

La electricidad, los riesgos de incendio y las nuevas tecnologías de detección de fallas por arco



Todos conocemos en mayor o en menor medida la enorme incidencia que tienen las instalaciones eléctricas mal ejecutadas en la generación de accidentes y siniestros: en esos casos se pueden producir choques eléctricos, quemaduras, explosiones e incendios de origen eléctrico.

Por: Ing. Carlos A. Galizia
Consultor en Seguridad Eléctrica
Ex Secretario del CE 10 "Instalaciones Eléctricas en Inmuebles" de la AEA

Estadísticas de la Policía Federal de la República Argentina indican que en nuestro país cerca del 40 % de los incendios se deben a problemas eléctricos.

Estadísticas similares se tienen en otros países.

Por ejemplo en Alemania se informa que, según estadísticas del año 2010 al 2014, un 34 % de los incendios son de origen eléctrico. Además, en Europa existen muchas compañías de seguros y organizaciones tales como The

European Fire Academy (EFA) que hacen un seguimiento de la seguridad de los edificios, que informan que el 25% de los incendios en los edificios son de origen eléctrico.

Otras estadísticas europeas indican que se registran más de 2.000.000 de casos con daños relacionados con el fuego, en el viejo continente. En esos casos las estadísticas muestran que aproximadamente 500.000 personas sufren lesiones y heridas y que 25.000 mueren debido a

continúa en página xx ►

los incendios. Muchas de esas víctimas son sorprendidas por la noche mientras duermen y cerca del 90% muere intoxicada por los efectos del humo, situación más que alarmante.

La mayoría de los incendios comienzan con una etapa en la que los materiales combustibles se inflaman y en los que las habitaciones se llenan rápidamente de humo y gases de combustión. Basta con aspirar algo de estos gases para que las personas puedan quedar inconscientes o inclusive pierdan la vida. Los incendios causados por la electricidad representan aproximadamente el 33% de todos los incendios, y ese porcentaje apenas ha cambiado durante muchos años. En 2014, por ejemplo, fue 34%.

Cuando las estadísticas en Europa ignoran aquellas causas en las que prevalecen los incendios intencionales y los errores humanos, el porcentaje de incendios causados por la electricidad aumenta y está en el orden del 50%.

En aproximadamente la mitad de esos casos, la causa del incendio se origina en los consumos o cargas y en aproximadamente el 25 al 30% de los casos el incendio se origina en la instalación.

También muchos sabemos cuáles son las principales fallas eléctricas que causan esos incendios:

- Conductores mal protegidos contra las sobrecargas
- Conductores mal protegidos contra los cortocircuitos
- Interruptores automáticos con insuficiente capacidad de ruptura
- Ausencia de protección diferencial de cómo máximo 300 mA en lugares donde su empleo es indispensable por el riesgo de incendio aumentado
- Interruptores diferenciales mal protegidos frente a las corrientes de falla (fundamentalmente en los esquemas de conexión a tierra TN-S) donde en general dichas corrientes superan la capacidad de ruptura de los ID (500 A o $10 \times I_n$ lo que sea mayor) y sin haberse tenido en cuenta la **corriente diferencial condicional de cortocircuito asignada $I_{\Delta c}$**
- Interruptores diferenciales mal protegidos frente a las corrientes de cortocircuito en los lugares donde dichas corrientes superan la corriente de cortocircuito soportada por los ID (500 A o $10 \times I_n$ lo que sea mayor) y sin haberse tenido en cuenta la **corriente condicional de cortocircuito asignada I_{nc}**
- Instalaciones mal protegidas contra las sobretensiones.

Además de las situaciones relatadas, debemos saber que, a lo largo del tiempo, las instalaciones eléctricas en los inmuebles se deterioran. Ese deterioro y su gravedad depende muchas veces de factores ambientales tales como, entre otros, la temperatura y el calor asociado, la humedad, las reacciones químicas corrosivas, el envejecimiento de la aislación, el maltrato y el daño durante su utilización.

