

Guía de protección diferencial

Guía

05/06



Guía de protección diferencial Baja Tensión

Merlin Gerin



1 Objetivos de la protección diferencial

1.1	Introducción	6
1.2	Los riesgos de la corriente eléctrica	8



2 Protección contra defectos de aislamiento y regímenes de neutro

2.1	Las normas de instalación	14
2.2	Esquema TT	15
2.3	Esquema IT (neutro aislado o impedante)	17
2.4	Esquema TN	19



3 Principio de funcionamiento de los dispositivos diferenciales

3.1	Captadores	25
3.2	Relés de medida y disparo	28
3.3	Test de buen funcionamiento de los diferenciales	29
3.4	La tecnología Superinmunizada multi 9	31
3.5	La tecnología Superinmunizada influencias Externas 	40
3.6	La tecnología Superinmunizada Vigirex	41



4 Normas de fabricación de los dispositivos diferenciales

4.1	Normas aplicables a cada tipo de diferencial	44
4.2	Evolución de las normas UNE-EN 61008 y UNE-EN 61009	45
4.3	Principales características de las normas	45
4.4	Principales ensayos normalizados	48
4.5	Ensayos de compatibilidad electromagnética (CEM)	52



5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

5.1	Consejos generales de instalación para protección contra contactos directos e indirectos	58
5.2	Selectividad diferencial vertical	62
5.3	Causas de funcionamientos anómalos	64
5.4	Selectividad diferencial horizontal. Disparos por "simpatía" de los diferenciales	69
5.5	Empleo de los diferenciales en redes mixtas y de corriente continua	73
5.6	Consejos particulares de instalación para relés diferenciales con toroidal separado	77
5.7	Coordinación entre interruptores automáticos magnetotérmicos e interruptores diferenciales ID	78
5.8	Longitudes máximas de línea en regímenes TN e IT	81



6 Aplicaciones de los diferenciales en función del receptor

6.1 Iluminación fluorescente	94
6.2 Iluminación con variación electrónica	95
6.3 Instalaciones con receptores electrónicos: informática y otros	95
6.4 Variadores de velocidad electrónicos para motores	96
6.5 Arranque directo de motores	97
6.6 Redes de BT muy extensas y/o con muchos receptores electrónicos	98
6.7 Redes de BT en zonas con alto índice queráunico (rayos)	99
6.8 Centros de proceso de datos (CPD)	100
6.9 Cálculo de las protecciones contra los contactos indirectos de viviendas unifamiliares adosadas	102
6.10 Cálculo de la protección diferencial en una red de alumbrado público	107
6.11 Elección de la protección diferencial en función de la aplicación	110
6.12 Esquema de una instalación industrial	112



7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Tablas de elección	116
7.1 Interruptor automático magnetotérmico diferencial ultraterminal gama Unica de Eunea	124
7.2 Interruptor diferencial ID multi 9	126
7.3 Interruptores automáticos magnetotérmicos diferenciales monobloc DPN Vigí multi 9	132
7.4 Bloques diferenciales adaptables Vigí C60 multi 9	135
7.5 Bloques diferenciales adaptables Vigí iDPN y Vigí DPNc	140
7.6 Bloques diferenciales adaptables Vigí C120 multi 9	144
7.7 Bloques diferenciales adaptables Vigí NG125 multi 9	148
7.8 Gama de telemandos y de auxiliares para dispositivos diferenciales residuales multi 9	152
7.9 Nueva gama de relés diferenciales electrónicos de toroidal separado	154
7.10 Toroidales y accesorios comunes para toda la gama Vigirex	168
7.11 Bloques diferenciales adaptables Vigicompact	171
7.12 Curvas de disparo de los dispositivos diferenciales Merlin Gerin	173
7.13 Comportamiento en función de la frecuencia de los dispositivos diferenciales Merlin Gerin	177
7.14 Potencias disipadas	180
7.15 Resistencia a vibraciones y choques	182

8 Sistemas de reconexión automática Merlin Gerin

8.1 Introducción a la problemática y sus principales aplicaciones	184
8.2 Sistemas de reconexión automática Merlin Gerin	184
8.3 Aplicaciones de reconexión mediante el Transmisor Telefónico Bidireccional TTB	202

9 Glosario

9.1 Protección diferencial BT	206
9.2 Reconexión automática	207

1

Objetivos de la protección diferencial

1.1	Introducción	6
1.2	Los riesgos de la corriente eléctrica	8



1 Objetivos de la protección diferencial

1.1 Introducción

Hoy en día los dispositivos diferenciales están reconocidos en el mundo entero como un medio eficaz para asegurar la protección de personas contra los riesgos de la corriente eléctrica, en baja tensión, como consecuencia de un contacto indirecto o directo.

Para optimizar la elección y la utilización de un dispositivo diferencial es necesario un buen conocimiento de las instalaciones eléctricas y los diversos tipos de receptores, así como de los Esquemas de Conexión a Tierra (ECT), de las tecnologías existentes en protección diferencial y de sus posibilidades.

Todos estos aspectos son tratados en esta Guía Técnica tanto desde el punto de vista teórico como desde el punto de vista práctico, en un intento de clarificar al máximo todos los aspectos relativos a la protección diferencial en las instalaciones de Baja Tensión.

■ Dominios de aplicación de los Dispositivos Diferenciales Residuales (DDR)

En las instalaciones eléctricas los contactos directos e indirectos están siempre asociados a una corriente de defecto que no regresa a la fuente de alimentación por los conductores activos, debido a que en algún punto de uno de dichos conductores activos ha habido alguna corriente de fuga a tierra. Dichos contactos representan un peligro para las personas, y la presencia de dichas

corrientes supone también en algunos casos un riesgo de deterioro o destrucción para los receptores o las instalaciones. El objetivo fundamental de los Dispositivos Diferenciales Residuales (DDR), será detectar las corrientes de defecto de fuga a tierra anteriores, también denominadas corrientes diferenciales residuales, y actuar interrumpiendo el circuito eléctrico en caso de que dichas corrientes supongan algún peligro para las personas o los bienes (**fig. 1.1**).

Además, los diferenciales vigilan permanentemente el aislamiento de los cables y de los receptores eléctricos. Gracias a ello, algún modelo de diferencial se emplea a veces para señalar una bajada del aislamiento o bien para reducir los efectos destructivos de una corriente de defecto.

Un Dispositivo Diferencial Residual (DDR), que habitualmente se denomina “diferencial”, es un dispositivo de protección asociado a un captador toroidal, por el interior del cual circulan todos los conductores activos de la línea a proteger (fase/s y neutro). Su función es la de detectar una diferencia de corriente o más exactamente una corriente residual. La existencia de una corriente diferencial residual es la consecuencia de un defecto de aislamiento entre un conductor activo y una masa o la tierra. Esta corriente emprende un camino anormal, generalmente la tierra, para retornar a la fuente de alimentación. El diferencial está generalmente asociado a un aparato de corte (interruptor, interruptor automático, contactor), para realizar la apertura automática del circuito con el defecto.

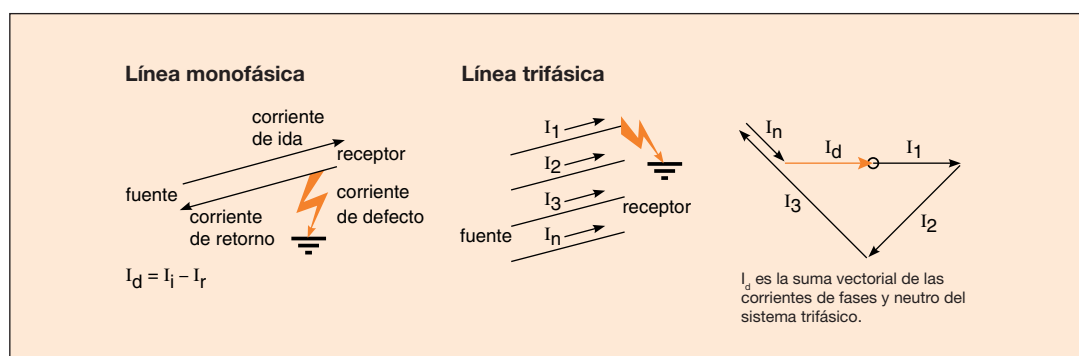


Fig. 1.1. Un defecto de aislamiento se traduce en una corriente diferencial de defecto I_d .

■ Los diferenciales, aparatos de protección útiles

El primer factor de influencia en la elección y el empleo de los diferenciales para una instalación es el Esquema de Conexión a Tierra (ECT) o Régimen de Neutro previsto. En el capítulo 2 se presentan los diferentes ECT.

□ En el ECT TT (neutro puesto a tierra), la protección de las personas contra los contactos indirectos se basa en el empleo de los diferenciales.

□ En los ECT IT y TN los diferenciales de media y baja sensibilidad (MS y BS) se utilizan:

– Para limitar los riesgos de incendio de las instalaciones.

– Para evitar los efectos destructivos de una fuerte corriente de defecto en los receptores.

– Para la protección de las personas contra los contactos indirectos (salida de gran longitud).

□ En todos los ECT, los diferenciales de alta sensibilidad (AS) se reconocen como una protección complementaria contra los contactos directos en caso de fallo de otra medida de protección (ITC-BT-24). Son obligatorios en distribución terminal en muchos países.

Su interés se confirma en la actualidad por el descenso constatado del número de personas electrocutadas. El resultado de una encuesta CEI de agosto de 1982 realizada en Japón demostró la eficacia de estos dispositivos (**fig. 1.2**).

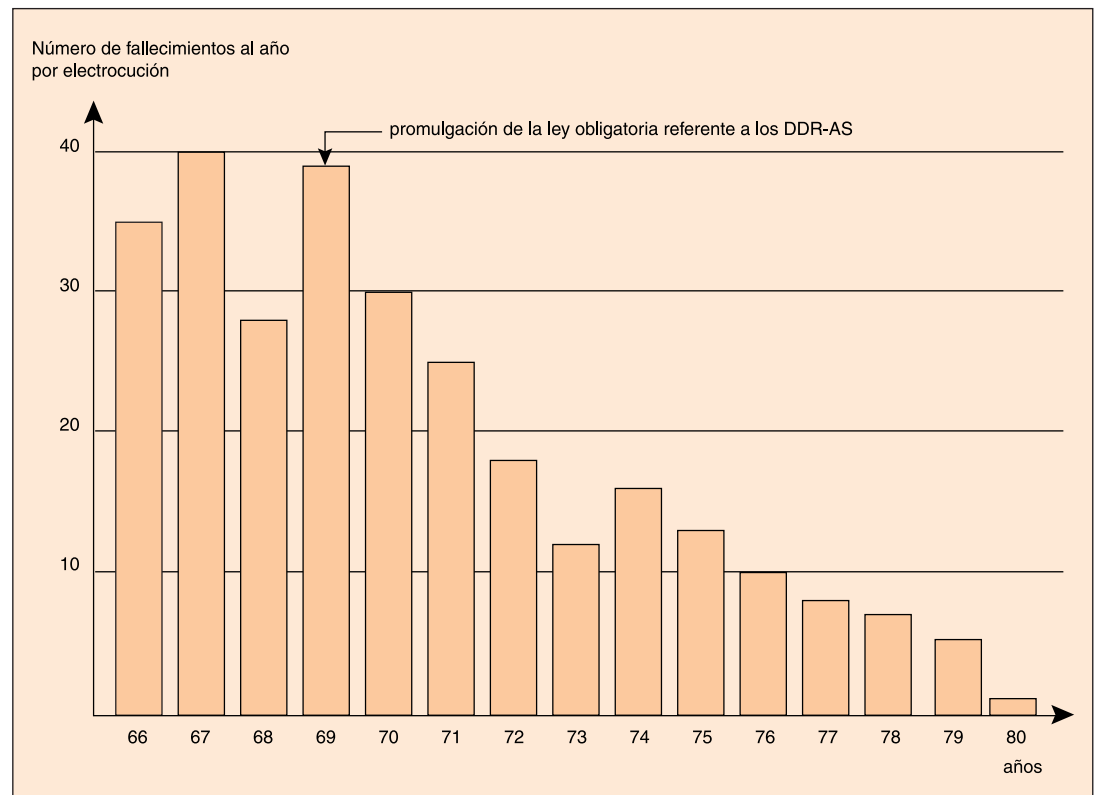


Fig. 1.2. Evolución de los fallecimientos por electrocución debidos al empleo de herramientas eléctricas portátiles en las empresas japonesas. El descenso empieza en 1970, año en el cual se promulgó una ley que obligaba a usar diferenciales de alta sensibilidad (AS).

1 Objetivos de la protección diferencial

1.2 Los riesgos de la corriente eléctrica

La utilización de la corriente eléctrica supone siempre unos riesgos para las personas, las instalaciones eléctricas y los propios receptores eléctricos. Los dispositivos diferenciales residuales o diferenciales se encargan de proteger contra estos riesgos.

■ Riesgo de incendio

El 30% de los incendios que se producen en los edificios domésticos e industriales son debidos a un defecto eléctrico. El defecto eléctrico más habitual es el que está causado por el deterioro de los aislantes de los cables de la instalación debido, entre otras, a estas causas:

- Rotura brusca accidental del aislante del conductor.
- Envejecimiento y rotura final del aislante de un conductor.
- Cables mal dimensionados, sometidos periódicamente a sobrecargas de corriente que recalientan excesivamente los cables en los que se acelera su proceso de envejecimiento.

Una corriente de fuga a tierra superior tan sólo a 300 mA, superpuesta a la corriente de carga normal del cable, puede efectivamente generar una sobreintensidad suficiente para que el aislante, justo en el punto donde se produce la fuga, se caliente, se vaya fundiendo dejando poco a poco el conductor desnudo hasta provocar un accidente. La corriente de fuga que atraviesa el aislante deteriorado crea un arco eléctrico cuyo calor intenso inflama el aislante, y cualquier material inflamable en contacto con el mismo, provocando así un incendio.

■ Destrucción de receptores

El aislamiento de algunos receptores se deteriora a lo largo del tiempo debido a las siguientes causas posibles:

- Calor generado por el propio funcionamiento del aparato.
- Sobrecargas periódicas u ocasionales a las que puede estar sometido.

□ Agresiones del entorno donde está funcionando el aparato.

□ Desgaste del material y pérdidas de estanqueidad en los receptores.

Aparte de la destrucción del propio receptor existe el riesgo de electrocución para las personas e incendio de las instalaciones.

■ Los efectos de la corriente eléctrica en las personas

Los efectos fisiopatológicos de la corriente eléctrica en las personas (tetanización, quemaduras externas, internas, fibrilación ventricular y paro cardíaco) dependen de diferentes factores: las particularidades fisiológicas del ser humano afectado, el entorno (húmedo o seco, por ejemplo) y también las características de la corriente que atraviesa el cuerpo.

La función principal de los diferenciales es la protección de las personas y, por tanto, es evidente que para una perfecta puesta en servicio de estos aparatos es necesario conocer los umbrales de sensibilidad de los seres humanos y los riesgos a los que están expuestos.

El Comité Electrotécnico Internacional (CEI) ha estudiado el problema con el objetivo de unificar, a nivel mundial, las opiniones o puntos de vista. Muchos investigadores han aportado su colaboración en este campo y han contribuido a clarificar conceptos (Dalziel, Kisslev, Osypka, Bieltgelmeier, Lee, Koeppen, Tolazzi, etc.).

■ La impedancia del cuerpo humano

En la norma UNE 20572 partes 1 y 2, basada en la norma internacional CEI 479 partes 1 y 2, se tratan en detalle los efectos de la corriente que atraviesa el cuerpo humano.

Los daños sufridos por las personas que son atravesadas por una corriente eléctrica dependen esencialmente de su intensidad y del tiempo de paso. Esta corriente depende de la tensión de contacto que se aplica sobre la persona, así como de la impedancia que encuentra durante su recorrido a través del cuerpo humano. Esta relación no es lineal, pues esta impedancia depende del trayecto a través del cuerpo, de la frecuencia de la corriente y de la

tensión de contacto aplicada, así como de la humedad de la piel. A modo orientativo se suelen considerar los siguientes valores medios para la resistencia del cuerpo humano a la frecuencia normal de 50 Hz:

- 1600 Ω en medio seco.
- 800 Ω en medio húmedo.
- 200 Ω si el cuerpo está sumergido.

■ Los efectos de la corriente alterna en función de la intensidad

Para frecuencias entre 15 y 100 Hz, se pueden ver resumidos en la **tabla 1.1**. Los umbrales más importantes son los siguientes:

- **Umbral o límite de percepción:** valor mínimo de la corriente que provoca una ligera sensación sobre la persona por la que circula la corriente. Es del orden de 0,5 mA.
- **Umbral de “no soltar” o de agarrotamiento muscular:** valor máximo de la corriente para la cual una persona que sostiene unos electrodos los puede soltar. Es del orden de 10 mA.
- **Umbral de fibrilación ventricular o cardíaca humana:** este umbral depende de la duración del paso de la corriente.

Se considera igual a 400 mA para una duración de exposición inferior a 0,1 s.

■ Los efectos en función del tiempo de exposición

Los riesgos de agarrotamiento muscular, paro respiratorio o fibrilación cardíaca irreversible (ver vocabulario) aumentan proporcionalmente con el tiempo de exposición del cuerpo humano a la corriente eléctrica (**fig. 1.3**).

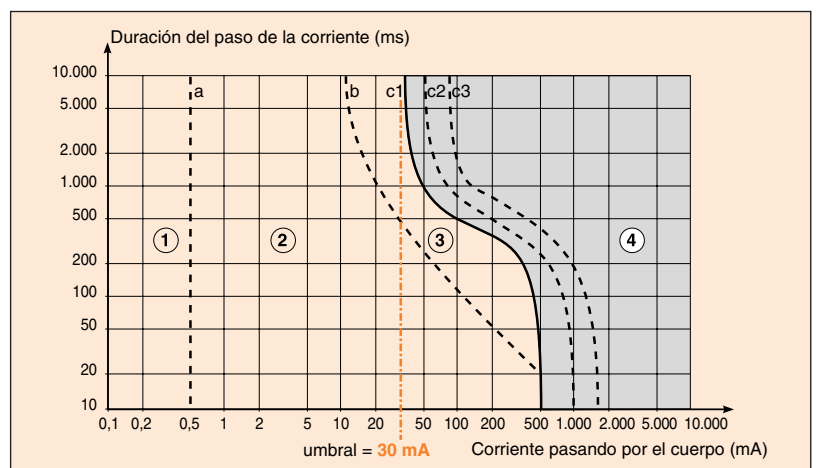
En el gráfico de la **fig. 1.3**, en el que se ven los efectos de la intensidad de la corriente alterna de 15 a 100 Hz ante diferentes duraciones de paso, se deben distinguir sobre todo las zonas 3 y 4 en las cuales el peligro es real:

- **Zona 3** (situada entre las curvas b y c1). Para las personas en esta situación no hay generalmente ningún daño orgánico. Pero existe una probabilidad de contracciones musculares y de dificultades en la respiración, de perturbaciones reversibles, de la formación de impulsos en el corazón y de su propagación. Todos estos fenómenos aumentan con la intensidad de la corriente y el tiempo.
- **Zona 4** (situada a la derecha de la curva c1). Además de los efectos de la zona 3, la probabilidad de fibrilación ventricular es:

Frecuencia (Hz)	Percepción (mA)	No soltar (mA)	Fibrilación (mA)
CC	2	–	100
50	0,5	10	40
100	0,5	10	80
300	0,6	12	180
1.000	1	17	560
3.000	2	23	–
5.000	4	32	–
10.000	6	50	–
>10.000	100	–	–

Tabla 1.1. Umbrales de corriente en función de la frecuencia.

Fig. 1.3. Duración del paso de la corriente por el cuerpo en función de la intensidad de ésta. En este ábaco los efectos de la corriente alterna (de 15 a 100 Hz) están divididos en cuatro zonas (según UNE 20572-1, equivalente a CEI 479-1).



1 Objetivos de la protección diferencial

- De alrededor del 5 %, entre curvas c1 y c2.
- Inferior al 50 %, entre las curvas c2 y c3.
- Superior al 50 %, más allá de la curva c3.

Los efectos fisiopatológicos, tales como paro cardíaco, paro respiratorio y quemaduras graves, aumentan con el valor de la intensidad y el tiempo de exposición. Por este motivo se admite que el empleo de los diferenciales con funcionamiento instantáneo con un umbral inferior a 30 mA impide alcanzar esta situación y evita estos riesgos.

Efectuando una aproximación más general, la norma UNE 20460 (basada en la norma CEI 364) prescribe los tiempos de funcionamiento para los Dispositivos Diferenciales Residuales en función de la tensión de contacto; se recuerdan en la **tabla 1.2**.

■ Tensión límite de seguridad (U_L)

Según las condiciones del entorno, particularmente en presencia o no de agua, la tensión límite de seguridad U_L (tensión por debajo de la cual no hay riesgo para las personas, según la norma UNE 20460) es, en alterna, de:

- 50 V para los locales secos.
- 25 V para los locales húmedos.
- 12 V para los locales mojados, por ejemplo para las obras en el exterior.

■ Contactos directos

Este tipo de contactos se produce cuando una persona entra en contacto directamente con elementos normalmente en tensión, son peligrosos para tensiones superiores a U_L y las principales protecciones a considerar son el distanciamiento y el aislamiento.

Para cualquier Esquema de Conexión de Tierra, en distribución terminal, se recomienda utilizar un diferencial que pueda detectar una corriente de defecto que atraviese una persona como una protección complementaria. Su umbral de funcionamiento, según la **tabla 1.1** de la página anterior, debe ser inferior o igual a 30 mA y, además, su funcionamiento debe ser instantáneo puesto que el valor de la corriente de defecto, función de las condiciones de exposición, puede rebasar 1 A.

En la ITC-BT-24 se reconoce el empleo de interruptores diferenciales de sensibilidad

inferior o igual a 30 mA como medida de protección complementaria contra contactos directos.

■ Contactos indirectos

Cuando se produce un contacto con una masa puesta accidentalmente en tensión, el umbral de peligro viene determinado por la tensión límite de seguridad U_L .

Para que no exista peligro cuando la tensión de red es superior a U_L , la tensión de contacto debe ser inferior a U_L .

En el esquema de la **figura 1.4** cuando el neutro de la instalación está puesto a tierra (esquema TT), con:

R_A = resistencia de puesta a tierra de las masas de la instalación,

R_B = resistencia de puesta a tierra del neutro,

hay que elegir un umbral de funcionamiento ($I_{\Delta n}$) del diferencial tal que:

$$U_C = R_A \cdot I_d \leq U_L$$

en este caso $I_d = I_{\Delta n}$

$$\text{por lo que } I_{\Delta n} \leq \frac{U_L}{R_A}$$

El tiempo de funcionamiento de la protección debe elegirse en función de la tensión de contacto U_C :

$$U_C = \frac{R_A}{R_A + R_B} \cdot U$$

U = tensión fase-neutro

(ver **tabla 1.2**).

Tensión de contacto U_C (V)	Tiempo de corte máximo del dispositivo de protección (s)	
	Corr. alterna	Corr. continua
■ Locales o emplazamientos secos: $U_L \leq 50$ V		
< 50	5	5
50	5	5
75	0,60	5
90	0,45	5
120	0,34	5
150	0,27	1
220	0,17	0,40
280	0,12	0,30
350	0,08	0,20
500	0,04	0,10
■ Locales o emplazamientos húmedos: $U_L \leq 25$ V		
25	5	5
50	0,48	5
75	0,30	2
90	0,25	0,80
110	0,18	0,50
150	0,10	0,25
220	0,05	0,06
280	0,02	0,02

Tabla 1.2. Tiempo máximo que es posible mantener la tensión de contacto según la norma UNE 20460 (o CEI 364).

protección diferencial BT

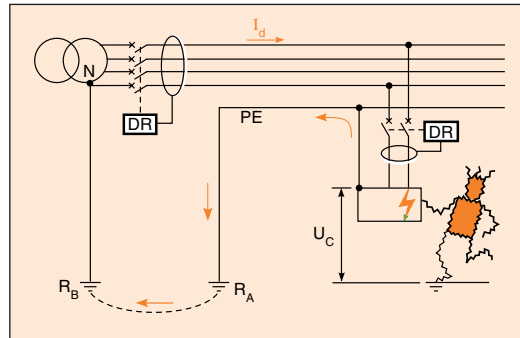


Fig. 1.4. Principio de generación de la tensión de contacto U_c .

Los datos de la **tabla 1.2** pueden representarse en forma de curvas (ver **fig. 1.5**), que relacionan la tensión eficaz de contacto indirecto U_c con el tiempo máximo de corte de la protección, para CA y CC, en lugares secos (BB1), húmedos (BB2) o mojados (BB3). Las asíntotas verticales de dichas curvas son las tensiones límite de seguridad U_L vistas anteriormente: 50 V, 25 V y 12 V, respectivamente.

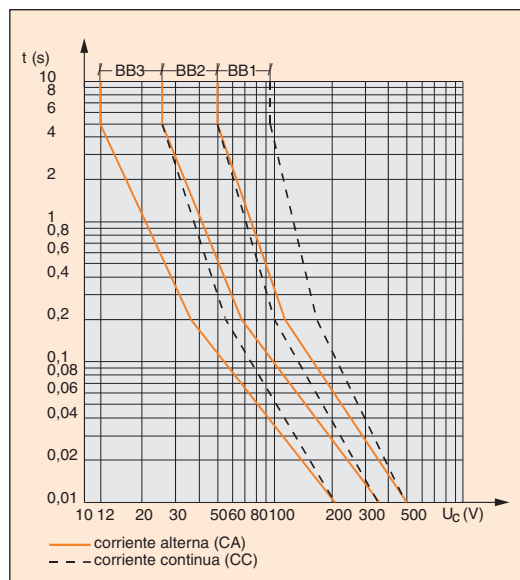


Fig. 1.5. Curva del tiempo de contacto máximo (t) en función de la tensión de contacto (U_c), de acuerdo a UNE 20460.

■ Los efectos de la corriente en función de la frecuencia

La norma UNE 20572 partes 1 y 2 (basada en la norma internacional CEI 479 partes 1 y 2), trata sobre los efectos de la corriente alterna a diferentes frecuencias: la corriente continua, la corriente alterna hasta frecuencias de más de 10 kHz, las corrientes con formas de onda especiales

y las corrientes impulsionales. A continuación se resumen los aspectos más destacados.

□ Efectos de la corriente alterna de frecuencias superiores a 100 Hz.

Cuanto más aumenta la frecuencia de la corriente, más disminuyen los riesgos de fibrilación ventricular; no obstante aumentan los riesgos de quemaduras. La impedancia del cuerpo humano disminuye al aumentar la frecuencia.

Generalmente se considera que las condiciones de protección contra los contactos indirectos son idénticas a 400 Hz que a 50 o 60 Hz, es decir, se pueden emplear los mismos dispositivos diferenciales a ambas frecuencias ya que aunque aumente el umbral de disparo del diferencial también disminuye la peligrosidad de la corriente, es decir, se necesita más corriente para hacer el mismo daño. Por ejemplo, un diferencial de 30 mA nominales a 50 Hz sigue siendo igual de seguro si se emplea en una red a 400 Hz aunque dispare a una intensidad muy superior a 30 mA.

La norma indica que el **factor de frecuencia**, que es la relación entre la corriente a la frecuencia f y la corriente a la frecuencia de 50/60 Hz para un mismo efecto fisiológico considerado, aumenta con la frecuencia.

La corriente produce un daño máximo a la frecuencia de 50/60 Hz. Por ejemplo, la intensidad de tetanización, que es de 10 mA a 50 Hz, pasa a 90 mA en corriente continua y a 80 mA a 5 kHz.

Por otro lado, se ha constatado que de 10 a 100 kHz el umbral de percepción aumenta aproximadamente de 10 mA a 100 mA en valor eficaz.

Las normas aún no imponen una regla de funcionamiento particular, aunque Merlin Gerin, consciente de los riesgos potenciales que representan estas corrientes, vigila que los umbrales de los aparatos de protección que propone estén por debajo de la curva de fibrilación ventricular definida por la norma UNE 20572-2 de la **figura 1.6** (página siguiente).

1 Objetivos de la protección diferencial

□ Efectos de la corriente continua.

La corriente continua es menos peligrosa que la alterna. Es más fácil de soltar la mano de objetos en tensión continua que de objetos en tensión alterna. En corriente continua, el umbral de fibrilación ventricular es mucho más elevado.

□ **Efectos de las corrientes con formas de onda especiales.** El desarrollo de la electrónica de mando, hace que se puedan crear, en caso de defecto de aislamiento, corrientes cuya forma se componga de corriente alterna a la cual se superponga una componente continua. Los efectos de estas corrientes sobre el cuerpo humano son intermedios entre los de la corriente alterna y los de la corriente continua.

□ **Efectos de las corrientes de impulsión única de corta duración.** Proviene de las descargas de condensadores y pueden presentar ciertos peligros para las personas en caso de defecto de aislamiento. El factor principal que puede provocar una

fibrilación ventricular es el valor de la cantidad de electricidad ($I t$) o de energía ($I^2 t$) para duraciones de choque inferiores a 10 ms. El umbral de dolor depende de la carga del impulso y de su valor de cresta. De una forma general, es del orden de 50 a $100 \cdot 10^6 \text{ A}^2\text{s}$.

□ **Riesgos de quemaduras.** Otro riesgo importante ligado a la electricidad son las quemaduras. Estas son muy frecuentes cuando se producen accidentes domésticos y sobre todo industriales (estos últimos suponen más del 80 % de las quemaduras provocadas por accidentes eléctricos).

Existen dos tipos de quemaduras:

- La quemadura por arco, que es una quemadura térmica debida a la intensa radiación calórica del arco eléctrico.
- La quemadura electrotérmica, es la única verdadera quemadura eléctrica, que es debida al paso de la corriente a través del organismo.

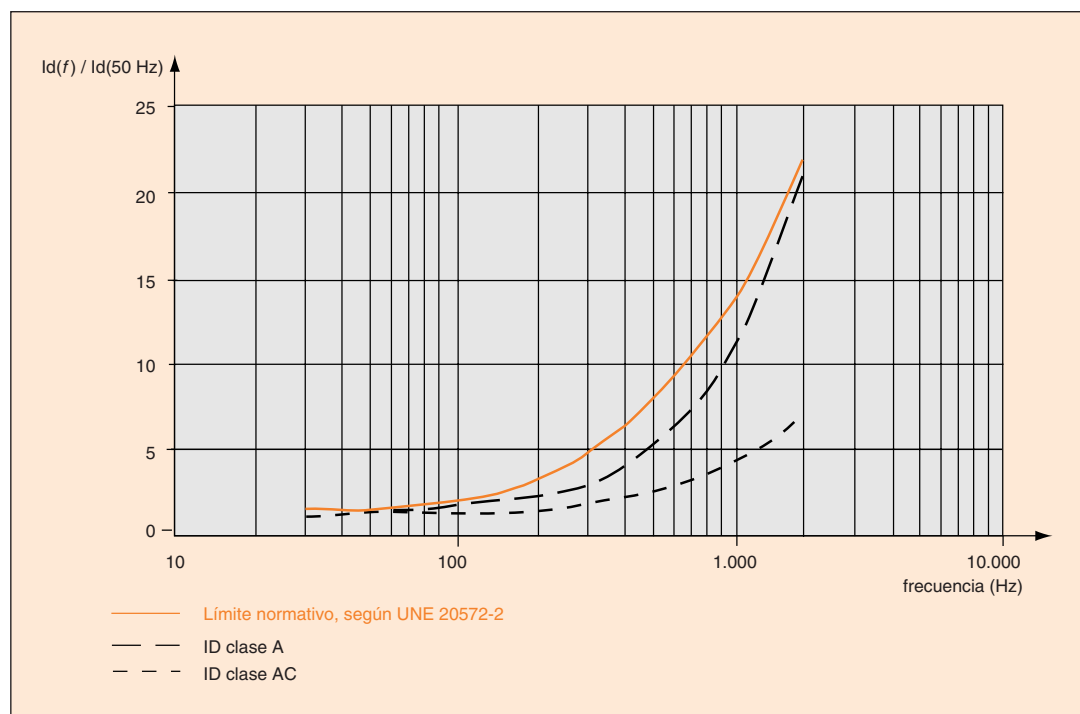


Fig. 1.6. Variaciones del umbral de fibrilación ventricular (según UNE 20572-2) y de los umbrales de los diferentes diferenciales Merlin Gerin regulados a 30 mA, para las frecuencias comprendidas entre 50/60 Hz y 2 kHz.

2

Protección contra defectos de aislamiento y regímenes de neutro

2.1	Las normas de instalación ...	14
2.2	Esquema TT	15
2.3	Esquema IT (neutro aislado o impedante)	17
2.4	Esquema TN	19



2 Protección contra defectos de aislamiento y regímenes de neutro

2.1 Las normas de instalación

Los Dispositivos Diferenciales Residuales (DDR) se emplean en instalaciones eléctricas domésticas, terciarias e industriales. En el Reglamento de Baja Tensión (ITC-BT-24) y en la norma internacional CEI 364 (en España tiene su equivalente en la UNE 20460), se especifican las reglas de instalación de los diferenciales. Aquí se establecen tres Esquemas de Conexión a Tierra (ECT) básicos, también denominados Regímenes de Neutro:

■ Esquema TT.

■ Esquema IT.

■ Esquema TN.

La utilización de uno u otro es función de varios aspectos: el país, la continuidad de servicio necesaria, flexibilidad de ampliación de la instalación, mantenimiento de la instalación, etc.

Para cada uno de estos esquemas se definirá a continuación de forma más detallada, en su apartado correspondiente, cómo hay que emplear los diferenciales, pues el riesgo eléctrico depende de la elección del ECT.

La norma prevé también una serie de precauciones básicas que en las condiciones normales de explotación reducen considerablemente los riesgos eléctricos, por ejemplo:

■ Alejamiento y obstáculos.

■ Aislamiento: aparatos con aislamiento clase II y transformadores de seguridad.

■ Puesta a tierra de las masas.

■ Equipotencialidad.

■ Reglas generales

Cualquiera que sea el ECT existente en una instalación, las normas exigen que:

□ Cada masa esté conectada a una toma de tierra a través del conductor de protección.

□ Las masas simultáneamente accesibles estén conectadas a una misma toma de tierra.

□ Un dispositivo de corte desconecte automáticamente toda parte de la instalación donde se pueda generar una tensión de contacto peligrosa.

□ El tiempo de corte de este dispositivo sea inferior al tiempo máximo definido.

■ El riesgo de contacto directo

Cualquiera que sea el ECT, el riesgo que implica un contacto directo es idéntico para las personas. Las protecciones previstas por la normas son idénticas y aprovechan las posibilidades de los diferenciales de alta sensibilidad.

En efecto, una persona en contacto con un conductor bajo tensión se ve atravesada por la corriente de defecto y estará, por tanto, expuesta a los riesgos fisiopatológicos detallados en el capítulo 1 (fig. 2.1).

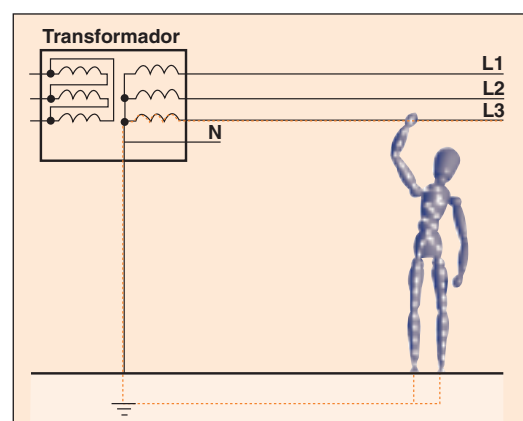


Fig. 2.1. Contacto directo.

Un diferencial colocado aguas arriba del punto de contacto puede medir la intensidad que atraviesa a la persona e interrumpirla si ésta es peligrosa (fig. 2.2).

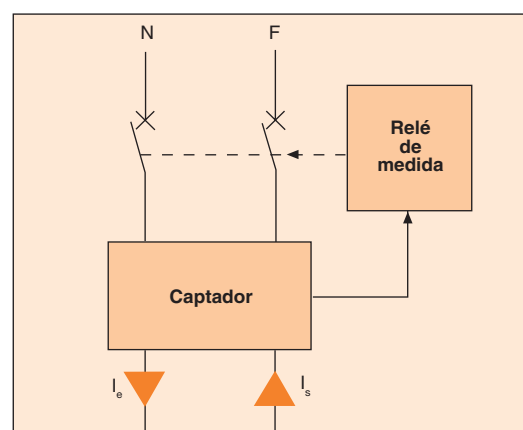


Fig. 2.2. Componentes básicos de un diferencial.

protección diferencial BT

La normativa y el REBT (UNE 20460 e ITC-BT-24) reconocen como medida de protección complementaria el empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, cuando el riesgo de contacto directo es debido al entorno, a la instalación o a las personas. Este riesgo existe además cuando el conductor de protección se corta o es inexistente (aparamenta portátil). En este caso el empleo de los diferenciales de alta sensibilidad es obligatorio. Así, la UNE 20460 precisa que los diferenciales de sensibilidad menor o igual a 30 mA deben proteger los circuitos que alimentan las tomas de corriente cuando:

- Están situadas en locales mojados o en instalaciones provisionales.
- Son de calibre menor o igual a 32 A para las demás instalaciones.

Nota

La norma UNE 20572 indica que la resistencia del cuerpo humano es igual o superior a 1000Ω para el 95 % de las personas expuestas a una tensión de contacto de 230 V, en este caso la corriente que atravesará su cuerpo será de 0,23 A.

■ La protección contra incendios

Para la protección contra incendios, para cualquier régimen de neutro, deberán emplearse dispositivos diferenciales de sensibilidad menor o igual a 300 mA, ya que está probado que una corriente de 300 mA puede calentar hasta la incandescencia dos piezas metálicas en contacto puntual (superficie de contacto muy reducida), y si se tienen materiales inflamables en contacto se puede originar un incendio.

2.2 Esquema TT

Este tipo de esquema es el más utilizado en la actualidad. En España se emplea en todas las instalaciones domésticas y la mayoría del resto de instalaciones, llegando al 95% de las instalaciones aproximadamente.

Este esquema de conexión a tierra corresponde a las instalaciones

alimentadas directamente por una red de distribución en BT en las que el neutro del transformador de alimentación está conectado directamente a tierra, y las partes metálicas de los receptores están unidas a otra toma de tierra (**fig. 2.3**).

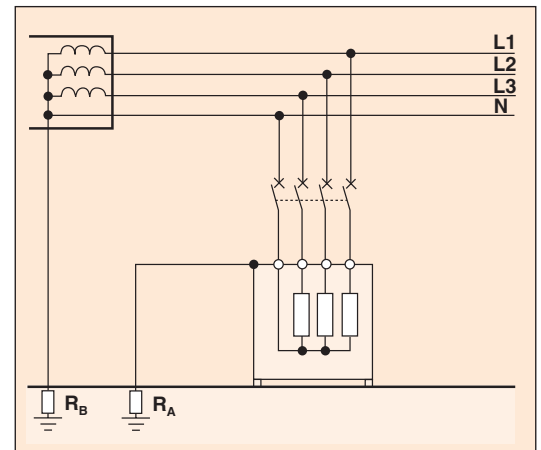


Fig. 2.3. Esquema TT.

■ La protección de personas contra los contactos indirectos

En este caso, un defecto de aislamiento fase-masa (ver pág. siguiente, **fig. 2.4**) provoca la circulación de una corriente de fuga a tierra I_d que únicamente está limitada por las resistencias de las tomas de tierra (R_A y R_B) y la resistencia del defecto de aislamiento (R_d):

$$I_d = \frac{U}{R_A + R_B + R_d} \quad U_C = R_A \times I_d \leq U_L$$

Donde U_C es la tensión de contacto y U_L es la tensión de contacto máxima admisible por el cuerpo humano, en un entorno determinado. Según el tipo de local, se definen tres valores de tensión de seguridad que no deben rebasarse (**12 V, 25 V o 50 V**):

- 50 V para los locales secos.
- 25 V para los locales húmedos.
- 12 V para los locales mojados (por ej.: para las obras en el exterior).

Estas tensiones, consideradas como no peligrosas, provocan la circulación por el cuerpo humano de una corriente inferior a **25-30 mA** (límite en el que se tiene posibilidad de parálisis respiratoria), ver **tabla 1.1** (página 9, capítulo 1).

2 Protección contra defectos de aislamiento y regímenes de neutro

Como la peligrosidad de la corriente eléctrica va directamente asociada al tiempo de circulación, se establecen tres curvas de seguridad que dan el tiempo máximo de paso de la corriente en función de la **tensión de contacto** (ver **tabla 1.2** y **figura 1.5** en páginas 10 y 11 del capítulo 1). Así pues, los tiempos de respuesta de los dispositivos diferenciales residuales vienen impuestos por estas curvas de seguridad para las personas.

La tensión de contacto U_c se define como el potencial que puede alcanzar una masa metálica de un receptor, debido a un defecto de aislamiento en el mismo, respecto a otro punto simultáneamente accesible por una persona, generalmente la tierra.

Tendremos que en este régimen TT la **tensión de contacto** es igual a:

$$U_c = I_d \times R_A$$

$$\text{es decir } U_c = \frac{R_A}{R_A + R_B} \cdot U$$

Donde U es la tensión fase-neutro, y se ha despreciado R_d . Así, la carcasa del receptor puede alcanzar una U_c peligrosa. A través del siguiente ejemplo veremos que en TT la intensidad de defecto correspondiente es del orden de algunos amperios y se alcanza una U_c elevada. La desconexión será pues obligatoria.

Ejemplo (fig. 2.4)

Con $U = 230 \text{ V}$, $R_A = R_B = 10 \Omega$ y $R_d = 0$. La intensidad de defecto (I_d), será:

$$I_d = \frac{U}{R_A + R_B + R_d}$$

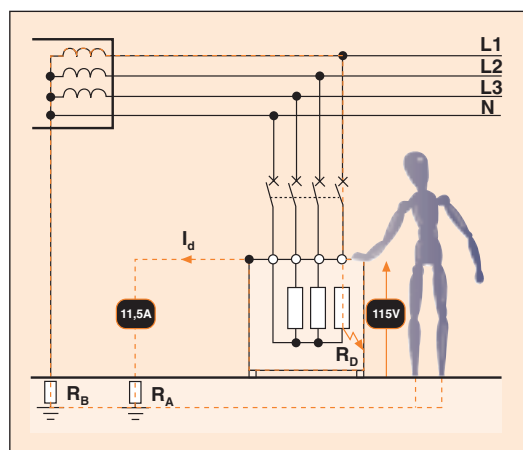


Fig. 2.4. Esquema TT. Defecto fase-masa.

$$I_d = \frac{230}{(10 + 10 + 0)} = 11,5 \text{ A}$$

con lo que la tensión de contacto (U_c) que se generará, será de $U_c = I_d \cdot R_A$:

$$U_c = 11,5 \text{ A} \times 10 \Omega = 115 \text{ V}$$

Dicha tensión es muy superior a la tensión límite U_L y presenta peligro para las personas si éstas se exponen durante más de 0,2 s en un entorno seco y durante más de 0,08 s en un entorno húmedo.

La corriente I_d de 11,5 A es asimilable a una corriente de cortocircuito, pero es a la vez débil y fuerte; débil porque no dispara ninguna protección convencional del tipo interruptor automático magnetotérmico, y fuerte porque pone en peligro a las personas. Por consiguiente, es preciso añadir al menos un dispositivo diferencial residual (DDR) en cabecera de la instalación.

La sensibilidad del diferencial que debe utilizarse debe ser tal que la tensión de contacto U_c sea inferior a la tensión límite convencional U_L , a saber:

$$I\Delta n \leq U_L / R_A$$

■ La protección de los receptores eléctricos y de los circuitos

El nivel del umbral de disparo de los diferenciales necesario para la protección de personas en los esquemas TT es más bajo que el necesario para proteger los circuitos magnéticos de las máquinas (motor) o para proteger contra incendios. Los DDR también pueden evitar, por lo tanto, los daños en receptores motivados por defectos de aislamiento. Simplemente habrá que tener la precaución, tal como se ha dicho antes, de utilizar diferenciales de 300 mA o menores.

■ Incidencia del esquema TT en el conductor neutro

□ Caso de una instalación bajo tensión.

El esquema TT no tiene ningún efecto sobre la protección y el corte del neutro, ya que la corriente de defecto de aislamiento no atraviesa el conductor neutro (**fig. 2.4**).

□ Caso de una instalación sin tensión.

El seccionamiento del neutro es obligatorio. En efecto, en caso de sobretensión en la MT (fallo o descarga eléctrica del transformador), el potencial del neutro se eleva y, por tanto, aparece un potencial muy peligroso de varios cientos de voltios aproximadamente entre el neutro y la tierra de utilización.

Por este motivo, una persona que opere en la máquina puede estar en contacto directo con el conductor de neutro a dicha tensión elevada, lo que conlleva el máximo riesgo (fig. 2.5).

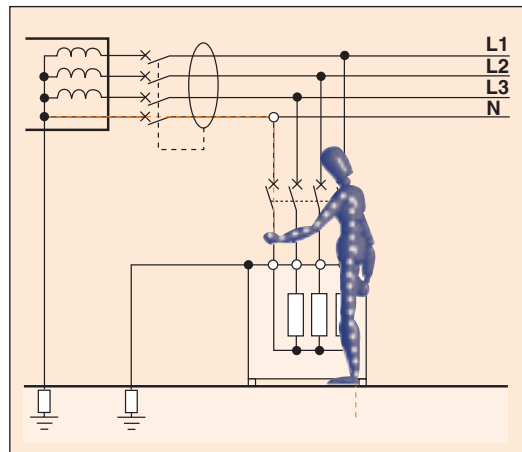


Fig. 2.5. Esquema TT. Sobretensión transmitida por el neutro.

■ Las normas de instalación

Concretamente, la norma UNE 20460 tiene en cuenta este riesgo al imponer un seccionamiento sin tensión del conductor neutro. Si este seccionamiento queda garantizado a través de una función de corte omnipolar, que realiza al mismo tiempo el seccionamiento de las fases y el neutro, entonces aumenta la seguridad de las intervenciones sin tensión.

Es por tanto necesario garantizar el seccionamiento. Un interruptor automático tetrapolar que permita realizar el corte omnipolar y el seccionamiento cumple naturalmente todos los requisitos de la norma UNE 20460.

■ Utilización del régimen TT

Este es el esquema de conexión a tierra más utilizado en España. En distribución pública está obligado por el REBT. Las ventajas que presenta son: no precisa de un servicio de mantenimiento de las instalaciones, permite ampliar sin complicaciones especiales las instalaciones y en muchas ocasiones los dispositivos de protección diferencial para este régimen resultan más económicos.

2.3 Esquema IT (neutro aislado o impedante)

En este esquema nos encontramos que el neutro está aislado y no conectado a tierra, mientras que las masas están normalmente conectadas a la tierra de la instalación (fig. 2.6).

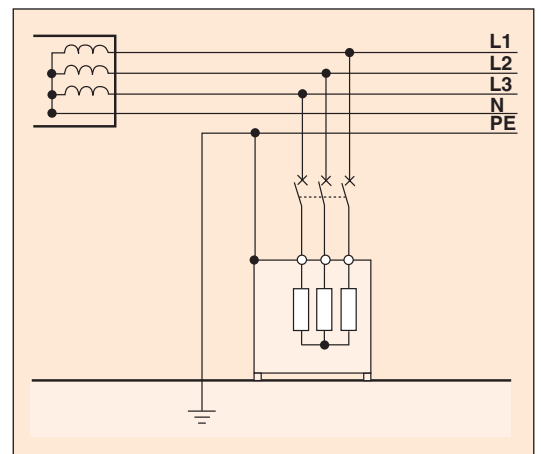


Fig. 2.6. Esquema IT.

Este tipo de esquema se puede aplicar a instalaciones de Baja Tensión (BT), completas alimentadas por un transformador MT/BT, o bien de forma parcial a zonas o “islotes” reducidos dentro de una red de BT, alimentadas por un transformador de aislamiento separador.

Es obligatorio (ITC-BT-38) el empleo de transformadores de aislamiento en instalaciones eléctricas en quirófanos y salas de intervención para aumentar la fiabilidad de la alimentación eléctrica de aquellos equipos en los que la interrupción del suministro puede poner en peligro, directa o indirectamente, al paciente o al personal implicado.

2 Protección contra defectos de aislamiento y regímenes de neutro

■ La protección de personas contra los contactos indirectos

En funcionamiento normal (sin fallos de aislamiento), la red se conecta a tierra a través de la impedancia de fuga de la red (**fig. 2.7**). Para un cable trifásico, por ejemplo, esta impedancia se caracteriza por los siguientes valores típicos de capacidad (C) y resistencia (R) de aislamiento:

$C = 0,3 \mu\text{F/km}$ y $R = 10 \text{ M}\Omega/\text{km}$ a 50 Hz

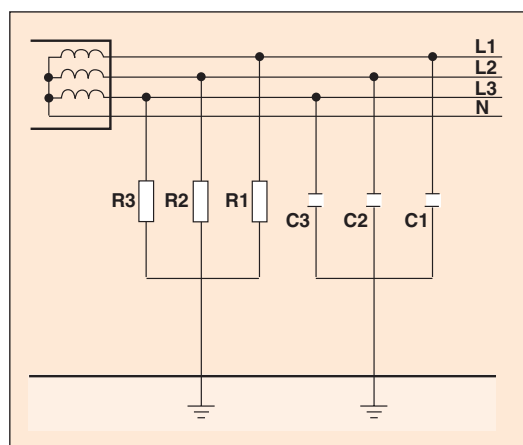


Fig. 2.7. Impedancia equivalente de una canalización eléctrica.

Tendremos pues una impedancia total de línea formada por dos impedancias (resistiva y capacitiva). Puesto que la resultante de las impedancias en paralelo es prácticamente capacitiva, podemos aproximarla a:

$$Z_c = X_c = \frac{1}{C \cdot \omega}, \text{ con } \omega = 2\pi f$$

En caso de fallo de aislamiento (**fig. 2.8**) y para una tensión de 230 V suponiendo que $R_A = R_B = 10 \Omega$, la corriente de defecto I_d será de:

$$I_d = \frac{U_0}{(Z_c + R_A + R_B)} = \frac{230}{(3.450 + 10 + 10)} = 60 \text{ mA}$$

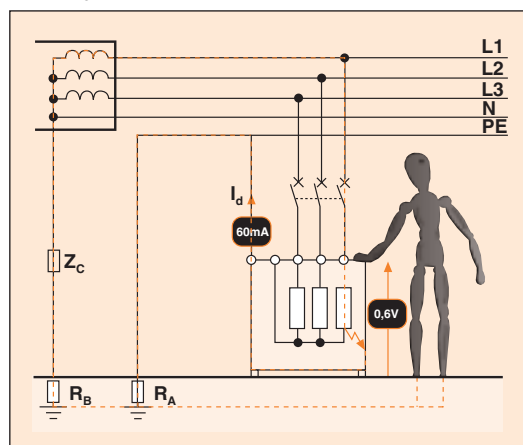


Fig. 2.8. Esquema IT. Defecto fase-masa.

Por lo tanto, no hay riesgo de incendio. La tensión de contacto U_c de la masa del receptor a tierra será equivalente a:

$$U_c = I_d \cdot R_A = 0,06 \times 10 = 0,6 \text{ V}$$

Por lo tanto, no hay peligro para las personas.

No obstante, si se produce un segundo defecto de aislamiento fase-tierra en una fase distinta a la del primer defecto sin haber eliminado el primer defecto, el comportamiento de este esquema de conexión a tierra será análogo al de un esquema TN: es equivalente a un cortocircuito entre fases. El interruptor automático magnetotérmico de aguas arriba disparará. También se pueden originar sobretensiones en algunos receptores si las cargas afectadas por el defecto no están equilibradas, actuando como un “divisor de tensión”.

Puesto que la corriente de defecto depende de la longitud de las líneas, es necesario comprobar que esta corriente sea superior al umbral de funcionamiento de la protección magnetotérmica (**fig. 2.9**).

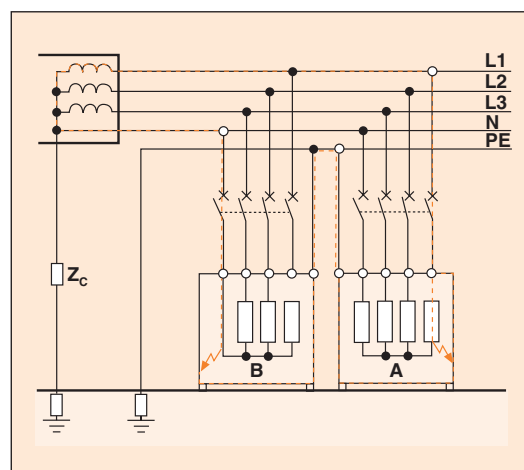


Fig. 2.9. Esquema IT. Doble defecto fase-masa.

Al igual que para el esquema TN, si la longitud de los circuitos es superior a L_{max} es necesario disminuirla, o bien aumentar la sección del conductor de protección (S_{PE}), o bien instalar un diferencial de baja sensibilidad (de 1 a 30 A) para asegurar el disparo instantáneo. Ver tablas en el capítulo 5 (punto 5.8, página 81) con las longitudes máximas de cable L_{max} admisibles para los diferentes interruptores automáticos magnetotérmicos **Merlin Gerin**.

Para garantizar la continuidad de servicio es por tanto obligatorio, por el reglamento y por norma, detectar y señalar el primer fallo mediante aparatos específicos denominados Controladores Permanentes de Aislamiento (CPI), como el sistema VigiloHM de Merlin Gerin, que además permite efectuar la búsqueda del defecto bajo tensión.

■ Utilización del régimen IT

El régimen IT en España se emplea en un reducido número de instalaciones. Este régimen posee la ventaja de que permite garantizar la máxima continuidad de servicio y seguridad para las personas, aunque requiere la presencia de personal de mantenimiento y un cálculo preciso de longitudes máximas de líneas que nos permita decidir si hay que utilizar o no un diferencial para efectuar la correcta protección en caso de segundo defecto.

2.4 Esquema TN

En este esquema el neutro del transformador está conectado a tierra y las masas metálicas de los receptores están conectadas al neutro. Existen tres variantes de régimen de neutro diferenciadas por una tercera letra:

Esquema TN-C: el conductor de neutro y el de protección PE son el mismo conductor (**fig. 2.10**).

Esquema TN-S: el conductor de neutro y el conductor de protección PE están separados (**fig. 2.12**).

Esquema TN-C-S: mixto, el esquema TN-C debe situarse siempre aguas arriba del esquema TN-S.

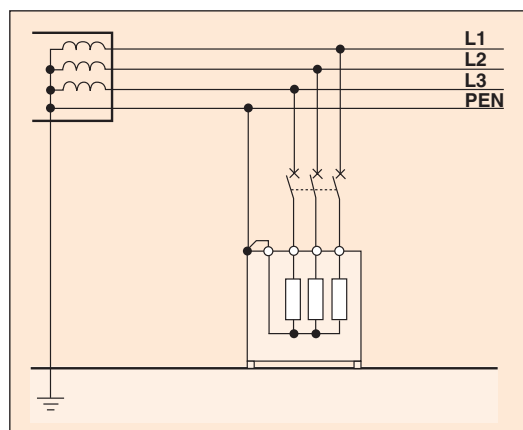


Fig. 2.10. Esquema TN-C.

En el **esquema TN-S**, la corriente de fuga no circula por el suelo sino por el cable PE con resistencia R_{PE} . En el ejemplo de la **fig. 2.11**, el conductor de fase y el conductor PE son de cobre y tienen una longitud de 50 m y una sección de 35 mm². Calculemos la corriente de defecto:

$$I_d = \frac{U_o}{(R_F + R_{PE})}$$

donde R_F = resistencia del conductor de fase, y R_{PE} = resistencia del conductor de protección.

$$R_F = R_{PE} = \rho \times \frac{L}{S} = 0,025 \times 50/35 = 32,14 \text{ m}\Omega$$

$$I_d = 230 / (2 \times 0,03214) = 3578 \text{ A}$$

Esta corriente de defecto genera una tensión de contacto:

$$U_C = R_{PE} \times I_d = 3578 \times 0,03214 = 115 \text{ V}$$

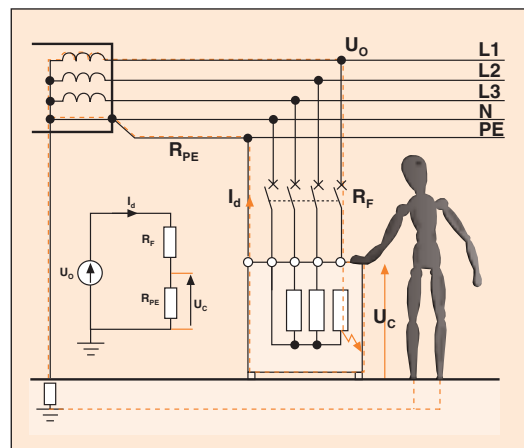


Fig. 2.11. Esquema TN-S. Defecto fase-masa.

Esta tensión es claramente superior a la tensión de seguridad U_L . Por lo tanto, es preciso cortar obligatoriamente (**fig. 2.12**).

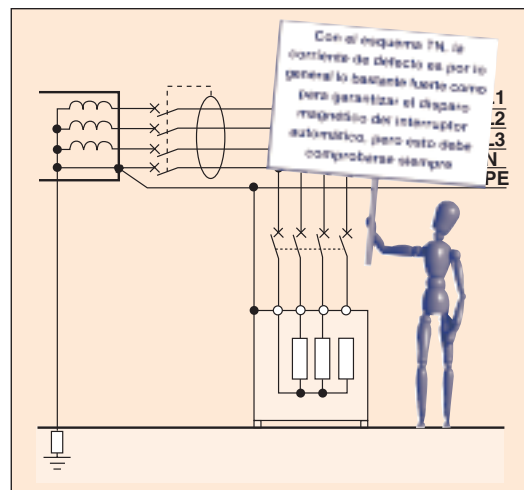


Fig. 2.12. Esquema TN-S.

2 Protección contra defectos de aislamiento y regímenes de neutro

En la práctica, todo se desarrolla como si se produjera un cortocircuito entre fase y neutro; el interruptor automático situado aguas arriba dispara.

Puesto que la corriente de defecto depende de la longitud de las líneas, es necesario comprobar que ésta sea superior al umbral de funcionamiento de la protección magnetotérmica. En caso contrario, es necesario añadir un diferencial en cabecera de la instalación.

■ La protección de las personas contra los contactos indirectos

Tal como hemos visto, la corriente de defecto depende de la impedancia del bucle de defecto, la protección está así asegurada por las protecciones de sobreintensidad (cálculo/medidas de impedancia de bucle).

Si la impedancia es muy grande y no permite a la corriente de defecto disparar las protecciones de sobreintensidad (cables de gran longitud), una solución es la utilización de los diferenciales de baja sensibilidad ($I_{\Delta n} \geq 1 \text{ A}$).

Por otra parte, este esquema no puede ser aplicado cuando, por ejemplo, la alimentación se hace a través de un transformador cuya impedancia homopolar es muy importante (acoplamiento estrella-estrella).

■ La protección de los receptores eléctricos y de los circuitos

En este esquema, los defectos de aislamiento son el origen de fuertes corrientes de defecto equivalentes a las corrientes de cortocircuito. El paso de estas corrientes tiene como consecuencia importantes daños, como por ejemplo la perforación de las chapas del circuito magnético de un motor, lo que conduce a la necesidad de cambiar el motor en lugar de ser rebobinado. Estos daños pueden ser considerablemente limitados con la utilización de diferenciales instantáneos de baja sensibilidad (3 A por ejemplo), que son capaces de reaccionar antes de que la corriente alcance un valor importante. Resaltar que esta protección es tanto más importante a medida que aumenta la tensión de servicio pues la energía disipada en el punto de defecto es proporcional al cuadrado de la tensión.

Las consecuencias económicas de tales destrucciones eventuales deben ser estimadas pues es un criterio a tener en cuenta al elegir el ECT.

■ Detección de defectos de aislamiento entre el neutro y el conductor de protección (PE) o masas del edificio

Este tipo de defecto transforma el esquema TN-S en TN-C. Una parte de la corriente del neutro (incrementada por la suma de las corrientes armónicas de rango 3 y múltiplos de 3) pasa permanentemente por el PE y por las estructuras metálicas del edificio con dos consecuencias:

- La equipotencialidad del PE ya no estará asegurada (unos pocos voltios pueden perturbar el funcionamiento de los sistemas informáticos enlazados por bus que deben tener la misma referencia de potencial).
- La circulación de una corriente por el interior de las estructuras aumenta el riesgo de incendio.

Los diferenciales permiten detectar este tipo de defecto.

■ Detección de defecto de aislamiento sin disparo y protección de bienes

En un esquema TN-S, ninguna regla de seguridad impone la vigilancia del aislamiento como para el esquema IT. Pero, todo disparo consecuencia de un defecto de aislamiento produce pérdidas de continuidad de servicio y muy frecuentemente costosas reparaciones antes de restablecer la tensión. Es por eso que cada vez más frecuentemente las explotaciones solicitan dispositivos de prevención con el fin de intervenir antes de que la pérdida de aislamiento se transforme en un cortocircuito. Una respuesta a esta necesidad es el empleo de señalización, en TN-S, en las salidas críticas, mediante diferenciales con umbrales del orden de 0,5 a algunos amperios que pueden detectar bajadas de aislamiento (sobre las fases o el neutro) y alertar a los responsables de la explotación. Una gama especialmente diseñada para llevar a cabo esta función, entre otras, es el relé diferencial electrónico con toroidal separado **Vigirex RHU, RHUs y RMH de Merlin Gerin**, que incorpora una pantalla para la visualización permanente de la intensidad de fuga a tierra y varios umbrales de alarma y disparo. Toda la información, además, la puede comunicar vía

bus a un sistema informático supervisor de la instalación (a excepción del RHUs que no dispone de comunicación). En cambio los riesgos de incendio de origen eléctrico son reducidos, y se evita la destrucción de materiales empleando diferenciales con disparo para $I_{\Delta n} \leq 300$ mA.

■ Incidencia del esquema TN-C en el conductor neutro (ver fig. 2.13)

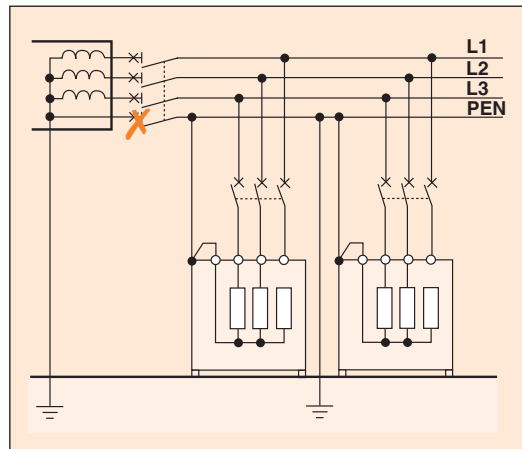


Fig. 2.13. Esquema TN-C.

□ Caso de una instalación bajo tensión.

La protección y el corte del PEN (neutro y PE confundidos) no se puede realizar ya que, como conductor de protección PE, debe soportar todas las corrientes de defecto.

□ Caso de una instalación sin tensión.

No es posible realizar el seccionamiento del PEN. Ello obliga a realizar una conexión a tierra sistemática y múltiple del conductor PEN para garantizar que se conserva la equipotencialidad.

■ Utilización del régimen TN

El régimen TN en España se emplea en un reducido número de instalaciones. La ventaja de este régimen es que los interruptores automáticos magnetotérmicos aseguran la protección, no solo contra sobrecargas y cortocircuitos, sino también contra defectos de aislamiento. El inconveniente es que para realizar cualquier ampliación de la instalación, es obligatorio calcular para la nueva longitud de línea si los dispositivos magnetotérmicos actuales garantizan la protección en caso de fuga a tierra, si no es así será necesario añadir protección diferencial.

Ver en las tablas del capítulo 5 las longitudes de cable máximas admisibles $L_{\max}$ en régimen TN para garantizar la

protección ante defectos de aislamiento, utilizando interruptores automáticos magnetotérmicos **Merlin Gerin**.

A continuación vemos el método convencional teórico de cálculo de las longitudes máximas $L_{\max}$ de cable en régimen TN para garantizar el funcionamiento instantáneo de la protección magnetotérmica.

Se aplica la ley de Ohm a la salida de nuestra instalación afectada por el defecto de aislamiento tomando como hipótesis que la tensión entre la fase en defecto y el PE o PEN siempre es superior al 80 % de la tensión simple nominal. Este coeficiente tiene en cuenta el conjunto de impedancias de aguas arriba.

En BT, cuando el conductor de protección circula junto a los conductores de fase correspondientes, es posible despreciar las reactancias de los conductores frente a su resistencia; esta aproximación es admisible hasta secciones de 120 mm². Para secciones mayores se sobredimensionará la resistencia según se ve en la **tabla 2.1**.

Sección (mm ²)	Resistencia
150	R + 15 %
185	R + 20 %
240	R + 25 %

Tabla 2.1. Sobredimensionamiento de la resistencia de los conductores.

La longitud máxima de un circuito en régimen TN viene dada por la fórmula siguiente:

$$L_{\max} = \frac{0,8 \times U_0 \times S_f}{\rho \times (1 + m) \times I_a}$$

En la cual:

■ $L_{\max}$: longitud máxima en metros.

■ U_0 : tensión simple, 230 V en redes 230/400 V.

■ ρ : resistividad a la temperatura de funcionamiento normal:

□ Para el cobre: $22,5 \times 10^{-3} \Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$.

□ Para el aluminio: $36 \times 10^{-3} \Omega \times \text{mm}^2/\text{m}$.

■ I_a es la corriente (A) de disparo magnético del interruptor automático (curva C = $10 I_n$, B = $5 I_n$, D = $14 I_n$).

■ m: S_f/S_{PE} .

■ S_f : sección de las fases en mm².

■ S_{PE} : sección del conductor de protección en mm².

3

Principio de funcionamiento de los dispositivos diferenciales

3.1	Captadores	25
3.2	Relés de medida y disparo ...	28
3.3	Test de buen funcionamiento de los diferenciales	29
3.4	La tecnología Superinmunizada multi 9 ...	31
3.5	La tecnología Superinmunizada influencias Externas SiE ...	40
3.6	La tecnología Superinmunizada Vigirex ...	41



3 Principio de funcionamiento de los dispositivos diferenciales

Los Dispositivos Diferenciales Residuales (DDR) están constituidos por varios elementos: el captador, el bloque de tratamiento de la señal, el relé de medida y disparo y el dispositivo de maniobra.

■ **El captador.** Suministra una señal eléctrica útil en el momento que la suma de las corrientes que circulan por los conductores activos es diferente de cero.

■ **Bloque de tratamiento de la señal.** La señal eléctrica leída por el captador debe ser siempre tratada electrónicamente en mayor o menor grado para lograr el correcto funcionamiento del relé de medida y disparo, evitando al mismo tiempo funcionamientos o disparos no deseados del dispositivo diferencial. La señal tratada se envía al relé de medida y disparo.

■ **El relé de medida y disparo.** Compara la señal eléctrica ya tratada electrónicamente suministrada por el captador para posteriormente dar la orden de apertura al aparato de corte asociado o dispositivo de maniobra (con un posible retardo intencionado en el caso de los diferenciales selectivos o retardados).

■ **El dispositivo de maniobra** de apertura del aparato (interruptor o interruptor automático), situado aguas arriba del circuito eléctrico controlado por el diferencial, se denomina disparador o accionador.

Merlin Gerin ha desarrollado varios tipos de dispositivos de protección diferencial para baja tensión que se incluyen dentro de las diferentes gamas que se pueden encontrar en el capítulo 7 de esta Guía. Las diferentes formas de construir estos Dispositivos Diferenciales Residuales (DDR) se diferencian por los criterios siguientes:

■ **El captador**

Puede estar incorporado dentro del propio diferencial:

- Interruptores diferenciales ID multi 9.
- Interruptores automáticos combinados magnetotérmicos y diferenciales DPN Vigí multi 9.
- Bloques diferenciales Vigí multi 9 y Vigicompact.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales ultraterminales **Eunea** serie Európoli.

O bien separado del diferencial:

- Relés diferenciales con toroidal separado Vigirex.

■ **El relé de medida y disparo**

Puede ser electrónico:

- Relés diferenciales con toroidal separado Vigirex. Precisan alimentación auxiliar.
- Bloques diferenciales Vigicompact. No necesitan alimentación auxiliar.

O bien electromecánico:

- El resto de gamas (multi 9 y Európoli). No necesitan alimentación auxiliar.

■ **El dispositivo de maniobra**

Existen diferenciales que incorporan en el mismo aparato el interruptor que abre el circuito controlado:

- Interruptores diferenciales ID multi 9.
- Interruptores automáticos combinados magnetotérmicos y diferenciales DPN Vigí multi 9.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos y diferenciales ultraterminales **Eunea** serie Európoli.

Existen otros diferenciales que necesitan de un dispositivo de disparo externo específico con el que se unen **mecánicamente**:

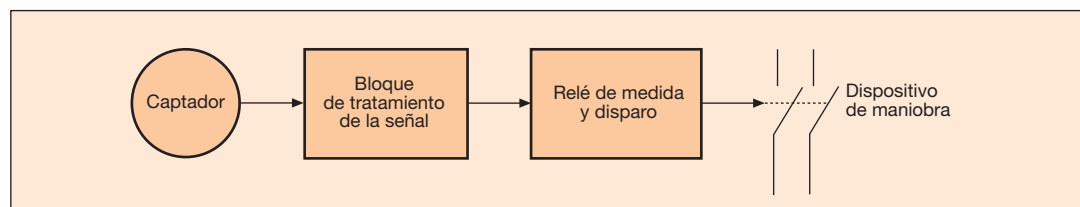


Fig. 3.1. Esquema funcional de un diferencial electromecánico “a propia corriente” (tipo multi 9).

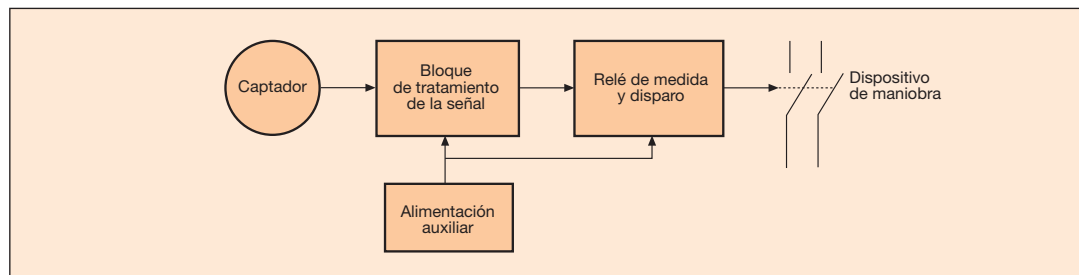


Fig. 3.2. Esquema funcional de un DDR electrónico con "alimentación auxiliar" (tipo Vigirex).

□ Bloques diferenciales Vigi multi 9 y Vigicompact que deben acoplarse obligatoriamente a un interruptor automático multi 9 o Compact respectivamente.

Y un tercer tipo de diferencial que necesita de un dispositivo de disparo externo con el que se une **eléctricamente**:

□ Relés diferenciales con toroidal separado Vigirex, que se conectan eléctricamente con un interruptor automático (a través de una bobina de disparo).

Como ejemplos de dos de los diferenciales más habitualmente utilizados en baja tensión se puede ver:

□ En la **fig. 3.1**, el esquema tipo funcional de un diferencial electromecánico tipo "**multi 9**" a propia corriente, es decir, que no precisa de fuente de alimentación auxiliar.

□ En la **fig. 3.2**, el esquema tipo funcional de un diferencial electrónico tipo "**Vigirex**" que precisa de fuente de alimentación auxiliar.

A continuación se dará una visión general del funcionamiento y utilización de los diferentes captadores y de los relés de medida y disparo existentes. Posteriormente se profundizará en aspectos particulares de la tecnología empleada en los dispositivos diferenciales **multi 9** y **Vigirex** de **Merlin Gerin**.

3.1 Captadores

En los circuitos de corriente alterna se pueden utilizar dos tipos de captadores:

■ **El transformador toroidal.** Es el tipo de captador más utilizado para medir las corrientes de fuga.

■ **Los transformadores de intensidad (TI).** Utilizados en AT y MT y en algunos casos en BT.

■ El transformador toroidal

Éste envuelve la totalidad de los conductores activos y de este modo es excitado por el campo magnético residual correspondiente a la suma vectorial de las corrientes que circulan por las fases y el neutro.

La inducción en el toroidal y la señal eléctrica disponible en bornes del arrollamiento secundario del transformador es, por tanto, la imagen de la corriente diferencial residual.

Este tipo de captador permite detectar las corrientes diferenciales desde algunos miliamperios hasta algunas decenas de amperios. En el apartado 3.4 se verá el funcionamiento exacto de los diferentes transformadores toroidales.

■ Los transformadores de intensidad (TI)

Para medir la corriente diferencial de un circuito eléctrico trifásico sin neutro se deben instalar tres transformadores de intensidad según la **fig. 3.3**. Este montaje se denomina de Nicholson.

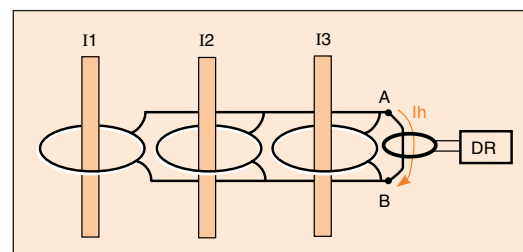


Fig. 3.3. Montaje de Nicholson. La suma vectorial de las corrientes de fase da la corriente diferencial.

Los tres TI son generadores de corriente conectados en paralelo. Hacen circular

3 Principio de funcionamiento de los dispositivos diferenciales

entre A y B una corriente que es la suma vectorial de las tres corrientes, la cual es la corriente diferencial residual. Esta corriente diferencial se medirá con un transformador toroidal conectado a un relé diferencial DR (tipo **Vigirex**).

Este montaje, denominado de Nicholson, se utiliza normalmente en MT y AT cuando la corriente de defecto a tierra puede alcanzar varias decenas o centenas de amperios.

Para su empleo se debe considerar la clase de precisión de los TI: con TI de clase 5 % no se permite efectuar una regulación de protección de tierra por debajo del 10 % de su corriente nominal.

■ Utilización de transformadores toroidales separados. Casos particulares

□ Alimentación de fuerte potencia.

El montaje de Nicholson de los TI, que será útil en BT cuando los conductores son pletinas o cables de gran sección para transportar fuertes intensidades, no permite, incluso utilizando TI exactamente iguales, regulaciones compatibles con la protección de las personas ($U_L/R_A \leq U_L/R_A$). Existen varias soluciones:

– Si la dificultad se presenta en un cuadro general justo a la salida del transformador, es deseable:

- La puesta en servicio de un transformador toroidal en cabecera de instalación sobre la conexión a tierra del neutro BT del transformador (**fig. 3.4**). En efecto, según la ley de nudos de Kirchhoff, la corriente diferencial vista por (N) es estrictamente la misma que aquella vista por (G) para un defecto que se produzca en la distribución BT, o

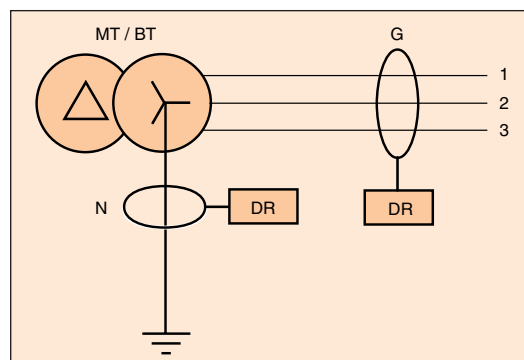


Fig. 3.4. El toro N proporciona la misma información que el toro G.

- La instalación de un toroidal en cada salida, todos conectados en paralelo a un solo relé (**fig. 3.5**).

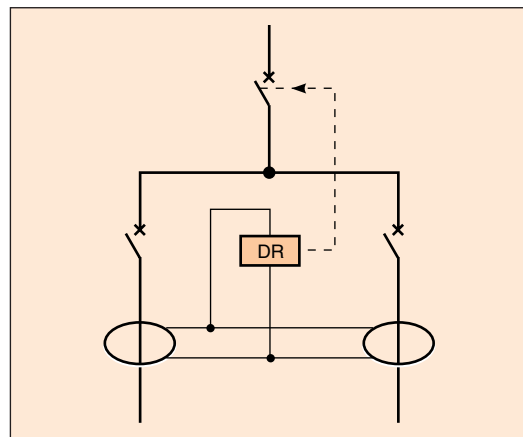


Fig. 3.5. Instalación de un toroidal en cada salida, todos conectados en paralelo a un solo relé. Solución cuando es imposible colocar un sólo transformador toroidal en la línea de alimentación principal.

Efectivamente, con esta conexión cuando el relé de medida (generalmente electrónico tipo **Vigirex**) para funcionar necesita tan sólo una señal eléctrica de valor muy débil, es posible hacer trabajar los toroidales como “generadores de corriente”. Dispuestos en paralelo, suministran la imagen de la suma vectorial de las corrientes primarias.

Este montaje está previsto por las normas de instalación. De todas formas, por razones de selectividad es preferible utilizar un diferencial por salida.

– Si la dificultad se presenta con varios cables en paralelo por fase que no pueden atravesar todos un toroidal.

Es posible situar un toroidal sobre cada cable (que transporte todos los conductores activos) y disponer todos los toroidales en paralelo (**fig. 3.6**).

Siempre se debe observar:

- Que cada toroidal ve n espiras en cortocircuito (3 en la figura) que pueden disminuir la sensibilidad.
- Si las conexiones presentan diferencias de impedancia, cada toroidal señalará una falsa corriente homopolar. Un cableado correcto limita bastante estas falsas corrientes homopolares.

protección diferencial BT

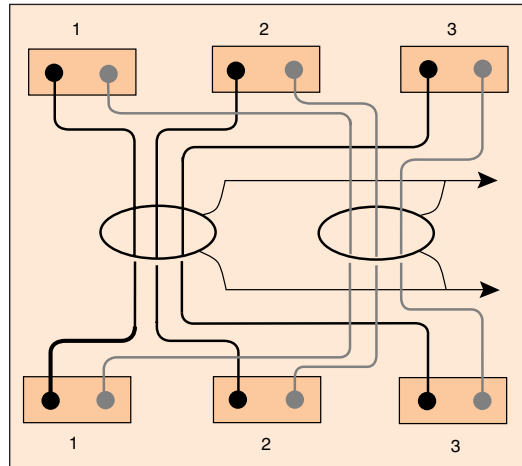


Fig. 3.6. Disposición de los toros sobre los cables unifilares en paralelo de gran sección.

- Que este montaje implica para cada toroidal que los bornes de salida S1-S2 se marquen en función del sentido de circulación de la energía. Esta solución requiere el acuerdo del fabricante del diferencial.

□ Salida de fuerte potencia.

Para que la “respuesta” del toroidal sea fiel y lineal, se deben situar los conductores activos en el toroidal lo más próximos posible de su centro para que sus acciones magnéticas se compensen perfectamente en ausencia de corriente residual. En efecto, el campo magnético desarrollado por un conductor disminuye proporcionalmente con la distancia. Según la **fig. 3.7**, en la que se tiene un mal centrado de los conductores, la fase 3 provoca en el punto A una saturación magnética local y no tiene, por tanto, una acción proporcional. Ello puede ser causa de disparos intempestivos. Es el mismo caso que si el toroidal se sitúa en la proximidad o en el mismo codo de los cables que envuelve (**fig. 3.8**). La aparición de una inducción residual parásita va a provocar, para las intensidades importantes, la aparición en el secundario del toroidal de una señal que puede ocasionar un disparo intempestivo. El riesgo es tanto más importante cuando el umbral del diferencial es débil en relación a las corrientes de fase, particularmente durante un cortocircuito.

En los casos difíciles (si $I_{\text{fase máx.}} / I\Delta n$, es elevado) dos soluciones permiten evitar el riesgo de disparo intempestivo:

- Utilizar un toroidal más grande que el necesario, por ejemplo de un diámetro doble al que justamente conviene para el paso de los conductores.
- Situar una plancha en el toroidal. Esta plancha debe ser de material magnético para homogeneizar el campo magnético, ver **fig. 3.9**. Se debe situar entre el toroidal y los conductores; reduce el riesgo de disparos intempestivos debido a los efectos magnéticos de las puntas de corriente.

Cuando se han tomado todas estas precauciones:

- Centrado de los conductores.
 - Toroidal de gran dimensión.
 - Y plancha magnética,
- la relación

$$\frac{I_{\text{fase máx.}}}{I\Delta n}$$

$$I\Delta n$$

puede alcanzar un valor de hasta 50.000.

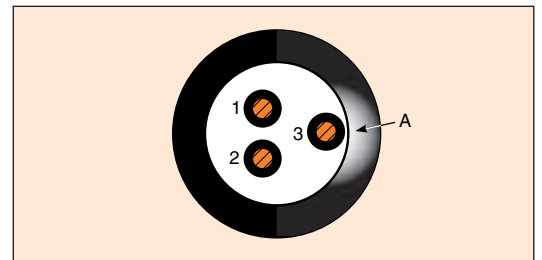


Fig. 3.7. Saturación magnética local debida al mal centrado de los conductores.

