

Guía Práctica de Instalaciones Eléctricas — Domiciliarias —



Ing. Carlos Padín

Padín, Carlos Roberto

Guía práctica de instalaciones eléctricas domiciliarias / Carlos Roberto Padín ; editado por Joely Lara; Fabiana Elizabeth Sofrán. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Carlos Roberto Padín, 2016.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga
ISBN 978-987-42-1726-4

1. Electricidad Domiciliaria. I. Lara, Joely, ed. II. Sofrán, Fabiana Elizabeth, ed. III. Título.
CDD 690.8

Guía Práctica de Instalaciones Eléctricas Domiciliarias Primera Edición 2016

Derechos reservados conforme a la Ley
ISBN 978-987-42-1726-4

Queda hecho el depósito que dispone la ley 11.723.

Autor: Ing. Carlos Padín
Edición Portada y Cap.1 Arq. Joely Lara
Edición Cap.2-5 Arq. Fabiana Sofran

Queda prohibida la reproducción total o parcial, directa o indirecta del contenido de la presente obra, sin contar previamente con la autorización del autor, en términos de la Ley del Derecho de Autor y, su caso, de los tratados internacionales aplicables. Cualquier reproducción sin el permiso por escrito del autor viola derechos reservados, es ilegal y constituye un delito.

Este libro se terminó de editar en Julio de 2016, en Buenos Aires, Argentina

INFORMACION IMPORTANTE

Contenido: El contenido de este E-book es meramente ilustrativo, el autor y editor no se responsabilizan por el uso que pudiera hacerse de su contenido.

Utilización: Quien tenga dudas en la utilización de su contenido, se aconseja consultar a un profesional o persona capacitada en realizarlo.

Eximentes de responsabilidad: Tanto el autor como el editor no se responsabilizan por daños y perjuicios que pudieran resultar de la utilización de su contenido, como así también de todo accidente que pudiera ocasionarse en la aplicación de su contenido.

Normativa El contenido del E-book se basa en normativa de la República Argentina, vigentes al momento de editarse el material.

Zonas geográficas: Se deberá tener en cuenta el momento cambios en la tecnología y normativas de instalación vigente en cada país o lugar donde se realizaran las instalaciones eléctricas. Así también deberá prever las condiciones climáticas y/o geografías de las diferentes zonas o lugares donde se pretende realizar las mencionas instalaciones.

¿Cómo hago la instalación eléctrica de mi casa?

INDICE GENERAL

1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES	
1.1 Instalaciones eléctricas	pág. 4
1.2 Tipos de instalaciones eléctricas	pág. 4
1.3 Elementos de maniobra y protección	pág. 7
1.4 Magnitudes eléctricas	pág. 8
1.5 Qué es el coseno Φ ?	pág. 11
1.6 Ejemplo numérico del triángulo de potencia	pág. 13
1.7 Cómo varía la tensión en un círculo de corriente alterna monofásico?	pág. 13
1.8 Conductores y aisladores	pág. 15
1.9 Cables eléctricos	pág. 16
1.10 Diagrama eléctrico unifilar	pág. 18
1.11 Sobrecarga de una instalación eléctrica	pág. 19
1.12 Cortocircuito de una instalación eléctrica	pág. 20
1.13 Funcionamiento de las llaves termomagnéticas	pág. 22
1.14 Poder de ruptura	pág. 25
1.15 Funcionamiento de un interruptor diferencial	pág. 26
1.16 Sistemas de puesta a tierra T-T (autorizado para viviendas)	pág. 31
1.17 Instalación eléctrica segura	pág. 33
1.18 Instalación eléctrica no segura	pág. 36
1.19 Fichas de tomacorrientes seguras y no seguras	pág. 39
1.20 Protección eléctrica de las personas y animales	pág. 39
2. CÁLCULO TEÓRICO DE UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA. DESARROLLO	
2.1 Instalación eléctrica domiciliaria	pág. 44
2.2 Determinación de la superficie de la casa	pág. 44
2.3 Grado de electrificación	pág. 45
2.4 Cantidad de bocas por ambiente	pág. 46
2.5 Cantidad de circuitos mínimos	pág. 62
3. CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE	
3.1 Tipo de canalizaciones	pág. 73
3.2 Canalizaciones embutidas	pág. 77
3.3 Canalizaciones interiores a la vista	pág. 81
3.4 Tendido y fijaciones de cañerías, cajas y gabinetes	pág. 87
3.5 Bocas-cajas embutidas	pág. 102
3.6 Cajas de paso	pág. 119
3.7 Montaje de canalizaciones	pág. 120
3.8 Montaje de tableros	pág. 121
3.9 Conexión escalera	pág. 125
3.10 Tipos de cable	pág. 126
3.11 Empalmes de cable	pág. 130
3.12 Tarifas y medidores	pág. 133
3.13 Acometidas	pág. 136
3.14 Herramientas	pág. 140
3.15 Elementos de protección personal	pág. 145
3.16 Conexiones de fotocontrol	pág. 147
4. CASO PRÁCTICO. Diseño de la instalación eléctrica de una vivienda	
4.1 Grado de electrificación	pág. 153
4.2 Cantidad de bocas de iluminación de uso general (IUG)	pág. 153
4.3 Cantidad de circuitos de iluminación de uso general (IUG)	pág. 174
4.4 Cantidad de bocas de tomacorriente de uso general (TUG)	pág. 174
4.5 Cantidad de circuitos de tomacorrientes de uso general (TUG)	pág. 195
4.6 Cantidad de bocas de tomacorriente de uso especial (TUE)	pág. 196
4.7 Cantidad de circuito de tomacorriente de uso especial (TUE)	pág. 196

¿Cómo hago la instalación eléctrica de mi casa?

4.8	Cantida de bocas de iluminación de uso especial (IUE)	
4.9	Cantidad circuitos de iluminación de uso especial (IUE)	
4.10	Diagrama unifilar de acometida del ejemplo	pág. 199
4.11	Diagrama unifilar del tablero seccional TS N°1 del ejemplo	pág. 200
4.12	Vista en perspectiva del tablero seccional TS N°1	pág. 201
4.13	Montaje de tablero y bocas	pág. 202
4.14	Tendido de cables	pág. 211
4.15	Puesta a tierra (jabalina)	pág. 214
4.16	Mediciones sin energía eléctrica - puesta en funcionamiento	pág. 215
4.17	Mediciones con energía eléctrica - puesta en funcionamiento	pág. 216
 5. CONSUMO DE ELECTRODOMÉSTICOS		
5.1	Cálculo de potencia consumida	pág. 218
5.2	Uso de electrodomésticos a lo largo del día	pág. 222

¿Cómo hago la instalación eléctrica de mi casa?

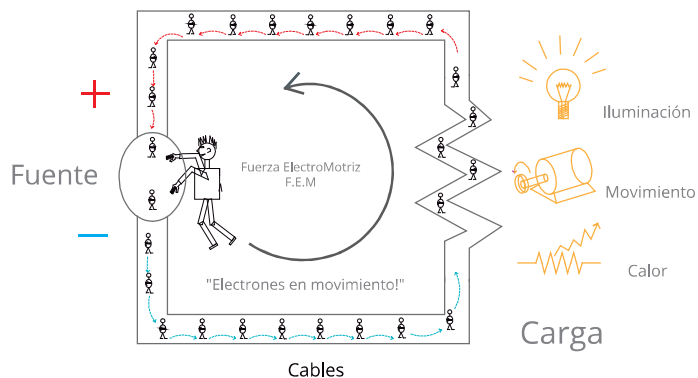
CAPITULO 1

1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

- 1.1 Instalaciones eléctricas
- 1.2 Tipos de Instalaciones eléctricas
 - 1.2.1 Instalaciones eléctricas de corriente continua
 - 1.2.2 Instalaciones eléctricas de corriente alterna
 - 1.2.2.1 Instalaciones eléctricas de corriente alterna monofásica
 - 1.2.2.2 Instalaciones eléctricas de corriente alterna trifásica
- 1.3 Elementos de maniobra y protección
- 1.4 Magnitudes eléctricas
 - 1.4.1 Tensión
 - 1.4.2 Corriente
 - 1.4.3 Potencia eléctrica
 - 1.4.3.1 Potencia y energía
 - 1.4.3.2 Potencia en corriente alterna
 - 1.4.3.3 Potencia reactiva, un ping pong entre la fuente y la carga.
 - 1.4.3.4 Potencia activa, la energía que se disipa útilmente
 - 1.4.3.5 Potencia aparente, la potencia que nos debe proveer la Distribuidora de Energía
- 1.5 Que es el coseno Φ ?
- 1.6 Ejemplo numérico del triángulo de potencia
- 1.7 Como varía la tensión en un circuito de corriente alterna monofásico?
- 1.8 Conductores y aisladores
 - 1.8.1 Conductores
 - 1.8.2 Aisladores
- 1.9 Cables eléctricos
 - 1.9.1 Origen de las fallas eléctricas
 - 1.9.2 Secciones de cables eléctricos
- 1.10 Diagrama eléctrico unifilar
- 1.11 Sobrecarga en una instalación eléctrica
- 1.12 Cortocircuito en una instalación eléctrica
- 1.13 Funcionamiento de las llaves termomagnéticas
 - 1.13.1 Desconexión por cortocircuito-actúa el electroimán
 - 1.13.1.1 Tipos de actuación de llaves termomagnéticas ante un cortocircuito
 - 1.13.2 Desconexión por sobrecarga, -actúa el par bimetálico
- 1.14 Poder de ruptura
- 1.15 Funcionamiento de un interruptor diferencial
 - 1.15.1 Cuando la instalación eléctrica se encuentra en condiciones óptimas
 - 1.15.2 Cuando la instalación eléctrica tiene falla de aislación (Pérdidas)
 - 1.15.3 Tipos de interruptores diferenciales
 - 1.15.3.1 Interruptores diferenciales que se utilizan para proteger la vida (usados en domicilios y fábricas)
 - 1.15.3.2 Interruptores diferenciales que se utilizan para prevenir incendios de origen eléctrico
- 1.16 Sistemas de Puesta a Tierra T-T (Autorizados para viviendas)
- 1.17 Instalación eléctrica segura
- 1.18 Instalación eléctrica No segura
 - 1.18.1 Instalación eléctrica sin conexión de Puesta a Tierra
 - 1.18.2 Instalación eléctrica sin Interruptor Diferencial
 - 1.18.3 Instalación eléctrica sin conexión de Puesta a Tierra ni interruptor diferencial
- 1.19 Fichas de tomacorrientes seguras y no seguras
- 1.20 Protección eléctrica de las personas y animales, contra contactos directos é indirectos
 - 1.20.1 Contacto Directo
 - 1.20.2 Contacto Indirecto

1) Conceptos Fundamentales

1.1) Instalaciones Eléctricas



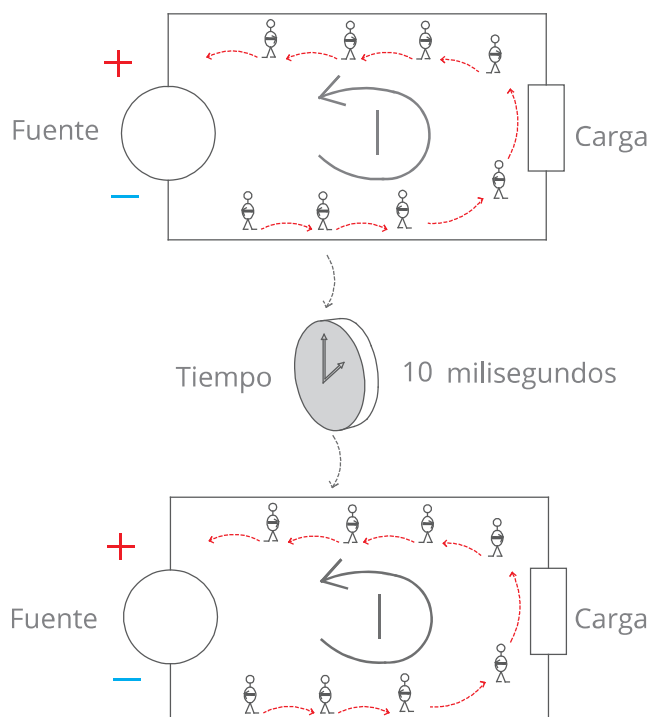
Un circuito eléctrico básicamente se compone de una Fuente, una carga (de consumo) y los cables que las vinculan.

La fuente, contiene en su interior a la FEM. La Fuerza ElectroMotriz (F.E.M) como su nombre lo indica "empuja" a los electrones a circular, creando una corriente eléctrica cuando se establece un circuito eléctrico. La carga (de consumo) es el receptor de la energía que aporta la Fuente.

Básicamente se destina para Iluminar, producir movimiento, y calefacción.

1.2) Tipos de Instalaciones Eléctricas

1.2.1) Instalaciones Eléctricas de Corriente Continua



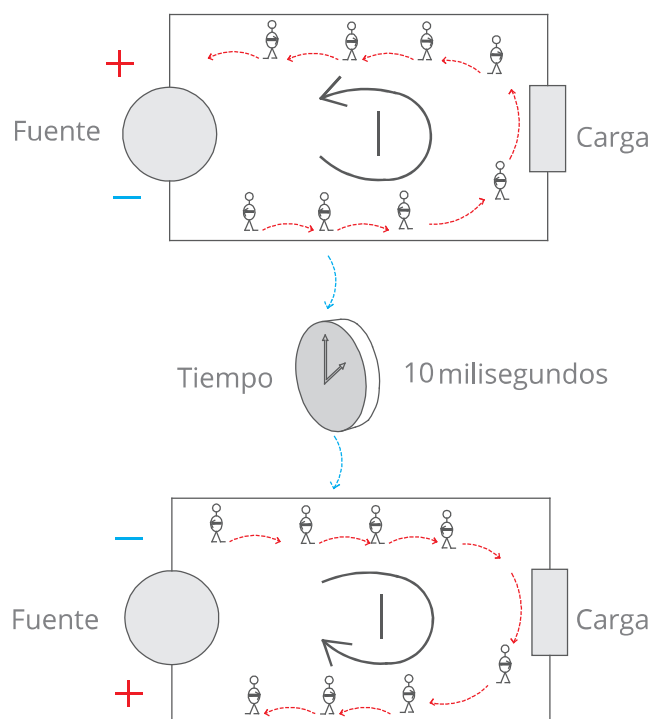
La Fuente de Corriente Contínua (CC), contiene en su interior una FEM que produce la circulación de corriente en un solo sentido.

Ejemplos:

- Baterías de Automóviles
- Teléfonos celulares
- Relojes



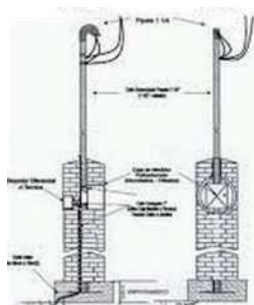
1.2.2) Instalaciones Eléctricas de Corriente Alterna



La Fuente de Corriente Alterna (CA) contiene en su interior una FEM que produce la circulación de corriente en un sentido, y luego se invierte el sentido. Esto se repite a una frecuencia determinada.

En la República Argentina esta inversión de sentido sucede 100 veces por segundo. Debido a ello la Frecuencia es de 50 ciclos/Segundo, (50 Hz).

Ejemplos:



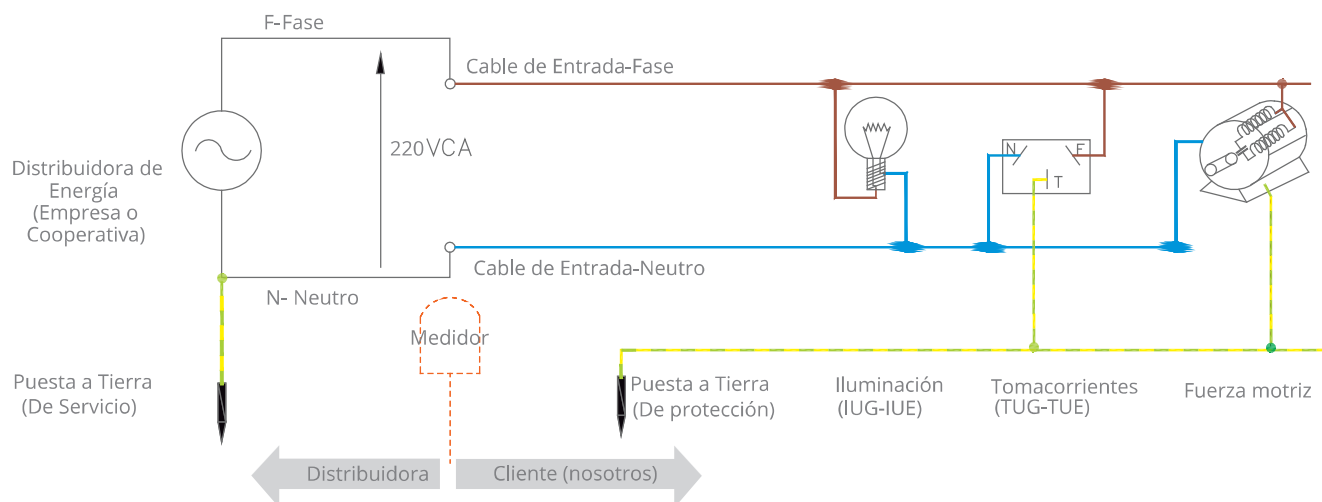
RED Pública de Energía



Generadores de CA
(Grupos electrógenos)

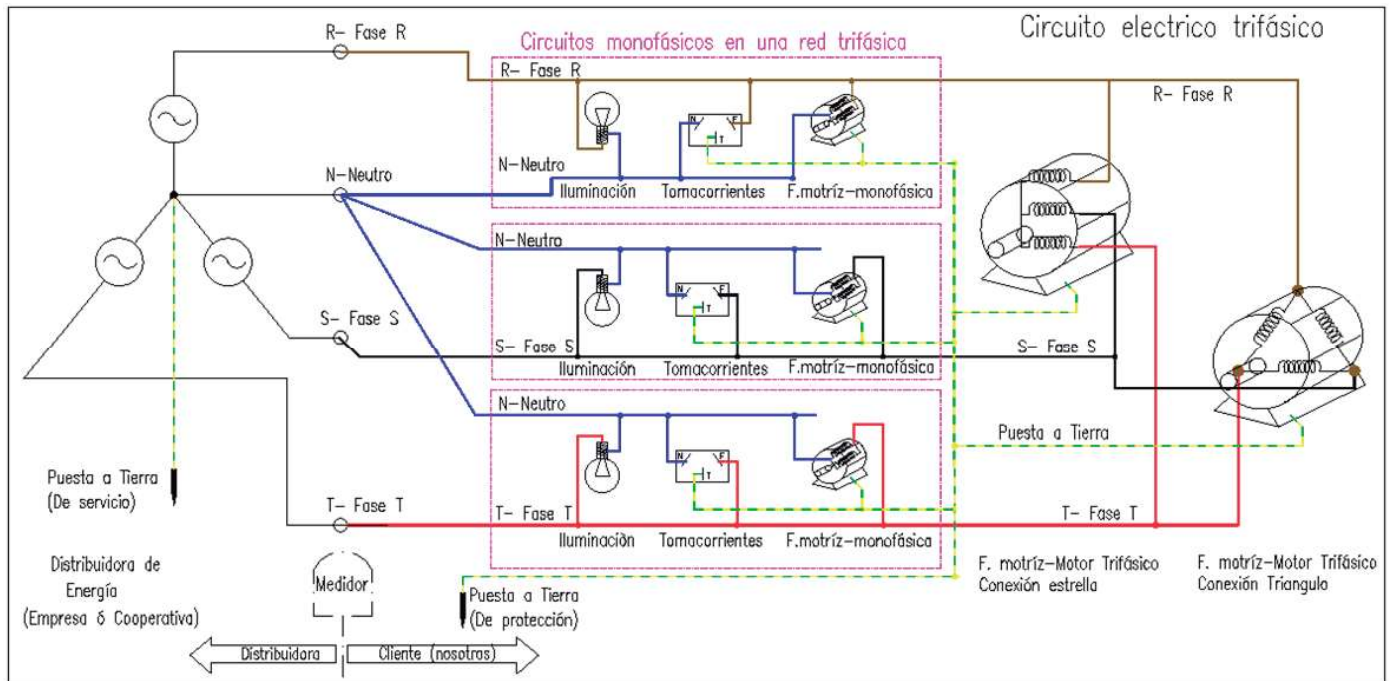
1.2.2.1) Instalaciones Eléctricas de Corriente Alterna Monofásica

Circuito eléctrico monofásico



En un circuito monofásico, las cargas (de consumo) como iluminación, los artefactos enchufados a los tomacorrientes, fuerza motriz, etc. Se conectan entre el conductor de Fase (F) y el conductor de Neutro (N). La tensión que brinda la Distribuidora de energía es de 220 Volts de Corriente Alterna. Posteriormente le incorporaremos a la instalación los elementos de maniobra y protección, para completar el circuito eléctrico.

