

# Instituto Politécnico

Universidad Nacional de Rosario Universidad Nacional de

## Seguridad, Riesgo Eléctrico y Protecciones

# 30 Año

## Taller II

Cód. 9304-19

Ing. Mauro Soldevila  
Ing. Damián Portaro



Dpto. de Formación Tecnológica

Masterización: RECURSOS PEDAGÓGICOS



## Contenido del apunte

Objetivo .....	2
Riesgo eléctrico .....	3
Daños en objetos .....	3
Daños en el cuerpo humano.....	3
¿Cuándo se genera una circulación de corriente en un cuerpo? .....	4
Peligrosidad del choque eléctrico.....	4
Protecciones eléctricas.....	6
Fusible.....	6
Llave termomagnética .....	7
Disyuntor diferencial .....	7
Descarga a tierra.....	10

## Objetivo

El objetivo del presente apunte es hallar la respuesta a preguntas como las siguientes:

¿Cuándo corremos riesgo de recibir un choque eléctrico?

¿Por qué una paloma parada en un cable no se electrocuta?

¿Por qué nos dicen que no podemos tocar la heladera descalzos?

¿Qué es un disyuntor? ¿Es lo mismo que una llave térmica? ¿Qué es un fusible?

¿Cuál es el problema de usar zapatillas para conectar muchas cosas?

Al mismo tiempo se adquiere los conocimientos necesarios para poder comenzar a trabajar con energía eléctrica cumpliendo las reglas de seguridad básicas.

## Taller II

### Riesgo eléctrico

Hablamos de riesgo eléctrico, cuando existe la posibilidad de que se ocasionen daños (a las personas, o a objetos) por el uso de energía eléctrica.

El riesgo existe siempre, pero el mismo se acrecienta si los artefactos eléctricos se encuentran en mal estado, o si trabajamos de manera inadecuada, sin tomar los recaudos suficientes.

Así y todo, por más que atendamos todas las medidas de seguridad necesarias para trabajar con energía eléctrica, pueden sucederse accidentes. Por ello hablamos de accidentes e incidentes...  
EXPLICAR.

#### Daños en objetos:

En los objetos, los daños que pueden generarse son destrucción total o parcial, en la mayoría de los casos por recalentamiento o incendio. Los mismos se generan cuando existen cargas altas o cortocircuitos.

Un conductor (cable), puede transportar una determinada corriente de manera segura (aproximadamente 4A por mm<sup>2</sup>). Si por el cable, comienza a circular una corriente mayor, se sobrecalienta. Ese calor, puede generar el incendio del cable o de algún material cercano.

Un cortocircuito, es cuando dos conductores (de distintas fases, o fase y neutro) hacen contacto entre sí. De esa manera, circula una corriente muy grande, que genera calor, que puede derretir la aislación de los cables y producir incendios. La corriente es sumamente elevada, porque la resistencia entre los dos metales es muy pequeña.

#### Daños en el cuerpo humano:

Al recibir el cuerpo humano una descarga eléctrica, puede sufrir distinto grado de daños:

- Paro cardíaco.
- Fibrilación Ventricular (contracción o temblor incontrolable de fibras musculares del corazón).
- Quemaduras.
- Tetanización (contracción muscular).
- Pérdida de conocimiento.
- Asfixia por inhalación de humos y gases tóxicos.
- Caídas desde andamios o escaleras.

Vamos a hablar de choque eléctrico o accidente eléctrico cuando se genera lesión producto de la circulación de una corriente eléctrica por el cuerpo humano (o un animal). Mientras que



reservamos el término electrocución para los casos de accidentes eléctricos con resultado de muerte.

### ¿Cuándo se genera una circulación de corriente en un cuerpo?

Para que exista circulación de corriente es necesario dos puntos con potenciales eléctricos distintos.

