



**INSTALACIONES  
ELECTRICAS  
MANUAL: 11**

## INTERRUPTORES DIFERENCIALES

### 1. INTRODUCCIÓN

### 2. TIPOLOGÍA DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES

### 3. CLASE DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES

### 4. SENSIBILIDAD DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES

### 5. TIEMPO DE RESPUESTA

### 6. SELECTIVIDAD

### 7. ELECCIÓN DEL CALIBRE O CORRIENTE ASIGNADA DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL.

### 1. INTRODUCCIÓN

Los dispositivos diferenciales son un medio eficaz para la protección de las personas contra los riesgos de la corriente eléctrica en baja tensión como consecuencia de un contacto directo. El objetivo de los dispositivos diferenciales residuales (DDR), es detectar las corrientes de defecto de fuga a tierra y actuar interrumpiendo el circuito en caso de que dichas corrientes supongan un peligro para las personas o los bienes.

Los dispositivos diferenciales residuales constituyen también un elemento de vigilancia del aislamiento de los cables y de los receptores eléctricos.

Las normas UNE EN 61008 y UNE EN 61009 les son de aplicación a los interruptores diferenciales para usos domésticos y análogos y para los interruptores automáticos de potencia la norma UNE EN 60947.

Podemos clasificar a los interruptores diferenciales atendiendo a alguna de las características siguientes:

- a) Tipología del aparato
- b) Forma de onda a la que el aparato es sensible (clase AC, A, B)
- c) Sensibilidad de disparo
- d) Tiempo de disparo.

### 2. TIPOLOGÍA DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES

En relación a la tipología del aparato, los interruptores diferenciales se pueden encontrar:

- Diferencial “puro” (sin corte magnetotérmico incorporado)

- Interruptor magnetotérmico-diferencial (combinado)
- Relé diferencial.

Los interruptores diferenciales combinados, disponen, en un único aparato, la función de protección diferencial y magnetotérmica, del interruptor automático. Los interruptores diferenciales combinados intervienen tanto por corrientes de fuga como por sobrecargas o cortocircuitos y están autoprotegidos contra corrientes de cortocircuito del valor indicado en el aparato.

Los interruptores diferenciales puros son sensibles solamente a corrientes de fuga. Se deben de utilizar en serie (aguas abajo) con un interruptor automático o un fusible que los proteja de una posible sobrecorriente, cuando se den valores, en la instalación, que puedan dañarlo. Así mismo estos aparatos deben poseer una protección previa, mediante interruptores automáticos que limiten la energía específica pasante, y actúen como interruptor de corte general de cualquier otro interruptor instalado aguas abajo.

Los Dispositivos Diferenciales Adaptables (bloques diferenciales) son dispositivos diferenciales aptos para ser ensamblados a interruptores automáticos compatibles. Según la norma de fabricación no es posible ensamblar un interruptor automático con una corriente asignada dada con un bloque diferencial de corriente máxima asignada inferior. Por ello, el dispositivo diferencial adaptable mantiene tanto las características eléctricas del interruptor magnetotérmico como las del propio bloque diferencial.

En circuitos con intensidades nominales relativamente elevadas, ( $>100$  A) la protección diferencial puede ser realizada mediante relés diferenciales. El relé diferencial se conecta a un transformador toroidal especial, que lleva a cabo la función de suma vectorial de las intensidades de línea. La intervención del relé diferencial provoca el disparo del interruptor automático de protección, realizándose de esta forma la apertura del circuito.

El relé diferencial es sensible a corrientes de defecto alternas y continuas pulsantes. Se puede ajustar tanto la sensibilidad como el tiempo de intervención.

