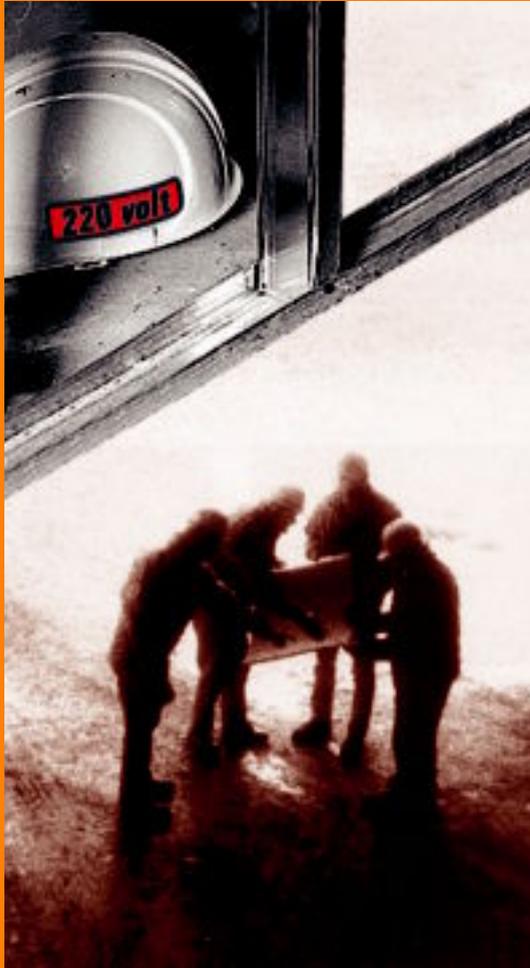


Educación técnico-profesional

Instalaciones eléctricas



Serie:
Desarrollo de contenidos

Electricidad, electrónica y
sistemas de control

Serie: Desarrollo de contenidos

Colección: Electricidad, electrónica y sistemas
de control

Instalaciones eléctricas

Enrique Ariel Sierra

Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología.
Instituto Nacional de Educación Tecnológica.
Saavedra 789. C1229ACE.
Ciudad Autónoma de Buenos Aires.
República Argentina.

a u t o r i d a d e s

PRESIDENTE DE LA NACIÓN

Dr. Néstor Kirchner

MINISTRO DE EDUCACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Lic. Daniel Filmus

DIRECTORA EJECUTIVA DEL INSTITUTO NACIONAL DE
EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Lic. María Rosa Almandoz

DIRECTOR NACIONAL DEL CENTRO NACIONAL DE
EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Lic. Juan Manuel Kirschenbaum



2. Instalaciones eléctricas



Serie:
Desarrollo de
contenidos

Electricidad, electrónica
y sistema de control

Serie: "Desarrollo de contenidos"

Colección: Electricidad, electrónica y sistemas de control

Distribución de carácter gratuito.

Queda hecho el depósito que previene la ley n° 11.723. © Todos los derechos reservados por el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Instituto Nacional de Educación Tecnológica.

La reproducción total o parcial, en forma idéntica o modificada por cualquier medio mecánico o electrónico incluyendo fotocopia, grabación o cualquier sistema de almacenamiento y recuperación de información no autorizada en forma expresa por el editor, viola derechos reservados.

Industria Argentina.

ISBN 950-00-0552-2

Dirección del Programa:
Juan Manuel Kirschenbaum

Coordinación general:
Haydeé Noceti

Diseño didáctico:
Ana Rúa

Administración:
Adriana Perrone

Diseño gráfico:
Tomás Ahumada
Eleonora Sassone
Fabiana Rutman

Diseño de tapa:
Tomás Ahumada

Con la colaboración
del equipo de profesionales
del Centro Nacional
de Educación Tecnológica

Sierra, Enrique
Instalaciones eléctricas / coordinado por Juan Manuel Kirschembaum
- 1a ed. - Buenos Aires: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación, 2006.
90 p. ; 22x17 cm. (Desarrollos de contenidos; 13)

ISBN 950-00-0552-2

I. Sistemas de Control.
I. Kirschembaum, Juan Manuel, coord. II. Título

CDD 621.3

Fecha de catalogación: 03-01-2006

Impreso en MDC MACHINE S. A., Marcelo T. de Alvear 4346
(B1702CFZ), Ciudadela, en noviembre 2006

Tirada de esta edición: 4.000 ejemplares

Serie: **Desarrollo de contenidos**

- Electricidad, electrónica y sistemas de control
 1. Sistemas y su control. Aplicación de los procedimientos de la tecnología en el tercer ciclo de la Educación General Básica
 2. Instalaciones eléctricas
- Fluídica y controladores lógicos programables (PLC)
- Gestión de la calidad
- Empresa simulada
- Proyecto tecnológico
- Unidades de Cultura Tecnológica
- Invernadero computarizado
- Diseño industrial y gráfico
- Gestión de las organizaciones
- Tecnología química en industrias de procesos
- Tecnología de los materiales
- Sistemas de telecomunicaciones
- Tecnología en herramientas de corte
- Construcciones

Índice



Las metas, los programas y las líneas de acción del Instituto Nacional de Educación Tecnológica _____	8
Las acciones del Centro Nacional de Educación Tecnológica _____	9
1. Seguridad en las instalaciones eléctricas _____	10
• Riesgos eléctricos	
• Protecciones contra los contactos eléctricos	
• Empleo de tensiones de seguridad	
• Protección de la instalación	
• Reglas de oro de la seguridad	
2. Planificación de la instalación eléctrica de una vivienda _____	19
• Tipos de circuito. Grados de electrificación de una vivienda	
• Esquemas del número de circuitos y calibres de los interruptores en viviendas, para los distintos grados de electrificación	
3. Instalación eléctrica de una vivienda _____	39
• Instalación de un punto de luz simple	
• Instalación de un circuito mixto con dos puntos de luz y base de enchufe	
• Instalación eléctrica de un timbre	
• Instalación eléctrica de una habitación	
• Instalación eléctrica del salón comedor	
• Instalación conmutada desde dos puntos	
• Instalación conmutada de tres puntos	
• Instalación eléctrica en la cocina: el tubo fluorescente	
• Instalación eléctrica de un cuarto de baño	
• Instalación eléctrica exterior de una vivienda	
4. Proyecto e instalación eléctrica de una vivienda con grado mínimo de electrificación _____	60
5. Localización y reparación de averías _____	73
• Reparación o sustitución de un interruptor	
• Sustitución de un enchufe	
• Reparación o sustitución de clavijas	
• Cambio de una lámpara fluorescente	
• Montaje y sustitución de lámparas y focos	
• Cambio del sistema de instalación de una lámpara	
• Reparación del timbre	
• Localización sistemática de averías	

Anexo: CD con imágenes



Enrique Ariel Sierra

Ingeniero Electrónico, egresado con medalla de oro y diploma de honor de la Universidad Nacional de San Juan en 1988. Becario *Fulbright* a los Estados Unidos en 1997, se doctora en educación en la Universidad de Columbia (Nueva York) y en sistemas de información en la Universidad de Londres (2003).

Actualmente ejerce como profesor adjunto y director de la carrera de Ingeniería electrónica en la Universidad Nacional del Comahue y como profesor titular regular en la especialidad electrónica en la Universidad Tecnológica Nacional. Su especialidad son los sistemas inteligentes aplicados a educación y la robótica cognitiva.

Este libro
fue desarrollado

por:

Las ilustraciones fueron realizadas por: **Darío Rodríguez**

LAS METAS, LOS PROGRAMAS Y LAS LÍNEAS DE ACCIÓN DEL INSTITUTO NACIONAL DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

El Instituto Nacional de Educación Tecnológica -INET- enmarca sus líneas de acción, programas y proyectos, en las metas de:

- Coordinar y promover programas nacionales y federales orientados a fortalecer la educación técnico-profesional, articulados con los distintos niveles y ciclos del sistema educativo nacional.
- Implementar estrategias y acciones de cooperación entre distintas entidades, instituciones y organismos –gubernamentales y no gubernamentales-, que permitan el consenso en torno a las políticas, los lineamientos y el desarrollo de las ofertas educativas, cuyos resultados sean considerados en el Consejo Nacional de Educación Trabajo y Producción–CoNETyP– y en el Consejo Federal de Cultura y Educación.
- Desarrollar estrategias y acciones destinadas a vincular y a articular las áreas de educación técnico-profesional con los sectores del trabajo y la producción, a escala local, regional e interregional.
- Diseñar y ejecutar un plan de asistencia técnica a las jurisdicciones en los aspectos institucionales, pedagógicos, organizativos y de gestión, relativos a la educación técnico-profesional, en el marco de los acuerdos y resoluciones establecidos por el Consejo Federal de Cultura y Educación.
- Diseñar y desarrollar un plan anual de capacitación, con modalidades presenciales, semipresenciales y a distancia, con sede en el Centro Nacional de Educación Tecnológica, y con nodos en los Centros Regionales de Educación Tecnológica y las Unidades de Cultura Tecnológica.
- Coordinar y promover programas de asistencia económica e incentivos fiscales destinados a la actualización y el desarrollo de la educación técnico-profesional; en particular, ejecutar las acciones relativas a la adjudicación y el control de la asignación del Crédito Fiscal –Ley N° 22.317–.
- Desarrollar mecanismos de cooperación internacional y acciones relativas a diferentes procesos de integración educativa; en particular, los relacionados con los países del MERCOSUR, en lo referente a la educación técnico-profesional.

Estas metas se despliegan en distintos programas y líneas de acción de responsabilidad de nuestra institución, para el período 2003-2007:

Programa 1. Formación técnica, media y superior no universitaria:

- 1.1. Homologación y validez nacional de títulos.
- 1.2. Registro nacional de instituciones de formación técnica.
- 1.3. Espacios de concertación.
- 1.4. Perfiles profesionales y ofertas formativas.
- 1.5. Fortalecimiento de la gestión institucional; equipamiento de talleres y laboratorios.
- 1.6. Prácticas productivas profesionalizantes: Aprender emprendiendo.

Programa 2. Crédito fiscal:

- 2.1. Difusión y asistencia técnica.
- 2.2. Aplicación del régimen.
- 2.3. Evaluación y auditoría.

Programa 3. Formación profesional para el desarrollo local:

- 3.1. Articulación con las provincias.
- 3.2. Diseño curricular e institucional.
- 3.3. Información, evaluación y certificación.

Programa 4. Educación para el trabajo y la integración social.

Programa 5. Mejoramiento de la enseñanza y del aprendizaje de la Tecnología y de la Ciencia:

- 5.1. Formación continua.
- 5.2. Desarrollo de recursos didácticos.

Programa 6. Desarrollo de sistemas de información y comunicaciones:

- 6.1. Desarrollo de sistemas y redes.
- 6.2. Interactividad de centros.

Programa 7. Secretaría ejecutiva del Consejo Nacional de Educación Trabajo y Producción –CoNETyP–.

Programa 8. Cooperación internacional.

Los libros que, en esta ocasión, estamos acercando a la comunidad educativa, se enmarcan en el Programa 5 del INET; han sido elaborados por especialistas del Centro Nacional de Educación Tecnológica del INET y por especialistas convocados a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo –PNUD– desde su línea “Conocimientos científico-tecnológicos para el desarrollo de equipos e instrumentos”, a quienes esta Dirección expresa su profundo reconocimiento por la tarea encarada.

María Rosa Almandoz

Directora Ejecutiva

del Instituto Nacional de Educación Tecnológica.
Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología

LAS ACCIONES DEL CENTRO NACIONAL DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA

Desde el Centro Nacional de Educación Tecnológica –CeNET– encaramos el diseño, el desarrollo y la implementación de proyectos innovadores para la enseñanza y el aprendizaje en educación técnico-profesional.

El CeNET, así:

- Es un ámbito de desarrollo y evaluación de metodología didáctica, y de actualización de contenidos de la tecnología y de sus sustentos científicos.
- Capacita en el uso de tecnología a docentes, profesionales, técnicos, estudiantes y otras personas de la comunidad.
- Brinda asistencia técnica a autoridades educativas jurisdiccionales y a educadores.
- Articula recursos asociativos, integrando a los actores sociales involucrados con la Educación Tecnológica.

Desde el CeNET venimos trabajando en distintas líneas de acción que convergen en el objetivo de reunir a profesores, a especialistas en Educación Tecnológica y a representantes de la industria y de la empresa, en acciones compartidas que permitan que la educación técnico-profesional se desarrolle en la escuela de un modo sistemático, enriquecedor, profundo... auténticamente formativo, tanto para los alumnos como para los docentes.

Una de nuestras líneas de acción es la de diseñar y llevar adelante un sistema de capacitación continua para profesores de educación técnico-profesional, implementando trayectos de actualización. En el CeNET contamos con quince unidades de gestión de aprendizaje en las que se desarrollan cursos, talleres, pasantías, conferencias, encuentros, destinados a cada educador que desee integrarse en ellos presencialmente o a distancia.

Otra de nuestras líneas de trabajo asume la responsabilidad de generar y participar en redes que vinculan al Centro con organismos e instituciones educativas ocupados en la educación técnico-profesional, y con organismos, instituciones y empresas dedicados a la tecnología en general. Entre estas redes, se encuentra la Red Huitral, que conecta al CeNET con los Centros Regionales de Educación Tecnológica -CeRET- y con las Unidades de Cultura Tecnológica -UCT- instalados en todo el país.

También nos ocupa la tarea de producir materiales de capacitación docente. Desde CeNET hemos desarrolla-

do distintas series de publicaciones –todas ellas disponibles en el espacio web www.inet.edu.ar–:

- *Educación Tecnológica*, que abarca materiales que posibilitan una definición curricular del área de la Tecnología en el ámbito escolar y que incluye marcos teóricos generales, de referencia, acerca del área en su conjunto y de sus contenidos, enfoques, procedimientos y estrategias didácticas más generales.
- *Desarrollo de contenidos*, nuestra segunda serie de publicaciones, que nuclea fascículos de capacitación en los que se profundiza en los campos de problemas y de contenidos de las distintas áreas del conocimiento tecnológico, y que recopila, también, experiencias de capacitación docente desarrolladas en cada una de estas áreas.
- *Educación con tecnologías*, que propicia el uso de tecnologías de la información y de la comunicación como recursos didácticos, en las clases de todas las áreas y espacios curriculares.
- *Educadores en Tecnología*, serie de publicaciones que focaliza el análisis y las propuestas en uno de los constituyentes del proceso didáctico: el profesional que enseña Tecnología, ahondando en los rasgos de su formación, de sus prácticas, de sus procesos de capacitación, de su vinculación con los lineamientos curriculares y con las políticas educativas, de interactividad con sus alumnos, y con sus propios saberes y modos de hacer.
- *Documentos de la escuela técnica*, que difunde los marcos normativos y curriculares que desde el CONET –Consejo Nacional de Educación Técnica- delinearón la educación técnica de nuestro país, entre 1959 y 1995.
- *Ciencias para la Educación Tecnológica*, que presenta contenidos científicos asociados con los distintos campos de la tecnología, los que aportan marcos conceptuales que permiten explicar y fundamentar los problemas de nuestra área.
- *Recursos didácticos*, que presenta contenidos tecnológicos y científicos, estrategias –curriculares, didácticas y referidas a procedimientos de construcción– que permiten al profesor de la educación técnico-profesional desarrollar, con sus alumnos, un equipamiento específico para integrar en sus clases.

Juan Manuel Kirschenbaum

Director Nacional
del Centro Nacional de Educación Tecnológica.
Instituto Nacional de Educación Tecnológica

1. SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

A la electricidad no hay que tenerle miedo, siempre y cuando se la trate con respeto y se sigan unas cuantas reglas básicas. En este capítulo veremos las diferentes consecuencias que pueden provocar los accidentes eléctricos: muerte a personas y animales, heridas de diversa consideración (principalmente quemaduras), incendios en los locales e instalaciones, etc. Pero, si bien es cierto que estos riesgos están presentes para toda persona que pretenda trabajar con la electricidad, también existe –y aquí se dará a conocer– toda una serie de medios, de normas y de reglamentos de seguridad.

Todas las imágenes de este material de capacitación están disponibles en el CD anexo

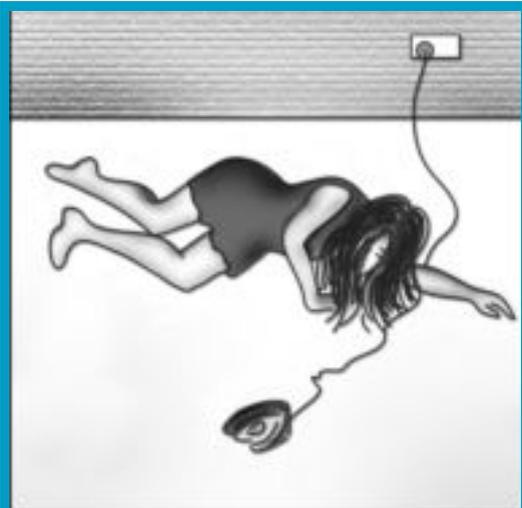
Riesgos eléctricos

El cuerpo humano se comporta como una resistencia eléctrica variable en función de una serie de circunstancias, como la edad, el sexo, el estado de salud, etc. Así, por ejemplo, las mujeres y los niños son más vulnerables que los hombres a las descargas eléctricas en baja tensión; esto es debido a que tienen una piel más sensible y, por tanto, menor resistencia al paso de la corriente eléctrica

Cuando el cuerpo humano está sometido a una tensión, circula una intensidad a través de él, más o menos fuerte en función de esta tensión y –como veíamos– de la resistencia del cuerpo. Esta intensidad es capaz de producir lesiones que pueden llegar a causar la muerte. Entre los efectos cabe señalar: _____

1 a 2 miliamperios (mA) = Cosquilleo.
9 mA = Contracción muscular, se puede despegar.
10 mA = Soportable.
15 mA = Tetanización. Músculos agarrotados de brazos.
25 mA = Tetanización muscular del tórax, asfixia sí no se corta.
50 mA = Fibrilación ventricular del corazón (respiración artificial, masaje corazón).
1 amperio = Muerte casi cierta.

Otros efectos importantes de la corriente eléctrica sobre las personas son las quemaduras que se producen, y que resultan más o menos graves en función de la zona del cuerpo afectada y del tiempo que dura el choque eléctrico.



Descarga eléctrica en baja tensión

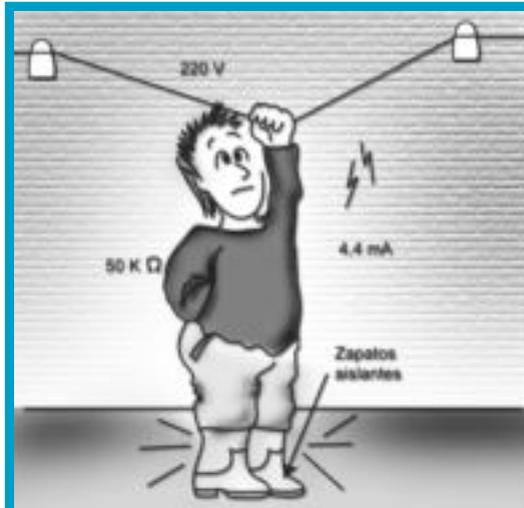
En cuanto al riesgo de incendio, dos son sus causas más importantes:

- Sobrecalentamiento de las instalaciones debido a un consumo superior al normal o por malos contactos entre piezas móviles.
- Cortocircuitos causados por contactos directos entre fases distintas, o entre una fase y neutro. Una intensidad superior a 300 mA puede poner incandescentes dos puntos de piezas metálicas que se toquen accidentalmente.

Estos accidentes se deben a varias circunstancias: antigüedad de las instalaciones eléctricas, incorrecto montaje de las nuevas o causas diversas –como pueden ser los factores atmosféricos (rayos, viento, etc.)–.

Algunos ejemplos de diferentes circunstancias de electrocución o choque eléctrico:

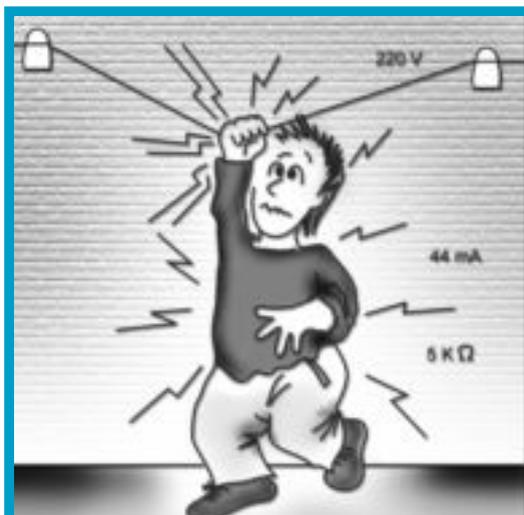
Una persona bien aislada respecto del



Buen aislamiento respecto del suelo

suelo. Al tocar un conductor a 220 V, sentirá poco más que un cosquilleo.

El aislamiento ya no es tan bueno. Aquí, las consecuencias son una contracción muscular del tórax, que llega a provocar la asfixia de la persona.



Aislamiento medio



Mal aislamiento (piel mojada)

La persona está sumergida en agua. Si su cuerpo toca un conductor activo su cuerpo, ofrece muy poca resistencia, arriesgándose a una muerte segura.

Protecciones contra los contactos eléctricos

Existen dos formas distintas de contactos: directos e indirectos.

Para evitar los contactos eléctricos –muchos de ellos provocados por falta de atención– se han ideado varios sistemas de protección o barreras.

Las partes activas (hilos conductores de la electricidad) y las partes metálicas tienen que estar totalmente aisladas por medio de carca-

zas protectoras. Algunos aparatos van dotados de doble aislamiento.



Se produce un contacto directo cuando una persona toca la parte de una instalación eléctrica que está bajo potencial eléctrico; por ejemplo: un conductor desnudo, un borne metálico, un casquillo portalámparas, etc.



El contacto indirecto es aquel que se establece cuando una persona toca masas metálicas que accidentalmente están en contacto con una parte sometida a potencial eléctrico, debido a un fallo de aislamiento.



Ejemplos de accidentes por falta de atención

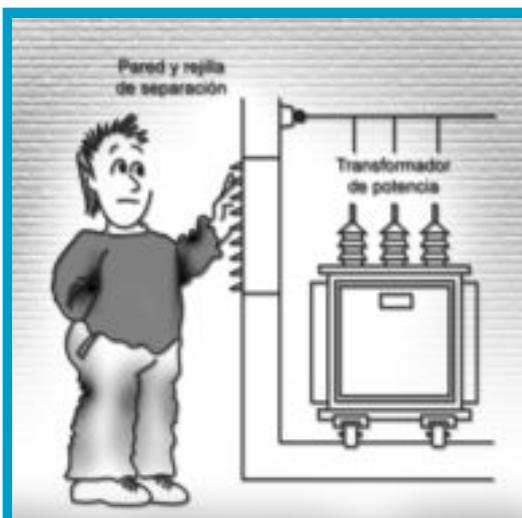
Al posarse los pájaros sobre los conductores aéreos no sufren ningún tipo de descarga por no estar sometidos a una diferencia de potencial $-ddp-$. Recordemos que el potencial no "mata"; el daño lo produce la intensidad de corriente eléctrica y ésta sólo aparece como consecuencia de que se establezca una ddp y no un determinado potencial, que es el existente en un conductor eléctrico. Si un pájaro más grande es capaz de posarse sobre dos conductores, entonces quedará inmediatamente electrocutado.

Cuando una persona entra en contacto con un potencial eléctrico, se establece una ddp entre ella y la tierra, estableciendo una intensidad eléctrica que circula por la persona hasta el suelo



Carcasa de aislamiento

Si las partes metálicas de gran tamaño están conectadas a tensión, se las aislará por medio de barreras o rejillas que impidan su accesibilidad por parte de las personas.



Pared y rejilla de separación

Las líneas activas de conductores desnudos estarán a suficiente altura, según marca la normativa.



Distancias mínimas de protección

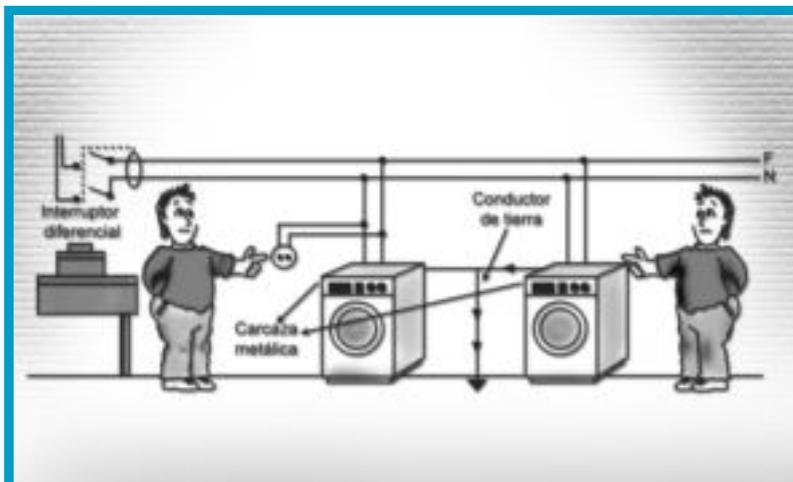
La protección diferencial sólo es efectiva cuando se toca una de las fases activas. La intensidad que se deriva a través del cuerpo hacia el suelo provoca el disparo del interruptor diferencial. En el caso de que se toque la fase y el neutro, al no haber ninguna derivación de corriente, la protección diferencial no sirve. Los electrodomésticos o máquinas en las fábricas deben tener como protección del personal una buena toma de tierra –que actúa como el pararrayos–. Consiste en conectar la carcasa metálica de todos los aparatos eléctricos a un conductor (conductor de protección) que se une a tierra. Este conductor de protección es de cobre y presenta el mismo aislamiento que los conductores activos; su color normalizado es

amarillo y verde, y se instala en la misma canalización que los conductores activos. Cuando se produce un contacto indirecto, la derivación de la intensidad hacia tierra acciona el interruptor diferencial y éste desconecta el circuito.

Empleo de tensiones de seguridad

Una de las posibilidades para disminuir la intensidad que circula por el cuerpo humano es reducir la tensión. Este sistema es de obligado cumplimiento en las instalaciones de alumbrado sumergido en líquidos (piscinas, surtidores, etc.), y también suele utilizarse en cuartos de baño y otros lugares húmedos. Las tensiones usualmente empleadas son:

- Locales secos: Tensión máxima 50 V.
- Locales húmedos: Tensión máxima 24 V.
- Locales sumergidos: Tensión máxima 12 V.



Protección diferencial y conexión a tierra

Protección de la instalación

La instalación se protege del calentamiento y de los cortocircuitos mediante el interruptor magnetotérmico general –ICPM– y por el montaje de circuitos independientes, protegidos a su vez por un interruptor magnetotérmico –PIA–.



Empleo de bajas tensiones



Forma correcta de apagar incendios en aparatos eléctricos (con extintores de nieve carbónica)

La combinación de agua y electricidad hace del cuarto de baño la habitación más peligrosa de la vivienda. No es, pues, de extrañar que se le apliquen unas normas de seguridad más específicas y rigurosas; vamos a abordar estas normas, detalladamente, en el tema de "Instalación eléctrica de un cuarto de baño", en la tercera parte de este material de capacitación.



Causa de incendios: cortocircuitos, calentamiento excesivo, malos contactos

Por otra parte, evitaremos imprudencias que generan las condiciones para que se provoque un incendio.

En caso de que éste se produzca, lo apagaremos con extintores adecuados.

Reglas de oro de la seguridad



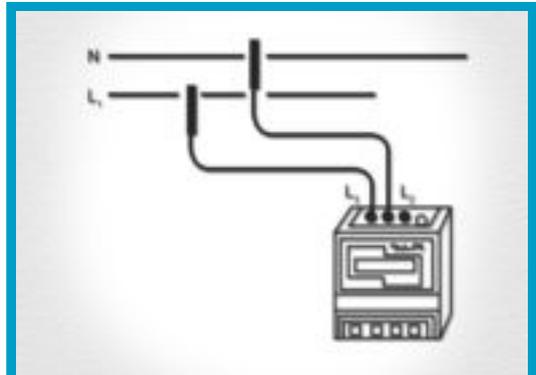
Desconecte el interruptor general de la rama en cuestión

1. Nunca se debe inspeccionar una instalación eléctrica, ni llevar a cabo trabajos en ella, sin desconectar previamente el suministro de energía.



No se conforme con poner un letrero, llévese los fusibles.

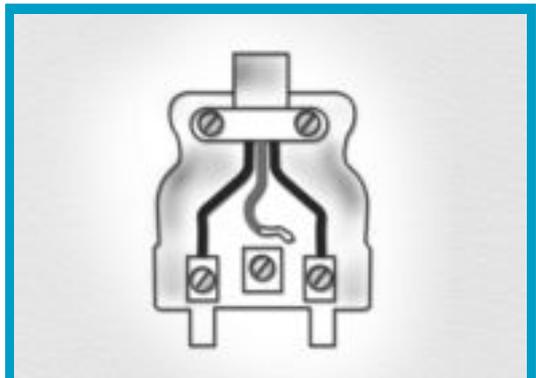
2. Asegurarse de que nadie pueda volver a conectarlo. Lo mejor es colocar un letrero de advertencia y llevarse los fusibles.



Compruebe que la línea está, efectivamente, sin tensión

3. Antes de empezar el trabajo, verificar que la línea está sin tensión, usando el comprobador de tensión.

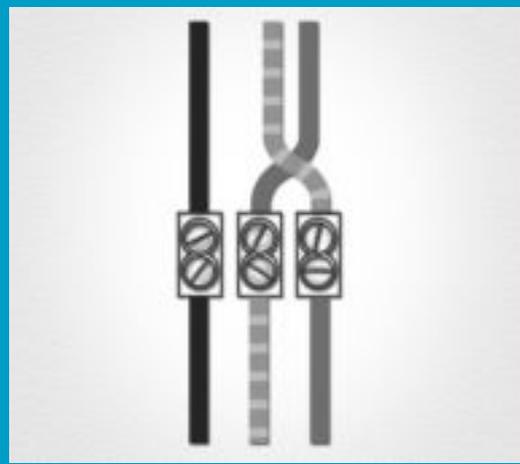
4. Utilizar siempre las herramientas adecuadas a cada tipo de trabajo a realizar. No usar elementos o aparatos deteriorados, desgastados o anticuados.



Por desgracia, en muchos aparatos eléctricos el conductor de protección es defectuoso o está desconectado

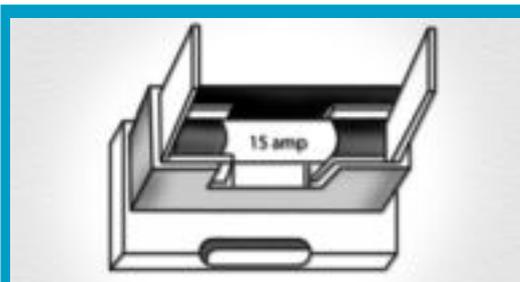
5. El conductor de protección no puede ser desconectado, eliminado o empleado para otros fines.

