



FACULTAD DE INGENIERIA UBA

97.01 HIGIENE Y SEGURIDAD INDUSTRIAL

Riesgo eléctrico

Versión 2019

ING. ELISABETH RIZZO

earizzo@yahoo.com.ar

RIESGO ELÉCTRICO

- Estamos en presencia de riesgo eléctrico, cuando estamos conectados a la red eléctrica de servicio público, banco de baterías, bancos de capacitores, grupos electrógenos, descargas atmosféricas, o cuerpos energizados con corriente electrostática.

RIESGO ELÉCTRICO

- Niveles de Tensión
 - a) Muy baja tensión (MBT): hasta 50 V
 - b) Baja tensión (BT): entre 50 V y 1.000 V
Media tensión (MT): entre 1 kV y 33 kV
 - c) Alta tensión (AT): mas de 33 kV.

en corriente continua (CC) o iguales valores eficaces entre fases en corriente alterna (CA)

EFECTOS DE LA CORRIENTE

- El paso de la corriente por el cuerpo puede ocasionar lesiones físicas secundarias (golpes, caídas, etc.), hasta la muerte.
- El paso de la corriente eléctrica puede ser entre dos puntos energizados, o entre uno energizado y tierra.

EFECTOS DE LA CORRIENTE

- Una persona se **electriza** cuando la corriente eléctrica circula por su cuerpo (la persona forma parte del circuito eléctrico), distinguiéndose dos puntos de contacto: uno de entrada y otro de salida.
- La **electrocución** se produce cuando dicha persona fallece debido al paso de la corriente por su cuerpo.

EFECTOS DE LA CORRIENTE

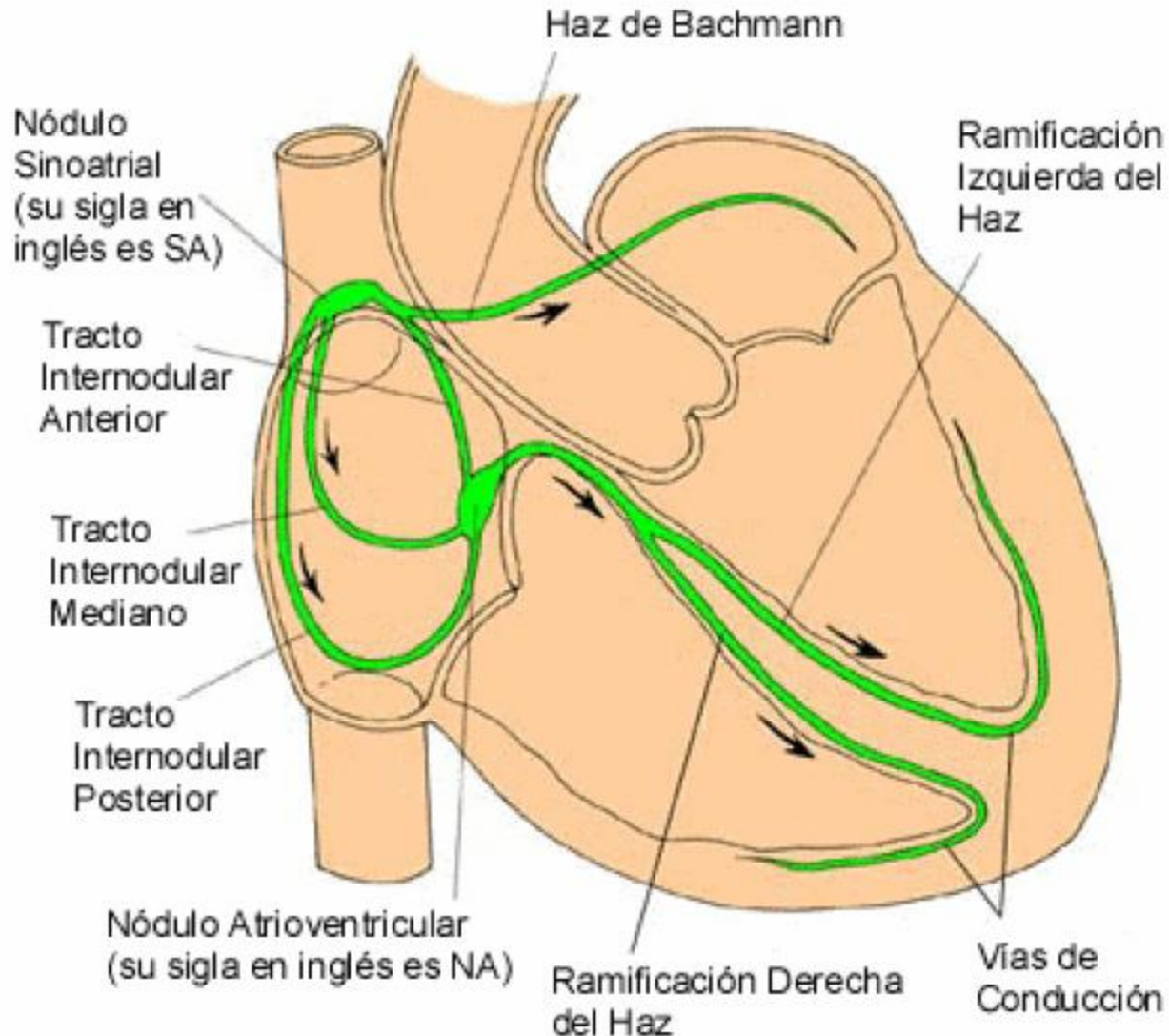
- **Tetanización:** contracción incontrolada de los músculos como consecuencia del paso de la energía eléctrica.
- **Paro respiratorio:** se produce cuando el paso de la corriente afecta al centro nervioso que regula la función respiratoria, ocasionando el paro respiratorio.

EFECTOS DE LA CORRIENTE

- La **fibrilación ventricular** consiste en el movimiento anárquico del corazón, el cual, deja de enviar sangre a los distintos órganos y, aunque esté en movimiento, no sigue su ritmo normal de funcionamiento.

EFECTOS DE LA CORRIENTE

El Sistema Eléctrico del Corazón



EFECTOS DE LA CORRIENTE

El Nodo Senoatrial es un generador de pulsos que controla el corazón. La conducción de estos impulsos se realiza a través del fascículo de Hiss que los transmiten al musculo cardiaco.

Si a los impulsos eléctricos fisiológicos se les superpone una corriente eléctrica de origen externa, puede originarse un fenómeno llamado fibrilación ventricular, que consiste en la contracción no ordenada, es decir, caótica de las fibras musculares del corazón.

EFECTOS DE LA CORRIENTE

Es posible detener una fibrilación ventricular mediante una descarga eléctrica, esto se hace con un aparato denominado desfibrilador. El equipo consiste en dos electrodos que se aplican en la región cardiaca mediante la descarga de un condensador.



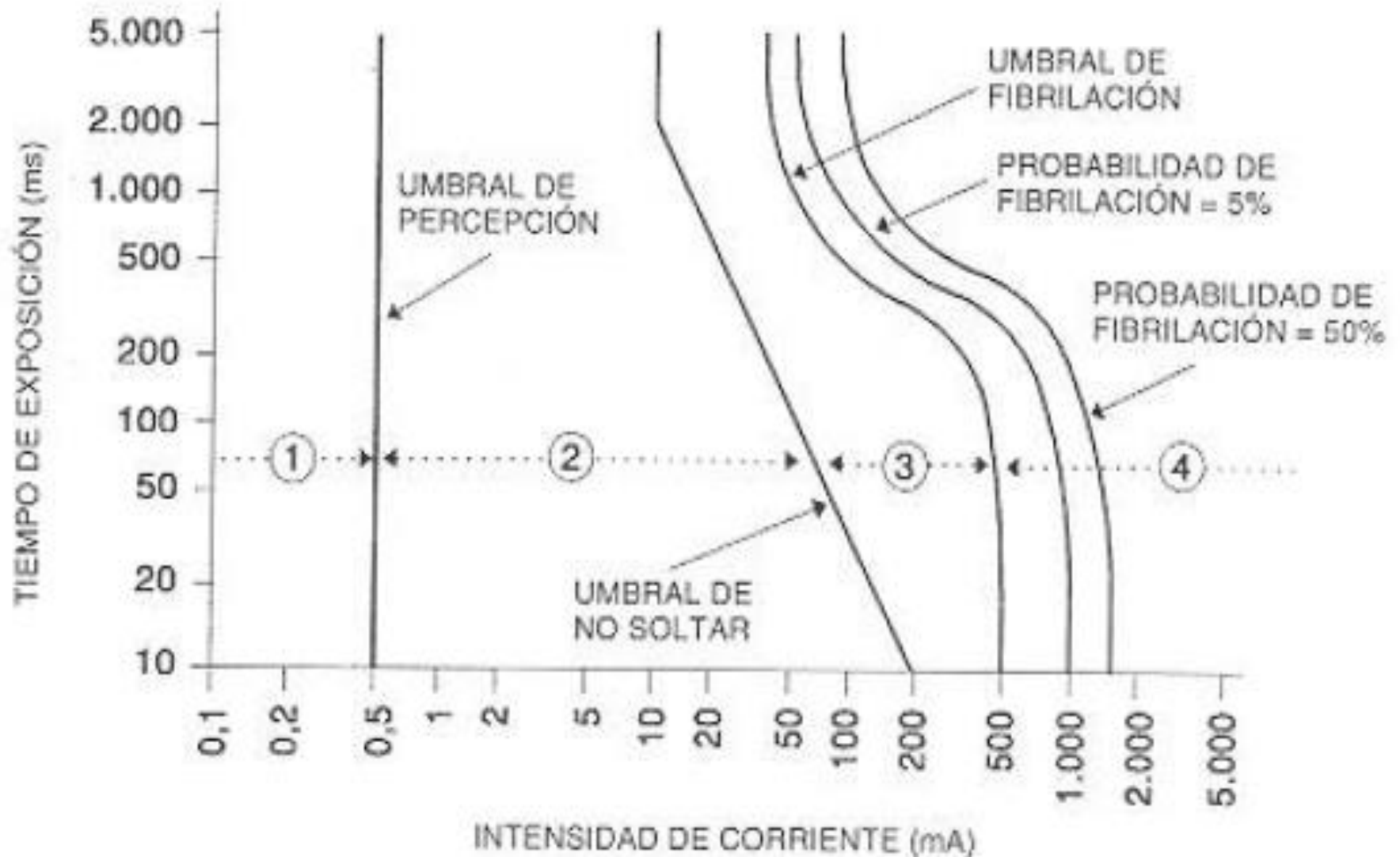
EFECTOS DE LA CORRIENTE

- **Quemaduras internas**, producidas por el paso de la corriente eléctrica por el interior del cuerpo (efecto Joule)
- **Quemaduras externas**, por la exposición a arcos eléctricos (corto circuito, apertura de circuitos, etc.)

