

RISCOS ELÉCTRICOS NO SECTOR NAVAL (I)

- **Introdución.**
- **Factores que determinan a enerxía eléctrica.**
- **Percorrido da corrente.**
- **Efectos fisiolóxicos.**
- **Tipos de contacto.**

Autoría:

Victor Eiroa Bermúdez

Técnico superior de PRL e enxeñeiro técnico químico industrial
SPM ASIME.

Dolores Gómez Nistal

Técnico superior de PRL e licenciada en Filoloxía Hispánica
SPM ASIME.

Roberto Martínez Vidal

Técnico superior de PRL e enxeñeiro técnico químico industrial
SPM ASIME.

Cristóbal Martínez Villaverde

Técnico superior de PRL e licenciado en Química Analítica
SPM ASIME.



INTRODUCCIÓN

No sector naval como na sociedade industrial, a electricidade representa un risco invisible pero presente na maior parte das actividades. O seu habitual uso fai que moitas veces os traballadores se comporten como se non representase ningún perigo. Nada máis lonxe da realidade, porque a electricidade é, hoxe en día, unha fonte importante de accidentes e causa lesións dunha gravidade variable, dende un leve formigo inocuo ata a morte por paro cardíaco, asfixia ou grandes queimaduras.

Hai que ter en conta que do 4% ao 8% dos accidentes de traballo mortais son producidos por electrocucións. A isto hai que sumarlle que no sector naval é causa de moitos incendios e explosións. Estímase que a principal causa de incendio se debe a un sistema eléctrico en malas condicións. Non obstante, pódese controlar este risco aplicando a normativa de seguridade para estes equipos, empezando por un bo deseño e finalizando cun bo mantemento preventivo e correctivo.

FACTORES QUE DETERMINAN A ENERXÍA ELÉCTRICA

Existen tres factores que determinan as características da enerxía eléctrica:

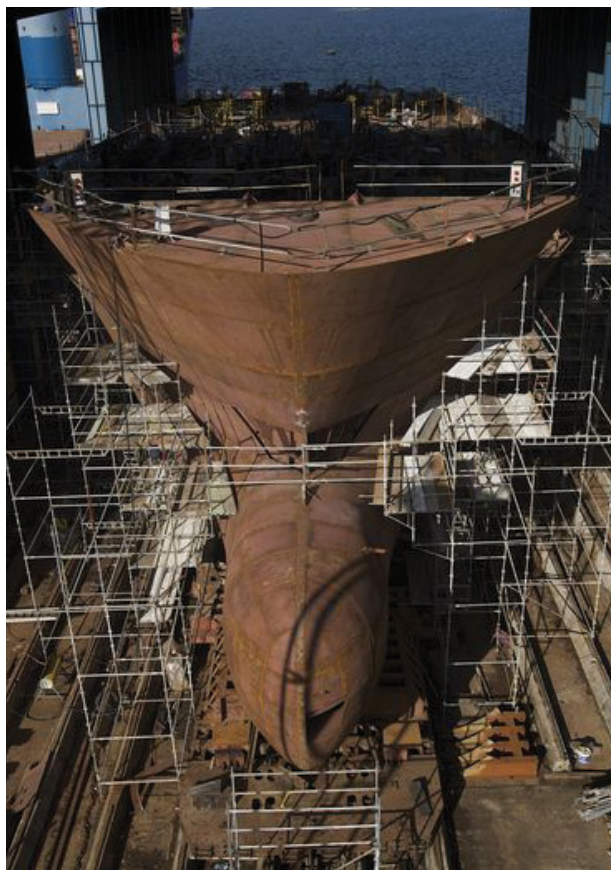
- **Intensidade:** cantidade de corrente que pasa a través dun condutor. Mídese en amperios (A).
- **Resistencia:** é a propiedade que posúen as substancias para opoñerse ao paso da corrente eléctrica, mídese en ohmios (Ω).
- **Tensión:** magnitude que orixina a circulación da corrente eléctrica ao existir entre dous puntos diferentes valores de potencial. Mídese en voltios (V).
 - Tensión de seguridade: aquela por debaixo da cal a corrente non produce danos no corpo. O valor de 24 V é de aplicación en medios húmidos. En ambientes secos, a tensión de seguridade pode aumentar ata 50 V.
 - Tensión de defecto: aquela que aparece por causa dun defecto de illamento, entre dúas masas, entre unha masa e un elemento condutor ou entre unha masa e unha toma de terra de referencia, é dicir, un punto no que o potencial non se modifica ao quedar a masa en tensión.