6. Antes de trabajar específicamente en algún aparato eléctrico, por simple que éste sea, desconectar el cable y, una vez efectuada la reparación y antes de conectar el aparato a la toma de corriente, comprobar minuciosamente el trabajo realizado y, especialmente, las conexiones.



El intercambio del conductor de protección y el de fase anula el efecto de la protección

7. Antes de intercalar un fusible, asegurarse de que su amperaje es el correcto para el circuito a proteger.



Verifique siempre el tipo de fusible

8. Al trabajar en una instalación eléctrica, es muy conveniente calzar zapatos con suela de goma.

EN CASO DE ELECTROCUCIÓN LAS ACCIONES QUE USTED DEBE ENCARAR SON ÉSTAS:

- Como primera medida, desconectar el suministro.
- Apartar a la persona afectada del contacto, pero sin tocarla. Tirar de su ropa, o retirarla por medio de un bastón u otro elemento no metálico.
- Si deja de respirar, practicarle el boca a boca.
- No cubrirla con mantas ni hacerle ingerir alcohol.
- También es conveniente friccionarle el cuerpo con las manos, para activar la circulación sanguínea. Estas fricciones han de ser continuadas hasta la llegada del médico.
- En ningún caso se ha de perder la calma. De este modo se puede auxiliar al electrocutado con mayor eficacia, evitando accidentes secundarios al accidentado y a quien le auxilia.
- Requerir una inmediata ayuda médica, si el caso fuese grave.



Actividad 1

1. Solicitar a los alumnos que hagan un dibujo del tablero de distribución que poseen en sus viviendas.
2. En dicho dibujo, listar los distintos elementos de protección.
3. Para cada elemento de la lista, describir su función.
4. Imaginar y describir situaciones que puedan activar los distintos elementos de protección descriptos.
5. ¿Qué elementos de protección agregarían en su vivienda y por qué?
6. Solicitar a los alumnos que realicen un listado de los distintos electrodomésticos y aparatos eléctricos que tienen en sus casas. Para cada aparato, indicar si posee algún tipo de protección y describirla. Esta protección puede ser un aislamiento especial, un fusible, una puesta a tierra, etc.
7. Indicar a los alumnos que especifiquen el consumo de potencia de los distintos aparatos listados.
8. Solicitar a los alumnos que averigüen la cantidad de tiempo que, en promedio, por día se usa cada aparato, y que en función de ello calculen el consumo mensual promedio de energía en sus viviendas y el costo promedio de este consumo. Establecer la diferencia entre los conceptos de potencia y energía.
9. Solicitar a los alumnos que comparen los valores calculados en 8 con los que indican las distintas facturas de la compañía eléctrica.



2. PLANIFICACIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA VIVIENDA

Tipos de circuito. Grados de electrificación de una vivienda

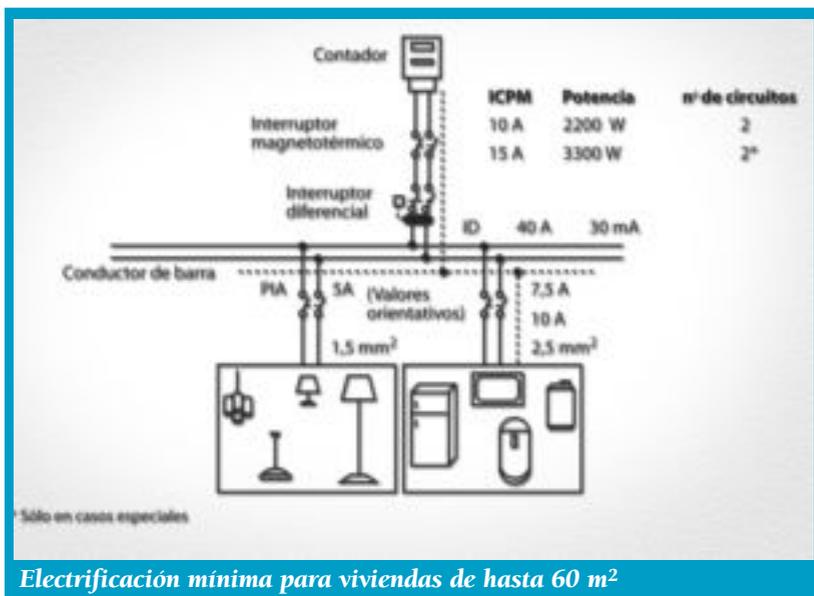


La carga por vivienda depende del grado de electrificación que quiera alcanzarse. A efectos de la previsión de potencia por vivienda, se establecen grados de electrificación.

Electrificación mínima. Se dotará a la vivienda de este grado de electrificación cuando la previsión de potencia máxima de demanda no supere los 3.000 vatios y, normalmente, se realizará en casas que no superen una superficie de 60 m².

La resolución 207/95 del ENRE –Ente Nacional Regulador de la Electricidad–, el "Reglamento para la ejecución de instalaciones eléctricas en inmuebles" de la Asociación

Electrotécnica Argentina y otras prescripciones y normas de aplicación nacional e internacional establecen las formas de llevar a cabo verificaciones antes de la puesta en servicio de las instalaciones; todas recomiendan realizar controles periódicos posteriormente, para detectar cambios en los valores correspondientes y efectuar las tareas de mantenimiento necesarias.



Electrificación mínima para viviendas de hasta 60 m²

Comedor	1 punto de luz 1 base enchufe de 10 A cada 6 m ²	1 base enchufe de 10 A con toma de tierra
Dormitorios	1 punto de luz 1 base enchufe de 10 A	1 base enchufe de 10 A con toma de tierra
Baño	1 punto de luz	1 base enchufe de 10 A con toma de tierra
Cocina	1 punto de luz	3 bases enchufe de 10 A con toma de tierra
Pasillos	1 punto de luz	
Vestíbulo	1 punto de luz	1 base enchufe de 10 A con toma de tierra
Terraza	1 punto de luz	1 base enchufe de 10 A

La electrificación mínima consta de dos circuitos: uno destinado a iluminación y el otro para pequeños electrodomésticos, con una distribución tanto de puntos de luz

como de bases de enchufes, tal y como aparece en la figura.

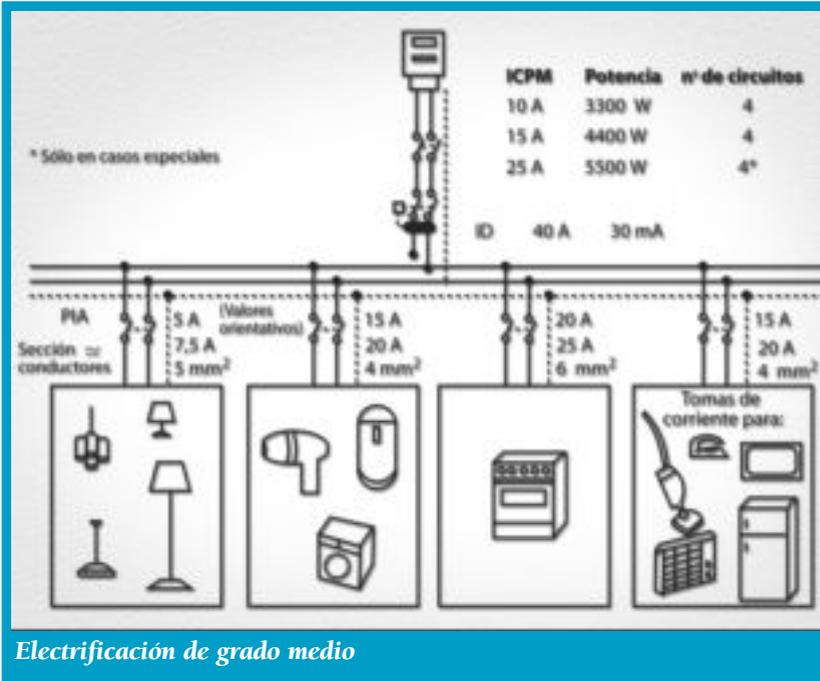
La sección mínima de los conductores de ambos circuitos es de 1,5 y 2,5 mm², respectivamente, y el tubo de plástico donde irán alojados es de 13 mm de diámetro.

Electrificación media. Se dispondrá de este grado de electrificación cuando la previsión de demanda no alcance un máximo de 6.000 vatios y la superficie de la vivienda no sea superior a 150 m². Consta de tres circuitos independientes: uno para alumbrado, uno para tomas de corriente, otro para usos especiales –conectar el lavarropas y termostaque y, eventualmente, para la cocina (con componentes eléctricos)–. Sus secciones son de 1,5; 2,5; 4, y 6 mm² respectivamente, y los tubos de plástico son de 13 mm de diámetro; los dos primeros circuitos, de 13/16 para el del lavarropas.

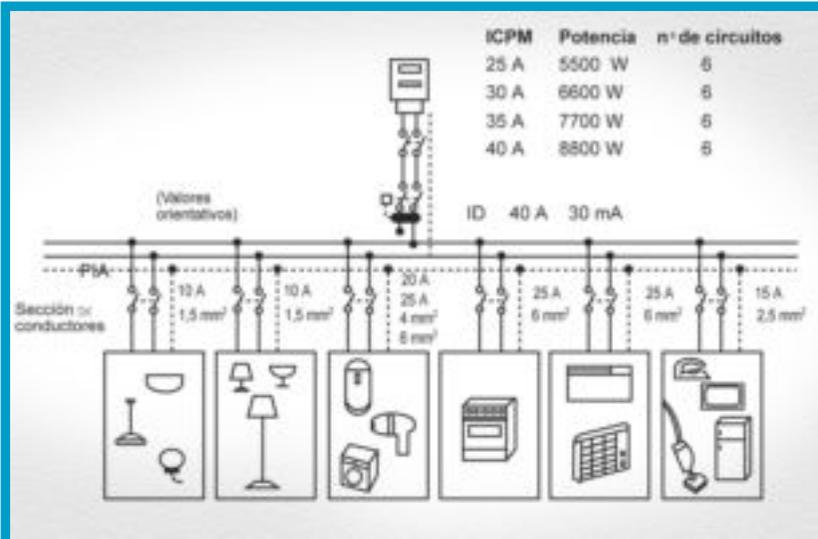
Electrificación media para viviendas de hasta 150 m²

Comedor	1 punto de luz 1 base enchufe de 10 A cada 6 m ²			1 base enchufe de 10 A con toma de tierra
Dormitorios	1 punto de luz 2 bases			1 base enchufe de 10 A con toma de tierra
Baño	1 punto de luz			1 base enchufe de 10 A con toma de tierra
Cocina	1 ó 2 puntos de luz (según superficie)	2 bases enchufe de 10 A con toma de tierra	1 base enchufe de 10 A con toma de tierra	3 bases enchufe de 10 A con toma de tierra
Pasillos	1 punto de luz cada 5 m ²			1 base enchufe de 10 A cada 5 m ²
Vestíbulo	1 punto de luz cada 12 m ²			1 base enchufe de 10 A cada 10 m ²
Terraza	1 ó 2 puntos de luz (según superficie)			1 ó 2 bases enchufe de 10 A con toma de tierra (según superficie)

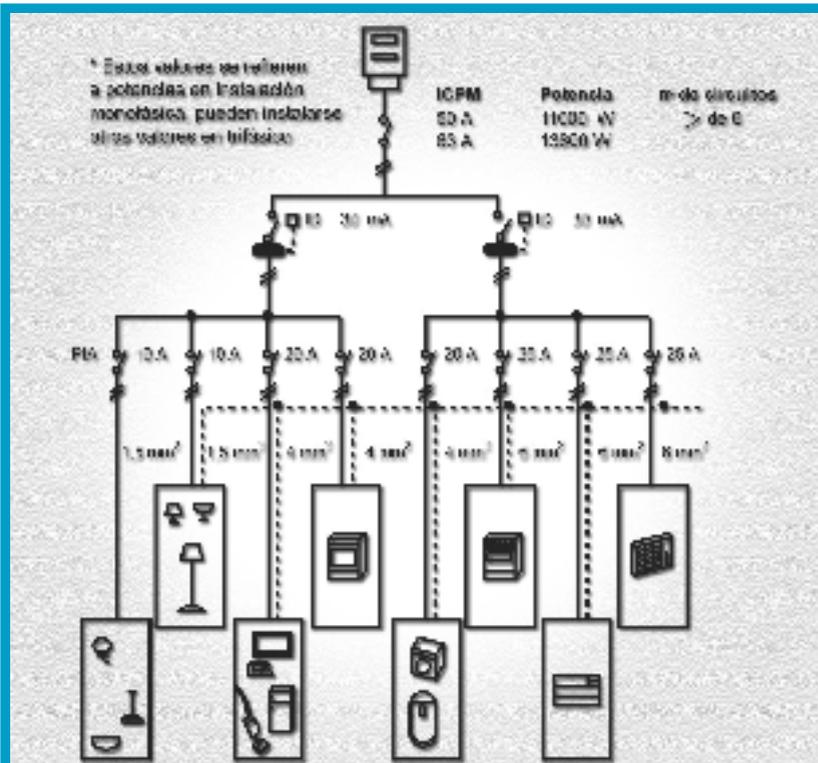
Electrificación elevada. Este tipo de electrificación se requiere cuando la previsión de demanda máxima se fija en más de 6.000 vatios y está indicado cuando la vivienda tenga una superficie comprendida entre 151 y 200 m². El número de circuitos es de seis y se distribuyen del siguiente modo: dos para alumbrado (1,5 mm²), dos para tomas de corriente de varios usos (2,5 y 4 mm²) y dos para



Distribución de tomas de corrientes y puntos de luz en las diferentes dependencias de una vivienda con grado elevado de electrificación						
Comedor	2 punto de luz	1 base enchufe de 10 A cada 6 m ²			1 base enchufe de 10 A con toma de tierra	2 base enchufe de 10 A con toma de tierra
Dormitorios	1 punto de luz	2 bases enchufe de 10 A			1 base enchufe de 10 A con toma de tierra	1 base enchufe de 10 A con toma de tierra
Baño	1 punto de luz				1 base enchufe de 10 A con toma de tierra	1 base enchufe de 10 A con toma de tierra
Cocina	2 puntos de luz		3 bases enchufe de 16 A con toma de tierra	1 bases enchufe de 25 A con toma de tierra		1 base enchufe de 10 A con toma de tierra
Pasillos	1 punto de luz cada 5 m ²				1 base enchufe con toma de tierra cada 5 m	
Vestibulo	1 punto de luz	1 base enchufe de 10 A			1 base enchufe de 10 A con toma de tierra cada 12 m ²	
Terraza	2 puntos de luz	1 base enchufe de 10 A				



Electrificación elevada



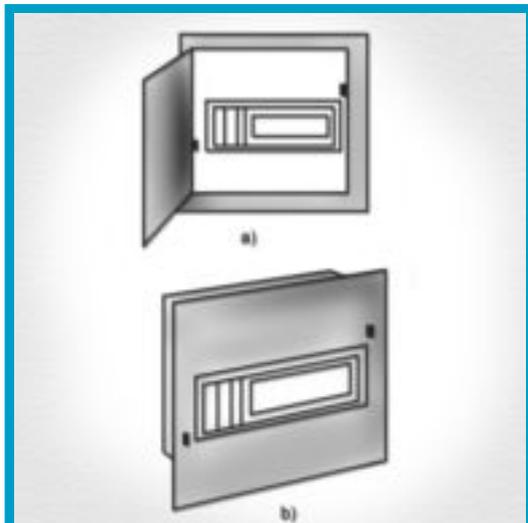
Electrificación especial

usos especiales –uno puede ser para lavapropas y termotanque (6 mm²) y otro para cocina eléctrica (6 mm²)–. Los tubos son de 13 mm de diámetro los tres primeros, de 13/16 el cuarto y de 16/23 los dos últimos.

Electrificación especial. Se instala este grado de electrificación cuando la previsión de demanda supere los 8.000 vatios (se solicita en viviendas con una superficie superior a 200 m²) y tanto el número de circuitos, el cuadro de distribución como la potencia serán a determinar en cada caso, según las necesidades y características concretas de la instalación.

Cuadros de distribución

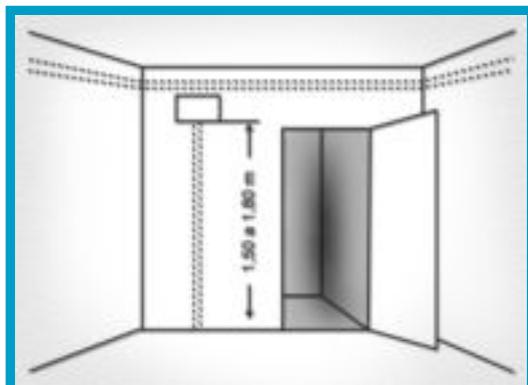
El cuadro de distribución tiene por misión fundamental el control y la protección de la instalación interior del abonado; de él parten todos los circuitos interiores de la vivienda.



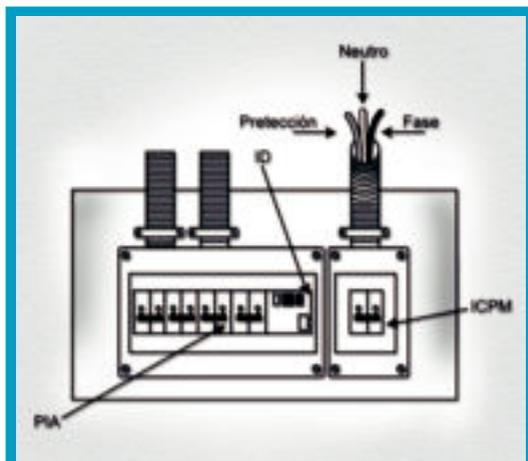
Cuadro de mando y protección: a) exterior; b) de empotrar

- Estará lo más cerca posible del punto de entrada de la derivación individual en el local o vivienda del abonado. En él se alojan los dispositivos privados de mando y protección.
- La instalación del cuadro de distribución se hará a una altura comprendida entre 1,50 y 1,80 m. Las cajas estarán constituidas de material aislante auto-extinguible y de protección contra los daños mecánicos.
- El dispositivo de mando y protección del abonado está constituido por: un

ICPM (interruptor de control de potencia y mando), un ID (interruptor diferencial) y varios PIA (pequeños interruptores automáticos).



Instalación del dispositivo privado de mando y protección del abonado

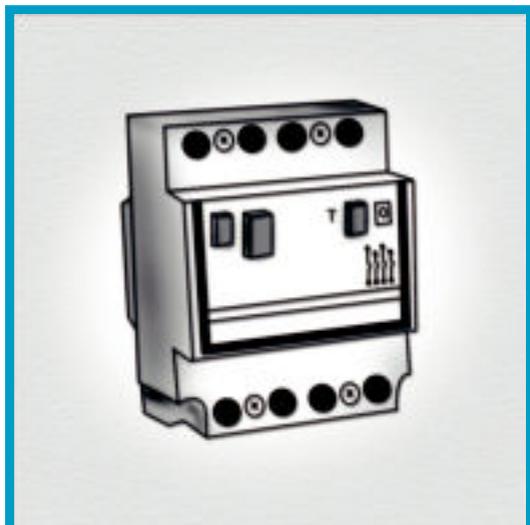


Presentación típica del montaje de la caja general de protección

Este ICPM asegura la protección de la instalación contra sobrecarga y cortocircuitos aunque, independientemente, se proteja cada uno de sus elementos de forma individual; precintado por la compañía y limita la poten-

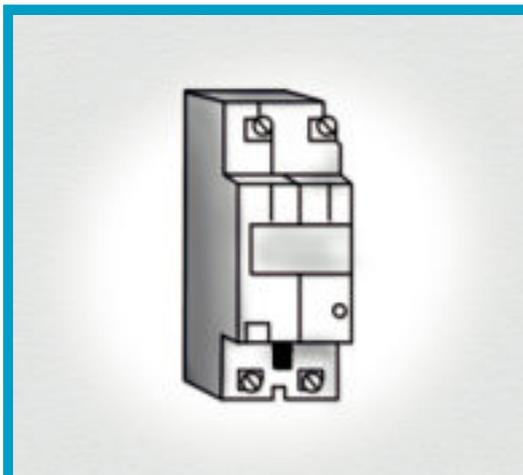
cia contratada por el usuario. Popularmente se le conoce como limitador de potencia o magnetotérmico.

El interruptor diferencial –ID– tiene por misión detectar las corrientes de defecto producidas en la instalación; su objetivo principal es el de proteger a las personas que pueden estar en contacto con la instalación, ya que evita que las corrientes de derivación a tierra produzcan peligro. El de mayor uso en viviendas es el de 30 mA, de sensibilidad diferencial.



Interruptor diferencial con su botón de prueba T

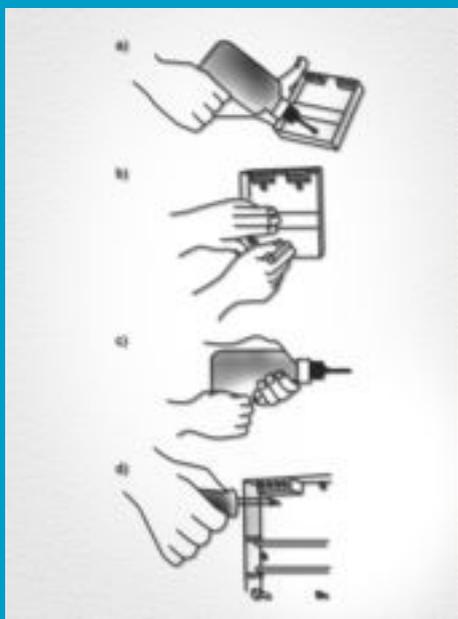
Los PIA o pequeños interruptores automáticos, cumplen la misión de proteger contra descargas y cortocircuitos a cada uno de los circuitos interiores que forman la instalación. Se colocan tantos PIA como circuitos independientes tenga la instalación; en ningún caso la intensidad nominal de estos aparatos podrá ser superior a la del interruptor general de protección. De no ser así, se desconectaría toda la instalación y no solamente la parte afectada.



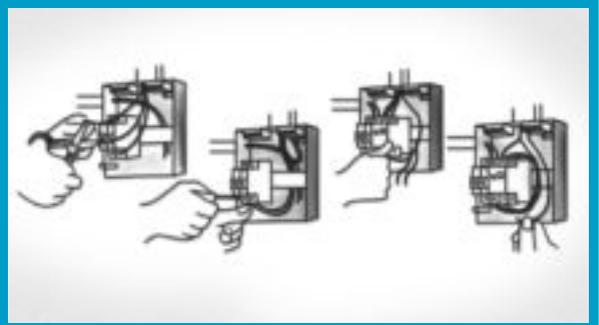
Pequeño interruptor automático

Pasos básicos en la instalación de cuadros

1. Proceda a sujetar el cuadro de distribución en la pared, taladrando varios agujeros. Marcando tras ellos en la pared, coloque tacos y atornille sobre éstos.
2. Aloje los elementos sobre unas ranuras de dimensiones estándar. También dispone de algunas huellas para practicar aberturas para las salidas y entradas de tubos de los distintos circuitos.
3. Realice el cableado de las protecciones; en primer lugar, pase a través del ICPM, después por el ID y, finalmente, por los distintos PIA.
4. La parte de cierre al exterior es una tapa con aberturas ya practicadas para el accionamiento de las protecciones (otras poseen huellas para practicar aberturas, las cuales posibilitan alojar mayor número de elementos).



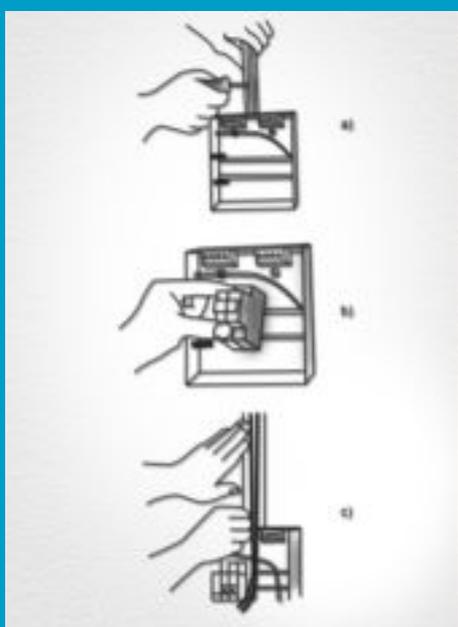
a) Perforar caja; b) marcar pared; c) taladrar pared; d) trasponer tacos, atornillar



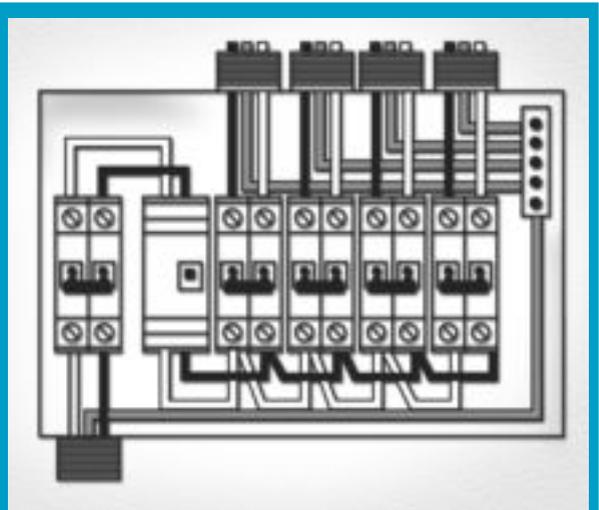
Realizar el cableado de las protecciones



Colocación del cuadro de distribución

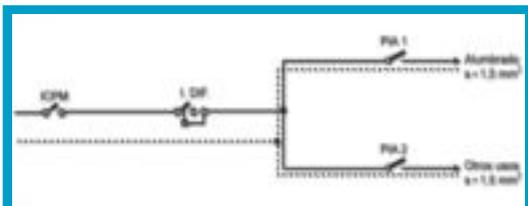


a) Hacer abertura; b) acoplar distintos elementos; c) introducir el cable

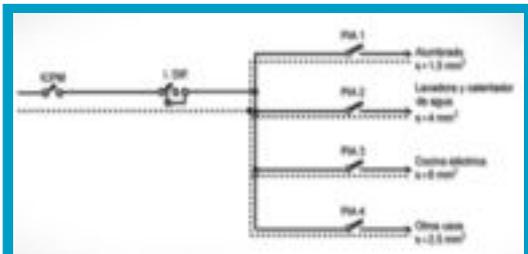


Esquema de conexiones internas del cuadro de dispositivos de mando y protección; obsérvese cómo la tierra no pasa por ninguno de los elementos de protección

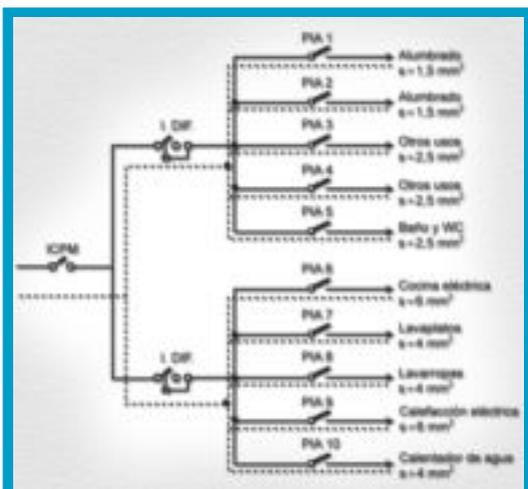
Esquemas del número de circuitos y calibres de los interruptores en viviendas, para los distintos grados de electrificación



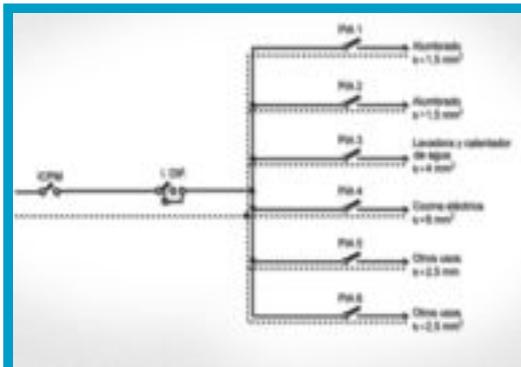
Esquema para electrificación mínima



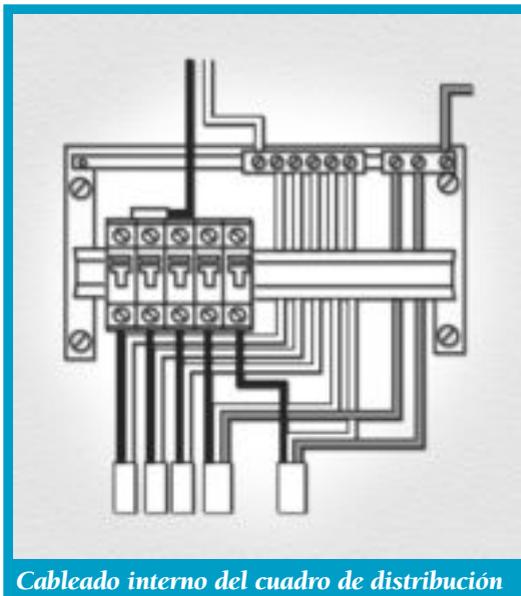
Esquema para electrificación media



Esquema para electrificación especial



Esquema para electrificación elevada



Cableado interno del cuadro de distribución

Número de circuitos y calibres de los interruptores en viviendas de electrificación mínima

Potencia contratada	ICPM	I. DIF.	PIA 1	PIA 2
2,2 kW	In = 10 A	In = 40 A	In = 10 A	In = 10 A
		Is = 30 mA		

El tablero de distribución permite que cada circuito sea independiente de los demás. El conductor de fase pasa a través del cortocircuito, mientras que el neutro se conecta a los bornes del neutro del tablero donde empalman los distintos circuitos. Cada uno de los circuitos lleva un cortacircuito individual que permite la localización más rápida de las averías.

