INSTALACIÓN DE SISTEMAS ELÉCTRICO RESIDENCIALES Y COMERCIALES

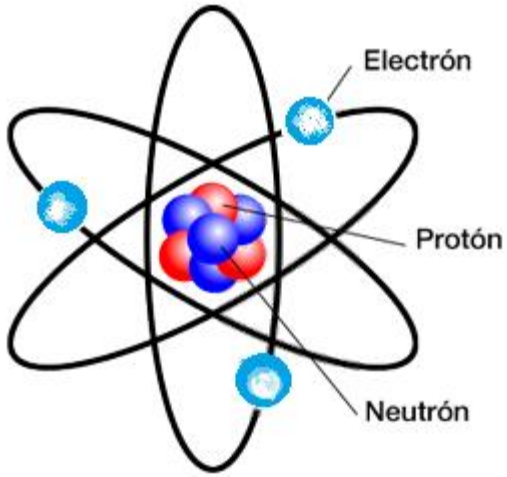
¿CÓMO SE GENERA LA ELECTRICIDAD?



¿CÓMO SE GENERA LA ELECTRICIDAD?

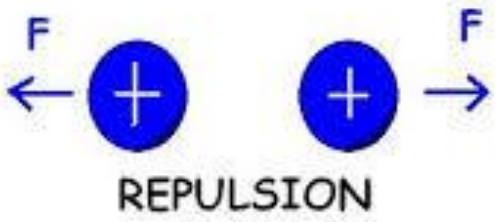
La electricidad tiene su origen en el movimiento de una pequeña partícula llamada electrón que forma parte del átomo. El átomo es la porción más pequeña de la materia y está compuesto por un núcleo donde se encuentran otras partículas, como los protones (con carga eléctrica positiva) y los neutrones (sin carga).

Al producirse el abandono de un electrón de su órbita queda en su lugar un “hueco” el cual atraerá a un electrón de un átomo contiguo, de este modo se desencadena una cascada de electrones arrancados de otros átomos contiguos para ir rellenando huecos sucesivos, y así se produce una circulación de electrones.



La Carga Eléctrica

Como algunos átomos pueden perder electrones y otros pueden ganarlos, es posible provocar la transferencia de electrones de un objeto a otro, cuando esto ocurre, se altera la distribución de cargas positivas y negativas iguales con cada objeto. Por lo tanto, un objeto contendrá electrones con exceso y su carga tendrá polaridad negativa (-). El otro objeto tendrá exceso de protones y su carga deberá tener polaridad positiva (+).



Cargas iguales se repelen

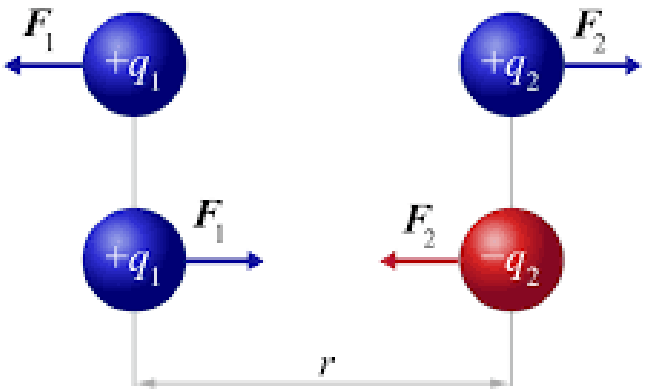
Cargas opuestas se atraen



Figura 1

El Coulomb

La magnitud de la carga eléctrica que posee un cuerpo se determina por el numero de electrones en relación con el numero de protones que hay en el mismo. El símbolo para la magnitud de la carga eléctrica es Q, y la unidad es el Coulomb (C). Una carga negativa de 1 Coulomb significa que el cuerpo contiene $6.25x10^{18}$ mas electrones que protones



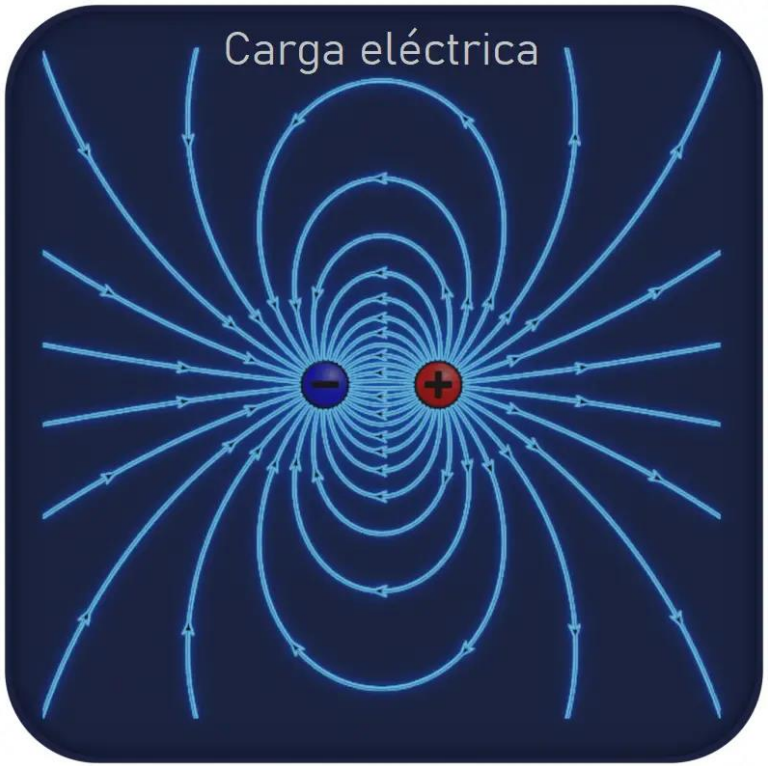
$$|F_1| = |F_2| = k_e \frac{|q_1 \times q_2|}{r^2}$$

¿Qué significa +Q?

Una carga positiva de 1 coulomb significa que el cuerpo contiene una carga de $6.25x10^{18}$ electrones.

Campo Electrostático

Un campo electrostático es una región del espacio que rodea a una carga eléctrica y en la cual otras cargas eléctricas experimentan una fuerza. Este campo es generado por cargas eléctricas y se representa mediante líneas de campo que indican la dirección y la magnitud de la fuerza electrostática.



DIFERENCIA DE POTENCIAL

Debido a la fuerza del campo eléctrico, una carga eléctrica tiene la capacidad de efectuar un trabajo al mover a otra carga por atracción o por repulsión. La capacidad de una carga para realizar trabajo se llama POTENCIAL.
Cuando dos cargas NO son iguales, debe haber entre ellas una diferencia de potencial.
La suma de las diferencias de potencial entre todas las cargas del campo electrostático recibe el nombre de *fuerza electromotriz (fem).*

La unidad básica de la diferencia de potencial es el Volt (V). También conocido como Voltaje.

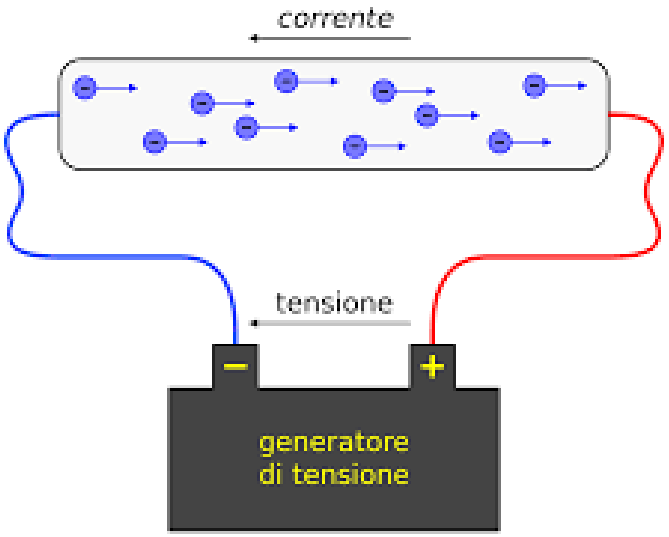
Gimnasia mental:

¿Qué significa que un voltaje de salida de una batería es de 6V?

Corriente

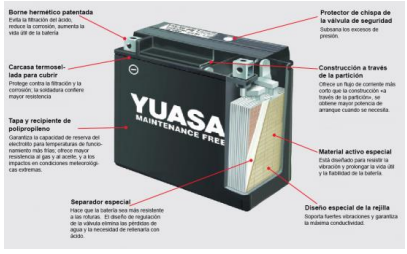
El movimiento o flujo de electrones se denomina "*Corriente*". Para producirla, los electrones deben moverse por efecto de una "*diferencia de potencial*". La corriente se representa con el símbolo I.

La unidad básica para medirla es el Ampere (A), un ampere de corriente se define como el movimiento de un Coulomb que pasa por cualquier conductor durante un segundo.

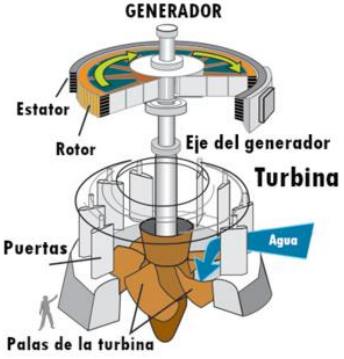


FUENTES DE ELECTRICIDAD

Batería Química



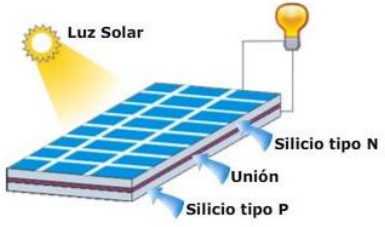
Generador



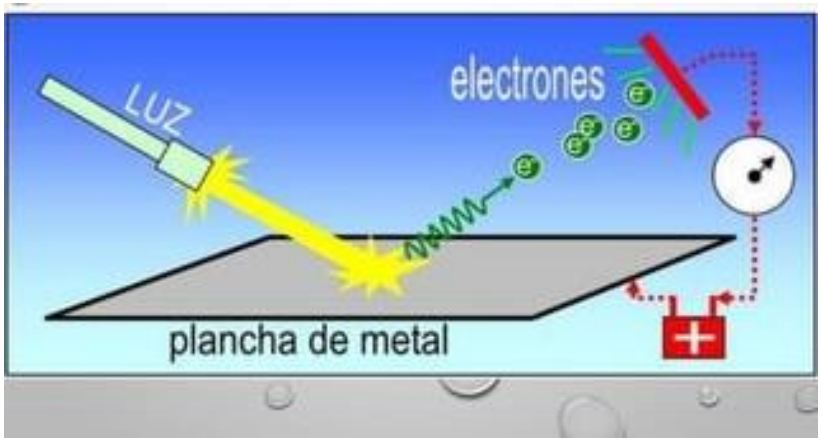
Termoeléctrico



Celdas solares



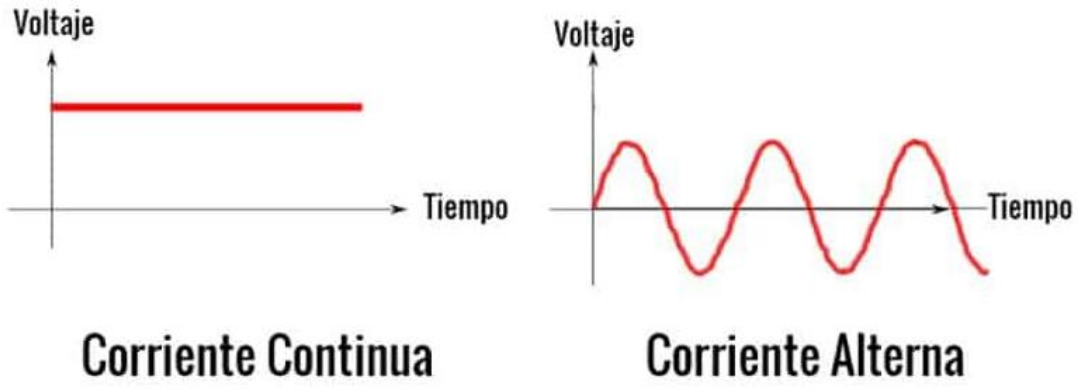
Efecto fotoeléctrico



CORRIENTE Y VOLTAJE CONTINUO Y ALTERNO

La corriente continua (CC), también llamada corriente directa (DC), es la corriente que se mueve en un circuito o un conductor únicamente en una dirección. La razón, es que mantienen la misma polaridad en su voltaje de salida.
El voltaje que proporcionan esas fuentes se llama voltaje de corriente continua o directo (DC).

Una fuente de voltaje de corriente alterna (AC) alterna o invierte periódicamente su polaridad, por consiguiente, la corriente alterna resultante también invierte periódicamente su dirección periódicamente.



Gimnasia mental

Correlacione cada término de la columna 1 con el significado mas apropiado de la columna 2.

1. Electrón	(a) Cargas iguales que se repelen
2. Neutrón	(b) Porción mas pequeña de la materia
3. Compuesto químico	(c) Movimiento de electrones
4. Átomo	(d) Carga neutra
5. Repulsión	(e) Cargas opuestas se atraen
6. Atracción	(f) Símbolo (I)
7. Diferencia de potencial	(g) Mover una carga por atracción o propulsión
8. Corriente	(h) Carga negativa
9. Ampere	(i) Elementos combinados
10. Fuentes de electricidad	(j) Baterías, generador, celdas foto solares

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Los ingenieros eléctricos trabajan con cantidades mensurables. Esta medición, sin embargo, debe ser comunicada en un lenguaje estándar que prácticamente todos los profesionales puedan entender, sin importar el país donde se realice la medición. Tal lenguaje internacional de medición es el Sistema Internacional de Unidades (SI), adoptado por la Conferencia General de Pesos y Medidas en 1960.

En este sistema hay seis unidades principales de las que pueden derivarse las unidades de todas las demás cantidades físicas.

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES



Cantidad	Unidad básica	Símbolo
Longitud	metro	m
Masa	kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Corriente eléctrica	ampere	A
Temperatura termodinámica	kelvin	K
Intensidad luminosa	candela	cd

Tomado de: https://electronicaonline.net/circuito-electrico/circuito-simple/

SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES



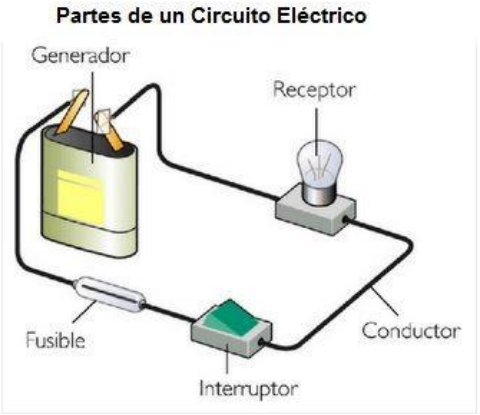
Prefijos

Prefijo	Símbolo	Factor	Equivalencia decimal
yotta	Y	10^{24}	1 000 000 000 000 000 000 000 000
zetta	Z	10^{21}	1 000 000 000 000 000 000 000
exa	E	10^{18}	1 000 000 000 000 000 000
peta	P	10^{15}	1 000 000 000 000 000
tera	T	10^{12}	1 000 000 000 000
giga	G	10^{9}	1 000 000 000
mega	M	10^{6}	1 000 000
kilo	k	10^{3}	1 000
hecto	h	10^{2}	100
deca	da	10^{1}	10
sin prefijo		1	1
deci	d	10^{-1}	0.1
centi	c	10^{-2}	0.01
mili	m	10^{-3}	0.001
micro	µ	10^{-6}	0.000 001
nano	n	10^{-9}	0.000 000 001
pico	p	10^{-12}	0.000 000 000 001
femto	f	10^{-15}	0.000 000 000 000 001
atto	a	10^{-18}	0.000 000 000 000 000 001
zepto	z	10^{-21}	0.000 000 000 000 000 000 001
yocto	y	10^{-24}	0.000 000 000 000 000 000 000 001

CIRCUITOS ELÉCTRICOS

Un circuito eléctrico práctico consta por lo menos de cuatro partes:

(1) una fuente de fuerza electromotriz (fem)
(2) Conductores
(3) Una carga
(4) Un medio de control



La fem es la batería, los conductores son alambres que conectan las diferentes partes del circuito y conducen la corriente eléctrica, el resistor es la carga y el interruptor es el controlador.

Las fuentes de fem más comunes son las baterías y generadores.
Los conductores son alambres que ofrecen pequeña resistencia a la corriente. El resistor de carga representa un elemento que consume energia eléctrica, como una lámpara, timbre, tostador, radio o motor. Los controladores pueden ser interruptores, resistencias variables, fusibles, interruptores de circuito y relevadores.

RESISTENCIA

Es la oposición al flujo de corriente. Para aumentar la resistencia en un circuito, se usan componentes eléctricos llamados resistores (resistencias).

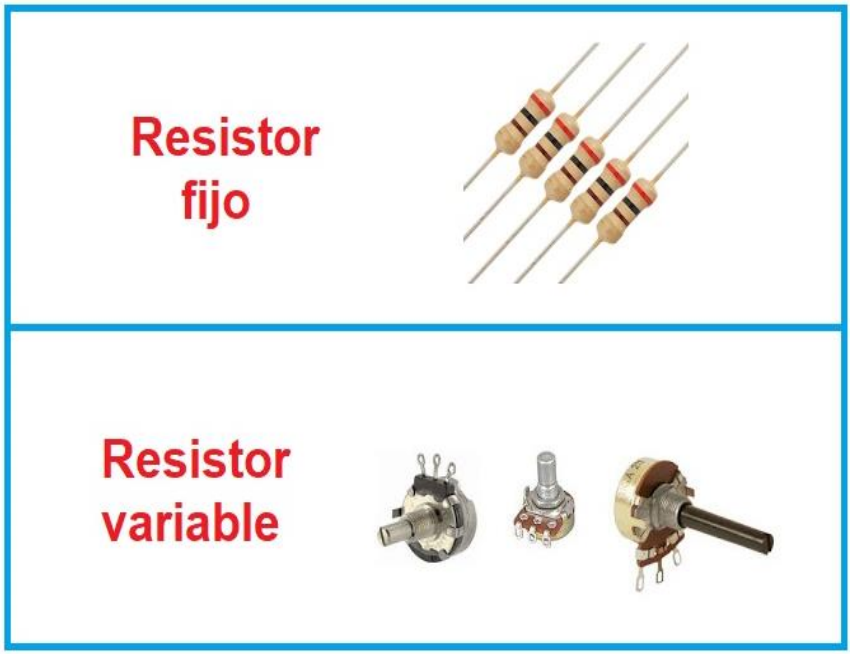
Un resistor es un objeto cuya resistencia al paso de la corriente tiene un valor especifico conocido. La resistencia se mide en ohms Ω y en las ecuaciones se representa con el símbolo R.

Un ohm se define como la cantidad de resistencia que limita la corriente en un conductor a un ampere cuando el voltaje aplicado al conductor es de 1 volt. Los resistores son componentes familiares en muchos aparatos eléctricos y electrónicos. Algunos de los usos frecuentes de los resistores son establecer el valor adecuado de voltaje en un circuito, limitar la corriente y proporcionar una carga.

RESISTORES FIJOS Y VARIABLES

Un resistor fijo es el que tiene un solo valor de resistencia, y permanece constante en condiciones normales. Los dos tipos principales de resistores fijos son los que contienen alguna composición de carbono y los de alambre enredado o devanado.

Los resistores variables se usan para cambiar o variar la cantidad de resistencia en un circuito y reciben el nombre de potenciómetros o reóstatos..



LEY DE OHM

La ley de OHM establece la relación entre la corriente, el voltaje y la resistencia. La ley se expresa matemáticamente de tres maneras:

Relación con el voltaje en voltios

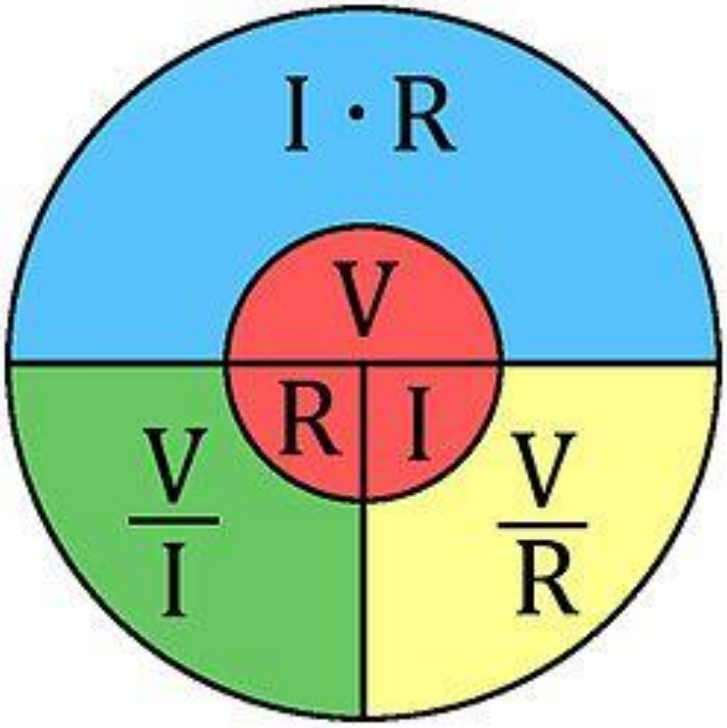
$$V = IR$$

Relación con la corriente en amperaje A

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

Relación con la resistencia en ohmios Ω

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



Ejercicios para practicar

1. Encuentre la corriente si tiene 120V y 30Ω
2. Encuentre resistencia, 220V y I=11A
3. Encuentre voltaje, I=3,5A y R=20MΩ
4. Calcular la resistencia en un circuito con una tensión de 110 V y una intensidad de corriente de 0.25 A
5. Calcular la intensidad de corriente que consume un receptor de 1,5KΩ de resistencia, si lo conectamos a 220 V.
6. Calcular que tensión necesitamos para alimentar un equipo de música de 2,25kΩ, si consume una intensidad de corriente de 0.15 A
7. Calcular la resistencia eléctrica de un ordenador, que consume 1200mA cuando lo conectamos a una fuente de tensión de 24V
8. ¿Qué intensidad de corriente circulará por un conductor de 4Ω de resistencia si se le aplica un voltaje de 80V.
9. ¿Qué intensidad de corriente circulará por un conductor de 6Ω de resistencia si se le aplica un voltaje de 108V.
10. ¿Cuál es la resistencia de cierto conductor que al aplicarle un voltaje de 220V experimenta una corriente de 11A?
11. ¿Cuál es la resistencia de una lámpara que al conectarla a 320V, absorbe una corriente de 1,6mA?
12. ¿Cuál es la resistencia de cierto conductor que al aplicarle un voltaje de 480 voltios experimenta una corriente de 16A?

Tabla de respuestas

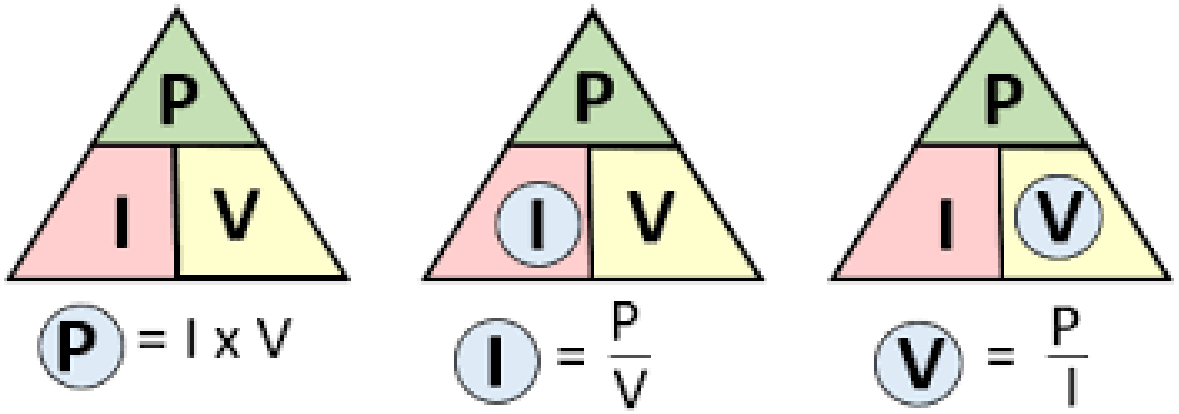
Ítem	Tensión (V)	Resistencia (Ω)	Corriente (I)	Formula	Resultado
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

LEY DE POTENCIA

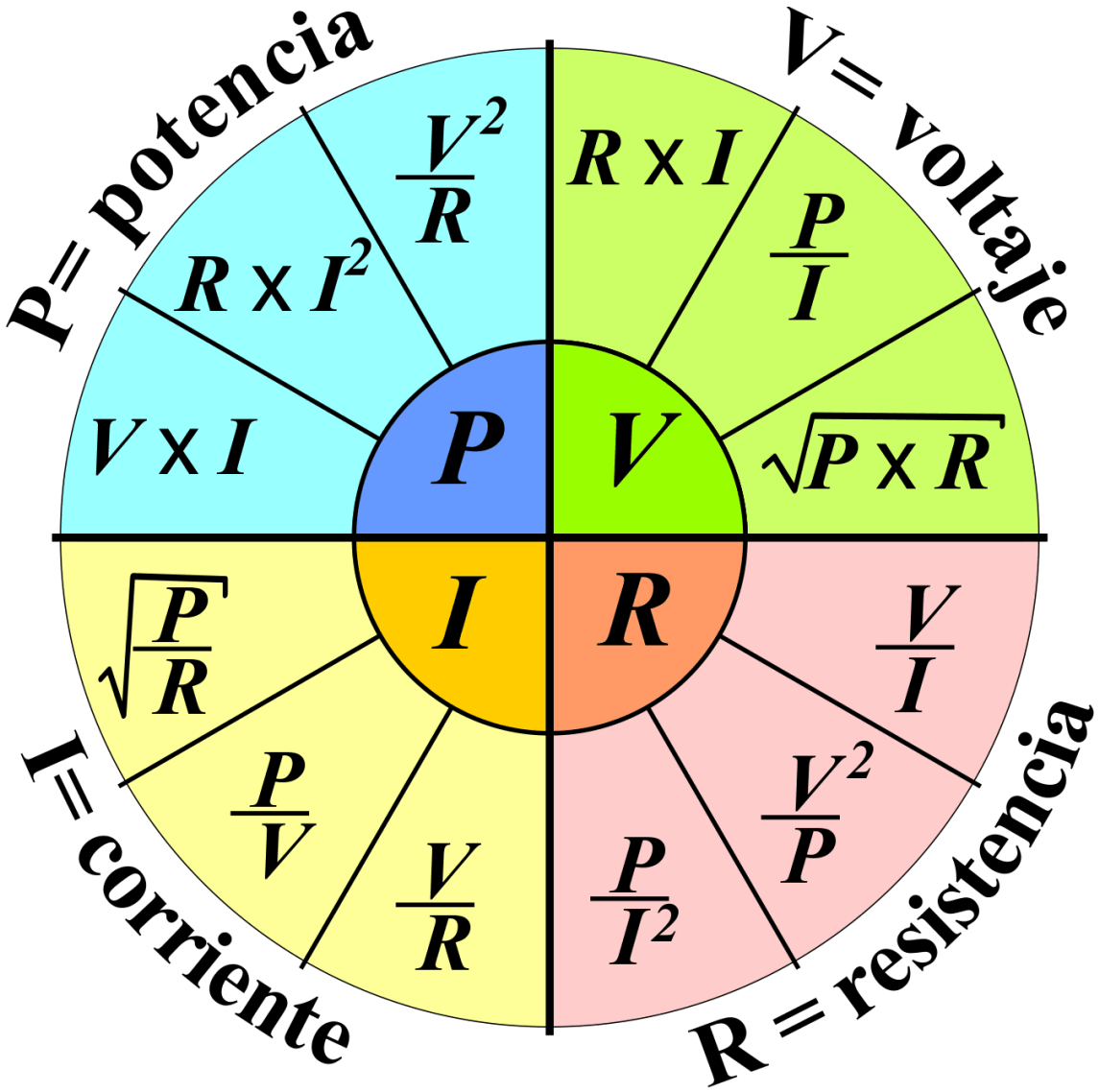
La potencia eléctrica P usada en cualquier parte de un circuito es igual a la corriente / en esa parte multiplicada por el voltaje V dividida entre los extremos de esa parte del circuito.
Su fórmula es:

$$P = VI$$

P = potencia en W
V= voltaje en V
I= corriente en A



Fórmulas


P= potencia
V = voltaje
I= corriente
R = resistencia
P
V
I
R
$\frac{V^2}{R}$
$R \times I^2$
$V \times I$
$R \times I$
$\frac{P}{I}$
$\sqrt{P \times R}$
$\sqrt{\frac{P}{R}}$
$\frac{P}{V}$
$\frac{V}{R}$
$\frac{V}{I}$
$\frac{V^2}{P}$
$\frac{P}{I^2}$

Caballos de Fuerza

Un motor es un aparato que convierte potencia eléctrica en potencia mecánica de un rotor o flecha en movimiento.
La potencia eléctrica entregada a un motor se mide en watts o kilowatts; la potencia mecánica producida por el motor se mide en caballos de fuerza (hp).

Un caballo de fuerza es equivalente a 746 W de potencia eléctrica. En el sistema métrico el caballaje se expresa en watts.

Para la mayoría de los cálculos, es suficientemente exacto considerar

$1\ hp\ =\ 750\ W$ o $1\ hp\ \frac{3}{4}\ kW$.

Para convertir caballos en kilowatts o viceversa, úsense las ecuaciones siguientes.

$$hp = \frac{1000 * kW}{750} = \frac{4}{3} * kW$$

$$kW = \frac{750 * hp}{1000} = \frac{3}{4} * hp$$

Ejercicio

1. La corriente que pasa por un resistor de 100Ω en cierto circuito es 0,20A. Encuéntrese la especificación de la potencia del resistor.
2. ¿Cuántos kilowatts de potencia suministra a un circuito un generador de 240V que lo alimenta con 20A.
3. Si el voltaje a través de un resistor es de 25KΩ es 500V. ¿Cuál es la potencia disipada por el resistor?
4. Cambiese las unidades de medida:

$(a)\ 7{,}5kW$ a caballos de fuerza

$(b)\ \frac{3}{4}\ hp\ a\ Watts$

ENERGÍA ELÉCTRICA

Energía y Trabajo son esencialmente lo mismo y se expresan en unidades idénticas. Sin embargo, la potencia es diferente puesto que es la velocidad con la que se realiza el trabajo.

Si se emplea el watt como unidad de potencia, un watt usado durante un segundo es igual al trabajo de un joule, o equivalentemente un watt es un joule por segundo.

El joule (J) es una unidad básica práctica del trabajo o la energía.

El kilowatt-hora (kWh) es una unidad que se usa comúnmente para medir cantidades grandes de energía o trabajo eléctrico. La cantidad en kilowatt-horas se obtiene del producto de la potencia en kilowatts (kW) y el tiempo en horas (h) durante el cual se usa la potencia.

$$kWh = kWxh$$

Cálculo de medición

Conceptos Clave

•**Voltaje (V)**: La diferencia de potencial eléctrico medida en voltios (V).

•**Corriente (I)**: La cantidad de flujo de carga eléctrica medida en amperios (A).

•**Potencia (P)**: La tasa a la que se consume o se genera energía medida en vatios (W) o kilovatios (kW).

Se calcula como

$$P = VI$$

•**Energía (E)**: La cantidad total de energía consumida medida en vatios-hora (Wh) o kilovatios-hora (kWh).

Se calcula como

$$E = Pt$$

t = tiempo en horas

Cálculo de medición

1. **Determinar la Potencia en kW:**

   - Si conoces el voltaje (V) y la corriente (I), puedes calcular la potencia utilizando la fórmula:

$$P(\text{kW}) = \frac{V(\text{V}) \times I(\text{A})}{1000}$$

2. **Medir el Tiempo de Consumo:**

   - Determina el período durante el cual el dispositivo o la instalación eléctrica ha estado en uso. El tiempo debe medirse en horas (h).

3. **Calcular la Energía Consumida:**

   - Multiplica la potencia (en kW) por el tiempo (en horas) para obtener el consumo de energía en kilovatios-hora (kWh):

$$E(\text{kWh}) = P(\text{kW}) \times t(\text{h})$$

Ejemplo

Supongamos que tienes un dispositivo eléctrico que opera a 230 V y consume una corriente de 10 A.
El dispositivo ha estado en funcionamiento durante 5 horas.

1. **Calcular la Potencia:**

$$P(\text{kW}) = \frac{230\ \text{V} \times 10\ \text{A}}{1000} = 2.3\ \text{kW}$$

2. **Calcular la Energía Consumida:**

$$E(\text{kWh}) = 2.3\ \text{kW} \times 5\ \text{h} = 11.5\ \text{kWh}$$

Por lo tanto, el consumo de energía de este dispositivo durante 5 horas es de 11.5 kWh.

Gimnasia mental

Realiza los siguientes cálculos de medición

1. Halla la potencia y la energía consumida

Datos:
•Voltaje (V): 120 V
•Corriente (I): 5 A
•Tiempo (t): 8 horas

2. Halla la energía consumida

Datos:
•Potencia (P): 1500 W (1.5 kW)
•Tiempo (t): 3 horas

3. Halla la energía consumida

Datos:
•Potencia (P): 2 kW
•Tiempo (t): 2.5 horas

4. Halla la energía consumida

Datos:
•Potencia (P): 0.75 kW
•Tiempo (t): 90 minutos (1.5 horas)

5. Halla la Potencia y la energía consumida

Datos:
•Voltaje (V): 230 V
•Corriente (I): 8 A
•Tiempo (t): 4 horas

TALLER

Escríbase la palabra o palabras que mejor completen los enunciados siguientes.

(a) Las cuatro partes básicas en un circuito completo son:_____, _____, _____ y _____.

(b) Un resistor fijo es el que tiene un valor _____ de resistencia.

(c) En un resistor de película de carbono se encuentra depositada una película de _____ en un núcleo de cerámica.

(d) La _____ nominal de un resistor indica cuánta corriente puede pasar por el resistor antes que _____.

(e) El tamaño físico de un resistor no tiene relación alguna con su _____

(f) Los dos tipos más comunes de resistores variables se llaman _____ y _____.

(g) La resistencia nominal de un resistor variable es la resistencia entre sus terminales _____.

(h) Los _____ se usan como elementos para limitar la corriente.

(i) Si el voltaje aplicado a un circuito se duplica y la resistencia permanece igual, la corriente en el circuito aumentará _____ veces su valor original.

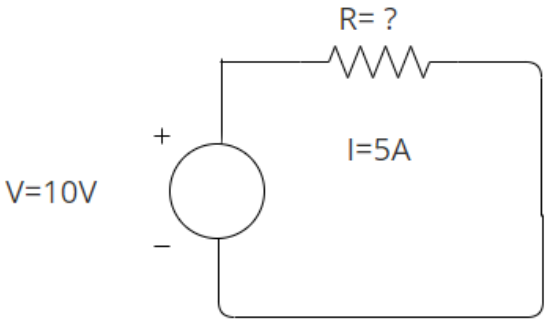
(j) Si la corriente que pasa por un conductor se duplica y la resistencia es constante, la potencia consumida por el conductor aumentará _____ veces el valor original.

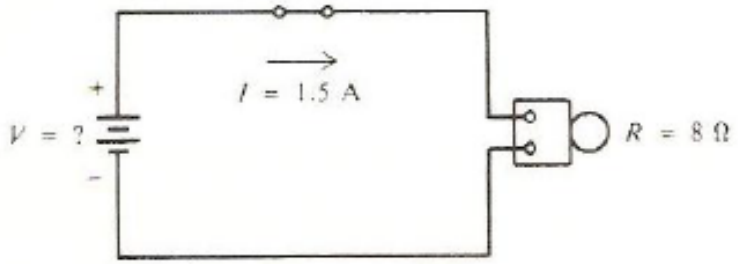
RESPUESTAS

( ) reóstatos, potenciómetros
( ) Carbono
( ) cuatro (P = FR)
( ) potencia, se dañe o se sobrecaliente.
( ) una fuente de voltaje, conductores, carga, aparato de control
( ) dos (IV/R)
( ) resistencia
( ) de los extremos
( ) único o específico
( ) reóstatos

TALLER

Resuelva los siguientes circuitos





3. ¿qué corriente pasará por una lámpara si tiene una resistencia de 360Ω y se le conecta un voltaje casero ordinario de 115V?

4. Encuentre la corriente que consume una lámpara incandescente de 60W especificada para operación a 120V. Encuéntrese también la corriente consumida por una lámpara de 150W a 120V y otra de 300W a 120V. ¿Qué sucede a la corriente al aumentar el Watt?.

TALLER

5. Encuéntrese la potencia consumida por un resistor fijo de 25Ω para cada una de las corrientes siguientes: 3A, 6 A, y 1,5 A. ¿Qué efecto tiene un cambio de la corriente en la cantidad de la potencia disipada por un resistor fijo?

6. La eficiencia de un motor se calcula dividiendo su salida entre su entrada (de potencia). La salida se mide en caballos, mientras que la entrada se mide en watts o kilowatts. Antes de calcular la eficiencia, la salida y la entrada deben expresarse en las mismas unidades. Encuéntrese la eficiencia de un motor que recibe 4 kW y produce 4 hp.

7. El motor de una lavadora consume 1 200 W. ¿Cuánta energía en kilowatt-horas gasta en una semana una lavandería automática con 8 lavadoras si todas trabajan 10 horas al día (h/día) durante una semana de 6 días?

TALLER

8. Un circuito consiste de una batería de 6 V, un interruptor y una lámpara. Cuando el interruptor está cerrado, en el circuito fluye una corriente de 2. A. ¿Cuál es la resistencia de la lámpara?

9. Supóngase que la lámpara del problema anterior se sustituye con otra que también requiere 6 V pero que sólo consume 0.04 A. ¿Cuál es la resistencia de la lámpara nueva?

10. En los extremos de un resistor de 200 2 se mide un voltaje de 20 V. ¿Cuál es la corriente que pasa por el resistor?

11. Si la resistencia del entrehierro o luz entre los electrodos de una bujía de motor de automóvil es 2 500 n, ¿qué voltaje es necesario para que circule por ella 0.20 A?

12. El filamento de un tubo de televisión tiene una resistencia de 90 9. ¿Qué voltaje se requiere para producir la corriente de las especificaciones de 0.3 A?

TALLER

13. Una línea de 110 V está protegida con un fusible de 15 A. ¿Soportará el fusible una carga de 6?

14. Un medidor de ce de buena sensibilidad toma 9 mA de una línea cuando el voltaje es 108 V. ¿Cuál es la resistencia del medidor?

15. El amperímetro en el tablero de un automóvil indica que fluye una corriente de 10.8 A cuando están encendidas las luces. Si la corriente se extrae de un acumulador de 12 V, ¿cuál es la resistencia de los faros?

16. Una bobina de relevador telegráfico de 160 2 opera con un voltaje de 6.4 V. Encuéntrese la corriente que consume el relevador.

17. ¿Qué potencia consume un cautín de soldar si toma 3 A a 110 V?

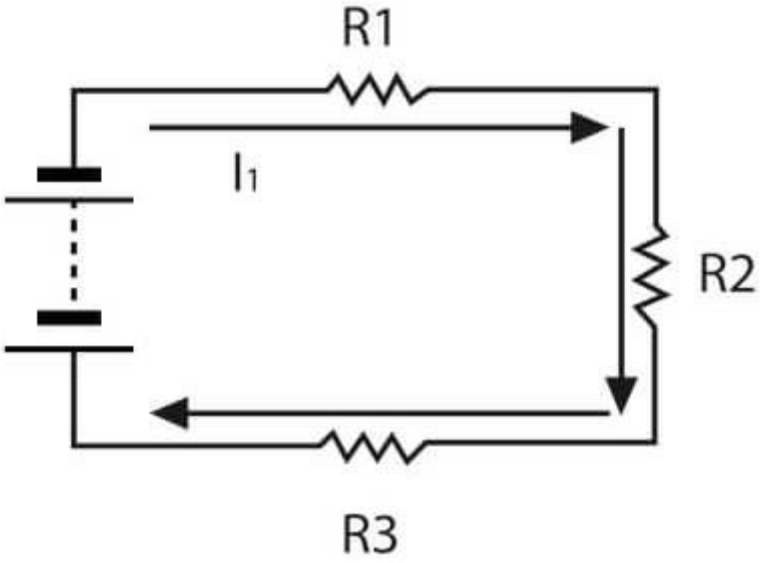
18. Una batería de 12 V está conectada a una lámpara que tiene una resistencia de 10. ¿Qué potencia se suministra a la carga?

19. Un horno eléctrico usa 35.5 A a 118 V. Encuéntrese el watt consumido por el horno.

Circuitos Serie

VOLTAJE, CORRIENTE Y RESISTENCIA EN CIRCUITOS SERIE

Un circuito serie es un circuito en el que sólo hay un camino por el que fluye la corriente. En el circuito serie, la corriente I es la misma en todas partes del circuito. Esto significa que la corriente que fluye por R, es igual a la corriente por R2, por R, y es igual a la corriente que proporciona la batería.

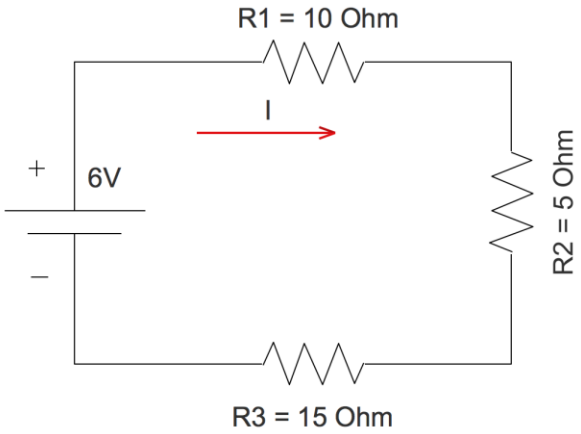


Circuito Serie

Cuando se conectan resistencias en serie, la resistencia total del circuito es igual a la suma de las resistencias de todas las partes del circuito.

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_n$$

Ejemplo:



$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_n$$
$$R_T = 10\Omega + 5\Omega + 15\Omega$$
$$R_T = 30\Omega$$

Circuito Serie

El voltaje total entre los extremos de un circuito serie es igual a la suma de los voltajes entre los extremos de cada resistencia del circuito.

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3 + V_n$$

$$V_T = Voltaje\ total\ del\ circuito$$
$$V_1 = Voltaje\ en\ los\ extremos\ de\ la\ resistencia\ 1$$
$$V_2 = Voltaje\ en\ los\ extremos\ de\ la\ resistencia\ 2$$
$$V_3 = Voltaje\ en\ los\ extremos\ de\ la\ resistencia\ 3$$
$$V_n = Voltaje\ en\ los\ extremos\ de\ la\ resistencia\ n$$

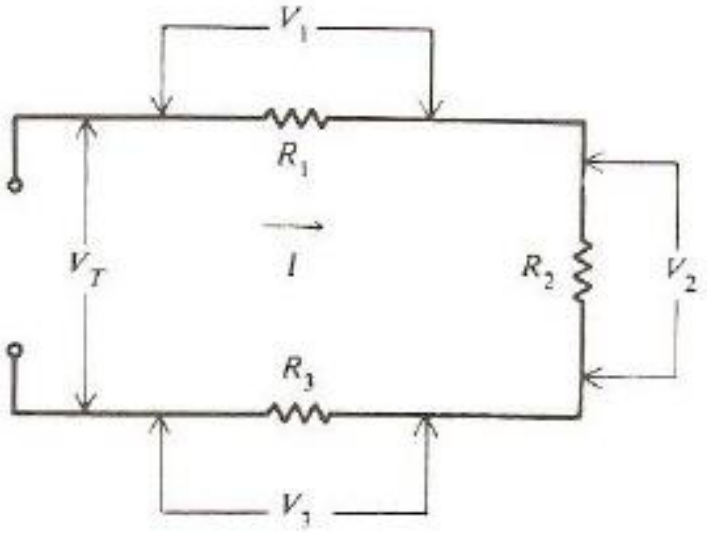
La ley de Ohm puede aplicarse a un circuito serie completo o a las partes individuales del circuito.
Si se aplica a alguna parte especial de un circuito, el voltaje entre los extremos de ella es igual a la corriente que pasa por esa parte multiplicada por la resistencia de ella.

Circuitos Serie

$$V_1 = IR_1$$

$$V_2 = IR_2$$

$$V_3 = IR_3$$



Un circuito serie tiene 6V entre los extremos de R_1, 30V entre los R_2, y 54V entre los extremos de R_3. ¿Cuál es el voltaje total del circuito?

Una resistencia de 45Ω y un timbre de 60Ω están conectados en serie, ¿Qué voltaje se requiere entre los extremos de esta combinación para producir una corriente de 0,3A?

POLARIDAD DE LAS CAIDAS DE VOLTAJE

Cuando entre las terminales de una resistencia existe una caída de voltaje, un extremo debe ser más positivo o más negativo que el otro.
La polaridad de la caída de voltaje está determinada por la dirección convencional de la corriente desde un potencial positivo a un potencial más negativo.

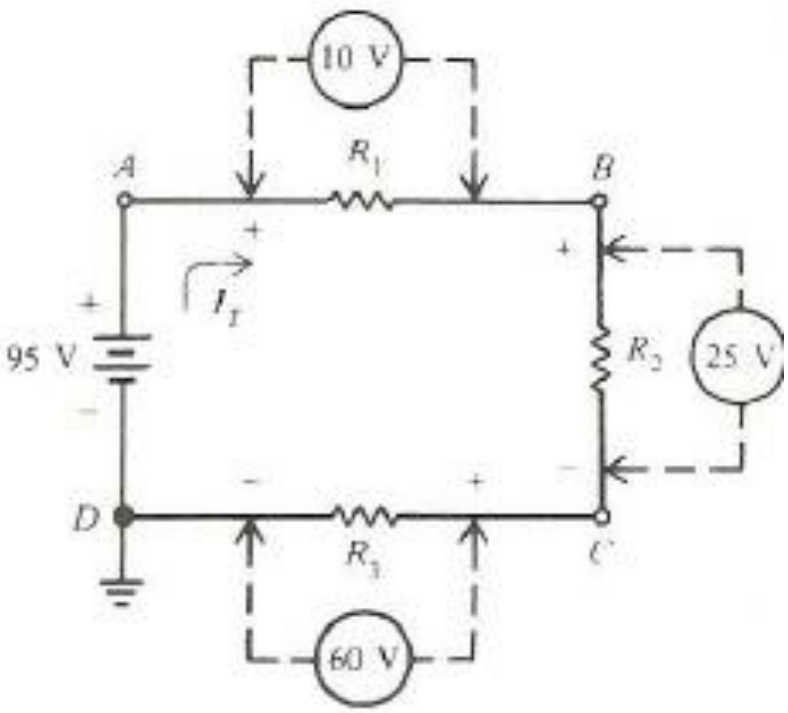
La dirección de la corriente que pasa por R, es el punto A al B. Por tanto, el extremo de R, que está conectado al punto A tiene un potencial más positivo que el punto B.

Similarmente, el voltaje del punto C es positivo con respecto al punto D. Otra manera de enfocar la polaridad entre dos puntos consiste en decir que el que está más cerca de la terminal positiva de la fuente de voltaje es más positivo; también el punto más próximo a la terminal negativa del voltaje aplicado es más negativo.

Por consiguiente, el punto A es más positivo que B, mientras que D es más negativo que C.

POLARIDAD DE LAS CAIDAS DE VOLTAJE

$$V_A = 95V - 10V = 85V$$



Conéctese a tierra la terminal negativa de la batería de 95 V. Marquese la polaridad de las caídas de voltaje en el circuito y encuéntrense los valores del voltaje en los puntos A, B, C y D con respecto a tierra.
Recórrase el circuito completo en la dirección de la corriente desde la terminal positiva de la batería hasta A. de A a B, de B a C, de C a D y de D a la terminal negativa.

Márquese con más (+) donde la corriente entra a cada resistor y con menos (-) donde la corriente sale de cada resistor.

CONDUCTORES

Un conductor es un material que tiene muchos electrones libres. El cobre, la plata y el aluminio son tres materiales que son buenos conductores eléctricos.

Calibre No.	Diámetro d, en mils	Área de la sección transversal d^2, en mils circulares	Ohms por 1 000 ft de alambre de cobre a 25°C*	Calibre No.	Diámetro d, en mils	Área de la sección transversal d^5, en mils circulares	Ohms por 1 000 ft de alambre cobre a 25*
1	289.3	83 690	0.1264	21	28.46	810.1	13.05
2	257.6	66 370	0.1593	22	25.35	642.4	16.46
3	229.4	52 640	0.2009	23	22.57	509.5	20.76
4	204.3	41 740	0.2533	24	20.10	404.0	26.17
5	181.9	33 100	0.3195	25	17.90	320.4	33.00
6	162.0	26 250	0.4028	26	15.94	254.1	41.62
7	144.3	20 820	0.5080	27	14.20	201.5	52.48
8	128.5	16 510	0.6405	28	12.64	159.8	66.17
9	114.4	13 090	0.8077	29	11.26	126.7	83.44
10	101.9	10 380	1.018	30	10.03	100.5	105.2
11	90.74	8 234	1.284	31	8.928	79.70	132.7
12	80.81	6 530	1.6194	32	7.950	63.21	167.3
13	71.96	5 178	2.042	33	7.080	50.13	211.0
14	64.08	4 107	2.575	34	6.305	39.75	266.0
15	57.07	3 257	3.247	35	5.615	31.52	335.0
16	50.82	2 583	4.094	36	5.000	25.00	423.0
17	45.26	2 048	5.163	37	4.453	19.83	533.4
18	40.30	1 624	6.510	38	3.965	15.72	672.6
19	35.89	1 288	8.210	39	3.531	12.47	848.1
20	31.96	1 022	10.35	40	3.145	9.88	1069

POTENCIA TOTAL DE UN CIRCUITO SERIE

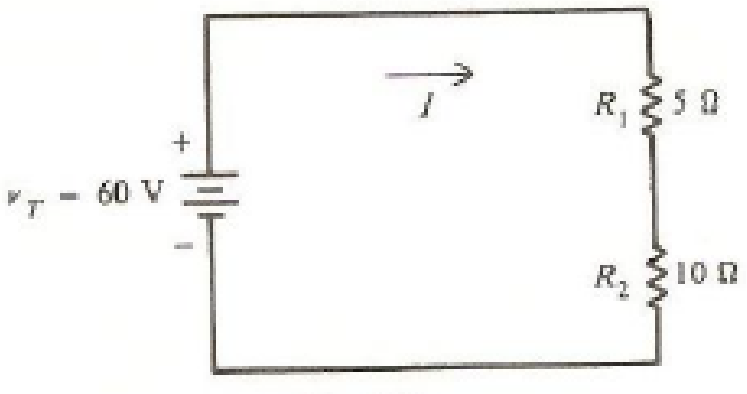
La potencia total que produce la fuente de un circuito serie también puede expresarse como la suma de la potencias individuales usadas por parte de cada circuito.

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + \cdots P_n$$

Potencia total en Watts (W)

Ejemplo:

Encuentre la potencia total, disipada por R_1, R_2, y R_3



CAIDAS DE VOLTAJE POR PARTES PROPORCIONALES

En Cada resistor de un circuito en SERIE se produce una caída de voltaje V igual a su parte proporcional del voltaje aplicado.

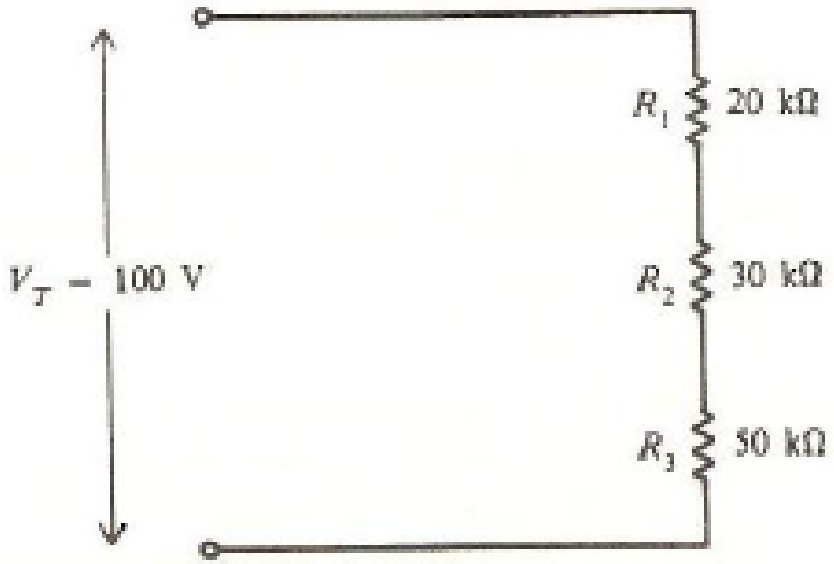
$$V = \frac{R}{R_T} V_T$$

Ejemplo:

Encuéntrese la caía de voltaje en cada resistor por medio de las partes proporcionales.

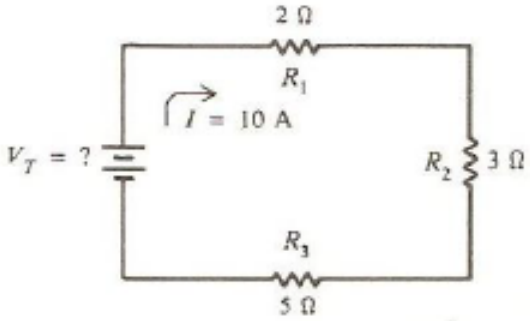
$$V_1 = \frac{R_1}{R_T} V_T$$

1. Encuentre la resistencia total R_T
2. Sustituya los valores en formula de caída de voltaje.



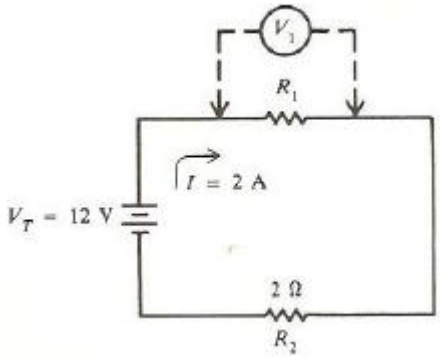
TALLER

1. Encuentre el voltaje necesario para que por el circuito fluya una corriente de 10A.



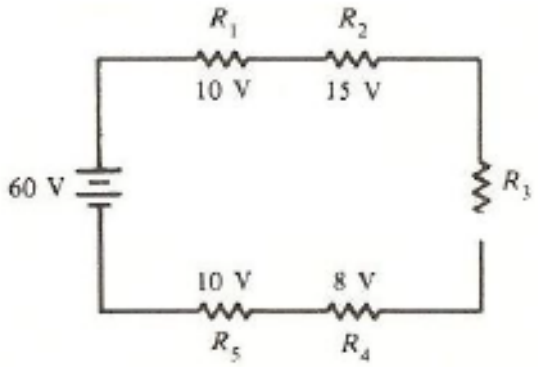
2. Encuentre el voltaje entre los extremos de cada resistencia. Demuestre que la suma de las caídas de voltaje es igual al voltaje aplicado de 100V.

3. Una batería de 12V proporciona una corriente de 2A. Si $R_2 = 2\Omega$ encuentre R_1 y V_1.

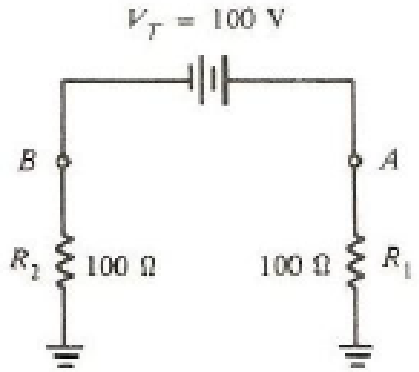


TALLER

4. Encuentre la caída de voltaje en R_3



5. Un circuito serie usa la tierra como una conexión común y como punto de referencia para la medición de voltaje. Marque la polaridad de las caídas de voltaje de las resistencias y encuentre las caídas de voltaje en los puntos A y B



TALLER

6. El voltaje de las terminales de un motor no debe ser mejor a 223V, a la corriente nominal de 20A. Las variaciones en el voltaje que proporciona la compañía generadora producen un mínimo de 228V en el tablero. ¿Qué dimensiones deben tener los conductores del circuito ramal? (busque en la tabla de calibres)

7. Se conectan 5 lámparas en serie cada una de ellas requiere 16V y 0,1A. Encuentre la potencia consumida (Dibuje el circuito y muestre los resultados en él).

8. Encuentre I, V_1, V_2, P_2, Y R_2

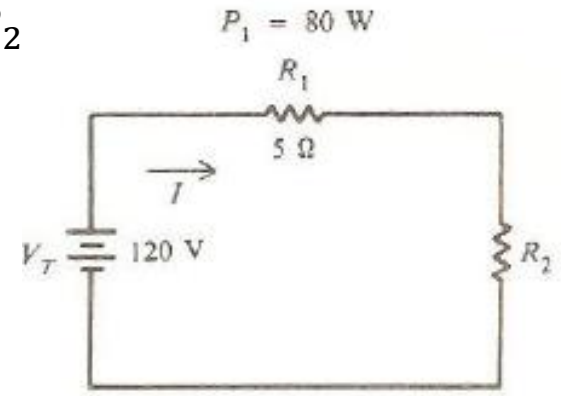
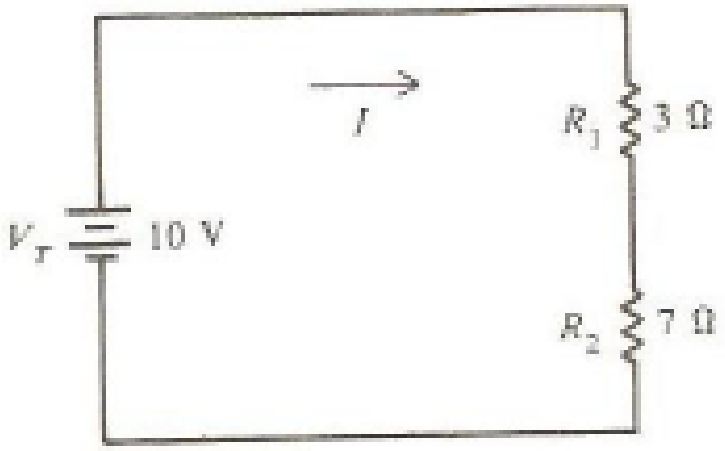


Fig. 4-19

TALLER

9. tres resistencias de 20kΩ, están conectadas en serie a un voltaje aplicado de 120V. ¿Cuál es la caída de voltaje en cada resistencia?.

10. Encuentre la caída de voltaje para cada resistencia. Use la formula de caída de tensión.



CIRCUITOS EN PARALELO

En un circuito paralelo dos o más componentes están conectados entre las terminales de la misma fuente de voltaje. Las resistencias R_1, R_2, y R_3, están en paralelo entre si y con la batería.

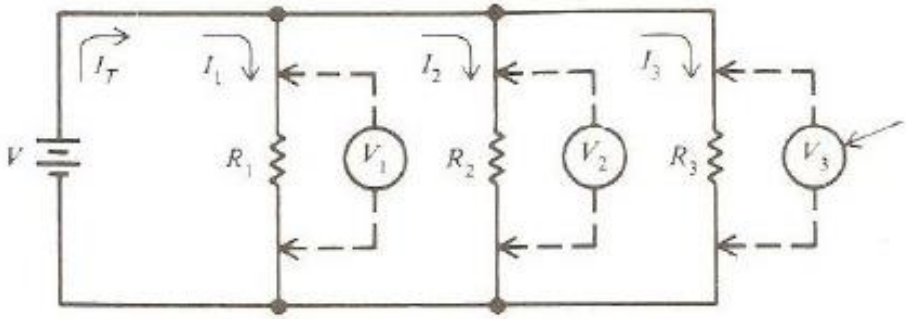
Cada camino paralelo es entonces una rama con su propia corriente. Cuando la corriente total I, sale de la fuente de voltaje V, una parte I, de la corriente I_T, fluirá por R_1, la parte I_2, fluirá por R_2, y el resto, I_3, fluirá por R_3.

Las corrientes de las ramas, I_1, I_2, e I_3, pueden ser distintas. Sin embargo, si se conecta un voltímetro (un instrumento para medir el voltaje de un circuito) a las terminales de R_1, R_2, y R_3, los voltajes respectivos serán iguales.

Por lo tanto,

$$V = V_1 = V_2 = V_3$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$



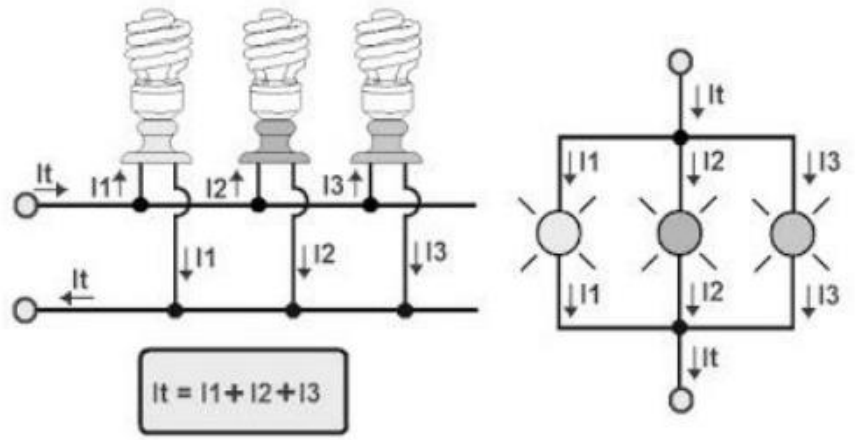
$$I_1 = \frac{V}{R_1}$$

CIRCUITOS EN PARALELO

Resumen:

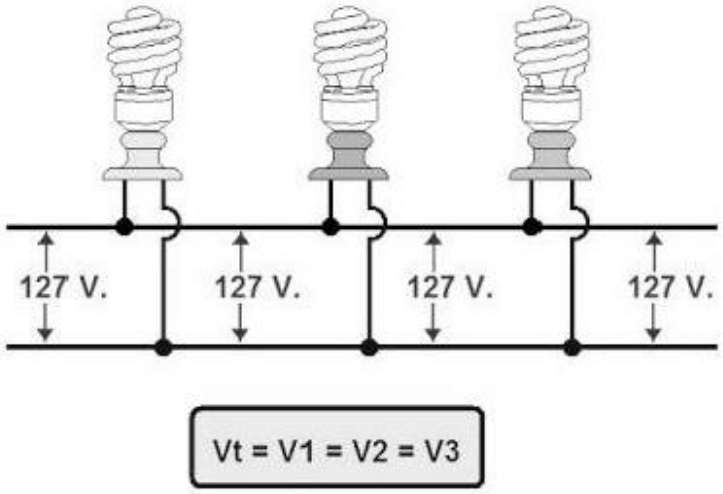
REGLA 1: La corriente total en un circuito en paralelo es igual a la suma de las corrientes en todos los ramales del circuito.

CORRIENTE TOTAL $I_T=I_1+I_2+I_3$, etc.



REGLA 2: El voltaje total a través de cualquier ramal en paralelo es igual al voltaje a través de cualquier otro ramal y también es igual al voltaje total.

VOLTAJE TOTAL $V_T= V_1= V_2= V_3$, etc.



CIRCUITOS EN PARALELO

Resumen

REGLA 3: Para encontrar la resistencia total de un circuito en paralelo se debe aplicar la ley de ohm a los valores totales del circuito.

$$R_T = \frac{V_T}{I_T}$$

REGLA 4: Cuando se desconocen los valores totales de corriente y voltaje, se calcula con los valores de la resistencia en cada ramal, como:

$$R_T = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}}$$

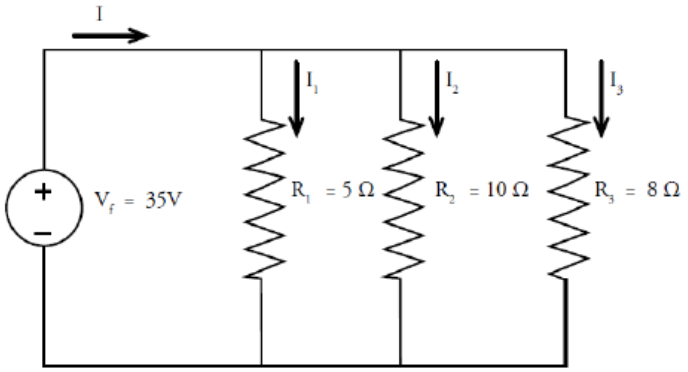
REGLA 5: Para encontrar la corriente en cada ramal, se parte conociendo el voltaje que llega a cada resistor y su resistencia, luego se aplica la ley de ohm para cada rama.

$$I_1 = \frac{V_T}{R_1} \quad ; \quad I_2 \frac{V_T}{R_2} \quad ; \quad I_3 \frac{V_T}{R_3}$$

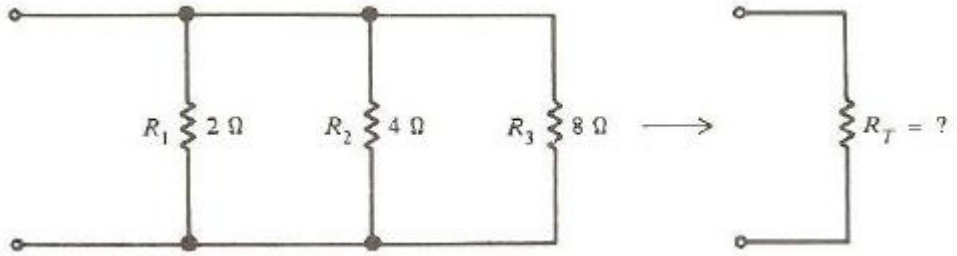
CIRCUITOS EN PARALELO

Ejercicio práctico

1. Para el circuito de la figura determinar: la corriente en cada ramal, la corriente total y la resistencia total.



2. Encuentre la resistencia total

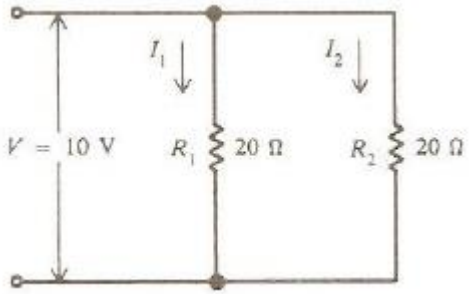


CIRCUITOS EN PARALELO

3. Se conectan en paralelo cuatro lámparas, cada una de ellas con una resistencia de 60Ω, encuentre la resistencia total.

4. Encuentre la resistencia total de un circuito conectado en paralelo con resistencias de 6Ω y 18Ω.

5. Encuentre la corriente en cada rama del paralelo



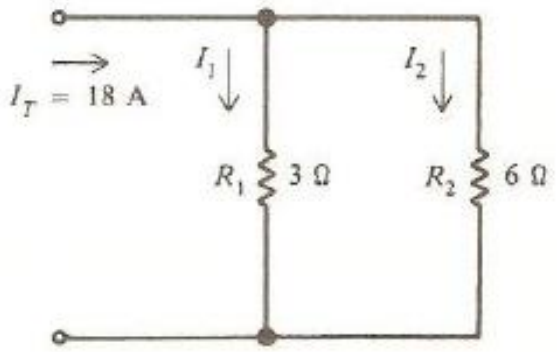
CIRCUITOS EN PARALELO

División de la corriente entre dos ramas en paralelo

Algunas veces es necesario determinar las corrientes en las ramas individuales de un circuito en paralelo conocidas las resistencias y la corriente, pero se ignora el voltaje aplicado al banco de resistencias, si sólo intervienen dos ramas, la corriente en una rama será una fracción de la corriente total. Esta fracción es el cociente de la segunda resistencia dividida entre la suma de las resistencias.

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_T$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_T$$



CIRCUITOS EN PARALELO

Conductancias en paralelo

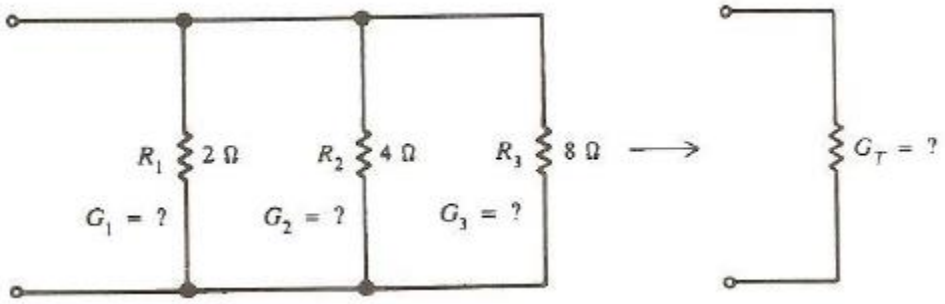
Conductancia es lo opuesto a resistencia. Mientras mas pequeña es la resistencia, mayor será la conductancia.
El símbolo de la conductancia es G y su unidad es el Siemens (S). G es el recíproco de R

$$G = \frac{1}{R}$$

Ejemplo:
Una resistencia de 6Ω es igual a la conductancia de $\frac{1}{6\Omega} = 0{,}167S$

$$G_T = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 \ldots G_n$$

Encuentre la conductancia total del circuito y obtenga la resistencia total



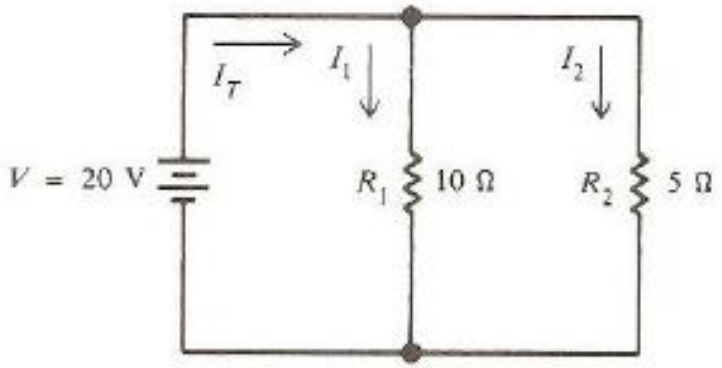
Potencia de circuitos en paralelo

Puesto que la potencia disipada en la resistencia de una rama debe provenir de la fuente de voltaje, la potencia total es igual a la suma de los valores individuales de la potencia de cada rama.

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \ldots P_n$$

$$P_T = VI_T$$

Encuentre la potencia disipada en cada rama de la potencia total, primero encuentre las corrientes en cada resistencia y su potencia en cada una.

