

Unidad Didáctica
Riesgos Eléctricos

FONDO  FORMACION

Programa de Formación Abierta y Flexible

Obra colectiva de FONDO FORMACION

Coordinación *Servicio de Producción Didáctica de FONDO FORMACION
(Dirección de Recursos)*

Diseño y maquetación *Servicio de Publicaciones de FONDO FORMACION*

© FONDO FORMACION - FPE

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otro método, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

Depósito Legal **AS -3.219-1995**
Edición revisada y actualizada en abril de 2001

Unidad Didáctica Riesgos Eléctricos

La electricidad es hoy en día el tipo de energía más utilizado. Su gran difusión industrial y doméstica, unida al hecho de que no es perceptible por la vista ni por el oído, hace que sea una fuente de accidentes importante.

Es preciso conocer el comportamiento del organismo humano cuando se ve afectado por la corriente eléctrica, con el fin de establecer las características de seguridad que debe reunir una determinada instalación eléctrica y consecuentemente, adoptar el sistema de protección más adecuado a cada caso.

La difusión de la naturaleza del riesgo eléctrico y las diversas medidas de protección que se conocen, contribuyen a su mejor prevención.

La utilización de la energía eléctrica comporta para la persona un riesgo, consecuencia de posibles contactos con partes o elementos en tensión.

En esta unidad analizaremos:

- Factores que intervienen en el riesgo eléctrico.
- Tipos de contactos eléctricos.
- Protección contra contactos eléctricos directos.
- Normas elementales de seguridad eléctrica.

Tus objetivos

Al final de esta unidad deberás ser capaz de:

- Reconocer los factores que intervienen en el riesgo eléctrico.
- Diferenciar contactos eléctricos directos de contactos eléctricos indirectos.

Consejos de estudio

Para facilitarte el estudio y comprensión de esta unidad te recomendamos seguir las siguientes indicaciones:

- Toma notas de la información esencial, destacando las palabras y frases clave del texto.
- Ejercita tu atención y concentración respondiendo a las actividades y estudiando con espíritu crítico.

Factores que intervienen en el riesgo eléctrico

Cualquier parte del cuerpo humano, al ser atravesada por una corriente eléctrica, se comporta como un conductor siguiendo la ley de Ohm:

Diferencia de potencial (tensión*) = Resistencia* x Intensidad*

El factor que produce daños en la persona es la intensidad de paso y no la tensión aplicada, aunque ambas están directamente relacionadas.

A continuación estudiaremos cuáles son los principales factores que influyen y determinan los efectos de la corriente eléctrica en el cuerpo humano.

1. Intensidad y duración de la corriente

La acción de la corriente eléctrica se traduce, en líneas generales, en tres fenómenos que se suceden a medida que crece la **intensidad** y el **tiempo** que ésta circula por el organismo:

- Umbral de percepción: valor mínimo de la intensidad a partir del cual se percibe el paso de corriente.
- Contracción involuntaria de los músculos de las extremidades (tetanización muscular): impide al afectado soltar el elemento con tensión.
- Fibrilación ventricular: contracciones descoordinadas que suponen pérdida del ritmo cardíaco y dificultad de bombeo, pudiendo llegar a producir parada respiratoria.

La tensión no determina directamente los efectos y lesiones, sino que lo hace de forma indirecta al generar la intensidad.

Por otra parte, un mismo valor de intensidad puede ocasionar, según el tipo de exposición, distintos tipos de lesiones.

Una relación aproximada entre la intensidad de la corriente, su duración y sus efectos se encuentra en la gráfica de la figura 1.

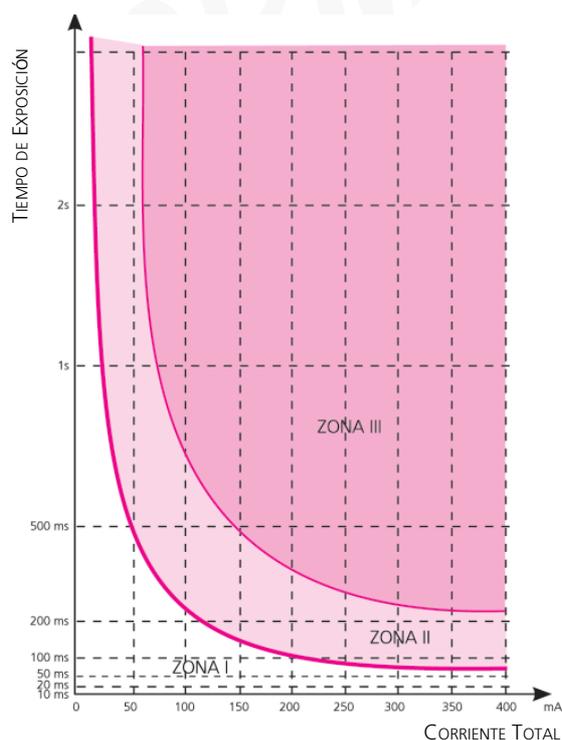
En este gráfico se diferencian tres zonas:

Zona I: percepción de la corriente hasta el momento en que no es posible soltarse voluntariamente del punto de contacto. Habitualmente no hay ningún efecto patológico peligroso, ni riesgo alguno de fibrilación ventricular.

Zona II: intensidad soportable, irregularidad del ritmo cardíaco y del sistema nervioso, paro cardíaco reversible.

Zona III: se presenta fibrilación ventricular y estado de coma.

El efecto más temible y que produce la mayoría de los accidentes mortales es la fibrilación ventricular. Una vez producida, no se recupera el ritmo cardíaco de forma espontánea; y de no mediar una asistencia rápida y efectiva, al cabo de tres minutos se producen lesiones irreversibles en el cerebro y sobreviene la muerte.

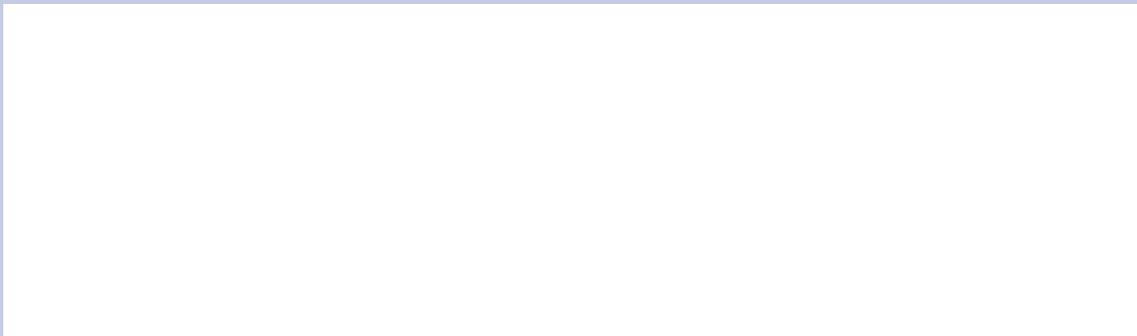


VALORES CARACTERÍSTICOS	
1 A	Parada cardíaca.
75 mA	Fibrilación ventricular.
30 mA	Umbral de parada respiratoria.
10 mA	Tetanización muscular.
0,5 mA	Umbral de percepción.

ACTIVIDAD 1

Indica en qué zona de la gráfica intensidad-tiempo se encuentran las siguientes situaciones, indicando el riesgo que entrañan.

- 25 mA durante 500 ms (milisegundos).
- 250 mA durante 500 ms.
- 300 mA durante 200 ms.
- 400 mA durante 20 ms.



2. Resistencia eléctrica del cuerpo humano

En un accidente eléctrico, la intensidad de la corriente que circula por el cuerpo humano y, en consecuencia, la gravedad de las lesiones, depende, para una tensión dada, de la resistencia que presente el circuito que sigue la corriente.

Esta resistencia estará formada por tres elementos de resistencia en serie como se refleja en la figura 2:

R₁. Resistencia del punto de contacto: depende de los materiales que recubran la parte del cuerpo que entra en contacto con la corriente. Así pues, esta resistencia puede ser debida a guantes, ropa, etc. En caso de contacto directo de la piel, su valor será nulo.

R₂. Resistencia propia del cuerpo humano: la resistencia del cuerpo humano depende de multitud de factores. Entre los más importantes cabe citar:

Ley de Ohm

$$I = U/R_t$$

En donde:

- I:** Intensidad.
- U:** Tensión de contacto.
- R_t:** Resistencia total.

- El grado de humedad de la piel.
- La superficie de contacto.
- La presión de contacto.
- La tensión aplicada.
- El estado fisiológico, principalmente la tasa de alcohol en la sangre.
- La dureza de la epidermis.

R₃. Resistencia del punto de salida: incluye la resistencia del calzado y del suelo. Se considera que un suelo es "no conductor" cuando la resistencia que presenta un individuo a la salida de corriente por ambos pies es superior a 50.000 Ω .

