

# Monitoreo de temperatura con cable sensor de fibra óptica

Por Yutaka Hayakawa, Yokogawa, [www.yokogawa.com.ar](http://www.yokogawa.com.ar)

En los últimos años, las necesidades se han diversificado en lo que respecta a sitios seguros (detección de fuego y pérdidas) y diagnóstico de instalaciones. Respecto de monitoreo de temperatura, sin embargo, es difícil satisfacer estas necesidades con los sensores de temperatura por punto existentes tales como las termocuplas y las termorresistencias. El sensor distribuido de temperatura (DTS, por sus siglas en inglés) con fibra óptica de Yokogawa puede monitorear de forma simultánea, continua y confiable todas las temperaturas en el largo de los cables de fibra óptica instalados en un área. Esta nota presenta las ventajas de una solución de monitoreo de la temperatura a través del sistema DTS, con ejemplos de aplicación y consejos para la instalación.

## Introducción

Aún no se ha puesto en práctica una solución de monitoreo de temperatura para seguridad de un lugar que incluya detección de incendios y pérdidas tanto como diagnóstico de instalaciones, porque es difícil para los sensores de temperatura convencionales identificar la locación de una temperatura inusual.

Para tal situación, Yokogawa ha desarrollado un sensor distribuido por fibra óptica, *DTSX200*, aplicable a las necesidades antes mencionadas.

Al combinar los sistemas de control de producción de Yokogawa y una gran cantidad de tecnología de ingeniería, el *DTSX200* integra la gestión y monitoreo de la temperatura lo más fácil posible, ayudando a proveer soluciones de monitoreo de temperatura.

*El DTS puede medir de forma rápida y continua la distribución de temperatura en un amplio rango y a larga distancia, antes que por un solo punto de temperatura.*

## Características del *DTSX200*

Las principales características de la solución de monitoreo de temperatura por sensado distribuido de temperatura con fibra óptica (DTS) se describen a continuación:

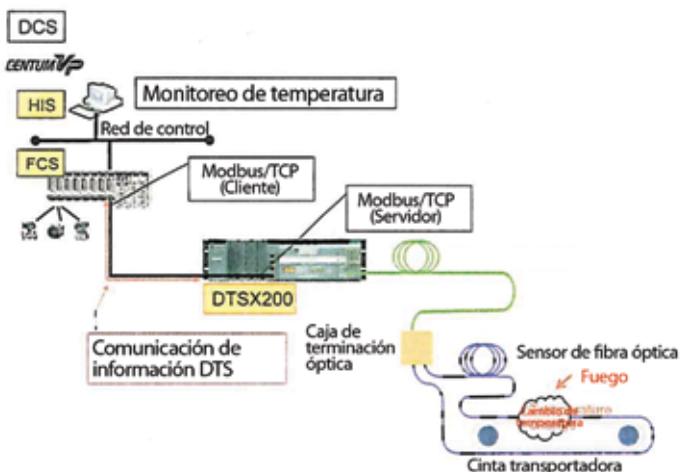


Figura 1. Ejemplo con sistema de control de producción

- » Rango de medición de temperatura: -200 a 80 °C (dependiendo del rendimiento de la fibra óptica utilizada)
- » Resolución de temperatura: 0,7 °C (diez minutos de medición con fibra óptica de seis metros de longitud)
- » Resolución de espacio: un metro
- » Rango de temperatura de operación: -40 a 65 °C (rango en el cual satisface todas las operaciones)

Consumo de energía: 10 W, o menos (unidad principal de *DTSX200* únicamente)

- » Interfaz de comunicación: Modbus/TCP, SFTP, HTTPS

### Monitoreo de temperatura de amplio rango y alta velocidad

El DTS puede medir de forma rápida y continua la distribución de temperatura en un amplio rango y a larga distancia, antes que por un solo punto de temperatura. Puede medir una temperatura promedio en un punto en cada metro del largo del cable sensor de fibra óptica, lo que permite un monitoreo en donde no existen puntos sin medir.

