

# Artículo técnico acerca de los llamados disparos por “simpatía” de los diferenciales en el ámbito industrial y terciario

Guillermo Escrivá Escrivá

Departamento de Ingeniería Eléctrica  
Universitat Politècnica de València



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

Life Is On

**Schneider**  
Electric

# Índice

<b>1. Selectividad diferencial horizontal. Disparos por “simpatía” de los diferenciales</b>	<b>3</b>
1.1 Ejemplos de disparos de diferenciales en el sector industrial	5
1.1.1 Caso 1. Disparos por “simpatía” por defecto franco fase-masa en un circuito de una instalación	5
1.1.2 Caso 2. Disparos intempestivos por una disminución breve del valor eficaz de la tensión de alimentación	6
1.1.3 Caso 3. Disparos intempestivos por transitorios en la tensión de alimentación	7
1.1.4 Caso 4. Disparos por “simpatía” por sobretensión en la tensión de alimentación por el uso de un determinado equipo	7
1.1.5 Caso 5. Disparos por “simpatía” por las capacidades de los cables de gran longitud	7
1.2 Ejemplos de disparos de diferenciales en el sector terciario	9
1.2.1 Caso 1. Disparos por “simpatía” por perturbaciones transitorias en la tensión de alimentación en circuitos que alimentan equipos informáticos	9
1.2.2 Caso 2. Disparos intempestivos por perturbaciones transitorias en la tensión de alimentación en circuitos que alimentan circuitos de iluminación con lámparas LED	10
1.2.3 Caso 3. Disparos intempestivos por interrupciones breves de tensión en circuitos que alimentan receptores electrónicos	10
<b>2. Medidas a tomar para evitar los disparos de diferenciales intempestivos o disparos por “simpatía”</b>	<b>11</b>
<b>3. La tecnología Superinmunizada Acti 9</b>	<b>12</b>
3.1 Autoprotección contra la influencia de las sobretensiones transitorias	12
3.1.1 Sobreintensidad oscilatoria amortiguada normalizada tipo 0,5 $\mu$ s/100 kHz	12
3.1.2 El ensayo ante onda de corriente de choque normalizada tipo 8/20 $\mu$ s	13

# 1. 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 y en cadena de varios dispositivos diferenciales que protegen diversas salidas en paralelo, aguas arriba o abajo de un punto de una instalación.

Este fenómeno se debe principalmente a las corrientes de fuga que se producen a través de las capacidades (conectadas específicamente o que aparecen) en las instalaciones de baja tensión con muchos receptores electrónicos y/o muy extensas.

Estas capacidades pueden tener dos orígenes:

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

En los equipos industriales actuales se comprueba que hay corrientes de fuga elevadas de forma permanente, entre otras razones, por el uso de equipos electrónicos y variadores de frecuencia. Dichas fugas en este tipo de equipos electrónicos se deben a que los fabricantes en el diseño de sus equipos disponen circuitos de filtrado (compuestos por condensadores y bobinas) con conexión al conductor de protección para cumplir con las normas de compatibilidad electromagnética (CEM). También, muchos receptores actuales con motores disponen de variadores de frecuencia que también presentan fugas de forma permanente (por los filtros de CEM mencionados). Es por tanto importante considerarlas para elegir de forma correcta la protección diferencial de dichos circuitos. Además, dichas corrientes pueden de forma transitoria superar los valores permanentes como reacción de dichos equipos a eventos en la instalación eléctrica.

Las capacidades de los circuitos de filtrado de los receptores electrónicos (variadores de frecuencia para el control de motores, fuentes conmutadas del circuito de alimentación de equipos informáticos, equipos de alimentación de iluminación LED, equipos médicos, etc.) habitualmente son mayores que las de aislamiento de los cables en la actualidad, con lo cual suelen ser la causa principal de disparos por "simpatía", más que las capacidades de los propios cables.

Así, por tanto, dichas capacidades generan dos tipos de efectos.

- Un primer efecto de fugas permanentes, que dependen de la impedancia que presentan dichas capacidades respecto a tierra  $X_c$ . Esta impedancia varía en función de la frecuencia de la corriente y del valor de la capacidad. Así, tenemos que a mayor frecuencia, la impedancia capacitiva disminuye, con lo que las corrientes de fuga capacitivas a tierra  $I_c$  aumentan (ver Fig. 1). Del mismo modo, para valores de  $C$  mayores, la impedancia también disminuye, por lo que las corrientes aumentan. Esto provoca fugas permanentes de corriente que hay que considerar para la selección de la corriente diferencial nominal de los interruptores diferenciales y/o incluso considerar la división de circuitos, para no acumular demasiados receptores y, por tanto, fugas en un único circuito.

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

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

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

Fig. 1. Impedancia capacitiva  $X_c$  y corriente capacitiva  $I_c$ .