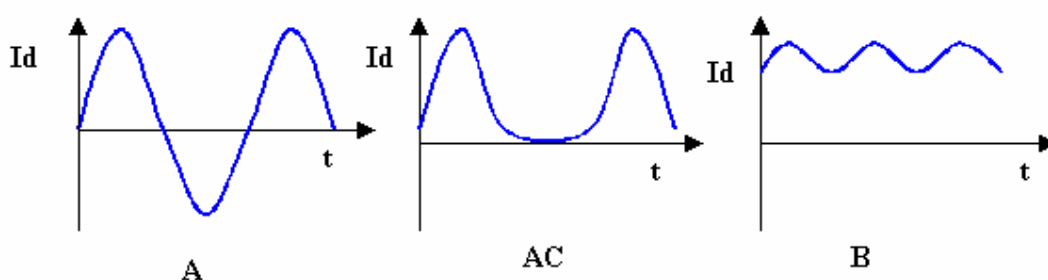
### 3. CLASE DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Dependiendo de la forma de onda de las corrientes de fuga a tierra a la cual son sensibles, existen dos categorías básicas de diferenciales, definidas como CLASES:

- Clase **AC**, esta es la clase estándar, los interruptores diferenciales de esta clase son aptos para todos los sistemas donde se prevén corrientes de defecto a tierra senoidales. Asegura la desconexión ante una corriente diferencial alterna senoidal aplicada bruscamente o de valor creciente.
- Clase **A**, esta clase permite detectar corrientes de fuga alternas o pulsantes con o sin componente continua aplicadas bruscamente o de valor creciente. Los interruptores diferenciales de esta clase son especialmente aptos para proteger equipos con componentes electrónicos alimentados directamente por la red eléctrica sin conexión de transformadores, como por ejemplo los utilizados para corregir o regular la corriente mediante variación de una magnitud física (velocidad, temperatura, intensidad luminosa, etc.). Estos aparatos pueden

generar una corriente continua pulsante con componente continua que el interruptor diferencial de tipo A puede detectar.

La mayoría de los fabricantes también ofrecen interruptores diferenciales clase **B**, aptos para los mismos tipos de corrientes que la clase A, esto es corriente alterna y/o continua pulsante y además para corriente continua alisada, como por ejemplo las procedentes de rectificadores de simple alternancia con una carga capacitiva, rectificadores trifásicos de alternancia simple o doble, instalaciones donde se utilicen variadores o inversores para la alimentación de motores, etc.



**Clases de los interruptores diferenciales según la formas de onda de la corriente**

#### 4. SENSIBILIDAD DE LOS INTERRUPTORES DIFERENCIALES

Atendiendo al valor de la corriente diferencial de defecto  $I_{\Delta n}$  (sensibilidad), clasificamos a los interruptores diferenciales como de:

- Baja sensibilidad  $I_{\Delta n} > 30 \text{ mA}$
- Alta sensibilidad,  $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$

Las normas UNE EN 61008, UNE EN 61009 y UNE EN 60947-2, establecen los valores de sensibilidades normalizadas: 6 mA, **10 mA**, **30 mA**, 100 mA, **300 mA**, 500 mA, 1 A, 3 A, 10 A, 30 A, donde los señalados en negrilla son los preferidos o al menos los más utilizados

Los interruptores diferenciales de baja sensibilidad ( $I_{\Delta n} > 30 \text{ mA}$ ) se utilizan en la protección contra los contactos indirectos y riesgos de incendio y destrucción de receptores. Viene coordinado con la resistencia de la instalación de tierra, según la fórmula

$$R_A \times I_{\Delta n} \text{ o } U_L$$

Donde:

$R_A$  Es la suma de las resistencias de la toma de tierra y de los conductores de protección de masas.

$I_{\Delta n}$  Es la corriente diferencial-residual asignada.

$U_L$  es la tensión de contacto límite convencional (50 V, 24V u otras, según los casos).

Límites superiores de la resistencia de la toma de tierra de las masas y que no se debe superar en función del ambiente ( $U_L$ ) y de la sensibilidad del interruptor diferencial $I_{\Delta n}$			
Sensibilidad $I_{\Delta n}$	Resistencia máxima de la puesta a tierra		
	$U_L = 50 \text{ V}$	$U_L = 24 \text{ V}$	$U_L = 12 \text{ V}$
1 A	50 $\Omega$	24 $\Omega$	12 $\Omega$
500 mA	100 $\Omega$	48 $\Omega$	24 $\Omega$
300 mA	166 $\Omega$	80 $\Omega$	40 $\Omega$
30 mA	1660 $\Omega$	800 $\Omega$	400 $\Omega$

Los interruptores diferenciales de baja sensibilidad no se utilizan en la protección contra los contactos directos.

