

J. A. Cabrera 4621	Tel (54)	(11) 4833 0020
Buenos Aires (C1414BGI)	Fax (54)	(11) 4833 0019
Argentina	E-mail:	dacs@dacs.com.ar

SistemasDACS S.A.

Innovaciones en Detectores de Llama

ARTÍCULO "NT-0710"

Sistemas DACS S.A.

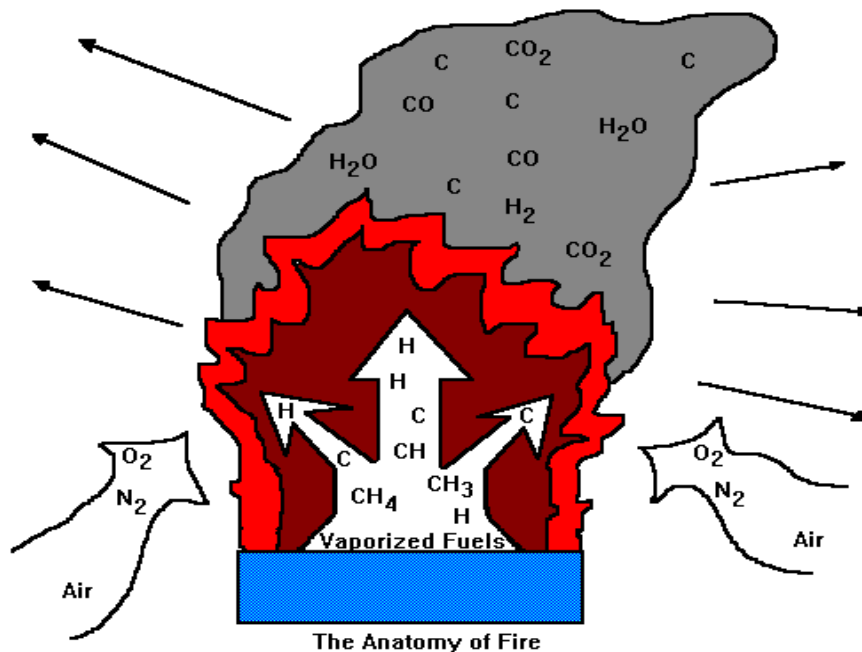
Especialistas en Sistemas Instrumentados de Seguridad

Las industrias involucradas en la manufactura, procesamiento, almacenamiento o transporte de materiales inflamables requieren un sistema de detección de fuego que sea confiable y de rápida respuesta.. Tal sistema de detección debe ser capaz de detectar llamas o fuegos mientras estos son aun pequeños, para limitar el daño causado y facilitar su rápida extinción.

Los detectores ópticos son ideales por su rápida respuesta a fuegos relativamente pequeños. Estos detectores han sido diseñados utilizando sensores UV e IR o combinaciones de ambos, y preparados para operar en ambientes agresivos. Desafortunadamente, la radiación dispersa o residual en las bandas en las que el detector es sensible, puede dificultar la operación del sensor o inclusive, generar falsas alarmas.

La industria, en su esfuerzo para proveer sensores rápidos y confiables ha continuado la investigación y ha empleado nuevos métodos de detección.

Background for Fire Detection Technology



Como se ilustra arriba, un fuego típico puede analizarse desde diferentes puntos de vista, dependiendo de que parámetros son los monitoreados, por ejemplo: Consumo de combustible, consumo de aire u oxígeno, calor, reacciones químicas que tienen lugar en la llama, etc. En la figura anterior, el combustible vaporizado se dispersa en la atmósfera

J. A. Cabrera 4621	Tel (54)	(11) 4833 0020
Buenos Aires (C1414BGI)	Fax (54)	(11) 4833 0019
Argentina	E-mail:	dacs@dacs.com.ar

