

UNIDAD 2. SEGURIDAD EN LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

La energía eléctrica ha de considerarse peligrosa, ya que no es perceptible por ninguno de los sentidos, exceptuando cuando el choque eléctrico ya se ha producido. Para poder evitar los accidentes de naturaleza eléctrica es necesario adoptar medidas adecuadas para prevenir y proteger los posibles riesgos que pueden presentarse. Estas medidas implican la elección acertada de los elementos preventivos que hagan fiables y seguras las instalaciones eléctricas (de acuerdo con su tensión, tipo de instalación y emplazamiento) tanto para los bienes materiales como los personales.

2.1. ANÁLISIS DE LOS RIESGOS ELÉCTRICOS

Toda actividad humana que implique un trabajo conlleva, en mayor o menor grado, un peligro para las personas que lo realizan y, a su vez, el peligro presenta unos riesgos que dan como resultado un accidente con sus consecuencias (daños o lesiones). Se dice que se aplican medidas de prevención cuando éstas evitan el peligro, mientras que si se adoptan medidas que tratan de evitar las consecuencias del accidente se considera protección.

Los accidentes eléctricos son cuantitativamente pocos, pero cualitativamente presentan gran importancia, dada la probabilidad tan alta de que tengan malas consecuencias. En todo accidente de este tipo interviene siempre una cantidad de energía eléctrica que se transforma. Esta transformación puede producirse bien directamente sobre la persona, causándole lesiones orgánicas de origen eléctrico (**accidente directo**), o desencadenando un proceso energético que dé lugar a un accidente de otra naturaleza; en este caso la corriente eléctrica es la causa indirecta. Este tipo de accidentes se denominan **accidentes mediatos**.

Los principales riesgos eléctricos son:

- Electrocución: muerte por circulación de la corriente a través del cuerpo.
- Choque eléctrico: daños severos por contacto directo con una parte en tensión

- Quemaduras: por choque eléctrico o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes.
- Incendios o explosiones

2.2. EFECTOS DE LA ELECTRICIDAD SOBRE EL ORGANISMO

El proceso mediante el cual una persona recibe energía eléctrica en un accidente directo puede ser una simple exposición a las radiaciones electromagnéticas, pero son mucho más frecuentes y graves los casos en que la víctima queda acoplada eléctricamente a la red. Casi todos los daños tienen que ver con el calor. En un contacto directo, del cuerpo humano con un circuito eléctrico, el cuerpo se comporta como un conductor y por efecto Joule se calienta. Este calor elevado causa graves daños en el recorrido que emplea la corriente eléctrica, y si atraviesa algunos órganos, estos sufrirán. Se pueden considerar los siguientes tipos de lesiones por causa eléctrica:

- Tetanización*: consiste en la contracción de los músculos, impidiendo la relajación de forma voluntaria. Por ejemplo, en el caso de la mano, la tetanización va a provocar que se cierre impidiendo su apertura. Por ello es muy peligroso tocar los cables con los dedos o la palma de la mano, ya que ello provocaría que no se pudieran soltar, alargando la electrocución.
- Paro respiratorio*: se produce cuando la corriente eléctrica daña el sistema nervioso.
- Asfixia*: cuando la tetanización ocurre en los pulmones, estos se contraen impidiendo la inhalación.
- Fibrilación ventricular: cuando la corriente eléctrica afecta al corazón, se produce una ruptura del ritmo cardíaco. Al no bombear el corazón, la falta de sangre puede dañar de manera irreparable el cerebro.
- Quemaduras*: El paso de corriente genera una gran cantidad de calor, provocando la quemadura y destrucción del tejido y órganos afectados. Se pueden alcanzar temperaturas de incluso 4000°C.

2.2.1. Factores que intervienen en el organismo durante un accidente eléctrico

A continuación, se enumeran los factores que intervienen en cualquier accidente eléctrico y su influencia en el organismo:

- Valor de la intensidad de la corriente eléctrica.
- Valor de la tensión.
- Tiempo de paso de la corriente eléctrica.
- Impedancia del cuerpo humano.
- Trayectoria que siga la corriente por el organismo.
- Naturaleza de la corriente.
- Valor de la frecuencia en el caso de corrientes alternas.
- Capacidad de reacción del organismo.

