

Seguridad en el mantenimiento de sistemas fotovoltaicos

- Los principales riesgos a los que se están expuestos son:
 - Riesgos eléctricos:
 - Contacto directo
 - Contacto indirecto
 - Riesgo de caída:
 - A mismo nivel
 - A distinto nivel

Riesgo eléctrico

ACCIDENTES POR LA CORRIENTE ELÉCTRICA SEGÚN LA EDAD DE LOS ACCIDENTADOS (*)		
Edad	% Accidentes	% Accidentes mortales
Inferior a 20 años	12.1	2.6
20 – 30 años	26.4	3.6
30 – 40 años	18.7	4.1
40 – 50 años	9.8	4.3
50 – 60 años	4.7	5.2
Superior a 60 años	1.9	7.8
Sin datos	26.4	

(*) Fuente: Institut Zur Erforschung Electrischer Unfälle

Riesgo eléctrico

EFFECTOS	DIRECTOS	Efectos inmediatos	Efectos térmicos	Quemaduras por arco Quemaduras por contacto.
			Efectos musculares nerviosos	Calambres Contracciones musculares Tetanización de músculos respiratorios. Fibrilación ventricular Inhibición de centros nerviosos.
	Efectos Secundarios	Precoces	Cerebral Motor Circulatorios (gangrenas) Problemas renales.	
		Tardíos	Neuróticos Trastornos mentales.	
	INDIRECTOS	Caidas Golpes contra objetos Cortes Quemaduras al golpear o tocar elementos no protegidos		

Riesgo eléctrico

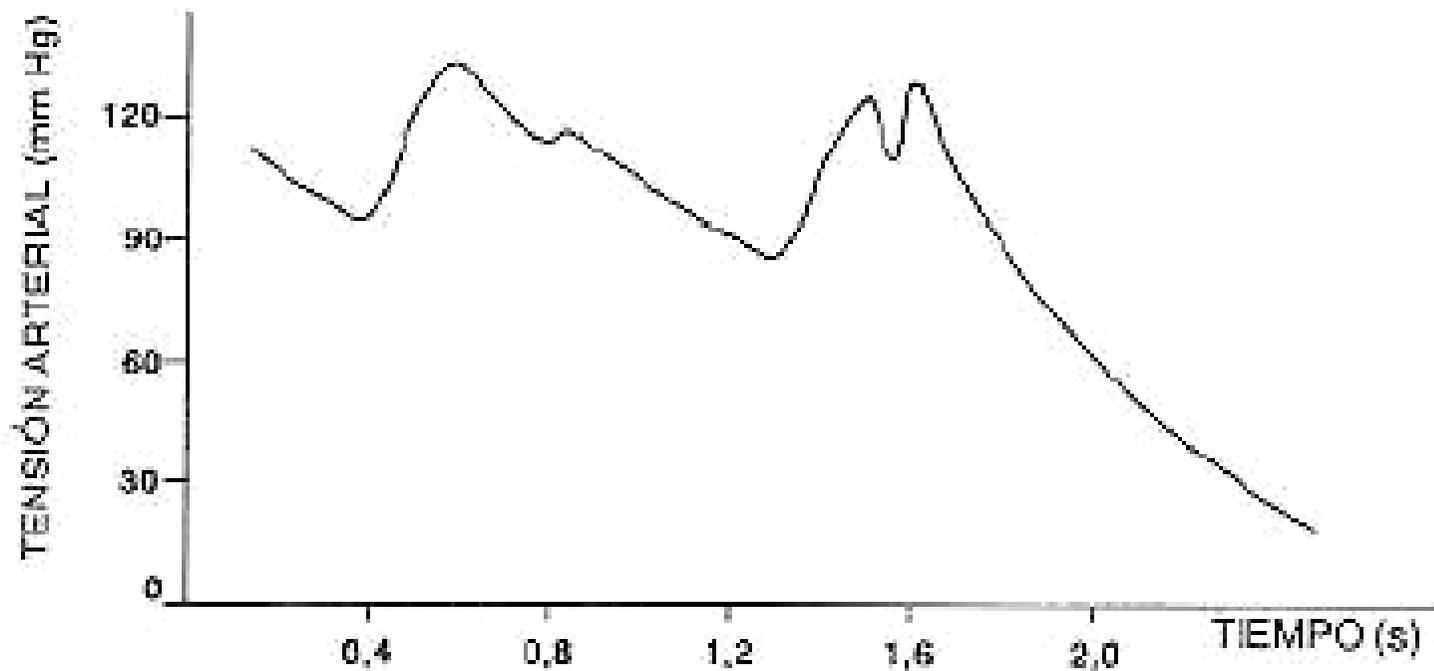
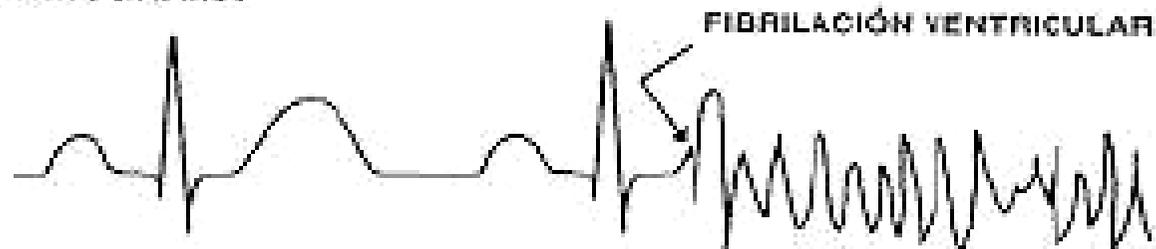
- Los efectos pueden ser directos e indirectos. Los primeros son los ocasionados por el paso de la corriente eléctrica por el cuerpo del trabajador, mientras que los segundos, los accidentes producidos por la influencia de la corriente eléctrica al ser despedido el trabajador al contacto de una parte activa.

Riesgo eléctrico

- Los efectos pueden ser directos e indirectos. Los primeros son los ocasionados por el paso de la corriente eléctrica por el cuerpo del trabajador, mientras que los segundos, los accidentes producidos por la influencia de la corriente eléctrica al ser despedido el trabajador al contacto de una parte activa.

Riesgo eléctrico

ELECTROCARDIOGRAMA



Riesgo eléctrico

- Los efectos secundarios son las secuelas residuales de accidentes eléctricos. Como se indica en el esquema de clasificación pueden presentarse en un corto período de tiempo posterior al accidente o después de transcurrido un plazo considerable.

Riesgo eléctrico

Estos efectos pueden ser de varios tipos:

- cardiovasculares
- Nerviosos
- Sensoriales
- renales o de tipo mecánicos
- (quemaduras, atrofia muscular, cicatrices, etc.).

Riesgo eléctrico

- Los **trastornos cardiovasculares producidos por descargas eléctricas suelen presentarse como: taquicardias** (alteraciones ritmo cardíaco), **insuficiencias coronarias** (pudiendo llegar incluso a producir infartos) y **cefaleas rebeldes** (dolores de cabeza producido por disminución del riego sanguíneo). Normalmente estos trastornos no suelen presentarse hasta meses después del accidente, pudiendo éste no ser la causa principal pero si el desencadenante de ellos.

Riesgo eléctrico

- **Las secuelas nerviosas son relativamente raras y, en general, suelen responder al choque psíquico que produce el haber estado sometido a la energía eléctrica. Afortunadamente, suele desaparecer a cabo de unos meses.**

Riesgo eléctrico

- Los **trastornos oculares son producidos como consecuencia del arco eléctrico, con efectos luminosos y caloríficos** que a veces pueden producir la aparición de cataratas, aunque éstas, no se manifiesten de forma inmediata sino, que suelen aparecer al cabo de un periodo largo de tiempo (40 meses después o incluso más).

Riesgo eléctrico

- **Los trastornos renales, se originan debido a la producción y posterior coagulación de los prótidos de los músculos de fibras estriadas por efecto calorífico del accidente, que al llegar al riñón, hacen que este sea incapaz de eliminarlos.**

PRINCIPIOS BÁSICOS SOBRE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Tensión (U)	O fuerza electromotriz (fem), es la diferencia de potencial existente entre dos puntos del circuito, capaz de producir el movimiento de electrones. La unidad es el voltio (V).
Intensidad (I)	Cantidad de electrones en circulación. Esta magnitud se mide en amperios; 1 amperio corresponde al paso de cantidad determinada de electrones cada segundo por segundo por una sección determinada del circuito.
Resistencia (R)	Obstáculo que impone el circuito al paso de la corriente. La unidad es ohmio (Ω). De forma básica, tiene su explicación en que todas las sustancias, ofrecen cierta oposición al paso de una corriente eléctrica, y esta resistencia limita necesariamente la corriente.