En el caso de alimentación con corriente alterna, podríamos simplificar y plantear que existen dos casos en los cuales circula corriente:

Entre fase y neutro (o entre 2 fases). Entre el punto de mayor potencial, fase y el punto de menor potencial, neutro, se genera una circulación de corriente. Ésto puede suceder por ejemplo cuando se daña la protección de los cables, y dos conductores hacen contacto entre sí.

El otro caso, es cuando se produce una circulación de corriente desde una fuente de tensión, hacia tierra, que siempre se encuentra a un potencial de referencia cercano a los 0v. Por tierra no entendamos solamente el suelo, sino también paredes y cuerpos que se encuentran sin tensión, y que presentan algún grado de conductividad.

Ese tipo de descarga, se produce cuando una persona toca un cable sin protección o cuando se inserta en el contacto de un tomacorriente un objeto metálico.

### Peligrosidad del choque eléctrico

Los distintos factores que influyen sobre la **peligrosidad del choque eléctrico** son:

**1. La intensidad de la corriente circulante** dependerá tanto del valor de la tensión, como del tipo de contacto que se realiza, directo a la fuente de tensión o indirecto, por ejemplo al hacer contacto con un artefacto con mala aislación.

Intensidad	Efecto	Motivo	
1 a 3 mA	PERCEPCIÓN	El paso de la corriente produce cosquilleo. No existe peligro.	
3 a 10 mA	ELECTRIZACIÓN	El paso de la corriente produce movimientos reflejos.	
10 mA	TETANIZACIÓN	El paso de la corriente provoca contracciones musculares, agarrotamientos, etc.	
25 mA	PARO RESPIRATORIO	Si la corriente atraviesa el cerebro.	
25 a 30 mA	ASFIXIA	Si la corriente atraviesa el tórax.	
60 a 75 mA	FIBRILACIÓN VENTRICULAR	Si la corriente atraviesa el corazón.	

## Taller II

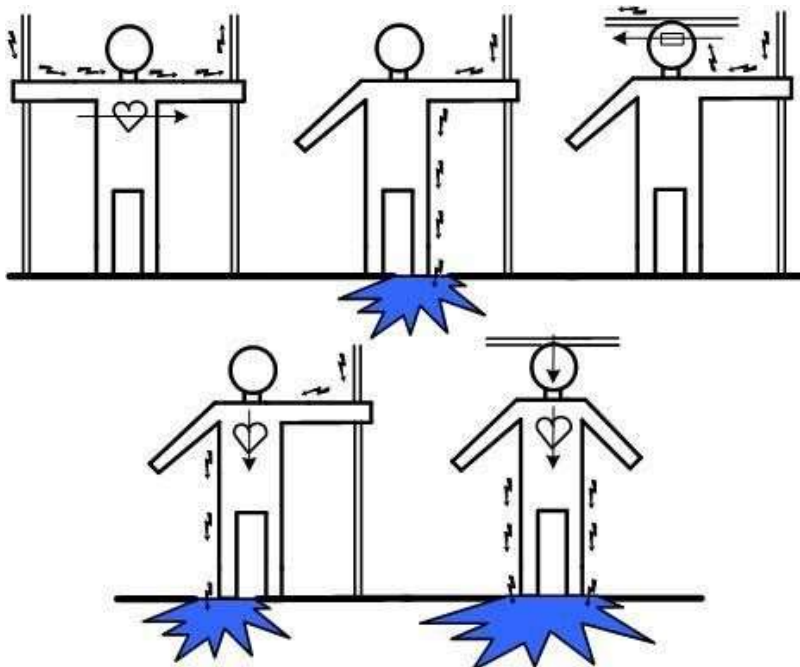
También influye la humedad de la piel, la trayectoria de la descarga y el entorno en el cual se produce el accidente.

2- Cuanto mayor sea el **tiempo de contacto**, mayores serán los riesgos de recibir daños.

