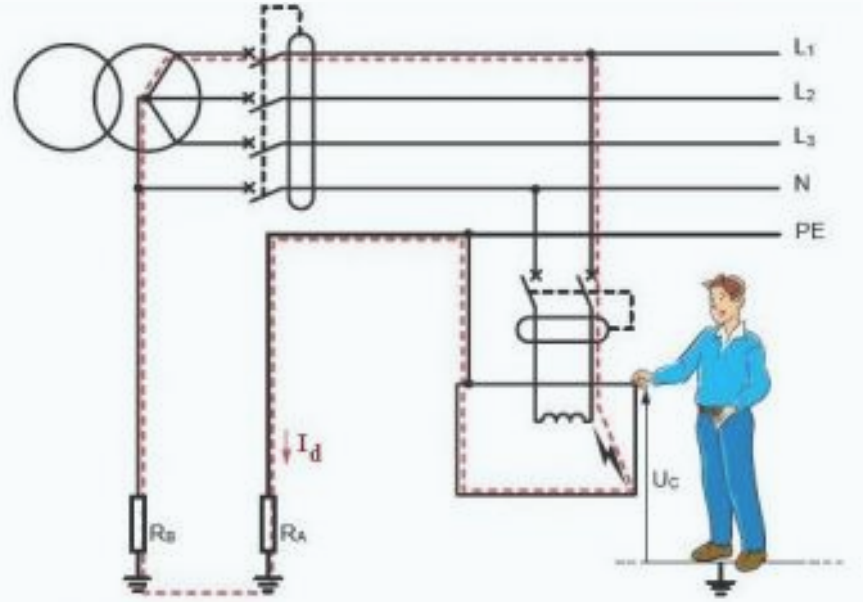
Elegir el dispositivo de protección de corriente residual correcto

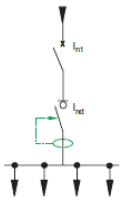
- Por diseño / formato
- Por tipo
- Por número de polos
- Por versión
- Por sensibilidad
- Protección frente a disparos intempestivos
- Protección variadores de velocidad: uso protección diferencial tipo B
- Puntos de recarga de vehículo eléctrico



El presente Documento es una selección de las normativas y criterios que se han considerado relevantes sobre los temas de referencia y no pretende ser una recopilación exhaustiva de la materia. La información de esta página no constituye asesoramiento técnico en ningún campo por parte de GRUPO ELEKTRA XXI, S.L. o de sus filiales. Sin perjuicio de lo anterior, se recomienda a los usuarios la revisión continúa de la actualización de la normativa técnica de aplicación.

1.- DISEÑO

- **RCCB**: Residual Current Circuit Breaker: Interruptor diferencial “puro” (directo)
  - Debe asociarse a los circuitos un dispositivo de protección contra sobrecorrientes
  - Permite agrupar la protección diferencial de varios circuitos
    - Se pierde continuidad de servicio



- **RCBO** : Residual Current Circuit Breaker with OVERLOAD Protección : interruptor diferencial con protección magnetotérmica integrada
  - A cada circuito se le asigna su propio RCBO: si el dispositivo se dispara debido a una corriente residual, solo se desconecta el circuito afectado.
  - Debido a la división de los circuitos, el usuario se beneficia de una mayor seguridad operativa y disponibilidad de equipos porque las corrientes de fuga producidas por equipos electrónicos, como partes de sistemas de suministro de energía, por razones operativas no se suman para producir valores no permitidos y exceden los valores de disparo del RCCB.
  - La planificación se simplifica en que los factores de demanda, como en el caso de las cargas en los interruptores automáticos de corriente residual, no tienen que ser tomados en cuenta. El RCBO se protege contra la sobrecarga.
  - En caso de falla, todos los polos están desconectados de la fuente de alimentación. Por lo tanto, todas las partes vivas se desconectan de manera confiable del suministro y se simplifica la resolución de problemas.

- **RC unit**: bloque diferencial. Una vez montado se comporta como un RCBO, solo que los contactos de potencia (apertura/cierre circuito) están en la protección magnetotérmica.

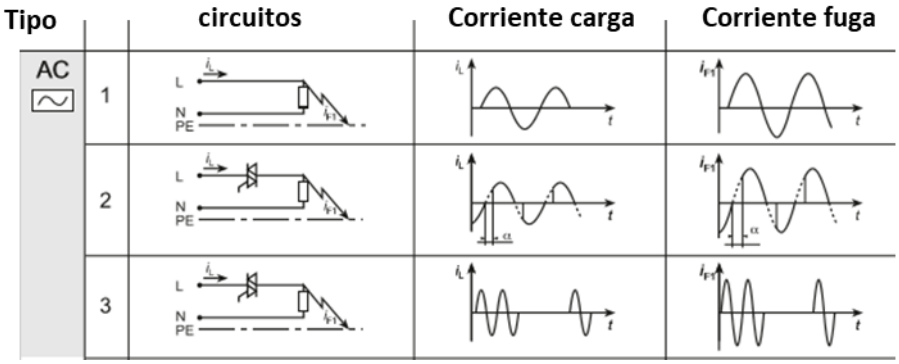
- **MRCD Relé diferencial + toroidal:** para intensidades de línea elevadas (I>100 A)

- **RCM :** Residual Current Monitoring (dispositivo de monitoreo de la corriente diferencial)
  - Visualización de la corriente de fuga

