

ESPAÑOL

## Instrucciones de montaje



# FSOEM-1701

Solución de monitorización de pantógrafos

Hottinger Brüel & Kjaer GmbH  
Im Tiefen See 45  
64293 Darmstadt  
Germany  
Tel. +49 6151 803-0  
Fax +49 6151 803-9100  
info@hbkworld.com  
www.hbkworld.com

HBK FiberSensing, S.A.  
Rua Vasconcelos Costa, 277  
4470-640 Maia  
Portugal  
Tel. +351 229 613 010  
Fax +351 229 613 020  
info.fs@hbkworld.com  
www.hbkworld.com

Mat.:  
DVS: A05987 02 S00 00  
03.2024

© Hottinger Brüel & Kjaer GmbH

Reservado el derecho a modificaciones.  
Todos los datos describen nuestros productos de  
manera general. No representan ninguna garantía de  
calidad o de durabilidad.

# ÍNDICE

---

<b>1</b>	<b>Información general</b>	<b>5</b>
1.1	Arquitectura del sistema	5
1.1.1	Componentes	5
1.1.2	Usos del sistema	7
<b>2</b>	<b>Aspectos normativos y de certificación</b>	<b>8</b>
2.1	Protección del medio ambiente	8
2.1.1	Eliminación de su dispositivo usado	8
2.1.2	Eliminación del embalaje	8
2.2	Certificación EN45545	11
2.2.1	Seguridad contra incendios	11
2.3	Símbolos utilizados en este documento	11
<b>3</b>	<b>Procedimiento de instalación</b>	<b>13</b>
3.1	Lista de materiales	13
3.1.1	Material incluido según número de pieza	13
3.1.2	Equipamiento adicional necesario	13
3.1.3	Material adicional necesario	13
3.2	Observaciones preliminares	14
3.3	Instalación de los componentes	16
3.3.1	Sensor de fuerza de alta resistencia FS66HDL	16
3.3.2	Sensores de aceleración de alta resistencia FS65HDA	19
3.3.3	Caja de interconexión	21
3.3.4	Cable de conexión	24
3.3.5	Interrogador MXFS	25
<b>4</b>	<b>Conexiones</b>	<b>26</b>
4.1	Sensores	26
4.2	Caja de interconexión	27
4.2.1	Conector principal	27
4.2.2	Conector de reserva	27
4.3	Cable de conexión	27
4.4	Kit de limpiadores	28
4.5	Interrogador MXFS QuantumX BraggMETER	29
<b>5</b>	<b>Realización de las mediciones</b>	<b>30</b>
5.1	Inicio de una medición en catman	30
5.2	Evaluación del sistema	31
5.3	Configuración de sensores	32

5.4	Fuerza de contacto y posición .....	37
5.4.1	Fuerza de contacto .....	37
5.4.2	Posición .....	38

La Solución de monitorización de pantógrafos para el mantenimiento preventivo de pantógrafos y catenarias es un sistema de medida totalmente óptico, diseñado para su instalación en trenes en servicio regular, directamente en el pantógrafo.

La solución es apta para las siguientes aplicaciones:

- mantenimiento preventivo de las catenarias basado en la recogida continua de datos de trenes regulares;
- cálculo de la fuerza de contacto para el control de los pantógrafos según la norma EN50317;
- prueba y homologación de pantógrafos.

La Solución de monitorización de pantógrafos de HBK es un sistema completamente pasivo, que permite una utilización segura en entornos de alta tensión, como los que existen alrededor de las líneas eléctricas aéreas. HBK ofrece la configuración completa adaptada a las necesidades del cliente, desde el sensor hasta el software, incluida la integración con las señales de bus del vehículo, haciendo posible así el mapeo completo de la extensión, el lugar y la frecuencia de los daños. Esto permite una reducción inteligente de costes, gracias a la planificación del mantenimiento que evita trabajos innecesarios.

## 1.1 Arquitectura del sistema

La Solución de monitorización de pantógrafos FSOEM-1701 se basa en sensores de fibra óptica de aceleración y de fuerza pasivos y seguros, que garantizan mediciones precisas en los entornos de alta tensión.

