

# Medidas de seguridad para la carga de vehículos eléctricos

por Jean-François REY

## Resumen ejecutivo

Los vehículos eléctricos representarán hasta un 50% de las ventas de vehículos de todo el mundo en 2040. Incluso en 2019, el stock de vehículos eléctricos alcanzó los 7,2 millones de unidades. La carga segura de vehículos eléctricos se realiza mediante Equipos de suministro eléctrico para vehículos (EVSE) que reciben alimentación de un tablero de distribución que cuenta con las medidas de protección necesarias.

Dichas medidas de seguridad las proporcionan el interruptor termomagnético, el interruptor diferencial tipo B y los dispositivos de protección contra sobretensiones, conforme a las normas pertinentes de los productos.

Sin embargo, algunos equipos EVSE exigen dispositivos de protección incorporados o protección integrada. ¿Cuán seguras son esas soluciones? ¿Cómo seleccionar una solución de carga segura?

Este documento resume las medidas de protección que exigen las Normas internacionales, y explica cómo identificar si se implementó de forma correcta la protección contra descargas eléctricas, la protección contra sobrecargas de corriente o la protección contra sobretensiones.

## Introducción

Según la Agencia Internacional de la Energía, el stock global de vehículos eléctricos (EV) y de vehículos eléctricos híbridos enchufables (PHEV) alcanzó los 7,2 millones de unidades en 2019, un incremento promedio anual del 60% durante el período 2014-2019. Bloomberg New Energy Finance estima que los EV y los PHEV podrían representar hasta el 50% de las ventas totales de vehículos en el mundo en 2040. El aumento del uso de vehículos eléctricos demandará un fuerte crecimiento de la infraestructura de carga. La carga de vehículos requiere la conexión a un suministro de electricidad y la cuestión de la seguridad eléctrica durante la carga es fundamental. Los denominados EVSE (equipos de suministro para vehículos eléctricos) están diseñados para poder instalarlos en diversos entornos: en la proximidad de edificios privados (por ejemplo, grandes estaciones de carga para un edificio de oficinas), en áreas públicas (por ejemplo, estacionamiento para autos con estaciones de carga) o en establecimientos residenciales; el vehículo y la estación de carga pueden estar ubicados en el exterior, en un entorno húmedo o en contacto con niños, o con una persona que no tiene conciencia del riesgo de electricidad.

Para que la carga de vehículos eléctricos sea segura, la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC) definió un conjunto de normas que incluyen dispositivos de protección (contra cortocircuitos, descargas eléctricas, sobretensiones) y normas de instalación eléctrica.

Este documento tiene por objeto destacar las medidas de seguridad para la carga de vehículos eléctricos y los documentos de referencia aplicables.



**Figura 1**

Estación de carga de vehículos eléctricos para estacionamientos (EVlink Parking 22 kW)

## Medidas de seguridad para la carga de vehículos eléctricos

### La norma IEC 60364 (parte 7-722) exige medidas de seguridad

La serie de normas internacionales para instalaciones eléctricas de baja tensión (serie IEC 60364) incluye una nueva sección dedicada a la alimentación de vehículos eléctricos. La primera edición se publicó en 2015 para definir un conjunto de medidas de seguridad para la carga de vehículos eléctricos. La segunda edición se publicó en 2018 para referirse en forma más específica a los diversos casos posibles de carga de vehículos eléctricos.

La carga de vehículos eléctricos exige medidas específicas que abarquen las distintas aplicaciones y entornos, tales como:

- la carga al aire libre en presencia de agua, nieve, sal, hielo, polvo;
- la carga en áreas públicas con presencia de niños, personas que no tienen conciencia de los riesgos de la electricidad, riesgos de shocks mecánicos en los equipos de suministro para vehículos eléctricos;
- la carga en establecimientos residenciales (hogares privados o inmuebles de múltiples viviendas), sin mantenimiento programado;
- la carga de flotas de vehículos eléctricos para actores industriales o públicos, donde la disponibilidad de los vehículos es fundamental.

La norma IEC 60364 parte 7-722 exige medidas de protección de seguridad eléctrica para abordar las aplicaciones antes mencionadas.