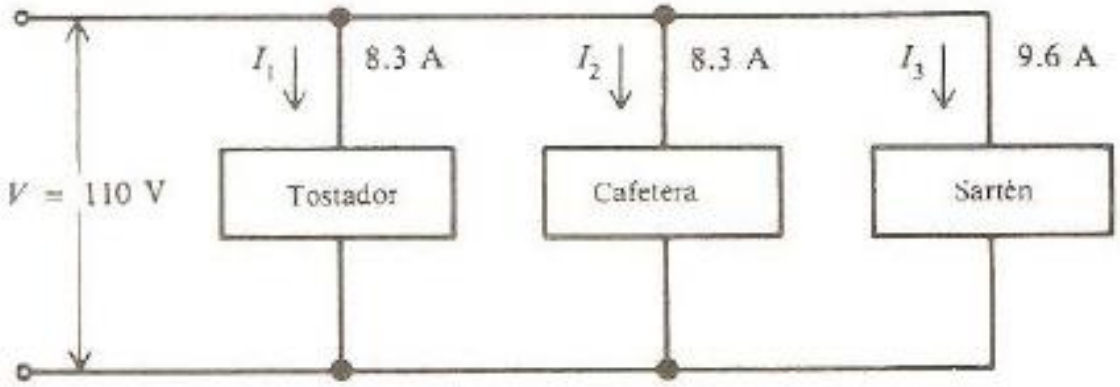


TALLER CIRCUITOS PARALELOS

1. Los circuitos ramales en el sistema de alambrado doméstico son circuitos conectados en paralelo. A las terminales de una línea de 110 V de un circuito de accesorios de cocina se conectan un tostador, una cafetera y una sartén. La corriente que pasa por el tostador es de 8.3 A; por la cafetera, 8.3 A y por la sartén, de 9.6 A.

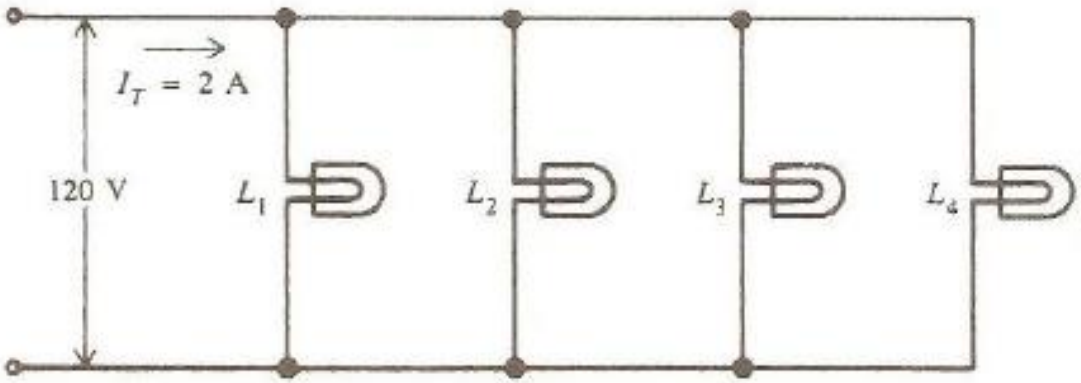
Encuéntrense:

(a) La corriente total que se toma de la línea
(b) El voltaje en cada aparato
(c) La resistencia total del circuito.



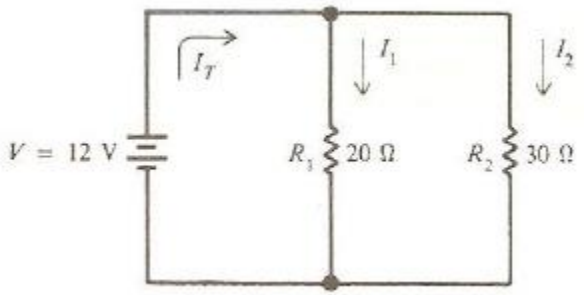
TALLER DE CIRCUITOS EN PARALELO

2. Cuatro lámparas de 60 W, cada una de ellas con la misma resistencia, se conectan en paralelo a una terminal casera de 120 V y producen una corriente en la línea de 2 A.
El diagrama esquemático muestra resistencias que representan las lámparas.
(a) La resistencia equivalente del circuito
(b) La resistencia de cada lámpara
(c) La corriente que consume cada una
(d) Potencia total del circuito

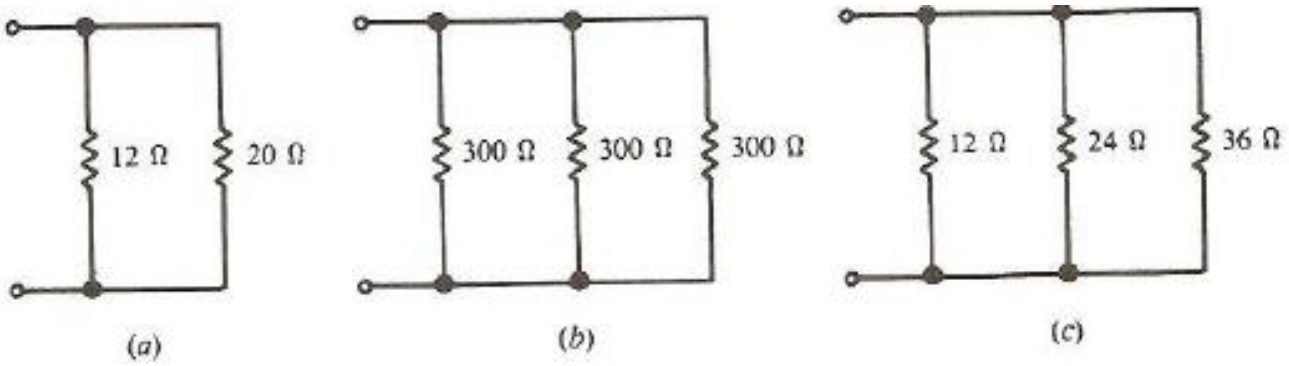


TALLER DE CIRCUITOS EN PARALELO

3. Encuentre la resistencia total, la corriente en cada resistencia y la corriente total del siguiente circuito

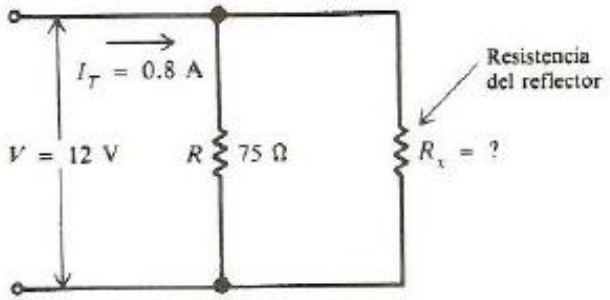


4. Encuentre la resistencia total de cada uno de los siguientes circuitos.

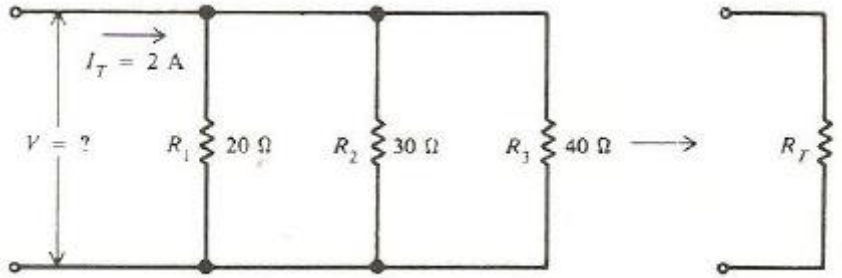


TALLER DE CIRCUITOS EN PARALELO

5. Un reflector de resistencia desconocida se coloca en paralelo con el encendedor de cigarrillos de un automóvil, el cual tiene una resistencia de 75Ω. Si fluye una corriente de 0,8A cuando se aplica un voltaje de 12V, encuentre la resistencia del reflector.



6. Encuentre el voltaje necesario para que por una combinación en paralelo de un resistor de 20Ω, uno de 30 Ω y otro de 40 Ω de resistencia, se entreguen 2A



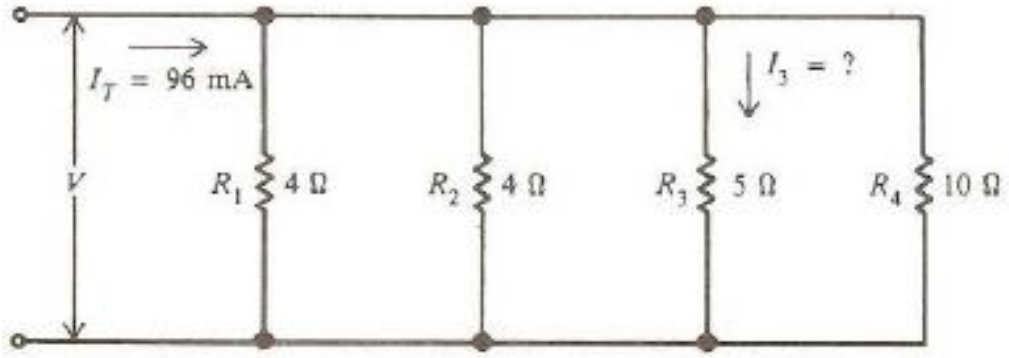
TALLER DE CIRCUITOS EN PARALELO

6. Dos resistencias en paralelo. Encuentre la corriente en cada resistencia, $I_T = 30mA$, $R_1 = 72\Omega$, $R_2 = 18K\Omega$, (usa divisor de tensión), también halla el voltaje y la resistencia equivalente.

7. Dos resistencias, que disipan 2W cada uno, están conectados en paralelo a 40V. ¿Cuál es la corriente en cada resistencia? ¿Cuál es la corriente total que consume?

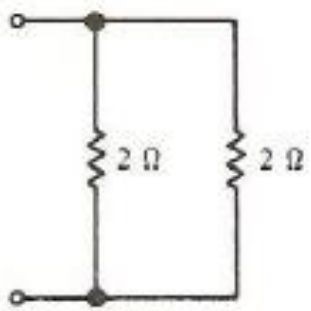
8. La resistencia combinada de una percoladora para café y un tostador en paralelo es 24Ω. Encuentre la potencias total que se usa si el voltaje de la línea es 120V.

9. En el siguiente circuito halle, I_3, V_T, y R_T

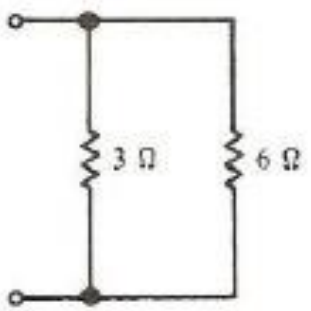


TALLER DE CIRCUITOS EN PARALELO

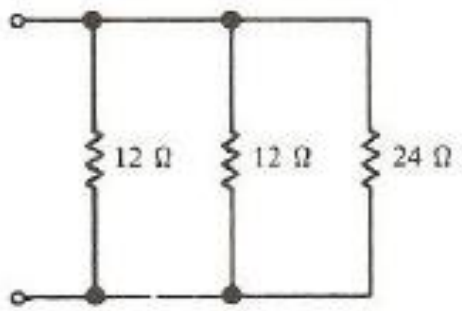
10. Encuentre las resistencias equivalentes de los siguientes circuitos.



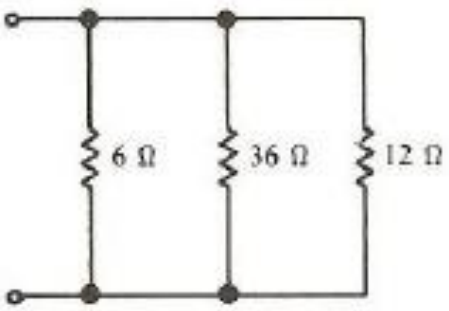
(a)



(b)

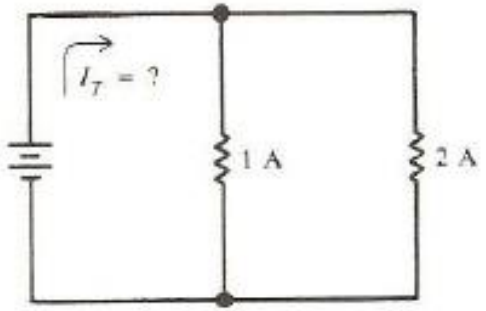


(c)

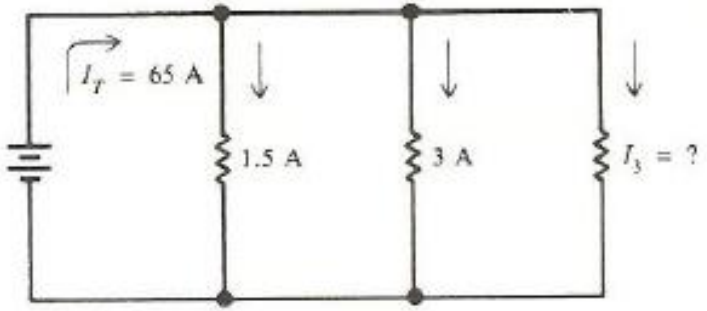


(d)

11. Encuéntrese la corriente ramal faltante o la corriente total, según los circuitos.



(a)

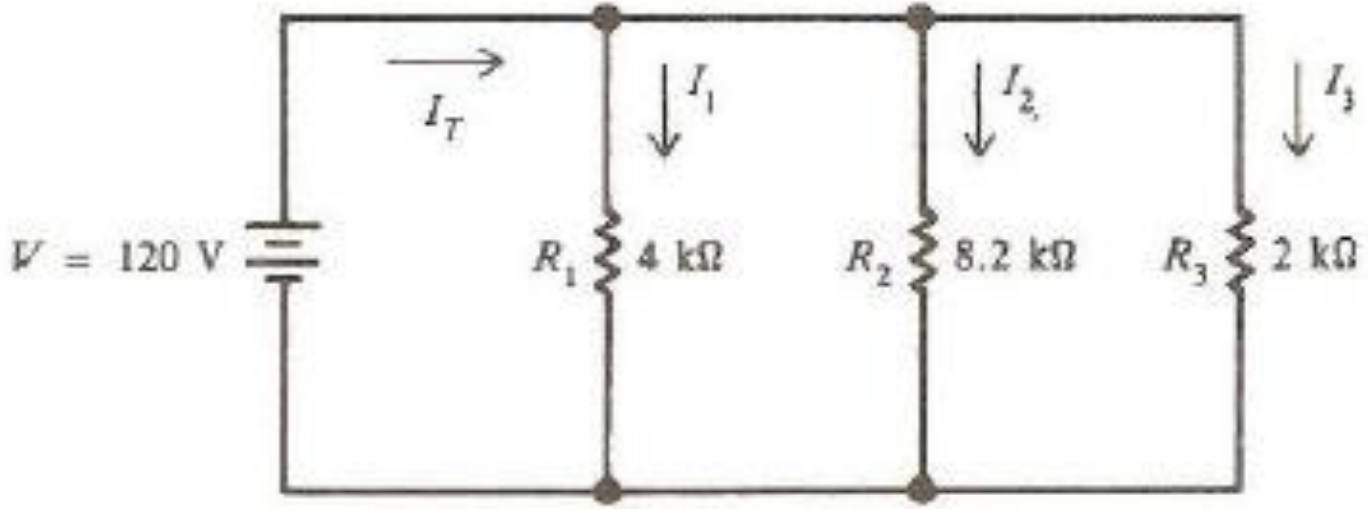


(b)

TALLER DE CIRCUITOS EN PARALELO

12. En el siguiente circuito encuentre:

a) Corriente en cada ramal
b) Corriente total
c) Resistencia total
d) Potencias en cada resistencia
e) Potencia total del circuito



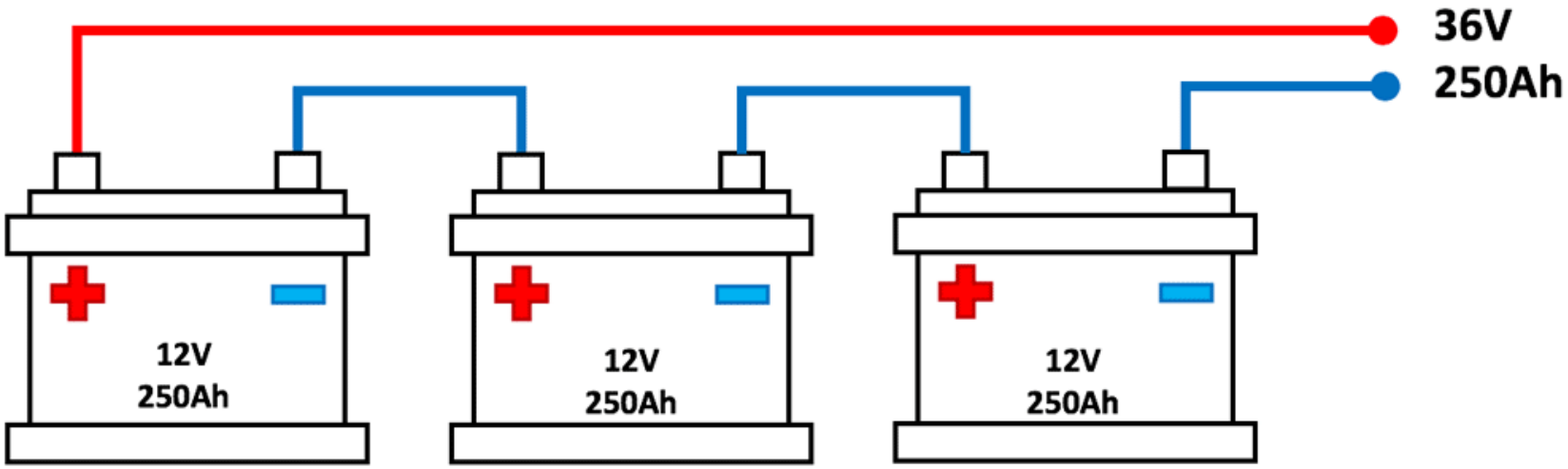
Baterías

Las baterías son dispositivos que almacenan energía eléctrica en forma química y la liberan como corriente continua cuando es necesario. En instalaciones eléctricas residenciales y comerciales, se utilizan para proporcionar energía de respaldo durante cortes de electricidad, asegurar un suministro constante a sistemas críticos, y en aplicaciones de energías renovables para almacenar el exceso de energía generada, optimizando así el consumo energético y la autonomía del sistema.



Conexión de baterías en Serie

Las baterías conectadas en serie se configuran de tal manera que el terminal positivo de una batería se conecta al terminal negativo de la siguiente. Este arreglo tiene como efecto principal la suma de los voltajes de todas las baterías involucradas, mientras que la capacidad total en amperios-hora (Ah) se mantiene igual a la de una sola batería.

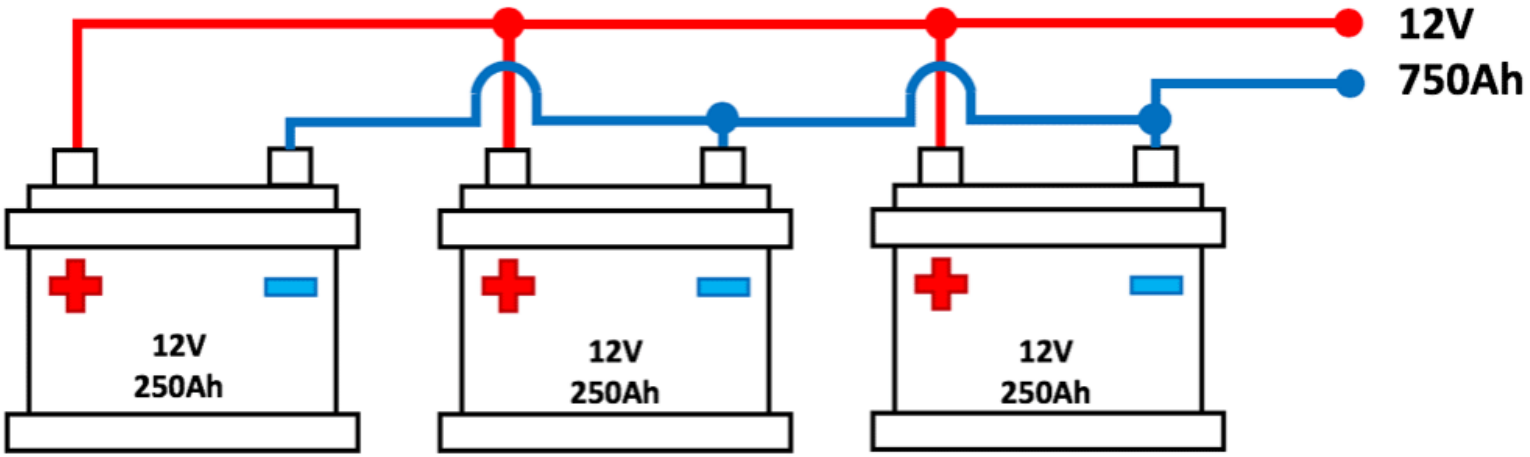


Ejemplo:

$$V_T = 12V + 12V + 12V + 12V$$
$$V_T = 36V$$

Conexión de baterías en Paralelo

En una conexión de baterías en paralelo, los terminales positivos de todas las baterías se conectan entre sí, al igual que los terminales negativos. Esta configuración mantiene el voltaje total igual al de una sola batería, pero la capacidad total en amperios-hora (Ah) es la suma de las capacidades de todas las baterías.

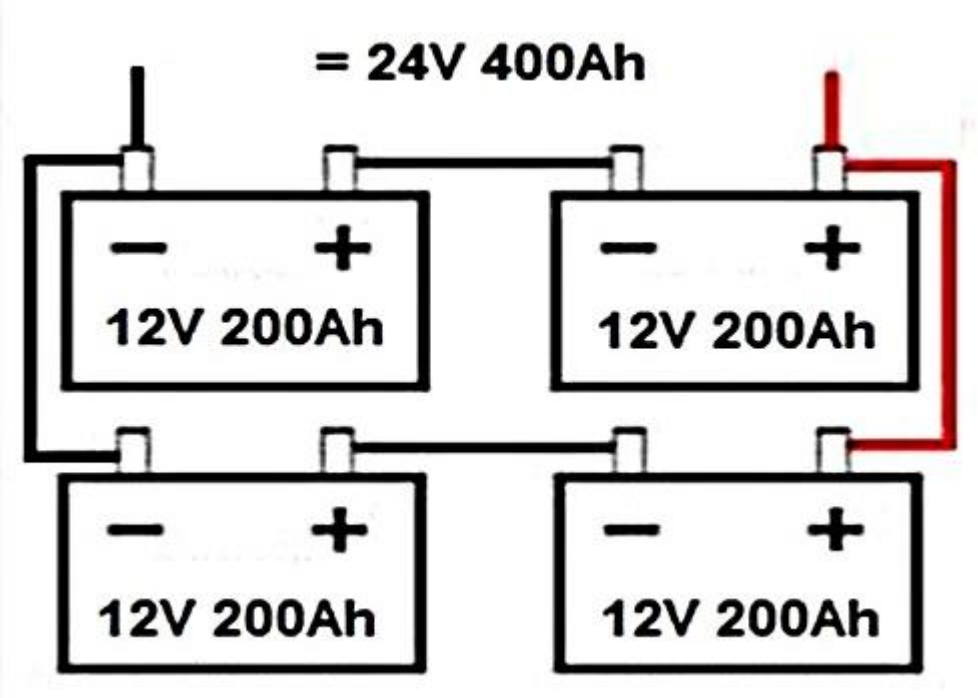


Ejemplo:

$$I_T = 250A + 250A + 250A + 250A$$
$$I_T = 750A$$

Conexión de baterías en Paralelo

La conexión mixta de baterías en serie-paralelo combina las ventajas de ambos tipos de conexiones, permitiendo ajustar tanto el voltaje como la capacidad total del sistema. En esta configuración, grupos de baterías se conectan primero en serie para aumentar el voltaje, y luego estos grupos se conectan en paralelo para incrementar la capacidad.



Taller práctico

1. 18 baterías de 1.5V cada una están conectadas en serie. ¿Cuál es el voltaje total del conjunto?
2. Dos baterías, una de 2000mAh y otra de 1500mAh, están conectadas en paralelo. ¿Cuál es la capacidad total del conjunto?
3. Tres baterías de 24V y 100A cada una están conectadas en serie. ¿Cuál es el voltaje y la capacidad total del conjunto?
4. Dos baterías de 3.7V están conectadas en serie, y este conjunto está conectado en paralelo con otra batería de 3.7V. ¿Cuál es el voltaje total?
5. 3 baterías de 150A a 24V están conectadas en paralelo, y este conjunto está conectado en serie 4 baterías de 150A. ¿Cuál es la capacidad total?
6. Una batería de 9V y 500A está conectada en paralelo con dos baterías de 12V en serie. Calcula el voltaje y la capacidad total.

Taller práctico

7. Dos conjuntos de tres baterías de 12V y 800A en serie están conectados en paralelo. Calcula el voltaje y la capacidad total.

8. Diseña una configuración con baterías de 15V y 500A para alcanzar un voltaje de 6OV y una capacidad de 1500A.

9. Una batería de 9V está conectada en paralelo con dos baterías de 1.5V en serie. Un participante mide un voltaje total de 9V. ¿Qué configuración se realizó incorrectamente?

10. Dos baterías de 3V y 1000A están conectadas en serie. ¿Cuántas baterías adicionales de 3V se deben conectar en paralelo para duplicar la capacidad total?

10. Dispones de dos tipos de baterías para un sistema solar: Tipo A (iones de litio, 3.7V, 2600mAh) y Tipo B (iones de litio, 3.7V, 3000mAh). ¿Son compatibles para usarse juntas en el mismo sistema? Justifica tu respuesta considerando los principios de diseño de sistemas de baterías.

Taller práctico

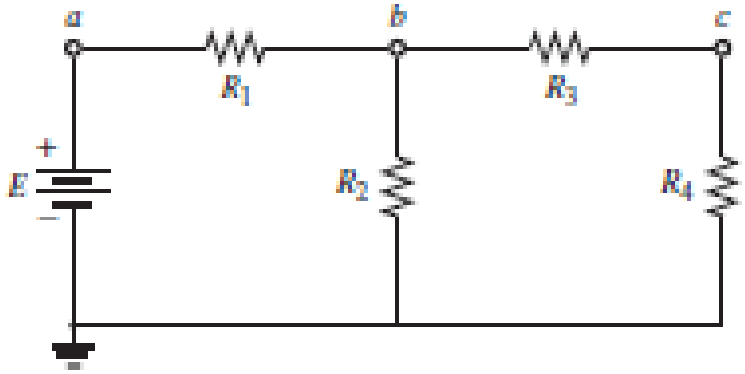
11. Necesitas diseñar un banco de baterías para un sistema solar que entregue 12V y 52Ah. Tienes baterías de plomo-ácido de 12V y 13Ah. ¿Cuántas baterías necesitas y cómo las conectarías para lograr el objetivo?

12. Necesitas diseñar un sistema de respaldo para un sistema solar, utilizando baterías de 12V y 150Ah. El sistema debe poder proporcionar 10kWh de energía. Determina cuántas baterías necesitarás y cómo las organizarías para cumplir con las especificaciones de uniformidad y rendimiento.

Circuito Serie-Paralelo

Una configuración en serie-paralelo es aquella que está formada por una combinación de elementos en serie y en paralelo.

Una configuración compleja es aquella en la que ninguno de los elementos están en serieo en paralelo



Circuito Serie-Paralelo

Solución: Si revisamos en busca de elementos en serie-paralelo, vemos que los resistores R_2 y R_3 están en paralelo. Su resistencia total es

$$R' = R_2 \parallel R_3 = \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = \frac{(12\,\text{k}\Omega)(6\,\text{k}\Omega)}{12\,\text{k}\Omega + 6\,\text{k}\Omega} = 4\,\text{k}\Omega$$

Reemplazando la combinación en paralelo con una sola resistencia equivalente se obtiene la configuración de la figura 2.4. Los resistores R_1 y R' están entonces en serie y su resistencia total es

$$R_T = R_1 + R' = 2\,\text{k}\Omega + 4\,\text{k}\Omega = 6\,\text{k}\Omega$$

La corriente de la fuente se determina con la ley de Ohm:

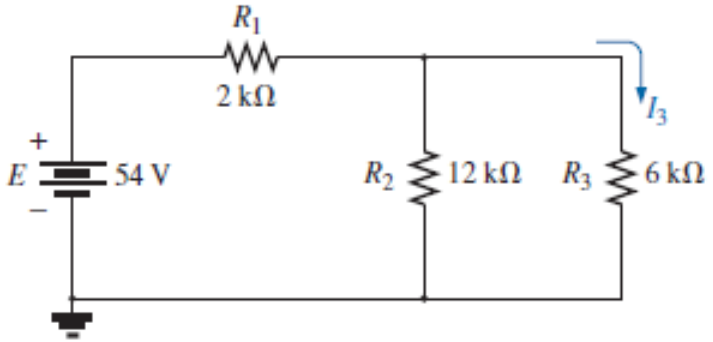
$$I_s = \frac{E}{R_T} = \frac{54\ \text{V}}{6\,\text{k}\Omega} = 9\ \text{mA}$$

En la figura 2.4, como R_1 y R' están en serie, tienen la misma corriente I_s. El resultado es

$$I_1 = I_s = 9\ \text{mA}$$

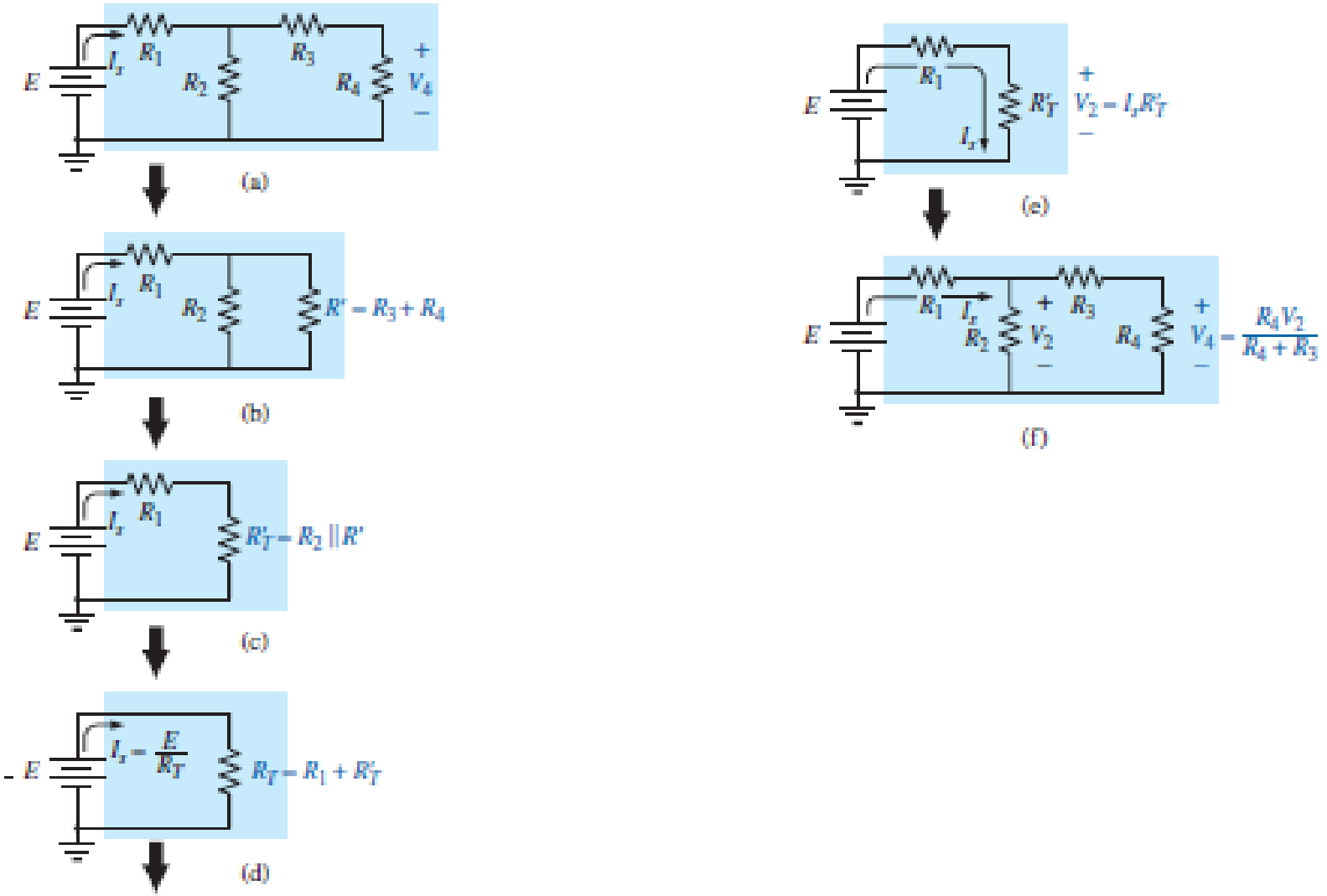
Volviendo a la figura 2.3, vemos que I_1 es la corriente total que entra a la combinación en paralelo de R_2 y R_3. Aplicando la regla del divisor de corriente obtenemos la corriente deseada:

$$I_3 = \left(\frac{R_2}{R_2 + R_3}\right) I_1 = \left(\frac{12\,\text{k}\Omega}{12\,\text{k}\Omega + 6\,\text{k}\Omega}\right) 9\ \text{mA} = \mathbf{6\ mA}$$



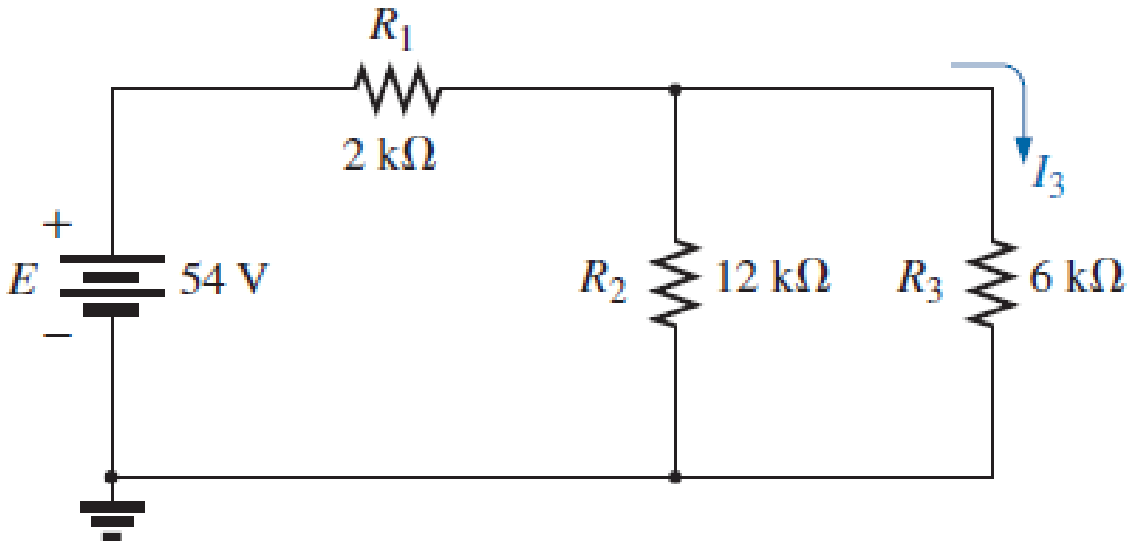
Circuito Serie - Paralelo

Reducir el circuito



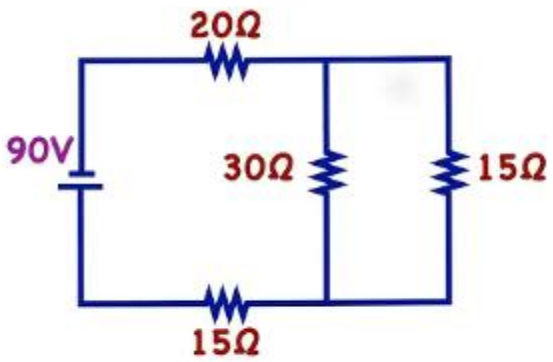
Ejemplo

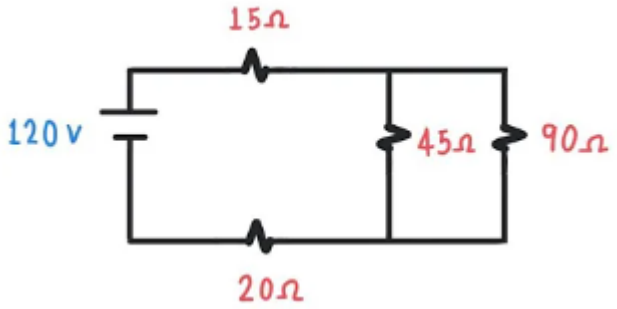
Determine la corriente I3 en la red en serie-paralelo

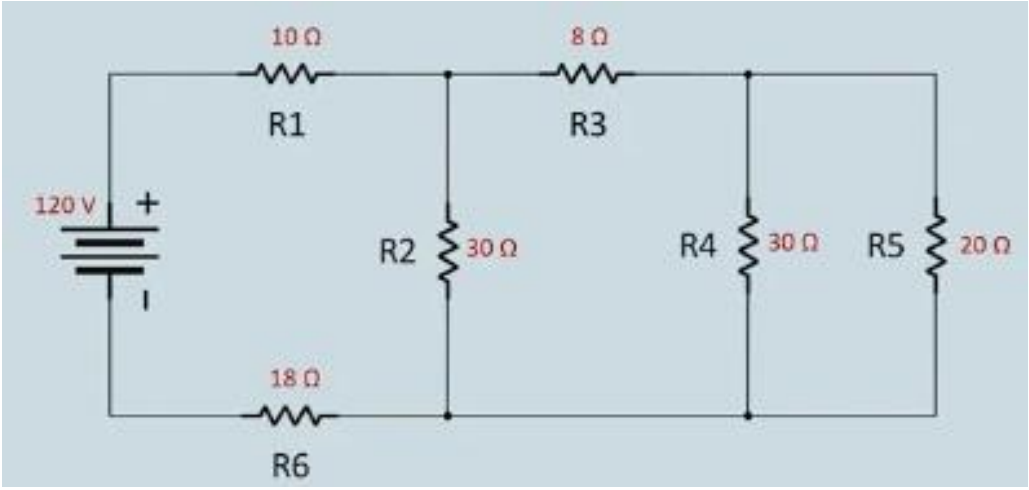


Ejercicios de práctica

Resolver

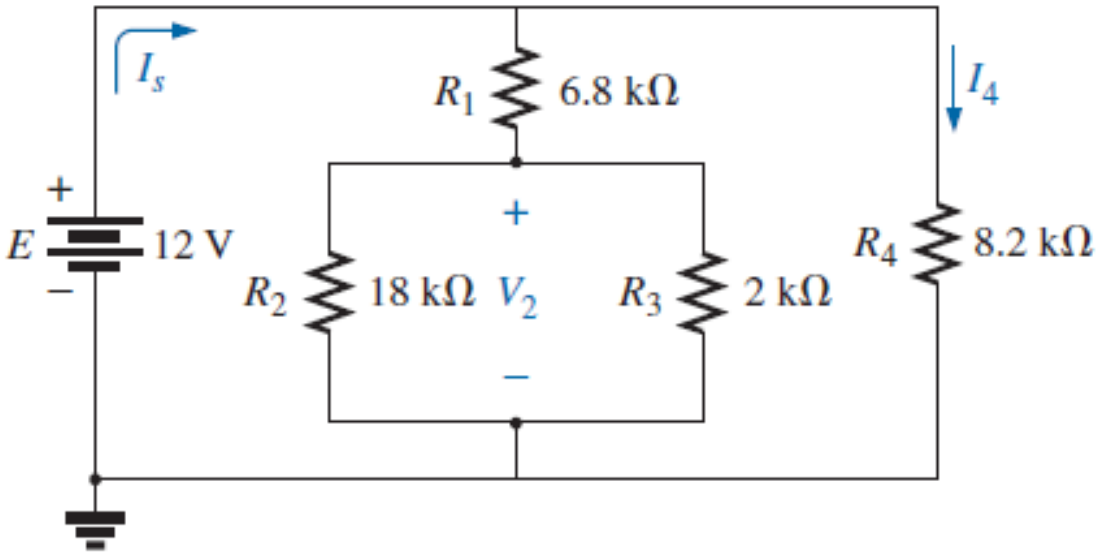






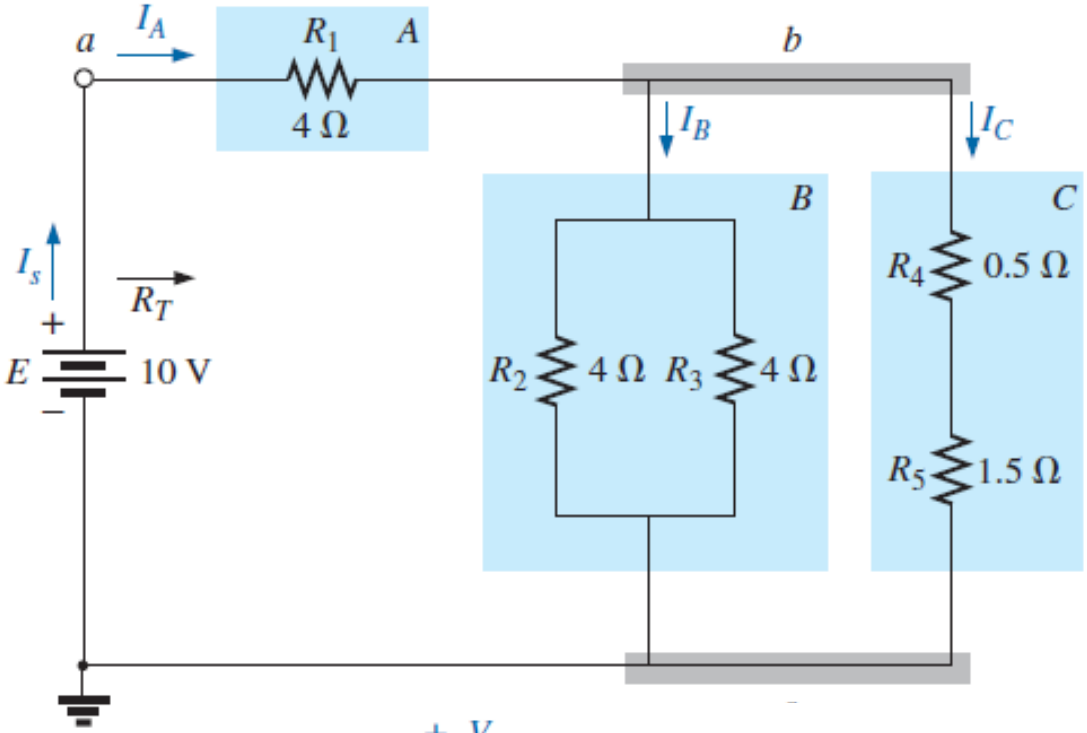
Taller práctico

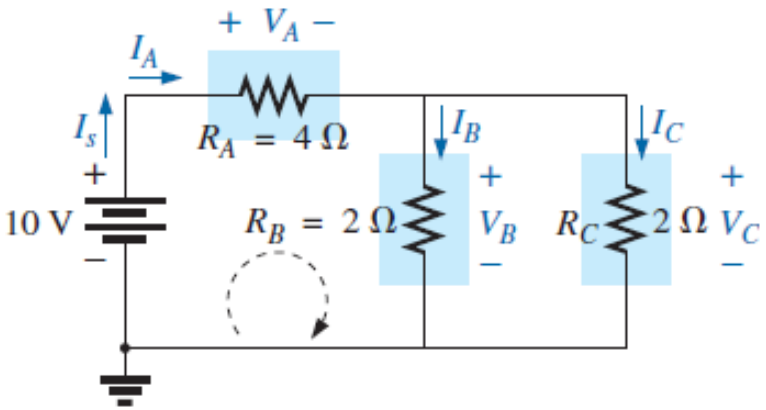
a. Determine las corrientes I_4, e I_S , y el voltaje V_2.



Taller práctico

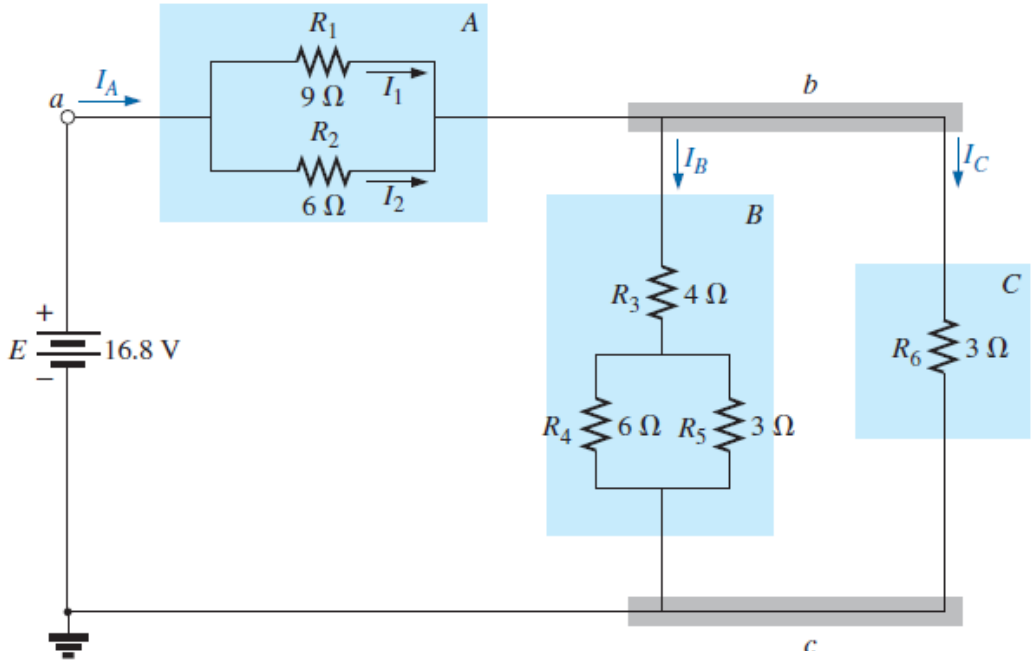
Determine todas las corrientes y voltajes de la red

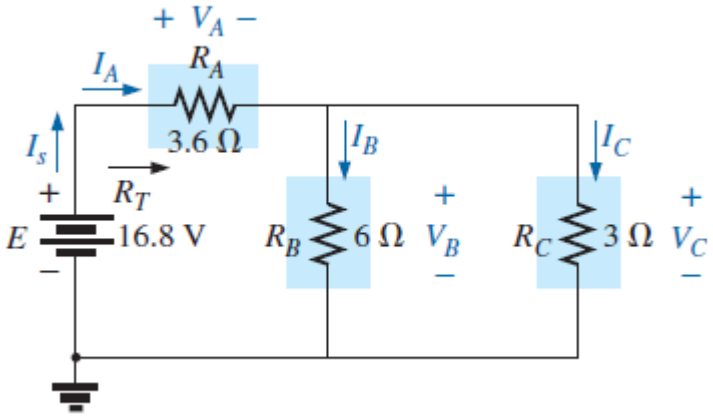




Taller práctico

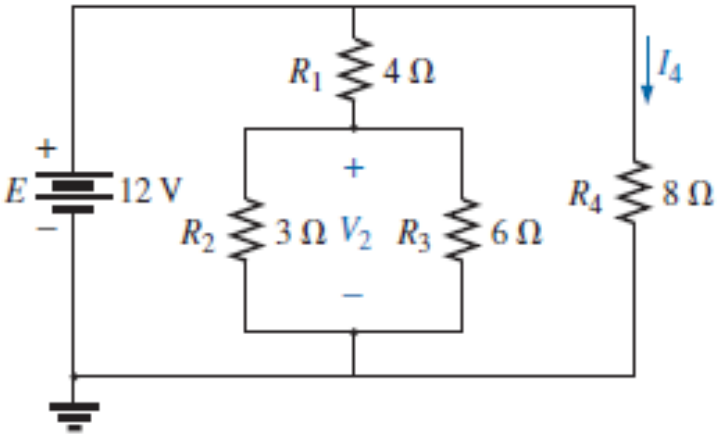
Determine todas las corrientes y voltajes de la red

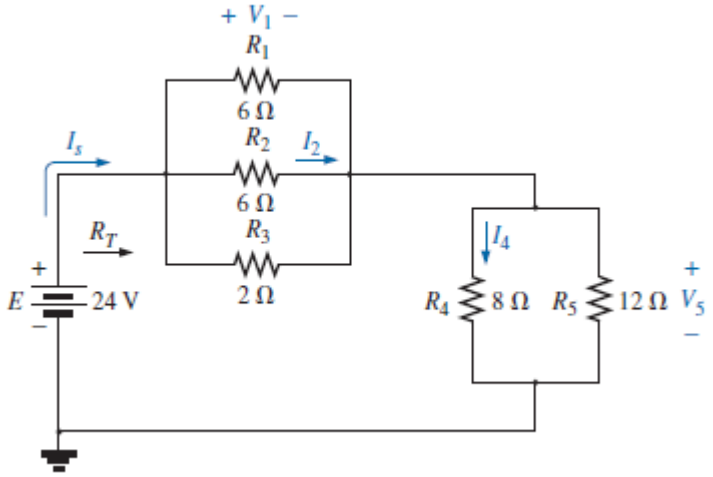


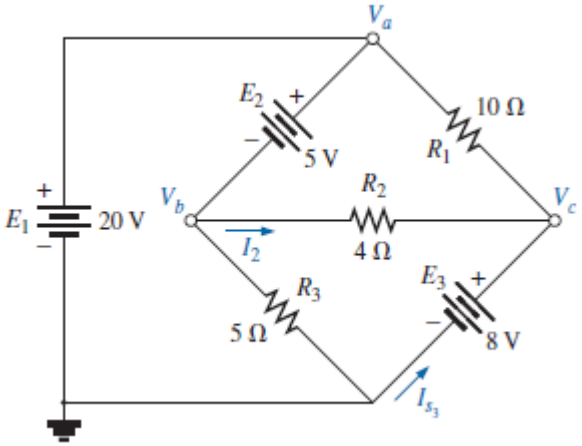


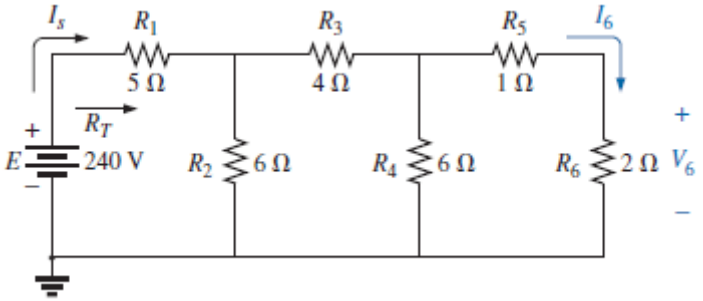
Taller práctico

Determine todas las corrientes y voltajes de la red









LEYES DE KIRCHHOFF

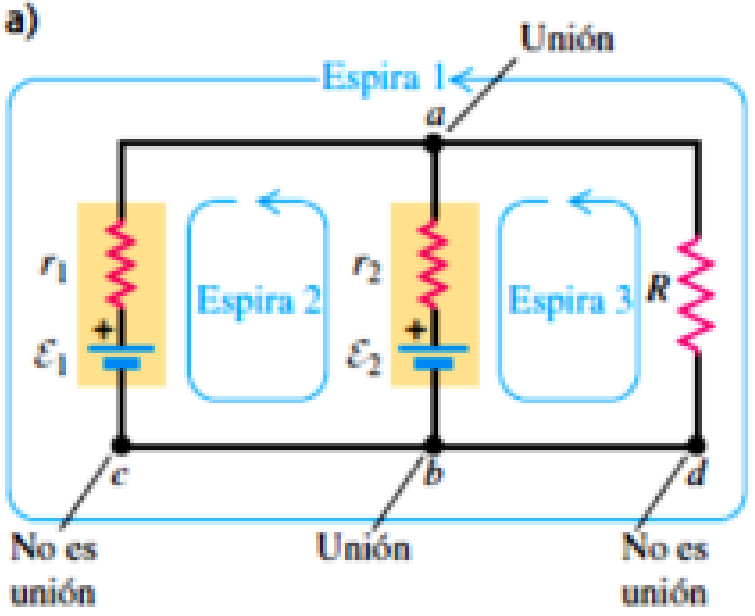
En el análisis de circuitos eléctricos no suele ser suficiente con emplear la ley de Ohm, para ello se acude a las leyes de Kirchhoff que complementan el análisis de circuitos como una herramienta eficaz para analizar y resolver una gran variedad de circuitos eléctricos. Las leyes de Kirchhoff se llaman así en honor al físico alemán Gustav Robert Kirchhoff quien introdujo la ley de corriente (o primera ley de Kirchhoff) y ley de tensión (o segunda ley de Kirchhoff).

NODO: Punto donde se unen tres o mas conductores.

$$\sum_{nodo} I = 0$$

MALLA: Trayectoria cerrada de conducción.

$$\sum_{Malla} \Delta V = 0$$



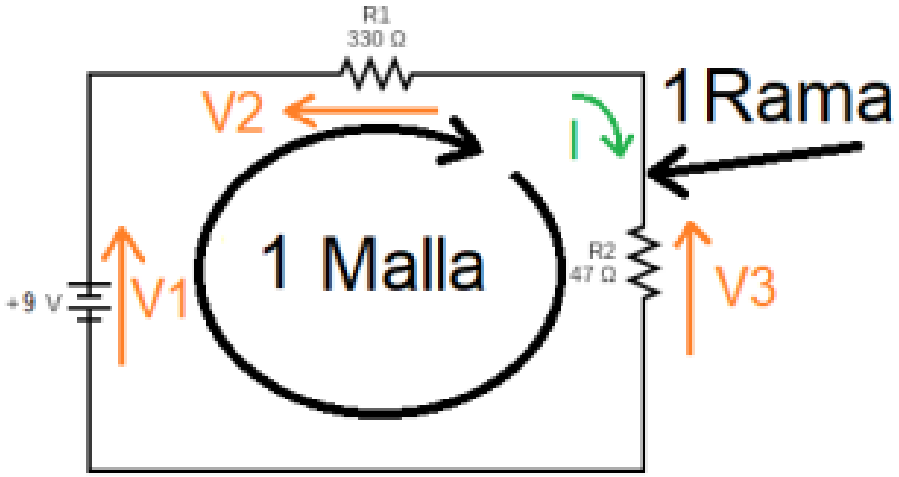
LEYES DE KIRCHHOFF (KCL)

Malla

Es el camino cerrado que forman dos o más ramas de un circuito. En una malla la suma de todas las tensiones, cada una con su signo correspondiente, es igual a 0 (Ley de Kirchoff de las mallas). Esto ocurre porque la suma de todas las subidas de tensión debe ser igual a la suma de todas las caídas de tensión.

Rama

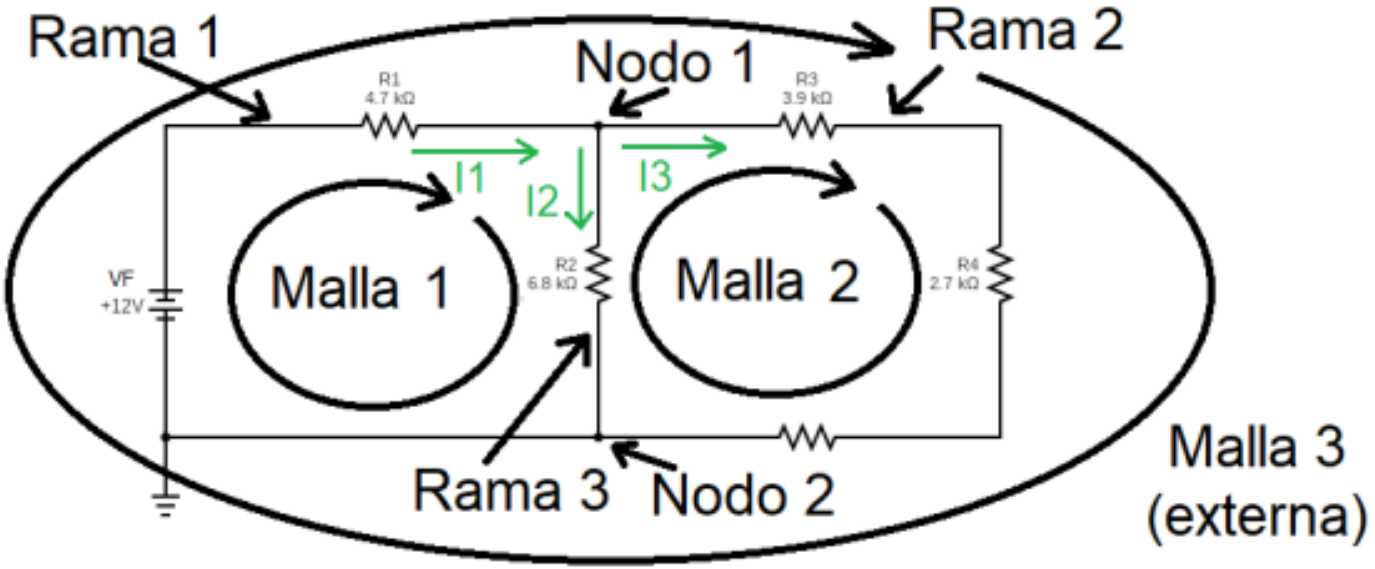
Es la parte del circuito que se encuentra entre dos nodos. Por todos los componentes de una rama circula la misma corriente.



LEYES DE KIRCHHOFF (KCL)

Nodo

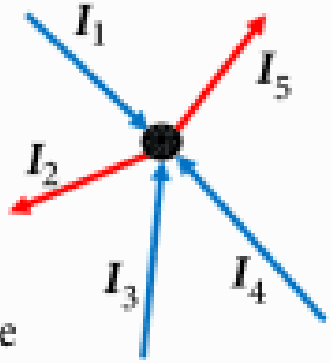
Es el punto de unión entre 3 o más ramas. La suma de las corrientes entrantes a un nodo debe ser igual a la suma de todas las corrientes salientes (Ley de Kirchoff de los nodos).



LEYES DE KIRCHHOFF

Corrientes de Kirchhoff

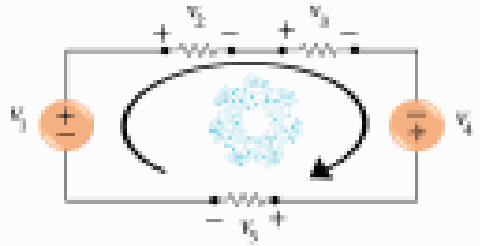
$$\sum_{n=1}^{N} i_n = 0$$



La suma algebraica de las corrientes que entran a un nodo es cero.

Voltaje de Kirchhoff

$$\sum_{m=1}^{M} V_m = 0$$



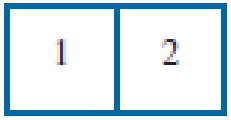
La suma algebraica de las tensiones en una trayectoria cerrada (o malla) es cero.

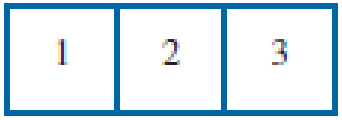
VER MÁS →

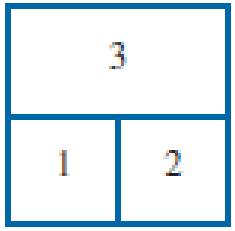
LEY DE VOLTAJES KIRCHHOFF (KVL)

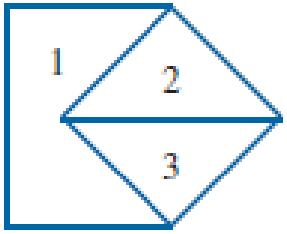
Ubicación de MALLAS:

La mejor forma de determinar cuántas veces se tiene que aplicar la ley del voltaje de Kirchhoff es determinar el número de "ventanas" que hay en la red.



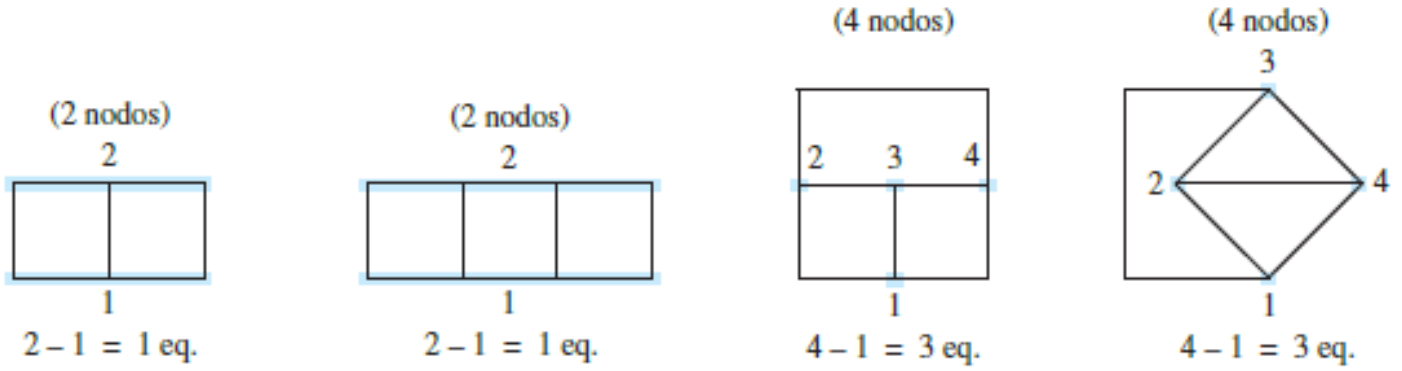




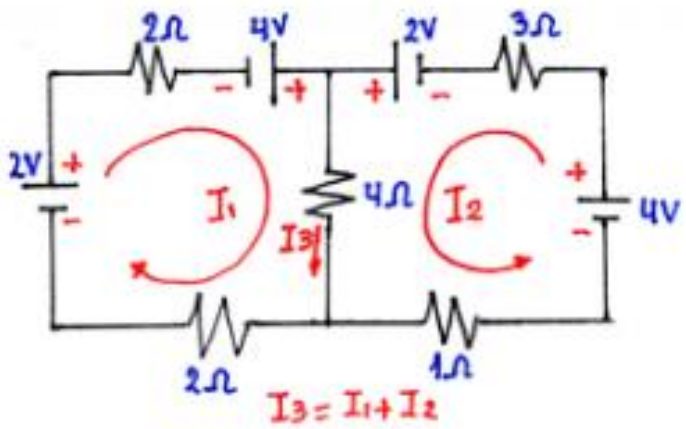


LEY DE CORRIENTES KIRCHHOFF (KCL)

El número mínimo es uno menos que el número de nodos independientes de la red. Para los propósitos de este análisis, un nodo es la unión de dos o más ramas, donde una rama es cualquier combinación de elementos en serie.



LEY DE CORRIENTES KIRCHHOFF (KCL)



Determine todas las corrientes y voltajes de la red

$$\sum V = 0$$

Malla 1: $\sum V = \sum IR$

$$2V + 4V = 2I_1 + 2I_1 + 4(I_1 + I_2)$$

$$6V = 2I_1 + 2I_1 + 4I_1 + 4I_2$$

$$\boxed{6V = 8I_1 + 4I_2} \quad ①$$

Malla 2: $\sum V = \sum IR$

$$4V + 2V = 3I_2 + 1I_2 + 4(I_1 + I_2)$$

$$6V = 3I_2 + 1I_2 + 4I_1 + 4I_2$$

$$\boxed{6V = 8I_2 + 4I_1} \quad ②$$

① = ②

$$8I_1 + 4I_2 = 8I_2 + 4I_1$$

$$8I_1 - 4I_1 = 8I_2 - 4I_2$$

$$4I_1 = 4I_2$$

$$I_1 = I_2$$

① $6V = 8I_1 + 4I_2$

$$6V = 8I_1 + 4I_1$$

$$6V = 12I_1$$

$$I_1 = 0{,}5A$$

$$I_2 = 0{,}5A$$

$I_3 = I_1 + I_2$

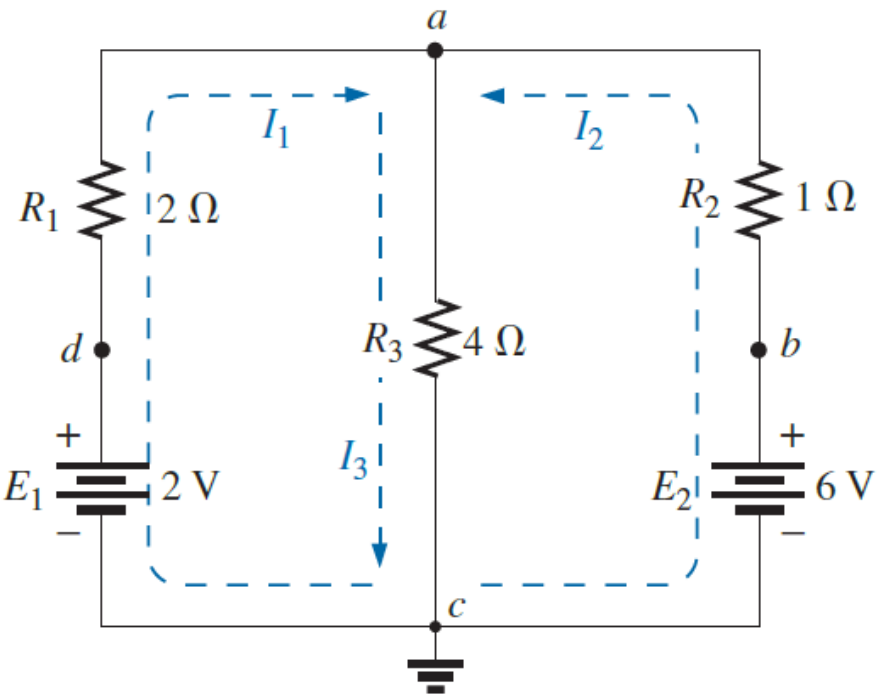
$I_3 = 0{,}5A + 0{,}5A$

$I_3 = 1A$

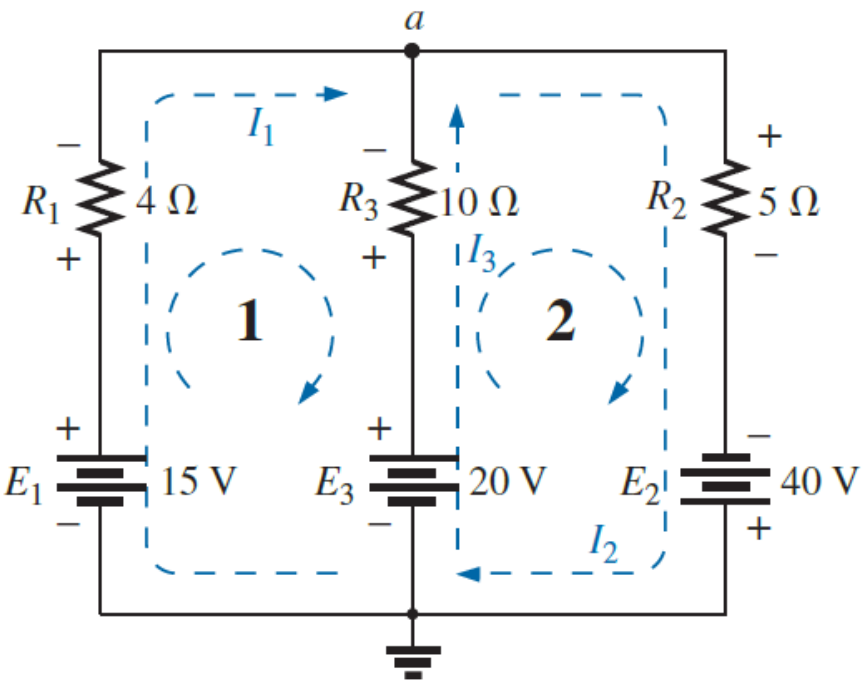
LEYES DE KIRCHHOFF

Ejercicios prácticos

1.

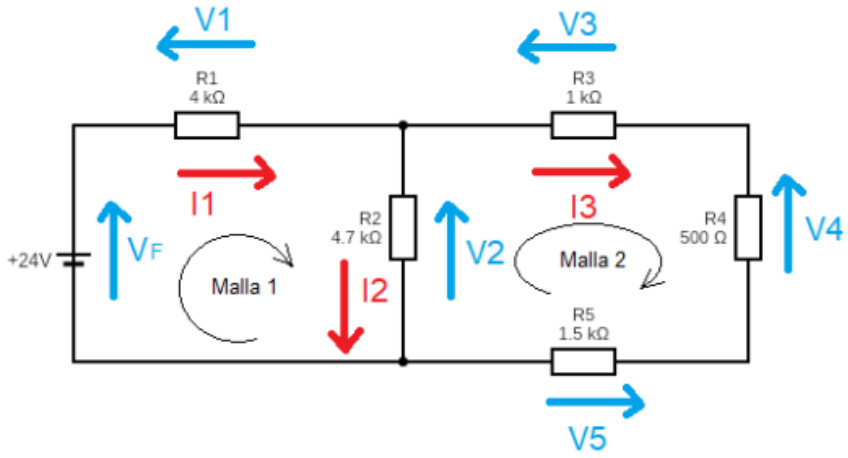


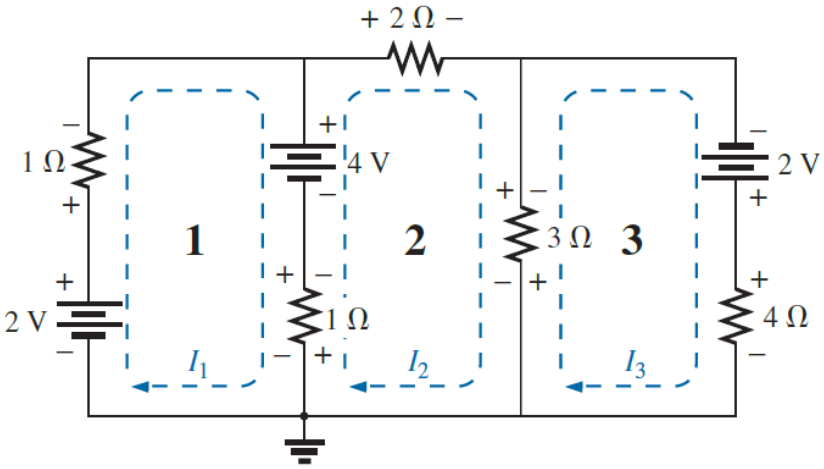
2.

