

Mejoras en detectores de incendio utilizando sensores múltiples



Los detectores de incendio están diseñados para detectar los incendios desde su fase inicial con un alto grado de fiabilidad.

El área de aplicación para los detectores de incendio es absolutamente diversa, extendiéndose desde oficinas hasta depósitos y zonas industriales con la consiguiente polución del aire causada por distintos factores tales como los que se presentan en los procesos de producción.

Como regla general, el criterio para detectar un incendio es la medida del humo generado por el fuego. Simplemente se asume que si no hay fuego la densidad de la dispersión alcanzada en el ambiente no equivaldrá a la existente en caso de incendio. Sin embargo, en la práctica, dependiendo del campo de utilización de los sensores y del tipo de material combustible, existe un amplio espectro de tipos de incendio, desde fuego ardiendo progresiva y lentamente hasta líquidos que arden y se propagan rápidamente, los humos generados difieren en densidad, color y presentan curvas de tiempo muy diferentes. Un detector optimizado debe funcionar con eficiencia bajo todas estas distintas condiciones.

Debido a su modo de funcionamiento, los detectores de humo ópticos brindan mejores resultados con ciertos tipos de humo. Los estándares de prueba internacionales tienen en cuenta esto cuando requieren que los mismos sean sometidos a pruebas con distintos tipos de fuegos a fin de garantizar que un detector certificado brindará una detección segura, a tiempo y dentro del límite de sensibilidad.

El uso de detectores de incendio se encuentra comprometido cuando las condiciones físicas normalmente presentes en el medioambiente tienen una gran similitud con las que se presentan en un incendio.

A modo de ejemplo, el polvo, el vapor o los aerosoles que son transportados por diferentes medios a través del aire hasta el interior de las cámaras de medición del detector de humo pueden producir una señal similar a la del humo en un incendio. Dichas señales son las llamadas señales engañosas o falsas.

Evaluación de la incidencia de falsas alarmas

En la actualidad, los detectores de incendio son utilizados en las más diversas aplicaciones donde, de una forma discreta y confiable, cumplen con el propósito de proteger contra incendios.

Debido especialmente al gran número de detectores empleados, en un medioambiente crítico es posible que ocasionalmente se produzcan señales engañosas equivalentes a las de un incendio. Si bien la probabilidad de que esto ocurra es relativamente baja, se debe tener en cuenta que la probabilidad de un incendio real también lo es.

En ambos casos, tanto la alarma disparada por un incendio real como aquella generada por una señal engañosa, resultarán en las consecuentes operaciones de rescate. De esta forma, la atención del usuario de un detector de incendio y la acción de los bomberos se centra exclusivamente en la alarma. Por esta razón, la incidencia de las falsas alarmas, a pesar de su bajo índice en relación al número de detectores de incendio instalados, se convierte en un parámetro crítico para la detección.

Este parámetro puede ser mostrado a través de estadísticas y frecuencia o distribución de probabilidades. La Figura 1 muestra esquemáticamente la frecuencia de señales falsas, así como también aquellas disparadas por la detección de un verdadero incendio.

