fpb

FORMACIÓN PROFESIONAL BÁSICA

EDITEX

Instalaciones eléctricas y domóticas

JUAN CARLOS MARTÍN

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FORMACIÓN PROFESIONAL BÁSICA

Instalaciones eléctricas y domóticas

JUAN CARLOS MARTÍN CASTILLO

EDITEX

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ÍNDICE

1. Conductores eléctricos y sus conexiones .. 6

1. Breve concepto de conductor y aislante eléctrico. 7
2. Cables eléctricos 7
3. Conexiones eléctricas. 13

Actividades finales 18

Evalúa tus conocimientos 19

Práctica resuelta: Traba ando con cables eléctricos 20

Ficha de traba o:

- Construcción de un alargador con manguera. 23
- Conexión de cables entre bornesde regletas. 24

2. Esquemas eléctricos. 26

1. Símbolos eléctricos 27
2. Tipos de esquemas. 29
3. Conexiones en serie y en paralelo 33
4. Las bases de enchufe 35

Actividades finales 38

Evalúa tus conocimientos 39

Práctica resuelta: Representación multifilar y funcional de un circuito eléctrico (I) 40

Fichas de traba o:

- Representación multifilar y funcional de un circuito eléctrico (II) 41
- Representación unifilar y multifilar de un circuito eléctrico canalizado ba o tubo. 42
- Representación del esquema multifilar a partir de un esquema de conexión 43

3. Canalizaciones y conducciones eléctricas. 44

1. Instalación de las canalizaciones. 45
2. Materiales y accesorios utilizados en las canalizaciones. 46

Actividades finales 56

Evalúa tus conocimientos 57

Práctica resuelta: Unión de tubo corrugado 58

Fichas de traba o:

- Curvado de tubo rígido de PVC. 59
- Roscado y unión de tubo metálico 60
- Monta e de una canalización de tubo corrugado sobre panel de entrenamiento 61

4. Comprobaciones y medidas eléctricas. 64

1. Magnitudes eléctricas y su medida. 65
2. Resistencia eléctrica. 65
3. Tipos de corriente eléctrica. 67
4. Intensidad de corriente 68
5. Tensión eléctrica 69
6. Potencia eléctrica. 71

Fichas de traba o:

- Comprobación de continuidad. 79
- Monta e del panel de medidas. 80
- Medida de tensiones en un circuito en serie. 81
- Medida de tensiones en un circuito en paralelo. 82
- Medida de intensidades en un circuito en paralelo. 83
- Medida de potencia. 84
- Medida de corriente con pinza amperimétrica. 85

5. Protecciones eléctricas. 86

1. Protecciones en las instalaciones eléctricas 87
2. Protección contra sobreintensidades 87
3. Protección contra contactos directos e indirectos. 91
4. Protección contra sobretensiones 94
5. Cuadros eléctricos para dispositivos de protección. 96
6. Suministro de energía. 97
7. Separación de circuitos en instalaciones de interior 98

Actividades finales 102

Evalúa tus conocimientos 103

Práctica resuelta: Monta e de un cuadro de protección básico 104

Fichas de traba o:

- Cuadro de protección de tipo industrial 107
- Preparación del panel para la construcción de cuadros de protección 108
- Cuadro de protección con alimentación trifásica 110

6. Circuitos básicosde alumbrado. 112

1. Técnicas de monta e. 113
2. Circuitos básicos en instalaciones de interior 115

Actividades finales 126

Evalúa tus conocimientos 127

Práctica resuelta:

- Punto de luz simple. 128

Fichas de traba o:

- Timbre accionado con pulsador 130
- Punto de luz con interruptores en serie 131
- Encendido alternativo de lámparas. 132
- Lámpara conmutada. 133
- Ampliación de la canalización de tubo corrugado. 134
- Lámpara conmutada de cruce. 135
- Encendido y apagado de una lámpara desde cuatro puntos 136
- Luces en cascada. 137
- Combinación de circuitos para pasillo y W. C. 138
- Combinación de un circuito de alumbrado con otro de tomas de corriente 139

7. Tipos de lámparas y sus conexiones. 140

1. Lo que debes saber sobre las lámparas. 141
2. Tipos de lámparas 143

Actividades finales 150

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Fichas de traba o:
■ Canalización con tubo metálico 154
■ Punto de luz con tubo fluorescente . 155
■ Punto de luz con dos tubos fluorescentes en paralelo . 156
■ Punto de luz con dos tubos fluorescentes en serie . 157
■ Punto de luz con lámpara de vapor de mercurio..... 158
■ Dos puntos de luz con lámparas de vapor de mercurio 159

8. Instalaciones eléctricas en i iendas. 160

1. Tipos de electrificación en viviendas..... 161
2. Separación de circuitos 161
3. Cuadro general de protección 163
4. Puntos de utilización 167
5. Bases de enchufe y su utilización en viviendas 169
6. Estancias con bañeras o duchas 171

Actividades finales 174
Evalúa tus conocimientos 175
Práctica resuelta: Preparación de canalizaciones para la electrificación básica de una vivienda..... 176
Fichas de traba o:
■ Instalación eléctrica en un cuarto de baño 179

9. Instalación de enlace . 180

1. Alimentación de viviendas desde la red de distribución 181
2. Acometida..... 181
3. Instalación de enlace..... 182

Actividades finales 190
Evalúa tus conocimientos 191
Práctica resuelta: Acometida e instalación de enlace para vivienda individual..... 192
Fichas de traba o:
■ Centralización de contadores para seis viviendas. 194

10. Automatismos en i iendas . 196

1. Automatismos en viviendas..... 197
2. El automático de escalera 197
3. El telerruptor 199
4. El interruptor horario..... 200
5. El contactor 202
6. El regulador de luminosidad..... 204

Actividades finales 206
Evalúa tus conocimientos 207
Práctica resuelta: Instalación de un automático de escalera 208
Fichas de traba o:
■ Instalación de un telerruptor 210
■ Instalación de un interruptor horario 211
■ Control de un sistema de calefacción

11. Iniciación a la domótica. 216

1. ¿Qué es la domótica?..... 217
2. Elementos característicos de una instalación domótica 218
3. Concepto de entrada–salida..... 220
4. Sistemas domóticos..... 221
5. Circuitos eléctricos de las instalaciones domóticas..... 225
6. Preinstalación domótica 227
7. Cuadro de distribución y control de la instalación domótica..... 230

Actividades finales 232
Evalúa tus conocimientos 233
Práctica resuelta: Monta e de la preinstalación de una canalización domótica..... 234
Fichas de traba o:
■ Precableado de una instalación domótica basada en bus KNX 237

12. Sensoresy actuadores en domótica. 238

1. Sensores 239
2. Actuadores..... 246

Actividades finales 252
Evalúa tus conocimientos 253
Práctica resuelta: Activación de un avisador acústico y otro luminoso mediante un detector de calor 254
Fichas de traba o:
■ Monta e de un detector de presencia para el encendido de lámparas. 256
■ Encendido de lámparas mediante un interruptor crepuscular 258
■ Actuación de una electroválvula mediante un detector de inundación..... 260
■ Control de un motor de persiana con pulsador inversor electromecánico 261
■ Control de un motor de persiana con señalización luminosa para la subida y la ba ada 262
■ Control centralizado de persianas..... 263

13. Domótica con relés programables. 264

1. Autómatas programables..... 265
2. Relés programables..... 265
3. Conexión de un relé programable..... 266
4. Programación 268
5. Uso de funciones especiales..... 270

Actividades finales 274
Evalúa tus conocimientos 275
Práctica resuelta: Cableado y programación de un relé programable en un circuito de iluminación..... 276
Fichas de traba o:
■ Programación de telerruptores temporizados . . 278
■ Telerruptores temporizados con bloqueo del apagado automático 279

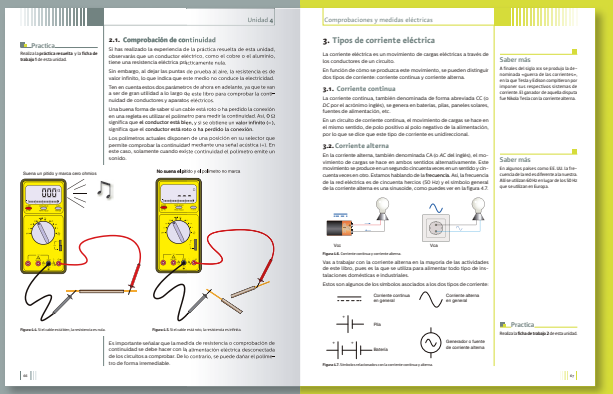
Anexo: Técnicas de utilidad para electricistas . 200

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

CÓMO SE USA ESTE LIBRO

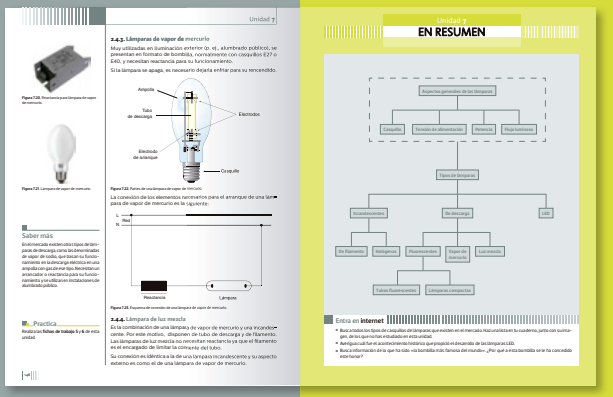
Cada unidad didáctica se inicia con una imagen motivadora, un breve índice de contenidos con los epígrafes que presenta la unidad en el apartado **Vamos a conocer** y los objetivos a alcanzar al término de la misma en el apartado **Y al finalizar esta unidad.**

A continuación, comienza el desarrollo de contenidos ordenado en epígrafes y subepígrafes y acompañado de numerosas ilustraciones, seleccionadas de entre los equipos y herramientas más frecuentes que te vas a encontrar al realizar tu trabajo. Los márgenes incluyen ampliaciones de contenidos y recomendaciones profesionales a tener en cuenta.



El desarrollo de contenidos finaliza con el apartado **En resumen,** mapa conceptual con los conceptos esenciales de la unidad. Este apartado sirve para recapitular lo tratado en la unidad.

En el apartado **Entra en internet** se incluyen unas actividades para cuya resolución es necesario navegar por internet.

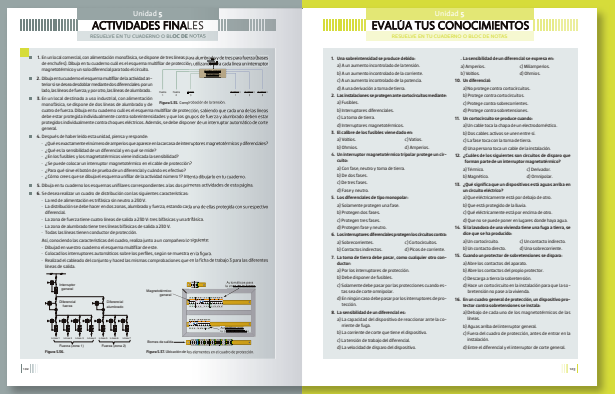


© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

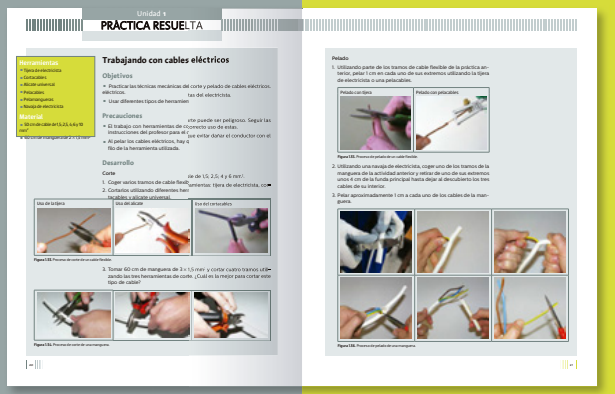
IMPORTANTE: Todas las actividades propuestas en este libro deben realizarse en un cuaderno de traba o, nunca en el propio libro.

Tras ello se proponen una serie de **Acti idades finales** para que apliques los conocimientos adquiridos y, a su vez, te sirvan de repaso.

El apartado **E alúa tus conocimientos** consiste en una batería de preguntas que te permitirán comprobar el nivel de conocimientos adquiridos tras el estudio de la unidad.



En la sección **Práctica resuelta** se plantea el desarrollo de un caso práctico, en el que se describen las operaciones que se realizan, se detallan las herramientas y el material necesario, y se incluyen fotografías que ilustran los pasos a seguir. Estas prácticas resueltas se a ustan a los ob etivos planteados en la página inicial de la unidad y están en consonancia con los programas oficiales del curso.

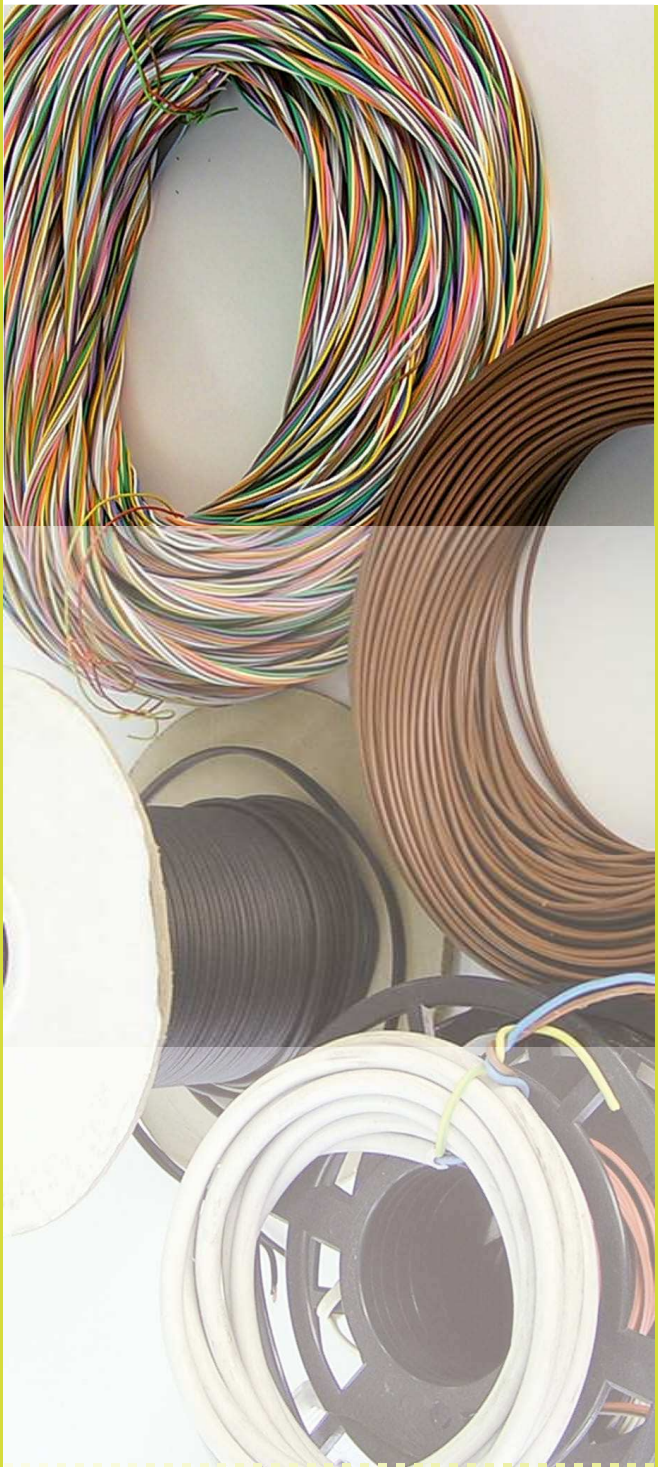


Para finalizar, las **Fichas de trabajo** sirven a modo de actividades prácticas en las cuales a partir de un planteamiento, se pide completar el desarrollo de la actividad. Al igual que en la sección anterior, se detallan las herramientas y el material necesario.

Además, regístrate en nuestra web y accede a los recursos adicionales: <www.editex.es>

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1 Conductores eléctricos y sus conexiones



Vamos a conocer...

1. Breve concepto de conductor y aislante eléctrico
2. Cables eléctricos
3. Conexiones eléctricas

PRÁCTICA RESUELTA

Trabajando con cables eléctricos

FICHA DE TRABAJO 1

Construcción de un alargador con manguera

FICHA DE TRABAJO 2

Conexión de cables entre bornes de regletas

Y al finalizar esta unidad...

- Identificarás los diferentes tipos de cables eléctricos.
- Conocerás las secciones normalizadas de los cables.
- Aprenderás a trabajar con diferentes tipos de cables.
- Conocerás la simbología utilizada para representar los conductores eléctricos y sus conexiones.
- Realizarás conexiones eléctricas con regletas de empalme y terminales.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. Breve concepto de conductor y aislante eléctrico

Un conductor es un material que permite el paso de la corriente eléctrica a través de él con facilidad. Los metales, como el cobre, el aluminio o el oro, son buenos conductores de la electricidad.

Por el contrario, un aislante es un material que no permite el paso de la corriente a través de este. Los plásticos, los materiales cerámicos o la madera son buenos aislantes de la electricidad.

Así, si se desea que la corriente no se transmita de unos conductores a otros, será necesario colocar un aislante entre ellos.

Saber más

En viviendas e instalaciones similares (p. ej., oficinas, locales comerciales, etc.), los conductores deben ser de cobre, reservándose los de aluminio para instalaciones industriales específicas.

2. Cables eléctricos

Según cómo estén construidos, los cables pueden ser de los siguientes tipos:

Cables flexibles

Están constituidos por un conjunto de alambres lo suficientemente finos, unidos eléctricamente entre sí, formando un solo conductor.

Figura 1.1. Conductores flexibles.

Cables rígidos

Están construidos por un único alambre cilíndrico de una determinada sección. En el argot del electricista se les denomina **«hilos»** o **«alambres»**. Se suelen fabricar hasta de una sección de 4 mm^2.

Figura 1.2. Conductores rígidos.

En función del número de conductores que los forman, pueden ser unipolares o multiconductores.

Cable unipolar

Es el que está constituido por un solo conductor aislado, rígido o flexible, como los mostrados en las figuras 1.1. y 1.2.

Cable multiconductor

Es aquel que está formado por más de un conductor, aislados entre sí. En el argot del electricista se les suele llamar **«mangueras»** o **«cables múltiples»**.

Recuerda

En este libro se trabajará principalmente con los conductores aislados de cobre en forma de hilo cilíndrico. De ahora en adelante, cada vez que se desee hacer referencia a ellos, se les denominará simplemente **cables.**

Figura 1.3. Cable paralelo con dos conductores.

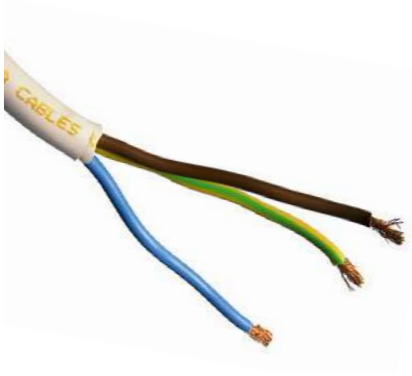


Figura 1.4. Manguera de tres conductores.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

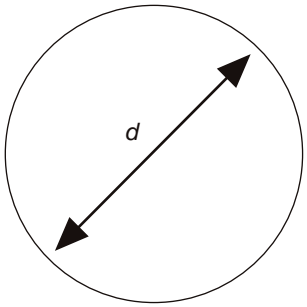


Figura 1.5. Diámetro.

2.1. Sección de los cables

Si observas los cables utilizados en una instalación eléctrica, te darás cuenta de que existen conductores de diferentes grosores. Este grosor está relacionado directamente con la potencia de los dispositivos eléctricos conectados a él. Así, es lógico deducir que, para una misma instalación, a mayor potencia del receptor por alimentar, el cable debe tener mayor grosor.

El uso adecuado de las secciones de los conductores garantiza que no se produzcan excesivas caídas de tensión en las instalaciones. El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) establece que, en una vivienda, la caída de tensión máxima no debe superar el 3 %.

Esto quiere decir que si un receptor necesita 230 V para su funcionamiento normal, la sección del conductor debe asegurar que dicha tensión no pierda en la línea más de un 3 %, que en nuestro ejemplo son aproximadamente unos 7 V.

Recuerda la fórmula siguiente, que establece la relación entre el área del círculo y su diámetro:

$$A = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2$$

A: área del círculo (mm^2)

d: diámetro del círculo (mm)

Si retiras el aislante de un cable eléctrico, verás que puedes medir con relativa facilidad su diámetro utilizando un calibre. Así, si sustituyes ese diámetro medido (en mm) en la ecuación anterior, obtienes el área (en mm^2) de la sección del conductor.

Esta sección es la que los fabricantes y técnicos manejan para utilizar los conductores eléctricos. Dichas secciones están normalizadas (véase la tabla 1.1), por lo que no se comercializan otras que no se encuentren en dicha tabla. Por tanto, no es posible encontrar cables de 3 mm^2 o de 12 mm^2, por ejemplo.

Las secciones marcadas en negrita son las que se utilizan principalmente en instalaciones domésticas. Además, estas son las secciones con las que más vas a trabajar para realizar las fichas de trabajo propuestas en este libro.

mm^2			
0,5	**6**	70	300
0,75	10	95	400
1	16	120	500
1,5	25	150	630
2,5	35	185	
4	50	240	

Tabla 1.1. Tabla de secciones de cables normalizadas.

Saber más

El hilo esmaltado, que se utiliza en operaciones de bobinado, se distribuye por su diámetro en lugar de por su sección.

Figura 1.6. Hilo esmaltado.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Forma de nombrar los cables en función de la sección

Imagina que tienes que ir a una tienda de material eléctrico a comprar varios tipos de cables unipolares y multiconductores. ¿Cómo los pedirías? A continuación se muestran varios ejemplos en función de la sección y el número de conductores que lo forman:

- Si el cable es **unipolar**, debes pedirlo simplemente por su sección. Por ejemplo, hilo rígido o flexible de 1,5 mm^2.
- Si el cable que deseas es de tipo **multiconductor** tipo manguera, debes pedirlo nombrando el número de cables por la sección de uno de ellos (si son todos iguales). Por ejemplo, manguera de $3 \times 2{,}5$ mm^2. El 3 indica el número de conductores y 2,5 es la sección de cada uno de ellos.

Figura 1.7. Cable unipolar.

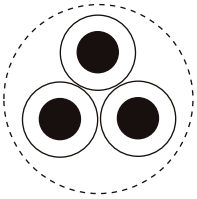


Figura 1.8. Cable multiconductor.

2.2. La funda de los cables eléctricos

La funda que cubre los cables eléctricos en toda su longitud tiene como misión aislarlos, ya sea de otros cables que están junto a este, ya sea de otras partes «vivas» de la instalación. Pero también sirve para codificarlos por su color, según su función en el circuito.

2.2.1. Tipos de aislantes

En instalaciones domésticas, el tipo de aislante para los conductores suele fabricarse de materiales plásticos, como los nombrados a continuación:

PVC (policloruro de vinilo)

Se utiliza en instalaciones de propósito general que no requieren ninguna seguridad especial contra incendios. Los cables con este tipo de aislamiento se usan en instalaciones de interior domésticas y son los que se emplearán principalmente en las actividades prácticas de este libro.

Libre de halógenos

Son cables que en su combustión no emiten gases tóxicos y no propagan incendios. El REBT los denomina AS (de Alta Seguridad) y son de obligado uso en instalaciones de riesgo, como pueden ser las centralizaciones de contadores, las instalaciones de enlace y las instalaciones de locales de pública concurrencia (aeropuertos, centros comerciales, hospitales, etc.).

Existen cables con otros tipos de aislamiento para aplicaciones específicas, basados en caucho o silicona, pero no los estudiaremos en este curso.

Saber más

El oro y la plata son los metales que conducen mejor la electricidad. Se utilizan en aleación con otros metales para fabricar determinados contactos o conectores en los que se desea que la conductividad sea plena.

En tu profesión

Los cables libres de halógenos deben disponer del código AS etiquetado en su funda.

Figura 1.9. Código AS en cables libres de halógenos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Saber más

Hasta mediados de los años 60 del siglo xx no se comenzaron a utilizar cables con aislante de plástico.

Hasta ese momento, el aislamiento de los cables se hacía con una funda de tejido de algodón impregnada en una resina aislante.

2.2.2. Los colores de los cables

Como hemos comentado, la funda de los cables, además de aislarlos de otras partes de la instalación, permite identificarlos por colores según su función en la instalación. Estos colores, de la misma forma que muchos otros elementos en electricidad, están codificados y tienen un significado.

Función	Color		Identificador
Neutro	Azul claro		N
Conductor de protección	Amarillo-Verde		PE
Fase/s	Marrón		L (monofásica) L1-L2-L3 (trifásica)
	Negro		
	Gris		

Tabla 1.2. Tabla de código de colores de los cables.

En los circuitos trifásicos, cada fase deberá identificarse con un color diferente, utilizando los colores negro, marrón y gris. El REBT establece también que, en circuitos monofásicos, la fase estará identificada por el color negro o marrón, independientemente de que estos circuitos se alimenten de fases distintas.

Algunas compañías distribuidoras de electricidad pueden establecer un orden de codificación de colores en las fases.

Es sumamente importante respetar el código de colores de los conductores. En **ningún caso** se podrá utilizar el **conductor de protección** (Amarillo-Verde) **para otra cosa que no sea conectar a tierra** las partes de la instalación eléctrica que así lo requieran.

2.3. Trabajando con los cables

El trabajo con cables de hasta 10 mm^2 se puede hacer con relativa facilidad con las herramientas básicas del electricista. No ocurre lo mismo con los conductores de gran sección. Estos requieren herramientas especiales tanto para el corte, como para el pelado.

Figura 1.10. Pelacables regulable.

Figura 1.11. Navaja de electricista.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

A continuación se muestra cómo debes trabajar con conductores de ese primer grupo de secciones, que son los que utilizarás en las prácticas propuestas a lo largo de este libro.

En principio no vas a necesitar más que **una tijera de electricista,** un **alicate universal** y un alicate de corte, comúnmente denominado **cortacables**. Otras herramientas aconsejables son una navaja de electricista, un pelacables regulable y una pelamangueras.

Figura 1.12. Herramientas de electricista.

2.3.1. El corte

El **cortacables** es la herramienta idónea para realizar la operación de corte de cables de hasta 10 mm^2, tanto flexibles como rígidos, si bien en los conductores flexibles debe cortarse hasta una sección de 6 mm^2 y en los rígidos hasta una sección de 2,5 mm^2. Esta operación se puede hacer fácilmente con una **tijera de electricista**.

Figura 1.13. Uso de diferentes herramientas para el corte de cables.

Los **alicates de tipo universal** disponen de una boca de corte que puede ser de mucha utilidad para cortar todo tipo de cables eléctricos de pequeña sección.

Para el corte de cables multipolares tipo manguera es recomendable utilizar siempre el cortacables. Sin embargo, si los conductores individuales que forman el cable múltiple son rígidos y no dispones de un cortacables de tamaño adecuado, puedes ayudarte de un arco de sierra de metales.

Figura 1.14. Corte de mangueras.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2.3.2. El pelado

Los cables de baja sección se pueden pelar fácilmente con una **tijera de electricista**. Su uso es sencillo, pero requiere de cierta experiencia. Se ha de tener la precaución de no marcar demasiado el conductor, pues los cables rígidos se pueden romper fácilmente cuando se manipulan después para su conexión y los flexibles pueden perder alguno de sus finos pelos.

El **pelacables** es la herramienta ideal para pelar cables eléctricos, ya que, si está bien ajustado, es rápido, limpio y seguro de utilizar. Existen muchos tipos y modelos en el mercado adaptables a todo tipo de cables, desde el más básico tipo alicate hasta los más completos con una función autoajustable.

Figura 1.15. Uso de la tijera para pelar cables.

Figura 1.16. Pelacables.

El pelado de cables de gran sección o los de tipo multipolar, como son las denominadas mangueras, requiere cierta destreza que solo se consigue con la práctica. Aunque esta operación se puede hacer con una tijera bien afilada, no es aconsejable. Se debe recurrir a una navaja de electricista o un útil, como el denominado **pelamangueras,** diseñado especialmente para este cometido.

Figura 1.17. Pelamangueras (cortesía de Knipex y Pressmaster).

La **navaja de electricista** es una herramienta que no debe faltar en el maletín del operario de electricista. Si bien puede ayudar en gran medida a pelar todo tipo de cables eléctricos (especialmente los de gran sección y los de tipo manguera), es necesario extremar las precauciones cuando se utilice para evitar accidentes.

Practica

Realiza la **práctica resuelta** de esta unidad.

Figura 1.18. Uso correcto de la navaja.

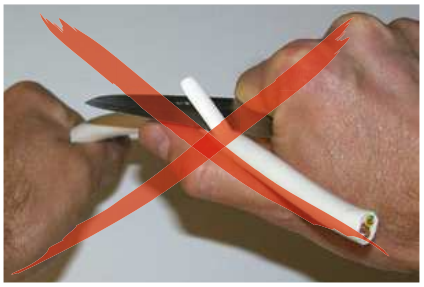


Figura 1.19. Uso incorrecto. Técnica peligrosa.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3. Conexiones eléctricas

Tarde o temprano, los conductores de una instalación eléctrica se conectarán a los diferentes mecanismos que la constituyen o a otros conductores.

Las conexiones eléctricas se realizan mediante los denominados **bornes**, que pueden ser de formas y tamaños diferentes en función del tipo de cable o de la conexión que se quiera realizar.

Antes de saber cómo son y cómo se realizan adecuadamente las conexiones eléctricas, es importante conocer cómo se representan en un esquema eléctrico junto con los cables.

3.1. Representación gráfica de los conductores eléctricos y sus conexiones

Los conductores eléctricos se representan con líneas de trazo continuo verticales y horizontales. En algunos casos, y solo si el esquema así lo requiere, se representan de forma inclinada.

En ocasiones, el conductor de protección (PE), o toma de tierra, se representa mediante una línea de punto y trazo para diferenciarlo de los conductores «activos» de la instalación.

La conexión entre conductores se representa con un punto relleno o con una conexión por derivación. Si existe un cruce de conductores sin conexión, simplemente se omite el punto o la derivación. Otra forma, ya en desuso, de representar un cruce de conductores sin conexión eléctrica es dibujar un conductor con forma de arco sobre el otro.

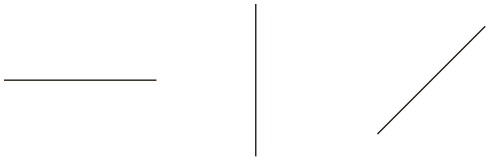
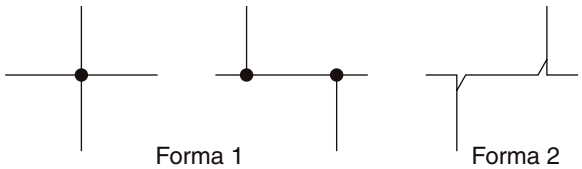
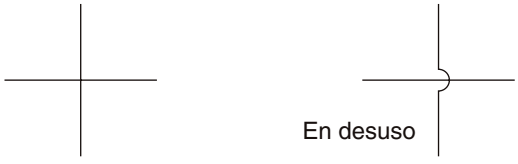
Conductores en general (fases, neutro, etc.)	
Conductor de protección (PE)	
Conexión entre cables	
Cruce de conductores sin conexión entre ellos	

Tabla 1.3. Tabla con la representación gráfica de conductores y sus conexiones.

En tu profesión

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) es un documento de obligado cumplimiento que describe las condiciones de montaje, utilización y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de baja tensión.

En tu profesión

La representación de conductores de potencia se puede realizar de la misma forma, pero con el trazo más grueso.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

En tu profesión

Las regletas se comercializan por la sección nominal máxima del conductor que acepta el interior del borne. Así, se pueden encontrar regletas para 6, 10, 16 o 25 mm^2.

3.2. Regletas de conexión

El REBT prohíbe la unión de conductores mediante conexiones o derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre ellos. Dichas conexiones se deben realizar siempre utilizando bornes adecuados, montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión.

Las **regletas de conexión** permiten unir y realizar derivaciones entre conductores. Se comercializan en diferentes formas y tamaños en función de la aplicación para la que se utilicen y la sección del conductor que vayan a alojar.

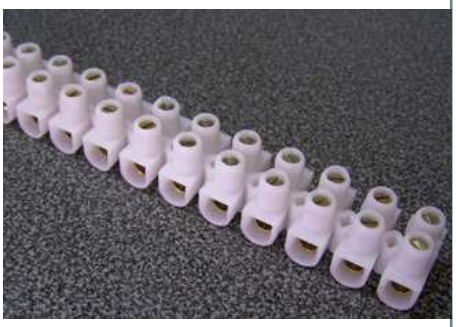
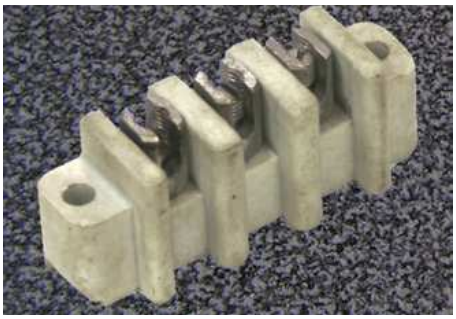
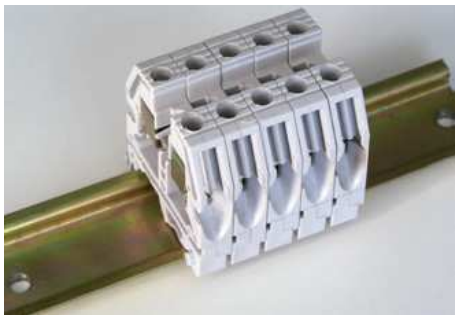




Figura 1.20. Diferentes tipos de regletas.

Figura 1.21. Corte de clemas con tijera.

Las regletas usadas en instalaciones domésticas, también denominadas **clemas**, se comercializan en tiras de doce bornes, con dos tornillos por borne. El material aislante suele ser de plástico, que se corta con facilidad con una tijera o cuchilla e incluso de forma manual. También existen de tipo cerámico o de baquelita para aplicaciones especiales.

A continuación se muestran varios ejemplos de unión de cables con regletas y su representación esquemática.

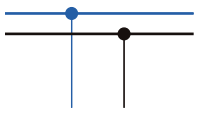
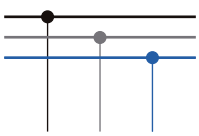
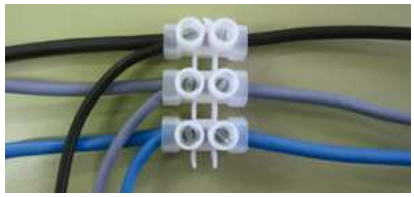
	Esquema	Conexión
Empalme de dos conductores de la misma sección		
Derivación de dos cables desde una línea general pasante		
Derivación desde una línea general de tres cables		

Tabla 1.4. Tabla con la representación de uniones de cables con regletas.

Practica

En la mayoría de las prácticas propuestas en este libro utilizarás las regletas tipo clema.

Recuerda

Para los empalmes entre conductores deben utilizarse las regletas y nunca los bornes de los mecanismos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Es importante que las conexiones de los cables en los bornes de las regletas se realicen de forma adecuada. De otra manera pueden provocar fallos o, lo que es más peligroso, incendios en la instalación. Así, los conductores deben quedar apretados fuertemente para evitar que ninguno de ellos se suelte del borne.

Además, se debe evitar pelar en exceso los extremos de los conductores del empalme, ya que podrían entrar en contacto con los que están próximos a ellos provocando cortocircuitos o contactos indirectos.

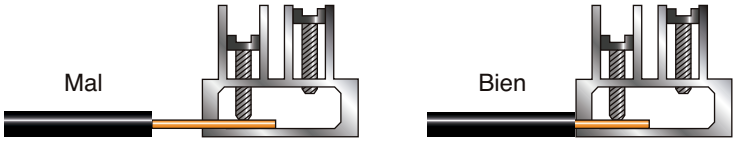


Figura 1.22. Pelado correcto del cable conectado a un borne en una regleta.

Por otro lado, si en el momento del montaje se introduce en exceso el aislante del conductor en el interior del orificio del borne, dará lugar a que no funcione el circuito al ponerlo en marcha.

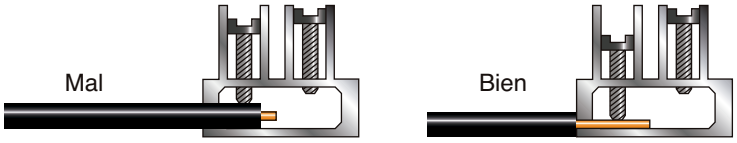


Figura 1.23. Forma correcta de «fijar» el cable al borne.

3.3. Bornes de aparatos y mecanismos

Los bornes de los que disponen los aparatos eléctricos no son muy diferentes a los que hemos visto hasta ahora. En algunos de ellos la conexión es idéntica a las regletas de conexión.

Es importante tener en cuenta que los bornes de mecanismos no se deben utilizar para realizar empalmes entre conductores. Además, en este tipo de bornes no se debe conectar más de un conductor si no está diseñado para tal fin. Por otro lado, en los bornes que permiten la conexión de dos conductores se tiene que cumplir que ambos sean de la misma sección.

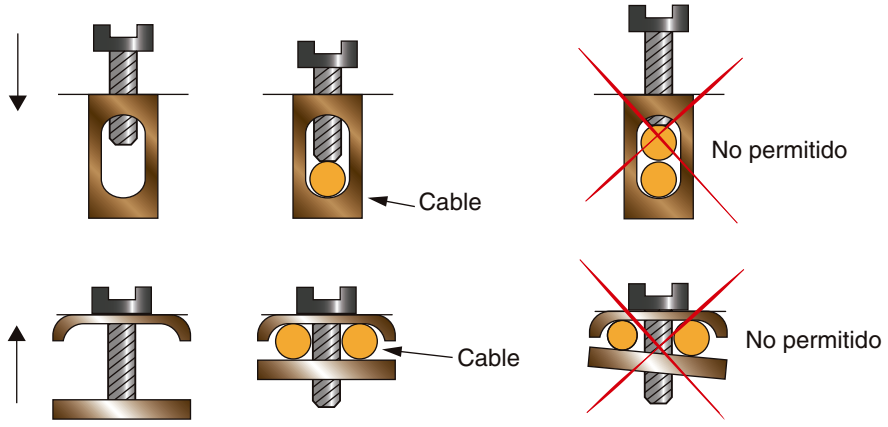


Figura 1.24. Bornes de mecanismos.

Saber más

Algunos materiales cerámicos, que tienen un comportamiento aislante en condiciones normales, se convierten en conductores de la electricidad si se someten a bajas temperaturas.

Practica

Realiza las **fichas de trabajo 1 y 2** de esta unidad.

Saber más

En la actualidad, muchos de los mecanismos utilizados en las instalaciones eléctricas disponen de borne rápido por inserción. En algún caso ni siquiera es necesario el uso de herramienta, ya que el borne dispone de un botón que permite la fijación y la extracción del cable con suma facilidad.

Figura 1.25. Borne de conexión rápida sin tornillos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3.4. El crimpado

El crimpado o engastado es una técnica que consiste en poner terminales o punteras en los extremos de los cables eléctricos.

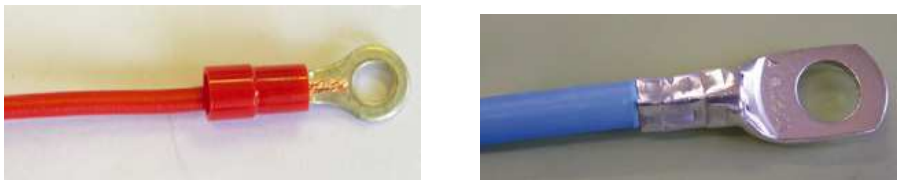


Figura 1.26. Terminales en cables de baja y gran sección.

En general, las instalaciones domésticas no requieren de esta práctica, ya que los mecanismos y la aparamenta disponen de bornes para conectar el cable de forma directa. Sin embargo, es muy común en otro tipo de instalaciones industriales o del sector terciario y en la conexión interna de muchos de los electrodomésticos de la vivienda.

Para el crimpado de un cable son necesarios uno o varios terminales o punteras y una tenaza de crimpar o engastar.

3.4.1. Terminales y punteras

Son pequeñas piezas que disponen de un orificio adaptado para la sección del conductor para la que se ha diseñado y un cabezal sobre el que se realizará la conexión con el dispositivo eléctrico.

En función del tipo de conexión, pueden ser de puntera, de ojal, de horquilla o enchufable (Faston).

Es importante no utilizar secciones de cables superiores o inferiores a las de diseño del terminal, ya que el engastado no se realizará de forma correcta y podría provocar averías y fallos graves una vez que el circuito esté en funcionamiento.

Tampoco se debe insertar más de un cable por terminal, salvo que dicho terminal haya sido diseñado para tal fin.

3.4.2. Tenaza de crimpar o engastar

Es la herramienta utilizada para fijar el terminal y los extremos del conductor que conectar en el aparato o dispositivo eléctrico.

Las hay de diferentes tipos y tamaños, desde las más sencillas tipo tenaza manual a las más complejas de tipo hidráulico, para el engastado de terminales en conductores de gran sección.

Saber más

Los terminales engastados mediante la técnica de crimpado no son reutilizables.

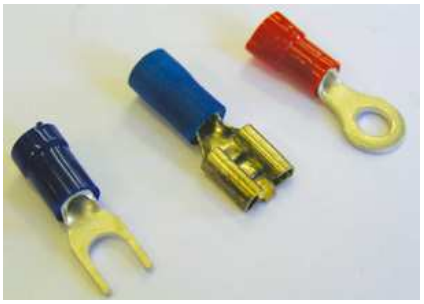
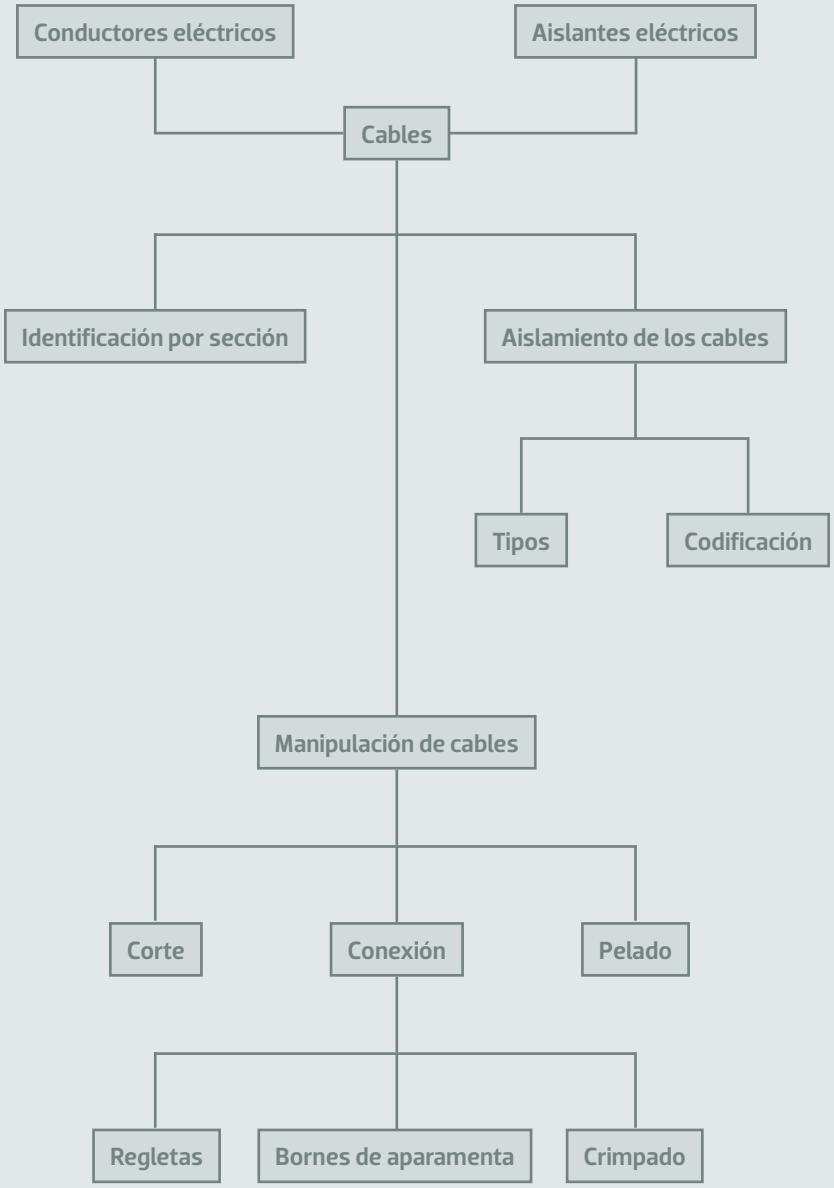


Figura 1.27. Terminales de horquilla, Faston y de ojal para cables de pequeña sección.

Figura 1.28. Tenazas de crimpado.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en **internet**

1. Localiza catálogos de herramientas destinadas para el corte y el pelado con cables de gran sección.
2. Busca los tipos de bornes y regletas que no se han estudiado en esta unidad. Averigua cómo se conectan los cables de gran sección.
3. Localiza fabricantes de terminales y tenazas de crimpar. Haz una lista, adjuntando la foto, de los diferentes tipos de herramientas que has encontrado para hacer esta operación. ¿Cómo se crimpan los terminales en cables de gran sección?

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. Pega sobre un folio en blanco o un cartón una muestra de al menos diez tipos diferentes de cables. Anota a su lado cómo se denominan y la sección de cada uno de ellos.
2. Mide con un calibre el diámetro de varios conductores de 1,5; 2,5; 4; y 6 mm^2 y calcula, con la expresión del área del círculo, si coincide su sección.
3. Observa los conductores internos de un transformador o un motor eléctrico. ¿Qué diferencias encuentras con los que has visto en esta unidad? Investiga sobre los tipos que existen, cuáles son sus medidas comerciales y cómo se adquieren en el mercado.
4. Trabajando con tu compañero de mesa, tomad varios retales de cables de secciones de 1,5; 2,5; 4; y 6 mm^2 y colocad punteras y terminales en ellos. Si en el aula-taller tenéis un cable de una sección elevada (por ejemplo de 25 mm^2), ponedle un par de terminales a sus extremos con la tenaza de terminales.

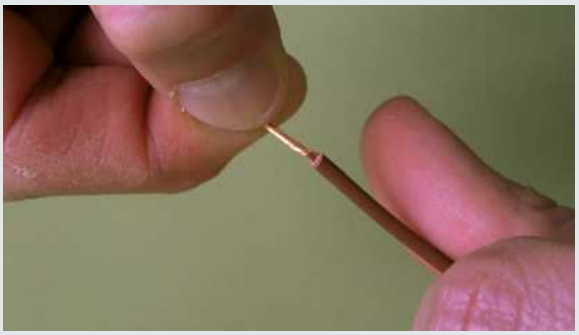


Figura 1.29.

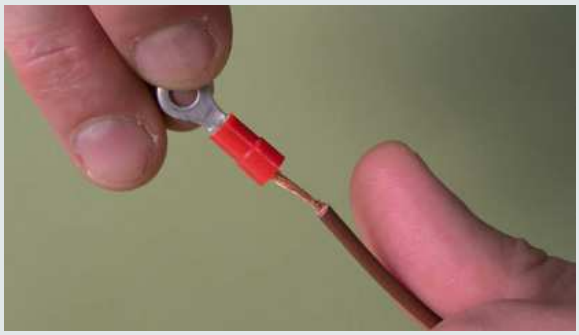


Figura 1.30.

Figura 1.31.

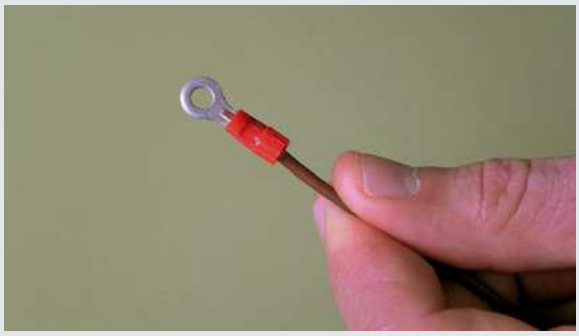


Figura 1.32.

5. Si observas un catálogo de regletas, verás que existen unas fabricadas en material cerámico. ¿Para qué crees que se utilizan?
6. Cuando un fabricante dice en su catálogo que dispone de regletas de 16 mm^2, ¿a qué crees que se refiere?

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 1

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **¿Cuáles de estos materiales no son aislantes eléctricos?**
   a) La madera.
   b) El cobre.
   c) El metacrilato.
   d) El hierro.
2. **Si se dice que un conductor eléctrico tiene un sección de 3 × 2,5 mm², estamos hablando de:**
   a) Una manguera.
   b) Un cable unipolar.
   c) Un cable de gran sección.
   d) Un cable rígido.
3. **Indica cuáles de estas secciones de cables no están normalizadas:**
   a) 1,75 mm².
   b) 2 mm².
   c) 1,5 mm².
   d) 6 mm².
4. **¿Cuáles de estas son propiedades de los denominados cables «libres de halógenos»?**
   a) Su aislante arde con mucha facilidad.
   b) Su aislante no arde con facilidad.
   c) Conducen mejor la electricidad.
   d) Se denominan AS.
5. **El color de toma de tierra es:**
   a) Verde y amarillo.
   b) Azul claro.
   c) Rojo.
   d) Marrón.
6. **Los cables denominados AS son:**
   a) Mejores conductores.
   b) Disponen de halógenos.
   c) Alta seguridad.
   d) Es como se denomina al cable de toma de tierra.
7. **El conductor de toma de tierra se denomina:**
   a) Fase.
   b) Neutro.
   c) PE.
   d) Negativo.
8. **Los empalmes entre conductores se realizan:**
   a) Retorciendo dos cables y forrándolos de cinta aislante.
   b) Mediante regletas.
   c) En los bornes de los mecanismos.
   d) Está prohibido hacer empalmes.
9. **¿Qué es lo que no está permitido hacer en los bornes de los aparatos eléctricos?**
   a) Poner cables de secciones superiores a 1,5 mm².
   b) Utilizarlos para hacer empalmes como si fueran regletas.
   c) Conectar cables rígidos.
   d) Conectar un solo cable.
10. **Los cables rígidos están formados por:**
    a) Varios alambres lo suficientemente finos como para hacer un cable.
    b) Varios cables aislados entre sí.
    c) Un único alambre cilíndrico.
    d) Un hilo de aluminio.
11. **El denominado hilo esmaltado se utiliza para:**
    a) Instalaciones en viviendas.
    b) Instalaciones industriales.
    c) Fabricar resistencias.
    d) Devanados de motores.
12. **El cable de color azul claro se utiliza para:**
    a) La fase.
    b) El neutro.
    c) La toma de tierra.
    d) La fase L3 cuando el sistema es trifásico.
13. **En un sistema trifásico, las fases de línea se identifican como:**
    a) L1 + N + PE.
    b) L1 + N.
    c) L1 + L2 + L3.
    d) Positivo + Negativo.
14. **La operación de crimpado consiste en:**
    a) Estañar las puntas de los cables.
    b) Conectar los cables en los bornes de las regletas.
    c) Poner terminales o puntera en los cables.
    d) Empalmar cables.
15. **El engastado de terminales se realiza con:**
    a) Un cortacables.
    b) Un alicate universal.
    c) Una tijera.
    d) Una tenaza específica de crimpar.
16. **Fastón es el nombre que se le da a:**
    a) Un tipo de enchufe.
    b) Un terminal.
    c) Una herramienta para pelar cables.
    d) Es una marca de material eléctrico.
17. **En un borne diseñado para alojar un cable:**
    a) Se pueden insertar dos cables de la misma sección.
    b) Se puede insertar un solo cable.
    c) Se pueden insertar dos cables, aunque sean de secciones diferentes.
    d) Se pueden insertar tantos cables como se desee si se dispone de terminales.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

Trabajando con cables eléctricos

Herramientas

- Tijera de electricista
- Cortacables
- Alicate universal
- Pelacables
- Pelamangueras
- Navaja de electricista

Material

- 50 cm de cable de 1,5; 2,5, 4; 6 y 10 mm^2
- 60 cm de manguera de $2 \times 1,5$ mm^2

Objetivos

- Practicar las técnicas mecánicas del corte y pelado de cables eléctricos.
- Usar diferentes tipos de herramientas del electricista.

Precauciones

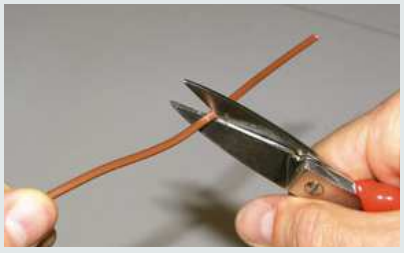
- El trabajo con herramientas de corte puede ser peligroso. Seguir las instrucciones del profesor para el correcto uso de estas.
- Al pelar los cables eléctricos, hay que evitar dañar el conductor con el filo de la herramienta utilizada.

Desarrollo

Corte

1. Coger varios tramos de cable flexible de 1,5; 2,5; 4 y 6 mm^2.
2. Cortarlos utilizando diferentes herramientas: tijera de electricista, cortacables y alicate universal.

Uso de la tijera



Uso del alicate

Uso del cortacables

Figura 1.33. Proceso de corte de un cable flexible.

3. Tomar 60 cm de manguera de $3 \times 1,5$ mm^2 y cortar cuatro tramos utilizando las tres herramientas de corte. ¿Cuál es la mejor para cortar este tipo de cable?

Figura 1.34. Proceso de corte de una manguera.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Pelado

1. Utilizando parte de los tramos de cable flexible de la práctica anterior, pelar 1 cm en cada uno de sus extremos utilizando la tijera de electricista o una pelacables.

Pelado con tijera

Pelado con pelacables

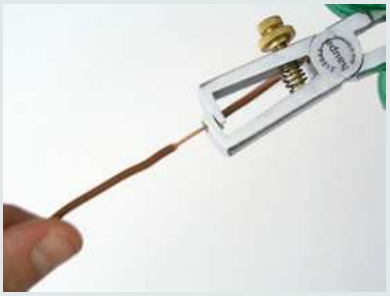


Figura 1.35. Proceso de pelado de un cable flexible.

2. Utilizando una navaja de electricista, coger uno de los tramos de la manguera de la actividad anterior y retirar de uno de sus extremos unos 4 cm de la funda principal hasta dejar al descubierto los tres cables de su interior.
3. Pelar aproximadamente 1 cm a cada uno de los cables de la manguera.

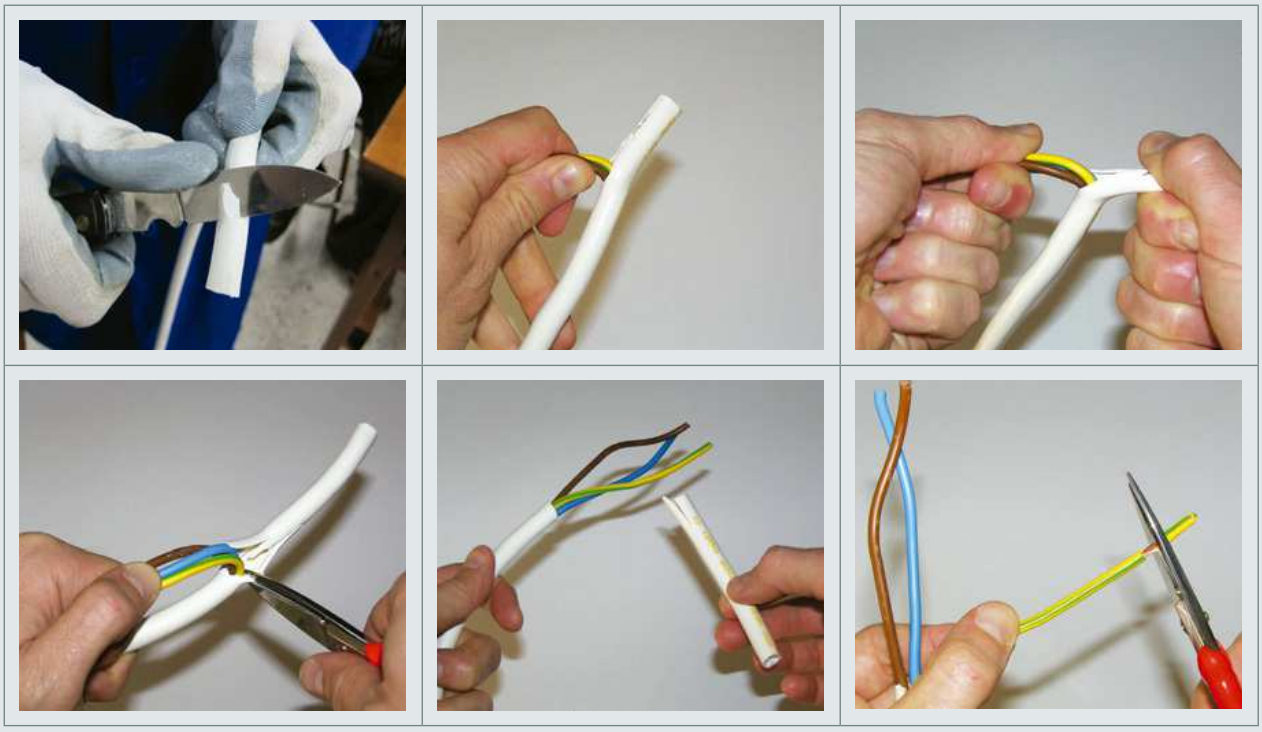


Figura 1.36. Proceso de pelado de una manguera.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

(cont.)

Uso del pelamangueras

1. Cortar el conductor de 10 mm^2 con un cortacables.
2. Ajustar la herramienta de pelado para la sección del conductor. Este tipo de herramienta dispone de una cuchilla que debe regularse para el diámetro del cable que pelar.
3. Colocar el cable en el interior y seguir las instrucciones del fabricante para realizar correctamente el pelado hasta que el aislante sea cortado diametralmente.
4. Con la mano o con una tijera del electricista, retirar el aislante del cable.

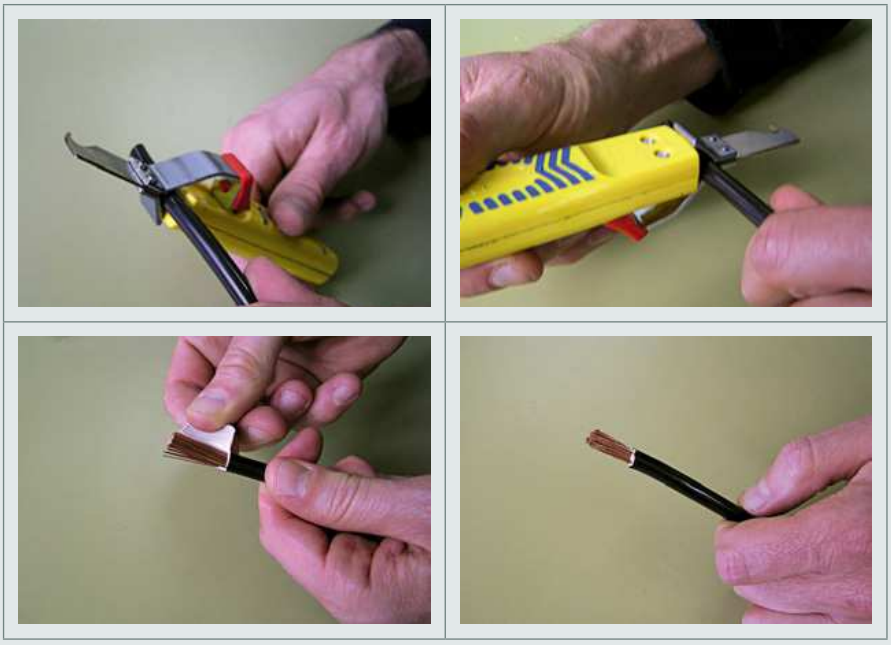


Figura 1.37. Proceso de pelado de un conductor de gran sección.

Realizar la misma operación con un tramo de manguera de $3 \times 2{,}5$ mm^2.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 1

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Construcción de un alargador con manguera

Herramientas

- Herramientas de electricista

Material

- Un metro de manguera de $2 \times 1{,}5$ mm^2 con toma de tierra
- Una clavija Schuko

Objetivo

- Conexionar cables a bornes de mecanismos.
- Preparar el cable para el panel de entrenamiento que se va a utilizar en próximas unidades.

Precauciones

Una vez construido el cable-alargador, en ningún caso debe ser conectado a la red eléctrica.

Desarrollo

1. Prepara un extremo de la manguera para conectarla a la clavija. Pela como unos 5 cm de la funda blanca y retira un centímetro de los aislantes de cada conductor (estas longitudes dependerán del tipo de clavija que utilices y la forma de sus bornes).
2. Conecta los tres cables a sus bornes correspondientes. Ten la precaución de conectar el cable de toma de tierra al borne destinado a tal fin.
3. Sujeta la manguera por su funda blanca con la abrazadera que tiene este tipo de enchufes. Esto evitará que los cables se desconecten de los bornes aunque tires del cable para retirarlo del enchufe.
4. Cierra el enchufe evitando pillar los conductores con las tapas.
5. Una vez atornilladas las tapas, guarda el cable en tu maletín de herramientas. Lo vas a utilizar continuamente en las prácticas de las próximas unidades.

Figura 1.43.

Figura 1.44.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 2

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Tijera de electricista
- Destornillador
- Barrena

Material

- 2,5 tiras de regletas de 10 mm^2
- Tirafondos
- Un panel de madera
- Diez bridas
- Hilo flexible de 2,5 y 1,5 mm^2

Conexión de cables entre bornes de regletas

Objetivo

- Practicar la técnica de conexión de cables a los bornes de regletas y su interpretación esquemática.

Precauciones

En el momento de conectar los cables a los bornes de las regletas, ten en cuenta lo expuesto en el epígrafe «Regletas de conexión y lo que debes evitar» de esta misma unidad.

Desarrollo

1. Corta una tira de regletas en dos tramos de seis bornes y la otra en tres tramos de cuatro bornes. La media tira (seis bornes) la dejas como está.
2. Fija los bloques de regletas con tirafondos en el panel tal y como muestra la figura.

Figura 1.39.

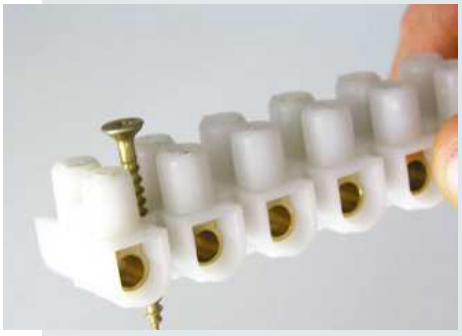


Figura 1.40.

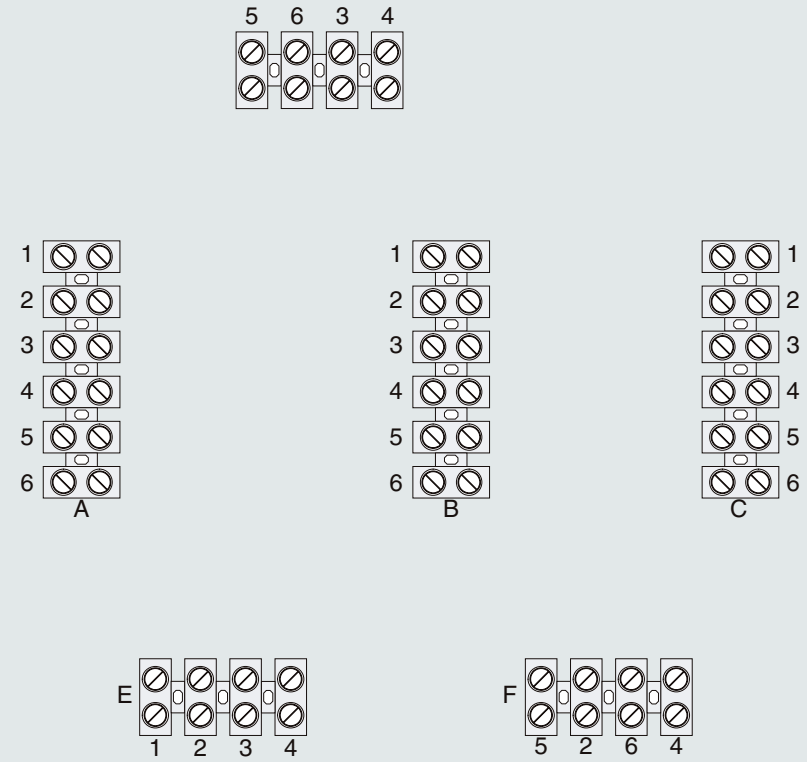


Figura 1.38.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3. Dibuja en tu cuaderno con bolígrafos de diferentes colores sobre la figura del punto anterior las conexiones correspondientes al siguiente esquema:

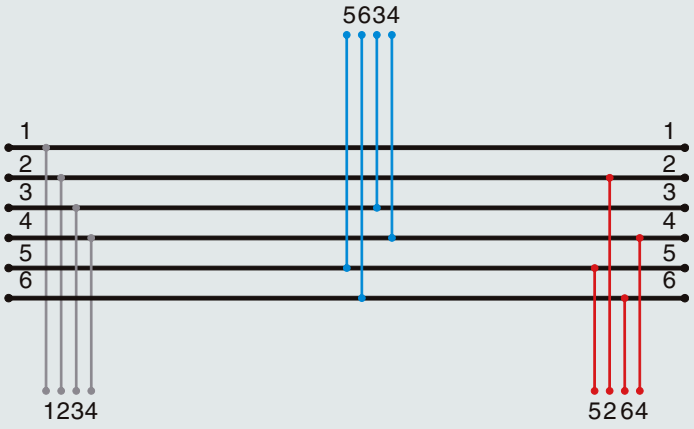


Figura 1.41.

4. Monta el cableado sobre el panel con la regletas propuesto en el punto 2 de este desarrollo. Utiliza cable de 2,5 mm^2 para las líneas horizontales y de 1,5 mm^2 para las verticales.
5. Utilizando bridas de corredera, organiza los mazos de cables como se muestra en la figura.

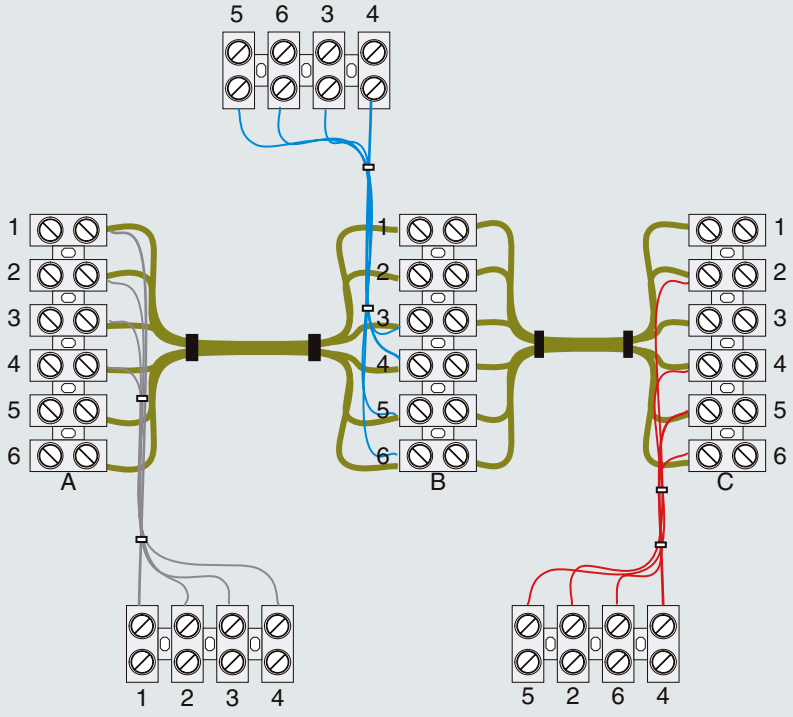


Figura 1.42.

6. Deja las conexiones montadas sobre el tablero de madera. Este montaje te servirá para hacer una práctica en la próxima unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2 Esquemas eléctricos

Vamos a conocer...

1. Símbolos eléctricos
2. Tipos de esquemas
3. Conexiones en serie y en paralelo
4. Las bases de enchufe

PRÁCTICA RESUELTA

Representación multifilar y funcional de un circuito eléctrico (I)

FICHA DE TRABAJO 1

Representación multifilar y funcional de un circuito eléctrico (II)

FICHA DE TRABAJO 2

Representación unifilar y multifilar de un circuito eléctrico canalizado bajo tubo

FICHA DE TRABAJO 3

Representación del esquema multifilar a partir de un esquema de conexión

Y al finalizar esta unidad...

- Conocerás e identificarás algunos símbolos utilizados en los esquemas eléctricos.
- Conocerás, interpretarás y diseñarás adecuadamente diferentes tipos de esquemas utilizados en electrotecnia.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. Símbolos eléctricos

Los símbolos representan de forma lineal, y con pocos trazos, los diferentes elementos que intervienen en un circuito eléctrico, sean aparatos, conductores o conexiones.

Los símbolos eléctricos están normalizados. Esto permite que un técnico electricista de cualquier parte del mundo pueda interpretar sin problemas el mismo esquema eléctrico. En esta unidad conocerás algunos símbolos de uso inmediato.

A lo largo del libro irán apareciendo otros relacionados con las actividades propuestas en ese momento.

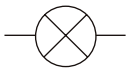
Símbolos de receptores eléctricos		
Nombre	**Símbolo**	**Aparato real**
Lámpara en general		
Timbre		
Zumbador		

Tabla 2.1.

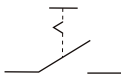
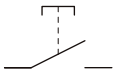
Símbolos de aparatos de maniobra		
Nombre	**Símbolo**	**Aparato real**
Interruptor		
Pulsador		

Tabla 2.2.

Saber más

En general, la mayoría de los países utilizan el estándar internacional para representar los esquemas eléctricos. No obstante, existen países con su propia normalización, como ocurre en EE. UU. y Canadá.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Aunque ambos símbolos son aparentemente parecidos, fíjate en que el accionamiento de cada uno de ellos es diferente.

Un interruptor cierra su contacto cuando se produce una acción sobre él y no vuelve a abrirlo hasta que se vuelve a accionar. Sin embargo, un pulsador cierra su contacto cuando se produce la acción sobre él, pero lo abre cuando cesa dicha acción, ya que dispone de un resorte que lo pone de nuevo en la posición de reposo.

Símbolos de redes de alimentación	
Red monofásica de corriente alterna	L1 N
Red trifásica de corriente alterna	L1 L2 L3
Red trifásica con neutro de corriente alterna	L1 L2 L3 N
Red trifásica de corriente alterna con neutro y conductor de protección	L1 L2 L3 N PE
Red monofásica de corriente alterna con conductor de protección	L1 N PE
Red de corriente continua	+ –

Tabla 2.3.

En esta unidad trabajarás siempre con la red monofásica. En próximas unidades conocerás en detalle los otros sistemas de alimentación.

Figura 2.1. Tomas de corriente monofásicas y trifásicas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2. Tipos de esquemas

Un esquema eléctrico es una representación de un circuito eléctrico en el que se utilizan los símbolos de los aparatos que intervienen en él y sus conexiones.

Por ejemplo, si deseas representar de forma esquemática el circuito correspondiente al encendido y apagado de una lámpara mediante un interruptor, debes hacerlo como se indica en el esquema de la derecha.

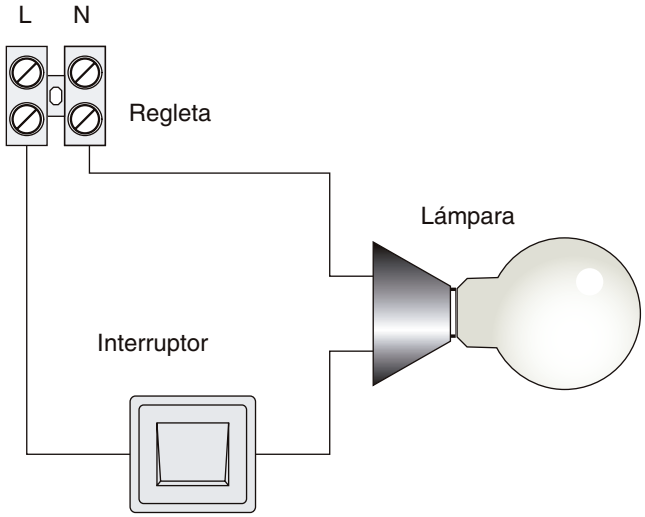


Figura 2.2. Representación del circuito.

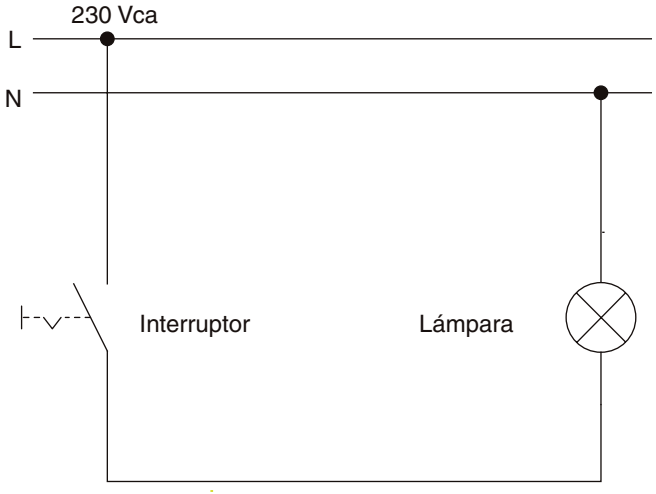


Figura 2.3. Esquema de conexión.

Así, si lo que quieres representar es lo necesario para activar un zumbador mediante un pulsador, debes hacerlo como se muestra a continuación:

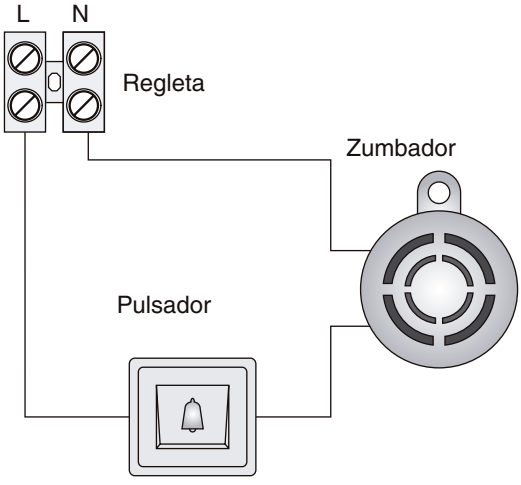


Figura 2.4. Representación del circuito.

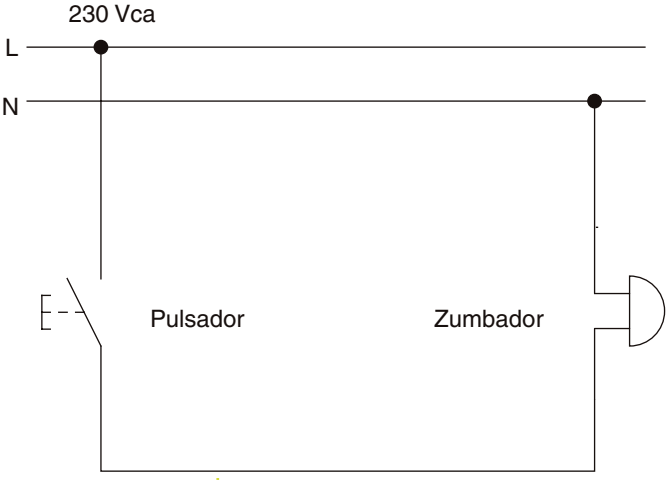


Figura 2.5. Esquema de conexión.

Este tipo de **esquema** se denomina **multifilar.** Se trata de un esquema desarrollado y es el que mayoritariamente utilizaremos en este libro. Muestra mediante símbolos cómo están conectados entre sí los diferentes elementos que constituyen un determinado circuito eléctrico.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Otro tipo de representación muy utilizada en electricidad es el denominado **esquema funcional.** Este también es del tipo desarrollado y en él los símbolos y sus conexiones se representan entre los dos conductores de alimentación.

Así, la representación funcional de los circuitos anteriores es la siguiente:

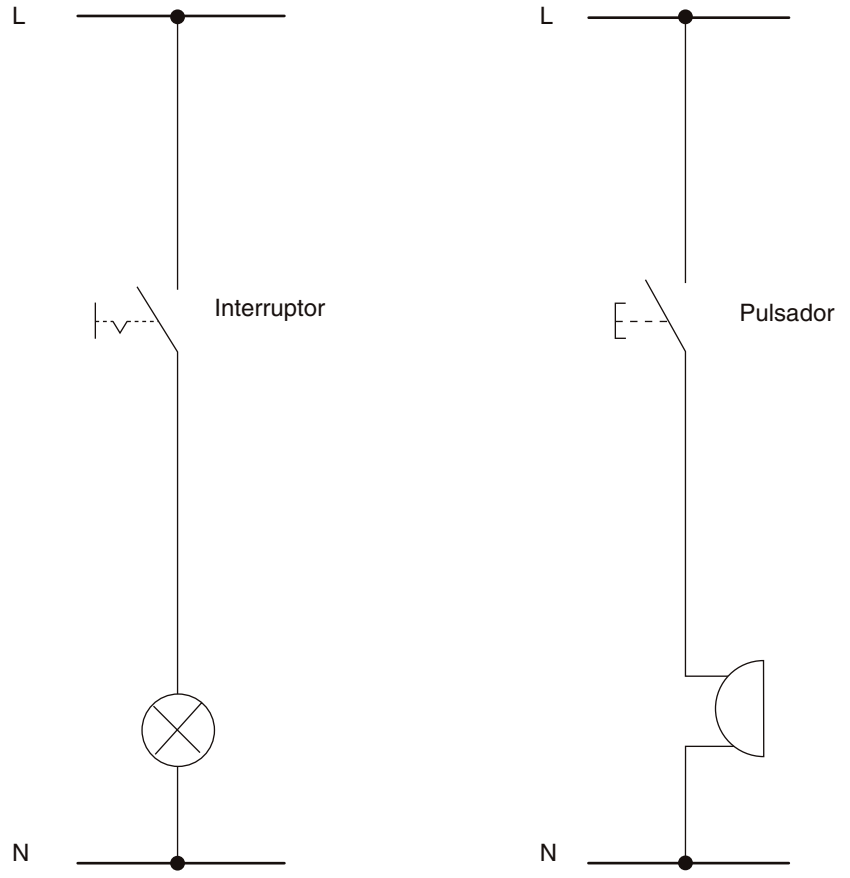


Figura 2.6. Esquemas funcionales de un punto de luz simple y un zumbador accionado con pulsador.

Practica

Realiza la **práctica resuelta** de esta unidad.

Por último, existe el llamado **esquema unifilar,** que también utilizaremos a lo largo de las unidades de este libro.

Imagina que para hacer el circuito del zumbador accionado con el pulsador has utilizado un par de tramos de tubo eléctrico que has colocado según se muestra en la figura. Con esta disposición, los elementos quedan conexionados de la siguiente forma:

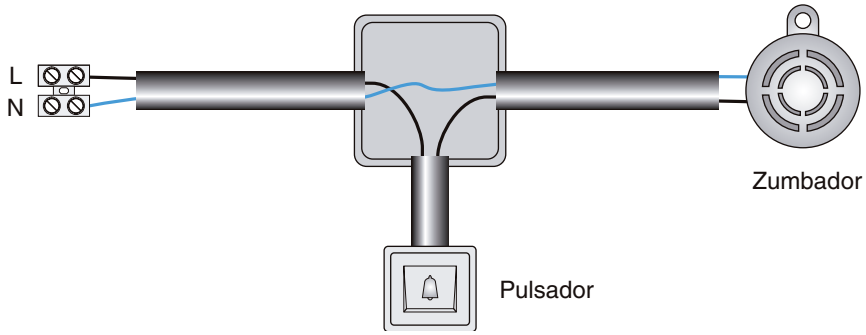


Figura 2.7. Representación del circuito bajo tubo.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

En el caso anterior, el esquema multifilar y el funcional no cambian, ya que la conexión eléctrica es la misma. Pero si se desea representar la ubicación y la colocación de los elementos en la instalación, se debe hacer con el denominado esquema unifilar.

En este esquema solamente se utiliza un hilo (de aquí el nombre de unifilar) para unir los dispositivos que intervienen en el circuito. Con pequeños trazos oblicuos se representa el número de conductores eléctricos que unen un aparato con otro. Así, el esquema unifilar del circuito anterior es el siguiente:

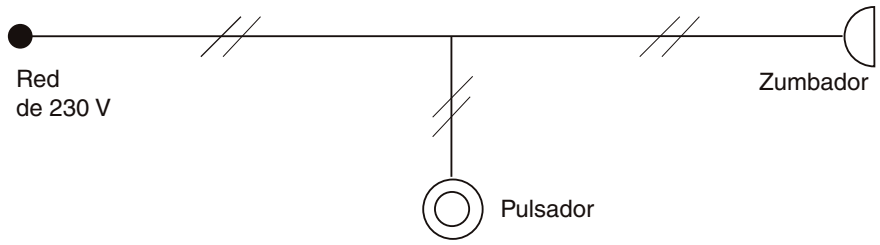


Figura 2.8. Esquema unifilar.

Como puedes ver, la simbología utilizada en la representación unifilar es diferente a la desarrollada. Con ella lo que se pretende es indicar el lugar de la instalación en la que se ubica un determinado elemento.

Estos son algunos de los símbolos que encontrarás a lo largo de este libro:

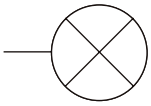
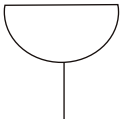
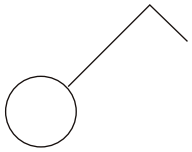
Denominación	Símbolo
Lámpara	
Timbre	
Zumbador	
Interruptor	
Pulsador	

Tabla 2.4. Simbología de elementos.

En tu profesión

El esquema unifilar se utiliza mucho en electrotecnia para representar los circuitos en viviendas.

Saber más

También es válido representar el número de conductores de un esquema unifilar de la siguiente forma:

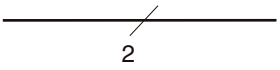


Figura 2.9.

El conductor de protección se representa así en el esquema unifilar:

Figura 2.10.

Y el neutro de la siguiente forma:

Figura 2.11.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Los esquemas unifilares se utilizan sobre todo para representar sobre los planos edificaciones (viviendas, locales comerciales o industriales, etc.) señalando la ubicación de la aparamenta y la canalización de su instalación eléctrica.

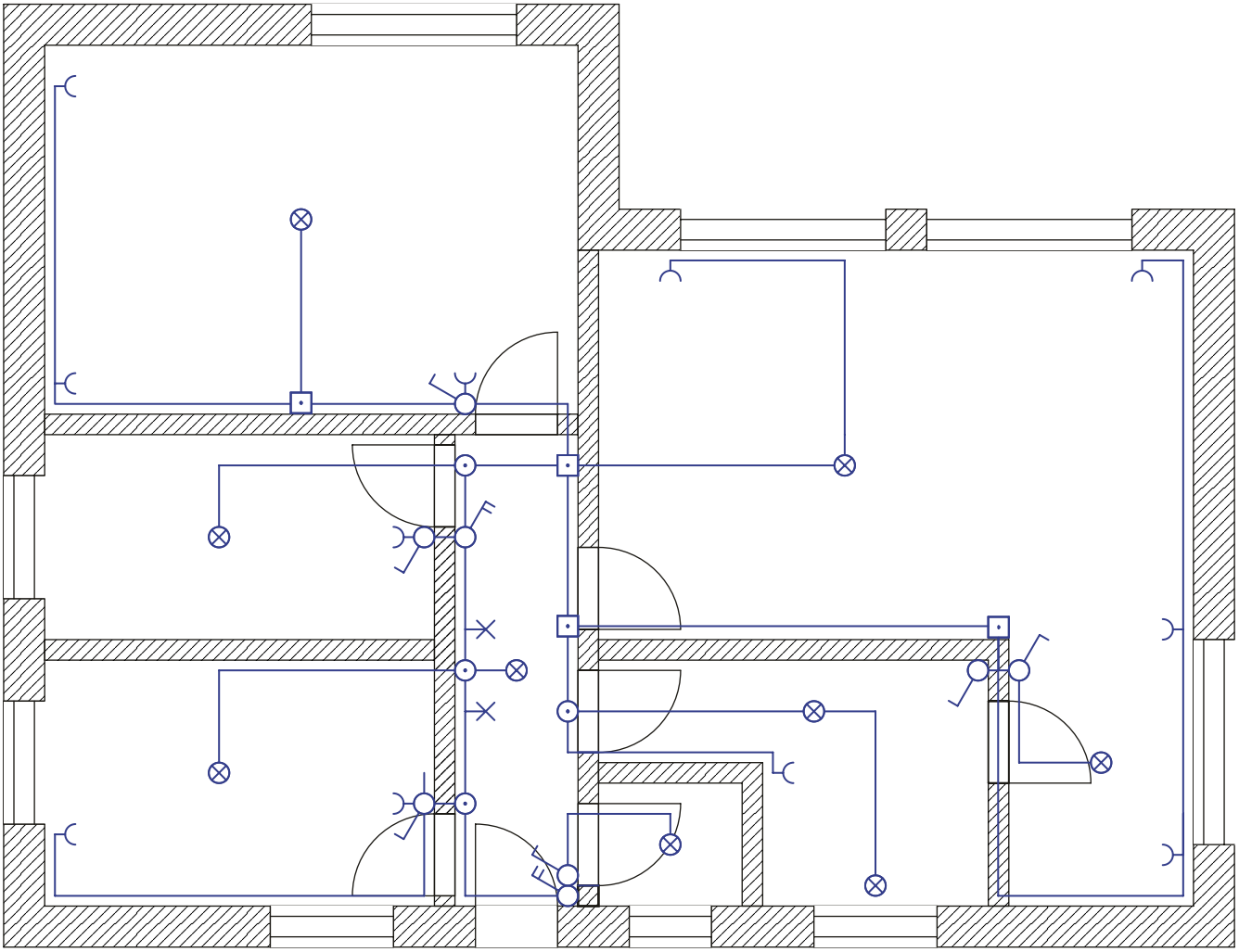


Figura 2.12. Ejemplo de un esquema unifilar del plano de una vivienda.

En este tipo de representaciones no se muestran los detalles de conexión entre los diferentes elementos de la instalación. Se entiende que el técnico instalador conoce los circuitos que debe realizar por la identificación de la simbología, sus referencias y las estancias en las que se encuentran representados.

En la industria también se utilizan los esquemas unifilares para la representación de esquemas sinópticos en cuadros eléctricos o puestos de control en los que se requiere conocer de un vistazo el estado de funcionamiento de una instalación o un proceso automatizado.

Los esquemas de tipo unifilar también son muy utilizados en instalaciones domóticas y de telecomunicaciones, ya que con ellos es muy fácil representar la ubicación de cada uno de los aparatos del sistema en la instalación.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3. Conexiones en serie y en paralelo

Los conceptos de conexión en serie y conexión en paralelo son muy utilizados en electricidad. Todo aparato en algún momento estará conectado de esta forma a otros aparatos, a la red eléctrica, etc. Por este motivo debes tener muy claro cómo se realizan y representan estos tipos de conexión para entender los circuitos con los que trabajarás en las próximas unidades.

3.1. Conexión en serie

Se dice que dos o más aparatos eléctricos están en serie cuando se une el final del primero con el principio del siguiente y los extremos del circuito se conectan a la alimentación. Veamos un ejemplo a continuación:

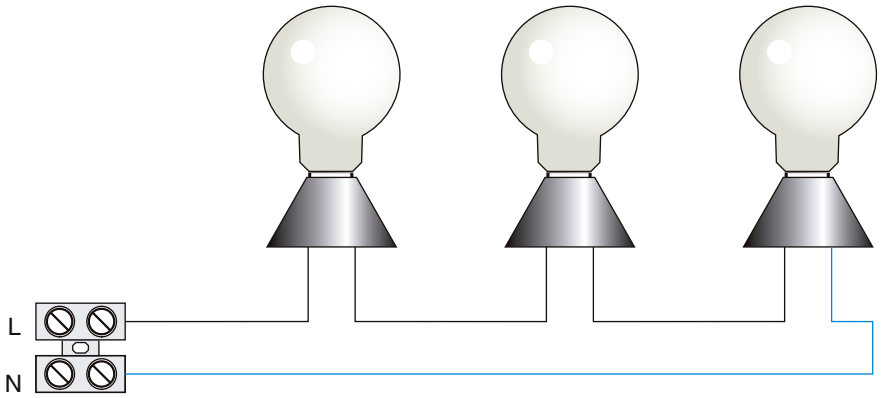


Figura 2.13. Lámparas en serie.

Por tanto, el esquema eléctrico del ejemplo anterior se muestra en la figura siguiente:

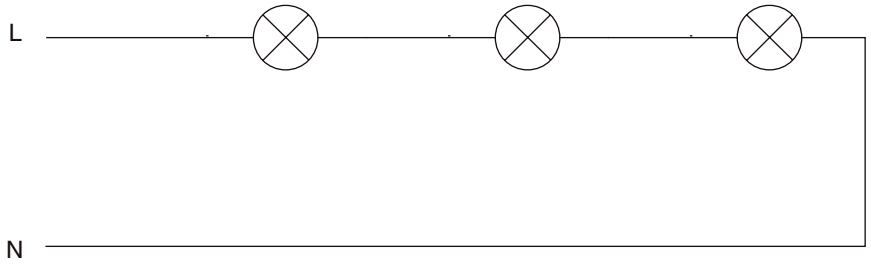


Figura 2.14. Conexión en serie.

En este caso, para que todas las lámparas se iluminen, ninguna de ellas puede estar averiada o desconectada del circuito.

En instalaciones domésticas, la conexión de receptores en serie no es habitual, ya que el funcionamiento del conjunto depende de todos los demás. No obstante, existen receptores que aprovechan esta funcionalidad, como es el caso de las tiras de luces utilizadas en decoración (por ejemplo, las de Navidad). En este caso, cada lámpara funciona a baja tensión (unos 20 V) y, al conectarlas en serie (en nuestro ejemplo, aproximadamente doce unidades), se pueden alimentar a 230 V con un cableado muy reducido.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3.2. Conexión en paralelo o derivación

Se dice que dos o más aparatos eléctricos están conectados en paralelo cuando se unen todos sus principios a un mismo punto y todos sus finales a otro.

En este caso, las lámparas funcionan de forma totalmente independiente. Si una de ellas está mal conectada o averiada, las otras siguen funcionando sin problema. Veamos un ejemplo a continuación:

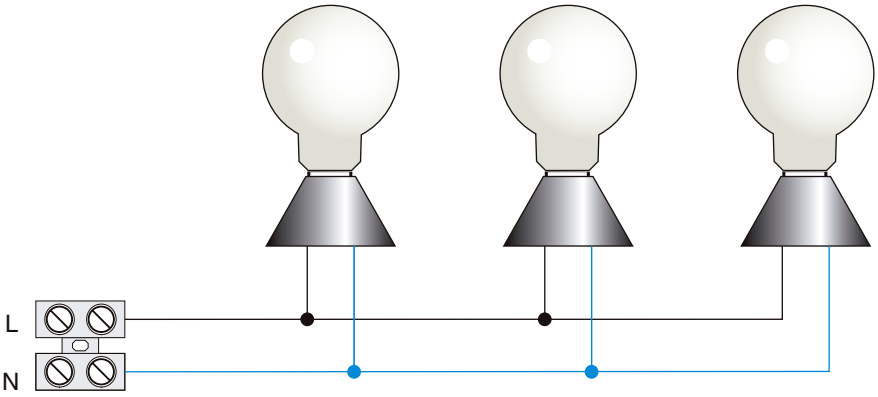


Figura 2.15. Lámparas en paralelo.

El esquema eléctrico correspondiente al montaje anterior se muestra en la figura siguiente:

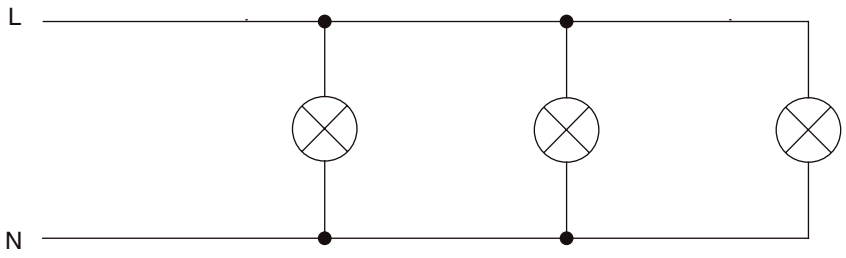


Figura 2.16. Conexiones en paralelo.

Si montas los dos circuitos anteriores, te darás cuenta de que la luz emitida por las lámparas no es la misma en cada uno de los casos. En la próxima unidad tendrás ocasión de comprobarlo. Simplemente recuerda que cada tipo de conexión debe ser utilizada adecuadamente, en función del comportamiento deseado para el circuito.

Como puedes observar en el esquema anterior, las derivaciones en paralelo se representan con un punto que une todos los conductores que intervienen en la conexión. Esto no quiere decir que debas utilizar una regleta para realizar dicha conexión, sino que están unidos a un mismo punto.

La conexión de dos conductores en el mismo borne de un portalámparas está totalmente prohibida, ya que los bornes de los mecanismos no se deben utilizar para hacer empalmes. No obstante, en ocasiones, para representar la conexión en paralelo se utiliza el siguiente esquema, aunque hay que recalcar que no es más que una forma de representación esquemática y no de conexión eléctrica.

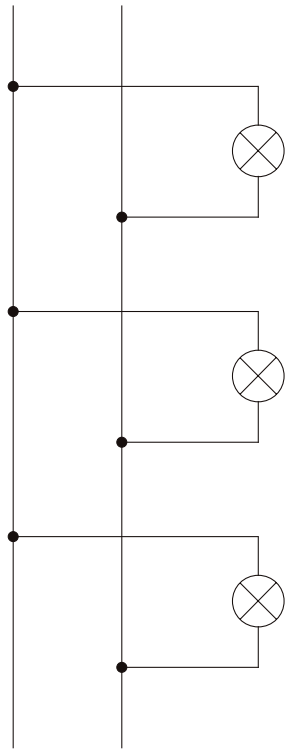


Figura 2.17. Otra forma de representación de la conexión de receptores en paralelo.

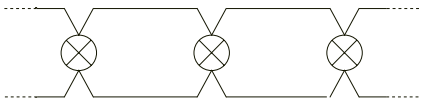


Figura 2.18. Otra forma de representar una conexión en paralelo.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

4. Las bases de enchufe

Las bases de enchufe, también conocidas como tomas de corriente, son pequeños aparatos que permiten suministrar energía eléctrica a dispositivos portátiles o fijos mediante la unión de la fase, el neutro y el conductor de protección por conexión por clavija. En ellos puedes conectar todo tipo de electrodomésticos que haya en la vivienda.

Aprenderás más sobre los tipos de bases de enchufes y su conexión en próximas unidades, pero debes saber que en la actualidad no está permitido el uso de tomas de corriente sin toma de tierra, aunque todavía existen muchas viviendas con instalaciones antiguas que disponen de ellas.

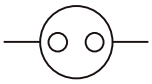
Símbolos de las bases de enchufe			
Nombre	Símbolo multifilar	Símbolo unifilar	Aparato real
Base de enchufe sin toma de tierra (sin uso en la actualidad)			
Base de enchufe con toma de tierra			

Tabla 2.5.

A diferencia de los otros mecanismos y receptores que conocerás en este libro, las bases de enchufe siempre se conectan en paralelo entre sí o con la red eléctrica. Es lógico, ya que como has visto en el circuito de lámparas en serie, en la conexión en serie los receptores dependen unos de otros para su funcionamiento. Por tanto, no tiene demasiado sentido tener que conectar la batidora para que funcione la cafetera, por ejemplo.

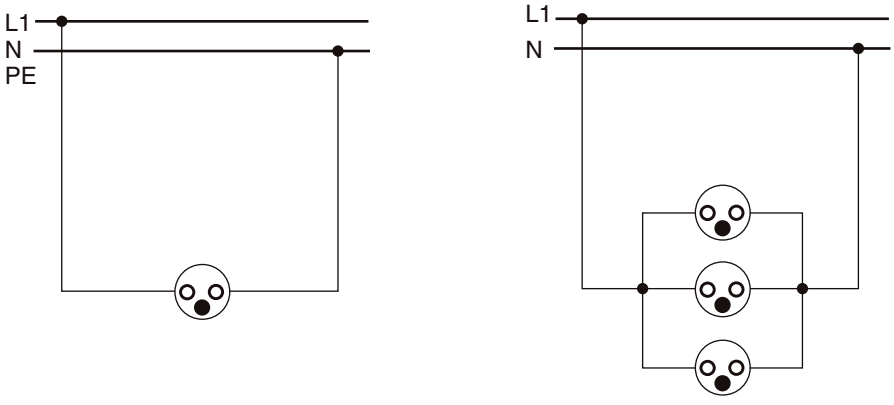


Figura 2.19. Conexión de bases de enchufe individual y en paralelo.

Saber más

En próximas unidades conocerás cómo se conectan las bases de enchufe en viviendas atendiendo a la normativa vigente.

Saber más

Aunque utilicen el mismo sistema de corriente que el nuestro (230 V, 50 Hz), no todos los países utilizan el mismo tipo de enchufe.

Figura 2.20. Toma de corriente utilizada en Reino Unido.

Practica

Realiza las f**ichas de trabajo 1 y 2** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

4.1. La toma de tierra

Habrás observado que muchas bases de enchufe disponen de un orificio central (en desuso) o de unas láminas metálicas que salen desde el interior. En ambos casos, esta conexión permite unir eléctricamente la clavija del electrodoméstico con el conductor de toma de tierra de la instalación.

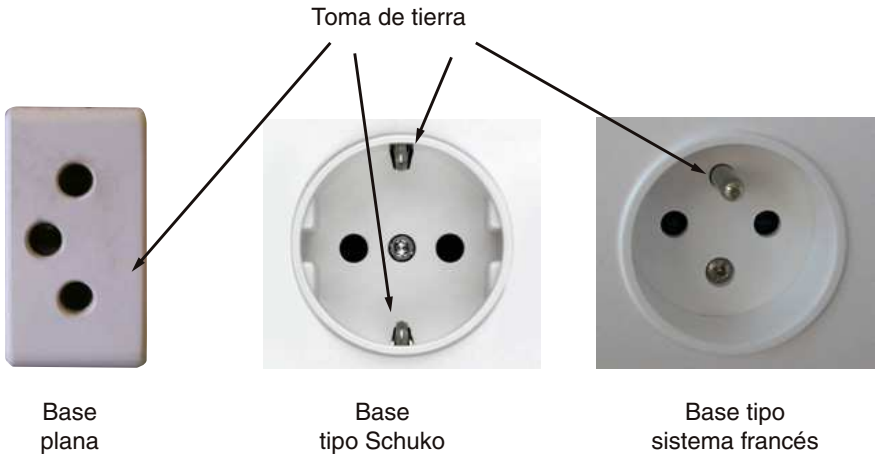


Figura 2.21. Toma de tierra en diferentes tipos de base de enchufe.

A este conductor el REBT lo denomina **conductor de protección.** Se identifica por la forma abreviada PE y sirve para proteger las instalaciones contra contactos indirectos y derivaciones.

De esta forma, si algún electrodoméstico o aparato se «deriva a tierra» por falta de aislamiento, el conductor de protección desvía la corriente evitando que pase a través de una persona si esta entrase en contacto directo con el dispositivo que tiene el fallo.

En un esquema eléctrico es habitual representar el conductor de protección o toma de tierra con una línea de trazo y punto. Así, una red monofásica con toma de tierra utilizada para alimentar una base de enchufe se representaría de la siguiente manera:

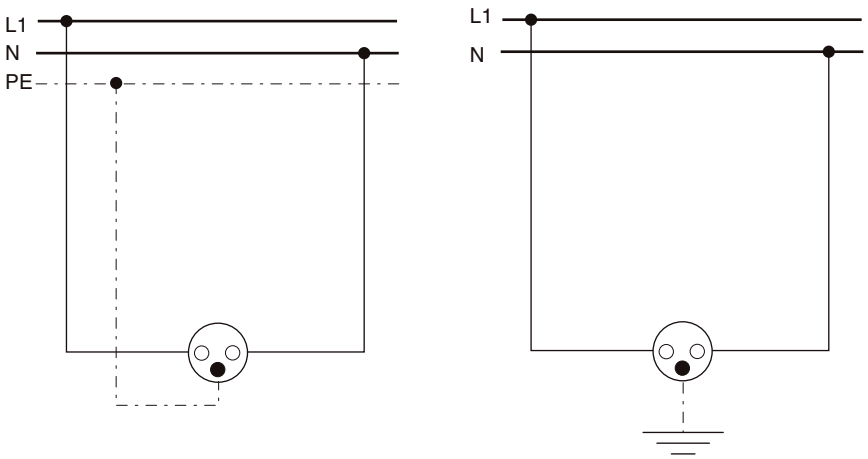


Figura 2.24. Dos formas distintas de representar la conexión de la toma de tierra de una base de enchufe al conductor de protección.

Saber más

No todos los países utilizan el mismo tipo de bases de enchufe que en España. Aunque en Europa la compatibilidad se soluciona con un simple adaptador de clavijas, en otros países como EE. UU. y Japón la tensión y el sistema de alimentación es diferente.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 3** de esta unidad.

Recuerda

Recuerda que el conductor de toma de tierra (PE) tiene aislante de color amarillo-verde.

Figura 2.22. Cable de toma de tierra.

Saber más

En general se puede representar la toma de tierra con el siguiente símbolo:

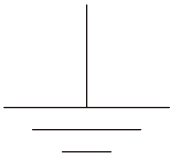
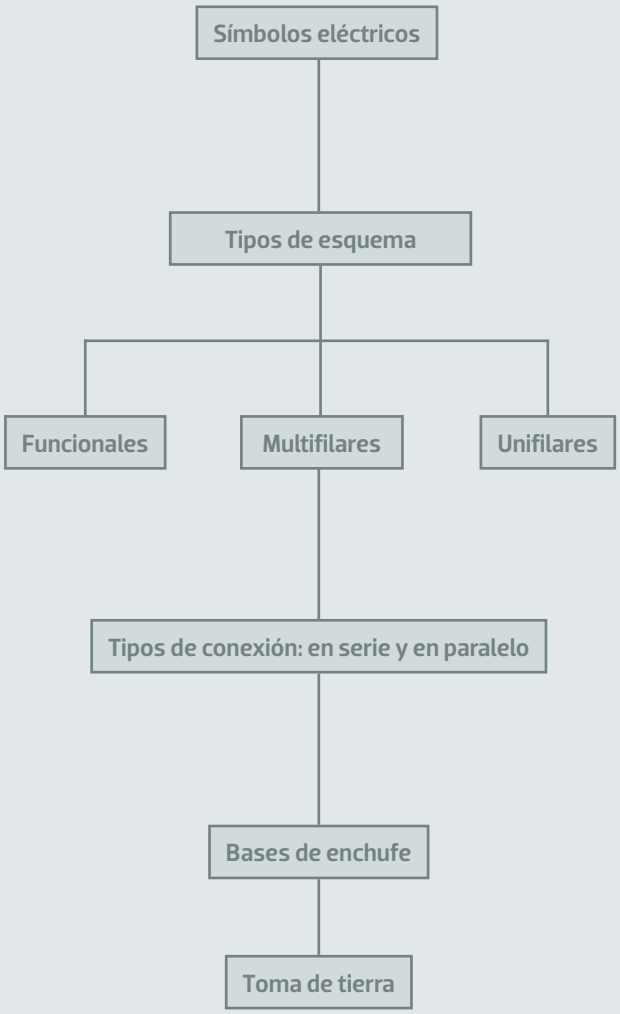


Figura 2.23. Símbolo de toma de tierra.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en **internet**

- **1.** Localiza tablas de símbolos eléctricos normalizadas. Observa que todos los elementos de los circuitos eléctricos, por muy complejos que sean, tienen un símbolo asociado.
- **2.** Busca los diferentes tipos de enchufes que existen. ¿Cómo se denominan los diferentes tipos? Indica cuáles se utilizan en países como España, Francia, Inglaterra, EE. UU., Panamá, Japón, Sudáfrica y Corea del Sur.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar y funcional de los siguientes circuitos y compáralo con el de tu compañero de mesa:

a. Encendido de dos lámparas en serie desde tres interruptores en paralelo.

b. Activación de dos timbres en paralelo desde tres pulsadores en paralelo.

c. Conexión de tres bases de enchufe con toma de tierra. Se tiene que cumplir que una de ellas solamente funcione si se ha accionado un interruptor.

2. Junto con tu compañero de mesa, dibujad en vuestro cuaderno los esquemas unifilares de los circuitos de la actividad anterior. Ubicad a vuestro gusto cada uno de los elementos que intervienen en los circuitos.

3. Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar de este circuito:

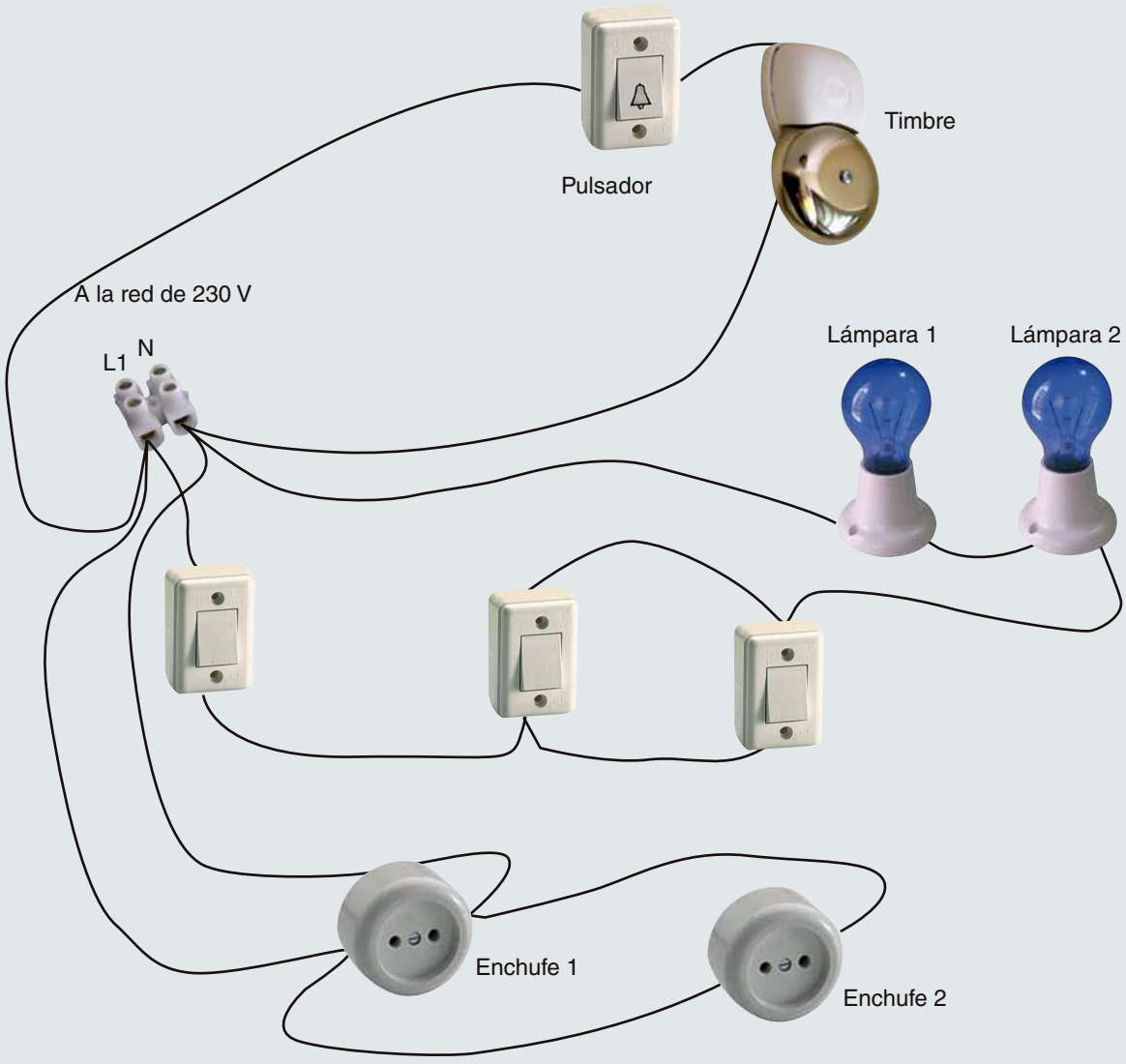


Figura 2.25.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 2

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **La simbología eléctrica:**
   a) Permite identificar los aparatos en los esquemas.
   b) Permite conocer cómo funciona un determinado componente.
   c) No sirve para mucho, ya que cada uno puede hacer los esquemas como mejor le venga.
   d) Está normalizada.
2. **Un interruptor y un pulsador:**
   a) Tienen el mismo símbolo.
   b) Se representan de forma diferente.
   c) Se representan de forma diferente, pero todo el mundo los dibuja igual.
   d) Son el mismo aparato.
3. **Las fases de alimentación en los esquemas de conexión:**
   a) Se representan mediante dos líneas paralelas y el esquema entre ellas.
   b) Se representan mediante dos trazos oblicuos sobre la línea.
   c) Se representan mediante dos líneas paralelas en la parte superior del esquema.
   d) No hay criterio claro sobre cómo se deben representar.
4. **Los esquemas unifilares:**
   a) Son idénticos a los multifilares.
   b) Muestran cómo se conectan los elementos de un circuito eléctrico.
   c) Solamente se utilizan en instalaciones de viviendas.
   d) Muestran la ubicación de los elementos de un circuito eléctrico, pero no su conexión.
5. **El tipo de esquema ideal para representar la ubicación de los aparatos y las canalizaciones de una vivienda es el:**
   a) Multifilar. b) Funcional. c) Unifilar. d) De conexión.
6. **Los símbolos de los esquemas unifilares y multifilares:**
   a) Son idénticos.
   b) Son diferentes, pero representan lo mismo.
   c) Se pueden utilizar mezclando los dos tipos de símbolos.
   d) No hay diferencias entre ellos.
7. **En la conexión de receptores en serie, si uno de ellos se avería:**
   a) Los demás siguen funcionando.
   b) Dejan todos de funcionar.
   c) Deja de funcionar el que está antes y después del averiado, los demás funcionan con normalidad.
   d) Es el mismo funcionamiento que el de los receptores en paralelo.
8. **La conexión en paralelo se hace:**
   a) Cuando se unen todos sus principios a un mismo punto y todos sus finales a otro.
   b) Cuando se une el final del primero con el principio del siguiente y los extremos de dicho circuito se conectan a la alimentación.
   c) Cuando se hace una mezcla de los dos tipos de conexiones.
   d) Es la misma que la conexión en serie.
9. **Todos los enchufes utilizados en viviendas tienen tres puntos de conexión:**
   a) Dos fases y neutro. c) Positivo, negativo y masa.
   b) Tres fases. d) Fase, neutro y toma de tierra.
10. **En los enchufes, el conductor de protección PE se utiliza para:**
    a) Evitar cortocircuitos.
    b) Que el aparato que utiliza el enchufe deje de funcionar si se desconecta este cable.
    c) Proteger a las personas si el aparato que se enchufa en él se deriva a tierra por falta de aislamiento.
    d) No tiene ninguna utilidad.
11. **En los esquemas, si un cable se representa con punto y trazo, es:**
    a) La fase.
    b) El neutro.
    c) La segunda fase de los sistemas trifásicos.
    d) La toma de tierra.
12. **La corriente continua se representa con:**
    a) Positivo y negativo. c) Fase y masa.
    b) Fase y neutro. d) Dos fases.
13. **En los esquemas unifilares, si sobre un conductor hay una línea oblicua con un número:**
    a) Representa la tensión de trabajo.
    b) Representa el número de conductores que pasan por esa línea.
    c) Es la sección del cable.
    d) Es el número del cable en el circuito.
14. **Las tomas de corriente de una vivienda:**
    a) Siempre se conectan en serie.
    b) Siempre se conectan en paralelo.
    c) Se hace un circuito mixto serie-paralelo para compensar la potencia.
    d) Si tienen toma de tierra, se conectan en serie. Si no la tienen, se conectan en paralelo.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

Herramientas
- Escuadra y cartabón

Material
- Lapicero

Representación multifilar y funcional de un circuito eléctrico (I)

Objetivo

- Dibujar diferentes tipos de esquemas para representar un circuito eléctrico.