PRINCIPIOS BÁSICOS SOBRE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

- el paso de la corriente eléctrica supone una pérdida de energía, principalmente en forma de calor, debida a la colisión de los electrones que la componen con los átomos del conductor, que dependerá de la resistencia y la intensidad de la corriente eléctrica. Dicha pérdida de energía puede calcularse a través de la ley de Joule cuya expresión matemática para el cálculo del calor desprendido en calorías es la siguiente:

$$Q=0,24 \times R \times I^2 \times t$$

equivalente a :

$$Q=0,24 \times W \times t$$

PRINCIPIOS BÁSICOS SOBRE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Donde:

Q Es la cantidad de calor desprendida, medida en calorías.

I Es la intensidad de corriente expresada en amperios.

R Es la resistencia del circuito expresada en ohmios (W).

t Es el tiempo durante el que está pasando la corriente por el circuito, expresada en segundos.

W Potencia eléctrica, expresada en watios.

PRINCIPIOS BÁSICOS SOBRE LA CORRIENTE ELÉCTRICA

Por otra parte, existen distintas formas de transmisión de la corriente eléctrica a través de un conductor en función de la forma en que se mueve el flujo de electrones que la constituyen. Son los llamados **tipos de corriente eléctrica, que son los siguientes:**

- **Corriente continua (DC):** Consiste en un flujo continuo de electrones a través del conductor en los que el movimiento de estos se realiza en la misma dirección.
- **Corriente alterna (AC):** Consiste en un flujo de electrones a través de un conductor en el que la dirección en que estos se mueven cambia con una cierta periodicidad a la que se llama *frecuencia* (*midiéndose ésta en Hercios (Hz)*).

DEFINICIONES

- **Parte Activa:** Conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal.
- **Masa:** Conjunto de las partes metálicas de un aparato que, en condiciones normales, están aisladas de las partes activas. Por extensión, puede ser necesario considerarse masas todo objeto metálico situado en la proximidad de partes activas no aisladas, y que, presenta un riesgo apreciable de encontrarse unido eléctricamente con estas partes activas, a consecuencia de un fallo de los medios de fijación.

DEFINICIONES

- **Defecto franco:** Defecto de aislamiento cuya impedancia puede considerarse nula.
- **Conductor:** parte de un cable que conduce la corriente.
- **Conductor de Protección (CP):** Conductor requerido en ciertas medidas de protección contra choques eléctricos y que conecta alguna de las siguientes partes: Masas, elementos conductores, borne principal de tierra, toma de tierra, punto de la fuente de alimentación unida a tierra o a un neutro artificial.

DEFINICIONES

- **Tierra:** Masa conductora de la tierra en la que el potencial eléctrico en cada punto se toma, por convenio como cero.
- **Toma de tierra:** electrodo, o conjunto de ellos, en contacto con el suelo y que asegura la conexión eléctrica de mismo.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

Los factores de los que depende principalmente el tipo y grado de las lesiones producidas por el paso de la corriente eléctrica por el organismo son los siguientes:

- Intensidad de la corriente.
- Tensión eléctrica.
- Resistencia eléctrica en el punto de contacto y en el cuerpo.
- Tiempo de contacto.
- Recorrido de la corriente por el cuerpo.
- Densidad de corriente.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **INTENSIDAD DE LA CORRIENTE**

En contra de lo que gran número de personas creen, no es la tensión la que produce el daño en el organismo al paso de la corriente eléctrica, sino la cantidad de electricidad que lo atraviesa, es decir, la intensidad y el tiempo de paso. no obstante, al estar todas las variables interconexionadas, cualquiera de ellas influye, más o menos, en los efectos fisiológico negativos.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- Aunque la relación causa-efecto ha sido analizada y tratada por muchos investigadores prevencionistas, creemos que la que tiene más fiabilidad y cuyas conclusiones han sido adoptadas, son las del Dr. Ingeniero de la Universidad de Berkeley, Dalziel que expresa los efectos fisiológicos notados o producidos en el accidentado dependiendo de la intensidad de contacto. Estas conclusiones son:

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

Intensidad	Efecto Fisiológico
De 1 a 3 mA Más de 5mA Más de 10 mA	Umbral de percepción. Ligero picor Un contacto prolongado puede provocar movimientos bruscos Contracción muscular con dolor, electrización muscular. El accidentado no puede soltarse del contacto por sí mismo.
Más de 25 mA	Un contacto de más de 2 minutos puede provocar tetanización de los músculos fundamentales de la caja torácica. Se puede sufrir asfixia por bloqueo muscular.
Entre 30 y 50 mA	Fibrilación ventricular. Muerte casi segura si el accidentado no es atendido en pocos minutos.
Entre 2 y 3 A Más de 3A	Parada respiratoria, inconsciencia, marcas visibles Quemaduras graves. Muerte probable

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Umbral de percepción:** es el valor mínimo de la intensidad de corriente que provoca una sensación en una persona, a través de la que pasa dicha corriente. Cuando se trata de corriente alterna esta sensación se percibe durante todo el tiempo de paso de la misma, mientras que si la corriente es continua solo se percibe cuando se produce una variación de la intensidad, lo que hace fundamentales el inicio y la interrupción del paso de la corriente, que suelen ser los momentos en los que se percibe su paso, salvo por los efectos térmicos de la misma. En la Norma CEI 479-11994 se considera un valor de 0,5 mA para corriente alterna y 2 mA para corriente continua, umbral de percepción, con carácter general independientemente del tiempo de exposición.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

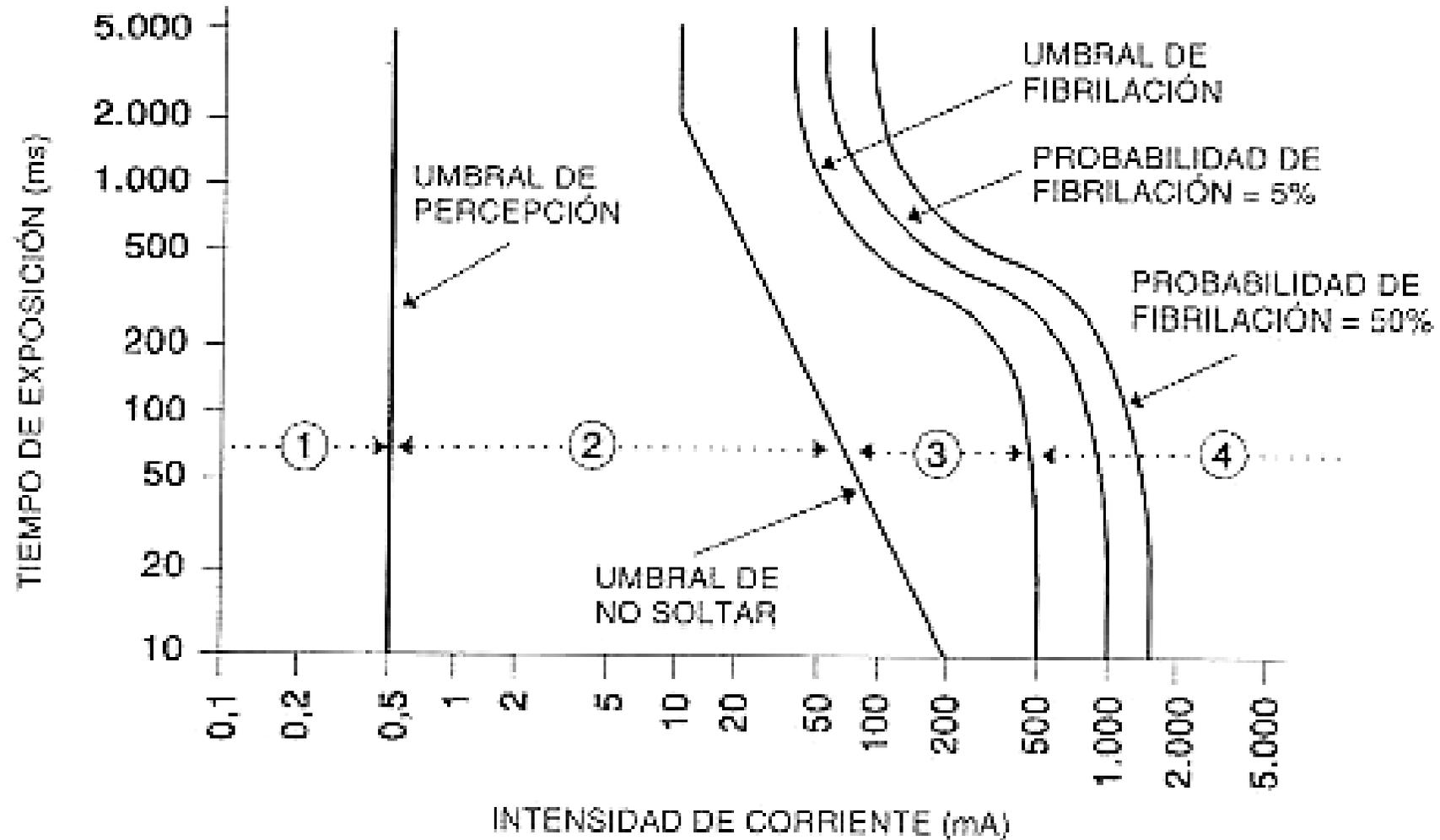
Umbral de reacción: es el valor mínimo de la intensidad a partir del que se puede provocar una contracción muscular.