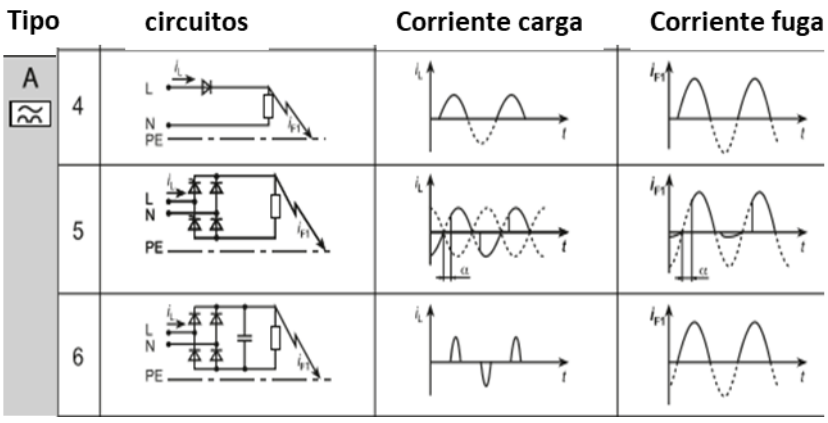
2.-TIPO

La norma internacional **IEC 60755 define cuatro tipos de diferenciales** para aplicaciones en corriente alterna. Estos tipos, definidos en función de las corrientes de fuga previstas, se conocen como**: tipo AC, tipo A, tipo F y tipo B.**

- **Tipo AC** : detecta solo corrientes de fuga de Corriente Alterna sinusoidal. En algunos países no están autorizados (p.e. Alemania)
  - 1- cargas “normales”, resistivas
  - 2-3 Cargas reguladas por tiristores: reguladores luminosidad, soldadura arco,..



- **Tipo A** : detectan corrientes residuales de corriente continua pulsantes además de las corrientes residuales de CA sinusoidal. Además de los tipos de circuitos 1 a 3:
  - 4- reguladores luz, máquinas soldar
  - 5/6 – fuentes de alimentación : TV, ordenador, micro-ondas,..
  - Su uso es recomendado en aquellos circuitos eléctricos específicos donde se prevé conectar equipos eléctricos que puedan generar este tipo de defectos.

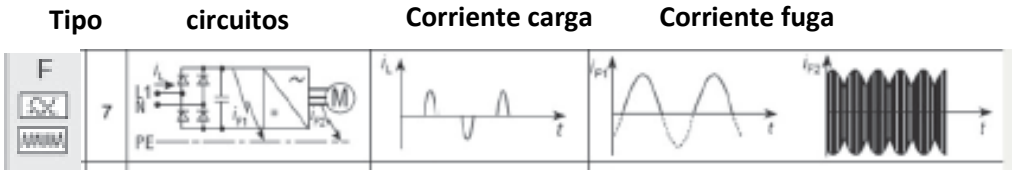


- **Tipo F** **:** corrientes de fuga alterna senoidal, corriente pulsante, y corriente mixta (CA+CC)

  A la protección tipo A le añade:

  - Protección contra corrientes alternas diferenciales compuestas
  - Protección para corrientes diferenciales alternas superpuestas sobre una corriente continua alisada (corriente mixta ca/cc, hasta 1 kHz))
  - Corrientes de fuga en cc suaves de hasta 10 mA, no afectan a las propiedades de disparo.

  Poco extendido



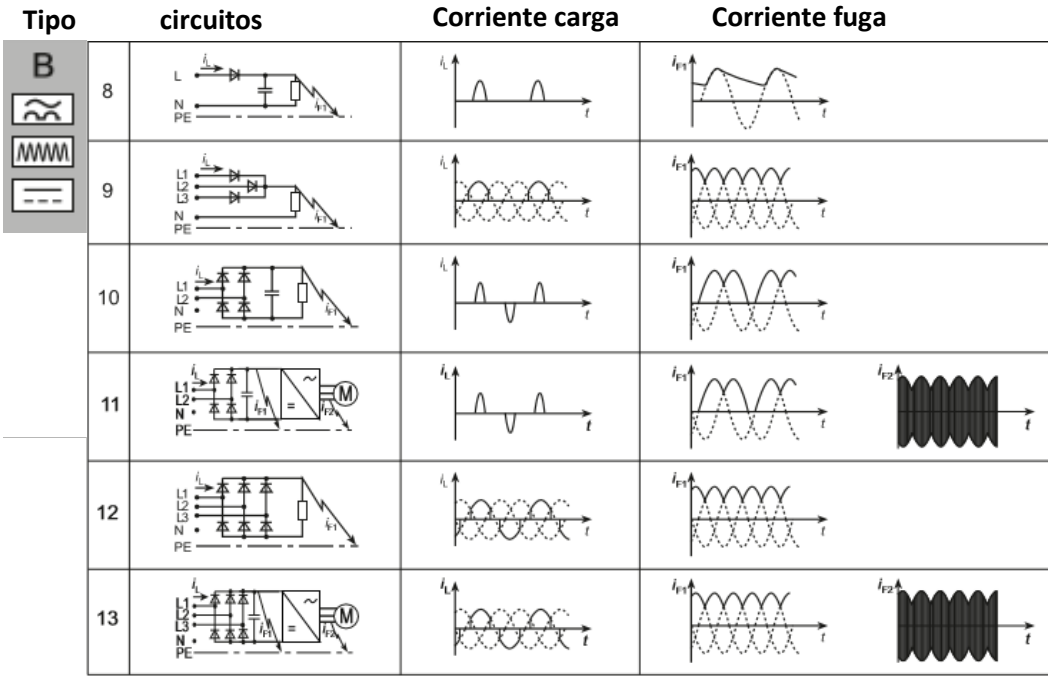
- **Tipo B** : Además de detectar corrientes residuales de frecuencias mixtas de hasta 1KHz, se utilizan dispositivos de protección de corriente residual de tipo B para detectar corrientes residuales de CC suaves. Los dispositivos de protección de corriente residual de este tipo son adecuados para su uso en sistemas de CA trifásicos de 50/60 Hz, pero no en sistemas de voltaje de CC o donde las frecuencias difieren de 50/60 Hz como en el lado de salida de los convertidores de frecuencia. Se pueden usar para todos los circuitos de corriente de entrada.