La utilización de banquetas o alfombrillas aislantes basa su eficacia preventiva en elevar la resistencia por encima de este valor, de tal forma que, en caso de contacto, la corriente que pase por el cuerpo del usuario resulte prácticamente inapreciable.

Tensión de contacto (V)	Resistencia del cuerpo (Ω)	
	Piel húmeda	Piel mojada
25	2.500	1.000
50	2.000	875
250	1.000	650

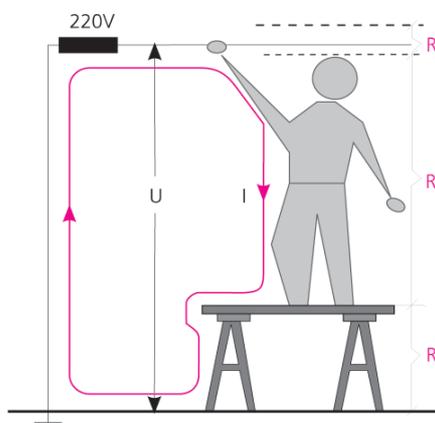


Fig. 2: Resistencia del punto de salida.

3. La tensión

La tensión es el factor que, unido a la resistencia del circuito, provoca el paso de la corriente resultante por el cuerpo humano.

Una tensión elevada no es peligrosa en sí misma, pero si se aplica a una resistencia baja, permite el paso de una corriente perjudicial (la intensidad será mayor cuanto menor sea la resistencia).

Se define como **tensión de contacto** aquella que se aplica entre dos partes distintas del cuerpo humano.

A causa de fallos de aislamiento, las partes no sometidas normalmente a tensión (como la carcasa de un motor o el chasis de una máquina) pueden quedar bajo tensión.

Se define como **tensión de defecto** aquella que aparece como consecuencia de una falta de aislamiento: entre dos masas, entre una masa y un elemento conductor o entre una masa y tierra.

Teniendo en cuenta que intensidades menores de 25 mA no causan trastornos al organismo y la resistencia del cuerpo humano oscila entre 1.000 y 2.000 Ω , la **tensión de seguridad** es aquella que puede aplicarse indefinidamente al cuerpo humano sin peligro:

- En emplazamiento seco: 50 V.
- En emplazamientos húmedos o mojados: 24 V.
- En emplazamientos sumergidos: 12 V.

4. La frecuencia

Todo lo expuesto hasta ahora está relacionado con una corriente alterna de 50 ó 60 hertzios (Hz), que es la que se emplea normalmente para uso doméstico o industrial.

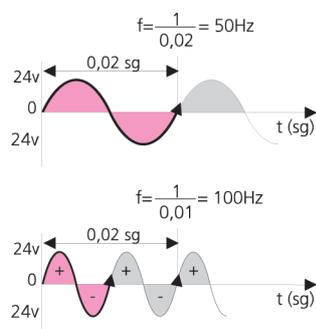


Fig. 3: Frecuencia.

Recuerda que la corriente alterna cambia continuamente de valor y de sentido y su representación gráfica aparece en forma de onda. La frecuencia nos indica el número de veces que una onda completa se repite por segundo (fig. 3).

Para corrientes de frecuencia superior, la peligrosidad disminuye progresivamente a efectos de fibrilación ventricular, aunque prevalecen los efectos térmicos de la corriente (quemaduras).

La **corriente continua** puede tener, en principio, las mismas consecuencias que la corriente alterna de 50 ó 60 Hz, aunque requiere **valores de intensidad tres veces superiores**.

5. El recorrido a través del cuerpo

Al tocar dos conductores o piezas que estén a distinto potencial, el accidentado queda sometido a la tensión de red. Como actualmente casi todas las subestaciones tienen el neutro de los transformadores conectados a tierra, bastará que se toque un solo conductor de cualquiera de las fases para quedar sometido a una tensión peligrosa, ya que el individuo cierra el circuito entre la fase y tierra.

La corriente eléctrica es más peligrosa cuando se establece entre pies y manos, estando de pie sobre una zona de escasa resistencia respecto a tierra; en este caso, circulará una corriente por la sangre y, por tanto, por el corazón. Por ello, 30 mA resultan ya peligrosos.

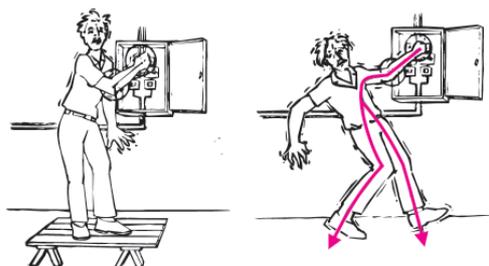


Fig. 4: Circulación de la corriente a través del cuerpo humano.