Umbral de no soltar: Es el valor máximo de la intensidad de la corriente que permite a una persona soltar unos electrodos que tuviese sujetos. Para la corriente alterna se considera un valor máximo de 10 mA, con independencia del tiempo de exposición. En corriente continua, resulta difícil establecer el umbral de no soltar ya que solo el comienzo y la interrupción del paso de la corriente provoca el dolor y las contracciones musculares.

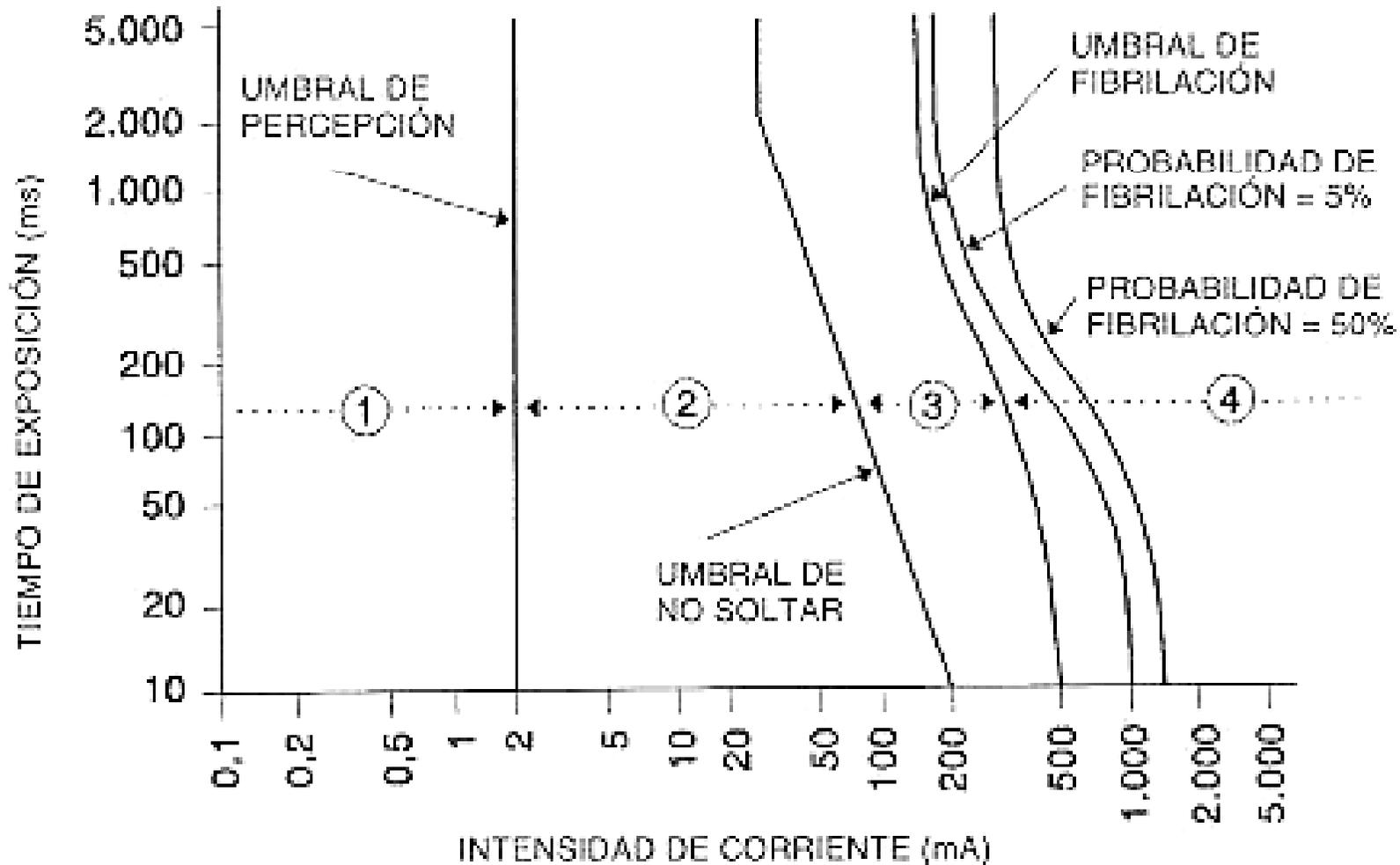
Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Umbral de fibrilación ventricular:** Es el valor mas bajo de intensidad de la corriente al que se puede provocar fibrilación ventricular en la persona expuesta. El umbral de fibrilación ventricular es muy diferente en función de que la corriente eléctrica sea alterna o continua. Sintetizando los aspectos anteriormente señalados, en la figura adjunta se presentan los efectos que produce una corriente alterna de frecuencia comprendida entre 15 y 100 Hz con un recorrido mano izquierda-los dos pies en función de su intensidad y el tiempo de exposición.

Corriente Continua



Corriente Continua



Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

En ambos gráficos se distinguen las siguientes zonas:

- Zona 1: No se produce habitualmente ningún tipo de reacción.
- Zona 2: No aparece normalmente ningún efecto fisiológico peligroso.
- Zona 3: No se presenta habitualmente ningún daño orgánico. Cuando la duración de la exposición es superior a 2 segundos, en corriente alterna se pueden producir contracciones musculares dificultando la respiración, paradas temporales del corazón sin llegar a la fibrilación ventricular.
- Zona 4: Existe riesgo de parada cardiaca por fibrilación ventricular, de parada respiratoria, de quemaduras graves, etc.

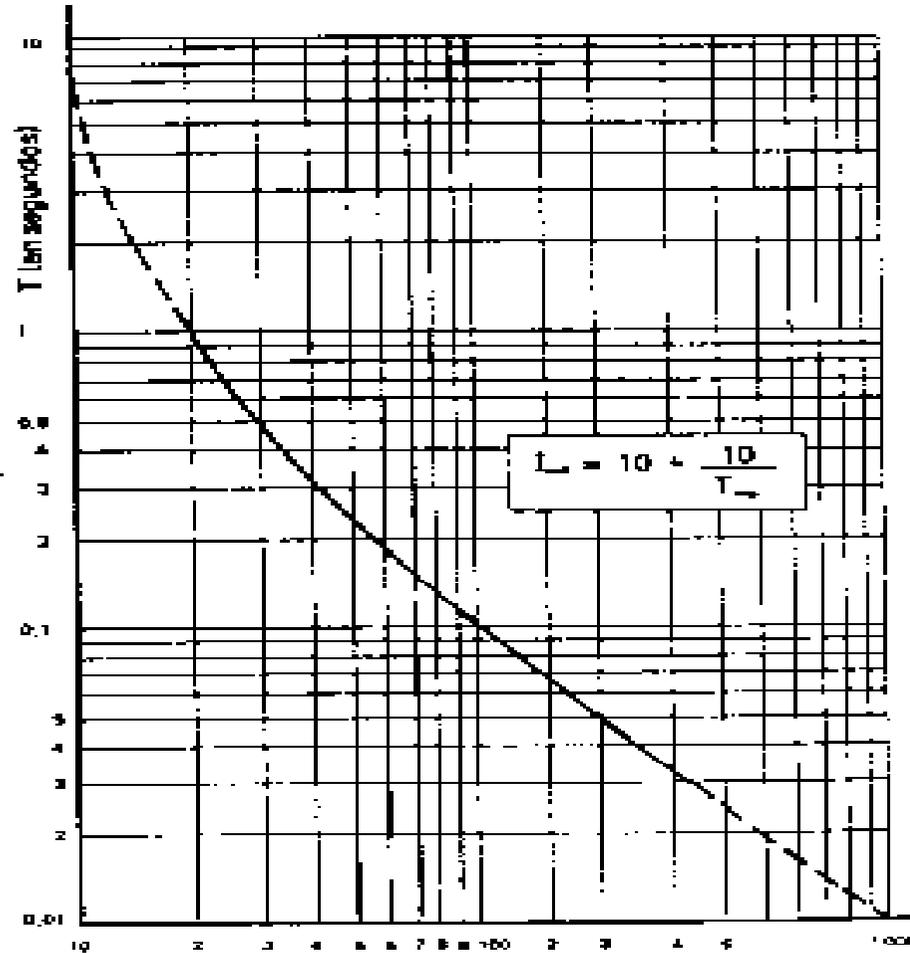
DURACIÓN DEL CONTACTO ELÉCTRICO

- La relación del tiempo de contacto con la intensidad ha sido estudiado por muchos técnicos u organismos, entre los que sobresalen: Comité Electrotécnico Internacional, Daziel y Koeppen-Tolazzi, que han desarrollado unas curvas donde se establecen las zonas de más o menos riesgos.
- La curva propuesta por el Comité Electrotécnico Internacional (CEI) en el año 1972 se representa a continuación, permite calcular un límite por debajo del cual no son de esperar muertes por contacto eléctrico y responde a la fórmula:
- Donde la Intensidad (I) viene expresada en miliamperios (mA) y el tiempo (T) en segundos (s).