Precauciones

Respetar escrupulosamente la simbología eléctrica. Todo cambio puede hacer ilegible un esquema.

Desarrollo

1. Observar detenidamente el siguiente circuito eléctrico. En él, cada vez que se acciona el pulsador suena el timbre a la vez que se acciona la lámpara. Es decir, ambos receptores están conectados en paralelo.

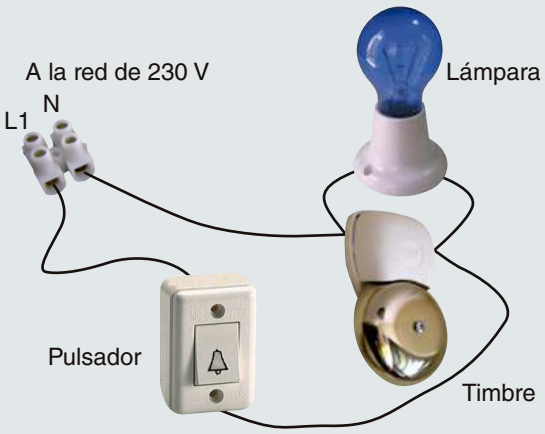


Figura 2.26.

2. A continuación se muestra la representación multifilar y funcional del circuito anterior.

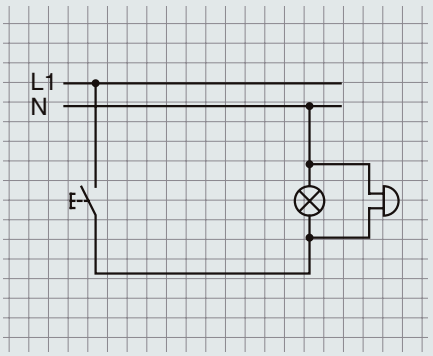


Figura 2.27. Esquema multifilar.

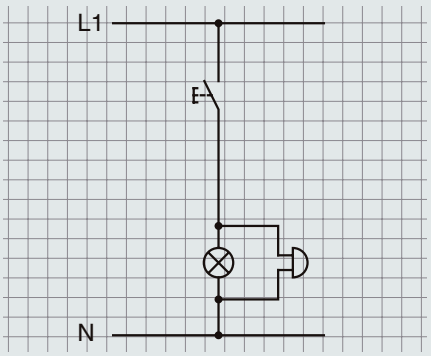


Figura 2.28. Esquema funcional.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 1

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Representación multifilar y funcional de un circuito eléctrico (II)

Herramientas
- Escuadra y cartabón

Material
- Lapicero

Objetivo

- Practicar la técnica de conexión de cables a los bornes de regletas y su interpretación esquemática.

Precauciones

Debes respetar escrupulosamente la simbología eléctrica. Todo cambio puede hacer ilegible un esquema.

Desarrollo

1. Dibuja esta figura en tu cuaderno y representa sobre ella cuál debe ser la conexión para activar las dos lámparas, conectadas entre sí en paralelo, con tres interruptores conectados en serie.

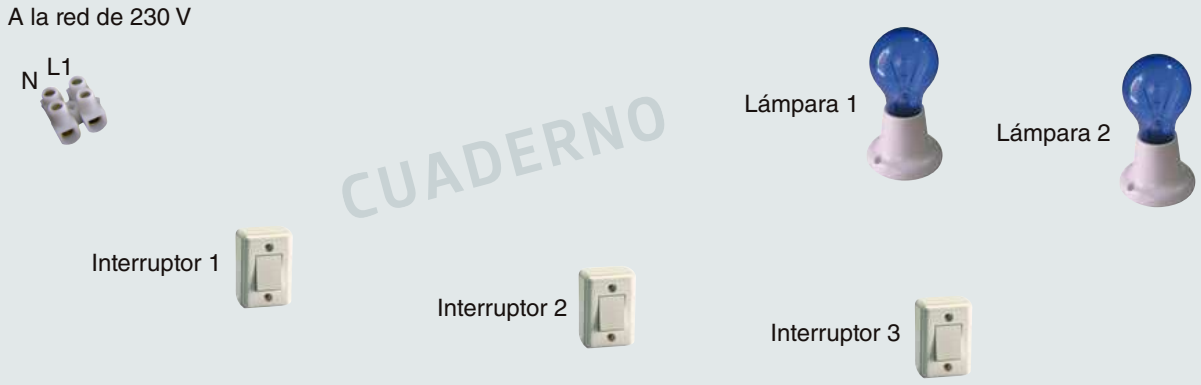


Figura 2.29.

2. Dibuja en tu cuaderno la representación multifilar y funcional del circuito anterior.

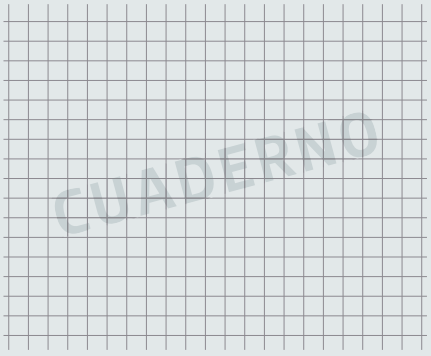


Figura 2.30. Esquema multifilar.

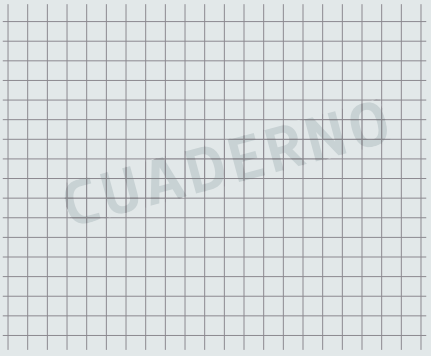


Figura 2.31. Esquema funcional.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 2

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas
- Escuadra y cartabón

Material
- Lapicero

Representación unifilar y multifilar de un circuito eléctrico canalizado bajo tubo

Objetivo

- Deducir y dibujar los esquemas unifilar y multifilar de un circuito eléctrico realizado bajo tubo.

Precauciones

Debes respetar escrupulosamente la simbología eléctrica. Todo cambio puede hacer ilegible un esquema.

Desarrollo

1. Observa el circuito de la figura.

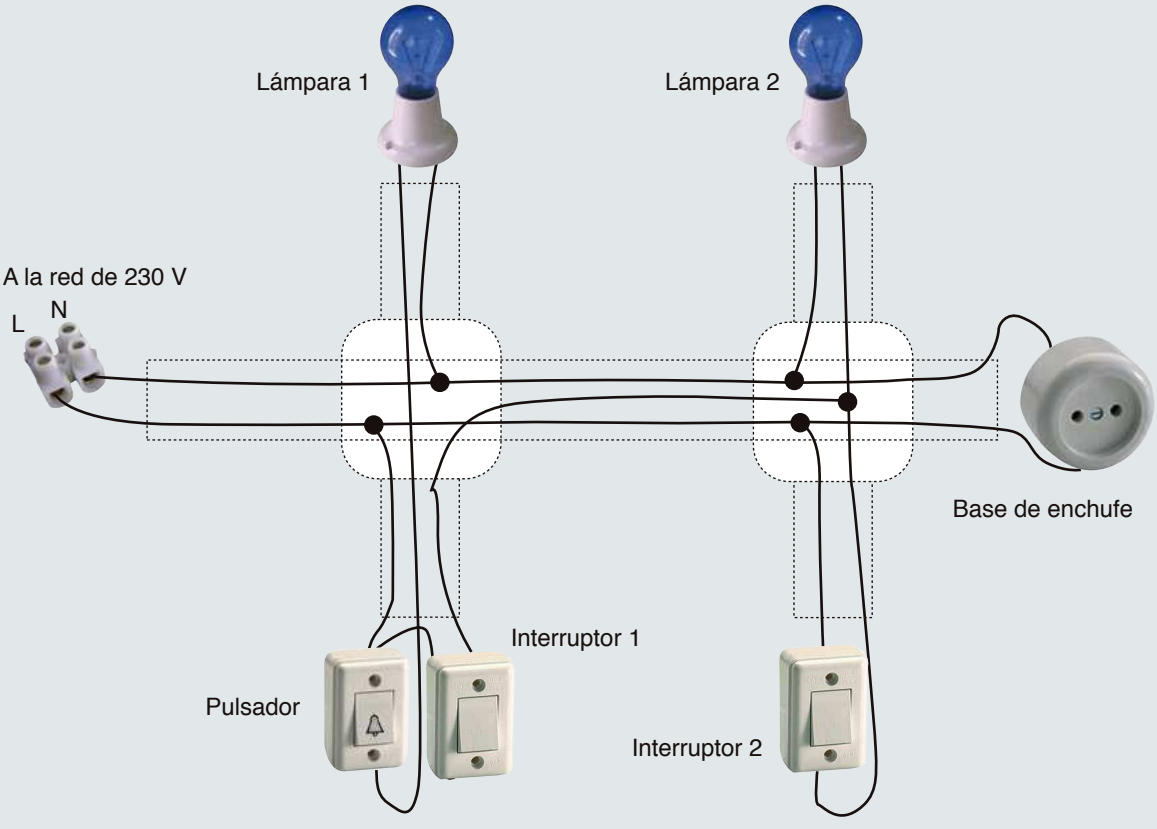


Figura 2.32.

2. Dibuja en una hoja el esquema unifilar y multifilar del circuito anterior.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 3

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Representación del esquema multifilar a partir de un esquema de conexión

Herramientas
- Escuadra y cartabón

Material
- Lapicero

Objetivo

- Dibujar el esquema multifilar a partir de un circuito eléctrico.

Precauciones

Debes respetar escrupulosamente la simbología eléctrica. Todo cambio puede hacer ilegible un esquema.

Desarrollo

1. Observa detenidamente el circuito de la figura.

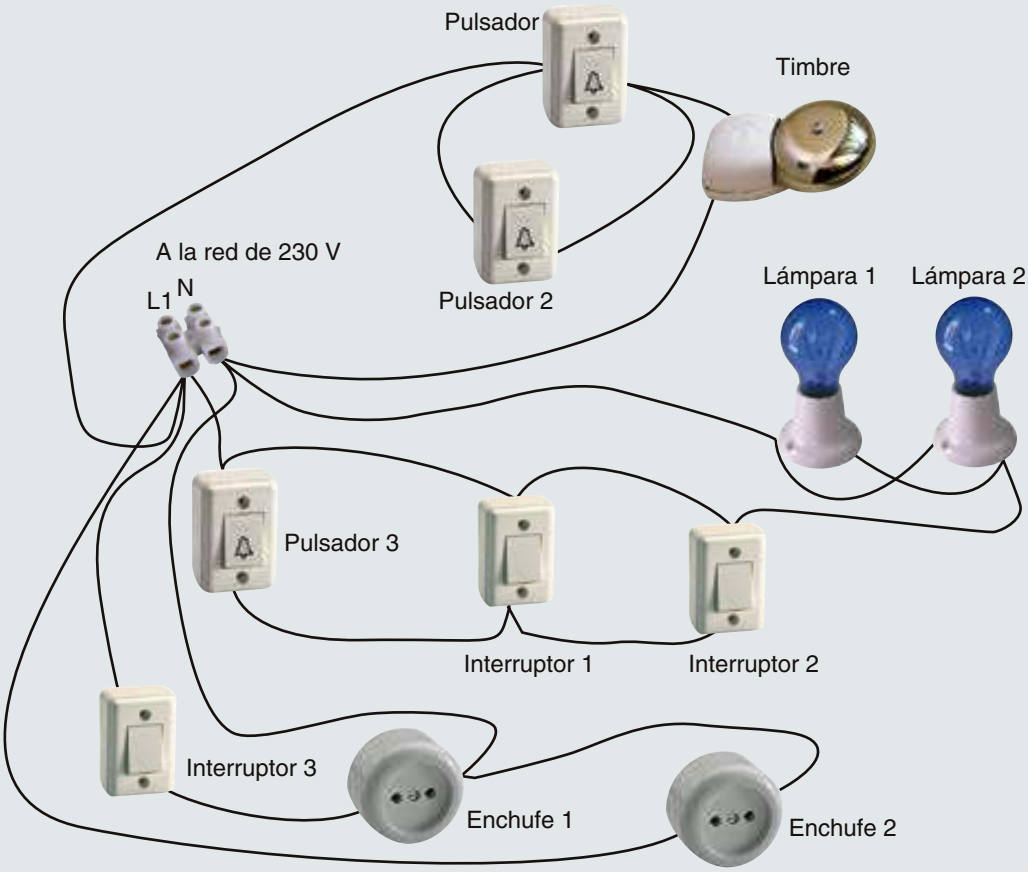
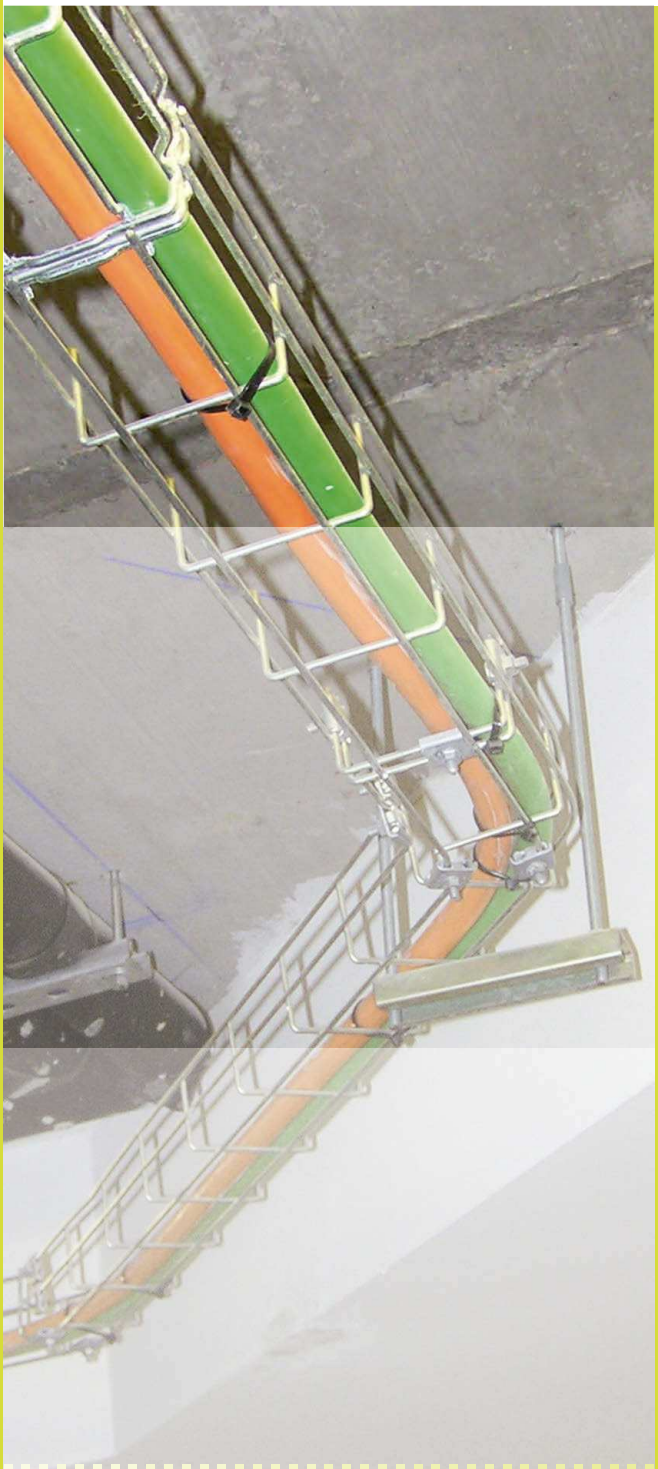


Figura 2.33.

2. Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar del circuito.
3. Dibuja también en tu cuaderno cómo sería el esquema funcional.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3 Canalizaciones y conducciones eléctricas



Vamos a conocer...

1. Instalación de las canalizaciones
2. Materiales y accesorios utilizados en las canalizaciones

PRÁCTICA RESUELTA

Unión de tubo corrugado

FICHA DE TRABAJO 1

Curvado de tubo rígido de PVC

FICHA DE TRABAJO 2

Roscado y unión de tubo metálico

FICHA DE TRABAJO 3

Montaje de una canalización de tubo corrugado sobre panel de entrenamiento

Y al finalizar esta unidad...

- Conocerás los diferentes tipos de canalizaciones que se utilizan en instalaciones eléctricas de interior.
- Conocerás los materiales y accesorios utilizados para el montaje de este tipo de canalizaciones.
- Trabajarás de forma práctica con estos materiales.
- Montarás el panel de entrenamiento que te servirá para realizar las actividades de las próximas fichas de trabajo.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. Instalación de las canalizaciones

Una canalización eléctrica es un conjunto de elementos que permiten proteger, aislar y guiar los conductores, las conexiones y la aparamenta que intervienen en una instalación eléctrica.

Dependiendo de las características y necesidades de la instalación eléctrica, las canalizaciones se pueden realizar empotradas, en superficie, aéreas o enterradas. El estudio de las dos últimas va más allá de los objetivos de este libro. Veremos las dos primeras.

Figura 3.1. Preparación de una instalación empotrada.

1.1. Canalizaciones empotradas

Se utilizan principalmente para instalaciones domésticas y de edificios. Una vez finalizadas, solamente son visibles los mecanismos, las tapas de las cajas de empalme y los cuadros de protección.

Figura 3.2. Enchufe empotrado.

Figura 3.3. Detalle de montaje.

1.2. Canalizaciones en superficie

En las instalaciones en superficie, tanto las conducciones eléctricas como las cajas de empalme y de mecanismos se fijan sobre la superficie de paredes y techos.

Figura 3.4. Instalación superficial con tubo de acero.

En tu profesión

El REBT, en la instrucción técnica ITC-BT-21, define cuáles deben ser las características de las canalizaciones con tubo y de las canales protectoras, destinadas a instalaciones de interior o receptoras.

En tu profesión

El REBT dice:

«En las canalizaciones superficiales, los tubos deberán ser perfecta mente rígidos y en casos especiales podrán usarse tubos curvables».

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Saber más

Hasta los años 50 del siglo xx, las canalizaciones empotradas en viviendas y edificios se realizaban con un tubo denominado Bergman. Estaba construido por una fina capa de hojalata y recubierto en su interior con papel o cartón impregnado en brea o alquitrán. Su mecanizado e instalación eran bastante tediosos, ya que se requerían herramientas especiales como la popular tenaza de curvado.

Figura 3.5. Tubos enterrados.

En tu profesión

El REBT, en su instrucción ICT-BT-21, establece la sección y el número máximo de cables que puede alojar un tubo en su interior. Está en función de su diámetro interno y del tipo de canalización al que va destinado.

Practica

Realiza la **práctica resuelta** de esta unidad.

2. Materiales y accesorios utilizados en las canalizaciones

Las instalaciones eléctricas se pueden ejecutar bajo tubos, canales protectoras o bandejas de conducción. Pueden ser de PVC o metálicos, y su principal característica es que no propagan las llamas en caso de incendio.

2.1. Tubos protectores

Las conducciones con tubos pueden colocarse directamente sobre paredes o techos, tanto en entornos industriales como en domésticos. Su instalación se puede hacer empotrada o superficial.

Los tubos se clasifican en los siguientes tipos:

- **Rígidos:** requieren alguna técnica específica para su curvado.
- **Curvables:** pueden ser curvados a mano y están diseñados para instalaciones fijas, a pesar de disponer de un cierto grado de flexibilidad.
- **Flexibles:** pensados para partes móviles de maquinaria que requieren un elevado número de flexiones.
- **Enterrados:** diseñados para instalarse bajo tierra.

Las instalaciones en superficie se harán siempre con tubos de tipo rígido (de PVC o metálicos) y para las instalaciones empotradas podrá utilizarse cualquiera de los tres tipos.

Los diámetros interiores normalizados para los tubos son:

12, 16, 20, 22, 25, 32, 40, 50, 63, 75 mm.

2.1.1. Tubo de plástico flexible (corrugado)

Es el más utilizado para instalaciones empotradas en viviendas y edificios. Fabricado en PVC, está estriado en toda su superficie para facilitar el curvado y la fijación a la pared.

Figura 3.6. Tubo de plástico flexible (corrugado).

Una de las ventajas del tubo de plástico flexible es que es de manejo sencillo y seguro. Su mecanizado **no requiere herramientas especiales.** El **corte** se puede hacer, como en el caso del pelado de cables, con una tijera o una navaja de electricista. El **curvado** tampoco requiere un proceso complicado y puede realizarse de forma manual.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Los tubos corrugados están codificados por colores según el tipo de aplicación:

Color	Instalaciones eléctricas
Negro	Instalaciones eléctricas
Morado	Instalaciones de emergencia
Blanco	Informática
Marrón	Alta fidelidad - Música
Verde	Telefonía
Azul oscuro	Alumbrado
Azul claro	Videoporteros

Tabla 3.1. Codificación por colores de los tubos corrugados.

2.1.2. Tubo rígido curvable en caliente

Construido en material de PVC, se utiliza principalmente en instalaciones industriales montándose generalmente en superficie.

El **corte** se realiza con un arco de sierra para metales. Para facilitar esta tarea, es necesario fijar el tubo al banco de trabajo con una mordaza de cadena. En ningún caso se debe utilizar un tornillo de banco, ya que se corre el riesgo de deteriorar el tubo.

Figura 3.8. Mordaza de cadena.

Figura 3.9. Fijación del tubo.

El **curvado** de este tipo de tubo se hace aplicando calor sobre él con un hornillo, soplete o decapador de aire caliente.

Figura 3.10. Manguitos de empalme para tubo de plástico rígido.

Figura 3.11. Soplete.

La **unión** se realiza con manguitos de empalme, que pueden ser enchufables o de rosca. El **roscado** de esta clase de tubos se realiza con una terraja de diámetro adecuado.

Saber más

En las instalaciones con tubos rígidos, los cambios de dirección o unión con otras partes de la instalación se pueden efectuar con accesorios específicos como curvas, derivaciones en T, manguitos, etc.

Figura 3.7. Tubo de plástico rígido.

Figura 3.12. Decapador de aire caliente.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Saber más

Cada diámetro de tubo requiere un resorte específico adaptado a su diámetro interior.

Figura 3.13. Muelles de diferentes diámetros para todo tipo de tubos (Tubelectric).

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 1** de esta unidad.

En tu profesión

También existen en el mercado curvas prefabricadas para los diferentes diámetros de tubos.

Figura 3.15. Ejemplo de curvas en una instalación en superficie con tubo metálico.

2.1.3. Tubo de plástico rígido curvable en frío

Es un tipo de tubo de aspecto similar al anterior que hemos visto, con la diferencia de que puede ser curvado manualmente sin necesidad de aplicar calor.

Para ello es necesario un resorte o muelle especial que se inserta en el interior del tubo. Este resorte evita que se deforme el tubo cuando se realiza la operación de curvado.

Figura 3.14. Doblado de tubo en frío con muelle (cortesía de Virax).

Los muelles pueden ser utilizados también para facilitar el trabajo de los tubos curvables en caliente.

2.1.4. Tubo metálico rígido

Fabricado en una aleación de acero o aluminio, es el que se utiliza principalmente en ambientes industriales. Se suele instalar en superficie.

Al igual que en los tubos rígidos de plástico, es necesario utilizar la mordaza de cadena para todas las operaciones de mecanizado.

El **corte** se puede llevar a cabo con un arco de sierra para metales o con una cortadora de tubos. La cortadora de tubos es la herramienta ideal para realizar cortes perfectos diametralmente.

El **curvado** de los tubos metálicos se hace con una máquina curvadora de tubos. En el mercado existen de diferentes tipos en función de la tecnología empleada: manuales, hidráulicas y eléctricas. Todos los tipos de dobladoras incorporan un conjunto de cabezas guía para los diferentes diámetros de tubos que existen en el mercado.

Figura 3.16. Cortadora de tubos.

Figura 3.17. Dobladora de tubos metálicos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

El **roscado** se realiza con una terraja de diámetro adecuado, de igual forma que en los tubos de plástico.

Figura 3.18. Terraja.

La **unión** de los tubos metálicos se puede realizar con manguitos roscados o enchufables, aunque también son habituales las piezas en forma de T o cruz para la unión de más de dos tubos. Este tipo de piezas suele disponer de una tapa fijada por tornillos que permite ver el interior y los conductores que por ellas pasan.

El REBT dice que «los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad de la protección que proporcionan a los conductores».

Figura 3.19. Manguito de empalme.

Figura 3.20. Pieza de unión en T.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 2** de esta unidad.

2.1.5. Elementos de fijación de tubos

Los tubos protectores instalados en superficie se deben fijar firmemente a techos y paredes mediante grapas o abrazaderas como las mostradas en las fotografías siguientes. La separación entre abrazaderas será como máximo de 50 cm.

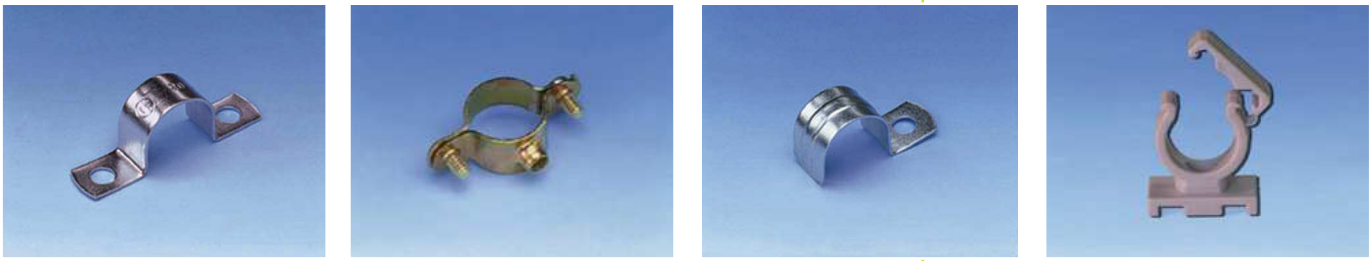


Figura 3.21. Diferentes tipos de fijaciones para una instalación en superficie con tubo rígido.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 3** de esta unidad.

2.2. Canales aislantes

Las canales aislantes, también conocidas como «canaletas», se están utilizando actualmente en todo tipo de instalaciones superficiales, tanto en entornos domésticos como del sector terciario. La razón es que son adecuadas para reformas, nuevas instalaciones e incluso para montajes provisionales como pueden ser ferias o exposiciones. Tienen la ventaja de no necesitar obra para su instalación, por lo que es muy cómodo el cableado de los montajes.

Figura 3.22. Instalación con canales aislantes.

El uso de canales aislantes está contemplado en el REBT y se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Las canales deben tener tapa que se pueda abrir manualmente o mediante algún tipo de herramienta.
- No deben propagar el fuego en caso de incendio.
- Deben estar protegidas contra la penetración de cuerpos sólidos en su interior y en el cableado.
- Deben proteger los cables que están en su interior, que a su vez tienen que estar aislados.
- Los mecanismos se pueden montar sobre la propia canaleta siempre que se utilicen los accesorios adecuados para tal fin.
- No está permitido realizar empalmes del cableado en su interior, salvo que la canaleta disponga de tapa cuya apertura se realice con una herramienta.
- Por una canal se pueden llevar diferentes tipos de circuitos siempre que estos se encuentre aislados por tabiques separadores en su interior.

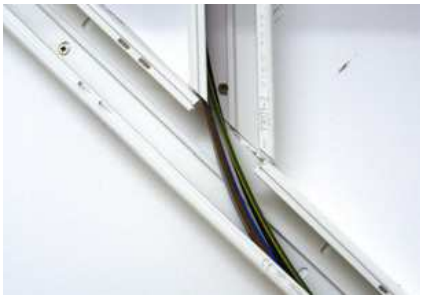


Figura 3.23. Detalle de cables en canal aislante.

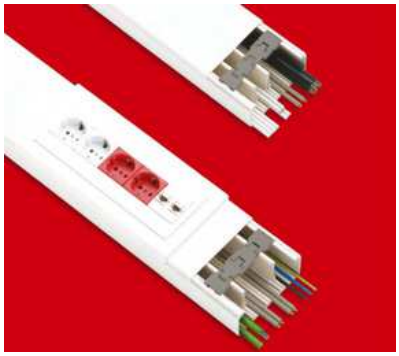


Figura 3.24. Canales utilizados en instalaciones eléctricas (cortesía de Unex).

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

El mecanizado de las canales aislantes no requiere herramientas especiales. El **corte,** dependiendo del grosor de la pared de la canal, se puede realizar con una simple tijera de electricista o una cuchilla en los tipos más finos y con un arco de sierra en las canales más gruesas. La **unión** de los diferentes tramos en una instalación se realiza con todo tipo de piezas adicionales: ángulos para esquinas y rincones, piezas en T, etc., asegurando así una buena protección ante la inserción de objetos en su interior y un mejor resultado estético.

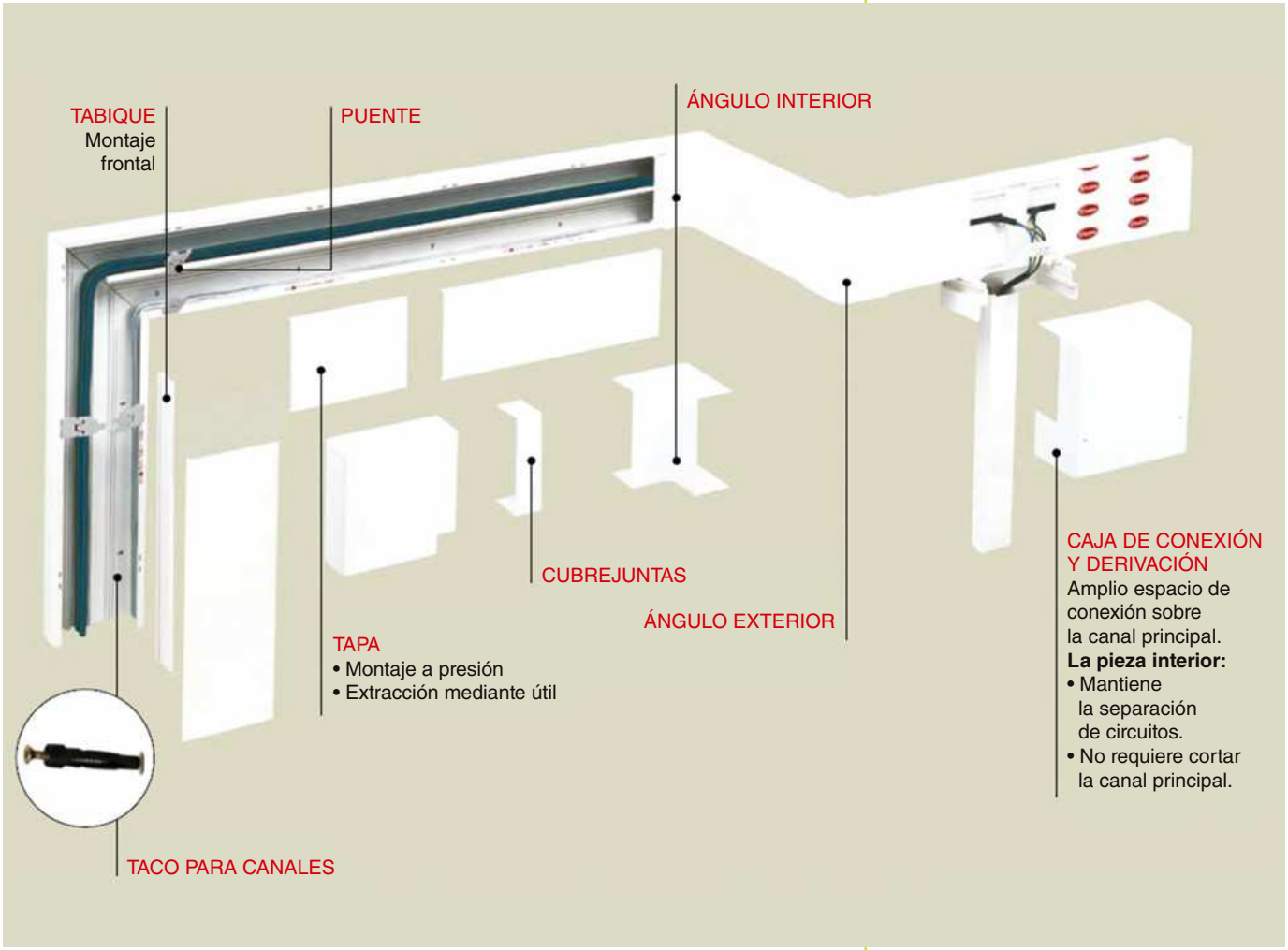


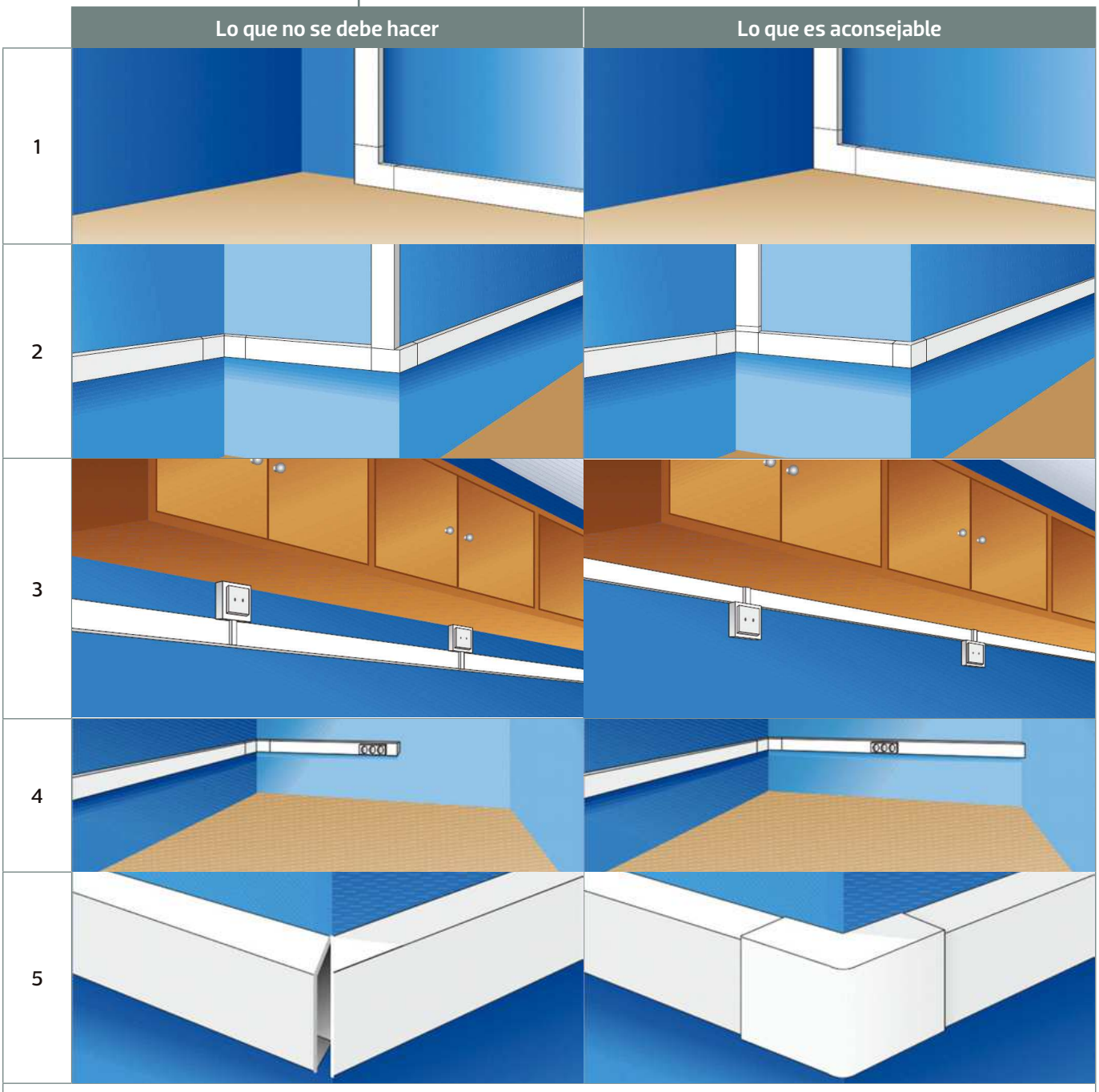
Figura 3.25. Elementos de un sistema con canal aislante (cortesía de Unex).

La fijación en pared se realiza habitualmente mediante tacos y tirafondos. En ocasiones y si la superficie en la que se va a fijar lo permite, se puede utilizar un sistema adhesivo.

El uso de canales aislantes ha ampliado de forma considerable las expectativas de la actualización de instalaciones antiguas e incluso la ejecución de las más modernas. Sin embargo, el hecho de que su mecanizado y montaje sea relativamente sencillo no implica que en la implementación de este tipo de instalaciones impere el «todo vale». La instalación y el montaje de canales aislantes se debe hacer siempre de forma racional, respetando las exigencias estéticas y funcionales del entorno en el que se instalan.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

A continuación se muestran algunos consejos, extraídos del *Manual de estilo* de la empresa española Unex, con gran experiencia en la fabricación de este tipo de productos, que describen la mejor forma ejecutar este tipo de instalaciones.



- 1 y 2. Siempre que sea posible, se deben ajustar las canales a los rincones de la pared y nunca a las esquinas.
- Si existe mobiliario fijo, los mecanismos no se deben dejar entre las canales y los muebles.
- Es aconsejable terminar un tramo de una canalización hasta el final de la siguiente pared aunque en ella no se disponga de cableado en su interior.
- En esquinas, rincones, derivaciones y cambios de dirección en general, se deben utilizar las piezas de empalme que los fabricantes facilitan.

Figura 3.26. Instalación de canales aislantes (cortesía de Unex).

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2.3. Bandejas de cables

Las bandejas de cables o guías pasacables son muy utilizadas en instalaciones industriales y del sector terciario. Permiten canalizar el cableado por las diferentes partes de la instalación de forma segura, evitando riesgos eléctricos y mecánicos.

Figura 3.27. Ejemplos de instalaciones industriales con bandejas metálicas.

Estos son algunos aspectos que se deben tener en cuenta sobre este tipo de instalaciones:

- Pueden ser abiertas o cerradas, pudiendo disponer o no de tapa.
- El cableado que alojan debe ser tipo multiconductor con cubierta, es decir, tipo manguera.
- Se instalan en el interior de huecos de la construcción accesibles, canales de obra y falsos techos.
- Pueden ser metálicas o de material aislante (PVC), perforadas, lisas, o de varillas.
- Las de tipo metálico deben ponerse siempre a tierra.
- De igual forma que para las canales aislantes, existen todo tipo de piezas para su instalación y la ejecución de cambios de sentido, como uniones, piezas en T, derivaciones, cantoneras, etc.
- Se pueden instalar en horizontal y en vertical.
- Su montaje puede hacerse en superficie o en montaje aéreo.

Figura 3.28. Bandeja aislante en PVC (cortesía de Unex).

Figura 3.29. Detalles de diferentes tipos de instalación de bandejas de cables (cortesía de Unex).

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Saber más

El trazado de las canalizaciones se debe realizar mediante líneas verticales y horizontales. Para ello hay que trazar líneas en paredes y techos que sirvan de guías para colocar posteriormente los tacos.

Figura 3.30. Cajas de registro empotrables.

Saber más

Las cajas de mecanismos empotrables suelen disponer de un sistema que permite enlazar unas con otras. Así, se pueden configurar puntos de usuario con más de un mecanismo.

Figura 3.33. Mecanismos en canal aislante (cortesía de Unex).

2.4. Cajas de registro y de mecanismos

Las cajas de registro en una instalación eléctrica tienen las siguientes misiones:

- Facilitar la inserción de los conductores eléctricos por las canalizaciones.
- Derivar las conducciones en puntos estratégicos de la instalación.
- Servir de «cajas de empalme» para realizar la conexión entre los conductores eléctricos.

Las cajas de registro pueden ser empotrables o de superficie. Estas últimas deben mantener la estanqueidad en las instalaciones industriales en las que están montadas.

Figura 3.31. Cajas estancas para superficie.

Figura 3.32. Caja metálica en una instalación superficial.

2.5. Cajas de mecanismos

Las cajas destinadas a alojar los mecanismos eléctricos también deben adaptarse al tipo de instalación con la que se vaya a trabajar a la hora del diseño de esta y a los materiales.

Existen diferentes tipos de cajas: para instalaciones empotradas, de superficie, estancas y para canales.

No está permitido hacer empalmes de ningún tipo en las cajas de mecanismos. Para tal fin se deben utilizar las cajas de empalmes o de registro. No obstante, por ellas sí que se pueden pasar los cables que van a otra caja de mecanismos próxima.

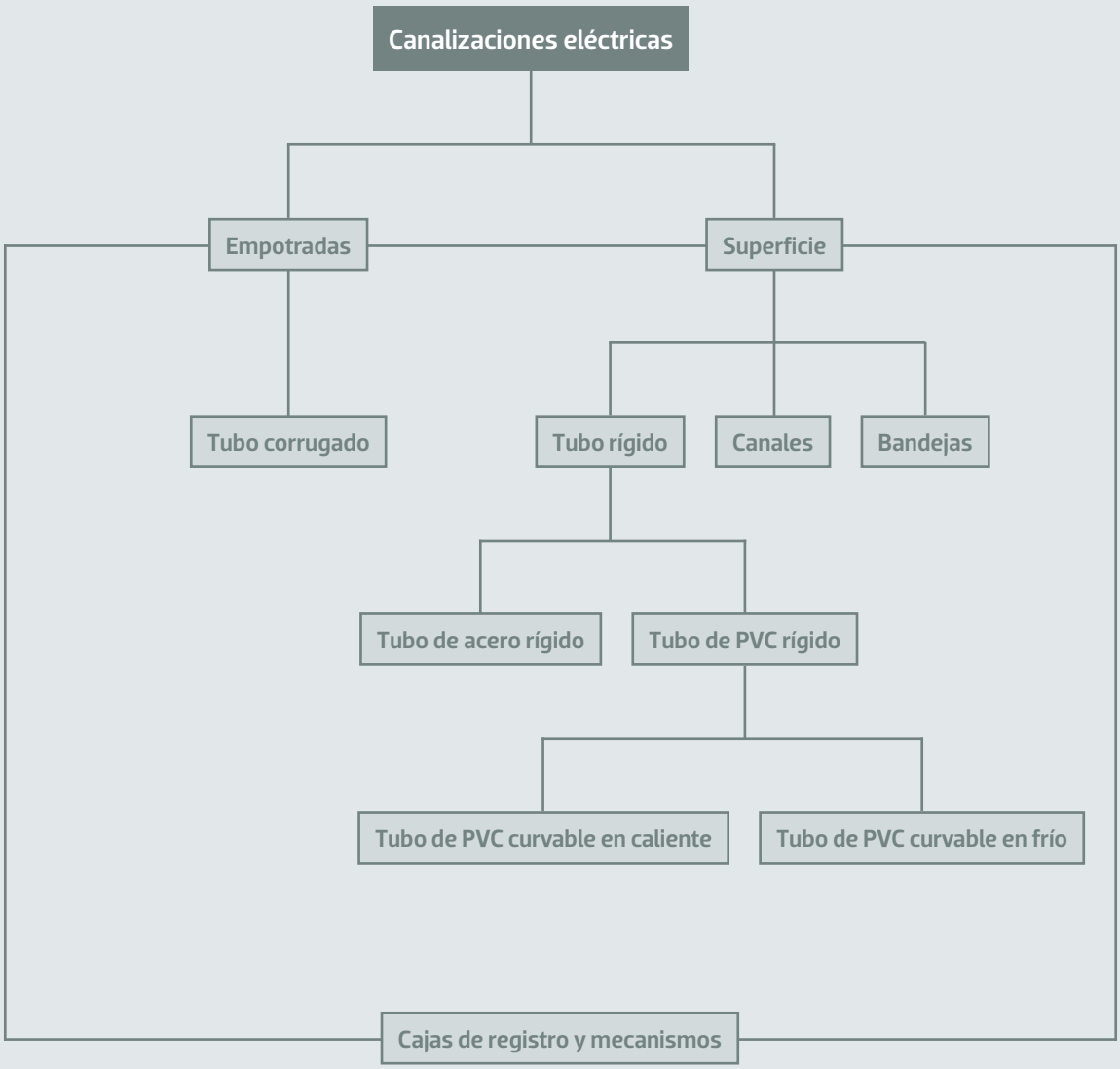
Para instalaciones en superficie con tubo rígido se deben utilizar cajas de mecanismos de tipo estanco. En las instalaciones con canaleta, los mecanismos se pueden instalar en cajas fuera de la canalización, o bien en la propia canal, si es que está diseñada para ello.

Figura 3.34. Caja de mecanismos universal para empotrar y de superficie.

Figura 3.35. Mecanismos en caja estanca para instalaciones industriales.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en internet

- **1.** Descarga el catálogo del fabricante español de canales aislantes Unex y estudia las diferentes soluciones que esta empresa da para las instalaciones en superficie.
- **2.** Busca la Guía Técnica del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión BT-21 y consulta el número máximo de cables eléctricos que aceptan los diferentes tipos de tubos en una canalización empotrada.
- **3.** Busca qué significa el código IP-IK de una envolvente o sistema de canalización eléctrica y localiza en algún catálogo de canales aislantes cómo se aplica.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. Utilizando un catálogo de material electrotécnico, indica qué otros tipos de tubos existen en el mercado y el material del que están fabricados.

Figura 3.36.

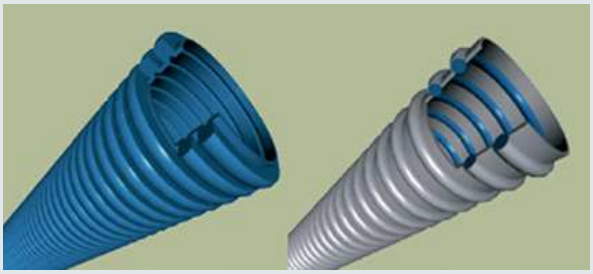


Figura 3.37.

2. Busca información sobre las cajas de registro y de mecanismos utilizados para paredes huecas. ¿Qué tienen de especial estas cajas?

3. Como alternativa a la propuesta de la ficha de trabajo 3 de esta unidad, también puedes realizar el montaje sobre el panel de trabajo mediante una canaleta de plástico en lugar de con tubo corrugado. Realiza esta actividad con tu compañero de mesa. Para ello podéis utilizar una canal de aproximadamente 40 cm de ancho y 15 cm de altura. Fijad la canaleta al panel de madera mediante tirafondos y remata las uniones con piezas de esquinas adecuadas.

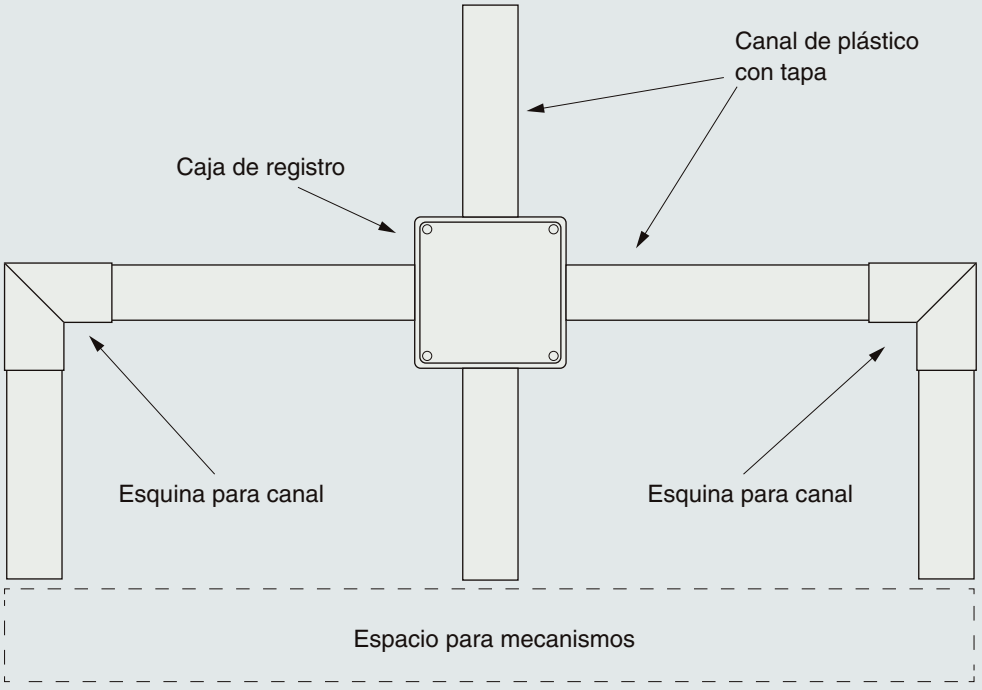


Figura 3.38.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 3

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **Una canalización en superficie es aquella que:**
   a) Se empotra en la pared y se tapa con yeso o cemento.
   b) No se empotra en la pared.
   c) Se cuelga de los techos del local en el que se instala.
   d) Pasa de una estancia a otra de la vivienda.
2. **Los tubos rígidos son:**
   a) Los que se pueden curvar sin herramientas.
   b) De PVC y acero.
   c) Los utilizados habitualmente en instalaciones de viviendas.
   d) Los denominados corrugados.
3. **¿Cuál de las siguientes medidas no es un diámetro normalizado de tubo?**
   a) 12. b) 25. c) 27. d) 63.
4. **Un tubo de color negro es para:**
   a) Una instalación eléctrica.
   b) Una instalación de emergencia.
   c) Una instalación de telecomunicaciones.
   d) Una instalación de telefonía.
5. **Un tubo de color verde es para:**
   a) Una instalación eléctrica.
   b) Una instalación de emergencia.
   c) Una instalación de telecomunicaciones.
   d) Una instalación de telefonía.
6. **Los tubos de PVC rígidos se pueden curvar en frío.**
   a) Todos.
   b) Ninguno.
   c) Los de color gris.
   d) Solamente los modelos que así se han fabricado.
7. **¿Para qué se utilizan los muelles curvatubos?**
   a) Para curvar tubos de PVC.
   b) Para curvar tubos de acero.
   c) Para facilitar la entrada de cables en todo tipo de canalizaciones.
   d) Para enterrar los cables.
8. **¿Cómo se debe sujetar un tubo al banco de trabajo para su mecanizado?**
   a) Con un tornillo de banco estándar.
   b) Con un alicate de grandes dimensiones.
   c) Con una «tenaza de pico de pato».
   d) Con una mordaza de cadena.
9. **¿Es posible hacer empalmes en el interior de una canaleta?**
   a) No, nunca. Está terminantemente prohibido.
   b) Solamente si la canaleta tiene tapa que se retire con una herramienta.
   c) Depende del espacio que haya en su interior. Si es suficiente, se pueden realizar todo tipo de conexiones.
   d) Solamente si la tapa se puede retirar sin herramientas.
10. **Los tubos de PVC se empalman con:**
    a) Con pegamento para PVC.
    b) No se hacen empalmes, se ponen cajas de registro.
    c) Manguitos y piezas de empalme.
    d) Con cajas de mecanismos.
11. **Los tubos metálicos se doblan:**
    a) Con un muelle.
    b) Con una dobladora de tubo.
    c) Con un tornillo de banco.
    d) Con una mordaza de cadena.
12. **Una terraja sirve para:**
    a) Hacer rozas en la pared.
    b) Cortar el tubo de acero, pero también vale para el de PVC.
    c) Para doblar el tubo de acero.
    d) Para roscar.
13. **Las bandejas de cables de tipo metálico siempre deben conectarse:**
    a) Al neutro.
    b) Al conductor de protección.
    c) A la fase.
    d) A la masa en circuitos de corriente continua.
14. **Las bandejas de cables:**
    a) Son solamente de material metálico.
    b) Pueden disponer de tapa.
    c) Se pueden instalar en superficie o en montaje aéreo.
    d) Se instalan empotradas.
15. **En las canaletas:**
    a) Está prohibido montar mecanismos.
    b) Se pueden montar mecanismos siempre que se utilicen accesorios para ello.
    c) Se pueden hacer agujeros para su ventilación.
    d) Las uniones pueden quedar al aire libre.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Herramientas

- Tijera de electricista

Material

- 1 m de tubo corrugado de cualquier diámetro
- Cinta aislante

Unión de tubo corrugado

Objetivo

- Realizar un empalme de tubo corrugado.

Precauciones

- Este tipo de empalmes solo se practicará cuando sea absolutamente necesario sobre instalaciones que ya están realizadas y que requieran una ampliación sobre una canalización que no se puede retirar por completo.
- Si la instalación es nueva y los tubos aún no se han tapado con yeso o cemento, es aconsejable sustituir todo el tramo de tubo en lugar de empalmar.

Desarrollo

1. Cortar aproximadamente 10 cm de tubo.
2. Cortar por la mitad el tramo de 90 cm.
3. Preparar cuidadosamente ambos tubos eliminando cualquier tipo de rebaba en los extremos a unir. Es importante que esta unión quede bien hecha, ya que en una instalación real toda imperfección puede dificultar la introducción del cable.
4. Fijar la unión con una vuelta de cinta aislante.

Figura 3.39. Tubos cortados.

Figura 3.40. Eliminación de rebabas.

Figura 3.41. Encintado.

5. Cortar longitudinalmente el tramo de 8 cm.
6. Cubrir con este tramo, a modo de funda, el empalme realizado en los pasos anteriores.
7. Cubrir todo el conjunto con varias vueltas de cinta aislante.

Figura 3.42. Colocación de la funda.

Figura 3.43. Encintado total.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 1

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Curvado de tubo rígido de PVC

Herramientas

- Arco de sierra
- Soplete de fontanero o decapador de aire caliente
- Paño o esponja humedecida con agua

Material

- 1 m de tubo de PVC rígido de 16 o 20 mm de diámetro
- Curvado de tubo rígido de PVC

Objetivo

- Realizar una curva en un tramo de tubo de PVC rígido.

Precauciones

- Es aconsejable que esta actividad sea realizada por dos personas. Una de ellas sujetará el tubo, y la otra, el elemento emisor de calor.
- Debe tenerse mucha precaución para no dirigir la llama del soplete o el aire caliente del decapador a la persona u objetos que existan alrededor.
- El decapador NO es un secador de pelo. La temperatura del aire que expulsa es muy elevada y puede producir graves quemaduras si se dirige a una persona.

Desarrollo

1. Sujetad una barra de tubo en la mordaza de cadena y cortad aproximadamente 1 m.
2. Una persona sujeta por los extremos el tramo de tubo mientras la otra enciende el instrumento emisor de calor (soplete o decapador).
3. Moved continuamente el emisor de calor a la vez que giráis el tubo. En ningún momento se debe fijar el foco de calor sobre el tubo, ya que elevaría excesivamente la temperatura en ese punto quemándolo.
4. Cuando la parte que se ha calentado del tubo se mueva libremente, proceded a realizar la curva a 90° apoyándolo sobre el suelo o la mesa de trabajo.

   Truco: si el suelo dispone de baldosas de gran tamaño, el ángulo recto formado por dos de sus lados puede servir de guía para realizar la curva. Si no se dispone de este tipo de suelo, se puede dibujar dicho ángulo en un tablero de madera.
5. Para evitar que el diámetro interior del tubo disminuya, podéis hacer una ligera presión sobre la curva aún caliente con una esponja o un trapo humedecido con agua.

Figura 3.44.

Figura 3.45.

Figura 3.46.

Figura 3.47.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 2

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Terraja de diámetro adecuado al tubo que utilizar
- Portaterrajas
- Mordaza de cadena
- Cortatubos

Material

- 1 m de tubo metálico rígido de 16 o 20 mm de diámetro
- Un manguito roscado

Roscado y unión de tubo metálico

Objetivo

- Roscar los extremos de dos tubos metálicos y unirlos mediante un manguito de empalme.

Precauciones

- El uso adecuado de la terraja requiere cierta destreza. Si no se realiza el roscado perfectamente al primer intento, corta otro tubo y prueba de nuevo.
- Para acoplar la terraja al portaterrajas correctamente, debes seguir las indicaciones de tu profesor o las mostradas en el manual de esta. Dependiendo del modelo de terraja, su mecanismo de funcionamiento puede ser diferente.
- Esta actividad debe realizarse por dos personas.

Desarrollo

1. Fijad una barra de tubo en la mordaza de cadena.
2. Cortad dos tramos de 50 cm cada uno.
3. Sujetad uno de los tramos en la mordaza y realizad una rosca con la tarraja sobre uno de sus extremos de aproximadamente 3 cm.

   En general, una vez acoplada la terraja al tubo, por cada vuelta que deis hacia adelante, dad media hacia atrás para soltar viruta y así facilitar la operación.
4. Haced lo mismo sobre uno de los extremos del otro tramo del otro tubo.
5. Empalmad ambos tubos con un manguito de unión.

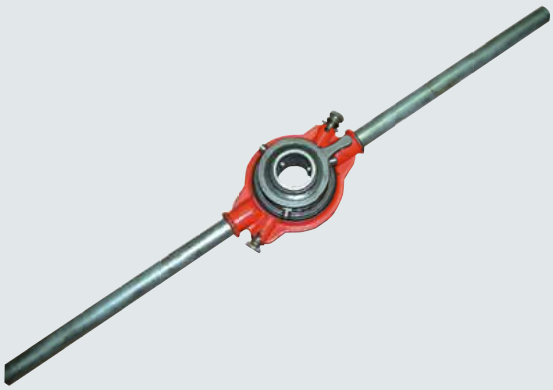


Figura 3.48. Terraja.

Figura 3.49. Rosca en tubo metálico.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 3

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Montaje de una canalización de tubo corrugado sobre panel de entrenamiento

Herramientas

- Tijera de electricista
- Destornilladores de diferentes tamaños y tipos de bocas
- Alicates
- Barrena
- Martillo

Material

- Un panel de aglomerado de 16 mm de espesor
- Tubo corrugado de 16 mm ∅
- Una caja de registro
- Una regleta con dos bornes
- Once grapas o abrazaderas para el tubo de 16 mm
- Tirafondos y arandelas

Objetivo

- Montar sobre un panel de madera la canalización necesaria para realizar los circuitos eléctricos que se van a realizar en la próxima unidad.

Precauciones

- Una práctica errónea y habitual es golpear con el martillo sobre la barrena para hacer los orificios. No es aconsejable que lo hagas, ya que estropearías irremediablemente la barrena. Lo ideal es que hagas con la barrena un orificio de aproximadamente medio centímetro, y el resto, cuando rosques el tornillo.
- En la parte inferior del tablero debes dejar espacio suficiente para alojar los mecanismos. En algunos casos vas a colocar en el mismo tubo hasta cuatro aparatos.
- Esta actividad se puede realizar individualmente o por grupos.

Desarrollo

1. Con un lapicero o tiza, dibuja sobre el panel el siguiente conjunto de líneas. Este trazado te servirá de guía para colocar adecuadamente los tubos y las cajas necesarias del montaje.

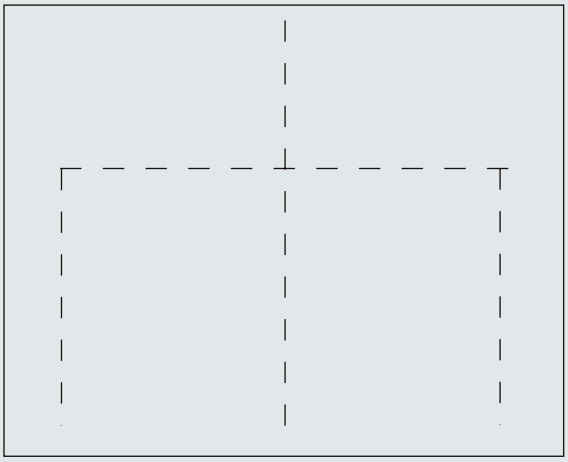


Figura 3.50.

2. Toma la caja de registro y realiza los orificios para alojar los tubos que van a llegar hasta ella. Generalmente, este tipo de caja se encuentra troquelada y la abertura de orificios se hace con un golpe seco con la boca del alicate.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 3

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

3. Realiza con la barrena un par de orificios en el fondo de la caja para alojar en ellos los tirafondos de fijación.

Figura 3.51.

Figura 3.52.

4. Sitúa la caja en el cruce de las líneas que has dibujado sobre el tablero. Con un lapicero, marca un punto en el tablero a través de los orificios que has realizado para los tirafondos.
5. Con la barrena, haz un pequeño orificio en dichas marcas. Una práctica errónea y habitual es golpear con el martillo sobre la barrena para hacer los orificios. No es aconsejable que lo hagas, ya que la estropearías irremediablemente.

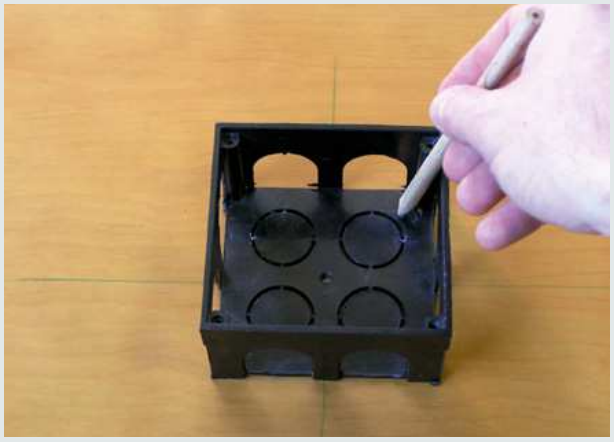


Figura 3.53.

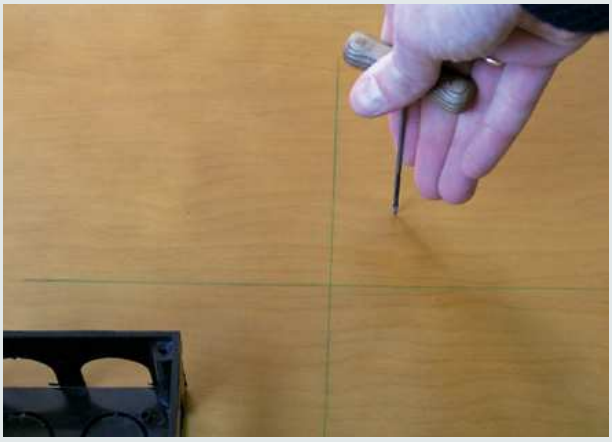


Figura 3.54.

6. Fija la caja al panel con un par de tirafondos.
7. Presenta el tubo horizontal central de forma que cubra completamente la línea o sea paralela a ella. No introduzcas más de 5 cm de tubo en la caja de registro.
8. Coloca las grapas sobre él y haz una marca en su orificio.
9. Con la barrena, haz los agujeros sobre estas marcas.
10. Fija las grapas sobre el panel.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

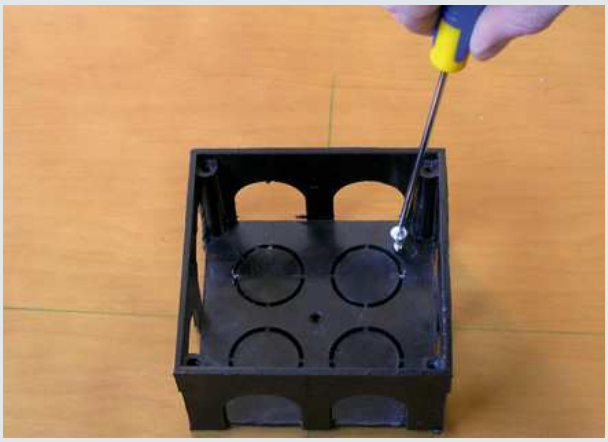


Figura 3.55.

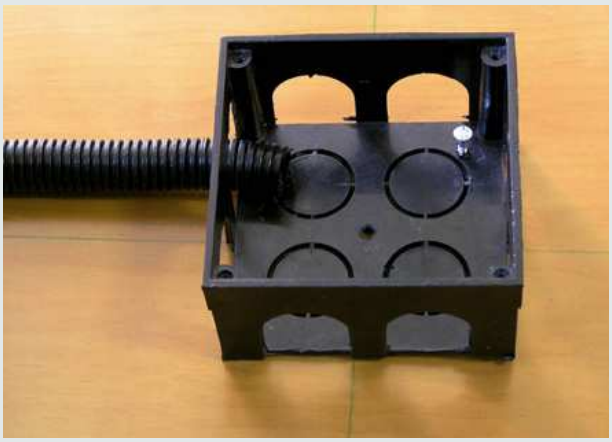


Figura 3.56.

11. Repite los puntos del 7 al 10 sobre los otros tramos de tubo. Ten cuidado al hacer las curvas que no sean excesivamente cerradas.

12. Y, por último, fija con un tirafondo la regleta en la parte superior del tubo recto más corto.

El aspecto final del conjunto debe ser el siguiente:

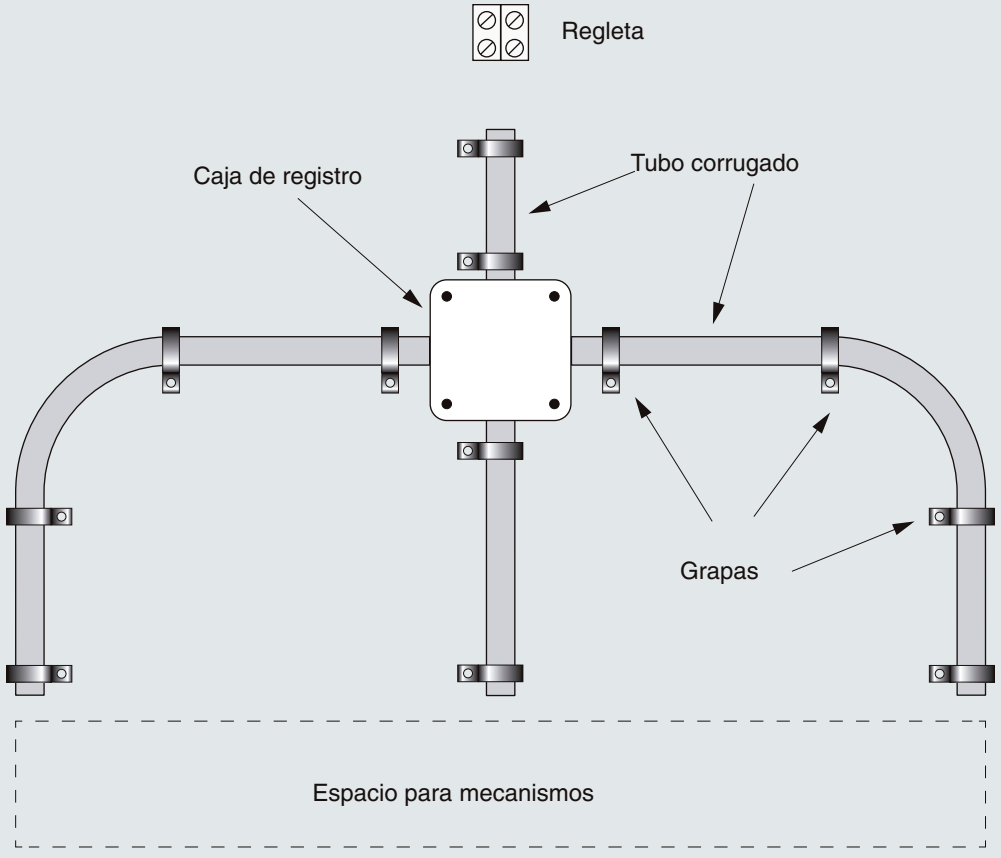
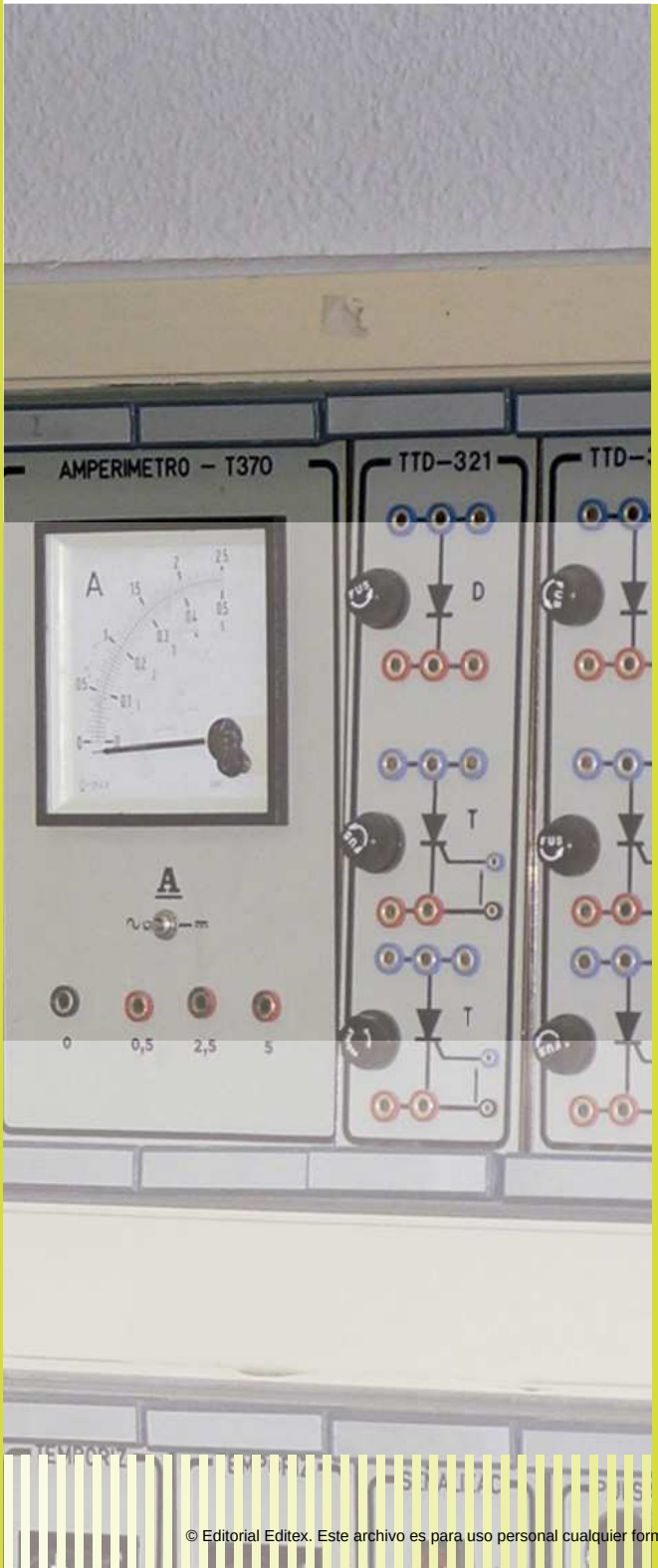


Figura 3.57.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

4 Comprobaciones y medidas eléctricas



Vamos a conocer...

1. Magnitudes eléctricas y su medida
2. Resistencia eléctrica
3. Tipos de corriente eléctrica
4. Intensidad de corriente
5. Tensión eléctrica
6. Potencia eléctrica
7. Medida de resistencia de aislamiento
8. Otros instrumentos de medida de utilidad para el electricista

PRÁCTICA RESUELTA

Medida de la resistencia eléctrica

FICHA DE TRABAJO 1

Comprobación de continuidad

FICHA DE TRABAJO 2

Montaje del panel de medidas

FICHA DE TRABAJO 3

Medida de tensiones en un circuito en serie

FICHA DE TRABAJO 4

Medida de tensiones en un circuito en paralelo

FICHA DE TRABAJO 5

Medida de intensidades en un circuito en paralelo

FICHA DE TRABAJO 6

Medida de potencia

FICHA DE TRABAJO 7

Medida de corriente con pinza amperimétrica

Y al finalizar esta unidad...

- Conocerás las magnitudes eléctricas básicas, sus unidades y cómo se conectan en los circuitos los instrumentos para medirlas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. Magnitudes eléctricas y su medida

Para la puesta en marcha y mantenimiento de las instalaciones eléctricas, es necesario conocer cuáles son las magnitudes eléctricas básicas y las unidades e instrumentos necesarios para medirlas.

2. Resistencia eléctrica

Todo cuerpo presenta una resistencia al paso de la corriente eléctrica. En función de que esa resistencia sea mayor o menor, la conducción de corriente se hace con mayor o menor dificultad.

La resistencia eléctrica se mide en ohmios (Ω). Cuanto menor es el número de ohmios que presenta un cuerpo, mejor circulará la corriente eléctrica a través de él. Y, al contrario, cuanto mayor es el valor óhmico, más dificultad encontrará la corriente para circular por el cuerpo.

El **óhmetro,** también denominado **ohmnímetro,** es el instrumento destinado a medir la resistencia eléctrica. Existen muchos tipos de óhmetros en el mercado, pero quizás la forma más rápida y eficaz de realizar la medida de resistencia eléctrica por un técnico electricista es usando un polímetro.

Un **polímetro** permite medir diferentes tipos de magnitudes, con diferentes fondos de escala. Algunas de estas magnitudes las vas a conocer en esta unidad.

En la actualidad, los polímetros más extendidos son los de visualización digital, y por este motivo serán los que estudiemos en este libro.

Figura 4.3. Partes de un polímetro digital.

Figura 4.1. Símbolo del óhmetro.

Figura 4.2. Óhmetro de laboratorio.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Practica

Realiza la **práctica resuelta** y la **ficha de trabajo 1** de esta unidad.

2.1. Comprobación de continuidad

Si has realizado la experiencia de la práctica resuelta de esta unidad, observarás que un conductor eléctrico, como el cobre o el aluminio, tiene una resistencia eléctrica prácticamente nula.

Sin embargo, al dejar las puntas de prueba al aire, la resistencia es de valor infinito, lo que indica que este medio no conduce la electricidad.

Ten en cuenta estos dos parámetros de ahora en adelante, ya que te van a ser de gran utilidad a lo largo de este libro para comprobar la continuidad de conductores y aparatos eléctricos.

Una buena forma de saber si un cable está roto o ha perdido la conexión en una regleta es utilizar el polímetro para medir la continuidad. Así, **0 Ω** significa que **el conductor está bien,** y si se obtiene un **valor infinito (∞),** significa que el **conductor está roto o ha perdido la conexión.**

Los polímetros actuales disponen de una posición en su selector que permite comprobar la continuidad mediante una señal acústica (+). En este caso, solamente cuando existe continuidad el polímetro emite un sonido.

Suena un pitido y marca cero ohmios

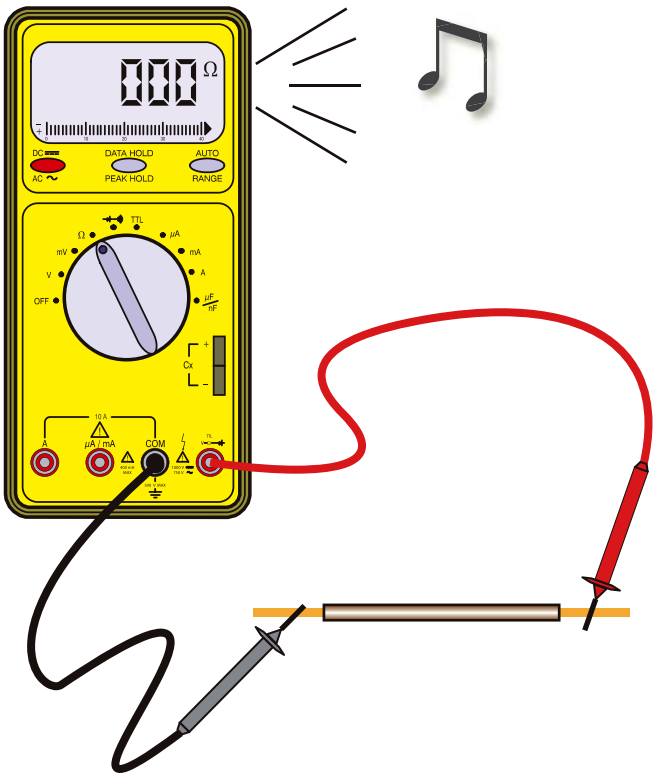


Figura 4.4. Si el cable está bien, la resistencia es nula.

No suena el pitido y el polímetro no marca

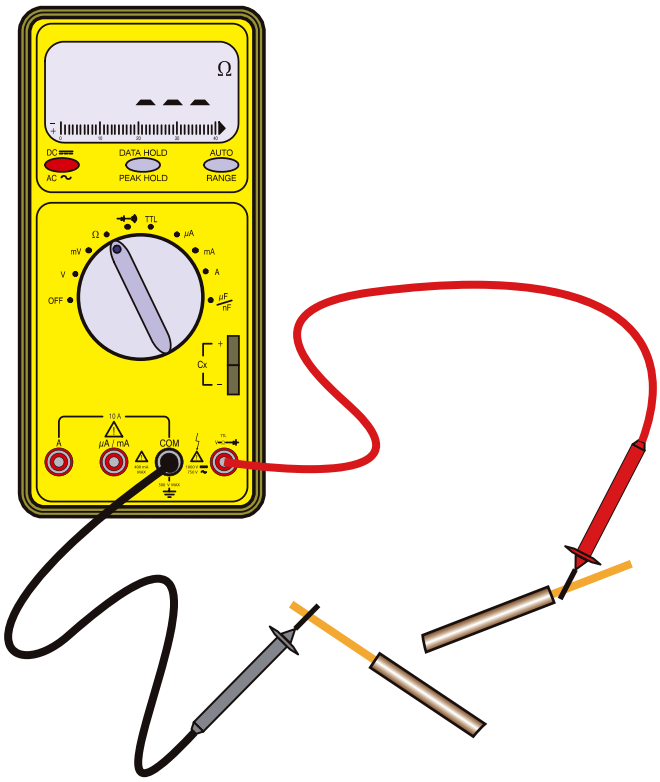


Figura 4.5. Si el cable está roto, la resistencia es infinita.

Es importante señalar que la medida de resistencia o comprobación de continuidad se debe hacer con la alimentación eléctrica desconectada de los circuitos a comprobar. De lo contrario, se puede dañar el polímetro de forma irremediable.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3. Tipos de corriente eléctrica

La corriente eléctrica es un movimiento de cargas eléctricas a través de los conductores de un circuito.

En función de cómo se produzca este movimiento, se pueden distinguir dos tipos de corriente: corriente continua y corriente alterna.

3.1. Corriente continua

La corriente continua, también denominada de forma abreviada CC (o *DC* por el acrónimo inglés), se genera en baterías, pilas, paneles solares, fuentes de alimentación, etc.

En un circuito de corriente continua, el movimiento de cargas se hace en el mismo sentido, de polo positivo al polo negativo de la alimentación, por lo que se dice que este tipo de corriente es unidireccional.

3.2. Corriente alterna

En la corriente alterna, también denominada CA (o *AC* del inglés), el movimiento de cargas se hace en ambos sentidos alternativamente. Este movimiento se produce en un segundo cincuenta veces en un sentido y cincuenta veces en otro. Estamos hablando de la **frecuencia.** Así, la frecuencia de la red eléctrica es de cincuenta hercios (50 Hz) y el símbolo general de la corriente alterna es una sinusoide, como puedes ver en la figura 4.7.

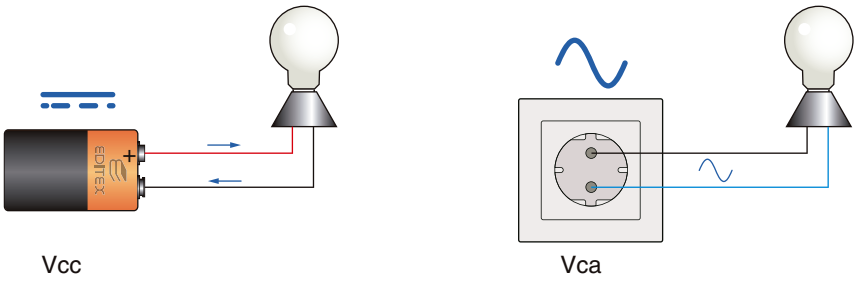


Figura 4.6. Corriente continua y corriente alterna.

Vas a trabajar con la corriente alterna en la mayoría de las actividades de este libro, pues es la que se utiliza para alimentar todo tipo de instalaciones domésticas e industriales.

Estos son algunos de los símbolos asociados a los dos tipos de corriente:

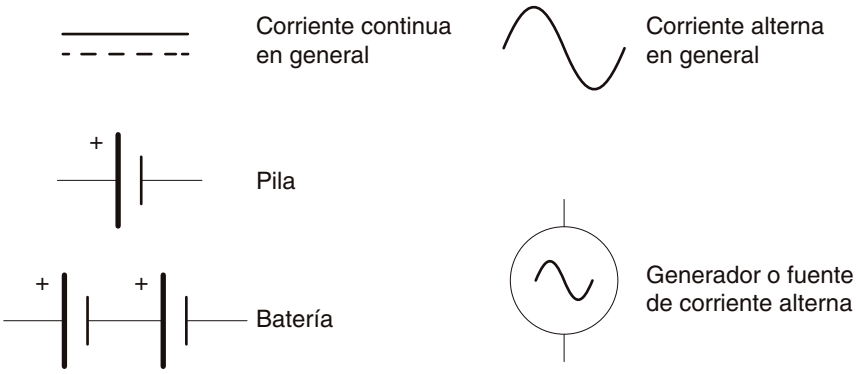


Figura 4.7. Símbolos relacionados con la corriente continua y alterna.

Saber más

A finales del siglo XIX se produjo la denominada «guerra de las corrientes», en la que Tesla y Edison compitieron por imponer sus respectivos sistemas de corriente. El ganador de aquella disputa fue Nikola Tesla con la corriente alterna.

Saber más

En algunos países como EE. UU. la frecuencia de la red es diferente a la nuestra. Allí se utilizan 60 Hz en lugar de los 50 Hz que se utilizan en Europa.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 2** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

4. Intensidad de corriente

Figura 4.8. Símbolo del amperímetro.

La cantidad de carga que circula por un circuito eléctrico por unidad de tiempo recibe el nombre de **intensidad de corriente**. Esta se mide con un instrumento denominado **amperímetro** y tiene como unidad el **amperio (A)**.

Medida de la intensidad de corriente

El amperímetro se conecta en serie con la carga. Por tanto, es necesario «cortar» o desconectar algún conductor eléctrico para su utilización.

Así, si se desea medir la intensidad de corriente que atraviesa una lámpara, el amperímetro se debe conectar en serie con ella.

Es importante que un amperímetro no se conecte en paralelo a la red eléctrica, ya que se podría dañar de forma irremediable.

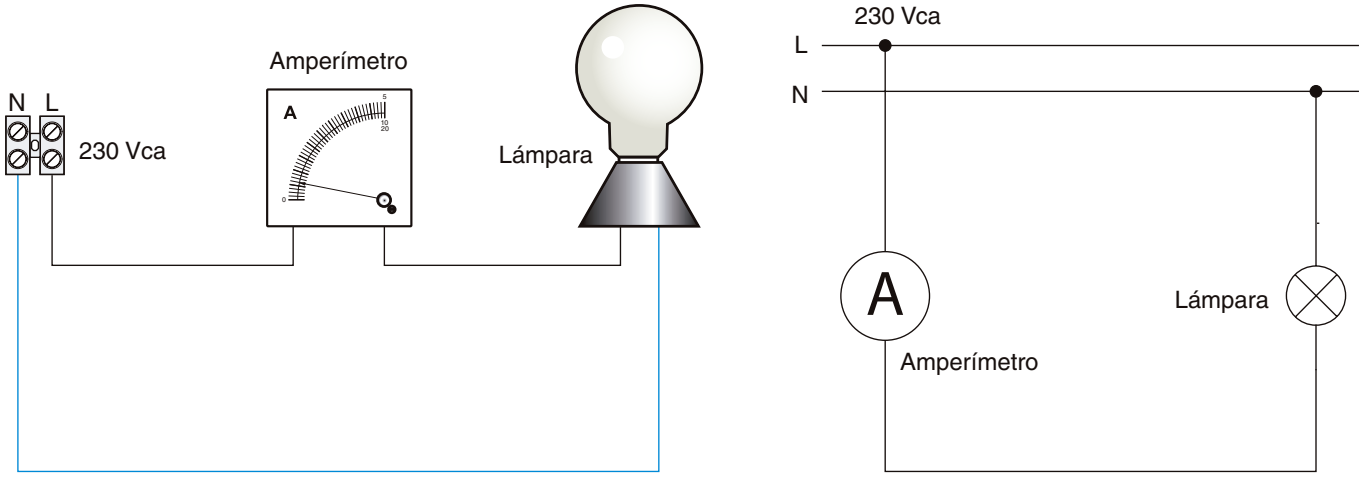


Figura 4.9. Conexión en serie del amperímetro y esquema multifilar.

La intensidad en un circuito de receptores en serie

En un circuito en serie, la corriente del circuito es la misma que la que recorre todos sus receptores.

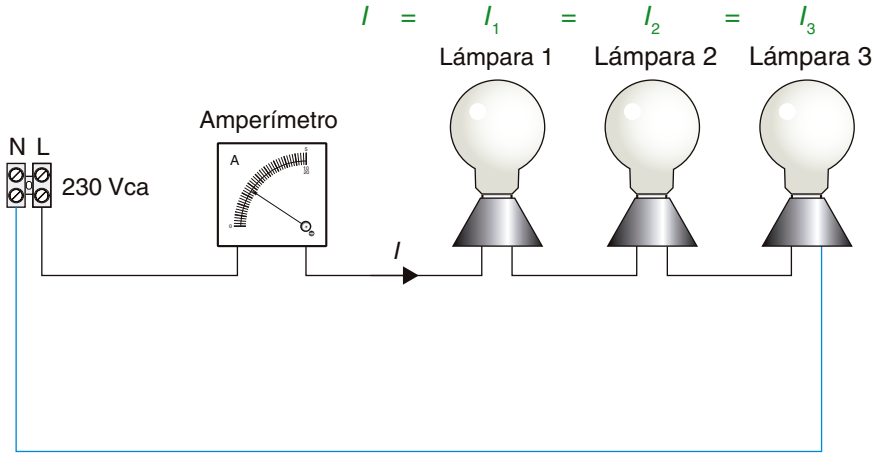


Figura 4.10. Intensidad en un circuito en serie.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

La intensidad en un circuito paralelo

En un circuito en paralelo, la corriente se divide en cada una de las ramas en función del consumo de cada uno de los receptores. Así, la intensidad total es la suma de las intensidades parciales.

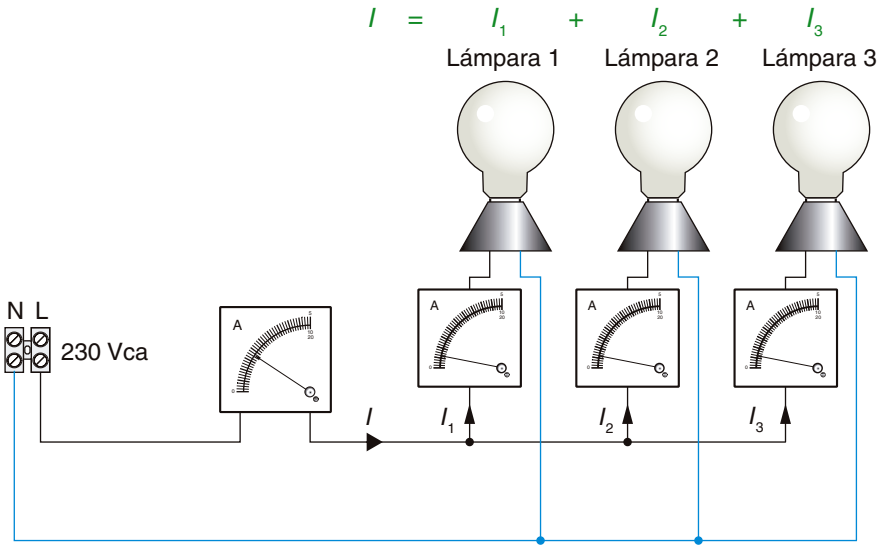


Figura 4.11. Intensidad en un circuito en paralelo.

5. Tensión eléctrica

En un circuito eléctrico, las cargas circulan siempre que existe una diferencia de potencial entre dos puntos de este. Esa diferencia de potencial es la denominada **tensión eléctrica o voltaje.**

Medida de la tensión eléctrica

La tensión se mide en voltios (V) con un instrumento denominado **voltímetro.** Este se conecta en paralelo entre los dos puntos con diferente potencial. Así, si se desea conocer la tensión que hay entre la fase y el neutro de una red de alimentación, se debe conectar cada una de las puntas de prueba del voltímetro a cada uno de los bornes de la red.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 5** de esta unidad.

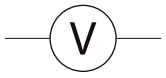


Figura 4.12. Símbolo del voltímetro.

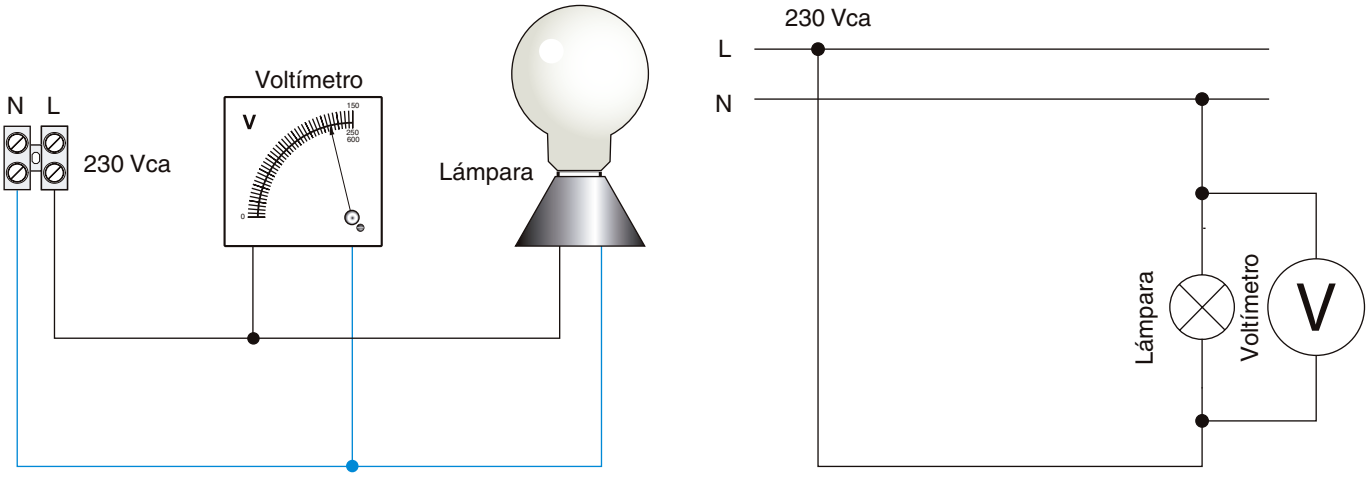


Figura 4.13. Conexión en serie del voltímetro y esquema multifilar.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Saber más

En EE. UU., la tensión de las tomas de corriente es de 110 V a 60 Hz. En Japón es de 100 V a 50 Hz o 60 Hz, dependiendo de la zona.

La tensión en un circuito de receptores en serie

En un circuito en serie, la tensión de la red se reparte entre cada uno de los receptores que intervienen, en función de las características eléctricas de estos. Así, la suma de las tensiones parciales da como resultado la tensión total, que es la de la red del circuito.

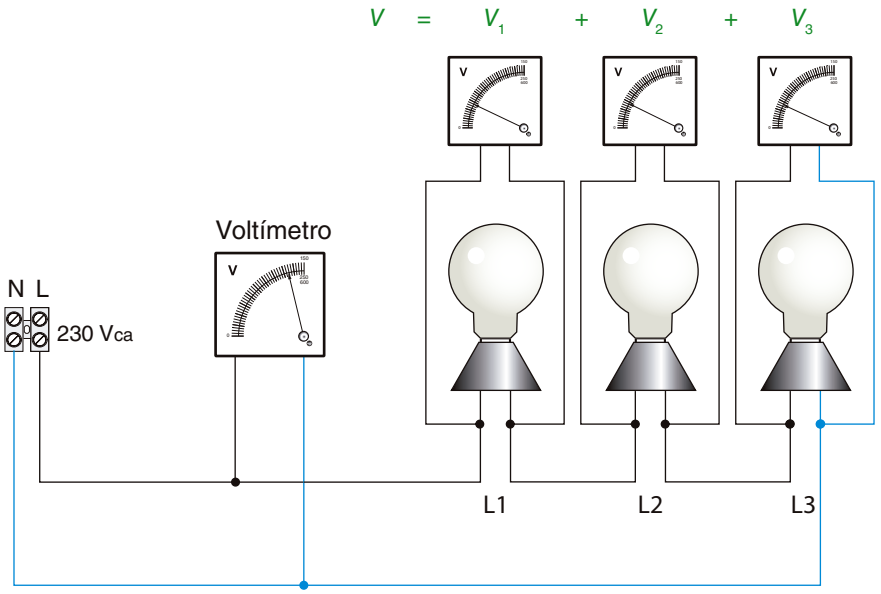


Figura 4.14. Medida de tensión en un circuito con receptores en serie.

En este caso, cada receptor produce una caída de tensión en sus bornes.

Medida de tensión en un circuito de receptores en paralelo

En un circuito en paralelo, las tensiones en los bornes de los receptores y la tensión de la red de alimentación son iguales.

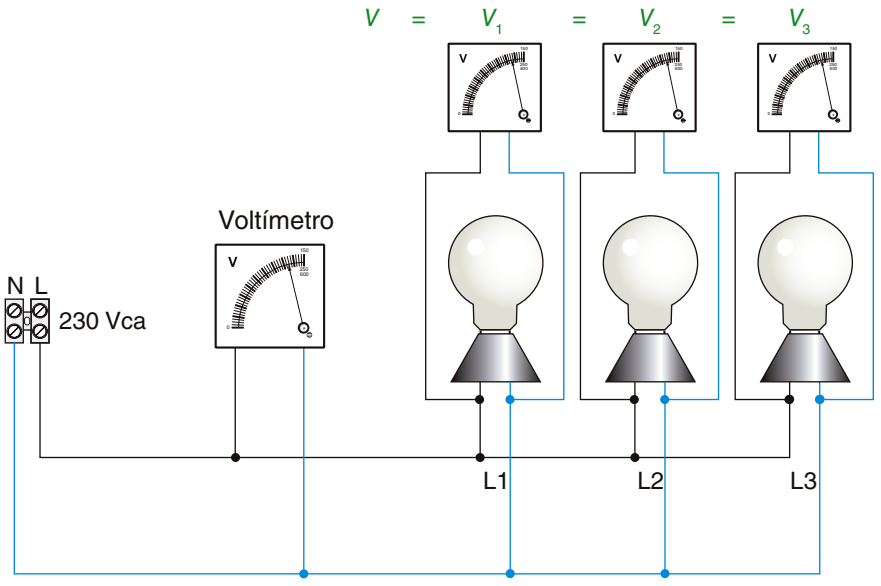


Figura 4.15. Medida de tensiones en un circuito de receptores en paralelo.

En este caso, las tensiones parciales, independientemente del tipo de receptor y su potencia, son las mismas en todos ellos.

Practica

Realiza las **fichas de trabajo 3** y **4** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

6. Potencia eléctrica

En corriente continua, la **potencia** eléctrica es el producto de la tensión por la intensidad. La potencia se mide en **vatios** y su símbolo es **W.**

$$P = V \cdot I$$

P: potencia (W)
V: tensión (V)
I: intensidad (A)

En corriente alterna también se cumple la relación anterior siempre que los receptores sean puramente resistivos. Si los receptores son inductivos, es decir, tienen devanados, como los motores y los transformadores, el cálculo por esta expresión solamente es aproximado. El motivo es que en dicho producto también interviene una variable denominada **factor de potencia (cos φ),** cuyo valor es menor que uno y no tiene unidades.

$$P = V \cdot I \cdot \varphi$$

P: potencia (W)
V: tensión (V)
I: intensidad (A)
cos φ: factor de potencia

Así, el valor del factor de potencia aumenta o disminuye en función del tipo de receptor conectado en el circuito y, por tanto, también influye sobre el valor resultante de la potencia. En cualquier caso, su estudio detallado se sale de los objetivos de este libro.

6.1. Medida de la potencia con el método voltamperimétrico

Se puede decir con cierto margen de error que la potencia de un receptor eléctrico es el resultado de multiplicar el valor obtenido por un voltímetro y un amperímetro conectados en serie y en paralelo al receptor, tal y como se muestra en la figura 4.16.

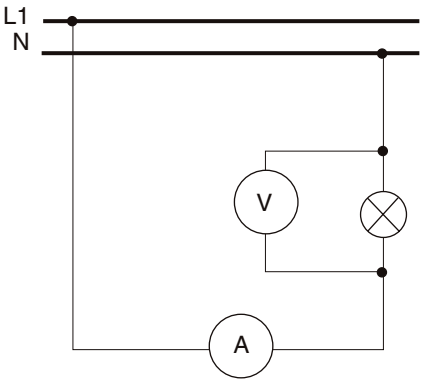


Figura 4.16. Medida de potencia por el método del voltímetro y el amperímetro.

6.2. Medida de la potencia con vatímetro

Existe un instrumento que permite medir directamente la potencia consumida (en W) por un receptor eléctrico. Se denomina **vatímetro** y tiene cuatro bornes para su conexión. Dos corresponden a la bobina amperimétrica y los otros dos, a la bobina voltimétrica. La primera se conecta en serie y la segunda, en paralelo.

Figura 4.18. Vatímetro de laboratorio.

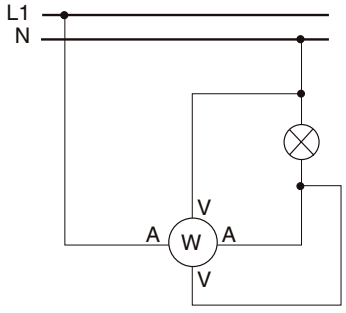


Figura 4.19. Conexión del vatímetro.

Saber más

Los bornes marcados con V son la bobina voltimétrica y los marcados con A, la amperimétrica.

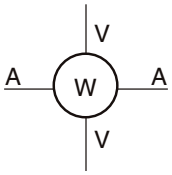


Figura 4.17. Símbolo del voltímetro.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 6** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

7. Medida de resistencia de aislamiento

El paso de los años o una mala instalación puede provocar que el aislamiento de los cables eléctricos de la aparamenta o de la maquinaria conectada a ellos sufra alteraciones que provoquen corrientes de fuga. Estas corrientes de fuga pueden ser peligrosas para las instalaciones y las personas que las utilizan.

Para la medida de la resistencia del aislamiento existente entre dos puntos conductores, se utiliza un instrumento denominado **megóhmetro,** conocido también como **medidor de aislamiento** o **Megger.**

Figura 4.20. Medidor de aislamiento (fuente: PCE Instruments).

Figura 4.21. Símbolo del medidor de aislamiento.

Este aparato inyecta una tensión continua de entre 500 y 1000 V y devuelve un valor resistivo en KΩ, MΩ o GΩ. Así, cuanto mayor es dicho valor resultante, mayor será también la resistencia de aislamiento entre los elementos activos a medir.

El REBT establece que en instalaciones de baja tensión con tensión inferior de alimentación a 500 V, como pueden ser las instalaciones domésticas, el valor de la medida de aislamiento no debe bajar de 0,5 MΩ. En instalaciones industriales con tensión superior a 500 V, el valor de medida del aislamiento debe ser igual o superior a 10,5 MΩ.

Formas de realizar la medida de aislamiento

Para usar un medidor de aislamiento, hay que tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. La medición debe hacerse sin tensión en el circuito en el que se desea comprobar.
2. Ya que el instrumento inyecta una tensión continua de alto valor (500 o 1000 Vcc), es necesario extremar las medidas de precaución para no tocar las partes activas de la instalación. Es aconsejable utilizar guantes aislantes.
3. Se deben utilizar los cables de prueba que suministra el fabricante, ya que de lo contrario puede resultar peligroso para el operario, además de falsear la lectura de la medición.
4. La medida de aislamiento se realizará de dos formas:
   a. Respecto a tierra.
   b. Entre los conductores activos.

En tu profesión

La medida de aislamiento se hace teniendo en cuenta que la longitud de los conductores medidos no excede de los 100 m. Si dicha longitud es mayor, la medida debe fraccionarse por tramos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Medida respecto a tierra

En instalaciones monofásicas, se cortocircuitarán la fase y el neutro y se desconectará el circuito de la red de alimentación. La medida se aplicará conectando las puntas de prueba entre cualquiera de los dos conductores cortocircuitados y el conductor de protección.

En circuitos trifásicos, se unirán las fases entre sí y con el neutro, si existe, y se realizará el ensayo de aislamiento entre dicha unión y tierra. De igual forma que para los monofásicos, la alimentación de la red debe estar desconectada.

En ambos casos no es necesario desconectar los receptores de la instalación.

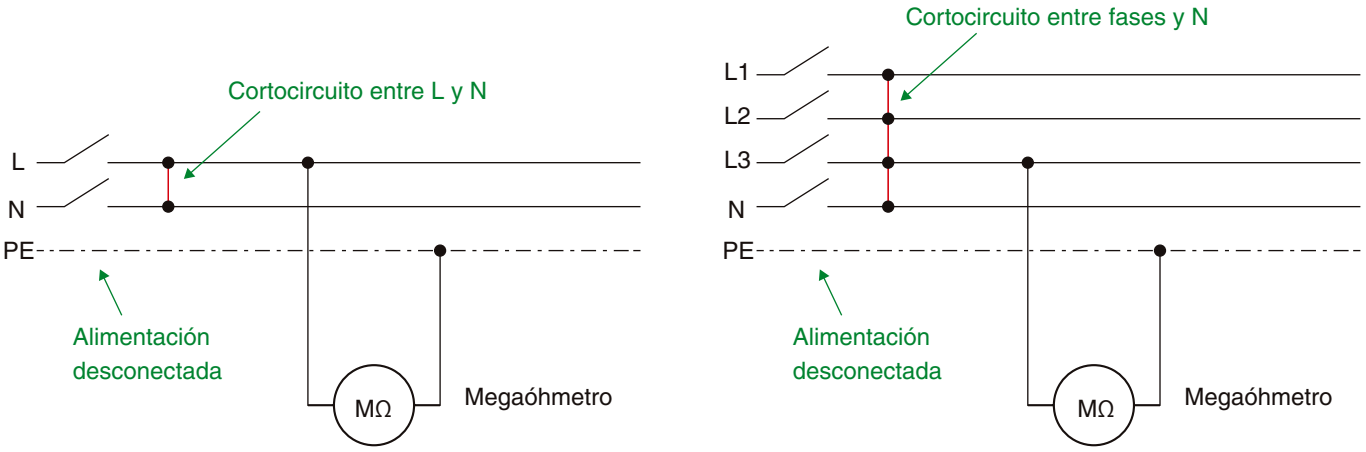


Figura 4.22. Medida de aislamiento con respecto a tierra en circuito monofásico y circuito trifásico.

Medida de aislamiento entre conductores activos

Se realizará desconectando la alimentación del circuito y todos los receptores de este.

En este caso, las puntas de prueba del medidor de aislamiento se conectarán entre los conductores activos del circuito: entre fase y neutro en sistemas monofásicos y entre todas las fases más el neutro (una respecto a todas las demás) en los trifásicos.

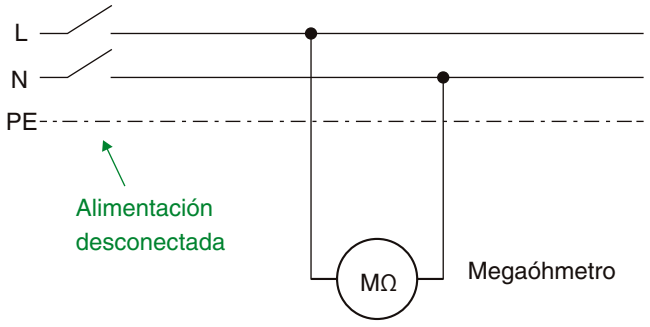


Figura 4.23. Medida de aislamiento entre conductores activos.

La comprobación de aislamiento se debe hacer de la misma manera en todos y cada uno de los circuitos de la instalación.

Recuerda

Los defectos de aislamiento en las instalaciones eléctricas y sus receptores pueden provocar la muerte de las personas que las utilizan.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

8. Otros instrumentos de medida de utilidad para el electricista

A lo largo de esta unidad has conocido diferentes aparatos para medir magnitudes eléctricas como la tensión, la corriente o la potencia eléctrica. Como has podido comprobar, existen instrumentos específicos para realizar cada una de estas medidas o universales, como el polímetro, que permiten la medida de diferentes magnitudes con un solo aparato.

Aquí se muestran tres nuevos instrumentos que te serán de gran utilidad en la técnica eléctrica.

8.1. Puntas de prueba

Figura 4.24. Puntas de prueba.

Las puntas de prueba permiten leer tensión en un circuito de forma rápida y cómoda, pero sin demasiada precisión.

Este instrumento consta de dos puntas para realizar la conexión eléctrica. En una de ellas se encuentran los diodos luminosos, que indican el nivel de tensión medido.

Las puntas de prueba no disponen de ningún elemento de conmutación, como ocurre en el polímetro. Así, la selección del tipo de corriente (CA o CC) y el fondo de escala se seleccionan de forma automática mediante un circuito electrónico que tienen en su interior.

8.2. Pinza amperimétrica

Figura 4.25. Pinza amperimétrica.

La pinza amperimétrica es posiblemente el instrumento de medida portátil más utilizado por los técnicos electricistas. Las más sencillas permiten realizar múltiples medidas de igual forma que los polímetros (tensión, continuidad, resistencia, etc.).

La gran ventaja de la pinza amperimétrica es que se pueden medir intensidades de corriente muy elevadas sin necesidad de cortar o desconectar los conductores de un montaje. Para ello dispone de una pinza, a modo de tenaza, que permite rodear los conductores activos sin necesidad de realizar un corte de corriente en la instalación y efectuar la medición por el efecto de inducción magnética.

En el mercado existen diferentes tipos de pinzas amperimétricas, incluso algunos polímetros disponen de un accesorio tipo pinza que permite la medida de corriente sin necesidad de «cortar» el circuito en el que se desea medir.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 7** de esta unidad.

8.3. El buscapolos

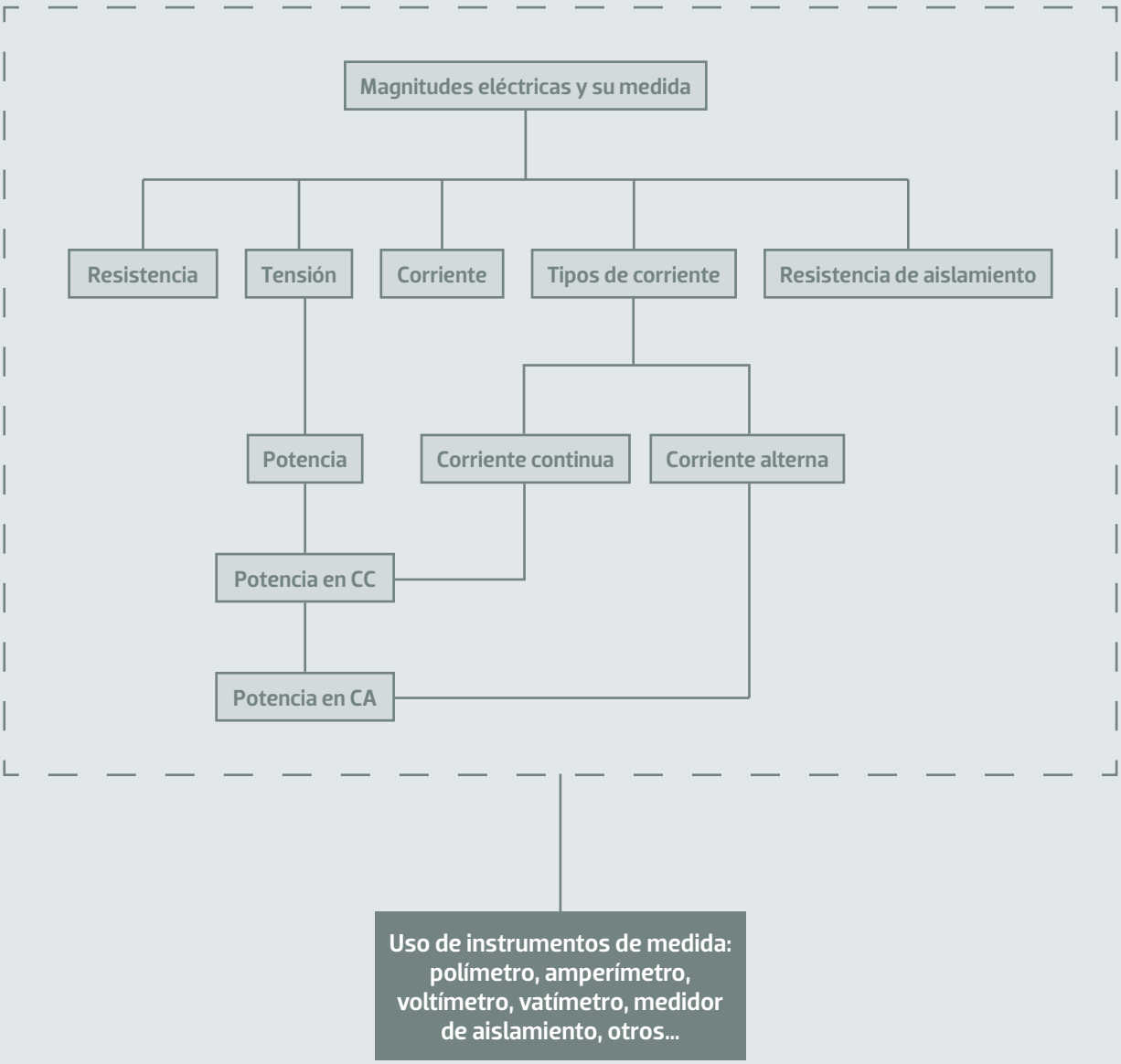
Figura 4.26. Buscapolos.