Muchas instalaciones en nuestro país (quizás la mayoría, y cuánto más antiguas peor es la situación) carecen de alguna o de varias de las protecciones mencionadas más atrás, y además pueden sufrir deterioros como los indicados, con lo cual estamos generando un campo fértil para que se produzcan incendios de origen eléctrico.

Basta pensar en los miles de edificios de propiedad horizontal desperdigados a lo largo y a lo ancho del país:

- Muchísimos de ellos protegidos con fusibles (elegidos de cualquier manera y por ende mal calibrados para lograr las protecciones deseadas) en sus tableros principales y en los tableros seccionales.
- Muchísimos de ellos sin utilizar interruptores automáticos (PIA) ni en los tableros principales ni en los seccionales de cada departamento ni en los tableros para los servicios generales.
- Muchísimos de ellos sin conductores de protección ni en las columnas montantes ni en los circuitos de los departamentos ni en los circuitos de los servicios generales.
- Muchísimos de ellos sin interruptores diferenciales ni en los departamentos, ni en los tableros principales, ni en los tableros para los servicios generales (aún hoy muchos fabricantes de ascensores están impidiendo la instalación de protección diferencial en la alimentación a las salas de máquinas y a los ascensores).

Eso ha comenzado a cambiar hace poco tiempo en la Ciudad de Buenos Aires y en el Gran Buenos Aires ya que, por la exigencia del ENRE (Ente Nacional Regulador de la Electricidad), se ha convertido en obligatorio el empleo del interruptor diferencial en los tableros principales (quedará para otro artículo discutir si debe ser de 30 mA, o 300 mA instantáneo o selectivo).

En cambio, en los modernos edificios de oficinas y en las nuevas plantas industriales, es probable que esos aspectos de seguridad hayan sido contemplados ya que muchas veces participan en el proyecto eléctrico estudios de ingeniería eléctrica técnicamente solventes.

Pero, a pesar de lo dicho todavía, estamos enfrentando situaciones de riesgo de incendio provocados por la pro-

bable presencia de arcos eléctricos paralelos y de arcos eléctricos serie, conceptos que muchos profesionales del sector todavía no conocen.

A ese desconocimiento se agregaba, hasta hace poco tiempo, la inexistencia de dispositivos con la tecnología para su detección, situación esta última que ya comenzó a resolverse con los **AFDD (Arc Fault Detection Devices)** que podríamos llamar **dispositivos detectores de fallas de arco**. Estos dispositivos de detección de fallas de arco son de tipo modular (Riel DIN y ventana DIN) y normalmente se instalan en los circuitos monofásicos terminales.

Las Fallas de Arco en las instalaciones eléctricas de baja tensión dentro de los inmuebles representan un significativo riesgo en la seguridad, mucho mayor que lo que imaginamos a priori, ya que normalmente nos preocupamos más de proteger a las personas de los choques eléctricos (contactos directos y contactos indirectos). Debemos saber que los arcos eléctricos, que causan habitualmente incendios en los conductores y en las conexiones, en general no son detectados por los dispositivos de protección contra sobrecorrientes (interruptores automáticos o fusibles) o por los interruptores o dispositivos diferenciales.

Pero esa tecnología ya está entre nosotros y los dispositivos son los llamados AFDD (Arc Fault Detection Devices).

Y la norma que los respalda es la IEC 62606 «General requirements for arc fault detection devices». «Exigences générales des dispositifs pour la détection de défaut d'arcs», de julio de 2013.

En los Estados Unidos, la historia de la detección de fallas de arco se remonta a varias décadas atrás. Las primeras patentes datan de 1983. En la década de 1990, se realizaron esfuerzos considerables para definir los requisitos adecuados y desarrollar productos adecuados para la detección de fallas de arco. Así se introdujeron en los E.E.U.U. desde 2001, gradualmente, los AFCI (arc fault circuit interrupters, o interruptores de circuito de falla de arco). En el año 2005, el uso de los AFCIs en los circuitos terminales de 15/20 A en los dormitorios se estableció en el NEC, como un requisito a cumplir. Desde 2008, este requisito se ha ampliado para que también queden protegidos por los AFCI prácticamente el resto de los circuitos terminales de ambientes internos del inmueble.