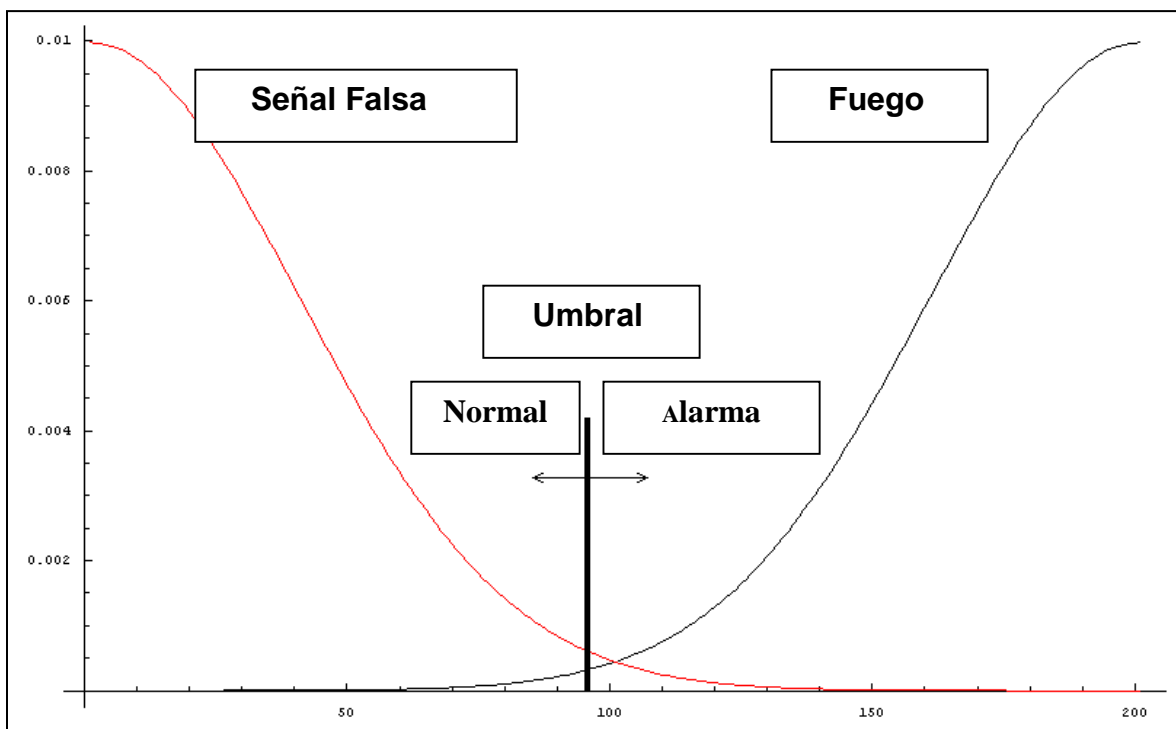


Fig. 1: Esquema de distribución de las señales falsas en relación a la detección de incendio

El detector dispara una alarma una vez que el nivel de la señal ha excedido un cierto valor. El mínimo fijado para dicho valor de disparo permite al detector identificar y actuar ante los fuegos de prueba (TFx) de acuerdo a los estándares aplicables. Basado en la naturaleza estadística de las señales falsas, aún queda una probabilidad residual de que una señal de este tipo ocasione una alarma. La curva en este cuadro sólo se muestra en forma esquemática. En la realidad, esta curva baja más suavemente, sin embargo, queda siempre una zona de superposición y, consecuentemente, la posibilidad de una falsa alarma.

Con el fin de reducir estas falsas alarmas, se puede implementar una medida no técnica que sería limitar drásticamente el número de detectores en ambientes críticos y utilizar otros medios de detección de incendio que

pueden ser menos efectivos o más costosos y menos propensos a errores en un ambiente crítico. Una medida más técnica sería por ejemplo una mayor complejidad en el procesamiento de la señal. En la actualidad este tipo de mejoras se encuentran disponibles y bien desarrolladas. Otra opción adicional sería evaluar la curva de tiempo del incendio, para identificar señales engañosas, que en general son muy rápidas o muy lentas comparadas con las de un incendio real.

Para todo esto es necesario diferenciar entre fuego ardiendo lentamente y fuego de rápido crecimiento, no obstante, aún quedará una probabilidad residual de falsos disparos debido al comportamiento físico propiamente dicho y al hecho de que no puedan esperarse mayores mejoras en el funcionamiento de detectores basados en la operación de un solo sensor con los medios disponibles.

Para explicar y entender esto se puede tomar a modo de ejemplo una discoteca, donde máquinas de humo nublan la pista de baile toda la noche y nadie consideraría seriamente utilizar detectores de humo.

Veremos entonces paso a paso como se puede llegar a una solución óptima en base a las nuevas tecnologías disponibles.

Solución en base al uso de un detector con sensores múltiples

Para encontrar una solución al problema, se debe considerar los parámetros característicos de un incendio.

En un incendio, se genera la mayoría de los diferentes productos de combustión:

- humo (dependiendo del material, partículas y aerosoles de distinta densidad y tamaño)
 - calor
 - radiación calórica
 - gases
1. La detección de humo como parámetro característico para la detección de un incendio es el método utilizado con mayor frecuencia en la actualidad.
 2. El calor y la temperatura generados también pueden ser utilizados para detectar un incendio. Para esto, cabe destacar que el aumento de calor y la temperatura respecto del ambiente debe variar significativamente.
 3. El sensor de temperatura debe estar suficientemente cerca de la fuente de calor (el incendio) para asegurar la detección, siendo el área de vigilancia menor en comparación con los detectores de humo. Por ejemplo, el fuego que arde lentamente genera relativamente poco calor en la primer fase, lo cual restringe la aplicación de los sensores de temperatura.
 4. Para medir la radiación calórica resulta imprescindible que el sensor utilizado tenga un campo de visión de la fuente potencial de incendio totalmente despejado. Estos detectores están equipados con tecnología sofisticada pero debido al requerimiento de campo de visión desobstruido se emplean solamente con propósitos específicos.
 5. Durante la combustión, los gases se forman como resultado de la transformación del material. La suma y el tipo de estos gases esencialmente dependen del material quemado y del tipo de incendio. En un incendio que arde lentamente, se produce un mayor volumen de monóxido de carbono, mientras que en incendios al aire libre será mayor la cantidad de dióxido de carbono. También se formarán óxidos de nitrógeno e hidrocarburos en pequeñas cantidades.
 6. En la actualidad se dispone de sensores de gas a un precio razonable, los cuales brindan suficiente fiabilidad y vida útil con poco consumo de energía.