- Protección contra cortocircuitos y sobrecargas
- Protección contra descargas eléctricas y riesgos de electrocución
- Protección contra sobretensiones

Además, los Equipos de suministro para vehículos eléctricos (de montaje en pared o tipo parking) deberán cumplir con la sección pertinente de la norma IEC serie 61851.

### Protección contra cortocircuitos mediante interruptores

Al igual que para cualquier circuito terminal que alimenta una carga, la norma IEC 60364 parte 7-722 exige que se proporcione la denominada protección contra sobrecargas de corriente. En la práctica, esto significa protección contra cortocircuitos o sobrecarga en el circuito final, lo cual es muy significativo si se tiene en cuenta que algunos cargadores pueden tener una potencia nominal de hasta 22 kW o 50 kW, o sea una corriente de carga permanente de 32 A o 63 A.

La protección deberá ser proporcionada mediante interruptores que cumplan con las normas pertinentes, es decir IEC 60898-1 o IEC 60947-2, instalados en el tablero de distribución. El cumplimiento de estas normas brinda un comportamiento seguro durante toda la vida útil de la instalación. Esto incluye el caso de cortocircuito alto (por ejemplo, 6 kA, 10 kA o 20 kA), sobrecarga en el circuito, comportamiento de aumento de temperatura cuando se supera la corriente nominal, envejecimiento, comportamiento de terminales, aislamiento, durabilidad eléctrica o mecánica...



IEC 60364-7-722 ed. 2.0 publicada en 2018 es la norma de referencia para la carga de vehículos eléctricos

## Protección contra descargas eléctricas mediante un dispositivo RCD de 30 mA

“Cada punto de conexión de CA debe estar protegido en forma individual por un dispositivo de corriente residual (RCD) con una corriente nominal de operación residual que no supere los 30 mA.”

IEC 60364-7-722: 2018  
subcláusula 722.411.3.3

Si se tiene en cuenta que el cargador de vehículos eléctricos puede ubicarse en áreas públicas, al aire libre, con presencia de agua, con presencia de niños; si se tiene en cuenta también que un vehículo eléctrico es una gran área conductora, que podría entrar en contacto con el cuerpo humano, la cuestión de la protección contra descargas eléctricas debe evaluarse detenidamente.

En primer lugar, para cubrir una falla de aislamiento, la medida de seguridad más común consiste en conectar todas las partes metálicas accesibles a tierra (conexión a tierra de protección) y desconectar el suministro en caso de falla. Esta función se realiza ya sea mediante un interruptor en el sistema de puesta a tierra TN o mediante un RCD de sensibilidad media para sistemas de puesta a tierra TT.

En segundo lugar, el efecto de las corrientes en los seres humanos está contemplado en la serie IEC 60479 donde además se define el umbral de fibrilación ventricular (vea la Figura 1, curva c1). Por esta razón, uno de los requisitos más importantes de la norma IEC 60364 parte 7-722 es exigir que cada punto conectado esté protegido por un RCD de 30 mA.