- Como segundo efecto se pueden considerar fugas transitorias. Cuando en una instalación se generan transitorios de tensión de corta duración o energización de circuitos, la corriente a tierra por dichas capacidades aumenta ya que:

$$I_c(t) = C \frac{dV(t)}{dt}$$

A título indicativo, una medida efectuada sobre un gran ordenador que dispone de un filtro antiparásitos pone de manifiesto una corriente transitoria producida en el momento de su conexión de estas características (Fig. 2):

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

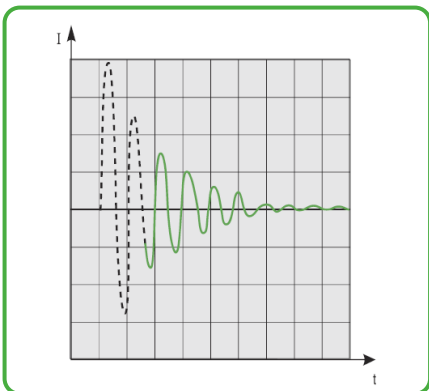


Fig. 2. Onda de corriente transitoria que se produce en el momento de cierre de un circuito fuertemente capacitivo.

Estas capacidades presentan un comportamiento similar ante transitorios de corta duración (del orden de  $\mu$ s o ms). Estas fugas transitorias pueden ser originadas por sobretensiones de varios tipos (origen atmosférico, conexión de circuitos, defectos fase-masa, maniobras en la red, disparos de un automático en otro circuito, fusión de un fusible, etc.) y su comportamiento es similar a los descritos anteriormente, aunque sea de muy corta duración.

Todas las capacidades repartidas en una instalación (de filtros electrónicos de los receptores), junto con las propias capacidades de los cables (mayores cuanto más extensas sean las líneas o haya mayor presencia de cargas con bobinados como motores), conducen una corriente de fuga a tierra transitoria a cada cambio brusco de tensión. Esta corriente de fuga transitoria (de  $\mu$ s o ms), es la causa principal de disparos intempestivos.

Hay que indicar que la presencia de armónicos en las corrientes por las fases o por el neutro de circuitos (habituales en receptores electrónicos), por sí solas, no son las causantes de los disparos de los diferenciales. Indicar que se requieren corrientes de fuga de mayor valor eficaz si éstas son de frecuencia superior a los 50 Hz para que se produzca el disparo de los diferenciales (pudiendo llegar en corrientes de fuga de alta frecuencia a darse el riesgo de no disparo o cegado del diferencial). Sin embargo, como se ha indicado, sí hay que considerar que las corrientes armónicas de frecuencias altas de fuga que se filtran por los filtros capacitivos y circulan a tierra (por un transitorio por ejemplo) se pueden sumar a las corrientes de fugas permanentes y pueden generar un malfuncionamiento del diferencial.

Por lo tanto, en instalaciones con sistema TT donde se disponen receptores que generan corrientes de fuga permanentes o transitorias, éstas circularán por las capacidades hacia la tierra de baja tensión ( $R_A$ ) para retornar por la tierra del neutro del transformador ( $R_B$ ) que cerrará el circuito por las fases. El valor de estas corrientes de fuga capacitivas, por lo tanto, dependerá básicamente del valor de las capacidades presentes en cada instalación (debida a los receptores electrónicos o por la aparición de éstas entre los aislamientos) y de los transitorios que se produzcan en las tensiones de alimentación o corrientes circulantes.

Así, el disparo intempestivo simultáneo de varios diferenciales que protegen circuitos en paralelo, o que estén instalados aguas abajo o arriba de un mismo embarrado o línea puede ser provocado por aquellos fenómenos (por ejemplo, una variación de tensión lo suficientemente importante) que sean capaces de crear una fuga transitoria de corriente que unida a las fugas de corriente permanentes de los equipos, haga disparar a la vez de forma intempestiva o por “simpatía” diferentes diferenciales, con lo que no queda asegurada 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”.

## 1.1 Ejemplos de disparos de diferenciales en el sector industrial

### 1.1.1 Caso 1. Disparos por “simpatía” por defecto franco fase-masa en un circuito de una instalación

En instalaciones con líneas de baja tensión con muchos receptores electrónicos (variadores de frecuencia, circuitos de alumbrado de luminarias con tecnología LED, etc.), se pueden producir fenómenos de disparos por “simpatía”.

En la **Fig. 3**, se consideran dos salidas de una determinada instalación. La salida A alimenta a cuadros con varios variadores de frecuencia  $C_A$  y la salida B a otro tipo de receptores no electrónicos  $C_B$ .