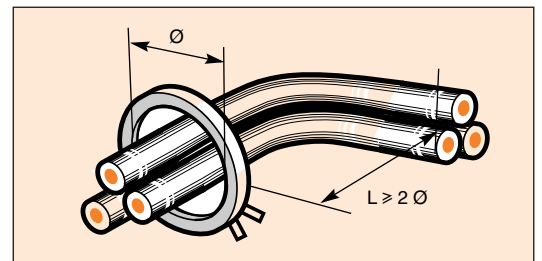


Fig. 3.8. Distancia recomendada entre el toroidal y el codo de los cables.

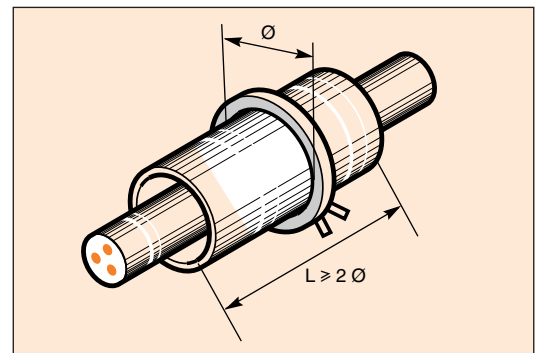


Fig. 3.9. Colocación de plancha magnética.

3 Principio de funcionamiento de los dispositivos diferenciales

■ Utilización de diferenciales con toroidal incorporado

Se debe destacar que los diferenciales con toroidal incorporado, tipo multi 9 o Vigicompact por ejemplo, aportan una óptima solución a los instaladores y usuarios puesto que es el fabricante quien estudia y pone en servicio las respuestas técnicas:

- Domina el problema del centrado de los conductores activos, y para las intensidades débiles puede prever y repartir varias espiras primarias alrededor del toroidal.
- Puede hacer “trabajar” el toroidal con una inducción más elevada para maximizar la energía captada y minimizar la sensibilidad a las inducciones parásitas (debidas a las fuertes corrientes).

3.2 Relés de medida y disparo

Por lo que se refiere al relé de medida y disparo, los diferenciales se pueden clasificar en tres categorías tanto según su modo de alimentación como según su tecnología.

■ Según su modo de alimentación:

□ “A propia corriente”.

Este es un aparato en el que la energía de disparo la suministra la propia corriente de defecto. Este modo de alimentación está considerado por la mayoría de especialistas como el más seguro. En numerosos países, y particularmente en Europa, esta categoría de diferenciales se prescribe para las instalaciones domésticas y análogas (normas UNE-EN 61008 y 61009). Dentro de este tipo se engloban todos los dispositivos diferenciales **multi 9** de **Merlin Gerin**.

□ “Con alimentación auxiliar”.

Este es un aparato en el que la energía de disparo necesita de un aporte de energía independiente de la corriente de defecto. Estos aparatos (generalmente de concepción electrónica) no pueden provocar el disparo salvo si esta alimentación auxiliar está disponible en el momento de la aparición de la corriente de defecto. Dentro de este tipo se incluyen los

relés diferenciales con toroidal separado **Vigirex**.

□ “A propia tensión”.

Este es un aparato con “alimentación auxiliar” pero donde la fuente es el circuito controlado. De este modo cuando el circuito está en tensión el diferencial está alimentado, y en ausencia de tensión, el diferencial no está activo pero tampoco existe peligro. Estos aparatos aportan una seguridad adicional ya que están concebidos para funcionar correctamente con bajadas de tensión hasta los 50 V (tensión de seguridad).

Este es el caso de los bloque Vigi, asociados a los interruptores automáticos “**Compact**” de **Merlin Gerin**.

También se realiza una distinción complementaria entre los diferenciales según si su funcionamiento es o no de “**seguridad positiva**”.

Se consideran como dispositivos de seguridad positiva dos tipos de aparatos:

□ Aquellos en los que el disparo depende de la corriente de defecto: todos los aparatos a propia corriente (tipo **multi 9**) son de seguridad positiva.

□ Aquellos, más raramente utilizados, en los que el disparo no únicamente depende de la corriente de defecto sino que se sitúan automáticamente en posición de disparo (posición de seguridad) cuando ya no se reúnen las condiciones para garantizar el disparo en presencia de la corriente de defecto (por ejemplo, una bajada de tensión hasta los 25 V, o bien, que un diferencial con alimentación auxiliar tipo **Vigirex** pierda su tensión de alimentación).

■ Según su tecnología:

□ “Dispositivos electromagnéticos” (fig. 3.10).

Estos dispositivos son del tipo “a propia corriente”. Utilizan el principio del enclavamiento magnético. Una muy débil potencia eléctrica (100 μ VA para algunos) es suficiente para vencer la fuerza de enclavamiento y provocar mediante un amplificador mecánico la apertura de los contactos.

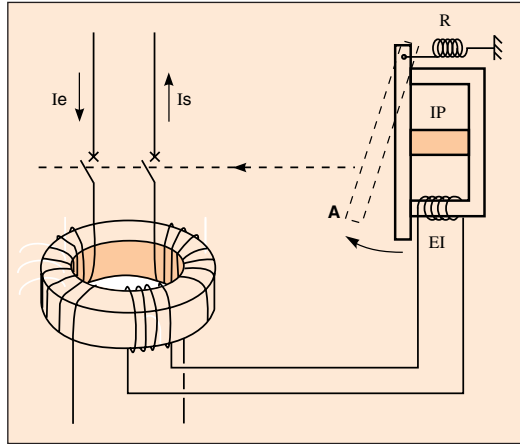


Fig. 3.10. La corriente de defecto, a través del toroidal, suministra la energía a un electroimán (EI) cuya parte móvil (la paleta A) se mantiene “pegada” por la atracción del imán permanente (IP). Cuando se alcanza el umbral de funcionamiento el electroimán anula la fuerza de atracción del imán permanente, la paleta móvil A, ayudada por un resorte R que acelera su rotación, abre entonces el circuito magnético y da la orden mecánica de apertura del interruptor del circuito controlado.

Están muy extendidos (son “de seguridad positiva”) y son particularmente aptos para la construcción de diferenciales con una única sensibilidad. La tecnología empleada en los diferenciales **multi 9** es de este tipo.

□ “Dispositivos electrónicos”.

Se utilizan sobre todo en el dominio industrial puesto que la electrónica permite:

- Tener una potencia de adquisición muy débil.
- Tener unos umbrales y temporizaciones precisas y regulables (lo que permite realizar de forma óptima la selectividad del disparo).

En razón de estas dos características están todos indicados para la realización de:

- Diferenciales con toroidales separados (del tipo **Vigirex**), los cuales se asocian a interruptores automáticos de fuerte calibre y a contactores.
- Diferenciales asociados a interruptores automáticos industriales hasta 630 A (tipo **Vigicompact**).

La electrónica para funcionar necesita una cierta energía, a menudo muy débil. Los diferenciales con dispositivos electrónicos existen, pues, con diferentes modos de alimentación antes presentados bien “a propia tensión”, bien con “alimentación auxiliar”.

□ “Dispositivos mixtos”

(a propia corriente).

Esta solución consiste en intercalar entre el toroidal y el relé electromagnético un dispositivo de tratamiento de la señal. Esto permite:

- La obtención de un umbral de funcionamiento preciso y fiel.
- Obtener una gran inmunidad a las perturbaciones o parásitos y a los transitorios de corriente, respetando un tiempo de funcionamiento compatible con las curvas de seguridad. A título de ejemplo, los diferenciales **multi 9** del tipo **Superinmunizado** (“si”) de **Merlin Gerin** son dispositivos mixtos.
- Realizar diferenciales retardados.

Un principio similar se utiliza en MT. En efecto, hace varios años que en los centros de suministro de energía eléctrica (centro MT/BT) el disparo necesitaba de una batería de acumuladores, origen de muchos problemas. La asociación de un dispositivo electrónico a propia corriente y de un relé electromecánico con enclavamiento magnético ha ofrecido una solución satisfactoria a nivel de costes y de fiabilidad con la supresión de la batería.

■ Prescripciones de empleo

La UNE 20460, 531-2-2-2 indica para los dispositivos con alimentación auxiliar que no son de seguridad positiva: “se permite su utilización si están instalados en explotaciones vigiladas por personas formadas o cualificadas”.

3.3 Test de buen funcionamiento de los diferenciales

Un diferencial es un aparato de seguridad. Ya sea electromagnético, electrónico o mixto, es muy importante que disponga de un dispositivo de test.

Aunque los dispositivos a propia corriente sean los más seguros, la incorporación de la seguridad positiva en los dispositivos a “propia tensión” o con “alimentación auxiliar” confiere a los diferenciales una mayor seguridad que no evita la realización del test periódicamente.

3 Principio de funcionamiento de los dispositivos diferenciales

■ Realizar el test periódico de los diferenciales

De hecho, la seguridad positiva perfecta, particularmente a nivel de defecto interno, no existe. Es por este motivo que los diferenciales que utilizan una alimentación auxiliar se aconsejan para las instalaciones industriales y gran terciario, y los diferenciales a propia corriente para las instalaciones domésticas y análogas; decisión tomada de acuerdo con sus posibilidades intrínsecas mencionadas anteriormente.

En todos los casos, el test periódico se recomienda para detectar un posible defecto interno.

■ La forma de realizar el test es importante

Debe tener en cuenta el hecho de que existen siempre en una instalación eléctrica corrientes de fuga capacitivas a tierra y, a menudo, corrientes de fuga resistivas, resultado de un aislamiento degradado. La suma vectorial de todas estas corrientes de fuga (I_d) se detecta mediante el captador toroidal y puede perturbar el funcionamiento del test; esto es posible cuando el circuito de test es similar al mostrado en la **fig. 3.11**. A pesar de esto, este principio de test está muy extendido puesto que verifica el conjunto toroidal-relé-aparato de corte.

Las normas de fabricación limitan la corriente de test, ello puede explicar un cierto número de no funcionamientos de los diferenciales al realizar el test, como demuestra la suma vectorial (**fig. 3.11**) de la corriente de fuga (I_d) y de la corriente de test (I_{test}).

Por ejemplo, las normas UNE EN 61008 y UNE EN 61009 indican que la corriente de test no debe ser superior a $2,5 I_{\Delta n}$ para un diferencial utilizado a la tensión máxima de su rango de funcionamiento (por ejemplo 400 V, si el rango es 230 a 400 V) y $1,15 I_{\Delta n}$ si está alimentado a la tensión mínima (en el ejemplo, a 230 V – 20 %).

El principio de test mencionado anteriormente se utiliza para las tomas de corriente diferenciales (**Európoli de Eunea**) y para los interruptores e interruptores automáticos diferenciales (**multi 9 y Compact de Merlin Gerin**).

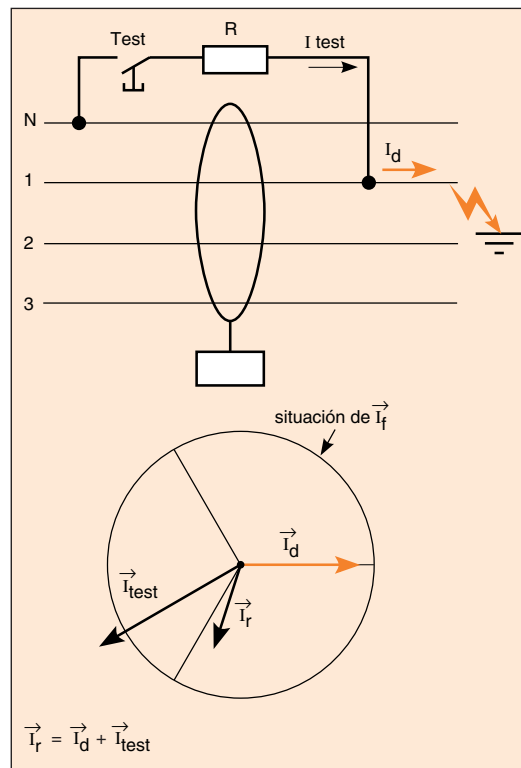


Fig. 3.11. Ciertas instalaciones pueden perturbar el correcto funcionamiento del circuito de test. Puede que no se produzca el disparo si se tienen débiles corrientes de defecto I_d con un ángulo determinado. Solamente se producirá el disparo si I_r es mayor que la intensidad de disparo I_r .

Respecto a los relés diferenciales con toroidal separado, se aplica el mismo principio, siendo el instalador quien debe realizar el circuito de test. Los relés de la gama **Vigirex de Merlin Gerin** tienen integrada la función "test" y, además, controlan permanentemente la continuidad del circuito de detección (conexión toroidal-relé y bobinado del toroidal).

■ La verificación del umbral de funcionamiento

Aún con mayor motivo que antes para el test, la verificación del umbral de disparo del diferencial se debe realizar teniendo presentes las corrientes de fuga "naturales" o no del circuito aguas abajo que puedan atravesar el captador. Una buena medida se realizará siempre con todos los circuitos de aguas abajo desconectados.

3.4 La tecnología Superinmunizada multi 9

A continuación se presenta la gama de protección diferencial de **Merlin Gerin** incluida dentro de su familia **multi 9** que mejora ampliamente la calidad de la respuesta de los dispositivos diferenciales tradicionales a “propia corriente” gracias a la incorporación de la “tecnología Superinmunizada” exclusiva de Merlin Gerin. Para poder comprender mejor la evolución que supone la tecnología Superinmunizada se analizará el funcionamiento de los diferentes componentes de los dispositivos diferenciales desde el más básico, el dispositivo clase AC, pasando por el clase A tradicional, hasta llegar a los más avanzados: el clase A Superinmunizado y el clase A **Superinmunizado influencias Externas SiE**.

En la **figura 3.12** se observa que existen diferentes tipos de dispositivos diferenciales que comparten una estructura funcional común formada por tres bloques bien diferenciados:

- Bloque de captación de señal. El transformador toroidal.
- Bloque de filtrado electrónico.
- Bloque de relé de disparo.

Las diferencias entre ellos son básicamente las siguientes:

- Los clase AC son los dispositivos estándar y los más habitualmente utilizados.
- Los clase A estándar se diferencian de los AC en que utilizan un toroidal mejorado, más energético, e incluyen un bloque electrónico de detección de corrientes rectificadas o pulsantes.
- Los clase A Superinmunizados “si”, se diferencian de los clase A estándar en que poseen un toroidal aún más mejorado y un bloque de filtrado electrónico muy enriquecido.
- La nueva generación de protección diferencial Superinmunizada influencias Externas que además de incorporar la tecnología Superinmunizada ofrece una resistencia a los ambientes corrosivos sin equivalente en el mercado (ver apartado 3.5) en página 40.

a) Bloque de captación de señal. El transformador toroidal

La detección de la corriente de defecto diferencial se efectúa mediante un transformador de corriente toroidal, compuesto por un núcleo de material ferromagnético y un bobinado primario

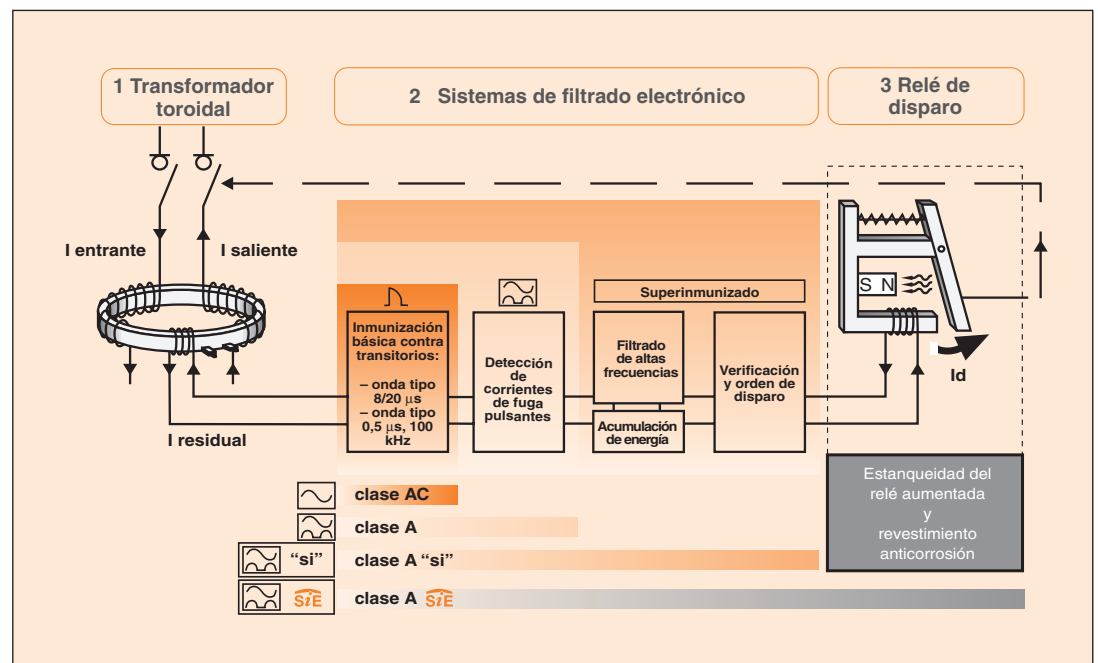


Fig. 3.12. Dispositivos diferenciales multi 9.

3 Principio de funcionamiento de los dispositivos diferenciales

constituido por la(s) fase(s) y el neutro del circuito a proteger. En la **figura 3.13** se puede observar la representación vectorial de intensidades en una red trifásica con neutro equilibrada (para una red desequilibrada sería análogo, incluyendo en cada caso la corriente del neutro): si no hay defecto de fuga a tierra, la suma vectorial de todas las corrientes de dicho circuito es nula, pero cuando existe defecto de fuga de corriente de una fase hacia tierra, la suma vectorial de las corrientes es igual a dicha corriente de fuga I_f .

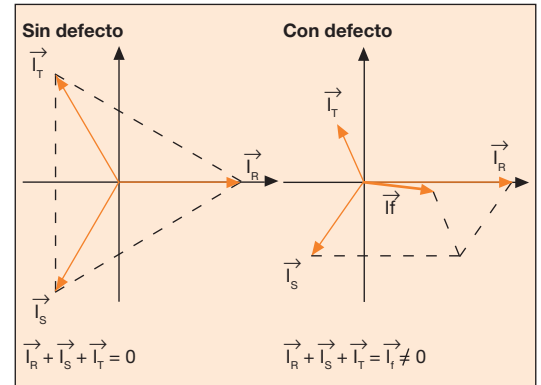


Fig. 3.13. Red trifásica con neutro equilibrada.

En caso de existir una fuga I_f , las corrientes de las fases y el neutro inducen en el transformador toroidal, flujos magnéticos ϕ desequilibrados, cuya resultante no será cero, e inducirá en el secundario del transformador toroidal una tensión E_s que generará una corriente I_r , que dependiendo de su valor eficaz, puede provocar el disparo del relé de apertura de los contactos del dispositivo diferencial. En las **figuras 3.14** y **3.15** se puede seguir paso a paso, para un circuito

monofásico, el proceso de generación de la corriente residual (I_r) en el secundario a partir de una corriente de fuga a tierra (I_f) que circule por el primario (es decir, por el circuito que estemos protegiendo en nuestra instalación eléctrica).

El valor del flujo magnético generado ϕ , dependerá del tipo de curva de histéresis que proporcione el material magnético que constituye el toroidal.

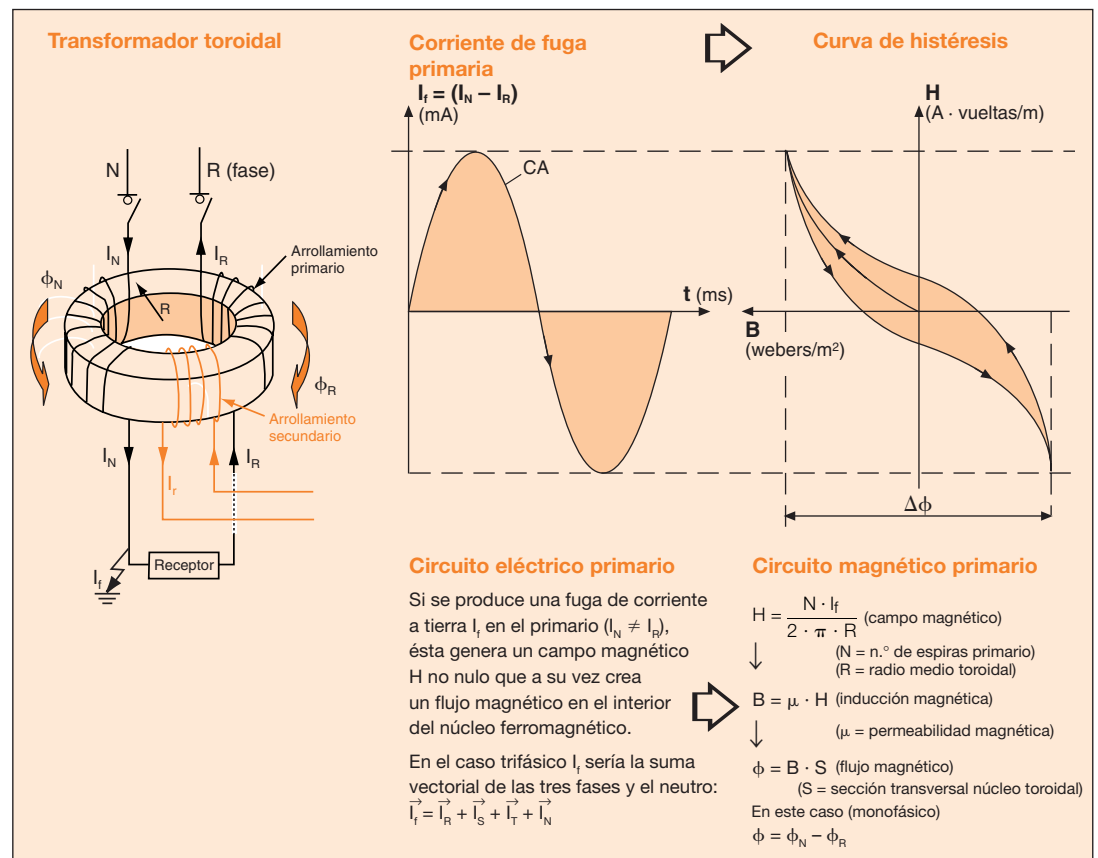


Fig. 3.14. Generación del flujo magnético en el núcleo toroidal de un diferencial monofásico a partir de la circulación de una corriente de fuga I_f en el primario del toroidal. Curva de histéresis.

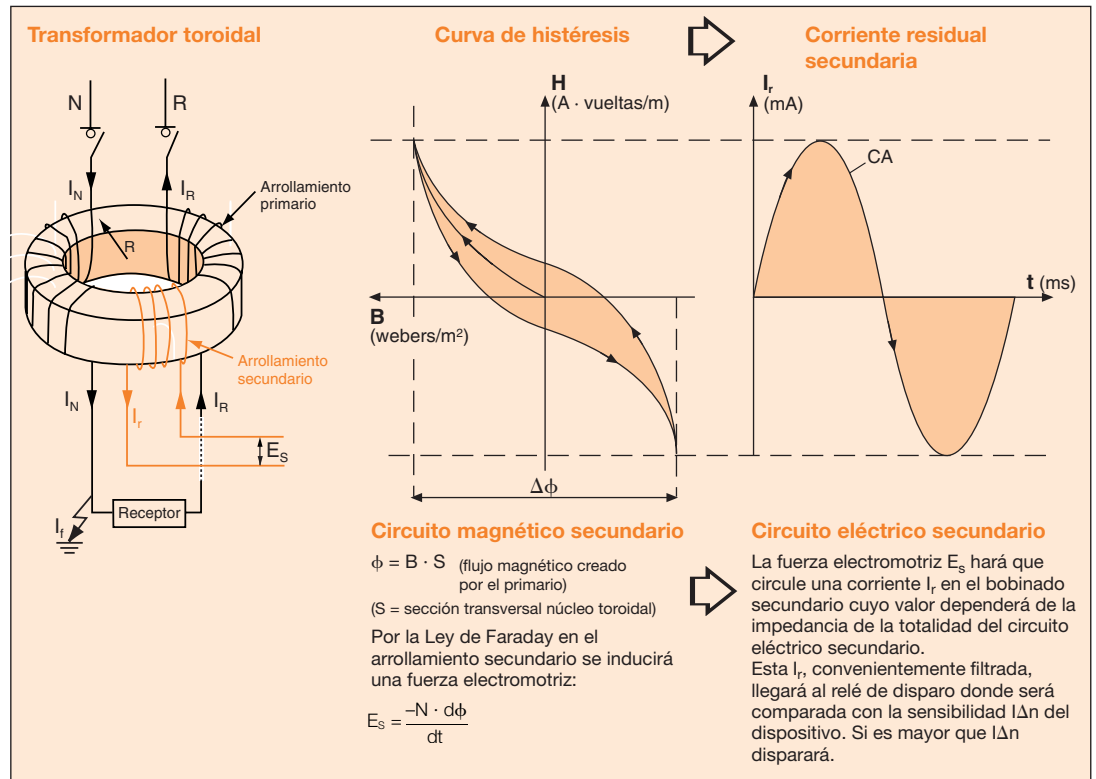


Fig. 3.15. Generación de la corriente residual I_r a partir del flujo magnético generado en el núcleo toroidal.

Las curvas de histéresis son la representación de la energía que puede ser inducida en un material por la corriente diferencial residual I_r . Cada material tiene una curva de histéresis distinta.

que están experimentando actualmente un gran aumento en su complejidad. A continuación se puede ver cómo es la curva de histéresis del material empleado para elaborar cada tipo de diferencial.

La evolución de los materiales necesarios para fabricar diferenciales clase AC, clase A estándar o clase A Superinmunizada, es en definitiva la evolución hacia materiales mas energéticos, que son fundamentales para poder mantener un óptimo nivel de protección de las instalaciones eléctricas

■ Toroidales clase AC

Son utilizados por los diferenciales clásicos. Permiten tan sólo la detección de corrientes de fuga a tierra de tipo alterna. Son insensibles a las corrientes rectificadas (corrientes pulsantes), con o sin una componente continua.

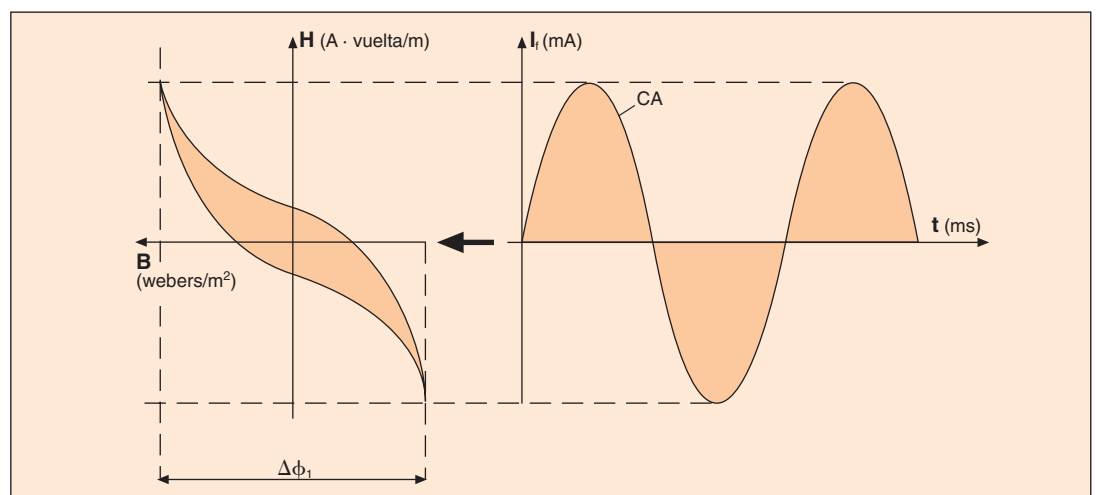


Fig. 3.16. Toroidal clase AC y corriente de fuga alterna.

3 Principio de funcionamiento de los dispositivos diferenciales

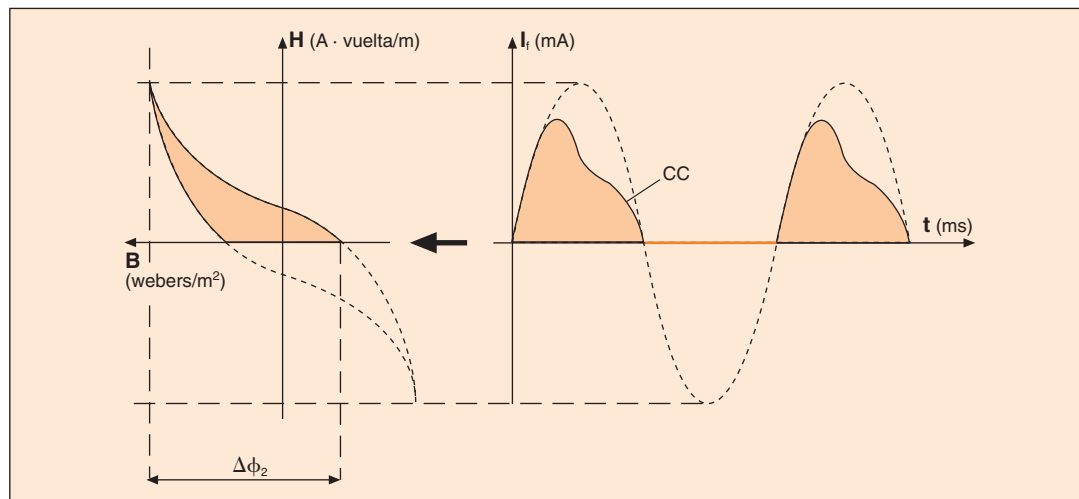


Fig. 3.17. Toroidal clase AC y corriente de fuga rectificada pulsante.

Es muy conveniente que un diferencial sea capaz de detectar estas corrientes ya que son tan peligrosas como las alternas pues poseen la misma frecuencia y generan prácticamente la misma tensión de contacto.

Según se observa en el ejemplo de la **figura 3.16**, una fuga de corriente alterna (CA) genera una variación $\Delta\phi_1$, que posteriormente será capaz de crear una corriente residual I_r suficiente en el secundario que provocará el disparo del relé. Una fuga de corriente continua (CC) rectificada, o corriente continua pulsante, no posee componente negativa, ver **figura 3.17**.

En este caso el ciclo de histéresis del toro no es completo, sólo se trabaja sobre una mitad del mismo, y el $\Delta\phi_2$ generado es demasiado débil como para crear una corriente residual I_r suficiente que pueda disparar el relé.

■ Toroidales clase A estándar

Permiten resolver el problema anterior de no actuación cuando se tienen fugas de corriente de tipo pulsante. Según se ve en la **figura 3.18**, la utilización de un núcleo magnético toroidal con la curva de histéresis estrecha y más larga permite aumentar $\Delta\phi_2$; en este caso se generará una corriente residual I_r suficiente para provocar el disparo del relé. El núcleo toroidal que posee este tipo de curva de histéresis está formado por una aleación ferromagnética de mayor calidad que la utilizada en los clase AC, es un material más energético, con pocas pérdidas y débil inducción remanente. Este toroidal es capaz de generar un campo magnético suficiente para provocar el disparo del relé ante defectos diferenciales cuya amplitud de onda (diferencia entre su valor máximo y mínimo), presente variaciones menores que las necesarias para disparar los clase AC.

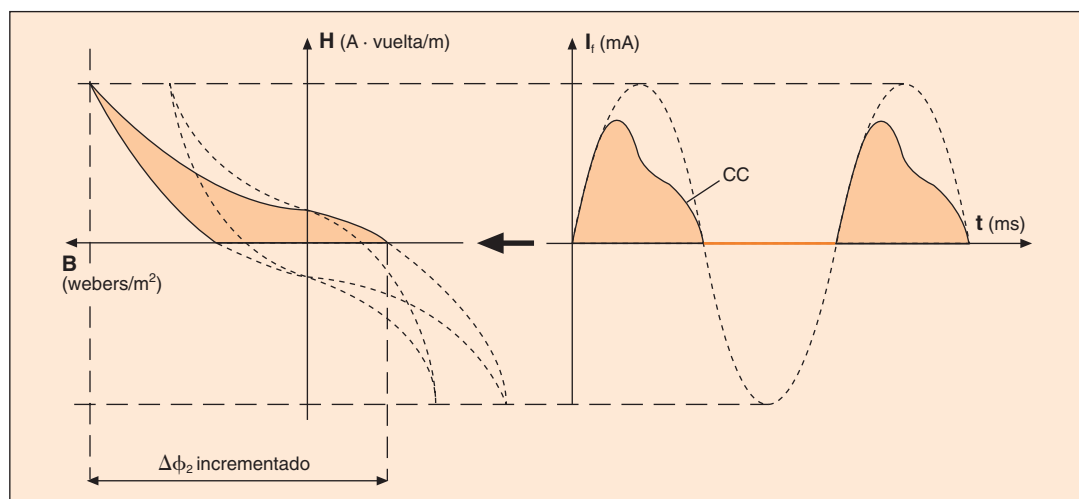


Fig. 3.18. Toroidal clase A y corriente de fuga rectificada pulsante.

Es en definitiva más sensible a la intensidad de defecto que los clase AC ya que es capaz de disparar ante tres tipos de corriente:

- Corrientes de tipo alterno.
- Corrientes continuas rectificadas o continuas pulsantes.
- Corrientes continuas rectificadas o continuas pulsantes con corriente superpuesta de tipo continuo alisada de hasta 6 mA.

Cuando se prevea que las corrientes diferenciales pudieran ser no senoidales, el REBT (ITC-BT-24) indica la utilización de interruptores diferenciales de clase A que aseguran la desconexión ante este tipo de fugas. De igual forma, la ITC-BT-38 indica la utilización de interruptores diferenciales de clase A y alta sensibilidad (≤ 30 mA) en instalaciones eléctricas en quirófanos y salas de intervención para la protección individual de aquellos equipos que no estén alimentados a través de un transformador de aislamiento.

■ Toroidales clase A Superinmunizados

El material magnético del núcleo toroidal mejora las propiedades de los clase A estándar descritos anteriormente. Al material empleado para fabricar este tipo de toroidales le bastan variaciones de corriente diferencial aún menores que en los clase A estándar para inducir la misma energía necesaria para disparar el relé. Ello es debido a que posee una curva de histéresis aún más estrecha y de mayor longitud, con lo cual se acentúa todavía más el fenómeno descrito en la **figura 3.18**

para los clase A estándar, con todavía menos pérdidas. En la **figura 3.19** se comparan las curvas de histéresis de los 3 tipos de toroidales: AC, A estándar y A Superinmunizado. Se puede apreciar que generan flujos magnéticos crecientes que a su vez inducen tensiones residuales E en el secundario también crecientes en función del tipo de toroidal.

b) Bloque de filtrado electrónico

Los sistemas de filtrado electrónico para el tratamiento de la señal eléctrica que proporciona el secundario del transformador toroidal, es la parte que más ha evolucionado en la nueva gama de dispositivos diferenciales clase A Superinmunizados de Merlin Gerin.

Tal como se observa en la **figura 3.12** de la página 31, los diferenciales clase AC tan sólo poseen un circuito de inmunización básico contra transitorios. En su momento, para obtener un diferencial clase A a partir de un clase AC estándar, se le incorporó un **bloque de detección de corrientes de fuga continuas pulsantes** que aportaba una importante mejora al diferencial:

- **Mayor seguridad para las personas.**

Ahora, además, se ha añadido dentro del bloque de filtrado electrónico un nuevo bloque de superinmunización compuesto por un **circuito de acumulación de energía** y un **filtro de altas frecuencias**, que aportan respectivamente claras mejoras respecto a los clase AC y a los clase A estándar en los aspectos siguientes:

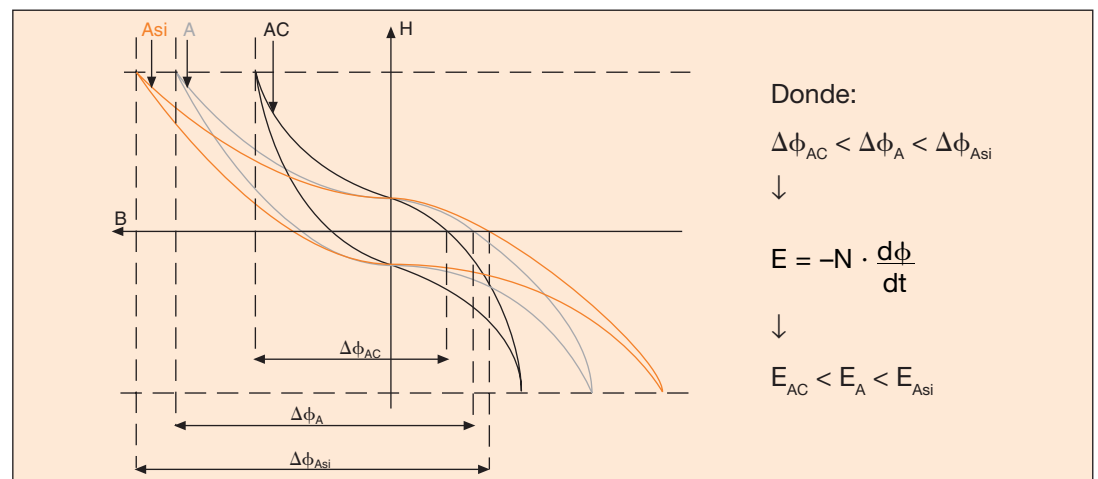


Fig. 3.19. Curvas de histéresis de los 3 tipos de toroidales: clase AC, clase A y clase A "si".

3 Principio de funcionamiento de los dispositivos diferenciales

□ **Mayor autoprotección contra la influencia de las sobretensiones transitorias.**

□ **Autoprotección contra la influencia de las fugas de alta frecuencia.**

Veamos a continuación cada uno de los bloques por separado:

■ **Bloque de detección de corrientes de fuga continuas pulsantes**

Este circuito electrónico es el complemento necesario para los toroidales clase A, que en el apartado anterior se han descrito como los transformadores toroidales adecuados para hacer posible la detección de corrientes de fuga no sólo alternas sino también continuas pulsantes.

En los diferenciales clase A, además de un toroidal de un material especial, más energético, capaz de detectar corrientes con menor nivel de ondulación que los toroidales clase AC, se debe emplear un circuito electrónico que trate la corriente a la salida del secundario del toroidal. El tratamiento que efectúa este circuito es de rectificación de la corriente, obliga a que el sentido de la misma sea siempre el mismo y adecuado para que el relé de disparo trabaje siempre en el sentido correcto. Es decir que la corriente que llegue al relé de disparo siempre tienda a abrir el relé y nunca a cerrarlo.

Mediante este circuito se alcanza una seguridad que evita un posible efecto secundario de las corrientes pulsantes sobre un diferencial clase AC: aparte de que este dispositivo no es capaz de detectarlas o si lo hace es con una energía insuficiente para poder provocar disparo, con el peligro para las personas que ello supone, puede ocurrir que la corriente llegue al relé de disparo y tenga la polaridad inversa a la necesaria para provocar la apertura del relé, es decir, tiende a cerrar el relé en lugar de a abrirlo, con lo cual se produce el efecto de bloqueo ante otras corrientes de defecto (alternas) que se puedan producir simultáneamente. En este caso no se produce el disparo ante ninguna de las dos corrientes de defecto, ni la rectificada ni la alterna, quedando en definitiva bloqueado ante cualquier tipo de defecto.

Por todo ello es evidente la importancia de este circuito para la seguridad de las personas, no sólo en los diferenciales clase A estándar, sino también en los diferenciales clase A Superinmunizados.

■ **Autoprotección contra la influencia de las sobretensiones transitorias**

Todos los diferenciales **Merlin Gerin** de la familia **multi 9**, tanto los clase AC como los clase A estándar, poseen un **bloque de inmunización o autoprotección básica** contra las sobretensiones transitorias tal como se exige en las normas de protección diferencial correspondientes, la UNE-EN 61008 para los Interruptores Diferenciales y la UNE-EN 61009 para los Interruptores Automáticos Diferenciales (magnetotérmicos con protección diferencial incorporada o con bloque diferencial adaptable tipo Vigi). Además, en la norma CIE 1543 sobre compatibilidad electromagnética para dispositivos diferenciales, también se hace referencia a los ensayos de inmunidad que deben superar los diferenciales. Todas estas normas determinan que los aparatos superen sin disparo, entre otros, los ensayos siguientes:

□ **Sobreintensidad oscilatoria amortiguada normalizada tipo 0,5 μ s/100 kHz**, que corresponde de forma muy aproximada a la forma de la corriente que se fuga a tierra de forma transitoria a través de las capacidades de aislamiento de la instalación durante las sobretensiones que se producen siempre cuando hay maniobras de conexión/desconexión de circuitos capacitivos (todo circuito de una instalación eléctrica BT tiene una cierta capacidad de aislamiento entre fases y

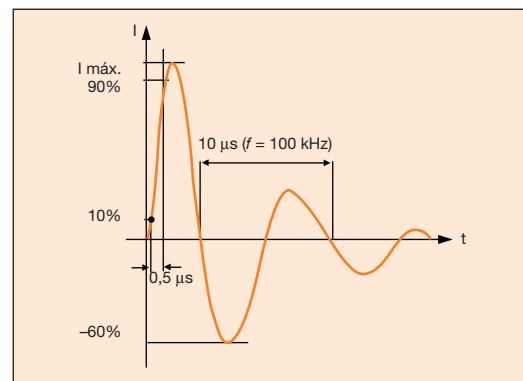


Fig. 3.20. Onda de sobreintensidad de conexión normalizada tipo 0,5 μ s/100 kHz.

tierra). Ver la forma de esta onda en la **figura 3.20**. En las normas anteriores se indica que para la primera cresta de la onda el nivel mínimo a superar durante el ensayo es de 200 A y no debe producirse disparo.

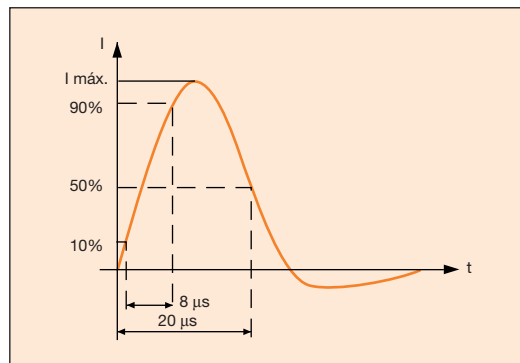


Fig. 3.21. Onda de corriente de choque normalizada tipo 8/20 μ s.

□ **El ensayo ante onda de corriente de choque normalizada tipo 8/20 μ s**, que es consecuencia de sobretensiones provocadas por el rayo del tipo 1,2/50 μ s. Concretamente los aparatos clases AC y A estándar instantáneos superan sin disparo el ensayo ante picos de corriente de 250 A tipo 8/20 μ s, y los selectivos de 3000 A. En la **figura 3.21** se puede ver la forma de esta onda tal como se define en la norma. Este ensayo es, en realidad, mucho más exigente para los dispositivos diferenciales que el anterior ya que esta onda transmite mucha más energía que la onda 0,5 μ s/100 kHz, ya que dicha energía es equivalente al área encerrada entre la curva de la onda y el eje horizontal. Por ello el ensayo 8/20 μ s se suele tomar de referencia mucho más habitualmente que el 0,5 μ s/100 kHz.

La nueva gama **Superinmunizada multi 9** va más allá de los niveles mínimos anteriores exigidos en las diferentes normas e incrementa de forma muy importante los valores de protección obtenidos mediante el bloque de inmunización básico anterior.

La nueva gama Superinmunizada posee un **circuito de acumulación** de energía, gracias al cual los nuevos diferenciales instantáneos de la gama superinmunizada ven incrementada la protección de 250 A hasta 3000 A según onda tipo 8/20 μ s, y en el caso de las versiones selectivas aumenta de 3000 A hasta 5000 A, lo cual permite

superar sin disparo la gran mayoría de sobretensiones transitorias provocadas por **descargas atmosféricas**. Este circuito de acumulación de energía también permite evitar el tipo de disparo intempestivo más habitual: “el disparo por simpatía” o disparo simultáneo en cadena de varios diferenciales, que será tratado en detalle más adelante en esta misma Guía, y que es debido a las sobretensiones transitorias oscilatorias amortiguadas del tipo 0,5 μ s/100 kHz visto anteriormente, provocadas por **maniobras de la red** y transmitidas como las anteriores por las capacidades de las propias líneas conductoras y por los filtros capacitivos unidos a tierra de los receptores electrónicos.

■ Autoprotección contra la influencia de las fugas de alta frecuencia

En las redes eléctricas de baja tensión, cada vez se emplean más receptores que incorporan circuitos electrónicos que generan corrientes de alta frecuencia (del orden de varios kHz), para ser utilizadas por el propio receptor. Para evitar que sean reinyectadas al resto de la red de baja tensión este tipo de receptores suele incorporar filtros capacitivos que envían hacia tierra una parte importante de la corriente no utilizada de alta frecuencia. Así, gracias a estos filtros, estos receptores son conformes con la Directiva de Compatibilidad Electromagnética (CEM) de obligado cumplimiento. Algunos de los receptores que tienen este comportamiento son, por ejemplo, las reactancias electrónicas para iluminación fluorescente, variadores de velocidad para motores, variadores electrónicos de intensidad luminosa, etc. El comportamiento de estos receptores será analizado detalladamente más adelante en el capítulo 6 de aplicaciones de esta Guía.

Al ser dirigidas hacia tierra estas corrientes de alta frecuencia son captadas por los diferenciales, como cualquier otra fuga que se produzca en las líneas por debajo de un diferencial, y pueden llegar a afectar a la respuesta del relé de disparo de los diferenciales clase AC o clase A estándar de dos formas diferentes, dependiendo de la intensidad eficaz de dicha señal de alta frecuencia, es decir, de la cantidad de emisores de alta frecuencia acumulados por debajo de cada diferencial:

3 Principio de funcionamiento de los dispositivos diferenciales

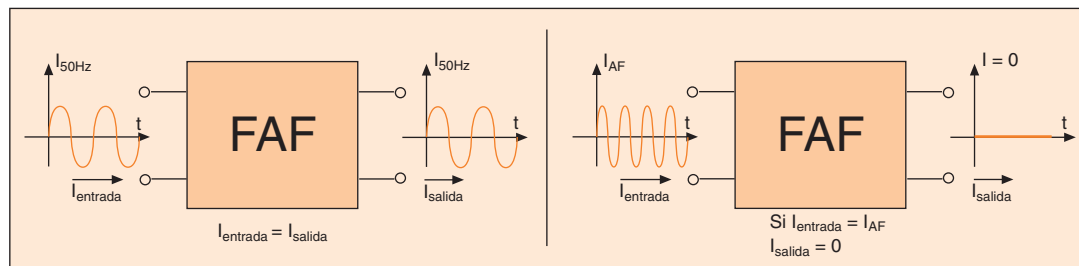


Fig. 3.22. Comportamiento del Filtro de Altas Frecuencias (FAF).

- **Disparos intempestivos, o**
- **Riesgo de no disparo del diferencial.**

El **filtro de altas frecuencias** que incorpora la nueva **gama Superinmunizada** evita estos problemas sobre el relé de disparo.

Para las altas frecuencias, este filtro actúa como un filtro “pasa-bajos”, asimilándose su comportamiento a un circuito abierto cuanto mayor es la frecuencia, es decir, no se transmite la corriente de alta frecuencia hacia el relé de disparo (ver la **figura 3.22**).

No obstante, sigue siendo capaz de transmitir hacia el relé de disparo la corriente a frecuencia industrial de 50 Hz generada por un posible defecto de fuga a tierra verdadero que se produzca simultáneamente a la perturbación de alta frecuencia. Así se garantiza en todo momento la protección para las personas y se minimizan al mismo tiempo los comportamientos incorrectos del diferencial.

El comportamiento de este filtro se ajusta a las prescripciones de la norma UNE 20572-2, presentada en el primer capítulo de esta Guía, donde se especifican los efectos sobre las personas de la corriente alterna a frecuencias superiores a 100 Hz. En ningún caso la atenuación de las corrientes de fuga a frecuencias superiores a 50 Hz realizada por el filtro, es superior al que sería admisible según esta norma. En dicha norma se puede ver como aumentan los niveles de corriente que se pueden considerar peligrosos para las personas al aumentar la frecuencia. Las corrientes necesarias para disparar un diferencial superinmunizado son siempre ligeramente inferiores a las consideradas peligrosas para las personas en cada frecuencia según la norma. Es decir, se garantiza la seguridad para las personas en todas las frecuencias, acercándose al máximo al límite admitido por la norma.

La frecuencia a partir de la cual el filtro de alta frecuencia produce un bloqueo prácticamente total a la transmisión de corriente hacia el relé de disparo es de 10 kHz. Veamos a continuación cómo y hasta qué nivel actúa este filtro de altas frecuencias, para evitar los dos problemas mencionados:

Disparos intempestivos

La atenuación de las corrientes de fuga a frecuencias superiores a 50 Hz pero que no alcanzan el nivel de kHz, es decir de frecuencias que se pueden considerar “intermedias”, hace que un diferencial Superinmunizado se comporte mejor que un diferencial clase AC o un clase A estándar, en las redes con presencia importante de **corrientes armónicas**. Tal como se verá en el capítulo 5 de esta Guía las corrientes armónicas hacen que sean mayores las corrientes de fuga capacitivas permanentes propias de toda red, aumentando el número de disparos intempestivos de los diferenciales estándar por esta causa.

Con la gama Superinmunizada se disminuye el número de disparos hasta el nivel tolerado por la norma UNE 20572-2.

Es decir, no se puede evitar al 100 % que un diferencial dispare ante fugas de corriente con componentes armónicos de, por ejemplo, orden 3 (150 Hz), o orden 5 (250 Hz), ya que a estas frecuencias la corriente todavía es peligrosa para las personas, según la norma.

Riesgo de no disparo o cegado del diferencial

La capacidad de actuación o de disparo del relé de un dispositivo diferencial residual tradicional se ve influida por la frecuencia de la señal. Es decir, la respuesta del relé de disparo depende de la frecuencia de la corriente de fuga detectada por el toroidal.

Al aumentar la frecuencia de la corriente se intensifica el fenómeno de bloqueo o “cegado” del relé de disparo. Depende del tipo de diferencial, según se observa en la **tabla 3.1**.

Tipo de diferencial	50 Hz	> 1 kHz	> 10 kHz	< 100 kHz
ID, 30 mA, clase AC	OK	Bloqueado	Bloqueado	Bloqueado
ID, 30 mA, clase A, “si”	OK	OK	OK	OK

Tabla 3.1. Comportamiento de un diferencial **multi 9** en función de la frecuencia.

En dicha tabla se ve que a partir de 1 kHz un diferencial estándar clase AC tiene riesgo de no disparo por bloqueo del relé de disparo.

Es decir, existe riesgo de no disparo si simultáneamente a la corriente de alta frecuencia se tiene una fuga a la frecuencia normal de 50 Hz. En la misma situación un diferencial **superinmunizado Merlin Gerin** mantiene invariable su respuesta ante un posible defecto a 50 Hz con corrientes superpuestas de hasta 100 kHz.

El **origen del bloqueo o cegado** es el siguiente:

Cuando el relé de disparo de un diferencial estándar recibe una corriente de alta frecuencia, la fuerza magnética creada por la corriente de alta frecuencia varía de sentido con una rapidez tan alta que el mecanismo de disparo (paleta+muelle) no

la puede seguir debido a su propia inercia mecánica que requiere que la corriente que tiene el sentido adecuado para abrir la paleta esté presente al menos un tiempo determinado.

El resultado es que queda “pegada” la paleta y no es capaz de responder (disparar) no sólo ante las fugas de corriente de alta frecuencia, que ya nos conviene pues no son peligrosas, sino tampoco ante fugas simultáneas de corriente a 50 Hz que sí son peligrosas.

Durante el bloqueo, en según qué condiciones, se puede llegar a percibir incluso una pequeña vibración producida por este “equilibrio” de fuerzas. En la gama **Superinmunizada** se ha hecho lo más adecuado para evitar este problema en el relé de disparo: no permitir que la corriente de alta frecuencia llegue hasta el mismo interponiendo un filtro de altas frecuencias.

c) Bloque de relé de disparo

En los diferenciales convencionales clase AC y clase A estándar el relé de disparo recibe señal eléctrica desde el toroidal de forma permanente. Esto puede producir los problemas siguientes:

■ Disparos intempestivos debidos a una presensibilización originada por las pequeñas fugas permanentes de corriente a 50 Hz, que siempre existen.

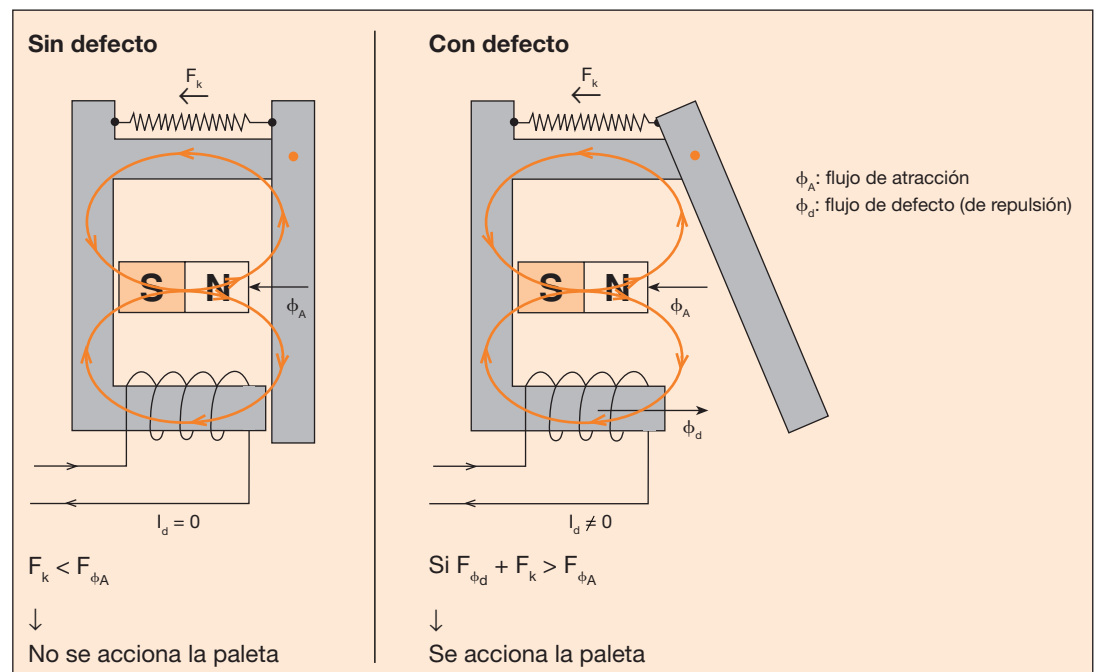


Fig. 3.23. Funcionamiento del relé de disparo.

3 Principio de funcionamiento de los dispositivos diferenciales

- Riesgo de bloqueo si esta señal fuera de alta frecuencia.
- Y sólo en el caso de los diferenciales clase AC, también se podría producir bloqueo si la señal fuera una corriente pulsante.

En la gama **Superinmunizada**, gracias al **circuito de verificación y disparo**, sólo llegará señal al relé en el caso de que la totalidad de filtros descritos antes “autoricen” el disparo, y haya que realizar el disparo del diferencial. Si la energía de la corriente a la salida de todos los circuitos anteriores es demasiado reducida, el circuito de verificación y disparo no dará la señal de apertura al relé. Este circuito efectúa la gestión final del disparo. La intensidad de salida del circuito de verificación y disparo llega al arrollamiento **del relé de disparo**, ver **fig. 3.23** en página anterior, originando una intensidad de campo magnético (H), el cual a su vez, en función de la permeabilidad magnética del material que constituye el núcleo férreo del relé de disparo (μ), provoca una inducción del campo magnético (B). Esta inducción, en función de la sección del relé de disparo, se convierte en un flujo magnético (Φ) en el interior del núcleo ferromagnético, que creará una fuerza magnetomotriz F_{Φ_d} que puede ser suficiente para vencer la fuerza de atracción magnética F_{Φ_A} ejercida sobre la paleta por un imán permanente (que tiende a atraer la paleta, es decir, a mantener cerrado el diferencial), originando finalmente la separación de la paleta que se verá ayudada por la fuerza de un muelle F_k que permite acelerar su rotación.

Dicho movimiento de la paleta abrirá los contactos del diferencial. En la **figura 3.23** se puede observar el estado del relé en caso de no tener defecto y en caso de que exista un defecto suficiente para provocar el disparo.

3.5 La tecnología Superinmunizada influye en Externas **SiE**

En numerosos lugares, tales como piscinas, industrias, puertos o campings, se ha observado que la acción fuerte y rápida de las sustancias corrosivas y

contaminantes que los rodean tienen consecuencias desastrosas en la propia aparamenta y, por lo tanto, en la seguridad de las personas e instalaciones.

Los ambientes agresivos presentan un riesgo elevado para el correcto funcionamiento de los dispositivos diferenciales. Un diferencial estándar, en este tipo de ambientes, sufre una rápida corrosión de su relé de disparo (**figs. 3.24 y 3.25**) que impedirá la apertura del circuito en caso de producirse un defecto de aislamiento. Por esta causa, al quedar inutilizado el dispositivo diferencial, la instalación quedará sin un dispositivo que garantice la seguridad de las personas (riesgo de electrocución) y de la propia instalación (riesgo de incendio).

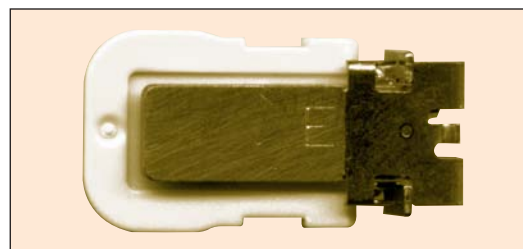


Fig. 3.24. Imagen superior de la parte móvil de un relé de disparo que no está afectado por la corrosión.

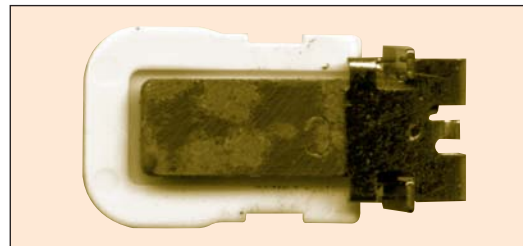


Fig. 3.25. Imagen superior de la parte móvil de un relé de disparo afectado por la corrosión.

Merlin Gerin ha desarrollado una nueva generación de protección diferencial que está especialmente adaptada para ser instalada en aquellos ambientes en entornos húmedos o contaminados por agentes agresivos (cloro, azufre, sal marina...).

■ La nueva tecnología especial influye en Externas

La principal innovación del nuevo diferencial **SiE** está relacionada con la capacidad de estanqueidad del relé y concretamente del entrehierro que es la parte más sensible del dispositivo. La fiabilidad de este elemento es crítica ya que asegura la función de disparo del diferencial.

La protección de las partes activas se ha transformado en inalterable gracias a una mayor estanqueidad del envoltorio y un revestimiento interno anticorrosión. Este proceso de fabricación patentado garantiza el mantenimiento en el tiempo de la eficacia de la protección diferencial dando como resultado una protección de las personas e instalaciones siempre operativa independiente del entorno de la instalación.

El relé diferencial se ha diseñado con una **doble barrera de protección** para oponerse a la agresividad medioambiental:

□ **Estanqueidad del relé aumentada.**

La primera barrera se compone de un cordón de estanqueidad que cierra las aberturas naturales del envoltorio del relé (ver **figura 3.26**).

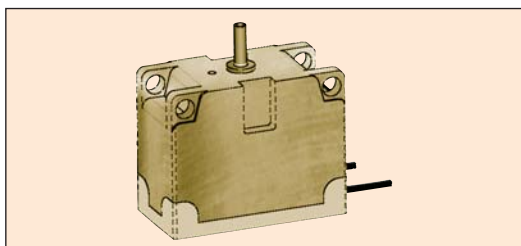


Fig. 3.26. Envoltorio estanco del relé de disparo.

□ **Revestimiento anticorrosión.**

Por otro lado, los propios entrehierros están revestidos con un depósito de carbono tipo diamante (DLC Diamant Like Carbone) conocido por su carácter inalterable (herramientas de corte, prótesis médicas...). Este revestimiento confiere una alta resistencia a la corrosión de todas las partes metálicas del relé diferencial (ver **figura 3.27**).

La colocación de este revestimiento se realiza mediante la técnica PACVD (Plasma Assisted Chemical Vapor Deposition) que permite realizar capas lo suficientemente homogéneas y finas.

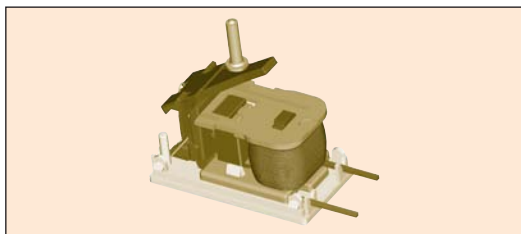


Fig. 3.27. Detalle del revestimiento anticorrosión del relé de disparo.

De igual forma, los dispositivos diferenciales **SzE** incorporan la tecnología

Superinmunizada “si” consiguiendo la máxima inmunidad tanto ante influencias externas como ante perturbaciones eléctricas.

3.6 La tecnología Superinmunizada Vigirex

■ **Máxima seguridad**

La protección de las personas contra los contactos directos está garantizada mediante un tiempo combinado de interrupción del circuito en efecto de menos de 40 ms.

Los relés diferenciales garantizan la protección de las personas contra los contactos directos al intervenir en menos de 40 ms cuando se ajustan con una sensibilidad de 30 mA y se asocian con interruptores automáticos e interruptores Merlin Gerin o Telemecanique de calibre máximo 630 A.

La protección de personas y de bienes contra los contactos directos se garantiza mediante una medida de la corriente de fuga optimizada.

La tolerancia de funcionamiento del umbral de protección $I\Delta n$ se reduce con respecto a la norma de protección diferencial.

Según la norma CEI 60947-2, el disparo instantáneo debe producirse entre 0,5 y 1 veces $I\Delta n$. Los relés Vigirex disparan entre 0,8 y 1 veces $I\Delta n$, aumentando así en un 60% la inmunidad a los disparos intempestivos (ver **figura 3.28**).

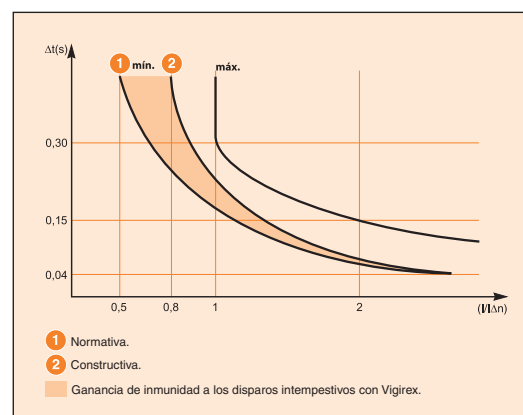


Fig. 3.28. Tolerancia de funcionamiento del umbral de protección $I\Delta n$.

3 Principio de funcionamiento de los dispositivos diferenciales

Curva de disparo en tiempo inverso

Durante la puesta en tensión de los circuitos, la curva de disparo en tiempo inverso permite evitar los disparos intempestivos debidos a las corrientes homopolares transitorias cortas, generadas por:

- Las corrientes transitorias importantes de determinados receptores (por ejemplo: motor, transformador BT/BT...).
- La carga de las capacidades entre los conductores activos y la tierra.

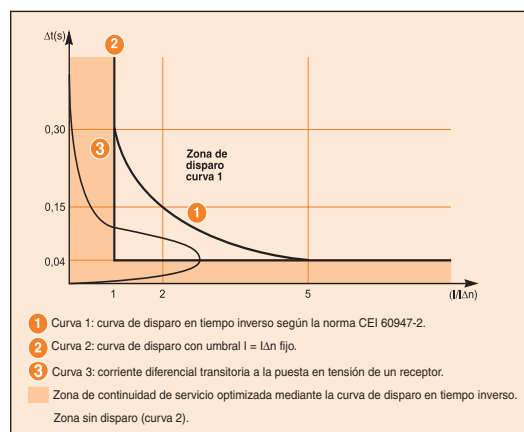


Fig. 3.29. Curva de disparo en tiempo inverso.

Filtrado en frecuencia

Los convertidores de frecuencia (por ejemplo: variador de velocidad) diseñados con IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor, transistor bipolar de puerta aislado) generan corrientes de fuga de alta frecuencia (HF) importantes.

En la utilización normal (sin defecto), estas corrientes de fuga de HF capacitivas que circulan por los conductores de la instalación no presentan peligro para el usuario. En general, los relés de protección diferencial son sensibles a estas corrientes de fuga naturales de HF.

En caso de fallo de aislamiento aguas abajo del convertidor de frecuencia, la corriente de defecto incluye componentes de corriente de alta frecuencia. Estas corrientes de defecto de HF no presentan los mismos efectos fisiológicos en el cuerpo humano que las corrientes de 50/60 Hz (ver figura 3.30).

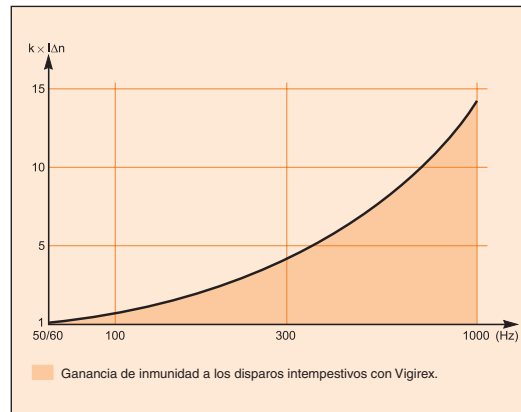


Fig. 3.30. Filtrado en frecuencia.

El filtrado en frecuencia de los relés diferenciales de la gama Vigirex está estudiado para garantizar:

- Una protección máxima en caso de fallo de aislamiento.
- Una continuidad de servicio particularmente optimizada con este tipo de receptor.

La medida rms de las corrientes de fuga a tierra

Gracias a la medida rms de las corrientes de defecto, los relés de protección diferencial pueden medir todo tipo de señal y calcular su valor eficaz real y ponderado en función del filtrado en frecuencia.

La medida rms de las corrientes de fuga a tierra, el filtrado en frecuencia, la tolerancia del umbral de protección reducida y la curva de disparo en tiempo inverso integrados en los relés Vigirex optimizan la protección de las personas y de los bienes y la continuidad de servicio.



Fig. 3.31. Resumen de la tecnología Superinmunizada Vigirex.

4

Normas de fabricación de los dispositivos diferenciales

4.1	Normas aplicables a cada tipo de diferencial	44
4.2	Evolución de las normas UNE-EN 61008 y UNE-EN 61009	45
4.3	Principales características de las normas	45
4.4	Principales ensayos normalizados	48
4.5	Ensayos de compatibilidad electromagnética (CEM)	52



4 Normas de fabricación de los dispositivos diferenciales

Actualmente, a nivel mundial las normas son emitidas por la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI) y son asumidas en Europa como norma europea por el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC). Los dispositivos de protección diferencial se fabrican según las normas específicas de producto que van actualizándose de acuerdo con la evolución tecnológica con el objetivo añadido de homogeneizar las legislaciones de los diferentes países europeos. En este capítulo serán descritas las principales características de los diferenciales definidas por estas normas, así como alguno de los ensayos más significativos, incluyendo específicamente los relativos a compatibilidad electromagnética (CEM).

4.1 Normas aplicables a cada tipo de diferencial

Existen varias normas de fabricación de los dispositivos diferenciales residuales, dependiendo de su tecnología y su aplicación. Estas normas establecen los parámetros de fabricación y características técnicas (ensayos, etc.) que deben cumplir los aparatos, en función de su sector de aplicación, prestaciones deseadas, etc. A continuación, en la **tabla 4.1**, se presenta un resumen sobre qué Norma de referencia se sigue para la fabricación de cada tipo de Dispositivo Diferencial Residual (DDR):

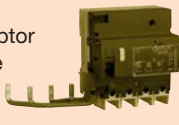
Tipo de DDR	Normas de referencia actualmente en vigor	Título de la norma
Interruptor magnetotérmico y diferencial terminal 	UNE-EN 61009	Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, con dispositivo de protección contra sobrecorrientes incorporado, para usos domésticos y análogos.
Interruptor diferencial ID de carril DIN 	UNE-EN 61008	Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, sin dispositivo de protección contra sobrecorrientes, para usos domésticos y análogos.
Interruptor automático magnetotérmico y diferencial monobloque de carril DIN 	UNE-EN 61009	Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, con dispositivo de protección contra sobrecorrientes incorporado, para usos domésticos y análogos.
Bloque diferencial adaptable a interruptor magnetotérmico de carril DIN ≤ 125 A 	UNE-EN 61009	Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, con dispositivo de protección contra sobrecorrientes incorporado, para usos domésticos y análogos.
Bloque diferencial adaptable a interruptor magnetotérmico de carril DIN de potencia 	UNE-EN 60947-2	Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
Relé diferencial con toro separado 	UNE-EN 60947-2	Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.
Bloque diferencial adaptable para interruptores automáticos de caja moldeada 	UNE-EN 60947-2	Interruptores automáticos con protección incorporada por intensidad diferencial residual.

Tabla 4.1. Tabla resumen de normas de referencia para la fabricación de los Dispositivos Diferenciales Residuales (DDR).

4.2 Evolución de las normas UNE-EN 61008 y UNE-EN 61009

En 1989 se creó la norma CEE 27 (basada en la antigua norma doméstica para las protecciones diferenciales), ver **figura 4.1**. En 1993 se adoptaron las normas CEI 1008 y CEI 1009 para el resto del mundo. Las normas CEI 1008 y CEI 1009 constituyen la base de trabajo, en el ámbito europeo CENELEC, para la preparación de las nuevas normas que tratan sobre los interruptores diferenciales ID (CEI 1008) e interruptores automáticos diferenciales (CEI 1009), que responden a las exigencias de utilización (doméstico y similar) específicas de cada país europeo.

El CENELEC aprobó las dos normas en marzo de 1994 fijando las siguientes fechas límite:

- Fecha límite de publicación de una norma nacional idéntica 01.07.1996.
- Fecha límite de retirada de las normas nacionales divergentes 01.07.2000.

En España ambas normas fueron publicadas por Aenor en 1996, antes de la fecha límite, denominándose UNE-EN 61008 y UNE-EN 61009, respectivamente. La conformidad de los productos con las especificaciones de estas normas garantiza la conformidad con los requisitos esenciales de la Directiva 73/23/CEE (Directiva de Baja Tensión) y con su modificación 93/68/CEE.

Estas dos normas, pese a ser aplicables en toda Europa, difieren en algún punto en algunos países. En la **tabla 4.2** se indican algunas de estas diferencias.

4.3 Principales características de las normas

Todas las normas de fabricación mencionadas al inicio del capítulo definen las clases, valores de umbrales o sensibilidades, así como curvas de disparo para los diferenciales:

■ Diferenciales de clase AC, A o B a elegir en función de la corriente a detectar

La corriente que circula en las redes eléctricas es cada vez menos senoidal, por lo que la norma general de protección diferencial CEI 755 ha definido tres tipos de diferenciales: los de clases AC, A y B, según la corriente diferencial a detectar (ver **fig. 4.2** en pág. 46).

- El clase AC, para las corrientes alternas senoidales.

País	Características específicas
Alemania, Suiza, Bélgica	Sólo acepta dispositivos clase A.
Holanda, Bélgica	Autoriza tecnología con fuente auxiliar de alimentación. No considera el interruptor diferencial como un aparato de corte.
Irlanda, Reino Unido	Acepta dispositivos sin corte del neutro hasta 01/07/2010.

Tabla 4.2. Características específicas de algunos países.

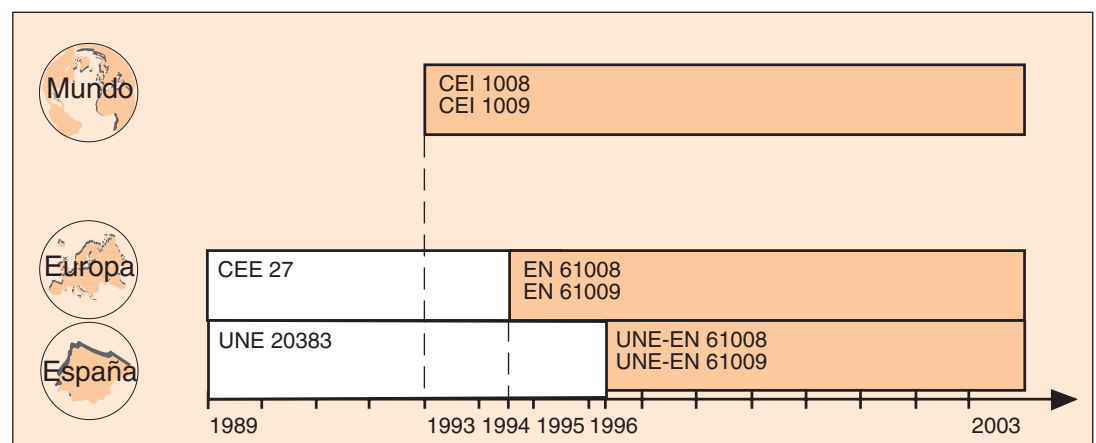


Fig. 4.1. Evolución de las normas.

4 Normas de fabricación de los dispositivos diferenciales

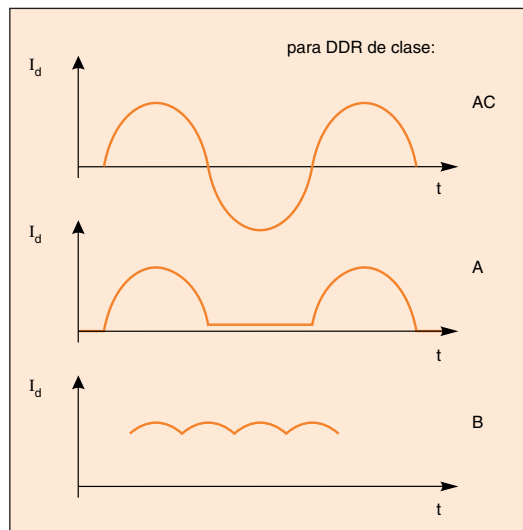


Fig. 4.2. Corrientes de defecto detectables por cada DDR previstas por las normas de construcción de los diferenciales.

□ El clase A, para las corrientes alternas senoidales, continuas pulsantes, o continuas pulsantes con una componente continua de 6 mA, con o sin control del ángulo de fase, que estén aplicadas bruscamente o que aumenten lentamente.

□ El clase B, para las mismas corrientes que la clase A pero, además, para las procedentes de rectificadores:

- De simple alternancia con una carga capacitiva que produce una corriente continua alisada.
- Trifásicos de alternancia simple o doble.

■ Sensibilidades ($I_{\Delta n}$)

Las sensibilidades o corrientes diferenciales de funcionamiento asignadas ($I_{\Delta n}$) están normalizadas por la CEI:

- Alta sensibilidad AS: 10-30 mA.
- Media sensibilidad MS: 100-300 y 500 mA.

□ Baja sensibilidad BS: 1-3-5-10 y 20 A.

Es evidente que la AS se utiliza con más frecuencia en protección contra los contactos directos, mientras que las otras sensibilidades (MS y BS) se utilizan para todas las otras necesidades de protección, contra los contactos indirectos (esquema TT), riesgos de incendio y de destrucción de las máquinas.

En todas las normas de protección diferencial se indica que el valor mínimo admitido de la corriente diferencial de no funcionamiento ($I_{\Delta no}$) es $0,5 I_{\Delta n}$. Es decir que las normas admiten como margen correcto de disparo de un diferencial a los valores comprendidos entre $I_{\Delta n}$ y $0,5$ veces $I_{\Delta n}$.

■ Curvas de disparo

Tienen en cuenta los estudios mundiales realizados sobre el riesgo eléctrico, UNE 20572 o CEI 479 (ver capítulo 1 de esta Guía), y en particular:

- Los efectos de la corriente en el caso de la protección contra los contactos directos.
- La tensión límite de seguridad en el caso de la protección contra los contactos indirectos.

En el campo doméstico y análogo, las normas UNE-EN 61008 (interruptores diferenciales) y UNE-EN 61009 (interruptores automáticos diferenciales) definen valores normalizados de los tiempos de funcionamiento (ver **tabla 4.3** que corresponde a las curvas de funcionamiento general instantáneo (G) y selectivos (S) de la **fig. 4.3**):

- La curva G para los diferenciales **instantáneos**.

Tabla 4.3. Valores normalizados del tiempo máximo de funcionamiento y del tiempo de no funcionamiento de un diferencial según normas UNE-EN 61008 y UNE-EN 61009.

Tipo	I_n (A)	$I_{\Delta n}$ (A)	Valor normalizado (en segundos) a:				
			$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	500 A	
General o instantáneo (G)	Todos los valores	Todos los valores	0,3	0,15	0,04	0,04	Tiempo máximo de funcionamiento
Selectivo (S)	> 25	> 0,030	0,5	0,2	0,15	0,15	Tiempo máximo de funcionamiento
			0,13	0,06	0,05	0,04	Tiempo mínimo de no respuesta

protección diferencial BT

Tipo	$I_{\Delta n}$ (A)	Valor normalizado (en segundos) a:			
		$I_{\Delta n}$	$2 I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$	10 A
No temporizado (instantáneo)	Todos los valores	0,3	0,15	0,04	0,04
Temporizado (1)	$> 0,03$	0,5	0,2	0,15	0,15

Tabla 4.4. Valores normalizados del tiempo máximo de funcionamiento de un diferencial según norma UNE-EN 60947-2 anexo B.

(1) Valores suponiendo un tiempo mínimo de no respuesta (0,06 s).

– El tiempo de no respuesta se define a $2 I_{\Delta n}$ y el valor mínimo admitido es de 0,06 s y el máximo de 1 s (para protección contra contactos indirectos).

– Los valores preferenciales de tiempos de no respuesta a $2 I_{\Delta n}$ son: 0,06 - 0,1 - 0,2 - 0,3 - 0,4 - 0,5 - 1 s.

– En caso de tiempo de no respuesta $> 0,06$ s, el fabricante debe comunicar la característica corriente diferencial - tiempo de disparo correspondiente.

□ La curva S para los diferenciales **selectivos** del nivel de la temporización más baja.

Para los interruptores automáticos diferenciales de potencia, los tiempos de disparo figuran en el anexo B de la norma UNE-EN 60947-2. Ver **tabla 4.4**.

Todas estas normas definen el tiempo máximo de funcionamiento en función de la relación $I_d/I_{\Delta n}$ para los diferenciales con tiempo de respuesta dependiente (habitualmente electromagnéticos).

Los diferenciales electrónicos utilizados sobre todo en la industria y el gran terciario, tienen generalmente un umbral y una temporización regulables y su tiempo de respuesta es independiente de la corriente de defecto, pero la nueva gama de diferenciales electrónicos con toroidal separado **Vigirex** de **Merlin Gerin** es a tiempo inverso (a mayor corriente de fuga menor tiempo de respuesta).

Es necesario recordar que la UNE 20460 prevé los tiempos máximos de corte en los circuitos terminales para los esquemas TN e IT. Para el esquema TT, el tiempo de funcionamiento de los diferenciales se elige

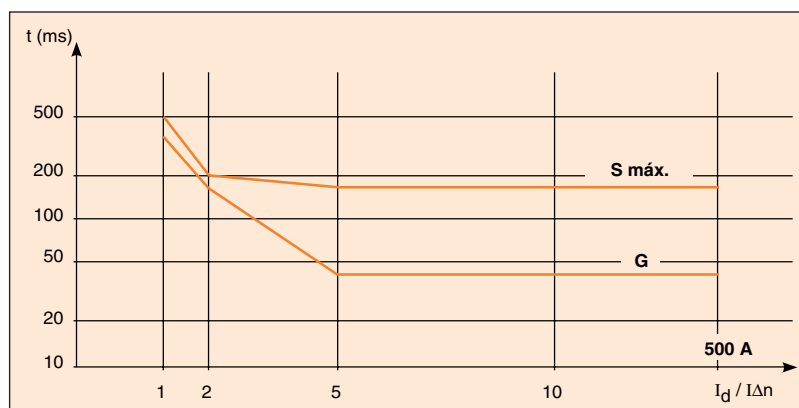
en función de la tensión de contacto, en la práctica, los diferenciales de tipo instantáneo (G) y selectivos (S) son adecuados en los circuitos terminales para tensiones de red $\leq 230/440$ V. La norma precisa también que un tiempo de 1 s está admitido en esquema TT para los circuitos de distribución, con el fin de establecer los niveles de selectividad adecuados para asegurar la continuidad de servicio.

Además de las características de la función diferencial mencionadas más arriba, las normas de productos fijan también:

- La resistencia a los choques mecánicos y a las sacudidas.
- La temperatura ambiente y la humedad.
- La endurancia mecánica y eléctrica.
- La tensión de aislamiento, resistencia a la onda de choque.
- Los límites CEM.