EFECTOS DE LA CORRIENTE

- Efectos que produce una corriente alterna con recorrido mano- pies.
- Zona 1: sin reacción
- Zona 2: sin efecto fisiológico peligroso
- Zona 3: sin daño orgánico. Con duración superior a 2 s, tetanización
- Zona 4: riesgo de parada cardíaca por: fibrilación ventricular, parada respiratoria, quemaduras graves

EFECTOS DE LA CORRIENTE



EFECTOS DE LA CORRIENTE

Clasificación de las Corrientes por los efectos Fisiológicos

INTENSIDAD DE LA CORRIENTE	EFECTOS FISIOLÓGICOS PRODUCIDOS
Categoría I -hasta 0. 1 mA	Sin sensaciones
Categoría II -de 0. 1 - 6 mA	Sensación de shock. Contracciones musculares débiles arriba de 1.5 mA. El límite de posibilidad de desprendimiento para el 0,5% de las mujeres es de 6 mA
Categoría III - de 6-70 mA	Imposibilidad de auto desprendimiento. Ritmo cardíaco irregular, aumento de la presión cardíaca. Paro cardíaco reversible. (Tetanización muscular)

EFECTOS DE LA CORRIENTE

Categoría IV - de 70 mA - 3A

Fibrilación ventricular. Paro cardíaco prácticamente irreversible.

Categoría IV - de 70 mA - 3A

Sideración de los centros nerviosos. Aumento de la tensión arterial. Arritmia y paro cardíaco reversible por parálisis respiratoria. Quemaduras graves.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Intensidad de la corriente**

Es uno de los factores que más inciden en los efectos y lesiones ocasionados por el accidente eléctrico.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Umbral de percepción**

Valor mínimo de corriente que provoca una sensación en una persona

En CA esta sensación al paso de la corriente se percibe durante todo el tiempo, pero con CC sólo se percibe cuando varía la intensidad

- **Umbral de reacción**

Valor mínimo de la corriente que provoca una contracción muscular

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Umbral de no soltar:**

Valor máximo de la corriente que permite a esa persona abrir la mano. En CA se considera un valor máximo de 10 mA.

En CC es difícil establecer el umbral de no soltar ya que sólo el comienzo y la interrupción del paso de la corriente provoca el dolor y contracciones musculares.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Umbral de fibrilación ventricular:**
Valor mínimo de corriente que puede provocar fibrilación ventricular. En CA decrece si la duración del paso de corriente se prolonga más allá de un ciclo cardíaco. La fibrilación ventricular es la causa principal de muerte por choque eléctrico. En CC, si el polo negativo está en los pies, el umbral de fibrilación es aproximadamente el doble del que sería si estuviese el positivo

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Duración del contacto eléctrico**

Junto con la intensidad es el factor que más influye en el resultado del accidente.

- **Impedancia del cuerpo humano**

depende de: tensión, frecuencia, duración del paso de corriente, temperatura, grado de humedad de la piel, area de contacto, presión de contacto, dureza de la epidermis, etc.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

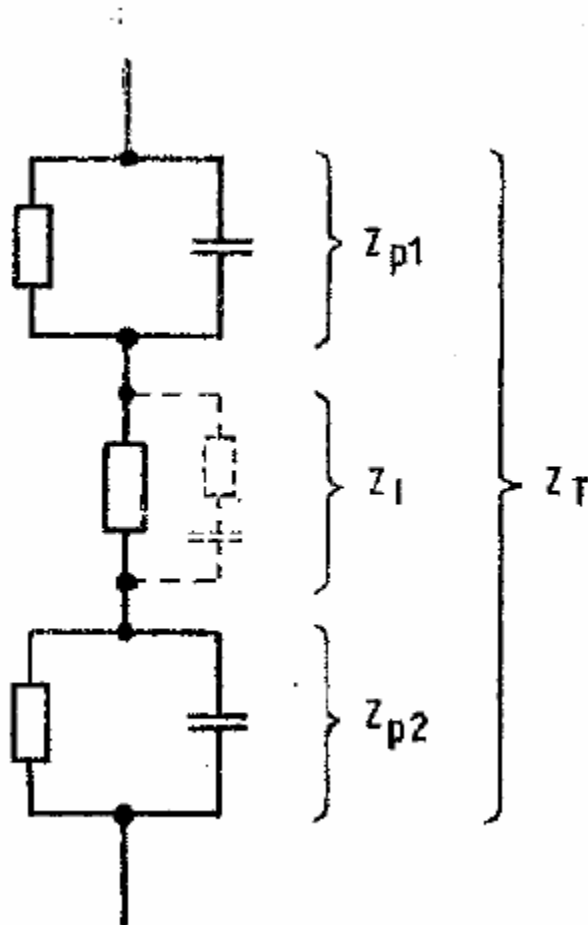
- **Impedancia del cuerpo humano**

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. Esta es una suma de tres impedancias en serie:

- Impedancia de la piel (capacitiva)
- Impedancia interna del cuerpo (resistiva)
- Impedancia de la piel salida (capacitiva)

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- Impedancia del cuerpo humano



Z_I = Impedancia interna
 Z_{p1} Z_{p2} = Impedancia de la piel
 Z_T = Impedancia total

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

Hasta tensiones de contacto de 50 V en CA, la impedancia de la piel varía, incluso en un mismo individuo, dependiendo de factores externos tales como temperatura, humedad de la piel, etc. sin embargo a partir de 50 V la impedancia de la piel decrece rápidamente, llegando a ser muy baja si la piel está perforada.

Principales factores que influyen en el efecto 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.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

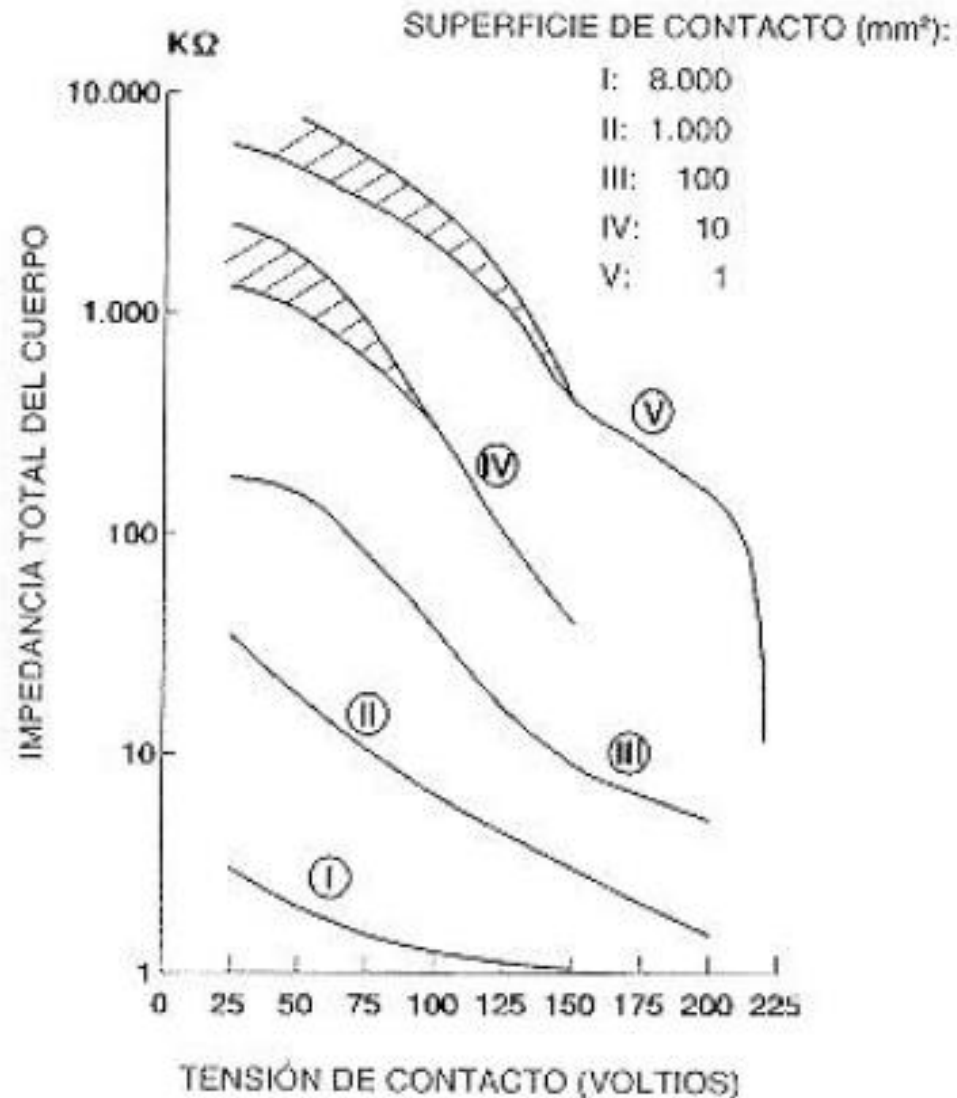
Tensión de contacto (V)	Trayectoria mano-mano, piel seca, c. alterna, frecuencia 50-60 Hz, superficie de contacto 50-100 cm ² Impedancia total (Ω) del cuerpo humano que no son sobrepasados por el		
	5% de las personas	50% de las personas	95% de las personas
25	1.750	3.250	6.100
50	1.450	2.625	4.375
75	1.250	2.200	3.500
100	1.200	1.875	3.200
125	1.125	1.625	2.875
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

Principales factores que influyen en el efecto 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

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

Las variaciones de la impedancia del cuerpo humano en función de la superficie de contacto, se representan en relación con la tensión aplicada. La impedancia del cuerpo entre mano y pie es aprox. 2.500 ohm.



Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Tensión aplicada**

En sí misma no es peligrosa pero, si la resistencia es baja, ocasiona el paso una intensidad elevada y, por tanto, muy peligrosa. El valor límite de la tensión de seguridad debe ser tal que aplicada al cuerpo humano, proporcione un valor de intensidad que no suponga riesgos para el individuo.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Tensión aplicada**

Las tensiones de seguridad aceptadas son 24 V para emplazamientos húmedos y 50 V para emplazamientos secos, siendo aplicables tanto para corriente continua como para corriente alterna de 50 Hz.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Frecuencia de la corriente alterna**

Para uso doméstico e industrial la energía eléctrica tiene una frecuencia de 50 o 60 Hz, según el país

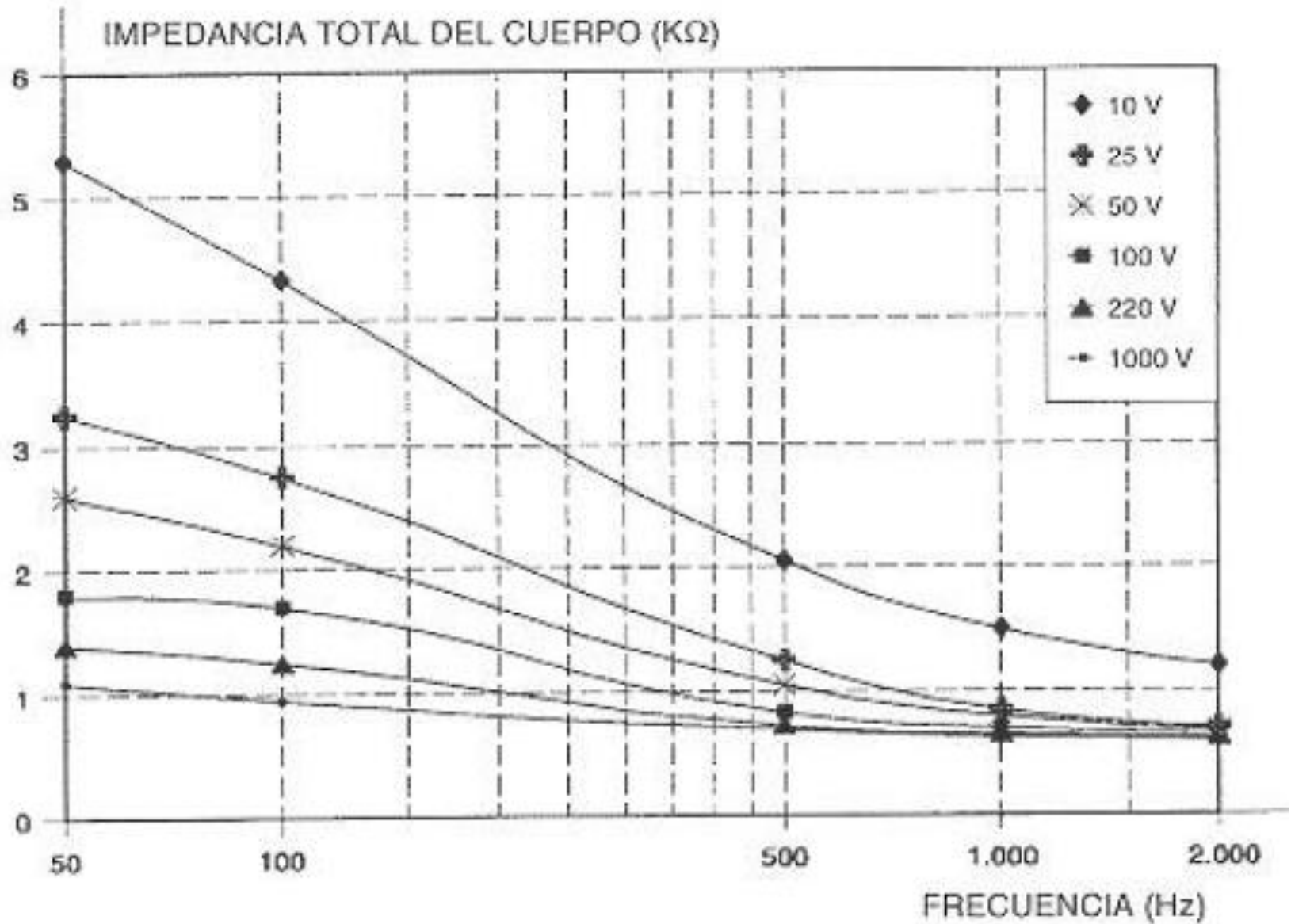
Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Frecuencia de la corriente alterna**

Experimentalmente se realizaron medidas de variaciones de impedancia total del cuerpo humano con tensiones entre 10 y 25 V en CA y frecuencias entre 25 Hz y 20 kHz

A partir de estos resultados se han deducido las curvas representadas en la figura, para tensiones de contacto comprendidas entre 10 y 1.000 V y para un trayecto mano-mano o mano-pie.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico



Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- Para tensiones de contacto de algunas decenas de voltios, la impedancia de la piel decrece proporcionalmente cuando aumenta la frecuencia. Por ejemplo, a 220 V con una frecuencia de 1.000 Hz la impedancia de la piel es ligeramente superior a la mitad de aquella a 50 Hz. Esto es debido a la influencia del efecto capacitivo de la piel.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

Sin embargo, a muy altas frecuencias disminuye el riesgo de fibrilación ventricular pero prevalece el efecto térmico. Con fines terapéuticos en medicina se utiliza altas frecuencias para producir un calor profundo en el organismo. A partir de 100 kHz no se conocen valores experimentales que definan umbrales de no soltar ni umbrales de fibrilación; tampoco se conoce ningún incidente, salvo quemaduras provocadas por la corriente y en función de la duración

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

La corriente continua, en general, no es tan peligrosa como la alterna, ya que entre otras causas, es más fácil soltar los electrodos sujetos con la mano y que para duraciones de contacto superiores al período del ciclo cardíaco, el umbral de fibrilación ventricular es mucho más elevado que en corriente alterna.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Recorrido de la corriente**

La gravedad del accidente depende del recorrido de la misma a través del cuerpo. Una trayectoria de mayor longitud tendrá, en principio, mayor resistencia y por tanto menor intensidad; sin embargo, puede atravesar órganos vitales (corazón, pulmones, hígado, etc.) provocando lesiones mucho más graves.

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

- **Recorrido de la corriente**

Para los efectos de la intensidad con trayectos diferentes a mano izquierda a los dos pies se aplica el llamado factor de corriente de corazón F , que permite calcular la equivalencia del riesgo de las corrientes que teniendo recorridos diferentes atraviesan el cuerpo humano, según la siguiente figura

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

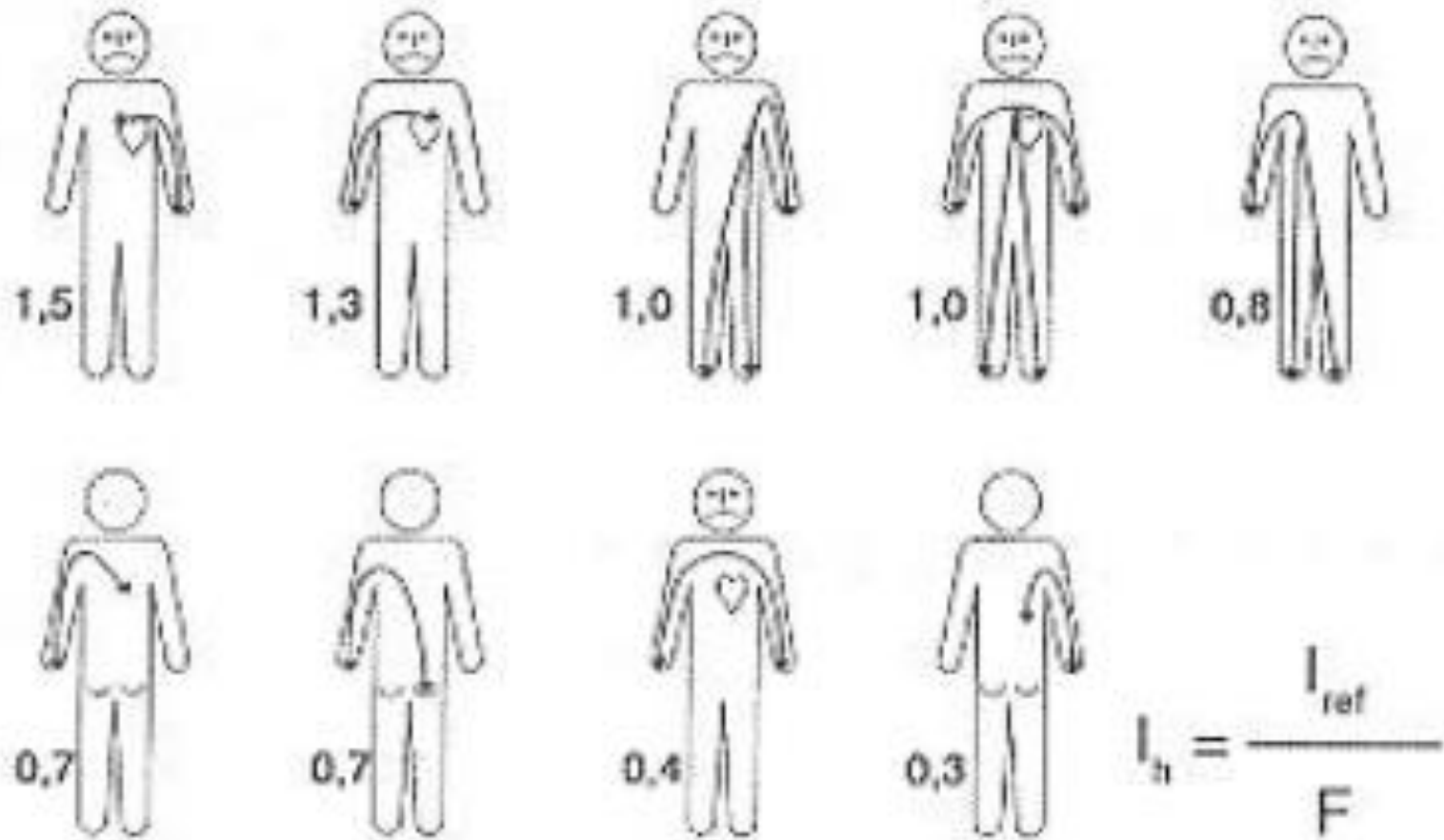


Fig. 9: Factor de corriente de corazón " F "

Principales factores que influyen en el efecto eléctrico

La mencionada equivalencia se calcula mediante la expresión:

$$I_h = \frac{I_{ref}}{F}$$

siendo,

I_h = corriente que atraviesa el cuerpo por un trayecto determinado.

I_{ref} = corriente «mano izquierda-pies».

F = factor de corriente de corazón.

DTO. 351/79 – ANEXO VI

- 1.1.1. Niveles de tensión
- A los efectos de la presente reglamentación se consideran los siguientes niveles de tensión:
- a) Muy baja tensión (MBT): Corresponde a las tensiones hasta 50 V en corriente continua o iguales valores eficaces entre fases en corriente alterna.
- b) Baja tensión (BT): Corresponde a tensiones por encima de 50 V, y hasta 1000 V, en corriente continua o iguales valores eficaces entre fases en corriente alterna.
- c) Media tensión (MT): Corresponde a tensiones por encima de 1000 V y hasta 33000 V inclusive.
- d) Alta tensión (AT): Corresponde a tensiones por encima de 33000 V.
- 1.1.2. Tensión de seguridad.
- En los ambientes secos y húmedos se considerará como tensión de seguridad hasta 24 V respecto a tierra.
- En los mojados o impregnados de líquidos conductores la misma será determinada, en cada caso, por el jefe del Servicio de Higiene y Seguridad en el Trabajo de la empresa.

Trabajos sin tensión

- Bloqueo de un aparato de corte o de seccionamiento.

Es el conjunto de operaciones destinadas a impedir la maniobra de dicho aparato y mantenerlo en una posición determinada de apertura o de cierre, evitando su accionamiento intempestivo. Dichas operaciones concluyen la señalización correspondiente, para evitar que el aparato pueda ser operado por otra persona, localmente o a distancia.

Trabajos sin tensión

- Bloqueo de un aparato de corte o de seccionamiento.

El bloqueo de un aparato de corte o de seccionamiento en posición de apertura no autoriza por sí mismo a trabajar sobre él.

Para hacerlo deberá consignarse la instalación

Trabajos sin tensión

- **Consignación** de una instalación, línea o aparato.