1. Valor de la intensidad de la corriente

Los fenómenos derivados del paso de la corriente eléctrica por el organismo humano se deben principalmente al valor de la intensidad de la corriente. La acción de intensidad de la corriente se traduce en varios fenómenos, que tienen lugar a medida que la intensidad aumenta, como se indica en la siguiente secuencia:

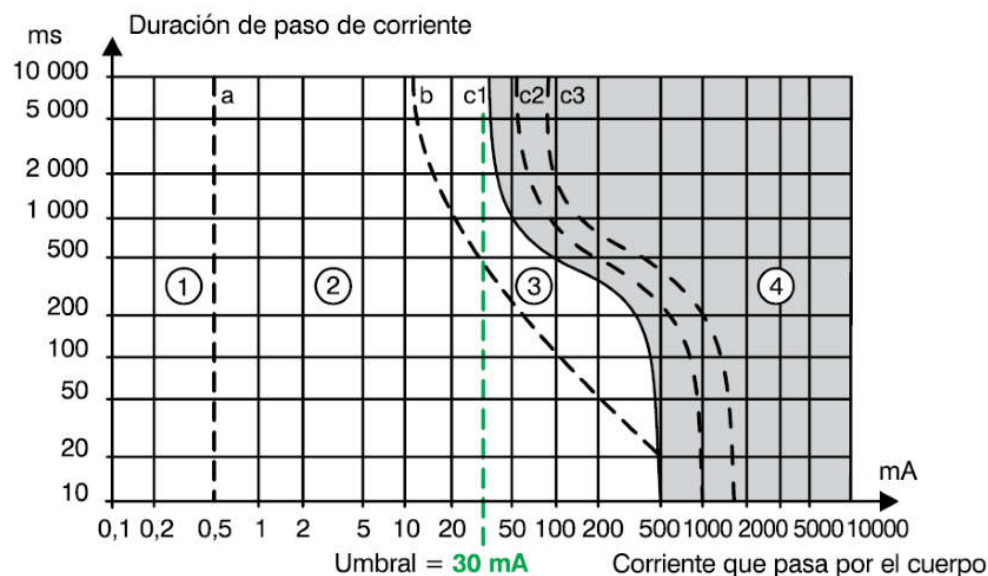
EFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA CORRIENTE ELÉCTRICA ALTERNA (50 - 60 Hz)		
INTENSIDAD (mA)	DURACIÓN	EFECTOS
0 - 0,5	Independiente	Umbral de percepción. No provoca ninguna sensación. Sin consecuencias
0,5 - 10	Independiente	Cosquilleos, calambres y movimientos musculares reflejos
10 - 15	Independiente	Umbral de no soltar
15 - 25	Minutos	Contracción brazos y piernas. Dificultad de respiración. Aumento de la tensión arterial. Límite de tolerancia
25 - 50	Segundos a minutos	Irregularidades cardíacas. Aumento de la tensión arterial. Fuerte efecto de tetanización. Inconsciencia. Inicio fibrilación ventricular
50 - 200	Menos de un ciclo cardíaco	No se produce fibrilación ventricular. Fuertes contracciones musculares
	Más de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visibles. Inicio electrocución independiente de la fase del ciclo cardíaco
200 - 1000	Menos de un ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. Inconsciencia. Marcas visibles. Inicio electrocución dependiente de la fase del ciclo cardíaco. Iniciación solo en la fase sensitiva
	Más de un ciclo cardíaco	Paro cardíaco reversible. Inconsciencia: marcas visibles. Quemaduras. Alto riesgo de muerte
1 - 5 Amperios	Independiente	Quemaduras muy graves. Parada cardíaca con elevada probabilidad de muerte
LIMITACIÓN DE RESPONSABILIDAD. El/la autor/ra del artículo ha preparado esta tabla con los valores, efectos y consecuencias generalmente aceptados por los especialistas. No obstante, se hace constar expresamente que los datos se facilitan exclusivamente a efectos informativos y pueden diferir de los registrados en casos reales concretos. Por ello, el autor/autora NO ASUME NINGUNA RESPONSABILIDAD SOBRE EL USO DE DICHA TABLA.		

La máxima intensidad de corriente eléctrica que puede soportar una persona sin peligro, independientemente del tiempo que dure su exposición a la corriente, Se suele llamar **umbral absoluto de intensidad**. También se considera como umbral absoluto de intensidad el mayor valor que permita a la persona desprenderse del contacto por sus propios medios.