Prevén también unos ensayos de tipo y comprobaciones periódicas de calidad y de las prestaciones realizadas, bien por el fabricante, bien por organismos homologados. Algunos de los ensayos realizados por el fabricante se pueden ver en el apartado siguiente. De este modo se

Fig. 4.3. Curvas de tiempo máximo de funcionamiento para interruptores diferenciales e interruptores automáticos diferenciales para uso general instantáneo G y selectivos (S), según UNE-EN 61008 y UNE-EN 61009.



4 Normas de fabricación de los dispositivos diferenciales

garantiza al usuario la calidad de los productos y la seguridad de las personas. Los diferenciales pueden llevar también marcas de calidad, por ejemplo: N de Aenor en España.

4.4 Principales ensayos normalizados

■ Ensayos sobre ID e interruptores automáticos diferenciales

Los principales ensayos de las normas UNE-EN 61008 y UNE-EN 61009 se detallan a continuación.

■ Envolvente

Este ensayo consiste en comprobar la resistencia al fuego de la envolvente plástica del DDR (ver a continuación ensayo de “Resistencia al calor anormal y al fuego”):

□ La envolvente debe resistir un hilo incandescente a 960 °C (ver descripción ensayo en pág. 50).

■ Ensayo diferencial

Este ensayo consiste en comprobar el disparo del diferencial con una corriente de I_n , $2 I_n$ y después 500 A, simultáneas al defecto diferencial.

Este ensayo sirve para comprobar si el diferencial dispara con fuga a tierra y sobrecarga simultáneas en la red (ej.: en un motor trifásico se produce una fuga a tierra, resultando una sobrecarga en las otras fases).

■ Poder de cierre y de corte diferencial asignado $I_{\Delta m}$

Este ensayo consiste en abrir o cerrar un circuito con una corriente de fuga residual $I_{\Delta m}$ igual a $10 I_n$ con un mínimo de 500 A (ver fig. 4.4):

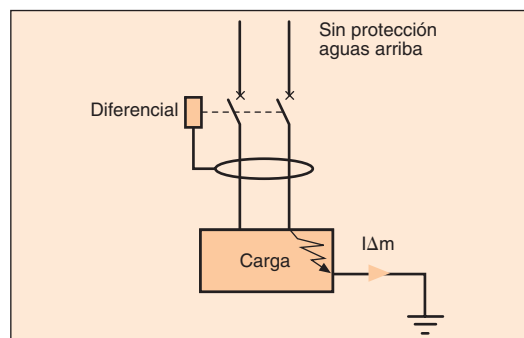


Fig. 4.4. Ensayo $I_{\Delta m}$.

□ $I_{\Delta m}$ es un valor asignado, definido por el fabricante, y aparece en el producto o en la documentación del producto.

□ Este ensayo está realizado sin protección aguas arriba. El diferencial debe ser apto para funcionar en condiciones normales al finalizar el ensayo.

□ Después del disparo por fuga a tierra, el diferencial no puede volver a cerrarse si el defecto no ha sido eliminado.

■ Poder de cierre y de corte asignado I_m

Este ensayo consiste en alimentar el diferencial a una corriente I_m igual a $10 I_n$ con 500 A, como mínimo (ver fig. 4.5):

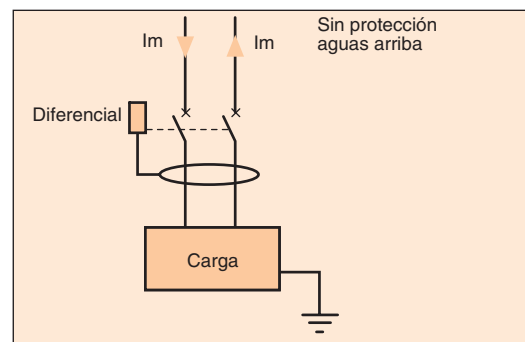


Fig. 4.5. Ensayo I_m .

□ I_m es un valor asignado, definido por el fabricante, y aparece en el producto o en la documentación sobre el producto.

□ Este ensayo está realizado sin protección aguas arriba. El diferencial debe ser apto para funcionar en condiciones normales al finalizar el ensayo.

■ Corriente condicional asignada de cortocircuito I_{nc} (sólo para ID, UNE EN 61008)

Este ensayo consiste en comprobar el comportamiento del diferencial con una corriente de cortocircuito I_{nc} y verificar la asociación del diferencial con una protección (magnetotérmico o fusible), aguas arriba (ver fig. 4.6):

□ I_{nc} es un valor definido por el fabricante.

■ Corriente diferencial asignada condicional de cortocircuito $I_{\Delta c}$ (sólo para ID, UNE-EN 61008)

Esta prueba consiste en comprobar el comportamiento del diferencial con una corriente residual de cortocircuito $I_{\Delta c}$ (ver fig. 4.7):

protección diferencial BT

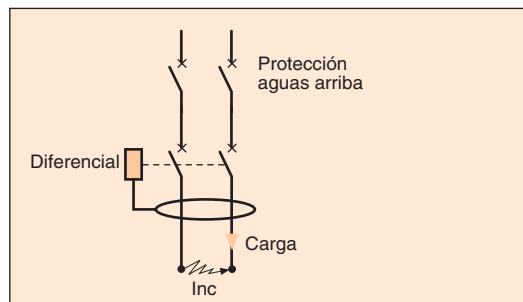


Fig. 4.6. Ensayo Inc.

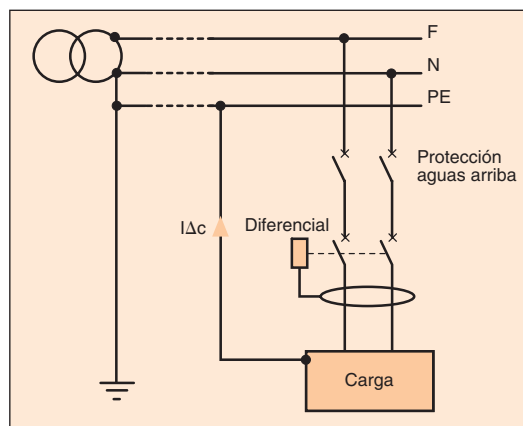


Fig. 4.7. Ensayo Idc. Régimen TN.

□ Idc es un valor definido por el fabricante.

■ Condiciones de ensayo

Este ensayo consiste en comprobar, durante las secuencias de ensayo (Idm, Idc, Inc, etc.), que ningún fenómeno externo (químico, térmico, mecánico, eléctrico, etc.) pondrá en peligro a los usuarios del diferencial en condiciones normales de utilización (ver fig. 4.8).

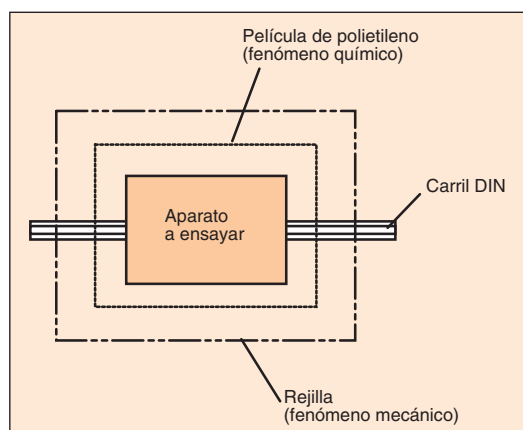


Fig. 4.8. Condiciones de ensayo.

■ Resistencia a las perturbaciones electromagnéticas

Este ensayo consiste en comprobar la capacidad del diferencial para limitar los disparos intempestivos debidos a

sobretensiones transitorias, armónicos presentes en la red, sobretensiones de maniobra, etc.:

□ El diferencial debe resistir la onda impulsional 0,5 μ s/100 kHz.

□ Los diferenciales de Merlin Gerin también resisten la onda impulsional de corriente 8/20 μ s.

□ El impulso 0,5 μ s/100 kHz es un impulso oscilatorio amortiguado muy semejante a las perturbaciones electromagnéticas que se producen habitualmente en las redes de baja tensión durante las conmutaciones y que circulan por las capacidades de la red. Ver apartado 4.5 de este capítulo para más detalles sobre estos ensayos de compatibilidad electromagnética (CEM) y otros.

■ Propiedades dieléctricas

a) Nivel de aislamiento

Este ensayo garantiza el nivel de aislamiento entre las partes activas entre sí y entre las partes activas y tierra. Consiste en verificar que, en caso de sobretensiones transitorias de tipo 1,2/50 μ s, el diferencial tiene un cierto nivel de aislamiento que garantiza a los usuarios y a los operadores la seguridad de la instalación.

Nivel de aislamiento mínimo requerido:

□ Entre partes activas: 6 kV máx.

□ Entre las partes activas y la tierra: 8 kV máx.

b) Rigidez dieléctrica

Este ensayo consiste en aplicar 2000 V (= 2 Ui + 1000), suministrando una corriente mínima de 0,2 A entre los terminales de aguas arriba y aguas abajo del diferencial, en la posición de abierto. El ensayo demuestra que el diferencial se comporta como un aparato seccionador que garantiza el aislamiento entre los bornes aguas arriba y aguas abajo.

■ Tipo S o selectivos

Las normas UNE-EN 61008 y 61009 armonizan las características específicas de los diferenciales tipo S o selectivos. Para este tipo de diferencial se realizan dos ensayos adicionales:

□ Un ensayo que garantiza la resistencia a los disparos intempestivos de origen transitorio (ej.: sobretensiones de origen atmosférico, sobretensiones debidas a maniobras, etc.).

4 Normas de fabricación de los dispositivos diferenciales

Este ensayo se lleva a cabo con la onda impulsional de corriente de $8/20 \mu\text{s}$ con un valor mínimo de 3 kA cresta.

- Un ensayo para normalizar el tiempo de no respuesta del diferencial, tipo S, con una corriente diferencial $I_{\Delta n}$, $2 I_{\Delta n}$ y 500 A.

El propósito de este ensayo es asegurar que los diferenciales de tipo S garanticen un nivel de selectividad de corriente diferencial con los diferenciales instantáneos colocados aguas abajo para cualquier corriente diferencial $I_{\Delta n}$.
Ej.: a $I_{\Delta n}$ el tiempo de no respuesta es igual a 130 ms, a 500 A el tiempo de no respuesta es igual a 40 ms.

■ Ensayo a -25°C

Este ensayo garantiza que el diferencial, sometido a bajas temperaturas ($\leq 25^{\circ}\text{C}$), mantiene las mismas prestaciones sin modificar sus características nominales. Se aplica a los clase A.

■ Resistencia térmica

Este ensayo comprueba el comportamiento de los diferenciales asociados a dispositivos de protección magnetotérmicos aguas arriba. Este ensayo define el esfuerzo térmico máximo resistido por el diferencial a su corriente máxima I_n y a una sobrecarga determinada. También define el esfuerzo térmico máximo resistido cuando se produce un cortocircuito y está asociado con una protección magnética.

■ Fijación sobre el carril

Este ensayo asegura que el diferencial instalado sobre un carril simétrico de 35 mm resiste una fuerza de 50 N que se produce durante la apertura o cierre manual del diferencial, así como las fuerzas que se dan al conectar los cables en el diferencial.

■ Resistencia al calor anormal y al fuego

Las normas prevén una prueba (ya adoptada por los interruptores automáticos magnetotérmicos y, más en general, por muchos aparatos de baja tensión), cuyo objetivo es definir la calidad del material aislante utilizado en la construcción del diferencial, verificando su comportamiento ante el fuego. En particular, se exige la prueba del hilo incandescente prevista en la norma CEI 695-2-1 (capítulos 4 a 10) bajo las siguientes condiciones:

- Para la partes exteriores en material aislante de los ID necesarias para mantener en su posición las partes que transportan la corriente y las partes del circuito de protección, por el ensayo realizado a la temperatura de $960^{\circ}\text{C} \pm 15^{\circ}\text{C}$.

- Para todas las otras partes exteriores en material aislante, por el ensayo realizado a la temperatura de $650^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$.

El ensayo al hilo incandescente se realiza para asegurar que un hilo de ensayo calentado eléctricamente en las condiciones de ensayo definidas no inflamará las partes aislantes, o que una parte de material aislante que se pueda inflamar en las condiciones definidas, a causa del hilo de ensayo calentado, quema durante un tiempo limitado, sin propagar el fuego por llama o partes inflamadas o por gotas caídas de la parte en ensayo.

El aparato supera la prueba si se verifica una de las siguientes condiciones:

- No hay ninguna llama visible o incandescencia prolongada.
- La llama o incandescencia se extingue espontáneamente antes de 30 s desde la retirada del hilo incandescente.

■ Fiabilidad con severidad de 28 días de prueba

Es una prueba que sirve para verificar el correcto funcionamiento del diferencial al término de 28 ciclos diarios de calor y humedad que simulan condiciones ambientales especialmente extremas, correspondiente a las solicitaciones medias por año de los aparatos. La prueba se basa sobre lo previsto en la norma CEI 68-2-30. Después de la ejecución de los 28 ciclos diarios a valores variables prefijados de temperatura y humedad, precedido de una condición inicial y seguido de un período de restablecimiento de la condición inicial, el interruptor diferencial verifica su tiempo de disparo ante una corriente diferencial y una carga de $1,25 I_n$. El objetivo de esta prueba es la de comprobar la fiabilidad del aparato en su función más delicada (disparo diferencial), cuando pueda encontrarse en condiciones ambientales previstas o predecibles a lo largo de su vida media. El instalador debe garantizar el correcto funcionamiento del aparato durante

su funcionamiento instalándolo en condiciones razonablemente similares a aquellas previstas en la norma (grado de protección adecuado, protección de temperatura y/o humedad no prevista, etc.). Además el usuario final debe verificar periódicamente el funcionamiento mediante el botón de prueba, el cual resulta útil para la conservación del mecanismo de disparo.

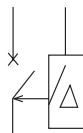
■ Interruptor diferencial con disparo por sobreintensidad incorporado, montado por el instalador (dispositivo diferencial adaptable)

Esto se trata en el Apéndice G de la norma UNE-EN 61009-1; aquí se dan prescripciones adicionales referentes al marcaje, la construcción y la compatibilidad eléctrica y mecánica entre el bloque diferencial y el interruptor automático al cual va asociado. En particular, el Apéndice G se aplica a los interruptores automáticos diferenciales constituidos de un interruptor automático conforme a las prescripciones de la UNE-EN 60898 y de un dispositivo diferencial conforme a las prescripciones de la norma UNE-EN 61009 proyectado para ser montado en el lugar de utilización, según las instrucciones del fabricante.

El dispositivo diferencial adaptable realiza simultáneamente la función de captación de la corriente diferencial y comparación del valor de esta corriente con el valor de la corriente diferencial de disparo (sensibilidad, $I_{\Delta n}$) e incorpora un dispositivo mecánico para accionar el mecanismo de disparo del interruptor automático con el cual está asociado.

Además de indicarse las principales prestaciones y características, en el dispositivo diferencial deben estar indicadas:

- La corriente nominal máxima del interruptor automático con el que puede asociarse.
- El símbolo:



Por seguridad y para evitar modificaciones inoportunas en el transcurso de la vida del aparato, en la norma se pide que:

- Debe ser posible montar el bloque diferencial tan sólo una vez.
- Cada vez que se desmonte debe dejar evidencia de daño permanente. Ejemplo: mediante rotura de alguna parte de la tapa cubrebornes en los dispositivos Vigi **multi 9**.

Además, el interruptor automático y el dispositivo diferencial deben adaptarse fácilmente y de manera correcta, y el diseño debe ser tal que sea imposible un montaje incorrecto. Es deber del fabricante dar las instrucciones adecuadas para la instalación y el funcionamiento de cada bloque diferencial.

El Apéndice G define cuáles son las pruebas adicionales que el dispositivo diferencial debe superar para garantizar la conformidad con todas las prescripciones de la norma. Naturalmente el interruptor automático y el dispositivo diferencial al cual se acopla, según la norma UNE-EN 61009-1, debe llevar escrito el nombre del fabricante o la marca de fábrica.

■ Comportamiento de los interruptores automáticos diferenciales en condiciones de cortocircuito

Un interruptor automático diferencial, según UNE-EN 61009, equivale al correspondiente interruptor automático (con iguales I_n , I_{cn} e I_{cs}), respecto al comportamiento en condiciones de cortocircuito. Sobre este aspecto, los valores preferenciales de poder de corte nominal son los siguientes: 1500 A - 3000 A - 4500 A - 6000 A - 10000 A - 15000 A - 20000 A - 25000 A análogamente a lo especificado para los interruptores automáticos magnetotérmicos en la norma UNE-EN 60898.

Al final del presente capítulo (páginas 54 y 55) se pueden ver las tablas resumen de los principales ensayos normativos.

4 Normas de fabricación de los dispositivos diferenciales

4.5 Ensayos de compatibilidad electromagnética (CEM)

La Directiva Europea sobre CEM (compatibilidad electromagnética) obliga a controlar los parásitos eléctricos y sus efectos: un aparato no puede ser perturbado ni perturbar a su entorno. En efecto, los fabricantes de todo equipo eléctrico deben cumplir ciertas normas de CEM. Los DDR se ensayan en términos de compatibilidad electromagnética (emisión y susceptibilidad), según la Directiva Europea que prescribe el respeto a un cierto número de normas. Concretamente, en las normas UNE-EN 61008 y 61009 se prescribe el cumplimiento de la norma CEI 1543 titulada "Compatibilidad Electromagnética para DDR para usos domésticos y análogos".

En todo caso, las instalaciones eléctricas generan o transmiten perturbaciones, que pueden afectar en mayor o menor medida a los diferenciales, y contra las cuales éstos se deben inmunizar, cumpliendo así las normas respectivas. Estas perturbaciones pueden ser permanentes o transitorias,

alternas o impulsionales, de baja o de alta frecuencia. Pueden ser conducidas o inducidas, de modo común o diferencial, de origen interno o externo a los edificios. Una de las perturbaciones más importantes son las sobretensiones transitorias.

■ Comportamiento ante sobretensiones transitorias

Los diferenciales pueden ser sensibles a la caída de rayos, en particular sobre las redes aéreas ya que están más sujetas a perturbaciones atmosféricas. En efecto, según la distancia del elemento generador, una red BT puede verse sometida a:

- Una sobretensión que aparezca entre los conductores activos y tierra, con la perturbación fugándose aguas arriba de los diferenciales (**fig. 4.9 c**).
- Una sobreintensidad de la cual una parte se fuga aguas abajo de los diferenciales a través de las capacidades parásitas (**fig. 4.9 a**).
- Una sobreintensidad que detecta el diferencial y que se debe a una sobretensión del tipo anterior 4.9 c (**fig. 4.9 b**).

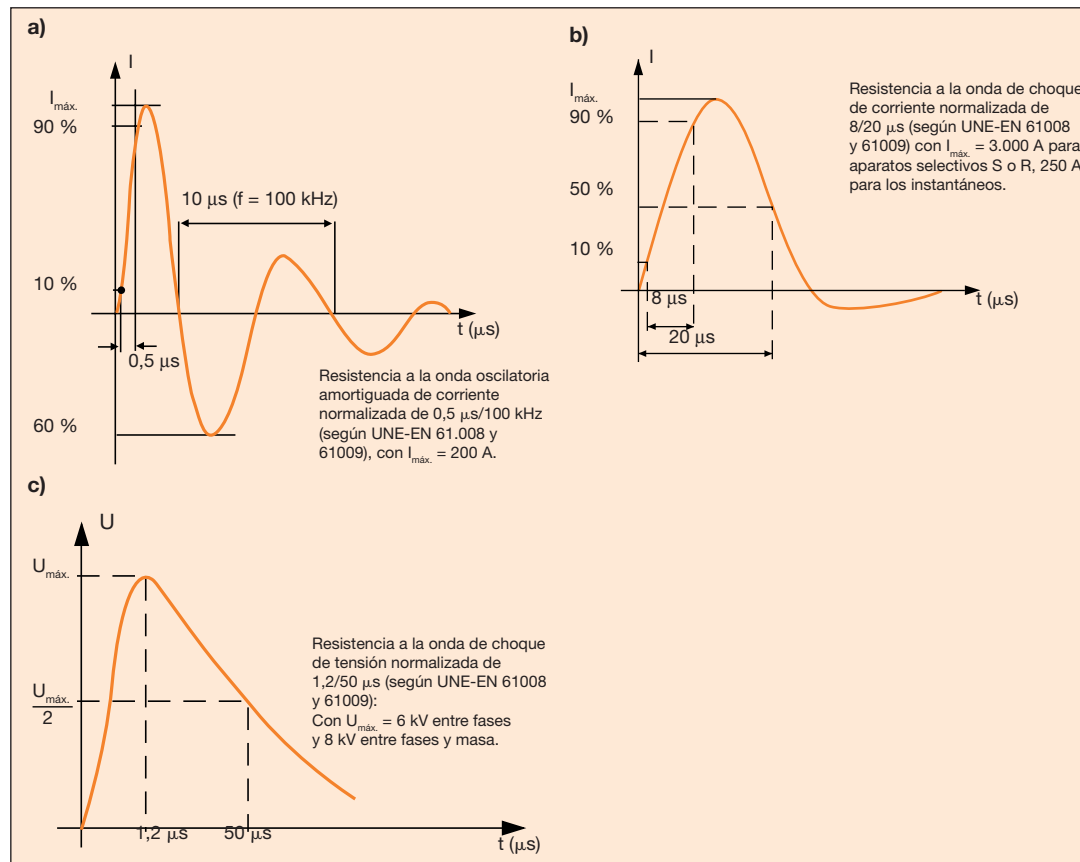


Fig. 4.9. Ondas de choque normalizadas de tensión y corriente.

Se conocen las soluciones técnicas para estos efectos y son utilizadas por los fabricantes de diferenciales, como por ejemplo:

- Para los relés electromagnéticos, la disposición de un filtro contra transitorios sobre el circuito de excitación del relé de disparo.
- Para los relés electrónicos, la utilización de un filtro pasa bajos al nivel de la entrada de la señal.

Los DDR inmunizados contra estas corrientes parásitas están previstos por las normas de fabricación y se denominan diferenciales de tipo S o selectivos ($I\Delta n \geq 300 \text{ mA}$). Pero **Merlin Gerin** propone aparatos de alta sensibilidad e inmunidad reforzada, como los diferenciales de la gama **multi 9** del tipo **superinmunizado** (con $I\Delta n \leq 30 \text{ mA}$), o de la gama Vigirex con toro separado.

Habiendo resuelto esta dificultad, la calidad de servicio de la instalación depende en este caso tan sólo de la correcta elección de los aparatos.

■ Influencia de la elección durante la concepción de instalaciones

Los prescriptores e instaladores pueden influir durante la concepción de la instalación en la consecución de una correcta compatibilidad electromagnética, especialmente durante la elección del régimen de neutro. Por ejemplo, deben saber que en esquema TN varios tipos de corriente son la causa de las perturbaciones por radiación en los materiales sensibles:

- Durante un defecto de aislamiento, corrientes importantes circulan por el PE, por las masas de los aparatos y por las estructuras.
- En esquema TN-C, son las corrientes de desequilibrio de las cargas las que circulan de forma permanente por las estructuras metálicas de los edificios.
- En esquema TN-S, esas corrientes de desequilibrio aparecen también durante un defecto de aislamiento entre el neutro y el conductor de protección. Además, este defecto, no detectable por las protecciones de sobrecorriente, cambia, de forma no deseada, el esquema TN-S a TN-C.

4 Normas de fabricación de los dispositivos diferenciales

Resumen de los principales ensayos normalizados por UNE-EN 61008 y UNE-EN 61009

Aspecto normalizado	Descripción del ensayo	CEE 27(*)	Valor aportado
Envoltorio	Resistencia al calor y a la llama mediante el ensayo del hilo incandescente (960 °C).	Ninguno	Seguridad de las instalaciones
Ensayos diferenciales	Medidas más importantes. Ensayos a I_n , 2 I_n ,..., 500 A.	Ninguno	Seguridad de las instalaciones
Poder de cierre y de corte diferencial asignado $I_{\Delta n}$	Operación a $I_{\Delta n}$. Valor fijado por el fabricante. Ensayo realizado sin dispositivo de protección asociado.	Ninguno	Ejecución de funciones
Poder de cierre y de corte asignado I_n	Valor de I_n definido por el fabricante con un mínimo de 10 I_n o 500 A si 10 I_n es inferior.	Ensayo simple a 10 I_n	Ejecución de funciones
Poder de corte en el caso de cortocircuito I_{nc} (sólo UNE-EN 61008)	Valor de I_{nc} fijado por el fabricante. Este ensayo está realizado con un dispositivo de protección asociado que puede ser un fusible o un interruptor. Posición de Merlin Gerin $I_{nc} = I_{\Delta c} = 10$ kA con un fusible de 100 A. Se está haciendo una tabla de valores de I_{nc} en función de DPCC.	Ensayo de ejecución con hilo de plata normalizado	Ejecución de funciones
Poder de corte en el caso de cortocircuito diferencial $I_{\Delta c}$ (sólo UNE-EN 61008)	Valor de $I_{\Delta c}$ fijado por el fabricante. Este ensayo se realiza asociado con una protección que puede ser un fusible o un interruptor.	Ninguno	Ejecución de funciones
Condiciones de ensayo	Para controlar las manifestaciones exteriores de los ensayos de cortocircuito, una película de polietileno y una rejilla se colocan próximas al aparato. La película sirve para apreciar las manifestaciones térmicas y químicas, y la rejilla para las eléctricas.	Ninguno	Seguridad de las instalaciones
Resistencia a perturbaciones electromagnéticas	Ensayo con la onda impulsional 0,5 μ s 100 kHz.	Ninguno	Limitar los disparos intempestivos
Propiedades dieléctricas	Control de nivel de aislamiento y rigidez dieléctrica. Nivel de aislamiento 6 kV entre neutro y fases conectadas, 8 kV entre fases y masa. Rigidez dieléctrica: 2 kV.	Ninguno	Seguridad de las instalaciones
Seccionador	El dispositivo está considerado como un aparato seccionador. Actualmente no está definido ningún proyecto de normalización, pero está en estudio.	Ninguno	Aislamiento de funciones
Tipo S	Se realizan ensayos adicionales. Onda 8/20 μ s a 3 kA cresta. Normalización del tiempo de no respuesta.	Ninguno	Selectividad entre diferenciales
Ensayo a -25 °C	Ensayo de funcionamiento a baja temperatura.	Ninguno	Adaptación al ambiente
Resistencia térmica	Ejecuciones normalizadas cumpliendo con la VDE 0664 y BS 4293.	Ninguno	Seguridad de las instalaciones
Fijación sobre carril	El aparato montado sobre el carril debe resistir una fuerza de 50 N.	Ninguno	Resistencia del cuadro de distribución

(*) CEE 27: Norma antigua aplicada anteriormente. Aquí se especifica hasta qué nivel se ensayaba en ella cada aspecto.

Resumen de los principales ensayos normativos para relés diferenciales electrónicos con toro separado Vigirex

La norma de fabricación que especifica los ensayos a efectuar sobre los relés diferenciales con toro separado es la UNE-EN 60947-2. En la tabla adjunta se pueden ver qué ensayos se efectúan realmente sobre los relés **Vigirex** de **Merlin Gerin**.

Ensayos	Norma de referencia	Descripción/Resultado
Mecánicos		
Índice de protección IP	CEI 60529	IP40 en cara anterior, IP30 en el resto de las caras e IP20 en los conectores.
Choque en parte frontal IK	EN 50102	IK07 (2 julios)
Vibraciones	Según Veritas y Lloyd's	De 2 a 13,2 Hz +/- 1 mm y de 13,2 a 100 Hz-0,7 g
Resistencia al fuego	CEI 60695-2-1	
Entorno		
Calor húmedo sin funcionamiento	CEI 60068-2-30	28 ciclos +25 °C/HR 95 %
Calor húmedo en funcionamiento	CEI 60068-2-56	48 h categoría ambiental C2
Bruma salina	CEI 60068-2-56	Ensayo KB gravedad 2
Grado de polución	CEI 60664-1	3
CEM		
Descargas electrostáticas	CEI 1000-4-2	Nivel 4
Susceptibilidad irradiada	CEI 1000-4-3	Nivel 3
Susceptibilidad conducida baja energía	CEI 1000-4-4	Nivel 4
Susceptibilidad conducida alta energía	CEI 1000-4-5	Nivel 4
Perturbaciones de radiofrecuencia	CEI 1000-4-6	Nivel 3
Perturbaciones radioeléctricas	UNE-EN 55011	Clase B

5

Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

5.1	Consejos generales de instalación para protección contra contactos directos e indirectos	58
5.2	Selectividad diferencial vertical	62
5.3	Causas de funcionamientos anómalos	64
5.4	Selectividad diferencial horizontal. Disparos por “simpatía” de los diferenciales.....	69
5.5	Empleo de los diferenciales en redes mixtas y de corriente continua.....	73
5.6	Consejos particulares de instalación para relés diferenciales con toroidal separado	77
5.7	Coordinación entre interruptores automáticos magnetotérmicos e interruptores diferenciales ID	78
5.8	Longitudes máximas de línea en regímenes TN e IT ..	81



5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

En este capítulo se abordarán diversos aspectos sobre la utilización práctica de los diferenciales. Desde los consejos básicos de instalación, hasta las causas de los funcionamientos anómalos que pueden presentar, para llegar a las recomendaciones que permiten evitar estos problemas.

5.1 Consejos generales de instalación para protección contra contactos directos e indirectos

A continuación se presentan una serie de consejos de instalación que ayudarán a disminuir los riesgos que suponen los contactos directos e indirectos con la corriente eléctrica.

Consejos de instalación para mejorar la protección contra contactos indirectos

■ Tomas de tierra, conductores de protección y aislamiento de la red:

□ Se debe asegurar una buena puesta a tierra, tal que garantice la mayor continuidad de la corriente en caso de defecto a tierra.

Para la conexión del cable de la red de tierra del edificio con la pica de puesta a tierra, se recomienda utilizar el método de soldadura autógena (por ejemplo: aluminotérmica), ya que gracias a la aleación metal-pólvora que incorpora, se obtiene una gran continuidad y mayor ciclo de vida (**fig. 5.1**). También se recomienda la utilización de conectores tipo “ampact” para la conexión cable-pica, cable-cable.

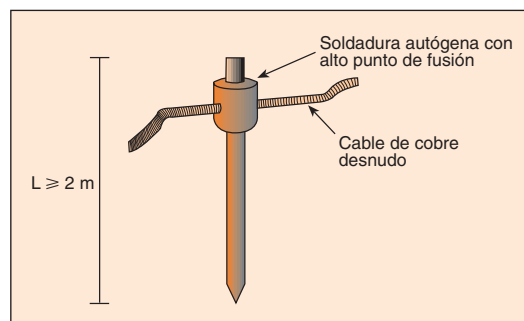


Fig. 5.1. Conexión a la pica de tierra.

□ Para garantizar la continuidad de la intensidad de defecto debe **distribuirse una línea de tierra de sección suficiente**, entre determinados elementos o partes de una instalación y uno o varios electrodos, enterrados en el suelo, con objeto de conseguir que en el conjunto de la instalación no existan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, sea posible el paso a tierra de las corrientes de defecto con el menor recorrido posible.

En la **figura 5.2** se observa la distribución recomendada por el Reglamento Electrotécnico Baja Tensión en el que los conductores de protección de los circuitos son siempre derivaciones en paralelo de una línea principal, así se consigue una resistencia al paso de la corriente de fuga a tierra mínima.

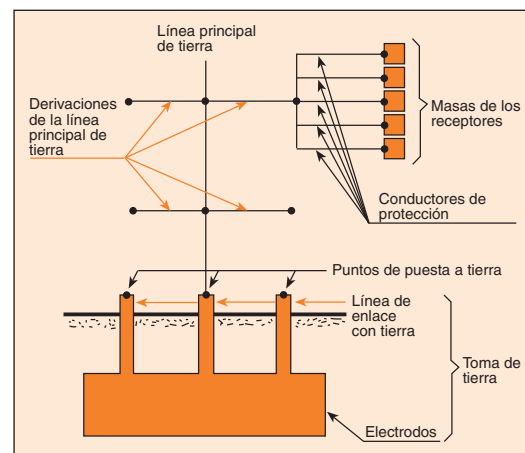


Fig. 5.2. Representación esquemática de un circuito de puesta a tierra.

Recordamos las secciones mínimas de obligado cumplimiento por el REBT de los conductores de tierra (ITC-BT-18/3.2).

Tipo	Protegido mecánicamente	No protegido mecánicamente
Protegido contra la corrosión(*)	Según apartado 3.4	16 mm ² cobre 16 mm ² acero galvanizado
No protegido contra la corrosión		25 mm ² cobre 50 mm ² hierro

Tabla 5.1. Secciones mínimas de los conductores de tierra.

(*) La protección contra la corrosión puede obtenerse mediante una envolvente.

protección diferencial BT

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm ²)	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm ²)
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S / 2

Tabla 5.2. Derivaciones de la línea principal de tierras (ITC-BT-18/3.4 e ITC-BT-19/2.3).

(*) Con un mínimo de:

■ 2,5 mm²: si los conductores de protección no forman parte de la canalización de alimentación y tienen una protección mecánica.

■ 4 mm²: si los conductores de protección no forman parte de la canalización y no tienen una protección mecánica.

□ **Evitar la instalación de longitudes largas de cable**, dentro de lo posible, bajo un sólo diferencial con lo que al disminuir longitudes disminuimos las capacidades de aislamiento de las líneas reduciendo así las intensidades de fuga a tierra capacitivas existentes en la instalación que pueden ser de tipo transitorio o bien permanentes de alta frecuencia. Así pues, reducimos el riesgo de cegado o bloqueo de los diferenciales y de disparos intempestivos que pudieran surgir.

□ **Mantener un aislamiento correcto.** Es igualmente importante disponer en los cables de la instalación de un buen aislamiento ya que éste es un parámetro que también define la capacidad y resistencia de aislamiento de estas líneas.

Según el REBT (ITC-BT-19/2.9) las instalaciones deberán presentar una resistencia de aislamiento al menos igual a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tensión nominal de la instalación	Tensión de ensayo corriente continua (P)	Resistencia de aislamiento (MΩ)(*)
Muy Baja Tensión de seguridad (MBTS) Muy Baja Tensión de protección (MBTP)	250	$\geq 0,25$
Inferior o igual a 500 V (excepto caso anterior)	500	$\geq 0,5$
Superior a 500 V	1000	$\geq 1,0$

Tabla 5.3. Aislamientos de los cables según el REBT.

(*) Aislamientos indicados para longitudes del conjunto de canalizaciones y/o conductores inferiores a 100 m.

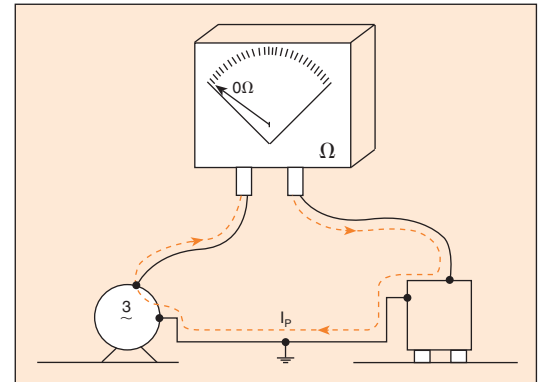


Fig. 5.3. Medida del aislamiento del bucle de tierras.

□ **El aseguramiento de una buena conexión del conductor de tierra a la masa del receptor** es de vital importancia para garantizar la continuidad del circuito de protección y conseguir así que cualquier masa no esté sometida a tensiones peligrosas para las personas.

Deberá mantenerse esta conexión en emplazamientos secos o que no presenten exceso de humedad para la buena continuidad. A la toma de tierra se conectará todo el sistema de tuberías metálicas accesibles, cualquier masa metálica de los receptores, bandejas metálicas de tendido de cables, etc.

□ **Es necesario el aseguramiento de la continuidad del bucle de cables de tierra**, prestando especial interés en las conexiones de los receptores al circuito de tierras. Ver **fig. 5.3**. Debe comprobarse mediante ohmímetro el grado de continuidad que presenta el circuito de

Valores de las resistencias de puestas a tierra máximas en función de la sensibilidad y la tensión máxima de contacto (U_L)		
Sensibilidad $I_{\Delta n}$	Resistencia máxima de la puesta a tierra	
	BB1 ($U_L = 50$ V)	BB2 ($U_L = 25$ V)
3 A	16 Ω	8 Ω
1 A	50 Ω	25 Ω
500 mA	100 Ω	50 Ω
300 mA	166 Ω	83 Ω
30 mA	1660 Ω	833 Ω

Tabla 5.4. Tabla de los 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 la sensibilidad del interruptor diferencial ($I_{\Delta n}$).

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

tierras y sus conexiones a las masas metálicas, deben efectuarse mediciones periódicas anotándose el valor de la resistencia observando su evolución en el tiempo. En caso de que aumente excesivamente deben tomarse las medidas correctoras necesarias.

■ Dispositivos de protección diferencial

La protección contra los contactos indirectos se realiza mediante dispositivos diferenciales, manteniendo las condiciones siguientes según se vió en el capítulo 1 de esta Guía: En ambientes BB1 (secos):

$$I\Delta n = \frac{50 \text{ V}}{R_A}$$

En ambientes BB2 (húmedos):

$$I\Delta n = \frac{25 \text{ V}}{R_A}$$

En ambientes BB3 (mojados):

$$I\Delta n = \frac{12 \text{ V}}{R_A}$$

La elección de la sensibilidad del diferencial es función del ambiente y de la puesta a tierra.

□ Protección de circuitos de distribución.

Podemos obtener de la tabla 1.2 del capítulo 1 de esta Guía los tiempos máximos de contacto en función de la tensión de contacto U_c y organizar una desconexión escalonada (selectividad por tiempo); y en función de la intensidad de fuga una selectividad amperimétrica. Ver apartado 5.2 de este capítulo (página 62).

Si situamos interruptores diferenciales en el ejemplo de la **fig. 5.4**:

– En A situaremos un diferencial de media sensibilidad temporizado o selectivo.

– En B situaremos diferenciales de media sensibilidad o alta sensibilidad instantáneos.

□ **Protección de circuitos con grupos de masas unidos a tomas de tierra separadas.** Protección contra los contactos indirectos con diferenciales en cabecera de cada grupo de masas unidas a una misma tierra. Ver **fig. 5.5**.

La sensibilidad debe ser adaptada a la resistencia de cada puesta de tierra independiente R_{A2} .

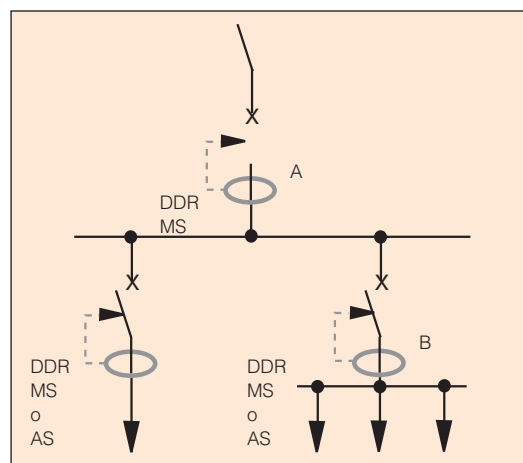


Fig. 5.4. Circuitos de distribución.

□ **Protección mediante diferenciales de alta sensibilidad (AS).** En la **tabla 5.5** se especifica dónde se deben colocar obligatoriamente los dispositivos diferenciales de AS ($I\Delta n \leq 30 \text{ mA}$) según REBT:

ITC	Prescripción de diferenciales de 30 mA
ITC-BT-25: Instalaciones interiores en vivienda	Protección contra contactos indirectos de todos los circuitos
ITC-BT-27: Instalaciones interiores en vivienda: locales que contienen una bañera o ducha	Protección de aparatos eléctricos en volúmenes 1, 2 y 3
ITC-BT-31: Instalaciones con fines especiales: piscinas y fuentes	Protección equipos eléctricos en zona 2
ITC-BT-33: Instalaciones con fines especiales: instalaciones provisionales de obra	Protección de cada base o grupo de bases
ITC-BT-34: Instalaciones con fines especiales: ferias y stands	Todos los circuitos de alumbrado, luminarias de emergencia y tomas de corriente de < 32 A. Protección de equipos eléctricos accesibles al público
ITC-BT-38: Instalaciones con fines especiales: quirófanos	Circuitos no protegidos por trafo de aislamiento Serán de clase A
ITC-BT-42: Puertos y marinas para barcos de recreo	Un interruptor diferencial por toma
ITC-BT-46: Cables y folios radiantes	Un interruptor diferencial por cada circuito

Tabla 5.5. Novedades REBT 02: protección diferencial. Prescripción de uso de diferenciales de 30 mA.

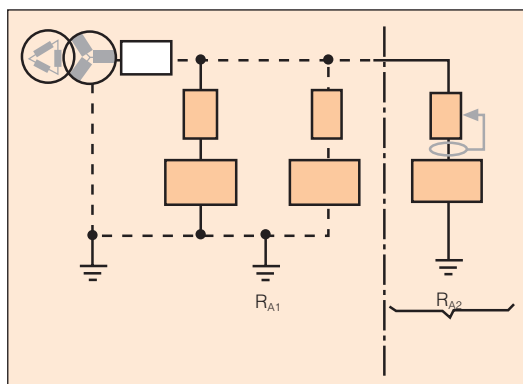


Fig. 5.5. Tomas de tierra separadas.

□ **Prevención en los locales con riesgo de incendios.** Protecciones diferenciales de sensibilidad ≤ 300 mA. Ver fig. 5.6.

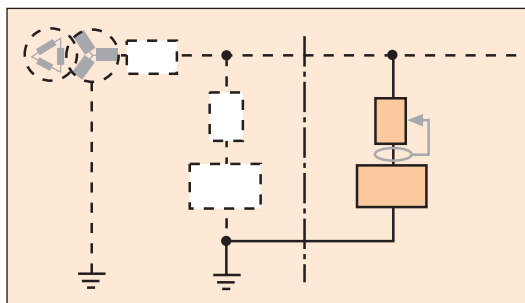


Fig. 5.6. Local con riesgo de incendios.

□ **Protección cuando una masa no está unida a tierra.** (Tolerado sólo con instalaciones existentes, antiguas, y en locales secos cuando no es posible realizar puestas a tierra.)

Protección diferencial complementaria contra los contactos directos con diferenciales de corriente residual de “alta sensibilidad” (≤ 30 mA) sobre la parte correspondiente (fig. 5.7).

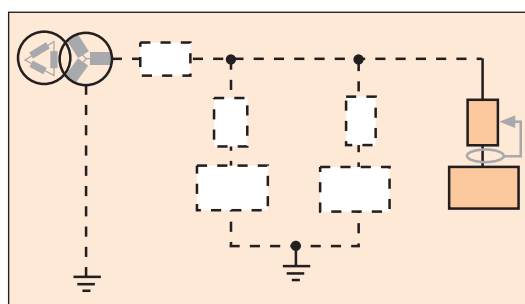


Fig. 5.7. Circuito con una masa no unida a tierra.

□ **Para receptores electrónicos,** se recomienda la utilización de diferenciales del tipo **superinmunizado multi 9** de

Merlin Gerin, debido a las mayores prestaciones que este tipo de diferenciales aporta en estos casos. Esta gama ofrece la protección diferencial más avanzada actualmente y que responde a la problemática de las instalaciones donde existan gran cantidad de receptores electrónicos, tal como se explica en otros apartados de esta Guía.

□ **Debemos realizar un control periódico del perfecto funcionamiento de los diferenciales** para que estos actúen, con el umbral de funcionamiento que deseamos, cuando realmente existan defectos de aislamiento. Por ello se recomienda pulsar el botón de test del diferencial, como mínimo una vez al mes.

Consejos de instalación para mejorar la protección contra contactos directos

Además de los consejos para mejorar la protección contra los contactos indirectos, también deben tenerse en cuenta los siguientes consejos, incluidos en el Reglamento Electrotécnico Baja Tensión en la instrucción ITC-BT-24, apartado 3, que nos permitirán obtener una mejor protección contra contactos directos.

■ **Protección por aislamiento de las partes activas** de la instalación. Las partes activas deberán estar recubiertas de un aislamiento permanente que no pueda ser eliminado más que destruyéndolo. Pinturas, barnices, lacas o productos similares no se consideran aislantes suficientes.

■ **Protección por medio de barreras o envoltentes.** Las partes activas deben estar situadas en el interior de las envoltentes o detrás de barreras que posean, como mínimo el grado de protección IP XXB. Las superficies superiores de las barreras o envoltentes que son fácilmente accesibles, deben responder como mínimo al grado de protección IP4X o IP XXD. Las barreras o envoltentes deben fijarse de manera segura y ser de una robustez y durabilidad suficientes para mantener los grados de protección exigidos, con una separación suficiente de las partes activas. Solamente

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

debe ser posible suprimir barreras, abrir o quitar partes de los envoltentes, mediante el uso de llaves o herramientas, cortando tensión o bien si existe una segunda barrera que posea un grado de protección IP2X o IP XXB que no pueda ser quitada más que con la ayuda de una llave o una herramienta y que impida todo contacto con las partes activas.

■ **Protección por medio de obstáculos** que impidan todo contacto accidental o acercamiento con las partes activas de la instalación. Esta medida se limita a los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado. Los obstáculos pueden ser desmontables sin la ayuda de una herramienta o de una llave; no obstante, deben estar fijados de forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función.

■ **Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento** de los locales de servicio eléctrico sólo accesibles al personal autorizado. Las partes accesibles simultáneamente, que se encuentran a tensiones diferentes, no deben encontrarse dentro del volumen de accesibilidad.

El volumen de accesibilidad de las personas se define como el situado alrededor de los emplazamientos en los que pueden permanecer o circular personas, y cuyos límites no pueden ser alcanzados por una mano sin medios auxiliares. Por convenio este volumen está limitado conforme a la **figura 5.8**, entendiendo que la altura que limita el volumen es 2,5 m.

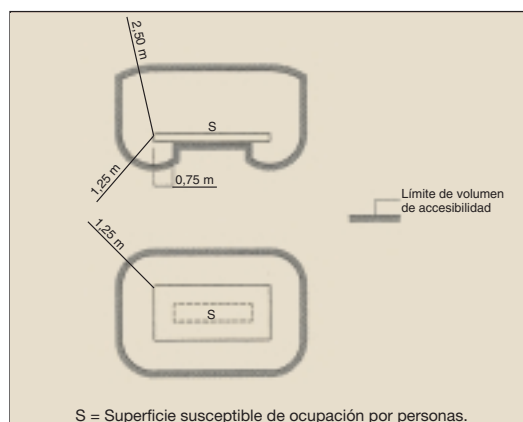


Fig. 5.8. Volumen de accesibilidad.

■ **Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial-residual**; para complementar las otras medidas de protección contra los contactos directos se recomienda instalar un dispositivo de corriente diferencial-residual de alta sensibilidad (≤ 30 mA). Cuando se prevea que las corrientes diferenciales puedan ser no senoidales, los dispositivos de corriente diferencial-residual utilizados serán de clase A, concebidos para asegurar la desconexión para corrientes alternas senoidales así como para corrientes continuas pulsantes. La utilización de tales dispositivos no constituye por sí mismo una medida de protección suficiente y requiere el empleo de una de las protecciones citadas anteriormente.

5.2 Selectividad diferencial vertical

El objetivo general de la **selectividad diferencial** es coordinar las protecciones diferenciales de tal manera que, en caso de defecto en un punto de la instalación, tan sólo dispare la protección diferencial más cercana a dicho defecto, y no lo haga cualquier otro dispositivo diferencial situado en otro punto de la instalación. El REBT indica en la ITC-BT-24, apartado 4.1, que en el caso de instalar varios interruptores diferenciales en serie, los instalados en cabecera deberán ser temporizados con el fin de obtener selectividad.

La **selectividad vertical** en particular es aquella que define el funcionamiento de dos protecciones dispuestas en serie sobre un circuito (**fig. 5.9**).

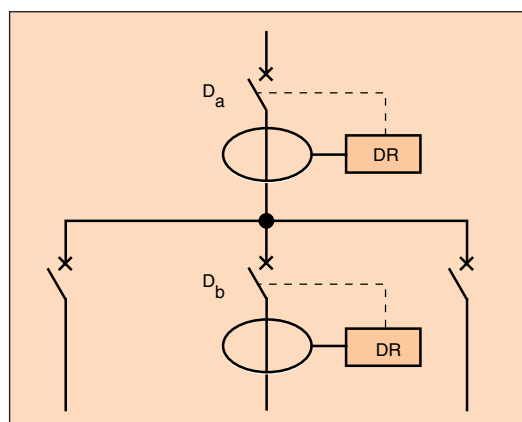


Fig. 5.9. Selectividad vertical.

Teniendo en cuenta los imperativos de funcionamiento de los diferenciales, así como las normas de fabricación de estos aparatos, la selectividad vertical deberá cumplir siempre dos condiciones, la amperimétrica y la cronométrica:

■ **Amperimétrica** puesto que, según las normas, un diferencial debe actuar entre $I\Delta n$ e $I\Delta n/2$. En la práctica, se requiere una relación de $I\Delta n$ (aguas arriba) $\geq 2 I\Delta n$ (aguas abajo).

■ **Cronométrica** puesto que todo mecanismo necesita un tiempo para actuar, por pequeño que sea: se requiere una temporización o retardo voluntario en el dispositivo aguas arriba.

La doble condición de no disparo de D_a para un defecto aguas abajo de D_b es, por tanto:

$$I\Delta n(D_a) > 2 I\Delta n(D_b)$$

y

$$t_r(D_a) > t_r(D_b) + t_c(D_b) \text{ o lo que es lo mismo}$$

$$t_r(D_a) > t_f(D_b)$$

con:

t_r = retardo del disparo = tiempo de no respuesta.

t_c = tiempo entre el instante de corte (tiempo de arco incluido) y aquel en el que el relé de medida da la orden de corte.

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

Los relés electrónicos retardables pueden presentar un fenómeno de memorización del defecto por su circuito de umbral.

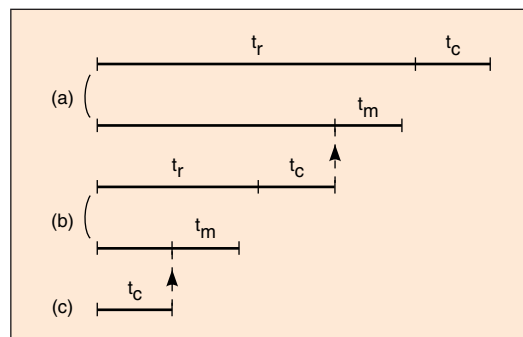


Fig. 5.10. La temporización de un diferencial aguas arriba debe tener en cuenta el tiempo de corte asociado al diferencial aguas abajo, así como el tiempo de memoria del relé aguas arriba.

Se debe, entonces, considerar un “tiempo de memoria” t_m (fig. 5.10) para que no disparen después de la apertura del aparato aguas abajo:

$$t_r(D_a) > t_r(D_b) + t_m$$

Pueden encontrarse dificultades en la puesta en servicio de la selectividad ya que se debe distinguir entre interruptores automáticos diferenciales y relés diferenciales, puesto que:

■ El interruptor automático diferencial se define con el tiempo de retardo t_r .

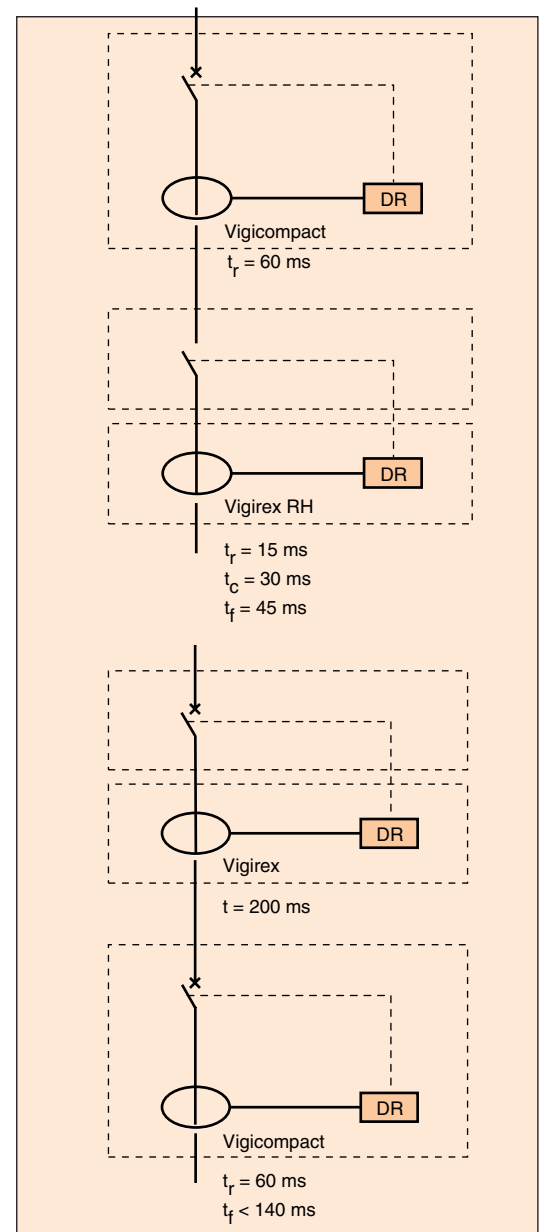


Fig. 5.11. Dos ejemplos de selectividad cronométrica, asociando un interruptor automático diferencial de tipo **Vigicomact** y un relé **Vigirex** (Merlin Gerin).

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

■ El relé diferencial se define en tiempo de funcionamiento neto o temporizado a un valor t , el cual corresponde al tiempo que transcurre entre la aparición del defecto y la orden de apertura del dispositivo de corte (fig. 5.11).

Se deben entonces calcular los tiempos t_f y t_r (o t) sucesivos (a $2 I_{\Delta n}$) para cada diferencial, remontándose por la distribución terminal hacia el origen de la instalación.

La selectividad amperimétrica y cronométrica vienen relacionadas por las figuras 5.12 y 5.13 que corresponden a las curvas de disparo de interruptores diferenciales **Merlin Gerin**.

Hay dos tipos de selectividad vertical:

■ Selectividad total

En la selectividad total, el dispositivo colocado aguas arriba tiene siempre menor sensibilidad y mayor retardo que el colocado aguas abajo.

■ Selectividad parcial

En la selectividad parcial, el dispositivo colocado aguas arriba tiene una sensibilidad menor y un tiempo de retardo mayor que el colocado aguas abajo pero sólo hasta cierto umbral, a partir del cual cualquiera de los dos dispositivos podrá disparar.

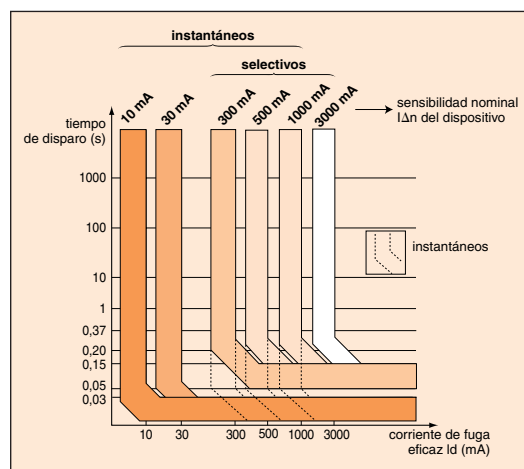


Fig. 5.12. Curvas de disparo de diferenciales **multi 9**.

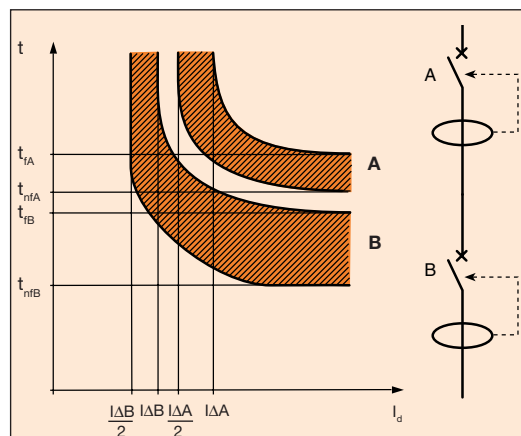


Fig. 5.13. Detalle de las curvas de disparo.

5.3 Causas de funcionamientos anómalos

Las corrientes de fuga

La norma UNE 20460 define como corriente de fuga a la corriente que circula hacia tierra directamente o a través de elementos conductores en un circuito eléctricamente sano. Existen 2 tipos de corrientes de fuga, no peligrosas, que no son debidas a defectos de aislamiento:

a) Corrientes de fuga permanente

Estas corrientes son debidas a:

- Las características de los aislantes.
- Las frecuencias de las corrientes empleadas.
- Los condensadores de los filtros capacitivos.

b) Corrientes de fuga transitorias o debidas a perturbaciones

Estas corrientes son generadas principalmente por:

- Sobretensiones de maniobra.
- Sobretensiones atmosféricas (rayos).
- Puesta en tensión de circuitos que poseen una elevada capacidad respecto a tierra.

Cuando un diferencial dispara debido a que ha detectado uno de estos defectos, que no suponen ningún peligro, se habla de **disparos intempestivos o funcionamientos anómalos**.

Además, alguna de estas corrientes de fuga también pueden producir el efecto contrario, es decir, puede **insensibilizar y bloquear al diferencial** haciendo imposible su disparo si simultáneamente se produce un defecto de aislamiento que sí suponga peligro.

A continuación se verán los diferentes tipos de corrientes de fuga, qué problemas producen sobre los diferenciales y cómo solucionar dichas anomalías.

■ Corrientes de fuga a 50-60 Hz

En el proceso de estudio de una instalación, conviene considerar las longitudes de los diferentes circuitos y los equipos que dispongan de elementos capacitivos conectados a tierra. Así mismo, es deseable dividir la instalación con objeto de reducir la importancia de ambos parámetros.

Cabe considerar que los filtros antiparásitos capacitivos (obligatorios según la Directiva Europea sobre la CEM), dispuestos sobre los microordenadores y otros aparatos electrónicos, generan en monofásico corrientes de fuga permanentes a 50 Hz, del orden de 0,3 a 1,5 mA por aparato.

Estas corrientes de fuga se suman si estos aparatos están conectados sobre una misma fase. Si los aparatos están conectados sobre las tres fases, estas corrientes se anulan mutuamente cuando están equilibradas (suma vectorial).

Esta reflexión es tanto más importante cuando los diferenciales instalados son de alta sensibilidad. Para evitar los disparos intempestivos, la corriente de fuga permanente no debe rebasar el 30 % de $I_{\Delta n}$ en esquema TT y TN, y el 17 % de $I_{\Delta n}$ en esquema IT.

En la **tabla 5.6 a** se puede observar en qué porcentaje de ocasiones son causa de disparos intempestivos de diferenciales cada uno de los aparatos siguientes, debido a la acumulación de sus propias corrientes de fuga permanente:

Aparato	%
Aparato de iluminación	21
Motor	17
Material informático	17
Frigorífico	16
Aparato electrodoméstico	16
Sistema de calefacción	9
Caja registradora	4

Tabla 5.6 a. Causantes de disparos intempestivos.

Y en la **tabla 5.6 b** se da el valor de la corriente de fuga permanente aproximada para cada tipo de aparato:

Tipo de aparato	Valor
Fax	0,5 a 1 mA
Impresora	< 1 mA
Estación de trabajo informática	1 a 2 mA
Terminal informático	0,3 a 1,5 mA
Fotocopiadora	0,5 a 1 mA
Aparato electrodoméstico clase 1	< 0,75 mA
Aparato de iluminación clase 1 < 1 kVA	< 1 mA

Tabla 5.6 b. Corrientes de fuga permanentes.

De cara a limitar estas corrientes de fuga permanentes hay que tener en cuenta los consejos siguientes:

- ☐ Utilizar, en la medida de lo posible, aparatos con clase de aislamiento II.
- ☐ Utilizar aparatos que incorporen una separación galvánica en su alimentación eléctrica, como por ejemplo, un transformador separador.
- ☐ En el momento de realizar el diseño de la instalación hay que efectuar un balance de las corrientes de fuga previstas en cada circuito. El RBT indica en la ITC-BT-24 que se deberá instalar un mínimo de un interruptor diferencial por cada 5 circuitos en vivienda. En definitiva hay que fraccionar la instalación en partes lo suficientemente pequeñas para que la corriente de fuga acumulada en ellas sea inferior al 30 % de la sensibilidad de los diferenciales que la protejan.

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

■ Corrientes de fuga transitorias

Estas corrientes se manifiestan en la puesta en tensión de un circuito que padezca un desequilibrio capacitivo (ver **fig. 5.27** del apartado 5.4, página 72), o durante una sobretensión en modo común. Los DDR de tipo selectivo ($I_{\Delta n} \geq 300 \text{ mA}$) y **Superinmunizados** ($I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ y 300 mA), así como los DDR ligeramente retardados, evitan los disparos intempestivos. Los efectos que producen este tipo de corrientes serán tratados en mayor profundidad en el apartado 5.4, ya que son el origen del tipo de disparo intempestivo más habitual: el disparo por “simpatía”.

■ Corrientes de fuga de altas frecuencias

Las cargas más perturbadoras, en términos de CEM, son, por ejemplo, los rectificadores con tiristores, donde los filtros incorporan condensadores que generan una corriente de fuga de alta frecuencia que puede alcanzar el 5 % de la corriente nominal.

Contrariamente a las corrientes de fuga de 50-60 Hz donde la suma vectorial es nula, estas corrientes de alta frecuencia no están sincronizadas sobre las tres fases y, de este modo, su suma constituye una corriente de fuga neta. Para evitar los disparos intempestivos o el bloqueo de los diferenciales, debido a estas corrientes de alta frecuencia, los diferenciales deben estar insensibilizados a las corrientes de alta frecuencia (equipados con filtros pasabajos); éste es el caso de los diferenciales industriales **Vigirex** y de los diferenciales del tipo **multi 9 Superinmunizado** de **Merlin Gerin**.

■ Corrientes debidas al rayo

Si la instalación dispone de un limitador de sobretensiones, se debe evitar situar el diferencial sobre el camino de fuga de la corriente generada por el rayo (**fig. 5.14**), en caso de que eso no fuera posible, se deberá instalar un diferencial retardado (o selectivo) o Superinmunizado.

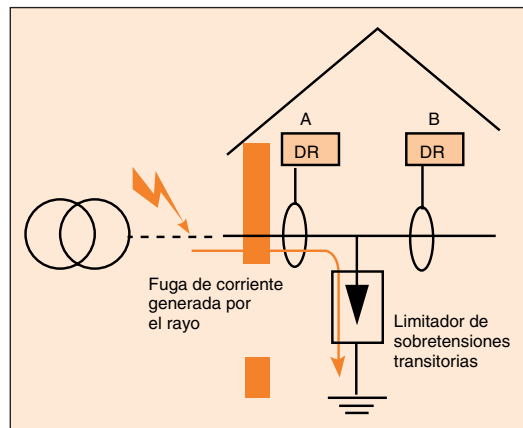


Fig. 5.14. Instalación con protección contra sobretensiones transitorias. Si el ID se encuentra entre la acometida y el limitador (A) deberá ser selectivo o Superinmunizado. En caso contrario (B) deberá ser un ID estándar.

Regímenes de neutro

Cuando en la instalación se incorporan fuentes de alimentación de reserva, se debe estudiar la protección de las personas y de los bienes para las diferentes configuraciones de la instalación, puesto que la posición del neutro en relación a la tierra puede ser diferente.

La alimentación, aunque provisional, de una instalación con un grupo electrógeno requiere la interconexión de la masa del grupo con la red de tierra existente para cualquier régimen de neutro. En esquema TT, por ejemplo, es necesario poner a tierra el neutro del alternador, sin lo cual las corrientes de defecto no alcanzarían el umbral de disparo de los diferenciales.

Cuando la instalación en esquema TT dispone de un Sistema de Alimentación Ininterrumpida, SAI, es necesaria una puesta a tierra del neutro aguas abajo de éste, para asegurar el buen funcionamiento del diferencial, pero no es indispensable para la protección de las personas puesto que:

- La instalación se convierte en esquema IT y el primer defecto no es peligroso (ver capítulo 2 de esta Guía).

- La probabilidad de que se produzca un segundo defecto de aislamiento, durante el período de funcionamiento limitado por la autonomía de las baterías del SAI, es muy reducida.

Comportamiento de los diferenciales frente a componentes continuas

Los equipos receptores cada vez tienen más dispositivos electrónicos rectificadores que permiten un funcionamiento adaptado a sus necesidades (ver también el apartado 5.5).

Por otro lado, estos dispositivos rectificadores tienen la desventaja de que deforman la onda sinusoidal de corriente, debido a lo cual ésta ve incrementado su contenido en armónicos (ver subapartado siguiente).

En el caso de una fuga a tierra aguas abajo de estos dispositivos rectificadores, la corriente de defecto, que fluye a través de los diferenciales, tiene una componente continua que puede insensibilizarlos hasta el extremo de que no disparen (ver apartado 3.4 del capítulo 3 de esta Guía). La insensibilización depende del tipo de dispositivo que detecte y mida la corriente de defecto. Para evitar los inconvenientes que pueden resultar de estas situaciones, se dividen los diferenciales en tres categorías: AC, A y B. Según el tipo de corrientes presentes en cada instalación montaremos el diferencial de la clase adecuada:

■ **Clase AC:** el funcionamiento correcto se garantiza sólo si la corriente de defecto es alterna sinusoidal.

■ **Clase A:** el funcionamiento correcto se garantiza si la corriente de defecto es alterna sinusoidal, o bien es continua pulsante, la cual puede o no contener una componente continua de valor no mayor de 6 mA, con o sin control del ángulo de fase, que sean aplicadas bruscamente o que aumenten lentamente.

■ **Clase B:** se garantiza el funcionamiento con cualquier valor de componente continua.

Influencia de las corrientes armónicas en los diferenciales

■ Definición

Los armónicos (**fig. 5.15**) son señales de tensión e intensidad de frecuencia n veces la frecuencia fundamental (50 Hz), y existen como consecuencia de cargas no lineales,

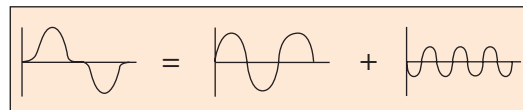


Fig. 5.15. Deformación de la señal por efecto de los armónicos.

como son los receptores con electrónica incorporada.

Estas señales de frecuencia n veces la fundamental, sumadas a la fundamental (50 Hz) generan una señal deformada no senoidal con un período de repetición definible. Esta señal resultante dependerá de la frecuencia de los armónicos o su rango. El rango de un armónico es el número de veces la frecuencia fundamental de 50 Hz en que se puede descomponer su frecuencia.

Los armónicos pueden clasificarse en tres grupos:

□ Directos: $3K+1$.

□ Inversos: $3K-1$.

□ Homopolares: $3K$.

Siendo K la frecuencia de 50 Hz.

■ Efectos

Los diferenciales se ven afectados en mayor o menor grado por los efectos que provocan los armónicos, que por tener frecuencias elevadas (múltiplos de 50 Hz) aumentan el riesgo de circulación de corrientes de fuga por las capacidades de aislamiento de los cables de la red y de los receptores, y por lo tanto aumenta el riesgo de disparo intempestivo. Este efecto puede verse agravado por la presencia de armónicos homopolares (que presentan frecuencias múltiplos de 3 de la fundamental), pudiendo afectar también al comportamiento del diferencial.

Estos armónicos homopolares (**fig. 5.16**) se caracterizan por no presentar desfase respecto a la frecuencia fundamental y debido a esto, tanto en sistemas monofásicos como en trifásicos estos armónicos retornan por el conductor neutro de la alimentación.

Vemos que los armónicos de las tres fases, R, S, T se sumarán en el conductor neutro

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

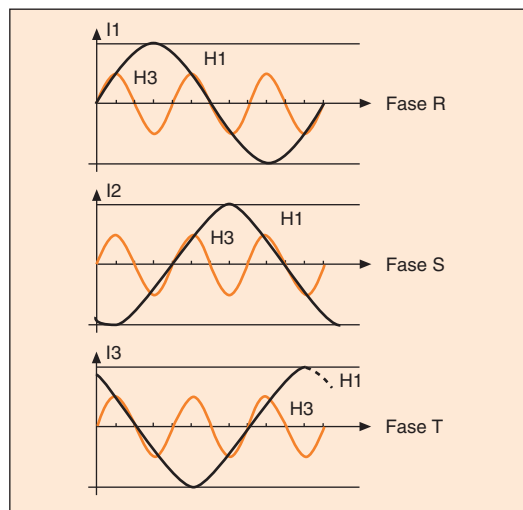


Fig. 5.16. Los armónicos de rango 3K forman sistemas puramente homopolares.

para equilibrar el sistema trifásico. Este efecto puede provocar un calentamiento excesivo en el conductor neutro como consecuencia de las sobrecargas generadas por los armónicos, lo cual además de un aumento de pérdidas en los cables, puede influir en un aumento de los disparos intempestivos.

■ Generadores de armónicos

Existen varios y diversos, pero los que influyen sobre los diferenciales por ser generadores de armónicos homopolares son, entre otros:

- Lámparas de descarga, balastos electrónicos.
- Informática.
- Máquinas soldadura.
- Etc.

□ Lámparas de descarga.

En estos receptores (fig. 5.17) se tiene una tasa de armónicos de tercer rango (150 Hz) muy elevada, con lo que el riesgo de problemas en las instalaciones es importante.

Este problema puede verse agravado en instalaciones donde el neutro sea común para varios circuitos. Para reducir los efectos de los armónicos sería conveniente una mayor división de cargas en varios circuitos (varios neutros), colocando además protección diferencial independiente en cada uno de ellos en lugar de sólo en cabecera, con lo que

evitamos sobrecargas y disparos intempestivos no deseados en las instalaciones.

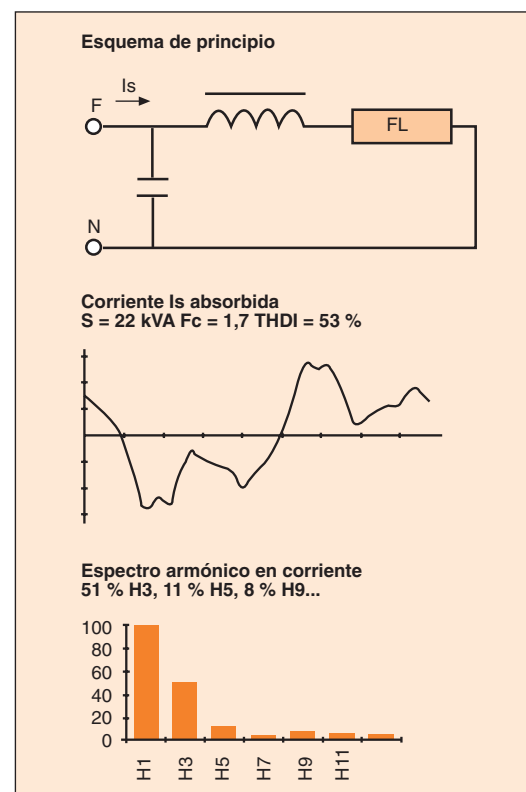


Fig. 5.17. Composición de armónicos en una instalación, con lámparas de descarga.

□ Informática

Observamos que estas cargas (fig. 5.18) generan una muy alta tasa de armónicos tanto homopolares (rango 3) como de frecuencias impares, sobre todo de rangos 5 y 7.

Estos valores tan altos se deben a la electrónica presente en estos receptores que rectifican la señal para su propio funcionamiento. Al igual que en el ejemplo anterior, es conveniente realizar una división de cargas en varios circuitos de manera que evitemos problemas en el neutro y por consiguiente en los diferenciales.

Nota: en los cuatro ejemplos, Fc es el Factor de cresta y se calcula,

$$Fc = \frac{\text{Corriente de cresta}}{\text{Corriente eficaz}}$$

THDI = Tasa de distorsión armónica en corriente. Es el resultado del valor eficaz de los armónicos respecto al valor eficaz de la fundamental.

protección diferencial BT

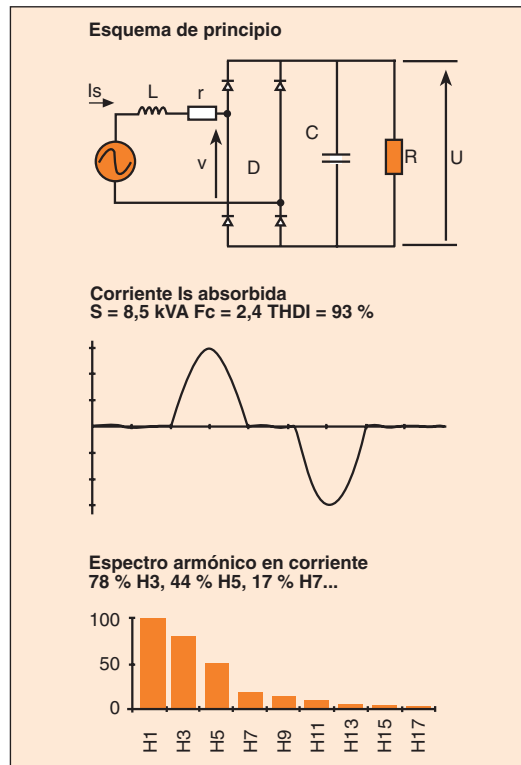


Fig. 5.18. Composición de armónicos en una instalación con receptores informáticos.

□ Máquinas de soldadura

Este tipo de receptores (**fig. 5.19**) también consume corriente rica en armónicos, especialmente de rango 3. Estos armónicos se presentan de manera transitoria con una duración aproximada entre 20 y 50 periodos.

□ Estudio de televisión

En estos recintos encontramos receptores

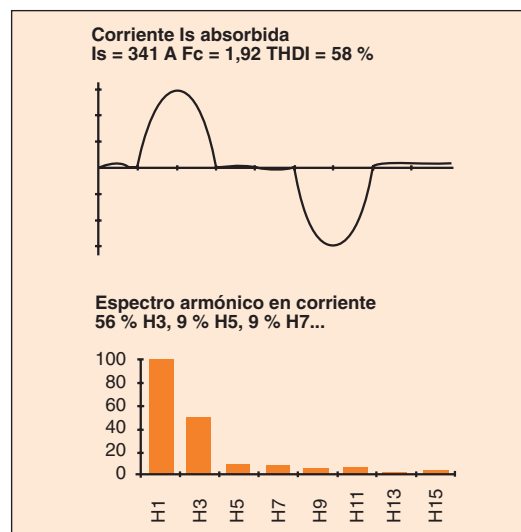


Fig. 5.19. Composición de armónicos en una instalación con máquinas de soldadura.

diversos como microinformática, receptores de TV e iluminación.

La combinación de estos receptores en un mismo espacio origina armónicos (**fig. 5.20**) cuya deformación de la señal fundamental es muy apreciable predominando los armónicos homopolares tercero, séptimo y noveno.

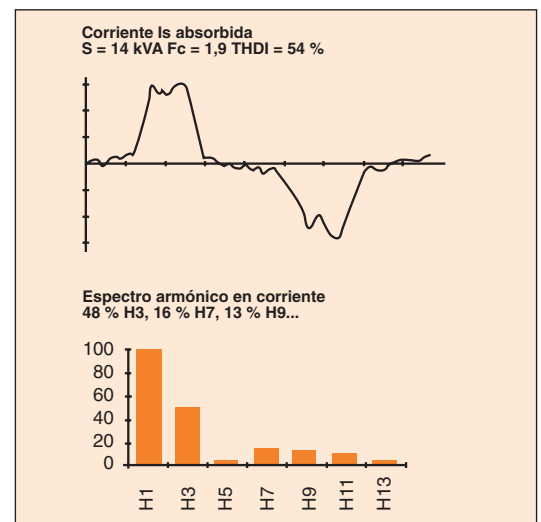


Fig. 5.20. Composición de armónicos en una instalación con receptores informáticos y lámparas de descarga.

En estos casos se aconseja, además de la mayor división posible de circuitos, la instalación de filtros antiarmónicos que eliminen los problemas derivados de las corrientes armónicas.

5.4 Selectividad diferencial horizontal. Disparos por “simpatía” de los diferenciales

Una de las causas más habituales de disparos intempestivos de diferenciales es el coloquialmente denominado “**disparo por simpatía**”. Estos disparos consisten en la apertura simultánea de uno o varios dispositivos diferenciales que protegen salidas en paralelo de la misma instalación. En este caso se puede decir también que se ha perdido la **selectividad horizontal** entre diferenciales.

Este fenómeno se debe principalmente a las corrientes de fuga que circulan a través de las capacidades de las instalaciones.

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

Estas capacidades pueden tener dos orígenes:

- Las capacidades de aislamiento de los conductores eléctricos (cables).
- Los filtros capacitivos (condensadores) conectados a tierra de los receptores electrónicos existentes en las instalaciones.

Cuando en una instalación se generan corrientes de fuga de alta frecuencia o transitorios de corta duración, hallan poca resistencia de paso a través de las capacidades anteriores. Los cables, por su constitución, presentan una parte activa (conductor) y una parte no activa (aislante). Si este cable se encuentra al lado de un conductor de protección (cable de tierra), las únicas resistencias o impedancias que existen entre la parte activa y tierra, son el aislante de los conductores activo y de protección (este aislante actuará como dieléctrico) y el aire (ver **fig. 5.21**). Esta constitución es análoga a la que presenta un condensador, que contiene un dieléctrico entre las armaduras o partes conductoras.

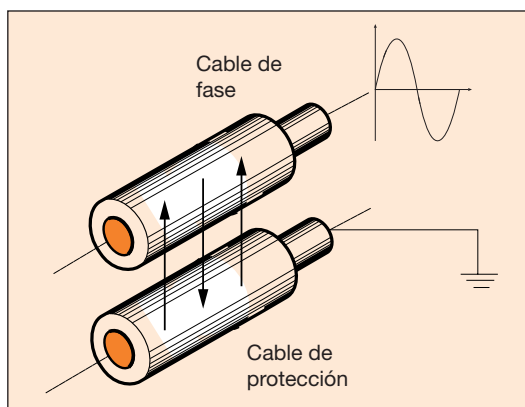


Fig. 5.21. Conductor activo y tierra.

Por lo tanto podemos decir que un cable, respecto a tierra, presenta el mismo comportamiento que un condensador (ver **fig. 5.22**). Cuanto mayores sean las longitudes de los cables en las instalaciones, mayores serán las capacidades de dichos cables respecto a tierra repartidas por toda la instalación.

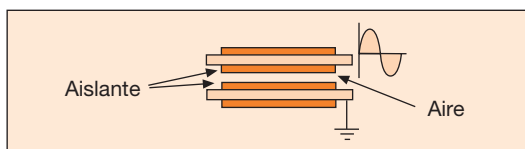


Fig. 5.22. Cables, corte longitudinal.

La capacidad de las líneas depende de la sección de éstas y de sus longitudes, así como del tipo de aislante o dieléctrico que presenten por fabricación (ver **fig. 5.23**).

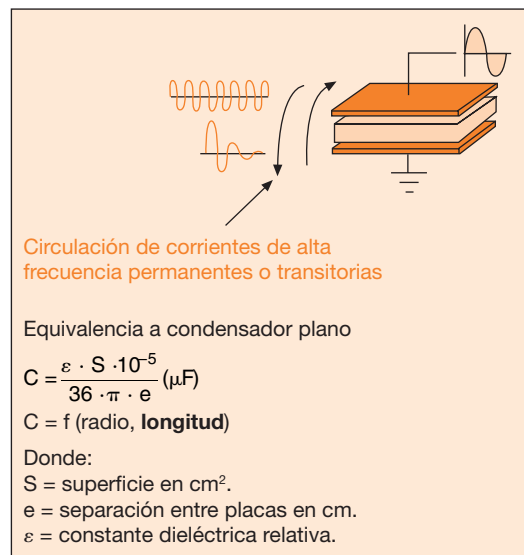


Fig. 5.23. Capacidad de las líneas

Como capacidades que son, la impedancia que presentan respecto a tierra, variará en función de la frecuencia de la corriente. Así tenemos que a mayor frecuencia, la impedancia capacitiva disminuirá, con lo que las corrientes de fuga capacitivas a tierra aumentan (ver **fig. 5.24**).

$$x_c = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{C2\pi f}$$

$$I_c = \frac{V}{x_c}$$

$$I_c = V \cdot C \cdot 2\pi f$$

Fig. 5.24. Impedancia capacitiva x_c y corriente capacitiva I_c .

Por lo tanto, en instalaciones donde tengamos receptores que generen corrientes de **fuga permanentes de alta frecuencia**, éstas circularán en su mayor parte por las capacidades hacia tierra para retornar por el neutro del transformador que cerrará el circuito con las fases. El valor de estas corrientes de fuga capacitivas, por lo tanto, dependerá básicamente del valor de las capacidades presentes en cada instalación y de la frecuencia de la misma corriente.

Estas capacidades también presentan el mismo comportamiento ante **fugas**

transitorias de muy corta duración (del orden de μs). Estas fugas transitorias pueden ser originadas por sobretensiones de varios tipos (origen atmosférico, conexión de circuitos, fusión de fusibles, etc.), y su comportamiento es similar a una alta frecuencia permanente, aunque sea de muy corta duración.