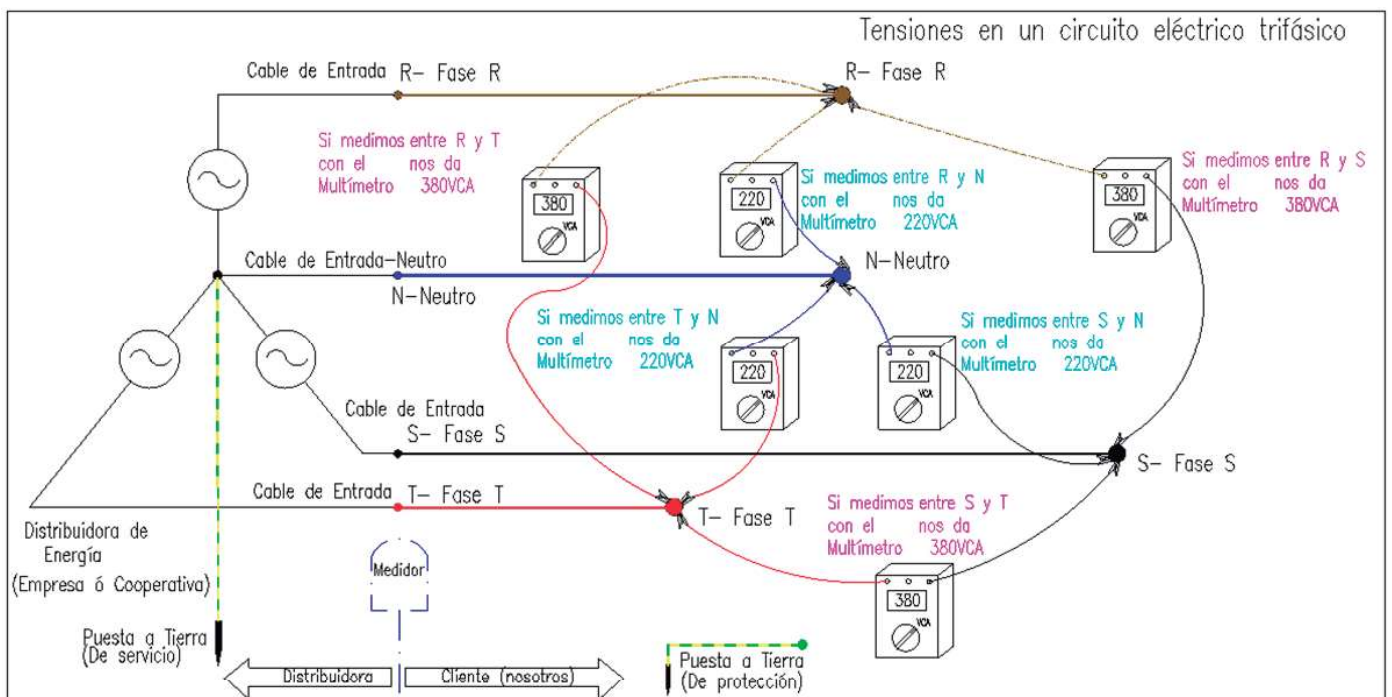
1.2.2.2) Instalaciones Eléctricas de Corriente Alterna Trifásica



En un circuito trifásico, contamos con 3 Fases:
(Fase R color marrón), (Fase S color Negro), (Fase T color rojo) y un Neutro (N color azul).

Algunas cargas (de consumo) se conectan en **forma monofásica** entre cada una de las Fases y el Neutro. En el dibujo se observan cargas conectadas entre la fase R y el Neutro, en forma similar entre la fase S y el Neutro, y entre la Fase T y el Neutro.

Otras cargas (de consumo) se pueden conectar entre **forma trifásica**, como por ejemplo un motor trifásico donde ingresan en forma simultánea las 3 fases.



Tensiones entre los cables de Fases y Neutro
La tensión entre los cables es la siguiente:

Fase R (marrón) y Neutro N(azul claro): 220 VCA
Fase S (negro) y Neutro N(azul claro) : 220 VCA
Fase T (rojo) y Neutro N(azul claro) : 220 VCA

Tensiones entre los cables de Fases
La tensión entre los cables es la siguiente:

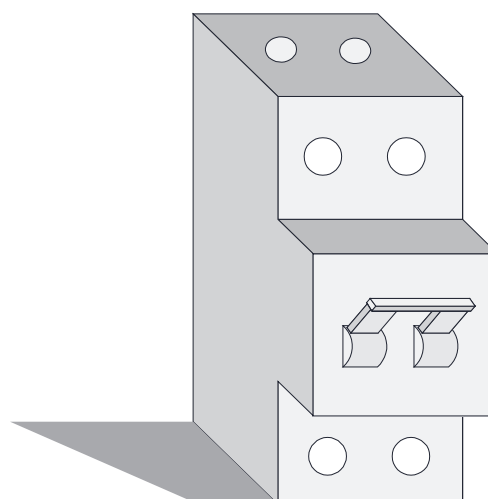
Fase R (marrón) y Fase S (negro) : 380 VCA
Fase S (negro) y Fase T (rojo): 380 VCA
Fase T (rojo) y Fase R (marrón): 380 VCA

1.3) Elementos de Maniobra y Protección

Para completar un circuito eléctrico, es necesario contar con una Fuente de energía, la carga, y los cables que vinculan a ambas, entre las cuales se deben intercalar los elementos de maniobra y los de protección. Cuando es necesario intervenir en un circuito eléctrico puede ser por 2 causas:

a) Maniobra: Cuando en forma voluntaria, necesitamos abrir o cerrar un circuito de acuerdo a las necesidades de uso de la instalación. Las llaves termomagnéticas también cumplen la función de ser elementos de maniobras, cuando "levantamos ó bajamos la térmica"

b) Protección: Cuando alguna magnitud eléctrica (tensión, corriente, etc.) sale de los valores normales de funcionamiento, en este caso deben actuar los elementos de protección. En las instalaciones domiciliarias se protegen habitualmente del funcionamiento anormal de la corriente, cuando se produce una **sobrecarga**, ó un **cortocircuito ó una pérdida de aislación**. Existe una gran diversidad de formas de protección para sobrecargas y para cortocircuitos.



Llave Termomagnética C10

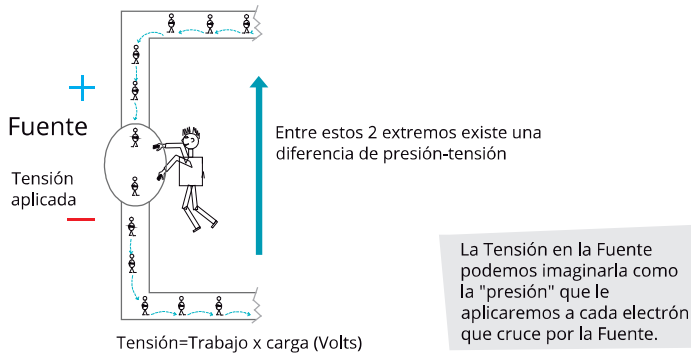
Son un elemento de maniobra y protección.

Las llaves termomagnéticas protegen por sobrecarga y por cortocircuito, luego veremos cómo funcionan en su interior, es cuando decimos que "salta la térmica"

Fusibles: Son elementos que se utilizan normalmente como protección de cortocircuito, en las instalaciones eléctricas domiciliarias, se los intercala entre los cables que vienen de la calle, se conocen como el "fusible de la calle", que luego explicaremos.

1.4) Magnitudes Eléctricas

1.4.1) Tensión

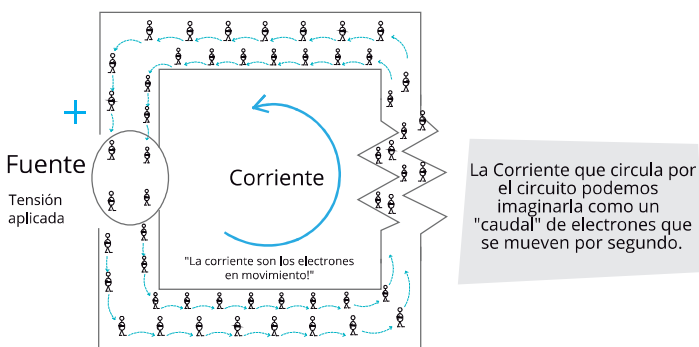


El trabajo se define en Física, como la Fuerza que se aplica a un objeto para que se desplace una distancia. La tensión representa el trabajo que se aplica a los electrones para que se desplacen dentro de un circuito eléctrico.

Se mide en Volts (V)

En nuestro país las viviendas reciben la energía eléctrica, en 220 VCA. A nivel mundial se llevará en el futuro la tensión en aquellos países que utilizaban 220 ó 240 a 230 VCA, debido ello los aparatos eléctricos que se comercializan en dichos países están diseñados para 30 VCA.

1.4.2) Corriente

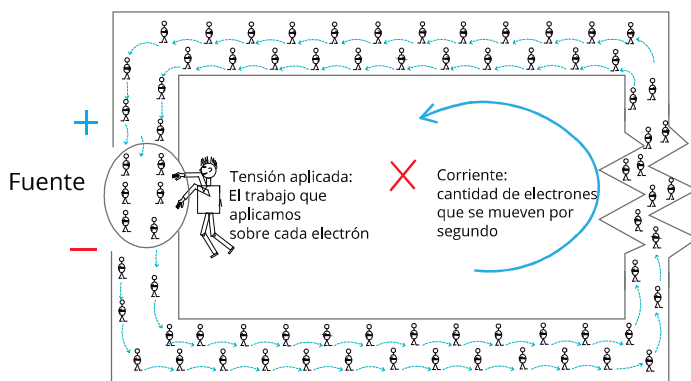


La corriente es el flujo de electrones en movimiento, que circula por el interior de los conductores, durante un segundo. Cuanto mayor es la corriente, más electrones están circulando.

Se mide en Amper (A)

A medida que crece la tensión aplicada, o disminuye la resistencia para que circulen los electrones, la corriente crece (Ley Ohm)

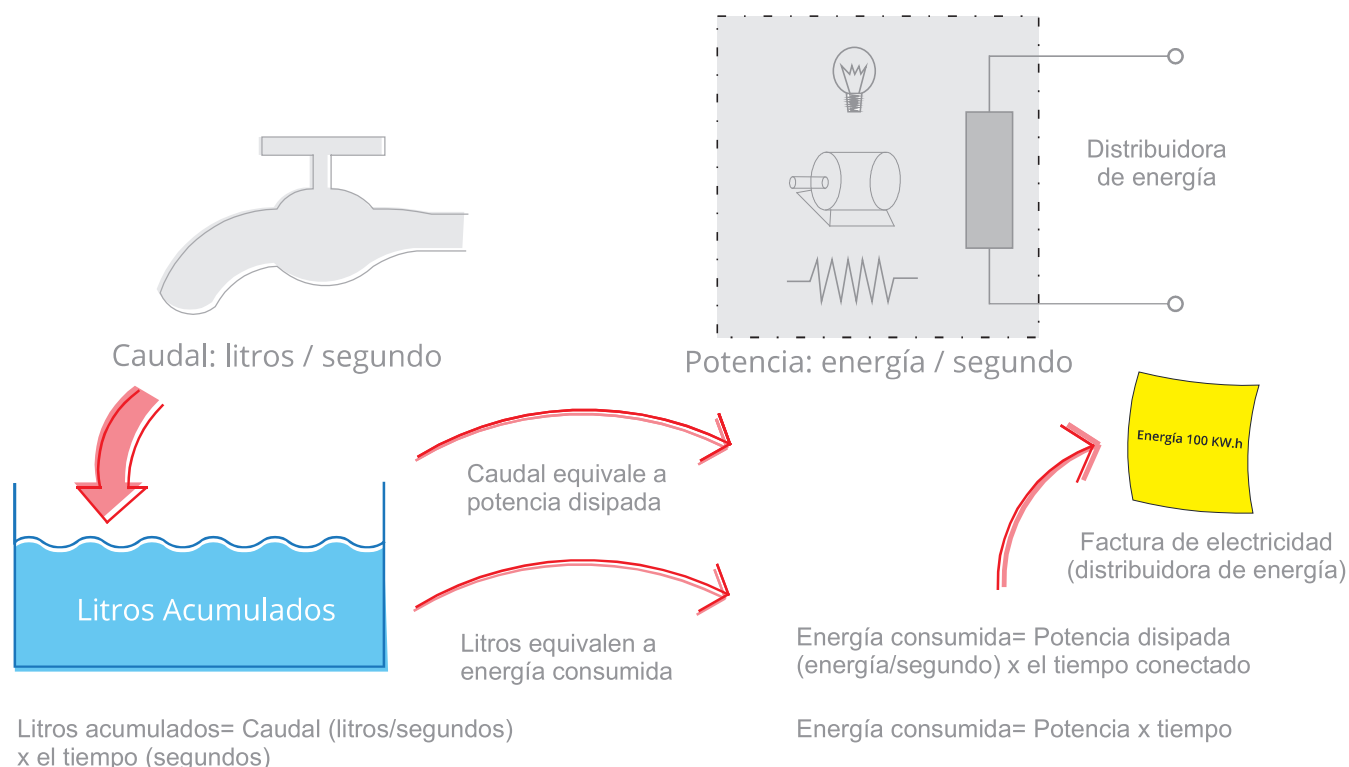
1.4.3) Potencia Eléctrica



Si multiplicamos la tensión aplicada (el trabajo que le aplicamos a cada electrón: carga - partícula) para que se mueva por el circuito), por la Corriente (la cantidad de electrones que se están moviendo por segundo) nos da el trabajo que debemos hacer por mover a todos esos electrones durante una unidad de tiempo, es decir nos da la Potencia Eléctrica.

Tensión = Trabajo aplicado/carga partícula (electrón)
Corriente = Carga-partícula/tiempo
Potencia = Tensión x corriente
 $S = U \times I$

1.4.3.1) Potencia y Energía



La Potencia es = energía/tiempo, entonces la energía consumida se puede escribir como el producto de potencia x tiempo, entonces:

La energía se puede expresar como : Watts x segundo, Watt x Hora, etc.

Ahora la energía en unidad de Watt x hora se puede escribir también en KiloWatt x hora, donde 1000 Watt x hora (W.h) es lo mismo que decir 1 KiloWatt x hora (kW.h)

Las Distribuidoras de energía facturan la energía eléctrica consumida en Kilo Watts x Hora (kWh).

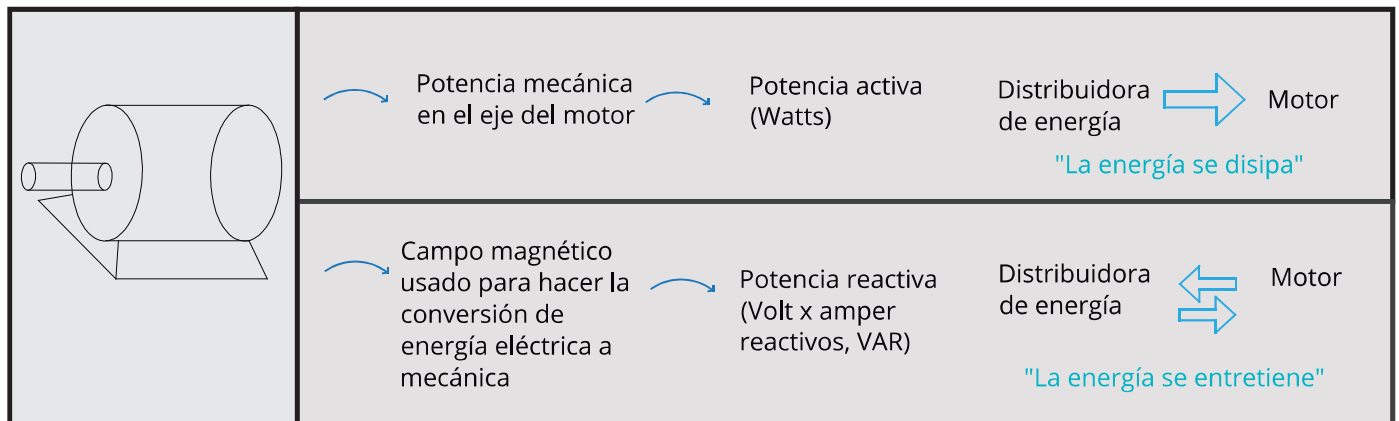
Comparemos un circuito eléctrico con una canilla, que llena un recipiente con agua.

Cuando abrimos la canilla sale un caudal de agua (litros por segundo), durante el tiempo que permanezca abierta la canilla. Los **litros** de agua acumulados, son el producto de multiplicar el **caudal** (cantidad de litros que salen por segundo) por el **tiempo** que permaneció abierta la canilla.

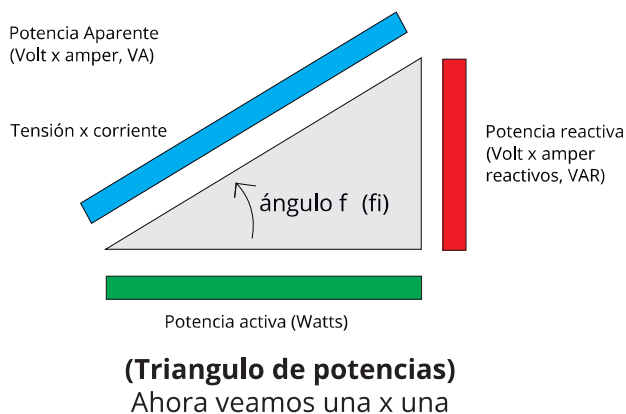
Podemos compararlo con un circuito eléctrico, donde al conectar una carga de un determinado valor de potencia disipada(Watts), se consume una energía. La Potencia eléctrica disipada equivale al caudal, y la energía consumida equivale a los litros de agua acumulados en el recipiente.

La **energía consumida** se puede calcular como el producto de multiplicar la **potencia** disipada por el **tiempo** que ha permanecido encendido el artefacto eléctrico.

1.4.3.2) Potencia en Corriente Alterna



Tomamos como ejemplo un motor eléctrico de CA. El motor se utilizará para entregar potencia mecánica en el eje haciendo girar un lavarropas, heladera, etc. El motor realiza una conversión de energía eléctrica a energía mecánica. Para ello se crea en el interior del motor un campo magnético, siendo necesario para el funcionamiento del motor. El motor requiere de 2 tipos de potencias:



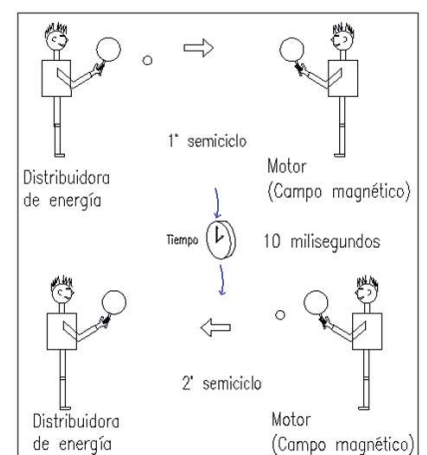
En corriente alterna se hace diferencia entre estas potencias eléctricas:

- La potencia **activa** (útil) se mide en Watts.
- La potencia **reactiva** (necesaria para el campo magnético) se mide en Volts x Amper reactivos.
- La potencia total se llama **Aparente** y se mide en Volt x Amper.
- Las distribuidoras de Energía nos venden la energía activa (kWh), pero nos deben proveer la Potencia Aparente

1.4.3.3) Potencia reactiva. Un "Ping Pong" entre la fuente y la carga

Durante el 1° semiciclo, la energía reactiva que (provee la Distribuidora de energía) se acumula en el campo magnético, que se forma en el interior del motor, en el próximo semiciclo el motor se lo devuelve, es decir que no se consume energía, sino que se realiza un "ping pong" entre la fuente (Distribuidora) y la carga (motor), sin "gastar energía" debido a ello se llama potencia "entretenida".

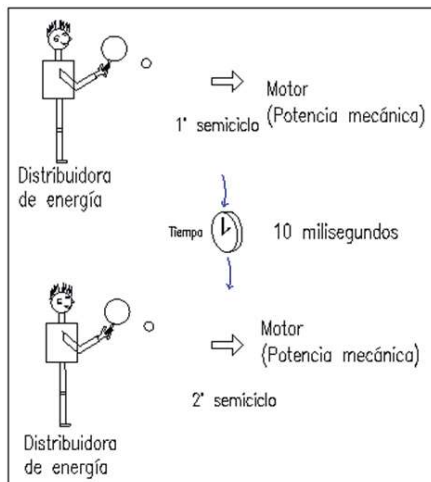
UNIDADES DE POTENCIA REACTIVA
 VAR (Volt Amper Reactivos)
 1000 VAR = 1 Kilo Volt Amper Reactivo (KVAR)



Hasta ahora hemos hablado de un motor eléctrico, en el caso de un artefacto de iluminación, la potencia reactiva es la que se entretiene en el balasto (o reactancia) que compone dicho artefacto. Por ejemplo los artefactos que utilizan lámparas fluorescentes, de mercurio ó en las de vapor de sodio, contienen en su interior un balasto.