Un defecto franco de aislamiento en la fase 2 de la salida B pone a la masa y a dicha fase al mismo potencial, provocando un incremento en la tensión  $V_{NG}$ . Además, aparece una corriente de defecto por el cable de protección hacia la toma de tierra  $R_A$  que provoca el disparo correcto del diferencial  $D_B$ . Sin embargo, este fenómeno puede provocar el disparo del diferencial  $D_A$  ya que en dicho circuito hay cargas electrónicas conectadas que reaccionan al incremento de tensión  $V_{NG}$  por las capacidades existentes en los filtros capacitivos con un incremento de corriente a tierra por el conductor de protección  $I_{dC}$ . Así, por tanto, el disparo (requerido) en la salida B, puede provocar en otra salida, localizada en otro punto lejano de la misma instalación, el disparo (no deseado) del interruptor diferencial  $D_A$ . Este fenómeno afecta principalmente en los esquemas TT, generalizados en España, en el que es común el uso de diferenciales. Una posible solución es en la salida A elegir un interruptor diferencial  $D_A$  adecuado a las fugas permanentes que existen y de tipo superinmunizado que sea capaz de no disparar al sumar a dichas fugas permanentes las fugas transitorias debidas al defecto en la salida B.

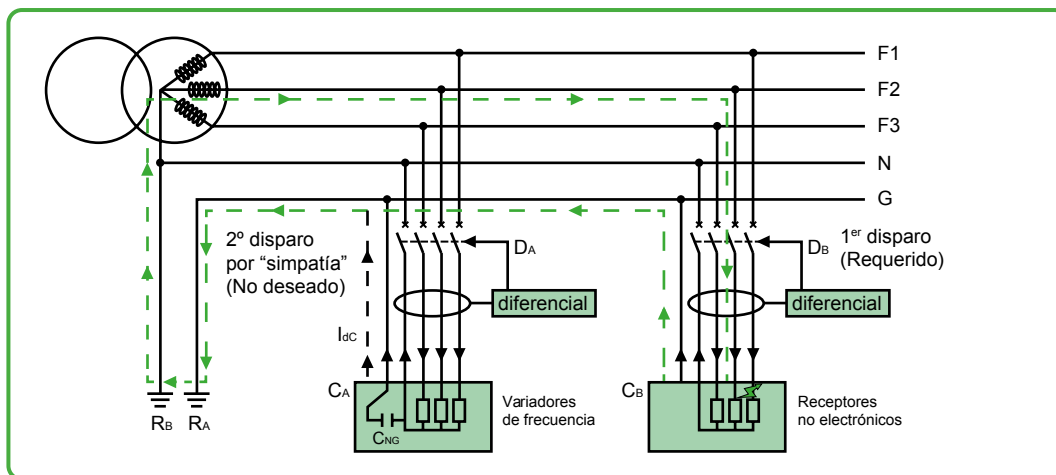


Fig. 3. Generación de un disparo por "simpatía".

### 1.1.2 Caso 2. Disparos intempestivos por una disminución breve del valor eficaz de la tensión de alimentación

En instalaciones con líneas de baja tensión con muchos receptores electrónicos (variadores de frecuencia, circuitos de alumbrado de luminarias con tecnología LED, etc.), se pueden producir fenómenos de disparos intempestivos por disminuciones breves del valor eficaz de la tensión de alimentación. Estas disminuciones pueden ser de origen externo a la instalación por maniobras en la red de distribución, por tormentas atmosféricas que provoquen problemas de calidad en el suministro, etc. También, pueden ser debidas a la conexión de algún receptor de dentro de la instalación con un consumo elevado y corrientes de arranque elevadas que provoque caídas de tensión por las impedancias en transformadores y líneas.

En la Fig. 4, se consideran dos salidas de una determinada instalación. La salida A alimenta a cuadros con varios variadores de frecuencia y la salida B a otro tipo de receptores no electrónicos. En el caso de producirse una disminución de la tensión de alimentación de origen externo, ésta es propagada a todos los circuitos de la instalación. En la salida A, debido al tipo de receptores a los que se alimentan puede producirse un aumento transitorio en las corrientes consumidas y en las corrientes de fuga asociadas a este tipo de receptores (por las capacidades existentes  $C_{FG}$ ) en el momento en el que se recupera la tensión, provocando el disparo del diferencial  $D_A$  y no afectando al  $D_B$ . Este fenómeno puede provocar el disparo simultáneo de varios circuitos por toda la instalación. Una solución sería instalar un interruptor diferencial superinmunizado en la salida A o instalar un interruptor diferencial selectivo (retardado) si el disparo se produce en un subcuadro aguas arriba de un receptor final.