2. Valor de la tensión

La diferencia de potencial es la causa por la que en un circuito eléctrico circula una intensidad. Es fácil, por tanto, comprender que, para un determinado estado del cuerpo humano con un valor concreto de resistencia, el valor de la intensidad que por él circule viene definido por el mayor o menor valor de la tensión de contacto. Por eso, lo que afecta al organismo humano es el valor de la intensidad de corriente eléctrica que pasa a su través cuando se encuentra sometido a una diferencia de potencial.

3. Tiempo de paso de la corriente eléctrica



Zona 1: Percepción.

Zona 2: Gran malestar y dolor.

Zona 3: Contracciones musculares.

Zona 4: Riesgo de fibrilación ventricular (paro cardíaco).

c1: Probabilidad del 5%.

c3: Probabilidad >50%.

Se denomina **umbral absoluto de tiempo** al periodo máximo que una persona puede soportar, sin peligro, el paso de la corriente eléctrica en baja tensión (24 - 50 V), de cualquier intensidad, por su cuerpo. La figura representa la correspondencia entre el valor eficaz de la corriente a 50 Hz y el umbral de tiempo.

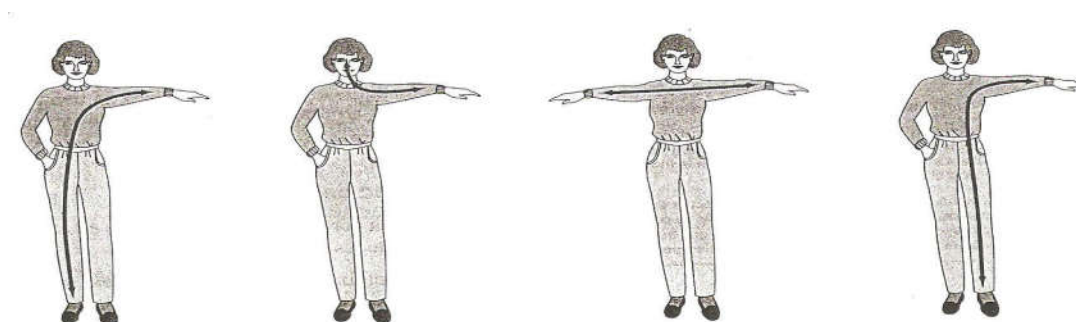
4. Impedancia eléctrica del cuerpo humano

Las distintas partes del cuerpo humano presentan una impedancia formada por elementos resistivos y frente a la corriente eléctrica. Sus valores dependen principalmente del trayecto de la corriente, de la tensión de contacto, del tiempo de paso de la corriente, de la frecuencia, del estado de humedad de la piel, de la presión ejercida, de la superficie de contacto y de la temperatura. A continuación se muestra la variación de la resistencia del cuerpo humano con la tensión en función de la humedad de la piel:

Impedancia del cuerpo humano en función de la tensión de contacto			
Corriente alterna 50 - 60 Hz	Trayectoria mano - mano, piel seca , superficie de contacto 50 - 100cm ²		
	Impedancia total del cuerpo humano (Ω) que no es superada por el:		
Tensión de contacto (V)	5% de las personas	50% de las personas	95% de las personas
25	1750	3250	6100
50	1450	2625	4375
75	1250	2200	3500
100	1200	1875	3200
127	1125	1625	2875
230	1000	1350	2125
700	750	1100	1550
1000	700	1050	1500
> 1000	600	750	850

5. Trayectoria de la corriente eléctrica

La corriente eléctrica siempre sigue el camino que le ofrece menos resistencia ante un contacto eléctrico realizado entre dos puntos a distinto potencial. Por eso, las consecuencias que la corriente eléctrica produce en el organismo dependen de los órganos que ésta atraviese. En la siguiente figura se representan las posibles trayectorias de la corriente con mayor grado de peligrosidad.



6. Naturaleza de la corriente eléctrica

En líneas generales, los efectos de la naturaleza de la corriente eléctrica (continua o alterna) sobre el cuerpo humano son diferentes. La corriente continua actúa por calentamiento, aunque puede ocasionar un efecto electrolítico en el organismo que puede generar riesgo de embolia o muerte por electrólisis de la sangre; en cuanto a la corriente alterna, la superposición de la frecuencia al ritmo nervioso y circulatorio produce una alteración que se traduce en espasmos, sacudidas y ritmo desordenado del corazón (fibrilación ventricular).