Estas fugas que retornan por las capacidades de los circuitos, pueden circular de forma desequilibrada y con una intensidad eficaz lo bastante elevada como para originar disparos intempestivos de las protecciones diferenciales.

Como se decía al inicio de este apartado, este fenómeno puede provocar el disparo intempestivo simultáneo de varios diferenciales que protegen circuitos en paralelo, que estén instalados aguas abajo de un mismo embarrado o línea, con lo que no queda garantizada la **“selectividad horizontal”**.

La selectividad horizontal pretende garantizar que únicamente dispare el diferencial que se ve sometido al defecto o fuga, sin perturbar el comportamiento de los restantes diferenciales que estén en paralelo con éste. Estos dispositivos diferenciales pueden tener unos tiempos de retardo t_r idénticos entre sí. No obstante, la selectividad horizontal puede verse perturbada por los efectos de las capacidades en las instalaciones que originan los disparos por “simpatía”.

Dos ejemplos:

■ Caso 1 (fig. 5.25)

La apertura de D_b , situado sobre el circuito de alimentación de un receptor R que pueda generar una sobretensión (ej.: soldadura), provoca una sobretensión sobre la red. Esta sobretensión implica sobre la salida A, protegida por D_a , la aparición de una corriente capacitiva a tierra. Esta corriente puede deberse a las capacidades parásitas de los cables o a un filtro capacitivo puesto a tierra. Una solución: el diferencial de D_b puede ser instantáneo y el de D_a debe ser temporizado.

Se debe considerar que, para una configuración tal, la temporización del diferencial (D_a) es indispensable puesto que, a la puesta en tensión del circuito A,

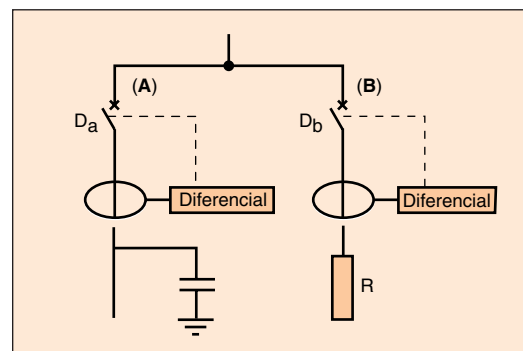


Fig. 5.25. La presencia de capacidades bajo la salida A puede provocar:

- La apertura de D_b , el disparo de D_a , y/o
 - la puesta en tensión de la salida A, el disparo de D_a .
- El empleo de los diferenciales temporizados es necesario muchas veces para paliar los disparos intempestivos provocados por las sobretensiones generadas por rayos o por maniobras de aparatos.

las capacidades (parásitas o no) provocan la aparición de una corriente diferencial oscilatoria amortiguada (fig. 5.26).

A título indicativo, una medida efectuada sobre un gran ordenador que dispone de un filtro antiparásitos pone de manifiesto una corriente de estas características:

- 40 A (primera cresta).
- $f = 11,5 \text{ kHz}$.
- Tiempo de amortiguamiento (66 %): 5 períodos.

■ Caso 2 (fig. 5.27)

Un defecto franco de aislamiento en la fase 1 de la salida B pone esta fase al potencial de

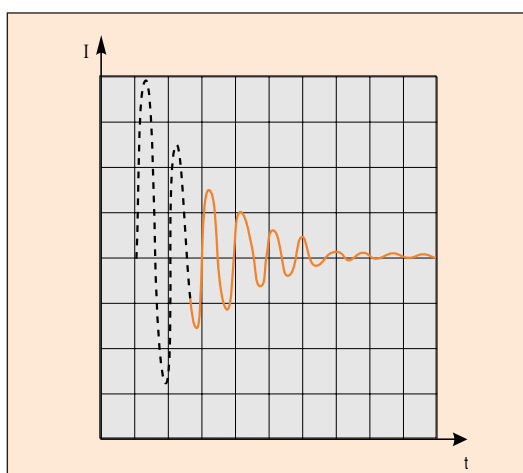


Fig. 5.26. Onda de corriente transitoria que se produce en el momento del cierre de un circuito fuertemente capacitivo.

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

tierra. La corriente capacitiva suministrada por la salida A, de gran longitud, va a provocar “por simpatía” el funcionamiento del diferencial correspondiente D_a . Este fenómeno se produce en todos los regímenes de neutro, pero afecta principalmente a las redes en esquema IT.

Estos dos ejemplos demuestran que es necesario temporizar los diferenciales de las salidas de gran longitud o que alimenten filtros.

En resumen, **para evitar estos problemas es muy recomendable tomar las siguientes precauciones a varios niveles:**

- Cuando se esté proyectando una nueva instalación donde vayan a tener que repartirse líneas de cable muy largas para poder llegar hasta los receptores (iluminación, tomas de corriente, alimentación directa de receptores, etc.), es muy conveniente realizar la **máxima subdivisión posible de circuitos** a fin de acumular el menor número de metros de cable por debajo de un solo diferencial, pudiéndose llegar a tener en muchos casos un diferencial para proteger cada circuito.
- **Limitar**, en la medida de lo posible, el **número de receptores electrónicos** que incluyan filtros capacitivos conectados a tierra, por debajo de cada diferencial. En circuitos para alimentar tomas informáticas, por ejemplo, hay que minimizar el número de líneas por debajo de cada diferencial.
- Para disminuir o eliminar el número de disparos intempestivos en instalaciones ya existentes, en la mayoría de ocasiones no

es posible tomar las precauciones anteriores. En estos casos es aconsejable la sustitución de los dispositivos diferenciales que ocasionan los problemas por los dispositivos especializados de última generación de Merlin Gerin: la gama de protección diferencial **Superinmunizada de multi 9 y Vigirex RH**, que está autoinmunizada para evitar los disparos intempestivos originados por las corrientes de fuga que circulan por las capacidades de la instalación: las corrientes de alta frecuencia y las corrientes transitorias de alto nivel y muy corta duración.

Para efectuar la protección de cabecera de circuitos de potencia, el relé diferencial con toro separado **Vigirex RHU de Merlin Gerin** es la solución que actualmente permite conseguir la máxima continuidad de servicio para la protección de circuitos capacitivos, ya que dispone de la máxima autoprotección contra disparos intempestivos.

- En los casos, cada día más habituales, en que se requiera una muy alta continuidad de servicio en la instalación, es muy aconsejable proyectar de entrada la colocación de dispositivos diferenciales **Superinmunizados multi 9 y Vigirex RH** en las salidas más conflictivas y **Vigirex RHU** en cabecera, además de haber tomado las dos primeras precauciones anteriores (limitar los metros de cable y el número de receptores electrónicos por debajo de cada diferencial).

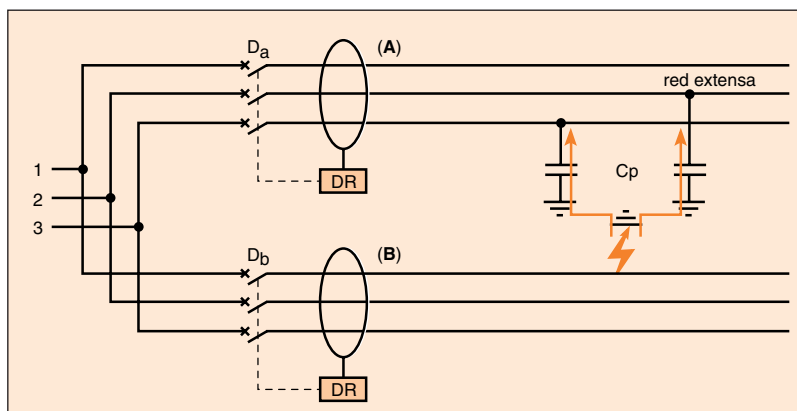


Fig. 5.27. En presencia de un defecto en el circuito B, D_a puede abrir en lugar de D_b . El empleo de los diferenciales temporizados es necesario para evitar los disparos intempestivos en las salidas en buen estado.

5.5 Empleo de diferenciales en redes mixtas y de corriente continua

Un defecto de aislamiento en corriente continua es menos peligroso que en corriente alterna

Algunos experimentos efectuados (tabla 1.1, página 9) han demostrado que el hombre, para las corrientes débiles, es alrededor de 5 veces menos sensible a la corriente continua que a la corriente alterna 50/60 Hz. El riesgo de fibrilación ventricular no aparece hasta más allá de 300 mA.

Las normas de instalación UNE 20460 y CEI 479 han establecido una relación de alrededor de 2, teniendo en cuenta el hecho de que, en la práctica, las corrientes de defecto son direccionales pero no siempre alisadas.

Este hecho se ilustra en la fig. 5.28, desarrollada a partir de la tabla 1.2 de la página 10.

Cabe considerar que un rectificador trifásico, alimentado por una tensión alterna de 400 V entre fases, genera una tensión de contacto directo de 580 V en continua, que corresponde a un tiempo de corte máximo de 0,3 s.

Las normas de fabricación de los diferenciales consideran la existencia de corrientes no alternas. Definen particularmente las **clases**, presentadas en el punto 4.3, pág. 45, y describen los ensayos correspondientes.

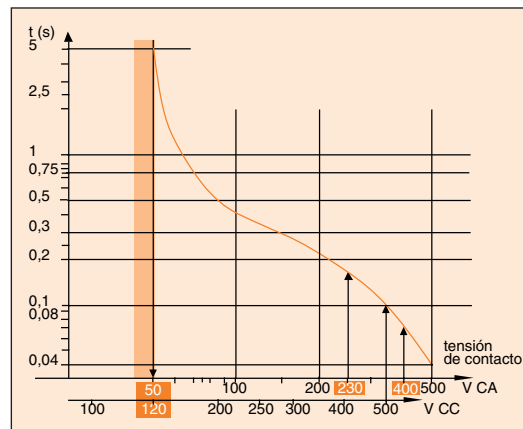


Fig. 5.28. Curvas de seguridad establecidas a partir del tiempo máximo de corte de un diferencial fijado por la UNE 20460.

A título de ejemplo, los interruptores diferenciales de **clase A** deben funcionar para $I_d \leq 1,4 I_{\Delta n}$ en todas las corrientes de fuga que correspondan a la fig. 5.29. En este caso, con o sin la superposición de una corriente continua alisada de hasta 6 mA, la corriente de defecto se aplica bruscamente o bien aumentándola lentamente de 0 a $1,4 I_{\Delta n}$ en 30 s.

Los diferenciales que satisfacen estos ensayos son de **clase A** y se identifican con el símbolo siguiente, marcado sobre su cara anterior.

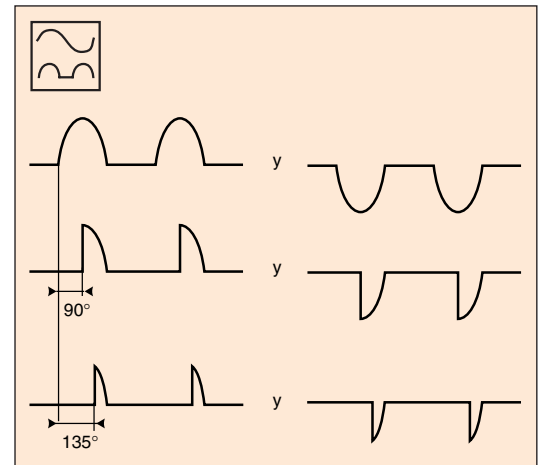


Fig. 5.29. Formas de onda de las corrientes de ensayo de los diferenciales de clase A.

Las corrientes de defecto reales

Corresponden a la imagen de las tensiones que existen entre el punto de defecto y el neutro de la instalación.

La forma de onda de la corriente de defecto es raramente la misma que la de la tensión o la corriente aplicada, suministrada a la carga. Las tensiones y corrientes de defecto de tipo continuo puro (tasa de ondulación nula) son muy inusuales.

■ En el ámbito doméstico, la distribución y los rectificadores electrónicos incluidos en los receptores son monofásicos; éstos corresponden a los esquemas identificados de A a F en la fig. 5.30 de la página siguiente. Los diferenciales de tipo A aseguran la protección de las personas. En todo caso, para el esquema B no detectan la corriente de defecto, salvo si su aparición es súbita. A destacar que el montaje E está cada vez más extendido puesto que se sitúa en la entrada de alimentaciones muy

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

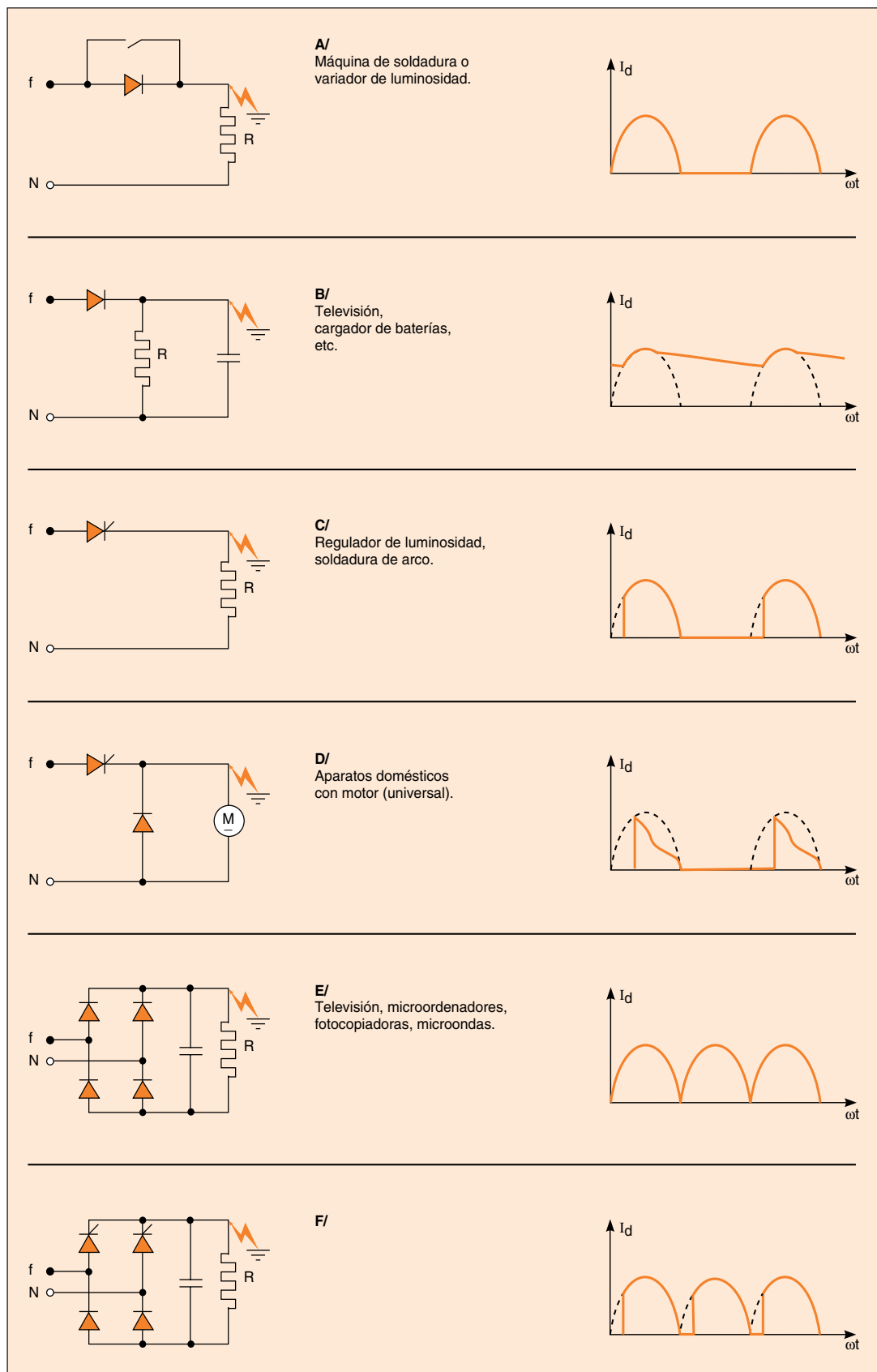


Fig. 5.30. Forma de las corrientes de defecto, detectadas sobre la alimentación monofásica de los rectificadores, cuando hay un defecto de aislamiento en la salida positiva.

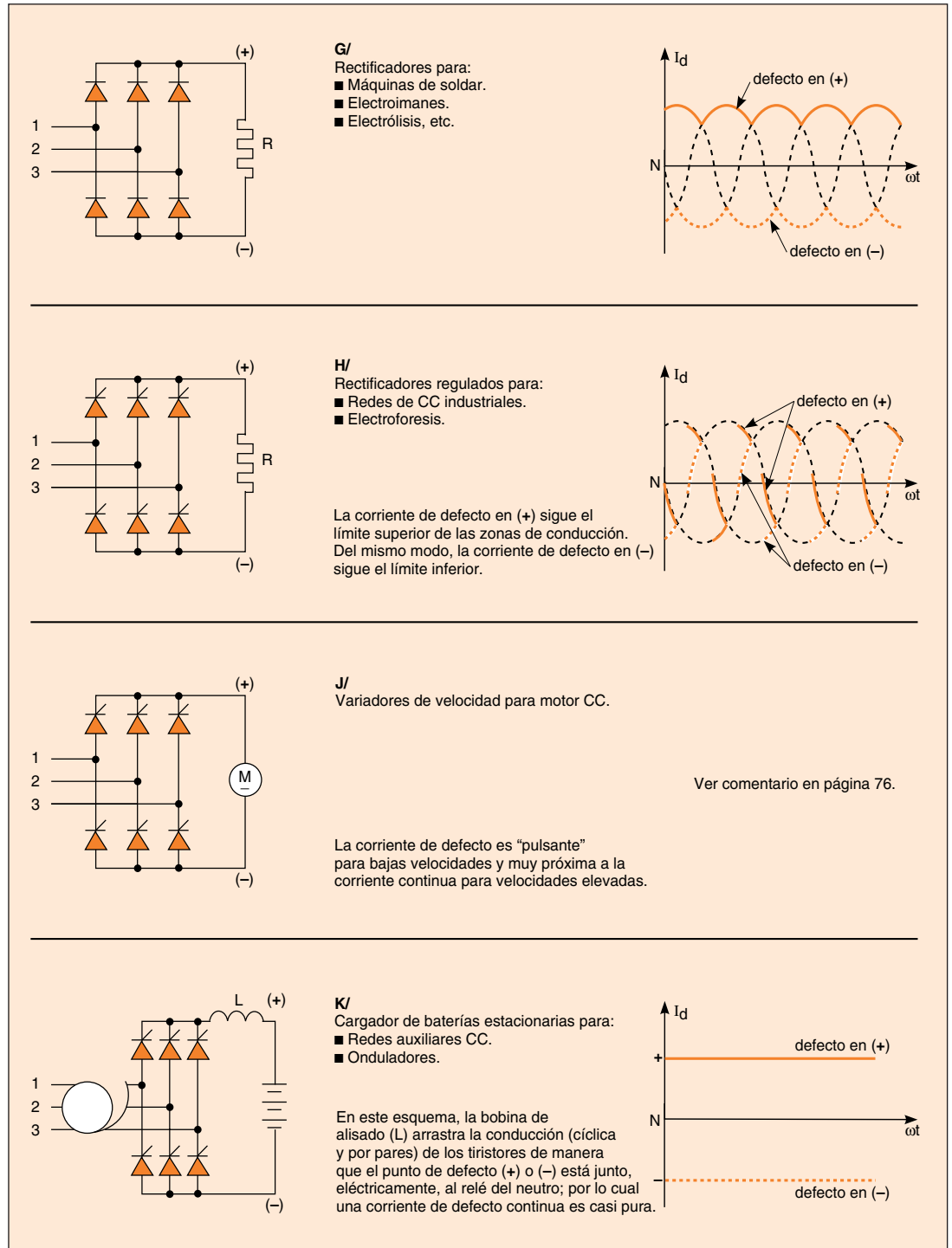


Fig. 5.31. Forma de las corrientes de defecto, detectadas sobre la alimentación trifásica de los rectificadores, cuando hay un defecto de aislamiento en la salida.

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

empleadas en los electrodomésticos (TV, microondas...), pero también en materiales profesionales (microordenadores, fotocopiadoras...).

■ En la industria se encuentran la mayor parte de los rectificadores trifásicos (esquemas G a K de la **fig. 5.31**).

Estos montajes pueden generar una corriente de defecto continua con una débil tasa de ondulación:

□ Montajes G y H

El montaje G suministra la tensión rectificada con una débil tasa de ondulación permanente y, por tanto, corrientes de defecto difíciles de detectar por los diferenciales. El montaje H, en cambio, genera corrientes de defecto pulsantes y, por tanto, visibles por los diferenciales. Pero es equivalente al montaje G cuando la conducción es a plena onda.

□ Montaje J

Este montaje es muy frecuente y corresponde, particularmente, a los variadores de velocidad de los motores de corriente continua.

Debido a la fuerza contraelectromotriz y a la inductancia de los motores, se generan corrientes de defecto más lisas que en los montajes G y H precedentes. En todo caso y para cualquier ángulo de conducción de los tiristores, los diferenciales situados aguas arriba de los variadores de velocidad deben ser capaces de asegurar la protección. En algunos casos se pueden emplear diferenciales estándar adaptando la regulación de su umbral $I\Delta n$.

A título de ejemplo, la **fig. 5.32** representa la sensibilidad de un diferencial, de tecnología electrónica, en función de la tensión de salida del variador aplicada al motor.

□ Montaje K

Con este montaje, un defecto sobre el circuito continuo no produce una variación de flujo magnético

$\frac{d\phi}{dt}$ en el seno de los captadores

magnéticos de los diferenciales, que se verán entonces “cegados”. Este montaje, a menos que se utilice un transformador en lugar de un autotransformador, es

perigroso pues los diferenciales de clase AC y A no pueden funcionar.

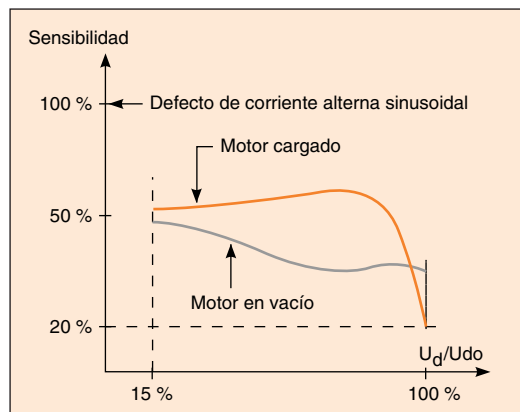


Fig. 5.32. Evolución de la sensibilidad de un diferencial electrónico colocado aguas arriba de un rectificador de tiristores.

Caso particular: el retorno de corriente continua

Examinemos qué sucede cuando un segundo defecto se produce en la parte alterna de una red que dispone de un rectificador, que sigue el montaje G, visto anteriormente (ver **fig. 5.33**).

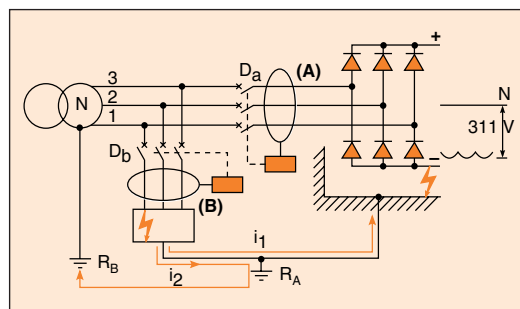


Fig. 5.33. La corriente de defecto mantenida en la salida del rectificador (sin apertura de D_a) puede cegar (o bloquear) el diferencial colocado en B.

Si la alimentación (A) del rectificador no está vigilada por un diferencial, o si este diferencial ha sido mal elegido o está inoperante por una razón cualquiera, el defecto de aislamiento, existente sobre la parte continua, permanece sin disparo de D_a .

Pero entonces, si un defecto se produce sobre otra salida B, la corriente de este defecto es igual a: $i_1 + i_2$... Y no es seguro que el diferencial situado en esta salida, si es de tipo AC, funcione para el umbral regulado. Por este motivo, la norma UNE 20460 (apartado 532-2-2-1-4) estipula: “Cuando materiales eléctricos, susceptibles

de producir corrientes continuas, se instalen aguas abajo de un dispositivo diferencial, se deberán tomar precauciones para que, en caso de defecto a tierra, las corrientes continuas no perturben el funcionamiento de los diferenciales y no comprometan la seguridad.”

Por tanto, se recomienda:

- Una correcta elección de los diferenciales situados justo aguas arriba de un sistema rectificador.
- Utilizar en el resto de la instalación diferenciales de clase A.

5.6 Consejos particulares de instalación de relés diferenciales con toroidal separado

empleadas en los
Por regla general, en los diferenciales integrados (tipo **multi 9** o tipo **Vigicomact**) no hay precauciones particulares a tomar salvo verificar las dimensiones de los diferentes aparatos. En cambio, en la gama de relés electrónicos con toroidal separado (**Vigirex**), es necesario efectuar la instalación respetando las reglas siguientes:

- **A través del toroidal sólo deben pasar todos los cables activos:**

□ En TT (fig. 5.34).

Las 3 fases y el neutro. Tomar las 3 fases si el neutro no está distribuido.

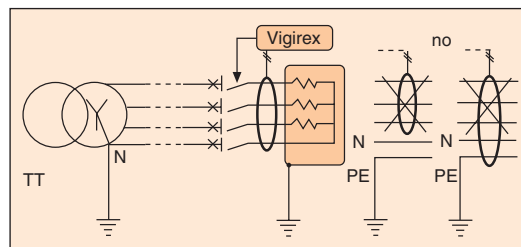


Fig. 5.34. Instalación de un Vigirex en un esquema TT.

□ En TN (fig. 5.35).

TNC: no funciona un diferencial en TNC.
TNS: las 3 fases y el neutro. No introducir el cable de protección PE en el interior del toroidal. Tomar las 3 fases si el neutro no está distribuido (poco frecuente).

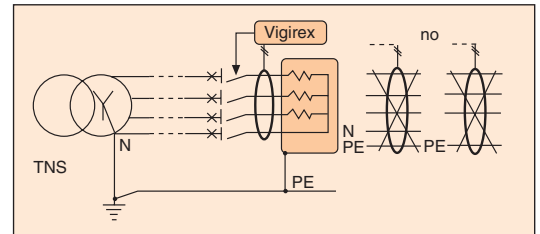


Fig. 5.35. Instalación de un Vigirex en un esquema TNS.

□ En IT (fig. 5.36).

Tomar las 3 fases y el neutro. 3 fases si el neutro no está distribuido.

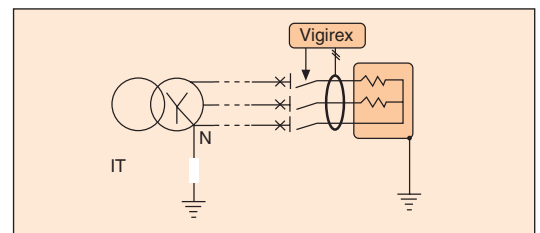


Fig. 5.36. Instalación de un Vigirex en un esquema IT.

■ Líneas con fuertes puntas de corriente de arranque

En los cables que puedan estar sometidos a sobrecargas transitorias (arranque de motores, puesta en tensión de transformadores...) deben considerarse varias precauciones de aplicación muy simple; su eficacia es acumulativa:

- Colocar el toro en una parte recta del cable.
- Centrar el cable dentro del toro.
- Utilizar un toro de diámetro claramente superior al del cable (≥ 2 veces).

Cuando las condiciones sean particularmente severas, la utilización de una plancha de acero dulce enrollada alrededor del cable mejorará sustancialmente la inmunidad (fig. 5.37).

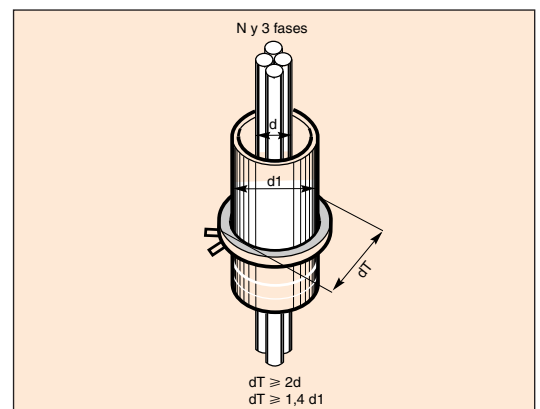


Fig. 5.37. Utilización de plancha de acero dulce entre el conductor y el toro.

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

Montajes particulares

Cuando los toros, incluso los de diámetro máximo, no pueden ser instalados (juego de barras, cables demasiado voluminosos...) es necesario realizar alguno de los montajes según los esquemas siguientes. Habitualmente se utilizan para cabecera de instalaciones de potencia elevada, o circuitos secundarios de gran potencia. Según la posición de las salidas a controlar, puede realizarse uno de los 2 montajes siguientes para resolver el problema.

■ **1.º montaje:** se instalan TI en cada salida y se interconectan entre sí en paralelo, respetando la polaridad (ver fig. 5.38). La suma, hecha de esta forma, representa la imagen de la suma de las corrientes primarias.

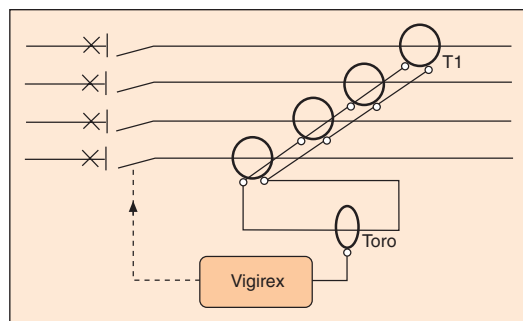


Fig. 5.38. 1.º montaje.

Precauciones:

- No saturar los TI con una corriente primaria excesiva.
- Los umbrales se multiplican por la relación de transformación. Por ejemplo TI 1000/1 umbral mínimo 30 A (para 30 mA).
- La regulación de la sensibilidad del relé será: $I_{\Delta n} \geq 10 \% I_n$. Donde I_n es la corriente del primario del TI. Así se evitan los problemas de imprecisión del TI.
- Considerar I_n del TI aproximadamente un 10 % mayor a la real para tener en cuenta las tolerancias de medida de TI y evitar así los disparos intempestivos.

■ **2.º montaje:** en cabecera de instalación, la suma de las corrientes en los cables activos es idéntica a la corriente que circula en el cable que conecta el transformador a tierra. Se puede montar el toro en este cable, normalmente de menor tamaño (1 cable en lugar de 4), cuando sea imposible montar los toros en los cables activos (fig. 5.39).

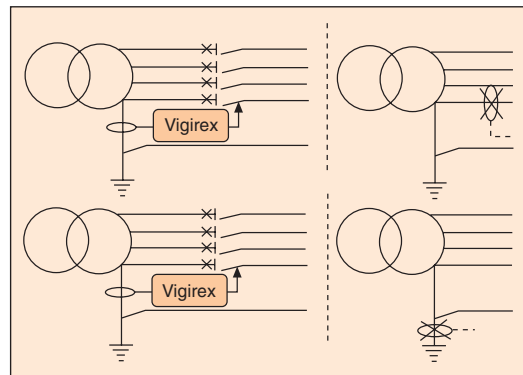


Fig. 5.39. 2.º montaje.

Precauciones:

- En TNS, no pasar el cable de protección PE por el interior del toro (ver fig. 5.39).
- Esta solución sólo es válida para protección de cabecera de instalación.

5.7 Coordinación entre interruptores automáticos magnetotérmicos e interruptores diferenciales ID

Elección del calibre o corriente asignada del interruptor diferencial. Protección del ID contra sobrecargas

La corriente asignada I_{nd} del ID se elige en función de la corriente de empleo del circuito previamente calculada, teniendo en cuenta los coeficientes de utilización K_u y de simultaneidad K_s .

■ Si el interruptor diferencial está situado aguas abajo de un interruptor automático magnetotérmico y en la misma línea (fig. 5.40), las corrientes asignadas de los dos elementos pueden ser iguales: $I_{nd} \geq I_{n1}$, aunque es muy recomendable sobrecalibrar

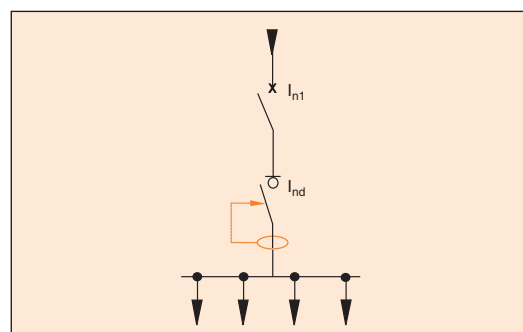


Fig. 5.40: interruptor diferencial aguas abajo de un interruptor automático.

protección diferencial BT

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 ID (**fig. 5.41**), la corriente asignada del interruptor diferencial I_{nd} se elige en función de:

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

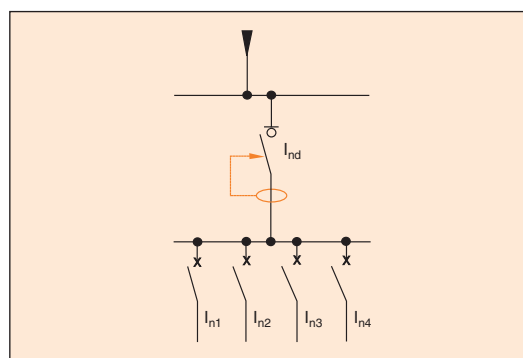


Fig. 5.41. Interruptor diferencial, aguas arriba de un grupo de interruptores automáticos.

Protección de interruptores diferenciales contra cortocircuitos

Uno de los factores determinantes para la elección del interruptor diferencial es la coordinación con el magnetotérmico colocado aguas arriba para lograr una correcta protección contra cortocircuitos.

Los dispositivos diferenciales tienen una resistencia a las corrientes de cortocircuito limitada, por tanto deben estar siempre protegidos contra los cortocircuitos que se puedan producir aguas abajo, mediante un magnetotérmico.

La correcta protección de un diferencial se realiza mediante la asociación, aguas arriba, de un interruptor magnetotérmico en serie (**fig. 5.42**). Así, cualquier defecto aguas abajo del diferencial será visto también por el magnetotérmico. En caso de instalar el interruptor magnetotérmico aguas abajo del diferencial, éste quedaría sin protección alguna en el caso de que el cortocircuito se produjera en un punto entre el diferencial y el magnetotérmico.

La **tabla 5.7** indica el valor máximo de la corriente de cortocircuito, en kA eficaces, para el cual el diferencial está protegido, gracias a la coordinación con el magnetotérmico colocado aguas arriba.

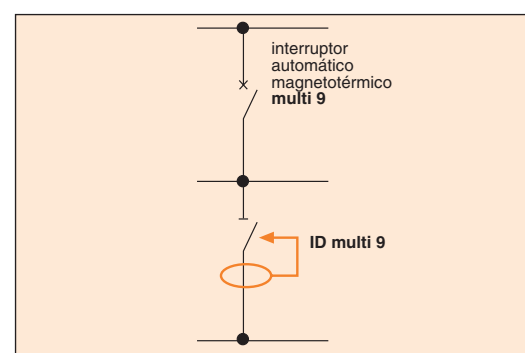


Fig. 5.42. Protección correcta contra cortocircuitos.

Interruptor diferencial ID multi 9 bipolar o tetrapolar

Tipo de ID		Interruptor diferencial ID multi 9 2P (230 V)		Interruptor diferencial ID									
				2P (230 V)					4P (400 V)				
Calibre (A)		25	40	25	40	63	80	100	25	40	63	80	100
Interruptor automático multi 9	iDPN	6	6	6	6				6	6			
	iDPN N	10	10	10	10				10	10			
	C60N	10	10	20	20	20			10	10	10		
	C60H	15	15	30	30	30			15	15	15		
	C60L	20	20	50	45	30			25	20	15		
	NC100H	6	6	5	5	10	10	10	7	7	7	5	5
	C120N/C120H			10	10	10	10	10	7	7	7	7	7
	NG125N	10	10	15	15	15	15	7	15	15	15	15	7
	NG125H	10	10	15	15	15	15		15	15	15	15	
	NG125L	10	10	15	15	15	15		15	15	15	15	10
Compact	NS100			6	6	6	6	6	4	4	4	4	4
	NS160				6	6	6	6		4	4	4	4

Tabla 5.7. Coordinación entre interruptores automáticos magnetotérmicos e interruptores diferenciales ID multi 9.

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

Ejemplo de coordinación entre interruptores automáticos e ID

Supongamos un circuito de entrada a un cofret (**fig. 5.43**), en el cual la intensidad de cortocircuito I_{cc} en las barras de entrada es de 20 kA, alimenta unos receptores cuyas intensidades de empleo son respectivamente de 32, 20 y 10 A en monofásico a 230 V.

El régimen de neutro de la instalación es TT. La salida situada en el cuadro aguas arriba, y que alimenta a este cofret, está protegida por un interruptor automático **C120N** bipolar.

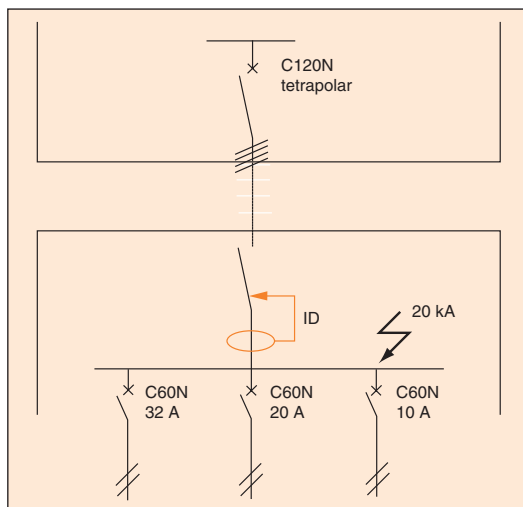


Fig. 5.43. Esquema unifilar del ejemplo propuesto.

¿Qué interruptor diferencial ID se escogerá para proteger la entrada del cofret?

■ Se escogerá un interruptor diferencial ID de calibre $\geq 32 + 20 + 10 \geq 62$ A, es decir un ID de al menos 63 A.

■ Resistencia a los cortocircuitos del ID de 63 A asociado al C120N: se ve en las tablas anteriores que es de 10 kA, lo cual no es suficiente para poder resistir hasta los 20 kA necesarios.

■ Se escogerá un interruptor tipo C60N (instalado en serie y aguas arriba del ID) para proteger al diferencial de un posible cortocircuito en las barras de entrada del cuadro secundario. En las tablas anteriores observamos que la resistencia a los cortocircuitos del ID de 63 A asociado con un C60N (aguas arriba) es de 20 kA, lo cual sí es correcto (**fig. 5.44**).

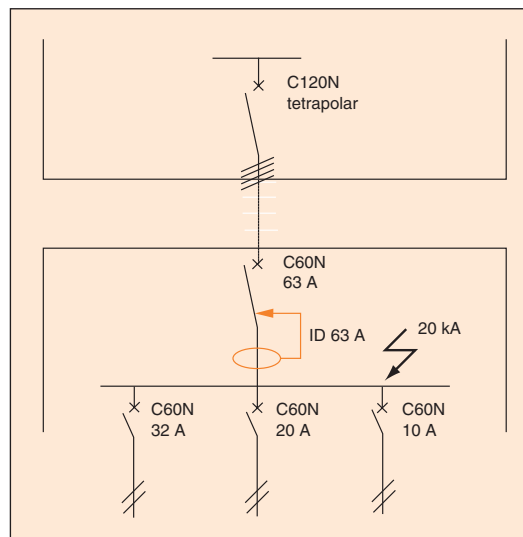


Fig. 5.44. Solución propuesta para una correcta coordinación entre interruptores automáticos y diferenciales.

5.8 Longitudes máximas de línea en regímenes TN e IT

Las siguientes tablas dan las longitudes máximas, en metros, de los cables en los esquemas de conexión a tierra TN e IT protegidos contra los contactos indirectos mediante interruptores automáticos

magnetotérmicos. Para instalaciones donde se superen estas longitudes de cable por debajo del magnetotérmico deberá reforzarse la protección contra contactos indirectos mediante el empleo de un dispositivo diferencial, habitualmente de media o baja sensibilidad además del magnetotérmico.

Régimen de neutro TN. Longitudes máximas de cable

Factores de corrección a aplicar a las longitudes de las tablas siguientes para redes a 400 V entre fases⁽¹⁾

m = Sf/Spe	1	2	3	4
cable de cobre	1	0,67	0,5	0,4
cable de aluminio	0,62	0,41	0,31	0,25

(1): Para las redes a 237 V entre fases, aplicar un coeficiente 0,57 suplementario.
Para las redes 237 V monofásicas (entre neutro y fase), no aplicar este coeficiente.

P25M

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre, Sf = S_{PE},
U_L = 50 V,
en esquema TN.

C60N/L, C120H

Curva B

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre, Sf = S_{PE},
U_L = 50 V,
en esquema TN.

C60N/H/L,

C120H,

NG125N/H/L

Curva C

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre, Sf = S_{PE},
U_L = 50 V,
en esquema TN.

C60N, C120H,

NG125N

Curva D

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre, Sf = S_{PE},
U_L = 50 V,
en esquema TN.

C60LMA,

NG125LMA

Curva MA

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre, Sf = S_{PE},
U_L = 50 V,
en esquema TN.

Sfases	calibre (A)												
mm ²	0,16	0,24	0,4	0,6	1	1,6	2,4	4	6	10	16	20	25
1,5				694	416	260	173	104	69	41	26	20	16
2,5					694	434	289	173	115	69	43	34	27
4						694	462	277	185	111	69	55	44
5 (2 × 2,5)						868	578	347	231	138	87	69	55

Sfases	calibre (A)									
mm ²	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100
1,5	120	75	60	48	38	30	24	19	15	12
2,5	200	125	100	80	63	50	40	32	25	20
4	320	200	160	128	100	80	64	51	40	32
6	480	300	240	192	150	120	96	76	60	48
10	800	500	400	320	250	200	160	127	100	80
16		800	640	512	400	320	256	203	160	128
25				800	625	500	400	317	250	200
35					875	700	560	444	350	280
50							800	635	500	400

Sfases	calibre (A)														
mm ²	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100
1,5	600	300	200	150	100	60	38	30	24	19	15	12	10	8	6
2,5		500	333	250	167	100	63	50	40	31	25	20	16	13	10
4			533	400	267	160	100	80	64	50	40	32	25	20	16
6				600	400	240	150	120	96	75	60	48	38	30	24
10					667	400	250	200	160	125	100	80	63	50	40
16						640	400	320	256	200	160	128	102	80	64
25							625	500	400	313	250	200	159	125	100
35							875	700	560	438	350	280	222	175	140
50								800	625	500	400	317	250	200	160

Sfases	calibre (A)														
mm ²	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100
1,5	429	214	143	107	71	43	27	21	17	13	11	9	7	5	4
2,5	714	357	238	179	119	71	45	36	29	22	18	14	11	9	7
4		571	381	286	190	114	71	57	46	36	29	23	18	14	11
6		857	571	429	286	171	107	86	69	54	43	34	27	21	17
10			952	714	476	286	179	143	114	89	71	57	45	36	29
16					762	457	286	229	183	143	114	91	73	57	46
25						714	446	357	286	223	179	143	113	89	71
35							625	500	400	313	250	200	159	125	100
50							893	714	571	446	357	286	227	179	143

Sfases	calibre (A)									
mm ²	1,6	2,5	4	6,3	10	12,5	16	25	40	63
1,5	100	100	100	80	42	40	26	17	10	7
2,5	167	167	167	133	69	67	44	28	17	11
4	267	267	267	213	111	107	70	44	28	18
6		400	400	320	167	160	105	67	42	27
10			667	533	278	267	175	111	69	44
16				853	444	427	281	178	111	71
25						667	439	278	174	111
35						933	614	389	243	156
50							877	556	347	222

Nota: el funcionamiento de la protección magnética está garantizado para I_m ± 20 %. Los cálculos han sido efectuados en el caso más desfavorable, es decir, para I_m + 20 %.

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

Régimen de neutro TN. Longitudes máximas de cable

Factores de corrección a aplicar a las longitudes de las tablas siguientes para redes a 400 V entre fases⁽¹⁾

m = Sf/Spe	1	2	3	4
cable de cobre	1	0,67	0,5	0,4
cable de aluminio	0,62	0,41	0,31	0,25

(1): Para las redes a 237 V entre fases, aplicar un coeficiente 0,57 suplementario.
Para las redes 237 V monofásicas (entre neutro y fase), no aplicar este coeficiente.

NS80H-MA

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre, Sf = S_{PE},
U_L = 50 V
en esquema TN.

Sfases (mm ²)	calibre (A)												
	In (A)	2,5	6,3	12,5	25	50	80						
	Im (A)	15	35	35	88	75	175	150	350	300	700	480	1120
1,5	333	143	143	57	67	29	33	14	17	7	10	4	
2,5	556	238	238	95	111	48	56	24	28	12	17	7	
4	889	381	381	152	178	76	89	38	44	19	28	12	
6	1333	571	571	227	267	114	133	57	67	29	42	18	
10		952	952	379	444	190	222	95	111	48	69	30	
16		1524	1524	606	711	300	356	152	178	76	111	48	
25				947	1111	476	556	238	278	119	174	74	
35				1326	1556	667	778	333	389	167	243	104	
50						952	1111	476	556	238	347	149	
70						1333	1556	667	778	333	486	208	

NS100N/H/L

Bloque de relés tipo
TM-G
Red trifásica a 400 V,
cable de cobre, Sf = S_{PE},
U_L = 50 V
en esquema TN.

Sfases (mm ²)	calibre (A)												
	In (A)	16	25	40	63								
	Im (A)	63	80	80	125								
1,5		79	63	63	40								
2,5		132	104	104	67								
4		212	167	167	107								
6		317	250	250	160								
10		529	417	417	267								
16		847	667	667	427								
25			1042	1042	667								
35			1458	1458	933								
50				2083	1333								
70					1867								

NS100N/H/L

Bloque de relés tipo MA
Red trifásica a 400 V,
cable de cobre, Sf = S_{PE},
U_L = 50 V
en esquema TN.

Sfases (mm ²)	calibre (A)												
	In (A)	2,5	6,3	12,5	25	50	100						
	Im (A)	15	35	35	88	75	175	150	350	300	700	600	1400
1,5	333	143	143	57	67	29	33	14	17	7	8	4	
2,5	556	238	238	95	111	48	56	24	28	12	14	6	
4	889	381	381	152	178	76	89	38	44	19	22	10	
6	1333	571	571	227	267	114	133	57	67	29	33	14	
10		952	952	379	444	190	222	95	111	48	56	24	
16		1524	1524	606	711	300	356	152	178	76	89	38	
25				947	1111	476	556	238	278	119	138	60	
35				1326	1556	667	778	333	389	167	194	85	
50						952	1111	476	556	238	278	119	
70						1333	1556	667	778	333	389	167	
95											528	226	
120											667	286	
150											724	310	
185											856	367	

NS160N/H/L a NS630N/H/L

Bloque de relés tipo MA
Red trifásica a 400 V,
cable de cobre, Sf = S_{PE},
U_L = 50 V
en esquema TN.

Sfases (mm ²)	calibre (A)												
	In (A)	100	150	220	320	500							
	Im (A)	600	1400	1200	1950	1760	2860	2560	4160	4000	6500		
1,5	8	4	4	3	3	2	2	1	1	1	1		
2,5	14	6	7	4	5	3	3	2	2	2	1		
4	22	10	11	7	8	5	5	3	3	3	2		
6	33	14	17	10	11	7	8	5	5	5	3		
10	56	24	28	17	19	12	13	8	8	8	5		
16	89	38	44	27	30	19	20	13	13	13	8		
25	139	60	68	43	47	29	33	20	21	21	13		
35	194	85	97	60	66	41	46	28	29	29	18		
50	278	119	139	85	95	58	65	40	42	42	26		
70				120	133	82	91	56	58	58	36		
95					180	111	124	76	79	79	49		
120							156	96	100	100	62		
150									108	108	67		
185									128	128	79		

Nota: el funcionamiento de la protección magnética está garantizado para Im ± 20 %. Los cálculos han sido efectuados en el caso más desfavorable, es decir, para Im + 20 %.

Régimen de neutro TN. Longitudes máximas de cable

Factores de corrección a aplicar a las longitudes de las tablas siguientes para redes a 400 V entre fases⁽¹⁾

m = Sf/Spe	1	2	3	4
cable de cobre	1	0,67	0,5	0,4
cable de aluminio	0,62	0,41	0,31	0,25

(1): Para las redes a 237 V entre fases, aplicar un coeficiente 0,57 suplementario.
Para las redes 237 V monofásicas (entre neutro y fase), no aplicar este coeficiente.

NSA160N

Bloque de relés tipo TM-D

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = S_{PE}, U_L = 50 V
en esquema TN.

Sfases (mm ²)	calibre (A)					
	In (A)	63	80	100	125	160
	Im (A)	1000	1000	1000	1250	1250
1,5		5	5	5	4	4
2,5		8	8	8	7	7
4		13	13	13	11	11
6		20	20	20	16	16
10		33	33	33	27	27
16		53	53	53	43	43
25		83	83	83	67	67
35		117	117	117	93	93
50		167	167	167	133	133
70		233	233	233	187	187

NS100N/H/L

Bloque de relés tipo TM-D

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = S_{PE}, U_L = 50 V
en esquema TN.

Sfases (mm ²)	calibre (A)						
	In (A)	16	25	40	63	80	100
	Im (A)	190	300	500	500	650	800
1,5		26	17	10	10	8	6
2,5		44	28	17	17	13	10
4		70	44	27	27	21	17
6		105	67	40	40	31	25
10		175	111	67	67	51	42
16		281	178	107	107	82	67
25			278	167	167	128	104
35			689	233	233	179	146
50				333	333	256	208
70					467	359	292
95						487	396

NS160N/H/L a

NS250N/H/L

Bloque de relés tipo TM-D

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = S_{PE}, U_L = 50 V
en esquema TN.

Sfases (mm ²)	calibre (A)								
	In (A)	80	100	125	160	200		250	
	Im (A)	1000	1250	1250	1250	1000	2000	1250	2500
1,5		5	4	4	4	5	3	4	2
2,5		8	7	7	7	8	4	7	3
4		13	11	11	11	13	7	11	5
6		20	16	16	16	20	10	16	8
10		33	27	27	27	33	17	27	13
16		53	43	43	43	53	27	43	21
25		83	67	67	67	83	42	67	33
35		117	93	93	93	117	58	93	47
50		167	133	133	133	167	83	133	67
70		233	187	187	187	233	117	187	93
95		317	253	253	253	317	158	253	127
120		400	320	320	320	400	200	320	160
150			348	348	348	435	217	348	174
185						514	257	411	205
240								512	256
300								615	307

Nota: el funcionamiento de la protección magnética está garantizado para Im ± 20 %. Los cálculos han sido efectuados en el caso más desfavorable, es decir, para Im + 20 %.

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

Régimen de neutro TN. Longitudes máximas de cable

Factores de corrección a aplicar a las longitudes de las tablas siguientes para redes a 400 V entre fases⁽¹⁾

m = Sf/Spe	1	2	3	4
cable de cobre	1	0,67	0,5	0,4
cable de aluminio	0,62	0,41	0,31	0,25

(1): Para las redes a 237 V entre fases, aplicar un coeficiente 0,57 suplementario.
Para las redes 237 V monofásicas (entre neutro y fase), no aplicar este coeficiente.

NS100N/H/L a NS250N/H/L

Bloque de relés tipo STR22SE/GE

Red trifásica a 400 V, cable de cobre, $S_f = S_{pe}$, $U_L = 50$ V en esquema TN.

Los valores del umbral del corto retardo indicados para cada bloque de relés corresponden a:

$I_r = 0,4$ y $1 \times I_n$.

$I_m = 2, 5$ y $10 \times I_r$.

Ejemplo

Para un bloque de relés tipo STR22SE 100 A:

■ $I_r = 0,4 \times 100 = 40$ A

□ $I_m = 2 \times 40 = 80$ A

□ $I_m = 5 \times 40 = 200$ A

□ $I_m = 10 \times 40 = 400$ A

■ $I_r = 1 \times 100 = 100$ A

□ $I_m = 2 \times 100 = 200$ A

□ $I_m = 5 \times 100 = 500$ A

□ $I_m = 10 \times 100 = 1000$ A

NS400N/H/L a NS630N/H/L

Bloque de relés tipo STR23SE/STR53UE

Red trifásica a 400 V, cable de cobre, $S_f = S_{pe}$, $U_L = 50$ V en esquema TN.

Los valores del umbral del corto retardo indicados para cada bloque de relés corresponden a:

$I_r = 0,4, 0,63$ y $1 \times I_n$

$I_m = 2, 5$ y $10 \times I_r$

I_m (A)	32	80	160	200	400	500	1000
STR22SE 40 A	■	■	■	■	■		
STR22SE 100 A		■		■	■	■	■
Sfases (mm²)							
1,5	163	65	33	26	13	10	5
2,5	272	109	54	43	22	17	9
4	435	174	87	70	35	28	14
6	652	261	130	104	52	42	21
10	1087	435	217	174	87	70	35
16	1739	696	348	278	139	111	56
25	2717	1087	543	435	217	174	87
35	3804	1522	761	609	304	243	122
50	5435	2174	1087	870	435	348	174
70		3043	1522	1217	609	487	243
95			2065	1652	826	661	330
120			2609	2087	1043	835	417
150			2835	2268	1134	907	453
185			3351	2681	1340	1072	535
240			4174	3339	1669	1335	668
300			5017	4013	2006	1605	802

I_m (A)	128	200	320	500	640	800	1000	1250	1600	2500
STR22SE 160 A	■		■		■	■			■	
STR22SE 250 A		■		■			■	■		■
Sfases (mm²)										
1,5	41	26	16	10	8	7	5	4	3	2
2,5	68	43	27	17	14	11	9	7	5	3
4	109	70	43	28	22	17	14	11	9	6
6	163	104	65	42	32	26	21	17	13	8
10	272	174	109	70	54	43	35	28	22	14
16	435	278	174	111	87	70	56	45	35	22
25	680	435	272	174	136	109	87	70	54	35
35	952	609	380	243	190	152	122	97	76	49
50	1361	870	543	348	272	217	174	139	109	70
70	1905	1217	761	487	380	304	243	195	152	97
95	2585	1652	1035	661	516	413	330	264	207	132
120	3265	2087	1304	835	652	522	417	334	261	167
150	3544	2268	1418	907	709	567	453	363	283	181
185	4189	2681	1675	1072	837	670	536	429	335	214
240		3339	2087	1335	1043	834	667	534	417	267
300		4013	2508	1605	1254	1003	802	642	501	321

I_m (A)	320	504	800	1250	1600	2000	2500	3150	4000	6300
NS400	■	■	■	■	■	■	■		■	
NS630		■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sfases (mm²)										
35	386	242	152	97	76	61	49	39	30	19
50	543	345	217	132	109	87	70	56	43	28
70	761	484	304	195	152	122	97	79	61	38
95	1033	656	413	264	207	165	132	107	83	52
120	1304	829	522	334	261	209	167	135	104	66
150	1417	908	567	363	283	227	181	144	113	72
185	1675	1064	670	429	335	268	214	170	134	85
240	2087	1325	834	534	417	334	267	212	167	106
300	2508	1592	1003	642	501	401	321	254	200	127

Nota: el funcionamiento de la protección magnética está garantizado para $I_m \pm 15\%$. Los cálculos han sido efectuados en el caso más desfavorable, es decir, para $I_m + 15\%$.

Régimen de neutro TN. Longitudes máximas de cable

Factores de corrección a aplicar a las longitudes de las tablas siguientes para redes a 400 V entre fases⁽¹⁾

m = Sf/Spe	1	2	3	4
cable de cobre	1	0,67	0,5	0,4
cable de aluminio	0,62	0,41	0,31	0,25

(1): Para las redes a 237 V entre fases, aplicar un coeficiente 0,57 suplementario.
Para las redes 237 V monofásicas (entre neutro y fase), no aplicar este coeficiente.

NS100N/H/L a

NS250N/H/L

Bloque de relés tipo

STR22ME

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = Spe, UL = 50 V, en
esquema TN.
Los valores del umbral
del corto retardo
indicados para cada
bloque de relés están
entre los valores máximo
y mínimo de Ir
correspondientes a:
 $I_r = 0,6$ y $1 \times I_n$
 $I_m = 13 \times I_r$

Im	312	390	520	624	650	780	1040	1300
STR22ME 40A	■		■					
STR22ME 50A		■			■			
STR22ME 80A				■			■	
STR22ME 100A						■		■
Sfases (mm²)								
1,5	17	13	10	8	8	7	5	4
2,5	28	22	17	14	13	11	8	7
4	45	36	27	22	21	18	13	11
6	67	54	40	33	32	27	20	16
10	111	89	67	56	54	45	33	27
16	178	143	107	89	86	71	54	43
25	279	223	167	139	134	111	84	67
35		312	234	195	187	156	117	94
50		446	334	279	268	223	167	134
70		624	468	390	375	312	234	187
95		847	635	530	508	424	318	254
120			803	669	642	536	401	321
150			872	727	698	581	436	349
185			1031	859	825	687	515	412
240			1284	1070	1027	856	642	514
300			1543	1286	1235	1029	772	617

Im	1170	1716	1950	2860
STR22ME 150A	■	■	■	
STR22ME 220A		■		■
Sfases (mm²)				
1,5	5	3	3	2
2,5	8	5	4	3
4	13	8	7	5
6	19	12	11	7
10	32	20	18	12
16	51	32	29	19
25	80	51	45	30
35	112	71	62	43
50	161	101	89	61
70	225	142	125	85
95	305	193	169	116
120	356	243	214	146
150	387	264	232	158
185	458	312	275	187
240	571	389	342	233
300	686	467	411	280

NS400N/H/L a

NS630N/H/L

Bloque de relés tipo

STR43ME

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = Spe, UL = 50 V, en
esquema TN.
Los valores del umbral
del corto retardo
indicados para cada
bloque de relés están
entre los valores máximo
y mínimo de Ir
correspondientes a:
 $I_r = 0,6$ y $1 \times I_n$
 $I_m = 13 \times I_r$

Im	2665	3900	4160	6500
STR43ME 320A	■	■	■	
STR43ME 500A		■		■
Sfases (mm²)				
35	46	31	29	19
50	65	45	42	27
70	91	62	59	37
95	124	85	79	51
120	157	107	100	64
150	170	116	109	70
185	201	137	129	82
240	250	171	160	103
300	301	206	193	123

Nota: el funcionamiento de la protección magnética está garantizado para $I_m \pm 15 \%$. Los cálculos han sido efectuados en el caso más desfavorable, es decir, para $I_m + 15 \%$.

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

Régimen de neutro IT. Longitudes máximas de cable

Factores de corrección a aplicar a las longitudes de las tablas siguientes para cables a 400 V entre fases⁽¹⁾

m = Sf/Spe		1	2	3	4
cable de cobre	neutro no distribuido	1	0,67	0,5	0,4
	neutro distribuido	0,6	0,4	0,3	0,24
cable de aluminio	neutro no distribuido	0,62	0,41	0,31	0,25
	neutro distribuido	0,37	0,25	0,19	0,15

(1) Para las redes a 237 V entre fases aplicar, además, el coeficiente 0,57.
Para las redes a 237 V monofásicas (entre fase y neutro), no aplicar este coeficiente.

P25M

Red trifásica a 400 V, cable de cobre, Sf = Spe, UL = 50 V en esquema IT, neutro no distribuido.

C60N/L, C120N/H

Curva B

Red trifásica a 400 V, cable de cobre, Sf = Spe, UL = 50 V en esquema IT, neutro no distribuido.

Sfases	calibre (A)												
mm ²	0,16	0,24	0,4	0,6	1	1,6	2,4	4	6	10	16	20	25
1,5			905	603	362	226	151	90	60	36	22	18	14
2,5				1006	603	377	251	151	100	60	37	30	24
4					966	603	402	241	161	96	60	48	38
5 (2 × 2,5)						754	503	302	201	120	75	60	48

Sfases	calibre (A)													
mm ²	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100				
1,5	104	65	52	42	33	26	21	17	13	10				
2,5	174	109	87	70	54	43	35	28	22	17				
4	278	174	139	111	87	70	56	44	35	28				
6	417	261	209	167	130	104	83	66	52	42				
10	696	435	348	278	217	174	139	110	87	70				
16		696	556	445	348	278	223	177	139	111				
25			870	696	543	435	340	276	217	174				
35					761	608	487	386	304	243				
50						870	695	552	435	348				

C60N/H/L, C120N/H, NG125N/L

Curva C

Red trifásica a 400 V, cable de cobre, Sf = Spe, UL = 50 V en esquema IT, neutro no distribuido.

Sfases mm²	calibre (A)															
	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
1,5	522	261	174	130	87	52	33	26	21	16	13	10	8	7	5	4
2,5	870	435	290	217	145	87	54	43	36	27	22	17	14	11	8	7
4		696	464	348	232	139	87	70	56	43	35	28	22	17	14	11
6			696	522	348	209	130	104	83	65	52	42	33	26	21	17
10				870	580	348	217	174	129	109	87	70	55	43	35	28
16						556	348	278	223	174	139	111	88	70	55	44
25						870	543	435	348	272	217	174	138	109	87	69
35							761	609	487	380	304	243	193	152	122	97
50								870	696	543	435	348	276	217	174	139

C60N, C120N/H NG125N/L

Curva D

Red trifásica a 400 V, cable de cobre, Sf = Spe, UL = 50 V en esquema IT, neutro no distribuido.

Sfases	calibre (A)																	
mm²	1	2	3	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125		
1,5	373	186	124	93	62	37	23	19	15	12	9	7	6	5	4	3		
2,5	621	311	207	155	104	62	39	31	25	19	16	12	10	8	6	5		
4		497	331	248	166	99	62	50	40	31	25	20	16	12	10	8		
6			745	497	373	248	149	93	75	60	47	37	30	24	19	15	12	
10				828	621	414	248	155	124	99	78	62	50	39	31	25	20	
16						662	397	248	199	159	124	99	79	63	50	40	32	
25							621	388	311	248	194	155	124	99	78	62	50	
35								870	543	435	348	272	217	174	138	109	87	70
50									776	621	497	388	311	248	197	155	124	100

C60LMA, NG125LMA

Curva MA

Red trifásica a 400 V, cable de cobre, Sf = S_{PE}, U_L = 50 V en esquema IT, neutro no distribuido.

Sfases	calibre (A)															
mm ²	1,6	2,5	4	6,3	10	12,5	16	25	40	63	80					
1,5	87	87	87	58	36	29	23	14	9	5	4					
2,5	145	145	145	96	60	48	38	24	15	9	7					
4		232	232	154	96	77	61	38	24	15	12					
6			348	232	145	116	91	58	36	23	18					
10				579	386	241	193	152	96	60	38	30				
16					618	386	309	244	154	96	61	48				
25						604	483	381	241	151	96	75				
35						845	676	534	338	211	135	105				
50								763	483	302	193	151				

Nota: el funcionamiento de la protección magnética está garantizado para Im ± 20 %. Los cálculos han sido efectuados en el caso más desfavorable, es decir, para Im + 20 %.

Régimen de neutro IT. Longitudes máximas de cable

Factores de corrección a aplicar a las longitudes de las tablas siguientes para cables a 400 V entre fases⁽¹⁾

m = Sf/Spe		1	2	3	4
cable de cobre	neutro no distribuido	1	0,67	0,5	0,4
	neutro distribuido	0,6	0,4	0,3	0,24
cable de aluminio	neutro no distribuido	0,62	0,41	0,31	0,25
	neutro distribuido	0,37	0,25	0,19	0,15

(1) Para las redes a 237 V entre fases aplicar, además, el coeficiente 0,57.
Para las redes a 237 V monofásicas (entre fase y neutro), no aplicar este coeficiente.

NS80H-MA

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = S_{PE}, U_L = 50 V
en esquema IT, neutro no
distribuido.

Sfases (mm ²)	calibre (A)												
	In (A)	2,5	6,3	12,5	25	50	80						
	Im (A)	15	35	88	175	350	700	480	1120				
1,5		290	124	124	49	58	25	29	12	14	6	9	4
2,5		483	207	207	82	97	41	48	21	24	10	15	6
4		773	331	331	132	155	66	77	33	39	17	24	10
6		1159	497	497	198	232	99	116	50	58	25	36	16
10		1932	828	828	329	386	166	193	83	97	41	60	26
16		3092	1325	1325	527	618	265	309	132	155	66	97	41
25			2070	2070	823	966	414	483	207	242	104	151	65
35			2898	2898	1153	1353	580	676	290	338	145	211	91
50				4140	1647	1932	828	966	414	483	207	302	129
70					2305	2705	1159	1353	580	676	290	423	181

NS100N/H/L

Bloque de relés tipo TM-G

Red trifásica a 400 V,
puesta al neutro,
cable de cobre,
Sf = S_{PE}, U_L = 50 V
en esquema IT, neutro no
distribuido.

Sfases (mm ²)	calibre (A)												
	In (A)	16	25	40	63								
	Im (A)	63	80	80	125								
1,5		69	54	54	35								
2,5		115	91	91	58								
4		184	145	145	93								
6		276	217	217	139								
10		460	362	362	232								
16		736	580	580	371								
25			906	906	580								
35			1268	1268	812								
50				1811	1159								
70					1623								

NS100N/H/L

Bloque de relés tipo MA

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = S_{PE}, U_L = 50 V
en esquema IT, neutro no
distribuido.

Sfases (mm ²)	calibre (A)												
	In (A)	2,5	6,3	12,5	25	50	100						
	Im (A)	15	35	88	175	350	700	600	1400				
1,5		290	124	124	49	58	25	29	12	14	6	7	3
2,5		483	207	207	82	97	41	48	21	24	10	12	5
4		773	331	331	132	155	66	77	33	39	17	19	8
6		1159	497	497	198	232	99	116	50	58	25	29	12
10		1932	828	828	329	386	166	193	83	97	41	48	21
16		3092	1325	1325	527	618	265	309	132	155	66	77	33
25			2070	2070	823	966	414	483	207	242	104	121	52
35			2898	2898	1153	1353	580	676	290	338	145	169	72
50				4140	1647	1932	828	966	414	483	207	242	104
70				2305	2705	1159	1353	580	676	290	338	145	
95											459	197	
120											580	248	
150											630	270	
185											744	319	

NS160 a

NS630N/H/L

Bloque de relés tipo MA

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = S_{PE}, U_L = 50 V
en esquema IT, neutro no
distribuido.

Sfases (mm ²)	calibre (A)												
	In (A)	100	150	220	320	500							
	Im (A)	600	1400	1200	1950	1760	2860	2560	4160	4000	6500		
1,5		7	3	4	2	2	2	2	1	1	1		
2,5		12	5	6	4	4	3	3	2	2	1		
4		19	8	10	6	7	4	5	3	3	2		
6		29	12	14	9	10	6	7	4	4	3		
10		48	21	24	15	16	10	11	7	7	4		
16		77	33	39	24	26	16	18	11	12	7		
25		121	52	60	37	41	25	28	17	18	11		
35		169	72	84	52	58	35	40	24	25	16		
50		241	104	121	74	82	51	57	35	36	22		
70					104	115	71	79	49	51	31		
95						156	96	108	66	69	42		
120								136	84	87	54		
150										94	58		
185										111	68		

Nota: el funcionamiento de la protección magnética está garantizado para Im ± 20 %. Los cálculos han sido efectuados en el caso más desfavorable, es decir, para Im + 20 %.

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

Régimen de neutro IT. Longitudes máximas de cable

Factores de corrección a aplicar a las longitudes de las tablas siguientes para cables a 400 V entre fases⁽¹⁾

m = Sf/Spe		1	2	3	4
cable de cobre	neutro no distribuido	1	0,67	0,5	0,4
	neutro distribuido	0,6	0,4	0,3	0,24
cable de aluminio	neutro no distribuido	0,62	0,41	0,31	0,25
	neutro distribuido	0,37	0,25	0,19	0,15

(1) Para las redes a 237 V entre fases aplicar, además, el coeficiente 0,57.
Para las redes a 237 V monofásicas (entre fase y neutro), no aplicar este coeficiente.

NSA160N

Bloque de relés tipo TM-D

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre, $S_f = S_{PE}$,
 $U_L = 50$ V
en esquema IT, neutro
no distribuido.

Sfases (mm ²)	calibre (A)					
	In (A)	63	80	100	125	160
	Im (A)	1000	1000	1000	1250	1250
1,5		4	4	4	3	3
2,5		7	7	7	6	6
4		12	12	12	9	9
6		17	17	17	14	14
10		29	29	29	23	23
16		46	46	46	37	37
25		72	72	72	58	58
35		101	101	101	81	81
50		145	145	145	116	116
70		203	203	203	162	162

NS100N/H/L

Bloque de relés tipo TM-D

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre, $S_f = S_{PE}$,
 $U_L = 50$ V
en esquema IT, neutro no
distribuido.

Sfases (mm ²)	calibre (A)					
	In (A)	16	25	40	63	80
	Im (A)	190	300	500	500	650
1,5		23	14	9	9	7
2,5		38	24	14	14	11
4		61	39	23	23	18
6		92	58	35	35	27
10		153	97	58	58	45
16		244	155	93	93	71
25			242	145	145	111
35			338	203	203	156
50				290	290	223
70					406	312
95						424

NS160N/H/L a NS250N/H/L

Bloque de relés tipo TM-D

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre, $S_f = S_{PE}$,
 $U_L = 50$ V
en esquema IT, neutro no
distribuido.

Sfases (mm ²)	calibre (A)							
	In (A)	80	100	125	160	200	250	
	Im (A)	1000	1250	1250	1250	1000	2000	1250
1,5		4	3	3	3	4	2	3
2,5		7	6	6	6	7	4	6
4		12	9	9	9	12	6	9
6		17	14	14	14	17	9	14
10		29	23	23	23	29	14	23
16		46	37	37	37	46	23	37
25		72	58	58	58	72	36	58
35		101	81	81	81	101	51	81
50		145	116	116	116	145	72	116
70		203	162	162	162	203	101	162
95		273	220	220	220	275	138	220
120		348	278	278	278	348	174	278
150						378	189	302
185						446	223	357
240								445
300								535

Nota: el funcionamiento de la protección magnética está garantizado para $I_m \pm 20$ %. Los cálculos han sido efectuados en el caso más desfavorable, es decir, para $I_m + 20$ %.

Régimen de neutro IT. Longitudes máximas de cable

Factores de corrección a aplicar a las longitudes de las tablas siguientes para cables a 400 V entre fases⁽¹⁾

m = Sf/Spe		1	2	3	4
cable de cobre	neutro no distribuido	1	0,67	0,5	0,4
	neutro distribuido	0,6	0,4	0,3	0,24
cable de aluminio	neutro no distribuido	0,62	0,41	0,31	0,25
	neutro distribuido	0,37	0,25	0,19	0,15

(1) Para las redes a 237 V entre fases aplicar, además, el coeficiente 0,57.
Para las redes a 237 V monofásicas (entre fase y neutro), no aplicar este coeficiente.

NS100N/H/L a NS250N/H/L

Bloque de relés tipo STR22SE/GE

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = S_{PE}, U_L = 50 V en
esquema IT, neutro no
distribuido.

Los valores del umbral
del corto retardo
indicados para cada
bloque de relés
corresponden a:

I_r = 0,4 y 1 × I_n
I_m = 2, 5 y 10 × I_r

Ejemplo

Para un bloque de relés
tipo STR22SE 100 A:

- I_r = 0,4 × 100 = 40 A
- I_m = 2 × 40 = 80 A
- I_m = 5 × 40 = 200 A
- I_m = 10 × 40 = 400 A
- I_r = 1 × 100 = 100 A
- I_m = 2 × 100 = 200 A
- I_m = 5 × 100 = 500 A
- I_m = 10 × 100 = 1000 A

I _m (A)	32	80	160	200	400	500	1000
STR22SE 40 A	■	■	■	■	■		
STR22SE 100 A		■		■	■	■	■
Sfases (mm ²)							
1,5	142	54	28	23	11	9	5
2,5	236	91	47	38	19	15	8
4	378	145	76	60	30	24	12
6	567	217	113	91	45	36	18
10	945	362	189	151	76	60	30
16	1512	580	302	242	121	97	48
25	2363	906	473	378	189	151	76
35	3308	1268	662	529	265	212	106
50	4726	1811	945	756	378	302	151
70		2536	1323	1059	529	423	212
95		3442	1796	1437	718	575	287
120		4348	2268	1815	907	726	363
150			2465	1972	986	789	394
185			2914	2331	1165	932	466
240			3629	2903	1452	1161	560
300			4362	3490	1745	1396	698

I _m (A)	128	200	320	500	640	800	1000	1250	1600	2500
STR22SE 160 A	■		■	■	■	■			■	
STR22SE 250 A		■	■	■	■	■	■	■		■
Sfases (mm ²)										
1,5	35	23	14	9	7	6	5	4	3	2
2,5	59	38	24	15	12	9	8	6	5	3
4	94	60	38	24	19	15	12	10	8	5
6	141	91	57	36	28	23	18	15	11	7
10	236	151	95	60	47	38	30	24	19	12
16	377	242	151	97	76	60	48	39	30	19
25	589	378	236	151	118	95	76	60	47	30
35	825	529	331	212	165	132	106	85	66	42
50	1179	756	473	302	236	189	151	121	95	60
70	1651	1059	661	423	331	265	212	169	132	85
95	2240	1437	898	575	449	359	287	230	180	115
120	2830	1815	1134	726	567	454	363	290	227	145
150	3082	1972	1232	789	616	493	394	315	246	157
185	3642	2331	1757	932	728	582	466	373	291	186
240		2903	1814	1161	907	726	580	464	363	232
300		3490	2181	1396	1090	872	698	558	436	279

NS400N/H/L a NS630N/H/L

Bloque de relés tipo STR23SE/STR53UE

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = S_{PE}, U_L = 50 V en
esquema IT, neutro no
distribuido.

Los valores del umbral
del corto retardo
indicados para cada
bloque de relés
corresponden a:

I_r = 0,4 , 0,63 y 1 × I_n
I_m = 2, 5 y 10 × I_r

I _m (A)	320	504	800	1250	1600	2000	2500	3150	4000	6300
bloque de relés STR23SE / STR53UE										
NS400	■	■	■	■	■	■	■		■	
NS630	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sfases (mm ²)										
35	331	210	132	85	66	53	42	34	26	17
50	473	300	189	121	95	76	60	49	38	24
70	662	420	265	169	132	106	85	68	53	34
95	898	570	359	230	180	144	115	93	72	46
120	1134	720	454	290	227	181	145	117	91	58
150	1233	782	493	315	246	197	158	125	98	62
185	1457	925	583	373	291	233	186	148	116	74
240	1814	1152	726	464	363	290	232	184	145	92
300	2181	1385	872	558	436	349	279	221	174	111

Nota: el funcionamiento de la protección magnética está garantizado para I_m ± 15 %. Los cálculos han sido efectuados en el caso más desfavorable, es decir, para I_m + 15 %.

5 Instalación y explotación de los dispositivos diferenciales

Régimen de neutro IT. Longitudes máximas de cable

Factores de corrección a aplicar a las longitudes de las tablas siguientes para cables a 400 V entre fases⁽¹⁾

m = Sf/Spe		1	2	3	4
cable de cobre	neutro no distribuido	1	0,67	0,5	0,4
	neutro distribuido	0,6	0,4	0,3	0,24
cable de aluminio	neutro no distribuido	0,62	0,41	0,31	0,25
	neutro distribuido	0,37	0,25	0,19	0,15

(1) Para las redes a 237 V entre fases aplicar, además, el coeficiente 0,57.
Para las redes a 237 V monofásicas (entre fase y neutro), no aplicar este coeficiente.

NS100N/H/L a NS250N/H/L

Bloque de relés tipo STR22ME

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
 $S_f = S_{PE}$, $U_L = 50$ V
en esquema IT, neutro no
distribuido.

Los valores del umbral
del corto retardo
indicados para cada
bloque de relés están
entre los valores máximo
y mínimo de I_r
correspondientes a:
 $I_r = 0,6$ y $1 \times I_n$
 $I_m = 13 \times I_r$

Im	312	390	520	611	715	780	1040	1300
STR22ME 40 A	■		■					
STR22ME 50 A		■		■				
STR22ME 80 A				■	■		■	
STR22ME 100 A						■		■
Sfases (mm²)								
1,5	15	11	9	7	6	6	4	3
2,5	24	19	15	12	11	18	7	6
4	39	30	23	20	17	16	12	9
6	58	46	35	30	25	23	17	14
10	97	76	58	49	42	39	29	23
16	155	121	93	79	68	62	47	37
25	242	190	145	124	106	97	73	58
35	339	265	204	173	148	136	102	81
50	485	379	291	247	212	194	145	116
70	679	531	407	346	296	271	204	163
95	921	721	553	470	402	368	276	221
120	1163	910	698	594	508	465	349	279
150	1264	1011	758	645	551	505	379	303
185		1195	896	763	652	597	448	358
240			1116	950	812	744	558	446
300			1342	1142	976	894	671	537
Im	1170		1716		1950		2860	
STR22ME 150 A	■		■		■			
STR22ME 220 A			■		■		■	
Sfases (mm²)								
1,5	4		3		2		2	
2,5	6		4		4		3	
4	10		7		6		4	
6	16		11		9		6	
10	26		18		16		11	
16	41		28		25		17	
25	65		44		39		26	
35	90		62		54		37	
50	129		88		78		53	
70	181		123		109		74	
95	246		167		147		100	
120	310		211		186		127	
150	337		239		202		138	
185	398		271		239		163	
240	496		338		297		203	
300	596		406		358		244	
Im	2496		3900		5330		6500	
STR43ME 320 A	■		■					
STR43ME 500 A			■		■		■	
Sfases (mm²)								
35	42		27		20		16	
50	61		39		28		23	
70	85		54		40		33	
95	115		74		54		44	
120	145		93		62		56	
150	158		101		74		60	
185	187		119		87		71	
240	232		149		109		89	
300	279		179		131		107	

Nota: el funcionamiento de la protección magnética está garantizado para $I_m \pm 15\%$. Los cálculos han sido efectuados en el caso más desfavorable, es decir, para $I_m + 15\%$.

NS400N/H/L a NS630N/H/L

Bloque de relés tipo STR43ME

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
 $S_f = S_{PE}$, $U_L = 50$ V
en esquema IT, neutro no
distribuido.

$I_r = 0,6$ y $1 \times I_n$
 $I_m = 13 \times I_r$

Régimen de neutro IT. Longitudes máximas de cable

Factores de corrección a aplicar a las longitudes de las tablas siguientes para cables a 400 V entre fases⁽¹⁾

m = Sf/Spe	1	2	3	4
cable de cobre neutro no distribuido	1	0,67	0,5	0,4
cable de cobre neutro distribuido	0,6	0,4	0,3	0,24
cable de aluminio neutro no distribuido	0,62	0,41	0,31	0,25
cable de aluminio neutro distribuido	0,37	0,25	0,19	0,15

(1) Para las redes a 237 V entre fases aplicar, además, el coeficiente 0,57.
Para las redes a 237 V monofásicas (entre fase y neutro), no aplicar este coeficiente.

C801N/H/L

Bloque de relés tipo
ST25DE-ST35SE-
ST35GE-ST35ME-
STR45AE

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = S_{PE}, U_L = 50 V
en esquema IT, neutro no
distribuido.

	Ir = 0,4 (320 A)		Ir = 0,5 (400 A)		Ir = 0,63 (500 A)		Ir = 0,8 (640 A)		Ir = 1 (800 A)	
I magn. (A) ⁽¹⁾	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)
Sfases (mm ²)										
25	158	24	126	19	101	15	80	12	63	9
35	221	33	176	26	141	21	113	17	88	13
50	315	47	252	38	202	30	161	24	126	19
70	441	66	353	53	282	42	225	33	176	26
95	599	90	479	72	383	57	306	45	239	36
120	756	113	605	91	484	73	386	57	302	45
150	822	123	657	98	526	79	419	61	328	49
185	971	145	777	116	621	93	496	73	388	58
240	1209	181	968	145	774	116	617	90	484	79
300	1454	218	1163	174	930	139	738	109	581	87

C1001N/H/L

Bloque de relés tipo
ST25DE-ST35SE-
ST35GE-ST35ME-
STR45AE

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = S_{PE}, U_L = 50 V
en esquema IT, neutro no
distribuido.

	Ir = 0,4 (400 A)		Ir = 0,5 (500 A)		Ir = 0,63 (630 A)		Ir = 0,8 (800 A)		Ir = 1 (1000 A)	
I magn. (A) ⁽¹⁾	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)
Sfases (mm ²)										
25	126	19	101	15	80	12	63	9	50	5
35	176	26	141	21	112	17	88	13	71	11
50	252	38	202	30	160	24	126	19	101	15
70	353	53	282	42	224	34	176	26	141	21
95	479	72	383	57	304	46	239	36	192	29
120	605	91	484	73	384	58	302	45	242	36
150	657	98	526	79	417	62	328	49	263	39
185	777	116	621	93	493	74	388	58	310	46
240	967	145	774	116	614	92	484	72	387	58
300	1163	174	930	139	738	110	581	87	465	69

C1251N/H

Bloque de relés tipo
ST25DE-ST35SE-
ST35GE-ST35ME-
STR45AE

Red trifásica a 400 V,
cable de cobre,
Sf = S_{PE}, U_L = 50 V
en esquema IT, neutro no
distribuido.

