

**Ing. Dorindo Elam Cárdenas E.**

Estudiante de Doctorado de Ingeniería en Proyectos: Medioambiente, Seguridad, Calidad y Comunicación de la UPC Universidad Politécnica de Cataluña

# La electricidad como fuente generadora de incendios

**Nuestra labor como profesionales dedicados a la ingeniería de protección contra incendios es hacer que la investigación y las tecnologías avancen de la mano**



Comúnmente se escucha cuando se dan noticias de incendios, que la causa primaria del mismo fue "un corto circuito", o algún afín que al final de cuentas recae en el hecho de que la fuente primaria de energía para el incendio es la electricidad. En ocasiones esto nos pone a pensar "¿Cual es el precio que tenemos que pagar realmente por el progreso?"; pues sobre todo en nuestro país las conexiones y equipos eléctricos inadecuados están a la orden del día y son a todas luces los elementos de ignición preferidos en la mayor parte de los casos.

En los Estados Unidos, país fundador de la asociación de seguridad y protección contra incendios más grande del mundo, la NFPA, se tienen cientos de estudios, para tratar de entender el por qué de esta situación; ya que igualmente, un alto porcentaje de incendios

es por causas de la electricidad. En incendios domésticos, entre 1999 y 2002, los equipos de distribución eléctrica e iluminación se posicionan en el tercer lugar con el 9% de las causas, luego de los equipos identificados de cocina con el 20% y los equipos identificados de calefacción con el 11%. Sin embargo, nótese que una gran parte de estos equipos de calefacción son también "equipos eléctricos".

En el caso de incendios estructurales en otras locaciones fuera de hogares para el mismo periodo, la causa líder fue el incendio intencionado (18%), seguido por equipos de cocina con (14%) y luego por equipos de distribución eléctrica y alumbrado (9%). Independientemente de la posición que ocupe, lo importante es que tanto en nuestro país como en Estados Unidos, Europa y otras partes del mundo, el desarrollo tecnológico ha

traído consigo la utilización cada día mayor de diversos equipos eléctricos, tanto en el área de suministro, como de distribución, como en áreas de aplicaciones específicas, como lo son la climatización, motores, controles, aparatos electrónicos y digitales, sistemas de comunicación, etc. Todos tienen consigo un punto común, utilizan la electricidad como fuente de energía y por ello se convierten en fuentes potenciales de un incendio de causa eléctrica.

Definitivamente, no por esto podemos oponernos al avance y al desarrollo tecnológico, muy por el contrario, conociendo que todo cambio trae consigo repercusiones secundarias, nuestra labor como profesionales dedicados a la ingeniería de protección contra incendios es hacer que la investigación y las tecnologías avancen de la mano, de forma que se

puedan obtener soluciones para los incrementos de riesgo, por medio de investigación y aplicación de nuevas tecnologías en el área de protección contra incendios sin perjuicio del avance tecnológico general de los sistemas, artefactos y elementos eléctricos y electrónicos.

Lo fundamental aquí es comprender los hechos físicos. Un incendio eléctrico no escapa del esquema general de ignición ni del esquema general de incendio; y lo menciono de esta forma porque muchas personas confunden los términos y al mencionar cualquiera de ellos se piensa en lo mismo.

Cuando hablamos de "ignición", nos referimos al estado inicial de la generación del incendio (estado transitorio inicial); y cuando hablamos de incendio, es el estado desarrollado del evento, el cual en ocasiones es modelado como "estado estable", pero en el caso de un fuego de incendio (no controlado), muy difícilmente se llega a una condición que pueda ser representada dignamente por un modelo de estado estable. En teoría de incendios, las representaciones de estos estados se dan por medio de lo que se conoce como triángulo y tetraedo del fuego. En palabras sencillas el triángulo está constituido por 1.) Un combustible, 2.) Una fuente de calor o temperatura suficiente; y 3.) Oxígeno. Las literaturas que han incluido un cuarto elemento principal en esta descripción de elementos fundamentales

para el fuego, han considerado 4.) Una reacción en cadena desinhibida, por medio de la cual se mantiene la combustión. Sin embargo, este cuarto punto solo es tomado en cuenta realmente como una necesidad para mantener el incendio vivo una vez ha comenzado (o sea cuando está en su ideal "estado estable").

Como se aprecia en las imágenes anteriores, el triángulo del fuego trata de representar la combinación adecuada de necesidades requeridas para dar inicio a un incendio, o sea para provocar una "chispa".

Esta "ignición" o "encendido" es un proceso transitorio, en muchos casos muy inestable, que puede terminar, muy pronto, con lo que solo se obtiene "un chispazo". En caso de fluidos y sólidos, a este estado se le llama punto de inflamación (flashpoint). En otras ocasiones, el fuego puede mantenerse por sí solo, sin apagarse por largo tiempo. Es entonces cuando se considera que ha salido de la simple inflamación y ha llegado al punto de fuego (firepoint) dentro del proceso de ignición y luego de que esto se dé, si se mantiene vivo ha de convertirse en un incendio, y el mismo podrá mantenerse vivo hasta que se rompa alguno de los eslabones del tetraedo del fuego.