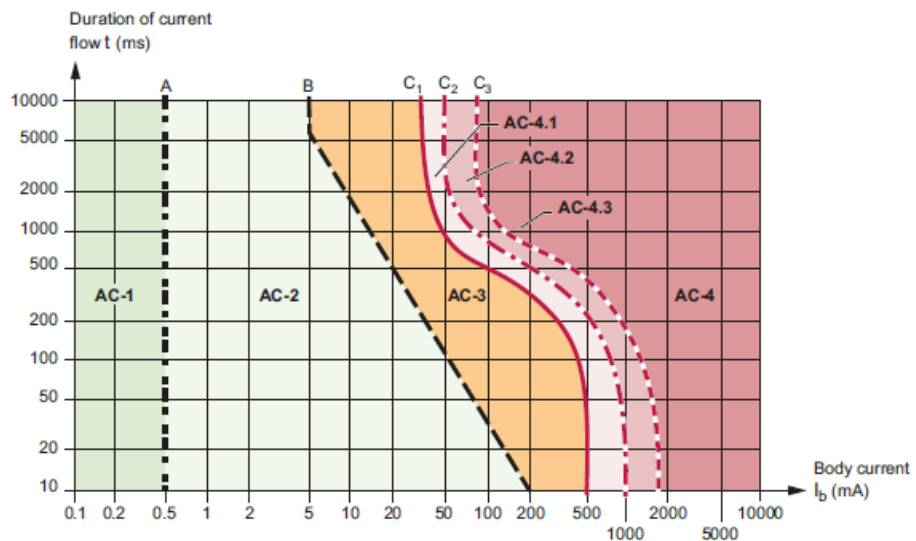


Figura 1 - Efecto tiempo-intensidad de la corriente alterna en el cuerpo humano (IEC 60479-1); la curva c1 define el umbral de fibrilación ventricular

## El RCD debe ser preferiblemente de tipo B, o puede ser de tipo A en caso de que los EVSE incluyan detección de CC de 6 mA

Dado que es posible que los vehículos eléctricos rechacen la corriente residual de CC durante la carga, se debe seleccionar con cuidado el tipo de RCD. La solución más avanzada es instalar un RCD tipo B de 30 mA, que cumpla con la norma IEC 62423. Los RCD tipo B brindan protección contra CA residual, CC pulsante y corrientes residuales de CC suaves (consulte el documento «[Cómo elegir la protección contra fugas a tierra tipo B](#)»). Esta solución proporcionará también continuidad de servicio en caso de que se produzcan corrientes residuales de CC pequeñas, las cuales no son peligrosas para los seres humanos.



RCD de tipo B conforme a IEC 62423



La caída de rayos genera daños y sobretensiones fuertes en las instalaciones eléctricas.

Como alternativa, la norma IEC 60364-7-722 ofrece la posibilidad de usar un RCD tipo A, que cumpla con las series IEC 61008 o 61009, junto con un EVSE que incluya un Dispositivo de detección de corriente residual (RDC-DD), de conformidad con IEC 62955, que pueda detectar corriente residual de CC de 6 mA y lleve la marca  $I\Delta dc = 0,006$  A. Dicha solución será más sensible en caso de presencia de corrientes residuales de CC, por lo que la continuidad del servicio puede resultar un desafío.

## Protección contra sobretensiones

La sobretensión generada por la caída de un rayo cerca de una red de electricidad se propaga dentro de la red sin experimentar una atenuación significativa. Como resultado, las sobretensiones que posiblemente aparezcan en una instalación de BT podrían superar los límites aceptables para tensión soportada recomendados por las normas IEC 60664-1 e IEC 60364. Los vehículos eléctricos son diseñados con una categoría de sobretensión II, según IEC 17409; por lo tanto, deberían estar protegidos contra sobretensiones que puedan superar los 2,5 kV.

Por consiguiente, la norma IEC 60364-7-722 exige que los equipos EVSE instalados en ubicaciones accesibles al público tengan protección contra sobretensiones transitorias. Esto se logra mediante el uso de un dispositivo de protección contra sobretensiones (SPD) tipo 1 o tipo 2, conforme a la norma IEC 61643-11, instalado en el tablero que brinda suministro al vehículo eléctrico, con un nivel de protección  $Up \leq 2,5$  kV.

## Los EVSE deben cumplir con la norma IEC 61851

EVSE (equipos de suministro para vehículos eléctricos) es el sistema que administra el flujo de electricidad que se proporciona a los vehículos eléctricos, el cual debe cumplir con la norma para EVSE, IEC 61851.

Esta norma define los aspectos fundamentales de la carga de vehículos eléctricos, como los 4 modos de carga.

- El modo 1 es para la carga de CA de hasta 16 A en un tomacorriente doméstico normal. Este modo 1 está prohibido en varios países.
- El modo 2 es para la carga de CA de hasta 32 A en un tomacorriente doméstico o industrial, con un dispositivo portátil diseñado para proporcionar protección contra descargas eléctricas.
- El modo 3 es para la carga de CA, sin límite de corriente, pero con una función piloto de control, integrada en el EVSE, que pueda administrar el proceso de carga.
- El modo 4 es para la carga de CC de los vehículos eléctricos.