- 1- Habitualmente sin reacción.
- 2- Sin efecto fisiológico peligroso.
- 3- Habitualmente sin daño orgánico, probable aparición de contracción muscular, dificultad para respirar, paradas temporales del corazón, sin llegar a la fibrilación ventricular.
- 4- Riesgo de paro cardíaco y quemaduras graves.



3- Según la **trayectoria de la corriente** por el cuerpo humano, el daño puede modificarse según los órganos o extremidades que sufren la circulación de la corriente.



Es fácil intuir, que cuando la corriente circula el corazón, o la cabeza, los daños fisiológicos se incrementan notablemente.

Cada parte del cuerpo, presenta distintos valores de resistencia al paso de la corriente. El gráfico muestra los distintos valores de impedancia típicos de un humano promedio. No es seguro guiarse por estos valores, ya que son



promedio, existen personas, que cuentan con valores de resistencia muy inferiores, para quienes el riesgo de sufrir daños fisiológicos ante descargas eléctricas, aumenta muchísimo.

4- Según el tipo de corriente y frecuencia, la descarga puede ser más o menos dañina. En líneas generales, cuanto mayor sea la frecuencia, mayor es la probabilidad de daño.

Mientras que en comparación, se necesita una intensidad 4 veces mayor en corriente continua (CC) para causar los mismos daños que una corriente alterna (CA). Mientras que una CA produce fibrilación, una CC produce embolia gaseosa (electrólisis en la sangre).

5- Hay organismos que poseen mayor **Capacidad de reacción** que otros. Aquellos que reaccionan más rápidamente, sufrirán menos las consecuencias del choque eléctrico.

## Taller II

### Protecciones eléctricas

Existen diferentes estrategias para proteger tanto a los circuitos eléctricos, como a las personas que se encuentran en el entorno del mismo.

Es importante proteger los circuitos eléctricos para resguardar la integridad de los mismos. Algunos ejemplos son los siguientes:

Valores excesivos de corriente pueden sobrecalentar los conductores (cables) del circuito y dicha temperatura daña los conductores y puede generar un incendio.

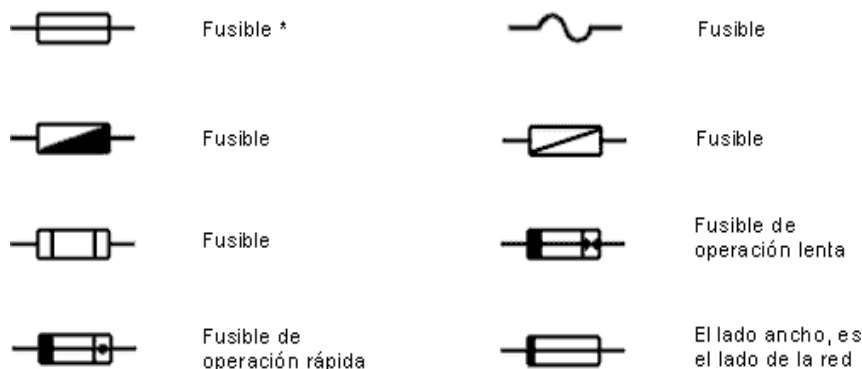
En ocasiones, principalmente luego de un corte de energía, o en caso de una tormenta eléctrica, a través de los conductores, pueden presentarse sobrevalores de tensión, que dañan los artefactos eléctricos conectados en el mismo. Dichas variaciones de la tensión, se pueden proteger con un estabilizador.

También existen protectores de fase, que en el caso de artefactos trifásicos, detectan tanto la falta de una de las 3 fases, como la conexión fuera de secuencia de las mismas.

### Fusible

Un fusible es un componente eléctrico que permite circular a través de él un determinado valor de corriente. Cuando la corriente supera el valor máximo admitido, el componente deja de conducir. Los fusibles tradicionales, son construidos a través de un alambre calibrado, es decir, un conductor que está calculado para ser circulado por un

determinado valor de corriente máximos. Cuando la corriente es superada, se corta el alambre y deja de circular corriente por el mismo. En ese caso debe reemplazarse el alambre, o el fusible completo.





