de protección	I P 20	
Tamaño	124 mm	36 mm
Nº Módulos a alimentar	75	30
Referencia del fabricante	8600	8605

Tabla 3.2.7. Datos técnicos de las diferentes fuentes de alimentación

Detalles

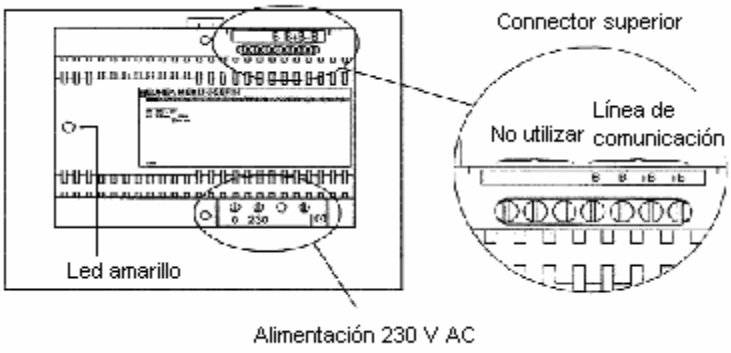


Figura 3.2.8. Esquema conexión de la fuente de alimentación

En el frontal del equipo encontramos un led amarillo que parpadea cuando un mensaje se ha enviado al bus de comunicación (cada vez que se activa un comando). Si permanece encendido de manera continua indica que la comunicación en el bus está colapsada por dos posibles motivos:

- Existencia de un cortocircuito en la línea.
- Inversión de polaridad en la conexión de algunos módulos.

➢ Módulo al aire de 2 entradas y 2 salidas

Es un módulo con 2 entradas de señal a 220 V AC y 2 salidas de relé de 16 A. Diseñado para su instalación repartida en cajas de conexión.

Tiene capacidad para interactuar con el resto de módulos de la instalación mediante programación estructurada y guiada. Para su programación dispone de 3 botones pulsadores (BP) y 5 leds que se encuentran en el frontal del módulo.

Figura 3.2.9. Módulo al aire

Datos técnicos

Alimentación: Tensión nominal 13,8 V DC.
Intensidad nominal 2 mA.

Salidas: Intensidad máxima por salida 16 A (cos φ =1).
V CA máxima: 250 V.
Carga máxima: 40.000 maniobras con:
- Lámpara de incandescencia 2.000 W.
- Lámpara fluorescente mediante contactor.
- Motor (categoría AC3) 4 A / 920 VA.

Entradas: Tensión 230 V CA.

Intensidad de entrada 60 mA.

Intensidad permanente 3 mA.

Neutros N1 y N2 aislados eléctricamente.

E1 y E2 bornes con sección máxima de 2,5 mm^2.

Grado de protección: IP20.

Temperatura de utilización: -5º C / +45º C (sin condensación)

Temperatura de almacenamiento: -25º C / +70º C

Conformidad con las normas: IEC 669-2-1 y EN 50090-2-2

Dimensiones: 71 mm × 71 mm × 28 mm.

Referencia del fabricante: 8610

Descripción

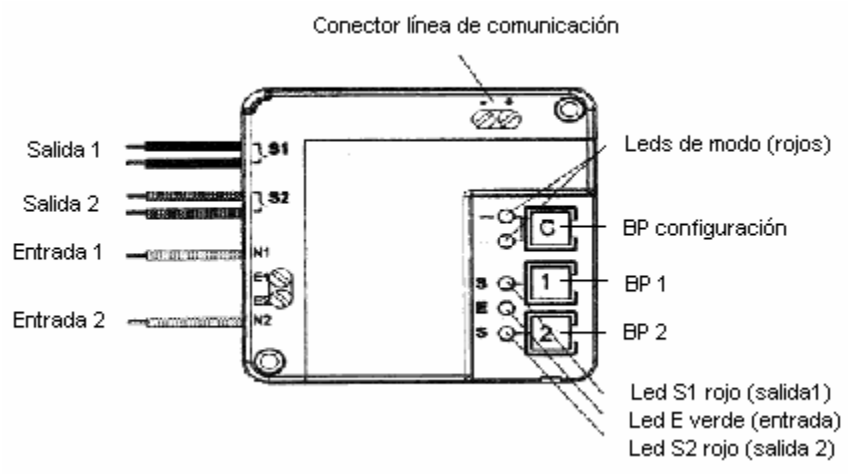


Figura 3.2.10. Descripción módulo al aire

En el frontal del equipo encontramos:

- Los pulsadores de control (BP):

  BP [C] Configuración para abrir o cerrar el proceso de configuración.

  BP [1] [2] Para la selección y controlar las entradas y salidas 1 y 2 según el caso.

- Los leds:

  Leds de modo (rojo) se encuentran al lado del BP [C] y nos indican el modo de configuración elegido.