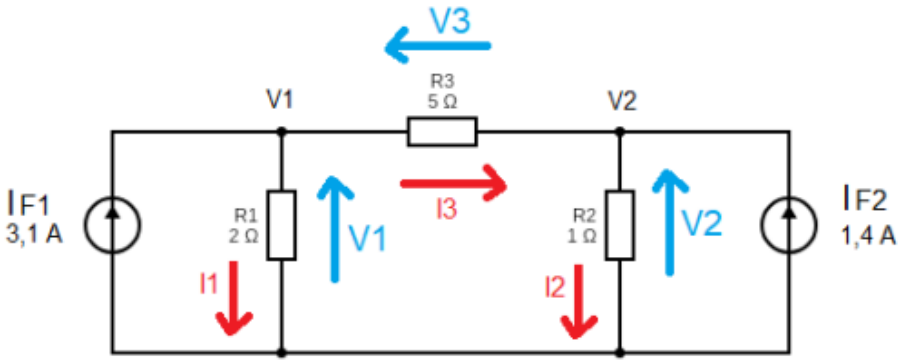


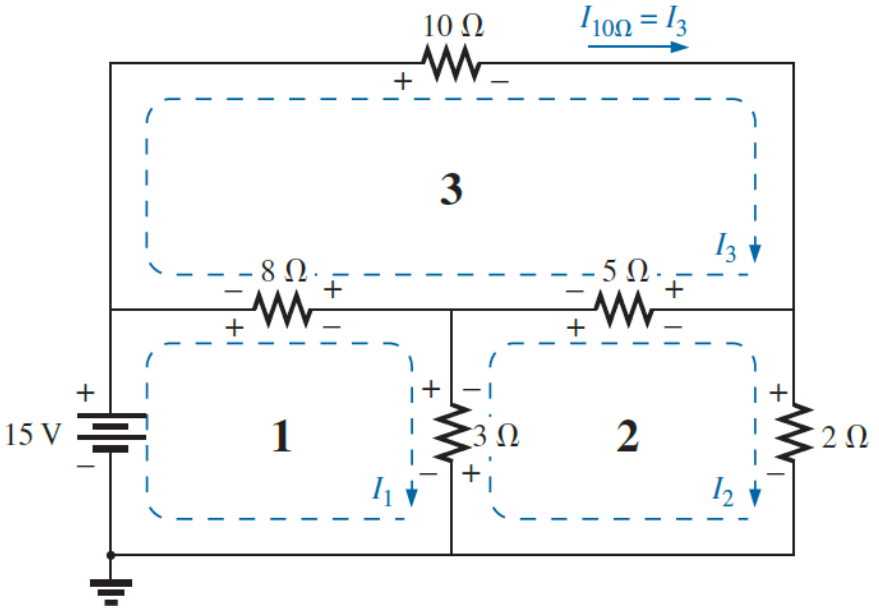
LEYES DE KIRCHHOFF

Analice los siguientes circuitos



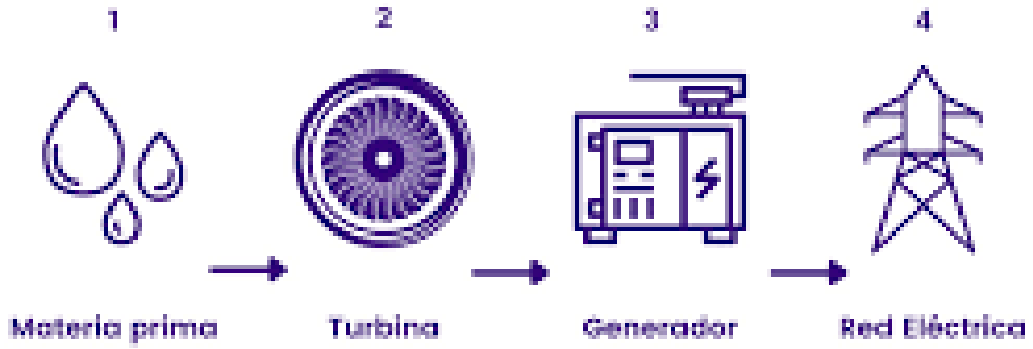






Generación Eléctrica

La generación de energía eléctrica engloba al conjunto de procesos distintos a través de los cuales puede producirse electricidad, o lo que es lo mismo, transformar otras formas de energía disponibles en la naturaleza (energía química, cinética, térmica, lumínica, nuclear, etc.) en energía eléctrica aprovechable.



Energías renovables

Son aquellas fuentes energéticas basadas en la utilización del sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal. Se caracterizan por no utilizar combustibles fósiles.

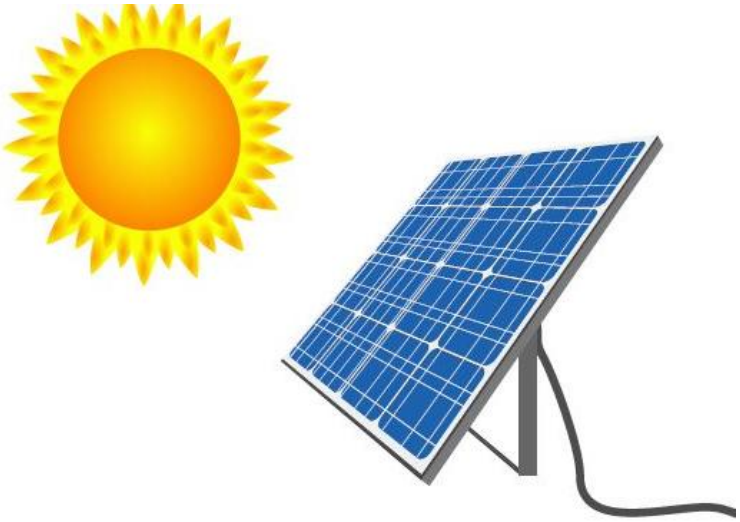


Energía Solar

La energía solar es la que se obtiene de la luz o del calor del sol. Las formas de uso de la energía solar pueden ser muy diversas

Solar Fotovoltaica: transforma en forma directa la radiación del sol y se convierte en electricidad, por medio de paneles fotovoltaicos.

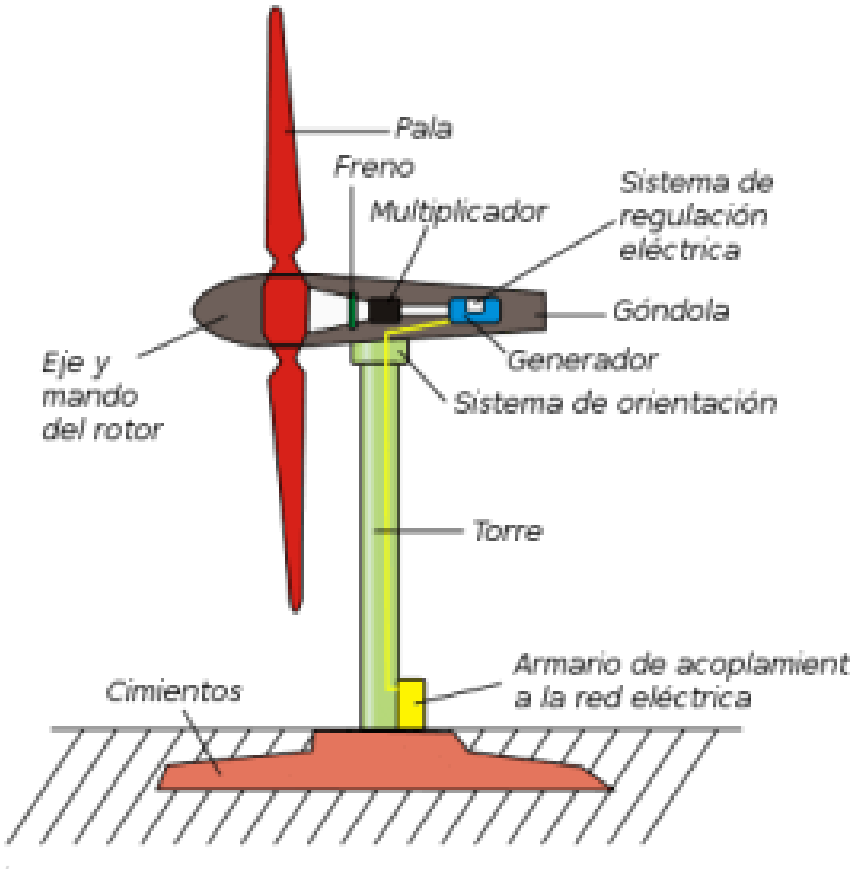
Solar Termoeléctrica: también se conoce como termo solar, en este caso se aprovecha la energía solar para producir calor y con ella se pude calentar agua y cocinar alimentos. La energía del sol se concentra por medio del uso de espejos o lentes.



Energía Eólica

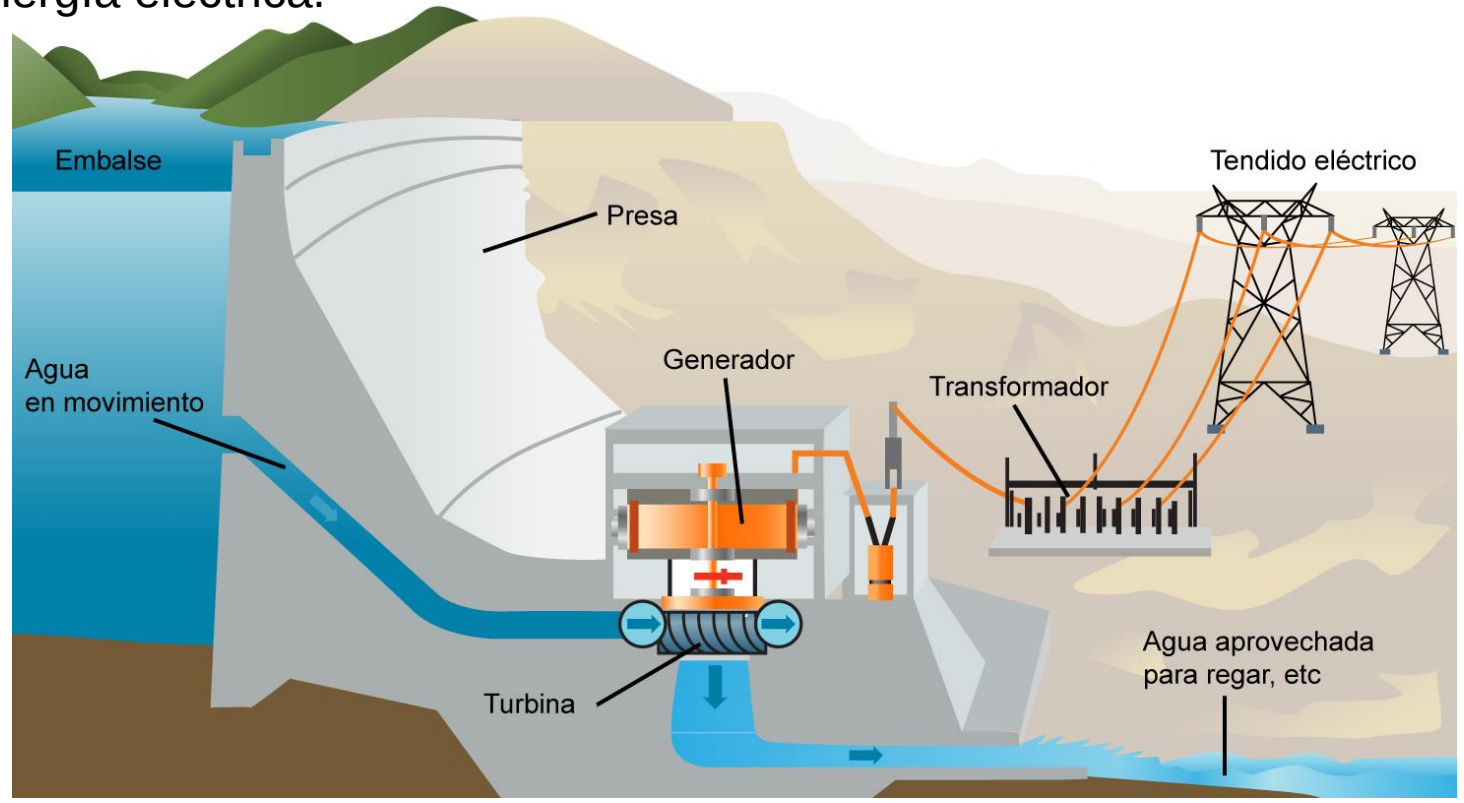
Es la energía que se logra producir aprovechando la fuerza del viento, el viento mueve los rotores o molinos que están conectados a generadores de electricidad.

La energía eólica se usa para mover grandes parques energéticos, pero también puede usarse la aplicación minieólica que mueve generadores de potencia inferior a 100 KW, lo que permite adaptarse a las necesidades de consumo de cada lugar en específico, que no necesite usar grandes cantidades o que sean zonas aisladas.



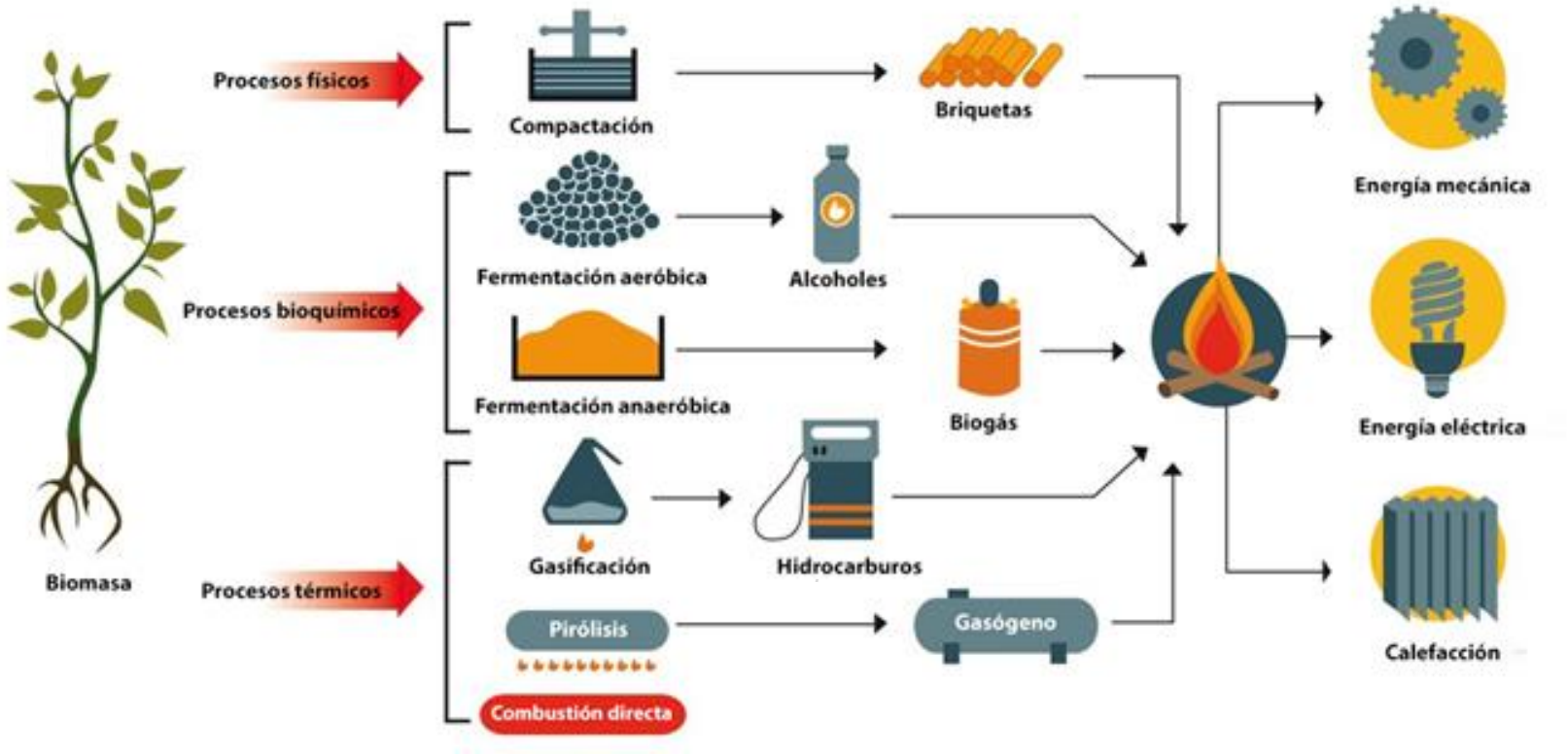
Energía Hidráulica

Es la energía obtenida con el uso de las corrientes de ríos o de agua dulce, también se le llama energía hidroeléctrica. Usualmente se genera en presas y por la energía cinética que produce la fuerza del agua que mueve las turbinas que producen electricidad. Ha sido una de las formas más antiguas que se han usado para producir energía eléctrica.



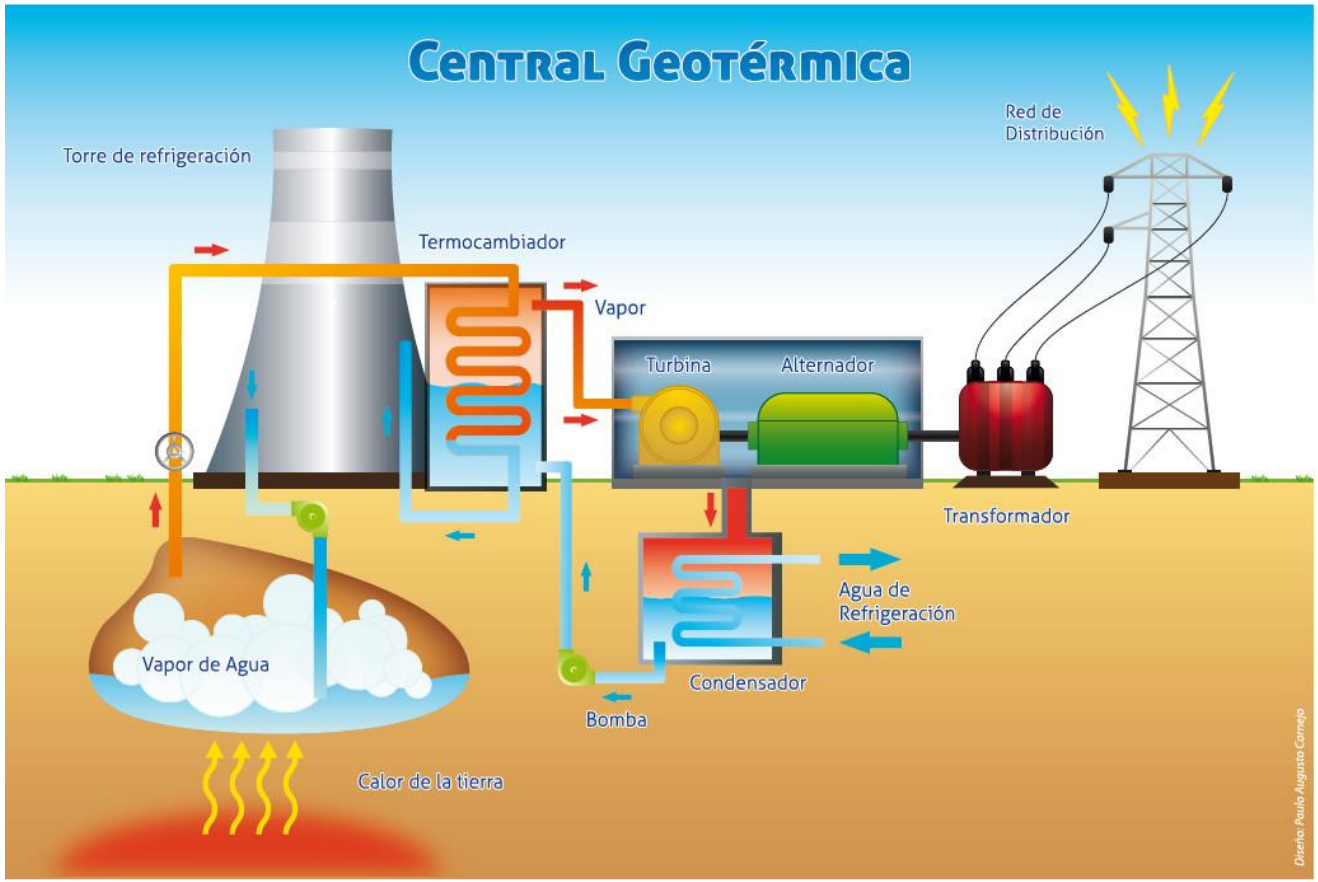
Energía Biomasa o Biogás

Esta forma de energía se obtiene por medio del uso de materia orgánica. Se produce por combustión de desechos orgánicos de origen animal o vegetal, es una forma ecológica y económica de producir el movimiento de motores de combustión interna. Como fuente energética también produce energía eléctrica, agua caliente y calefacción.



Energía Geotérmica

Es la energía depositada en forma de calor en el interior de la tierra, puede usarse para producir calor y energía eléctrica. Se encuentra disponible las 24 horas del día en yacimientos ubicados en el interior de la superficie terrestre, por lo regular en los volcanes.



Ventajas de las Energías Renovables

Son innumerables las ventajas que se pueden obtener con el uso de las energías no renovables, pero las podemos resumir en las siguientes:

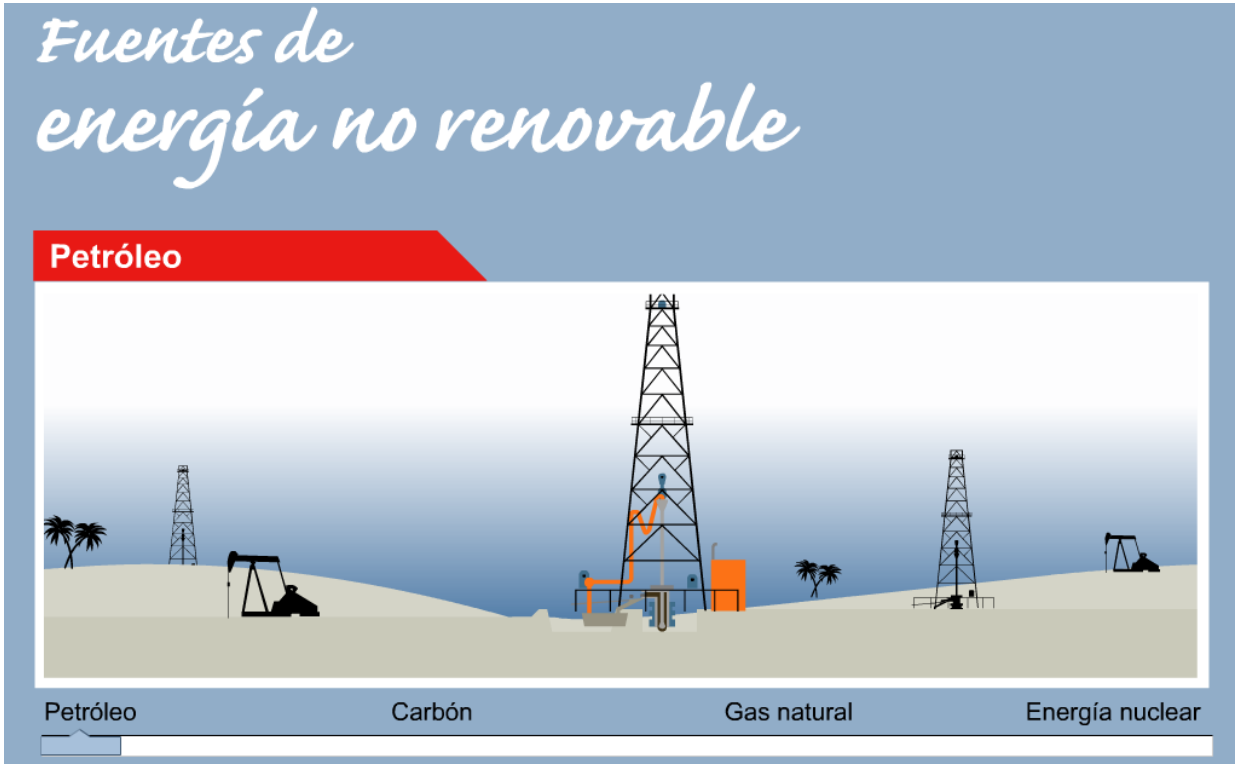
•**No emiten gases de efecto invernadero:** es una de las soluciones más limpias para producir energía. El hecho de no contaminar el ambiente las convierte en una de las mejores opciones para conservar y preservar el medio ambiente.

•**Disminuyen la dependencia energética**: el sol, el agua y el viento se encuentra en cualquier lugar del mundo, a diferencia de los combustibles fósiles que sólo se encuentran en ciertos lugares del planeta, por lo que los países que no los poseen los tienen que importar de otras naciones.

•**No se terminan:** como provienen de los recursos naturales, se puede usar cuanto se quiera y siguen siendo renovables. Por esa razón se consideran como una opción sostenible para el uso de energía en el futuro para toda la humanidad.

Energías NO renovables

La energía no renovable se refiere a las fuentes de energía que se encuentran en la naturaleza en una cantidad limitada y que se agotan a medida que se consumen, ó cuya tasa de utilización es muy superior al ritmo de formación natural del recurso. Además, Emisión de gases de efecto invernadero: principalmente carbono (CO2), pero también podríamos mencionar otros como el metano (CH4) o el óxido nitroso (N2O).



[Petróleo]

[Petroleo Biosiel]

[Gas Natural]

[Energía Nuclear]

Energías NO renovables

Desventajas

Estas fuentes de energía son limitadas y su extracción y uso conllevan impactos ambientales significativos, como la emisión de gases de efecto invernadero y residuos nucleares.

Debido a su agotamiento y sus efectos negativos en el medio ambiente, se promueve cada vez más el uso de fuentes de energía renovable.



Generación de energía eléctrica

Taller

1. ¿Cómo almacena energía un cuerpo inerte?
2. ¿Se pueden generar energías menos costosas? ¿Qué impacto tienen en el medio ambiente?
3. ¿Qué efectos tiene la obtención de energía en el medio ambiente?
4. ¿Qué costo tiene la energía solar?

1. ¿Dónde se generan los mayores gastos de energía en tu comunidad? ¿Qué tipo de energía se gasta más?
2. ¿Cuál es el tipo de energía que más se utiliza en tu casa? ¿y en tu comunidad? ¿Por qué crees que se utilice ese tipo de energía?
3. ¿Cómo generarías la energía más eficiente usando distintos recursos renovables y no renovables?
4. ¿Cómo puedes medir el gasto de energía que se tiene en tu hogar? ¿Podrías valorar el gasto por aparato? ¿Qué otras cosas gastan energía?

Generación de energía eléctrica

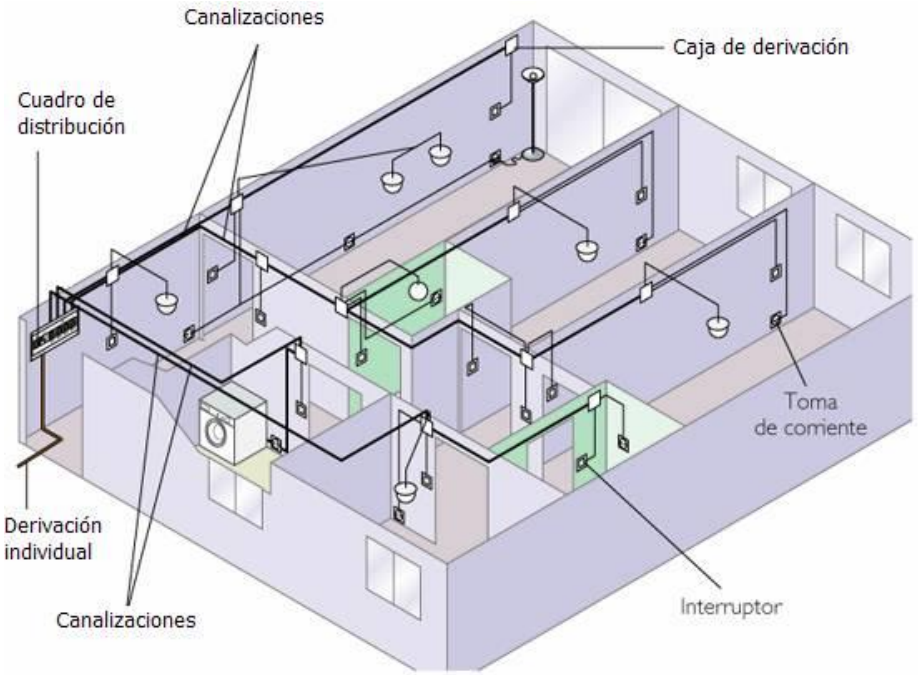
Taller

5. ¿Qué beneficios tiene la energía nuclear?
6. ¿Cómo se forma el petróleo?
7. ¿Cómo almacenarías la energía que vienen de los rayos en una tormenta eléctrica?
8. ¿Cuál es la relación del costo beneficio de la energía eólica? ¿Puede tener perjuicios ambientales la energía eólica?
9. Si nuestro planeta es prioritariamente agua, ¿es ésta nuestra principal fuente de energía? ¿Por qué?
10. ¿A partir de que elementos se pueden generar biocombustibles?

5. ¿Cómo puedes evaluar los resultados de un programa de eficiencia energética en tu hogar?
6. ¿Cómo conservan energía en tu escuela? ¿Qué estrategias podrían implementar para conservar más energía?
7. ¿Qué tipo de energía se podría implementar en tu comunidad? ¿Qué se necesitaría para implementarla?
8. ¿Qué elementos deberías considerar para conocer el costo/beneficio de las distintos tipos de energía en tu comunidad?
9. ¿Qué recursos energéticos tiene tu país? ¿En relación a otros países, tiene muchos o pocos recursos?
10. ¿Cómo pueden resolver el problema de energía los países que no cuentan con grandes cantidades de fuentes de energía?

Instalaciones Eléctricas

El conjunto de elementos que intervienen desde el punto de alimentación de la empresa suministradora del servicio hasta el ultimo punto de una casa en donde se requiere el servicio eléctrico, constituye lo que se conoce como las componentes de una **INSTALACIÓN ELÉCTRICA**.



Cumplir con las normas:

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE

exigencias y especificaciones que garanticen la seguridad de las instalaciones eléctricas con base en su buen funcionamiento; la confiabilidad, calidad y adecuada utilización de los productos

NTC 2050

busca garantizar que las instalaciones, equipos y productos usados en la generación, transmisión, transformación, distribución y uso final de la energía eléctrica

Partes del sistema eléctrico

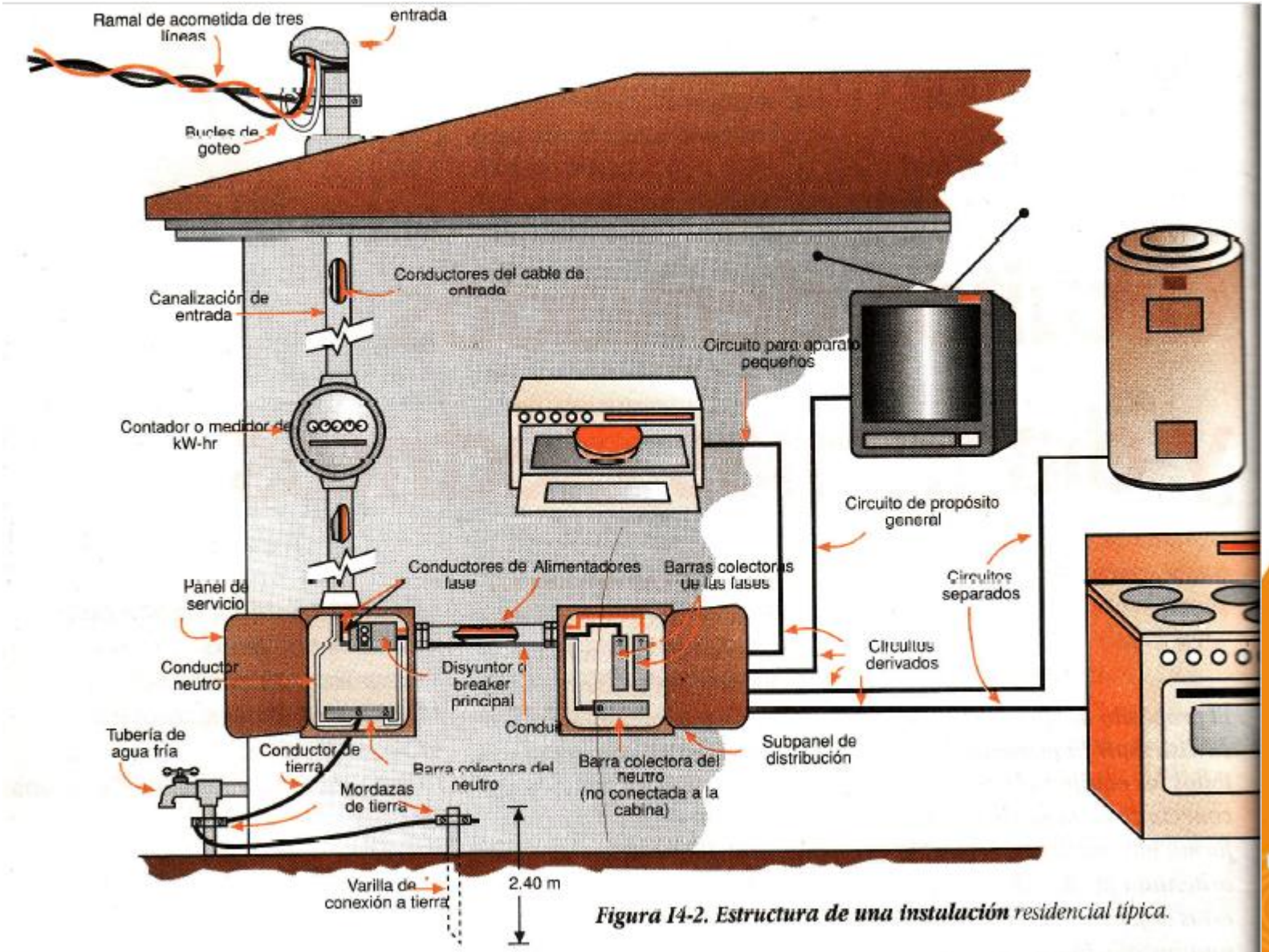
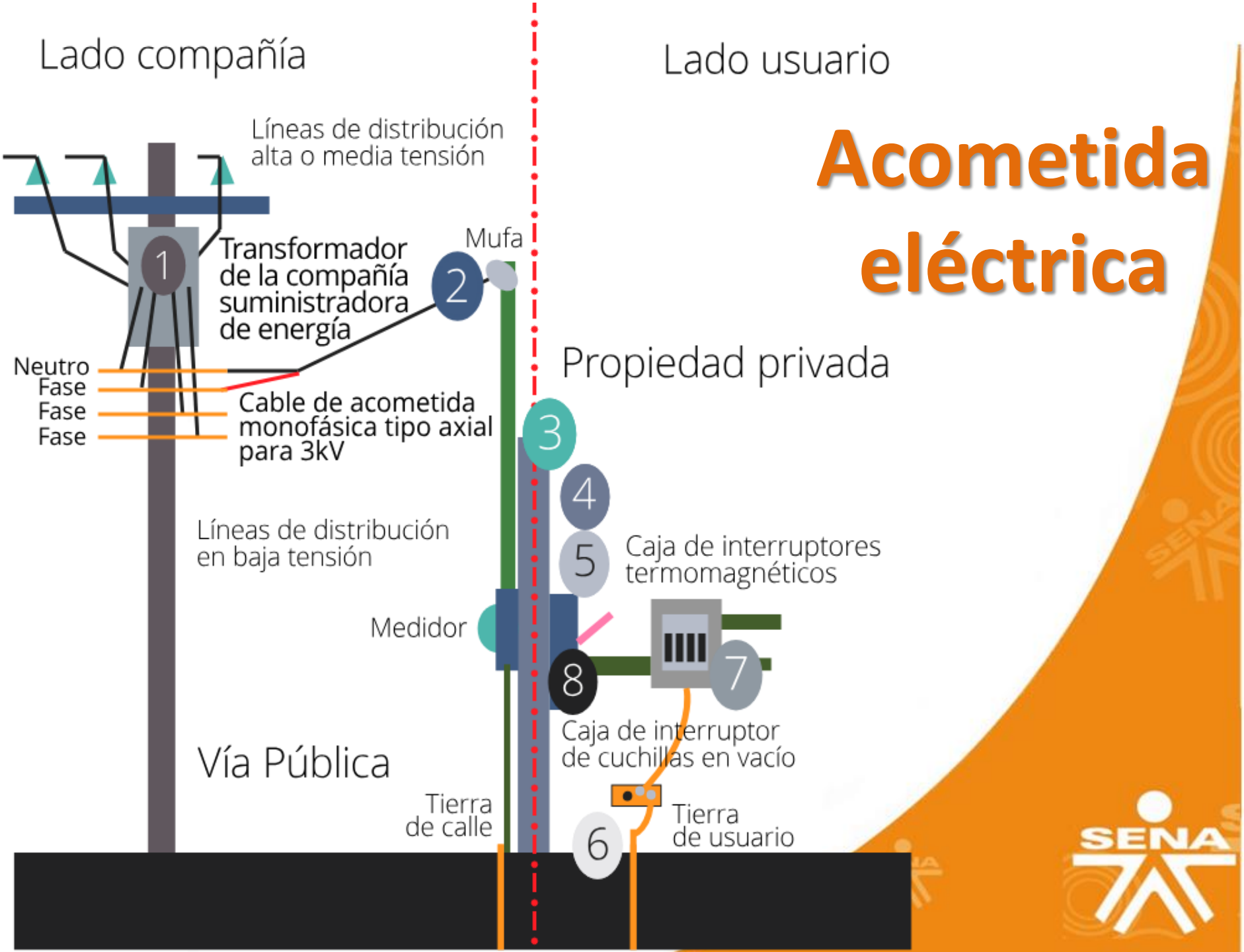
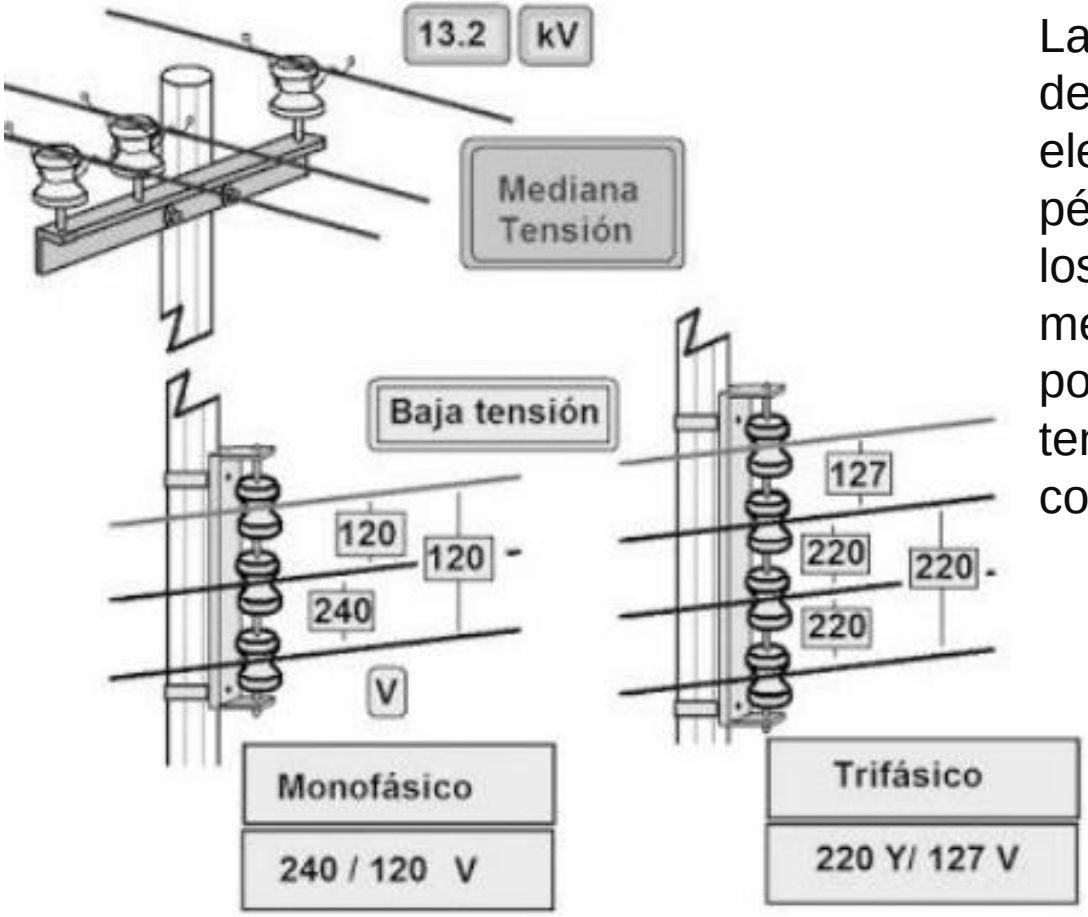


Figura I4-2. Estructura de una instalación residencial típica.

Acometida eléctrica



DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA



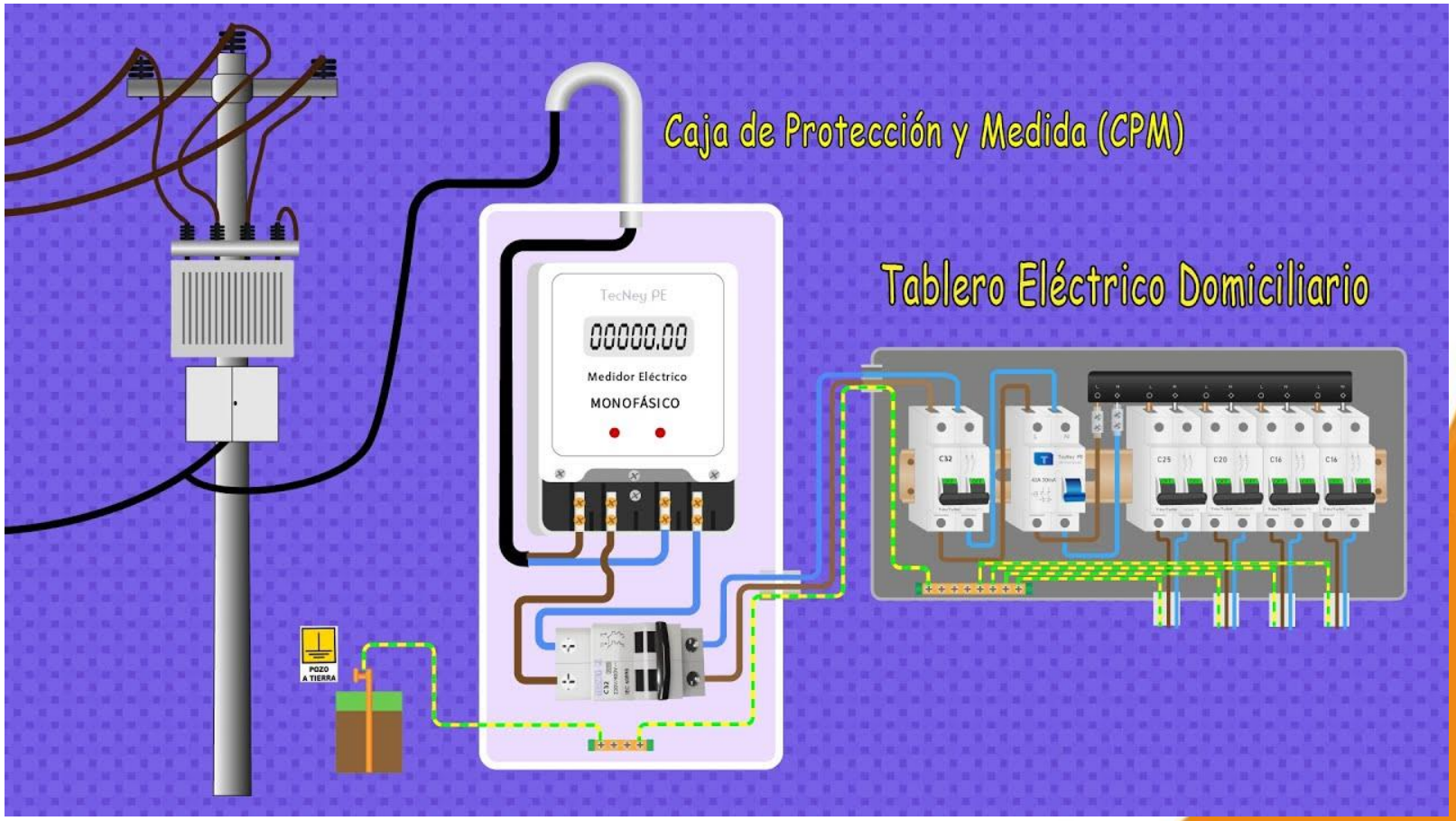
Distribución de la energía eléctrica

La tensión eléctrica de los alternadores de las plantas generadoras se debe elevar en alta tensión para evitar pérdidas en su trasmisión, al llegar a los centros de población se trasforma a mediana tensión para su subtrasmisión, por último se transformada a baja tensión y para distribuirla a los consumidores.

Tipo de sistema	No. de hilos	Tensión Eléctrica
Baja tensión	Monofásico	240 / 120 V
Baja tensión	Trifásico	220 Y/ 127 V
Mediana Tensión	Trifasico	13.2 Y / 7.62 kV 22.86Y/13.2 kV 33 Y /19.05 kV

Valores de tensión eléctrica de subtrasmisión y distribución

Medidores eléctricos



Medidor eléctrico

Un contador de servicio mide la energía total consumida en un circuito eléctrico. Es parecido al vatímetro, pero se diferencia de este en que la bobina móvil se reemplaza por un rotor, controlado por un regulador magnético, gira a una velocidad proporcional a la cantidad de potencia consumida. El eje del rotor esta conectado con engranajes a un conjunto de indicadores que registran el consumo total en vatios por hora. Los contadores se pueden clasificar de acuerdo al numero de fases que registran, en este sentido pueden ser: Monofásicos, bifásicos y trifásicos.

Medidor eléctrico



Marca

Contador de Energía

Tipo de Medidor

Número de Medidor

Diagrama Eléctrico

Bornera de Conexión

Precintos de Seguridad

Linea (Entrada de Tensión)

Carga (Salida de Tensión)

Tipos de medidores eléctricos

Existen medidores electromecánicos y electrónicos. Los medidores electromecánicos utilizan bobinados de corriente y de tensión para crear corrientes parásitas en un disco que, bajo la influencia de los campos magnéticos, produce un giro que mueve las agujas de la carátula. Los medidores electrónicos utilizan convertidores analógico-digitales para hacer la conversión.

Clasificación

De acuerdo con su construcción

1. **Medidores de inducción (Electrónicos):** Es un medidor en el cual las corrientes en las bobinas fijas reaccionan con las inducidas en un elemento móvil, generalmente un disco, haciéndolo mover. El principio de funcionamiento es muy similar al de los motores de inducción y se basa en la teoría de la relación de corriente eléctrica con los campos magnéticos.

2. **Medidores estáticos (Electrónicos):** Medidores en los cuales la corriente y la tensión actúan sobre elementos de estado sólido (electrónicos) para producir pulsos de salida y cuya frecuencia es proporcional a los Vatios-hora ó Var-hora.

Conexión a la RED

•**Medidor monofásico bifilar:** Se utiliza para el registro de consumo en una acometida que tenga un solo conductor activo o fase y un conductor no activo o neutro.

•**Medidor monofásico trifilar:** Se utiliza para el registro del consumo de una acometida monofásica de fase partida (120/240 V) donde se tienen dos conductores activos y uno no activo o neutro.

•**Medidor bifásico trifilar:** Se utiliza para el registro del consumo de energía de una acometida en B.T de dos fases y tres hilos, alimentadas de la red de B.T de distribución trifásica.

•**Medidor trifásico tetrafilar:** Se utiliza para el consumo de energía de una acometida trifásica en B.T de tres fases y cuatro hilos.

•**Medidor trifásico trifilar:** Se utiliza para el registro de consumo de energía de una acometida trifásica de tres fases sin neutro.

Cálculo de medición

Conceptos Clave

•**Voltaje (V)**: La diferencia de potencial eléctrico medida en voltios (V).

•**Corriente (I)**: La cantidad de flujo de carga eléctrica medida en amperios (A).

•**Potencia (P)**: La tasa a la que se consume o se genera energía medida en vatios (W) o kilovatios (kW).

Se calcula como $P = V \times I$

•**Energía (E)**: La cantidad total de energía consumida medida en vatios-hora (Wh) o kilovatios-hora (kWh).

Se calcula como $E = P \times t$

t = tiempo en horas

Cálculo de medición

1. **Determinar la Potencia en kW**:
   - Si conoces el voltaje (V) y la corriente (I), puedes calcular la potencia utilizando la fórmula:

$$P(\text{kW}) = \frac{V(\text{V}) \times I(\text{A})}{1000}$$

2. **Medir el Tiempo de Consumo**:
   - Determina el período durante el cual el dispositivo o la instalación eléctrica ha estado en uso. El tiempo debe medirse en horas (h).

3. **Calcular la Energía Consumida**:
   - Multiplica la potencia (en kW) por el tiempo (en horas) para obtener el consumo de energía en kilovatios-hora (kWh):

$$E(\text{kWh}) = P(\text{kW}) \times t(\text{h})$$

Ejemplo

Supongamos que tienes un dispositivo eléctrico que opera a 230 V y consume una corriente de 10 A.
El dispositivo ha estado en funcionamiento durante 5 horas.

1. **Calcular la Potencia:**

$$P(\text{kW}) = \frac{230\ \text{V} \times 10\ \text{A}}{1000} = 2.3\ \text{kW}$$

2. **Calcular la Energía Consumida:**

$$E(\text{kWh}) = 2.3\ \text{kW} \times 5\ \text{h} = 11.5\ \text{kWh}$$

Por lo tanto, el consumo de energía de este dispositivo durante 5 horas es de 11.5 kWh.

Gimnasia mental

Realiza los siguientes cálculos de medición

1. Halla la potencia y la energía consumida

Datos:
•Voltaje (V): 120 V
•Corriente (I): 5 A
•Tiempo (t): 8 horas

2. Halla la energía consumida

Datos:
•Potencia (P): 1500 W
•Tiempo (t): 150 horas

3. Halla la energía consumida

Datos:
•Potencia (P): 2 kW
•Tiempo (t): 350m

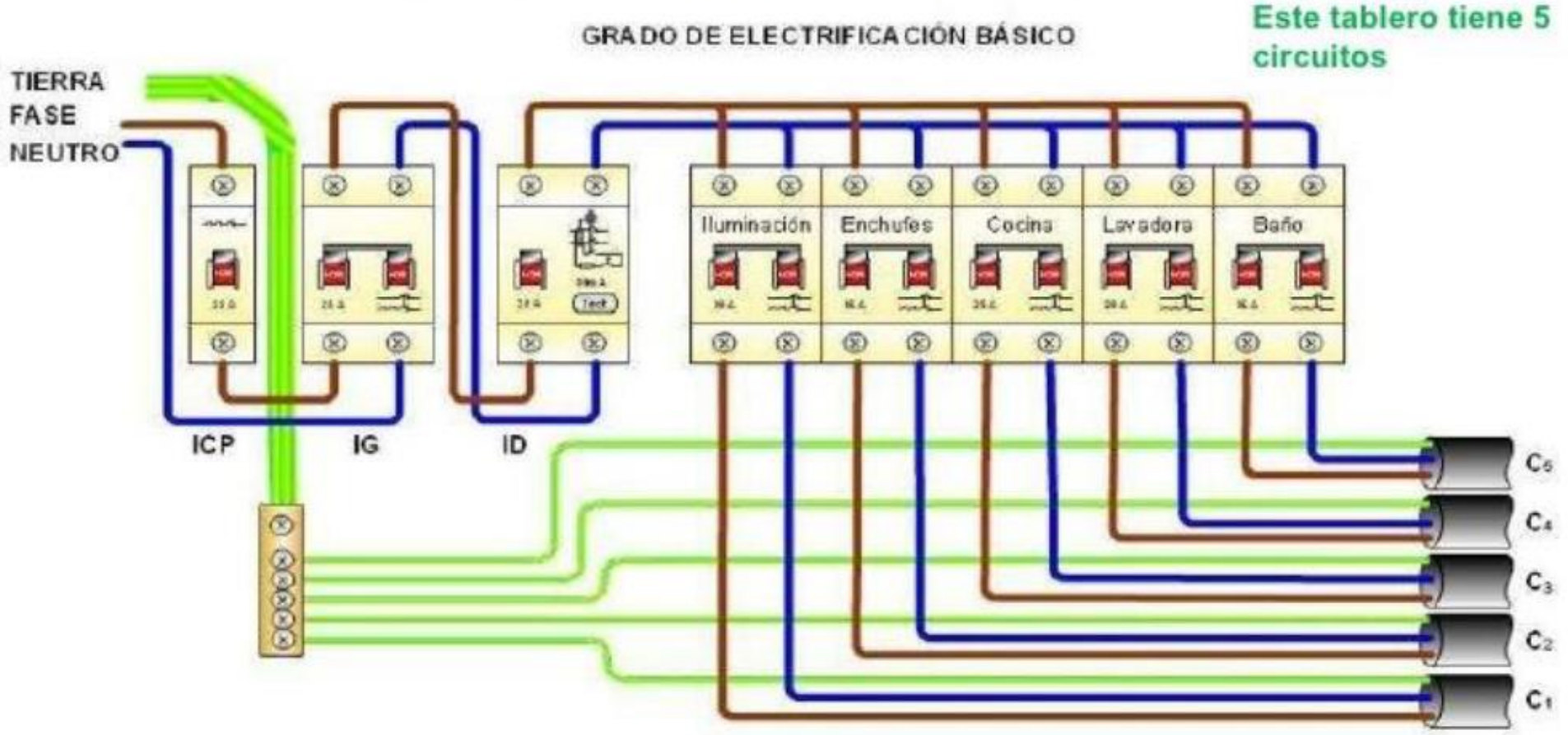
4. Halla la energía consumida

Datos:
•Potencia (P): 0.75 kW
•Tiempo (t): 90 minutos

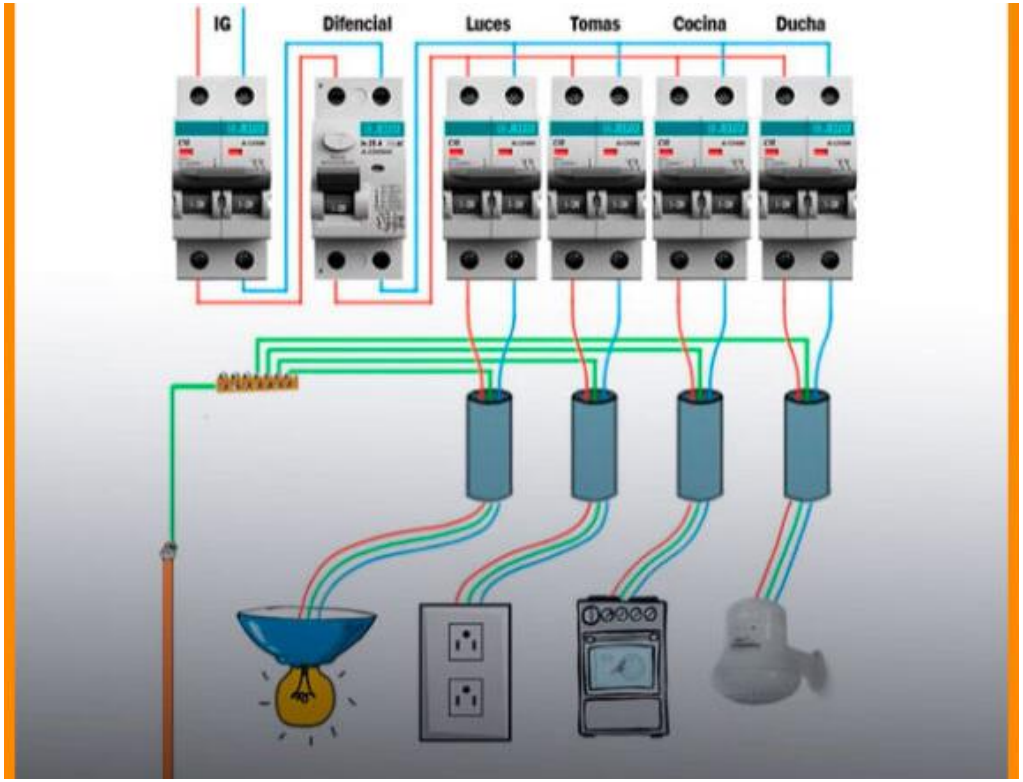
5. Halla la Potencia y la energía consumida

Datos:
•Voltaje (V): 230 V
•Corriente (I): 8 A
•Tiempo (t): 240m

Conexión Tablero Distribución



Conexión Tablero Distribución



Los tableros de distribución proporcionan energía corriente abajo en el sistema eléctrico ya sea directamente a cargas grandes o a paneles que dividirán aún más la energía a circuitos derivados más pequeños para alimentar cargas más pequeñas.

ICP Interruptor de control de potencia



El Interruptor de Control de Potencia (ICP) es un dispositivo instalado en la vivienda, siendo empleado para cortar el suministro cuando la potencia eléctrica se ha sobrepasado y esto ocurre al conectar una gran cantidad de electrodomésticos a la vez.

IG Interruptor General



Interruptor General Automático, cuyas funciones son proteger la vivienda y la instalación eléctrica de posibles sobrecargas o cortocircuitos.

El IGA corta inmediatamente el suministro eléctrico si detecta un exceso de potencia que pueda poner en riesgo la instalación.

IG Interruptor General protege instalaciones de corto-circuitos y sobre tensiones.

Interruptor Diferencial



Se activa cuando detecta una corriente de fuga a tierra, cortando el suministro eléctrico para prevenir riesgos de descargas eléctricas.

Conexión Tablero Distribución



Un tablero eléctrico industrial es un gabinete que contiene diversos componentes necesarios para el funcionamiento seguro y eficiente de una instalación eléctrica.

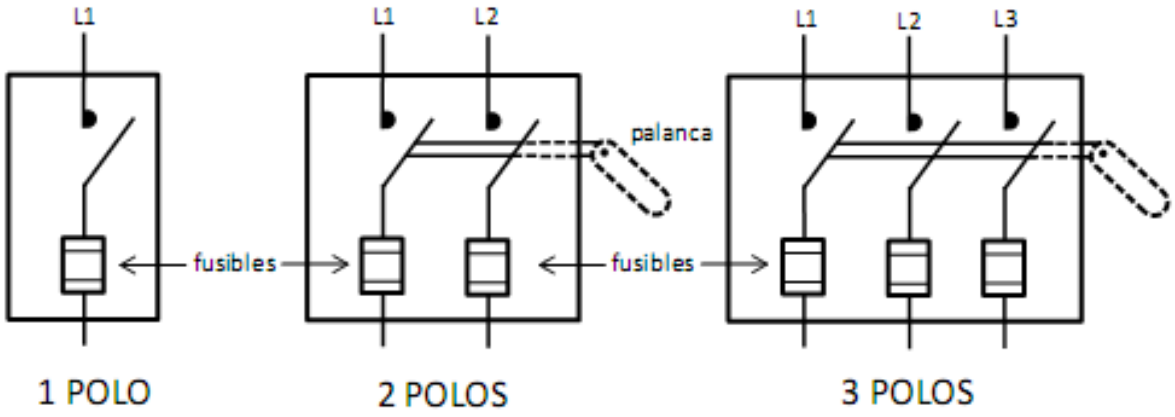
el gabinete, rieles metálicos, barras conductoras, canales y barreras de conexión; interruptores automáticos e interruptores diferenciales.

Centros de carga

Son receptáculos o cajas encargadas de distribuir, controlar y proteger a los circuitos que van a alimentar a determinadas cargas.

Los centros de carga pueden ser a base de interruptores de cuchilla o de termo-magnéticos, mejor conocidos como “breaker”.

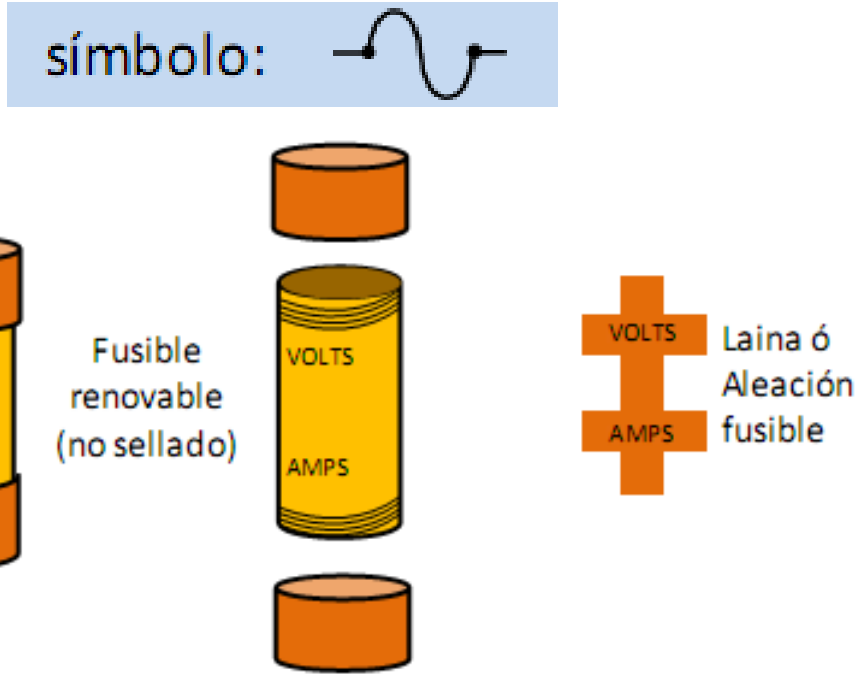
símbolo: 



Tipos de Fusibles

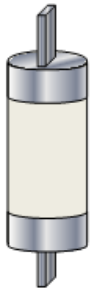
1. De cartucho 30, 60, 90, 100 Amperes

A) De un solo sello (Sellados) vienen gránulos que al quemarse no vuelve a funcionar
B) Renovables (NO sellados)

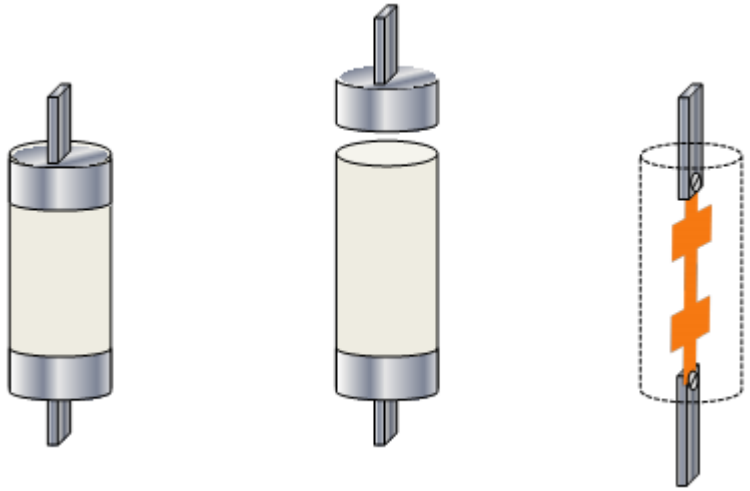


Tipos de Fusibles

1. Fusibles de Cuchilla (sellados)



2. Renovables (NO sellados)



Pasos para cambio de fusible

1.- Desconecte la carga del interruptor (en caso de que sea muy elevada)

2.- Baje la palanca del interruptor.

3.-Quite el fusible fundido con unas pinzas saca-fusibles.

4.- Verifique el voltaje y capacidad en amperes que tiene marcado el fusible y remplácelo por uno igual, o en su caso sustituya a laina. Nunca coloque fusibles de mayor o menor capacidad ni tampoco haga puentes.

5.- Antes de volverlos a colocar, verifique que la palanca del interruptor este bajada.

6.-Coloque el fusible en su posición y presione fuertemente, primero por un extremo y después por el otro

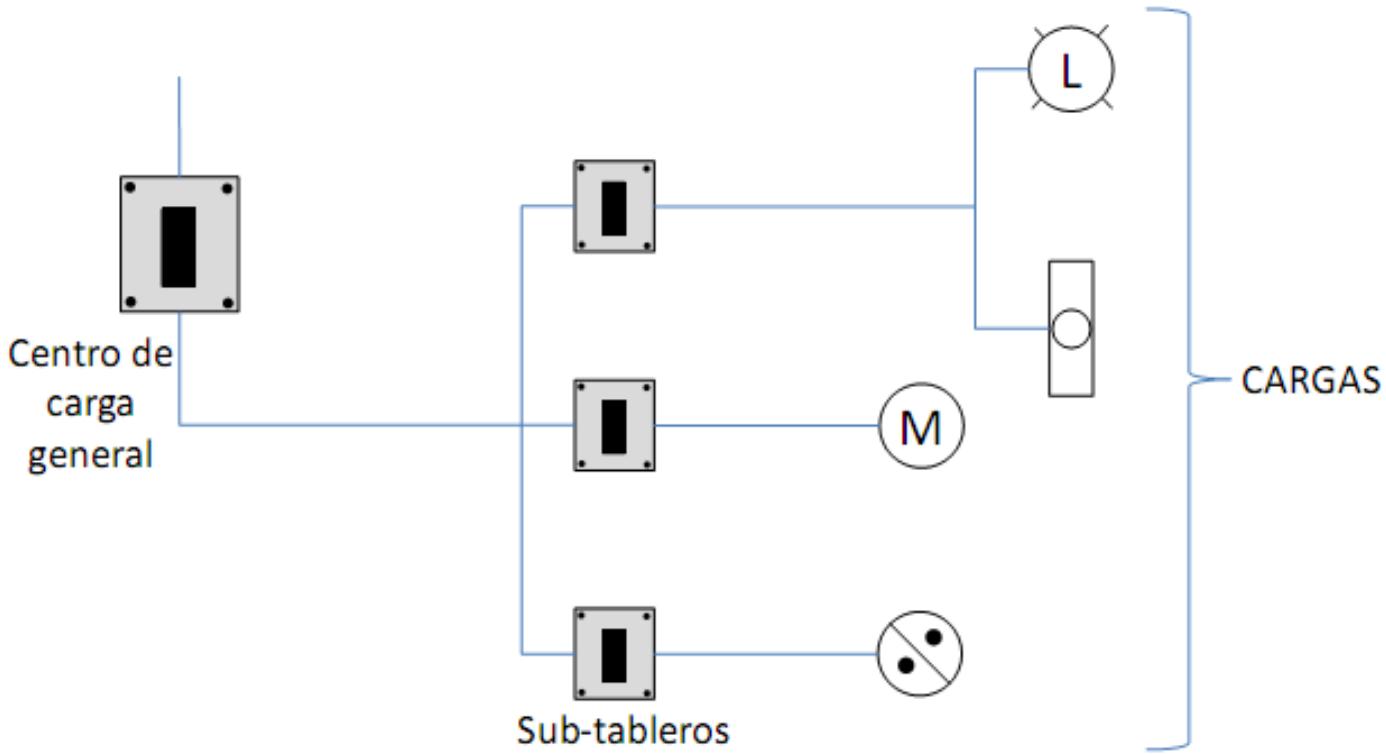
7.- Suba la palanca.

Centros de Carga Generales

El centro de carga o tablero principal (general) es aquel que controla y protege la totalidad de una instalación. Por lo tanto el rango de amperes del breaker único es el de mayor capacidad.

Llámese subtablero a aquel o a aquellos que dependen de la alimentación del tablero general y cuya función es también la de controlar y de proteger pero a determinados circuitos de cargas. Los rangos en amperes de sus breakers son de menos capacidad que el del general

Circuito Unifilar



Dispositivos para protección contra sobretensión

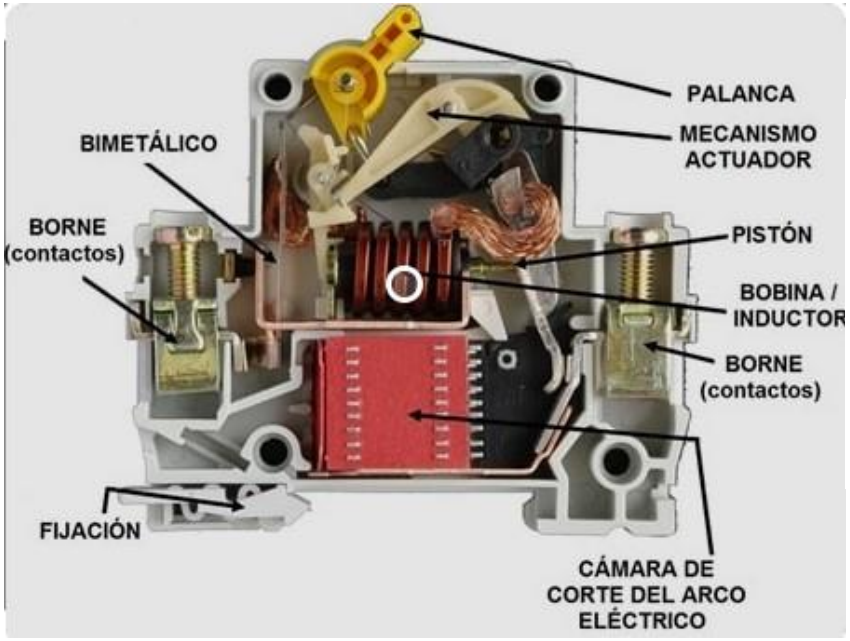
Dispositivo diseñado para proteger dispositivos eléctricos de picos de tensión ya que gestionan o administran la energía eléctrica de un dispositivo electrónico conectado a este.

Interruptor Termomagnético

Son dispositivos cuya función es interrumpir la corriente eléctrica de un circuito cuando detecta valores mayores a ciertos límites. protegiendo así al circuito eléctrico de sobrecargas y cortocircuitos.



Breaker







El breaker magnetotérmico, o interruptor magnetotérmico, es el dispositivo responsable de cortar el paso de la corriente eléctrica cuando esta supera un determinado umbral, fijado previamente. Funciona con base en los efectos magnéticos y térmicos producidos por la corriente en un circuito.

