

The logo for EPE (Energía de Santa Fe) features the letters 'EPE' in a bold, white, sans-serif font. Below the letters is a white horizontal line that tapers at both ends, resembling a stylized arrow or a power line.

EPE

Energía de Santa Fe

Plan
Modular

1

Importancia de realizar un curso de electricidad

La electricidad es una parte fundamental de nuestra vida cotidiana, presente en cada rincón de nuestros hogares, trabajos y comunidades. Desde la iluminación hasta los electrodomésticos y los sistemas más avanzados, dependemos de la energía eléctrica para realizar actividades esenciales. Sin embargo, detrás de su uso práctico, existen principios técnicos y normas de seguridad que son vitales para garantizar su funcionamiento adecuado y seguro.

Conocer los conceptos básicos sobre electricidad no solo proporciona las habilidades necesarias para realizar pequeñas reparaciones o instalaciones, sino que también permite comprender el funcionamiento de los sistemas eléctricos con una visión más amplia y responsable. Con los conocimientos correctos, es posible prevenir accidentes, optimizar el consumo de energía y asegurar la correcta operación de los equipos.

En este curso, aprenderás los fundamentos de la electricidad, las herramientas esenciales, y los procedimientos de seguridad que te permitirán aplicar lo aprendido de manera efectiva y segura. Ya sea que busques mejorar tus habilidades o perfeccionar tu carrera en el sector de la empresa, este curso te brindará la base sólida que necesitas para avanzar.

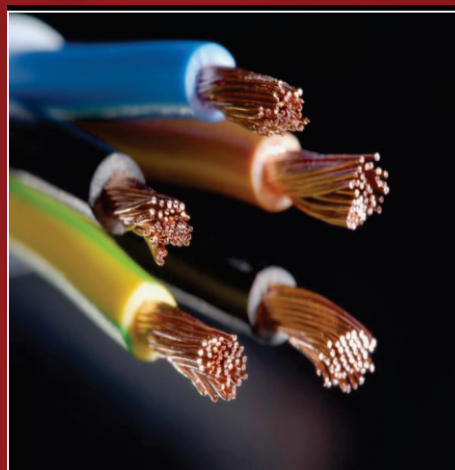
Invertir en tu capacitación no solo te abrirá nuevas oportunidades, sino que también te permitirá contribuir a un entorno más seguro y eficiente.

¡Bienvenido a este camino de aprendizaje, donde la electricidad deja de ser un misterio y se convierte en una habilidad esencial en tus manos!

Capacitación



Conceptos Eléctricos.....	02
Teoría del átomo.....	03
Materiales conductores.....	05
Materiales aislantes.....	06
Variables eléctricas.....	08
Tensión Eléctrica.....	09
Resistencia Eléctrica, resistividad de un conductor.....	11
Ley de Ohm.....	13
Potencia eléctrica.....	16
Energía eléctrica.....	18
 Circuitos eléctricos.....	 22
Circuito serie.....	23
Circuito paralelo.....	24
Circuito mixto.....	25
 Mediciones Eléctricas.....	 28
Corrientes continua y alterna.....	29
Mediciones de la corriente eléctrica.....	32
Mediciones de la tensión eléctrica.....	34
 Clasificación de tensiones.....	 36
Sistema eléctrico.....	37
Clasificación de tensiones.....	38
 Metodos de trabajos.....	 40
Método de trabajo a contacto.....	41
Método de trabajo a distancia.....	42
Método de trabajo a potencial.....	43
5 reglas de oro.....	44

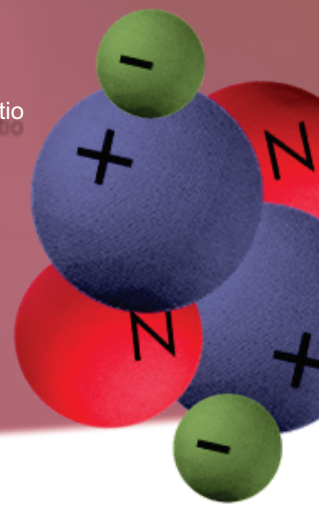


Conceptos eléctricos

- Átomos
- Materiales conductores
- Materiales no conductores

Modelo atómico

Para conformar materia existen miles de millones de átomos imperceptibles al ojo humano, es la unidad constituyente más pequeña de la materia que tiene las propiedades de un elemento químico.



Todo material sólido, líquido, gaseoso y/o plasma está compuesto de átomos.

Para poder interpretar a la electricidad debemos contar con algunas nociones básicas de cómo están constituidos los átomos.

En la figura podemos observar tres partículas bien definidas, protón, neutrón y electrón. Los dos primeros se encuentran en lo que se denomina como el “núcleo del átomo” (ubicado en el centro del mismo), mientras que los electrones se mueven en órbitas alrededor del mismo.

Cada una de estas partículas tiene una carga eléctrica determinada, los protones tienen carga positiva, los electrones carga negativa, y los neutrones no tienen carga alguna (son neutros).

El equilibrio entre las fuerzas de atracción entre electrones y protones (debido a la polaridad opuesta de las cargas) y la fuerza centrífuga que experimentan los electrones (debido a su movimiento giratorio) hace que el átomo se mantenga en un estado perfecto de estabilidad.

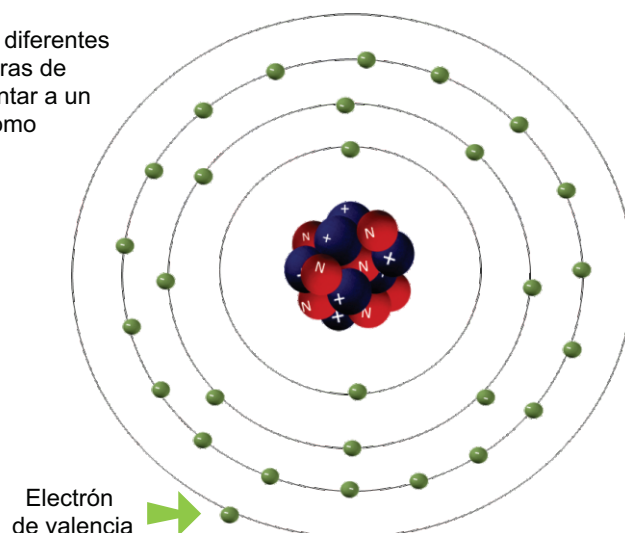
Si sumamos las cargas de todos los protones y todos los electrones, el resultado dará cero, pues existe la misma cantidad de cargas positivas que negativas y se anulan entre si, se dice que el átomo es “eléctricamente neutro”.



Un átomo se considera equilibrado, cuando tiene la misma cantidad de protones que de electrones.



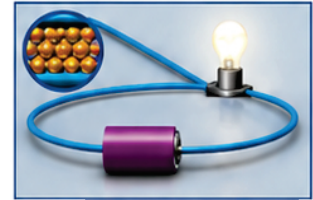
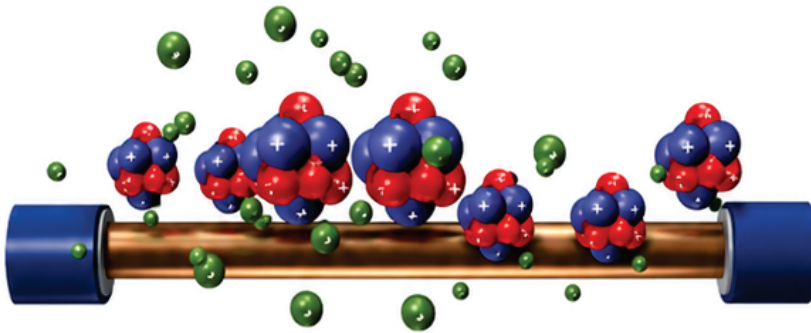
Existen diferentes maneras de representar a un átomo



Átomo de cobre

Protones = 29
 Neutrones = 29
 Electrones = 29

Si aplicamos una fuente de energía externa y si el circuito está cerrado tendremos una corriente eléctrica que recorre el material.



Si el circuito está cerrado tenemos una corriente eléctrica

Cualquiera sea la fuente se denomina Fuerza Electromotriz (F.E.M). Esta F.E.M puede ser de origen natural (rayo) pero la que nos interesa es generada por el ser humano.

Las seis Fuentes Electro Motrices externa más conocidas capaces de separar los electrones negativos de los núcleos positivos de los átomos son:

Calor
Rozamiento
Acción química
Luz
Presión
Magnetismo

Generador solar



Generador eólico



Puede ser por medios químicos, como ser pilas, baterías



...o por medios magnéticos como los generadores, etc.

 CC CORRIENTE CONTINUA DC DIRECT CURRENT	 CA CORRIENTE ALTERNA AC ALTERN CURRENT
---	---

Según su generación pueden ser corriente continua o alterna.

Propiedades de los materiales

Materiales conductores

Los materiales a través de los cuales las cargas se mueven con facilidad se los llama materiales conductores eléctricos.

CU
Símbolo químico
del cobre

AL
Símbolo químico
del aluminio

Los mejores conductores de la corriente eléctrica son los metales, porque ceden más fácil que otros materiales los electrones que giran en la última capa de sus átomos.

Los metales más utilizados en circuitos eléctricos son el cobre (Cu) y el aluminio (Al), por ser relativamente baratos, maleables y tener una muy baja resistividad.

Otros elementos conductores de la electricidad son:

- Metales
- Agua mineralizada
- Grafito
- Madera húmeda



Conductores desnudos



Conductores protegidos



Conductores subterráneos aislados

Tipos de conductores que utiliza la E.P.E....

Aéreos (Aluminio)

Desnudos
Protegidos
Aislados

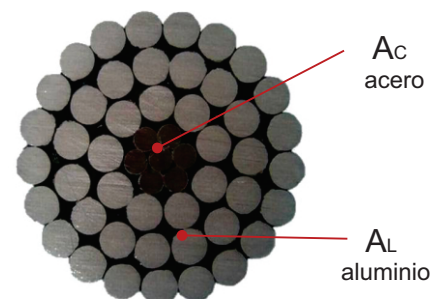
Subterráneos (Aluminio y cobre)

Aislados

Sección del conductor

Al / Ac 95/15

95 mm² . 15 mm²
De sección.



Agua Mineralizada

El agua (H₂O) en estado puro (agua destilada) está compuesta por hidrógeno y oxígeno, que no son buenos conductores eléctricos. Pero el agua de lluvia contiene minerales que hace que se transforme en muy buen conductor eléctrico.

Grafito



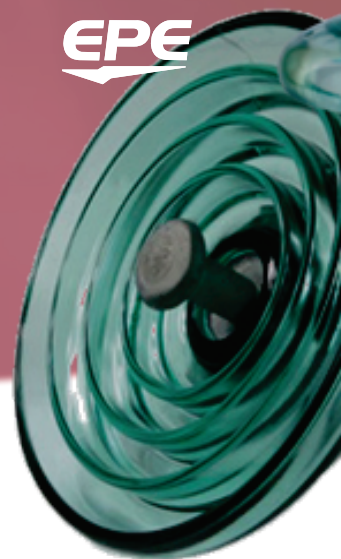
Llamados "carbones", utilizados en maquinarias eléctricas.

Materiales aislantes

Se denomina material no conductor o aislante eléctrico a todo material de tan baja conductividad eléctrica (alta resistencia) que el paso de la corriente a través de ella puede ser despreciado.

Dentro de este grupo se encuentran:

- Vidrio
- Porcelana
- Plásticos
- Goma
- Madera seca
- Agua destilada
- Aceite dieléctrico
- Ciertos gases (SF_6)



Aisladores de vidrio



Aislantes de porcelana

Todos esos materiales y otros similares con iguales propiedades, oponen total resistencia al paso de la corriente eléctrica. Sin embargo cuando se les aplica un voltaje suficientemente elevado, la fuerza es tan grande que los electrones son literalmente arrancados de sus átomos, causando que el aislante se rompa y que haya conducción.

Según su estado pueden ser aislantes:

Aislantes solidos

Son materiales donde los electrones no pueden circular libremente, como por ejemplo la cerámica, el vidrio, plásticos en general, el papel, la madera, etc. Estos materiales no conducen la corriente eléctrica, en ciertos niveles de tensión.

Aislantes líquidos

Se emplean para llenar espacios con dieléctrico homogéneo, para disipar el calor y para apagar arcos, como por ejemplo en: transformadores, cables, capacitores, aisladores pasantes, interruptores y otros aparatos.

Su presencia incrementa la rigidez dieléctrica entre partes pudiéndose observar aislantes sólidos impregnados y aparatos sumergidos en líquido aislante.

Aislantes gaseosos

El aire y otros gases tienen elevadísima resistividad y están prácticamente exentos de pérdidas dieléctricas; su rigidez dieléctrica crece a medida que aumenta la presión.