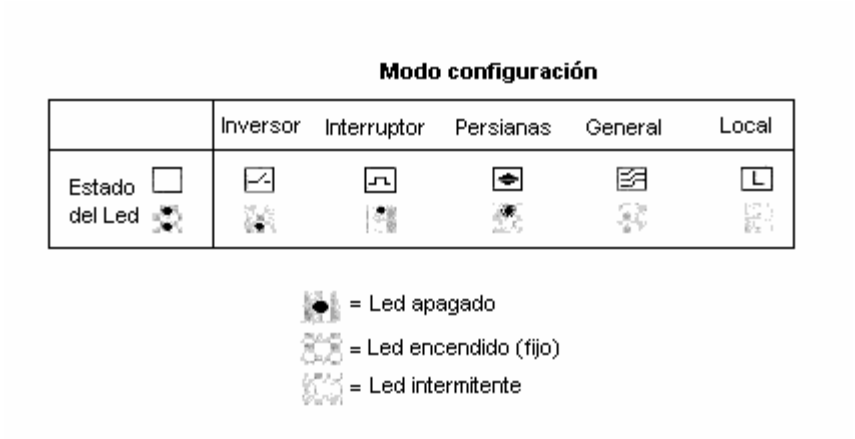


Figura 3.2.11. Modo de configuración

Leds S1 y S2 de color rojo relacionados con las respectivas salidas.

Led E de color verde relacionado con las entradas.

Indicaciones de los leds:

- En modo explotación:

  S1 o S2 encendidos fijos significa que la salida 1 o salida 2 están activadas.
- En modo reset (borrado de la programación):

  Leds S1, S2 y E intermitentes indican que el módulo ha sido borrado.
- En modo configuración:

  - S1 y S2 encendidos fijos indican que la salida 1 o salida 2 ha sido activada.

  - S1 y S2 encendidos intermitentes simultáneos indica que el módulo está esperando la indicación de la salida que va a ser configurada.

  - Led E intermitente indica que el módulo está esperando que se indique que entradas van a activar la salida que se está programando.

  - Piloto E fijo con S1 o S2 intermitente indica que la entrada 1 o 2 del módulo ha sido activado.

Esquema de conexiones de entradas y salidas

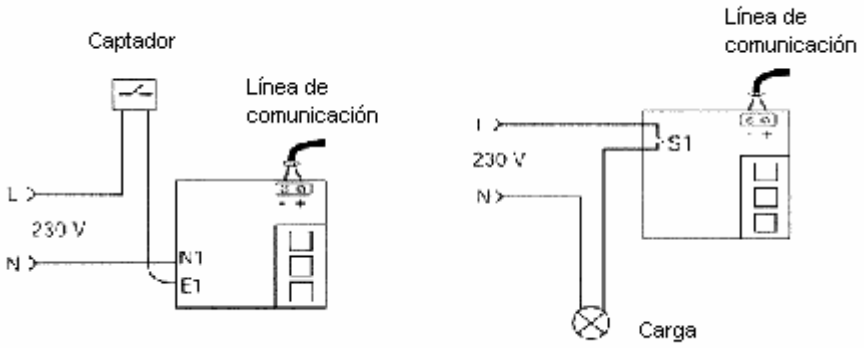


Figura 3.2.12. Modo de conexión de entradas y salidas

➢ Módulo de carril DIN de 2 entradas y 2 salidas

Es un módulo con 2 entradas de señal a 220 V AC y 2 salidas de relé de 16 A. Diseñado para su instalación en carril DIN en instalaciones centralizadas.

Tiene capacidad para interactuar con el resto de módulos de la instalación mediante programación estructurada y guiada. Para su programación dispone de 3 botones pulsadores (BP) y 5 leds que se encuentran en el frontal del módulo. También dispone de 2 commutadores para el control de entradas.

Figura 3.2.13. Módulo de carril DIN

Datos técnicos

Alimentación: Tensión nominal 13,8 V DC.

Intensidad nominal 2 mA.

Salidas: Intensidad máxima por salida 16 A (cos φ =1).

V CA máxima: 250 V.

Carga máxima: 40.000 maniobras con:

- Lámpara de incandescencia 2.000 W.
- Lámpara fluorescente mediante contactor.
- Motor (categoría AC3) 4 A / 920 VA.

Entradas: Tensión 230 V CA.

Intensidad de entrada 60 mA.

Intensidad permanente 3 mA.

Neutros N1 y N2 aislados eléctricamente.

E1 y E2 bornes con sección máxima de 2,5 mm^2.

Grado de protección: IP20.

Temperatura de utilización: -5º C / +45º C (sin condensación)

Temperatura de almacenamiento: -25º C / +70º C

Conformidad con las normas: IEC 669-2-1 y EN 50090-2-2

Dimensiones: 74 mm × 83 mm × 67 mm.

Referencia del fabricante: 8615

Descripción

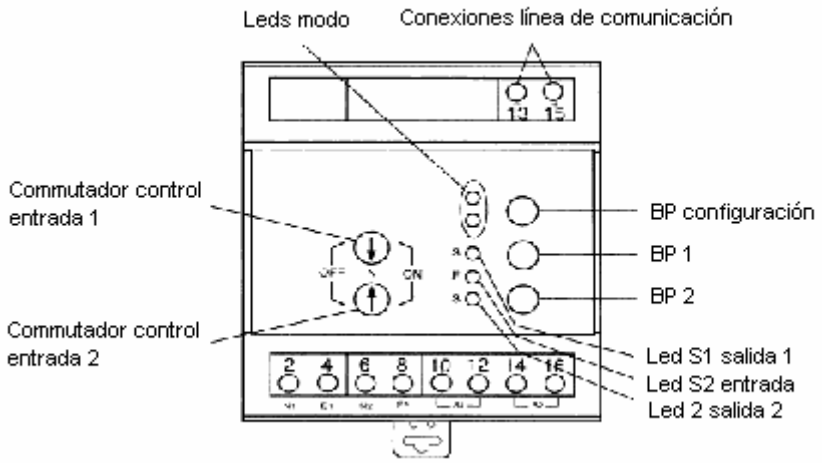


Figura 3.2.14.Descripción de modulo de carril DIN

En el frontal del equipo encontramos:

- Los pulsadores de control (BP):

  BP [C] Configuración para abrir o cerrar el proceso de configuración.