Con aspecto de destornillador, el buscapolos permite localizar las fases activas de la red eléctrica. Dispone en su interior de un indicador luminoso que se enciende cuando la punta del destornillador entra en contacto con una de estas fases.

Si bien con el buscapolos no se obtiene el valor de tensión que hay en un borne o conductor eléctrico, permite conocer de forma rápida si está o no en tensión.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en **internet**

1. Localiza diferentes fabricantes de instrumentos de medida y descarga sus catálogos. Algunos fabricantes son Fluke, Circutor, PROMAX, Chauvin Arnoux o Yokogawa.
2. Descarga la guía técnica Guía-BT-ANEXO 4 del REBT, en la que se describen las verificaciones que realizar en las instalaciones eléctricas. ¿Cuáles de ellas se pueden aplicar a lo estudiado en esta unidad?

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Actividades asociadas a la ficha de trabajo 3

- **1.** ¿Qué ocurre si se afloja alguna de las lámparas?
- **2.** ¿Qué ocurre si sustituyes una de las lámparas por otra de un valor de potencia diferente, por ejemplo, 100 W?

Actividades asociadas a la ficha de trabajo 4

- **3.** Observa y anota en tu cuaderno qué ocurre con las tensiones si se sustituye una de las lámparas por una de potencia diferente, por ejemplo, 25 W.
- **4.** Haz lo mismo colocando cada una de las lámparas de potencia diferente (25 W, 60 W y 100 W).
- **5.** Después de haber observado los resultados de las medidas, ¿crees que el circuito de lámparas en serie tiene alguna utilidad práctica? Discute la respuesta con tus compañeros.

Actividades asociadas a la ficha de trabajo 5

- **6.** Cambia una lámpara por otra de diferente potencia (por ejemplo, 25 W) y observa lo que ocurre con las tensiones.

Actividades asociadas a la ficha de trabajo 6

- **7.** Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar representando todos los aparatos de medida utilizados. Compáralo con el de tus compañeros.
- **8.** Observa y anota en tu cuaderno qué ocurre con las intensidades si cada lámpara es de una potencia diferente (25 W, 60 W y 100 W).

Actividades asociadas a la ficha de trabajo 7

- **9.** Cambia alguna de las lámparas por otras de diferente potencia. ¿Qué ocurre con la potencia medida?
- **10.** ¿Qué relación existe entre la potencia de las lámparas y la potencia medida?
- **11.** Utilizando el montaje de la ficha de trabajo 7, sustituye el voltímetro y el amperímetro por un vatímetro, como se muestra en la figura. ¿Cuál es el valor de la potencia medida? ¿Hay alguna diferencia en el resultado respecto al método voltamperimétrico?

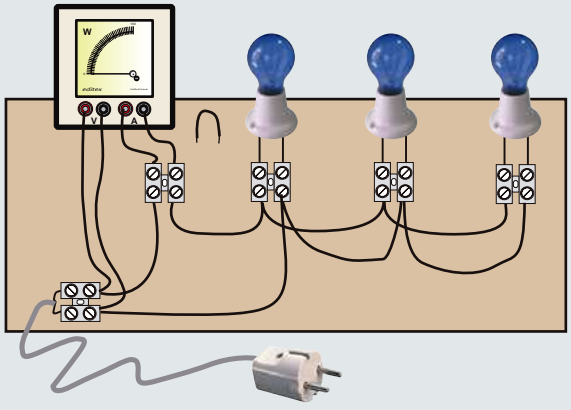


Figura 4.27.

- **12.** Utilizando el método voltamperimétrico, quita las lámparas de los portalámparas y conecta un taladro portátil a una de las regletas. Mide su potencia y observa si el valor en vatios marcado en la placa de características del taladro es el mismo que el medido.
- **13.** Quita el cableado del panel y realiza uno nuevo para que las lámparas estén conectadas en serie. Mide la potencia del circuito y di qué relación existe con la medida en el montaje en paralelo.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 4

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **La resistencia eléctrica se mide en:**
   a) Voltios.
   b) Ohmios.
   c) Amperios.
   d) Vatios.
2. **Comprobar la continuidad permite:**
   a) Conocer la tensión de un circuito.
   b) Medir la potencia de un receptor.
   c) Comprobar si un cable está roto o no.
   d) El aislamiento de un circuito.
3. **La corriente continua es:**
   a) Bidireccional.
   b) Unidireccional.
   c) Se representa con el símbolo de una sinusoide.
   d) Es la que genera una pila.
4. **El tipo de corriente que se tiene en una toma de corriente de una vivienda es:**
   a) Corriente continua.
   b) Corriente alterna.
   c) Se selecciona con un conmutador.
   d) Ambas.
5. **La corriente se mide en:**
   a) Amperios.
   b) Voltios.
   c) Vatios.
   d) Ohmios.
6. **La tensión se mide con un instrumento denominado:**
   a) Amperímetro.
   b) Vatímetro.
   c) Voltímetro.
   d) Medidor de aislamiento.
7. **En un circuito con receptores en serie:**
   a) La corriente es la misma en cada uno de ellos.
   b) Cada receptor tiene una corriente diferente.
   c) La corriente total es la suma de las corrientes parciales.
   d) No hay diferencia con el circuito de receptores en paralelo.
8. **En un circuito con receptores en paralelo:**
   a) La tensión es diferente en los bornes de cada receptor.
   b) A todos los receptores les llega la misma tensión.
   c) No hay diferencia con el circuito de receptores en serie.
   d) La tensión total es la suma de las tensione parciales.
9. **En un circuito de corriente continua, la potencia es:**
   a) La tensión por la corriente.
   b) La tensión por el valor de la resistencia del receptor.
   c) La corriente que circula por el receptor por una variable denominada factor de potencia.
   d) El valor de la tensión por el factor de potencia.
10. **La potencia eléctrica se mide en:**
    a) Amperios. c) Vatios.
    b) Voltios. d) Ohmios.
11. **La potencia se mide con él:**
    a) Voltímetro.
    b) Medidor de aislamiento.
    c) Amperímetro.
    d) Vatímetro.
12. **El instrumento denomiando Megaóhmetro:**
    a) Es un megavoltímetro.
    b) Se utiliza para medir la potencia en corriente alterna.
    c) Se denomina también medidor de aislamiento.
    d) Es igual que un voltímetro grande.
13. **Si vemos la expresión I = I1 = I2 = I3, estamos hablando de:**
    a) Corriente en un circuito de receptores en paralelo.
    b) Corriente en un circuito con receptores en serie.
    c) Tensión en un circuito de receptores en paralelo.
    d) Tensión en un circuito con receptores en serie.
14. **Si vemos la expresión V= V1 + V2 + V3, estamos hablando de:**
    a) Corriente en un circuito de receptores en paralelo.
    b) Corriente en un circuito con receptores en serie.
    c) Tensión en un circuito de receptores en paralelo.
    d) Tensión en un circuito con receptores en serie.
15. **Con un voltímetro y un amperímetro, en un circuito se puede conocer:**
    a) La corriente. c) La resistencia.
    b) La tensión. d) La potencia.
16. **La medida de aislamiento:**
    a) Debe hacerse con un óhmetro.
    b) Se hace con tensión en el circuito por comprobar.
    c) Se hace cortando la tensión en el circuito por comprobar.
    d) Se ejecuta con un amperímetro y un voltímetro.
17. **Una pinza amperimétrica hace la misma función que un:**
    a) Voltímetro. c) Amperímetro.
    b) Ohmnímetro. d) Medidor de aislamiento.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

Herramientas

- Polímetro o pinza amperimétrica

Material

- 10 cm de hilo de cobre de 1 mm^2
- Una bombilla de 230 V y 100 W

Medida de la resistencia eléctrica

Objetivo

- Comprobar con un polímetro la resistencia eléctrica que tienen tres tipos de materiales.

Precauciones

- Conectar las puntas de prueba en los bornes adecuados para la medida de resistencia en el polímetro.

Desarrollo

1. Pelar 1 cm los dos extremos del hilo de cobre.
2. Ajustar el selector del polímetro en ohmios, en una escala pequeña (aproximadamente 2 k). Si el polímetro dispone de indicador sonoro de continuidad, hacer las tres comprobaciones con el selector en esa posición.
3. Colocar las puntas de prueba del polímetro en los extremos pelados del cable de cobre y anotar en el cuaderno el valor obtenido en ohmios.
4. Hacer lo mismo con las puntas de prueba al aire.
5. Colocar las puntas de prueba en los contactos de la bombilla y anotar en el cuaderno de nuevo el valor.

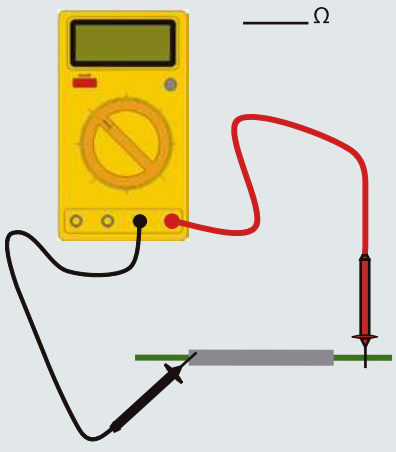


Figura 4.28. Comprobación de cable.

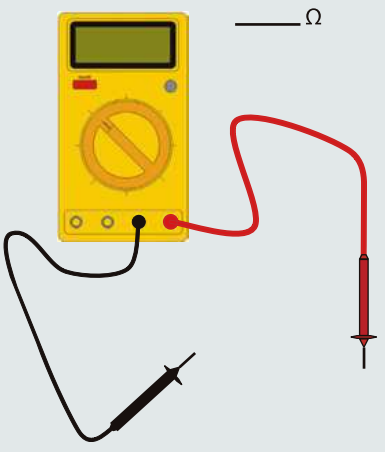


Figura 4.29. Comprobación al aire.

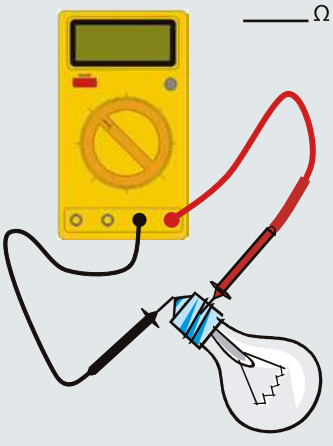


Figura 4.30. Comprobación a la bombilla.

6. ¿Qué conclusiones se pueden extraer de los resultados obtenidos? Haced una puesta en común en clase entre todos los compañeros.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 1

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Comprobación de continuidad

Herramientas

- Polímetro o pinza amperimétrica

Material

- Panel realizado en la ficha de trabajo de la unidad 1

Objetivo

- Comprobar con un polímetro la continuidad entre conductores eléctricos.

Precauciones

- Conecta las puntas de prueba en los bornes adecuados para la medida de resistencia en el polímetro.

Desarrollo

El objetivo es comprobar la correcta continuidad entre los conductores que tienen el mismo número en las diferentes regletas del montaje. Así, para realizar la comprobación se procederá de la siguiente forma:

1. Ajusta el polímetro en la posición de comprobación de continuidad mediante señal sonora.
2. Coloca una punta de prueba en el primer borne de la regleta A.
3. Conecta la otra punta de prueba en el mismo número de todos los bloques de regletas que dispongan de él.
4. En todos los casos debe dar continuidad. Si alguna continuidad no es correcta, busca el fallo y repáralo.
5. Dejando fija la punta de prueba en la regleta A, comprueba que no existe continuidad en los números de las regletas contiguas. Si se detecta este tipo de fallo, repáralo.
6. Haz lo mismo para todos los números de regletas que intervienen en el montaje.

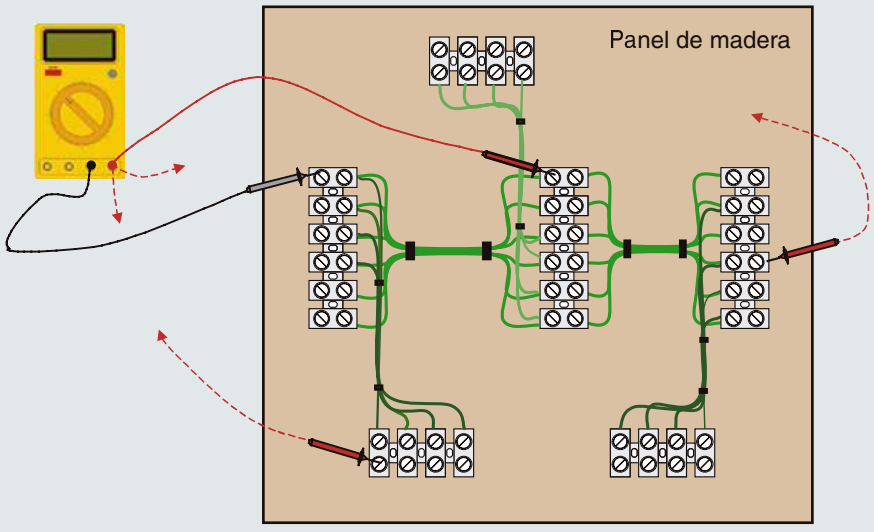


Figura 4.31.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 2

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista

Material

- Cinco regletas de dos bornes de 100 mm^2
- Alargador con clavija (puedes utilizar el realizado en la unidad 1)
- Tres portalámparas de base
- Quince tirafondos para fijar las regletas y los portalámparas
- 50 cm de cable de 1 mm^2

Montaje del panel de medidas

Objetivo

- Preparar sobre el panel de entrenamiento los componentes para realizar las actividades de medidas eléctricas.

Precauciones

- Debido a que este montaje va a ser conectado a la red eléctrica de 230 V, evita que los cables conectados a las regletas estén excesivamente pelados.
- Fija con tirafondos los portalámparas al panel de madera.

Desarrollo

1. Fija con tirafondos, sobre el panel de entrenamiento, las regletas tal y como se muestra en la figura.
2. Saca dos tramos de cable de cada una de las tres regletas que están a la derecha.
3. Conecta dichos cables a los portalámparas y fíjalos con tirafondos al panel.
4. Conecta el alargador a la regleta que está a la izquierda.

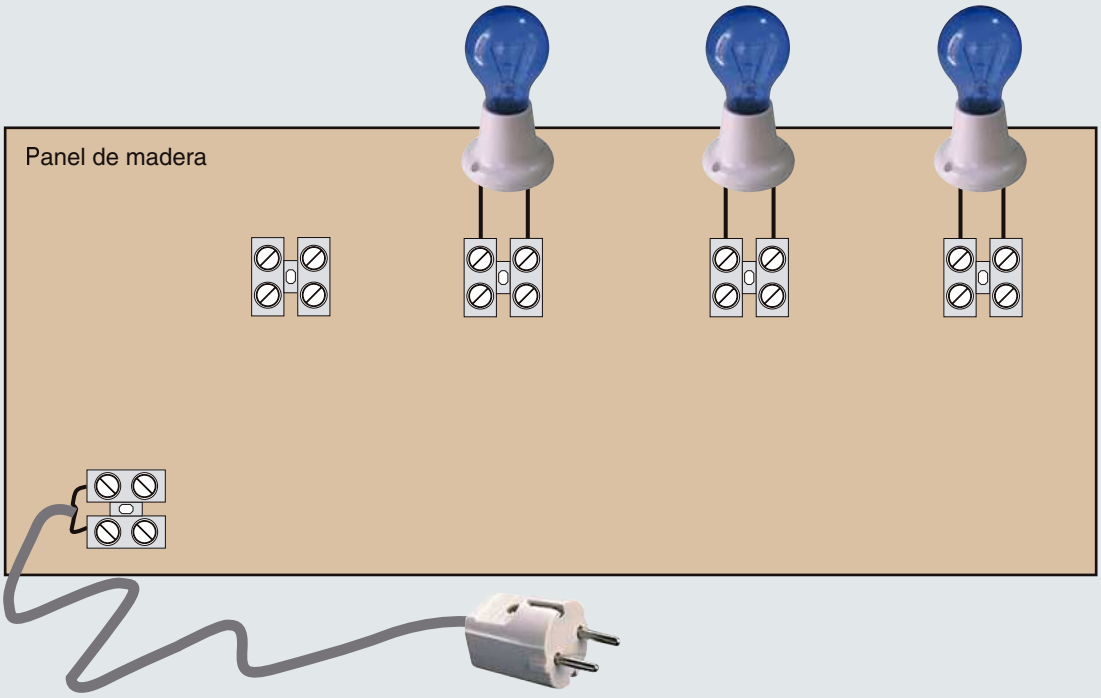


Figura 4.32.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 3

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Medida de tensiones en un circuito en serie

Objetivo

- Medir las tensiones que intervienen en un circuito con receptores en serie.

Precauciones

- Realiza todas las conexiones con la clavija del alargador desconectada de la red eléctrica.
- No manipules el circuito una vez conectado a la red eléctrica.

Desarrollo

1. Utiliza el montaje de la ficha de trabajo 2.
2. Retira el amperímetro de la regleta de la izquierda y pon en ella un pequeño puente de hilo de cobre.
3. Coloca el voltímetro en la regleta de la red eléctrica y conecta el alargador a un enchufe de 230 V.
4. Observa y anota en tu cuaderno el valor medido.
5. Desconecta la clavija de la red eléctrica.
6. Conecta el voltímetro en paralelo a la primera lámpara.
7. Conecta el alargador a la red eléctrica y anota en tu cuaderno los resultados de los voltímetros.
8. Desconecta el panel de la red eléctrica y repite los mismos pasos para las otras dos lámparas.

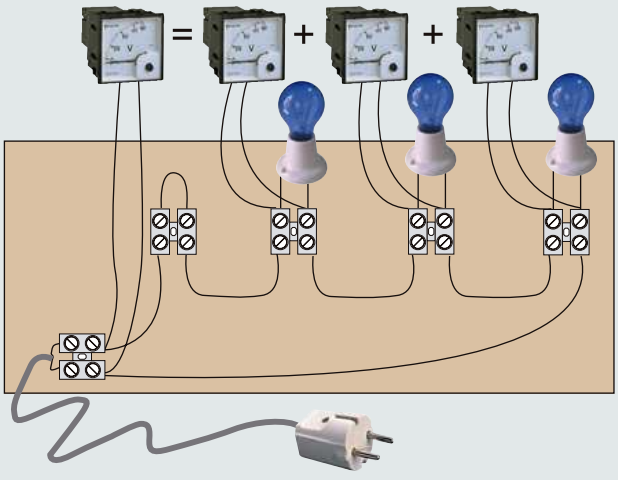


Figura 4.33.

9. Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar con la conexión de los aparatos de medida.

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Un voltímetro o polímetro que pueda medir tensión alterna de hasta 230 V

Material

- Cinco regletas de dos bornes de 100 mm^2
- Alargador con clavija (puedes utilizar el realizado en la unidad 1)
- Tres portalámparas de base
- Tres lámparas de 60 W
- Quince tirafondos para fijar las regletas y los portalámparas
- 1 m de cable de 1 mm^2

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 4

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Un voltímetro o polímetro que pueda medir tensiones de hasta 230 V en corriente alterna

Material

- Cinco regletas de dos bornes de 100 mm^2
- Alargador con clavija (puedes utilizar el realizado en la unidad 1)
- Tres portalámparas de base
- Tres lámparas de 60 W
- Quince tirafondos para fijar las regletas y los portalámparas
- 1 m de cable de 1 mm^2

Medida de tensiones en un circuito en paralelo

Objetivo

- Medir las tensiones que intervienen en un circuito con receptores en paralelo.

Precauciones

- Realiza todas las conexiones con la clavija del alargador desconectada de la red eléctrica.
- No manipules el circuito una vez conectado a la red eléctrica.
- Cada vez que cambies el aparato de medida, hazlo con el panel desconectado.

Desarrollo

1. Cambia el cableado del panel para que las tres lámparas estén conectadas en paralelo a la red eléctrica.
2. Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar necesario para medir las tensiones de cada una de las lámparas y la de la red eléctrica.
3. Observa y anota en tu cuaderno el valor de las tensiones medidas.

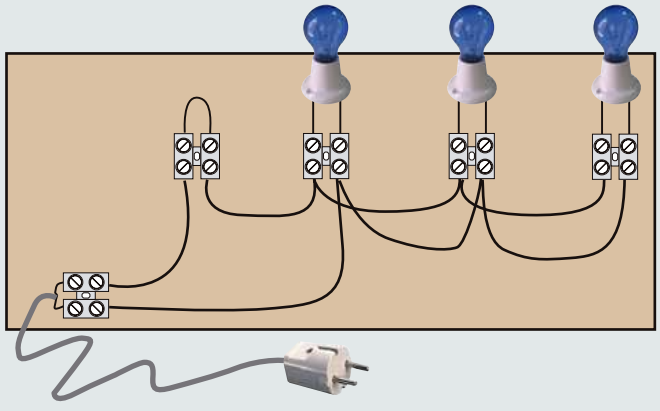


Figura 4.34. Cableado.

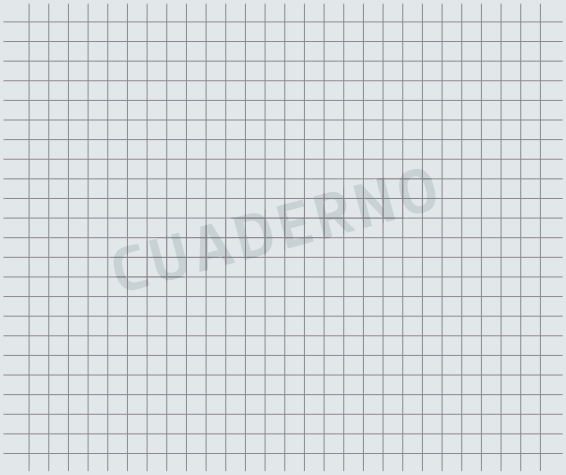


Figura 4.35. Esquema multifilar.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 5

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Medida de intensidades en un circuito en paralelo

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Un amperímetro o polímetro que pueda medir intensidades en corriente alterna

Material

- Cinco regletas de dos bornes de 100 mm^2
- Alargador con clavija (puedes utilizar el realizado en la unidad 1)
- Tres portalámparas de base
- Tres lámparas de 60 W
- Quince tirafondos para fijar las regletas y los portalámparas
- 1 m de cable de 1 mm^2

Objetivo

- Medir las corrientes que intervienen en un circuito con receptores en paralelo.

Precauciones

- Realiza todas las conexiones con la clavija del alargador desconectada de la red eléctrica.
- No manipules el circuito una vez conectado a la red eléctrica.
- Cada vez que cambies el aparato de medida, hazlo con el panel desconectado.

Desarrollo

1. Usando el panel con el cableado de la ficha de trabajo anterior, desconecta el puente de la regleta de la izquierda y conecta en ella los bornes del amperímetro de igual forma a como lo hiciste en el circuito serie.
2. Conecta el panel a la red eléctrica y anota en tu cuaderno el resultado medido.
3. Desconecta de nuevo el panel de la red eléctrica y coloca el puente en la regleta, retirando previamente la conexión del amperímetro.
4. Suelta un cable de una de las lámparas y conéctale una regleta de un solo borne.
5. Conéctale el amperímetro como se muestra en la figura. Si solamente dispones de un aparato de medida, debes mantener las otras lámparas conectadas directamente a su regleta.
6. Desconecta el panel de la red eléctrica y repite los pasos 4 y 5 para medir las intensidades de las otras lámparas.

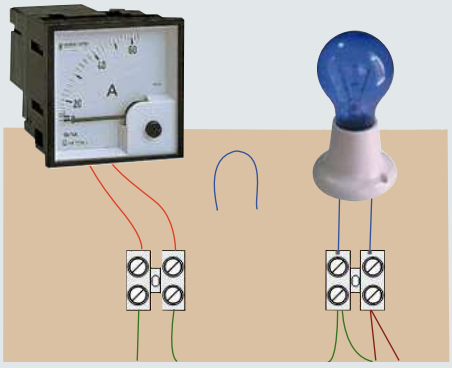


Figura 4.36.

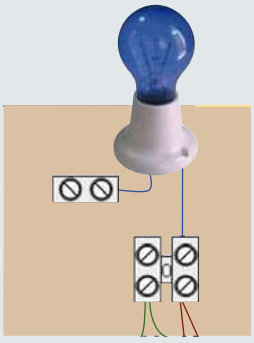


Figura 4.37. Detalle de la conexión de la regleta.

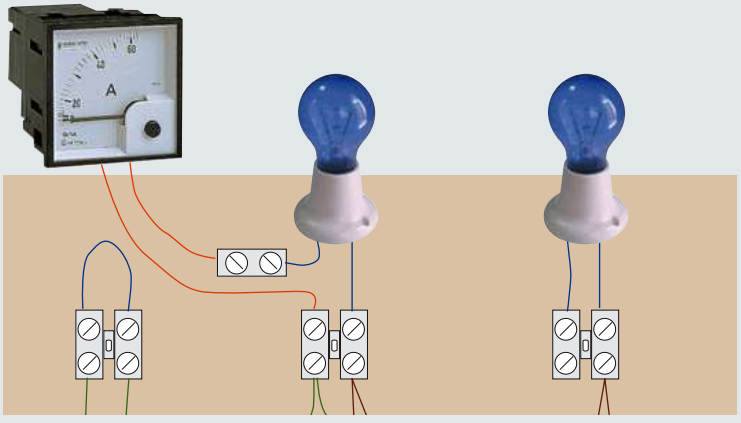


Figura 4.38. Conexión del amperímetro.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 6

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Un amperímetro, un voltímetro

Material

- Cinco regletas de dos bornes de 100 mm^2
- Alargador con clavija (puedes utilizar el realizado en la unidad 1)
- Tres portalámparas de base
- Tres lámparas de 60 W
- Quince tirafondos para fijar las regletas y los portalámparas
- 1 m de cable de 1 mm^2

Medida de potencia

Objetivo

- Medir la potencia de un circuito de lámparas en paralelo utilizando el método voltamperimétrico.

Precauciones

- Realiza todas las conexiones con la clavija del alargador desconectada de la red eléctrica.
- Cada vez que cambies el aparato de medida, hazlo con el panel desconectado.

Desarrollo

1. Retira el puente de la regleta de la izquierda y conecta en dicha regleta el amperímetro.
2. Conecta el voltímetro en paralelo a la red eléctrica o a cualquiera de las lámparas.
3. Conecta el tablero a la red de 230 V, anota en tu cuaderno los resultados y calcula la potencia.
4. Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar del circuito.

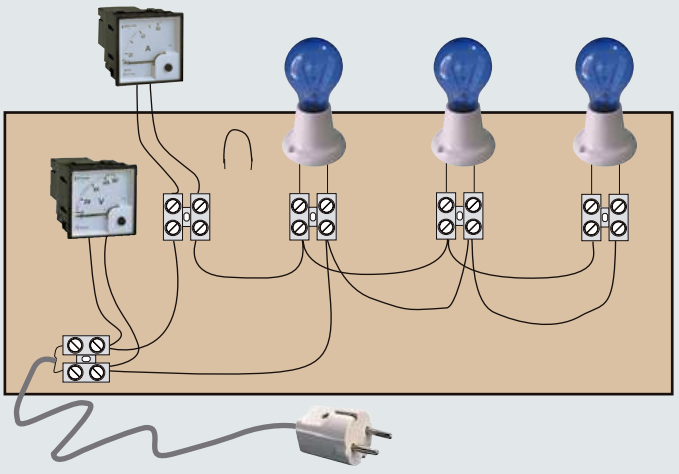


Figura 4.39. Cableado.

Figura 4.40. Esquema multifilar.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 7

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Una pinza amperimétrica

Material

- Cinco regletas de dos bornes de 100 mm^2
- Alargador con clavija (puedes utilizar el realizado en la unidad 1)
- Tres portalámparas de base
- Tres lámparas de 60 W
- Quince tirafondos para fijar las regletas y los portalámparas
- 1 m de cable de 1 mm^2

Medida de corriente con pinza amperimétrica

Objetivo

- Medir la corriente eléctrica con una pinza amperimétrica.

Precauciones

- Realiza todas las conexiones con la clavija del alargador desconectada de la red eléctrica.
- No manipules el circuito una vez conectado a la red eléctrica.

Desarrollo

1. Utiliza el cableado realizado para la conexión de lámparas en paralelo.

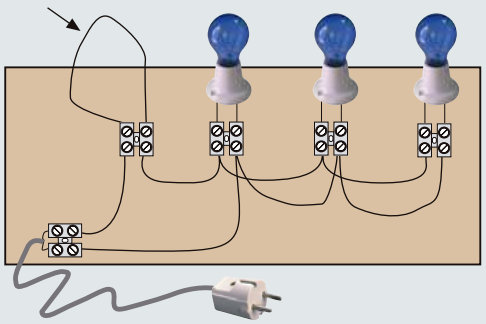


Figura 4.41. Cableado.

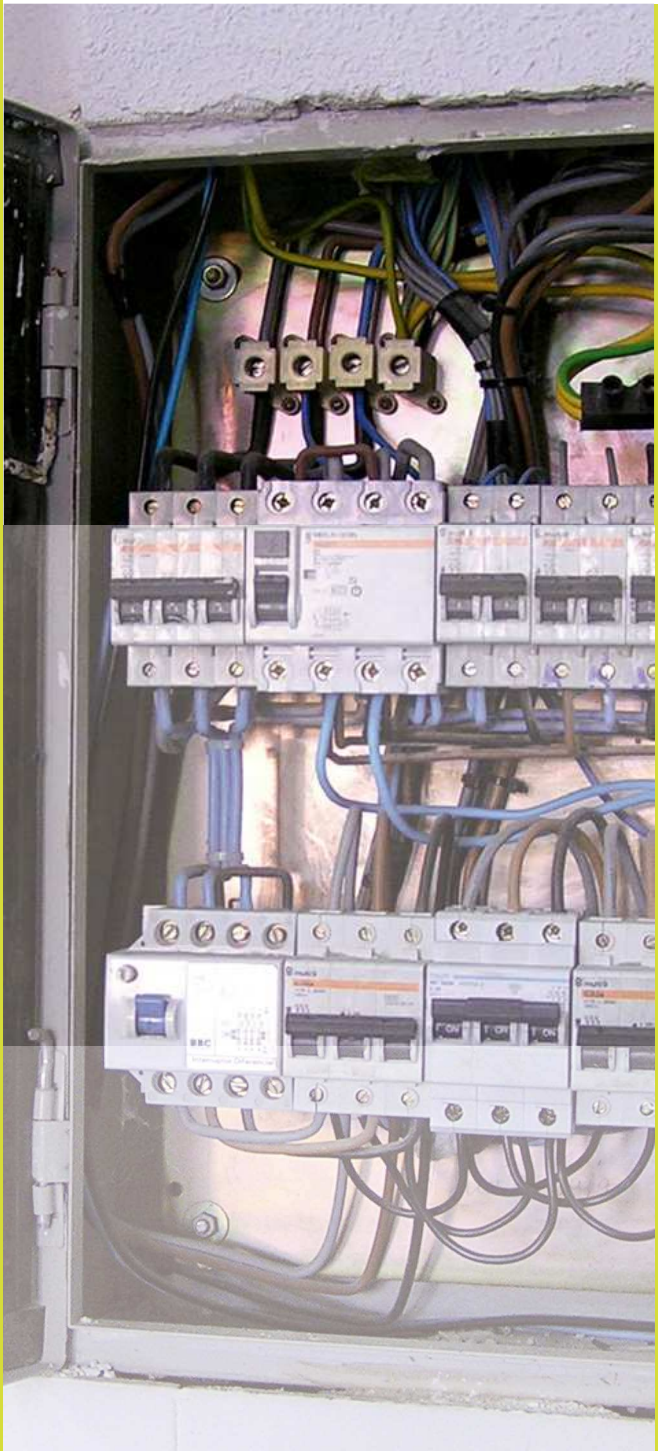
2. Sustituye el cable del puente por uno de unos 30 cm de largo.
3. Conecta el circuito a la red eléctrica y asegúrate que las lámparas se encienden.
4. Coloca la pinza amperimétrica en el cable del puente y observa la corriente consumida por el circuito.
5. Es muy posible que la corriente sea tan pequeña que sea difícil leerla con precisión, aun conmutando el selector a la escala más pequeña. Por tanto, puedes dar varias vueltas al conductor sobre la pinza del instrumento. Esto multiplicará la corriente tantas veces como vueltas hayas dado.

Figura 4.42.

Figura 4.43.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

5 Protecciones eléctricas



Vamos a conocer...

1. Protecciones en las instalaciones eléctricas
2. Protección contra sobreintensidades
3. Protección contra contactos directos e indirectos
4. Protección contra sobretensiones
5. Cuadros eléctricos para dispositivos de protección
6. Suministro de energía
7. Separación de circuitos en instalaciones de interior

PRÁCTICA RESUELTA

Montaje de un cuadro de protección básico

FICHA DE TRABAJO 1

Cuadro de protección de tipo industrial

FICHA DE TRABAJO 2

Preparación del panel para la construcción de cuadros de protección

FICHA DE TRABAJO 3

Cuadro de protección con alimentación trifásica

Y al finalizar esta unidad...

- Serás capaz de identificar los diferentes dispositivos que se utilizan para proteger los circuitos contra sobreintensidades, sobretensiones y choques eléctricos.
- Conocerás cómo se realiza el suministro de energía.
- Montarás un sencillo cuadro de protección utilizando estos dispositivos automáticos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. Protecciones en las instalaciones eléctricas

Las protecciones eléctricas deben garantizar la seguridad de las instalaciones y las personas que las utilizan. Para ello se deben instalar dispositivos que permitan proteger contra las siguientes anomalías:

- Sobreintensidades por sobrecarga o cortocircuitos.
- Contactos directos e indirectos.
- Sobretensiones.

2. Protección contra sobreintensidades

Una sobreintensidad, o sobrecorriente, es un aumento no controlado de la corriente eléctrica que puede ser perjudicial para el circuito en el que se produce. Por ejemplo, piensa en una instalación que dispone de unos cables calculados para soportar 10 A como máximo. Si por alguna razón circula por ellos el doble o el triple de corriente durante un periodo de tiempo más o menos largo, el conductor se calienta deteriorando de forma irremediable su aislante. En esta situación, la instalación se daña gravemente e incluso puede provocar un incendio en el lugar donde se produce.

Los motivos que pueden producir sobreintensidades son los siguientes:

- Sobrecargas.
- Cortocircuitos.
- Descargas eléctricas atmosféricas.

Una **sobrecarga** es un aumento de la corriente del circuito durante un tiempo determinado. Se puede producir cuando se conectan a una línea eléctrica más receptores que para los que está preparada.

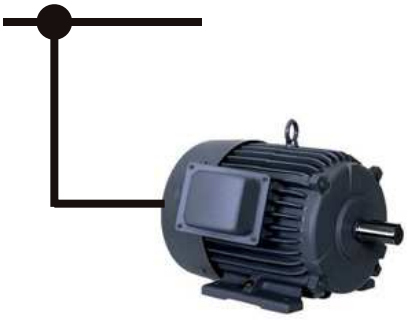


Figura 5.1. Funcionamiento óptimo. Red eléctrica preparada para la potencia de un solo motor.

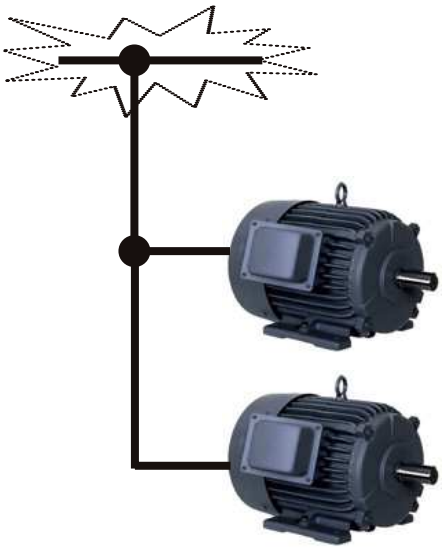


Figura 5.2. Red eléctrica sobrecargada.

Saber más

Todavía muchas personas dicen «han saltado los plomos de la casa» para hacer referencia al disparo de las protecciones eléctricas de una vivienda. La denominación «plomo» es debida a que, muchos años atrás, el hilo de los fusibles era de este material y, cuando se fundía, debía sustituirse por otro similar.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

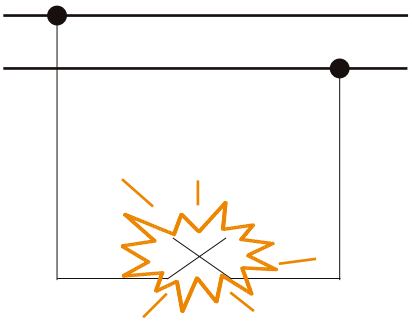


Figura 5.3. Cortocircuito.

Un **cortocircuito** es la unión directa de dos conductores que están a diferente potencial, por ejemplo, la fase y el neutro, lo que produce una subida de corriente muy grande en un breve periodo de tiempo que destruye de forma casi instantánea las partes más débiles del circuito.

El REBT dice: «Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles».

Tanto en los casos de sobrecarga como de cortocircuito acaban destruyéndose las partes más débiles del circuito. Por tanto, qué mejor manera para evitar daños que colocar de forma intencionada esas partes débiles en el circuito utilizando sistemas de remplazo o rearme rápido.

Debido a lo perjudicial que este tipo de defectos puede ser para los circuitos, es necesario dotar a estos de un sistema de protección adecuado.

2.1. El fusible

El fusible es un dispositivo de protección económico que dispone en su interior de un conductor eléctrico muy fino. Calibrado para una determinada corriente eléctrica, se funde rápidamente ante una situación de sobrecarga o cortocircuito. Esta fusión permite la desconexión de una o más fases de la red eléctrica que alimenta la instalación, evitando así que se produzcan daños mayores en ella.

Cuando el fusible se funde, es necesario sustituirlo por otro del mismo calibre. Esta característica se encuentra impresa en el propio cuerpo del cartucho, además de la tensión de trabajo.

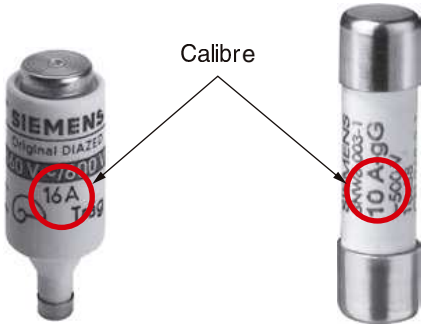


Figura 5.4. Calibre de dos tipos de fusibles.

Los fusibles se presentan en diferentes formatos, pero quizás los más extendidos son los de tipo cartucho.

Figura 5.5. Diferentes tipos de cartuchos fusibles.

Figura 5.6. Diferentes tipos de portafusibles.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Los fusibles deben proteger siempre las fases activas de la red de alimentación y nunca al neutro. Así, en función del número de fases que protejan, una, dos o tres, se denominan **monopolares, bipolares o tripolares.**

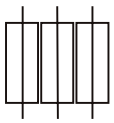
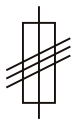
Símbolos del fusible			
Multifilar			Unifilar
			
Fusible monopolar	Fusible bipolar	Fusible tripolar	Fusible tripolar

Tabla 5.1.

Para comprobar si un fusible está o no fundido, puedes utilizar un polímetro en modo continuidad.

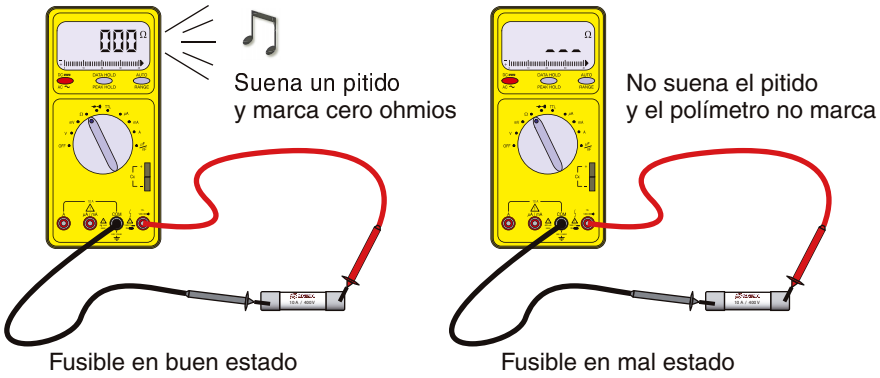


Figura 5.8. Comprobación de un fusible con polímetro.

2.2. El interruptor magnetotérmico

El interruptor magnetotérmico es un dispositivo de protección automático que en muchos casos sustituye al fusible.

La gran ventaja que tienen los magnetotérmicos sobre los fusibles es su **facilidad de rearme una vez que se han disparado.** Lo que en el fusible se hace sustituyendo el cartucho, aquí simplemente se consigue accionando un botón o un mecanismo de palanca.

En función del número de fases que protegen, los magnetotérmicos pueden ser **monopolares, bipolares, tripolares y tetrapolares.**

Figura 5.9. Magnetotérmico bipolar.

Figura 5.10. Magnetotérmico tripolar.

Recuerda

El conductor de protección PE no debe «pasar» nunca por ningún dispositivo de protección.

Saber más

En los esquemas, el fusible se representa conectado a la línea de la fase antes que cualquier otro mecanismo o dispositivo receptor.

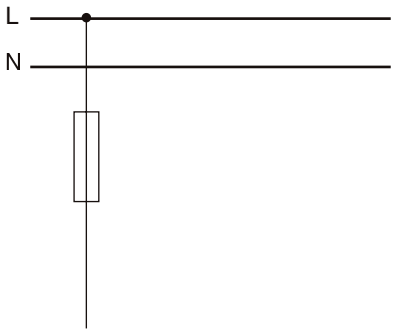


Figura 5.7. Fusible.

Saber más

Se dice que un interruptor es de corte **omnipolar** cuando interrumpe todos los conductores activos del sistema de alimentación.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

El REBT establece que la protección contra sobrecorrientes mediante interruptor magnetotérmico debe ser de corte omnipolar.

Así, los símbolos de los diferentes tipos de interruptores magnetotérmicos son los siguientes:

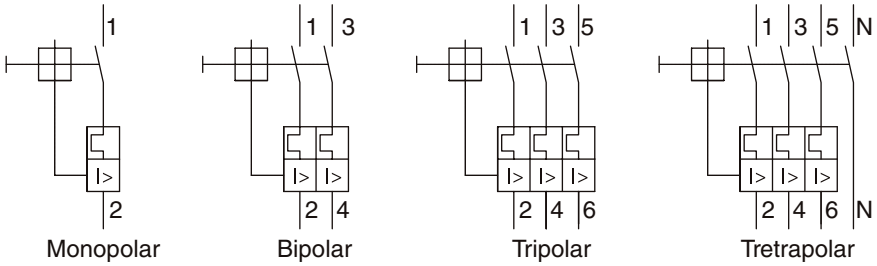


Figura 5.11. Símbolos de los interruptores magnetotérmicos.

Un magnetotérmico está formado por dos circuitos: uno magnético, de disparo rápido, para la protección contra cortocircuitos, y otro térmico, de disparo lento, para la protección contra sobrecargas. De ahí el nombre que se les da a estos dispositivos.

Se debe poner un interruptor magnetotérmico por cada una de las líneas o zonas que se deseen proteger.

Sirva como ejemplo una instalación que dispone de dos líneas para tomas de corriente y una para alumbrado. En este caso, la conexión de los interruptores automáticos es la siguiente:

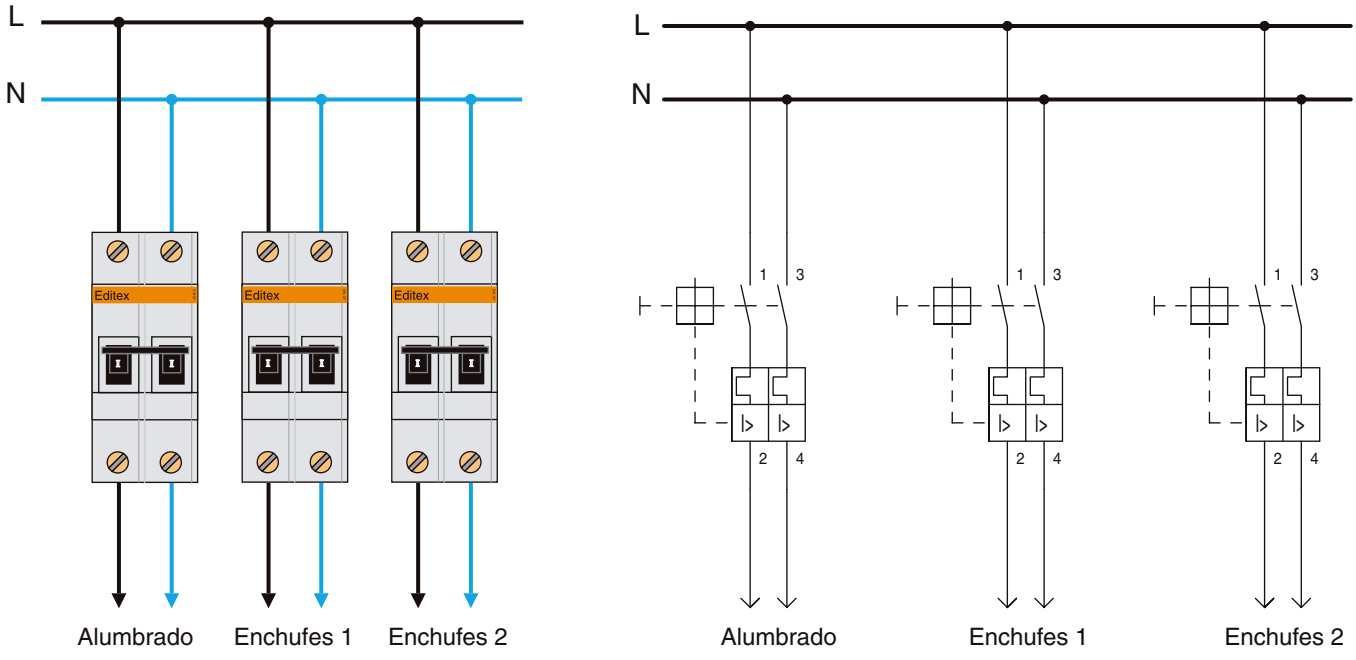


Figura 5.12. Conexión de los magnetotérmicos y esquema multifilar.

De igual manera que los fusibles, los interruptores magnetotérmicos están calibrados en amperios. Si la corriente que pasa por el circuito es superior a la corriente de corte en el interruptor, el dispositivo de disparo actúa.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3. Protección contra contactos directos e indirectos

n choque eléctrico es la puesta en contacto de una persona o animal con una parte activa de la instalación. Este tipo de contactos puede ser sumamente peligroso, pues puede provocar en algunos casos la muerte del afectado. Por este motivo, el REBT obliga a asegurar la protección de personas y animales contra los choque eléctricos.

Se denomina **contacto directo** a la situación en la que una persona o animal toca directamente un conductor activo de una instalación; por ejemplo, el contacto con uno de los bornes de un enchufe o con un cable en una caja de registro.

Se denomina **contacto indirecto** a la situación en la que una persona o animal toca una parte de la instalación que en teoría debería estar aislada, pero por avería o fallo está en contacto con algún conductor activo de la instalación; por ejemplo, una descarga eléctrica al entrar en contacto con la carcasa de un electrodoméstico, como puede ser la lavadora o el frigorífico.

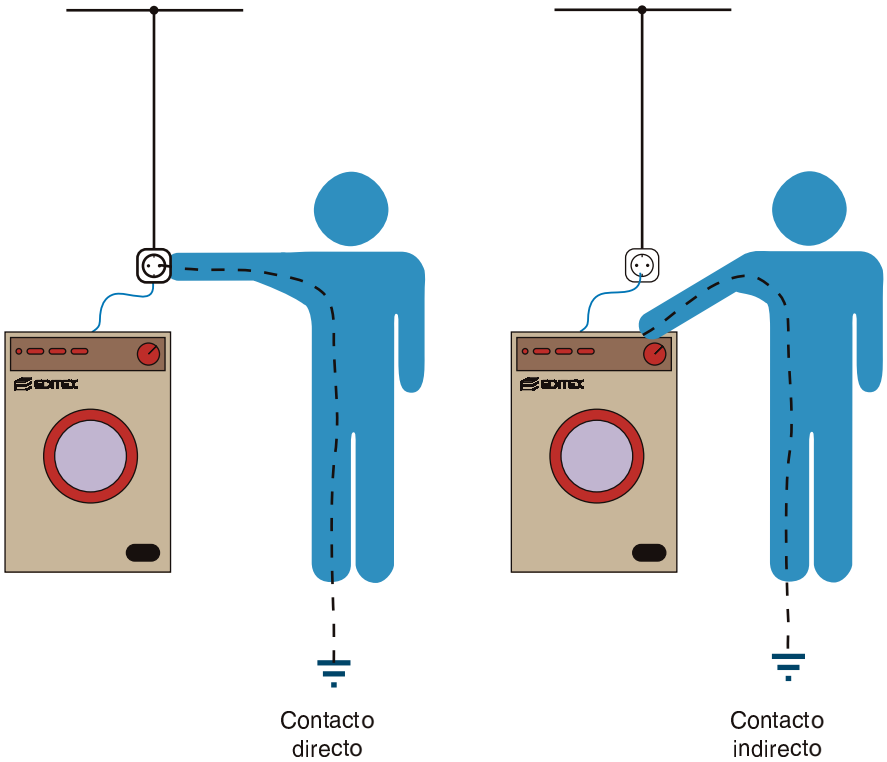


Figura 5.13. Contacto directo e indirecto.

Las propias canalizaciones y los aislantes de los conductores y de la aparamenta son protecciones contra los choques eléctricos. Pero aun así, en ocasiones, estos choques se producen, con graves consecuencias para las personas. Estas consecuencias se manifiestan de diferentes maneras, como pueden ser: quemaduras, asfixia, fibrilación cardíaca y espasmos musculares, originando graves lesiones e, incluso, la muerte.

n tu profesión

En un circuito del cuadro de protección, se denomina **aguas arriba** a los elementos que están más cerca de la red de alimentación, y **aguas abajo** a los que están más cerca de las líneas repartidoras.

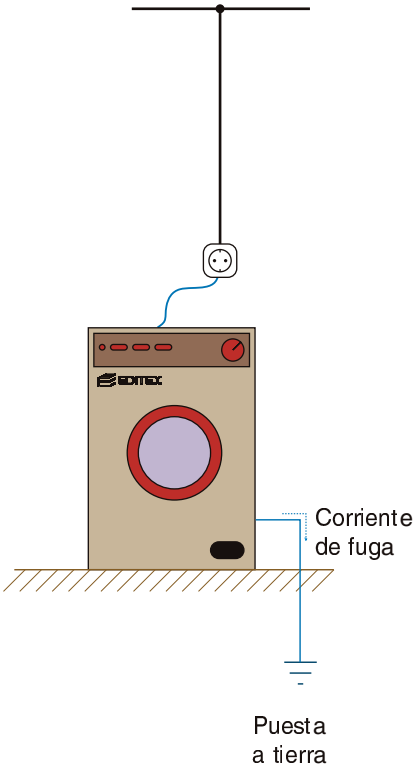


Figura 5.14. Conexión de un electrodoméstico a tierra.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3.1. Conexión a tierra

Como puedes ver en la imagen anterior, cuando una persona sufre un choque eléctrico, su cuerpo conduce una corriente eléctrica hacia tierra, denominada **corriente de uga**. Si existe esa corriente, es porque hay diferencia de potencial entre la parte activa de la instalación y tierra.

na forma de evitar las corrientes de fuga es eliminar esa diferencia de potencial conectando la carcasa de todos los receptores de la instalación directamente a tierra. Esto se hace a través de una pica o una placa incrustada en el terreno, de la cual sale un cable, de color verde-amarillo, y se reparte a cada uno los puntos de luz y tomas de corriente existentes en la instalación.

De esta forma, si en alguno de los receptores se produce una falta de aislamiento de sus partes activas, se pone de inmediato a tierra, lo que evita que los usuarios de la instalación reciban la descarga.

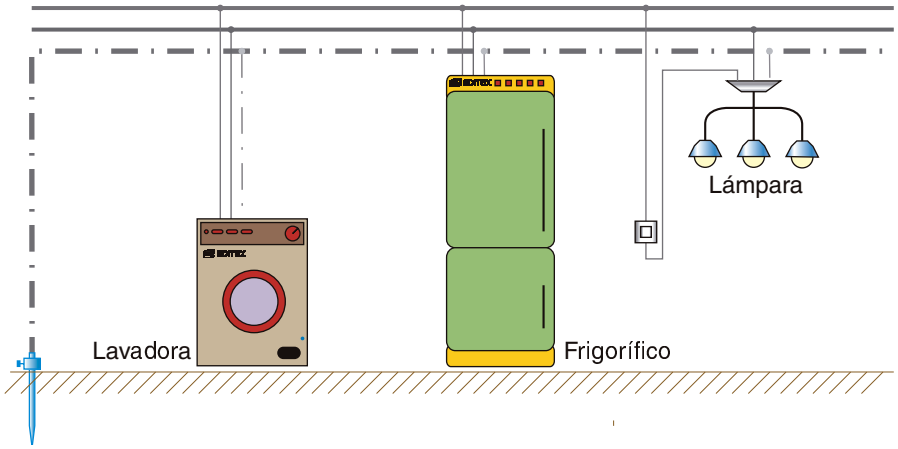


Figura 5.15. Ejemplo general de la conexión del cable de protección a la toma de tierra.

3.2. El interruptor diferencial

n interruptor diferencial es un dispositivo automático capaz cortar la alimentación eléctrica del circuito cuando **detecta corrientes de uga a tierra**. Está destinado a proteger a personas y animales que entran en contacto directo o indirecto con partes activas de la instalación.

El rearme del interruptor diferencial se realiza mediante un accionamiento en forma de palanca o botón, de forma similar a los interruptores magnetotérmicos. Además, dispone de un botón de prueba que permite saber si el circuito de disparo funciona adecuadamente cuando el diferencial está alimentado. En función del número de fases que pasan por él, pueden ser bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los símbolos del interruptor diferencial son los siguientes:

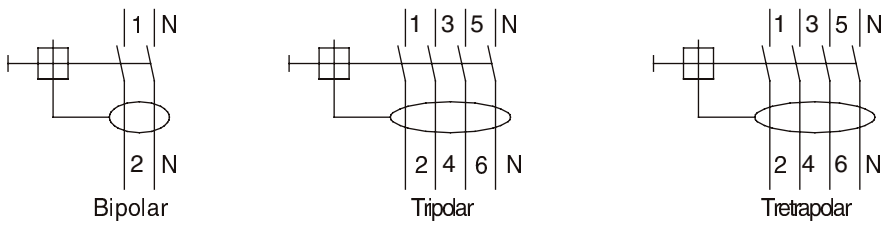


Figura 5.18. Símbolos del diferencial según el número de polos.

Figura 5.16. Interruptor diferencial tetrapolar.

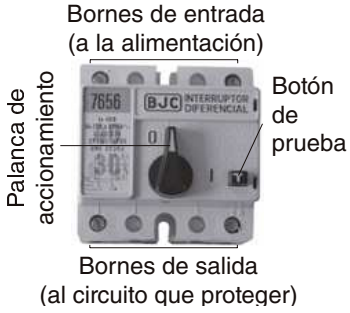


Figura 5.17. Interruptor diferencial.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

En general, los diferenciales se conectan antes (aguas arriba) que los magnetotérmicos para así proteger con ellos varias líneas a la vez.

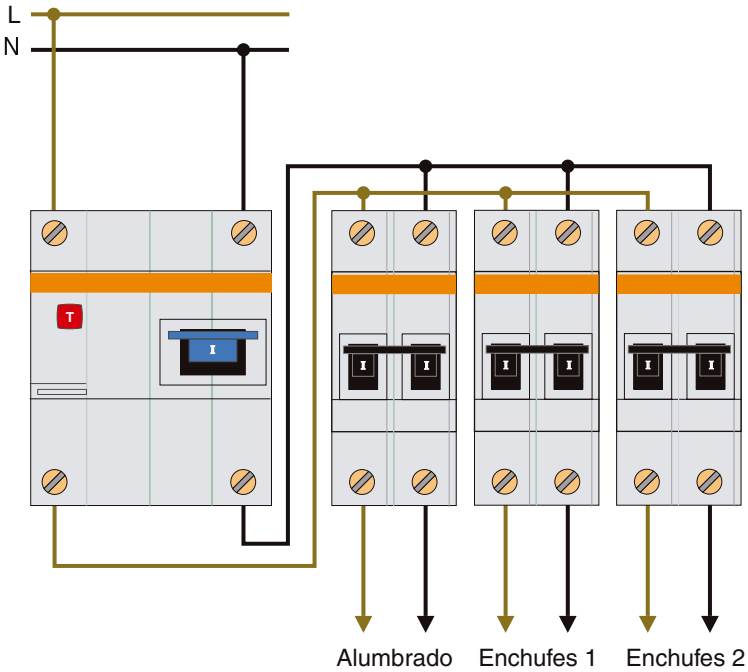


Figura 5.19. Ejemplo de conexión de un diferencial para proteger tres líneas.

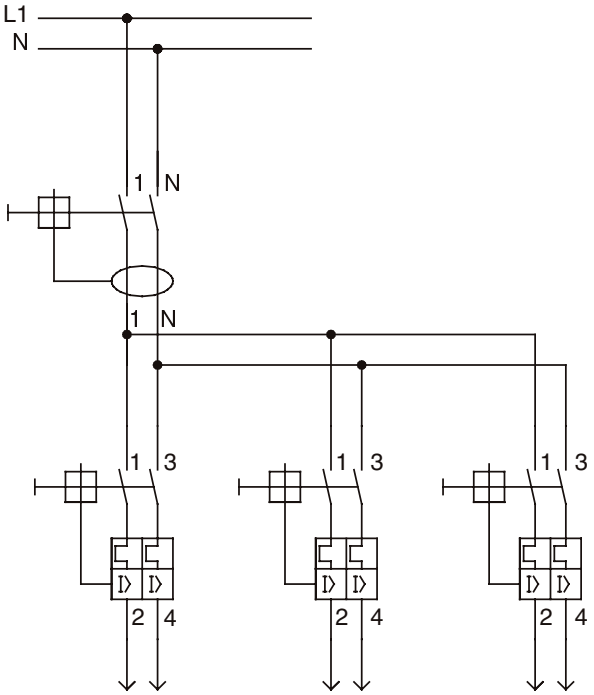


Figura 5.20. Esquema multifilar.

En este caso, si el interruptor diferencial se dispara, se corta la alimentación en todos los circuitos de la instalación.

Es importante comprender que un interruptor diferencial nunca se va a disparar por una sobreintensidad y, de igual forma, un interruptor magnetotérmico nunca detectará una corriente de fuga a tierra. Cada uno cumple una misión en el circuito y ambos son complementarios.

Características de los diferenciales

Las características de los diferenciales son las siguientes:

- La **corriente de corte** es el calibre del instrumento y se mide en amperios (A).
- La **sensibilidad** es la capacidad que tiene el diferencial de reaccionar ante una corriente de fuga y se expresa en miliamperios (mA).
- La **tensión de trabajo** se indica en voltios (V) y es la tensión máxima con la que puede trabajar el diferencial.

Sensibilidad	Uso
10 mA	Para ambientes húmedos (piscinas, saunas, etc.)
30 mA	Para proteger a personas
300 mA	Para protección contra riesgos de incendios

Tabla 5.2. Tabla de aplicación de los diferenciales según su sensibilidad.

En tu profesión

Un técnico electricista debe disponer de un instrumento denominado **comprobador de diferenciales,** que permite verificar el buen funcionamiento de dichos aparatos en las instalaciones.

En tu profesión

El REBT dice que, para proteger a personas y animales, la sensibilidad debe ser igual o inferior a 30 mA.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

4. Protección contra sobretensiones

Los agentes atmosféricos externos, como tormentas con aparato eléctrico o conmutaciones repentinas del suministro eléctrico, pueden provocar sobretensiones enormemente perjudiciales para los receptores más sensibles de las instalaciones eléctricas.

Figura 5.21. Protectores contra sobretensiones de tres fases + neutro y enchufable (Siemens).

El REBT, en su instrucción ITC-23, establece la **obligatoriedad de instalar dispositivos de protección contra sobretensiones** en numerosos tipos de instalaciones industriales y del sector terciario, como pueden ser hospitales, centros de emergencias, explotaciones ganaderas, sistemas de telecomunicación colectiva, locales de pública concurrencia, etc. Sin embargo, no es obligatorio su uso en instalaciones en viviendas, pero sí recomendable en los siguientes casos:

- Instalaciones domóticas.
- Sistemas de telecomunicaciones en azoteas.
- Instalaciones en zonas con más de veinte días de tormenta al año.
- Instalaciones con equipos especialmente sensibles y costosos, como pueden ser equipos informáticos.

Un protector de sobretensiones se conecta en el circuito de alimentación y, de la manera más directa posible, con la toma de tierra. Cuando se produce la anomalía por sobretensión, el aparato deriva a tierra la corriente detectada, evitando así que se dañe la instalación.

Es importante disponer de una buena conexión a tierra a través del conductor PE, ya que de lo contrario la protección contra sobretensiones no será efectiva.

Existen tres tipos de protecciones contra sobretensiones:

- Tipo 1, de nivel de protección alto, cuya instalación se hace en el lugar en el que está instalado el contador.
- Tipo 2, de nivel de protección medio, cuya instalación se hace en el cuadro de protección y es el que se estudia en esta unidad.
- Tipo 3, de nivel de protección bajo, cuya instalación se hace junto un determinado tipo de receptores sensibles.

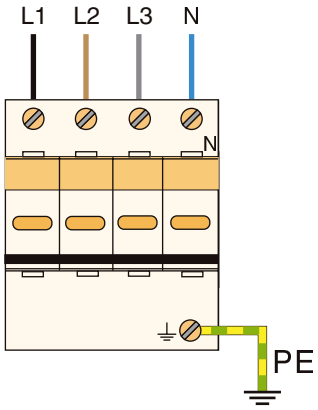


Figura 5.22. Ejemplo de conexión de un protector contra sobretensiones trifásico con neutro.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Dependiendo del número de fases que proteger, los hay de tipo monofásico, bifásico o trifásico.

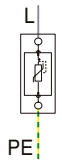
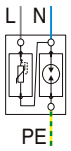
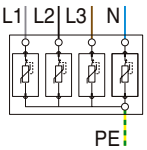
Denominación	Símbolos
Protector contra sobretensión monofásico	
Protector contra sobretensión bifásico	
Protector contra sobretensión de tres fases + neutro	

Tabla 5.3. Protectores contra sobretensiones.

En función del tipo de instalación, pueden ser de cuadro, para proteger una instalación completa, o enchufables, para proteger un único receptor. Los primeros se ubican en el cuadro general de protección y se conectan aguas arriba del diferencial y los segundos en las tomas de corriente de los receptores a proteger.

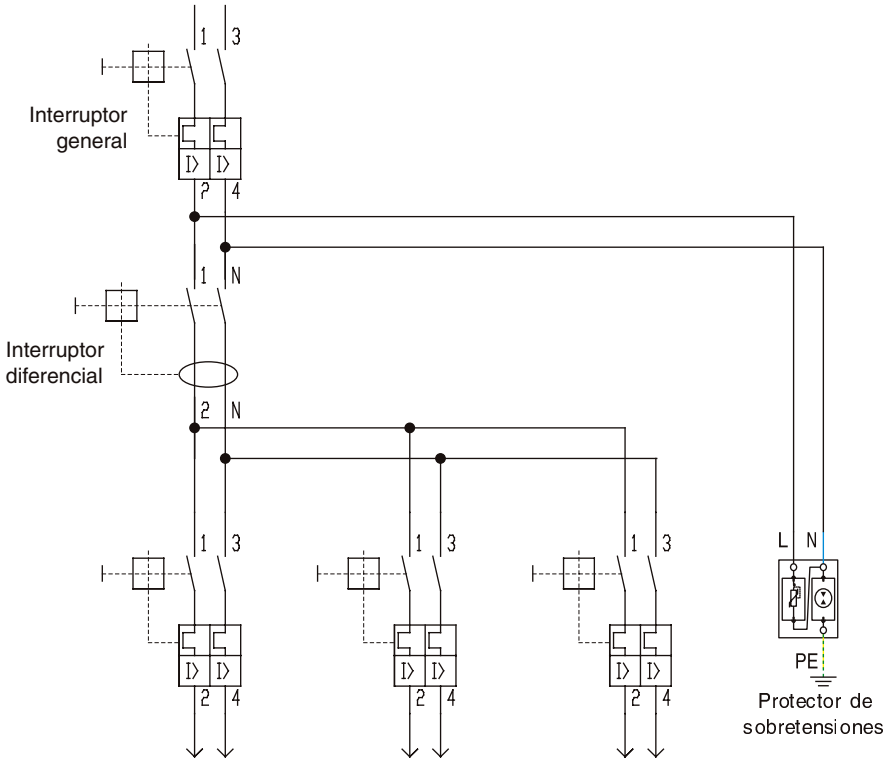


Figura 5.23. Ejemplo de conexión de un protector contra sobretensiones monofásico.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Practica

Realiza la **práctica resuelta** de esta unidad.

5. Cuadros eléctricos para dispositivos de protección

En el mercado existen gran cantidad de cuadros eléctricos que se adaptan a cada una de las necesidades de la instalación. En instalaciones domésticas se utilizan los denominados **cuadros de abonado** para alojar en ellos todos los elementos de protección que intervienen en la instalación (interruptores diferenciales y magnetotérmicos). Este tipo de cuadro se fabrica en material plástico o metálico y puede ser empotrado o de superficie.

Disponen de un fondo con uno o varios carriles normalizados para la fijación de los dispositivos de protección, además de un conjunto de bornes para la conexión del conductor de protección. La tapa tiene una o varias ventanas que permiten la manipulación, sin peligro para el usuario, de los elementos de mando una vez que el cuadro ha sido cerrado.

Las dimensiones de las ventanas están normalizadas de forma que la aparamenta se adapte a ellas de forma perfecta. El alto siempre es el mismo y el ancho se mide en módulos. Así, un módulo corresponde al ancho de un interruptor monopolar. Por tanto, un interruptor bipolar ocupará dos módulos; uno tripolar, tres módulos; etc. Si una vez instalados los interruptores automáticos en el cuadro quedase parte de la ventana al aire, se deben colocar los denominados **obturadores** para cubrir ese espacio.

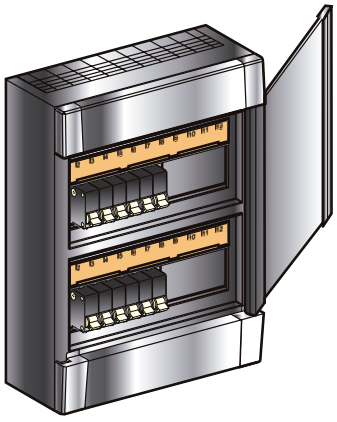


Figura 5.24. Caja de abonado para superficie (cortesía de Merlin Gerin).

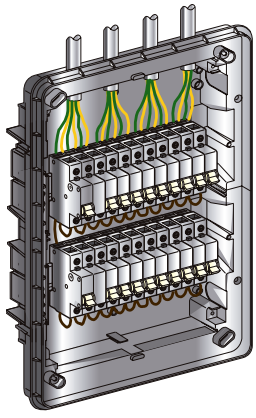


Figura 5.25. Cuadro de abonado para empotrar (cortesía de Merlin Gerin).

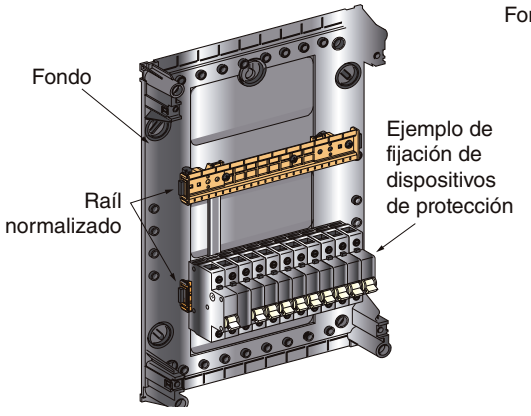


Figura 5.26. Partes de un cuadro eléctrico.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

6. Suministro de energía

Habrás observado que en tu vivienda solamente llegan dos fases (normalmente fase y neutro), pero si te fijas en el cableado exterior, el que va por la calle, verás que el sistema de reparto tiene más de dos cables. El motivo es que la distribución eléctrica se realiza mediante sistemas trifásicos y trifásicos con neutro.

Si el sistema es trifásico, la tensión entre fases es la del sistema. Si el sistema es trifásico con neutro, la tensión entre fases también es la del sistema. Sin embargo, la tensión entre fases es $\sqrt{3}$ superior a la que existe entre el neutro y cualquiera de las fases. Es decir, que en un sistema trifásico con neutro de 400 V, la tensión entre fase y neutro es de 230 V, ya que $230\ V \cdot \sqrt{3} \cong 400\ V$.

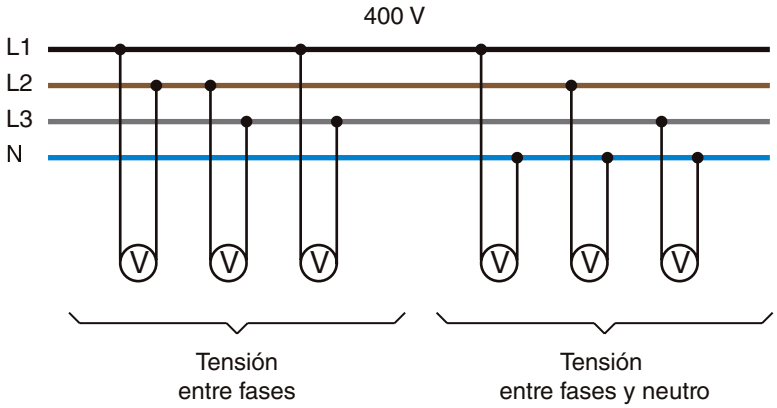


Figura 5.28. Tensiones en un sistema trifásico con neutro.

Así, la distribución de energía eléctrica se realiza como se muestra en la figura siguiente:

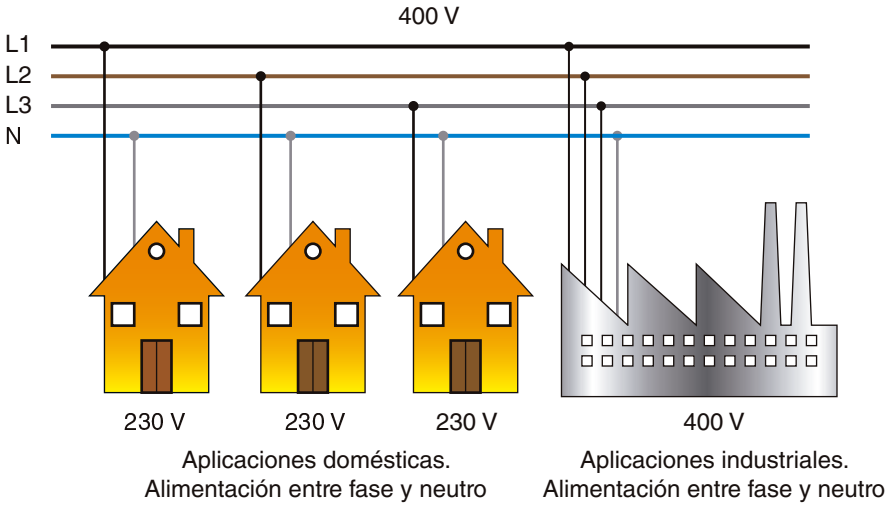


Figura 5.29. Distribución de energía.

Aquellos sistemas que necesitan alimentación monofásica (como viviendas y pequeños locales comerciales) deben ser alimentados desde fase y neutro, con un reparto equilibrado, utilizando para cada una de las instalaciones una fase diferente (L1, L2 o L3).

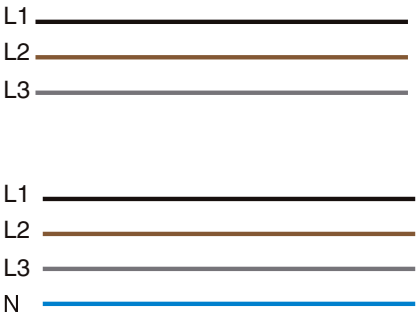


Figura 5.27. Representación de los sistemas trifásicos y trifásicos con neutro.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

7. Separación de circuitos en instalaciones de interior

Vocabulario

Corte omnipolar: corte de todos los conductores activos.

En instalaciones de interior, de tipo industrial o doméstico, es necesario dividir las instalaciones por zonas o sectores. Esto aporta seguridad a la instalación y facilita posteriormente las tareas de mantenimiento y reparación de averías.

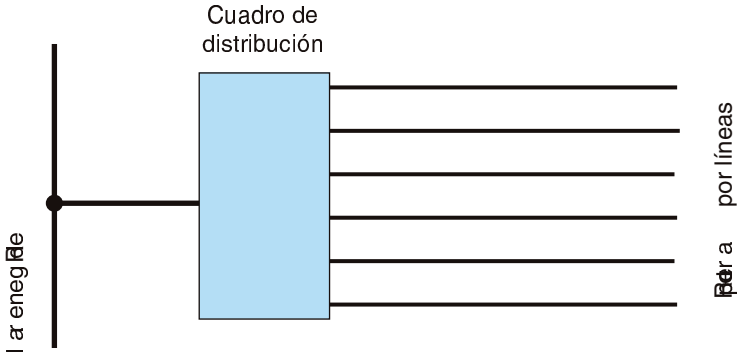


Figura 5.30. Reparto por líneas.

Al final de esta unidad realizarás un cuadro eléctrico alimentado mediante una red monofásica que distribuye la energía en cuatro líneas diferentes. Este cuadro es un sencillo ejemplo de lo que se puede hacer, pero dependiendo del tamaño de la instalación y las características eléctricas de esta, este reparto se realizará en mayor o menor medida. En cualquier caso, el punto ideal para comenzar la separación de circuitos es el cuadro de protección. Cada línea o zona debe tener asignado un interruptor magnetotérmico, de corte omnipolar, además de un interruptor diferencial que proteja toda la instalación contra contactos directos e indirectos.

Los ejemplos que se muestran a continuación no pertenecen a ningún tipo de instalación en concreto. En ellos simplemente se muestra una forma de hacer el reparto de cargas en diferentes tipos de líneas.

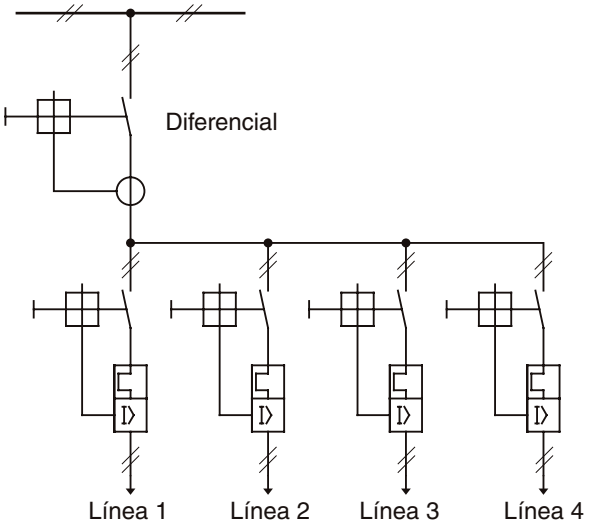


Figura 5.31. Esquema unifilar.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Si el número de circuitos es elevado, se puede disponer de un interruptor diferencial por cada sector o conjunto de líneas. En este caso, además es necesario utilizar un interruptor de corte general para todo el circuito. Dicho dispositivo debe conectarse entre la red general y los interruptores diferenciales.

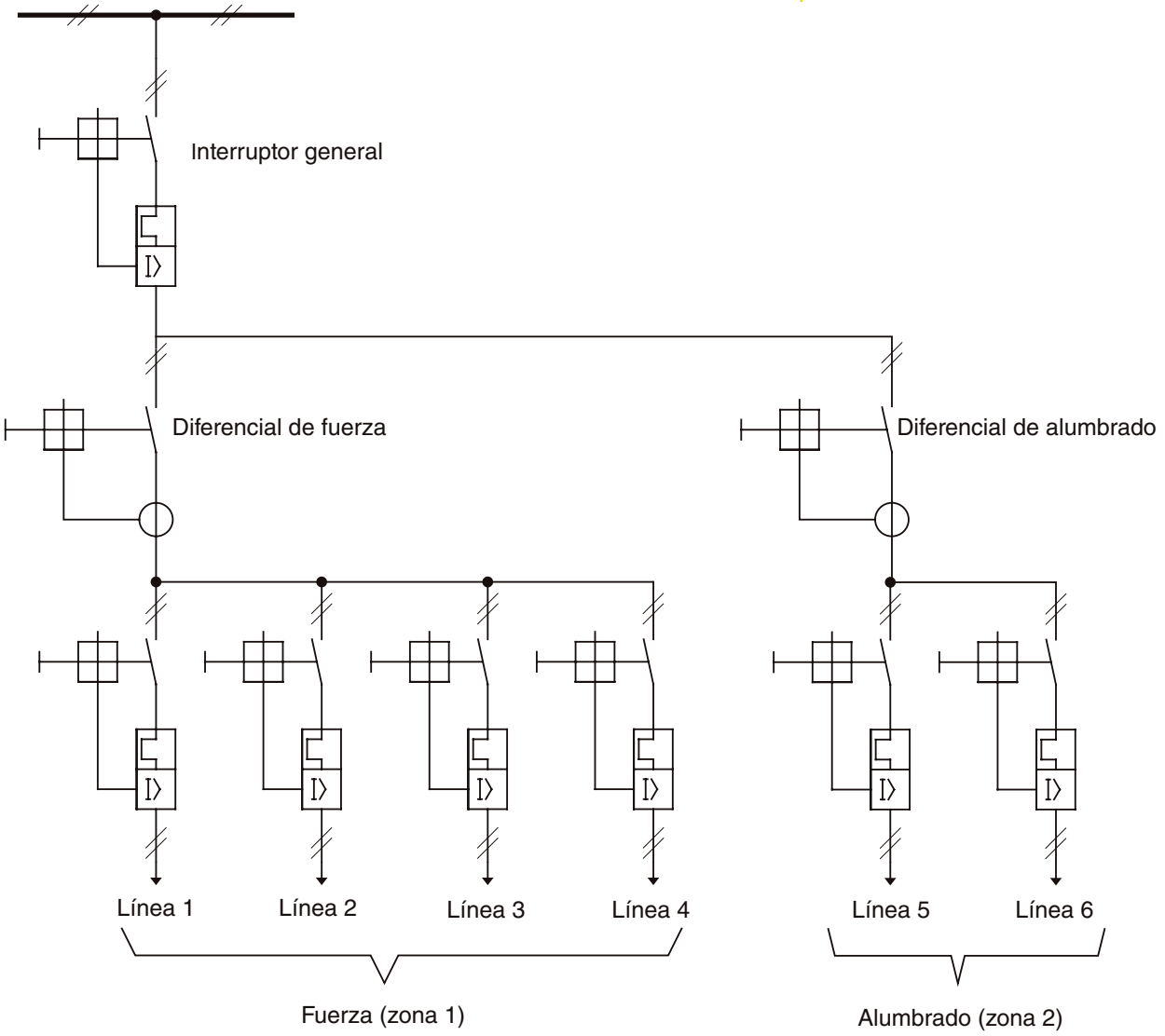


Figura 5.32. Esquema unifilar.

7.1. Reparto de cargas en circuitos trifásicos desde cuadros de protección

La distribución representada en los esquemas anteriores puede servir también para sistemas trifásicos y trifásicos con neutro. Sin embargo, en estos sistemas las cargas se deben repartir lo más equilibradamente posible entre las fases.

Por ejemplo, en una instalación que utilice una red trifásica sin neutro, si se desea utilizar circuitos de alumbrado o fuerza monofásicos, debe hacerse un reparto equilibrado de las cargas entre las diferentes fases antes de los dispositivos de protección que definen cada una de las líneas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

En tu profesión

Realiza las **fichas de trabajo 1, 2** y **3** de esta unidad.

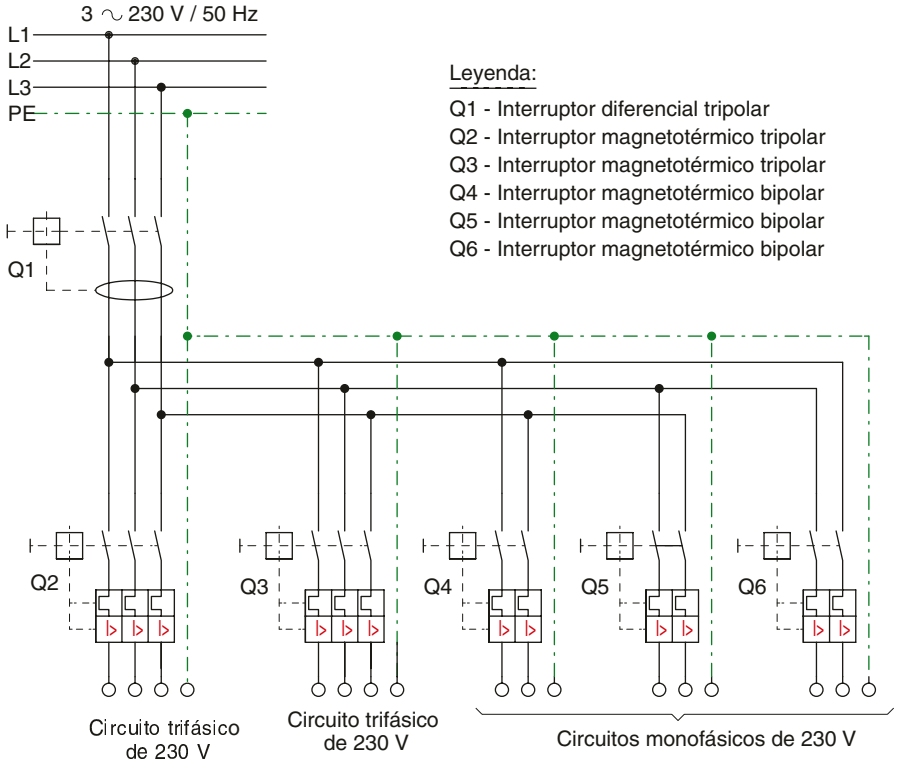


Figura 5.33. Ejemplo de reparto equilibrado de fases.

Si la red general de alimentación es trifásica con neutro, todas las líneas monofásicas se alimentan del neutro y de las diferentes fases, siguiendo el criterio visto anteriormente, para el reparto equilibrado de estas.

Saber más

Las características de una red eléctrica se suelen representar de la siguiente forma:

3 ~ 230 V / 50 Hz

El 3 indica el número de fases.

El símbolo ~, el tipo de corriente, en este caso, alterna.

230 V es la tensión de la red en voltios.

50 Hz es la frecuencia de la red en hercios.

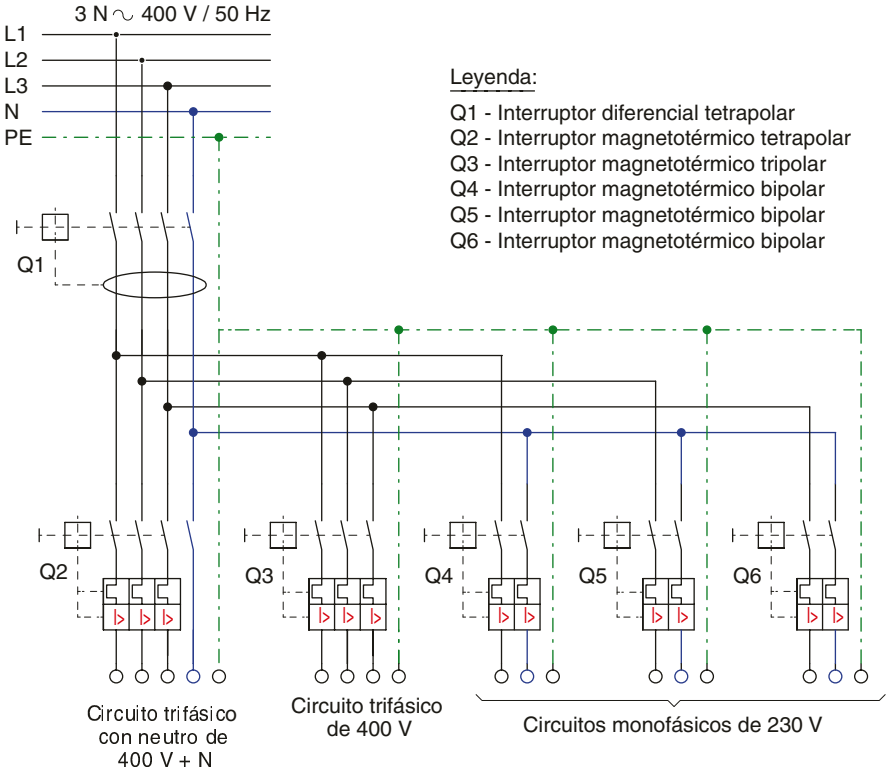
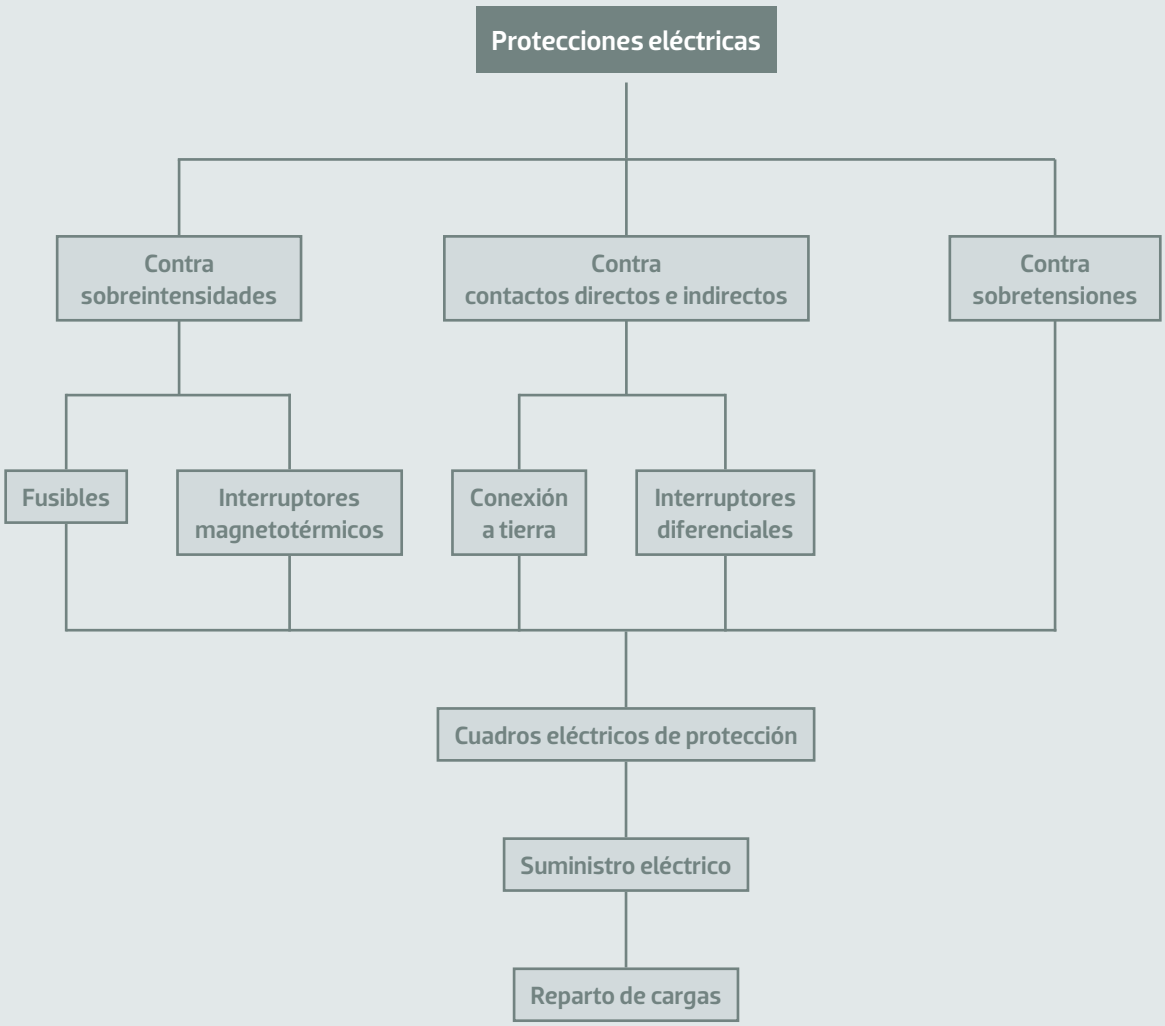


Figura 5.34. Ejemplo de reparto equilibrado para circuitos monofásicos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en internet

1. Busca en Internet los diferentes formatos de fusibles que existen en el mercado. Haz una lista con al menos cinco modelos con su foto e indica qué aplicaciones tienen.
2. Averigua qué es la selectividad en las protecciones magnéticas y explica brevemente el concepto.
3. Localiza qué tipo de dispositivos protegen las instalaciones contra sobretensiones. ¿Qué misión cumplen en el circuito?

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. En un local comercial, con alimentación monofásica, se dispone de tres líneas para alumbrado y de tres para fuerza (bases de enchufes). Dibuja en tu cuaderno cuál es el esquema multifilar de protección, utilizando para cada línea un interruptor magnetotérmico y un solo diferencial para todo el circuito.

2. Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar de la actividad anterior si se desea desdoblar mediante dos diferenciales: por un lado, las líneas de fuerza, y por otro, las líneas de alumbrado.

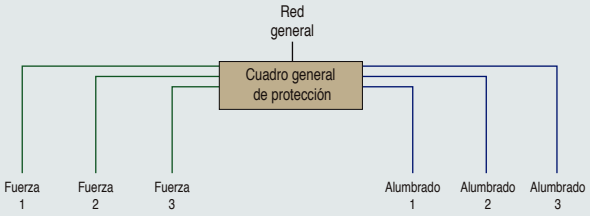


Figura 5.35. Comprobación de la tensión.

3. En un local destinado a uso industrial, con alimentación monofásica, se dispone de dos líneas de alumbrado y de cuatro de fuerza. Dibuja en tu cuaderno cuál es el esquema multifilar de protección, sabiendo que cada una de las líneas debe estar protegida individualmente contra sobreintensidades y que los grupos de fuerza y alumbrado deben estar protegidos individualmente contra choques eléctricos. Además, se debe disponer de un interruptor automático de corte general.

4. Después de haber leído esta unidad, piensa y responde:

- ¿Qué es exactamente el número de amperios que aparece en la carcasa de interruptores magnetotérmicos y diferenciales?
- ¿Qué es la sensibilidad de un diferencial y en qué se mide?
- ¿En los fusibles y los magnetotérmicos viene indicada la sensibilidad?
- ¿Se puede colocar un interruptor magnetotérmico en el cable de protección?
- ¿Para qué sirve el botón de prueba de un diferencial y cuándo es efectivo?
- ¿Cómo crees que se dibuja el esquema unifilar de la actividad número 1? Intenta dibujarlo en tu cuaderno.

5. Dibuja en tu cuaderno los esquemas unifilares correspondientes a las dos primeras actividades de esta página.

6. Se desea realizar un cuadro de distribución con las siguientes características:

- La red de alimentación es trifásica sin neutro a 230 V.
- La distribución se debe hacer en dos zonas, alumbrado y fuerza, estando cada una de ellas protegida con su respectivo diferencial.
- La zona de fuerza tiene cuatro líneas de salida a 230 V: tres bifásicas y una trifásica.
- La zona de alumbrado tiene tres líneas bifásicas de salida a 230 V.
- Todas las líneas tienen conductor de protección.

Así, conociendo las características del cuadro, realiza junto a un compañero lo siguiente:

- Dibujad en vuestro cuaderno el esquema multifilar de este.
- Colocad los interruptores automáticos sobre los perfiles, según se muestra en la figura.
- Realizad el cableado del conjunto y haced las mismas comprobaciones que en la ficha de trabajo 3 para las diferentes líneas de salida.

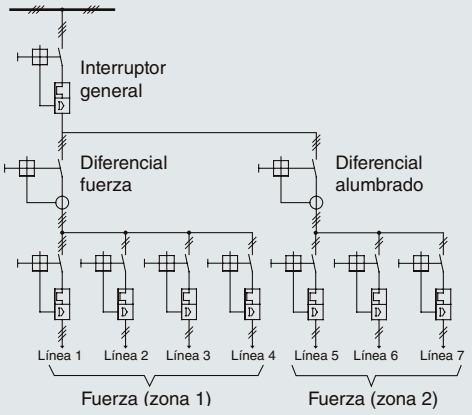


Figura 5.36.

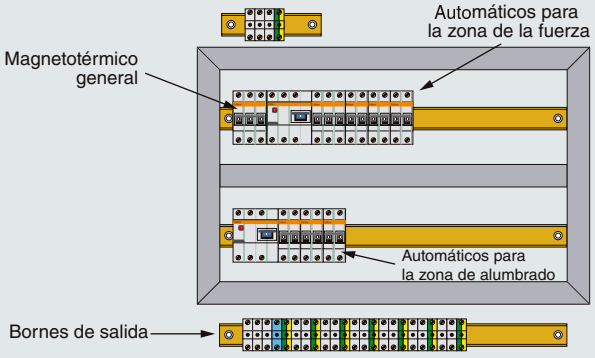


Figura 5.37. Ubicación de los elementos en el cuadro de protección.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 5

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **Una sobreintensidad se produce debido:**
   a) A un aumento incontrolado de la tensión.
   b) A un aumento incontrolado de la corriente.
   c) A un aumento incontrolado de la potencia.
   d) A una derivación a toma de tierra.
2. **Las instalaciones se protegen ante cortocircuitos mediante:**
   a) Fusibles.
   b) Interruptores diferenciales.
   c) La toma de tierra.
   d) Interruptores magnetotérmicos.
3. **El calibre de los fusibles viene dado en:**
   a) Voltios. c) Vatios.
   b) Ohmios. d) Amperios.
4. **Un interruptor magnetotérmico tripolar protege un circuito:**
   a) Con fase, neutro y toma de tierra.
   b) De dos fases.
   c) De tres fases.
   d) Fase y neutro.
5. **Los diferenciales de tipo monopolar:**
   a) Solamente protegen una fase.
   b) Protegen dos fases.
   c) Protegen tres fases.
   d) Protegen fase y neutro.
6. **Los interruptores diferenciales protegen los circuitos contra:**
   a) Sobrecorrientes. c) Cortocircuitos.
   b) Contactos indirectos. d) Picos de corriente.
7. **La toma de tierra debe pasar, como cualquier otro conductor:**
   a) Por los interruptores de protección.
   b) Debe disponer de fusibles.
   c) Solamente debe pasar por las protecciones cuando estas sea de corte omnipolar.
   d) En ningún caso debe pasar por los interruptores de protección.
8. **La sensibilidad de un diferencial es:**
   a) La capacidad del dispositivo de reaccionar ante la corriente de fuga.
   b) La corriente de corte que tiene el dispositivo.
   c) La tensión de trabajo del diferencial.
   d) La velocidad de disparo del dispositivo.
9. **La sensibilidad de un diferencial se expresa en:**
   a) Amperios. c) Miliamperios.
   b) Voltios. d) Ohmios.
10. **Un diferencial:**
    a) No protege contra cortocircuitos.
    b) Protege contra cortocircuitos.
    c) Protege contra sobrecorrientes.
    d) Protege contra sobretensiones.
11. **Un cortocircuito se produce cuando:**
    a) Un cable toca la chapa de un electrodoméstico.
    b) Dos cables activos se unen entre sí.
    c) La fase toca con la toma de tierra.
    d) Una persona toca un cable de la instalación.
12. **¿Cuáles de los siguientes son circuitos de disparo que forman parte de un interruptor magnetotérmico?**
    a) Térmico. c) Derivador.
    b) Magnético. d) Omnipolar.
13. **¿Qué significa que un dispositivos está aguas arriba en un circuito eléctrico?**
    a) Que eléctricamente está por debajo de otro.
    b) Que está protegido de la lluvia.
    c) Qué eléctricamente está por encima de otro.
    d) Que no se puede poner en lugares donde haya agua.
14. **Si la lavadora de una vivienda tiene una fuga a tierra, se dice que se ha producido:**
    a) Un cortocircuito. c) Un contacto indirecto.
    b) Un contacto directo. d) Una sobrecorriente.
15. **Cuando un protector de sobretensiones se dispara:**
    a) Abre los contactos del aparato.
    b) Abre los contactos del propio protector.
    c) Descarga a tierra la sobretensión.
    d) Hace un cortocircuito en la instalación para que la sobretensión no pase a la vivienda.
16. **En un cuadro general de protección, un dispositivo protector contra sobretensiones se instala:**
    a) Debajo de cada uno de los magnetotérmicos de las líneas.
    b) Aguas arriba del interruptor general.
    c) Fuera del cuadro de protección, antes de entrar en la instalación.
    d) Entre el diferencial y el interruptor de corte general.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Un polímetro

Material

- Un panel de madera vacío
- Una caja cubrebornes de plástico para instalar en superficie con capacidad para montar doce módulos
- Un interruptor diferencial bipolar
- Cuatro magnetotérmicos bipolares
- Regletas de conexión de 10 mm^2
- 1 m de tubo corrugado
- Abrazaderas y tirafondos
- Cable de 2,5 mm^2 (varios colores, incluido el de toma de tierra)
- Un alargador con clavija y cable de toma de tierra

Montaje de un cuadro de protección básico

Objetivo

- Montar un sencillo cuadro de protección contra sobreintensidades y contra choques eléctricos.

Precauciones

- Realizar todas las conexiones con la clavija del alargador desconectada de la red eléctrica.
- No manipular las conexiones de los aparatos una vez conectado a la red eléctrica.

Desarrollo

El montaje de esta práctica resuelta está basado en la siguiente disposición de los elementos sobre el panel de madera:

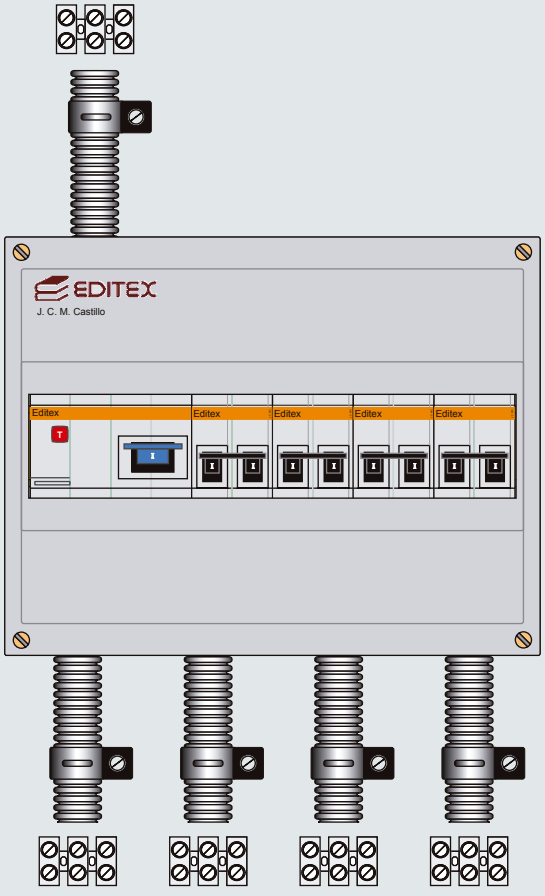


Figura 5.38. Montaje.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Seguir los pasos indicados en esta secuencia para el correcto desarrollo del proyecto:

1. Fijar el fondo de la caja cubrebornes en el centro del panel de madera.
2. Realizar sobre la tapa los orificios necesarios para insertar el diámetro del tubo corrugado.
3. Colocar la tapa del cubrebornes sin apretar sus tornillos.
4. Fijar sobre el panel los tubos con abrazaderas, como se muestra en la figura.
5. Fijar las regletas, en bloques de tres bornes, como se muestra en la figura.
6. Quitar la tapa del cubrebornes y colocar sobre el raíl los interruptores automáticos.

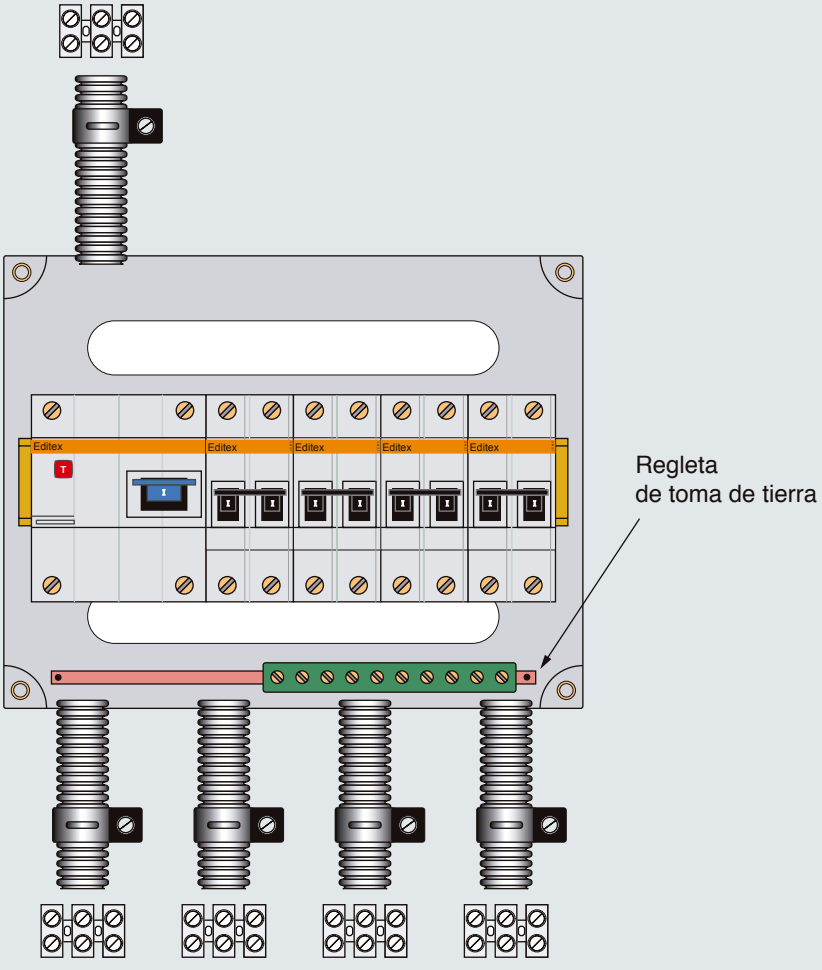


Figura 5.39. Ubicación de los elementos sobre el panel.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

(cont.)

7. Introducir los cables por el tubo y conectarlos a los bornes de las regletas y de los interruptores siguiendo el siguiente esquema multifilar.

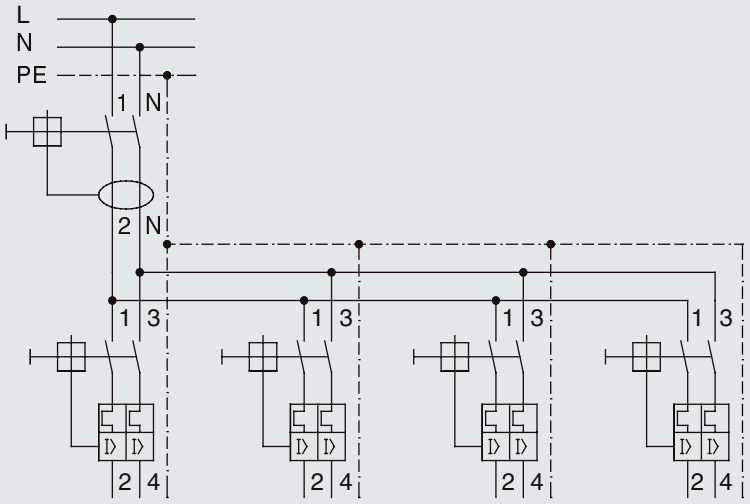


Figura 5.40. Esquema multifilar.

8. Conectar todos los cables de protección, el general y los de las diferentes líneas, a la regleta de toma de tierra.
9. Atornillar la tapa del cubrebornes sobre su fondo.
10. Conectar el alargador (con clavija y cable de toma de tierra) a la regleta superior.
11. Conectarlo a la red eléctrica y comprobar con el polímetro en qué condiciones existe tensión en los bornes de salida de cada una de las líneas.

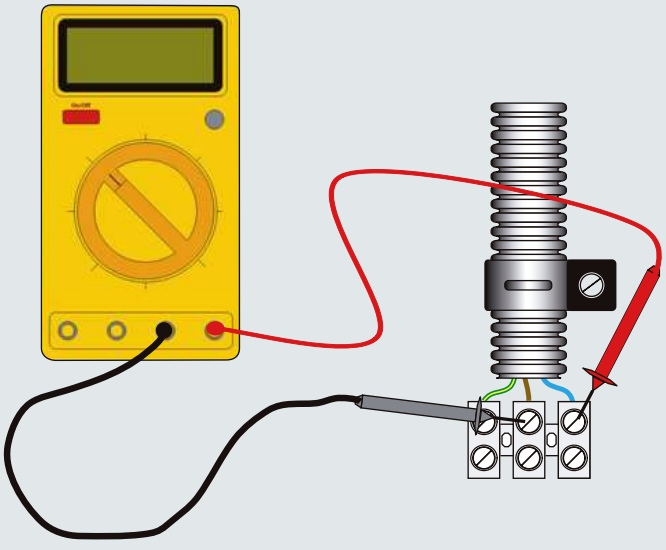


Figura 5.41. Ubicación de los elementos sobre panel.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 1

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Cuadro de protección de tipo industrial

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Un voltímetro o polímetro que pueda medir tensión alterna de hasta 230 V

Material

- Un panel de madera vacío
- Una caja cubrebornes de plástico para instalar en superficie con capacidad para montar veintidós módulos
- Dos interruptores diferenciales bipolares
- Siete magnetotérmicos bipolares
- Regletas de conexión de 10 mm^2
- 2 m de tubo corrugado
- Abrazaderas y tirafondos
- Cable de 2,5 mm^2 (varios colores, incluido el de toma de tierra)
- Un alargador con clavija y cable de toma de tierra

Objetivo

- Montar un cuadro de protección monofásico de aplicación industrial.

Precauciones

- Realiza todas las conexiones con la clavija del alargador desconectada de la red eléctrica.
- No manipules las conexiones de los aparatos una vez conectados a la red eléctrica.
- No olvides conectar los conductores de protección (cable de tierra).

Desarrollo

1. Lee la descripción del circuito que proteger con el cuadro de protección:

   En un local destinado a uso industrial, con alimentación monofásica, se dispone de dos líneas de alumbrado y de cuatro de fuerza, cuyas características son las siguientes:

   - Cada una de las líneas debe estar protegida individualmente contra sobreintensidades.
   - Los grupos de fuerza y alumbrado deben estar protegidos individualmente contra choques eléctricos.
   - Debe disponer de un interruptor automático de corte general.

2. Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar de protección.
3. Monta el cuadro de protección sobre el panel de pruebas con la disposición de elementos que se muestra en la figura 5.42.
4. Conéctalo a la entrada de la red de alimentación y prueba cada uno de los circuitos.

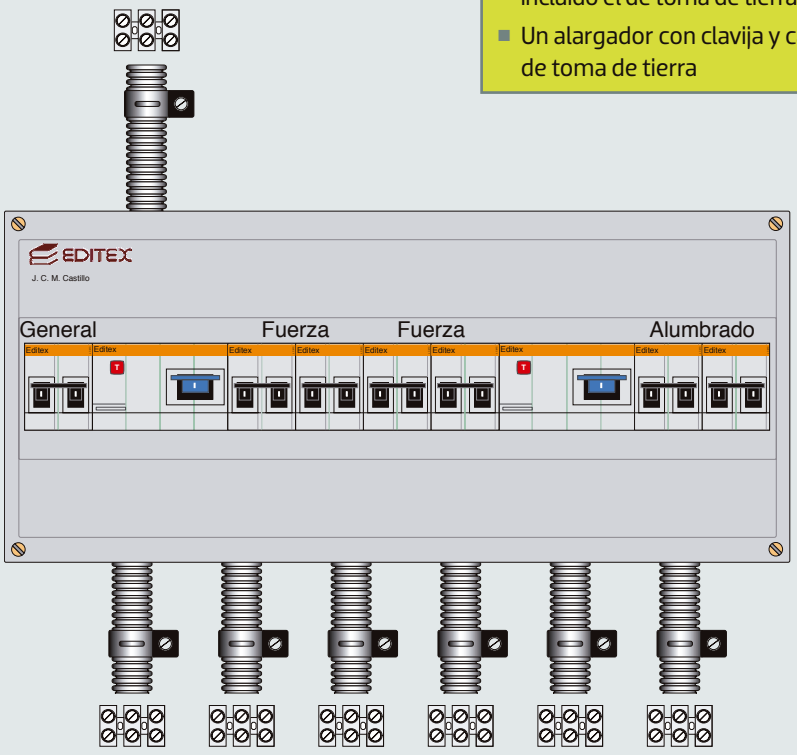


Figura 5.42. Ubicación de los elementos sobre el panel.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 2

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Arco de sierra
- Taladro de sobremesa
- Brocas para metales (4, 5 y 6 mm)
- Barrena
- Herramientas básicas de electricista
- Escuadra
- Lapicero
- Cinta métrica o regla

Material

- Un panel de madera vacío
- 2,50 m de canaleta industrial perforada de aproximadamente 25 mm de ancho. Cinco regletas de 10 mm^2 para perfil
- Tirafondos
- 1,80 m de perfil normalizado

Preparación del panel para la construcción de cuadros de protección

Objetivo

- Preparar el panel de entrenamiento para la construcción de diferentes cuadros de protección y distribución.

Precauciones

- Respeta las medidas indicadas en el desarrollo de la actividad.
- Utiliza guantes y gafas para realizar los orificios en los perfiles. Utiliza también un alicate para realizar esta operación con el taladro de sobremesa.

Desarrollo

1. Dibuja sobre el panel de madera el siguiente trazado. Utiliza una regla y una escuadra para conseguir los ángulos rectos.