Estas tres magnitudes relaciónanse entre si por medio da Lei de Ohm establece que:

$$\text{Intensidade} = \text{Tensión} / \text{Resistencia}$$

De acordo coa Lei de Ohm, a intensidade que recibe un accidentado depende da tensión e da súa resistencia

(considerando o corpo humano como unha resistencia), canto maior sexa a tensión maior será a intensidade. Na táboa 1 móstranse os efectos fisiolóxicos da intensidade de corrente sobre o corpo humano:



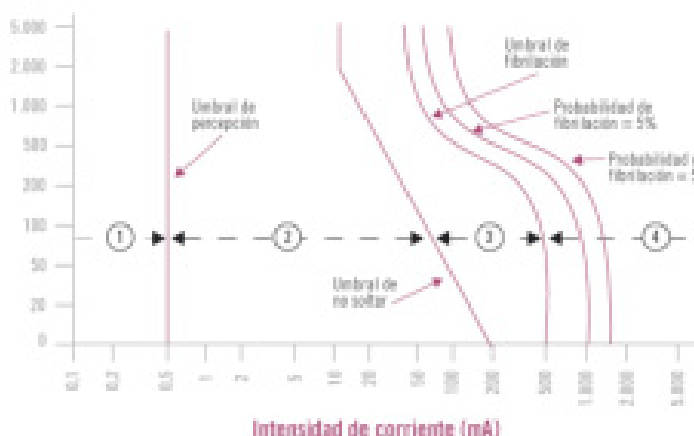
Efectos fisiolóxicos dependentes da intensidade

Intensidade eficaz a 50Hz (mA)	Duración do shock eléctrico	Efectos fisiolóxicos no corpo humano
0-1	Independente	Limiar de percepción. Non existe electrocución
1-15	Independente	Variable ata tetanización. Imposible de soltarse
15-25	Minutos	Contracción de brazos. Dificultade de respiración. Aumento de presión arterial. Limite de tolerancia
25-50	Segundos	Irregularidades cardíacas. Aumento de presión arterial. Forte efecto tetanización. Inconsciencia. Aparece fibrilación ventricular
50-5000	Menos dun ciclo cardíaco	Non existe fibrilación ventricular. Choque forte
	Máis dun ciclo cardíaco	Non existe fibrilación ventricular. O inicio da electrocución independente da fase do ciclo cardíaco. Inconsciencia. Marcas visibles
> 5000	Menos dun ciclo cardíaco	Fibrilación ventricular. O inicio da electrocución depende da fase do ciclo cardíaco. Iniciación de fibrilación só en fase sensitiva. Inconsciencia. Marcas visibles
	Máis dun ciclo cardíaco	Paro cardíaco reversible. Inconsciencia. Marcas visibles. Queimaduras

Tamén debemos ter en conta que o **tempo de contacto** é un dos factores que máis inciden nos efectos e lesións ocasionados polo accidente eléctrico. A Norma UNE 20572 e CEI 479 establecen unhas curvas que

delimitan as distintas zonas de perigo da corrente eléctrica en función do tempo.

Ademáis, en relación coa intensidade de corrente, debemos definir algúns conceptos relevantes como:



■ **Limiar de percepción:** valor mínimo que provoca unha sensación na persoa a través da que pasa esta corrente.

■ **Limiar de reacción:** valor mínimo que provoca unha contracción muscular.

■ **Limiar de non soltar:** cando unha persoa ten suxeitos uns eléctrodos, é o valor máximo da corrente que permite a esa persoa soltalos.

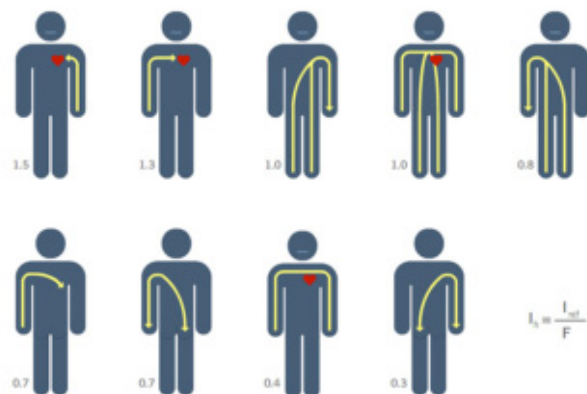
■ **Limiar de fibrilación ventricular:** valor mínimo que pode provocar a fibrilación ventricular.



PERCORRIDO DA CORRENTE

É importante incidir en que a corrente eléctrica se dirixirá a través do corpo pola traxectoria que lle opoña menos resistencia. Por iso, dependendo do percorrido da corrente polo corpo, o risco ou a gravidade do accidente pode variar de xeito considerable.