7. La detección de gases en el comienzo de un incendio es un paso primordial para reducir las falsas alarmas y extender de esta forma los límites de aplicación.

Si se analiza más afondo, es posible comprobar que la presencia de gases en muchas de las condiciones de vida típicas del hombre son similares a aquellas generadas por un incendio. A modo de ejemplo, la concentración de CO en una habitación llena de fumadores fácilmente alcanzará los valores de los fuegos de prueba (TFx).

Lo mismo ocurre en otros ambientes críticos como talleres mecánicos, garages o lugares donde se realizan soldaduras, que pueden presentar altas concentraciones de CO.

Cuando se analizan las concentraciones de CO generadas en varios fuegos de prueba (TFx) es posible notar que éstas dependen mucho del tipo de fuego.

El fuego que arde lentamente muestra una marcada concentración, mientras que el fuego libre muestra valores de CO que también pueden ser producidos por otras razones en un ambiente crítico.

Debido a los valores fluctuantes de CO en los distintos ambientes, no resulta recomendable el uso del sensor de gas como único elemento para la detección temprana de un incendio, a excepción de aquellas áreas donde la producción de CO se encuentre estrictamente limitada.

Esto también es aplicable para otros gases generados en caso de un incendio.

Se debe evaluar entonces si los sensores de gas de un detector de incendio brindan algún beneficio adicional.

Para esto, será necesario valorar en forma balanceada todas las señales generadas por los sensores en un detector combinado.

Es importante que las señales del sensor muestren un comportamiento diferente ante una señal engañosa, a fin de obtener información adicional a través de un análisis conjunto de las tres señales. De esta manera, ante una nube de polvo, el sensor óptico enviará una señal de alarma falsa, mientras que el sensor de CO permanecerá en silencio. En otro caso, una señal de alarma enviada por el sensor de CO no representará una señal para el sensor óptico de humo.

A continuación, describiremos el funcionamiento de un detector de incendio con tres sensores de distintos modos de operación:

- Un sensor óptico que reacciona por refracción de la luz ante la presencia de humo;
- Un sensor de calor inmune al humo, la suciedad, etc. que sólo reacciona ante una variación de temperatura;
- Un sensor para la detección de gas CO como el generado en un incendio pero con la conocida reacción a señales falsas en ambientes críticos.

Veremos que si las tres señales que se generan en incendios reales serán claramente diferentes a aquellas generadas en ambientes críticos. Como regla, estas mediciones producen un gran número de valores abstractos que fluctuarán de una situación a otra, por simplicidad, se clasifican los niveles de señal por sectores y clases.

Se puede entonces ordenar los valores de todas las pruebas de forma simple sobre una matriz y usamos una clasificación por niveles muy elemental:

- SEÑAL NULA, ninguna señal perceptible que pudiera ser conectada al evento que se mide
- SEÑAL DEBIL, una señal que puede ser conectada al evento pero la cual es demasiado débil para tomar una clara decisión con respecto al evento (incendio/ falsa alarma)

- SEÑAL MODERADA, una señal que se encuentra cerca al umbral de disparo de un detector con un solo sensor, pero no lo alcanza totalmente (si dicha señal fuese engañosa, muy posiblemente un detector con un solo sensor generaría una falsa alarma)
- SEÑAL FUERTE, una señal excediendo el umbral de disparo
- SEÑAL MUY FUERTE, una señal que claramente excede el umbral de disparo

Para graficar la reacción de los tres tipos de sensores (Triplet) ante los distintos fuegos de prueba (TFx) se confeccionó una tabla, donde se ingresó gran cantidad de parámetros de ruido y se registraron los resultados de acuerdo a la definición anterior.