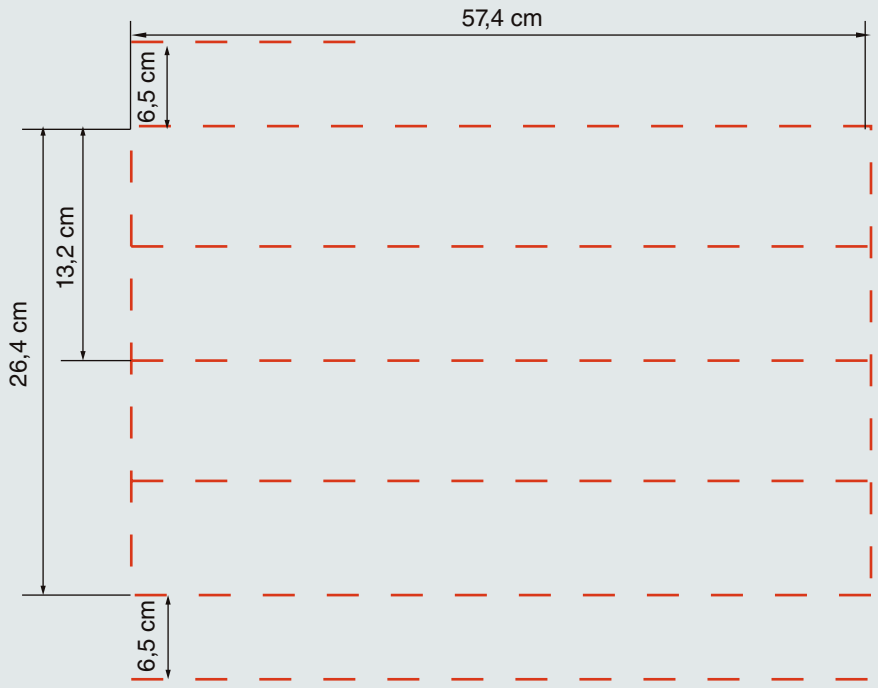


Figura 5.43. Trazado de líneas sobre el panel.

2. Corta cinco tramos de canaleta que se adapten a las medidas anteriores y fíjalos según se muestra en la figura. Utiliza la escuadra para conseguir ángulos a 45°.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

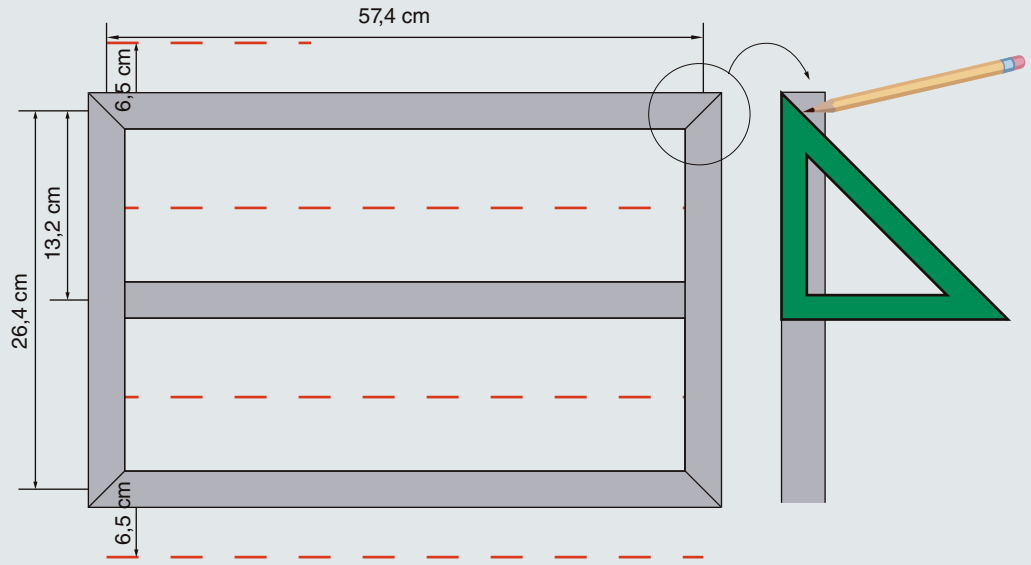


Figura 5.44. Forma de fijar la canaleta en el tablero.

3. Corta tres tramos de raíl que se adapten al interior del marco realizado con la canaleta (aproximadamente 52 cm). Corta, también, un tramo de raíl de aproximadamente 15 cm para fijarlo en la parte superior del panel.
4. Coloca sobre el raíl superior cinco bornes para la alimentación.

Figura 5.45.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 3

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista

Material

- Cable flexible de 2,5 mm² (en diferentes colores: marrón, gris, negro, azul claro y verde-amarillo)
- Un diferencial tetrapolar
- Un interruptor magnetotérmico tetrapolar
- Un interruptor magnetotérmico tripolar
- Tres magnetotérmicos bipolares
- Dieciocho regletas de 10 mm² para raíl

Cuadro de protección con alimentación trifásica

Objetivo

- Construir sobre el panel montado en las fichas de trabajo anteriores un cuadro de distribución y protección con alimentación trifásica.
- Practicar el reparto de cargas partiendo de un sistema trifásico con neutro.

Precauciones

- Utiliza bornes de color azul para el neutro y verde-amarillo para el conductor de protección.
- Recuerda que el cable de protección no debe pasar a través de ningún interruptor.
- Asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito están conectados correctamente antes de conectar el panel a la red eléctrica.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red eléctrica.
- Realiza las comprobaciones con un polímetro o puntas de prueba que estén correctamente aislados.

Desarrollo

1. Fíjate en el siguiente esquema multifilar, correspondiente al circuito que vas a montar en el panel de entrenamiento.

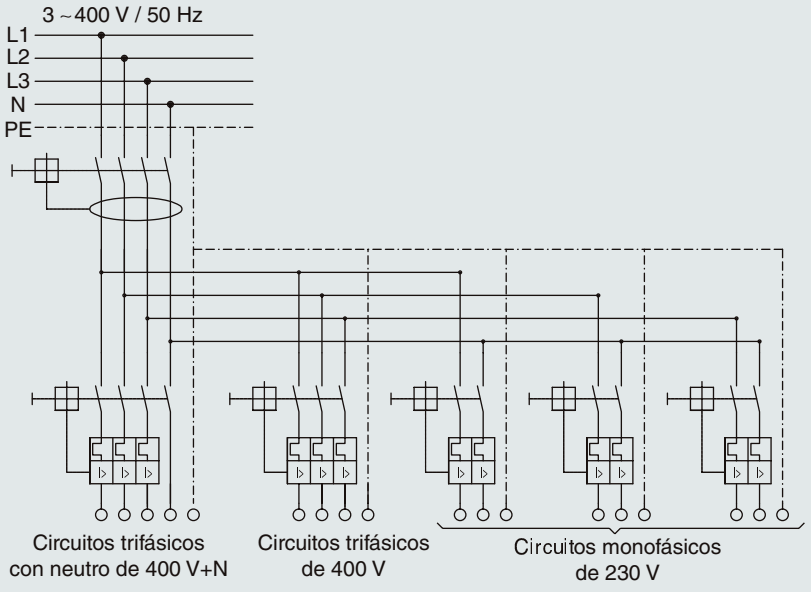


Figura 5.46. Esquema multifilar.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2. Coloca los dispositivos de protección como se muestra en la figura.

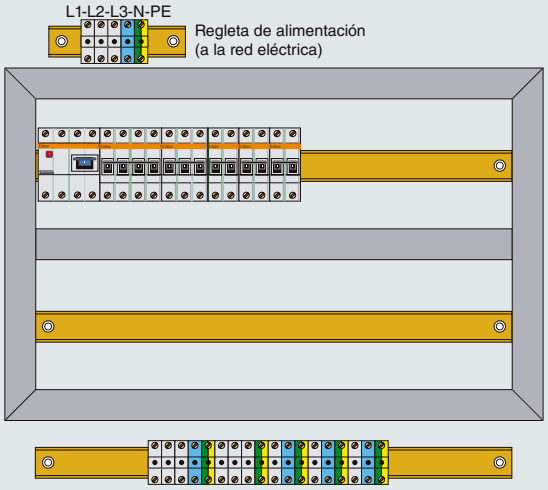


Figura 5.47. Ubicación de los interruptores y los bornes de salida.

3. Con las tapas quitadas de la base de la canaleta, realiza la conexión siguiendo el esquema multifilar. Utiliza conductores de diferentes colores para las diferentes fases, el neutro y la toma de tierra, según lo estudiado en la unidad 1. Realiza todas las entradas de cables a la canaleta en vertical.

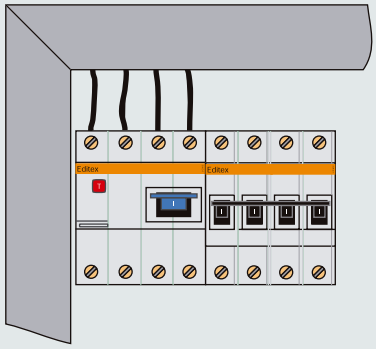


Figura 5.48. Cables bien colocados.

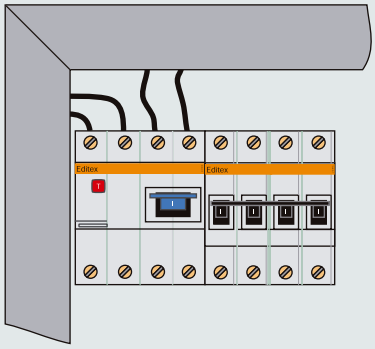


Figura 5.49. Cables mal colocados.

4. Conexiona la manguera que fabricaste en la práctica resuelta a los bornes de alimentación, ubicados en la parte superior del panel.
5. Pon todos los interruptores en posición de desconectado.
6. Conecta la clavija a la red eléctrica.
7. Acciona los interruptores y prueba con un polímetro, en los bornes de salida, que se obtiene la tensión correspondiente en cada una de las líneas.
8. Comprueba que los automáticos desconectan la línea correspondiente.
9. Con el panel desconectado, prueba con un polímetro, en la posición de continuidad, que todas las tierras están unidas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

6 Circuitos básicos de alumbrado

Vamos a conocer...

1. Técnicas de montaje
2. Circuitos básicos en instalaciones de interior

PRÁCTICA RESUELTA

Punto de luz simple

FICHAS DE TRABAJO

1. Timbre accionado con pulsador
2. Punto de luz con interruptores en serie
3. Encendido alternativo de lámparas
4. Lámpara conmutada
5. Ampliación de la canalización de tubo corrugado
6. Lámpara conmutada de cruce
7. Encendido y apagado de una lámpara desde cuatro puntos
8. Luces en cascada
9. Combinación de circuitos para pasillo y W. C.
10. Combinación de un circuito de alumbrado con otro de tomas de corriente

Y al finalizar esta unidad...

- Conocerás algunos útiles y técnicas para realizar instalaciones domésticas de baja tensión.
- Identificarás por su esquema los circuitos tipo de alumbrado.
- Montarás circuitos básicos de alumbrado.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. Técnicas de montaje

El conocimiento y uso correcto de las técnicas de montaje en instalaciones eléctricas de interior es esencial para el buen funcionamiento de los circuitos y para el cumplimiento de normas de seguridad para los usuarios que las utilizan.

Antes de pasar a montar y probar los circuitos de alumbrado que se proponen en esta unidad, es necesario que conozcas algunos útiles y técnicas que te serán de gran ayuda.

1.1. La guía pasacables

Cuando comiences a realizar los primeros circuitos propuestos en esta unidad, te darás cuenta de que los cables se introducen a mano en los tubos sin demasiada dificultad. Sin embargo, esta operación no es tan sencilla en instalaciones reales, donde las conducciones disponen de tramos de gran longitud con curvas y, en algunos casos, con un elevado número de cables de gran sección. En estos casos es necesario utilizar un accesorio denominado guía pasacables.

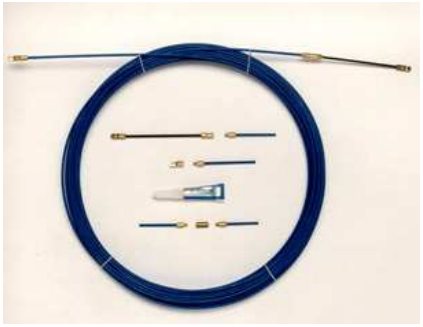


Figura 6.1. Guía pasacables con puntas intercambiables.

Conocida popularmente entre los electricistas como **la guía,** es un útil imprescindible en el montaje de este tipo de instalaciones eléctricas. Se fabrica en acero, nailon o fibra de vidrio, con diferentes grosores y longitudes, adaptándose así a diferentes situaciones de montaje.

En uno de sus extremos se encuentra, a modo de cabeza, una punta metálica redondeada, normalmente acoplada a un muelle de unos 10 cm, que facilita su deslizamiento en el interior del tubo (especialmente en los tramos curvos). La otra punta es un ojal, también metálico, en el cual se insertan las puntas de los conductores.

Figura 6.2. Cabeza de la guía.

El proceso para la fijación de cables a la guía es el siguiente:

1. Una vez introducida la guía en el tubo, se deben pelar las puntas de los conductores entre 5 y 8 cm.
2. Se introducen en el ojal las partes desnudas de los cables y se doblan sobre sí mismas.
3. Es aconsejable cerrar las dobleces con un par de vueltas de cinta aislante, como se muestra en la fotografía.

Figura 6.3. Ojal de la guía.

Figura 6.4. Proceso de fijación de los cables al ojal de la guía pasacables.

El uso de la guía requiere la intervención de dos operarios, uno para tirar de ella y otro para facilitar la inserción del mazo de cables. Este último debe prestar especial atención a que el aislante de los cables no se dañe por un roce inadecuado sobre el borde del tubo o de las cajas de registro.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1.2. Las terminaciones de los cables en las cajas de registro y de mecanismos

En los conductores de una caja de registro se pueden dar las dos situaciones siguientes:

1. Que finalicen en ella y, por lo tanto, que sea necesario cortarlos allí para realizar empalmes con regletas de conexión a otras derivaciones.
2. Que pasen por la caja, pero no necesiten en ella ningún tipo de conexión.

En el primer caso, se deben cortar los cables dejando visibles unos tramos de aproximadamente 15 cm que permitan realizar holgadamente las conexiones.

En el segundo caso, se deja una vuelta en la caja de registro y se coloca en el fondo de la caja.

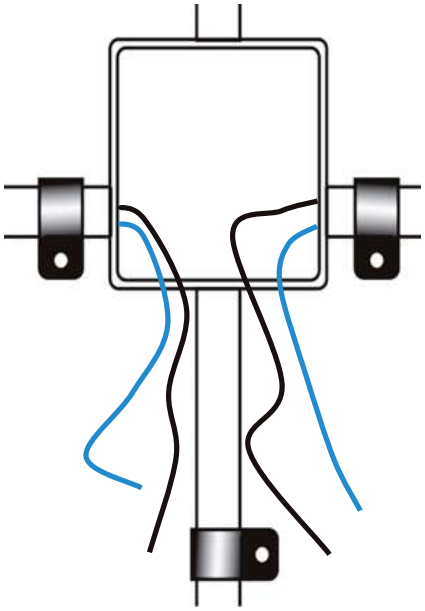


Figura 6.5. Caso 1.

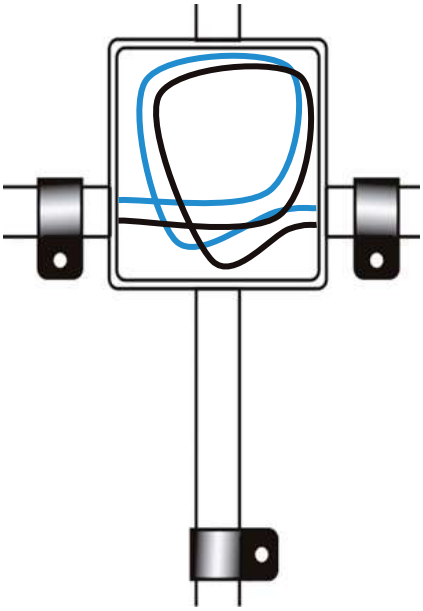


Figura 6.6. Caso 2.

En las cajas de mecanismos también es necesario dejar entre 12 y 15 cm en los tramos de los conductores que se van a conexionar a los bornes de la aparamenta. Una vez conexionado el mecanismo, es preferible introducir el cable sobrante en el interior de la caja que dejarlo excesivamente pequeño. En caso de fallo, rotura o deterioro de la punta del cable, una longitud demasiado ajustada dificultaría la reparación de la avería.

1.3. Conexiones en las cajas de registro

Las conexiones en las cajas de registro se deben realizar siempre con regletas de conexión de dimensiones adecuadas a la sección y al número de conductores por conectar.

En ningún caso se pueden hacer empalmes por retorcimiento de cables y cubriéndolos de cinta aislante.

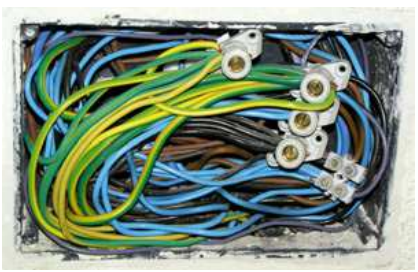


Figura 6.7. Diferentes tipos de regletas en una caja de registro.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2. Circuitos básicos en instalaciones de interior

A continuación se muestran algunos de los circuitos tipo que se utilizan en las instalaciones de interior, especialmente en las destinadas a instalaciones domésticas.

2.1. Punto de luz simple

Es un circuito básico que permite controlar el encendido y apagado de una lámpara mediante un interruptor.

Cuando el interruptor está abierto, a la lámpara no le llega la fase y, por tanto, está apagada. Cuando el interruptor está cerrado, la lámpara queda conectada entre la fase y el neutro y, por tanto, se enciende.

2.2. Timbre accionado con pulsador

Este circuito es eléctricamente el mismo que el del punto de luz simple, pero en este caso el interruptor se sustituye por un pulsador y la lámpara, por un timbre. Así, cuando el pulsador se acciona, el timbre se conecta entre fase y neutro y suena. Cuando cesa la acción sobre el pulsador, el circuito se abre y deja de llegar la fase al receptor.

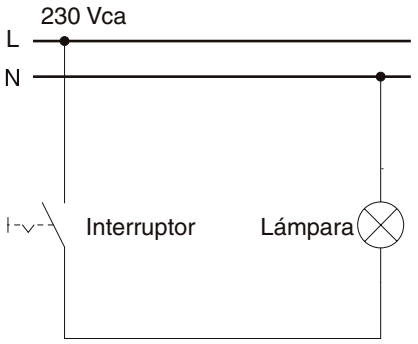


Figura 6.8. Esquema multifilar del punto de luz simple.

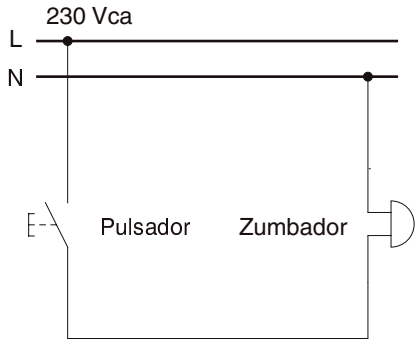


Figura 6.9. Esquema multifilar de timbre accionado con un pulsador.

2.3. Receptores en paralelo

De igual forma, si se desea encender dos o más lámparas a la vez, estas se conectan en paralelo, como se muestra en la figura siguiente.

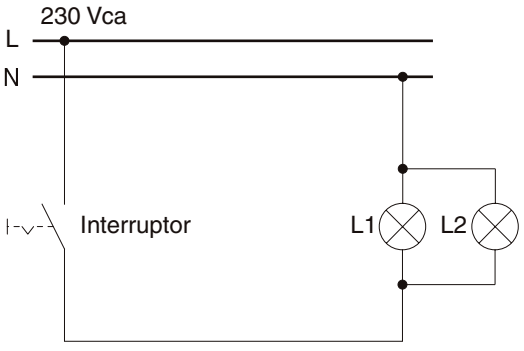


Figura 6.10. Punto de luz simple con lámparas en paralelo.

En tu profesión

En el argot de los electricistas, al cable que une la lámpara con el interruptor se le denomina **el vuelta** o el **vuelta de la lámpara.**

Practica

Realiza la **práctica resuelta** y las **fichas de trabajo 1 y 2** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2.4. El conmutador

Su aspecto externo y su accionamiento es idéntico al de un interruptor; sin embargo, el conmutador dispone de tres bornes de conexión. El contacto interno permite que la corriente pueda pasar de uno de ellos (del denominado **común**) a cualquiera de los otros dos, que algunos electricistas denominan **vueltas**.

Los símbolos del conmutador son los siguientes:

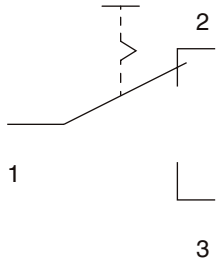
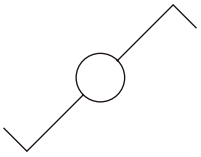
Símbolo multifilar	Símbolo unifilar
	

Tabla 6.1. Símbolos del conmutador.

Para conectar correctamente un conmutador, es necesario identificar previamente el común. Generalmente, este suele ser de otro color o forma, o estar en una posición diferenciada de los otros dos puntos de conexión.

En esta figura, el **común** está marcado con el número 1 y los **no comunes** con los números 2 y 3, respectivamente. Cuando el conmutador está en una posición, el paso de corriente se hace entre los bornes 1 y 2. Cuando está en la otra posición, el paso de corriente es entre los bornes 1 y 3.

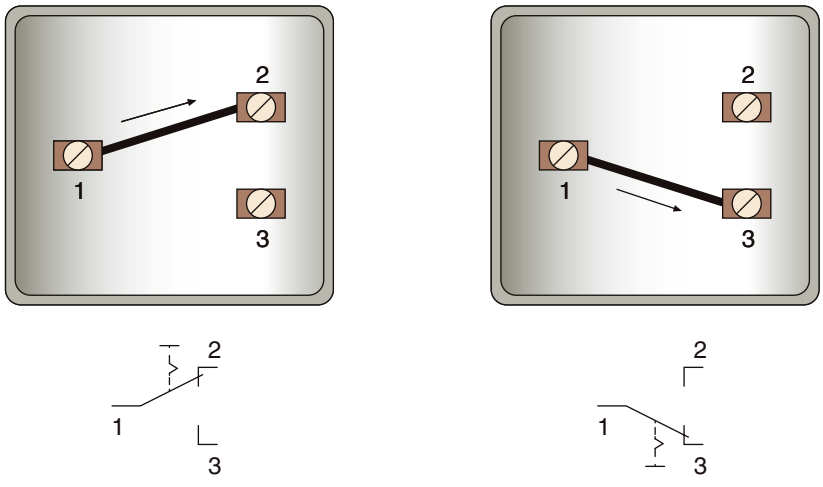


Figura 6.12. Posiciones del contacto interno del conmutador.

Así, se puede decir que un conmutador puede redireccionar la corriente eléctrica hacia diferentes partes del circuito.

En el siguiente ejemplo se puede ver que cuando el conmutador está en una posición (1-2), se enciende la lámpara número 1 y cuando está en la otra posición (1-3), lo hace la lámpara número 2.

Saber más

Al conmutador en ocasiones se le denomina **conmutador de hotel.**

Figura 6.11. Aspecto de diferentes conmutadores de superficie.

Saber más

Un conmutador se puede utilizar como interruptor, pero un interruptor no se puede utilizar como conmutador.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

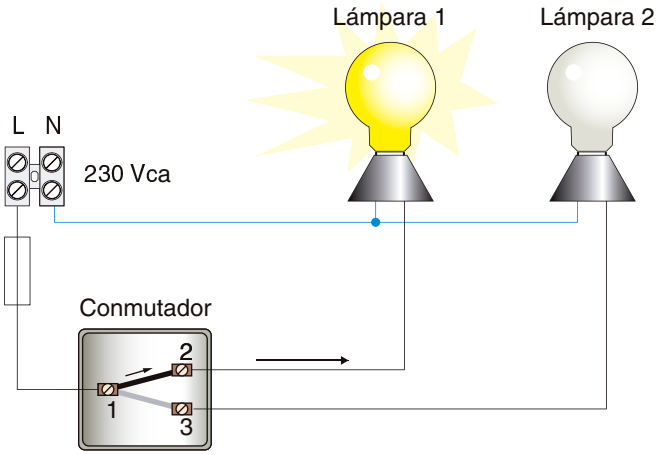


Figura 6.13. Conexión del conmutador para el encendido alternativo de lámparas.

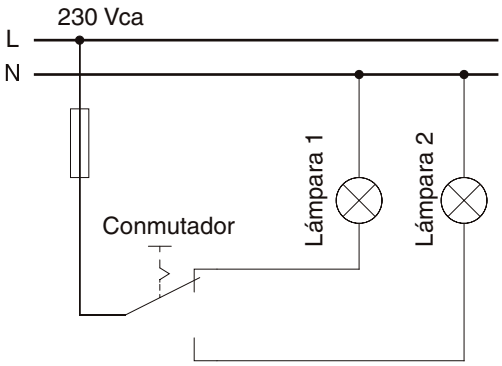


Figura 6.14. Esquema multifilar de encendido alternativo de lámparas.

2.5. Punto de luz conmutado

El conmutador es el mecanismo ideal para hacer circuitos que puedan controlar el encendido y apagado de lámparas desde dos puntos independientes de la instalación eléctrica.

El circuito utilizado para esta tarea es el denominado **lámpara conmutada** o **punto de luz conmutado.**

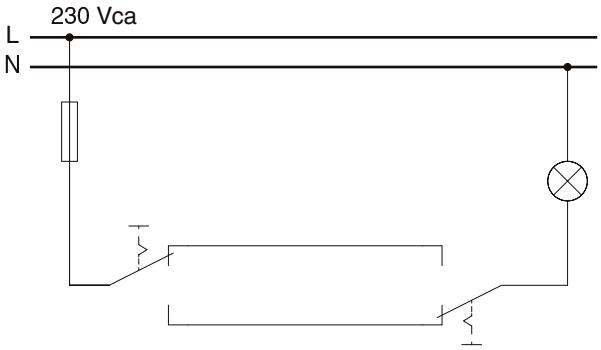


Figura 6.15. Esquema multifilar de una lámpara conmutada.

En este circuito, la lámpara se enciende y apaga independientemente desde cualquiera de los conmutadores.

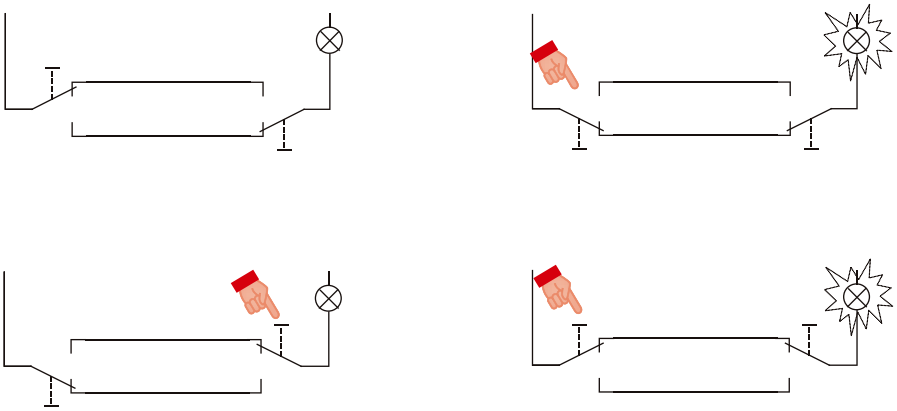


Figura 6.16. Ejemplo de secuencia de actuación sobre los conmutadores.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 3** de esta unidad.

Saber más

El circuito de la lámpara conmutada se utiliza mucho en instalaciones de interior, en estancias de la vivienda que tienen dos puertas de acceso, como pueden ser los pasillos.

En tu profesión

En el argot de los electricistas, a los cables de una conmutada que unen los bornes no comunes de los conmutadores se les denomina **los vueltas.**

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 4** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2.6. El conmutador de cruce

También denominado conmutador de cruzamiento, su aspecto externo y su accionamiento son idénticos al de un interruptor o al de un conmutador. Sin embargo, el conmutador de cruce dispone de cuatro bornes de conexión.

Los símbolos de este conmutador son los siguientes:

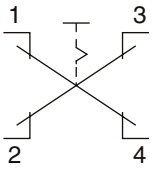
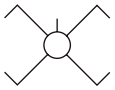
Símbolo multifilar	Símbolo unifilar
	

Tabla 6.2. Símbolos del conmutador de cruce.

De igual forma que el conmutador, el cruzamiento tiene dos posiciones. En cada una de ellas, los bornes quedan unidos eléctricamente de dos a dos de la siguiente forma:

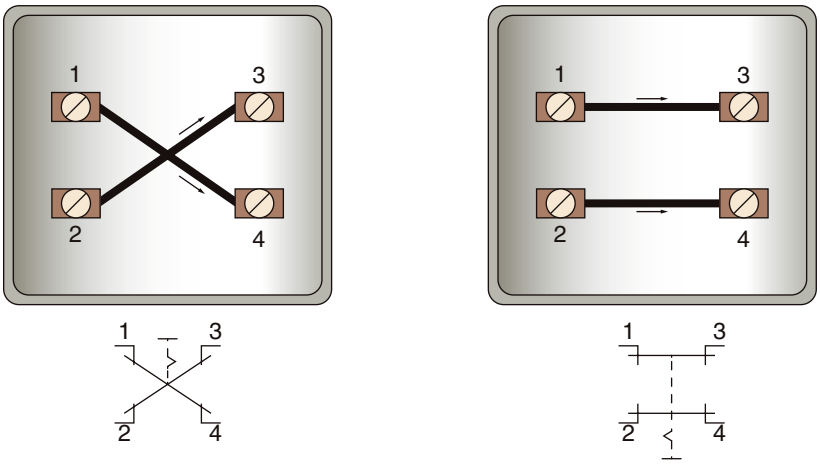


Figura 6.17. Posiciones de los contactos internos de un conmutador de cruce.

2.7. Lámpara conmutada de cruce

El conmutador de cruce tiene poco uso en solitario, ya que siempre es necesario utilizarlo junto a dos conmutadores normales en el circuito de la lámpara conmutada. Así se consigue el control del encendido y apagado de una lámpara desde más de dos puntos.

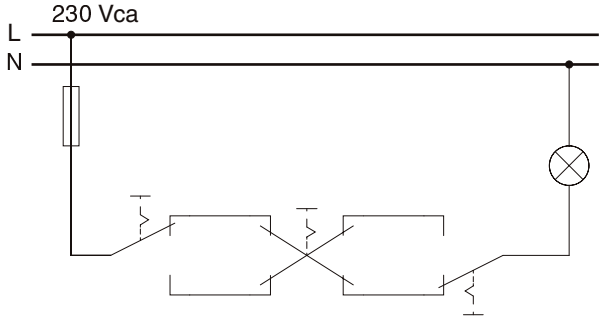


Figura 6.18. Esquema multifilar de lámpara conmutada de cruce.

Saber más

Los bornes del conmutador de cruce, con el fin de ser fácilmente identificables, suelen estar claramente marcados en grupos de dos. Este marcado especial se puede hacer de diversas formas. Algunas de las más comunes son el uso de otro color distinto, otro material diferente o incluso la colocación en una posición distinta.

Por tanto, es necesario prestar atención a este marcado, ya que de él depende que el circuito funcione correctamente.

Practica

Realiza las **fichas de trabajo 5 y 6** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

El circuito para la conmutada de cruce se basa en el punto conmutado visto anteriormente. En este caso, el conmutador de cruce se debe insertar entre los dos conmutadores en los conductores no comunes, para así conseguir el efecto deseado.

El uso de varios conmutadores de cruce permite ampliar en más de tres el número de puntos desde los que se puede controlar el encendido y apagado de la lámpara.

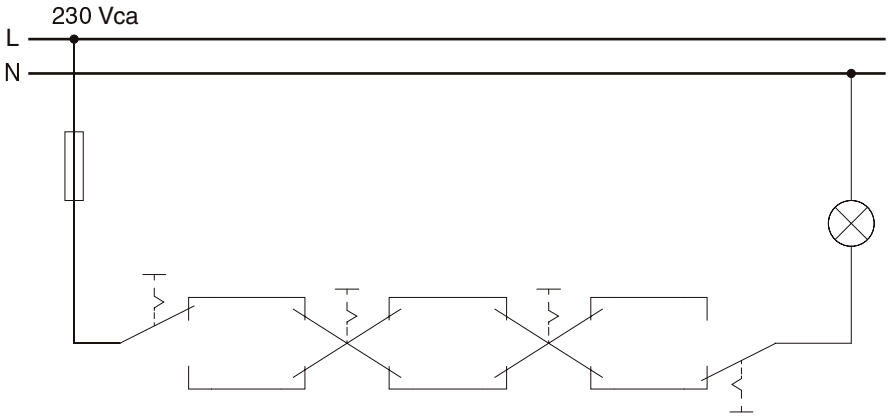


Figura 6.19. Lámpara conmutada de cruce desde cuatro puntos de accionamiento.

2.8. Combinación de circuitos de alumbrado

Imagina que en una instalación de una vivienda se da la siguiente situación: en dos estancias contiguas (un pasillo y un W. C.), se dispone de sendos circuitos para gestionar el encendido y apagado de las lámparas correspondientes.

El primero es un circuito conmutado y el segundo, un punto de luz simple. El interruptor para el punto de luz de W. C., y el conmutador para la luz del pasillo se encuentran ubicados en el mismo punto, compartiendo canalización e incluso la caja universal, dependiendo del modelo de mecanismo utilizado.

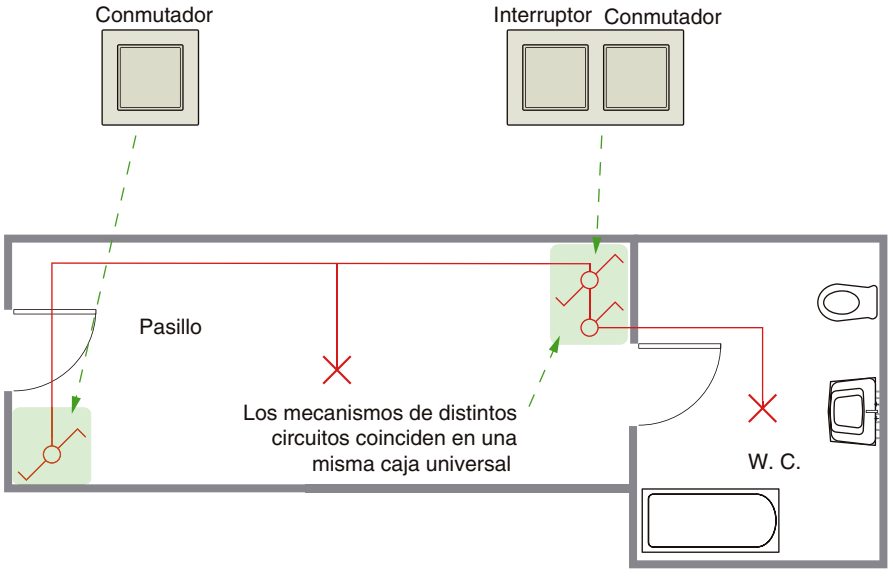


Figura 6.20. Esquema unifilar del circuito propuesto.

Saber más

Para controlar receptores desde muchos puntos de utilización, es mejor el uso de un dispositivo denominado **telerruptor,** cuyo estudio se verá en próximas unidades.

Practica

Realiza las **fichas de trabajo 7 y 8** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Saber más

El cable que lleva la fase tanto al conmutador como a uno de los bornes del interruptor es el mismo. Por tanto, se puede reutilizar siempre que el borne del mecanismo acepte la conexión de dos hilos.

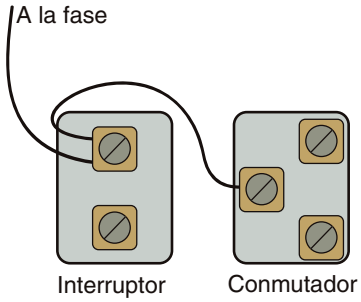


Figura 6.22. Detalle de la conexión en los mecanismos.

Figura 6.23. Toma de corriente junto a un conmutador.

En tu profesión

El REBT solo permite utilizar bases de enchufe de tipo Schuko. Las bases planas solamente se utilizarán como repuestos en instalaciones antiguas.

Figura 6.24. Base Schuko.

Figura 6.25. Base plana.

El esquema multifilar del esquema propuesto es el siguiente:

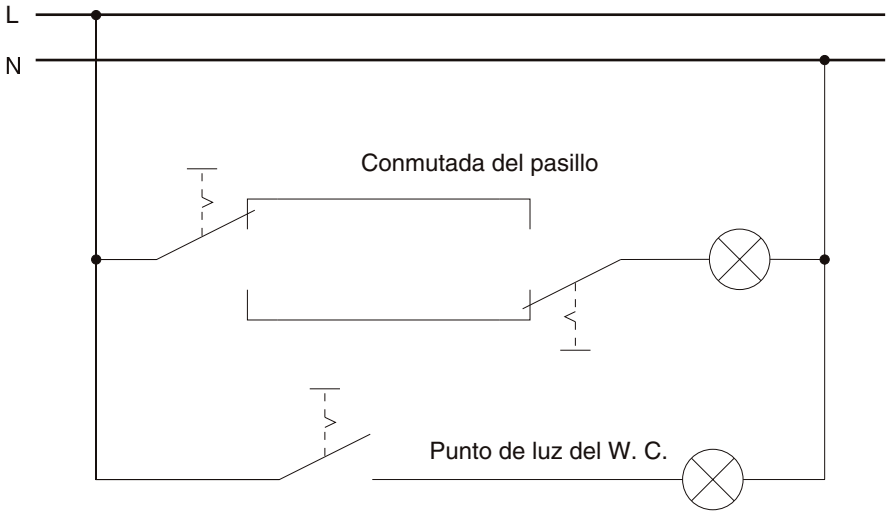


Figura 6.21. Esquema multifilar.

2.9. Combinación de un circuito de alumbrado con una base de enchufe

Una situación bastante común en circuitos de viviendas es utilizar tomas de corriente para conectar en ellas receptores de alumbrado de baja potencia, como ocurre en los dormitorios para las lámparas de las mesitas de noche. En estos circuitos es habitual utilizar los enchufes acompañando en la misma caja a conmutadores o interruptores.

El REBT no permite la conexión eléctrica entre dispositivos de diferentes circuitos, como pueden ser los pertenecientes al circuito de alumbrado (C1) y al circuito de enchufes de uso general (C2). Así, cuando se presenta la situación citada anteriormente, se puede optar por dos soluciones:

1. Que las tomas de corriente lleven una canalización y un cableado independiente al de los elementos de alumbrado y estén conectadas, en la caja de empalme más cercana, al circuito que le corresponda, que en este caso es el de bases de enchufe de uso general (C2).

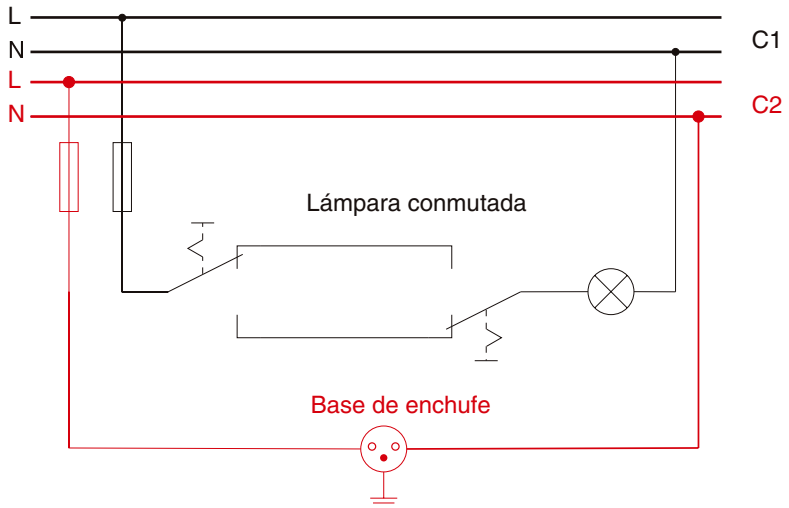


Figura 6.26. Solución con circuitos independientes.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Al ser circuitos separados, deben llevar canalizaciones independientes para el alumbrado y para la fuerza.

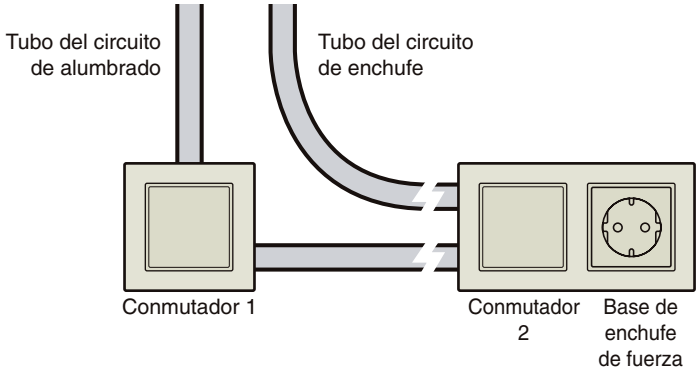


Figura 6.27. Ejemplo con circuitos separados.

2. Que las tomas de corriente pertenezcan al circuito de alumbrado, en cuyo caso cada una de ellas debe estar controlada por un interruptor conectado en serie con la base de enchufe. A todos los efectos, dichas bases de enchufe deben ser consideradas como puntos de luz y no se pueden conectar en ellas electrodomésticos de potencia, quedando reservadas para uso exclusivo de dispositivos de iluminación (lámparas de noche, flexos de estudio, etc.).

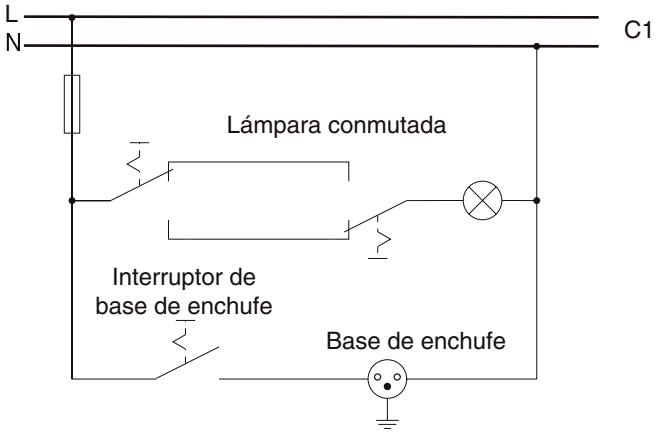


Figura 6.28. Solución para circuito de alumbrado.

Al pertenecer al mismo circuito, solamente es necesaria una canalización, que en este caso pertenece al circuito de alumbrado.

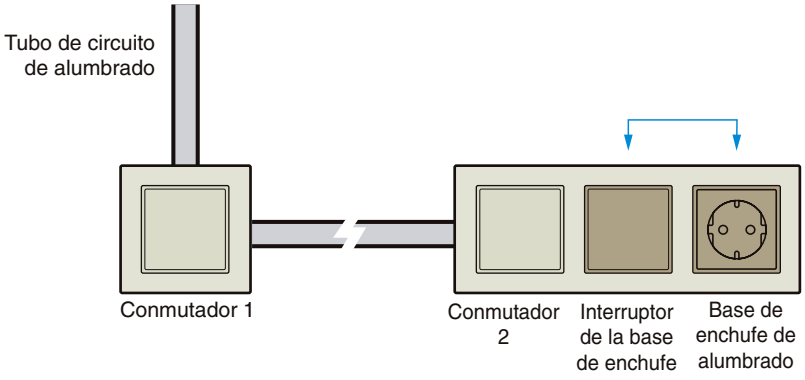


Figura 6.29. Base de enchufe en circuito de alumbrado.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 9** de esta unidad.

Saber más

En la unidad 9 conocerás cómo denomina el REBT los diferentes circuitos de una vivienda (C1, C2, C3, etc.).

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 10** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2.10. Centralización de mecanismos

Un circuito centralizado es aquel que dispone de un conjunto de mecanismos ubicados en un mismo punto para gestionar el encendido y apagado de varios receptores distribuidos en la instalación.

Un ejemplo puede ser el circuito utilizado para controlar individualmente los timbres de las viviendas de un edificio desde su portal de entrada. Aunque este circuito en la actualidad se hace mediante un portero electrónico, se cita aquí ya que es un buen ejemplo de centralización de mecanismos.

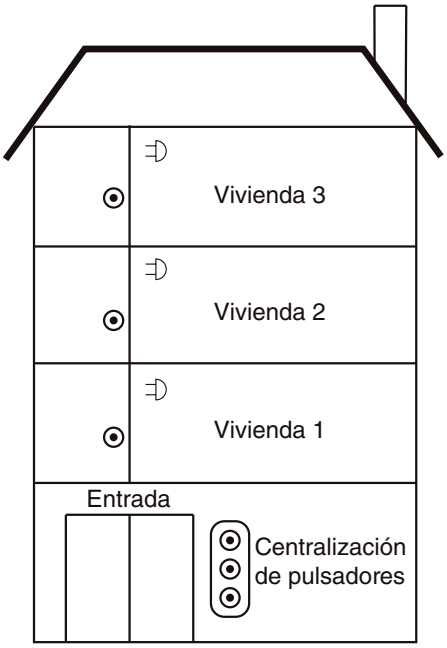


Figura 6.30. Ejemplo de centralización de pulsadores.

También es posible encontrar circuitos centralizados para el encendido y apagado del alumbrado en locales comerciales y de pública concurrencia. En este caso, los interruptores se ubican todos en un mismo punto, normalmente en un cuadro eléctrico al que solamente tiene acceso una persona autorizada.

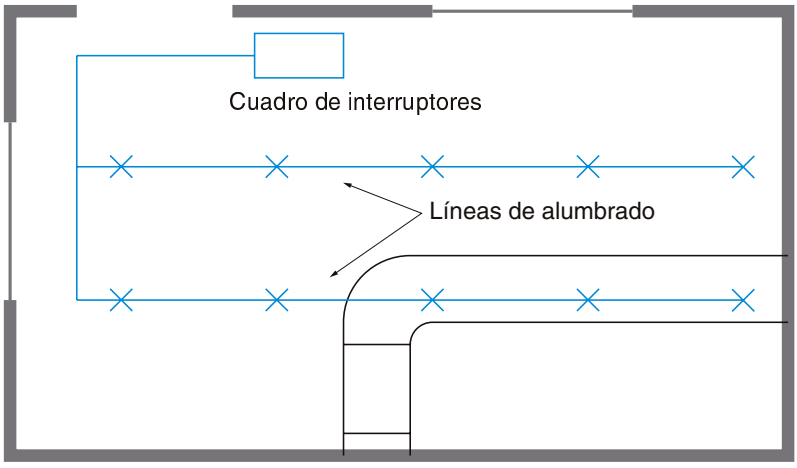
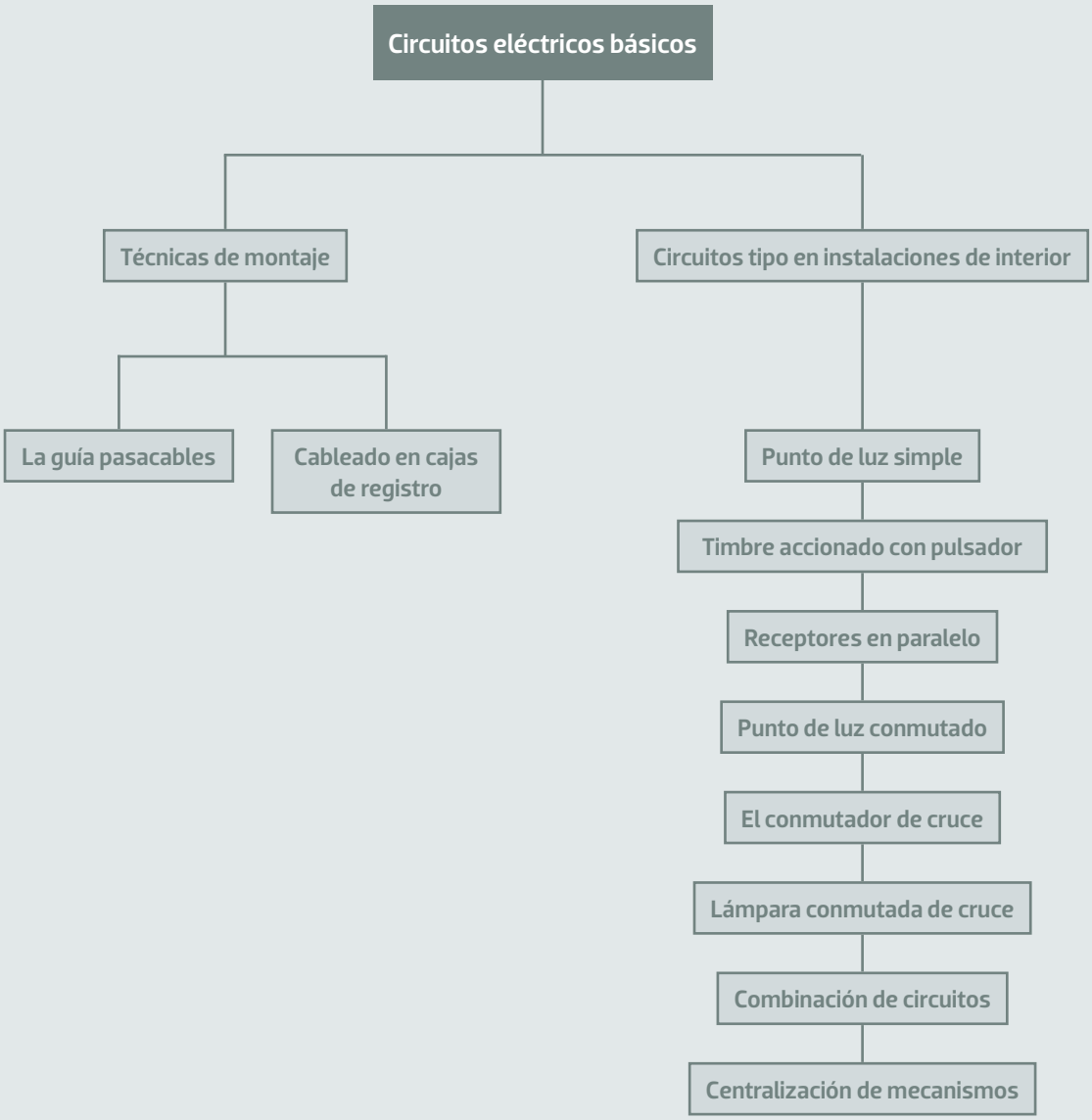


Figura 6.31. Ejemplo de centralización para el control del alumbrado en un bar.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en internet

1. Busca catálogos de guías pasacables y observa la cantidad de accesorios y complementos que existen en el mercado para facilitar el trabajo del técnico electricista.
2. ¿Qué es lo que utilizan los electricistas para facilitar el deslizamiento de los cables en los tubos mediante la guía pasacables?
3. Busca y descarga la Guía Técnica BT-25 del REBT. ¿De qué trata esta guía? ¿Cuál es el objetivo de este documento?
4. Localiza alguna página web con circuitos básicos destinados a viviendas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. Realiza la práctica resuelta de esta unidad y dibuja en tu cuaderno su esquema funcional. Compáralo con el de tus compañeros.

2. En la práctica anterior, si se desea que otra lámpara se encienda y apague a la vez que la ya existente, ¿cuáles son los esquemas multifilar y funcional del nuevo circuito? Dibuja en tu cuaderno el croquis de conexión y el esquema funcional, situando la nueva lámpara en el tubo central. Realiza las conexiones en el panel de entrenamiento y prueba su funcionamiento.

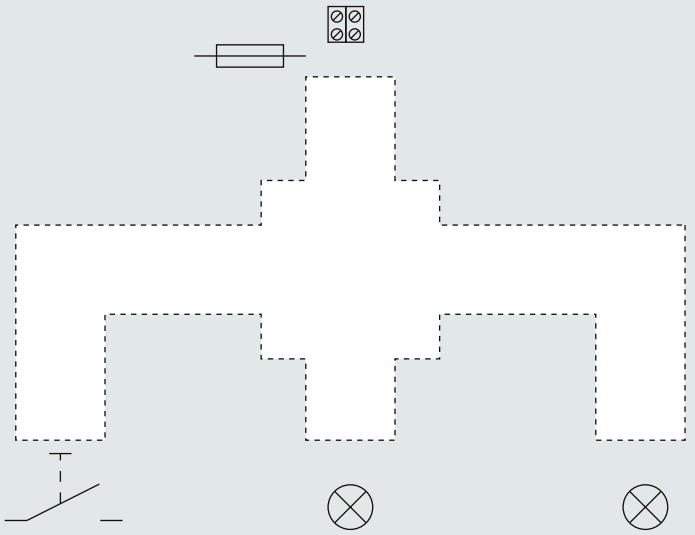


Figura 6.32.

3. Realiza la ficha de trabajo 1 de esta unidad, denominada «Timbre accionado con pulsador», y dibuja en tu cuaderno su esquema funcional. ¿Qué habría que hacer para que a la vez que el timbre se encienda una lámpara? Dibuja en tu cuaderno el esquema y monta sobre el panel de pruebas este cambio.

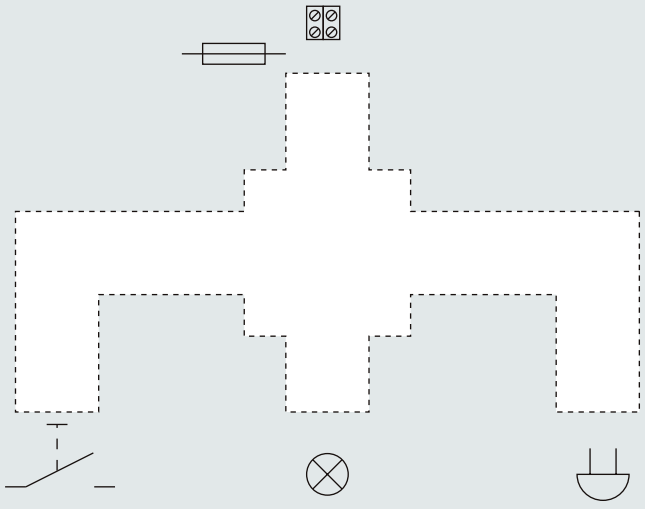


Figura 6.33.

4. Realiza la ficha de trabajo 2 de esta unidad, denominada «Punto de luz con interruptores en serie». Observa cómo funciona el circuito y discute con tus compañeros si crees que este tipo de conexión es adecuado para controlar el encendido y apagado de una lámpara desde dos puntos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

5. Realiza las actividades propuestas en la ficha de trabajo 2 con interruptores en paralelo. ¿Crees que este montaje es más adecuado para controlar el encendido y apagado de la lámpara desde dos puntos? Discútelo en clase con tus compañeros.

6. Adapta el circuito de la actividad anterior para que el funcionamiento sea el siguiente: con el conmutador en una posición, se enciende una lámpara y con el conmutador en la otra posición, se encienden las dos lámparas en serie.

7. Realiza la ficha de trabajo 3 de esta unidad, denominada «Encendido alternativo de lámparas». Dibuja en tu cuaderno el esquema funcional del circuito.

8. Adapta el circuito de la actividad anterior para que el funcionamiento sea el siguiente: con el conmutador en una posición, se enciende una lámpara y con el conmutador en la otra posición, se encienden las dos lámparas en serie. Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar y el funcional de este circuito. Realiza las conexiones en el panel de entrenamiento y prueba su funcionamiento.

9. Realiza la ficha de trabajo 4 de esta unidad, denominada «Lámpara conmutada». Dibuja en tu cuaderno el esquema funcional del circuito.

10. En el circuito de la actividad anterior, permuta la conexión del común de uno de los conmutadores por la de uno de los no comunes. ¿Funciona el circuito correctamente?

11. Realiza la ficha de trabajo 6 de esta unidad, denominada «Lámpara conmutada de cruce». Dibuja en tu cuaderno el esquema funcional del circuito.

12. En la actividad anterior, ¿dónde conectarías una segunda lámpara para que se encienda a la vez que la ya existente? Dibuja en tu cuaderno sus esquemas multifilar, unifilar y funcional del circuito. Realiza las conexiones sobre el panel de entrenamiento, situando la lámpara en el extremo del tubo que queda libre en la parte superior izquierda.

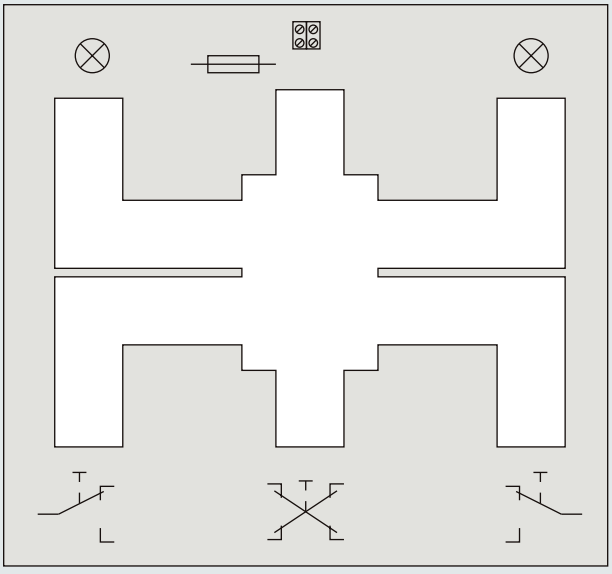


Figura 6.34.

13. Realiza la ficha de trabajo 7 de esta unidad, denominada «Encendido y apagado de una lámpara desde cuatro puntos». Dibuja en tu cuaderno el esquema funcional del circuito.

14. Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar para el encendido de una lámpara desde cinco puntos.

15. Realiza la ficha de trabajo 8 de esta unidad, denominada «Luces en cascada». Dibuja en tu cuaderno el esquema funcional del circuito.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

16. Siguiendo el proceso visto en las fichas de trabajo de esta unidad, realiza con un compañero el esquema y montad el circuito sobre el panel de pruebas para el encendido independiente de cuatro lámparas desde sus respectivos interruptores centralizados en un punto.

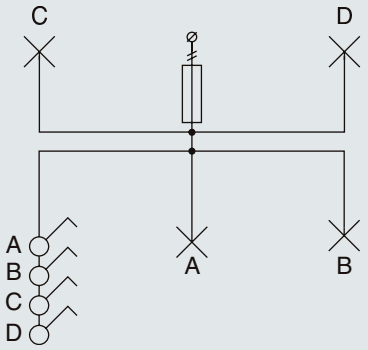


Figura 6.35. Esquema unifilar de la centralización de interruptores.

17. Dibuja en tu cuaderno el esquema del circuito necesario para electrificar una instalación doméstica del dormitorio de la figura. La lámpara se debe encender y apagar desde tres puntos y los enchufes que se encuentran a ambos lados de la cama deben pertenecer a un circuito diferente al del alumbrado. Monta el circuito en el panel de pruebas de forma similar a lo que aquí se propone.

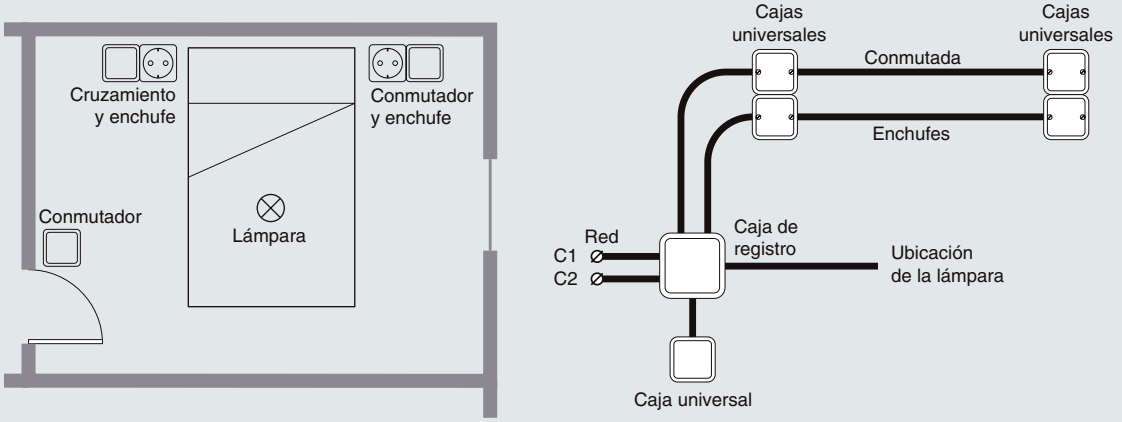


Figura 6.36.

18. En un edificio de cuatro viviendas, una por planta, se desea controlar el timbre de cada vivienda desde dos puntos, uno ubicado en la misma planta y otro, en el portal del edificio (centralización). Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar del circuito y móntalo sobre el panel de pruebas bajo una canalización similar a la que se muestra en la figura.

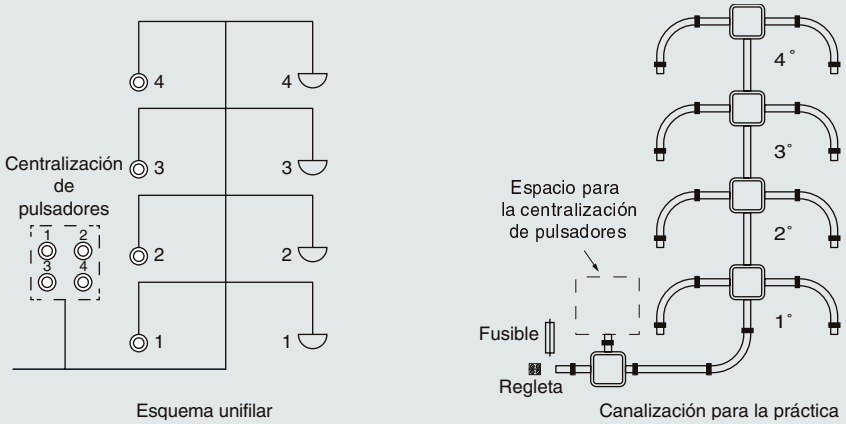


Figura 6.37.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 6

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **Una guía pasacables es:**
   a) Un elemento que dispone las canalizaciones para colocar bien los cables.
   b) Un borne especial que tienen los mecanismos de las instalaciones en viviendas.
   c) Un útil para pasar los cables por los tubos eléctricos.
   d) Un tipo de cable.
2. **En las cajas de registro, los cables que pasan sin necesidad de empalmarlos:**
   a) Se deben cortar siempre.
   b) Se les debe dar una vuelta en la caja de registro.
   c) Se deben poner lo más tirantes posible.
   d) Se empalman retorciendo los cables y cubriéndolos de cinta aislante.
3. **Los empalmes en las cajas de registro:**
   a) Se hacen retorciendo los cables y cubriéndolos de cinta aislante.
   b) No se pueden hacer empalmes en las cajas de registro.
   c) Los empalmes hay que hacerlos en los bornes de los mecanismos.
   d) Se deben utilizar siempre regletas de conexión.
4. **Un interruptor tiene:**
   a) Un borne. c) Tres bornes.
   b) Dos bornes. d) Cuatro bornes.
5. **Un conmutador tiene:**
   a) Un borne. c) Tres bornes.
   b) Dos bornes. d) Cuatro bornes.
6. **Un conmutador de cruce tiene:**
   a) Un borne. c) Tres bornes.
   b) Dos bornes. d) Cuatro bornes.
7. **¿Cómo se denomina el borne sobre el que bascula el contacto interno de un conmutador?**
   a) Común. b) Vuelta. c) Positivo. d) Negativo.
8. **Si se utilizan dos pulsadores en paralelo para controlar una lámpara, será posible encenderla con cualquiera de ellos si está apagada y apagarla con cualquiera de ellos si está encendida:**
   a) Sí.
   b) No.
   c) Este circuito no se puede hacer.
   d) Hará un cortocircuito.
9. **Para controlar una lámpara desde cuatro puntos, se deben utilizar:**
   a) Cuatro interruptores en serie.
   b) Dos conmutadores y dos interruptores.
   c) Dos conmutadores y dos conmutadores de cruce.
   d) Un interruptor y dos conmutadores.
10. **En un punto de luz simple:**
    a) La lámpara se conecta en serie con el interruptor.
    b) La lámpara se conecta en paralelo al interruptor.
    c) Para encender la lámpara, es necesario un conmutador.
    d) El interruptor se conecta en paralelo a la red de alimentación.
11. **El símbolo de un conmutador:**
    a) Es el mismo en el esquema unifilar que en el multifilar.
    b) Es igual que el del interruptor.
    c) Es el mismo que el del pulsador.
    d) Es diferente en el esquema unifilar que en el multifilar.
12. **Para hacer encender y apagar una lámpara desde dos puntos:**
    a) Es necesario un punto de luz con dos interruptores en paralelo.
    b) Es necesario utilizar el circuito del punto de luz conmutado.
    c) Es necesario utilizar una conmutada de cruce.
    d) Es necesario un punto de luz con dos interruptores en serie.
13. **Los enchufes se pueden conectar al circuito de alumbrado:**
    a) Solamente si se pone un interruptor en serie con ellos y se utiliza para conectar receptores de alumbrado.
    b) Siempre que se desee ahorrar cable.
    c) Solamente en las tomas de corriente que hay en la cocina de la vivienda.
    d) Solamente con clavijas de tipo plano.
14. **Si un enchufe pertenece al circuito de fuerza:**
    a) Se puede cablear bajo el mismo tubo que el circuito de alumbrado.
    b) Se debe cablear en un tubo diferente al circuito de alumbrado.
    c) Se debe conectar siempre con un interruptor en serie.
    d) No puede estar en el circuito de fuerza.
15. **¿Cómo denomina el R al circuito de alumbrado?**
    a) C1. b) C2. c) C3. d) C4.
16. **¿Cómo denomina el REBT al circuito de tomas de corriente?**
    a) C1. b) C2. c) C3. d) C4.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)
- Guía pasacables

Material

- El panel realizado en la ficha de trabajo 3 de la unidad 3
- Un interruptor de superficie o de empotrar
- Un portalámparas y su respectiva lámpara

Punto de luz simple

Objetivo

- Realizar el circuito del punto de luz simple bajo tubo corrugado.

Precauciones

- Asegurarse de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente antes de conectar el panel a la red eléctrica.
- No manipular las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red eléctrica.

Desarrollo

1. Interpretar los esquemas correspondientes al circuito denominado punto de luz simple.

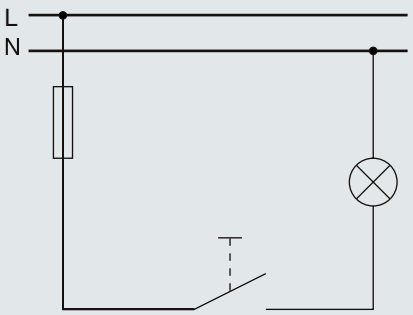


Figura 6.38. Esquema multifilar.

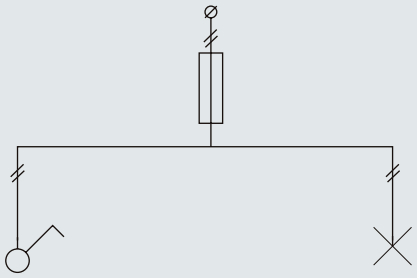


Figura 6.39. Esquema unifilar.

2. Teniendo en cuenta los esquemas anteriores, realizar el croquis de conexiones.

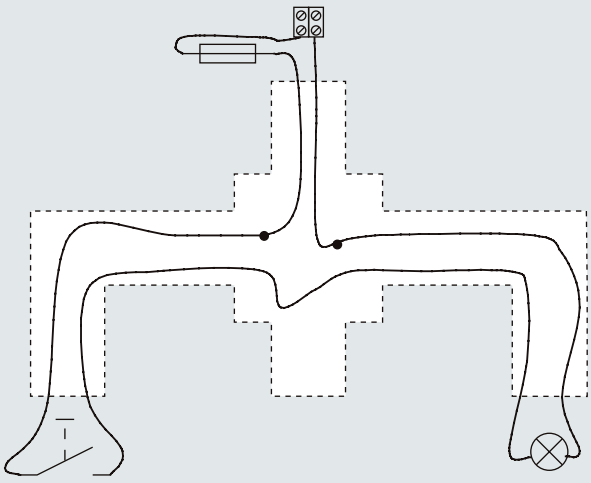


Figura 6.40. Esquema multifilar.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3. Introducir los cables necesarios bajo la canalización. Si es necesario, usar una guía pasacables.

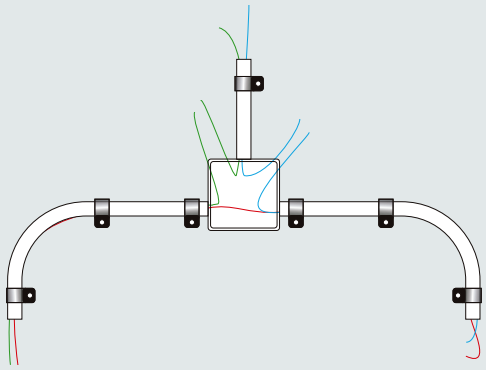


Figura 6.41.

4. Realizar con regletas los empalmes en la caja de registro.

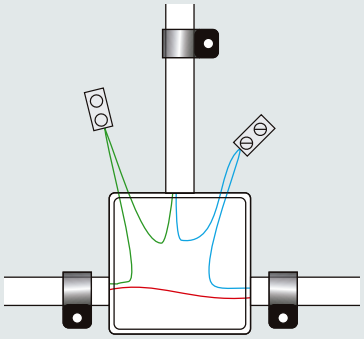


Figura 6.42.

5. Conexionar los cables en los bornes de los mecanismos y fijarlos al panel.

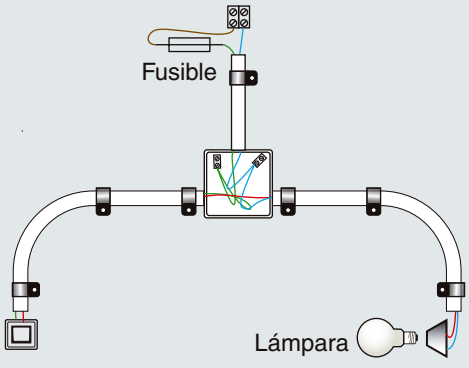


Figura 6.43.

6. Introducir las regletas en la caja de registro y poner su tapa.
7. Enroscar una bombilla en el portalámparas.
8. Conectar el panel a la red eléctrica y probar su funcionamiento.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 1

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)
- Guía pasacables

Material

- El panel realizado en la ficha de trabajo 3 de la unidad 3
- Un pulsador de superficie o de empotrar
- Timbre

Timbre accionado con pulsador

Objetivo

- Realizar el circuito necesario para accionar un timbre con un pulsador.

Precauciones

- Asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente antes de conectar el panel a la red eléctrica.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red eléctrica.

Desarrollo

1. Fíjate en los siguientes esquemas:

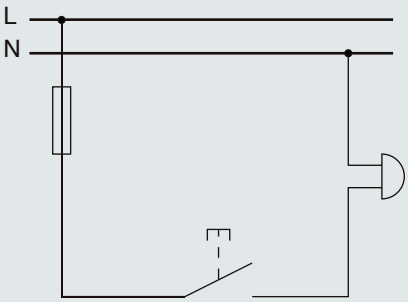


Figura 6.44. Esquema multifilar.

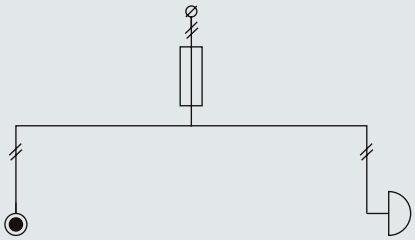


Figura 6.45. Esquema unifilar.

2. Basándote en los esquemas anteriores, haz en tu caderno el croquis de conexiones.

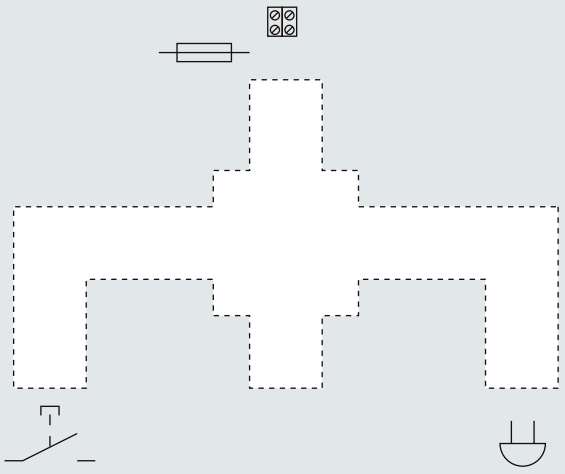


Figura 6.46. Croquis de conexiones.

3. Sigue los pasos del 3 al 6 enumerados en la práctica resuelta.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 2

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Punto de luz con interruptores en serie

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)
- Guía pasacables

Material

- El panel realizado en la ficha de trabajo 3 de la unidad 3
- Dos interruptores de superficie o de empotrar
- Un portalámparas y su respectiva lámpara

Objetivo

- Entender el funcionamiento de un circuito con interruptores en serie.

Precauciones

- Asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente antes de conectar el panel a la red eléctrica.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red eléctrica.

Desarrollo

1. Fíjate en los siguientes esquemas:

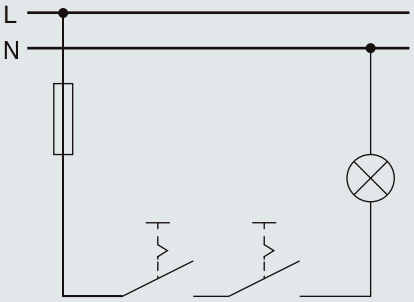


Figura 6.47. Esquema multifilar.

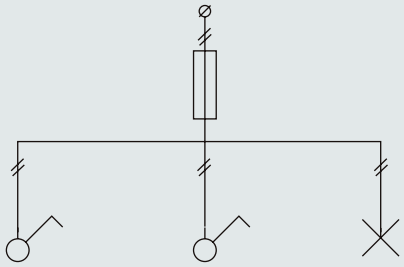


Figura 6.48. Esquema unifilar.

2. Basándote en los esquemas anteriores, haz en tu caderno el croquis de conexiones.

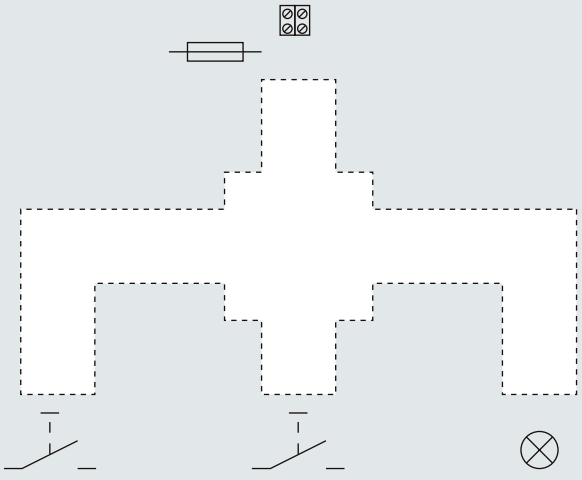


Figura 6.49. Croquis de conexiones.

3. Sigue los pasos del 3 al 6 enumerados en la práctica resuelta.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 3

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)
- Guía pasacables

Material

- El panel utilizado en la ficha de trabajo anterior
- Dos portalámparas y sus respectivas lámparas
- Un conmutador de superficie o empotrado

Encendido alternativo de lámparas

Objetivo

- Identificar los bornes de un conmutador y conexionarlo a un circuito de lámparas.

Precauciones

- Asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente antes de conectar el panel a la red eléctrica.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red eléctrica.

Desarrollo

1. Fíjate en los siguientes esquemas correspondientes al circuito denominado encendido alternativo de lámparas.

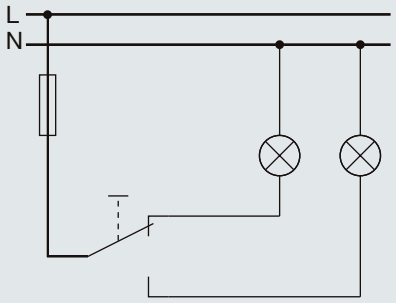


Figura 6.50. Esquema multifilar.

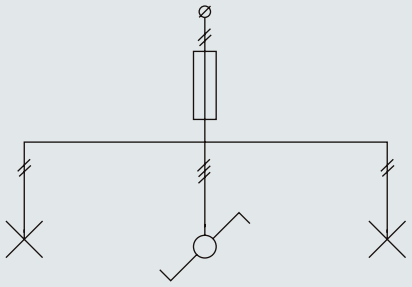


Figura 6.51. Esquema unifilar.

2. Basándote en los esquemas anteriores, dibuja en tu caderno el croquis de conexiones.

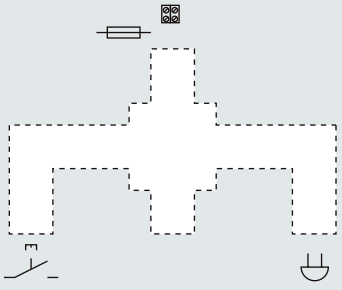


Figura 6.52. Croquis de conexiones.

3. Introduce los cables necesarios en los tubos.
4. Realiza con regletas los empalmes en la caja de registro.
5. Haz las conexiones sobre los mecanismos y fíjalos con tirafondos al panel.
6. Conecta el panel a la red eléctrica y prueba su funcionamiento.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 4

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Lámpara conmutada

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)
- Guía pasacables

Material

- El panel utilizado en la ficha de trabajo anterior
- Un portalámparas y su respectiva lámpara
- Dos conmutadores de superficie o empotrados

Objetivo

- Realizar un circuito para el encendido y apagado de una lámpara desde dos puntos de la instalación.

Precauciones

- Asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente antes de conectar el panel a la red eléctrica.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red eléctrica.

Desarrollo

1. Fíjate en los siguientes esquemas correspondientes al circuito denominado lámpara conmutada.

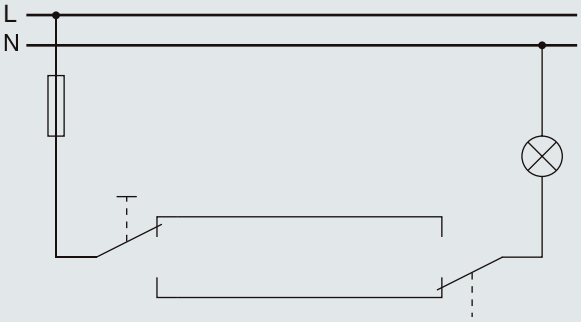


Figura 6.53. Esquema multifilar.

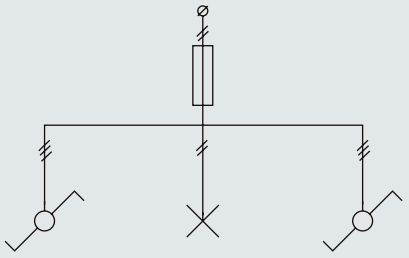


Figura 6.54. Esquema unifilar.

2. Basándote en los esquemas anteriores, dibuja en tu caderno el croquis de conexiones.

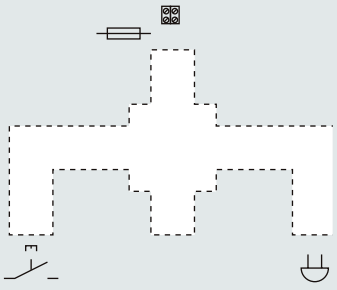


Figura 6.55. Croquis de conexiones.

3. Realiza los pasos del 3 al 6 de la práctica resuelta.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 5

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)
- Barrena
- Martillo

Material

- El panel utilizado en la ficha de trabajo anterior
- Tubo corrugado de 16 mm ∅
- Seis grapas o abrazaderas para el tubo de 16 mm
- Tirafondos y arandelas

Ampliación de la canalización de tubo corrugado

Objetivo

- Ampliar la canalización de tubo corrugado del panel de entrenamiento para realizar los montajes propuestos en las siguientes fichas de trabajo.

Precauciones

- Ayúdate de las líneas dibujadas en el tablero para colocar los tubos en vertical y horizontal.

Desarrollo

1. Siguiendo las técnicas aprendidas en la ficha de trabajo 4 de la unidad 3, coloca el tubo sobre el panel de entrenamiento tal y como se muestra en la figura:

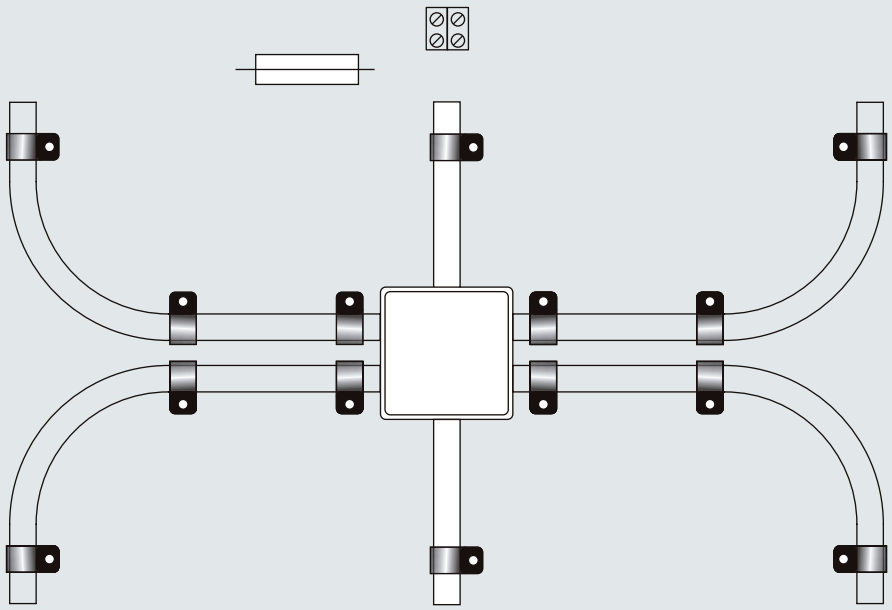


Figura 6.56. Montaje con tubo corrugado.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 6

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Lámpara conmutada de cruce

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)
- Guía pasacables

Material

- El panel utilizado en la ficha de trabajo anterior
- Un portalámparas y su respectiva lámpara
- Dos conmutadores
- Un conmutador de cruce

Objetivo

- Realizar un circuito para el encendido y apagado de una lámpara desde tres puntos de la instalación.

Precauciones

- Asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente antes de conectar el panel a la red eléctrica.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red eléctrica.

Desarrollo

1. Fíjate en los siguientes esquemas correspondientes a la lámpara conmutada de cruce.

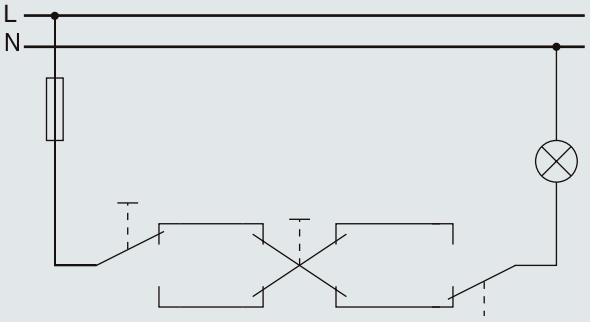


Figura 6.57. Esquema multifilar.

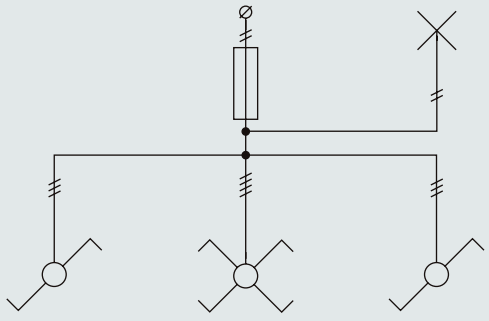


Figura 6.58. Esquema unifilar.

2. Basándote en los esquemas anteriores, dibuja en tu caderno el croquis de conexiones.

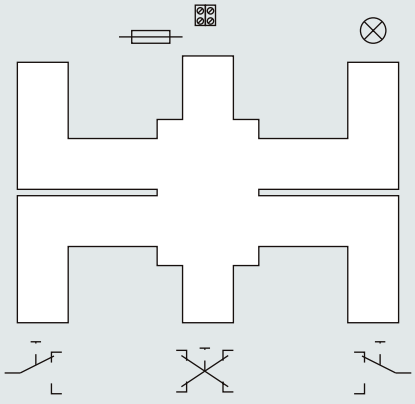


Figura 6.59. Croquis de conexiones.

3. Realiza los pasos del 3 al 6 de la práctica resuelta.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 7

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)
- Guía pasacables

Material

- El panel utilizado en la ficha de trabajo anterior
- Un portalámparas y su respectiva lámpara
- Dos conmutadores
- Dos conmutadores de cruce

Encendido y apagado de una lámpara desde cuatro puntos

Objetivo

- Realizar un circuito para el encendido y apagado de una lámpara desde cuatro puntos de la instalación.

Precauciones

- Asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente antes de conectar el panel a la red eléctrica.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red eléctrica.

Desarrollo

1. Fíjate en los siguientes esquemas, correspondientes a la lámpara conmutada de cruce desde cuatro puntos.

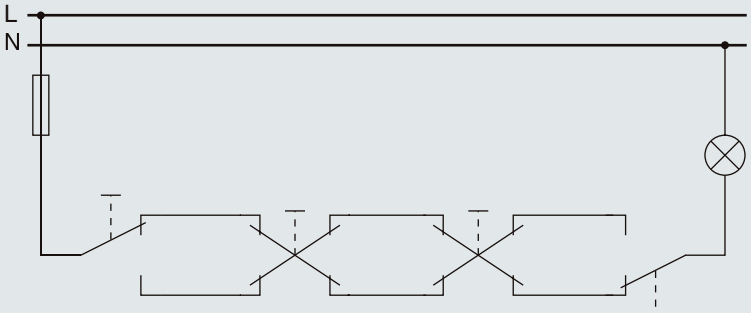


Figura 6.60. Esquema multifilar.

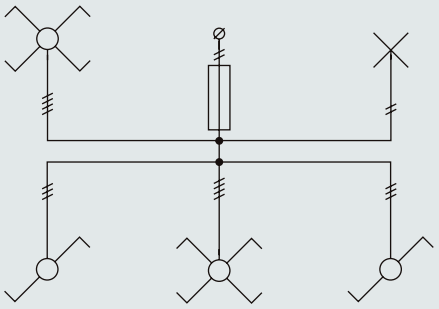


Figura 6.61. Esquema unifilar.

2. Basándote en los esquemas anteriores, dibuja en tu caderno el croquis de conexiones.

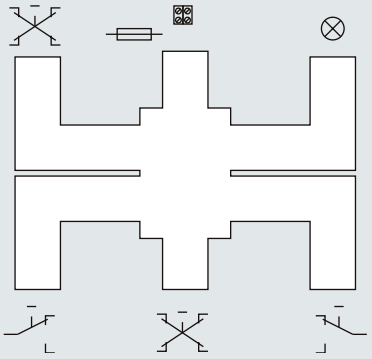


Figura 6.62. Croquis de conexiones.

3. Realiza los pasos del 3 al 6 de la práctica resuelta.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 8

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Luces en cascada

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)
- Guía pasacables

Material

- El panel utilizado en la ficha de trabajo anterior
- Tres portalámparas y sus respectivas lámparas
- Dos conmutadores
- Un interruptor

Objetivo

- Realizar un circuito para el encendido y apagado de tres lámparas en cascada utilizando un interruptor y dos conmutadores.

Precauciones

- Asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente antes de conectar el panel a la red eléctrica.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red eléctrica.

Desarrollo

1. Fíjate en el siguiente esquema, correspondiente al encendido de luces en cascada.

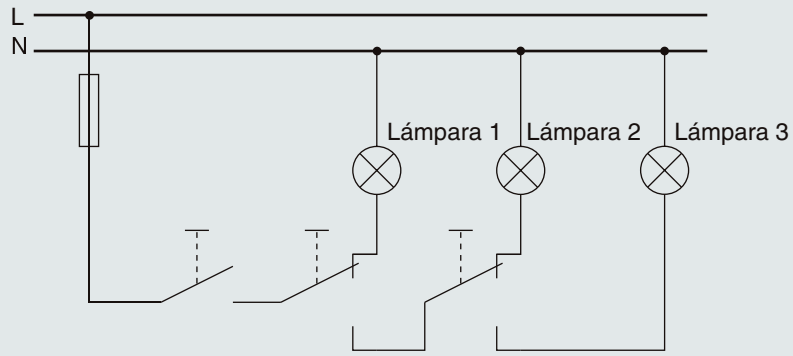


Figura 6.63. Esquema multifilar.

2. Basándote en los esquemas anteriores, dibuja en tu caderno el croquis de conexiones.

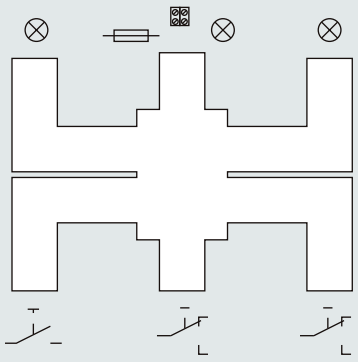


Figura 6.64. Croquis de conexiones.

3. Realiza los pasos del 3 al 6 de la práctica resuelta.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 9

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)
- Guía pasacables

Material

- El panel utilizado en la ficha de trabajo anterior
- Dos portalámparas y sus respectivas lámparas
- Dos conmutadores y un interruptor de superficie o empotrado
- Regletas de conexión
- Cable de 1,5 mm^2 (marrón y azul)

Combinación de circuitos para pasillo y W. C.

Objetivo

- Combinar dos circuitos de alumbrado sobre una misma canalización.
- Realizar el circuito necesario para el alumbrado del pasillo y del W. C. mostrado como ejemplo al principio de esta unidad.

Precauciones

- Asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente antes de conectar el panel a la red eléctrica.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red eléctrica.

Desarrollo

1. Fíjate en los esquemas correspondientes a los circuitos del pasillo y del W. C. mostrados al principio de esta unidad.
2. Coloca la aparamenta en el panel de pruebas, como se muestra en la figura. El tubo central vertical de la parte inferior del panel no tiene uso en esta práctica, pero no es necesario que lo quites, ya que te será necesario en las próximas actividades.

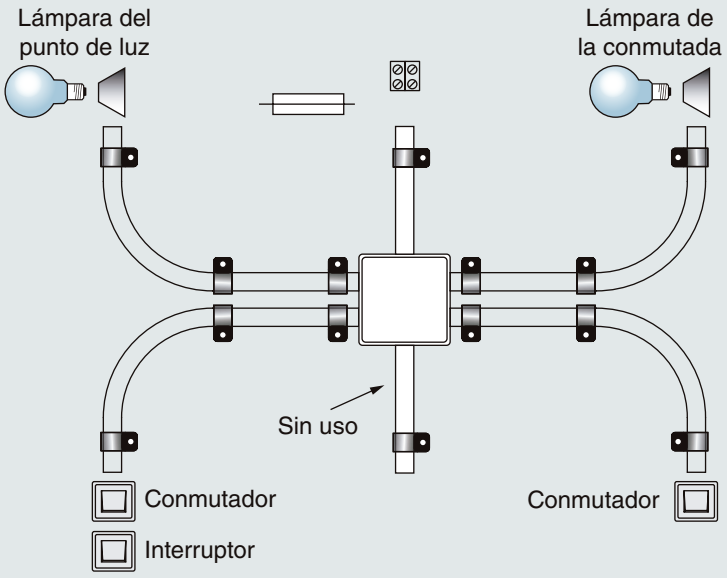


Figura 6.65. Esquema multifilar.

3. Dibuja el croquis de conexiones en tu cuaderno, pasa los cables por los tubos, realiza las conexiones eléctricas y prueba su funcionamiento.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 10

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Combinación de un circuito de alumbrado con otro de tomas de corriente

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)
- Guía pasacables

Material

- El panel utilizado en la ficha de trabajo anterior
- Un portalámparas y su respectiva lámpara
- Dos conmutadores
- Una base de enchufe
- Regletas de conexión
- Cable de 1,5 mm² (marrón y azul)

Objetivo

- Combinar dos circuitos sobre una misma canalización.
- Realizar el circuito de alumbrado necesario para la estancia de una vivienda dedicada a un dormitorio.

Precauciones

- Asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente antes de conectar el panel a la red eléctrica.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red eléctrica.

Desarrollo

1. Fíjate en los esquemas correspondientes a los circuitos del pasillo y del W. C. mostrados al principio de esta unidad.

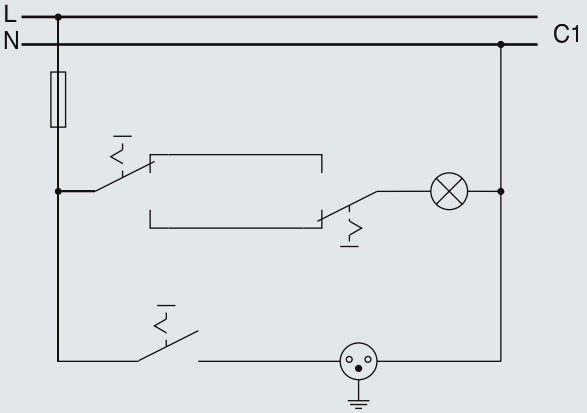


Figura 6.66. Esquema multifilar.

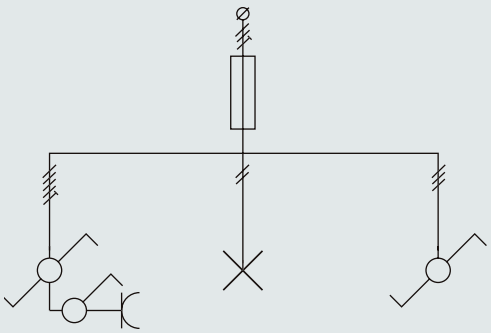


Figura 6.67. Esquema unifilar.

2. Si lo crees necesario, utiliza tu cuaderno para realizar el croquis de conexiones, ubicando los elementos según se muestran en el esquema unifilar.
3. Introduce los cables en los tubos del panel de entrenamiento.
4. Realiza con regletas los empalmes en la caja de registro.
5. Haz las conexiones sobre los mecanismos y fíjalos con tirafondos al panel.
6. Conecta el panel a la red eléctrica y prueba su funcionamiento.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

7 Tipos de lámparas y sus conexiones

Vamos a conocer...

1. Lo que debes saber sobre las lámparas
2. Tipos de lámparas

PRÁCTICA RESUELTA

Punto de luz simple con lámpara de 12 V

FICHA DE TRABAJO 1

Canalización con tubo metálico

FICHA DE TRABAJO 2

Punto de luz con tubo fluorescente

FICHA DE TRABAJO 3

Punto de luz con dos tubos fluorescentes en paralelo

FICHA DE TRABAJO 4

Punto de luz con dos tubos fluorescentes en serie

FICHA DE TRABAJO 5

Punto de luz con lámpara de vapor de mercurio

FICHA DE TRABAJO 6

Dos puntos de luz con lámparas de vapor de mercurio

Y al finalizar esta unidad...

- Serás capaz de identificar los diferentes tipos de casquillos que utilizan las lámparas en instalaciones domésticas.
- Sabrás cómo se debe elegir una lámpara en función de su potencia y su luminosidad.
- Conocerás cuáles son los tipos de lámparas más utilizados y sus conexiones.
- Montarás circuitos básicos de alumbrado con lámparas de tensión reducida y de descarga.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. Lo que debes saber sobre las lámparas

Antes de estudiar los diferentes tipos de lámparas que existen en el mercado y su integración en los distintos circuitos eléctricos, es necesario que conozcas varios aspectos generales sobre ellas. Se trata del tipo de conexión en el portalámparas y de algunas de sus características eléctricas.

1.1. El casquillo

El portalámparas es el elemento del circuito que permite conectar la lámpara en una instalación eléctrica. El denominado **casquillo** es la parte del portalámparas a través de la que se realiza la conexión con la lámpara. Está cubierto por una envoltura de PVC o cerámica que lo aísla de contactos directos e indirectos.

Los **casquillos** están normalizados, pueden tener diferentes tamaños y formas y se identifican mediante un código basado en una letra y un número.

En tu profesión

Los casquillos están diseñados para que la lámpara pueda ser sustituida con facilidad sin necesidad de ninguna herramienta o útil.

E14	E27	GU10	GU4
GU5.3 (MR16)	**G9**	**G13**	**B22**

Figura 7.1. Código de los casquillos.

Los **casquillos tipo E** también se denominan casquillos Edison y son los más extendidos en lámparas de uso residencial. Son roscables y se usan en todo tipo de lámparas (bajo consumo, halógenas, LED, etc.). El número del código indica el diámetro del casquillo. Así, los tamaños E14 y E27 son los utilizados principalmente en lámparas de viviendas. Existen otros tamaños como el E10 (lámparas de linternas y pilotos) o el E40 (lámparas de gran potencia).

Los **casquillos tipo G** disponen de dos terminales tipo varilla que se enchufan por inserción o, como ocurre con los de tipo GU10, mediante un giro de un cuarto de vuelta de la lámpara. Hay que destacar el tipo G13, que es el utilizado por los tubos fluorescentes.

Los **casquillos B** son de tipo bayoneta. Se conectan en el portalámparas por inserción y posteriormente mediante un giro de un cuarto de vuelta.

Figura 7.2. Portalámparas (GU10 y E27).

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Saber más

Un transformador es un dispositivo eléctrico que permite reducir o aumentar la tensión del circuito de alimentación. Dispone de un devanado de entrada, que se conecta a la red de alimentación, y de uno secundario, que se conecta a la aplicación.

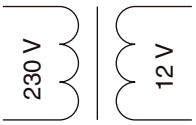


Figura 7.3. Símbolo del transformador.

Figura 7.5. Transformador y lámpara de 12 V.

Saber más

El uso de lámparas de bajo consumo está justificado, ya que el ahorro de energía es evidente:

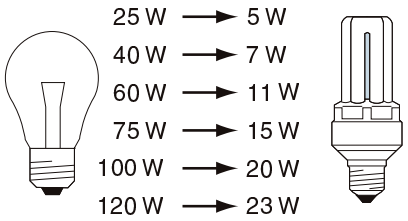


Figura 7.7. Ahorro de energía con lámparas de bajo consumo.

1.2. La tensión de alimentación

La tensión de alimentación es el voltaje al que trabaja la lámpara. Suele ser de 12 V o 230 V. Las primeras requieren un transformador y las segundas se conectan directamente a la red eléctrica.

Las lámparas con casquillo E14 y E27 suelen funcionar a 230 V. No obstante, otros tipos de casquillo pueden ser utilizados para ambas tensiones, así que antes de conectar la lámpara es importante saber cuál es la tensión del circuito en la que se instala.

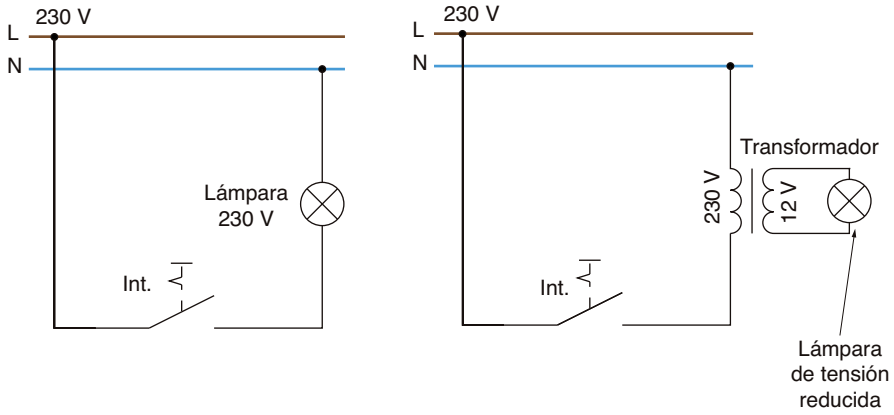


Figura 7.4. Circuitos básicos para el control de una lámpara (conexión directa a la red y mediante transformador reductor).

Un ejemplo de conexión de una lámpara de 12 V con un transformador es el que se muestra a continuación. Este tipo de transformadores se puede alojar en el interior de cajas de registro o en falsos techos junto a las propias lámparas.

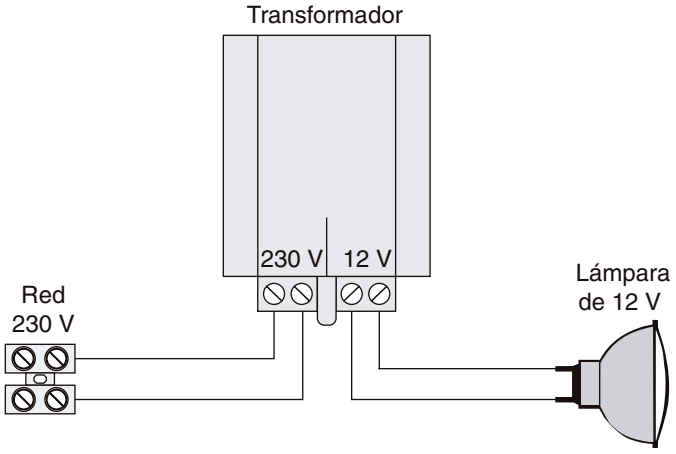


Figura 7.6. Conexión de una lámpara de 12 V a través de un transformador.

1.3. La potencia

Es la potencia eléctrica que consume la lámpara y se mide en vatios (W). Cuanto mayor es el número de vatios, mayor es la energía consumida y, por tanto, mayor gasto tendrá el usuario de la instalación.

Las lámparas de bajo consumo y las LED consumen mucha menos potencia para una misma cantidad de luz que las obsoletas lámparas incandescentes.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1.4. El flujo luminoso

El flujo luminoso es la luminosidad que tiene una lámpara y se mide en lúmenes (lm).

Si bien el número de vatios de una lámpara (15 W, 25 W, 40 W, 60 W, 75 W, 100 W, 150 W, 200 W) siempre se ha relacionado con la «cantidad» de luz emitida, dicha comparación ha quedado obsoleta al surgir las nuevas lámparas LED y fluorescentes compactas.

Lo correcto es tener como referencia el flujo luminoso de la lámpara medido en lúmenes e indicado por el fabricante. A modo de ejemplo, se puede decir que una lámpara incandescente de 60 W emite la misma cantidad de lúmenes (750 lm) que una lámpara fluorescente compacta de 15 W.

2. Tipos de lámparas

En el mercado existen numerosos tipos de lámparas. Su elección dependerá de la aplicación requerida por el usuario.

A continuación se nombran algunas de las más utilizadas en aplicaciones domésticas y residenciales.

2.1. Lámparas incandescentes

Son las más antiguas y, por tanto, también las que más se han utilizado durante décadas Sin embargo, desde el año 2012 la Unión Europea ha cesado su fabricación y están siendo sustituidas por otras de mayor eficiencia energética, como las de bajo consumo o las LED.

Basan su funcionamiento en el calentamiento de un filamento de tungsteno dentro de una ampolla de cristal a la que se le ha hecho el vacío o se ha rellenado con un gas. El funcionamiento es simple. Cuando la lámpara se pone en tensión a través de los conductores unidos a su casquillo, el filamento se calienta, produciendo luz que pasa a través del cristal de la ampolla.

El calentamiento del filamento genera un gran consumo de energía eléctrica y tiene una vida útil relativamente corta (unas mil horas).

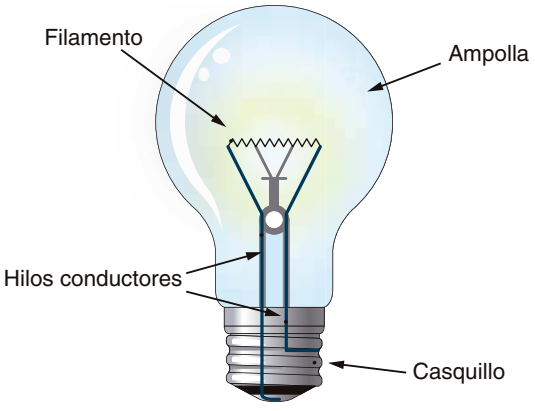


Figura 7.8. Partes de una lámpara incandescente.

Practica

Realiza la **práctica resuelta** de esta unidad.

Saber más

La lámpara incandescente fue inventada por Thomas Edison en el año 1879.

Saber más

La lámpara incandescente basa su funcionamiento en el denominado efecto Joule, que establece que los conductores eléctricos se calientan ante el paso de una corriente a través de ellos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Saber más

La vida útil de una lámpara halógena es de unas tres mil horas y, como otros tipos de lámparas incandescentes, la Unión Europea las ha retirado del mercado.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 1** de esta unidad.

2.2. Lámparas halógenas

Las lámparas halógenas son un tipo de lámparas incandescentes a las que se les ha añadido en el interior de la ampolla un compuesto de gases basado en halógenos (cloro, bromo o yodo). Este gas evita que la ampolla se ennegrezca con el paso del tiempo, alargando así la vida de estas y manteniendo su luminosidad.

Se fabrican en un tamaño más pequeño para conseguir las altas temperaturas que necesitan para su óptimo funcionamiento.

En el mercado existen lámparas que se pueden conectar directamente a la red eléctrica de 230 V con todo tipo de casquillos. Sin embargo, también están muy extendidas las que trabajan a tensiones reducidas (12 V). Estas últimas necesitan un transformador para adaptar la tensión de la red a la de la lámpara.

Figura 7.9. Diferentes tipos de lámparas halógenas (IKEA).

2.3. Lámparas LED

Un diodo LED (*Light-Emitting Diode*), es un componente electrónico de estado sólido que tiene la peculiaridad de emitir luz cuando la corriente pasa a través de él. Así, las lámparas con esta tecnología no disponen ni de filamento ni de ampolla de vacío, ya que basan su funcionamiento en la emisión de luz de agrupaciones LED más o menos grandes.

Como los LED funcionan en corriente continua, las lámparas de este tipo requieren un circuito electrónico acondicionador que convierta los 230 Vca de la red de alimentación en la tensión a la que trabajan. Dicho circuito se aloja en su interior.

Las lámparas LED disponen de una vida útil de treinta mil horas y una gran eficiencia energética, ya que para una misma intensidad de luz consumen entre ocho y diez veces menos energía que sus equivalentes en lámparas incandescentes.

No obstante, el mayor problema de los LED es que su rendimiento disminuye de forma drástica con un exceso de calor y, que en numerosas ocasiones, puede causar su destrucción. Por ello, estas lámparas deben disponer de disipadores de calor, bien a través de radiadores metálicos, bien con sistemas activos de ventilación.

Saber más

Desde su invención en los años 60 del siglo xx, los diodos LED se han utilizado en electrónica para funciones de señalización y decoración. El uso en iluminación no ha sido posible hasta que no se desarrollaron los LED de alta luminosidad a finales de los años 90.

Figura 7.10. Diodos LED.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

De igual forma que en otro tipo de lámparas, las de tipo LED se fabrican en diferentes formatos y tamaños. Se pueden encontrar las de conexión directa a 230 Vca mediante portalámparas E14 y E27 o a través de transformadores reductores de 12 V e incluso para sustituir en pantallas que utilizan tubos fluorescentes.

Figura 7.11. Diferentes tipos de lámparas LED.

2.4. Lámparas de descarga

Las lámparas de descarga basan su funcionamiento en el establecimiento de una corriente eléctrica en un tubo a través de un gas entre dos electrodos a los que se les aplica una determinada tensión. Los electrones de esta corriente eléctrica liberan energía en forma de luz.

Esta luz emitida es de tipo ultravioleta, es decir, invisible al ojo humano. Por eso, las paredes de la ampolla de la lámpara se impregnan de un material fluorescente, que es el encargado de convertir la luz invisible en visible.

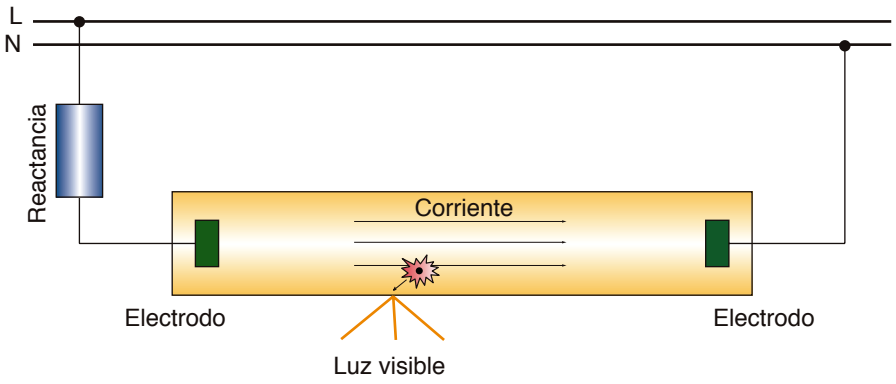


Figura 7.12. Principio de funcionamiento de la lámpara de descarga.

La vida útil de este tipo de lámparas es de aproximadamente diez mil horas y se comercializan en diferentes formatos: tubos, bombillas, etc.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

En tu profesión

La instalación de tubos fluorescentes requiere dos portalámparas específicos, uno para cada extremo del tubo.

Figura 7.14. Portatubos.

2.4.1. Tubos fluorescentes

Tienen forma de tubo lineal o circular y se utilizan de forma masiva para todo tipo de instalaciones, domésticas e industriales, desde que fueron comercializados por primera vez finales de los años 30 del siglo XX.

El formato de tubo recto cilíndrico con los terminales de conexión en ambos extremos es posiblemente la forma más conocida, pero no la única.

Un tubo fluorescente está constituido por las siguientes partes:

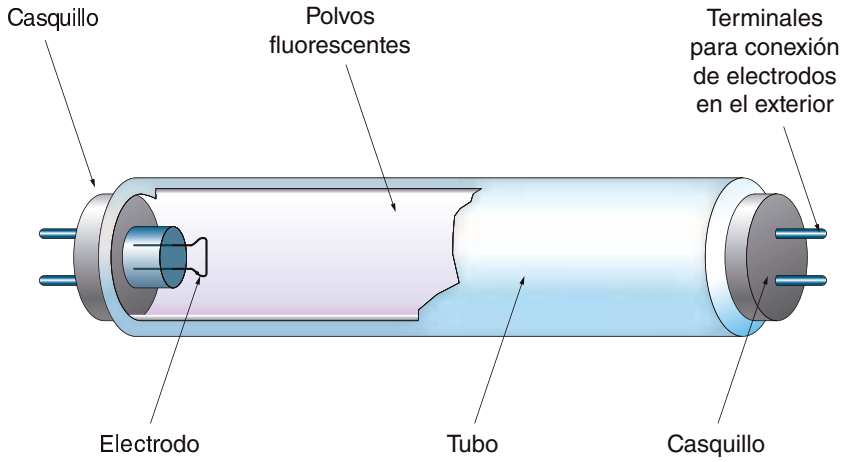


Figura 7.13. Partes del tubo fluorescente.

El símbolo del tubo fluorescente se muestra en la siguiente tabla:

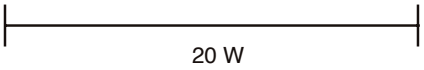
En el esquema multifilar	En el esquema unifilar
	

Tabla 7.1. Símbolos del tubo fluorescente en esquemas multifilar y unifilar.