El gas que se ha utilizado y difundido desde los '70 en las aplicaciones eléctricas por sus excelentes propiedades es el SF_6 , comparado con el aire es mejor aislante



Aislantes líquidos



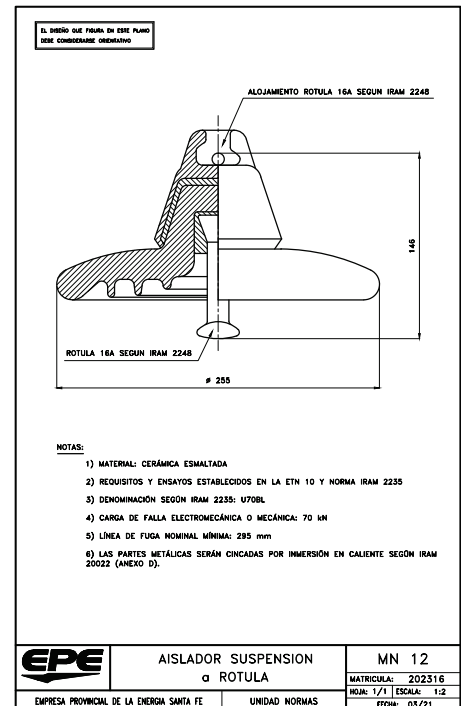
Aislantes gaseosos

Aisladores

Están dentro de lo que clasificamos como aislantes sólidos. Existen aisladores para cada nivel de tensión. Todos los materiales de los aisladores deben estar normalizados, esto asegura que fueron sometidos a ensayos y garantizan pesos y medidas estándar.



Aislador MN12: Estos tipos de aisladores se pueden utilizar en redes de alta tensión (9/10 aisladores) y media tensión (3/4 aisladores), en disposición tipo cadena.



MN 12 Material Normalizado

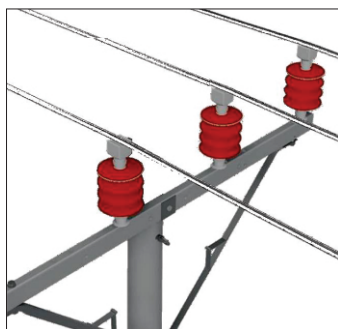


Aisladores poliméricos media tensión

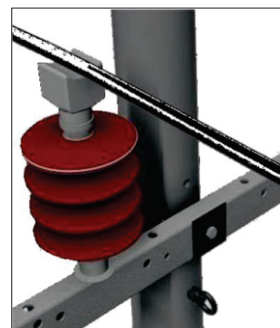


Aisladores de porcelana para baja tensión.

En las redes eléctricas los aisladores cumplen dos funciones fundamentales:



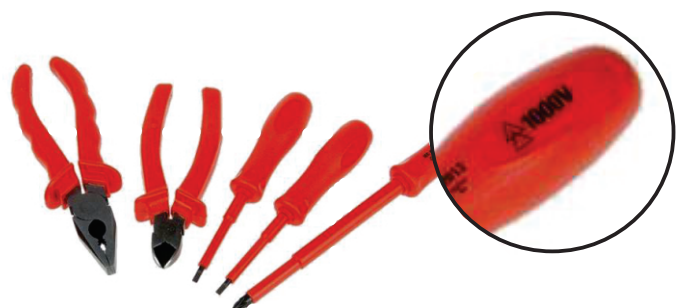
Permiten aislar eléctricamente los conductores entre sí ...



... y estos mismos conductores respecto a tierra o a una masa metálica, la cual puede estar actuando como soporte.



La aislación depende directamente de nivel de tensión



Herramientas aisladas para baja tensión.

Variables eléctricas

En este curso estudiaremos 5 variables eléctricas:

- Tensión
- Intensidad de la corriente
- Resistencia
- Potencia
- Energía



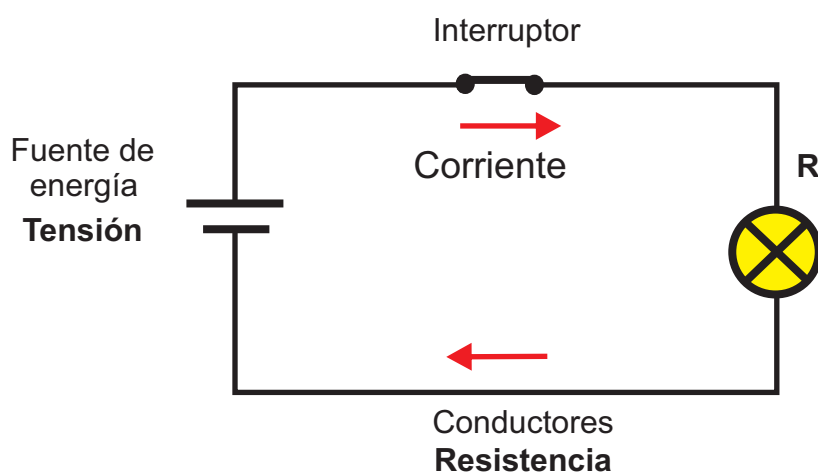
Carga



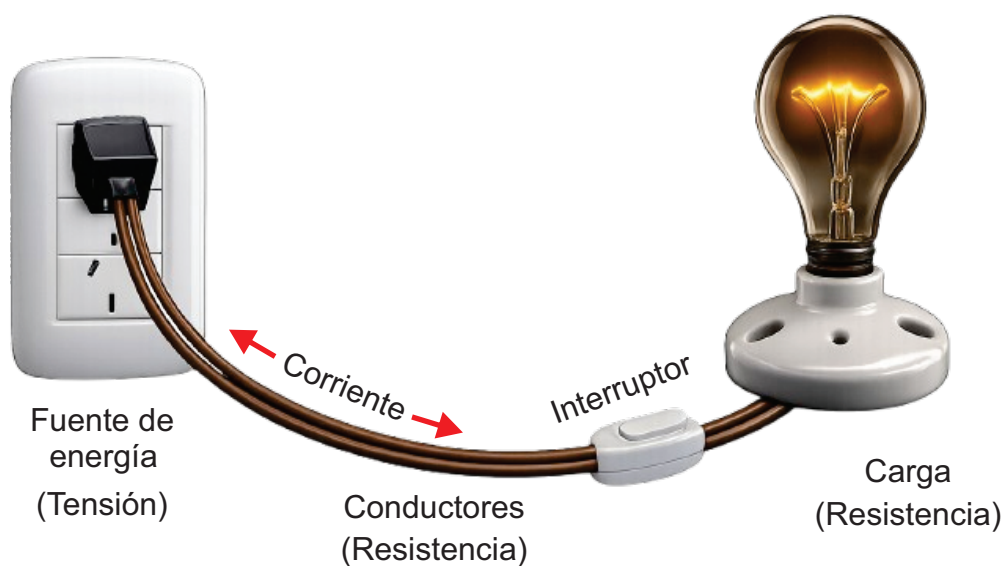
Conductores electricos

Circuito eléctrico básico

Veremos que en dicho circuito actúan todas las variables:



Cuando un artefacto se conecta a una línea eléctrica, actúa como una "carga" en ese circuito porque está extrayendo energía eléctrica para su funcionamiento.



Tensión

Es también conocida como “diferencia de potencial” o “voltaje” y la podemos interpretar como la “fuerza eléctrica” necesaria para empujar a los electrones y así lograr que estos fluyan a través de los conductores.



Fuente de baja tensión



Pinza Voltiamperométrica

Su unidad es: Volt [V]

Se simboliza con las letras: U o V

Se mide con : Voltímetro
Pinza Voltiamperométrica (con selector en ACV)

Siempre se utilizan con puntas de prueba



Para poner en movimiento a los electrones podemos utilizar cualquier fuente de fuerza electromotriz. Los medios más utilizados son por acciones químicas como las baterías o magnéticas como los generadores. Además existen otras formas de generar electricidad como ser las celdas fotovoltaicas, termopares, generadores eólicos, entre otras.



1000V



Debemos de tener en cuenta que la aislación de cualquier elemento en un circuito eléctrico depende exclusivamente de la tensión eléctrica ya que, como se dijo, esta es la fuerza que obliga a los electrones a moverse por el material. En una instalación de media tensión no podemos utilizar aislantes para baja tensión.

Alessandro Volta



Corriente

Normalmente se la suele llamar solo “corriente eléctrica” y es el flujo de electrones que circula por un circuito eléctrico, impulsados indefectiblemente por una tensión.

Si en algún punto se interrumpe el circuito, este flujo deja de circular y el artefacto conectado se apaga, esto es lo que sucede cuando se abre un interruptor. Lo mismo ocurre si se retira la fuente de tensión, ya que no habría nada que obligue a los electrones a circular.

Su
unidad es: Ampere [A]

Se simboliza
con la letra: |

Se
mide con : Amperímetro
Multímetro
Pinza Voltiamperométrica
(con selector en ACA)

Pinza
Voltiamperométrica



Multímetro



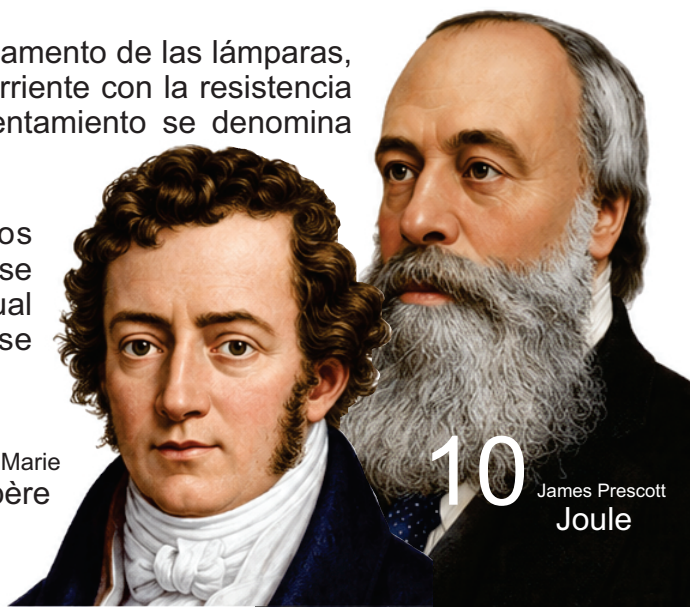
Habrá paso de corriente eléctrica solo si el circuito está cerrado y existe tensión;
pero puede haber tensión sin corriente.

¿Cómo se manifiesta la corriente?

Calor: Es el que se produce por ejemplo en el filamento de las lámparas, estufas, etc, y se debe a la interacción de dicha corriente con la resistencia propia del elemento receptor. Este efecto de calentamiento se denomina “Efecto Joule”.

Magnetismo: Efecto físico producido en los motores, transformadores, bobinas. Este efecto se debe al principio básico del electromagnetismo, el cual plantea que si circula una corriente eléctrica se producirá un campo magnético.

André-Marie
Ampère

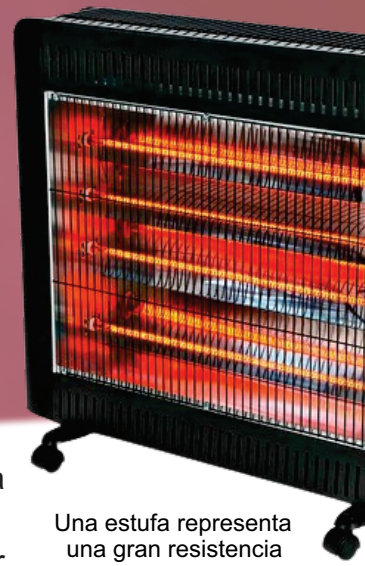


10

James Prescott
Joule

Resistencia

Es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas.



Una estufa representa una gran resistencia eléctrica

Cualquier dispositivo conectado a un circuito eléctrico representa en sí una resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente.

Todos los materiales y elementos conocidos ofrecen mayor o menor resistencia al paso de la corriente eléctrica, incluyendo los mejores conductores.

Una corriente circulando por un conductor produce un aumento en la temperatura del mismo, esto se debe a la resistencia propia del material. Según sea la resistencia de cada material, al circular una corriente por el mismo se producirá más o menos calor.



Telurímetro

Megohmetro

Su unidad es: Ohm [Ω]

Se simboliza con la letra: **R**

Se mide con : Megóhmetro
Telurímetro

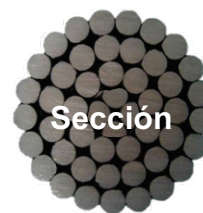


Un conductor en sí representa una resistencia, por ende no existen conductores ni aislantes perfectos.