Número de circuitos y calibres de los interruptores en viviendas de electrificación media

Potencia contratada	ICPM	I. DIF.	PIA 1	PIA 2	PIA 3	PIA 4
3,3 kW	In = 15 A	In = 40 A	In = 10 A	In = 10 A	In = 15 A	In = 10 A
		Is = 30 mA				
4,4 kW	In = 20 A	In = 40 A	In = 10 A	In = 15 A	In = 20 A	In = 10 A
		Is = 30 mA				

Número de circuitos y calibres de los interruptores en viviendas de electrificación elevada

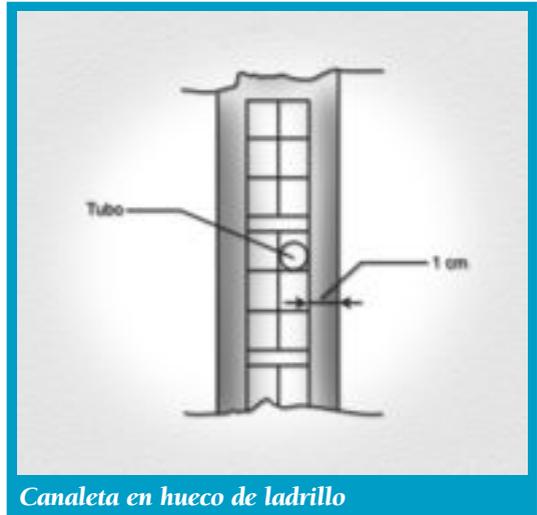
Potencia contratada	ICPM	I. DIF.	PIA 1	PIA 2	PIA 3	PIA 4	PIA 5	PIA 1
5,5 kW	In = 25 A	In = 40 A	In = 10 A	In = 10 A	In = 20 A	In = 25 A	In = 15 A	In = 15 A
		Is = 30 mA						
6,6 kW	In = 30 A	In = 63 A	In = 10 A	In = 10 A	In = 20 A	In = 25 A	In = 15 A	In = 15 A
		Is = 30 mA						
8,8 kW	In = 40 A	In = 63 A	In = 10 A	In = 10 A	In = 20 A	In = 25 A	In = 15 A	In = 15 A
		Is = 30 mA						

Número de circuitos y calibres de los interruptores en viviendas de electrificación especial

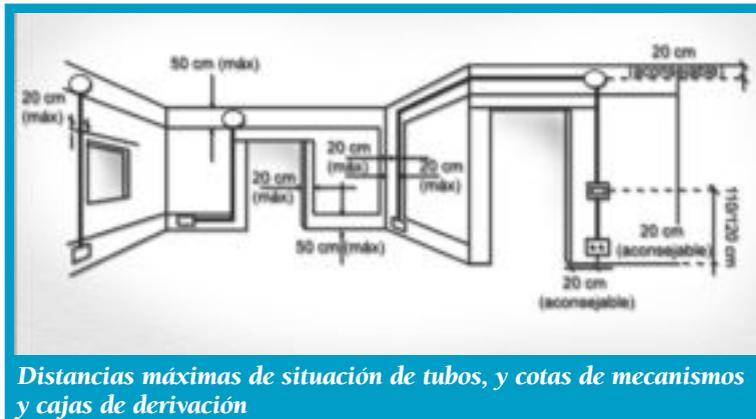
Potencia contratada	ICPM	I. DIF.	PIA 1	PIA 2	PIA 3	PIA 4	PIA 5
11 kW	In = 50 A	In = 63 A	In = 10 A	In = 10 A	In = 15 A	In = 15 A	In = 25 A
		Is = 30 mA					
13,8 kW	In = 63 A	In = 63 A	PIA 6	PIA 7	PIA 8	PIA 9	PIA 10
		Is = 30 mA	In = 25 A	In = 20 A	In = 20 A	In = 25 A	In = 20 A

Señalización y canalización

Existen dos maneras de tender un cable: dejándolo superpuesto a la superficie de la pared o empotrándolo. Ambas soluciones tienen ventajas e inconvenientes. Si bien la primera parece más sencilla, más económica y más accesible, en el caso de tener que intervenir en una avería, la solución del empotrado ofrece la ventaja de que el tendido resulta visible y menos vulnerable contra el óxido y la humedad; como desventaja, el empotrado resulta una operación trabajosa y que no admite rectificaciones, por lo que exige una buena planificación.



Canaleta en hueco de ladrillo



Distancias máximas de situación de tubos, y cotas de mecanismos y cajas de derivación

Circuitos empotrados. Las canaletas y huecos en la instalación interior se realizarán según los siguientes recaudos (vamos a considerar las excepciones de los cuartos de baño y cocinas cuando analicemos los temas correspondientes):

- Las canaletas se harán siguiendo caminos verticales y horizontales, pero nunca en diagonal, y a las distancias máximas de esquinas, suelos, techos, marcos de puertas, mecanismos y cajas de derivación.

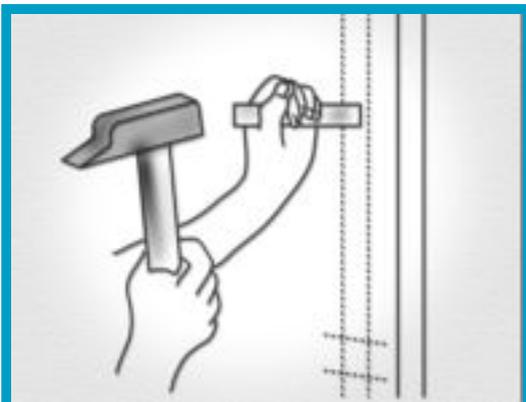
- Siempre que sea posible, se procurará que la canaleta coincida con el hueco del ladrillo y que el tubo lleve un revestimiento de 1 cm.

- El cuadro de distribución y la caja del interruptor de control de potencia se situarán a una altura del suelo comprendida entre 1,80 y 2 m. La

instalación nace de este cuadro de entrada; ésta es una premisa básica que sirve a cualquier tipo de instalación.

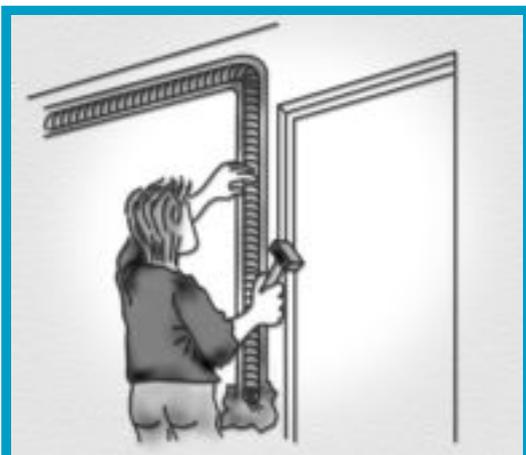
Sus tareas para realizar el empotrado son:

1. Marque el perfil del conducto para cables con una cuerda –que pintará con tiza–; a continuación, con el martillo y el cincel vaya abriendo la canaleta. La canaleta ha de tener una profundidad suficiente como para que el conducto empotrado quede, como mínimo, a 4 mm de la superficie de la pared.



Ejecución de una canaleta

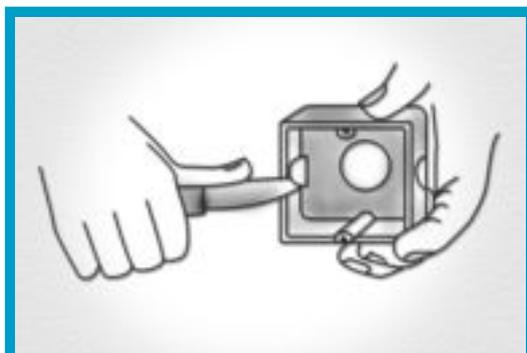
2. Empalme el tubo protector en el canal del conducto que contendrá los cables y asegúrelo con clavos. El conducto admite el paso de varios cables, siempre que su volumen no exceda el tercio del volumen del conducto. No es admisible empotrar un conducto aprovechando el espacio existente entre el marco de la carpintería y la obra.



Fijación del tubo en el interior de la canalet

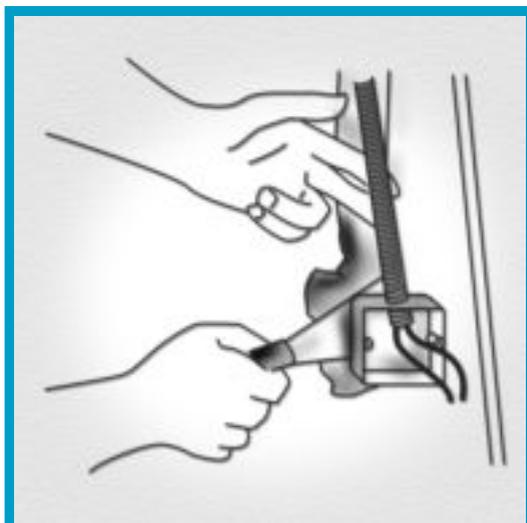
3. El conducto debe penetrar, obligatoriamente, en las cajas de empalmes, de interruptores y de enchufes. Dejarlos fuera significa un

grave peligro, pues los cables al descubierto pueden deteriorarse como consecuencia de la humedad o de la acción corrosiva de algún material, por lo que se podría producir un cortocircuito. Abra los agujeros ciegos de las cajas con la ayuda de un cutter.

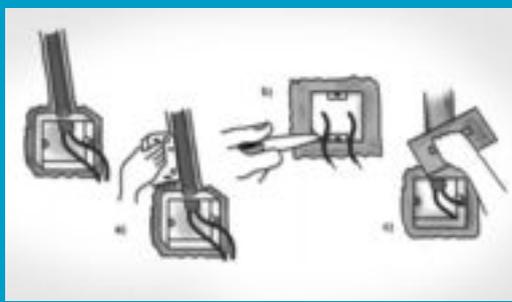


Apertura de los agujeros ciegos con ayuda de un cutter

4. Pase una esponja húmeda, y tape con papel o plástico la abertura de la caja. Recubra el conducto para cables con yeso e iguale la superficie.



Relleno de los alojamientos de las cajas



a) Exposición para humedecer el terreno; b) inclusión de yeso; c) igualado

5. Efectúe el enfilado de los cables por medio de un alambre (guía) que va a introducir, previamente en el conducto. Enganche los cables conductores en el otro extremo del alambre y tire de él para hacerlos pasar.



Si el cable debiera atravesar una pared, se prevé un tubo protector (a) de igual longitud al espesor de la pared, para pasar los cables por su interior (b)

CONSEJOS

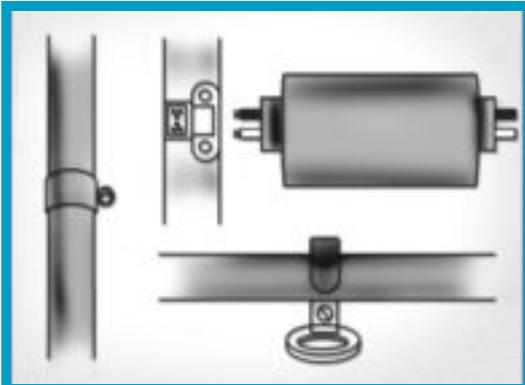
- Los tubos usados para embutir conductores en instalaciones empotradas –incluso, aquellos que se utilizan para atravesar paredes– deben ser de polivinilo, nunca de acero. Este material permite proteger de la humedad a los conductores que transcurren por los tubos.
- Por razones mecánicas, hay dos tipos de paredes que no admiten el empotrado: los tabiques de ladrillo delgado o determinadas paredes de carga. Éstos corren el riesgo de debilitarse si se les practican conductos para cables demasiado anchos o profundos.
- En los techos huecos, la colocación de un cable y su instalación depende de la pericia del instalador. Estos cables deben protegerse más que otros, ya que el peligro de deterioro suele ser mayor.

Circuitos exteriores. Las tareas de instalación son:

1. Considere que el modo más simple de superponer un cable es sujetándolo a la pared por medio de grampas, clips especiales, abrazaderas, placas, etc. que puedan adquirirse en cualquier ferretería; o, también, disimulándolo en las juntas de los marcos de las puertas y ventanas, por encima de los zócalos, etc., y bajarlo por los ángulos de las paredes. El sistema de grampas es el más sencillo; pero, al mismo tiempo, es el que menos disimula la presencia del cable y el que menos protección le ofrece.

2. En la pared, emplace las cajas de empalme. En un tendido de este tipo se aconseja prescindir de apliques o lámparas colgantes (dado que resulta imposible llevar hasta ellos las molduras o cables de conexión sin que que-

den a la vista) y sustituirlos por material portátil que se pueda conectar a los enchufes distribuidos por la habitación.



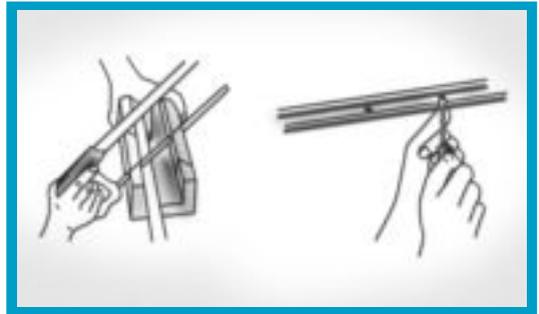
El cable se sujeta con grampas, clips o abrazaderas



El cable se disimula en las juntas de los marcos de las puertas

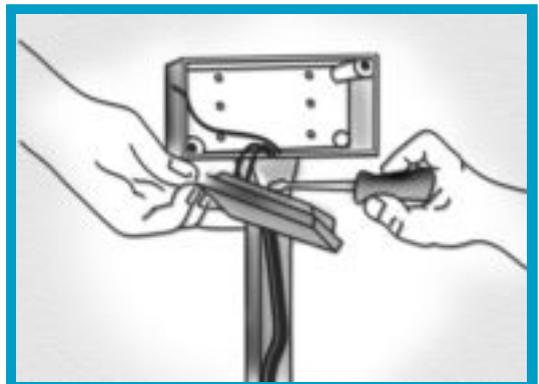


3. Con una pequeña sierra, corte las tiras de moldura, utilizando –para mayor precisión– una caja especial. Atornille la moldura a los tacos.

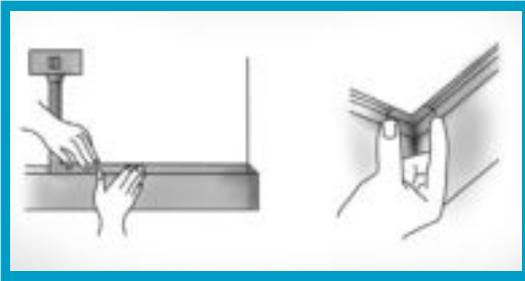


4. Pase el cable por el canal de la moldura y efectúe las conexiones. Las grampas están constituidas por un bloque de plástico en forma de abrazadera, por cuyo interior circula el cable; suelen llevar una punta de acero para clavarlas a la pared. Deben colocarse a intervalos de, aproximadamente, 225 mm en recorridos horizontales y de 400 mm en recorridos verticales.

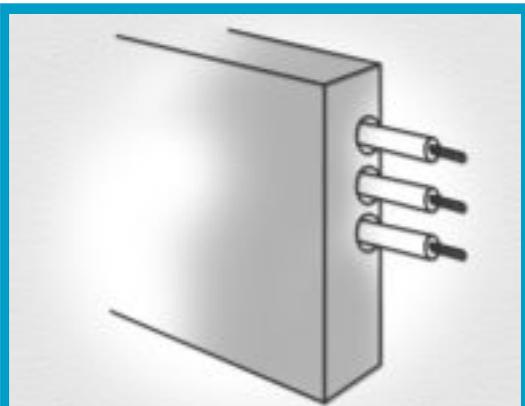
▶ Está terminantemente prohibido utilizar clavos o similares que pasen a través del aislamiento del cable.



5. Ponga especial atención en evitar que, al colocarlo, el cable quede retorcido. Solucione las esquinas y uniones con piezas especiales.



6. Existen zócalos especialmente ranurados que se transforman en conductores de tendidos y canalizaciones de cables eléctricos, sin necesidad de realizar perforaciones en paredes. Estos elementos no necesariamente obligan a cambiar los zócalos de toda la casa; basta con utilizarlos en la zona en que se requieren.

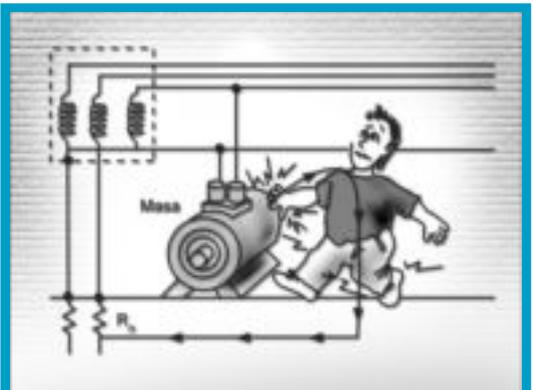


Zócalo preparado para alojar cables

Tomas de tierra. En un circuito eléctrico normal, la corriente conducida hasta un aparato o una lámpara por el conductor de fase regresa al generador por el neutro. Pero si, durante el recorrido, el conductor de fase tiene un punto dañado en su aislamiento y entra en contacto con la carcasa metálica de un aparato cualquiera, ésta pasa a estar bajo tensión.

La toma de tierra es la conexión que se establece entre las carcasas metálicas de los aparatos y la tierra, y sirve para descargar en ella la corriente debida a una fuga o a un defecto de aislamiento.

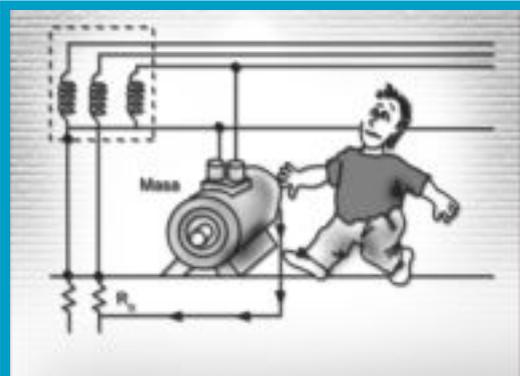
Si alguien toca la carcasa, ofrece a la corriente un camino directo a tierra, lo que entraña el peligro de sufrir una descarga que puede llegar a ser mortal.



La corriente se cierra a través de la persona a tierra y, de aquí, al neutro

- Componentes**
- Tomas de tierra
 - Sección de cable
 - Diferencial

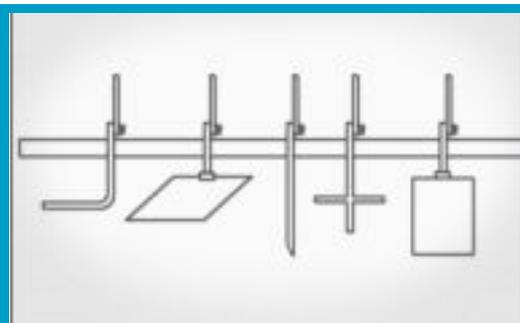
Si, en cambio, la masa del aparato está unida directamente a tierra por medio de un cable, la superior conductividad de éste lo convierte en una alternativa preferible para la corriente.



Con el conductor de tierra, la corriente se va a través de él

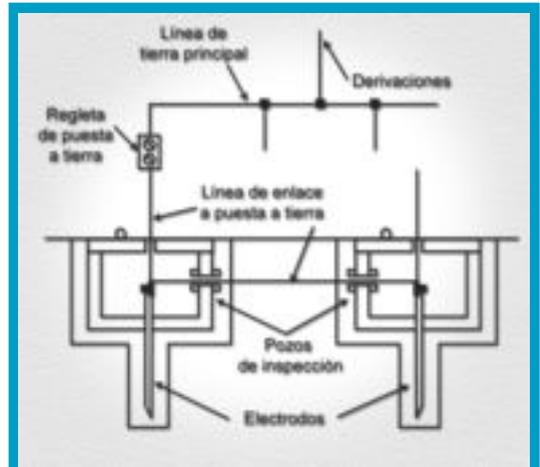
Una toma de tierra puede estar constituida por:

- una jabalina de hierro o de cobre, de un mínimo de dos metros de longitud, que se entierra en el suelo,
- una placa de metal enterrada a un metro de profundidad, o
- un cable de 25 mm² de sección, situado horizontalmente varios metros bajo tierra.



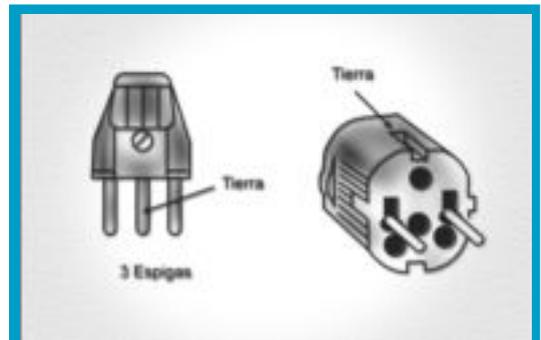
Diferentes formas de los electrodos de las tomas de tierra

Cualquiera que sea el método elegido, la toma de tierra lleva empalmado un conductor, de un mínimo de 16 mm² de sección, al que se colocarán todos los conductores de la red de la toma de tierra.



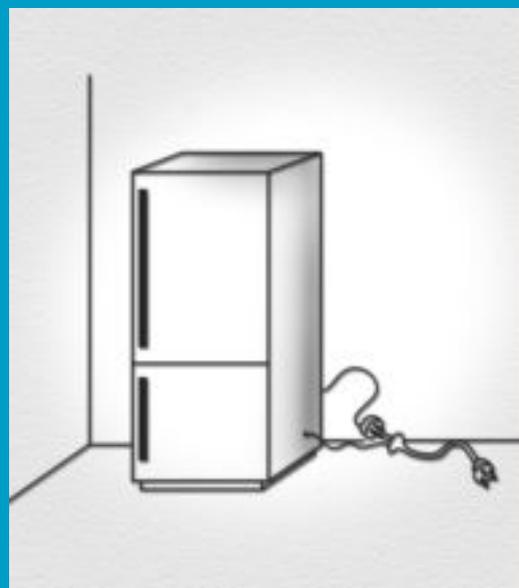
Instalación de una toma de tierra

En los aparatos eléctricos desprovistos de enchufe de tres espigas, la toma de tierra correspondiente está conectada a su envoltura metálica.

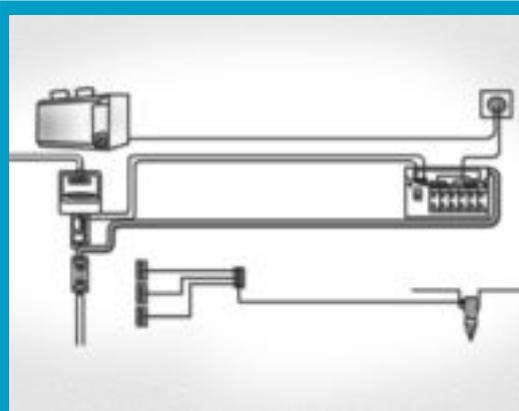


Diferentes tipos de enchufes con toma de tierra

Si se posee un aparato eléctrico que carece de toma de tierra instalada, puede realizarse esta instalación sustituyendo el cable bipolar original por una manguera de tres conductores y soldando un extremo del conductor de tierra a la carcasa metálica. El otro extremo se emborna a la espiga correspondiente del enchufe



Obtención de una toma de tierra de una heladera: los conductores de fase y neutro van a la regleta; el de tierra se conecta a alguna parte metálica de la heladera

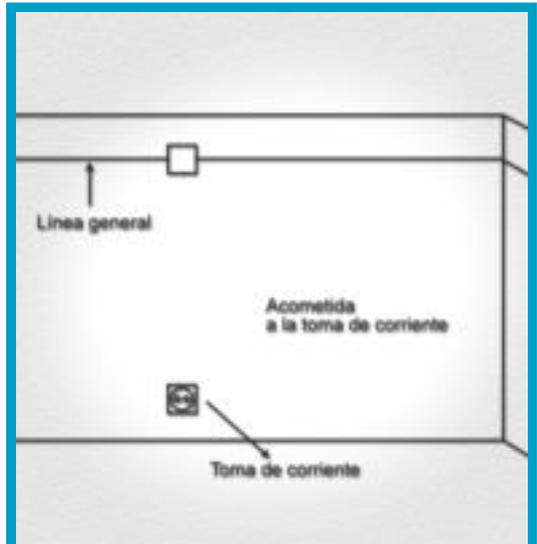


Esquema de funcionamiento de la toma de tierra, desde un enchufe y a través de toda la instalación hasta su prolongación en tierra; el conductor de toma de tierra que sale de una vivienda para empalmar a la jabalina debe tener un mínimo de 16 mm² de sección

Sección de cable. El cálculo eléctrico de la sección de los conductores empleados en las instalaciones eléctricas de baja tensión se efectúa de dos formas diferentes:

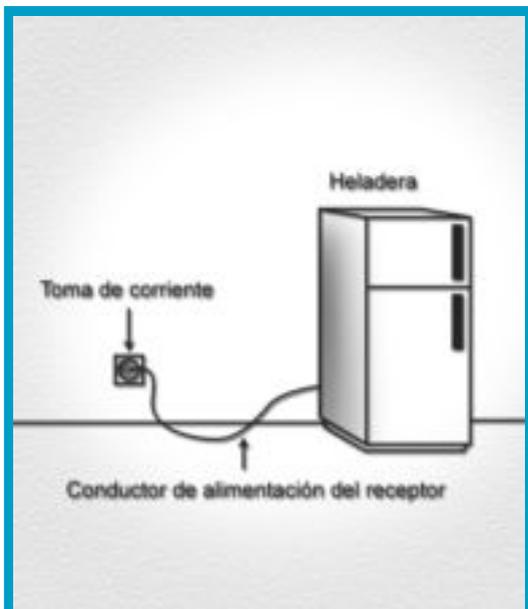
- por el método de la densidad de corriente y
- por el método de la caída de tensión.

El método basado en la **densidad de corriente**, también llamado método de capacidad térmica, se emplea en líneas o conductores que tienen poca longitud, donde la caída de tensión es despreciable, cuando la acometida a la toma de corriente es relativamente corta.



Líneas de escasa longitud

Esto ocurre en la alimentación de receptores como estufas, lavarropas, motores, etc., y en líneas interiores de viviendas o fábricas.



Alimentación de receptores

Para hallar la sección de los conductores de una línea por este método:

1. Se calcula la intensidad nominal que pasaría por el conductor.
2. Se consultan las tablas apropiadas para cada caso concreto.
3. Mediante la consulta de estas tablas, se halla el valor de la sección, teniendo en cuenta el tipo de canalización, el número de conductores y la clase de aislamiento.

Primero, se calcula la intensidad nominal mediante la fórmula conocida:

$$I = P / V$$

$$I = 3.000 \text{ W} / 220 \text{ V}$$

$$I = 13,6 \text{ A}$$



Actividad 2.1

Usted puede proponer a sus alumnos:

Calcular la sección de un cable bipolar flexible de corta longitud que alimenta a un lavarropas automático de 3 kW de potencia y 220 V de tensión nominal.



Alimentación de un lavarropas



Según los datos del problema, se trata de la alimentación de un electrodoméstico; por tanto, en la tabla destinada a este fin obtenemos que debemos elegir una sec-

Intensidad nominal del aparato I_n , A	Sección del conductor mm^2
$I_n < 10$	0,75
$10 < I_n < 13,5$	1
$13,5 < I_n < 16$	1,5
$16 < I_n < 25$	2,5
$25 < I_n < 32$	4
$32 < I_n < 40$	6
$40 < I_n < 60$	10

ción mínima de 1,5 mm², pues la intensidad nominal del lavarropas es de 13,6 A, valor comprendido entre 13,5 y 16 A. Por lo tanto, el cable tendrá una sección de: $S = 1.5 \text{ mm}^2$

Existen tablas específicas para los distintos tipos de conductores, así como para las distintas situaciones en que pueden presentarse: aislados con goma o policloruro de vinilo, bajo tubo al aire, etc. Tanto los reglamentos eléctricos de los distintos países, como los fabricantes de conductores, facilitan distintas tablas para las diferentes casuísticas.

Cuando los conductores tienen cierta longitud –además de lo dicho–, su sección viene impuesta por la tensión desde el origen de la instalación interior a los puntos de utilización. Esta caída de tensión (cdt) será, como máximo, del 15 %, considerando alimentados los aparatos de utilización susceptibles de funcionar simultáneamente. Esto es:

$$e_{\text{máx}} = (1,5 / 100) \cdot 220 \text{ V}$$

$$e_{\text{máx}} = 3,3 \text{ V}$$

Una fórmula a utilizar para obtener la **caída de tensión** es:

$$e = (\rho \cdot 2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi) / S$$

Siempre se cumple que $e < e_{\text{máx}}$.

La e en estas condiciones, considerando un $\cos \varphi = 1$ y sabiendo que la resistividad del cobre es $\rho = 0,0172$:



Actividad 2.2

Supongamos que, para el caso del lavarropas, el tendido fuera de 50 m de longitud. Entonces, quizás, debemos tener en cuenta, además de las densidades de corriente, la cdt.



$$e = (0,0172 \cdot 2 \cdot 50 \cdot 13,6 \cdot 1) / 1,5$$

$$e = 15,6 \text{ V}$$

Como este valor está muy por encima del permitido, procedemos a calcular la sección del cable que nos impide superar los 3,3 V autorizados.

$$S = (\rho \cdot 2 \cdot L \cdot I \cdot \cos \varphi) / e$$

$$S = (0,0172 \cdot 2 \cdot 50 \cdot 13,6 \cdot 1) / 2,5$$

$$S = 9,35 \text{ mm}^2$$

Elegimos, entonces, 10 mm², que es una sección normalizada.

Diferencial. La sensibilidad de un interruptor diferencial es la mínima corriente de defecto capaz de producir su apertura automática. La sensibilidad para un ID está dada como I'' , indicándose la respuesta de intensidad no perjudicial para el cuerpo humano e impidiendo el riesgo de electrocución de las personas frente a derivaciones producidas en la instalación interior. Este dato se obtiene en función de la tensión de contacto máxima U_c y la máxima resistencia de tierra R_{mt} . Se halla, por cálculo:

$$I'' = U_c / R_{mt}$$

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tiene en cuenta la naturaleza de los locales, las masas y los elementos conductores, así como la extensión e importancia de la instalación. De manera que, en locales húmedos o mojados, la máxima tensión de contacto valdrá $U_c = 24 \text{ V}$; en locales secos, el valor máximo será de $U_c = 50 \text{ V}$; la máxima resistencia a tierra será:

En $24 \text{ V} \rightarrow 800$ (con $I'' = 0,03 \text{ A}$)

En $24 \text{ V} \rightarrow 80$ (con $I'' = 0,3 \text{ A}$)

En $50 \text{ V} \rightarrow 1660$ (con $I'' = 0,03 \text{ A}$)

En $50 \text{ V} \rightarrow 166$ (con $I'' = 0,3 \text{ A}$)

Aplicando la fórmula:

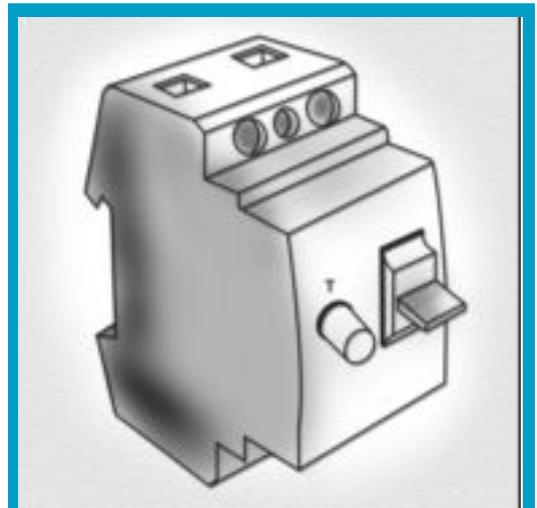
$$I'' = 50 \text{ V} / 1660 \Omega$$

$$I'' = 0,030 \text{ A}$$

Sensibilidad en miliamperios:

$$0,030 \text{ A} - 1000 = 30 \text{ mA}$$

Según las normas, todos los diferenciales deben estar dotados de pulsador de test (T) para comprobar su correcto funcionamiento. Este pulsador debe accionarse no sólo en el momento de puesta en servicio de la instalación, sino periódicamente, con lo cual comprobamos su eficacia.