Para el encendido de los tubos fluorescentes, son necesarios los siguientes elementos auxiliares:

Cebador

Es un interruptor que permite establecer un breve pico de tensión entre los electrodos del tubo para producir la corriente en su interior.

El cebador se acciona durante unos instantes en el momento del arranque y, una vez que el tubo se ha encendido, el cebador permanece inactivo hasta un nuevo arranque de este.

En tu profesión

El cebador se debe instalar sobre una base específica con conexión GU10.

Figura 7.15. Portacebador.

Símbolo	Aspecto real

Tabla 7.2. Símbolo y aspecto del cebador.

El cebador debe ser adecuado al número de vatios del tubo fluorescente.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Reactancia o balasto electromagnético

Está constituido por una bobina de hilo de cobre esmaltado devanado sobre un núcleo magnético. Se utiliza en equipos fluorescentes con cebador para limitar la corriente que atraviesa el tubo de descarga y se conecta en serie con este.

La potencia de la reactancia debe ser la misma que la del tubo fluorescente. Además, su tensión tiene que coincidir con la de la red de alimentación.

Símbolo	Aspecto real

Tabla 7.3. Símbolo y aspecto del balasto electromagnético.

Reactancia o balasto electrónico

Aunque se le da el mismo nombre que a los de tipo electromagnético, su funcionamiento y conexión es muy diferente, ya que el uso de este tipo de balasto no requiere cebador y los cuatro terminales del tubo se conectan directamente a él.

Las reactancias electrónicas, frente a las de tipo electromagnético, permiten ahorrar energía y encender los tubos de forma instantánea. Algunas de ellas, las más avanzadas, permiten encender más de un tubo a la vez e incluso regular el nivel de luminosidad de estos.

Practica

Realiza las **fichas de trabajo 2, 3** y **4** de esta unidad.

Figura 7.16. Balasto electrónico.

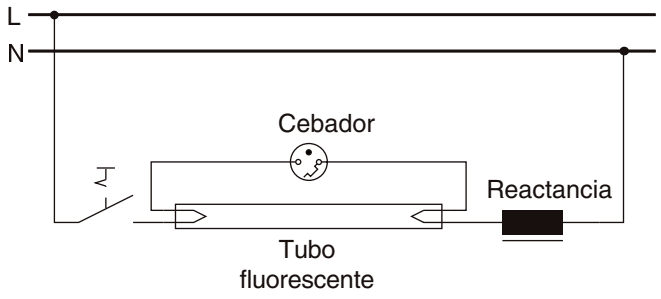


Figura 7.17. Esquema de conexión de un tubo fluorescente con cebador y reactancia.

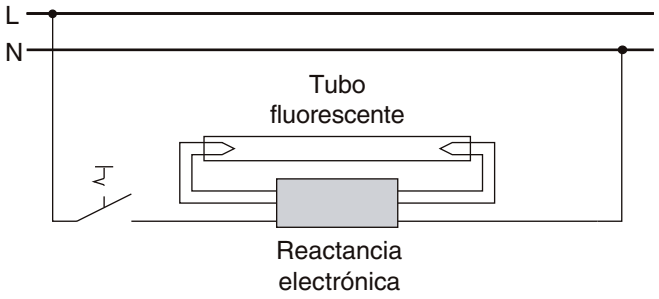


Figura 7.18. Conexión de una reactancia electrónica.

2.4.2. Lámparas fluorescentes compactas

Su funcionamiento es idéntico al de los tubos fluorescentes, pero en este caso todo el conjunto (lámpara, balasto e interruptor o circuito electrónico de cebado) se encuentra ensamblado en un único equipo compacto sin posibilidad de montaje por separado.

Las más extendidas son las que utilizan casquillos E14 y E27, de conexión directa a la red eléctrica de 230 Vca, pero también se fabrican en otros formatos. Presentan la ventaja de tener un consumo energético entre un 70 y un 80 % menor que las de tipo incandescente. Por este motivo, suelen recibir el nombre de **lámparas de bajo consumo** o **lámparas ecológicas** y su vida útil está estimada entre las cinco mil y las quince mil horas.

Figura 7.19. Lámparas fluorescentes compactas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Figura 7.20. Reactancia para lámpara de vapor de mercurio.

Figura 7.21. Lámpara de vapor de mercurio.

Saber más

En el mercado existen otros tipos de lámparas de descarga, como las denominadas de vapor de sodio, que basan su funcionamiento en la descarga eléctrica en una ampolla con gas de ese tipo. Necesitan un arrancador o reactancia para su funcionamiento y se utilizan en instalaciones de alumbrado público.

Practica

Realiza las **fichas de trabajo 5** y **6** de esta unidad.

2.4.3. Lámparas de vapor de mercurio

Muy utilizadas en iluminación exterior (p. ej., alumbrado público), se presentan en formato de bombilla, normalmente con casquillos E27 o E40, y necesitan reactancia para su funcionamiento.

Si la lámpara se apaga, es necesario dejarla enfriar para su rencendido.

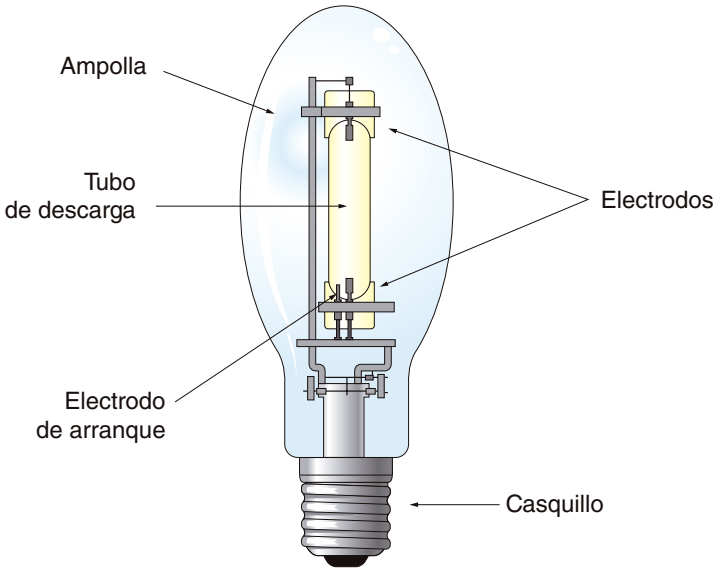


Figura 7.22. Partes de una lámpara de vapor de mercurio.

La conexión de los elementos necesarios para el arranque de una lámpara de vapor de mercurio es la siguiente:

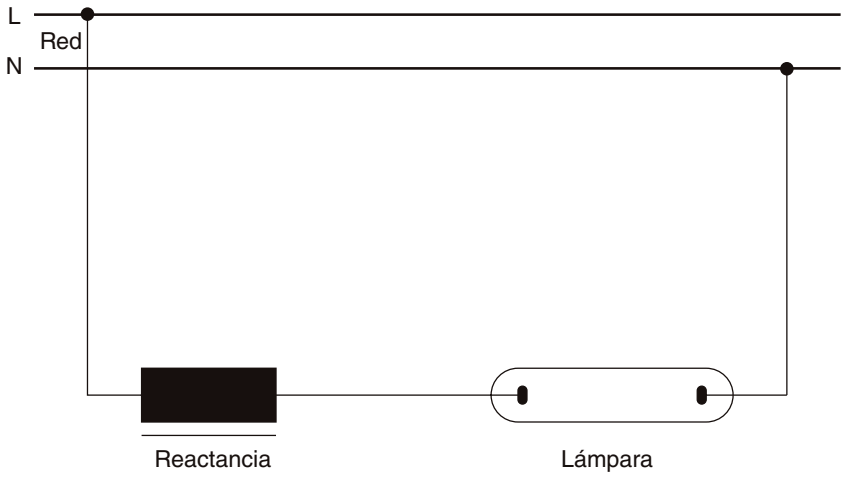


Figura 7.23. Esquema de conexión de una lámpara de vapor de mercurio.

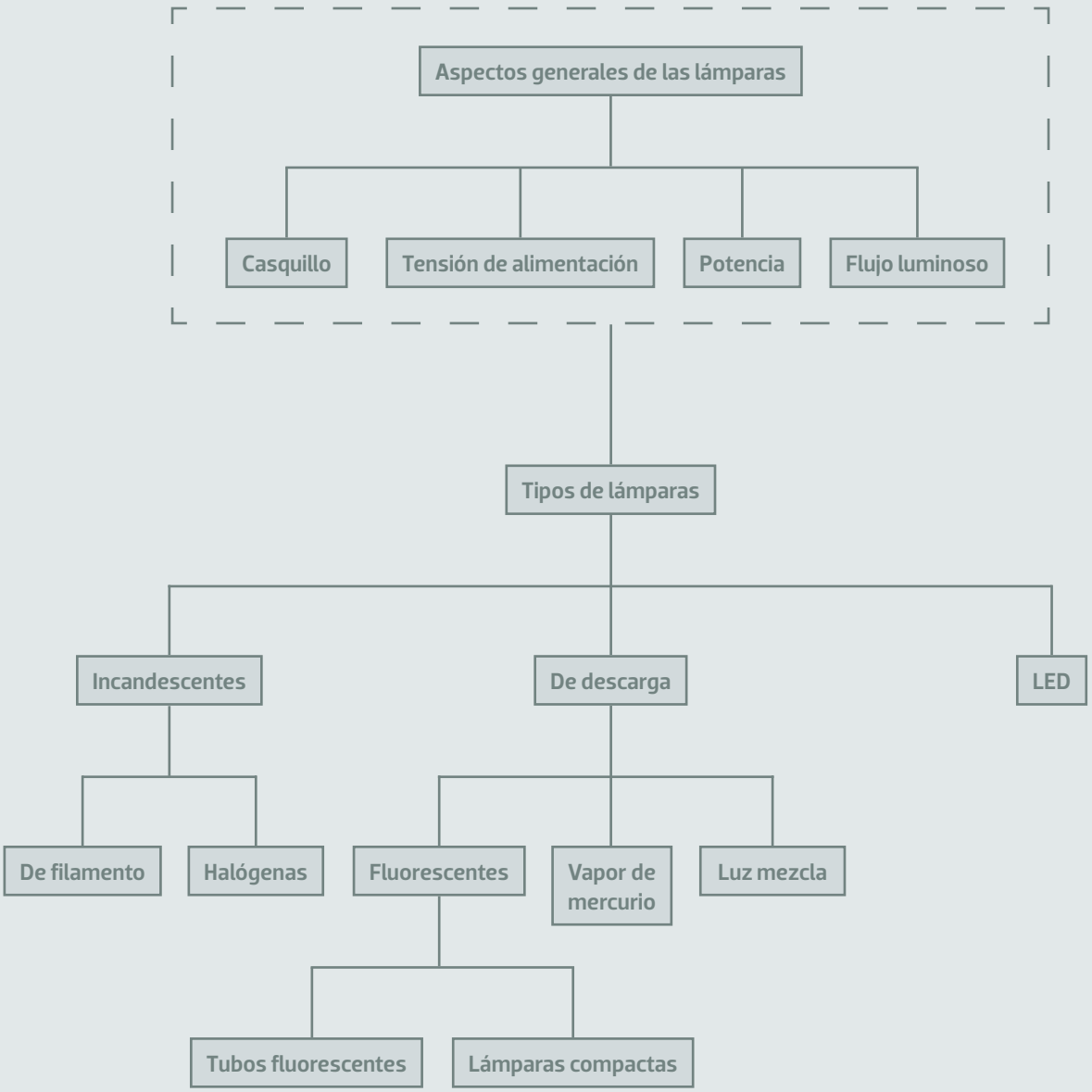
2.4.4. Lámpara de luz mezcla

Es la combinación de una lámpara de vapor de mercurio y una incandescente. Por este motivo, disponen de tubo de descarga y de filamento. Las lámparas de luz mezcla no necesitan reactancia ya que el filamento es el encargado de limitar la corriente del tubo.

Su conexión es idéntica a la de una lámpara incandescente y su aspecto externo es como el de una lámpara de vapor de mercurio.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en **internet**

1. Busca todos los tipos de casquillos de lámparas que existen en el mercado. Haz una lista en tu cuaderno, junto con su imagen, de los que no has estudiado en esta unidad.
2. Averigua cuál fue el acontecimiento histórico que propició el desarrollo de las lámparas LED.
3. Busca información de la que ha sido «la bombilla más famosa del mundo». ¿Por qué a esta bombilla se le ha concedido este honor?

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. Realiza la práctica resuelta de esta unidad y dibuja en tu cuaderno su esquema funcional.
2. Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar necesario para encender dos puntos de luz con lámparas halógenas de tensión reducida con el mismo interruptor. Realiza el montaje del segundo punto de luz sobre el panel de entrenamiento.
3. Realiza la ficha de trabajo 2 de esta unidad, denominada «Punto de luz con tubo fluorescente». Dibuja en tu cuaderno el esquema funcional y el esquema unifilar del circuito. Observa qué ocurre si se quita el cebador una vez que se ha encendido el tubo fluorescente. Intenta encender el tubo sin cebador. ¿Qué sucede? Saca conclusiones de lo observado y discútelo con tus compañeros.
4. Realiza la ficha de trabajo 3 de esta unidad, denominada «Punto de luz con dos tubos fluorescentes en paralelo». Dibuja en tu cuaderno el esquema funcional y el unifilar del circuito. Si quitas un tubo fluorescente, ¿qué ocurre con el otro? Haz la prueba antes de encender los tubos y una vez encendidos.
5. Realiza la ficha de trabajo 4 de esta unidad, denominada «Punto de luz con dos tubos fluorescentes en serie». Dibuja en tu cuaderno el esquema funcional y el unifilar del circuito. Si quitas un tubo fluorescente, ¿qué ocurre con el otro? Haz la prueba antes de encender los tubos y una vez encendidos. ¿Qué sucede si quitas uno de los cebadores antes de activar el circuito? ¿Y si lo haces después de haber arrancado los tubos? Señala las ventajas e inconvenientes que observas entre este circuito y el de la actividad anterior.
6. Monta sobre el panel de pruebas el circuito correspondiente para el encendido de un tubo fluorescente mediante una reactancia electrónica (ver figura .24.). Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar y funcional del circuito. ¿Qué diferencias observas en el funcionamiento de este circuito con respecto al que utiliza cebador y reactancia electromagnética?
7. Realiza la ficha de trabajo 5 de esta unidad, denominada «Punto de luz con lámpara de vapor de mercurio». Dibuja en tu cuaderno el esquema funcional y el unifilar del circuito. ¿Qué misión tiene la reactancia en este montaje?
8. Realiza la ficha de trabajo 6 de esta unidad, denominada «Dos puntos de luz con lámparas de vapor de mercurio». Realiza el montaje del segundo punto de luz sobre el panel de entrenamiento.
9. Junto con un compañero, montad sobre el panel de pruebas el circuito correspondiente para el encendido individual de tres lámparas de vapor de mercurio mediante sus respectivos interruptores (ver figura .25.). Dibujad en vuestro cuaderno el esquema multifilar y funcional del circuito.

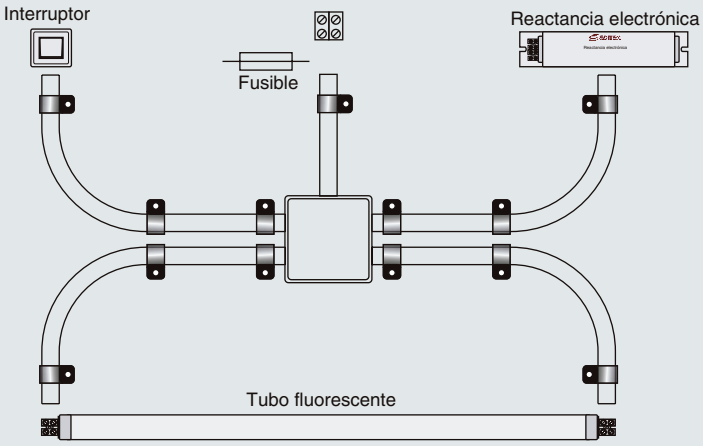


Figura 7.24. Montaje con reactancia electrónica.

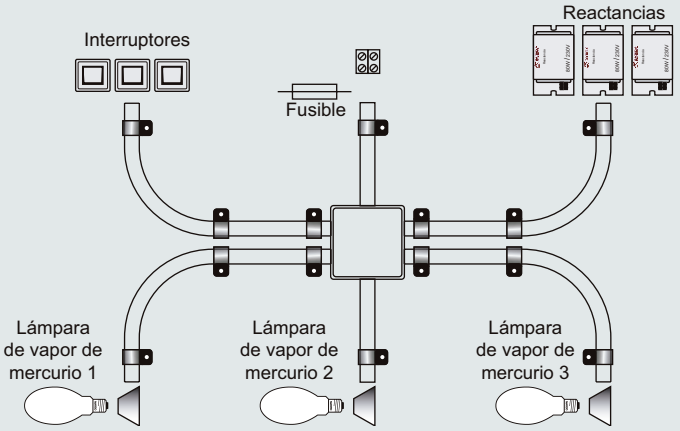


Figura 7.25. Montaje de lámparas de vapor de mercurio

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 7

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **Los cas uillos tipo E:**
   a) Son para portalámparas a presión.
   b) Son los denominados tipo Edison.
   c) Son los que utilizan los tubos fluorescentes.
   d) Disponen de dos pines en forma de espárrago que se enchufan en el portalámparas.
2. **Si una lámpara dispone del identificador E14, ¿ ué indica el número?**
   a) Es la distancia entre los terminales del casquillo.
   b) Es una referencia del fabricante.
   c) Es el diámetro del casquillo.
   d) Es el modelo de un fabricante.
3. **Los cas uillos de tipo B son:**
   a) De rosca.
   b) De presión.
   c) De bayoneta.
   d) De lámparas de gran potencia.
4. **En los circuitos de alumbrado, los transformadores se utilizan para:**
   a) Alimentar lámparas de tensión reducida.
   b) Aislar el receptor del circuito.
   c) Elevar la tensión de 12 a 230 V.
   d) No se usa este tipo de aparatos en alumbrado.
5. **Las lámparas E40 son:**
   a) De baja tensión.
   b) Lámparas de gran potencia.
   c) Para lámparas de mesilla de noche.
   d) Para portalámparas de flexos.
6. **Las denominadas lámparas de bajo consumo emplean la tecnología de:**
   a) Filamento.
   b) Lámparas incandescentes.
   c) Lámparas de descarga.
   d) Lámparas halógenas.
7. **Los cas uillos tipo G son de tipo:**
   a) Roscable.
   b) Enchufable.
   c) De bayoneta.
   d) Requieren soldadura.
8. **La cantidad de luz ue irradia una lámpara se expresa en:**
   a) Vatios.
   b) Voltios.
   c) Lúmenes.
   d) Amperios.
9. **Las lámparas halógenas son un tipo de lámpara:**
   a) Incandescente.
   b) LED.
   c) De descarga.
   d) Luz mezcla.
10. **¿Cuál de estas lámparas tiene mayor vida útil?**
    a) Halógenas.
    b) LED.
    c) Fluorescentes compactas.
    d) Incandescentes.
11. **Un tubo fluorescente con reactancia electrónica:**
    a) Necesita cebador.
    b) Enciende el tubo de forma instantánea.
    c) Se conecta como una reactancia electromagnética.
    d) No existe.
12. **Las lámparas de vapor de mercurio y las de luz mezcla:**
    a) Son lo mismo.
    b) Ambas necesitan reactancia.
    c) Son de descarga e incandescentes a la vez.
    d) Las de luz mezcla no necesitan reactancia.
13. **Entre una lámpara incandescente y una halógena, ¿cuáles de estas afirmaciones son verdaderas?**
    a) La primera tiene filamento y la segunda es de descarga.
    b) La segunda solamente se utiliza en aplicaciones de baja tensión.
    c) La primera consume menos energía que la segunda.
    d) La primera consume más energía que la segunda.
14. **Entre una lámpara fluorescente compacta y una LED, ¿cuáles de estas afirmaciones son verdaderas?**
    a) Ambas son de descarga, por eso consumen menos energía.
    b) La primera tiene menos vida útil que la segunda.
    c) La primera consume más energía que la segunda.
    d) La primera consume menos energía que la segunda.
15. **Las lámpara LED:**
    a) Solamente se utilizan en decoración.
    b) Tienen un uso en la iluminación doméstica.
    c) Son todas de baja tensión.
    d) Requieren siempre transformador.
16. **Un cebador es:**
    a) Un tipo de lámpara de descarga.
    b) Un accesorio que necesitan las lámparas LED.
    c) Un interruptor de arranque para tubos fluorescentes.
    d) Sustituye a una reactancia.
17. **Un vez encendido un tubo fluorescente, si se uita el cebador:**
    a) El tubo se apaga.
    b) Saltan las protecciones.
    c) El tubo continúa encendido.
    d) El tubo se enciende intermitentemente.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)

Material

- El panel montado en la ficha de trabajo 1
- Varios metros de cable de 1 mm^2
- Una lámpara halógena de 12 V
- Un transformador para halógenos de 230 V / 12 V
- Regletas de conexión
- Un interruptor

Punto de luz simple con lámpara de 12 V

Objetivo

- ontar un punto de luz basado en una lámpara halógena de tensión reducida.

Nota: antes de realizar esta práctica, es necesario montar el panel descrito en la ficha de trabajo 1.

Precauciones

- Tener la precaución de conectar adecuadamente la tensión de la red a la entrada de 23 V del transformador. Si se hace por la entrada de 12 V, se destruirá de forma irreparable.

Desarrollo

1. Observar atentamente el esquema multifilar para el montaje de un punto de luz con una lámpara halógena de tensión reducida.

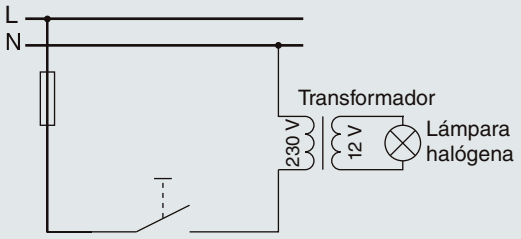


Figura 7.26. Esquema multifilar.

2. Colocar la aparamenta en el panel de pruebas, como se muestra en la figura. El tubo superior izquierdo no es necesario utilizarlo para esta práctica.

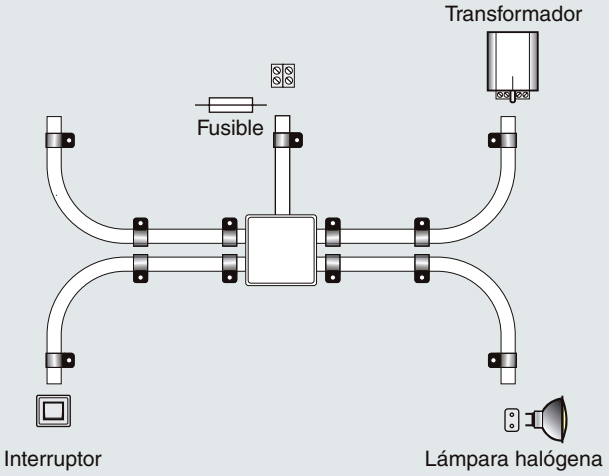


Figura 7.27. Ubicación de los elementos sobre el panel.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3. Realizar un croquis de conexiones. Es de gran utilidad para introducir los cables en el tubo y realizar las conexiones de la aparamenta.
4. Introducir los cables en la canalización de tubo según el croquis anterior. Se puede observar que no es necesario realizar ningún empalme en la caja de registro.
5. Conectar los cables a los bornes de los aparatos. No equivocar los bornes de entrada (230 V) por los de salida (12 V) del transformador.
6. Fijar con tirafondos los mecanismos al panel.
7. Tapar la caja de registro.

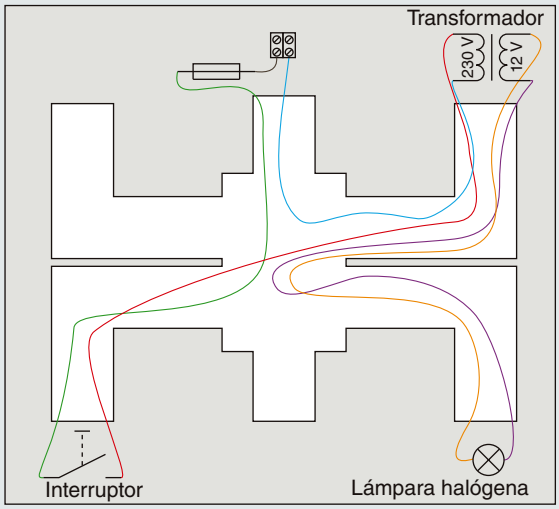


Figura 7.28. Croquis de conexiones.

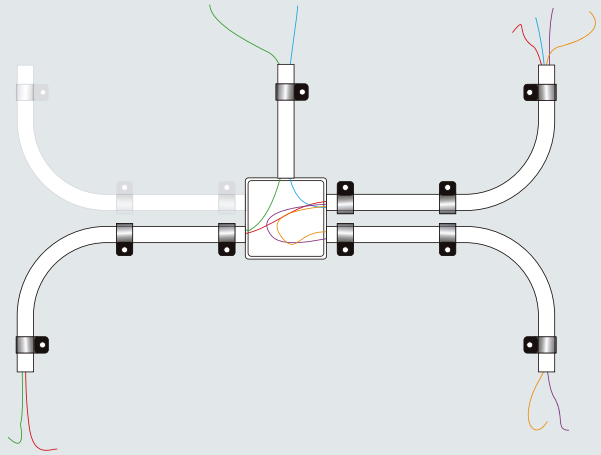


Figura 7.29. Cables bajo canalización.

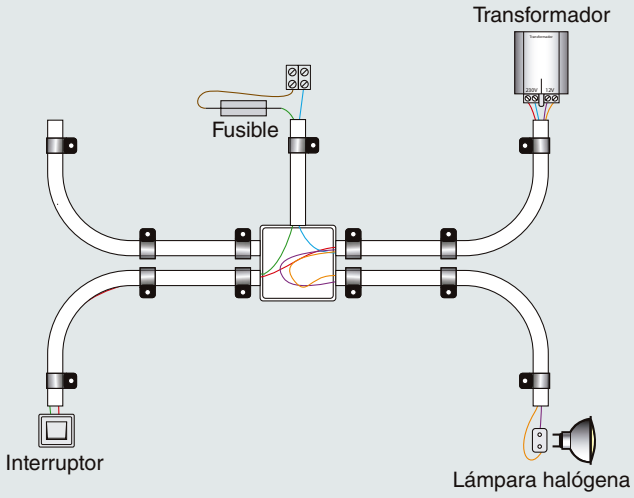


Figura 7.30. Cableado completo y aparamenta fijada en el panel.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 1

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)
- Dobladora de tubo metálico
- Mordaza de cadena
- Arco de sierra

Material

- Un panel de madera vacío
- 3 m de tubo metálico de 16 mm
- Una caja de registro estanca
- Abrazaderas y tirafondos

Canalización con tubo metálico

Objetivo

- Perfeccionar el curvado y el corte del tubo rígido metálico iniciado en la unidad 3.

Precauciones

- Debido a la gran fuerza conseguida con la dobladora, no se debe tocar o introducir objetos entre las piezas móviles de esta cuando se esté realizando la operación de doblado.

Desarrollo

1. La canalización a realizar sobre el panel de madera con tubo metálico es la mostrada en la figura.
2. Dibuja sobre el panel de madera, con lapicero o tiza, los trazos que te servirán de guía para colocar los tubos en el panel de madera. Asegúrate de que la distancia entre tubos corresponde a la longitud de un tubo fluorescente de 20 W.
3. Fija la caja de registro con tirafondos.
4. Corta el tramo recto de tubo y fíjalo con abrazaderas.
5. Corta tramos de tubo de aproximadamente 50 cm y cúrvalos utilizando las técnicas expuestas en las fichas de trabajo de la unidad 3.
6. Fija estos tramos curvados al panel según se muestra en la figura 7.31.
7. Fija una regleta con dos bornes y el fusible en la parte superior del tablero.

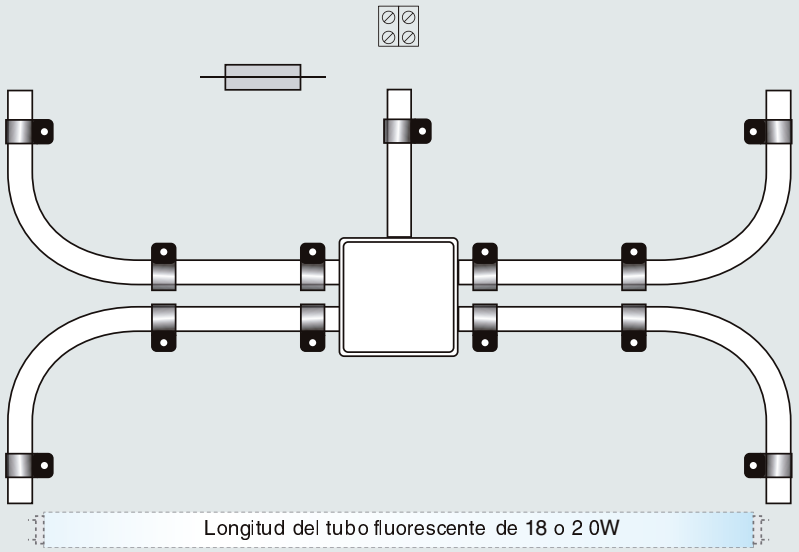


Figura 7.31. Ubicación de los elementos sobre el panel.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 2

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Punto de luz con tubo fluorescente

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)

Material

- El panel montado en la ficha de trabajo 1
- Varios metros de cable de 1 mm^2
- Un tubo fluorescente de 18 W
- Un cebador de 18 W y su portacebador
- Una reactancia de 230 V / 18 W
- Regletas de conexión
- Un interruptor

Objetivo

- ontar un punto de luz basado en una lámpara fluorescente.
- Conocer cómo se conecta el equipo necesario para el encendido de un tubo fluorescente.

Precauciones

- Ten la precaución de conectar la reactancia en serie con el tubo.
- Utiliza todos los elementos, tubo, cebador y reactancia, de la misma potencia (por ejemplo, 18 W).

Desarrollo

1. Fíjate en el esquema multifilar para el montaje de un punto de luz con una lámpara fluorescente.
2. Coloca una regleta de 10 mm^2 con dos bornes en cada uno de los casquillos del tubo fluorescente.

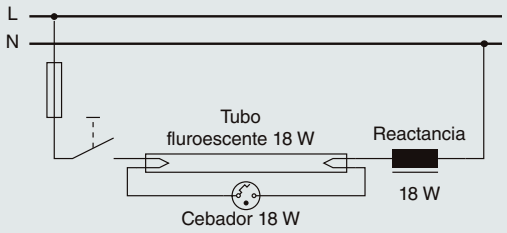


Figura 7.32. Esquema multifilar.

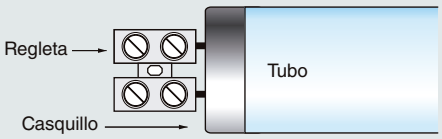


Figura 7.33. Detalle de la conexión de la regleta en el casquillo.

3. Introduce los cables necesarios por los diferentes tubos para conectar los elementos, ubicándolos según se muestra en la figura 7.34.

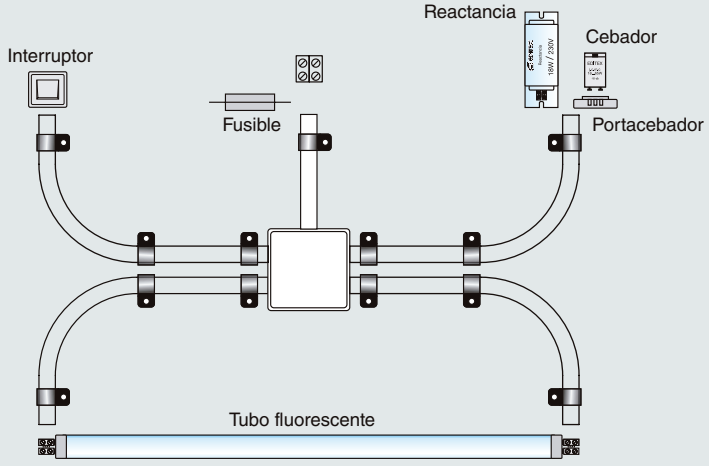


Figura 7.34.
Montaje de tubo fluorescente.

4. Realiza las conexiones a los bornes de cada uno de los apartados y fíjalos al panel mediante tirafondos.
5. Conecta el panel a la red eléctrica y prueba su funcionamiento.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 3

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)

Material

- El panel montado en la ficha de trabajo 1
- Varios metros de cable de 1 mm^2
- Dos tubos fluorescentes de 18 W
- Dos cebadores de 18 W y sus portacebadores
- Dos reactancias de 230 V / 18 W
- Regletas de conexión
- Un interruptor

Punto de luz con dos tubos fluorescentes en paralelo

Objetivo

- Realizar una conexión tándem de dos tubos fluorescentes.

Precauciones

- Utiliza para cada tubo todos los elementos, tubo, cebador y reactancia, de la misma potencia (por ejemplo, 18 W).

Desarrollo

1. Fíjate en el esquema multifilar para el montaje de un punto de luz con dos lámparas fluorescentes en paralelo.

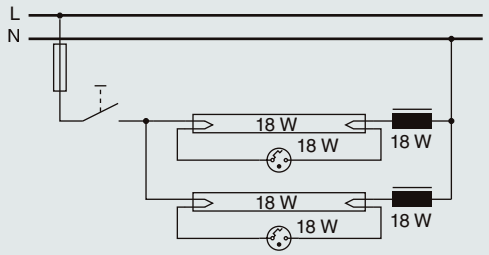


Figura 7.35. Esquema multifilar.

2. Introduce los cables necesarios por los diferentes tubos para conectar los elementos, ubicándolos según se muestra en la figura 7.36.

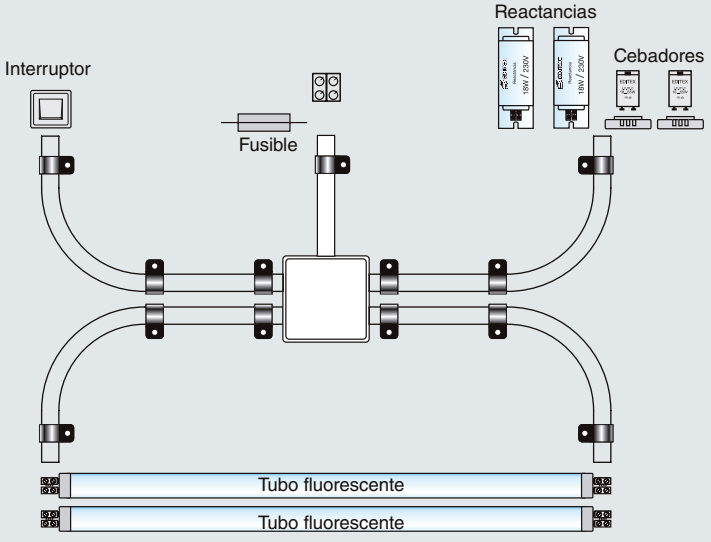


Figura 7.36. Ubicación de los elementos sobre el panel.

3. Repite los pasos 4 y 5 de la ficha de trabajo 2.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 4

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Punto de luz con dos tubos fluorescentes en serie

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)

Material

- El panel montado en la ficha de trabajo 1
- Varios metros de cable de 1 mm^2
- Dos tubos fluorescentes de 18 W
- Dos cebadores de 18 W y sus portacebadores
- Una reactancia de 230 V / 36 W
- Regletas de conexión
- Un interruptor

Objetivo

- Realizar la conexión de dos tubos fluorescentes que utilizan una sola reactancia.

Precauciones

- Los tubos y cebadores deben ser de la misma potencia (por ejemplo, 18 W).
- La reactancia debe ser del doble de potencia que uno de los tubos (por ejemplo, 36 W).

Desarrollo

1. Fíjate en el esquema multifilar para el montaje de un punto de luz con dos lámparas fluorescentes en serie.
2. Introduce los cables necesarios por los diferentes tubos para conectar los elementos, ubicándolos según se muestra en la figura 7.38.
3. Repite los pasos 4 y 5 de la ficha de trabajo.

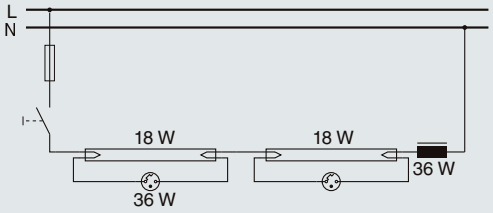


Figura 7.37. Esquema multifilar.

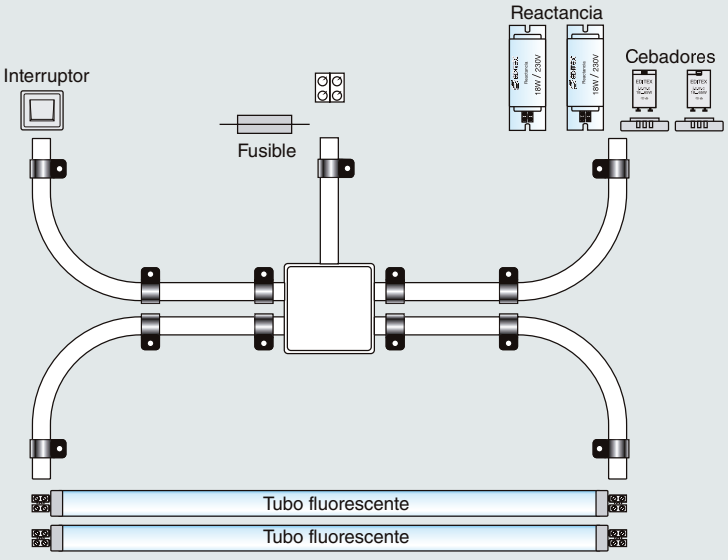


Figura 7.38. Ubicación de los elementos sobre el panel.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 5

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)

Material

- El panel montado en la ficha de trabajo 1
- Varios metros de cable de 1 mm^2
- Una lámpara de vapor de mercurio de 80 W
- Un portalámparas
- Una reactancia de 230 V / 80 W
- Regletas de conexión
- Un interruptor

Punto de luz con lámpara de vapor de mercurio

Objetivo

- Realizar la conexión de una lámpara de vapor de mercurio y los elementos auxiliares necesarios.

Precauciones

- La potencia de la reactancia debe coincidir con la de la lámpara (por ejemplo, 80 W).
- Una vez apagada la lámpara, es necesario esperar unos minutos a que se enfríe por completo para volver a encenderla.

Desarrollo

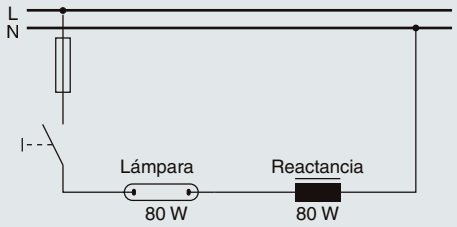


Figura 7.39. Esquema multifilar.

1. Fíjate en el esquema multifilar para el montaje de un punto de luz con una lámpara de vapor de mercurio.
2. Introduce los cables necesarios por los diferentes tubos para conectar los elementos, ubicándolos según se muestra en la figura 7.40.
3. Repite los pasos 4 y 5 de la ficha de trabajo 2.

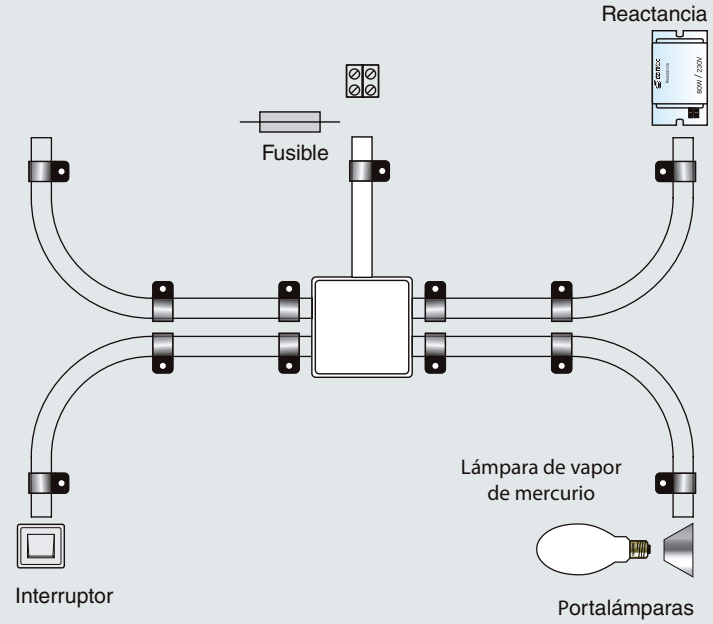


Figura 7.40. Ubicación de los elementos sobre el panel.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 6

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Dos puntos de luz con lámparas de vapor de mercurio

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista (tijera, alicate, varios tipos de destornilladores, etc.)

Material

- El panel montado en la ficha de trabajo 1
- Varios metros de cable de 1 mm^2
- Dos lámparas de vapor de mercurio de 80 W
- Dos portalámparas
- Dos reactancias de 230 V / 80 W
- Regletas de conexión
- Dos interruptores

Objetivo

- Realizar la conexión de varias lámparas de vapor de mercurio con su equipo de encendido.

Precauciones

- La potencia de la reactancia debe coincidir con la de la lámpara (por ejemplo, 80 W).
- Una vez apagada la lámpara, es necesario esperar unos minutos a que se enfríe por completo para volver a encenderla.

Desarrollo

1. Fíjate en el esquema multifilar para el montaje de un punto de luz con una lámpara de vapor de mercurio.
2. Introduce los cables necesarios por los diferentes tubos para conectar los elementos, ubicándolos según se muestra en la figura 7.42.
3. Repite los pasos 4 y 5 de la ficha de trabajo 2.

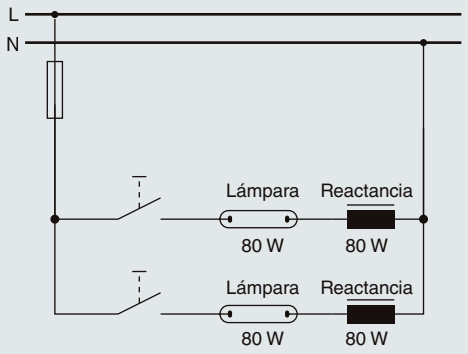


Figura 7.41. Esquema multifilar.

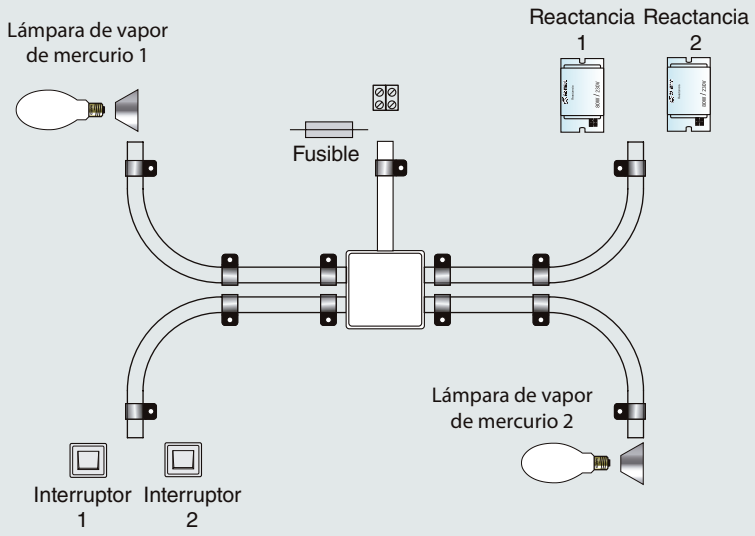


Figura 7.42. Ubicación de los elementos sobre el panel.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

8 Instalaciones eléctricas en viviendas

Vamos a conocer...

1. Tipos de electrificación en viviendas
2. Separación de circuitos
3. Cuadro general de protección
4. Puntos de utilización
5. Bases de enchufe y su utilización en viviendas
6. Estancias con bañeras o duchas

PRÁCTICA RESUELTA

Preparación de canalizaciones para la electrificación básica de una vivienda

FICHA DE TRABAJO

Instalación eléctrica en un cuarto de baño

Y al finalizar esta unidad...

- Conocerás cuáles son los tipos de electrificación de una vivienda.
- Sabrás cuáles son las características de los diferentes circuitos en función del tipo de electrificación.
- Conocerás cómo es la conexión de los interruptores automáticos utilizados en los cuadros de mando y protección de las viviendas.
- Sabrás cómo debe ser la conexión de las bases de enchufe según el REBT.
- Identificarás los volúmenes de protección en estancias con bañeras o duchas.
- Montarás sobre un panel de entrenamiento el circuito correspondiente a una vivienda de grado de electrificación medio.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. Tipos de electrificación en viviendas

La electrificación consiste en la adaptación de la instalación eléctrica de la vivienda a las necesidades solicitadas por el usuario. Así, por ejemplo, si una vivienda requiere un sistema de aire acondicionado o calefacción eléctrica, la instalación eléctrica de dicha vivienda es diferente, al menos en una parte, a otra que no lo necesita.

La electrificación se ejecuta separando la instalación eléctrica en circuitos o líneas individuales destinadas a receptores con funcionalidad similar.

El tipo de electrificación es el número de circuitos de los que debe disponer la instalación eléctrica de una vivienda. El REBT establece dos tipos de electrificación: básica y elevada.

Electrificación bá ica

Es la que cubre las necesidades básicas de utilización y permite utilizar los aparatos eléctricos de uso común en una vivienda.

Electrificación elevada

Es la utilizada en viviendas en las que el uso de aparatos electrodomésticos es superior al de aquellas con electrificación básica. También corresponde a la electrificación de viviendas que utilizan sistemas de aire acondicionado o calefacción eléctrica. En cualquier caso, este grado de electrificación debe ser aplicado en aquellas viviendas cuya superficie útil sea superior a 160 m^2.

Saber más

El primer Reglamento Electrotécnico de Baja ensión (REB) aprobado en España data de 1973 y ha estado vigente hasta la aprobación del actual REB , en el 2002.

2. Separación de circuitos

El REBT establece los siguientes circuitos o derivaciones para cada uno de los tipos de electrificación.

2.1. Electrificación básica

Debe disponer de cinco circuitos:

C1	Circuito de distribución interna, destinado a alimentar los puntos de iluminación.
C2	Circuito de distribución interna, destinado a tomas de corriente de uso general y frigorífico.
C3	Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la cocina y el horno.
C4	Circuito de distribución interna, destinado a alimentar la lavadora, el lavavajillas y el termo eléctrico.
C5	Circuito de distribución interna, destinado a alimentar tomas de corriente de los cuartos de baño, así como las bases auxiliares del cuarto de cocina. Cada uno de los circuitos es independiente y debe ser alojado en su propio tubo. Los conductores activos (fase y neutro) y de protección de cada línea deben ser de cobre y de la misma sección para un mismo circuito.

Tabla 8.1. Circuitos de electrificación básica.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

En tu profesión

En el circuito C4 destinado a alimentar la lavadora, el lavavajillas y el termo, se recomienda hacer un circuito independiente para cada electrodoméstico, con su correspondiente interruptor magnetotérmico, sin que esto suponga pasar a electrificación elevada.

Estas características las dicta el REBT y se muestran de forma esquemática en la siguiente figura:

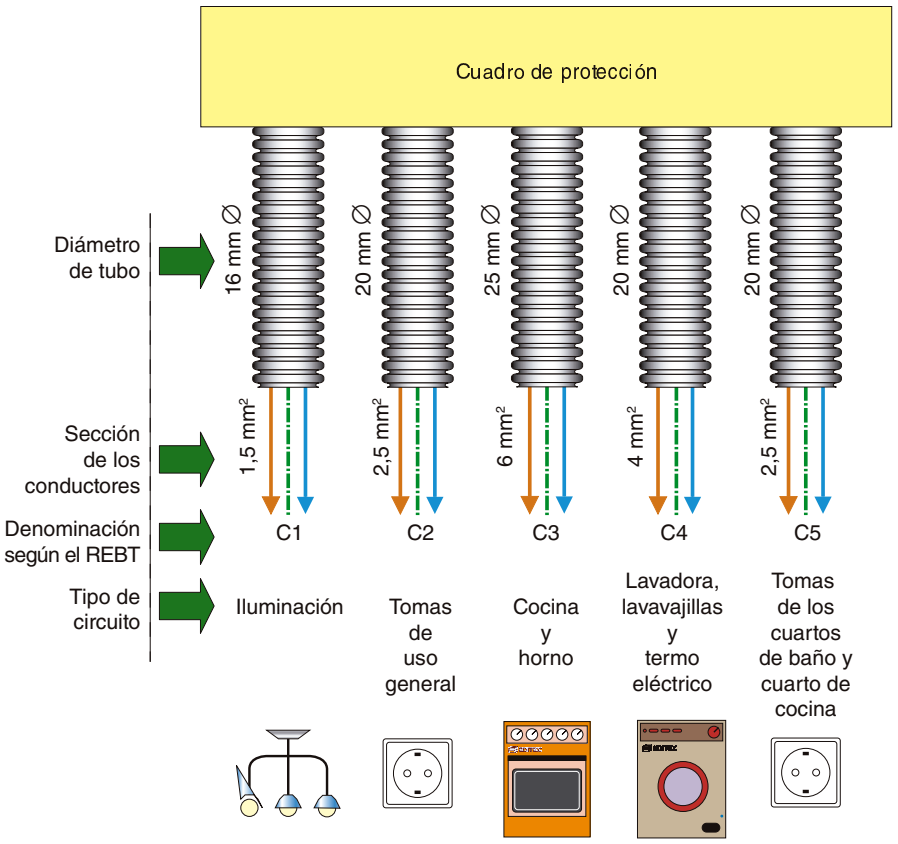


Figura 8.1. Características de una instalación con electrificación básica.

2.2. Electrificación elevada

En esta electrificación, además de la configuración de la electrificación básica, se debe disponer de los siguientes circuitos:

C6	Circuito adicional del tipo C1 por cada treinta puntos de luz.
C7	Circuito adicional del tipo C2 por cada veinte tomas de corriente de uso general o si la superficie útil de la vivienda es mayor de 160 m^2.
C8	Circuito de distribución interna destinado a la instalación de calefacción eléctrica cuando existe previsión de esta.
C9	Circuito de distribución interna destinado a la instalación de aire acondicionado cuando existe previsión de este.
C10	Circuito de distribución interna destinado a la instalación de una secadora independiente.
C11	Circuito de distribución interna destinado a la alimentación del sistema de automatización y a la gestión técnica de la energía y de seguridad cuando exista previsión de estas.
C12	Circuitos adicionales de cualquiera de los tipos C3 o C4 cuando se prevean o circuito adicional del tipo C5 cuando su número de tomas de corriente exceda de 6.

Tabla 8.2. Circuitos de electrificación elevada.

En tu profesión

La electrificación elevada puede incorporar, si así lo requiere la instalación, un circuito adicional (C13) para la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Los tubos y las secciones para cada uno de estos circuitos se muestran en la siguiente figura:

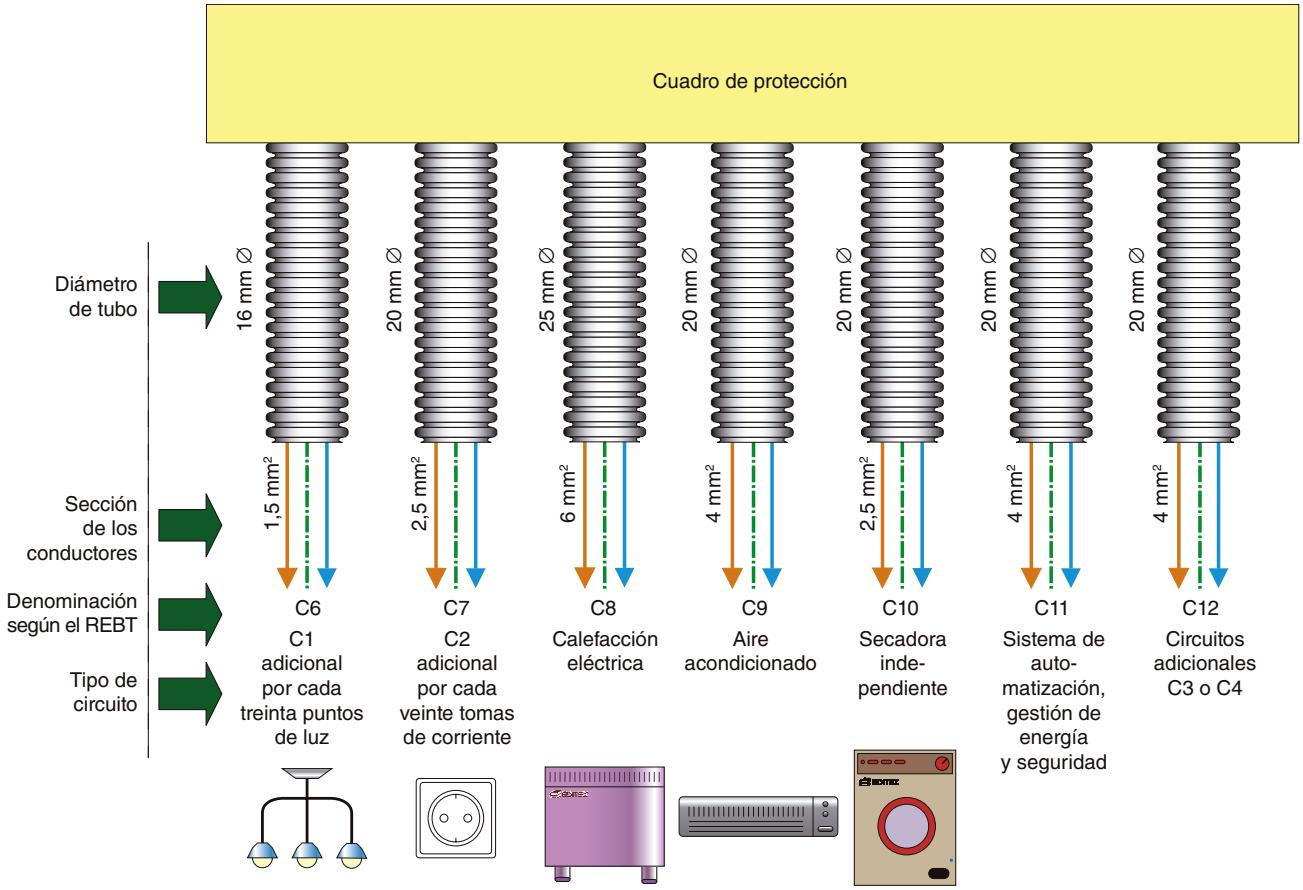


Figura 8.2. Características de una instalación con electrificación elevada.

Tanto en un grado de electrificación como en el otro, no es posible mezclar conductores entre circuitos.

3. Cuadro general de protección

Desde el cuadro general de protección se realizan las derivaciones a los diferentes circuitos, en función del tipo de electrificación elegido.

Este cuadro estará ubicado lo más cerca posible de la entrada de la vivienda y en él estarán alojados los diferentes dispositivos generales de mando y protección.

El REBT establece como mínimo los siguientes interruptores automáticos de protección para una vivienda:

- **Un interruptor general automático (IGA)** de corte omnipolar dotado de protección contra sobrecargas y cortocircuitos, con una intensidad nominal mínima de 25 A.
- **Uno o má interruptore diferenciale** que garanticen la protección contra contactos indirectos de todas las derivaciones o circuitos, con una sensibilidad máxima de 30 mA.

Figura 8.3. Cuadro general de protección de una vivienda.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Vocabulario

P A: pequeño interruptor automático destinado a proteger las instalaciones eléctricas.

- **Interruptore automático (PIA) para cada uno de lo circuito de la vivienda**, dotados de protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Las intensidades mínimas de corte de estos interruptores son las mostradas en la figura siguiente.

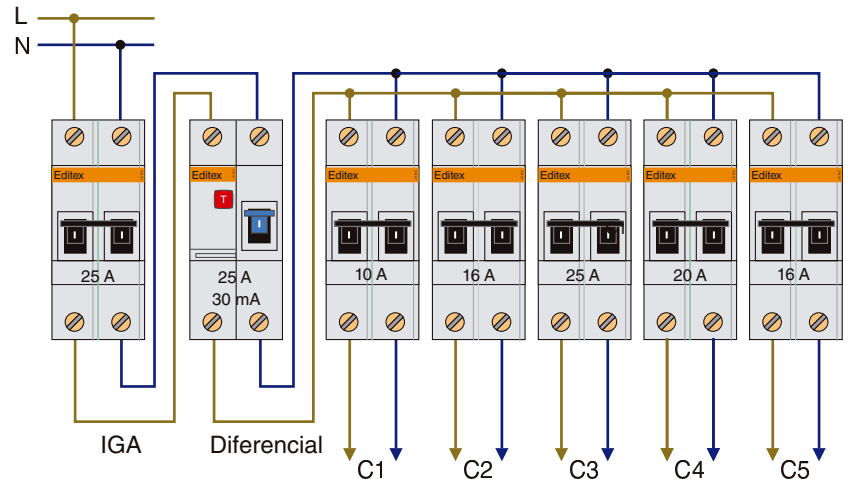


Figura 8.4. Cuadro general de protección para una vivienda con grado de electrificación básico.

Está permitido el uso de más de un diferencial para la separación de circuitos por zonas.

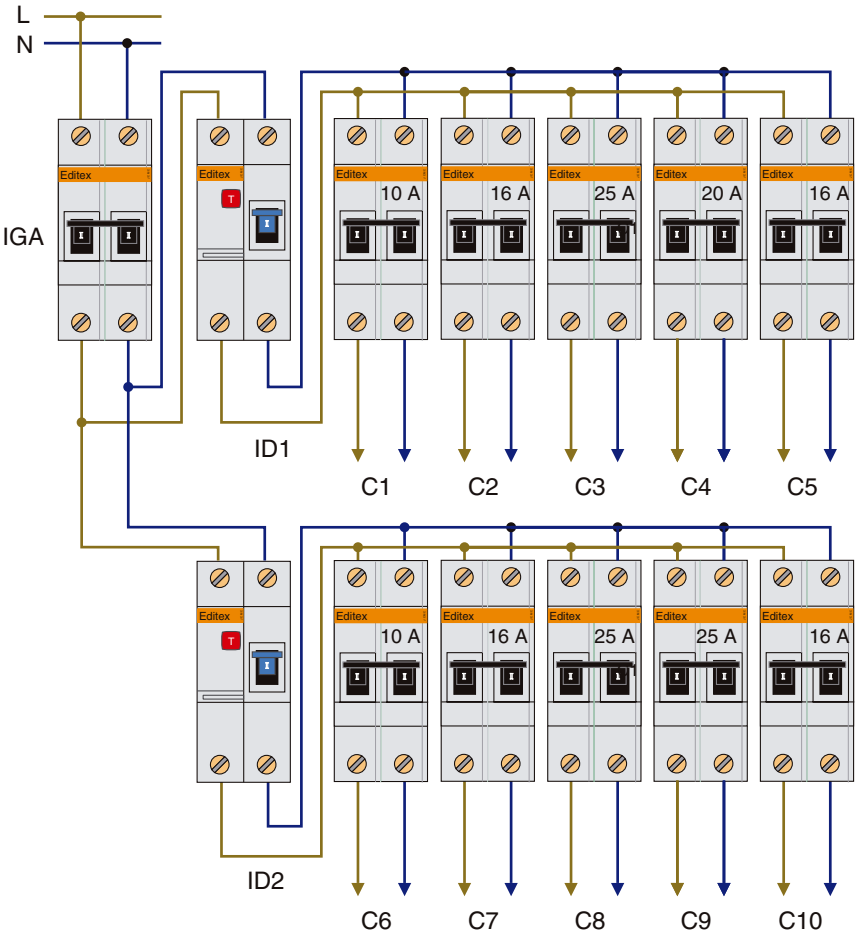


Figura 8.5. Cuadro general de protección para una vivienda con grado de electrificación elevado.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3.1. El ICP

El Interruptor de Control de Potencia, conocido habitualmente por sus iniciales ICP, es un interruptor automático que instala la compañía distribuidora de electricidad para que el usuario de la vivienda no supere la potencia contratada.

Se suele instalar un ICP monopolar para el corte del conductor de fase. En este caso, el neutro pasa directamente al IGA.

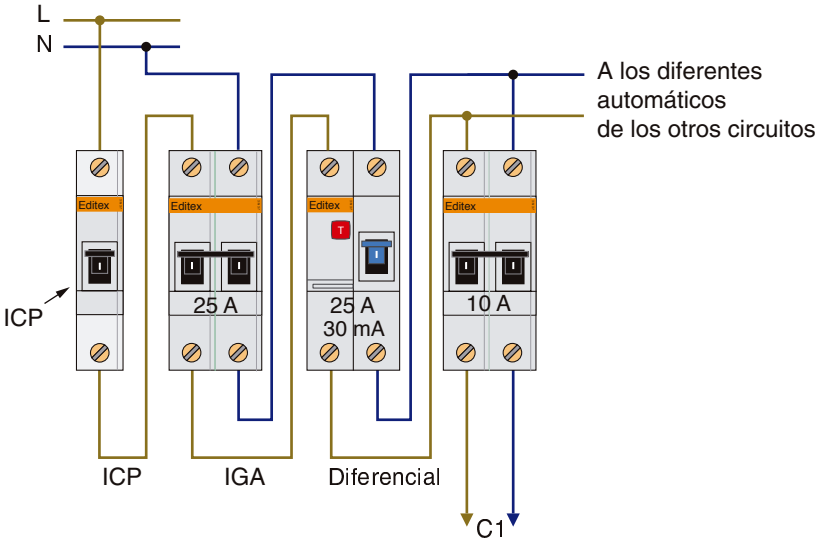


Figura 8.6. Conexión del interruptor de Control de Potencia (ICP).

La caja del ICP debe disponer de un compartimento individual, debe ser precintable y se colocará inmediatamente antes que la caja que aloja los demás dispositivos de mando y protección.

El ICP no debe sustituir en ningún caso al IGA.

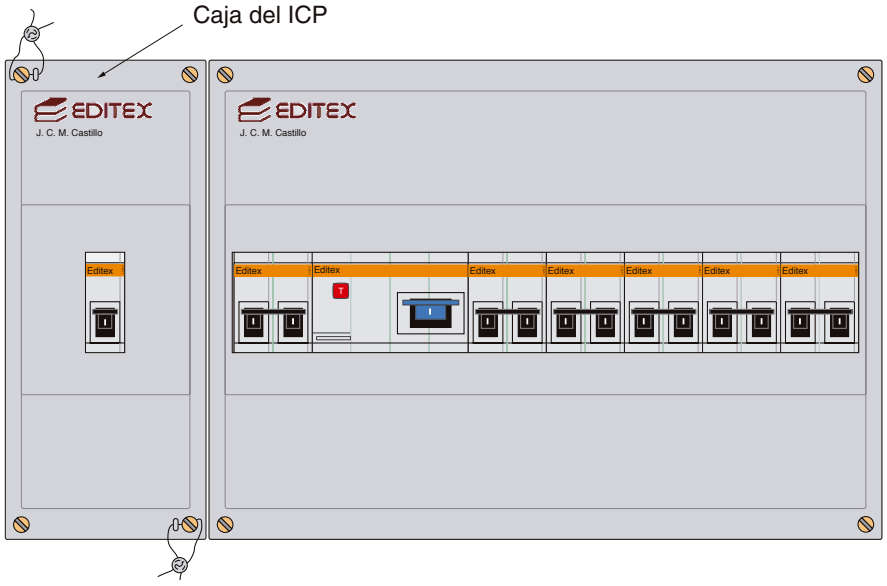


Figura 8.7. Cuadro de protección de una vivienda de grado de electrificación básico con ICP.

En el interior del cuadro, debe existir una pletina o tira de bornes para la conexión del conductor de protección.

En tu profesión

Algunas compañías distribuidoras de electricidad instalan ICP de corte omnipolar.

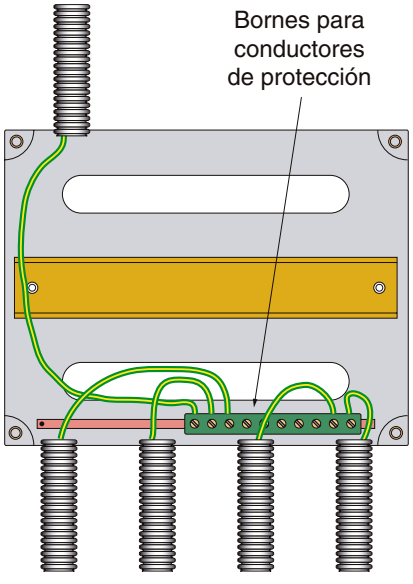


Figura 8.8. Conexión del cable de protección.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3.2. Dispositivos de protección contra sobretensiones

Como ya estudiaste en la unidad dedicada a las protecciones eléctricas, el uso de dispositivos de protección contra sobretensiones no es obligatorio en viviendas, pero es recomendable en los siguientes casos:

- Instalaciones domóticas.
- Con sistemas de telecomunicaciones en azoteas.
- Instalaciones en zonas con más de veinte días de tormenta al año.
- Instalaciones con equipos especialmente sensibles y costosos, como pueden ser equipos informáticos.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones se deben instalar en el cuadro de protección general, aguas arriba del diferencial (entre el IGA y el diferencial), de forma que si este se avería o destruye, se pueda mantener el servicio.

Esta conexión es la misma tanto para viviendas de electrificación básica como elevada, no siendo necesario instalar más que un protector para todos los circuitos.

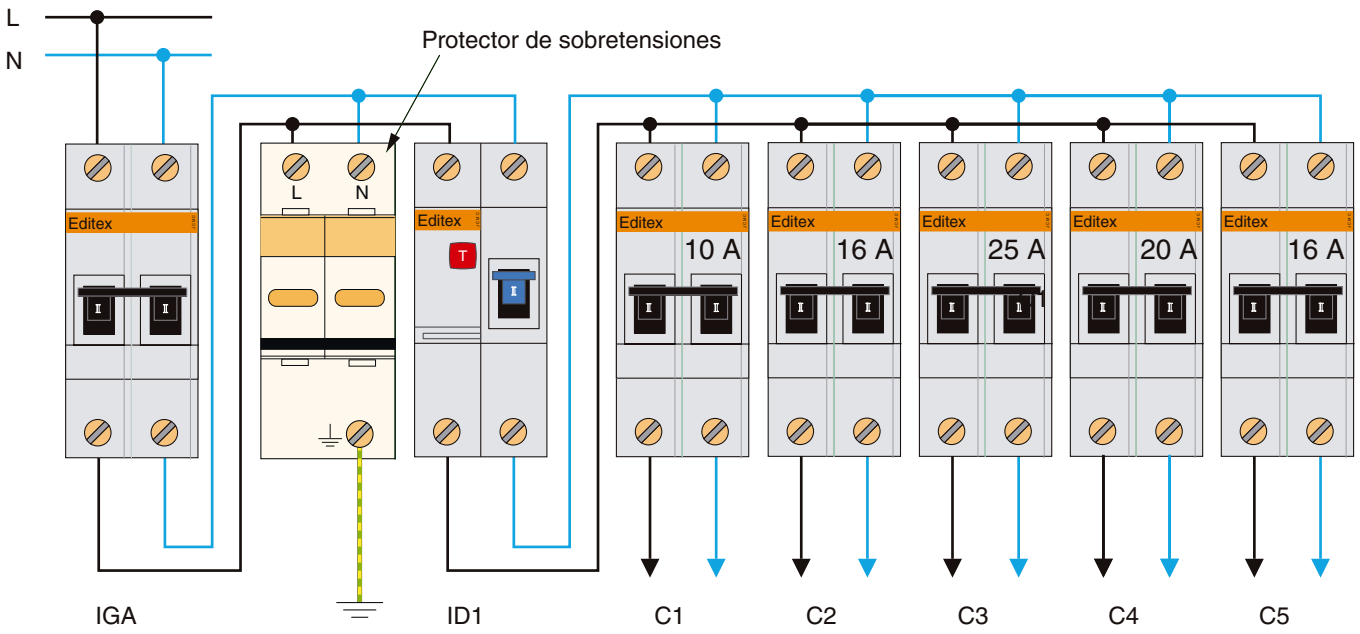


Figura 8.9. Instalación del protector de sobretensiones.

La conexión a tierra debe ser lo más directa posible, ya que el funcionamiento correcto de este tipo de protección depende en gran medida de esta derivación.

En viviendas con instalaciones antiguas que no disponen de espacio en el cuadro general de protección siempre queda el recurso de instalar protectores enchufables en las tomas de la vivienda que se deseen proteger. En este caso, la derivación a tierra se consigue a través del contacto PE del propio enchufe.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

4. Puntos de utilización

El REBT establece unos puntos mínimos de utilización en cada uno de los circuitos, en función del grado de electrificación.

En las siguientes tablas, se muestran de forma gráfica cuáles son esos puntos mínimos de utilización. El número de estos puntos dependerá de la superficie y la longitud de las estancias.

Saber más

En la instrucción I C-B -25 del REB , puedes conseguir más detalles sobre los puntos de utilización.

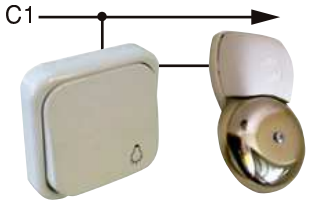
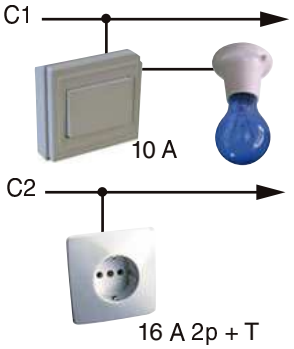
Acceso	Vestíbulo
Electrificación básica	
	

Tabla 8.3.

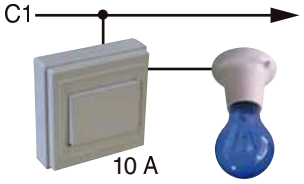
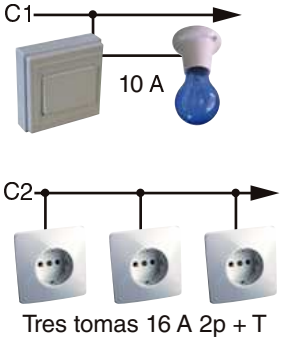
Terraza y vestidores	Garajes unifamiliares y otros
Electrificación básica	
	

Tabla 8.4.

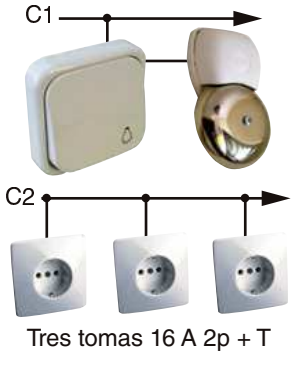
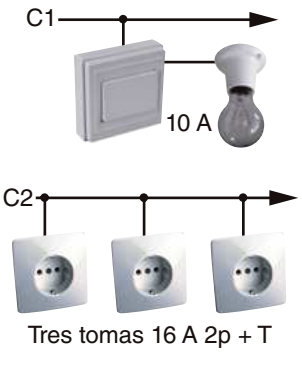
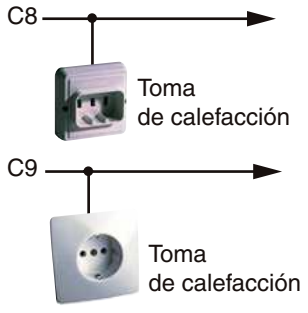
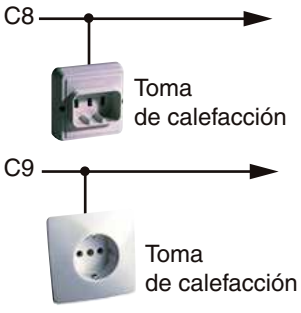
Salón	Dormitorio
Electrificación básica	
	
Electrificación elevada	
	

Tabla 8.5.

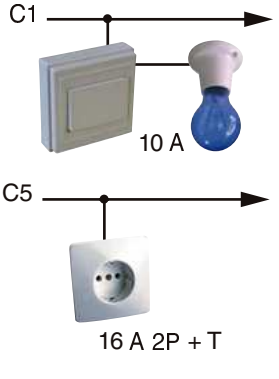
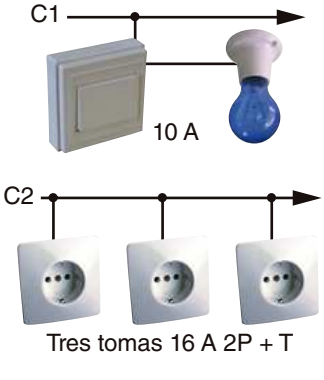
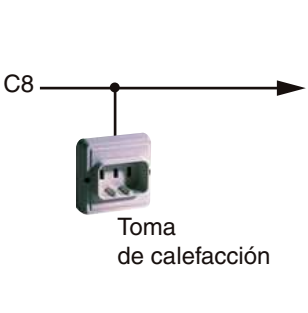
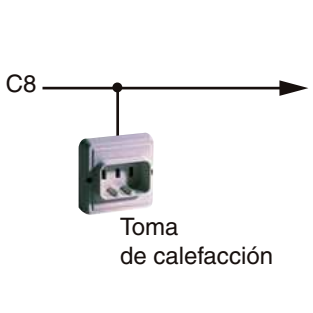
Baño	Pasillos y distribuidores
Electrificación básica	
	
Electrificación elevada	
	

Tabla 8.6.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Cocina	
Electrificación básica	
C2 Dos tomas 16 A 2p + T (frigorífico y extractor)	C4 Tres tomas 16 A 2p + T (lavadora, lavavajillas y termo)
C1 10 A	C5 Tres tomas 16 A 2p + T (tomas auxiliares)
C3 Base 25 A 2P + T (cocina/horno)	
Electrificación elevada	
C8 Toma de calefacción	C10 16 A 2p + T (secadora)

Tabla 8.7.

Es evidente que los puntos de luz representados en las tablas anteriores pueden ser gestionados con circuitos conmutados y conmutados de cruce, según las necesidades propias de la instalación.

Es importante recordar que para el circuito C4 se recomienda el uso de tres circuitos independientes, uno por aplicación: lavadora, lavavajillas y termo. Así, cada uno de ellos debe disponer de un interruptor magnetotérmico individual en el cuadro general de protección, sin que esto supongo el paso a electrificación elevada.

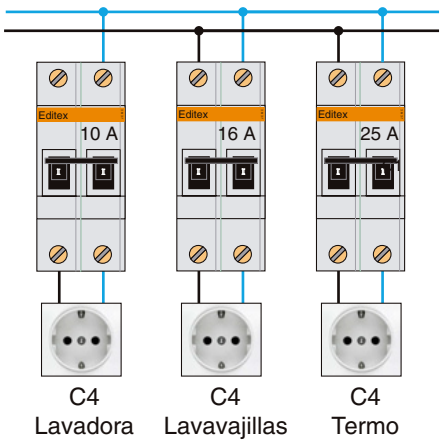


Figura 8.10. Detalles del circuito C4.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

5. Bases de enchufe y su utilización en viviendas

En la actualidad, los únicos tipos de enchufe permitidos en aplicaciones domésticas son:

- El de 16 A 250 V, modelo C2a, también conocido como Schuko. Se utiliza para aplicaciones de uso general en la vivienda y en el sector terciario.
- El de 16 A 250 V, modelo C3a, de características similares al anterior, con la diferencia de que dispone de una espiga saliente para el contacto a tierra. Su uso solamente es obligatorio en aquellas instalaciones en las que es necesario diferenciar entre fase y neutro.
- El de 25 A 250 V, modelo ESB 25-5a. Se destina a la conexión del horno y de la cocina eléctrica.

Figura 8.11. C2a.

Figura 8.12. ESB 25-5a.

Figura 8.13. C3a.

- El de 32 A 250 V, modelo ESB 32-5a. Se utiliza para aplicaciones en hornos y cocinas cuya corriente sea superior a la de la toma anterior (25 A). En el momento de la publicación del REBT del 2002, no se hacía referencia a dicha toma de corriente, pero se admite su uso para instalaciones que cumplan dichos requisitos de corriente.

En instalaciones de nueva construcción, no es posible el uso de tomas de corriente que no dispongan de toma de tierra o que no coincidan con la forma de las nombradas anteriormente. No obstante, los fabricantes están autorizados a venderlas para la reposición en instalaciones antiguas.

Figura 8.14. omas de corriente no permitidas para nuevas instalaciones.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

5.1. Conexión entre bases de enchufe

Como ya estudiaste en una unidad anterior, las bases de enchufe se conectan en paralelo entre sí y al circuito destinado a su alimentación. Así, una técnica habitual en instalaciones antiguas consistía en conexionar unas con otras las bases de enchufe mediante lo que los técnicos denominan habitualmente **co er la ba e** .

Sin embargo, en la actualidad el REBT no permite dicha técnica, siendo necesario llevar dos conductores más PE de cada una de las bases hasta la caja de registro en la que se encuentra la línea repartidora del circuito correspondiente.

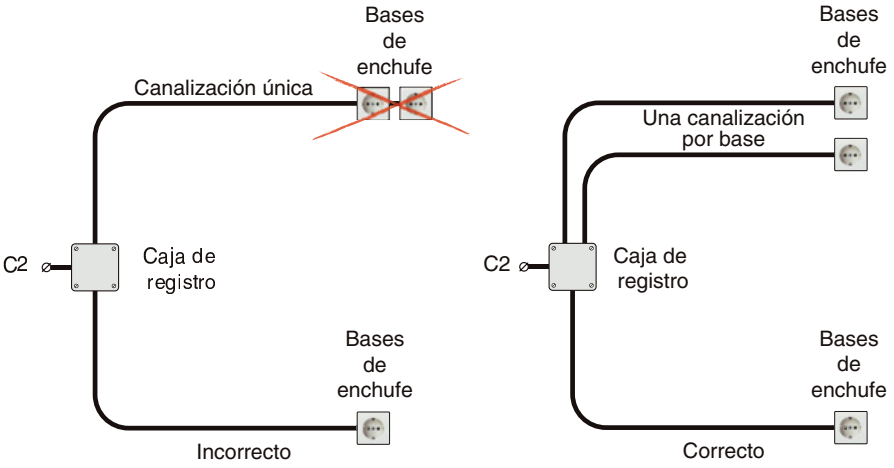


Figura 8.15. Conexión entre bases de enchufe.

Como excepción a esta norma, se permite **co er la ba e** siempre que estas se encuentren juntas. Este es el caso de las tomas de corriente destinadas para receptor de TV y asociadas a la infraestructura común de las telecomunicaciones (ICT) del abonado. En este caso, se computa como un solo punto de utilización y está permitido hasta un máximo de cuatro tomas.

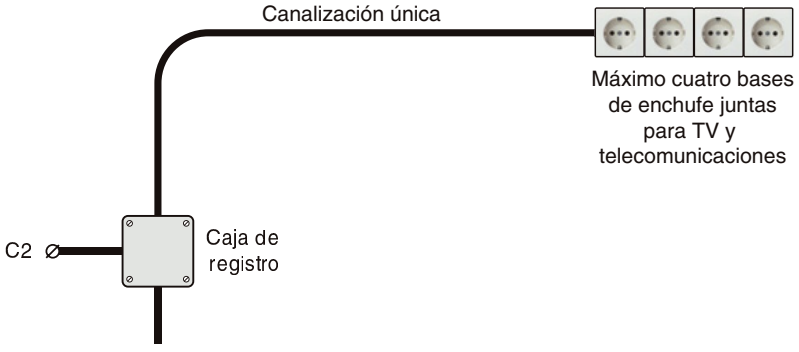


Figura 8.16. Excepción con bases de enchufe juntas.

Las tomas de corriente que están comandadas por un interruptor, como es el caso de las lámparas de noche utilizadas en dormitorios, son considerados puntos de luz del circuito de iluminación C1 y, por tanto, no pueden ser utilizadas para conexionar en ellas receptores de potencia. Dicho interruptor puede estar incorporado en la propia toma de corriente o mediante uno independiente que esté junto a ella.

Practica

Realiza la **práctica resuelta** de esta unidad.

Figura 8.17. Enchufe con interruptor.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

6. Estancias con bañeras o duchas

Debido a las condiciones de humedad y la forma de uso que hacen las personas de los cuartos de baño y aseos, estas estancias de la vivienda pueden ser peligrosas si sus instalaciones eléctricas no se han realizado adecuadamente.

Para garantizar la seguridad de este tipo de instalaciones y de sus usuarios, el REBT establece una clasificación de **cuatro zona de protección,** denominadas **volúmene (0, 1, 2 y 3),** y las limitaciones que existen en ellos para instalar el cableado y la aparamenta eléctrica. En este caso, todas las partes metálicas (motor, bañera, tuberías, etc.) deben disponer de una conexión equipotencial a la toma de tierra con un cable que puede variar entre 2,5 y 6 mm^2.

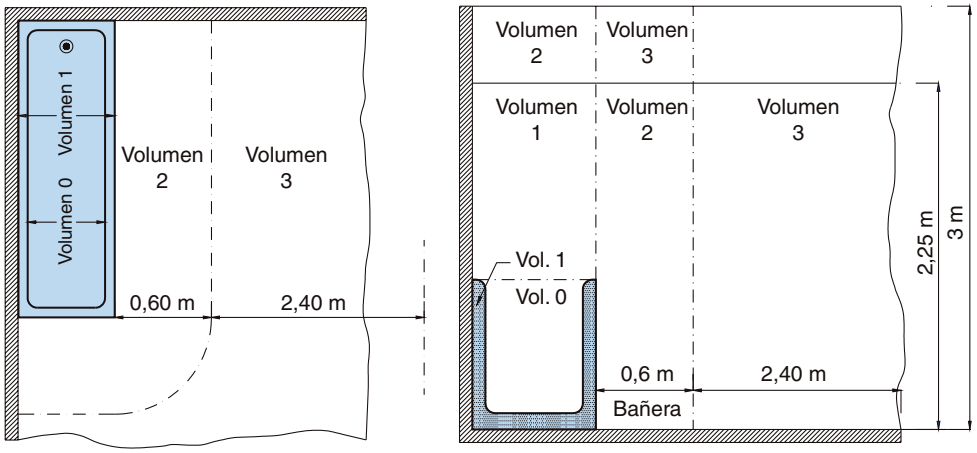
Volumen 0

Comprende el interior de la bañera o ducha y en ningún caso se podrán instalar en él mecanismos. En cuanto al cableado, está limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en este volumen. Por ejemplo, los necesarios para el mando de una bañera de hidromasaje.

Vocabulario

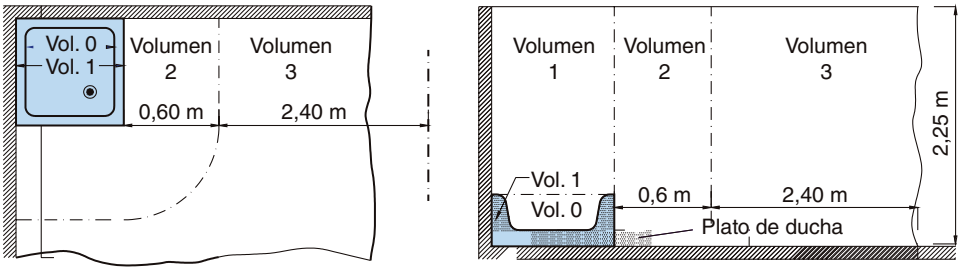
Equipotencial: se refiere a un espacio o lugar en el que todos los puntos tienen un mismo potencial.

Bañeras



Volúmenes para bañarse

Duchas



Volúmenes para duchas

Tabla 8.8.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Volumen 1

Comprende el plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo de la superficie que ocupa la bañera o ducha. El cableado está limitado al necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0 y 1.

En este volumen no está permitida la instalación de mecanismos, excepto aquellos interruptores para circuitos de muy baja tensión (12 V en alterna y 30 V en continua), siempre que la fuente de alimentación esté ubicada fuera de los volúmenes 0, 1 y 2.

En este volumen se pueden instalar bombas de ducha y el equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje, siempre que cumplan con la normativa y que el circuito que lo alimente disponga en el cuadro general de protección de un interruptor diferencial adicional no superior a 30 mA de sensibilidad.

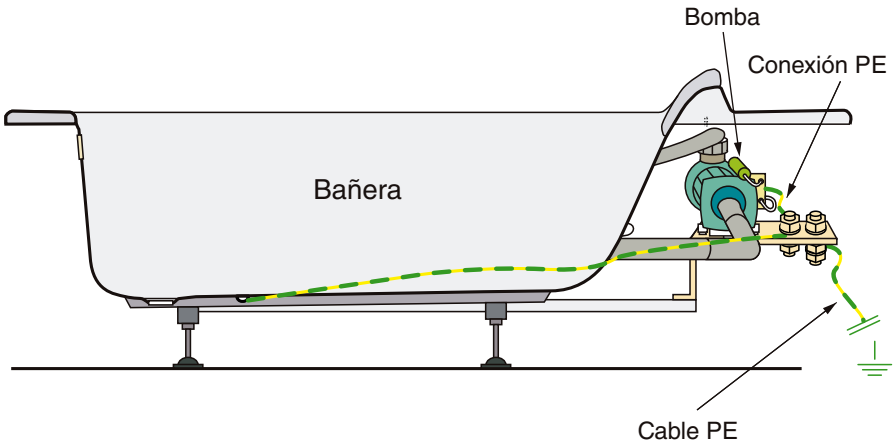


Figura 8.18. Bomba de bañera de hidromasaje instalada en el volumen 1 (cortesía de Roca).

Volumen 2

Comprende los planos verticales y horizontales, situados a una distancia de 0,6 m de la bañera y a 2,25 m por encima del suelo, respectivamente.

Por esta zona solamente puede pasar el cableado necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1 y 2. En ella solamente se pueden instalar los interruptores de muy baja tensión, nombrados en el volumen 1, además de tomas de corriente para afeitadoras con transformador de aislamiento.

En este volumen se instalan las luminarias de la estancia y, de forma fija, ventiladores y aparatos calefactores.

Volumen 3

Comprende los planos verticales y horizontales, situados a una distancia de 2,4 m del volumen 2 y a 3 m por encima del suelo, respectivamente.

Por esta zona solamente puede pasar el cableado necesario para alimentar los aparatos eléctricos fijos situados en los volúmenes 0, 1, 2 y 3. En ella se pueden instalar bases solo si están protegidas, bien por un transformador de aislamiento, bien por un circuito de muy baja tensión, bien por un interruptor diferencial de valor no superior a los 30 mA.

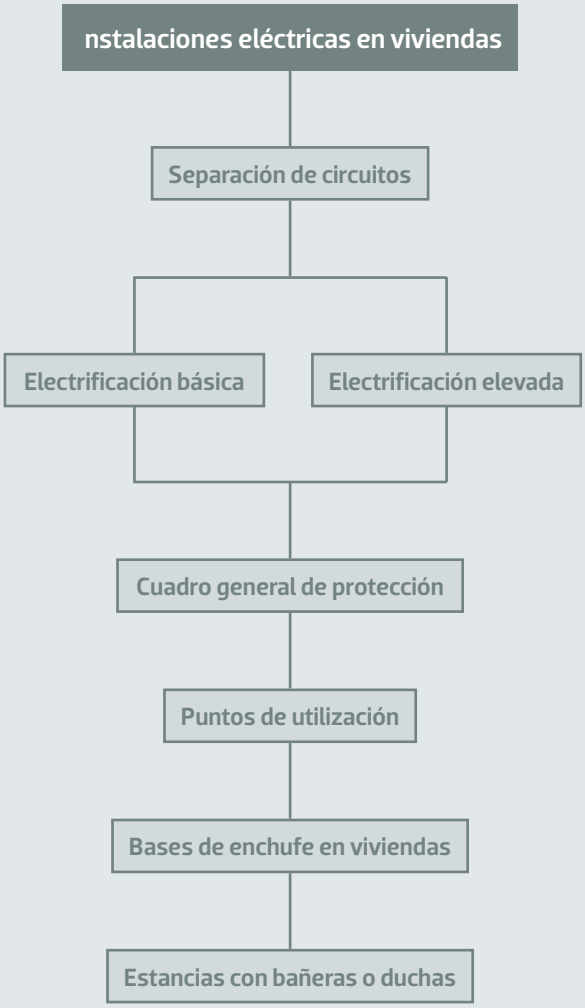
Figura 8.19. oma de afeitadora para cuartos de baño (cortesía B icino).

Practica

Realiza la **ficha de trabajo** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en internet

- **1.** Descarga la Guía écnica del REB B –25 para tenerla siempre a mano y consultar los detalles de cómo se debe hacer el reparto de circuitos en los diferentes tipos de electrificación en viviendas.
- **2.** Entra en la siguiente página web para consultar todo tipo de información sobre las instalaciones en viviendas: <www.tuveras.com>.
- **3.** Visita el foro <www.foroelectricidad.com> para aclarar dudas sobre las instalaciones en viviendas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. Se desea realizar una electrificación básica sobre el montaje realizado en la práctica resuelta de esta unidad. Los puntos de utilización son los vistos en la unidad para este tipo de electrificación. Para gestionar los puntos de luz de los dormitorios, hay que utilizar el circuito de la lámpara conmutada. El pasillo debe disponer de dos lámparas en paralelo gestionadas por un circuito conmutado de cruce. El comedor también tiene dos lámparas, pero su encendido y apagado se realiza, en este caso, mediante un interruptor. El timbre, ubicado en mitad del pasillo, se acciona desde el pulsador de la entrada.

Se pide que realices lo siguiente:

- Dibuja en tu cuaderno los esquemas multifilares de los circuitos de alumbrado y de bases de enchufe de cada una de las estancias de la vivienda. Compáralos con el de tu compañero de mesa.
- Dibuja en tu cuaderno el plano de la vivienda y, sobre él, el esquema unifilar.
- Introduce por los tubos de la general los cables correspondientes a la alimentación de cada uno de los circuitos del grado de electrificación básico. Respeta las secciones indicadas en esta unidad.
- Introduce los cables necesarios para realizar los circuitos propuestos para cada una de las estancias.
- Conexiona y fija cada uno de los mecanismos en las cajas universales y los portalámparas.
- Realiza las conexiones pertinentes en cada una de las cajas de registro.
- Dibuja en tu cuaderno el esquema multifilar de los dispositivos de protección del cuadro general para una electrificación básica. Compáralo también con el de tu compañero de mesa.
- Realiza la conexión de los elementos de protección a las diferentes líneas de la instalación.
- Coloca una bombilla en cada uno de los portalámparas de las estancias de la vivienda.
- eniendo en cuenta las precauciones vistas en fichas de trabajo anteriores, enchufa el panel a la red eléctrica y prueba su funcionamiento.

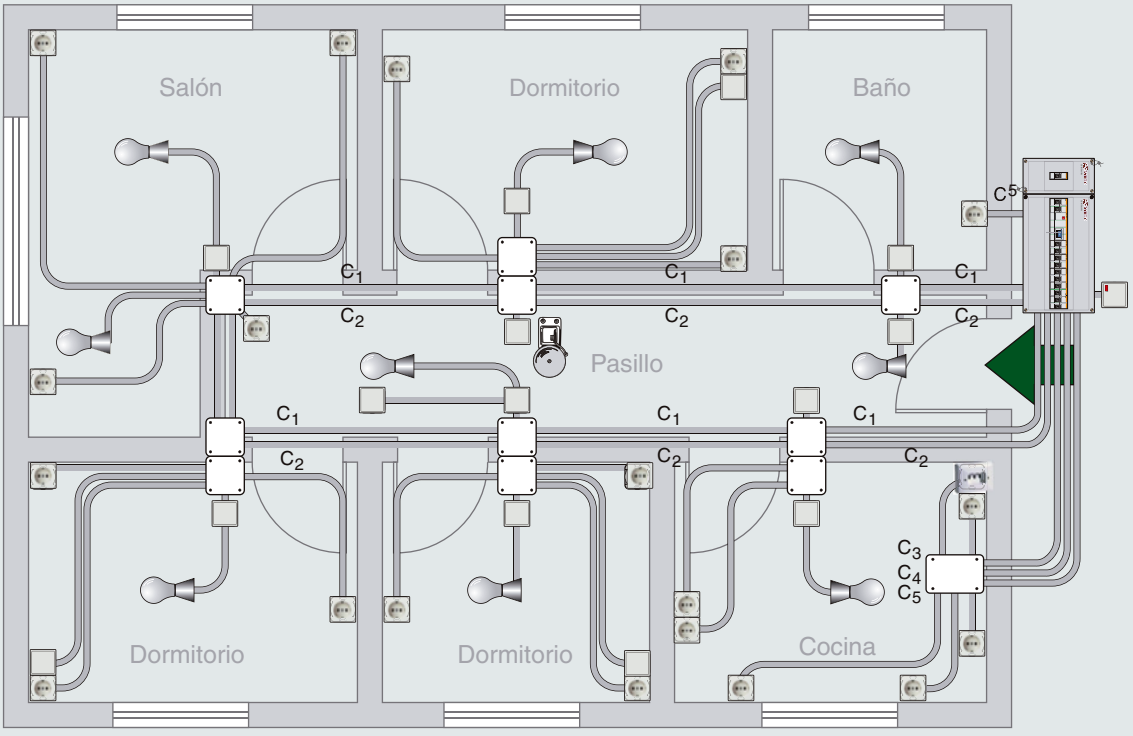


Figura 8.20. Ubicación de la aparamenta en el montaje del panel de pruebas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 8

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **¿Cómo se denomina el documento que dicta cómo deben ser las instalaciones eléctricas?**
   a) Reglamento de elecomunicaciones.
   b) Reglamento de Electricidad Básica.
   c) Reglamento Electrotécnico de Alta ensión.
   d) Reglamento Electrotécnico de Baja ensión.
2. **¿Cuántos tipos de electrificación hay?**
   a) res: básica, media y elevada.
   b) Dos: básica y elevada.
   c) Cuatro: básica, media, elevada y superior.
   d) odas las que sean necesarias.
3. **Si una vivienda necesita una distribución interna para calefacción eléctrica:**
   a) Puede ser de electrificación básica.
   b) No se puede hacer.
   c) Debe ser de electrificación elevada.
   d) Se hará según el criterio del instalador electricista.
4. **Los circuitos de la electrificación básica se denominan:**
   a) De C1 a C4.
   b) De C1 a C12.
   c) De C6 a C12.
   d) De C1 a C5.
5. **El circuito C3 está destinado:**
   a) A la cocina y el horno.
   b) Al alumbrado.
   c) A la lavadora.
   d) A tomas de corriente de uso general.
6. **Si el número de puntos de luz de una vivienda es superior a cuarenta:**
   a) Debe hacerse una electrificación de tipo elevado.
   b) Se puede sacar la mitad de los puntos de luz del circuito C2.
   c) Se utilizará una electrificación básica.
   d) Habrá que poner un circuito C6.
7. **¿Es posible utilizar un circuito C13?**
   a) Sí, para aire acondicionado.
   b) No, nunca.
   c) Depende del número de tomas de corriente que requiera la instalación.
   d) Sí, para un circuito de recarga de vehículos.
8. **¿Se puede dividir en tres el circuito C4 y así alimentar desde el cuadro de protección los tres electrodomésticos individualmente?**
   a) Sí, si se hace una electrificación elevada.
   b) Sí, sin necesidad de hacer una electrificación elevada.
   c) No, nunca.
   d) Poniendo el circuito C13.
9. **El GA:**
   a) Es el diferencial.
   b) Es cualquier magnetotérmico que protege los circuitos individuales.
   c) Es el interruptor general de la instalación.
   d) Es el cuadro general de fusibles.
10. **En una electrificación básica, el GA se conecta:**
    a) Aguas arriba del diferencial
    b) Aguas abajo del diferencial.
    c) Solamente se utiliza en la electrificación elevada.
    d) Aguas abajo de los magnetotérmicos de las derivaciones individuales.
11. **El CP se instala:**
    a) Aguas arriba del IGA.
    b) Aguas abajo del diferencial.
    c) Entre el diferencial y el IGA.
    d) Aguas abajo de los magnetotérmicos de las derivaciones individuales.
12. **El CP se instala:**
    a) En el mismo cuadro que las demás protecciones, junto al diferencial.
    b) En la primera caja de registro de la instalación.
    c) En el cuadro general de protección, en un compartimento individual.
    d) No hay que tener en cuenta nada especial para su instalación.
13. **Una base de enchufe ESB 25-5a está destinada a:**
    a) El horno y la cocina eléctrica.
    b) odo electrodoméstico.
    c) Las tomas para alumbrado.
    d) El frigorífico.
14. **Las tomas C3a son obligatorias en aquellos casos en que:**
    a) Haya que conectar el horno y la cocina.
    b) Cuando sea necesario diferenciar entre fase y neutro.
    c) En receptores que no requieran toma de tierra.
    d) No se disponga de otro tipo de toma.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

Preparación de canalizaciones para la electrificación básica de una vivienda

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista

Material

- Pintura de color negro o tizas
- Cinta de carrocero
- Cajas de registro de 100 × 100
- Una caja de registro de 150 × 100
- Cajas universales
- Una caja general de protección
- Una caja para el ICP
- Varios metros de tubo corrugado de los especificados para el tipo de electrificación básica
- Abrazaderas para los diferentes diámetros de tubo y tirafondos

Objetivo

- Preparar en un panel de madera de dimensiones adecuadas la canalización para simular los circuitos de una vivienda **de electrificación básica.**

Precauciones

- Utilizar una bata o ropa de trabajo para pintar el plano de la vivienda.
- Utilizar el diámetro adecuado de tubo para cada uno de los circuitos **del tipo de electrificación básica.**

Desarrollo

1. Pintar sobre el panel de madera el plano de una vivienda similar a la de la figura. Para ello se puede usar pintura acrílica de color negro. Utilizar cinta adhesiva de papel para que el contorno de las paredes sea perfecto. También se puede hacer el plano con tizas de colores, pero hay que tener en cuenta que puede ser borrado de forma involuntaria cuando se realiza el trabajo sobre el panel.

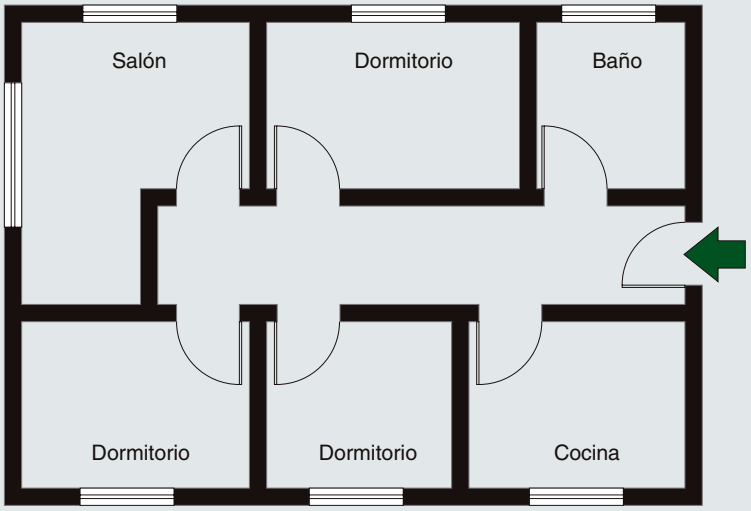


Figura 8.21. Plano de vivienda en el panel de trabajo.

2. Colocar el cuadro de protección cercano a la puerta de entrada. Para disponer del máximo espacio en el panel, se puede colocar dicho cuadro en otro panel adosado al de la vivienda. Hay que tener en cuenta que esta solución solamente se debe tomar en esta situación, ya que en una vivienda real el cuadro se debe ubicar en el interior de la vivienda.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3. Fijar con tirafondos varias cajas de registro en partes estratégicas del pasillo.

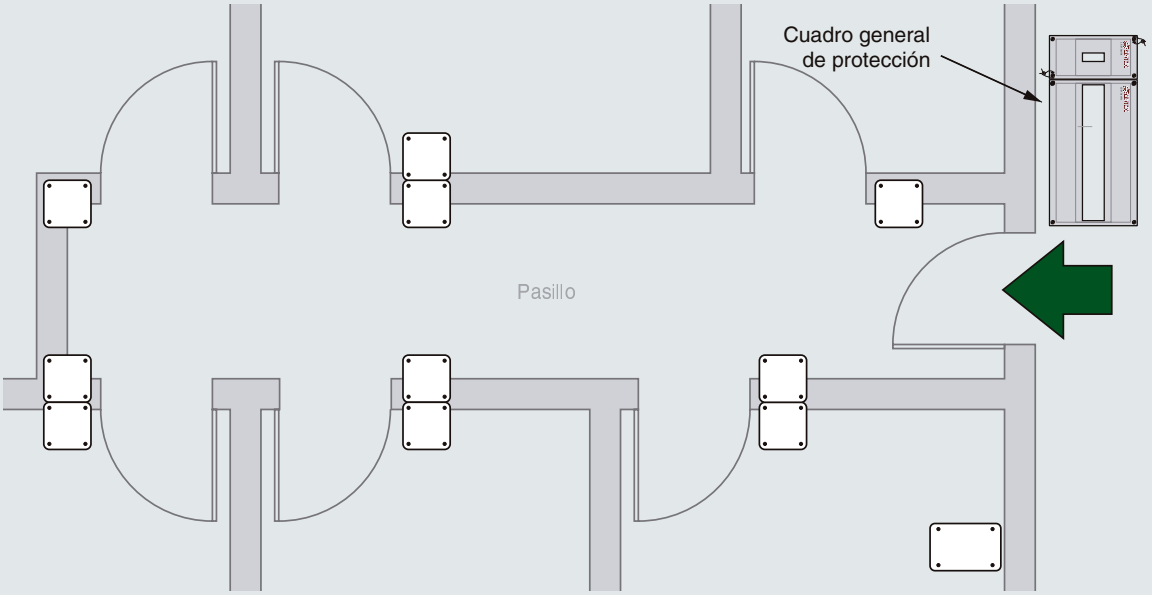


Figura 8.22. Ubicación de las cajas de registro y el cuadro general de protección.

4. Unir las cajas de registro y el cuadro general de protección con los tubos de diámetro adecuado para la distribución de circuitos, según se muestra en la figura siguiente:

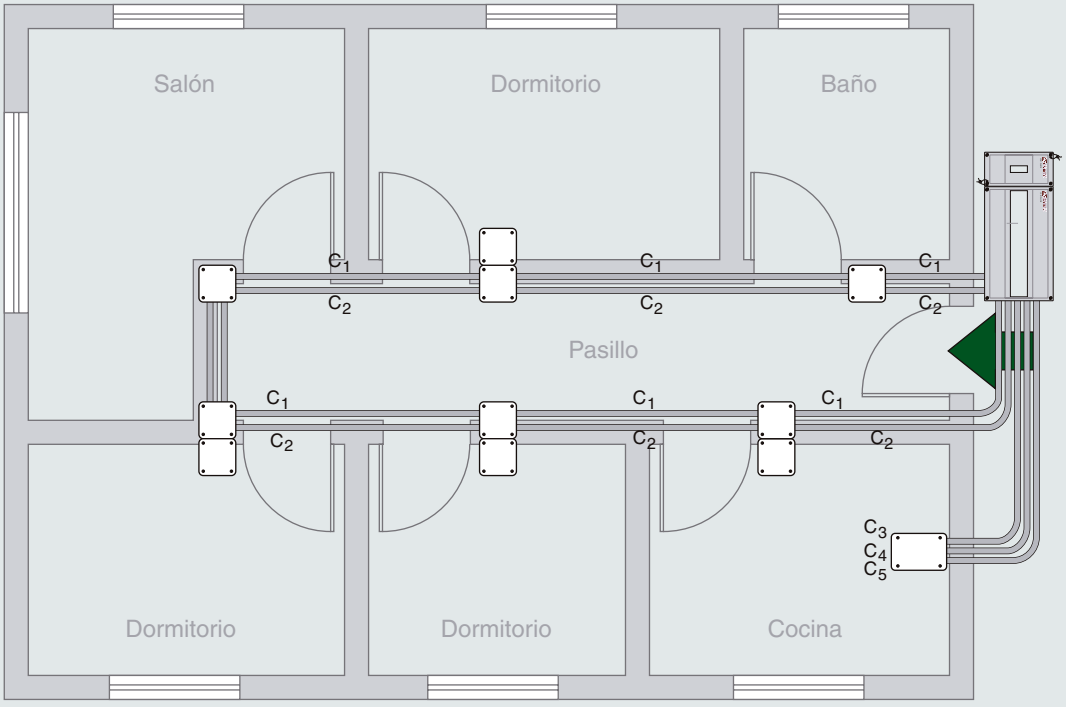


Figura 8.23. Colocación de tubos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

(cont.)

5. Fijar en cada una de las estancias las cajas universales de mecanismos y unirlas con tubos a las cajas de registro principales, según se muestra en la figura siguiente:

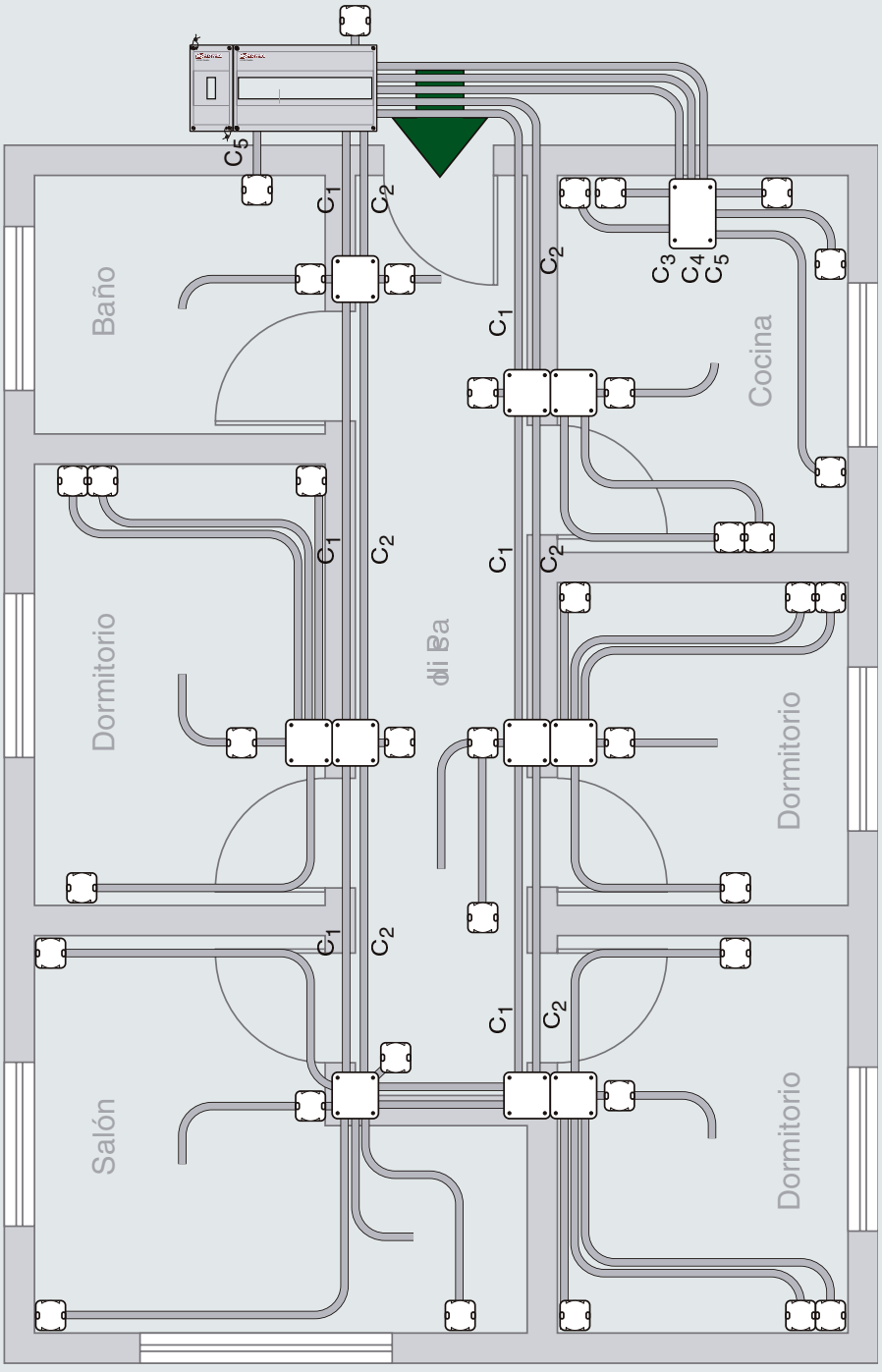


Figura 8.24. Colocación de tubos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Instalación eléctrica en un cuarto de baño

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Un polímetro

Material

- La lista de materiales debe ser elaborada por el alumno en el desarrollo de la actividad

Objetivo

- Realizar la instalación eléctrica de un cuarto de baño teniendo en cuenta las consignas dictadas por el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Precauciones

- Realiza todas las conexiones con la clavija del alargador desconectada de la red eléctrica.
- No manipules las conexiones de los aparatos una vez conectados a la red eléctrica.
- No olvides conectar los conductores de protección (cable de tierra).

Desarrollo

1. Dibuja sobre el panel de madera el croquis del alzado de un cuarto de baño similar al siguiente:

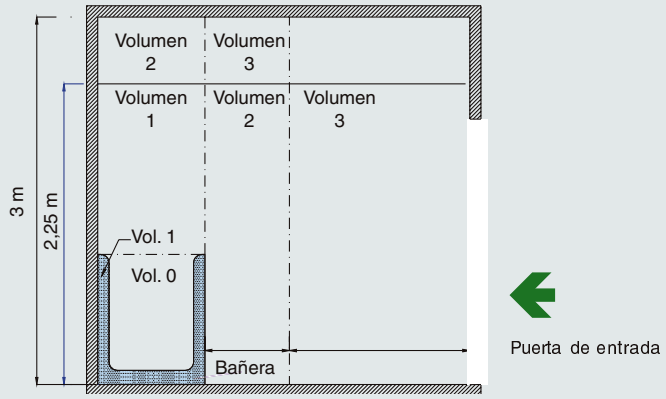


Figura 8.25.

2. Ten en cuenta que la instalación debe disponer de lo siguiente:
   - Un punto de luz en el techo.
   - Un punto de luz para el armario de baño.
   - Bañera de hidromasaje.
   - Dos tomas de corriente.

   Se pide:
   - Realizar el esquema eléctrico.
   - Elaborar en el cuaderno la lista de materiales necesarios.
   - Montar la canalización y el cableado sobre el panel de madera.
   - Probar el funcionamiento del circuito.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

9 Instalación de enlace

Vamos a conocer...

1. Alimentación de viviendas desde la red de distribución
2. Acometida
3. Instalación de enlace

PRÁCTICA RESUELTA

Acometida e instalación de enlace para vivienda individual

FICHA DE TRABAJO

Centralización de contadores para seis viviendas

Y al finalizar esta unidad...