DURACIÓN DEL CONTACTO ELÉCTRICO

cc.

$$I = 10 + \frac{10}{T}$$



DURACIÓN DEL CONTACTO ELÉCTRICO

De la aplicación de esta fórmula puede concluirse que a un paso de 30 mA, el tiempo máximo será de 0,5 segundos.

Debido a que la sensibilidad de los interruptores de corte suele ser de 30 mA, para tener una seguridad de protección el tiempo de corte en una corriente de defecto debe ser de 0,1 a 0,2 segundos.

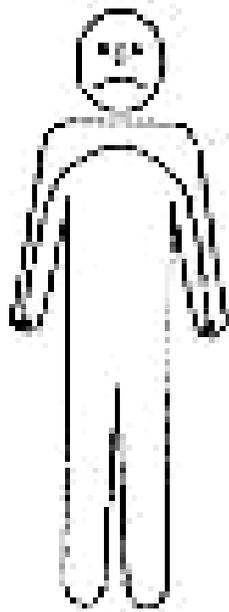
EFECTOS EN EL CUERPO DEL CONTACTO ELÉCTRICO

- Las diferentes partes del cuerpo humano, tales como la piel, los músculos, la sangre, etc., presentan para la corriente eléctrica una impedancia compuesta por elementos resistivos y capacitivos. Durante el paso de la electricidad la impedancia de nuestro cuerpo se comporta como una suma de tres impedancias en serie:
 - Impedancia de la piel en la zona de entrada.
 - Impedancia interna del cuerpo.
 - Impedancia de la piel en la zona de salida

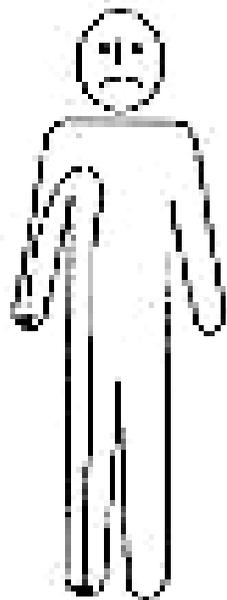
EFECTOS EN EL CUERPO DEL CONTACTO ELÉCTRICO

La impedancia interna del cuerpo puede considerarse esencialmente como resistiva, con la particularidad de ser la resistencia de los brazos y las piernas mucho mayor que la del tronco. Además, para tensiones elevadas la impedancia interna hace prácticamente despreciable la impedancia de la piel. Para poder comparar la impedancia interna dependiendo de la trayectoria, en la figura adjunta se indican las impedancias de algunos recorridos comparados con los trayectos mano-mano y mano-pie que se consideran como impedancias de referencia (100%).

EFFECTOS EN EL CUERPO DEL CONTACTO ELÉCTRICO



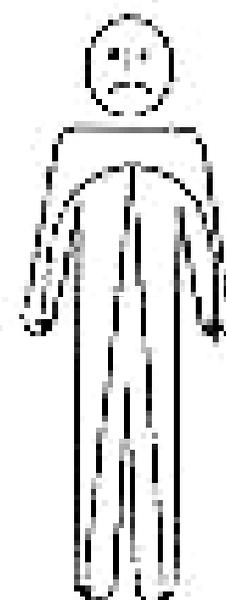
100%



100%



75%



50%



25%

EFECTOS EN EL CUERPO DEL CONTACTO ELÉCTRICO

- En las tablas adjuntas se indican unos valores de la impedancia total del cuerpo humano en función de la tensión de contacto, tanto para corriente alterna y continua, respectivamente:

EFFECTOS EN EL CUERPO DEL CONTACTO ELÉCTRICO

Tensión de contacto (V)	Trayectoria mano-mano, piel seca, c. continua superficie de contacto 50-100 cm ² Impedancia total (Ω) del cuerpo humano que no son sobrepasados por el		
	5% de las personas	50% de las personas	95% de las personas
25	2.200	3.875	8.800
50	1.750	2.990	5.300
75	1.510	2.470	4.000
100	1.340	2.070	3.400
125	1.230	1.750	3.000
220	1.000	1.350	2.125
700	750	1.100	1.550
1.000	700	1.050	1.500
valor asintótico	650	750	850

ACCIDENTES ELECTRICOS

- Este tipo de accidentes se produce por materialización de riesgos procedentes de dos clases de corrientes eléctricas: Estáticas y Dinámicas. Los producidos por corrientes estáticas son generalmente de tipo traumático como consecuencia de explosiones o incendios en industrias donde existen riesgos de posibles concentraciones de componentes volátiles capaces de inflamarse o explosionar al salto de una chispa eléctrica.

ACCIDENTES ELECTRICOS

- La electricidad estática se origina normalmente por inducción al desplazarse de una superficie no conductora o aislada, cargas eléctricas de un signo con lo que adquiere una carga electrostática de signo contrario.
- Normalmente suele darse por rozamiento con un fluido. Cuando existe proximidad entre esta superficie y otro objeto cargado eléctricamente de signo contrario se puede producir una diferencia de potencial suficiente para originar el arco eléctrico y producir la chispa origen del accidente.
- Los métodos empleados para eliminar las cargas estáticas son de tres tipos: Conexión a tierra, humidificación, y neutralización por ionización del aire para hacerlo conductor.

ACCIDENTES ELECTRICOS

- La toma a tierra para eliminación de electricidad estática, debe regirse por el principio de que el cable de descarga sea muy conductor, para evitar que pueda a su vez ser cargado por inducción. Cuando se trata de descargar a tierra elementos en movimiento (ejes de cintas transportadora, por ejemplo) es preciso emplear cables flexibles de cobre o cepillos de contacto en los ejes o elementos en movimiento.

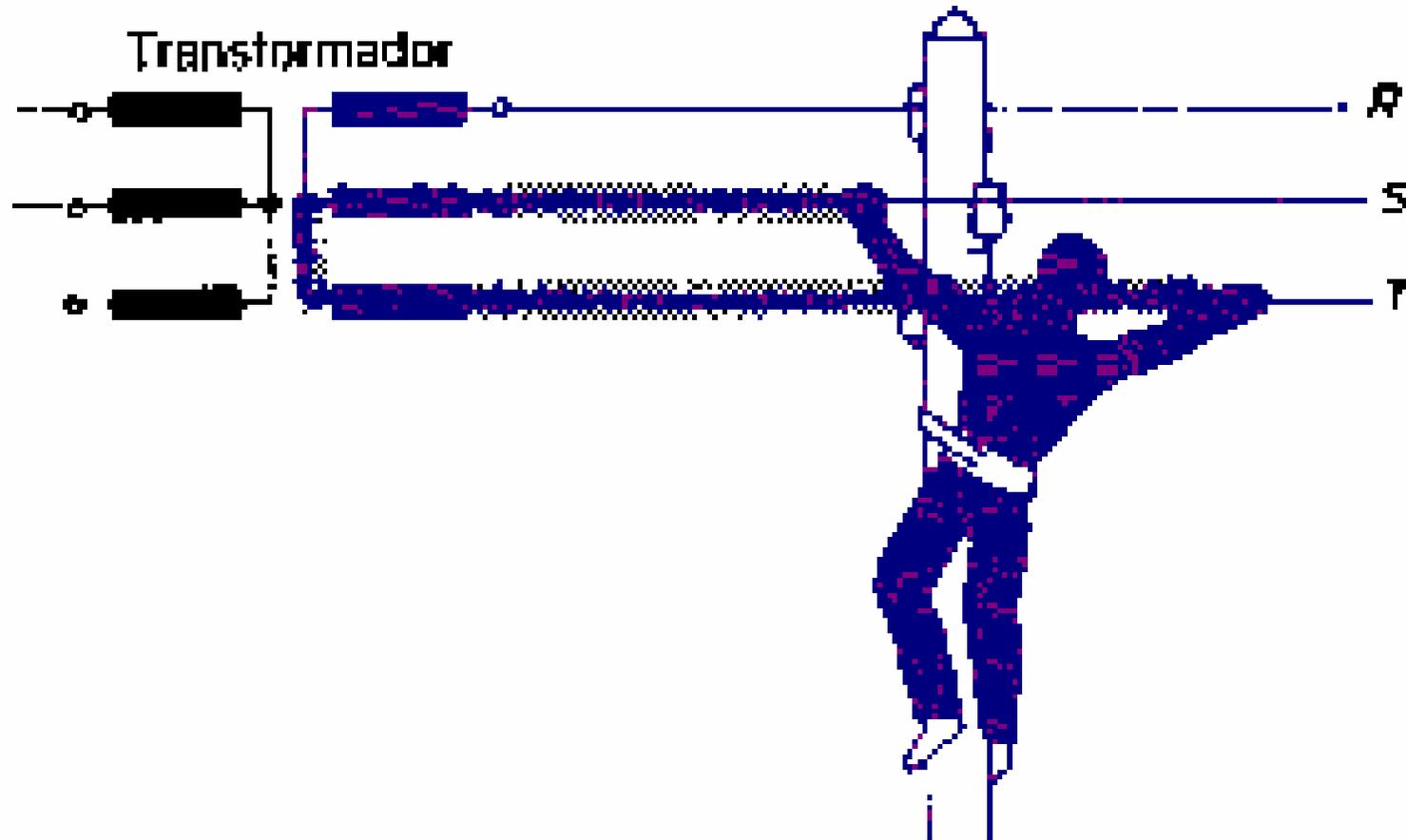
ACCIDENTES ELECTRICOS

- Otro método de eliminación de electricidad estática, consiste en aumentar la humedad relativa ambiental por encima del 60%.
- La neutralización consiste en la ionización del aire para hacerlo conductor. Los neutralizadores estáticos constan de un transformador de alto voltaje y baja capacidad que producen descargas radiantes.
- La electricidad dinámica, es la productora de efectos fisiológicos adversos por paso de ella a través del cuerpo humano. El accidente eléctrico se suele dar por:

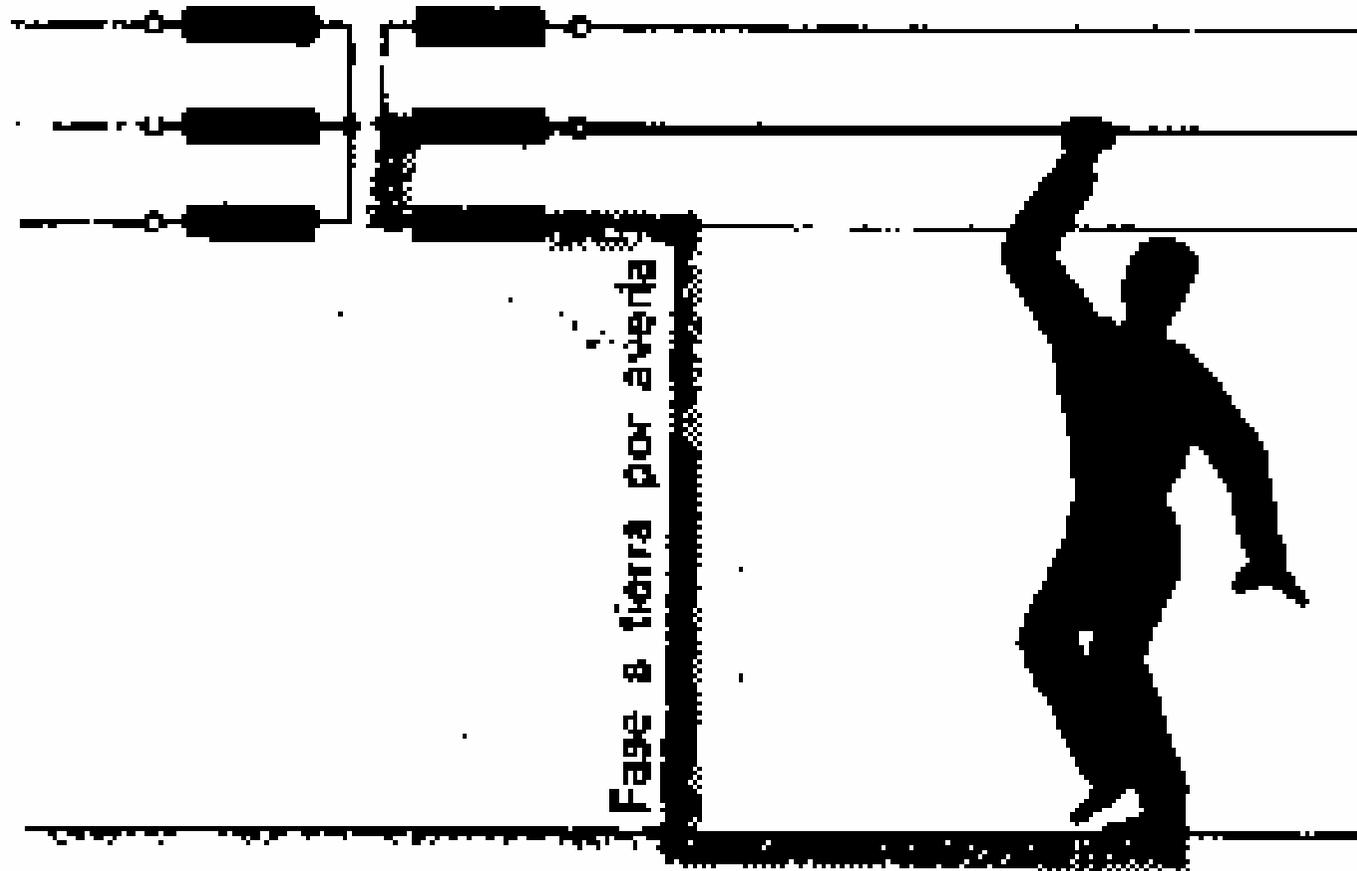
ACCIDENTES ELECTRICOS

- **Contacto directo:** Contacto de personas con partes activas de los materiales y los equipos.
- **Contacto indirecto:** Contacto de personas con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento.
- **Los contactos directos pueden darse de diferentes formas, siendo los más usuales**
 1. Entre dos conductores activos (2 fases)
 2. Entre una fase y tierra, en baja tensión, con transformador con neutro puesto a tierra.
 3. Entre un conductor activo y tierra en una red de baja, con neutro no puesto a tierra, pero por avería con una fase de secundario a tierra.