	Ir = 0,4 (500 A)		Ir = 0,5 (625 A)		Ir = 0,63 (787,5 A)		Ir = 0,8 (1000 A)		Ir = 1 (1250 A)	
I magn. (A) ⁽¹⁾	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)	mín. (1,5 Ir)	máx. (10 Ir)
Sfases (mm ²)										
35	141	21	113	17	90	13	71	11	56	8
50	202	30	161	24	128	19	101	15	81	12
70	282	42	226	34	179	27	141	21	113	17
95	383	57	307	46	243	36	192	29	153	23
120	484	73	387	58	307	46	242	36	194	29
150	526	79	421	63	334	50	263	39	210	31
185	621	93	497	74	394	59	310	46	248	37
240	774	116	619	93	491	73	387	58	309	46
300	930	139	745	111	591	88	465	69	372	55

Nota: el funcionamiento de la protección magnética está garantizado para Im ± 15 %. Los cálculos han sido efectuados en el caso más desfavorable, es decir, para Im + 15 %.

6

Aplicaciones de los diferenciales en función del receptor

6.1	Iluminación fluorescente...	94
6.2	Iluminación con variación electrónica	95
6.3	Instalaciones con receptores electrónicos: informática y otros	95
6.4	Variadores de velocidad electrónicos para motores ..	96
6.5	Arranque directo de motores	97
6.6	Redes de BT muy extensas y/o con muchos receptores electrónicos	98
6.7	Redes de BT en zonas con alto índice queráunico (rayos)	99
6.8	Centros de proceso de datos (CPD)	100
6.9	Cálculo de las protecciones contra los contactos indirectos de viviendas unifamiliares adosadas	102
6.10	Cálculo de la protección diferencial en una red de alumbrado público.....	107
6.11	Elección de la protección diferencial en función de la aplicación	110
6.12	Esquema de una instalación industrial	112



6 Aplicaciones de los diferenciales en función del receptor

En este capítulo se verá en primer lugar cómo elegir el tipo y cantidad de diferenciales en función del tipo de receptor que estemos protegiendo. Concretamente se tratarán los casos de 8 receptores y configuraciones específicos.

Después se proponen 2 ejemplos de cálculo completo de las protecciones diferenciales en 2 tipos de instalaciones: una vivienda unifamiliar adosada y una red de alumbrado público. Y finalmente se presenta, a través de un esquema eléctrico, un ejemplo de la instalación de un pequeño taller industrial, en este esquema se puede observar gráficamente qué tipo de diferencial hay que utilizar en cada punto de la instalación.

6.1 Iluminación fluorescente

■ Con balastos tradicionales

Cuando tenemos una instalación fluorescente formada por balastos ferromagnéticos convencionales, es decir, inductancias con o sin compensar, éstas presentan picos de corriente al encendido, provocando en ocasiones **disparos intempestivos** del diferencial. Estas puntas de encendido se suman en el caso de tener varios circuitos protegidos por un mismo diferencial, lo que puede crear riesgo de disparos intempestivos en los diferenciales clase AC estándar en instalaciones a partir de aproximadamente 20 balastos por fase.

La aportación de la gama de clase A **Superinmunizada multi 9 de Merlin Gerin**, disminuye sustancialmente el riesgo de disparo intempestivo gracias al circuito de acumulación de energía, “absorbiendo”

estas puntas (ver capítulo 3 de esta Guía). Esta aportación de la tecnología superinmunizada permite la instalación de hasta aproximadamente 50 balastos por fase sin riesgo de disparo.

■ Con balastos electrónicos de alta frecuencia

Las instalaciones con un número excesivo de balastos electrónicos pueden provocar dos problemas sobre los diferenciales estándar:

- El riesgo de disparo intempestivo.
- Cegado o bloqueo del diferencial.

Ver esquema básico de funcionamiento en la **figura 6.1**. El **riesgo de disparo intempestivo** se debe a los transitorios de desconexión de una zona con balastos, que pueden provocar disparos de otras zonas con balastos todavía conectados. Esto se debe a que en el momento de la desconexión se producen descargas entre las capacidades de los balastos a través de las masas conectadas a un punto común, tierra, que pueden provocar la sensibilización definitiva, y en consecuencia el disparo intempestivo de un diferencial estándar que proteja a otros circuitos capacitivos (ver “disparos por simpatía” en capítulo 5 de esta Guía).

El otro problema es el **riesgo de cegado o bloqueo del diferencial**. Esto se debe al tratamiento de la señal por parte del balasto electrónico. Estos generan corrientes de alta frecuencia (de entre 20 y 40 kHz aproximadamente) que o bien son inyectadas en la red o bien se fugan a tierra, estas fugas no presentan peligro para las personas. Si cualquiera de ellas

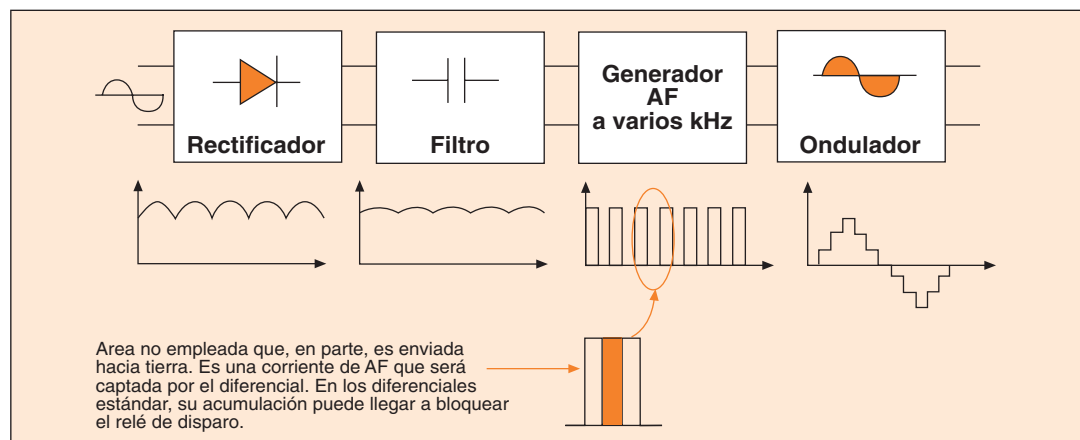


Fig. 6.1. Funcionamiento básico de un balasto electrónico.

protección diferencial BT

alcanza un nivel importante, pueden provocar el bloqueo del relé de disparo de un diferencial estándar.

Los diferenciales de la gama **Superinmunizada multi 9**, gracias al circuito de acumulación de energía, minimizan el riesgo de disparo intempestivo y gracias al filtro de altas frecuencias anulan el riesgo de cegado del diferencial, ya que éste se comporta como un filtro “pasabajos”. Así pues, la señal de alta frecuencia queda atenuada total o parcialmente impidiendo que llegue a inactivar la paleta móvil del relé de disparo (paleta del relé) (ver **fig. 6.3**). Por ello, al igual que en el caso anterior la tecnología superinmunizada permite instalar aproximadamente hasta 50 balastos electrónicos por fase.

Así pues, se recomienda en estos casos la instalación del diferencial tipo **Superinmunizado multi 9** de **Merlin Gerin**, mucho más resistente gracias a la aportación del filtro de altas frecuencias.

6.3 Instalaciones con receptores electrónicos: informática y otros

En estas instalaciones el fenómeno que se produce es la presencia de corrientes de fuga a tierra a 50 Hz permanentes en cada receptor. Son fugas que son necesarias para el correcto funcionamiento del propio receptor y que se tienen siempre que éste esté en marcha (ver **fig. 6.2**).

6.2 Iluminación con variación electrónica

Los variadores de intensidad luminosa o dimers también pueden presentar el mismo problema anterior con las altas frecuencias, sobre todo cuando se están variando potencias de más de 5000 W de iluminación.

En instalaciones donde hayan varios tipos de receptores que puedan producir altas frecuencias, aunque la potencia de cada receptor no sea muy grande, se irán sumando los efectos de cada receptor en la línea, pudiéndose producir el problema del bloqueo del diferencial.

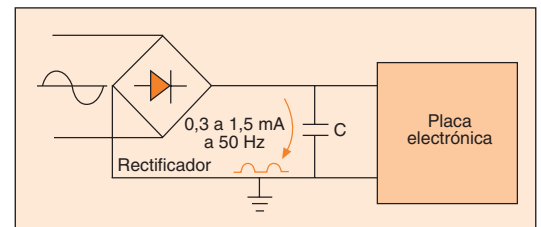


Fig. 6.2. Principio de funcionamiento básico de la alimentación para electrónica.

Para estar en conformidad con la Directiva Europea de compatibilidad electromagnética (CEM), muchos fabricantes han incorporado filtros antiparásitos a sus componentes informáticos o electrónicos.

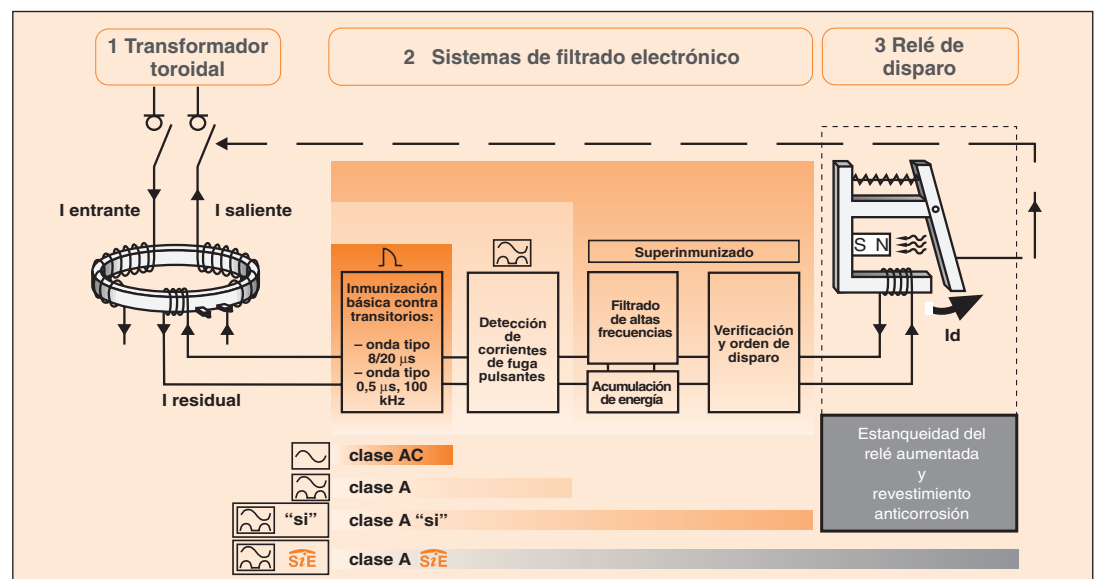


Fig. 6.3. Principio de funcionamiento de un diferencial **superinmunizado multi 9** de **Merlin Gerin**.

6 Aplicaciones de los diferenciales en función del receptor

Estos filtros son básicamente condensadores conectados a masa a través de los cuales circulan corrientes de fuga permanentes a 50 Hz del orden de 0,3 a 1,5 mA por aparato dependiendo del tipo y de la marca (ver ejemplos en capítulo 5).

Cuando hay varios receptores de este tipo en una misma fase, las corrientes de fuga se suman. En el caso trifásico las fugas de una fase y otra pueden anularse dependiendo de lo equilibradas que estén las fugas que se produzcan en cada fase. Estas fugas pueden presensibilizar a un diferencial de forma que cualquier transitorio adicional, como arrancar uno o varios ordenadores del mismo circuito, por ejemplo, pueda provocar un disparo intempestivo del diferencial.

Esto es así porque sabemos que un diferencial puede disparar entre 0,5 y 1 $I_{\Delta n}$, pero cuando las fugas permanentes alcanzan un valor de 0,3 veces dicha sensibilidad $I_{\Delta n}$, un transitorio adicional puede provocar un disparo intempestivo de un diferencial estándar.

Ejemplo: ID 2/40/30 mA; el 30 % de su sensibilidad es 9 mA, con 6 PC por fase (1,5 mA cada PC), tenemos que para más de 6 PC por fase existirá riesgo de disparo intempestivo.

Este riesgo es el que se presenta en el diferencial convencional clase AC. Pero la gama **Superinmunizada multi 9 de Merlin Gerin**, gracias a su comportamiento frente a los transitorios, está especialmente indicada para estas instalaciones con componentes informáticos, permitiendo un mayor número de aparatos (aunque no es aconsejable más de 12) bajo un mismo dispositivo diferencial sin que se produzcan disparos intempestivos.

Otro fenómeno que se puede presentar en instalaciones con electrónica es la presencia de **defectos reales de corriente rectificadas**, es decir, cuando tenemos una fuga en una parte del receptor electrónico donde la señal está rectificada y tratada para su propio funcionamiento (**fig. 6.4**).

En el caso de producirse un defecto de aislamiento en la parte de corriente continua rectificadas, un diferencial tradicional clase AC no lo detectará e incluso podrá llegar a quedar bloqueado

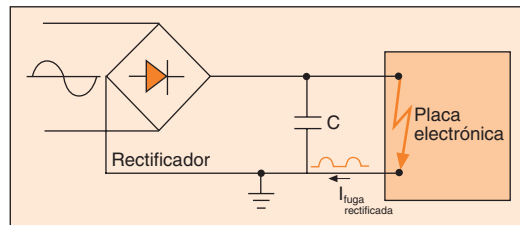


Fig. 6.4. Defecto real dentro de la electrónica.

debido a este tipo de corrientes y no podrá disparar si simultáneamente hay otro defecto en corriente alterna. Estas corrientes son tan peligrosas como las alternas pues generan casi la misma tensión de contacto con lo cual es imprescindible detectarlas y disparar.

Los diferenciales **Superinmunizados de Merlin Gerin** son de clase A mejorada de última generación, lo cual asegura un comportamiento excelente ante corrientes rectificadas (o pulsantes) con o sin componente continua (**fig. 6.5**). Esto se debe al transformador ferromagnético del dispositivo, el cual es más energético, capaz de producir una inducción magnética suficiente para provocar disparo ante defectos de reducido valor eficaz como son las corrientes pulsantes.

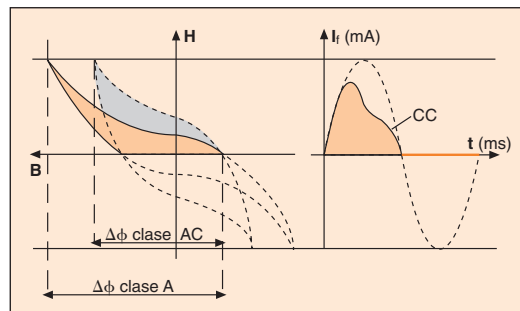


Fig. 6.5. Un toroidal clase A es más energético que un clase AC.

6.4 Variadores de velocidad electrónicos para motores

Los variadores de velocidad son etapas de potencia que incorporan mucha electrónica para su funcionamiento de regulación del motor. El principio de funcionamiento básico de un regulador de velocidad es el que se presenta en el esquema de la **figura 6.6**.

Estas cuatro etapas diferenciadas (filtro RFI, circuito rectificador, alisamiento y control-generador de altas frecuencias) son las que intervienen en el tratamiento de la señal. La etapa que puede originar

disparos intempestivos es la del filtro RFI (fig. 6.7). Este filtro básicamente es del tipo L-C, y viene impuesto por la norma de CEM para disminuir las perturbaciones provocadas por el bloque de control, que genera pulsos de anchura variable para el control de la velocidad del motor, y lo hace a alta frecuencia (a varios kHz). Con el filtro RFI una gran parte de las altas frecuencias originadas se deriva a tierra impidiendo que se reinyecten en la red.

Además, a través de la capacidad del filtro RFI y otras capacidades del variador también conectadas a tierra, habrá un cierto nivel de corriente de fuga permanente hacia tierra a 50 Hz, tal como se vio en el apartado anterior, que habitualmente viene indicada por el fabricante.

Ambas corrientes de fuga, la de 50 Hz y la de alta frecuencia, se superponen y según el valor que alcancen pueden sensibilizar a un diferencial estándar provocando disparos intempestivos durante el funcionamiento del variador.

Ante esto, un diferencial clase AC estándar tiene un gran riesgo de disparo intempestivo. Este riesgo se disminuye con la instalación de las gamas **Superinmunizada multi 9** o **Vigirex** de **Merlin Gerin** que, gracias al filtro de altas frecuencias y al circuito de acumulación de energía que ambos incorporan, evitan el disparo que puede provocar el variador.

En muchas ocasiones, a pesar de todo, no se podrá mantener la sensibilidad de 30 mA para efectuar la protección diferencial de este tipo de receptores, y habrá que recurrir a aparatos de 300 mA instantáneos o incluso selectivos (temporizados). En estos casos habrá que reducir al máximo la resistencia de toma de tierra de la instalación para poder seguir garantizando la protección de personas en caso de contactos indirectos.

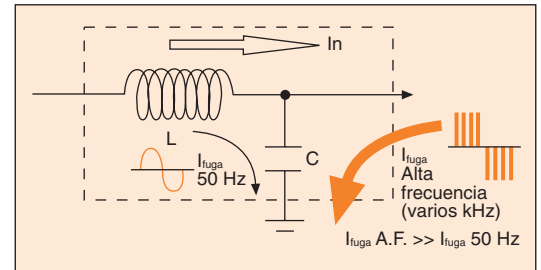


Fig. 6.7. Filtro RFI de altas frecuencias. Esquema por fase.

6.5 Arranque directo de motores

Los motores asíncronos, que son los más ampliamente utilizados, presentan en el momento del arranque un pico de corriente absorbida debido a la inducción del propio bobinado del motor de entre 6 y 10 veces (o más) la intensidad nominal del motor. La duración de este primer pico es de 30 ms aproximadamente, depende mucho del tipo de arranque (fig. 6.8).

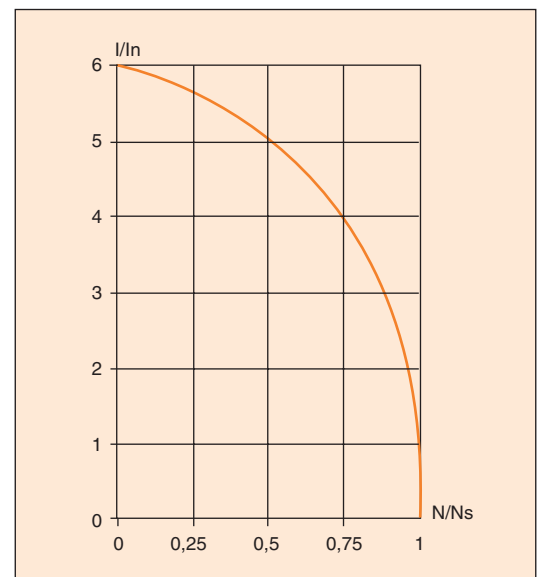


Fig. 6.8. Pico de I de arranque.

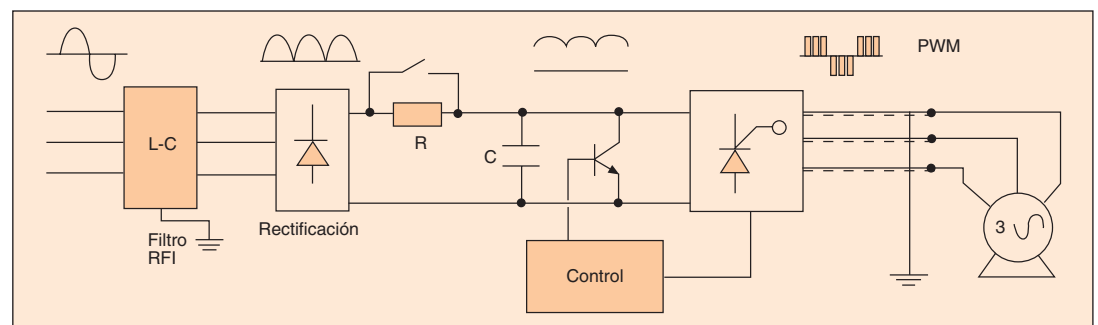


Fig. 6.6. Esquema base de funcionamiento de un variador **Altivar** de **Telemecanique**.

6 Aplicaciones de los diferenciales en función del receptor

Las puntas de arranque de valores elevados pueden provocar el disparo intempestivo de un diferencial estándar.

En el caso de utilizar **diferencial de carril DIN**, si el pico de corriente en el arranque es mayor de 6 veces la intensidad nominal del diferencial será conveniente la utilización de dispositivos diferenciales de la gama **Superinmunizada multi 9 de Merlin Gerin**.

Si las puntas fueran superiores a 10 veces la intensidad nominal, además de la utilización de la gama **Superinmunizada**, sería conveniente el uso de arrancadores con los que disminuimos esta intensidad de pico en el arranque.

Así pues, la gama **superinmunizada** aporta una reducción importante en el riesgo de disparo intempestivo en el arranque de motores gracias al circuito de acumulación de energía, actuando éste como “amortiguador” de estos picos de corriente. En cualquier tipo de diferencial de carril DIN si sobrecalibramos el diferencial en relación a la intensidad nominal del motor, también se puede lograr evitar los disparos intempestivos en muchas ocasiones.

En el caso de tener que efectuar la protección diferencial de motores de potencia elevada, se tendrán que utilizar **diferenciales del tipo relé electrónico con toro separado**. En este caso según sea el valor de la punta de arranque habrá que seguir las diferentes recomendaciones de instalación de este tipo de aparatos dadas en el capítulo 5. Se recomienda emplear relés diferenciales de la nueva gama **superinmunizada Vigirex** de

Merlin Gerin especialmente resistentes a este tipo de perturbaciones.

6.6 Redes de BT muy extensas y/o con muchos receptores electrónicos

En instalaciones con líneas de BT muy extensas o con muchos receptores electrónicos, se pueden producir fenómenos de “disparos por simpatía” (ver apartado 5.4 del capítulo 5 de esta Guía).

Estos se deben a las sobretensiones más o menos importantes, que pueden ser producidas por maniobras en la red, disparos de un automático en otro circuito, fusión de un fusible, etc. Todas las capacidades repartidas en una instalación (filtros electrónicos de los receptores), junto con las propias capacidades de los cables (mayores cuanto más extensas sean las líneas), conducen una corriente de fuga a tierra transitoria a cada cambio brusco de tensión. Esta corriente de fuga transitoria (de μs), es la causa principal de disparos intempestivos.

En la **figura 6.9** se puede ver cómo se transmite de una parte a otra de la red la sobretensión transitoria a través de las capacidades. Si en las instalaciones se tienen receptores electrónicos, éstos suelen tener filtros capacitivos conectados a tierra. Estas capacidades habitualmente son mayores que la de aislamiento de los cables, con lo cual suelen ser la causa principal de disparos por simpatía, más que los propios cables.

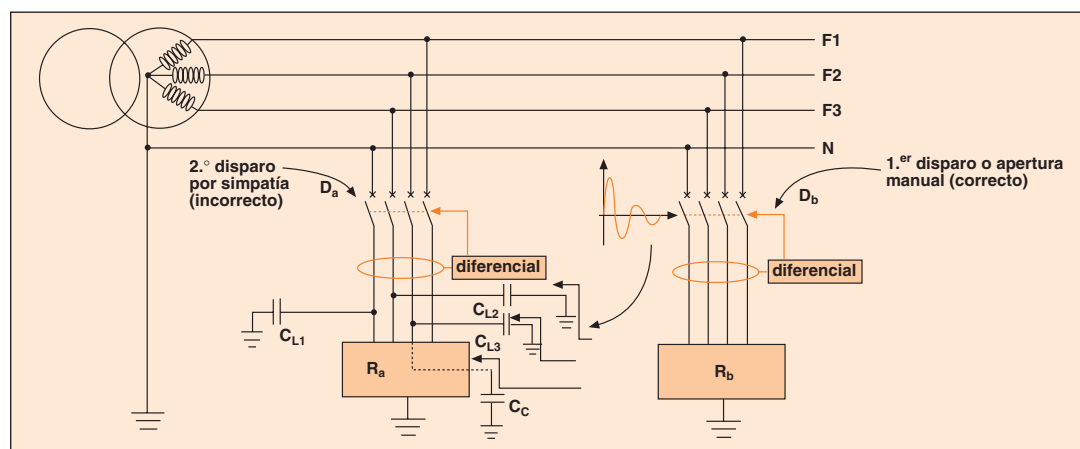


Fig. 6.9. Generación de un disparo por simpatía.

Esta problemática se presenta muy habitualmente en los diferenciales de carril DIN clase AC convencionales, mientras que con la gama **Superinmunizada multi 9** de **Merlin Gerin** queda minimizado el riesgo de disparo por simpatía, gracias otra vez al circuito de acumulación de energía.

6.7 Redes de BT en zonas con alto índice queráunico (rayos)

Cuando un rayo cae en las proximidades de un edificio la red se ve sometida a una onda de tensión que genera corrientes de fuga transitorias a través de las capacidades de la instalación (capacidad de los cables y de los filtros) (**fig. 6.10**). En función de la intensidad y la distancia del rayo, y de las características de la instalación, estas corrientes de fuga pueden producir un disparo intempestivo.

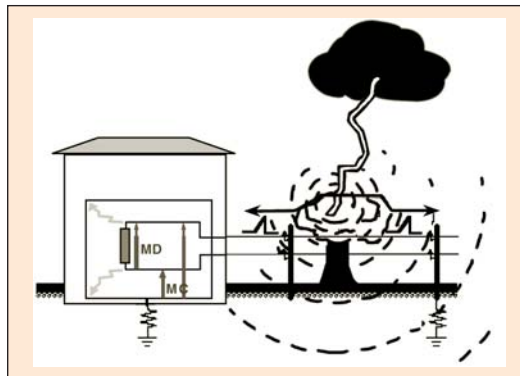


Fig. 6.10. Transmisión de una sobretensión provocada por un rayo. En modo común y en modo diferencial.

Los dispositivos diferenciales de la gama **Superinmunizada multi 9** de **Merlin Gerin** son los más adecuados para evitar los disparos intempestivos provocados por este fenómeno al presentar una alta insensibilización ante este tipo de fugas.

Para minimizar los disparos intempestivos de dispositivos diferenciales carril DIN ante un rayo se aconseja la utilización de “limitadores de sobretensiones transitorias” (por ejemplo el modelo **PRD** de la gama **multi 9** de **Merlin Gerin**, ver **fig. 6.11**), situándolo aguas arriba de la protección diferencial de alta sensibilidad ($I\Delta n \leq 30 \text{ mA}$).



Fig. 6.11. Limitador de sobretensiones transitorias PRD de la gama **multi 9** de **Merlin Gerin**.

En la **figura 6.12** se ve cómo se debe conectar este dispositivo (PRD) en una línea monofásica, y las características que deben tener los diferenciales tanto si se sitúan aguas arriba o aguas abajo de dicho dispositivo PRD. En cualquiera de los dos puntos, A o B, siempre tendrá una respuesta mucho mejor (no disparo) un modelo **Superinmunizado multi 9** de **Merlin Gerin** que un diferencial estándar.

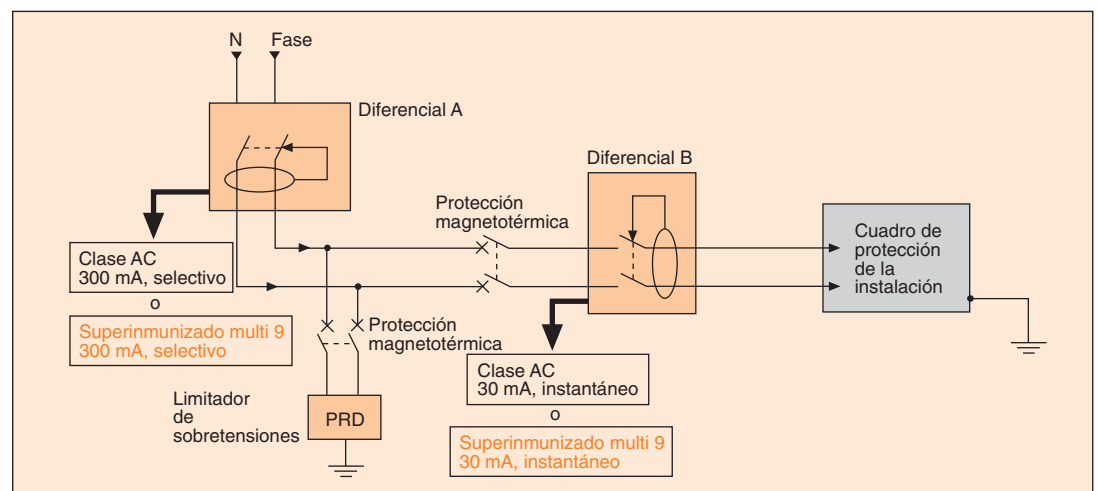


Fig. 6.12. Protección diferencial y protección contra sobretensiones tipo rayo, correctamente coordinadas.

6 Aplicaciones de los diferenciales en función del receptor

6.8 Centros de proceso de datos (CPD)

Esta aplicación es un caso particular de varios de los puntos tratados anteriormente. Le dedicamos este apartado específico ya que en un centro de proceso de datos, CPD, se acumulan varias de las configuraciones anteriores.

En este tipo de instalaciones es primordial la **continuidad de servicio** (para evitar pérdidas de información y de tiempo de reinicializaciones de los sistemas informáticos) y evidentemente, como en todo tipo de instalación eléctrica, es básica la **seguridad de las personas**.

Por ello la protección diferencial debe ser especialmente “robusta” o insensible a las numerosas perturbaciones que pueden darse en ellas, pero capaz de seguir garantizando la máxima seguridad para las personas. Esta, por sus características específicas, veremos que es un tipo de instalación donde se podrán dar el máximo número de recomendaciones de elección e instalación de diferenciales, consejos que total o parcialmente se podrán y deberán tener en cuenta para otras instalaciones más simples, pero que también pueden presentar problemas que siempre se podrán resolver correctamente.

■ Los CPD son redes eléctricas donde se tienen **muchos receptores electrónicos**:

grandes ordenadores, sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI's), ordenadores personales, impresoras, pantallas, etc. Este tipo de receptores son la causa de los tres fenómenos siguientes que hacen que aumente mucho la posibilidad de **disparos intempestivos** de las protecciones diferenciales:

□ Presentan fugas permanentes a 50 Hz, que serán muy importantes en la cabecera de los circuitos principales. Por ejemplo, la corriente de fuga permanente a tierra que puede presentar un gran ordenador, si su fuente de alimentación no está totalmente aislada galvánicamente del resto de instalación, es del orden de 3 a 4 mA.

□ Además, todos los condensadores unidos a masa de los filtros electrónicos de cada uno de estos receptores a través de los cuales se producen estas fugas a 50 Hz, son un camino a través del cual se van a cerrar posibles picos de corrientes transitorias provocadas por la conexión y desconexión de otros circuitos, rayos, etc.

□ Estos receptores también suelen introducir tasas de armónicos muy elevadas en la instalación, que al ser corrientes de frecuencias bastante superiores a la fundamental, fugan con mayor facilidad hacia tierra a través de las capacidades de la red y de los propios receptores electrónicos.

Recomendaciones

Para evitar estos problemas deben tomarse las medidas siguientes al mismo tiempo:



Sala de ordenadores del Hong Kong Bank.

□ Utilizar, en todos los casos que sea posible, diferenciales de alta sensibilidad (30 mA o menos), instantáneos, para la protección de los receptores terminales (es decir, si por debajo ya no hay más protecciones diferenciales).

□ Según las fugas permanentes de los receptores a alimentar, si utilizamos diferenciales clase AC o clase A estándar, no acumular nunca más corriente de fuga permanente que el 30 % de la sensibilidad del diferencial. Con lo cual hay que calcular muy bien cómo se subdividen los circuitos, saber siempre qué receptor habrá al final de cada circuito, con lo cual podremos calcular cuántos circuitos podremos conectar bajo cada diferencial.

□ Utilizar preferentemente diferenciales de clase A capaces de detectar no sólo las fugas de corriente alterna sino también las fugas de corrientes continuas pulsantes, que son las que se tienen en un aparato electrónico cuando en su interior se produce un accidente o defecto de aislamiento.

Los clase A son mucho más seguros que los diferenciales habitualmente utilizados, que son clase AC, ya que éstos son incapaces de detectar fugas de corrientes pulsantes.

Al tener una frecuencia de 50 Hz, si su intensidad eficaz y su tensión son lo bastante elevadas, las corrientes pulsantes son casi igual de peligrosas para las personas que la corriente alterna normal con lo cual es necesario detectarlas y cortarlas.

□ Se recomienda utilizar preferentemente diferenciales del tipo **Superinmunizado multi 9 de Merlin Gerin** por varios motivos: son diferenciales clase A mucho más evolucionados que los clase A estándar, en su interior incluyen un filtro de la señal captada que los hace mucho más resistentes a los tres problemas anteriores: admiten más fugas permanentes a 50 Hz (más circuitos), soportan picos de corriente transitoria transmitidos a través de las capacidades de las instalaciones mucho mayores que un diferencial normal, atenúan mucho más que un diferencial normal los efectos de las corrientes armónicas.

■ En este tipo de instalación se ocupa una superficie elevada que hay que iluminar.

Por ello en esta clase de locales, así como en las oficinas normales, actualmente cada vez se emplea más **iluminación fluorescente controlada mediante balastos electrónicos**, básicamente por el ahorro que suponen en consumo de energía eléctrica y en prolongación de la vida de las lámparas. Tal como hemos visto anteriormente, este tipo de receptores pueden provocar problemas de **disparos intempestivos** o bien de **bloqueo de los diferenciales** debido a los fenómenos siguientes:

□ Durante su funcionamiento envían corriente de fuga a tierra a alta frecuencia (entre 5 y 40 kHz), muchos balastos bajo un solo diferencial lo pueden bloquear por acumulación de fugas a alta frecuencia.

□ Tienen condensadores (filtros capacitivos) unidos a tierra, debido a los cuales se pueden producir disparos intempestivos durante las conmutaciones de zonas con balastos electrónicos.

Recomendaciones

Para evitar estos problemas deben tomarse las medidas siguientes, muy parecidas al caso anterior:

□ Conectar como máximo el número de balastos recomendado anteriormente bajo cada diferencial estándar clase AC.

□ Utilizar preferentemente diferenciales clase A, en lugar de clase AC, ya que es un receptor electrónico.

□ Se recomienda utilizar preferentemente diferenciales del tipo **Superinmunizado multi 9 de Merlin Gerin** por los motivos anteriores.

■ Son instalaciones climatizadas permanentemente. Con lo cual se suelen instalar máquinas de aire acondicionado de potencias elevadas, que evidentemente incluyen **motores** con sus correspondientes puntas de corriente al arranque, y en ocasiones se regula su velocidad mediante variadores electrónicos. Los problemas que existen en este caso son de **disparos intempestivos** debidos a:

□ Puntas de corriente en el instante inicial del arranque (sobre todo en el caso del arranque directo).

6 Aplicaciones de los diferenciales en función del receptor

□ Filtros capacitivos por donde se fugan corrientes a 50 Hz y a alta frecuencia en el caso del variador de velocidad.

La acumulación de fugas propias sumada a posibles transitorios que circulen por estas capacidades pueden provocar el disparo del diferencial.

Recomendaciones

Para evitar estos problemas deben tomarse las medidas siguientes:

□ Para evitar los problemas del arranque directo inicial, en el caso de utilizar interruptores diferenciales de carril DIN se aconseja sobrecalibrarlos respecto la intensidad nominal del motor. Y para arranques especialmente duros, esto habitualmente no es suficiente y se recomienda utilizar diferenciales del tipo **Superinmunizado multi 9 de Merlin Gerin** por su importante inmunización contra transitorios.

□ Para evitar los problemas del arranque directo inicial, en caso de utilizar relés diferenciales electrónicos con toro separado es conveniente seguir los consejos de instalación del capítulo 5 de esta Guía. También para arranques especialmente duros, esto habitualmente no es suficiente y se recomienda utilizar los relés diferenciales de protección y medida de última generación del tipo **Vigirex RHU y RMH de Merlin Gerin**.

□ Para el caso de variadores electrónicos de velocidad, se aconseja directamente el empleo de los diferenciales más resistentes en cada categoría:

– Para el caso de potencias pequeñas se aconseja utilizar diferenciales de carril DIN del tipo **Superinmunizado multi 9 de Merlin Gerin** por su importante inmunización contra transitorios y filtrado de altas frecuencias.

– Para el caso de potencias elevadas se aconseja utilizar relés diferenciales electrónicos con toro separado **Superinmunizado** del tipo **Vigirex** de **Merlin Gerin**.

■ Suelen ser **redes bastante extensas** en metros de cable acumulados.

Este parámetro no sólo afectará al propio CPD sino que, en algún caso en que esta

zona no esté perfectamente aislada galvánicamente mediante transformadores separadores del resto de la instalación, se pueden ver afectados otros circuitos del resto de la instalación: los **disparos intempestivos por “simpatía”** serán mucho más habituales. Estos son debidos a:

□ Las capacidades de la propia red de cables son elevadas y los transitorios de conexión, etc., se pueden transmitir a través de las mismas provocando la actuación del diferencial.

Recomendaciones

□ Para evitar estos problemas es necesario no acumular mucha longitud de cable (o muchos circuitos cuyas longitudes se suman entre sí), bajo cada diferencial, no sólo del CPD sino del resto de instalación.

□ Se recomienda utilizar preferentemente diferenciales del tipo **Superinmunizado multi 9 de Merlin Gerin** pues soportan picos de corriente transitoria transmitidos a través de las capacidades de las instalaciones mucho mayores que un diferencial normal. Para la corrección de problemas de disparos intempestivos en instalaciones ya existentes es la solución más adecuada (técnica y económicamente).

6.9 Cálculo de las protecciones contra los contactos indirectos de viviendas unifamiliares adosadas

Clasificación de las zonas en función de la humedad

Cuando abordamos cualquier protección diferencial, lo primero que hay que saber es la clasificación de la zona que queremos proteger y ésta será función de la humedad.

En la **fig. 6.13** vemos las curvas de seguridad vistas en el capítulo 1 según la humedad de cada zona. En ella se tienen las zonas BB1 ($U_L = 50$ V) para lugares secos, BB2 ($U_L = 24$ V) para lugares húmedos y BB3 ($U_L = 12$ V) para lugares mojados. Las

protección diferencial BT

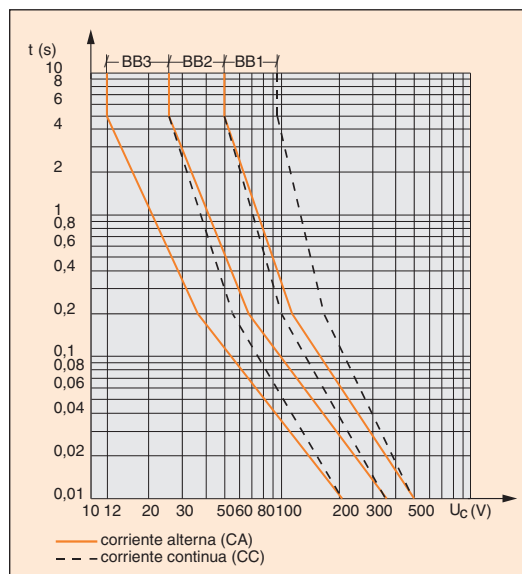


Fig. 6.13. Curva del tiempo de contacto máximo (t) en función de la tensión de contacto (U_c), de acuerdo a UNE 20460.

gráficas nos dan los tiempos máximos admisibles para las tensiones de contacto.

La clasificación según la humedad de cada estancia de la vivienda del ejemplo que se presenta, que consta de dos plantas, es la siguiente:

■ Planta baja:

- ☐ Zona BB1: iluminación de todas las estancias.
- ☐ Zona BB2: jardín, servicio, cocina y terraza.
- ☐ Zona BB3: piscina y baño.

■ Primer piso:

- ☐ Zona BB1: iluminación de todas las estancias.
- ☐ Zona BB2: terraza.
- ☐ Zona BB3: baño.

Puesta a tierra

La zona más compleja, para cumplir las prescripciones contra los contactos indirectos, corresponde a la BB3, cuya tensión de contacto límite (U_L) se sitúa en los 12 V.

■ El cálculo de la puesta a tierra se debe dimensionar para poder cumplir las condiciones BB3:

☐ En un régimen TT la protección debe ser un interruptor diferencial de alta sensibilidad, $\Delta n \leq 30$ mA.

☐ Sabemos que los interruptores diferenciales de alta sensibilidad instantáneos desconectan en mucho menos de 300 ms, a efectos prácticos en este ejemplo consideraremos que disparan en 100 ms.

■ Tensión de contacto U_c .

En la **fig. 6.13** podemos encontrar la tensión de contacto máxima en locales BB3, 12 V y para un tiempo máximo de contacto de 0,1 s que tarda el diferencial en desconectar, $U_c = 55$ V.

■ La resistencia de puesta a tierra del centro de transformación, según información de la compañía suministradora, es de $R_B = 10 \Omega$.

■ Resistencia de puesta a tierra de la instalación R_A .

A partir de los datos anteriores podemos calcular la resistencia de puesta a tierra de la vivienda R_A y a partir de ella toda su configuración:

$$U_c = R_A \cdot I_d = R_A \cdot \frac{U_0}{R_A + R_B} = 55 \text{ V}$$

$$R_A = \frac{R_B}{\frac{U_0}{U_c} - 1} = \frac{10 \Omega}{\frac{230 \text{ V}}{55 \text{ V}} - 1} = 3,14 \Omega$$

Suponemos que las mediciones del terreno nos dan una resistividad de $350 \Omega \cdot \text{m}$.

Si disponemos la configuración de puesta a tierra de la **fig. 6.14**, vemos que su valor cumple con la resistencia de tierra deseada.

Cálculo de las protecciones

Zona BB3

■ La resistencia total de puesta a tierra

A la resistencia de tierra anterior, debemos añadirle la resistencia de la línea de unión al cuadro de protección de la vivienda, más la de éste a la toma de contacto más alejada.

6 Aplicaciones de los diferenciales en función del receptor

Si colocamos cinco configuraciones, del tipo 40-40/8/88 (según método estándar de puestas a tierra), en paralelo tendremos:

$$R_A = \frac{R_{40-40/8/88}}{5} = \frac{15,4}{5} = 3,08 \, \Omega$$

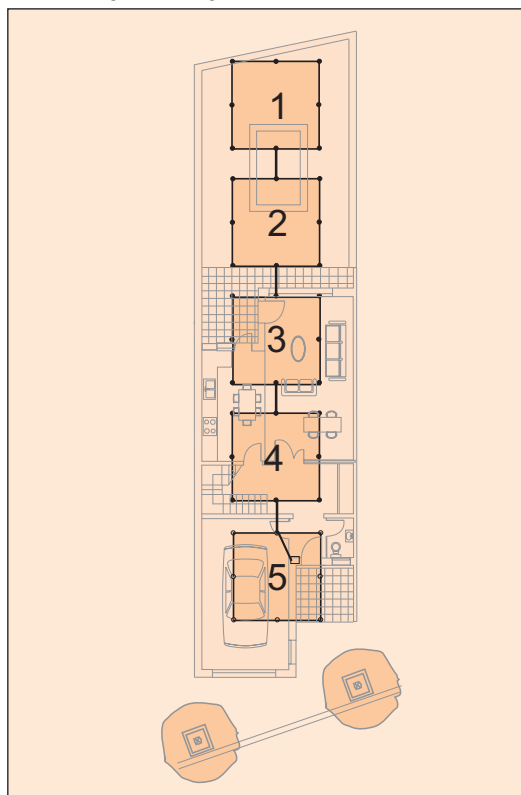


Fig. 6.14. Configuración de las puestas a tierra de la vivienda unifamiliar adosada.

□ Resistencia de la unión de la toma al cuadro:

$$- L = 4 \, \text{m}, S = 16 \, \text{mm}^2 \, (\text{Cu}), \rho_{\text{Cu}} = \frac{1}{56} \, \Omega \cdot \text{m}$$

Resistencia: R_1

$$R_1 = \rho \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \, \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{4 \, \text{m}}{16 \, \text{mm}^2} = 0,0045 \, \Omega$$

□ Resistencia del cuadro al baño de la planta 1.^a:

$$- L = 10 \, \text{m}, S = 4 \, \text{mm}^2, \rho_{\text{Cu}} = \frac{1}{56} \, \Omega \cdot \text{m}$$

Resistencia: R_2

$$R_2 = \rho \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \, \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{10 \, \text{m}}{4 \, \text{mm}^2} = 0,045 \, \Omega$$

□ Resistencia total de la puesta a tierra:

$$R_{AT} = R_A + R_1 + R_2 = 3,08 + 0,0045 + 0,045 = 3,13 \, \Omega$$

■ La intensidad de fuga será:

$$I_d = \frac{U_0}{R_{AT} + R_B} = \frac{230 \, \text{V}}{3,13 \, \Omega + 10 \, \Omega} = 17,51 \, \text{A}$$

■ El tiempo de desconexión será:

$$\frac{I_d}{I_{\Delta n}} = \frac{17,51}{0,03} = 584 \, \text{veces } I_{\Delta n}$$

Al ser mayor de 10 veces $I_{\Delta n}$:

$$t_{(\text{inst})} = 30 \, \text{ms}$$

■ La tensión de contacto será:

$$U_C = I_d \cdot R_{AT} = 17,5 \, \text{A} \cdot 3,13 \, \Omega = 54,775 \, \text{V}$$

En la **fig. 6.13** vemos que en la curva en locales BB3, 12 V, para una tensión de contacto $U_C = 54,775$, el tiempo máximo de contacto es de 100 ms aprox. Los diferenciales propuestos por nosotros tardan sólo 30 ms en desconectar, más de 3 veces menos.

Zona BB2

Procederemos de forma análoga que en el caso anterior.

■ Resistencia total de puesta a tierra

El valor de la resistencia de la unión de la toma de tierra al cuadro de protección de la vivienda es el mismo: $R_1 = 0,0045 \, \Omega$.

□ Por otro lado, el valor de resistencia del cuadro general al jardín (el más alejado), será:

$$- L = 15 \, \text{m}, S = 2,5 \, \text{mm}^2, \rho_{\text{Cu}} = \frac{1}{56} \, \Omega \cdot \text{m}$$

Resistencia: R_3

$$R_3 = \rho \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \, \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{15 \, \text{m}}{2,5 \, \text{mm}^2} = 0,108 \, \Omega$$

□ Resistencia total de la puesta a tierra:

$$R_{AT} = R_A + R_1 + R_2 = 3,08 + 0,045 + 0,108 = 3,233 \, \Omega$$

■ La intensidad de fuga será:

$$I_d = \frac{U_0}{R_{AT} + R_B} = \frac{230 \, \text{V}}{3,233 \, \Omega + 10 \, \Omega} = 17,38 \, \text{A}$$

■ El tiempo de desconexión será:

□ Para un aparato de 30 mA (T01):

$$\frac{I_d}{I_{\Delta n}} = \frac{17,38}{0,03} = 579 \, \text{veces } I_{\Delta n}$$

Al ser mayor de 10 veces $I_{\Delta n}$:

$$t_{(\text{inst})} = 30 \, \text{ms}$$

■ La tensión de contacto será:

$$U_C = I_d \cdot R_{AT} = 17,38 \, \text{A} \cdot 3,233 \, \Omega = 56,19 \, \text{V}$$

En la **fig. 6.13** podemos encontrar en la curva de la tensión de contacto máxima en locales BB2, 25 V, que para una tensión de contacto $U_C = 56,19$ V, tiempo máximo de contacto es de 0,4 s. Los diferenciales propuestos para estos valores tardan a desconectar 30 ms, trece veces menos.

Zona BB1

Igualmente procederemos de la misma forma en este caso.

■ Resistencia total de puesta a tierra

Tendremos también $R_1 = 0,0045 \Omega$.

□ Resistencia del cuadro general al dormitorio de matrimonio de la 1.ª planta:

$$- L = 20 \text{ m}, S = 2,5 \text{ mm}^2, \rho_{Cu} = \frac{1}{56} \Omega \cdot \text{m}$$

Resistencia: R_4

$$R_4 = \rho \frac{L}{S} = \frac{1}{56} \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{20 \text{ m}}{2,5 \text{ mm}^2} = 0,143 \Omega$$

□ Resistencia total de la puesta a tierra:

$$R_{AT} = R_A + R_1 + R_4 = 3,08 + 0,045 + 0,143 = 3,268 \Omega$$

■ La intensidad de fuga será:

$$I_d = \frac{U_0}{R_{AT} + R_B} = \frac{230 \text{ V}}{3,268 \Omega + 10 \Omega} = 17,34 \text{ A}$$

■ El tiempo de desconexión será:

□ Para un aparato de 30 mA (T01):

$$\frac{I_d}{I_{\Delta n}} = \frac{17,34}{0,03} = 577 \text{ veces } I_{\Delta n}$$

Al ser mayor de 10 veces $I_{\Delta n}$:

$$t_{(inst)} = 30 \text{ ms}$$

■ La tensión de contacto será:

$$U_C = I_d \cdot R_A = 17,34 \text{ A} \cdot 3,268 \Omega = 56,67 \text{ V}$$

En la **fig. 6.13** podemos encontrar en la curva de la tensión de contacto máxima en locales BB1, 50 V, que para una tensión de contacto $U_C = 56,67$ V, tiempo máximo de contacto es de 3 s. Los DDR propuestos para estos valores tardan a desconectar 30 ms, cien veces menos.

Una vez obtenidos estos valores, estamos en disposición de obtener unas primeras resoluciones.

Resoluciones

Las protecciones adecuadas serán:

■ **Zona BB1:** interruptor de alta o media sensibilidad, 30 mA o 300 mA. No obstante, optaremos por la instalación del ID de alta sensibilidad según lo marcado en la ITC-BT-25 del REBT en el que se indica que se debe garantizar que todos los circuitos queden protegidos con una sensibilidad máxima de 30 mA, para así poder colocar en cabecera del cuadro general de distribución un ID con $I_{\Delta n} = 300$ mA y un retardo de $t = 150$ ms (selectivo). De esta manera cumplimos la selectividad vertical entre diferenciales marcada en la ITC-BT-24.

■ **Zona BB2:** interruptor diferencial de carril DIN de alta sensibilidad de 10 o 30 mA. Cabe recordar que cualquier instalación de alumbrado bien sea público o privado (jardín) debe cumplir las prescripciones marcadas en la ITC-BT-09 (instalaciones de alumbrado exterior). Además, otra posibilidad para realizar la protección para los circuitos de esta zona sería mediante la utilización de interruptores diferenciales magnetotérmicos de alta sensibilidad de 10 mA de la gama **Európoli** de **Eunea** individuales para cada circuito.

Estos aparatos incorporan la protección contra sobrecargas y cortocircuitos y también contra corrientes de fuga a tierra, y su instalación, que puede efectuarse cerca del receptor a proteger, se puede realizar empotrado en la pared o en zócalo de superficie. De esta manera, podemos proteger los circuitos (o sus tomas de corriente) por separado, sectorizando y minimizando el riesgo de falta de continuidad de servicio.

■ **Zona BB3:** interruptor diferencial de alta sensibilidad de 10 mA cumpliendo las prescripciones marcadas en la ITC-BT-31 (instalaciones con fines especiales: piscinas y fuentes) y la ITC-BT-26 (instalaciones en locales que contienen bañera o ducha).

En definitiva si optamos por usar exclusivamente aparatos de protección diferencial para montaje en carril DIN tipo **multi 9** de **Merlin Gerin**, el esquema quedaría como en la **figura 6.15**.

6 Aplicaciones de los diferenciales en función del receptor

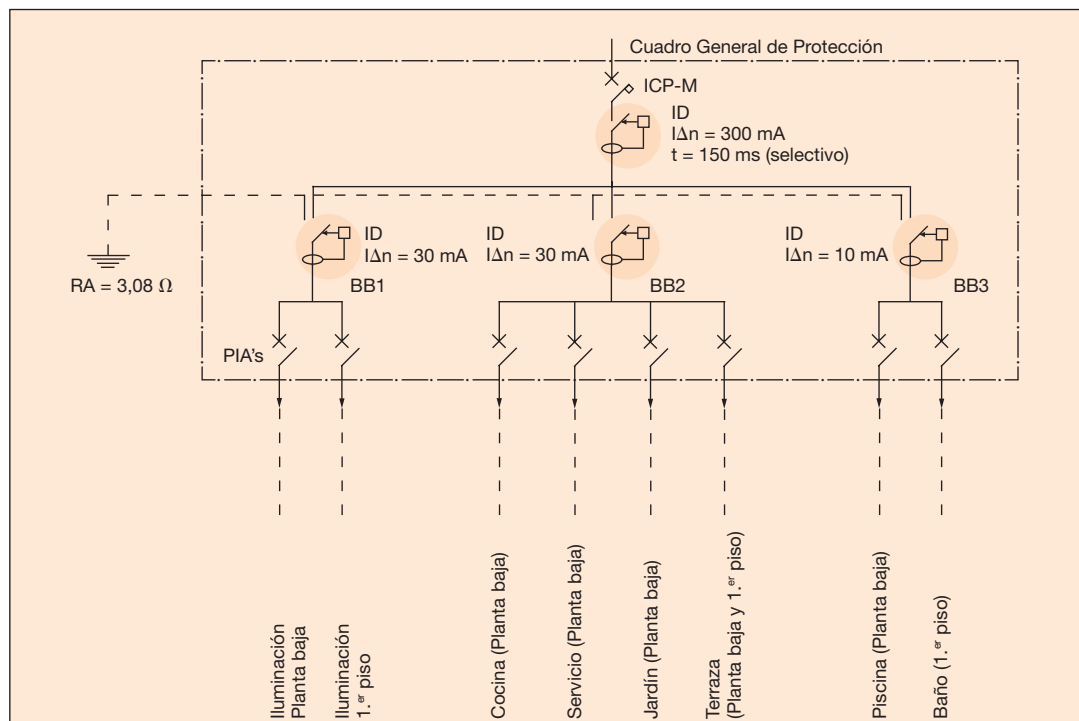


Fig. 6.15. Esquema unifilar del cuadro de protección con apartamiento multi 9, según el estado del cuerpo humano en la vivienda.

Pero si optamos por la protección incluyendo para la zona BB2 interruptores magnetotérmicos diferenciales de **Eunea**, el esquema eléctrico quedaría como en la **figura 6.16**.

En las **figuras 6.17 y 6.18** comprobamos que los efectos de las corrientes al paso por el cuerpo humano, en caso de contacto directo, en cada zona BB1, BB2 y BB3 son reducidos, quedando garantizada la seguridad de las personas.

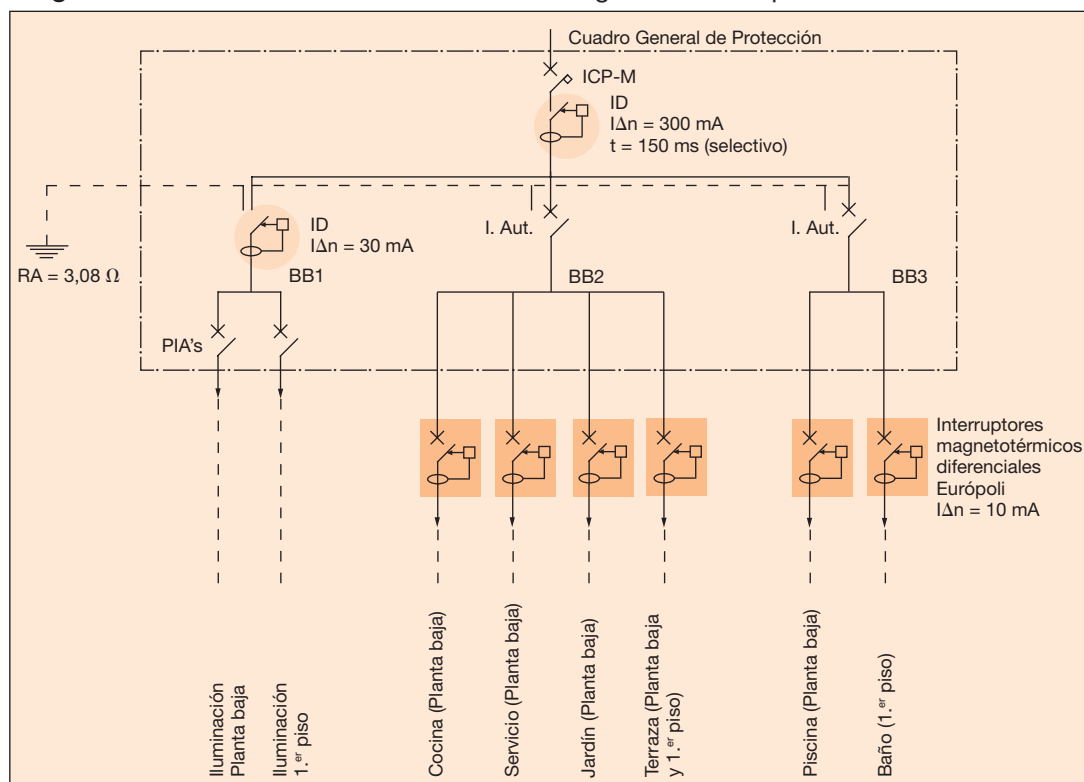


Fig. 6.16. Esquema unifilar del cuadro de protección con apartamiento multi 9 e interruptores diferenciales magnetotérmicos de Eunea, según el estado del cuerpo humano en la vivienda.

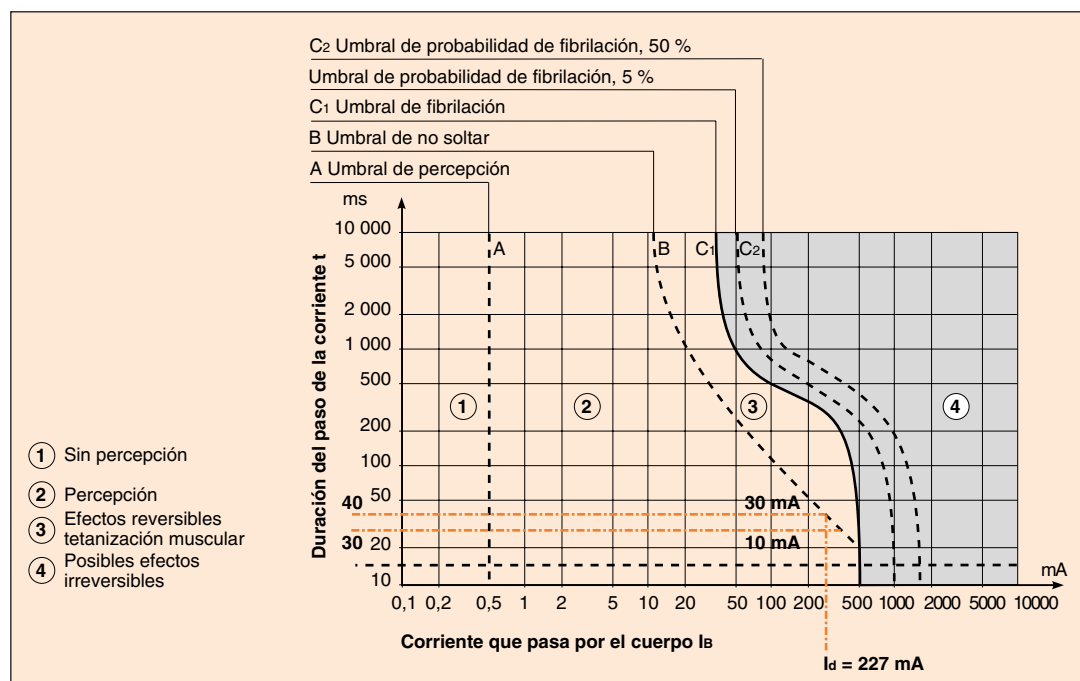


Fig. 6.17. Comprobación del efecto de la corriente, en el caso de corte de la conexión a toma de tierra y con protecciones de interruptores diferenciales de 10 y 30 mA, en zona BB3.

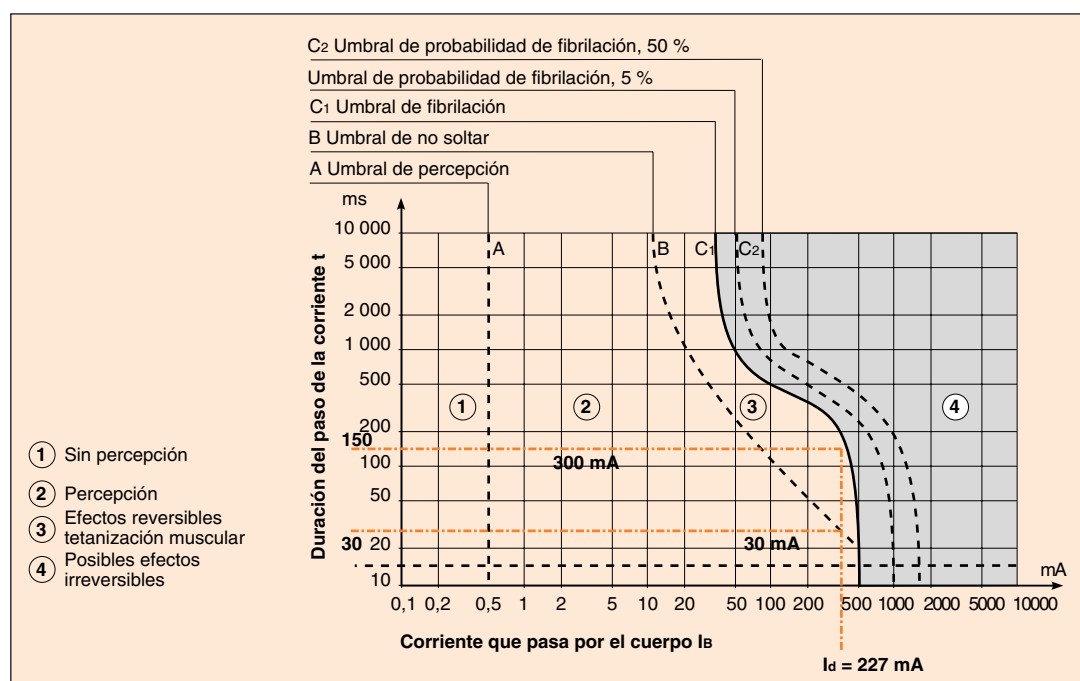


Fig. 6.18. Comprobación del efecto de la corriente, en el caso de contacto directo y con protecciones de interruptores diferenciales de 30 y 300 mA, en zonas BB1 y BB2.

6.10 Cálculo de la protección diferencial en una red de alumbrado público

Según lo marcado en la ITC-BT-09 del reglamento, las líneas de alimentación a los puntos de luz y control estarán protegidas

con interruptores diferenciales con una sensibilidad como máximo de 300 mA, siendo la resistencia de puesta a tierra como máximo de 30 Ω . No obstante, se admitirán interruptores diferenciales de sensibilidades superiores, en función de la resistencia de tierra, según lo marcado en la siguiente tabla:

6 Aplicaciones de los diferenciales en función del receptor

Sensibilidad	Resistencia de puesta a tierra
300 mA	$\leq 30 \Omega$
500 mA	$\leq 5 \Omega$
1 A	$\leq 1 \Omega$

Tabla 6.1. Sensibilidad de las protecciones en función de la resistencia de puesta a tierra.

Para la protección diferencial del alumbrado público, debemos considerar el caso más desfavorable: cuando exista una fuga un día de lluvia y una persona sin protección para la lluvia, y bajos sus efectos, reciba un choque eléctrico. En estas condiciones debemos considerar que la vía pública es zona BB3.

Cálculo de la protección en Zona BB3

■ El cálculo de la puesta a tierra

Se debe dimensionar para poder cumplir las condiciones BB3:

- En un régimen TT la protección debe ser un interruptor diferencial de alta sensibilidad, $I_{\Delta n} < 30 \text{ mA}$.
- Sabemos que los interruptores diferenciales de alta sensibilidad instantáneos desconectan en mucho menos de 300 ms, a efectos prácticos en este ejemplo consideraremos que disparan en 100 ms.

■ Tensión de contacto U_c

En la tabla de tensiones de contacto admisibles del capítulo 1 podemos encontrar la tensión de contacto máxima en zonas BB3: 12 V y para un tiempo máximo de contacto de 0,1 s que tarda el DDR en desconectar.

$$U_c = 55 \text{ V}$$

■ La resistencia de puesta a tierra del centro de transformación

Según información de la compañía suministradora es de $R_B = 10 \Omega$.

■ La resistencia de puesta a tierra de la instalación R_A

A partir de los datos anteriores podemos calcular la resistencia de puesta a tierra del alumbrado público y a partir de ella toda su configuración:

$$U_c = R_A \cdot I_d = R_A \cdot \frac{U_0}{R_A + R_B} = 55 \text{ V}$$

$$R_A = \frac{R_B}{\frac{U_0}{U_c} - 1} = \frac{10 \Omega}{\frac{230 \text{ V}}{55 \text{ V}} - 1} = 3,14 \Omega$$

Siempre que la resistencia de puesta a tierra R_A sea inferior o igual a 5Ω se admitirán interruptores diferenciales de sensibilidad máxima 500 mA (ITC-BT-09).

■ La resistencia total de puesta a tierra

A la resistencia de contacto a tierra debemos añadirle la resistencia de la línea de unión al báculo o brazo.

Suponemos que las mediciones del terreno nos dan una resistividad de $100 \Omega \cdot \text{m}$.

Si disponemos de una toma de tierra longitudinal siguiendo la zanja para los cables de alimentación, será adecuado utilizar un cable trenzado de acero galvanizado, de 95 mm^2 , el cual podremos soldar, a la autógena, a cada báculo.

$$R = \frac{2\rho}{L} = \frac{2 \cdot 100 \Omega \cdot \text{m}}{1100 \text{ m}} = 0,182 \Omega$$

□ Resistencia de la unión de la toma al CGBT:

$$- L = 2 \text{ m}, S = 35 \text{ mm}^2 (\text{He}), \rho_{\text{He}} = \frac{1}{10} \Omega \cdot \text{m}$$

Resistencia: R_1

$$R_1 = \rho \frac{L}{S} = \frac{1}{10} \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{2 \text{ m}}{35 \text{ mm}^2} = 0,057 \Omega$$

□ Resistencia de la toma de cada columna:

$$- L = 1 \text{ m}, S = 35 \text{ mm}^2, \rho_{\text{He}} = \frac{1}{10} \Omega \cdot \text{m}$$

Resistencia: R_2

$$R_2 = \rho \frac{L}{S} = \frac{1}{10} \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{1 \text{ m}}{35 \text{ mm}^2} = 0,0286 \Omega$$

□ Resistencia total de la puesta a tierra de un punto de luz será:

$$R_{AT} = R_A + R_1 + R_2 = 0,182 + 0,057 + 0,0286 = 0,2676 \Omega$$

■ La intensidad de fuga será:

$$I_d = \frac{U_0}{R_{AT} + R_B} = \frac{230 \text{ V}}{0,2676 \Omega + 10 \Omega} = 22,40 \text{ A}$$

■ El tiempo de desconexión será:

□ Para un aparato de 30 mA:

$$\frac{I_d}{I_{\Delta n}} = \frac{22,40 \text{ A}}{0,03 \text{ A}} = 746 \text{ veces } I_{\Delta n}$$

Al ser mayor de 10 veces $I_{\Delta n}$:

$$t_{(ins)} = 30 \text{ ms}$$

□ Para un aparato de 300 mA:

$$\frac{I_d}{I_{\Delta n}} = \frac{22,40 \text{ A}}{0,3 \text{ A}} = 74,6 \text{ veces } I_{\Delta n}$$

Al ser mayor de 10 veces $I_{\Delta n}$:

$$t_{(ins)} = 30 \text{ ms}$$

□ Para un aparato de 500 mA:

$$\frac{I_d}{I_{\Delta n}} = \frac{22,40 \text{ A}}{0,5 \text{ A}} = 44,8 \text{ veces } I_{\Delta n}$$

Al ser mayor de 10 veces $I_{\Delta n}$:

$$t_{(ins)} = 30 \text{ ms}$$

■ La tensión de contacto será:

$$U_C = R_{AT} \cdot I_d = 0,2676 \Omega \cdot 22,40 \text{ A} = 6 \text{ V}$$

Efecto de las pérdidas permanentes

En este tipo de receptores debemos tener en cuenta el efecto que genera la existencia de fugas permanentes de las reactancias de las lámparas del alumbrado público.

■ Las pérdidas permanentes por la red:

$$I_{d(perm.-L)} = (1,5 \text{ mA} / 100 \text{ m}) \cdot L \text{ (m)} = \\ = (1,5 \text{ mA} / 100 \text{ m}) \cdot 1.100 \text{ m} = 16,5 \text{ mA}$$

■ Las pérdidas permanentes por equipo de reactancia lámpara, podemos considerar 1 mA punto de luz. Suponemos 40 puntos de luz:

$$I_{d(perm.-P)} = 1 \text{ mA} \cdot 40 \text{ ud} = 40 \text{ mA}$$

■ Las pérdidas permanentes totales:

$$I_{d(perm.-T)} = I_{d(perm.-L)} + I_{d(perm.-P)} = \\ = 16,5 \text{ mA} + 40 \text{ mA} = 56,5 \text{ mA}$$

■ Los interruptores diferenciales no pueden tener unas fugas permanentes mayores a la mitad de su sensibilidad y Merlin Gerin recomienda que nunca superen el 30% de $I_{\Delta n}$:

$$I_{d(perm.-T)} < 0,3 \cdot I_{\Delta n}$$

■ Los interruptores diferenciales de 300 mA o 500 mA son aptos para estas condiciones de fuga permanente. En el caso de utilizar un interruptor diferencial de 300 mA:

$$0,3 \cdot 300 \text{ mA} = 100 \text{ mA} > 56,5 \text{ mA}$$

Por lo tanto, una solución será la de proteger mediante un interruptor diferencial de 300 mA.

Pero si optamos por subdividir los circuitos en ocho ramales de 5 lámparas cada uno, tendremos la opción de instalar protección diferencial de 30 mA.

$$\frac{56,5 \text{ mA}}{8} = 7,1 \text{ mA de } I_d \text{ permanente por ramal}$$

$$7,1 \text{ mA} < 10 \text{ mA} = 0,3 \cdot I_{\Delta n}$$

Teniendo en cuenta esta última consideración podemos proponer ya un esquema de protección con dispositivos diferenciales residuales (fig. 6.19).

Finalmente, las protecciones adecuadas serían:

■ Ocho diferenciales de alta sensibilidad de 30 mA protegiendo cada uno 5 lámparas.

■ Reaseguramiento de la protección en cabecera: interruptor diferencial de 300 mA retardado o selectivo, $t = 150 \text{ ms}$, en serie con un interruptor automático seccionador.

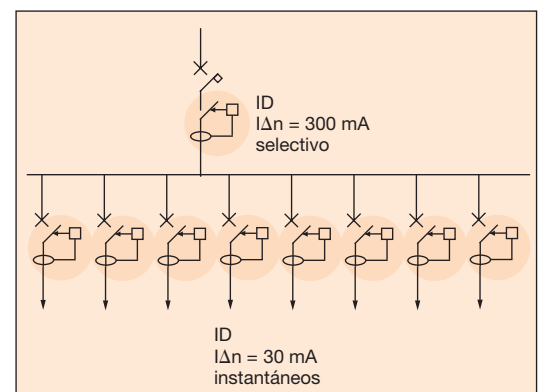


Fig. 6.19. Reaseguramiento de la protección, ID de 300 mA retardado $t = 150 \text{ ms}$, en serie con un interruptor automático seccionador.

6 Aplicaciones de los diferenciales en función del receptor

6.11 Elección de la protección diferencial en función de la aplicación

Una vez elegida la sensibilidad, calibre y polaridad de la protección diferencial hay que valorar por un lado las posibles perturbaciones de la red y por otro el ambiente al que estará expuesto el diferencial, es decir, las influencias externas y así poder definir la gama más adecuada para cada aplicación.

Influencias eléctricas

Los tipos de perturbaciones que hacen recomendable el uso de interruptores diferenciales Clase A Superinmunizados son:

- Corrientes de fuga permanentes a 50 Hz.
- Corrientes de fuga a altas frecuencias.
- Corrientes de fuga con componentes de continua.

- Receptores y fenómenos que generan puntas de corriente.

La **tabla 6.1** resume y ejemplifica los riesgos derivados de dichas perturbaciones.

Influencias externas

En determinadas condiciones, algunos ambientes corrosivos pueden provocar el deterioro de los diferenciales con el consiguiente no disparo del diferencial. Las influencias externas que hacen necesario el uso de diferenciales Clase A **SiE** son:

- Humedad.
- Humedad y ozono o cloro.
- Ambientes húmedos y salinos.
- Compuestos químicos diversos.
- Azufre y sulfuro de hidrógeno.
- Hidrógeno, óxido de nitrógeno y otros gases procedentes de combustión.

Perturbación eléctrica	Ejemplo de receptores que generan la perturbación	Problemas*	Riesgo	Solución Merlin Gerin
Corrientes de fuga permanentes a 50 Hz	Instalaciones con ordenadores, impresoras, aparatos de ofimática, Hi-Fi, video...	Disparo intempestivo del diferencial	Pérdida de continuidad de servicio	Protección diferencial clase A Superinmunizada "si" o Protección diferencial clase A "Superinmunizada influencias Externas" 
Corrientes de fuga permanentes a alta frecuencia	Iluminación fluorescente con balasto electrónico, reguladores de intensidad luminosa...	Disparo intempestivo del diferencial y/o	Pérdida de continuidad de servicio	
Corrientes de fuga permanentes con componente continua	Variadores de velocidad, electrónica de potencia...	No disparo del diferencial	La seguridad de las personas no está asegurada 	
Receptores y fenómenos que generan puntas de corriente	Conmutaciones en la red de Baja Tensión, arranque de motores o descargas atmosféricas	Disparo intempestivo del diferencial	Pérdida de continuidad de servicio	

Tabla 6.1. Elección de la protección diferencial en función de las influencias eléctricas.

* Problemas que se pueden producir si se utiliza un diferencial estándar clase AC.

La **tabla 6.2** resume y ejemplifica los riesgos derivados de dichas influencias externas.

En función de la previsión de influencias externas, presencia de sustancias corrosivas o contaminantes y la

perturbación de la red eléctrica, podremos seleccionar el tipo de protección diferencial más adecuado en cada caso.

La **tabla 6.3** resume la elección del diferencial en base a los parámetros citados en este apartado.

protección diferencial BT

Influencia externa	Ejemplo de aplicaciones y lugares expuestos	Consecuencias	Riesgo	Solución Merlin Gerin
Humedad	Depuradoras y balnearios	Corrosión	La seguridad de las personas no está asegurada 	Protección diferencial clase A “Super-inmunizada influencias Externas” 
Humedad y cloro	Locales técnicos de piscinas, industria agroalimentaria			
Ambientes húmedos y salinos	Puertos, astilleros, fábricas de curtidos e instalaciones cercanas al mar	Bloqueo del relé diferencial estándar		
Compuestos químicos diversos	Industria química			
Azufre y sulfuro de hidrógeno	Siderurgia			
Hidrógeno, óxido de nitrógeno y otros gases procedentes de combustión	Industria petroquímica	No disparo del diferencial		

Tabla 6.2. Elección de la protección diferencial en función de las influencias externas.

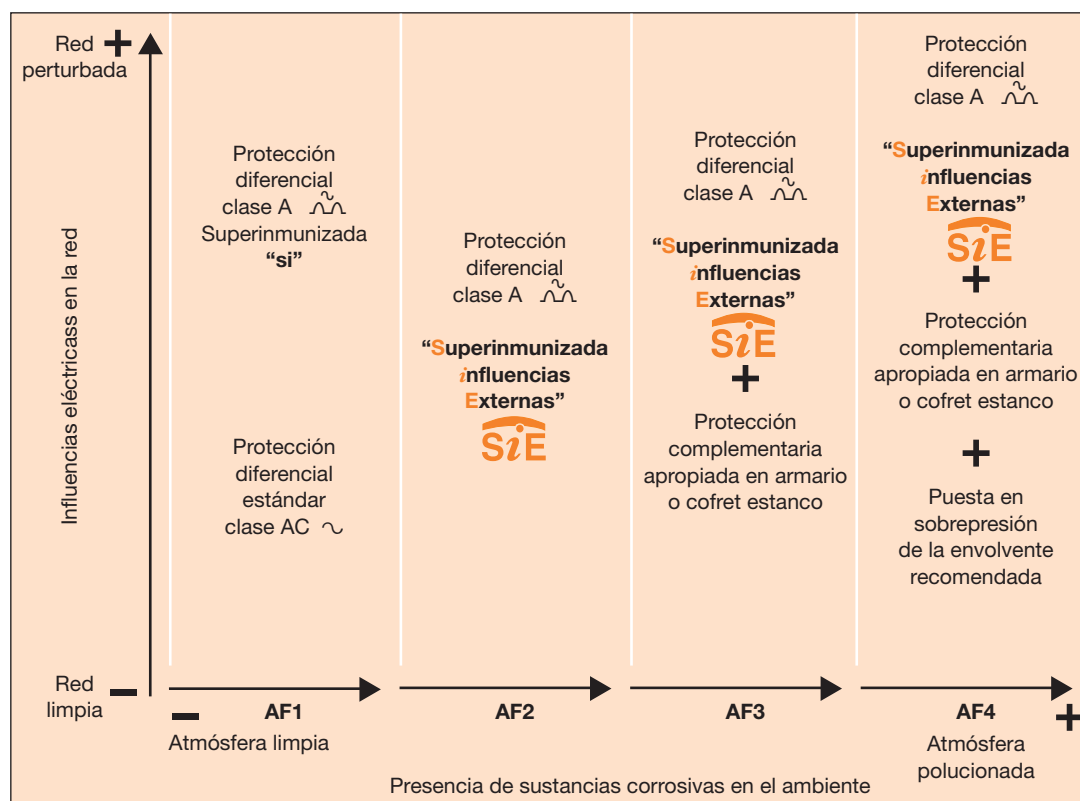
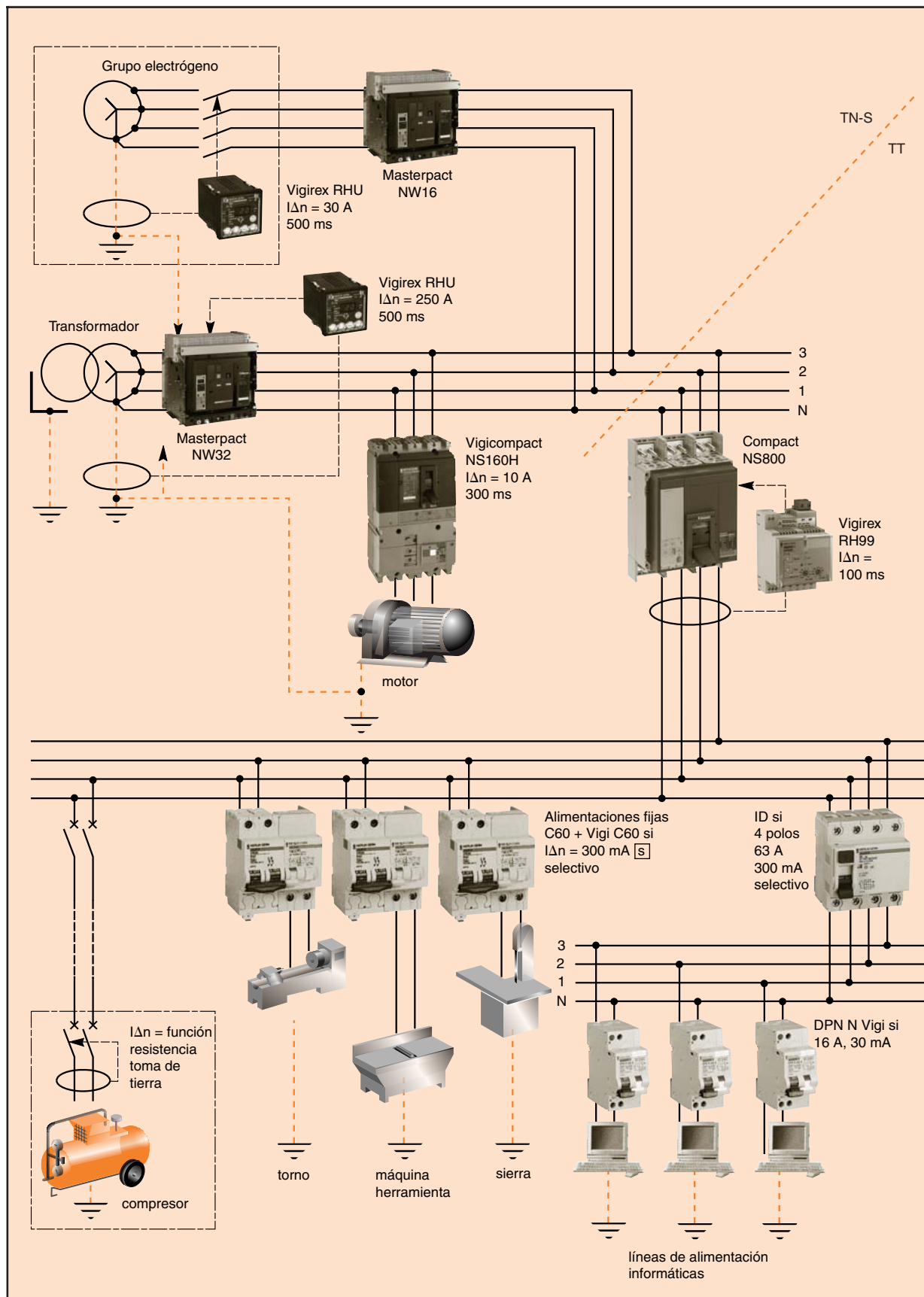


Tabla 6.3. Tabla resumen para la elección de la protección diferencial y envolvente.