### Instalación simple y flexible del cable de fibra óptica

La medición multipunto utilizando sensores de temperatura por punto convencionales requiere tanta cantidad de cables como de puntos a medir, lo que convierte a la configuración e instalación en tareas complicadas. Al contrario, dado que el DTS requiere un solo cable, instalado a lo largo o en el contorno del objeto a medir, la configuración del sistema se convierte en algo sencillo. Los objetos pasibles de medición de temperatura son diversos, van desde temperaturas muy bajas, como el gas natural licuado (GNL), hasta las elevadas temperaturas de un horno. Las fibras ópticas usadas generalmente en comunicación no pueden adaptarse a ambientes con temperaturas tan extremas, por lo que se deben utilizar materiales especiales en los

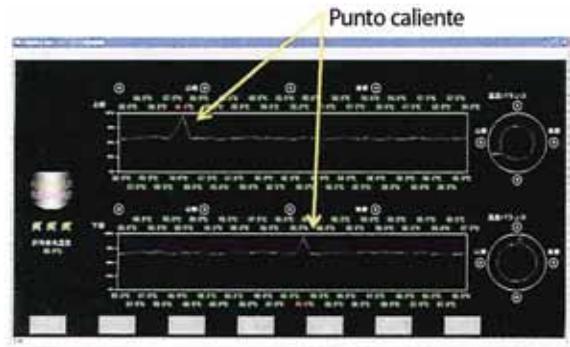


Figura 2. Ejemplo de una pantalla HIS que monitorea la temperatura de superficie de un horno

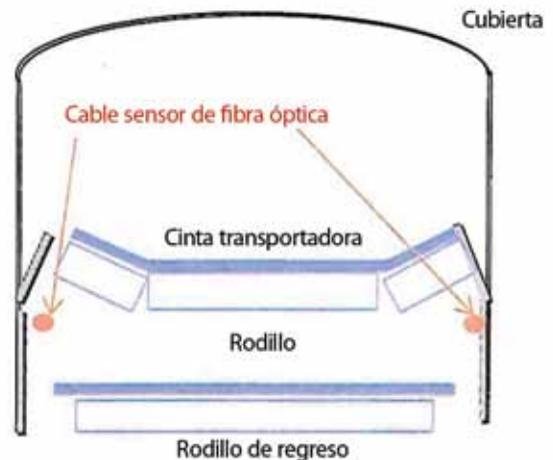


Figura 3. Un ejemplo de sistema de detección del fuego en una cinta transportadora

recubrimientos, que dependerán de cuán alta o baja sea la temperatura en una aplicación específica. Además, dado que las fibras ópticas son frágiles y se rompen fácilmente, se almacenan en tubos de protección para evitar la desconexión. De esta forma, se seleccionan para cada caso varios tipos de cable de fibra óptica, según el rango de temperatura a medir y el ambiente en el que prestarán servicio.

### Coordinación con sistemas de control de producción

En las soluciones de monitoreo de temperatura

Item	Descripción
Sensibilidad de los detectores de tipo distribución diferencial	Sensibilidad para detectar un cierto nivel de incremento en la temperatura
Sensibilidad de los detectores por punto analógicos térmicos	Sensibilidad para detectar una temperatura más alta que cierto nivel en cualquier locación
Sensibilidad de los detectores de temperatura fija	Sensibilidad para hacer un seguimiento de la temperatura durante un periodo de tiempo específico luego de que la temperatura ambiente sea constante

Tabla. Items de evaluación

por seguridad, incluyendo detección de incendios o fugas, y en aquellas para diagnóstico de utilidades, los requisitos del cliente hacen hincapié en que las funciones de gestión y monitoreo estén integradas dentro de los sistemas de control de producción.

*En las soluciones de monitoreo de temperatura por seguridad, incluyendo detección de incendios o fugas, y en aquellas para diagnóstico de utilidades, los requisitos del cliente hacen hincapié en que las funciones de gestión y monitoreo estén integradas dentro de los sistemas de control de producción.*

El DTSX200 cuenta con funciones de comunicación que se pueden combinar con sistemas de control de producción tales como DCS o SCADA, lo que facilita la construcción de sistemas de gestión y monitoreo.