  BP [1] [2] Para la selección y controlar las entradas y salidas 1 y 2 según el caso.

- Los leds:

  Leds de modo (rojo) se encuentran al lado del BP [C] y nos indican el modo de configuración elegido.

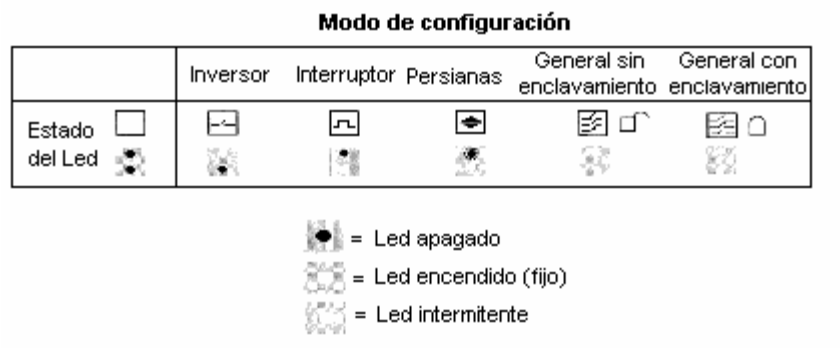


Figura 3.2.15. Modo de configuración

  Leds S1 y S2 de color rojo relacionados con las respectivas salidas.

  Led E de color verde relacionado con las entradas.

- Comutadores de control de entradas:

Indicaciones de los leds:

- En modo explotación:

  S1 o S2 encendidos fijos significa que la salida 1 o salida 2 están activadas.

- En modo reset (borrado de la programación):

  Leds S1, S2 y E intermitentes indican que el módulo ha sido borrado.

- En modo configuración:

  - S1 y S2 encendidos fijos indican que la salida 1 o salida 2 ha sido activada.

- S1 y S2 encendidos intermitentes simultáneos indica que el módulo está esperando la indicación de la salida que va a ser configurada.
- Led E intermitente indica que el módulo está esperando que se indique que entradas van a activar la salida que se está programando.
- Piloto E fijo con S1 o S2 intermitente indica que la entrada 1 o 2 del módulo ha sido activado.

Conmutadores de control de entradas (de 3 posiciones) permiten:

- En modo explotación:
  Forzar el estado OFF o estado ON de la entrada correspondiente (E1 o E2).
- En modo configuración:
  Escoger en que momento un comando general forzado ha de ser emitido.

➢ Módulo al aire de 6 entradas con IR

Es un módulo con 6 entradas de señal a 220 V AC y un captador para un sensor receptor de infrarrojos. Diseñado para instalar en caja de conexiones.

Tiene capacidad para interactuar con el resto de módulos de la instalación mediante programación estructurada y guiada. Para su programación dispone de 3 botones pulsadores (BP) y 5 leds que se encuentran en el frontal del módulo.

Figura 3.2.16. Módulo al aire de 6 entradas con IR

Datos técnicos

Alimentación: Tensión nominal 13,8 V DC.
Intensidad nominal 2 mA (+3 mA si un sensor IR está conectado).

Entradas: Tensión 230 V CA.
Intensidad de entrada 60 mA.
Intensidad permanente 3 mA.
Neutros N1 y N2 aislados eléctricamente.
E1 y E2 bornes con sección máxima de 2,5 mm^2.

Grado de protección: IP20.

Temperatura de utilización: -5º C / +45º C (sin condensación)

Temperatura de almacenamiento: -25º C / +70º C

Conformidad con las normas: IEC 669-2-1 y EN 50090-2-2

Dimensiones: 71 mm × 71 mm × 28 mm.

Referencia del fabricante: 8615

Descripción

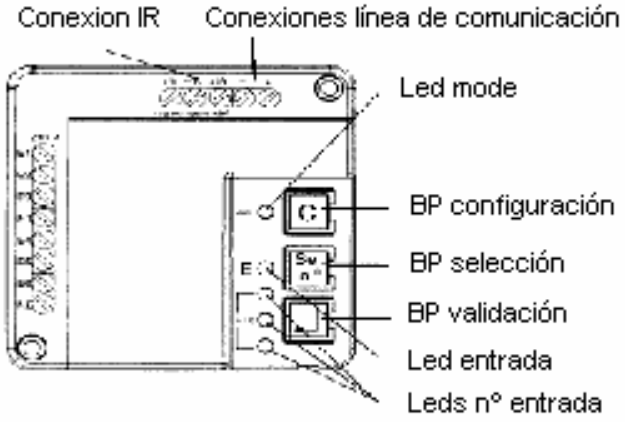


Figura 3.2.17.Descripción modulo de ambiente de 6 entradas con IR

En el frontal del equipo encontramos:

- Los pulsadores de control (BP):
  - BP [C] Configuración para abrir o cerrar el proceso de configuración.
  - BP [Sel nº] Para la selección del número de entrada a activar.
  - BP [↵] Para la validación de la entrada seleccionada.

