

# NTP 71: Sistemas de protección contra contactos eléctricos indirectos

Protective measures against dangerous earth leakage currents  
Protection contre les contacts électriques indirects

Las NTP son guías de buenas prácticas. Sus indicaciones no son obligatorias salvo que estén recogidas en una disposición normativa vigente. A efectos de valorar la pertinencia de las recomendaciones contenidas en una NTP concreta es conveniente tener en cuenta su fecha de edición.

## Redactor:

Josep Mestre Rovira  
Ingeniero Técnico Eléctrico

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ASISTENCIA TÉCNICA - BARCELONA

**Contacto eléctrico indirecto:** Contacto de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión.

## Introducción

Los contactos eléctricos en baja tensión pueden tener consecuencias mortales para las personas.

El origen de tensiones de defecto accidentales en las masas de los elementos eléctricos que producen los contactos eléctricos indirectos es debido principalmente a la aparición de defectos de aislamiento en los equipos.

La prevención de este riesgo exige que:

**TODO ELEMENTO ELÉCTRICO DEBERÁ DISPONER DE UN SISTEMA DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTOS ELÉCTRICOS INDIRECTOS.**

Existen diversos sistemas de protección aplicables a instalaciones y receptores que se basan en alguno de los siguientes principios:

- Impedir la aparición de defectos mediante aislamientos complementarios.
- Hacer que el contacto resulte inocuo, usando tensiones no peligrosas o limitando la intensidad de fuga.
- Limitando la duración del defecto mediante dispositivos de corte.

El Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, en sus Instrucciones complementarias (MIBT 021 y otras) define los sistemas de protección contra contactos eléctricos indirectos y especifica las condiciones que deben cumplir.

En esta nota técnica se recogen de forma resumida las características más importantes de los distintos sistemas, al tiempo que se citan las referencias correspondientes a dicho Reglamento.

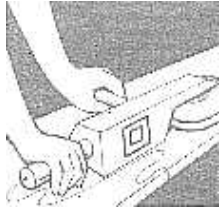
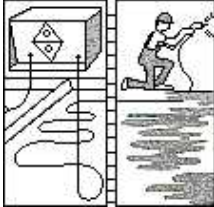
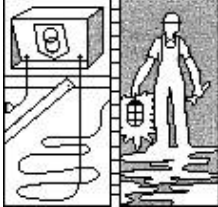
El otro aspecto que aquí se contempla es la fiabilidad de cada sistema de protección y sus límites de utilización frente a situaciones de riesgo elevado.

El nivel de riesgo de contacto eléctrico indirecto aumenta en función de la conductividad del entorno (presencia de agua, superficies metálicas) y en función del manejo del equipo eléctrico (equipos móviles, portátiles).

En el cuadro de aplicación se indican los sistemas de protección que pueden ser utilizados para cada situación de riesgo.

## Sistemas de protección contra contactos eléctricos indirectos. Características principales

Título	Doble aislamiento	Separaciones de circuitos	Tensiones de seguridad
--------	-------------------	---------------------------	------------------------

