

---

# PRACTICA 1

---

## Conocimientos básicos de electricidad

### 1.1. INTRODUCCION

Prácticamente en todos los aspectos de la vida interviene, de una u otra forma, la energía eléctrica, siendo cada día más frecuente el uso que de ella se hace. Desde que suena el despertador por la mañana, encendemos la luz, conectamos la radio, la televisión, el frigorífico, la lavadora, el ordenador, etc.; todo un sinfín de aparatos electrodomésticos, medios de transporte, comunicación y maquinaria funcionan con electricidad. Es, pues, de especial interés adquirir conceptos claros y concisos acerca de esta parte de la ciencia para poder aplicarlos práctica y correctamente a lo largo de nuestra vida profesional.

### 1.2. OBJETIVOS

Al final de esta práctica se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- *Conocer* los conceptos elementales de la teoría electrónica y de las leyes fundamentales que intervienen en la electricidad.
- *Distinguir* cada una de las magnitudes eléctricas y sus unidades.
- *Aplicar* correctamente los conceptos y magnitudes eléctricas al circuito eléctrico.

### 1.3. CONCEPTOS BASICOS

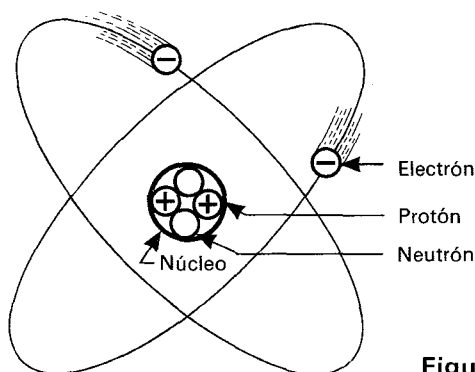
Para poder interpretar y explicar los fenómenos eléctricos se han enunciado varias teorías, pero sólo la teoría electrónica lo ha hecho de una manera clara y completa, dando explicación a todos ellos.

#### 1.3.1. Teoría electrónica

Cualquier átomo está constituido por un núcleo subdividido, a su vez, en protones y neutrones; en torno a dicho núcleo giran los electrones. El protón tiene carga positiva y

## 2 PRACTICAS DE ELECTRICIDAD

el electrón carga negativa. En un átomo eléctricamente neutro, el número de protones es igual al número de electrones, como muestra la Figura 1.1.

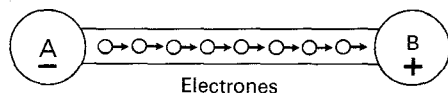


**Figura 1.1.** Estructura atómica.

Si un átomo pierde electrones queda electrizado positivamente; si, por el contrario, los adquiere, queda electrizado negativamente. De todos es conocido el fenómeno de electrización de los cuerpos por frotamiento. El electrón es la parte más importante del átomo, ya que de su facilidad para moverse a lo largo de los cuerpos va a depender que éstos sean conductores o aislantes. Por tanto, podemos decir que la unidad elemental de carga eléctrica es el electrón.

### 1.3.2. Corriente eléctrica

Recibe el nombre de corriente eléctrica el desplazamiento de electrones sobre un cuerpo conductor. Todos los cuerpos tienden a quedar en estado eléctricamente neutro; así, si se ponen en contacto dos cuerpos, uno cargado con exceso de electrones y otro con defecto, se establecerá entre ellos un intercambio de electrones hasta que se igualen eléctricamente, tal y como se representa en la Figura 1.2. El sentido convencional de la corriente eléctrica es el contrario al del movimiento de los electrones, esto es, de + a -.



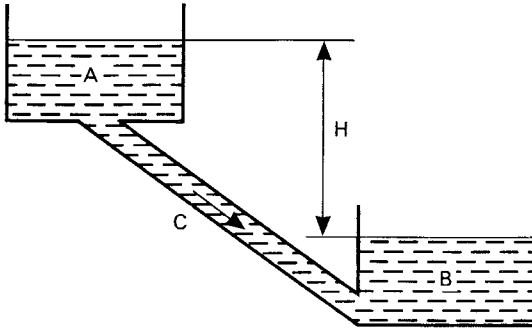
**Figura 1.2.** Desplazamiento de electrones.

### 1.3.3. Circuito eléctrico

El circuito eléctrico es el camino a través del cual se desplazan los electrones. Para su mejor comprensión, se establece un *simil* entre el circuito hidráulico y el circuito eléctrico.

## ■ Circuito hidráulico

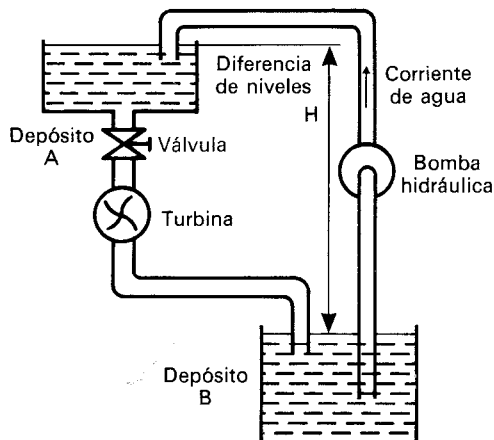
Sean dos recipientes que se encuentran a distinto nivel y unidos por medio de un tubo, como podemos observar en la Figura 1.3.



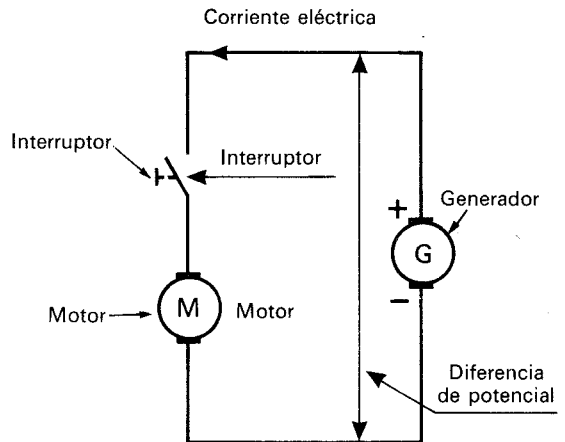
**Figura 1.3.** Circuito hidráulico.

Entre ellos se establece una corriente de agua desde el depósito más alto hacia el que se encuentra más bajo y hasta que queda eliminado el desnivel  $H$ . Así como la corriente de agua se ha producido por la diferencia de nivel existente, la corriente eléctrica se establece por una diferencia de potencial eléctrico (electrones) entre dos puntos unidos por un conductor.

## ■ Circuito hidráulico cerrado y circuito eléctrico



**Figura 1.4.** Circuito hidráulico cerrado.



**Figura 1.5.** Circuito eléctrico.

Para mantener la circulación de agua de forma continua, se precisa una bomba hidráulica que la eleve desde el depósito B al depósito A (Fig. 1.4). El agua, en su recorrido descendente, produce un trabajo, al mover las paletas de la turbina, similar al de las piedras de un molino.

En un circuito eléctrico (Fig. 1.5), el generador proporciona el desnivel eléctrico, esto es, la fuerza electromotriz (fem), y los electrones, en su recorrido, producen un trabajo. En este ejemplo transforman la energía eléctrica en energía mecánica al hacer girar el motor.

### ■ Símil entre ambos circuitos

- |                         |       |                         |
|-------------------------|-------|-------------------------|
| • Bomba hidráulica      | ————→ | Generador               |
| • Turbina               | ————→ | Motor                   |
| • Válvula               | ————→ | Interruptor             |
| • Tubería               | ————→ | Conductor eléctrico     |
| • Diferencia de niveles | ————→ | Diferencia de potencial |

Hemos observado la analogía existente entre ambos circuitos, y sabemos que se da una relación directa entre ellos.

- Una bomba hidráulica de mayor tamaño podrá desplazar el agua a una altura más elevada.
- Un generador mayor proporciona una fuerza electromotriz (fem), y por tanto una diferencia de potencial (ddp) más elevada.
- La turbina nos proporciona un trabajo mecánico en su eje al ser movida por el agua.
- El motor nos proporciona un trabajo mecánico en su eje al ser atravesado por los electrones en su recorrido.
- Una tubería de mayor sección puede transportar más cantidad de agua y producir mayor trabajo con menos pérdidas.
- Un conductor de mayor sección puede transportar más electrones y, por tanto, más energía con menos pérdidas.
- La válvula permite o interrumpe el paso de agua.
- El interruptor deja pasar la corriente o la interrumpe.
- Para que circule el agua, la válvula debe estar abierta.
- Para que circule la corriente, el interruptor debe estar cerrado.

### 1.3.4. Magnitudes eléctricas

En todo circuito eléctrico se ponen de manifiesto una serie de magnitudes eléctricas, como son: fuerza electromotriz, diferencia de potencial, cantidad de electricidad, intensidad de corriente, densidad de corriente, resistencia, potencia y energía.

### ■ Fuerza electromotriz (fem)

Es la *causa* que origina el movimiento de los electrones en todo circuito eléctrico. Su unidad es el voltio (V).

### ■ Diferencia de potencial (ddp)

También se conoce como tensión eléctrica y voltaje. Es el *desnivel eléctrico* existente entre dos puntos de un circuito. Su unidad es el voltio (V). Se mide con un voltímetro. Se representa con la letra U.

### ■ Cantidad de electricidad (Q)

Es el *número total de electrones* que recorre un conductor. Como la carga del electrón es de un valor muy pequeño, la unidad práctica que se emplea es el Culombio (C).

$$1 \text{ Culombio} = 6,3 \cdot 10^{18} e^{-}$$

### ■ Intensidad de corriente (I)

Es la *cantidad de electricidad* que atraviesa un conductor en la unidad de tiempo (1 s). La unidad es el amperio (A). Se mide con un amperímetro.

$$I = \frac{Q}{t}$$

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}$$

$I$  = Intensidad  
 $Q$  = Cantidad de  
 electricidad  
 $t$  = Tiempo  
 $A$  = Amperio  
 $C$  = Culombio  
 $s$  = Segundo

### ■ Densidad de corriente eléctrica ( $\delta$ )

Es el *número de amperios* que circula por cada  $\text{mm}^2$  de conductor, esto es, intensidad por unidad de sección. La unidad es el  $\text{A}/\text{mm}^2$ .

$$\delta = \frac{I}{S}$$

$\delta$  = Densidad de  
 corriente ( $\text{A}/\text{mm}^2$ )  
 $I$  = Intensidad (A)  
 $S$  = Sección ( $\text{mm}^2$ )

## ■ Resistencia ( $R$ )

Es la *dificultad* que presenta un material al paso de la corriente eléctrica. Se representa con la letra  $R$  y su unidad es el ohmio ( $\Omega$ ). Dicha dificultad responde a la atracción de los núcleos sobre los electrones en su propio desplazamiento.

Cada material posee una resistencia específica característica que se conoce con el nombre de *resistividad*. Se representa con la letra griega « $\rho$ » ( $\rho$ ).

**Cuadro 1.1.** Resistividad  
de algunos materiales

Material	$\rho$ (en $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )
Plata	0,015
Cobre	0,017
Aluminio	0,027
Estaño	0,13
Mercurio	0,94

Por tanto, la resistencia ( $R$ ) de un conductor depende directamente de su resistividad y longitud y es inversamente proporcional a su sección. Se mide con un óhmetro. La resistencia de un conductor valdrá, por tanto:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

$R$  = Resistencia ( $\Omega$ )

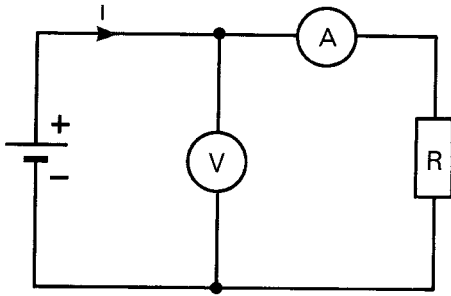
$\rho$  = Resistividad ( $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ )

$l$  = Longitud (m)

$S$  = Sección ( $\text{mm}^2$ )

## ■ Ley de Ohm

El famoso físico *Ohm* descubrió experimentalmente la relación que existe entre estas tres magnitudes eléctricas: intensidad, tensión y resistencia, estableciendo una ley que lleva su nombre y que dice así: *En un circuito eléctrico, la intensidad de corriente que lo recorre, es directamente proporcional a la tensión aplicada e inversamente proporcional a la resistencia que presenta éste.* La Figura 1.6 nos muestra el circuito eléctrico básico, compuesto por una pila o batería y un elemento resistivo  $R$  como carga. El voltímetro  $V$  nos medirá el valor de la tensión del circuito y el amperímetro  $A$  la intensidad que circula por él.