  Tienen definidos valores de disparo para corrientes de fuga de hasta 2 kHz:

  - Para $I_{\Delta N}$=30mA
    - 50 Hz → 30 mA
    - 100 Hz → 30 mA
    - 1000 Hz → 310 mA (aprox)
    - 2000 Hz → 600 mA
  - Para $I_{\Delta N}$ = 300mA
    - 50 Hz → 300 mA
    - 100 Hz → 300 mA
    - 1000 Hz → 3100 mA (aprox)
    - 2000 Hz → 6000 mA

  En función de las curvas que den los fabricantes, los diferenciales tipo B pueden tener mejor comportamiento a las fugas de alta frecuencia (tardan más en disparar a mayor frecuencia)
  - Diferenciales tipo B de Siemens, son superresistentes
  - Diferenciales tipo B de Schneider, son superinmunizados

Como se ve en la tabla siguiente, las formas de onda de corrientes de fuga pueden ser muy diferentes a las anteriormente mostradas, encontrando formas de onda claramente no sinusoidales, así como frecuencias más altas que las de la tensión de suministro e incluso corriente continua alisada (corriente continua libre de ondulación). Este es el caso de **las corrientes de defecto que pueden producirse en instalaciones trifásicas donde existe un dispositivo con un puente rectificador de tres ramas** como, por ejemplo, en un variador de velocidad de un motor trifásico.



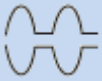
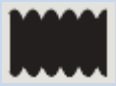
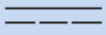
Este tipo de diferenciales, desarrollados también en la norma IEC 62423 y su adaptación española UNE-EN 62423, son capaces de proteger frente a defectos que provocan corriente continua alisada de hasta 10 mA superpuesta a la corriente diferencial alterna.

Estos dispositivos protegen también los defectos que detectan los dispositivos tipo F, tipo A, tipo AC y, además:

- Corriente diferencial alterna sinusoidal de hasta 1000 Hz.
- Corriente diferencial alterna superpuesta sobre una corriente continua alisada de 0,4 veces la corriente diferencial de funcionamiento asignada del dispositivo o 10 mA, según el valor mayor.
- Corriente diferencial continua pulsante superpuesta sobre una corriente continua alisada de 0,4 veces la corriente diferencial de funcionamiento asignada del dispositivo o 10 mA, según el valor mayor.
- Corriente diferencial continua pulsante rectificada resultante de dos o más fases.
- Corriente diferencial continua alisada, si se aplica súbitamente o aumenta lentamente.

Si el equipo electrónico (p. Ej., Un convertidor de frecuencia) se opera directamente en el sistema trifásico y los circuitos de entrada 8 a 13 están conectados, deben usarse Tipo B.

Resumen:

Tipo de corriente de fuga	Tipo AC	Tipo A	Tipo F	Tipo B	Corriente de disparo
	■	■	■	■	0,5 – 1 IΔN
		■	■	■	0,35 – 1,4 IΔN
		■	■	■	Ángulo avance 135º 0,11 – 1,4 IΔN
		■	■	■	Máx 1,4 IΔN + 6 mA tipo A + 10mA tipo F + 0,4 IΔN tipo B
			■	■	0,5 – 1,4 IΔN
				■	0,5 – 2 IΔN

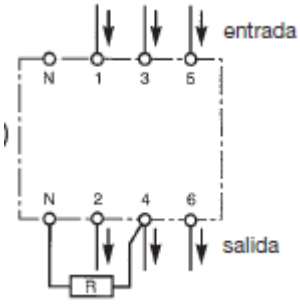
3.- NUMERO DE POLOS

En función del equipo/línea a proteger:

F+N , 2 Polos , 3 Polos , 3F+N

Utilización de Interruptores Diferenciales en redes trifásicas sin neutro

- Se pueden usar
- Tener en cuenta el conexionado: para que funcione el botón de test



4.-VERSION

En función de la red, equipamiento, y las condiciones ambientales.

Selectivo, Resistente, Super Resistente, Superinmunizado, Sigres

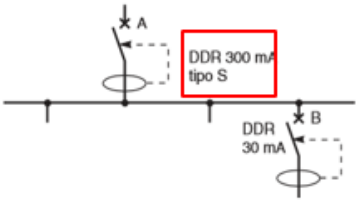
Selectivos S

La especificación general para conseguir la selectividad total entre dos Interruptores Diferenciales (que dispare el interruptor diferencial más cercano a la fuga → continuidad de servicio) es la siguiente:

- Multiplicación por dos de la corriente de funcionamiento residual nominal (aguas arriba)
- Temporización del Interruptor Diferencial aguas arriba.

