

Seguridad y fiabilidad de los sistemas detectores de incendios en túneles viarios

Dr. Arnd Rogner. CEO Metaphysics, S.A. Securiton-Partner Grupo Aguilera

Introducción

La detección automática de incendios en túneles viarios está tomando especial importancia a partir de los grandes incendios ocurridos en Europa durante los años 1999/2001. Esto ha provocado la introducción de nuevas tecnologías de detección, enfocadas a aumentar la seguridad y la fiabilidad de los sistemas.

Para realizar un proyecto debemos tener en cuenta varios factores: una detección lo más rápida posible frente a minimizar el número de alarmas indeseadas o falsas alarmas; tomar la decisión de alarma automáticamente o manualmente mediante uno o varios sistemas; y por último tener en cuenta el presupuesto con el que se dispone para afrontar la detección de incendios.

Este artículo facilita un repaso a los sistemas actuales de detección de incendio en los túneles, incluyendo sus características de seguridad y fiabilidad.

Sistemas de detección de incendios en túneles

Durante mucho tiempo se han utilizado los detectores de calor lineales como principal tecnología, aunque actualmente hay que tener en cuenta nuevas tecnologías como detectores de humo, vídeo y otras que han ido apareciendo o están siendo investigadas [1]. Además, muchos países empiezan a implementar estas nuevas tecnologías para una detección temprana de incendios en las directivas y normas sobre los equipos de seguridad de los túneles [2,3].

Los sistemas actuales son:

- Cable semiconductor sensor de temperatura (detector de calor multipunto)
- Cable sensor de fibra óptica
- Detector de calor del tipo de línea neumática (sistema por tubo de cobre)
- Detectores de calor de tipo lineal no rearmable.
- Monitores de visibilidad (opacímetros)
- Análisis de vídeo
- Detectores de llamas

Sistema	Reacciona por	Detección termovelocimétrica	Velocidad de detección	Distancia típica entre sensores	Longitud máxima del sistema	Resolución local	Relación de fallos
Cable sensor Temperatura	temperatura	sí	media a alta	7 m 10 m	2500 m	7 m 10 m	baja
Cable sensor Fibra óptica	temperatura	sí	media	continuo	8000 m	1-2 m	baja
Sistema Neumático	temperatura	sí	media a alta	continuo	100 m	100 m	baja
Cable no rearmable	temperatura	no	baja	continuo	250 m	250 m	baja
Monitores visibilidad	humo	sí	alta	100 – 300 m	tipo puntual	100 – 300 m	media
Vídeo análisis	humo, llamas	N.A.	alta	50 – 100 m	tipo puntual	50 – 100 m	alta
Detectores llamas	llamas	N.A.	media	25 – 50 m	tipo puntual	25 – 50 m	baja

Tabla 1: repaso a los sistemas de detección de incendios en túneles

	Combustible	Área del fuego	Tubo de cobre LHD 1	Fibra óptica LHD 2	Cable sensor LHD 4
1	Gasolina	2 m ²	28 s	42 s	13 s
2	Gasolina	4 m ²	19 s	30 s	11 s
3	Diesel	2 m ²	83 s	60 s	31 s
4	Diesel	4 m ²	30 s	48 s	17 s
5	n-Heptano	1 m ²	165 s	98 s	46 s
6	n-Heptano	2 m ²	37 s	68 s	18 s
7	n-Heptano	4 m ²	25 s	61 s	13 s

Tabla 2: comparación de diferentes detectores de calor de tipo lineal utilizando diferentes fuegos de prueba [5]

La Tabla 1 facilita un repaso de sus propiedades y especificaciones más importantes.

Seguridad

Se utiliza seguridad en el sentido de que todos estos sistemas deberían detectar un incendio en un túnel.

Para evaluar los distintos sistemas de detección de incendios no existe una norma europea unificada, aunque como mínimo se debería considerar que un fuego con una carga de 5 MW (típico incendio de un vehículo) debería detectarse normalmente antes de 60 segundos. La tendencia general es detectar un fuego en un estadio muy temprano y evitar un incendio real y que el fuego se propague a otros vehículos. Entre las normas europeas publicadas cabe destacar el RABT alemán que utiliza un fuego de prueba de 5 MW y la RVS 9.282 austríaca que comienza los ensayos con un fuego de 1,5 MW.

La Tabla 2 da el resultado de comparar diferentes detectores de calor de tipo lineal utilizando diferentes fuegos de prueba con una velocidad del aire de 3 m/s. Se puede observar que el cable sensor semiconductor es el más rápido, aunque todos los tipos de sistema pueden detectar los fuegos.

Otro punto que hay que tener en cuenta es la velocidad del aire. Dentro de los túneles esta suele ser de 3 a 7 m/seg pero puede alcanzar los 10 m/seg, lo que puede resultar crucial para los sistemas basados en la detección de temperatura.