**Figura 1.6.** Circuito eléctrico básico.

$$I = \frac{U}{R}$$

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ V}}{1 \Omega}$$

$I$  = Intensidad  
 $U$  = Tensión  
 $R$  = Resistencia  
 $A$  = Amperio  
 $V$  = Voltio  
 $\Omega$  = Ohmio

### ■ Potencia eléctrica ( $P$ )

Es la *cantidad de trabajo* desarrollada en la unidad de tiempo. En un circuito eléctrico es igual al producto de la tensión por la intensidad. Su unidad es el vatio (W). Se mide con un vatímetro. Son múltiplos del vatio (W), el kilovatio ( $1 \text{ kW} = 1.000 \text{ W}$ ) y el megavatio ( $1 \text{ MW} = 1.000.000 \text{ W}$ ).

$$P = U \cdot I \quad (\text{en W})$$

$$1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A}$$

$P$  = Potencia  
 $U$  = Tensión  
 $I$  = Intensidad  
 $W$  = Vatio  
 $V$  = Voltio  
 $A$  = Amperio

Junto con la fórmula de la ley de Ohm, se pueden obtener las siguientes fórmulas de la potencia:

$$P = U \cdot I = U \cdot \frac{U}{R} = \frac{U^2}{R}$$

$$P = U \cdot I = R \cdot I \cdot I = R \cdot I^2$$

$$P = \frac{U^2}{R} \quad \text{en W}$$

$$P = R \cdot I^2 \quad \text{en W}$$

## ■ Energía eléctrica (E)

Es el *trabajo desarrollado* en un circuito eléctrico *durante un tiempo* determinado. Viene dada por la fórmula:

$$E = P \cdot t$$

en  $W \cdot s$

$$1 J = 1 W \cdot 1 s$$

$E$  = Energía

$P$  = Potencia

$t$  = Tiempo

$J$  = Julio

$W$  = Vatio

$s$  = Segundo

Esta unidad es muy pequeña, por lo que se emplea otra de valor más elevado, el kilovatio · hora ( $kW \cdot h$ ).

El  $kW \cdot h$  es la unidad que miden los contadores de energía.

$$1 kW \cdot h = 1.000 W \cdot 3.600 s = 3,6 \cdot 10^6 \text{ julios}$$

El coste de la energía es el resultado de multiplicar su valor por el precio unitario ( $P_u$ ).

$$\text{Coste} = E \cdot P_u$$

en pts.

$E$  = Energía en  $kW \cdot h$

$P_u$  = Precio unitario

## ■ Efecto Joule

Se entiende con este nombre el calentamiento experimentado por un conductor al ser atravesado por la corriente eléctrica. Dicho calentamiento se debe al roce de los electrones con los átomos a su paso por el conductor. Las unidades caloríficas usadas son: la caloría (cal) y la kilocaloría (kcal).

- *Caloría*. Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua un grado centígrado.
- *Kilocaloría*. Es la cantidad de calor necesaria para elevar la temperatura de un kilogramo de agua un grado centígrado.

$$1 kcal = 1.000 cal$$

Existe una equivalencia entre la unidad de energía eléctrica (julio) y la unidad calorífica (caloría):  $1 \text{ julio} = 0,24 \text{ calorías}$ .

La energía calorífica y la energía eléctrica vienen relacionadas por la fórmula siguiente, conocida como Ley de Joule:

$$Q = 0,24 \cdot E$$

en calorías

$Q$  = Cantidad de calor (cal)

$E$  = Energía eléctrica ( $W \cdot s$ )

$0,24$  = Coeficiente de equivalencia



## ■ Influencia de la temperatura en la resistencia de un conductor

Al calentarse un metal, aumenta la agitación de sus átomos, lo que dificulta el desplazamiento de electrones; el resultado es un aumento de la resistencia en el conductor.

Ensayos sobre distintos materiales conductores permitieron comprobar un aumento constante de la resistencia con la temperatura.

Se define como coeficiente de temperatura al aumento de resistencia que experimenta un conductor al incrementar su temperatura un grado centígrado. Por tanto, la resistencia de un conductor al aumentar la temperatura es igual a la que tenía inicialmente más el aumento experimentado, y viene dada por la fórmula.

$$R_f = R_i(1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

$R_f$  = Resistencia final

$R_i$  = Resistencia inicial

$\alpha$  = Coeficiente de temperatura

$\Delta t$  = Incremento de temperatura

**Cuadro 1.2.** Coeficiente de temperatura de algunos metales

Material	$\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$
Plata	0,0036
Cobre electrolítico	0,0043
Aluminio	0,004

Material	$\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$
Estaño	0,0045
Tungsteno	0,0042
Manganina	0,00001

## RESUMEN DE CONCEPTOS BASICOS

- El *átomo* está formado por un núcleo con protones, neutrones y una corteza donde se encuentran los electrones girando alrededor del núcleo.
- *Corriente eléctrica* es el desplazamiento de electrones a lo largo de un cuerpo conductor.
- *Circuito eléctrico* es el camino a través del cual se desplazan los electrones.
- El *generador eléctrico* proporciona la fem, necesaria para mantener el movimiento de los electrones en el circuito eléctrico.
- *ddp* es el desnivel eléctrico existente entre dos puntos de un circuito.
- La *cantidad de electricidad* es el número total de electrones que recorren un conductor.

- *Intensidad de corriente* es la cantidad de electricidad que circula por un conductor en la unidad de tiempo.
- *Densidad de corriente eléctrica* es la intensidad que circula por cada unidad de sección de un conductor.
- *Resistencia eléctrica* es la dificultad que presenta un material al paso de la corriente eléctrica.
- La *Ley de Ohm* dice que la intensidad de corriente que circula por un circuito eléctri-

co es directamente proporcional a la tensión aplicada e inversamente proporcional a la resistencia que éste presenta.

- *Potencia eléctrica* es la cantidad de trabajo desarrollada en la unidad de tiempo.
- *Energía eléctrica* es el trabajo desarrollado en un circuito eléctrico en un determinado tiempo.
- El calentamiento experimentado por un conductor al ser atravesado por la corriente eléctrica se conoce por *efecto Joule*.

## CUESTIONES

1. Definir la corriente eléctrica: .....
2. El símbolo de la cantidad de electricidad es ..... Su unidad es el ..... Se representa con la letra .....
3. La tensión eléctrica, voltaje o ddp, se representa con una ..... Su unidad es .....
4. La intensidad de corriente se representa con una ..... Su unidad es el ..... Se mide con un .....
5. La densidad de corriente es ..... Se representa con una ..... Su unidad es .....
6. La resistencia eléctrica es ..... Se representa con una ..... Su unidad es ..... Se mide con un .....
7. La ley de Ohm dice: .....
8. La potencia eléctrica se representa con una ..... Su unidad es el ..... Se mide con un .....

9. La unidad práctica de energía eléctrica es .....  
 La miden los .....
10. Un julio equivale a ..... calorías.

## EJERCICIOS RESUELTOS

1. ¿Cuántos Culombios son  $31,5 \cdot 10^{18}$  electrones?

**Solución:**

$$1 \text{ C} \text{ ————— } 6,3 \cdot 10^{18} \text{ e}^-$$

$$X \text{ C} \text{ ————— } 31,5 \cdot 10^{18} \text{ e}^-$$

$$X = \frac{31,5 \cdot 10^{18} \text{ e}^-}{6,3 \cdot 10^{18} \text{ e}^-} = 5 \text{ Culombios}$$

2. Hallar la intensidad de corriente que habrá circulado por un conductor si ha transportado 40 Culombios en un tiempo de 20 s.

**Solución:**

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{40 \text{ C}}{20 \text{ s}} = 2 \text{ A}$$

3. Hallar la densidad de corriente de un conductor si tiene una sección de  $4 \text{ mm}^2$  y circulan 14 A.

**Solución:**

$$\delta = \frac{I}{S} = \frac{14 \text{ A}}{4 \text{ mm}^2} = 3,5 \text{ A/mm}^2$$

4. Hallar la resistencia de un conductor de cobre de 900 m de longitud y  $1,5 \text{ mm}^2$  de sección. La resistividad del cobre es  $0,018 \text{ ohmios} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .

**Solución:**

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S} = 0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{900 \text{ m}}{1,5 \text{ mm}^2} = 10,8 \Omega$$

5. Hallar la intensidad de corriente que circula por un circuito si está sometido a una tensión de 220 V y ofrece una resistencia de 55 ohmios.

**Solución:**

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220 \text{ V}}{55 \Omega} = 4 \text{ A}$$

6. Hallar la potencia que consume un receptor eléctrico si tiene una resistencia de 20 ohmios y circula una corriente de 5 A.

**Solución:**

$$P = U \cdot I; U = R \cdot I = 20 \Omega \cdot 5 \text{ A} = 100 \text{ V}$$

$$P = U \cdot I = 100 \text{ V} \cdot 5 \text{ A} = 500 \text{ W} = 0,5 \text{ kW}$$

Otra forma:

$$P = R \cdot I^2$$

$$P = 20 \Omega \cdot (5 \text{ A})^2 = 500 \text{ W} = 0,5 \text{ kW}$$

7. Hallar la energía consumida por una plancha si está sometida a una tensión de 220 V y circula una corriente de 3 A durante un tiempo de 3 horas y media.

**Solución:**

$$E = P \cdot t;$$

$$P = U \cdot I = 220 \text{ V} \cdot 3 \text{ A} = 660 \text{ W}$$

Puesto que la energía se mide en  $\text{kW} \cdot \text{h}$ , la potencia se ha de expresar en kW y el tiempo en horas.

$$660 \text{ W} \longrightarrow 0,66 \text{ kW} \quad t = 3,5 \text{ horas}$$

$$E = P \cdot t = 0,66 \text{ kW} \cdot 3,5 \text{ h} = 2,31 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

---

# PRACTICA 2

---

## Instalación de un punto de luz simple

### 2.1. INTRODUCCION

La luz del Sol es un don de la naturaleza, pero tiene el inconveniente de no aparecer de noche y de no poder penetrar en los recintos cerrados durante el día.

La luz artificial es un remedio a estas carencias. De hecho, se ha convertido en un instrumento indispensable para unas óptimas condiciones de vida, tanto en el trabajo como en los lugares de descanso y de tránsito. Buena parte del bienestar de la humanidad se debe a ella y se puede decir, sin temor a equivocarse, que el alumbrado eléctrico es un derecho de la humanidad.

### 2.2. OBJETIVOS

Al final de esta práctica se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- *Conocer* cada una de las partes de que consta una lámpara incandescente.
- *Comprobar* su funcionamiento.
- *Realizar* la instalación de un punto de luz simple.

### 2.3. CONCEPTOS BASICOS

Si queremos ver, es necesario que haya luz. La instalación eléctrica más sencilla, para cumplir este propósito, consiste en un punto de luz simple accionado por un interruptor.

#### 2.3.1. Antecedentes históricos

La historia de la iluminación artificial comienza con el descubrimiento del fuego. Los romanos ya empleaban velas hechas con sebo de cordero. En 1667 París tuvo iluminación pública con velas y después con lámparas de aceite. Fue en el año 1808 cuando el

inglés Humphrey Davy inventó una lámpara formada por dos barras de carbón entre las que aparecía un arco eléctrico al ser conectadas a una pila galvánica. El arco era muy luminoso, pero el carbón se quemaba con gran rapidez y duraba muy poco. Setenta años después, en el año 1879, Thomas Alva Edison realiza la primera lámpara de incandescencia. Estaba formada por un filamento de carbono que se hallaba dentro de una ampolla de vidrio en la que se había provocado el vacío; hoy día están formadas por un filamento de tungsteno o wolframio que soporta una temperatura próxima a los  $3.400^{\circ}\text{C}$ .