- Conocerás qué es la acometida.
- Identificarás las partes de la instalación de enlace.
- Conectarás contadores de energía activa monofásicos.
- Montarás una centralización de contadores.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. Alimentación de viviendas desde la red de distribución

El REBT divide en dos partes bien diferenciadas la instalación que alimenta una vivienda desde la red de distribución:

- **Acometida.**
- **Instalación de enlace.**

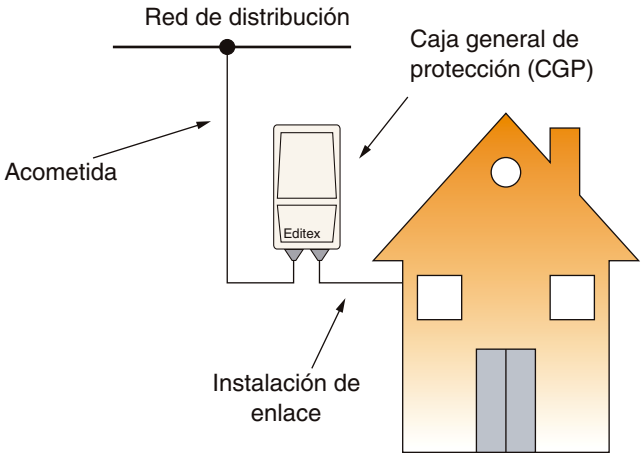


Figura 9.1. Alimentación de vivienda desde la red de distribución.

Ambas instalaciones están unidas mediante la caja general de protección.

2. Acometida

a acometida es la parte de la instalación que une la red de distribución con la caja general de protección.

Figura 9.2. Bornes para conectar una acometida a la red de distribución.

as acometidas pueden ser aéreas, subterráneas o mixtas.

a red aérea posada sobre fachada es fácil de observar, ya que recorre buena parte de las calles de nuestras ciudades. En este caso, los cables de acometida se conexionan a la red de distribución mediante bornes especiales.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

En tu profesión

ITC-BT 12

La colocación de contadores de forma individual solo se permite para un usuario o dos usuarios si están alimentados desde el mismo lugar, por ejemplo, en chalets adosados.

3. Instalación de enlace

Es la parte de la instalación que une la acometida con los circuitos de la vivienda.

a instalación de enlace está formada por los siguientes elementos:

- Caja general de protección (CPG).
- ínea general de alimentación (GA).
- Elementos para la ubicación de contadores de energía (CC).
- Derivación individual (DI).
- Caja para el Interruptor de Control de Potencia (ICP).
- Dispositivos generales de mando y protección (DGMP).

Así, la instalación de enlace para un solo usuario tiene el siguiente aspecto:

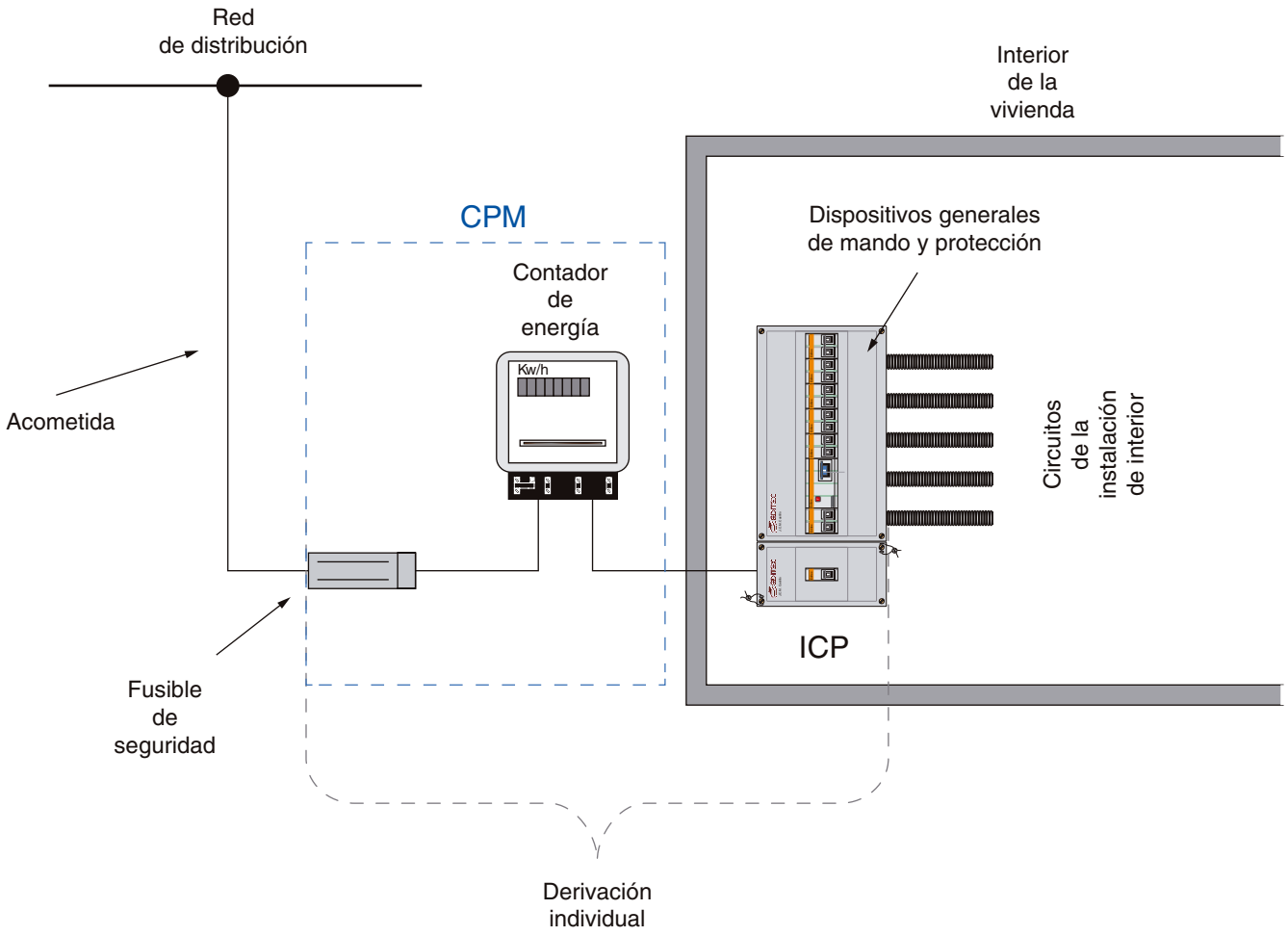


Figura 9.3. Instalación de enlace para un usuario.

a caja general de protección en la que se encuentran el contador y los fusibles se denomina caja de protección y medida (CPM).

En este caso, el fusible de seguridad coincide en el mismo punto de la instalación que la caja general de protección. Por tanto, esta última no es necesaria.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Figura 9.4. Contador y fusibles de seguridad para vivienda individual.

Figura 9.5. Caja para alojar el contador y los fusibles en vivienda individual.

Siguiendo el mismo criterio, si la instalación se hace para dos usuarios que están alimentados desde el mismo lugar, como puede ser el caso de viviendas adosadas, el esquema de conexión es el siguiente:

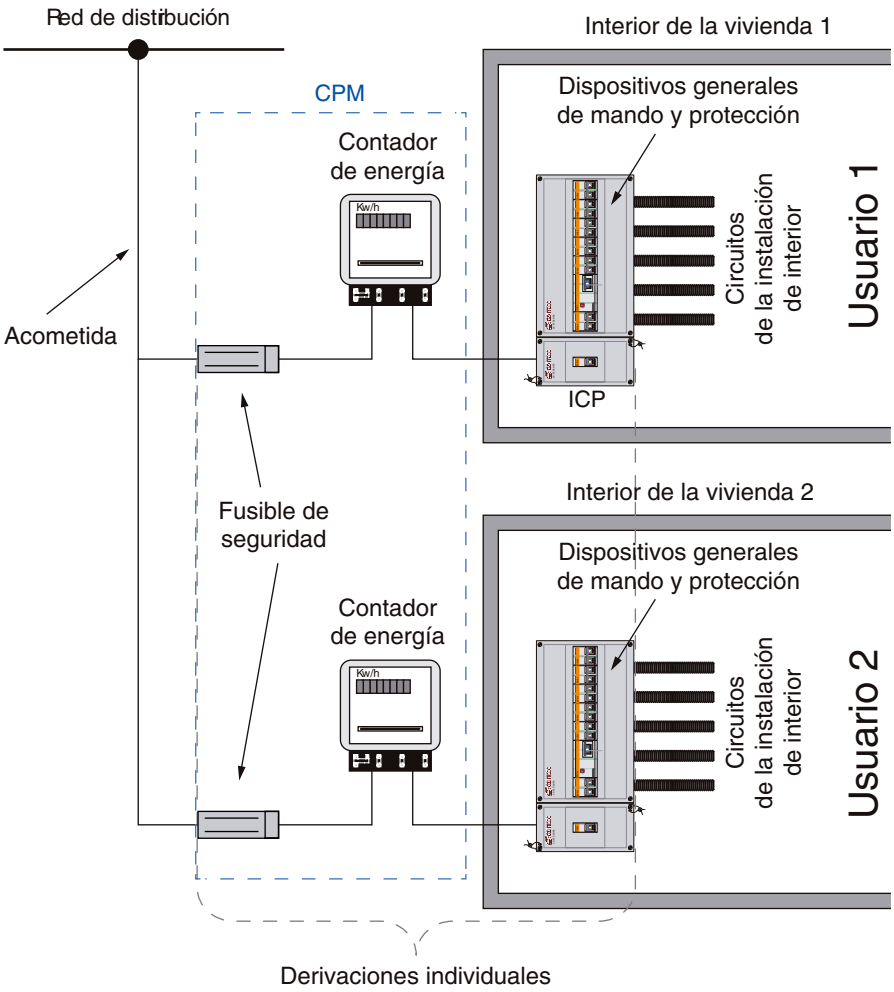


Figura 9.6. Acometida e instalaciones de enlace para dos usuarios alimentados desde el mismo lugar.

En este caso, la acometida es la misma y cada usuario tiene su propia instalación de enlace.

Practica

Realiza la **práctica resuelta** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Otra situación muy común en edificios de vivienda, comerciales y de oficinas es la colocación centralizada de los contadores. En este caso, todos los contadores se colocan en un cuadro especialmente diseñado para su conexión. Así, cada usuario tiene su propio fusible de seguridad, la caja general de protección es común para todas las viviendas y se debe disponer de un interruptor general de maniobra que permita el corte del suministro a todos los usuarios.

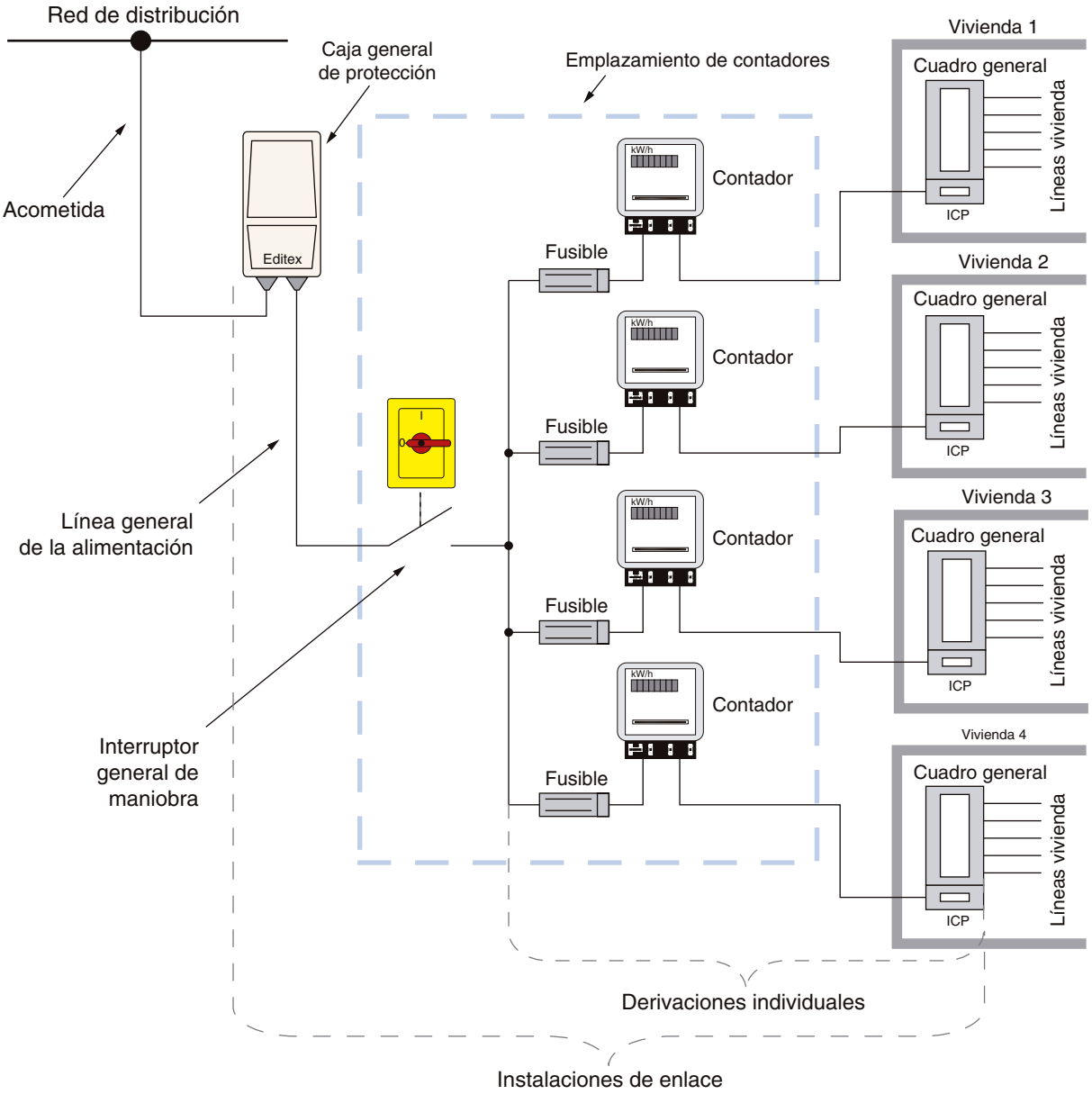


Figura 9.7. Esquema para varios usuarios con contadores ubicados de forma centralizada.

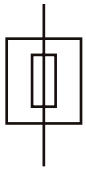


Figura 9.8. Símbolo de la caja general de protección.

3.1. La caja general de protección (CGP)

a CGP es una caja de material aislante que aloja en su interior un juego de fusibles de seguridad (tantos como polos), una conexión amovible para el neutro y un borne para su puesta a tierra.

Se ubicarán preferentemente sobre la fachada, pero, en el caso de edificios, se albergarán en el interior del cuarto de contadores.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Figura 9.9. Caja general de protección sobre fachada.

Figura 9.10. Detalle de entrada de cables en un CGP.

3.2. Línea general de alimentación (LGA)

Es la parte de la instalación de enlace que une la CGP y la centralización de contadores.

El cable de la GA debe ser lo más corto y rectilíneo posible, y sin empalmes. Se debe utilizar una sección mínima por polo de 10 mm^2 si el cable es de cobre y de 16 mm^2 si es de aluminio

Si se utiliza tubo para su trazado, este debe tener un diámetro mínimo de 75 mm.

Tanto los aislantes de los conductores como las canalizaciones que los alojan deben ser no propagadores de incendios y con emisión de humos reducida.

3.3. Centralización de contadores

Para la ubicación de contadores de forma centralizada, se utilizan armarios normalizados especialmente diseñados para este fin. Estos armarios son de tipo modular y están formados por varias unidades funcionales que se encargan de alojar los diferentes dispositivos.

Una centralización de contadores, además de alojar los contadores de los diferentes usuarios, dispone de otras partes de la instalación de enlace, como el interruptor general de maniobra, los fusibles de seguridad y las derivaciones individuales.

Figura 9.11. Portafusibles utilizado en las centralizaciones de contadores.

En tu profesión

En la ITC-14 del REBT, puedes obtener más detalles sobre la línea general de alimentación.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Cada uno de los módulos (unidades funcionales) de la centralización dispone de una tapa transparente que permite visualizar la totalidad del interior del cuadro sin necesidad de abrirlo.

En el módulo funcional que contiene el embarrado principal comienzan las derivaciones individuales para cada uno de los usuarios. Sobre estas barras se suelen disponer los portafusibles de seguridad, que quedan conectados automáticamente sobre el propio embarrado.

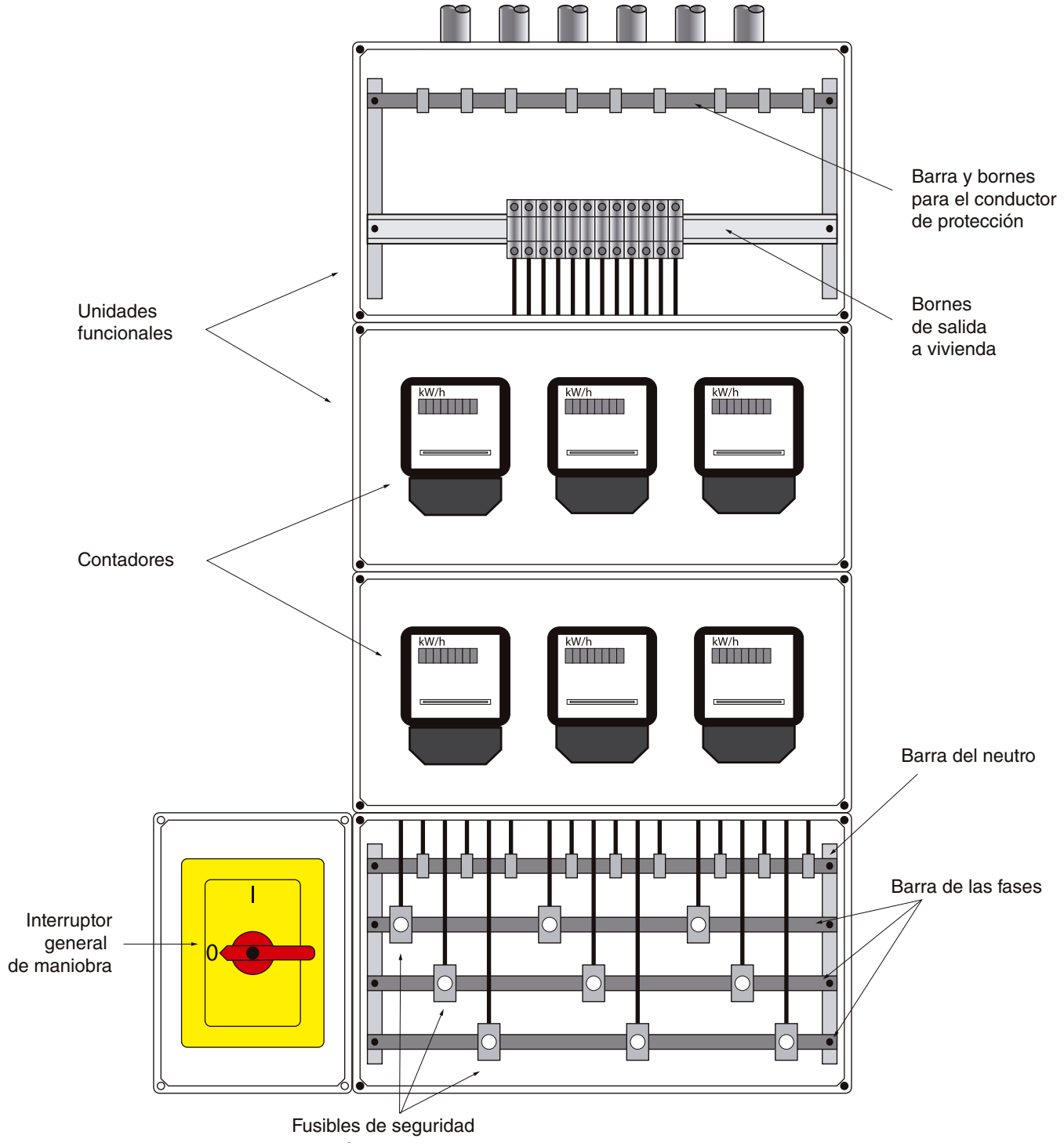


Figura 9.12. Ejemplo de centralización de contadores para seis usuarios.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3.4. El interruptor general de maniobra (IGM)

Tiene como misión dejar sin servicio a toda la centralización de contadores. Será de corte omnipolar y un calibre mínimo de 160 A. Estará ubicado en una unidad funcional de la centralización de contadores, próximo al embarrado principal.

Figura 9.13. Interruptor general de maniobra.

El IGM estará conectado entre la red general de alimentación y los fusibles de seguridad de las derivaciones individuales.

A este interruptor también se le suele denominar **interruptor de corte en car a.**

3.5. El contador de energía

El contador de energía es un dispositivo que permite medir la energía eléctrica consumida por un usuario. Este instrumento se utiliza en todas las instalaciones para la facturación eléctrica.

El contador mide la potencia (en kW) por la unidad de tiempo (h), por lo que la lectura se realiza en kWh.

Como los contadores miden en realidad potencia por unidad de tiempo, su funcionamiento interno se basa en dos circuitos, uno amperimétrico y otro voltimétrico, que están conectados en serie y paralelo, respectivamente, dentro del propio contador.

El símbolo del contador es:

Figura 9.15. Contador monofásico de energía.

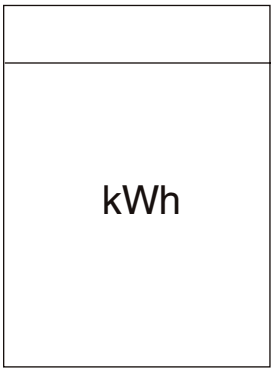


Figura 9.16. Símbolo del contador de energía.

En tu profesión

Los **contadores inteligentes** son de tipo digital y permiten a las compañías distribuidoras gestionar el consumo de los clientes de forma remota.

Figura 9.14. Contador inteligente.

Practica

Realiza la **fic a de trabajo** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

a conexión de los bornes de un contador está normalizada y se realiza según se muestra en la figura siguiente:

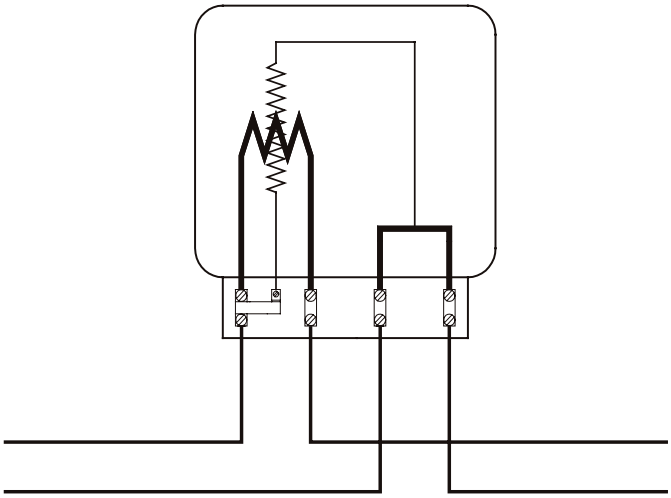


Figura 9.17. Conexión del contador monofásico.

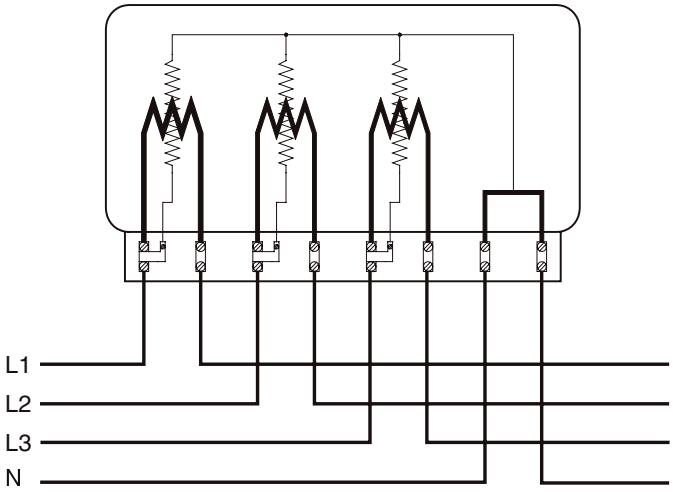


Figura 9.18. Conexión del contador trifásico.

En una derivación individual monofásica, el fusible de seguridad se conecta en la fase. En una derivación trifásica, es necesario utilizar tres fusibles de seguridad, uno por fase.

Aunque aquí no entraremos en detalle, ya que se sale de los objetivos de este libro, debes saber que en una instalación eléctrica se puede medir (y, por tanto, facturar) dos tipos de energía: la energía activa y la energía reactiva.

a activa es la consumida por receptores de tipo resistivo y la reactiva es la consumida por receptores de tipo inductivo, como motores, transformadores y reactancias de tubos fluorescentes.

En instalaciones domésticas, solamente se instalan contadores de energía activa, ya que este tipo de receptores es mínimo. Sin embargo, en instalaciones industriales, debido al alto porcentaje de receptores inductivos, las compañías distribuidoras obligan a instalar contadores de energía reactiva. Estos se conectan a continuación del contador de energía activa.

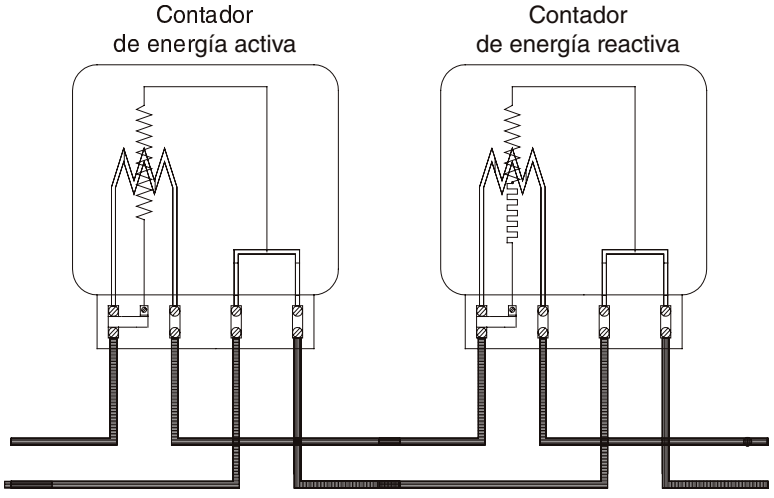
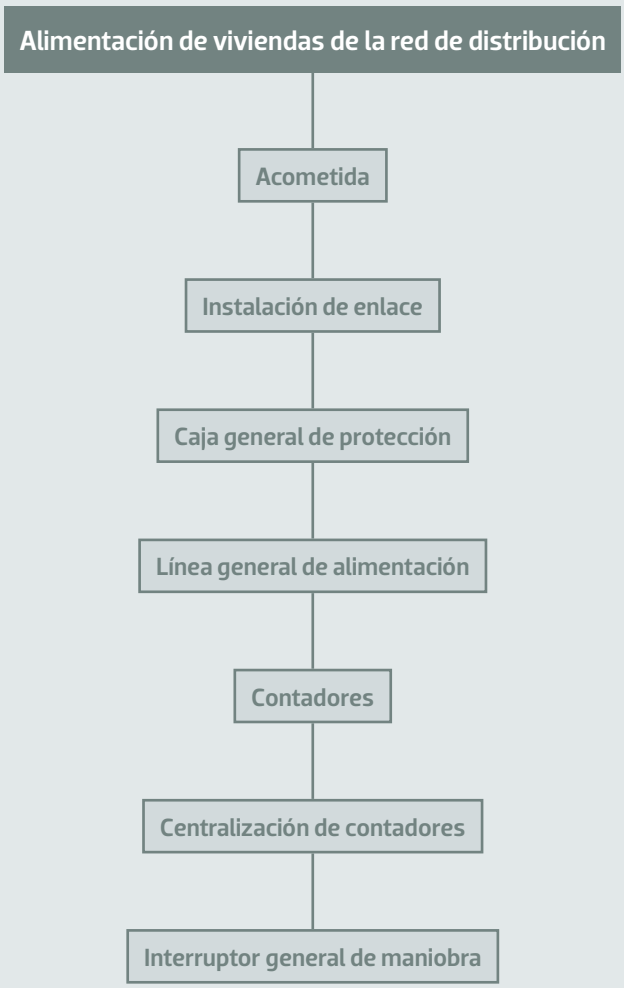


Figura 9.19. Conexión entre contadores.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en internet

1. Descarga la Guía Técnica del REBT BT-12 en la que se define cómo debe ser la instalación de enlace.
2. Localiza imágenes de centralizaciones de contadores reales y compáralas con las que has estudiado en esta unidad.
3. Busca información sobre los tipos de contadores eléctricos que existen en el mercado. ¿Qué son los contadores inteligentes?

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. Siguiendo el mismo desarrollo de trabajo que el de la práctica resuelta, monta sobre el panel de entrenamiento el circuito de medida de un contador trifásico.

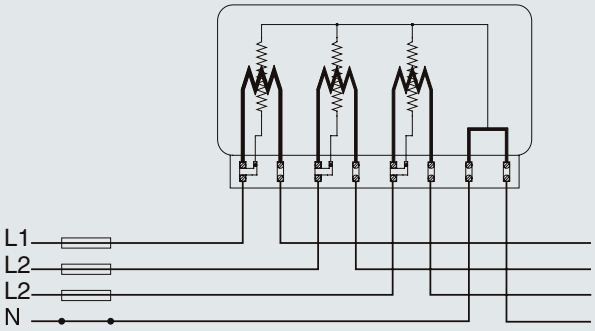


Figura 9.20. Esquema multifilar.

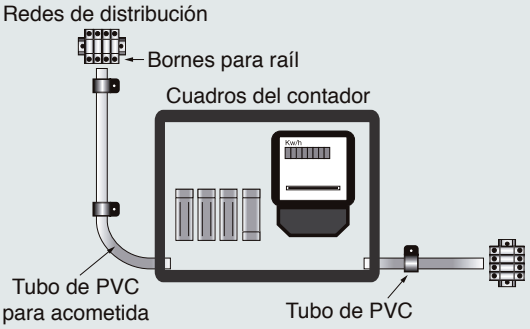


Figura 9.21. Montaje.

2. Si dispones en tu aula-taller de un cuadro de centralización de contadores, realiza sobre él el montaje propuesto en la ficha de trabajo de esta unidad para un circuito de tres viviendas.

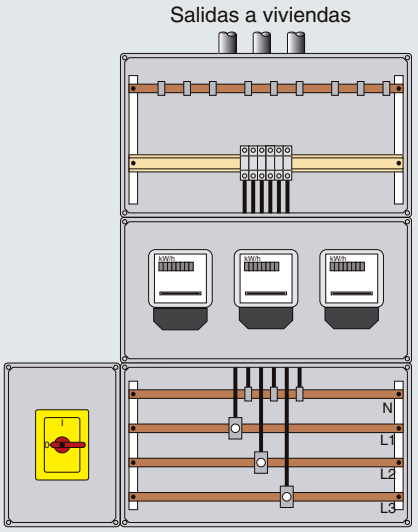


Figura 9.22. Centralización de contadores para tres viviendas.

3. Junto con un compañero, conectad dos contadores de energía activa y reactiva, como se muestra en la figura 9.23. Conectad lámparas incandescentes de diferentes potencias y observad qué ocurre con los discos de cada uno de los contadores. Haced lo mismo conectando alguna máquina que tenga un motor eléctrico (taladro, lavadora, etc.). ¿Qué conclusiones podéis extraer de esta experiencia?

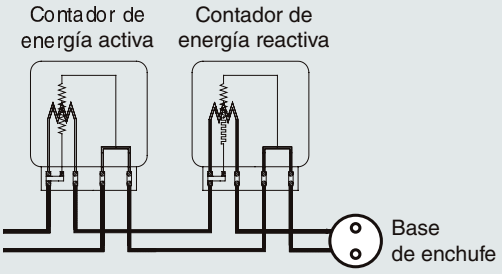


Figura 9.23. Esquema multifilar.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 9

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **La instalación de enlace comienza en:**
   a) La caja general de protección.
   b) Aguas arriba de la acometida.
   c) Aguas abajo del diferencial.
   d) Después del cuadro general de protección.
2. **Con la acometida se conecta a:**
   a) La caja general de protección con la instalación del usuario.
   b) La red de distribución con la caja general de protección.
   c) El cuadro general de protección con el cuadro ICP.
   d) El cuadro general de protección con los circuitos internos de la vivienda.
3. **La caja general de protección pertenece al circuito de:**
   a) Acometida.
   b) C12.
   c) C1.
   d) Instalación de enlace.
4. **El interruptor de corte general (CPG) se conecta:**
   a) Aguas abajo de la caja general de protección.
   b) Aguas abajo de los contadores.
   c) Aguas arriba de los contadores.
   d) Es opcional ponerlo.
5. **La línea general de alimentación es:**
   a) La que une el contador con el cuadro general de protección.
   b) La que une la CGP y la centralización de contadores.
   c) Es la misma que la acometida.
   d) Son las líneas que salen del cuadro general de protección.
6. **Se denomina CPM:**
   a) A la caja general de protección.
   b) Al circuito de potencia máxima.
   c) A la derivación individual.
   d) A la caja general en la que se encuentran el contador y los fusibles.
7. **¿Cuál es la sección mínima de conductor para la línea general de alimentación?**
   a) 10 mm^2 si el cable es de cobre.
   b) 20 mm^2 si el cable es de aluminio.
   c) 10 mm^2 si el cable es de aluminio.
   d) 16 mm^2 si el cable es de cobre.
8. **Si la línea general de alimentación es empotrada, el tubo debe ser de:**
   a) 100 mm mínimo.
   b) 75 mm máximo.
   c) 100 mm máximo.
   d) 75 mm mínimo.
9. **En la línea general de alimentación, se pueden acer empalmes:**
   a) Sí, si el cable no llega.
   b) No, nunca.
   c) Depende del número de viviendas.
   d) Solamente en chaléts adosados.
10. **El interruptor de corte general se instala:**
    a) En centralizaciones de contadores.
    b) En cuadros de contadores para un usuario individual.
    c) Solamente cuando el número de viviendas es superior a seis.
    d) En el interior de cada vivienda.
11. **¿Qué mide un contador eléctrico?**
    a) Potencia en la unidad de tiempo.
    b) Voltiamperios.
    c) Corriente.
    d) Tensión.
12. **Se denomina unidad funcional a:**
    a) Cada uno de los elementos de cuadro general de mando y protección.
    b) Los armarios de tipo modular utilizados en las centralizaciones de contadores.
    c) Cada una de las partes de la acometida.
    d) Cada una de las partes de la instalación de enlace.
13. **En una centralización de contadores, el interruptor general de maniobra se instala:**
    a) Junto a la unidad funcional del embarrado de entrada.
    b) Junto a la unidad funcional del embarrado de salida.
    c) Entre la unidad funcional del embarrado de entrada y la de los contadores.
    d) Entre la unidad funcional de los contadores y la del embarrado de salida.
14. **El calibre del IGM debe ser de:**
    a) 100 A máximo.
    b) 160 A máximo.
    c) 100 A mínimo.
    d) 160 A mínimo.
15. **El IGM también recibe el nombre de:**
    a) Interruptor diferencial.
    b) IGA.
    c) Interruptor de corte en carga.
    d) Interruptor de contadores.
16. **¿De cuántos circuitos dispone un contador eléctrico?**
    a) Tres.
    b) Dos.
    c) Uno voltimétrico.
    d) Uno amperimétrico.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Soplete o decapador para el curvado del tubo
- Guía pasacables
- Arco de sierra

Material

- 2 m de tubo de PVC de 40 mm de diámetro o superior
- 3 m de cable de 10 mm^2 de color azul claro (neutro)
- 3 m de cable de 10 mm^2 de color marrón (fase)
- Un contador monofásico de energía activa
- Abrazaderas para el diámetro de tubo utilizado
- 15 cm de raíl DIN
- Dos bornes para raíl DIN
- Un cuadro para un contador individual
- Tirafondos de varios tamaños

Acometida e instalación de enlace para vivienda individual

Objetivo

- Montar y comprobar el funcionamiento de la acometida y la instalación de enlace necesarias para alimentar el panel de la vivienda realizado en la unidad anterior.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegurarse de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipular las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.

Desarrollo

1. Colocar sobre un panel de madera de dimensiones adecuadas un raíl con dos regletas, que simulará la red de alimentación, y un tubo de PVC de 40 mm de diámetro como mínimo, que simulará la acometida.
2. Fijar en la parte inferior del tubo un cuadro para alojar en él un contador individual con su fusible de protección.
3. Unir con un tramo recto del tubo de PVC el cuadro del contador con la caja del ICP de la instalación de la vivienda.

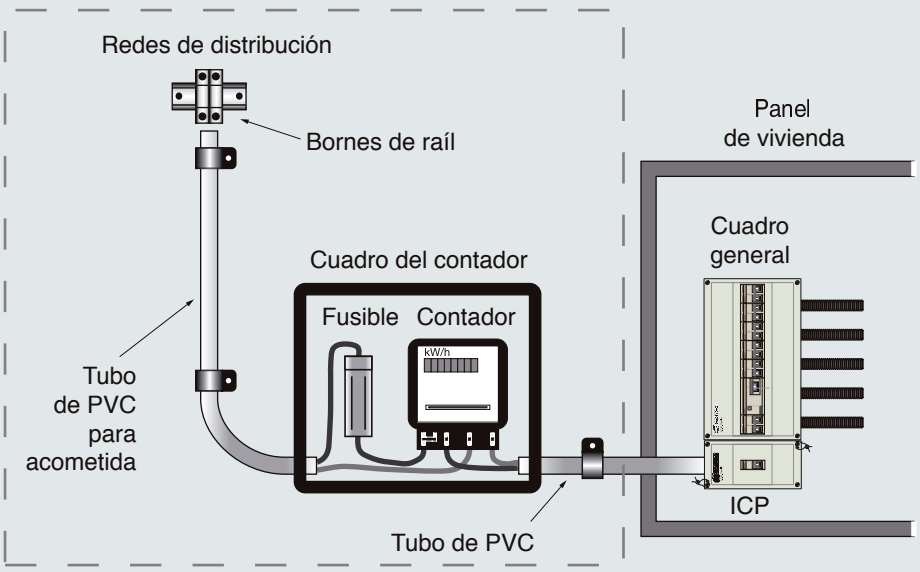


Figura 9.24. Montaje de la acometida e instalación de enlace sobre un panel.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

4. Introducir por ambos tubos dos cables de 10 mm^2, uno de color marrón para la fase y otro de color azul claro para el neutro.

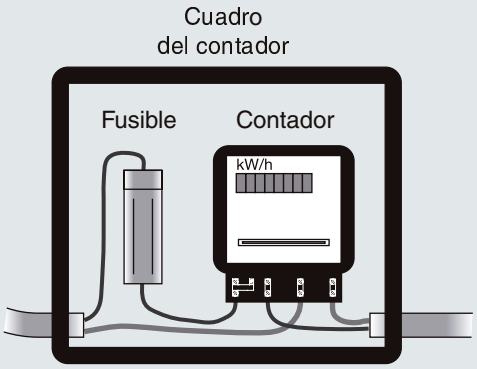


Figura 9.25. Detalle de conexión del contador y del fusible en el cuadro.

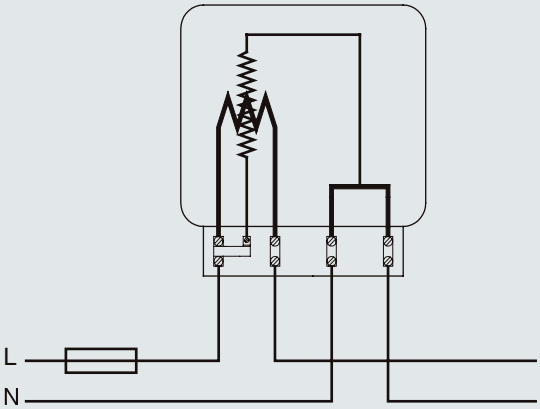


Figura 9.26. Esquema multifilar.

5. Pelar los cables y conectarlos a la regleta que simula la red de distribución.
6. Hacer lo mismo para el contador y el fusible del interior del cuadro. Conectar el fusible en serie con la fase antes de entrar en el contador.
7. Conexionar los dos cables del tubo recto a los bornes de salida del contador y en el otro extremo, al cuadro general de protección a través del ICP.
8. Bajar todos los automáticos del cuadro de la vivienda.
9. Conectar una manguera a los bornes que simulan la red de distribución.
10. Conexionarla en una base de enchufe del taller y probar de nuevo el circuito de la vivienda subiendo uno a uno los interruptores automáticos del cuadro general. Utilizar un buscapolos para identificar la fase en la base de enchufe. Hay que asegurarse de que la manguera conecte el circuito montado, respetando el neutro y la fase.
11. Encender las lámparas, conectar los receptores a las bases de enchufe y comprobar como cambia el giro del disco en el contador.

Figura 9.27.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Arco de sierra
- Escuadra y cartabón
- Tiza o lapiceros

Material

- Canaleta
- Tirafondos
- Raíl DIN
- Cable de 6 mm^2 de varios colores
- Doce bornes para raíl DIN
- Un interruptor general de maniobra para montar en superficie
- Seis fusibles para raíl
- Seis contadores monofásicos de energía activa
- Una manguera con clavija trifásica con neutro

Centralización de contadores para seis viviendas

Objetivo

- Montar y comprobar el funcionamiento de una centralización de contadores para seis viviendas.

Precauciones

- Si no se dispone del cuadro para el montaje de la centralización de contadores, se realizará el montaje propuesto en esta ficha de trabajo sobre el panel de entrenamiento. Debes tener claro que una centralización de contadores NUNCA se montará como aquí se muestra, pero esta actividad te servirá para practicar la conexión de contadores y los elementos que intervienen en una centralización.
- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.

Desarrollo

1. Fija con tirafondos sobre el panel de madera el trazado de canaleta mostrado en la figura 9.28.

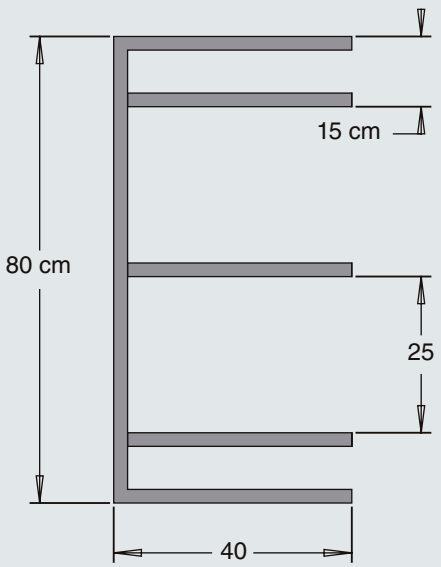


Figura 9.28. Trazado y medidas de la canaleta sobre el panel de madera.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2. Coloca en los huecos superior e inferior del trazado de canaleta dos raíles para fijar en ellos los doce bornes de salida y los seis fusibles de seguridad.
3. En la parte inferior izquierda, fija un raíl con cuatro bornes para la alimentación de la centralización.
4. En los huecos centrales, fija seis contadores monofásicos de energía activa.

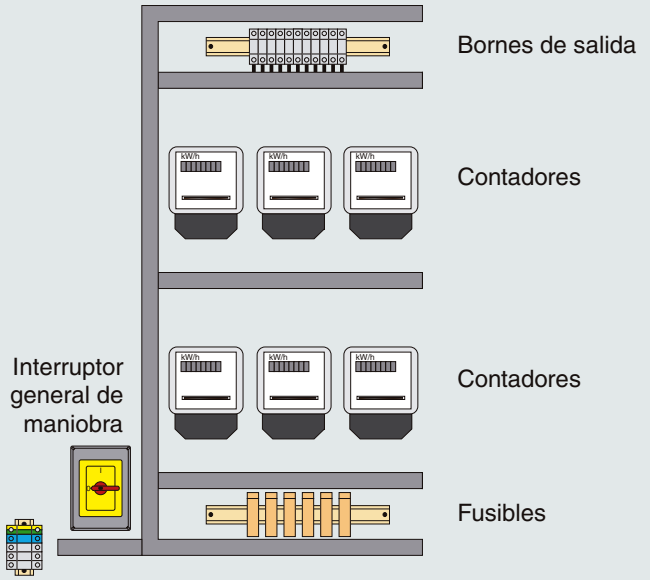


Figura 9.29. Fijación de los elementos en el panel de prueba.

5. Realiza las conexiones eléctricas repartiendo las fases de entradas entre los fusibles de seguridad y fijándote en el conexionado de los bornes de los contadores.

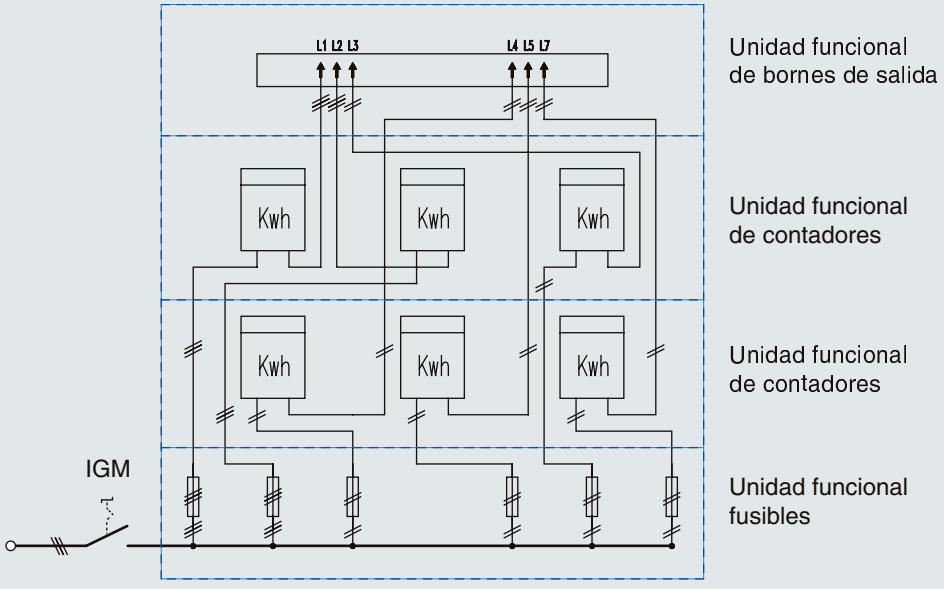


Figura 9.30. Esquema unifilar de la centralización de contadores.

6. Conecta una manguera trifásica con neutro a los bornes de alimentación y enchufa el cuadro a la red eléctrica para su comprobación.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

10 Automatismos en viviendas

Vamos a conocer...

1. Automatismos en viviendas
2. El automático de escalera
3. El telerruptor
4. El interruptor horario
5. El contactor
6. El regulador de luminosidad

PRÁCTICA RESUELTA

Instalación de un automático de escalera

FICHA DE TRABAJO 1

Instalación de un telerruptor

FICHA DE TRABAJO 2

Instalación de un interruptor horario

FICHA DE TRABAJO 3

Control de un sistema de calefacción eléctrica mediante contactor

FICHA DE TRABAJO 4

Control de dos líneas de calefacción eléctrica con discriminación horaria

FICHA DE TRABAJO 5

Instalación de reguladores de luminosidad

Y al finalizar esta unidad...

- Conocerás diferentes dispositivos para hacer sencillos automatismos en las viviendas.
- Sabrás qué es y cómo se conecta el automático de escalera, el telerruptor, el interruptor horario, el contactor y el regulador de luminosidad.
- Identificarás los distintos dispositivos por su símbolo.
- Realizarás varios montajes de automatismos para viviendas utilizando los aparatos estudiados en esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. Automatismos en viviendas

Sencillos circuitos de automatismos hacen más fácil y cómodo el uso de las instalaciones eléctricas. El control del alumbrado de escalera se realiza desde hace muchos años con el objetivo de ahorrar energía en las comunidades de vecinos. El uso de grandes conmutadas de cruce en ambientes de paso ya no tiene demasiado sentido teniendo en el mercado el telerruptor. El interruptor horario permite programar el encendido y apagado de nuestra caldera de calefacción o la iluminación del escaparate de una tienda, sin necesidad de estar pendiente de ello. Asimismo, la regulación de luz proporciona confort en el uso de la iluminación doméstica.

En esta unidad, y como introducción a los circuitos domóticos, estudiarás y utilizarás pequeños dispositivos que permiten realizar de forma aislada sencillas automatizaciones en viviendas y edificios.

2. El automático de escalera

El automático de escalera, también llamado **relé de escalera** o **temporizador de escalera**, es un dispositivo que controla de forma temporizada el alumbrado de las partes comunitarias de los edificios, como pueden ser escaleras, accesos comunes, pasillos, rellanos, ambientes de paso, etc.

El principal objetivo de este aparato automático es la desconexión del alumbrado de escalera después de un tiempo determinado para el ahorro de energía.

El esquema general de conexión de un automático de escalera es el siguiente:

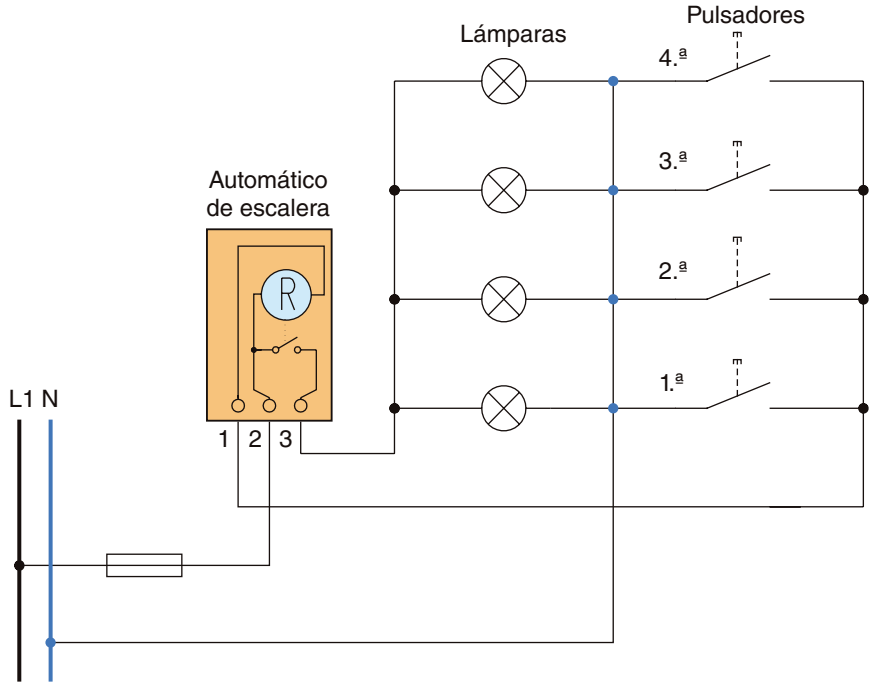


Figura 10.3. Esquema de conexión de un automático de escalera.

Figura 10.1. Automático de escalera de funcionamiento electrónico.

Figura 10.2. Automáticos de escalera de funcionamiento electromecánico.

Saber más

La temporización puede ser ajustada por el usuario en un tiempo comprendido entre 45 s y 10 min.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

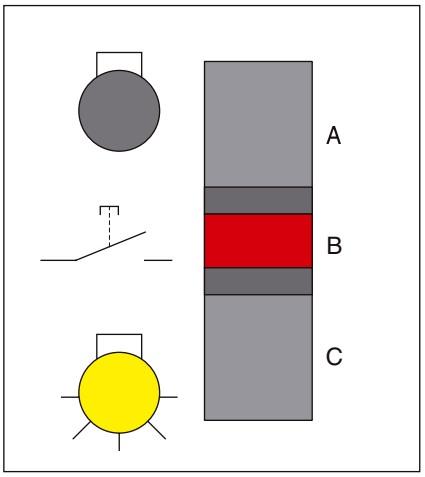


Figura 10.4. Conmutador con los modos de funcionamiento de un automático de escalera.

Cada vez que se acciona uno de los pulsadores, se alimenta el órgano que dispara el dispositivo de temporización en el interior del automático (bornes 1-2), a la vez que se cierra su contacto interno (bornes 2-3), alimentando las lámparas y, por tanto, encendiéndolas. Después de un tiempo, el contacto se abre, cortando la alimentación al circuito de lámparas.

Se pueden conectar en paralelo tantos pulsadores como se desee. Sin embargo, el número de lámparas a utilizar está limitado al poder de corte del contacto en el interior del automático, que suele ser de 10 A en la mayoría de ellos.

Todos los automáticos de escalera disponen de un selector para elegir el modo de funcionamiento, según se muestra en la figura 10.4.

- **Modo A: desconexión permanente**

  En este estado, el circuito del automático de escalera permanece completamente desconectado. Es el modo ideal para realizar operaciones de mantenimiento y reparación.

- **Modo B: funcionamiento automático**

  Es el modo de funcionamiento normal. Las luces se encienden mediante los pulsadores y se apagan cuando transcurre la temporización.

- **Modo C: conexión permanente**

  En esta posición, las lámparas se encienden de forma permanente sin hacer caso a las acciones sobre los pulsadores.

Algunos automáticos de escalera pueden ser configurados para tres o cuatro hilos. El uso de una conexión u otra dependerá de las necesidades de la instalación. Para elegir el tipo de conexión, es necesario actuar sobre un selector ubicado en el propio automático de escalera.

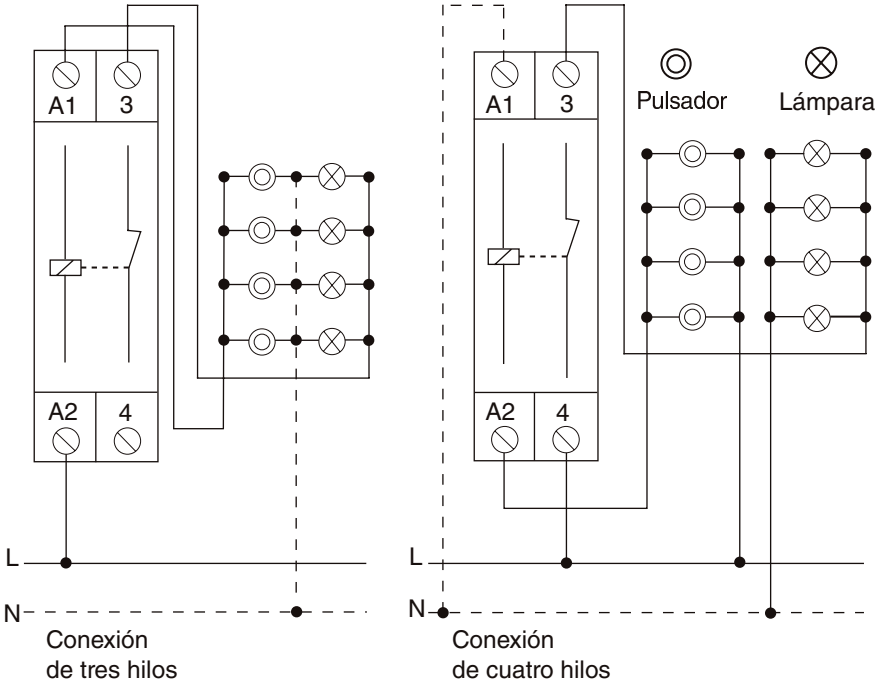


Figura 10.5. Conexión de un automático de escalera de tres y cuatro hilos (cortesía de ABB .

Practica

Realiza la **práctica resuelta** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3. El telerruptor

El telerruptor, también conocido como **relé de impulsos** o **interruptor remoto**, es un dispositivo electromecánico controlado a distancia que gestiona la activación y desactivación de cargas desde uno o más puntos distantes entre sí.

El telerruptor dispone de una bobina (bornes A1-A2) que se activa o desactiva cada vez que recibe un impulso desde el exterior, normalmente a través de un pulsador. El accionamiento mecánico de dicha bobina está unido a un contacto, o grupo de contactos, que se abre o cierra cada vez que la bobina cambia de estado. Con un mismo pulsador se puede activar la carga si está desactivada o desactivarla si está activada.

Así, dependiendo del uso que se le quiera dar, existen telerruptores de corte unipolar, bipolar o tripolar, siendo su representación simbólica la siguiente:

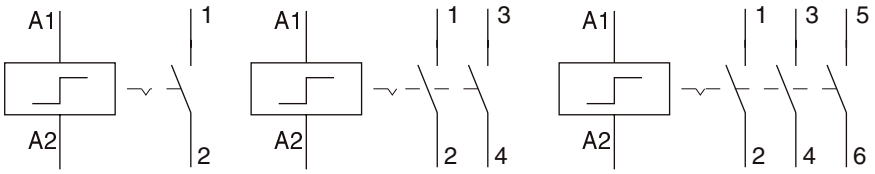


Figura 10.7. Símbolos de los diferentes tipos de telerruptor.

Una de las aplicaciones típicas del telerruptor es su uso como sustituto de los circuitos conmutados de cruce, en los que existen muchos puntos para el encendido y apagado de las lámparas.

Así, un ejemplo de conexión de un telerruptor para controlar el encendido y apagado de una lámpara desde tres pulsadores es el siguiente:

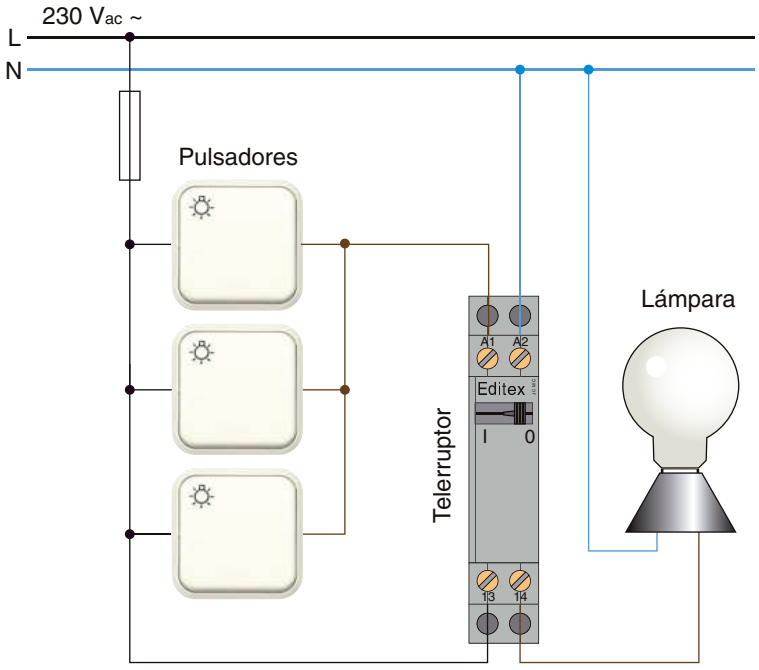


Figura 10.9. Ejemplo de conexión de un telerruptor.

Figura 10.6. Diferentes tipos de telerruptores (cortesía de Siemens AG .

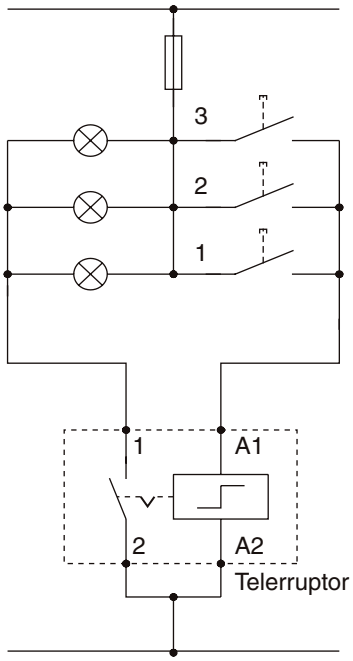


Figura 10.8. Esquema de conexión de un telerruptor monopolar para gestionar un circuito de alumbrado.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 1** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

En tu profesión

En el mercado existen los denominados interruptores horarios o relojes astronómicos. Estos permiten controlar cualquier dispositivo eléctrico siguiendo un calendario diario, semanal, estacional, anual o personalizado, teniendo en cuenta la zona geográfica en la que se instalan.

Figura 10.10. Reloj astronómico (imagen cortesía de AFEISA .

4. El interruptor horario

El interruptor horario (**reloj eléctrico**) es un dispositivo capaz de realizar eventos de apertura y cierre sobre sus contactos a una determinada hora del día con gran precisión.

En función del tipo de programa que se pueda realizar, los interruptores horarios pueden ser:

- Diarios.
- Semanales.
- Anuales.

Según la tecnología utilizada para su funcionamiento interno, los interruptores horarios se clasifican en:

- Analógicos.
- Digitales.

En los de tipo **analógico**, la programación se realiza insertando, o moviendo mecánicamente, una serie de levas para el encendido y el apagado.

En los **digitales**, la programación se realiza mediante un teclado que incorpora el mismo dispositivo. En los de menor precisión, los eventos solamente se pueden programar cada quince minutos. En los de gran precisión, los eventos se pueden programar cada segundo.

El símbolo general del interruptor horario es el siguiente:

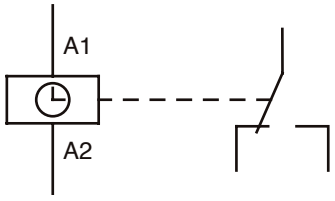


Figura 10.11. Símbolo del interruptor horario.

Como puedes observar, este dispositivo tiene un órgano de mando (bobina A1-A2, que también puede aparecer como U1-U2) y un contacto o conjunto de contactos que se abren o cierran en función del programa realizado.

En los esquemas de automatismos, los contactos suelen estar separados de la bobina. Así, la simbología utilizada para este tipo de esquemas es la siguiente:

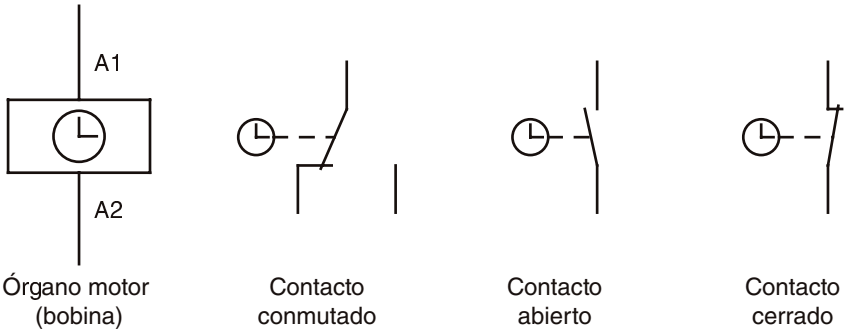


Figura 10.12. Simbología en los esquemas de automatismos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Figura 10.13. Interruptor horario analógico y digital (cortesía de Siemens AG .

En un interruptor horario, el órgano motor debe estar siempre alimentado para no perder la hora. Los modelos más avanzados disponen de una pila interna que mantiene funcionando el dispositivo aun cuando falla la alimentación eléctrica. Para que sirva como ejemplo de conexión, a continuación se muestra el control de un circuito de lámparas mediante un reloj horario:

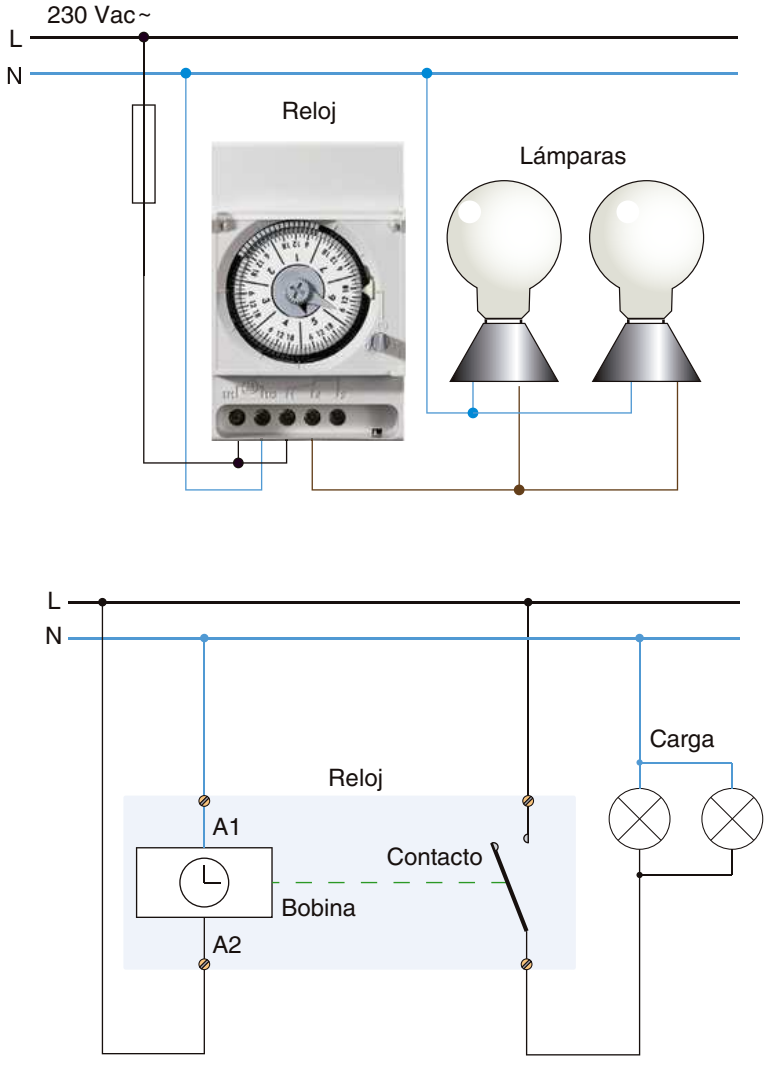


Figura 10.14. Conexión de un interruptor horario para el encendido de dos lámparas.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 2** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

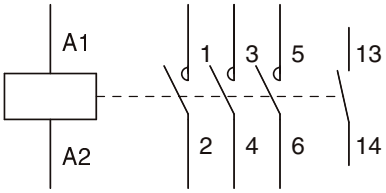


Figura 10.15. Símbolo completo del contactor con bobina y contactos.

5. El contactor

El contactor es un dispositivo electromagnético que puede ser controlado a distancia para cerrar o abrir circuitos de potencia alimentados con dos o más fases. Una de las principales aplicaciones del contactor es el control de los circuitos de alimentación de motores eléctricos en entornos industriales. No obstante, existen numerosas aplicaciones en viviendas en las que se pueden emplear los contactores.

En el mercado existen contactores con diferentes formas y tamaños cuyo uso depende del tipo de circuito a controlar y la ubicación de este. Lo que sí debes saber es que la conexión de todos los contactores es prácticamente la misma.

Figura 10.16. Contactores industriales y domésticos (cortesía de Siemens .

Se puede decir que el contactor es un **dispositivo preactuador**, ya que se conecta entre el elemento sensor y el actuador principal a controlar.

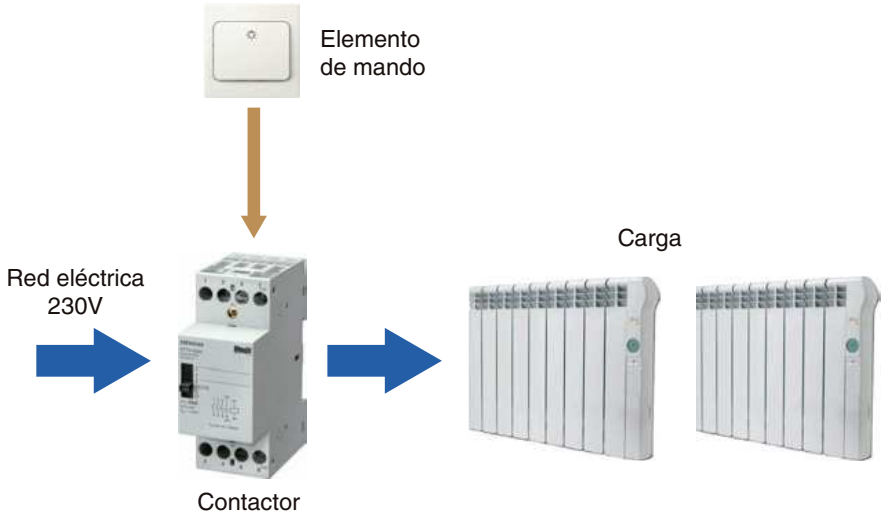


Figura 10.17. Ejemplo de uso de un contactor para controlar un sistema de calefacción eléctrica.

Dispone de un órgano de mando o bobina que al ser alimentado conmuta un conjunto de contactos que pueden ser de fuerza o de mando. Los primeros se utilizan para gestionar la carga de potencia y los segundos, para realizar operaciones auxiliares.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

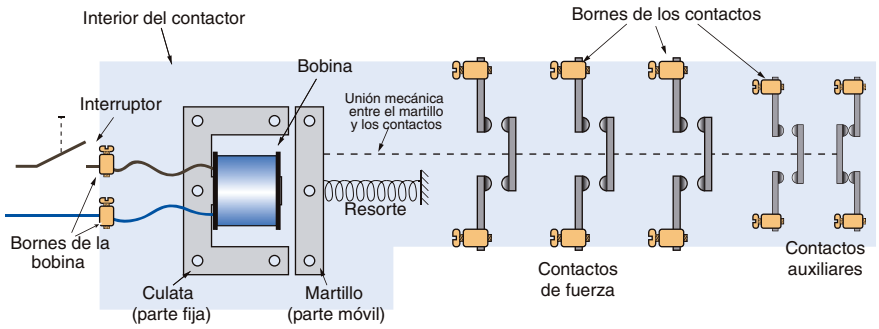


Figura 10.18. Partes de un contactor.

Cuando la bobina es alimentada por la tensión de la red eléctrica, el circuito magnético atrae el dispositivo mecánico en el que se encuentran acoplados los contactos, cerrando los abiertos y abriendo los cerrados. De esta forma, controla la carga que se encuentra conectada en ellos. Cuando cesa la alimentación de la bobina, los contactos vuelven a su posición de reposo a través de un resorte, desconectando el circuito de potencia.

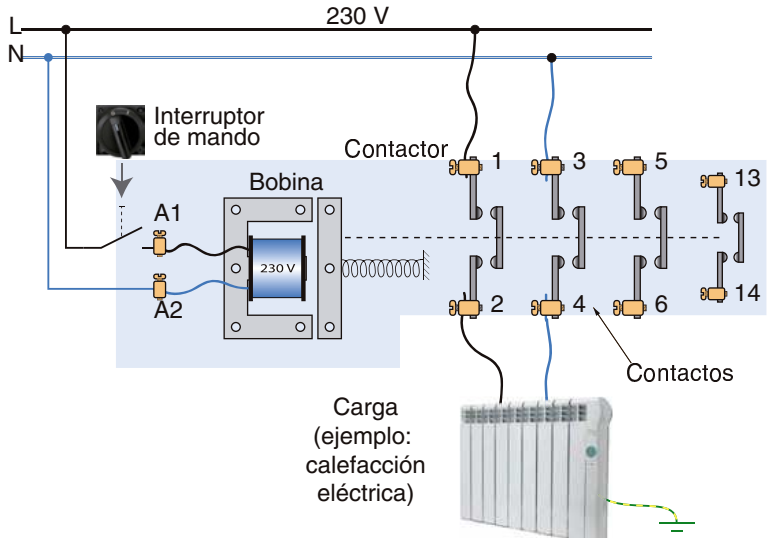


Figura 10.19. Conexión de un contactor para controlar una carga de potencia.

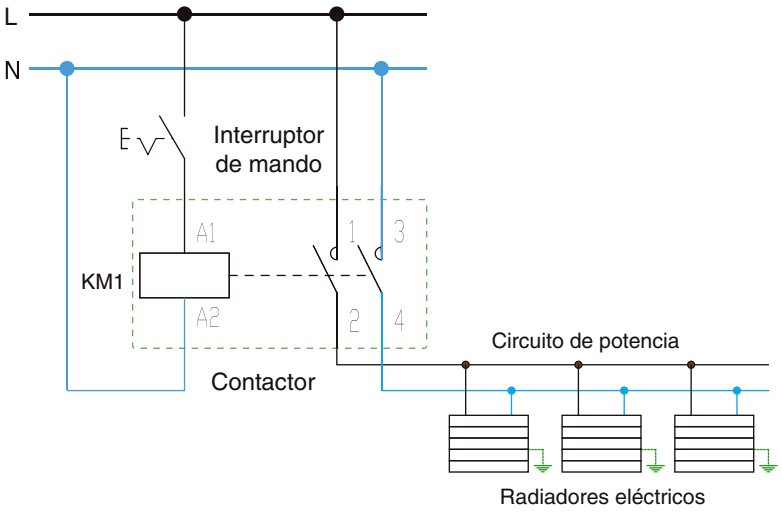


Figura 10.20. Contactor para el control de una línea de calefacción con radiadores eléctricos.

En tu profesión

En los circuitos de automatismos con contactores, los cables del circuito de mando para el control de las bobinas son de sección fina (0,75 o 1 mm^2 . Los cables de fuerza, para el control de los receptores de potencia, son de la sección adecuada a la carga por controlar.

Practica

Realiza las **fichas de trabajo 3** **4** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

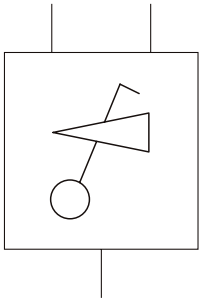


Figura 10.21. Símbolo del regulador de luminosidad.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 5** de esta unidad.

En tu profesión

En el mercado existen reguladores de luminosidad para instalar en cuadro, sobre raíl normalizado, o de paso, en cajas de registro.

Figura 10.23.

6. El regulador de luminosidad

El regulador de luminosidad, también conocido como ***dimmer,*** es un dispositivo electrónico que permite gestionar el nivel de luz de una lámpara o conjunto de lámparas.

El elemento de mando puede ser tipo mando giratorio o mediante botones tipo pulsador.

Figura 10.22. Reguladores de luminosidad (cortesía de Siemens .

Las lámparas de bajo consumo, como las fluorescentes compactas o las de LED, no pueden regular su luminosidad mediante un *dimmer*. Los *dimmers* se han utilizado para las lámparas incandescentes.

Para que se pueda realizar esta regulación, es necesario que se cumplan dos requisitos: que la lámpara sea «dimmable» (o «dimerizable») y que, además, el actuador regulador sea específico para este tipo de lámpara. Por lo demás, su conexión es idéntica a los reguladores convencionales.

Es importante que las lámparas a conectar no superen la potencia del regulador, ya que el circuito electrónico que lo controla podría dañarse.

El *dimmer* se instala en una caja universal y su conexión es similar a la de un interruptor convencional. Algunos modelos necesitan alimentar el módulo de regulación directamente con la fase y el neutro.

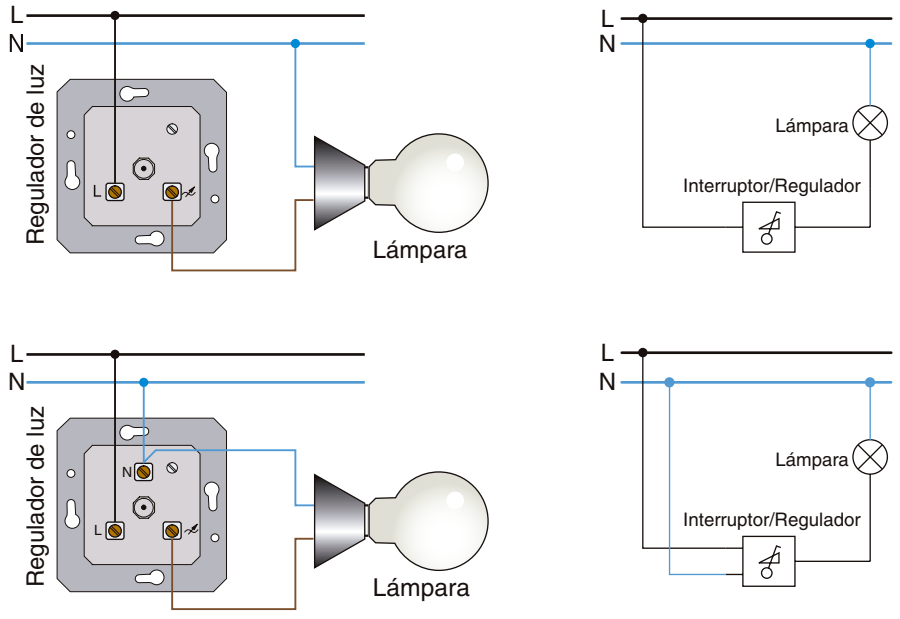
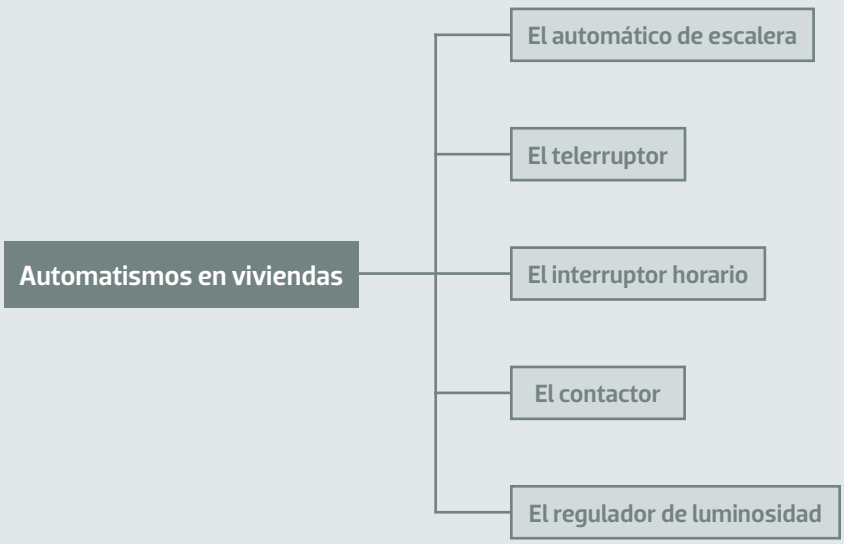


Figura 10.24. Formas de conexionar un regulador de luminosidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en **internet**

1. Descarga esquemas de automáticos de escaleras de diferentes fabricantes y compáralos con los que has estudiado en esta unidad.
2. Localiza diferentes tipos de *dimmer* y sus esquemas de conexión.
3. Busca cómo se puede regular la luminosidad de los tubos fluorescentes. Haz en tu cuaderno el esquema necesario para un tubo fluorescente.
4. Localiza los diferentes tipos de telerruptores que existen en el mercado. ¿Son todos para carril DIN o existen otros modelos?

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. Basándote en la práctica resuelta de esta unidad para la instalación de un automático de escalera, indica cómo conectarías dos interruptores en el circuito cuya misión sería la siguiente:

- Interruptor 1: activar y desactivar todo el circuito.
- Interruptor 2: encender las lámparas de forma manual sin necesidad de accionar los pulsadores.

Dibuja en tu cuaderno el esquema del conjunto y comprueba su funcionamiento en el panel de pruebas. Pon los dos interruptores debajo de la caja de registro de la parte inferior.

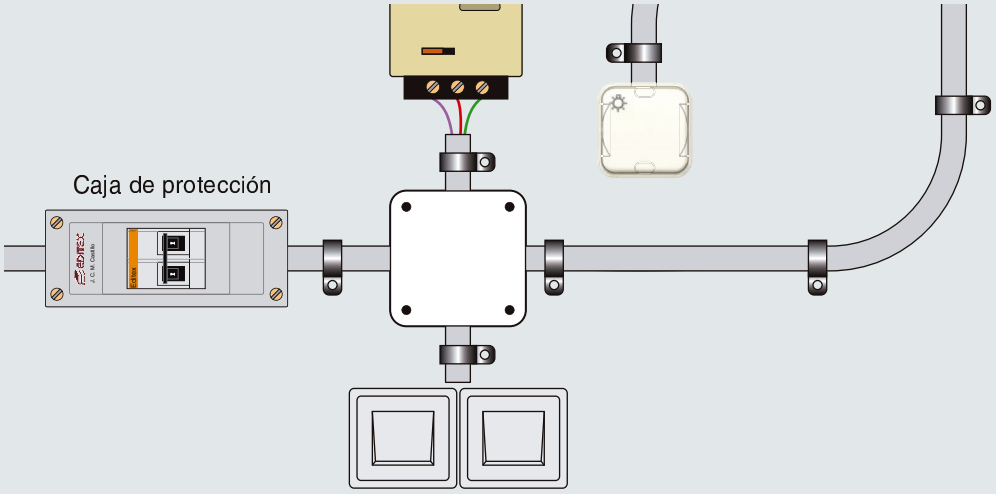


Figura 10.25. Ubicación de los dos interruptores.

2. Después de realizar la ficha de trabajo 1 de esta unidad, dibuja en tu cuaderno el esquema necesario para controlar mediante un telerruptor el motor eléctrico monofásico de un dispositivo de riego doméstico, sabiendo que el corte de la alimentación debe ser omnipolar. Comprueba su funcionamiento en el panel de entrenamiento.

3. Basándote en la ficha de trabajo 2 de esta unidad para la instalación de un interruptor horario, ¿cómo conectarías un interruptor convencional para el encendido manual de las lámparas sin que sea necesaria la actuación del reloj? Dibuja en tu cuaderno el esquema, móntalo sobre el panel de entrenamiento y prueba su funcionamiento.

4. ¿Cómo conectarías el contacto conmutado del reloj para que tres de las lámparas estén encendidas de 8 de la mañana a 10 de la noche y la cuarta lámpara se encienda sola de las 10 de la noche a la 8 de la mañana? Dibuja en tu cuaderno el esquema, móntalo sobre el panel de entrenamiento y prueba su funcionamiento. Compara tu esquema y tu montaje con el del resto de compañeros de la clase.

5. Basándote en la ficha de trabajo 3 de esta unidad para el control de un sistema de calefacción eléctrica mediante contactor, dibuja en tu cuaderno el esquema necesario para controlar la calefacción eléctrica de dos zonas diferentes de una vivienda mediante interruptores individuales para cada una de ellas.

6. Basándote en la ficha de trabajo 4 de esta unidad para el control de un sistema de calefacción eléctrica con discriminación horaria, ¿cómo conectarías un interruptor convencional para el encendido manual de las lámparas sin que sea necesaria la actuación del reloj? Dibuja en tu cuaderno el esquema, móntalo sobre el panel de entrenamiento y prueba su funcionamiento.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 10

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **Un automático de escalera es:**
   a Un interruptor remoto.
   b Un interruptor de control de potencia.
   c Un temporizador.
   d Un dispositivo de protección para el alumbrado de escalera de los edificios.
2. **El modo de conexión permanente en un automático de escalera permite:**
   a Encender las lámparas de forma fija.
   b Apagar todo el circuito.
   c Hace que el circuito funcione de forma automática.
   d Encender las lámparas de forma intermitente.
3. **Con un telerruptor se puede sustituir:**
   a Los circuitos de alumbrado de escalera.
   b El encendido de lámparas mediante conmutadas de cruce.
   c El arranque de motores trifásicos en la industria.
   d La protección de circuitos de alumbrado de escalera.
4. **Para el mando de un telerruptor se utilizan:**
   a Pulsadores en serie.
   b Interruptores en serie.
   c Interruptores en paralelo.
   d Pulsadores en paralelo.
5. **Un interruptor horario:**
   a Es lo mismo que un telerruptor.
   b Gestiona cargas en un horario determinado.
   c Es lo mismo que un automático de escalera.
   d Regula la luminosidad en función de la hora.
6. **Un contactor es:**
   a Un interruptor controlado a distancia.
   b Un interruptor temporizado.
   c Es lo mismo que un telerruptor.
   d Es lo mismo que un automático de escalera.
7. **Di cuáles de estos términos están relacionados con el contactor:**
   a Bobina.
   b Selector de modo de funcionamiento.
   c Levas para eventos de tiempo.
   d Contactos principales.
8. **Los reguladores de luminosidad también se denominan:**
   a Telerruptores.
   b *Dimmers*.
   c Cebadores.
   d Reactancias.
9. **En los circuitos con contactores, los cables de mando serán de una sección de:**
   a Depende de la carga que controlar.
   b 1 mm^2.
   c 4 mm^2.
   d 2,5 mm^2.
10. **La luminosidad de las lámparas de bajo consumo se regula con:**
    a Los mismos reguladores que se han utilizado para las lámparas incandescentes.
    b apropiados para ellas.
    c No se puede regular la luminosidad en este tipo de lámparas.
    d Un potenciómetro.
11. **Un regulador de luminosidad puede controlar:**
    a La carga máxima que especifique el fabricante.
    b Todas las lámparas que se deseen, siempre que estén conectadas en serie.
    c Todas las lámparas que se deseen, siempre que estén conectadas en paralelo.
    d Potencias de menos de 50 W.
12. **Un *dimmer* se conecta en el circuito como:**
    a Un interruptor.
    b Un conmutador.
    c Un conmutador de cruce.
    d Un telerruptor.
13. **Se dice que una lámpara es «dimmable» si:**
    a Se puede conectar a una instalación de alumbrado público.
    b Es de bajo consumo.
    c Se puede regular su luminosidad.
    d No se puede regular su luminosidad.
14. **Si se desea controlar un circuito de calefacción eléctrica con un interruptor convencional, es necesario:**
    a Utilizar un contactor como elemento preactuador.
    b No se puede en ningún caso.
    c Utilizar un telerruptor.
    d Utilizar un automático de escalera adaptado al circuito en cuestión.
15. **Un interruptor horario astronómico gestiona su circuito de disparo:**
    a De forma diaria.
    b De forma semanal.
    c De forma mensual.
    d En función de un calendario y su ubicación geográfica.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Barrena
- Flexómetro, escuadra y cartabón
- Guía pasacables

Material

- 8 m de tubo corrugado de 16 mm de diámetro
- Cinco cajas de registro
- Cuatro pulsadores de montaje superficial o empotrado
- Abrazaderas para el diámetro de tubo utilizado
- Regletas de conexión de 10 mm^2
- Un magnetotérmico bipolar
- Una caja cubrebornes para dos cuerpos
- Cuatro portalámparas
- Cuatro bombillas de 230 V
- Cuatro cajas universales
- Un automático de escalera
- Varios metros de cable de 1,5 mm^2
- Abrazaderas para el tubo corrugado
- Tirafondos y arandelas

Instalación de un automático de escalera

Objetivo

- Montar el circuito y comprobar el funcionamiento de un automático de escalera para un edificio de cuatro plantas.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegurarse de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipular las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.
- Fijarse en que el selector de funcionamiento se encuentre en modo automático.
- Si el automático de escalera permite la conexión de tres o cuatro hilos, fijarse en que se encuentra en el modo adecuado para la instalación.

Desarrollo

1. Utilizando flexómetro, escuadra y cartabón, dibujar sobre el panel de madera, con tiza o lapicero, un croquis similar al de la figura. Estas líneas servirán de guía para la fijación de la canalización y de los diferentes elementos del montaje. Las medidas son aproximadas.

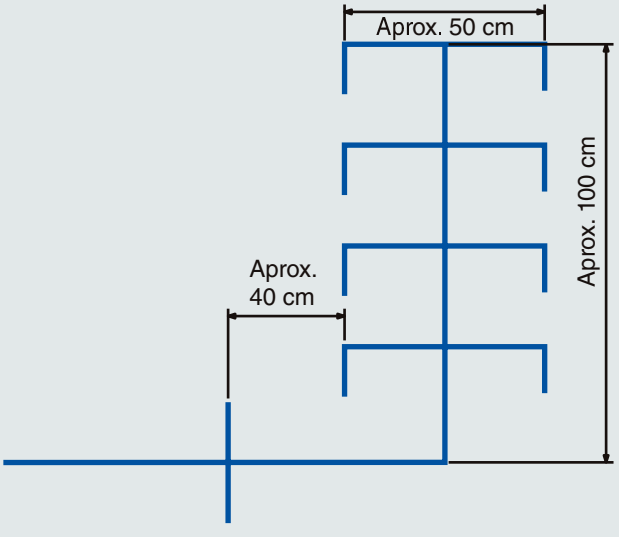


Figura 10.26.

2. Colocar, con grapas y tirafondos, los tubos sobre las líneas dibujadas en el punto anterior.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3. Fijar las cajas de registro, las cajas universales, los portalámparas y la caja de protección, como se muestra en la figura 10.27.
4. Hacer lo mismo con el automático de escalera.
5. Estudiar el esquema del automático de escalera y, utilizando una guía pasacables, introducir por la canalización todos los cables del circuito.
6. Realizar las diferentes conexiones en la aparamenta y en las cajas de registro.

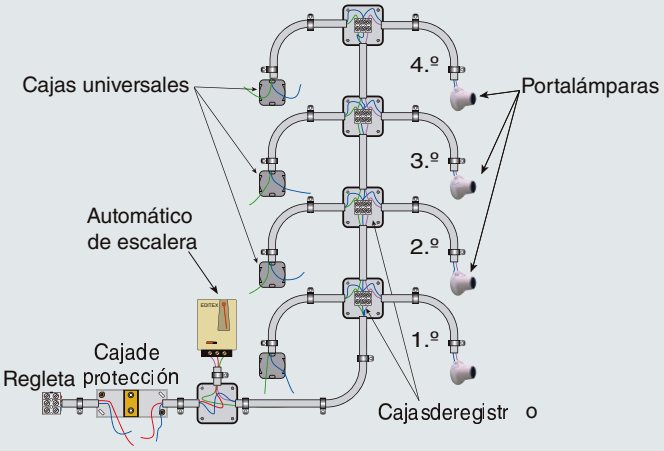


Figura 10.27. Ubicación y cableado de los elementos en el panel de pruebas.

7. Poner las bombillas en los portalámparas y cerrar las cajas de registro.
8. Conectar a la regleta de alimentación el cable de pruebas y conectarlo a la red eléctrica.

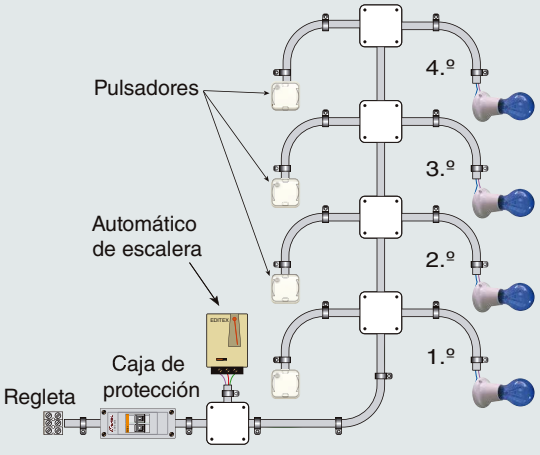


Figura 10.28. Circuito con todos los elementos conexionados.

9. Accionar los pulsadores y comprobar el correcto funcionamiento del circuito.
10. Cambiar el selector del automático de escalera y comprobar el funcionamiento del montaje en los diferentes modos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 1

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Barrena
- Guías pasacables

Material

- El panel de pruebas de la práctica resuelta con todos los materiales y aparatos, excepto el automático de escalera
- Varios metros de cable de 1,5 mm^2
- Una segunda caja cubrebornes
- Un telerruptor

Instalación de un telerruptor

Objetivo

- Montar el circuito y comprobar el funcionamiento de un telerruptor para el encendido de cuatro lámparas en paralelo desde cuatro puntos.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.

Desarrollo

1. En el panel de la práctica resuelta, desconecta los conductores de las cajas de registro.
2. Coloca la caja cubrebornes para el telerruptor.
3. Fija el telerruptor en dicha caja y realiza el cableado del conjunto según el esquema visto en la unidad.

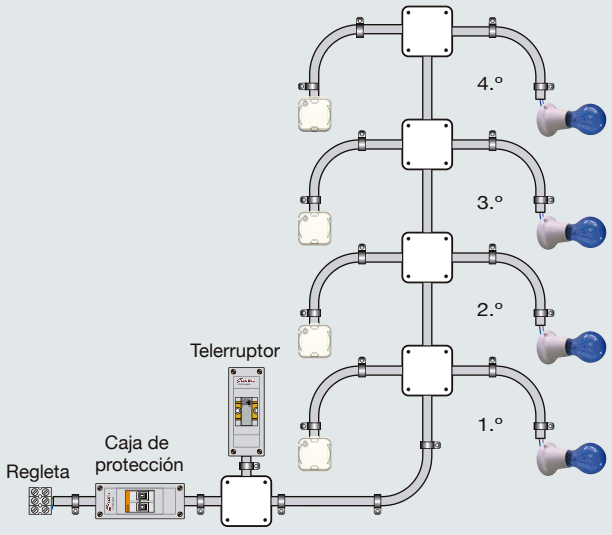


Figura 10.29. Montaje para la instalación de un telerruptor.

4. Pon las bombillas en los portalámparas y cierras las cajas de registro.
5. Conecta a la regleta de alimentación el cable de pruebas y conéctalo a la red eléctrica.
6. Prueba el funcionamiento del circuito.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 2

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Instalación de un interruptor horario

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Barrena
- Cinta pasacables

Material

- El tablero con el montaje de la canalización de la ficha de trabajo anterior.
- Cuatro portalámparas y sus respectivas lámparas
- Regletas de conexión
- Un interruptor horario con contacto conmutado

Objetivo

- Montar el circuito y comprobar el funcionamiento de un interruptor horario para la activación de un circuito de alumbrado.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.
- Lee el manual de usuario del interruptor horario para comprender cómo se programa.

Desarrollo

1. Sobre el panel de la ficha de trabajo anterior, coloca el interruptor horario y las lámparas, como se indica en la figura 10.30.

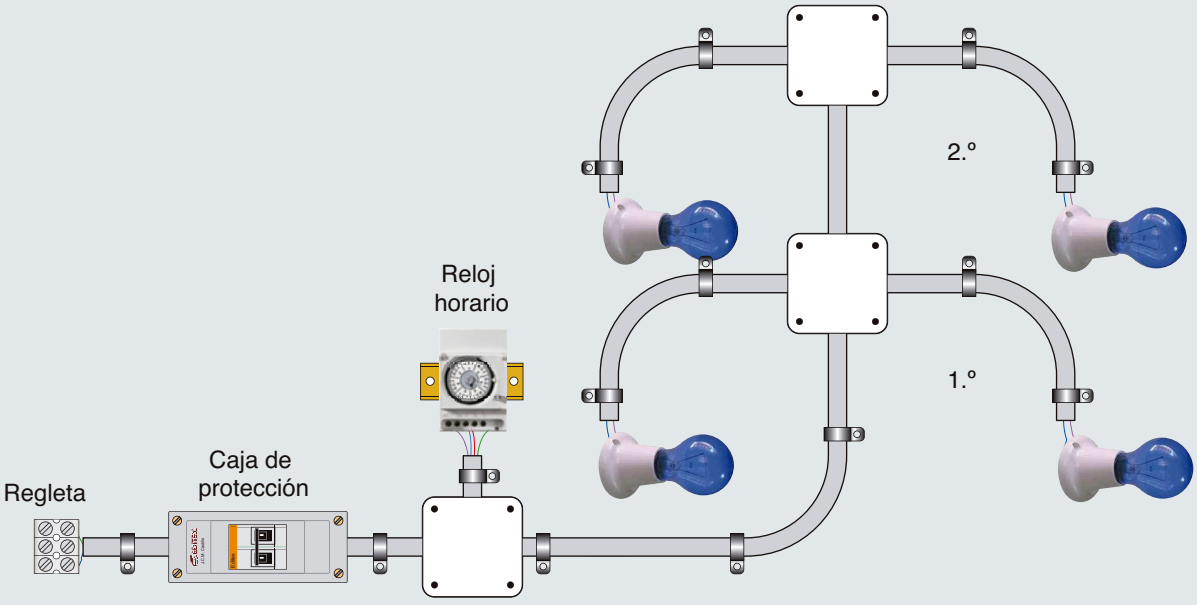


Figura 10.30. Montaje para la instalación de un interruptor horario.

2. Realiza las conexiones siguiendo el esquema mostrado en el apartado «El interruptor horario» de esta misma unidad para gestionar el encendido de cuatro lámparas.
3. Prueba el funcionamiento del circuito realizando sencillos programas con el interruptor horario.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 3

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Polímetro
- Barrena

Material

- Material de dibujo
- Tubo corrugado de 16 mm de diámetro
- Cuatro cajas de registro de 100 × 100
- Un termostato ambiente
- Un magnetotérmico bipolar
- Una caja cubrebornes de dos cuerpos
- Una caja cubrebornes de ocho cuerpos
- Cinco cajas universales
- Un interruptor
- Un contactor
- Una lámpara de prueba con portalámparas aéreo y clavija Schuko
- Cable de 1,5 y 2,5 mm^2
- Abrazaderas para el tubo corrugado
- Tirafondos y arandelas
- Regletas de conexión de 10 y 16 mm^2

Control de un sistema de calefacción eléctrica mediante contactor

Objetivo

- Realizar la instalación eléctrica necesaria para controlar, mediante un contactor y un termostato, una línea de enchufes destinados a un circuito de calefacción eléctrica.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.

Desarrollo

1. Monta la canalización mostrada en la figura 10.31.
2. Fíjate en el esquema e introduce los cables por la canalización.
3. Realiza las conexiones en las cajas de registro y en los elementos.
4. Fíjalos todos ellos al panel de prueba y tapa las cajas de empalme y los cubrebornes.
5. Comprueba el funcionamiento del circuito conectando la lámpara de prueba o un polímetro en cada base de enchufe.

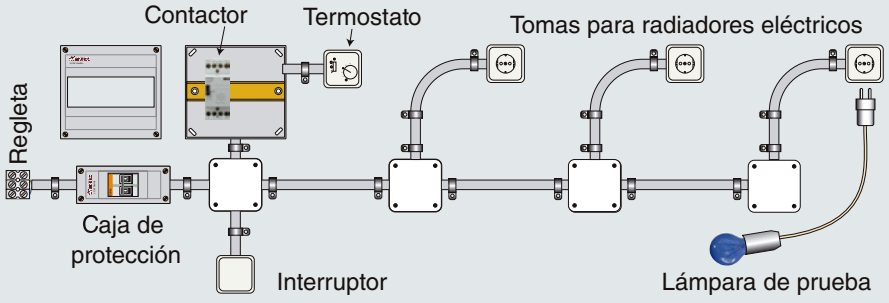


Figura 10.31. Montaje para el control de un sistema de calefacción eléctrica.

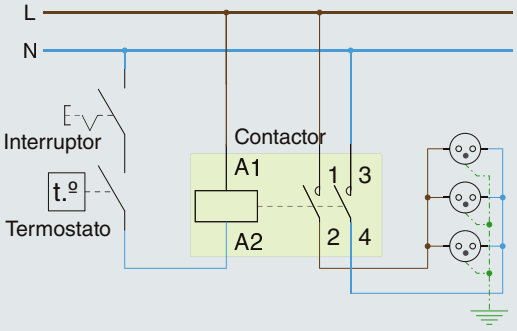


Figura 10.32. Esquema de conexión.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 4

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Control de dos líneas de calefacción eléctrica con discriminación horaria

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Polímetro

Material

- Barrera
- El montaje completo de la ficha de trabajo anterior más los que se enumeran a continuación
- Tubo corrugado de 16 mm de diámetro
- Tres cajas universales
- Un interruptor horario
- Un contactor
- Cable de 1,5 y 2,5 mm²
- Abrazaderas para el tubo corrugado
- Tirafondos y arandelas
- Regletas de conexión de 10 y 16 mm²

Objetivo

- Realizar la instalación eléctrica necesaria para controlar, mediante contactores y un reloj horario de doble canal, dos líneas individuales de calefacción eléctrica.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.

Desarrollo

1. Monta una doble canalización para unir las cajas de registro en la línea de reparto a las bases de enchufe.
2. Fíjate en el esquema de funcionamiento del circuito. En él se representa cómo el interruptor horario controla de forma individual cada una de las líneas de los radiadores eléctricos a través de sendos contactores. El termostato permite gobernar la alimentación de estos contactores en función de la temperatura ambiente. El interruptor monopolar se utiliza para controlar el funcionamiento o no del circuito de forma manual.
3. Introduce los cables necesarios por cada una de las canalizaciones, teniendo en cuenta que el cableado de alimentación de las líneas de los radiadores (potencia) es de 2,5 mm² y el que gobierna el funcionamiento de las bobinas de los contactores, a través de los canales del reloj, el termostato y el interruptor (mando), es de 1,5 mm².

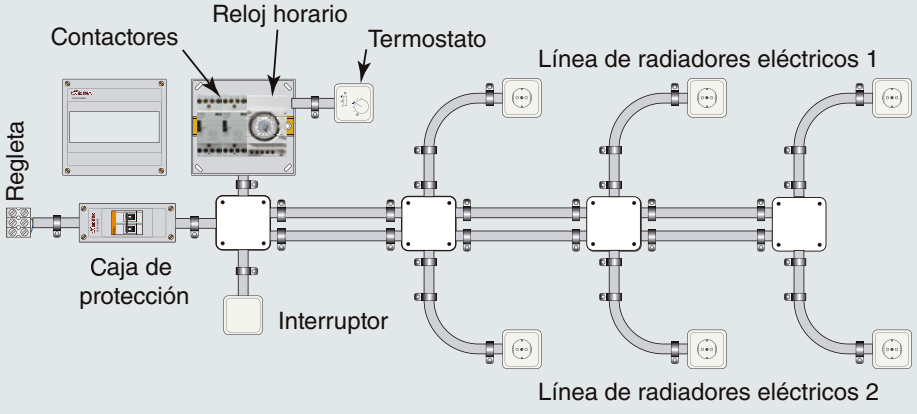


Figura 10.33. Montaje para el control de un sistema de calefacción eléctrica de dos líneas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 4

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

4. Realiza las conexiones en las cajas de empalme, en los cuadros con los elementos de mando y en todos los mecanismos que intervienen en el circuito.
5. Conecta el cable de prueba a la regleta de alimentación.

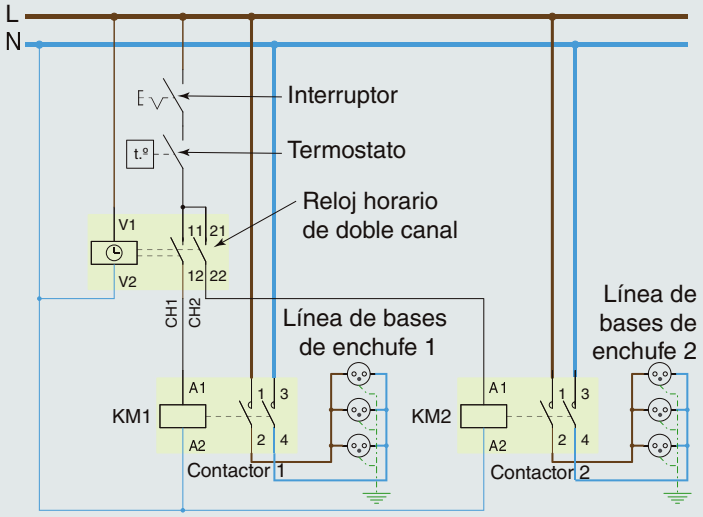


Figura 10.34. Esquema de conexión del conjunto.

6. Asegurándote de que todas las conexiones eléctricas estén convenientemente tapadas, conecta el circuito a la red de alimentación y realiza las siguientes comprobaciones:
   a. El reloj horario debe funcionar siempre que el circuito esté conectado a la red de alimentación.
   b. Debes programar el reloj para que el disparo de las dos canales se haga en intervalos diferentes.
   c. Activa el interruptor y el termostato de forma manual para que funcione el circuito de alimentación de las bobinas.
   d. Conecta una lámpara de prueba (o un polímetro) a la toma de corriente de cada una de las líneas.
   e. Fuerza el reloj horario para comprobar que cada una de las líneas se activan en los intervalos programados para cada una de las canales.
   f. Las lámparas de prueba se encienden siempre que las levas del reloj se encuentran en el intervalo de activación y se cumple que el termostato y el interruptor están cerrados.

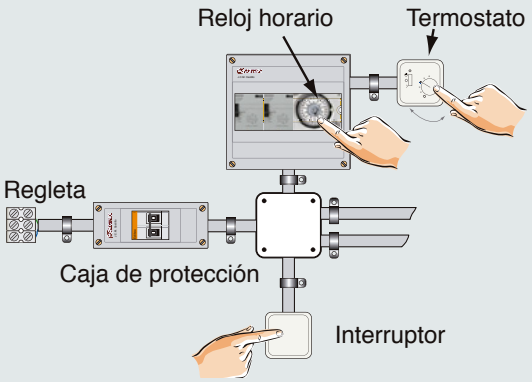


Figura 10.35. Actuación sobre los elementos para la comprobación del circuito.

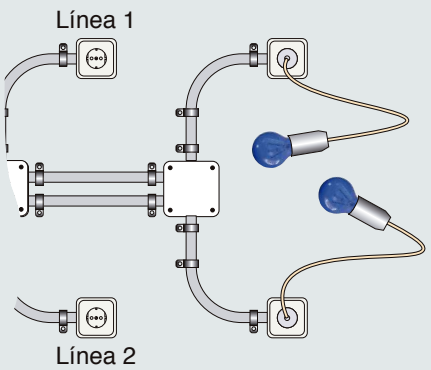


Figura 10.36. Conexión de las lámparas de prueba.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 5

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Instalación de reguladores de luminosidad

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Barrena
- Guía pasacables

Material

- El tablero con el montaje de la canalización de la ficha de trabajo anterior
- Tres portalámparas y sus respectivas lámparas
- Tres cajas universales
- Tres reguladores de luminosidad (*dimmers*)
- Regletas de conexión
- Cable de 1 mm²

Objetivo

- Montar y comprobar el funcionamiento de un circuito para la regulación de luminosidad de tres lámparas.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.
- Lee las instrucciones del fabricante para la conexión de los reguladores de luminosidad.

Desarrollo

1. Adapta el panel de prueba de la ficha de trabajo anterior para colocar la aparamenta como se muestra en la figura 10.37.

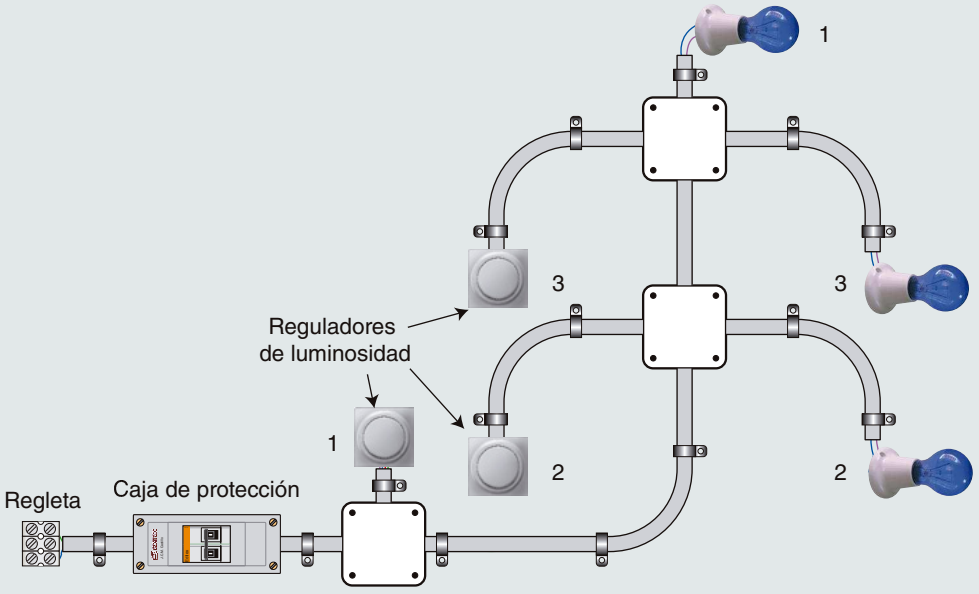


Figura 10.37. Montaje para la instalación de reguladores de luminosidad.

2. Basándote en los circuitos mostrados en la unidad para la conexión de los reguladores de luminosidad, introduce los cables por la canalización y realiza las conexiones necesarias en las cajas de registro para controlar la luminosidad de cada una de las lámparas con su regulador correspondiente.
3. Conecta el montaje a la red eléctrica con el cable de pruebas y comprueba su funcionamiento.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

11 Iniciación a la domótica

Vamos a conocer...

1. ¿Qué es la domótica?
2. Elementos característicos de una instalación domótica
3. Concepto de entrada-salida
4. Sistemas domóticos
5. Circuitos eléctricos de las instalaciones domóticas
6. Preinstalación domótica
7. Cuadro de distribución y control de la instalación domótica

PRÁCTICA RESUELTA

Montaje de la preinstalación de una canalización domótica

FICHA DE TRABAJO

Precableado de una instalación domótica basada en bus KNX

Y al finalizar esta unidad...

- Sabrás qué es y para qué sirve la domótica
- Identificarás los elementos más significativos de este tipo de instalaciones
- Conocerás los tipos de sistemas domóticos que existen actualmente en el mercado
- Identificarás los dos tipos de circuitos que intervienen en una instalación domótica
- Conocerás cómo se canalizan las instalaciones domóticas
- Montarás la canalización de una instalación domótica

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. ¿Qué es la domótica?

La **domótica** es una **técnica** que permite la **automati ación de las instalaciones eléctricas de viviendas y edificios.**

Desde hace muchos años se han utilizado sistemas que permiten automatizar determinados circuitos de las viviendas, como el encendido programado de dispositivos, la activación de luminarias ante presencia de personas, la regulación de luminosidad, la detección de magnitudes físicas (luminosidad, gases), etc Sin embargo, en la actualidad se han acentuado estas necesidades de automatización, por lo que se ha hecho necesaria una mayor integración con todos los circuitos e instalaciones de la vivienda

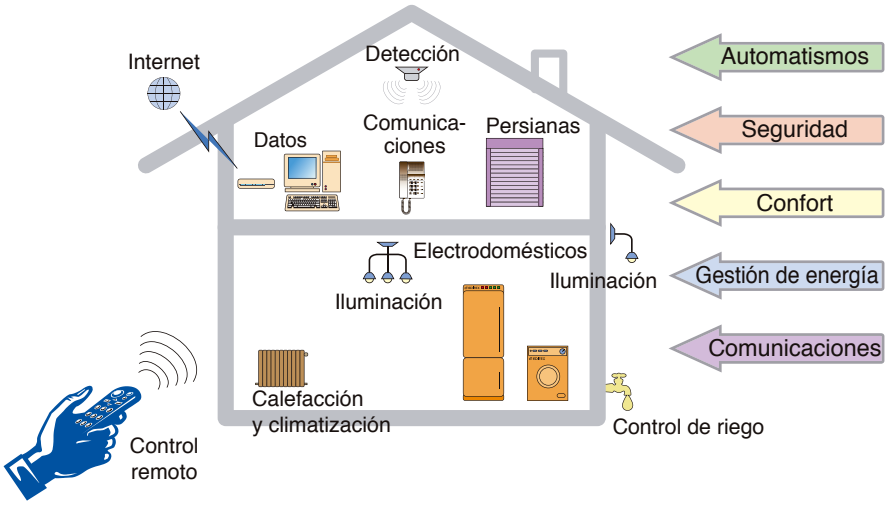


Figura 11.1. Esquema general de una vivienda domótica.