Modelo de un interruptor diferencial



Actividad 2.3

Invite a sus alumnos a considerar un local seco cuya tensión alterna de alimentación es $U_c = 220 \text{ V}$. La resistencia a tierra de la vivienda vale $R_{mt} = 1660$. Indíqueles determinar la I'' del ID.





Actividad 2.4

Para propiciar que sus alumnos identifiquen, conozcan y utilicen correctamente los materiales eléctricos, le proponemos algunas estrategias de trabajo:

1. Identificación. Los alumnos utilizarán el nombre exacto de cada uno de los elementos del equipo que usted les muestra:

- Hilo y cable de 1.5 ó 2.5 mm² de los colores negro, marrón, gris, azul claro y amarillo-verde.
- Tubo de plástico corrugado de 13, 16, 23 y 29 mm ≥.
- Cajas de derivación.
- Cajas de mecanismos.
- Bases de enchufe de distintos tipos y valores de intensidad.
- Interruptores, conmutadores simples y de cruzamiento.
- Clavijas de enchufe varias.
- Conductos para cables.
- Lámparas de incandescencia de distintas potencias.
- Lámparas fluorescentes, reactancias y arrancadores.

2. Conocimiento. Los alumnos:

- Identificarán secciones de hilos y cables, y su utilización en función del color del aislamiento.
- Determinarán el diámetro del tubo corrugado.
- Caracterizarán las bases de enchufe y su valor de intensidad.
- Especificarán las características de los tubos fluorescentes y de las reactancias.
- Identificarán por su letra a los conductores de fase, neutro y tierra.
- Indicarán, sobre una pared con puerta y ventana, las distancias al techo de las cajas de derivación.

3. Utilización. Los alumnos concretarán los siguientes trabajos prácticos:

- Mediante la guía de cables, realizarán el paso de 3 ó más conductores por un tubo corrugado.
- Efectuarán conexiones en una caja de derivación.
- Conectarán correctamente interruptores o conmutadores y bases de enchufe.

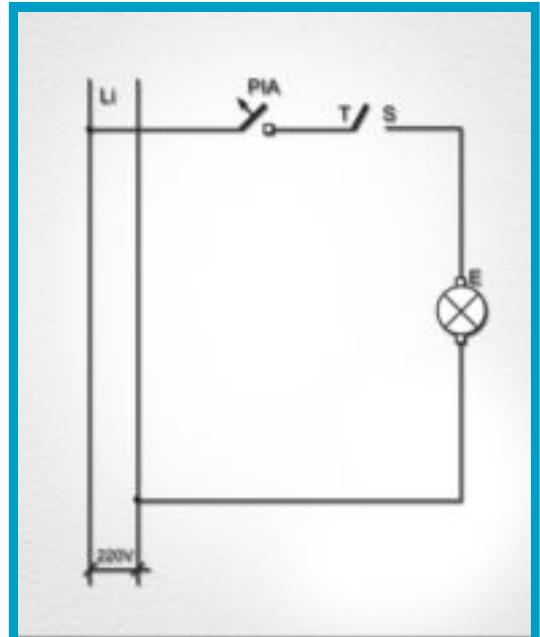
Siempre en el marco del proyecto tecnológico de analizar la instalación eléctrica de una vivienda.



3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA VIVIENDA

Instalación eléctrica de una vivienda

- de un punto de luz simple
- de un circuito mixto con dos puntos de luz y base de enchufe
- de un timbre
- de una habitación
- del salón comedor
- conmutada desde dos puntos
- conmutada de tres puntos
- en la cocina: el tubo fluorescente
- de un cuarto de baño
- exterior

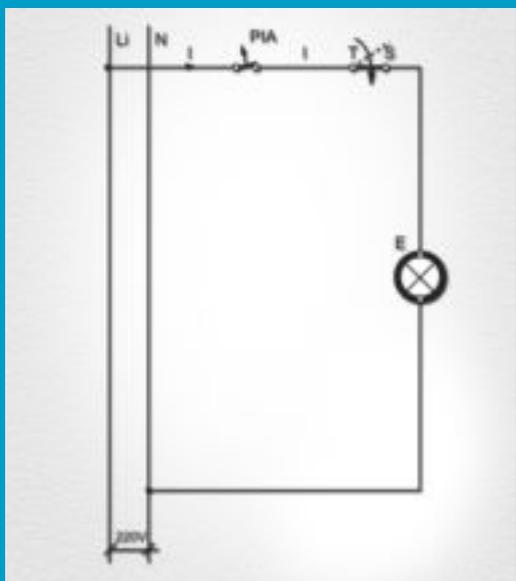


Instalación de un punto de luz simple

Resulta el circuito eléctrico más sencillo de cuantos se puedan encarar; es importante que le prestemos la atención que se merece, ya que en él se realizan las primeras letras del abecedario de las instalaciones eléctricas.

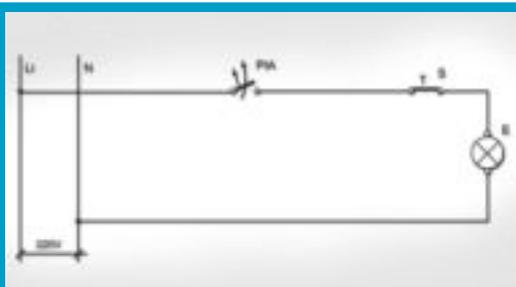
El funcionamiento del circuito es el siguiente: Estando cerrado el interruptor automático (PIA), al cerrar el interruptor (S) circula la corriente I por el circuito, debido a la diferencia de potencial existen-

te. Esta corriente hace que el filamento de la lámpara se ponga incandescente y emita luz.



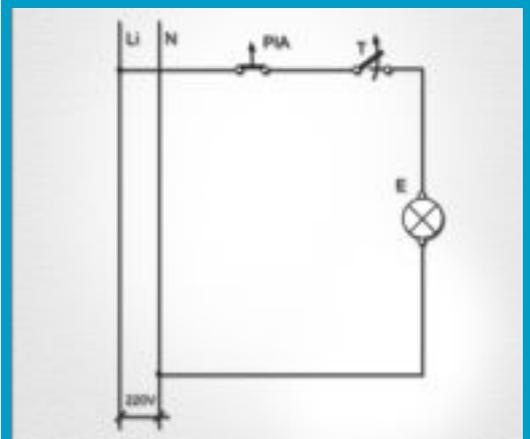
Al accionar el interruptor, la lámpara se enciende

En caso de cortocircuito o sobreintensidad, el interruptor automático (PIA) abre sus contactos, quedando el circuito protegido.



Si el PIA se activa, desconectamos todo el circuito

Al accionar de nuevo el interruptor, éste abre el circuito y la lámpara deja de emitir luz.



Al abrir el interruptor se desconecta la lámpara



Actividad 3.1

Proponga a sus alumnos montar y analizar el circuito con una lámpara incandescente.

Materiales y equipos necesarios:

- 1 lámpara de 100 W y 220 V (E).
- 1 portalámparas.
- PIA de 6 A.
- 1 interruptor (S).
- Cables.

Guíe a los estudiantes en sus tareas de:

- Montar el circuito.
- Aplicar una tensión de 220 V.
- Cerrar el PIA y, a continuación, el interruptor.
- Comprobar el encendido.

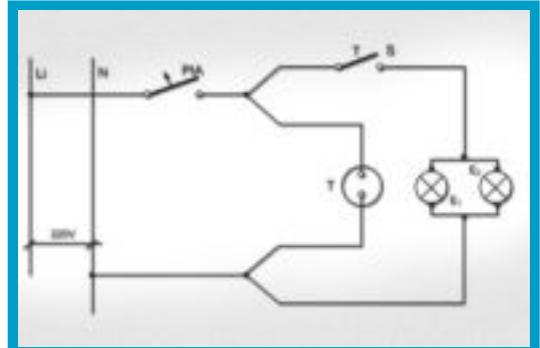
Algunas cuestiones a analizar durante la tarea:

- ¿Qué ocurre al cerrar el interruptor?
- ¿Qué ocurre al abrir el interruptor?
- ¿Qué ocurre al desconectar la lámpara?
- Estando el interruptor cerrado, ¿hay tensión en los extremos del portalámparas?
- Si no está la lámpara, ¿circula corriente por el circuito?



Instalación de un circuito mixto con dos puntos de luz y base de enchufe

Con esta instalación damos un paso más en el diseño y en el conexionado de instalaciones eléctricas. Se pretende, ahora, gobernar dos lámparas conectadas en paralelo desde un interruptor y, además, disponer de una base de enchufe para usos varios.



Instalación de un circuito mixto con dos puntos de luz y una base de enchufe. El circuito nos muestra dos lámparas (E_1 y E_2) conectadas en paralelo y una base de enchufe (T) conectada directamente a la red. El PIA protege tanto a las lámparas como a la base del enchufe, y el interruptor (S) controla el encendido o apagado de las dos lámparas.



Actividad 3.2

Ahora, propóngales analizar el funcionamiento de un circuito con dos lámparas y una base de enchufe.

Materiales y equipos necesarios:

- 1 PIA de 6 A.
- 1 lámpara de 100 W-220 V (E_1).
- 1 lámpara de 60 W-220 V (E_2).
- 2 portalámparas tipo rosca.
- 1 interruptor (S).
- Cables.

Guíe a los estudiantes en sus tareas de:

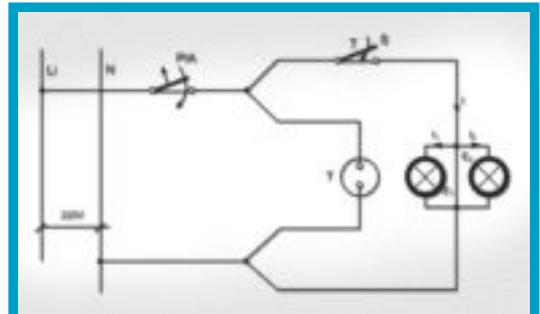
- Montar el circuito.
- Aplicar una tensión de 220 V.
- Cerrar el PIA y, luego, el interruptor, y comprobar el encendido de las lámparas.
- Conectar un pequeño receptor a la toma de corriente y comprobar su funcionamiento.

Algunas cuestiones a analizar durante la tarea:

- ¿Por qué las lámparas no encienden en toda su intensidad?
- ¿Por qué la lámpara de 100 W enciende menos que la de 60 W?
- ¿Qué lámpara tiene mayor tensión entre sus extremos? ¿Por qué?
- ¿Qué lámpara consume mayor potencia? ¿Por qué?
- ¿Qué ocurre si se desconecta una lámpara del circuito? ¿Por qué?



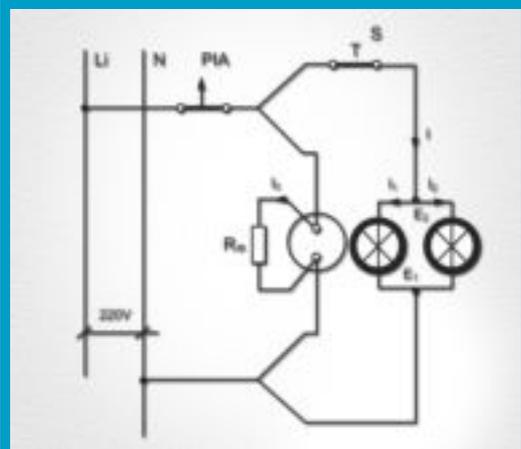
Al cerrar el interruptor (S), las lámparas son atravesadas por las corrientes I_1 e I_2 ; la suma de ambas será igual al valor de la corriente del tramo común del circuito I. Al estar sometidas a la misma tensión, iluminará más aquella por la que circula más intensidad, por ser la que marca una mayor potencia nominal.



Con PIA y S cerrados, las lámparas se encienden

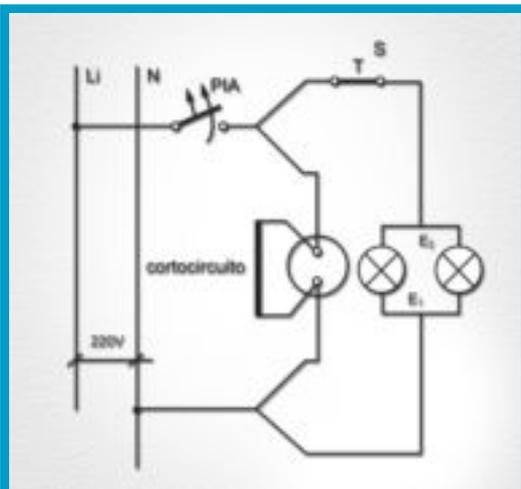
Al conectar cualquier receptor a la base del enchufe (T), éste funcionará tanto si el inte-

ruptor está abierto como cerrado; el PIA sí debe estar cerrado.



La base del enchufe es independiente del interruptor S

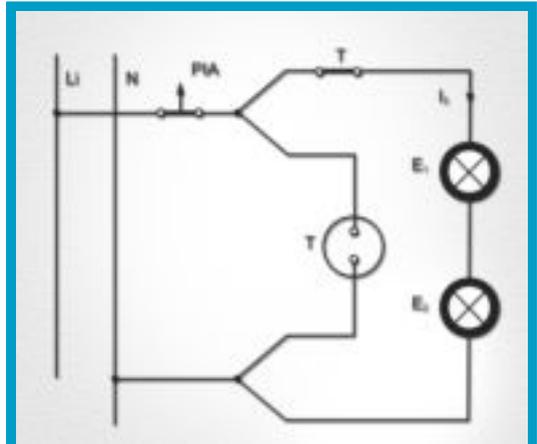
Si, por cualquier circunstancia, en la toma de corriente se produce almacenamiento o algún cortocircuito, el PIA se dispara automáticamente, desconectando todo el circuito.



El PIA protege a toda la instalación; si se dispara, se desconecta todo el circuito

Si las mismas lámparas E_1 y E_2 se conectasen en serie en lugar de en paralelo, las lámparas serían atravesadas por la corriente I iluminándose débilmente, ya que la resistencia del circuito ha sido aumentada con esta forma de conexión. Además, si desconectamos una lámpara, la otra deja de iluminar por quedarse abierto el circuito.

La conexión en serie de lámparas u otros receptores eléctricos no es utilizada en instalaciones de viviendas.



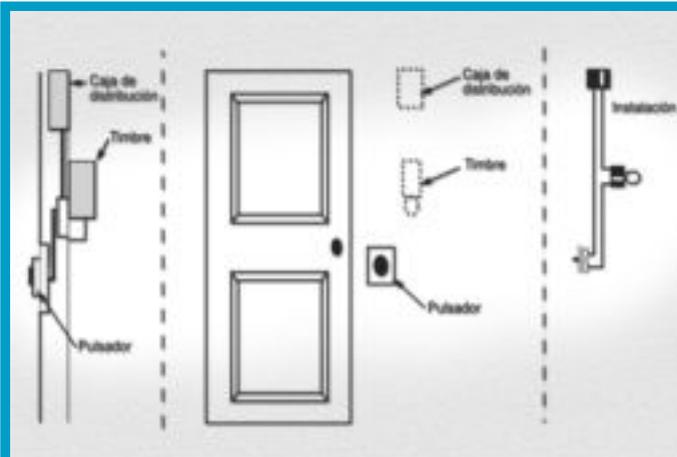
Al quedar repartida la tensión, las lámparas iluminan menos

Instalación eléctrica de un timbre

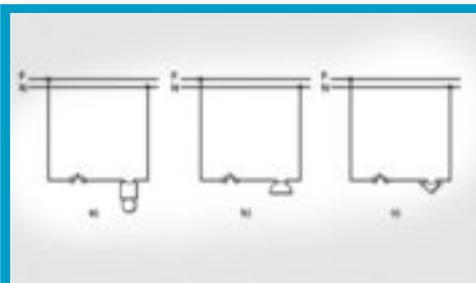
El timbre suele ser la primera instalación eléctrica que nos aparece cuando accedemos a una vivienda.

Este dispositivo se encuadra dentro del grupo de instalaciones de señalización.

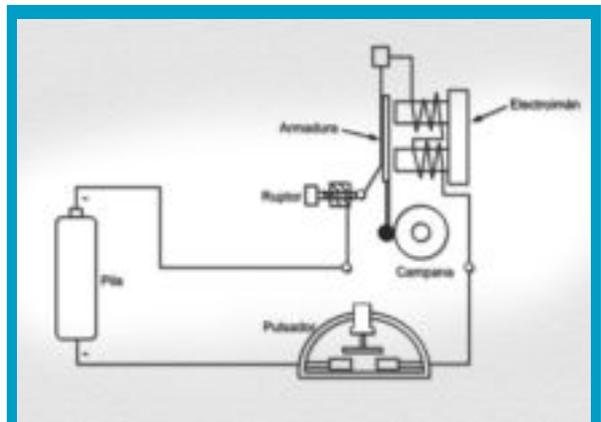
Las instalaciones de señalización se emplean en aquellos lugares que son necesarios para la seguridad, la comunicación y la detección de la presencia de personas. Se pueden dividir en dos grandes grupos: señalizaciones acústicas y señalizaciones ópticas. Los aparatos más utilizados en instalaciones de señalización acústica son los timbres, las emisores de sonido, las sirenas, los altavoces, etc.



Representación de la instalación unifilar y funcional del timbre de una vivienda



Distintos elementos de señalización acústica; a) timbres; b) emisores de sonido; c) sirenas



En el timbre de campana, al accionar el pulsador llega corriente al electroimán que atrae el brazo de hierro; el martillo unido a éste golpea la campana



Actividad 3.3

El desafío para sus alumnos es, ahora, instalar un timbre.

Guíelos en las tareas de:

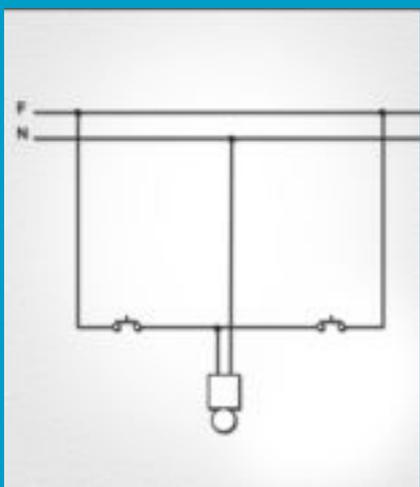
- Analizar cómo opera un timbre.
- Representar su circuito.

Un problema extra:

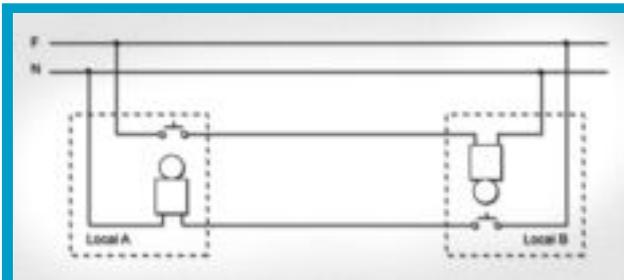
- ¿Cómo podríamos comunicar algunos mensajes simples al taller de al lado?



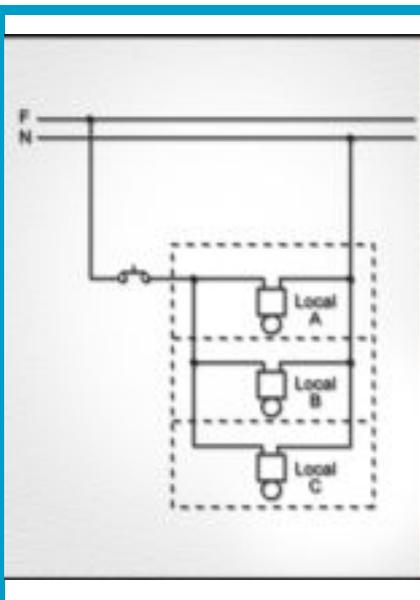
En el apartado de circuitos eléctricos de interés veremos otros tipos de instalaciones de señalización acústicas.



Esquema del circuito de accionamiento de un timbre mediante pulsadores instalados en diferentes lugares; accionando cualquiera de los dos pulsadores, el timbre suena



Cuando dos personas situadas en dependencias diferentes desean comunicarse algún tipo de mensaje breve, pueden hacerlo a través de un circuito de ida y vuelta, mediante timbres; desde el local A se puede hacer sonar el timbre instalado en el local B, y viceversa



Funcionamiento de varios timbres instalados en distintos locales, mediante un solo pulsador

Instalación eléctrica de una habitación



Actividad 3.4

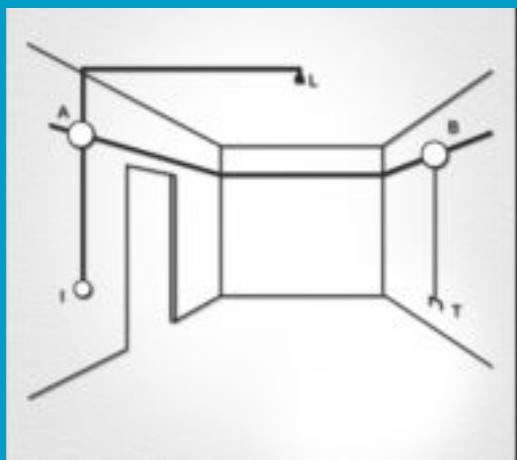
Los alumnos saben que su proyecto tecnológico consiste en concretar la instalación eléctrica de una vivienda. Hasta aquí han estudiado, realizado y comprendido las instalaciones de un punto de luz simple, de lámparas en paralelo y de bases de enchufe.

Ahora, usted puede proponerles abordar, sobre el terreno, la ejecución de instalaciones de las distintas partes concretas de una vivienda, comenzando por una habitación sencilla.

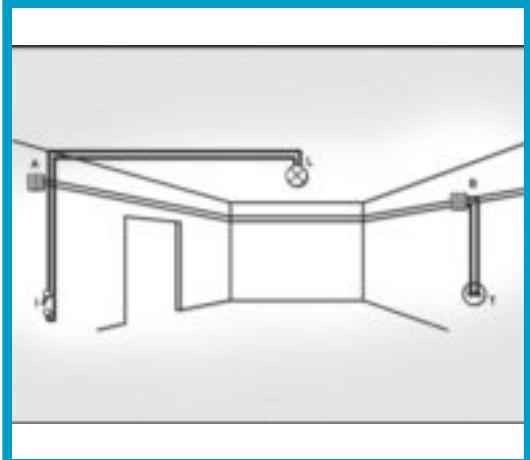
Proponga a sus alumnos:

- Diseñar el tendido de las líneas de una lámpara, un interruptor y una toma de corriente de una habitación tipo.
- Desarrollar el esquema funcional de la instalación eléctrica de esta habitación.
- Desarrollar el esquema multifilar.
- Prever los materiales necesarios.

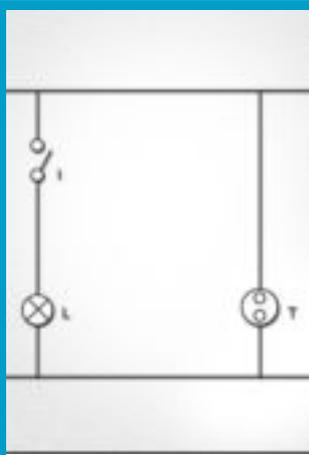




Tendido de las líneas de una lámpara (L), un interruptor (i) y una toma de corriente (T) en una habitación tipo; todos los tubos se instalan según la norma de verticalidad y horizontalidad

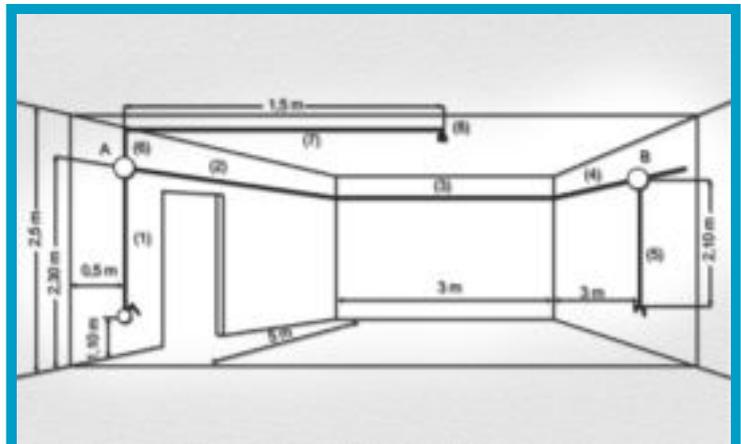


Esquema multifilar en el espacio; para cada instalación se concreta siempre este tipo de esquema en el plano, en lugar de la representación espacial; en la figura se aprecia claramente cómo discurren los cables por el tubo



Esquema funcional de la instalación eléctrica de nuestra habitación; observamos cómo al accionar el interruptor i se ilumina la lámpara, y cómo la toma de corriente es independiente del resto de elementos de la instalación

Para el recuento del material necesario para la ejecución de la instalación –incluidos los metros de cable y tubo necesarios– los alumnos toman las medidas de la habitación.



Medidas en nuestra habitación

Concentrémonos, ahora, en cómo se realizan los cálculos de materiales.

Suma de longitud de cada tramo

$$\begin{aligned}\text{Tubo} &= (1) + (2) + (3) + (4) + (5) + (6) + (7) + (8) \\ \text{Tubo} &= (2,30 - 1,10) + (5 - 0,5) + 3 + 3 + (2,10) + (2,5 - 2,3) + (1,5) + (0,30) \\ \text{Tubo} &= 1,20 + 4,5 + 3 + 3 + 2,10 + 0,2 + 1,5 + 0,30 \\ \text{Tubo} &= 15,8 \text{ m}\end{aligned}$$

Tubo. La suma de los distintos tramos indicados, nos da los metros de tubo que debemos solicitar en la ferretería.

Se pedirán, entonces, 16 metros de tubo.

Cobre. En este caso particular, por cada tramo de hilo observamos que van dos cables, por lo que únicamente habrá que multiplicar por dos el resultado de los metros de tubo.

Se comprarán 32 m de cobre.

Podríamos calcular la sección. Pero, para estos casos sencillos pueden usarse secciones de 1/1,5 para la lámpara y 2,5 mm² para la toma de corriente, siempre según las potencias que se les piense solicitar. Si por algún tramo de tubo van más de dos conductores, los metros correspondientes a ese segmento deben multiplicarse por el número de hilos.

Además se necesitan:

- 1 interruptor.
- 1 base de enchufes.
- Cajas de derivación.
- Conductos portacables.

Herramientas. Las mismas utilizadas en los circuitos anteriores.



Actividad 3.5

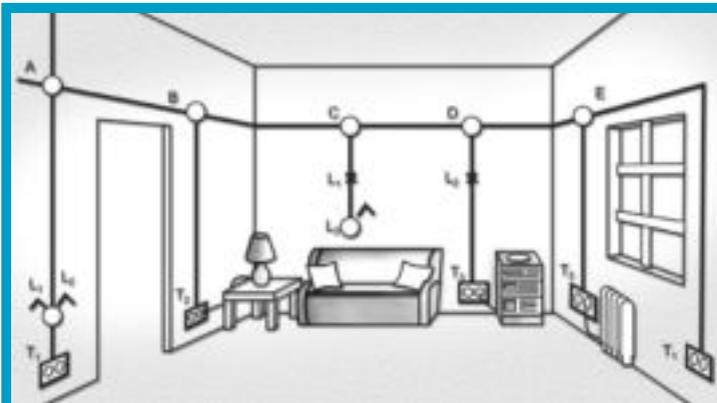
Una vez realizada la instalación eléctrica básica de una habitación, puede proponer a sus alumnos una instalación que, si bien no es más difícil, sí es más voluminosa, y los ayudará a desenmarañar de forma sistemática todo el entramado de hilos y conexiones que forman parte de la instalación de un posible salón-comedor.

La situación problemática es:
Nuestro salón dispone de:

- una lámpara de araña con seis puntos de luz, dos agrupados en L_1 y cuatro en L_2 , ambos grupos conectados en paralelo y gobernados desde los interruptores i_1 e i_2 , respectivamente;
- dos puntos de luz L_3 y L_4 controlados conjuntamente desde i_3 ; y
- cinco tomas de corriente T_1/T_5 , esta última con toma de tierra, por ser la destinada a calefacción.



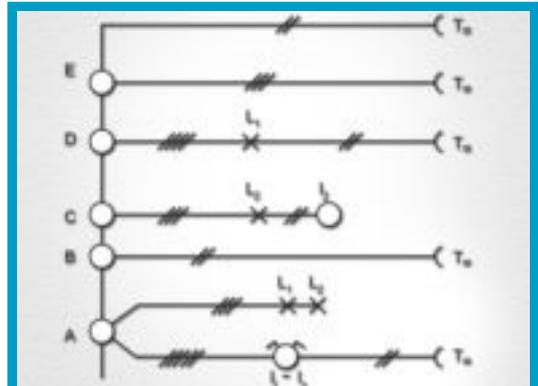
Instalación eléctrica del salón-comedor



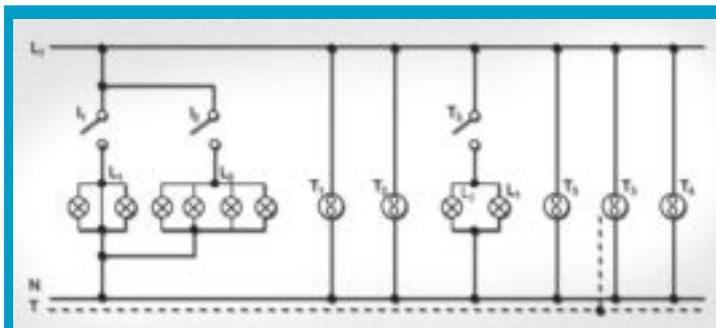
Distribución tubular espacial de un salón-comedor

En el esquema unifilar de nuestro salón-comedor –para simplificar– representamos los grupos uno y dos como solo punto de luz; recuerde usted que en L_1 van montadas dos lámparas en paralelo y en el L_2 , cuatro.