El tema de la protección contra los incendios de origen eléctrico está muy bien tratado en el Capítulo 42 de la Reglamentación para la Ejecución de Instalaciones Eléctricas en Inmuebles AEA 90364, donde se abordan con mucha profundidad cuestiones relacionadas con el riesgo de incendio en las instalaciones y en equipos, pero no el

empleo de los dispositivos de detección de falla por arco.

Está claro por qué; ese capítulo de la **RAEA** se redactó tomando como base el Capítulo 42 de la IEC 60364 de agosto del 2001 (segunda edición) más el contenido de algunos reglamentos y normas europeas que mejoraron sensiblemente lo que decía la IEC en aquellos años.

Pero desde entonces la IEC 60364-4-42 cambió más de una vez y la **RAEA** nunca se actualizó.

El primer cambio la IEC lo introdujo en mayo del año 2010 cuando publicó la tercera edición de IEC 60364-4-42.

Los cambios más importantes que IEC introdujo en esa 3a Edición fueron los siguientes:

- El campo de aplicación incluyó la protección contra todos los efectos térmicos y del riesgo de propagación de las llamas en caso de incendio, desde instalaciones eléctricas hasta otros compartimentos separados por barreras cortafuegos, que estén en las proximidades.
- Se ampliaron/modificaron los requisitos asociados con las rutas de escape para la evacuación en casos de emergencia.
- Se ampliaron/modificaron los requisitos asociados con la naturaleza de los materiales procesados o almacenados.
- Se ampliaron/modificaron los requisitos asociados con los materiales de construcción combustibles.
- Se modificaron ligeramente los requisitos asociados con las estructuras propagantes del incendio.
- Se han agregado nuevos requisitos para la selección y montaje de instalaciones en lugares con riesgo para bienes irremplazables.
- Se incluyó la protección contra el sobrecalentamiento en los aparatos calefactores de los ambientes.

Y el último y quizás más importante cambio la IEC lo introdujo en noviembre del 2014 cuando publicó la Enmienda 1 a la 3a Edición generando la Edición 3.1 de noviembre de 2014 que rige hasta el día de la fecha (diciembre 2017).

¿Cuál es esa enmienda agregada?

Incorpora un Anexo B (informativo) y un nuevo artículo, el 421.7, que en la RAEA debería ser incorporado con el número 421.8 ya que el 421.7 trata el “Comportamiento de los cables frente al fuego” (o bien desplazar este al 421.8 para mantener la correlación con la IEC).

El nuevo artículo 421.7 de la IEC dice lo siguiente:

421.7 Se recomienda tomar medidas especiales para proteger contra los efectos de las fallas de arco los circuitos terminales:

- en instalaciones con dormitorios;
- en locales con riesgo de incendio debido a la naturaleza de los materiales procesados o almacenados, es decir locales BE2 (por ejemplo, graneros, talleres de carpintería de madera, locales con materiales combustibles o inflamables);
- en locales con materiales de construcción combustible o inflamable, es decir, locales CA2 (por ejemplo edificios de madera);
- en estructuras propagantes del incendio, es decir locales CB2;
- en lugares con riesgo para bienes irremplazables.

Nota 1: Se considera que un material no es combustible si, cumpliendo con las Normas ISO 1182 (“Reaction to fire tests for products. Non-combustibility test”) e ISO 1716 (“Reaction to fire tests for building and transport products. Determination of the heat of combustion”), no se puede quemar o entrar en combustión.

En circuitos de corriente alterna, el uso de dispositivos de detección de defecto por arco eléctrico (AFDD, Arc fault detection devices) que cumplan con la Norma IEC 62606 satisface la recomendación anterior.

En caso de utilizarse, un AFDD debe instalarse en el origen del circuito a proteger.

Nota 2: Un AFDD es un dispositivo destinado a mitigar los efectos de los defectos por arco iniciando la desconexión del circuito cuando se detecta un defecto por arco, véase el anexo B.