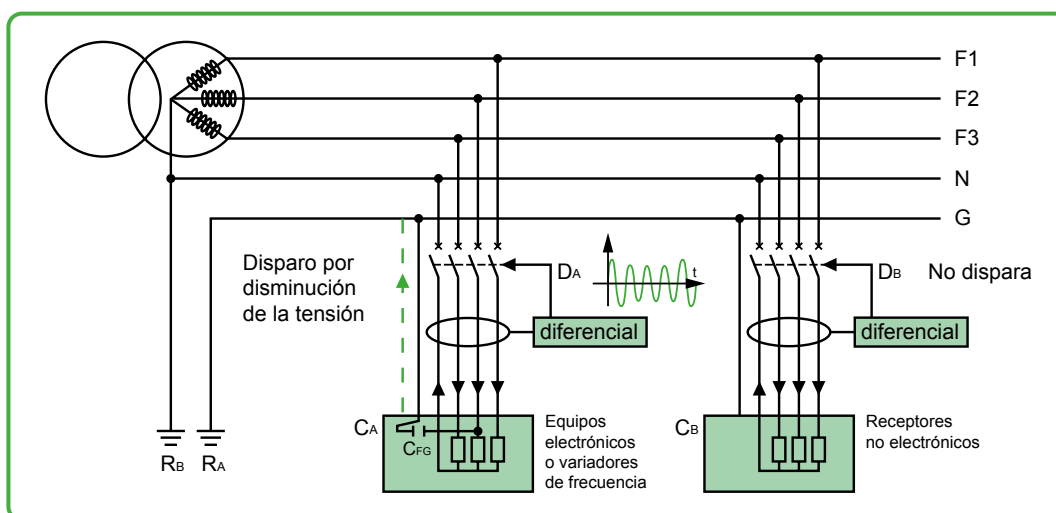


Fig. 4. Disparos intempestivos por disminución breve del valor eficaz de la tensión de alimentación.

### 1.1.3 Caso 3. Disparos intempestivos por transitorios en la tensión de alimentación

En instalaciones con líneas de baja tensión con muchos receptores electrónicos (variadores de frecuencia, circuitos de alumbrado de luminarias con tecnología LED, etc.), se pueden producir fenómenos de disparos intempestivos por transitorios en la tensión de alimentación. Estas perturbaciones pueden ser de origen externo o interno. En los circuitos con receptores electrónicos puede producirse un aumento transitorio en las corrientes consumidas y en las corrientes de fuga asociadas a este tipo de receptores provocando el disparo de los diferenciales. Una solución sería la utilización de interruptores superinmunizados en los receptores finales y en la limitación del número de equipos alimentados desde un mismo circuito.

### 1.1.4 Caso 4. Disparos por “simpatía” por sobretensión en la tensión de alimentación por el uso de un determinado equipo

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 las tensiones de alimentación de la instalación (Fig. 5). Esta sobretensión implica sobre la salida A, protegida por  $D_A$ , la aparición de una corriente capacitiva a tierra. Esta corriente puede deberse a un filtro capacitivo puesto a tierra existentes en los equipos electrónicos que pudieran estar conectados en la salida A o, menos frecuente actualmente, a las capacidades parásitas de los cables. Una solución: el diferencial de  $D_B$ , puede ser instantáneo y el  $D_A$  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, las capacidades (parásitas o no) provocan la aparición de una corriente diferencial oscilatoria amortiguada (Fig. 2).

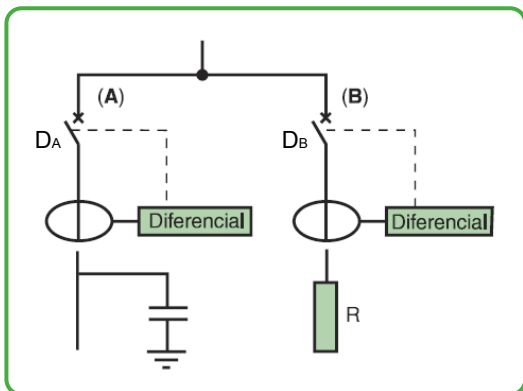


Fig. 5. Reacción de la salida A frente a sobretensiones en la alimentación debidas a un equipo conectado en la salida B.

### 1.1.5 Caso 5. Disparos por “simpatía” por las capacidades de los cables de gran longitud

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 que conecta las masas con la tierra), las únicas resistencias o impedancias que existen entre la parte activa y tierra, son el aislante del conductor activo, el del conductor de protección y el aire (que actuarán como dieléctrico) (ver Fig. 6). Esta constitución es análoga a la que presenta un condensador, que contiene un dieléctrico entre las armaduras o partes conductoras.

Por lo tanto, podemos decir que un cable, respecto a tierra, presenta el mismo comportamiento que un condensador (ver Fig. 7). 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.

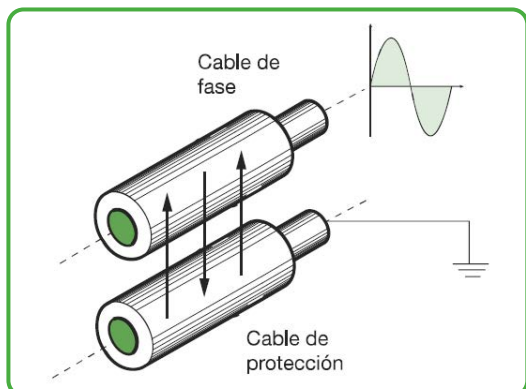


Fig. 6. Conductor activo y tierra.