6 Aplicaciones de los diferenciales en función del receptor

6.12 Esquema de una instalación industrial



protección diferencial BT

En este ejemplo se presenta el esquema parcial simplificado de una instalación industrial. El objetivo es mostrar de forma gráfica qué tipo de protección diferencial se debe situar en cada punto de una instalación con una potencia instalada muy elevada.

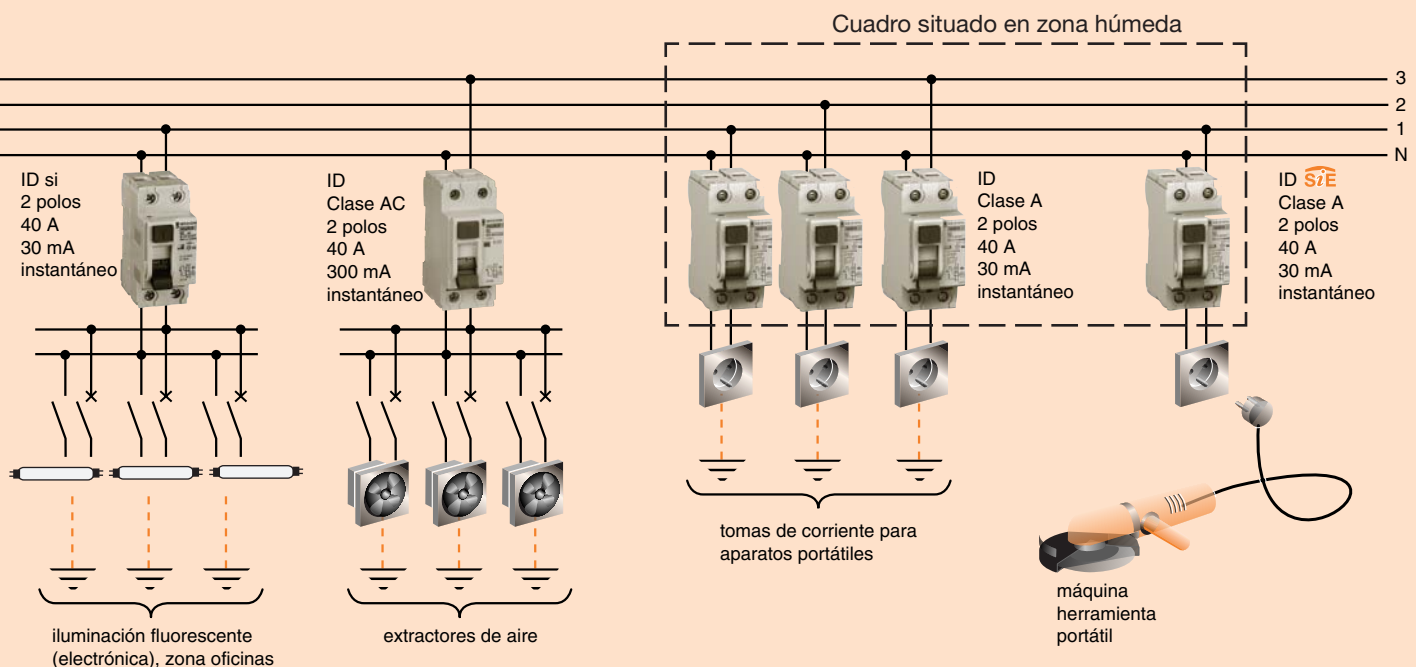
En este tipo de instalaciones los aparatos de protección que se utilizan abarcan desde la intensidad más elevada (interruptores automáticos de bastidor abierto tipo **Masterpact** o de caja moldeada **Compact**), hasta la más pequeña (automáticos de carril DIN **multi 9** o ultraterminal **Eunea**).

Para cada nivel, **Merlin Gerin** dispone de la protección diferencial que se adapta mejor técnicamente a cada uno de los aparatos de protección anteriores y también al tipo y cantidad de receptores que se tengan en cada salida de la instalación. En el próximo capítulo se hallará una muy completa descripción de los mismos.

Los criterios seguidos para utilizar los tipos de diferenciales del esquema se pueden hallar en los apartados precedentes del presente capítulo.



Los diferentes envoltentes del sistema Prisma y Pragma permiten instalar todos los tipos de dispositivos diferenciales de Merlin Gerin.



7

Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Tablas de elección	116
7.1 Interruptor automático magnetotérmico diferencial ultraterminal gama Unica de Eunea	124
7.2 Interruptor diferencial ID multi 9	126
7.3 Interruptores automáticos magnetotérmicos diferenciales monobloc DPN Vigi multi 9	132
7.4 Bloques diferenciales adaptables Vigi C60 multi 9	135
7.5 Bloques diferenciales adaptables Vigi iDPN y Vigi DPNc	140
7.6 Bloques diferenciales adaptables Vigi C120 multi 9	144
7.7 Bloques diferenciales adaptables Vigi NG125 multi 9	148
7.8 Gama de telemandos y de auxiliares para dispositivos diferenciales residuales multi 9	152
7.9 Nueva gama de relés diferenciales electrónicos Vigirex de toroidal separado	154
7.10 Toroidales y accesorios comunes para toda la gama Vigirex	168
7.11 Bloques diferenciales adaptables Vigicompact ..	171
7.12 Curvas de disparo de los dispositivos diferenciales Merlin Gerin	173
7.13 Comportamiento en función de la frecuencia de los dispositivos diferenciales Merlin Gerin	177
7.14 Potencias disipadas	180
7.15 Resistencia a vibraciones y choques	182



Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Tabla de elección ID y DPN Vigi



Características	Gama Unica de Eunea	ID multi 9 residencial	ID multi 9 terciario												ID _c "función cabecera de grupo"
Página	124	126	126												127
Clase	A	AC	AC						A	A "si"				A SiE	AC A "si"
Temporización	Instantáneos	Instantáneos	Instantáneos			Selectivos			Ins.	Ins.	Selectivos		Ins.	Sel.	Instantáneos
N.º de polos	1+N														1+N
		2	2			2			2	2	2		2	2	
						4			4	4			4	4	4
Calibres (A)	6	25	25		25				25	25			25		25 25
	10	40		40	40			40	40	40	40	40	40	40	40 40
	16			63	63		63	63	63	63	63	63	63	63	
				80		80	80	80			80	80			
				100		100	100	100			100		100		
Sensibilidad (mA)	10														
		30	30	30	30				30	30	30		30		30 30 30
			300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
			500	500	500	500	500	500				500	500		
Auxiliares															
 OF, OF+OF/SD, MX, MX+OF, MN, MNx, MSU (OFS: contacto auxiliar obligatorio para acoplar los auxiliares al ID)															

						
		DPNa Vigi	DPN N Vigi “si”	iDPN Vigi	DPN N Vigi c	
		132	132	132	132	132
		A	A “si”	AC	AC	
Sel.		Instantáneos	Instantáneos	Instantáneos	Instantáneos	Selectivos
1+N		1+N	1+N	1+N		
					3P+N	3P+N
		10 y 16	6 a 40	10 a 25	25 y 40	25 y 40
40						
		10				
			30	30	30	
300			300	300	300	300
						
				OF, SD, OF+OF/SD, MX, MX+OF, MN, MNx, MSU		

Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Tabla de elección bloques Vigi

para C60, C120, NG125, *i*DPN y DPN_c



Características	Vigi C60, Vigi C120																			
Página	135 y 144																			
Clase	AC										A				A “si”					
Temporización	Instantáneos										Sel.	Ins.	Sel.	Ins.	Sel.	Ins.	Sel.	Ins.		
N.º de polos																				
	2										2	2	2	2	2	2	2	2	2	
	3										3	3	3	3	3	3	3	3		3
	4										4	4	4	4	4	4	4	4		
Calibres (A)	≤25				≤25					≤25					≤25				≤25	
		≤40			≤40					≤40					≤40				≤40	≤40
			≤63		≤63					≤63					≤63				≤63	≤63
Sensibilidad (mA)				≤125		≤125			≤125		≤125		≤125		≤125		≤125		≤125	
	10																			
	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
			500	500		500	500		500	500		500	500		500	500				
Auxiliares											1000	1000			1000			1000		

OF, SD, OF+OF/SD, MX, MX+OF, MN, MNx, MSU (estos auxiliares se pueden montar a la izquierda de los magnetotérmicos C60 o C120 al mismo tiempo que el bloque Vigi a su derecha)

Vigi DPN_c

						148						140			140				
		A S/E				AC	A				A “si”		AC	A	A “si”	AC	A	A “si”	
		Sel.				Ins.	Ins.		Sel.	Reg. Ins./ Sel.	Reg. Ins./ Sel./ Ret.	Ins.	Reg. Ins./ Sel./ Ret.	Instantáneos		Ins.	Ins.	Ins.	Sel.
														1+N		1+N			
		2				2	2		2										
						3		3	3	3	3	3	3	3					
														3+N		3+N			
4				4		4		4	4	4	4	4	4						
≤25														≤25		≤25	≤25	≤25	
≤40														≤40		≤40	≤40	≤40	≤40
≤63		≤63		≤63		≤63	≤63	≤63	≤63		≤63								
	≤125				≤125			≤125		≤125	≤125	≤125	≤125						
	30	30				30	30	30				30		30		30	30	30	30
		300	300		300	300	300	300	300	300	300		300	300		300	300	300	300
					1000					1000	500	500		500					
						1000					1000	1000		1000					
											3000		3000						



OF, SD, OF+OF/SD, MX, MX+OF, MN, MNx, MSU
(estos auxiliares se pueden montar a la izquierda
de los magnotérmicos iDPN
al mismo tiempo que el bloque Vigi a su derecha)

Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Tabla de elección Vigirex

Relés de protección ⁽¹⁾		
	RH10	RH21
		
El conjunto de productos de la gama Vigirex es de clase A y cubre la clase AC		
Funciones		
Protección	■	■
Señalización local	■	■
Señalización a distancia cable a cable	—	—
Señalización a distancia a través de la comunicación	—	—
Visualización de la medida	—	—
Cableado		
Continuidad de servicio óptima	■	■
Seguridad óptima (seguridad positiva)	■	■
Montaje		
Sobre carril DIN	■	■
Empotrado	■	■
Tensión asignada de empleo		
1 rango de tensiones de 12 a 48 V CC	■	■
6 rangos de tensiones de 12 a 525 V CA	■	■
4 rangos de tensiones de 48 a 415 V CA	—	—
Umbral de regulación		
Defecto (I _{Δn})	1 umbral fijo instantáneo por referencia a elegir de 0,03 A a 1 A	2 umbrales conmutables predefinidos 0,03 A o 0,3 A
Alarma	—	—
Prealarma	—	—
Temporizaciones		
Defecto	Instantánea	Instantánea para I _{Δn} = 0,03 A 1 temporización conmutable instantánea o 0,06 s para I _{Δn} = 0,3 A
Alarma	—	—
Prealarma	—	—
Visualización y señalización		
De la presencia de tensión (LED y/o relé) (5)	■	■
Del rebasamiento del umbral	de defecto (LED)	■
	de alarma (LED y relé)	—
	de prealarma (LED y relé)	—
De la corriente de fuga y de las regulaciones (digital)	—	—
Test con o sin basculamiento de los contactos de salida		
Local	■	■
A distancia cable a cable	■	■
A distancia cable a cable de varios relés	■	■
A distancia a través de la comunicación	—	—
Comunicación		
Capacidad para la supervisión (bus interno)	—	—
Características		
	154	154
Toroidales diferenciales		
Toroidales A, O, Merlin Gerin	■	■
Toroidales diferenciales rectangulares Merlin Gerin	■	■

- (1) Relés con contacto de salida con rearme manual local después de defecto.
 (2) Relés con contacto de salida con rearme automático tras la desaparición del defecto.
 (3) Para utilizar obligatoriamente con un RMH (multiplexado de los 12 toroidales).
 (4) Para utilizar obligatoriamente con un RM12T (multiplexado de los 12 toroidales).
 (5) Según el tipo de cableado (continuidad de servicio óptima o seguridad óptima).

Relés de señalización ⁽²⁾			
RH99	RHUs o RHU	RH99	RMH
			
			(3)
■	■	—	—
■	■	■	■
—	■	■	■
—	■ salvo RHUs	—	■
—	■	—	■ 12 circuitos de medida (4)
■	■	—	—
■	■	—	—
■	—	■	—
■	■	■	■
■	—	■	—
■	—	■	—
—	■	—	220 a 240 V CA
9 umbrales conmutables predefinidos de 0,03 A a 30 A	1 umbral regulable de 0,03 A a 30 A	—	—
—	1 umbral regulable de 0,015 A a 30 A	9 umbrales conmutables predefinidos de 0,03 A a 30 A	1 umbral regulable/salida de 0,03 A a 30 A
—	—	—	1 umbral regulable/salida de 0,015 A a 30 A
9 temporizaciones conmutables predefinidas instantánea de 4,5 s	1 temporización regulable instantánea de 5 s	—	—
—	1 temporización regulable instantánea de 5 s	9 temporizaciones conmutables predefinidas instantánea de 4,5 s	1 temporización regulable/salida instantánea de 5 s
—	—	—	1 temporización regulable/salida instantánea de 5 s
■	■	■	■
■	■	—	—
—	■	■	■
—	—	—	■
—	■	—	■
■	■	■	■
■	■	■	—
■	■	■	—
—	■ salvo RHUs	—	■
—	■ salvo RHUs	—	■
154	154	154	154
■	■	■	■
■	■	■	■

Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

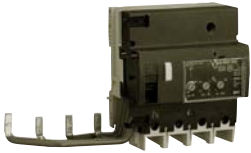
Panorama de la oferta

Gama	Aplicaciones
Interruptor magnetotérmico y diferencial ultraterminal. Gama Unica de Eunea 	■ Protección ultraterminal junto a los receptores en vivienda, terciario e industria.
Interruptor diferencial ID multi 9 e IDc “función Cabecera de grupo” 	■ Protección diferencial para todo tipo de aplicaciones. ■ Clases AC y estándar: protección de circuitos estándar en aplicaciones terciarias e industriales. ■ La versión Superinmunizada clase A “si” está destinada a instalaciones con receptores electrónicos y/o con puntas de arranque importantes. Evita disparos intempestivos y bloqueos del diferencial. ■ La versión Superinmunizada influencias Externas SiE es la solución idónea para aquellas instalaciones en ambientes con cloro y otros gases corrosivos, entornos húmedos y salinos o entornos industriales que impliquen combustión. ■ Los IDc están adaptados para la protección en “Cabecera de grupo”: los bornes de conexión aguas abajo están en la parte superior derecha del aparato para una conexión directa con los peines Clarío.
Interruptor magnetotérmico y diferencial monobloque DPN Vigic, iDPN Vigic, DPNa Vigic y DPN N Vigic multi 9 	■ Ofrecen protección magnetotérmica y diferencial en un solo aparato monobloque. ■ Indicados para casos con falta de espacio en los cuadros, aplicaciones, etc. ■ La versión Superinmunizada clase A “si” está destinada a instalaciones con receptores electrónicos y/o con puntas de arranque importantes. Evita disparos intempestivos y bloqueos del diferencial. ■ Los DPN Vigic están adaptados para la protección en “Cabecera de grupo”: los bornes de conexión aguas abajo están en la parte superior derecha del aparato para una conexión directa con los peines Clarío.
Bloques diferenciales Vigic iDPN y Vigic DPNc multi 9 	■ Añaden la función de protección diferencial a los magnetotérmicos iDPN. ■ Clases AC y A estándar: protección de circuitos estándar en aplicaciones terciarias e industriales. ■ La versión Superinmunizada clase A “si” está destinada a instalaciones con receptores electrónicos y/o con puntas de arranque importantes. Evita disparos intempestivos y bloqueos del diferencial. ■ Los Vigic DPNc están adaptados para la protección en “Cabecera de grupo”: los bornes de conexión aguas abajo están en la parte superior del aparato para una conexión directa con los peines Clarío.
Bloques diferenciales Vigic C60 y Vigic C120 multi 9 	■ Añaden la función de protección diferencial a los magnetotérmicos C60 y C120. ■ Clases AC y A estándar: protección de circuitos estándar en aplicaciones terciarias e industriales. ■ La versión Superinmunizada clase A “si” está destinada a instalaciones con receptores electrónicos y/o con puntas de arranque importantes. Evita disparos intempestivos y bloqueos del diferencial. ■ La versión Superinmunizada influencias Externas SiE es la solución idónea para aquellas instalaciones en ambientes con cloro y otros gases corrosivos, entornos húmedos y salinos o entornos industriales que impliquen combustión.

Gama

Aplicaciones

Bloques diferenciales Vigi NG125 multi 9



- Añaden la función de protección diferencial a los magnetotérmicos NG125.
- Protección diferencial para cabecera de cuadros secundarios o para salidas de baja potencia de cuadros generales.
- Permite la regulación de sensibilidades y retardos para efectuar la selectividad diferencial.
- Clases AC y A estándar: protección de circuitos estándar en aplicaciones terciarias e industriales.
- La versión Superinmunizada clase A "si" está destinada a instalaciones con receptores electrónicos y/o con puntas de arranque importantes. Evita disparos intempestivos y bloqueos del diferencial.

Relé diferencial con toro separado Vigirex



Relés RH

- Protección adaptable a cada red.
- Permite la selectividad vertical en varios niveles.

Relés RHU

- Protección adaptable a cada red.
- Incorpora pantalla para visualizar la corriente de fuga.
- Permite comunicación con el bus interno Digipact.

Bloque diferencial Vigi caja moldeada Vigicomact



- Protección diferencial adaptable a interruptor automático de potencia de caja moldeada tipo Compact.

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

7.1 Interruptor automático magnetotérmico diferencial ultraterminal gama Unica de Eunea

Funciones y descripción

Los interruptores automáticos magnetotérmicos diferenciales ultraterminales gama Unica de Eunea cumplen la función de protección contra sobrecargas, cortocircuitos y contactos indirectos integrados en un mismo aparato. Presentan un polo protegido (fase) y otro sin proteger (el neutro) destinado a la protección de una carga eléctrica alimentada por una línea fase-neutro, contra el peligro de un cortocircuito por la acción magnética, o de una sobrecarga por la acción térmica. Existe una versión que incorpora además la protección diferencial y se ofrece también la versión sólo magnetotérmica de 1 polo. Este tipo de aparato no se instala en cuadro eléctrico sino que es para instalación repartida. Se puede utilizar tanto en el sector terciario-industrial como en la vivienda, y permite efectuar la protección lo más cerca posible de la utilización.

El aparato presenta en su cara frontal un interruptor manual que permite la maniobra de conexión y desconexión del circuito así como el rearme en caso de disparo. Así pues, tiene dos posiciones diferenciadas por el marcaje "I", cerrado, y "O",

abierto. Los aparatos que incorporan protección diferencial, poseen también en la cara frontal un botón de test para la comprobación periódica de la protección diferencial. Estos aparatos magnetotérmico-diferenciales son clase A, con lo que protegen tanto contra corrientes de defecto alternas como continuas pulsantes.

El interruptor instalado sobre pared vertical tiene un grado de protección IP41.

El aparato debe utilizarse en locales secos y sin polvo, con una temperatura ambiente comprendida entre -5°C y 40°C . Se puede instalar tanto empotrado como en superficie, en el primer caso utilizando la caja de empotrar Unica, con una profundidad de 40 mm o las cajas Unica System, y en el segundo caso mediante cajas de superficie Unica System. En ambos casos se usan las placas estándar de la gama Unica. También se pueden instalar en cajas MET-4.

Características técnicas

La conexión se realiza mediante bornes de tornillo completamente protegidos (IP2X) con placas de presión dentadas y tornillos imperdibles, con capacidad para dos conductores de hasta $2,5\text{ mm}^2$ cada uno.

Las características eléctricas que poseen tanto la gama de protección magnetotérmica-diferencial como el interruptor magnetotérmico son:

Características técnicas	Interruptores magnetotérmicos-diferenciales	Interruptores magnetotérmicos
Tensión asignada de empleo (VCA)	230	230
Calibres In (A)	6 10 16	6 10 16
Poder de corte según normas: UNE-EN 61009	1500 A y 3000 A (para In 10 y 16)	
UNE-EN 60898		1500 A y 3000 A (para 1+N, 10 y 16 A)
Curva de disparo magnetotérmico	Curva C	Curva C
Ejecución	Bipolar con un polo protegido	Dos versiones: unipolar y bipolar con un polo protegido
Sensibilidad diferencial ($I\Delta n$)	10 mA	—

Tabla 7.1. Características eléctricas de la gama Unica de Eunea.

protección diferencial BT

Conexión eléctrico

La instalación debe realizarse de acuerdo con la normativa en vigor.

Comprobar que la sección de los conductores sea suficiente para la alimentación de la carga prevista, y en ningún caso debe ser inferior a 1,5 mm².

Apretar correctamente los tornillos de los bornes de conexión. Una conexión

defectuosa provoca calentamientos excesivos, con el consiguiente riesgo de incendios.

Normativa

Los aparatos que incorporan protección diferencial y protección magnetotérmica son conformes con la UNE-EN 61009, y los aparatos que incorporan sólo protección magnetotérmica son conformes con la norma UNE-EN 60898.

Tabla resumen de la gama de protección disponible en la serie Unica de Eunea

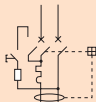
				
Sensibilidad	Calibres (A)	N.º de polos	Referencia Polar	Referencia Marfil
10 mA	6		U3.610.18	U3.610.25
10 mA	10		U3.611.18	U3.611.25
10 mA	16		U3.612.18	U3.612.25

Tabla 7.2. Referencias para protección magnetotérmica-diferencial.

 						
Calibres (A)	N.º de polos	Ref. Polar	Ref. Marfil	N.º de polos	Ref. Polar	Ref. Marfil
6		U3.654.18	U3.654.25		U3.613.18	U3.613.25
10		U3.655.18	U3.655.25		U3.614.18	U3.614.25
16		U3.656.18	U3.656.25		U3.615.18	U3.615.25

Tabla 7.3. Referencias para protección magnetotérmica.

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

7.2 Interruptor diferencial ID multi 9

Funciones y descripción

Los Interruptores Diferenciales ID **multi 9**, para instalar en cuadros eléctricos sobre carril DIN, están especialmente concebidos para la protección de las personas y los receptores eléctricos en presencia de defectos de aislamiento. Son aparatos autónomos que no van asociados mecánicamente a ningún dispositivo de corte, ya que empleando su propio sistema de corte son capaces de interrumpir el suministro de corriente que circule por el circuito.

■ ID Clase AC

Esta clase de protección asegura la desconexión del circuito para corrientes diferenciales residuales, alternas senoidales, que puedan aparecer tanto progresivamente como de forma brusca. Esta clase responde satisfactoriamente en la mayoría de las instalaciones existentes, con predominio de receptores resistivos que no puedan alterar significativamente el tipo de señal de defecto alterna senoidal, o bien electrónicos que incorporen fuente de alimentación con aislamiento galvánico completo del resto de instalación.

Son productos certificados por AENOR conforme a la norma UNE-EN 61008. Incluye diversos modelos hasta 100 A, instantáneos o selectivos de 10 a 500 mA. Admiten auxiliares eléctricos, accesorios diversos, presentan inmunidad básica contra disparos intempestivos: hasta 250 A cresta para los instantáneos y 3 kA cresta para los selectivos, según onda de corriente de choque tipo 8/20 μ s. Además, son aptos al seccionamiento, tienen indicador mecánico rojo de defecto diferencial, incorporan botón de test y la conexión por bornes de caja es para cables flexibles de hasta 35 mm², o rígidos de hasta 50 mm².

Existe una versión especial de los ID clase AC, para líneas trifásicas a 400 V sin neutro. La aplicación más habitual de este modelo especial es la alimentación de motores trifásicos a 380 o 400 V CA sin neutro accesible. Este modelo también se puede utilizar en líneas trifásicas con neutro 230/400 V CA.

■ ID Clase A

Éstos aseguran la desconexión del circuito ante corrientes diferenciales residuales,

alternas senoidales y corrientes rectificadas con o sin componente continua, que pueden aparecer tanto progresivamente como de forma brusca. Están especialmente concebidos para la protección de circuitos con receptores electrónicos que incorporen rectificación de la señal senoidal.

El resto de características que presentan los ID Clase A son idénticas a los de Clase AC.

■ ID Clase A Superinmunizado “si”

Este modelo es una evolución muy importante de la Clase A, ya que además, tal como se ha descrito en el capítulo 3 de esta Guía, incorpora una electrónica interna de autoinmunización mucho más avanzada, que permite anular los efectos que provocan sobre un ID clase AC y clase A estándar, las perturbaciones de alta frecuencia (cegado o bloqueo del diferencial) gracias a un filtro “pasabajos” que bloquea la transmisión de estas altas frecuencias hacia el relé de disparo, e incorpora un circuito de acumulación de energía que aumenta enormemente la continuidad de servicio en presencia de transitorios en la red, con lo que se asegura que el disparo del ID clase A “si” se efectuará únicamente cuando exista una corriente de defecto a 50 Hz peligrosa para las personas y los receptores.

Además de incorporar las características de los ID Clase A, hasta un calibre de 100 A, los ID “si” presentan una mayor resistencia a los disparos intempestivos gracias a la electrónica de autoinmunización: 3 kA cresta para los instantáneos y 5 kA cresta para los selectivos, según onda de corriente transitoria tipo 8/20 μ s.

■ ID Clase A Superinmunizado influencias Externas

Este modelo es una evolución importante del Clase A Superinmunizado “si”.

Los ambientes agresivos presentan un riesgo elevado para el correcto funcionamiento de los dispositivos diferenciales. Un diferencial estándar, en este tipo de ambientes, sufre una rápida corrosión de su relé de disparo que impedirá la apertura del circuito en caso de producirse un defecto de aislamiento.

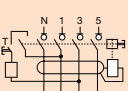
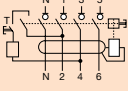
protección diferencial BT

La gama **SiE** posee idénticas prestaciones que la gama “si” ante perturbaciones eléctricas, y además evita el riesgo de no disparo del diferencial debido a la corrosión interna en determinadas aplicaciones expuestas a atmósferas corrosivas tales como: compuestos de cloro, ozono, azufre, óxidos de nitrógeno, sal marina, humedad.

ID^c “Cabecera de grupo”

La gama de interruptores diferenciales ID^c incluye algunas versiones de ID, en clases AC y A “si”, particularmente adaptados para la protección en “Cabecera de grupo”: los bornes de conexión salida se sitúan en la parte superior del aparato para una alimentación directa de los peines **Clarío**.

Tabla resumen de la gama disponible de ID multi 9

N.º de polos	Sensibilidad (mA)	Calibre (A)	Referencias					
			ID Clase AC		ID Clase A	ID Clase A “si” Superinmunizado	ID Clase A S.E	
								
Instantáneos								
2 polos 	10	25	—	23008*	—	—	—	—
	30	25	(1) 15249*	23009*	—	23249	23523*	23300
	30	40	(1) 15261*	23014*	—	23253*	23524*	23307
	30	63	—	23018*	—	23258*	23525*	23352
	30	80	—	23020*	—	—	—	—
	300	25	—	23011*	—	23251	—	—
	300	40	—	23016*	—	23255*	—	—
	300	63	—	23021*	—	23261*	—	—
	300	80	—	23030*	—	—	—	—
	300	100	—	23034*	—	—	—	—
	500	25	—	23012	—	—	—	—
	500	40	—	23017	—	—	—	—
	500	63	—	23022	—	—	—	—
	500	80	—	23026	—	—	—	—
	500	80	—	23026	—	—	—	—
4 polos 	30	25	—	23038*	—	—	23526*	23377
	30	40	—	23042*	—	23303*	23529*	23379
	30	63	—	23047*	—	23308*	23530*	23383
	300	25	—	23040*	—	—	—	—
	300	40	—	23045*	—	23306*	—	—
	300	63	—	23049*	—	23312*	—	—
	300	80	—	23054*	—	—	—	—
	300	100	—	23056	—	—	—	—
	500	25	—	23041	—	—	—	—
	500	40	—	23046	—	—	—	—
	500	63	—	23051	—	—	—	—
	500	80	—	23055	—	—	—	—
	500	80	—	23055	—	—	—	—
	500	80	—	23055	—	—	—	—
	500	80	—	23055	—	—	—	—
Selectivos 								
2 polos 	300	40	—	—	—	23361*	23314	—
	300	63	—	23028*	—	23363*	23355	—
	300	80	—	23032*	—	23372*	—	—
	300	100	—	23035	—	23323	—	—
	500	63	—	23029*	—	23375	—	—
	500	80	—	23033*	—	—	—	—
4 polos 	300	25	—	—	23205 (3)	—	—	—
	300	40	—	23062*	23206 (3)	—	23387*	23398
	300	63	—	23066*	23207 (3)	—	23392*	23401
	300	80	—	23069*	23209 (3)	—	23394*	—
	300	100	—	23059	23210 (3)	—	23342	—
	500	40	—	23063*	—	—	23405	—
	500	63	—	23067*	—	—	23407	—
	500	80	—	23070*	—	—	23409	—
	500	80	—	23070*	—	—	23409	—
Interruptores diferenciales ID^c “función Cabecera de grupo”								
Instantáneos								
1 polo + neutro 	30	25	—	21780	—	—	21784	—
	30	40	—	21782	—	—	21786	—
	300	25	—	21781	—	—	—	—
	300	40	—	21783	—	—	21785 (2)	—

(1) No admite auxiliares e incluye señalización de disparo.

(2) Versión selectiva.

(3) ID especial para líneas trifásicas de 400 V sin neutro.

(*) Modelo certificado por AENOR.

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Características técnicas



Interruptor diferencial ID multi 9

Características eléctricas	ID Clase AC (1)
N.º polos	2 y 4
Calibres I_n (A)	25, 40, 63, 80, 100
Sensibilidad adiferencial $I_{\Delta n}$ (mA)	10, 30, 300, 500, 300 $\overline{S}$, 500 $\overline{S}$
Poder de cierre y de corte diferencial asignado $I_{\Delta m}$ (kA)	calibres ≤ 63 A: 630 A; resto: $10 \cdot I_n$
Poder de cierre y de corte asignado I_m (kA)	calibres ≤ 63 A: 630 A; resto: $10 \cdot I_n$
Corriente condicional asignada de cortocircuito I_{nc} (kA)	10
Corriente condicional diferencial asignada de cortocircuito $I_{\Delta c}$ (kA)	10
Norma de fabricación	UNE-EN 61008, EN 61008, CEI 1008
Índice de protección	IP20 en el borne/IP40 en la cara frontal
Clase de aislamiento	II en cofret o con cubrebornes
Auxiliares	OFS + gama estándar C60
Tensión asignada de aislamiento U_i (V)	500 V CA
Tensión asignada de empleo U_e (V)	230/415 V CA
Tensión mínima de funcionamiento del botón de test (V CA) (2)	115 V CA entre fase y neutro
Tolerancia de la tensión de alimentación	-20 % +10 %
Frecuencia de utilización nominal	50/60 Hz
Protección contra los disparos intempestivos, compatibilidad electromagnética (CEM)	
Resistencia a la onda de corriente de choque tipo 8/20 μs	250 A para instantáneos, según UNE-EN 61008-61009 (3 kA para "si" y $\overline{S \cdot E}$) 3 kA para tipo S, según UNE-EN 61008-61009 (5 kA para "si" y $\overline{S \cdot E}$)
Resistencia a la corriente de conexión oscilatoria amortiguada tipo 0,5 μs /100 kHz	200 A, según UNE-EN 61008-61009 (> 200 A para "si" y $\overline{S \cdot E}$)
Resistencia a la corriente tipo de arranque directo de un motor	6 I_n , según UNE-EN 61008 (10 I_n para "si" y $\overline{S \cdot E}$)
Protección contra otras perturbaciones, compatibilidad electromagnética (CEM)	
Protección contra las sobretensiones de alimentación	especificación Merlin Gerin: 230/415 V CA -20 % +10 %
Resistencia dieléctrica	según UNE-EN 61008
Resistencia de aislamiento	según UNE-EN 61008/CEI 1000-8/CEI 1000-9
Tensión de choque 1,2/50 μs	según CEI 1000-4-5 y CEI 1543 modo diferencial: 4 kV cresta bajo 2 Ω modo común: 5 kV cresta bajo 12 Ω
Campos magnéticos:	
Inmunidad a las perturbaciones conducidas de altas frecuencias	según CEI 1000-4-6 y CEI 1543
Inmunidad a las perturbaciones de altas frecuencias radiadas	según CEI 1000-4-3 y CEI 1543
Transitorios rápidos en ráfagas	según CEI 1000-4-4/1543, 4 kV cresta
Descargas electrostáticas	según CEI 1000-4-2/1543 En el aire 8 kV / contacto directo 6 kV

(1) Características correspondientes a los modelos clase AC que admiten auxiliares.

(2) Tensiones límite aplicables entre fase y neutro (el neutro es siempre el borne izquierdo).

protección diferencial BT



ID Clase A

2 y 4
25, 40, 63
30, 300
calibres ≤ 63 A: 630 A; resto: $10 \cdot I_n$
calibres ≤ 63 A: 630 A; resto: $10 \cdot I_n$
10
10

UNE-EN 61008, EN 61008, CEI 1008
IP20 en el borne/IP40 en la cara frontal
II en cofret o con cubrebornes
OFS + gama estándar C60
500 V CA
230/415 V CA
115 V CA entre fase y neutro

-20 % +10 %
50/60 Hz

ID Clase A Superinmunizado "si" ID Clase A Superinmunizado Influencias Externas S+E

2 y 4
25, 40, 63, 80, 100 (S+E: hasta 63 A)
30, 300 [S], 500 [S] (S+E: 30 y 300 [S])
calibres ≤ 63 A: 630 A; resto: $10 \cdot I_n$
calibres ≤ 63 A: 630 A; resto: $10 \cdot I_n$
10
10

UNE-EN 61008, EN 61008, CEI 1008
IP20 en el borne/IP40 en la cara frontal
II en cofret o con cubrebornes
OFS + gama estándar C60
500 V CA
230/415 V CA
115 V CA entre fase y neutro

-20 % +10 %
50/60 Hz

IDc Clase AC/Clase A "si" "función Cabecera de grupo"

1P+N
25, 40
30, 300, 300 [S]
1
1
6
6

UNE-EN 61008, EN 61008, CEI 1008
IP2/IPxxB
II en cofret o con cubrebornes
OFS + gama estándar C60
500 V CA
230 V CA
115 V CA entre fase y neutro

-20 % +10 %
50/60 Hz

Características comunes para todos los interruptores diferenciales ID

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Características técnicas

Interruptor diferencial ID multi 9

Características mecánicas	ID
Tipo de bornes	de caja o mordaza, con estrías, con lengüeta antierror que no permite introducir cable con el borne apretado
Tipo de tornillo	Pozidriv (plano-estrella) destornillador plano de 6,5 mm o PZ n.º 2
Par de apriete máximo	3,5 Nm
Diámetro del acceso a los tornillos	8 mm
Capacidad de los bornes	ID: cable flexible hasta 35 mm ² o rígido hasta 50 mm ² IDc: cable flexible hasta 10 mm ² o rígido hasta 16 mm ²
Modo de fijación	sobre perfil DIN 35 mm sobre cuadro con 2 tornillos
Resistencia al arranque del carril	100 N
Autoextinguibilidad	960 °C, 30 s sobre partes aislantes conectadas a tensión según CEI 695-2-1. 650 °C, 30 s sobre partes aislantes no conectadas a tensión según CEI 695-2-1
Resistencia mecánica	choques: 15 g según CEI 68.2.27 sacudidas: 3 g según CEI 68.2.6
Endurancia mecánica (n.º de maniobras)	en vacío: 20000 ciclos según UNE-EN 61008 en carga: 10000 ciclos según UNE-EN 61008 con $I_n \times 0,9$ por accionamiento del botón de test: 20000 ciclos según UNE-EN 61008 por corriente de defecto: 20000 ciclos según UNE-EN 61008
Peso (g)	2 polos: 210 4 polos: 430
Resistencia al entorno	
Temperatura de utilización	clase AC: -5 °C a +60 °C clases A, A "si" y A S+E: -25 °C a +60 °C
Temperatura de almacenaje	-40 °C a +80 °C
Calor húmedo	según UNE-EN 61008
Tropicalización	ejecución 2 (95 % de humedad relativa a 55 °C según CEI 68.2.30)
Influencia de la altitud	según UNE-EN 61008

Decalaje por temperatura de ID

Calibre (A)	25 °C	30 °C	40 °C	50 °C	60 °C
25	32	30	25	23	20
40	46	44	40	36	32
63	75	70	63	56	50
80	95	90	80	72	65
100	123	120	117	105	90

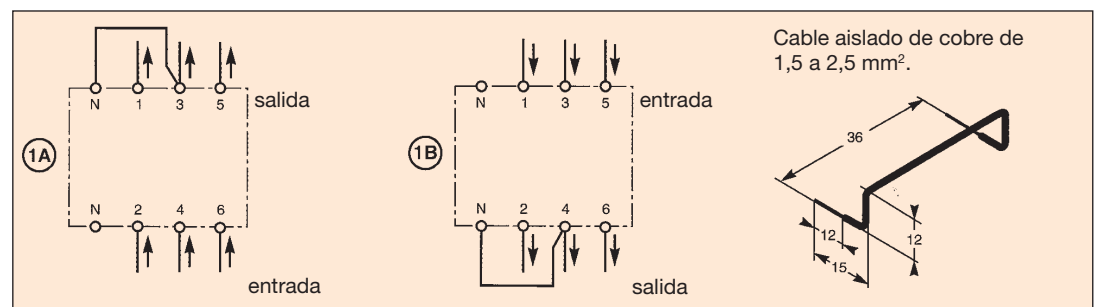
El dispositivo de protección térmica contra sobrecargas (interruptor magnetotérmico), situado aguas arriba del interruptor diferencial debe tener en cuenta los valores de calibre del ID indicados en la tabla siguiente. Aquí se puede ver cómo varía la corriente máxima admisible por un interruptor diferencial en función de la temperatura ambiente en que éste funciona.

Utilización de ID en redes trifásicas sin neutro

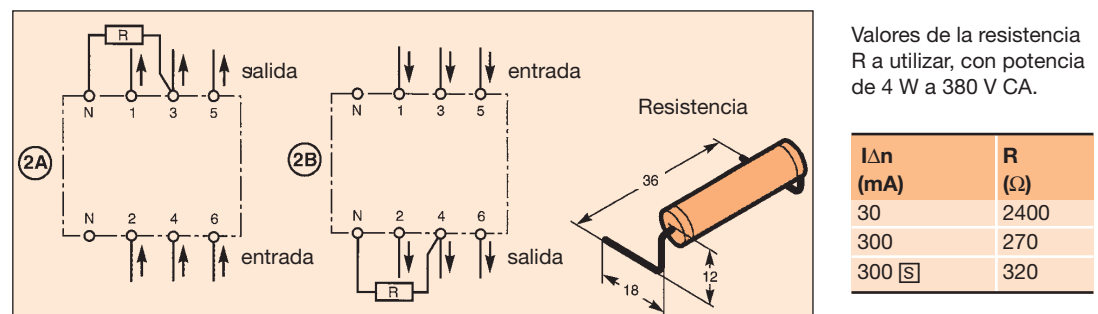
Para mantener el correcto funcionamiento de los interruptores estándar diferenciales en todos sus aspectos, cuando se utilizan en redes trifásicas sin neutro deben tenerse en cuenta los conexiones siguientes.

Si no se siguen exactamente estos conexiones se tendrá inactivo el botón de test, que es una parte fundamental para asegurar el correcto mantenimiento del ID. El botón de test del ID debe pulsarse al menos una vez al mes, para asegurar un correcto funcionamiento del aparato cuando tenga que disparar ante una corriente de fuga real. Por norma (UNE-EN 61008) es obligatorio que funcione el botón de test.

Caso 1: red sin neutro con 220 a 240 V CA entre fases.

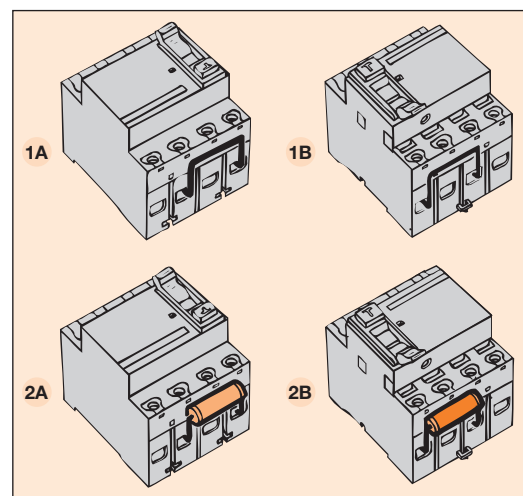


Caso 2: red sin neutro con 380 a 415 V CA entre fases.



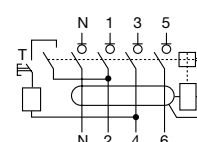
Si no se utiliza la resistencia aquí indicada, a la salida del diferencial, sino solamente un puente con cable, corremos el riesgo de destruir la resistencia de test interna del diferencial a corto plazo y además, al pulsar el botón de test, circulará una corriente de defecto superior a la admitida por la norma.

Esquemas de conexión para ID estándar



■ Existen también ID Clase AC especiales, para las instalaciones trifásicas 400 V sin neutro accesible

Internamente el test se realiza entre dos fases. Evita tener que conectar al ID la resistencia externa para realizar el test en líneas trifásicas sin neutro, lo cual, como en esta página se ve, es necesario para los diferenciales estándar de 4P utilizados en líneas 400 V entre fases sin neutro (ver ref. pág. 127).



Esquema interno de los ID clase AC especiales para instalaciones trifásicas sin neutro.

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

7.3 Interruptores automáticos magnetotérmicos diferenciales monobloc DPN Vigí multi 9

Funciones y descripción

Los interruptores magnetotérmicos diferenciales DPN Vigí (monobloc) se utilizan para realizar la protección magnetotérmica y diferencial en un sólo aparato. Todos ellos son compatibles con el sistema **Clario**.

■ iDPN Vigí Clase AC

Esta clase de protección asegura la desconexión del circuito para corrientes diferenciales residuales, alternas senoidales, que puedan aparecer tanto progresivamente como de forma brusca. Esta clase responde satisfactoriamente en la mayoría de las instalaciones existentes, con predominio de receptores resistivos que no puedan alterar significativamente el tipo de señal de defecto alterna senoidal, o bien electrónicos que incorporen fuente de alimentación con aislamiento galvánico completo del resto de instalación.

Son productos conformes a la norma UNE-EN 61009. Incluye modelos de 4 calibres en 1P+N: 10, 16, 20 y 25 A, en 30 o 300 mA. Admiten auxiliares eléctricos y accesorios diversos. Presentan inmunidad básica contra disparos intempestivos: hasta 250 A cresta.

Dispone de dos manetas: la negra principal y una blanca.

Si dispara por defecto magnetotérmico sólo desciende la negra y si lo hace por defecto diferencial bajan las dos. El rearme de la maneta negra arrastra a la blanca. Incorpora botón de test y la conexión por bornes de caja es para cables flexibles o rígidos de hasta 16 mm².

El interruptor automático magnetotérmico diferencial monobloque **iDPN Vigí multi 9**, para instalar en cuadros eléctricos sobre carril DIN, efectúa la protección completa de los circuitos de distribución terminal (sobreintensidades, cortocircuitos y defectos de aislamiento), con una anchura de tan sólo 36 mm. Ofrecen protección de personas contra los contactos indirectos y complementaria contra contactos directos (30 mA), así como protección de las instalaciones contra el riesgo de incendio (300 mA). La versión 30 mA es selectiva con los dispositivos diferenciales selectivos ID o Vigí 300 mA situados aguas arriba.

Son productos conformes a la norma UNE EN 61009.

Su aplicación principal se presenta cuando se precise de protección magnetotérmica y diferencial en un espacio muy reducido.

■ DPNa Vigí Clase A

Los DPNa Vigí Clase A están especialmente concebidos para dar

Tabla resumen de la gama disponible de DPN Vigí multi 9

N.º de polos	Ancho en pasos de 9 mm	Sensibilidad (mA)	Calibre (A)	Referencias		
				iDPN Vigí Clase AC	DPNa Vigí Clase A	DPN N Vigí Clase A "si"
unipolar + neutro		10	10	—	19304	—
		10	16	—	19305	—
		30	6	—	—	19631
		30	10	21615	—	19632
		30	16	21616	—	19634
		30	20	21617	—	19635
		30	25	21618	—	19636
		30	32	—	—	19637
		30	40	—	—	19638
		300	6	—	—	19641
		300	10	21625	—	19642
		300	16	21626	—	19644
		300	20	21627	—	19645
		300	25	21628	—	19646
		300	32	—	—	19647
		300	40	—	—	19648

protección diferencial BT

respuesta a aquellas instalaciones eléctricas que requieran una protección de muy alta sensibilidad. La gama comprende los calibres de 10 A y 16 A, con protección magnetotérmica curva C, 4500 A de poder de corte, y sensibilidad de 10 mA instantáneos. Posee una sola maneta y no admite auxiliares.

Presenta inmunización básica contra los disparos intempestivos debidos a las sobretensiones transitorias (rayos, maniobras en la red, etc.).

■ DPN N Vigi Clase A Superinmunizado “si”

Esta gama es superinmunizada por lo que está particularmente adaptada para asegurar la óptima protección y continuidad de servicio en instalaciones que presenten:

- Riesgo de disparos intempestivos de los diferenciales convencionales provocados por rayos, iluminación fluorescente, maniobras bruscas de la red, etc.
- Riesgo de no disparo de los diferenciales convencionales en presencia de defecto por bloqueo o cegado debido a:
 - Presencia de altas frecuencias en la red.
 - Presencia de componentes continuas (diodos, tiristores, triacs, etc.).
 - Bajas temperaturas.

El modelo DPN N Vigi “si” dispone de dos manetas: la negra principal y una blanca.

Si dispara por defecto magnetotérmico sólo desciende la negra y si lo hace por defecto diferencial bajan las dos. El rearme de la maneta negra arrastra a la blanca.

Este modelo permite acoplar los mismos auxiliares eléctricos que las gamas C60 e

ID, y diversos accesorios de identificación y enclavamiento.

■ DPN Vigi Clase AC

Los interruptores magnetotérmicos diferenciales DPN Vigi se utilizan para realizar la protección magnetotérmica y diferencial combinada en “Cabecera de grupo”. Son aparatos de tres polos + neutro.

Esta clase de protección asegura la desconexión del circuito para corrientes diferenciales residuales, alternas senoidales, que puedan aparecer tanto progresivamente como de forma brusca. Esta clase responde satisfactoriamente en la mayoría de las instalaciones existentes, con predominio de receptores resistivos que no puedan alterar significativamente el tipo de señal de defecto alterna senoidal, o bien electrónicos que incorporen fuente de alimentación con aislamiento galvánico completo del resto de instalación.

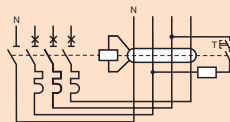
Incluye modelos de 2 calibres: 25 y 40 A, con protección magnetotérmica curva C, 6000 A (según UNE-EN 61009) y 10 kA (según UNE-EN 60947-2), instantáneos o selectivos en 30 o 300 mA. Admiten auxiliares eléctricos y accesorios diversos. Presentan inmunidad básica contra disparos intempestivos: hasta 250 A cresta.

Dispone de dos manetas: la negra principal y una blanca.

Si dispara por defecto magnetotérmico sólo desciende la negra y si lo hace por defecto diferencial bajan las dos. El rearme de la maneta negra arrastra a la blanca. Incorpora botón de test y la conexión por bornes de caja es para cables flexibles o rígidos de hasta 16 mm².

Tabla resumen de la gama disponible de DPN Vigi

N.º de polos	Ancho en pasos de 9 mm	Sensibilidad (mA)	Calibre (A)	Referencias DPN Vigi “función Cabecera de grupo”
tripolar + neutro	12	30	25 40	21771 21773
		300	25 40	21775 21776
		300 	25 40	21772 21774



7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Características técnicas



Interruptores automáticos magnetotérmicos diferenciales DPN Vigí multi 9

Características eléctricas	DPN Vigí Clase AC	DPNa Vigí Clase A	DPN N Vigí Clase A “si”
N.º polos	1P + N	1P + N	1P + N
Calibres In (A)	10 a 25	10 y 16	6 a 40
Sensibilidad diferencial IΔn (mA)	30, 300	10	30, 300
Poder de corte Icn = IΔm (kA)	4,5 y 6	4,5	6
Normativa aplicable	UNE-EN 60947-2 y UNE-EN 61009	UNE-EN 61009 / EN 61009 / CEI 1009	UNE-EN 61009 / EN 61009 / CEI 1009
Curva	C	C	C
Índice de protección	IP20 en bornes / IP40 en cara frontal	IP20 en bornes / IP40 en cara frontal	IP20 en bornes / IP40 en cara frontal
Clase de aislamiento	II en cofret o cubrebornes	II en cofret o cubrebornes	II en cofret o cubrebornes
Auxiliares	acoplable todos los auxiliares de gama Claro , C60, ID	no admite	gama estándar C60
Tensión asignada de aislamiento Ui (V)	400 V CA	440 V CA	440 V CA
Tensión asignada de empleo Ue (V)	230 V CA	230 V CA	230 V CA
Tensión de test U (V)	102 a 255 V	102 a 255 V	102 a 255 V
Tolerancia de la tensión de alimentación	–20 % +10 %	–20 % +10 %	–20 % +10 %
Frecuencia de utilización nominal	50/60 Hz	50/60 Hz	50/60 Hz
Protección contra los disparos intempestivos, compatibilidad electromagnética (CEM)			
Resistencia a la onda de corriente de choque tipo 8/20 μs	250 A para instantáneos, según UNE-EN 61008-61009 (3 kA para “si”) 3 kA para tipo S, según UNE-EN 61008-61009 (5 kA para “si”)		
Resistencia a la corriente de conexión oscilatoria amortiguada tipo 0,5 μs / 100 kHz	200 A, según UNE-EN 61008-61009 (>200 A para “si”)		
Resistencia a la corriente tipo de arranque directo de un motor	6 In, según UNE-EN 61008 (10 In para “si”)		
Protección contra otras perturbaciones, compatibilidad electromagnética (CEM)			
Protección contra las sobretensiones de alimentación	especificación Merlin Gerin: 230 V CA –20 % +10 %		
Resistencia dieléctrica	según UNE-EN 61009		
Resistencia de aislamiento	según UNE-EN 61009 / CEI 1000-8 / CEI 1000-9		
Tensión de choque 1,2/50 μs	según CEI 1000-4-5 y CEI 1543 modo diferencial: 4 kV cresta bajo 2 Ω modo común: 5 kV cresta bajo 12 Ω		
Campos magnéticos: Inmunidad a las perturbaciones conducidas de altas frecuencias	según CEI 1000-4-6 y CEI 1543		
Inmunidad a las perturbaciones de altas frecuencias radiadas	según CEI 1000-4-3 y CEI 1543		
Transitorios rápidos en ráfagas	según CEI 1000-4-4/1543, 4 kV cresta		
Descargas electrostáticas	según CEI 1000-4-2/1543 En el aire 8 kV / contacto directo 6 kV		
Características mecánicas y resistencia al entorno			
Tipo de bornes	de caja con lengüeta antierror		
Par de apriete máximo	2 Nm - tornillo mixto plano-estrella		
Capacidad de los bornes	cable rígido hasta 16 mm²		
Autoextinguibilidad (según CEI 695-2-1)	960 °C partes aislantes con tensión 650 °C partes aislantes sin tensión		
Endurancia mecánica	en carga: ≥ 10.000 ciclos, según calibre		
Peso (g)	190		
Temperatura de utilización	–5 °C a +60 °C	–5 °C a +60 °C	–25 °C a +60 °C

Nota: Las características técnicas de DPN Vigí son idénticas a las de Vigí DPNc. Ver página 143.

7.4 Bloques diferenciales adaptables Vigi C60 multi 9

Funciones y descripción

Los bloques diferenciales adaptables Vigi C60 **multi 9**, para instalar en cuadros eléctricos sobre carril DIN, añaden la función de protección diferencial contra defectos de aislamiento a los interruptores automáticos magnetotérmicos C60. Están concebidos como auxiliares de los automáticos C60 de 2, 3 y 4 polos, por lo cual los bloques Vigi no poseen ningún dispositivo de corte propio, sino que, en presencia de una corriente diferencial residual, el bloque Vigi C60 actúa sobre el mecanismo de apertura del dispositivo de corte magnetotérmico al cual va asociado, el C60.

La asociación del bloque Vigi C60 al automático C60 se efectúa mediante un sencillo clip rotativo incorporado en su parte inferior. Se ofrecen tres versiones: hasta 25 A, 40 A y 63 A, presentan también protección contra sobrecargas y cortocircuitos ya que van asociados a un magnetotérmico, son aparatos de muy fácil instalación ya que no precisan cableado. Sea cual sea el tipo de circuitos y receptores a proteger, incluso los más complejos, podemos encontrar una solución adecuada dentro de las tres gamas de Vigi C60 **multi 9** de **Merlin Gerin**:

■ Bloque Vigi C60 Clase AC

Esta clase de protección asegura la desconexión del circuito para corrientes diferenciales residuales, alternas senoidales, que puedan aparecer tanto progresivamente como de forma brusca. Esta clase responde satisfactoriamente en la mayoría de las instalaciones existentes, con predominio de receptores resistivos que no puedan alterar significativamente el tipo de señal de defecto alterna senoidal, o bien electrónicos que incorporen fuente de alimentación con aislamiento galvánico completo del resto de instalación.

Son productos conformes a la norma UNE EN 61009. Incluye modelos de 3 calibres: 25, 40 y 63 A, instantáneos o selectivos en 30, 300 o 1000 mA. Admiten auxiliares eléctricos y accesorios diversos. Presentan inmunidad básica contra

disparos intempestivos: hasta 250 A cresta para los instantáneos y 3 kA cresta para los selectivos, según onda de corriente tipo 8/20 μ s. Además poseen rearme simultáneo o independiente del automático a través de una maneta propia (blanca) independiente de la del interruptor automático magnetotérmico C60, posee también un indicador mecánico rojo de defecto diferencial, incorpora botón de test y la conexión por bornes de caja es para cables flexibles de hasta 25 mm² o rígidos de hasta 35 mm².

■ Bloque Vigi C60 Clase A

Éstos aseguran la desconexión del circuito para corrientes diferenciales residuales, alternas senoidales y corrientes rectificadas con o sin componente continua, que puedan aparecer tanto progresivamente como de forma brusca. Están especialmente concebidos para la protección de circuitos con receptores electrónicos que incorporen rectificación de la señal senoidal. El resto de características que presentan los Vigi C60 Clase A son idénticas a los de Clase AC, excepto que los Clase A se ofrecen sólo en sensibilidades de 30 y 300 mA.

■ Bloque Vigi C60 Clase A “si”

Esta versión superinmunizada del bloque Vigi C60 es una evolución muy importante de la versión Clase A estándar anterior. Responde satisfactoriamente en aplicaciones en las que pueda existir riesgo de disparos intempestivos de los diferenciales convencionales clase AC o clase A estándar, provocados por rayos, líneas con muchos receptores electrónicos acumulados, iluminación fluorescente controlada electrónicamente, maniobras bruscas de la red, etc. Además evitan el riesgo de no disparo de los diferenciales convencionales por bloqueo o cegado debido a la presencia de altas frecuencias en la red, presencia de componentes continuas y bajas temperaturas.

■ Bloque Vigi C60 Clase A Superinmunizado influencias Externas

Este modelo es una evolución muy importante del Clase A Superinmunizado “si”, como se ha descrito en el capítulo 3.

Los ambientes agresivos presentan un riesgo elevado para el correcto funcionamiento de los dispositivos

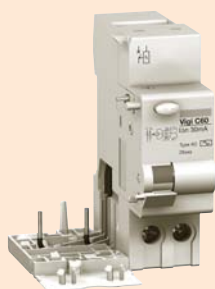
7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

diferenciales. Un diferencial estándar, en este tipo de ambientes, sufre una rápida corrosión de su relé de disparo que impedirá la apertura del circuito en caso de producirse un defecto de aislamiento.

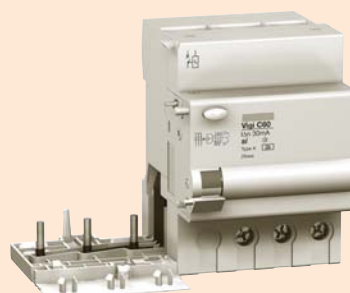
La gama **SiE** posee idénticas prestaciones que la gama “si” ante perturbaciones eléctricas y además evita el riesgo de no disparo del diferencial debido a la corrosión interna en determinadas aplicaciones

expuestas a atmósferas corrosivas tales como:

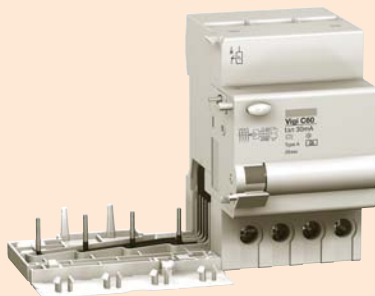
- ☐ Compuestos de cloro.
- ☐ Ozono.
- ☐ Azufre.
- ☐ Óxidos de nitrógeno.
- ☐ Sal marina.
- ☐ Humedad.



Bloque Vigi C60 2 polos



Bloque Vigi C60 3 polos



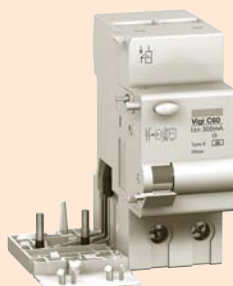
Bloque Vigi C60 4 polos

Montaje del bloque diferencial Vigi C60



Interruptor automático C60

+



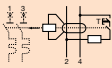
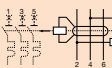
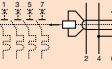
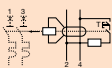
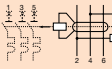
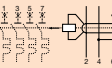
Bloque diferencial Vigi C60

=



Interruptor automático diferencial C60

Tabla resumen de la gama disponible de bloques Vigi C60 multi 9

N.º de polos	Sensibilidad (mA)	Calibre (A)	Referencias			
			Vigi C60 - Clase AC	Vigi C60 - Clase A	Vigi C60 "si" - Clase A Superinmunizado	Vigi C60 S+E Clase A
						
Instantáneos						
2 polos 	10	≤ 25	26508	–	–	–
	30	≤ 25	26509	26743	26747	26700
	30	≤ 40	26537/26504 ⁽¹⁾	–	26761	26701
	30	≤ 63	26611/26506 ⁽¹⁾	26773	26774	26702
	300	≤ 25	26511	26745	–	–
	300	≤ 40	26539/26505 ⁽¹⁾	–	–	–
	300	≤ 63	26613/26507 ⁽¹⁾	26775	–	–
	500	≤ 63	26614	–	–	–
3 polos 	30	≤ 25	26518	26750	26751	–
	30	≤ 40	26540	–	26764	26691
	30	≤ 63	26620	26784	26789	26721
	300	≤ 25	26522	26752	–	–
	300	≤ 40	26542	–	–	–
	300	≤ 63	26622	26790	–	–
	500	≤ 63	26626	–	–	–
4 polos 	30	≤ 25	26531	26757	26756	26703
	30	≤ 40	26543	–	26767	26704
	30	≤ 63	26643	26798	26799	26705
	300	≤ 25	26533	26759	–	–
	300	≤ 40	26545	–	–	–
	300	≤ 63	26645	26800	–	–
	500	≤ 63	26646	–	–	–
Selectivos 						
2 polos 	30	≤ 25	–	–	–	–
	30	≤ 63	–	–	–	–
	300	≤ 25	–	–	–	–
	300	≤ 63	26552	26616	26779	26706
	1000	≤ 63	26554	–	–	–
3 polos 	30	≤ 25	–	–	–	–
	30	≤ 63	–	–	–	–
	300	≤ 25	–	–	–	–
	300	≤ 63	26561	26631	26794	–
	1000	≤ 63	26563	26632	–	–
4 polos 	30	≤ 25	–	–	–	–
	30	≤ 63	–	–	–	–
	300	≤ 25	–	–	–	–
	300	≤ 63	26570	26648	26804	26731
	1000	≤ 63	26572	26650	–	26677

(1) Referencias para uso a 130 V CA.

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

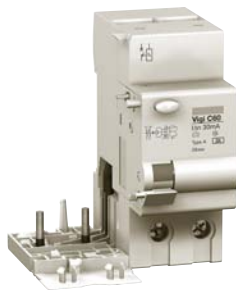
Características técnicas



Bloques diferenciales Vigi C60 multi 9

Características eléctricas	Vigi C60 Clase AC
N.º polos	2, 3 y 4
Calibres I_n (A)	≤ 25 , ≤ 40 , ≤ 63
Sensibilidad diferencial $I_{\Delta n}$ (mA)	10, 30, 300, 500, 300 [S], 1000 [S]
Poder de corte $I_{cn} = I_{\Delta m}$ (kA)	idéntico al poder de corte del automático al cual va asociado
Norma de fabricación	UNE-EN 61009/EN 61009/CEI 1009
Tensiones límite de funcionamiento del botón de test (V)	Vigi C60 130 V: 102 V; Vigi C60 230/400 V: 176 V
Índice de protección	IP20 en bornes/IP40 en la cara frontal
Clase de aislamiento	II en cofret o con cubrebornos
Auxiliares	gama estándar C60
Tensión asignada de aislamiento U_i (V)	500 V CA
Tensión asignada de empleo U_e (V)	130...230/400 V CA
Tolerancia de la tensión de alimentación	-20 % / +10 %
Frecuencia de utilización nominal	50/60 Hz
Protección contra los disparos intempestivos, compatibilidad electromagnética (CEM)	
Resistencia a la onda de corriente de choque tipo 8/20 μs	250 A para instantáneos, según UNE-EN 61008-61009 (3 kA para "si" y SiE) 3 kA para tipo S, según UNE-EN 61008-61009 (5 kA para "si" y SiE)
Resistencia a la corriente de conexión oscilatoria amortiguada tipo 0,5 μs / 100 kHz	200 A, según UNE-EN 61008-61009 (>200 A para "si" y SiE)
Resistencia a la corriente tipo de arranque directo de un motor	6 I_n , según UNE-EN 61008 (10 I_n para "si" y SiE)
Protección contra otras perturbaciones, compatibilidad electromagnética (CEM)	
Protección contra las sobretensiones de alimentación	especificación Merlin Gerin: 230/415 V CA -20 % +10 %
Resistencia dieléctrica	según UNE-EN 61009-1
Resistencia de aislamiento	según UNE-EN 61009 / CEI 1000-8 / CEI 1000-9
Tensión de choque 1,2/50 μs	según CEI 1000-4-5 y CEI 1543 modo diferencial: 4 kV cresta bajo 2 Ω modo común: 5 kV cresta bajo 12 Ω
Campos magnéticos:	
Inmunidad a las perturbaciones conducidas de altas frecuencias	según CEI 1000-4-6 y CEI 1543
Inmunidad a las perturbaciones de altas frecuencias radiadas	según CEI 1000-4-3 y CEI 1543
Transitorios rápidos en ráfagas	según CEI 1000-4-4/1543, 4 kV cresta
Descargas electrostáticas	según CEI 1000-4-2/1543 En el aire 8 kV / contacto directo 6 kV

protección diferencial BT



Vigi C60 Clase A

2, 3 y 4
≤ 25, ≤ 63
30, 300, 300 [S]
—
—
—
—
—
—
—
—
—
50 Hz

Vigi C60 Clase A Superinmunizado “si”
Vigi C60 Clase A Superinmunizado influencias Externas S+E

2, 3 y 4
≤ 25, ≤ 40, ≤ 63
30, 300 [S]
—
—
—
—
—
—
—
—
—
—
50 Hz

Características comunes para todos los bloques diferenciales Vigi C60

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Características técnicas

Bloques diferenciales Vigi C60 multi 9

Características mecánicas	Vigi C60		
Tipo de bornes	de caja o mordaza con estrías, con lengüeta antierror que evita introducir cable con el borne apretado		
Par de apriete máximo	3,5 Nm; excepto calibre ≤ 25 A: 2 Nm		
Diámetro de acceso a los tornillos	8 mm		
Capacidad de los bornes	calibres ≤ 25 A: cable rígido hasta 25 mm ² calibres > 25 A: cable rígido hasta 35 mm ²		
Modo de fijación	sobre perfil DIN 35 mm sobre cuadro con 2 tornillos		
Resistencia al arranque del carril	100 N		
Autoextinguibilidad	960 °C, 30 s sobre partes aislantes conectadas a tensión según CEI 695-2-1. 650 °C, 30 s sobre partes aislantes no conectadas a tensión según CEI 695-2-1.		
Resistencia mecánica	choques: 15 g según CEI 68.2.27 sacudidas: 3 g según CEI 68.2.6		
Endurancia mecánica (n.º de maniobras)	en vacío: 20000 ciclos según UNE-EN 61009 en carga: 10000 ciclos según UNE-EN 61009 con $I_n \times 0,9$ por accionamiento del botón de test: 20000 ciclos según UNE-EN 61009 por corriente de defecto: 20000 ciclos según UNE-EN 61009		
Peso de C60 + bloque Vigi C60 (g)	≤ 25 A	≤ 40 A	≤ 63 A
2 polos	220 + 120	220 + 120	220 + 150
3 polos	340 + 180	340 + 180	340 + 210
4 polos	450 + 180	450 + 180	450 + 210
Resistencia al entorno			
Temperatura de utilización	clase AC: -5 °C a +60 °C clase A y A "si" y A S+E: -25 °C a +60 °C		
Temperatura de almacenaje	-40 °C a +70 °C		
Calor húmedo	según UNE-EN 61009		
Tropicalización	ejecución 2 (95 % de humedad relativa a 55 °C según CEI 68.2.30)		
Influencia de la altitud	según UNE-EN 61009		

7.5 Bloques diferenciales adaptables Vigi iDPN y Vigi DPNc

Para la protección diferencial en "salidas", un interruptor magnetotérmico diferencial se construye asociando un interruptor automático iDPN con un bloque diferencial Vigi iDPN. Algunos interruptores magnetotérmicos diferenciales en "salidas" también están igualmente disponibles en versión monobloc: éstos se denominan iDPN Vigi (sólo 1 P+N) ver apartado 7.3. Para la protección diferencial en

"Cabeceras de grupo", un interruptor automático diferencial se construye asociando a un interruptor magnetotérmico iDPN un bloque diferencial Vigi DPNc (1+N y 3+N).

Algunos interruptores magnetotérmicos diferenciales "Cabecera de grupo" también están disponibles en versión monobloc: éstos se denominan DPN Vigi (3+N). Ver apartado 7.3.

Bloques diferenciales Vigi iDPN

Los bloques diferenciales Vigi iDPN se utilizan para realizar la protección

diferencial en “salidas” asociadas con un interruptor automático iDPN.

El relé de disparo de corriente residual es electromecánico y funciona sin fuente auxiliar.

Todos los bloques Vigi asociables a los interruptores automáticos iDPN disponen de elementos antierror en calibre y número de polos que hacen imposible cualquier asociación incorrecta a un interruptor automático (conforme al anexo G de la norma UNE-EN 61009).

■ Bloques Vigi iDPN Clase AC

Esta clase de protección asegura la desconexión del circuito para corrientes diferenciales residuales, alternas senoidales, que puedan aparecer tanto progresivamente como de forma brusca. Esta clase responde satisfactoriamente en la mayoría de las instalaciones existentes, con predominio de receptores resistivos que no puedan alterar significativamente el tipo de señal de defecto alterna senoidal, o bien electrónicos que incorporen fuente de alimentación con aislamiento galvánico completo del resto de instalación.

Son productos conformes a la norma UNE-EN 61009. Incluye modelos de dos calibres: 25 y 40 A, en 30 o 300 mA. Admiten auxiliares eléctricos y accesorios diversos. Presentan inmunidad básica contra disparos intempestivos: hasta 250 A cresta.

■ Bloques Vigi iDPN Clase A

Éstos aseguran la desconexión del circuito para corrientes diferenciales residuales, alternas senoidales y corrientes rectificadas con o sin componente continua, que puedan aparecer tanto progresivamente como de forma brusca. Están especialmente concebidos para la

protección de circuitos con receptores electrónicos que incorporen rectificación de la señal senoidal. El resto de características que presentan los Vigi iDPN clase A son idénticas a los de Clase AC.

■ Bloques Vigi iDPN Clase A “si”

Esta versión Superinmunizada del bloque Vigi iDPN es una evolución muy importante de la versión clase A estándar anterior. Responde satisfactoriamente en aplicaciones en las que puedan existir riesgos de disparos intempestivos de los diferenciales convencionales clase AC o clase A estándar, provocados por rayos, líneas con muchos receptores electrónicos acumulados, iluminación fluorescente controlada electrónicamente, maniobras bruscas de la red, etc. Además, evitan el riesgo de no disparo de los diferenciales convencionales por bloqueo o cegado debido a la presencia de altas frecuencias en la red, presencia de componentes continuas y bajas temperaturas.

Bloques diferenciales Vigi DPNc “Función Cabecera de grupo”

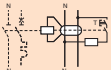
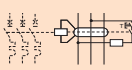
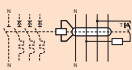
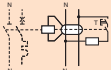
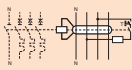
Los bloques diferenciales Vigi DPNc se utilizan para realizar la protección diferencial en “Cabecera de grupo” asociadas con un interruptor magnetotérmico iDPN.

El relé de disparo de corriente residual es electromecánico y funciona sin fuente auxiliar.

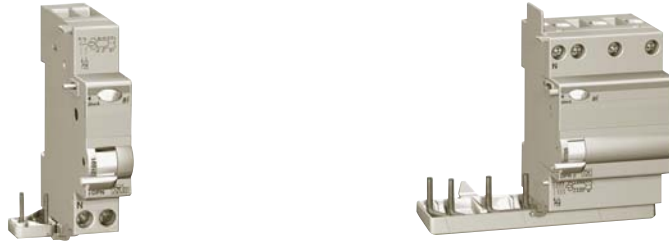
Todos los bloques Vigi asociables a los interruptores automáticos iDPN disponen de elementos antierror en calibre y número de polos que hacen imposible cualquier asociación incorrecta a un interruptor automático (conforme al anexo G de la norma UNE-EN 61009).

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Tabla resumen de la gama disponible de bloques diferenciales
Vigi iDPN y Vigi DPN_C

N.º de polos	Sensibilidad (mA)	Calibre (A)	Referencias					
			Vigi iDPN Clase AC 	Vigi iDPN Clase A 	Vigi iDPN Clase A "si" 	Vigi DPNc Clase AC 	Vigi DPNc Clase A 	Vigi DPNc Clase A "si" 
Instantáneos								
1P+N 	30	≦ 25	21681	21685	21689	21741	21745	21749
	300	≦ 25	21682	21686	21690	21742	21746	21750
	30	≦ 40	21683	21687	21691	21743	21747	21751
	300	≦ 40	21684	21688	21692	21744	21748	21752
3P 	30	≦ 25	21695	21699	21703	—	—	—
	300	≦ 25	21696	21700	21704	—	—	—
	30	≦ 40	21697	21701	21705	—	—	—
	300	≦ 40	21698	21702	21706	—	—	—
3P+N 	30	≦ 25	21709	21713	21717	21755	21759	21763
	300	≦ 25	21710	21714	21718	21756	21760	21764
	30	≦ 40	21711	21715	21719	21757	21761	21765
	300	≦ 40	21712	21716	21720	21758	21762	21766
Selectivos S								
1P+N 	300	≦ 40	—	—	—	—	—	21753
3P+N 	300	≦ 40	—	—	—	—	—	21767

Características técnicas



Vigi DPN y Vigi DPNc	
N.º polos	1P+N; 3P; 3P+N (Vigi DPNc: 1P+N y 3P+N)
Calibres I _n (A)	25, 40
Sensibilidad diferencial I _{Δn} (mA)	30, 300 (Vigi DPNc: 300[S])
Poder de corte I _{cn} = I _{Δm} (kA)	idéntico al poder de corte del automático al cual va asociado
Normativa aplicable	UNE-EN 61009, EN 61009
Índice de protección	IP20 / IPxxB
Clase de aislamiento	II en cofret o con cubrebases
Tensión asignada de aislamiento U _i (V)	400 V CA
Tensión asignada de empleo U _e (V)	230/400 V CA
Tensión de test U (V)	2P: 102 a 255 V 3 y 3P+N: 112 a 456 V
Frecuencia de utilización nominal	50 Hz
Protección contra los disparos intempestivos, compatibilidad electromagnética (CEM)	
Resistencia a la onda de corriente de choque tipo 8/20 μs	250 A para instantáneos, según UNE-EN 61008-61009 (3 kA para "si") 3 kA para tipo S, según UNE-EN 61008-61009 (5 kA para "si")
Resistencia a la corriente de conexión oscilatoria amortiguada tipo 0,5 μs / 100 kHz	200 A, según UNE-EN 61008-61009 (>200 A para "si")
Resistencia a la corriente tipo de arranque directo de un motor	6 I _n , según UNE-EN 61008 (10 I _n para "si")
Protección contra otras perturbaciones, compatibilidad electromagnética (CEM)	
Protección contra las sobretensiones de alimentación	especificación Merlin Gerin: 230/415 V CA -20 % +10 %
Resistencia dieléctrica	según UNE-EN 61009
Resistencia de aislamiento	según UNE-EN 61009 / CEI 1000-8 / CEI 1000-9
Tensión de choque 1,2/50 μs	según CEI 1000-4-5 y CEI 1543 modo diferencial: 4 kV cresta bajo 2 Ω modo común: 5 kV cresta bajo 12 Ω
Campos magnéticos:	
Inmunidad a las perturbaciones conducidas de altas frecuencias	según CEI 1000-4-6 y CEI 1543
Inmunidad a las perturbaciones de altas frecuencias radiadas	según CEI 1000-4-3 y CEI 1543
Transitorios rápidos en ráfagas	según CEI 1000-4-4/1543, 4 kV cresta
Descargas electrostáticas	según CEI 1000-4-2/1543 En el aire 8 kV / contacto directo 6 kV
Características mecánicas y resistencia al entorno	
Tipo de bornes	de caja con lengüeta antierror
Par de apriete máximo	2 Nm - tornillo mixto plano-estrella
Capacidad de los bornes	cable rígido hasta 16 mm ²
Autoextinguibilidad (según CEI 695-2-1)	960 °C partes aislantes con tensión 650 °C partes aislantes sin tensión
Endurancia mecánica	en carga: ≥ 10.000 ciclos, según calibre
Peso (g)	1P+N: 90 3P, 3P+N: 165
Temperatura de utilización	clase AC: -5 °C a +60 °C clases A y A "si": -25 °C a +60 °C

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

7.6 Bloques diferenciales adaptables Vigi C120 multi 9

Funciones y descripción

Los bloques diferenciales adaptables Vigi C120 **multi 9**, para instalar en cuadros eléctricos sobre carril DIN, añaden la función de protección diferencial contra defectos de aislamiento a los interruptores automáticos magnetotérmicos C120. Están concebidos como auxiliares de los automáticos C120 de 2, 3 y 4 polos, por lo cual no poseen ningún dispositivo de corte propio, sino que, en presencia de una corriente diferencial residual, el bloque Vigi C120 actúa sobre el mecanismo de apertura del dispositivo de corte magnetotérmico al cual va asociado el C120.

La asociación del bloque Vigi C120 al automático C120 se efectúa sin ningún tipo de tornillería, mediante un sencillo clip rotativo incorporado en su parte inferior. El Vigi C120 posee cables rígidos para la conexión eléctrica directa con el magnetotérmico C120 y se sirve con un cubreborno para poder aislar la conexión efectuada. Son productos conformes a la norma UNE-EN 61009 y se ofrecen en un sólo calibre de 125 A adaptable a todos los calibres de la gama de interruptores automáticos C120 de 10 a 125 A. Su concepción es muy similar al bloque Vigi C60 **multi 9**, ofreciéndose también en tres versiones para poder adaptarse a todo tipo de instalaciones:

■ Bloque Vigi C120 Clase AC

Esta clase de protección asegura la desconexión del circuito para corrientes diferenciales residuales, alternas senoidales, que puedan aparecer tanto progresivamente como de forma brusca. Esta clase responde satisfactoriamente en la mayoría de las instalaciones existentes, con predominio de receptores resistivos que no puedan alterar significativamente el tipo de señal de defecto alterna senoidal, o bien electrónicos que incorporen fuente de alimentación con aislamiento galvánico completo del resto de instalación.

Se ofrecen las sensibilidades de 30, 300, 500 y 1000 mA, con versiones instantáneas y algunas selectivas.

Admiten los mismos auxiliares eléctricos de la gama C60 (ver apartado 7.8 de este capítulo). Presentan inmunidad básica contra disparos intempestivos: hasta 250 A cresta para los instantáneos y 3 kA cresta para los selectivos, según onda de corriente tipo 8/20 μ s.

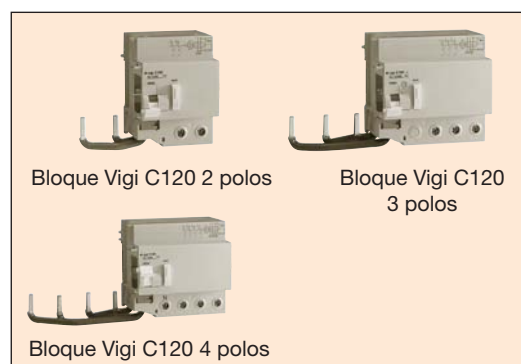
Además permiten el rearme simultáneo o independiente del automático a través de una maneta propia blanca independiente de la del interruptor automático C120. Dicha maneta blanca posee además un indicador rojo que al descender la maneta señala que ha disparado la parte diferencial. Incorpora botón de test y la conexión por bornes de caja es para cables flexibles de hasta 35 mm² o rígidos de hasta 50 mm².

■ Bloque Vigi C120 Clase A

Esta versión asegura la desconexión del circuito para corrientes diferenciales residuales, alternas senoidales y corrientes rectificadas con o sin componente continua, que puedan aparecer tanto progresivamente como de forma brusca. Están especialmente concebidos para receptores electrónicos que incorporen rectificación de la señal senoidal. El resto de características son idénticas a los de clase AC.

■ Bloque Vigi C120 Clase A Superinmunizado "si"

Esta versión supone una evolución importante de la clase A estándar anterior. Responde satisfactoriamente incluso en aplicaciones en las que puedan existir riesgo de disparos intempestivos de los diferenciales convencionales anteriores, provocados por rayos, maniobras en la red, etc. Además evitan también el riesgo de no disparo de los diferenciales convencionales por bloqueo debido a muy bajas temperaturas o a la presencia de altas frecuencias o componentes continuas en la red.



protección diferencial BT

■ Bloque Vigi C120 Clase A Superinmunizado influencias Externas S7E

Este modelo es una evolución muy importante de la clase A Superinmunizado “si”, como se ha descrito en el capítulo 3.

Los ambientes agresivos presentan un riesgo elevado para el correcto funcionamiento de los dispositivos diferenciales. Un diferencial estándar, en este tipo de ambientes, sufre una rápida corrosión de su relé de disparo que impedirá la apertura del circuito en caso de producirse un defecto de aislamiento.

La gama posee idénticas prestaciones que la gama “si” ante perturbaciones eléctricas y además evita el riesgo de no disparo del diferencial debido a la corrosión interna en determinadas aplicaciones expuestas a atmósferas corrosivas tales como:

- Compuestos de cloro.
- Ozono.
- Azufre.
- Óxidos de nitrógeno.
- Sal marina.
- Humedad.