### 2.3.2. Naturaleza y magnitudes de la luz

La luz es una forma de energía transmitida por radiaciones electromagnéticas que se desplazan en el espacio a una velocidad de  $300.000\text{ km/s}$ .

El ojo humano percibe sólo una pequeña zona del espectro electromagnético comprendida entre  $380\text{ nm}$  y  $720\text{ nm}$  ( $3.800\text{ \AA}$  y  $7.200\text{ \AA}$ ).  $1\text{ nm} = 10^{-9}\text{ m}$  y  $1\text{ \AA} = 10^{-10}\text{ m}$ .

En la iluminación intervienen una fuente productora de luz y un objeto iluminado. Las *magnitudes de la luz* son: el flujo luminoso, la intensidad luminosa, el nivel de iluminación, la luminancia y el rendimiento luminoso.

- **Flujo luminoso:** Es la cantidad de luz total emitida por una fuente luminosa en todas direcciones durante 1 s. Su unidad es el *lumen*.
- **Intensidad luminosa:** Es la cantidad de luz emitida por una fuente luminosa en una dirección durante 1 s. Su unidad es la *candela*.
- **Nivel de iluminación:** Es el flujo luminoso que incide en la unidad de superficie. Su unidad es el *lux* ( $1\text{ lux} = 1\text{ lumen}/1\text{ m}^2$ ).
- **Luminancia:** Es la magnitud que mide el brillo de los objetos iluminados.
- **Rendimiento luminoso:** Es la cantidad de lúmenes emitidos por una fuente luminosa por vatio de energía eléctrica consumido.

### 2.3.3. Lámpara incandescente

Según se muestra en la Figura 2.1, las partes de que consta una lámpara de incandescencia son las siguientes:

- **Filamento:** Es la parte más importante de la lámpara. Se fabrica de un metal (tungsteno o wolframio) que tiene un punto de fusión muy alto ( $3.400^{\circ}\text{C}$ ) y en forma de hélices.
- **Ampolla:** Es de vidrio e impide que el filamento entre en contacto con el oxígeno del aire para evitar que se queme. Se vacía el aire del interior y se llena de un gas inerte (mezcla de argón y nitrógeno).
- **Hilos conductores:** Llevan la corriente desde el casquillo al filamento. Están hechos de hierro, níquel y cobre.
- **Soporte de vidrio:** Sirve de apoyo a los conductores y los aísla eléctricamente.
- **Casquillo:** Es el soporte de la lámpara. A través de él penetra la corriente eléctrica. Está formado por la rosca y el contacto central. Entre ambos hay un anillo de

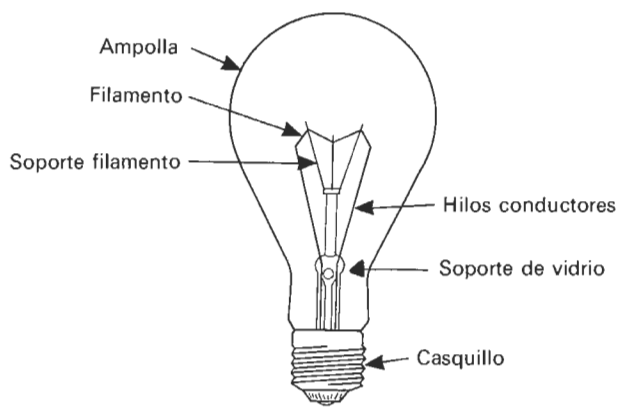


Figura 2.1. Lámpara de incandescencia.

vidrio. Los hay de varios tipos, siendo los más comunes de rosca y, entre éstos, el E-27 (Fig. 2.2).

- **Soportes del filamento:** Son unos alambres de molibdeno que impiden la deformación del filamento.

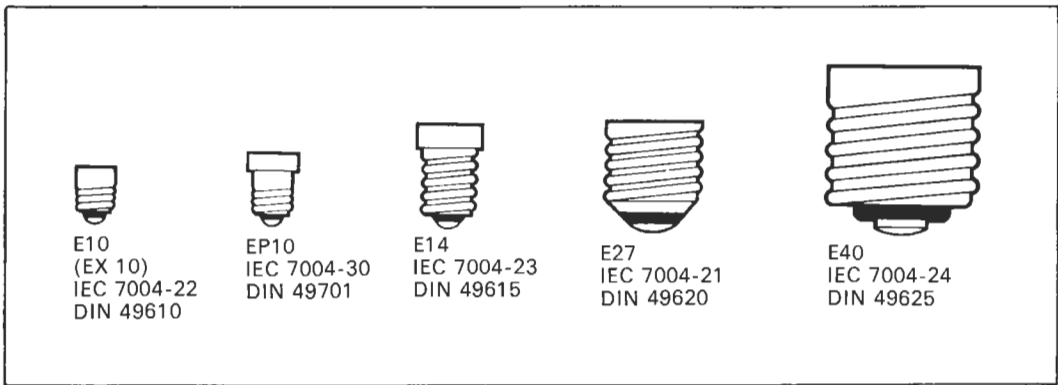


Figura 2.2. Diversos tipos de casquillos.  
(Cortesía de OSRAM.)

El funcionamiento de la lámpara incandescente sigue el proceso que describiremos a continuación. Al paso de la corriente eléctrica el filamento se calienta, alcanzando una temperatura de 2.200 °C, lo cual hace que se ponga incandescente (color rojo blanco), emitiendo luz. Debido a esta temperatura, el filamento sufre una pérdida de material por evaporación del mismo. Esto se evita en gran medida enrollando el filamento en forma de hélice (simple, doble, etc.).

Tensiones normalizadas para estas lámparas (V)						
110	115	120	125	130	220	230



Potencias normalizadas para estas lámparas (W)											
15	25	40	60	75	100	150	200	300	500	1.000	1.500

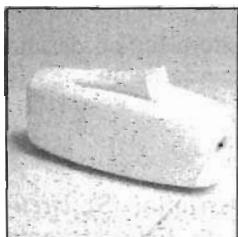
### 2.3.4. Pequeño interruptor automático (PIA)

Es un elemento de *protección del circuito*. Como su nombre indica, interrumpe la corriente automáticamente cuando la intensidad que circula por él es mayor que la intensidad para la que ha sido calculado. Un mecanismo interno abre sus contactos y deja el circuito abierto.

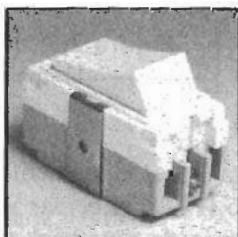
### 2.3.5. Interruptor

Está formado por dos contactos metálicos, uno fijo y otro móvil, sobre un soporte aislante. La Figura 2.3 nos muestra distintos tipos de interruptores.

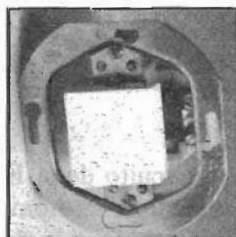
Es un elemento de *paso o interrupción* de la corriente electrónica. En la posición de abierto  no deja pasar la corriente, se comporta como una resistencia de valor infinito ( $\infty$ ). En la posición de cerrado  permite el paso de la corriente, se comporta como una resistencia de valor nulo ( $0 \Omega$ ).



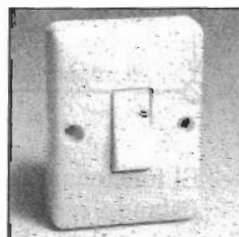
(a) De paso, unipolar.



(b) Unipolar 16 A.



(c) Bipolar 10 A.



(d) Superficie unipolar.

**Figura 2.3.** Diversos tipos de interruptores. (Cortesía de SIMON.)

### 2.3.6. Portalámparas

Están formados por un casquillo roscado y un segundo contacto en el centro aislado de éste, todo ello sobre un soporte aislante.

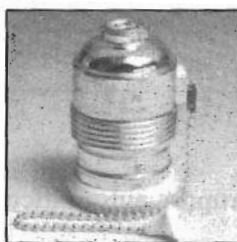
Pone en contacto eléctrico la lámpara con el circuito y la sustenta. Los más comunes son de rosca, aunque también los hay de bayoneta. La Figura 2.4 nos muestra cuatro tipos distintos de portalámparas.



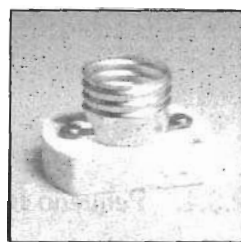
(a) Intemperie.



(b) Zócalo inclinado.



(c) De tirador.

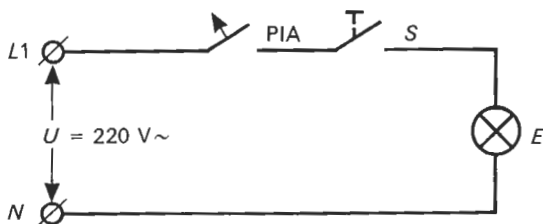


(d) De superficie recto.

**Figura 2.4.** Diversos tipos de portalámparas. (Cortesía de SIMON.)

### 2.3.7. Circuito básico

La Figura 2.5 representa el circuito básico de una lámpara incandescente al que se ha aplicado una tensión alterna de 220 V. El circuito lleva incorporado un pequeño interruptor automático (PIA) para protegerlo contra sobreintensidades y cortocircuitos, así como su correspondiente interruptor (S).



**Figura 2.5.** Circuito eléctrico de una lámpara incandescente.

El funcionamiento del circuito de la Figura 2.5 es el siguiente:

Estando *cerrado* el interruptor automático (PIA), al cerrar el interruptor (S), *circula corriente* por el circuito debido a la diferencia de potencial existente. Esta corriente hace que el filamento de la lámpara se ponga incandescente y emita luz.

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



## RESUMEN DE CONCEPTOS BASICOS

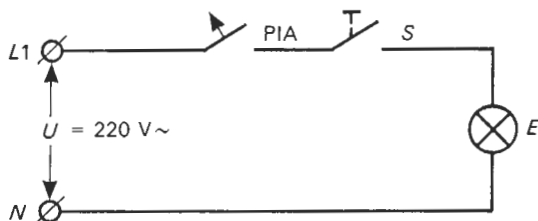
- La iluminación artificial comienza con el fuego.
- Francia tuvo iluminación pública con velas y lámparas de aceite en 1667.
- En 1879, Thomas Alva Edison construye la primera lámpara de incandescencia.
- Hoy día, el filamento de las lámparas se construye de tungsteno o wolframio enrollado en forma de hélice.
- La ampolla de cristal de una lámpara aísla el filamento del oxígeno del aire.
- El casquillo conecta la lámpara con la fuente de alimentación.
- Hay diversos tipos de casquillos, siendo los más comunes los de rosca.
- Las lámparas se fabrican para distintas potencias y tensiones.
- Las lámparas incandescentes halógenas son una variante de las lámparas incandescentes normales, con una mayor eficacia luminosa y más larga duración.
- La luminosidad puede regularse con sistemas electrónicos.
- Las lámparas incandescentes tienen una vida útil media de 1.000 h.

## 2.4. REALIZACION PRACTICA

### 2.4.1. Objeto

Montar y analizar el circuito con una lámpara incandescente (Fig. 2.6).

### 2.4.2. Circuito



#### Materiales y equipo necesario:

- 1 lámpara de 100 W-220 V (E).
- 1 portalámparas rosca E-27.
- 1 PIA de 6 A.
- 1 interruptor (S).
- 8 regletas de bornas.

Figura 2.6. Circuito eléctrico.

### 2.4.3. Proceso de trabajo

- Montar el circuito de la figura.
- Aplicar una tensión de 220 V.
- Cerrar el PIA y a continuación el interruptor. Comprobar el encendido.
- Realizar los ejercicios 1 a 3 planteados en el apartado de Cuestiones y contestar a los mismos.

### 2.4.4. Nota importante

Si la lámpara no luce:

- *Comprobar* tensión de alimentación.
- *Comprobar* conexonado y cableado (sin tensión).
- *Comprobar* estado de la lámpara.