7. Frecuencia

En corriente alterna, cuanto mayor es la frecuencia, menores son sus efectos. Se ha comprobado que a partir de 1000 Hz los umbrales que implican afección del organismo aumentan, es decir, disminuyen los efectos sobre el organismo humano y, a los 10000 Hz, la corriente alterna se comporta como continua.

8. Capacidad de reacción

El efecto que la corriente eléctrica produce en cada persona en un accidente, es muy diferente. Estudios realizados demuestran que estos efectos son función de una serie de características de la persona afectada, como:

- Estado físico y psicológico.
- Nivel de alcohol.
- Nerviosismo o excitación.
- Problemas cardíacos previos.
- Edad, género, hambre, fatiga, sed.
- Dormido o despierto (se ha comprobado que una persona dormida aguanta aproximadamente el doble de intensidad que despierta).

2.3 TIPOS DE RIESGOS ELÉCTRICOS

Los accidentes eléctricos se originan por el contacto de la persona con partes en tensión de una instalación o elementos de la misma. Debido a este hecho, los contactos eléctricos se clasifican en directos e indirectos

2.3.1. Contacto eléctrico directo

Se define el contacto directo como el contacto de personas con partes activas (fases o neutro) de una instalación, o con partes de la misma que normalmente están bajo tensión. La forma de producirse un contacto eléctrico directo puede ser:

- Contacto directo con dos conductores activos de una línea.
- Contacto directo con un conductor activo de línea y masa o tierra.
- Contacto directo por descarga inductiva.

En el primer caso el contacto se produciría al tocar con cada mano una fase distinta de la línea. En el segundo caso el contacto se produciría al tocar una fase de la red y los pies que tocan tierra, al estar el neutro de la red puesto a tierra, como es habitual. En el tercer caso el contacto se produciría al acortarse la distancia mínima de seguridad hasta el punto de que se supere el valor de aislamiento del aire. Para evitar el contacto directo se deben tener en cuenta las siguientes protecciones:

- Protección mediante **aislamiento en las partes activas**. Se aplica un aislamiento eléctrico sobre las partes activas de tal manera que no pueda ser separado.
- Protección mediante la **interposición de barreras y envolventes**, de tal manera que asegure un grado de protección adecuado, suficiente y duradero, conforme a las condiciones de servicio.
- Protección mediante la **interposición de obstáculos**, de manera que se impida un acercamiento a la zona de riesgo.
- Protección por **alejamiento**. Consiste en separar las partes activas, alejándolas lo más posible, y así evitar contactos accidentales.

-Protección complementaria mediante **dispositivos de corriente diferencial**. Es una medida que se debe adoptar complementándola con otros métodos de protección.

2.3.2. Contacto eléctrico indirecto

Por contacto eléctrico indirecto se entiende el contacto de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión, que en condiciones normales de funcionamiento están sin tensión. El caso sería el de un aparato eléctrico que por avería tuviese su parte metálica bajo tensión. Existen una serie de protecciones a tener en cuenta:

-Protección por **corte automático**. Cuando ocurre un fallo en el aislamiento se provoca el corte de la instalación dejándola fuera de servicio

-Protección mediante equipos de **protección doble**. Son equipos resistentes a estos fallos debido al empleo de aislamientos dobles o reforzados.

-Protección mediante **redes equipotenciales**. Consiste en unir eléctricamente todas las masas metálicas de la instalación entre si. El principio es muy sencillo. Si una falla eléctrica ocurre y existe una conexión equipotencial, todos los objetos metálicos en una estructura o una habitación están sustancialmente bajo el mismo potencial eléctrico. Aun si la conexión a tierra se pierde, el ocupante estará protegido de diferencias de potencial bajo los elementos conectados.

-Protección mediante separación eléctrica. Se emplea un transformador de aislamiento.

2.4. TRABAJOS Y MANIOBRAS EN INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Siempre que se pueda, se debe realizar cualquier trabajo en ausencia de tensión eléctrica. Para ello, un técnico debe:

-Informar al responsable de la instalación.

-Reconocer y delimitar la zona de trabajos.