## Llave termomagnética

A diferencia de un fusible, que cuando se corta, deja de conducir y debe ser reemplazado o reparado, la llave térmomagnética (o también conocida como llave térmica), cumple la misma función, deja de conducir cuando circula una corriente superior a la máxima, con la salvedad que luego de cortarse, puede manualmente volverse a conectar, sin necesidad de reparar ningún componente.



Las llaves térmicas se escogen en función del valor máximo de corriente que circula por ella, y de la cantidad de polos (número de cables que interrumpe). Existe la monopolar, bipolar, tripolar y tetrapolar. Por ejemplo, una bipolar, como la observada en la imagen central, se emplea para interrumpir tanto la fase, como el neutro de un circuito monofásico.

Una tripolar se emplea para interrumpir las 3 fases de un circuito trifásico, y la tetrapolar para interrumpir las 3 fases y el neutro.

## Disyuntor diferencial

Según estudiamos, pequeños valores de corrientes pueden ser fatales para los seres humanos.

Ninguno de los elementos de protección vistos hasta el momento, protegen a las personas que se encuentran interactuando con el circuito eléctrico de un posible incidente donde sufran una descarga eléctrica, debido a que los fusibles o llaves térmicas que se encuentran instalados en un domicilio, posee valores de conmutación del orden de los 20 amperes como mínimo.

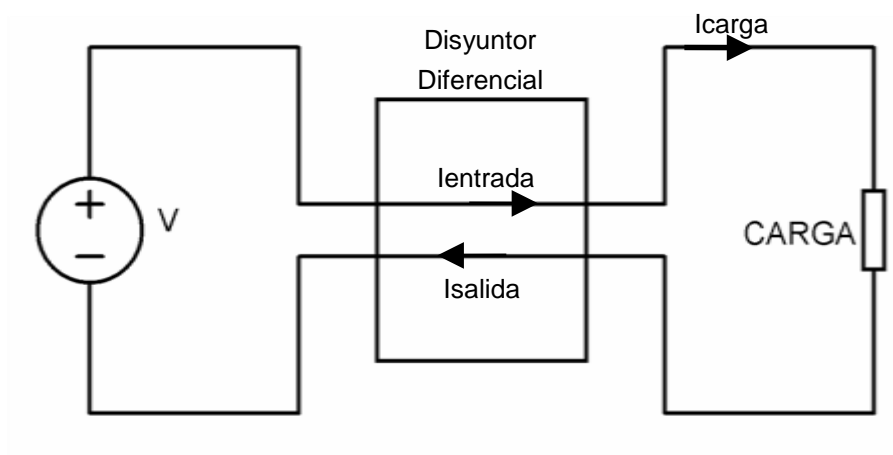
Para ello en las instalaciones domiciliarias se colocan disyuntores diferenciales.

El disyuntor diferencial mide la corriente que ingresa a un circuito con la que sale del mismo y cuando encuentra una mínima diferencia entre ambas, causada por una descarga eléctrica en el circuito, abre el circuito.

Vale destacar, que la corriente que circula por un circuito serie, es siempre la misma, es decir, en una instalación domiciliaria que funcione correctamente, la corriente que circula por la fase es igual a la corriente del neutro.