## CUESTIONES

1. ¿Qué ocurre al cerrar el interruptor? .....
2. ¿Qué ocurre al abrir el interruptor? .....
3. ¿Qué ocurre al desconectar la lámpara? .....
4. ¿Hay tensión en los extremos del portalámparas estando el interruptor cerrado? .....  
¿Por qué? .....
5. ¿Circula corriente por el circuito si no está la lámpara? .....  
Razona la respuesta .....
6. ¿Qué tensión habrá en los extremos del interruptor estando éste cerrado? .....  
Razona la respuesta .....
7. Un interruptor abierto equivale a una resistencia de valor .....
8. Un interruptor cerrado equivale a una resistencia de valor .....
9. Si la lámpara es de mayor potencia, la intensidad es ..... y la tensión del circuito es .....
10. De dos lámparas de 25 W, 220 V y 100 W, 220 V, respectivamente, ¿cuál consume más corriente? ..... ¿Por qué? .....
- ¿Cuál tiene mayor resistencia? ..... ¿Por qué? .....

11. ¿Qué ocurre si se alimenta una lámpara a una tensión menor que la que indica en sus características? .....  
¿Por qué? .....
12. ¿Y si la tensión es mayor que la que indica en sus características? .....  
..... ¿Por qué? .....
13. ¿Qué ocurrirá si unimos los extremos del portalámparas con un trozo de hilo o cable ....  
.....

## EJERCICIOS RESUELTOS

1. Disponemos de una lámpara que, al ser conectada a una tensión de 220 V, consume una potencia de 100 W. Hallar:

- a) Intensidad que circula por el circuito.
- b) Resistencia del filamento en funcionamiento.

**Solución:**

$$a) \quad I = \frac{P}{U} \quad ; \quad I = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,454 \text{ A}$$

$$b) \quad R = \frac{U}{I} \quad ; \quad R = \frac{220 \text{ V}}{0,454 \text{ A}} = 484,6 \, \Omega$$

Otra forma:

$$R = \frac{U^2}{P} \quad ; \quad R = \frac{(220 \text{ V})^2}{100 \text{ W}} = 484 \, \Omega$$

2. El filamento de una lámpara incandescente tiene una resistencia, funcionando, de  $156 \, \Omega$  si circula una corriente de 0,45 A. Hallar:

- a) Tensión en los extremos de la lámpara.
- b) Potencia que consume.

**Solución:**

$$a) \quad U = R \cdot I;$$

$$U = 156 \, \Omega \cdot 0,45 \text{ A} = 70,2 \text{ V}$$

$$b) \quad P = U \cdot I;$$

$$P = 70,2 \text{ V} \cdot 0,45 \text{ A} = 31,6 \text{ W}$$

Otra forma:

$$P = R \cdot I^2;$$

$$P = 156 \, \Omega \cdot (0,45 \text{ A})^2 = 31,6 \text{ W}$$

3. Hallar la energía que consume una lámpara al cabo de 4 horas y 30 minutos si está conectada a una tensión de 220 V y circula una corriente de 1,4 A. *Nota:* La unidad práctica de energía es el kW · h.

$$P = U \cdot I \quad ; \quad P = 220 \text{ V} \cdot 1,4 \text{ A} = 308 \text{ W}$$

$$\frac{308 \text{ W}}{1.000} = 0,308 \text{ kW}$$

$$30 \text{ m} = \frac{30}{60} \text{ h} = 0,5 \text{ horas}$$

$$t = 4 \text{ h} + 0,5 \text{ h} = 4,5 \text{ horas}$$

$$E = P \cdot t = 0,308 \text{ kW} \cdot 4,5 \text{ h} =$$

$$= 1,39 \text{ kW} \cdot \text{h}$$

## EJERCICIOS PROPUESTOS

1. Hallar la resistencia del filamento en funcionamiento y la intensidad que consumirán las lámparas cuyas características se detallan a continuación:

$E_1$ (15 W ; 220 V) ( $R_1$ =	$; I_1$ =	)
$E_2$ (25 W ; 220 V) ( $R_2$ =	$; I_2$ =	)
$E_3$ (40 W ; 220 V) ( $R_3$ =	$; I_3$ =	)
$E_4$ (15 W ; 125 V) ( $R_4$ =	$; I_4$ =	)
$E_5$ (25 W ; 125 V) ( $R_5$ =	$; I_5$ =	)
$E_6$ (40 W ; 125 V) ( $R_6$ =	$; I_6$ =	)

## EJERCICIOS COMPLEMENTARIOS

1. Hallar la resistencia del filamento en funcionamiento y la tensión que habrá en los extremos de una lámpara de 60 W de potencia, si circula una corriente de 0,3 A.

**Solución:**

$$R = 666,7 \, \Omega ; U = 200 \, \text{V}.$$

2. Hallar la energía que consumirá una lámpara de 60 W al cabo de 24 horas.

**Solución:**

$$E = 1,44 \, \text{kW} \cdot \text{h}.$$

3. Hallar la resistencia en funcionamiento de una lámpara si sabemos que al cabo de 10 horas ha consumido una energía de 3 kW · h estando conectada a una tensión de 220 V.

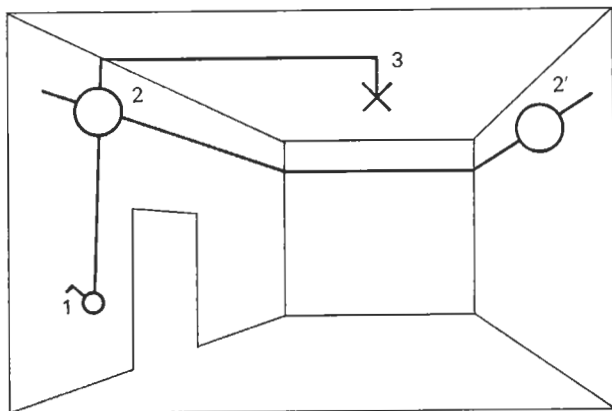
**Solución:**

$$R = 161,3 \, \Omega.$$

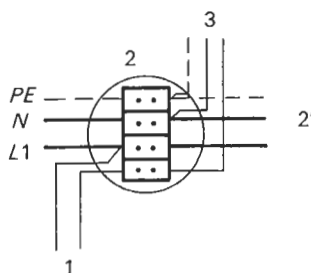
## INFORMACION COMPLEMENTARIA

La Figura 2.7 nos muestra, en representación espacial, el tendido de la línea para el encendido con un interruptor de una lámpara incandescente en una habitación.

La Figura 2.8 representa el conexionado en regleta de la caja de derivación existente.



**Figura 2.7.** Instalación de un punto de luz en una vivienda.



PE = cable de protección de tierra  
N = cable neutro  
L1 = cable de fase

**Figura 2.8.** Detalle de la caja de derivación.

## ■ Características de las lámparas incandescentes

• Eficacia luminosa:	20 lm/W
• Vida útil:	1.000 horas
• Color de la luz:	blanco cálido
• Rendimiento en color:	100
• Pérdida de flujo al final de la vida:	20 por 100
• Conexión a la red:	directa
• Tamaño:	reducido
• Encendido tiempo de calentamiento:	inmediato
• Posición de funcionamiento:	todas
• Reencendido en caliente:	inmediato

## ■ Lámparas incandescentes halógenas

Están compuestas por una ampolla cilíndrica de diámetro reducido fabricado en un cristal de cuarzo. En su interior se encuentra un filamento de tungsteno enrollado en hélice y gases de relleno (argón, nitrógeno y un halógeno: yodo). La Figura 2.9 nos muestra una lámpara de este tipo.



Lámpara de cuarzo-yodo

Figura 2.9. Lámpara halógena.

Su funcionamiento se basa en la regeneración del filamento vaporizado en combinación con el yodo, así su temperatura de funcionamiento puede ser más elevada, convirtiéndose en un mayor flujo luminoso y en una más larga duración de la lámpara.

Estas lámparas no se deben tocar con los dedos, pues el cuarzo se desvitrifica con mucha facilidad al depositar sobre él materias grasas como el sudor.

Tienen una vida útil de 2.500 horas frente a las 1.000 horas de lámparas incandescentes normales. Su eficacia luminosa es de 30 lm/W. La luz es de color blanco intenso. Tienen un rendimiento luminoso elevado, son decorativas, utilizándose cada día más en bares, comercios, salas de arte, etc.

### ■ Niveles de iluminación recomendados para el alumbrado interior (según recomendaciones de la CIE)

Zona de actividad:	Lux
• Pasillos:	100
• Naves de fundición y serrerías:	200
• Trabajos pesados, auditorios:	500
• Laboratorios, bibliotecas, oficinas, mecanografía, salas de ordenadores, aulas, auto-servicios:	500
• Montaje de maquinaria electrónica:	750
• Salas de reconocimiento médico:	1.000
• Grabado de acero y cobre:	2.000
• Alumbrado localizado de salas de operaciones:	30.000

# PRACTICA 3

## Instalación de dos lámparas en serie con base de enchufe

### 3.1. INTRODUCCION

Son muchos los elementos que, a lo largo de una instalación, se encuentran conectados en serie cumpliendo una función diferente. Así tenemos, por ejemplo, en el caso de una vivienda: fusibles, contador, interruptor automático, interruptor diferencial, PIA, etc. Si en alguno de ellos se interrumpe el circuito, éste queda sin corriente. El interruptor también se encuentra conectado en serie con la lámpara para así poder gobernarla. Como característica común a todos ellos, diremos que la corriente que los atraviesa es la misma.

### 3.2. OBJETIVOS

Al final de esta práctica se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- *Conocer* el funcionamiento del circuito serie.
- *Realizar* el montaje y comprobar su funcionamiento.
- *Interpretar* el fenómeno observado.

### 3.3. CONCEPTOS BASICOS

El circuito eléctrico más sencillo está formado por varios elementos asociados en serie. Así, por ejemplo, una lámpara se encuentra en serie con el interruptor y con los cables que la alimentan.

#### 3.3.1. Características del circuito serie

Varios receptores están conectados en *serie* cuando el final de uno está unido con el principio del siguiente, como muestra la Figura 3.1.

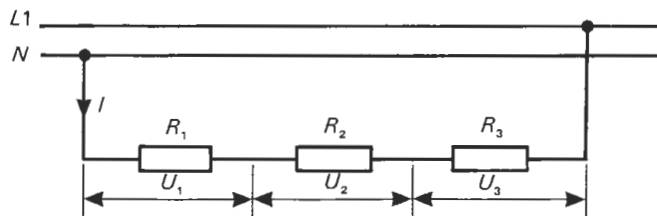


Figura 3.1. Circuito serie.

Todos ellos están recorridos por la *misma intensidad*.

En todo circuito serie se cumplen los siguientes principios:

- La resistencia total es la suma de las resistencias parciales.

$$R_t = R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_n$$

- La tensión total es la suma de las tensiones parciales.

$$U_t = U_1 + U_2 + U_3 + \dots U_n$$

- La potencia total es la suma de las potencias parciales.

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + \dots P_n$$

### 3.3.2. Bases de enchufe

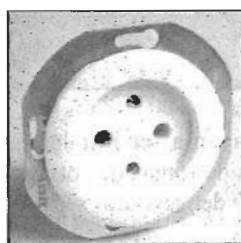
Elemento que pone en contacto eléctrico con la tensión de red cualquier receptor a través de la clavija conectada a éste. Está formado por dos o más partes conductoras sobre un soporte aislante; dependiendo de la superficie de contacto, así es la corriente que puede soportar sin producirse calentamiento y posterior deterioro del mismo. Los datos eléctricos que definen una base de enchufe son la intensidad y tensión nominal. La intensidad viene indicada por los valores, para continua y alterna, respectivamente, y el tercero es el de la tensión. Ejemplo: 10-16 A. 250 V.

Los hay de distintos tipos, dependiendo de la corriente que circule y del sistema de suministro. Las más usuales son:

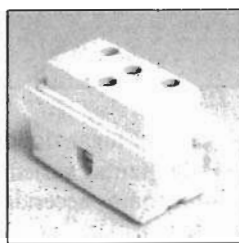
- Bipolares* para 6 A, 10 A, 16 A y 25 A.
- Multipolares* para 16 A, 32 A, 63 A y 125 A.

La Figura 3.2 nos presenta distintos tipos de base de enchufe.