En un sistema eléctrico ideal, los conductores (como cables de cobre o aluminio) están diseñados para tener una resistencia muy baja, lo que permite que la corriente fluya con facilidad desde la fuente de energía hasta la carga (como un electrodoméstico). Sin embargo, en la práctica, todos los conductores tienen alguna resistencia inherente debido a las propiedades del material.

Para reducir la resistencia en un conductor, se aumenta el área de la sección transversal o se elige un material con menor resistividad. Esta relación es crucial en el diseño de cables y circuitos eléctricos, donde se busca minimizar la resistencia para mejorar la eficiencia del sistema.

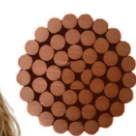
Para el mismo paso de corriente un conductor de cobre tendrá menor sección que uno de aluminio por ser un mejor material conductor eléctrico.



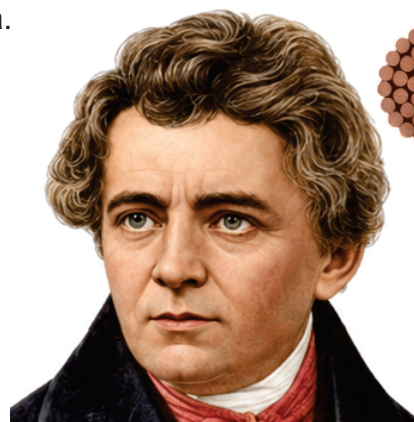
Sección



Conductor de aluminio



Conductor de cobre



Como mencionamos el conductor representa una resistencia, lógicamente para que ésta sea lo más pequeña posible, se debe tabular sus medidas de acuerdo a la corriente que circula por él.

Para ello se cuenta con el siguiente calculo de resistencia de conductor:

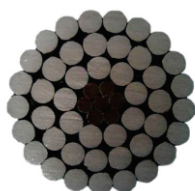
Calculo de resistencia de un conductor

$$R = p \cdot \frac{L}{S}$$

Donde...



Longitud del conductor



Sección del conductor

R Resistencia del conductor, se mide en metros [Ω]

L Longitud del conductor, se mide en metros [m], A mayor longitud, mayor es la resistencia.

p Coeficiente de resistencia del material, se mide en [$\frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$]

S Sección del conductor, se mide en [mm^2]
A mayor sección, menor resistencia.

Material	$p (\Omega \text{mm}^2/\text{m})$
Aluminio	0.028
Cobre	0.017
Grafito	0.046
Hierro	0.13
Oro	0.023
Plata	0.016
Platino	0.11
Plomo	0.22
Cinc	0.061
Estaño	0.12
Mercurio	0.96
Nicrom	1

Tabla coeficiente de resistencia de material

Por ejemplo si queremos calcular la resistencia eléctrica de un conductor de cobre de 200 m de longitud, 4 mm^2 de sección y una resistividad del material de 0,018 $\Omega \text{mm}^2 / \text{m}$.

$$R = p \cdot \frac{L}{S}$$

$$R = 0,018 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}} \cdot \frac{200 \text{ m}}{4 \text{ mm}^2}$$

Simplificamos unidades

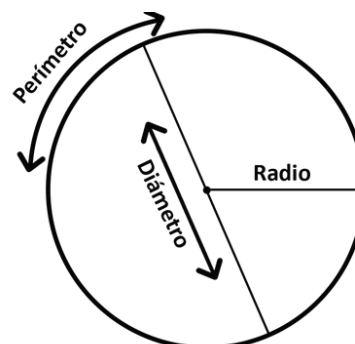
$$R = 0,9 \Omega$$

Ejercicios de cálculo de resistencia de conductores

RECUERDE:

Cuando hablamos de SECCION de un conductor no nos referimos al diámetro del mismo, sino al ÁREA DE UN CORTE TRANSVERSAL .

Es por esto que la unidad en la que se mide es mm^2 (unidad de superficie) y no mm (unidad de distancia)



$$d = 2r$$

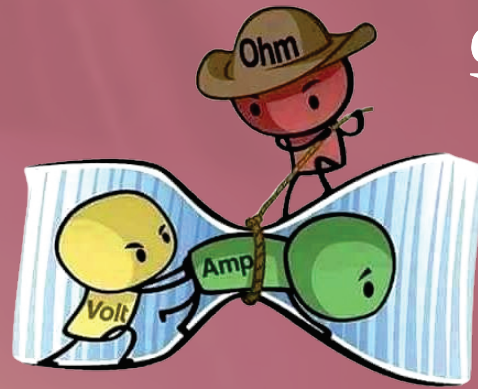
$$S = A = \pi \times r^2$$

- 1- Calcular la resistencia de un conductor de cobre de 1 km de longitud y 12 mm^2 de sección.
- 2- Determinar la sección de un conductor de aluminio de 150 m de longitud, si tiene una resistencia de 3Ω .
- 3- Un conductor de 214 m de longitud tiene una resistencia de $100 \text{ m}\Omega$. Sabemos que su sección mide 60 mm^2 . ¿De qué material está hecho?
- 4- Calcular el coeficiente de resistividad del material de que está construido un conductor de 60 m de longitud, 3 mm^2 de sección y $0,34 \Omega$ de resistencia.
- 5- Calcular la resistencia de un conductor de cobre de 2 mm^2 de sección y 100 m de longitud.
- 6- Un conductor de aluminio, de 50 m de longitud tiene un diámetro de 1 mm. ¿Cuál es su resistencia?
- 7- Determinar de qué material está constituido un conductor de 8 m de longitud y $0,25 \text{ mm}^2$ de sección que tiene una resistencia de $3,84 \Omega$.
- 8- ¿Qué longitud deber tener un conductor de cobre de 4 mm^2 de sección y $0,34 \Omega$ de resistencia?
- 9- Calcular la sección y el diámetro que tiene un conductor de plata ($\rho = 0,016 \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$) de 20 m y $0,4 \Omega$ de resistencia.
- 10- ¿Cuál es la diferencia entre las resistencias de dos carretes de conductores de cobre y de aluminio de 200 m de longitud y 3 mm^2 de sección cada uno?
- 11- Hallar la resistividad de un conductor, si un trozo de 3 m de longitud y 1 mm de diámetro tiene una resistencia de $1,91 \Omega$.

Resultados en la pagina 21

Ley de OHM

La ley de Ohm se usa para determinar la relación entre tensión, corriente y resistencia en un circuito eléctrico.



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

La intensidad de corriente (I) que circula por una resistencia (R) es directamente proporcional a la tensión aplicada (U) e inversamente proporcional al valor de dicha resistencia (R).

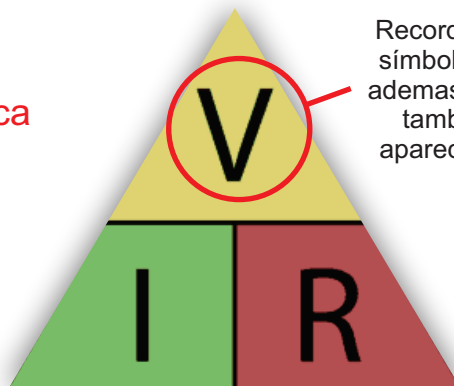
$$U = I \cdot R$$

La tensión aplicada (U) es directamente proporcional a la intensidad de corriente (I) que circula y también directamente proporcional al valor de dicha resistencia (R).

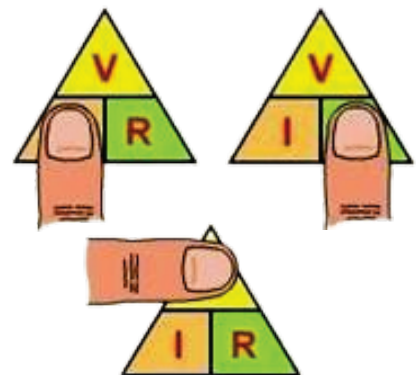
$$R = \frac{U}{I}$$

La resistencia (R) es directamente proporcional a la tensión aplicada (U) e inversamente proporcional al valor de intensidad de corriente (I).

Regla
memotécnica



Recordemos que el símbolo de tensión además de la letra U también puede aparecer la letra V.



Múltiplos y submúltiplos

Prefijo	Símbolo	Equivalencia
KILO	K	1000
UNIDAD	UNIDAD	1
MILI	m	0.001
MICRO	μ?	0.000 001



Cuando los valores de corriente a medir son muy pequeños utilizamos un miliamperímetro

Ejercicios ley de Ohm

- 1- Hallar la corriente que circula por una estufa eléctrica de $160\ \Omega$ conectada a una red de 220 V .
- 2- Calcular el valor que tendrá la resistencia de una plancha eléctrica que consume $1,2\text{ A}$ conectada a 220 V .
- 3- ¿A qué tensión se deberá conectar una lámpara de $25\ \Omega$ para que sea atravesada por una corriente de 4 A ?
- 4- Una resistencia de $12\ \Omega$ es conectada a una fuente de 24 V . ¿Cuál será la intensidad de la corriente que circular?
- 5- La placa de una cocina eléctrica de 220 V consume una corriente de 10 A . ¿Cuál es el valor de la resistencia de la placa?
- 6- Al conectar un radiador eléctrico de $30\ \Omega$ a la red, observamos que la intensidad de la corriente es de 8 A . Determinar la tensión de la red.
- 7- Por un conductor de $7\ \Omega$ ohmios de resistencia pasa una corriente de $1,5\text{ A}$. Calcular la caída de tensión en el conductor.
- 8- Si una corriente de 12 A de intensidad produce, en un conductor, una caída de tensión. de 3 V , ¿Qué resistencia tendrá el conductor?
- 9- ¿Qué intensidad será capaz de producir una fuente de 10 V al pasar por un conductor de $2\ \Omega$?
- 10- Si, sobre una misma resistencia, la intensidad de la corriente, se reduce a la mitad, ¿Qué le ocurrirá a la caída de tensión..., aumentará o disminuirá? y ¿Cuánto?.

Resultados en la pagina 21

Potencia

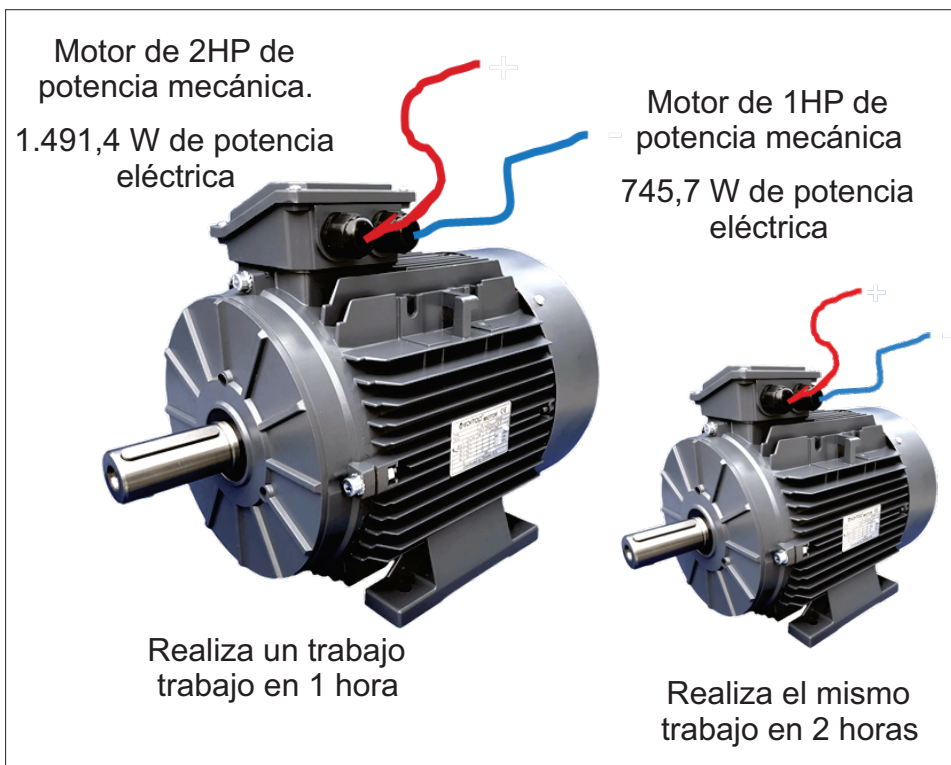
Es la capacidad de cualquier máquina de realizar un trabajo.

Dicho trabajo se puede producir por diversos tipos de energía, por ejemplo, energía eléctrica.



Potencia eléctrica

Cada electrodoméstico tiene una potencia eléctrica específica que es una medida de la cantidad de energía eléctrica que consume.