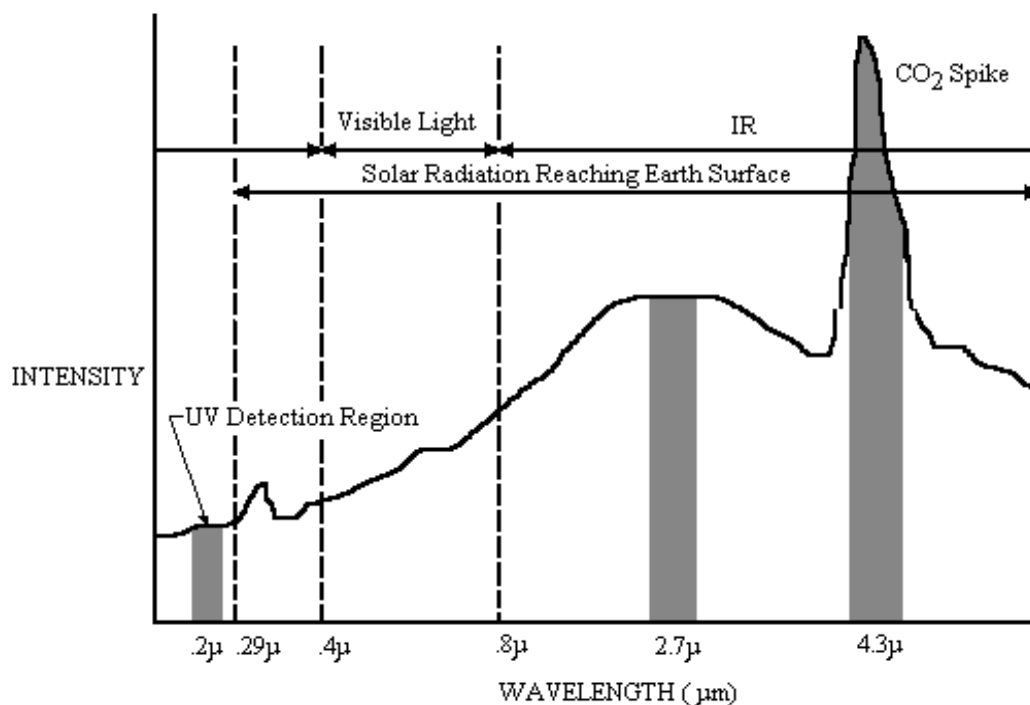
SistemasDACS S.A.

circundante donde reacciona inmediatamente con el oxígeno y donde tienen lugar las reacciones en cadena de la llama, que originan productos gaseosos tales como CO_2 , H_2O , HC (moléculas de hidrocarburo sin quemarse), C y CO. Desde los primeros sistemas de detección de llama, estas características han sido utilizadas por los fabricantes de detectores de llama.

DetECCIÓN ÓPTICA DE LLAMA

La energía emitida por un fuego sirve como principal factor en el análisis de detección. Aproximadamente del 30% al 40% de la energía es disipada en forma de radiación electromagnética en varios rangos espectrales, tales como el ultravioleta, la luz visible y el infrarrojo.

La figura siguiente muestra el espectro típico de un fuego de hidrocarburo. Las áreas destacadas en las zonas UV e IR representan los rangos espectrales más comúnmente utilizados por los detectores comerciales.



Typical Hydrocarbon Fire Emission Spectrum

El patrón espectral característico producido por el fuego permite que varios rangos de longitudes de onda sean utilizados por los dispositivos de detección. Los detectores que se basan en técnicas ópticas, analizan estrechas bandas de longitudes de onda y las señales

J. A. Cabrera 4621	Tel (54)	(11) 4833 0020	SistemasDACs S.A.
Buenos Aires (C1414BGI)	Fax (54)	(11) 4833 0019	
Argentina	E-mail:	dacs@dacs.com.ar	

resultantes son luego analizadas mediante técnicas predeterminadas que incluyen una o más de las siguientes:

- 1) Análisis de la frecuencia de parpadeo.
- 2) Comparación de los niveles relativos de las señales.
- 3) Análisis de correlación de las diferentes señales.
- 4) Técnicas lógicas (relación de magnitudes , compuertas AND , compuertas OR).
- 5) Correlación con patrones espectrales memorizados.

Los dispositivos de detección que usan una combinación de las técnicas mencionadas, tienden a ser los más sensibles e inmunes a falsas alarmas.

Cuatro grandes familias de detectores ópticos han aparecido en los últimos 20 años. Estas son: UV, IR, UV/IR e IR/IR. Cada una de estas familias posee sus propias ventajas y desventajas. Usando una o más de las técnicas mencionadas antes, todos estos detectores utilizan los detectores más avanzados disponibles para cada una de las longitudes de onda de interés. El uso de cada una de estas familias esta recomendado para aplicaciones específicas, las que se determinan valorando las condiciones ambientales y la sensibilidad a las falsas alarmas.

UV Flame Detection

La banda espectral UV tiene características de onda corta que la hacen atenuable por la atmósfera circundante como aire, humo, polvo, gases y materiales orgánicos varios. En consecuencia, la radiación UV, especialmente en las longitudes de onda menor que 300 nm, es absorbida por la atmósfera y no generará falsas alarmas en detectores que usan esta tecnología. Los detectores de UV sobre la base de esta tecnología detectan llamas con gran rapidez (3-4 milésimas de segundo) debido a los altos niveles de energía emitida por los fuegos y las explosiones en el instante de su encendido. Desafortunadamente, los detectores de UV son propensos a las falsas alarmas causadas por los relámpagos y arcos de soldadura y solar ya que la radiación UV de estos orígenes no es absorbida por la atmósfera, y que se puede deber en parte a agujeros en la capa de ozono y los estallidos solares.