1.4.3.4) Potencia Activa:

La energía que se disipa útilmente



La potencia activa es aquella que se convierte a potencia mecánica en el eje del motor. Esta potencia a lo “largo del tiempo” se disipa, es decir se “gasta” y forma parte de la energía consumida que nos factura la Distribuidora de Energía.

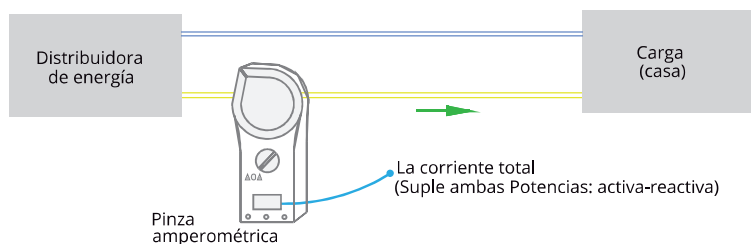
UNIDADES DE POTENCIA ACTIVA

W (Watts), los electrodomésticos expresan la Potencia activa en sus etiquetas. $1000\text{ W} = 1\text{ Kilo Watts (KW)}$
La potencia mecánica en el eje de un motor, se expresa normalmente en Horse Power (HP) que tiene equivalencia en Watts, donde 1 HP corresponde a 745Watts

Hasta ahora hemos hablado de un motor eléctrico, en el caso de un artefacto de iluminación, la potencia activa es la que se convierte en luz en la lámpara.

1.4.3.5) Potencia Aparente:

La potencia que nos debe proveer la distribuidora de energía.



UNIDADES DE POTENCIA APARENTE

VA (Volt Amper)
 $1000\text{ VA} = 1\text{ Kilo Volt Amper (KVA)}$

La corriente que circula por los cables entre la Distribuidora de energía y nuestra casa, deberá suplir la potencia Aparente, que se compone de la Potencia Activa y de la potencia Reactiva (Ver el triángulo de potencias). Es decir que la Distribuidora nos debe proveer una potencia mayor (Aparente) a la que realmente necesitamos (Activa). Debido a que la corriente es directamente proporcional a la Potencia, esto lleva a la necesidad de hacer circular una corriente mayor a la realmente necesaria. Los cables tienen un límite de corriente a transportar, ahora los mismo no discriminan si la corriente que circula por ellos es para suplir potencia activa más reactiva, o solo activa. Eso trae aparejado que los cables de distribución se usen para intercambiar una potencia que no se utiliza, sino que se entretiene. Debido a ello es conveniente tanto para la Distribuidora, como para el cliente corregir el factor potencia ó coseno ϕ , de forma tal de usar el cable para llevar potencia activa en su mayor parte.

1.5) ¿Qué es el coseno ϕ (ϕ) ?

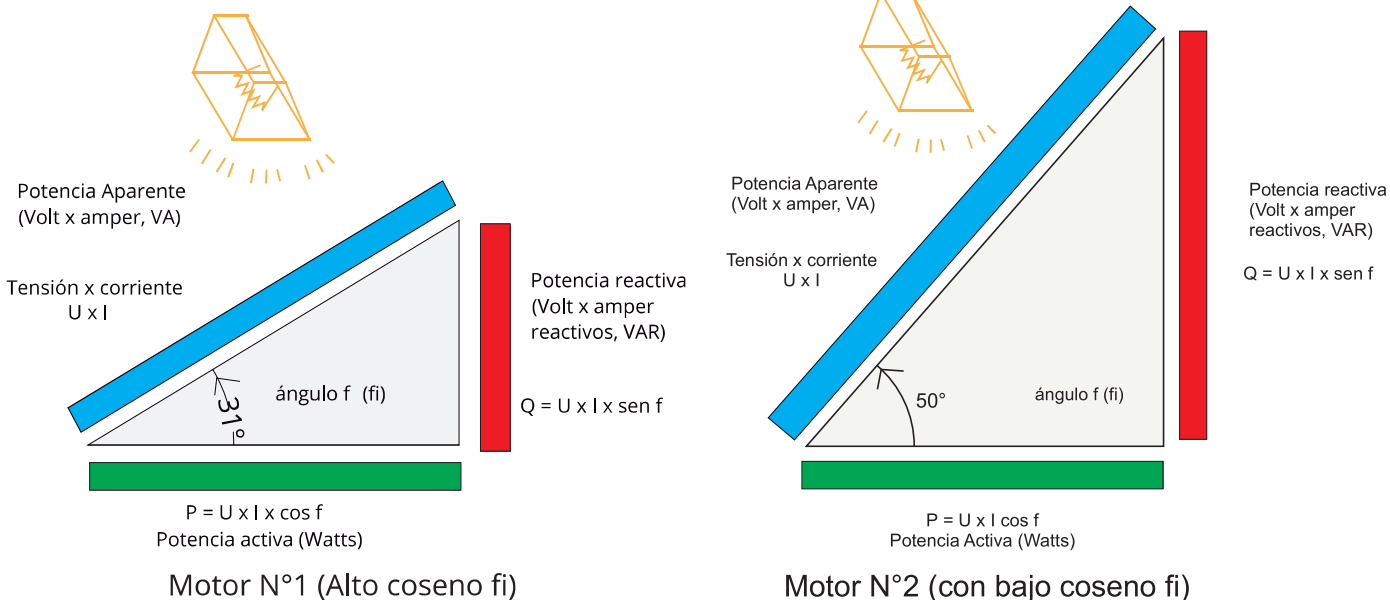
Si tenemos un triángulo cuya diagonal (hipotenusa) tiene el valor $U \times I$, la sombra que proyecta en el piso, sale de multiplicar este valor $U \times I \times \cos \phi$. Observando el dibujo podemos decir que el coseno ϕ es la “sombra proyectada” del valor $U \times I$ sobre el piso. Donde ϕ es el ángulo que hay entre las potencias activa y Aparente. Cuanto menor sea el ángulo ϕ , la hipotenusa se aproximará a su “sombra proyectada”, y el coseno ϕ se acercará a 1.

Esto es muy importante porque la Distribuidora de energía nos debe proveer la Potencia Aparente ($U \times I$), pero la que realmente utilizamos en una instalación eléctrica es la Potencia Activa.

Por eso las Distribuidoras de energía solicitan que el coseno φ tenga un valor cerca de 1, donde el valor más utilizado en la práctica es 0,85. Cuanto mayor sea el valor del coseno φ , mejor es el uso de la instalación eléctrica, porque los cables que vinculan a la Distribuidora con nuestra se deben diseñar para proveer la Potencia Aparente!!

En forma aproximada, en la práctica se utiliza el valor 0,8 para el coseno φ , es decir que si multiplicamos la Potencia Aparente ($U \times I$) por 0,8 (consejo φ) nos da la potencia activa, en Watts.

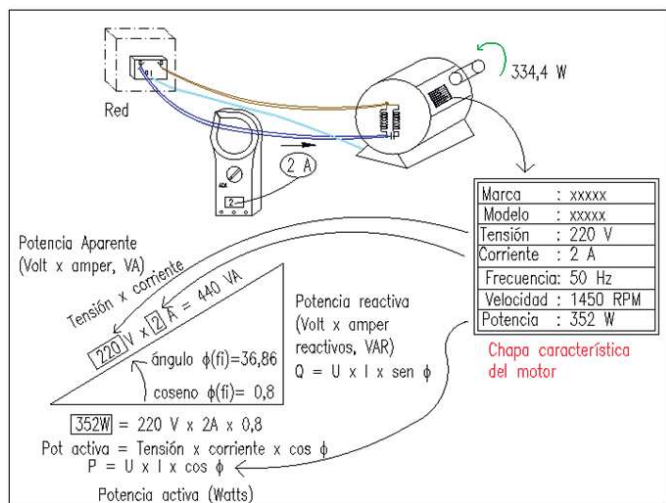
Ahora comparamos 2 motores con igual potencia activa, en la que coinciden el valor de potencia mecánica en el eje (sombra proyectada en el piso). Para ello despreciamos las pérdidas disipadas en forma de calor dentro del motor, que forman parte de la potencia activa y representan alrededor de un 5%. Dichos motores han sido fabricados con distintas tecnologías y materiales en donde el motor N°2 es de bajo coseno φ (coseno $\varphi=0,64$), y el motor N°1 es de coseno φ corregido (cos=0,84)



Estos motores poseen como dijimos igual Potencia Mecánica (Barra Verde), el motor N°1 requiere menor potencia reactiva (Barra roja), por lo cual será mas pequeña la Potencia aparente demandada para el funcionamiento del mismo (Barra Celeste). Como la potencia aparente es directamente proporcional a la corriente que circulan por los cables de alimentación, la corriente que demande el motor N° 1, será menor en comparación al motor N° 2. El motor N°1 requerirá secciones de cables menores.

1.6) Ejemplo Numérico del Triángulo de Potencias

Tenemos un lavarropas cuyo motor monofásico absorbe una potencia de 334,4 Watts para mover la ropa. Los motores disipan energía en forma de calor, por rozamiento de sus ejes, calentamiento de los bobinados, etc. Debido a ello la potencia activa absorbida de la red es un poco mayor (352 Watts), donde la diferencia de potencias activas, 352W-334,4W se disipó en forma de calor

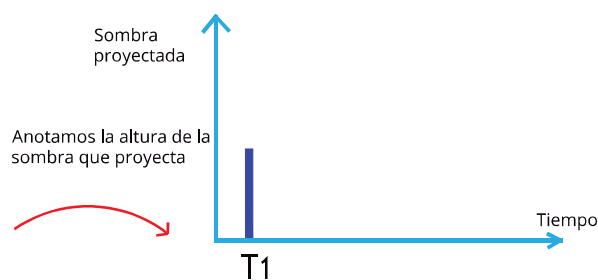
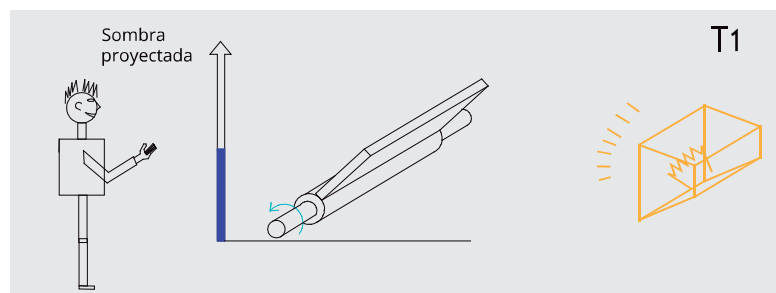
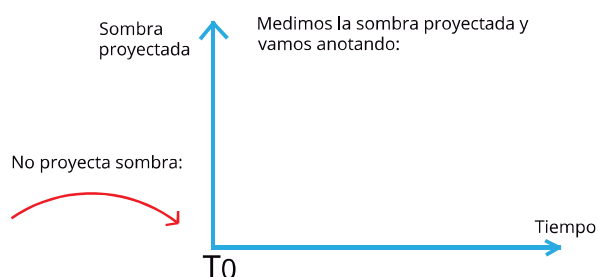
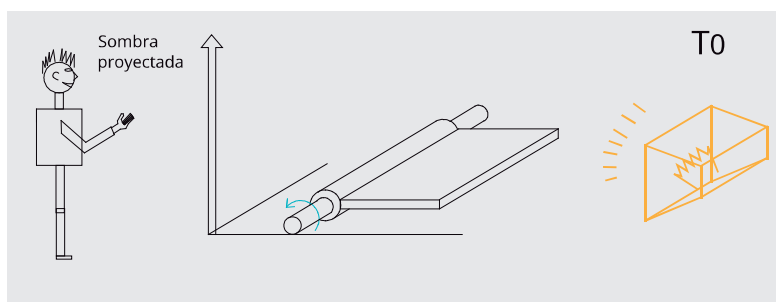


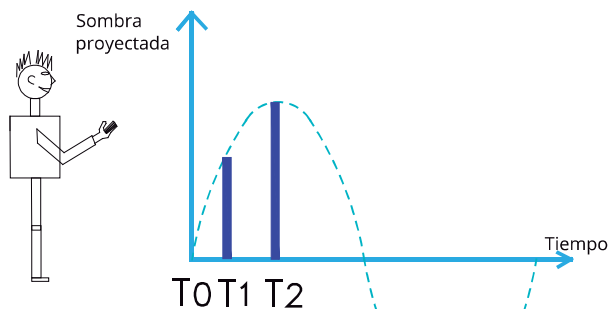
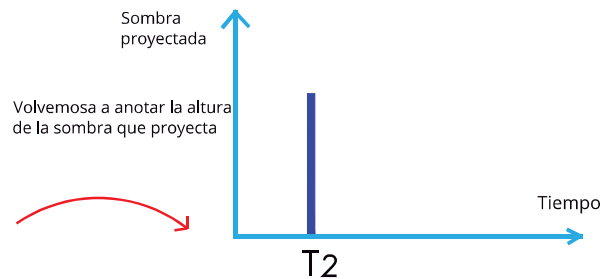
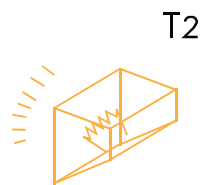
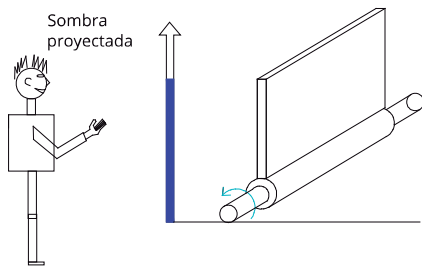
Miramos la chapa característica del motor, donde se encuentran expresados los valores característicos. La corriente total que toma el motor es de 2 A y cubre la potencia aparente Potencia Aparente es $U \times I = 220\text{ V} \times 2\text{ A} = 440\text{ VA}$

- La potencia activa se toma de la chapa característica: 352W
- Un 5 % de la potencia mecánica se disipa en las pérdidas del motor.
- La potencia mecánica en el eje del motor es de 334,4 W

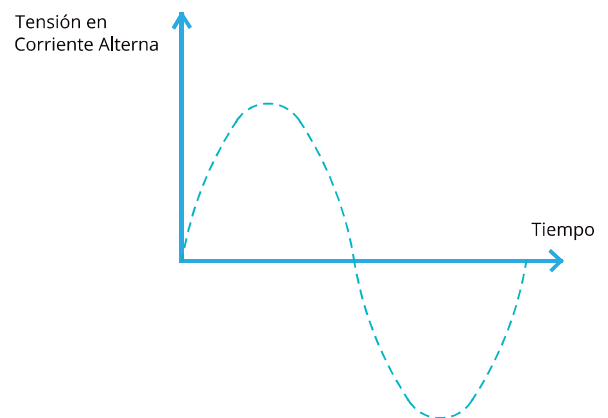
1.7) Como varía la tensión en un circuito de corriente alterna monofásico?

Supongamos que tenemos una tabla sujeta a un eje que está girando, dicha tabla es iluminada por un reflector. Nos detenemos a mirar la sombra que proyecta la tabla a medida que va girando. Luego vamos anotando la altura de la sombra proyectada.





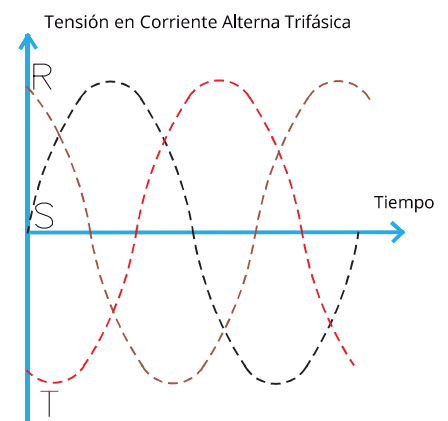
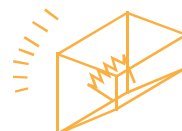
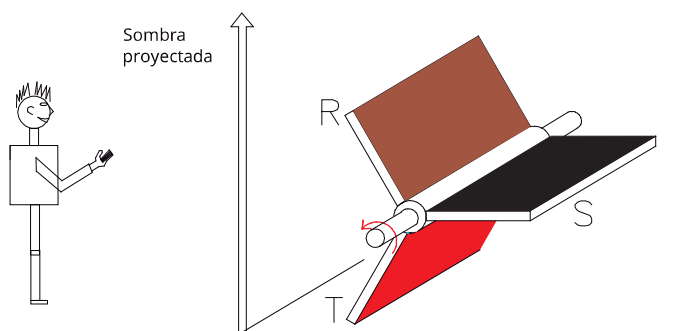
Si continuamos anotando las alturas de las sombras proyectadas nos da la siguiente forma :



Continuamos haciendo girar la tabla y anotando la sombra proyectada, en la figura anterior observamos la forma que va a tener en el tiempo la sombra proyectada. Podemos comparar la Tabla girando con un Generador de Corriente Alterna, donde el reflector es el flujo magnético, la Tabla son los bobinados, y la sombra afectada es la Tensión que se producirá. Esta es la forma que tiene la tensión en corriente alterna monofásica.

¿Cómo varía la tensión en un circuito de corriente alterna trifásico?

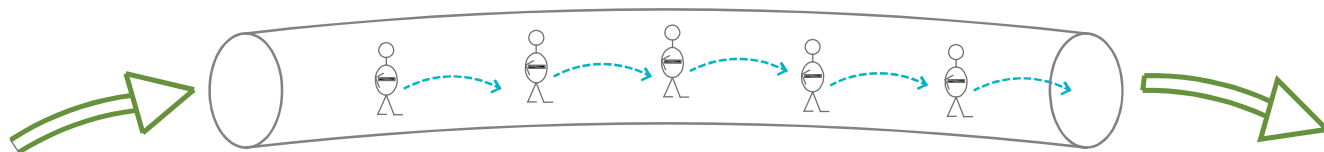
En forma similar al caso anterior, imaginemos 3 tablas idénticas (R,S,T) con ángulos de 120° entre cada una de ellas, que proyectan su sombra sobre el eje vertical. Las 3 sombras serán idénticas si las observamos en forma individual pero a distintos tiempos. De la misma forma en un alternador trifásico se generan las Tensiones Eléctricas de cada una de las Fases.



1.8) Conductores y Aisladores

1.8.1) Conductores

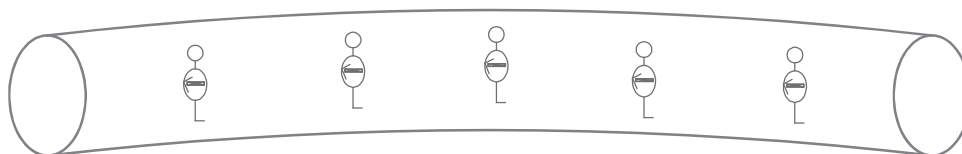
En un material conductor los electrones pueden moverse con facilidad



"Los electrones libres se mueven dentro del material"

El cobre y aluminio son conductores, sumado a ello son de bajo costo, peso y son dúctiles (facilidad de doblar) en comparación a otros materiales, debido a ello se los utiliza como **conductores** en los cables eléctricos

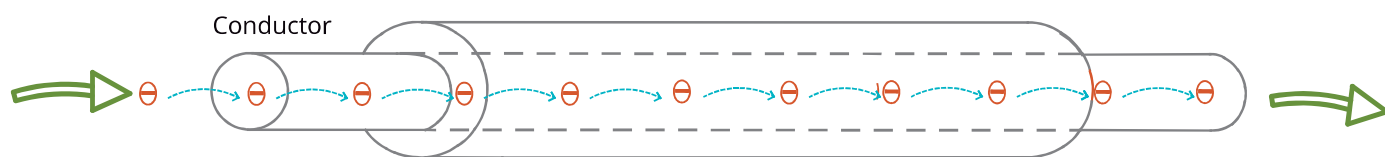
1.8.2) Aisladores



Los Electrones no estan libres y no se pueden mover

El PVC y el Polietileno reticulado (XLPE) son aisladores, sumado a ello son de bajo costo, peso y se pueden fabricar (inyectar) en comparación a otros materiales, debido a ello se los utiliza como **aisladores** en los cables eléctricos

1.9) Cables Eléctricos



El cable eléctrico es el medio por el cual se transporta la energía eléctrica desde el lugar donde se produce hasta nuestras viviendas.

La corriente debe circular por el conductor. En cambio NO debería circular corriente por el Aislante.