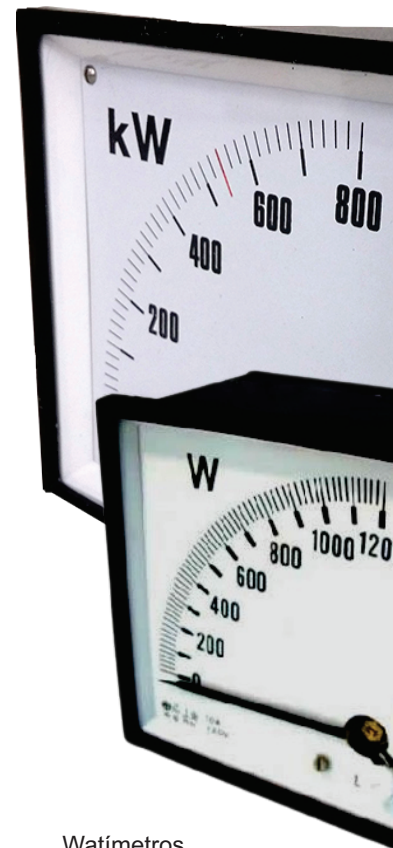
James Watt

Creador de la máquina a vapor en honor a ello la unidad de potencia lleva su nombre.

Su unidad es: Watt [W]

Se simboliza con la letra: P

Se mide con : Watímetro



Watímetros analógicos

Generalmente se utiliza el prefijo “kilo” dado que los valores de potencia son muy grandes.

$$1.000 \text{ [W]} = 1 \text{ [kW]}$$

Formula de potencia eléctrica

$$P = U \cdot I$$

Ejemplo:

¿Cuánta potencia consume un **aire acondicionado** si consume 6A?

$$P = U \cdot I$$

$$P = 220 [V] \cdot 6 [A]$$

$$P = 1.320 [W] \text{ o } 1,320 [kW]$$



Aire acondicionado

¿Cuánta corriente consume un **ventilador** de 100 w de potencia?

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

$$I = \frac{100 [W]}{220 [V]}$$

$$I = 0,45 [A]$$

Potencia de electrodomésticos

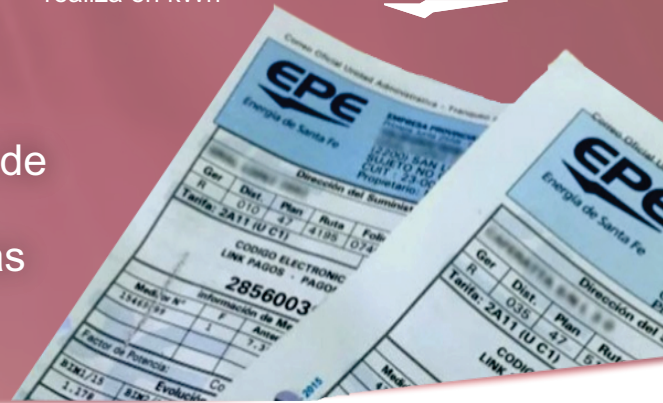


Si queremos determinar la potencia total de un circuito debemos sumar todas las potencias de los artefactos conectados al mismo.

$$P_t = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 \dots$$

Energía

La energía eléctrica consumida o demandada se define como la cantidad de potencia eléctrica utilizada por una instalación, equipo o conjunto de cargas durante un período de tiempo determinado.



¿Qué cobra EPE a sus usuarios?

Su valor resulta de la integración de la potencia eléctrica demandada en el tiempo y se expresa habitualmente en kilovatios-hora (kWh).

Se mide el consumo de Energía mediante un medidor de energía eléctrica, este dispositivo registra el consumo de energía en kWh.



Lectura del Medidor: se realiza lecturas periódicas del medidor para determinar cuánta energía se ha consumido entre dos lecturas.

Tarifas de Energía: Existen diferentes tarifas según el consumo y la hora del día.



Medidores de
energía

Su unidad es: Watt-hora [W-h]

Se simboliza
con la letra: **E**

Se
mide con: Medidor de
energía

El consumo de energía de cada dispositivo o aparato eléctrico se calcula utilizando la fórmula:

$$\text{Energía (kWh)} = \text{Potencia (kW)} \times \text{Tiempo (h)}$$

$$E = P \cdot t$$

Fórmula de energía eléctrica

¿Cuál consume más energía?

Bombilla de luz



60 Watts de potencia



Pava eléctrica

2.000 Watts de potencia

Lo anterior dependerá del tiempo en que estén funcionando.

Si tenemos encendida la lámpara 12 horas al día y como promedio utilizamos la pava eléctrica 10 veces al día por 2 minutos. Tenemos que...

$$E = P \cdot t$$

$$E_{\text{lámpara}} = 60 \text{ [w]} \cdot 12 \text{ hs} = 720 \text{ [Wh]}$$

$$E_{\text{pava}} = 2.000 \text{ [w]} \cdot 0,33 \text{ hs} = 660 \text{ [Wh]}$$

20 minutos son 0,33 horas

Facturación de energía

AL		B		Número de Cliente: 005621303	
		Cod N°: 18		Inicio de Actividades: 18/12/1986	
				Ingresos Brutos: C.M. N° 921-744147-1	
				Jub. y Pens. Prov. Santa Fe Ley N° 6915	
		Fecha de Vencimiento		Importe Total	
		08/04/2016		\$ * *	
Período		Detalle de Facturación		Importe	
21/16		Cuota de servicio : 51,79 \$/Mes		\$ *****103,57	
1/99		Primeros 120 KWh (0,50324 \$/kWh)		\$ *****60,39	
		Segundos 120 kWh (0,60769 \$/kWh)		\$ *****72,92	
		Ultimos 1150 kWh (1,22197 \$/kWh)		\$ *****1.405,27	
		Importe Básico : \$****1.642,15			
		Ley N°6604-FER (1,50% del Básico)		\$ *****24,63	
		Ley N.º 23681 (0,60% del Básico)		\$ *****9,85	
		Ley N.º 7797 (6,00% del Básico)		\$ *****98,53	
Consumo		Cuota de Alumbrado Público (C.A.P.)		\$ *****121,15	
1.390		CONSUMIDOR FINAL			
		(21,00% sobre básico más C.A.P)		\$ *****370,29	
		Ley N°12692 Energías Renovables		\$ *****1,32	
390 kWh		Subtotal : \$ *****625,77			
		TOTAL		\$** XXXXXX	
SIM1/16					

Si bien la unidad de energía es [Wh], generalmente se utiliza el prefijo “kilo” dado que los valores de energía son muy grandes.

$$1.000 \text{ [Wh]} = 1 \text{ [kWh]}$$

Ejercicios de potencia y energía eléctrica

1- Una tostadora está conectada a la red monofásica y tiene una resistencia de 90 ohm. Determina:

A- Potencia de la tostadora.

B- Energía consumida en 8 horas.

2- Un ventilador tiene una resistencia interna de 30 ohm y está conectado a 220 V. Sabiendo que está funcionando 2 horas, determiná la energía consumida.

3- Una estufa eléctrica tiene una resistencia de 60 ohm, por donde circula una corriente de 1,5 A durante 3 horas. Determina la energía consumida.

4- Calcula la potencia eléctrica de un motor por el que pasa una intensidad de corriente de 3 A y que tiene una resistencia de 200 ohmios. Calcula la energía eléctrica consumida por el motor si ha funcionado durante 15 minutos.

5- Calcula la potencia eléctrica de un motor por el que pasa una intensidad de corriente de 4 A y que tiene una resistencia de 100 ohmios. Calcula la energía eléctrica consumida por el motor si ha funcionado durante 30 minutos.

6- Determinar la resistencia eléctrica de un conductor de cobre de 50 m de longitud y 3mm de diametro. Calcula la intensidad que circulará si le aplicamos una tensión de 20 V, así como la potencia y energía consumida en una hora por este circuito.

7- Una aspiradora de coche (tensión 12V), tiene una potencia de 100W ¿Cuál es el valor de la corriente que absorbe cuando se conecta? ¿Qué resistencia presenta?

8- Hallar el costo de mantener el aula climatizada si conectamos los dos equipos de A/A de 4000W cada uno conectado durante las cuatro horas y media que dura la clase.

Costo kWh = \$ 0,16

Resultados en la pagina 21

Respuestas a los ejercicios

Cálculo de resistencia de conductores

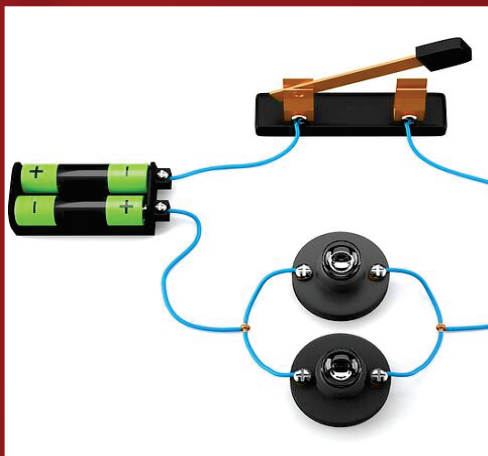
- 1- $R = 1,41 [\Omega]$
- 2- $S = 1,4 [\text{mm}]^2$
- 3- Aluminio
- 4- $\rho = 0,017 [\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}]$ Cobre
- 5- $R = 0,86 [\Omega]$
- 6- $R = 1,4 [\Omega]$
- 7- $\rho = 0,12 [\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}]$ Estaño
- 8- $L = 80 [\text{m}]$
- 9- $S = 0,8 [\text{mm}]^2$ $d = 1 [\text{mm}]$
- 10- $R_{\text{CU}} = 1,146 [\Omega]$ $R_{\text{AL}} = 1,83 [\Omega]$
- 11- $\rho = 0,5 [\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}]$

Ley de Ohm

- 1- $I = 1,375 [\text{A}]$
- 2- $R = 183,3 [\Omega]$
- 3- $U = 100 [\text{V}]$
- 4- $I = 2 [\text{A}]$
- 5- $R = 22 [\Omega]$
- 6- $U = 240 [\text{V}]$
- 7- $U = 10,5 [\text{V}]$
- 8- $R = 0,25 [\Omega]$
- 9- $I = 5 [\text{A}]$
- 10- Se reduce a la mitad

Potencia y energía eléctrica

- 1- A- $P = 537,77 [\text{W}]$ B- $E = 4,302 [\text{kWh}]$
- 2- $E = 3,226 [\text{kWh}]$
- 3- $P = 135 [\text{W}]$ $E = 4,05 [\text{kWh}]$
- 4- $E = 0,27 [\text{kWh}]$
- 5- $E = 0,8 [\text{kWh}]$
- 6- $P = 3177 [\text{W}]$ $E = 3,18 [\text{kWh}]$
- 7- $I = 8,33 [\text{A}]$ $R = 1,44 [\Omega]$
- 8- $E = 3,18 [\text{kWh}]$ Costo = \$ 5,76

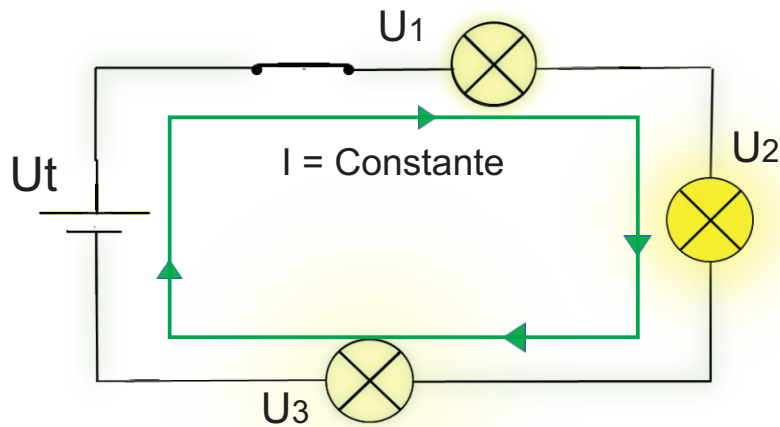


Circuitos eléctricos

- Circuito en serie.
- Circuito en paralelo.
- Circuito mixto.

Circuito serie

Dos o más resistencias están conectadas en serie cuando a la salida de una de ellas se conecta la entrada de la siguiente.