Se denominará así al conjunto de operaciones destinadas a:

- a) Separar mediante corte visible la instalación, línea o aparato de toda fuente de tensión.
- b) Bloquear en posición de apertura los aparatos de corte o seccionamiento necesarios.

Trabajos sin tensión

- **Consignación** de una instalación, línea o aparato.
- c) Verificar la ausencia de tensión con los elementos adecuados.
- d) Efectuar las puestas a tierra y en cortocircuito necesarias, en todos los puntos por donde pudiera llegar tensión a la instalación como consecuencia de una maniobra o falla del sistema.
- e) Colocar la señalización necesaria y delimitar la zona de trabajo.

Trabajos sin tensión

- **CINCO REGLAS DE ORO**

Al trabajar en instalaciones eléctricas recuerde siempre:

1. Cortar todas las fuentes en tensión.
2. Bloquear los aparatos de corte.
3. Verificar la ausencia de tensión.
4. Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
5. Delimitar y señalizar la zona de trabajo.

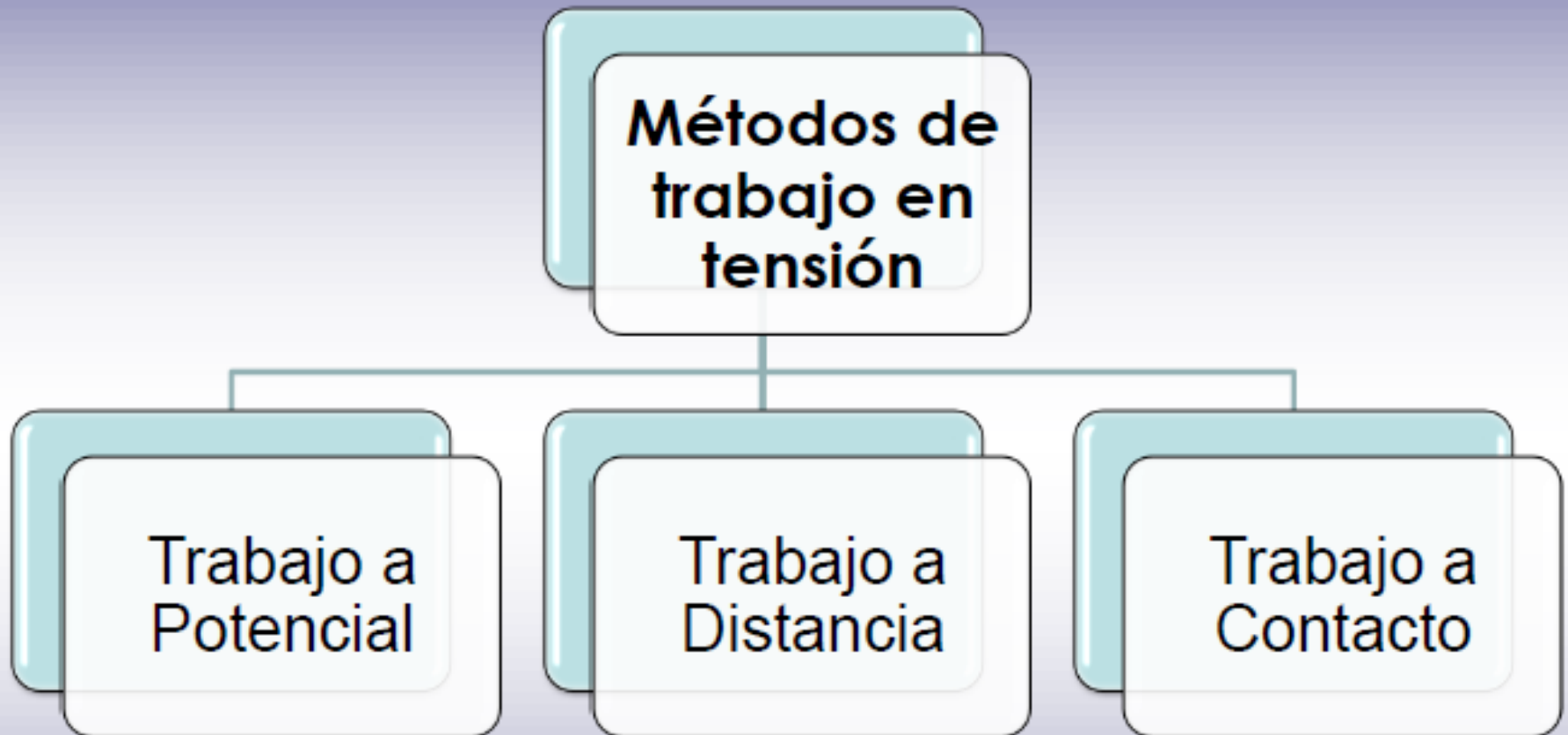
DISTANCIAS DE SEGURIDAD

- Para prevenir descargas disruptivas en trabajos efectuados en la proximidad de partes no aisladas de instalaciones eléctricas en servicio, las separaciones mínimas, medidas entre cualquier punto con tensión y la parte más próxima del cuerpo del operario o de las herramientas no aisladas por él utilizadas en la situación más desfavorable que pudiera producirse, serán las siguientes:

DISTANCIAS DE SEGURIDAD

Nivel de tensión	Distancia mínima
0 a 50 V	ninguna
más de 50 V. hasta 1 KV.	0,80 m
más de 1 KV. hasta 33 KV.	0,80 m (1)
más de 33 KV. hasta 66 KV.	0,90 m (2)
más de 66 KV. hasta 132 KV.	1,50 m (2)
más de 132 KV. hasta 150 KV.	1,65 m (2)
más de 150 KV. hasta 220 KV.	2,10 m (2)
más de 220 KV. hasta 330 KV.	2,90 m (2)
más de 330 KV. hasta 500 KV.	3,60 m (2)

Trabajos con tensión



Trabajos con tensión

Resolución 592/2004 - Reglamento para la Ejecución de Trabajos con Tensión en Instalaciones Eléctricas Mayores a 1 kV

2. DEFINICIONES.

Riesgo eléctrico: riesgo originado por la presencia de energía eléctrica. Quedan específicamente incluidos los riesgos de:

- a. Choque eléctrico por contacto con elementos bajo tensión (contacto eléctrico directo), o por contacto con masas puestas accidentalmente bajo tensión (contacto eléctrico indirecto).
- b. Quemaduras por choque eléctrico, o por un arco voltaico.

Trabajos con tensión

- TRABAJO A CONTACTO.

En este método el operario ejecuta la tarea con sus manos y brazos correctamente protegidos mediante elementos aislantes (guantes, protectores de brazos y otros) manteniendo siempre doble nivel de aislamiento con respecto a distintos potenciales.

Trabajos con tensión

- TRABAJO A CONTACTO.

Se emplea fundamentalmente para baja tensión. Se requieren guantes, zapatos de seguridad dieléctricos, mascararas de protección y herramientas con recubrimiento aislante. No llevar pulseras, relojes u otros elementos conductores. Vestir ropa sin cremalleras metálicas y trabajar sobre una banqueta o alfombra aislante.

Trabajos con tensión

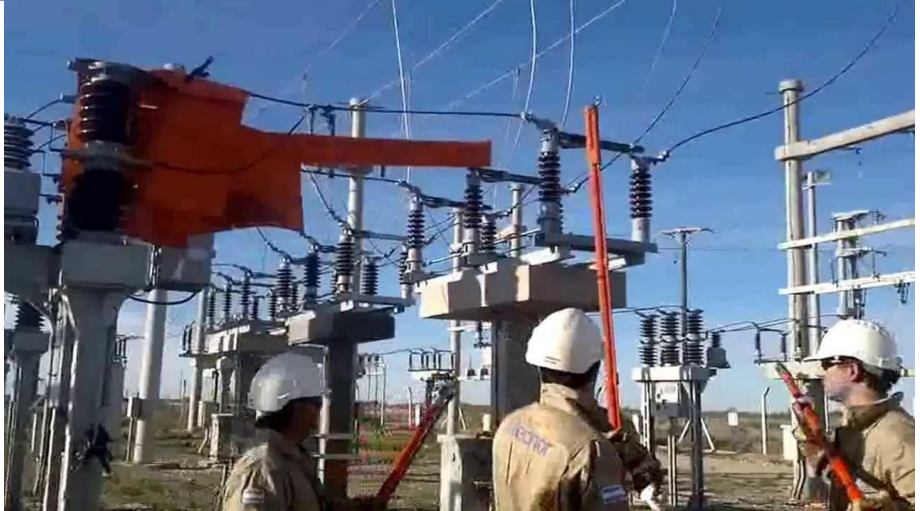


Trabajos con tensión

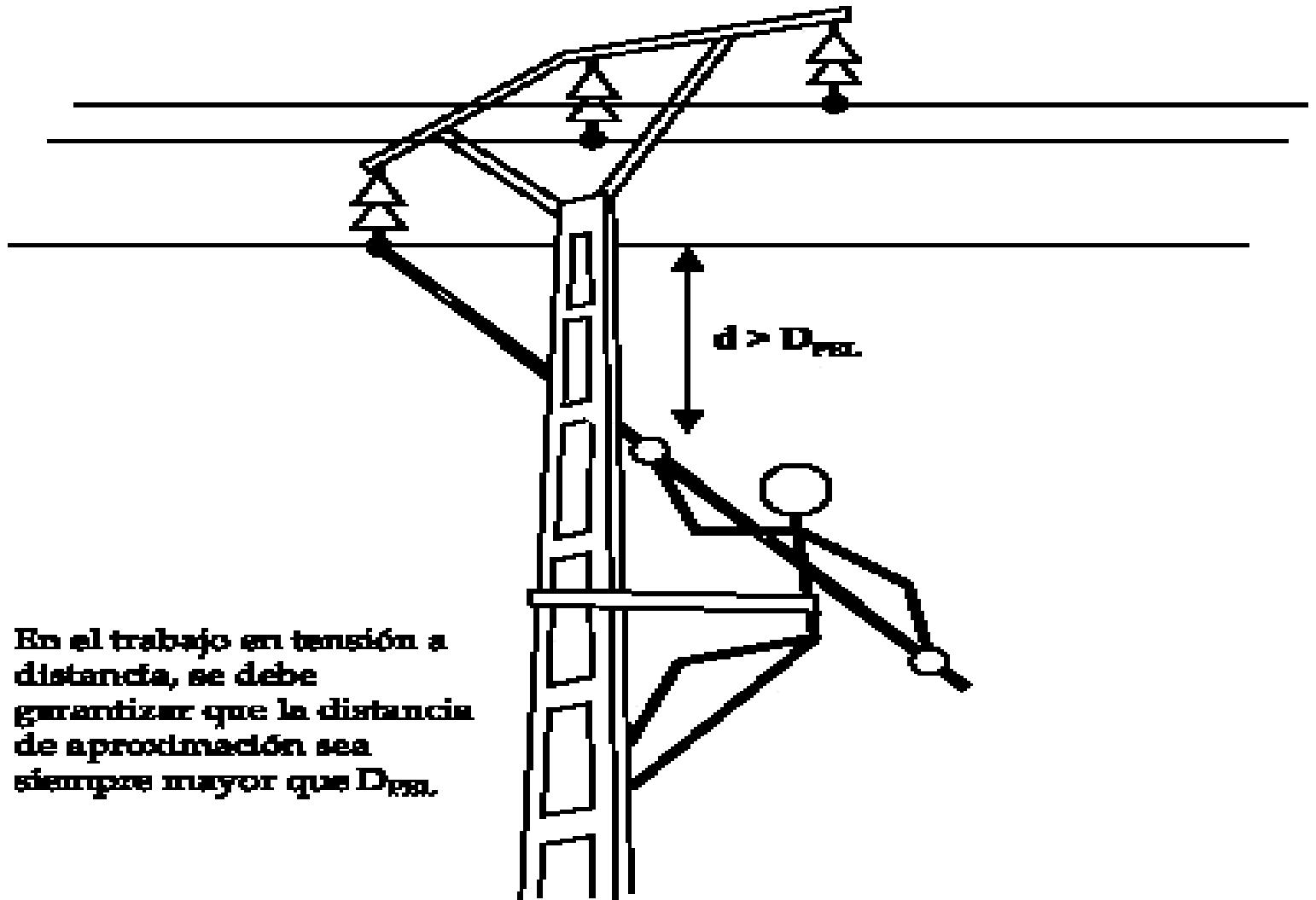
- TRABAJO A DISTANCIA.