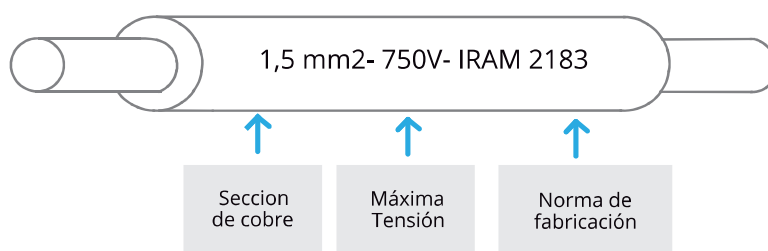
Existe una amplia variedad de cables de acuerdo al material, aplicaciones, etc.

El cable eléctrico está compuesto fundamentalmente por un conductor y un aislador. De acuerdo al tipo de cable puede tener 1, 2, 3 ó más capas de material aislante.

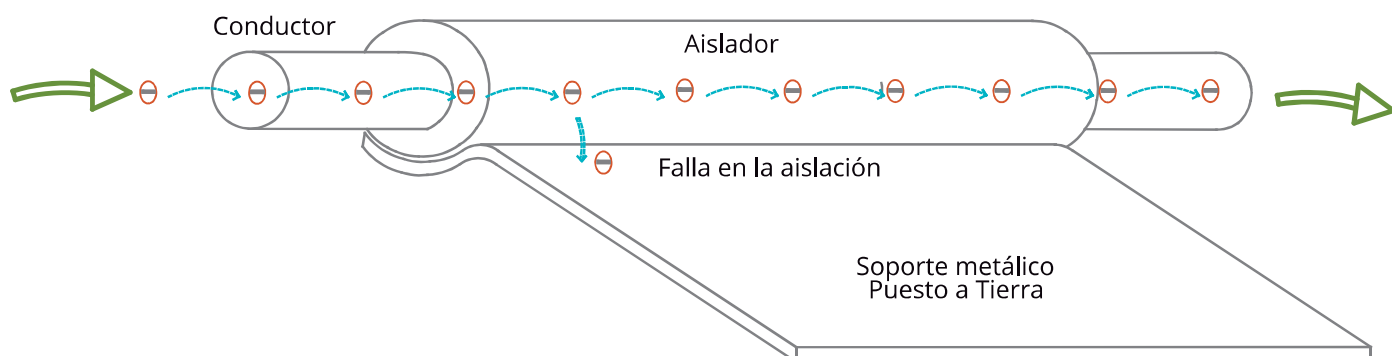
Los cables con 1 sola capa de aislación se los utiliza para las instalaciones interiores de las viviendas. En cambio los cables subterráneos cuentan con 2 ó más capas de aislación.

El tipo de material y el espesor de la capa aislante determinan el rango máximo de tensión que se le puede aplicar al cable.

En el exterior de un cable se encuentra impreso: el Fabricante, la sección del material conductor, la máxima Tensión que soporta y la Norma bajo la cual fue fabricado



1.9.1) Origen de las Fallas Eléctricas



Cuando se deteriora la aislación en una instalación eléctrica, circula corriente a través de la aislación, entonces se deriva una corriente desde el conductor del cable a Tierra. Decimos que hay una Falla de aislación (Pérdida) ó que se "pinchó el cable, ó aislación".

Esto da lugar a corrientes que pueden provocar accidentes ó incendios de origen eléctrico!!!! Para ello se deben instalar elementos como los interruptores diferenciales que detectan estas pérdidas y desconectan la instalación. (Luego veremos que es un interruptor diferencial y como funciona).

De la práctica: cuando “salta el disyuntor” se debe a una pérdida de aislación en algún lugar de la instalación.

Por ejemplo cuando se mojan las conexiones eléctricas alojadas en las bocas de iluminación (cajas octogonales) que se encuentran a la intemperie (son las cajas que se encuentran abajo de los artefactos de iluminación exterior, amuradas a la pared) actuará el disyuntor. En forma similar ocurrirá si ingresa agua a los artefactos exteriores.

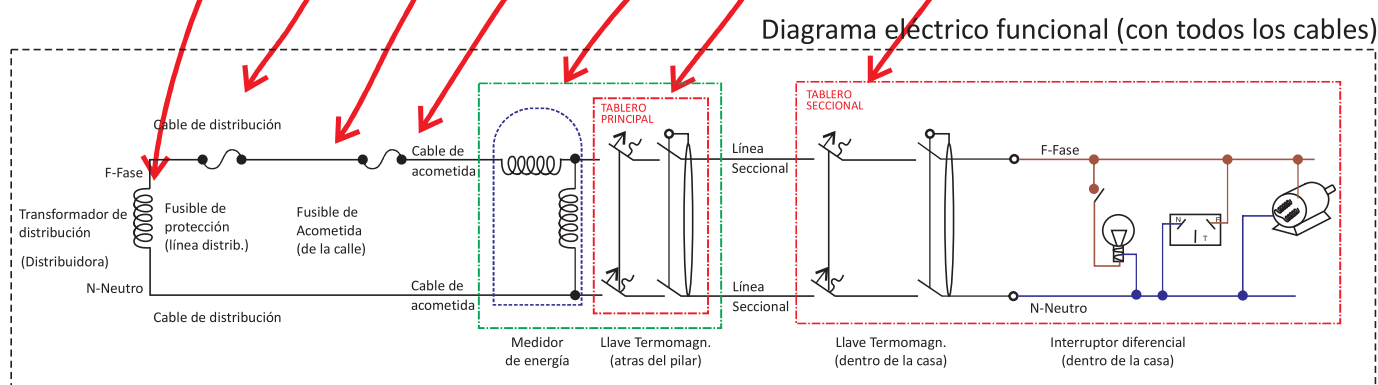
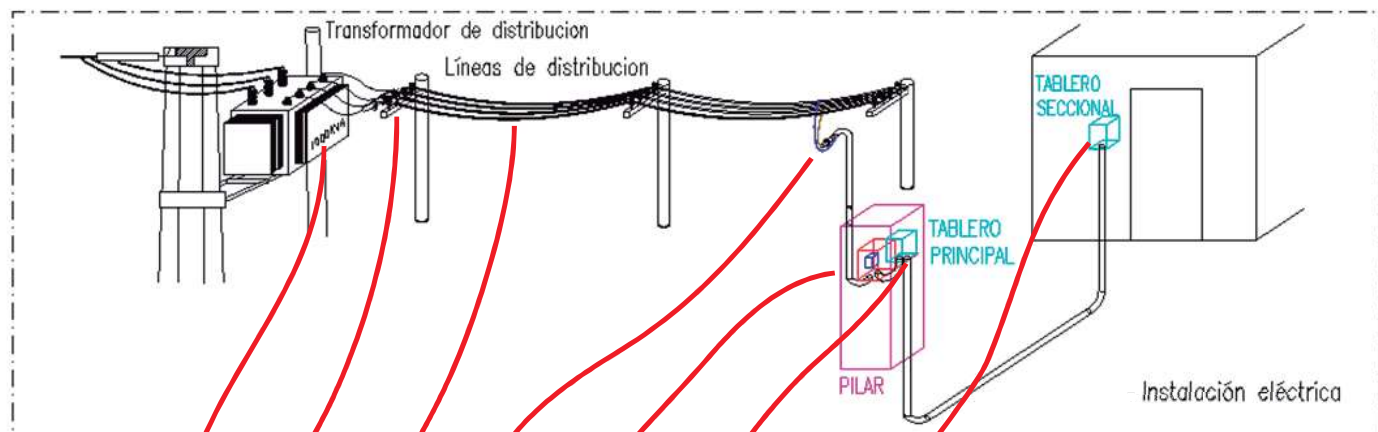
Antiguamente se utilizaban cables con 1 solo conductor macizo de cobre, y aislación en tela y goma. Algunas viviendas en la actualidad pueden conservar este tipo de cables. Estos cables por su vejez absorben humedad y hacen actuar el disyuntor, la solución es reemplazar los mismo por cables de PVC.

1.9.2) Secciones de Cables Eléctricos

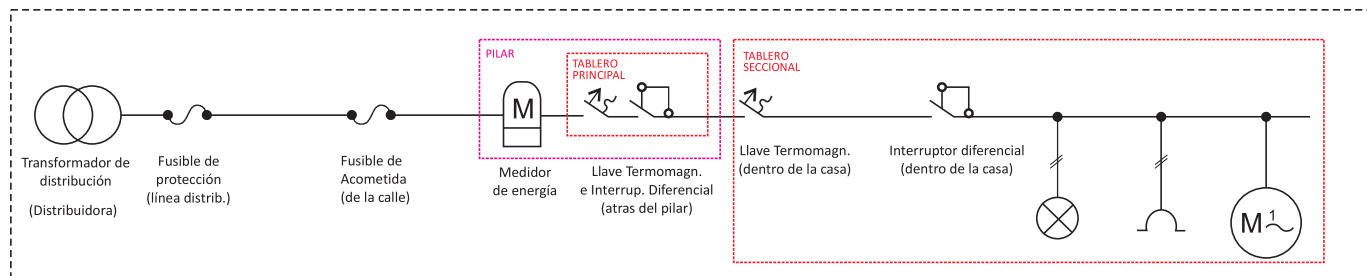
Secciones de cables utilizadas en instalaciones domiciliarias						
0,75 mm ²	1 mm ²	1,5 mm ²	2,5 mm ²	4 mm ²	6 mm ²	10 mm ²
						
Corriente que puede circular (A)						
3 A	6 A	12 A	18 A	24 A	31 A	50 A
Aplicaciones						
Veladores	–Prolongaciones	–Circuitos de –IUG	–Circuitos de –TUG –TUE –IUE	–Líneas Seccionales (secc mínima) –Aires Acondic.	–Línea Principal (secc mínima)	Línea Principal

1.10) Diagrama Eléctrico Unifilar

El diagrama unifilar es un dibujo donde se representa con símbolos eléctricos nuestra instalación eléctrica. Para ello se han puesto de acuerdo varios países en adoptar símbolos para representar determinados elementos de la instalación eléctrica. Por ejemplo

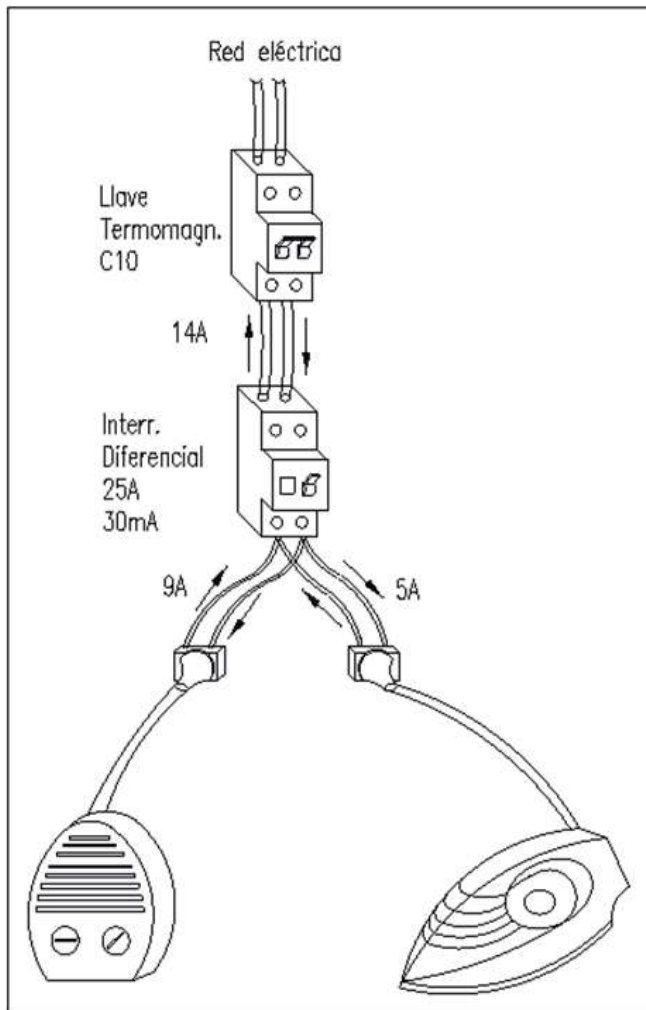


El diagrama eléctrico unifilar de toda la instalación es :



Luego veremos el diagrama unifilar de la instalación de nuestra casa exclusivamente

1.11) Sobrecarga en una Instalacion Eléctrica



Tomamos como ejemplo un circuito de tomacorrientes diseñado para 10 Amperes.

El valor de la llave termomagnética determina cual es la corriente nominal (C10), en este caso, es de 10 Amperes como máximo. El cable debe soportar una corriente mayor.

Enchufamos en forma simultánea:

- Un calientador de 2000W (consume 9 Amperes)
- Una plancha de 1200 W (consume 5 Amperes)

Por el circuito circularán $9A + 5A = 14A$

Es decir que circulará una corriente mayor a la nominal (10 Amperes)

Una sobrecarga se produce cuando en un circuito circula una corriente superior a la nominal

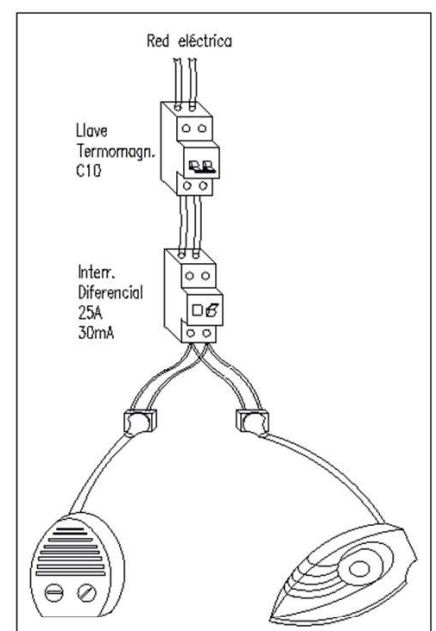
¡Esto hará que se calienten los cables, (sino actúan los elementos de protección) puede llevar a que se derritan la aislación de los cables, produciendo un incendio, cortocircuito ó un riesgo de electrocución, por la pérdida de aislación !

Para ello la sección de los cables deben soportar una corriente mayor que el calibre de la llave termomagnética.

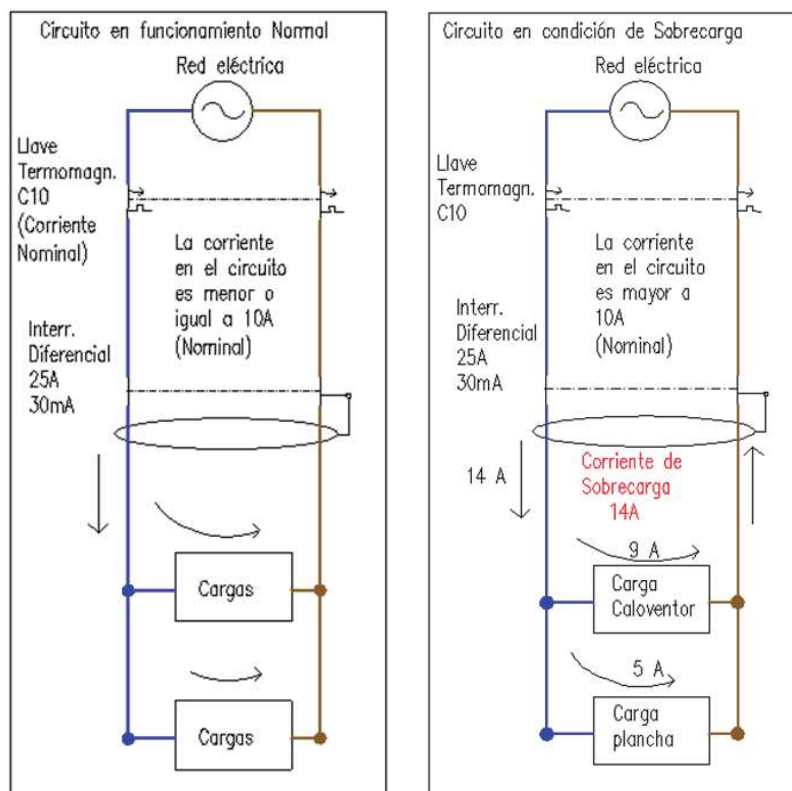
Bajo la condición de sobrecarga deberá actuar la Llave termomagnética (Mas adelante veremos cómo funciona), ahora podemos decir que al producirse una sobrecarga la llave actuará, desconectando la instalación, en este caso, se dice que: "saltó la térmica".

El tiempo que tarda la llave en actuar, depende en cuanto se supera el valor de la corriente nominal.

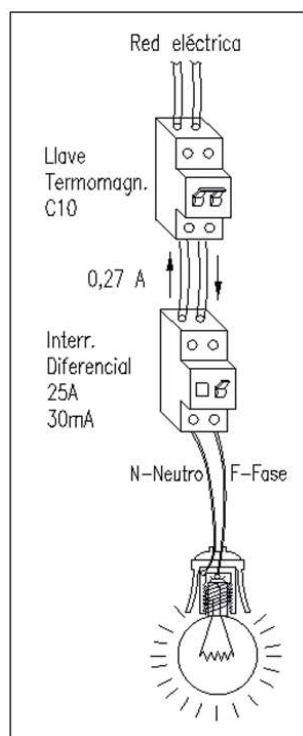
Este tiempo puede ser elevado, en este caso los 14 A referidos a los 10 A nominales, significan una sobrecarga del 40 %, por lo cual el tiempo de actuación puede ser de 70 minutos.



Ahora comparamos los circuitos cuando funcionan en forma Normal y cuando se encuentra en una condición de “sobrecarga”



1.12) Cortocircuito en una Instalación Eléctrica



Tomamos como ejemplo un circuito de iluminación diseñado para 10 Amperes. La capacidad de los cables y de la llave termomagnética soportan 10 Amperes como máximo.

Se instala un portalámparas, con una lámpara de 60 W

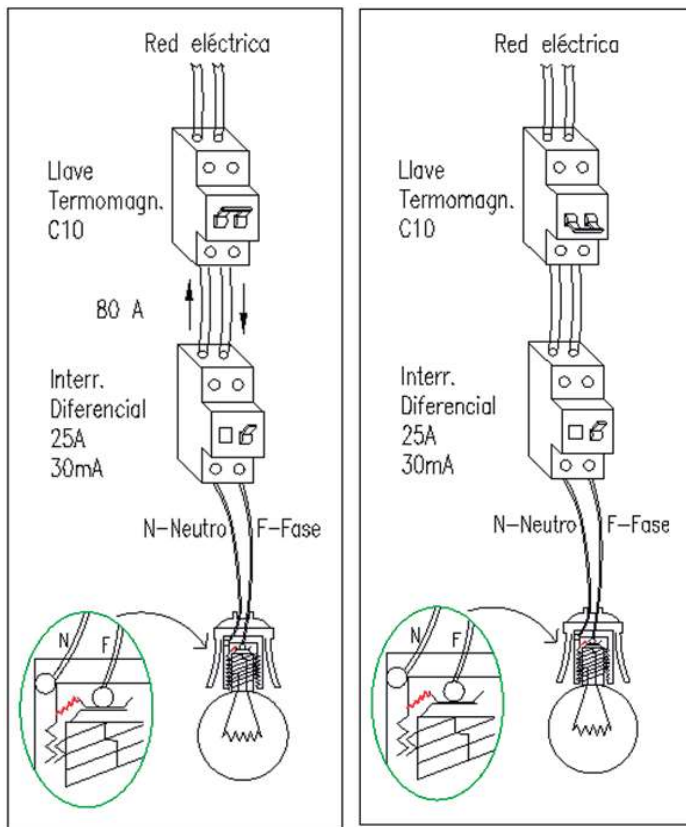
Por el circuito circulará
 $P = U \cdot I \quad I = P / U \quad I = 60W / 220V = 0,27 A$

En funcionamiento normal circulará una corriente de 0,27 Amperes

El portalámparas se pone en cortocircuito, uniéndose el conductor de Fase con el Neutro, a través de una resistencia casi cero (0).

Un cortocircuito se produce cuando se conectan 2 conductores entre los cuales hay una diferencia de tensión, a través de una resistencia muy baja, (prácticamente 0).

¡Esto hará circular una corriente muy elevada, que la instalación no está en condiciones de soportar. Para ello deben actuar los elementos de protección y evitar que se calienten los cables. En forma similar a la sobrecarga, puede llevar a un incendio, o un riesgo de electrocución.