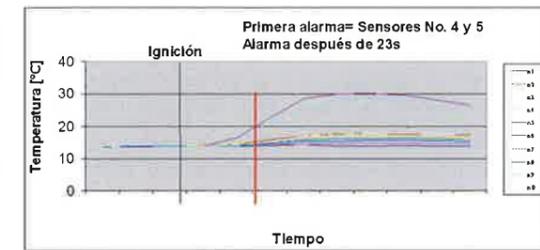


Figura 1: Prueba de un cable sensor semiconductor con un fuego de 5 MW a 10 m/s

Las Figuras 1 y 2 muestran una prueba con un fuego de 5 MW con una velocidad del aire de 10 m/s y un incendio real en un túnel de una ciudad respectivamente. En ambos casos la detección se disparó por el régimen de subida de la temperatura (rampa termovelocimétrica). Cabe destacar analizando las gráficas, que en el primer caso nunca se llegó a alcanzar una temperatura significativa, la temperatura se mantuvo por debajo de los 30°C, y en el segundo esto llegó a superar los 80°C después de varios minutos. Esto significa que la detección por rampa es obligatoria y que los sistemas que funcionan solo mediante detección de la temperatura absoluta, como los cables no-rearmables, no se deberían utilizar en los túneles viarios.

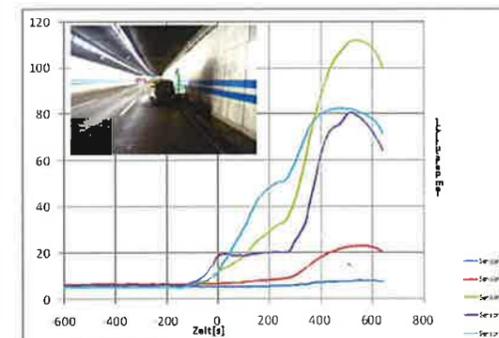


Figura 2: Incendio en un túnel de ciudad detectado por un cable sensor semiconductor

Otro aspecto de la seguridad es la interfaz humana. Podemos ver aquí filosofías muy diferentes, desde sistemas donde se ejecutan los mecanismos de reacción, tales como sectorización, ventilación, extinción, aviso a bomberos, automáticamente en función de la detección (posiblemente mediante varios sistemas independientes); hasta sistemas dependientes de una sala de control, donde las alarmas debe ser confirmadas por un operario antes de pasar a diferentes mecanismos de reacción a las alarmas. En la mayoría de las aplicaciones para túneles, se encuentra una mezcla de ellos. Si bien la detección de la temperatura normalmente dispara directamente el escenario de incendio y tiene que ser interrumpido mediante interferencia manual en caso de una falsa alarma, las pre-alarms de detección de humo o análisis de vídeo funcionan a través de la sala de control para su confirmación, evitando así un gran número de falsas alarmas.

Falsas alarmas

En cierta contradicción con la mayor seguridad de detección de un fuego, encontramos el índice de falsas alarmas. Evidentemente, los umbrales deberán ser lo suficientemente altos como para suprimir las falsas alarmas regulares.

Pero, ¿cuál es el índice de falsas alarmas aceptable? El estándar suizo [3] define 1 falsa alarma año por cada 2 km como aceptable. Para los detectores de calor de tipo lineal, generalmente, esto no es un problema. Para los detectores de humo, existe una dependencia con los valores de sensibilidad utilizados. Por último, los sistemas de detección de llamas y humo basados en vídeo, hasta ahora han tenido un cierto número de falsas alarmas, que aún considerando un ajuste muy optimizado, pueden alcanzar 1 falsa alarma por cámara y mes, lo que les hace un sistema no aconsejado para generar la alarma pero sí un buen método complementario, en conjunción con otros, para el aviso temprano del incendio.

Fiabilidad

Se utiliza aquí 'fiabilidad' en el sentido de disponibilidad o resistencia a las perturbaciones y daños.

Generalmente, solo deberían utilizarse los sistemas certificados según las normas de detección de incendios como EN54-5 o en un futuro la nueva EN54-22. Esto ya garantiza una cierta calidad de la detección y de los propios componentes. Además, los sistemas y las redes deberían estar preparados para compensar por daños parciales. La RABT [2] define, por ejemplo, que un detector de calor de tipo lineal deberá estar dividido en varios segmentos y que un error en un segmento no deberá afectar a los otros. Generalmente, se puede obtener una buena fiabilidad mediante una instalación redundante. Desgraciadamente, se pueden encontrar en la práctica diferentes ideas de redundancia con diferentes niveles de fiabilidad. Usando el ejemplo de un detector de calor de tipo lineal, ese sistema debería incluir, al menos:

- Dos cables de detección separados en el túnel o, por lo menos, un cable con lectura desde ambos extremos (sistema de bucle)
- División del cable en segmentos para que permanezca funcional en caso de daños. Es importante que el sistema pueda superar no solo las líneas abiertas (interrupciones) sino también los cortocircuitos.
- Dos unidades de control independientes que permitan la operación del sistema completo en caso de fallo de una unidad de control. Idealmente esas dos unidades de control estarán situadas en diferentes salas de control.
- Configuración de bucle de la comunicación entre ambas unidades de control y entre las unidades de control y el panel de control de incendios
- Panel redundante de control de incendios

Cable sensor de temperatura Securiton MHD 535

Un ejemplo de un sistema detector de calor de tipo lineal y que cumple los requisitos enumerados anteriormente, es el Securiton MHD 535. Se trata de un cable semiconductor sensor de temperatura que proporciona la detección más rápida de la temperatura y del régimen de aumento debido a un principio único de sensibilidad a los IR y a un bus de lectura a alta velocidad. Los sensores de

temperatura se encuentran situados en el cable, a unos 7 ó 10 metros de distancia, dependiendo de los requisitos locales. El cable está separado en segmentos por módulos de separación que permiten incluso el aislamiento de un segmento defectuoso en caso de cortocircuito. Los valores de la temperatura son leídos por dos unidades de control independientes en cada extremo del cable. En caso de fallo, las dos unidades de control se comunican a través de una red tolerante de fallos y reorganizan la configuración de los módulos de separación a utilizar como elementos de conexión o terminales. De ese modo, solo deja de estar disponible la parte entre los dos módulos. La Figura 3 muestra una distribución típica.

La distribución en bucle mostrada en la Figura 3 es el caso más sencillo de red entre dos unidades de control. El recientemente desarrollado FT-NET (red tolerante de fallos) permite la integración de varias unidades de procesado con cables sensores de temperatura adjuntos en una red a prueba de fallos. Toda la información esencial para detección de alarmas de incendio como alarmas, ubicación de alarmas, pre-alarma, fallo del sistema o estado del sistema se transfiere mediante esta red. Por un lado, permite acceso central a los datos mediante módulos de interfaz digitales en la red o unidades de control centrales. Por otro lado, se puede combinar información de diferentes cables sensores de temperatura para generar mecanismos más complejos de alarma y diagnóstico.

Conclusión

Para la detección automática de fuego en túneles y la iniciación subsiguiente de costosos sistemas de ventilación del fuego y alarmas de bomberos, los detectores de calor lineales son

hoy los únicos detectores 100% fiables con un mínimo de alarmas por fallo. Pero es necesario utilizar sistemas con la posibilidad de reaccionar por gradiente de temperatura, pues la temperatura máxima en caso de incendio de un vehículo puede no superar los 50° C. Cumplen con todos los requisitos, incluyendo la velocidad de detección exigida de 60 segundos para un fuego de 5 MW, incluso con una elevada velocidad del aire de 10 m/sec. Para una solución optimizada, se recomienda el uso de sistemas redundantes que limiten los errores a instrumentos o segmentos aislados. Para túneles con un elevado riesgo de incendio, se recomiendan varias tecnologías diferentes e independientes de detección. Al menos un sistema debería tener reacción automática al escenario de fuego.

Además, se deberían utilizar detectores de humo o monitores de visibilidad para detección temprana, como ya es obligatorio en Alemania y en Suiza. Actualmente, sus señales deben ser confirmadas por la sala de control. En algunas aplicaciones, ponen automáticamente en marcha la ventilación del fuego. Con más experiencia en su aplicación y en los posibles umbrales e interferencias, pueden también ser utilizados para el disparo automático de todo el escenario de alarma de incendio. La detección visual sigue siendo un tema sensible debido a su nada despreciable proporción de falsas alarmas. Pero en los túneles con un elevado potencial de riesgo, pueden contribuir a aumentar la seguridad.

Se recomienda que el sistema más fiable –normalmente la detección basada en temperatura – dispare automáticamente el escenario de alarma. De esta forma, se ayuda a evitar la pérdida de alarmas debida a fallos humanos.

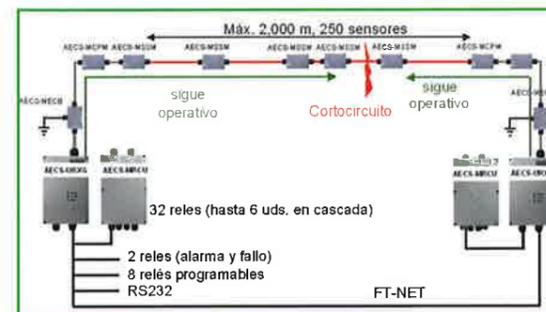


Figura 3: Configuración de bucle de cable sensor de temperatura MHD 535 con disponibilidad aumentada