Tipos de contactos eléctricos

Para que la corriente circule a través de una persona, es necesario que se produzca un contacto con un elemento en tensión.

Esto puede ocurrir si cualquier parte del cuerpo toca directamente una instalación eléctrica, o bien, a través de un elemento conductor como una herramienta, una escalera metálica, etc.

A efectos preventivos, los contactos eléctricos se clasifican en directos e indirectos.

Contactos eléctricos directos

Son aquellos en los que la persona entra en contacto con una parte activa de la instalación.

Se denominan **partes activas** al conjunto de conductores y piezas bajo tensión en servicio normal. Éstas incluyen al neutro y a las piezas conectadas a él, y se excluyen las masas cuando están unidas al neutro para proteger contra contactos indirectos.

Se denominan **masas** al conjunto de partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas. Éstas comprenden:

- Partes metálicas accesibles de los materiales eléctricos.
- Armaduras metálicas de cables y canalizaciones.
- Conducciones metálicas de gas, agua, etc.
- Soportes de aparatos eléctricos con aislamiento funcional.
- Piezas en contacto con su envoltura exterior.

Ejemplos de contactos directos

En la figura 5.1 se representa un contacto directo entre dos conductores activos de una red. La corriente eléctrica atraviesa el corazón, pudiendo provocar la muerte por paro cardíaco.

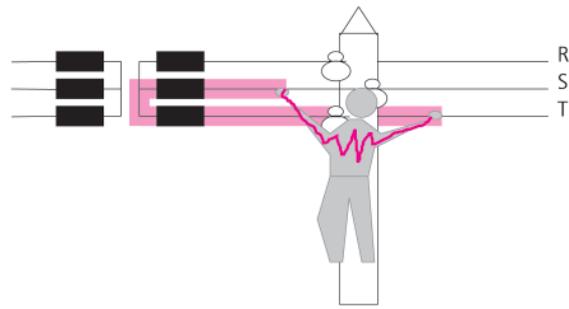


Fig.5.1: Contacto indirecto entre dos conductores activos de la red.

El individuo en la figura 5.2 toca con una mano una fase de la red y con los pies el neutro a través de tierra. La corriente atravesará el cuerpo humano desde una extremidad a la otra, a través del tronco, con el consiguiente riesgo de paralización cardíaca

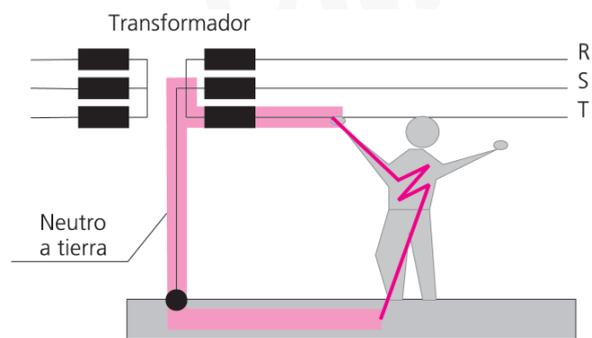


Fig. 5.2: Contacto directo entre fase y neutro.

Si, por avería en el transformador*, una fase de la red conecta a tierra, la tensión a la que se somete un individuo que toca una de las fases es aproximadamente la existente entre dos fases (fig. 5.3).

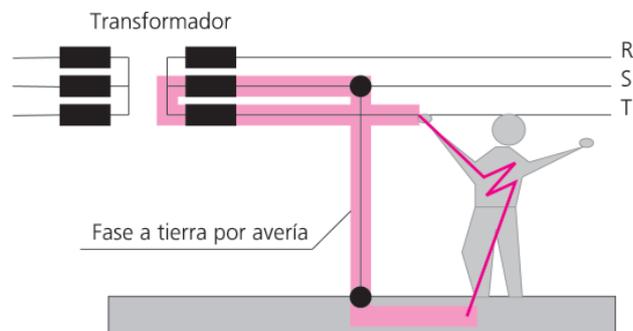


Fig. 5.3: Instalación sin neutro a tierra.