Equipo de suministro para vehículos eléctricos de conformidad con IEC 61851-1

La norma 61851 incluye todos los requisitos de seguridad relativos al EVSE, como equipo. Por lo tanto, es fundamental que el EVSE cumpla con la serie IEC 61851. Sin embargo, el suministro y la protección de los EVSE deben cumplir con la norma IEC 60364-7-722.

Estos dispositivos de protección contra sobrecargas de corriente deben cumplir con la norma IEC 60947-2, con la serie IEC 61009 o con la serie IEC 60898. En algunos casos la protección contra sobrecargas de corriente puede instalarse dentro del EVSE (en el caso en que el EVSE incluya diversos puntos de conexión que puedan usarse en forma simultánea), **pero en todos los casos la protección contra sobrecargas de corriente debe cumplir con IEC 60947-2, IEC 60898-1 o IEC 61009-1.**

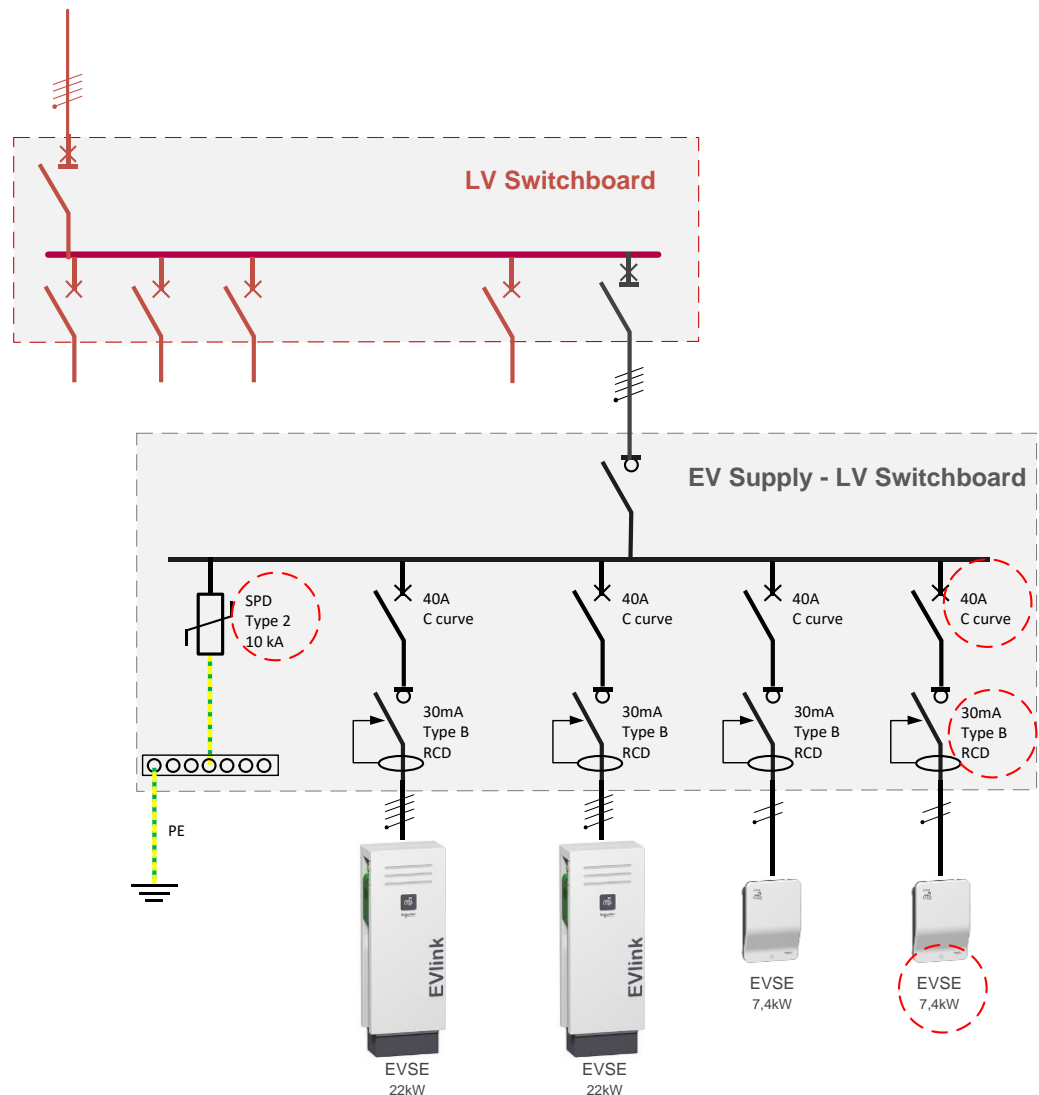


## Implementación práctica de las medidas de seguridad

### Ejemplo de instalación para carga de vehículos eléctricos

Los EVSE (equipos de suministro para vehículos eléctricos) deben estar integrados en la instalación eléctrica conforme a las medidas de seguridad de la norma IEC 60364-7-722, y de esta forma brindar protección contra cortocircuitos, descargas eléctricas y sobretensiones.

Cada EVSE recibirá alimentación de un circuito dedicado en un tablero de distribución con interruptor conforme con la norma IEC 60898-1, un RCD tipo B de 30 mA conforme a la norma IEC 62423 y, si el punto de conexión es accesible al público, debe contar con un dispositivo de protección contra sobretensiones (SPD) conforme a la serie IEC 61643, como se muestra en la Figura 2.