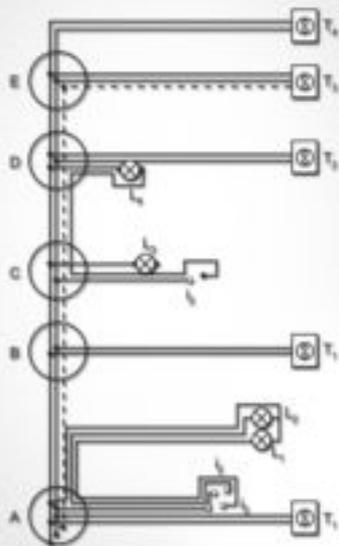
En el esquema funcional observamos cómo podemos disponer de iluminación baja de techo, conectando sólo el grupo de dos lámparas L_1 a través de i_1 ; de una iluminación media, accionando únicamente i_2 , con el que se iluminará sólo el grupo de cuatro lámparas L_2 , o de una intensidad de luz alta conectando los dos grupos. Si deseamos una iluminación de pared, accionamos el i_3 para conectar L_3 - L_4 . Las múltiples tomas de corriente nos permiten el uso de distintos electrodomésticos, ya sea fijos o portátiles.



Esquema unifilar; las líneas diagonales representan el número de conductores que contiene cada tubo

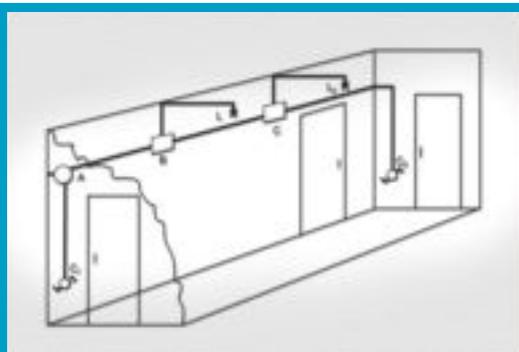


Esquema funcional del salón-comedor



Esquema multifilar; todos los empalmes y conexiones deben efectuarse en las cajas de derivación; ningún empalme se realiza sin conductos portacables u otras uniones normalizadas

Instalación conmutada desde dos puntos



Distribución espacial de los emplazamientos de los distintos elementos que pueden formar parte de la instalación de un pasillo



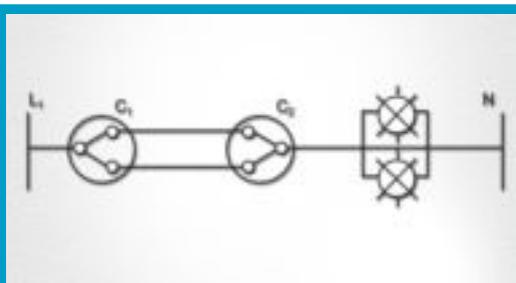
Actividad 3.6

Usted puede, ahora, proponer a sus alumnos dar respuesta a la necesidad de gobernar un punto de luz desde dos lugares diferentes.

Suele suscitarse esta demanda, por ejemplo, en habitaciones (poder apagar la lámpara del techo desde la cabecera de la cama o desde la puerta) o en pasillos (cuando la entrada y la salida se efectúa por puertas distintas).

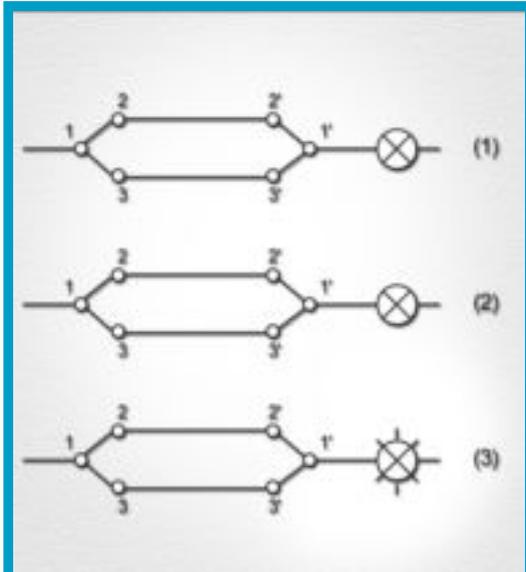
Los materiales necesarios para realizar esta instalación son:

- 3 cajas de distribución.
- 2 lámparas.
- 2 portalámparas
- 2 conmutadores.
- Cable y tubo según medidas.
- 6 conductos portacables.



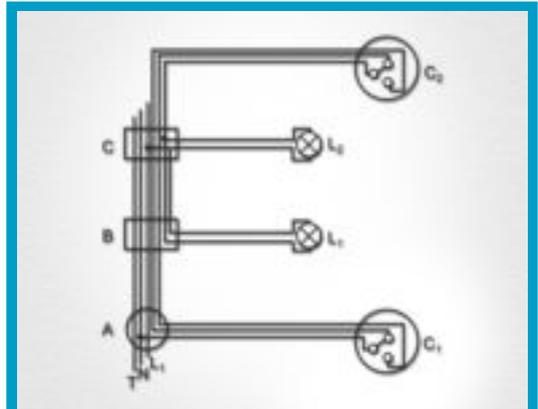
Esquema funcional; en la posición actual de los conmutadores, las lámparas están iluminadas

En el caso de no estar hechas las canalizaciones y si se desea que éstas sean empotradas, las herramientas que se precisan son: máquina de hacer rozas (o, en su defecto, maza y cincel), cable guía para pasar los conmutadores por los tubos, tijeras de electricista, destornillador y alicates. Además, serán precisos los elementos de albañilería necesarios para tapar las rozas y el tubo de la instalación.

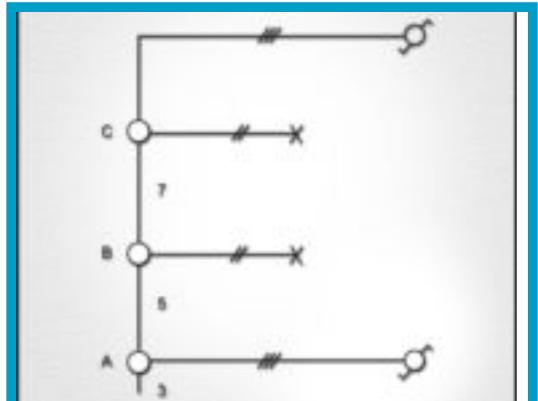


En las posiciones 1 y 2, la lámpara no se ilumina; en la 3 sí lo hace; los contactos 1 y 1' se denominan comunes, pues se trata de un punto que no varía para las diferentes posiciones del conmutador; los contactos 2, 3, 2' y 3' reciben el nombre de no comunes

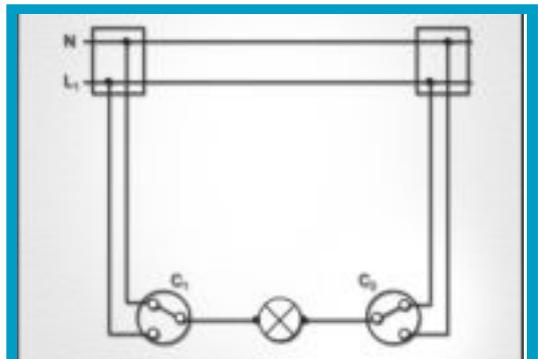
En los esquemas que siguen se detallan todas las conexiones de nuestra instalación conmutada, conexionadas, como siempre, o en los elementos eléctricos o en las cajas de distribución. Otra forma de conexión de una instalación conmutada desde dos puntos es el llamado **montaje en largo** que, para largas distancias, conlleva un gran ahorro en cobre.



Esquema multifilar de la instalación conmutada del pasillo



Esquema unifilar



Montaje en largo de una instalación conmutada

Instalación conmutada de tres puntos

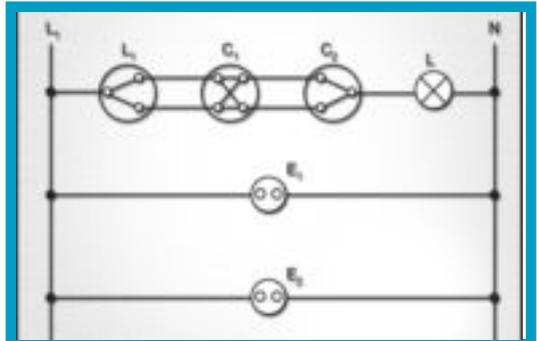


Actividad 3.7

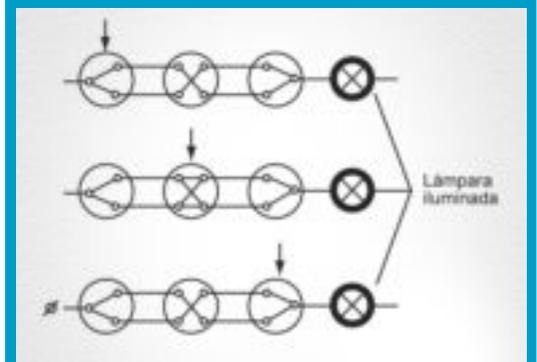
A veces se hace necesario, o simplemente cómodo, el poder gobernar la iluminación o cualquier otro receptor eléctrico desde más de dos puntos en cualquier habitación de una vivienda. Volvamos al caso del dormitorio y propongamos a los alumnos que se desea controlar la luz desde los dos extremos de la cabecera de la cama y desde la puerta de la entrada.

Los materiales necesarios son:

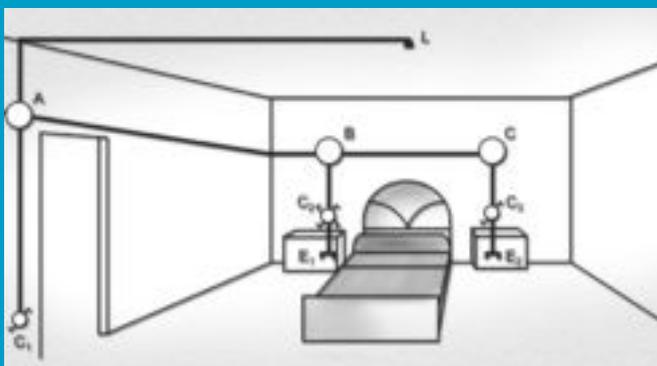
- 3 cajas de distribución.
- 2 bases de enchufes.
- 1 conmutador de cruzamiento.
- 2 conmutadores.
- 1 lámpara.
- 1 portalámparas.
- Tubo.
- Cables



Esquema funcional de una instalación conmutada desde tres puntos; en la posición en que se encuentran los tres conmutadores, la lámpara L no se ilumina



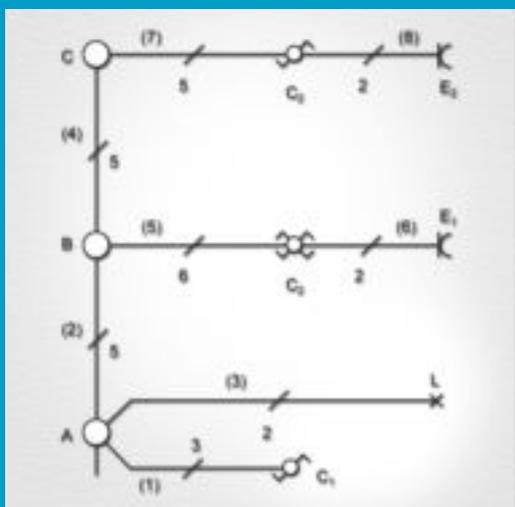
Obsérvese que cambiando de posición cualquiera de los tres, pero sólo uno, la lámpara se enciende



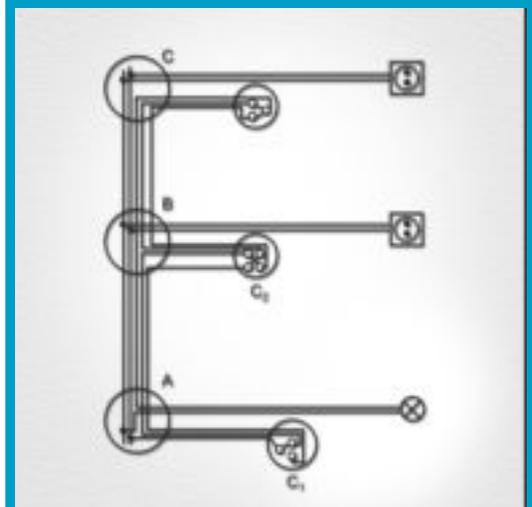
Distribución espacial de un dormitorio con conmutación desde tres puntos

Del mismo modo, conmutando nuevamente uno cualquiera de los tres dispositivos estando la lámpara iluminada, ésta se apaga.

Para el cálculo de la longitud del tubo y de los cables:

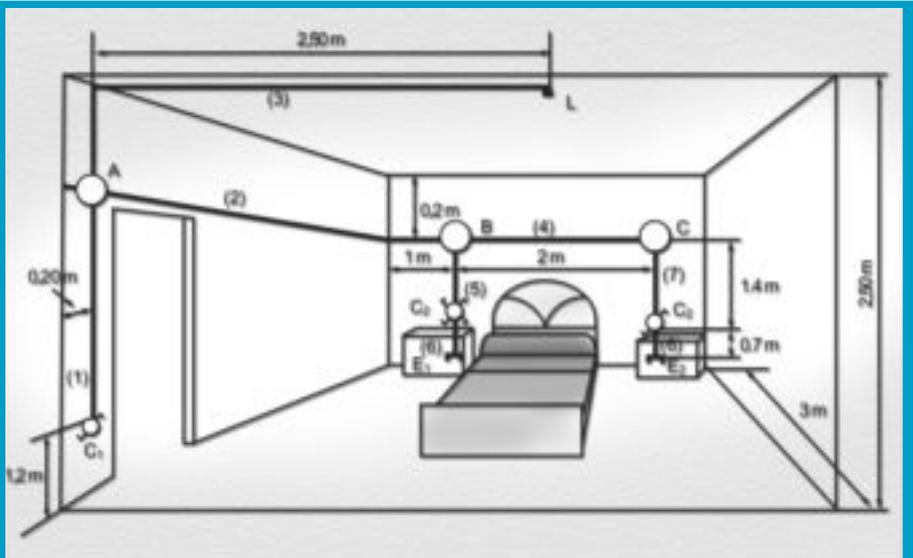


Esquema unifilar



Esquema multifilar

Dimensiones de la habitación para poder calcular los metros de tubo y cable



Suma de longitud de cada tramo

$$\begin{aligned}
 \text{Tubo} &= (1) + (2) + (3) + (4) + (5) + (6) + (7) + (8) \\
 \text{Tubo} &= (2,50 - 1,20 - 0,20) + (3 - 0,20 + 1) + (0,20 + 2,50) + 2 + 1,40 + 0,70 + 1,40 + 0,70 \\
 \text{Tubo} &= 1,10 + 3,80 + 2,70 + 2 + 1,40 + 0,7 + 1,40 + 0,7 \\
 \text{Tubo} &= 13,8 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Se piden, por lo tanto, 14 metros de tubo.

$$\begin{aligned} \text{Cable} &= (2,50 - 1,20 - 0,20) \cdot 3 + (3 - 0,20 + 1) \cdot 5 + (0,20 + 2,50) \cdot 2 + 2 \cdot 5 + 1,40 \cdot 6 + 0,70 \cdot 2 + 1,40 \cdot 5 + 0,40 \cdot 2 \\ \text{Cable} &= 3,30 + 19 + 2,40 + 10 + 8,40 + 1,40 + 7 + 1,40 \\ \text{Cable} &= 55,9 \text{ m} \end{aligned}$$

Para hallar los metros de cable que se necesitan no se tiene ningún problema si se opera de forma sistemática. Consiste en marcar, sobre el esquema unifilar, los distintos tramos de tubo y, sobre éstos, el número de hilos que alojan. A continuación sólo hay que multiplicar y sumar.

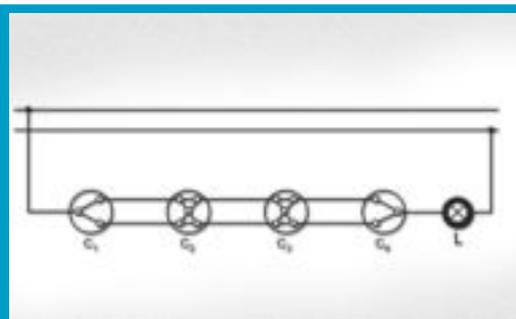
Se piden, entonces, 60 metros de cobre. Tengamos en cuenta que no hemos considerado: el tramo de la lámpara que descende del techo, que en las cajas de derivación siempre se dejan algo flojos, el cobre que se puede perder al retirar el aislante, etc.

Una vez comprendido el funcionamiento de una lámpara desde tres puntos diferentes, no resulta difícil entender y aplicar el esquema para que el gobierno se pueda realizar desde cuatro, cinco o más puntos diferentes; sólo hay que interponer entre los dos conmutadores simples cuantos cru-

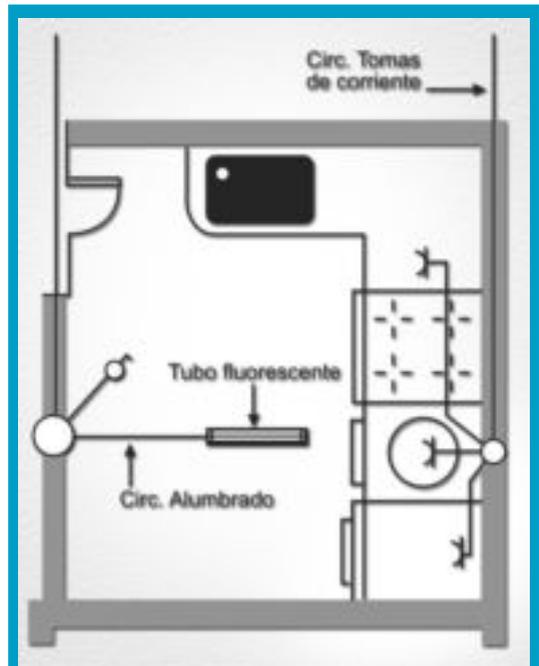
zamientos se deseen.

Instalación eléctrica en la cocina: el tubo fluorescente

Después del cuarto de baño, la cocina es una de las instalaciones más delicadas de una vivienda; en ella se concentran distintas tomas de corriente que pertenecen, además, a los diferentes circuitos que parten del cuadro de distribución.



Instalación conmutada desde cuatro puntos diferentes



Planta de una cocina perteneciente a una vivienda con grado de electrificación mínimo

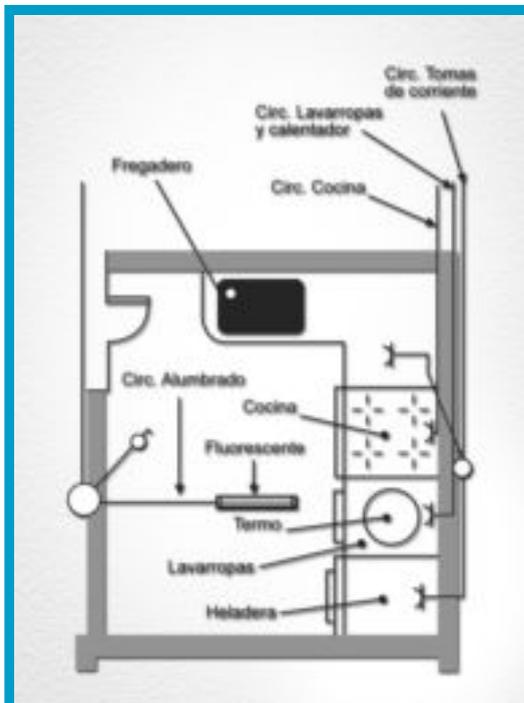
En la instalación eléctrica de una cocina tendremos como mínimo el circuito de alumbrado y el de tomas de corriente, en el caso de electrificación mínima.

Hoy en día, prácticamente la totalidad de las instalaciones de iluminación de cocinas es a partir de lámparas fluorescentes; su elevado rendimiento luminoso de alumbrado, alrededor de 80 lúmenes/watt y la aceptable calidad que las caracteriza han determinado su masiva implementación. Si bien el valor total del equipo supera al del alumbrado incandescente, a la larga su rentabilidad es superior. La operación de instalar un tubo fluorescente se simplifica notablemente si se recurre a equipos preinstalados en los que la caja protege las conexiones de los conductores.

Estos equipos no requieren más trabajo que el de fijarlos al techo o la pared, y conectarlos a los conmutadores de alimentación.

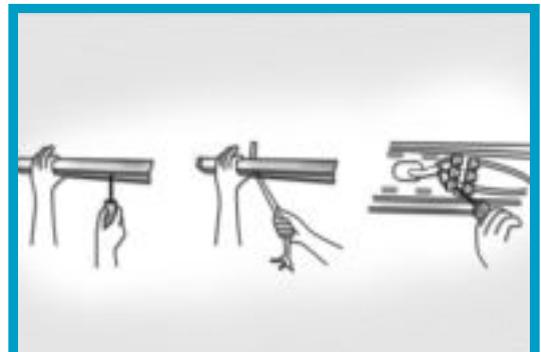


Para instalar un tubo fluorescente, pase los conductores y conecte los terminales a los bornes



Detalle de la armadura completa de un equipo fluorescente

Inserte los portatubos en los extremos del armazón. Coloque el tubo tomándolo por ambos extremos –o, por el centro, si es corto–, girándolo un cuarto de vuelta para encajar las patillas en sus alojamientos.

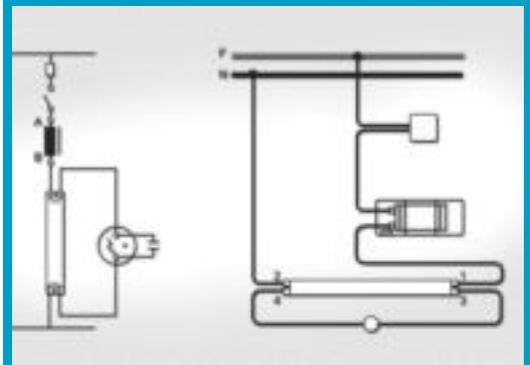


Montaje del tubo y portatubos de un fluorescente

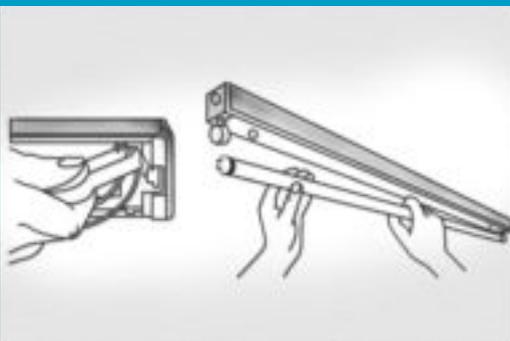


Actividad 3.8

Usted puede presentar a sus alumnos la situación más compleja de realizar la operación completa para la instalación de un tubo fluorescente en una cocina.



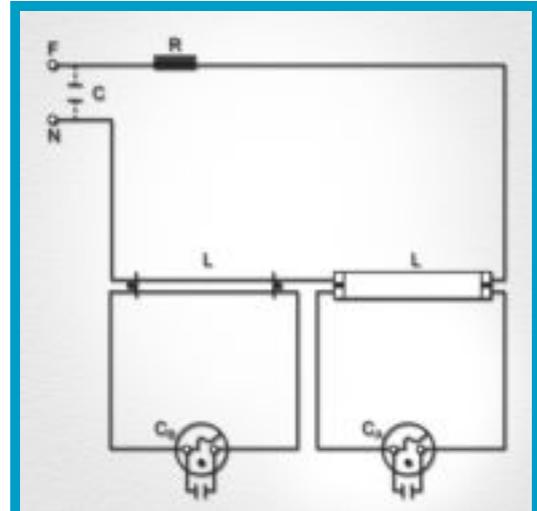
Conexión en serie de dos lámparas



Montaje completo de un tubo fluorescente; intercale la reactancia en uno de los conductores de fase que va a parar a un terminal del tubo (1) y haga llegar la otra polaridad al terminal del otro extremo (2); los terminales de cada extremo del tubo que no reciben corriente (3-4) se empalman entre sí a través del cebador

Cuando se toman varias lámparas fluorescentes, es posible hacerlo de distintas maneras; entre otras, cabe destacar el montaje en serie y la conexión dúo.

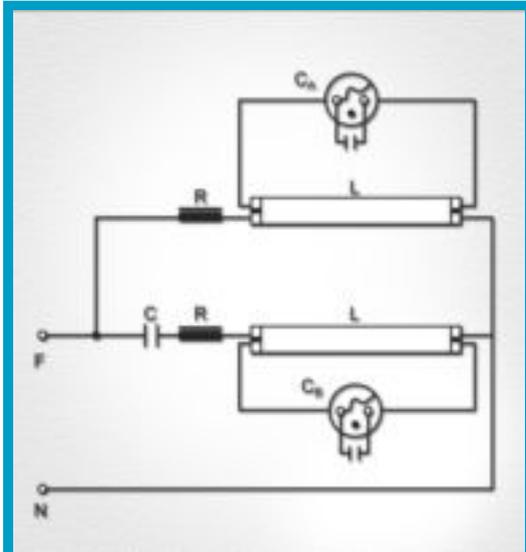
Conexión en serie de dos lámparas. Es posible conectar en serie dos lámparas fluorescentes de 18 ó 20 W, junto con una reactancia que tenga el doble de potencia nominal que cada lámpara, de este modo:



Conexión dúo

Puede efectuarse el montaje de tres tubos de corriente alterna trifásica para evitar el efecto estroboscópico, ya que de esta forma

sólo un tercio de ellas tiene tensión cero en un instante dado



Montaje de tubos en corriente alterna trifásica para evitar el efecto estroboscópico.

Consejos

- Los tubos defectuosos no deben romperse, ya que provocan fugas de vapor de mercurio perjudiciales para la salud.
- Este tipo de lámparas no es rentable cuando el tiempo que van a permanecer encendidas no es relativamente largo, ya que el consumo en la conexión es bastante elevado; por esto, no son aconsejables en cuartos de baño, pasillos y lugares de tránsito, mientras que van bastante bien en lugares de trabajo, grandes garajes, transporte subterráneo y, en general, lugares donde tienen asegurados largos períodos de encendido constante.

Instalación eléctrica de un cuarto de baño

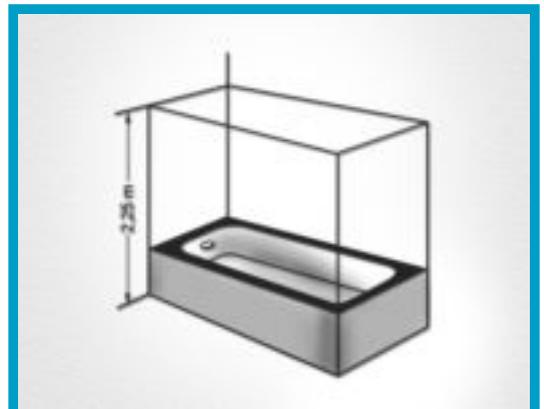
Como planteamos al comienzo de este material, en el tema de seguridad, el agua y la electricidad son malas compañeras. Esto hace del cuarto de baño la habitación más peligrosa de una vivienda. Entonces, antes de proyectar la distribución de los distintos elementos eléctricos que deseamos disponer, es necesario tener en cuenta una serie de prescripciones.

Prescripciones

- Volúmenes de prohibición y de protección
- Red equipotencial

Volúmenes de prohibición y de protección.

La superficie de la bañera o el plato de la ducha constituyen la base de un volumen, que se eleva hasta 2,25 m de altura, en el cual no se permite ninguna instalación eléctrica; éste es el volumen de prohibición.

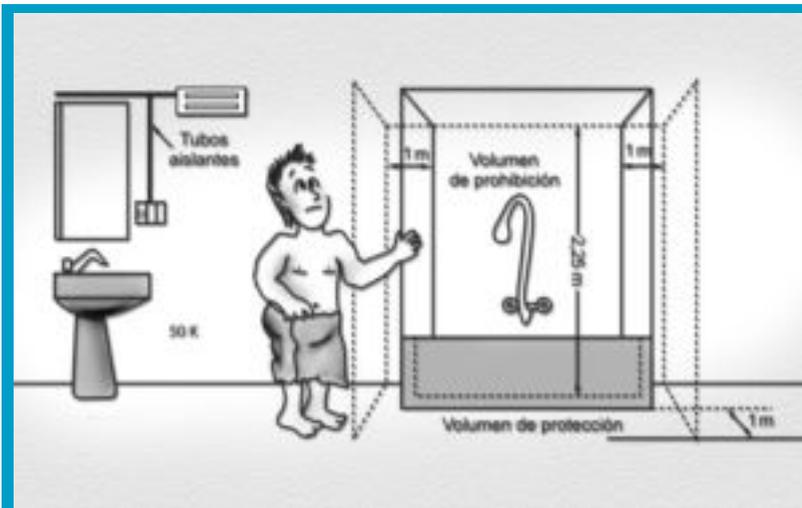


Espacio ocupado por el volumen de prohibición

Sólo podrá instalarse un termo eléctrico

(tipo ducha), siempre que físicamente sea imposible situarlo fuera de ésta.

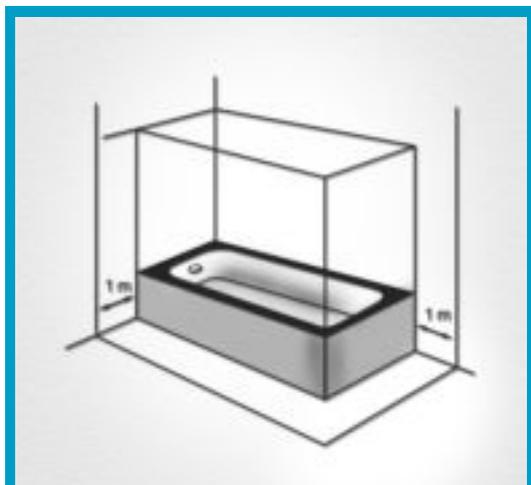
La segunda zona de protección mantiene la misma altura y se extiende un metro en torno al perímetro de la bañera o ducha. En este espacio solamente se autorizan determinadas instalaciones: armarios con doble iluminación incorporada, aparatos de iluminación o calefacción con doble aislamiento o bases de máquinas de afeitar con transformador aislado. Están prohibidas las tomas de corriente, los interruptores y las cajas de empalmes. Sí pueden instalarse tomas de corriente de seguridad.



Cuarto de baño completo

Tanto en el interior del volumen de protección como en el de prohibición, las canalizaciones se realizarán exclusivamente a base de conmutadores aislados colocados dentro de tubos aislantes; para éstos se admiten tanto montaje empotrado como superficial.