Evento	Eeñal óptica	Temperatura	Señal de CO	Notas
TF1	Débil	Moderada	Moderada	
TF2	Muy fuerte	Nula	Fuerte	
TF3	Muy fuerte	Nula	Muy fuerte	
TF4	Fuerte	Débil	Moderada	
TF5	Fuerte	Moderada	Moderada	
TF6	Nula	Muy fuerte	Nula/débil	
TF7	Muy fuerte	Débil	Moderada	
humo de disco	Muy fuerte	Nula	Nula	
Sala de fumadores	Débil	Nula	Moderada	concentración de CO similar a TF1
Soldadura autógena	Débil	Nula/débil	Moderada	concentración de CO similar a TF1
Soldadura eléctrica	Fuerte	Nula	Débil	
Garage	Débil	Nula	Muy fuerte	altos valores de CO
Sala diesel	Débil	Nula	Muy fuerte	altos valores

				de CO
--	--	--	--	-------

Tabla: Clasificación de señales

De esta manera, cada principio de los sensores puede ser evaluado, Por Ej. un solo sensor óptico de humo es potencialmente propenso a dar falsas alarmas ante prácticamente cualquiera de los ambientes críticos listados. El uso recomendado de estos sensores de humo tiene esto en cuenta y se advierte respecto de su empleo bajo tales condiciones críticas.

Es además de la misma tabla se hace evidente que un solo sensor óptico de humo no detectará los fuegos de prueba ni TF1 , ni TF6, algo que tampoco es requerido por los estándares.

Cuando se miran los valores de un sensor óptico y de calor combinados se puede ver que en todos los fuegos con una señal fuerte de humo también hay una señal débil de calor, y donde hay una señal nula con respecto a la temperatura hay una señal muy fuerte de humo. La combinación con un sensor de calor adicional garantiza una mejora en la prevención de falsas alarmas con parámetros falsos que simulan una señal de humo moderada. La combinación de sensores de gas, humo y temperatura aparece como la recomendada, para un ambiente que muy probablemente no tendrá ninguna emisión de CO, pero sí marcadas señales engañosas en el rango óptico, como es el caso del humo en discotecas.

Para mostrar la diferencia entre una señal verdadera y una falsa, los valores han sido graficados en un diagrama tridimensional (fig. 2). Los pequeños puntos negros representan la distribución de varios parámetros de ruido (señales engañosas), mientras que los grandes puntos rojos indican el valor del Triplet para los fuegos de prueba (TFx). La presentación gráfica de la combinación de las tres señales físicamente diferentes en el espacio demuestra la diferencia entre las señales verdaderas y aquellas de ruido.