Montaje del bloque diferencial Vigi C120



Tabla resumen de la gama disponible de bloques Vigi C120 multi 9

N.º de polos	Sensibilidad (mA)	Calibre (A)	Referencias			
			Vigi C120 - Clase AC	Vigi C120 - Clase A	Vigi C120 “si” - Clase A Superinmunizado	Vigi C120 S7E
Instantáneos						
2 polos 	30	≤ 125	18563	18572	18591	—
	300	≤ 125	18564	18573	18592	—
	500	≤ 125	18565	18574	18593	—
3 polos 	30	≤ 125	18566	18575	18594	18676
	300	≤ 125	18567	18576	18595	18677
	500	≤ 125	18568	18577	18596	—
4 polos 	30	≤ 125	18569	18578	18597	18602
	300	≤ 125	18570	18579	18598	18678
	500	≤ 125	18571	18580	18599	—
Selectivos 						
2 polos 	300	≤ 125	18544	18581	18556	—
	500	≤ 125	—	18582	—	—
	1000	≤ 125	18545	18583	18557	—
3 polos 	300	≤ 125	18546	18584	18558	—
	500	≤ 125	—	18585	—	—
	1000	≤ 125	18547	18586	18559	—
4 polos 	300	≤ 125	18548	18587	18560	18600
	500	≤ 125	—	18588	—	—
	1000	≤ 125	18549	18589	18561	18601

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Características técnicas

Bloques diferenciales Vigi C120 multi 9



Características eléctricas	Vigi C120 Clase AC
N.º polos	2, 3 y 4
Calibres I_n (A)	≤ 125 A
Sensibilidad diferencial $I_{\Delta n}$ (mA)	30, 300, 300 [S], 500, 1000 [S]
Poder de corte $I_{cn} = I_{\Delta m}$ (kA)	idéntico al poder de corte del automático al cual va asociado
Norma de fabricación	UNE-EN 61009/EN 61009/CEI 1009
Temperatura de utilización (°C)	-5 / +60
Tensiones límite de funcionamiento del botón de test (V)	2p: 195 a 456; 3 y 4p: 112 a 456
Índice de protección	IP20 en bornes/IP40 en la cara frontal
Clase de aislamiento	II en cofret o con cubrebornes
Tensión asignada de aislamiento U_i (V)	500 V CA
Tensión asignada de empleo U_e (V)	230/415 V CA
Frecuencia de utilización nominal	50/60 Hz
Protección contra los disparos intempestivos, compatibilidad electromagnética (CEM)	
Resistencia a la onda de corriente de choque tipo 8/20 μ s	250 A para instantáneos, según UNE-EN 61008-61009 (3 kA para "si" y) 3 kA para tipo S, según UNE-EN 61008-61009 (5 kA para "si" y)
Resistencia a la corriente de conexión oscilatoria amortiguada tipo 0,5 μ s / 100 kHz	200 A, según UNE-EN 61008-61009 (>200 A para "si" y)
Resistencia a la corriente tipo de arranque directo de un motor	6 I_n , según UNE-EN 61008 (10 I_n para "si" y)
Protección contra otras perturbaciones, compatibilidad electromagnética (CEM)	
Protección contra las sobretensiones de alimentación	especificación Merlin Gerin: 230/415 V CA -20 % +10 %
Resistencia dieléctrica	según UNE-EN 61009
Resistencia de aislamiento	según UNE-EN 61009 / CEI 1000-8 / CEI 1000-9
Tensión de choque 1,2/50 μ s	según CEI 1000-4-5 y CEI 1543 modo diferencial: 4 kV cresta bajo 2 Ω modo común: 5 kV cresta bajo 12 Ω
Campos magnéticos: Inmunidad a las perturbaciones conducidas de altas frecuencias	según CEI 1000-4-6 y CEI 1543
Inmunidad a las perturbaciones de altas frecuencias radiadas	según CEI 1000-4-3 y CEI 1543
Transitorios rápidos en ráfagas	según CEI 1000-4-4/1543, 4 kV cresta
Descargas electrostáticas	según CEI 1000-4-2/1543 En el aire 8 kV / contacto directo 6 kV
Características mecánicas y resistencia al entorno (comunes)	
Tipo de bornes	de caja con lengüeta antierror aislada
Par de apriete máximo	3,5 Nm - tornillos mixto plano-estrella
Capacidad de los bornes	cable rígido: hasta 50 mm ² cable flexible: hasta 35 mm ²
Autoextinguibilidad (CEI 695-2-1)	960 °C partes aislantes con tensión 650 °C partes aislantes sin tensión
Peso (g)	2 polos: 325; 3 polos: 500; 4 polos: 580
Temperatura de utilización	clase AC: -5 °C a +60 °C clases A, A "si" y A : -40 °C a +60 °C

protección diferencial BT



Vigi C120 Clase A

2, 3 y 4
≤ 125 A
30, 300, 300 [S], 500, 500 [S], 1000 [S]

Vigi C120 Clase A Superinmunizado “si”
Vigi C120 Clase A Superinmunizado influencias Externas SiE

2, 3 y 4 (SiE: 3 y 4)
≤ 125 A
30, 300, 300 [S], 500, 1000 [S] (SiE: 30, 300, 300 [S] y 1000 [S]).

Características comunes para todos los bloques diferenciales Vigi C120

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

7.7 Bloques diferenciales adaptables Vigi NG125 multi 9

Funciones y descripción

Los bloques diferenciales Vigi NG125 **multi 9** añaden la función de protección diferencial a los interruptores magnetotérmicos NG125. Están concebidos como auxiliares de los automáticos NG125 de 2, 3 y 4 polos, por lo cual los Vigi NG125 no poseen ningún dispositivo de corte propio, sino que, en presencia de una corriente de fuga a tierra el Vigi actúa sobre el mecanismo de disparo del NG125. Las protecciones que realiza son:

- La protección de personas contra contactos indirectos.
- La protección complementaria de personas contra contactos indirectos (30 mA).
- La protección de las instalaciones eléctricas y los receptores contra los defectos de aislamiento.

Son productos conformes a la norma UNE-EN 60947-2, anexo B.

Admiten auxiliares eléctricos y accesorios diversos. Además poseen rearme independiente del automático, incorporan botón de test de funcionamiento, posibilidad de disparos remotos a través del auxiliar específico bobina de disparo MXV y señalización de defecto con el auxiliar SDV. Se tienen calibres de ≤ 63 A y ≤ 125 A en 3 y 4 polos, y ≤ 63 A en 2 polos.

Sea cual sea el tipo de circuitos y receptores a proteger, incluso los más actuales, podemos encontrar una solución adecuada dentro de las dos gamas de bloque Vigi NG125 **multi 9**:

■ Bloque Vigi NG125 Clase AC

Esta clase de protección asegura la desconexión del circuito para corrientes diferenciales residuales, alternas senoidales, que puedan aparecer tanto progresivamente como de forma brusca. Esta clase responde satisfactoriamente en la mayoría de las instalaciones existentes,

con predominio de receptores resistivos que no puedan alterar significativamente el tipo de señal de defecto alterna senoidal.

Incluye diversos modelos, en 2, 3 y 4 polos, con calibre de ≤ 63 A, instantáneos en 30 o 300 mA.

■ Bloque Vigi NG125 Clase A

Estos aseguran la desconexión del circuito ante corrientes diferenciales residuales, alternas senoidales y corrientes rectificadas con o sin componente continua, que puedan aparecer tanto progresivamente como de forma brusca. Están especialmente concebidos para la protección de circuitos con receptores electrónicos que incorporen rectificación de la señal senoidal.

Una de las características más diferenciadoras que presentan los Vigi NG125 Clase A es que ofrecen una versión regulable que permite realizar hasta 3 niveles de selectividad, ya que la gama presenta una gran flexibilidad tanto en sensibilidades (30, 300, 1000, 3000 mA) como en retardos (Instantáneo, Selectivo, Retardado).

La versión I/S/R incorpora umbral de prealarma regulable asociado a un contacto de salida para señalización a distancia.

■ Bloques Vigi NG125 Clase A “si”

Esta versión superinmunizada del bloque Vigi NG125 es una evolución muy importante de la versión clase A estándar anterior. Responde satisfactoriamente en aplicaciones en las que pueda existir riesgo de disparos intempestivos de los diferenciales convencionales clase AC o clase A estándar, provocados por rayos, líneas con muchos receptores electrónicos acumulados, iluminación fluorescente controlada electrónicamente, maniobras bruscas de red, etc. Además evitan el riesgo de no disparo de los diferenciales convencionales por bloqueo o cegado debido a la presencia de altas frecuencias en la red, presencia de componentes continuas y bajas temperaturas. Completo del resto de instalación.

Montaje del bloque diferencial Vigi NG125

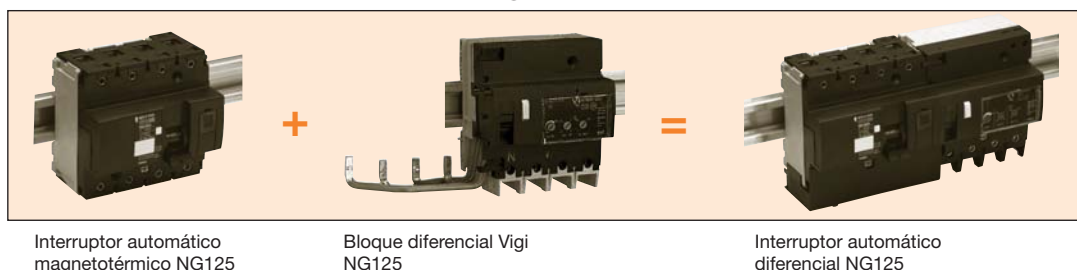
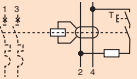
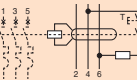
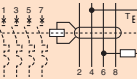


Tabla resumen de la gama disponible de bloques Vigi NG125 multi 9

N.º de polos	Sensibilidad (mA)	Imáx. (A)	Referencias		
			Vigi NG125 - Clase AC 	Vigi NG125 - Clase A 	Vigi NG125 "si"
2 polos 	30	63	19000	19010	—
	30	63	—	19008 (1)	—
	300	63	19001	19012	—
	300	63	—	19009 (1)	—
	300 	63	—	19030	—
	1000 	63	—	19031	—
	—	63	—	—	—
3 polos 	30	63	19002	19013	—
	300	63	19003	19014	—
	300 	63	—	19032	—
	1000 	63	—	19033	—
	300 a 3000 I/S/R	63	—	19036	—
	300 a 3000 I/S/R	63	—	19053 (2)	—
	30	125	—	19039	19100
	30	125	—	19050 (2)	—
	300 a 1000 I/S	125	—	19044	—
	300 a 3000 I/S/R	125	—	19047	19106
	300 a 3000 I/S/R	125	—	19055 (2)	—
	—	125	—	—	—
	—	125	—	—	—
	—	125	—	—	—
4 polos 	30	63	19004	19015	—
	300	63	19005	19016	—
	300 	63	—	19034	—
	1000 	63	—	19035	—
	300 a 3000 I/S/R	63	—	19037	—
	300 a 3000 I/S/R	63	—	19054 (2)	—
	30	125	—	19041	19101
	30	125	—	19051 (2)	—
	300	125	—	19042	—
	300 a 1000 I/S	125	—	19046	—
	300 a 3000 I/S/R	125	—	19049	19107
	300 a 3000 I/S/R	125	—	19056 (2)	—
	—	125	—	—	—
	—	125	—	—	—
	—	125	—	—	—
	—	125	—	—	—

(1) Tensión de empleo: 110-220 V CA.

(2) Tensión de empleo: 440-500 V CA, sin función prealarma.

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Características técnicas

Bloques diferenciales Vigi NG125 multi 9

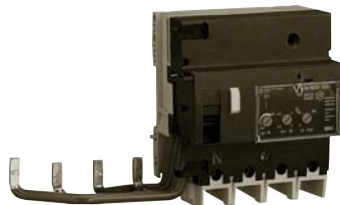
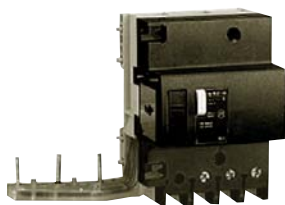


Características eléctricas		Vigi NG125 Clase AC			
N.º polos		2, 3 y 4			
Calibres In (A)		≤ 63			
Sensibilidad diferencial IΔn (mA)		30, 300			
Retardos posibles		fijos instantáneos			
Poder de corte Icu = IΔm (kA)		idéntico al del automático al cual va asociado			
Norma de fabricación		UNE-EN 60947.2, anexo B			
Temperatura de utilización (°C)		-5 / +60			
Tensiones de funcionamiento del botón de test (V)		2p: 195 a 456; 3, 4p: 109 a 456			
Índice de protección		IP20 en bornes / IP40 en la cara frontal			
Clase de aislamiento		II en cofret o con cubrebornos			
Auxiliares		gama estándar NG125			
Tensión asignada de aislamiento Ui (V)		690 V CA			
Tensión asignada de empleo Ue (V)		230/415 V CA			
Tensión asignada impulsional Uimp.		8 kV			
Tolerancia de la tensión de alimentación		-20 % +10 %			
Frecuencia de utilización nominal		50/60 Hz			
Protección contra los disparos intempestivos, compatibilidad electromagnética (CEM)					
Resistencia a la onda de corriente de choque tipo 8/20 μs		250 A para instantáneos, según UNE-EN 60947-2, anexo B (3 kA para “si”) 3 kA para tipo S, según UNE-EN 60947-2, anexo B (5 kA para “si”)			
Resistencia a la corriente de conexión oscilatoria amortiguada tipo 0,5 μs / 100 kHz		200 A, según UNE-EN 60947-2, anexo B (>200 A para “si”)			
Resistencia a la corriente tipo de arranque directo de un motor		6 In, según UNE-EN 60947-2, anexo B (10 In para “si”)			
Protección contra otras perturbaciones, compatibilidad electromagnética (CEM)					
Protección contra las sobretensiones de alimentación		especificación Merlin Gerin: 230/415 V CA -20 % +10 %			
Resistencia dieléctrica		según UNE-EN 60947-2, anexo B			
Resistencia de aislamiento		según UNE-EN 60947-2, anexo B			
Tensión de choque 1,2/50 μs		según CEI 1000-4-5 y CEI 1543 modo diferencial: 4 kV cresta bajo 2 Ω modo común: 5 kV cresta bajo 12 Ω			
Campos magnéticos:					
Inmunidad a las perturbaciones conducidas de altas frecuencias		según CEI 1000-4-6 y CEI 1543			
Inmunidad a las perturbaciones de altas frecuencias radiadas		según CEI 1000-4-3 y CEI 1543			
Transitorios rápidos en ráfagas		según CEI 1000-4-4/1543, 4 kV cresta			
Descargas electrostáticas		según CEI 1000-4-2/1543 En el aire 8 kV / contacto directo 6 kV			
Características mecánicas y resistencia al entorno (comunes)					
Tipo de bornes		de caja con lengüeta antierror aislada			
Par de apriete máximo		cal. ≤ 63 A: 3,5 Nm, tornillos plano 6,5 o pz 2 cal. ≤ 125 A: 6 Nm, tornillo Allen 4			
Capacidad de los bornes		cal. ≤ 63 A: flex. hasta 35 mm², ríg. hasta 50 mm² cal. ≤ 125 A: flex. hasta 50 mm², ríg. hasta 70 mm²			
Autoextinguibilidad (según CEI 695-2-1)		960 °C partes aislantes con tensión 650 °C partes aislantes sin tensión			
Peso (g)					
		fijo	2p	3p	4p
			250	410	450
		regulable	-	750	800

(1) El modelo I/S/R posee un umbral de prealarma regulable entre el 10 % y el 50 % de la sensibilidad regulada en el Vigi NG125.

(2) Se ofrecen algunas versiones a tensiones de empleo especiales, ver tabla pág. 147.

protección diferencial BT



Vigi NG125 Clase A

2, 3 y 4
 ≤ 63 y ≤ 125
 fijos: 30, 300, 300 $\square$, 1000 $\square$
 regulable I/S: 300, 500, 1000
 regulable I/S/R: 300, 500, 1000, 3000 (1)
 fijos: Instantáneos o Selectivos (60 ms)
 regulables I/S: Instantáneo o Selectivo (60 ms)
 regulables I/S/R: Instantáneo, Selectivo (60 ms) o Retardado (150 ms)
 idéntico al del automático al cual va asociado
 UNE-EN 60947-2, anexo B
 -25 / +60
 2p: 195 a 456; 3, 4p: 109 a 456
 IP20 en bornes / IP40 en la cara frontal
 II en cofret o con cubrebornes
 gama estándar NG125 + (SDV y MXV los regulables)
 690 V CA
 230/415 V CA (2)
 8 kV
 -20 % +10 %
 50/60 Hz

Vigi NG125 Clase A Superinmunizado "si"

3, 4
 ≤ 63 y ≤ 125
 fijos: 30
 regulable I/S/R: 300 a 3000
 fijos: Instantáneos
 regulables I/S/R: Instantáneo, Selectivo (60 ms) o Retardado (150 ms)
 idéntico al del automático al cual va asociado
 UNE-EN 60947-2, anexo B
 -25 / +60
 3, 4p: 109 a 456
 IP20 en bornes / IP40 en la cara frontal
 II en cofret o con cubrebornes
 gama estándar NG125 + (SDV y MXV los regulables)
 690 V CA
 230/415 V CA
 8 kV
 -20 % +10 %
 50/60 Hz

Características comunes para todos los bloques diferenciales Vigi NG125

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

7.8 Gama de telemandos y de auxiliares para dispositivos diferenciales residuales multi 9

Telemandos para C60+Vigi y C120+Vigi

Es posible incorporar un mando motorizado, o telemando, a la izquierda de los interruptores automáticos diferenciales, con Vigi, o los interruptores automáticos sin Vigi de las gamas C60 y C120, para poderlos gobernar a distancia. Existen dos modelos de telemando, **Tm** para la gama C60 (de 0,5 a 63 A) y **Tm** para la gama C120 (de 10 a 125 A). Requieren una tensión de mando de tipo mantenido para mantener cerrado el automático.

Es apto para aplicaciones de mando de circuitos en los que se realicen un bajo número de maniobras. Una aplicación habitual de estos dispositivos es el rearme a distancia, tras un disparo diferencial o por sobreintensidad, de interruptores automáticos diferenciales de difícil acceso. En estos casos se recomienda evitar siempre rearmar un número elevado de veces sobre defecto: la utilización simultánea de bloques Vigi superinmunizados ayudará a lograrlo ya que permiten reducir mucho los disparos diferenciales intempestivos (innecesarios).

Referencias:

Tm para C60 1-2 P: 18310.

Tm para C60 3-4 P: 18311.

Tm para C120 1-2 P: 18312.



Telemando Tm C120 para C120 de 2 polos.

Siempre se montan en el lado izquierdo del aparato correspondiente. El máximo número de auxiliares que se puede incorporar al mismo tiempo es el correspondiente a 6 pasos de 9 mm (54 mm). En caso de incorporar bobinas y contactos al mismo tiempo, deben colocarse primero junto al automático las bobinas, y a su izquierda los contactos.

Los auxiliares son los siguientes:

■ Auxiliares de **señalización** a distancia. Conformes a la norma UNE-EN 60947-5-1:

□ **Contacto OF** (ref. 26924): contacto conmutado que indica si el automático o el diferencial correspondiente está abierto o cerrado.

□ **Contacto SD** (ref. 26927): contacto conmutado que indica si el automático o el diferencial ha disparado por defecto.

■ **Contacto OF+OF/SD** (ref. 26929): doble contacto conmutado que permite realizar las dos funciones descritas antes OF y SD.

Posee dos contactos internos:

□ Superior: OF.

□ Inferior: SD u OF.

La función del contacto inferior se elige mediante un conmutador rotativo situado en el lateral derecho. La función seleccionada queda indicada en la cara delantera.

Al igual que en el caso del contacto SD, posee un indicador mecánico rojo de actuación en el frontal.



SD OF OF+OF/SD



OFS

Auxiliares para ID, DPN N Vigi "si", Claro, C60+Vigi y C120+Vigi

Los auxiliares eléctricos permiten el disparo o la señalización a distancia de los automáticos C60, C120, ID, iDPN/N, iDPN N Vigi e iDPN Vigi "si".

■ **Contacto auxiliar OFS** (ref. 26923): este contacto hace de adaptador para poder colocar el resto de auxiliares anteriores en el ID. Es, por tanto, de uso obligatorio en el ID. Al mismo tiempo, por sí mismo, es un contacto tipo OF.

■ Auxiliares para **disparar** a distancia.
Conformes a la norma UNE-EN 60947-2:

□ **Bobinas MX y MX+OF**: puesto a tensión provoca el disparo y la apertura del automático al cual está asociado:

- Equipado de un contacto de autocorte.
- Equipado con un contacto O+F para señalar la posición “abierto” o “cerrado” del automático (MX+OF).

□ **Bobinas MN y MNx**: cuando la tensión de alimentación baja por debajo del 35 % al 70 % de la nominal, provoca el disparo y la apertura del automático al que está asociado. Entre tanto impide el rearme del automático hasta que la tensión se reestablezca a su valor nominal de funcionamiento. Su aplicación principal podría encontrarse en paros de emergencia mediante pulsador y seguridad en circuitos que alimentan varias máquinas, impidiendo la puesta en marcha no controlada de motores.

La versión MNx actúa sólo por acción voluntaria sobre pulsador normalmente cerrado y no dispara por bajada o pérdida de la alimentación auxiliar.

□ **Bobina MNS** (ref. 26963 para 220 a 240 V CA): idéntica a la bobina MN pero temporizando su disparo 200 ms.

□ **Bobina MSU** (refs. 26479 a 255 V y 26979 a 275 V): asociadas con los automatismos **DPN**, C60, C120 o bien con los diferenciales ID y los interruptores I-NA, disparan el automático o el diferencial en caso de sobretensión permanente que puede producirse por:

- Corte de neutro por obras u operaciones de mantenimiento.
- Errores de conexión.
- Presencia de armónicos.

La aparición de sobretensiones permanentes dentro de las instalaciones de Baja Tensión produce:

- Destrucción o deterioro prematuro de los receptores.
- Disminución de la seguridad y protección de las personas.

Auxiliares para NG125 + Vigi NG125

Los auxiliares eléctricos para las gamas NG125 con o sin el bloque diferencial Vigi NG125 incorporado, realizan las mismas funciones descritas en la página anterior. Físicamente son diferentes a los utilizados para el resto de gamas multi 9, y por lo tanto poseen otras referencias comerciales. Las principales características diferenciadoras respecto a las descritas antes son:

■ Se montan todos a la izquierda del magnetotérmico NG125, que acepta como máximo una bobina y dos contactos auxiliares.

■ Los contactos auxiliares son siempre dobles contactos conmutados (con doble función fija o conmutable): OF+OF, OF+SD, OF+OF/SD (conmutable).

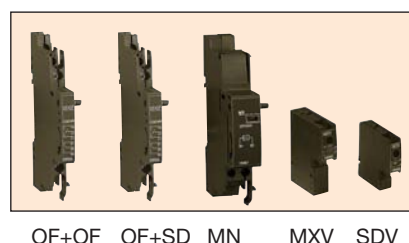
■ Los bloques Vigi de calibre ≤ 125 A y los de ≤ 63 regulables admiten dos auxiliares específicos que se insertan en su parte superior:

□ SDV: contacto de señalización a distancia de disparo por diferencial.

□ MXV: bobina de disparo a distancia a través del bloque Vigi (igual función que MX+OF normal pero que permite ahorrar espacio lateral).

Los auxiliares más habituales son:

- Contacto OF+OF: ref. 19071.
- Contacto OF+SD: ref. 19072.
- Bobina MX+OF a 220-415 V CA: ref. 19064.
- Bobina MN a 220-240 V CA: ref. 19067.
- Bobina MNS a 220-240 V CA: ref. 19068.
- Contacto SDV (NA): ref. 19058.
- Bobina MXV a 110-240 V CA: ref. 19060.



OF+OF OF+SD MN MXV SDV

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

7.9. Nueva gama de relés diferenciales electrónicos de toroidal separado

Función

Los relés Vigirex, a través de su toroidal asociado, miden la corriente de fuga a tierra de una instalación eléctrica.

La gama de los relés **Vigirex** permite:

- La protección diferencial (RH10, RH21, RH99).
- La señalización (RMH + RM12T o RH99).
- La protección diferencial y la señalización (RHUs y RHU).

Utilización

La gama Vigirex responde a las necesidades de protección y de mantenimiento para todos los niveles de la instalación. En función de los relés, se integran en redes de BT alterna en régimen de neutro TT, IT o TNS con tensiones de hasta 1000 V y frecuencias comprendidas entre 50/60 Hz y 400 Hz.

Los relés Vigirex de protección están adaptados para funcionar con el conjunto de la aparamenta eléctrica del mercado.

Relés de protección diferencial

Los relés de protección provocan el corte de alimentación de la red supervisada con el fin de proteger:

- A las personas contra los contactos indirectos y, de modo complementario, contra los contactos directos.
- Los bienes contra los riesgos de incendios.
- Los motores.

Los relés controlan la apertura del interruptor automático al que están asociados cuando se supera el umbral de sensibilidad de la corriente de fuga $I_{\Delta n}$. Según los relés, el umbral de sensibilidad

$I_{\Delta n}$ puede ser fijo, ajustable o conmutable, y la visualización de la superación del umbral se puede realizar mediante visualización digital del valor de la corriente medida o mediante LED.

Este disparo puede ser instantáneo o temporizado. Algunos aparatos permiten regular esta temporización.

Los relés de protección memorizan el defecto diferencial. Después de eliminar el defecto, el relé vuelve a estar listo para funcionar, tras el rearme manual del contacto de salida.

Relés tipo RH

Vigirex se presenta en una gama completa para responder a todas las necesidades de instalación y mantenimiento.

Toda la gama se presenta en dos formatos:

- Carril DIN (3 módulos = 54 mm).
- Empotrable (72 × 72 mm).

Las principales **características técnicas** que presentan estos relés son:

- 6 tensiones disponibles:
 - 12/48 V CC - 12/24 V CA 50/60 Hz.
 - 48 V CA 50/60 Hz.
 - 110/130 V CA 50/60 Hz.
 - 220/240 V CA 50/60/400 Hz.
 - 380/415 V CA 50/60 Hz.
 - 440/525 V CA 50/60 Hz.
- Relé de disparo con o sin enclavamiento, según modelo.
- Contacto adicional para cableado opcional con seguridad positiva.
- Toroidales de diámetro 30 y 50 mm encliquetables en relés de carril DIN.
- Toroidales asociados tipo A cerrados, OA abiertos o rectangulares.
- Control permanente de la conexión toro/relé.

protección diferencial BT

La gama de relés RH de protección diferencial, está compuesta por:

RH10



- Sensibilidad y temporización fijas.
- Las sensibilidades disponibles son: 0,03 A / 0,05 A / 0,1 A / 0,15 A / 0,25 A / 0,3 A / 0,5 A / 1 A.

RH21



- Dispone de 3 posiciones:
 - 30 mA instantáneo.
 - 300 mA instantáneo.
 - 300 mA selectivo.

RH99



- Sensibilidades y temporizaciones regulables.
- 9 sensibilidades (de 0,03 A a 30 A).
- 9 temporizaciones (de 0 a 4,5 segundos) adaptada a todos los niveles de instalación.

Relés de señalización

Los relés de señalización permiten supervisar un descenso de aislamiento eléctrico debido al envejecimiento de los cables o a la extensión de la red.

La medida permanente de la evolución de las corrientes de fuga permite planificar las acciones de mantenimiento preventivo identificando las salidas implicadas. El aumento de estas corrientes de fuga pueden conllevar la parada de la explotación.

La señalización se controla mediante la superación de un umbral de la corriente de fuga. Según el relé, el umbral puede ser regulable o conmutable y la visualización de la superación del umbral se puede realizar mediante la visualización digital del valor de la corriente medida o mediante LED.

Esta señalización puede ser instantánea o temporizada. Algunos aparatos permiten regular esta temporización.

Los relés de señalización no memorizan el defecto diferencial, el contacto de salida se rearma automáticamente tras la desaparición del defecto.

Dentro de este tipo de relés nos encontramos con el RH99 y el RMH + RM12T.

RH99

Las principales características del RH99 de señalización:

- Señalización local y a distancia.
- Montaje sobre carril DIN o empotrable.
- 9 umbrales conmutables predefinidos de 0,03 A a 30 A.
- 9 temporizaciones conmutables predefinidas de instantánea a 4,5 segundos.

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

RMH

El Vigirex RMH es un aparato adaptado a todos los niveles de la instalación.

Presenta:

- Capacidad de controlar hasta 12 salidas (mediante 12 toroidales).
- Posibilidad de regulación muy amplia en tiempo y en sensibilidad.
- Varios modos de instalación.
- Una visualización y un control permanente de la corriente de fuga a tierra.
- Una tecnología de análisis de corriente a través de microprocesador.

Precisión de la medida:

- Medida rms de las corrientes de fuga a tierra.
- Filtraje en frecuencia.

Una sensibilidad apropiada:

El Vigirex RMH puede regularse a cualquier umbral con pasos de 1 o 100 mA.

- Umbral de prealarma I pre-al.: de 15 mA a 30 A.
- Umbral de alarma I alarm.: de 30 mA a 30 A.



Una temporización adecuada:

- Temporización anterior al disparo de la prealarma t pre-al.: de 0 a 5 segundos.
- Temporización anterior al disparo de la alarma t alarm.: de 0 a 5 segundos.

Relés de protección y señalización: RHU y RHUs

La gama de relés RHUs es exactamente igual que la RHU, salvo en que no dispone de comunicación.

Con esta gama (RHU y RHUs) se puede visualizar:

- Corriente de fuga.
- % de la corriente de fuga respecto a $I_{\Delta n}$.
- Parámetros regulados.
- Corriente de fuga que ha causado el disparo.
- Corriente de fuga máxima medida.

Las posibles regulaciones que se tienen con los RHU y RHUs son:

- $I_{\Delta n}$ de 0,03 a 30 A.
- Temporización: De instantánea a 4,5 segundos en pasos de 10 ms.
- Relé de prealarma y de alarma.



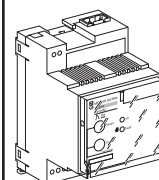
protección diferencial BT

RH10 con contacto de salida con rearme manual local tras fallo

Red para proteger

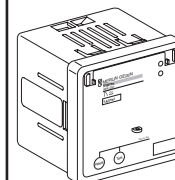
BT ≤ 1.000 V

RH10M



Montaje en carril DIN

RH10P



Montaje empotrado

Sensibilidad 0,03 A - instantánea				
Alimentación	de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC	50/60 Hz	56100	56200
	48 V CA	50/60 Hz	56110	56210
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	56120	56220
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	56130	56230
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	56140	56240
	de 440 a 525 V CA	50/60 Hz	56150	56250
Sensibilidad 0,05 A - instantánea				
Alimentación	de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC	50/60 Hz	56101	56201
	48 V CA	50/60 Hz	56111	56211
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	56121	56221
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	56131	56231
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	56141	56241
	de 440 a 525 V CA	50/60 Hz	56151	56251
Sensibilidad 0,1 A - instantánea				
Alimentación	de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC	50/60 Hz	56102	56202
	48 V CA	50/60 Hz	56112	56212
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	56122	56222
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	56132	56232
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	56142	56242
	de 440 a 525 V CA	50/60 Hz	56152	56252
Sensibilidad 0,15 A - instantánea				
Alimentación	de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC	50/60 Hz	56103	56203
	48 V CA	50/60 Hz	56113	56213
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	56123	56223
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	56133	56233
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	56143	56243
	de 440 a 525 V CA	50/60 Hz	56153	56253
Sensibilidad 0,25 A - instantánea				
Alimentación	de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC	50/60 Hz	56104	56204
	48 V CA	40/60 Hz	56114	56214
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	56124	56224
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	56134	56234
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	56144	56244
	de 440 a 525 V CA	50/60 Hz	56154	56254
Sensibilidad 0,3 A - instantánea				
Alimentación	de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC	50/60 Hz	56105	56205
	48 V CA	50/60 Hz	56115	56215
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	56125	56225
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	56135	56235
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	56145	56245
	de 440 a 525 V CA	50/60 Hz	56155	56255
Sensibilidad 0,5 A - instantanea				
Alimentación	de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC	50/60 Hz	56106	56206
	48 V CA	50/60 Hz	56116	56216
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	56126	56226
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	56136	56236
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	56146	56246
	de 440 a 525 V CA	50/60 Hz	56156	56256
Sensibilidad 1 A - instantánea				
Alimentación	de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC	50/60 Hz	56107	56207
	48 V CA	50/60 Hz	56117	56217
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	56127	56227
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	56137	56237
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	56147	56247
	de 440 a 525 V CA	50/60 Hz	56157	56257

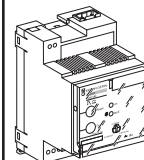
7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

RH21 con contacto de salida con rearme manual local tras defecto

Red a proteger

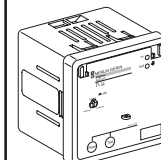
BT ≤ 1.000 V

RH21M



Montaje en carril DIN

RH21P



Montaje empotrado

Sensibilidad 0,03 A - instantánea

Sensibilidad 0,3 A - instantánea o temporizada de 0,06 s

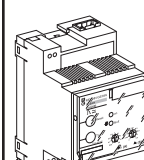
Alimentación				
	de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC	50/60 Hz	56160	56260
	48 V CA	50/60 Hz	56161	56261
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	56162	56262
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	56163	56263
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	56164	56264
	de 440 a 525 V CA	50/60 Hz	56165	56265

RH99 con contacto de salida con rearme manual local tras defecto

Red a proteger

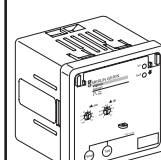
BT ≤ 1.000 V

RH99M



Montaje en carril DIN

RH99P



Montaje empotrado

Sensibilidad de 0,03 A a 30 A - instantánea o temporizada de 0 a 4,5 s

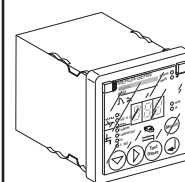
Alimentación				
	de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC	50/60 Hz	56170	56270
	48 V CA	50/60 Hz	56171	56271
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	56172	56272
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	56173	56273
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	56174	56274
	de 440 a 525 V CA	50/60 Hz	56175	56275

RHUs con contacto de salida con rearme manual local tras defecto

Red a proteger

BT ≤ 1.000 V

RHUs



Alarma: sensibilidad de 15 mA a 30 A - instantánea o temporizada de 0 a 4,5 s

Defecto: sensibilidad de 30 mA a 30 A - instantánea o temporizada de 0 a 4,5 s

Alimentación monofásica			
	48 V CA	50/60 Hz	28576
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	28575
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	28573
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	28574

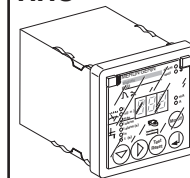
protección diferencial BT

RHU con contacto de salida con rearme manual local tras defecto (con comunicación)

Red a proteger

BT ≤ 1.000 V

RHU



Alarma: sensibilidad de 15 mA a 30 A - instantánea o temporizada de 0 a 5 s
Defecto: sensibilidad de 30 mA a 30 A - instantánea o temporizada de 0 a 5 s

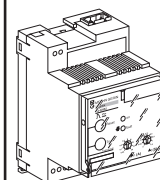
Alimentación monofásica	48 V CA	50/60 Hz	28570
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	28569
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	28560
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	28568

RH99 con contacto de salida con rearme tras la desaparición del fallo

Red para controlar

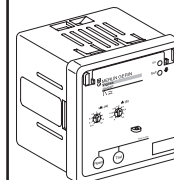
BT ≤ 1.000 V

RH99M



Montaje en carril DIN

RH99P



Montaje empotrado

Sensibilidad 0,03 A - instantánea
Sensibilidad de 0,1 A a 30 A - instantánea o temporizada de 0 s a 4,5 s

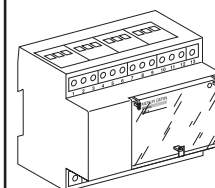
Alimentación	de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC	50/60 Hz	56190	56290
	48 V CA	50/60 Hz	56191	56291
	de 110 a 130 V CA	50/60 Hz	56192	56292
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	56193	56293
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz	56194	56294
	de 440 a 525 V CA	50/60 Hz	56195	56295

RMH y multiplexor RM12T

Red para controlar

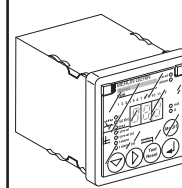
BT ≤ 1.000 V

RM12T



Montaje en carril DIN

RMH



Montaje empotrado

Prealarma: sensibilidad de 15 mA a 30 A - instantánea o temporizada de 0 a 5 s
Alarma: sensibilidad de 30 mA a 30 A - instantánea o temporizada de 0 a 5 s

Alimentación monofásica	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz	28566	28563
-------------------------	-------------------	--------------	-------	-------

protección diferencial BT

RH99										RHUs y RHU	
50/60/400 Hz ≤ 1.000 V										50/60/400 Hz ≤ 1.000 V	
TT, TNS, IT										TT, TNS, IT	
■										■	
-35 °C/+70 °C										-25 °C/+55 °C	
-55 °C/+85 °C										-55 °C/+85 °C	
■										-	
■										■	
■										■	
■										■	
■										-	
■										-	
del 55% al 120% U _e (1)										-	
del 55% al 110% U _e										del 70% al 110% U _e (2)	
del 70% al 110% U _e										-	
IV										IV	
8										8	
■ 4 VA										■ 4 VA	
■ 4 W										-	
■										■	
■										■	
-										del 10% (3) al 200% de I _{Δn}	
-										± 10% de I _{Δn}	
-										2 s	
9 umbrales conmutables										1 umbral regulable	
0,03 A - 0,1 A - 0,3 A - 0,5 A - 1 A - 3 A - 5 A - 10 A - 30 A										de 0,03 A a 1 A por pasos de 0,001 A	
										de 0,015 A a 1 A por pasos de 0,1 A	
80% I _{Δn} al 100% I _{Δn}										80% I _{Δn} al 100% I _{Δn}	
instantánea para I _{Δn} = 0,03 A										instantánea para I _{Δn} = 0,03 A	
9 temporizaciones conmutables predefinidas										1 temporización regulable	
instantánea de 4,5 s										instantánea de 5 s por pasos de 10 ms	
0 s	0,06 s	0,15 s	0,25 s	0,31 s	0,5 s	0,8 s	1 s	4,5 s	0 s	0,06 s ≤ Δt	
-	0,06 s	0,15 s	0,25 s	0,31 s	0,5 s	0,8 s	1 s	4,5 s	-	igual que RH99	
0,015 s	0,13 s	0,23 s	0,32 s	0,39 s	0,58 s	0,88 s	1,08 s	4,58 s	0,015 s		
0,04 s	0,15 s	0,25 s	0,34 s	0,41 s	0,6 s	0,9 s	1,1 s	4,6 s	0,04 s	igual que RH99	
conmutador										teclado	
inversor con enclavamiento										inversor con enclavamiento	
-										1 umbral regulable	
										de 0,015 A a 1 A por pasos de 0,001 A	
										de 0,015 A a 1 A por pasos de 0,1 A	
										con 0,015 A < I _{alarma} < 30 A	
-										80% I _{alarma} al 100% I _{alarma}	
-										1 temporización regulable	
										instantánea a 5 s por paso de 10 ms	
-										0 s	0,06 s ≤ Δt
-										-	idem que I _{Δn}
-										0,015 s	idem que I _{Δn}
-										teclado o bus interno	
-										normalmente abierto sin enclavamiento	
-										desactivación de la alarma al 70% del umbral I _{alarma}	
■										■	
■										■	
■										■	
-										■ (RHU únicamente)	
permanente										permanente	
permanente										permanente	
permanente										permanente	

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Relés de protección. Con contacto de salida con rearme manual local después de defecto

Relés Vigirex		RH10							
Características técnicas del producto según CEI 60755, CEI 60947-2 y EN 60947-2, UL 1053 (continuación)									
Características de los contactos de salida según la norma CEI 60947-5-1		Corriente nominal térmica (A)		8					
		Carga mínima		10 mA a 12 V					
Corriente asignada de empleo (A)		Categoría de empleo		AC12	AC13	AC14	AC15	DC12	DC13
		24 V		6	6	5	5	6	2
		48 V		6	6	5	5	2	–
		110 V		6	6	4	4	0,6	–
		220-240 V		6	6	4	4	–	–
		250 V		–	–	–	–	0,4	–
		380-415 V		5	–	–	–	–	–
		440 V		–	–	–	–	–	–
		660-690 V		–	–	–	–	–	–
Visualización y señalización		De la presencia de tensión (LED y/o relé) (1)		■					
		Del rebasamiento del umbral de defecto (LED)		■					
		de alarma (LED y relé)		–					
		De la corriente de fuga y de las regulaciones (digital)		–					
Precinto de los ajustes: tapa precintable que permite el test y el reset local				■					
Comunicación									
Capacidad para supervisión por bus interno		–							
Características mecánicas del producto		Empotrado			DIN				
Dimensiones		72 × 72 mm			6 pasos de 9 mm				
Peso		0,3 kg			0,3 kg				
Clase de aislamiento (CEI 60664-1)	Cara anterior	II			II				
	Salida de comunicación	–			–				
Índice de protección IP (CEI 60529)	Cara anterior	IP40			IP40				
	Otras caras	IP30			IP30				
	Conectores	IP20			IP20				
Choque en parte frontal IK (EN 50102)		IK07 (2 julios)			IK07 (2 julios)				
Vibraciones según Lloyd's y Veritas		de 2 a 13,2 Hz ± 1 mm			de 2 a 13,2 Hz ± 1 mm				
		y de 13,2 a 100 Hz - 0,7 g			y de 13,2 a 100 Hz - 0,7 g				
Resistencia al fuego (CEI 60695-2-1)		■			■				
Entorno									
Calor húmedo sin funcionamiento (CEI 60068-2-30)		28 ciclos +25 °C/+55 °C/HR 95%							
Calor húmedo en funcionamiento (CEI 60068-2-56)		48 h 00 Categoría ambiental C2							
Bruma salina (CEI 60068-2-52)		Ensayo KB gravedad 2							
Grado de polución (CEI 60664-1)		3							
Compatibilidad electromagnética (2)	Descargas electrostáticas (CEI 61000-4-2)	Nivel 4							
	Susceptibilidad irradiada (CEI 61000-4-3)	Nivel 3							
	Susceptibilidad conducida baja energía (CEI 61000-4-4)	Nivel 4							
	Susceptibilidad conducida alta energía (CEI 61000-4-5)	Nivel 4							
	Perturbaciones de radiofrecuencia (CEI 61000-4-6)	Nivel 3							
	Perturbaciones radioeléctricas (UNE-EN 55011)	Clase B							
Poder calorífico		3,52 MJ			4,45 MJ				
Toroidales y accesorios									
Toroidales	Toroidales de tipo A, OA	■							
	Toroidales rectangulares para IΔn ≥ 500 mA	■							
Cables	Enlace de toroidales-relés por par trenzado estándar no incluido	■							

(1) Según el tipo de cableado (continuidad de servicio óptima o seguridad óptima).

(2) Compatibilidad para el conjunto de relé + toroidal.

protección diferencial BT

RH21						RH99						RHUs y RHU					
8						8						8					
10 mA a 12 V						10 mA a 12 V						10 mA a 12 V					
AC12	AC13	AC14	AC15	DC12	DC13	AC12	AC13	AC14	AC15	DC12	DC13	AC12	AC13	AC14	AC15	DC12	DC13
6	6	5	5	6	2	6	6	5	5	6	2	6	6	5	5	6	2
6	6	5	5	2	–	6	6	5	5	2	–	6	6	5	5	2	–
6	6	4	4	0,6	–	6	6	4	4	0,6	–	6	6	4	4	0,6	–
6	6	4	4	–	–	6	6	4	4	–	–	6	6	4	4	–	–
–	–	–	–	0,4	–	–	–	–	–	0,4	–	–	–	–	–	0,4	–
5	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–	5	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
■						■						■					
■						■						■					
–						–						■					
–						–						■					
■						■						■					
–						–						■ (RHU únicamente)					
Empotrado		DIN				Empotrado		DIN				Empotrado					
72 × 72 mm		6 pasos de 9 mm				72 × 72 mm		6 pasos de 9 mm				72 × 72 mm					
0,3 kg		0,3 kg				0,3 kg		0,3 kg				0,3 kg					
II		II				II		II				II					
–		–				–		–				II					
IP40		IP40				IP40		IP40				IP40					
IP30		IP30				IP30		IP30				IP30					
IP20		IP20				IP20		IP20				IP20					
IK07 (2 julios)		IK07 (2 julios)				IK07 (2 julios)		IK07 (2 julios)				IK07 (2 julios)					
de 2 a 13,2 Hz ± 1 mm		de 2 a 13,2 Hz ± 1 mm				de 2 a 13,2 Hz ± 1 mm		de 2 a 13,2 Hz ± 1 mm				de 2 a 13,2 Hz ± 1 mm					
y de 13,2 a 100 Hz - 0,7 g		y de 13,2 a 100 Hz - 0,7 g				y de 13,2 a 100 Hz - 0,7 g		y de 13,2 a 100 Hz - 0,7 g				y de 13,2 a 100 Hz - 0,7 g					
■		■				■		■				■					
28 ciclos +25 °C/+55 °C/HR 95%						28 ciclos + 25 °C/55 °C/HR 95%						28 ciclos + 25 °C/+55 °C/HR 95%					
48 h 00 Categoría ambiental C2						48 h 00 Categoría ambiental C2						48 h 00 Categoría ambiental C2					
Ensayo KB severidad 2						Ensayo KB severidad 2						Ensayo KB severidad 2					
3						3						3					
Nivel 4						Nivel 4						Nivel 4					
Nivel 3						Nivel 3						Nivel 3					
Nivel 4						Nivel 4						Nivel 4					
Nivel 4						Nivel 4						Nivel 4					
Nivel 3						Nivel 3						Nivel 3					
Clase B						Clase B						Clase B					
3,52 MJ		4,45 MJ				3,52 MJ		4,45 MJ				10 MJ					
■						■						■					
■						■						■					
■						■						■					

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Relés de señalización. Con contacto de salida con rearme después de la desaparición del defecto



RH99M



RH99P

RMH



RM12T

Relés Vigirex

Características generales

Tipo de red para supervisar: BT alterna/Tensión de la red

Esquema de conexión a tierra

Clasificación de tipo A, AC según CEI 60947-2

Temperatura de funcionamiento

Temperatura de almacenamiento

Características eléctricas del producto

Alimentación:	de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC	50/60 Hz/CC
tensión asignada de empleo Ue	48 V CA	50/60 Hz
	de 110 a 130 V CA	50/60Hz
	de 220 a 240 V CA	50/60/400 Hz
	de 380 a 415 V CA	50/60 Hz
	de 440 a 525 V CA	50/60 Hz

Rango de funcionamiento en tensión	Ue: de 12 a 24 V CA - de 12 a 48 V CC
	48 V ≤ Ue ≤ 415 V
	Ue > 415 V

Categoría de sobretensión

Tensión asignada soportada al impulso hasta Ue = 525 V CA Uimp (kV)

Consumo máx. CA

CC

Insensible a los microcortes ≤ 60 ms

Tiempo máx. de intervención por corte de toroidal (según la norma CEI 60947-2)

Rango medida corriente de fuga	Rango de medidas
	Precisión de la medida
	Tiempo de medida de un circuito
	Tiempo de medida de los 12 circuitos
	Tiempo de refresco de la visualización

Alarma Umbral I alarma

Rango de detección de la corriente de alarma
Temporización Δt alarma

Umbral de regulación de Δt alarma
Tiempo máximo de no detección de 2 IΔn (2 I alarma para RMH)
Tiempo máximo de detección de 5 IΔn (5 I alarma para RMH)
Regulación
Contacto de salida
Histéresis

Prealarma Umbral I prealarma

Rango de detección de la corriente de prealarma
Temporización Δt prealarma

Precisión
Regulación
Contacto de salida
Histéresis

Test con o sin conmutación de los contactos de salida Local
A distancia cable a cable (10 m máx.)
A distancia cable a cable en varios relés (10 m máx.)
A distancia a través de la COM

Vigilancia automática Del enlace de toroidal/relé
Del enlace de toroidal/multiplexor RM12T y RM12T/RMH
De la alimentación
De la electrónica

(1) Del 80% al 120% Ue si Ue < 20 V.

(2) -15% en la puesta en tensión.

protección diferencial BT

RH99										RMH y RM12T asociados	
50/60/400 Hz ≤ 1.000 V										50/60/400 Hz ≤ 1.000 V	
TT, TNS										TT, TNS	
–										–	
–25 °C/+70 °C										–25 °C/+55 °C	
–55 °C/+85 °C										–55 °C/+85 °C	
■										–	
■										–	
■										–	
■										■	
■										–	
■										–	
del 55% al 120% Ue (1)										–	
del 55% al 110% Ue										del 70% al 110% Ue (2)	
del 70% al 110% Ue										–	
IV										IV	
8										8	
4 VA										8 VA	
4 W										–	
■										■	
■										■	
–										de 0,015 A a 60 A en 12 circuitos de medida	
–										± 10% de I alarma	
–										< 200 ms	
–										< 2,4 s (< n × 200 ms si n toroidales)	
–										2 s	
9 umbrales conmutables										1 umbral regulable/circuito	
0,03 A - 0,1 A - 0,3 A - 0,5 A - 1 A - 3 A - 5 A - 10 A - 30 A										de 0,03 A a 1 A por pasos de 0,001 A	
										de 0,015 A a 1 A por pasos de 0,1 A	
80% I alarma al 100% I alarma										80% I alarma al 100% I alarma	
instantánea para I alarma = 0,03 A										instantánea para I alarma = 0,03 A	
9 temporizaciones conmutables predefinidas: instantánea de 4,5 s										1 temporización ajustable/circuito	
										instantánea de 5 s por pasos de 10 ms	
0 s	0,06 s	0,15 s	0,25 s	0,31 s	0,5 s	0,8 s	1 s	4,5 s	0 s	otras temporizaciones	
–	0,06 s	0,15 s	0,25 s	0,31 s	0,5 s	0,8 s	1 s	4,5 s	0,2 s	0,2 s + Δt alarma	
0,015 s	0,13 s	0,23 s	0,32 s	0,39 s	0,58 s	0,88 s	1,08 s	4,58 s	2,4 s	2,4 s + (1,2 3 Δt alarma)	
conmutador										teclado o bus interno	
inversor										inversor	
sin										desactivación del contacto de alarma al 70%	
–										del umbral I alarma	
										1 umbral regulable/circuito	
										de 0,015 A a 1 A por pasos de 0,001 A	
										de 1 A a 30 A por pasos de 0,1 A	
										con 0,015 A ≤ I prealarma ≤ I alarma ≤ 30 A	
–										80% I prealarma al 100% I prealarma	
–										1 temporización regulable/circuito	
										instantánea de 5 s por pasos de 10 ms	
–										0/-20% para todas las regulaciones	
–										teclado o bus interno	
–										de cierre	
–										desactivación del contacto de prealarma	
										al 70% del umbral I de prealarma	
■										■ y confirmación (Reset) de la memorización de la	
■										visualización (digital y LED) de la alarma	
■										–	
–										–	
										■ y confirmación (Reset) de la memorización de la	
permanente										visualización (digital y LED) de la alarma	
–										permanente	
permanente										permanente	
permanente										permanente	

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Relés de señalización. Con contacto de salida con rearme después de la desaparición del defecto



RH99M



RH99P



RM12T

Relés Vigirex

Características eléctricas del producto (continuación)

Características de los contactos de salida según la norma CEI 60947-5-1

Corriente asignada de empleo (A)	Corriente nominal térmica (A)
	Carga mínima
	Categoría de empleo
	24 V
	48 V
	110 V
	220-240 V
	250 V
	380-415 V
	440 V
	660-690 V

Visualización y señalización de la presencia de tensión (LED y relé)
del rebasamiento del umbral de alarma (LED y relé)
del rebasamiento del umbral de prealarma (LED y relé)
de la corriente de fuga y de los ajustes (digital)

Precinto de las regulaciones: tapa precintable que permite el test y el reset local

Comunicación

Capacidad para supervisión por bus interno

Características mecánicas del producto

Dimensiones

Peso

Clase de aislamiento (CEI 60664-1)	Cara anterior
	Salida de comunicación
Índice de protección IP (CEI 60529)	Cara anterior
	Otras caras
	Conectores

Choque en cara anterior IK (EN 50102)

Vibraciones seno Lloyd's y Veritas

Resistencia al fuego (CEI 60695-2-1)

Características ambientales

Calor húmedo sin funcionamiento (CEI 60068-2-30)

Calor húmedo en funcionamiento (CEI 60068-2-56)

Bruma salina (CEI 60068-2-52)

Grado de contaminación (CEI 60664-1)

Compatibilidad electromagnética (1)	Descargas electrostáticas (CEI 61000-4-2)
	Susceptibilidad irradiada (CEI 61000-4-3)
	Susceptibilidad conducida de baja energía (CEI 61000-4-4)
	Susceptibilidad conducida de alta energía (CEI 61000-4-5)
	Perturbaciones de radiofrecuencia (CEI 61000-4-6)
	Perturbaciones radioeléctricas (UNE-EN 55011)

Poder calorífico

Toroidales y accesorios

Toroidales	Toroidales de tipo A, OA
	Toroidales rectangulares
	para $I_{\Delta n} \geq 500$ mA
Cables	Enlace de toroidales-relés por par trenzado estándar
	no suministrado

(1) Compatibilidad para el conjunto de relé + toroidal.

protección diferencial BT

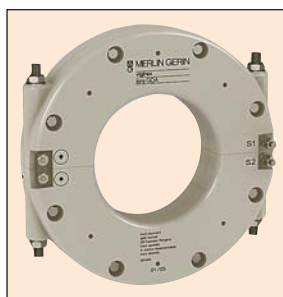
	RH99						RMH y RM12T asociados								RMH + RM12T	RM12T
							RMH									
	8						8						-	-		
	10 mA a 12 V						10 mA a 12 V						-	-		
	AC12	AC13	AC14	AC15	DC12	DC13	AC12	AC13	AC14	AC15	DC12	DC13	-	-		
	6	6	5	5	6	2	6	6	5	5	6	2	-	-		
	6	6	5	5	2	-	6	6	5	5	2	-	-	-		
	6	6	4	4	0,6	-	6	6	4	4	0,6	-	-	-		
	6	6	4	4	-	-	6	6	4	4	-	-	-	-		
	-	-	-	-	0,4	-	-	-	-	-	0,4	-	-	-		
	5	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	■						■						-	■ LED		
	■						■						-	-		
	-						■						-	-		
	-						■						-	-		
	■						■						-	-		
	-						■						-	-		
	Empotrado			DIN			Empotrado						-	-		
	72 × 72 mm			6 pasos de 9 mm			72 × 72 mm						-	12 pasos de 9 mm		
	0,3 kg			0,3 kg			0,3 kg						-	0,42 kg		
	II			II			II						-	-		
	-			-			II						-	-		
	IP40			IP40			IP40						-	IP40		
	IP30			IP30			IP30						-	IP30		
	IP20			IP20			IP20						-	IP20		
	IK07 (2 julios)			IK07 (2 julios)			IK07 (2 julios)						-	IK07 (2 julios)		
	de 2 a 13,2 Hz ±1 mm			de 2 a 13,2 Hz ±1 mm			de 2 a 13,2 Hz ±1 mm						-	de 2 a 13,2 Hz ±1 mm		
	y de 13,2 a 100 Hz - 0,7 g			y de 13,2 a 100 Hz - 0,7 g			y de 13,2 a 100 Hz - 0,7 g						-	y de 13,2 a 100 Hz - 0,7 g		
	■			■			■						-	■		
	28 ciclos +25 °C/+55 °C/HR 95%						28 ciclos +25 °C/+55 °C/HR 95%						-	28 ciclos +25 °C/+55 °C/HR 95%		
	48 h 00 Categoría ambiental C2						48 h 00 Categoría ambiental C2						-	48 h 00 Categoría ambiental C2		
	Ensayo KB severidad 2						Ensayo KB severidad 2						-	Ensayo KB severidad 2		
	3						3						-	3		
	Nivel 4						-						Nivel 4	-		
	Nivel 3						-						Nivel 3	-		
	Nivel 4						-						Nivel 4	-		
	Nivel 4						-						Nivel 4	-		
	Nivel 3						-						Nivel 3	-		
	Clase B						-						Clase B	-		
	3,52 MJ			4,45 MJ			10 MJ						-	14 MJ		
	■						-						■	-		
	■						-						■	-		
	■						-						■	-		

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

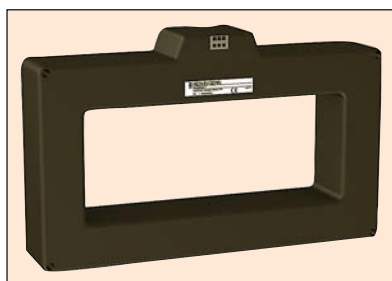
7.10 Toroidales y accesorios comunes para toda la gama Vigirex



Toroidal cerrado de tipo A: IA80.



Toroidal abierto de tipo OA: GOA.



Toroidal rectangular.

Toroidales

Relés asociados

Relés de señalización

Relés de protección

Utilización

Para trabajos nuevos y ampliaciones

Para renovación y ampliaciones

Características generales

Tipo de red para supervisar

Tensión de aislamiento U_i

Toroidal cerrado

Toroidal abierto

Temperatura de funcionamiento

Temperatura de almacenamiento

Índice de protección

Características eléctricas del producto

Relación de transformación

Resistencia a la corriente de cortocircuito trifásica I_{cw} 100 kA/0,5 s

Resistencia a la corriente diferencial de cortocircuito (CEI 60947-2 en kA eficaz) $I_{\Delta w}$ 85 kA/0,5 s

Categoría de sobretensión

Tensión asignada soportada al impulso U_{imp} (kV)

Caracterización de los toroidales

Corriente asignada de empleo I_e (A)

Sección máx. admisible por fase de los conductores (mm² cobre)

Características mecánicas del producto

Tipo de toroidal

Toroidal TA30

Toroidal PA50

Toroidal IA80

Toroidal MA120

ToroidalSA200

Toroidal GA300

Toroidal POA

Toroidal GOA

Toroidal rectangular

Toroidal rectangular

Cableado

Sección de los cables (mm²) para una resistencia $R = 3 \Omega$

0,22

0,75

1

1,5

Tipo de montaje

Encliquetado en relé Vigirex (montaje posterior)

En carril DIN simétrico (montaje horizontal o vertical)

En panel pleno o perforado o chapa perfilada

En cable

En juego de barras

Características ambientales

Calor húmedo sin funcionamiento (CEI 60068-2-30)

Calor húmedo en funcionamiento (CEI 60068-2-56)

Bruma salina (CEI 60068-2-52)

Grado de polución (CEI 60664-1)

Poder calorífico (MJ)

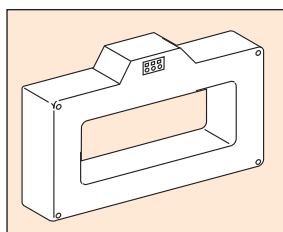
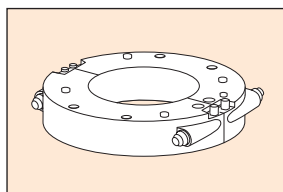
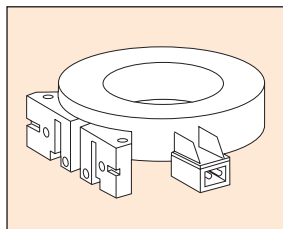
(1) Para $I_{\Delta n} \geq 500$ mA.

(2) De 0,5 a 2,5 mm².

protección diferencial BT

Toroidal cerrado de tipo A							Toroidal abierto de tipo OA		Toroidal rectangular	
RH99, RMH RH10, RH21, RH99, RHU y RHUs							RH99, RMH RH10, RH21, RH99, RHU y RHUs		RH99 y RMH (1) RH10, RH21, RH99, RHU y RHUs (1)	
■ –							– ■		■ –	
BT 50/60/400 Hz 1.000 V							BT 50/60/400 Hz 1.000 V		BT 50/60/400 Hz 1.000 V	
■ – –35 °C/+70 °C –55 °C/+85 °C IP30 (conectores IP20)							– ■ –35 °C/+70 °C –55 °C/+85 °C –		■ – –35 °C/+80 °C –55 °C/+100 °C IP30 (conectores IP20)	
1/1.000							1/1.000		1/1.000	
■ ■ IV 12							■ ■ IV 12		■ ■ IV 12	
TA30	PA50	IA80	MA120	SA200	GA300		POA	GOA	280 × 115	470 × 160
65	85	160	250	400	630		85	250	1.600	4.000
25	50	95	240	2 × 185	2 × 240		50	240	2 × 100 × 5	2 × 125 × 10
Dimensiones Ø (mm)							Dimensiones Ø (mm)		Dimensiones interiores (mm)	
Peso (kg)							Peso (kg)		Peso (kg)	
30							–		–	
50							–		–	
80							–		–	
120							–		–	
200							–		–	
300							–		–	
–							46		–	
–							110		–	
–							–		280 × 115	
–							–		470 × 160	
Longitud de enlace máx. (m)							Longitud de enlace máx. (m)		Longitud de enlace máx. (m)	
18							18		–	
60							60		10 (2)	
80							80		10 (2)	
100							100		10 (2)	
TA30, PA50							–		–	
TA30, PA50, IA80, MA120							–		–	
TA30, PA50, IA80, MA120, SA200							POA, GOA		–	
IA80, MA120, SA200, GA300							–		■	
–							–		■	
28 ciclos +25 °C/+55 °C/HR 95%							28 ciclos +25 °C/+55 °C/HR 95%		28 ciclos +25 °C/+55 °C/HR 95%	
48 h 00 Categoría ambiental C2							48 h 00 Categoría ambiental C2		48 h 00 Categoría ambiental C2	
Ensayo KB severidad 2							Ensayo KB severidad 2		Ensayo KB severidad 2	
3							3		4	
0,98	1,42	3,19	3,89	7,05	–		8,02	16,35	–	

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial



Captadores

Toroidales cerrados de tipo A

Tipo	Ø interior (mm)	
TA30	30	50437
PA50	50	50438
IA80	80	50439
MA120	120	50440
SA200	200	50441
GA300	300	50442

Toroidales abiertos de tipo OA

Tipo	Ø interior (mm)	
POA	46	50485
GOA	110	50486

Toroidales rectangulares

Dimensiones interiores (mm)	
280 × 115	56053
470 × 160	56054

Nota: Enlace captador-relé: cables trenzados no suministrados (ver el capítulo "Instalación y conexión").

7.11 Bloques diferenciales adaptables Vigicompact

Para interruptores automáticos Compact NS100 a NS630. La protección diferencial se obtiene por el montaje de un **dispositivo diferencial residual Vigí** directamente en los bornes inferiores del aparato. Después de la adaptación del Vigí, se conservan todas las características siguientes del interruptor automático:

- Conformidad con las normas.
- Grados de protección, aislamiento de clase II en la cara anterior.
- Seccionamiento con corte plenamente aparente.
- Características eléctricas.

- Características de los bloques de relés.
- Formas de instalación y conexionado.
- Accesorios de señalización, medida y mando.
- Accesorios de instalación y conexionado.



Tabla resumen de la gama disponible de bloques Vigí para Compact NS

Bloque Vigí	Calibre	Tensión (V)	Referencias	
			3P	4P
ME	100/160		29212	29213
MH	100/160	220/440 440/550	29210 29215	29211 29216
MH	250	220/440 440/550	31535 31533	31536 31534
MB	400/630		32455	32456
Adaptador de bloque Vigí de 4P sobre aparato de 3P	100/250	–	–	29214
	400/630	–	–	32457

- **ME:** fijo en sensibilidad (0,3 A) y en tiempo:
 - Apto para calibres de 100 y 160 A.
- **MH:** regulable en sensibilidad de 0,03 a 10 A y en tiempo de 0 a 310 ms:
 - Apto para calibres de 100, 160 y 250 A.
- **MB:** regulable en sensibilidad de 0,3 a 30 A, y en tiempo de 0 a 310 ms:
 - Apto para calibres de 400 y 630 A.

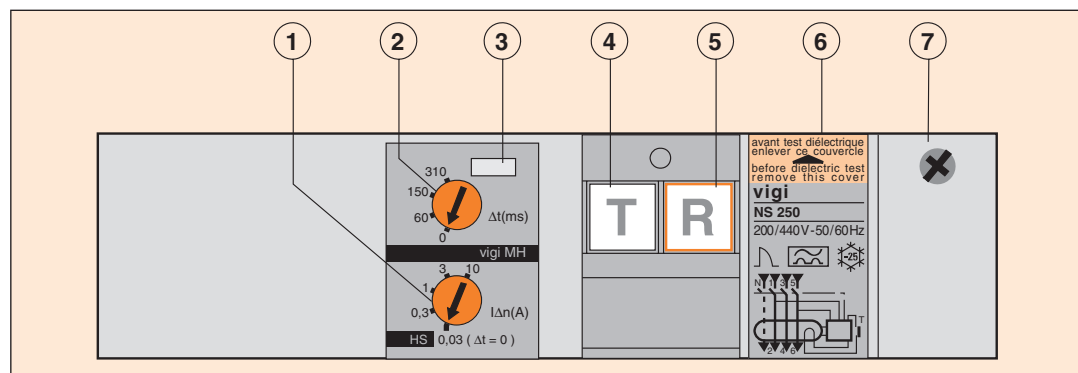


7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Características técnicas

Bloques Vigí para Compact NS

Dimensiones y pesos		NS100 - NS160	NS250	NS400 - NS630
dimensiones	3 polos	105 × 236 × 86		135 × 355 × 110
L × H × P (mm)	4 polos	140 × 236 × 86		180 × 355 × 110
peso (kg)	3 polos	2,5	2,8	8,8
	4 polos	3,2	3,4	10,8



1 regulación de la sensibilidad, 2 regulación de la temporización (que posibilita la protección diferencial selectiva), 3 precinto que impide el acceso a las regulaciones, 4 botón de test que permite la verificar regularmente el disparo simulando un defecto diferencial, 5 botón pulsador de rearme (necesario después del disparo por defecto diferencial), 6 placa de características, 7 alojamiento para el contacto auxiliar SDV.

Conformidad con las normas

- CEI 947-2 anexo B.
- Decreto del 14 noviembre 1988.
- CEI 255-4 / UNE 21136 y CEI 801-2 a 5: protección contra los disparos intempestivos debidos a las sobretensiones pasajeras, rayos, conmutaciones de aparatos en la red, descargas electrostáticas, ondas radioeléctricas.
- CEI 755: clase A. Insensibilidad a las componentes continuas de hasta 6 mA.

■ Funcionamiento hasta -25 °C, siguiendo la norma VDE 664.

Señalización a distancia

Los Vigí pueden incorporar un contacto auxiliar para la señalización a distancia del disparo bajo defecto diferencial.

Alimentación

Los Vigí se alimentan por la tensión de la red que protegen. No necesitan pues de ninguna alimentación exterior.

Funcionan incluso con sólo presencia de tensión entre dos fases.

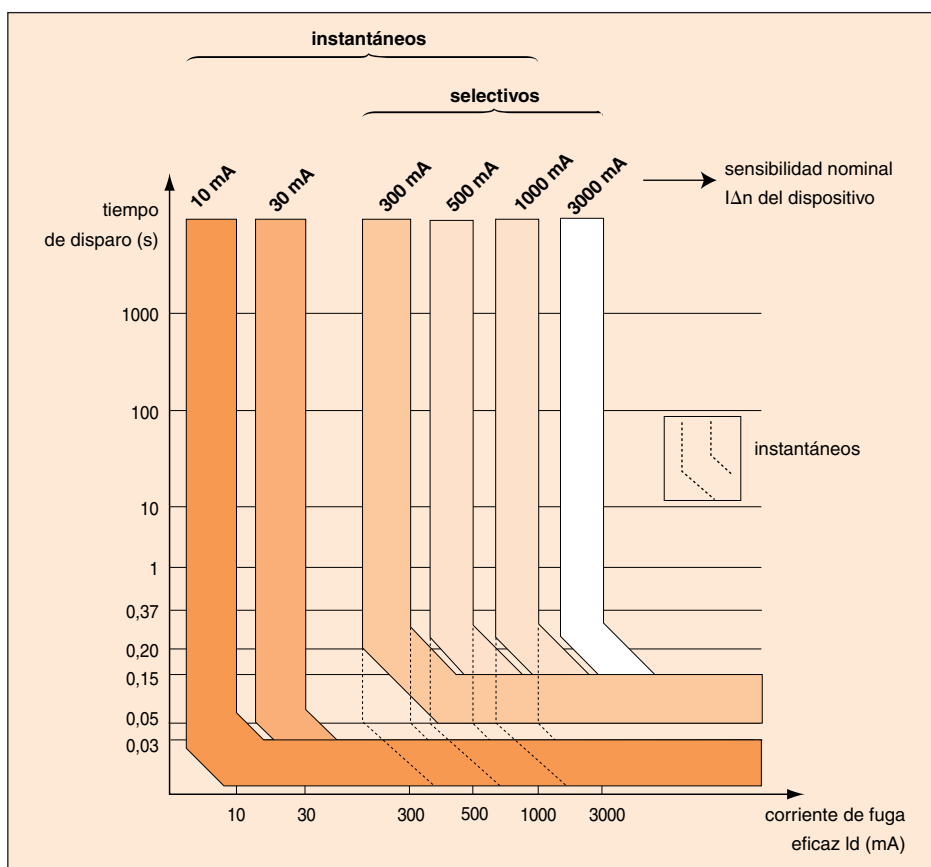
Dispositivos diferenciales residuales		Vigí ME	Vigí MH	Vigí MB
número de polos		3, 4 (*)	3, 4 (*)	3, 4 (*)
para Compact	NS100 N/H/L	■	■	
	NS160 N/H/L	■	■	
	NS250 N/H/L		■	
	NS400 N/H/L			■
	NS630 N/H/L			■
Características de la protección diferencial				
sensibilidad $I_{\Delta n}$ (A)		fijo 0,3	regulable 0,03 - 0,3 - 1 - 3 - 10	regulable 0,3 - 1 - 3 - 10 - 30
temporización	retardo intencional (ms)	fijo < 40	regulable 0 60(**) 150(**) 310(**)	regulable 0 60 150 310
	tiempo total de corte (ms)	< 40	<40 <140 <300 <800	< 40 < 140 < 300 < 800
	tensión nominal (V)	CA 50/60 Hz	200...440 - 440...550	200...400 - 440...550

(*) Los bloques Vigí 3P se adaptan igualmente sobre los interruptores automáticos 2P.

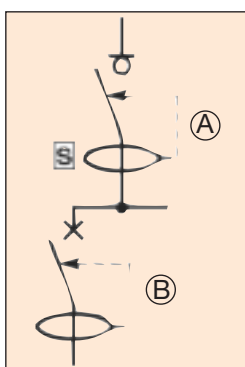
(**) Cualquiera que sea el escalón de temporización, si la sensibilidad está regulada a 30 mA, no se aplica ningún retardo en el disparo.

7.12 Curvas de disparo de los dispositivos diferenciales

Curvas de disparo para dispositivos diferenciales multi 9: ID, DPN Vigi, bloques Vigi Claro, Vigi C60, Vigi C120



■ Regla práctica para conseguir selectividad entre diferenciales



Recordemos que las 2 condiciones de aplicación práctica para conseguir selectividad diferencial son:

1) sensibilidad:

Δn aguas arriba (A) $>$ 2 Δn aguas abajo (B).

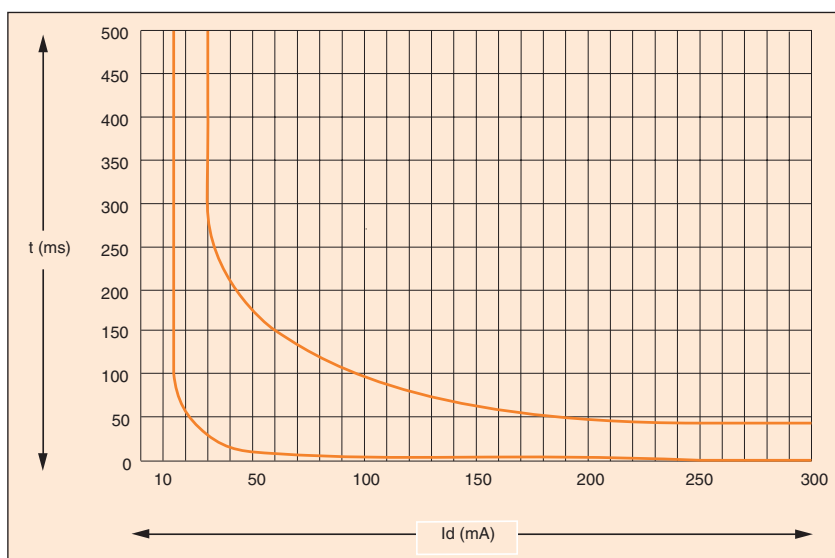
2) tiempo:

Tiempo de no disparo aguas arriba (A) $\geq 1,2$ veces el tiempo total de apertura del aparato aguas abajo (B).

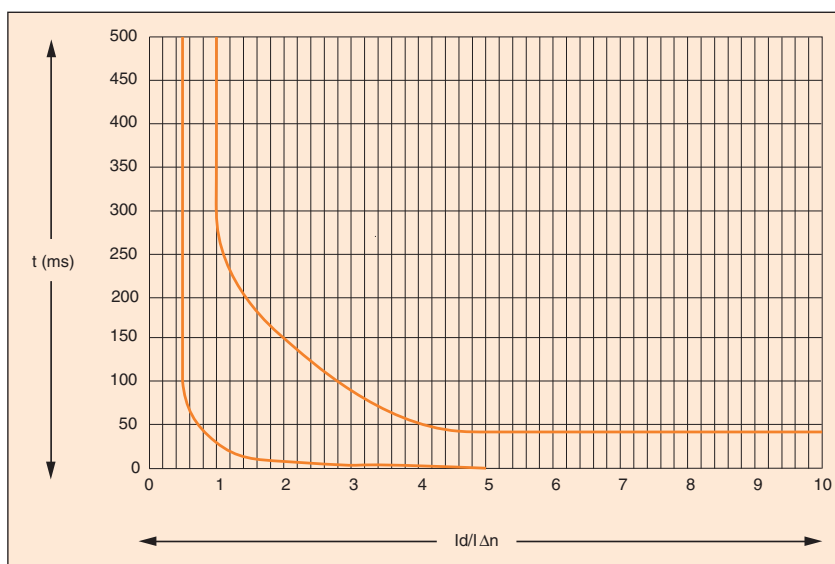
7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

Curvas de disparo para la gama Vigi NG125 multi 9

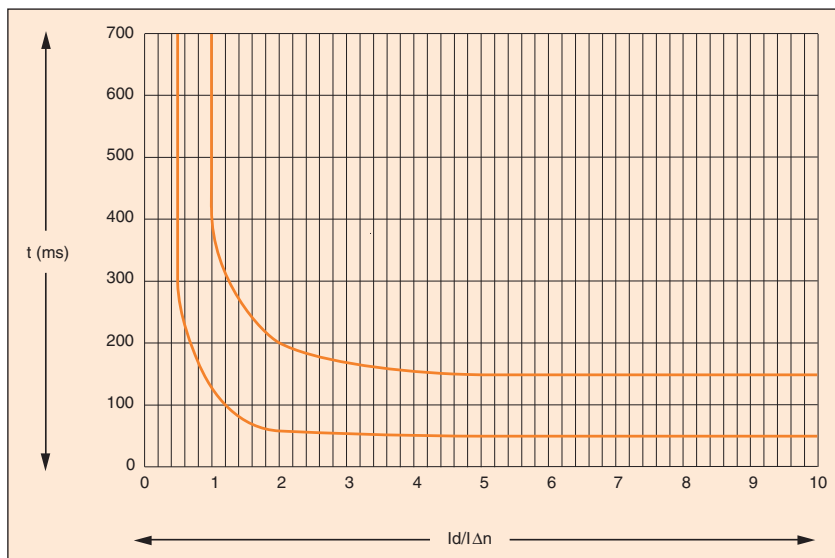
Curva de disparo
Vigi NG125
 $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$
instantáneo



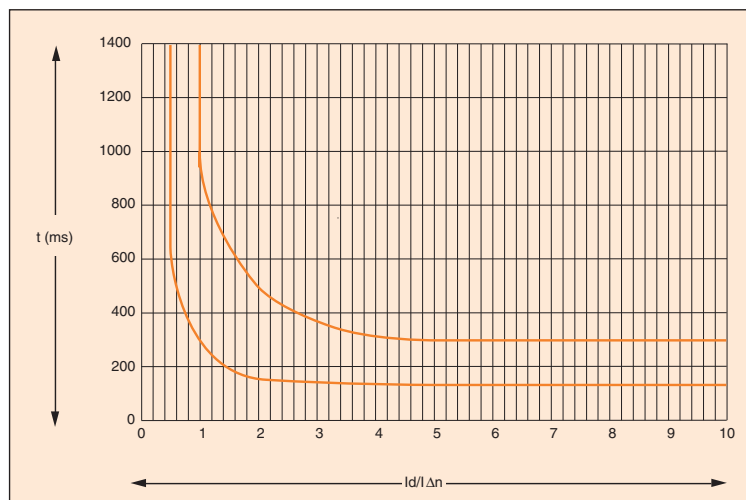
Curva de disparo
Vigi NG125
 $I_{\Delta n} = 300 \text{ mA}$
instantáneo



Curva de disparo
Vigi NG125
 $I_{\Delta n} \geq 300 \text{ mA}$
tipo S (60 ms)



Curva de disparo Vigi NG125 $I_{\Delta n} \geq 300 \text{ mA}$ tipo R (150 ms)



■ Selectividad diferencial utilizando Vigi NG125

Los bloques diferenciales regulables ofrecen la posibilidad de ajustar el retardo del tiempo de disparo:

- ☐ Instantáneo (I).
- ☐ Selectivo (S): 60 ms.
- ☐ Retardado: 150 ms.

Gracias a este retardo, si un aparato de una derivación aguas abajo (ID, Vigi C60,

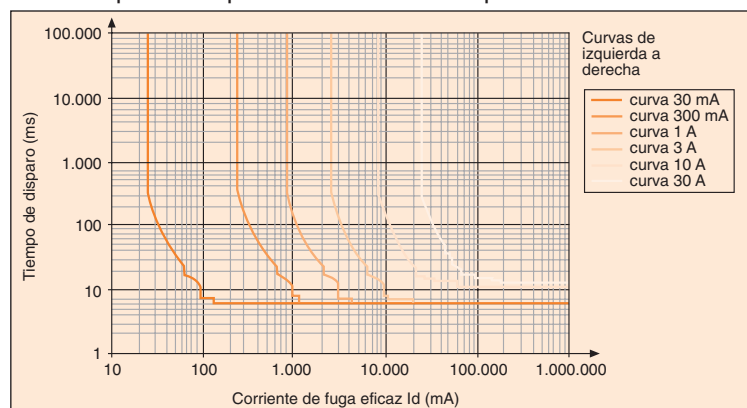
Vigi C120 o interruptor automático diferencial (DPN Vigi **Clario**) detecta un defecto diferencial, el interruptor automático NG125 situado en la parte superior del cofre no dispara, garantizando la continuidad de servicio del resto de la instalación.

Esta tabla indica la regulación del NG125, en función del aparato de abajo, para tener selectividad (total) ante defecto diferencial.

Abajo		Arriba: Vigi NG125			
		Selectivo (60 ms)		Retardado (150 ms)	
gama	tipo	300 mA 500 mA	1000 mA 3000 mA	1000 mA	3000 mA
DPN Vigi	30 mA, inst.				
ID	300 mA, inst.				
Vigi C60/C120	300 mA ☐				
	1000 mA ☐				

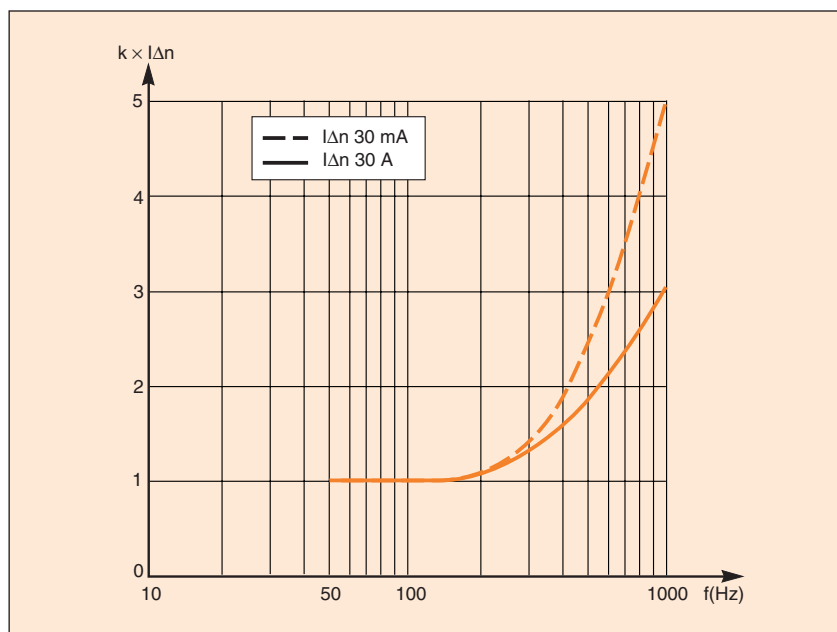
Curvas de disparo para la gama Vigirex RHU

Curvas tipo de disparo a 50 Hz con temporización nula.