Símbolo de RCD tipo B, conforme a IEC 60755

Figura 2 – Diagrama unifilar recomendado para la carga de vehículos eléctricos

Como alternativa, la norma IEC 60364-7-722 también tiene en cuenta el caso en el que la protección contra descargas eléctricas la realiza un RCD tipo A de 30 mA, conforme a las series IEC 61008 o IEC 61009, junto con una función de detección de corriente residual de CC de 6 mA, conforme a IEC 62955, en el EVSE, como se muestra en la Figura 3. Esta solución alternativa suele usarse para una aplicación más sencilla.

Esta función de detección de CC de 6 mA se conoce como Dispositivo de detección de corriente continua residual (RDC-DD). Cabe mencionar que:

- la función monitorea toda corriente residual de CC que haya en el circuito;
- la función RDC-DD es una función de detección pero no brinda protección;
- la función RDC-DD deben cumplir con la norma IEC 62955;
- la función RDC-DD debe usarse junto con un RCD tipo A de 30 mA instalado en el tablero distribución de baja tensión.

En caso de que la corriente residual de CC supere los 6 mA, la función RDC-DD integrada en el EVSE apagará de inmediato el contactor del EVSE y detendrá la carga del vehículo eléctrico, para que sea compatible con el uso de un RCD tipo A. De todas formas, este valor de corriente residual de CC no es peligroso.