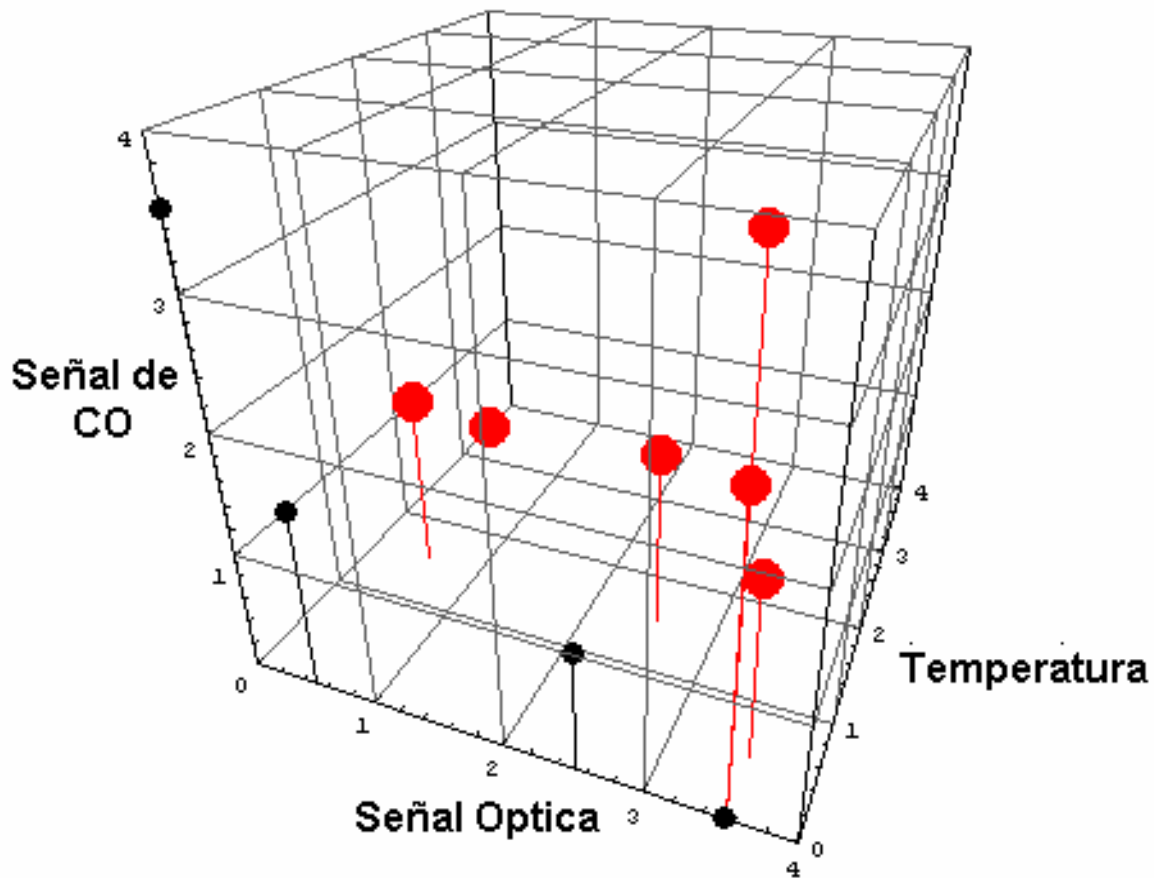


Fig. 2: Posición de eventos de incendio y ruido dentro de un espacio característico creado por la concentración de humo, la temperatura y la concentración de CO

Si insertamos en este cuadro tridimensional el límite de disparo imaginario de un sensor óptico de humo, trazaremos una línea que corte al eje O por el valor OD (umbral de disparo) correspondiente. Se puede reconocer que TF1 y TF6 están por debajo del umbral de disparo y que ciertas fuentes de ruido están por encima de dicho límite (fig. 3).

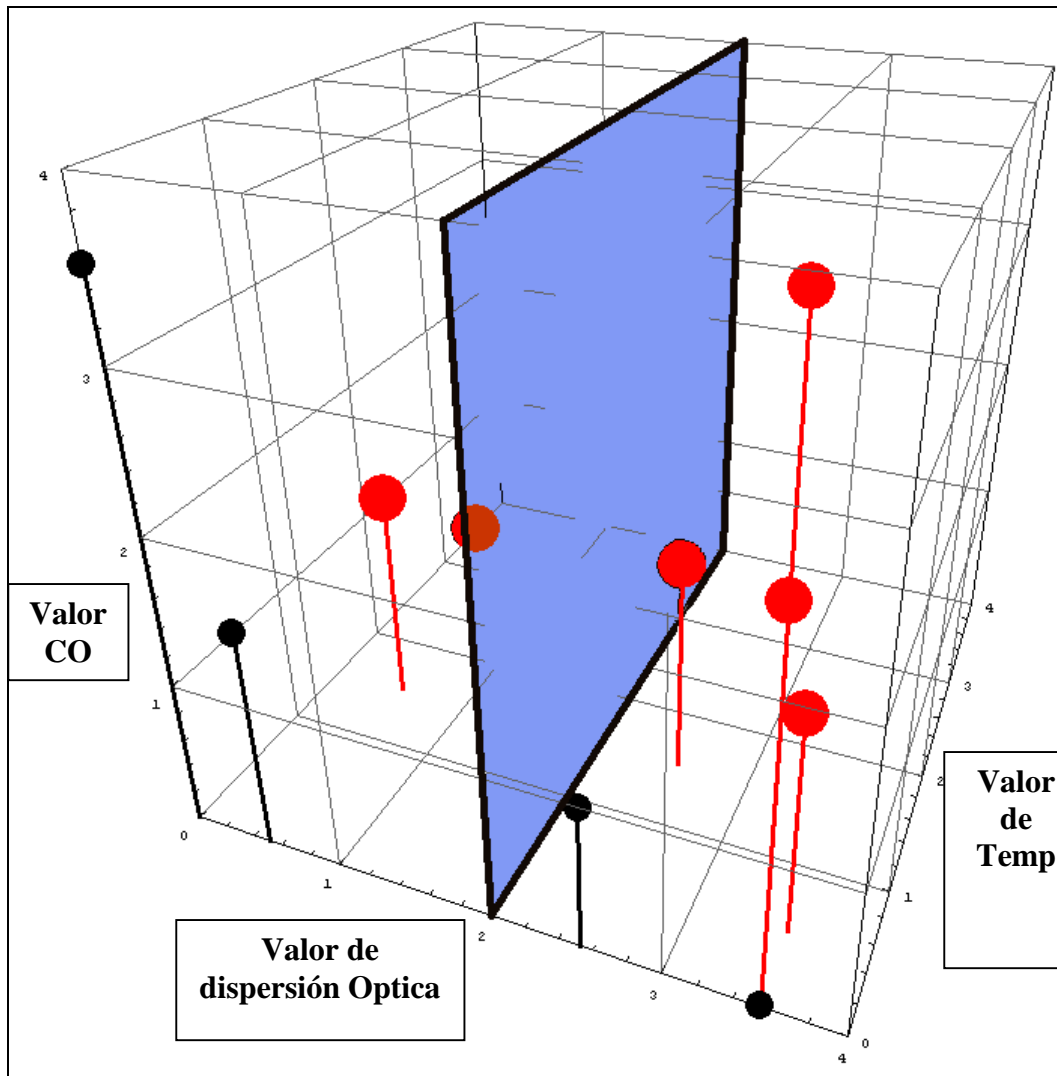


Fig. 3: Límite de disparo imaginario de un sensor óptico de humo dentro del espacio característico del Triplet de señales