Los interruptores diferenciales de alta sensibilidad ( $I_{\Delta n} \leq 30 \text{ mA}$ ) además de en la protección contra los contactos indirectos y riesgos de incendio y destrucción de receptores se emplean para la protección contra contactos directos. Como ejemplo de algunos lugares donde se deben colocar los dispositivos diferenciales de alta sensibilidad son:

- Circuitos con tomas de corriente  $\leq 32 \text{ A}$ , en cualquier ambiente.
- Cualquiera que sea la intensidad de la toma en circuitos con tomas de corriente en locales de baño, duchas y piscinas de uso privado o público en las zonas donde sea posible instalar una toma de corriente y no se disponga de transformador de aislamiento o de baja tensión de seguridad. En locales mojados.
- Circuitos con tomas de corriente en instalaciones provisionales.
- Circuitos de alimentación de canteras, de caravanas, de barcos de recreo, instalaciones para feriantes y ferias, instalaciones ornamentales, instalaciones de señalización.
- En instalaciones antiguas donde puede que las masas no estén conectadas a tierra
- En la protección complementaria contra contactos directos.

En las normas UNE EN 61008, UNE EN 61009 se indica que el valor mínimo admitido de la corriente diferencial de no funcionamiento ( $I_{\Delta n}$ ) es **0,5  $I_{\Delta n}$** . Es decir no debe disparar por debajo de este valor, y se admite como margen correcto de disparo de un diferencial a los valores comprendidos entre  $I_{\Delta n}$  y 0,5 veces  $I_{\Delta n}$ , y por supuesto para corrientes superiores a  $I_{\Delta n}$ , siempre ha de disparar.

## 5. TIEMPO DE RESPUESTA

Según el tiempo de disparo, los interruptores diferenciales pueden clasificarse como:

- a) Instantáneos, tipo G
- b) Selectivos, tipo S.

Los interruptores diferenciales selectivos (Interruptores diferenciales puros, combinados o bloques DDA) cuentan con un retardo a la desconexión y se instalan aguas arriba de otros interruptores diferenciales instantáneos para asegurar la

selectividad y limitar así el corte de servicio eléctrico solamente a la parte de la instalación afectada por el defecto a tierra.

En el campo doméstico y análogo las normas UNE EN61008 (interruptores diferenciales) y UNE EN61009 (interruptores automáticos diferenciales), definen valores normalizados de los tiempos de funcionamiento máximo y del tiempo de no respuesta con respecto al tipo de interruptor diferencial y a la sensibilidad  $I_{\Delta n}$ . En el cuadro siguiente se recogen estos valores.

Tipo	$I_{\Delta n}$ (A)	$I_{\Delta n}$ (A)	Valores normalizados del tiempo (s) de funcionamiento y de no respuesta para una corriente residual con $I_n$ igual a:				
			$I_{\Delta n}$	$2I_{\Delta n}$	$5I_{\Delta n}$	500 A	
General	Cualquier valor	Cualquier valor	0,3	0,15	0,04	0,04	Tiempo de funcionamiento máximo
S	$\geq 25$	$>0,030$	0,5	0,2	0,15	0,15	Tiempo de funcionamiento máximo
			0,13	0,06	0,05	0,04	Tiempo de no respuesta mínimo

## 6. SELECTIVIDAD

Con objeto de que un fallo o defecto no deje fuera de servicio la totalidad de la instalación, debe de actuar la protección diferencial más próxima al punto de defecto y que no lo haga cualquier otro dispositivo situado en otro punto de la instalación, para ello es necesario coordinar las protecciones diferenciales, de modo que resulte un conjunto selectivo que dispare el elemento más próximo al punto de defecto y no otro.

Un caso particular es aquella en que las protecciones están dispuestas en serie **figura 2**, en este caso para un defecto ocurrido aguas debajo del interruptor diferencial **B**, debería de actuar este en primer lugar, para ello deben de cumplirse dos condiciones, una relativa a la corriente de disparo y otra al tiempo de actuación. Así:

1) Según normativa de fabricación, un diferencial debe de actuar para una corriente de defecto  $I_{\Delta n}$  entre  $I_{\Delta n}$  e  $I_{\Delta n}/2$ , lo que en la práctica requiere que la sensibilidad (corriente de defecto asignada) del interruptor diferencial **A** situado aguas arriba, ha de ser mayor que el doble de la sensibilidad del diferencial **B** situado aguas abajo del anterior.

