



Diseño de sistemas de detección y alarma de incendio

Capítulo 2 – El fuego (2da. Parte)

El objetivo de esta obra es aportar un instrumento de información y consulta que le permita al instalador poder dar los primeros pasos para introducirse en las tareas de diseño e implementación de sistemas de detección y notificación de incendio, con la mayor responsabilidad y eficacia posible.

El propósito de este trabajo es proveer una revisión general de los datos provenientes de las investigaciones del proceso de combustión en los últimos años, y emplear este conocimiento para detectar la presencia de incendios utilizando la tecnología más apropiada. El término "Firma del fuego" o "Identidad del fuego" es definido como cualquier producto del fuego, el cual genera cambios en las condiciones del ambiente y tiene un determinado potencial para ser usado en la detección del incendio.

En mayor escala, estos productos del fuego pueden afectar gravemente a las personas, hasta ocasionar su muerte.

Desde el momento en que se inicia el fuego, éste produce una variedad de cambios en el ambiente que lo rodea y cualquier producto de la combustión posee potencial para ser empleado en su detección. La generación de humo, por ejemplo, resulta en la disminución de la visibilidad, la cual puede ser medida.

No todas las firmas o identidades del fuego son igualmente prácticas para los propósitos de la detección. La identidad del fuego genera una variedad de cambios medibles en las condiciones del ambiente y la magnitud de estos cambios deberá ser mayor que las variaciones propias de los niveles en el medio ambiente, señales que referimos como "señal de ruido ambiente". Desde nuestro punto de vista, la mejor firma o identidad del fuego sería aquella que puede ser asociada exclusivamente con el fuego.

2.9. CLASIFICACIÓN DE LAS SEÑALES DEL FUEGO

Básicamente, podemos clasificar las señales del fuego en aerosoles de la combustión, liberación de energía radiante y liberación de gases.



José María Placeres, Gerente Regional de Ventas para Latinoamérica de Mircom Group of Companies
jmplaceres@mircom.com

■ Índice general de la obra

Capítulo 1 - RNDS n° 72
Introducción
Reseña Histórica

2.11.3. Calor
2.11.4. Gases

Capítulo 2 (1° Parte)
El fuego
Química y física del fuego
Combustión
Tetraedro del fuego
Tipos de combustión
Energía de activación
Causales de incendios
Transmisión y propagación del calor

Capítulo 3
Componentes de los sistemas de alarma de incendio y comunicación de emergencia

Capítulo 4
Dispositivos iniciadores de alarma

Capítulo 5
Dispositivos de notificación

Capítulo 6
Criterios básicos de diseño

Capítulo 7
Instalación y cableado

Capítulo 8
Pruebas de inspección y mantenimiento

Capítulo 2 (2° Parte)
El fuego

2.8. Las señales del fuego

2.9. Clasificación de las señales del fuego

2.9.1. Aerosoles

2.9.2. Liberación de energía

2.9.3. Liberación de Gas

2.10. Etapas del incendio

2.11. Efectos de las señales del fuego

2.11.1. Humo

2.11.2. Llama

2.9.1. AEROSOLES

El proceso de la combustión puede liberar al ambiente una gran variedad de partículas sólidas y líquidas de diversos tamaños, desde 5×10^{-4} micrones hasta los 10 micrones. Estas partículas suspendidas en el aire son llamadas aerosoles. Los aerosoles producto del fuego representan dos diferentes tipos de identidades del fuego. Las partículas que son menores a

los 0,3 micrones no generan refracción de la luz y las podemos clasificar como invisibles y las partículas que son mayores a los 0,3 micrones son clasificadas como visibles. Sobre los aerosoles invisibles, generalmente nos referimos a "Productos de la Combustión" mientras que a los visibles los llamamos "Humo". Es importante tener en cuenta que el uso del término "productos de la combustión"

El proceso de la combustión puede liberar gran variedad de partículas sólidas en el ambiente, denominadas aerosoles. Los aerosoles pueden ser visibles o invisibles. A los primeros los denominamos "humo".



es ampliamente empleado y se utiliza para describir una gran variedad de productos de la combustión, como los aerosoles, la energía y los distintos gases, que, en efecto, son productos resultantes del proceso de combustión.