### 1.1.1 Componentes

Un sistema estándar se compone de:

- 4 sensores de aceleración de alta resistencia FS65HDA
- 4 sensores de fuerza de alta resistencia FS66HDL
- 1 caja de interconexión
- 1 cable de conexión (o 2 para redundancia)
- 1 módulo MXFS QuantumX BraggMETER

Los componentes pasivos (es decir, sin el interrogador óptico) pueden encargarse como paquete o individualmente. El interrogador se debe encargar por separado.

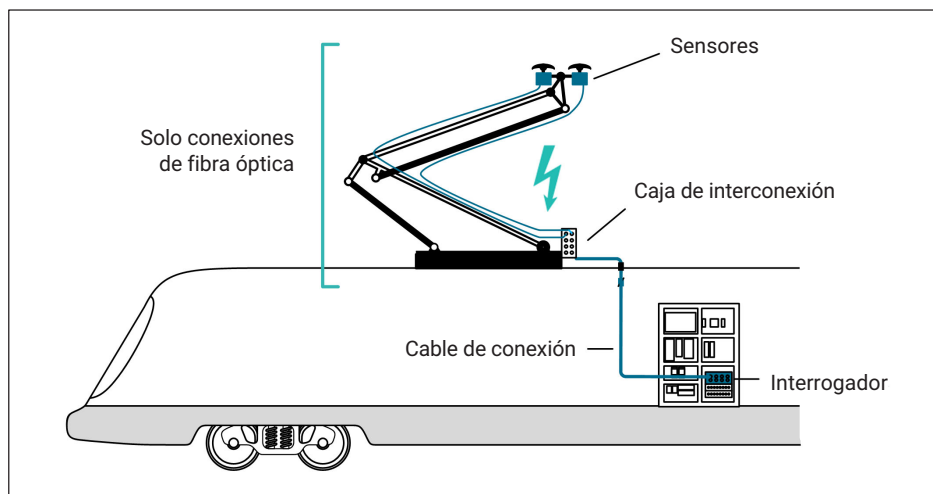


Fig. 1.1 Arquitectura del sistema estándar

La información de las señales de bus del vehículo y del GPS también pueden usarse para realizar un mapeo gráfico de la infraestructura y su plan de mantenimiento. Mediante el uso de este sistema híbrido integrado, el propietario puede evaluar continuamente el estado de la catenaria y planificar el mantenimiento según necesidad, evitando así las interrupciones periódicas de la vía para trabajos de mantenimiento.

### Peso del sistema en el pantógrafo

Tipo	Peso de la unidad	Cant.	Peso total	Observación
Sensores de aceleración	34 g	4	136 g	
Tornillos y arandelas de montaje para los sensores de aceleración	según modelo	12	según modelo	Depende del tipo exacto de tornillos utilizados
Sensor de fuerza	90 g	4	360 g	
Placa de montaje del sensor de fuerza	según modelo	4	según modelo	La placa de montaje debe ser diseñada y fabricada preferentemente por el propietario del pantógrafo

Tipo	Peso de la unidad	Cant.	Peso total	Observación
Pernos y arandelas de montaje del sensor de fuerza	según modelo	16	según modelo	Depende del tipo exacto de pernos utilizados
Cable de sensor	55 g/m	8	440 g	Valor aproximado <sup>1)</sup>
Bridas de cable de plástico			<10 g	Valor aproximado <sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> La cantidad exacta de cables fijados al pantógrafo se debe decidir durante la instalación.

### Nota

*La caja y el cable de conexión están montados en el techo y no en el pantógrafo, y por eso no se indica su peso.*

---

#### 1.1.2 Usos del sistema

Con un sistema estándar como el que se describe arriba, es posible medir:

- la fuerza de contacto vertical
- la aceleración vertical
- la posición de la línea de contacto (movimiento en zigzag)

### 2.1 Protección del medio ambiente

#### 2.1.1 Eliminación de su dispositivo usado



Cuando este símbolo –contenedor de basura con ruedas tachado y una barra gruesa debajo– está adjunto a un producto, esto significa que dicho producto está comprendido dentro la Directiva europea 2002/96/CE. Esta es aplicable en la Unión Europea y en otros países con sistemas de recolección selectiva de residuos. Todos los productos eléctricos y electrónicos deben eliminarse separadamente de los residuos urbanos o domésticos, en los puntos de recogida selectiva designados por el gobierno o las autoridades locales. La correcta eliminación de su dispositivo usado contribuye a la protección del medio ambiente y de la salud.