Cuando se emplea la aproximación ortogonal modelo, a la que se accede por medio del uso del principio de los tres sensores, es posible imaginar un umbral de disparo definido como una superficie alabeada ubicada entre los puntos negros y los rojos, permitiendo una mejor diferenciación entre alarmas reales y falsas. Dicha superficie está presentada esquemáticamente en la figura 4 y demuestra que todos los parámetros de ruido se encuentran por debajo de la superficie de límite de disparo, por lo que no causarán una falsa alarma, mientras que todas las señales de los fuegos de prueba están por encima de dicho límite y dispararían una alarma confiable. Sorprendentemente, se puede notar que todos los fuegos de prueba desde TF1 a TF6 pueden ser graficados en su posición espacial.

El cuadro además indica que los parámetros de ruido que básicamente sólo afectan al sensor óptico tienen un efecto marcadamente menor en el sistema conjunto.

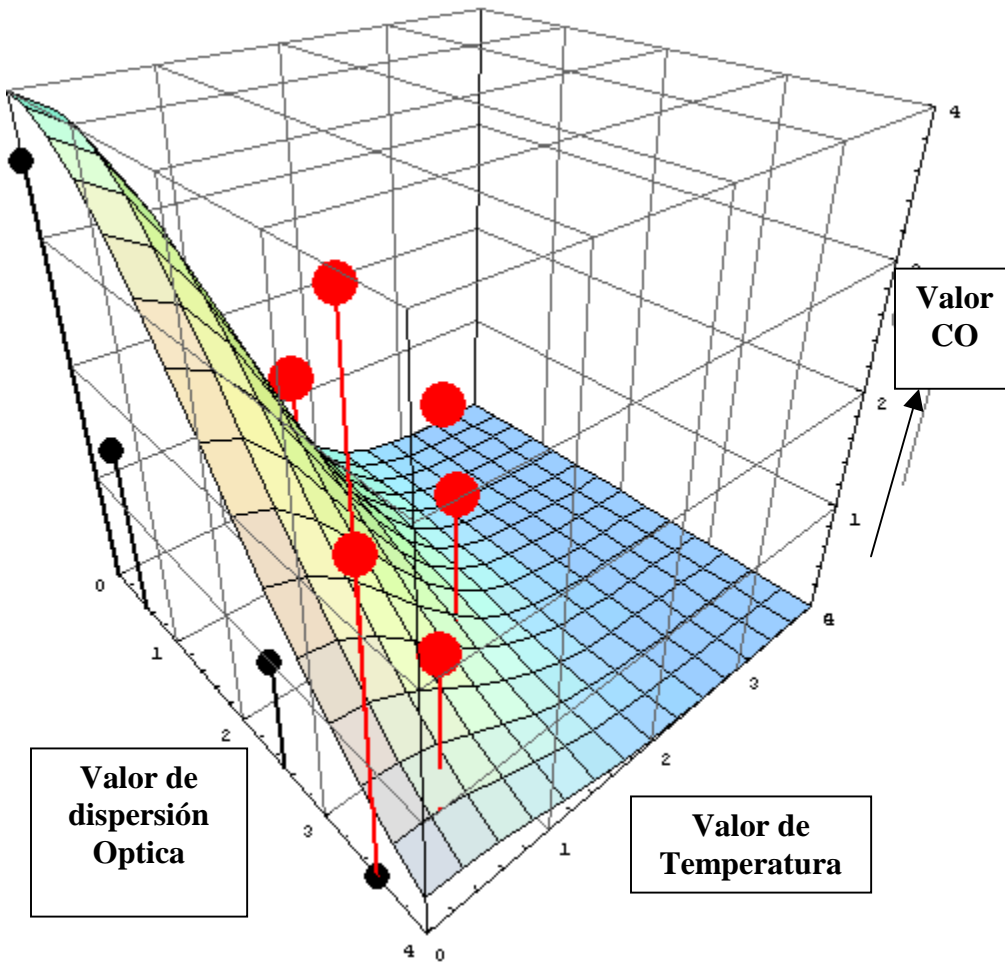


Fig. 4: Separación de señales verdaderas y de ruido por una superficie alabeada

Cabe destacar que todas las observaciones previas consideran la posición estática de las señales dentro del espacio tridimensional y hasta el momento no se ha considerado el comportamiento temporal de las señales en caso de un incendio con relación a las fuentes de ruido.