Las partículas invisibles son las primeras en aparecer durante el proceso de la combustión, debido a que el calentamiento de los materiales durante la etapa de pre-ignición genera partículas de tamaño inferiores al micrón (5×10^{-4} a 1×10^{-3} micrones).

Como la temperatura de los materiales se incrementa durante el tiempo que dura el proceso de la ignición, la concentración de grandes cantidades de partículas invisibles se incrementa formando partículas más grandes. Al continuar desarrollándose este proceso, en determinado momento encontraremos partículas invisibles y visibles, habitualmente con dimensiones desde 0,1 a 1 micrón (este proceso fue estudiado y documentado por Van Luik y Escheidweiler).

2.9.2. LIBERACIÓN DE ENERGÍA

A través del proceso de la combustión, constantemente el fuego libera energía en el ambiente a su alrededor. Esta energía liberada es empleada para detectarlo.

El primer tipo de energía radiante que podría utilizarse para la detección son las identidades radiantes infrarrojas (IR) y ultravioletas (UV), cada una con sus propias ventajas y desventajas para el proceso de la detección, que evaluaremos en próximos capítulos.

Más adelante, el fuego liberará energía térmica ocasionando un incremento en el aire del ambiente. El tiempo requerido para liberar la energía suficiente para generar una señal significativa puede variar desde un minuto a horas o días, dependiendo de los materiales involucrados. En comparación con los aerosoles invisibles, visibles y la energía radiante UV/IR, la energía térmica aparece mucho tiempo después, cuando ya las personas pueden haber sido expuestas a concentraciones excesivas de aerosoles y/o gases tóxicos.

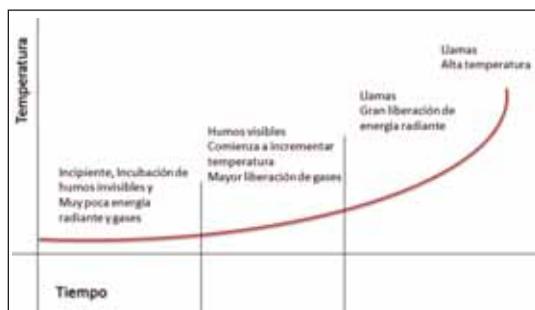
2.9.3. LIBERACIÓN DE GAS

Durante el proceso de la combustión ocurren muchos cambios en los gases de la atmósfera del

ambiente circundante. La mayoría de esos cambios es porque se agregan gases que no son habituales en el ambiente, los cuales pueden ser considerados para su detección. Otro de los cambios que se produce es una disminución del oxígeno, producto de la combustión.

Muchos gases están involucrados durante un incendio. Entre ellos, H₂O (agua), CO (monóxido de carbono), CO₂ (dióxido de carbono), SO₂ (dióxido de azufre), SH₂ (sulfuro de hidrógeno), HCL (ácido clorhídrico), NH₃ (amoníaco), CHN (cianuro de hidrógeno), HF (fluoruro de hidrógeno), H₂F (ácido sulfhídrico) y NO (óxido de nitrógeno). Muchos de estos gases pueden ser productos específicos de un tipo de combustible y no ser los ideales para el proceso de la detección de incendios. Generalmente, uno de los gases que se ve involucrado en la mayoría de los tipos de fuego es el monóxido de carbono (CO) y puede ser utilizado eficientemente para la detección de incendio.

2.10. ETAPAS DEL INCENDIO



2.11. EFECTOS DE LAS SEÑALES DEL FUEGO

Las distintas señales del fuego, generalmente, crean un ambiente hostil para los habitantes de las estructuras a proteger, que muchas veces puede tornarse fatal, dependiendo de su magnitud y el tiempo de exposición a éstas. La exposición a estas señales ocasiona efectos físicos y psicológicos en los humanos, alterando su metabolismo y capacidad para percibir el entorno y actuar, disminuyendo considerablemente sus capacidades. Esto podría tornarse en un problema para realizar una evacuación exitosa, tema que será tratado en próximos capítulos.