Como se pode observar, dos traxectos definidos o máis perigoso é o de peito-man esquerda e o de menor perigosidade dos salientados o de costas-man dereita.



EFFECTOS FISIOLÓXICOS

No corpo humano pódense producir, por efecto da enerxía eléctrica, as seguintes lesións:

- **Tetanización muscular:** anulación da capacidade muscular, que impide a separación por si mesmo do punto de contacto.

A acción da corrente sobre os músculos respiratorios prodúcese como consecuencia da interferencia do estímulo externo cos mecanismos fisiolóxicos normais de control muscular.

- **Asfixia:** preséntase cando a corrente atravesa o

se a circulación que en poucos minutos conduce a lesións irreversibles no cerebro.

Pódese producir fibrilación ventricular, con intensidades de corrente a partir de 50 mA, en frecuencias de 50 Hz, cando o corazón se atopa no percorrido da corrente, polo que este quedará afectado.

É suficiente que algunhas células cardíacas queden desfasadas para que o funcionamento do corazón quede seriamente perturbado como máquina de bombeo.



tórax. Impide a contracción dos músculos dos pulmóns e, polo tanto, a respiración.

Con intensidade a partir de 25 mA prodúcese o efecto de tetanización. Se afecta os músculos respiratorios provoca a asfixia por paro respiratorio.

As correntes a través da cabeza provocan perda dos sentidos e momentánea paralización dos movementos respiratorios, sempre que as accións non sexan o suficientemente longas ou intensas para que a influencia da calor dane o cerebro.

- **Fibrilación ventricular:** contracción desordenada das fibras cardíacas ventriculares, o que impide ao corazón latexar sincronicamente e desenvolver a súa acción de bombeo do sangue. Interrómpe-

- **Queimaduras:** producidas pola enerxía liberada ao paso da intensidade en cumprimento do chamado “efecto Xullo” ($Q = 0,24RI2t$). As queimaduras poden ser moi graves xa que cabe a posibilidade de se produciren ao mesmo tempo internas e externas.

Por efecto Joule pode desprender considerables cantidades de calor ao seu paso polo interior dos tecidos, o que fai que as queimaduras de orixe eléctrica sexan sempre máis graves que as que teñen outra orixe, xa que a destrución é tamén interna.

As queimaduras poden ser producidas tamén polo arco eléctrico a elevada temperatura. O calor pode afectar á pel, hai que ter en conta que se poden chegar a alcanzar temperaturas de ata 4000° C en baixa tensión.

TIPOS DE CONTACTO

CONTACTOS DIRECTOS

Son os contactos de persoas con partes activas de materiais e equipos. Denomínase parte activa ao conxunto de condutores e pezas condutoras baixo tensión en servizo normal.

Poden establecerse de tres formas:

- 1) Contacto directo con dous condutores activos dunha liña.
- 2) Contacto directo cun condutor activo de liña e masa ou terra.
- 3) Descarga por arco eléctrico. Son aqueles accidentes nos que se produce un choque eléctrico sen que a persoa tocase fisicamente parte metálica ou en tensión dunha instalación.



A xeración de arcos eléctricos nas instalacións e no interior dos cadros eléctricos carrega situacións de extrema gravidade. Os arcos de defecto xéranse cando se reduce o illamento entre condutores a distintos potenciais, o cal pode ser debido a cargas eléctricas elevadas que degradan os illamentos pola calor, corpos extraños (po, fragmentos, etc...) no interior dos equipos, cortocircuitos ao traballar con tensión, no interior do cadro e sobretensións na rede ou atmosféricas. As consecuencias dos arcos de defecto son danos ás persoas e destrución parcial ou total dos cadros eléctricos.

A **protección contra contactos directos** pode lograrse das seguintes formas:

1 - Por illamento das partes activas.

As partes activas deberán estar recubertas dun illamento que non poida ser eliminado máis que destruíndoo.



2 - Por medio de barreiras ou envoltentes.

As partes activas deben estar situadas no interior das envoltentes ou detrás de barreiras que posúan, como mínimo, o grao de protección IP XXB, segundo UNE 20324. As superficies superiores das barreiras ou envoltentes horizontais que son doadamente accesibles deben responder como mínimo ao grao de protección IP4X ou IP XXD. Estas deben fixarse de xeito seguro e ser dunha robustez e durabilidade suficientes para manter os graos de protección esixidos, cunha separación suficiente das partes activas nas condicións normais de servizo, tendo en conta as influencias externas.