- Los leds:

  Leds de modo (rojo) se encuentran al lado del BP [C] y nos indican el modo de configuración elegido.

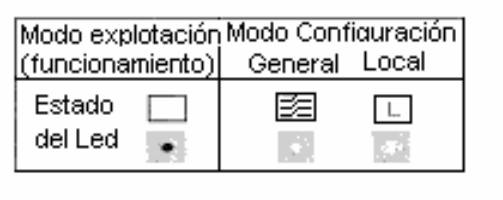


Figura 3.2.18. Modo de configuración

Led [nº Sel] de color rojo para la entrada seleccionada.

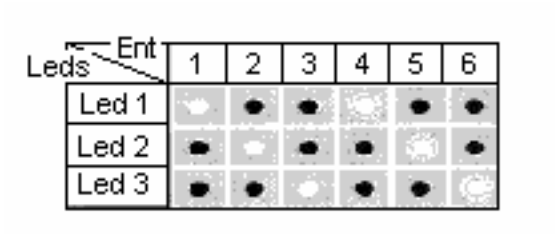


Figura 3.2.19. Modo de entrada configurada

Led E de color verde relacionado con las entradas.

Indicaciones de los leds:

- En modo reset (borrado de la programación):

  Leds [nº Sel] y E intermitentes (los cuatro) indican que el módulo ha sido borrado.

- En modo configuración:

  - La combinación de los leds [nº Sel] encendidos nos indica la entrada seleccionada.

  - Piloto E intermitente indica que el módulo está esperando la activación de una entrada.

Esquema de conexiones módulo 6E con IR.

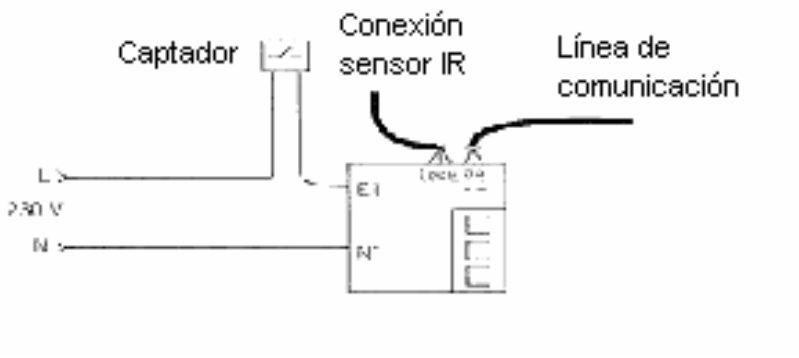


Figura 3.2.20. Modo de conexión

➢ Receptor de infrarrojos (IR)

El receptor de infrarrojos correctamente conectado al módulo 6E con IR permite realizar entradas al sistema por comando a distancia desde los emisores móviles IR. Se ha de instalar en la superficie a la vista directa de los citados emisores.

Figura 3.2.21. Módulo receptor de infrarrojos (IR)

Conexiones

El receptor IR va provisdo de un cable con tres conductores de colores: Azul, Negro y Marrón, con la siguiente función:

Conductor azul: Alimentación negativa (-) del receptor.

Conductor negro: Alimentación positiva (+) del receptor.

Conductor marrón: Señal de comunicación.

Dimensiones versión de superficie: 49 mm × 36 mm × 25 mm.

Referencia del fabricante 8561

➢ Emisor de infrarrojos (IR)

El emisor móvil IR, permite enviar señales al receptor IR que serán tratadas como entradas del sistema.

Puede ser instalado fijo sobre una superficie mediante el soporte que posee incorporado en la parte posterior o dejándolo libre.

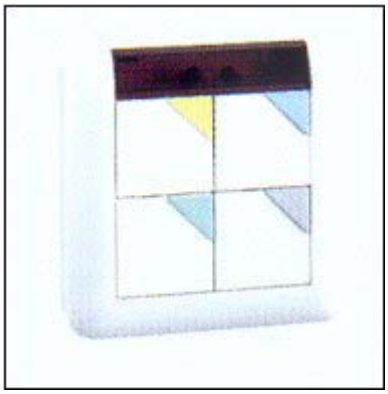
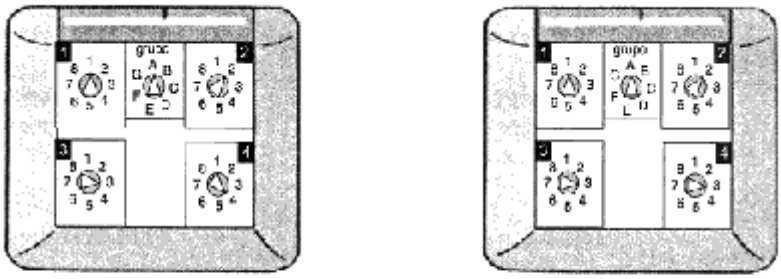


Figura 3.2.22. Módulo emisor de infrarrojos (IR)

En la parte superior de las teclas se encuentra una ventana oscura bajo la cual se encuentra el sistema emisor y un led que se activa indicando la emisión de la orden, en caso de no activarse al pulsar una tecla significa que la batería de alimentación está agotada.