Esta breve introducción nos permite conocer las características

más relevantes del fuego y sus productos, que serán de utilidad al momento de diseñar un proyecto y tomar la decisión sobre los distintos tipos de tecnología a emplear para lograr un grado de eficiencia aceptable, acorde a las diferentes condiciones presentes en cada ambiente.

2.11.1. HUMO

Está compuesto por partículas sólidas y líquidas en suspensión en el aire y provoca el lagrimeo de los ojos, dificultando la visión. A su vez, evita el paso de la luz, dificultando la orientación de las personas en la evacuación y complicando las tareas de extinción y salvamento.

El humo constituye prácticamente el primer factor de riesgo en el desarrollo de un incendio, antes de sentir el efecto del incremento de temperatura. Generalmente, algunos materiales emiten más humo que otros, dependiendo de la composición química. Los combustibles que producen más humo son los derivados del petróleo, tales como los aceites, las pinturas, las gomas y algunos plásticos.

Los líquidos inflamables suelen emitir un denso humo negro. Es muy difícil determinar qué material está ardiendo por el color, ya que la percepción luminosa depende de muchos factores externos, ajenos al proceso de combustión.

En términos generales, se puede hacer una clasificación orientativa:

- Humos blancos: combustión de productos vegetales, forrajes, etc.
- Humos amarillos: Sustancias químicas que contienen azufre, combustibles que contienen ácido clorhídrico y nítrico.
- Humos grises: compuestos celulósicos, madera, papel, fibras artificiales, etc.
- Humo negro oscuro: petróleo, plásticos, neumáticos, fibras acrílicas, etc.

De todos modos, el humo se irá mezclado con gases tóxicos que modificarán su color. A título orientativo, podemos utilizar la siguiente regla:

- Humo blanco: arde libremente.
- Humo negro: falta de oxígeno.

2.11.2. LLAMA

Es un gas incandescente cuya temperatura es variable, dependiendo de factores como el tipo



de combustible y la concentración de comburente. En la mayoría de los incendios se producen llamas, aunque hay excepciones.

Fundamentalmente, puede provocar reacciones de gran nerviosismo, ansiedad y estrés en las víctimas. Afectando las capacidades de las personas, en ocasiones puede producir deslumbramientos impidiendo, igual que el humo, la correcta percepción del entorno del fuego.

2.11.3. CALOR

Es importante tener en cuenta que el calor va a elevar la temperatura de los gases que se desprenden de la combustión. Al ser inhalados pueden quemar las vías respiratorias, produciendo muchas veces en el organismo efectos irreversibles.

En un incendio, la temperatura ambiental puede oscilar entre los 200 y los 600 °C e incluso más. En recintos cerrados, la temperatura se estratifica normalmente de arriba hacia abajo, con un gradiente ascendente. La exposición a altas temperaturas durante prolongados períodos de tiempo provoca un cuadro de estrés térmico, físico y psíquico tal que puede sobrevenir la muerte.

En relación con la temperatura ambiente y sus efectos en el organismo, podemos resumir:

- 43°C: no se puede mantener el balance y equilibrio térmico.
- 49°C: de tres a cinco horas de tolerancia.
- 54°C: tiempo de tolerancia inferior a cuatro horas, hipertermia, colapso vascular periférico.

Otro riesgo importante son las quemaduras. Estas dependen tanto del grado de temperatura como del tiempo de exposición (no existe una escala de nivel calórico absoluto).

2.11.4. GASES

En toda la combustión se genera una variedad y cantidad de gases, cuyo tipo depende de los materiales presentes. La mayor o menor concentración de un determinado tipo de gas depende del tipo de combustible, de la cantidad de oxígeno disponible para la combustión y de la temperatura. Estos gases pueden ser, en parte, tóxicos y producir en las personas que lo respiran incapacidades físicas, pérdida de co-

ordinación, desorientación, envenenamiento e incluso la muerte.

El mayor porcentaje de las víctimas de incendios mueren por efecto de los gases, causa que produce más muertos que las otras tres señales juntas. La gravedad de los efectos depende de la dosis absorbida, de las condiciones fisiológicas de la persona afectada, etc.