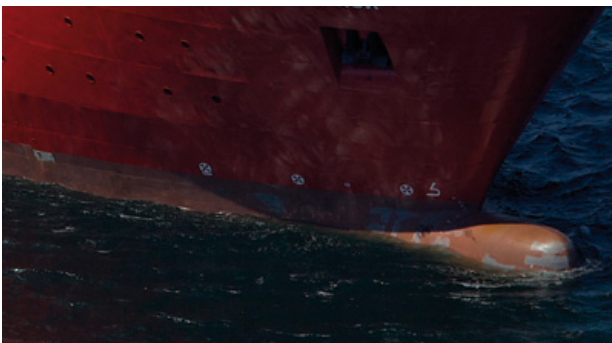
Cando sexa necesario suprimir as barreiras, abrir as envoltentes ou quitar partes destas, isto non debe ser posible máis que:

- Coa axuda dunha chave ou dunha ferramenta;
- ou ben despois de quitar a tensión das partes activas protexidas por estas barreiras ou estas envoltentes, sen poder restablecer a tensión ata despois de volver colocar as barreiras ou as envoltentes;
- ou ben se hai interposta unha segunda barreira que posúe como mínimo o grao de protección IP2X ou IP XXB, que non poida ser quitada máis que coa axuda dunha chave ou dunha ferramenta e que impida todo contacto coas partes activas.

3 - Por medio de obstáculos.

Esta medida non garante unha protección completa e a súa aplicación límitase, na práctica, aos locais de servizo eléctrico só accesibles ao persoal autorizado.

Os obstáculos están destinados a impedir os contactos fortuítos coas partes activas, pero non os contactos voluntarios. Os obstáculos deben impedir un achegamento físico non intencionado ás partes activas; os contactos non intencionados coas partes activas no caso de intervencións en equipos baixo tensión durante o servizo. Os obstáculos poden ser desmontables sen a axuda dunha ferramenta ou dunha chave.



4 - Por posta fóra de alcance por afastamento.

A súa aplicación límitase, na práctica, aos locais de servizo eléctrico só accesibles a persoal autorizado. Esta medida está destinada soamente a impedir os contactos fortuítos coas partes activas.

5 - Por dispositivos de corrente diferencial-residual.

Esta medida de protección está destinada soamente a complementar outras medidas de protección contra os contactos directos.

CONTACTOS INDIRECTOS

É o que se produce por efecto dun fallo nun aparato receptor ou accesorio que provoca a desviación da corrente eléctrica a través das partes metálicas destes. Dese xeito permite que as persoas poidan entrar en contacto con algún elemento que non forma parte do circuíto eléctrico e que en condicións normais non deberían ter tensión como:

- Correntes de derivación.
- Situación dentro dun campo magnético.
- Arco eléctrico.

Para a elección das medidas de protección contra contactos indirectos, terase en conta a natureza dos locais ou localizacións, as masas e os elementos condutores, a extensión e a importancia da instalación, que obrigarán en cada caso a adoptar a medida de protección máis axeitada.

A **protección contra contactos indirectos** pode lograrse das seguintes formas:

1 - Por corte automático da alimentación.

Esta medida está destinada a impedir que unha tensión de contacto de valor abondo se manteña durante un tempo tal que pode dar como resultado un risco. Debe existir unha axeitada coordinación entre o esquema de conexións a terra da instalación utilizado e as características dos dispositivos de protección.

2 - Por emprego de equipos da clase II ou por illamento equivalente.

3 - Mediante conexión equipotencial.

Os condutores de equipotencialidade deben conectar todas as masas e todos os elementos condutores que sexan simultaneamente accesibles. Non debe estar conectada a terra, nin directamente nin a través de masas ou elementos condutores.

4 - Por separación eléctrica.

O circuíto debe alimentarse a través dunha fonte de separación, un transformador de illamento ou unha fonte que asegure un grao de seguridade equivalente a este.

No caso de que o circuíto separado non alimente máis que un só aparato, as masas do circuíto non deben ser conectadas a un condutor de protección. No caso dun circuíto separado que alimente varios aparatos, satisfaranse as seguintes prescricións:

- 1) As masas do circuíto separado deben conectarse entre si mediante condutores de equipotencialidade illados, non conectados a terra.
- 2) Todas as bases de tomas de corrente deben estar previstas dun contacto de terra que debe estar conectado ao condutor de equipotencialidade.
- 3) Todos os cables flexibles de equipos que non sexan de clase II deben ter un condutor de protección utilizado como condutor de equipotencialidade.