Dispone de cuatro teclas en la superficie y de unos commutadores situados debajo de éstos, que nos permiten asignar diferentes canales para que en el caso que existan varios emisores cada tecla realice una función diferente.



Teclas 1,2,3 y 4 en modo simple

Teclas 1 y 2 en modo simple
Teclas 2 y 3 en modo doble
T3 = ON T4 = OFF

Figura 3.2.23. Asignación de canales del módulo emisor de infrarrojos (IR)

Datos técnicos

Frecuencia de modulación infrarroja: 447,5 kHz.
Alimentación batería: 1,5 V tipo alcalina LR03 o AAA.
Dimensiones: 88 mm × 88 mm × 23 mm.
Referencia del fabricante 8502-02.

3.4. Guía de configuración de las viviendas

Los elementos que toman vital importancia a la hora de que el sistema domótico tenga una cierta repercusión serán los detectores y las señalización pertinentes, así pues, se muestra a continuación en forma de tabla todos los módulos tanto de entrada como de salida que toman parte en la domotización de la vivienda.

- Alarmas técnicas

Entradas (Detectores)	Nº de entrada	Modo de configuración	Salidas (Cargas)	Nº de salida
Detector de agua en lavabo B1	E1-M2	Interruptor (mantenido)	Alarma sonora en lavabo B1	S2-M2
		Interruptor (mantenido)	Cierre de la electroválvula de agua	S1-M2
Detector de agua en lavabo B2	E2-M2	Interruptor (mantenido)	Alarma sonara en lavabo B2	S1-M3
		Interruptor (mantenido)	Cierre de la electroválvula de agua	S1-M2
Detector de agua en cocina	E1-M3	Interruptor (mantenido)	Alarma sonora en cocina	S2-M3
		Interruptor (mantenido)	Cierre de la electroválvula de agua	S1-M2

Pulsador rearme electroválvula	E2-M3	Interruptor (mantenido)	Apertura de la electroválvula	S1-M2
Detector de humos en cocina	E1-M5	Interruptor (mantenido)	Alarma sonora en cocina	S1-M5

Tabla 3.2.24. Configuración de las alarmas técnicas

- Sistema de intrusión

Entradas (Detectores)	Nº de entrada	Modo de configuración	Salidas (Cargas)	Nº de salida
Detector de presencia primaria	E1-M1	Interruptor (mantenido)	Iluminación de la luz del pasillo	S1-M1
Detector de presencia definitiva	E2-M1	Interruptor (mantenido)	Alarma sonora en fachada	S2-M1

Tabla 3.2.25. Configuración del sistema de intrusión

Obviamente se hará caso omiso de uno de los baños para el caso de los pisos pequeños, ya que estos únicamente poseen uno.

Los detectores y actuadores se presentarán dispuestos tal y como se muestran en los planos adjuntos de las diferentes viviendas.

- Simulación de presencia

Entradas (Detectores)	Nº de entrada	Modo de configuración	Salidas (Cargas)	Nº de salida
Temporizador C1	E1-M4	Inversor	Bloque nº1 de iluminación	S1-M4
Temporizador C2	E2-M4	Inversor	Bloque nº2 de iluminación	S2-M4

Tabla 3.2.26. Configuración de la simulación de presencia

En cada vivienda el bloque de iluminación será diferente ya que se busca simular la presencia de personas en el interior de las viviendas con lo que las luces que se enciendan y se apaguen periódicamente tendrán que dar a la calle para que dicha simulación sea útil.

Para la configuración de los distintos módulos, una vez realizada la instalación física mediante módulos 2E/2S, se hará de la siguiente manera:

- Alarmas técnicas

1) Poner el módulo dos (M2) en modo mantenido. Pulsar simultáneamente C y 2 durante 1 segundo, hasta que los leds S1 y S2 se pongan en intermitente con el led E apagado. Pulsar C para llevar a modo mantenido (interruptor).
2) Seleccionar la salida S2 (pulsar 2). S2 se queda fijo y S1 se apaga.
3) El led E se enciende pidiéndonos las entradas que van a activar la Salida 2. Activamos el detector de agua del lavabo pequeño E1-M2.
4) Terminamos la configuración pulsando C.

5) Poner el módulo dos (M2) en modo inversor. Pulsar simultáneamente C y 2 durante 1 segundo, hasta que los leds S1 y S2 se pongan en intermitente con el led E apagado. Pulsar C para llevar a modo inversor.
6) Seleccionar la salida S1 (pulsar 1). S1 se queda fijo y S2 se apaga.
7) El led E se enciende pidiéndonos las entradas que van a activar la Salida 1. Activamos el detector de agua del lavabo pequeño E1-M2, el detector de agua del lavabo grande E2-M2, el detector de agua de la cocina E1-M3 y el pulsador de rearme de la electroválvula E2-M3, estos elementos hay que pulsarlos uno tras otro.
8) Terminamos la configuración pulsando C.

9) Poner el módulo tres (M3) en modo mantenido. Pulsar simultáneamente C y 2 durante 1 segundo, hasta que los leds S1 y S2 se pongan en intermitente con el led E apagado. Pulsar C para llevar a modo mantenido (interruptor).
10) Seleccionar la salida S1 (pulsar 1). S1 se queda fijo y S2 se apaga.
11) El led E se enciende pidiéndonos las entradas que van a activar la Salida 1. Activamos el detector de agua del lavabo grande E2-M2.
12) Terminamos la configuración pulsando C.
13) Poner el módulo tres (M3) en modo mantenido. Pulsar simultáneamente C y 2 durante 1 segundo, hasta que los leds S1 y S2 se pongan en intermitente con el led E apagado. Pulsar C para llevar a modo mantenido (interruptor).