Breaker



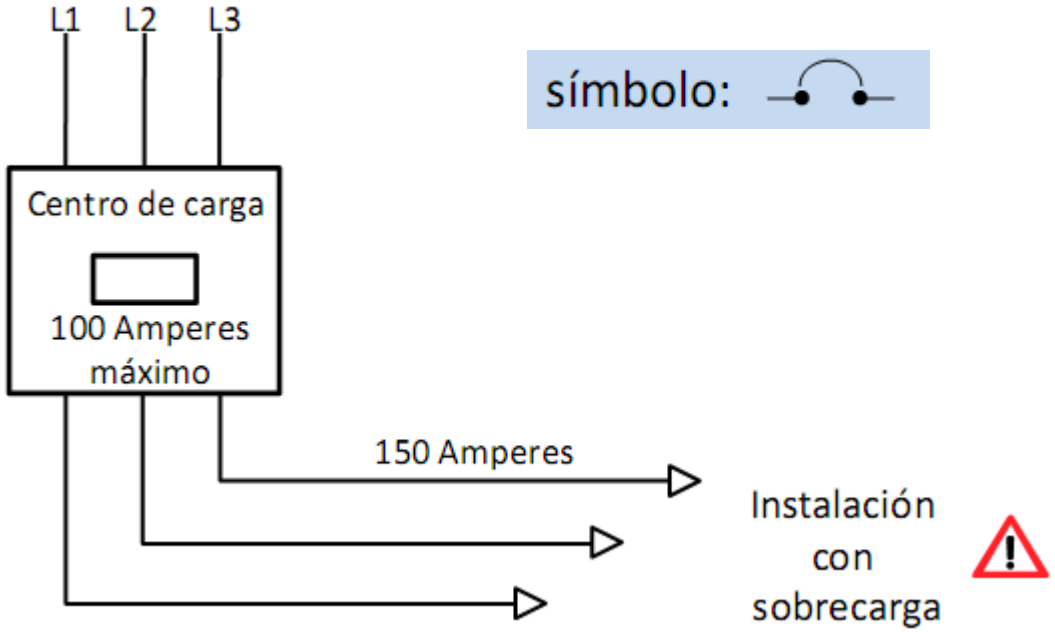
Son dispositivos de protección y control de las instalaciones. Los breakers protegen las instalaciones contra corto circuitos y sobrecargas eléctricas.

Termomagnéticos (Breaker)

Son dispositivos de protección y control de las instalaciones. Los breakers protegen las instalaciones contra corto circuitos y sobrecargas eléctricas.

SOBRECARGA ELÉCTRICA

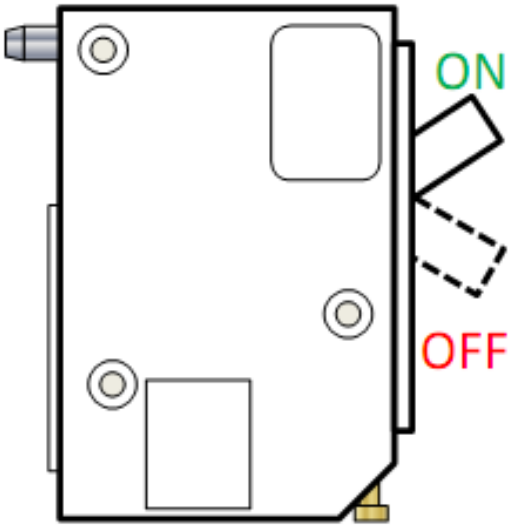
Es todo lo que provoca que un circuito tome una corriente peligrosa para la instalación.



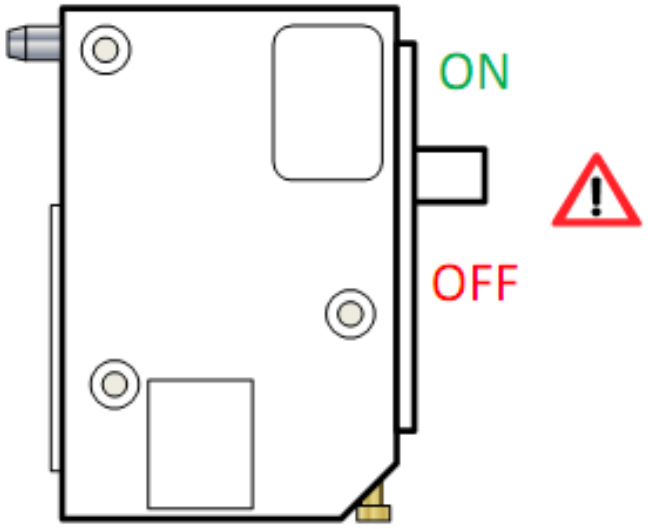
Termomagnéticos Breackers

Cuando un Breaker se dispara automáticamente, haga lo siguiente para reactivarlo.

Breaker activado

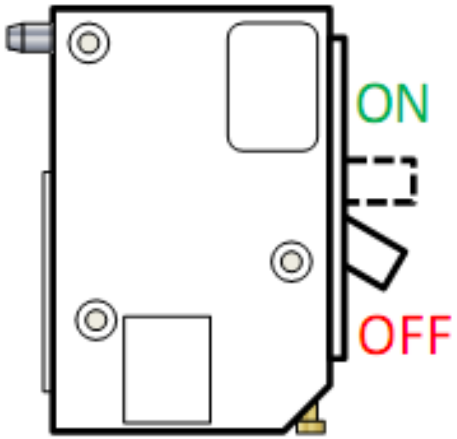


Breaker disparado

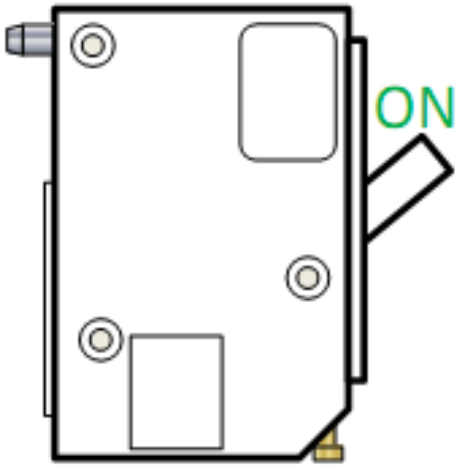


Termomagnético Breaker

1. Primero mueva la palanca a la posición de OFF para que enganche el mecanismo.



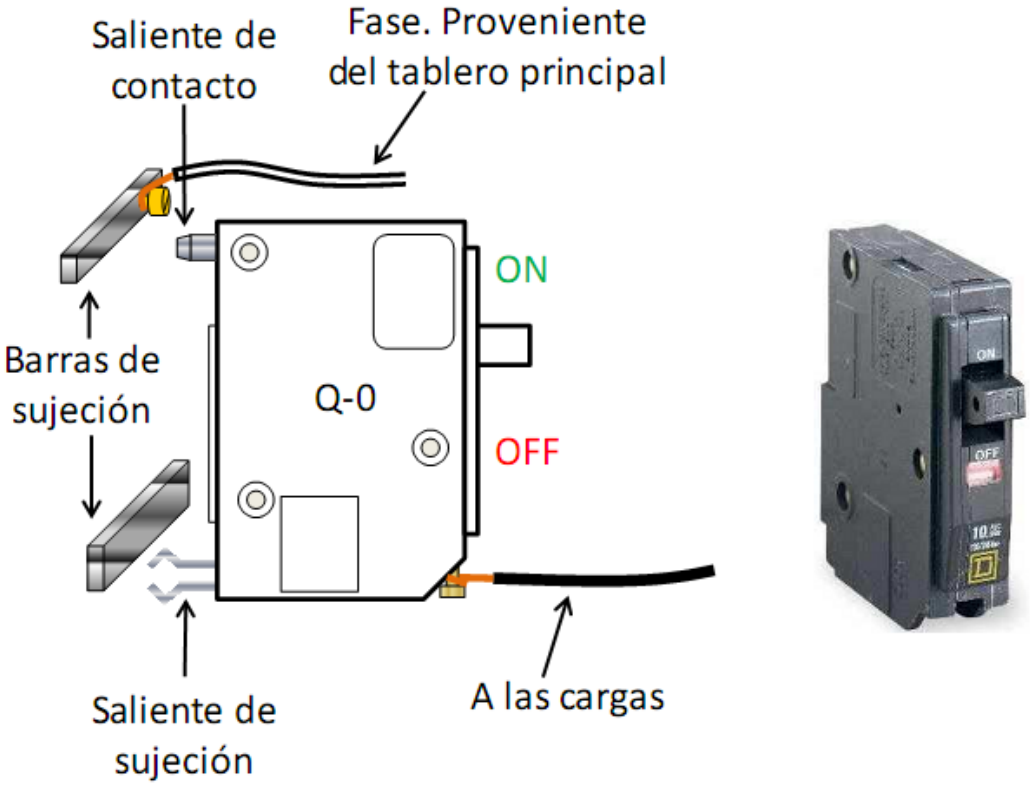
2. Mueva la palanca a la posición de ON



TIPOS DE TERMOMAGNÉTICOS

1. Termomagnético tipo Q-0

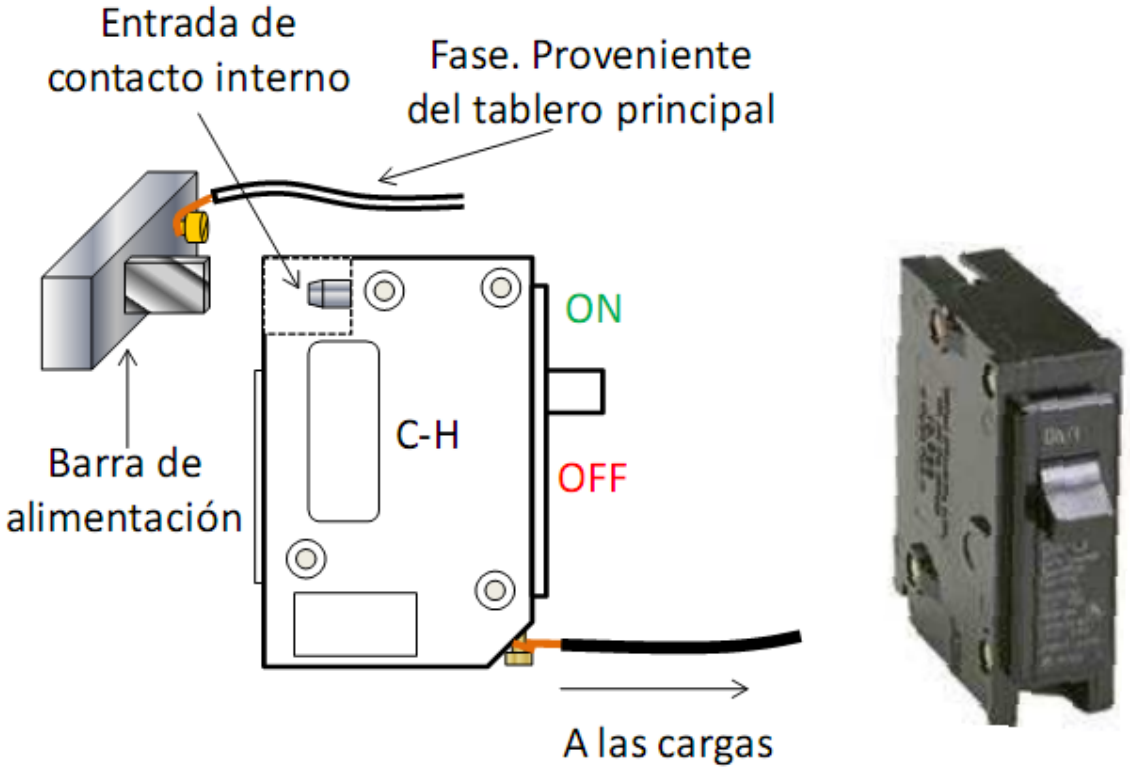
Se caracteriza por tener sus áreas de contacto por fuera del cuerpo para ensamblarse a la barra de alimentación del centro de carga. Estas salientes conectan a presión en la barra.



TIPOS DE TERMOMAGNÉTICOS

Termomagnético Tipo CH

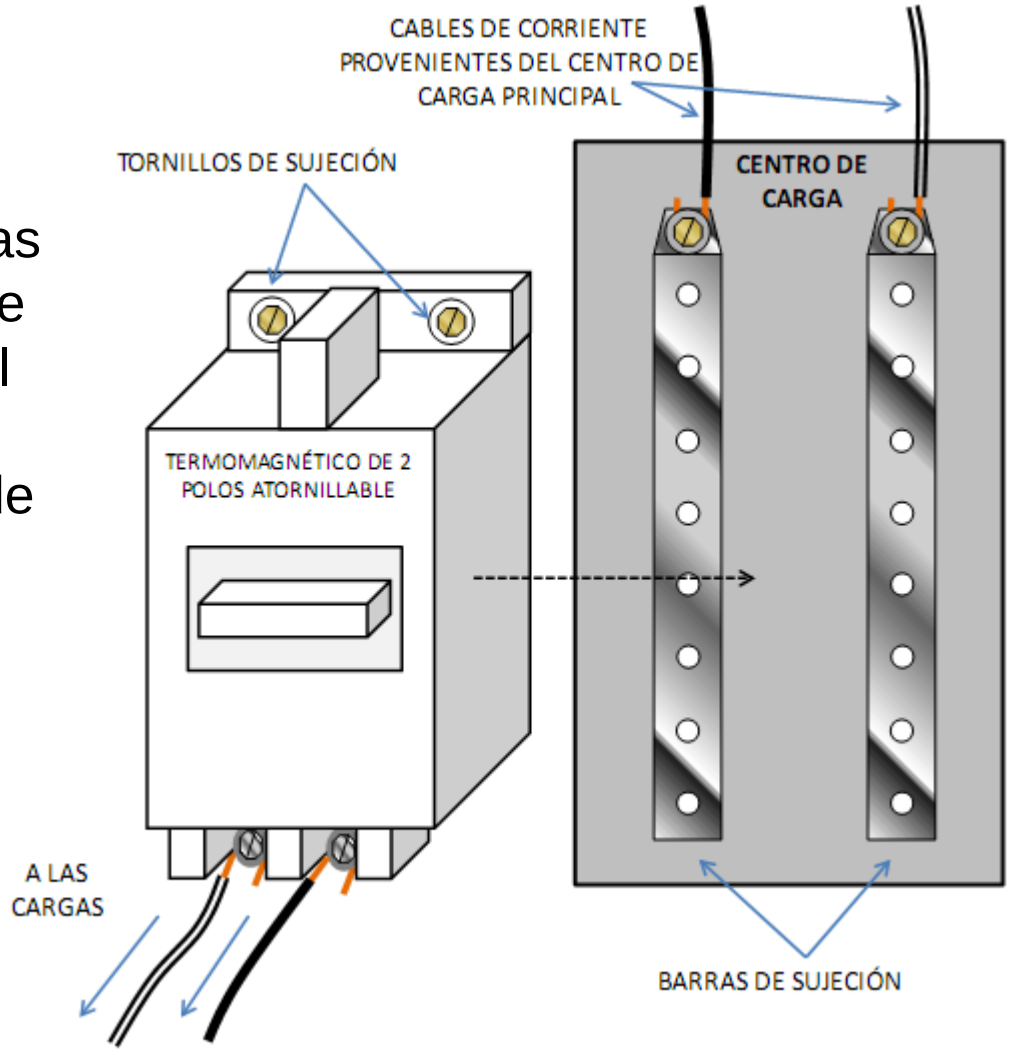
Se caracteriza por tener sus áreas de contacto de manera interna la cual ensambla a presión en una saliente de la barra para su alimentación en el centro de carga.



TIPOS DE TERMOMAGNÉTICOS

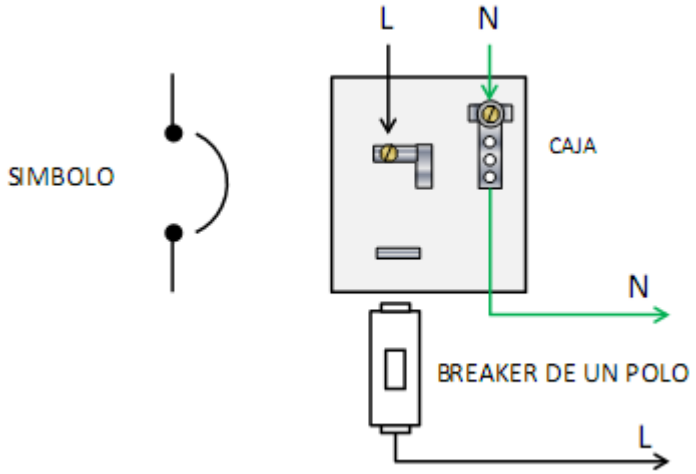
3. Termomagnéticos atornillables

Estos se conectan a las barras del centro de carga y luego se atornillan a las mismas con el propósito de establecer una conexión más firme que las de entrada a presión. Se recomienda usar este tipo de termomagnéticos de 100 amperes en adelante.

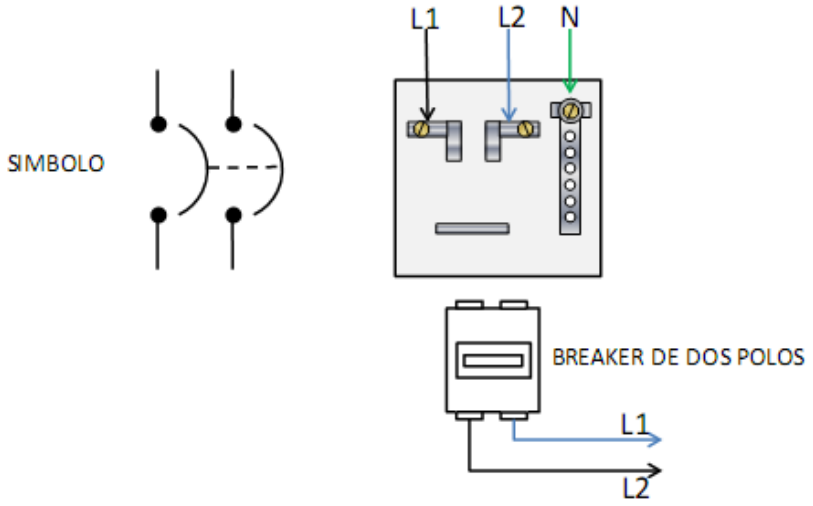


ALIMENTACION DE CARGAS EN TABLERO

1. Alimentación Monofásica 120V

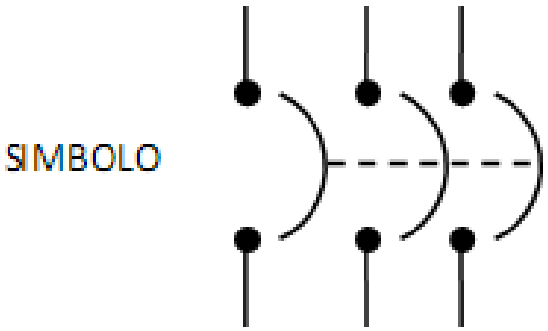


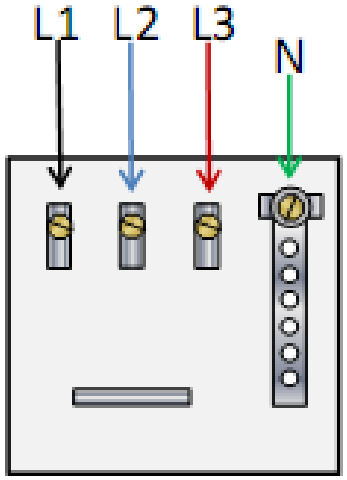
2. Alimentación Bifásica Trifilar 120V – 240V

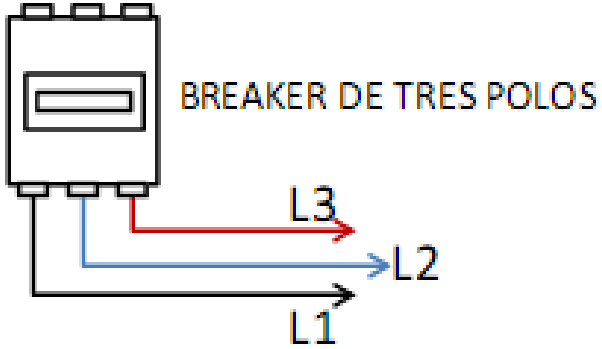


ALIMENTACION DE CARGAS EN TABLERO

3. Alimentación trifásica con neutro de 120V – 240V

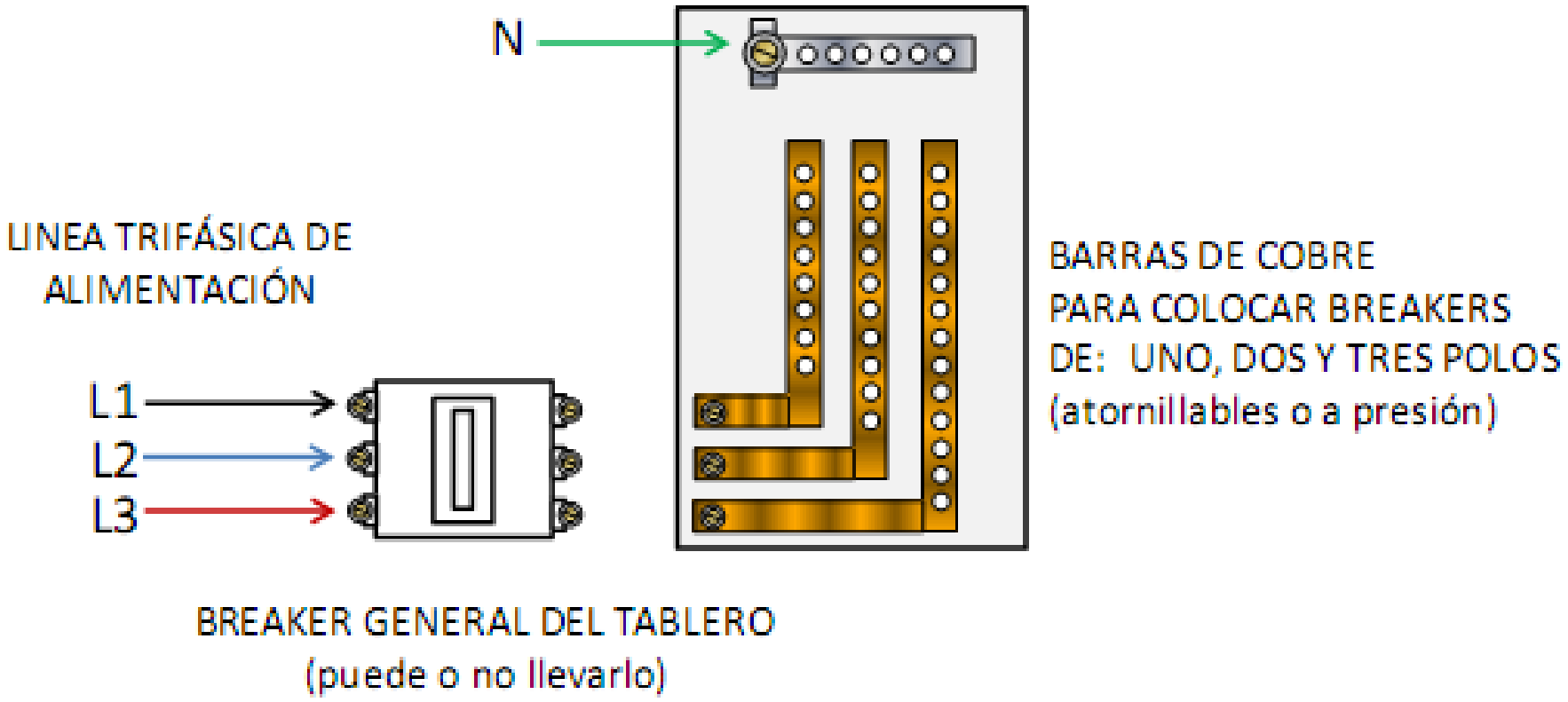






ALIMENTACION DE CARGAS EN TABLERO

4. Conexión típica de un tablero múltiple



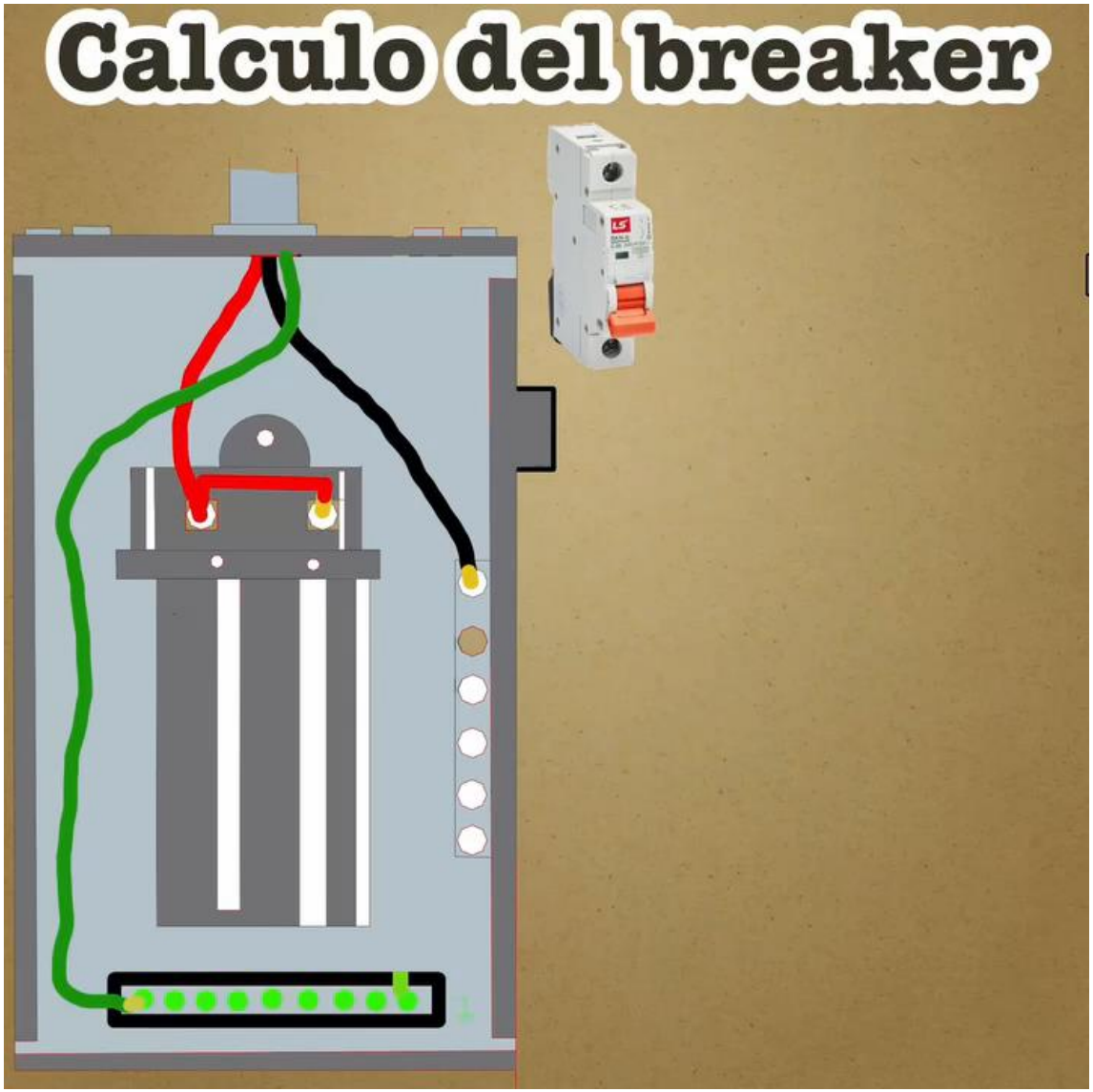
Tablas para cálculo de breaker, calibre de cable y tubería

Modelo de interruptor de circuito	Amperaje
Schneider Electric QO120	20 A
Schneider Electric QO230	30 A
Schneider Electric QO240	40 A
Schneider Electric QO250	50 A
Schneider Electric QO260	60 A
Schneider Electric QO270	70 A
Schneider Electric QO280	80 A
Schneider Electric QO2100	100 A

Calibre del cable AWG	Amperaje máximo
20 AWG	11 A
18 AWG	16 A
16 AWG	22 A
14 AWG	30 A
12 AWG	41 A
10 AWG	55 A
8 AWG	73 A
6 AWG	95 A
4 AWG	125 A
2 AWG	170 A
1 AWG	195 A
1/0 AWG	220 A
2/0 AWG	245 A
3/0 AWG	285 A
4/0 AWG	320 A

AWG	Diam. mm	Área mm2		AWG	Diam. mm	Área mm2
1	7.35	42.40		16	1.29	1.31
2	6.54	33.60		17	1.15	1.04
3	5.86	27.00		18	1.024	0.823
4	5.19	21.20		19	0.912	0.653
5	4.62	16.80		20	0.812	0.519
6	4.11	13.30		21	0.723	0.412
7	3.67	10.60		22	0.644	0.325
8	3.26	8.35		23	0.573	0.259
9	2.91	6.62		24	0.511	0.205
10	2.59	5.27		25	0.455	0.163
11	2.30	4.15		26	0.405	0.128
12	2.05	3.31		27	0.361	0.102
13	1.83	2.63		28	0.321	0.0804
14	1.63	2.08		29	0.286	0.0646
15	1.45	1.65		30	0.255	0.0503

CÁLCULO DE UN BREAKER



Conductores

Los elementos que proveen la trayectoria de circulación de la corriente eléctrica son conductores o alambres forrados con un material aislante.

El material que normalmente se usa en los conductores es el cobre y se aplican en el caso específico de las instalaciones de la categoría de baja tensión cuyos voltajes de operación no exceden los 1000 voltios entre conductores o hasta 600 voltios a tierra.



Calibre de Conductores

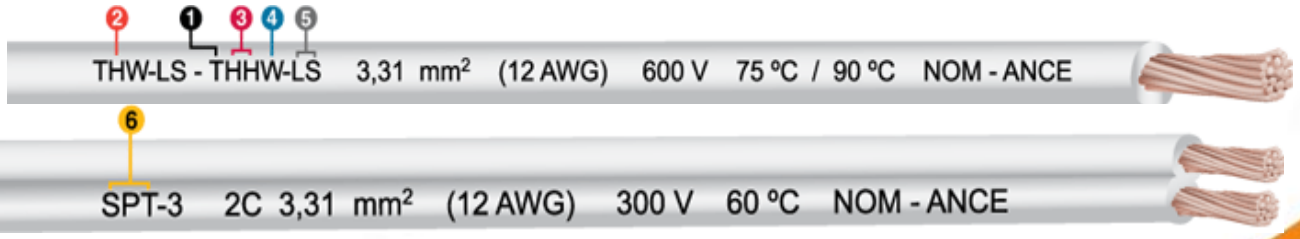
Los calibres de los conductores dan una idea de la sección o diámetro de los mismos y se designan usando el sistema norteamericano de calibres AWG por medio del número al cual hace referencia, sus otras características son diámetro área, resistencia, la equivalencia en mm^2 del área se debe hacer en forma independiente de la designación usada por la America Wire Gage.



TIPOS DE AISLAMIENTO DE CABLES

Se puede identificar el tipo de aislamiento que tiene un cable en las inscripciones que aparecen sobre el, son abreviaciones del ingles. Los cables que se utilizan para instalaciones en viviendas y oficinas son: **THN, THW, THHW y THWN**.

- **T (Thermoplastic):** Aislamiento termoplástico (este lo tienen todos los cables.
- **H (Heat resistant):** Resistente al calor hasta 75° centígrados (167° F).
- **HH (Heat resistant):** Resistente al calor hasta 90° centígrados (194° F).
- **W (Water resistant):** Resistente al agua y a la humedad.
- **LS (Low smoke):** Este cable tiene baja emisión de humos y bajo contenido de gases contaminantes.
- **SPT (Service paralell thermoplastic):** Esta nomenclatura se usa para identificar un cordón que se compone de dos cables flexibles y paralelos con aislamiento de plástico y que están unidos entre sí. También se denomina cordón dúplex.



Calibre de Conductores

FOTO	CALIBRE / AWG	SECCIÓN EN MM2	CONSUMO DE CORRIENTE	EJEMPLOS
	4	25mm2	Muy alto	Aires acondicionados centrales, equipos industriales (se requiere instalación especial de 240 volts).
	6	16mm2	Alto	Aires acondicionados, estufas eléctricas y acometidas de energía eléctrica.
	8	10mm2	Medio - alto	Secadoras de ropa, refrigeradores, aires acondicionados de ventana.
	10	6mm2	Medio	Hornos de microondas, licuadoras, contactos de casas y oficinas, extensiones de uso rudo.
	12	4mm2	Medio - bajo	Cableado de iluminación, contactos de casas, extensiones reforzadas.
	14	2.5mm2	Bajo	Extensiones de bajo consumo, lámparas.
	16	1.5mm2	Muy bajo	Productos electrónicos como termostatos, timbres o sistemas de seguridad.

Amperaje

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	**60°C**	**75°C**	**90°C**	**60°C**	
Tipo de aislante:	**TW**	**RHW, THW, THWN**	**THHN, XHHW-2, THWN-2**	**SPT**	
Medida / calibre del cable	**Amperaje soportado**			**Medida / calibre del cable**	**Amperaje soportado**
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A	18 AWG	10 A
8 AWG	40 A	50 A	55 A		
6 AWG	55 A	65 A	75 A	16 AWG	13 A
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A	14 AWG	18 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A	12 AWG	25 A
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A		
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A		

CABLE



Esta constituido por una sola pieza de cobre

ALAMBRE



Esta constituido por muchos cables delgados. (muy flexible)

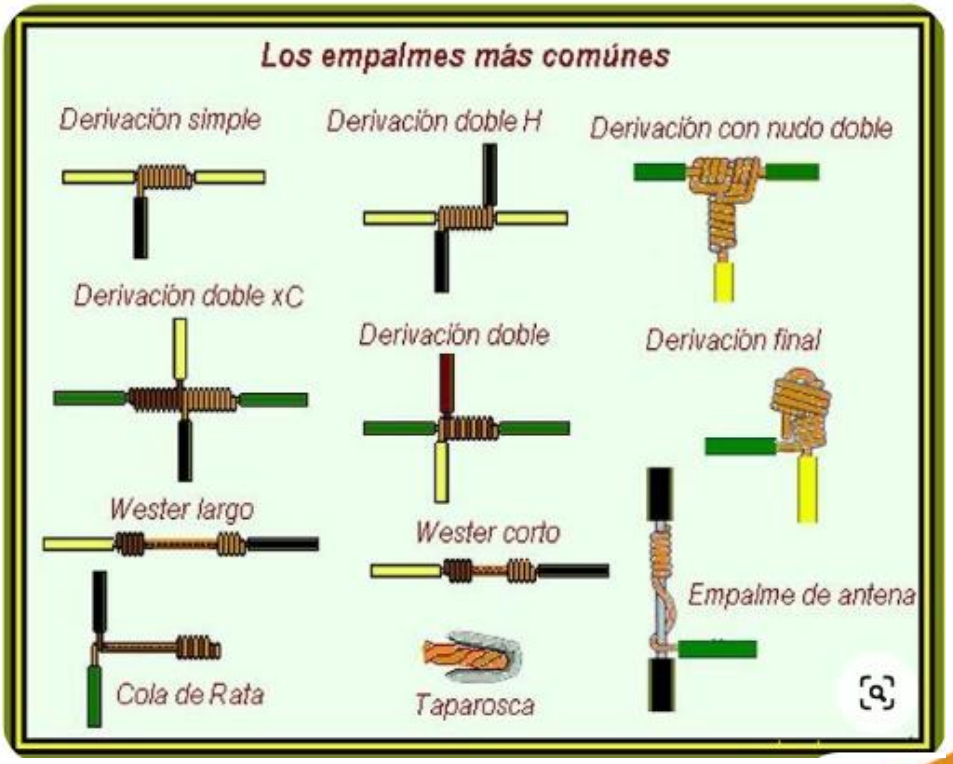
Código de Colores RETIE

	MONOFÁSICO		ESTRELLA	DELTA	(-)DELTA	ESTRELLA		DELTA	
Sistema	**1Φ**	**1Φ**	**3ΦY**	**3ΦΔ**	**3ΦΔ-**	**3ΦY**	**3ΦY**	**3ΦΔ**	**3ΦΔ**
Tensiones Nominales (voltios)	120	240/120	208/120	240	240/208/120	380/220	480/440	480/440	Más de 1000 V
Conductores Activos	1 Fase 2 Hilos	2 Fases 3 Hilos	3 Fases 4 Hilos	3 Fases 3 Hilos	3 Fases 4 Hilos	3 Fases 4 Hilos	3 Fases 4 Hilos	3 Fases 3 Hilos	3 Fases
Fases	Negro	Negro	Amarillo	Negro	Negro	Café	Café	Café	Violeta
			Azul	Azul	Naranja	Negro	Naranja	Naranja	Café
		Rojo	Rojo	Rojo	Azul	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Rojo
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Gris	No aplica	No aplica
Tierra de Protección	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde	Desnudo o Verde
Tierra Aislada	Verde o Verde-amarillo	Verde o Verde-amarillo	Verde o Verde-amarillo	No aplica	Verde o Verde-amarillo	Verde o Verde-amarillo	No aplica	No aplica	No aplica

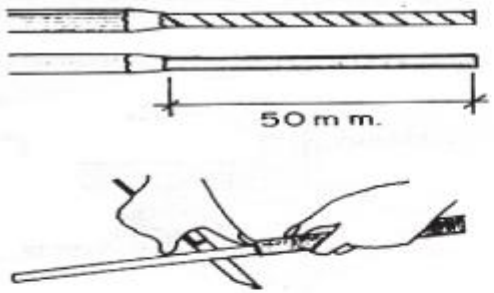
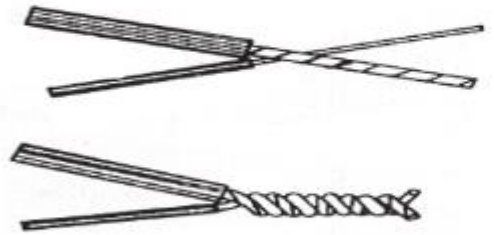
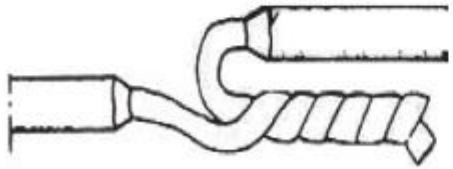
EMPALMES ELÉCTRICOS

Los empalmes en electricidad tienen especial importancia ya que gracias a ellos, se pueden unir varios conductores eléctricos según las necesidades que se tengan en una instalación eléctrica.

Los empalmes deben ser bien elaborado, ya que un empalme mal hecho provoca falso contacto, caída de tensión, calentamiento y se puede producir corrosión entre los conductores y que no haya conducción.

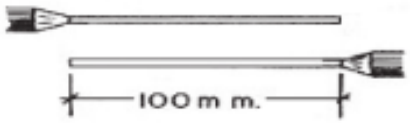
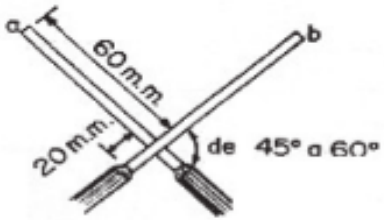
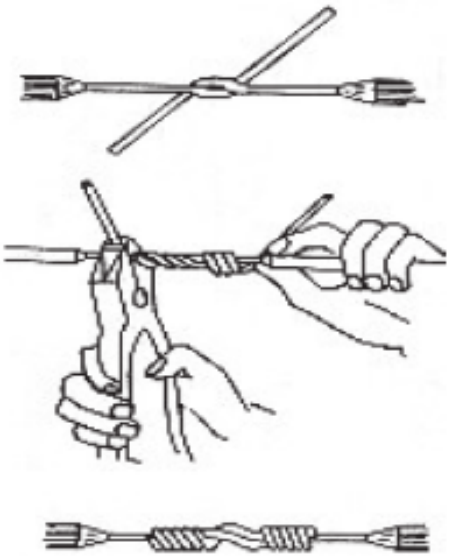


EMPALME COLA DE RATA

Proceso de trabajo	Instrucciones
	• Medir y cortar el alambre según se necesite. • Desaislar ambos conductores hasta una longitud igual a la indicada. • Limpiar conductores, para eliminar el esmalte y facilitar el contacto de ambos.
	• Cruce los extremos desaislado lo más cercano del aislamiento y comience a entorchar hasta hacer por lo menos 6 vueltas, dejándolas bien apretadas.
	• Doble el alambre de tal forma que quede en forma paralela con el empalme para facilitar el encintado • Este empalme se utiliza, en la caja de registro o de conexiones para unir dos conductores de una misma línea conductora de energía eléctrica.

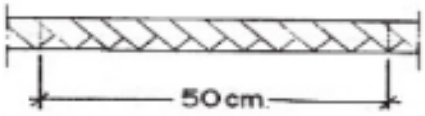
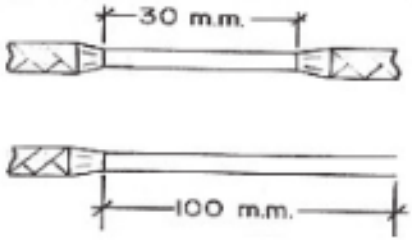
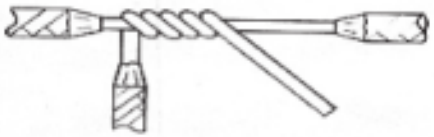


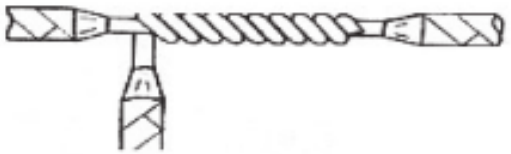
EMPALME DE PROLONGACIÓN

Proceso de trabajo	Instrucciones
	• Mida y corte el alambre según lo necesite • Limpiar el conductor
	• Coloque los dos conductores de manera que se crucen de acuerdo a las dimensiones dadas y formando el ángulo indicado en la figura.
	• Inicie el arrolamiento con dos dedos, el extremo del conductor "a" sobre el "b". • Use el alicate, como indica la figura, para que las esperas queden juntas y bien apretadas. • Complete el empalme enrrollando el extremo "b"sobre el conductor "a". • Este empalme se utiliza, para prolongar un conductor de energía en tendido aereo, el cual no puede estar sujeto a tensiones o fuerzas externas. No lo utilice en tendidos aereos con distancias muy largas

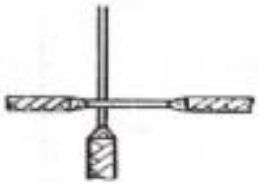
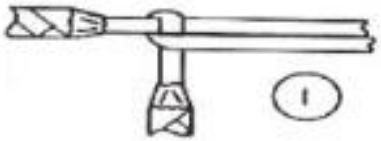
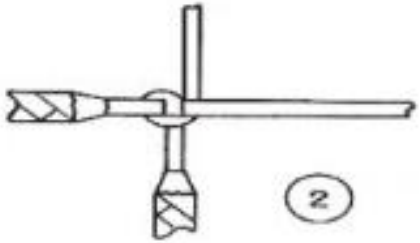
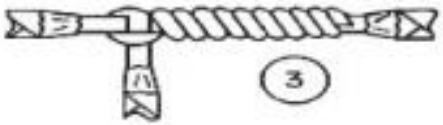


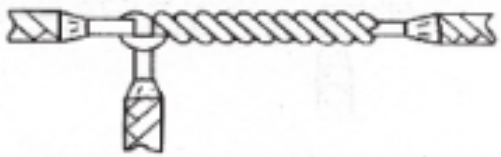
EMPALME DE DERIVACIÓN SENCILLA

Proceso de trabajo	Instrucciones
	• Mida y corte el alambre según lo necesite
	• Desaislar el conductor de acuerdo a las medidas dadas anteriormente.
	• Coloque los conductores de acuerdo a la posición y dimenciones del dibujo.
	• Enrrolle el conductor "b" sobre el conductor "a" en espiras bien juntas y apretadas • Este empalme se utiliza en caja de registro o de conexiones para unir dos conductores sin necesidad de cortar.

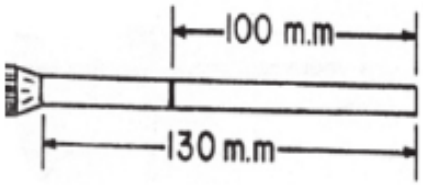
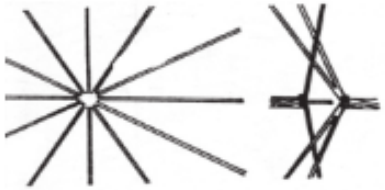
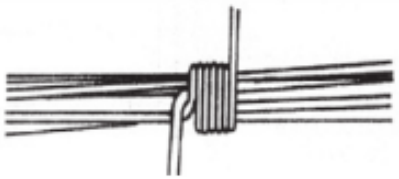


EMPALME DE DERIVACIÓN CON AMARRE

Proceso de trabajo	Instrucciones
	• Efectue el proceso de trabajo del 1 al 3 del Empalme en Derivacion Sencilla.
  	• Haga el doblez como se indica en 1 y 2. • Enrrolle el conductor "b" sobre el conductor "a" en espiras quedando juntas y bien apretadas, como se ilustra en la figura 3.. • Este empalme se utiliza, en tendido aereo, en las cajas de registros o de conexiones para unir dos conductores de una misma línea conductora de energía eléctrica, posee un nudo que brinda una mayor seguridad al empalme.

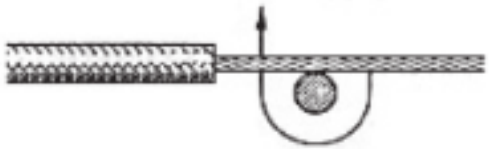


EMPALME DE PROLONGACIÓN CON CABLES

Proceso de trabajo	Instrucciones
	• Medir y desaislar los cables según las medidas dadas
	• Separar, enderezar y limpiar cada uno de los conductores. • Cortar el conductor del centro.
	• Entre cruzar los conductores de los cables.
	• Tome de cada cable un conductor y tuerzalos entre sí.
	• Enrrolle el conductor formando espiras, las que deben quedar juntas y apretadas. • Este empalme se utiliza, en tendido aereo, unicamente se realiza en cable de 7 hilos con alma de acero.



ELABORACIÓN DE ARGOLLAS

Proceso de trabajo	Instrucciones
	• Desaislar cable en la longitud necesaria • Limpiar conductores desaislados.
	• Enrrollar el extremo del conductor alrededor de la mandibula de la pinza redonda ó del tornillo según el diametro que se desee.
	• Pasar el extremo del conductor unas tres veces entorno al mismo. • Doblar la argolla para que su centro coincida con el eje del conductor.
	También puede hacer de la manera siguiente: • Hacer la argolla y dejar el extremo del conductor en sentido paralelo al eje del mismo. • Cerrar la argolla abrazándola por un delgado hilo de cobre. • Se utiliza solamente para fijar conductores los cuales van sujetos por tornillos ejemplo: tomacorriente



TERMINALES Y CONECTORES

Los servit se deberán pedir al tamaño del conductor mas grueso que se va a conectar, recibirán solo dos del mismo calibre, o uno del calibre pedido con otros, siempre y cuando los otros que se conecten con el, la suma de sus secciones no sobrepasen para la cual fueron pedidos.



Terminal de horquilla (forked tongue)



Terminal de aro (ring tongue)



Terminal tipo bandera (flag terminal)



Adaptador desconectador de dos machos y una hembra



Desconectador tipo macho (male tabs)



Desconectador hembra tipo bandera 90° (female grip 90° flag)



Desconectador tipo hembra (female tabs)

Rango de calibre AWG #22 hasta mcm 280

TERMINALES Y CONECTORES

Los “wire nut” son pequeños tapones de plástico con rosca en el interior, se introduce en la unión de los conductores y luego se gira a manera de tornillo hasta cubrir completamente el amarre.



Ejemplo práctico

Supongamos que tienes los siguientes dispositivos

- ✓ Luces: 600 W
- ✓ Enchufes: 1200 W
- ✓ Electrodomésticos: 2000 W

1. Determina la carga total

La carga total en vatios (W) es:

$$600W + 1200W + 2000W = 3800\,W$$

2. Convertir en amperios

Usando la ley de Potencias

$$P = V * I$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{3800W}{120V} = 31{,}67A$$

Ejemplo práctico

3. Seleccionar el calibre del cable

Consulta una tabla de calibres de cables. Para una corriente de 31.67 A, normalmente se usa un cable de calibre AWG 10 (para cobre) o AWG 8 (para aluminio), considerando un margen de seguridad.

4. Considerar la longitud y otros factores

Si la longitud del cable es larga (por ejemplo, más de 30 metros), puede ser necesario usar un cable de mayor calibre para compensar la caída de voltaje. También, si la temperatura ambiente es alta, podría requerirse un ajuste en el calibre.

Factores Adicionales

Tipo de aislamiento: Asegúrate de que el aislamiento del cable sea adecuado para el entorno en el que se instalará.

Seguridad: Siempre deja un margen de seguridad adicional en tus cálculos para evitar sobrecargas.

Cálculo de cableado

1. Determinar la carga total

Calcula la carga total en amperios (A) que el cable deberá soportar. Esto se hace sumando las corrientes de todos los aparatos eléctricos y sistemas que se conectarán al circuito.

2. Considerar la longitud del cable

La longitud del cable puede influir en la caída de voltaje. Una caída de voltaje excesiva puede causar problemas en los dispositivos eléctricos.

3. Normas y código de colores

Tener en cuenta la norma RETIE, y la NTC2050

Cálculo de cableado

4. Factores de corrección

Aplica factores de corrección para la temperatura ambiente y el número de cables en un conducto, si es necesario.

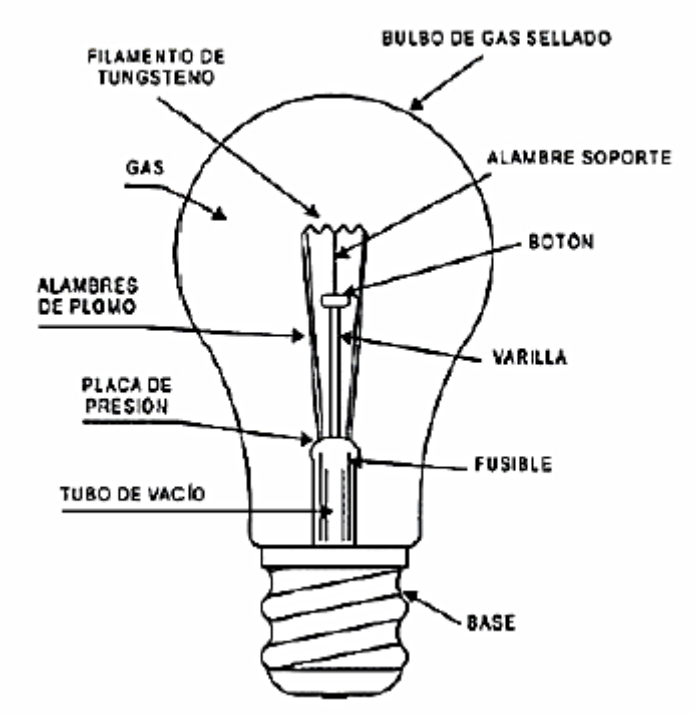
5. Selección del calibre del cable

Usa tablas de calibre de cable para seleccionar el tamaño adecuado. Estas tablas relacionan la corriente con el calibre del cable.

ILUMINACIÓN

ILUMINACIÓN

Una lámpara incandescente es un dispositivo que produce luz mediante el calentamiento por efecto Joule de un filamento metálico, en concreto de wolframio, hasta ponerlo al rojo blanco, mediante el paso de corriente eléctrica. Con la tecnología existente, actualmente se considera poco eficiente, ya que el 85 % de la electricidad que consume la transforma en calor y solo el 15 % restante en luz.



TIPOS DE LÁMPARAS

- Lámparas incandescentes
  - Incandescencia.
  - Halógenas.
- Lámparas fluorescentes
  - Fluorescentes.
  - Lámparas Compactas.
    - Integradas.
    - Electrónicas.
    - No integradas.
- Lámparas de Alta Intensidad de Descarga (HID)
  - Vapor de Mercurio a Alta Presión.
  - Vapor de Sodio a Alta Presión.
  - Halogenuros Metálicos.
  - Vapor de Sodio a Baja presión.
- Lámparas de inducción.

LÁMPARAS INCANDESCENTES

La emisión de luz se produce por el calentamiento que produce una corriente a través de un filamento (Carburo de Tugsteno), encerrado en una ampolla de vidrio conteniendo gas inerte a una presión ligeramente inferior a la atmosférica.

Las lámparas halógenas aportan respecto a las incandescentes las siguientes ventajas:

- ✓ Flujo luminoso constante durante toda la vida.
- ✓ Excelente reproducción cromática.
- ✓ Sus dimensiones reducidas permiten la construcción de pequeñas luminarias.



Lámparas Incandescentes

CARACTERÍSTICAS:

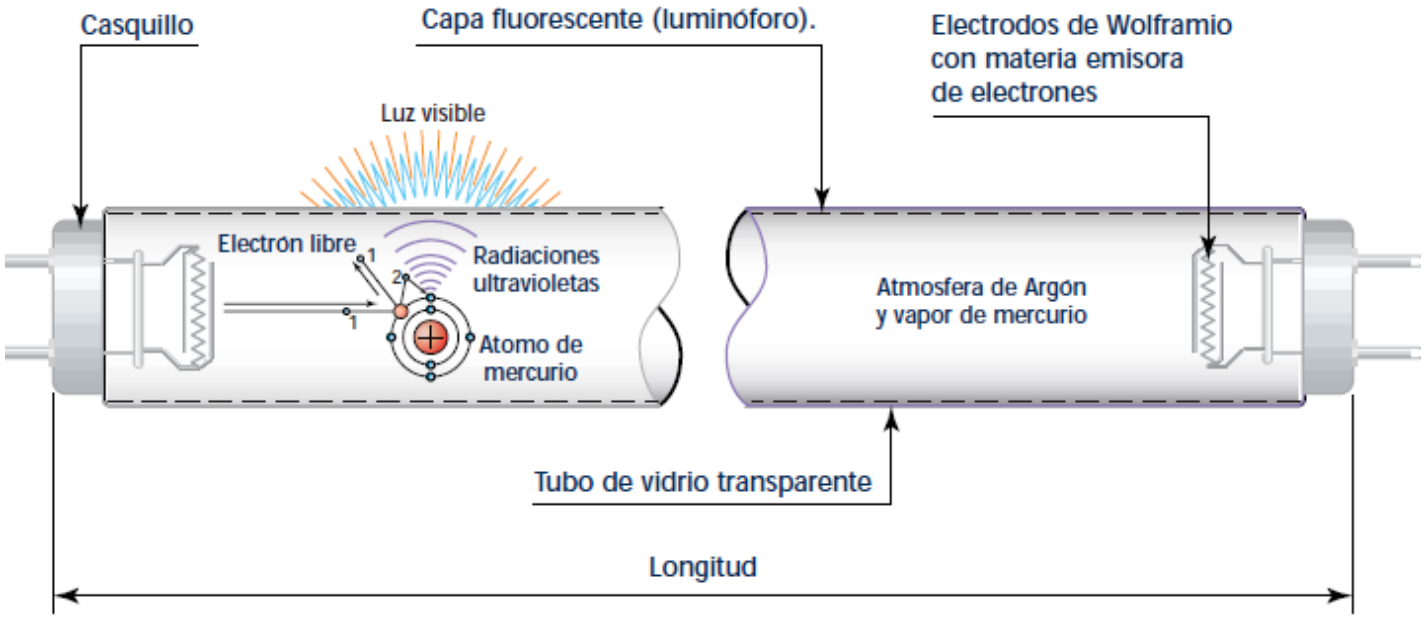
Eficacia luminosa: 10 - 20 lm/W
Vida media: 2000 horas.
Funcionamiento: termorradiación.
Encendido: Instantáneo.
$I_{conexión}/I_{régimen}$: 1.0



Lámparas Halógenas

LÁMPARAS FLUORESCENTES

Presenta una impedancia al paso de la corriente que disminuye a medida que esta aumenta, por lo que no pueden ser conectadas directamente a la red de alimentación sin un dispositivo que controle la intensidad que circula por ella. Este dispositivo, recibe el nombre de reactancia o balasto.

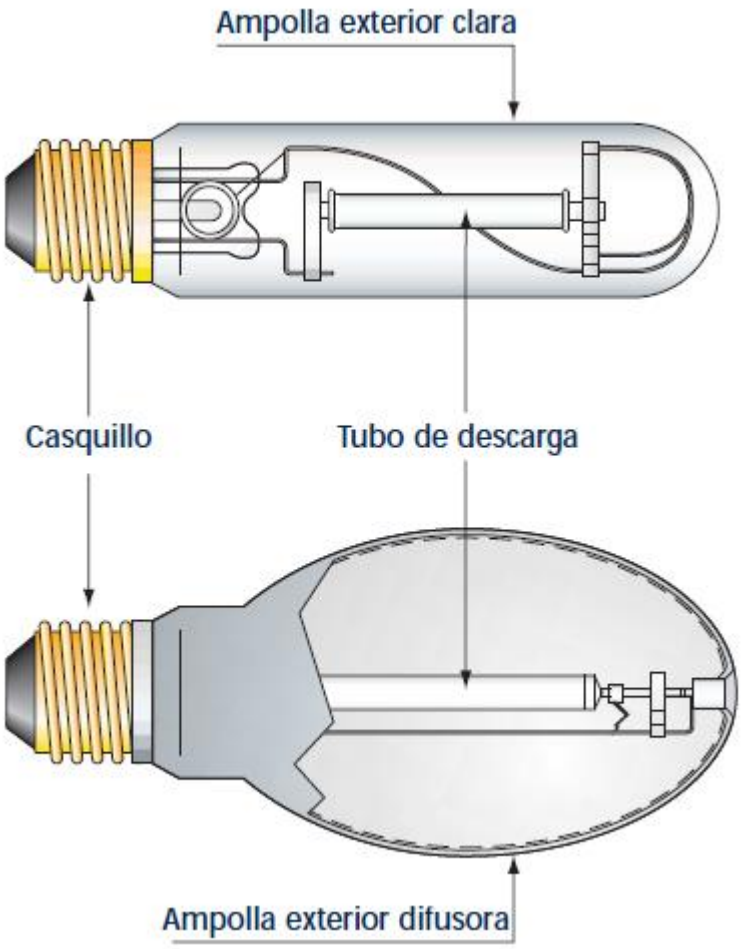


CARACTERISTICAS:

- Consumo hasta 5 veces menor que las incandescentes.
- Duración promedia de 8 veces más que una incandescente.
- Arranca instantáneamente con un flujo luminoso importante.
- No necesita compensación eléctrica, cos $\varphi \approx 0.95$.

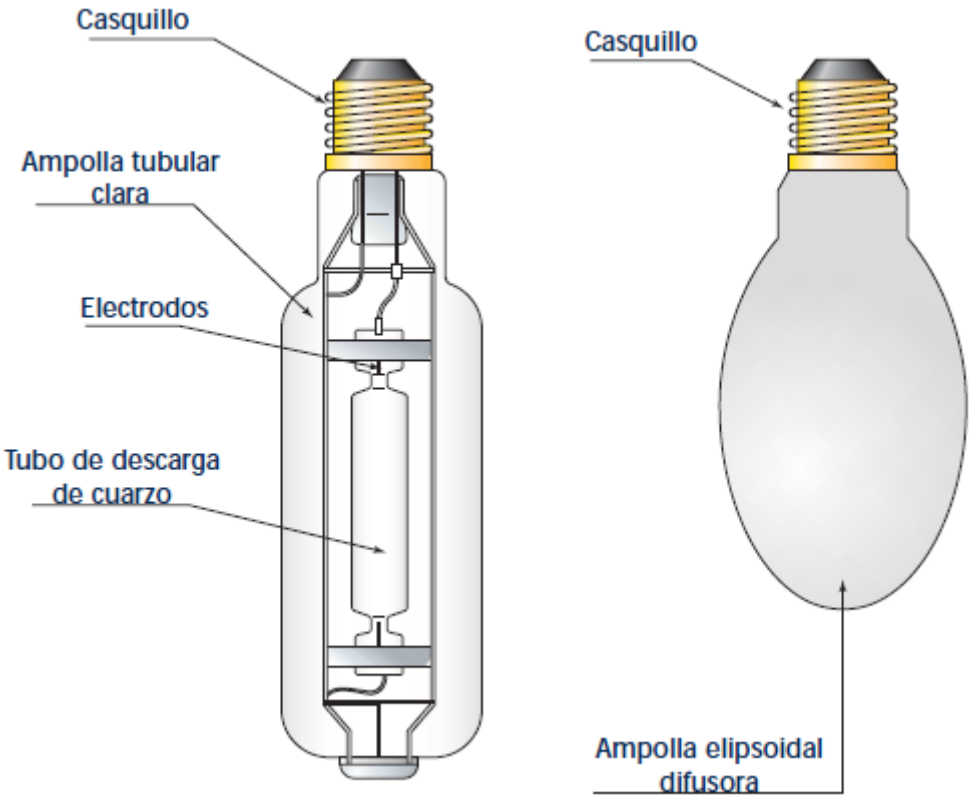
LÁMPARAS VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION

Las lámparas de vapor de sodio de alta presión son las más avanzadas. Las radiaciones emitidas por estas lámparas representan un espectro de emisión con bandas más anchas. Se mejoran las características de las lámparas, pero la eficacia luminosa y la reproducción cromática siguen siendo el punto débil de estas lámparas.



LÁMPARAS HALÓGENAS

Las lámparas de halogenuros metálicos, requieren una tensión de encendido muy elevada. Para conseguirla, es necesario conectar un arrancador, condensador y balasto en serie con el tubo para su funcionamiento.



TIPOS DE LÁMPARAS

ESQUEMA

Luminarias incandescentes	40w----------350 lumenes 60w----------630 lumenes 75w----------850 lumenes 100w---------1250 lumenes
Luminarias Fluorescentes	32w----------1700 lumenes 36w----------3200 lumenes 40w----------2400 lumenes
Luminarias Led	15w----------800 lumenes 25w---------2500 lumenes 30w---------3000 lumenes

Cálculo de área

Área de un rectángulo o cuadrado:

- Fórmula: $\text{Área} = \text{base} \times \text{altura}$

Supongamos que las dimensiones de cada espacio son las siguientes:

- Sala: 4 metros de ancho por 5 metros de largo.
- Comedor: 3 metros de ancho por 4 metros de largo.
- Cocina: 3 metros de ancho por 3 metros de largo.
- Baño: 2 metros de ancho por 2 metros de largo.
- Habitación 1: 3 metros de ancho por 4 metros de largo.
- Habitación 2: 3 metros de ancho por 3 metros de largo.

Realiza los cálculos de cada área y realiza un plano donde esté el área total y su distribución, realízalo modelo escala.

Cálculo de cantidad de lámparas

Lúmenes Necesarios:

$$\text{Lúmenes Necesarios} = \text{Área de la Habitación (m}^2\text{)} \times \text{Lux Recomendado (lux)}$$

Donde:

- Área de la habitación: La superficie en metros cuadrados (m^2) de la habitación.
- Lux recomendado: La cantidad de lúmenes por metro cuadrado recomendada para diferentes tipos de habitaciones (lux).

Cantidad de Lámparas:

$$\text{Cantidad de Lámparas} = \frac{\text{Lúmenes Necesarios}}{\text{Lúmenes por Lámpara}}$$

Donde:

- Lúmenes por lámpara: La salida de luz de cada lámpara en lúmenes (lm).

Cuadro de cargas Iluminación

Habitación	*Área (m²)*	*Lux Recomendado*	*Lúmenes Necesarios*	*Tipo de Lámpara*	*Lúmenes por Lámpara*	*Cantidad de Lámparas*	*Potencia Total (W)*	*Calibre del Cable*	*Diámetro de la Tubería*
Sala	20	300	6000	LED 12W	1200	5	60	1.5 mm²	20 mm
Comedor	15	200	3000	LED 12W	1200	3	36	1.5 mm²	20 mm
Cocina	10	500	5000	LED 12W	1200	5	60	1.5 mm²	20 mm
Dormitorio	12	150	1800	LED 12W	1200	2	24	1.5 mm²	20 mm
Baño	6	200	1200	LED 12W	1200	1	12	1.5 mm²	20 mm
Pasillo	5	100	500	LED 12W	1200	1	12	1.5 mm²	20 mm
Total	68	-	17500	-	-	17	204	-	-

Cálculo de Iluminación

1. Área de la Sala: 20 m^2

2. Lux Recomendado para Sala: 300 lux

3. Lúmenes Necesarios: 20 m^2 * 300 lux = 6000 lúmenes

4. Tipo de Lámpara: LED 12W (1200 lúmenes por lámpara)

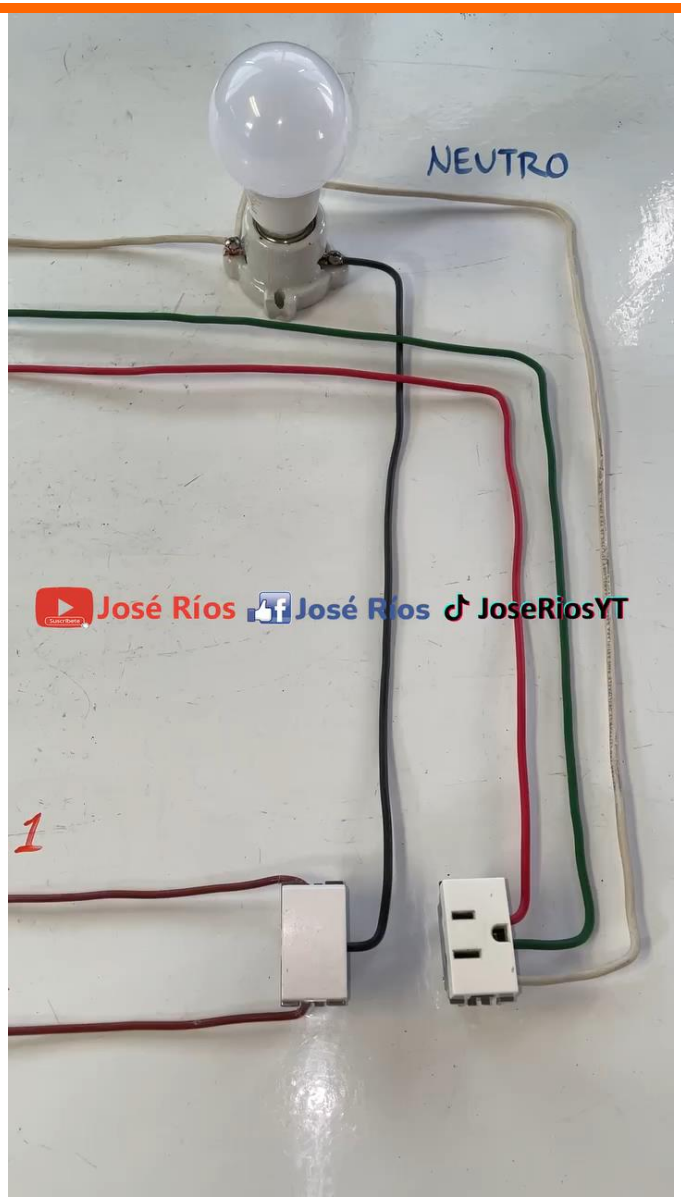
5. Cantidad de Lámparas: 6000 lúmenes / 1200 lúmenes por lámpara = 5 lámparas

6. Potencia Total: 5 lámparas * 12W = 60W

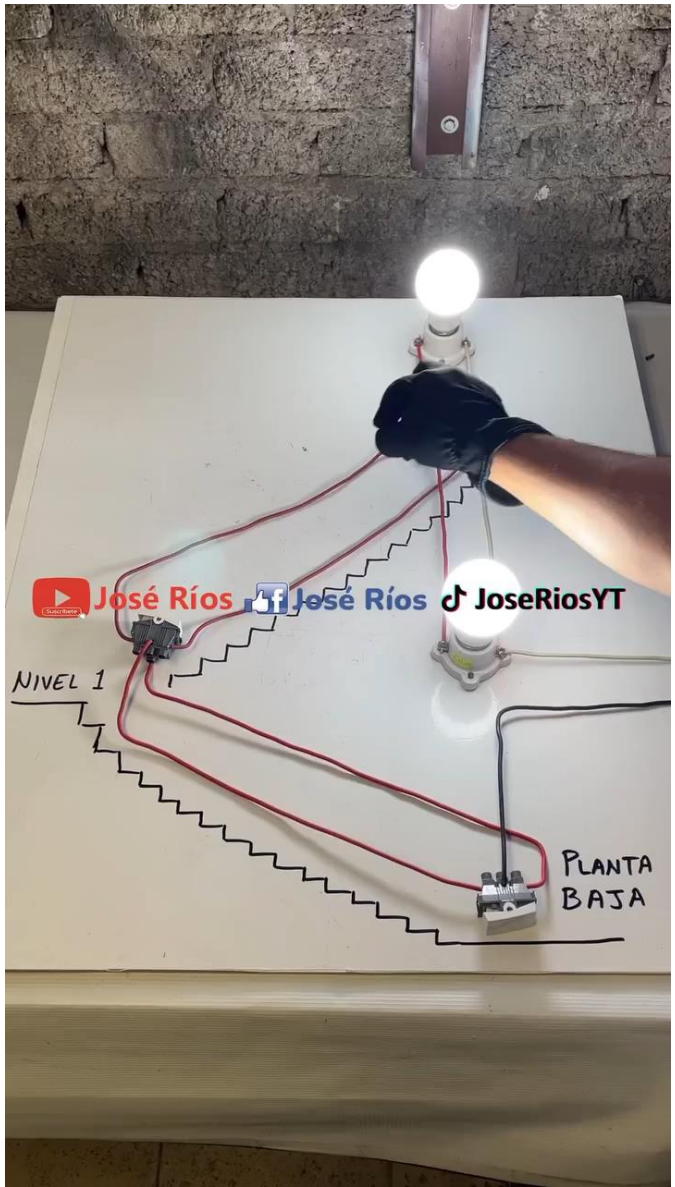
7. Calibre del Cable: 1.5 mm^2 (suficiente para la carga total y cumpliendo con las normas de seguridad)

8. Diámetro de la Tubería: 20 mm (para acomodar los cables de alimentación de las lámparas)

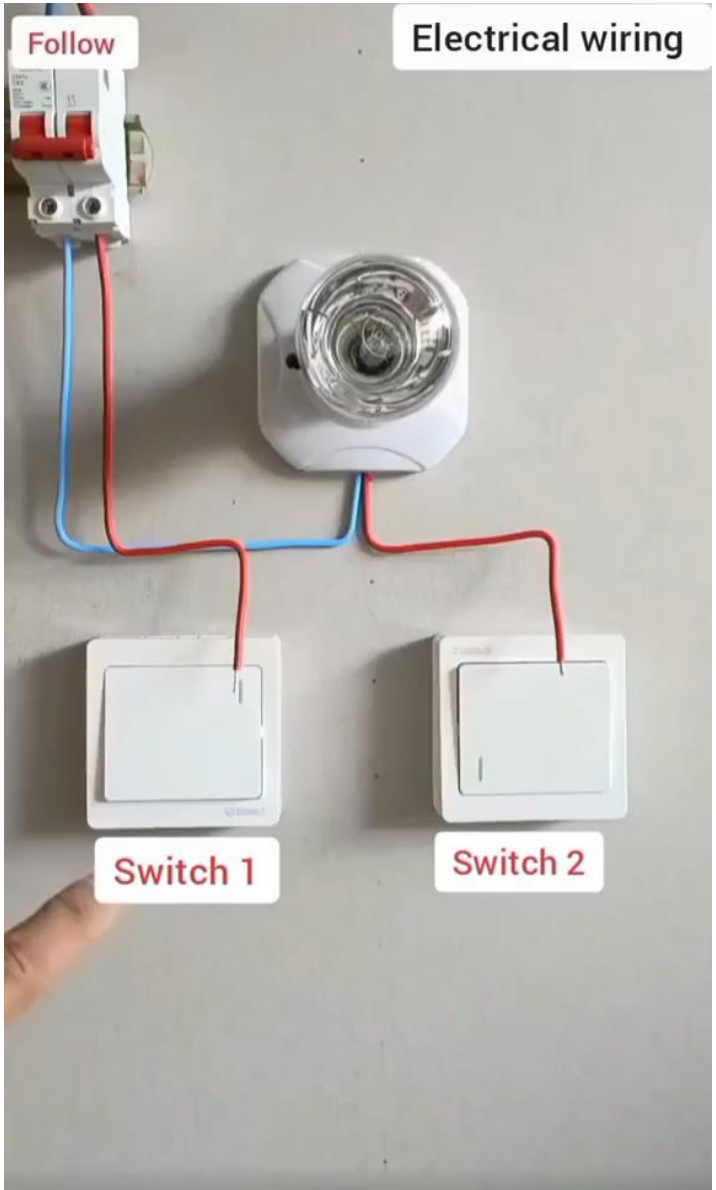
CONEXIONES ILUMINACIÓN



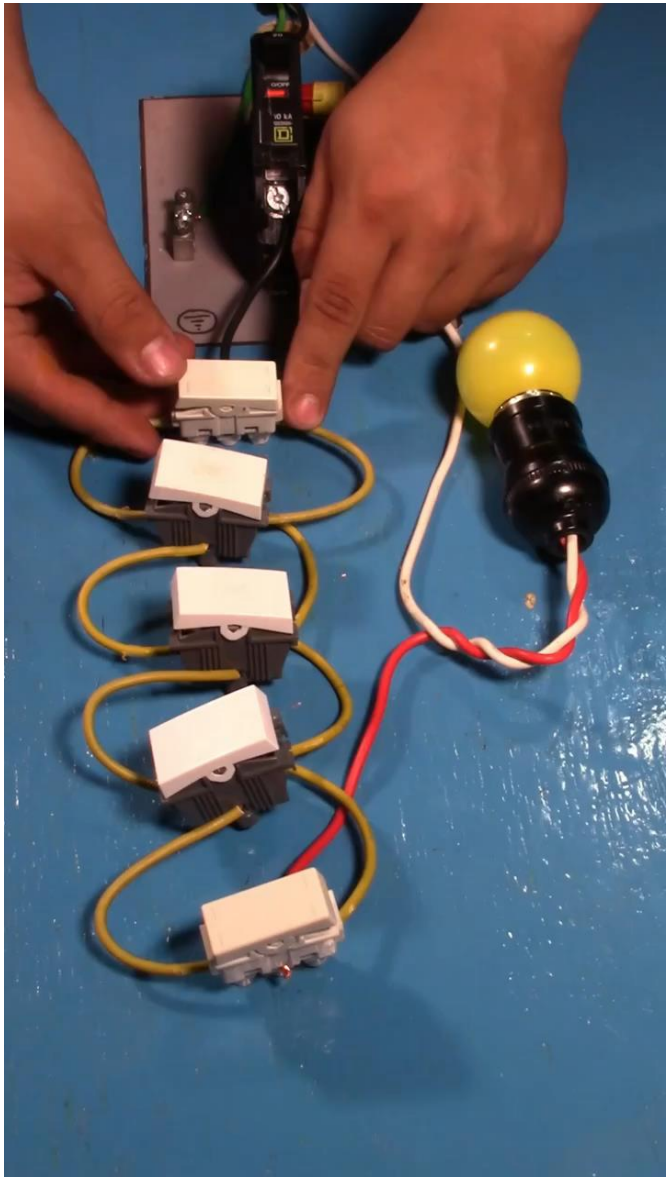
CONEXIONES ILUMINACIÓN



CONEXIONES ILUMINACIÓN



CONEXIONES ILUMINACIÓN



TIPOS DE
CANALIZACIONES ELÉCTRICAS

PVC 	TUBO FLEXIBLE METÁLICO 
TUBOS EMT 	TUBO FLEXIBLE DE PLÁSTICO 
TUBOS IMC 	TUBO LIQUIDTIGH 

KONSTRUTECNIA.COM

Tubería Eléctrica

TUBO CONDUIT

Tubo responsable de direccionar de manera protegida el cableado de una instalación eléctrica se le conoce como tubo Conduit, cuya principal función es la de proteger y contener los cableados de tipo eléctrico.