Análisis temporal de las señales

Como ejemplo práctico, se presenta la forma en que el detector Magic.Sens OTC410 de BOSCH efectúa el procesamiento de señales en base a la evaluación simultánea de la distribución espacial de las señales y su comportamiento dinámico o temporal, aplicando el siguiente criterio antes de disparar una alarma:

- ¿La señal aumenta rápidamente?
- ¿La señal se mantiene constante o se debilita?
- ¿La temperatura aumenta?
- ¿La concentración de CO aumenta?

Con el fin de entender el comportamiento dinámico, a continuación nos centraremos sólo en la señal óptica. Se debe tener en cuenta que en una situación real, evalúa el comportamiento dinámico de los tres sensores.

En caso de incendio, se asume que la señal es continuamente creciente, mientras que una señal falsa aumenta rápidamente y, luego de un cierto tiempo, comienza a debilitarse.

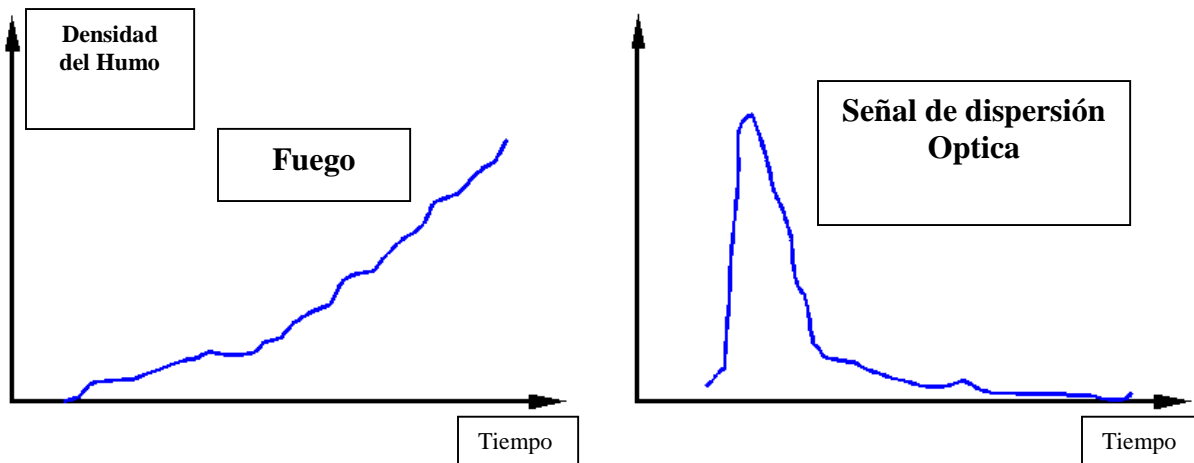


Fig. 5: La curva de tiempo principal de un parámetro de incendio y un parámetro falso

Evaluando el transcurso del tiempo es posible ajustar el límite de disparo de acuerdo al incremento de la señal. De esta manera, si el incremento es típico de un incendio, la posición del límite de tolerancia se mantiene igual y el detector se dispara.

Un incremento rápido se considera como un parámetro falso, por lo que el límite de tolerancia sube momentáneamente. Los incrementos rápidos de señal se toman como ruido potencial y el límite de disparo óptico se modifica reduciendo la sensibilidad.