Símbolo de RCD tipo A, según IEC 60755

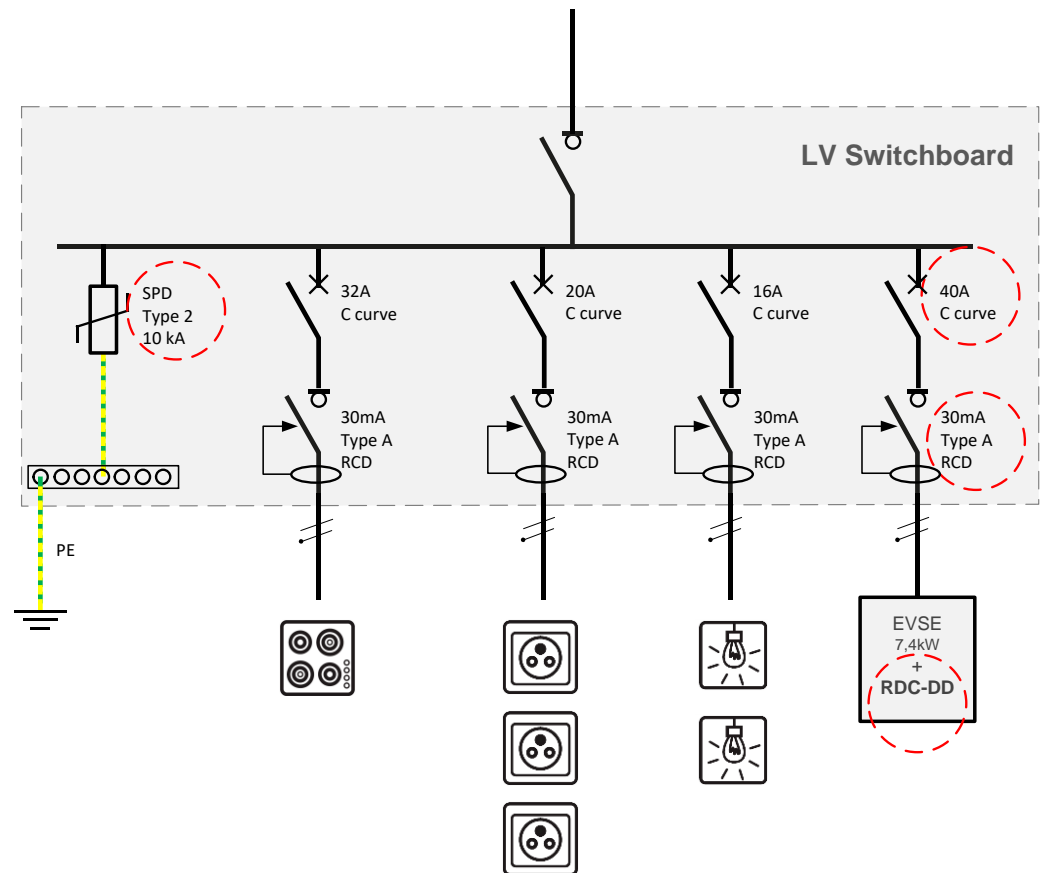


Figura 3 – Diagrama unifilar alternativo para la carga de vehículos eléctricos

## Algunas soluciones existentes en el mercado no cumplen con los requisitos de seguridad de IEC 60364

### Situación actual en el mercado y cumplimiento con los requisitos de seguridad de IEC 60364-7-722

Algunas veces, puede ser difícil saber con certeza si una solución para la carga de vehículos eléctricos realmente cumple con los requisitos de seguridad mencionados anteriormente. Concretamente, existen sistemas de carga para vehículos eléctricos que exigen protección incorporada, o un RCD tipo B incorporado, o un RCD tipo A integrado, o que estén diseñados de acuerdo con IEC 62955 e IEC 61009 para protección RCD. Dichos sistemas aseguran que no es necesaria una protección adicional.

Esta aseveración debe verificarse con mucho cuidado, dado que las normas para los interruptores o los dispositivos con corriente residual incluyen numerosas pruebas de seguridad para verificar el funcionamiento seguro del dispositivo en todos los casos. Dichas normas incluyen todos los requisitos y los procedimientos de prueba necesarios para ayudar a garantizar el comportamiento de seguridad del dispositivo, como por ejemplo:

- aptitud para el aislamiento
- comportamiento en caso de sobrecarga
- comportamiento en caso de cortocircuito
- características operativas en caso de corriente residual
- durabilidad eléctrica y mecánica
- pruebas de envejecimiento
- compatibilidad electromagnética (EMC).

Si no se cumplen esas medidas de seguridad, existe un riesgo de que el usuario del vehículo eléctrico esté expuesto a un sobrecalentamiento, un incendio o una descarga eléctrica. También puede dañarse el vehículo eléctrico.

En caso de que el fabricante de EVSE decida integrar un RCD, un interruptor o protección contra sobretensiones en dichos equipos, esos dispositivos deben cumplir con las normas pertinentes para evitar situaciones peligrosas para el usuario.