La selectividad se consigue utilizando los diferentes niveles de sensibilidad normalizados: 30 mA, 100 mA, 300 mA y 1 A así como los correspondientes tiempos de disparo:

Los diferenciales tipo S:
- están "temporizados"
- Siempre son de 300 mA (o 100 mA)



Resistentes R

Mejores prestaciones frente a disparos intempestivos provocados por sobretensiones transitorias (caídas de rayo)

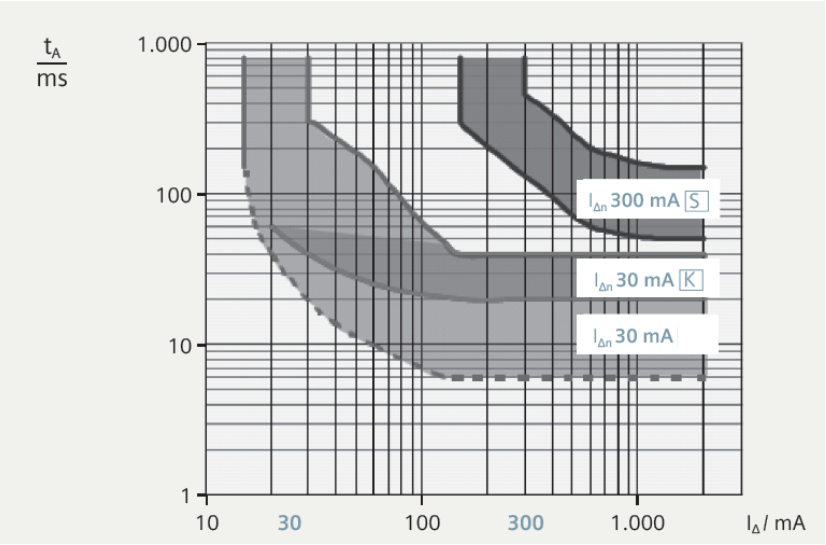
Tipo K: Súper Resistente SR

No se pueden distinguir las corrientes de fuga y las corrientes residuales derivadas del funcionamiento de equipos eléctricos. La reacción a ambos es la misma. Si se produce una corriente de fuga alta temporal, no es necesario ni deseable desconectar la carga del suministro. Si se usa un equipo electrónico con condensadores conectados contra el conductor de protección para eliminar fallas, puede ocurrir un disparo involuntario del RCCB cuando se enciende el equipo.

Para evitar esta desconexión, se recomienda el uso de dispositivos de protección de corriente residual súper resistentes. **Se disparan con un retraso de tiempo y se designan como dispositivos Tipo K.**

- En cuanto a las normas de producto EN 61008-1 (RCCB) y EN 61009-1 (RCBO), solo hay dos tipos de dispositivos:
  - Estándar
  - Selectivo S

  Para estos tipos de dispositivos, se definen los valores límite para los tiempos de disparo. De acuerdo con la norma, los dispositivos de protección de corriente residual súper resistentes son versiones instantáneas



La figura anterior muestra el rango de disparo de las diferentes versiones de dispositivos de protección de corriente residual. Se puede ver claramente que los rangos de disparo de la versión estándar y la versión súper resistente son idénticos en términos del valor máximo. Solo el valor mínimo es mayor en el caso del Tipo K. El tipo S responde selectivamente a estas dos versiones.

Los dispositivos de protección de corriente residual súper resistente Tipo K aprovechan el rango de disparo máximo permitido de la norma. Tienen un retraso de tiempo mínimo de aproximadamente 10 ms. En otras palabras, las corrientes de fuga a corto plazo y las corrientes de sobretensión altas (8/20 µs) se ignoran durante este período de tiempo. Solo cuando una corriente residual fluye por más tiempo que el tiempo de retraso se inicia la desconexión del suministro. Este dispositivo protector de corriente residual también proporciona protección contra descargas eléctricas.

Los dispositivos se pueden usar sin restricciones para todas las medidas de protección (con desconexión del suministro) requeridas en las condiciones de instalación. La instalación no se desconecta innecesariamente y su disponibilidad aumenta considerablemente.

SIGRES RCCB (para condiciones ambientales adversas)

Cuando los dispositivos de protección de corriente residual se usan en condiciones ambientales severas con mayores emisiones de gases corrosivos, por ejemplo, en:

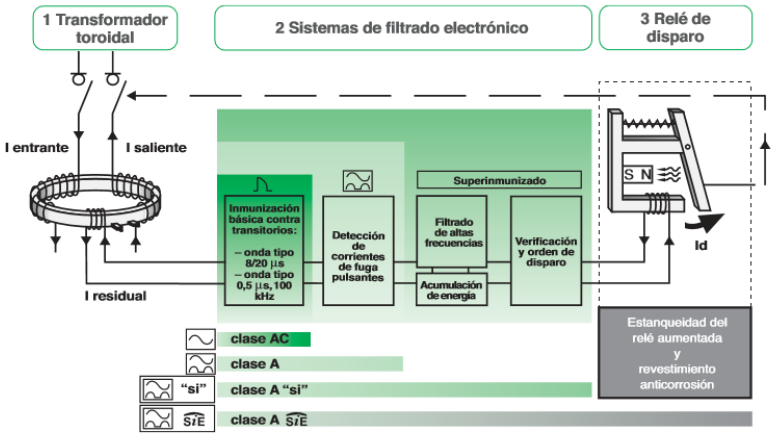
• piscinas cubiertas (cloro gaseoso; ozono),
• agricultura (amoníaco),
• industria (dióxido de azufre)
están sujetos a una carga significativamente mayor. Estos gases, junto con la humedad, tienen un efecto corrosivo en todos los componentes metálicos y, por lo tanto, también en las superficies metálicas de la liberación del imán de retención del diferencial

Los interruptores automáticos operados por corriente residual SIGRES son adecuados para tales aplicaciones y su característica patentada de protección de condensación activa les brinda una vida útil significativamente más larga. El calentamiento directo de la liberación del imán de retención produce una temperatura ligeramente más alta en los componentes metálicos con una potencia mínima requerida. Como se evita la condensación del aire húmedo enriquecido con gases corrosivos, la corrosión no puede tener lugar, lo que resulta en una vida útil más larga de los dispositivos.