<b>Principio de prevención o protección</b>	El elevado nivel de aislamiento de los receptores dificulta la aparición de defectos	Al primer defecto no aparece tensión peligrosa. Al segundo actúan los fusibles o magnetotérmicos por cortocircuito.	Si se produce un defecto, la tensión es siempre inocua.
<b>Elementos básicos del sistema</b>	Aislamientos complementarios en el receptor. REBT MIBT 031. UNE 20314.	Transformador separador de circuitos. REBT MIBT 035. Grupo convertidor.	Transformador de seguridad. UNE 20339-73. Pilas. Máquinas eléctricas.
<b>Condiciones de seguridad</b>			Local seco: $U_N \leq 50V$ Local húmedo: $U_N \leq 24V$ Local mojado: $U_N \leq 24V$ Emplazamiento sumergido: $U_N \leq 12V$ siendo $U_N$ = Tensión nominal.
<b>Esquema</b>			
<b>Puesta a tierra (Valor máximo de <math>R_T</math>)</b>			
<b>Condiciones de la instalación</b>	Las partes metálicas de los receptores y equipos no deben ser puestas a tierra.	El circuito de utilización no tendrá ningún punto en común con tierra, masas u otros circuitos. Las masas de los receptores que se alimenten por separación de circuitos no estarán unidas a otras tierras. Cuando un transformador alimente a más de un receptor, éstos deberán estar unidos entre sí. Cuando se utilicen locales mojados conductores o sumergidos, el transformador permanecerá fuera de dichos recintos.	El circuito de utilización no estará puesto a tierra ni en unión eléctrica con circuitos de mayor tensión. No se efectuará transformación directa de alta tensión a tensión de seguridad. Cuando se utilicen locales mojados conductores o sumergidos, el transformador permanecerá fuera de dichos recintos.
	REBT MIBT 021 2.3.	REBT MIBT 021 2.1.	REBT MIBT 021 2.2.
<b>Compatibilidad con otros sistemas</b>	Compatible con todos.	Compatible con todos.	Compatible con todos.
<b>Ventajas</b>	Proporciona buena protección en lugares secos o húmedos. No necesita puesta a tierra. No necesita elementos auxiliares.	Proporciona muy buena protección. No necesita puesta a tierra.	Proporciona muy buena protección. No necesita puesta a tierra.
<b>Inconvenientes</b>	Sólo aplicable a pequeños receptores.	Sistema caro. Aplicable sólo hasta 16 kVA.	Sistema caro. Son escasos los receptores a estas tensiones.
<b>Aplicación</b>	<b>Receptor clase II</b> Herramientas portátiles. Cuadros eléctricos. Pequeños receptores.	Receptor clase O.I.II Protección de una sola máquina en condiciones adversas. Quirófanos.	Receptores clase III Maniobras. Alumbrado portátil. Juguetes. Quirófanos.

Título	Puesta a tierra de las masas. Diferenciales	Puesta a neutro de las masas
<b>Principio de prevención o protección</b>	Si se produce un defecto, el diferencial desconecta rápidamente.	Si se produce un defecto, los fusibles o magnetotérmicos desconectan rápidamente por cortocircuito.

**Elementos básicos del sistema**

Dispositivos diferenciales  
 Baja sensibilidad:  $I_{FN} > 30 \text{ mA}$   
 Alta sensibilidad:  $I_{FN} \leq 30 \text{ mA}$   
 siendo  $I_{FN}$  = Sensibilidad nominal de un diferencial.

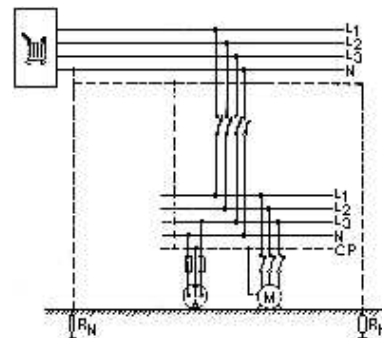
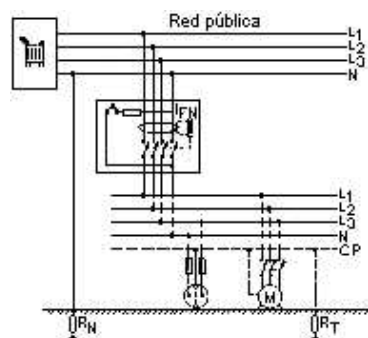
Protecciones contra sobreintensidades:  
 Fusibles.  
 Magnetotérmicos.

**Condiciones de seguridad**

Al primer defecto, el diferencial debe actuar antes de 0,1 s.

Al primer defecto franco, las protecciones deben actuar antes de 5 s.

**Esquema**



**Puesta a tierra (Valor máximo de  $R_T$ )**

REBT:  $R_T \leq \frac{U_S}{I_{FN}}$   
 Recomendable:  $R_T \leq \frac{50 R_N}{U_F - 50}$   
 siendo:  
 $R_T$  = Resistencia de tierra.  
 $U_S$  = Tensión de seguridad.  
 50 V - Local seco.  
 24 V - Local húmedo o mojado.  
 12 V - Emplazamiento sumergido.  
 $I_{FN}$  = Sensibilidad nominal de un diferencial.  
 $R_N$  = Resistencia de tierra del neutro.  
 $U_F$  = Tensión de fase.

$R_T \leq 2\Omega$   
 siendo:  $R_T$  = Resistencia de tierra.