En el caso específico de los incendios eléctricos, físicamente se dan dos caminos básicos para llegar a una ignición. La primera opción es que la fuente de calor sea un arco eléctrico formado y

la segunda opción es que la fuente de calor sea un elemento o dispositivo eléctrico caliente por termoconducción.

Para la primera opción se puede dar el caso en el que un incremento súbito del voltaje entre 2 ó más conductores, o un decremento de la impedancia entre los mismos, rompe la barrera dieléctrica entre ellos por efectos del incremento del campo electromagnético entre ellos, propiciando la creación de un arco eléctrico que funcionará como fuente pura de calor en el triángulo del fuego.



Mientras el arco no alcance un combustible que pueda reaccionar por medio de combustión al oxidarse, no pasará del estado de fuente de calor o energía, al estado de incendio. Igualmente, tenemos enormes arcos en los cielos cada vez que hay, tormentas eléctricas; y solo tenemos incendios cuando estos arcos alcanzan un combustible (generalmente en tierra) capaz de ignitarse al reaccionar con el oxígeno.

Utilizando modelos basados en la teoría electromagnética, se ha conseguido simular este tipo de eventos, lo cual en la actualidad ha sido objeto de amplios estudios, y se han obtenido muchos productos de protección contra este tipo de eventos, que son en general dispositivos contra que actúan en dos situaciones; contra sobrecorriente y contra sobrecarga.

Los dispositivos sensores especializados como interruptores por falla a tierra (GFCI: Ground Fault Circuit Interrupters), se listan como un avance tecnológico que ha sido muy bien aceptado por su gran aplicabilidad. Otros avances relacionados con sensores, también han sido desarrollados en aplicaciones específicas, tal como los interruptores por falla de arco (AFCI: Arc Fault Circuit Interrupters) y también los interruptores por escape de corriente (LCDI: Leakage Current Detection and Interruption).

La segunda opción de incendio eléctrico se da cuando algún dispositivo que utilice energía eléctrica se calienta, convirtiéndose en una fuente generadora de calor por medios de conducción, convección y radiación, hacia los materiales que lo rodean.

Cuando la fuente puede ser considerada puntual con respecto al medio, el análisis de la fuente puede ser hecho por medio de un modelo determinista de amontonamiento de masas, para facilitar la matemática del modelo general.



Sin embargo, el análisis del medio debe ser por medio de un modelo determinista de campo (el cual considera variables continuas a lo largo del volumen del medio analizado) pues, de lo contrario, no será lo suficientemente aproximado, como para representar el fenómeno que se intenta describir. De forma general, el nivel de aproximación del modelo dependerá de que tantas variables decida el investigador incluir en su modelo y realmente, en cualquier modelo de ignición, son tantas que siempre hay que detenerse antes de comenzar a analizar simplemente las variables, y a veces esto que debe ser simple, se vuelve complicado, y aún no se comienza. Uno de los casos más sencillos de este tipo de generación de incendios es la generación de calor de un conductor eléctrico, en cantidades y condiciones suficientes para que el mismo se transmita hasta un combustible que pueda reaccionar por medio de combustión. En este caso por ejemplo, el conductor eléctrico en sí puede ser analizado por medio de la teoría de campos electromagnéticos, sin embargo, la energía calórica producida y transmitida por conducción de calor al aislante o dieléctrico que generalmente lo cubre deberá analizarse por

medio de las teorías de transferencia de calor, con lo que se vuelve un buen consejo utilizar la ecuación diferencial de difusión de calor con generación interna, como complemento al modelo de la fuente generadora y la fuente generadora o "fuente de calor" que es el conductor visto como el ente generador del calor inicial del incendio, tendrá un modelo propio que depende de las variables de interés en el momento.

La combinación de condiciones (incendio por termoconducción + arco) también es una opción. Hasta ahora no se conoce de estudios en los cuales se haya experimentado y recopilado datos de este tipo de eventos, pero no es difícil imaginar que si el primer elemento que pierde sus propiedades ante la termoconducción en un recalentamiento eléctrico es el aislante del conductor, es muy posible que se dé la ruptura del mismo, formando un arco eléctrico, el cual produce calor mucho más rápidamente que la termoconducción del conductor eléctrico hacia el combustible. Por lo tanto, será mucho más probable llegar a la temperatura de ignición del combustible por la generación de calor del arco que por la generación de calor del conductor.

En otros casos mucho más complejos, el almacenamiento de calor es el factor determinante; pues ciertas estructuras pueden ir almacenando calor en un tiempo muy elongado, y una pequeña generación interna de calor como un conductor puede ser fuente suficiente de calor para alimentar este almacenamiento por tiempo suficiente para que en algún momento se dé la ignición del combustible que alcance su temperatura de ignición por almacenamiento de calor. En estos casos, la mayor parte del tiempo se habla de autoignición, pues no hay una fuente aparente de ignición, y el combustible se ignita prácticamente solo.

De todo lo que he expuesto, el punto más importante a considerar es que todo elemento eléctrico por pequeño que sea representa una fuente de energía, y potencialmente en un análisis de riesgo de incendio, representa un factor más en la posibilidad de la ignición. Es muy difícil en el momento de los diseños considerar todas las situaciones posibles; sin embargo, mientras más se consideren, menos elementos de riesgo habrán una vez desarrollados los proyectos. La seguridad es primero, y cuando se habla de vidas humanas, primero, segundo y tercero.