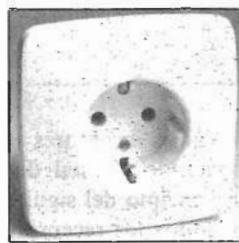
(a) Normal 16 A.



(b) Tripolar 16 A con T.T.



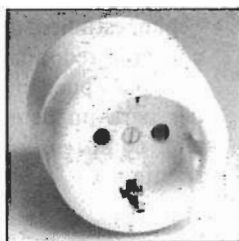
(c) Bipolar 20 A con T.T. lateral.



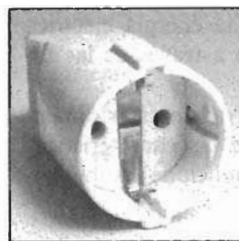
(d) Normal con T.T. lateral.



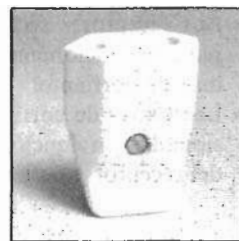
(e) Superficie 16 A.



(f) Superficie 16 A con T.T. lateral.



(g) De prolongación 16 A con T.T. lateral.

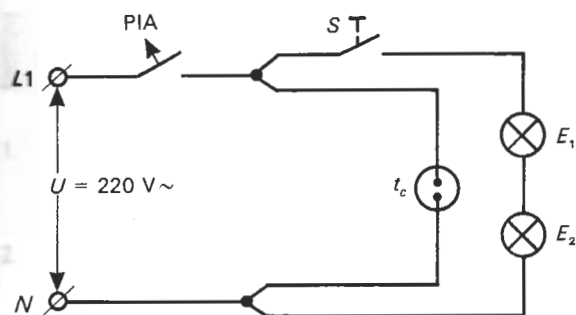

**Figura 3.2.** Distintos tipos de base de enchufe. (Cortesía de SIMON.)

### 3.3.3. Funcionamiento del circuito

El circuito de la Figura 3.3 nos muestra dos lámparas conectadas en serie y una base de enchufe conectada permanentemente a la red. El PIA protege tanto a lámparas como a base de enchufe y el interruptor  $S$  gobierna el encendido o apagado de las dos lámparas.

Al cerrar el interruptor  $S$  las lámparas son atravesadas por la corriente luciendo débilmente, ya que la resistencia del circuito ha sido aumentada por la forma de conexión. Si desconectamos una lámpara, la otra deja de lucir por quedarse el circuito abierto.

Al conectar cualquier receptor a la base de enchufe  $t_c$ , éste funcionará tanto si el interruptor está abierto como cerrado (Fig. 3.3).


**Figura 3.3.** Instalación de un circuito serie y base de enchufe (toma de corriente).

## RESUMEN DE CONCEPTOS BÁSICOS

- Varios receptores están conectados en serie cuando el final de uno está unido con el principio del siguiente.
- Todos los receptores son recorridos por la misma intensidad.
- Si uno de los receptores sufre una avería, el resto deja de funcionar.
- Los receptores reciben la energía eléctrica para su funcionamiento a través de las tomas de corriente.
- Las tomas de corriente deben estar dimensionadas en función de las características del receptor y de las condiciones ambienta-

les del lugar donde vayan a ser instaladas.

- Hay tantas variedades de tomas de corriente como necesidades de servicio se presenten.
- A cada tensión de servicio le corresponde un color de toma de corriente (en las tomas de corriente industriales).
- Según estudios de la CEE, las tomas de corriente redondas son las de mayor utilidad, pues pueden adoptar distintas posiciones para un determinado tamaño en función de la tensión, potencia y clase de corriente.

### 3.4. REALIZACIÓN PRÁCTICA

#### 3.4.1. Objeto

Montar y analizar el funcionamiento de las lámparas en el circuito (Fig. 3.4). Conectar un receptor a la base de enchufe y verificar su funcionamiento.

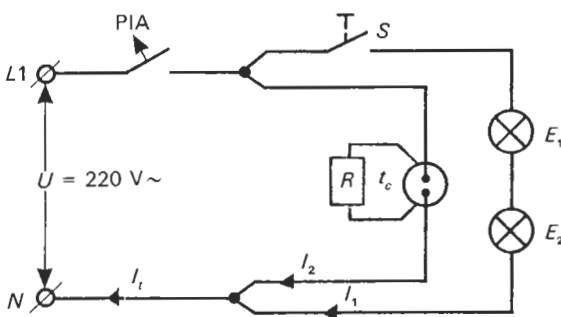


Figura 3.4. Circuito serie y base de enchufe.

#### 3.4.2. Circuito

**Materiales y equipo necesario:**

- 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 rosca E-27.
- 1 interruptor (S).
- 10 regletas de bornas.

### 3.4.3. Cálculos previos

$$R_{E_1} = \frac{U^2}{P_1} = \frac{(220 \text{ V})^2}{100 \text{ W}} = 484 \Omega ; R_{E_2} = \frac{U^2}{P_2} = \frac{(220 \text{ V})^2}{60 \text{ W}} = 806,67 \Omega$$

$$I_1 = \frac{U_t}{R_1 + R_2} = \frac{220 \text{ V}}{484 \Omega + 806,67 \Omega} = 0,17 \text{ A}$$

$$U_{E_1} = R_{E_1} \cdot I_1 = 484 \Omega \cdot 0,17 \text{ A} = 82,28 \text{ V} ; U_{E_2} = R_{E_2} \cdot I_1 = 806,67 \cdot 0,17 \text{ A} = 137,13 \text{ V}$$

$$P_{E_1} = U_{E_1} \cdot I_1 = 82,28 \text{ V} \cdot 0,17 \text{ A} = 14 \text{ W} ; P_{E_2} = U_{E_2} \cdot I_1 = 137,13 \text{ V} \cdot 0,17 \text{ A} = 23,31 \text{ W}$$

Para un receptor de 300 W conectado a la toma de corriente:

$$I_2 = \frac{P}{U} = \frac{300 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 1,36 \text{ A} ; I_t = I_1 + I_2 = 0,17 \text{ A} + 1,36 \text{ A} = 1,53 \text{ A}$$

### 3.4.4. Proceso de trabajo

- Montar el circuito de la figura 3.4.
- 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 observar su funcionamiento.
- Realizar los ejercicios 1 a 7 planteados en el apartado de Cuestiones y contestar a los mismos.

### 3.4.5. Nota importante

Si las lámparas no lucen:

- Comprobar la tensión de alimentación.
- Comprobar conexionado y cableado (sin tensión).
- Comprobar estado de las lámparas.
- Comprobar tensión en la base de enchufe.

## CUESTIONES

1. ¿Por qué las lámparas no lucen con toda su intensidad? .....
2. ¿Por qué la lámpara de 100 W luce menos que la de 60 W? .....

3. ¿Qué lámpara tiene mayor tensión en sus extremos? .....  
 ¿Por qué? .....  
 .....
4. ¿Qué lámpara consume mayor potencia en el circuito? .....  
 ¿Por qué? .....  
 .....
5. ¿Qué ocurre si desconectamos una lámpara del circuito? .....  
 ..... ¿Por qué? .....  
 .....
6. ¿Qué le ocurre a cada lámpara si hacemos un cortocircuito en el portalámparas 1? .....  
 .....
7. ¿Qué ocurre en el circuito si unimos los dos polos de la base de enchufe? .....  
 .....
8. Sin conectar nada a la base de enchufe, ¿habrá tensión en ella? .....  
 ¿Por qué? .....  
 ¿Circulará corriente a través de ella? .....
9. ¿Habrá tensión en la base de enchufe estando el interruptor abierto? .....  
 ¿Por qué? .....

## EJERCICIOS RESUELTOS

1. Se dispone de dos resistencias conectadas en serie cuyos valores son:  $R_1 = 40$  ohmios,  $R_2 = 60$  ohmios. Si circula una corriente de 2 A. Hallar: a) Resistencia total. b) Tensión de cada resistencia. c) Tensión total. d) Potencia que consume cada resistencia. e) Potencia total.

**Solución:**

$$\begin{aligned} \text{a) } R_t &= R_1 + R_2; \\ R_t &= 40 \, \Omega + 60 \, \Omega = 100 \, \text{ohmios} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } U_1 &= R_1 \cdot I; \\ U_1 &= 40 \, \Omega \cdot 2 \, \text{A} = 80 \, \text{V} \\ U_2 &= R_2 \cdot I; \\ U_2 &= 60 \, \Omega \cdot 2 \, \text{A} = 120 \, \text{V} \end{aligned}$$

$$\text{c) } U_t = U_1 + U_2 = 80 \, \text{V} + 120 \, \text{V} = 200 \, \text{V}$$

Otra forma:

$$\begin{aligned} U_t &= R_t \cdot I; \\ U_t &= 100 \, \Omega \cdot 2 \, \text{A} = 200 \, \text{V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d)} \quad P_1 &= U_1 \cdot I; \\ P_1 &= 80 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 160 \text{ W} \\ P_2 &= U_2 \cdot I; \\ P_2 &= 120 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 240 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e)} \quad P_t &= U_t \cdot I; \\ P_t &= 200 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 400 \text{ W} \end{aligned}$$

Otra forma:

$$\begin{aligned} P_t &= P_1 + P_2 = 160 \text{ W} + 240 \text{ W} = \\ &= 400 \text{ W} \end{aligned}$$

2. Se tienen dos resistencias conectadas en serie y sabemos que la tensión de  $R_1$  es de  $U_1 = 50 \text{ V}$ . La potencia que consume  $R_2$  es de  $P_2 = 600 \text{ W}$ . Sabemos además que la  $U_t = 350 \text{ V}$ . Hallar: a)  $U_2$ ; b)  $I$ ; c)  $R_1$ ; d)  $P_1$ ; e)  $R_2$ ; f)  $P_t$ .

**Solución:**

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad U_2 &= U_t - U_1; \\ U_2 &= 350 \text{ V} - 50 \text{ V} = 300 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b)} \quad I &= P_2/U_2; \\ I &= 600 \text{ W}/300 \text{ V} = 2 \text{ A} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c)} \quad R_1 &= U_1/I; \\ R_1 &= 50 \text{ V}/2 \text{ A} = 25 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d)} \quad P_1 &= R_1 \cdot I^2; \\ P_1 &= 25 \Omega \cdot (2 \text{ A})^2 = 100 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e)} \quad R_2 &= U_2/I; \\ R_2 &= 300 \text{ V}/2 \text{ A} = 150 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f)} \quad P_t &= P_1 + P_2; \\ P_t &= 100 \text{ W} + 600 \text{ W} = 700 \text{ W} \\ P_t &= U_t \cdot I; \\ P_t &= 350 \text{ V} \cdot 2 \text{ A} = 700 \text{ W} \end{aligned}$$

3. Se tienen dos lámparas de las siguientes características:  $E_1 \rightarrow (60 \text{ W}-220 \text{ V})$  y  $E_2 \rightarrow (40 \text{ W}-220 \text{ V})$ . Si se conectan en serie a una tensión de  $220 \text{ V}$ . Hallar:

- Resistencia de cada lámpara.
- Resistencia total del circuito.
- Intensidad que circula por ellas.
- Tensión de cada lámpara.
- Potencia que consume cada lámpara.
- Potencia total.