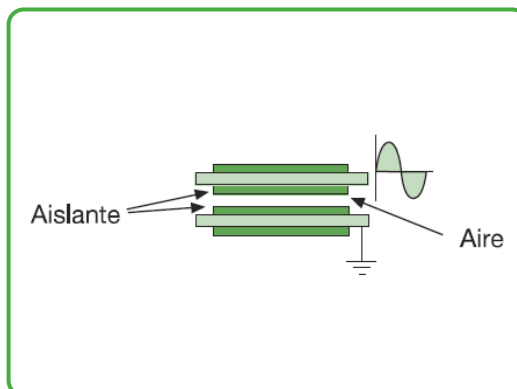


Fig. 7. Cables, corte longitudinal.

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. 8).

Circulación de corrientes de alta frecuencia permanentes o transitorias

Equivalencia a condensador plano

$$C = \frac{\epsilon \cdot S \cdot 10^{-5}}{36 \cdot \pi \cdot e} (\mu F)$$

C = f (radio, **longitud**)

Donde:  
 S = superficie en cm<sup>2</sup>.  
 e = separación entre placas en cm.  
 ε = constante dieléctrica relativa.

Fig. 8. Capacidad de las líneas.

Así, por tanto, un defecto franco fase-tierra de aislamiento en la fase 1 de la salida B (Fig. 9), que hará disparar el diferencial D<sub>B</sub>, pone durante unos ms al mismo potencial a esta fase y a tierra. Por la salida A, de gran longitud, se establece una corriente que circula desde las fases a tierra por el cambio de potencial de tierra (similar a la energización de dichas capacidades) y va a provocar por “simpatía” el disparo del diferencial correspondiente D<sub>A</sub>. El empleo de diferenciales temporizados es necesario para evitar los disparos intempestivos en las salidas en buen estado.



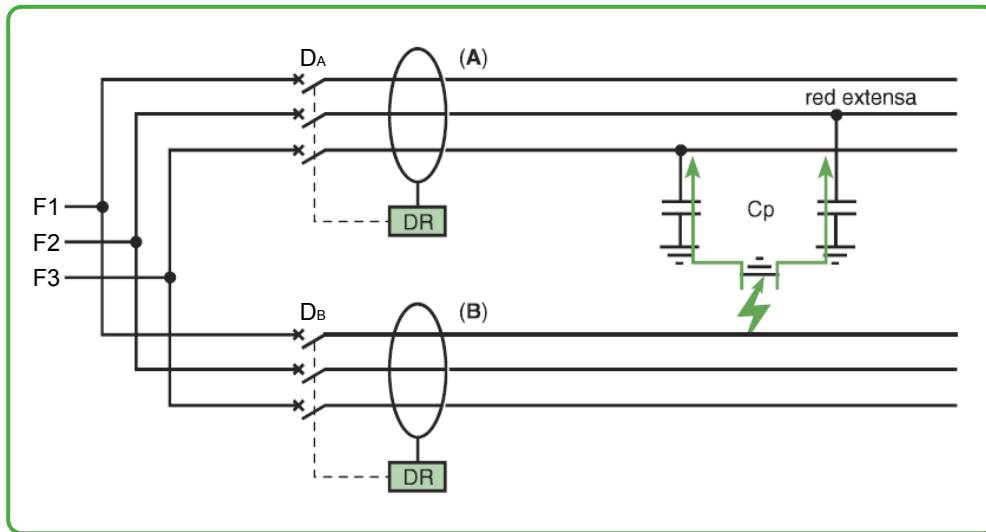


Fig. 9. Disparo por "simpatía" en el circuito A por un fallo fase-tierra en el circuito B.

## 1.2 Ejemplos de disparos de diferenciales en el sector terciario

### 1.2.1 Caso 1. Disparos por "simpatía" por perturbaciones transitorias en la tensión de alimentación en circuitos que alimentan equipos informáticos

En instalaciones con líneas de baja tensión con muchos equipos informáticos (salas de ordenadores, oficinas de tamaño considerable, centros de datos, etc.), se pueden producir fenómenos de disparos simultáneos que pueden también considerarse disparos por "simpatía" por perturbaciones transitorias en las formas de onda de las tensiones de alimentación. Estas perturbaciones pueden ser debidas a eventos externos a la instalación como maniobras en la red de distribución, por tormentas atmosféricas que provoquen problemas de calidad en el suministro, o por maniobras internas en la instalación, como arranque de compresores del sistema de aire acondicionado, etc.