-Contar con un equipo de primeros auxilios

Antes de iniciar cualquier trabajo en una instalación de a bordo, es necesario identificar tanto la instalación como el conductor o equipo donde se vaya a realizar dicho trabajo, teniendo

presente que siempre se considerará que las instalaciones están bajo tensión hasta que se compruebe la ausencia de ésta mediante los aparatos destinados a tal fin. Para dejar sin tensión una instalación, se deben cumplir las denominadas **cinco reglas de oro** que constituyen las medidas de prevención y de protección en trabajos sin tensión:

Las CINCO REGLAS DE ORO para trabajar sin tensión

- 1.-**Desconectar** la zona de trabajo de la red eléctrica. Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión.
- 2.-**Prevenir** e impedir la reconexión. Para ello se usan tanto elementos de señalización, como barreras físicas que impidan que otra persona pueda reconectar el sistema.
- 3.- **Verificar** la ausencia de tensión eléctrica mediante los aparatos destinados a tal fin
- 4.- **Cortocircuitar** los conductores y conectarlos a tierra
- 5.- **Delimitar** el paso a la zona de trabajo por parte de personal no autorizado, mediante vallas u otros elementos similares.

Consideraciones adicionales relativas al trabajo a bordo de embarcaciones

Cualquier trabajo a bordo presenta una serie de particularidades que deben hacernos extremar aún más las precauciones. No debemos olvidar que un buque es un ambiente cerrado, potencialmente húmedo, y generalmente en movimiento constante. Por ello es necesario evaluar, y tomar las medidas preventivas necesarias en lo que se refiere a:

- Condiciones de iluminación y ventilación de la instalación
- Temperatura y humedad (o incluso presencia de agua) de los distintos espacios o zonas de trabajo
- Ergonomía y seguridad en los movimientos. Con frecuencia se trabajará en lugares de acceso o dimensiones reducidas, y durante la navegación.
- Límites de ruido aceptables.

2.5 ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE

Para poder actuar de la manera más eficiente en caso de accidente, se debe disponer previamente de toda la información que nos pueda ser de utilidad, en un lugar visible. Ésta puede ser los teléfonos de emergencias de los puertos en que el buque tenga base (Urgencias médicas, bomberos, ...) , o de los países que visite con frecuencia, así como el contacto del Servicio Radiomédico

El sistema de emergencia debe comprender tres fases, P A S:

- Proteger**, tanto al accidentado como al personal de socorro. Desconectar la corriente eléctrica y no mover a la víctima excepto para evitar un riesgo mayor (caídas, incendios).
- Avisar**. Alertando a los servicios de emergencia (ambulancias, hospitales, protección civil...)
- Socorrer**. Una vez completados los pasos anteriores, se puede proceder a socorrer al accidentado. Para ello es necesario que la persona que preste socorro tenga conocimientos sobre primeros auxilios. Hasta indicación médica nos limitaremos a la reanimación cardiopulmonar y protección de las quemaduras con gasas estériles.

A la hora de dar un aviso, se debe mantener la calma y proceder a recopilar la siguiente información:

- Lugar donde ha ocurrido el accidente
- Tipo de accidente (electrocución, quemadura, contusión..)
- Numero de víctimas
- Estado de cada víctima (inconsciente, sin respiración, sangrando...)

No se debe cortar la comunicación con el servicio de emergencia hasta que éste nos lo indique, pues pueden necesitar de otros datos complementarios. Así mismo, se debe disponer a una persona para que espere y acompañe a los servicios de emergencia hasta el lugar del accidente.

Que NO hacer en caso de accidente eléctrico:

- No tocar directamente a la víctima. Se debe cortar la corriente y en último recurso utilizar un

elemento no conductivo (palo de madera) para separar a la víctima de la fuente de tensión.

-No actuar impulsivamente. No manipular objetos eléctricos con las manos mojadas o en ambientes húmedos.

-No retirar piel o ampollas si la víctima las presenta.

-No aplicar pomadas o ungüentos, ni hielo, ni usar toallas o mantas que puedan desprender fibras que se adhieran a la piel quemada. Únicamente aplicar gasas estériles con suero o agua

2.6 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA

Se debe disponer de los equipos individuales de protección adecuados a cada trabajo. Guantes y calzado dieléctricos, protección ocular/ facial, y casco

Se debe disponer de los elementos de protección colectiva adecuados, tales como barreras físicas, dispositivos de enclavamiento y señalización de riesgos.