**Solución:**

- a) Con las características de cada lámpara hallamos su resistencia:

$$R_1 = \frac{U^2}{P}$$

$$R_1 = \frac{(220 \text{ V})^2}{60 \text{ W}} = 806,67 \Omega$$

$$R_2 = \frac{220 \text{ V}}{40 \text{ W}} = 1.210 \Omega$$

$$\begin{aligned} \text{b)} \quad R_t &= R_1 + R_2 = 806,67 \Omega + \\ &+ 1.210 \Omega = 2.016,67 \Omega \end{aligned}$$

$$\text{c)} \quad I = \frac{U_t}{R_t} = \frac{220 \text{ V}}{2.016,67 \Omega} = 0,11 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \text{d)} \quad U_1 &= R_1 \cdot I = 806,67 \Omega \cdot 0,11 \text{ A} = \\ &= 88,73 \text{ V} \\ U_2 &= R_2 \cdot I = 1.210 \Omega \cdot 0,11 \text{ A} = \\ &= 133,1 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e)} \quad P_1 &= U_1 \cdot I = 88,73 \text{ V} \cdot 0,11 \text{ A} = \\ &= 9,76 \text{ W} \\ P_2 &= U_2 \cdot I = 133,1 \text{ V} \cdot 0,11 \text{ A} = \\ &= 14,64 \text{ W} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f)} \quad P_t &= P_1 + P_2 = \\ &= 9,76 \text{ W} + 14,64 \text{ W} = 24,4 \text{ W} \end{aligned}$$

## EJERCICIOS PROPUESTOS

1. Disponemos de tres resistencias en serie, de las cuales conocemos:  $R_1 = 20 \, \Omega$ ;  $U_2 = 60 \, \text{V}$ ;  $R_3 = 60 \, \Omega$ ;  $R_t = 110 \, \Omega$ . Hallar:  $R_2$ ;  $I$ ;  $U_1$ ;  $P_1$ ;  $P_2$ ;  $U_3$ ;  $P_3$ ;  $U_t$ ;  $P_t$ .

**Solución:**

$$R_2 = 30 \, \Omega ; I = 2 \, \text{A} ; U_1 = 40 \, \text{V} ; P_1 = 80 \, \text{W} ; P_2 = 120 \, \text{W} ;$$

$$U_3 = 120 \, \text{V} ; P_3 = 240 \, \text{W} ; U_t = 220 \, \text{V} ; P_t = 440 \, \text{W}.$$

2. Dos lámparas de características:  $E_1$  (60 W-125 V),  $E_2$  (40 W-125 V) están conectadas en serie a una tensión de 220 V. Hallar:  $R_1$ ;  $R_2$ ;  $R_t$ ;  $I$ ;  $U_1$ ;  $U_2$ ;  $P_1$ ;  $P_2$ ;  $P_t$ .

**Solución:**

$$R_1 = 260,41 \, \Omega ; R_2 = 390,62 \, \Omega ; R_t = 651,03 \, \Omega ; I = 0,34 \, \text{A} ; U_1 = 88 \, \text{V} ;$$

$$U_2 = 132 \, \text{V} ; P_1 = 29,74 \, \text{W} ; P_2 = 44,61 \, \text{W} ; P_t = 74,35 \, \text{W}.$$

3. Dos resistencias conectadas en serie consumen 40 W y 60 W respectivamente; siendo la tensión total de 100 V. Hallar:  $I$ ;  $R_1$ ;  $R_2$ ;  $U_1$ ;  $U_2$ .

**Solución:**

$$I = 1 \, \text{A} ; R_1 = 40 \, \Omega ; R_2 = 60 \, \Omega ; U_1 = 40 \, \text{V} ; U_2 = 60 \, \text{V}.$$

## EJERCICIOS COMPLEMENTARIOS

1. Disponemos de dos resistencias conectadas en serie; el valor de una de ellas es tres veces el de la otra. La intensidad que las recorre tiene un valor de 2 A y la tensión total es de 240 V. Hallar:  $R_1$ ;  $R_2$ ;  $U_1$ ;  $U_2$ ;  $P_1$ ;  $P_2$ ;  $P_t$ .

**Solución:**

$$R_1 = 30 \, \Omega ; R_2 = 90 \, \Omega ; U_1 = 60 \, \text{V} ; U_2 = 180 \, \text{V} ; P_1 = 120 \, \text{W} ;$$

$$P_2 = 360 \, \text{W} ; P_t = 480 \, \text{W}.$$

2. Se tienen dos resistencias conectadas en serie. Del circuito se conocen los siguientes datos:  $U_1 = 50 \, \text{V}$ ;  $R_2 = 40 \, \Omega$ ;  $P_t = 260 \, \text{W}$ . Hallar:  $R_1$ ;  $U_2$ ;  $I$ ;  $P_1$ ;  $P_2$ .

**Solución:**

$$R_1 = 25 \, \Omega ; U_2 = 80 \, \text{V} ; I = 2 \, \text{A} ; P_1 = 100 \, \text{W} ; P_2 = 160 \, \text{W}.$$

3. De dos resistencias conectadas en serie se sabe que la potencia disipada en  $R_1$  es tres veces la potencia disipada en  $R_2$ . La resistencia total es de  $56 \Omega$  y la tensión en los extremos de  $R_2$  es de  $U_2 = 21 \text{ V}$ . Hallar:  $R_1$ ;  $R_2$ ;  $I$ ;  $U_1$ ;  $P_1$ ;  $P_2$ .

**Solución:**

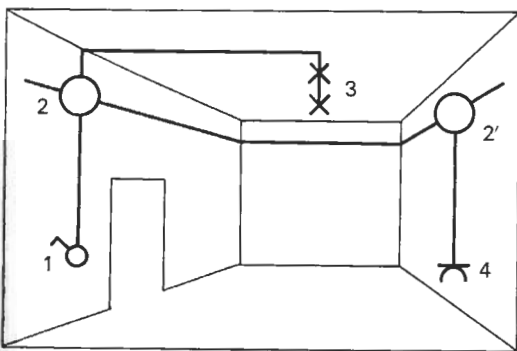
$$R_1 = 14 \Omega ; R_2 = 42 \Omega ; I = 0,5 \text{ A} ; U_1 = 7 \text{ V} ; P_1 = 3,5 \text{ W} ; P_2 = 10,5 \text{ W}.$$

## INFORMACION COMPLEMENTARIA

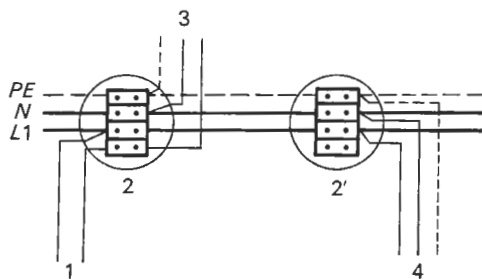
### ■ Tendido de líneas

La Figura 3.5 nos muestra, en representación espacial, el tendido de las líneas de dos lámparas, interruptor y toma de corriente, en una habitación tipo.

La Figura 3.6 representa el conexionado en regleta de las dos cajas de conexión existentes.



**Figura 3.5.** Esquema de instalación de dos puntos de luz en serie y toma de corriente.



**Figura 3.6.** Detalle de las cajas de derivación.

### ■ Toma de corriente

Elemento que forma parte de la instalación y cuya misión es poner en contacto eléctrico la tensión de la red con el receptor por medio de una base en la canalización fija y una clavija móvil conectada al aparato.

La base de enchufe debe reunir una serie de características en función del receptor que se prevea vaya a ser conectado a ella, y de las condiciones ambientales.

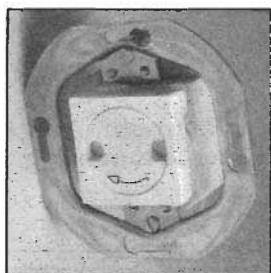
Sus contactos han de soportar la corriente que consuma el receptor sin producirse calentamiento alguno. Su aislamiento será el adecuado para la tensión a la que vaya a estar sometida. El material del que está hecho debe soportar, sin deterioro, las condiciones ambientales del lugar donde vaya a estar instalada.

Así, en función de la corriente que vayan a soportar, las hay de 6, 16, 20, 25 y hasta más de 100 A.

Existen tomas para tensiones de servicio desde 20 V hasta 750 V. Según el lugar de instalación las hay para interior, intemperie, ambiente corrosivo y atmósferas explosivas, etc.

Se puede decir que hay tantas variedades de tomas de corriente como variedades de servicio se presentan; así tenemos:

- Con protección giratoria, eficaces en viviendas con niños.
- Tomas de corriente de seguridad para cuartos de baño que incorporan un transformador para la separación de circuitos y un relé térmico de protección. La base está con tensión únicamente cuando la clavija está enchufada.
- Con interruptor diferencial enchufable. Previstos fundamentalmente para proteger un aparato o herramienta portátil.
- Programador enchufable. Permite conectar y desconectar aparatos sin estar en casa, como son luces, calefacción, radio, etc.
- Regulador electrónico de tensión para variar la luminosidad de una lámpara. La Figura 3.7 muestra los distintos tipos de tomas de corriente.

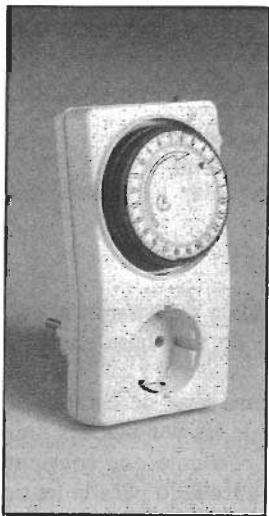
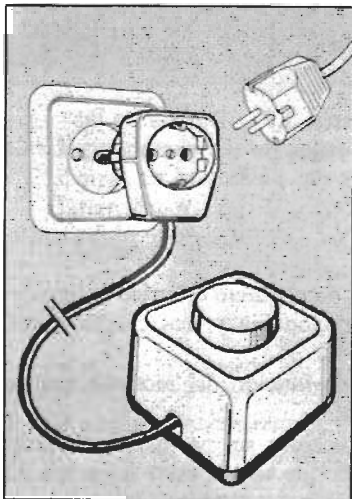


(a) Giratoria.

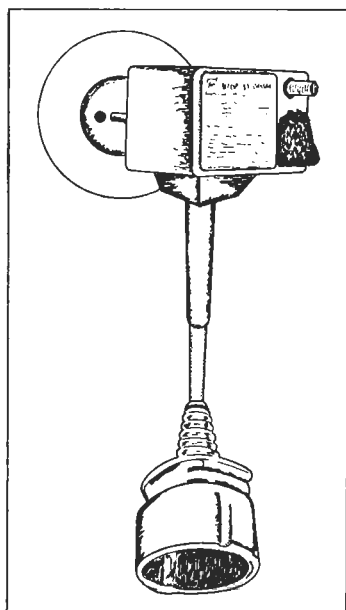


(b) De seguridad.

(c) Regulador de tensión.



(d) Programador enchufable.



(e) Interruptor diferencial enchufable.

**Figura 3.7.** Distintos tipos de toma de corriente. (Cortesía de SIMON y AEE.)



## ■ Tomas de corriente multipolares

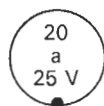
Según estudios de la CEE (Comisión Internacional de Reglamentación para la Aprobación de Equipos Eléctricos), las tomas de corriente redondas son las de mayor utilidad, pues, entre otras, pueden adoptar distintas posiciones dentro de unos determinados tamaños de carcasas y en función de las tensiones, frecuencias, clases de corriente, etc. Así, también se ha adoptado un color para cada tensión de servicio: de 20 a 25 V (violeta); 40 a 50 V (blanco); 110 a 130 V (amarillo); 220 a 250 V (azul); 380 a 440 V (rojo); 500 a 750 V (negro). De 60 a 500 Hz (verde), según VDE 0623 e IEC 309-1 (Fig. 3.8a). Dependiendo de la tensión y frecuencia, los contactos tienen unas posiciones determinadas que impiden que un receptor se conecte a una toma de distintas características. *Ejemplo:* un receptor de 220 V a una toma de 380 V.

Hay tomas de corriente que incorporan un contacto piloto utilizado como enclavamiento eléctrico por medio de un contactor (Fig. 3.8b).

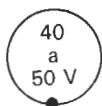
Otras disponen de un interruptor que no se cierra hasta que la clavija no está introducida, y no se puede extraer de la base si el interruptor no está en la posición de abierto (Fig. 3.8c).