14) Seleccionar la salida S2 (pulsar 2). S2 se queda fijo y S1 se apaga.
15) El led E se enciende pidiéndonos las entradas que van a activar la Salida 2. Activamos el detector de agua de la cocina E1-M3.
16) Terminamos la configuración pulsando C.

17) Poner el módulo cinco (M5) en modo mantenido. Pulsar simultáneamente C y 2 durante 1 segundo, hasta que los leds S1 y S2 se pongan en intermitente con el led E apagado. Pulsar C para llevar a modo mantenido (interruptor).
18) Seleccionar la salida S1 (pulsar 1). S1 se queda fijo y S2 se apaga.
19) El led E se enciende pidiéndonos las entradas que van a activar la Salida 1. Activamos el detector de humo de la cocina E1-M5.
20) Terminamos la configuración pulsando C.

- Sistema de intrusión

1) Poner el módulo uno (M1) en modo mantenido (interruptor). Pulsa simultáneamente C y 2 durante 1 segundo. Pulsa C para llevar a modo mantenido (interruptor).
2) Seleccionar la salida S1 (pulsar 1). S1 se queda fijo y S2 se apaga.
3) El led E se enciende pidiéndonos las entradas que van a activar la Salida 1. Activamos el detector de presencia primaria E1-M1.
4) Terminamos la configuración pulsando C.

5) Poner el módulo uno (M1) en modo mantenido (interruptor). Pulsa simultáneamente C y 2 durante 1 segundo. Pulsa C para llevar a modo mantenido (interruptor).
6) Seleccionar la salida S2 (pulsar 2). S2 se queda fijo y S1 se apaga.
7) El led E se enciende pidiéndonos las entradas que van a activar la Salida 2. Activamos el detector de presencia definitiva E2-M1.
8) Terminamos la configuración pulsando C.

- Sistema simulación de presencia

1) Poner el módulo cuatro (M4) en modo mantenido (interruptor). Pulsa simultáneamente C y 2 durante 1 segundo. Pulsa C para llevar a modo mantenido (interruptor).
2) Seleccionar la salida S1 (pulsar 1). S1 se queda fijo y S2 se apaga.
3) El led E se enciende pidiéndonos las entradas que van a activar la salida 1. Activamos el canal 1 (C1) del temporizador E1-M4.
4) Terminamos la configuración pulsando C.

5) Poner el módulo uno (M4) en modo mantenido (interruptor). Pulsa simultáneamente C y 2 durante 1 segundo. Pulsa C para llevar a modo mantenido (interruptor).
6) Seleccionar la salida S2 (pulsar 2). S2 se queda fijo y S1 se apaga.
7) El led E se enciende pidiéndonos las entradas que van a activar la Salida 2. Activamos el canal 2 (C2) del temporizador E2-M4.
8) Terminamos la configuración pulsando C.

En el caso de la vivienda que ocupa la planta baja se ha provisto de un sistema adicional antiintrusión mediante detectores de rotura de cristales, esto detectará cualquier tipo de invasión del hábitat mediante la rotura de alguna ventana de las habitaciones o puerta del comedor que da a la terraza exterior.

A continuación se detallará las entradas y salidas de los módulos correspondientes y la consecuente configuración de los módulos.

- Sistema de intrusión adicional para la planta baja

Entradas (Detectores)	Nº de entrada	Modo de configuración	Salidas (Cargas)	Nº de salida
Detector de rotura de cristales H1	E2-M5	Inversor	Alarma rotura de cristales	S2-M5
Detector de rotura de cristales H2	E1-M6	Inversor	Alarma rotura de cristales	S2-M5
Detector de rotura de cristales H3	E2-M6	Inversor	Alarma rotura de cristales	S2-M5
Detector de rotura de cristales del comedor	E1-M7	Inversor	Alarma rotura de cristales	S2-M5

Tabla 3.2.27. Configuración sistema intrusión de planta baja

Los detectores de presencia estarán dispuestos tal y como se muestran en los planos adjuntos de las diferentes viviendas.

Para la configuración de los distintos módulos, una vez realizada la instalación física mediante módulos 2E/2S, se hará de la siguiente manera:

1) Poner el módulo cinco (M5) en modo inversor. Pulsar simultáneamente C y 2 durante 1 segundo, hasta que los leds S1 y S2 se pongan en intermitente con el led E apagado. Pulsar C para llevar a modo inversor.
2) Seleccionar la salida S2 (pulsar 2). S2 se queda fijo y S1 se apaga.
3) El led E se enciende pidiéndonos las entradas que van a activar la Salida 2. Activamos el detector de cristales rotos de la habitación 1 E2-M5, el detector de cristales rotos de la habitación 2 E1-M6 y el detector de cristales rotos de la habitación 3 E2-M6 y la puerta del comedor que da a la terraza exterior E1-M7.
4) Terminamos la configuración pulsando C.

A continuación se muestra un listado a modo de aclaración de los elementos que hay conectados en cada módulo de manera ordenada para facilitar la comprensión del sistema domótico.