Para más información sobre la eliminación de sus dispositivos usados, póngase en contacto con el Ayuntamiento o el servicio de recogida de basura de su localidad o con el comercio en el que adquirió el producto. HBK FiberSensing es un fabricante registrado en la ANREEE - "Associação Nacional para o Registo de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos" bajo el número PT001434. HBK FiberSensing ha celebrado un contrato de tipo "Utente" con la Amb3E - "Associação Portuguesa de Gestão de Resíduos de Equipamentos Eléctricos e Electrónicos", que transfiere la gestión de residuos de los aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE) en el mercado portugués del fabricante HBK FiberSensing a Amb3E.

#### 2.1.2 Eliminación del embalaje

El embalaje de este equipo ha sido diseñado para protegerlo de daños durante el transporte y el almacenamiento. Está fabricado con materiales reciclables o reutilizables, de acuerdo con la normativa de gestión de residuos de la Unión Europea, para reducir al mínimo su impacto sobre el medio ambiente.

Si tiene previsto trasladar su equipo a distintos lugares, le recomendamos conservar el embalaje original para su reutilización. De este modo, no solo se garantiza una protección adecuada durante el transporte, sino también una menor generación de residuos.

Las cajas de embalaje tienen una etiqueta con información sobre los materiales utilizados en ese embalaje concreto.





Fig. 2.1 Ejemplo de una etiqueta de embalaje

Por favor, siga las instrucciones que figuran a continuación para desechar el embalaje de forma correcta y responsable y contribuir a la protección de nuestro planeta. Muchas gracias.

Para desechar el embalaje, usted deberá:

- Retirar etiquetas, pegatinas, clavos, grapas o tapas que no formen parte del mismo material.
- Enjuagar el embalaje con agua para eliminar cualquier residuo o suciedad.
- Aplastar o doblar los embalajes para reducir su volumen y ahorrar espacio (excepto el vidrio que no se debe triturar).
- Separar los embalajes por materiales y depositarlos en el contenedor o bolsa de reciclaje correspondiente.

La mayoría de nuestros envases son de papel y plástico y pueden reutilizarse o reciclarse, pero no son adecuados como envases de alimentos. Consulte el capítulo «Símbolos de embalaje» para obtener una información más detallada sobre los materiales de embalaje utilizados por HBK FiberSensing, que se indican en la etiqueta de embalaje de cada producto suministrado a los clientes.

### Símbolos de embalaje

Los materiales de embalaje están marcados con el símbolo correspondiente para información.



No apto para alimentos



Reciclable

Los símbolos de reciclaje para los distintos materiales contienen números y letras que identifican el tipo de material. Por ejemplo, el PET (tereftalato de polietileno) se marca

también con el número 1 y el PE-HD (polietileno de alta densidad), con el número 2. En el caso del papel (PAP), el 20 corresponde al cartón corrugado y el 22 al papel utilizado en periódicos, libros,...