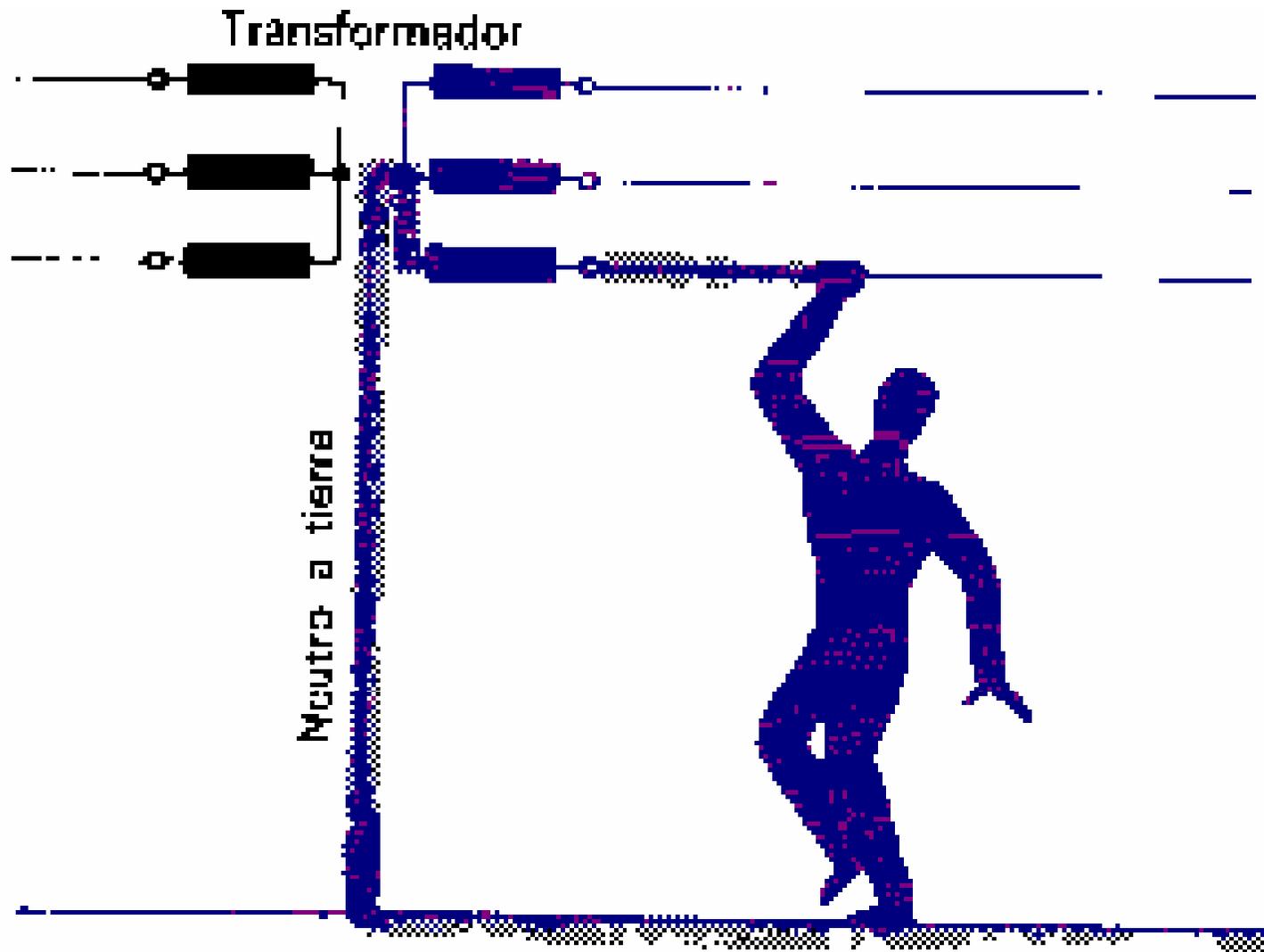
ACCIDENTES ELECTRICOS



ACCIDENTES ELECTRICOS



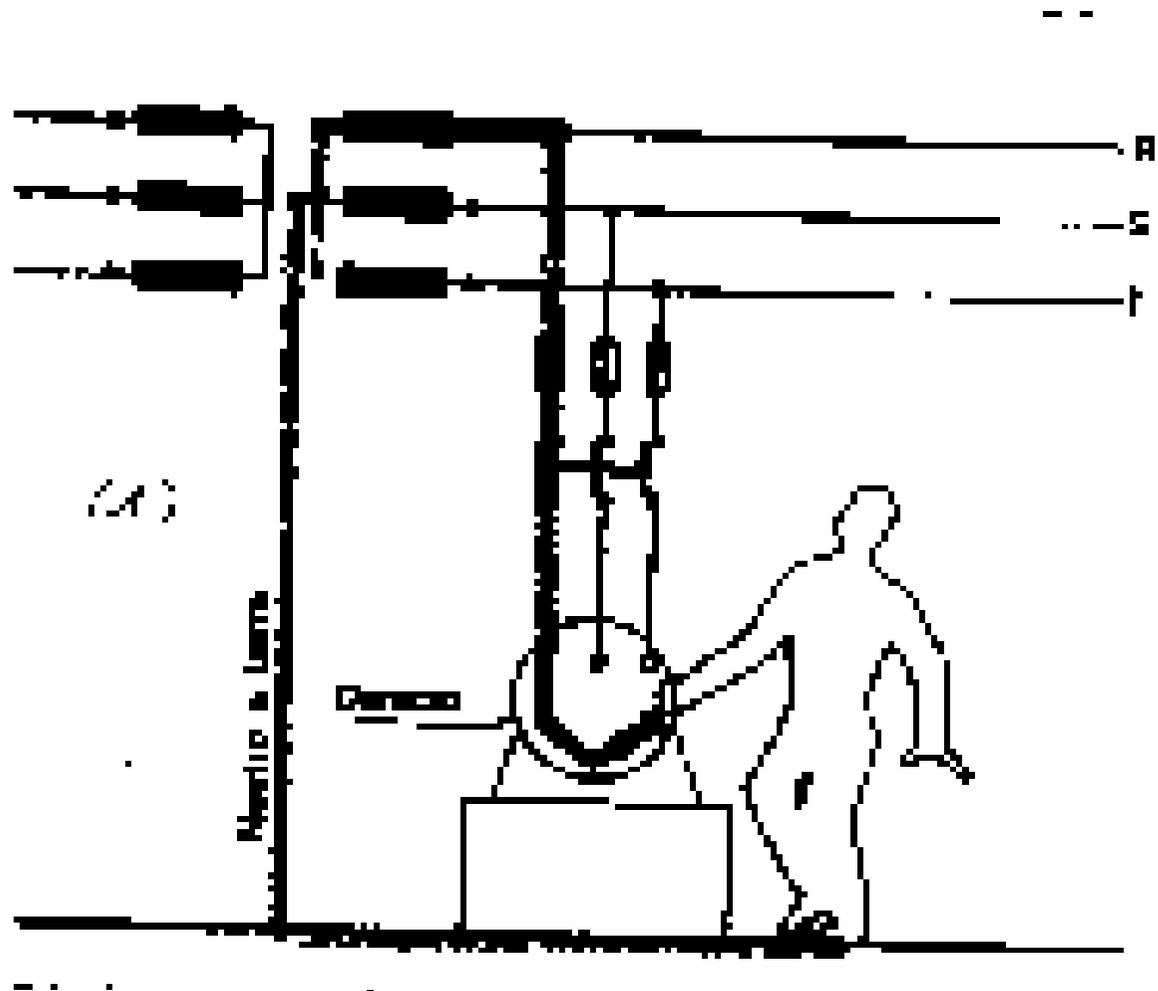
ACCIDENTES ELECTRICOS



ACCIDENTES ELECTRICOS

- Entre los **contactos indirectos a continuación exponemos tres ejemplos como más representativos de los** distintos casos que pueden darse:
- 1. Carcasa de un receptor con defecto de aislamiento sin que esté puesto a tierra, cerrándose el circuito a través del operario.

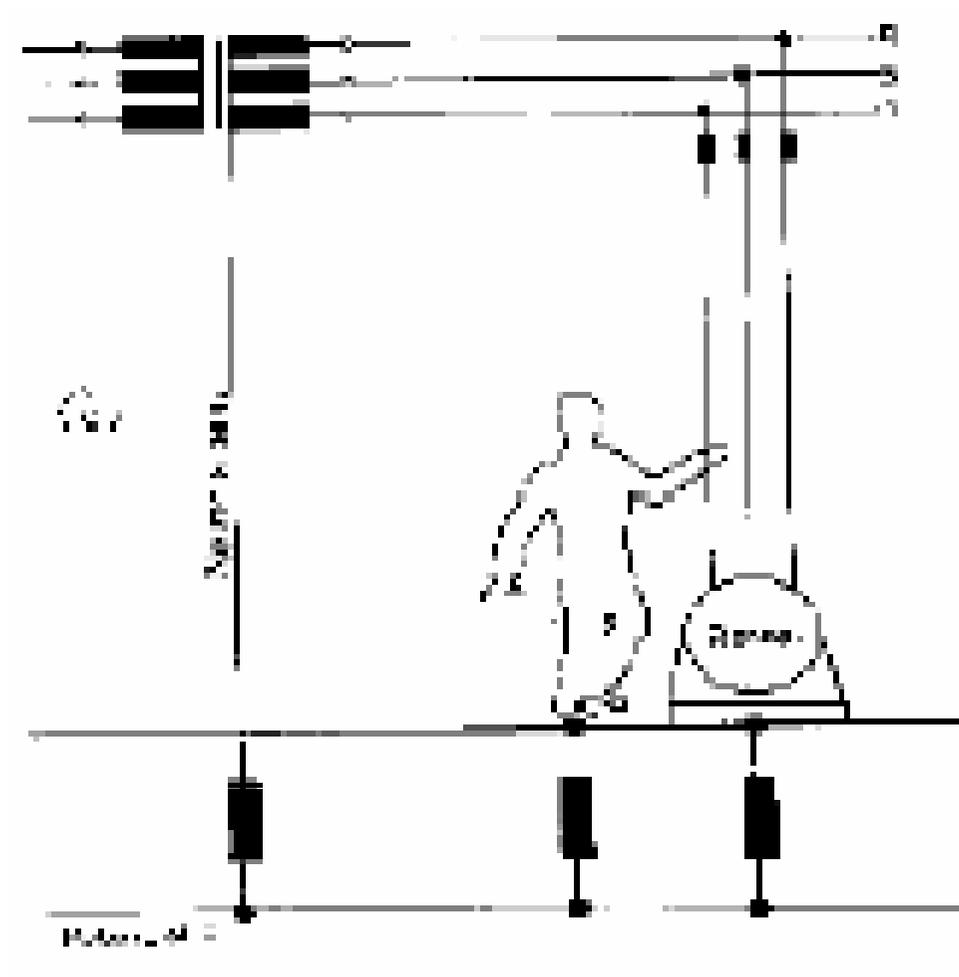
ACCIDENTES ELECTRICOS



ACCIDENTES ELECTRICOS

- 2. Contacto indirecto con la carcasa de un receptor puesto a tierra con defecto de aislamiento, protegido por sistema de seguridad que no actúa por lo que se cierra el circuito al ser menor la intensidad de contacto.