En este método, el operario se mantiene separado de los conductores o de las partes a potencial, conservando las distancias de seguridad y ejecuta el trabajo con ayuda de herramientas montadas en el extremo de pértigas, cuerdas u otros elementos aislantes.

Trabajos con tensión



Trabajos con tensión



En el trabajo en tensión a distancia, se debe garantizar que la distancia de aproximación sea siempre mayor que $D_{\text{perm.}}$.

Trabajos con tensión

- TRABAJO A POTENCIAL.

El operario trabaja colocándose al mismo potencial del conductor o de la estructura conductora, mediante un dispositivo aislante apropiado al nivel de tensión al que se verá sometido. Ello obliga a mantener las distancias de seguridad con respecto a tierra, con relación a los conductores y/o estructuras conductoras que se encuentren a un potencial distinto.

Trabajos con tensión

- Trabajo a potencial

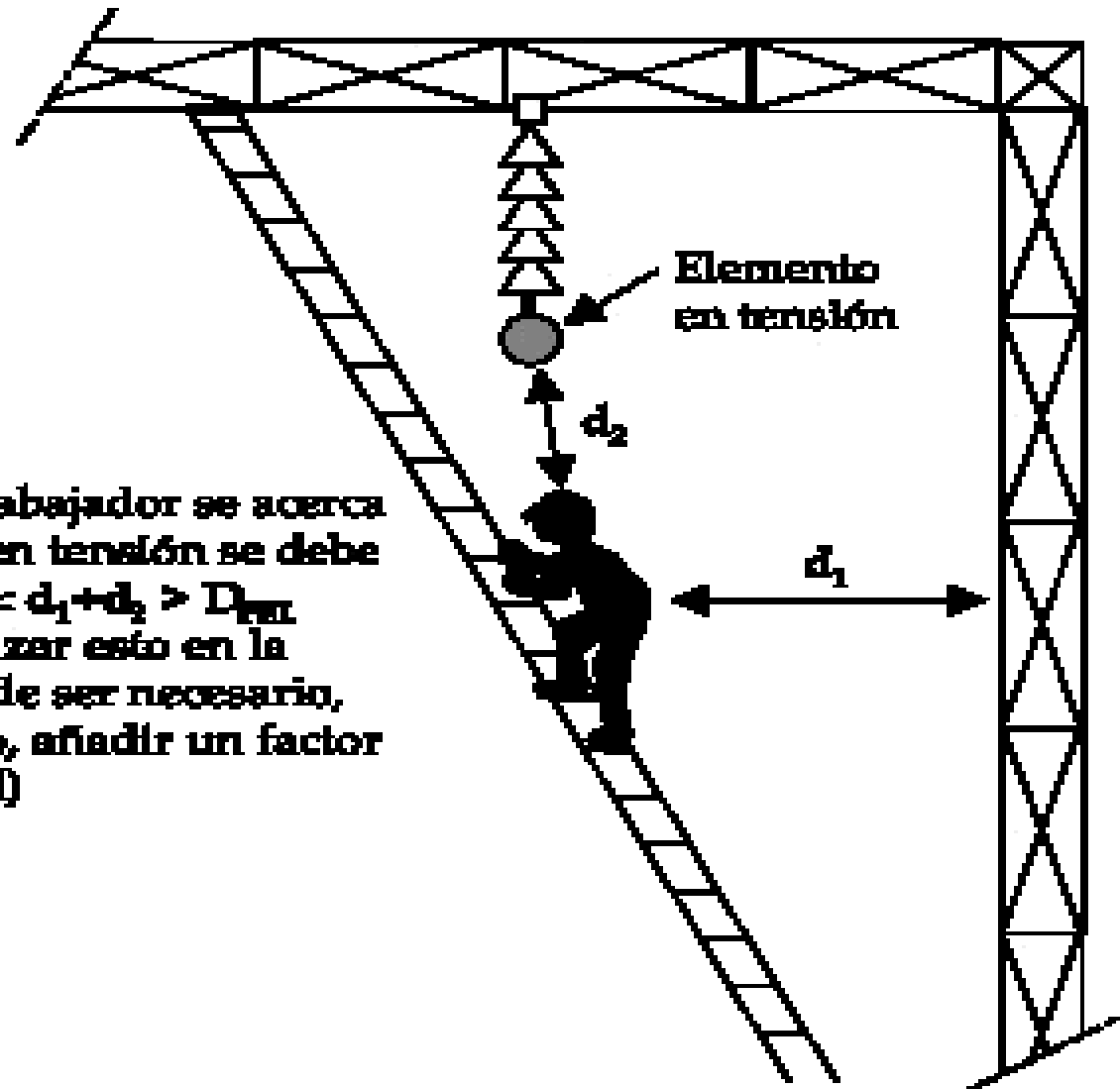
Mientras el operario es transferido desde el potencial de tierra al potencial de la instalación bajo tensión y de regreso a tierra, el operador no quedará ligado a ningún potencial fijo, se dice entonces que el mismo se encuentra expuesto a un potencial flotante.

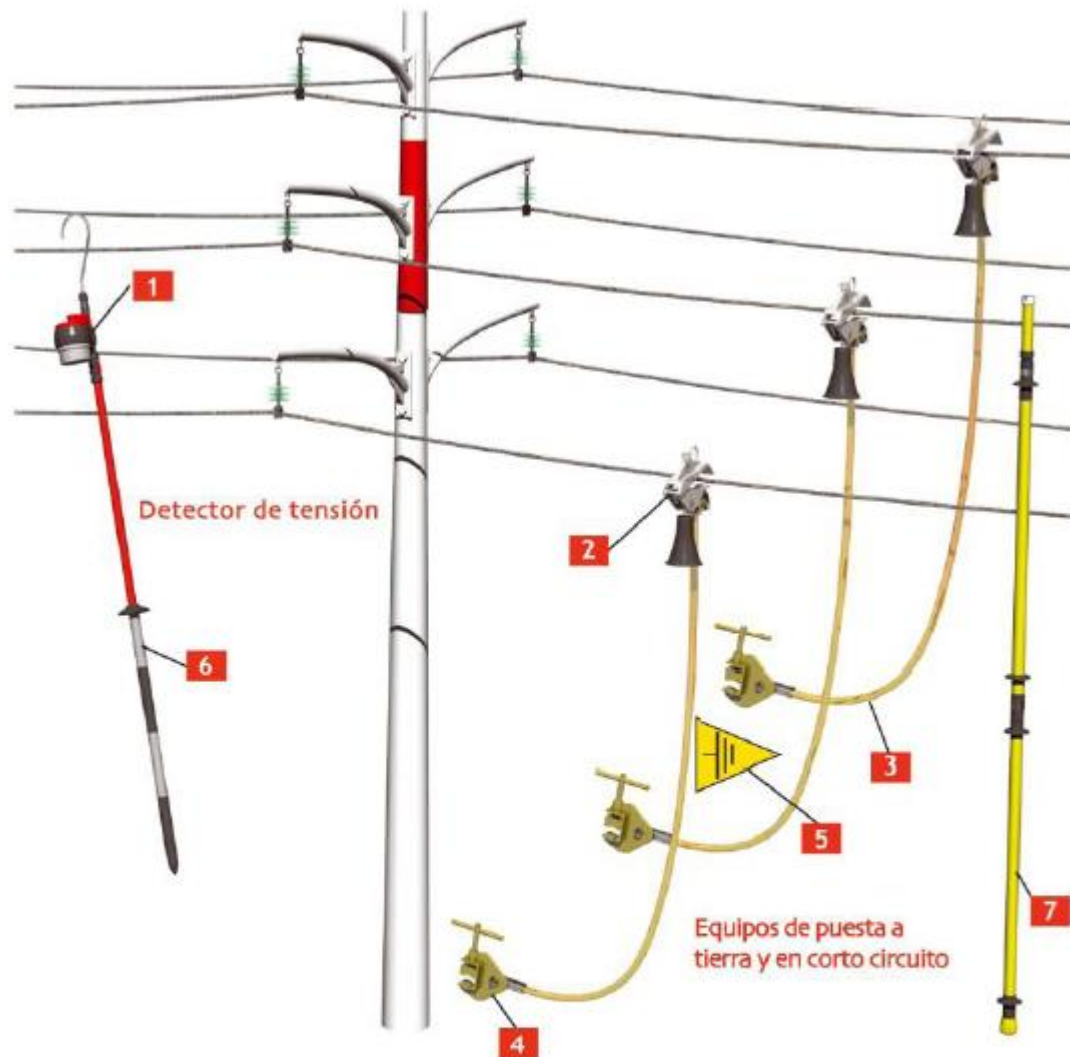
Trabajos con tensión



Trabajos con tensión

Quando el trabajador se acerca al elemento en tensión se debe asegurar que: $d_1 + d_2 > D_{TMI}$ (para garantizar esto en la práctica puede ser necesario, según el caso, añadir un factor de seguridad)