Superinmunizados

Las cargas más perturbadoras, 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: iluminación fluorescente con balasto electrónico, reguladores de intensidad luminosa

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 del tipo **Superinmunizado**



- 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
- 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. 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

Ultra Inmunizados

¿De dónde salen estas cualidades?, pues básicamente de las prestaciones que se describen a continuación:

- Margen de disparo entre 85%-100% de la sensibilidad.
- Respuesta en frecuencia, en concreto a la reducción de la sensibilidad con el aumento de esta.
- Más inmunidad a los transitorios de la red.

5.- SENSIBILIDAD $I_{\Delta n}$

Protección adicional contra los contactos directos: $I_{\Delta n} \leq 30mA$

Protección contra fallos de aislamiento (contactos indirectos): $I_{\Delta n} \leq 30mA$

Protección contra fuego (fallos de aislamiento que pueden ser punto inicio de fuego): $I_{\Delta n} \leq 300mA$

6.- INMUNIDAD A LOS DISPAROS INTEMPESTIVOS

¿Qué interferencias eléctricas ocurren y cómo se gestionan?

Corrientes de fuga

Las corrientes de fuga son corrientes que se filtran a tierra, aunque el aislamiento no sea defectuoso. Pueden ser permanentes o transitorias, y disparan el RCCB si se excede el valor de disparo.

Por lo tanto, estas corrientes deben tenerse en cuenta cuando se selecciona la corriente residual nominal IΔn de un RCCB y, si es necesario, se minimiza, para garantizar que se cumplan los requisitos de protección especificados.

Existen **3 tipos de corrientes de fuga**, **no peligrosas**, que no son debidas a defectos de aislamiento: 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.

1- Corrientes de fuga permanentes

A falta de datos más precisos, la corriente de fuga permanente en una instalación dada puede calcularse a partir de los siguientes valores, medidos a 230 V 50 Hz:

- Circuito monofásico o trifásico: 1,5 mA/100 m. Por la capacidad del cable con respeto a tierra
- Suelo térmico: 1 mA/kW.
- Fax terminal: 1 mA.
- Estación de trabajo tecnológica: 2 mA.
- Terminal de tecnología de la información: 2 mA.
- Impresora: 1,5 mA.
- Fotocopiadora: 1,5 mA.

Puesto que los Interruptores Diferenciales pueden funcionar en el intervalo 0,5 IΔn - IΔn para una especificación nominal de IΔn, la corriente de fuga aguas abajo de un ID no debe superar los 0,5 IΔn. La limitación de la corriente de fuga permanente a 0,25/0,3 veces la IΔn mediante la **subdivisión de circuitos** eliminará, en la práctica, cualquier disparo no deseado.

2- 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.

Solución → **Inmunidad a transitorios:**

Todos los ID instalados deben disponer de un nivel mínimo de inmunidad ante los disparos no deseados

- Se determina con: **IMPULSO DE CORRIENTE SOPORTABLE CON FORMA DE ONDA 8/20 µs**
- Se marca en los equipos: . Ejemplo de valores

	SIEMENS		SCHNEIDER	
	INSTANTÁNEOS	SELECTIVOS	INSTANTÁNEOS	SELECTIVOS
CLASE AC	> 0,2 kA		250 A	3 kA
CLASE A	> 1 kA	> 5 kA	250 A	3 kA
SUPERRESISTENTES	> 3 kA			
SUPERINMUNIZADOS			3 KA	5 kA

3-Sobrecorrientes

Incluso si no hay corrientes de fuga presentes, un RCCB aún puede dispararse intempestivamente como resultado de sobrecargas (> 6x In). Estos picos de sobrecorrientes pueden conducir a diferentes magnetizaciones en el núcleo de la banda magnética porque la disposición de los conductores primarios no es absolutamente simétrica y el devanado secundario en la circunferencia del transformador de corriente de suma para la detección de corriente residual no está completamente cerrado, por lo que se produce una señal de disparo. También se puede disparar si el campo magnético alrededor del conductor que lleva la corriente se irradia directamente sobre la liberación del imán de retención. Las sobrecorrrientes son especialmente comunes: con el arranque directo en línea de motores, cargas de lámparas, bobinados de calentadores, cargas capacitivas (capacitancias entre L y N) y equipos médicos como máquinas de TC o equipos de rayos X.

Según la norma de producto, los RCCB son resistentes al disparo intempestivo hasta seis veces la corriente nominal.

4. Corrientes de fuga de altas frecuencias

Las cargas más perturbadoras, 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: iluminación fluorescente con balasto electrónico, reguladores de intensidad luminosa

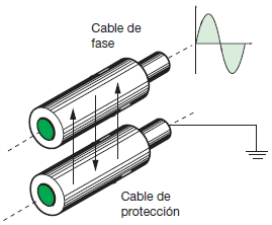
Contrariamente a las corrientes de fuga de 50-60 Hz donde la suma vectorial es nula, estas corrientes de alta frecuencia no están sincronizadas sobre las tres fases y, de este modo, su suma constituye una corriente de fuga neta. Para evitar los disparos intempestivos o el bloqueo de los diferenciales, 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 del tipo **Superinmunizado**

También los diferenciales tipo B (y/o superresistentes) en función de la duración de las corrientes de fuga de alta frecuencia pueden ser una buena opción

5.- Disparo por “simpatía”. Selectividad diferencial horizontal

Disparo por simpatía: apertura simultánea de varios diferenciales que protegen salidas en paralelo de una instalación. Se puede decir que se ha perdido la selectividad horizontal

Este fenómeno se debe a las corrientes de fuga que circulan a través de las capacidades de las instalaciones. Estas capacidades pueden tener dos orígenes:

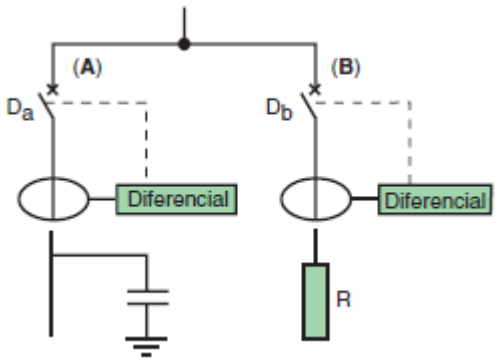


- Capacidades de aislamiento de los cables:
  - Un cable, respecto a tierra, presenta el mismo comportamiento que un condensador
  - Cuando mayor sean las longitudes de los cables en las instalaciones, mayor será la capacidad de dichos cables respecto a tierra
  - A mayor frecuencia, la impedancia capacitiva disminuye, con lo que las corrientes de fuga capacitivas a tierra aumentan
- Los filtros capacitivos (condensadores) conectados a tierra de los receptores electrónicos que hay en la instalación

Si en una instalación hay receptores que generen corrientes de fuga de alta frecuencia o transitorias de corta duración, hallan poca resistencia de paso a través de las capacidades descritas anteriormente

- Circulan en su mayor parte por las capacidades hacia tierra, para retornar por el neutro del transformador, que cerrará el circuito con las fases.
- Pueden circular de forma desequilibrada y con una intensidad eficaz lo bastante elevada para hacer disparar el diferencial (disparo intempestivo)
- Y pueden hacer disparar simultáneamente varios diferenciales que protegen circuitos en paralelo

Ejemplo



La apertura de Db, situado en un circuito de un receptor R que pueda generar una sobretensión, provoca una sobretensión sobre la red. Esta sobretensión implica sobre la salida A, protegida por Da, la aparición de una corriente capacitiva a tierra (longitud, filtros), que puede provocar apertura de la protección Da

Solución: temporizar el disparo de la protección Da. Instalar diferenciales temporizados en las salidas de gran longitud o que alimenten filtros

Recomendaciones:

- Si se han de repartir líneas de cables muy largas para llegar a los receptores: realizar la máxima subdivisión de circuitos posible (para tener los menos metros posibles de cable debajo de un diferencial)
- Limitar el número de receptores electrónicos que incluyan filtros capacitivos conectados a tierra, por debajo de cada diferencial
- En instalaciones ya existentes: sustitución de los dispositivos por
  - Selectivos (tiempo retrasado)
  - Superinmunizados

7.- PROTECCION DE VARIADORES DE VELOCIDAD: USO INTERRUPTORES DIFERENCIALES TIPO B

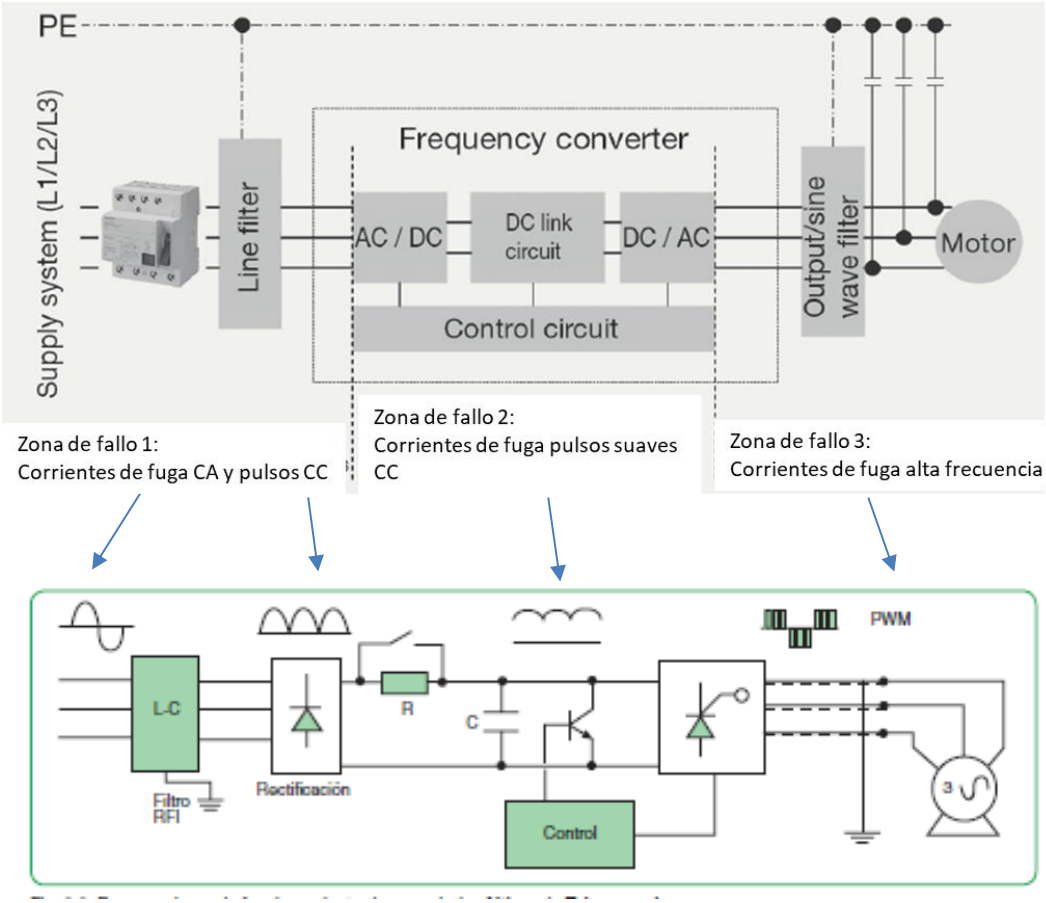
Aplicaciones diferenciales tipo B

Aplicaciones típicas que son vulnerables a corrientes residuales suaves de CC:

- Convertidores de frecuencia con conexión trifásica.
- Equipos médicos como equipos de rayos X o máquinas de TC
- Sistemas fotovoltaicos o UPS
- Puntos de conexión (cajas de pared, estaciones de carga) para vehículos eléctricos.
- Controladores de elevadores
- Calentamiento de tuberías: traceado eléctrico
- Configuraciones de prueba en laboratorios
- Estaciones de carga para carretillas elevadoras a batería.
- Grúas de todo tipo.
- Plantas de mezcla si se conectan cargas relevantes
- Máquinas herramienta de velocidad variable, como fresadoras, rectificadoras o tornos.