IR Flame Detection

Si miramos el gráfico del espectro de emisión del gas en un fuego de hidrocarburo, vemos que la radiación infrarroja esté presente en la mayoría de las llamas. A la temperatura de la llama, su masa de gases calientes (productos de fuego), emite un patrón espectral específico que puede ser fácilmente reconocido empleando tecnología de sensor de IR. Sin embargo, las llamas no son el único origen de la radiación de IR, a decir verdad cualquier superficie caliente, sea horno, lámpara, incandescente o luz halógena, crisoles y la misma

J. A. Cabrera 4621	Tel (54)	(11) 4833 0020	SistemasDACS S.A.
Buenos Aires (C1414BGI)	Fax (54)	(11) 4833 0019	
Argentina	E-mail:	dacs@dacs.com.ar	

radiación solar emiten radiación IR que está en el mismo rango que la radiación de IR de una llama. Para discriminar una fuente de radiación de IR entre una llama y una fuente que no lo es, es necesario el análisis de otros parámetros y el uso de técnicas matemáticas adecuadas. Las técnicas más comunes son el análisis de frecuencia de parpadeo y el procesamiento de señal de umbral de IR de banda angosta. A pesar de tales técnicas, los detectores de IR todavía están sujetos a las falsas alarmas causadas por la radiación de cuerpos negros.

Dual Wavelength Detection

Para minimizar o eliminar las falsas alarmas la tecnología de longitud de onda doble ha sido utilizada para la detección óptica de llama. Esta familia de detectores tiene dos familias muy importantes; UV / IR e IR / IR.

En los últimos años la tecnología de longitud de onda doble ha sido considerada el método más avanzado método para eliminar las falsas alarmas.

UV/IR Flame Detection

La tecnología de longitud de onda doble UV / IR de basa en el uso de un sensor de UV con una alta relación señal - ruido y un sensor de IR de banda angosta. El sensor de UV en si mismo es un buen detector de llama, pero es engañado fácilmente por los estímulos de falsa alarma como relámpagos y arcos de soldadura. Para prevenir estas falsas alarmas, se añade el circuito de IR. El canal espectral IR tiene en el fuego una firma espectral característica. En conjunto con el canal UV el canal de IR funciona como un detector seguro para la mayoría de las aplicaciones. Sin embargo, incluso esta tecnología más avanzada tiene sus propias limitaciones, ya que cada tipo de fuego tiene su propia proporción específica del UV e IR. Por ejemplo, un fuego de hidrógeno genera la radiación UV intensa con muy poca radiación de IR, mientras que un fuego de carbón generan una intensa radiación de IR, y poca UV. Por lo tanto, los ciertos fuegos no pueden ser detectados confiablemente por un detector de llama de UV / IR.

Para asegurar la confiabilidad de la señal de fuego, un circuito de discriminación compara la señal de umbral de radiación UV con la señal de umbral de radiación de IR, su proporción y su frecuencia de parpadeo. Solamente cuando todos parámetros satisfagan el algoritmo matemático de detección será confirmada una alarma de señal de fuego. Sin embargo en ambientes industriales a menudo los estímulos de falsa alarma están presentes tanto en UV como en IR. Las fuentes de UV incluyen arcos arco de soldadura y chispas, relámpagos, sopletes y hasta las protuberancias solares. Las fuentes de IR incluyen calentadores, lámparas incandescentes y halógenas, maquinaria caliente, etcétera. Debido a que estos estímulos falsos emiten tanto UV como IR, es posible que un detector puede detectar una falsa alarma cuando están presentes emisiones UV e IR aun cuando no hay fuego verdadero.