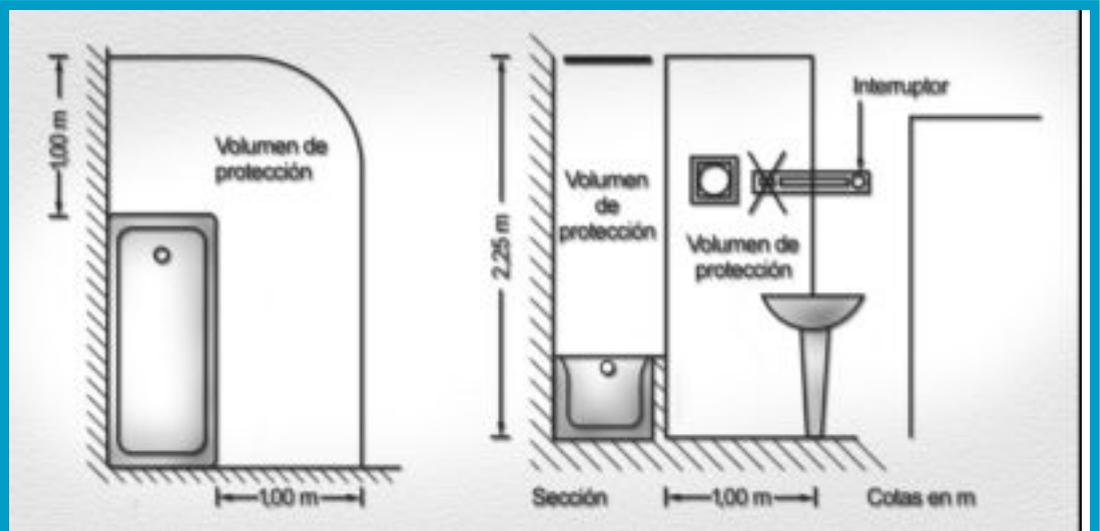
Tanto en el interior del volumen de protección como en el de prohibición, las canalizaciones se realizarán exclusivamente a base de conmutadores aislados colocados dentro de tubos aislantes; para éstos se admiten tanto montaje empotrado como superficial.



Espacio ocupado por el volumen de protección

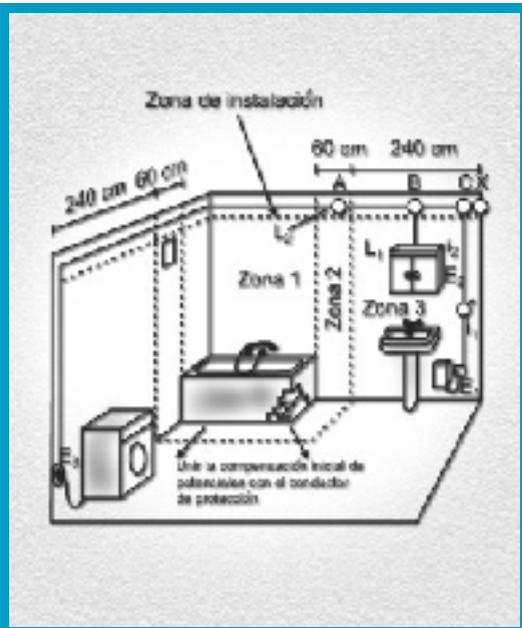
Red equipotencial. La red equipotencial consiste en la conexión de todas las partes metálicas (cañerías de agua, desagüe, calefacción y gas) y las masas de los aparatos sanitarios al circuito de tierra, con toma de tierra inferior a 37 ohm. En las bañeras de acero con tubo de desagüe de plástico sólo se conecta la bañera a la compensación de potenciales.

Las duchas y bañeras tienen una lengüeta en la parte inferior con una perforación en la que se puede fijar la línea de compensación. El conductor de compensación de potenciales (no olvidemos que, estando todo a un mismo potencial, no puede apa-



Fuera del volumen de protección pueden instalarse tomas de corriente, interruptores y aparatos de alumbrado no metálicos; las tomas de corriente están provistas de contacto de puesta a tierra

recer corriente eléctrica) es una línea de cobre aislada con una sección mínima de 4 mm² o un fleje de acero galvanizado de 2,5 x 20 mm como mínimo.



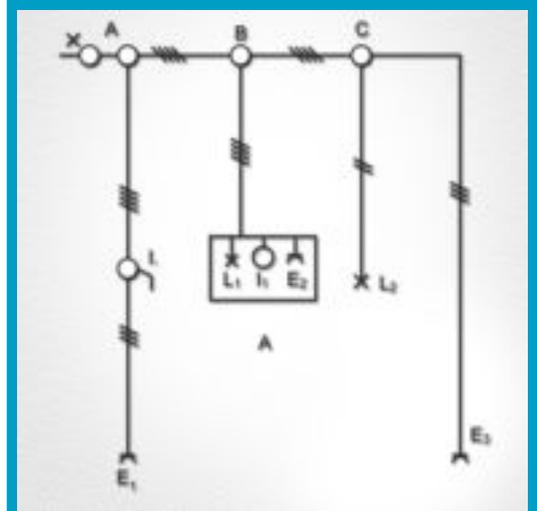
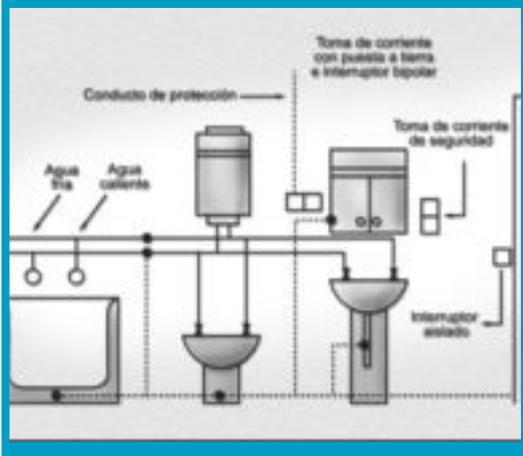
Actividad 3.9

Le sugerimos plantear a sus alumnos la instalación eléctrica de un cuarto de baño constituida por un punto de luz simple en el techo L_2 , un punto de luz múltiple en el espejo L_1 , así como por varias tomas de corriente E_1 - E_3 , una calefacción, otra para pequeños electrodomésticos (máquina de afeitar, secador de pelo, etc.) y, eventualmente, de alguna otra toma para diversos usos, además de los interruptores correspondientes a las lámparas de techo y espejo, respectivamente.

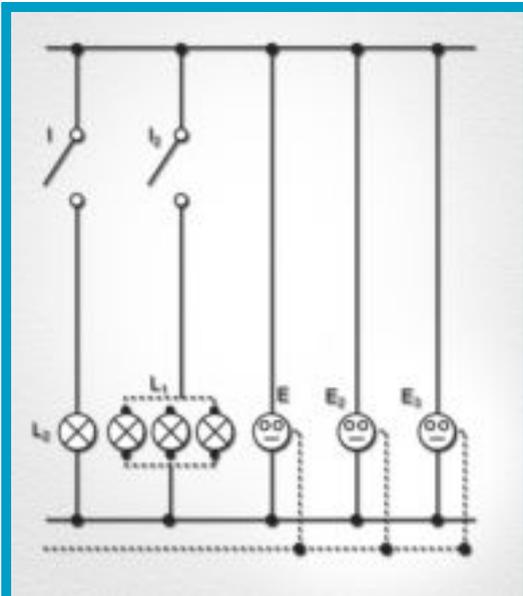
Como en los casos anteriores, es importante realizar:

- Esquema funcional.
- Esquema unifilar.
- Esquema multifilar.

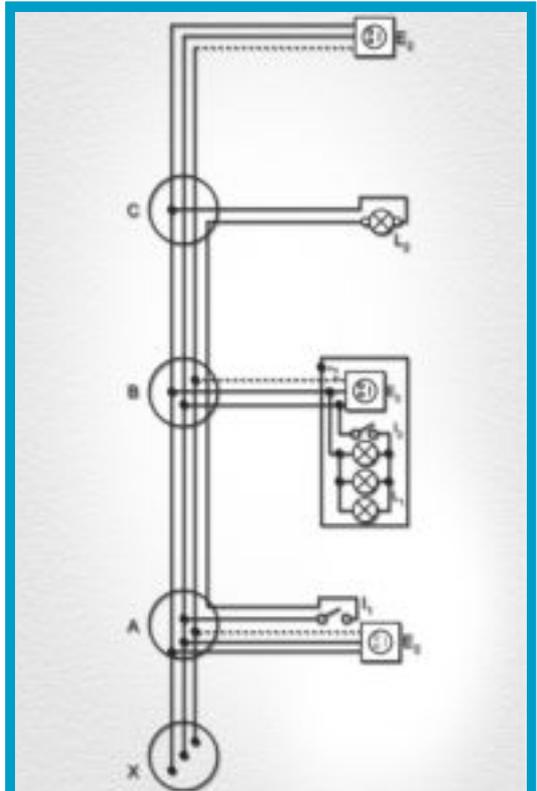




Esquema unifilar



Esquema funcional de nuestro cuarto de baño



Esquema multifilar

Instalación eléctrica exterior de una vivienda

Con frecuencia, es necesario hacer una conexión eléctrica en la zona exterior de la vivienda, sea para la iluminación de la terraza o el balcón o, fuera de la casa, para herramientas o para la cortadora del césped.

Todas estas instalaciones eléctricas deben estar protegidas contra el agua de lluvia o las proyecciones de agua, y se rigen por las mismas disposiciones de los locales húmedos y mojados.



Iluminación de exterior móvil protegida contra agua

Los distribuidores, cajas de derivación, interruptores y enchufes deben estar impermeabilizados con una protección contra la humedad en el lugar de entrada de la línea. En caso de que no se desee una instalación sobre revoque, también pueden

montarse enchufes y líneas bajo revoque. Para ello se emplearán enchufes con tapa impermeabilizada incorporada y una cubierta de clip de protección contra las proyecciones de agua.



Los enchufes con protección contra proyecciones de agua se pueden utilizar en el jardín; las distintas partes de que se componen son: zócalos, marcos y tapas.

En las instalaciones de exterior es recomendable emplear un interruptor diferencial con una sensibilidad mínima de 30 mA; por que, a través del suelo húmedo, se produce un buen contacto a tierra.

En las herramientas de propulsión eléctrica y cortadoras de césped existe el peligro adicional de dañar el cable; por este motivo, está plenamente justificado el interruptor diferencial.

Si las líneas se tienden bajo tierra, deben estar enterradas a una profundidad mínima de 60 cm e, incluso, a 80 cm si se encuentran bajo caminos transitables. Es conveniente que los cables se cubran con una capa de arena de 10 cm sobre la que se colocan ladrillos que impedirán que, más tarde, al cavar, se golpee el cable inadvertidamente con la pala o el azadón.

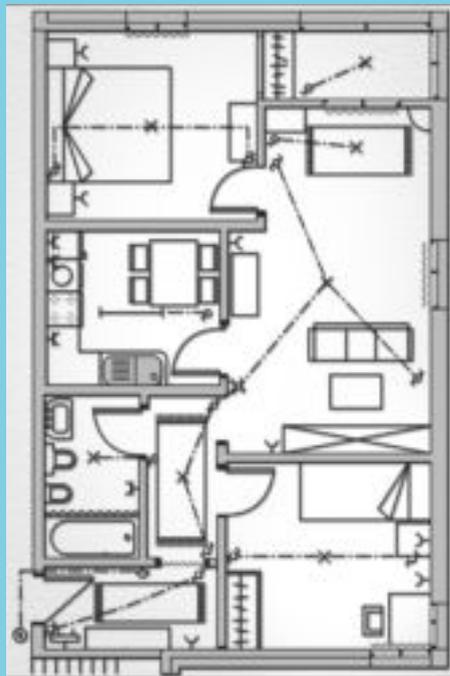
4. PROYECTO E INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE UNA VIVIENDA CON GRADO MÍNIMO DE ELECTRIFICACIÓN



Actividades 4.1

Le acercamos una propuesta de proyecto tecnológico para sus alumnos. Por supuesto, le sugerimos hacer todas las adecuaciones necesarias para que esta situación resulte relevante para ellos.

El propietario que nos solicita el proyecto para la instalación eléctrica de su casa, nos aporta un plano en planta



de su casa que tiene 60 m^2 de superficie total.

Nos informa que quiere un grado de electrificación bajo con los circuitos, puntos de luz y tomas de corriente que están considerados como mínimos o estrictamente necesarios.

Les pedimos determinar:

1. Objeto del proyecto.
2. Descripción:
 - 2.1. Suministro
 - 2.2. Alimentación
 - 2.3. Instalación interior de la vivienda
 - 2.4. Constitución de los circuitos
3. Cálculos de distribución de potencias:
 - 3.1. Circuito de alumbrado y tomas de corriente de alumbrado
 - 3.1.1. Cálculo de la sección por caída de tensión (cdt)
 - 3.1.2. Comprobación de la sección por densidad de corriente
 - 3.1.3. Cálculo de la cdt con la sección adoptada
 - 3.1.4. Reparto de carga prevista
 - 3.2. Circuito de tomas de corriente

- 3.2.1. Cálculo de la sección por caída de tensión (cdt)
- 3.2.2. Comprobación de la sección por densidad de corriente
- 3.2.3. Cálculo de la cdt con la sección adoptada
- 3.3. Diámetro de los tubos
- 3.4. Valores de las protecciones
 - 3.4.1. Interruptor general automático (IGA)
 - 3.4.2. Interruptor diferencial (FI)
 - 3.4.3. Circuito de alumbrado y tomas de corriente de alumbrado
 - 3.4.4. Circuito de tomas de corriente de varios usos
 - 3.4.5. Conductores de protección
- 4. Planos:
 - 4.1. Situación de elementos
 - 4.2. Esquema de canalización
 - 4.3. Esquema eléctrico unifilar
- 5. Pliego de condiciones:
 - 5.1. Conductores
 - 5.2. Tubos conductores
 - 5.3. Pequeño material
 - 5.4. Caja para ICP y cuadro de distribución
 - 5.5. Protecciones
 - 5.6. Condiciones de pago

Luego, realizar la instalación sobre pared o tablero.

Y, una vez efectuada la instalación, proceder a verificar su funcionamiento, realizando medidas de continuidad y aislamiento.



A continuación le presentamos la documentación desarrollada por los alumnos.

1. Objeto del proyecto

El objeto del siguiente proyecto comprende la instalación eléctrica de un departamento perteneciente a un edificio en una localización urbana. La vivienda a instalar posee una superficie construida en planta de 60 m² constituida por: hall de entrada, pasillo, cocina, cuarto de baño, salón comedor, dos dormitorios y terraza.

Consideramos la instalación eléctrica, la que parte desde el cuadro de distribución con sus protecciones y los circuitos interiores que, por su superficie, le corresponden, dejando preparada una caja para alojar el interruptor de control de potencia –ICP–, el cual será instalado por la compañía suministradora de energía –CE– al contratar el suministro.

2. Descripción

El departamento es propiedad de...

2.1. Suministro. El suministro lo hará la compañía CE.

2.2. Alimentación. Se tomará la alimentación al departamento por medio de su derivación individual, formada por tres conductores (uno de fase, otro neutro y el correspondiente conductor de protección); la tensión de servicio será de 220 V

y 50 Hz; al ser el grado de electrificación mínimo, la potencia máxima prevista que le corresponde (por su superficie) será de 3.000 W.

2.3. Instalación interior de la vivienda.

Los distintos puntos de alumbrado y tomas de corriente se repartirán en dos circuitos independientes, estando cada uno de ellos protegido por un pequeño interruptor automático –PIA–.

Lo más cerca posible de la entrada a la vivienda se dispondrá el cuadro de distribución –con los elementos privados de mando y protección– y la caja para alojar el interruptor de control de potencia –ICP–.

- En el cuadro de distribución se instalará un interruptor general automático –IGA–, un interruptor diferencial –FI– de alta sensibilidad y dos pequeños interruptores automáticos –PIA–.
- En la caja del ICP se dejarán preparados los conductores necesarios para que la compañía suministradora de energía lo instale y proceda al precintado de su caja.
- Las conexiones entre conductores se realizarán por medio de regletas de bornes (nunca por retorcimiento).
- Los tubos protectores a instalar serán curvables en frío y no propagadores de la llama.
- Los conductores serán de cobre electrolítico, con un nivel de aislamiento de 750 V, instalándose para el de fase de color negro, azul para el neutro y amarillo-verde para el conductor de protección, todos ellos con la sección

por cálculo que les corresponda.

- Para distinguir los hilos comunes entre conmutadores de dos direcciones y cruzamiento, lo haremos con color gris, colocándose una etiqueta que indique que este color no es de fase.
- Si se instalan tubos vacíos para posteriores ampliaciones, en ellos se dejarán las guías para facilitar la introducción de conductores en su momento.
- Las rozas se harán siguiendo caminos horizontales y verticales, respetando las distancias reglamentarias.
- La distancia al pavimento de las cajas de mecanismos estará comprendida entre 1,10 y 1,20 m, y a unos 20 cm del extremo del tabique más cercano.
- La distancia al techo de las cajas de derivación y del timbre será de unos 20 cm; y, de las cajas de base de enchufe al pavimento, también de 20 cm.
- El cuadro de distribución y la caja del ICP se situarán a una altura del suelo entre 1,80 y 2 m.
- En el cuarto de baño se respetarán los volúmenes de prohibición y de protección establecidos por las normas municipales y/o el Reglamento de AEA –Asociación Electrotécnica Argentina–, así como las normas de seguridad para locales húmedos y mojados recogidos en dicha normativa o reglamento.
- Se tendrán en cuenta las características del grado de electrificación para establecer los radios de curvatura mínimos, así como el reglamento de instalaciones de la AEA en lo que se

refiere a la situación de elementos.

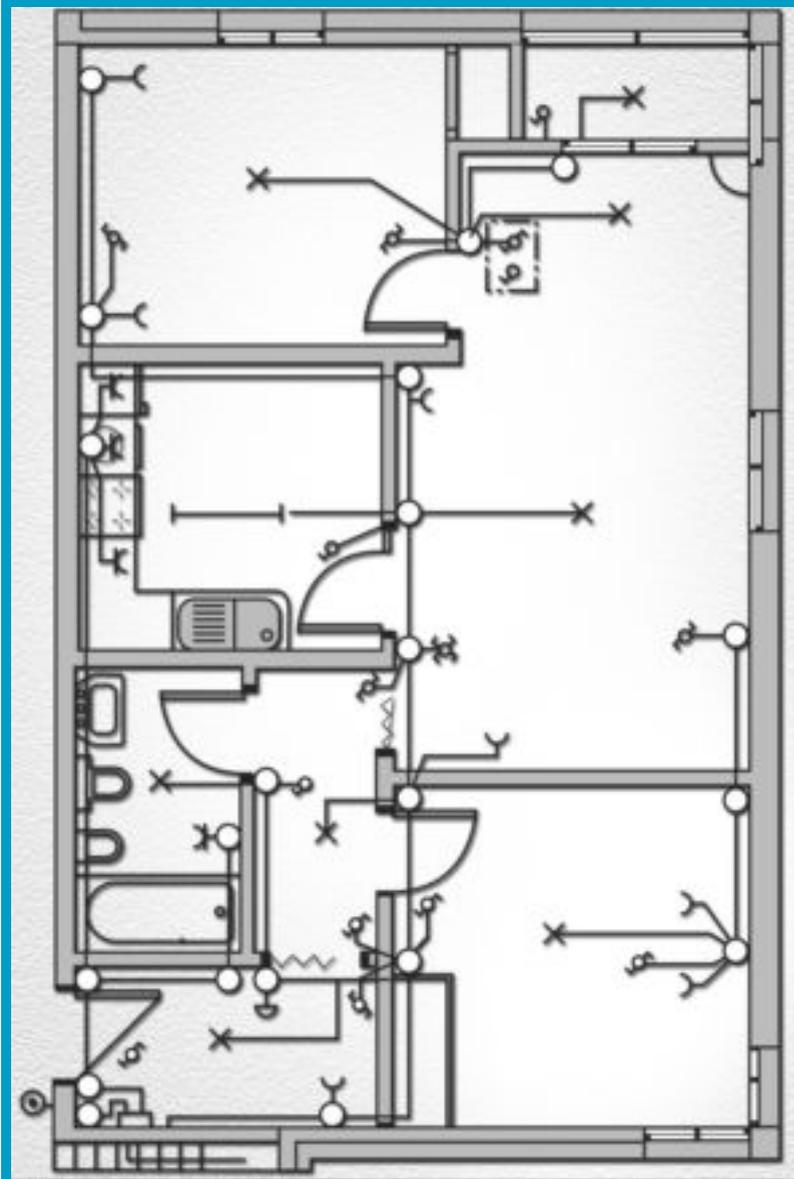
2.4. Constitución de los circuitos. Se constituyen dos circuitos independientes, cuya composición será la siguiente:

Circuito 1. A la entrada de la vivienda se dispone de un pulsador y su correspondiente emisor de sonido (o timbre), que estará conectado en el interior de la vivienda. En el recibidor de entrada se instalará

un punto de luz conmutado y una toma de corriente de alumbrado. En el pasillo se dispondrá de un punto de luz conmutado. En el cuarto de baño se situará un punto de luz simple accionado desde el exterior del mismo.

En el dormitorio principal se instalarán dos tomas de corriente para alumbrado y un punto de luz conmutado. En el dormitorio de invitados se hará de igual forma. En el salón se instalarán dos tomas de corriente para alumbrado, un punto de luz conmutado desde tres puntos (con cruzamiento) y un punto de luz simple para crear un segundo ambiente.

En la cocina se instalará un equipo fluorescente de 40 W con el correspondiente condensador que mejore el factor de



Plano con canalizaciones

potencia a valores permitidos en la normativa vigente.

En la terraza se instalará un punto de luz simple.

Circuito 2. Estará formado por cuatro tomas de corriente de 10 A, con tomas de tierra en todas ellas. En la cocina situaremos tres tomas, siendo instalada la otra en el cuarto de baño, fuera del volumen de protección. La potencia máxima simultáneamente prevista para este circuito será de 2.200 W en una de las tomas.

El conductor de protección será de color amarillo-verde y de sección igual al del conductor de fase correspondiente.

3. Cálculos de distribución de potencias

La potencia máxima prevista para la vivienda (a la que, por su superficie, le corresponde el grado de electrificación mínimo) será de 3.000 W. De esta potencia asignamos, 2.200 W al circuito de tomas de corriente, dejando el resto —esto es, 800 W— para el circuito de alumbrado.

3.1. Circuito de alumbrado y tomas de corriente de alumbrado. Datos:

- Potencia: $P = 800 \text{ W}$.
- Longitud: $l = 26 \text{ m}$ (hasta la toma más alejada).
- Conductividad: $\gamma = 56 \text{ m} / \Omega \text{ mm}^2$
- Tensión: $U = 220 \text{ V}$, 50 Hz.
- cdt: $e = 1,5 \%$ de $U = 3,3 \text{ V}$.
- Sección: S en mm^2 .

- Factor de potencia: $\cos \varphi = 1$.

3.1.1. Cálculo de la sección por caída de tensión (cdt)

$$S = (2 \cdot P \cdot l) / (\gamma \cdot e \cdot U)$$

$$S = 2 \cdot 800 \text{ W} \cdot 26 / 56 \cdot \text{m} / \Omega \text{ mm}^2 \cdot 3,3 \text{ V} \cdot 220 \text{ V}$$

$$S = 1,02 \text{ mm}^2$$

Pero, en este caso, según la normativa, la sección mínima a instalar en el circuito de alumbrado será $1,5 \text{ mm}^2$.

3.1.2. Comprobación de la sección por densidad de corriente: Para ello calculamos la intensidad máxima prevista:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$I = P / U \cdot \cos \varphi$$

$$I = 800 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 1$$

$$I = 3,63 \text{ A}$$

Según la normativa, se obtiene qué intensidad máxima puede soportar la sección de $1,5 \text{ mm}^2$. Como en este circuito no instalaremos conductores de protección (pues, todavía, muchos fabricantes de aparatos de alumbrado no incorporan a sus masas metálicas un sistema de conexión del conductor de protección), se observa que, según la normativa, para dos conductores unipolares, bajo tubo y con aislamiento de 750 V es de:

$$1,5 \text{ mm}^2 \rightarrow 12 \text{ A}$$

que, como vemos, es superior a la máxima prevista.

3.1.3. Cálculo de la cdt con la sección adoptada. Comprobamos que la máxima cdt para la sección comercial adoptada es menor que la permitida, esto es, un 1,5 % de U en el punto más desfavorable:

$$e = 1,5 \cdot U / 100$$

$$e = 1,5 \cdot 220 \text{ V} / 100$$

$$e = 3,3 \text{ V}$$

$$e = 2 \cdot P \cdot l / \gamma \cdot S \cdot U$$

$$e = 2 \cdot 800 \text{ W} \cdot 26 \text{ m} / 56 \cdot \text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot 1,5 \text{ mm}^2 \cdot 220 \text{ V}$$

$$e = 2,25 \text{ V}$$

de donde obtenemos que $2,25 \text{ V} \rightarrow 1,02 \%$. Es, por tanto, válida la sección comercial adoptada de $1,5 \text{ mm}^2$.

3.1.4. Reparto de carga prevista. Se supone una simultaneidad del 66 % y una potencia de 60 W por punto de alumbrado, de donde obtenemos:

$$P \lambda = 0,66 \cdot n \cdot 60 \text{ W/p}$$

$$P \lambda = 0,66 \cdot 9 \cdot 60$$

$$P \lambda = 356,4 \text{ W}$$

Donde:

- $P \lambda$ = Potencia de puntos de luz del circuito.
- n = Número de puntos de luz previstos en él.
- 0,66 = Coeficiente de simultaneidad del 66 %.

De esta forma, tendremos disponibles para las tomas de corriente de alumbrado:

$$800 \text{ W} - 356,4 \text{ W} = 443,6 \text{ W}$$

3.2. Circuito de tomas de corriente.

Datos:

- Potencia: $P = 2.200 \text{ W}$.
- Longitud: $l = 13 \text{ m}$.
- Conductividad: $56 \cdot \text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2 = \gamma$.
- Tensión: $U = 220 \text{ V}$, 50 Hz.
- cdt: $e = 1,5 \%$ de U
 $e = 3,3 \text{ V}$.
- Sección: S en mm^2 .
- Factor de potencia: $\cos \phi = 1$.

3.2.1. Cálculo de la sección por caída de tensión (cdt)

$$S = 2 \cdot P \cdot l / \gamma \cdot e \cdot U$$

$$S = 2 \cdot 2.200 \text{ W} \cdot 13 \text{ m} / 56 \cdot \text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot 3,3 \text{ V} \cdot 220 \text{ V}$$

$$S = 1,29 \text{ mm}^2$$

Pero, según la normativa vigente, la sección mínima a instalar para los circuitos de tomas de corriente será de $2,5 \text{ mm}^2$.

3.2.2. Comprobación de la sección por densidad de corriente

Calculamos la intensidad máxima prevista:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \phi$$

$$I = P / U - \cos \phi$$

$$I = 2200 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 1$$

$$I = 10 \text{ A}$$

Según la reglamentación vigente obtenemos, en función de la sección comercial, la intensidad máxima que puede soportar y que, para tres conductores unipolares (aquí es obligatorio el de protección), bajo tubo y con un aislamiento de 750 V es de:

$$2,5 \text{ mm}^2 \rightarrow 15 \text{ A}$$

que, como vemos, es superior a la máxima prevista.

3.2.3. Cálculo de la cdt con la sección adoptada. Comprobaremos que, para la sección comercial adoptada, la cdt es menor que la máxima permitida, esto es, 1,5 % de U en el punto más desfavorable, según la normativa vigente en este caso.

$$e = 1,5 \cdot U / 100$$
$$e = 1,5 \cdot 220 \text{ V} / 100$$
$$e = 3,3 \text{ V}$$

$$e = 2 \cdot P \cdot l / \gamma \cdot S \cdot U$$
$$e = 2 \cdot 2.200 \text{ W} \cdot 13 \text{ m} / 56 \cdot \text{m}/\Omega \cdot \text{mm}^2 \cdot 220 \text{ V}$$
$$e = 1,71 \text{ V}$$

de donde obtenemos que a 1,71 V \rightarrow 0,77 %. Por tanto, es válida la sección comercial adoptada de 2,5 mm².

3.3. Diámetro de los tubos. Para las secciones comerciales adoptadas y de acuerdo con la normativa, obtendremos el diámetro de los tubos para los circuitos interiores.

Para tubos de PVC en montaje empotrado, con conductores de 1,5 o de 2,5 mm² y dos o tres conductores, obtenemos un diámetro de tubo de 13 mm.

3.4. Valores de las protecciones. Realizaremos su elección en función de la intensidad máxima admisible en los conductores de cada circuito.

No superaremos, en ningún caso, dicha intensidad.

Comprobaremos que la protección permita la utilización de la potencia máxima prevista en el circuito.

3.4.1. Interruptor general automático (IGA)

Tendrá como misión principal la protección de la derivación individual del abonado; por tanto, se determinará de acuerdo con la máxima demanda prevista en la vivienda. También tendremos en cuenta la sección adoptada para la derivación individual:

$$I = P / U \cdot \cos \phi$$
$$I = 3.000 \text{ W} / 220 \text{ V} \cdot 1$$
$$I = 13,63 \text{ A}$$

Para la derivación individual, la compañía eléctrica suministradora, en sus normas particulares, exige una sección mínima de 6 mm². La intensidad máxima admisible en servicio permanente para conductores de 6 mm² instalados bajo tubo, con nivel de aislamiento de 750 V, aislado con PVC y tres conductores agrupados, es de 26 A.

Adoptaremos como intensidad nominal para el IGA un valor entre 13,63 A y 26 A –por ejemplo, 20 A–.

3.4.2. Interruptor diferencial (FI). Este interruptor tiene por misión esencial la protección fundamental de las personas y animales en contactos indirectos con la instalación interior.

Para su elección, tendremos en cuenta las siguientes pautas:

a. Valor de la intensidad nominal que deben

soportar los contactos principales del FI. En nuestro caso, vamos a elegir un diferencial puro (sin protección magnetotérmica) y, como sabemos que la intensidad máxima prevista es de 13,63 A, lo elegiremos de una intensidad nominal $I = 25$ A.

b. Valor de la sensibilidad o corriente mínima de efectos capaz de producir la apertura automática de FI. Para ello, haremos el cálculo sobre la base de la consideración de la normativa vigente para locales húmedos, donde se limita la tensión de contacto a 24 V y se establece como resistencia máxima a tierra el valor de 800 ohm.

$$\begin{aligned}I_{an} &= U_c / R_{nt} \\I_{an} &= 24 \text{ V} / 8000 \Omega \\I_{an} &= 0,03 \text{ A} \\I_{an} &= 30 \text{ mA}\end{aligned}$$

Éste es un diferencial de alta sensibilidad.

Adoptaremos, en definitiva (consultando las tablas de los fabricantes), un interruptor diferencial –FI– de dos polos, puro, con $I_n = 25$ A e $I_{an} = 30$ mA.