En la Fig. 10, se consideran tres salidas de una determinada instalación. La salida A alimenta a cuadros con equipos informáticos (salas de ordenadores), la salida B a otro tipo de receptores no electrónicos y la salida C a circuitos de alumbrado LED. En el caso de producirse una fuerte deformación, por ejemplo, con un pico en las ondas de tensión de origen externo, esta se propaga a todos los circuitos de la instalación. En la salida A, debido al tipo de receptores a los que se alimentan puede producirse un aumento transitorio en las corrientes en las fases y en el neutro. A parte, se comprueba que también hay un aumento significativo en las corrientes de fuga asociadas a este tipo de receptores provocando el disparo del diferencial  $D_A$  y no afectando al  $D_B$ . Además, el aumento de la corriente de fuga en la instalación provoca un aumento en la tensión  $V_{NG}$ , que puede también provocar la reacción en otros receptores electrónicos (circuitos de alumbrado LED), aumentando las corrientes de fuga en ellos y provocar el disparo por "simpatía" del diferencial  $D_C$ . Este fenómeno puede provocar el disparo simultáneo de diferenciales de varios circuitos por toda la instalación. También, pueden provocar el disparo de interruptores automáticos por los incrementos en las corrientes de fase. Las soluciones pueden plantearse con la limitación del número de ordenadores por circuito e instalar diferenciales superinmunizados.

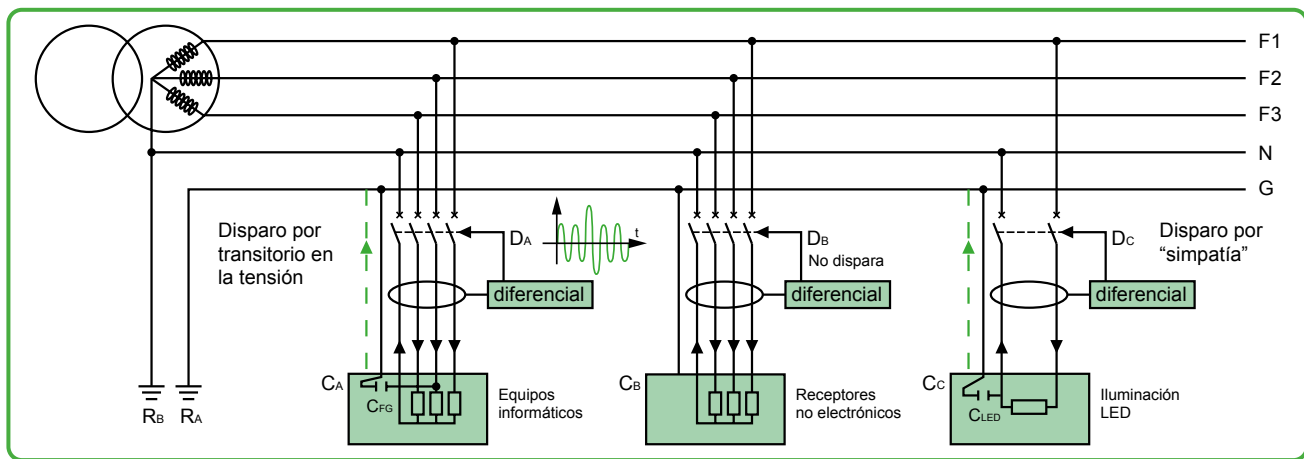


Fig. 10. Disparos por "simpatía" en circuitos con equipos informáticos.

### 1.2.2 Caso 2. Disparos intempestivos por perturbaciones transitorias en la tensión de alimentación en circuitos que alimentan circuitos de iluminación con lámparas LED

En instalaciones con líneas de baja tensión con circuito de alumbrado de luminarias con tecnología LED o con circuitos electrónicos para la regulación de la iluminación, se pueden producir fenómenos de disparos simultáneos intempestivos por perturbaciones transitorias en las tensiones de alimentación (como el diferencial  $D_C$ ). Estos disparos pueden ser por transitorios en las tensiones de fase o principalmente por incrementos transitorios en el valor de la tensión neutro tierra  $V_{NG}$  (Fig. 10). Estas perturbaciones pueden ser debidas a eventos externos a la instalación o por un fallo interno. Una posible solución es la instalación de diferenciales de 30 mA superinmunizados.

### 1.2.3 Caso 3. Disparos intempestivos por interrupciones breves de tensión en circuitos que alimentan receptores electrónicos

En instalaciones con líneas de baja tensión con muchos receptores electrónicos (equipos informáticos, circuitos de alumbrado de luminarias con tecnología LED, circuitos de alumbrado con regulares electrónicos, equipos médicos con variadores, etc.), se pueden producir fenómenos de disparos intempestivos por interrupciones breves de tensión (Fig. 11). En el instante en el que la tensión recupera el valor nominal, los equipos electrónicos, que pueden haberse apagado por la interrupción, inician el proceso de energización de los circuitos, esto provoca corrientes de arranque elevadas (pudiendo ser 10 veces la nominal) y corrientes de fuga a tierra elevadas (superiores a las de régimen permanente). Esto puede provocar el disparo de interruptores automáticos por los picos de corriente y de interruptores diferenciales por el incremento en la corriente de fuga por la energización de las capacidades existentes (entre fases  $C_{FF}$ , entre fase y masa  $C_{FG}$ , y entre neutro y masa  $C_{NG}$ ) en este tipo de circuitos. Las soluciones pueden plantearse con la limitación del número de equipos por circuito e instalar diferenciales temporizados.