$$I_{\Delta n} \text{ (aguas arriba)} > 2 \times I_{\Delta n} \text{ (aguas abajo)}$$

2) Por otro lado puesto que por mínimo que sea el diferencial **B**, necesita un tiempo para actuar, por lo que se requiere una temporización o retardo voluntario en

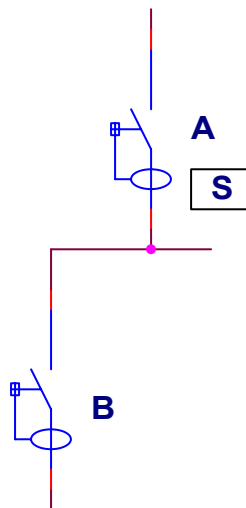
el dispositivo aguas arriba, será por tanto de tipo selectivo y la segunda condición que se debe cumplir para el no disparo de **A** para un defecto aguas debajo de **B** es que el tiempo total de funcionamiento **tf** del interruptor diferencial situado aguas abajo, sea menor que el tiempo límite de no respuesta **tr** del interruptor diferencial situado aguas arriba, para cualquier valor de corriente. Esto es:

$$tr(A) > tf(B)$$

Donde:

**tr** = tiempo de no respuesta o retardo del disparo

**tf** = tiempo de funcionamiento, desde la detección del defecto a la interrupción total de la corriente de defecto.



## 7. ELECCIÓN DEL CALIBRE O CORRIENTE ASIGNADA DEL INTERRUPTOR DIFERENCIAL.

La corriente asignada  $I_{nd}$  del interruptor diferencial se elige en función de la corriente de empleo del circuito calculada, teniendo en cuenta los coeficientes de utilización **Ku** y de simultaneidad **Ks**.

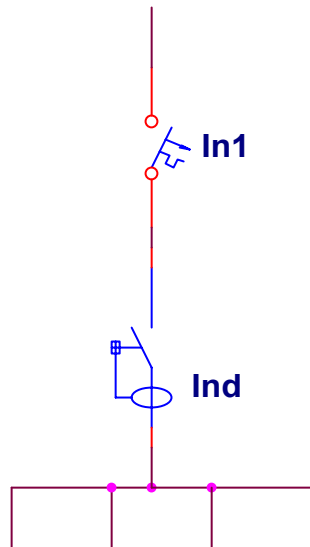
Si el interruptor diferencial está situado aguas abajo de un interruptor automático magnetotérmico de corriente asignada  $I_{n1}$  y en la misma línea **figura 3**, la corriente asignada del interruptor diferencial  $I_{nd}$  ha de ser al menos igual a la corriente asignada del interruptor automático ( $I_{nd} \geq I_{n1}$ ), aunque es muy recomendable sobrecalibrar el interruptor diferencial respecto al magnetotérmico de forma que  $I_{nd} \geq 1,4 I_{n1}$ .

Si el interruptor diferencial está situado aguas arriba de un grupo de circuitos protegidos por interruptores magnetotérmicos del mismo número de polos que el interruptor diferencial, **figura 4**, la corriente asignada del interruptor diferencial  $I_{nd}$  se elige en función de los coeficientes de utilización y de simultaneidad previstos para el circuito:

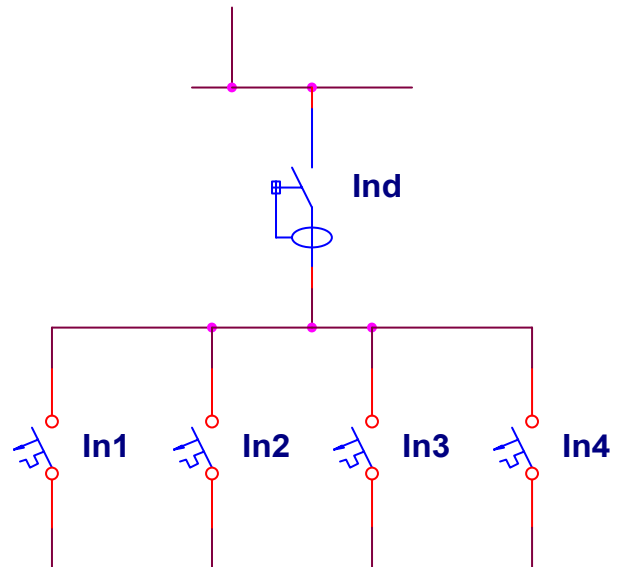
$$I_{nd} \geq K_u \cdot K_s (I_{n1} + I_{n2} + I_{n3} + I_{n4})$$