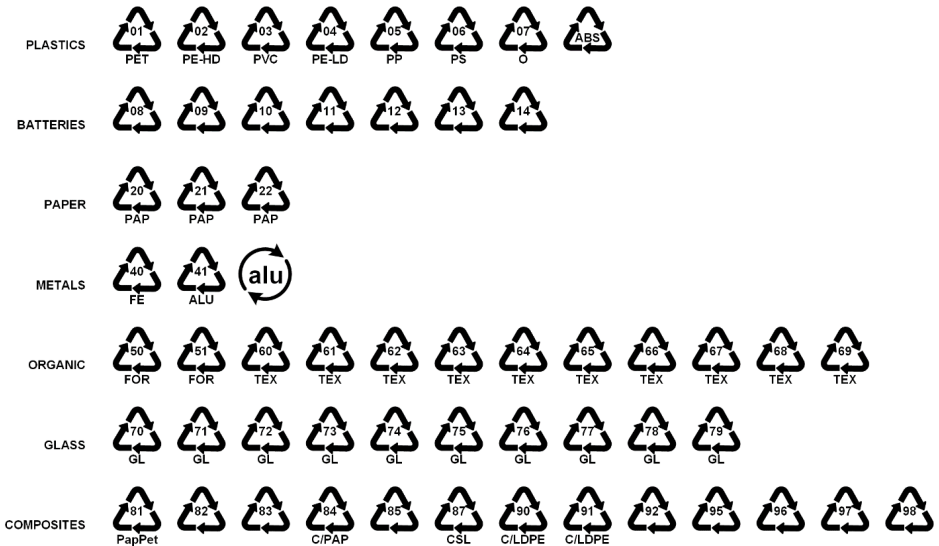


Fig. 2.2 Símbolos de reciclaje

### Plástico

Los embalajes de plástico son generalmente bolsas, films, bandejas, blísteres o recipientes.

### Pilas

Las pilas no forman parte del embalaje, pero pueden estar incluidas en el aparato o sus accesorios. Para más información, consulte el punto 2.1.1 Eliminación de su antiguo aparato.

### Papel

Los materiales de embalaje de papel son normalmente cajas, cartones, sobres o etiquetas.

### Metal

Los materiales de embalaje de metal son, por lo general, latas, láminas, tapones o alambres.

## Orgánicos

Los materiales de embalaje orgánicos pueden ser madera, corcho o algodón y están hechos de materiales naturales o biodegradables, compostables o reutilizables.

## Vidrio

Los embalajes de vidrio son botellas, botes o frascos.

## Material compuesto

Los embalajes de material compuesto están hechos de capas de diferentes materiales, como papel, plástico y aluminio. Están marcados con un símbolo de reciclaje y una letra que indica la composición del embalaje. Por ejemplo, PAP se usa para papel y plástico y ALU para aluminio.

## 2.2 Certificación EN45545



### Información



En el manual del usuario del módulo MXFS QuantumX BraggMETER encontrará más información sobre la certificación y la normativa aplicable a este producto.




### 2.2.1 Seguridad contra incendios

Los componentes pasivos de la Solución de Monitorización de Pantógrafos –sensores, cables y cajas– cumplen los requisitos de seguridad contra incendios según los criterios establecidos en las especificaciones de prueba de la norma EN 45545-2:2020, nivel de peligro HL3 (para cualquier tipo de vehículo ferroviario).

## 2.3 Símbolos utilizados en este documento

Las instrucciones importantes para su seguridad están indicadas específicamente. Es fundamental seguir estas instrucciones para evitar accidentes y daños materiales.

Símbolo	Significado
 <b>ATENCIÓN</b>	Este símbolo indica una situación <i>potencialmente</i> peligrosa que, si no se observan las normas de seguridad, <i>puede</i> causar la muerte o lesiones graves.
<b>Nota</b>	Este símbolo indica una situación que, si no se observan las normas de seguridad, <i>puede</i> causar daños materiales.
 <b>Importante</b>	Este símbolo se refiere a una información <i>importante</i> sobre el producto o su manipulación.

Símbolo	Significado
 <b>Recomendación</b>	Este símbolo hace referencia a consejos de uso u otra información de utilidad para los usuarios.
 <b>Información</b>	Este símbolo hace referencia a una información sobre el producto o la manipulación del producto.
<i>Destacar</i> <i>Véase...</i>	La cursiva se utiliza para marcar y resaltar texto e indicar referencias a capítulos, diagramas o documentos y archivos externos.
	Este símbolo indica un paso en un procedimiento