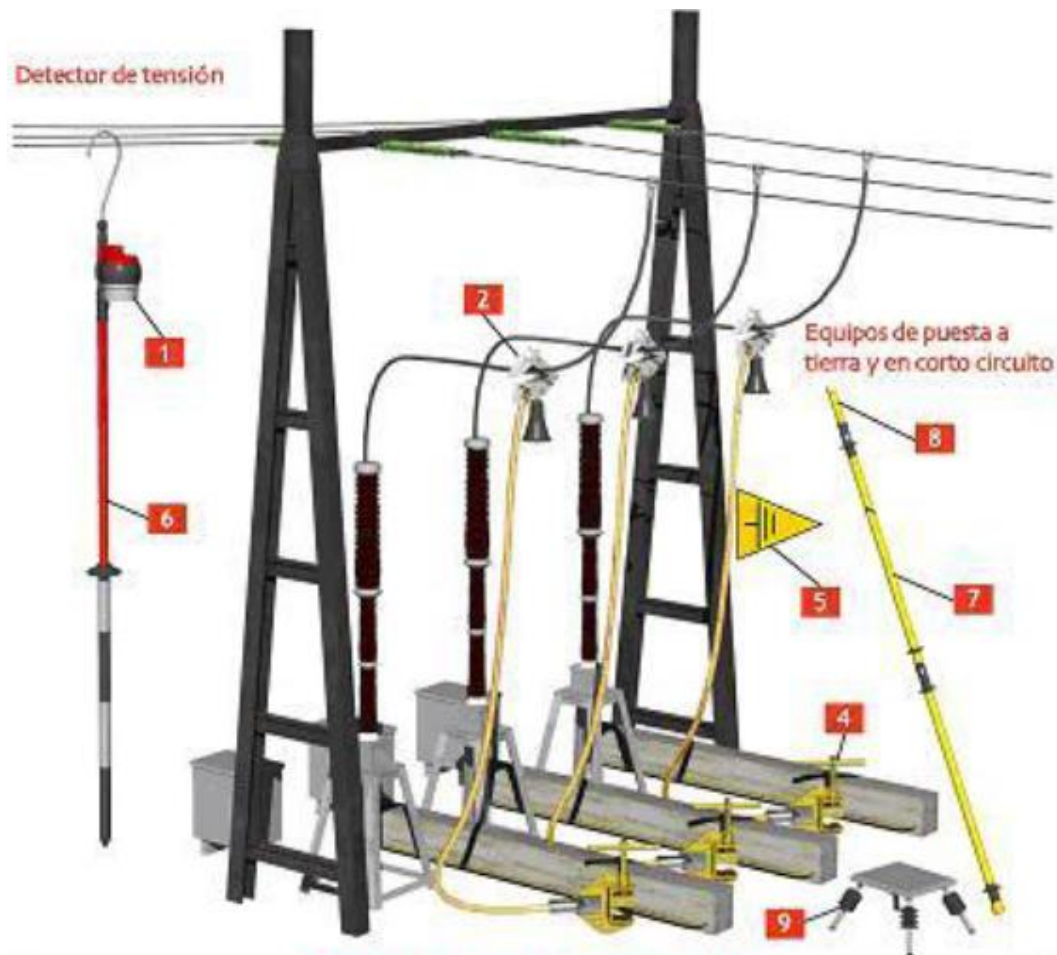


Detector de tensión

- | | | |
|----------|------------------------------------|--------------------------|
| 1 | Detectores electrónicos de tensión | Referencia: CC-245 serie |
|----------|------------------------------------|--------------------------|

Equipos de puesta en corto circuito

- | | | |
|----------|---|-----------------------------|
| 2 | Pinzas maniobrables mediante pértigas aislantes | Referencia: MT-730 serie |
| 3 | Cables de cobre | Referencia: M-24-... series |



Tornos de tierra y banderines

- | | | |
|----------|------------------|-----------------------------|
| 4 | Tornos de tierra | Referencias: MT-847, MT-843 |
| 5 | Banderines | Referencias: AL-58, AL-60 |

Pértigas aislantes

- | | | |
|----------|---|---------------------------|
| 6 | Pértigas aislantes IEC para puesta en corto circuito y detectores | Referencia: CM-4000 serie |
| 7 | Pértigas aislantes para puesta a tierra y en corto circuito | Referencia: CM-6 serie |
| 8 | Conexión mediante adaptador | Referencia: CI-., serie |

Banquetas aislantes

- | | | |
|----------|-----------------------------------|---------------------|
| 9 | Banqueta aislante modelo exterior | Referencia: CT-9-63 |
|----------|-----------------------------------|---------------------|

DENOMINACION	CARACTERISTICAS				OBSERVACIONES	
	FUNCIONALES	ELECTRICAS				
Casco 	Homologados por Norma Técnica Reglamentaria MT-1	Clase N	Para tensiones 1.000 V.			
		Clase E-AT	Para tensiones 1.000 V.			
Guantes 	Homologados por Norma Técnica Reglamentaria MT-4	Clase	Tensión de perforación (kV)	Tensión nominal de la instalación(kV)	En A.T. no deben utilizarse directamente sobre las partes en tensión. Guardar al abrigo de la luz y de la humedad. Antes de ser utilizados, efectuar un ensayo neumático de estanqueidad. Los guantes que presenten huellas de roturas, erosiones, perforaciones, deben ser retirados	
				Uso directo		Uso con pértiga
		I	3,5	$U \leq 0,430$		--
		II	6,5	$U \leq 1$		--
		II	25	--		$U \leq 20$
		IV	35	--	$U \leq 30$	
Banqueta aislante 	Tipo A: Banqueta de interior Tipo B: Banqueta de exterior Homologados por Norma Técnica Reglamentaria MT-6	Clase	Tensión de perforación (kV)	Tensión nominal de la instalación(kV)	Para su utilización se situará lejos de las partes del entorno que estén puestas a tierra (paredes, resguardos metálicos, etc.). El operario evitará asimismo contactos con dicha parte.	
		I	50	$U \leq 20$		
		II	70	$U \leq 30$		
		II	95	$U \leq 45$		
		IV	140	$U \leq 66$		

Detector de ausencia de tensión



Detector óptico
 Detector acústico
 Detector óptico-acústico
 Pueden llevar incorporado el dispositivo de comprobación de funcionamiento del detector.

Comprobador del detector

Campos de tensiones de algunos modelos comercializados.

U (kV)	
3 - 15	66 - 132
6 - 30	66 - 220
13 - 45	110 - 380
30 - 66	

El detector de tensión sólo debe usarse dentro del campo de tensiones indicado en su placa de características

Para su uso, deben acoplarse a pértigas aislantes apropiadas a la tensión y el operario deberá complementar su aislamiento mediante guantes aislantes o banquetas aislantes.

Siempre se comprobará el funcionamiento ANTES y DESPUES de su utilización.

Pértiga aislante



Tipos:
 - Pértiga de interior
 - Pértiga de exterior

Principales usos:
 - Comprobación ausencia de tensión
 - Maniobra de seccionador.
 - Colocación y retirada de los equipos de puesta a tierra.
 - Limpieza de equipos.
 - Extracción y colocación de fusibles, etc.

Tensión límite de utilización de algunos modelos comercializados.




U (kV)
30
66
110
220
380

Para su uso el operario deberá complementar su aislamiento mediante guantes aislantes o banquetas aislante apropiados a la tensión nominal.

Durante su utilización no deberá rebasarse la indicación de posición límite de las manos.

Debe verificarse que exteriormente no presente defectos, suciedad ni humedad.

Limpieza de la parte aislante con silicona.

DENOMINACION	CARACTERISTICAS		OBSERVACIONES											
	FUNCIONALES	ELECTRICAS												
<p>Equipo de puesta a tierra y en cortocircuito</p> 	<p>Exite en el mercado una gama muy variada y para diversos usos, de equipos, pinzas, bridas de sujeción y puntos fijos de sujeción.</p>	<p>Tensión límite de utilización de algunos modelos comercializados</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>U (kV)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>25</td></tr> <tr><td>45</td></tr> <tr><td>66</td></tr> <tr><td>220</td></tr> <tr><td>380</td></tr> </tbody> </table> <p>Corriente máxima de cortocircuito de algunos modelos comercializados</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>U (kV) (durante un segundo)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>6</td></tr> <tr><td>10</td></tr> <tr><td>20</td></tr> <tr><td>30</td></tr> </tbody> </table>	U (kV)	25	45	66	220	380	U (kV) (durante un segundo)	6	10	20	30	<p>Para colocar normalmente los equipos de puesta a tierra y en cortocircuito se seguirá la siguiente secuencia:</p> <p>Haber realizado previa o inmediatamente la verificación de ausencia de tensión.</p> <p>Conectar el conductor de tierra del equipo al punto de puesta a tierra de la instalación destinada al efecto.</p> <p>Fijar las pinzas de conexión a los conductores o elementos a poner a tierra y en cortocircuito, empezando por el más próximo. Para realizar esta operación deberán utilizarse pértiga aislante y otro elemento aislante de protección.</p>
U (kV)														
25														
45														
66														
220														
380														
U (kV) (durante un segundo)														
6														
10														
20														
30														
<p>Pantalla facial</p> 		<p>Deberá cubrir la cara completamente.</p>												
<p>Chaqueta ignífuga</p> 		<p>Estará confeccionada de cuero curtido u otro material de características ignífugas similares y carecerá de elementos metálicos.</p>	<p>Estos equipos deberán usarse en maniobras con riesgo de formación de arcos eléctricos: maniobras en seccionadores o interruptores con contactos al aire, colocación de equipos de puesta a tierra, etc.</p>											

Dto. 351/79

- **2.1. Trabajos y maniobras en instalaciones de BT.**
- 2.1.1. Generalidades:
 - a) Antes de iniciar todo trabajo en BT se procederá a identificar el conductor o instalación sobre los que se debe trabajar.
 - b) Toda instalación será considerada bajo tensión, mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.
 - c) No se emplearán escaleras metálicas, metros, aceiteras y otros elementos de material conductor en instalaciones con tensión.
 - d) Siempre que sea posible, deberá dejarse sin tensión la parte de la instalación sobre la que se va a trabajar.
- 2.1.2. Material de seguridad.
- Además del equipo de protección personal que debe utilizarse en cada caso particular (casco, visera, calzado y otros) se considerará material de seguridad para trabajos en instalaciones de BT, el siguiente:

Dto. 351/79

- a) Guantes aislantes.
- b) Protectores faciales.
- c) Taburetes o alfombras aislantes y pértigas de maniobra aisladas.
- d) Vainas y caperuzas aislantes.
- e) Detectores o verificadores de tensión.
- f) Herramientas aisladas.
- g) Material de señalización (discos, vallas, cintas, banderines).

Dto. 351/79

- h) Lámparas portátiles.
- i) Transformadores de seguridad para 24 V. de salida (máximo).
- j) Transformadores de relación 1:1 (se prohíben los autotransformadores).
- k) Interruptores diferenciales de alta sensibilidad.

Se emplearán éstos u otros tipos de elementos adecuados, según el tipo de trabajo.