Corriente

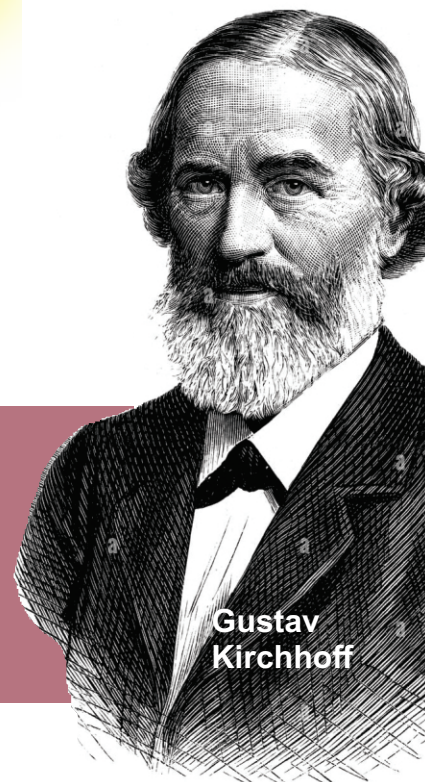
$I = \text{Constante}$ (Siempre el mismo valor)

Tensión

2° Ley de Kirchhoff :

La suma de todas las caídas de tensión en un circuito en serie es igual a la tensión total suministrada.

$$U_t = U_1 + U_2 + U_3$$



Resistencia

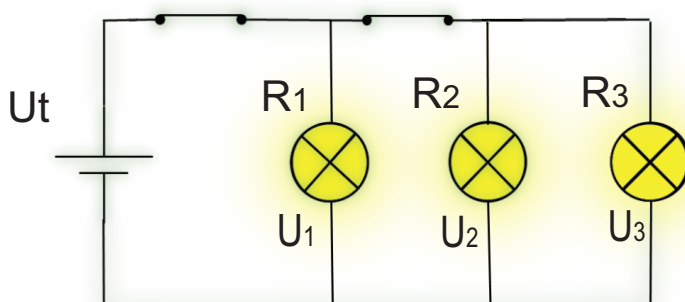


Calculo de resistencia total del circuito en serie (resistencia equivalente):

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

Circuito paralelo

En este circuito las lámparas conectadas son independientes entre sí, es decir, que ante la rotura o apagado de una de ellas, las otras seguirán funcionando normalmente. Esto se debe a que cada una de las corrientes es independiente del resto.



Tensión

La tensión aplicada a cada resistencia es la misma que la de la fuente de alimentación.

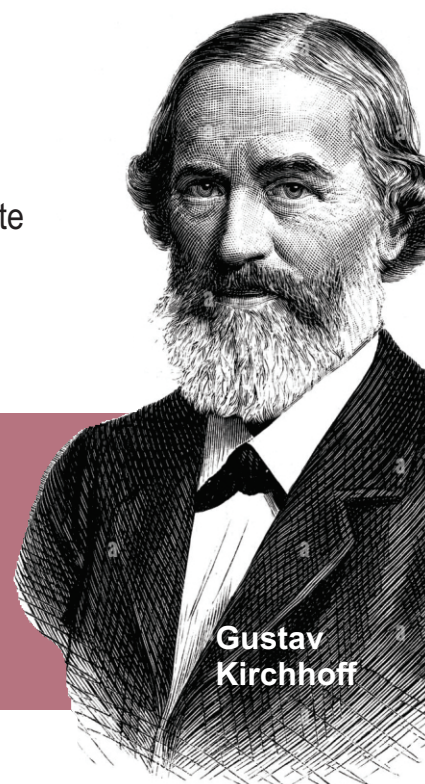
$$U = \text{Constante} \quad (\text{Siempre el mismo valor})$$

Corriente

1º Ley de Kirchhoff :

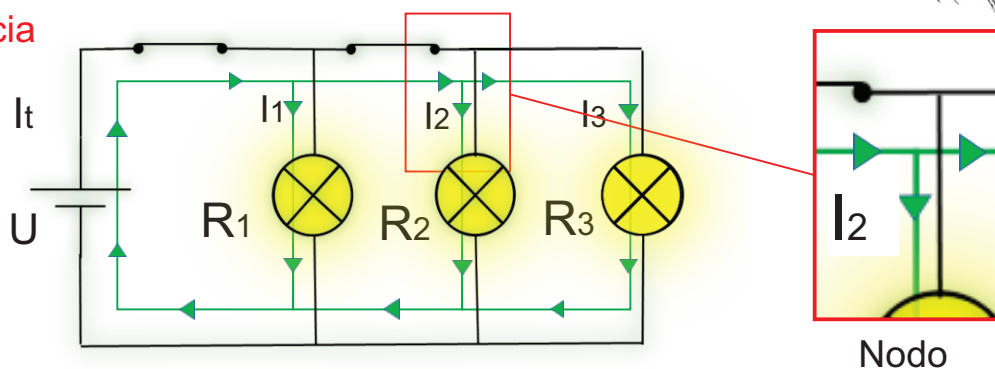
La suma de todas las corrientes que entran a un nodo es igual a la suma de todas las que salen del mismo.

$$I_t = I_1 + I_2 + I_3$$



Gustav Kirchhoff

Resistencia



Nodo

Calculo de resistencia total del circuito en serie (resistencia equivalente):

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

La inversa de la resistencia equivalente es el valor de la suma de las inversas de dichas resistencias.

Circuito mixto

Se llaman de esta manera a los circuitos que contienen resistencias asociadas en serie y resistencias asociadas en paralelo. En otras palabras, es un circuito que surge de combinar los dos tipos de conexión que analizamos

anteriormente. Para hallar la resistencia equivalente de un circuito de este tipo lo primero que debe hacerse es identificar la forma en que están interconectados sus elementos. Una vez hecho esto se halla la resistencia equivalente de esa porción de circuito y se vuelve al primer paso.

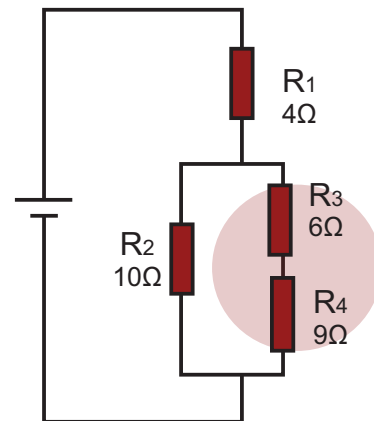
Este procedimiento se repite tantas veces como sea necesario.

Desarrollo para determinar una resistencia equivalente (total) de un circuito:

1

La única asociación directa entre elementos que podemos hacer en este circuito es la que existe entre las resistencias R_3 y R_4 . Se encuentran conectadas en serie y por lo tanto:

$$R_{eq} = R_3 + R_4 = 6\Omega + 9\Omega = 15\Omega$$

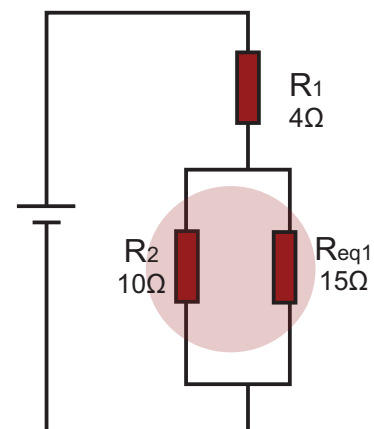


2

Ahora, con el circuito redibujado considerando nuestra nueva resistencia equivalente, podemos ver que R_{eq1} está en paralelo R_2 .

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{6\Omega} + \frac{1}{9\Omega} = \frac{1}{15\Omega}$$

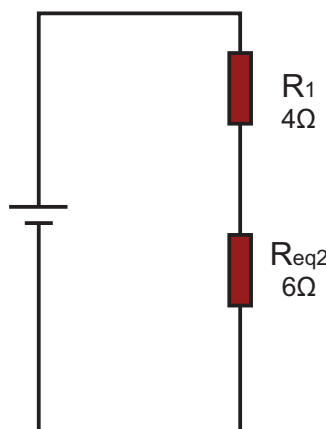
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{6\Omega} \quad R_{eq2} = 6\Omega$$



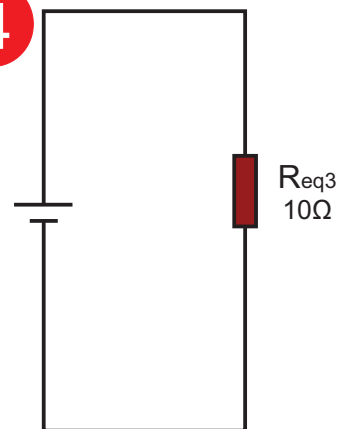
3

Por último podemos identificar que las resistencias R_1 y R_{eq2} están en serie y por tanto:

$$R_{eq3} = R_{eq2} + R_1 = 6\Omega + 4\Omega = 10\Omega$$

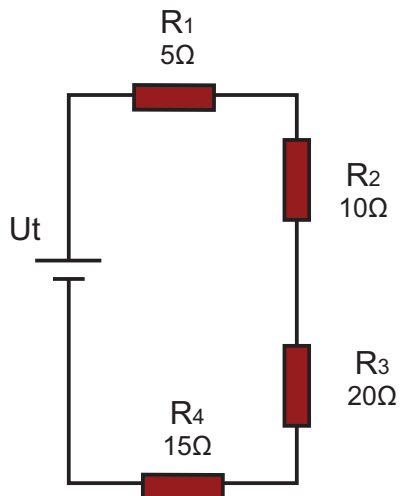


4

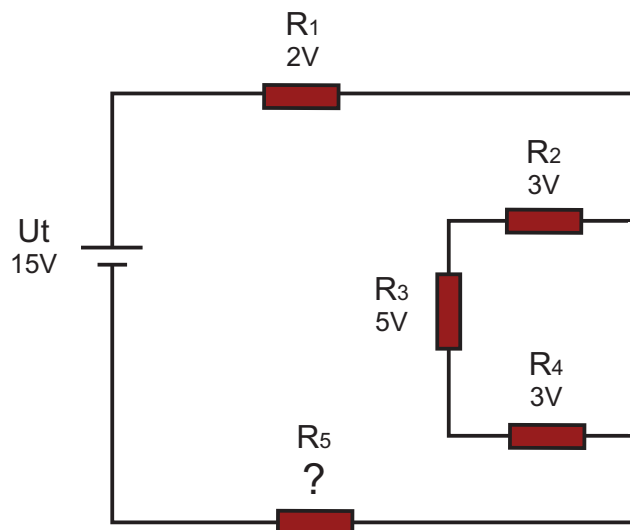


Ejercicios de calculo de resistencias equivalentes

- 1 Determinar las resistencias equivalentes del siguiente circuito en serie.

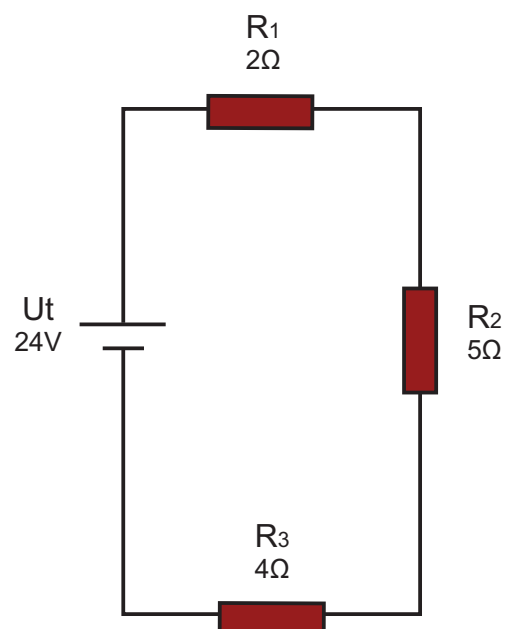


- 2 Verificar la 2da ley de Kirchhoff:

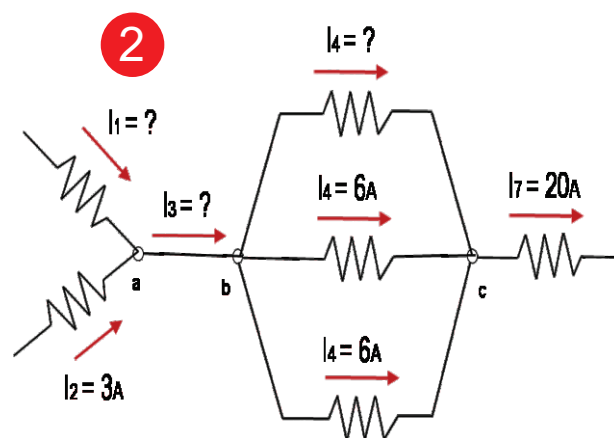
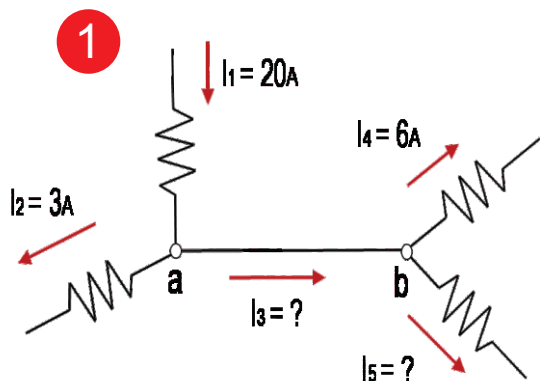