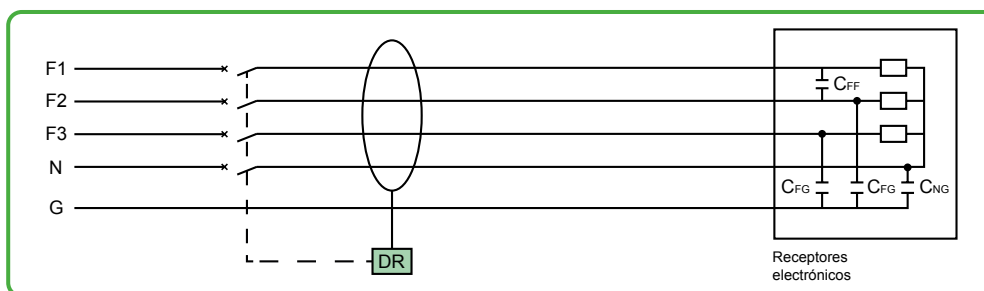


Fig. 11. Disparo de interruptores automáticos y diferenciales por energización de circuitos con receptores electrónicos tras interrupciones breves de tensión.

## 2. Medidas a tomar para evitar los disparos de diferenciales intempestivos o disparos por “simpatía”

Para evitar estos problemas es muy recomendable tomar las siguientes precauciones a varios niveles:

- 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 limitar el número de equipos por debajo de cada diferencial.
- Utilizar líneas independientes para los receptores electrónicos para así evitar que con el disparo de su diferencial se produzcan cortes de suministro en otros receptores.
- 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 Acti 9 y Vigirex RH en las salidas más conflictivas y Vigirex RHU en cabecera, además de haber tomado las dos primeras precauciones anteriores (el número de receptores electrónicos por debajo de cada diferencial y utilizar líneas independientes para receptores electrónicos) y seleccionar los tiempos de disparo adecuados para asegurar una selectividad adecuada.
- Para disminuir o eliminar el número de disparos intempestivos en instalaciones ya existentes, en la mayoría de las 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 Schneider Electric: la gama de protección diferencial Superinmunizada de Acti 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 y las corrientes transitorias por las capacidades entre neutro y tierra de las fuentes conmutadas de muy corta duración, con energía suficiente para hacer disparar los diferenciales.
- Para efectuar la protección de cabecera de circuitos de potencia, el relé diferencial con toroidal separado Vigirex RHU de Schneider Electric es la solución que actualmente permite conseguir la máxima continuidad de servicio para la protección de circuitos que alimentan equipos electrónicos como variadores de frecuencia o con un número elevado de equipos con fuentes conmutadas como ordenadores o iluminación LED, ya que dispone de la máxima autoprotección contra disparos intempestivos y permite elegir un tiempo de retardo adecuado para garantizar la selectividad.
- Esta problemática se presenta muy habitualmente en los diferenciales de carril DIN clase AC convencionales, mientras que con la gama Superinmunizada Acti 9 de Schneider Electric queda minimizado el riesgo de disparo por “simpatía”, gracias al circuito de acumulación de energía.
- Así, en instalaciones con presencia de un número elevado de equipos electrónicos, como es habitual en las industrias actuales y en algunas instalaciones del sector terciario, es necesario proyectar la instalación eléctrica adecuadamente definiendo en cada nivel los diferenciales, prestando atención a:
  - Sensibilidad de los diferenciales. Seleccionando la sensibilidad de los diferenciales según los receptores que estén alimentados desde dicho dispositivo, considerando las fugas permanentes (número de equipos electrónicos, número y tamaño de motores, etc.) y transitorias que se presentan. Indicar que en instalaciones del sector residencial es obligatorio el uso de diferenciales con una sensibilidad de 30 mA (en este caso, si se presentan problemas de disparos no deseados, se puede aumentar el número de diferenciales a instalar para dividir así las fugas). En otras instalaciones la sensibilidad debe ser un compromiso entre las fugas que se presentan en la instalación (generalmente no deben rebasar el 30% de la corriente diferencial nominal) y un valor límite máximo que asegure que la máxima tensión de contacto previsible (función de la sensibilidad del diferencial y del valor de la resistencia de puesta a tierra de las masas de baja tensión) no supere la admisible (que depende del tipo de local).

- Tiempo de disparo. Seleccionando la temporización adecuada de cada dispositivo. Es necesario temporizar los diferenciales de las salidas de cuadros generales o secundarios con gran número de circuitos aguas debajo de ellos que estén alimentando a un elevado número de equipos electrónicos con filtros. Generalmente, el retardo del interruptor diferencial de aguas arriba debe ser mayor que el tiempo total de funcionamiento del interruptor diferencial de aguas abajo. Además, es importante no disponer de un excesivo número de interruptores diferenciales en serie en instalaciones de gran tamaño.
- Tipo del dispositivo. Es necesario instalar diferenciales de tipo superinmunizado para evitar disparos intempestivos en las fugas transitorias que se puedan producir en circuitos con un número elevado de equipos electrónicos.