Contactos directos e indirectos

- **Contactos directos**

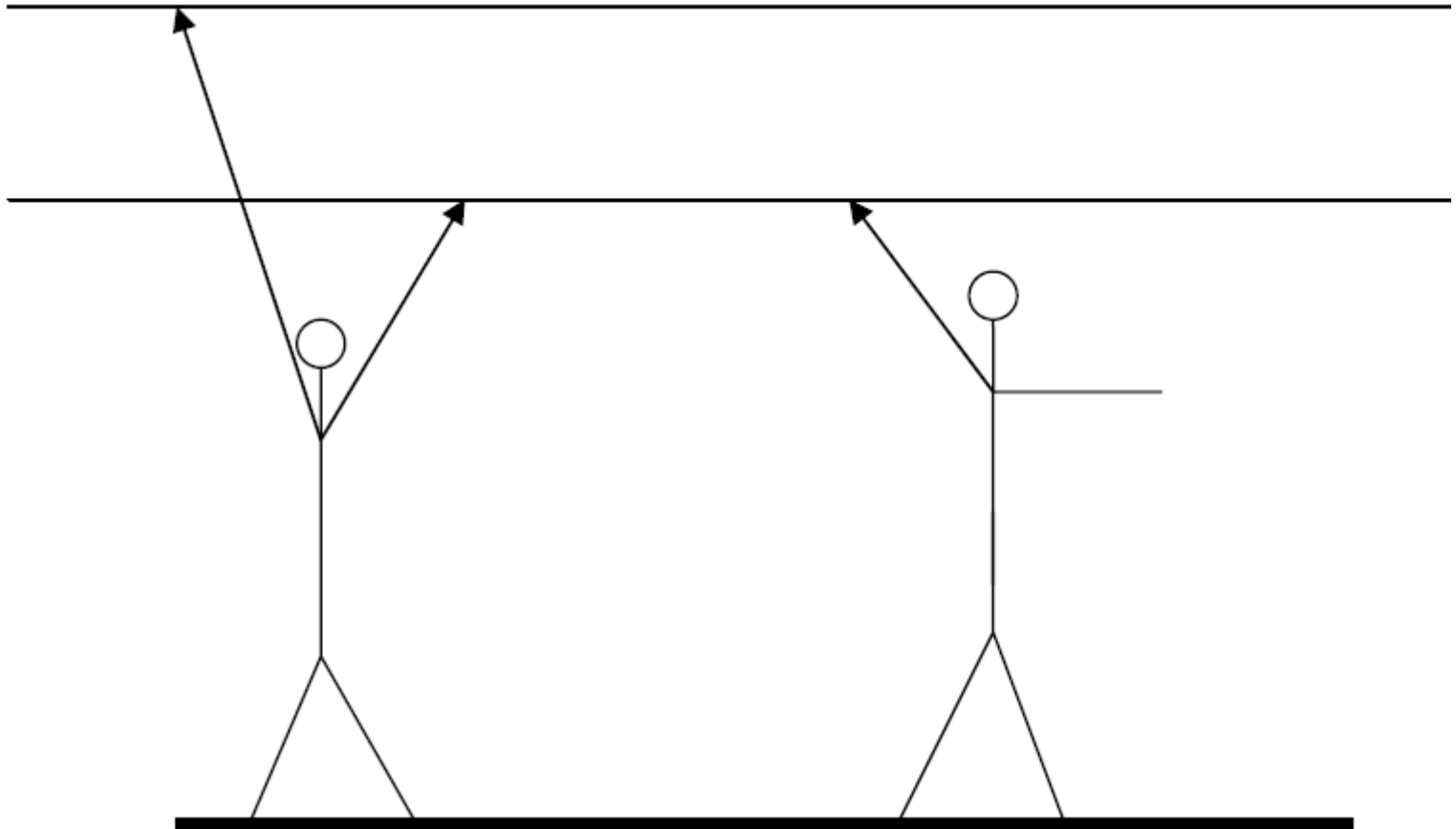
Se denomina contacto directo, al caso de que la persona entre en contacto con una parte normalmente en tensión. Pueden ser,

a. mediante contactos entre dos fases

b. mediante contacto entre un conductor y tierra

Contactos directos e indirectos

- Contactos directos



Contactos directos e indirectos

- **Contactos indirectos**

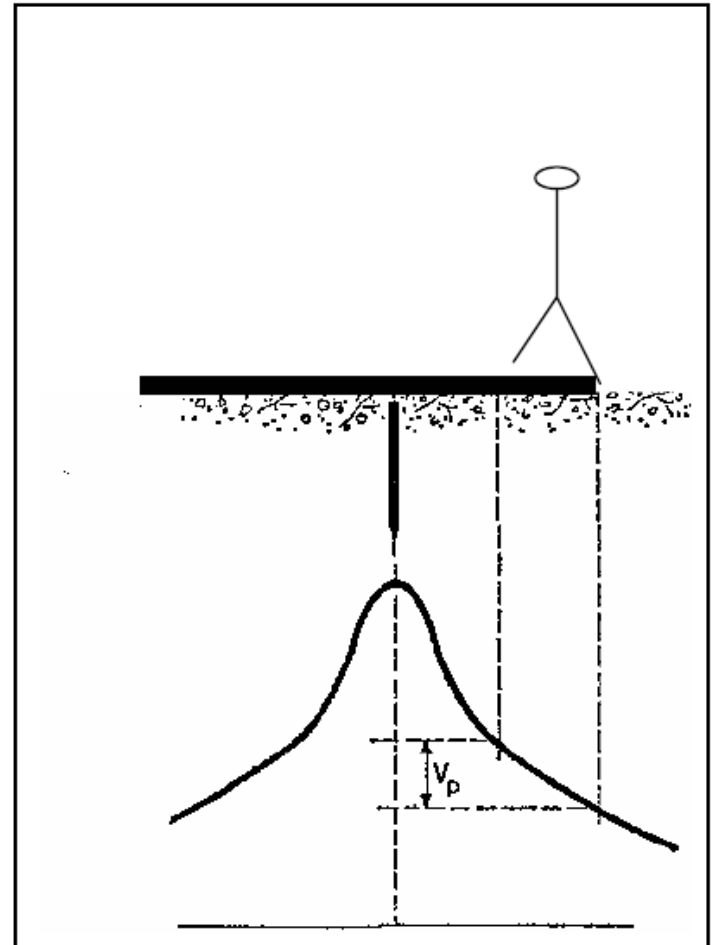
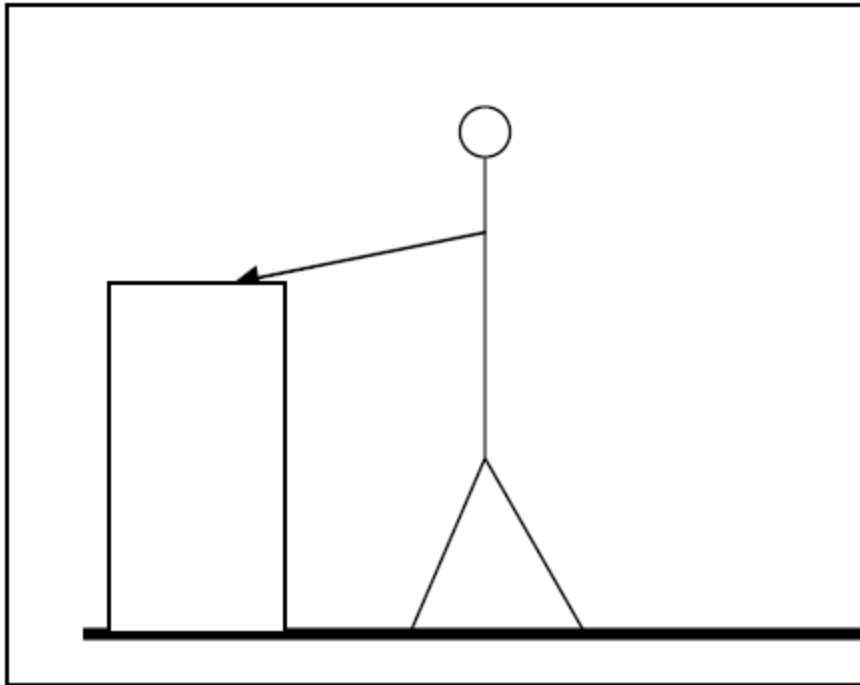
Se denominan contacto indirecto, al caso en que la persona entra en contacto con una parte que normalmente no debería tener tensión

a. Por ejemplo la carcasa de un motor o equipo

b. cuando entra en contacto entre dos puntos a distinto potencial de un medio atravesado por la corriente eléctrica (tensión de paso)

Contactos directos e indirectos

- Contactos indirectos



Contactos directos e indirectos

- **Protección contra Riesgos de Contactos Directos**

Para la protección de las personas contra contactos directos, se adoptará una o varias de las siguientes medidas:

Protección contra Riesgos de Contactos Directos

Protección por alejamiento

Se alejarán las partes activas de la instalación a distancia suficiente del lugar donde las personas habitualmente se encuentren o circulen para evitar un contacto fortuito. Se deberán tener en cuenta todos los movimientos de piezas conductoras no aisladas, desplazamientos y balanceo de la persona, caídas de herramientas y otras causas.

Protección contra Riesgos de Contactos Directos

Protección por aislamiento

Las partes activas de la instalación, estarán recubiertas con aislamiento apropiado que conserve sus propiedades durante su vida útil y que limite la corriente de contacto a un valor inocuo.

Protección contra Riesgos de Contactos Directos

Protección por medio de obstáculos.

Se interpondrán elementos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. La eficacia de los obstáculos deberá estar asegurada por su naturaleza, su extensión, su disposición, su resistencia mecánica y si fuera necesario, por su aislamiento.

Protección contra Riesgos de Contactos Indirectos

Para proteger a las personas contra riesgos de contacto con masas puestas accidentalmente bajo tensión, éstas deberán estar puestas a tierra y además se adoptará uno de los dispositivos de seguridad

Protección contra Riesgos de Contactos Indirectos

Puesta a tierra de las masas

Las masas deberán estar unidas eléctricamente a una toma a tierra o a un conjunto de tomas a tierra interconectadas.

El circuito de puesta a tierra deberá ser: continuo, permanente, tener la capacidad de carga para conducir la corriente de falla y una resistencia apropiada.

Sistemas de protección activos y pasivos

Se distinguen dos sistemas de protección: la protección activa y la protección pasiva

La protección activa, comprende a todos los sistemas que evitan la creación de tensiones superiores a límites ya determinados. Puede ser limitada (que protege contra contactos indirectos) , o integral (contactos directos e indirectos).

La protección pasiva, comprende a aquellos sistemas que protegen de cualquier contacto con una parte en tensión.

Sistemas de protección activos y pasivos

TIPO DE PROTECCION	PROTEGE CONTRA
Protección activa	
<u>Protección limitada</u> a. puesta a tierra (directa o conductor de protección) b. puesta a neutro c. relé de tensión d. relé diferenciado de baja sensibilidad	contactos indirectos
<u>Protección integral</u> a. relé diferencial de alta sensibilidad b. reducción de tensión c. transformador de aislación	contactos directos contactos indirectos
Protección pasiva a. aumento de aislación (doble aislación) b. uso de pantallas y protecciones mecánicas c. instrumentos de uso fácil y seguro d. vestimenta y plataformas aislantes	contactos directos

PUESTA A TIERRA – Reglamento AEA 90364

Tabla 771.3.I – Valores máximos de resistencia de puesta a tierra de protección

Corriente diferencial máxima asignada del dispositivo diferencial $I_{\Delta n}$		Columna 1 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas R_a (Ω) para U_L 50 V	Columna 2 Valor máximo de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas R_a (Ω) para U_L 24 V	Columna 3 Valor máximo permitido de la resistencia de la toma de tierra de las masas eléctricas R_a (Ω)
Sensibilidad baja	20 A	2,5	1,2	0,6
	10 A	5	2,4	1,2
	5 A	10	4,8	2,4
	3 A	17	8	4
Sensibilidad media	1 A	50	24	12
	500 mA	100	48	24
	300 mA	167	80	40
	100 mA	500	240	40
Sensibilidad alta	Hasta 30 mA inclusive	Hasta 1666	800	40

Resolución SRT 900/2015

ARTICULO 1° — Apruébase el Protocolo para la Medición del valor de puesta a tierra y la verificación de la continuidad de las masas en el Ambiente Laboral, que como Anexo forma parte integrante de la presente resolución, y que será de uso obligatorio para todos aquellos que deban medir el valor de la puesta a tierra y verificar la continuidad de las masas conforme las previsiones de la Ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y normas reglamentarias.