La figura 1 muestra un ejemplo con un DCS de Yokogawa. Como se muestra en la figura 2, las temperaturas se pueden monitorear visualmente en la

pantalla de una HIS (Human Interface Station, 'estación de interfaz humana').

Para asociarse con SCADA, se desarrolló una función especial para *Fast/Tools* de Yokogawa, a fin de transferir la información de temperatura como archivo. Esto puede hacer uso de varias aplicaciones de *Fast/Tools*.

Los sistemas de monitoreo de escalas pequeñas a medias también se construyen utilizando *Stardom*, un sistema de control basado en la red, o un PLC.

### Resistencia al ambiente

No existe una fuente de energía, excepto aquella para la luz de los cables de fibra óptica, que asegure una medición estable, incluso en un campo electromagnético fuerte, que no esté afectada por el ruido electromagnético inducido. Estos cables tampoco tienen riesgo de ignición, lo que les permite brindar servicio en ambientes hostiles. No es necesario agregar nada para que operen en áreas a prueba de explosión.

Aunque la unidad principal del DTS en general se sitúa en una sala de computadoras, existen casos en los que quizá sea necesario instalarlo a la intemperie, dependiendo de los objetivos de la medición. Dado que su rango de temperatura de operación es amplio (de -40 a 65 grados centígrados), y su consumo energético es tan bajo como diez watts (10 W), se puede instalar en un gabinete a la intemperie combinado con paneles solares y baterías de almacenamiento, allí donde el suministro de energía se dificulta.

### Ejemplos de aplicación

#### Sistemas de detección de fuego para carros transportadores de carbón o viruta

A veces el fuego irrumpe en una planta, por ejemplo, en los transportadores de carbón en las plantas de acero o de energía y en los de viruta

en las papeleras. La figura 3 muestra un ejemplo de un sistema de detección de fuego. Los cables sensores de fibra óptica están instalados cerca de las cintas transportadoras para monitorear la temperatura de forma confiable a lo largo de todo el paso de los transportadores. Este sistema permite una detección temprana de sobrecalentamientos anormales o chispazos espontáneos, y así, colabora para que se tomen mediciones desde un comienzo. Los DTS se utilizan ampliamente en este tipo de aplicaciones.

En general, en las plantas de acero, de energía con carbón y papeleras, se colocan múltiples cintas transportadoras de forma compleja. Si bien se puede instalar un cable sensor de fibra óptica, a veces para cubrir todas las cintas se necesitan más de uno. En tales casos, para reducir las complejidad de la instalación, se reúnen varios cables por fusión que vuelven a ser uno luego de la instalación, y luego los puntos de conexión se cubren con cajas de terminación óptica. Sin embargo, no se recomienda demasiado empalme por fusión porque la intensidad de la luz atenúa el punto de conexión y la resolución de la temperatura decrece más allá de eso.

*Dado que el DTS requiere un solo cable, instalado a lo largo o en el contorno del objeto a medir, la configuración del sistema se convierte en algo sencillo.*

Para confirmar la posición correcta del cable sensor, las pruebas de verificación para evaluar la relación de posición entre un punto caliente y un cable, se llevan adelante asumiendo un punto caliente real.

### **Sistema de detección de temperatura anormal para racks de cables y similares**

Si los cables de señal para control de generación

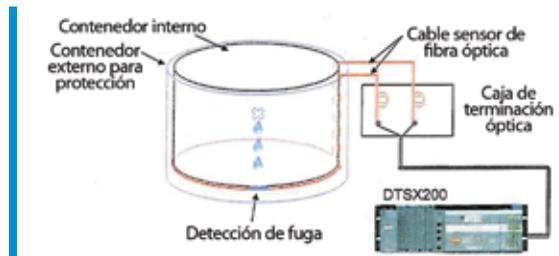


Figura 4. Ejemplo de detección de fuga en un tanque GNL

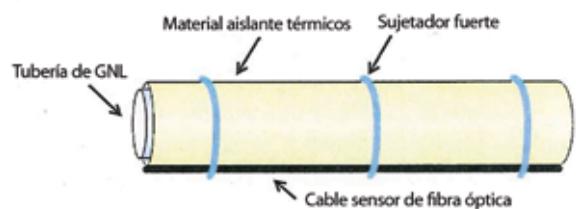


Figura 5. Ejemplo de instalación de cable sensor de fibra óptica en una tubería de GNL

en las plantas de energía están desconectados por un incendio, la generación de energía puede salirse de control. Por lo tanto, es crucial detectar un incremento inusual de la temperatura y tomar medidas lo más temprano posible. Especialmente en las plantas nucleares, es imperioso que los métodos de detección del incendios sean redundantes; así, se requiere un nuevo método de detección de incendios diferente a la convencional alarma.