3.4.3. Circuito de alumbrado y tomas de corriente de alumbrado. Como la intensidad máxima calculada es de 13,63 A y los conductores del circuito pueden soportar hasta 12 A, se optará por un pequeño interruptor automático –PIA– de 10 A de intensidad nominal.

3.4.4. Circuito de tomas de corriente de varios usos. En este circuito hemos calculado una intensidad máxima de 10 A y, como los conductores a instalar soportan

como máximo 15 A, podemos optar por un PIA de 10 A o, como suele hacerse, por uno de 15 A.

3.4.5. Conductores de protección. Para el circuito de tomas de corriente se establece un conductor de protección (de acuerdo con la normativa o reglamentación vigente) que será de cobre, aislado, igual que los conductores activados para 750 V y con la misma sección que éstos –es decir, de 2,5 mm²–.

La derivación individual será de 6 mm², al igual que los conductores activos.

4. Planos

4.1. Situación de elementos. Será una representación en planta de la vivienda donde reflejaremos la situación de los elementos eléctricos mediante símbolos normalizados. Podrá ser de utilidad que aparezca también el mobiliario y electrodomésticos.

4.2. Esquema de canalización. En él representaremos, sobre la planta de la vivienda, las cajas y las canalizaciones (tubos) de cada circuito, así como las tomas de corriente, puntos de luz, mecanismos de accionamiento, y cuadro general de mando y protección o cuadro de distribución (ver plano pág. 63).

4.3. Esquema eléctrico unifilar. Aunque se pueda hacer una representación conjunta con el plano de canalizaciones (marcando en él el número de los conductores), vamos a representar de forma separada un esquema unifilar que parte del cuadro de distribución

Se emplearán los métodos de trabajo más modernos y, por supuesto, adecuados a los materiales empleados; éstos serán de alta calidad.

5.1. Conductores. Se emplearán conductores de cobre electrolítico, con aislamiento de policloruro de vinilo (PVC), rígidos, con nivel de aislamiento para 750 V. Se han elegido de Pirelli, con denominación Pirepol II, tipo H07VU, de las secciones 2,5 y 1,5 mm², en colores negro, azul, gris y amarillo-verde.

5.2. Tubos protectores. Para toda la instalación interior se usarán tubos de PVC de tipo corrugado, estanco; con resistencia hasta 60° C y no propagador de llama, color negro y con grado de protección 3.

Se han elegido de Odi-Bakar, con denominación Flexiplás de 13 mm, de diámetro interior para los dos circuitos en todos los tramos con cinco o menos conductores, si bien debemos emplear de 16 mm de diámetro en el caso de más de cinco conductores.

5.3. Pequeño material. Tanto las tomas de corriente como los mecanismos deben soportar las intensidades previstas y se ha optado por la serie 7000 LX de Niessen.

5.4. Caja para ICP y cuadro de distribución. Será una caja aislante construida en material termoplástico, autoextinguible, de color gris claro, con doble aislamiento para empotrar. Se elige un módulo de ICP+D8, control de potencia más distribución de Himel.

En el exterior de la caja de distribución se dispondrá la etiqueta correspondiente para

identificar la instalación, donde figurarán los datos del instalador, el nivel de electrificación y la fecha de instalación.

5.5. Protecciones. Se acoplarán al cuadro de distribución por medio de un perfil DIN 46277, el cual está alojado en el fondo del cuadro. Se instalará, primero, el interruptor general automático (IGA); luego, el interruptor diferencial (FI); y, por último, los pequeños interruptores automáticos (PIA) para los dos circuitos.

Se han elegido de Siemens, cuyas características más importantes son las siguientes:

- IGA: Bipolar, dos módulos, dos polos protegidos, $I_n = 20$ A (tamaño número 17).
- FI: Puro, dos polos, tensión 220 V, 50 Hz, $I_n = 25$ A y con una sensibilidad $I_{\Delta n} = 30$ mA.
- PIA: Bipolar, dos polos protegidos, dos módulos, con $I_n = 10$ A (tamaño número 12), para alumbrado y con $I_n = 15$ A (tamaño número 17) para tomas de corriente de varios usos.

5.6. Condiciones de pago. Se abonará el 50 % del total al aceptar el proyecto y el otro 50 % restante a la entrega de la instalación. Se agregarán los impuestos correspondientes.

Se terminará el pliego de condiciones, fechándolo.

Proyecto de presupuesto correspondiente a la vivienda de grado de electrificación mínimo, a ser completado para los valores locales y actuales

Partida número	Concepto	Unidades	Precio unitario	Precio total
1	Interruptor unipolar	4		
2	Conmutador de dos direcciones	10		
3	Conmutador de cruzamiento	1		
4	Pulsador	1		
5	Zumbador U = 220 V	1		
6	Equipo fluorescente P = 40 W, U, 220 V	1		
7	Portalámparas	9		
8	Tomas de corriente 10 A	4		
9	Tomas de corriente 10 A + TT	7		
10	Cuadro de distribución ICP + D - Hiemel	1		
11	Interruptor general automático Siemens, 15 A	1		
12	Diferencial $I_n = 25 A$ e $I_{an} = 0,03 A$ - Siemens	1		
13	Pequeño interruptor automático Siemens, 10 A	1		
14	Pequeño interruptor automático Siemens, 16 A	1		
15	Regletas de bornes de 4 mm	100		
16	Cajas de empalme	21		
17	Cajas de elementos	29		
18	Hilo conductor Cu, 1,5 mm ² , negro	300 m		
19	Hilo conductor Cu, 1,5 mm ² , azul	300 m		
20	Hilo conductor Cu, 1,5 mm ² , gris	100 m		
21	Hilo conductor Cu, 2,5 mm ² , negro	100 m		
22	Hilo conductor Cu, 2,5 mm ² , azul	100 m		
23	Hilo conductor Cu, 2,5 mm ² , amarillo-verde	100 m		
24	Etiquetas con letras	100		
25	Tubo Flexiplás corrugado, 13 mm ²	200		
26	Lámparas incandescentes U, = 220 V, P = 40 W	9		
27	Placas marco	16		

Subtotal

Imprevistos 5 %.....

Suman.....

IVA.....

Total

El siguiente presupuesto asciende a la cantidad de



Actividades 4.2

Puede resultar importante que sus alumnos realicen un proyecto de mayor nivel de exigencia. Le acercamos un enunciado:

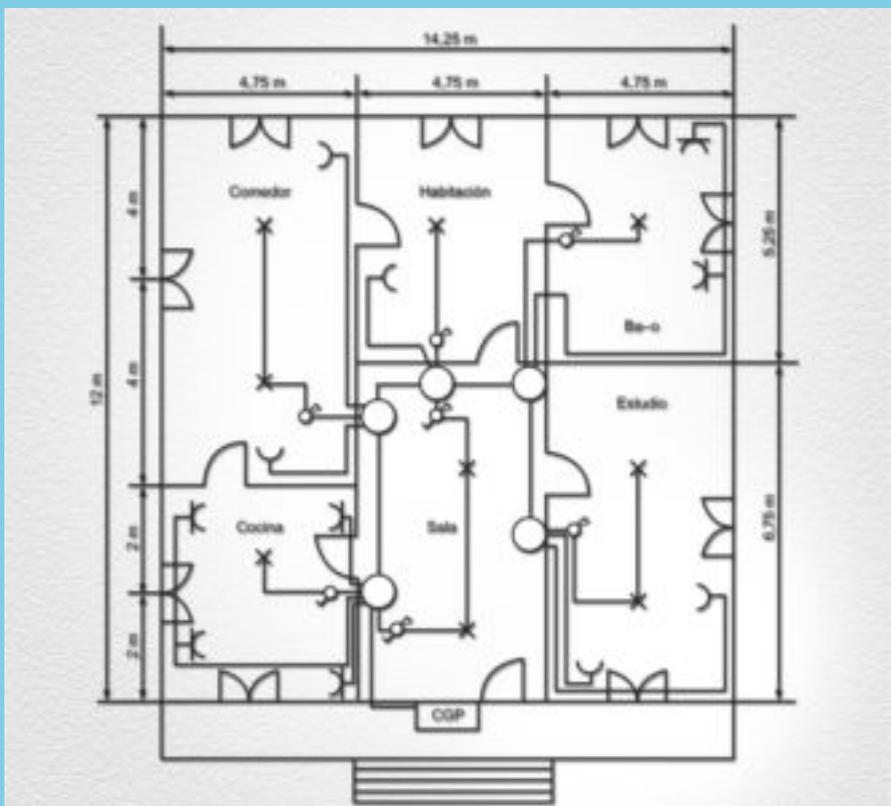
La vivienda objeto del presente proyecto tiene un grado de electrificación medio y está situada en un edificio de departamentos, con una superficie 90 m².

Está compuesta por:

- 1 pasillo
- 1 cocina
- 1 baño
- 1 salón
- 1 dormitorio
- 1 terraza

Las tareas son:

- Completar el plano es trabajo del alumno.
- Desarrollar el proyecto, desagregando estas partes:
 1. Objeto del proyecto
 2. Descripción
 3. Cálculos de distribución de potencias
 4. Planos
 5. Pliego de condiciones
- Realizar la instalación sobre pared o tablero.
- Una vez efectuada la instalación, proceder a verificar su funcionamiento, realizando medidas de continuidad y aislamiento.





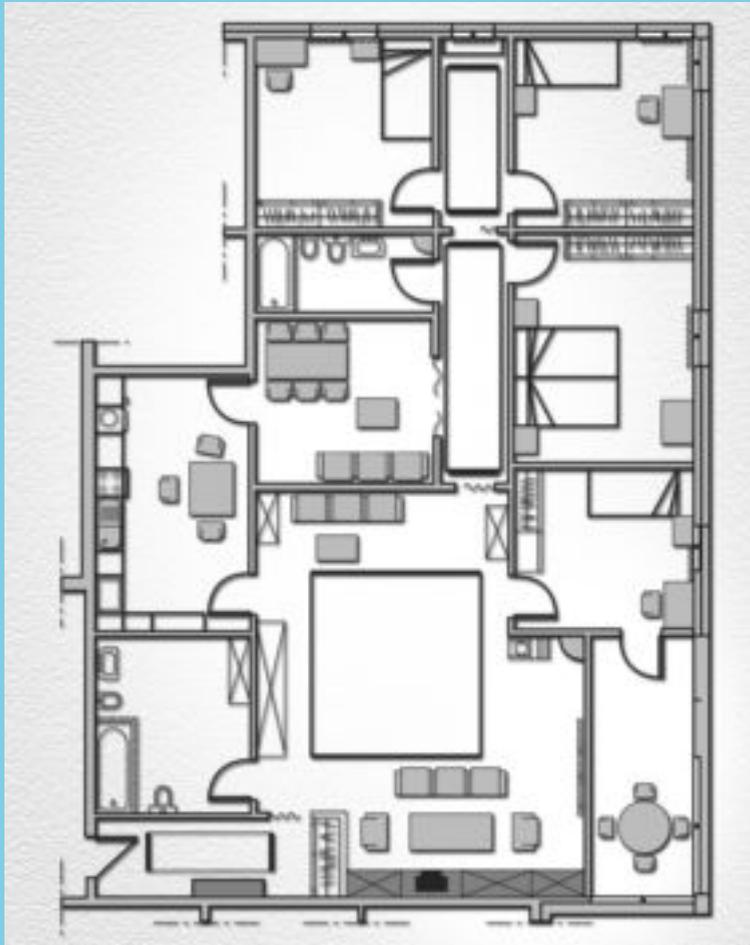
Actividades 4.3

Este proyecto de una vivienda con grado de electrificación elevado (160 m²) se propone como ejercicio complementario, para lo cual se aporta el plano de planta.

El proceso a seguir es el mismo que se ha desarrollado para los dos proyectos anteriores.

Aquí se puede optar, si se desea, por incrementar el número de circuitos (más de seis) e, incluso, el número de tomas de corriente y de puntos de luz.

Queda a su criterio, marcar las directivas que sean las más convenientes para la realización.



5. LOCALIZACIÓN Y REPARACIÓN DE AVERÍAS

Localización y reparación de averías

- Reparación o sustitución de un interruptor
- Sustitución de un enchufe
- Reparación o sustitución de clavijas
- Cambio de una lámpara fluorescente
- Montaje y sustitución de lámparas y focos
- Cambio del sistema de instalación de una lámpara
- Reparación del timbre
- Localización sistemática de averías

Cuando "se va la luz", lo primero que debemos comprobar es el alcance de la avería; es decir, si somos los únicos afectados o si también lo son los vecinos del inmueble y aún de la zona. En el último caso, poco podemos hacer: el problema excede nuestra competencias y atribuciones. Sólo si verdaderamente somos los únicos afectados podemos empezar a actuar.

Las causas más comunes de una avería de este tipo son:

- Sobrecarga en los circuitos, al estar funcionando demasiados aparatos a la vez.
- Cortocircuito, por interferencia de dos conductores sin aislamiento o con uno defectuoso.

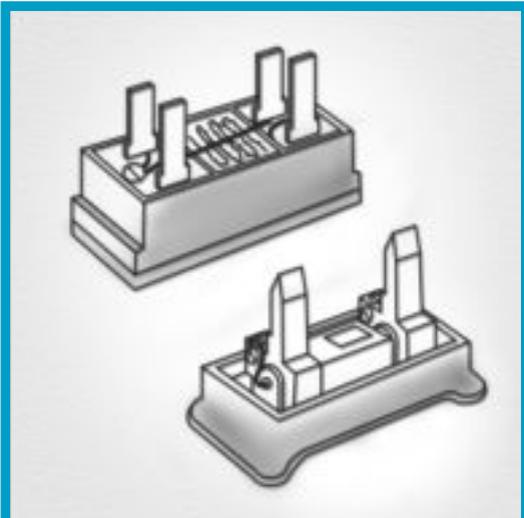
Si se hubiera producido una **sobrecarga** y nuestra instalación contara con fusibles, empezamos por desconectar el interruptor principal, como primera medida de seguridad.



Antes de trabajar, desconecte el interruptor general

Averiguamos, a continuación, cuál es el fusible fundido y lo sustituimos por otro en buen estado y de idénticas características. Si no dis-

ponemos de uno en ese momento, colocamos un hilo de igual sección.



Distintos modelos de fusibles

Aliviamos el circuito de la sobrecarga, desconectando algún aparato de gran consumo y volvemos a conectar el interruptor principal.

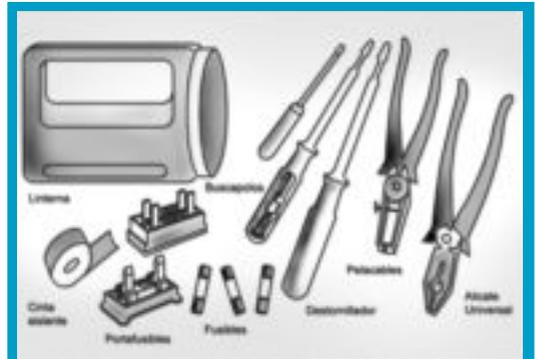
En el supuesto de un **cortocircuito**, la avería puede haberse producido en una gran cantidad de puntos: en un aparato, en una lámpara, en las conexiones y enchufes, etc.

Los actuales sistemas de instalación facilitan notablemente la localización de averías, ya que aíslan el circuito averiado y limitan, por tanto, los puntos posibles. En este caso, conviene proceder a desconectar todos los aparatos y puntos de iluminación que se alimentan de él e irlos conectando, uno tras otro, hasta localizar aquel que provoca el cortocircuito.

Para efectuar reparaciones eléctricas que podemos llamar "caseras", se precisa un equipo básico de herramientas de poco costo, que

debemos poseer y conservar en buen estado.

Las más importantes son las que mostramos; también se puede disponer de un serrucho, un martillo, una cinta métrica; pero, estos últimos utensilios pueden ser adquiridos a medida que se vayan necesitando.



Herramientas básicas para una reparación

Consejos

- Para realizar cualquier reparación, desconecte el fluido eléctrico. Si, después de hacerlo, tiene "dudas", use el buscapolos para cerciorarse de que no hay una fuga de electricidad.
- Asegúrese que los conductores de los circuitos eléctricos que está empleando en una conexión sean los correspondientes. Recuerde que varían en grosor y resistencia de acuerdo con el aparato al que se los conectará.
- Compruebe que los materiales que piensa utilizar sean del material correspondiente al uso que piensa darle.
- Controle que, tanto los circuitos como los aparatos eléctricos, tengan conectadas las tomas de tierra; no olvide que éstas constituyen un sistema de seguridad ante cualquier fallo de un circuito o de un aparato.



El detector de tensión o buscapolos es un utensilio de gran utilidad para averiguar si un cable conductor se halla o no bajo tensión



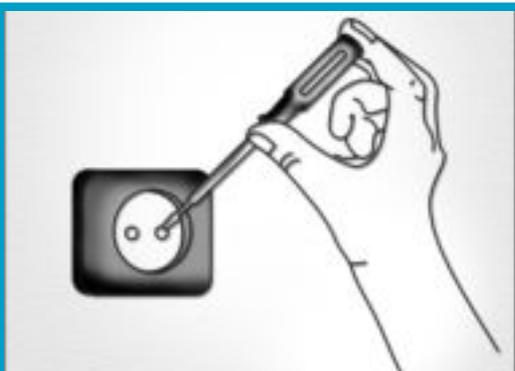
Una lámpara de prueba está constituida por un cable de dos conductores, un portalámparas y una lamparita



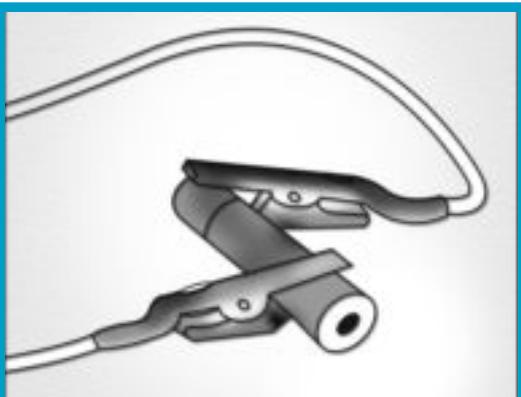
El buscapolos debe tomarse de forma que uno de los dedos de quien lo empuña se apoye sobre la placa metálica que lleva en la cabeza del mango para que, de este modo, se pueda cerrar el circuito



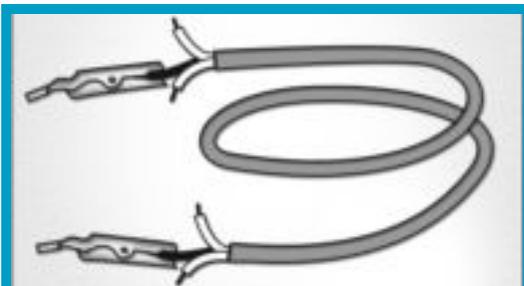
El comprobador de pilas es muy práctico para verificar la continuidad de la corriente en los diferentes elementos de un circuito eléctrico; es de muy fácil realización



El buscapolos puede aplicarse a diversas finalidades; si lo insertamos sucesivamente en los orificios de un enchufe, por ejemplo, el buscapolos determina el terminal de fase



Una aplicación del comprobador de pilas puede ser, por ejemplo, para verificar si un fusible de cartucho está o no fundido



Otra aplicación del comprobador de pilas es confirmar la continuidad de un cable: si la lamparita testigo no se enciende, es que el circuito no está cerrado; es decir, que el cable está roto



El comprobador de pilas para probar el cableado de una lámpara



Actividad 5.1

Proponga a sus alumnos analizar fallas en un circuito con una lámpara incandescente (por ejemplo, el que hemos descrito al comienzo de nuestra tercera parte). La falla puede ser creada intencionalmente por usted para motivarlos a encontrar posibles causas.

El problema es, aquí:

Se observa que la lámpara no enciende, entonces:

- Comprobar la tensión de alimentación.
- Comprobar el conexionado y el cableado, desconectando la tensión.
- Comprobar el estado de la lámpara.



A continuación, analizamos algunas averías simples.

Reparación o sustitución de un interruptor

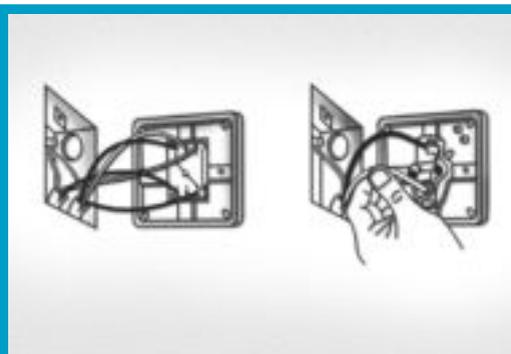
- Antes de desmontar la tapa, desconecte siempre el interruptor general y retire el fusible.
- Para sustituirla, afloje los tornillos que retienen la placa y retírela.
- Si el interruptor se calienta, empiece por comprobar si los terminales de los conductores están bien sujetos en su emplazamiento. Si, pese a estarlo, sigue calentándose, zumba o la palanca no acciona correctamente, es porque alguna pieza está deteriorada.
- Suelte los terminales de los conductores bornes del interruptor.
- Córtelos y proceda a un nuevo desnudamiento, si estuvieran estropeados.
- Cerciórese de que el nuevo interruptor es del mismo tipo y características del antiguo.
- Conecte los terminales de los conductores a los bornes del nuevo interruptor, sin preocuparse por el orden en que lo haga.
- Vuelva a poner la placa en la caja, doblando el cable excedente en su interior, y atornille sólidamente la placa a la caja.
- Inserte, en su lugar, el fusible que retiró y conecte el interruptor general.



Sustitución de un interruptor



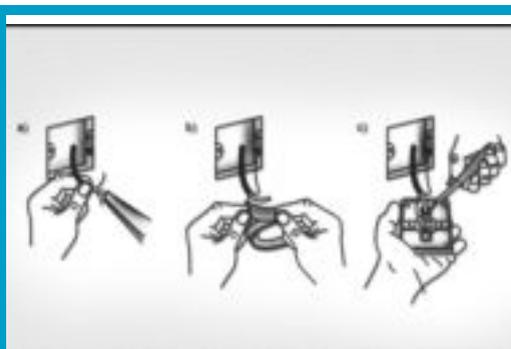
Al atornillar, el ajuste es bueno pero sin quebrar la tapa de plástico



Presión sobre los conductores para asegurarse que están bien sujetos

Consejos

- Coloque los interruptores en el sector de apertura de la puerta, fuera de la habitación.
- Es recomendable que instale los interruptores a la misma altura en todas las paredes, para que el gesto de encendido sea automático.
- Los botones de los interruptores deben ser blandos, fáciles de accionar para los niños.
- Es conveniente que coloque cajas combinadas, con interruptor y enchufes, fundamentalmente en la cocina y en el cuarto de baño.



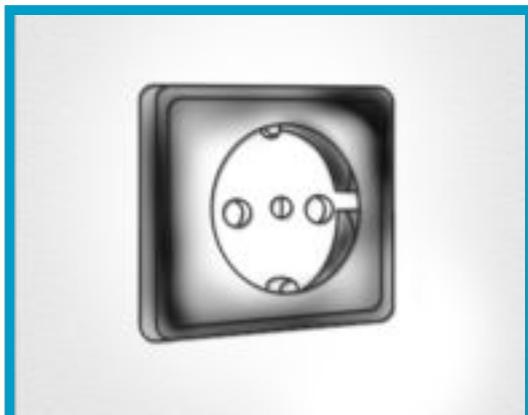
Nueva conexión



Moderna combinación de interruptor y enchufe; se monta en un marco a partir de diferentes piezas acopladas

Sustitución de un enchufe

La necesidad de cambiar un enchufe se presenta con frecuencia en el hogar. La ocasión puede ser una renovación de la vivienda que haga que los interruptores y enchufes parezcan anticuados, o el deterioro o la inutilización de un enchufe, por ejemplo por un cortocircuito.



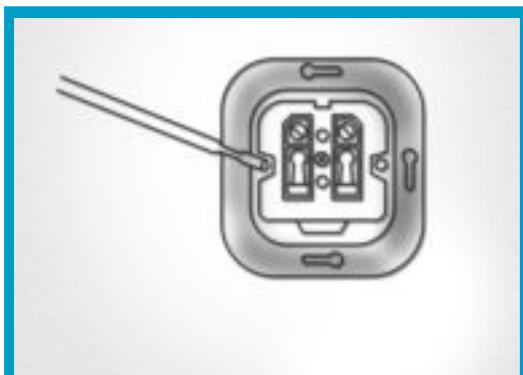
Enchufe deteriorado por un cortocircuito

Puesto que el enchufe y la fijación están normalizados, el cambio exige poco esfuerzo.

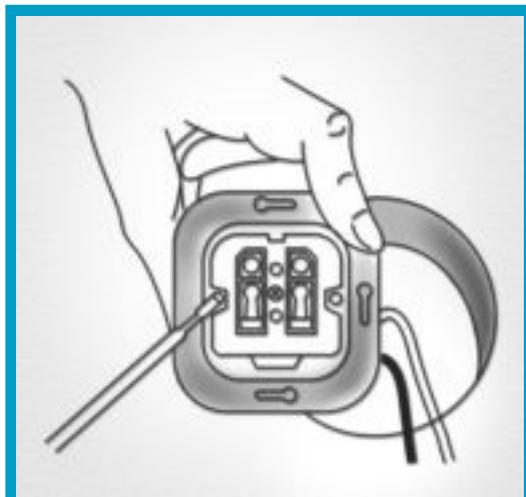
- Antes de reemplazar el enchufe, empiece por cortar la corriente del circuito y retirar el fusible.
- Saque la tapa del enchufe viejo, destornillando los tornillos de fijación. Los tornillos que aseguran el enchufe en la caja de la pared se aflojan y se liberan las uñas de fijación.
- Retire la pieza insertada del enchufe y suelte los tres bornes de fijación para fase, neutro y conductor de protección.
- Asegure el enchufe nuevo con las uñas de fijación. Inicialmente, puede mantenerlas unidas con una goma elástica, para facilitar la introducción en la caja de alojamiento.
- Conecte los conductores de la línea de alimentación en los bornes. El conductor de

protección corresponde al contacto central con el signo que se muestra en la figura de atrás.

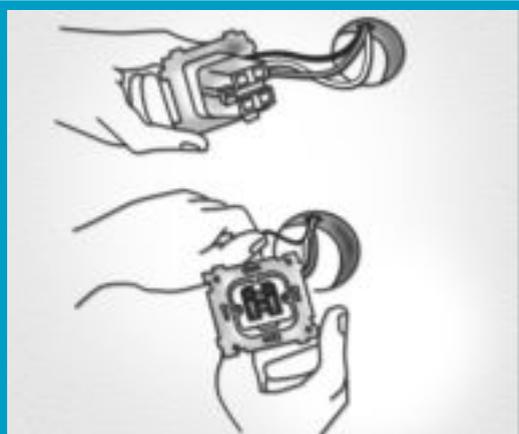
- Introduzca el enchufe en la caja de alojamiento y asegure con las uñas de fijación. Al hacerlo, apriete bien los tornillos, porque el enchufe se ve sometido a un esfuerzo importante cuando se extrae la clavija.
- Monte la tapa nueva y vuelva a colocar el fusible. Con el comprobador de tensión, verifique que el conductor de protección, el neutro y la fase estén correctamente conectados.



Desmontaje de la tapa



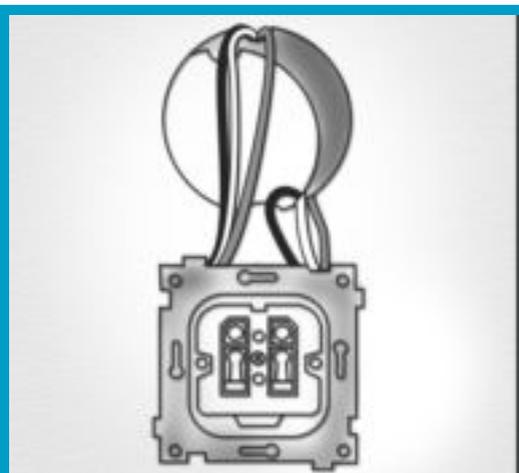
Extracción de la pieza de enchufe



Colocación del nuevo enchufe



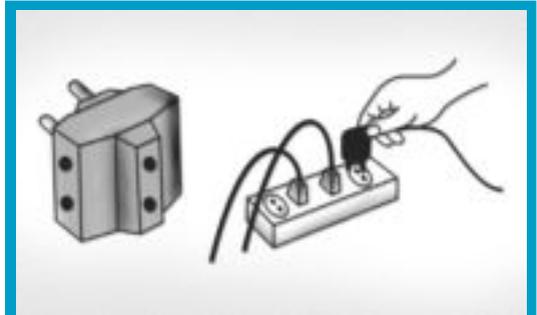
Símbolo de la toma de tierra



Ajuste de los tornillos para que no se salga de la pared al tirar de la clavija

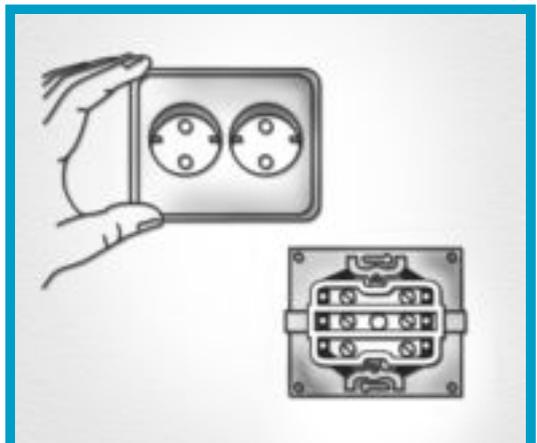
A menudo, los enchufes se "arrastran"; esto es, están conectados con la alimentación de corriente de otro enchufe. En este caso, los conductores de un mismo color se conectan en un borne.