Marcado de idoneidad para el aislamiento



## Cómo identificar si la implementación de la protección contra descargas eléctricas mediante un RCD tipo B es correcta



Ejemplo de marcado en la cara frontal de RCCB tipo B, según IEC 62423

**Tabla 1**

Criterios para verificar que se cumplan los requisitos de seguridad de IEC 62423 para RCD tipo B



Símbolo de RCD tipo B conforme a IEC 60755

El dispositivo para corriente residual (RCD) desempeña un papel clave en la protección contra descargas eléctricas. En caso de que el EVSE requiera un RCD tipo B incorporado, se deben verificar los puntos que se mencionan a continuación en la Tabla 1. Si uno de los puntos de la tabla 1 no está marcado, el EVSE no incluye un dispositivo para corriente residual tipo B. Puede incluir una función similar a la del RCD, pero esta función no ofrece un comportamiento seguro ante la presencia de corriente residual de CA y CC, según lo exige la norma IEC 62423.

Punto clave	Lista de verificación simplificada de los requisitos de seguridad para un RCD tipo B conforme a IEC 62423	Verificación
1	¿Hay un símbolo de tipo B visible al instalar el EVSE?	✓
2	¿El valor de la corriente residual está marcado (por ej., 30 mA)?	✓
3	¿Existe un botón de test que permita las pruebas periódicas del RCD indicado mediante la letra T?	✓
4	¿Existe algún medio de accionamiento (palanca) que permita encender y apagar el RCD?	✓
5	¿Las marcas «O» e «I» que indican la posición de los contactos se encuentran visibles?	✓
6	¿Hay algún símbolo que indique la aptitud para el aislamiento cuando los contactos están en la posición abierta?	✓
7	¿La corriente nominal del RCD está marcada (por ej., 40 A)?	✓
8	¿La capacidad de ruptura y restablecimiento del dispositivo (Im) está indicada en amperes?	✓

## Cómo identificar si la implementación de la protección contra descargas eléctricas mediante un RCD tipo A junto con un RCD-DD es correcta

Como se dijo anteriormente, una solución alternativa es proporcionar protección con un RCD de Tipo A que cumpla con las series IEC 61008 o 61009 junto con una función de detección de la corriente residual de CC (RCD-DD que cumpla con IEC 62955 y lleve la marca  $I_{\Delta dc} = 0,006 A$ ). En caso de que el EVSE requiera un RCD tipo A incorporado, se deben verificar los puntos que se mencionan a continuación en la Tabla 2. Si falta alguno de los elementos de la tabla 2, el EVSE no incluye un dispositivo para corriente residual tipo A. Puede incluir una función similar a la del RCD, pero esta función no ofrece un comportamiento seguro ante la presencia de corriente residual, según lo exige la serie IEC 61008 y 61009.

**Table 2**

Criterios para verificar que se cumplan los requisitos de seguridad de la serie IEC 61008 y 61009 para RCD tipo A



Símbolo de RCD tipo A conforme a IEC 60755

Punto clave	Lista de verificación simplificada de los requisitos de seguridad necesarios para un RCD tipo A conforme a la serie IEC 61008 y 61009	Verificación
1	¿Hay un símbolo de tipo A visible al instalar el EVSE?	✓
2	¿El valor de la corriente residual está marcado (por ej., 30 mA)?	✓
3	¿Existe un botón de test que permita las pruebas periódicas del RCD indicado mediante la letra T?	✓
4	¿Existe algún medio de accionamiento (palanca) que permita encender y apagar el RCD?	✓
5	¿Las marcas «O» e «I» que indican la posición de los contactos se encuentran visibles?	✓
6	¿Hay algún símbolo que indique la aptitud para el aislamiento cuando los contactos están en la posición abierta?	✓
7	¿La corriente nominal del RCD está marcada (por ej., 20 A)?	✓
8	¿La capacidad de ruptura del dispositivo está indicada en amperes?	✓

## Cómo identificar si la implementación de la protección contra sobrecargas de corriente es correcta

Para proporcionar protección contra sobrecargas de corriente (sobrecargas y cortocircuitos), se necesita un interruptor. En caso de que el EVSE requiera un interruptor incorporado, se deben verificar los puntos que se mencionan a continuación en la Tabla 3. Si falta alguno de los elementos de la tabla 3, el EVSE no incluye un interruptor. Puede incluir una función similar a la del interruptor, pero esta función no ofrece un comportamiento seguro en caso de cortocircuito o sobrecarga.