El uso de los AFDDs no obvia la necesidad de aplicar una o más medidas proporcionadas en otros apartados de esta norma.

Nota 3: Los comités nacionales pueden decidir si el uso de AFDDs se convierte en un requisito o una recomendación en sus normas nacionales.

El otro cambio significativo es el agregado del Anexo B Informativo, que dice:

Anexo B (Informativo)
Dispositivos de detección de falla por
arco eléctrico (AFDD)

Los incendios causados por las instalaciones eléctricas, habitualmente se originan por defectos por arco eléctrico que resultan de arcos paralelos, o arcos en serie causados por fallas de aislación entre los conductores activos o conexiones sueltas en los bornes.

Durante una falla por arco en serie, no se produce ni corriente de fuga ni de falla a tierra por lo que los dispositivos diferenciales DD no pueden detectar dicho defecto. Además, la impedancia de una falla o defecto por arco en serie reduce la corriente de carga, y en tal caso, la corriente permanece por debajo del umbral de actuación de un interruptor automático o de un fusible. En el caso de un arco paralelo entre un conductor de línea y el neutro, la corriente está limitada por la impedancia de la instalación y por el propio arco, por tanto, la corriente de falla resultante podría ser inferior a la corriente de actuación del dispositivo de protección contra sobrecorrientes.

Los dispositivos de detección de defecto por arco eléctrico son capaces de detectar condiciones de falla que resultan de un arco prolongado que podría limitarse ya sea mediante la corriente disponible en los conductores del circuito de distribución (que se considera defecto por arco paralelo), ya sea limitado por una carga en el circuito protegido (que se considera en serie con el defecto por arco).

En circuitos de corriente alterna, el uso de dispositivos de detección de defecto por arco eléctrico (AFDD) que cumplan con la Norma IEC 62606 podrían contribuir a una reducción adicional del riesgo resultante de incendios propagados por las instalaciones eléctricas, por los equipos eléctricos y por los electrodomésticos, que podrían afectar a los bienes, a las personas y a los animales domésticos y de cría.

En la Norma IEC 62606 se especifican los siguientes tres dispositivos:

- AFDD como un solo dispositivo, que comprende una unidad AFD (Arc Fault Detection) y medios de apertura y previsto para conectarse en serie con el dispositivo de protección contra cortocircuitos adecuado, para el que el fabricante declara que cumple con una o más de las siguientes Normas: IEC 60898-1, IEC 61009-1 o la serie de Normas IEC 60269.

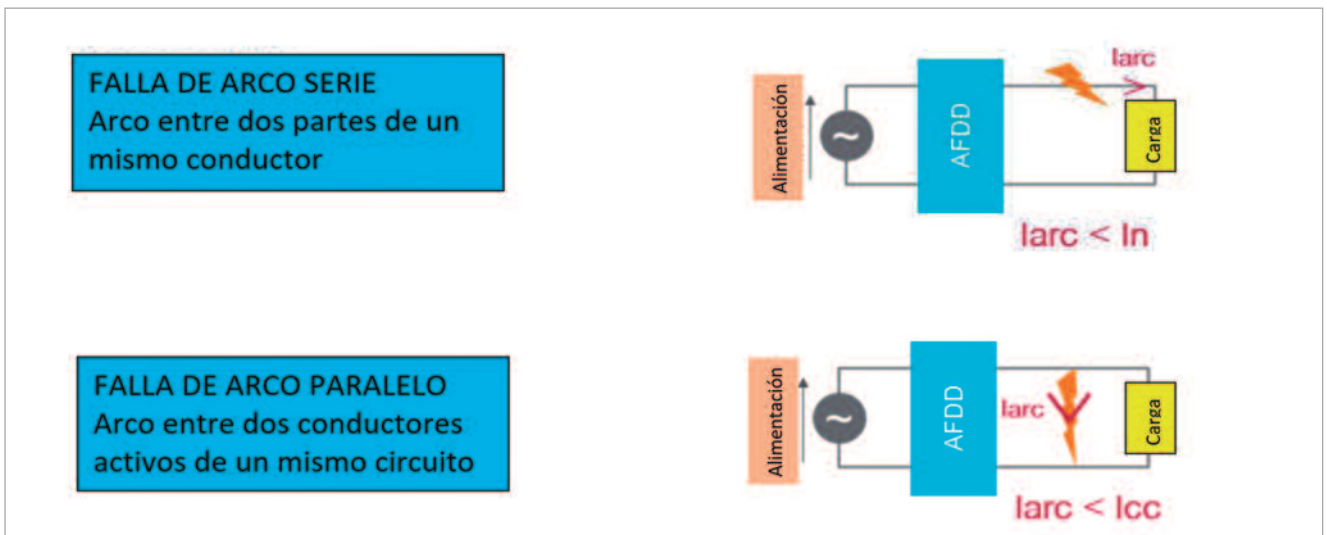
- AFDD como un solo dispositivo, que comprende una unidad AFD integrada en un dispositivo de protección que cumple con una o más de las siguientes Normas: IEC 60898-1, IEC 61008-1, IEC 61009-1 o IEC 62423.