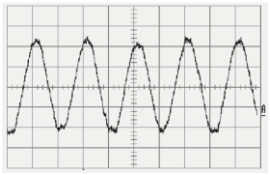
Corrientes residuales en diferentes ubicaciones de fallos, con un convertidor de frecuencia como ejemplo

Un convertidor de frecuencia (FC) se considera como un ejemplo típico de equipo donde pueden producirse diferentes formas de onda de corriente residual dependiendo de la ubicación del fallo.



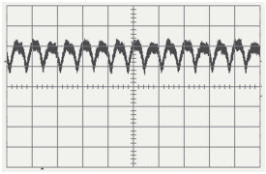
Fallo en la zona 1 (aguas arriba del Convertidor de frecuencia)

Las corrientes residuales de CA de frecuencia de línea se producen entre el RCCB y el convertidor de frecuencia. Todos los RCCB proporcionan protección contra estas corrientes residuales de 50 Hz puramente sinusoidales (tipos AC, A y B). La sección en riesgo se desconecta cuando se alcanza el valor de disparo en el rango de 0,5 a IΔn.



Fallo en la zona 2: en el convertidor de frecuencia

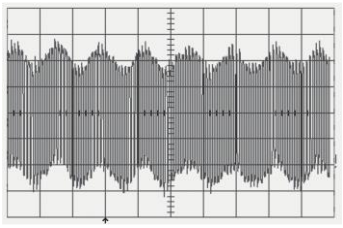
Se producen corrientes residuales de CC prácticamente suaves en el convertidor de frecuencia (entre el rectificador de entrada y la electrónica de salida, es decir, en el circuito de enlace de CC) . Hay una desconexión confiable en el rango de 0.5 a 2.2 IΔn si se usa un RCCB universal sensible a la corriente de Tipo B.



Los dispositivos de protección de corriente residual de los tipos AC, A y F no pueden ofrecer protección en estos casos. El dispositivo no se dispara porque la corriente residual de CC no causa ningún cambio en el tiempo en la inducción del transformador del RCCB que funciona de acuerdo con el principio de inducción. Una corriente residual de CC suave (o corriente de fuga) debido a una falla de aislamiento progresiva conduce a la magnetización previa del material del transformador de los dispositivos de protección de corriente residual de tipo AC, A y F → Se bloquea y no funcionaría el diferencial frente a un fallo de c.a.

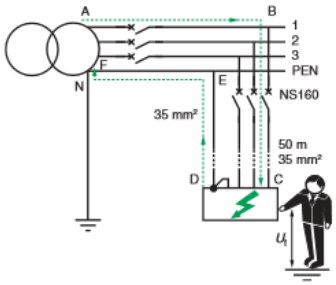
Fallo en la zona 3: aguas abajo del convertidor de frecuencia

Entre los terminales de salida del convertidor de frecuencia y el motor se producen corrientes residuales de CA que se desvían de la frecuencia de línea y la forma de onda sinusoidal. Estas corrientes representan un espectro de frecuencia con diferentes componentes de frecuencia (ver figura siguiente). También pueden producirse corrientes residuales suaves de CC, dependiendo del modo de funcionamiento del convertidor de frecuencia (por ejemplo, como un freno de CC o un precalentador de CC)



¿debo colocar un diferencial en las líneas de alimentación de los variadores?

- Las normas y reglamentos obligan a realizar una protección contra los contactos directos (protección básica) y contra los contactos indirectos (protección fallo de aislamiento)
- La protección contra los contactos directos se consigue
  - Aislamiento de las partes activas
  - Protección mediante barreras o envolventes: que tengan un IPxxB
  - O realizar una protección adicional, solamente destinada a *complementar* las medidas descritas anteriormente, mediante un interruptor diferencial de 30 mA
- La protección contra los contactos indirectos: El hecho de tocar una parte normalmente no activa de un equipo eléctrico que ha pasado a estar activa debido a un defecto de su aislamiento
  - Se adoptan varias medidas para la protección contra este riesgo, a saber:
    - Desconexión automática de la fuente de alimentación del equipo eléctrico conectado.
    - Disposiciones especiales, cómo por ejemplo:
      - Utilización de materiales de aislamiento de clase II o nivel equivalente de aislamiento.
      - Ubicación no conductora, fuera del alcance por alejamiento o interposición de barreras.
      - Conexión equipotencial.
      - Separación eléctrica por medio de transformadores de aislamiento.
  - La desconexión automática: en función del esquema de conexión a tierra
  - En la industria, el más habitual sería el régimen TN



    - En este esquema de conexión, un fallo de aislamiento a tierra tiene como consecuencia un cortocircuito fase a neutro: en principio, la protección contra sobreintensidades (interruptor magnetotérmico) sería suficiente
    - Dependerá de la impedancia de bucle (función de la longitud y sección de los cables de alimentación) hasta el punto de fallo.
    - En una red con impedancia excesiva, la intensidad de cortocircuito (F-N) puede no ser suficiente para provocar el disparo de la protección → entonces debería colocarse un dispositivo de protección diferencial, que puede tener una sensibilidad elevada (300mA/500 mA)

Protección por medio de dispositivos de corriente residual para circuitos TN-S

Los dispositivos de corriente residual se deben utilizar cuando:

- La impedancia de bucle no se puede determinar de forma precisa (longitudes difíciles de calcular, presencia de cuerpos metálicos próximos al cableado).
- La corriente de defecto sea tan baja que no se pueda cumplir el tiempo de desconexión utilizando dispositivos de protección contra las sobreintensidades.