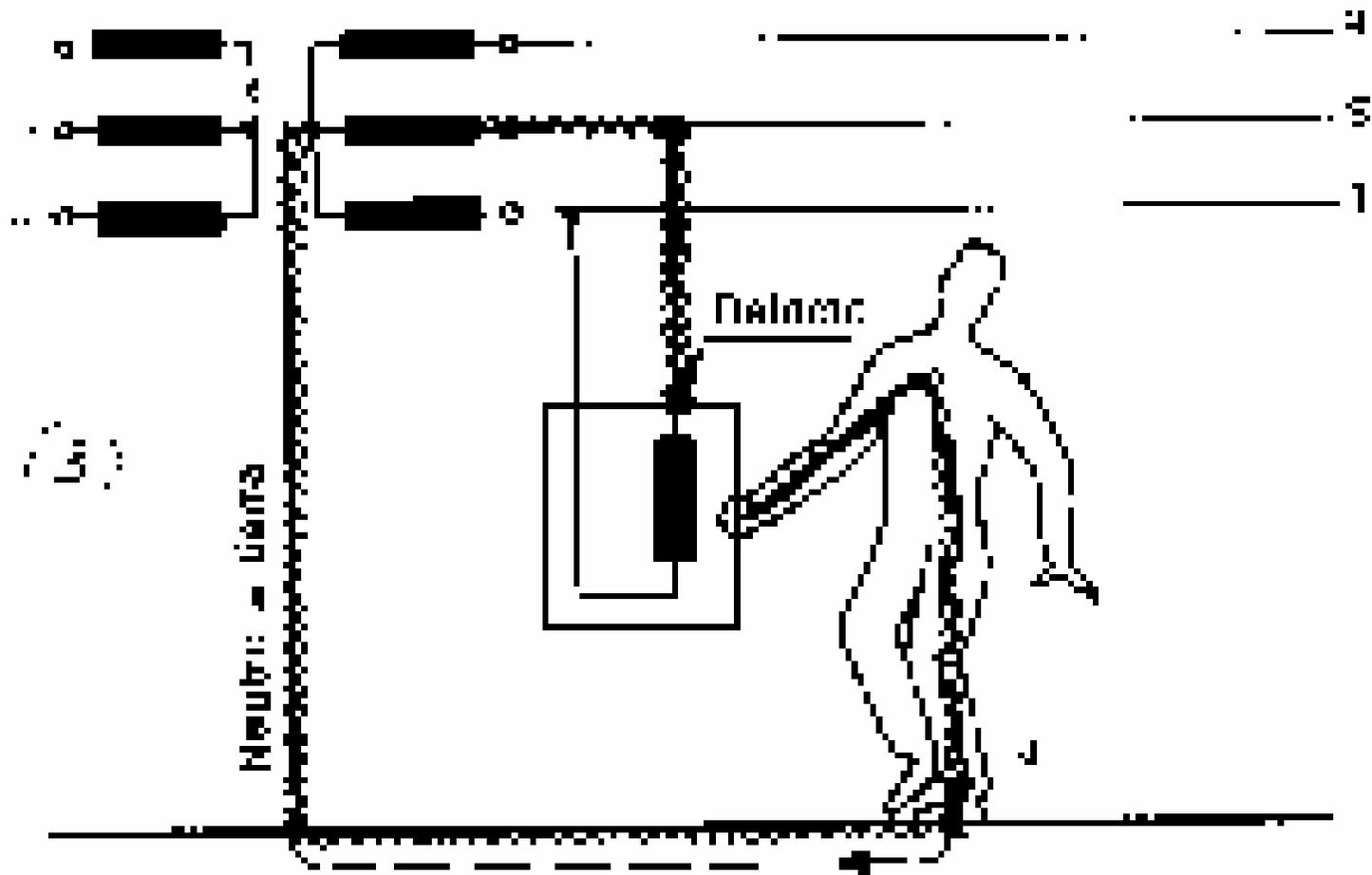
ACCIDENTES ELECTRICOS



ACCIDENTES ELECTRICOS

- 3. Contacto indirecto con una masa o armario de distribución por pérdida de aislamiento de alguna fase en su interior.

ACCIDENTES ELECTRICOS



ACCIDENTES ELECTRICOS

- A continuación exponemos de forma porcentual el número de accidentes que originan secuelas por efectos secundarios al producirse contactos con elementos activos

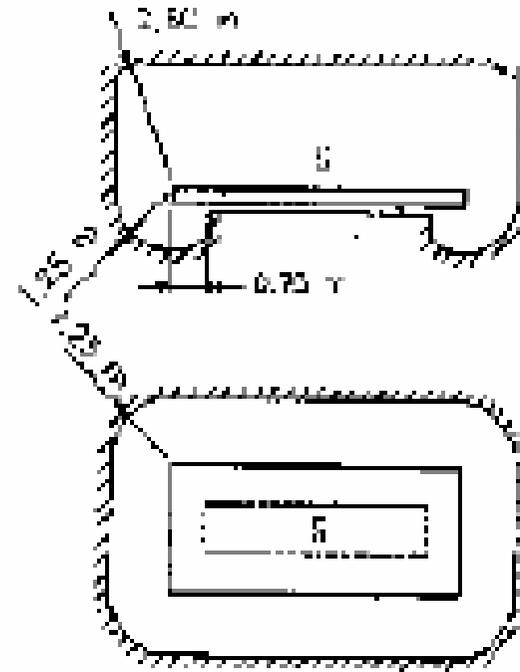
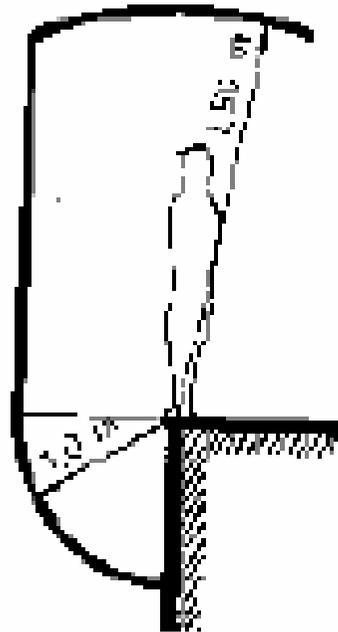
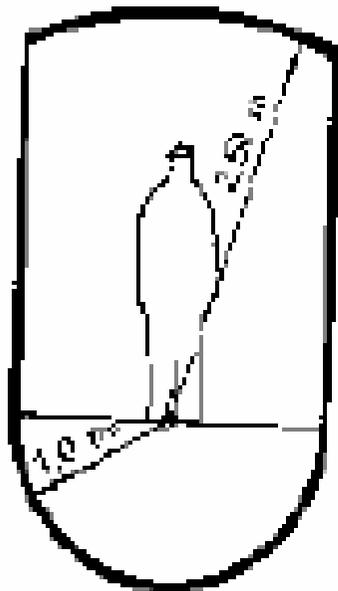
ACCIDENTES ELECTRICOS

ACCIDENTES POR CONTACTO CON LA CORRIENTE ELÉCTRICA SEGÚN LOS EFECTOS SECUNDARIOS (**)	
Efectos Secundarios	% Accidentes
Secuelas Funcionales (cicatrices o amputaciones por quemaduras)	60
Secuelas neurológicas	15
Secuelas oculares	8
Secuelas auditivas	3
Secuelas Traumáticas (consecuencia indirecta del accidente eléctrico)	11,5
Otros efectos	2,5

MEDIDAS PREVENTIVAS

- La protección contra contactos directos se basará en las siguientes medidas:
 - a) **Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar de trabajo o de circulación** que sea imposible un contacto fortuito con las manos o por manipulación de objetos conductores que se utilicen habitualmente. Las distancias límites deben ser: 2,5 metros hacia arriba y 1 metro hacia abajo o lateralmente, aún cuando la Norma UNE 20-460-90 considera como distancia de seguridad lateral o hacia abajo con valor de 1,25 metros en vez de 1 metro.

MEDIDAS PREVENTIVAS



MEDIDAS PREVENTIVAS

- **b) Interposición de obstáculo:** es otro de los métodos de protección, los obstáculos deben estar fijados de forma segura, de modo que impida el acceso a las partes activas de la instalación eléctrica. Si estos obstáculos son metálicos se unirán equipotencialmente entre sí y unido a toma de tierra.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- c) **Aislamiento de partes activas:** que limite la corriente de contacto a un valor no superior a **1 mA**, considerándose la resistencia humana en este caso 2,5 kW. Las pinturas, barnices, lacas o productos similares, no serán considerados, a estos efectos como aislamientos satisfactorios.
- d) **Utilización de elementos de corte:** Cuando se produzca el contacto con una corriente de defecto **< de 0,03 Amperios** para 280 V. De entre estos interruptores de corte el más utilizado es el interruptor diferencial.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Los accidentes por contactos indirectos se producen cuando el trabajador entra en contacto con masas que accidentalmente se encuentran en tensión y no existen las medidas protectoras adecuadas.
- Las medidas de protección contra estos riesgos pueden ser de dos clases de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- Clase A- Eliminación del riesgo y peligro en sí mismo.
- Clase B- Desconexión de la instalación al hacerse defectuosa.

MEDIDAS PREVENTIVAS

CONTACTO INDIRECTO

- Los *sistemas de protección de la clase A son varios, de los cuales los más usuales son:*
 1. Separación de circuitos
 2. Empleo de Tensiones de Seguridad
 3. Separación entre las partes activas y las más accesibles por medio de aislamientos
 4. Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas
 5. Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
 6. Conexiones equipotenciales.

MEDIDAS PREVENTIVAS

CONTACTO INDIRECTO

- **Separación de Circuitos:** Se consigue la seguridad, aislando a los conductores del **circuito de utilización** de tierra. Se separan los circuitos de energía de los de utilización mediante transformadores de seguridad o grupo de convertidores, creando unos circuitos flotantes.

MEDIDAS PREVENTIVAS

CONTACTO INDIRECTO

- **Empleo de Tensiones de Seguridad: Se basa en utilizar tensiones de seguridad en valores de 24V o 50V** según los locales sean húmedos o secos.
- La tensión de seguridad se suministrará por acumuladores o por la salida de un transformador, no efectuándose nunca la transformación directa de alta tensión a la tensión de seguridad.