- 3 Para el siguiente circuito determine:

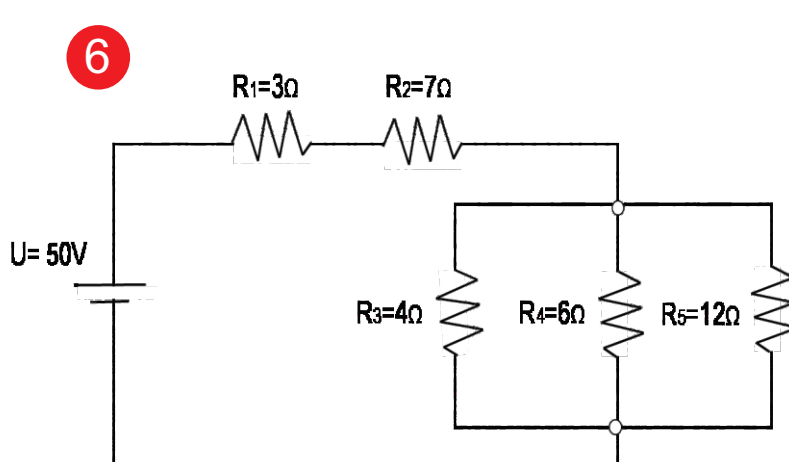
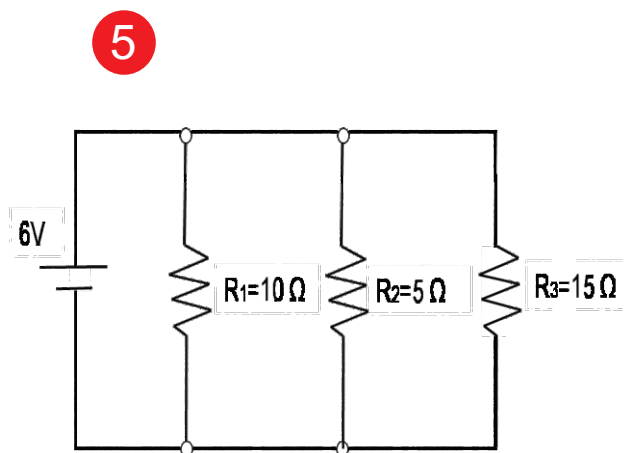
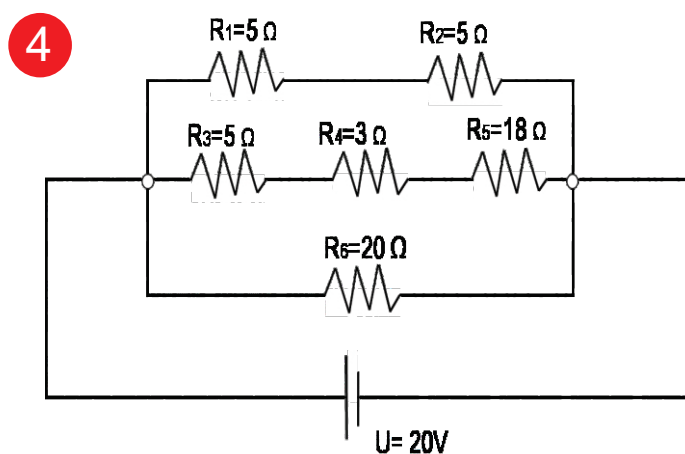
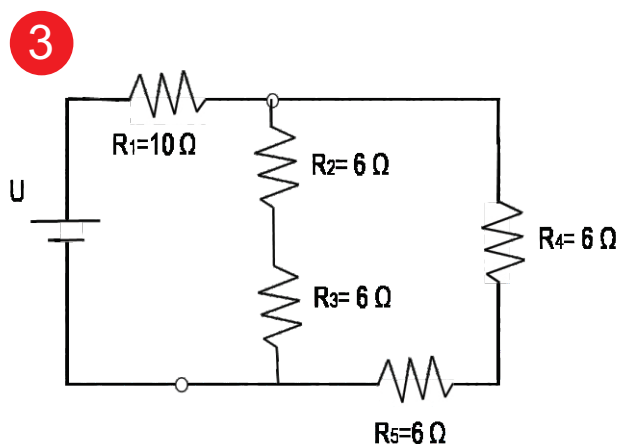
- La resistencia equivalente.
- La corriente que circula por cada una de las resistencias y la suministrada por la fuente.
- La tensión en cada una de las resistencias.
- La potencia disipada por cada resistencia.
- La potencia total disipada.
- Verificar que la potencia total disipada por el circuito coincida con la suma de las potencias disipadas individualmente por cada elemento.



Calcular las magnitudes de las corrientes desconocidas.



Calcular la resistencia equivalente, la corriente y la potencia total de los siguientes circuitos.





Mediciones

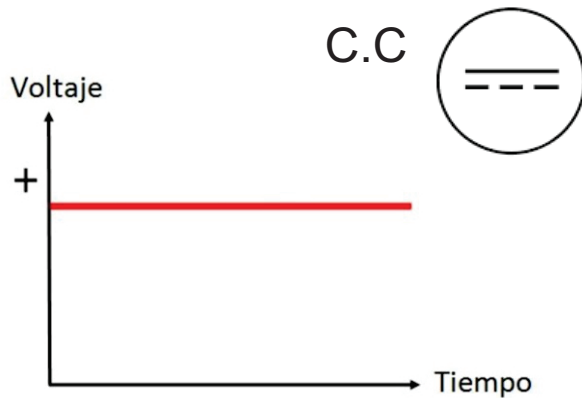
- Corriente alterna-continua.
- Amperímetro.
- Voltímetro.
- Pinza voltiamperométrica.

Al efectuar cualquier medición debemos de tener en cuenta el tipo de corriente ...

Corriente Continua

La corriente continua la producen las baterías, las pilas y los dinamos.

Entre los extremos (bornes) de cualquiera de estos generadores eléctricos se genera una tensión constante que no varía con el tiempo y además la corriente que circula al conectar un receptor a los bornes del generador es siempre la misma y siempre se mueve en el mismo sentido.



Por ejemplo. Si tenemos una pila de 12 voltios, todos los receptores que se conecten a la pila estarán siempre a 12 voltios de tensión, ya que al ser corriente continua, la tensión de la pila no varía con el tiempo.

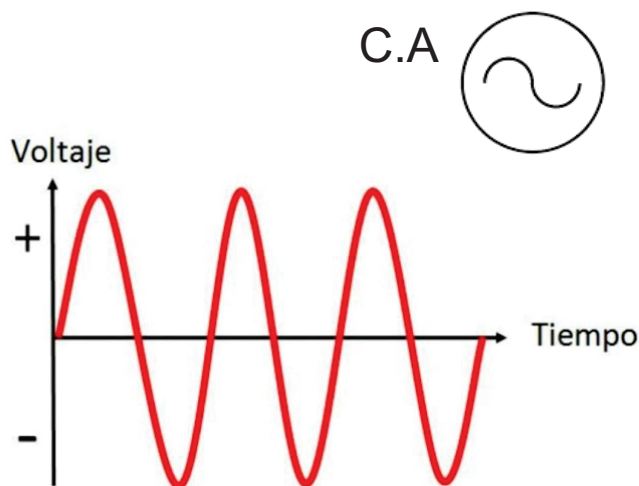
Además de estar todos los receptores a la tensión de la pila, al conectar el receptor (una lámpara por ejemplo) la corriente que circula por el circuito es siempre constante (mismo número de electrones), y no varía de dirección de circulación, siempre va en la misma dirección.

Por eso siempre el polo + y el negativo son los mismos.

Conclusión: en c.c. (Corriente Continua o DC en inglés) la Tensión siempre es la misma y la Intensidad de corriente también.

Corriente Alterna

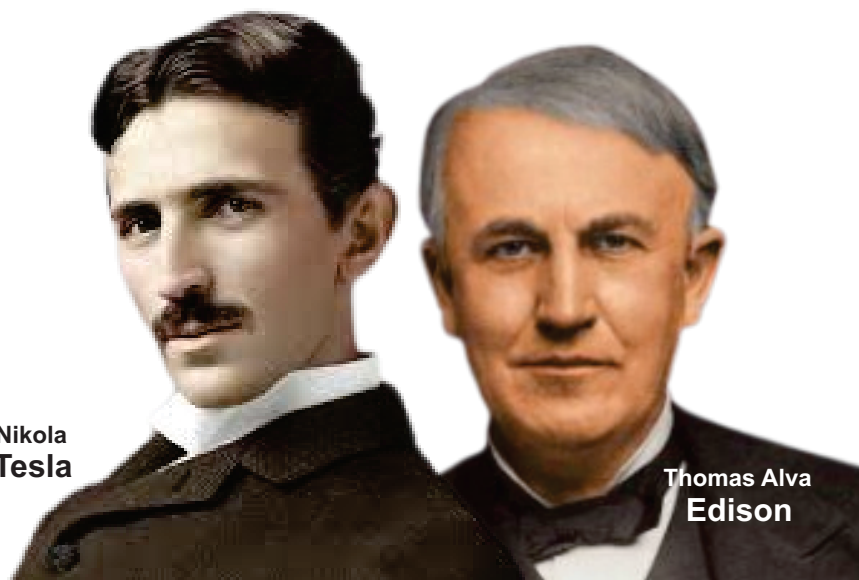
Este tipo de corriente es producida por los alternadores (generadores de corriente alterna) y es la que se genera en las centrales eléctricas.



La corriente alterna es la más fácil de generar y de transportar. Para producir este tipo de corriente el alternador hace girar su rotor (eje) 50 veces cada segundo.

Gracias al electromagnetismo y la inducción electromagnética el giro del alternador produce una onda de tensión senoidal o sinusoidal.

Esta velocidad de giro del alternador es constante, por lo que podemos decir que los alternadores tienen una frecuencia de 60 Hertzios (Hz), o lo que es lo mismo 60 vueltas por segundo.



¿Qué es una pinza voltiamperométrica?

Una pinza voltiamperométrica es un comprobador eléctrico que combina un voltímetro con un medidor de corriente tipo pinza.

Es un instrumento muy útil diseñado especialmente para medir corrientes AC/DC que permite la medición de intensidades en conductores activos sin la necesidad de interrumpir el circuito.

Es tan sencillo como abrir la pinza para que el cable (solo un polo) quede dentro del campo magnético y nos diga la corriente que está circulando.

Al igual que el multímetro, la pinza voltiamperométrica, ha pasado de la época analógica a la era digital actual.



Pinza voltiamperométrica digital

Diferencia una pinza voltiamperométrica de un multímetro

Un multímetro digital sirve para medir voltaje, pero tiene capacidades extras para medir corrientes.

La pinza voltiamperométrica hace totalmente lo contrario, mide corrientes pero no es tan poderosa para medir voltajes. Las pinzas voltiamperométricas son más seguras y fáciles de usar ya que no necesitas desconectar cables para realizar las mediciones.