La domótica tiene numerosas aplicaciones A continuación se enumeran sus distintas funciones:

Aplicación	Funciones
Seguridad y alarmas	■ Alarmas antintrusión y robo. ■ Simulación de presencia. ■ Alarmas técnicas. Detección de gases, humos, inundación, etc.
Control y gestión de energía	■ Ahorro energético mediante la gestión optimizada de cargas eléctricas.
Áreas de comunicación	■ Intercomunicadores. ■ Integración de Internet en el control eléctrico de la vivienda. ■ Distribución multimedia.
Sistemas de confortabilidad	■ Regulación de luminosidad. ■ Control remoto de luminarias y dispositivos. ■ Gestión de persianas y toldos.

Tabla 11.1. Aplicaciones y funciones de la domótica.

Una instalación domótica puede integrar todas estas aplicaciones o solamente algunas de ellas

Saber más

Se denomina **inmótica** a la técnica de automatización en edificios.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Grados de automati ación de una vivienda

El Ministerio de Industria, Energía y Turismo dispone de la GUÍA-BT-51 de apoyo al REBT, en la que se establecen los requisitos específicos para las instalaciones domóticas

En esta guía, con el fin de satisfacer los niveles de servicios y confort de los usuarios, se establecen **dos grados de automati ación** en las instalaciones domóticas: **básico y normal** Se indica en cada uno de ellos el número de dispositivos mínimos que utilizar en cada área de aplicación de la vivienda: seguridad, confort y ahorro energético

2. Elementos característicos de una instalación domótica

De forma genérica se puede decir que una instalación domótica está formada por los siguientes elementos:

2.1. Sensores

Un sensor es un dispositivo capaz de enviar señales al sistema domótico

Estos son algunos tipos de sensores:

Figura 11.2. Diferentes tipos de sensores.

Algunos de los tipos de señales que pueden procesar los sensores son los siguientes:

- Actuación sobre un interruptor
- Detección de humos o gases
- Detección de presencia de personas u objetos
- Medida de la velocidad del viento
- Sobrepaso de una temperatura

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

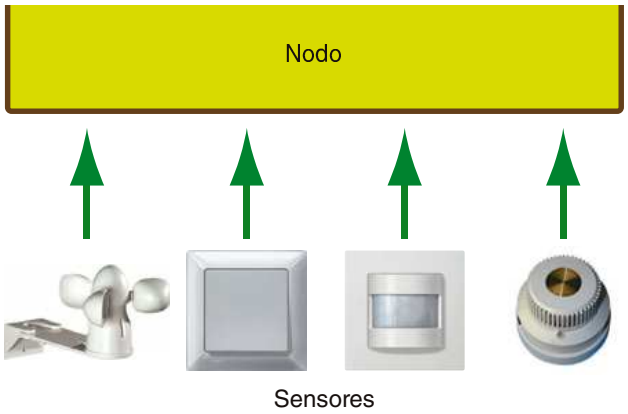


Figura 11.3. Envío de señales de los sensores al sistema domótico.

2.2. Actuadores

Un actuador es un dispositivo que recibe señales del sistema domótico
Todo elemento que se active eléctricamente puede ser un actuador
Algunos de los más característicos en domótica son los siguientes:

Figura 11.4. Diferentes tipos de actuadores.

Estos son algunos ejemplos de aplicación de los actuadores:

- Encendido de luminarias
- Regulación de luminosidad
- Control de motores de toldos y persianas
- Apertura y cierre de circuitos de agua o gases
- Activación de sirenas

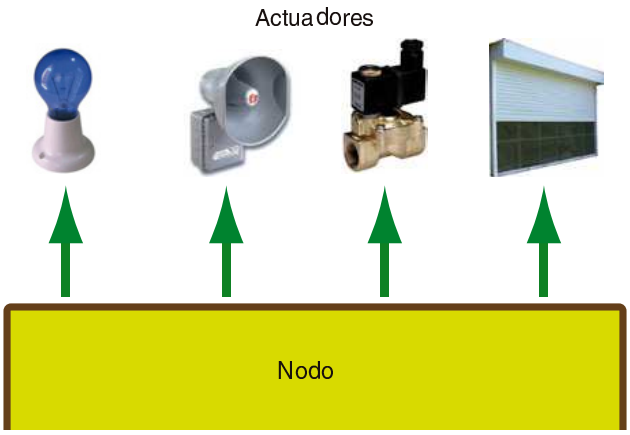


Figura 11.5. Recepción de señales en los actuadores desde el sistema domótico.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2.3. Nodos

Un nodo es el dispositivo que recibe, procesa y envía las señales domóticas procedentes de los sensores hacia los actuadores

Un sistema domótico puede disponer de uno o más nodos interconectados entre sí, de los cuales «cuelgan» sus respectivos sensores y actuadores

Cuando el nodo es único y todos los sensores y actuadores de la instalación están conectados a él, se dice que es un **sistema centrali ado.**

Sin embargo, cuando existen varios nodos interconectados entre sí a través de un bus de datos común, se dice que es un **sistema distribuido o descentrali ado.**

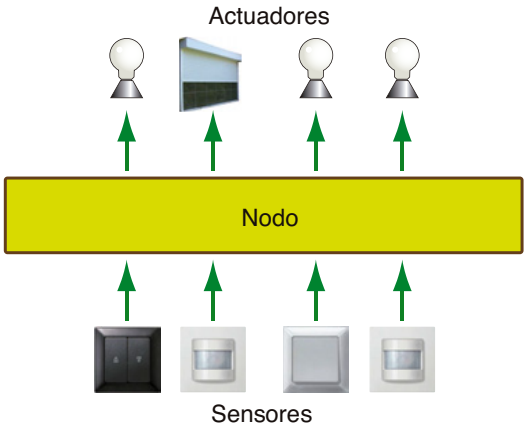


Figura 11.6. Sistema centralizado.

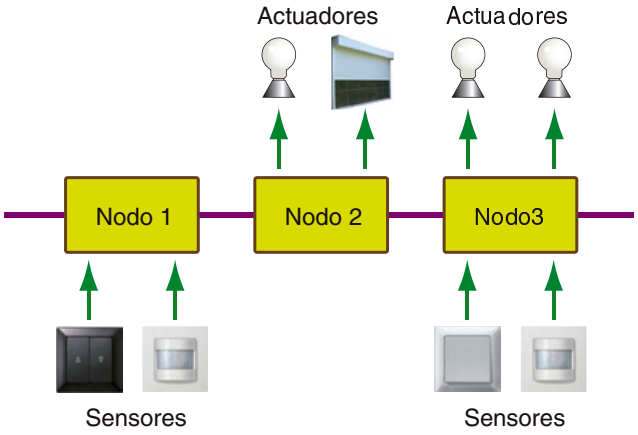


Figura 11.7. Sistema descentralizado.

3. Concepto de entrada-salida

Los nodos domóticos disponen de una serie de bornes (tornillos de conexión) que permiten conectar mediante cables los diferentes tipos de sensores y actuadores

Los bornes en los que se conectan los sensores se denominan **entradas *(input)*** y los de los actuadores, **salidas *(output)*.**

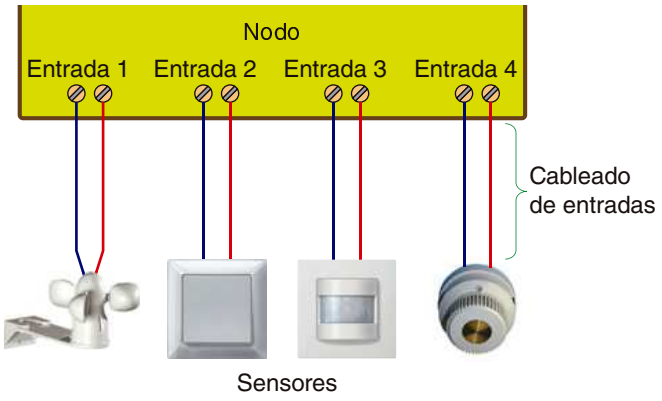


Figura 11. . Conexión de sensores a las entradas.

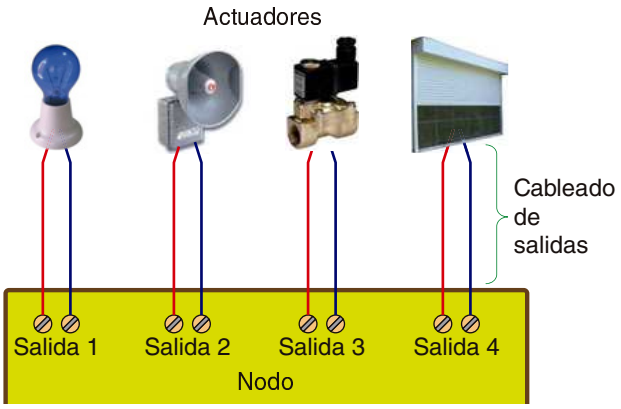


Figura 11.9. Conexión de actuadores a las salidas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

4. Sistemas domóticos

En el mercado existen diferentes tipos de sistemas para que una instalación eléctrica pueda convertirse en automática Los que se nombran a continuación son los más representativos:

Pequeños automatismos

Se vienen realizando desde hace tiempo para automatizar determinados circuitos de la vivienda o de los edificios; por ejemplo, riego automático, encendido y apagado de dispositivos de forma programada, etc

Estos sistemas no son en sí mismos domóticos, pero aportan mejoras evidentes en pro de la automatización de las instalaciones de las viviendas

Sistemas basados en relés o autómatas programables (PLC)

El autómata programable (PLC) es un dispositivo electrónico que permite procesar las señales de los sensores y, en función de un programa, activar los actuadores

Figura 11.10. Autómata programable (imagen cortesía de Omron).

Figura 11.11. Relé programable (imagen cortesía de Siemens).

Se trata de un sistema centralizado y relativamente económico, pero tiene el inconveniente de que si el autómata se avería, todos los dispositivos que controla dejan de funcionar

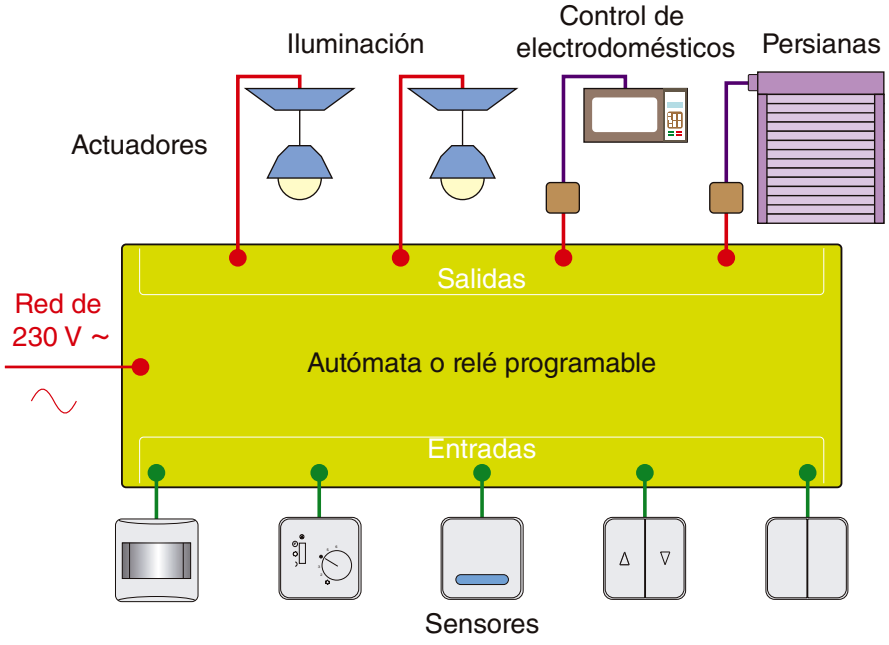


Figura 11.12. Sistema basado en un autómata o relé programable.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Figura 11.14. Componentes del sistema de bus KNX (imagen cortesía de Siemens).

Saber más

El sistema KNX es un **estándar.** Esto quiere decir que en una misma instalación se pueden integrar sin problemas dispositivos de diferentes fabricantes.

Sistemas de corrientes portadoras

Los sistemas de corrientes portadoras utilizan el cableado de la vivienda para la transmisión de señales domóticas y, por tanto, son fáciles de implementar en instalaciones convencionales sin necesidad de realizar obra

Son de tipo centralizado, ya que los elementos funcionan individualmente sin necesidad de una unidad central de procesamiento El más popular de los sistemas de corrientes portadoras es el denominado X10

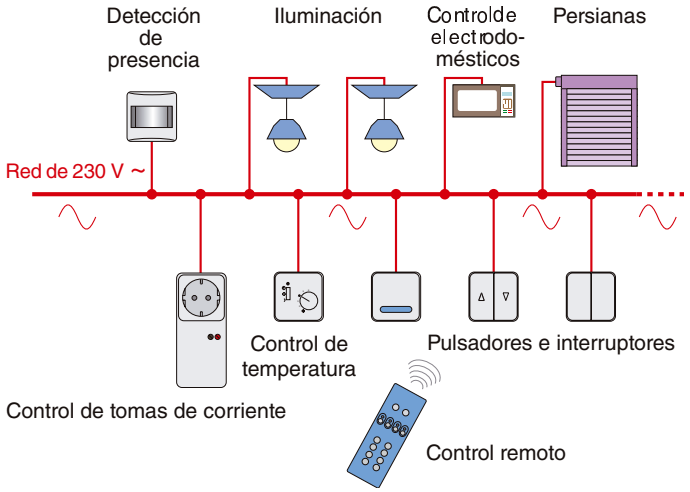


Figura 11.13. Esquema general de un sistema de corrientes portadoras.

Sistemas de bus

Un bus de comunicación de dos o más hilos es el encargado de comunicar todos los nodos domóticos de la instalación Por él se transmiten las señales de los sensores y actuadores, que funcionan según el programa del usuario

Es un sistema descentralizado que, a diferencia de los de tipo centralizado, si uno de sus elementos queda fuera de servicio, los demás continúan funcionando

Dos de los sistema de bus más conocidos son los denominados KNX (antes denominado EIB) y LonWorks En ambos casos, la comunicación entre dispositivos se hace mediante una canal de pares trenzados

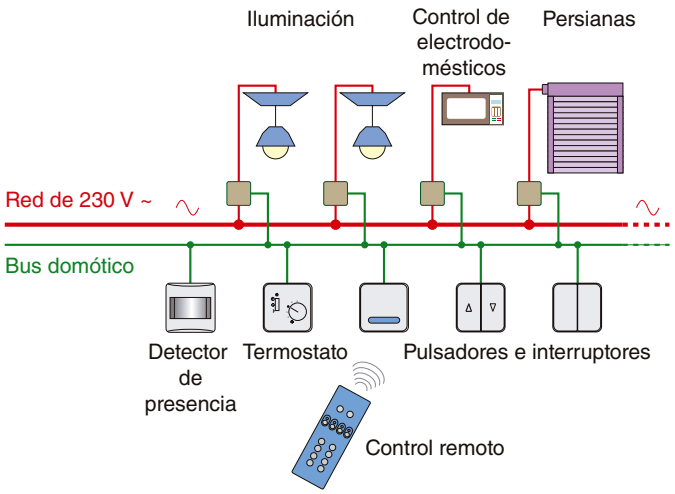


Figura 11.15. Esquema general de un sistema de bus.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

En el sistema LonWorks, cada dispositivo debe disponer de su propio equipo de alimentación eléctrica Algunos fabricantes de sistemas propietarios utilizan como base el sistema LonWorks para el desarrollo de su propio sistema domótico

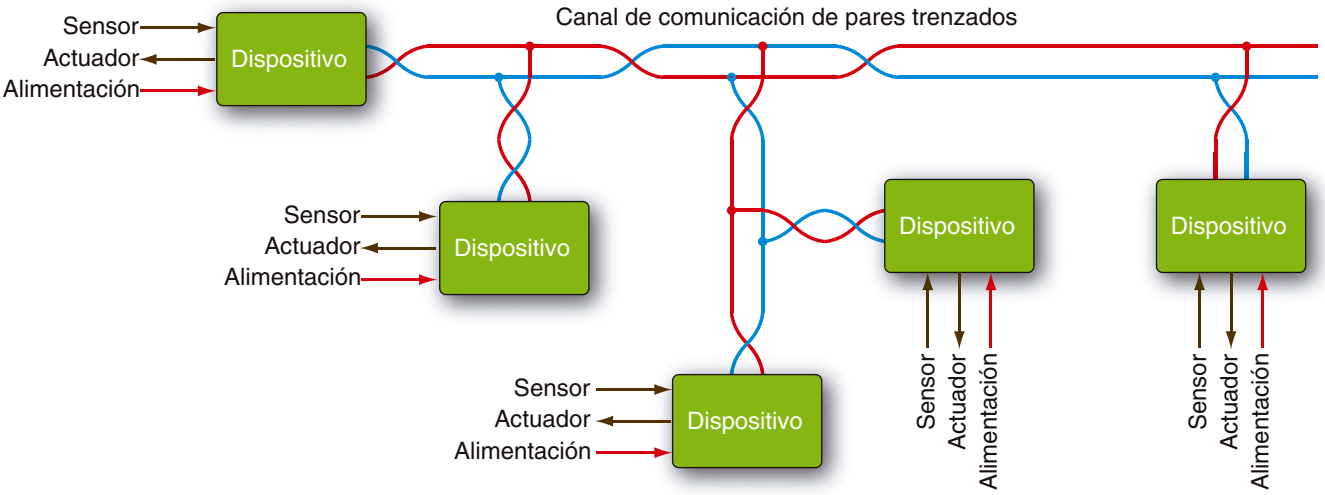


Figura 11.16. Esquema general de un sistema de bus domótico basado en LonWorks.

Sistemas inalámbricos

Son sistemas descentralizados que permiten gobernar los actuadores de la vivienda (lámparas, persianas, electrodomésticos, etc) sin necesidad de conectar los elementos domóticos mediante cables

El principio de funcionamiento de estos sistemas se basa en el intercambio de señales de control entre un módulo emisor y un módulo receptor Los dispositivos de potencia (lámparas, motores de toldos y persianas, electrodomésticos, etc) se conectan directamente a los módulos receptores, que se encargan de aplicar la tensión de trabajo directamente desde la red eléctrica Los módulos emisores (sensores) envían señales de control que son recibidas por los receptores que están «sintonizados» para la misma frecuencia

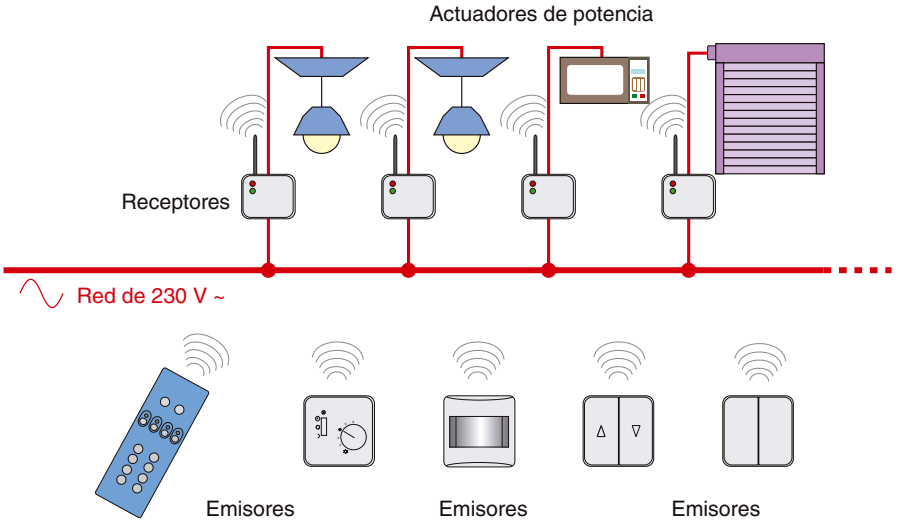


Figura 11.17. Esquema de un sistema inalámbrico.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Sistemas propietarios de fabricantes

Son sistemas diseñados por los fabricantes para dar soluciones concretas a situaciones de automatización en viviendas y edificios Tienen el inconveniente de no ser compatibles con los de otros fabricantes Sin embargo, algunos aportan soluciones económicas y sencillas de implementar

Por lo general, disponen de nodos domóticos específicos a los que se pueden conectar sensores y actuadores convencionales

Los hay centralizados y descentralizados y están pensados para pequeñas y medianas instalaciones

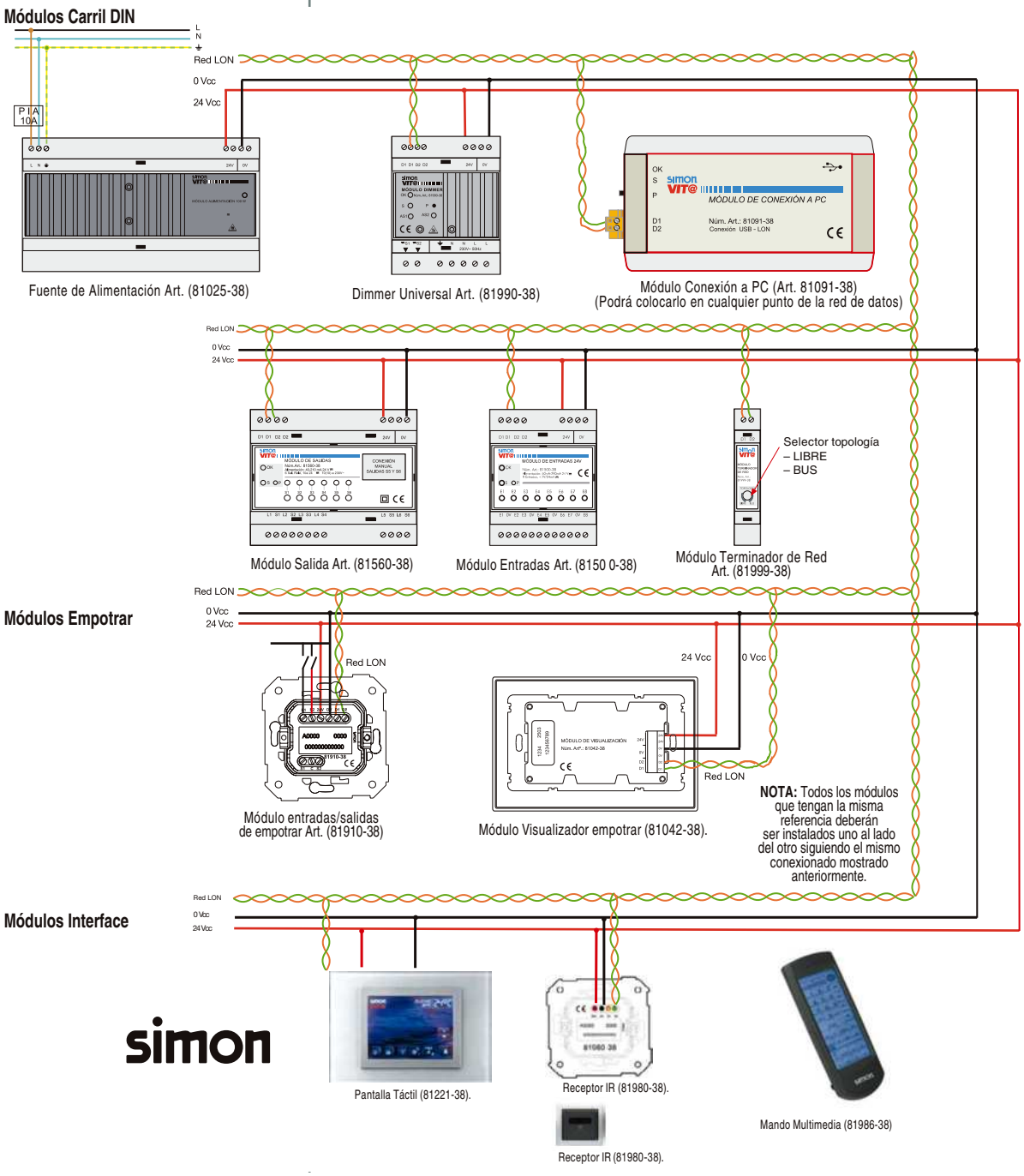


Figura 11.1 . Sistema domótico SimonVIT@.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

5. Circuitos eléctricos de las instalaciones domóticas

En la mayoría de los sistemas nombrados anteriormente, son tres los tipos de circuitos que se pueden utilizar:

- **Circuito de alimentación de potencia**: utilizado para alimentar los diferentes actuadores y receptores (lámparas, motores, electrodomésticos, etc) de la instalación
- **Circuito de alimentación auxiliar**: utilizado para alimentar determinados elementos del sistema domótico que requieren tensiones que no son las de la red eléctrica (por ejemplo, 24 Vcc)

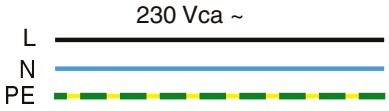


Figura 11.19. Alimentación a 230 Vca.

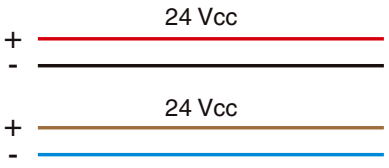


Figura 11.20. Alimentación a 24 Vcc (dos formas de representación).

- **Circuito domótico**: utilizado para el transporte de las señales (telegramas) de mando enviadas por los sensores y recibidas por los actuadores Esta transmisión puede hacerse de dos formas:
  - Mediante cables
  - De forma inalámbrica, por infrarrojos (IR) o radiofrecuencia (RF)

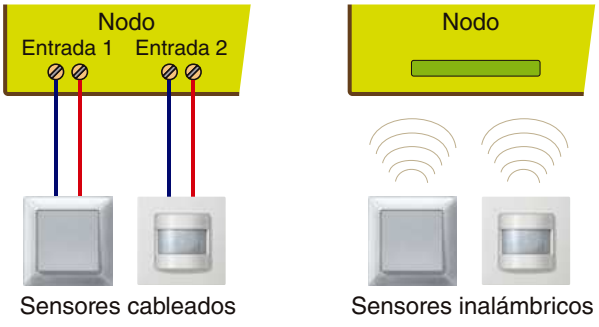


Figura 11.21. Detalle de un sistema domótico cableado y de otro inalámbrico.

5.1. El cableado de las instalaciones domóticas

Para el cableado de los circuitos de potencia (230 Vca) y auxiliar (24 Vcc), se utiliza el mismo cable que se emplea para las instalaciones eléctricas convencionales Así, su conexión y empalme se hace de forma similar mediante bornes y regletas

El cable para el circuito domótico es el encargado del transporte de telegramas entre los diferentes nodos Este suele ser un cable tipo manguera que dispone de dos o más hilos y que, en algunas ocasiones, puede disponer de malla o apantallamiento

Dependiendo del tipo de instalación, los cables pueden ser de diferentes tipos Se detallan a continuación:

Saber más

Un caso especial es el de los sistemas de corrientes portadoras. En ellos, el circuito eléctrico de potencia es utilizado también para el envío de las señales domóticas.

Vocabulario

Telegrama: es un conjunto de señales eléctricas digitalizadas que se transmiten entre los diferentes nodos domóticos de la instalación con las instrucciones de funcionamiento de cada uno de los dispositivos que en ella intervienen.

Saber más

En el argot técnico, al cable de pares trenzados se le denomina *twisteado*. Existen cables de 1, 2 y 4 pares de hilos. El más popular es el denominado UTP, que se utiliza de forma masiva en el cableado de redes de datos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Cable de pares tren ados

Los cables de pares trenzados son muy utilizados en instalaciones de todo tipo, como redes de datos, intercomunicadores, videoporteros, etc También se emplean en algunos sistemas domóticos para la formación de un bus que permita la transmisión de los telegramas entre dispositivos y nodos

Se distribuyen en forma de manguera, en los que una funda aislante cubre todo el conjunto de conductores Los hilos están trenzados de dos en dos para evitar los efectos de las interferencias

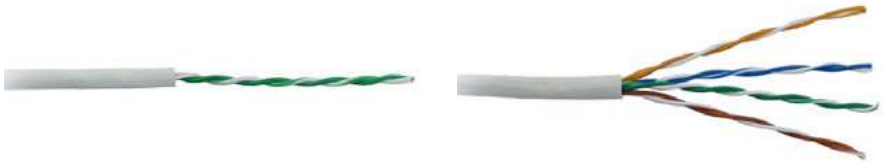


Figura 11.22. Cables de pares trenzados de un par y de cuatro pares.

Cable KNX

Es un cable de pares trenzados especialmente diseñado para el sistema de bus KNX Es de tipo manguera y dispone de cuatro hilos rígidos de 0,8 mm^2 y una armadura metálica que los cubre en toda su longitud

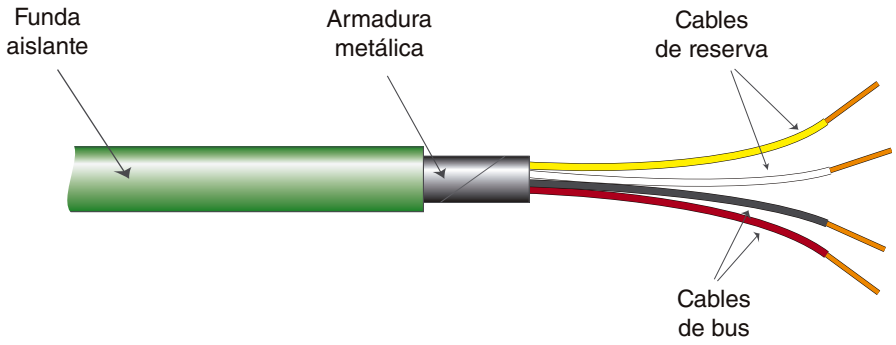


Figura 11.24. Cable para el sistema domótico KNX basado en bus.

Los cables rojo (+) y negro (-) dan soporte al bus domótico Los otros dos (amarillo y blanco) se reservan para otros usos en la instalación

Existe un terminal, especialmente diseñado para el sistema KNX, que facilita la conexión entre los diferentes elementos del bus Son de conexión rápida por inserción, tanto para los cables como para la unión con el dispositivo Disponen de dos bornes, uno rojo y otro negro, para el positivo y negativo del bus En cada uno de ellos se pueden conectar hasta cuatro hilos, para extender el bus sin necesidad de realizar empalmes En un lateral se han dispuesto dos orificios que permiten la conexión directa a los dispositivos del sistema

Otros tipos de cables

En las instalaciones domóticas se pueden utilizar cables y sistemas de conexión que son habituales en otros tipos de instalaciones de datos y telecomunicación, como, por ejemplo, cables de telefonía y redes de datos con conectores RJ, cables coaxiales o cables informáticos para los puertos de un ordenador (USB o serie)

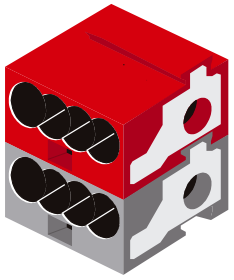


Figura 11.23. Terminal de conexión al bus del sistema KNX.

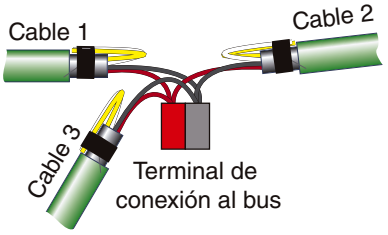


Figura 11.25. Ejemplo de unión de tres cables en un terminal de conexión al bus.

Figura 11.26. Cables de telefonía y de redes de datos con conectores RJ.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

6. Preinstalación domótica

La instalación domótica debe disponer de una canalización propia y de puntos de conexión con la canalización eléctrica de interior y, si es necesario, con las de otros sistemas con las que esté relacionado, como telefonía, intercomunicación, televisión, etc

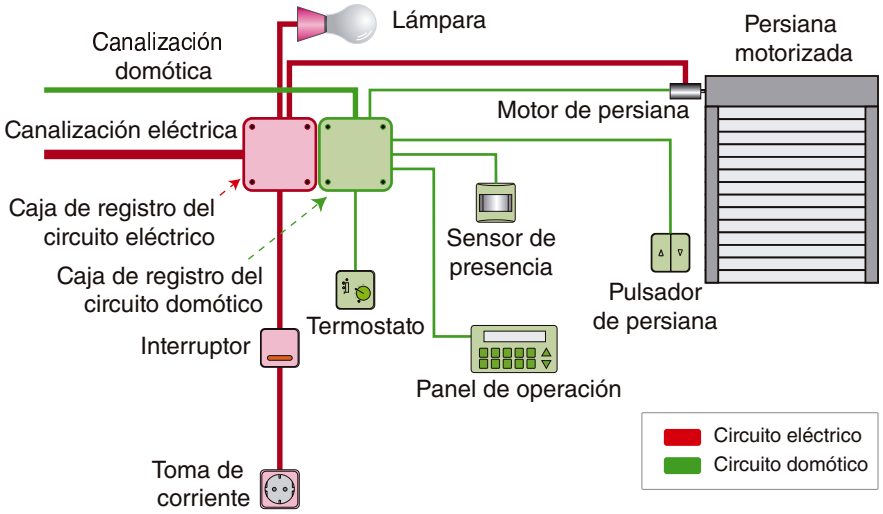


Figura 11.27. Detalle de los dos tipos de canalizaciones en una instalación domótica.

En instalaciones interiores de viviendas, la canalización del cableado se puede realizar de forma empotrada, bajo tubo corrugado o en superficie, bajo canaletas

En la mayoría de los casos, las cajas utilizadas para albergar los mecanismos domóticos son de tipo universal, siendo compatibles con otros mecanismos eléctricos de la instalación No obstante, algunos dispositivos, por su gran tamaño o forma de instalación, como puede ser un panel táctil, requieren cajas específicas que facilita el fabricante

Las cajas de registro se utilizarán para realizar empalmes y derivaciones en el cableado domótico Se instalarán en lugares estratégicos de la vivienda, junto a cada caja de registro de la instalación eléctrica

Para facilitar el cableado, y si hay espacio suficiente en las cajas de registro, se pueden instalar en su interior dispositivos y nodos domóticos diseñados para montaje aéreo

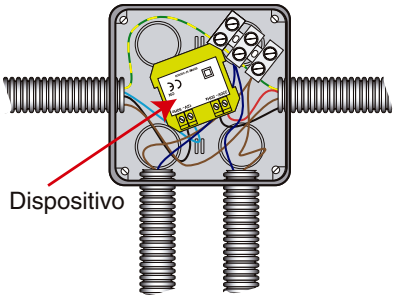


Figura 11.2 . Derivación de bus domótico desde una caja de registro.

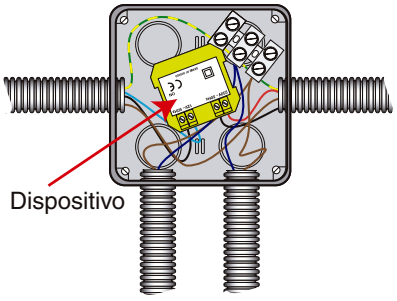


Figura 11.29. Alojamiento de un dispositivo domótico en caja de registro.

Recuerda

La Guía Técnica BT-51 del REBT establece las recomendaciones para el diseño de instalaciones automatizadas en viviendas y edificios.

En tu profesión

La canalización domótica debe disponer de puntos de conexión con otros circuitos de la vivienda, como son la instalación eléctrica y la de telecomunicaciones.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Ejemplos de preinstalaciones domóticas destinadas a diferentes estancias de la vivienda:

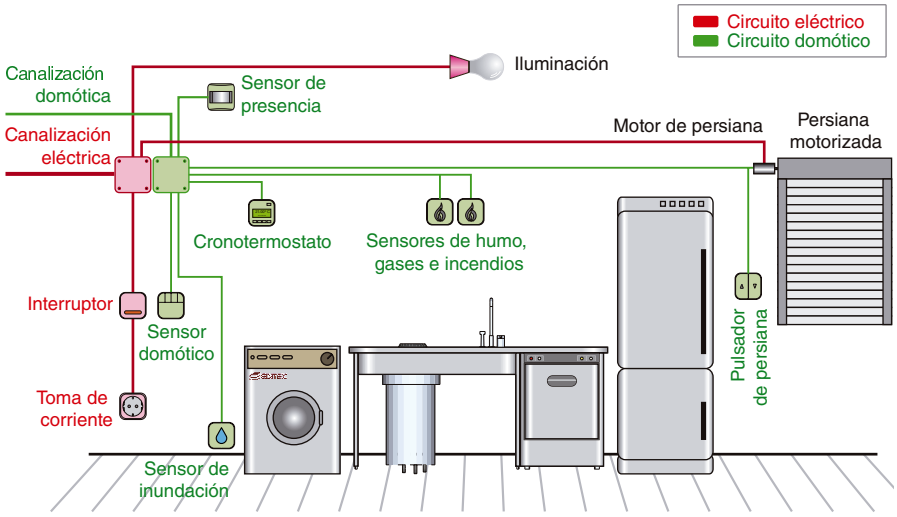


Figura 11.30. Cocina.

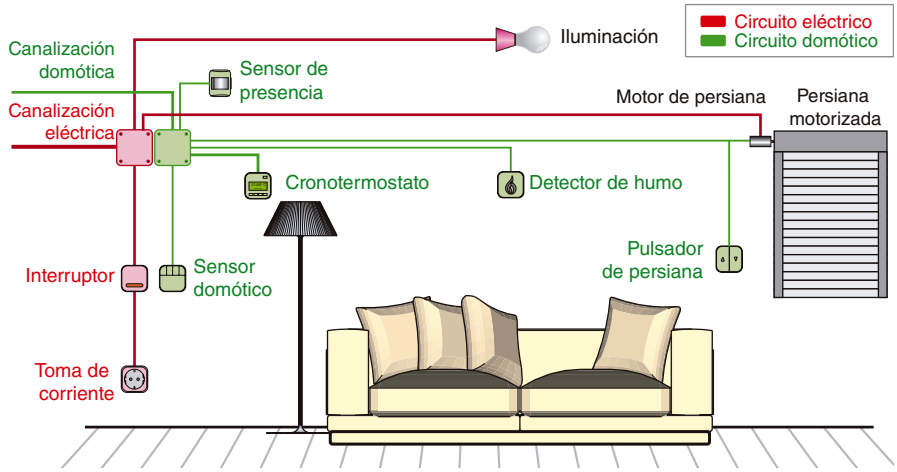


Figura 11.31. Salón.

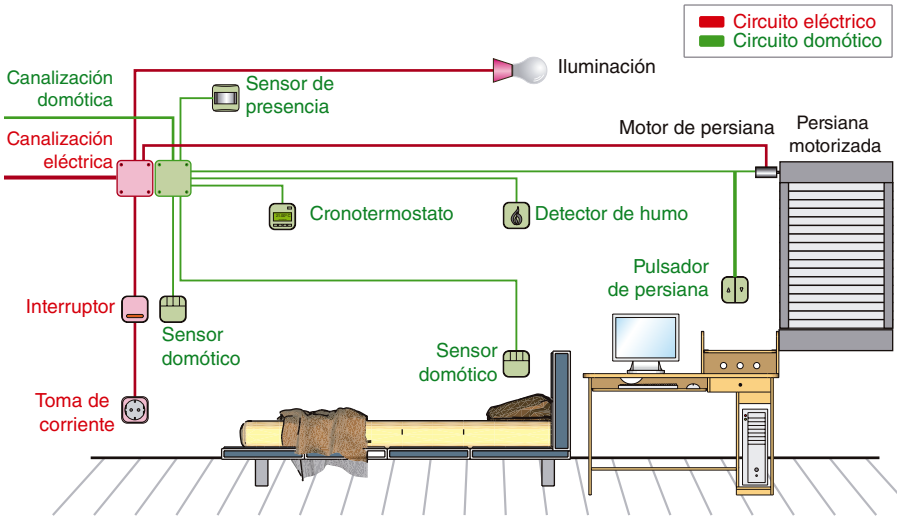


Figura 11.32. Dormitorio-estudio.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

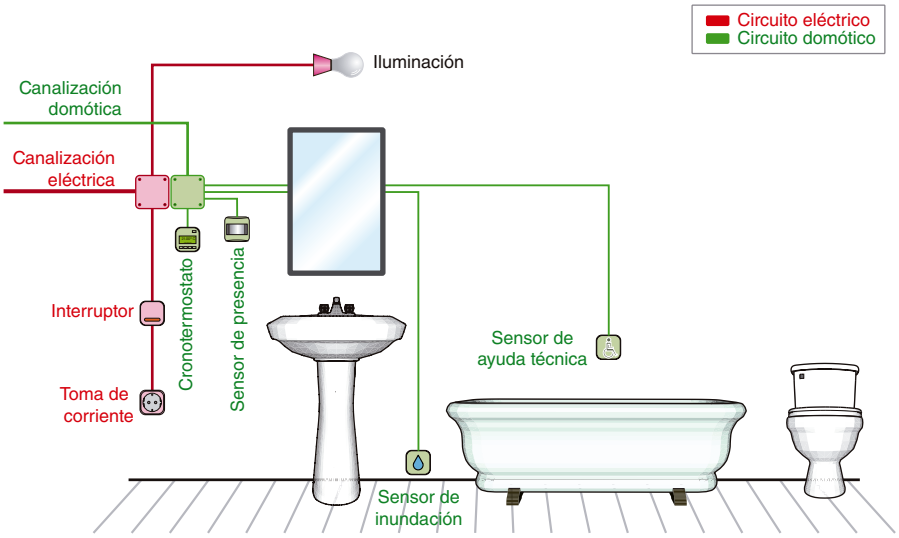


Figura 11.33. Cuarto de baño.

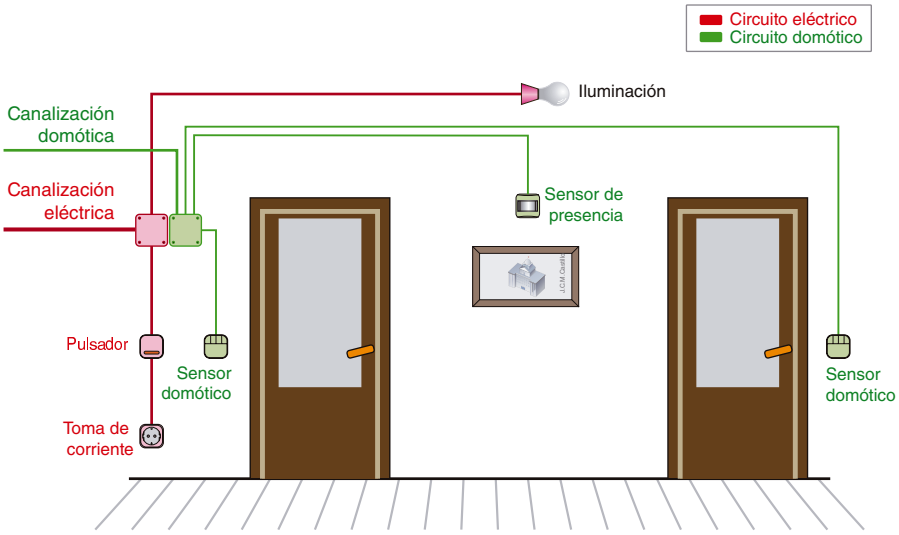


Figura 11.34. Pasillo.

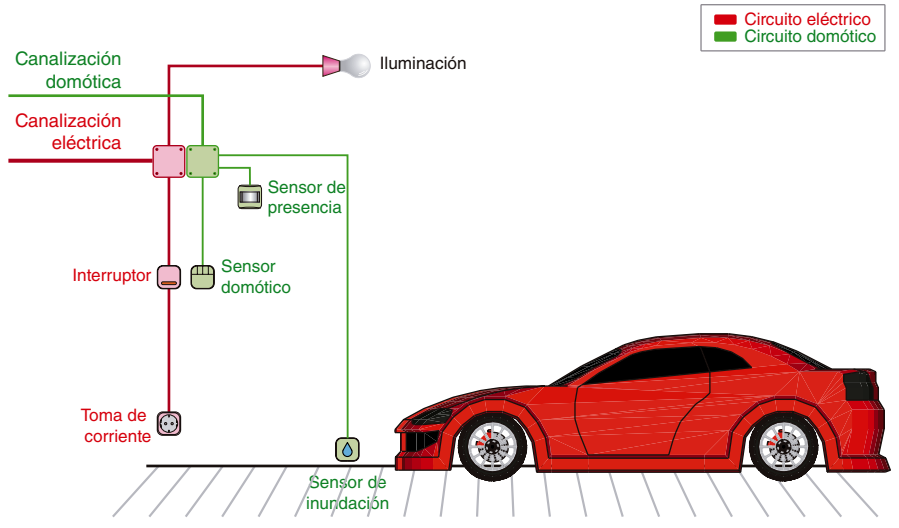


Figura 11.35. Garaje.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

7. Cuadro de distribución y control de la instalación domótica

En sistemas centralizados, el nodo principal o de control, junto con su dispositivo de alimentación, se instalará en el cuadro general de distribución, junto a la aparamenta de corte y protección de la instalación eléctrica Para ello, es necesario preinstalar una caja de al menos veinticuatro módulos

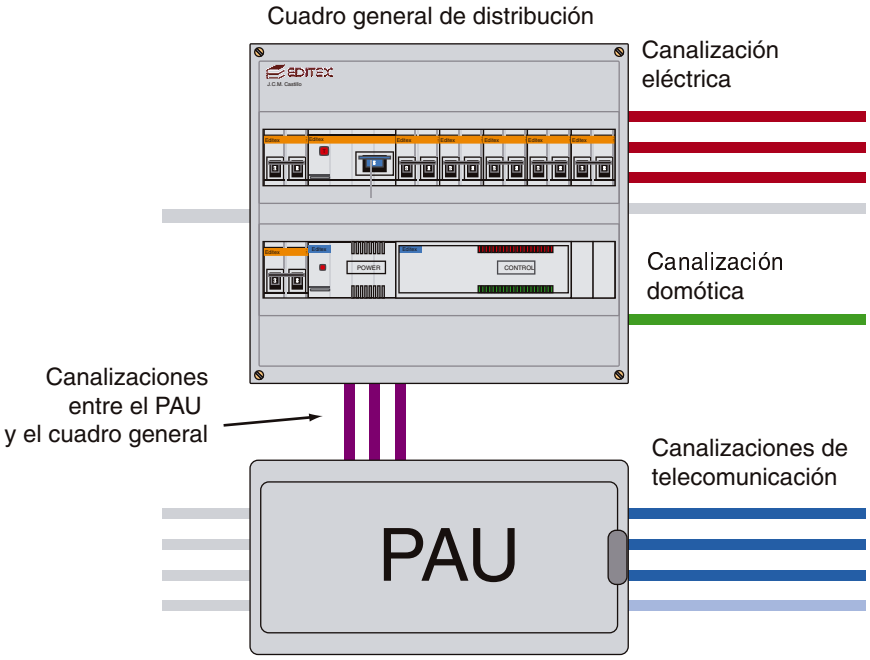


Figura 11.36. Unión entre el cuadro general de distribución y el PAU en una instalación domótica.

En tu profesión

El PAU es el punto en el que comienza la instalación de telecomunicaciones (telefonía, televisión, banda ancha, etc.) del usuario.

El cuadro general de distribución destinado a una instalación domótica debe estar unido con el PAU (Punto de Acceso de Usuario) para facilitar su integración con los servicios de telecomunicaciones de la vivienda

En las viviendas con más de una planta, se deberá instalar un cuadro de protección y control por planta

En sistemas domóticos de tipo distribuido, puede ser necesario montar cuadros en puntos intermedios de la vivienda En ellos se instalarán los nodos domóticos secundarios

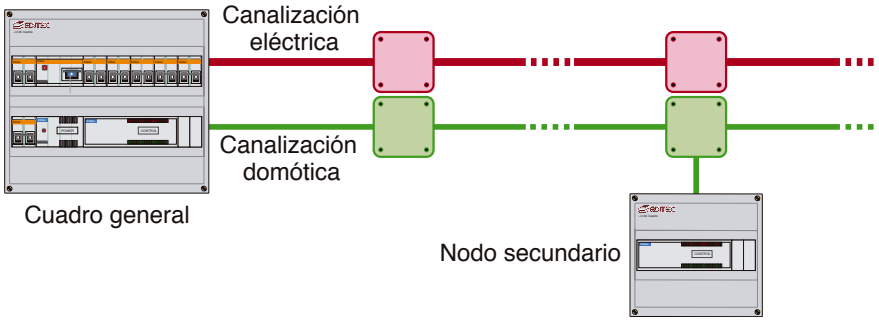


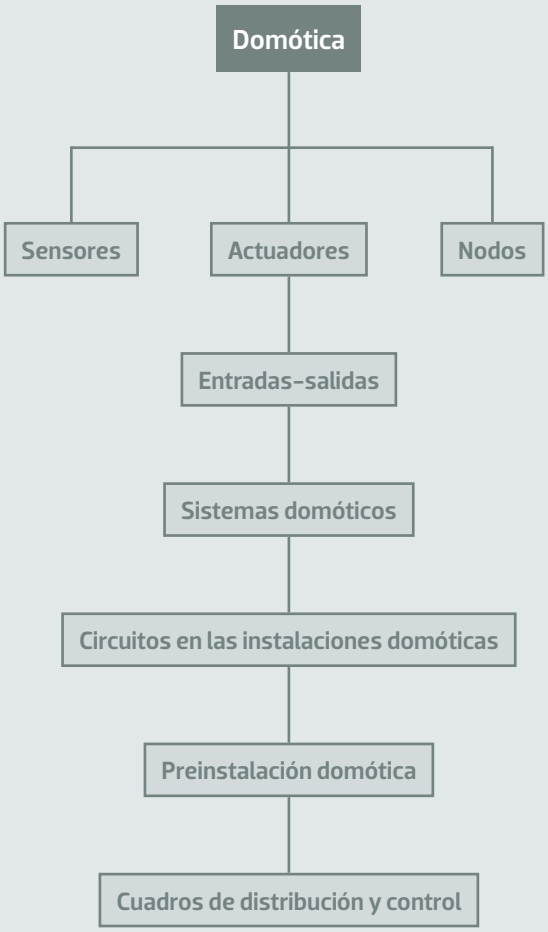
Figura 11.37. Instalación de un cuadro de distribución para un nodo domótico secundario.

Practica

Realiza la **práctica resuelta** y la **ficha de trabajo** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en internet

1. Busca catálogos de fabricantes del sistema domótico X10. ¿Crees que tiene una instalación sencilla?
2. Localiza catálogos del sistema de bus KNX. ¿Está asociado a un fabricante en particular? ¿Cómo se denomina el *software* de configuración y programación?
3. Descarga la Guía Técnica BT-51 del REBT. ¿Sobre qué trata?

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. Dibuja en tu cuaderno cómo crees que debe ser la preinstalación de una canalización domótica y eléctrica de una estancia como la de la figura en la que se desea que:

a) La instalación domótica esté basada en bus.

b) El control de la iluminación se realice mediante un sensor de presencia.

c) El control de las persianas se haga individualmente mediante conmutadores de persianas ubicadas junto a ellas y de forma centralizada mediante un conmutador instalado en la entrada de la habitación.

CUADERNO

Figura 11.38.

2. Sabiendo que se dispone de un nodo domótico de tipo centralizado, dibuja en tu cuaderno un esquema de bloques en el que indiques cómo estarían unidos a él cuatro sensores a sus entradas y cuatro lámparas a sus salidas. Compara tu esquema con el de tu compañero de mesa.

3. Se desea instalar un sistema domótico distribuido con los siguientes elementos:

- Dos nodos de cuatro entradas.
- Un nodo de cuatro salidas.
- Un nodo de cuatro entradas y dos salidas.
- Un nodo de recepción inalámbrica.

Por parejas, dibujad en vuestro cuaderno:

- El esquema de bloques de la distribución de nodos.
- La conexión de sensores y actuadores a las diferentes entradas y salidas de los nodos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 11

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **Una instalación domótica es:**
   a) Una instalación de telecomunicaciones.
   b) La instalación automatizada de viviendas.
   c) Una instalación industrial.
   d) Una instalación de energía solar.
2. **Un sensor:**
   a) Envía señales al sistema domótico.
   b) Recibe señales del sistema domótico.
   c) No tiene nada que ver con la domótica.
   d) Permite activar una persiana.
3. **Una electroválvula es:**
   a) Un nodo domótico.
   b) Un sensor.
   c) Un actuador.
   d) Un captador de señales.
4. **El REBT establece los siguientes grados de automatización:**
   a) Básico y elevado.
   b) No hay límite.
   c) Básico, medio y elevado.
   d) Básico y normal.
5. **Un pulsador convencional se conecta a:**
   a) Una entrada del sistema domótico.
   b) Una salida del sistema domótico.
   c) Es indiferente, se puede conectar a todas ellas.
   d) Depende de la tensión con la que trabaje.
6. **Un sistema domótico distribuido está formado por:**
   a) Un nodo de tipo inalámbrico.
   b) Un nodo de tipo centralizado.
   c) Más de un nodo domótico.
   d) Un nodo con muchos sensores.
7. **El sistema de corrientes portadoras envía los telegramas:**
   a) Por un bus específico.
   b) De forma inalámbrica.
   c) Mediante un controlador industrial.
   d) A través de la propia instalación eléctrica.
8. **¿Cuáles de los siguientes elementos son actuadores?**
   a) Electroválvula.
   b) Anemómetro.
   c) PIR.
   d) Motor de una puerta de garaje.
9. **Una entrada permite conectar:**
   a) Un sensor.
   b) Un actuador.
   c) Todo elemento.
   d) Un nodo domótico.
10. **Los sistemas propietarios:**
    a) Permiten compatibilidad plena con los de otros fabricantes.
    b) No son compatibles con sistemas de otros fabricantes.
    c) Permiten conectar dispositivos de bus domótico de diferentes fabricantes.
    d) Solamente se pueden conectar con otros sistemas de bus.
11. **El PAU es**:
    a) El cuadro de distribución y control de la instalación domótica.
    b) El nodo domótico centralizado.
    c) El punto en el que comienza la instalación de telecomunicaciones.
    d) El punto de la instalación en el que se instala todo el sistema dedicado a la domótica en una vivienda.
12. **La instalación domótica:**
    a) Se puede canalizar por el mismo circuito de la instalación eléctrica.
    b) Debe llevar una canalización independiente de la eléctrica, con puntos comunes de conexión.
    c) La canalización debe ser completamente independiente de la eléctrica, sin puntos de unión entre ellas.
    d) Se deben canalizar de forma independiente y unirse en el punto denominado PAU.
13. **Un autómata programable es un:**
    a) PAU. b) PIR. c) PLC. d) KNX.
14. **Una relé programable se puede utilizar en domótica como:**
    a) Un nodo descentralizado.
    b) Un nodo centralizado.
    c) Un bus de campo.
    d) Un sistema inalámbrico.
15. **¿Cuáles de estos son sistemas de bus domótico?**
    a) PLC. b) KNX. c) LonWorks. d) PAU.
16. **En un sistema descentralizado:**
    a) Solamente se utiliza un nodo domótico.
    b) Se instalan varios nodos conectados entre sí.
    c) Las entradas y salidas están en un equipo centralizado.
    d) Se utiliza un autómata programable.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Flexómetro
- Regla y escuadra
- Tiza o lapicero
- Barrena

Material

- Panel de madera de dimensiones adecuadas
- Tubo corrugado de 16 y 20 mm
- Grapas o abrazaderas para tubo de 16 y 20 mm
- Tirafondos y arandelas
- Cuatro cajas de registro de 100 × 100 mm
- Nueve cajas universales
- Una caja general de protección de veintiocho módulos en dos filas

Montaje de la preinstalación de una canalización domótica

Objetivo

- Montar la canalización de una instalación domótica

Precauciones

- Utilizar las herramientas de corte siguiendo las indicaciones de seguridad dictadas por el profesor
- No golpear con el martillo sobre la barrena para realizar orificios en el panel de madera

Desarrollo

1 Con una tiza o un lapicero, marcar sobre el panel de pruebas las líneas para la ubicación de los tubos y los diferentes tipos de cajas empleados en la instalación Hay que tener en cuenta que la separación de las dos líneas paralelas horizontales debe ser de, aproximadamente, 11 cm

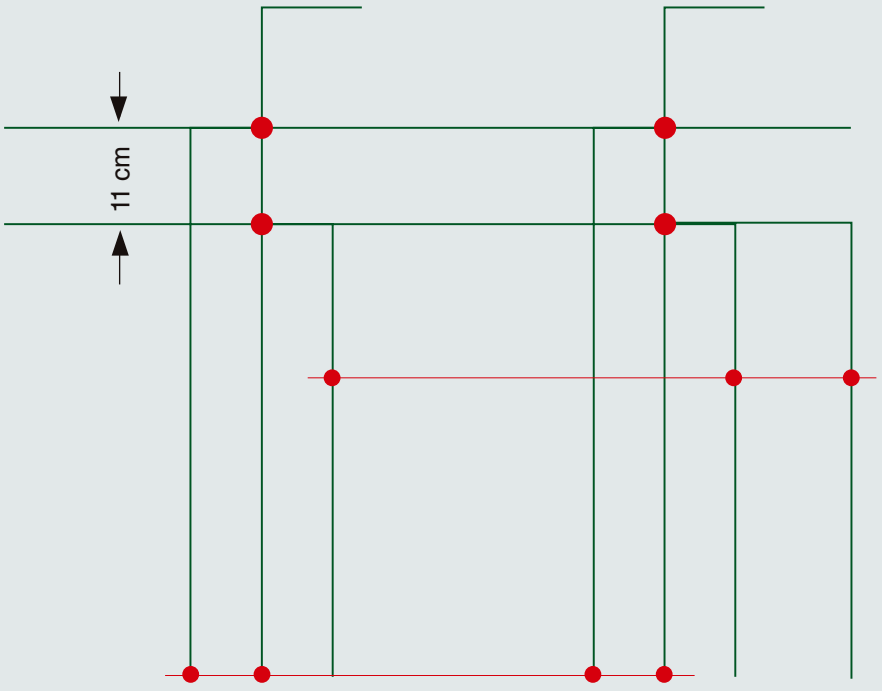


Figura 11.39. Marca de líneas en el tablero.

2 Marcar los puntos en los que se fijarán las cajas de registro y las cajas universales para los mecanismos

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3 Fijar dichas cajas con tirafondos y arandelas al panel de madera

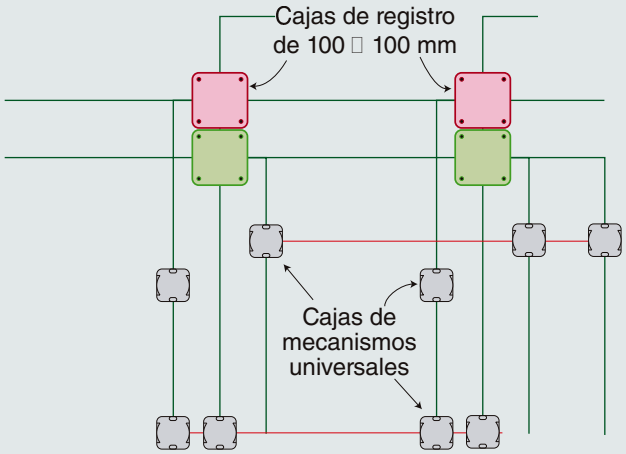
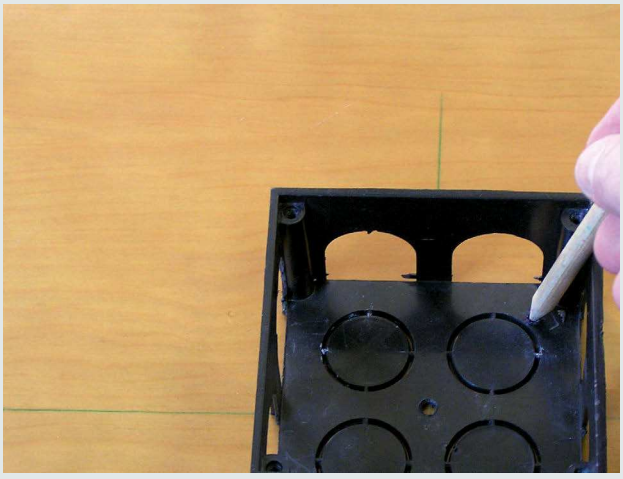
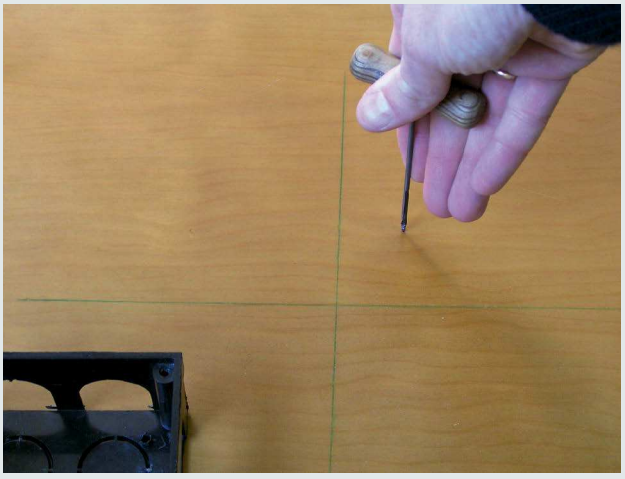
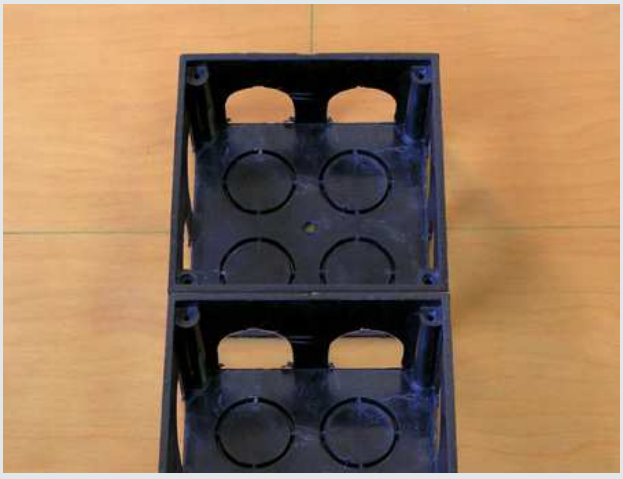


Figura 11.40. Fijación de cajas de registro y de mecanismos.







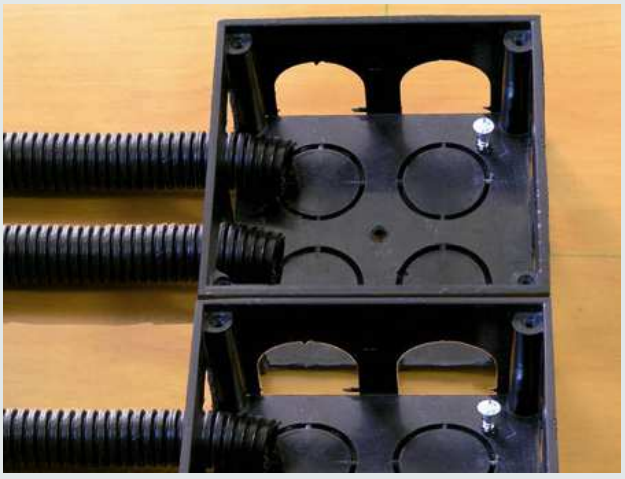


Figura 11.41. Detalles del montaje de las cajas de registro y la canalización.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

(cont.)

4 Fijar el cuadro de protección en el lado izquierdo del panel de madera

5 Con una tijera de electricista, cortar los tramos de tubo corrugado del tamaño necesario para realizar una canalización como la de la figura 11 42

6 Fijar dichos tramos con abrazaderas al panel de pruebas

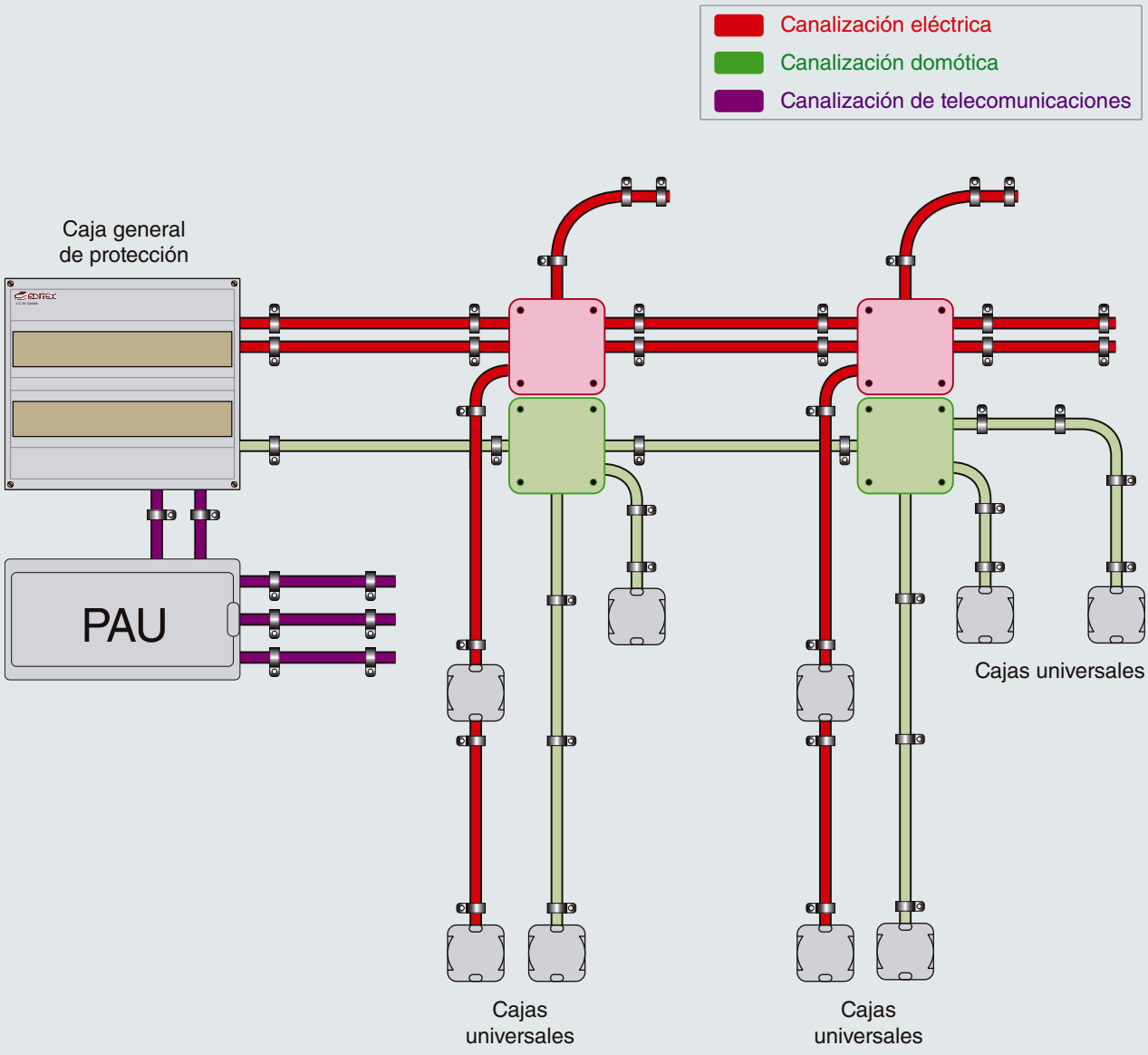


Figura 11.42. Preinstalación completamente montada.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Precableado de una instalación domótica basada en bus KNX

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Guía pasacables

Material

- Panel con la canalización montada en la práctica resuelta de esta unidad
- Cable de 1,5 mm² de tres colores (marrón, azul claro y verde-amarillo)
- Cable de 2,5 mm² de tres colores (marrón, azul claro y verde-amarillo)
- Varios metros de manguera para el bus KNX
- Regletas de empalme de 10 mm²
- Regletas de empalme de 16 mm²
- Conectores para el cable KNX

Objetivo

- Realizar el precableado eléctrico (de fuerza y alumbrado) y del bus KNX de una instalación domótica

Precauciones

- Utiliza las herramientas de corte siguiendo las indicaciones de seguridad dictadas por tu profesor
- Utiliza la guía pasacables para introducir por los tubos los cables eléctricos y el del bus domótico

Desarrollo

1 Introduce, desde el cuadro de distribución hasta la caja de registro de la derecha, tres cables de 2,5 mm² (marrón, azul claro y verde-amarillo) por el tubo superior horizontal de la canalización eléctrica El extremo que llega al cuadro debe tener entre 50 y 60 cm de longitud

2 Haz lo mismo con el cable de 1,5 mm² por el tubo inferior horizontal

3 En las cajas de registro, conecta cable a cable la línea de fuerza

4 Haz lo mismo con la línea de alumbrado

5 En los extremos de las mangueras del cable KNX, en las cajas de registro de la canalización domótica, empalma los cables mediante conectores del bus respetando el código de los colores (rojo y negro) Recoge con una vuelta de cinta aislante los cables auxiliares del bus (amarillo y blanco)

6 En las cajas universales de la canalización domótica, pela el cable de bus y en su terminación pon un conector KNX

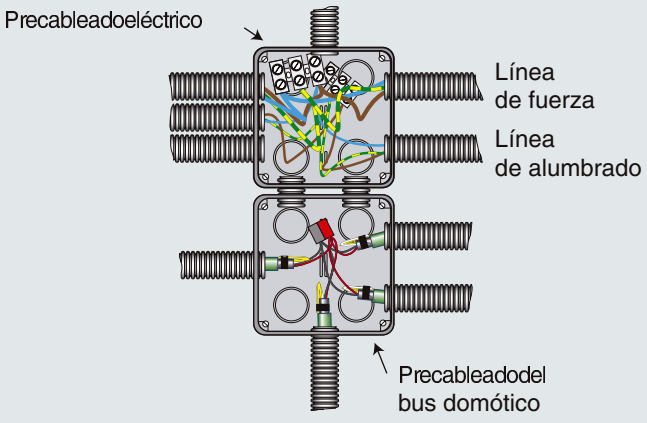


Figura 11.43. Detalle de la preinstalación eléctrica y el cable de bus KNX.

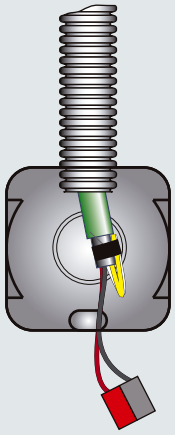


Figura 11.44. Detalle de la terminación de bus en caja universal.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

12 Sensores y actuadores en domótica

Vamos a conocer...

1. Sensores
2. Actuadores

PRÁCTICA RESUELTA

Activación de un avisador acústico y otro luminoso mediante un detector de calor

FICHA DE TRABAJO 1

Montaje de un detector de presencia para el encendido de lámparas

FICHA DE TRABAJO 2

Encendido de lámparas mediante un interruptor crepuscular

FICHA DE TRABAJO 3

Actuación de una electroválvula mediante un detector de inundación

FICHA DE TRABAJO 4

Control de un motor de persiana con pulsador inversor electromecánico

FICHA DE TRABAJO 5

Control de un motor de persiana con señalización luminosa para la subida y la bajada

FICHA DE TRABAJO 6

Control centralizado de persianas

Y al finalizar esta unidad...

- Conocerás los diferentes tipos de sensores y actuadores utilizados en domótica.
- Identificarás los bornes para su conexión.
- Comprobarás su funcionamiento de forma práctica.
- Montarás varios circuitos de aplicación de los sensores en domótica.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. Sensores

Los sensores, también denominados **detectores**, son los elementos ue envían señales al sistema domótico.

En el mercado existen numerosos tipos de sensores. Desde los más simples, tipo interruptor y pulsador, ue envían señales de acciones manuales del usuario hacia la instalación, hasta los más complejos, ue son capaces de detectar magnitudes físicas (temperatura, humedad, velocidad del viento, humos, etc.).

A continuación se muestran algunos de los sensores más utilizados en técnicas de automatismos en viviendas.

Figura 12.1. Sensores electromecánicos y su representación gráfica.

1.1. Sensores de humo y fuego

Se utilizan en sistemas domóticos ue re uieren seguridad contra incendios. Los primeros detectan fuertes concentraciones de humo ue presumiblemente han sido generadas por un incendio. Los segundos detectan las altas temperaturas producidas por el fuego. Su disparo se puede ajustar para evitar falsos positivos. Se utilizan en aplicaciones de seguridad técnica en viviendas y edificios.

Figura 12.2. Detector de humos fotoeléctrico.

Figura 12.3. Detector de temperatura o calor.

Figura 12.4. Detector de humos iónico.

Se instalan en los techos de las estancias a proteger. La protección óptima se consigue instalando un detector en cada una de las estancias de la vivienda. Si esto no es posible, se instalará el máximo número de detectores en las habitaciones superiores de la vivienda.

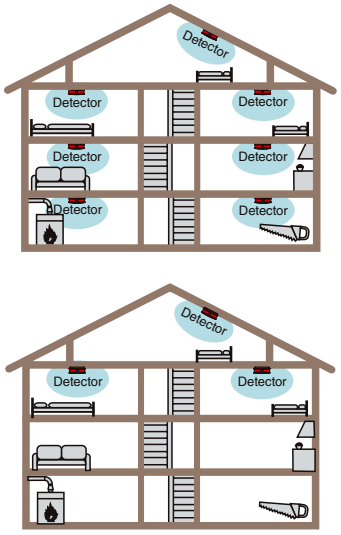
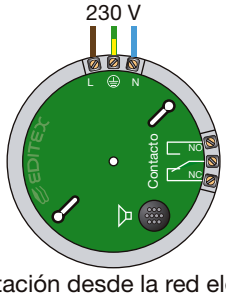


Figura 12.5. Instalación de detectores de humos en una vivienda.

Necesitan alimentación eléctrica para su funcionamiento. Algunos modelos se pueden conectar directamente a la red eléctrica de 230 V; en cambio, otros funcionan mediante una pila o batería.

La señal de activación se envía al sistema domótico o central de alarma a través de un contacto eléctrico, ue puede ser abierto, cerrado o conmutado. Además, dispone de un altavoz o zumbador ue emite una indicación acústica cuando se produce el disparo.



Alimentación desde la red eléctrica

Alimentación mediante batería interna

Figura 12.6. Interior de un detector.

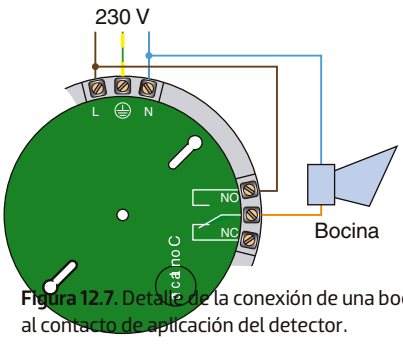


Figura 12.7. Detalle de la conexión de una bocina al contacto de aplicación del detector.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1.2. Sensores de gas

Se utilizan para la detección de escapes de gas en instalaciones domésticas.

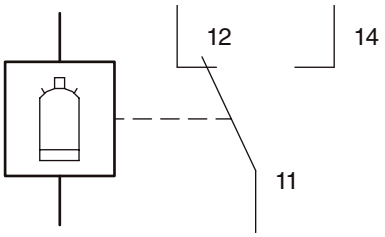


Figura 12.8. Símbolo del detector de gas.

Figura 12.9. Detector de gas.

Dependiendo del tipo de gas a detectar, gas ligero (metano o gas natural) o gas pesado (butano o propano), su instalación se hace en la parte superior de la estancia, en el primer caso, o en la parte inferior, en el segundo.

Su montaje se realiza en lugares expuestos a fugas de gas como cocinas, cuartos de calderas, etc. Se utilizan en aplicaciones de seguridad técnica en viviendas y edificios.

Figura 12.10. Instalación de detectores de gas.

1.3. Sensores de monóxido de carbono

El monóxido de carbono es un gas muy venenoso. Es inodoro e incoloro, lo ue lo convierte en altamente peligroso.

La instalación de este tipo de detectores es necesaria en a uellos lugares con alto riesgo de concentración del gas.

Deben instalarse respecto del suelo, a una distancia mínima de 1,5 m y a una distancia máxima de 1,9 m.

Como otros detectores de gases, además del disparo de un contacto eléctrico, disponen de sistema acústico de señalización.

Se utilizan en aplicaciones de seguridad técnica en viviendas y edificios.

Practica

Realiza la **práctica resuelta** de esta unidad.

Figura 12.11. Detector de monóxido de carbono.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1.4. Sensores de inundación

Se instalan en a uellas estancias de la vivienda con riesgo de inundación, como cocinas, cuartos de baños, sótanos, bodegas o en a uellos lugares en los ue existan canalizaciones y tomas de agua.

Los detectores de inundación están formados por dos módulos: el circuito de disparo y la sonda. Esta última debe instalarse lo más cerca posible del suelo, entre 5 y 100 mm, para la detección de la inundación de forma inmediata.

Se utilizan en aplicaciones de seguridad técnica en viviendas y edificios.

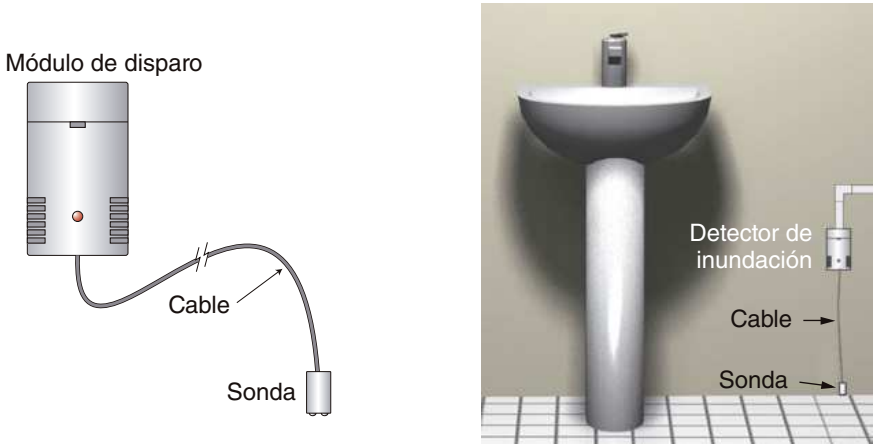


Figura 12.12. Detalle de un detector de inundación y su instalación.

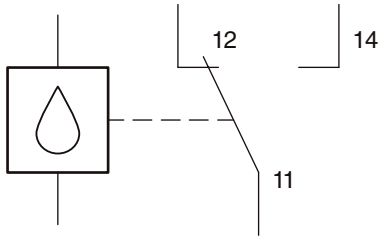


Figura 12.13. Símbolo del detector de inundación.

De igual forma ue otros detectores de tipo activo, necesitan alimentación eléctrica para su funcionamiento. Algunos modelos se pueden conectar directamente a la red eléctrica de 230 V; en cambio, otros funcionan mediante una pila o batería, por lo ue es recomendable la instalación de estos últimos en cuartos de baño y aseos.

El contacto de activación se utiliza de forma similar a lo visto en los detectores anteriores.

1.5. Sensores de presencia o volumétricos (PIR)

Se utilizan para detectar la presencia de personal y animales en un determinado campo de acción, tanto para funciones de control como de seguridad antintrusión.

Figura 12.14. Detectores de presencia de pared para caja universal y de techo.

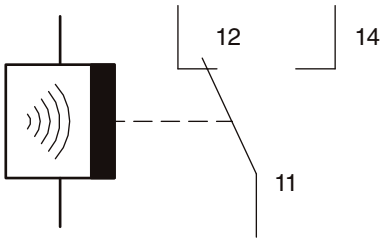


Figura 12.15. Símbolo del detector de movimiento.

Su uso está generalizado en aplicaciones de encendido automático de alumbrado. En muchas aplicaciones sustituyen, o complementan, a los interruptores convencionales para el encendido de lámparas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

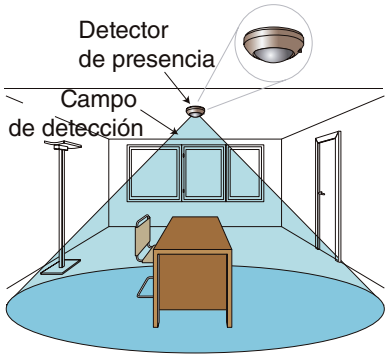


Figura 12.16. Detector de presencia en techo.

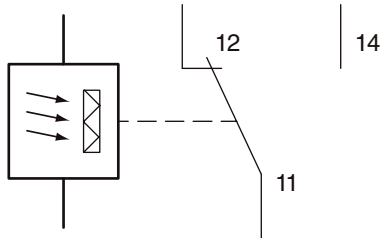


Figura 12.19. Detector de presencia de pared.

En tu profesión

Fundamentalmente, la situación más común que provoca una intervención en una unidad de convivencia es la pérdida de autonomía de algún miembro y su dificultad para desarrollar actividades básicas de la vida diaria.

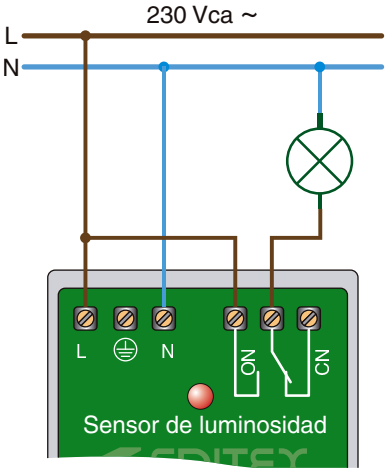


Figura 12.20. Conexión de un detector de luminosidad.

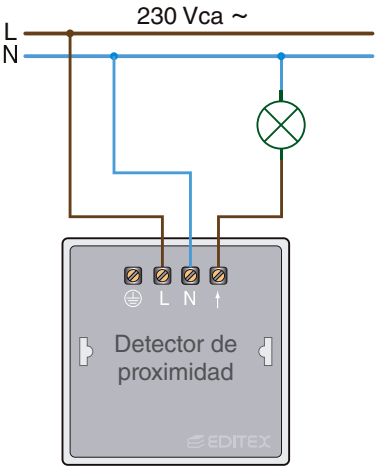


Figura 12.17. Conexión para funcionamiento.

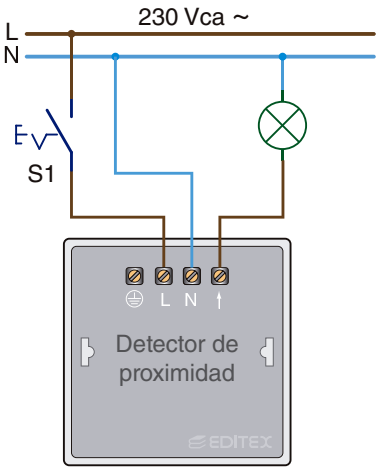


Figura 12.18. Conexión con interruptor (S1) para corte de alimentación permanente.

Necesitan alimentación eléctrica para su funcionamiento continuado, y en ocasiones es necesario insertar un interruptor en serie para interrumpir dicha alimentación y anular así el funcionamiento del circuito.

Los detectores de presencia se instalan en techos y paredes, por lo ue es necesario ajustar su campo de detección para ue el disparo se realice en condiciones óptimas.

1.6. Sensores de luminosidad

Detectan el nivel de luz ue hay en el interior o en el exterior de un espacio o estancia. Se utilizan para controlar diferentes circuitos eléctricos de la vivienda en función de la luz ambiente; por ejemplo, el encendido y apagado automático de lámparas, la subida y bajada de persianas, etc.

Entre los diferentes modelos de los sensores de luminosidad, destaca el denominado **interruptor crepuscul r**, ue es un dispositivo electrónico ue permite conectar cargas eléctricas en función de la luz del sol.

Esta característica lo hace especialmente útil para controlar circuitos de alumbrado público y sistemas de iluminación (o de otro tipo) ue se activen automáticamente al llegar el crepúsculo. Está diseñado con un material muy resistente ue le permite trabajar a la intemperie y en condiciones climatológicas adversas.

Figura 12.21. Interruptor crepuscular para intemperie.

Figura 12.22. jemplo de instalación de un sensor de luminosidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Su conexión es similar a la vista para otros detectores. Debe ser alimentado por la red eléctrica y dispone de un contacto de utilización para gobernar la carga. Los ue se instalan para el control de luminarias de alumbrado público disponen de un sistema de apagado retardado para evitar ue su activación se realice por destellos momentáneos de luz, como puede ser el producido por un rayo.

1.7. Sensores de viento (anemómetros)

Los anemómetros están formados por un sistema de cazoletas (normalmente tres) ue gira por la fuerza del viento.

Una de las principales aplicaciones de los sensores de viento es la recogida automática de toldos o elementos de la vivienda ue están afectados por el viento.

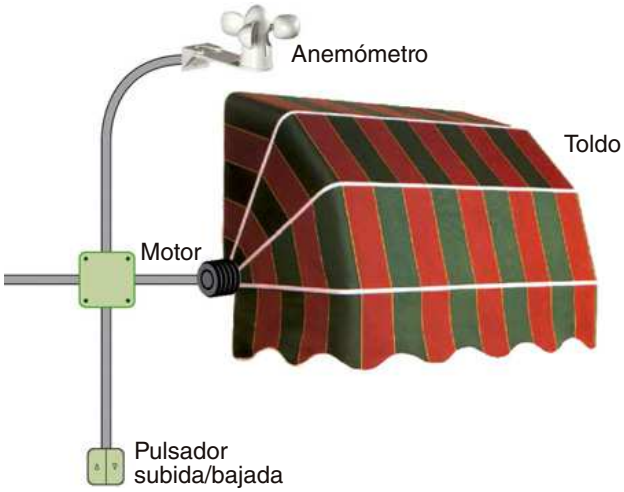


Figura 12.24. jemplo de aplicación de un anemómetro para la recogida de un toldo.

El sensor alojado en su interior es capaz de activar un circuito electrónico cuando la velocidad del viento supera un límite ajustado por el usuario. Esto permite realizar determinadas acciones de forma automática en la instalación eléctrica. Hay anemómetros ue disponen de salida digital, basada en un contacto eléctrico, y otros, de salida analógica. En muchos casos, el circuito de disparo está separado del elemento sensor.

Los sensores de viento están diseñados para trabajar a la intemperie en ambientes climáticos adversos.

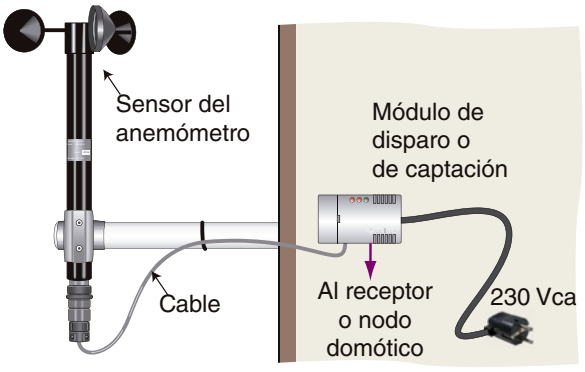


Figura 12.26. Partes de un circuito basado en un sensor de viento.

Practica

Realiza las **fichas de trabajo 1 y 2** de esta unidad.

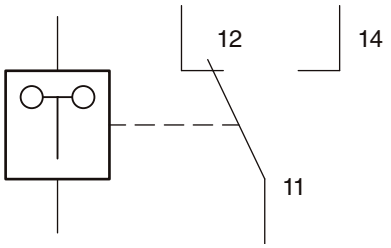


Figura 12.23. Símbolo del sensor de viento.

En tu profesión

 xisten en el mercado sensores de viento de tecnología ultrasónica. n ellos, la medición de la velocidad del viento se realiza mediante un sensor estático basado en ultrasonidos.

Figura 12.25. Anemómetro ultrasónico (imagen cortesía de Young Company).

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1.8. Sensores de temperatura (termostato ambiente)

Los termostatos son sensores ue permiten gestionar circuitos eléctricos en función de la temperatura. Desde hace años se utilizan para controlar los circuitos de calefacción y aire acondicionado de las viviendas y edificios, produciendo confort y gestionando de forma óptima el consumo energético.

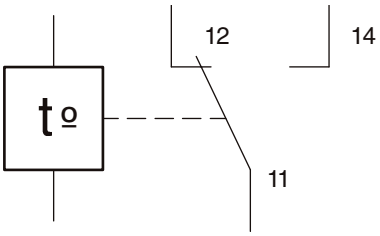


Figura 12.27. Símbolo del termostato.

Figura 12.28. Diferentes tipos de termostatos ambiente: digital (imagen cortesía de GIRA) y de rueda (imágenes cortesía de Siemens AG).

Una evolución de los termostatos son los denominados **cronotermostatos**. Estos disponen, además del circuito de disparo por temperatura, de un reloj horario ue permite gestionar mediante un programa el sistema de climatización de la vivienda durante las veinticuatro horas del día sin la intervención del usuario.

Los termostatos básicos disponen de un contacto normalmente abierto (NA) libre de tensión para controlar el circuito de climatización. Los de tipo digital o cronotermostatos necesitan alimentarse (desde la red eléctrica o mediante pilas) para el funcionamiento del circuito electrónico.

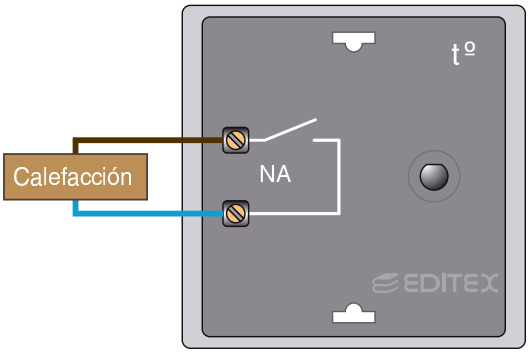


Figura 12.29. Control de calefacción con termostato de rueda convencional.

Figura 12.30. Cronotermostato (imagen cortesía de GIRA).

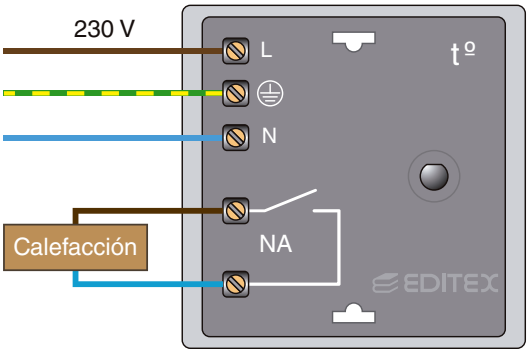


Figura 12.31. Control de calefacción con termostato electrónico.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1.9. Sensores magnéticos

Se utilizan para detectar la apertura y cierre de puertas y ventanas. Su funcionamiento es simple: un contacto se abre o cierra en función de la proximidad de un imán permanente sobre él.

Figura 12.32. Interruptor magnético exterior.

Figura 12.33. Interruptor magnético para empotrar en puertas o ventanas.

El contacto suele ser de tipo cerrado, de forma ue permanece abierto cuando las puertas o las ventanas en las ue están instalados se encuentran cerradas. Así, si una de ellas se abre, el contacto se cierra de forma inmediata. En aplicaciones de seguridad, se conectan en serie con otros próximos a él.

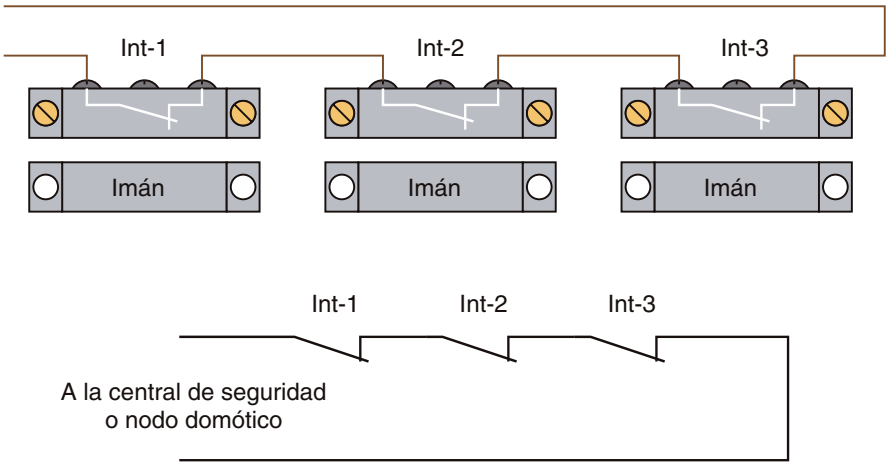


Figura 12.34. Conexión de interruptores magnéticos en serie.

Para ue el dispositivo sea eficaz, no se debe superar la distancia recomendada por el fabricante entre el contacto y el imán.

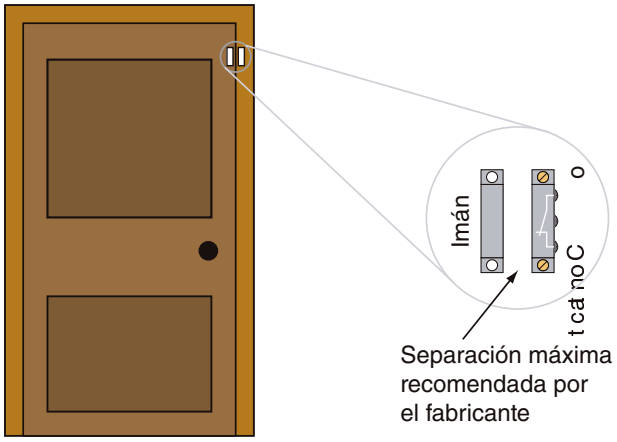


Figura 12.35. Instalación de sensor magnético en puerta.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2. Actuadores

Los actuadores, también denominados dispositivos de salida, son los receptores de las instalaciones domóticas. Se encargan de recibir las señales eléctricas del circuito domótico y actuar sobre una determinada parte de la instalación, ue no necesariamente tiene ue ser eléctrica.

2.1. Lámparas y elementos de iluminación

Son los elementos estudiados en unidades anteriores. En domótica, además de controlar su encendido y apagado, se regula la luminosidad de forma manual y automática para crear diferentes escenas de luz.

2.2. Electroválvulas

Las electroválvulas son actuadores ue permiten controlar eléctricamente circuitos de fluidos como el del gas o el del agua.

Se instalan en las conducciones de los fluidos y están controladas eléctricamente a través de un órgano de mando denominado bobina.

Figura 12.36. Diferentes tipos de electroválvulas.

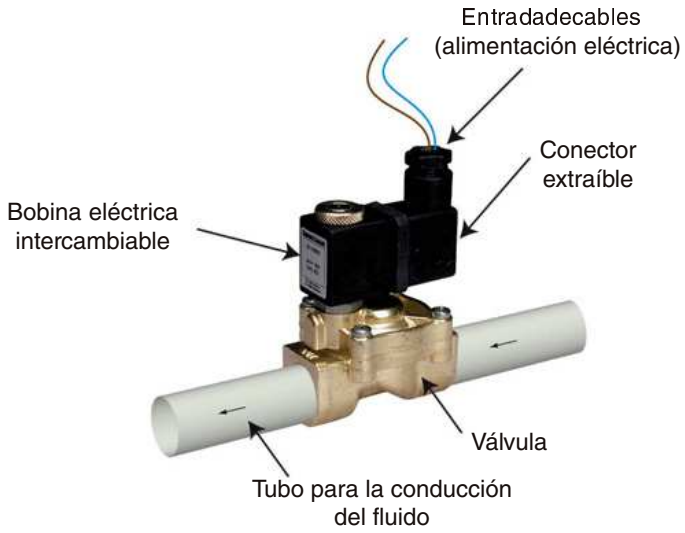


Figura 12.37. Partes e instalación de una electroválvula.

La principal característica eléctrica de una electroválvula es la tensión de trabajo de su bobina. En el mercado existen electroválvulas ue trabajan a 230 V de corriente alterna y, también, a 24 y 12 V, tanto en alterna como en continua.

En el momento de instalar una electroválvula, es importante conocer si su tensión de trabajo coincide con la de la alimentación del lugar en el ue se va a montar.

A continuación se detallan algunos ejemplos de aplicación de las electroválvulas:

- Cierre de la conducción de agua cuando se detecta una inundación.
- Cierre de la conducción de gas cuando se detecta un escape.
- Apertura o cierre de un sistema de riego automático de forma programada.

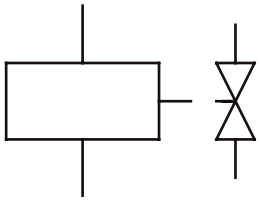


Figura 12.38. Símbolo de la electroválvula.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 3** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2.3. Relés

Los relés son de funcionamiento similar a un contactor. La principal diferencia entre ambos radica en ue los contactores permiten actuar sobre cargas de potencia y los relés solamente se utilizan para operaciones auxiliares o de mando. La simbología de la bobina y de sus contactos es la misma ue la del contactor.

Los relés suelen ser de menor tamaño ue los contactores.

Figura 12.39. Diferentes tipos de relés.

2.4. Motores para el control de persianas y toldos

Aun ue el uso de motores en las instalaciones domésticas no está tan extendido como en entornos industriales, sí ue es ampliamente utilizado para aplicaciones como la subida y bajada de persianas y toldos, la apertura y cierre de puertas, el movimiento y la extracción de lí uidos, etc.

Los motores de persiana se usan mucho en instalaciones domóticas, ya ue permiten controlar confortablemente, instalándose sobre sus ejes, todo tipo de persianas, estores y toldos.

Figura 12.40. Motores para persianas o toldos.

Son motores monofásicos de corriente alterna con reductores de velocidad (entre 10 y 30 r. p. m.), tienen un aspecto tubular y se acoplan al eje del toldo o persiana mediante piezas adaptadoras.

En unos de sus extremos disponen de una cabeza por la cual se introduce el cable de alimentación del motor y en la ue se encuentran los finales de carrera para evitar ue el motor funcione cuando la persiana se encuentre en sus extremos superior e inferior.

Saber ás

La potencia de los motores de persiana se debe elegir teniendo en cuenta las siguientes características: la longitud, el ancho, el material y el diámetro del eje de la persiana.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Funcionan a 230 Vca y disponen de cuatro cables de conexión: uno para la señal de subida; otro, para la de bajada; un tercero (común), para la conexión del neutro, y el último, para el conductor de protección o toma de tierra. Los finales de carreta vienen preinstalados de fábrica y los topes se ajustan desde el exterior mediante dos tornillos.

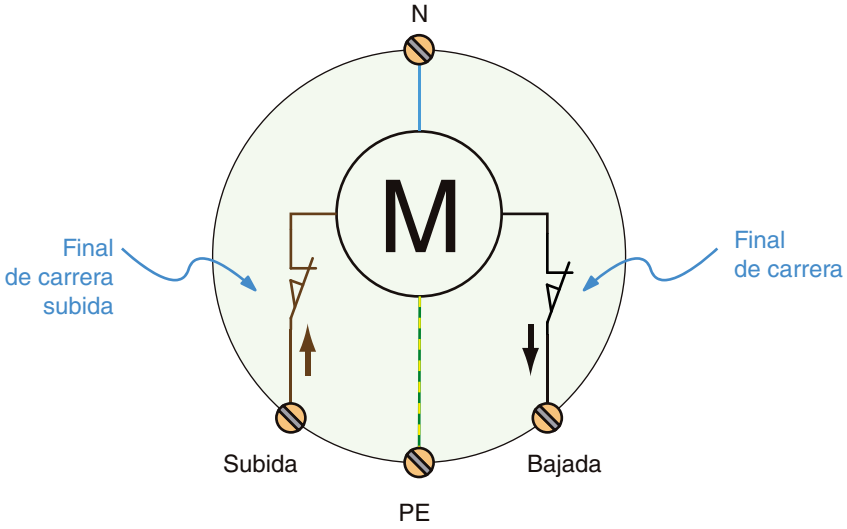


Figura 12.41. Detalle de la conexión interna de un motor de persiana.

Figura 12.42. Detalle del cableado externo.

La forma más simple de controlar un motor de este tipo es mediante los denominados pulsadores de persianas, también conocidos como pulsadores inversores.

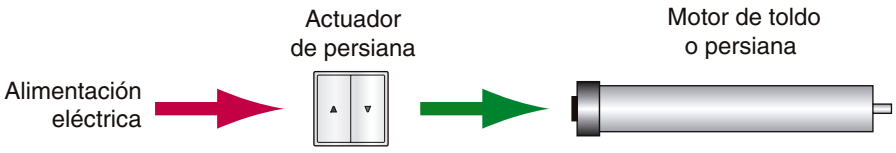


Figura 12.43. squema básico de un automatismo de persiana.

Estos disponen de dos botones para el mando, uno para la subida y otro para la bajada, y en el mercado los hay de diferentes tipos, desde los más básicos de tipo electromecánico a los más avanzados de tipo electrónico con pantalla o incluso con comunicación con otros del mismo tipo para realizar instalaciones centralizadas.

Figura 12.44. Diferentes tipos de pulsadores inversores para el control de persianas y toldos (imágenes cortesía de GIRA).

Los de tipo electromecánico utilizan tres bornes para su conexión: uno para la fase de alimentación y dos para las señales de subida y bajada.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Los de tipo electrónico necesitan, además, el neutro de la red eléctrica para alimentar su circuito electrónico de funcionamiento.

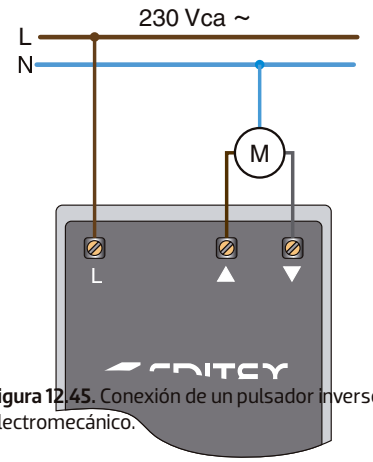


Figura 12.45. Conexión de un pulsador inversor electromecánico.

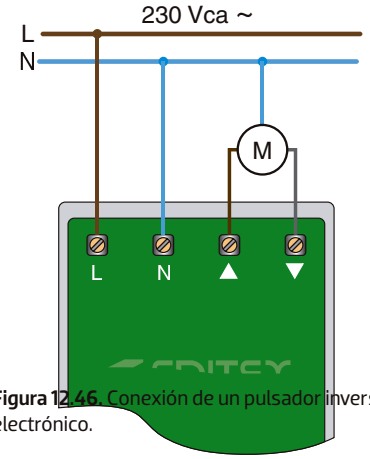


Figura 12.46. Conexión de un pulsador inversor electrónico.

Un ejemplo del control de un motor mediante pulsadores de este tipo es el siguiente:

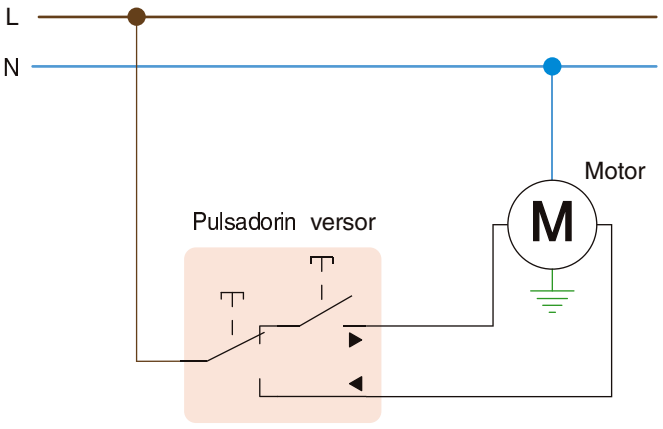


Figura 12.47. Conexión de un pulsador inversor para el mando de un motor de persiana o toldo.

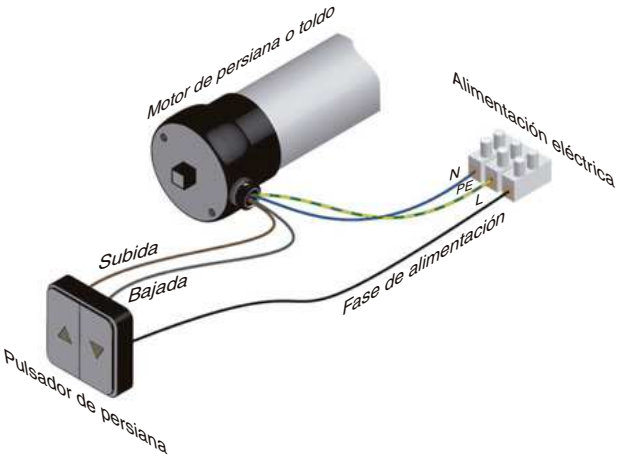


Figura 12.48. Conexión de un pulsador inversor para el mando de un motor de persiana o toldo.

Algunos fabricantes disponen de mecanismos ue permiten controlar de forma centralizada un conjunto de persianas. En el ejemplo de la figura siguiente, los pulsadores 2 y 3 controlan sus respectivos motores individualmente. Sin embargo, el número 1 controla ambos de forma centralizada.

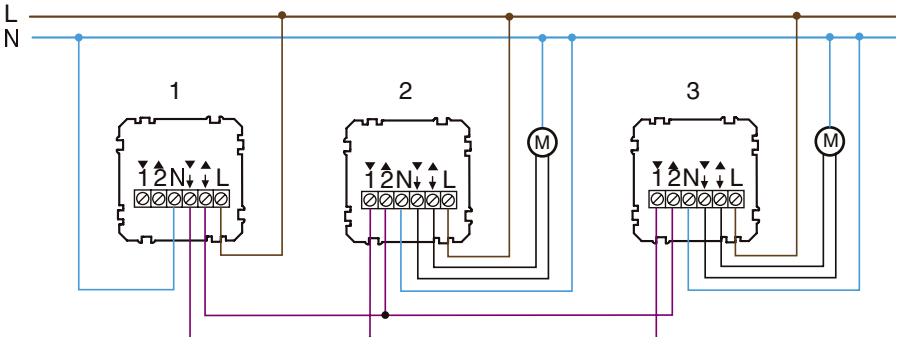


Figura 12.49. Control centralizado de persianas (imagen cortesía de Merten).

Practica

Realiza las **fichas de trabajo 4 y 5** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Dependiendo de la potencia de los motores por controlar o de la necesidad de gobernarlos conjuntamente, pueden ser necesarios dispositivos preactuadores de toldos o persianas de tipo modular. Estos se conectan entre los dispositivos de mando (pulsadores) y los propios motores. Algunos modelos admiten múltiples funciones, incluso la conexión a buses domóticos.

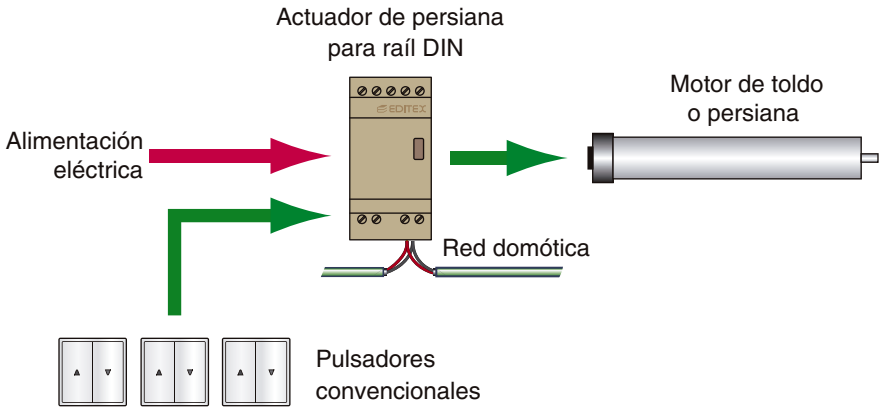


Figura 12.50. squema de un automatismo para persiana con actuador avanzado.

Los preactuadores de motores son controladores electrónicos ue disponen de algunas funciones avanzadas, como el control centralizado.

Pueden ser de instalación en cuadro, por fijación mediante raíl DIN normalizado, o aéreo, para introducir en cajas de registro.

Figura 12.51. Preactuador aéreo para motor (imagen cortesía de GIRA).

Figura 12.52. Preactuador KNX para motores de instalación en cuadro (imagen cortesía de GIRA).

Este tipo de preactuadores dispone de entradas para la conexión de dispositivos de mando (pulsadores) convencionales. Los actuadores suelen incorporar botones para el mando local de los motores.

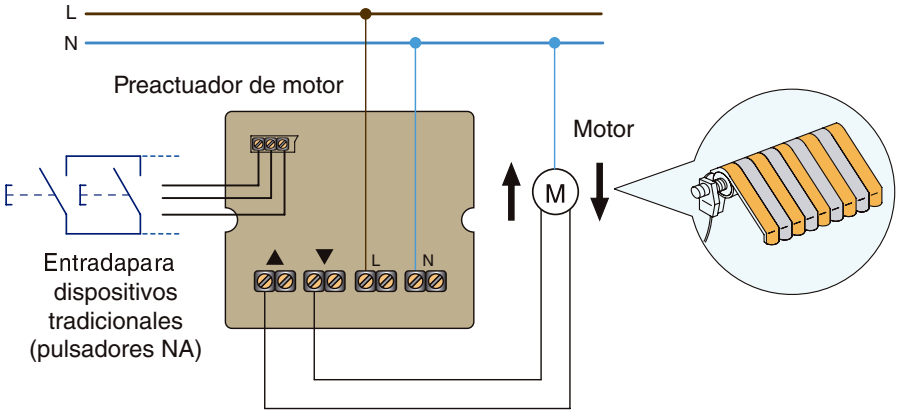


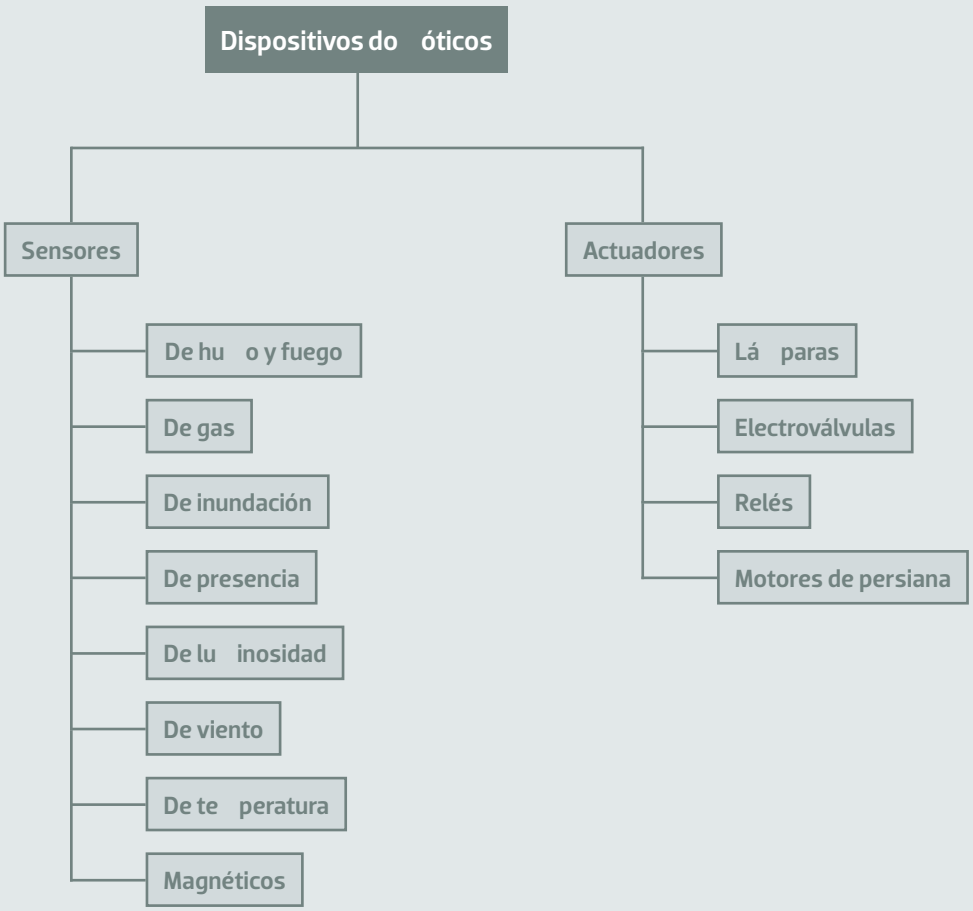
Figura 12.53. jemplo de conexión de un preactuador de motor para el control de un toldo.