MEDIDAS PREVENTIVAS

CONTACTO INDIRECTO

- **Separación entre las partes activas y las masas activas por medio de aislamiento: Se utilizan** materiales con aislamiento de protección de acuerdo con el REBT, de forma que el aislamiento sea de clase II y las partes metálicas y accesibles sin que sean puesta a tierra. Se emplean en pequeñas herramientas eléctricas portátiles y en electrodomésticos. Si el receptor es de doble aislamiento, el cable de alimentación también deberá serlo. El aislamiento de la instalación será como mínimo de 50 K Ω .

MEDIDAS PREVENTIVAS

CONTACTO INDIRECTO

- **Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores de masa: El sistema se basa en imposibilitar en circunstancias normales el que se pueda tocar una masa y un elemento conductor.**
- El aislamiento debe tener una resistencia superior a 50 K Ω .

MEDIDAS PREVENTIVAS

CONTACTO INDIRECTO

- **Recubrimiento de las masas con aislamiento de protección:** Este sistema consiste en **recubrir las masas** con un aislamiento equivalente a un aislamiento de protección, teniendo siempre presente que las lacas, pinturas o barnices no serán adecuados como aislamiento de protección.

MEDIDAS PREVENTIVAS

CONTACTO INDIRECTO

- **Conexiones Equipotenciales:** Este sistema consiste en unir todas las masas de la instalación entre sí y a los elementos conductores simultáneamente accesibles, con objeto de evitar que puedan aparecer diferencias de potencial peligrosas.

MEDIDAS PREVENTIVAS

CONTACTO INDIRECTO

- Los *sistemas de protección de la clase B son varios, de los cuales los más usuales son:*
 1. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
 2. Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto.
 3. Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.

MEDIDAS PREVENTIVAS

CONTACTO INDIRECTO

- **Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto con neutro a tierra:** En este sistema de protección es necesario que se den tres requisitos:
 1. El tiempo de actuación del dispositivo de corte debe ser inferior a 5 segundos.
 2. La tensión de contacto será inferior a los de seguridad (50 ó 24V)
 3. Todas las masas estarán unidas a la misma tierra.

MEDIDAS PREVENTIVAS

CONTACTO INDIRECTO

- **Puesta a neutro de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto:** En este sistema de protección, los defectos francos de aislamiento son cortocircuitos entre fase neutro provocando el disparo del dispositivo de corte automático.

MEDIDAS PREVENTIVAS

CONTACTO INDIRECTO

- **Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por tensión de defecto:** Este sistema **interrumpe** el suministro eléctrico en un tiempo muy reducido cuando existe una tensión peligrosa entre una masa y un punto de tierra de referencia que está a potencial cero.

LAS CINCO REGLAS DE ORO DE LA SEGURIDAD

- Como toda buena norma de actuación, el objetivo será determinar las operaciones y comprobaciones que deben ser realizadas en una instalación de A.T. y B.T., con el fin de eliminar o controlar los riesgos que puedan presentarse, previamente a la realización de los trabajos sin tensión.

LAS CINCO REGLAS DE ORO DE LA SEGURIDAD

- Para ello enumeramos las ***CINCO REGLAS DE ORO DE LA SEGURIDAD, contempladas en el Capítulo VI, Artículo 62, Apartado 1 de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo***

LAS CINCO REGLAS DE ORO DE LA SEGURIDAD

1° Abrir con corte visible todas las posibles fuentes de tensión mediante interruptores y seccionadores que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo.

2° Enclavamiento o bloqueo, si es posible, de los aparatos de corte.

3° Reconocimiento de la ausencia de tensión.

4° Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.

5° Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo.

FORMACION DE LOS TRABAJADORES

- El Artículo 5 del RD 614/2001 prevé que: “El empresario deberá garantizar que los trabajadores y los representantes de los trabajadores reciban una formación e información adecuadas sobre el riesgo eléctrico, así como sobre las medidas de prevención y protección que hayan de adoptarse en aplicación del presente Real Decreto” .

FORMACION DE LOS TRABAJADORES

- Los apartados 13, 14 y 15 del Anexo I de ese Real Decreto, definen tres tipos de trabajadores en función de la formación/calificación que deben poseer: «trabajador autorizado», «trabajador cualificado» y «jefe de trabajo»

FORMACION DE LOS TRABAJADORES

- Trabajador autorizado: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en este Real Decreto.
- Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.
- Jefe de trabajo: persona designada por el empresario para asumir la responsabilidad efectiva de los trabajos.

FORMACION DE LOS TRABAJADORES

- Del contenido del RD 614/97 y Guía técnica del riesgo eléctrico del INSHT no puede deducirse ningún paralelo entre el nivel de formación de cada una de estas figuras y los niveles de formación que puedan adquirirse en la formación ocupacional o en la formación profesional reglada, en principio por tanto para Trabajador Cualificado puede ser cualquiera de ellos quedando por tanto el nivel de cualificación requerida a criterio del empresario. Igualmente las condiciones de certificación de una experiencia de dos años tampoco están precisadas ni en esta norma ni en regulaciones posteriores, por lo que igualmente quedan a criterio de la persona capacitada para extender esta certificación (el empresario).

FORMACION DE LOS TRABAJADORES

	Trabajos sin tensión		Trabajos en tensión		Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones		Trabajos en proximidad	
	Supresión y reposición de la tensión	Ejecución de trabajos sin tensión	Realización	Reponer fusibles	Mediciones, ensayos y verificaciones	Maniobras locales	Preparación	Realización
BAJA TENSIÓN	A	T	C	A	A	A	A	T
ALTA TENSIÓN	C	T	C + AE (con vigilancia de un Jefe de trabajo)	C (a distancia)	C o C auxiliado por A	A	C	A o T vigilado por A
<p>T = CUALQUIER TRABAJADOR A = AUTORIZADO C = CUALIFICADO C + AE = CUALIFICADO Y AUTORIZADO POR ESCRITO</p>					<ol style="list-style-type: none"> 1. Los trabajos con riesgos eléctricos en AT no podrán ser realizados por trabajadores de una Empresa de Trabajo Temporal (RD 216/1999). 2. La realización de las distintas actividades contempladas se harán según lo establecido en las disposiciones del presente Real Decreto. 			

FORMACION DE LOS TRABAJADORES

- Debe incidirse en los riesgos que presenta la actividad del trabajador; esta formación se puede completar con indicaciones precisas sobre las prácticas concretas que deben evitarse o aplicarse, tales como, por ejemplo:

FORMACION DE LOS TRABAJADORES

- «No trabaje con equipos o instalaciones que presenten defectos en cables o enchufes»
- «No desenchufe los equipos tirando de los cables»
- «No manipule en el interior de los equipos ni los desmonte»
- «No sobrecargue los enchufes utilizando ladrones o regletas de forma abusiva»
- «En emplazamientos de características especiales (húmedos, mojados, polvorientos, con riesgo de incendio o explosión, obras de construcción, etc) no se olvide de aplicar las medidas de seguridad inherentes a ese emplazamiento», etc.

EQUIPOS PROTECCION

- Según el RD 614/2001 sobre protección frente al riesgo eléctrico, los trabajos en tensión, BT, deben ser realizados por trabajadores cualificados. Véase el Anexo I de este informe.
- Al electricista se le deberá proporcionar formación en las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico según el RD. 614/2001, de vigencia reciente.
- En la realización de estos trabajos deben cumplirse las disposiciones que establece el RD 614/2001, anexo III, apartado A.

EQUIPOS PROTECCION

- Para la realización de cada trabajo debe seguirse un procedimiento previamente estudiado. Teniendo en cuenta las características de la instalación eléctrica del Centro y el tipo de trabajos en tensión que se realiza, el trabajador debe estar dotado de los equipos siguientes:

EQUIPOS PROTECCION

- **Equipos aislantes de los pies**

- Alfombra aislante.

- Banqueta aislante, según UNE 204001 en caso de que se considere necesario por realizarse trabajos en locales con suelo húmedo o con limaduras metálicas u otros objetos sobre el suelo que pueden deteriorar la alfombra.

- Calzado aislante, según norma UNE EN 50321. La utilización adecuada de este calzado requiere ponérselo en el lugar donde se va a realizar el trabajo, cuando se va a iniciar el mismo y quitárselo en el mismo lugar cuando el trabajo ha finalizado;

EQUIPOS PROTECCION

- **Equipos aislantes de las manos**
 - Herramientas aisladas según UNE EN 60900.
 - Guantes aislantes con índice de protección mínima Clase 00, según UNE EN 60903.

Para comprobación de estos guantes debe disponerse de verificador neumático de guantes aislantes.

Destinado a verificar la ausencia de perforaciones en los guantes aislantes. Estos deben ser verificados, con este dispositivo, antes de cada utilización.

EQUIPOS PROTECCION

- Para los cambios de fusibles debe disponerse de:
 - Maneta portafusibles, para extracción de fusibles, provista de manguito aislante. La maneta disponible debe ser sustituida por carecer de manguito.
 - Guantes ignífugos, según UNE EN 407, con nivel de prestación 3 ó 4 frente a la inflamabilidad. Su uso es obligatorio en las tareas de extracción o conexión de fusibles, con maneta portafusibles, para proteger de las quemaduras producidas por la fusión del manguito aislante incorporado a la maneta.