A continuación detallamos algunos de los principales gases que pueden encontrarse en un incendio y sus efectos:

- Monóxido de carbono (CO): la mayoría de las muertes en los incendios se producen por envenenamiento con CO, más que por cualquier otro producto tóxico de la combustión. Es un gas incoloro, inodoro e insípido. Aparece prácticamente en todos los fuegos. Se desprende de todos los combustibles orgánicos. El CO se combina con la hemoglobina de la sangre con mayor facilidad que el oxígeno, por lo tanto lo desplaza y lo suplanta. Cuando a la célula llega monóxido, en lugar de oxígeno, provoca una rápida hipoxia del cerebro y de los tejidos que, dependiendo de la concentración y tiempo, desencadenan en la muerte si no se suministra rápidamente oxígeno al afectado.
- Dióxido de carbono (CO₂): se desprende de combustibles orgánicos cuando la combustión se realiza en ambientes aireados (combustión completa). Es un gas asfixiante, ignífugo, inodoro e incoloro. Es narcótico y provoca jaquecas, somnolencia y confusiones, pudiendo llegar al coma profundo y la muerte al alcanzar concentraciones del 8%.
- Cianuro de hidrógeno (CHN): se produce en grandes cantidades en todo el mundo. Resulta de la combustión de sustancias que contienen nitrógeno, como por ejemplo el nylon, plásticos y fibras naturales, caucho, papel, etc. Una concentración de 300 ppm en el aire es suficiente para matar a un humano en cuestión de minutos. Interfiere en la respiración a nivel de las células y los tejidos. Su capacidad de envenenamiento es superior a la del CO e inmoviliza a la víctima en un breve período de tiempo;
- Cloruro de carbonilo (Fosgeno, COCl₂): se produce por el contacto

Las señales del fuego, como el humo o las llamas, afectan de distinta manera a las personas. En general, su presencia provoca pánico e impide la correcta percepción del entorno del fuego, dificultando la evacuación.

de las llamas sobre los productos clorados (PVC), aislación de cables en instalaciones eléctricas, materiales refrigerantes como el freón, etc. Es muy tóxico y su principal efecto se da en los pulmones, principalmente limitando su intercambio de oxígeno. En determinadas condiciones, puede absorberse una dosis letal sin que se noten efectos y ni darle tiempo de reacción al organismo.

- Sulfuro de Hidrógeno (SH₂): se produce en la combustión incompleta de las materias orgánicas que contienen azufre, como caucho, neumáticos, lanas, etc. Es un gas incoloro y tiene un fuerte olor a huevo podrido. Las exposiciones cortas pueden dañar los pulmonares y afectar funciones neuro-comportamentales. La exposición a altas concentraciones de CHN puede provocar fallos respiratorios e incluso la muerte.
- Anhídrido Sulfuroso o Dióxido de Azufre (SO₂): se produce por la oxidación completa de las materias que contienen azufre. Es un gas irritante y tóxico que afecta, principalmente, las mucosidades y los pulmones. Cuando se combina con la humedad del tracto respiratorio se convierte en corrosivo, causando edemas a determinadas concentraciones. La exposición a concentraciones mínimas se considera peligrosa incluso durante períodos breves. La exposición a 100 ppm representa un peligro inmediato para la salud y puede ocasionar la muerte.
- Amoníaco (NH₃): se desprende cuando arden combustibles que contienen nitrógeno (lana, seda o algunos polímeros). Este gas tiene efectos irritantes y mucho tiempo de exposición, en concentraciones altas, provocan desde lesiones en la córnea hasta complicaciones pulmonares.
- Dióxido de nitrógeno (NO₂): aparece en la combustión de nitrato de celulosa o nitrato amónico y provoca efectos similares al anhídrido sulfuroso.
- Acroleína (C₃H₄O): se produce en la combustión de productos petrolíferos. No existe mucha información acerca de cómo puede afectar la salud, aunque los datos disponibles dicen que respirar grandes cantidades puede causar la muerte. ■