Los **tubos conduit** están fabricados en diversos materiales como el plástico y el metal; su selección final será determinada por uso y la instalación eléctrica a trabajar.



TIPOS DE TUBERÍA ELÉCTRICA

- **TUBERÍA PVC**

Es el ducto más comercial y económico en el mercado. Está fabricado a partir de policloruro de vinilo (PVC). Material termoplástico que al ser sometido al calor se vuelve blando y puede ser moldeado con facilidad y al enfriase recupera la solidez sin perder su nueva figura. Sus principales ventajas son que resistente al impacto, resiste la retracción del concreto, es inmune a la corrosión, no contribuye a la propagación del fuego por ser autoextinguible y tiene mayor durabilidad en comparación con tubos metálicos alcanzado alrededor de 50 años.

TIPOS DE TUBERÍA ELÉCTRICA

- **TUBERIA PVC SCH 40**

Tubo rígido fabricado a partir de policloruro de vinilo (PVC) presenta un mayor espesor de pared que el tubo PVC convencional lo cual le permite mantener sus propiedades originales frente a la corrosión externa, la acción de agentes químicos, exposición a la luz solar, calor y clima extremo además de ser autoextinguibles.

- **Aplicación:**

Cielos falsos, buitrones cerrados, ambientes corrosivos con humedad permanente, subterráneo. Pueden quedar expuestos a luz solar y ambiente

- **Usos Permitidos**

Según el artículo 20.6.1.2 pueden usarse tuberías no metálicas en lugares expuestos siempre y cuando estén certificadas para utilizarse en tales condiciones. Actualmente, la mayoría de fabricantes de tubería SCH 40 cuentan con certificados de conformidad que les permiten usar sus productos en tales aplicaciones.

TIPOS DE TUBERÍA ELÉCTRICA

EMT (Electrical Metallic Tubing)

De acero no roscado en sus extremos, por sus siglas en inglés EMT (Electrical Metallic Tubing). De pared delgada o liviana, ofrece protección mecánica a conductores eléctricos. Posee un recubrimiento exterior de zinc de mínimo 20µm con el fin de protegerlo contra la corrosión del medio ambiente. Tiene un recubrimiento interior de pintura anticorrosiva que facilita el deslizamiento de los conductores al interior del ducto.

- **Aplicación:**

Instalaciones en interiores, cielos falsos.

- **Usos Permitidos**

De acuerdo con la Sección 348 de la NTC 2050, la tubería EMT se permite el uso en instalaciones expuestas y ocultas.

- **Usos no Permitidos**

No se debe utilizar tubo EMT bajo las siguientes condiciones:
Cuando esté sometida a humedad permanente, a menos que esté protegida en todos sus lados por una capa de concreto de por lo menos 5 centímetros de espesor.
En cualquier lugar peligroso (Clasificado)
Para soporte de luminarias u otros equipos.
No usar en lugares mojados o donde la canalización esté expuesta al agua.

Tubería Eléctrica

- **TUBERÍA IMC (Semipesado)**

Tubo de acero galvanizado, por sus siglas en inglés (Electrical Intermediate Metal Conduit), de mayor espesor de pared que el EMT además de ser más costoso, pero más ligero que el tubo RMC, por eso se dice que es de tipo intermedio o semipesado. Provee un alto nivel de protección mecánica a conductores eléctricos. A diferencia del EMT, a la tubería IMC se le aplica el galvanizado por inmersión en zinc fundido a una temperatura de 450°C, técnica conocida como galvanizado en caliente. Esta capa lo protege de la corrosión y potencia su fortaleza mecánica a los golpes y la abrasión.

- **Aplicación:**

Instalaciones en interiores y exteriores, instalaciones hospitalarias.

- **Usos Permitidos**

Según la sección 345-2 de la NTC 2050, la tubería IMC se puede emplear en todas las condiciones atmosféricas (secos, húmedos, mojados) y ocupaciones.

Tubería Eléctrica

- **TUBERÍA RMC o RIGID (Pesado)**

Tubo de acero galvanizado, conocido como RIGID o por sus siglas en inglés (Electrical Rigid Metal Conduit). Debido al gran espesor de su pared, el tubo RMC ofrece la mejor protección mecánica para los conductores eléctricos en instalaciones industriales, áreas clasificadas de alto riesgo de explosión como las de clase 1, división 1 y 2 de la NTC 2050. El espesor del zinc logrado en el proceso de galvanizado por inmersión en caliente le permite tener una resistencia superior a la corrosión en ambientes severos.

- **Aplicación:**

Instalaciones en exteriores, aplicaciones mineras o industrias en donde hay presencia de gases potencialmente explosivos.

- **Usos Permitidos**

Según la sección 346-1 de la NTC 2050, la tubería RMC se puede emplear en todas las condiciones atmosféricas (secos, húmedos, mojados) y en todas las ocupaciones.

Cálculo de tubería

1. Identificación del Tipo y Tamaño de los Conductores

Se debe determinar el calibre (AWG o mm^2) y el tipo de aislamiento de los conductores que se usarán en la instalación. El tipo de aislamiento afecta el espacio que ocupa cada conductor dentro de la tubería.

2. Conteo del Número de Conductores

Se deben contar todos los conductores que estarán en el mismo conducto, incluyendo fases, neutros y tierras. Esto ayuda a determinar el espacio total requerido dentro de la tubería.

Tabla No. 1 Capitulo 9 NTC2050

Cantidad de conductores y/o cables	Área transversal (%)
1	53
2	31
Más de 2	40

Cálculo de Tubería

El diámetro que se usa es el exterior del cable a este resultado se le multiplica la cantidad de cables que van a pasar por esa tubería.

$$A = \pi(\frac{r}{2})^2 x\ cant.cables$$

Revisamos el porcentaje de llenado, y con ese resultado se hace una regla de tres
El resultado obtenido corresponde a mm^2

Resultado del área	40%
Área total	100%

Hallamos el nuevo área: $A = \pi r^2$
Despejamos el radio

$$r = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$$

Este resultado se pasa en pulgadas 25,4mm = 1 pulg , apéndice C NTC2050

Ejercicio

1. ¿Qué diámetro de tubería se requiere para pasar tres conductores calibre 10AWG Fase, Neutro y tierra?
2. Calcular el breaker, calibre de cables, cantidad de cable y tubería para una instalación eléctrica de un taller con las siguientes conexiones:

A) Taladro de árbol (2,5KW)
B) Una pulidora eléctrica (2KW)
C) Torno fresador (3,5kW)

3. ¿Qué diámetro de tubería se requiere para pasar 10 conductores calibre 14AWG para un sistema de iluminación?
4. Qué diámetro de tubería usar para una instalación de una sala de computadores de 24 computadores de torre, cuyo consumo individual es de 80W.
5. Una instalación eléctrica de una vivienda requiere instalación de tubería sobreponer para su sistema de comunicación WIFI, calcule la tubería para 7 cables calibre 16AWG.

Tipos de Curvas de tubería



DE 90°



ESCALONADA



BAYONETA

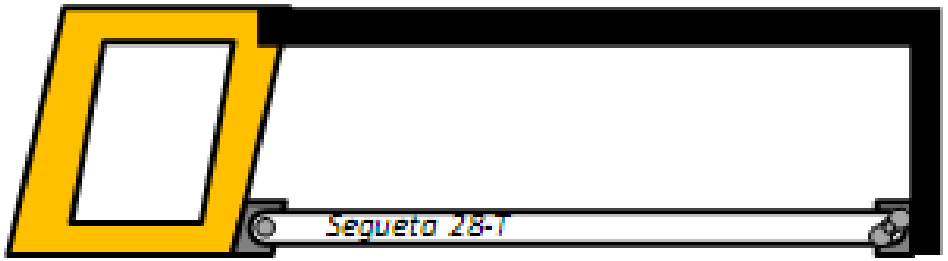


CUELLO DE CISNE

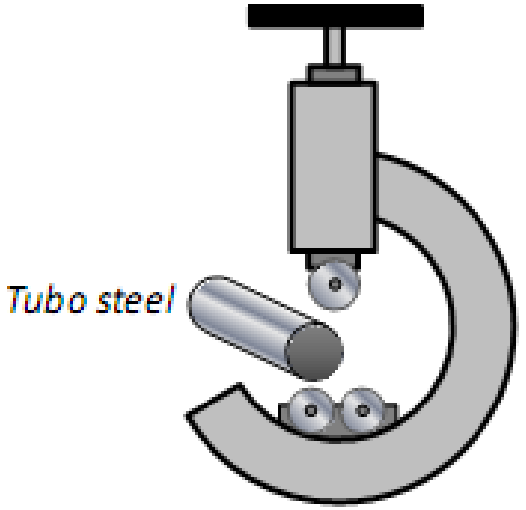
MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

Corte de Tubería:
Se utiliza para ello un “arco con segueta” o un “corta-tubos”. El numero de dientes de la segueta que se use dependerá del tipo de material, que en este caso es tubo y del grosor del mismo (tubo de pared delgada o de pared gruesa).

Por ejemplo, para el tubo metálico de pared delgada (steel) se recomienda usar segueta tipo 28-T (28 dientes por pulgada).



SEGUETA

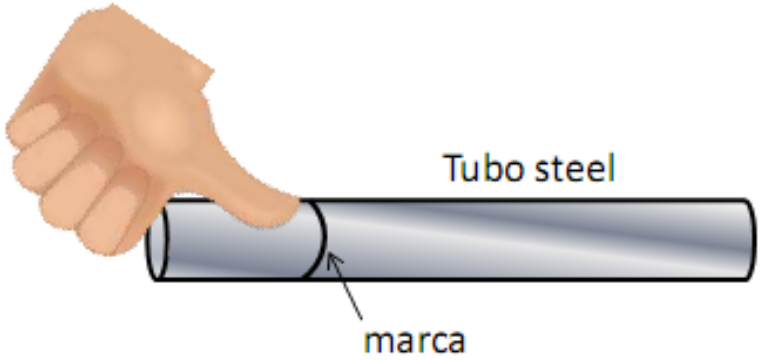


CORTA –TUBO
Para tubos de pared delgada

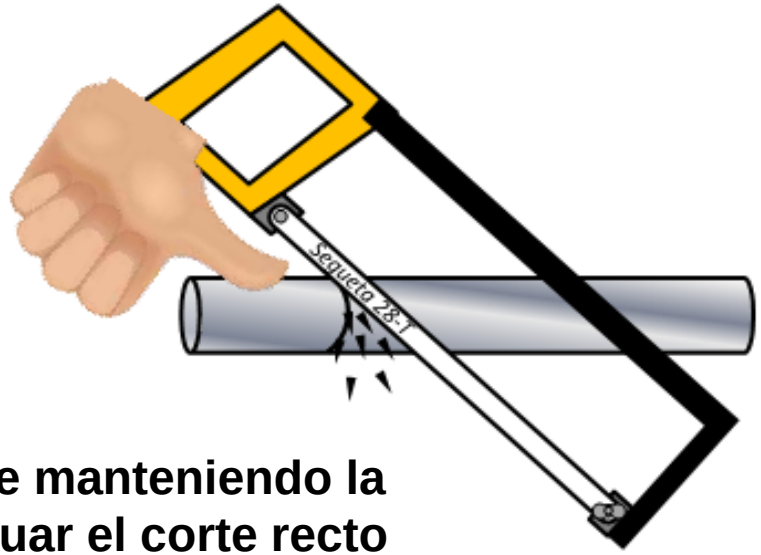
MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

Usando segueta

A. Utilice el dedo pulgar izquierdo (si usted es diestro) y colóquelo en el lugar del corte en el tubo.



B. Con la mano derecha tome la segueta y haga una pequeña ranura en el tubo en el lugar de la marca.

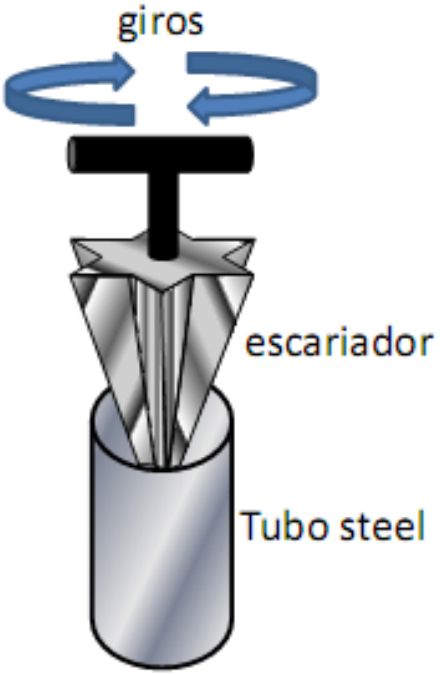


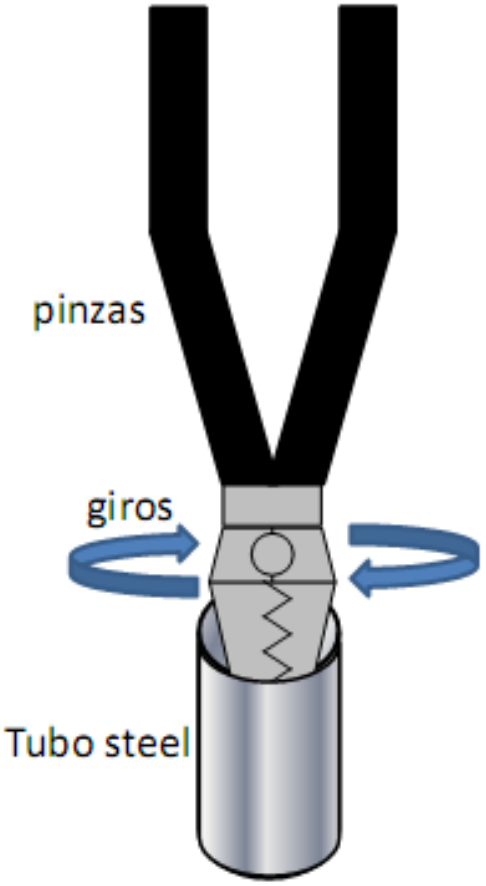
Después quite el pulgar y ejecute el corte manteniendo la segueta perpendicular al tubo para efectuar el corte recto

MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

Inmediatamente después de cortar el tubo, se procede a escariarlo, es decir quitar las rebabas que quedan en el interior del tubo cortado, ya que de no ser eliminadas, dañarían el forro del conductor cuando se esté introduciendo a la tubería.

La herramienta que se usa para este fin, es el escariador o las mismas pinzas de electricista.





MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

DOBLADOS

Para lograr el doblado de tubería metálica, se utiliza el dobla-tubos,
herramienta que es de dos tipos:

A) DOBLA-TUBOS DE HIERRO VACIADO.

Únicamente deberá usarse para tubos de pared delgada, si se usa para
tubos de pared gruesa el dobla-tubos se rompería.

B) DOBLA-TUBOS DE HIERRO.

Puede usarse para tubos de pared gruesa o delgada.



Dobla-tubos

MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

LAS MEDIDAS DE LOS DOBLA-TUBOS SON DE ACUERDO AL DIAMETRO DE LA TUBERÍA:

EJEMPLOS:

-Dobla-tubos de ½" (13mm)
-Dobla-tubos de ¾ " (19mm)
-Dobla-tubos de 1" (25mm)

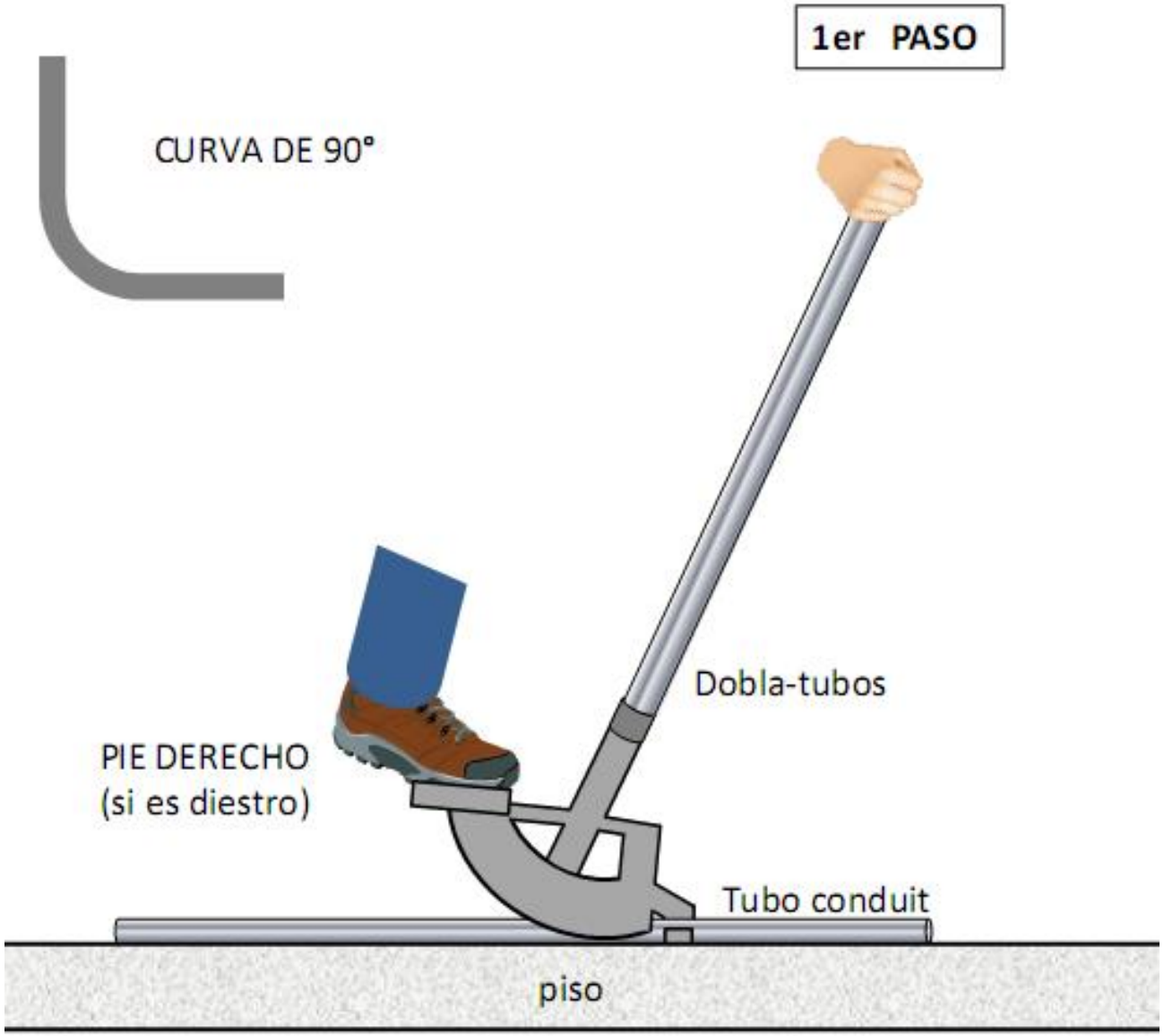
LOS TIPOS DE CURVA COMUNES SON:

-Curva de 90 grados
-Bayoneta
-Escalonada
-Cuello de cisne



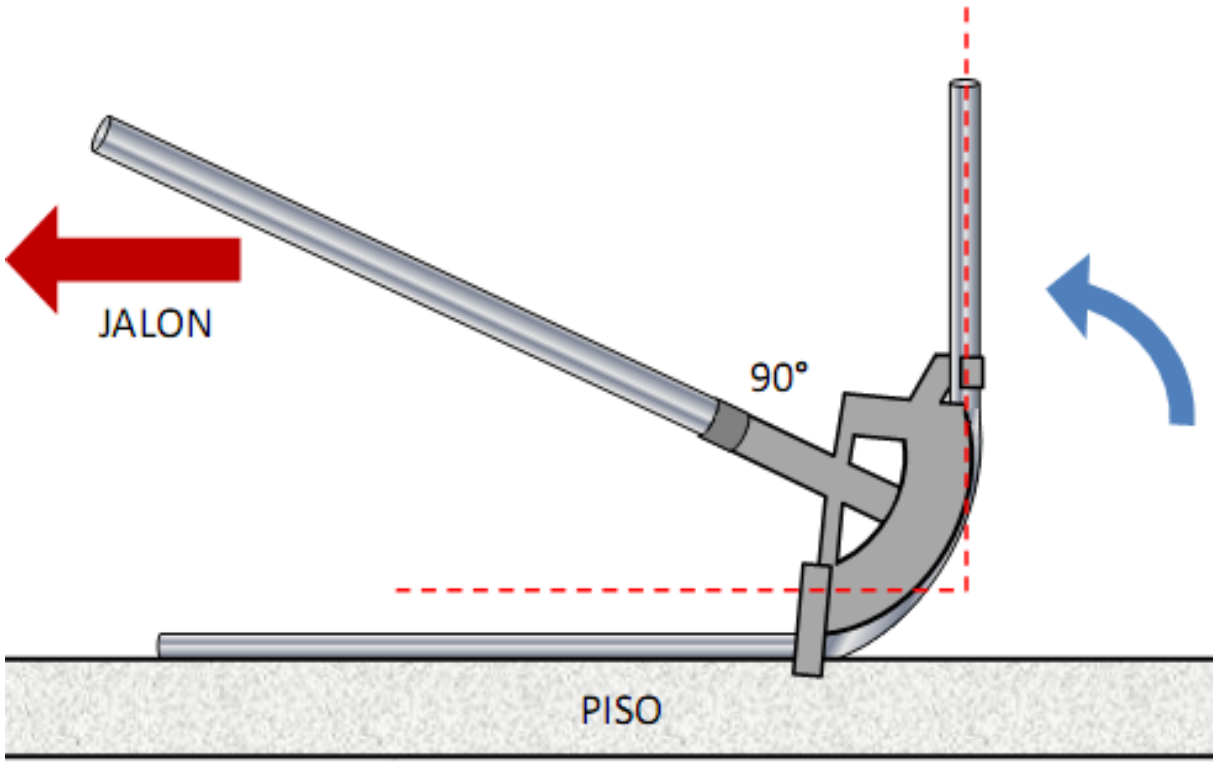
Dobla-tubos

MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA



MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

2do PASO



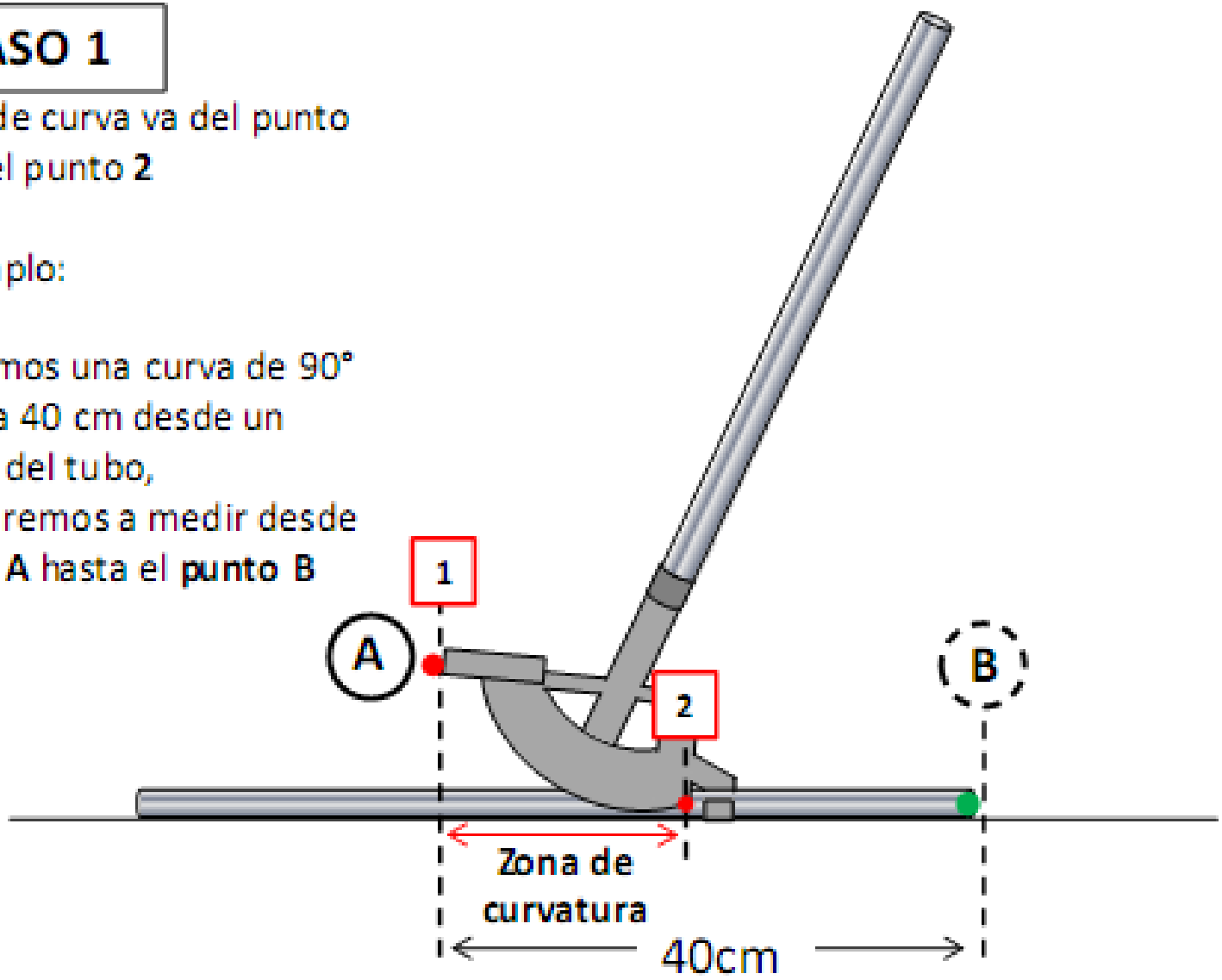
MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

PASO 1

La zona de curva va del punto **1** hasta el punto **2**

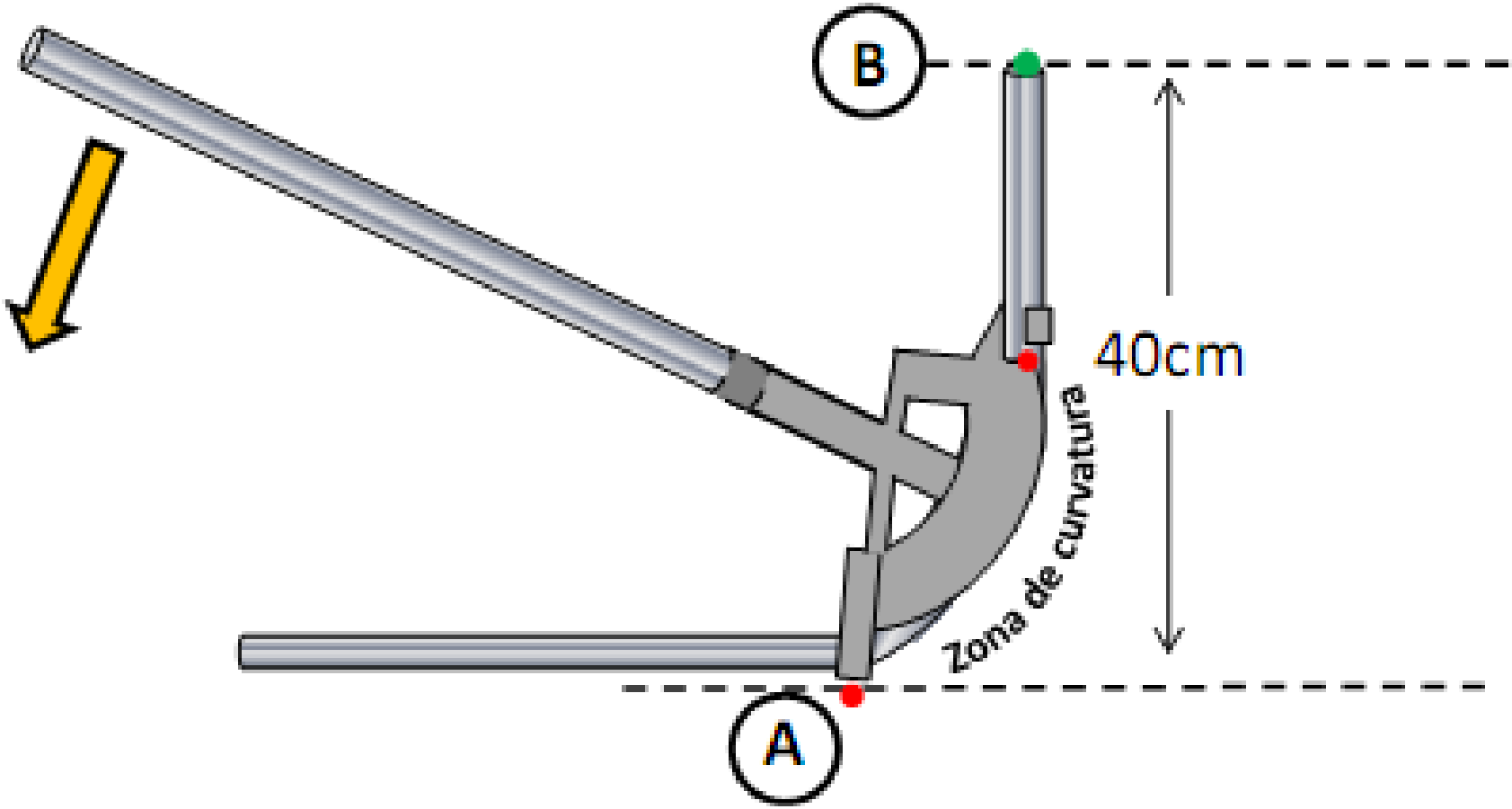
Por ejemplo:

Si queremos una curva de 90° que mida 40 cm desde un extremo del tubo, comenzaremos a medir desde el **punto A** hasta el **punto B**



MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

PASO 2



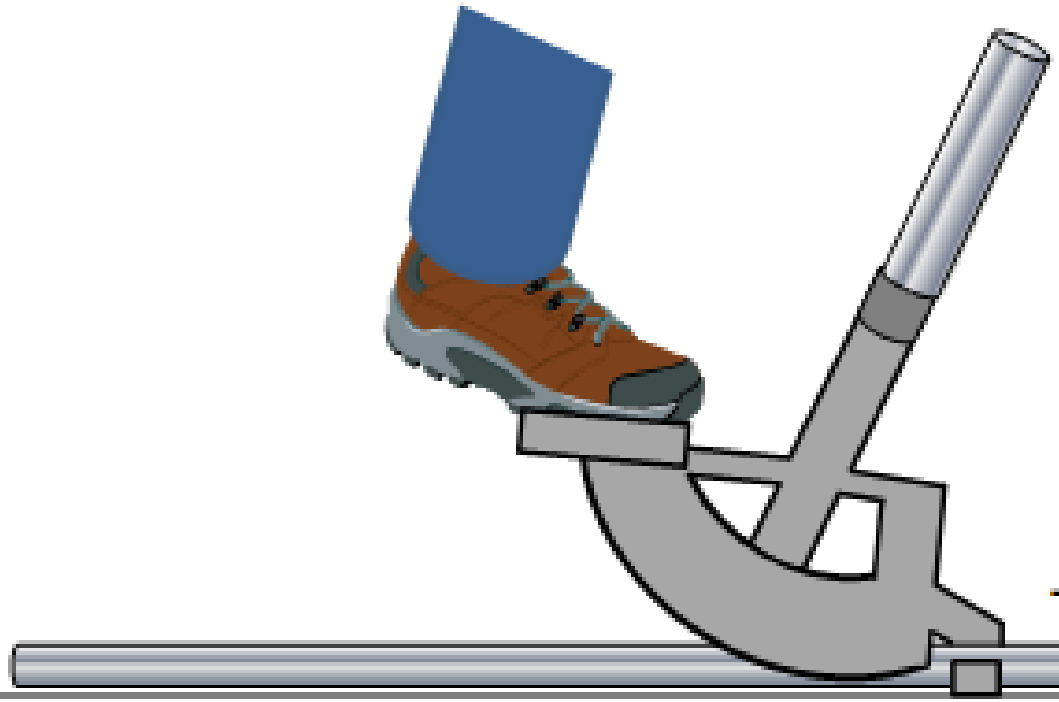
MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA



BAYONETA

PASO 1

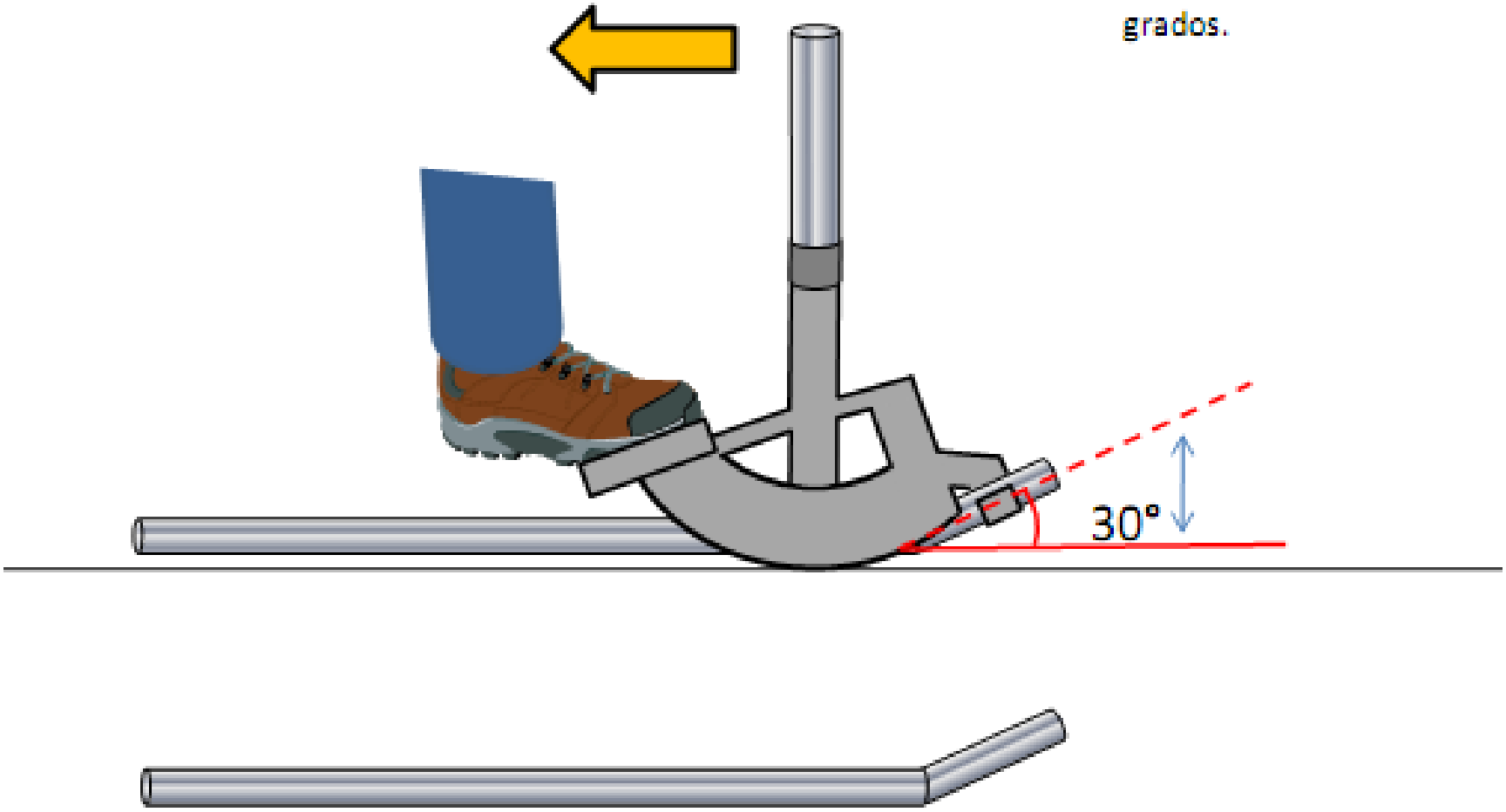
Coloque el tubo conduit en posición inicial.



MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

PASO 2

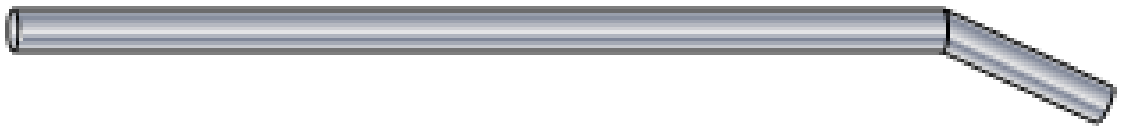
Haga una pequeña curvatura de 30 grados.

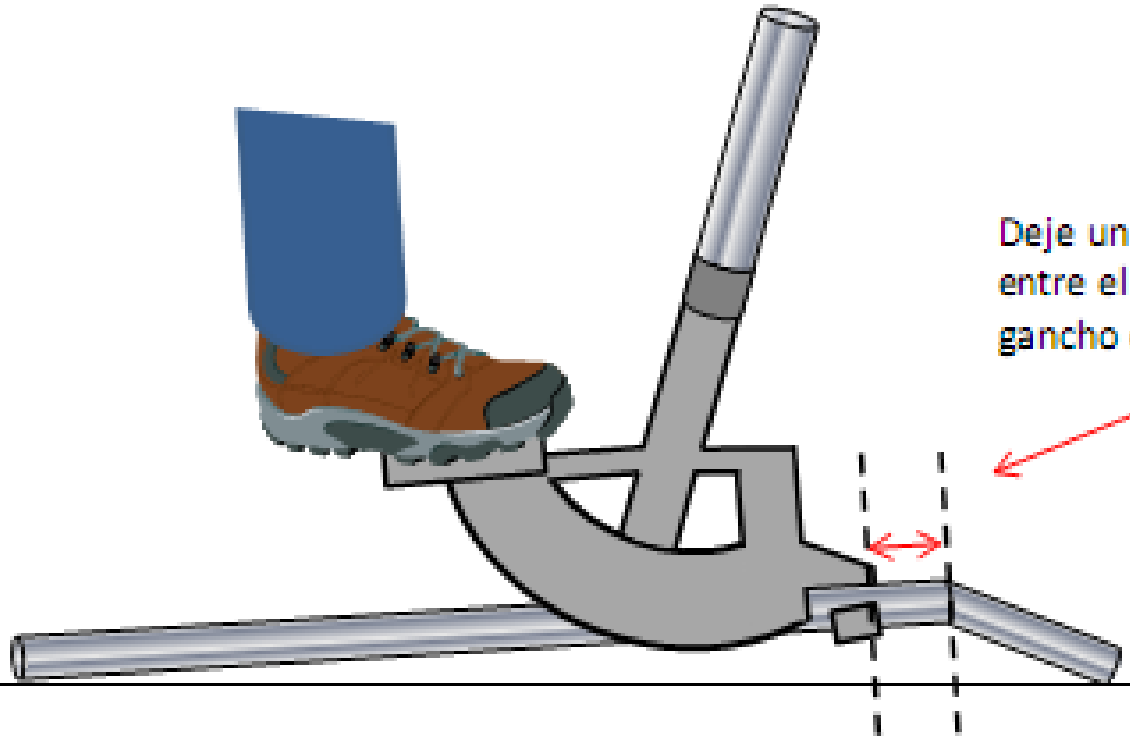


MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

PASO 3

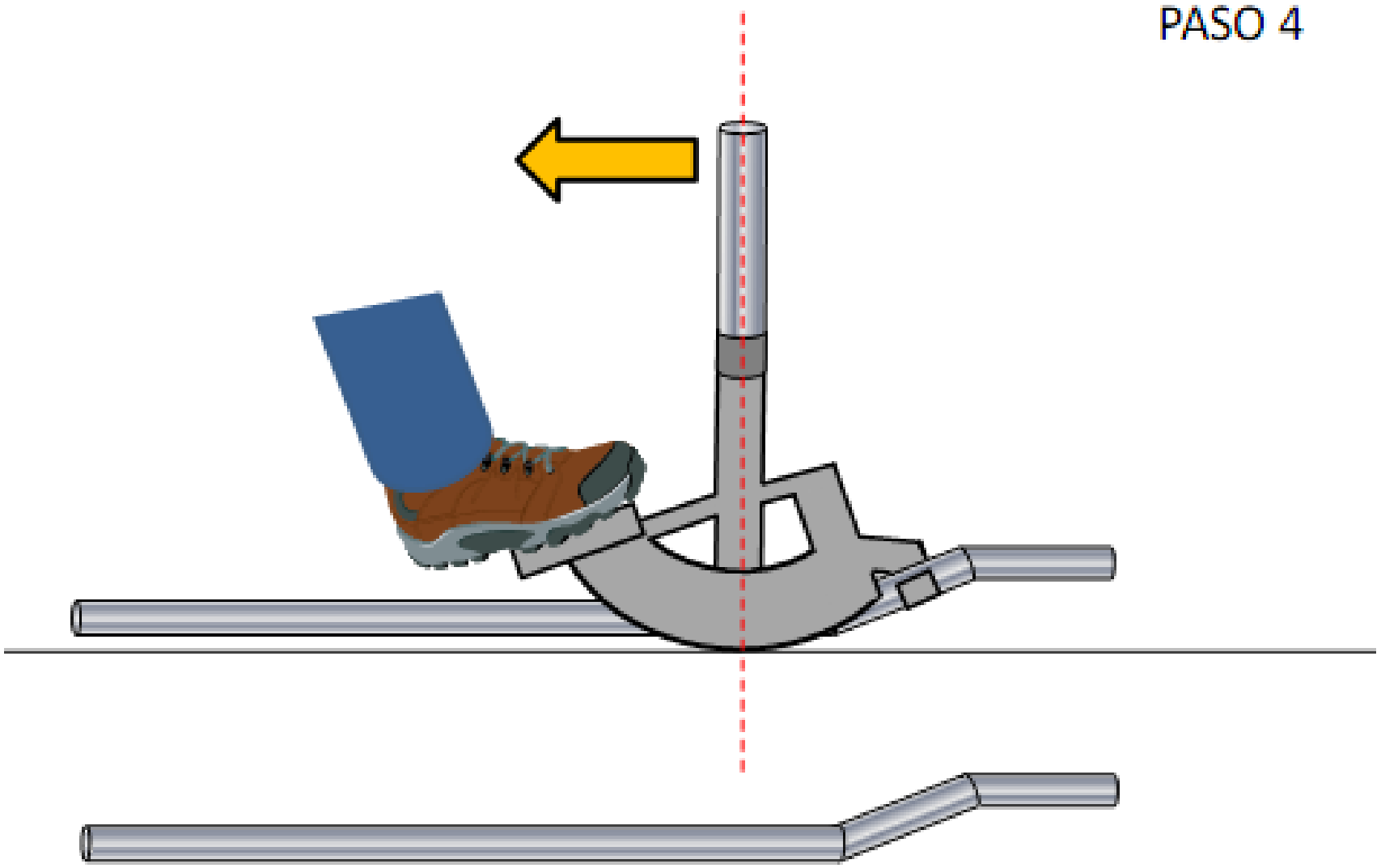
Voltee el tubo y haga otra pequeña curva detrás de la primera.





Deje un pequeño espacio entre el primer doblez y el gancho del dobla-tubos.

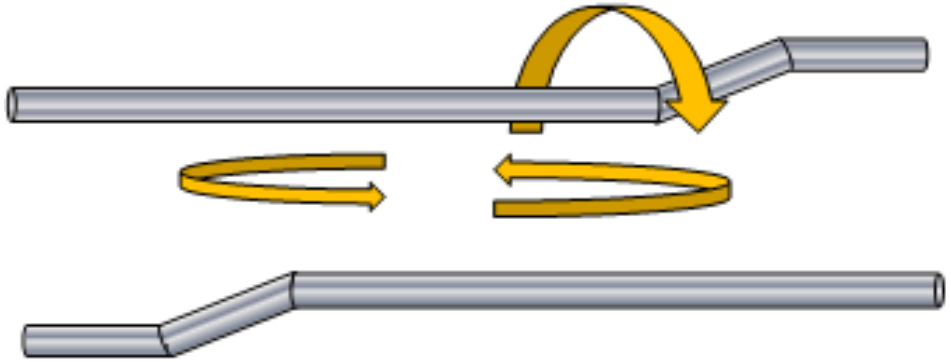
MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA



MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

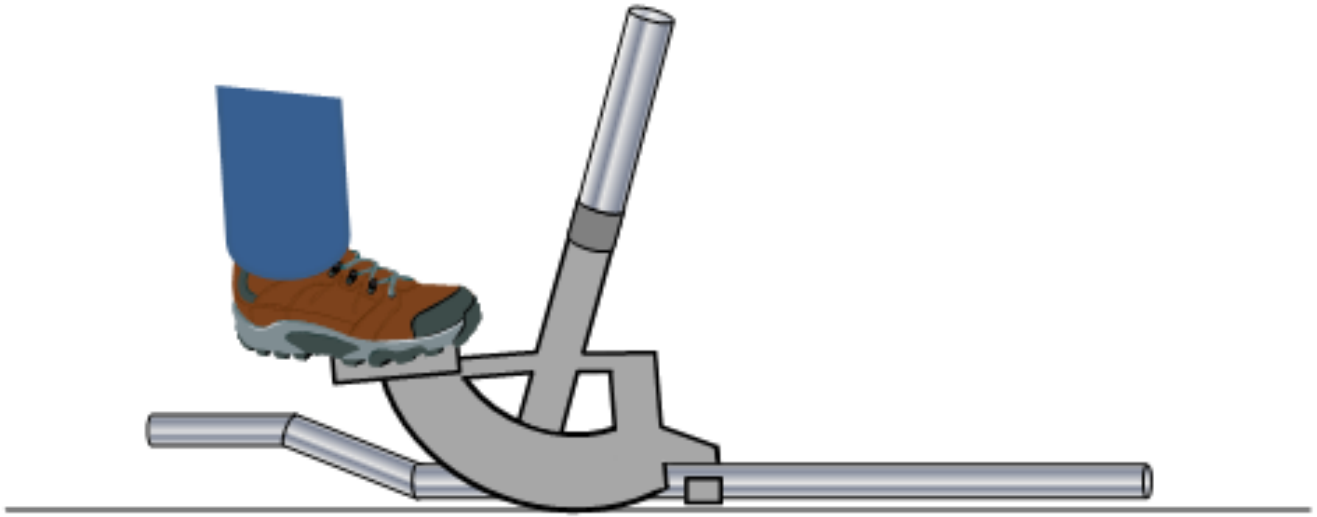


ESCALONADA



PASO 1

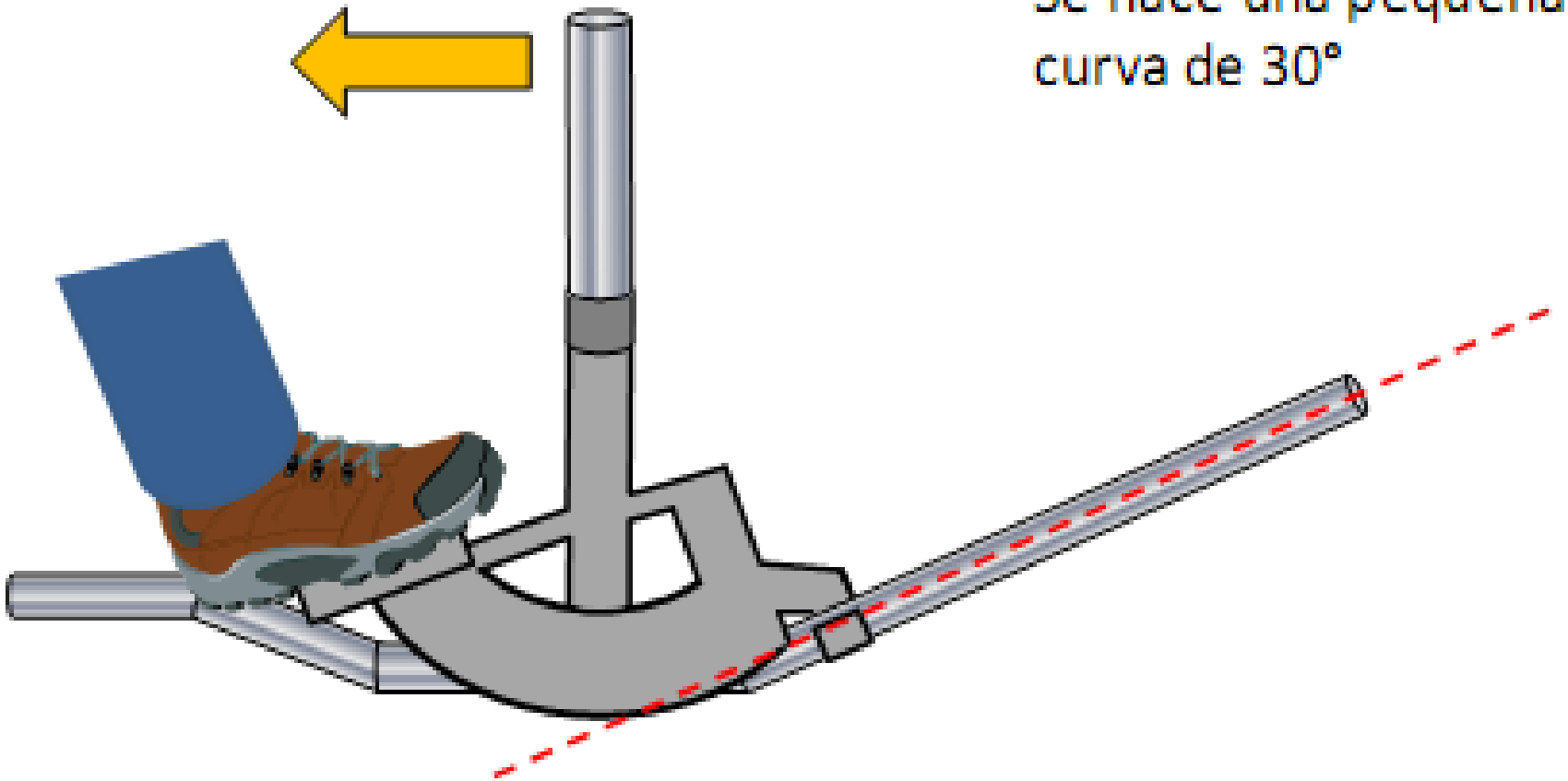
Se voltea y se gira al revés y se coloca el dobla-tubos



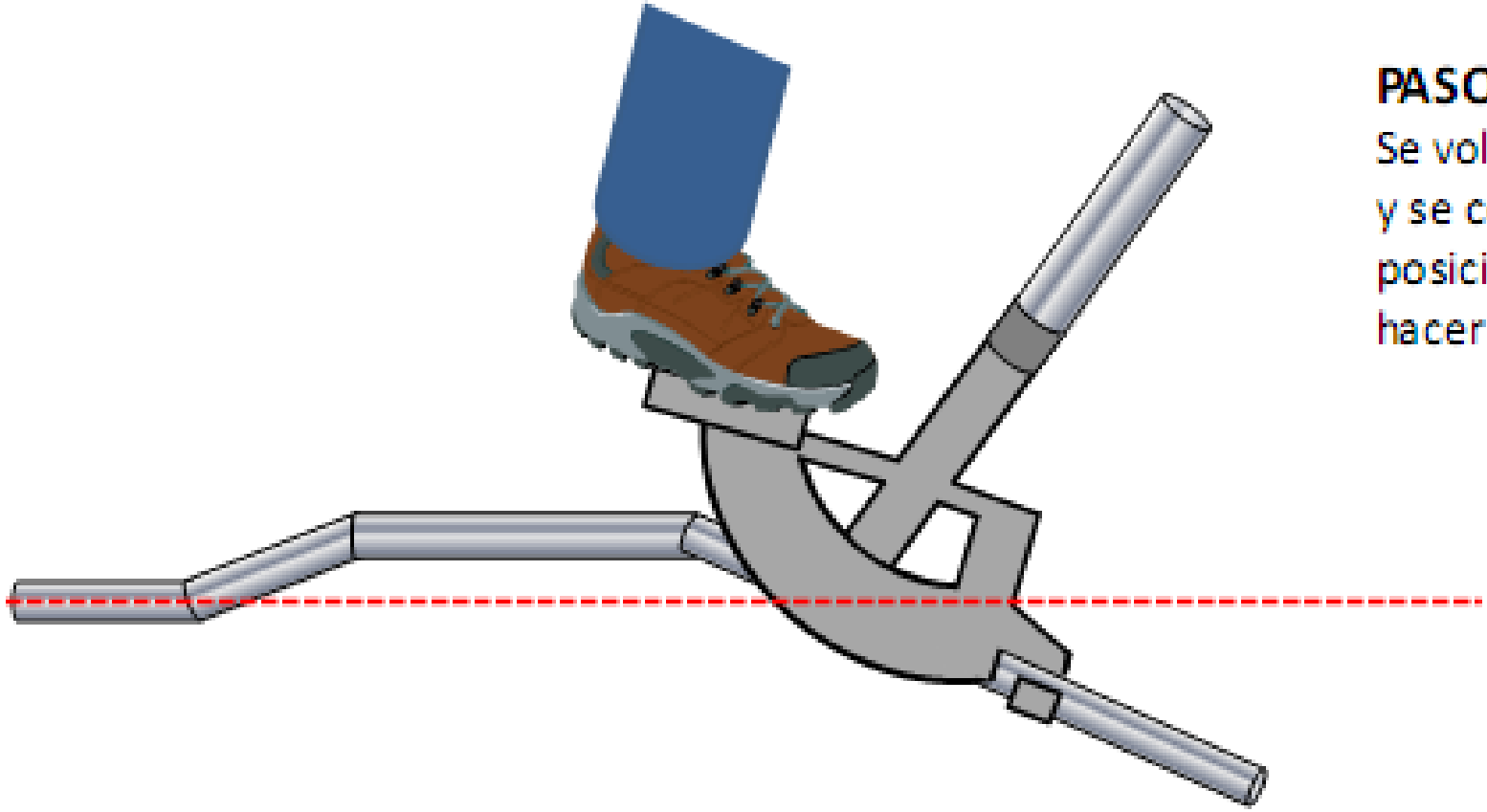
MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

PASO 2

Se hace una pequeña curva de 30°



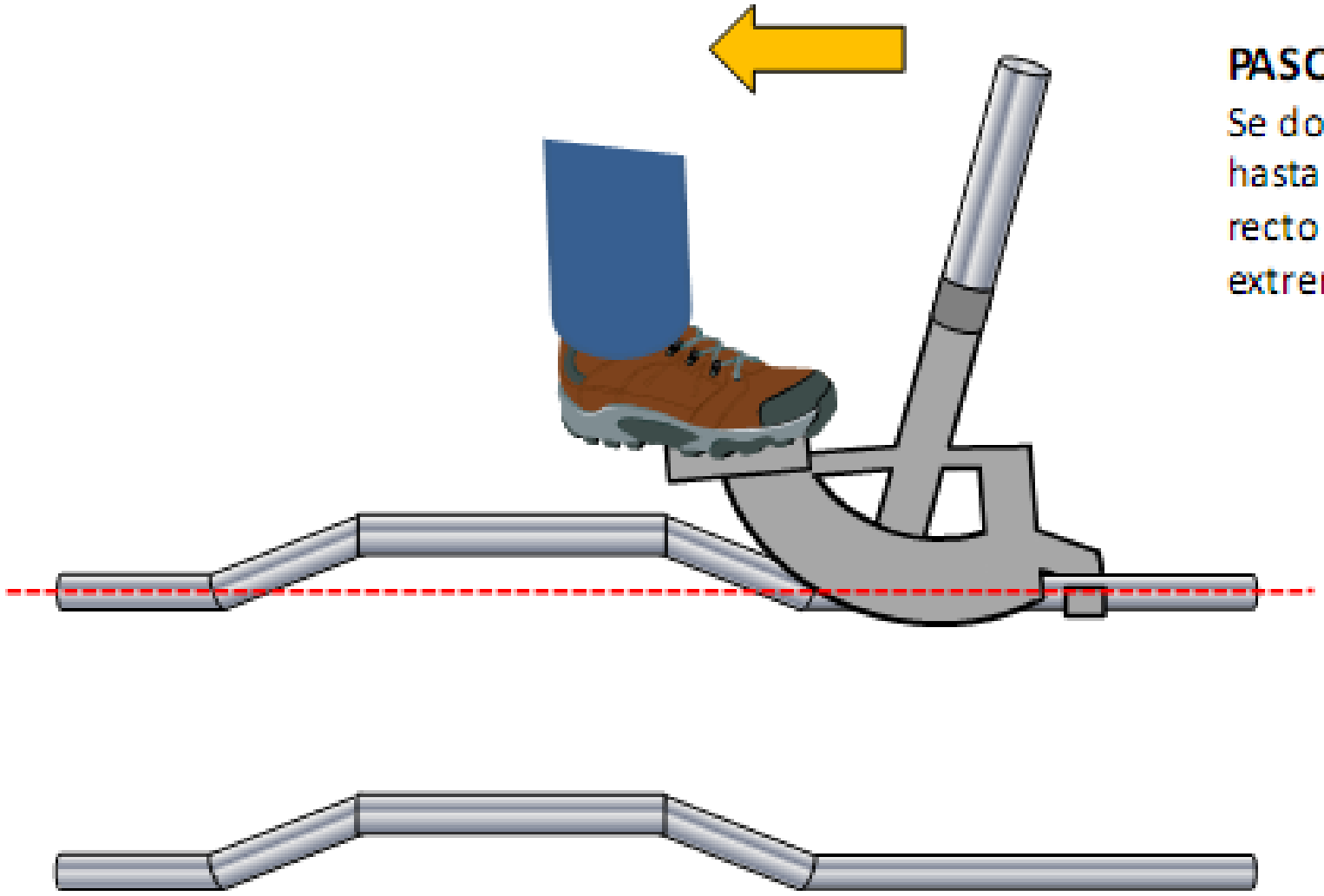
MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA



PASO 3

Se voltea el tubo y se coloca en posición para hacer otra curva

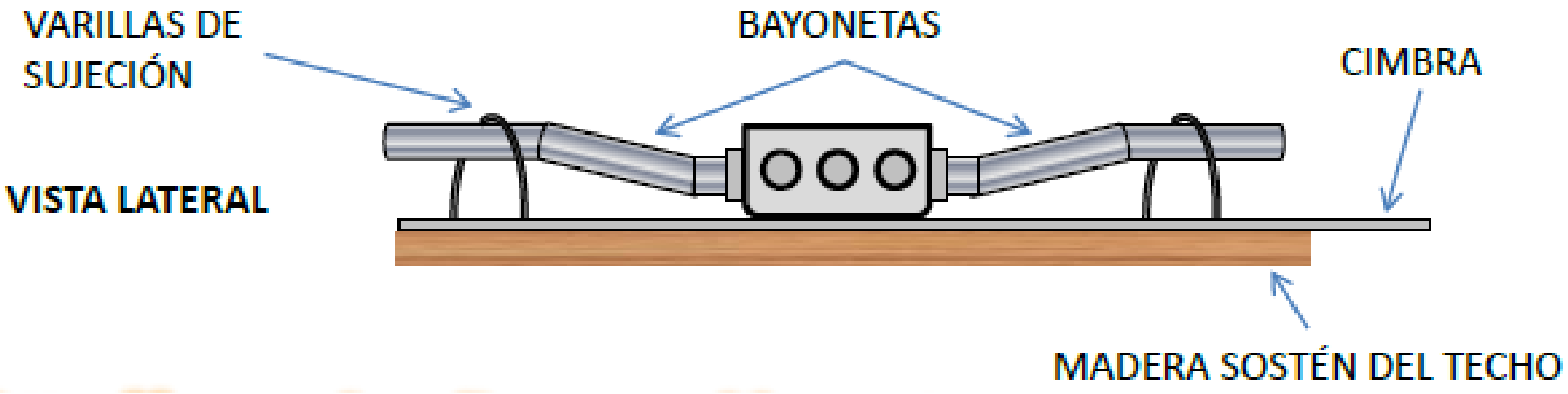
MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA



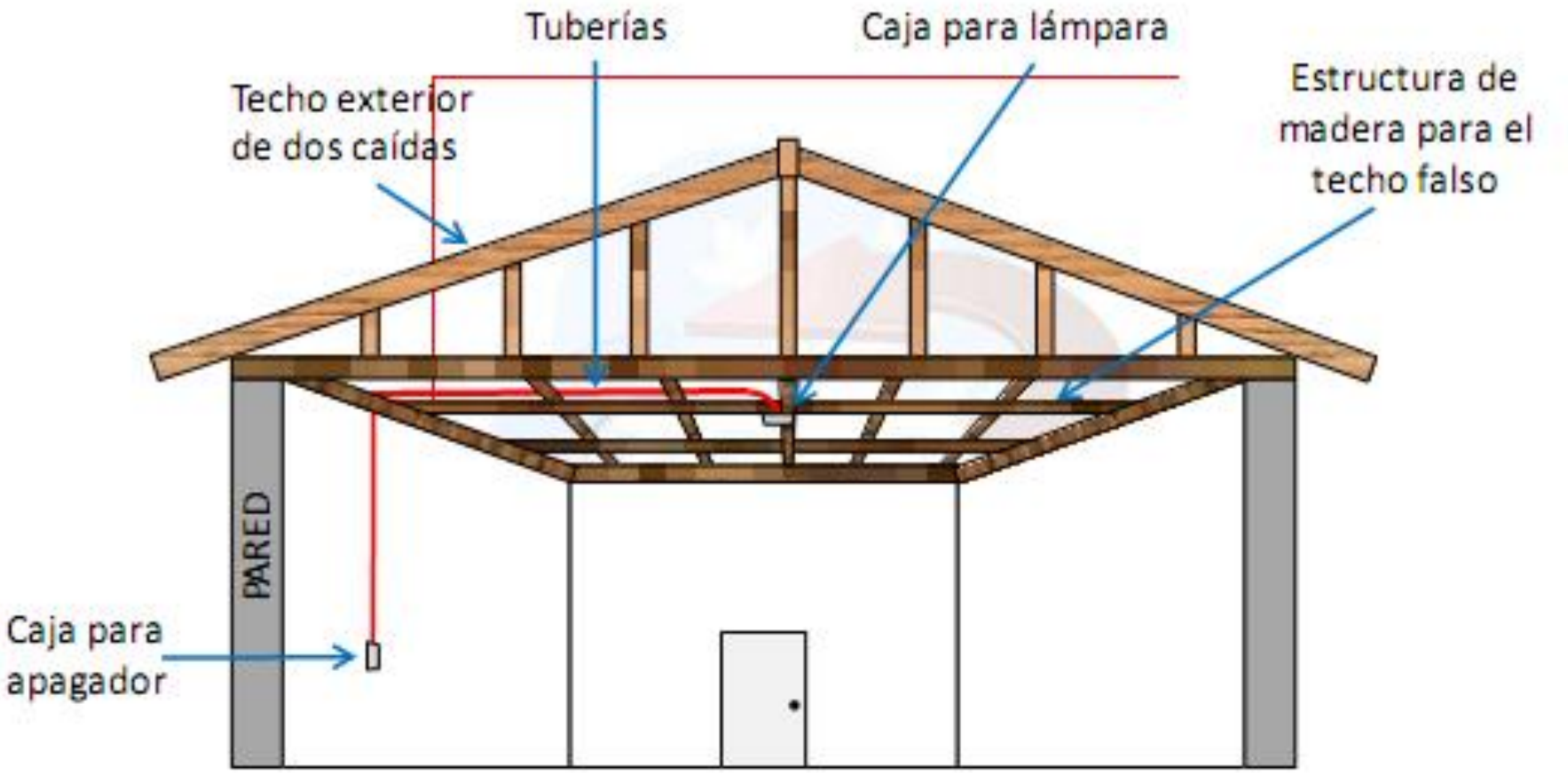
PASO 4

Se dobla el tubo hasta que quede recto con el otro extremo

MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

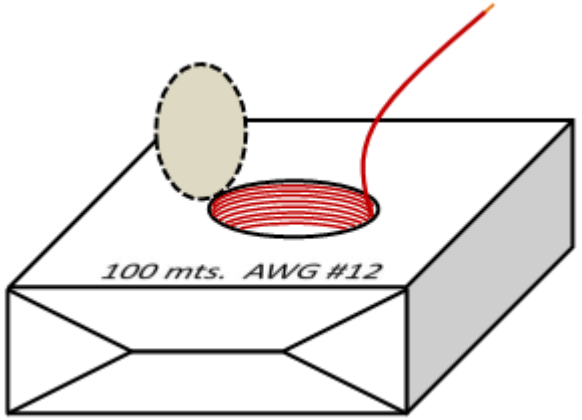


MÉTODO PRÁCTICO PARA EL CORTE, DOBLADO Y ESCARIADO DE LA TUBERÍA METÁLICA

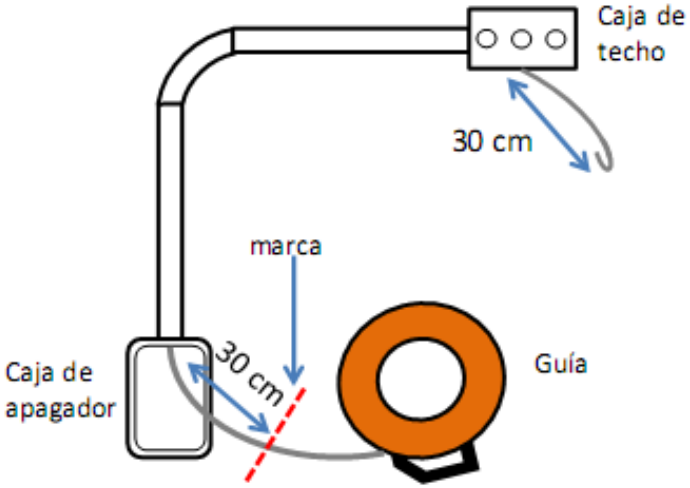


MÉTODO PRÁCTICO PARA ALAMBRAR INSTALACIÓN ELÉCTRICA

1.- Se destapa la caja del conductor en su parte central. NUNCA SAQUE EL ROLLO DEL CONDUCTOR DE SU CAJA, SI LO HACE SE ENREDARÁ. Las cajas tienen el alambre enrollado para ser sacados con facilidad de su parte central. Cada caja contiene 100 metros de alambre.