J. A. Cabrera 4621	Tel (54)	(11) 4833 0020	SistemasDACS S.A.
Buenos Aires (C1414BGI)	Fax (54)	(11) 4833 0019	
Argentina	E-mail:	dacs@dacs.com.ar	

DetECCIÓN IR/IR

Otra tecnología de monitoreo en doble longitud de onda combina dos estrechas bandas espectrales en el infrarrojo cercano (0.9 mm - 3.0 mm). Debido a que las llamas de hidrocarburos emiten energía de infrarroja de manera continua en el infrarrojo cercano y un pico distintivo en la zona de 4.3 mm a 4.5 mm causado por el CO₂ caliente generado en la combustión, estas características se aprovechan en la mayoría de los detectores de doble banda de IR. Normalmente, estos detectores emplean las bandas de 0.9 mm y 4.3 mm para el análisis de la señal de fuego. Sin embargo, en los últimos años, han aparecido detectores que realizan sobre la banda de 4.3 mm a 4.5 mm un análisis más detallado. La base del mismo es la comparación de dos rangos espectrales: uno débil, emitido en los alrededores de la llama y otro más intenso emitido por la llama misma. La relación entre estas dos señales da un indicador valioso para la detección del fuego. Este tipo de detector sensa la radiación ambos canales y procesa la información disponible en función de:

- Análisis de parpadeo.
- Intensidad de radiación por arriba de cierto umbral.
- Relación entre las señales de ambos canales.

Debido a que la mayoría de estos detectores duales usan el sensor de 4.3 mm como canal principal para el reconocimiento del fuego (recordemos que se trata del pico del CO₂ caliente) sufren de atenuación atmosférica, especialmente en la detección a distancias moderadas y grandes.

Técnicas Avanzadas para el Análisis de Llama

Cada uno de los métodos de detección descritos de arriba tiene sus propias desventajas. En un esfuerzo de superar estas desventajas, el desarrollo de la tecnología electro - óptica suministró medios para un análisis espectral más exhaustivo.

El espectro de la radiación de llama medido por el detector depende de la distancia entre el detector y el fuego y por la concentración del gas de CO₂ en la atmósfera.

Dos factores limitan el alcance de detección de los detectores de IR dobles:

- a) La intensidad de radiación del fuego cerca del pico de 4.3 mm disminuye rápidamente con el aumento de la distancia entre fuego y detector. La señal recibida por el sensor puede ser muy débil y cuanto mayor sea la concentración de CO₂ en la atmósfera, más alta será la absorción de esta longitud de onda y más baja que la señal recibida. Por lo tanto, esto podría conspirar contra la detección de una llama por la mayoría de los detectores IR/IR.

J. A. Cabrera 4621	Tel (54)	(11) 4833 0020	SistemasDACS S.A.
Buenos Aires (C1414BGI)	Fax (54)	(11) 4833 0019	
Argentina	E-mail:	dacs@dacs.com.ar	

- b) La relación entre la señal de 4.3 mm y la del segundo canal IR canalizan centrado habitualmente en 4.9 mm, tiende a 1 y deja de ser característica de la proporción existente en los fuegos. En cuanto esta proporción entre señales de las dos bandas espectrales se acerca a 1 el algoritmo que procesa las señales NO DA INDICACIÓN DE ALARMA, aunque un fuego puede estar ocurriendo a ese mismo momento.

El primer factor restrictivo (a) puede ser reducido escogiendo un sensor con una amplia respuesta espectral. Esto aumentará la señal aportada, pero no solucionará el problema del segundo factor restrictivo (b). La proporción entre los dos canales de IR sigue tendiendo a 1 para un fuego distante o en el caso de concentraciones altas de CO₂ en la atmósfera. Estos métodos, cuando se usan en los detectores de fuego de IR / IR hacen la distinción entre las llamas y fuentes de alarma falsas casi imposible.

Para abordar ambas limitaciones, se ha sugerido el uso de una banda filtro espectral angosta. El uso de este, además del segundo canal de IR suministra una proporción típica de fuego aun a gran distancia. Cuando se ha seleccionado la banda espectral correcta, el factor restrictivo para la distancia de detección no es más la atenuación atmosférica, sino la sensibilidad del sensor específico.

Si la señal aportada no es significativamente más grande que el ruido interno del sensor, la proporción y la intensidad medida no son indicadores de fuego seguros. Actualmente los sensores de IR disponibles en venta, como PbSe, Piroeléctricos y Termopilas, tienen una baja relación señal a ruido interno.

Para estos sensores la señal de un fuego en una distancia mayor que algunos metros no es significativamente diferente de su ruido interno, por lo que se requieren técnicas matemáticas sofisticadas para el correcto reconocimiento de la señal de alarma.

En resumen, la tecnología de detección de IR / IR aunque pueda ser apropiada para algunas aplicaciones en interiores y de corto alcance, es inadecuada para las aplicaciones de largo alcance debido a las serias limitaciones que incluyen:

- Atenuación atmosférica de la señal de interés.
- La relación entre los dos canales de medición se deteriora con la distancia.
- Señales débiles debido a los filtros de banda estrecha.
- Problemas de relación señal a ruido en los sensores utilizados.