ARTICULO 2° — Establécese que los valores de la medición de la puesta a tierra, la verificación de la continuidad del circuito de tierra de las masas en el ambiente laboral, cuyos datos estarán contenidos en el protocolo aprobado en el artículo 1° de la presente resolución, tendrán una validez de DOCE (12) meses.

ARTICULO 3° — Estipúlase que cuando las mediciones arrojen valores que no cumplan con la Reglamentación de la ASOCIACION ELECTROTECNICA ARGENTINA (A.E.A.) para la ejecución de las instalaciones eléctricas en inmuebles y/o cuando se verifique falta de vinculación con tierra de alguna de las masas (falta de continuidad del circuito de tierra de las masas) se debe realizar un plan de acción para lograr adecuar el ambiente de trabajo.

DISYUNTOR DIFERENCIAL

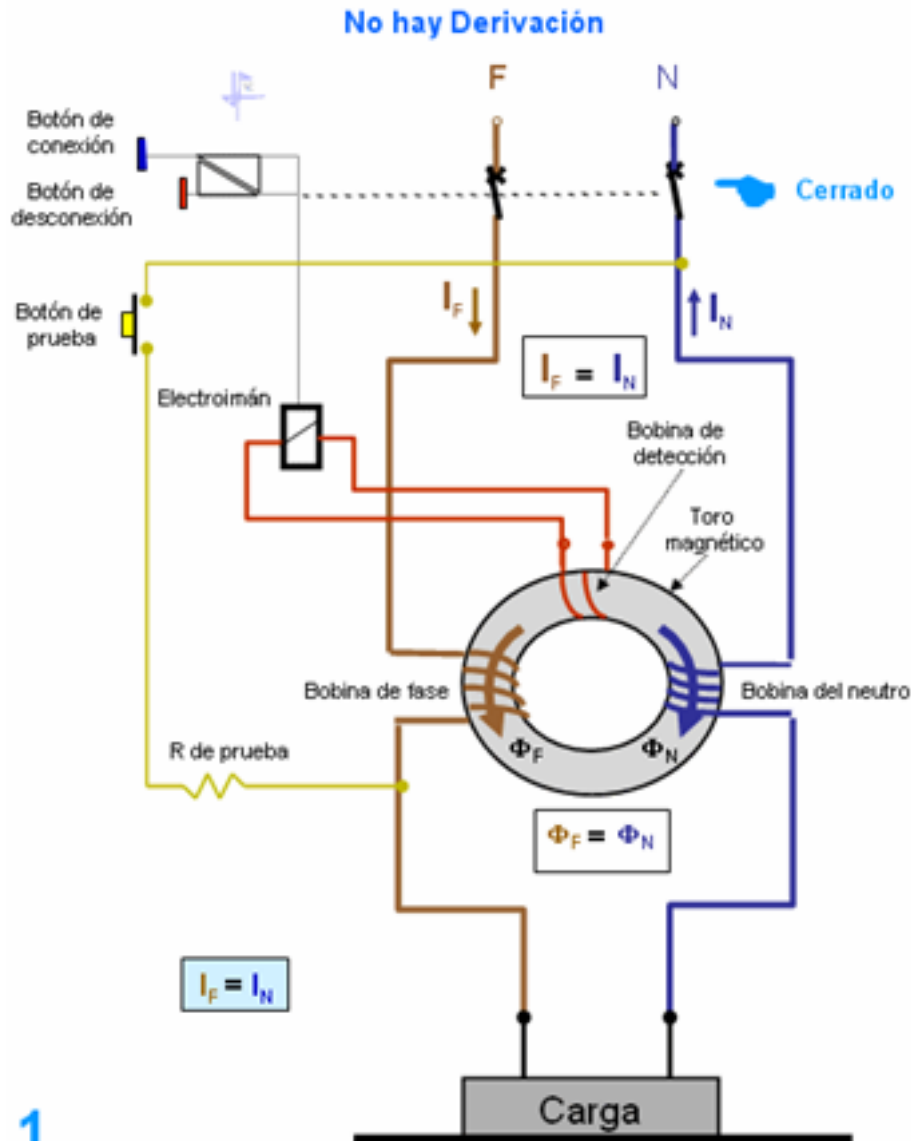
Se basa en el principio de que en cualquier circuito eléctrico, la suma vectorial de las corrientes que fluyen a alimentar el aparato, son iguales en condiciones normales. Si se tiene un defecto a tierra, se establece una corriente de defecto, llamada corriente diferencial (que se dispersa a través de la puesta a tierra).

El dispositivo es sensible a la suma vectorial de las corrientes, e interviene sólo si es distinta de cero, es decir, si hay una corriente a tierra I_d .

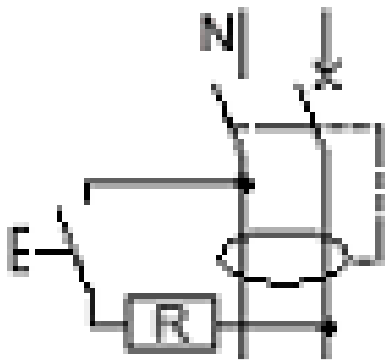
DISYUNTOR DIFERENCIAL

Los flujos magnéticos formados en el toroide por las bobinas, formadas por los dos conductores, en caso de un circuito monofásico; o por los tres, en caso de un circuito trifásico sin neutro o por los cuatro, en caso de un circuito trifásico con neutro, son iguales en tanto las corrientes sean iguales, y por lo tanto se anulan los flujos magnéticos.

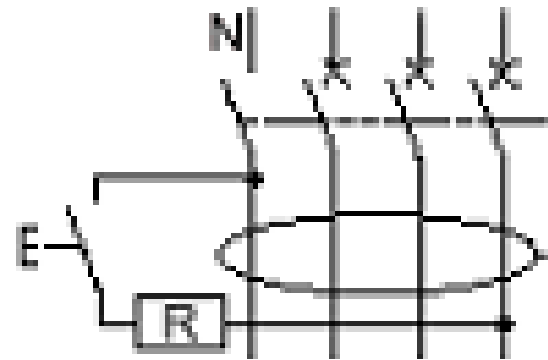
DISYUNTOR DIFERENCIAL



DISYUNTOR DIFERENCIAL



I. D. Monofásico



I. D. Trifásico

DISYUNTOR DIFERENCIAL

En presencia de un defecto a tierra hay una corriente de dispersión por lo cual, las dos corrientes en los conductores no son iguales, y por lo tanto el flujo generado no es igual.

Se crea entonces, una variación de flujo que se induce en el bobinado, una fuerza electromotriz que excita la bobina que abre el contacto.

Termomagnética



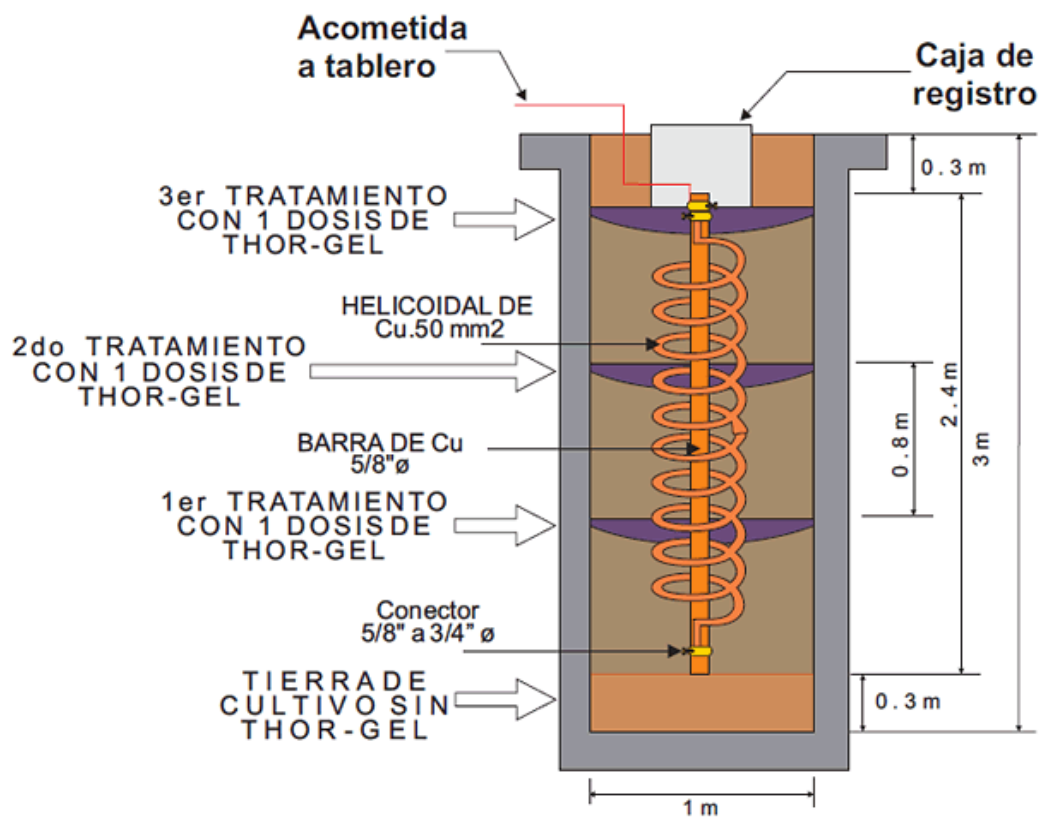
Fusibles



Disyuntor diferencial



Puesta a tierra



TRABAJOS EN INSTALACIONES ELECTRICAS MAYORES A 1 KV.

Resolución S.R.T. 592/2004

Apruébase el Reglamento para la Ejecución de Trabajos con Tensión en Instalaciones Eléctricas Mayores a Un Kilovolt. Establécese la obligatoriedad para los empleadores que desarrollen trabajos con tensión de poner a disposición de las comisiones de higiene y seguridad los Planes de Capacitación para la habilitación de los trabajadores que lleven a cabo las tareas mencionadas.

BIBLIOGRAFIA

- Norma NTP 400
- NTP 222: Alta tensión: seguridad en trabajos y maniobras en centros de transformación