Contactos eléctricos indirectos

Son aquellos en los que la persona entra en contacto con masas, puestas accidentalmente bajo tensión. Esto puede ocurrir por los motivos que se ilustran en las siguientes figuras:

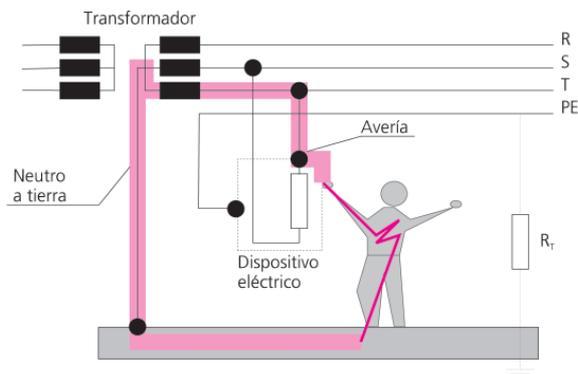


Fig. 6.1: Por un defecto de aislamiento interno.

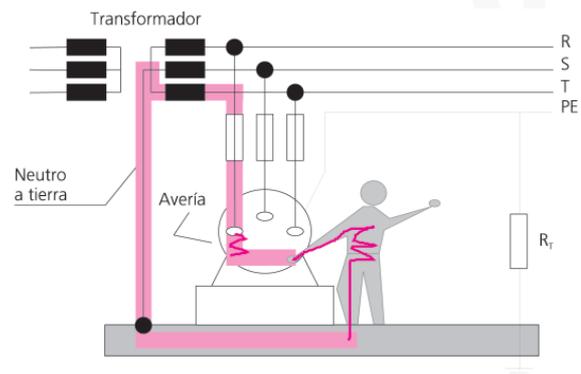


Fig. 6.2: Por un defecto de origen externo.

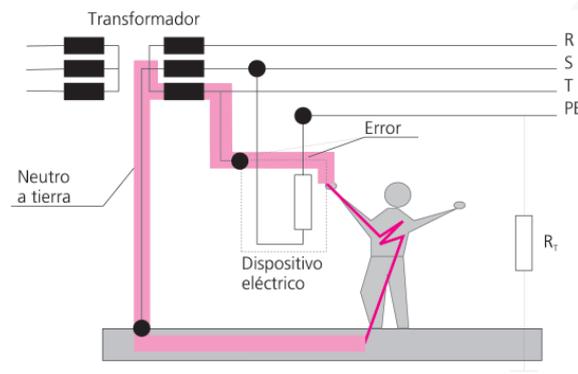


Fig. 6.3: Por inversión del conductor de protección con un conductor activo (en reparaciones).

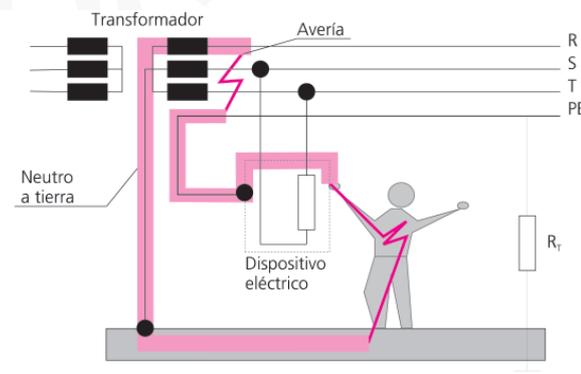


Fig. 6.4: Por un defecto entre el conductor de protección y un conductor activo.

La protección contra contactos indirectos no se basa en impedir el contacto entre las masas metálicas, ya que éstas deben ser normalmente accesibles a las personas. Se establecen otros:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones cuando sea posible.
- Doble aislamiento.
- Conexiones que aseguran la ausencia de diferencia de potencial al unir eléctricamente las masas de los receptores.
- Puesta a tierra de masas junto con dispositivos de corte por tensión o intensidad de defecto.

Qué es la toma a tierra y para qué sirve

La protección de puesta a tierra es la unión mediante conductores de todas las partes metálicas de una instalación no destinadas a la conducción de la corriente, con derivación final a tierra.

Esta conexión limita la tensión accidental en caso de que alguno de los aparatos tenga contacto a masa. Así, se ofrece a la corriente un camino controlado y de resistencia mucho más baja que la del cuerpo humano: se evita que por este último circule una corriente que produzca un efecto perjudicial.

La acción combinada con un interruptor diferencial permitirá el corte de tensión si la corriente de fuga es superior a la sensibilidad del diferencial (por ejemplo, 20 mA).

Para que la protección que ofrece la toma de tierra resulte eficaz, es necesario que la resistencia a tierra sea lo más baja posible.