Ante el pedido de una compañía de energía eléctrica, *Yokogawa* llevó a cabo evaluaciones de rendimiento de acuerdo a los ítems listados en la tabla, que son parte de los tests técnicos que especifica el Ministerio de Relaciones Internas y Comunicación de Japón. Se confirmó que todos estos requisitos fueron satisfechos.

### **Sistema de detección de fugas para tanques y tuberías GNL**

Un tanque de GNL consiste en un contenedor interno que alberga el GNL y otro externo que lo protege. Si el GNL se fuga, cae a una temperatura ultrabaja hasta el fondo del espacio que hay entre ambos contenedores. De acuerdo a esto, si un cable

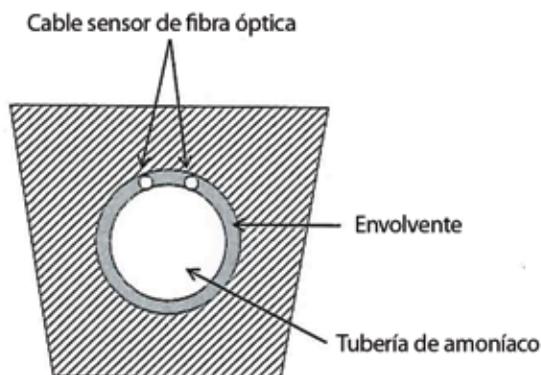


Figura 6. Ejemplo de instalación de un cable de fibra óptica en una tubería de amoníaco.

sensor de fibra óptica está instalado de forma circular alrededor del fondo del contenedor interno, puede detectar una caída abrupta de la temperatura y su locación en caso de que ocurra una fuga inesperada. La figura 4 muestra una aplicación de detección de fugas para un tanque GNL. Dado que el cable sensor de fibra óptica es flexible, es fácil instalarlo de forma curva tal como se muestra.

*Especialmente en las plantas nucleares, es imperioso que los métodos de detección del incendios sean redundantes; así, se requiere un nuevo método de detección de incendios diferente a la convencional alarma.*

Los DTS también se utilizan para la detección de fugas en las tuberías que conectan los tanques de GNL con los transportadores, principalmente en ultramar. Como se muestra en la figura 5, el cable sensor de fibra óptica está colocado justo debajo del aislante térmico que recubre la tubería, dado que el gas natural es más pesado que el aire. El cable de fibra óptica está sujetado a la tubería con ataduras fuertes de metal a intervalos regulares de un metro. Los intervalos de medición de temperatura deben ser de menos de diez segundos para detectar la fuga rápidamente.

Recientemente, ha comenzado a utilizarse una tubería aislada al vacío (VIP, Vacuum Insulated Pipe), cuya efectividad de aislación es elevada. Si ocurre una fuga, el gas natural frío instantáneamente llena el espacio anular entre las tuberías internas y externas cercanas a la posición de la fuga. Así, cuando se utilizan VIP, no es necesario instalar los cables sensores de fibra óptica debajo de las tuberías.

### Sistemas de detección de fugas para tuberías de amoníaco líquido

En este ejemplo de aplicación, se necesitaba instalar las tuberías bajo tierra, por lo que las cañerías y los cables sensores de fibra óptica estaban, literalmente, enterrados bajo tierra y se llevaban a cabo las verificaciones a la vez que se dejaba intencionalmente que el amoníaco se fugara. La figura 6 muestra la locación de los cables de fibra óptica. Los envoltorios de la tubería estaban cubiertos con envolturas de fibras sintéticas o similares, y los cables de fibra óptica estaban situados en posiciones adecuadas de modo que la caída de temperatura generada por la fuga de amoníaco efectivamente alcanzaba al cable. Se pudo probar que la fuga se podía detectar sin fallas.