### Color característico, según VDE 0623 e IEC 309-1

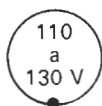
#### Tensiones de servicio



Violeta



Blanco



Amarillo



Azul

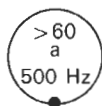


Rojo



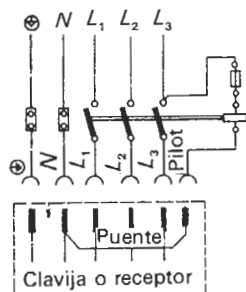
Negro

#### Frecuencia

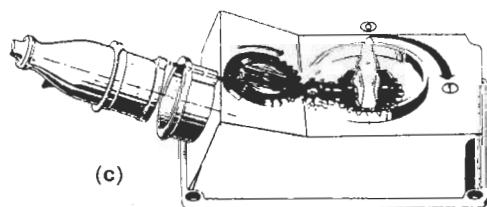


Verde

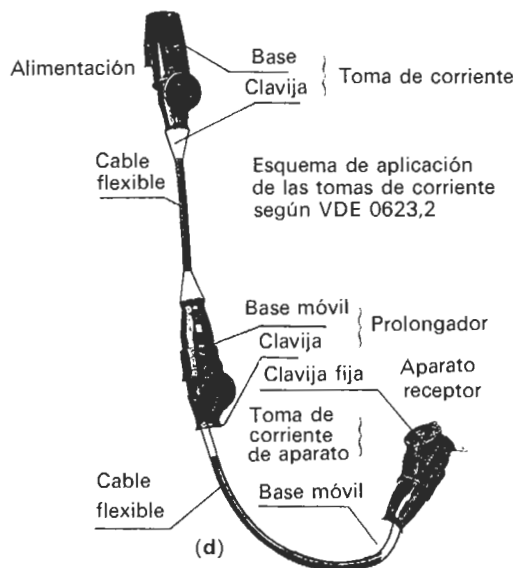
(a)



(b)



(c)



(d)

**Figura 3.8.** Tomas de corriente multipolares. (a) Tensiones de servicio.

(b) Con enclavamiento eléctrico. (c) Con interruptor.

(d) Aplicación según norma VDE 0623.2. (Cortesía de SIEMENS.)

## ■ Potencia y consumo de los principales electrodomésticos

Aparato	Potencia (W)	Consumo medio (kW · h)
Lavadora	2.000 a 3.500	2 a 3 (lavado)
Lavavajillas	2.000 a 3.500	2 a 4 (lavado)
Cocina *	2.000 a 7.000	100 a 140 (por mes)
Termo	500 a 1.000	3 a 5 (por día)
Plancha	500 a 1.000	5 a 10 (por mes)
Televisor	100 a 400	30 a 50 (por mes)
Aspirador	300 a 800	3 a 6 (por mes)
Batidora	100 a 150	0,3 a 0,5 (por mes)
Tostador	500 a 1.500	1 a 3 (por mes)
Freidora	1.000 a 2.000	3 a 5 (por mes)
Secador de pelo	200 a 750	1 a 2 (por mes)

\* Para cuatro personas.

---

# PRACTICA 4

---

## Instalación de dos lámparas en paralelo con base de enchufe y timbre

### 4.1. INTRODUCCION

Cualquier instalación, por pequeña que sea, está formada por varios circuitos elementales independientes unos de otros y que tienen en común la tensión a la que se encuentran conectados, pudiendo estar alimentados de la misma protección o de otra distinta. Así, por ejemplo, el encendido de la luz del pasillo es independiente del funcionamiento de la plancha conectada a una base de enchufe o de la llamada del timbre.

### 4.2. OBJETIVOS

Al final de esta práctica se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- *Conocer* el funcionamiento del circuito paralelo.
- *Describir* las partes de que está formado un timbre y cómo funciona.
- *Verificar* la relación y a la vez la independencia de los tres circuitos de la instalación.

### 4.3. CONCEPTOS BASICOS

El circuito paralelo permite que sólo se encuentren conectados aquellos receptores cuyo funcionamiento sea necesario, quedando el resto desconectados sin modificar las características de tensión del circuito.

#### 4.3.1. Características del circuito paralelo

Varias resistencias están acopladas en paralelo cuando los extremos de todas ellas se encuentran unidos eléctricamente a dos puntos; los principios a un punto y los finales a otro, tal como muestra la Figura 4.1.

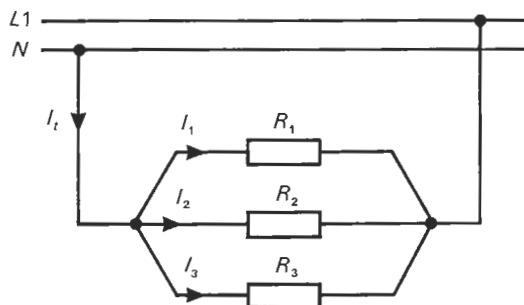


Figura 4.1. Circuito paralelo.

Puesto que los extremos están unidos a dos puntos, sólo hay una tensión en el circuito igual para todos los receptores.

La intensidad total  $I_t$  se reparte en tres corrientes parciales. El valor de cada una de ellas va a depender del valor de la resistencia que tenga que atravesar, siendo inversamente proporcional a ésta. La suma de todas ellas es igual a la total:

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n$$

El valor de la resistencia total es menor que la más pequeña de todas ellas. La fórmula para el cálculo es la siguiente:

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}}$$

Cuando sólo hay dos resistencias, el valor de la resistencia total es igual al producto de ellas dividido por su suma:

$$R_t = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Cuando todas las resistencias son iguales, el valor total es igual al valor de una dividida por el número de ellas:

$$R_t = \frac{R}{n}$$

### 4.3.2. Pulsador

Elemento que permite la interrupción o el *paso* de corriente mientras es accionado; una vez que se deja de actuar sobre él vuelve a su posición de reposo. Puede aparecer con el contacto normalmente cerrado en reposo — NC, o con el contacto normalmente abierto — NA. Está formado por *dos contactos fijos y uno móvil*, que se desplaza al vencer la fuerza de un muelle antagonista; todo ello sobre un soporte aislante, como muestra la Figura 4.2.

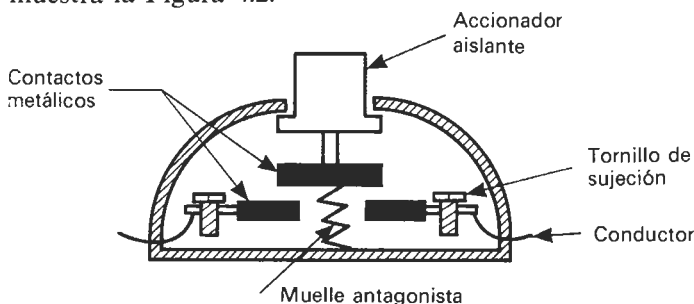
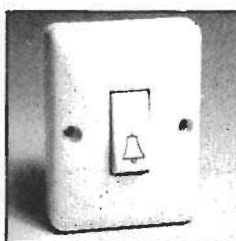


Figura 4.2. Pulsador.

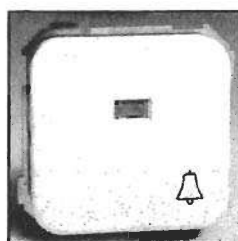
Los hay con piloto incorporado, aptos para lugares que generalmente están a oscuras como pasillos o escaleras. El consumo de este piloto es prácticamente despreciable por tratarse la mayoría de las veces de un piloto de neón con una resistencia de alto valor en serie.

Otros no tienen ninguna pieza móvil, ya que están formados por un circuito electrónico que se activa con el simple roce del dedo.

Algunos pulsadores (Fig. 4.3) actúan como interruptores, manteniéndose cerrados durante un corto espacio de tiempo, debido a una cámara de vacío que incorporan para el retroceso de la parte móvil. Son muy útiles en lugares públicos (en aseos por ejemplo).



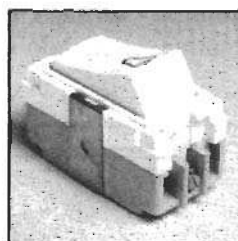
(a) De superficie.



(b) Con visor.



(c) De tirador.



(d) Estanco.

Figura 4.3. Diversos tipos de pulsadores. (Cortesía de SIMON.)

### 4.3.3. Timbre

Está formado por una campana, un martillo, un electroimán, un resorte de lámina y un contacto ajustable.

Al accionar el pulsador le llega corriente al electroimán, que atrae el brazo de hierro y el martillo unido a éste golpea la campana.

En el recorrido del martillo se interrumpe el paso de la corriente y el martillo vuelve a su posición de reposo, con lo cual cierra de nuevo el circuito, repitiéndose el ciclo.

La velocidad de vibración y, en consecuencia, el sonido, se puede regular por medio de un tornillo ajustable, como muestra la Figura 4.4. Los zumbadores eléctricos se basan en el mismo principio, pero en lugar de golpear una campana, lo hacen sobre la caja exterior, produciéndose así un zumbido más seco.

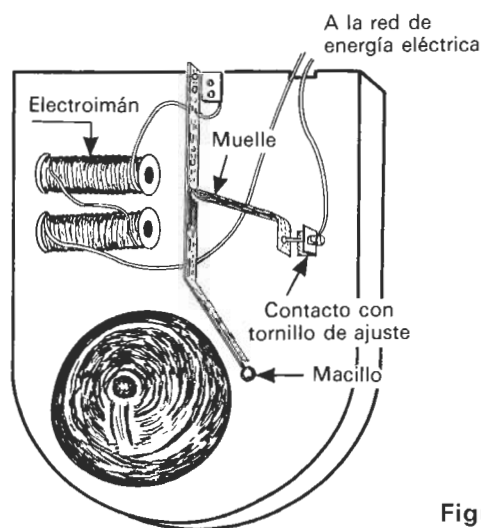


Figura 4.4. Timbre.

Los timbres de dos tonos tienen un funcionamiento algo distinto. Constan de un electroimán que atrae a un vástago; al accionar el pulsador, el vástago golpea una lámina sonora y al dejar de accionarlo el muelle recupera dicho vástago y golpea la segunda lámina, emitiendo el sonido característico de *ding-dong* (Fig. 4.5).

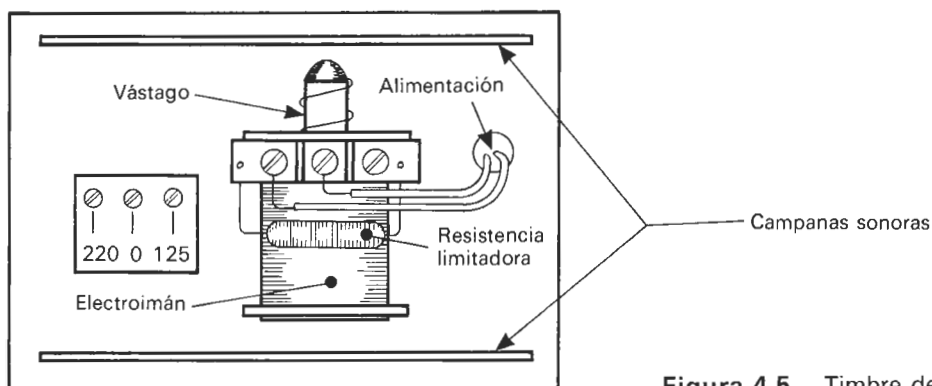
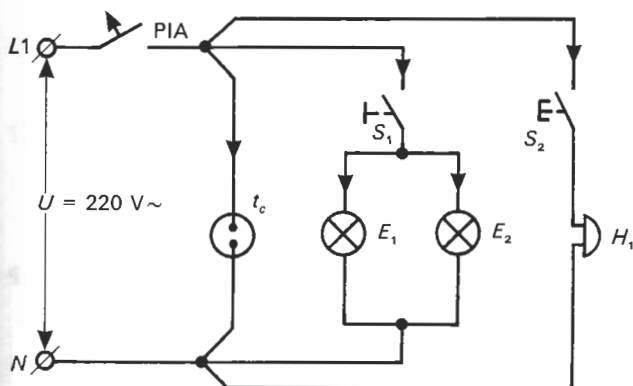


Figura 4.5. Timbre de dos tonos.

### 4.3.4. Funcionamiento del circuito

El circuito de la Figura 4.6 consta de tres circuitos independientes:

- Toma de corriente ( $t_c$ ).
- Interruptor ( $S_1$ ) con dos lámparas en paralelo ( $E_1$  y  $E_2$ ).
- Pulsador ( $S_2$ ) para accionamiento del timbre ( $H_1$ ).



**Figura 4.6.** Circuito de toma de corriente, lámparas en paralelo y timbre.

Si introducimos una clavija en la base de enchufe, el aparato unido a ésta entrará en funcionamiento. Al cerrar el interruptor  $S_1$ , las dos lámparas lucirán proporcionalmente a la potencia que consuma cada una según sus características, si se funde una lámpara, la otra seguirá luciendo. Al accionar el pulsador  $S_2$  sonará el timbre durante el tiempo que éste permanezca en posición de cerrado.