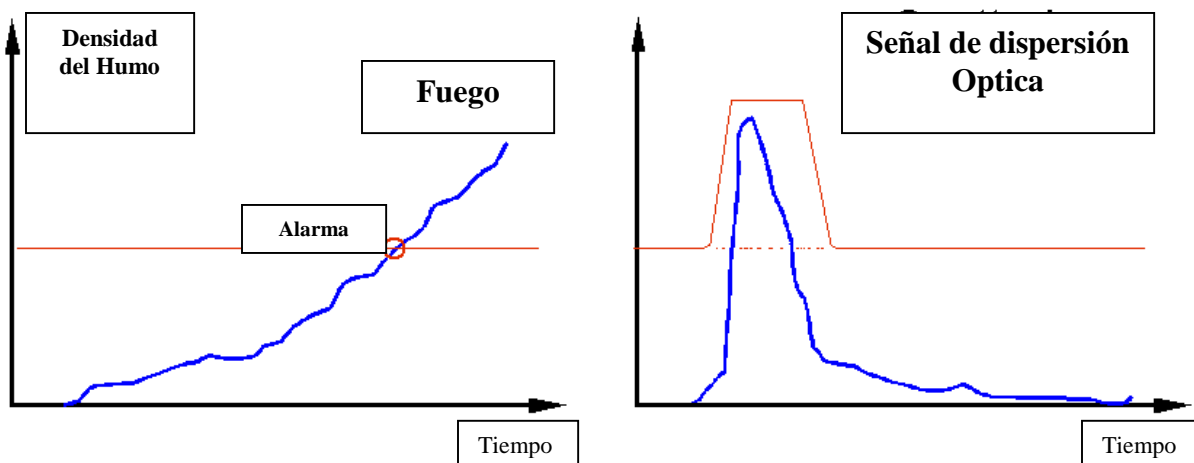


Fig. 6: El comportamiento del sensor en diferentes cambios de la señal

Antes de decidir si la superación del umbral de disparo óptico constituye un verdadero evento de alarma, se verifica si el nivel de la señal permanece constante. Esto permite una detección confiable del incendio, puesto que cada incremento de señal primeramente es considerado como causa de un parámetro falso de ruido.

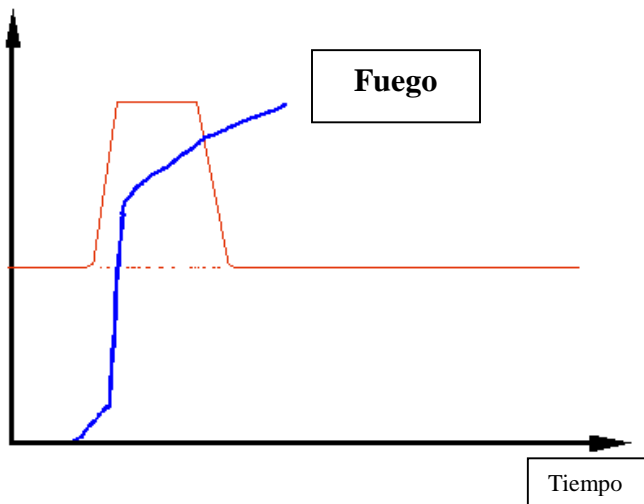


Fig. 7: Relación principal durante un incendio de crecimiento rápido

La extensión de esta presentación conduce a elaborar curvas de señal más complejas y a la combinación de las tres señales de los sensores del Triplet, lo que permite una adaptación inteligente del umbral de disparo que se modifica adaptativamente según las condiciones ambientales de cada sitio.

Gracias a este método, el OTC410 garantiza un funcionamiento estable frente todo tipo de parámetros de ruido.

El orden de magnitud absoluto de la tasa de falsas alarmas sólo puede ser determinado mediante el registro de estadísticas precisas y diferenciadas.

Distintas brigadas contra incendio e instituciones de alto nivel han intentado establecer dichos valores. El resultado, sin embargo, depende mucho de la cantidad de detectores empleados en el campo, el tipo, marca y modelo de sensores utilizado.

También es de importancia conocer el tipo de ambiente en el que fueron instalados y si la falsa alarma se debe específicamente al sensor o al sistema.

Para alcanzar valores precisos, siempre es necesario utilizar una apreciación diferenciada.

Basándose en la relación estadística entre la incidencia de la falsa alarma y la posición del umbral de disparo y la adaptación dinámica integrada, se puede asegurar que un detector combinado como el OT410 de BOSCH brinda una menor cantidad de falsas alarmas extremadamente baja y una tolerancia a las señales falsas no conocida en el mercado profesional.

Para comprobar esto, se ha evaluado el funcionamiento de detectores simples (con un solo sensor) y detectores combinados del tipo OTC410 que fueron sometidos a pruebas de largo plazo en ambientes críticos.

Las falsas alarmas disparadas regularmente demostraron que el detector de humo estándar no es apropiado para estos ambientes, mientras que las mismas condiciones fueron toleradas por el OTC410 y las falsas alarmas todas suprimidas.

No obstante, sólo puede presentarse evidencia cuantitativa mediante el monitoreo de un gran número de detectores operando bajo condiciones prácticas en un gran área de aplicaciones.

Conclusión

El uso de parámetros de distintas características claramente brinda una mejor diferenciación entre señales falsas e incendios reales.

La combinación de los métodos de procesamiento de señales que toman en cuenta la curva típica y la variación en el tiempo de los parámetros representativos de los verdaderos incendios, además permiten la supresión exitosa de cualquier señal falsa.

Bosch Security Systems ofrece un detector de alta performance y bajo costo que implementa estos avances de su ingeniería y el procesamiento inteligente de las señales.

Sumado a las otras ventajas típicas de la arquitectura LSN, tales como. la inclusión de un aislador en cada detector, el Magic.Sens OTC410 se adapta a casi todas aplicaciones en edificios modernos y garantiza una excelente operación aún en los ambientes más críticos.

Octubre_2004