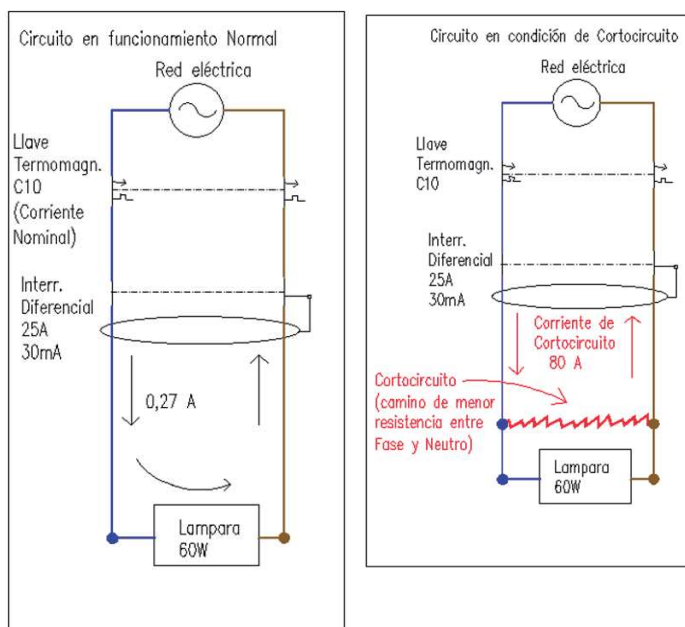


Ahora comparamos la instalación cuando se produjo una falla y luego que actuó el elemento de protección (Llave termomagnética)

En el instante en que se produce el cortocircuito la corriente puede crecer casi instantáneamente de 0,27 Amperes a 80 Amperes ó mas !!

En este caso actuará la llave termomagnética, desconectando el circuito

Ahora presentamos los circuitos eléctricos equivalentes en funcionamiento normal y en condición de cortocircuito



Cuando se produce el cortocircuito la corriente que circula se llama "corriente de cortocircuito"

Esta corriente depende de varios factores, entre ellos la sección y longitud de los cables donde se produce el cortocircuito.

También depende de la cercanía a las Fuentes de energía (Centrales Eléctricas), líneas de transmisión, potencia de los transformadores de distribución, la sección y longitud de los cables que traen la energía hasta nuestra casa.

A medida que nos acercamos a las Fuentes de Energía la Corriente de cortocircuito crece. Este tema lo veremos cuando expliquemos el Poder de ruptura de las llaves termomagnéticas.

1.13) Funcionamiento de las Llaves Termomagnéticas

Las llaves termomagnéticas, son elementos de maniobra y protección. Veremos ahora el funcionamiento como elemento de protección. Básicamente actúa protegiendo la instalación ante 2 fallas distintas

- Cuando se produce un cortocircuito
- Cuando se produce una sobrecarga

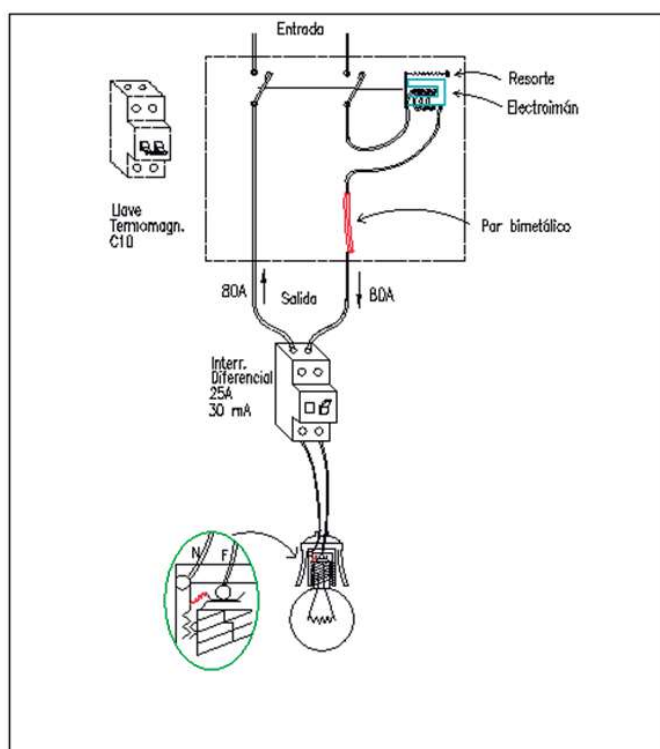
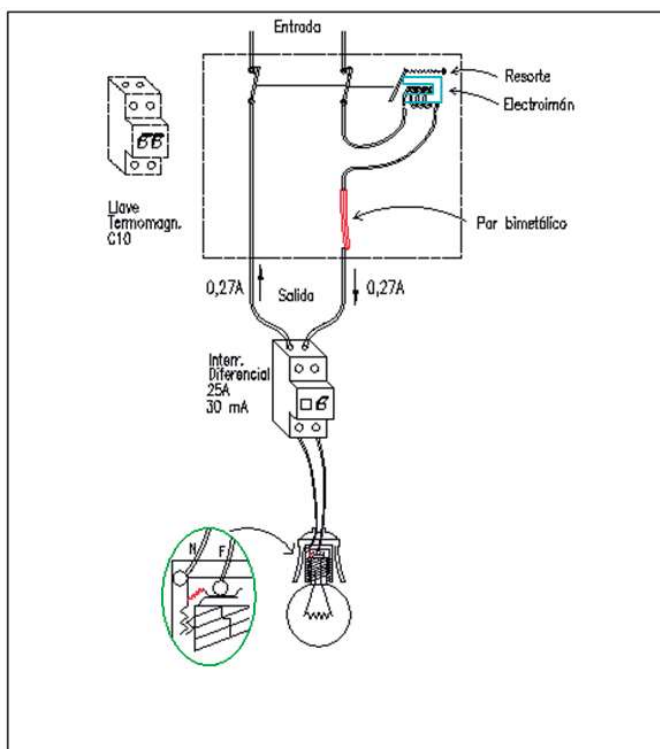
1.13.1) Desconexión por cortocircuito- actúa el electroimán

La desconexión por corrientes de cortocircuito se realiza a través de un disparador electromagnético (electroimán) que actúa en forma prácticamente instantánea, cuando la corriente que pasa por la llave es muy elevada frente a los valores nominales ("Corriente de cortocircuito").

El electroimán está diseñado de forma tal que cuando pasa la corriente de cortocircuito, la fuerza mecánica del electroimán es suficiente para liberar el mecanismo de palancas que tiene la llave y realizar la desconexión.

Cuando se produce un cortocircuito se produce en el interior de la llave un arco eléctrico, (chispa) por lo cual dicha llave tiene en su interior una cámara de extinción del arco.

Cortocircuito- Actúa el Electroimán



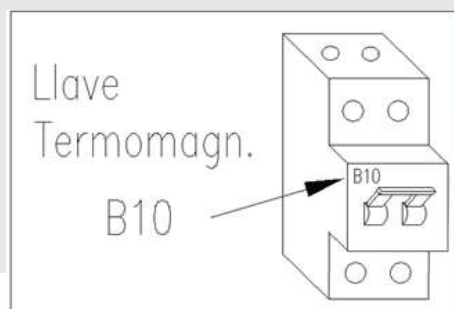
1.13.1.1) Tipos de actuación de las llaves termomagnéticas frente a un cortocircuito

Las normas de fabricación distinguen 3 tipos distintos de características de disparo magnético instantáneo, cuando se produce un cortocircuito de acuerdo al tipo de circuito a proteger. Por ejemplo:

Tipo B

El disparo Magnético se produce cuando la corriente de cortocircuito es entre 3 y 5 veces la corriente nominal.

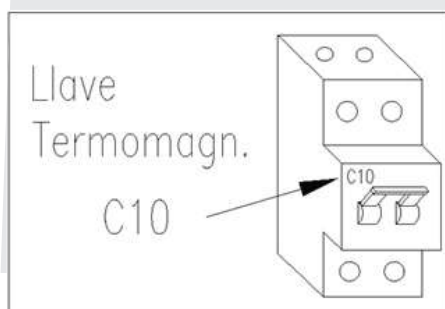
Se utiliza para protección de líneas donde los cables son extensos y no hay corrientes de arranque como motores, lámparas de descarga, etc.



Tipo C

El disparo Magnético se produce cuando la corriente de cortocircuito es entre 5 y 10 veces la corriente nominal.

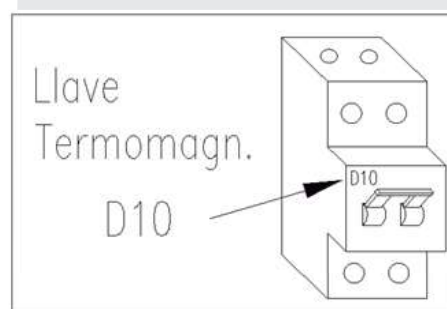
Se utiliza para la protección de motores eléctricos, lámparas de vapor de mercurio, sodio, lámparas incandescentes, etc.



Tipo D

El disparo Magnético se produce cuando la corriente de cortocircuito es entre 10 y 20 veces la corriente nominal.

Se utiliza para la protección de motores que tienen una corriente de arranque elevada, electroválvulas, transformadores, motores de gran potencia o de arranque directo de la red), etc.



La elección de un tipo particular de actuación, depende de los distintos equipos que alimentará dicha instalación eléctrica.

Cuando arranca un motor eléctrico trifásico, consume aproximadamente 6 veces la corriente que absorbe funcionando normalmente, por ejemplo un motor trifásico que consume 14 Amperes (10 HP), cuando arranca absorbe $14 \times 6 = 84$ Amperes, debido a ello cuando en la instalación existen cargas de motores, es necesario instalar TM con disparo C, como mínimo.

1.13.2) Desconexión por sobrecarga - actúa el par bimetálico

La desconexión por corrientes de sobrecarga se efectúa mediante un disparador térmico compuesto por un par bimetálico, que se deforma al calentarse durante cierto lapso de tiempo cuando es atravesado por la circulación de una corriente superior a la nominal (sobrecarga), esto hace accionar el mecanismo de desconexión.

Partimos de la figura N°1 donde se tienen 2 láminas metálicas distintas, cada metal dilata su longitud de una forma diferente ante el mismo calor recibido.

En la figura N°2 observamos a las 2 láminas de metal soldadas, cuando dichas láminas se exponen a una fuente de calor, como por ejemplo cuando circula una corriente por una resistencia (Efecto Joule) estas se dilatan de forma diferente, una de ellas se estirará mas que la otra (Ver sector sombreado en rojo de la Figura N°1). Como se encuentran soldadas, estas láminas se doblarán, como se observa en la figura N3. El par bimetálico es atravesado por la corriente que debe vigilar.

La corriente de sobrecarga que pasa por las láminas genera el calor suficiente para doblarlas y desconectar el circuito eléctrico. El tiempo que tarda en desconectar depende de la corriente de sobrecarga que atraviesa las láminas, cuanto mayor es la sobrecarga mas rápido actúa, si la sobre carga es de valor pequeño el tiempo de desconexión será mayor. Si tenemos una llave termomagnética de 10 Amperes, si circulan 20 Amperes, la sobrecarga es del 100 %, el tiempo de accionamiento será rápido, en cambio si circulan 15 Amperes la sobrecarga es del 50 % y el tiempo de accionamiento será largo alrededor de 1 hora.

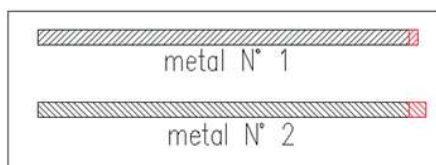


Figura N 1

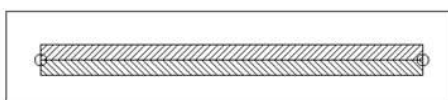


Figura N 2

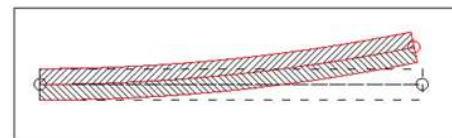
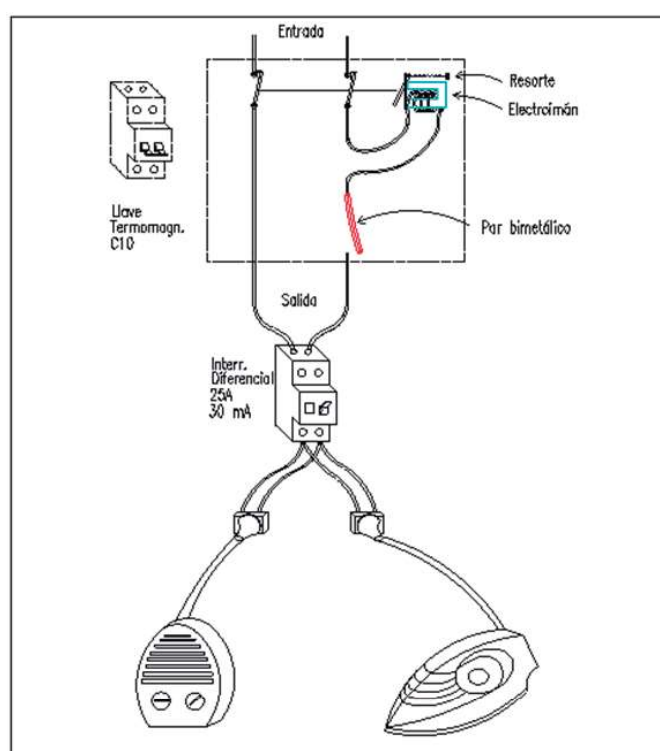
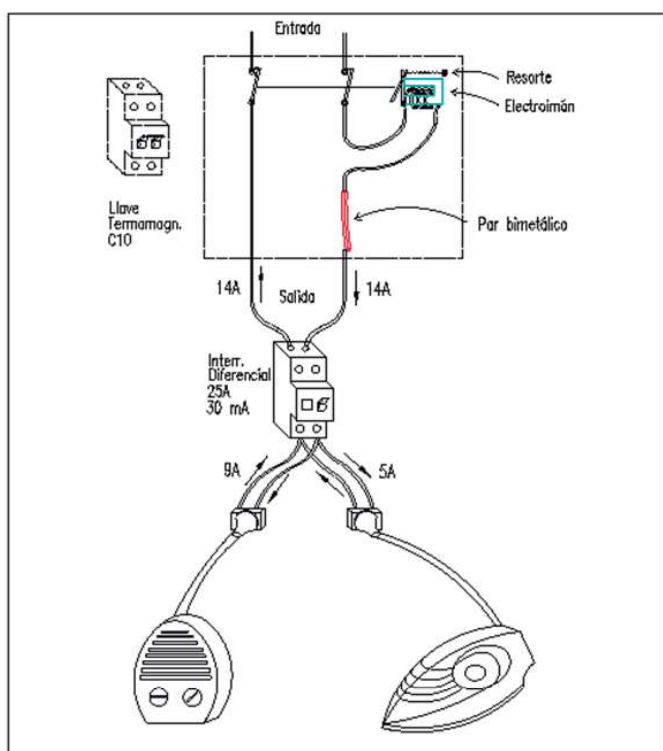


Figura N 3

Sobrecarga- actúa el par bimetálico

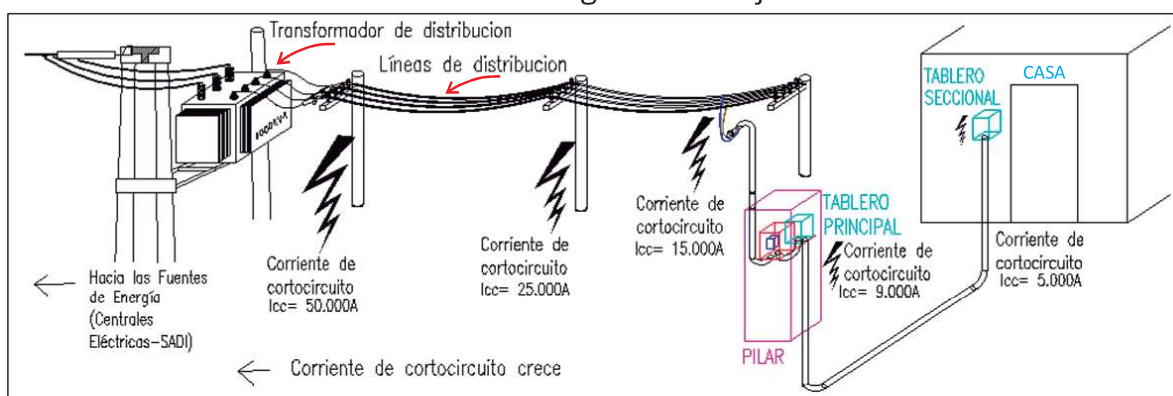


1.14) Poder de Ruptura

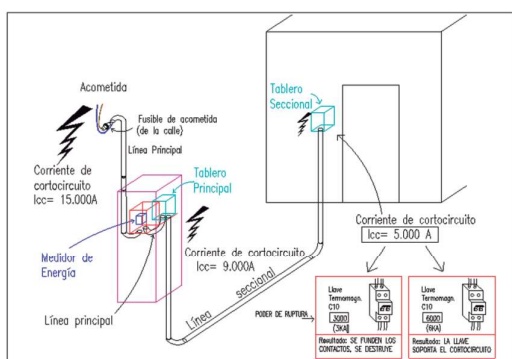
Los cables de alimentación por el cual nos llega la energía a nuestra vivienda provienen de una red eléctrica. La red eléctrica de Alta Tensión de la República Argentina se encuentra formada por un anillo en 500 KV, llamado SADI: Sistema Argentino de Interconexión. A dicha red se conectan las Centrales eléctricas (Fuentes de Energía), tales como Yaciretá, Chocón, Atucha, Dock Sud, etc. Luego desde el anillo se alimentan las ciudades. La energía que se produce en las Centrales Eléctricas se lleva hasta los centros de distribución con líneas de alta tensión, luego se reduce y distribuye a través de transformadores. El camino de la energía comienza en las Centrales eléctricas, luego líneas de transmisión, transformadores regionales, líneas de distribución, transformadores de distribución y luego la línea que conecta nuestra vivienda con la red. Cada uno de estos elementos tienen su resistencia o impedancia, que se suman en el camino desde las centrales eléctricas hasta nuestra casa. La cercanía a las fuentes de energía (Centrales Eléctricas), líneas de transmisión potencia de los transformadores de distribución, la sección y longitud de los cables que traen la energía hasta nuestra casa, condiciona el valor de la corriente de cortocircuito donde se produce el cortocircuito.

A medida que se suman mas impedancias, hacen disminuir la corriente de cortocircuito. A medida que nos acercamos a las Fuentes de Energía, vamos restando elementos a la instalación, de esa forma la impedancia va disminuyendo y esto hace que la Corriente de cortocircuito crezca. **El valor de la corriente de cortocircuito en la acometida de la instalación, necesario para elegir el poder de ruptura de las llaves termomagnéticas, es provisto por la Distribuidora de Energía.**

Veamos el siguiente dibujo



Ahora observamos la instalación hacia el interior de la casa

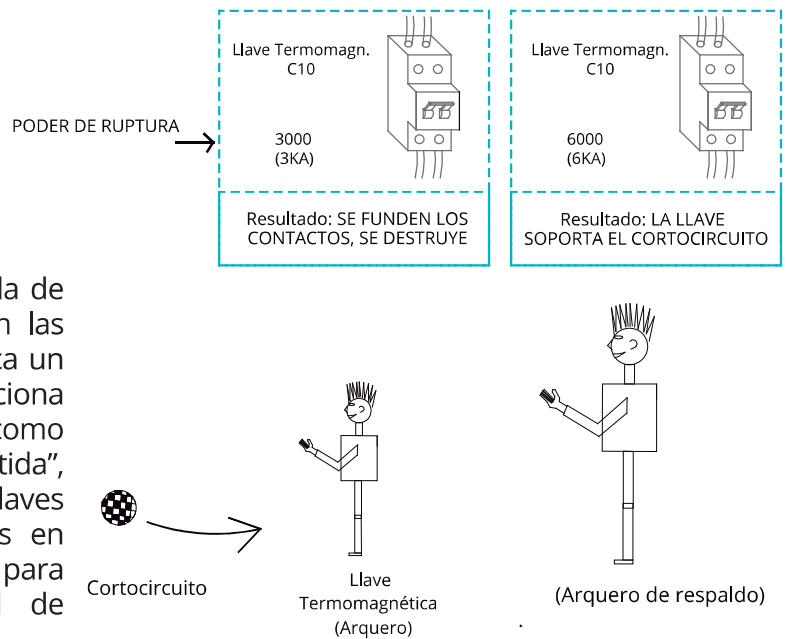


Cada llave termomagnética tiene indicado en el frente o lateral su poder de ruptura. El poder de ruptura es la corriente máxima que puede circular por los elementos de protección (Llave termomagnéticas, fusibles), sin que los mismos se destruyan.

En la figura anterior observemos el Tablero seccional, ubicado dentro de la casa, si dentro de este se produce un cortocircuito, se tocan Fase y Neutro, circulará una corriente de cortocircuito de por ejemplo 5000 Amperes! Si en ese Tablero se instalan llaves termomagnéticas con un poder de ruptura de 3000 A (3KA), dicha llave se destruirá, se funden los contactos y no despeja la falla. Debido a que la corriente que atraviesa es mayor a la máxima que puede soportar.