Con el objeto de eliminar estas limitaciones, una tecnología conocida como "Detección de Llama Multi Infrarroja"

Detección de Llama Multi-Infrarroja

Las moléculas calientes de CO₂ y H₂O originan la mayor parte de la radiación emitida por el fuego. En este nuevo enfoque, el fuego es considerado una fuente infrarroja parpadeante que emite energicamente en la banda del CO₂ y débilmente en banda de emisión del gas

J. A. Cabrera 4621	Tel (54)	(11) 4833 0020	SistemasDACS S.A.
Buenos Aires (C1414BGI)	Fax (54)	(11) 4833 0019	
Argentina	E-mail:	dacs@dacs.com.ar	

de fondo. La mayoría de las fuentes de IR (considerados estímulos de alarma falsos) incluyendo el sol, las lámparas, las bajas de arco, calentadores eléctricos, etcétera no emiten esta combinación particular.

Tres bandas de longitudes de onda han sido seleccionadas cuidadosamente para implementar esta tecnología.

- La banda 1 está centrada en el pico de emisión del CO₂.
- La banda 2 está afuera del pico de emisión del CO₂
- La banda 3 monitorea un amplio rango de longitudes de onda.

Cada fuente de IR tiene su propia "huella digital espectral" caracterizada por las proporciones de señal en los tres sensores. La relación matemática entre los tres (o más) sensores, detectando longitudes de onda específicas de la radiación de IR, permiten distinguir entre un fuego y el estímulo de falsa alarma.

Tomando en consideración la proporción entre los tres canales de IR, un fuego puede ser detectado con exactitud con prácticamente ninguna falsa alarma. La mejora adicional de esta técnica de análisis de IR permite la detección exacta en las que las llamas verdaderas están escondidas o se trate de un fuego sin llama, pero que emita CO₂ caliente detectable.

Usando técnicas de correlación, en las que el canal de IR es autocorrelacionado a un nivel predeterminado además de usar la proporción entre los canales de IR específicos, es posible una discriminación total entre el fuego y los estímulos de falsa alarma.

Usando esta tecnología, las falsas alarmas son reducidas enormemente, a la vez que se la detección de fuego hasta alcances antes imposibles (100m).

Este análisis de llama ha sido incluido en el detector llama triple IR que puede detectar un fuego de 0,1 m² a una distancia de 60 metros. Esta sensibilidad es al menos cuatro veces más grande que todos otros detectores en venta.

Conclusiones

La detección de llama se ha estado desarrollando constantemente durante los últimos veinte años, presentando nuevas tecnologías de proteger vida y propiedad.

El detector de llama de triple IR representa la generación más moderna de detectores de llama que brinda la inmunidad más alta a las falsas alarmas combinadas con la capacidad de detección insuperable. La capacidad de detección aumentada por la mayor sensibilidad permite instalar menos detectores en la área a proteger. Por ejemplo, en instalaciones de carga de gas o petróleo se requieren a menudo 4 o 5 detectores por darsena, pero con la tecnología de triple IR, pueden ser necesarios solamente 2 o 3 detectores para la misma función. Al reducir el número de detectores necesarios, se consiguen ahorros cuantiosos en el costo de equipo.

J. A. Cabrera 4621	Tel (54)	(11) 4833 0020	SistemasDACS S.A.
Buenos Aires (C1414BGI)	Fax (54)	(11) 4833 0019	
Argentina	E-mail:	dacs@dacs.com.ar	

Comparación entre varios tipos de Detectores Ópticos de Llama			
Tecnología	Ventajas	Desventajas	Aplicaciones
Infrarrojo (IR)	Alta velocidad, moderada sensibilidad, bajo costo	Afectado por la temperatura, sujeto a falsas alarmas por fuentes de IR	En interiores
Ultravioleta (UV)	Máxima velocidad, alta sensibilidad, bajo costo	Sujeto a falsas alarmas, cegado por humo o vapores densos	En interiores o exteriores
Detector Dual (UV/IR)	Alta velocidad, alta sensibilidad, baja alta tasa de falsas alarmas	Afectado por condiciones generadoras de falsas alarmas, cegado por humo o vapores densos, costo moderado	En interiores o exteriores
Detector Dual (IR/IR)	Alta velocidad, moderada sensibilidad, baja tasa de falsas alarmas	Operación en un rango limitado de temperaturas, afectado por emisiones de IR, costo moderado.	En interiores o exteriores
Triple IR (IR3)	Alta velocidad, máxima sensibilidad, mínima tasa de falsas alarmas	Costo moderado a alto	En interiores o exteriores

SistemasDACS S.A.
dacs@dacs.com.ar
 Tel: (011) 4833-0020
 FAX: (011) 4833-0019