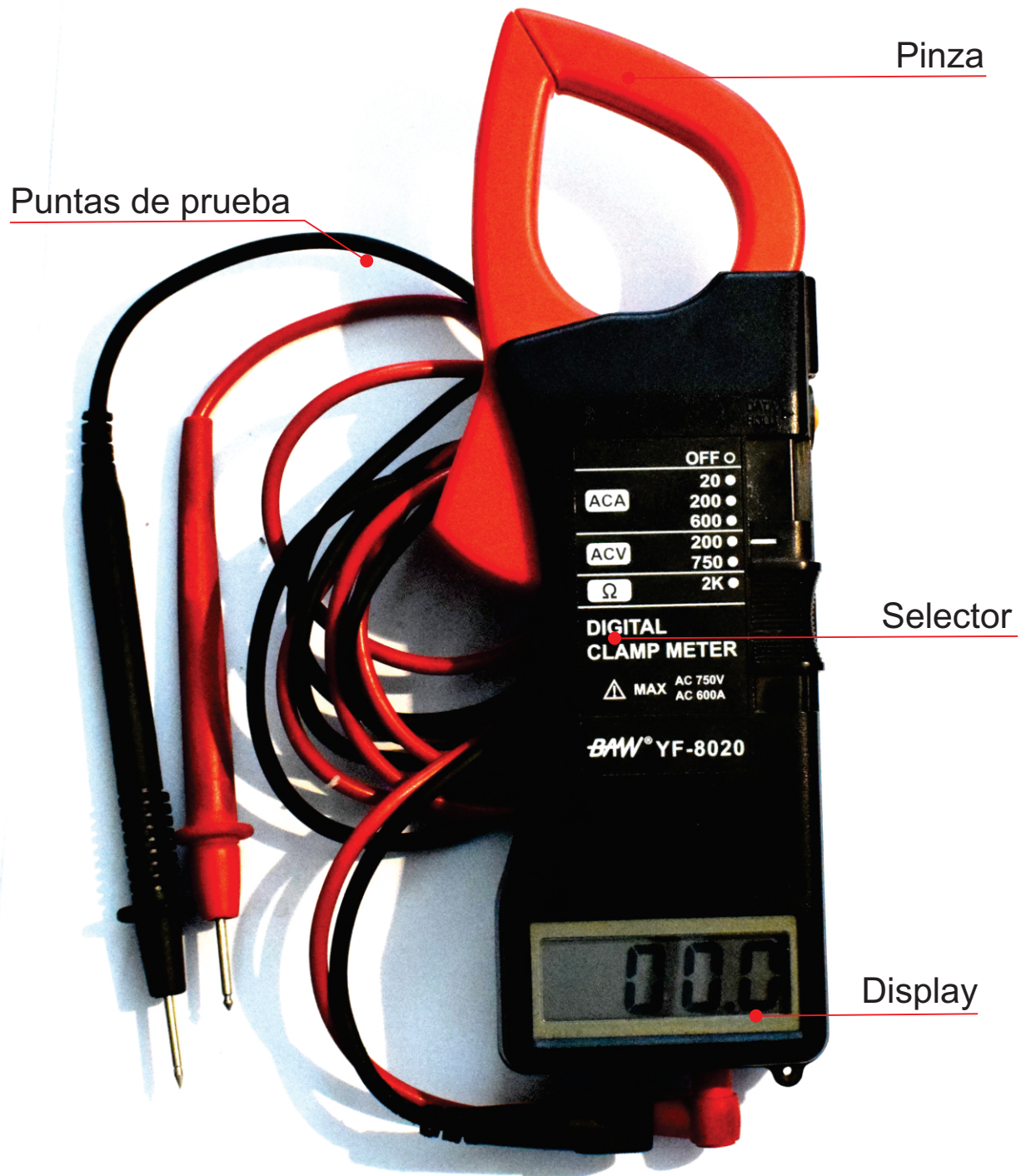
Además de contar con la capacidad de medir corrientes en AC/DC, las pinzas voltiamperométricas hacen todas las funciones de un multímetro.



Multímetro digital

Características básicas

Si bien existen diferentes modelos en el mercado, algunos con más accesorios (medición de Corriente Continua, medidor de continuidad, etc.), todas las pinzas voltiamperométricas comparten funciones básicas.



Modo de uso

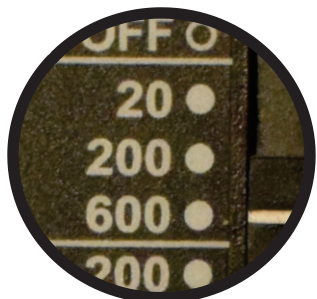
Lo primero a tener en cuenta es ¿qué es lo que queremos medir?, si es corriente, tensión y/o si el equipo lo permite continuidad.

Medición de corriente

Para la medición de corriente usaremos las pinzas, se coloca el selector en ACA (Altern Courrent Ampere) es decir Corriente Alterna Ampere. Tanto la forma del selector como las nomenclaturas pueden variar de acuerdo a los modelos y marcas que existen en el mercado.



Corriente Alterna
Ampere



Se selecciona la magnitud teniendo en cuenta los valores aproximados a medir, siempre se empieza con una magnitud mayor.



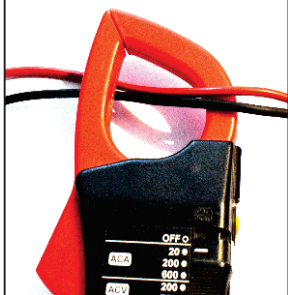
En el caso de que la escala sea muy grande el instrumento mostrara las letras OL en el display, lo cual refiere a que esta fuera de escala, por lo que se deberá colocar una escala menor.





Para la medición de corriente usaremos las pinzas, se deberá de tener en cuenta de que encierren correctamente el conductor a medir.
La medición se realiza en serie al circuito.

Si en un circuito monofásico abrazamos los conductores de fase y neutro el valor será de 0.



Si en un circuito trifásico abrazamos los conductores de fases y neutro el valor será de 0.



Los valores medidos se observan en el display

Confirmar que las pinzas estén correctamente cerradas, de lo contrario habrá errores en la medición.



El instrumento posee una tecla (DATA HOLD) que permite fijar en el display la magnitud medida.

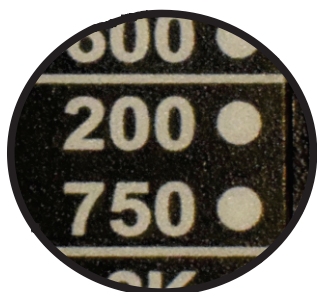


Medición de tensión

Para la medición de tensión usaremos las puntas de prueba siempre en paralelo al circuito, se colocan el selector en ACV (Altern Courrent Voltage) es decir Corriente Alterna Voltaje. Tanto la forma del selector como las nomenclaturas pueden variar de acuerdo a los modelos y marcas que existen en el mercado.



Corriente Alterna
Voltaje.



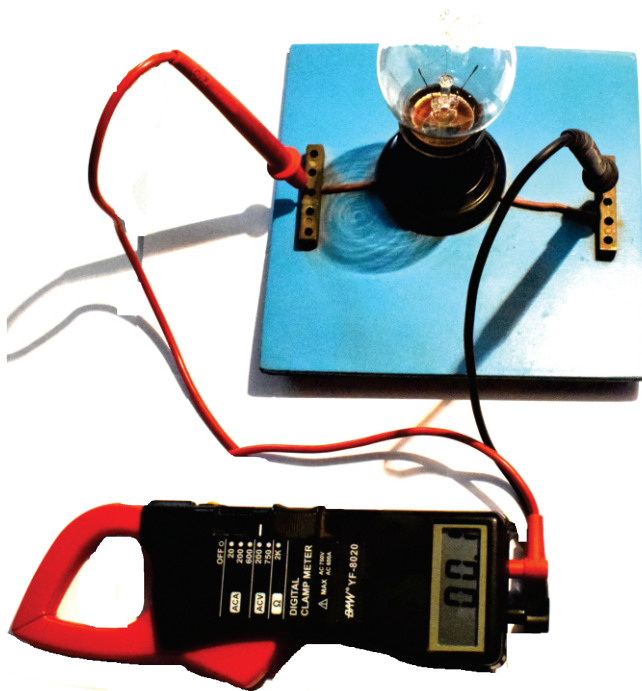
Se selecciona la
magnitud teniendo en
cuenta los valores
aproximados a medir,
siempre se empieza con
una magnitud mayor.



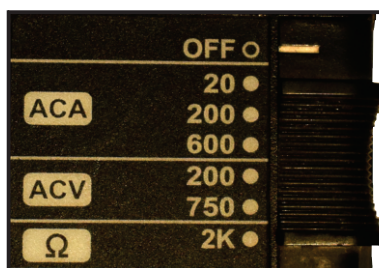
En el caso de que la escala sea
muy grande el instrumento
mostrara las letras OL en el
display, lo cual refiere a que esta
fuera de escala, por lo que se
deberá colocar una escala menor.



Toda medición de tensión se realiza en paralelo al circuito.



El modo correcto de colocar la pinzas de prueba es :rojo para la fase y negro para la referencia de tierra, pero si lo colocamos de otra manera, no produce problemas al equipo.

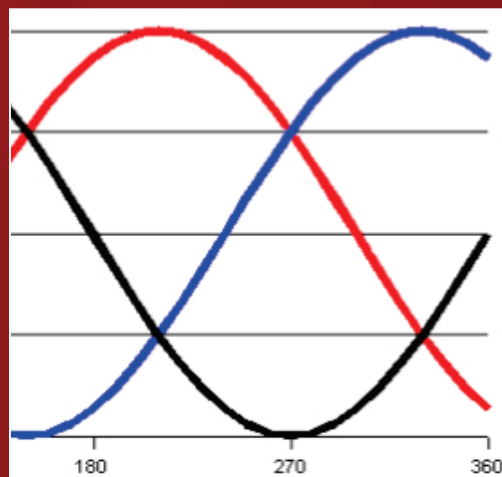


Siempre es aconsejable apagar el equipo después de cada uso, el mismo se alimenta de una batería, su nivel de carga generalmente se observa en el display.



Algunos modelos de pinza voltiamperométrica permiten medir corriente continua. En el instrumento figura DCV , (Direct current voltage), por sus siglas en ingles.

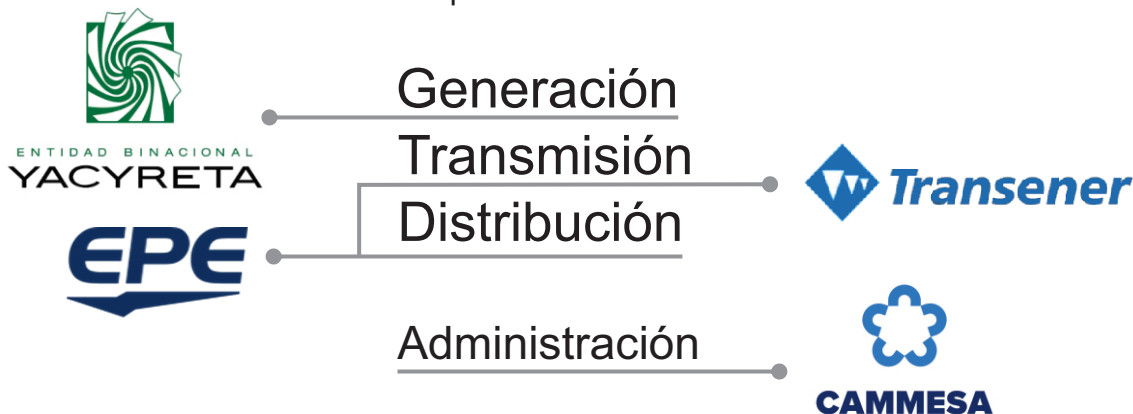




Clasificación de Tensiones

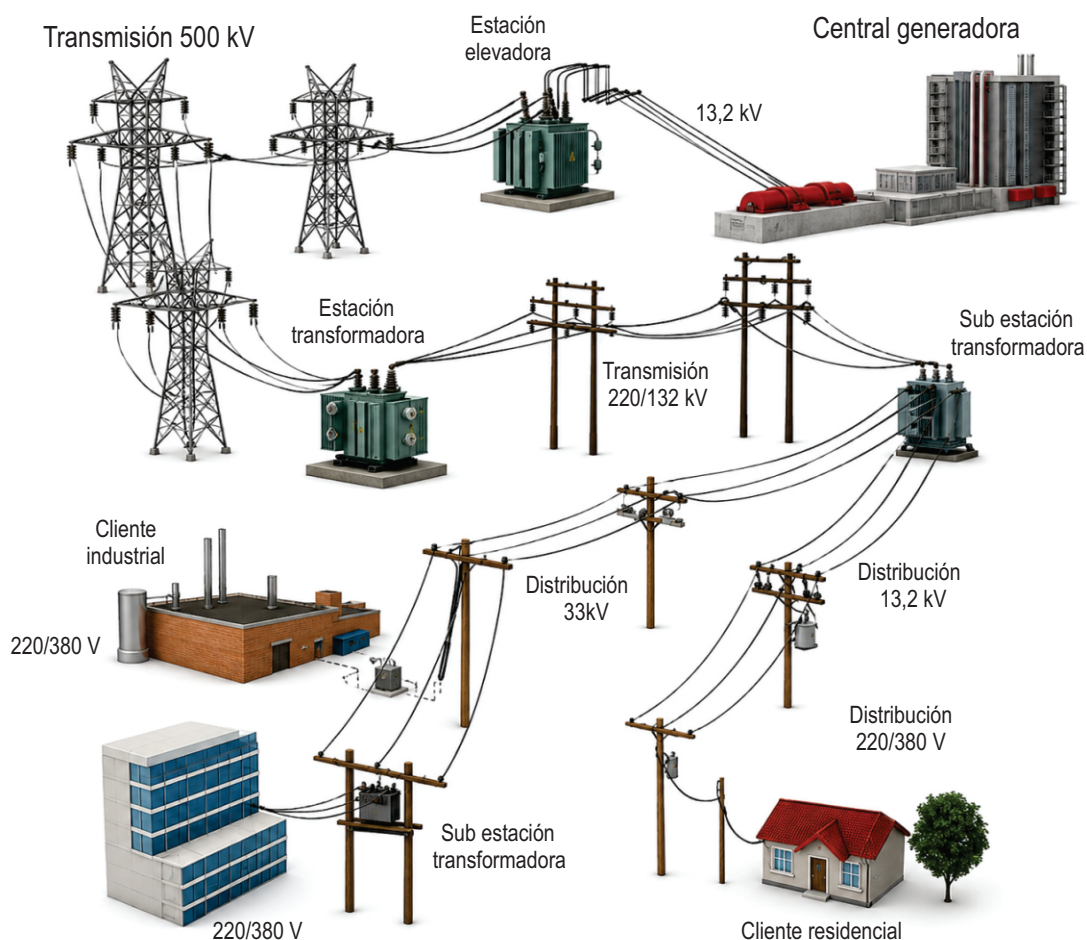
- Tensión simple
- Tensión compuesta

Un sistema eléctrico se conforma por:



En nuestro sistema eléctrico de potencia (red eléctrica) desde la generación hasta la distribución, la operación del sistema es realizada con tensión trifásica.