Módulo	Conexión	Elemento
M1	E1	Detector de presencia primaria
	E2	Detector de presencia definitiva
	S1	Iluminación de la luz del pasillo
	S2	Alarma sonora en fachada
M2	E1	Detector de agua en lavabo B1
	E2	Detector de agua en lavabo B2
	S1	Electroválvula de agua
	S2	Alarma sonora en lavabo B1
M3	E1	Detector de agua en cocina
	E2	Pulsador rearme electroválvula
	S1	Alarma sonara en lavabo B2
	S2	Alarma sonora en cocina
M4	E1	Temporizador C1
	E2	Temporizador C2
	S1	Bloque nº1 de iluminación
	S2	Bloque nº2 de iluminación
M5	E1	Detector de humos en cocina
	E2	Detector de rotura de cristales H1
	S1	Alarma sonora en cocina
	S2	Alarma rotura de cristales
M6	E1	Detector de rotura de cristales H2
	E2	Detector de rotura de cristales H3
M7	E1	Detector de rotura de cristales del comedor

4. Análisis energético

- Tarifas

Las tarifas eléctricas aplicables al caso del hogar son:

Tarifa	Condiciones de aplicación	Utilización
1.0	Potencia hasta 770 W	Trasteros, bodegas, etc. que sólo necesitan iluminación.
2.0	General, potencia no superior a 15 kW	Habitual en viviendas.
2.0N	Tarifa nocturna	Viviendas con calefacción o agua caliente por acumulación. Tarifa nocturna.

Tabla 4.1. Tarifas eléctricas correspondientes a viviendas

- Precios

La facturación básica incluye una parte fija llamada *término de potencia*, que depende de la potencia contratada, y una parte variable, llamada *término de energía*, que depende del consumo de energía.

En el caso de la Tarifa nocturna, en el término de energía se factura por separado el consumo de día y el consumo de noche.

Tarifa	Término de potencia €/(kW·mes)	Término de energía €/kWh
1.0	0,272371	0,061222
2.0	1,436140	0,081587
2.0N	1,436140	0,083816 día 0,038009 noche

Tabla 4.2. Coste de los términos de potencia y energía para las diferentes tarifas

➢ Otros conceptos

Además de los anteriormente indicados, la factura de electricidad incluye los conceptos siguientes:

- *Impuesto sobre la electricidad*

  Es un porcentaje (4,864%) que se aplica sobre la suma de los términos de potencia y energía, multiplicada por el coeficiente 1,05113.

  Está vigente desde enero de 1998 y sustituye, con el mismo efecto, al porcentaje de la facturación total que anteriormente se dedicaba a la minería del carbón.

- *Alquiler de equipos de medida*

  Cantidad mensual correspondiente al contador y al interruptor de control de potencia (limitador automático), cuando estos equipos los alquila la compañía suministradora, caso habitual.

- *Impuesto sobre el valor añadido (IVA)*

  Es un porcentaje (16%) que se aplica sobre la suma de todos los conceptos anteriores: términos de potencia y energía, impuesto sobre la electricidad y alquiler de equipos de medida.

- Facturación

La siguiente facturación es a modo de ejemplo de una posible facturación del consumo eléctrico ya que es sumamente difícil predecir con exactitud la futura energía eléctrica que se consumirá en los siguientes dos meses.

Para el caso que nos concierne, se ha considerado una diferenciación entre los tamaños de los pisos ya que a menor tamaño también será menor el consumo eléctrico aunque esté igualmente acondicionado.

Por lo tanto se tendrá la tarificación tanto de los pisos grandes como la de los pisos pequeños.

- *Facturación bimensual de pisos grandes*

Para las viviendas grandes se propone contratar una potencia de 6,6 kW.

Considerando la dificultad de estimar con exactitud la energía eléctrica consumida por una vivienda, se opta por establecer los siguientes consumos como media de una vivienda con las características establecidas previamente. Así pues, la energía estimada será de 818 kWh bimensualmente, el cual se divide en consumo diurno en 442 kWh y consumo nocturno, principalmente a causa del consumo del termo, en 376 kWh.

Una vez analizados los valores de consumo se opta por contratar la tarifa nocturna que corresponde a la 2.0N.

Seguidamente se mostrará el desglose de los términos a pagar.

Término de potencia 6,6 kW x 2 meses x 1,436140 €/(kW·mes)	**18,96 €**
Término de energía diurno 442 kWh x 0,083816 €/kWh	**37,05 €**
Término de energía nocturno 376 kWh x 0,038009 €/kWh	**14,29 €**
Impuesto sobre la electricidad 4,864% sobre (18,96 + 37,05 + 14,29) x 1,05113	**3,60 €**
Alquiler del contador 2 meses x 0,54 €/mes	**1,08 €**
IVA 16% sobre (18,96 + 37,05 + 14,29 + 3,60 + 1,08)	**11,99 €**
Importe Total	**86,97 €**

Tabla 4.3. Posible factura correspondiente a los pisos grandes

Finalmente el coste del consumo eléctrico *bimensual* se puede estimar alrededor de los 86,97 € . No hay que olvidar que esta cifra es una estimación, el consumo real puede diferir de la cifra citada ya que el término de energía es impredecible a ciencia cierta.

- *Facturación bimensual de pisos pequeños*

Para las viviendas pequeñas se propone contratar una potencia de 6,6 kW.