Ahora si se instala una llave con poder de ruptura de 6000 (6KA), dicha llave podrá abrir el cortocircuito sin destruirse. Esto se debe a que la corriente que atraviesa la llave es menor a la máxima posible

Es decir que la llave termomagnética debe tener un poder de ruptura superior (para el ejemplo mostrado 6000 A) a la corriente de cortocircuito (para el ejemplo, 5000 A) de la instalación para que la misma no se destruya



El primer elemento que debe despejar la falla de cortocircuito es la llave termomagnética. En las instalaciones eléctricas domiciliarias se coloca un fusible con alta capacidad de ruptura, que funciona como protección de respaldo. Se conoce como fusible de protección de entrada "acometida", ubicado generalmente en la calle. Las llaves termomagnéticas de baja tensión utilizadas en instalaciones domiciliarias, suelen fabricarse para corrientes entre 5 y 125 A, capacidad de cortocircuito nominal menor a 25 kA

TIPOS DE LLAVES TERMOMAGNÉTICAS

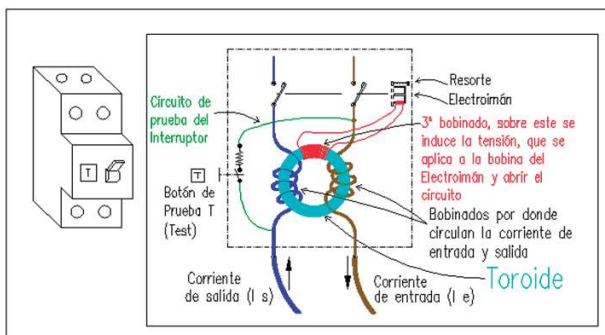
Según el numero de polos, se clasifican en: unipolares, bipolares, tripolares y tetrapolares. Estos últimos se utilizan para redes trifásicas con neutro.

VALORES NORMALIZADOS DEL PODER DE RUPTURA DE LAS LLAVES TERMOMAGNÉTICAS

Los valores de fabricación más utilizados de la corriente máxima que pueden cortar, ante un cortocircuito, son: 1,5kA (1500A); 3(3000A); 4,5(4500A); 6(6000A); 10(10000A); 20(20000A); y 25(25000A) kA.

1.15) Funcionamiento de un Interruptor Diferencial

El interruptor diferencial es un elemento de maniobra y protección que tiene como función desconectarse cuando se produce una falla en la aislación de la instalación eléctrica. En este caso alguna de sus fases se pone a tierra directamente o indirectamente, en la instalación que se encuentra conectada abajo del interruptor diferencial. El funcionamiento del interruptor diferencial se basa en comparar la corriente que entra al diferencial con la corriente que sale del mismo.



En su interior se encuentra un núcleo de material ferromagnético, en forma toroidal. En dicho toroide se arrollan 2 bobinados por los cuales circulan la corriente de entrada y la corriente de salida. Cuenta con un dispositivo mecánico que mueve a los contactos del interruptor.

Se utiliza la fuerza de un electroimán para mover dichos mecanismos. Posee un 3° arrollamiento en el cual se induce una tensión cuando hay una falla de aislación. Si la tensión generada en el 3° bobinado es suficiente para mover el electroimán que opera sobre el mecanismo de la llave, esto hará actuar ("saltar") el interruptor.

Incluye un *circuito de prueba del interruptor, para verificar el funcionamiento*, compuesto una resistencia interna junto a un pulsador (T). Este circuito se encuentra conectado entre el conductor de línea ubicado aguas arriba del interruptor y el conductor de neutro ubicado aguas abajo del interruptor, y de esta forma hacer circular una corriente que pasa por el circuito de prueba, y solo atraviesa el bobinado de la corriente de salida, creando un campo magnético en el interior igual que cuando se produce una falla de aislación en la instalación, haciendo que dispare el interruptor.

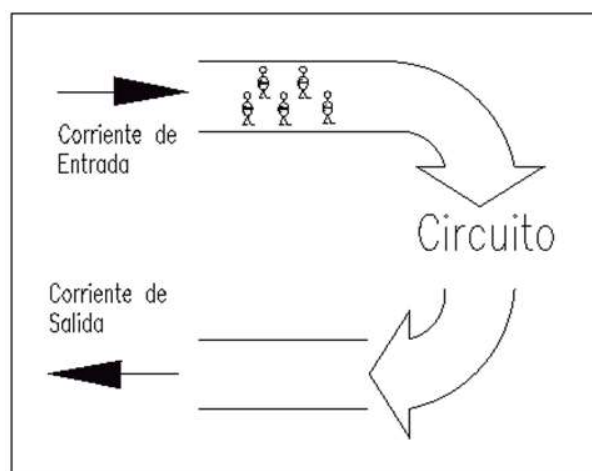
Este circuito produce el mismo efecto que una falla real, probando el funcionamiento del interruptor. Cuando se pulsa el botón T (Test) se cierra el circuito y produce la simulación de la falla. Cada fabricante sugiere en que tiempo debe ser probado el interruptor diferencial, mensualmente, trimestralmente, semestralmente, etc. ***Si al oprimir el botón T (test), el interruptor no se dispara, es que el mismo está dañado y debe ser reemplazado!***

Los interruptores diferenciales NO están diseñados para abrir instalaciones donde se produce un cortocircuito, debido a ello en el circuito donde se instale el interruptor diferencial deberá contar con llaves termomagnéticas y fusibles!!.

Existen 2 estados:

1.15.1) Cuando la instalación eléctrica se encuentra en condiciones óptimas

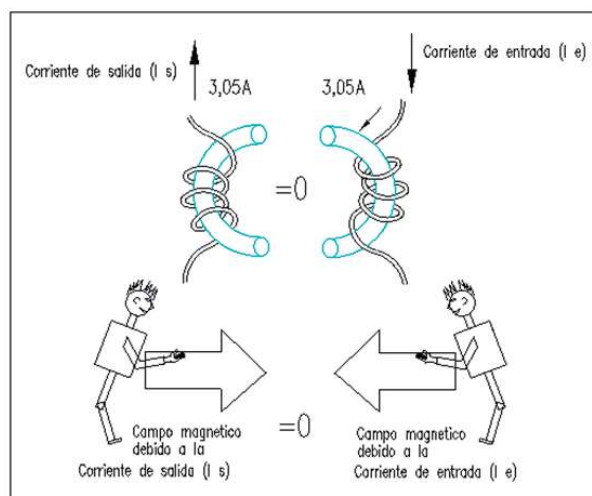
Instalación eléctrica en condiciones óptimas. La corriente que entra al circuito, es igual a la corriente que sale.



La corriente de Entrada (I_e) produce a través un bobinado, un campo magnético, en el interior del toroide.

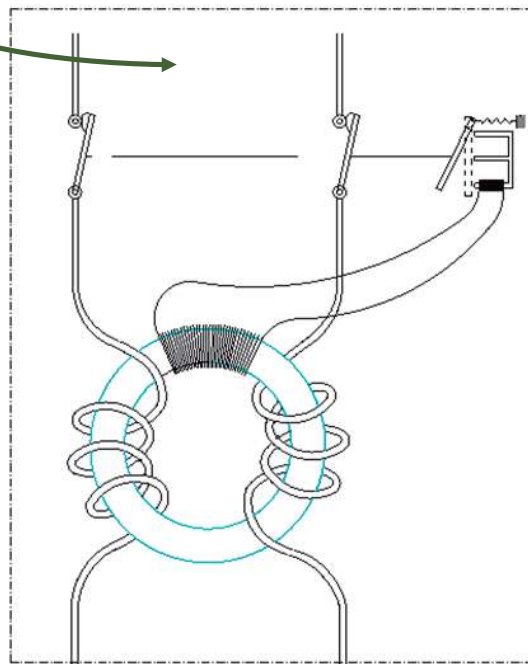
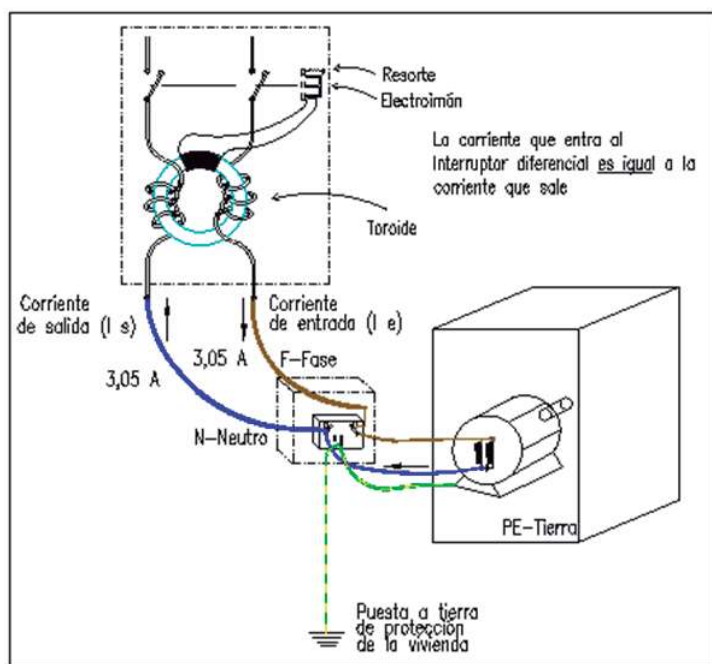
La corriente de Salida (I_s) a su vez produce a través del otro bobinado, un campo magnético. Este último bobinado se encuentra se encuentra arrollado al revés que el bobinado de la I_e .

Cuando ambas corrientes son iguales, la corriente que entra, es igual a la corriente que sale, los campos magnéticos se cancelan entre si y el resultado es 0.



Interior del Toroide

En condiciones de funcionamiento normal

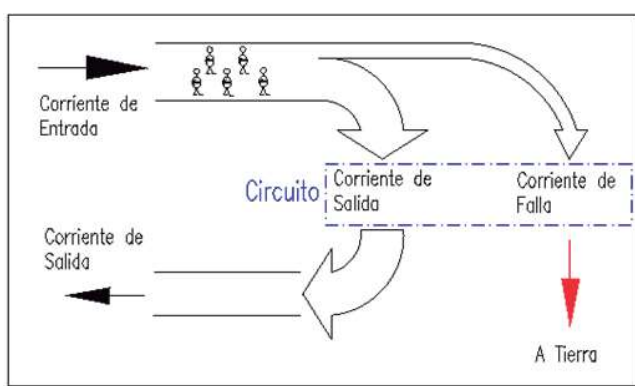


Cuando una instalación eléctrica se encuentra en condiciones óptimas y funciona normalmente la corriente va y vuelve entre los cables de Fase y Neutro, para el ejemplo arriba la corriente es de 3,05 A.

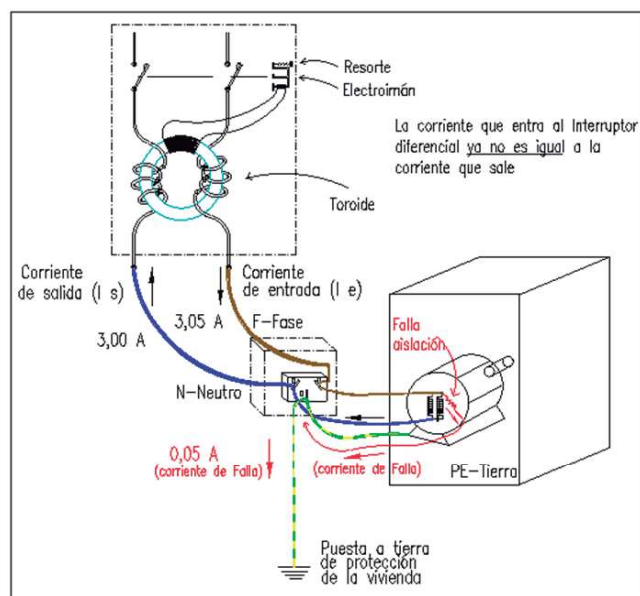
1.15.2) Cuando la Instalación Eléctrica tiene una falla de aislación (Pérdidas)

Instalación eléctrica con falla de aislación

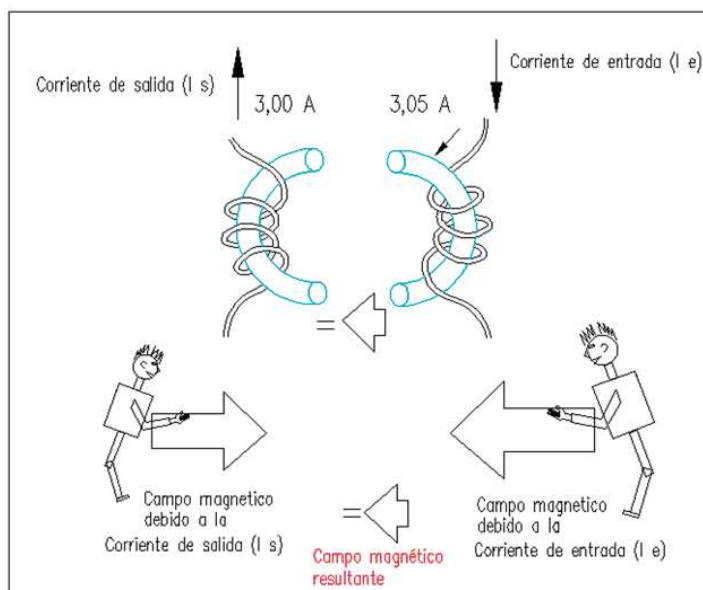
Si hay una falla en la aislación de la instalación eléctrica la corriente que entra, una parte circula por las cargas de consumo y otra parte se deriva de Tierra como corriente falla. Debido a ello la corriente de entrada es mayor a la corriente de salida, porque una parte de la corriente de entrada se deriva por la falla.



Al existir un campo magnético resultante, en el interior del toroide, se inducirá una tensión, en el 3° bobinado Si la tensión que se induce es suficiente para mover el electroimán, se desconectará el interruptor.



La corriente de Entrada (I_e) produce a través un bobinado, un campo magnético. La corriente de Salida (I_s) producirá a través otro bobinado, otro campo magnético. Como ahora las corrientes ya NO son iguales la corriente de entrada será mayor la corriente de salida, los campos magnéticos producidos en el interior del toroide ya NO se cancelan entre si sino que habrá un campo resultante.



Cuando se produce una falla de aislación en alguna parte de la instalación, conectada abajo del interruptor diferencial, (en este caso en el motor del lavarropas) la corriente de entrada que ingresa al circuito (3,05A), una parte vuelve como corriente de salida (3,00A) y otra parte se deriva por la falla de aislación (como Corriente de Falla, 0,05A) a Tierra, a través de la instalación de Puesta a Tierra de la vivienda.

Entonces la corriente de salida es menor que la corriente de entrada.

El campo magnético resultante inducirá una tensión en el 3er bobinado que hará circular una corriente por el electroimán. Cuando la corriente de falla alcance y/o supere el valor de $I_{\Delta n}$, el electroimán tendrá la fuerza suficiente para desconectar el interruptor.

1.15.3) Tipos de Interruptores Diferenciales

Existen 3 tipos de interruptores diferenciales en los cuales los mecanismos de desconexión operan ante distintas corrientes de falla. La corriente de falla a la cual actúa el interruptor se representa como $I_{\Delta n}$:

$I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ - El interruptor abre el circuito cuando la corriente de falla es de 30 Miliamperes (mA)

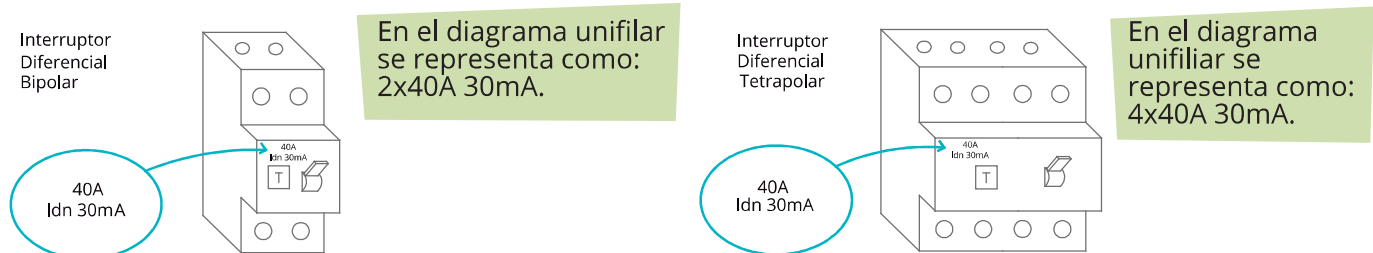
$I_{\Delta n} = 100 \text{ mA}$ - El interruptor abre el circuito cuando la corriente de falla es de 100 Miliamperes (mA)

$I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$ - El interruptor abre el circuito cuando la corriente de falla es de 300 Miliamperes (mA)

Si el interruptor es bipolar, para circuitos monofásicos, se hace atravesar la corriente de fase y neutro. En cambio si el interruptor es Tetrapolar, para circuitos trifásicos se hacen atravesar las 3 corrientes de fase y la corriente de neutro.

1.15.3.1) Interruptores diferenciales que se utilizan para proteger la vida (usados en los domicilios y fábricas)

De los 3 tipos de interruptores diferenciales mencionados, solo es el que tiene una corriente de fuga $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ es el que protege la vida en caso de una falla de aislación que ponga en riesgo la vida humana.



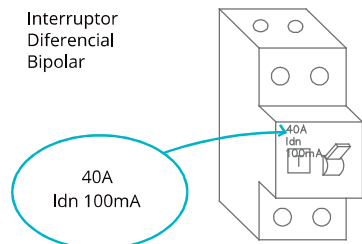
Los interruptores diferenciales Bipolares (Fase y Neutro) que actúan por una corriente de fuga de 30 mA son los únicos que protegen la vida humana, en un circuito monofásico.

Los interruptores diferenciales tetrapolares (Fase R, Fase S, Fase T y Neutro) que actúan por una corriente de fuga de 30 mA son los únicos que protegen la vida humana en un circuito trifásico.

En los casos mostrados la corriente nominal es de 40 Amperes (40 A). Los valores normalizados de corriente nominales de los interruptores diferenciales son 25, 40, 63, 80 100 y 125 Amperes.

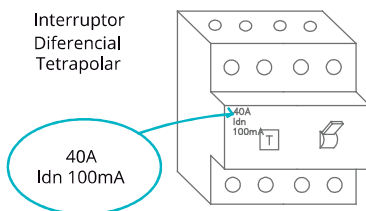
1.15.3.2) Interruptores diferenciales que se utilizan para prevenir incendios de origen eléctrico

Los interruptores que tienen $I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$ se los utilizan para otros fines que NO es proteger la vida. Se los instala en las líneas seccionales, en grandes motores, etc. para detectar perdidas de aislación, que hagan circular corrientes de fuga de 100 mA ó mayores. De esta forma desconectan una instalación que tiene una corriente de fuga que puede ocasionar un incendio.



Los interruptores diferenciales que actúan por una corriente de fuga de 100 mA se los utiliza fundamentalmente en la industria para proteger a las instalaciones de los incendios de origen eléctrico, en un circuito monofásico.

En el Diagrama unifilar se representa como: 2x40A - 100mA.



Los interruptores diferenciales que actúan por una corriente de fuga de 100 mA se los utiliza fundamentalmente en la industria para proteger a las instalaciones de los incendios de origen eléctrico, en un circuito trifásico.

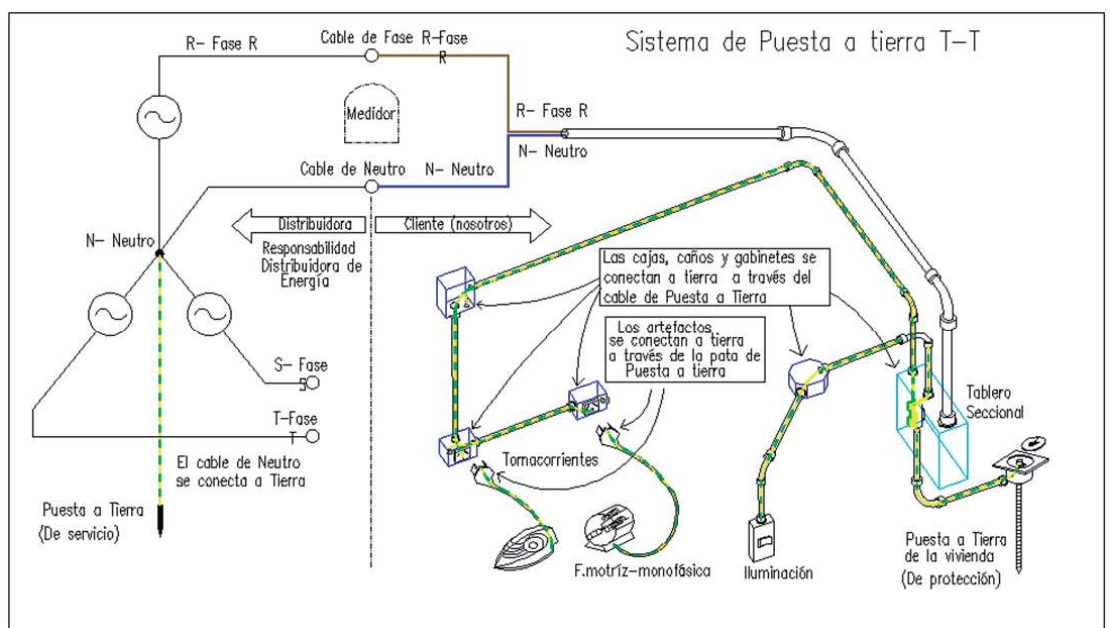
En el diagrama unifilar se representa como: 4x40A - 100mA.