En el hogar suelen utilizarse enchufes múltiples y prolongadores, porque el número de tomas es insuficiente.



a) Enchufe "triple" tradicional; b) enchufe múltiple más moderno y seguro

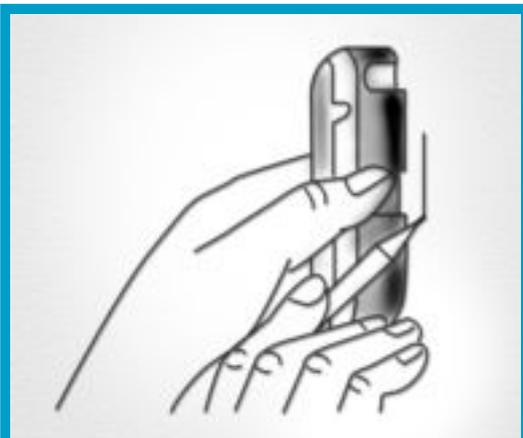
Además del peligro de dar un tropezón, los cables por el suelo producen mal efecto. Esto puede remediarse cambiando los enchufes



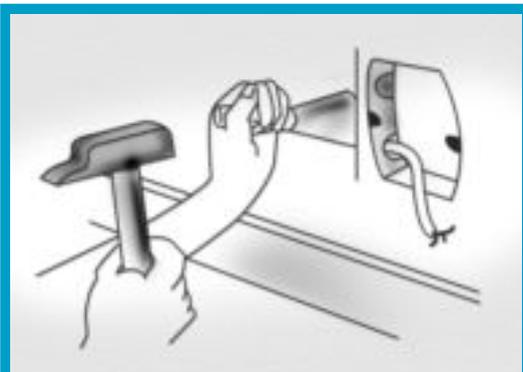
En muchos casos, en lugar de un enchufe sencillo se puede instalar una base doble, sin ningún problema

individuales por otros dobles. Los enchufes dobles se adaptan a las cajas de alojamiento para aparatos, de manera que se puede realizar el cambio sin necesidad de agujerear la pared y pintar. Los bornes de conexión para la línea se corresponden con los del enchufe sencillo; solamente es mayor el marco en que se coloca sobre la pared, para que pueda incluir dos clavijas con contacto de protección.

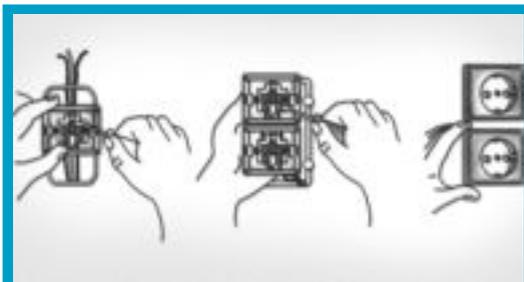
En el supuesto de que no se adapte la caja doble en la caja existente, se procede como se ilustra en las figuras de las columnas de al lado.



Coloque la nueva caja en el lugar de la antigua y marque su perfil

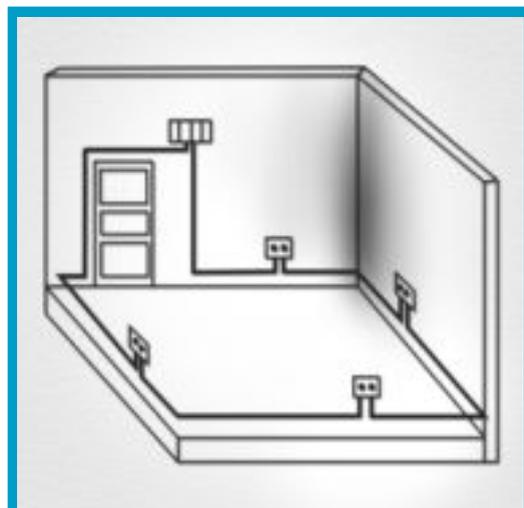


Proceda a ampliar el espacio para la nueva caja



Empalme los conductores de conexión de la primera placa a los bornes correspondientes de la segunda e inserte la cubierta de protección

El modo más corriente para alimentar los distintos enchufes que se instalan en una casa es el llamado **circuito anular o cerrado**, que consta de un cable tendido desde un terminal de la caja de protección y que, recorriendo la casa desde un enchufe a otro, vuelve al terminal del que ha salido. De este modo, la corriente eléctrica puede llegar desde ambas direcciones a los enchufes, lo cual reduce la



Distribución de un pequeño circuito anular

carga eléctrica que debe soportar el cable.

En estos circuitos anulares se usa cable de 2,5 mm² de sección.

Otro tipo es el llamado **circuito radial**, que alimenta un número determinado de bases de enchufe o cajas de conexión, pero termina en la última caja instalada. El tamaño del cable depende de la superficie a la que ha de suministrar energía dicho circuito; puede ser de 2,5 mm² para una superficie de unos 20 m² o de 4 mm² para superficies mayores.

Otro sistema, más antiguo, es el de **cajas de empalme**, en el que hay una caja para cada punto de luz, localizada en el cable único que alimenta la corriente.

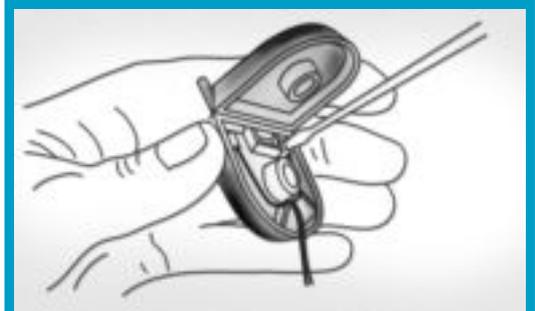
Reparación o sustitución de clavijas

Cuando se pretende reparar, sustituir o instalar una clavija, se procede como a continuación se detalla:

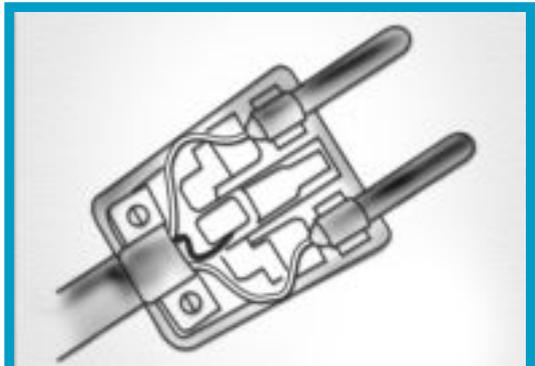
- Con un destornillador pequeño retire el tornillo que mantiene unidas las dos mitades de la clavija.
- Afloje los tornillos que retienen los conductores en los alojamientos de cada espiga para retirarlos o, en su lugar, retírelos de los tornillos de retención.
- Conecte los terminales a los alojamientos de una nueva clavija de las mismas características y apriete los tornillos de sujeción.
- Inserte las espigas en el espacio que tienen destinado, de forma de poder volver a unir las dos mitades de la clavija.



Desmontado de una clavija, simplemente, retirando el tornillo



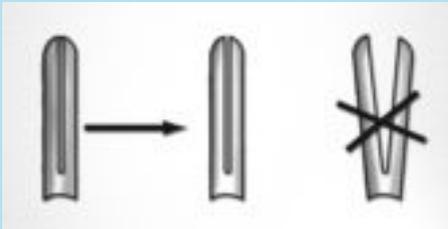
Afajado de los tornillos de los conductores de cada espiga



Interior de clavija tipo; el terminal de tierra -el central, en este caso- se encuentra en desuso

Consejos

- Tanto al cambiar clavijas como interruptores, debemos poner especial cuidado en respetar las indicaciones de tensión e intensidad que nos vienen marcadas por el fabricante. En caso contrario –si sometemos, por ejemplo, una base de enchufe a una solicitud de potencia superior a sus posibilidades–, ésta se deteriora rápidamente e, incluso, puede ser el origen de un fallo eléctrico de incalculables consecuencias.
- Si, al intentar enchufar una clavija macho ésta queda floja porque la cavidad es muy holgada, es preciso separar las dos patas de cada una de sus espigas utilizando un cuchillo o un destornillador. Al volver a enchufar la clavija, comprobamos que quede bien sujeta.



Introducción un cuchillo; pero sin excederse, de forma que luego sea posible ubicar en el enchufe



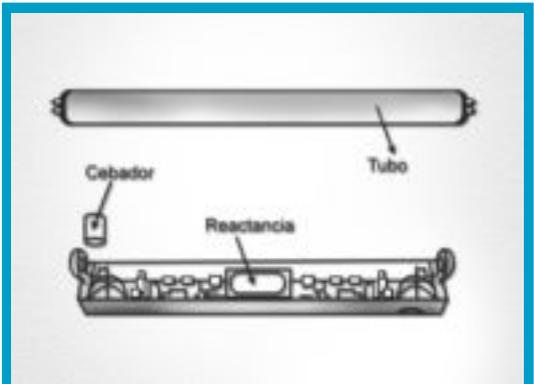
Existen clavijas de seguridad; en la izquierda, se retira la parte posterior y el fusible a la hora de hacer conexiones; en la derecha, el fusible se cambia desde fuera



Fusibles de distintas intensidades; estos fusibles son más seguros, ya que no se pueden manipular

Cambio de una lámpara fluorescente

Recordemos que un equipo fluorescente consta, fundamentalmente, del tubo y del portatubos, del cebador o arrancador y de la reactancia, estando todo ello unido a través de la armadura .



Elementos que constituyen el equipo de un tubo fluorescente

Las averías más corrientes pueden ser porque el tubo –tal vez por un golpe brusco en el techo– se ha desenchajado. De ser así, sólo es cuestión de sacarlo del soporte y volver a ubicarlo, para que sus extremos queden bien fijados en sus alojamientos.

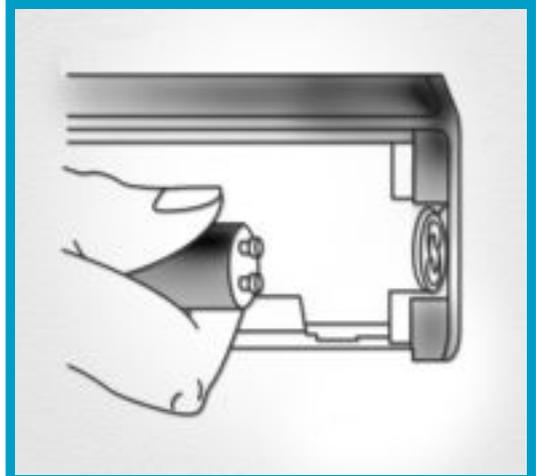


Cambio del tubo

La avería puede deberse, también, a que el tubo se ha gastado o a que sus patitas extremas se han desoldado. En este caso la reparación consiste, naturalmente, en cambiar el tubo por uno nuevo de iguales características, las que vienen marcadas por los fabricantes en un extremo del tubo.

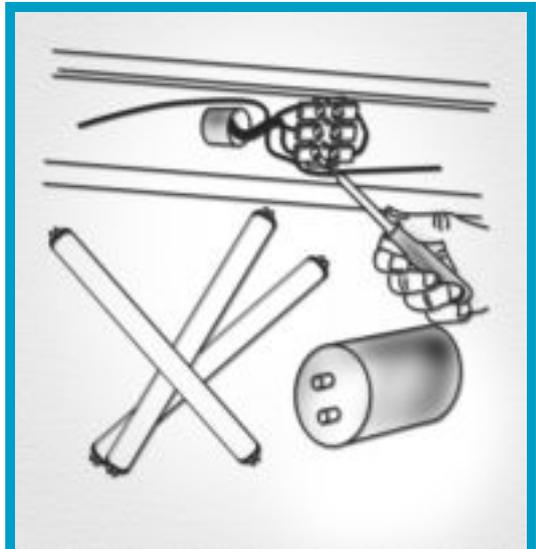
Si hay que cambiar el cebador, también debemos sacar, primero, el tubo –según el modelo– y, después, el cebador, dándole, al igual que al tubo, un cuarto de vuelta para liberar sus bornes. Hecho esto, ponemos un cebador nuevo encajándolo bien. Conectamos el tubo y comprobamos su funcionamiento.

Para instalar un fluorescente, en primer lugar, acoplamos la caja metálica que lo soporta al techo mediante tornillos encaja



Colocación de un cebador nuevo

dos en los agujeros correspondientes de la caja y fijados en el techo con tacos de alas; después, conectamos los hilos de alimentación: uno a la reactancia que la caja lleva acoplada y el otro a uno de los bornes de un extremo. Para conectar los hilos lo mejor es usar terminales.



Conexión eléctrica de la lámpara fluorescente

Montaje y sustitución de lámparas y focos



En cada armadura pueden instalarse varios tubos; ésta es una lámpara fluorescente con dos tubos

La vida de un tubo fluorescente se calcula en unas tres mil horas de funcionamiento, que se pueden prolongar si se limpia regularmente con un trapo empañado en alcohol.

Consejos

- No es conveniente encender y apagar con mucha frecuencia el tubo fluorescente, pues esto acorta su duración.

Para conectar una lámpara fluorescente hay que seguir siempre el diagrama del circuito que trae dibujado.

En la tabla de la próxima página se facilitan, a modo de resumen, las averías, causas y soluciones más típicas que tienen lugar en las instalaciones de lámparas fluorescentes.

Las lámparas del techo o los apliques se conectan con la fase y el conductor neutro mediante un cuadro de cables de conexión. El conductor de protección también se conecta con una regleta o un tornillo de conexión especialmente previsto, marcado con el símbolo de la tierra. Las lámparas con cubierta de plástico no necesitan conexión para el conductor de protección. En este caso, no se elimina el aislamiento del conductor de protección de la línea de alimentación; éste, simplemente, se coloca en la caja de conexión.



La lámpara se conecta al cable de alimentación con un cuadro de cables de conexión

En muchos casos, los conductos portacables y el cable de alimentación se encuentran alojados en el pie de la lámpara y el foco, que sirve para la fijación o como base de apoyo. Si la avería es como consecuencia de que se ha soltado algún contacto, tenemos que comenzar por abrir dicha base.

Instalación de lámparas fluorescentes

Averías	Causas	Soluciones
El tubo no se enciende	Fusible fundido.	Cambie el fusible.
	Tubo agotado.	Cambie el tubo.
	Mal contacto en los bornes del tubo.	Haga girar el tubo en sus soportes.
	Tubo que no corresponde a la reactancia.	Compruébelo.
	Conexión incorrecta de la reactancia.	Compruebe el esquema de conexión.
	Cebador defectuoso.	Sustitúyalo.
	Reactancia defectuosa. Temperatura ambiente inferior a la indicada por los fabricantes.	Sustitúyala. Instale una reactancia de baja temperatura.
Se encienden los extremos del tubo, pero no el centro	Cebador defectuoso.	Cámbielo.
	Conexión defectuosa de la reactancia.	Compruébela.
Luz temblorosa	Tubo nuevo.	Se corregirá con el uso.
Los bornes zumban	Contacto defectuoso en los soportes.	Compruebe contactos.
	Tubo agotado.	Cámbielo.
	Temperatura ambiente inferior a la indicada por los fabricantes.	Instale una reactancia de baja temperatura.
	Conexión defectuosa de la reactancia.	Comprubela.
	Reactancia inadecuada.	Instale una, de la potencia adecuada.
Los extremos del tubo se ponen negros	Tubo agotado	Cámbielo. Si es nuevo, cambie el cebador



Los conductos portacables y el cable de alimentación se cubren, normalmente, con el pie de la lámpara.

Si la conexión se hace directamente en el portalámparas, es recomendable poner una vaina de silicona en los extremos. La silicona es más resistente al calor que el aislamiento de los conductores e impide que éste se quemara y se deteriore si se produce un calentamiento intenso cuya consecuencia sería un cortocircuito. Al trabajar en una lámpara vieja se puede ver claramente si el aislamiento ha sufrido los efectos del calor; si es así, hay que procurarse un tubo de silicona y colocarla en esa zona.



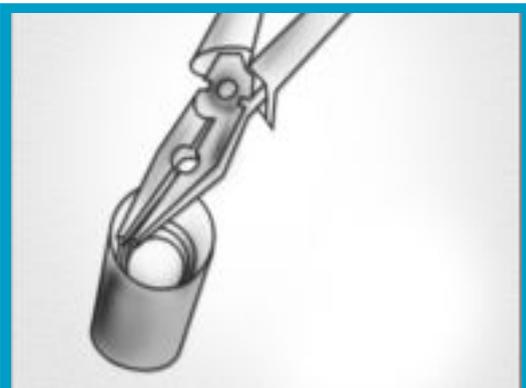
Integración de vaina de silicona

Consejo

- Los conductores de protección no conectados a la lámpara también han de estar vinculados con la caja de derivación. No debe haber ningún conductor de protección sin conectar en la instalación.
- El conductor neutro se conecta en la regleta de conexión que está unida a la rosca del portalámparas. Si la rosca se uniera con la fase, se podría recibir una descarga eléctrica al cambiar la lámpara de incandescencia.

Cuando el globo de una lámpara de incandescencia se empuja bruscamente o se saca de la lámpara del portalámparas puede suceder que se quiebre y la rosca quede encajada en el portalámparas.

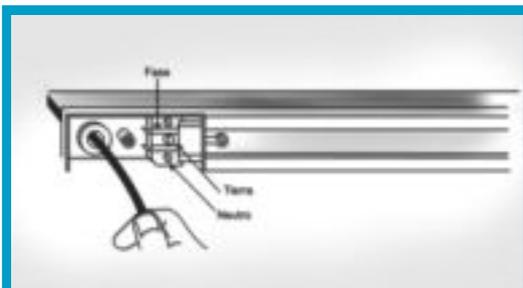
En este caso, los alicates de puntas resultan muy útiles. Con ellos se puede trabajar en el interior del portalámparas, sujetando la parte roscada y haciéndola girar. Con frecuencia es necesario doblar la fina capa de la rosca y, luego, tirar de ella hacia el centro para desenclavarla.



Con los alicates de punta se puede sujetar la rosca de la lámpara y desenroscarla

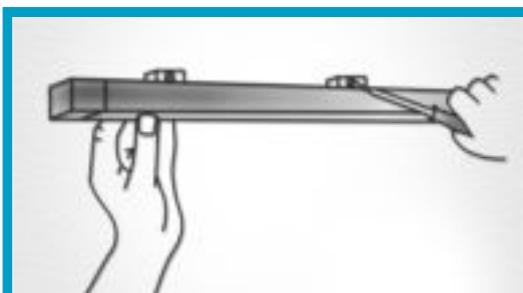
Cambio del sistema de instalación de una lámpara

Tal vez necesite cambiar su vieja instalación de iluminación por otra más moderna a partir de rieles eléctricos para focos, los cuales están constituidos por una banda de aluminio acanalada –semejante a las guías de las cortinas– y recorrida de un extremo al otro por los tres conductores: de fase de neutro y de tierra.

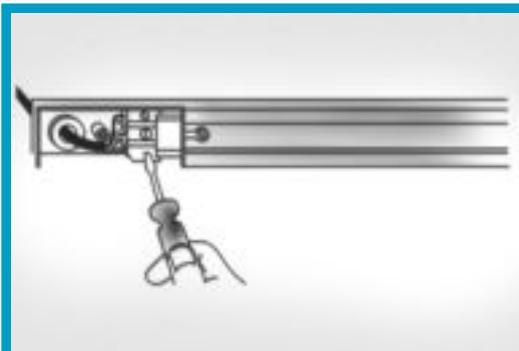


Conductores de fase, tierra y neutro en un riel para focos provisto de un orificio para la entrada del cable de alimentación

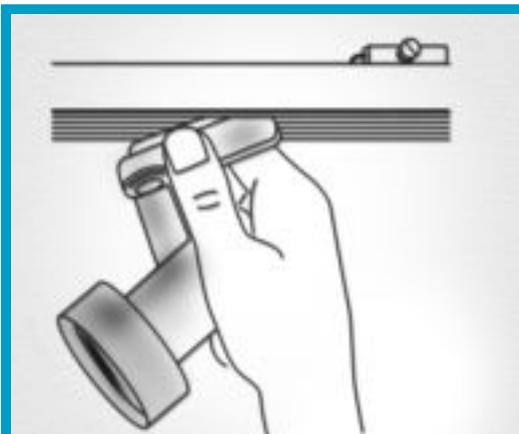
Estos rieles pueden instalarse tanto en el techo como en la pared y están provistos, en uno de sus extremos, de un orificio para la entrada del cable de alimentación y de una regleta de conexión para embornados.



Una vez fijadas al techo las pinzas de sujeción, se inserta el riel en sus guías y se retiene por medio de tornillos

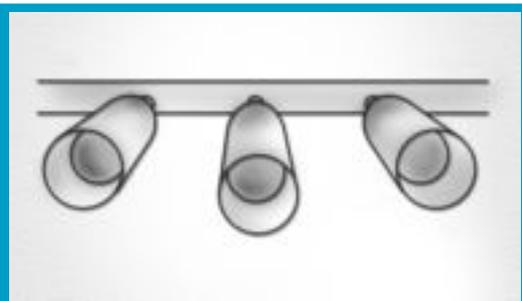


Se establecen las conexiones en la regleta del riel y se pone la cubierta para dejarla a resguardo.



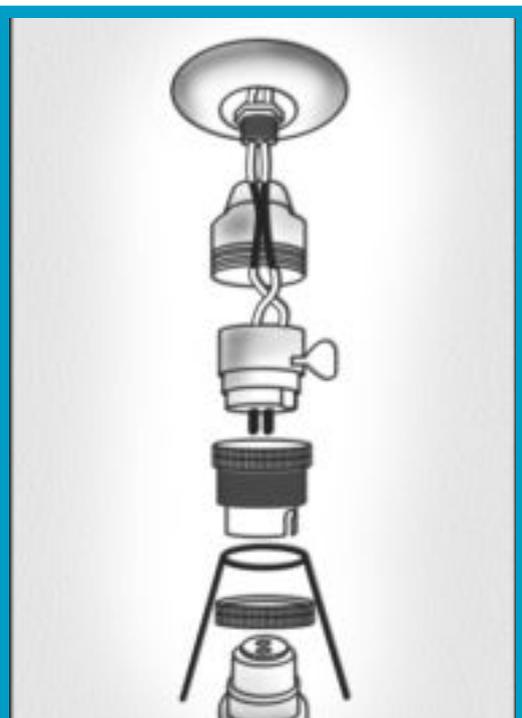
Los focos que se insertan en el riel se pueden deslizar a lo largo de él y situarse en cualquier posición; se introducen al bies y, a continuación, se abatan las patas de fijación

Si falla uno de los focos, puede ser que esté fundido o que su conexión no esté bien establecida. Compruebe si el foco se enciende conectándolo a un portalámparas normal. Si lo hiciera, revise su conexión en el riel. Si fallara toda la serie de focos, empiece por desconectar el interruptor principal y retirar el fusible correspondiente para poder acceder con garantías de seguridad a la regleta de conexión y revisar sus embornados.



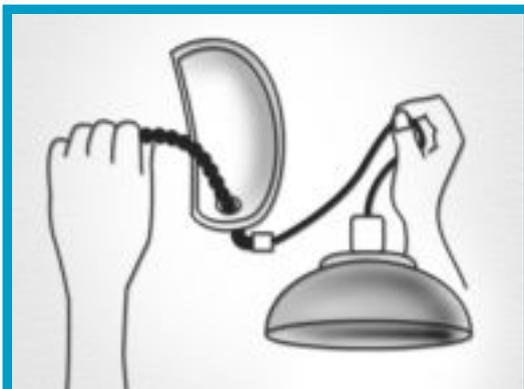
Serie de focos

En la mayoría de las lámparas de estilo, los cables de su instalación eléctrica pasan por el interior de los tubos metálicos que las componen como forma de enmascararlos.



Despiece de una lámpara de sobremesa; se pueden apreciar desde los conductores hasta la lamparita, incluyendo el portalámparas de enchufe.

Reemplazar la instalación de una de estas lámparas –sobre todo, si se tiene en cuenta que, por lo general, sus formas son curvas y retorcidas– representa un trabajo considerable. El mejor sistema para sustituir los cables de una de estas lámparas consiste en utilizar una cadenita de bolas que se adquiere en cualquier ferretería en diversos calibres.



Para reemplazar el cableado eléctrico de una lámpara de formas caprichosas resulta útil recurrir a una cadenita de bolas

Para sustituir el cableado:

- Introduzca un extremo de la cadena y retenga el otro, de modo que no pueda deslizarse.
- El paso de la cadena no presenta problemas si el tubo es recto; pero, si es curvo hay que facilitar su paso moviendo el tubo de forma que la cadena se deslice por su propio peso.
- Una vez que haya asomado su cabeza por el extremo inferior del tubo, retenga ahí para que no vuelva atrás.
- Enganche y ate el cable eléctrico a uno de los extremos de la cadena y tire del otro para hacer pasar el cable. Cuide que el empalme de cable y cadena no forme un nudo demasiado grueso para el tubo.

- Un problema que presenta este tipo de lámparas es el enroscado de sus brazos al pie o de los portalámparas a sus soportes. El movimiento de giro de las piezas enrosca también al cable, con el consiguiente peligro de retorcimientos. Para solucionar este problema, antes de enroscar la pieza, dele un número de vueltas, en sentido contrario, equivalente al que recibirá en el enroscado. Así tendrá la seguridad de que los cables quedaran lisos.

Si en lugar de tratarse de una nueva instalación de cables, se pretendiera ampliar la instalación, siempre que haya espacio suficiente en el tubo para ello, podrán anudarse dos o más hilos a uno de los ya existentes y tirar de éste.

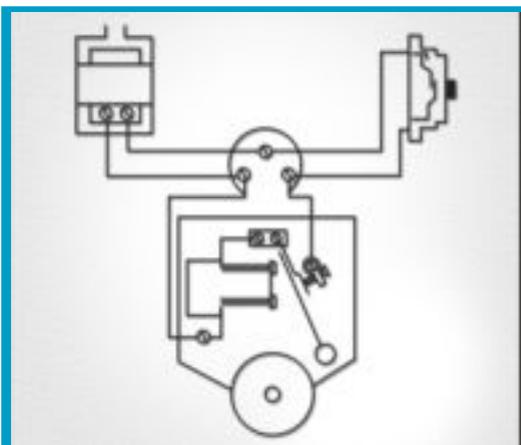
Reparación del timbre

Si el timbre no suena cuando se acciona el pulsador, lo más práctico es empezar por efectuar las comprobaciones más elementales.

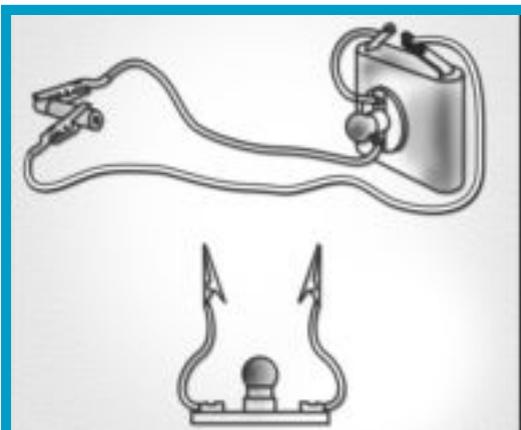
- Asegúrese que los terminales de los conductores estén bien conectados y que el óxido no dificulte un buen contacto.
- Si así fuera, bastaría con pasar un pedazo de papel de lija fino, tanto por los terminales del timbre como por los del transformador.
- Si pese a todas estas operaciones el timbre siguiese sin sonar, sométalo al examen de una lámpara de prueba –constituida, en este caso, por una lamparita de linterna eléctrica y por dos conductores– para verificar el buen funcionamiento del transformador y de las bobinas del electroimán.
- Aplique los terminales desnudos de los conductores del comprobador a los bornes del

transformador. El que la lamparita se encienda será indicativo de que la avería tiene otro origen; si no lo hiciera, ya no haría falta buscar más: habrá que cambiar el transformador.

- El siguiente caso suele ser la comprobación del estado del pulsador; para ello recurra a



Esquema completo de la instalación de un timbre; los terminales de los conductores deben estar bien conectados y sin óxido



Una lamparita de linterna con su portalámparas y dos conductores –cuyos terminales se aplican al embornado de salida del transformador del timbre– sirven para detectar una avería; si la lamparita no se encendiera, habría que cambiarlo

un comprobador de pilas. Conecte los conductores desnudos del comprobador a los bornes del pulsador.

- Si al accionar el pulsador la lamparita se enciende, su funcionamiento es correcto; si no lo hace, cámbielo.

Localización sistemática de averías

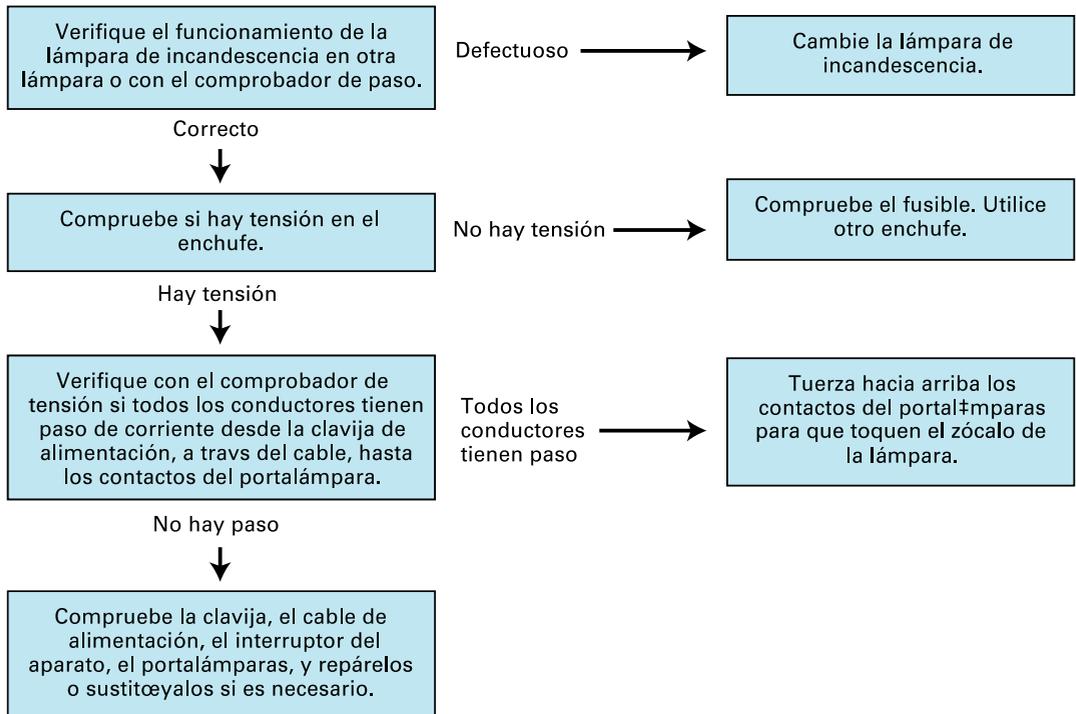
Como usted acaba de analizar en estos últimos

casos sencillos, cuando la luz no se enciende y el problema no es evidente, a veces resulta difícil saber cómo seguir adelante.

En estos casos, sólo una cosa puede servir de ayuda: la búsqueda sistemática de la falla. Esto significa revisar todas las fuentes posibles de falla.

A continuación describimos este procedimiento con el ejemplo de una lámpara de pie. Por supuesto, este procedimiento también es válido para otros tipos de problemas:

La lámpara de pie no se enciende



Sus propuestas de actividades

A series of 25 horizontal dotted lines for writing.



MINISTERIO *de*
EDUCACIÓN
CIENCIA y TECNOLOGÍA
PRESIDENCIA *de la* NACIÓN



Argentina

inet
Instituto Nacional de
Educación Tecnológica