**Condiciones de la instalación**

La instalación podrá alimentarse de un transformador compartido por otros usuarios. Cuando los receptores de Clase O o I no puedan conectarse a una puesta a tierra, se instalarán diferenciales de alta sensibilidad (esta medida no protege suficientemente en locales húmedos, mojados, conductores o emplazamientos sumergidos).

Toda la instalación se alimentará de un transformador no compartido por otros usuarios. Es preceptiva la conexión equipotencial del CP en todas las masas metálicas, estructuras, tuberías, etc. Se recomienda asociar a este sistema un dispositivo de corte por bobina de tensión.

**Compatibilidad con otros sistemas**

REBT MIBT 021 2.8.

REBT MIBT 021 2.10.

**Compatibilidad con otros sistemas**

No compatible con:  
 Puesta a neutro.  
 Aislado de tierra.

No compatible con:  
 Puesta a tierra. Diferenciales.  
 Neutro aislado de tierra.

**Ventajas**

Tiempo de actuación rápida.  
 Gran sensibilidad.  
 No necesita tomas de tierra rigurosas.

Facilidad y economía de la instalación.  
 Desconecta selectivamente la parte afectada.

**Inconvenientes**

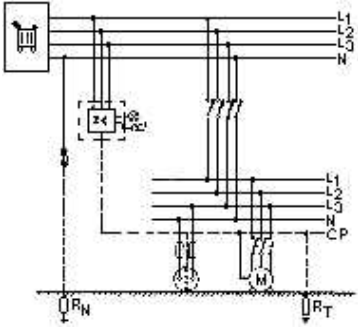
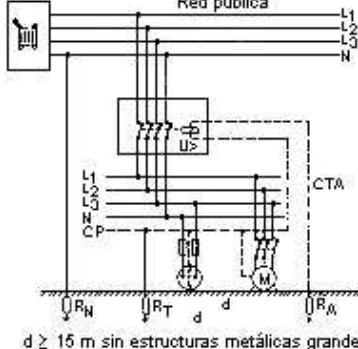
Necesidad de instalar diferenciales (en algún caso caro).  
 Los diferenciales suelen fallar.  
 Desconecta la instalación al primer defecto.

Los defectos producen arcos eléctricos importantes.  
 Requiere transformador propio.  
 Desconecta la instalación al primer defecto.

**Aplicación**

Receptores Clase I  
 Sistema apropiado para proteger pequeñas y medianas instalaciones.

Receptores Clase I  
 Sistema apropiado para proteger medianas y grandes instalaciones.

Título	Puesta a tierra de las masas. Neutro aislado de tierra	Dispositivos de tensión de defecto
<b>Principio de prevención o protección</b>	Al primer defecto no aparece tensión peligrosa. Al segundo actúan los fusibles o magnetotérmicos por cortocircuito.	Si se produce un defecto, el interruptor de tensión desconecta rápidamente.
<b>Elementos básicos del sistema</b>	Dispositivo vigilador de aislamientos $Z \rightarrow 10 + 100 \text{ k}\Omega$ Fusibles. Magnetotérmicos.	Interruptor de tensión de defecto: $Z_i = 400 \Omega$ $I_i = 40 \text{ mA}$ (Valores habituales.)
<b>Condiciones de seguridad</b>	Al primer defecto el vigilador debe avisar óptica y acústicamente. Al segundo defecto las protecciones deben actuar antes de 5 s.	Al primer defecto el interruptor de tensión debe actuar antes de 0,1 s si se alcanza $U_S$ .
<b>Esquema</b>		 <p><math>d \geq 15 \text{ m}</math> sin estructuras metálicas grandes <math>d \geq 50 \text{ m}</math> con estructuras metálicas grandes</p>
<b>Puesta a tierra (Valor máximo de <math>R_T</math>)</b>	$R_T \leq 2\Omega$ siendo: $R_T =$ Resistencia de tierra.	$R_a = \frac{U_s}{I_i} - Z_i$ Recomendable: $R_T \leq \frac{50 R_N}{U_F - 50}$ siendo: $R_A =$ Resistencia de tierra auxiliar. $U_S =$ Tensión de seguridad. 50 V - Local seco. 24 V - Local húmedo o mojado. 12 V - Emplazamiento sumergido. $I_i =$ Intensidad de disparo. $R_T =$ Resistencia de tierra. $R_N =$ Resistencia de tierra del neutro. $U_F =$ Tensión de fase.
<b>Condiciones de la instalación</b>	Toda la instalación se alimentará de un transformador no compartido por otros usuarios. Es preceptiva la conexión equipotencial del CP en todas las masas metálicas, estructuras, tuberías, etc. Los interruptores de la instalación serán de corte omnipolar. El conductor neutro deberá considerarse como activo a todos los efectos.	El conductor de tierra auxiliar (CPA) será aislado, con protección mecánica, y no estará en contacto con ninguna masa. El conductor de protección será aislado y sólo estará en contacto con las masas a proteger por el interruptor. $S_{CP} = \frac{1}{2} S_{Fase}$
	REBT MIBT 021 2.7b.	REBT MIBT 021 2.7b.
<b>Compatibilidad con otros sistemas</b>	No compatible con: Puesta a tierra. Diferenciales. Puesta a neutro.	Compatible con todos.
<b>Ventajas</b>	Desconecta selectivamente la parte afectada. No desconecta la instalación al primer defecto.	Tiempo de actuación rápido. No necesita toma de tierra rigurosa.
<b>Inconvenientes</b>	Requiere transformador propio.	Desconecta toda la instalación al primer defecto. Dificultad de emplazar la toma de tierra auxiliar.
<b>Aplicación</b>	Receptores Clase I Sistema apropiado para proteger medianas y grandes instalaciones.	Receptores Clase I Sistema válido para pequeñas instalaciones. Como medida complementaria de otros sistemas clase B.