Además de la reducción de pérdidas en los medios físicos durante la transmisión de energía, la principal justificación para trabajar con tensión trifásica es ganar en potencia eléctrica. La potencia eléctrica en un sistema que trabaja con tensión trifásica es tres veces mayor que si éste mismo sistema trabajase con tensión monofásica, es decir, P (tensión trifásica) = $3 \times P$ (tensión monofásica).



En general, las viviendas son alimentadas con tensión monofásica y las industrias con tensión trifásica. Lo que determina la elección entre uno u otro, son las cargas que se tendrán que alimentar. Se debe tener en cuenta que la alimentación trifásica, también entrega energía para cargas monofásicas, se deben ser tomados algunos cuidados, como el equilibrio de cargas entre las fases.

Clasificación de tensiones

Según sus características pueden ser:

- Trifásicas (3 fases)
- Bifásicas (2 fases)
- Monofásicas (1 fase)



Dato

Las líneas bifásicas se encuentran comúnmente en sistemas eléctricos de distribución de energía en áreas rurales.

Llamamos **tensión simple** a los valores entre fase y neutro; y **tensión compuesta** a los valores entre fases.

Las relaciones entre tensión monofásica y tensión trifásica, respectivamente, tensión simple y tensión compuesta, está dada por una constante.

La tensión compuesta es $\sqrt{3}$ veces mayor que la tensión simple, es decir:

$$U_{\text{compuesta}} = U_{\text{simple}} \times \sqrt{3} \quad (\text{aproximadamente } 1,732).$$

$$\sqrt{3} \approx 1,73$$

Constante

Esta diferencia puede ser identificada a partir de un voltímetro. Para la tensión compuesta, se mide la tensión entre las dos fases; y para la tensión simple se mide la tensión entre la fase y neutro.

Por ejemplo, en baja tensión:

$$\begin{array}{c} \text{Tensión compuesta} \\ \text{Fase y fase} \end{array} \quad \frac{380\text{v}}{1,73} = 220\text{v} \quad \begin{array}{c} \text{Tensión simple} \\ \text{Fase y neutro} \end{array}$$

Constante

Como veremos debajo la relación ($\sqrt{3}$) es constante para todos los valores de tensión:

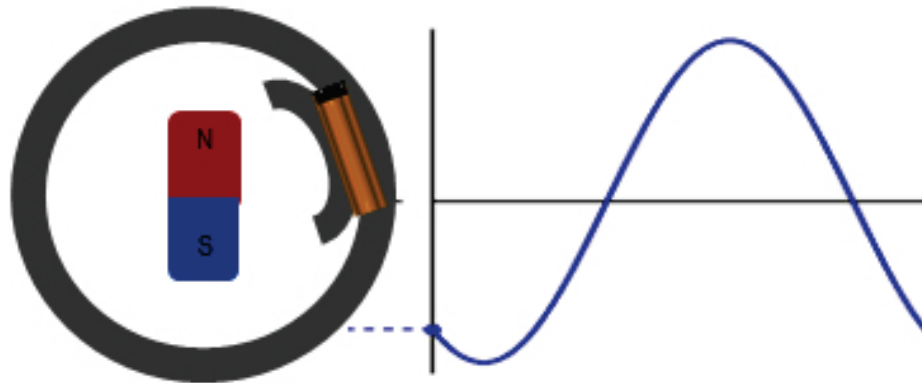


Recordemos que el prefijo kilo significa mil veces la unidad, entonces 132.000 [V] es igual a 132 [kV].

Tensión compuesta [V]	Tensión simple [V]
500.000	288.675
220.000	127.167
132.000	76.210
33.000	19.052
13.200	7.621
380	220

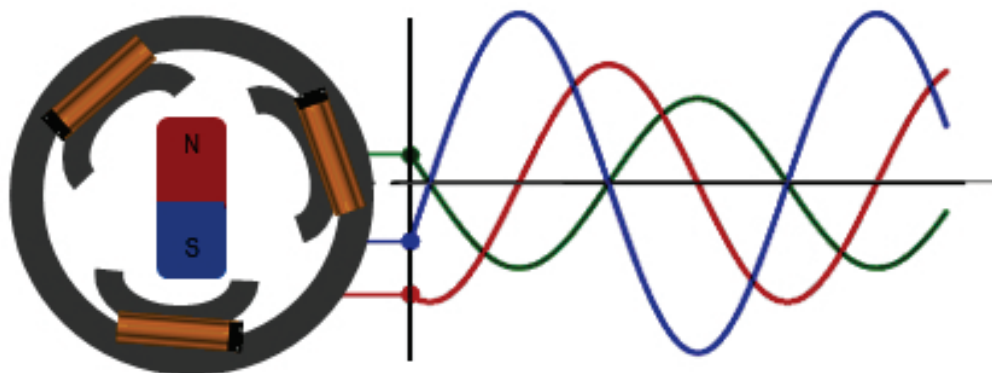
Un alternador que suministra tensión monofásica tendrá los bobinados conectados de forma tal que estén disponibles una fase y el neutro para las instalaciones del cliente. En general, para la mayoría de los mercados el valor de la tensión monofásica es 230V. En América Latina, es común encontrar tensión monofásica que varían entre 115V, 127V, 220V. Equipos como iluminación, microondas, portones automáticos, equipos de soldadura portátiles, entre otros, son alimentados con tensión monofásica.

Tensión
Monofásica



Un alternador de tensión trifásica tendrá los bobinados conectados de forma tal que estén disponibles tres fases y el neutro para las instalaciones del cliente. Para la mayoría de los mercados, el valor de la tensión trifásica es de 400V, entre fases y 230V entre fase y neutro. Equipos como motores eléctricos, sistemas de bombeo, elevadores, compresores son alimentados con tensión trifásica.

Tensión
Trifásica

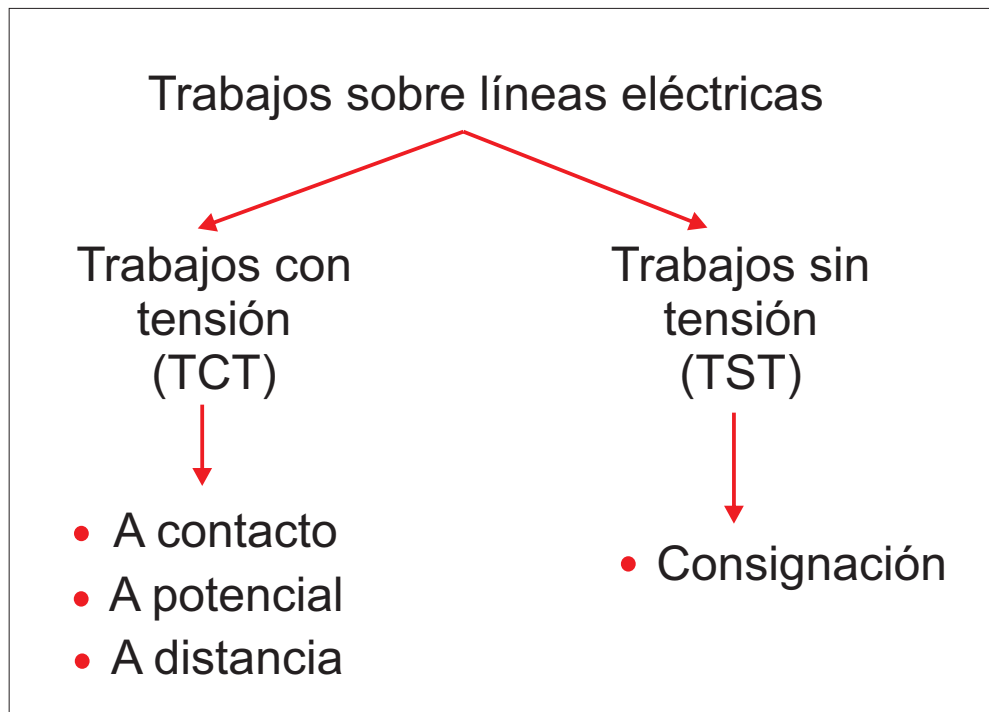




Metodos de trabajos

en redes eléctricas

- Con tensión T.C.T.
- Sin tensión T.S.T.



Trabajos con tensión (TCT)

Método de trabajo a contacto

Se trabaja “a contacto” con elementos tensionados mediante el uso de doble aislación como mínimo.

Distancia de seguridad $- 0m + 2 NA$ Niveles de aislación

Alta tensión

500 / 220 / 132 kV



No se puede trabajar en esta modalidad.



Media tensión



33 / 13,2 kV



Baja tensión



380 / 220 kV

Método de trabajo a distancia

Distancia de seguridad valores dados en tabla 1

XX m + 2 NA

Niveles de aislación

Alta tensión

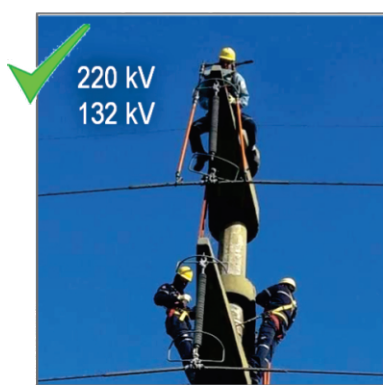
Media tensión

Baja tensión

X 500 kV

33 / 13,2 kV

380 / 220 kV



X
No se puede trabajar en esta modalidad.

Este método se está reemplazando por el trabajo a contacto, que es mas rápido y seguro.

Distancias de seguridad eléctrica

Niveles de tensión	Distancias mínimas
de 0 a 50 Volt	Ninguna
más de 50 V hasta 1 KV.	0,80 m
más de 1 KV hasta 33 KV	0,80 m
más de 33 KV hasta 66 KV	0,90 m
más de 66 KV hasta 132 KV	1,50 m
más de 132 KV hasta 150 KV	1,65 m
más de 150 KV hasta 220 KV	2,10 m
más de 220 KV hasta 330 KV	2,90 m
más de 330 KV hasta 500 KV	3,60 m

Tabla 1

Método de trabajo a potencial

0 m Distancia de seguridad

Alta tensión



500 / 220 / 132 kV

Media tensión

X No se puede trabajar en esta modalidad.

33 / 13,2 kV

Baja tensión

X No se puede trabajar en esta modalidad.

380 / 220 kV

Trabajos sin tensión (TST)

Consignación

5 Reglas

- Corte Visible
- Bloquear y Señalizar
- Verificar ausencia de tensión
- Poner a tierra y Cortocircuitar
- Delimitar la zona de trabajo

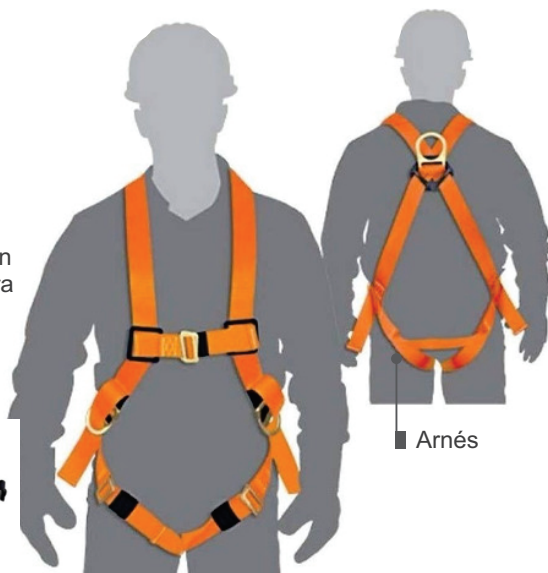
Usar elementos de protección personal y cumplir con las de seguridad no es cosa de cobardes, sino de inteligentes.



Casco con mentonera



Gafas protectoras



Arnés

Cabo de amarre.



Calzado de seguridad



Indumentaria de protección personal



Los operarios son responsables de sus elementos de protección individual.