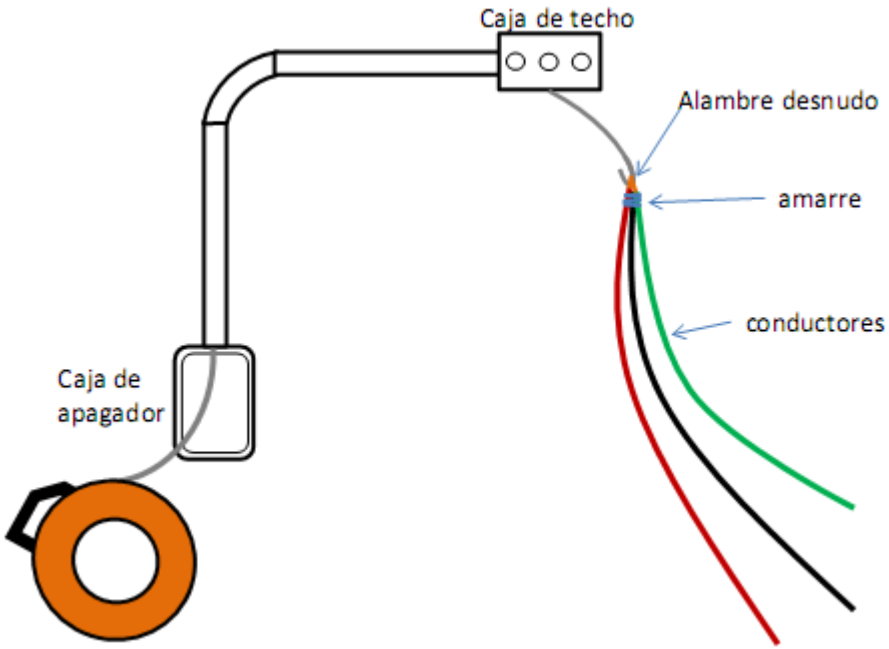




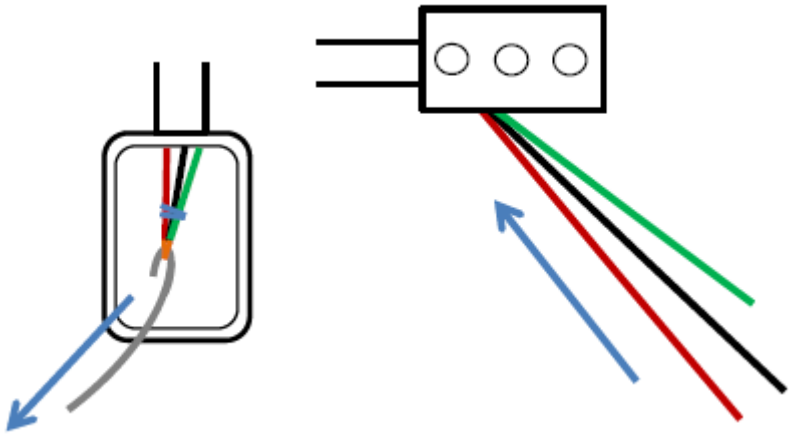
2.- Si la instalación es a base de tubería, introduzca una guía de acero entre caja y caja de salida dejando unos 30 cm en cada extremo y marque la guía. Luego saque la guía y usándola como medida, corte los conductores de acuerdo a la marca y longitud de esta. Vuelva a introducir la guía.

MÉTODO PRÁCTICO PARA ALAMBRAR INSTALACIÓN ELÉCTRICA

3.- Desforre los alambres que se van a introducir y amárrelos al extremo de la guía. Según sea el caso use alambre de diferente color para identificarlos fácilmente.

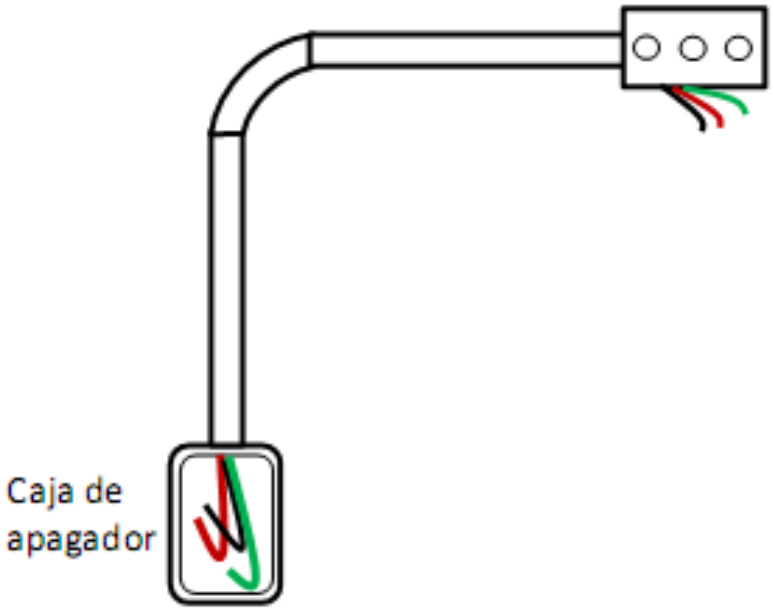


4.- Auxiliándose con otra persona, una jale la guía y la otra guie los conductores cuidando que el forro de estos no se dañe. Para ello siga el sentido del tubo entre caja y caja, hasta ser introducidos en su totalidad.

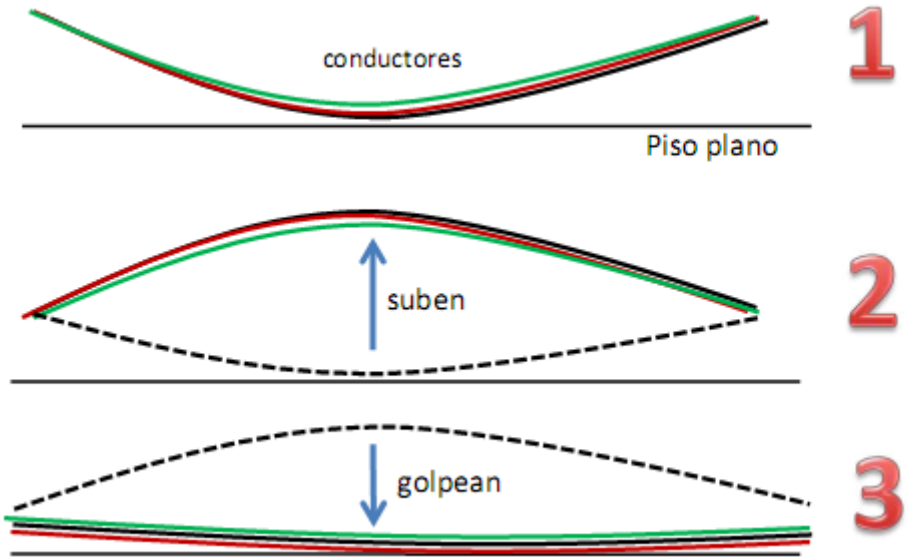


MÉTODO PRÁCTICO PARA ALAMBRAR INSTALACIÓN ELÉCTRICA

5.-Por último corte el amarre de conductores de la guía y coloque a sus terminales dentro de sus respectivas cajas.
- Continúe con el mismo procedimiento de alambrado entre caja y caja



6.- Cuando se usen conductores de calibres gruesos (awg #6 en adelante) se recomienda enderezarlos antes de introducirlos, golpeándolos fuertemente contra un piso plano y liso. Para ellos se necesitarán dos personas, una en cada extremo de los conductores.





TUBO CONDUIT PARED DELGADA



COPLE CONDUIT PARED DELGADA ZAMAK



COPLE CONDUIT PARED DELGADA DE ACERO



CODO CONDUIT PARED DELGADA



CONECTOR CONDUIT PARED DELGADA ZAMAK



CONECTOR CONDUIT PARED DELGADA DE ACERO



TUBO CONDUIT PARED GRUESA



COPLE CONDUIT PARED GRUESA



CODO CONDUIT PARED GRUESA



MONITOR METALICO



CONTRATUERCA METALICA



CONDULET LB



CONDULET LL



CONDULET LR



CONDULET C



CONDULET T



CONDULETS PARA PARED DELGADA



CAJA DE REGISTRO FS



CAJA DE REGISTRO FSC



CAJA DE REGISTRO FSCT



TUBO FLEXIBLE PLICA



TUBO FLEXIBLE LIQUIDTIGHT



CONECTORES TUBO FLEXIBLE PLICA



CONECTORES TUBO FLEXIBLE LIQUIDTIGHT



CONECTOR USO RUDO



CONECTOR HUB



MUFA



GABINETES ELECTRICOS



TAPAS PARA CAJA DE REGISTRO



CHALUPAS 4X2



CAJA REDONDA



CAJA CUADRADA





Accesorios de Canalización Eléctrica

Cajas de salida

Usadas para efectuar las conexiones de una instalación



Caja rectangular de 2 x4



Caja octagonal



Caja cuadrada de 4x4



Caja redonda





Conectores

Son los encargados de unir las tuberías con las cajas de salida



Contratuerca



Conector con tornillo



Conector sin tornillo



Coples

Estos elementos unen un tubo con otro.



niple



Cople con tornillo



Conduletas

Se utilizan en instalaciones visibles o de falso plafón para proporcionar curvas de 90 grados en las tuberías o para usarse como derivación para otras tuberías. Ofreciendo una buena estética y facilitando el acoplamiento de la red de tubería y sus conexiones eléctricas,



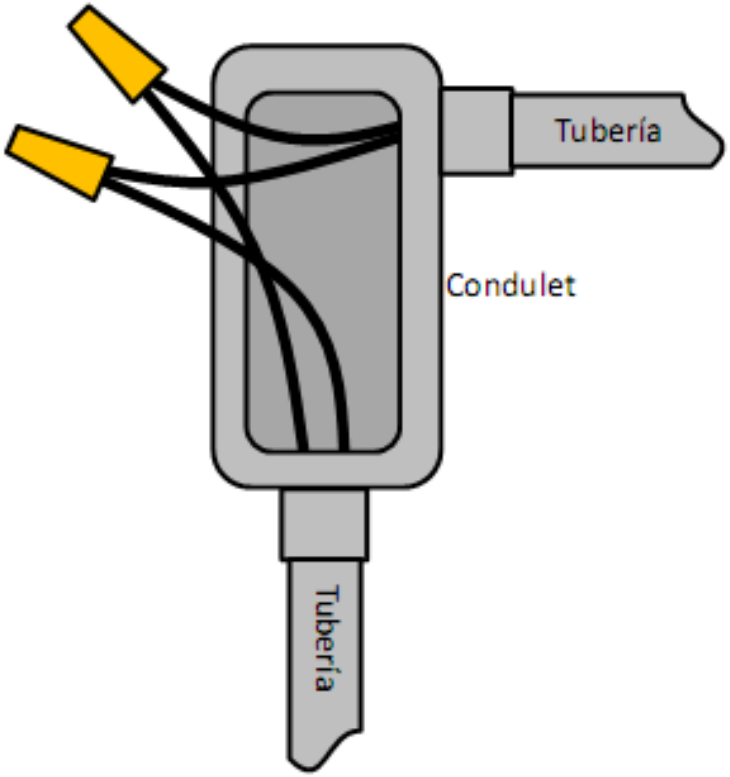
Condulet tipo LB



Condulet tipo TB



Condulet tipo T



Plaster o Adaptadores

Sirven como base para sujetar algunos accesorios de las cajas en las cuales no tienen preparaciones.



"Plaster ring" para caja de 4 x 4 a roseta.



"Plaster" para caja de 4 x 4 a caja de 2 x 4.

Tapas ciegas

Se utilizan para cubrir totalmente las cajas de salidas que solo son usadas para conexiones eléctricas como cajas de paso y que por consiguiente NO LLEVAN ADITAMENTOS.



Para caja rectangular de 2 x 4



Para caja cuadrada de 4 x 4



Para caja octagonal

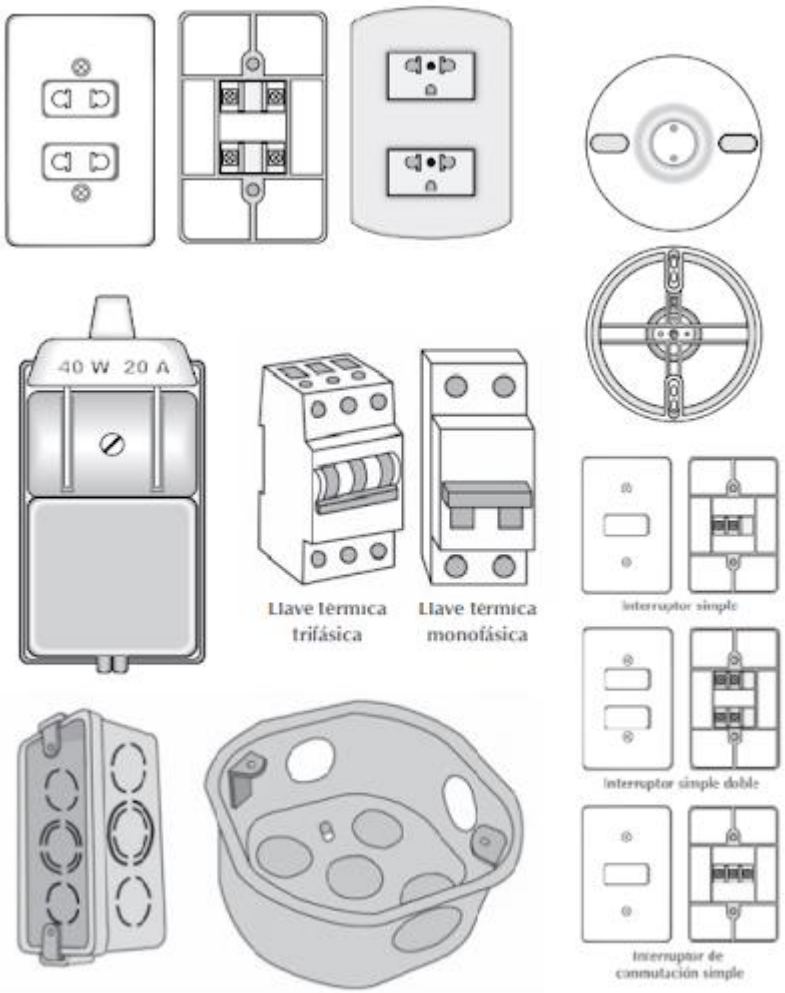
Conectores OFFSET

Son usados para unir 2 receptáculos y cercar al muro a uno de ellos



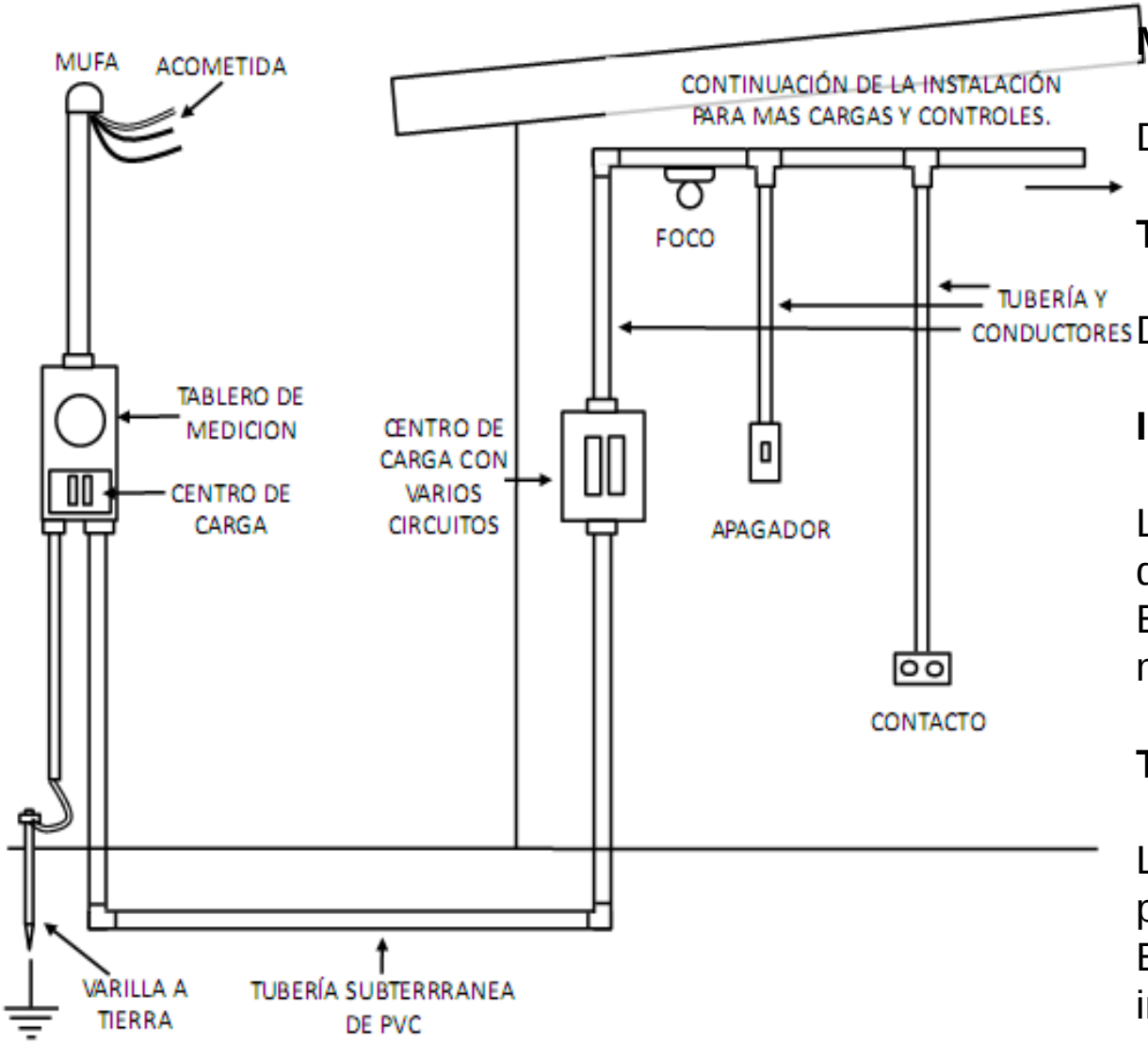
Ejercicio

¿Qué diámetro de tubería se requiere para pasar tres conductores calibre 14AWG Fase, Neutro y tierra?



Accesorios de Instalaciones Eléctricas Internas

INSTALACIÓN ELÉCTRICA INTERNA



MEDIDOR

Distancia:

TABLERO DISTRIBUCION

Distancia:

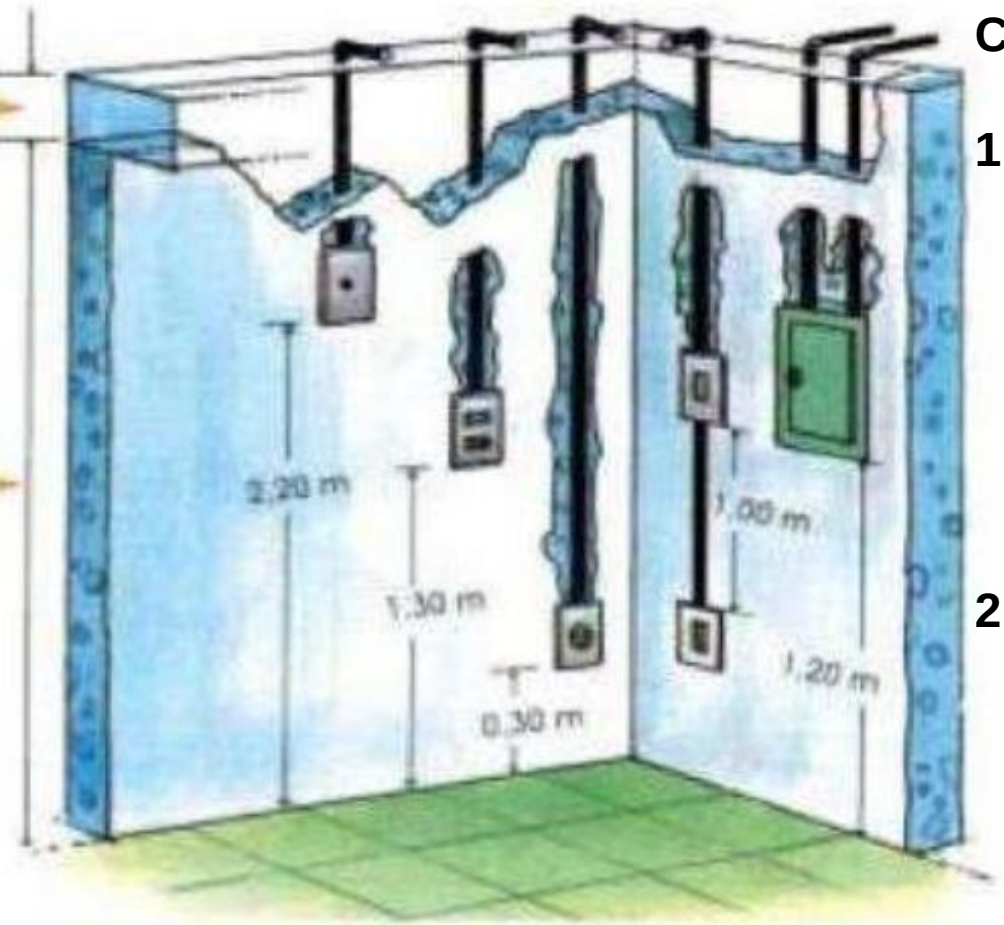
INTERRUPTORES

La altura de los apagadores al piso deberá ser de 1.20mts a 1.35mts
Estos deben estar localizados del marco de la puerta entre 15 a 25 cm

TOMAS ELECTRICOS

La altura de los tomacorrientes al piso deberá ser de 30 a 50 cm.
En cocinas estar a la altura de los interruptores.

Ubicación distribución eléctrica

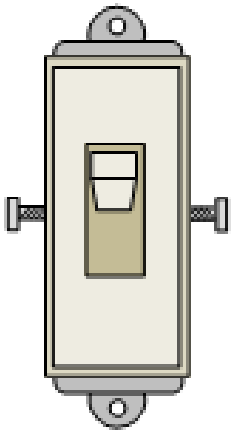


Caja de Circuitos o Breakers

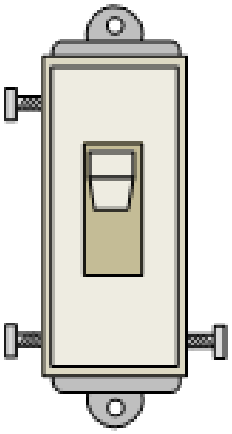
1. **Altura de Instalación y Ubicación**:
   Según el numeral 16.10.4 de la RETIE, los tableros deben instalarse en lugares de fácil acceso, entre 1.5 metros y 2 metros desde el suelo hasta el centro del panel, para permitir su mantenimiento y operación segura sin obstáculos.
2. **Distancia de Seguridad**:
   El numeral 20.4.2 de la RETIE establece que debe haber un espacio libre mínimo de 1 metro de ancho y 2 metros de altura frente a la caja para garantizar un acceso seguro.

Interruptores Eléctricos

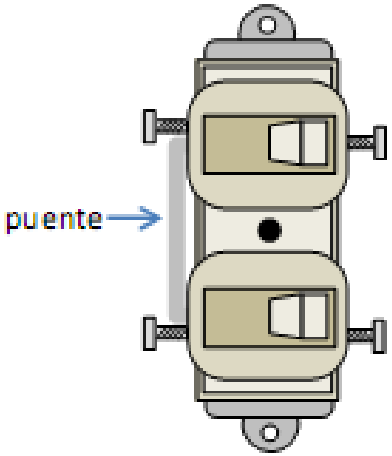
Un interruptor es un dispositivo cuyo objetivo es desviar o interrumpir la conexión eléctrica ya sea tan simple como un apagado o encendido de luz como de un complicado selector de transferencias automático.



APAGADOR SENCILLO

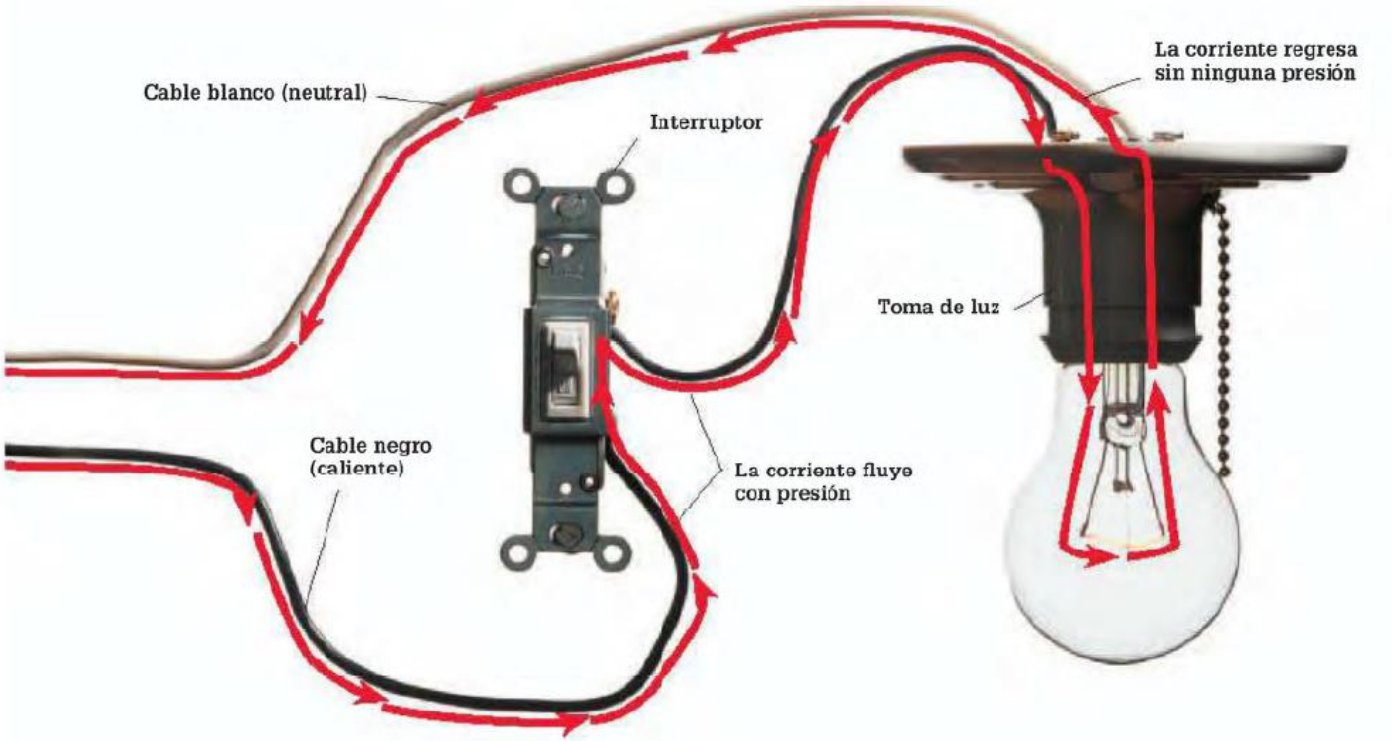


APAGADOR 3 VIAS



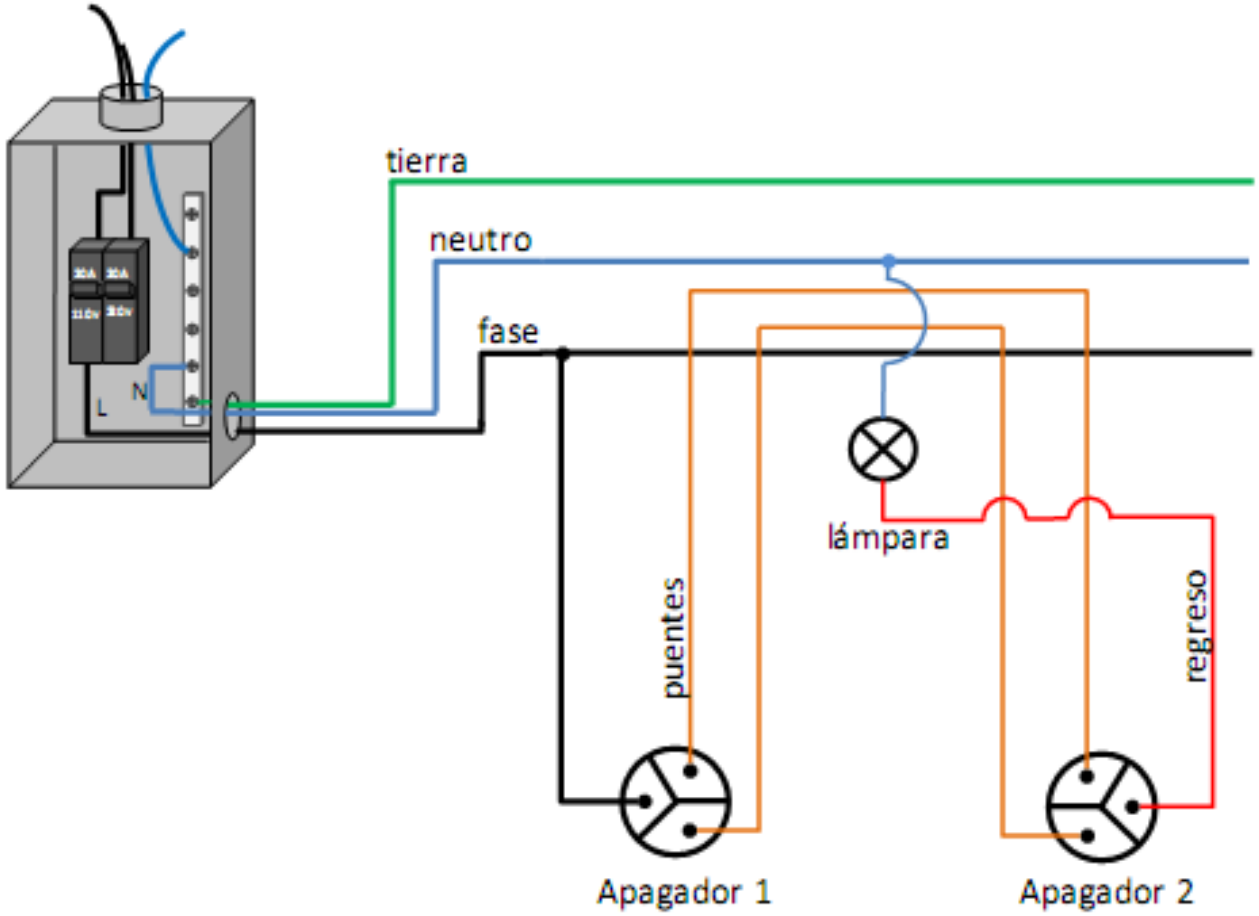
APAGADOR DOBLE

Flujo de la electricidad en un interruptor



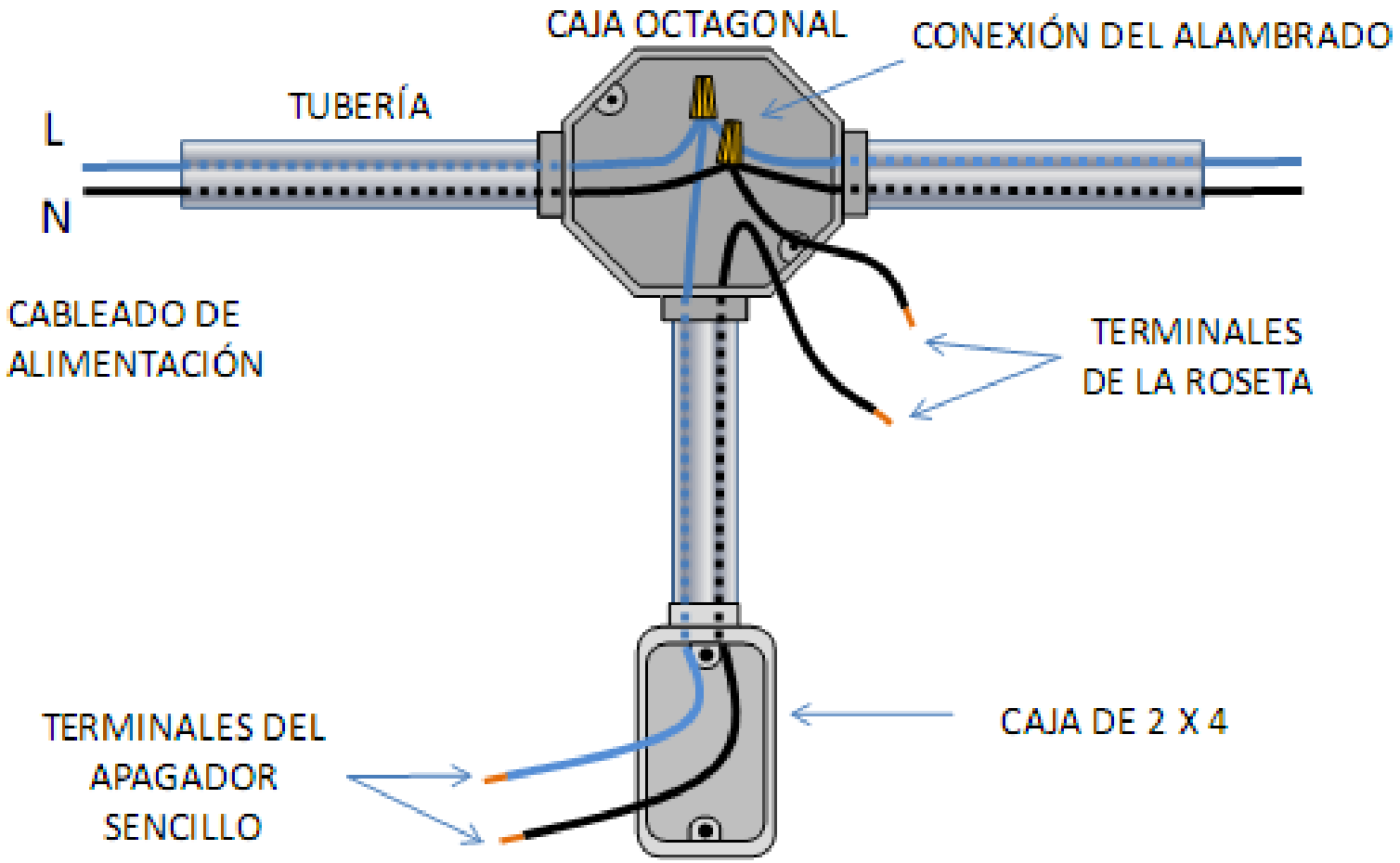
LÁMPARAS

CONEXIÓN DOS APAGADORES, TRES VÁS.



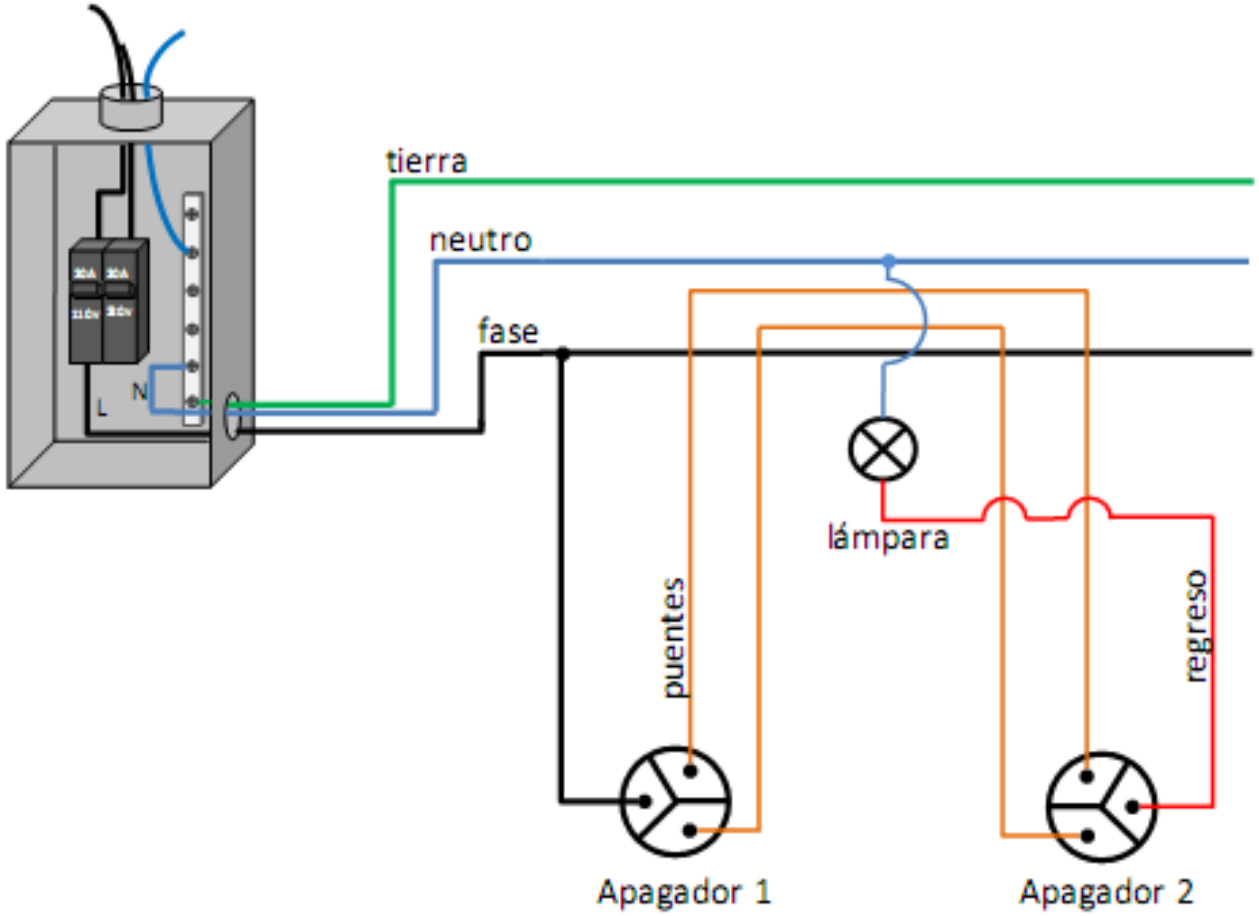
CONEXIONES LÁMPARAS

Interprete el siguiente circuito.



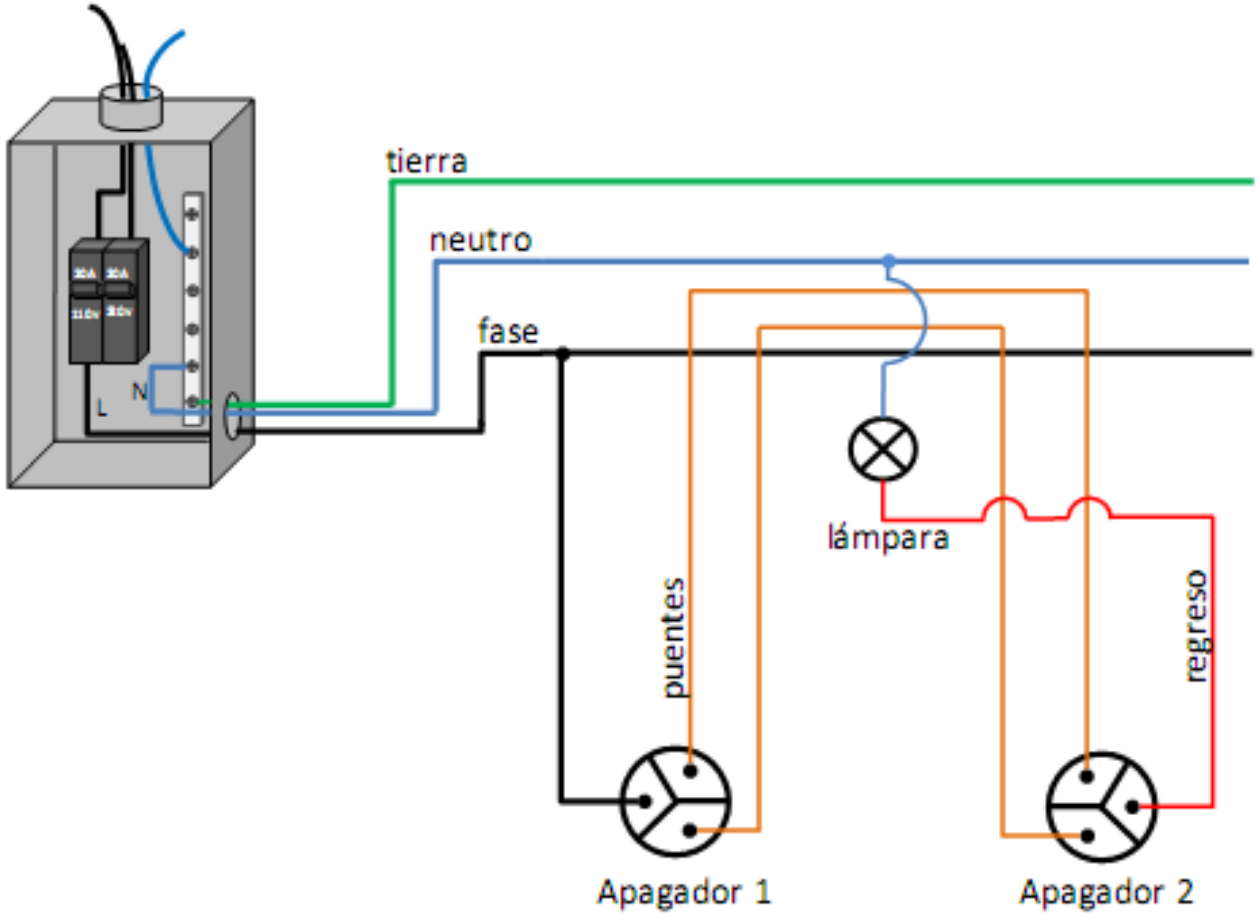
LÁMPARAS

CONEXIÓN DOS APAGADORES, TRES VÁS.



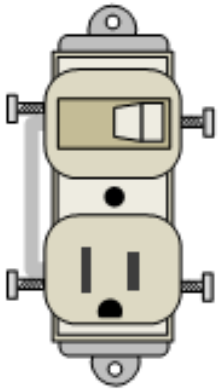
LÁMPARAS

CONEXIÓN DOS APAGADORES, TRES VÁS.

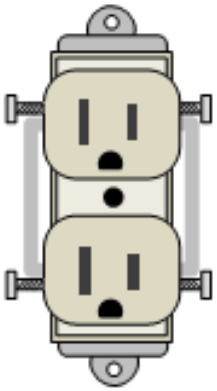


Tomacorriente Eléctricos

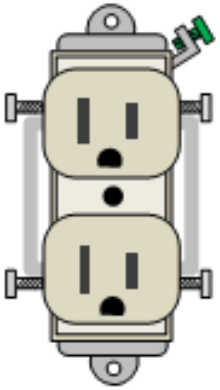
Los **tomacorrientes** son dispositivos eléctricos que funcionan como un **punto de conexión para alimentar los equipos eléctricos** como electrodomésticos, equipos portátiles e industriales. Los tomacorrientes por sí solos no consumen ninguna energía; estos solo funcionan como un enlace entre la fuente de alimentación de energía eléctrica y los equipos.



APAGADOR
CONTACTO

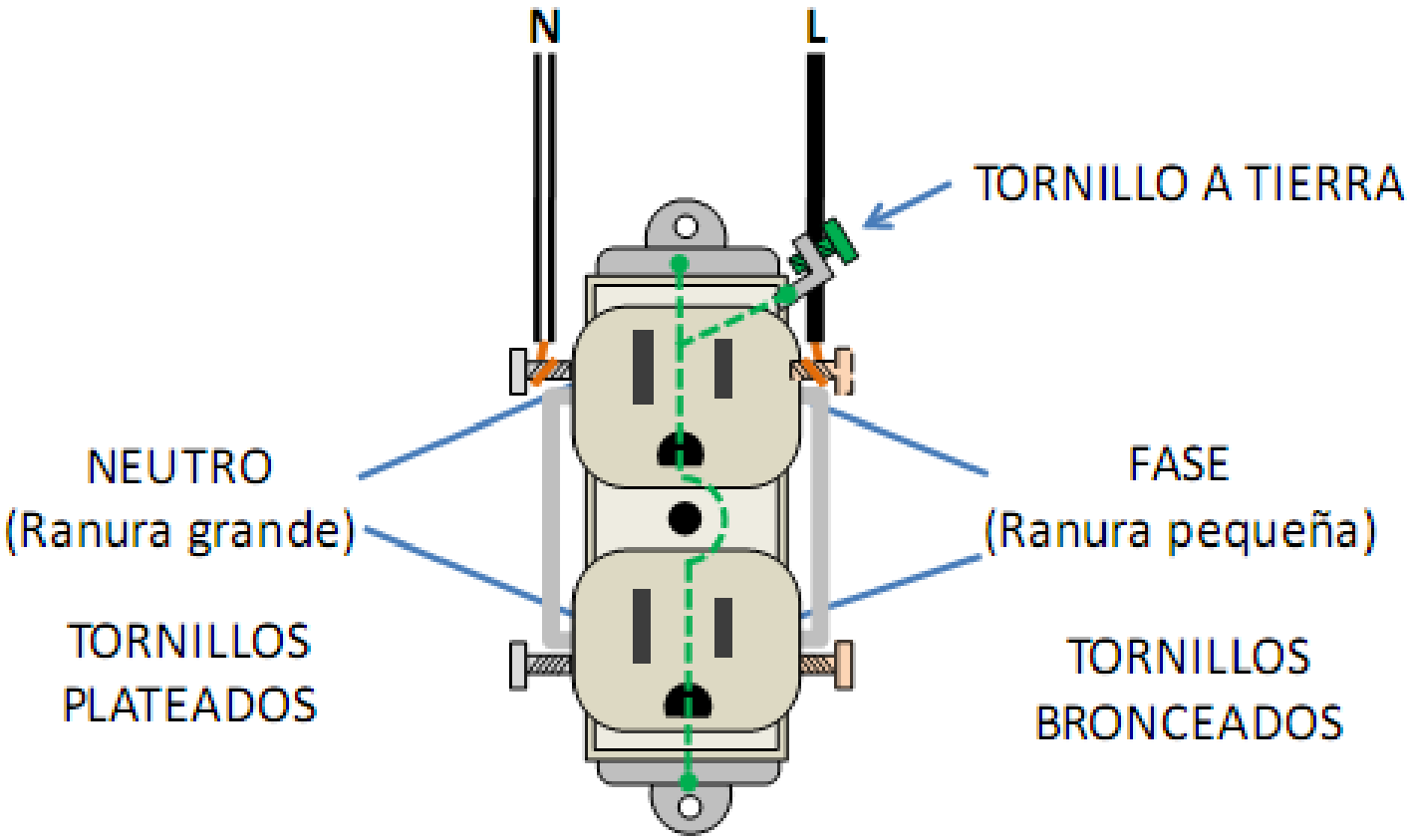


CONTACTO
DOBLE
MONOFÁSICO
(sin polarizar)



CONTACTO
DOBLE
MONOFÁSICO
(polarizado)

TOMA ELÉCTRICO



Tipos de tomacorrientes

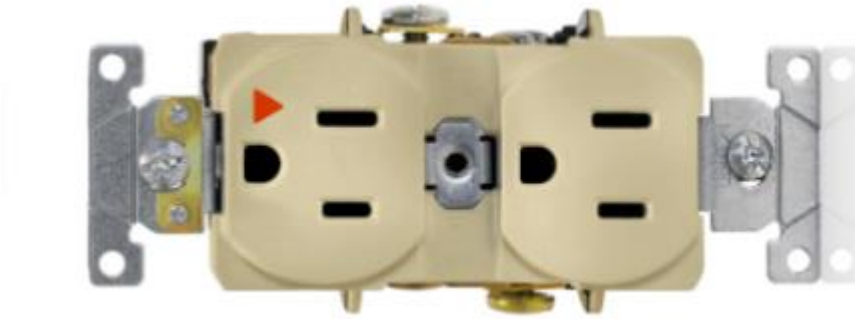
Tomacorrientes de 2 puntas



Son comunes en las casas más antiguas. Esta toma de corriente de 15 amperios, 125 voltios y dos cables se utiliza sólo para circuitos sin conexión a tierra. Se están volviendo rápidamente obsoletos debido a problemas de seguridad y a los requisitos de los códigos modernos.

Tipos de tomacorrientes

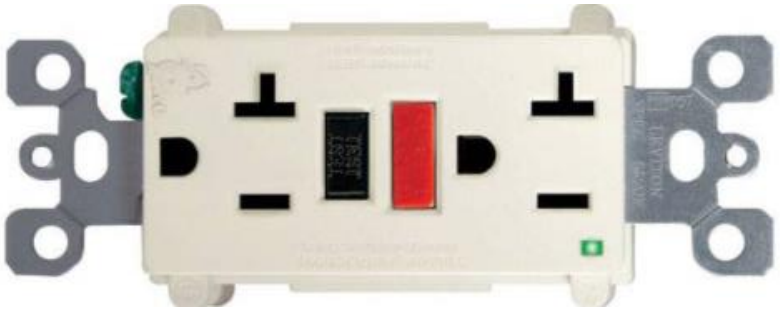
- **Tomacorrientes de 3 puntas, 15 amperios y 125 voltios**



Este es uno de los tomacorrientes más reconocidos y comunes que se encuentran en los hogares actualmente. El tomacorriente de tres puntas presenta dos ranuras verticales con un orificio de conexión a tierra en forma de U invertida en la parte superior. El cable de tierra ayuda a prevenir descargas eléctricas en caso de que se suelte algún cable.

Tipos de tomacorrientes

- **Tomacorrientes G.F.C.I**



Este tipo especial de tomacorriente llamado G.F.C.I o GFI (abreviatura de **interruptor de circuito por falla a tierra**) en cocinas, baños y otras áreas expuestas y húmedas de una casa para proteger a las personas de los **choques graves de electricidad** que pueden al unirse la corriente y el agua. Están identificados por los **botones de reinicio y prueba** situados en su cara. Un tomacorriente G.F.C.I de 120 voltios toma el lugar de un tomacorriente estándar y monitorea la corriente eléctrica.

Siempre que las cantidades de corriente entrantes y salientes no sean uniformes, como durante una falla a tierra o una fuga de corriente, el G.F.C.I detectará el problema y se apagará. Por lo tanto, si uno o varios de los tomacorrientes de la cocina, el baño o las áreas al aire libre dejan de funcionar, puedes instalar un tomacorriente G.F.C.I, ya que es como un disyuntor súper sensible.

Para utilizarlo, simplemente presiona el botón de reinicio para reiniciar el tomacorriente; esto encenderá cualquier otro conectado a él. Y luego, presiona el botón de prueba periódicamente para asegurarte de que el dispositivo esté funcionando.

Tipos de tomacorrientes

- **Tomacorrientes de 20 amperios y 125 voltios**



Estos son utilizados con dispositivos de alta corriente, tal como especifican los códigos eléctricos. Estos tomacorrientes son similares en apariencia a los tomacorrientes estándar de 15 amperios.

Para identificar una toma de 20 amperios, busque una ranura horizontal conectada a la ranura vertical superior izquierda de la toma.

Tipos de tomacorrientes

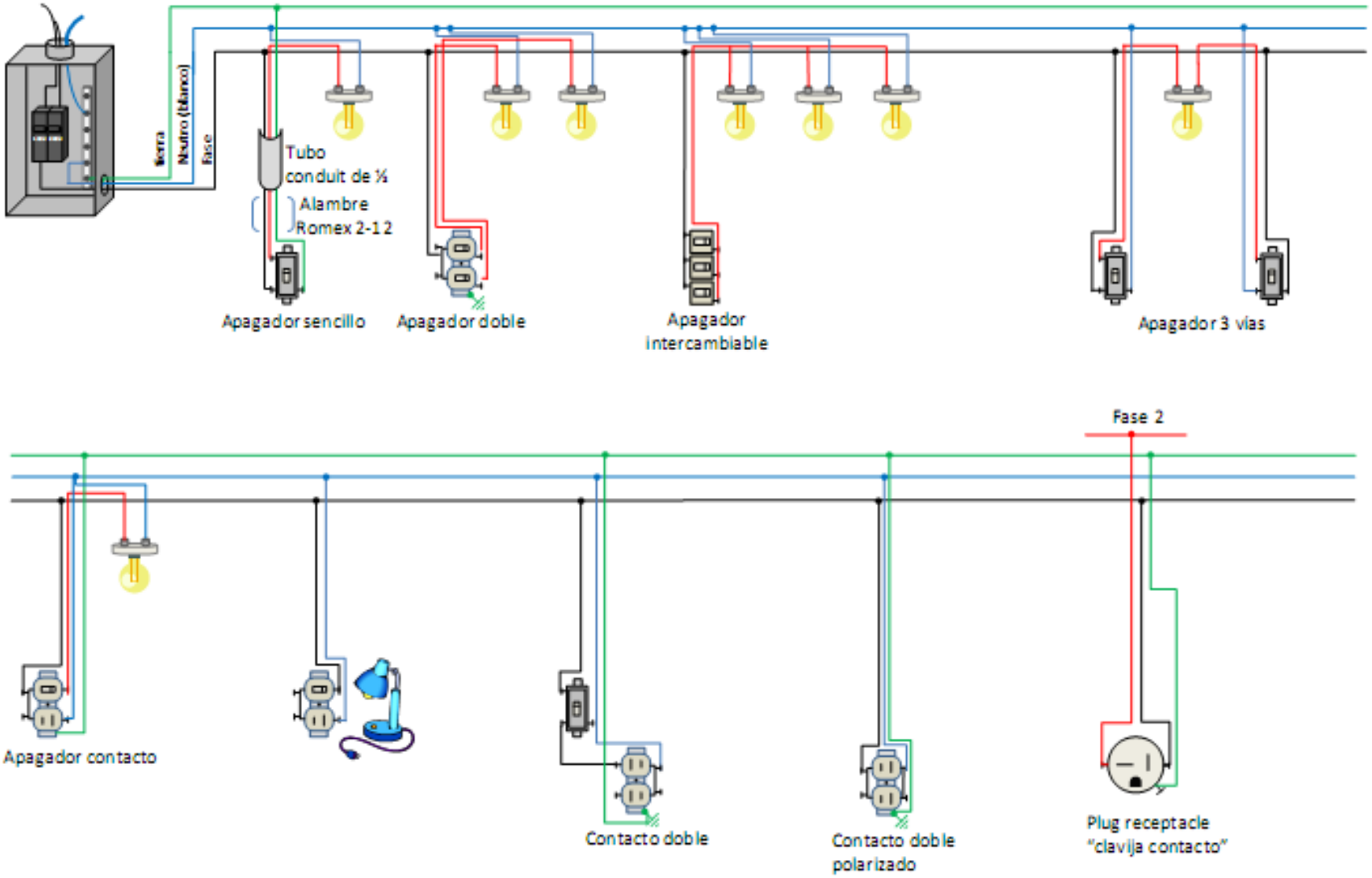
- **Tomacorrientes de 20 amperios y 250 voltios**



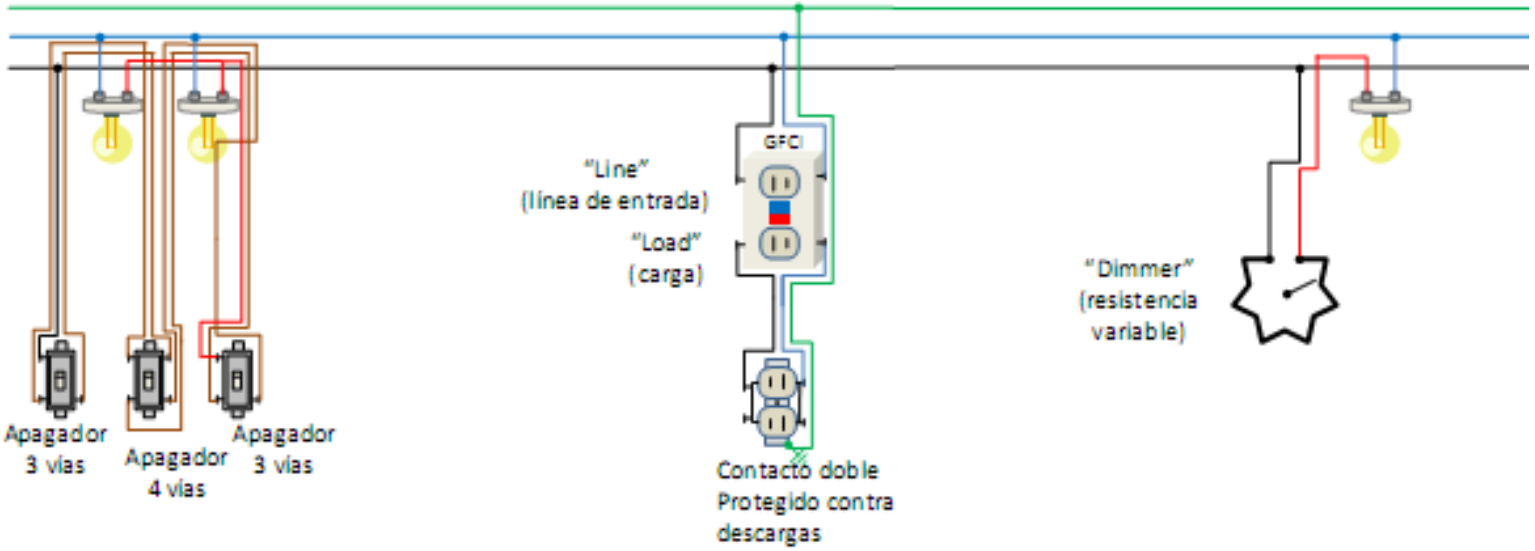
Una toma de corriente de 20 amperios y 250 voltios es identificable porque tiene una ranura en forma de T a la izquierda, una ranura horizontal a la derecha y un orificio de tierra en forma de U en la parte inferior.

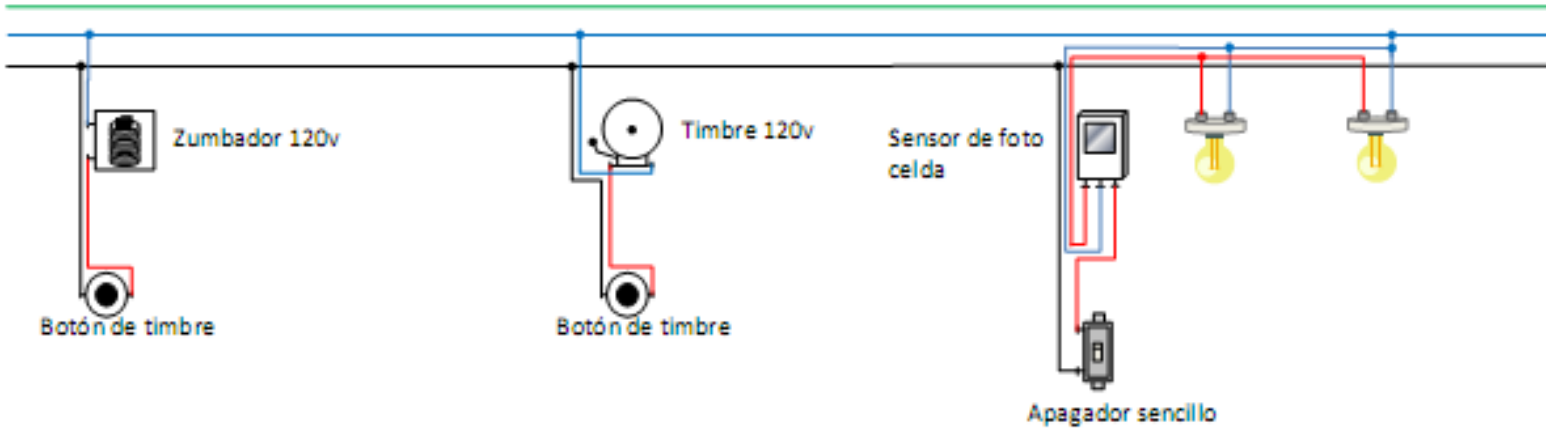
La configuración única de estas tomas está hecha para equipos como los compresores de aire.

CONEXIÓN DE INTERRUPTORES, CONTACTOS Y OTRAS CARGAS



CONEXIÓN DE INTERRUPTORES, CONTACTOS Y OTRAS CARGAS

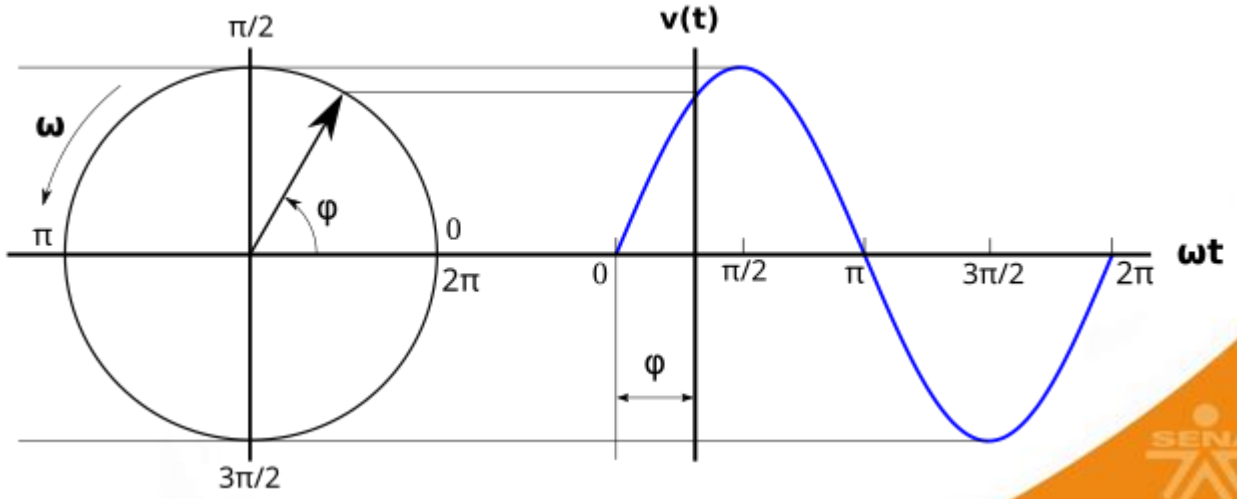




Principios de la Corriente Alterna

Generación de un voltaje alterno

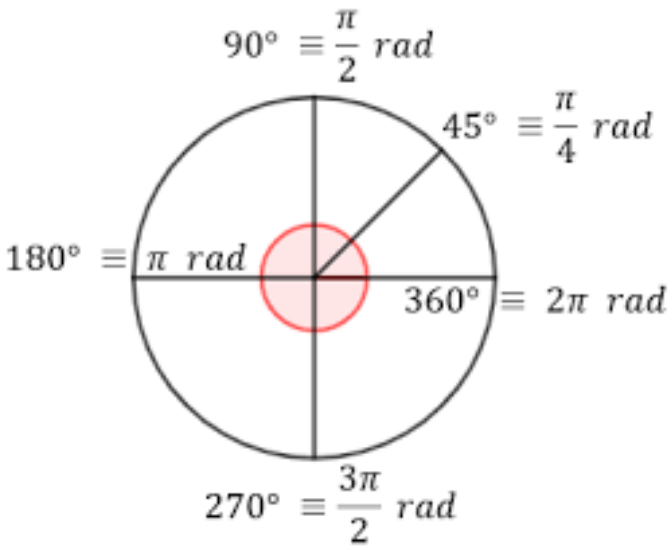
Un voltaje CA cambia continuamente en magnitud y periódicamente invierte su polaridad. El eje del cero es una línea horizontal que pasa por el centro. Las variaciones verticales de la onda de voltaje muestran los cambios en su magnitud. Los voltajes por arriba del eje horizontal tienen polaridad positiva mientras que los voltajes por debajo del eje tienen polaridad negativa.



Medidas angulares

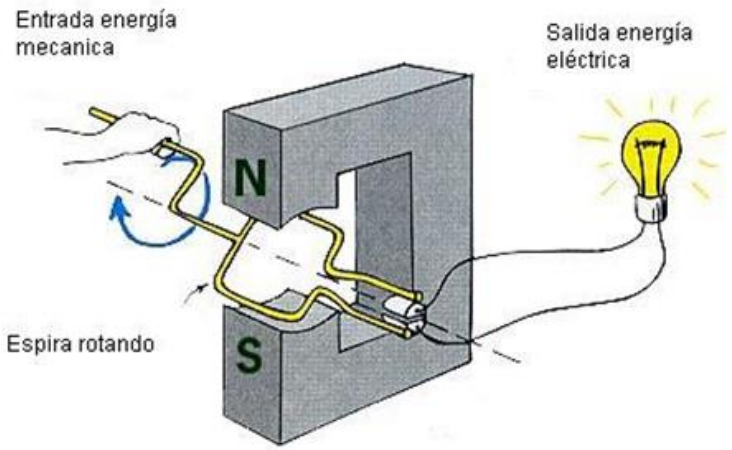
Concepto

Como los ciclos de voltaje corresponden a una rotación de la espira describiendo un cirtulo, las partes del circulo expresan los ángulos. El circulo completo es de 360°. Medio ciclo, o una alternación es 180° un cuarto de vuelta es 90°. Los grados se expresan también en radianes un radian es igual a 57,3° un circulo completo 2π rad.



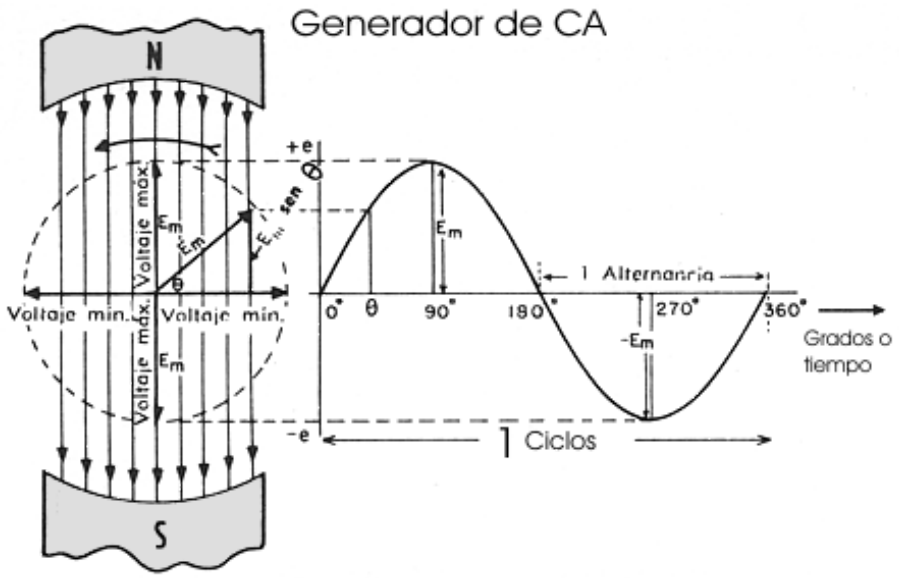
$$2\pi rad = 360°$$

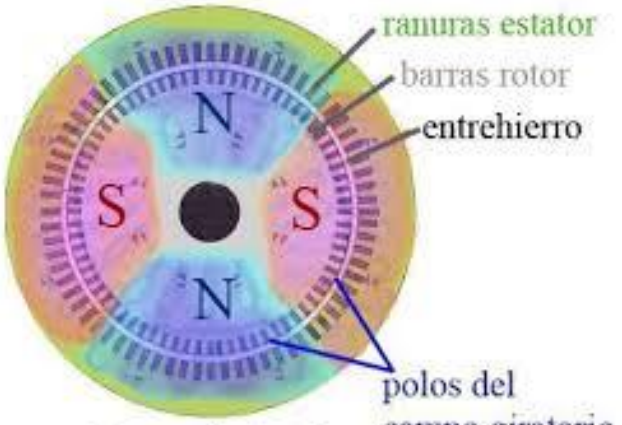
Medidas angulares



Generación de un voltaje alterno

En un generador de dos polos, la rotación de la bobina de la armadura en 360° geométricos (1 revolución) siempre generará un ciclo de 360° de voltaje CA. Pero en un generador de 4 polos, la rotación de la armadura en 180° geométricos únicamente generará un ciclo de CA o 180° eléctricos.





