



PROTECCIÓN DIFERENCIAL EN LOS INVERSORES FOTOVOLTAICOS

Introducción

El funcionamiento de los inversores fotovoltaicos conectados a red requiere que dispongan de filtros EMI para suprimir las interferencias electromagnéticas generadas por el equipo. Sin estos filtros, las interferencias se filtrarían a la red eléctrica pública, incumpliendo la normativa vigente. Su uso ayuda a evitar estas filtraciones, pero a su vez introduce corrientes de fuga a tierra, debido a la existencia de condensadores entre fases y tierra que comportan fugas cuando se alimentan. Estas corrientes de fuga, junto a las de distintas cargas que pueden llevar filtros EMC, las cuales pueden aumentar si en la instalación existen convertidores de potencia que conmutan a alta frecuencia, además de la capacidad de los paneles fotovoltaicos a tierra, que también pueden producir corrientes de fuga, pueden provocar saltos intempestivos no deseados de la protección diferencial si sobrepasan el umbral de sensibilidad del diferencial instalado, lo cual resalta la importancia en la elección del dispositivo de detección de corriente residual correcto para su instalación como protección contra el choque eléctrico en la planta fotovoltaica.

Este documento expone la recomendación por parte de SALICRU respecto al tipo y sensibilidad de la protección diferencial necesaria en la instalación de sus inversores, y la normativa en que se fundamenta.

Marco normativo

El Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión especifica, en sus *"Instrucciones Técnicas Complementarias" ITC-BT-24 "Protección contra Contactos Directos e Indirectos"*, *ITC-BT-40 "Instalaciones Generadoras de Baja Tensión"*, y en el borrador publicado en el BOE de la *ITC-BT-53 "Instalaciones de sistemas en corriente continua"*, los requerimientos que deben cumplir los elementos de protección diferencial residual (RCD) en las instalaciones fotovoltaicas interconectadas a red en caso de que sea necesaria su instalación, con el fin de ofrecer protección contra el choque eléctrico. El *RD 244/2019, de 5 de abril*, sustituye a la ITC-BT-24 añadiendo a su apartado 4.3:

Las prescripciones de la ITC-BT-40 son aplicables a todas instalaciones de autoconsumo interconectadas, sea cual sea su potencia. Todas las instalaciones de generación interconectadas a la red de distribución en baja tensión deben disponer de dispositivos que limiten la inyección de corriente continua y la generación de sobretensiones, así como impedir el funcionamiento en isla de dicha red de distribución, de forma que la conexión de la instalación de generación no afecte al funcionamiento normal de la red ni a la calidad del suministro de los clientes conectados a ella.

[...]

En todas las instalaciones de producción próximas a las de consumo, definidas en el Real Decreto 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica, **la conexión se realizará a través de un cuadro de mando y protección que incluya las protecciones diferenciales tipo A necesarias para garantizar que la tensión de contacto no resulte peligrosa para las personas.** Cuando dichas instalaciones generadoras sean accesibles al público general o estén ubicadas en zonas residenciales, o análogas, la protección diferencial de los circuitos de generación será de 30 mA.

[...]

Todos los generadores para suministro con autoconsumo con excedentes independientemente de su potencia y los generadores para suministro con autoconsumo sin excedentes de **potencia instalada superior a 800 VA, que se conecten a instalaciones interiores o receptoras de usuario**, lo harán a través de un **circuito independiente y dedicado desde un cuadro de mando y protección que incluya protección diferencial tipo A, que será de 30 mA en instalaciones de viviendas, o instalaciones accesibles al público general** en zonas residenciales, o análogas.

Implicaciones

Lo dicho hasta ahora se resume en la obligatoriedad de instalar protección diferencial de Tipo A o superior en cualquier instalación fotovoltaica, con una sensibilidad del dispositivo de corriente diferencial residual (RCD) de:

- **30mA para viviendas e instalaciones accesibles al público general. O,**
- **que garantice una tensión de contacto segura para protección a las personas en el resto de los casos.**

La instalación de un RCD de 30 mA de sensibilidad queda asegurada como medida de protección suficiente para viviendas e instalaciones accesibles al público general en la propia ITC-BT-24:

El empleo de dispositivos de corriente diferencial-residual, cuyo valor de corriente diferencial asignada de funcionamiento sea inferior o igual a 30 mA, se reconoce como medida de protección complementaria en caso de fallo de otra medida de protección contra los contactos directos o en caso de imprudencia de los usuarios.

A falta de referencia explícita en el REBT en lo referente a las instalaciones no residenciales o no accesibles, el propio Reglamento remite a la normativa europea vigente. La norma *UNE-HD 60364-7-712:2017 sobre Instalaciones eléctricas de baja tensión*, en su *Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales - Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV)* señala, en su apartado *712.530.3.101 Dispositivos de corriente diferencial residual* que:

Si se utiliza un dispositivo de corriente diferencial residual para la protección del circuito de alimentación fotovoltaica de corriente alterna, el dispositivo de corriente diferencial residual debe ser del tipo B de acuerdo con la Norma EN 62423 o EN 60947-2, a menos que:

- El inversor proporcione al menos una separación simple entre el lado de la corriente alterna y el lado de la corriente continua; o
- La instalación proporcione al menos una separación simple entre el inversor y el dispositivo de corriente diferencial residual, por medio de bobinados separados de un transformador; o
- El inversor no requiera un dispositivo de corriente diferencial residual tipo B según lo indicado por el fabricante del inversor.