# Aplicación de los sistemas de protección contra contactos eléctricos indirectos

## Fiabilidad de los sistemas de protección

Funcionando correctamente todos los sistemas de protección confieren un nivel de seguridad similar y suficiente para cualquier situación de riesgo que se quiera proteger (a excepción de los del grupo 6 que sólo pueden proteger en emplazamientos secos). No obstante, en algunos sistemas existe la posibilidad considerable de que su funcionamiento se altere o se anule por avería, mala instalación o bloqueo voluntario de sus elementos de seguridad, por lo que su **fiabilidad** en situaciones de riesgo elevado no es preventivamente admisible.

	Fiabilidad de sistemas		
	Sistemas de protección ordenados de mayor a menor fiabilidad		Símbolo
<b>Sistemas clase A</b>	1	Tensiones de seguridad.	
	2	Separación de circuitos.	
	3	Doble aislamiento.	
<b>Sistemas clase B</b>	4	Puesta a tierra de las masas con diferencial de alta sensibilidad. Puesta a neutro de las masas con diferencial de alta sensibilidad.	
	5	Puesta a tierra de las masas, diferenciales. Puesta a neutro. Neutro aislado. Puesta a tierra con dispositivos de tensión de defecto.	
	6	Diferenciales de alta sensibilidad sin puesta a tierra. Dispositivo de tensión de defecto sin puesta a tierra.	

## Cuadro de situaciones de riesgo. Sistemas de protección aplicables

Para cada situación deberá adoptarse uno de los sistemas de protección indicados en el recuadro correspondiente, no admitiéndose sistemas de menor fiabilidad salvo por exigencias técnicas insalvables, como es el caso de que la potencia del receptor sea muy elevada.

El nivel de seguridad máximo se obtiene aplicando el sistema de protección más fiable de acuerdo con el cuadro anterior.

Los receptores deberán disponer además del grado de protección adecuado contra la penetración de sólidos y agua (NTP 34.82).

Aplicación de los sistemas				
Tipo de receptor Emplazamiento	Fijo 	Móvil 	Portátil 	Alumbrado portátil 
<b>Seco</b> $U_s \leq 50 \text{ V}$		 	    	  
<b>Húmedo</b> $U_s \leq 24 \text{ V}$		 	  	  
<b>Mojado</b> $U_s \leq 24 \text{ V}$		    	    	  
<b>Conductor Seco</b> $U_s \leq 24 \text{ V}$		    	    	  
<b>Conductor mojado</b> $U_s \leq 24 \text{ V}$	     	    	    	  
<b>Sumergido</b> $U_s \leq 12 \text{ V}$	    	    	    	  