Motor de 4 polos

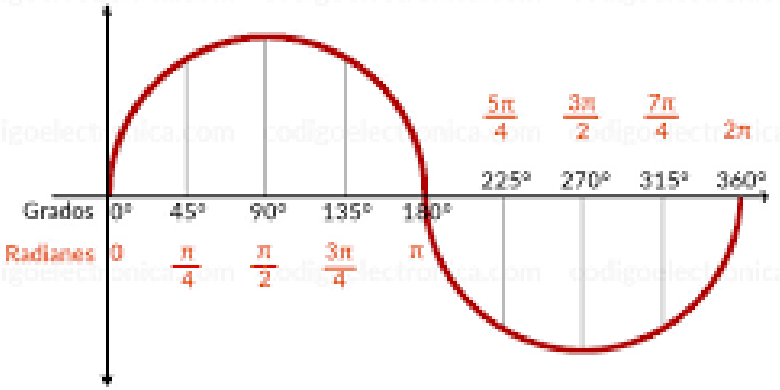
Principios de la Corriente Alterna

Ejercicios

Pasar de grados a radianes

1. 30°
2. 45°
3. 60°
4. 90°
5. 120°
6. 135°
7. 150°
8. 180°
9. 210°
10. 270°
11. $\frac{\pi}{6}$ rad
12. $\frac{\pi}{4}$ rad
13. $\frac{\pi}{3}$ rad
14. $\frac{\pi}{2}$ rad
15. $\frac{2\pi}{3}$ rad

Definición de las partes de un ciclo en términos de grados y radianes



Onda senoidal

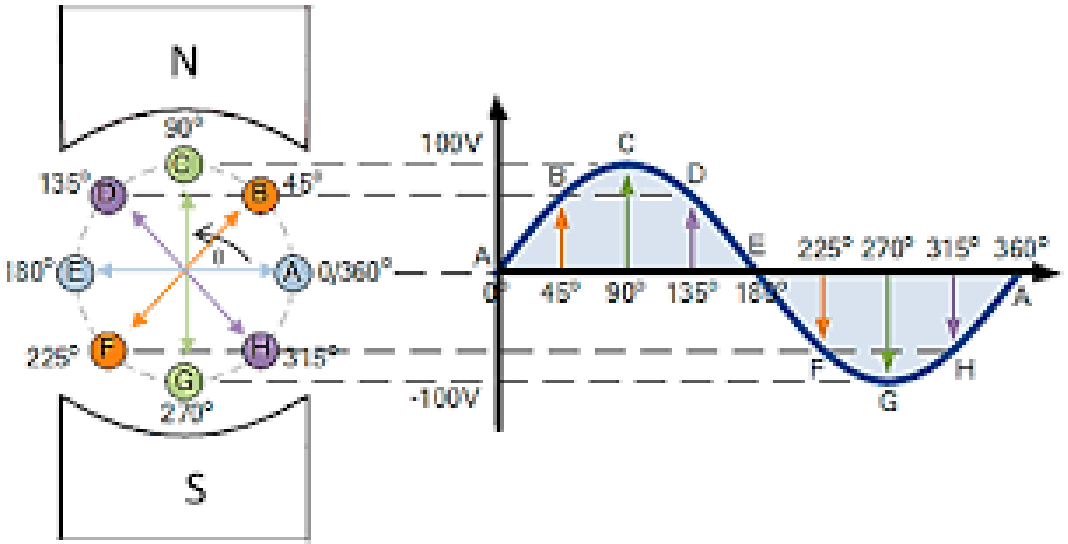
Onda

La forma de onda del voltaje se llama senoidal. El valor instantáneo del voltaje en cualquier punto de la onda se expresa por la ecuación

$$v = V_m sen\theta$$

Donde,

$$v = valor\ instanateo\ del\ voltaje\ en\ v$$
$$V_m = valor\ maximo\ del\ voltaje\ en\ v$$
$$\theta = angulo\ de\ rotacion\ en\ grados$$



Ejercicios

Un voltaje de onda senoidal fluctúa entre cero y un máximo de 10 voltios. ¿Cuál es el valor del voltaje en el instante en el que el ciclo esta en :

30°

45°

60°

75°

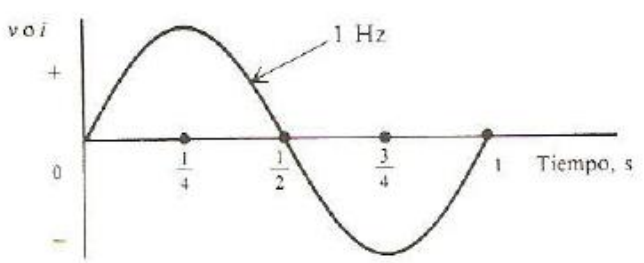
90°

180°

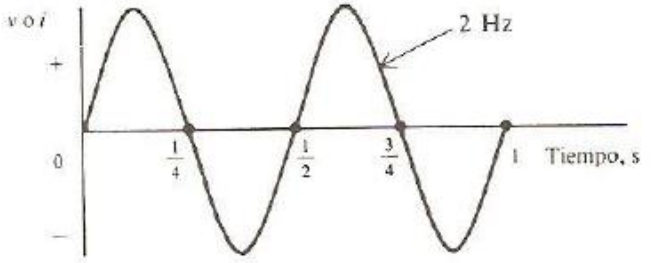
270°

Frecuencia y periodo

El numero de ciclos por segundo se llama frecuencia, se indica con el símbolo f y se expresa en Hertz (Hz). Un ciclo por segundo es igual a un Hertz, por tanto, 60 ciclos por segundo es 60Hz. Una frecuencia de 2Hz es el doble de la frecuencia de 1Hz.



(a) f = 1 Hz

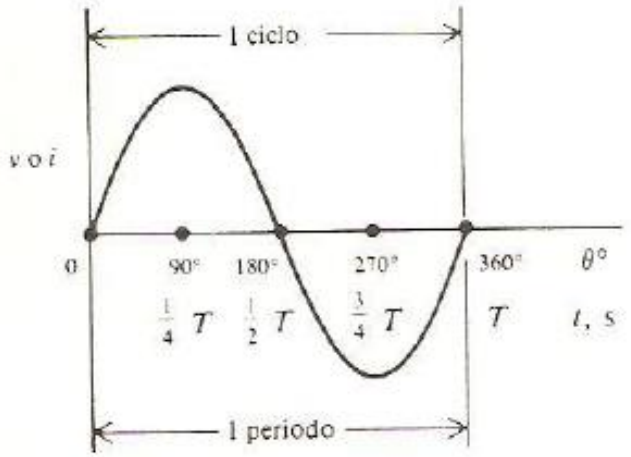


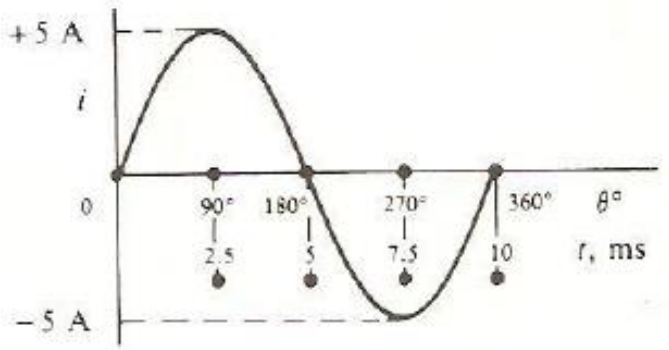
(b) f = 2 Hz

$$f = \frac{1}{T} \qquad T = \frac{1}{f}$$

Frecuencia y periodo

El ángulo de 360° representa el tiempo de 1 ciclo, o sea, el periodo T. Por lo tanto, podemos indicar en el eje horizontal de la onda senoidal unidades de grados eléctricos o segundos.





$$f = \frac{1}{T} \qquad T = \frac{1}{f}$$

FRECUENCIA Y PERIODO

Una corriente de AC varía en un ciclo completo en 1//100s. ¿Cuál es su periodo y frecuencia? Si la corriente tiene un valor máximo de 5ª, muéstrese la forma de onda de la corriente en unidades de grados y en milisegundos.

$$T = \frac{1}{f}$$

Frecuencia y periodo

La longitud de onda λ es la longitud completa o ciclo completo. Depende de la frecuencia de la variación periódica y de la velocidad de propagación o transmisión. En formula.

$$\lambda = \frac{velocidad}{frecuencia}$$

Para las ondas electromagnéticas de radio, la velocidad en el aire o en el vacío, que es la velocidad de la luz. $3x10^8 m/s$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

Donde, $\lambda =$ longitud de onda en m

c = velocidad de la luz $3x10^8 m/s$

f = frecuencia de las ondas de radio en Hz

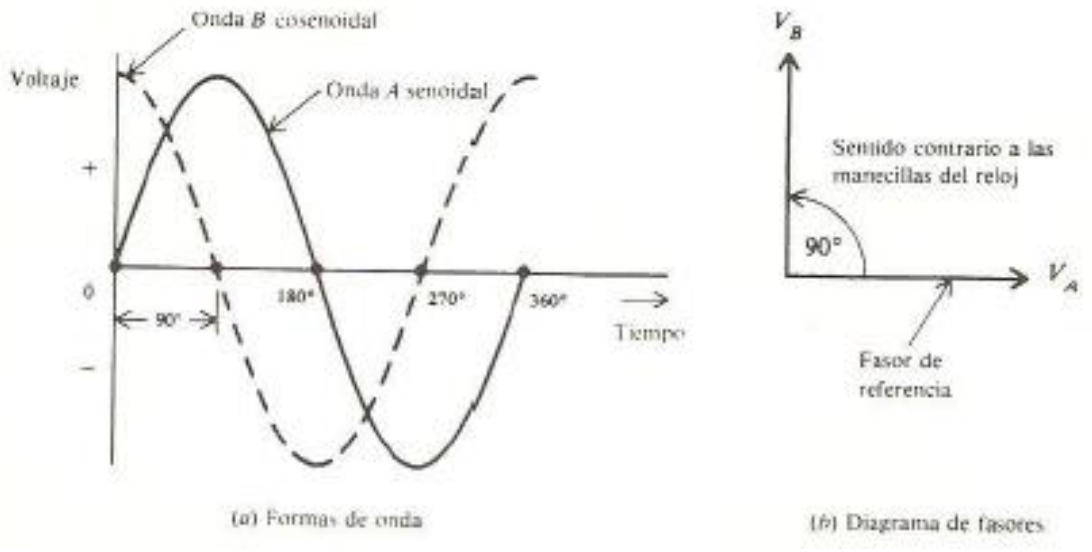
Ejercicio: El canal 2 de TV tiene una frecuencia de 60MHz. ¿Cuál es la longitud de onda?

RELACIONES DE FASE

El ángulo de fase entre dos formas de onda de la misma frecuencia es la diferencia angular en cualquier instante.

Ejemplo: el ángulo de fase entre las ondas B y A es 90°. Tómese el instante correspondiente a 90°. El eje horizontal está indicado en unidades angulares. La onda B comienda con valor máximo y se reduce a cero a 90°, mientras que la onda A comienza en cero y aumenta al valor máximo a 90°. La onda B alcanza su máximo 90° antes que la onda A, así que la onda B se adelanta a la onda A por 90°. Este ángulo de fase de 90° entre las ondas B y A se conserva durante todo el ciclo y todos los ciclos sucesivos.

En cualquier instante, la onda B tiene el valor que tendrá la onda A 90° mas tarde. La onda B es una onda cosenoidal porque está desplazada 90° de la onda A , que es una senoidal, ambas formas de onda se llaman senoides o senoidales.



FASORES

Para comparar los ángulos de fase o de las fases de voltajes o corrientes alternas, es conveniente usar diagramas de fasores correspondientes a las formas de onda de voltaje y de la corriente.

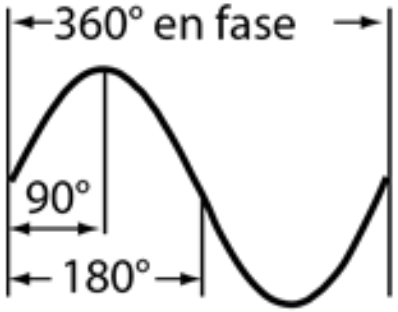
Un fasor es una cantidad que tiene magnitud y dirección. Los términos fasor y vector se utilizan con las cantidades que tienen dirección sin embargo una cantidad fasorial varia con el tiempo, mientras que una cantidad vectorial tiene su dirección fija en el espacio.

La longitud de la flecha en un diagrama de fasores indica la magnitud del voltaje alterno. El ángulo de la flecha con respecto al eje horizontal indica el ángulo de fase.

Una forma de onda se escoge como referencia y la otra forma de onda se compara con la referencia mediante el ángulo entre las flechas de los fasores.

FASE

Cuando los condensadores o las inductancias están instaladas en un circuito de corriente alterna AC, los picos del voltaje y la corriente, no ocurren al mismo tiempo. La fracción de la diferencia de periodo entre esos picos expresada, se dice que es la diferencia de fase. La diferencia de fase es <= 90 grados. Se acostumbra a usar el ángulo por el que el voltaje adelanta a la corriente. Esto nos lleva a una fase positiva para circuitos inductivos, ya que en estos la corriente está retrasada respecto del voltaje. La fase es negativa para los circuitos capacitivos, puesto que la corriente adelanta al voltaje. El útil nemónico ELI the ICE man ayuda a recordar el signo de la fase. La relación de fase también se dibuja gráficamente en un diagrama fasor.



La fase relaciona un ciclo completo o periodo a una referencia de 360º.

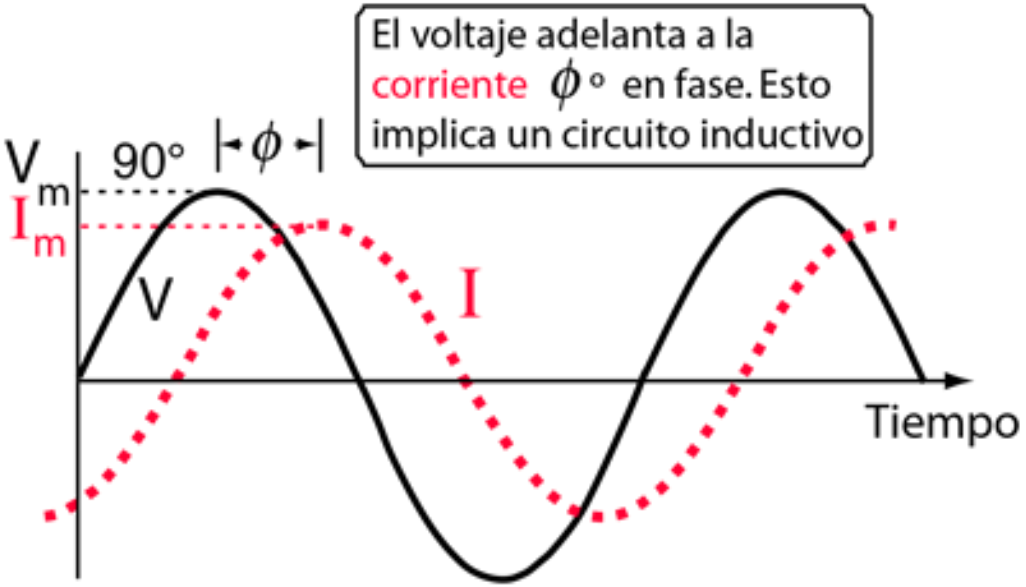
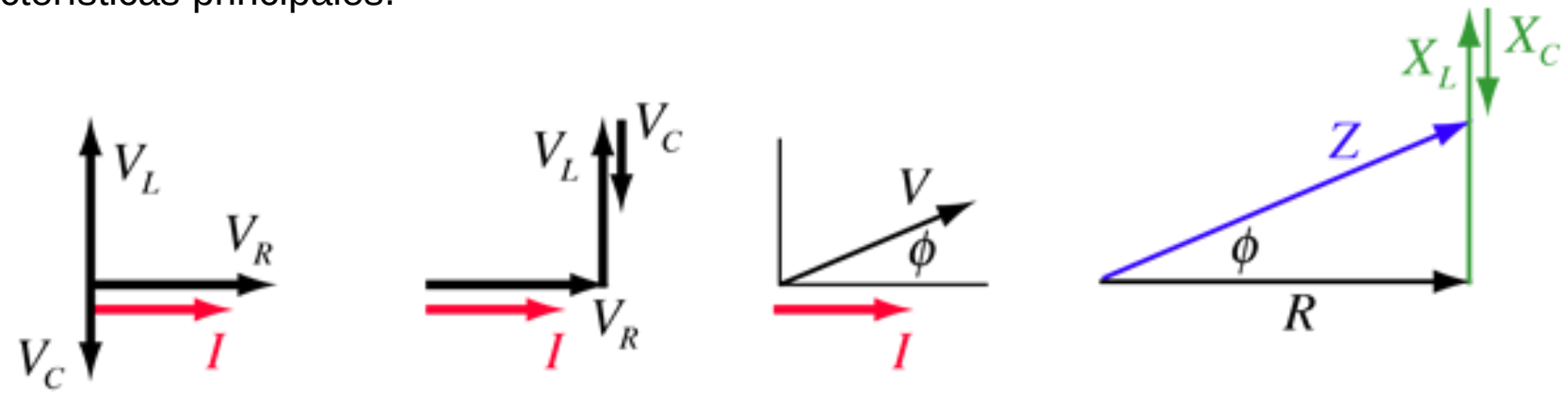


Diagrama Fasor

A veces es útil tratar la fase como si estuviera definida por un vector en un plano. La referencia usual para fase cero, se toma en el eje x y se asocia con el resistor, puesto que el voltaje y la corriente asociada con el resistor están en fase. La longitud del fasor es proporcional a la magnitud de la cantidad representada y su ángulo representa su fase relativa a la corriente a través del resistor. El diagrama fasor para el circuito serie RLC, muestra las características principales.



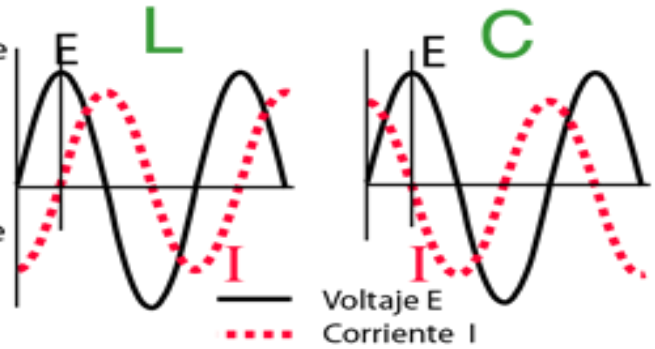
$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} \qquad Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\phi = \tan^{-1}\frac{V_L - V_C}{V_R} \qquad \phi = \tan^{-1}\frac{X_L - X_C}{R}$$

ELI the ICE man

Un nemónico para la relación
de fase entre la corriente y el voltaje.

Cuando se aplica un voltaje a una inductancia, esta se resiste al cambio en la corriente. La corriente se desarrolla mas lentamente que el voltaje, retrasándose en tiempo y fase.



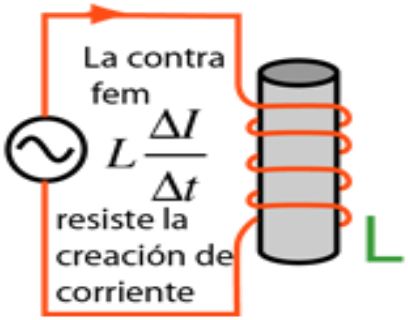
Dado que el voltaje en un condensador es directamente proporcional a la cargar en él, la corriente debe adelantar al voltaje en tiempo y fase para conducir la carga a las placas del condensador y elevar el voltaje.

Voltage leads Current — Current leads Voltage

E L I the I C E man

en una inductancia — en un condensador

Inductancia L



Capacitancia C

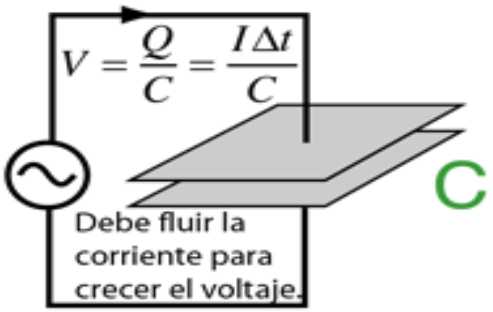
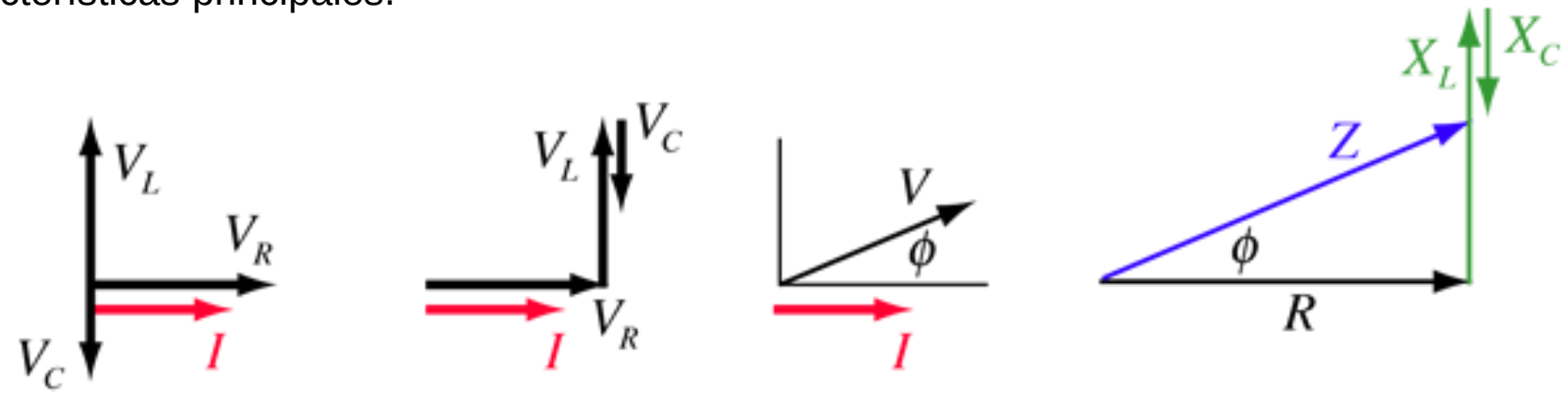


Diagrama Fasor

A veces es útil tratar la fase como si estuviera definida por un vector en un plano. La referencia usual para fase cero, se toma en el eje x y se asocia con el resistor, puesto que el voltaje y la corriente asociada con el resistor están en fase. La longitud del fasor es proporcional a la magnitud de la cantidad representada y su ángulo representa su fase relativa a la corriente a través del resistor. El diagrama fasor para el circuito serie RLC, muestra las características principales.



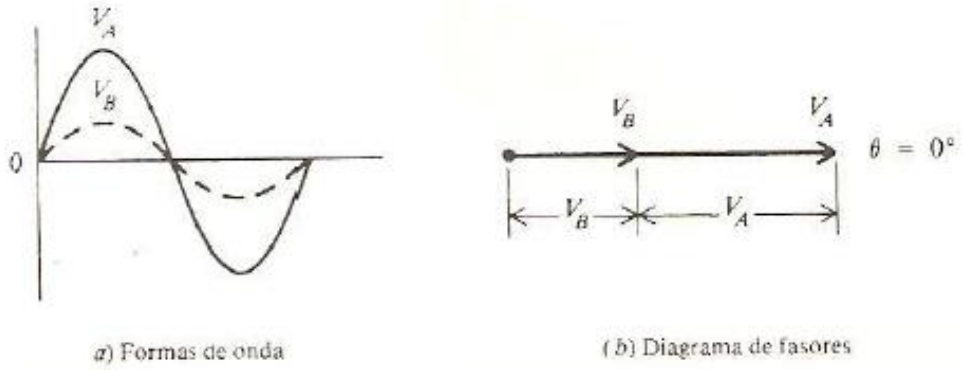
$$V = \sqrt{V_R^2 + (V_L - V_C)^2} \qquad Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\phi = \tan^{-1}\frac{V_L - V_C}{V_R} \qquad \phi = \tan^{-1}\frac{X_L - X_C}{R}$$

FASORES

Cuando dos ondas están en fase (Fig. 11-12a), el ángulo de fase es cero; las amplitudes se suman (Fig. 11-12b).

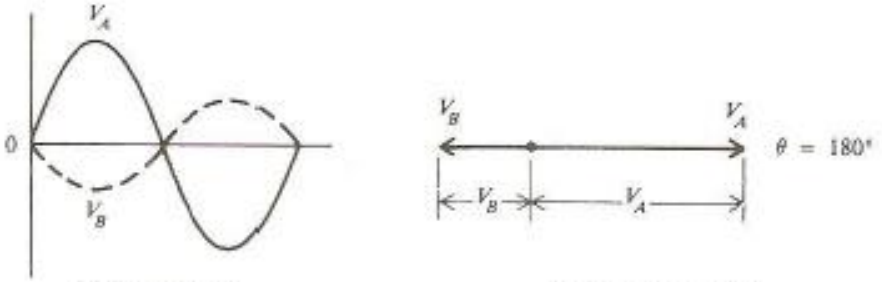
Cuando dos ondas están fuera de fase (Fig. 11-13a), el ángulo de fase es 180°. Sus amplitudes se oponen (Fig. 11- 13b). Valores iguales con fase opuesta se cancelan.



a) Formas de onda

(*b*) Diagrama de fasores

Fig. 11-12 Dos ondas en fase con un ángulo de 0°



(*a*) Formas de onda

(*b*) Diagrama de fasores

Fig. 11-13 Dos ondas opuestas en fase con un ángulo de 180°

FASORES

¿Cuál es el ángulo de fase entre las ondas A y B?
Dibuje el diagrama de fasores primero con la onda A como referencia y después con la onda b como referencia.

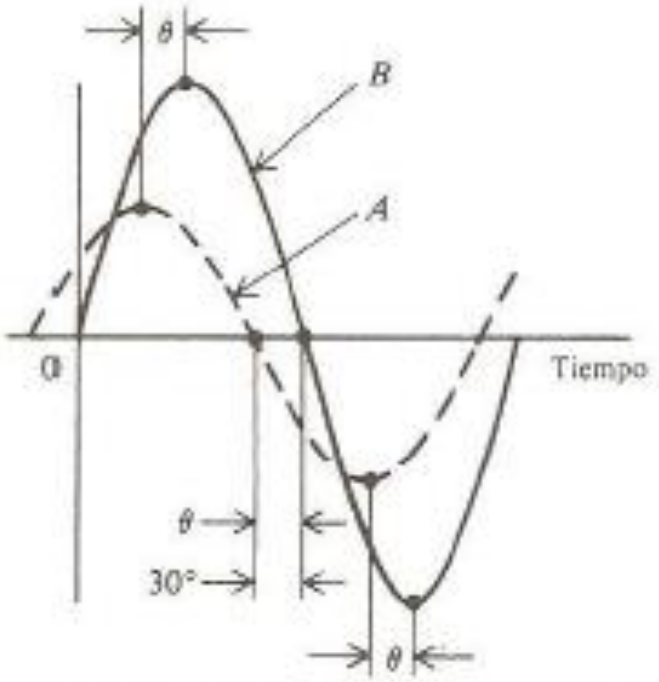
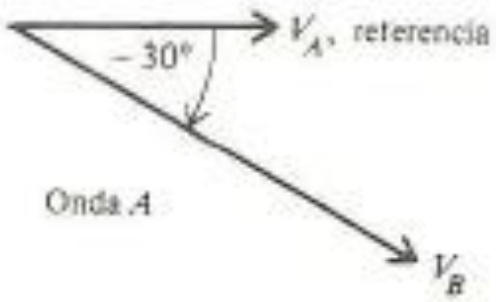


Fig. 11-14 Obtención del ángulo de fase entre la onda *A* y la onda *B*

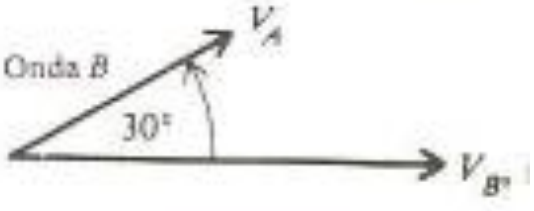
FASORES

El ángulo de fase es la distancia angular entre puntos correspondientes de las ondas A y B. algunos puntos convenientes son el máximo, mínimo y cruce con el eje cero de cada onda. Con los ceros sobre el eje horizontal, el ángulo de fase Θ = 30°. Como la onda A alcanza el cero antes que la onda B, A adelanta a B.

Onda A como referencia: V_B se atrasa a V_A por 30°.

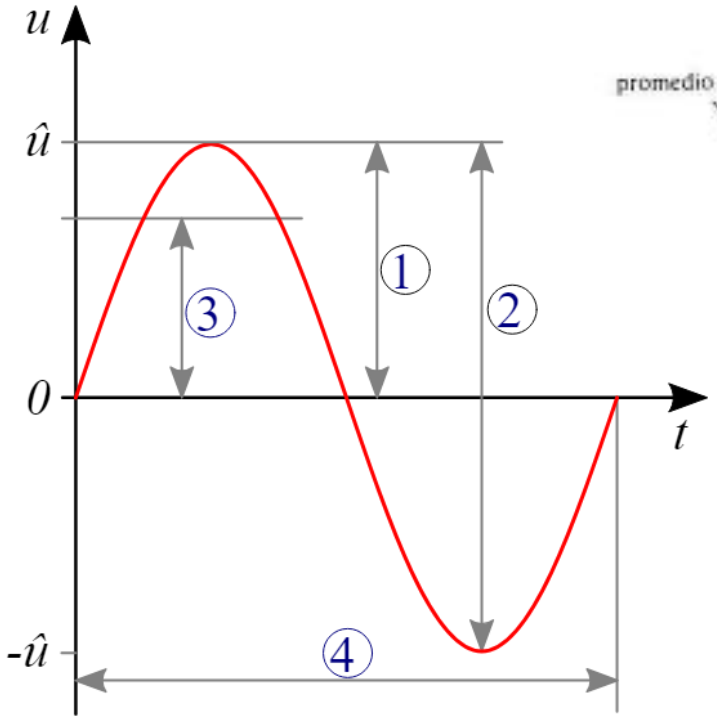


Onda B como referencia: V_A adelanta a V_B por 30°.



VALORES CARACTERISTICOS DEL VOLTAJE Y LA CORRIENTE

Como una sinusoide de voltaje o de corriente alterna tiene muchos valores instantáneos a lo largo del ciclo, es conveniente especificar las magnitudes con las que se pueda comparar una onda con otra. Se pueden especificar los valores pico, promedio o raíz cuadrática media (rms) (Fig. 11-15). Estos valores se aplican a la corriente o al voltaje



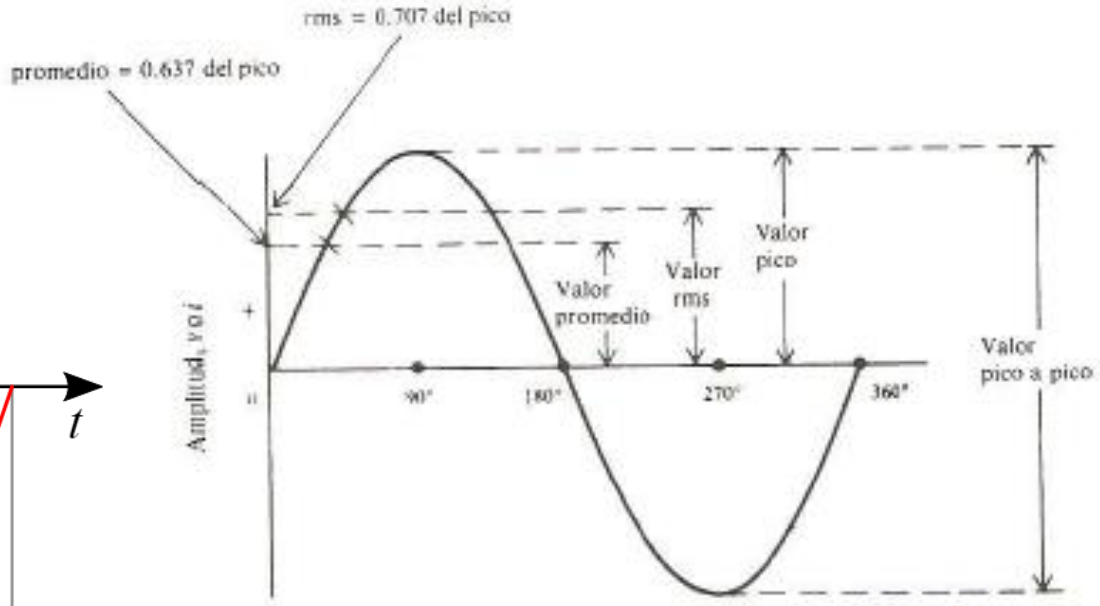


Fig. 11-15 Valores de la amplitud de una onda de ca senoidal

VALORES CARACTERISTICOS DEL VOLTAJE Y LA CORRIENTE

$$valor\ promedio = 0{,}637 x valor\ pico$$
$$valor\ rms = 0{,}707 x\ valor\ pico$$

Multiplíquese el valor	Por	Para obtener el valor
Pico	2	Pico a pico
Pico a pico	0,5	Pico
Pico	0,637	Promedio
Promedio	1,570	Pico
Pico	0,707	Efectivo rms
Efectivo rms	1,414	Pico
Promedio	1,110	Efectivo rms
Efectivo rms	0,901	promedio

EJERCICIOS

a. Si el voltaje pico de una onda es 60V. ¿Cuáles son sus valores promedio y rms?

R// promedio: 38,2V
RMS : 42,4 V

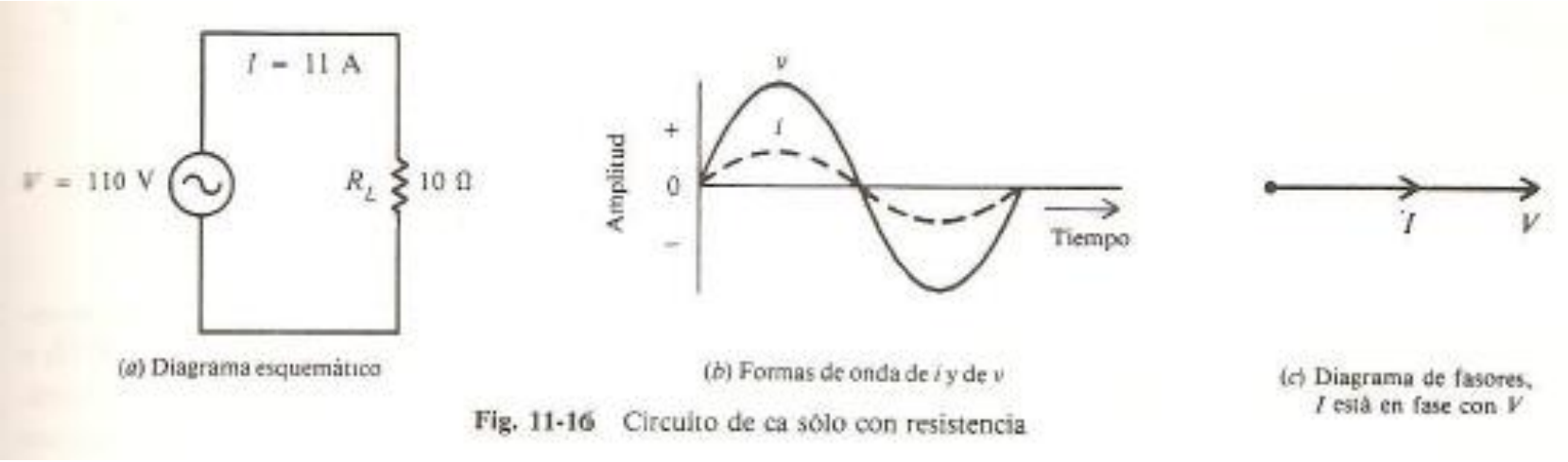
b. A menudo es necesario convertir el valor rms pico. Obtenga la fórmula
R// 1,414Vrms

c. El voltaje de una línea comercial de alimentación es 240V ¿Cuáles son los voltajes pico y pico a pico. Las medidas están dadas en valores rms.
R// Resultado anterior x 240V =339,4V
Pico a pico se multiplica por 2= 678,8V

RESISTENCIA EN LOS CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA

En un circuito resistivo de AC las variaciones de corriente están en fase con el voltaje aplicado (Fig. 11-16). Esta relación de fase entre V e I significa que dicho circuito de AC puede analizarse con los mismos métodos que se usaron para los circuitos de DC. Por lo tanto, la ley de Ohm de los circuitos de DC es también aplicable a los circuitos resistivos de AC. Los cálculos en los circuitos de AC son generalmente en valores rms, a menos que se especifique otra cosa. Con el circuito en serie (Fig. 11-16a),

$V = IR$ La disipación rms de potencia es $P = I^2R$



(a) Diagrama esquemático

(b) Formas de onda de i y de v

(c) Diagrama de fasores, I está en fase con V

Fig. 11-16 Circuito de ca sólo con resistencia

RESISTENCIA EN LOS CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA

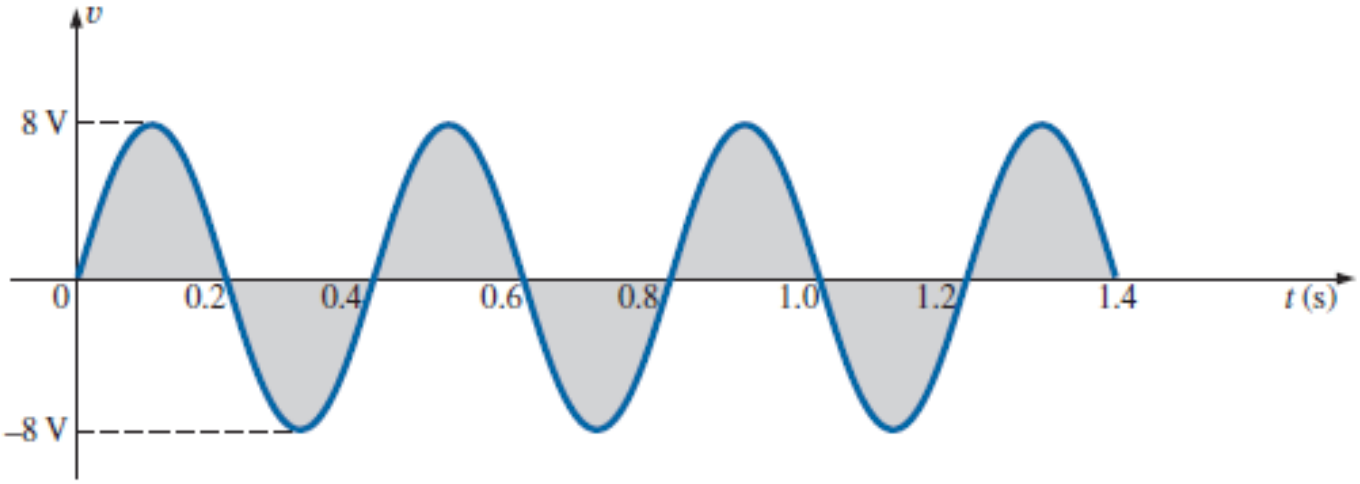
Un voltaje de 110V de AC se aplica a resistencias en serie de 5Ω y 15Ω. Encuentre la corriente y la caída de voltaje en cada resistencia.

R// R= 20Ohm

I= 5,5A

TALLER CORRIENTE ALTERNA

a. ¿Cuál es el valor pico?
b. ¿Cuál es el valor instantáneo a los 0.3 s y a los 0.6 s?
c. ¿Cuál es el valor pico a pico de la forma de onda?
d. ¿Cuál es el periodo de la forma de onda?
e. ¿Cuántos ciclos se muestran?
f. ¿Cuál es la frecuencia de la forma de onda?



TALLER CORRIENTE ALTERNA

1. Un voltaje de 110V de AC se aplica a resistencias en serie de 5Ω y 15Ω. Encuentre la corriente y la caída de voltaje en cada resistencia. Dibuje el circuito.

2. Encuentre la corriente instantánea de 10mA cuando Θ = 30° y 225° en la onda de corriente dibuje y localice los puntos de la forma de onda.

3. Si un voltaje de AC tiene un valor pico de 155,6V ¿Cuál es el ángulo de fase cuando el voltaje instantáneo es 110v?

4. Los limites de la frecuencia de audio se extienden desde 20Hz hasta 20KHz. Encuéntrese los limites del tiempo y la longitud de esta onda de sonido en el intervalo de las frecuencias de audio.

5. Los medidores de corriente y voltaje alternos siempre están calibrados para que indiquen valores efectivos. Un voltímetro de AC indica que el voltaje aplicado a una carga resistiva es 40v. ¿Cuál es el voltaje pico aplicado a dicha carga?

TALLER CORRIENTE ALTERNA

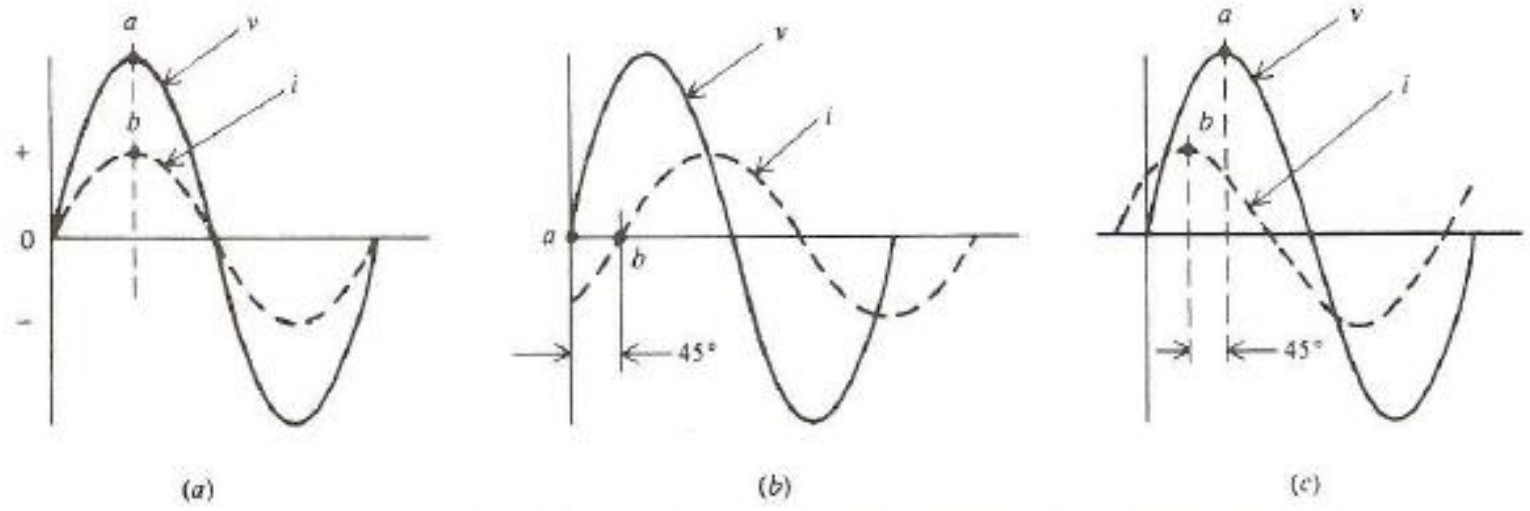
6. La corriente que circula por un foco incandescente se mide con un amperímetro y se encuentra que es 0,95A. ¿Cuál es el valor promedio de la corriente?

7. Una carga resistiva de 20Ω se le aplica un voltaje AC de 120V, encuentre los valores de:

a. Corriente (I)
b. Voltaje (M) efectivo
c. Voltaje pico a pico
d. Voltaje promedio
e. Corriente (M) efectiva
f. Corriente pico a pico
g. Corriente promedio
h. Potencia

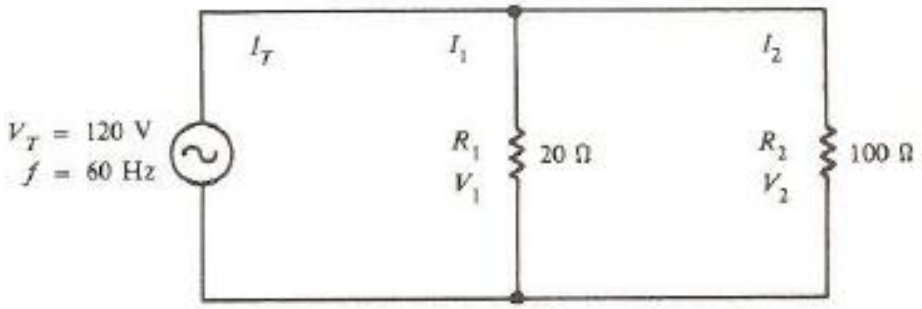
TALLER CORRIENTE ALTERNA

Encuentre el ángulo de fase de las siguientes ondas de AC y dibuje sus diagramas fasores.



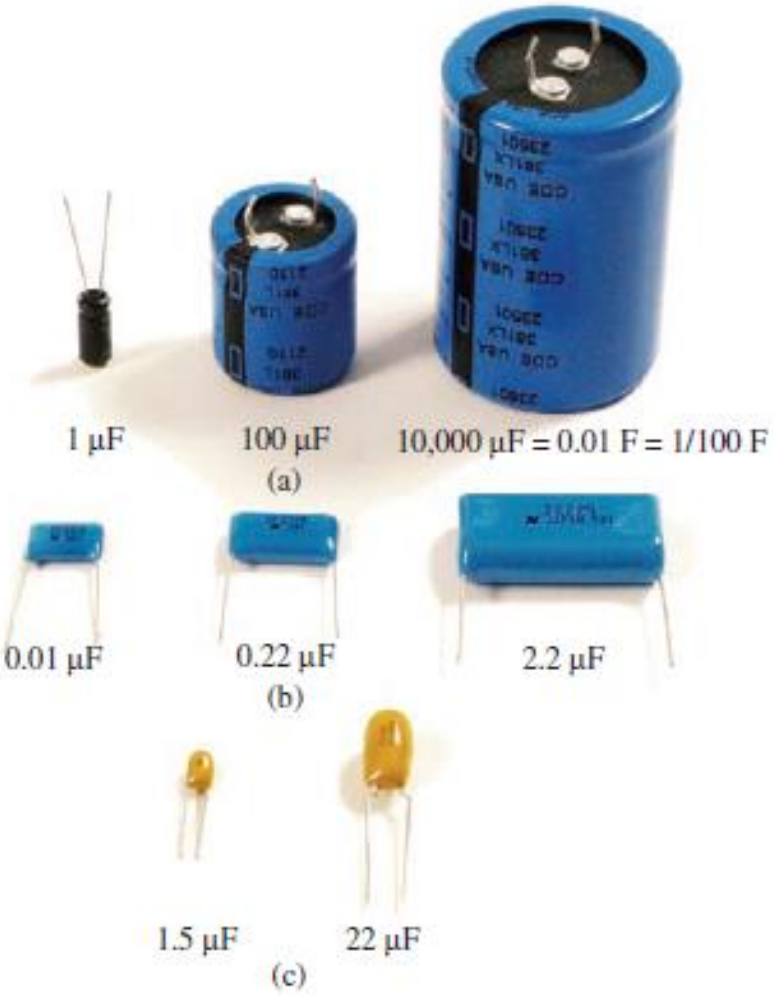
TALLER CORRIENTE ALTERNA

En una línea de 120V, 60Hz de AC están conectados en paralelo una plancha de 20Ω y un foco de 100Ω. Encuentre la corriente total, la resistencia total consumida por el circuito.



Un circuito de AC en serie-paralelo tiene dos ramas entre la línea de alimentación 60Hz, 120V. Encuentre corriente total, resistencia total y las corrientes en R1 y R3.

Circuitos

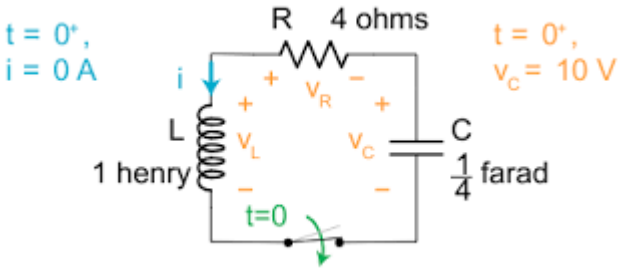


•**Resistencia (R)**: Es un componente que se opone al flujo de corriente eléctrica. Imagina que es como un freno que reduce la velocidad de la corriente.

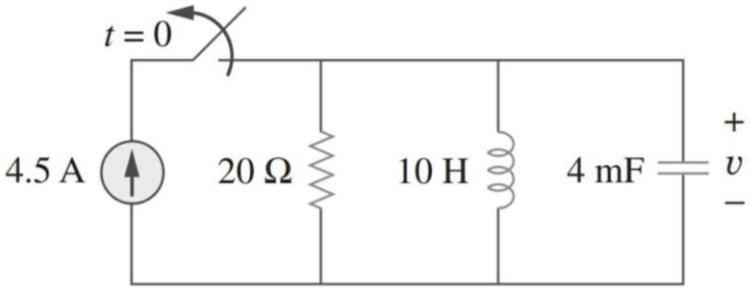
•**Inductancia (L)**: Este componente almacena energía en un campo magnético cuando pasa corriente a través de él. Es como una bobina que guarda energía en forma de magnetismo.

•**Capacitancia (C)**: Este componente almacena energía en un campo eléctrico. Piensa en él como una batería pequeña que guarda y libera energía eléctrica.

Configuración



•**Serie**: Aquí, la resistencia, la inductancia y la capacitancia están conectadas uno detrás de otro en una sola línea. La corriente es la misma a través de todos los componentes.



Hallar V(t) para t > 0

•**Paralelo**: En este caso, la resistencia, la inductancia y la capacitancia están conectadas en ramas separadas, compartiendo el mismo punto de inicio y fin. La tensión es la misma en cada rama, pero la corriente puede ser diferente en cada una.

Inductancia, reactancia inductiva y circuitos inductivos

•La capacidad que tiene un conductor de inducir voltaje en si mismo cuando cambia la corriente es su autoinductancia o simplemente inductancia.
•Su símbolo es L y la unidad es el Henry (H)

•Un Henry es la cantidad de inductancia que permite que se induzca un voltaje cuando la corriente cambia a razón de un amperio por segundo.

$$L = \frac{v_L}{\Delta i / \Delta t}$$

L = Inductancia en H
V = Voltaje inducido entre los extremos de la bobina
$\Delta i / \Delta t$ = razón de cambio de la corriente

Inductancia, reactancia inductiva y circuitos inductivos

- ¿Cuál es el valor de la inductancia de una bobina que induce 20V cuando la corriente que pasa por ella cambia de 12A a 20A en 2s?

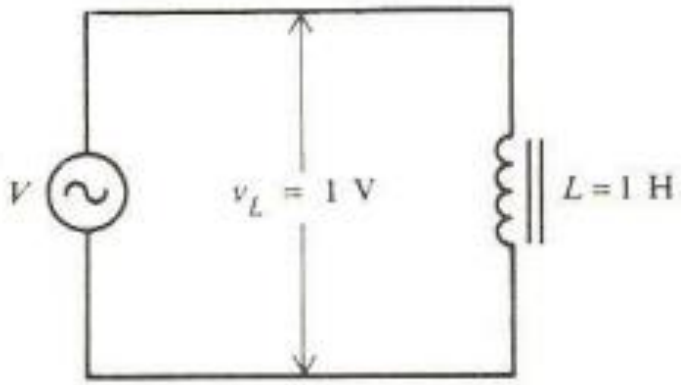


Fig. 12-1 La inductancia de una bobina es 1 H cuando un cambio de 1 A/s induce 1 V en la bobina

- Una bobina tiene una inductancia de 50µH. ¿Qué voltaje se induce en la bobina cuando la razón de corriente es 10.000A/s

$$v_L = L\,\frac{\Delta i}{\Delta t}$$

$$L = \frac{v_L}{\Delta i / \Delta t}$$

Inductancia y reactancia inductiva

- Cuando cambia la corriente en un conductor o en una bobina, la variación del flujo puede cortar a cualquier otro conductor o bobina cercanos, induciéndose así voltajes entre ambos. Por consiguiente una corriente que varía en L_1 induce un voltaje L_1 y en L_2 .

- Cuando el voltaje inducido en v_{L2} produce una corriente en L_2, el cambio en su campo magnético induce un voltaje en L_1.

- En consecuencia, las dos bobinas L_1 y L_2 tienen una inductancia mutua porque el cambio de corriente en una puede inducir un voltaje en la otra.

Inductancia y reactancia inductiva

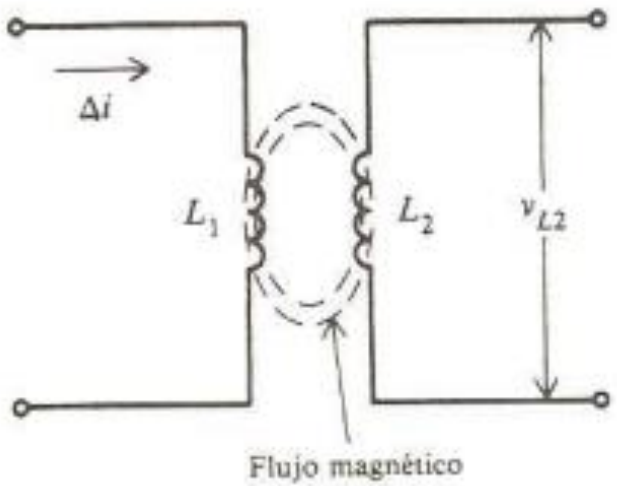


Fig. 12-2 Inductancia mutua entre L_1 y L_2

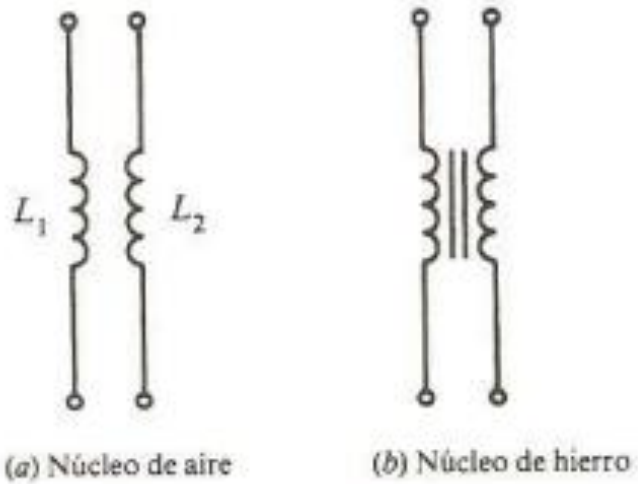


Fig. 12-3 Símbolos esquemáticos de dos bobinas con inductancia mutua

Inductancia y reactancia inductiva

CARACTERÍSTICAS DE LAS BOBINAS

Características físicas

La inductancia de una bobina depende del arrollado, el material del núcleo sobre el cual se arrolló y del número de vueltas del alambre del devanado.

1. La inductancia L aumenta con el número de vueltas N de alambre en torno al núcleo. El aumento de la inductancia es proporcional a cuadrado del número de vueltas.
Por ejemplo, si se duplica el número de vueltas (2x), la inductancia aumenta 22 o 4 x, suponiendo que el área y la longitud de la bobina permanecen constantes.
2. La inductancia aumenta con la permeabilidad relativa, del material del núcleo.
3. Al aumentar el área A encerrada por cada vuelta, también aumenta la inductancia. Como el área es una función del cuadrado del diámetro de la bobina, la inductancia aumenta con el cuadrado del diámetro.
4. La inductancia disminuye al aumentar la longitud de la bobina (suponiendo que el número de vueltas permanece constante).

Inductancia y reactancia inductiva

- Encuentre L si;

$$\mu_r = 200$$

N = 200 vueltas

A = $1x10^{-4}m^2$

$l = 0{,}1m$

$$L = \mu_r \frac{N^2 A}{l}(1{,}26x10^6)H$$

Inductancia, reactancia inductiva y circuitos inductivos

•La **pérdida de histéresis** es la energía disipada como calor en un material magnético (como el núcleo de una bobina o transformador) cuando este material es sometido a ciclos de magnetización. Esta pérdida ocurre debido a la fricción interna entre las moléculas del material mientras cambian de orientación durante la magnetización y desmagnetización.

Reactancia inductiva

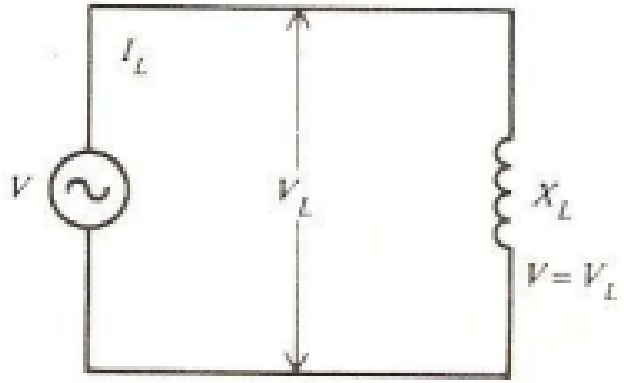
La reactancia inductiva X_L es la oposición a la corriente debido a la inductancia del circuito. La unidad de la reactancia inductiva es el ohm.

$$X_L = 2\pi f L$$

X_L = reactancia inductiva en Ω

$f = frecuencia\ en\ Hz$

$L = inductancia\ en\ H$



$$I_L = \frac{v_L}{X_L} \qquad X_L = \frac{v_L}{I_L} \qquad V_L = I_L X_L$$

I_L = Corriente que pasa por la inductancia en A

v_L = Voltaje entre los extremos

X_L = Reactancia Inductiva

Inductancia, reactancia inductiva y circuitos inductivos

Ejemplo 12.4 Un circuito resonante o circuito tanque consiste de una bobina de 20 mH que opera a una frecuencia de 950 kHz. ¿Cuál es la reactancia inductiva de la bobina?

Ejemplo 12.5 ¿Cuál debe ser la inductancia de una bobina para que tenga una reactancia de 942 Ω a una frecuencia de 60 kHz?

Ejemplo 12.6 Una bobina de sintonía de un transmisor de radio tiene una inductancia de 300 μH. ¿A qué frecuencia tendrá una reactancia inductiva de 3 768 Ω?

Ejemplo 12.7 Una bobina de supresión de resistencia despreciable debe limitar la corriente que pase por ella a 50 mA cuando se le aplican a sus extremos 25 V a 400 kHz. Encuéntrese su inductancia.

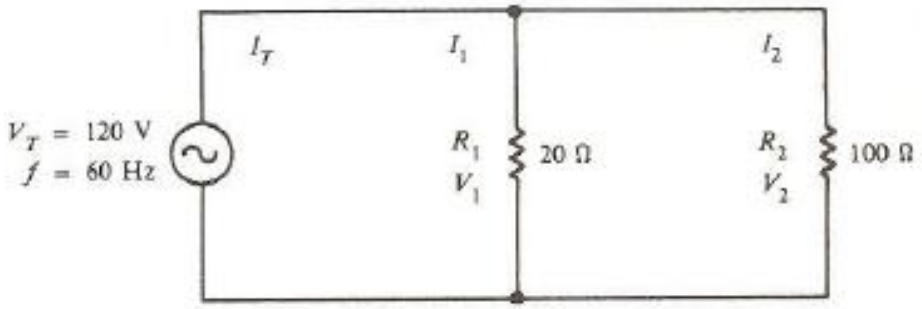
Encuéntrese X_L mediante la ley de Ohm y después obténgase L.

Ejemplo 12.8 La bobina primaria de un transformador de potencia tiene una inductancia de 30 mH con una resistencia despreciable (Fig. 12-5). Encuéntrese su reactancia inductiva a una frecuencia de 60 Hz y la corriente que consumirá de una línea de 120 V.

Encuéntrese X_L usando la ecuación (*12-4*) y después I_L usando la ley de Ohm [ecuación (*12-6*)].

TALLER CORRIENTE ALTERNA

En una línea de 120V, 60Hz de AC están conectados en paralelo una plancha de 20Ω y un foco de 100Ω. Encuentre la corriente total, la resistencia total consumida por el circuito.



Un circuito de AC en serie-paralelo tiene dos ramas entre la línea de alimentación 60Hz, 120V. Encuentre corriente total, resistencia total y las corrientes en R1 y R3.

Inductancia, reactancia inductiva y circuitos inductivos

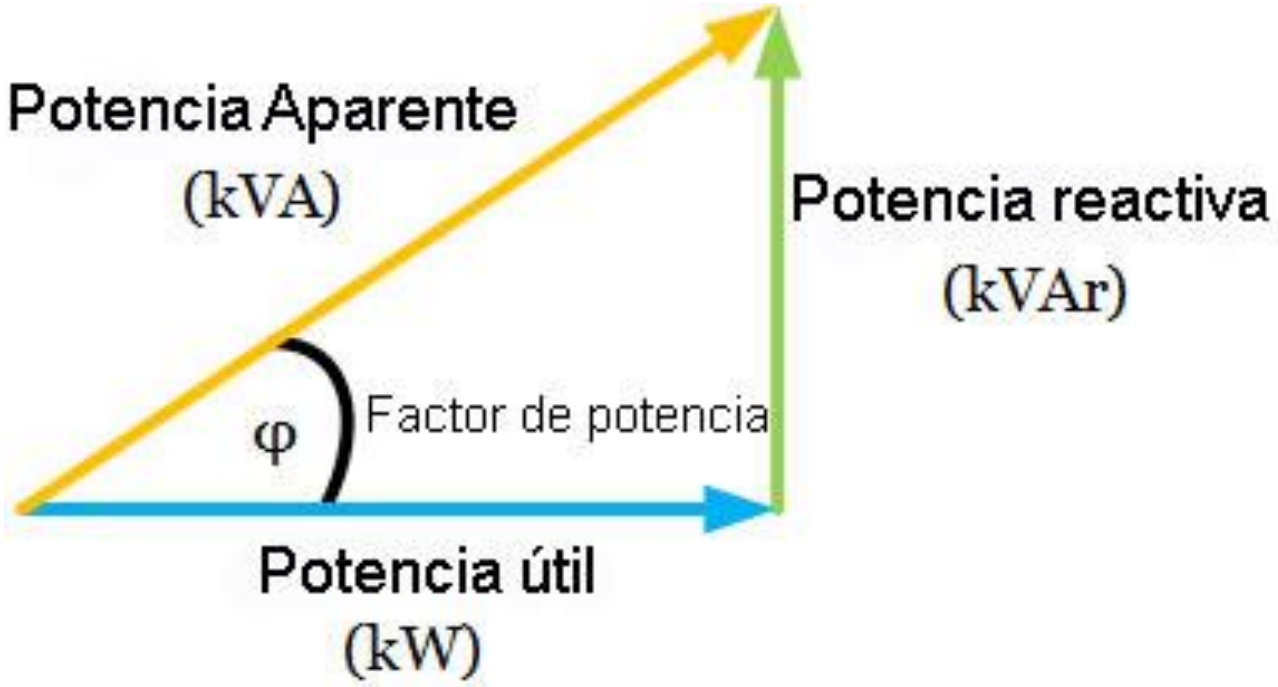
•La capacidad que tiene un conductor de inducir voltaje en si mismo cuando cambia la corriente es su autoinductancia o simplemente inductancia.
•Su símbolo es L y la unidad es el Henry (H)

•Un Henry es la cantidad de inductancia que permite que se induzca un voltaje cuando la corriente cambia a razón de un amperio por segundo.

$$L = \frac{v_L}{\Delta i / \Delta t}$$

L = Inductancia en H
V = Voltaje inducido entre los extremos de la bobina
$\Delta i / \Delta t$ = razón de cambio de la corriente

FACTOR DE POTENCIA



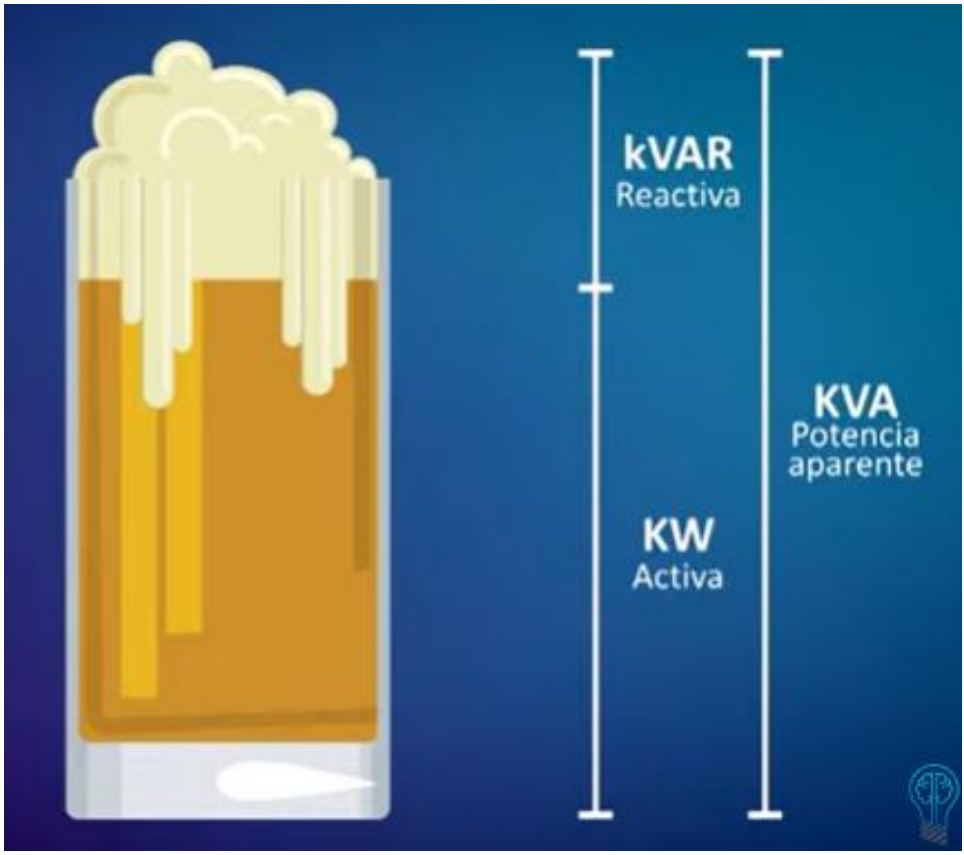
FACTOR DE POTENCIA

La potencia eléctrica se divide en potencia activa, reactiva y aparente

La potencia activa se consume para generar trabajo, mientras que la reactiva es un fenómeno asociado a bobinas.

Diferencia entre potencia activa y reactiva, donde la primera se utiliza para generar trabajo y la segunda es un fenómeno asociado a bobinas.

Neutralización de la potencia reactiva mediante bancos de condensadores en subestaciones para mejorar la eficiencia en la transmisión de energía.



FACTOR DE POTENCIA



FACTOR DE POTENCIA

Es la relación que existe entre la potencia de trabajo útil KW y la potencia aparente KVA esta mide la eficacia con la que se utiliza la energía eléctrica y se relaciona mediante la siguiente fórmula.

$$FP = \frac{KW}{KVA} = \frac{Potencia\ Real}{Potencia\ aparente}$$

El factor de potencia nos sirve para determinar si un sistema eléctrico está siendo eficiente en términos energéticos.

FACTOR DE POTENCIA



Motor 1

Potencia 10kW

Red 380/60Hz

Factor de potencia 0.87

Potencia aparente: **11.5 kVA**

Potencia reactiva: **5.7 kVAr**



Motor 2

Potencia 10kW

Red 380/60Hz

Factor de potencia 0.92

Potencia aparente: **10.9 kVA**

Potencia reactiva: **4.3 kVAr**

FACTOR DE POTENCIA



Motor 1

Potencia 10kW

Red 380/60Hz

Factor de potencia 0.87

Potencia aparente: **11.5 kVA**

Potencia reactiva: **5.7 kVAr**

TRACTIAN

Cálculo kVA

Potencia aparente (kVA)

$$\frac{kW}{FP} = \frac{10\ kW}{0.87} = 11.5\ kVA$$

Potencia reactiva (kVAr)

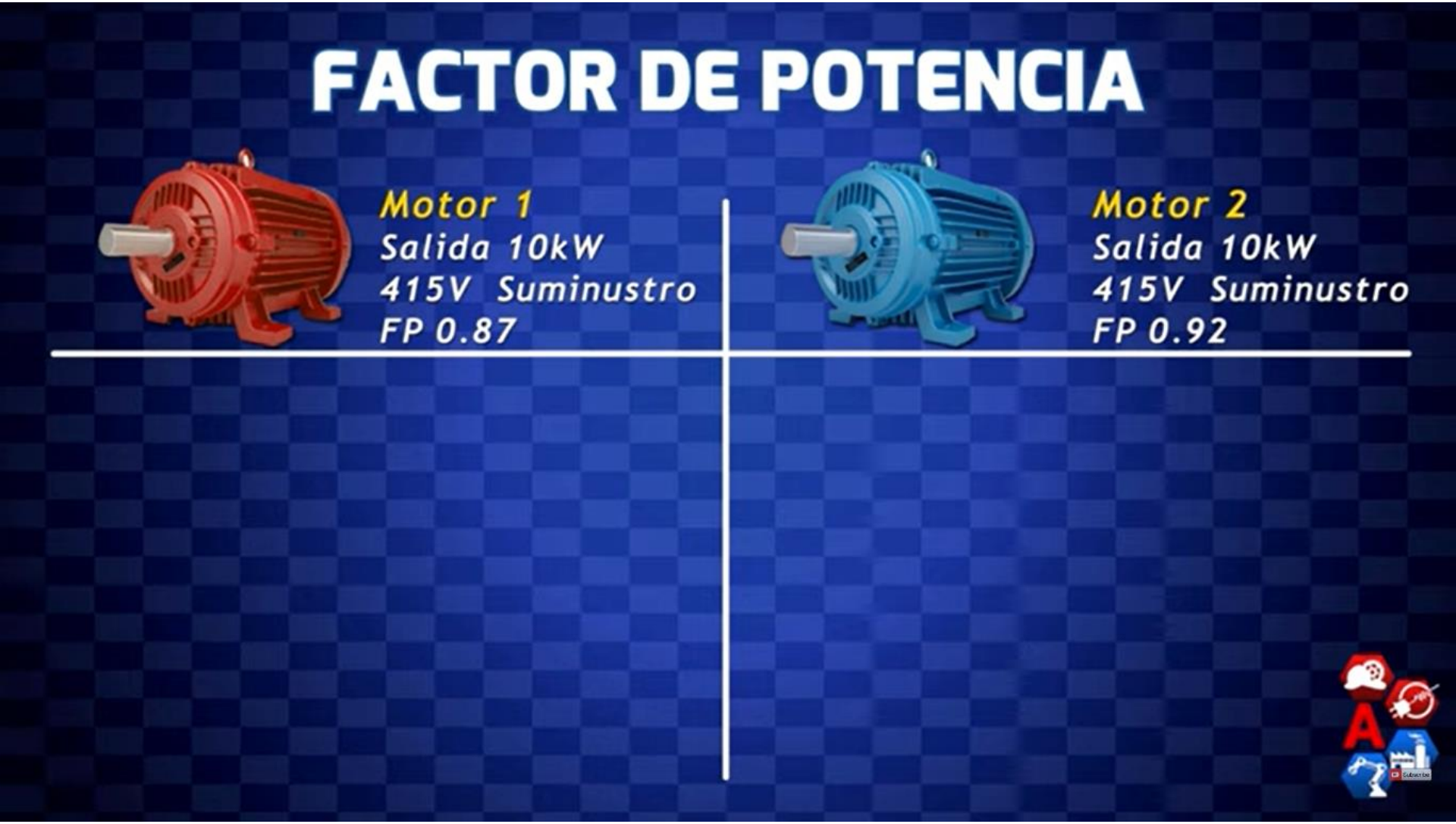
$$\sqrt{kVA^2 - kW^2}$$

$$= \sqrt{11.5^2 - 10^2} =$$

$$= \sqrt{132-100} =$$

$$= \sqrt{32} = 5.7\ kVAr$$

FACTOR DE POTENCIA



FACTOR DE POTENCIA

Ejemplo

Un molino funciona a 100KW y la potencia aparente consumida es de 125KVA.

$$FP = \frac{100KW}{125KVA} = 0{,}80$$

FACTOR DE POTENCIA

El factor de potencia se determina tomando como base a la unidad (1) o en porcentaje (100%), esto es, cuando toda la potencia eléctrica es aprovechada se dice que el factor de potencia es igual a uno o a cien por ciento.