El motivo es que el nivel de la corriente de defecto siempre es superior que su corriente de disparo nominal, que es de unos amperios.

En la práctica, se suelen instalar en la distribución de BT y, en numerosos países, la desconexión automática de los circuitos finales se puede conseguir con los dispositivos de corriente residual.

- En estos casos, sería un diferencial tipo B
- Los distintos fabricantes de Variadores de Velocidad, lo ponen en sus instrucciones de servicio/puesta en marcha
- Ejemplo Siemens:

Interruptor automático de módulo diferencial (RCCB)

Nota

El convertidor SINAMICS V20 se ha diseñado con protección mediante fusibles; sin embargo, puesto que el convertidor puede provocar una corriente DC en el conductor de puesta a tierra de protección, si debe utilizarse un interruptor automático de módulo diferencial (RCCB) aguas arriba en la alimentación, se debe tener en cuenta lo siguiente:

- Todos los convertidores de 230 V AC monofásicos SINAMICS V20 (con filtro) FSAC y FSAD solo se pueden utilizar asociados a un interruptor diferencial (RCCB) de tipo A, sensibilidad 100 mA, o de tipo B (k), sensibilidad 300 mA.
- Todos los convertidores de 400 V AC trifásicos SINAMICS V20 (con filtro o sin filtro) se pueden utilizar asociados a un interruptor diferencial (RCCB) de tipo B (k), sensibilidad 300 mA.
- Los convertidores de 400 V AC trifásicos SINAMICS V20 (sin filtro) FSA a FSD y FSA (con filtro) se pueden utilizar asociados a un interruptor diferencial (RCCB) de tipo B (k), sensibilidad 30 mA.
- Si se utilizan varios convertidores, uno de ellos debe funcionar asociado a un RCCB del tipo correspondiente; si no, se producirán disparos por sobrecorriente.

- Problemática con los filtros de red de los variadores: tienen corrientes de fuga que los interruptores diferenciales habituales detectan como corriente de defecto y disparan
  Con variadores de más de 2,2 kW y necesidad de protección de personas, se deberá montar probablemente un filtro con reducidas corrientes de fuga

8.- Puntos de recarga de vehículo eléctrico

Reglamento Electrotécnico BT

MINISTERIO DE ECONOMÍA, INDUSTRIA Y COMPETITIVIDAD	Guía técnica de aplicación de la ITC-BT 52. INSTALACIONES CON FINES ESPECIALES: INFRAESTRUCTURA PARA LA RECARGA DE VEHÍCULOS ELÉCTRICOS	GUÍA ITC-BT 52 Edición: Nov 2017 Revisión: 1

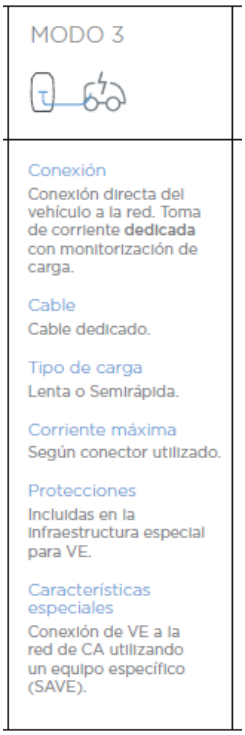
Los dispositivos de protección diferencial serán de clase A. Los dispositivos de protección diferencial instalados en la vía pública estarán preparados para que se pueda instalar un dispositivo de rearme automático y los instalados en aparcamientos públicos o en estaciones de movilidad eléctrica dispondrán de un sistema de aviso de desconexión o estarán equipados con un dispositivo de rearme automático.

Salvo cuando la protección contra contactos indirectos se realiza por separación eléctrica, cada punto de conexión debe estar protegido mediante su propio diferencial que será como mínimo de tipo A, con una corriente diferencial residual no superior a 30 mA. Los dispositivos de protección diferencial deberían cumplir con una de las siguientes normas de producto: EN 61008-1, EN 61009-1, EN 60947-2 o EN 62423.

Cuando la estación de carga de vehículos eléctricos esté equipada con una toma de corriente o un conector de vehículo según la serie de Normas EN 62196 (previstas para recarga en modo 3), la normalización internacional más reciente (véase UNE-HD 60364-7-722) requiere de medidas contra las corrientes de fuga con componente en corriente continua, salvo cuando estas medidas estuvieran incluidas en la propia estación de carga de vehículos eléctricos. Las medidas apropiadas, para cada punto de conexión pueden ser:

– Utilización de diferenciales de tipo B, o
– Utilización de diferenciales de tipo A y un equipo que asegure la desconexión de la alimentación en caso de corrientes de defecto con componente en continua superior a los 6 mA (dispositivo de detección de corriente diferencial continua (RDC-DD)) conforme con la norma IEC 62955.

- Reglamento → Protección diferencial clase A, y sensibilidad 30 mA
- Para modo de recarga modo 3, las normas internacionales recomiendan
  - Diferencial tipo B
  - O diferenciales tipo A, que detecten corrientes de defecto en componente continua superior a los 6 mA



Reconexión automática tipo B

Bibliografía
Siemens : SENTRON- Residual Current Protective Devices
Schneider Electric: Guía Protección Diferencial
Circutor: ¿por qué debo proteger mi instalación con Protección Diferencial tipo B?