Estos interruptores NO SIRVEN para proteger a las personas de las fallas de aislación !

1.16) Sistema de Puesta a Tierra T-T (Autorizados para viviendas)

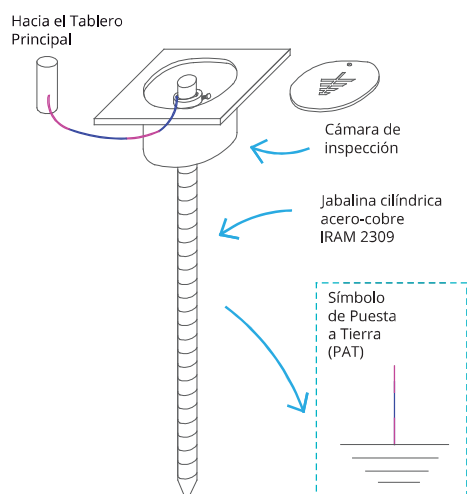
El sistema de puesta a tierra que se utiliza en una casa es el llamado T-T, donde el Centro de estrella del Transformador de distribución se pone a Tierra (Distribuidora de Energía).

La vivienda cuenta con otra puesta a tierra, con jabalina, a donde se conectan las carcasas metálicas de la casa.



Se deben conectar todas las partes metálicas de la instalación desde los gabinetes usados para Tableros, cajas octogonales, cajas de paso, y la pata de Tierra de los tomacorrientes.

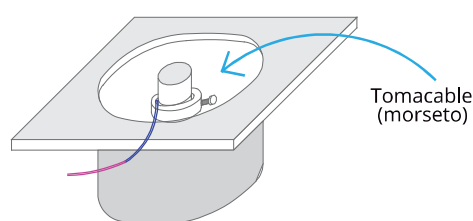
1.16.1) Electrodo Utilizados (Jabalinas)



El sistema de puesta a tierra tiene como objetivo brindar seguridad a la instalación eléctrica, por medio de conectar todas las partes metálicas de la instalación a Tierra, ofreciéndole a la corriente de falla, un camino de circulación.

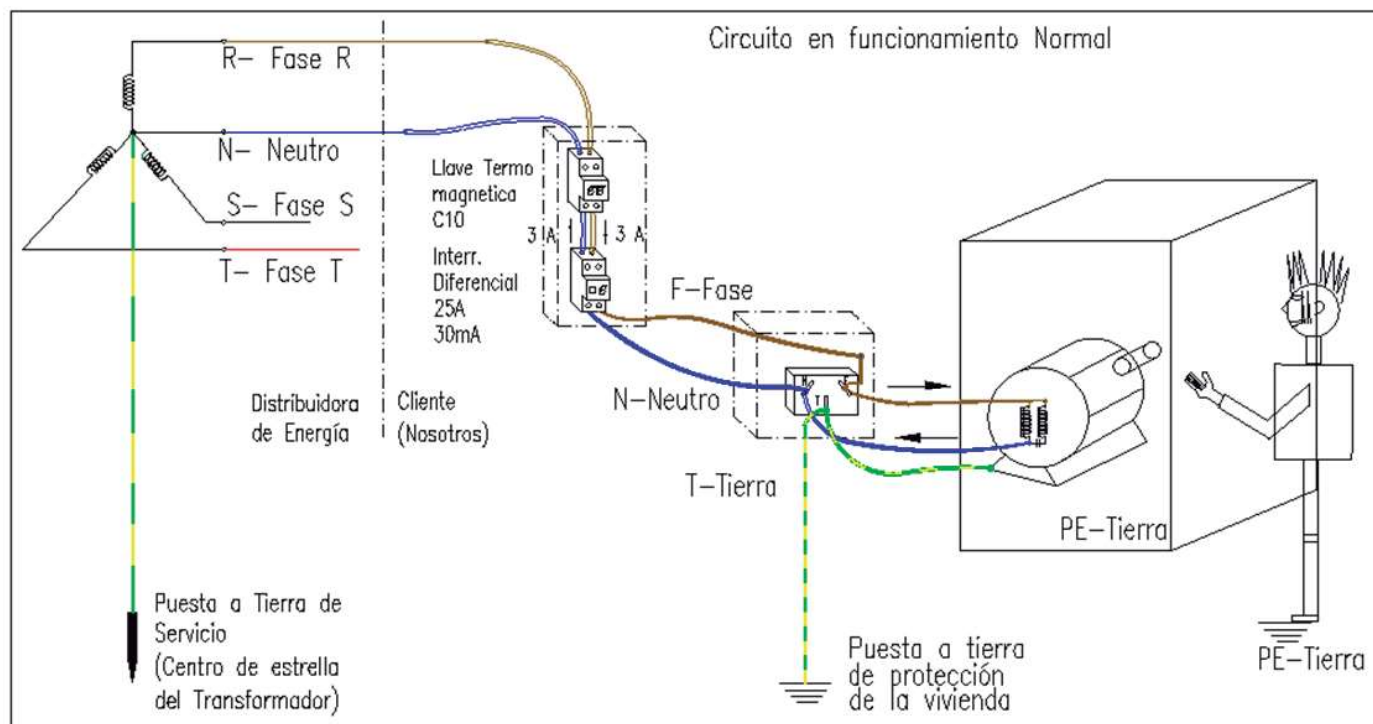
Para instalaciones domiciliarias, el Sistema de puesta a tierra utilizado es el conocido como T-T. Se construye hincando (clavando) jabalinas de acero cobreada de longitud y diámetro, y cantidad debe ser determinada por un proyectista eléctrico, teniendo en cuenta la resistividad eléctrica del suelo (Método Wenner, etc).

La Puesta a Tierra tiene una resistencia que depende del tipo de terreno donde se hincó la jabalina y debe ser medida con un telurímetro (Aparato para medir la resistencia de puesta a tierra de las instalaciones)

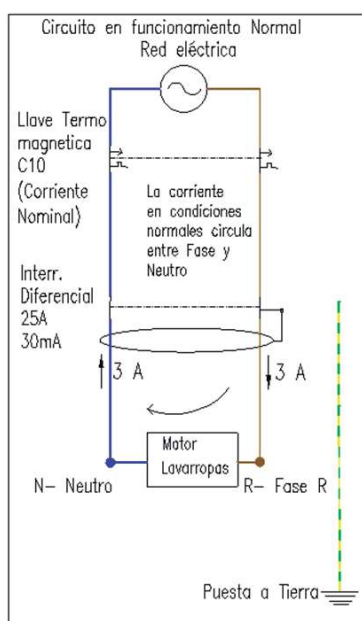


La medidas de las jabalinas van de 1,5 – 2 - 2,5 - 3 mts. de largo. Una vez hincada las jabalinas, se le introduce el tomacable (morseto), y luego se enhebra el cable de color verde-amarillo que se utiliza para puesta en tierra, previamente pelando el sector que va a quedar en contacto con la jabalina. Al apretar el tornillo que forma parte del morseto se logra crear una unión galvánica firme entre el cable verde-amarillo y la jabalina.

1.17) Instalación Eléctrica Segura

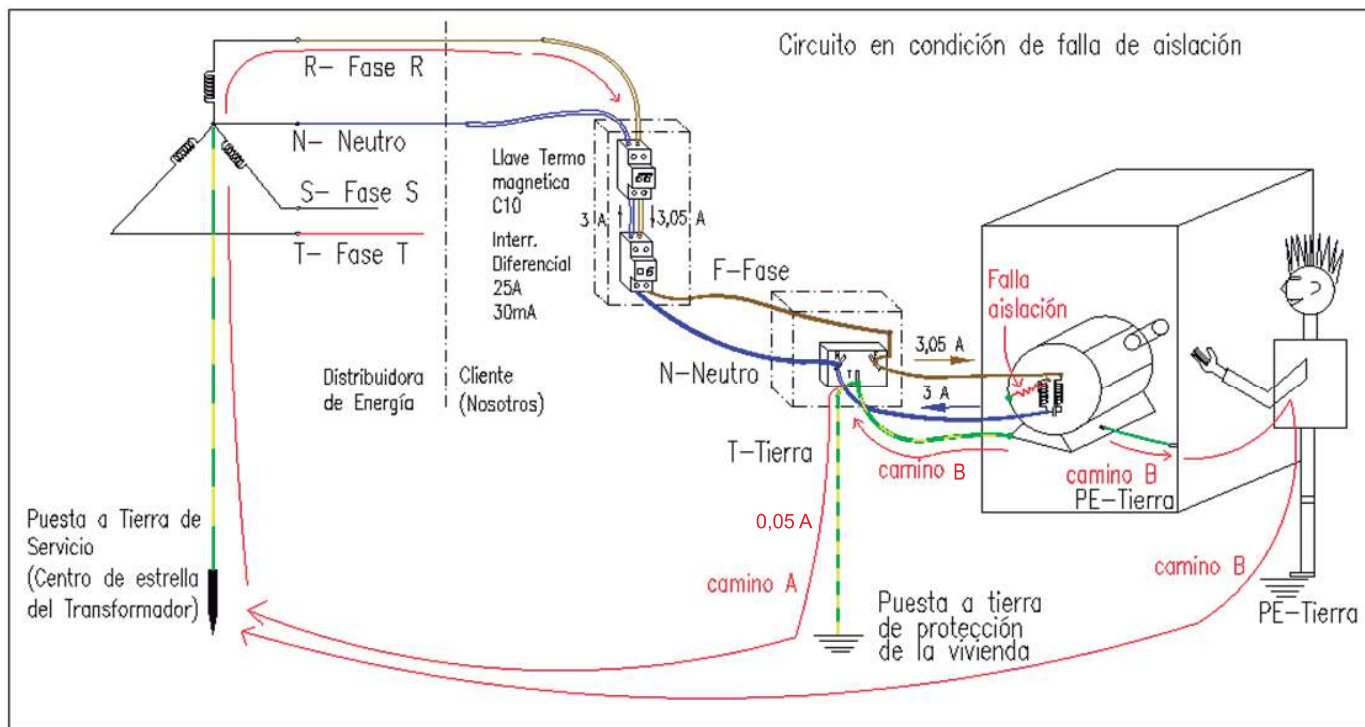


La instalación eléctrica segura debe tener instalado el Interruptor Diferencial y la conexión de Puesta a Tierra de **todas** las partes metálicas de la instalación. Estas 2 medidas sumadas al diseño de acuerdo a la Normativa vigente del país, son la base para tener seguridad en las instalaciones eléctricas. De esta forma una persona si toca la carcasa de un electrodoméstico como es el lavarropas cuando este tenga una falla de aislación, no haya una descarga eléctrica que atravesase el cuerpo que ponga la vida en riesgo.

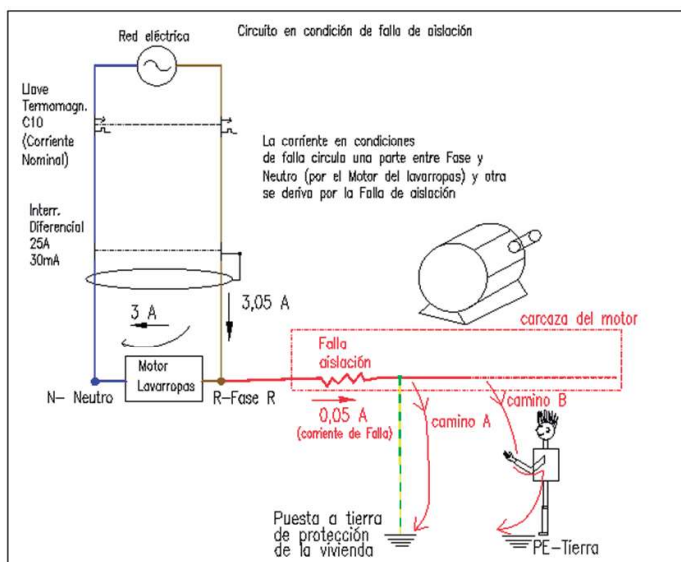


En funcionamiento normal no hay circulación de corriente por la Puesta a Tierra

Al producirse una falla de la aislación, circulará una corriente de falla.... .



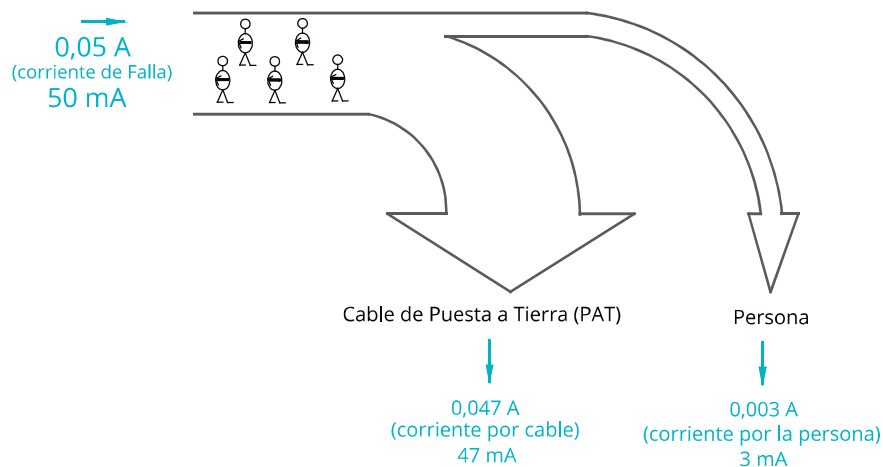
Cuando se produce una falla en la aislación, circula una corriente desde la Fase a tierra. Esta corriente tiene 2 caminos para tomar, un camino A es a través de la conexión a tierra de la carcasa y luego de la carcasa por el cable de tierra (verde-amarillo) al enchufe y de allí a la jabalina (puesta a tierra de protección).



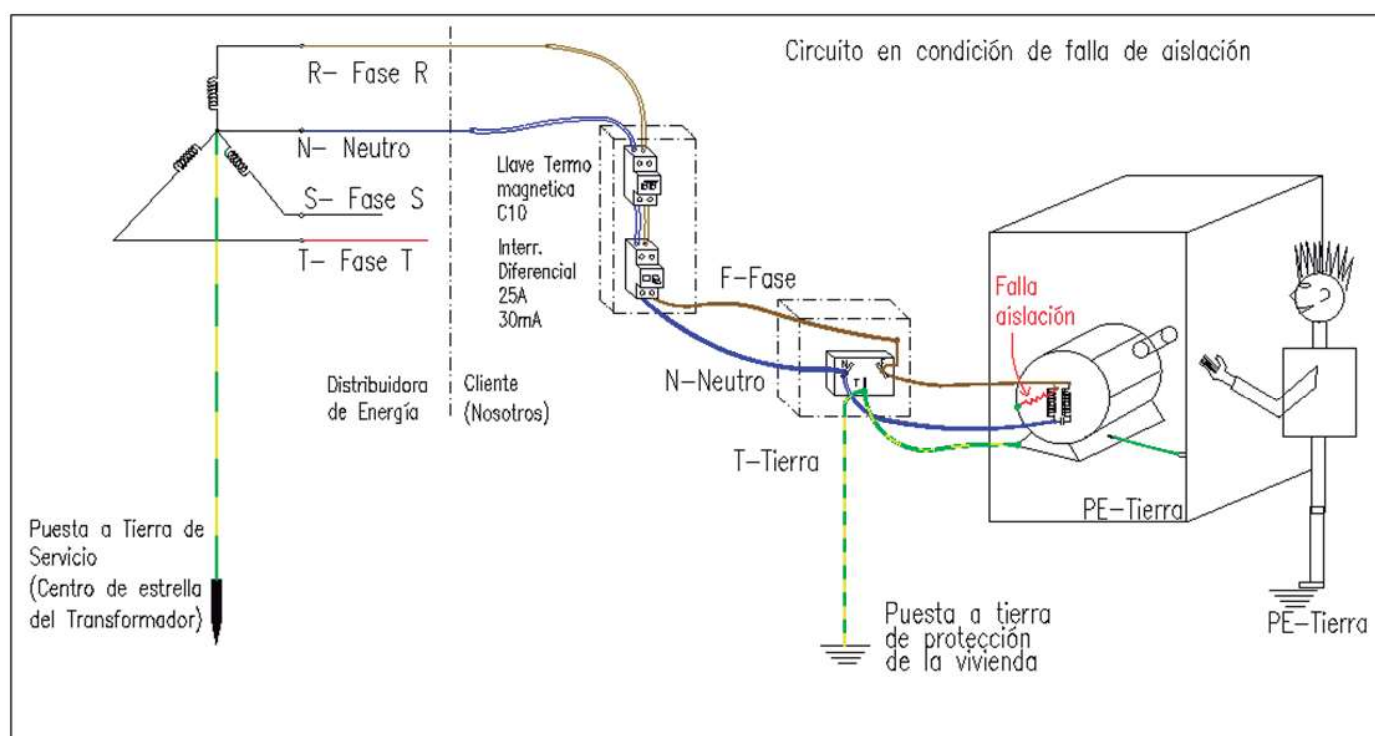
El otro camino B, es a través del cuerpo de la persona que tocó el lavarropas, en el momento en que falló la aislación.

La corriente circula por el camino de menor resistencia. Si comparamos la resistencia del camino A (conexión de la carcasa al cable de tierra(verde-amarillo) de la instalación de la casa, que luego se conecta a la jabalina) con la resistencia del camino B (cuerpo), el camino A tiene mucho menos resistencia, por eso la corriente circula por los cables de puesta a tierra, y casi no circula corriente por el cuerpo, protegiendo a la persona.

La corriente de Falla se deriva en su mayor parte por el Cable de Puesta a Tierra, y una pequeña porción atraviesa el cuerpo de la persona



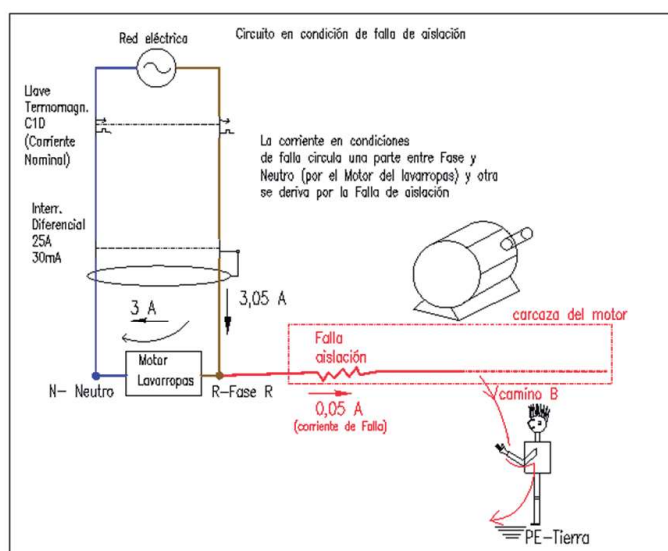
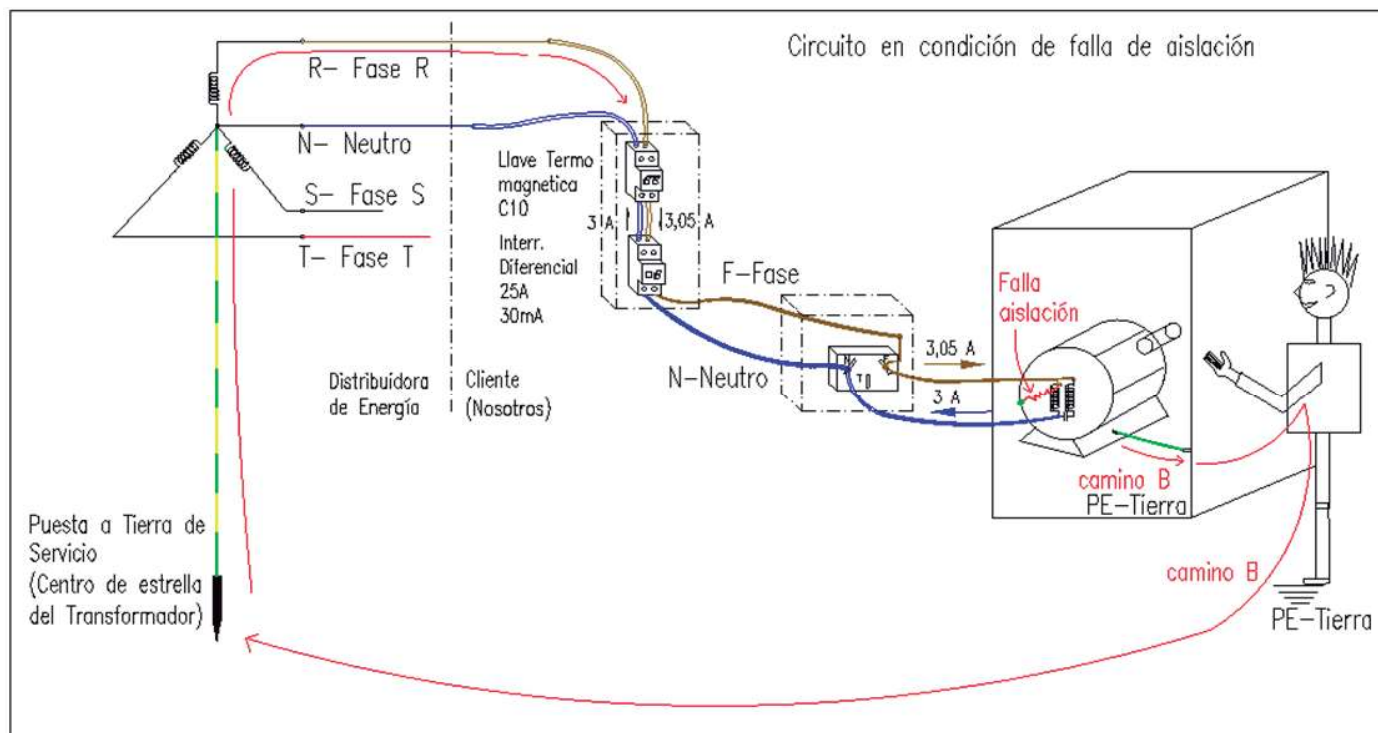
Casi instantáneamente actuará el interruptor diferencial... .