- AFDD que comprende una unidad AFD y un dispositivo de protección declarado, destinado a ensamblarse en el lugar de instalación.

En los Estados Unidos (USA), los interruptores de circuito por defecto de arco eléctrico (AFCI, arc fault circuit interrupters), similares a los AFDDs, se utilizan para proporcionar medidas de protección especiales para proteger contra los efectos de las fallas por arco en circuitos terminales tal como se requiere en el artículo 210.12 del NEC (NFPA 70), por ejemplo en los siguientes lugares: salas comunes, comedores, salas de estar, salones, bibliotecas, escritorios, solárium, salas de juegos, armarios o placares, pasillos u otras salas en las que el movimiento o la instalación de muebles o el movimiento de las personas aumentan la probabilidad de daño a los cables o conductores accesibles o expuestos.

Nota 1: La iniciación o encendido del fuego debido a defectos por arco normalmente es resultado de una o más de las siguientes causas:

- fallas de aislación entre conductores activos que comportan corrientes de falla (arcos paralelos);
 - conductores rotos o dañados (sección transversal reducida) en condiciones de corriente de carga (arco en serie);
 - conexiones en los bornes con alta impedancia.
- Los gráficos siguientes orientan sobre el origen y manifestación de ambos tipos de arcos.



Ing. Carlos Galizia

Ingeniero electromecánico esp. en electricidad (FIUBA)
Matrícula COPIME N°3676

Consultor y auditor de instalaciones eléctricas de BT y MT y de seguridad eléctrica en instalaciones industriales, comerciales, de oficinas y de vivienda

Auditorías de instalaciones eléctricas industriales y dictado de cursos de capacitación in company sobre:

- Reglamento de Instalaciones eléctricas de la AEA.
- Seguridad eléctrica y la protección contra sobrecargas y cortocircuitos.
- Seguridad eléctrica en Instalaciones Industriales.
- Seguridad eléctrica y las instalaciones de puesta a tierra.
- Seguridad eléctrica y la protección contra choques eléctricos.
- Seguridad eléctrica y los tableros eléctricos.

San Lorenzo 2386 (CP 1636) Olivos - Provincia de Buenos Aires - República Argentina

Tel-Fax 011 4799-5623 Celular 011 15 5122-6538

E-mail: cgalizia@fibertel.com.ar - cgalizia@gmail.com - Web: www.ingenierogalizia.com.ar - www.riesgoelectrico.com.ar

Fray Justo Sarmiento 1631 (CP 1602) Florida - Provincia de Buenos Aires - República Argentina

Tel./Fax: 011 4797-3324 - 011 4799-5623 - Celular 011 15 5122-6538

E-mail: cgalizia@fibertel.com.ar - cgalizia@gmail.com - Web: www.ingenierogalizia.com.ar - www.riesgoelectrico.com.ar