LEMBRE

- Os factores que determinan as características da enerxía eléctrica son a *intensidade*, a *resistencia* e a *tensión*. Estas magnitudes veñen relacionadas pola lei de Ohm ($\text{intensidade} = \text{tensión} / \text{resistencia}$).
- A corrente eléctrica dirixírase a través do corpo pola traxectoria que lle opoña menos resistencia. O risco e a gravidade do accidente pode variar de xeito considerable dependendo do percorrido da corrente polo corpo.
- Os efectos fisiolóxicos que pode producir a enerxía eléctrica no corpo humano son a tetanización muscular, asfixia, fibrilación ventricular e queimaduras.
- Existen dous tipos de contactos eléctricos: os directos e os indirectos.
- Os contactos eléctricos directos son aqueles de persoas con partes activas de materiais e equipos.
- Os contactos eléctricos indirectos son aqueles que se producen por efecto dun fallo nun aparato receptor ou accesorio que provoca a desviación da corrente eléctrica a través das súas partes metálicas.

LEXISLACIÓN APLICABLE

- Lei 31/1995, do 8 de novembro, de prevención de riscos laborais.
- Real decreto 614/2001, do 8 de xuño, sobre disposicións mínimas para a protección da saúde e a seguridade dos traballadores fronte ao risco eléctrico.
- Real decreto 1215/1997, do 18 de xullo, polo que se establecen as disposicións mínimas de seguridade e saúde para a utilización polos traballadores dos equipos de traballo
- Real decreto 486/1997, do 14 de abril, polo que se establecen as disposicións mínimas de seguridade e saúde nos lugares de traballo.
- Real decreto 3275/1982, do 12 de novembro, sobre condicións técnicas e garantías de seguridade en centrais eléctricas, subestacións e centros de transformación.
- Real decreto 842/2002, do 2 de agosto, polo que se aproba o Regulamento electrotécnico para baixa tensión.
- Orde do 18 de agosto de 2008 da Consellería de Innovación e Industria pola que se regula o réxime de inspeccións das instalacións eléctricas de baixa tensión.
- Real decreto 681/2003, do 12 de xuño, sobre a protección da saúde e a seguridade dos traballadores expostos aos riscos derivados de atmosferas explosivas no lugar de traballo.
- Real decreto 400/1996, do 1 de marzo, polo que se ditan as disposicións de aplicación da Directiva do Parlamento Europeo e do Consello 94/9/CE, relativa aos aparatos e sistemas de protección para o uso en atmosferas potencialmente explosivas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- *Análisis de la seguridad laboral. Estudio de los riesgos eléctricos.* González de la Viuda, Javier. Universidade de Burgos.
- *Medidas de prevención para los trabajadores frente al riesgo eléctrico, en las instalaciones de alta e baja tensión.* Centro de Seguridade e Saúde no Traballo do Goberno de Cantabria.
- *Notas técnicas de prevención.* Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo.
- *Guía técnica para a avaliación e a prevención dos riscos relativos á utilización de lugares de traballo.* Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo.
- *Guía técnica para a avaliación e a prevención dos riscos relativos á utilización dos equipos de traballo.* Primeira parte. Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo
- *Guía técnica sobre sinalización de seguridade e saude no traballo.* Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo. Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo.
- *Guía técnica para a avaliación e prevención dos riscos para a utilización polos traballadores no traballo de equipos de protección individual.* Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo.
- *Guía técnica para a avaliación e a prevención dos riscos relacionados coa protección fronte o risco eléctrico.* Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo.
- *Atmosferas explosivas. Guía Técnica para a avaliación e prevención dos riscos derivados de atmósferas explosivas no lugar de traballo.* Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo.
- *Guía Técnica para a avaliación e prevención dos riscos para a utilización polos traballadores no traballo de equipos de protección individual.* Instituto Nacional de Seguridade e Hixiene no Traballo.
- *Procedemento de coordinación de actividades para a construción e reparación naval (Aprobado pola Mesa de seguimento de riscos laborais no sector naval).*
- *Prontuarios de prevención de riscos laborais no sector do metal.* FEMETAL, 2004.
- *Procedementos de prevención de riscos laborais no sector do metal".* FEMETAL, 2005.
- *Guías de prevención de riscos laborais no sector do metal.* FEMETAL, 2006.
- *Normas e condicións de traballo no sector naval".* Federación do metal, 2003.
- *Estudo previo par a homologación dos equipos de protección individual no sector naval.* ASIME 2007.
- *Estudo de riscos eléctricos no sector naval.* ASIME, 2008