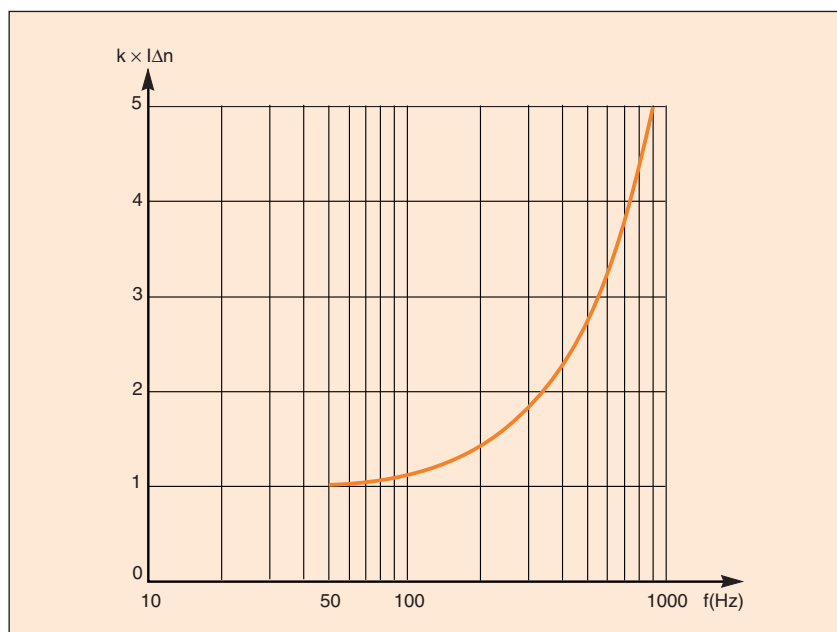


7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

RHU



RH10, RH21 y RH99



7.13 Comportamiento en función de la frecuencia de los dispositivos diferenciales Merlin Gerin

Los dispositivos diferenciales de Merlin Gerin se pueden utilizar en redes a 400 Hz o más.

■ A 400 Hz, el circuito de test de los diferenciales puede dejar de funcionar al accionar el botón de test.

De acuerdo con los estudios y normas internacionales (CEI 479-2), el cuerpo humano es menos sensible al paso de la

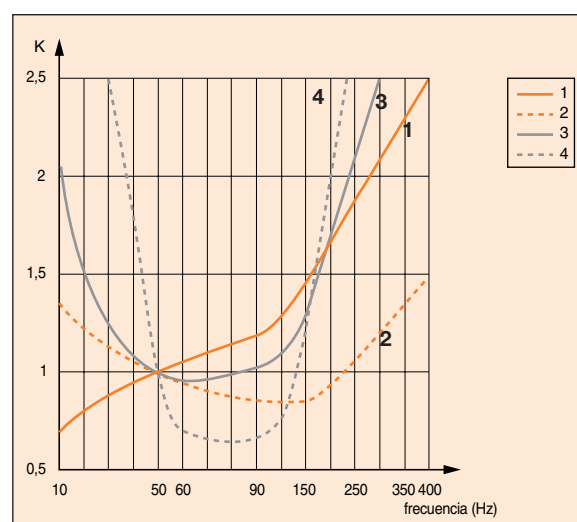
corriente a 400 Hz, por lo que, a pesar de la menor sensibilidad con la frecuencia de los diferenciales, los aparatos clase A garantizan siempre la protección de las personas. El método de selección de los diferenciales a 400 Hz es pues, la misma que a 50 Hz.

■ Es importante destacar que la sensibilidad en mA del dispositivo variará en función de la frecuencia de la red.

Las siguientes curvas representan (para frecuencias a partir de 10 Hz), la relación K entre la sensibilidad a una frecuencia determinada y la sensibilidad a 50 Hz:

$$K = \frac{I_{\Delta n}(f)}{I_{\Delta n}(50 \text{ Hz})}$$

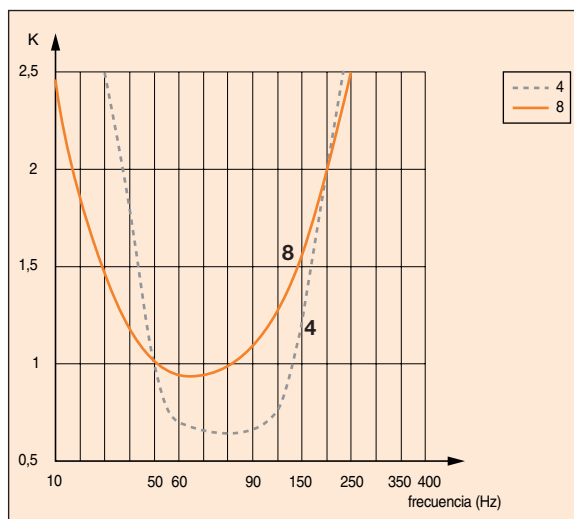
Interruptor diferencial ID multi 9



Clase	Calibre (A)	N.º curva sensibilidad (mA)		
		10	30	300
ID				
AC	25	2	1	1
	25-40	–	1	1
	63-80-100	–	2	1
A	25-40-63	–	3	2
ID si e ID S+E				
A, si	todos	–	4	–
todos los tipos				
S	todos	–	–	2

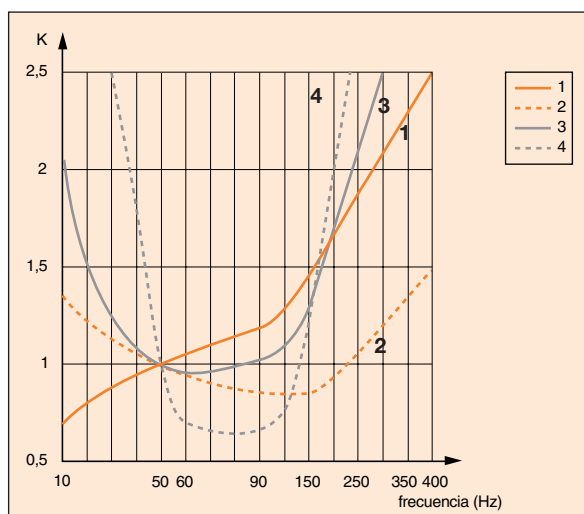
7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

DPNa Vigi, DPN N Vigi "si" multi 9



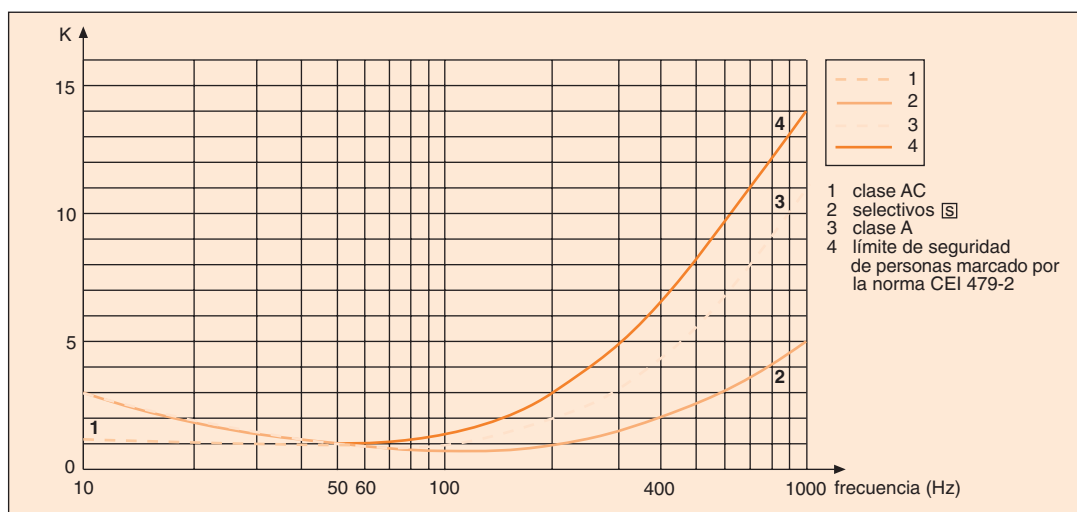
Clase	Calibre (A)	N.º curva sensibilidad (mA)	
		30	300
DPNa Vigi			
AC	todos	8	8
DPN N Vigi si			
A, si	todos	4	4

Vigi C60 multi 9

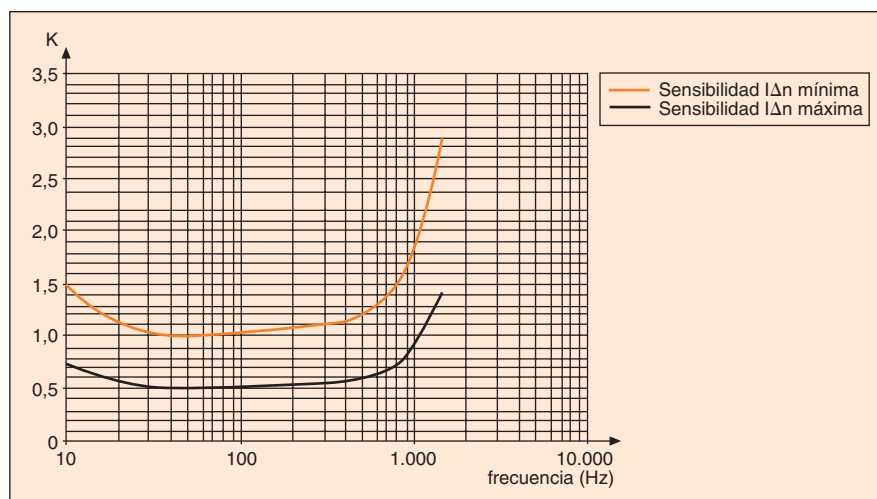


Clase	Calibre (A)	N.º curva		sens. (A)	
		10	30	300	1 A
Vigi C60 2, 3 y 4P					
AC	25	2	1	–	–
	40-63	–	2	–	–
A	25-63	3	3	2	–
Vigi C60 si					
A, si	todos	4			
todos los tipos					
	todos	–	–	2	2

Vigi C120, Vigi NG125 multi 9



Vigicompact NS tipos ME, MH y MB



7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

7.14 Potencias disipadas

La tabla siguiente indica la potencia disipada por polo en vatios para la aparatura multi 9 funcionando a la corriente nominal

In (A)	0,5 potencia (W)	1	1,6	2	2,5	3	4	5	6
Protección magnetotérmica									
¿DPN/¿DPN N 1P+N (1)		2,3		2,1		2,2	2,6		3,2
¿DPN/¿DPN N 3P y 3P+N (1)		6,9		6,3		6,6	7,7		8,7
¿DPN Vigi (1)		2,3		2,12		2,28	2,65		3,38
C60	2,2	2,3		2,5		2,4	2,4		3
C60L-MA			3		2,5		2		
C120									
NG125									
NG125L-MA							3		
C32H-DC		1,6		1,3		1,8			2,6
P25M (1)	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5
Protección diferencial									
ID									
IDc									
Vigi ¿DPN 1P+N (1)	30 mA	0,005		0,02		0,046	0,082		0,184
	300 mA	0,003		0,012		0,026	0,047		0,106
Vigi ¿DPN 3P y 3P+N (1)		0,003		0,013		0,029	0,051		0,115
Salida por abajo									
Vigi DPNc 3P+N (1)	30 mA	0,004		0,016		0,035	0,063		0,142
Salida por arriba	300 mA	0,003		0,011		0,024	0,042		0,095
Vigi C60	0,001	0,002	0,005	0,01	0,012	0,02	0,03		0,07
Vigi C120									
Vigi NG125									
Control y mando									
CT, ¿CT									
TL, ¿TL									
BP									
V	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
CM									
I									

(1) Potencia disipada por aparato.

protección diferencial BT

	6,3	10	12,5	16	20	25	32	40	50	63	80	100	125
		2		3,3	3,5	4,8	4,9	6,9					
		4,8		9,2	9,6	9,3	9,6	15					
		2,51		4,61	5,55	5,5	8,74	14,3					
		2		2,6	2,9	3	3,5	4,6	4,5	6,6			
	2,6	3	3,5	4,6		5,5		4,5					
		1,7		2,3	2,65	2,7	3,3	3,2	3,5	3,9	4,5	5,6	7
		2		2,5	3	3,2	3,5	4	4,7	5,5	6	7	9
	2	2		2,5	3	3,2	3,5	4		5,5			
		1,5		2,1	2,1	2,4	3,1	4,2					
	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5							
						1,3		2,88		3,81	6	9	
						1,3		2,88					
		0,512		1,311	2,048	3,2	3,84	6					
		0,294		0,752	1,175	1,836	3	4,7					
		0,319		0,816	1,275	1,992	3,264	5,1					
		0,394		1,008	1,575	2,461	4,032	6,3					
		0,263		0,672	1,050	1,641	2,688	4,2					
	0,076	0,19	0,30	0,49	0,77	1,2	0,77	1,21	1,89	3			
											1,3	2	3
		0,1		0,3	0,5	0,7	1,2	1,8	2,8	4,5	1,6	2,5	4
				1,3		1,3 (1P-2P) 1,6 (3P-4P)		1,6 (2P) 2,1 (3P-4P)		1,6 (2P) 2,1 (3P-4P)		4,2	
				2			4						
					0,3								
	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
					0,3								
					0,28		0,72	0,5		1,5		2,3	3,7

7 Gamas Merlin Gerin de protección diferencial

7.15 Resistencia a vibraciones y choques

Toda la gama de interruptores automáticos y diferenciales Merlin Gerin se somete a una prueba de vibraciones industriales conforme a la norma UNE-EN 60068.

Las especificaciones de estos ensayos son las siguientes:

- La corriente que atraviesa el aparato es 0,8 veces la corriente de regulación nominal.
- Las vibraciones se aplican en las tres direcciones.
- Interruptor automático abierto y luego cerrado.
- Gama de frecuencias: 2 a 80 Hz.
- Amplitud total de las vibraciones: 2 mm pico.
- Aceleración a 25 Hz: 2,5 g.

Procedimiento de ensayo:

- Barrido del margen de frecuencias (de Hertz a Hertz, t = 5 minutos).
- La frecuencia más crítica (o bien 25 Hz) se aplica durante 1 hora.

En el conjunto de la gama Merlin Gerin los resultados de los ensayos son los siguientes:

- No se produce aflojamiento alguno de los tornillos y conexiones.
- El aparato no se deteriora.
- No se producen actuaciones intempestivas del dispositivo de protección.

	Límites de utilización	
	vibraciones (UNE-EN 60068-2-6)	choques (UNE-EN 60068-2-27)
tipo		
DPN	3 g	15 g
C60/C120	6 g	30 g/11 ms
NG125	3 g	15 g
ID	3 g nivel S2	30 g/11 ms

8

Sistemas de reconexión automática Merlin Gerin

- 8.1 Introducción a la problemática y sus principales aplicaciones **184**
- 8.2 Sistemas de reconexión automática Merlin Gerin ... **184**
- 8.3 Aplicaciones de reconexión mediante el Transmisor Telefónico Bidireccional TTB **202**



8 Sistemas de reconexión automática

Merlin Gerin

8.1. Introducción a la problemática y sus principales aplicaciones

Cada vez más crece en importancia la necesidad de una **continuidad de servicio** en las instalaciones, de manera que el suministro eléctrico se interrumpa el menor tiempo posible, y únicamente cuando sea necesario.

Uno de los motivos que produce las interrupciones de suministro eléctrico, son los llamados disparos intempestivos de las protecciones de la instalación (interruptores magnetotérmicos y diferenciales).

Para solventar esta problemática, Merlin Gerin ha diseñado distintas soluciones de reconexión automática, basándose siempre en los principios de **máxima seguridad**.

Es conveniente recalcar que **el mejor sistema de reconexión automática es aquel que actúa lo menos posible**. Por esta razón se recomienda la utilización de interruptores diferenciales Superinmunizados “si” y **SiE** que aseguran una reducción de los disparos intempestivos, y por lo tanto un número de reconexiones inferiores.

Esta tecnología está disponible en todas las versiones de bloques Vigi para C60, C120 e iDPN, así como en todos los relés de toro separado Vigirex de Merlin Gerin.

Los sistemas de reconexión automática están especialmente concebidos para instalaciones no vigiladas o de difícil acceso y donde se precise la máxima continuidad de servicio preservando siempre una máxima seguridad y evitando ante todo desplazamientos costosos en cuanto a tiempo y dinero.

A continuación se citan algunos ejemplos de instalaciones donde es conveniente instalar sistemas de reconexión automática:

■ Redes de comunicación:

- Estaciones repetidoras de telefonía fija y móvil.
- Estaciones repetidoras de radio y televisión.

■ Estaciones de medida y control:

- Transporte de gas.
- Embalses.
- Estaciones meteorológicas.

■ Sistemas de alumbrado:

- Alumbrado público, zonas de reposo en las autopistas.
- Túneles, parkings.
- Semáforos.

■ Instalaciones agrícolas: riego automático, bombeo de agua, etc.

■ Cajas y bancos, en especial los cajeros automáticos.

■ Sistemas de señalización en carreteras, ferrocarriles, aérea.

■ Entornos industriales: cámaras frigoríficas, unidades de control, etc.

8.2. Sistemas de reconexión automática Merlin Gerin

Las soluciones de reconexión automática Merlin Gerin se basan en tres relés de control: el ATm (ref. 18316), el ATm3 (ref. 18306), y el ATm7 (ref. 18307).

Características de los relés de reconexión automática ATm, ATm3 y ATm7

■ Principios de funcionamiento

En ambos casos los sistemas que se derivan han sido diseñados para garantizar simultáneamente la **máxima seguridad y continuidad de servicio** de la instalación.

En este sentido, el concepto de funcionamiento de cualquiera de los sistemas Merlin Gerin es el siguiente:

- En caso de producirse un defecto transitorio, el sistema rearma después de un tiempo T1 sin más consecuencias. No obstante si se supera el número máximo de defectos transitorios durante el tiempo T2 (llamado tiempo de ciclo o de reset), el sistema se bloquea y ya no efectúa ningún otro rearme.

□ Si después del tiempo T2 (se cuenta a partir del primer defecto), no se ha sobrepasado el número máximo de defectos transitorios, el sistema se resetea, y pone a cero sus contadores de defectos.

□ En caso de producirse un defecto permanente, el sistema se bloquea independientemente de las parametrizaciones ajustadas, justo después del primer intento de rearme.

Consecuentemente, se evitan los rearmes sucesivos frente a cortocircuitos o fugas de corriente permanentes, y por lo tanto se obtiene un **sistema de reconexión automática seguro**.

Todos los relés de reconexión automática (ATm, ATm3 y ATm7) disponen de un contacto para señalar a distancia la situación de bloqueo del sistema. Ver **figs. 8.1 y 8.2** en pág. 188.

■ Número de salidas controladas

El ATm permite ejecutar la reconexión automática para 1 salida de protecciones (magnetotérmica y/o diferencial).
Aparamenta multi 9 en 2P hasta 125 A y en 4P hasta 63 A.

El ATm3 permite ejecutar la reconexión automática para 3 salidas de protecciones (magnetotérmica y/o diferencial).
Aparamenta multi 9 en 2P hasta 125 A y en 4P hasta 63 A.
Compact NS hasta 630 A.

El ATm7 permite ejecutar la reconexión automática para 7 salidas de protecciones (magnetotérmica y/o diferencial).
Aparamenta multi 9 en 2P hasta 125 A y en 4P hasta 63 A.
Compact NS hasta 630 A.

■ Tratamiento de los defectos

El relé ATm trata los defectos en modo **general**. Es decir no efectúa ninguna diferenciación en función de si el defecto producido es de tipo diferencial o magnetotérmico.

No obstante, sí que determina como ya se ha explicado en los “*principios de funcionamiento*”, si el defecto producido es transitorio (intempestivo) o permanente. El ATm3 y el ATm7 tratan los defectos en

modo **general** o en modo **diferenciado**, según se configure.

En **modo diferenciado**, permiten ajustar un número máximo de rearmes en función de si el defecto producido es de tipo diferencial o magnetotérmico.

Por ejemplo, 2 rearmes en caso de defecto magnetotérmico y 8 rearmes en caso de defecto diferencial.

Para implementar el **modo diferenciado**, deben utilizarse los relés de protección diferencial de toro separado **Vigirex**, empleando 2 entradas para cada salida (por ejemplo I1, I2 para la salida 1). Cada una de ellas se conecta al auxiliar SD (defecto magnetotérmico) y al contacto del Vigirex (defecto diferencial) respectivamente. Tanto para el ATm3 como para el ATm7, se utilizan las 3 primeras salidas (O1, O2, O3) para funcionar en modo diferenciado.

■ Control del estado del sistema:

□ ATm.

El estado del sistema se controla mediante el led naranja situado en el frontal del aparato. Ver **fig. 8.1** en pág. 188:

- Pulsaciones rápidas: el sistema está OK, no se ha producido ningún disparo recientemente.
- Pulsaciones lentas: las protecciones están disparadas o se han producido disparos recientemente. El ATm está controlando todas las secuencias de la reconexión automática.
- Fijo: el sistema está bloqueado y ya no rearmará más.
- Apagado: el sistema de reconexión automática está fuera de servicio.

□ ATm3 o ATm7.

El estado del sistema se controla mediante la pantalla digital situada en el frontal del aparato. Los mensajes aparecen en castellano. Ver **fig. 8.2** en pág. 188. Mediante los menús (botón de diagnóstico) se puede acceder a la siguiente información:

- Estado de las salidas.
- Tipo de defecto que se ha producido.
- Valor de todos los contadores de

8 Sistemas de reconexión automática

Merlin Gerin

defectos (transitorios, permanentes, magnetotérmicos, diferenciales).

En definitiva, con los relés ATm3 y ATm7 se dispone siempre visualmente de toda la información relativa a los disparos que se han producido.

■ Inhibición del sistema

En ocasiones puede interesar inhibir el sistema de reconexión automática, por ejemplo durante operaciones de mantenimiento o presencia de personas en la instalación.

Cuando el sistema está inhibido, no producirá ningún rearme en caso de disparo de las protecciones.

Con el ATm, el sistema de reconexión automática puede inhibirse mediante:

- ☐ El potenciómetro situado en el frontal del aparato (localmente).
- ☐ Orden eléctrica mantenida (a distancia). Ver **fig. 8.1** en pág. 188.

Con el ATm3 y ATm7, el sistema de reconexión automática puede inhibirse mediante:

- ☐ Los menús que aparecen en el display del aparato (localmente).
- ☐ Orden eléctrica mantenida (a distancia). Ver **fig. 8.2** en pág. 188.

■ Reset del sistema

El reset del sistema es la puesta a cero de los contadores de defectos que determinan si se debe o no bloquear el sistema.

Con el ATm, el sistema de reconexión automática se resetea mediante:

- ☐ El potenciómetro situado en el frontal del aparato (localmente).
- ☐ Orden eléctrica impulsional (a distancia). Ver **fig. 8.1** en pág. 188.

Con el ATm3 y ATm7, el sistema de reconexión automática se resetea mediante:

- ☐ Los menús que aparecen en el display del aparato (localmente).

- ☐ Orden eléctrica impulsional (a distancia). Ver **fig. 8.2** en pág. 188.

■ Funciones adicionales de los relés ATm3 y ATm7:

☐ Cuando la tensión retorna después de un corte de la alimentación, el ATm3 (y ATm7) cierra el circuito de potencia al cabo de R segundos. Esta temporización a la puesta en tensión (R) es parametrizable desde los menús en el display del aparato. Esta característica del ATm3 (y ATm7) evita los fuertes transitorios de arranque cuando todas las cargas del sistema se alimentan simultáneamente.

☐ Los relés ATm3 y ATm7 disponen de una función opcional para realizar 2 rearmes adicionales en caso de bloqueo del sistema por defecto permanente general o diferencial. El primer rearme adicional se efectúa al cabo de T3 min., y el segundo rearme adicional al cabo de T4 min. después del primero. Esta función es especialmente útil en caso de producirse disparos diferenciales originados por la presencia de humedad, y para aquellas instalaciones con una elevadísima necesidad de continuidad de servicio.

☐ Los relés ATm3 y ATm7 disponen de una entrada (Y3) para forzar un último rearme a distancia (mediante orden eléctrica) en caso de bloqueo del sistema. Ver **fig. 8.2** en pág. 188.

☐ Existe la posibilidad en los relés ATm3 y ATm7 de utilizar un cartucho de memoria "EEPROM" (ref. 18314). Mediante este cartucho se puede guardar la parametrización y copiarla a otros relés ATm3 y ATm7. Ver **fig. 8.2** en pág. 188.

Nota: Tanto los mandos motorizados Tm para automáticos multi 9 como las motorizaciones MT para Compact NS disponen de un sistema mecánico en el propio aparato que puede inhibir el cumplimiento de las órdenes eléctricas de rearme.

De este modo, se asegura que en operaciones de mantenimiento por ejemplo, no se pueda rearmar el circuito de potencia. Únicamente se podrán cerrar las protecciones de forma manual.

Adicionalmente, los mandos motores aceptan un enclavamiento mecánico mediante candado para imposibilitar al 100% el rearme manual en caso de necesidad.

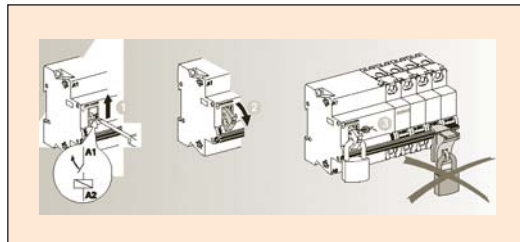


Tabla resumen de características del ATm, ATm3 y ATm7

	ATm ref. 18316	ATm3/ATm7 ref. 18306/18307
Número de salidas controladas	1	3/7
Tratamiento de los defectos	General	General o diferenciado (*)
Tiempo antes de rearme	T1: 30...300 seg.	T1: 30...9.999 seg.
Tiempo de ciclo completo (tiempo de reset)	T2: 12...120 min.	T2: 10...999 min.
Número de rearmes autorizados en caso de defecto eléctrico general	N: 0, 1, 2, 5, 10	NDE: 0...10
Número de rearmes autorizados en caso de defecto eléctrico magnetotérmico	–	NDE-SD: 0...3
Número de rearmes autorizados en caso de defecto eléctrico diferencial	–	NDE-V: 0...10
Tiempo para rearmes adicionales en caso de bloqueo del sistema por defecto permanente general o diferencial	–	T3, T4: 10...999 min.
Temporización de la salida a la puesta en tensión	–	R: 0...999 seg.
Magnetotérmico asociado	multi 9	multi 9 y/o Compact NS
Tipo de parametrización	Mecánica mediante potenciómetros	Digital mediante menús en castellano
Control del estado del sistema	Mediante led en el frontal del aparato	Mediante pantalla digital
Señalización a distancia de la situación de bloqueo del sistema	Sí	Sí
Reset del sistema	Local mediante potenciómetro	Local mediante menús o, a distancia mediante orden eléctrica
Inhibición del sistema	Local mediante potenciómetro o, a distancia mediante orden eléctrica	Local mediante menús o, a distancia mediante orden eléctrica

(*) Tratamiento diferenciado de los defectos en función de su tipología: magnetotérmico o diferencial.

8 Sistemas de reconexión automática Merlin Gerin

Partes constituyentes de los relés ATm, ATm3 y ATm7

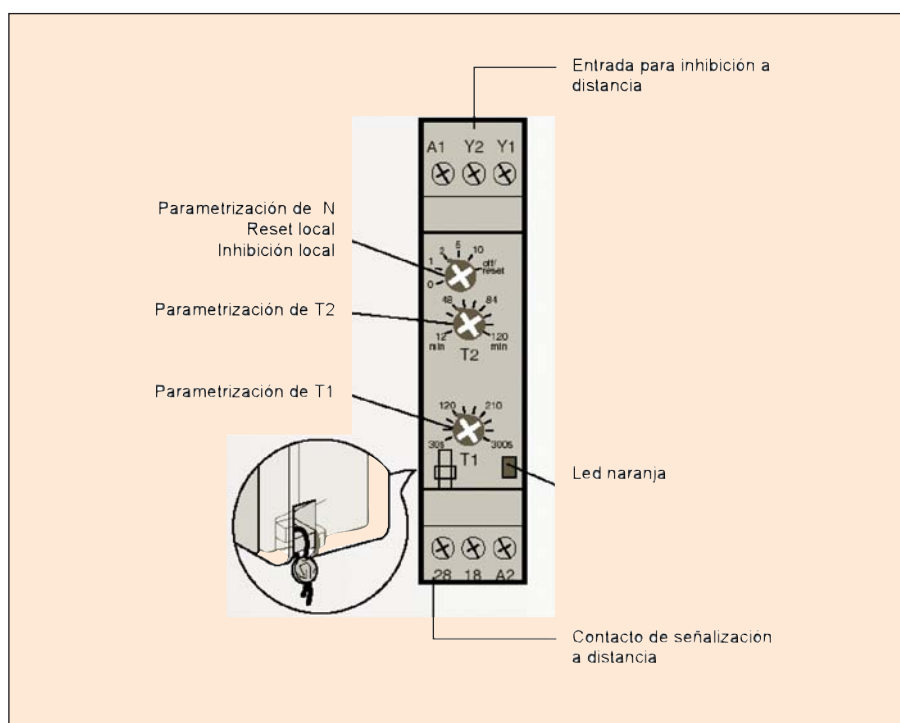


Fig. 8.1. ATm.

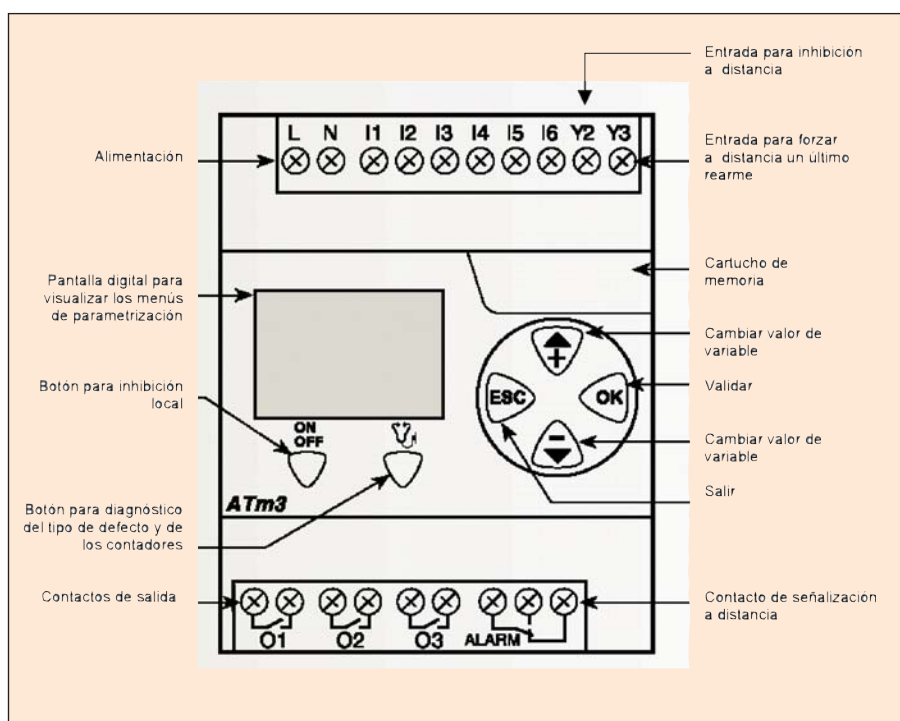


Fig. 8.2. ATm3.

Parametrización de los relés ATm3 y ATm7

A continuación se presentan las distintas etapas de parametrización de los relés ATm3 y ATm7. A modo de ejemplo, se

contemplan las diferentes opciones para configurar la salida 1. El proceso es idéntico para las otras salidas.

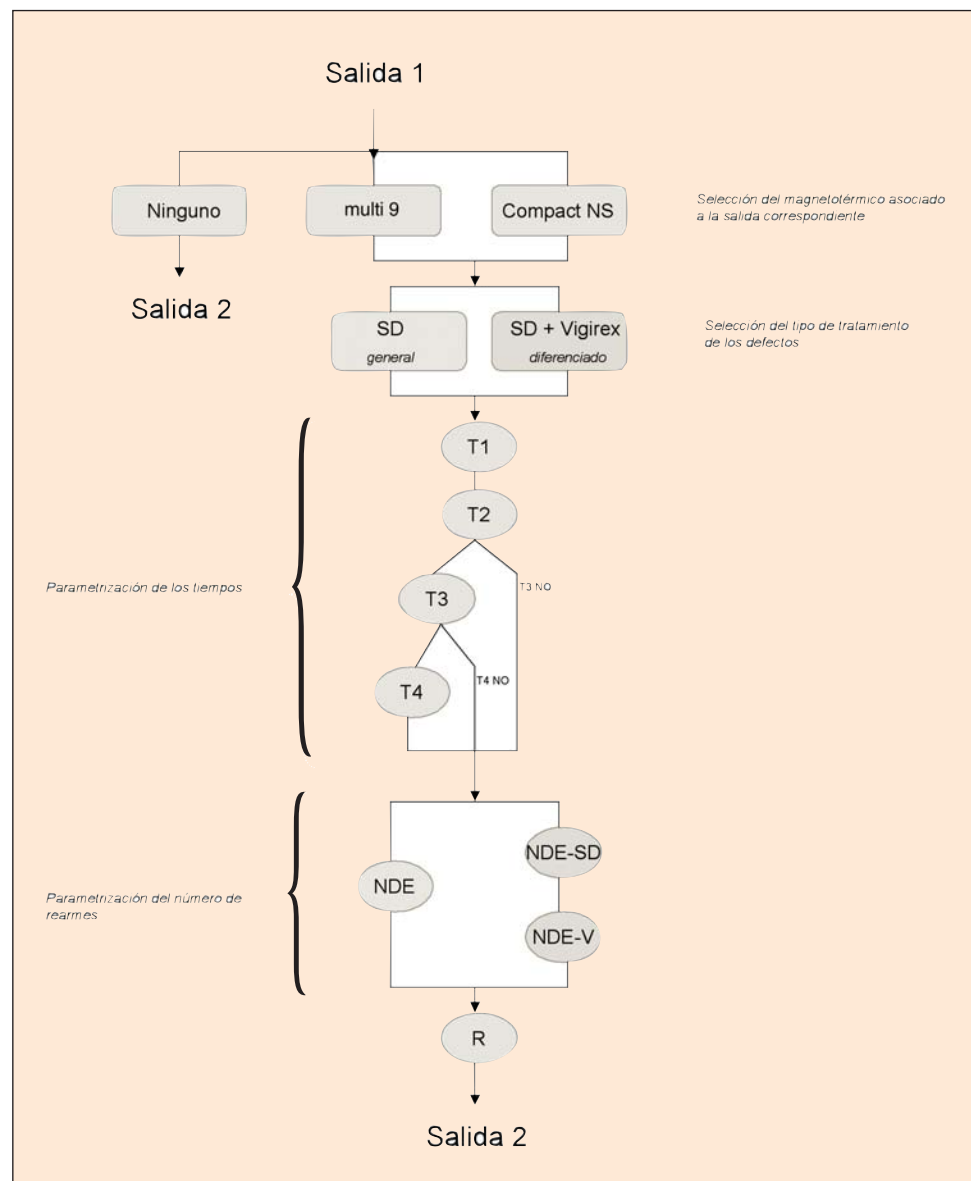


Fig. 8.3. Etapas de parametrización ATm3 y ATm7.

8 Sistemas de reconexión automática Merlin Gerin

■ Sistemas de reconexión automática Merlin Gerin

En este apartado se presentan, en formato de tabla, las principales soluciones de reconexión automática de Merlin Gerin.

Cada solución se identifica mediante un código (RM1, RD2, RMD4...), y tiene asociada una ficha esquemática de funcionamiento, en la cual se presentan los esquemas de conexionado y los principales parámetros que deben configurarse.

■ Esquemas de conexionado

En este capítulo se presentan todos los esquemas de las soluciones Merlin Gerin para la reconexión automática.

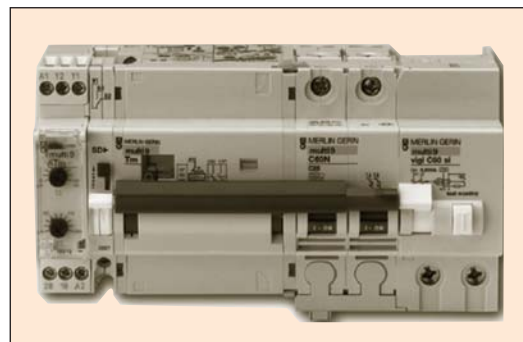
Todos los esquemas muestran el conexionado y material necesario para reconectar una única salida. Para el ATm3 y ATm7, un único relé será capaz de reconectar más de una salida, combinando distintas soluciones si es preciso.



ATm ref. 18316.



ATm ref. 18306.



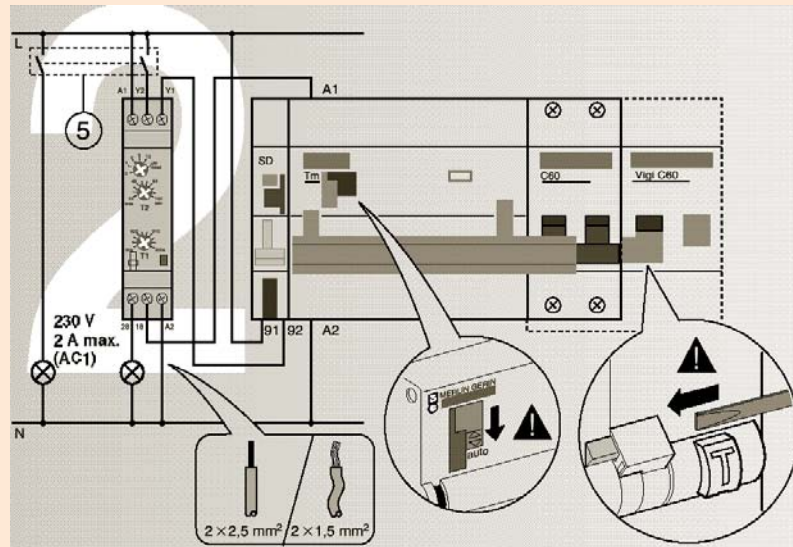
Solución RMD1.

reconexión magnetotérmica		reconexión diferencial		reconexión magnetotérmica + diferencial		n.º de polos	calibre
ATm	ATm3 ATm7	ATm	ATm3 ATm7	ATm	ATm3 ATm7		
				iDPN Vigi		1P + N	hasta 25 A
				RMD1	RMD2		
iDPN		iDPN + Vigirex		iDPN + Vigirex		1P...3P	hasta 40 A
RM1	RM2	RD1	RD2	RMD3	RMD4 (*)		
iDPN N		iDPN N + Vigirex		iDPN N + Vigirex			
RM1	RM2	RD1	RD2	RMD3	RMD4 (*)		
				C60 + bloque Vigi		1P...4P	hasta 63 A
				RMD1	RMD2		
C60		C60 + Vigirex		C60 + Vigirex			
RM1	RM2	RD1	RD2	RMD3	RMD4 (*)		
				C120 + bloque Vigi		1P...2P	hasta 125 A
				RMD1	RMD2		
C120		C120 + Vigirex		C120 + Vigirex			
RM1	RM2	RD1	RD2	RMD3	RMD4 (*)		
Compact NS		Compact NS + Vigirex		Compact NS + Vigirex		1P...4P	hasta 630 A
RM3		RD3		RMD5 (*)			

(*) reconexión magnetotérmica + diferencial diferenciada

Reconexión magnetotérmica

RM1



Elementos básicos del sistema

Elementos de protección:
Interruptor automático tipo iDPN, iDPN N, C60, C120.

Mando motorizado Tm.
Contacto de señalización de defecto SD.
Relé de reconexión automática ATm.

Parametrización

T1: tiempo antes de rearme.
T2: tiempo del ciclo completo (tiempo de reset).
N: número de rearmes autorizados.

Comentarios

Este sistema de reconexión automática está diseñado para diferenciar un defecto magnetotérmico permanente (p. ej. un cortocircuito) de un defecto magnetotérmico transitorio.

En caso de producirse un defecto transitorio, el sistema rearma tras T1 sin más consecuencias. No obstante, si el n.º de defectos transitorios supera N durante T2, el sistema se bloquea.

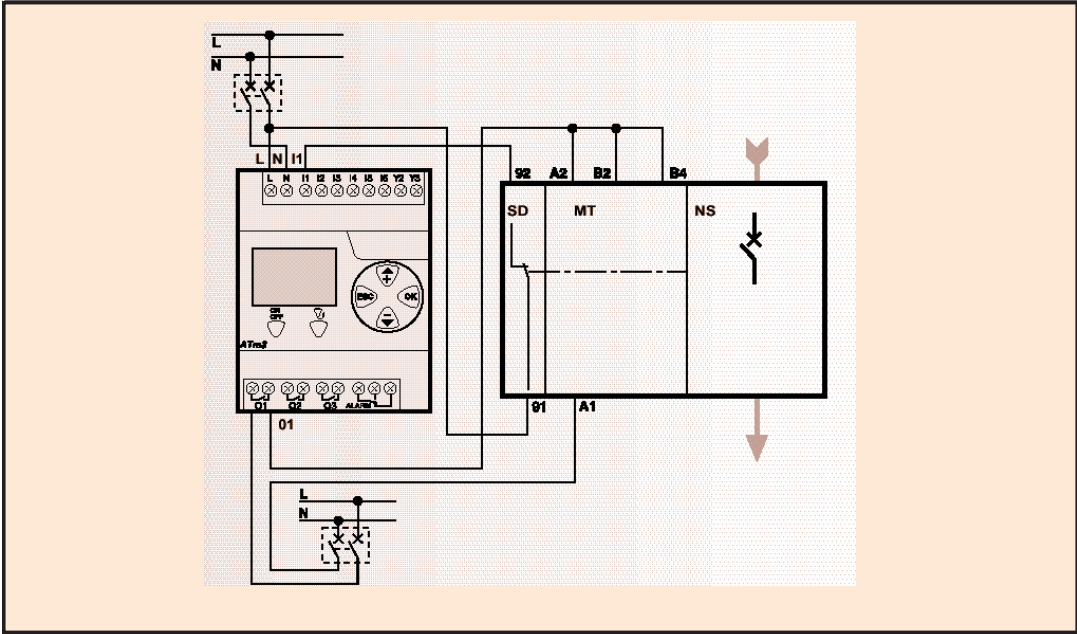
En caso de producirse un defecto permanente, el sistema se bloquea independientemente de las parametrizaciones ajustadas, justo después del primer intento de rearme.

8 Sistemas de reconexión automática

Merlin Gerin

Reconexión magnetotérmica	RM2
Elementos básicos del sistema	Parametrización
Elementos de protección: Interruptor automático tipo iDPN, iDPN N, C60, C120. Mando motorizado Tm. Contacto de señalización de defecto SD. Relé de reconexión automática ATm3 o ATm7.	Tipo de magnetotérmico: multi 9. Tratamiento de defectos: general SD. T1: tiempo antes de rearme. T2: tiempo del ciclo completo (tiempo de reset). NDE: número de rearmes autorizados. T3: tiempo antes del primer rearme adicional en caso de defecto permanente (opcional). T4: tiempo antes del segundo rearme adicional en caso de defecto permanente (opcional). R: temporización a la puesta en tensión.
Comentarios	
Este sistema de reconexión automática está diseñado para diferenciar un defecto magnetotérmico permanente (p. ej. un cortocircuito) de un defecto magnetotérmico transitorio. En caso de producirse un defecto transitorio, el sistema rearma tras T1 sin más consecuencias. No obstante, si el n.º de defectos transitorios supera NDE durante T2, el sistema se bloquea. En caso de producirse un defecto permanente, el sistema se bloquea independientemente de las parametrizaciones ajustadas, justo después del primer intento de rearme. Si se han configurado T3, T4, el sistema procede a dos rearmes adicionales, en caso de defecto permanente.	

Reconexión magnetotérmica	RM3
----------------------------------	------------



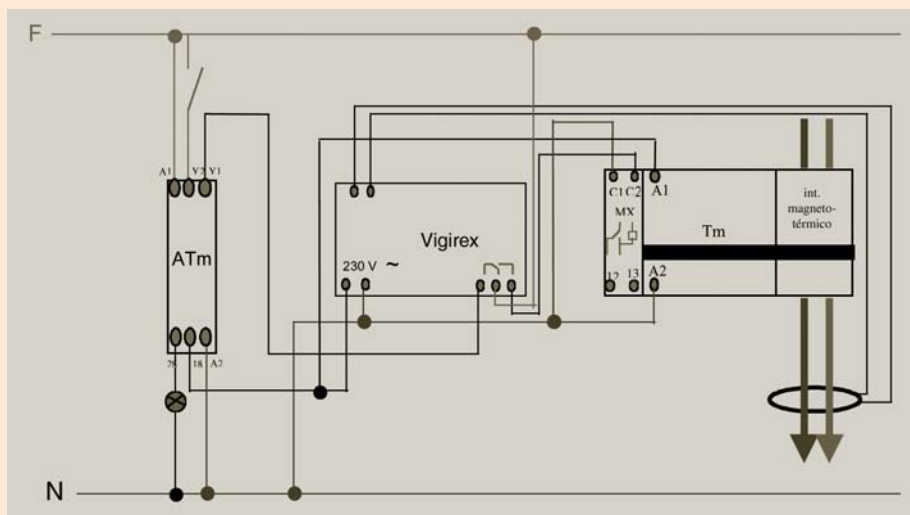
Elementos básicos del sistema	Parametrización
Elementos de protección: Interrupor automático tipo Compact NS. Motorización MT. Contacto de señalización de defecto SD. Relé de reconexión automática ATm3 o ATm7.	Tipo de magnetotérmico: Compact NS. Tratamiento de defectos: general SD. T1: tiempo antes de rearme. T2: tiempo del ciclo completo (tiempo de reset). NDE: número de rearmes autorizados. T3: tiempo antes del primer rearme adicional en caso de defecto permanente (opcional). T4: tiempo antes del segundo rearme adicional en caso de defecto permanente (opcional). R: temporización a la puesta en tensión.

Comentarios
Este sistema de reconexión automática está diseñado para diferenciar un defecto magnetotérmico permanente (p. ej. un cortocircuito) de un defecto magnetotérmico transitorio. En caso de producirse un defecto transitorio, el sistema rearma tras T1 sin más consecuencias. No obstante, si el n.º de defectos transitorios supera NDE durante T2, el sistema se bloquea. En caso de producirse un defecto permanente, el sistema se bloquea independientemente de las parametrizaciones ajustadas, justo después del primer intento de rearme. Si se han configurado T3, T4, el sistema procede a dos rearmes adicionales, en caso de defecto permanente.

8 Sistemas de reconexión automática Merlin Gerin

Reconexión diferencial

RD1



Elementos básicos del sistema

Elementos de protección:
 Interruptor automático tipo iDPN, iDPN N, C60, C120.
 Interruptor diferencial tipo Vigirex.
 Mando motorizado Tm.
 Bobina de disparo MX.
 Relé de reconexión automática ATm.

Parametrización

T1: tiempo antes de rearme.
 T2: tiempo del ciclo completo (tiempo de reset).
 N: número de rearmes autorizados.

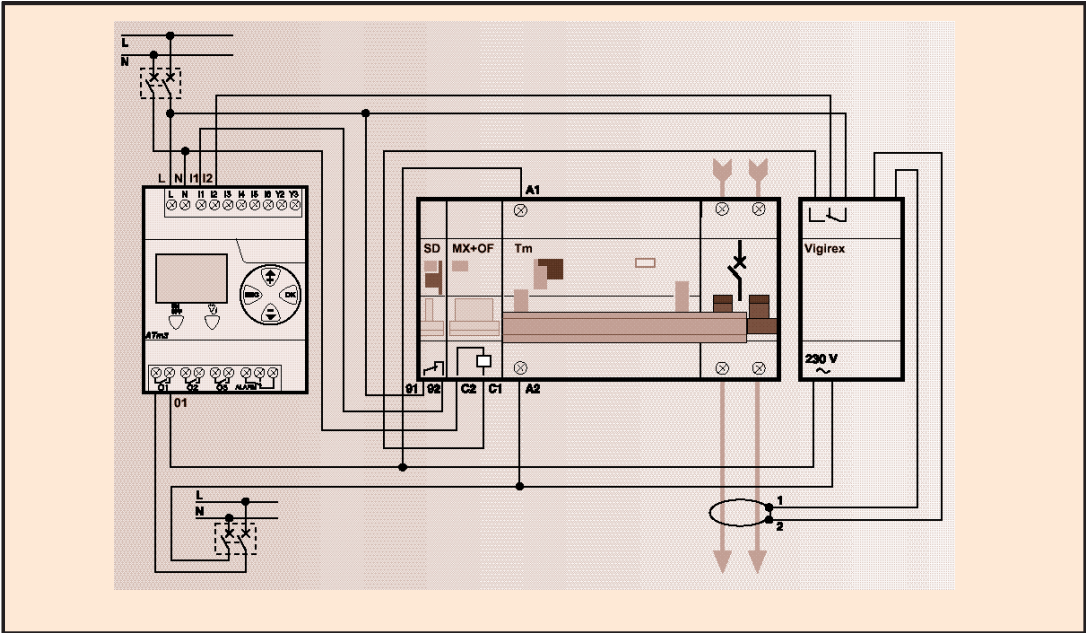
Comentarios

Este sistema de reconexión automática está diseñado para diferenciar un defecto diferencial permanente de un defecto diferencial transitorio.

En caso de producirse un defecto transitorio, el sistema rearma tras T1 sin más consecuencias. No obstante, si el n.º de defectos transitorios supera N durante T2, el sistema se bloquea.

En caso de producirse un defecto permanente, el sistema se bloquea independientemente de las parametrizaciones ajustadas, justo después del primer intento de rearme.

Reconexión diferencial	RD2
-------------------------------	------------



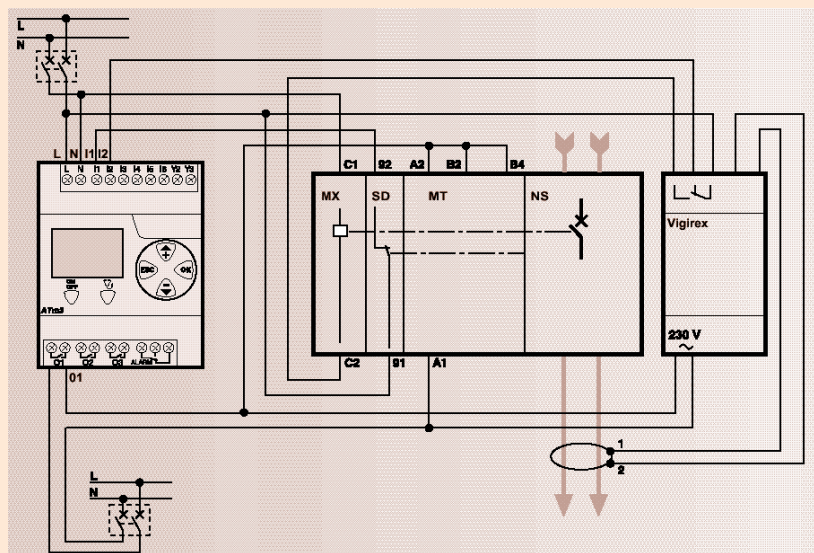
Elementos básicos del sistema	Parametrización
Elementos de protección: Interrupor automático tipo iDPN, iDPN N, C60, C120. Interrupor diferencial tipo Vigirex. Mando motorizado Tm. Contacto de señalización de defecto SD. Bobina de disparo MX. Relé de reconexión automática ATm3 o ATm7.	Tipo de magnetotérmico: multi 9. Tratamiento de defectos: diferenciado SD + Vigirex. T1: tiempo antes de rearme. T2: tiempo del ciclo completo (tiempo de reset). NDE-SD = 0: rearmes por def. magnetotérm. aut. NDE-V: rearmes por defecto diferencial aut. T3: tiempo antes del primer rearme adicional en caso de defecto permanente (opcional). T4: tiempo antes del segundo rearme adicional en caso de defecto permanente (opcional). R: temporización a la puesta en tensión.

Comentarios
Este sistema de reconexión automática está diseñado para diferenciar un defecto diferencial permanente de un defecto diferencial transitorio. En caso de producirse un defecto transitorio, el sistema rearma tras T1 sin más consecuencias. No obstante, si el n.º de defectos transitorios supera NDE-V durante T2, el sistema se bloquea. En caso de producirse un defecto permanente, el sistema se bloquea independientemente de las parametrizaciones ajustadas, justo después del primer intento de rearme. Si se han configurado T3, T4, el sistema procede a dos rearmes adicionales, en caso de defecto permanente.

8 Sistemas de reconexión automática Merlin Gerin

Reconexión diferencial

RD3



Elementos básicos del sistema	Parametrización
Elementos de protección: Interruptor automático tipo Compact NS. Interruptor diferencial tipo Vigirex. Motorización MT. Contacto de señalización de defecto SD. Bobina de disparo MX. Relé de reconexión automática ATm3 o ATm7.	Tipo de magnetotérmico: Compact NS. Tratamiento de defectos: diferenciado SD + Vigirex. T1: tiempo antes de rearme. T2: tiempo del ciclo completo (tiempo de reset). NDE-SD = 0: rearmes por def. magnetotérm. aut. NDE-V: rearmes por defecto diferencial aut. T3: tiempo antes del primer rearme adicional en caso de defecto permanente (opcional). T4: tiempo antes del segundo rearme adicional en caso de defecto permanente (opcional). R: temporización a la puesta en tensión.

Comentarios

Este sistema de reconexión automática está diseñado para diferenciar un defecto diferencial permanente de un defecto diferencial transitorio.

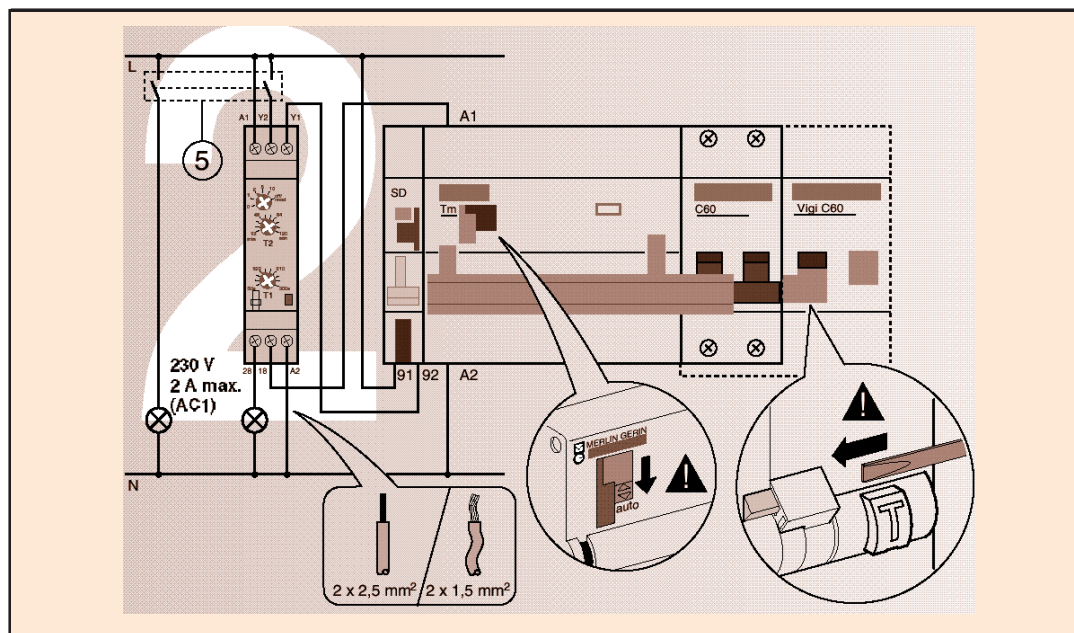
En caso de producirse un defecto transitorio, el sistema rearma tras T1 sin más consecuencias. No obstante, si el n.º de defectos transitorios supera NDE-V durante T2, el sistema se bloquea.

En caso de producirse un defecto permanente, el sistema se bloquea independientemente de las parametrizaciones ajustadas, justo después del primer intento de rearme.

Si se han configurado T3, T4, el sistema procede a dos rearmes adicionales, en caso de defecto permanente.

Reconexión magnetotérmica + diferencial (gen.)

RMD1



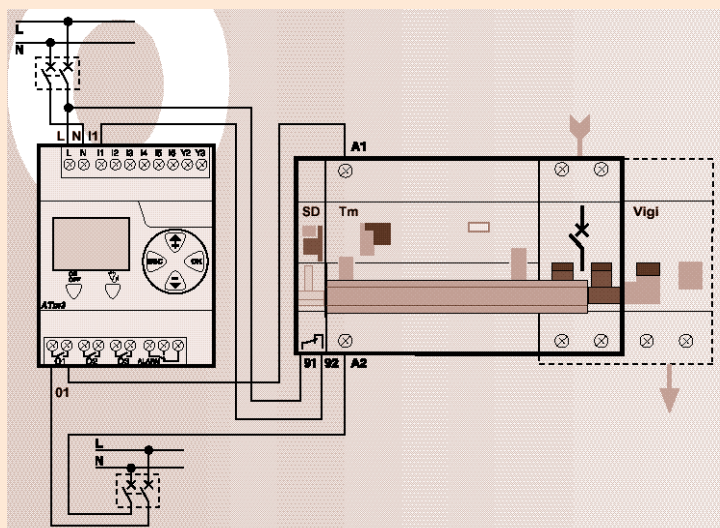
Elementos básicos del sistema	Parametrización
Elementos de protección: Interruptor automático tipo iDPN, C60, C120. Interruptor diferencial tipo bloque Vigi. Mando motorizado Tm. Contacto de señalización de defecto SD. Relé de reconexión automática ATm.	T1: tiempo antes de rearme. T2: tiempo del ciclo completo (tiempo de reset). N: número de rearmes autorizados.

Comentarios
Este sistema de reconexión automática está diseñado para diferenciar un defecto general permanente de un defecto general transitorio. En caso de producirse un defecto transitorio, el sistema rearma tras T1 sin más consecuencias. No obstante, si el n.º de defectos transitorios supera N durante T2, el sistema se bloquea. En caso de producirse un defecto permanente, el sistema se bloquea independientemente de las parametrizaciones ajustadas, justo después del primer intento de rearme. Para averiguar si el defecto es de tipo diferencial o magnetotérmico hay que observar directamente la aparamenta en el cuadro: Si la maneta blanca del bloque diferencial Vigi está caída, el defecto es de tipo diferencial. Si la maneta blanca del bloque diferencial Vigi está arriba, el defecto es de tipo magnetotérmico.

8 Sistemas de reconexión automática Merlin Gerin

Reconexión magnetotérmica + diferencial (gen.)

RM2



Elementos básicos del sistema	Parametrización
Elementos de protección: Interruptor automático tipo iDPN, C60, C120. Interruptor diferencial tipo bloque Vigi. Mando motorizado Tm. Contacto de señalización de defecto SD. Relé de reconexión automática ATm3 o ATm7.	Tipo de magnetotérmico: multi 9. Tratamiento de defectos: general SD. T1: tiempo antes de rearme. T2: tiempo del ciclo completo (tiempo de reset). NDE: número de rearmes autorizados. T3: tiempo antes del primer rearme adicional en caso de defecto permanente (opcional). T4: tiempo antes del segundo rearme adicional en caso de defecto permanente (opcional). R: temporización a la puesta en tensión.

Comentarios

Este sistema de reconexión automática está diseñado para diferenciar un defecto general permanente de un defecto general transitorio.

En caso de producirse un defecto transitorio, el sistema rearma tras T1 sin más consecuencias. No obstante, si el n.º de defectos transitorios supera NDE durante T2, el sistema se bloquea.

En caso de producirse un defecto permanente, el sistema se bloquea independientemente de las parametrizaciones ajustadas, justo después del primer intento de rearme.

Si se han configurado T3, T4, el sistema procede a dos rearmes adicionales, en caso de defecto permanente.

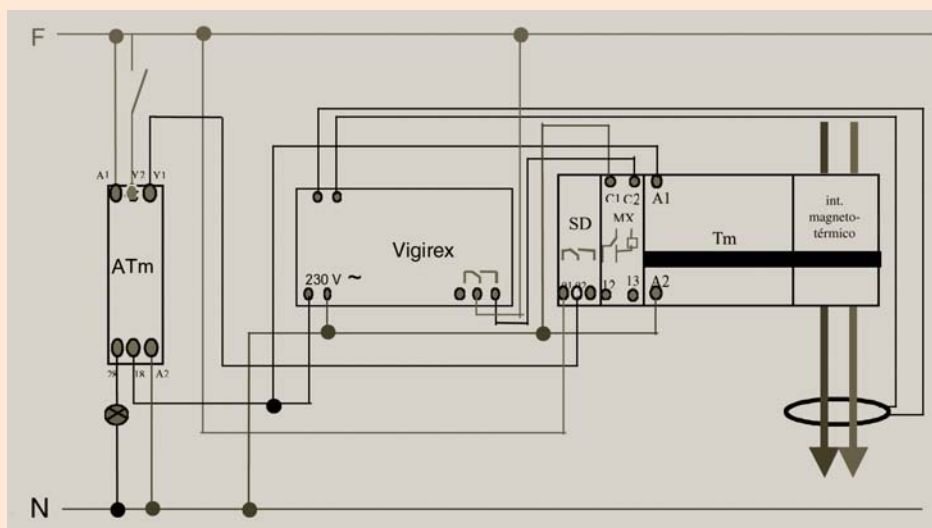
Para averiguar si el defecto es de tipo diferencial o magnetotérmico hay que observar directamente la aparamenta en el cuadro:

Si la maneta blanca del bloque diferencial Vigi está caída, el defecto es de tipo diferencial.

Si la maneta blanca del bloque diferencial Vigi está arriba, el defecto es de tipo magnetotérmico.

Reconexión magnetotérmica + diferencial (gen.)

RMD3



Elementos básicos del sistema	Parametrización
Elementos de protección: Interruptor automático tipo iDPN, iDPN N, C60, C120. Interruptor diferencial tipo Vigirex. Mando motorizado Tm. Contacto de señalización de defecto SD. Bobina de disparo MX. Relé de reconexión automática ATm.	T1: tiempo antes de rearme. T2: tiempo del ciclo completo (tiempo de reset). N: número de rearmes autorizados.

Comentarios

Este sistema de reconexión automática está diseñado para diferenciar un defecto general permanente de un defecto general transitorio.

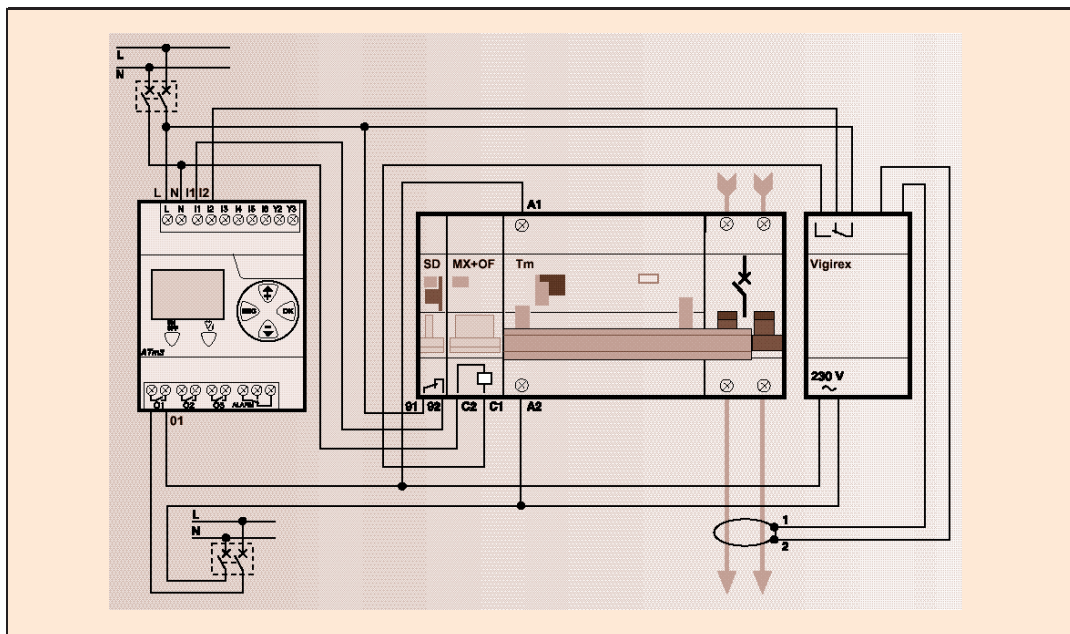
En caso de producirse un defecto transitorio, el sistema rearma tras T1 sin más consecuencias. No obstante, si el n.º de defectos transitorios supera N durante T2, el sistema se bloquea.

En caso de producirse un defecto permanente, el sistema se bloquea independientemente de las parametrizaciones ajustadas, justo después del primer intento de rearme.

8 Sistemas de reconexión automática Merlin Gerin

Reconexión magnetotérmica + diferencial (dif.)

RMD4

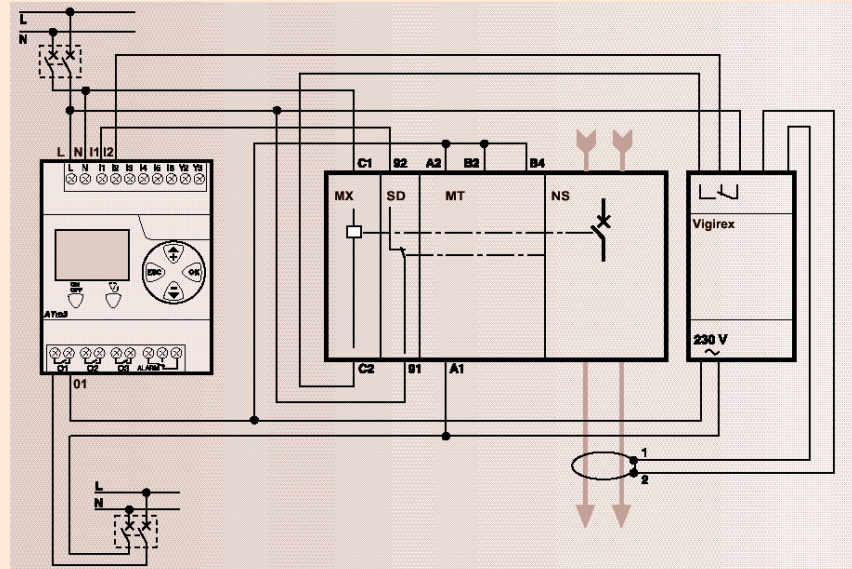


Elementos básicos del sistema	Parametrización
Elementos de protección: Interruptor automático tipo $\dot{I}$DPN, $\dot{I}$DPN N, C60, C120. Interruptor diferencial tipo Vigirex. Mando motorizado Tm. Contacto de señalización de defecto SD. Bobina de disparo MX. Relé de reconexión automática ATm3 o ATm7.	Tipo de magnetotérmico: multi 9. Tratamiento de defectos: diferenciado SD + Vigirex. T1: tiempo antes de rearme. T2: tiempo del ciclo completo (tiempo de reset). NDE-SD: rearmes por defecto magnetotérm. aut. NDE-V: rearmes por defecto diferencial aut. T3: tiempo antes del primer rearme adicional en caso de defecto diferencial permanente (opcional). T4: tiempo antes del segundo rearme adicional en caso de defecto diferencial permanente (opcional). R: temporización a la puesta en tensión.

Comentarios
Este sistema de reconexión automática está diseñado para diferenciar un defecto permanente de un defecto transitorio, y un defecto magnetotérmico de un defecto diferencial. En caso de producirse un defecto transitorio, el sistema rearma tras T1 sin más consecuencias. No obstante, si el n.º de defectos transitorios magnetotérmicos supera NDE-SV durante T2, el sistema se bloquea. Si el n.º de defectos transitorios diferenciales supera NDE-V durante T2, el sistema se bloquea. En caso de producirse un defecto permanente, el sistema se bloquea independientemente de las parametrizaciones ajustadas, justo después del primer intento de rearme. Si se han configurado T3, T4, el sistema procede a dos rearmes adicionales, en caso de defecto diferencial permanente.

Reconexión magnetotérmica + diferencial (dif.)

RMD5



Elementos básicos del sistema	Parametrización
Elementos de protección: Interruptor automático tipo Compact NS. Interruptor diferencial tipo Vigirex. Motorización MT. Contacto de señalización de defecto SD. Bobina de disparo MX. Relé de reconexión automática ATm3 o ATm7.	Tipo de magnetotérmico: Compact NS. Tratamiento de defectos: diferenciado SD + Vigirex. T1: tiempo antes de rearme. T2: tiempo del ciclo completo (tiempo de reset). NDE-SD: rearmes por defecto magnetotérm. aut. NDE-V: rearmes por defecto diferencial aut. T3: tiempo antes del primer rearme adicional en caso de defecto diferencial permanente (opcional). T4: tiempo antes del segundo rearme adicional en caso de defecto diferencial permanente (opcional). R: temporización a la puesta en tensión.

Comentarios
Este sistema de reconexión automática está diseñado para diferenciar un defecto permanente de un defecto transitorio, y un defecto magnetotérmico de un defecto diferencial. En caso de producirse un defecto transitorio, el sistema rearma tras T1 sin más consecuencias. No obstante, si el n.º de defectos transitorios magnetotérmicos supera NDE-SV durante T2, el sistema se bloquea. Si el n.º de defectos transitorios diferenciales supera NDE-V durante T2, el sistema se bloquea. En caso de producirse un defecto permanente, el sistema se bloquea independientemente de las parametrizaciones ajustadas, justo después del primer intento de rearme. Si se han configurado T3, T4, el sistema procede a dos rearmes adicionales, en caso de defecto diferencial permanente.

8 Sistemas de reconexión automática

Merlin Gerin

8.3. Aplicaciones de reconexión mediante el Transmisor Telefónico Bidireccional TTB

Reconexión manual por teléfono

En aquellas instalaciones que se exija máxima continuidad de servicio, pero en las cuales no se desee incorporar un sistema de reconexión automática, puede ser muy interesante la opción de poder rearmar las protecciones por teléfono sin necesidad de desplazarse.

Para ejecutar esta aplicación, se utiliza el Transmisor Telefónico Bidireccional TTB.

En la página 203 se adjunta el esquema de conexionado.

El principio de funcionamiento es el siguiente:

- Cada vez que se produce un defecto, el TTB llama al usuario para avisarlo.
- Si el usuario lo desea, puede dar la orden al TTB para que rearme el sistema.

Es conveniente insistir en que el TTB no es un elemento inteligente, y que por lo tanto ni reconoce el tipo de defecto ni reconecta automáticamente. Se trata de una reconexión a distancia manual y ejecutada voluntariamente por el usuario.

Del mismo modo, el sistema no se bloqueará en caso de defecto permanente, pues el usuario siempre podrá ordenar una reconexión.

Señalización a distancia del bloqueo del sistema por teléfono

Una forma eficaz y cómoda, para recibir el aviso del bloqueo del sistema de reconexión automática, es mediante una llamada telefónica.

Con el Transmisor Telefónico Bidireccional TTB se puede recibir una llamada cuando el sistema se haya quedado bloqueado.

En la página 203 se adjunta el esquema de conexionado.

Para realizar la señalización a distancia telefónica, se conecta la salida del contacto de señalización a distancia del ATm (borna 28) o ATm3 (borna ALARM) a la entrada de alarma del TTB.

De este modo, cuando el sistema queda bloqueado, el TTB interpreta que se ha producido una alarma, y empieza a llamar a los números de teléfono que previamente se han configurado (fijos o móviles). Cuando se descuelgue el teléfono, se escuchará:

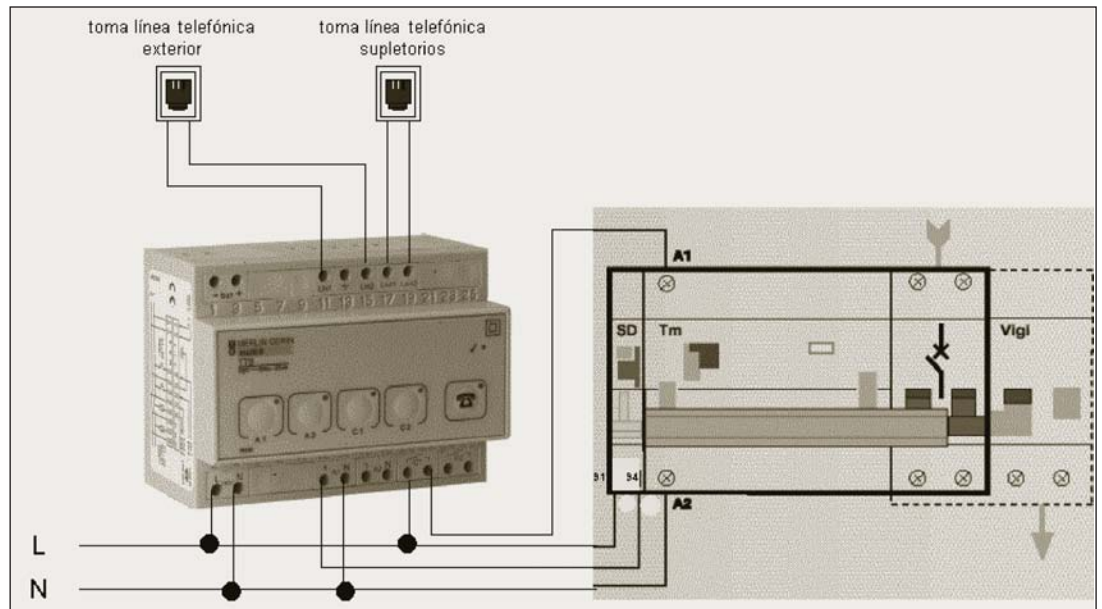
“Alarma 1 activada ... para validar pulse #”.

Nota: Es imprescindible para poder implementar esta solución, que en la instalación exista una línea telefónica analógica convencional asociada con un número de teléfono.

En caso de disponer únicamente de cobertura GSM (telefonía móvil), será necesario instalar un convertidor de señal GSM-analógica compatible con el TTB.

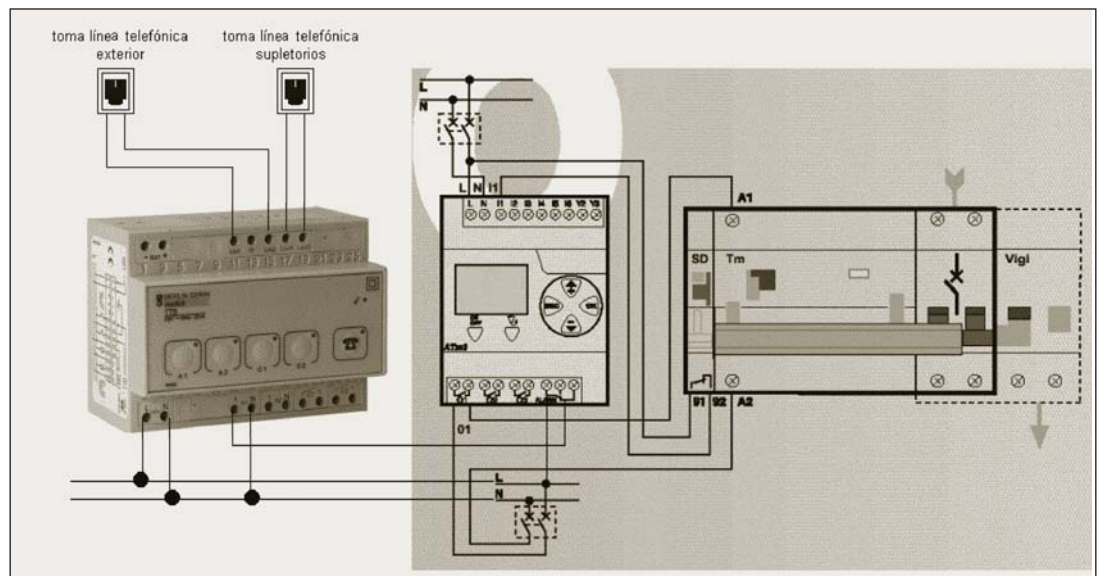
Esquemas de conexionado

■ Reconexión manual por teléfono



Para más información sobre el Transmisor Telefónico Bidireccional TTB solicitar manual ref. 16430.

■ Señalización a distancia del bloqueo del sistema por teléfono



9

Glosario

9.1 Protección diferencial BT... **206**

9.2 Reconexión automática **207**



9 Glosario

9.1. Protección diferencial BT

Aislamiento:

Disposición que impide la transmisión de una tensión (y el paso de una corriente), entre un elemento normalmente en tensión y una masa o la tierra.

Conductores activos:

Es todo aquel conductor implicado en la transmisión de la energía eléctrica incluido el conductor neutro, en corriente alterna, y el compensador en corriente continua. No es conductor activo el conductor PEN cuya función "conductor de protección" (PE) es prioritaria sobre la función "neutro" (N).

Conductores de protección**(PE o PEN):**

Conductores que, según está prescrito, unen las masas de los receptores eléctricos y ciertos elementos conductores con la toma de tierra.

Contacto directo:

Contacto de una persona con las partes activas de los receptores eléctricos (conductores y piezas que normalmente estén bajo tensión).

Contacto indirecto:

Contacto de una persona con masas metálicas puestas accidentalmente bajo tensión (generalmente como consecuencia de un defecto de aislamiento).

Corriente de defecto I_d :

Corriente resultante de un defecto de aislamiento.

Corriente de fuga:

Corriente que, sin que exista un defecto de aislamiento, regresa a la fuente a través de tierra o del conductor de protección.

Corriente diferencial residual:

Valor eficaz de la suma vectorial de las corrientes que recorren todos los conductores activos de un circuito en un punto de la instalación eléctrica.

Corriente diferencial residual de funcionamiento I_r :

Valor de la corriente diferencial residual que provoque el disparo de un dispositivo diferencial. Según las normas de fabricación, a 20 °C, y para un umbral de sensibilidad de disparo fijado a $I_{\Delta n}$, los dispositivos diferenciales en baja tensión deben cumplir: $I_{\Delta n} / 2 < I_r < I_{\Delta n}$.

Defecto de aislamiento:

Ruptura del aislamiento que provoca una corriente de defecto a tierra o un cortocircuito a través del conductor de protección.

Dispositivo diferencial residual (DDR):

Aparato cuya magnitud de funcionamiento es la corriente diferencial residual, habitualmente está asociado o integrado en un aparato de corte.

Electrización:

Aplicación de una tensión entre dos partes del cuerpo de un ser vivo.

Electrocución:

Electrización que provoca la muerte.

Esquema de Conexión a Tierra (ECT):

A veces se denomina también "Régimen de Neutro".

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y la norma UNE 20460 oficializan tres esquemas de conexión a tierra principales que se definen como las conexiones posibles del neutro de la fuente y de las masas, a la tierra o al neutro. Posteriormente en dicha norma se definen también las protecciones eléctricas para cada uno de ellos.

Fibrilación cardíaca:

Es una disfunción del corazón que corresponde a la pérdida de sincronismo de la actividad de sus paredes (diástole y sístole). El paso de la corriente alterna por el cuerpo puede ser una de las causas que motiven esta disfunción. La consecuencia es el paro de la circulación sanguínea.

Masa:

Parte conductora susceptible de ser tocada y normalmente aislada de las partes activas, pero que puede alcanzar una tensión peligrosa como consecuencia de un defecto de aislamiento.

Régimen de neutro:

Ver Esquema de Conexión a Tierra.

Tensión límite de seguridad (U_L):

Tensión U_L por debajo de la cual no existe riesgo de electrocución.

9.2. Reconexión automática

Defecto diferencial:

Derivación de corriente directa o indirecta entre fase y tierra, producida por una pérdida de aislamiento.

Defecto magnetotérmico:

Sobrecorriente producida por una sobrecarga o cortocircuito.

Defecto permanente:

Disparo de la aparamenta de protección (magnetotérmicos o diferenciales) por un defecto real en la instalación.

Defecto transitorio:

Disparo intempestivo de la aparamenta de protección (magnetotérmicos o diferenciales) sin que exista un defecto real en la instalación.

Inhibición del sistema:

Supresión de la función reconexión automática, en caso de disparo no se rearmarán las protecciones.

Reset del sistema:

Puesta a cero de los contadores de defectos, habilitando el relé para realizar un nuevo ciclo de reconexión completo.

Temporización a la puesta en tensión R:

Tiempo que esperan los relés ATm3 y ATm7 antes de cerrar el circuito de potencia, cuando retorna la tensión después de un corte del suministro eléctrico, evitando de este modo los transitorios originados por las cargas a su puesta en tensión.

Tiempo T1:

Tiempo que esperan los relés ATm, ATm3, y ATm7 para dar la orden de rearme después de producirse un disparo de la aparamenta de protección.

Tiempo T2:

Tiempo de ciclo o de reset. Si transcurre el tiempo T2 sin que se alcance el número máximo de disparos configurado, el sistema se resetea.

Tiempo T3:

Tiempo que esperan los relés ATm3 y ATm7 para dar una primera orden de rearme adicional en caso de bloqueo del sistema por defecto permanente general o diferencial. (opcional)

Tiempo T4:

Tiempo que esperan los relés ATm3 y ATm7 para dar una segunda orden de rearme adicional en caso de bloqueo del sistema por defecto permanente general o diferencial. (opcional)

Tratamiento de los defectos en modo diferenciado:

Cuando se produce un disparo, los relés de reconexión automática actúan en función de si el defecto producido es diferencial o magnetotérmico.

Tratamiento de los defectos en modo general:

Cuando se produce un disparo, los relés de reconexión automática actúan independientemente de si el defecto producido es diferencial o magnetotérmico.