## 3. La tecnología Superinmunizada Acti 9

### 3.1 Autoprotección contra la influencia de las sobretensiones transitorias

Todos los diferenciales Schneider Electric de la familia Acti 9, tanto los tipo AC como los tipo 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 serie UNE-EN 61008 para los Interruptores Diferenciales y la serie UNE-EN 61009 para los Interruptores Automáticos Diferenciales (magnetotérmicos con protección diferencial incorporada o con bloque diferencial adaptable tipo Vigi). Además, en la norma IEC 61543 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 descritos en los siguientes apartados.

#### 3.1.1 Sobreintensidad oscilatoria amortiguada normalizada tipo 0,5 $\mu$ s/100 kHz

Esta onda 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 tierra). Ver la forma de esta onda en la Fig. 12. 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.

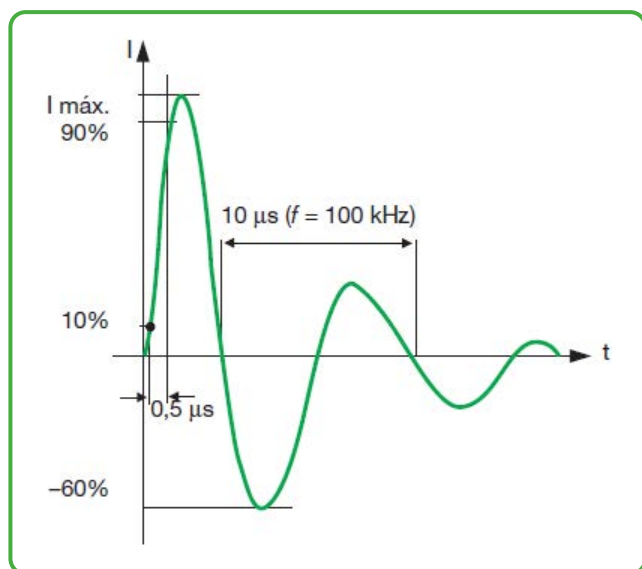


Fig. 12. Onda de sobreintensidad de conexión normalizada tipo 0,5  $\mu$ s/100 kHz.

### 3.1.2 El ensayo ante onda de corriente de choque normalizada tipo 8/20 $\mu$ s

Que es consecuencia de sobretensiones provocadas por el rayo del tipo 1,2/50  $\mu$ 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  $\mu$ s, y los selectivos de 3.000 A. En la Fig. 13 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  $\mu$ s/100 kHz (Fig. 12), 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  $\mu$ s se suele tomar de referencia mucho más habitualmente que el 0,5  $\mu$ s/100 kHz.

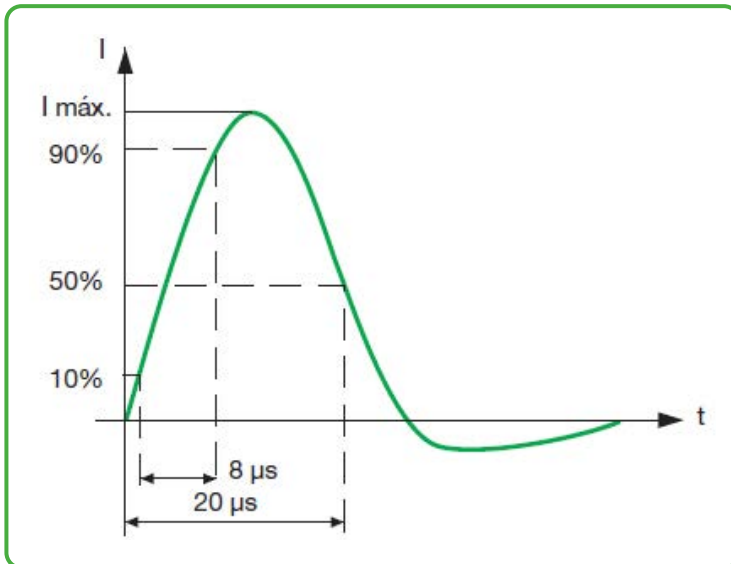


Fig. 13. Onda de corriente de choque normalizada tipo 8/20  $\mu$ s.

La gama Superinmunizada posee un circuito de acumulación de energía, gracias al cual los diferenciales instantáneos de la gama superinmunizada ven incrementada la protección de 250 A hasta 3.000 A según onda tipo 8/20  $\mu$ s, y en el caso de las versiones selectivas aumenta de 3.000 A hasta 5.000 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, tratado en detalle anteriormente en este artículo, y que es debido a las sobretensiones transitorias oscilatorias amortiguadas del tipo 0,5  $\mu$ s/100 kHz visto anteriormente, provocadas por maniobras de la red y transmitidas como las anteriores por los filtros capacitivos unidos a tierra de los receptores electrónicos y por las capacidades parásitas propias de las instalaciones (conductores, motores, etc.).