$I_{nd}$ : Intensidad nominal del diferencial

$I_{n1}$ : Intensidad nominal del interruptor automático



**Figura 3**



**Figura 4**



**Interruptor diferencial 2 polos**



**Interruptor magnetotérmico diferencial**



**Interruptor diferencial 4 polos**





**Bloque diferencial tetrapolar**



**Bloque diferencial**



**Bloque diferencial tetrapolar**



**Relé diferencial**



**Toroidal**



**Interruptor diferencial**



Sobre cable, Ø 120 a 300



**Relés diferenciales + toriodes**

**Dispositivos diferenciales comerciales**

## **LLAVE TERMOMAGNETICA**

Protege en caso de cortocircuito y en caso de sobrecarga.

### **Funcionamiento en caso de cortocircuito**

Se denomina **cortocircuito** a la falla de un aparato o línea eléctrica por la cual la corriente eléctrica pasa directamente del conductor de fase al neutro o tierra o entre dos o tres fases en el caso de sistemas trifásicos.

Cuando se produce un cortocircuito las corrientes del mismo tienden a aumentar a valores elevados (**15 veces o mas sobre el valor nominal**) en un período de tiempo reducido (**mili segundos**), al ser tan grandes estas corrientes activan el accionamiento magnético del interruptor.

El accionamiento magnético básicamente es un electroimán que con las corrientes elevadas del cortocircuito activa el dispositivo de disparo

"La protección contra cortocircuito debe ser casi instantánea (tarda en interrumpir el servicio unas pocas centésimas de segundo)

### **Funcionamiento en el caso de sobrecarga**

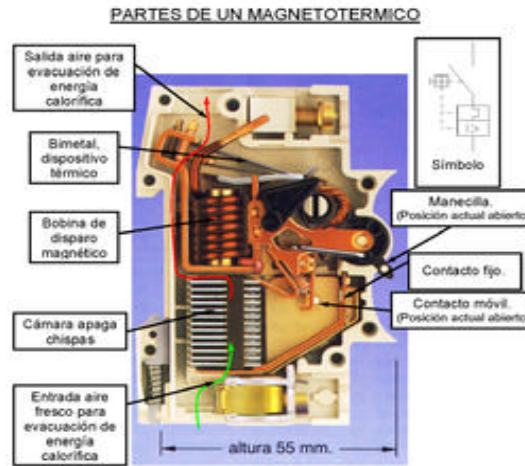
La sobrecarga se produce generalmente cuando entran en funcionamiento varios artefactos al mismo tiempo. **Ej:** Heladera, plancha, lavarropas, etc.

El accionamiento por sobrecarga lo produce un Bimetálico (**material formado por materiales de distinto coeficiente de dilatación**)

Cuando se produce la sobrecarga empieza a circular mayor corriente de la que la termo magnética esta calibra para soportar, esta corriente elevada empieza a producir el calentamiento de los conductores, por ende se calienta también el bimetálico, el cual activa el accionamiento de disparo

"La protección contra sobrecarga es mas lenta que la de cortocircuito.  
Tardara unos minutos en interrumpir el servicio"

## LLAVE TERMOMAGNETICA



Otras aplicaciones del interruptor termo magnético pueden ser las siguientes:

- **Guardamotor:** Cumple con las mismas prestaciones que la llave **“térmica”** convencional con la diferencia fundamental que la protección térmica es regulable y no fija como la anterior, además los contactos están previsto para que pueda funcionar como seccionador (ej: accionamiento y protección manual de bombas centrífugas).
- **Interruptor ACR:** Cumple con las mismas prestaciones que la llave **“térmica”** convencional con la diferencia fundamental que las protecciones térmica y magnética son regulables y no fijas. Otra diferencia fundamental es el poder de corte y la capacidad de ruptura similar a la de los fusibles.