1.18) Ahora veamos en que se diferencia una instalación eléctrica que no es segura

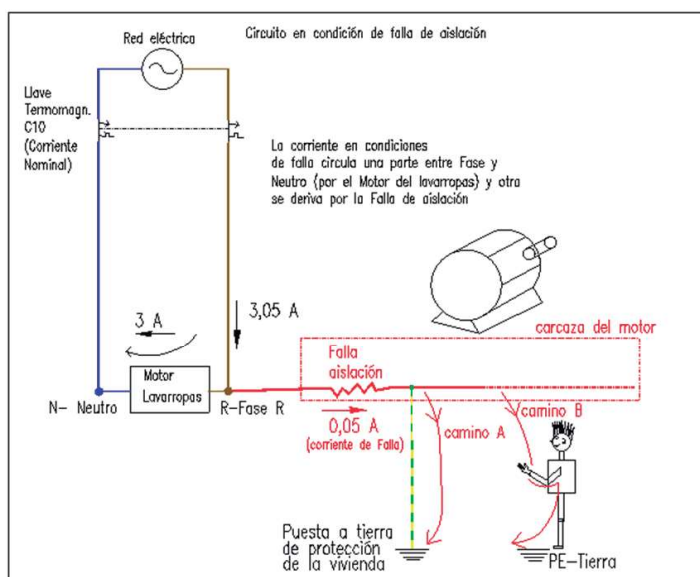
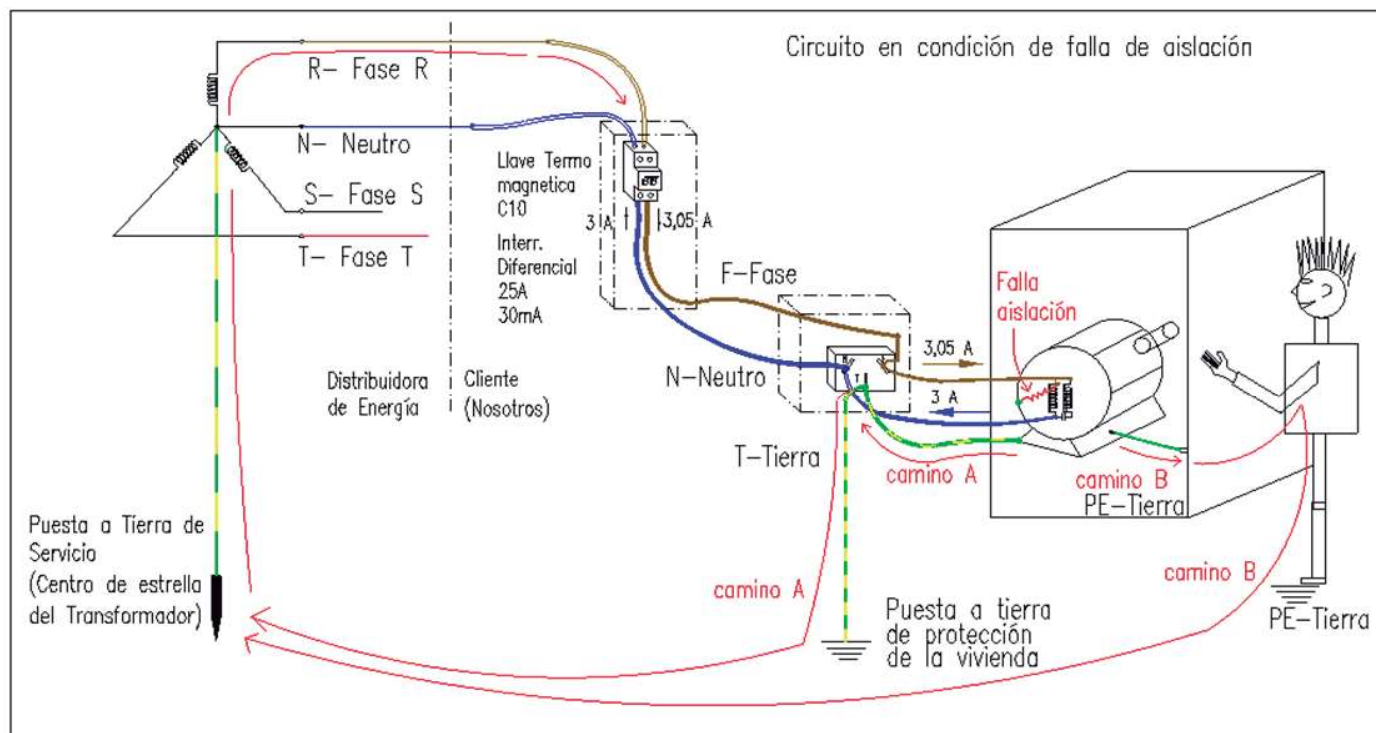
1.18.1) Instalación eléctrica sin conexión de puesta a tierra

Comenzamos con una instalación eléctrica que no tiene conexión de puesta a tierra



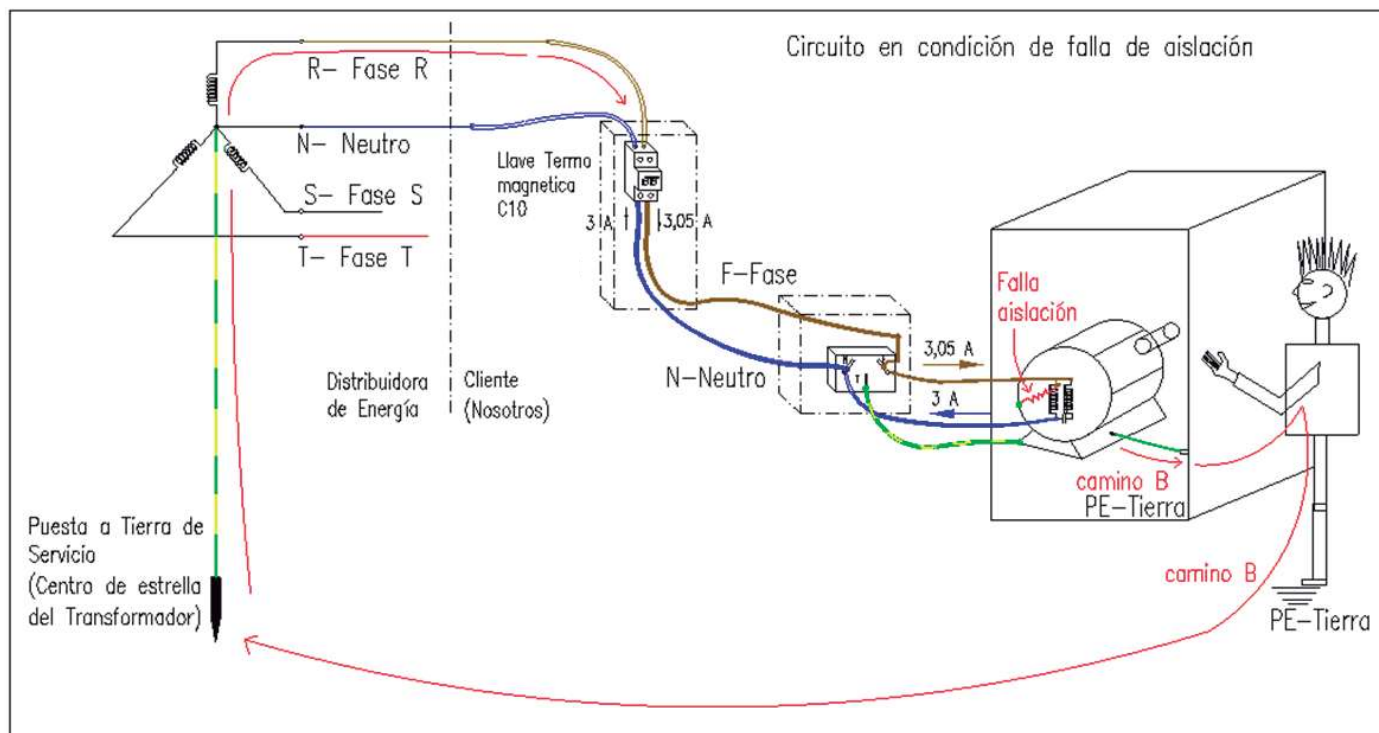
Ahora solo nos queda el camino B, es decir que cuando hay una falla de aislamiento, circulará corriente por el cuerpo de la persona, la única protección es que la corriente que atraviese el cuerpo sea mayor a 30 miliamperes (30mA) y haga actuar el interruptor diferencial.

1.18.2) Instalación Eléctrica sin Interruptor Diferencial



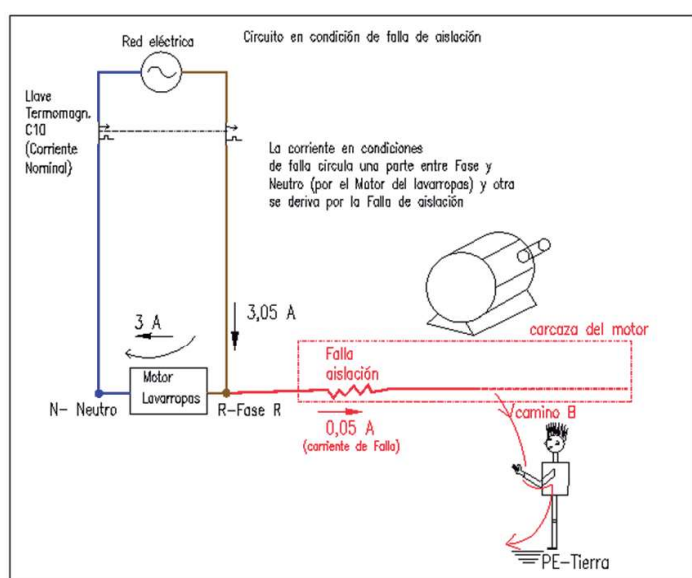
En este caso la corriente puede circular por el camino A y por el camino B, donde al no haber interruptor diferencial, no habrá ningún aparato que desconecte la instalación si la corriente de falla supera a 30 miliamperes .

1.18.3) Instalación Eléctrica sin conexión de puesta a tierra ni Interruptor Diferencial



Esta es la instalación eléctrica mas insegura, dado que no tiene ni interruptor diferencial ni puesta a tierra.

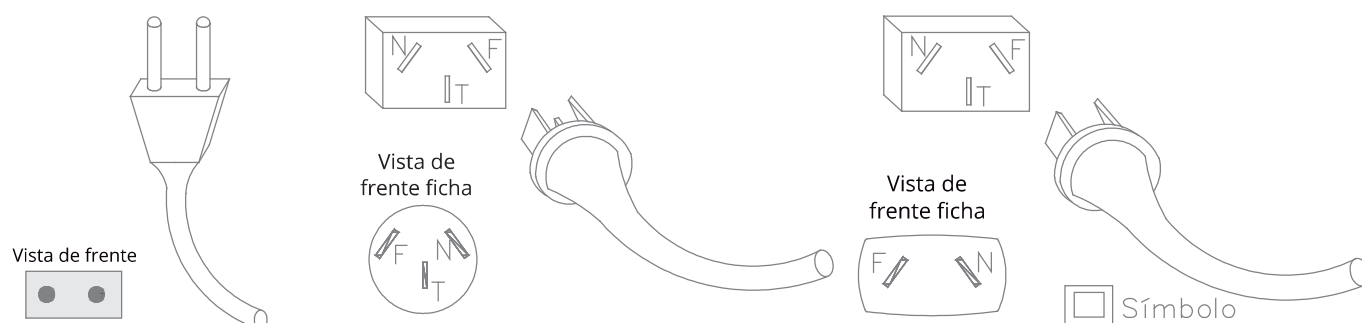
UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA QUE TIENE INSTALADA UNA LLAVE TERMOMAGNÉTICA, PERO NO TIENE INTERRUPTOR DIFERENCIAL NI PUESTA A TIERRA NO PROTEGE DE LAS FALLAS DE AISLACIÓN Y LAS PERSONAS SE PUEDEN ELECTROCUTAR!!



Esta es la instalación eléctrica mas peligrosa ya que no cuenta con puesta a tierra ni interruptor diferencial.

En caso de haber una falla de aislación la corriente circulará únicamente por la persona, sin que exista el interruptor que desconecte la instalación cuando la corriente de falla supere el valor de 30 miliamperes , poniendo en riesgo la vida.

1.19) Fichas de Tomacorrientes seguras, y no seguras



Ficha Espiga

Los enchufes “espigas” todavía se utilizan en máquinas antiguas, aunque se busca dejar de usarlos porque no contribuyen a la seguridad eléctrica, ya que no tienen el cable de puesta a tierra.

Tampoco son “polarizados”, esto quiere decir que se pueden enchufar de 2 formas distintas, cambiando a posiciones fase y neutro. Hoy estas fichas NO están permitidas.

Ficha 2 P+ T

Los enchufes polarizados contribuyen a la seguridad eléctrica.

Tienen el cable de puesta a tierra. Son polarizados, se pueden enchufar de una sola forma.

Mirando el tomacorriente (pared) de frente el conductor de fase (F) debe estar a la derecha y el conductor de neutro (N) debe estar a la izquierda.

Estas fichas son las únicas permitidas actualmente.

Ficha 2 P (doble aislación)

Los artefactos identificados con el símbolo



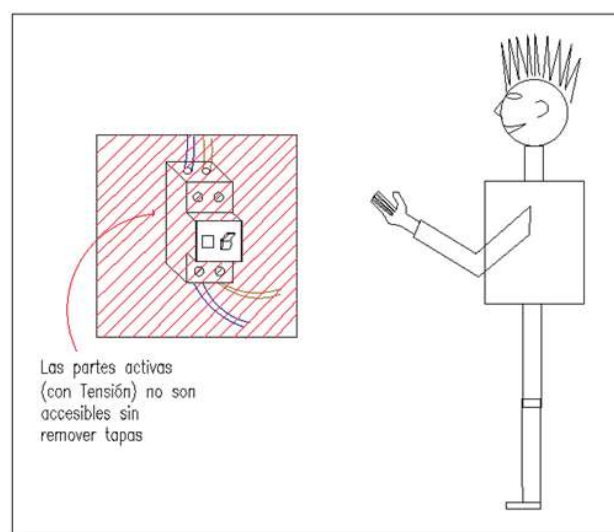
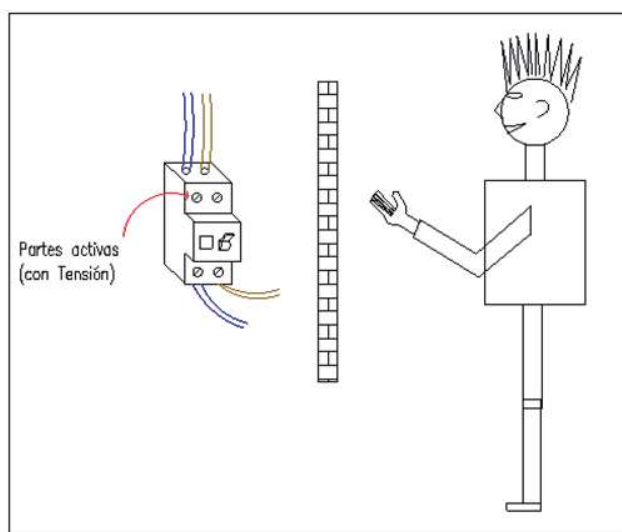
Tienen doble aislación y no requieren de conexión de puesta a tierra. Estas fichas están autorizadas para artefactos que cuentan con 2 aislaciones.

Los enchufes si son polarizados.

1.20) Protección eléctrica de las personas y animales, contra contactos directos e indirectos.

1.20.1) Protección contra contacto directo

Significa evitar que una persona toque partes con tensión de una instalación eléctrica.



La protección contra contactos directos se puede realizar de diferentes formas:

- Por aislamiento de las partes activas
(Recubriendo las partes que tienen tensión con aislantes)
- Por barreras,
- Puesta fuera de alcance
(Ubicar las partes con tensión fuera del lugar donde circulan personas)

Aquí describimos la protección por medio de barreras, que consiste en intercalar una barrera aislante entre las partes activas de la instalación y las personas. Debido a ello por ejemplo el interruptor diferencial se debe montar dentro de un gabinete metálico, ó plástico (tablero) , con cubiertas de material aislante (tapas, etc.) de forma tal que en condiciones normales nunca se pueda acceder a una parte activa (que tiene Tensión), sin remover una tapa.

Los cables para uso interior no deben estar a la vista en la instalación domiciliaria, tampoco en ninguna máquina o aparato que use energía eléctrica.

1.20.2) Protección contra contacto indirecto

Se busca proteger a las personas de partes de la instalación que en condiciones normales no tienen tensión, pero que en caso de falla de aislación, adquieren tensión (carcaza del lavaropas, por ejemplo)

La protección contra contactos indirectos se puede implementar:
Usando doble aislación
ó por corte automático de la instalación

Doble aislación

Los artefactos poseen 2 aislaciones, una principal y otra aislación suplementaria, estos aparatos se identifican con el siguiente símbolo:



Corte automático de la instalación

Se coloca en la instalación, interruptores diferenciales selectivos , que actúen con una corriente de fuga ($I_{\Delta n}$) de 100 mA intercalados entre el Tablero Principal y el Tablero Seccional.

En este capítulo se tratan conceptos fundamentales de electricidad, tales como:

- Tipos de instalaciones eléctricas.
- Magnitudes eléctricas, tensión, corriente, potencia, coseno ϕ (φ) , etc.
- Conductores y aisladores.
- Diagrama unifilar.
- Que es una sobrecarga y un cortocircuito
- Se explica la teoría de funcionamiento de las llaves termomagnéticas, e interruptores diferenciales.
- Se describe una instalación eléctrica segura y aquellas que no lo son.
- Fichas de tomacorrientes normalizadas, etc.

Guía Práctica de Instalaciones Eléctricas Domiciliarias



Esta guía fue pensada para que desde un técnico, hasta un ama de casa pueda leerla. Podrás aprender los conceptos básicos sobre electricidad, cómo diseñar la instalación de tu casa, calcular cada circuito y además te proveerá consejos sobre el uso eficiente de la energía.

El Ing. Padín buscó explicar de una manera sencilla, paso a paso, cómo lograr realizar uno mismo la instalación completa de su casa. Elegir los materiales que se exigen, la cantidad mínima de iluminación y toma corriente por ambiente, la cantidad máxima de bocas por circuitos y la forma de hacer una instalación segura, con las protecciones correspondientes.

Te mostrará también un ejemplo práctico de la instalación de una casa, ambiente por ambiente. Cual es la mejor ubicación del tablero principal y seccional.

Este manual será útil para técnicos, estudiantes y para todo el que quiera hacer su propia casa.



ISBN 978-987-42-1726-4



9 789874 217264