Considerando la dificultad de estimar con exactitud la energía eléctrica consumida por una vivienda, se opta por establecer los siguientes consumos como media de una vivienda con las características establecidas previamente. Así pues, la energía estimada será de 531 kWh bimensualmente, el cual se divide en consumo diurno en 314 kWh y consumo nocturno, principalmente a causa del consumo del termo, en 217 kWh.

Una vez analizados los valores de consumo se opta por contratar la tarifa nocturna que corresponde a la 2.0N.

Seguidamente se mostrará el desglose de los términos a pagar.

Término de potencia 6,6 kW x 2 meses x 1,436140 €/kW·mes	**18,96 €**
Término de energía diurno 314 kWh x 0,083816 €/kWh	**26,32 €**
Término de energía nocturno 217 kWh x 0,038009 €/kWh	**8,25 €**
Impuesto sobre la electricidad 4,864% sobre (18,96 + 26,32 + 8,25) x 1,05113	**2,74 €**
Alquiler del contador 2 meses x 0,54 €/mes	**1,08 €**
IVA 16% sobre (18,96 + 26,32 + 8,25 + 2,74 + 1,08)	**9,18 €**
Importe Total	**66,53 €**

Tabla 4.4. Posible factura correspondiente a los pisos pequeños

Finalmente el coste del consumo eléctrico bimensual se puede estimar alrededor de los 66,53 € . No hay que olvidar que esta cifra es una estimación, el consumo real puede diferir de la cifra citada ya que el término de energía es impredecible a ciencia cierta.

5. Conclusiones

Para la realización de un correcto esquema unifilar es aconsejable diferenciar entre los posibles consumos, así pude ser, tomas de corriente, alumbrado, motores de potencia notable, etc. Así mismo, hay que tener presente la protección de la instalación mediante la desconexión parcial de la misma en caso de defecto, no anulando el resto de instalación de la cual no proviene la falta.

Una vez realizado el diseño de la instalación eléctrica se observa que para la elección de las secciones de los cables no se tendrá que superar el porcentaje pertinente de caída de tensión ni superar la intensidad máxima que puede soportar el cable en las condiciones de funcionamiento. De esta manera cuando los consumos estén a una distancia importante predominará el factor de la longitud del cable el cual hará que se establezca una caída de tensión importante, esto es, para una misma intensidad si el cable lo soporta, el factor de la longitud puede establecer que haya que escoger el cable de sección mayor ya que la caída de tensión es intolerable.

El sistema domótico, debido a su naturaleza descentralizada y su posible configuración desde los diferentes módulos al aire, hace la tarea menos ardua de posibles modificaciones o ampliaciones de dicha domotización, esto es debido a que está diseñada para personas las cuales necesitarían una mínima preparación para alterar la configuración establecida en la presente documentación.

La tarificación eléctrica se observa que hay que establecer una contratación adecuada acorde con el consumo que se realiza ya que hay numerosos factores a tener en cuanta. En el presente caso se ha optado por una tarificación nocturna ya que el acumulador de agua aprovechará la disminución del coste de la energía por la noche para calentar el agua que por el día se consumirá.

6. Bibliografía

Para la realización del proyecto se ha utilizado el Reglamento Electrotécnico de baja tensión con las instrucciones pertinentes y congruentes con la finalidad del texto, desarrollando el artículo 29 del reglamento electrotécnico para baja tensión.

De igual manera ha sido de gran ayuda la documentación indicada en el apartado de bibliografía complementaría.

Referencias bibliográficas

[1] *Reglamento electrotécnico para baja tensión,* Barcelona: Paraninfo, 2003,

ITC-BT-07: Redes subterráneas.

ITC-BT-08: Sistemas de conexión del neutro y de las masas.

ITC-BT-10: Redes de distribución de energía eléctrica. Acometidas.

ITC-BT-12 a 17: Instalaciones de enlace.

ITC-BT-18: Instalaciones de puesta a tierra.

ITC-BT-19 a 24: Instalaciones interiores o receptoras.

ITC-BT-25 a 27: Instalaciones interiores en viviendas.

ITC-BT-36: Instalaciones a muy baja tensión.

ITC-BT-37: Instalaciones a tensiones especiales.

ITC-BT-40: Instalaciones generadoras de baja tensión.

ITC-BT-43 a 48: Instalación de receptores.

ITC-BT-49: Instalaciones eléctricas de muebles.

ITC-BT-51: Instalaciones de sistemas de automatización, gestión técnica de la energía y seguridad para viviendas y edificios.

Bibliografía complementaria

[1] ALBERTO GUERRERO, *Instalaciones eléctricas en las edificaciones,*McGraw-Hill, 1992, Madrid.

[2] ÁNGEL LAGUNAS MARQUÉS, *Instalaciones eléctricas de baja tensión en edificios de viviendas,* Paraninfo. 2ª edición 1997. Madrid.

[3] JOÉ LUIS SANZ SERRANO. *Instalaciones eléctricas y centros de transformación,* Paraninfo 1998, Madrid.

[4] [http://www.energia.com, marzo de 2004]

[5] [http://www.generalcable.com, febrero de 2004]

[6] [http://www.camba.com, marzo de 2004]

[7] [http://www.casadomo.com, abril de 2004]

[8] [http://www.cne.es, abril de 2004]