## RESUMEN DE CONCEPTOS BASICOS

- Varios receptores están conectados en paralelo cuando sus principios y finales están unidos respectivamente a dos puntos, principio con principio y final con final. Sólo hay una tensión en el circuito y es común a todos ellos. Hay tantas intensidades parciales como elementos haya conectados.
- El pulsador es un elemento que permite el paso o interrupción de la corriente mientras está accionado.
- El timbre es un receptor sonoro que emite una señal acústica al ser golpeada una campana con un martillo accionado por un electroimán.

## 4.4. REALIZACION PRACTICA

### 4.4.1. Objeto

Montar y estudiar el funcionamiento del circuito paralelo y de un timbre accionado por un pulsador (Fig. 4.7).

### 4.4.2. Circuito

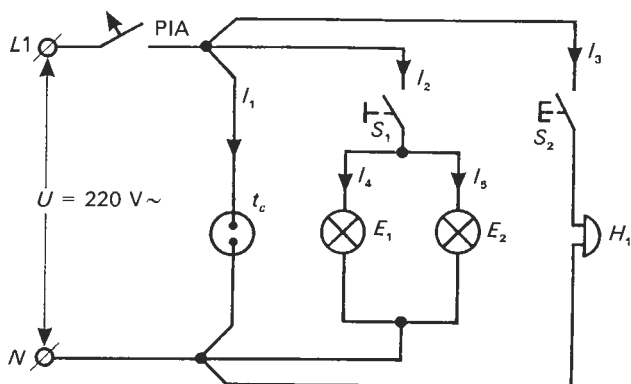


Figura 4.7. Circuito eléctrico paralelo.

#### Materiales y equipo necesario:

- 1 PIA de 6 A.
- 1 base de enchufe de 6 A ( $t_c$ ).
- 1 interruptor ( $S_1$ ).
- 2 portalámparas rosca E-27.
- 1 lámpara 100 W-220 V ( $E_1$ ).
- 1 lámpara 60 W-220 V ( $E_2$ ).
- 1 pulsador NA ( $S_2$ ).
- 1 timbre o zumbador de 55 W ( $H_1$ ).
- 10 regletas de bornas.

### 4.4.3. Cálculos previos

Para un receptor en la toma de corriente de 220 W:

$$I_1 = \frac{P_1}{U} = \frac{220 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 1 \text{ A (intensidad que recorre el receptor)}$$



Lámparas:

$$\left. \begin{aligned} \text{Lámpara } E_1: I_4 &= \frac{P_{E_1}}{U} = \frac{100 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,454 \text{ A} \\ \text{Lámpara } E_2: I_5 &= \frac{P_{E_2}}{U} = \frac{60 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,27 \text{ A} \end{aligned} \right\}$$

$$I_2 = I_4 + I_5 = 0,454 \text{ A} + 0,27 \text{ A} = 0,726 \text{ A} \text{ (intensidad total lámparas)}$$

Timbre  $H_1$ :

$$I_3 = \frac{P_{H_1}}{U} = \frac{55 \text{ W}}{220 \text{ V}} = 0,25 \text{ A}$$

La intensidad total del circuito es:

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 = 1 \text{ A} + 0,726 \text{ A} + 0,25 \text{ A} = 1,98 \text{ A}$$

#### 4.4.4. Proceso de trabajo

- Montar el circuito de la Figura 4.7.
- Aplicar una tensión de 220 V.
- Conectar un receptor a la base de enchufe.
- Cerrar el PIA y luego el interruptor y comprobar el encendido de las lámparas.
- Accionar el pulsador y comprobar el funcionamiento del timbre.
- Realizar los ejercicios planteados en el apartado de Cuestiones y contestar a las mismas.

#### 4.4.5. Nota importante

Si las lámparas no lucen:

- Comprobar la tensión de alimentación.
- Comprobar el estado de las lámparas.
- Comprobar conexionado y cableado (sin tensión).

Si el timbre no funciona:

- Comprobar el pulsador.
- Comprobar tensión entre extremos del timbre.

## CUESTIONES

1. ¿Qué ocurre al cerrar el interruptor? .....
2. ¿Qué ocurre al desconectar una lámpara? .....

3. ¿Qué ocurre si se produce un cortocircuito en un portalámparas estando el interruptor cerrado? .....
4. ¿Qué ocurre si provocamos un cortocircuito en un portalámparas estando el interruptor abierto? .....
5. ¿Qué lámpara lucirá más? .....  
¿Por qué? .....
6. ¿Qué lámpara tendrá mayor tensión en sus extremos? .....  
¿Por qué? .....
7. ¿Qué lámpara tiene mayor resistencia interna? .....  
¿Por qué? .....
8. ¿Qué ocurrirá si sustituimos el pulsador por un interruptor? .....
9. ¿Puede funcionar el timbre estando el interruptor abierto? .....  
¿Por qué? .....

## EJERCICIOS RESUELTOS

1. Hallar la resistencia total de dos resistencias conectadas en paralelo, cuyos valores son:  $R_1 = 40 \Omega$  y  $R_2 = 60 \Omega$ .

**Solución:**

$$\begin{aligned}
 R_T &= \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{1}{\frac{1}{40} + \frac{1}{60}} = \\
 &= \frac{1}{\frac{3+2}{120}} = \frac{1}{\frac{5}{120}} = \frac{120}{5} = 24 \Omega
 \end{aligned}$$

Otra forma:

$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{40 \cdot 60}{40 + 60} = \frac{2.400}{100} = 24 \Omega$$

2. De dos receptores conectados en paralelo, conocemos los siguientes valores:  $R_1 = 80 \Omega$ ,  $R_2 = 20 \Omega$ ,  $I_1 = 1 \text{ A}$ . Hallar:  $R_t$ ;  $I_2$ ;  $U$ ;  $I_t$ ;  $P_1$ ;  $P_2$ .

**Solución:**

$$U = R_1 \cdot I_1 = 80 \Omega \cdot 1 \text{ A} = 80 \text{ V}$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{80 \text{ V}}{20 \Omega} = 4 \text{ A};$$

$$I_t = I_1 + I_2 = 1 \text{ A} + 4 \text{ A} = 5 \text{ A}$$

$$R_t = \frac{U}{I_t} = \frac{80 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 16 \Omega;$$

$$P_1 = U \cdot I_1 = 80 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} = 80 \text{ W}$$

$$P_2 = U \cdot I_2 = 80 \text{ V} \cdot 4 \text{ A} = 320 \text{ W}$$

3. Tenemos tres resistencias de  $20 \Omega$ ,  $30 \Omega$  y  $60 \Omega$ , que están conectadas en paralelo a una tensión de  $240 \text{ V}$ . Hallar el valor de las intensidades parciales, la intensidad total y la resistencia total.

**Solución:**

$$I_1 = \frac{U}{R_1} = \frac{240 \text{ V}}{20 \Omega} = 12 \text{ A};$$

$$I_2 = \frac{U}{R_2} = \frac{240 \text{ V}}{30 \Omega} = 8 \text{ A};$$

$$I_3 = \frac{U}{R_3} = \frac{240 \text{ V}}{60 \Omega} = 4 \text{ A}$$

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3 = 12 \text{ A} + 8 \text{ A} + 4 \text{ A} = 24 \text{ A};$$

$$R_t = \frac{U}{I_t} = \frac{240 \text{ V}}{24 \text{ A}} = 10 \Omega$$

Otra forma de hallar  $R_t$ :

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} = \frac{1}{\frac{1}{20} + \frac{1}{30} + \frac{1}{60}} = \frac{1}{\frac{3}{60} + \frac{2}{60} + \frac{1}{60}} = \frac{1}{\frac{6}{60}} = \frac{60}{6} = 10 \Omega$$

## EJERCICIOS PROPUESTOS

1. De tres resistencias acopladas en paralelo, conocemos los siguientes datos:  $R_1 = 25 \Omega$ ;  $P_1 = 100 \text{ W}$ ;  $P_2 = 150 \text{ W}$ ;  $I_3 = 5 \text{ A}$ . Hallar:  $I_1$ ;  $U$ ;  $R_2$ ;  $R_3$ ;  $I_2$ ;  $P_3$ ;  $R_t$ .

**Solución:**

$$I_1 = 2 \text{ A}; U = 50 \text{ V}; I_2 = 3 \text{ A}; R_2 = 16,67 \Omega; R_3 = 10 \Omega; P_3 = 250 \text{ W}; R_t = 5 \Omega.$$

2. Conocidos los siguientes valores de tres resistencias conectadas en paralelo:  $I_1 = 4 \text{ A}$ ;  $I_2 = 6 \text{ A}$ ;  $R_3 = 20 \Omega$ ;  $U = 60 \text{ V}$ . Hallar:  $R_1$ ;  $R_2$ ;  $R_t$ ;  $I_3$ ;  $I_t$ .

**Solución:**

$$R_1 = 15 \Omega; R_2 = 10 \Omega; I_3 = 3 \text{ A}; I_t = 13 \text{ A}; R_t = 4,61 \Omega.$$

3. Conocidos los valores de dos resistencias acopladas en paralelo de  $40 \Omega$  y  $60 \Omega$  y la potencia total que consume  $216 \text{ W}$ . Hallar la tensión a la que se encuentran conectadas y la intensidad que circula por cada una de ellas.

**Solución:**

$$U = 72 \text{ V}; I_1 = 1,8 \text{ A}; I_2 = 1,2 \text{ A}.$$

## EJERCICIOS COMPLEMENTARIOS

1. El valor total de dos resistencias acopladas en paralelo es  $R_t = 20 \, \Omega$ , estando conectadas a una tensión de 100 V. Si el valor de  $I_1$  es cuatro veces superior a  $I_2$ , hallar el valor de cada resistencia y la intensidad que consume cada una.

**Solución:**

$$I_1 = 4 \, \text{A} ; I_2 = 1 \, \text{A} ; R_1 = 25 \, \Omega ; R_2 = 100 \, \Omega.$$

2. La resistencia total de dos resistencias acopladas en paralelo es de  $16 \, \Omega$ , si  $R_1$  vale  $80 \, \Omega$ , hallar el valor de la segunda resistencia.

**Solución:**

$$R_2 = 20 \, \Omega.$$

3. Dos resistencias acopladas en paralelo tienen un valor total de  $100 \, \Omega$ , si el valor de una es cuatro veces superior al de la otra, hallar los valores de dicha resistencia.

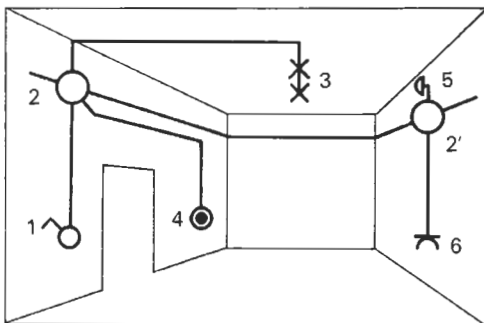
**Solución:**

$$R_1 = 500 \, \Omega ; R_2 = 125 \, \Omega.$$

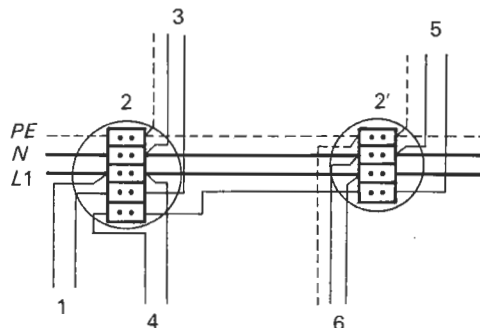
## INFORMACION COMPLEMENTARIA

La Figura 4.8 nos muestra, en representación espacial, el tendido de las líneas de dos lámparas, base de enchufe, interruptor, pulsador y zumbador en una habitación tipo.

La Figura 4.9 representa el conexionado en regletas de las dos cajas de derivación existentes.



**Figura 4.8.** Esquema de instalación para una vivienda.



**Figura 4.9.** Detalle de las cajas de derivación.