Este sería el factor de potencia ideal, es decir, en que la potencia eléctrica o tuviera pérdidas. Sin embargo en los circuitos que utilizan cargas con embobinados, tales como motores, lámparas fluorescentes, etc. La potencia eléctrica se altera produciéndose pérdidas en la misma y por consiguiente bajándose el factor de potencia a números o porcentajes inferiores a la unidad o al 100%.



CUADRO DE CARGAS

Antes de efectuar una instalación eléctrica, se deberá establecer el numero de watts necesarios para que dicha instalación pueda funcionar normalmente con las cargas conectadas a ella. Al total de la potencia en watts o sea, a la suma de watts de cada una de las cargas que serán utilizadas en esa instalación, se le llama: DEMANDA MAXIMA DE LA INSTALACIÓN.

Circuito 1: Iluminación General

Área	Carga (W)	Cantidad	Carga Total (W)
Sala	60	4	240
Comedor	60	1	60
Cocina	60	2	120
Baño	60	1	60
Habitación Principal	60	2	120
Habitación 2	60	1	60
Habitación 3	60	1	60
Área de Lavado	60	1	60
Iluminación Exterior	60	2	120
Total Carga (W)			**900**

CÁLCULO ELÉCRICO – INTENSIDAD

1. Para sistemas monofásicos de 120V

$$I = \frac{KWx1000}{ExF.P}$$

2. Para sistemas trifilares 2 fases, 1 neutro

$$I = \frac{KWx1000}{ExF.P}$$

3. Para sistemas trifásicos 120V / 240V

$$I = \frac{KWx1000}{ExF.P}$$

I = Intensidad de corriente (amperaje)
KW = Kilowatt
E = voltaje
F.P. = Factor de potencia
F.P. teórico.- cuando no es medido, se tomará mínimo a 85% (0.85)

$1.732 = \sqrt{3}$ Es una constante trifásica

CONCEPTOS GENERALES

Caída de Voltaje

La caída de voltaje es la disminución del voltaje en un circuito eléctrico. Esto se debe a varios factores siendo uno de los principales, la resistencia eléctrica en los conductores. La caída de voltaje según las normas eléctricas no debería exceder del 3%. Hay distintas fórmulas para calcular la caída de voltaje en un circuito y la
mayoría de ellas se tienen que apoyar en datos de resistencia de conductores según su temperatura en tablas.

$$CV = \frac{kl}{A}$$

CV = Caída de Tensión
K = constante de resistencia de conductores (tabla)
L = Longitud
A = Área del conductor en mm^2 (tabla)

BALANCEO DE CARGAS

Tipo de Medidor	Voltaje (V)	Amperaje (A)	Potencia Máxima (kW)	Comentarios RETIE
Monofásico	110V	30A	3.3 kW	Uso en viviendas pequeñas y medianas.
Monofásico	110V	40A	4.4 kW	Requiere conductores y protecciones dimensionados adecuadamente.
Monofásico	220V	30A	6.6 kW	Adecuado para viviendas con mayor demanda energética.
Monofásico	220V	40A	8.8 kW	Supervisión necesaria para evitar sobrecargas.
Bifásico	220V	30A	13.2 kW (2 fases de 220V a 30A)	Recomendado para instalaciones comerciales ligeras.
Bifásico	220V	40A	17.6 kW (2 fases de 220V a 40A)	Requiere instalación profesional con componentes certificados.



1. Plano (Diagrama Arquitectónico)

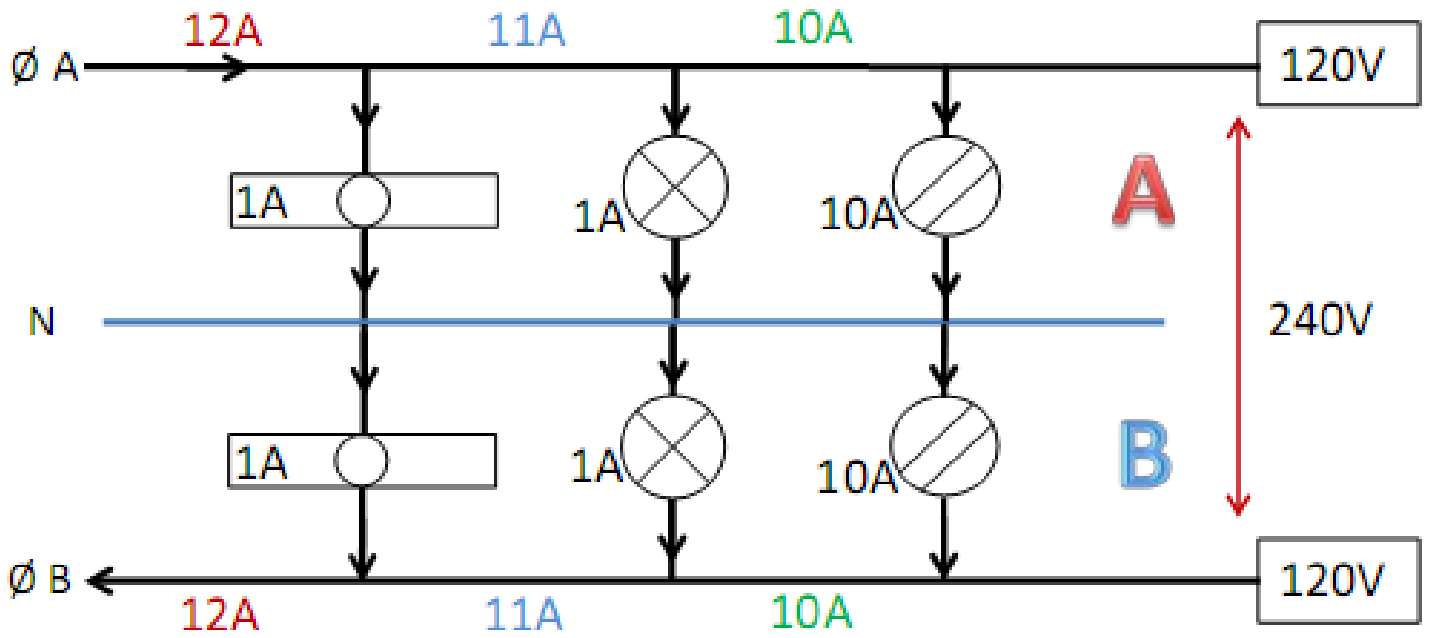




BALANCEO DE CARGAS

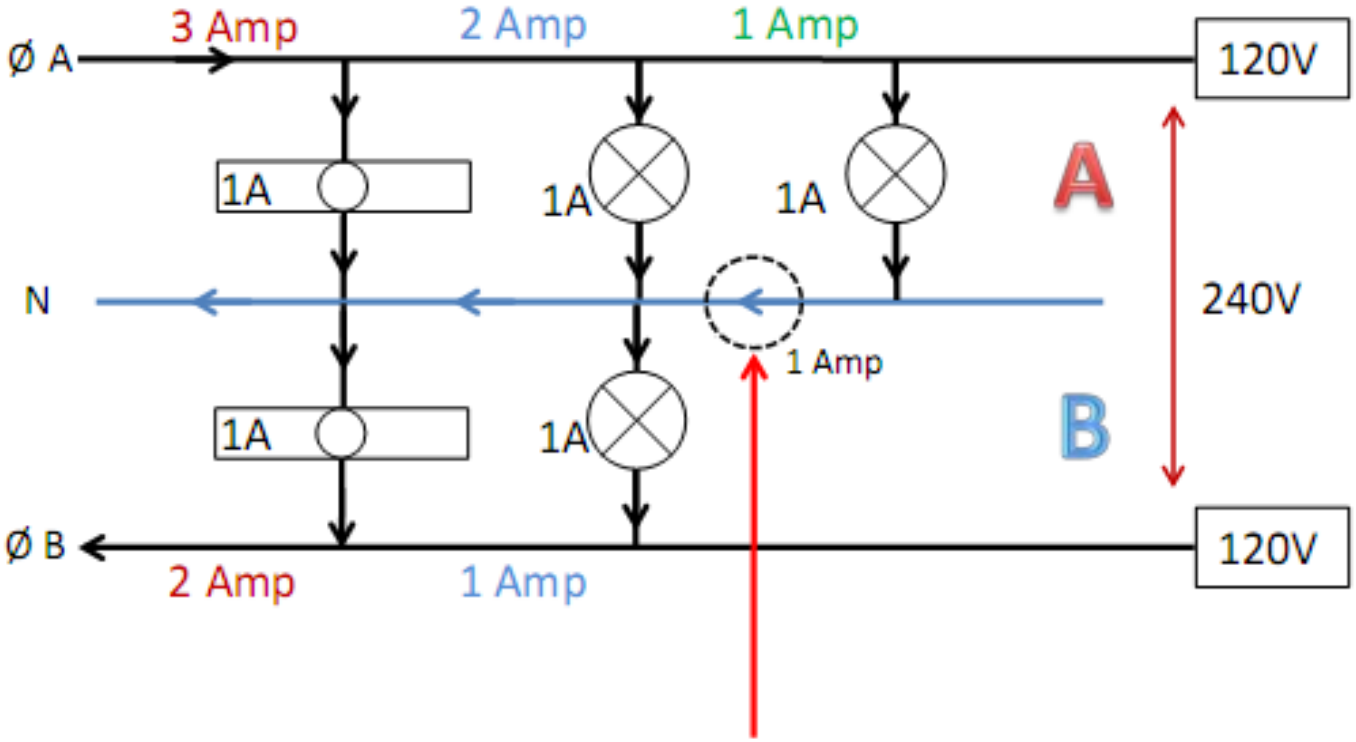
Es el que cuenta con cargas de igual potencia entre dos fases o entre las fases y el neutro.

a) **SISTEMA BIFILAR TRIFILAR BALANCEADO 120V – 210V**



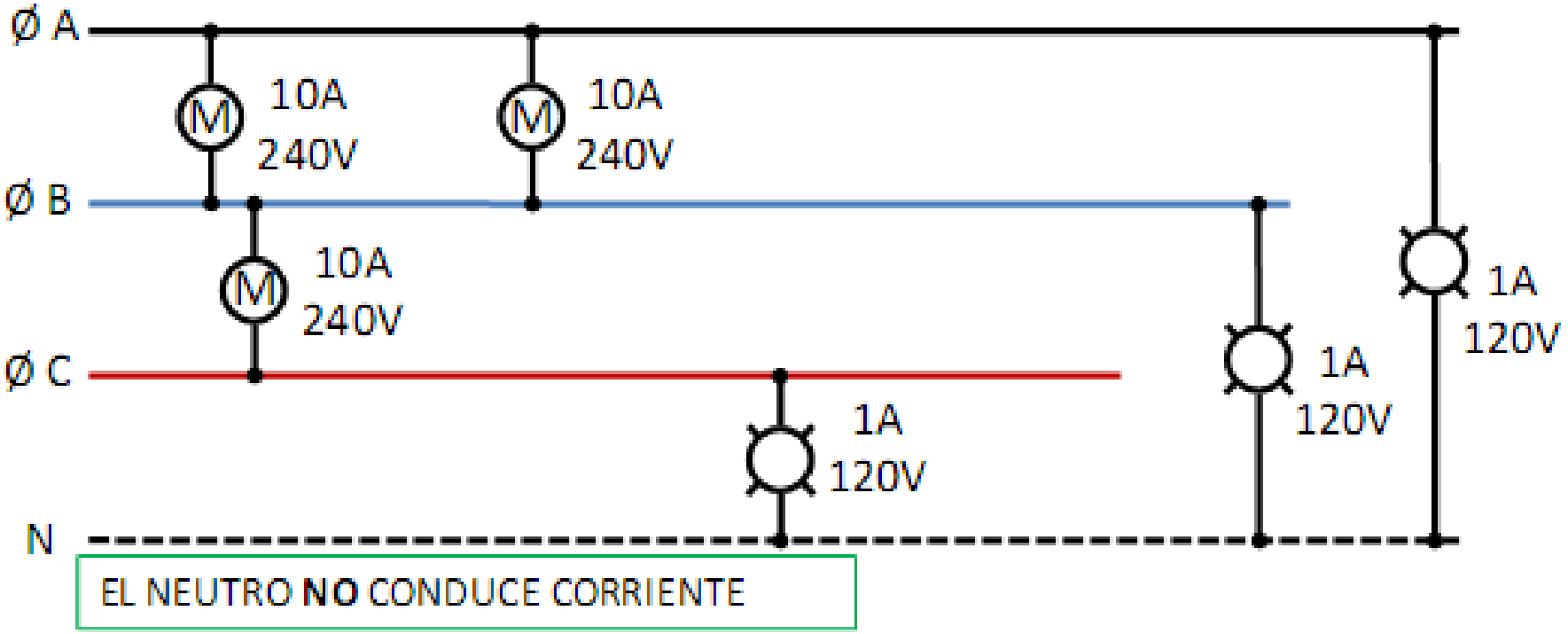
b) **SISTEMA BIFÁSICO TRIFILAR DESBALANCEADO**

Es aquel que cuenta con cargas de diferente potencia entre 2 fases o entre fases y neutro

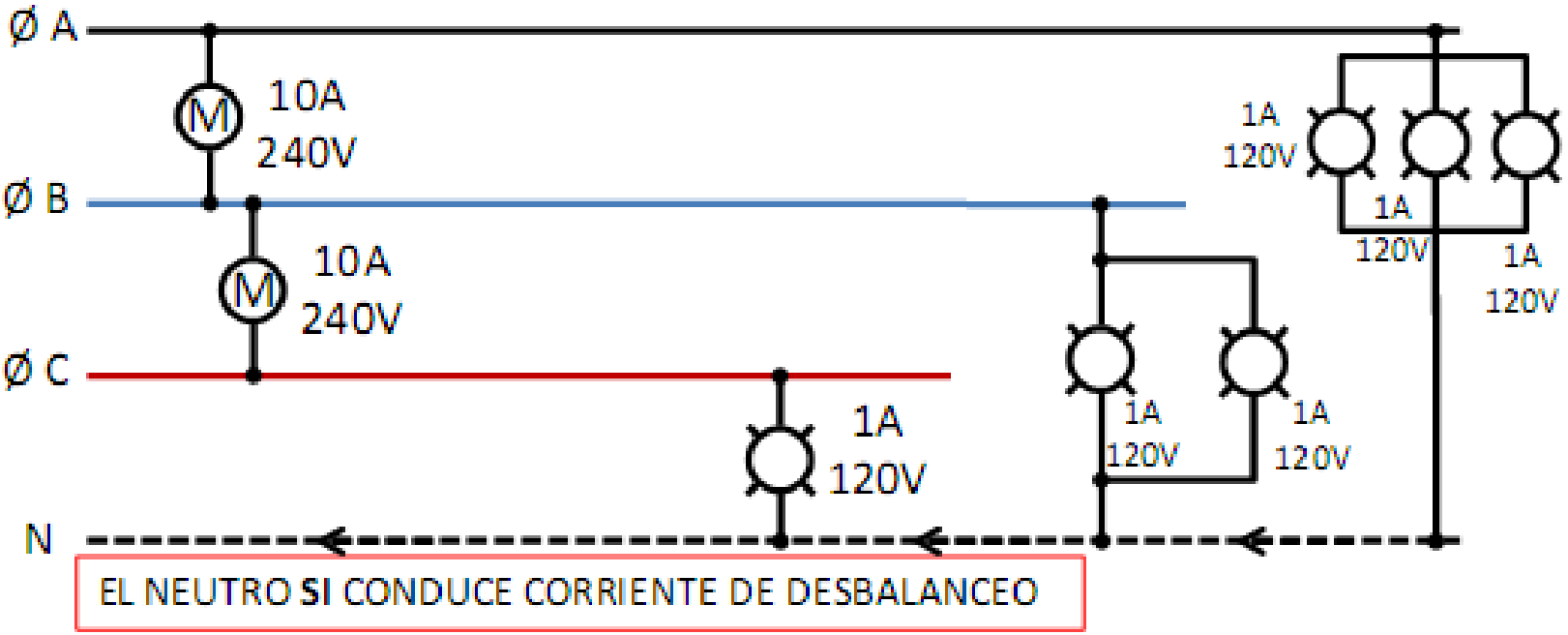


En este sistema, el neutro conduce las corrientes del desbalanceo de la carga "A"

c) SISTEMA TRIFASICO (CON NEUTRO) BALANCEADO – SIN FASE PESADA 120V / 240V

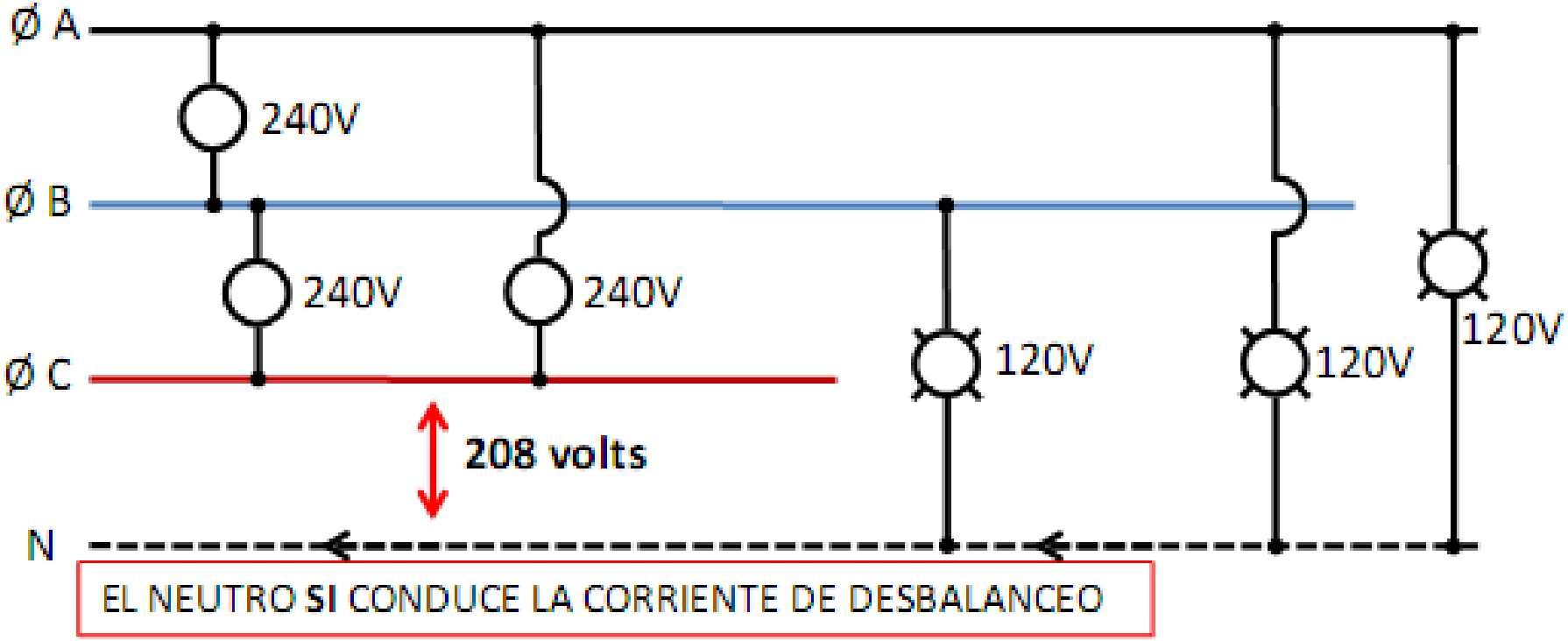


d) SISTEMA TRIFÁSICO (CON NEUTRO) DESBALANCEADO – SIN FASE PESADA



En este sistema, si el neutro se interrumpiera, se produciría un bajo voltaje en las cargas de mayor número (Ø A) y un alto voltaje en las cargas de menor número (Ø C) lo cual puede ser peligroso.

e) **SISTEMA TRIFÁSICO CON NEUTRO CON FASE PESADA 120V / 208V / 240V**

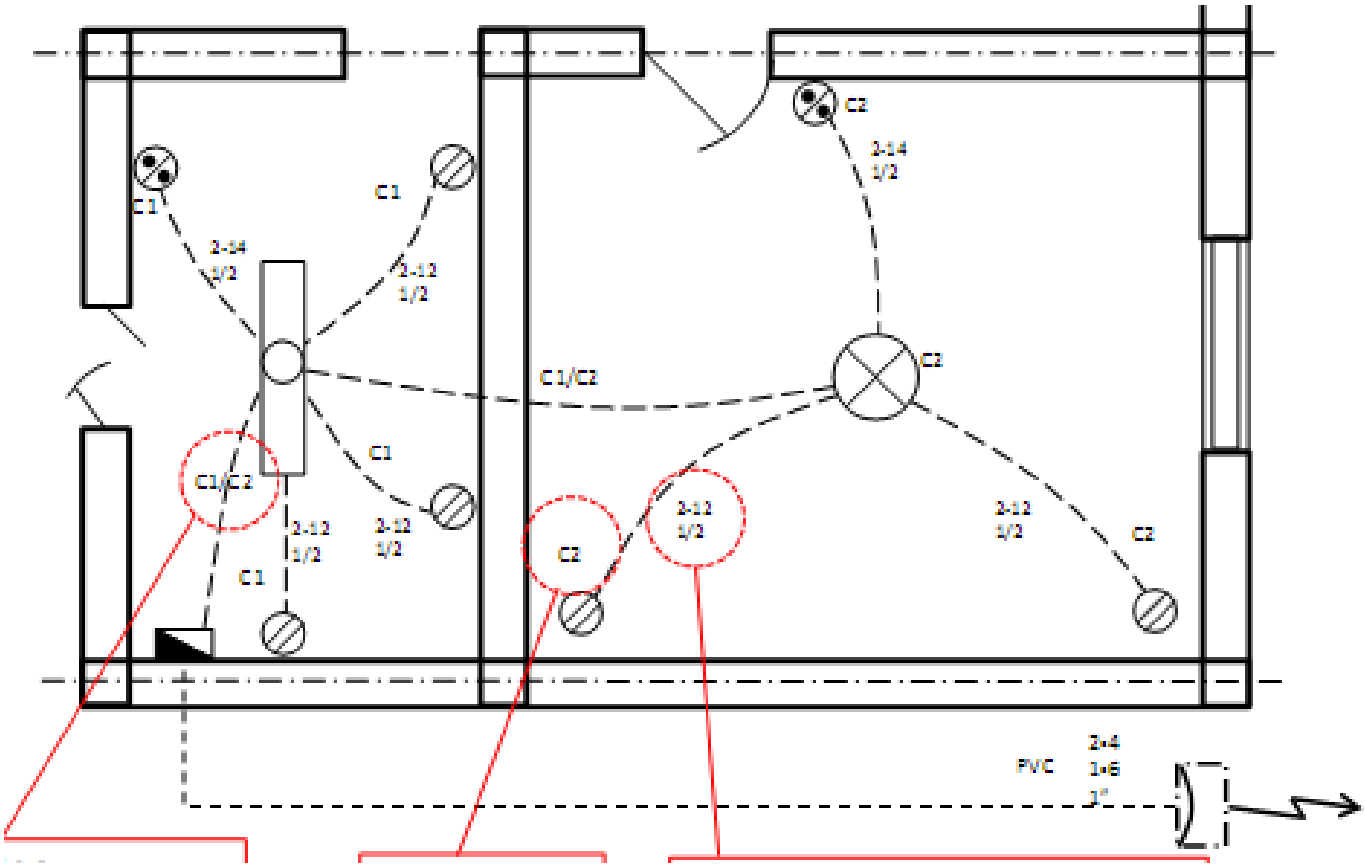


En este ejemplo, la carga bifásica queda balanceada, pero no así la monofásica, ya que entre la fase “C” (fase alta) y el neutro, se obtendrían 208 volts y por lo tanto NO se deben conectar en esa fase las cargas monofásicas de 120 volts pues se fundirían o quemarían.

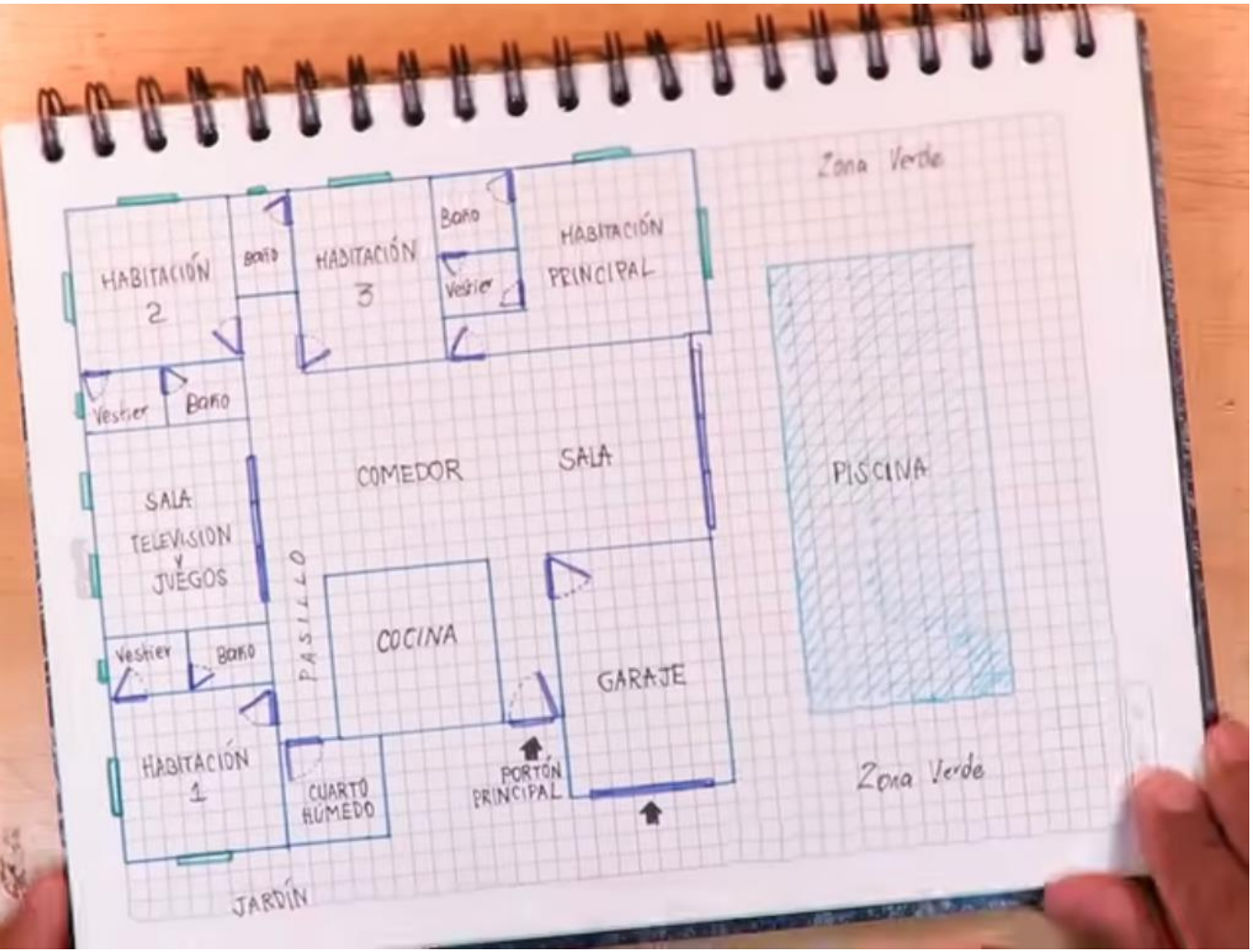
PLANO ELÉCTRICO

A) La estructura de una residencia en planta (vista superior) a escala.
B) La altura de piso a techo y tipo de este.
C) Los componentes de la instalación tales como lámparas, apagadores, contactos, tuberías, centros de carga, etc. y sus especificaciones.
D) La simbología eléctrica.
E) El cuadro de cargas y cálculo eléctrico.
F) El diagrama unifilar de la instalación.
G) El balanceo de cargas entre fases.
H) Las acotaciones o medidas.
I) La descripción del plano.

Introducción al Plano Eléctrico



Dibujo Escala



Tipos de escala

Natural

Reducción

Ampliación

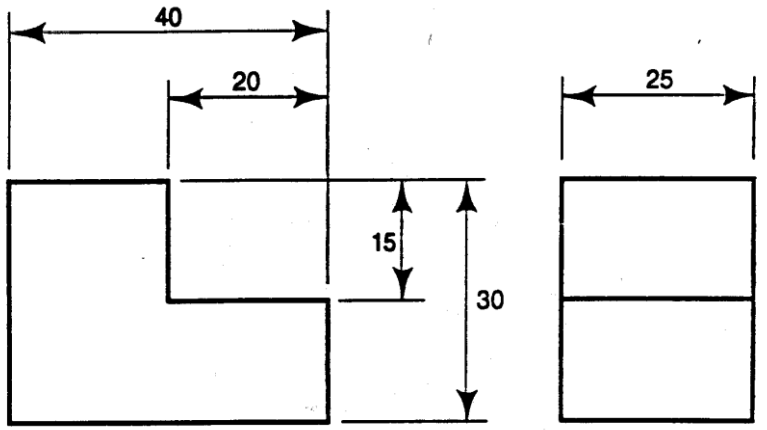
ESCALA Y ACOTACIÓN

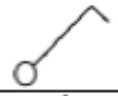
ESCALA

La escala que se indica en un plano cuando esta es de reducción, corresponde al número de veces en que el local ha sido reducido de su dimensión real.

ACOTACION

Las acotaciones son las medidas del plano dadas en centímetros o metro

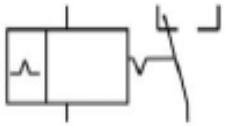


DESCRIPCIÓN	Símbolos	
	R. Multifilar	R. Unifilar
Reactancia o balastro		Se utiliza el mismo
Condensador		Se utiliza el mismo
Interruptor unipolar		
Interruptor bipolar		
Interruptor tripolar		
Interruptor tetrapolar		
Interruptor doble		
Conmutador		
Conmutador de cruzamiento		
Pulsador		
Timbre		
Zumbador		

Simbología eléctrica

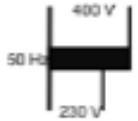
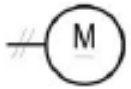
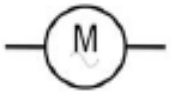
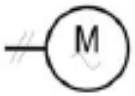
DESCRIPCIÓN	Símbolos	
	R. Multifilar	R. Unifilar
Corriente continua		Se utiliza el mismo
Corriente alterna		Se utiliza el mismo
Pila		Se utiliza el mismo
Línea de corriente de dos conductores		
Línea de corriente de tres conductores		
Línea de corriente de varios conductores		
Línea de protección o toma de tierra		
Toma de tierra o punto de conexión a tierra		
Toma de corriente monofásica		
Toma de corriente monofásica con tierra		
Toma de corriente trifásica con tierra		
Lámpara incandescente		
Lámpara fluorescente		
Arrancador de destellos		No se dibuja

Simbología eléctrica

DESCRIPCIÓN	Símbolos	
	R. Multifilar	R. Unifilar
Sirena		
Bocina		
Cuadro de distribución		
Cortacircuito fusible		
Interruptor diferencial bipolar		
Interruptor diferencial tripolar		
Interruptor magnetotérmico unipolar (PIA)		
Interruptor magnetotérmico bipolar (PIA)		
Interruptor magnetotérmico tripolar (PIA)		
Telerruptor		No se dibuja
Transformador monofásico		

Simbología eléctrica

SENA

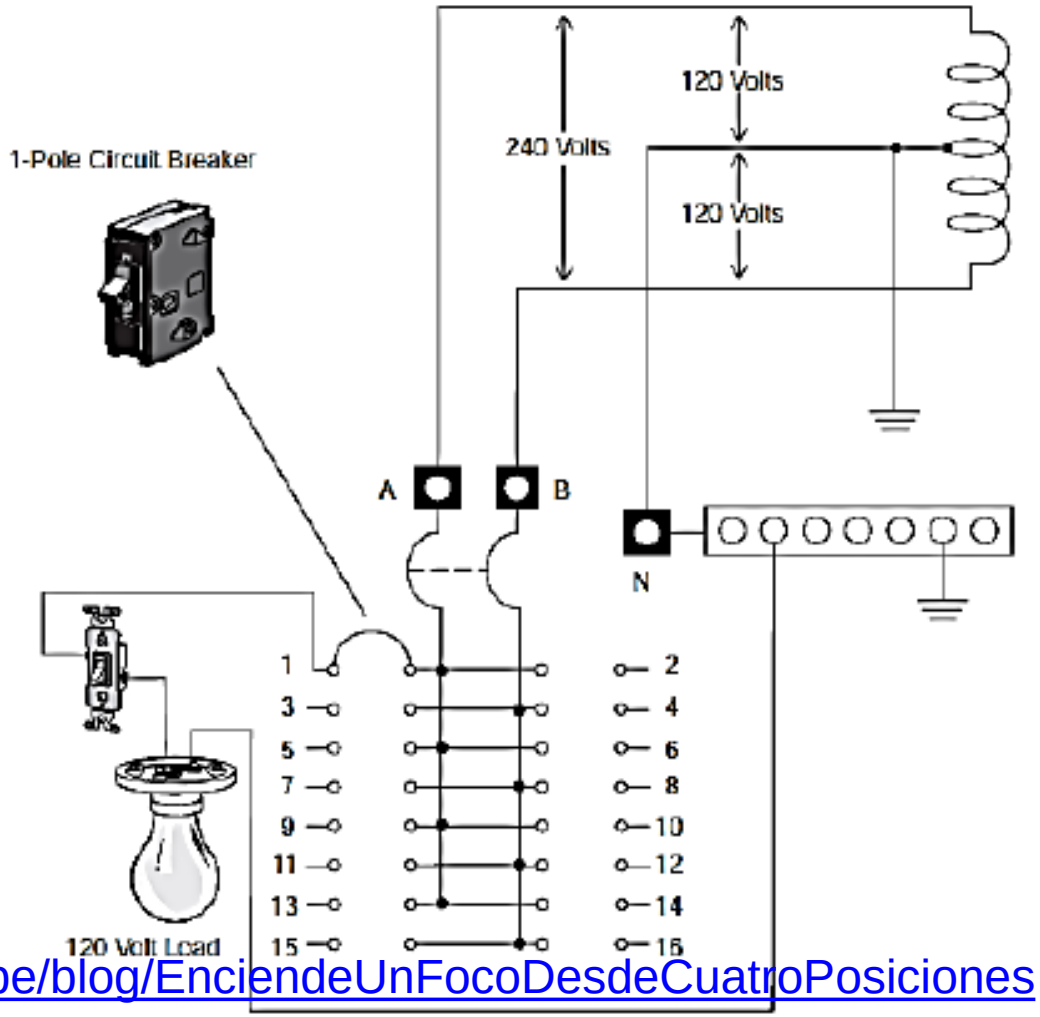
SIMBOLOGÍA UTILIZADA EN ESTE LIBRO		
DESCRIPCIÓN	Símbolos	
	R. Multifilar	R. Unifilar
Autotransformador monofásico		
Motor de corriente continua		
Motor de corriente alterna		
Voltímetro	V	Se utiliza el mismo
Amperímetro	A	Se utiliza el mismo
Vatímetro	W	Se utiliza el mismo
Óhmetro	Ω	Se utiliza el mismo
Megóhmetro	MΩ	Se utiliza el mismo
Frecuencímetro	Hz	Se utiliza el mismo
Fasímetro	φ	Se utiliza el mismo

Simbología eléctrica

Simbología eléctrica

LETRAS EMPLEADAS PARA DESIGNAR LOS DISTINTOS ELEMENTOS	
Conductor de fase	L
Conductores de fases (trifásicas)	L_1, L_2, L_3
Conductor neutro	N
Conductor de protección a tierra	PE
Interruptores, conmutadores, pulsadores, etc.	S
Lámparas o puntos de luz	E
Señalización óptica acústica.	H

ESQUEMA ILUMINACIÓN



https://electrotec.pe/blog/EnciendeUnFocoDesdeCuatroPosiciones

CONEXIÓN AIRE ACONDICIONADO

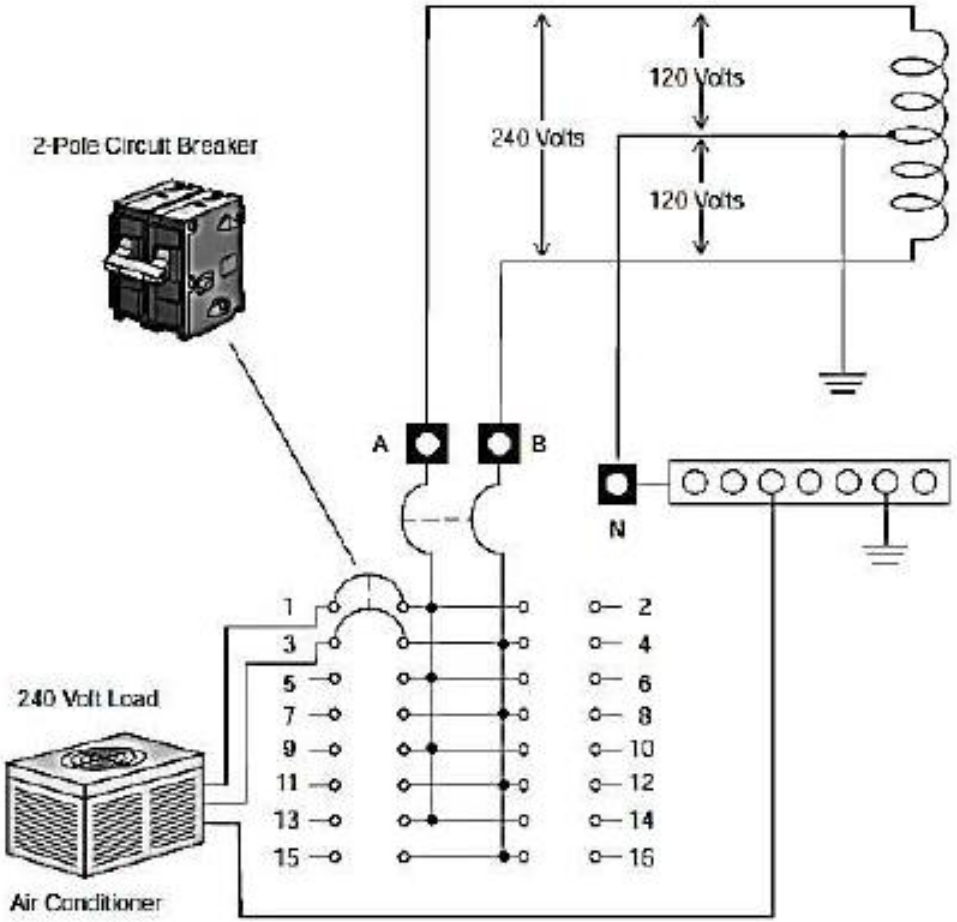


Figura 46.- Cableado de circuito de aire acondicionado de 240V.

ESQUEMA UNIFILAR

VIVIENDA

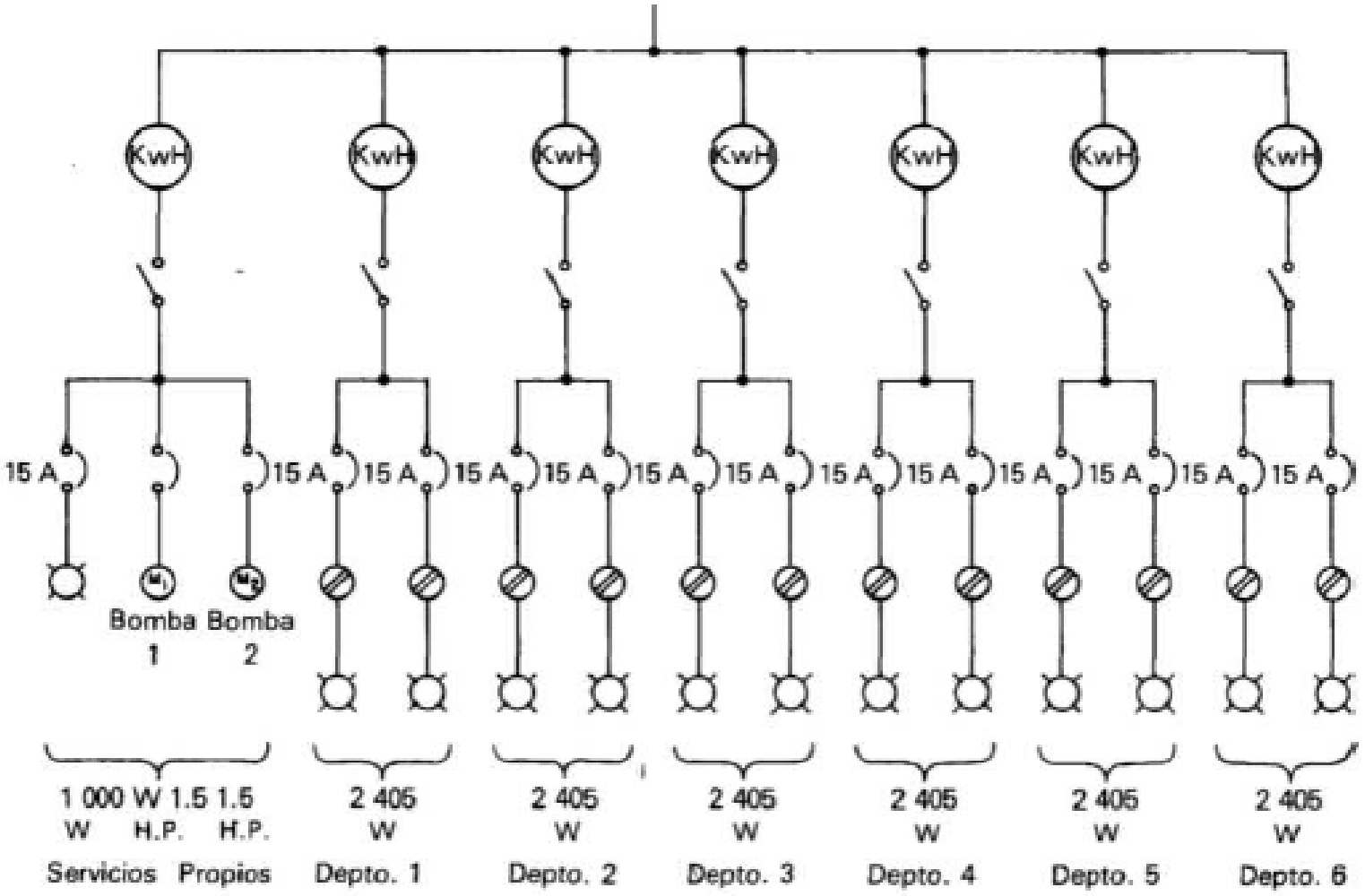


Diagrama unifilar de la instalación

INSTALACIONES ELECTRICAS

FÓRMULAS GENERALES

	CORRIENTE CONTINUA	CORRIENTE ALTERNA		
		UNA FASE	DOS FASES	TRES FASES
AMPERES CONOCIENDO LOS HP	$I = \frac{HP \times 746}{E \times N}$	$I = \frac{HP \times 746}{E \times N \times f.p.}$	$I = \frac{HP \times 746}{2 \times E \times N \times f.p.}$	$I = \frac{HP \times 746}{1.7321 \times E \times N \times f.p.}$
AMPERES CONOCIENDO KW	$I = \frac{KW \times 1000}{E}$	$I = \frac{KW \times 1000}{E \times f.p.}$	$I = \frac{KW \times 1000}{2 \times E \times f.p.}$	$I = \frac{KW \times 1000}{1.732 \times E \times f.p.}$
AMPERES CONOCIENDO KVA		$I = \frac{KVA \times 1000}{E}$	$I = \frac{KVA \times 1000}{2 \times E}$	$I = \frac{KVA \times 1000}{1.732 \times E}$
KW	$KW = \frac{I \times E}{1000}$	$KW = \frac{I \times E \times f.p.}{1000}$	$KW = \frac{I \times E \times f.p. \times 2}{1000}$	$KW = \frac{I \times E \times f.p. \times 1.732}{1000}$
KVA		$KVA = \frac{I \times E}{1000}$	$KVA = \frac{I \times E \times 2}{1000}$	$KVA = \frac{I \times E \times 1.732}{1000}$
POTENCIA EN LA FLECHA HP	$HP = \frac{I \times E \times N}{}$	$HP = \frac{IxExNxf.p}{746}$	$HP = \frac{IxEx2xN \times f.p}{746}$	$HP = \frac{I \times E \times 1.732 \times N \times f.p}{746}$
FACTOR DE POTENCIA	UNITARIA	$f.p. = \frac{W}{E \times I}$	$f.p. = \frac{W}{2 \times E \times I}$	$f.p. = \frac{W}{1.732 \times E \times I}$

Trabajo Final

Se plantea realizar el siguiente diseño con la siguiente información:
Se desarrolla un proyecto de la gobernación de aulas tecnológicas en instituciones rurales del Cauca, las cuales requieren el diseño de una instalación solar fotovoltaica, determine la instalación eléctrica interna de acuerdo con la siguiente información:

Se requiere la instalación de 4 tomas dobles de 120V y 4 luminarias de 18W cada una.

1. Realiza el cálculo eléctrico general.
2. Realiza el cálculo de las luminarias que se usarán.
3. Realiza el diagrama de balanceo de cargas para un circuito bifásico trifilar.
4. Realiza el cuadro de cargas y define el cableado y tubería por cada circuito.
5. Determina la corriente (I) total usa la formula monofásica bifilar.
6. Realiza el diagrama unifilar.
7. Dibuje la simbología que va a utilizar en su diseño eléctrico.
8. Dibuje el plano eléctrico, define la escala a trabajar.
9. Determina un listado de componentes eléctricos.

INSTRUMENTOS DE MEDICION ELÉCTRICA

2.1 CLASIFICACIÓN DE APARATOS DE MEDICIÓN ELÉCTRICA

Los aparatos de medición eléctrica son fundamentales para apreciar el trabajo de los dispositivos eléctricos y electrotécnicos, ya que los órganos del sentido humano no pueden observar directamente las magnitudes eléctricas como la corriente, tensión, resistencia, potencia, etc. A ello se debe la excepcional importancia de las mediciones en electricidad.

Para una mejor utilización de los aparatos de medición eléctrica es necesario conocer algunos conceptos que nos permiten entender el funcionamiento de estos instrumentos.



CLASIFICACIÓN

Por su principio de funcionamiento:
Electromagnéticos, magneto térmica, de inducción, electrodinámico y electroestático.

Por la corriente a utilizar: *De corriente alterna "A ó de corriente continua o directa ("CC"* o "CD")



Por la magnitudes a medir: Voltímetro, Amperímetro, Óhmetro, Multímetro.

Por el tipo de indicación: *De agujas, luminosos, sonoros, numérico, etc.*

Ejemplo: *Analó*-gicos, indicación por movimiento de aguja. Digitales, indicación numérica que se visualiza en pantalla.

ERRORES EN LA MEDICIÓN

En algunas ocasiones, cuando se realiza una misma medición eléctrica utilizando dos aparatos de medición diferentes, se puede notar la variación de ambas lecturas, esto se debe a que existen errores en los aparatos de medida o que no se utilizan adecuadamente, estos errores solo se presentan en los equipos de medición analógicos y son debido a:

- La construcción de los aparatos de medida.
- La posición para la medición, cuando no se respeta la posición indicada para emplear el instrumento.
- La temperatura a la que esta sometido el instrumento.
- La lectura, estos se produce por la construcción de la aguja y su disposición frente a la escala.
- La influencia de campos extraños (magnéticos)
- La diferencia de frecuencia a la que fue diseñado para trabajar.

ESCALA

***Rango de medición**: Indica la máxima capacidad del instrumento al cual está destinado a* medir.

***División**: Es la distancia entre un trazo numerado y el próximo a él.*

***Intervalo**: Es el espacio que existe entre un trazo cualquiera y su contiguo (puede ser izquierda* o derecha).

***Numeración**: Es el valor del trazo indicado por el número correspondiente en la escala.*

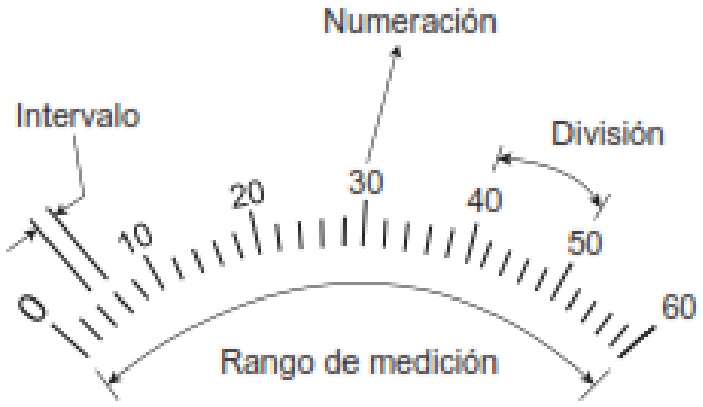


Figura No. 1 Partes de la escala.

USO DE LOS INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

TODOMULTIMETROS.COM



Voltímetro

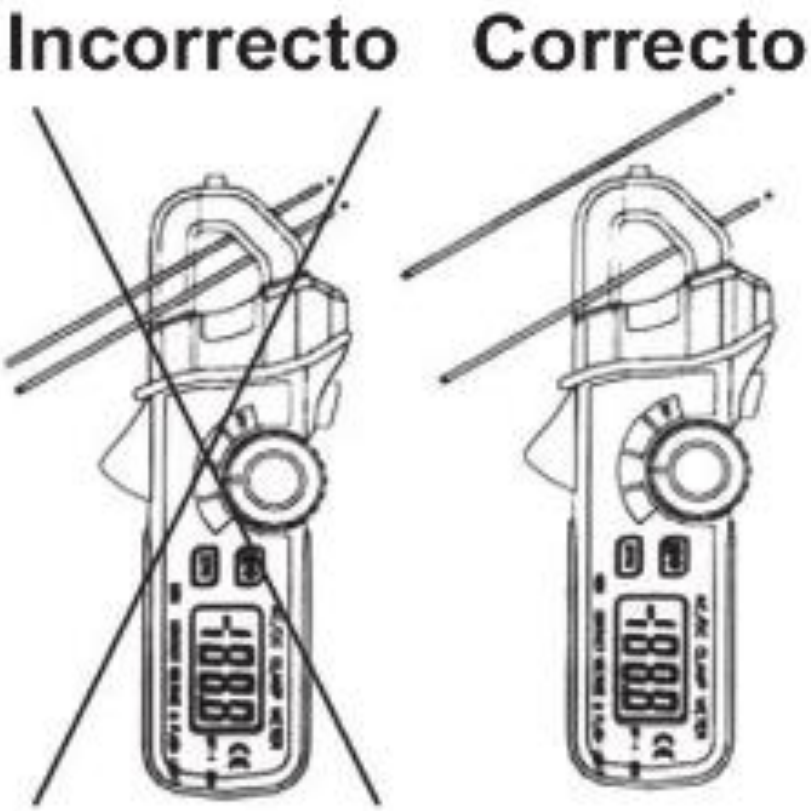
Amperímetro

Óhmetro

Multímetro

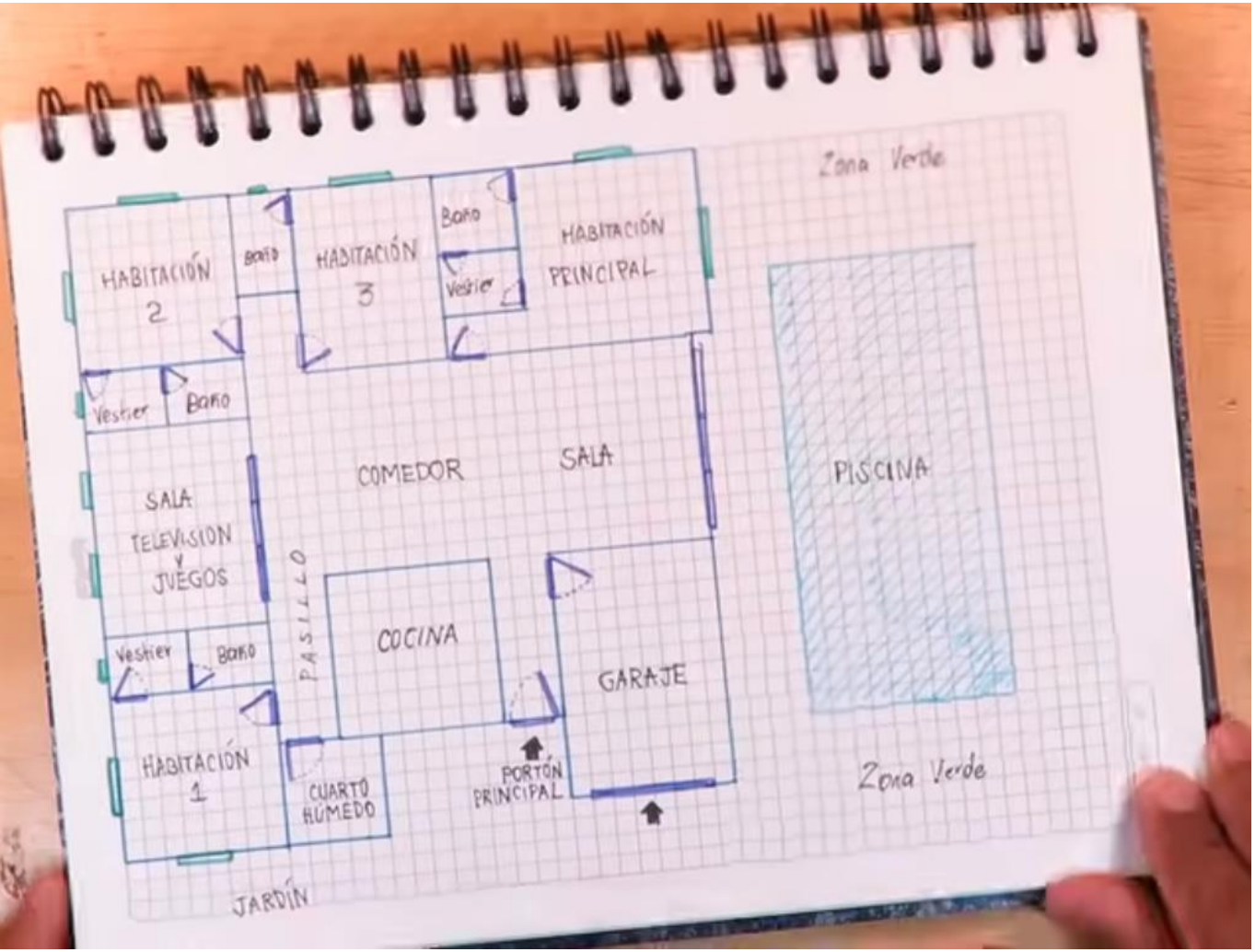
Multímetro de gancho o pinza

USO DE INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN



Conexión de un Amperímetro de Gancho

Dibujo Escala



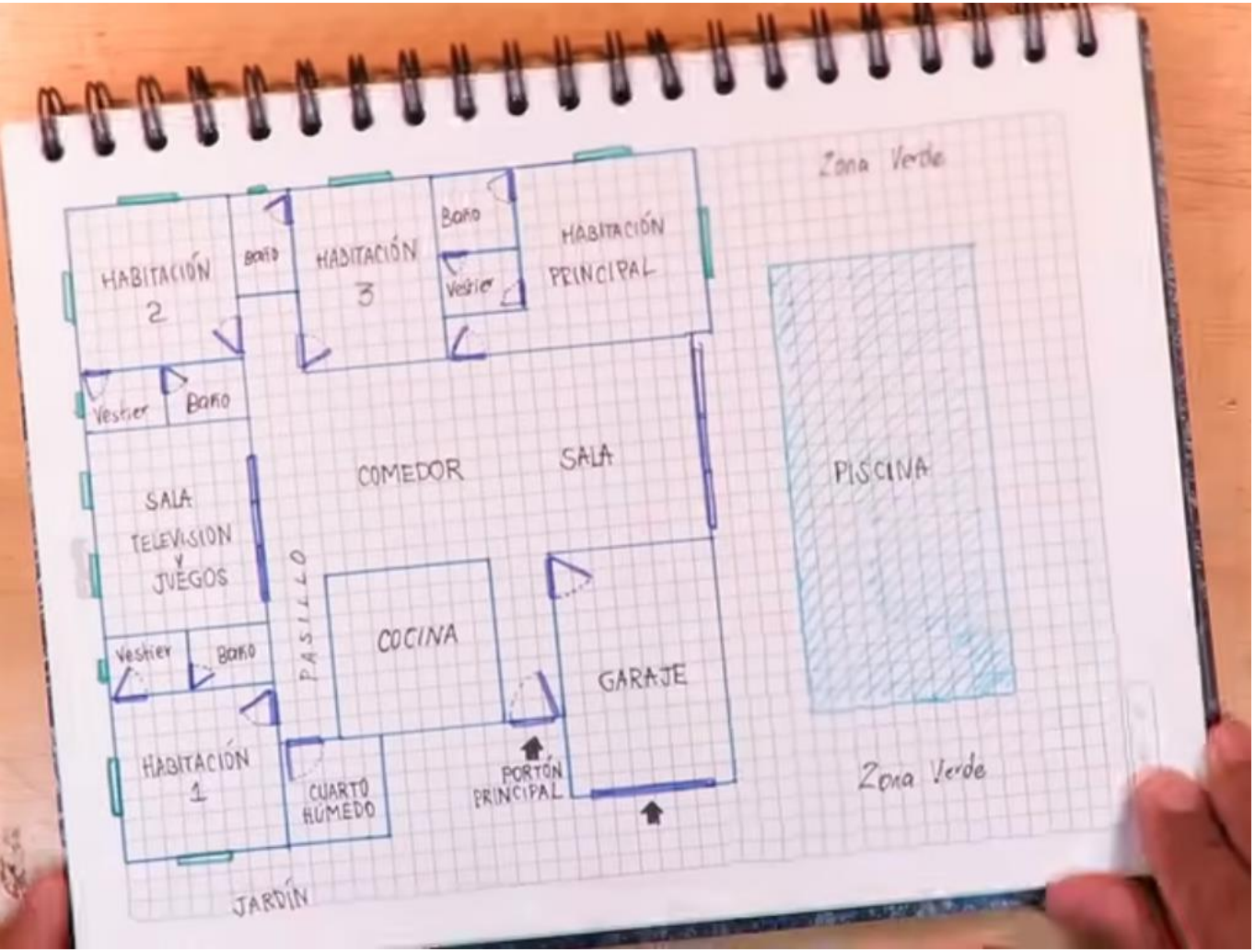
Tipos de escala

Natural

Reducción

Ampliación

Dibujo Escala



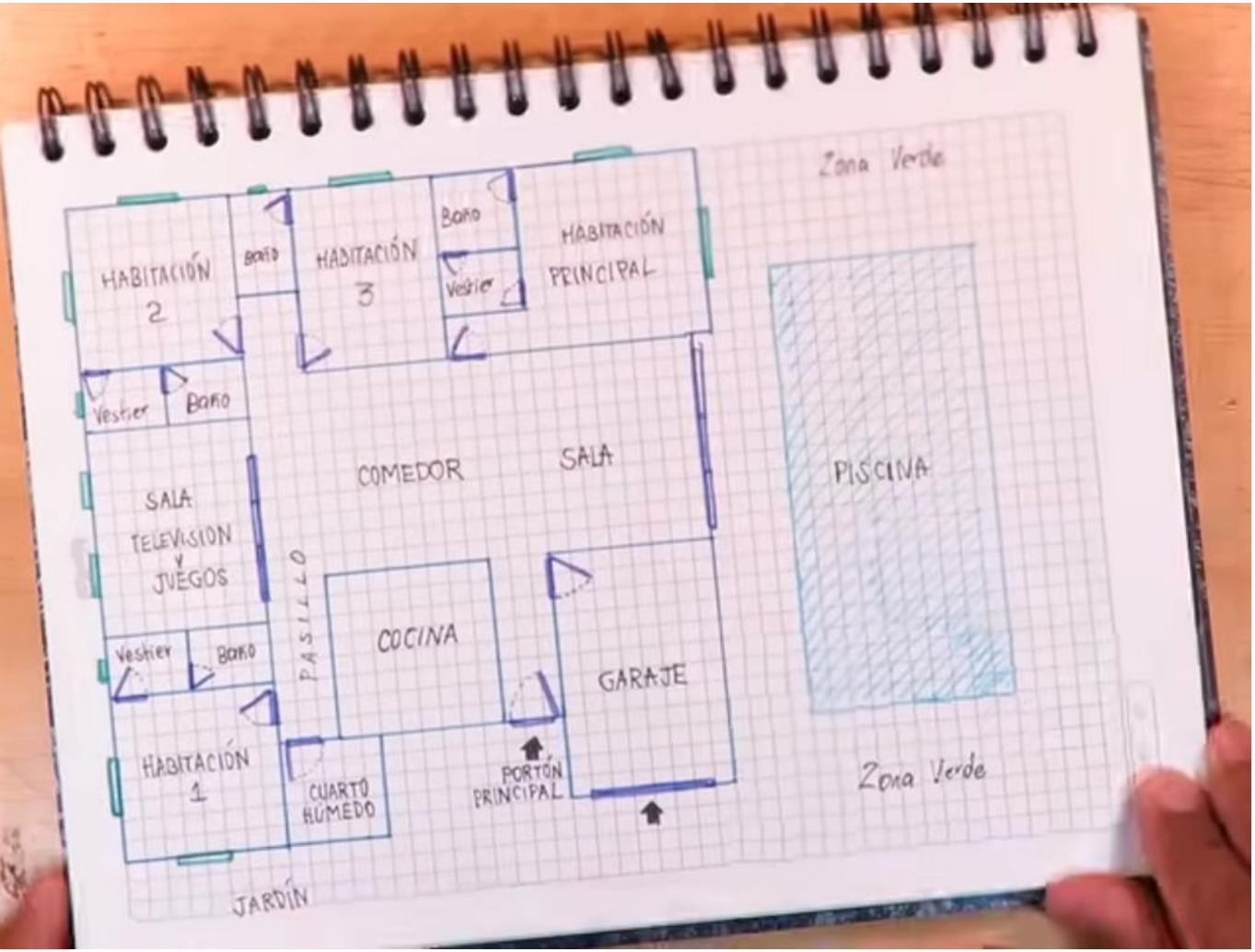
Tipos de escala

Natural

Reducción

Ampliación

Dibujo Escala



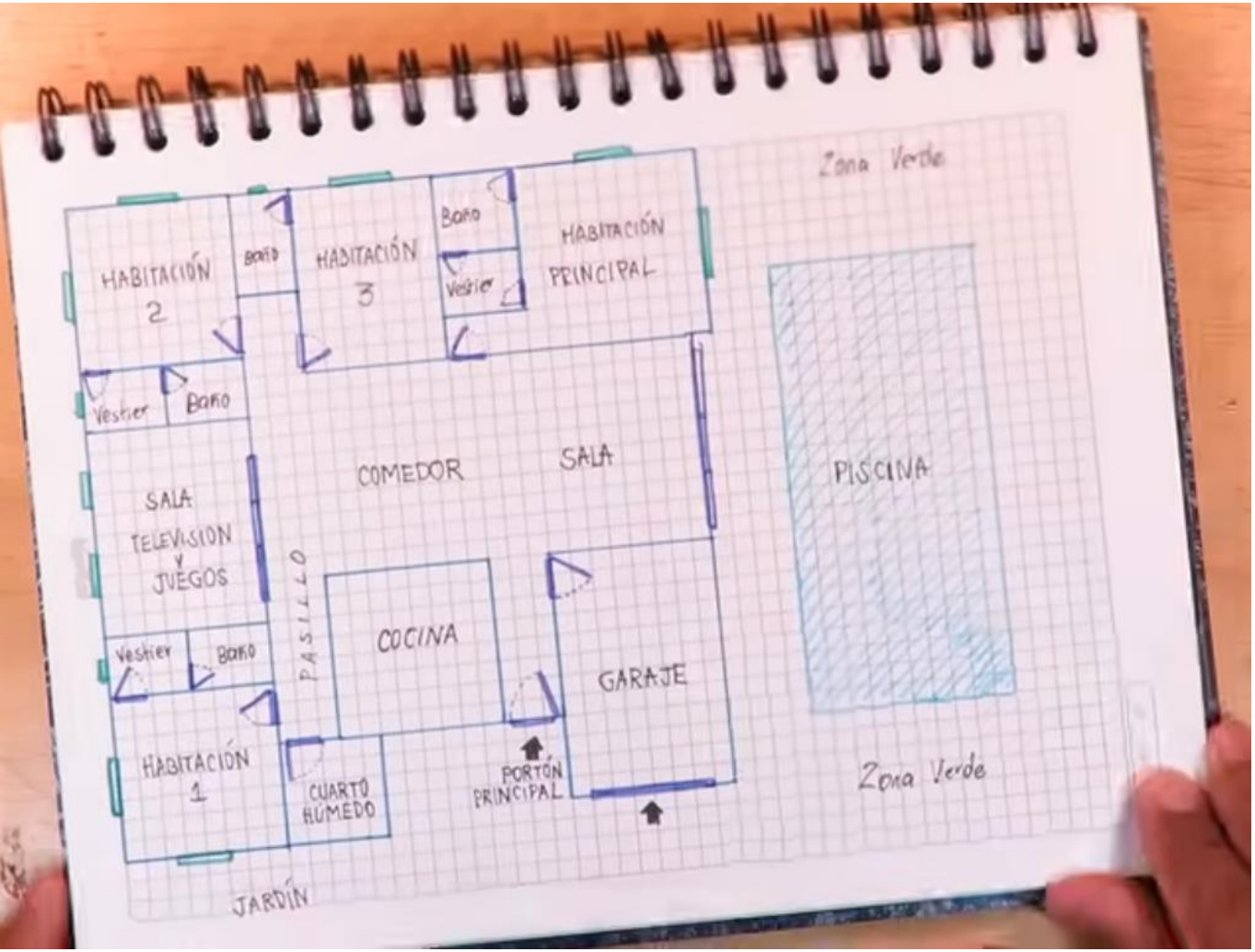
Tipos de escala

Natural

Reducción

Ampliación

Dibujo Escala



Tipos de escala

Natural

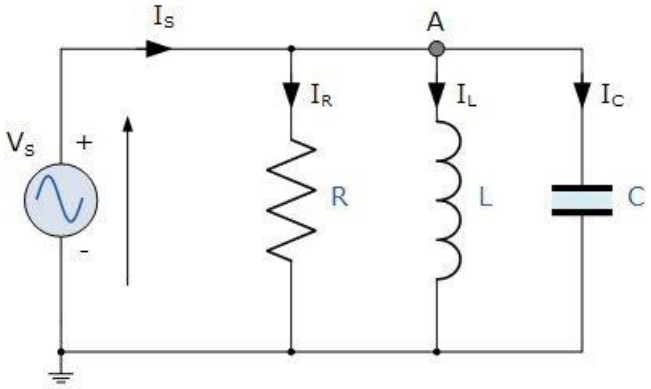
Reducción

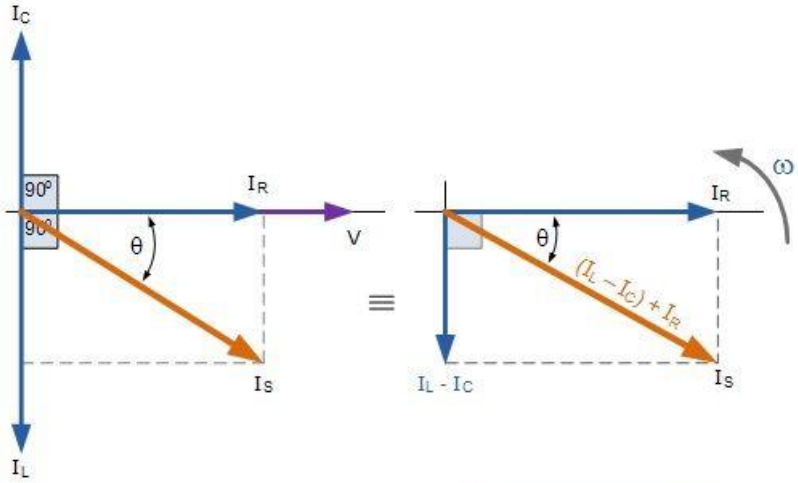
Ampliación

Comparativo

Característica	Circuito RLC en Serie	Circuito RLC en Paralelo
Configuración	R, L y C conectados uno tras otro	R, L y C conectados en ramas separadas, compartiendo puntos comunes
Ecuación Diferencial	$V(t) = IR + L\frac{dI}{dt} + \frac{1}{C}\int I\,dt$	$I(t) = I_R + I_L + I_C$
Frecuencia de Resonancia	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$	$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$
Impedancia / Admittancia	$Z = R + j(\omega L - \frac{1}{\omega C})$	$Y = G + j(\omega C - \frac{1}{\omega L})$
Ejemplo Práctico	**Circuito Sintonizador:** Usado en radios para seleccionar una frecuencia específica.	**Filtro Pasa-Banda:** Usado en sistemas de audio para permitir solo un rango específico de frecuencias.
Respuesta Transitoria	Oscilaciones que se amortiguan en el tiempo debido a la resistencia.	Oscilaciones debido al intercambio de energía entre el capacitor y el inductor.

CIRCUITO RLC EN PARALELO





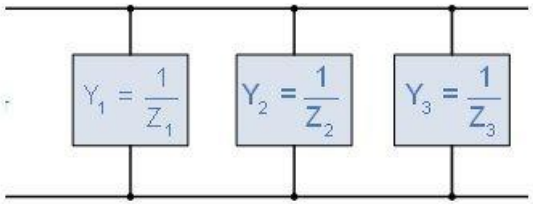
$$I_R = \frac{V}{R}, \quad I_L = \frac{V}{X_L}, \quad I_C = \frac{V}{X_C}$$

$$R = \frac{V}{I_R} \quad X_L = \frac{V}{I_L} \quad X_C = \frac{V}{I_C}$$

$$I^2 = I_R^2 + \left(I_L - I_C\right)^2 \Rightarrow I_S = \sqrt{I_R^2 + \left(I_L - I_C\right)^2}$$

$$I_S = \sqrt{\left(\frac{V}{R}\right)^2 + \left(\frac{V}{X_L} - \frac{V}{X_C}\right)^2} = \frac{V}{Z}$$

$$\frac{1}{Z_T} = Y_T = \vec{Y}_T = \vec{Y}_R + \vec{Y}_L + \vec{Y}_C$$



$$Y_T = \frac{1}{Z} = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2}$$

$$Y = \sqrt{\left(\frac{1}{R}\right)^2 + \left(\frac{1}{(\omega L)} - (\omega C)\right)^2}$$