Practica

Realiza la **ficha de trabajo 6** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en **internet**

- **1.** Busca en Internet catálogos de diferentes tipos de detectores de gas. numera las diferencias de instalación entre ellos (gas natural, metano, propano, butano).
- **2.** Descarga la hoja de características e instalación de un detector volumétrico (PIR). studia cómo aconseja su instalación el fabricante. ¿Se puede instalar en cualquier lugar de la estancia?
- **3.** Localiza diferentes catálogos de electroválvulas utilizadas en circuitos domésticos. ¿Qué aplicaciones son las más habituales de las electroválvulas?

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. Comprueba el funcionamiento de un detector magnético. Fija sobre el panel de pruebas el detector, como se muestra en la figura , y realiza la comprobación con un polímetro. ¿Cuándo marca continuidad el polímetro? Conecta en serie tres interruptores magnéticos y una pequeña lámpara de 4,5 V. Conecta el conjunto a una pila de la misma tensión y comprueba cuándo se enciende la lámpara.

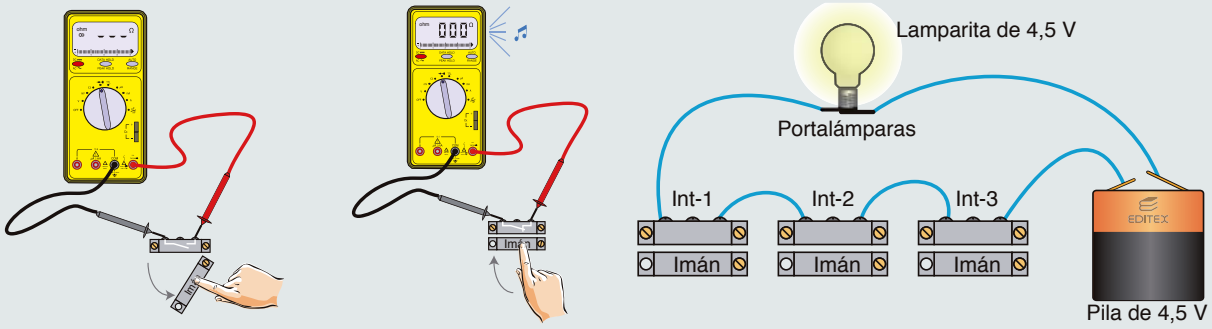


Figura 12.54.

2. Utilizando como referencia la ficha de trabajo 2, « ncendido de lámparas mediante un interruptor crepuscular», supón que el número de lámparas a controlar supera la potencia que es capaz de conmutar el interruptor crepuscular. ¿Qué habría que hacer para solucionarlo? ¿Qué nuevo aparato habría que insertar en el circuito? Dibuja en tu cuaderno el esquema y móntalo sobre el panel de pruebas.

3. Realiza la práctica propuesta en la ficha de trabajo 3, denominada «Actuación de una electroválvula mediante un detector de inundación». ¿Qué habría que hacer para que el usuario pueda comprobar de forma manual si la electroválvula funciona? Dibuja en tu cuaderno el circuito y móntalo sobre el panel de pruebas.

4. Fíjate en el esquema de la figura y junto con un compañero montad sobre el panel de pruebas el circuito para controlar un motor de persiana mediante un telerruptor. ¿Creéis que este método es la forma más adecuada para controlar motores de persiana? ¿Por qué?

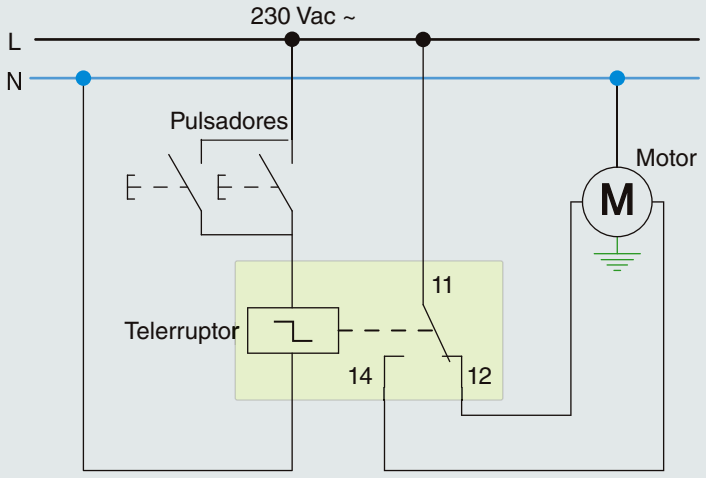


Figura 12.55.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 12

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **Un pulsador electro ecánico es:**
   a) Un sensor.
   b) Un actuador.
   c) Un detector.
   d) Un receptor.
2. **Un detector de gas natural debe instalarse en:**
   a) La parte inferior de la estancia.
   b) La parte superior.
   c) s indiferente.
   d) Un punto intermedio.
3. **El gas propano respecto al butano es:**
   a) Más pesado.
   b) Menos pesado.
   c) Tienen un peso similar.
   d) No pueden compararse.
4. **Un PIR es:**
   a) Un interruptor crepuscular.
   b) Un detector de inundación.
   c) Un detector de presencia.
   d) Un detector de gases.
5. **Un interruptor crepuscular es un detector de:**
   a) Luminosidad. c) Inundación.
   b) Presencia. d) Gases.
6. **El ane ó etro es un sensor de:**
   a) Luz. c) Viento.
   b) Presencia. d) Inundación.
7. **Una electroválvula dispone de:**
   a) Una bobina.
   b) Un contacto conmutado.
   c) Un relé interno.
   d) Contactos de fuerza.
8. **Un relé tiene un funciona iento si ilar a:**
   a) Un interruptor crepuscular.
   b) Un contactor.
   c) Un detector de presencia.
   d) Un interruptor.
9. **Los otores de persiana son de tipo:**
   a) Trifásico.
   b) De corriente continua.
   c) Monofásico.
   d) De juguetería.
10. **Un actuador de persiana es:**
    a) l cajón que contiene todo el conjunto que controla la persiana.
    b) Un dispositivo que controla el motor de la persiana.
    c) s el propio motor de la persiana.
    d) Son los finales de carrera que están en el interior del motor.
11. **¿De cuántos cables de conexión dispone un otor de persiana?**
    a) Uno para la subida, otro para la bajada y la toma de tierra.
    b) Subida, bajada, neutro y toma de tierra.
    c) Fase y neutro.
    d) Subida, bajada, neutro y las salidas de los finales de carrera.
12. **Un detector de onóxido de carbono debe instalarse respecto al suelo a:**
    a) Una distancia mínima de 1 m.
    b) Una distancia máxima de 1,5 m.
    c) Una distancia máxima de 1 m.
    d) Un distancia mínima de 1,5 m.
13. **Un detector de inundación debe instalarse:**
    a) Lo más lejos del suelo posible.
    b) A mitad de camino entre el suelo y el techo.
    c) Lo más cerca del suelo posible.
    d) s indiferente.
14. **Con un detector de lu inosidad, es posible:**
    a) Gestionar circuitos de iluminación por presencia de personas.
    b) Activar motores de ventilación por superación de una temperatura.
    c) Detectar la presencia de líquido en una estancia.
    d) Gestionar la subida y bajada de persianas en función de la luz ambiente.
15. **Un cronoter ostato es:**
    a) Un PIR.
    b) Un detector de luminosidad.
    c) Un termostato.
    d) Un aerostato.
16. **Un sensor agnético dispone de:**
    a) Una bobina.
    b) Un final de carrera.
    c) Un contacto que se abre y se cierra con un imán.
    d) Un sensor de luz.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

Activación de un avisador acústico y otro luminoso mediante un detector de calor

Herra ientas

- Herramientas básicas del electricista
- Polímetro
- Barrena
- Material de dibujo

Material

- 5 m de tubo corrugado de 16 mm de diámetro
- Una caja de registro de 100 × 100
- Un detector de humos de instalación en superficie y disparo por relé
- Abrazaderas para el diámetro de tubo utilizado
- Regletas de conexión de 10 mm²
- Un magnetotérmico bipolar
- Una caja cubrebornes para dos cuerpos
- Un portalámparas
- Una bombilla de 230 V
- Un zumbador o avisador acústico
- Varios metros de cable de 1,5 mm²
- Tirafondos y arandelas

Objetivo

- Montar y conectar dos actuadores de señalización acústica y luminosa para avisar del disparo de un detector.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegurarse de ue todos los conductores y aparatos ue intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipular las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.
- Si fuera necesario, consultar el manual de instrucciones para la conexión del detector.

Desarrollo

1. Montar sobre el panel de pruebas la siguiente canalización con tubo corrugado. Las medidas de la figura son aproximadas. Hay ue adaptarlas a las necesidades de tu panel de pruebas.
2. Observa el siguiente es uema de conexión. En él se activan un avisador acústico y una lámpara en paralelo a través del contacto de un detector de calor o humos.

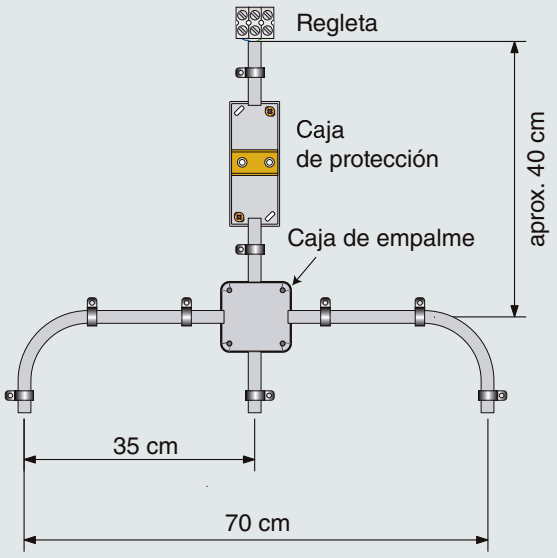


Figura 12.56. Montaje de la canalización.

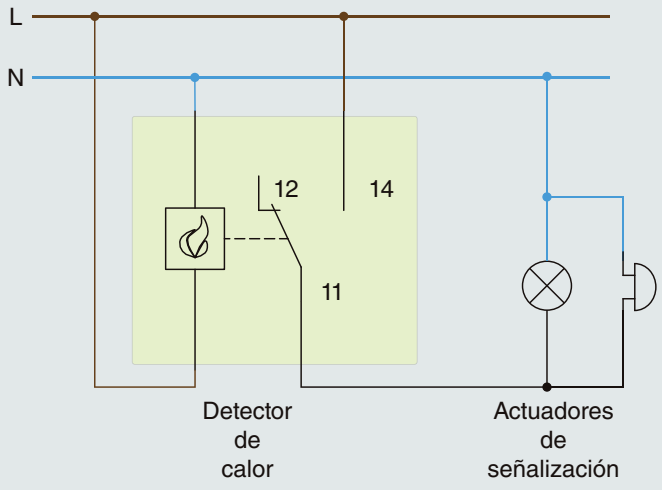


Figura 12.57. squema de conexión.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3. Introducir los cables en la canalización. Si fuera necesario, utilizar la guía pasacables.

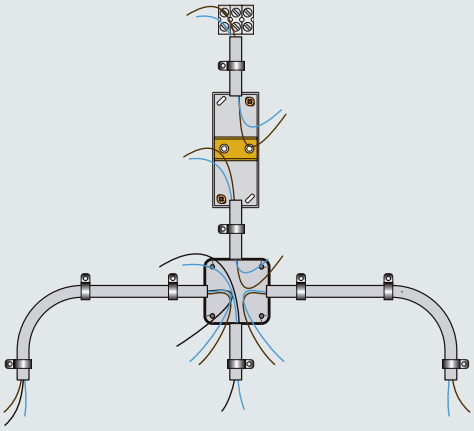


Figura 12.58. Cableado del panel de pruebas.

4. Unir la regleta de la red de alimentación con los bornes de entrada del interruptor magnetotérmico.
5. Conectar los bornes de los dos cables ue van a la caja de registro con los bornes de salida del interruptor magnetotérmico.
6. Realizar los empalmes necesarios en la caja de registro.
7. Conectar el detector y fijarlo con tirafondos al panel de pruebas. Hay ue tener en cuenta ue el detector necesita estar alimentado por la red eléctrica mediante la fase y el neutro. Además, tiene un contacto de utilización normalmente abierto, ue es el encargado de activar los elementos de señalización.
8. Hacer lo mismo con los dos actuadores (lámpara y avisador acústico).
9. Poner la tapa de la caja de registro, de la caja de protección y de cual uiera de los elementos ue intervienen en el circuito.

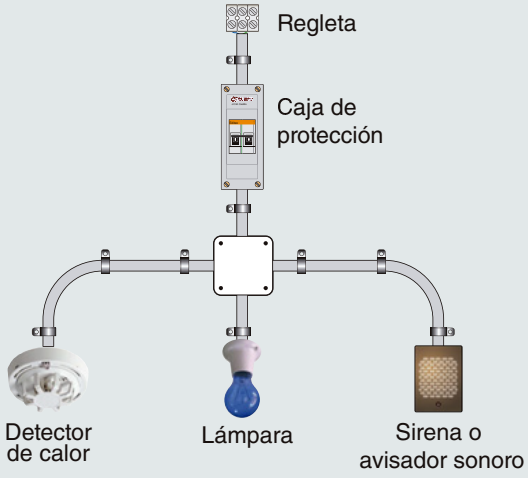


Figura 12.59. Montaje completamente terminado.

Figura 12.60. Disparo del detector.

10. Conectar el montaje a la red eléctrica.
11. Aplicar calor con un secador de pelo sobre el detector para comprobar ue se dispara y se activan los actuadores de señalización.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 1

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herra ientas

- Herramientas básicas del electricista
- Barrena
- Flexómetro, escuadra y cartabón

Material

- Guía pasacables
- 8 m de tubo corrugado de 16 mm de diámetro
- Tres cajas de registro de 100 x 100
- Un detector de presencia para caja universal
- Abrazaderas para el diámetro de tubo utilizado
- Regletas de conexión de 10 mm^2
- Un magnetotérmico bipolar
- Una caja cubrebornes para dos cuerpos
- Dos portalámparas
- Dos bombillas de 230 V
- Dos cajas universales
- Un conmutador
- Varios metros de cable de 1,5 mm^2
- Abrazaderas para el tubo corrugado
- Tirafondos y arandelas

Montaje de un detector de presencia para el encendido de lámparas

Objetivo

- Montar y comprobar el funcionamiento de un detector de presencia para el control de un circuito de lámparas.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de ue todos los conductores y aparatos ue intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.
- Lee las instrucciones del fabricante para la conexión del interruptor de presencia.

Desarrollo

1. Siguiendo la disposición de la figura 12.61, monta los elementos de canalización necesarios para realizar esta práctica.
2. Dibuja el es uema de conexión necesario para activar las dos lámparas desde el interruptor de presencia.
3. Monta sobre el tablero el circuito y comprueba su funcionamiento.

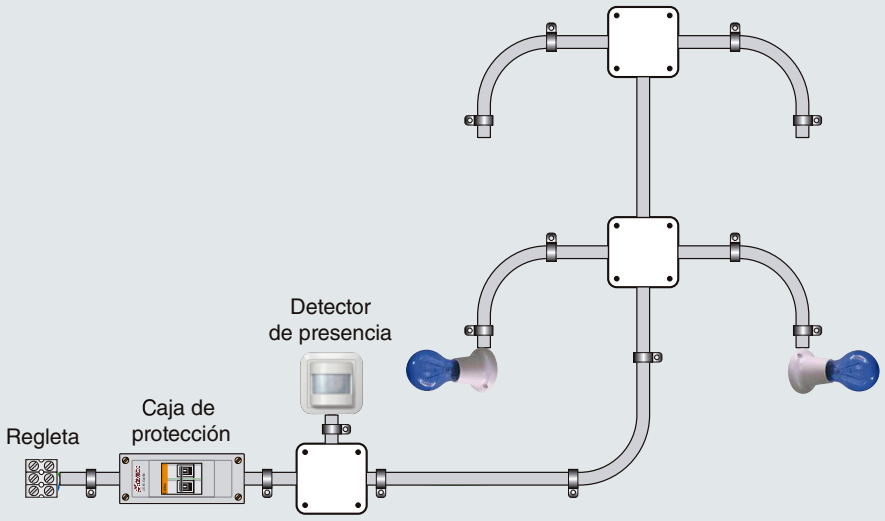


Figura 12.61. squema de conexión.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Ampli ción del circuito p r funcion miento m nu l- utomático:

4. Estudia el siguiente es uema para ue el circuito disponga de dos modos de funcionamiento:
   - **Automático:** las lámparas se activan mediante el detector de presencia, según lo indicado anteriormente.
   - **M nu l:** las lámparas se activan mediante un interruptor sin atender al detector de presencia.

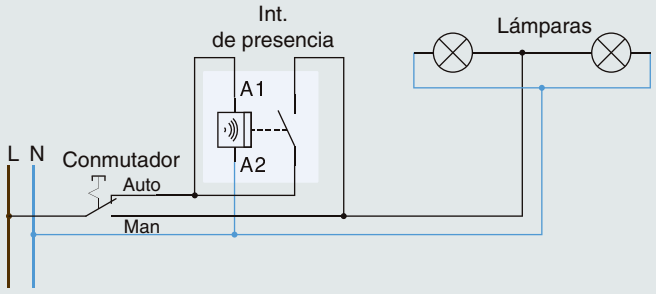


Figura 12.62.

Para ello se debe utilizar un conmutador cuyo funcionamiento es el siguiente:

- En el modo automático, el conmutador alimenta el detector y aplica la fase a su contacto de aplicación. En este caso, las lámparas se encenderán o apagarán si el PIR detecta presencia en su entorno.
- En el modo manual, el conmutador desconecta el PIR y su contacto y aplica la fase directamente a las lámparas.

5. Monta el conmutador como se muestra en la figura 12.63.

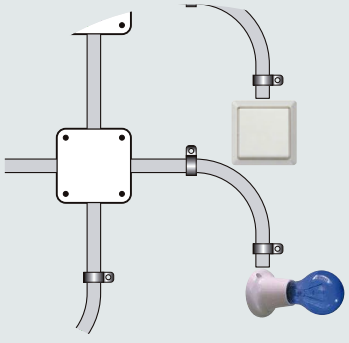


Figura 12.63. Ubicación del interruptor para la conmutación manual-automática.

6. Introduce los cables necesarios bajo los tubos del panel de pruebas.
7. Realiza las conexiones en la caja de registro y ponle la tapa.
8. Alimenta el circuito y prueba su funcionamiento.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 2

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- Barrena
- Caja pasacables

Material

- El tablero con el montaje de la canalización de la ficha del trabajo anterior
- Cuatro portalámparas y sus respectivas lámparas
- Varios metros de cable de 1,5 mm²
- Dos portalámparas
- Un interruptor crepuscular
- Un interruptor para caja universal
- Un interruptor horario
- Una caja universal
- 10 cm de raíl DIN
- Regletas de conexión
- Tirafondos y arandelas

Encendido de lámparas mediante un interruptor crepuscular

Objetivo

- Montar y comprobar el funcionamiento de un interruptor crepuscular para el control de un circuito de lámparas. Insertar elementos añadidos para el control manual y la gestión de la energía.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.
- Identifica adecuadamente los bornes del órgano de mando y el contacto del interruptor crepuscular.

Desarrollo

Caso 1. Encendido automático de lámparas con interruptor crepuscular:

1. Sobre el panel de la ficha de trabajo anterior, fija el interruptor crepuscular y las lámparas según se muestra en la figura 12.64.
2. Realiza las conexiones siguiendo el siguiente esquema. El interruptor crepuscular debe encender a la vez las cuatro lámparas en paralelo.
3. Prueba el funcionamiento del circuito tapando con un paño o una caja el interruptor crepuscular.
4. Observa que el apagado de las lámparas, una vez que el interruptor crepuscular recibe de nuevo la luz, no es instantáneo.

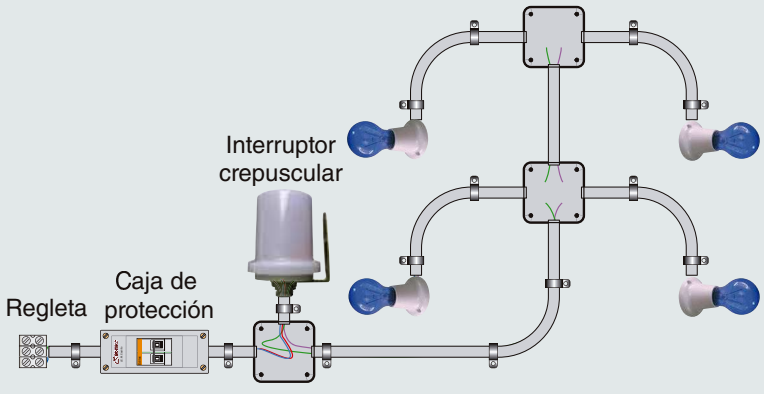


Figura 12.64. Montaje a realizar.

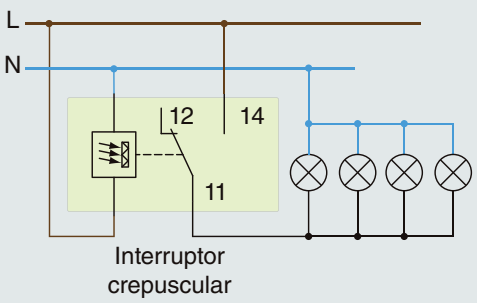


Figura 12.65. Esquema de conexión del interruptor crepuscular.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

C so 2. Control m nu l del encendido:

5. Añade un interruptor en paralelo con el contacto del interruptor crepuscular para encender las lámparas manualmente. El es uema es el siguiente:

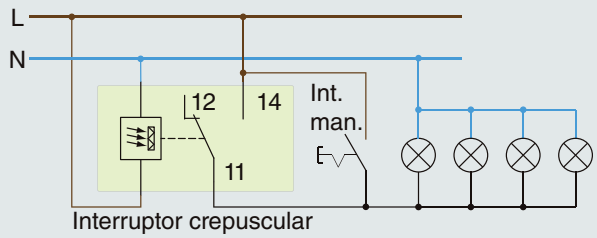


Figura 12.66. squema del circuito con interruptor de activación manual de las lámparas.

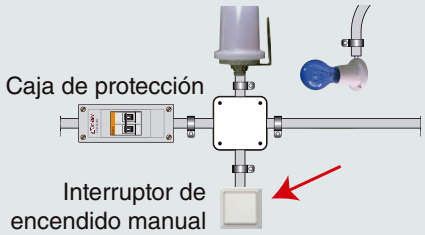


Figura 12.67. Ubicación del interruptor manual.

6. El nuevo interruptor se debe ubicar bajo la caja de registro ue está a la derecha de la caja de protección.
7. Prueba el funcionamiento del circuito. Comprueba ue las lámparas se encienden de forma automática cuando cubres con el paño el interruptor crepuscular y de forma manual con el nuevo interruptor.

C so 3. Gestión de l energí por discrimin ción hor ri :

8. En esta variante del circuito, se desea ue todas las lámparas se activen con interruptor crepuscular, pero ue dos de ellas se apaguen cuando llegue una determinada hora nocturna. El es uema del circuito es el siguiente:

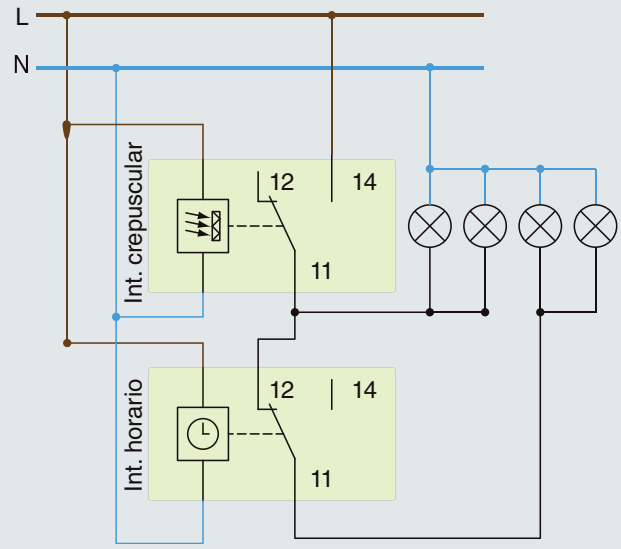


Figura 12.68. squema con interruptor horario.

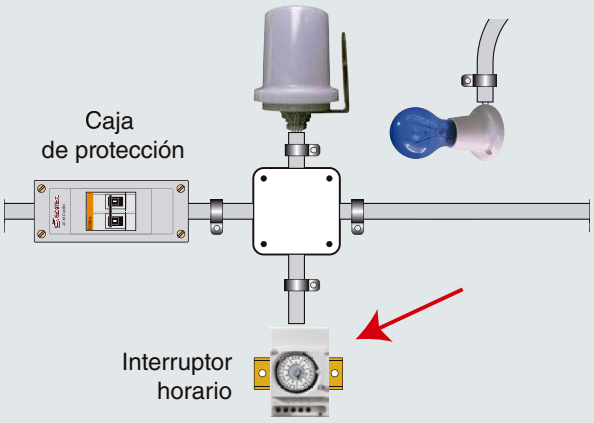


Figura 12.69. Ubicación del interruptor horario.

9. En el panel de pruebas, sustituye el interruptor de encendido manual de las lámparas por el interruptor horario y conéctalo en el circuito, según se muestra en el es uema de la figura 12.69.
10. Programa dicho dispositivo para ue se dispare desde las 3:00 h a las 9:00 h.
11. Con el interruptor crepuscular cubierto con el paño, prueba el funcionamiento del circuito forzando el disparo del interruptor horario a horas nocturnas y diurnas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 3

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herra ientas

- Herramientas básicas del electricista
- Polímetro
- Barrena
- Material de dibujo

Material

- 10 m de tubo corrugado de 16 mm de diámetro
- Dos cajas de registro de 100 × 100
- Un detector de inundación de instalación en superficie con sonada externa y disparo por relé
- Regletas de conexión de 10 mm²
- Un magnetotérmico bipolar
- Una caja cubrebornes para dos cuerpos
- Un portalámparas
- Una electroválvula con bobina a 230 V
- Un zumbador o avisador acústico
- Varios metros de cable de 1,5 mm²
- Abrazaderas para el tubo corrugado
- Tirafondos y arandelas

Actuación de una electroválvula mediante un detector de inundación

Objetivo

- Realizar la instalación eléctrica necesaria para monitorizar y controlar la entrada de agua en una estancia de una vivienda con riesgo de inundación.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de ue todos los conductores y aparatos ue intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.
- Si fuera necesario, consulta el manual de instrucciones para la conexión del detector de inundación.

Desarrollo

1. Utilizando el panel y la canalización de la práctica anterior, amplíalo con los tubos y las cajas de registro necesarios para realizar el montaje mostrado en la figura 12.70.
2. Utilizando el es uema como referencia (véase la figura 12.71), pasa los cables necesarios por la canalización.
3. Realiza los empalmes en las cajas de registro y conexiona todos los elementos ue intervienen en el circuito.
4. Fíjalos al tablero de pruebas y tapa todas las cajas para ue no ueden conexiones al aire.
5. Conecta el montaje a la red eléctrica y, con un vaso lleno de agua, humedece la sonda del detector de inundación, comprobando ue la electroválvula y el avisador acústico se activen.

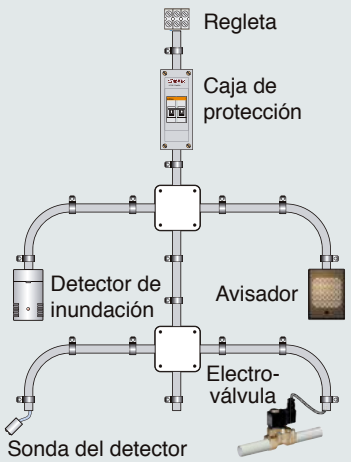


Figura 12.70. Montaje completo.

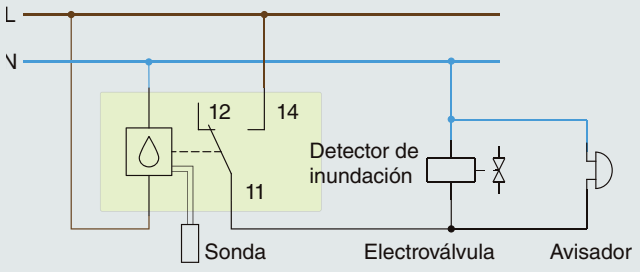


Figura 12.71. squema de conexión.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 4

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Control de un motor de persiana con pulsador inversor electromecánico

Herra ientas

- Herramientas básicas del electricista
- Polímetro
- Barrena
- Material de dibujo

Material

- Tubo corrugado de 16 mm de diámetro
- Una caja de registro de 100 × 100
- Un magnetotérmico bipolar
- Una caja cubrebornes de dos cuerpos
- Un pulsador inversor electromecánico para el control de los motores de persiana
- Un motor de persiana
- Cable de 1,5 mm²
- Abrazaderas para el tubo corrugado
- Tirafondos y arandelas
- Regletas de conexión de 10 y 16 mm²

Objetivo

- Conexionar un motor de toldo o persiana a un interruptor electromecánico para controlar desde él la inversión del sentido de giro.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de ue todos los conductores y aparatos ue intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.
- Si fuera necesario, consulta el manual de instrucciones del pulsador inversor para ver su conexión al motor y a la red eléctrica.

Desarrollo

1. Monta la canalización mostrada en la figura 12.72.
2. Fíjate en el es uema de conexión e introduce los cables por la canalización.
3. Realiza las conexiones en la caja de registro y en los elementos.
4. Fíjalos todos al panel de prueba.
5. Tapa la caja de empalme y la de protección.
6. Conecta el cable de prueba a la regleta de alimentación.
7. Comprueba el funcionamiento del circuito observando ue, al pulsar un botón del pulsador, el motor gira en un sentido y, al hacerlo sobre el otro, se invierte dicho sentido.

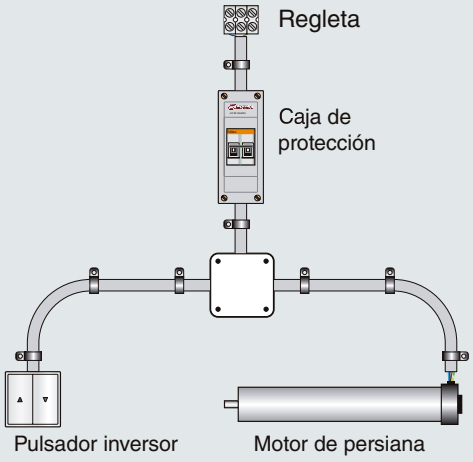


Figura 12.72. Montaje en el panel de pruebas.

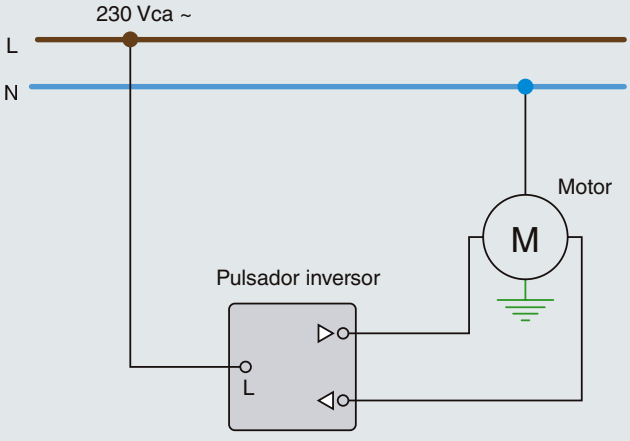


Figura 12.73. squema de conexión.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 5

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herra ientas

- Herramientas básicas del electricista
- Polímetro
- Barrena
- Material de dibujo

Material

- Todos los materiales utilizados en el montaje de la ficha de trabajo anterior más los que se enumeran a continuación
- Dos lámparas de 230 V
- Dos portalámparas de montaje en superficie
- Cable de 1,5 mm²
- Abrazaderas para el tubo corrugado
- Tirafondos y arandelas
- Regletas de conexión de 10 y 16 mm²

Control de un motor de persiana con señalización luminosa para la subida y la bajada

Objetivo

- Conexionar un motor de toldo o persiana a un interruptor electromecánico para controlar desde él la inversión del sentido de giro y señalar ambos movimientos.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de ue todos los conductores y aparatos ue intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.

Desarrollo

1. Basándote en el montaje de la ficha de trabajo anterior, amplía la canalización como se muestra en la figura 12.74.
2. Fija los dos portalámparas en los extremos de los tubos de la parte inferior del panel de pruebas.
3. Fíjate en el es uema de conexión e introduce los cables necesarios para realizar esta ampliación.
4. Realiza las conexiones en la caja de registro y en los elementos.
5. Fíjalos todos ellos al panel de pruebas.
6. Tapa la caja de empalme y la de protección.
7. Conecta el cable de prueba a la regleta de alimentación.
8. Comprueba el funcionamiento del circuito observando ue se enciende la lámpara correspondiente cuando el motor gira en un sentido u otro.

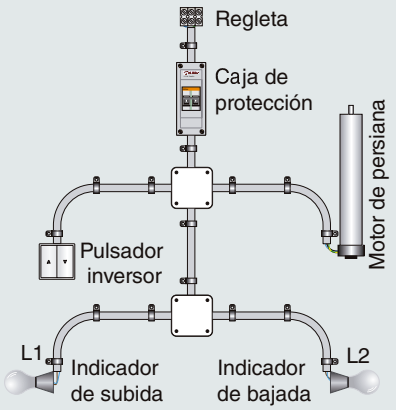


Figura 12.74. Montaje en el panel de pruebas.

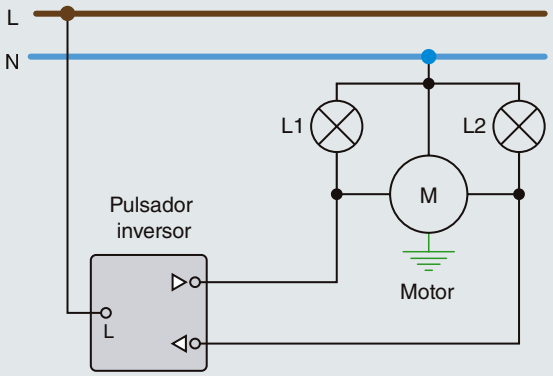


Figura 12.75. squema de conexión.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 6

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Control centralizado de persianas

Herra ientas

- Herramientas básicas del electricista
- Polímetro
- Barrena

Material

- Material de dibujo
- Tubo corrugado de 16 mm de diámetro
- Cuatro cajas de registro de 100 × 100
- Cuatro pulsadores inversores electrónicos con posibilidad de conexión centralizada
- Un magnetotérmico bipolar
- Una caja cubrebornes de dos cuerpos
- Cuatro cajas universales
- Tres motores de persiana
- Cable de 1,5 mm²
- Abrazaderas para el tubo corrugado
- Tirafondos y arandelas
- Regletas de conexión de 10 y 16 mm²

Objetivo

- Controlar de forma individual y centralizada tres motores de persianas, o de toldos, con pulsadores inversores electrónicos.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de ue todos los conductores y aparatos ue intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red eléctrica.
- Consulta el manual de instrucciones de los pulsadores para conocer la conexión entre ellos utilizando la función de mando centralizado.

Desarrollo

1. Sobre el panel de pruebas, monta la canalización y los mecanismos como se muestra en la figura 12.76.
2. Fíjate en el es uema de conexión de la figura 12.77 e introduce los cables en los tubos.
3. Realiza las conexiones en cada uno de los elementos y las cajas de empalme.
4. Conecta el cable de prueba a la regleta de alimentación.
5. Comprueba el funcionamiento del circuito observando ue cada motor se pueda controlar de forma individual desde el pulsador correspondiente y de forma centralizada desde el pulsador general.

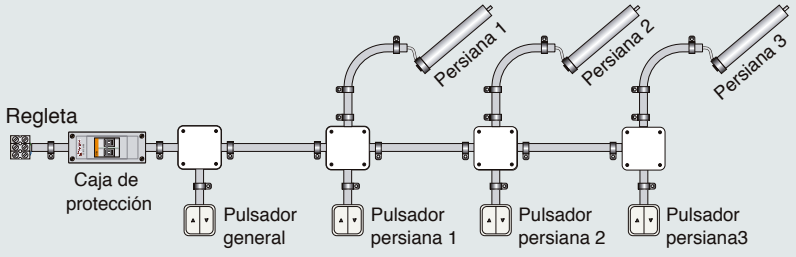


Figura 12.76. jemplo de conexión de pulsadores de la firma Merten para el control centralizado.

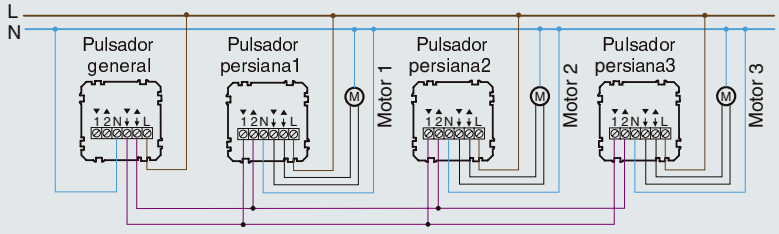


Figura 12.77. jemplo de conexión de pulsadores de la firma Merten para el control centralizado.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

13 Domótica con relés programables

Vamos a conocer...

1. Autómatas programables
2. Relés programables
3. Conexión de un relé programable
4. Programación
5. Uso de funciones especiales

PRÁCTICA RESUELTA

Cableado y programación de un relé programable en un circuito de iluminación

FICHA DE TRABAJO 1

Programación de telerruptores temporizados

FICHA DE TRABAJO 2

Telerruptores temporizados con bloqueo del apagado automático

Y al finalizar esta unidad...

- Conocerás qué es y para qué se utiliza un relé programable.
- Conectarás sensores a sus entradas y actuadores a sus salidas.
- Programarás de forma básica un relé programable en lenguaje de contactos.
- Montarás un relé programable para controlar diferentes tipos de circuitos utilizados en domótica.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

1. Autómatas programables

Un autómata programable, también denominado **PLC (Controlador Lógico Progra able)**, es un dispositivo electrónico capaz de gestionar circuitos de automatismos eléctricos de forma programada.

Figura 13.1. Autómata programable industrial.

n la actualidad, el uso de los autómatas programables está generalizado en ambiente industrial, aunque en otros campos, como el de la domótica, también tiene gran presencia.

Los PLC permiten procesar de forma inteligente las señales procedentes de multitud de variables físicas existentes en los procesos industriales y actuar en consecuencia.

Figura 13.2. Diferentes modelos de autómatas programables industriales.

2. Relés programables

Conceptualmente son similares a los autómatas programables, pero en ellos el procesamiento de los programas es más lento, y disponen de menor potencia de cálculo.

Sin embargo, como son mucho más económicos que sus hermanos mayores, más sencillos de programar y de fácil instalación, se han hecho muy populares en todo tipo de instalaciones (domésticas o industriales) que requieran sencillos circuitos de automatización.

Figura 13.3. Diferentes modelos de relés programables (LOGO! de Siemens, Zelio de Telemecanique y ZEN de Omron).

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Saber más

El relé o autómata programable permite realizar instalaciones en las que el nodo domótico está centralizado.

Su instalación se realiza generalmente en el cuadro general de protección.

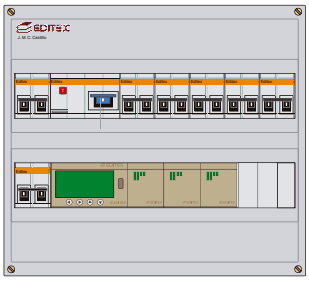


Figura 13.4. Relé programable en el cuadro general de protección de la vivienda.

Figura 13.6. Fuente de alimentación para relé programable (cortesía de Omron).

2.1. Partes de un relé programable

Los relés programables constan de un módulo principal, que dispone de un teclado, la pantalla de cristal líquido, el puerto de conexión al ordenador y los bornes de entrada y salida.

A este módulo principal se le pueden conectar por un lateral otros módulos de expansión para entradas o salidas adicionales, o para funciones de comunicación (bus KNX, módem telefónico, etc.).

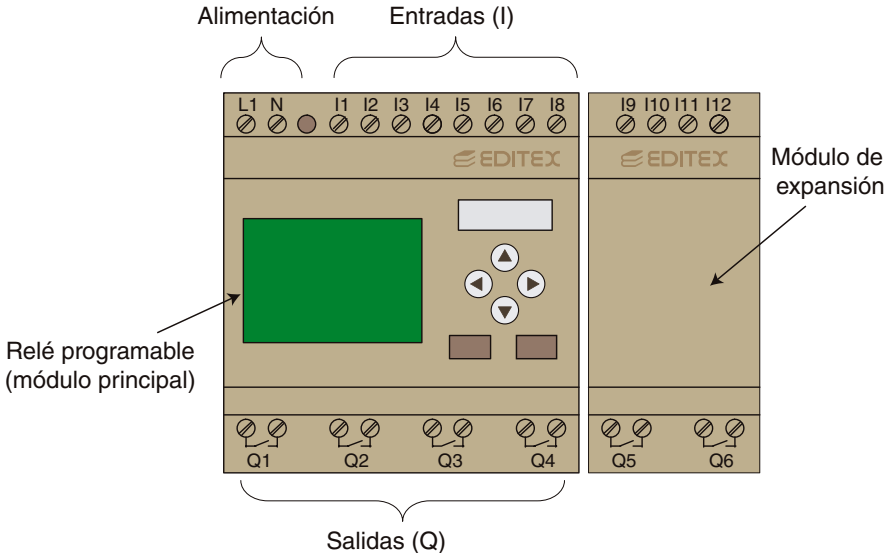


Figura 13.5. artes de un relé programable.

3. Conexión de un relé programable

n los relés programables es necesario realizar tres tipos de conexiones: para la alimentación eléctrica para los sensores a las entradas y para los actuadores a las salidas.

3.1. La alimentación eléctrica

Dependiendo del modelo y el lugar en el que se instalen, la alimentación de los relés programables puede hacerse a 230 Vca o 24 Vcc.

Los primeros se conectan directamente a la red de alimentación de 230 V. Los segundos necesitan una fuente de alimentación externa que convierta los 230 V de la corriente alterna en 24 V de corriente continua.

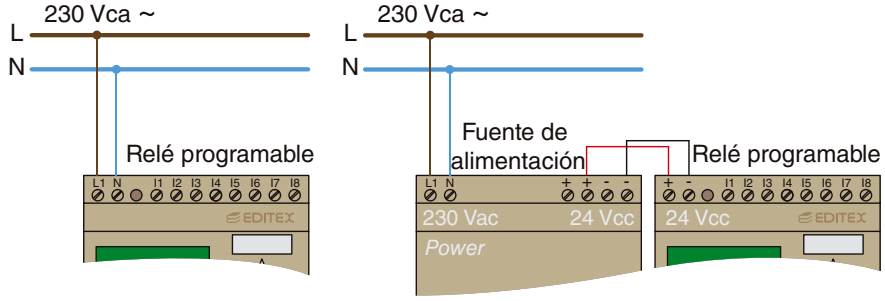


Figura 13.7. Relé programable alimentado a 230 V y relé programable alimentado a 24 Vcc.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

3.2. Conexión de sensores a las entradas

Según el modelo de autómata o relé programable, la conexión de los sensores a las entradas puede hacerse de diferentes formas, pero la que aquí se muestra es una de las más utilizadas. n ella se da una fase de referencia (L en sistemas de 230 Vcc y + en sistemas de 24 Vcc) para alimentar todos los sensores por un borne común. Así, el borne sobrante conecta cada sensor de forma individual a su entrada correspondiente.

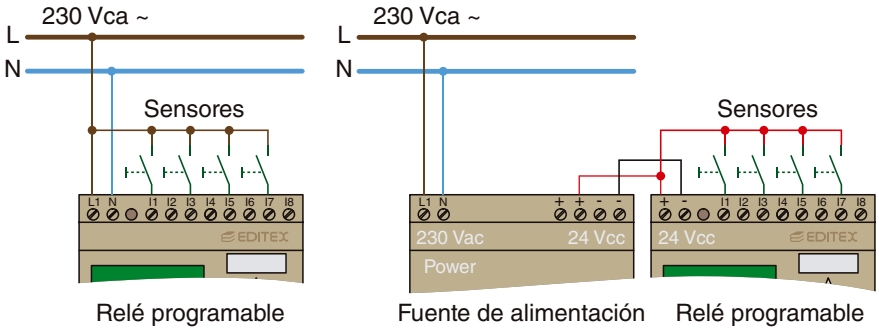


Figura 13.8. Ejemplo de conexión de sensores a 230 Vca y a 24 Vcc.

3.3. Conexión de actuadores a las salidas

De igual forma que en las entradas, la conexión de los actuadores a las salidas depende en gran medida del tipo autómata o relé programable.

A continuación se muestra cómo se realiza la conexión en los modelos con salidas a relés. stos están muy extendidos, ya que la conexión de sus salidas no está condicionada a una tensión determinada.

 n la figura se detalla cómo se han conectado dos lámparas y una electroválvula de 230 Vca a las salidas de un relé programable.

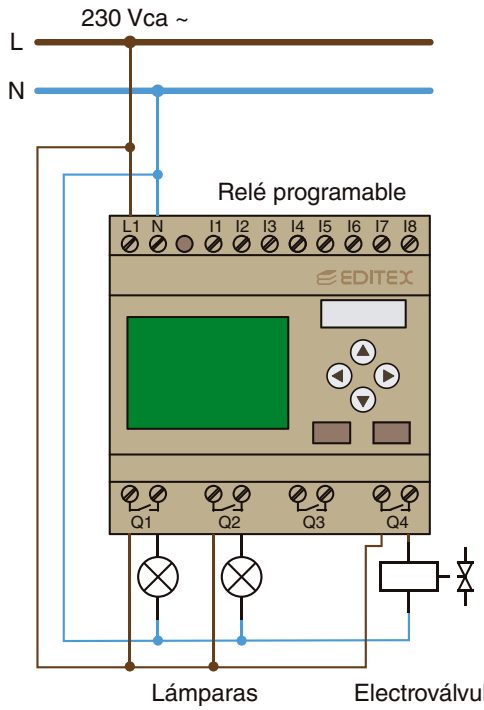


Figura 13.9. Actuadores de 230 V conectados a las salidas de un relé programable.

En tu profesión

Antes de conectar a la red un relé programable, es importante conocer las características eléctricas de las entradas y salidas para evitar que una conexión errónea dañe el dispositivo de forma irreparable.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Figura 13.10. antalla y teclado de un relé programable (cortesía de Siemens).

Saber más

El uso de conexiones Ethernet facilita la comunicación del relé programable con el dispositivo de programación y con otros relés programables que pudieran estar en su misma red.

Saber más

En la actualidad, dos son los lenguajes utilizados principalmente en la programación de relés programables: el denominado de **contactos o Ladder** y el de **bloques de funciones.** En este libro se ha decidido utilizar el primero por su similitud a los esquemas eléctricos cableados.

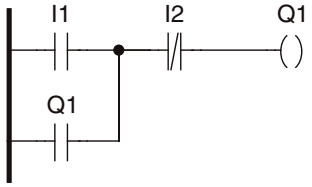


Figura 13.12. rograma en lenguaje de contactos.

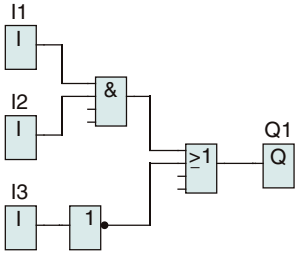


Figura 13.14. rograma en bloque de funciones.

4. Programación

n la actualidad, tanto los autómatas como los relés programables pueden programarse a través de un ordenador personal mediante un *software* específico diseñado por el fabricante.

Figura 13.11. rogramación de un relé programable mediante ordenador.

Además, muchos modelos de relés programables disponen de un sencillo teclado en su frontal que permite la programación y visualización sin necesidad de ordenador.

4.1. Simbología utilizada en la programación

Los elementos externos conectados al autómata (sensores y actuadores) se deben identificar adecuadamente en el programa de usuario para su posterior procesamiento.

Los elementos básicos para la programación de contactos son los siguientes:

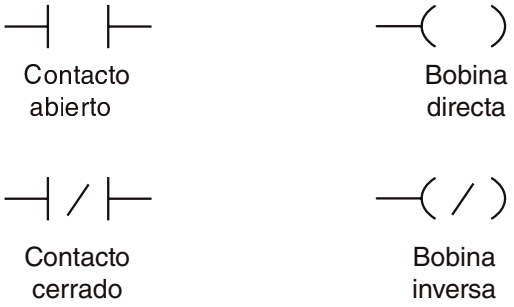


Figura 13.13. Símbolos básicos de contactos y bobinas utilizados en relés programables.

Cada elemento de programación se identifica con una letra (operando) que hace referencia a una zona de memoria del autómata (entradas, salidas, etc.) y a un número, que es el orden que establece el elemento en el programa.

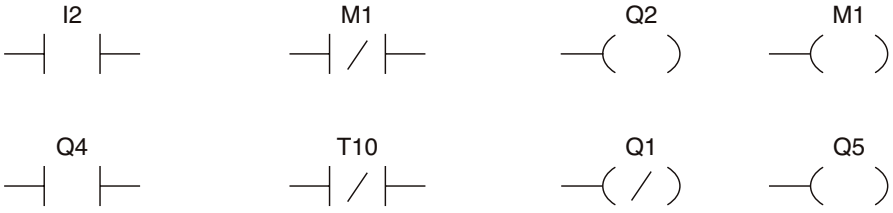


Figura 13.15. Ejemplo de identificación de los elementos de programación.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Los operandos característicos en la programación son los siguientes:

Entradas (I):

Las entradas detectan el estado de los sensores conectados a ellas. Se identifican con la letra I y tienen asociados los símbolos de los contactos (abiertos o cerrados).

Salidas (Q):

Se encargan de activar los actuadores y preactuadores. Se identifican con la letra Q y tienen asociados los símbolos de bobinas (directas o inversas) y de los contactos (abiertos o cerrados).

La de tipo directo se activa cuando el valor de la red de contactos a la que está conectada produce algo similar a un paso de corriente en un circuito eléctrico. La de tipo negado hace lo contrario en la misma situación.

Marcas (M):

También llamadas memorias o bits internos. Tienen un comportamiento similar al de los relés auxiliares en los automatismos cableados y se identifican con la letra M.

Las marcas tienen asociados los símbolos de bobinas (directas o inversas) y de los contactos (abiertos o cerrados).

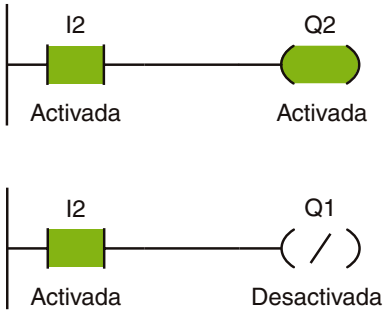


Figura 13.16. Ejemplo de programa con bobina directa e inversa.

4.2. Operaciones con contactos

n lo básico, las operaciones con contactos se realizan de forma similar a las de los circuitos eléctricos con cables.

n la siguiente figura se muestra cómo se representan dos circuitos eléctricos cableados para alimentar la bobina de un contactor o relé y su equivalente en lenguaje de contactos para un autómata o relé programable.

l primero representa una conexión de contactos en serie y el segundo una conexión de contactos en paralelo.

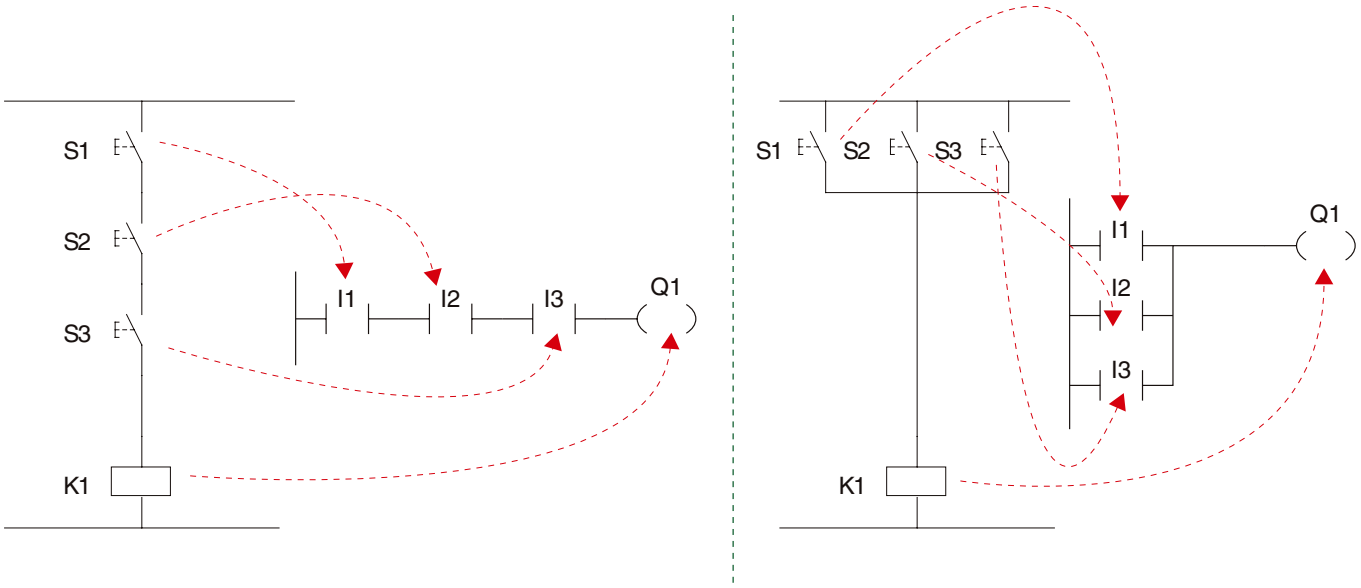


Figura 13.17. Ejemplos de dos esquemas eléctricos transformados en programas de contactos para autómatas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Veamos ahora dos ejemplo de programación:

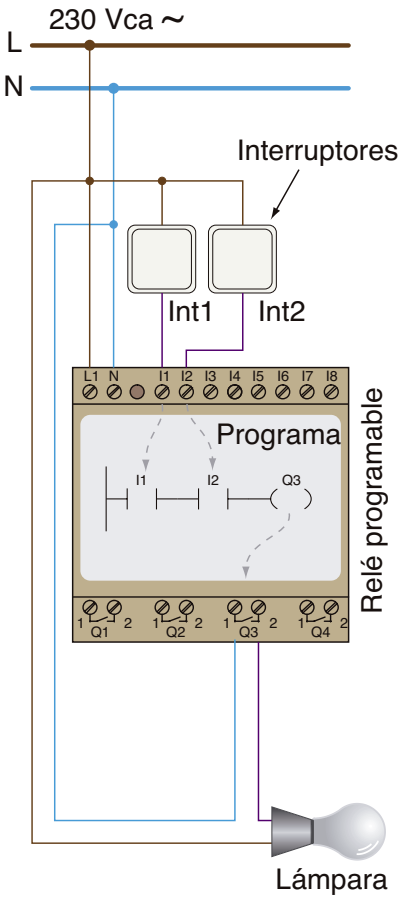


Figura 13.18. Ejemplo de programación 1.

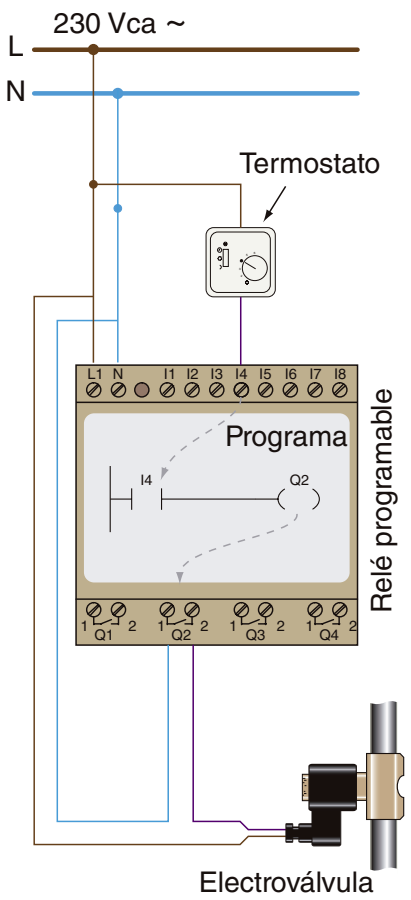


Figura 13.19. Ejemplo de programación 2.

n el **eje plo 1,** los interruptores Int1 e Int2 están conectados a las entradas I1 e I2, respectivamente. l programa que se ha realizado es el de las dos entradas en serie. Por tanto, la lámpara conectada a la salida Q3 no se activa hasta que ambos interruptores se encuentren cerrados.

n el **eje plo 2,** el termostato, conectado a la entrada I4, gestiona la apertura y cierre de la electroválvula de la caldera conectada a la salida Q2.

5. Uso de funciones especiales

Todos los relés programables disponen de bloques o funciones para realizar tareas especiales, como, por ejemplo, temporización, cómputo o activación en función de un horario preseleccionado.

stos bloques tienen un órgano de mando que se debe activar a través de un contacto o una combinación de ellos.

Cuando ocurre el evento para el que se ha diseñado el bloque (por ejemplo, temporizar en un temporizador), se dispara un contacto, o conjunto de contacto, asociado a él.

En tu profesión

Existen muchos tipos de temporizadores, pero los más utilizados son los denominados **a la conexión** y **a la desconexión.** Con los primeros, la salida se activa (conecta) después de un tiempo y con los segundo se desactiva (desconecta).

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

5.1. Temporizadores (T)

Los temporizadores generan eventos cuando alcanzan un valor de tiempo predeterminado; por ejemplo, desactivar un conjunto de lámparas después de un tiempo.

Dependiendo del relé programable, el temporizador se puede representar en formato de caja o como bobina.

n el ejemplo de la siguiente figura, al activar la entrada I1, el T03 comienza a temporizar. Una vez transcurrido el tiempo preprogramado, que en este caso es de 5 s, el contacto asociado al temporizador se cierra, activando la salida Q2.

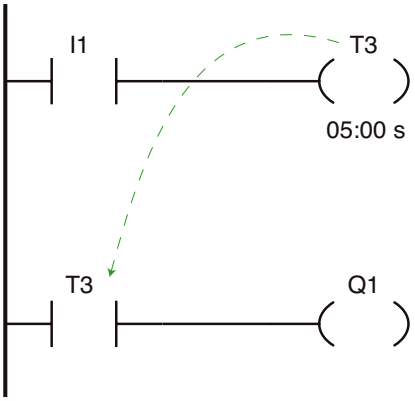


Figura 13.20. Representación de un temporizador en formato de bobina.

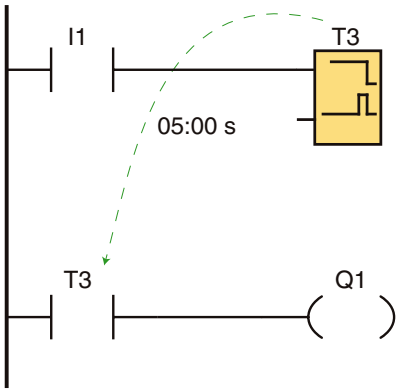


Figura 13.21. Representación de un temporizador en formato de caja.

5.2. Contadores (C)

Los contadores originan eventos cuando alcanzan un determinado número de sucesos. Por ejemplo, se pueden utilizar para contar el número de personas que acceden a una estancia o el número de vehículos que entran y salen de un garaje.

n el ejemplo de la figura, cada vez que se acciona la entrada I2, el contador C1 se incrementa en un pulso. Cuando el número de pulsos es igual a veinte (que es el dato preprogramado), el contacto de C1 activa la salida Q2. La entrada I3 permite «resetear» (poner a cero) el contador.

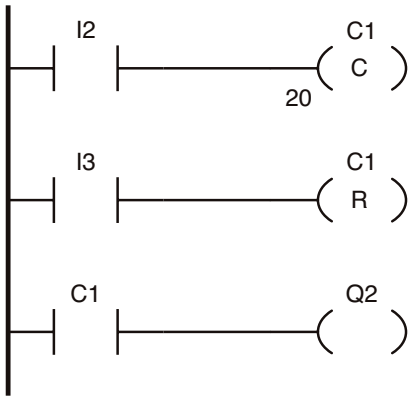


Figura 13.22. Representación de las operaciones de un contador en formato de bobina.

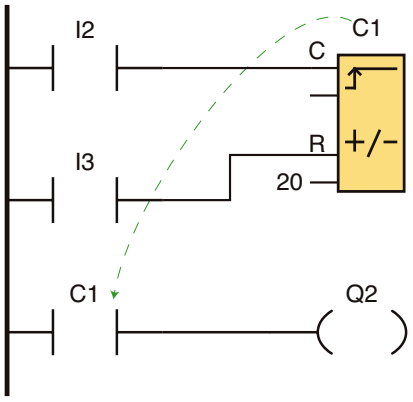


Figura 13.23. Representación de un contador en formato de caja.

Los contadores también disponen de una entrada para descontar.

ractica

Realiza la **práctica resuelta** y las **fichas de trabajo 1 y 2** de esta unidad.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Saber más

El relé de enclavamiento también se puede representar en formato de caja. En él, una entrada es el SET y la otra el RESET.

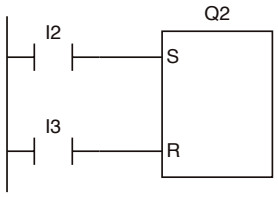


Figura 13.24. Relé de enclavamiento.

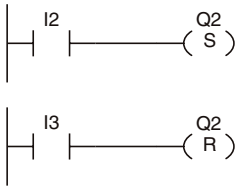


Figura 13.25. Uso de las bobinas de desactivación.

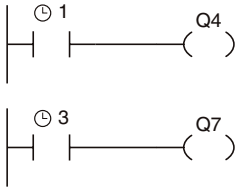


Figura 13.26. En este ejemplo, la leva 1 controla la activación y desactivación de la salida Q4 y la leva 3 hace lo mismo con la salida Q7.

Recuerda

En la unidad 3 realizaste un circuito cableado con un telerruptor.

Figura 13.28. Telerruptor.

5.3. Otras operaciones especiales

Dependiendo del modelo de relé programable, las funciones especiales pueden ser diferentes. Sin embargo, algunas son comunes para los de todos los fabricantes, como son las siguientes:

Relé de autoenclava iento (bobinas de activación y desactivación)

Las bobinas de activación y desactivación, también conocidas como relés de enclavamiento, permiten activar (y mantener) una salida mediante un pulso sobre la entrada S T, y desactivarla, mediante otro pulso, sobre la entrada R S T.

Se puede decir que un relé de enclavamiento es una función con memoria.

n el ejemplo siguiente, la salida Q2 se activa mediante I2 y se desactiva con I3.

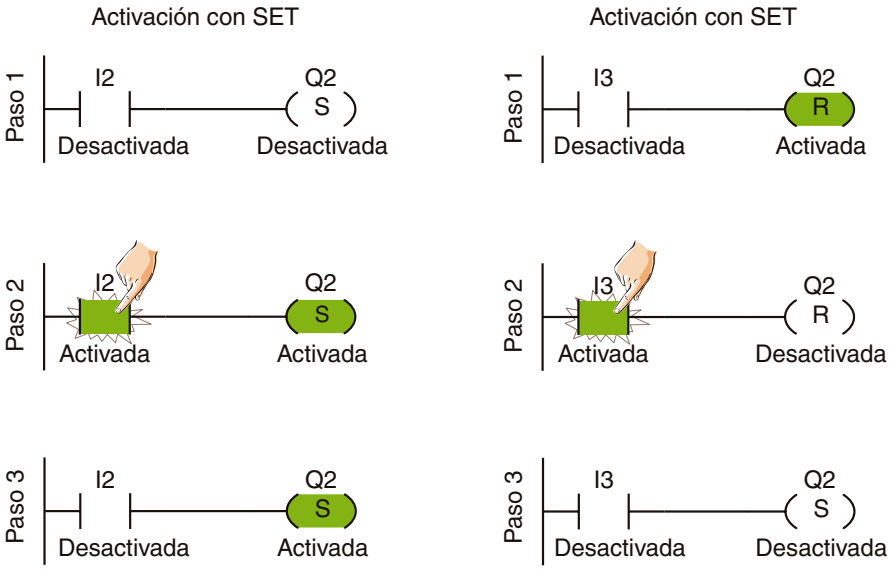


Figura 13.27. Ejemplo de funcionamiento de las bobinas de activación y desactivación.

Relojes horarios se anales

Son contactos, también denominados levas, que se activan o desactivan a una determinada hora y día de la semana, en función de la programación realizada por el usuario.

Función telerruptor

También denominado en algunos modelos como **interruptor inversor** o **relé de i pulsos**, permite realizar la función de activación y desactivación de una salida desde una misma entrada, dependiendo del estado anterior.

n el siguiente ejemplo, si la salida Q2 estaba activada, al accionar sobre I1 se desactiva. Sin embargo, si estaba desactivada, hace lo contrario.

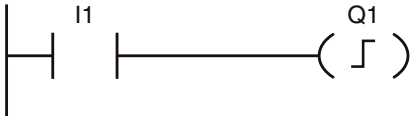
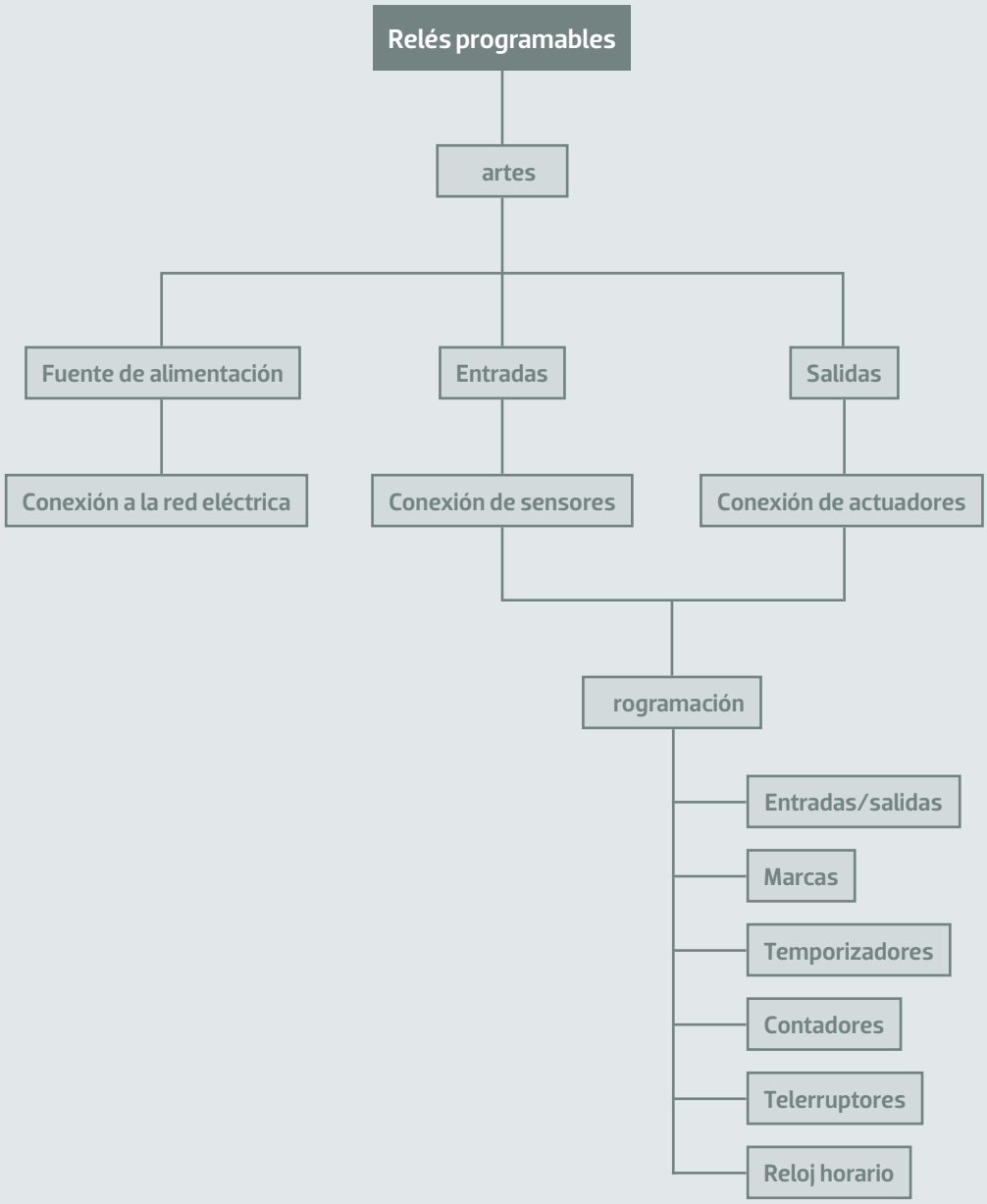


Figura 13.29. Salida (Q2) con función telerrruptor.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

EN RESUMEN



Entra en **internet**

1. Busca en Internet catálogos de diferentes modelos de relés programables. ¿Se programan todos igual?
2. Descarga el *software* de programación de los relés programables Zelio (Schneider Electric), LOGO! (Siemens) o ZEN (Omron). Instálalo en tu ordenador y comprueba con todos ellos los ejercicios de programación propuestos en la página de actividades.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

ACTIVIDADES FINALES

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. Utiliza un relé programable de al menos ocho entradas y cuatro salidas digitales. Conecta a sus entradas ocho pulsadores y a sus salidas cuatro lámparas y practica las siguientes actividades de programación:

a. Activa la lámpara 1 solamente si se cumple que los interruptores 1, 2 y 3 están accionados a la vez.

b. Activa la lámpara 2 si se acciona cualquiera de los siguientes interruptores: 4, 5 o 6.

c. Activa la lámpara 1 mediante un relé de enclavamiento (biestable). La entrada I1 activa y la I2 desactiva.

d. En la actividad anterior, haz que la lámpara se active mediante la entrada I1 o I3 y se desactive mediante I2 o I4.

e. Haz que cuatro lámparas se activen de forma secuencial con una cadencia de 0,5 s entre ellas. ara que la secuencia funcione, debe estar cerrado el interruptor de la entrada I7. Si este se abre, debe dejar de funcionar. La secuencia tiene que ser cíclica, de forma que, una vez que se hayan encendido todas las lámparas, se apaguen a los 0,5 s y el proceso comience de nuevo.

f. Utiliza un contador para contar y descontar mediante las entradas I5 e I6, respectivamente. Cuando el cómputo del contador llegué a veinte, debe encenderse la lámpara conectada a la salida Q4 del relé programable.

Dibuja en tu cuaderno el esquema con las conexiones realizadas en las entradas y salidas del relé programable para los ejemplos de esta unidad. Compara tu esquema con el de tu compañero de mesa.

2. En un circuito domótico basado en relé programable, se desea controlar dos líneas de radiadores eléctricos a través de sendos contactores cuyo funcionamiento es el siguiente:

a. Cada una de las líneas de calefacción debe activarse en función de la programación horaria dada al relé programable, cuyo funcionamiento debe estar condicionado a la temperatura ambiente mediante un termostato.

b. El interruptor monopolar se utiliza para controlar el funcionamiento o no del circuito de forma manual. Así, si este se encuentra en la posición «manual», las líneas de calefacción se activan sin tener en cuenta la programación horaria del relé programable. Si por el contrario se encuentra en la posición «automático», el circuito funcionará de acuerdo con la programación horaria.

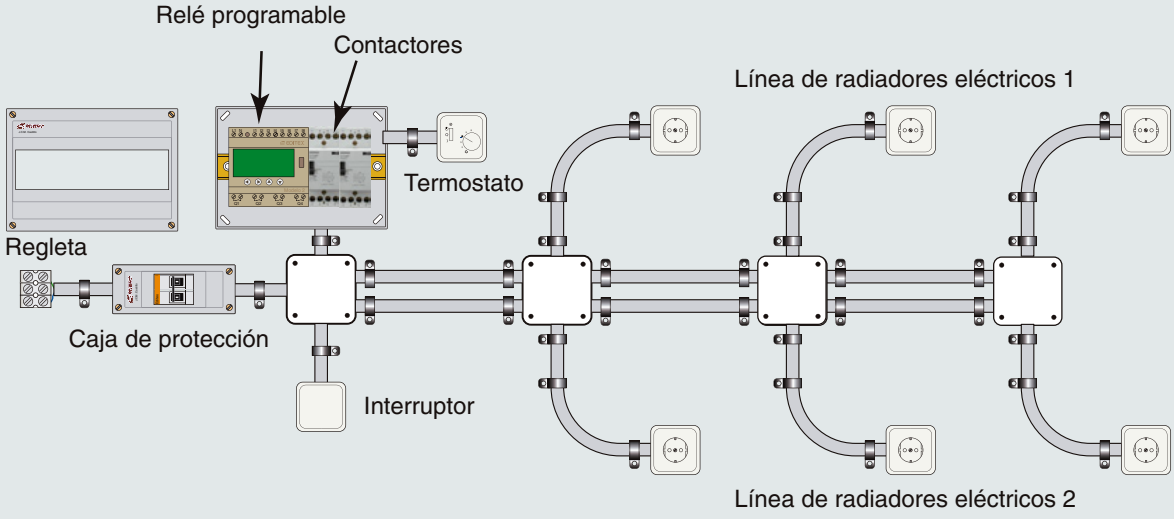


Figura 13.30.

Dibuja en tu cuaderno el esquema eléctrico del conjunto y el programa el relé programable para que funcione según lo descrito anteriormente.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Unidad 13

EVALÚA TUS CONOCIMIENTOS

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

1. **Un relé programable se conecta a 230 Vcc:**
   a) Siempre se conecta.
   b) Solamente las salidas.
   c) Depende del tipo y del modelo.
   d) Solamente las entradas.
2. **Los autómatas programables tienen su origen:**
   a) En las instalaciones de iluminación.
   b) En las instalaciones domóticas.
   c) En la industrial.
   d) En el sector de la instrumentación electrónica.
3. **Las entradas de un autómata programable se conectan siempre:**
   a) A la red de 230 Vca.
   b) A 24 Vcc.
   c) A cualquier tensión y tipo de corriente.
   d) Depende del tipo y del modelo.
4. **En un relé programable, un termostato se conecta a:**
   a) Una salida.
   b) Una entrada.
   c) Es indiferente.
   d) No se puede conectar.
5. **En un relé programable, una electroválvula se conecta a:**
   a) Una salida.
   b) Una entrada
   c) Es indiferente.
   d) No se puede conectar.
6. **Las entradas se identifican con la letra:**
   a) I. b) Q. c) O. d) M.
7. **Y las salidas, con la letra:**
   a) I. b) Q. c) O. d) M.
8. **Una marca es:**
   a) Una operación interna del relé programable.
   b) Una salida.
   c) Una entrada.
   d) Un tipo de sensor.
9. **Un contador se puede utilizar para:**
   a) Establecer el tiempo de disparo de un automático de escalera.
   b) Contar el número de personas que entra en un local.
   c) Activar la programación según un horario.
   d) Contar y descontar los vehículos que entran y salen de un aparcamiento.
10. **Un relé tiene un funcionamiento similar a:**
    a) Un automático de escalera. c) Un temporizador.
    b) Un contactor. d) Un IR.
11. **La función denominada relé de enclavamiento:**
    a) No tiene memoria.
    b) Activa una salida después de un tiempo.
    c) Tiene memoria.
    d) Activa una salida una vez que se ha contado una serie de pulsos.
12. **La función denominada relé de impulsos se conoce en electricidad como:**
    a) Temporizador a la conexión.
    b) Temporizador a la desconexión.
    c) Telerruptor.
    d) Automático de escalera.
13. **La entrada SET de una función como el relé de enclavamiento es:**
    a) ara activar una salida y mantenerla aunque cese la acción que la activó.
    b) ara activar una salida solamente si se mantiene la acción que la activa.
    c) Es la misma que la entrada RESET.
    d) Activar un temporizador.
14. **Si en un relé programable las entradas funciona a 24 Vcc, para obtener el valor lógico de activación:**
    a) Deben recibir la fase de la alimentación.
    b) Deben recibir el neutro de la alimentación.
    c) Deben recibir el positivo de la alimentación de 24 Vcc.
    d) Deben recibir el negativo de la alimentación de 24 Vcc.
15. **Si en un programa de autómatas dos contactos de M1 y M2 están en serie para activar la bobina de una salida Q1, significa que:**
    a) Cuando una u otro marca se activa, también lo hace la salida.
    b) ara que se active la salida deben estar las dos marcas activas a la vez.
    c) Con M1 se activa y con M2 se desactiva.
    d) Con M1 se activa después de un tiempo y con M2 se desactiva.
16. **Si se utiliza un relé de enclavamiento:**
    a) La función SET activa la salida.
    b) La función SET desactiva la salida.
    c) La función RESET activa la salida.
    d) La función RESET desactiva la salida.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

PRÁCTICA RESUELTA

Cableado y programación de un relé programable en un circuito de iluminación

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- olímetro
- Barrena

Material

- Ordenador y software de programación
- Tubo corrugado de 16 mm de diámetro
- Cuatro cajas de registro de 100 × 100
- Un relé programable
- Cuatro pulsadores
- Un magnetotérmico bipolar
- Una caja cubrebornes de dos cuerpos
- Una caja cubrebornes de tamaño adecuado para el relé programable
- Tres portalámparas
- Tres bombillas de 230 V
- Cable de 1,5 mm^2
- Abrazaderas para el tubo corrugado
- Tirafondos y arandelas
- Regletas de conexión de 16 y 10 mm^2
- Regletas de conexión de 10 mm^2

Objetivo

- Montar y cablear un relé programable para controlar un circuito de iluminación que funcione en modo telerruptor.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegurarse de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipular las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.
- Consultar en el manual de instrucciones del relé programable las indicaciones para su conexión y programación.

Desarrollo

Montar sobre el panel de pruebas la canalización y la aparamenta como se muestra en la figura 13.31.

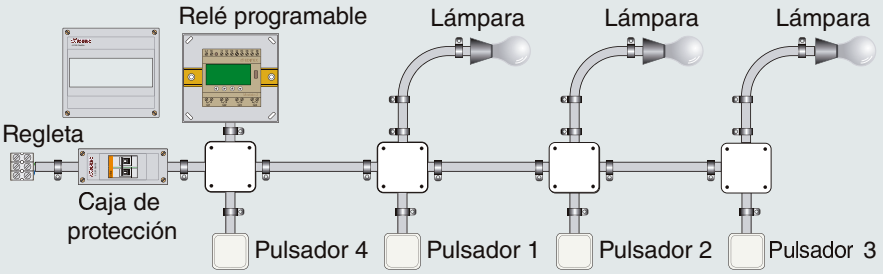


Figura 13.31. Montaje de la canalización y la aparamenta.

Caso 1. Telerruptor: todas las lámparas con todos los pulsadores:

1. Observar el esquema de conexión del **caso 1** (véase la figura 13.32) e introducir los cables por los tubos. Si es necesario, utilizar la guía pasacables.
2. Unir la regleta de la red de alimentación con los bornes de entrada del interruptor magnetotérmico.
3. Conectar los bornes de los dos cables que van a la caja de registro con los bornes de salida del interruptor magnetotérmico.
4. Realizar los empalmes necesarios en la caja de registro para que todos los pulsadores estén en paralelo y a su vez conectados a la entrada I1 del relé programable.
5. Hacer lo mismo con las lámparas para la salida Q1.
6. Poner la tapa de la caja de registro, de la caja de protección y de todos los elementos que intervengan en el circuito.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

7. Conectar el montaje a la red eléctrica y comprobar que el relé programable se enciende.
8. Comprobar que la acción sobre los pulsadores es detectada por la entrada del relé programable.
9. Con el teclado frontal, o desde un ordenador personal, cargar el programa del **caso 1,** que se muestra en la figura 13.34.
10. Poner el relé programable en RUN o START y comprobar que el circuito funciona de la siguiente forma: desde todos los pulsadores se pueden encender y apagar todas las lámparas a la vez.

Caso 2. Telerruptores individuales para cada una de las lá paras:

1. Observar el esquema de conexión del **caso 2** (véase la figura 13.33) y recablear la instalación para conectar cada pulsador a una entrada de forma individual.
2. Hacer lo mismo para las salidas.
3. Comprobar que la acción sobre los pulsadores es detectada por las entradas del relé programable.
4. Con el teclado frontal, o desde un ordenador personal, cargar el programa del **caso 2,** que se muestra en la figura 13.35.
5. Poner el relé programable en RUN o START y comprobar que el circuito funciona de la siguiente forma: desde cualquier pulsador se puede encender y apagar la lámpara correspondiente. l pulsador las I4 apaga todas.

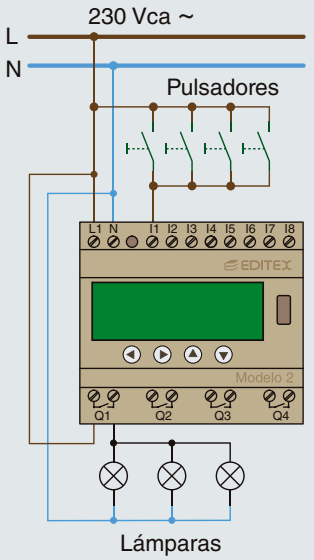


Figura 13.32. Conexión de los pulsadores y las lámparas al relé programable en el caso 1.

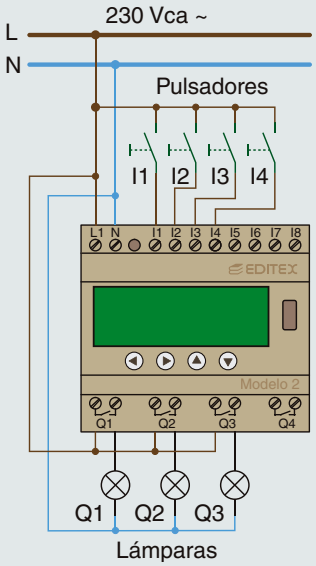


Figura 13.33. Conexión de los pulsadores y las lámparas al relé programable en el caso 2.

Figura 13.34. rograma para el caso 1.

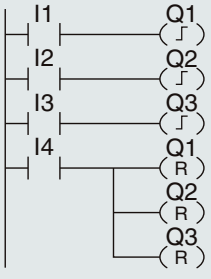


Figura 13.35. rograma para el caso 2.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 1

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- olímetro
- Barrena
- Un ordenador y software de programación

Material

- El panel de pruebas con los materiales de la práctica resuelta de esta unidad

Programación de telerruptores temporizados

Objetivo

- Programar el encendido individual de lámparas mediante pulsadores con la función telerruptor y apagado temporizado a los 30 s.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.
- Consulta el manual de instrucciones del relé programable para su conexión y programación.

Desarrollo

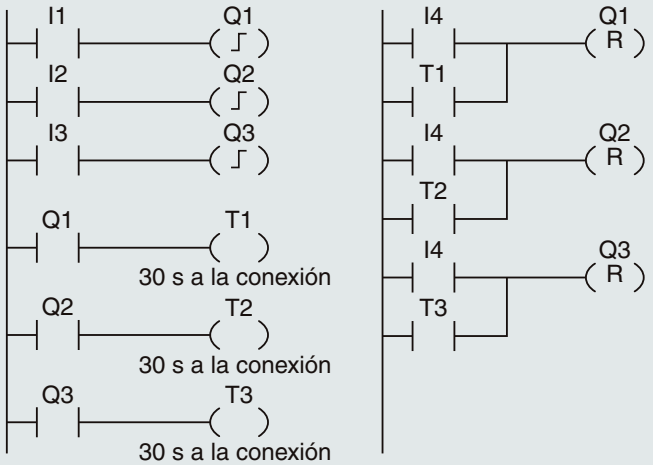


Figura 13.36. rogramas a realizar.

1. Utiliza el montaje propuesto en el caso 2 de la práctica resuelta de esta unidad.
2. Introduce el siguiente programa en el relé programable. Debes utilizar las siguientes funciones:
   - Telerruptores para cada una de las salidas.
   - Temporizadores a la conexión ajustados a 30 s.
   - Funciones R S T para desactivar las salidas.

3. l funcionamiento del circuito es el siguiente:
   - Inicialmente, las lámparas están apagadas.
   - Si se acciona cualquiera de los pulsadores conectados a las entradas I1, I2 e I3, el estado de las lámparas correspondientes se invierte de forma individual.
   - Si alguna de las lámparas se queda encendida, a los 30 s se apaga automáticamente.
   - l pulsador I4 permite el apagado general de todas las lámparas.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

FICHA DE TRABAJO 2

RESUELVE EN TU CUADERNO O BLOC DE NOTAS

Telerruptores temporizados con bloqueo del apagado automático

Herramientas

- Herramientas básicas del electricista
- olímetro
- Un ordenador y *software* de programación

Material

- El panel de pruebas con los materiales de la ficha de trabajo 1
- Una lámpara para raíl DIN
- Un pulsador NA para raíl DIN
- Cable de 1,5 mm²

Objetivo

- Programar el encendido individual de lámparas mediante pulsadores con la función telerruptor y apagado temporizado a los 30 s. l apagado automático se puede activar y desactivar de forma manual.

Precauciones

- Antes de conectar el panel a la red eléctrica, asegúrate de que todos los conductores y aparatos que intervienen en el circuito estén conectados correctamente.
- No manipules las conexiones sin desconectar previamente el panel de la red.
- Consulta en el manual de instrucciones del relé programable las indicaciones para su conexión y programación.

Desarrollo

1. Utiliza el montaje propuesto en la ficha de trabajo 1.
2. n la caja cubrebornes en la que se encuentra alojado el relé programable, instala el pulsador y la lámpara para raíl DIN.
3. Conecta la lámpara a la salida Q4 y el pulsador a la entrada I5.
4. Al programa de la ficha de trabajo 1, añádele los elementos sombreados en la figura
5. l funcionamiento del circuito es el mismo que el de la ficha de trabajo 1, con la diferencia de que cada vez que se pulsa I5 se activa o desactiva M1 con la función telerruptor, lo que permite el bloqueo o no del apagado temporizado.

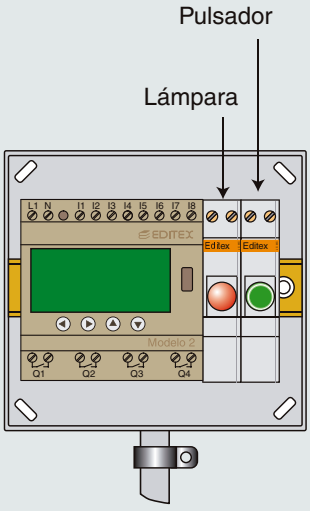


Figura 13.37. Ubicación de la lámpara y del pulsador.

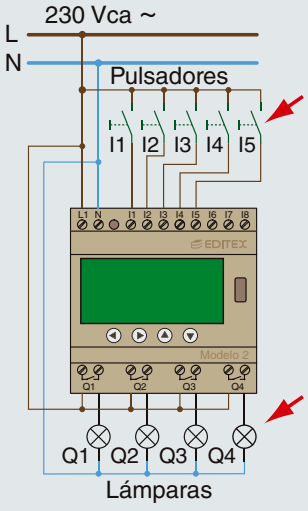


Figura 13.38. Conexión del nuevo pulsador y la lámpara.

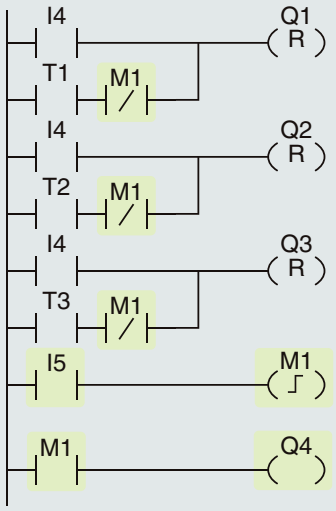


Figura 13.39. Elementos que añadir al programa de la ficha de trabajo 1.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Anexo

A Técnicas de utilidad para electricistas

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

TÉCNICAS de utilidad para electricistas

1. Taladrado

Es una técnica de mecanizado que permite hacer orificios con precisión y con un diámetro determinado tanto en objetos como en las paredes en las que se montan las instalaciones.

El montaje de instalaciones en superficie requiere un uso intensivo del taladro para la fijación de la aparamenta y las canalizaciones en las paredes.

Las instalaciones de superficie requieren el uso del taladro.

El taladro eléctrico es una herramienta muy utilizada por los técnicos de electricista y puede ser de diferentes tipos, como se detalla a continuación.

1.1. Taladro de columna y sobremesa

Es ideal para ser instalado de forma fija en el taller del instalador. Dispone de una mesa o apoyo para colocar y sujetar la pieza que taladrar. Es la herramienta perfecta para el mecanizado de cuadros eléctricos.

1.2. Taladro de mano

Es de tipo portátil y permite realizar todo tipo de orificios en cualquier material y posición. En el montaje de instalaciones eléctricas en superficie, se utiliza para la fijación de canales o tubos de protección y de todos los accesorios que requiere este tipo de canalizaciones. Puede ser de baterías o de conexión por cable. La fijación de las brocas se hace en el portabrocas o mandril y, dependiendo del modelo, puede llevarse a cabo mediante una llave específica o por inserción rápida (SDS sin herramienta.

Taladro de sobremesa (Arien).

Taladro de mano (Bosch).

1.3. Brocas

Son los elementos que realizan el corte de material en la operación de taladrado. Pueden ser de diferentes tipos en función del material que vayan a taladrar: madera, metal o pared.

Tipos de brocas.

Las destinadas a taladrar paredes y tabiques se denominan de widia por el material del que están construidas y a simple vista se diferencian de las utilizada para hierro o madera en que su cabeza es más ancha que su cuerpo. Para taladrar sobre pared, es importante no utilizar otro tipo de brocas, ya que además de no taladrar de forma adecuada, se deterioran de forma irremediable.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

2. Taladrado de orificios en pared

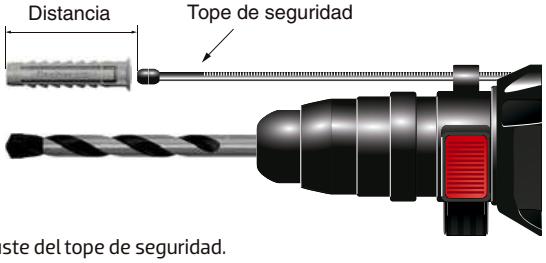
El montaje de instalaciones eléctricas requiere en numerosas ocasiones la realización de orificios en pared, bien para fijar la aparamenta y las canalizaciones, bien para pasar conductores de una estancia a otra.

La fijación de los elementos de la instalación sobre paredes y tabiques suele hacerse mediante el uso de tacos y tirafondos. A continuación se describen los pasos para poner un taco en una pared:

1. Se debe elegir una broca del diámetro del taco que insertar.

Elección de taco y broca.

2. Se fija la broca en el portabrocas o mandril del taladro.
3. Si el taladro lo dispone y no se conoce con seguridad el ancho de la pared a taladrar, es necesario ajustar el tope de seguridad que algunos taladros traen de fábrica. Dicho ajuste debe hacerse con una longitud superior a la del taco, de aproximadamente 0,5 o 1 cm.
4. El conmutador del taladro se pone en la posición de percutor o martillo.



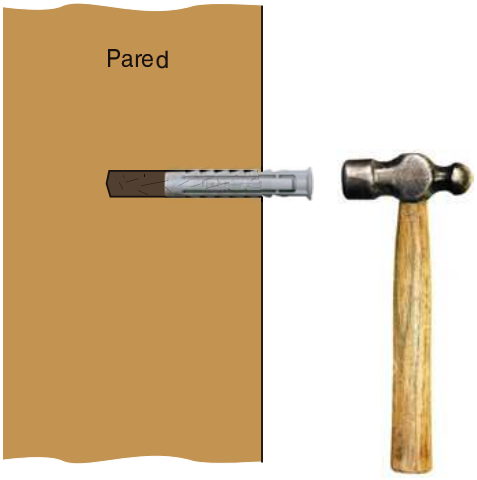
Ajuste del tope de seguridad.

Conmutador del percutor.

5. Se marca el punto en la pared en el que se va a taladrar. En el caso de que el taladro se vaya a hacer en una pared de azulejos, será necesario marcar previamente con un granete o puntero para evitar que la broca se deslice.
6. Se acciona el interruptor del taladro y se perfora hasta que el tope de seguridad toque con la pared e impida taladrar más.
7. Se inserta el taco en el orificio y se golpea suavemente con un martillo hasta que la cabeza esté a ras de la pared.

Recuerda que esta técnica de mecanizado requiere el uso de gafas y guantes protectores.

Taladrado de pared.



Fijación del taco.

En el mercado existen tacos de diferentes formas y materiales para adaptarse a todo tipo de paredes.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

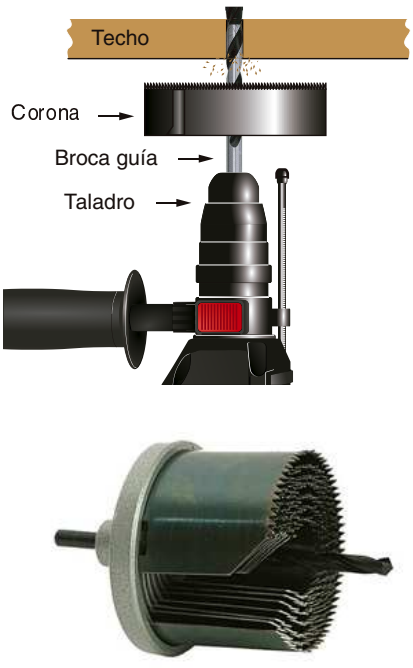
3. Taladrado de orificios de gran diámetro

La instalación de determinado tipo aparamenta, como la de halógenos o LED empotrables, o los altavoces de sonorización, requiere hacer orificios de gran diámetro en paredes o falsos techos. Para ello se utiliza una herramienta que se acopla al taladro convencional, denominada **corona o sierra circular**.

Las coronas son en realidad sierras con forma cilíndrica guiadas por una broca central, que en muchos modelos pueden ser intercambiables. Con ellas es posible hacer orificios de grandes dimensiones con suma facilidad.

Suelen comercializarse con sierras de diferentes diámetros (entre 50 y 100 mm . Solamente pueden ser utilizadas para perforar materiales blandos, como madera, yeso, PVC, etc.; no se pueden utilizar en ningún caso con materiales metálicos o con hormigón, ya que, además de no cortarlos, la sierra quedaría inservible. Para materiales duros existen coronas especialmente diseñadas.

La operación de taladrado con sierras circulares debe hacerse quitando el modo percutor del taladro de mano.



Sierra de corona y forma de uso para taladrar un falso techo.

El uso de este tipo de herramientas requiere el uso de guantes y gafas protectoras.

4. Ejecución de instalaciones empotradas

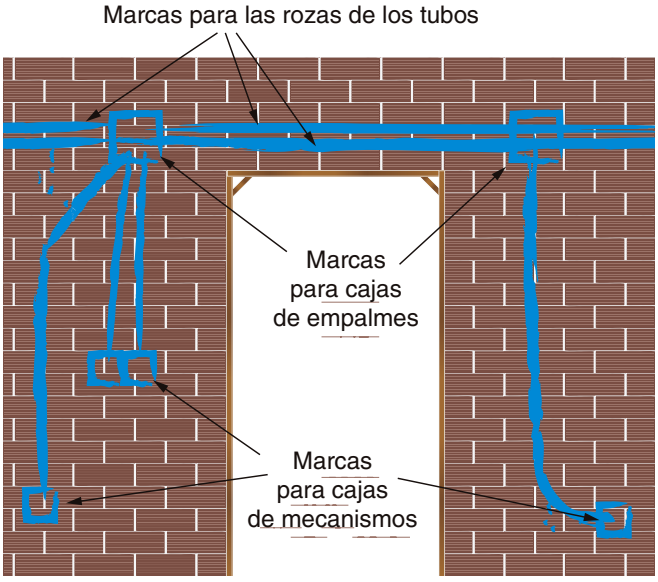
Las instalaciones empotradas requieren hacer rozas sobre paredes y tabiques para alojar en ellas tubos, cajas de mecanismos y cajas de registro. La ejecución de las instalaciones empotradas por parte del técnico electricista se hace en tres fases o pasos:

1. Trazado de la ubicación de los tubos y los huecos para cajas de registro y mecanismos.
2. Ejecución de las rozas y devastado de las paredes.
3. Fijación de tubos y cajas en las rozas.

4.1. Trazado de canalizaciones

Cuando las paredes están en bruto, antes de ser enlucidas de yeso, el operario electricista debe marcar el trazado de las canalizaciones y los puntos en los que se van a alojar las cajas que intervienen en la instalación.

Este trazado sirve para que el albañil realice las rozas y los orificios requeridos para empotrar la canalización eléctrica.



Ejemplo de trazado de rozas en una pared.

El trazado se realiza con productos basados en agua que tintan y se secan con rapidez. Un producto muy utilizado es el denominado azulete. El azulete puede presentarse en formato líquido o en polvo para mezclar con agua. El producto final se echa en un cubo y se aplica con una brocha.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Muchos electricistas llevan años utilizando esta técnica por lo cómoda, barata y segura que es, pero existen otros trazadores en formato de espray que, si bien son más caros, presentan algunas ventajas respecto al primer método descrito:

- No requieren preparación previa.
- Ocupan poco espacio.
- El trazado se realiza de una forma directa, rápida y precisa. Por ejemplo, permiten escribir notas aclaratorias en las paredes.
- Son limpios, ya que no gotean.
- Están disponibles en varios colores.

Diferentes formatos de azulete.

Trazadores tipo espray.

Ejemplo de pared marcada.

4.2. Ejecución de las rozas

Si bien esta operación corre a cargo del equipo de albañilería, en ocasiones es el propio técnico electricista el que debe ejecutarla.

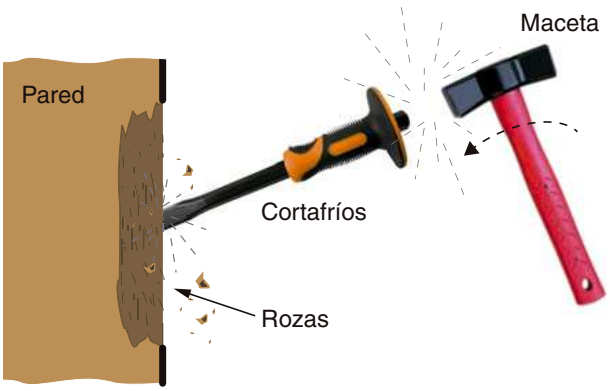
Las herramientas utilizadas para realizar rozas de forma manual son dos: la **maceta** y el **cortafríos**. La maceta es un martillo con una cabeza de gran tamaño y el cortafríos es un útil manual que permite arrancar y cortar material golpeándolo sobre uno de sus extremos. Los cortafríos de albañilería, también denominados cinceles, suelen disponer de un protector de goma para evitar que el operario se golpee la mano que lo sujeta.

Maceta y cortafríos.

En la maleta de herramientas de un electricista que realice habitualmente instalaciones de interior empotradas, no deben faltar nunca una maceta y un cortafríos.

Algunos fabricantes de máquinas y herramientas disponen de un dispositivo eléctrico denominado rozadora o canalizadora que permite hacer rozas sin apenas esfuerzo. Esta herramienta es especialmente útil en tramos largos y rectos, pero no para los rincones y esquinas, en los que sigue siendo necesario el uso de la maceta y el cortafríos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.



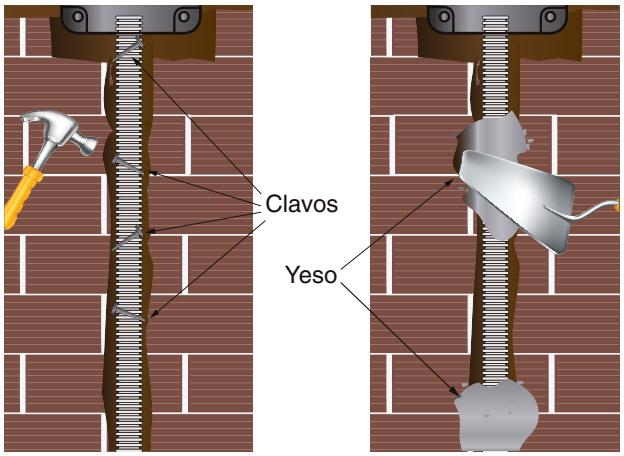
Detalle de rozas en instalaciones empotradas.

4.3. Fijación de tubos y cajas

Una vez que se han realizado las rozas, el operario electricista debe fijar los tubos y las cajas de registro en su interior. Este es el paso previo al enlucido de la pared, por lo que si es necesario hacer cualquier cambio o rectificación en la disposición de la canalización, debe hacerse en este momento.

Para evitar que tubos y cajas se caigan o salgan de las rozas antes de taparlas con yeso, se puede recurrir a diferentes técnicas:

- Colocar varios clavos de forma transversal en el recorrido del tubo por la roza.
- Aplicar yeso en puntos estratégicos del recorrido del tubo para evitar que este se salga de la roza.
- En los techos, los tubos se pueden fijar con alambres o bridas.



Detalles de sujeción de tubos como paso previo al enlucido de la pared.

Es importante no doblar, romper o aplastar los tubos.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

5. Trazados lineales

El trazado de líneas es especialmente importante en instalaciones en superficie que requieren montar tubos o canales manteniendo la perpendicularidad y horizontalidad con techos y paredes. En este tipo de instalaciones, además de una correcta ejecución técnica, es importante su estética.

Las líneas trazadas en paredes y techos sirven de guía para la fijación de los tubos, las canales, las cajas y cualquier otro elemento necesario en la instalación.

En tramos de muy poca longitud, se puede utilizar lápiz y regla. No obstante, para grandes longitudes es necesario recurrir a un útil denominado **trazador de líneas, bota trazadora o trazador de tiza.** Esta herramienta consiste en un pequeño recipiente, con forma de bota, en cuyo interior hay un largo hilo (de hasta 30 m que se extrae con la mano y se enrolla con una manivela. En el recipiente se echa un producto marcador en forma de polvo (como puede ser el azulete o el polvo de tiza que impregna el hilo del interior en toda su longitud.

Cuerda de trazar y su uso.

El proceso para marcar una línea con la bota de trazar es el siguiente:

1. Se fija el hilo del bote en uno de los extremos de lo que será la futura línea. Esto puede hacerlo otra persona o se puede fijar el extremo del hilo en un tornillo o clavo previamente insertado en la pared.
2. Se tensa el hilo hasta el extremo opuesto de la línea a trazar.
3. Se tira ligeramente de un punto intermedio del hilo y se suelta.
4. La elasticidad del hilo lo golpea contra la pared, que suelta el polvo de la tiza y deja marcada la línea en la superficie.

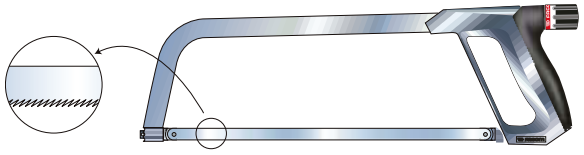
El **trazador láser** está remplazando en algunos casos al trazador tradicional de cuerda.

6. Corte con arco de sierra

El **arco de sierra** es una herramienta de mano formada por un soporte curvado, una hoja de sierra y un mango. Se utiliza para cortar objetos metálicos, aunque también es apropiada para el corte de material plástico.

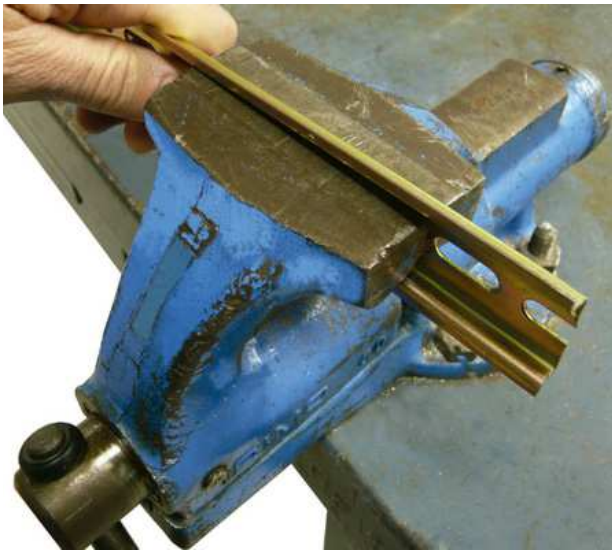
La forma, el número de los dientes y el material de la hoja de sierra se eligen en función del material que se desea cortar. Por ejemplo, las hojas de sierra para metal tienen los dientes muy finos y muy próximos entre sí.

La hoja de sierra se debe orientar con los dientes hacia adelante. De lo contrario, la operación de aserrado no se realizará de forma adecuada y la hoja se deteriorará rápidamente.



Orientación de los dientes en la hoja de sierra.

En instalaciones eléctricas, el arco de sierra tiene gran utilidad para cortar tubos, canales protectoras, carriles, etc. La operación de corte requiere fijar con seguridad el elemento en un banco de trabajo mediante un sistema de sujeción, como puede ser el tornillo de banco, si las piezas tiene caras paralelas, o el tornillo de cadena, para el mecanizado de tubos.



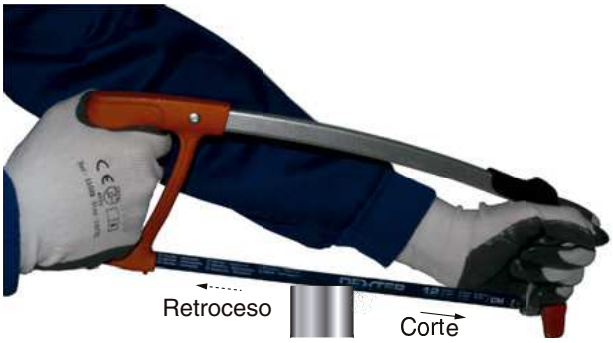
Tornillo de banco.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Tornillo de cadena.

El corte con arco de sierra debe hacerse de la siguiente manera:

1. El arco de sierra se sujeta con firmeza con las dos manos, poniendo una en el mango y la otra en su extremo frontal.
2. Se inclina ligeramente hacia la parte delantera.
3. El corte se realiza mediante un movimiento de vaivén en el que la fuerza se ejerce en el desplazamiento hacia adelante, ya que el corte se realiza en el sentido de los dientes.
4. La hoja de sierra debe entrar verticalmente en la pieza. De lo contrario, se corre el riesgo de romperla.



Corte con arco de sierra.

Esta operación requiere el uso de guantes de seguridad.

Las hojas de sierra se deben elegir según el acabado que se desea realizar y el material que se va a cortar. Estas se categorizan por el número de dientes por pulgada (una pulgada = 25,4 mm y pueden ser de 18, 24 y 32 dientes. Las de menor número de dientes se utilizan para cortar materiales blandos y de forma más basta. Las de mayor número de dientes, para cortar materiales duros y con un corte más fino.

7. Nivelación

La nivelación consiste en poner en un mismo plano dos objetos. Si bien esta es una operación que se utiliza en muchas profesiones, adquiere especial importancia en la finalización y remate de todo tipo de instalaciones eléctricas.

Aunque una instalación esté perfectamente ejecutada desde el punto de vista técnico, si la aparementa y las canalizaciones que son visibles no están bien niveladas, el trabajo desmerecerá y el cliente incluso desconfiará de la eficiencia del técnico electricista.

La forma más rápida y sencilla para poner elementos de una instalación eléctrica a nivel es el uso del **nivel de burbuja**. Este es un útil económico y sencillo de utilizar y existen tamaños y formas para todo tipo de aplicaciones.

Nivel de burbuja.

Uso del nivel de burbuja para nivelar un mecanismo en una instalación de interior.

En el mercado existen niveles electrónicos y de tipo láser, que son especialmente útiles para grandes instalaciones, que además de nivelar, permiten realizar otras operaciones como medir posiciones angulares y distancias a paredes.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.

Redacción y selección de contenidos: Juan Carlos Martín

Coordinación editorial: Javier Ablanque

Edición: Beatriz Simón

Diseño de cubierta: Equipo Editex

Diseño de interiores: Juan Pablo Rada / Paso de Zebra

Fotocomposición, maquetación y realización de gráficos: Sonia Diánez

Fotografías: Autor, Unex, Tubele tri , Virax, REEA, PLC Madrid, PCE Instruments, Siemens, Legrand, Leroy Merlin, IKEA, BTi ino, ABB, AFEISA, Omron, Simon, Gira, Merten, Arien, S hneider Ele tri , Bos h y ar hivo Editex

Ilustración: Autor, Unex y ar hivo Editex

Preimpresión: José Ciria

Dirección de producción: Santiago Agudo

Editorial Editex, S. A. ha puesto todos los medios a su al an e para re ono er en itas y referen ias los eventuales dere hos de ter eros y umplir todos los requisitos estable idos por la Ley de Propiedad Intele tual. Por las posibles omisiones o errores, se ex usa anti ipadamente y está dispuesta a introdu ir las orre iones pre isas en posteriores edi iones o reimpresiones de esta obra.

El presente material didá ti o ha sido reado por ini iativa y bajo la oordina ión de Editorial Editex, S. A., onforme a su propio proye to editorial.

© **Editorial Editex, S. A.**

Vía Dos Castillas, 33. C.E. Áti a 7, edifi io 3, planta 3ª, ofi ina B
28224 Pozuelo de Alar ón (Madrid)

ISBN papel: 978-84-9003-312-8

ISBN eBook: 978-84-9003-964-9

ISBN LED: 978-84-9078-009-1

Depósito Legal: M-13922-2014

Imprime: Estellaprint
Impreso en España - *Printed in Spain*

Cualquier forma de reprodu ión, distribu ión, omuni a ión públi a o transforma ión de esta obra solo puede ser realizada on la autoriza ión de sus titulares, salvo ex ep ión prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Dere hos Reprográfi os,www. edro.org) si ne esita foto opiar o es anear algún fragmento de esta obra.

© Editorial Editex. Este archivo es para uso personal cualquier forma de reproducción o distribución debe ser autorizada por el titular del copyright.