ACTIVIDAD 2

Clasifica los siguientes contactos según sean directos e indirectos:

- a. Contacto con interruptores al descubierto.
- b. Contacto con panel de señalización eléctrica.
- c. Contacto con bornes.
- d. Contacto con carcasa de un motor eléctrico.
- e. Contacto con cables desnudos.

Si consideras que has concluido el estudio de esta unidad, intenta responder a las siguientes cuestiones de autoevaluación.

Cuestiones de autoevaluación

1

En un contacto eléctrico, ¿cuál de las siguientes situaciones es más peligrosa?

- a. Una corriente de paso de 0,03 A a 220 V.
- b. Una corriente de paso de 1,00 A a 125 V.
- c. Una corriente de paso de 0,001A a 10 000 V.

2

Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas:

V F

- a. La peligrosidad de la corriente eléctrica disminuye con su frecuencia.
- b. La tensión de la corriente eléctrica determina directamente la gravedad de las lesiones en caso de contactos.
- c. La gravedad de las lesiones para una tensión dada depende de la resistencia del circuito seguido por la corriente.
- d. Si la trayectoria de una corriente de 400 mA atraviesa el corazón durante 200 ms, provoca una parada respiratoria temporal.

3

Completa correctamente las siguientes definiciones:

- a. Contactos eléctricos son aquellos en los que la persona entra en contacto con una parte de la
- b. Contactos eléctricos son aquellos en los que la persona entra en contacto con, puestas bajo tensión.



ACTIVIDAD 1

- a. Zona I: habitualmente ningún riesgo.
- b. Zona III: paro cardíaco irreversible.
- c. Zona II: paro cardíaco reversible.
- d. Zona I: habitualmente ningún riesgo.



ACTIVIDAD 2

Son directos los contactos **a**, **c** y **e**, ya que se trata de elementos activos del circuito, normalmente bajo tensión.

Los contactos **b** y **d**, son indirectos, ya que se trata de elementos que en condiciones normales no se encuentran bajo tensión, a no ser por defecto de aislamiento o causa similar.

Respuestas a las cuestiones de autoevaluación

La respuesta correcta es la **b**.

1

a. **Verdadera.**

2

b. **Falsa:** es la intensidad que circula por el cuerpo humano la determinante de la gravedad de las lesiones.

c. **Verdadera.**

d. **Falsa:** dicha combinación intensidad-tiempo provoca un paro cardíaco reversible.

La respuesta correcta es:

3

a. Contactos eléctricos **directos** son aquellos en los que la persona entra en contacto con una parte **activa** de la **instalación**.

b. Contactos eléctricos **indirectos** son aquellos en los que la persona entra en contacto con **masas**, puestas **accidentalmente** bajo tensión.

Resumen de Unidad

El cuerpo humano, al ser atravesado por una corriente eléctrica se comporta como un conductor. Los factores que determinan los efectos de dicha corriente en el cuerpo humano son:

Intensidad de corriente Combinada con el tiempo de paso, puede producir desde un simple cosquilleo (umbral de percepción) hasta la muerte por parada cardíaca.

Resistencia del cuerpo humano Depende del grado de humedad de la piel y de la tensión de contacto.

Tensión Este parámetro por sí mismo no es el causante de daños, sino que unido a la resistencia, determina la intensidad que circulará por el cuerpo de un individuo en caso de contacto eléctrico.

Frecuencia Al aumentar la frecuencia de una corriente, disminuyen los riesgos eléctricos.

Recorrido El circuito que recorre la corriente a través del cuerpo humano determina la gravedad del daño. Una misma intensidad de corriente es más peligrosa si circula a través del corazón que si no lo hace.

Contacto directo La persona entra en contacto con una **parte activa** (conductor o pieza bajo tensión en servicio normal) de la instalación.

Contacto indirecto El individuo contacta con **masas** puestas accidentalmente bajo tensión (una masa es una parte metálica que en condiciones normales de servicio está aislada).

Notas



Vocabulario

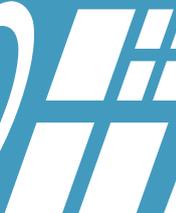
Intensidad: cantidad de cargas que se desplazan en un circuito eléctrico.

Resistencia: oposición que un cuerpo ofrece al paso de la corriente.

Tensión: diferencia de cargos eléctricos entre dos puntos.

Transformador: dispositivo que permite variar la tensión de la energía eléctrica. También se puede utilizar para aislar dos circuitos eléctricos.



FONDO  FORMACION