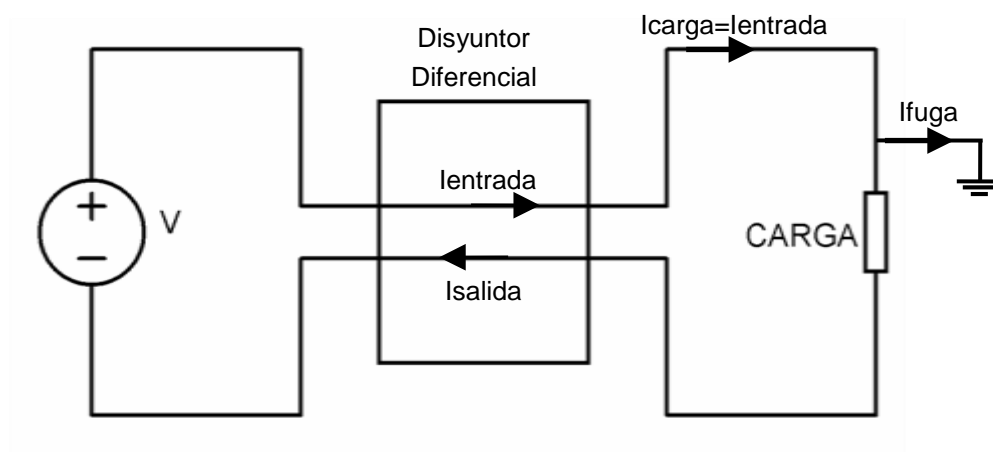
## Taller II

Como puede observarse en la figura próxima, mientras las  $I_{\text{entrada}}$  y la  $I_{\text{salida}}$  son iguales, es decir, no se generan pérdidas en el circuito de carga, el disyuntor permanece conectado.



Cuando  $I_{\text{entrada}}$  es distinto a la  $I_{\text{salida}}$ , el mismo se desconecta. Las dos corrientes serán diferentes, únicamente cuando se desvía parte de esas corriente hacia otro circuito, o hacia tierra, a través de una descarga eléctrica indeseada.

$I_{\text{salida}} = I_{\text{entrada}} - I_{\text{fuga}}$ , entonces como la  $I_{\text{entrada}} \neq I_{\text{salida}}$ , el disyuntor se corta (deja de conducir) y la corriente por el circuito se interrumpe. La corriente de fuga con la cual se desactiva el disyuntor es del orden de los pocos miliamperes, según su sensibilidad.





De esa manera, el comportamiento del disyuntor, posibilita que en caso de un incidente donde se produce una descarga eléctrica, en pocos milisegundos se desconecte el circuito, y de esa manera, reducir al mínimo posible los daños sobre la persona (o el objeto) que sufre la descarga.



En la imagen se observa una conexión típica de llave termomagnética y disyuntor monofásico, es decir, de los que se encuentran en las instalaciones domiciliarias.

## Taller II

### Descarga a tierra

Además de un Disyuntor Diferencial, las instalaciones eléctricas deben contar con Descarga a Tierra. La Descarga a Tierra siempre debe estar presente, junto al disyuntor.

La descarga a tierra se compone de una barra de acero cobreada (llamada Jabalina) que se clava en el suelo y se conecta al cable de puesta a tierra. Dicho cable, en la instalación eléctrica, se conecta a los tomacorrientes y a través del mismo, a las carcasas metálicas de los artefactos eléctricos.

De ésta manera, en caso que se produzca una fuga eléctrica desde el interior de un artefacto, hacia la carcasa metálica del mismo, dicha perdida de corriente, se deriva por el conductor de tierra. Así, el Disyuntor Diferencial detecta la fuga, y se corta la alimentación del artefacto.

Si la descarga a tierra no existiera, y el artefacto eléctrico se encontrara aislado de tierra (por ejemplo, un artefacto apoyado sobre tacos de goma que lo aísla del suelo) ante una fuga de corriente en su interior, el artefacto presentaría un riesgo para cualquier individuo que pudiera tocarlo.

En cambio, en el mismo caso, si el artefacto posee descarga a tierra, ni bien se presenta la falla, la misma se deriva a tierra y el disyuntor se corta.

En otras palabras, cuando un artefacto no posee descarga a tierra, el cuerpo humano del individuo que toca dicho artefacto, es quine termina haciendo de descarga a tierra.