**Tabla 3**

Criterios para verificar que se cumplan los requisitos de seguridad de IEC 60898-1 para interruptores

Punto clave	Lista de verificación simplificada de los requisitos de seguridad de los interruptores conforme a la serie IEC 60898 -1 o IEC 61009	Verificación
1	¿La tensión nominal está indicada y visible (por ej., 230 V)?	✓
2	¿La corriente nominal se indica junto con la curva de disparo (por ej., C40)?	✓
3	¿Se indica la capacidad nominal de cortocircuito en amperes (por ej., 6000 A)?	✓
4	¿Existe algún medio de accionamiento (palanca) que permita encender y apagar el RCD?	✓
5	¿Las marcas «O» e «I» que indican la posición de los contactos se encuentran visibles?	✓
6	¿Hay algún símbolo que indique la aptitud para el aislamiento cuando los contactos están en la posición abierta?	✓

## Conclusión

La carga de vehículos eléctricos requiere la conexión a un suministro eléctrico potente, aunque el vehículo esté ubicado en un entorno exterior, durante un período de lluvia, y lo utilicen personas que no son conscientes de los riesgos de la electricidad. La seguridad eléctrica es de suma importancia para evitar cortocircuitos, sobrecalentamiento o descargas eléctricas.

La norma relativa a la instalación, IEC 60364 parte 722, define las medidas de seguridad necesarias para la carga de un vehículo eléctrico, concretamente: protección contra descargas eléctricas, protección contra sobrecargas de corriente y protección contra sobretensiones. Esta protección se obtiene mediante la selección e instalación adecuada de interruptores, dispositivos para corriente residual y dispositivos de protección contra sobretensiones. En especial, el uso de un RCD Tipo B en el tablero de distribución que alimenta al EVSE proporciona una protección óptima.






Sin embargo, algunos EVSE existentes en el mercado exigen un RCD tipo B incorporado o un RCD tipo A integrado, o que estén diseñados de acuerdo con IEC 62955 e IEC 61009 para protección RCD.

En ese caso, se sugiere que el usuario verifique que se cumplan los requisitos de seguridad fundamentales que se indican en la Tabla 1, la Tabla 2 o la Tabla 3. Si no es así, existen riesgos de que el usuario esté expuesto a descargas eléctricas, sobrecalentamiento o incendios.

## Sobre el autor

**Jean-François REY** es un ingeniero eléctrico egresado de ENSAM (Ecole National Supérieure d'Arts et Métiers) y de SUPELEC (Ecole Supérieure d'Electricité). Luego de trabajar 20 años en Investigación y Desarrollo de dispositivos electrotécnicos, incluido diseño, laboratorio y gestión de proyectos, hoy es un funcionario de estandarización, relacionado con los organismos de estandarización IEC y CENELEC, y está centrado en la seguridad eléctrica relacionada con estándares de productos y estándares de instalación.



-  [Guía de instalación eléctrica](#)  
Guía de instalación eléctrica
-  [Dispositivos para corriente residual en baja tensión](#)  
Publicación técnica 114
-  [Sistemas de conexión a tierra en baja tensión](#)  
Publicación técnica 172
-  [Cómo seleccionar protección contra fugas a tierra tipo B](#)  
Descarga de Schneider Electric
  
-  [Descargar todas las publicaciones técnicas](#)  
Todas las publicaciones técnicas

Dado que las normas, las especificaciones y los diseños cambian con el paso del tiempo, solicite la confirmación de los datos que se suministran en esta publicación.

## SOL | Schneider On Line

Todo el servicio técnico y administrativo de Schneider Electric en un solo número

[sol@se.com](mailto:sol@se.com)

**Argentina** 0810 444 7246

**Paraguay** 009 800 541 0016

**Uruguay** 000 405 4529



 SchneiderElectricLAM

 @SchneiderLAM

 SchneiderCorporate

[se.com/ar](http://se.com/ar)

Life Is On

**Schneider**  
Electric