Los cables sensores de fibra óptica están localizados en la parte de arriba de la tubería, ya que el gas amoníaco es más liviano que el aire.

Dado que no es fácil reemplazar un cable de fibra óptica en caso de que haya un problema con él, se colocan dos cables por redundancia.

### Sistema de monitoreo de la temperatura de superficie del horno para detectar el desgaste de los ladrillos refractarios

En este ejemplo de aplicación, los cables sensores de fibra óptica se colocan sobre la superficie de un horno de forma serpenteante como se muestra en la figura 7. De esta forma, se monitorea la distribución de la temperatura y se detectan los puntos calientes existentes sobre la superficie del horno, lo que permite un juicio óptimo del tiempo de

reemplazo de los ladrillos refractarios, reduciendo así los costos de mantenimiento.

**Se espera que el DTS se utilice en un rango de aplicaciones más amplio en el futuro. Las claves para su difusión son su gestión integrada coordinada con varios sistemas de control de producción o monitoreo y la instalación de un cable sensor de fibra óptica en el lugar más óptimo.**

En el caso de hornos de altas temperaturas, el escudo de acero a veces se enfría con agua. A fin de verificar si la temperatura se incrementa debido al desgaste de los ladrillos refractarios incluso en ese caso, se preparó un test similar para el ambiente, y se llevaron a cabo las verificaciones mientras se calentaba el interior del escudo de acero. Como resultado, como se muestra en la figura 8, se pudo detectar el incremento de la temperatura en un punto caliente sobre la superficie del escudo de acero.

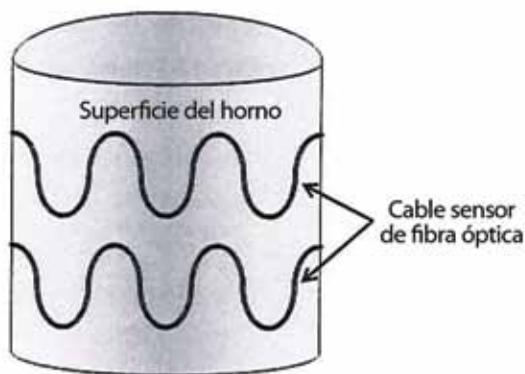


Figura 7. Ejemplo de monitoreo de temperatura en la superficie de un horno.

## Conclusión

Hasta aquí, esta nota ha descrito cómo el DTS fue adoptado inicialmente para satisfacer las necesidades de monitoreo de la temperatura en varios contextos tales como diagnóstico de bienes y seguridad en un sitio, y luego, cómo su uso se expande rápidamente.

Además de los ejemplos arriba descritos, se espera que el DTS se utilice en un rango de aplicaciones más amplio en el futuro. *Yokogawa* cree que las claves para la difusión del DTS son su gestión integrada coordinada con varios sistemas de control de producción o monitoreo y la instalación de un cable sensor de fibra óptica en el mejor lugar. *Yokogawa* continuará ofreciendo soluciones que satisfagan las diversas necesidades de monitoreo de la temperatura, a la vez que verificará su efectividad. ❖

**Nota del editor:** La nota aquí reproducida fue originalmente escrita para la revista *Yokogawa Technical Report*, Vol. 57, N.º1 (2014), y traducida especialmente para *AADECA Revista*.

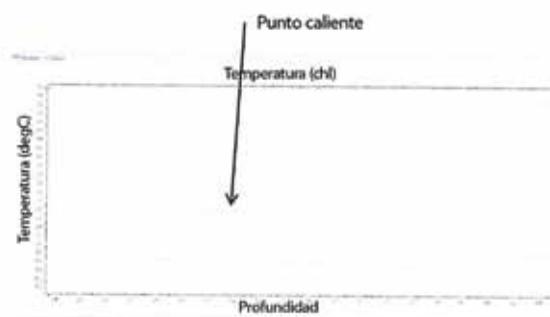


Figura 8. Ejemplo de monitoreo de la temperatura sobre la superficie de un horno enfriado con agua.