A este efecto y en cumplimiento del requisito que establece la norma *UNE-EN 62109-1=2011-ES*, SALICRU declara que **sus inversores pueden causar una corriente con un componente de continua. Cuando se utilice para protección en caso de contacto directo o indirecto un dispositivo de protección (RCD) o de control (MCR) operado por la corriente residual, sólo se permite un RCD o MCR del tipo B en el lado de la alimentación del inversor.**

Respecto a la sensibilidad de los RCD, las Normas *UNE-EN 62109-1:2011* y *UNE-EN 62109-2: 2013*, versiones oficiales en español de la Norma Europea *EN 62109-2: 2011*, que adopta la Norma Internacional *IEC 62109-2:2011*, especifican los requisitos particulares para los inversores por lo que se refiere a la Seguridad de los Convertidores de Potencia utilizados en los Sistemas de Potencia Fotovoltaicos. En particular, la Norma *UNE-EN 62109-2: 2013*, en su apartado 4.8.3.1 señala que:

Matrices desconectadas y conectadas a tierra pueden crear un riesgo de fuego si la falta a tierra que permite corrientes excesivas que fluyen a partes conductoras o estructuras que no tienen la intención de llevar la corriente, ocurre. Los requisitos en esta sección proveen protección adicional contra los riesgos de fuego **mediante la aplicación de RCD's [...] o mediante la monitorización para corriente residual excesiva permanente [...]**, excepto que ninguno se requiera en un inversor aislado donde el aislamiento proporcionado limita la corriente disponible a menos de:

– 300 mA RMS para inversores con potencia nominal de salida permanente ≤ 30 kVA; o

– **10 mA RMS por kVA de potencia nominal de salida permanente para inversores con rangos de potencia de salida permanente > 30 kVA;**

cuando han sido ensayados con 4.8.3.3 [Ensayo tipo de riesgo de fuego por corriente residual para inversores aislados].

En los inversores SALICRU, la detección de la corriente residual se garantiza mediante medición interna en un transformador de efecto Hall, ajustado para que sus mediciones limiten, por firmware, el tiempo de respuesta a los cambios rápidos de corriente residual según Norma *RCD IEC 61008-1*, y, en caso de fallo, avisar por display y parar el inversor. Asimismo, SALICRU garantiza que la fuga máxima en régimen transitorio de sus inversores no supera en régimen permanente los 10 mA RMS por kW de potencia nominal requeridos por normativa.

Este requisito de seguridad **en instalaciones no accesibles al público general o de viviendas** queda entonces cubierto si se asegura que una corriente de defecto entre una fase y masa no implica una tensión de contacto entre la masa en tensión y suelo superior a la tensión límite convencional de 50V. Es decir, si se asegura una medida de tierra que cumpla la desigualdad

$$U_I \leq I_{\Delta n} \cdot Z_0 \quad , \text{donde}$$

U_I = tensión límite convencional = 50 V,

$I_{\Delta n}$ = corriente de defecto que garantiza la apertura de la protección diferencial en un tiempo adecuado para ofrecer la protección requerida, y

Z_0 = impedancia de bucle de defecto, suma de impedancias en Ω de toma de tierra y conductor de puesta a tierra de las masas.

En caso de **instalaciones en viviendas o accesibles al público general**, que requieran la instalación de un RCD de una sensibilidad* inferior a 30 mA, (inversores con potencia nominal $P_n > 30\text{kVA}$), **SALICRU recomienda la instalación del circuito del inversor como circuito dedicado, con diferencial exclusivo y en paralelo a la protección diferencial principal de la instalación interior**, para evitar, por falta de selectividad amperimétrica vertical entre protecciones, saltos intempestivos no deseados de protecciones diferenciales aguas arriba de la del inversor, así como disparos por simpatía de otros diferenciales en paralelo en la instalación por falta de selectividad horizontal.

Si en caso contrario, **la instalación del inversor se realiza en serie con el diferencial de cabecera** (circuito dedicado, en paralelo al resto de circuitos de la vivienda y aguas abajo del diferencial principal), es recomendable tal como especifica el REBT en su ITC-BT-24 la sustitución del diferencial de cabecera aguas arriba por un DDR con una sensibilidad de 2 veces la suma de intensidades de fuga esperadas aguas abajo como mínimo, para asegurar la selectividad amperimétrica, así como la instalación de dispositivos de corriente diferencial-residual temporizada (por ejemplo, del tipo S) en serie con los DDR de tipo general y con un tiempo de funcionamiento como máximo igual a 1 s para garantizar la selectividad temporal.

En este último caso, si la instalación de un DDR con sensibilidad menor que 30mA se realiza en vivienda o es accesible al público general y no cumple la condición de medida de tierra para una tensión de contacto no peligrosa para las personas, deberá asegurarse la protección del tramo no protegido mediante aislamiento, barrera, obstáculos o puesta fuera de alcance, según las prescripciones recogidas en la *ITC-BT-24 del REBT*.

(* Entendiendo como sensibilidad, la capacidad de detectar corrientes de fuga, de forma que una sensibilidad alta se corresponde a un nivel de detección de corriente de defecto bajo, y una sensibilidad baja se corresponde con un nivel de corriente de fuga elevado.)

Así pues, por ejemplo, en una instalación de la serie SALICRU EQX2-100010-T de 100kVA de potencia nominal en un local accesible al público general, solamente una medición de resistencia de tierra menor a 50 Ω permitiría la instalación del DDR requerido por cada inversor en paralelo en la instalación de $I_{\Delta n} = 1\text{A}$ de sensibilidad, aguas arriba del inversor y en paralelo al DDR de cabecera del local. En estas condiciones quedaría asegurada la protección contra el choque eléctrico del tramo de instalación de AC entre inversor y el punto de conexión a red, sin requerirse medidas adicionales de protección contra contactos directos, y siendo necesario mejorar la calidad de la toma de tierra o instalar protección adicional en el caso que la medida no ofrezca la seguridad debida para las personas.