## 3 PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

### 3.1 Lista de materiales

#### 3.1.1 Material incluido según número de pieza

Número de pieza	Material
1-FSOEM-1701	4 sensores de fuerza de alta resistencia FS66HDL 4 sensores de aceleración de alta resistencia FS65HDA 1 caja de interconexión 1 cable de conexión 1 kit de limpiadores (limpiador A y B)
1-FSOEM-1701-01-01	1 sensor de fuerza de alta resistencia FS66HDL
1-FSOEM-1701-02-01	1 sensor de aceleración de alta resistencia FS65HDA
1-FSOEM-1701-03-01	1 caja de interconexión
1-FSOEM-1701-04-01	1 cable de conexión
1-FSOEM-1701-05-01	1 kit de limpiadores (limpiador A y B)
1-MXFS8DI1/FC	1 módulo MXFS QuantumX BraggMETER con licencia catmanEasy

#### 3.1.2 Equipamiento adicional necesario

Llaves dinamométricas/destornilladores aptos para los tornillos utilizados y los pares de apriete recomendados.
PC (por ej., 1-CX22B)

#### 3.1.3 Material adicional necesario

Pernos M8, con una longitud mínima de rosca de 12 mm (4 por FS66HDL)
Pernos M3, con una longitud mínima de rosca de 6 mm y arandelas planas (3 por FS65HDA)
Tornillos avellanados M4 con una longitud mínima de rosca de 8 mm (en función de la profundidad del orificio del soporte diseñado a medida; 4 por caja)
Abrazaderas de montaje para el FS66HDL (diseñadas a medida)
Abrazaderas de montaje para la caja de interconexión (diseñadas a medida)

Bridas de cable resistentes a los rayos UV para asegurar los cables  
(por ej. HellermannTyton 111-05400)

Fuente de alimentación MXFS (por ej., 1-NTX001)

Cable de Ethernet (por ej., 1-KAB239-2)

### 3.2 Observaciones preliminares

Los sensores se instalan normalmente en 4 lugares para medir la fuerza y la aceleración.

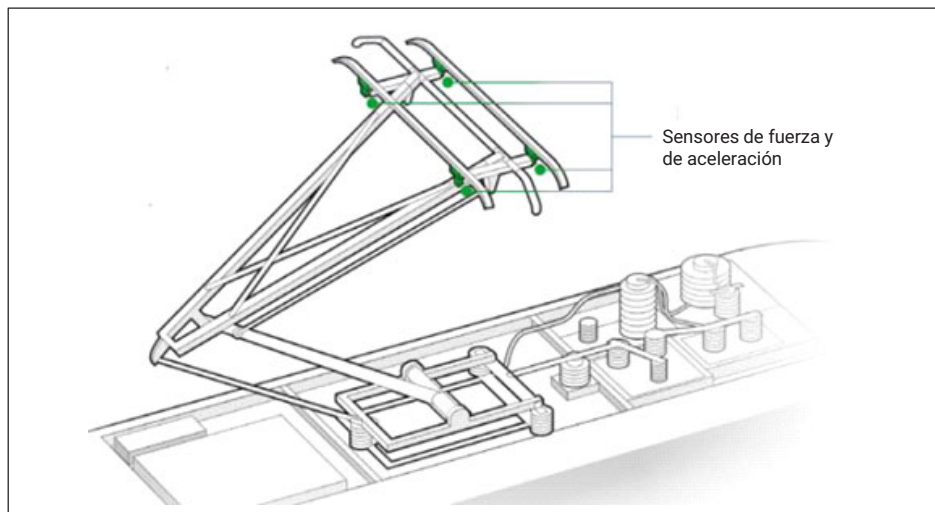


Fig. 3.1 Posición normal de los sensores



#### Importante

Deben realizarse previamente algunos trabajos preparativos, a saber:

- Diseñar y preparar las abrazaderas de montaje para los sensores de fuerza y la caja de conexiones.
- Asegurarse de que hay un prensaestopas disponible para el casquillo M40 de la caja de conexiones.

Esto es responsabilidad del cliente, ya que existen muchos pantógrafos diferentes, cuyas normativas HBK desconoce.



## Sugerencia

*Se recomienda probar la instalación de los sensores en un pantógrafo que todavía no se ha montado, antes de instalarlos en el pantógrafo del tren.*



## ATENCIÓN

*Deben tenerse en cuenta las conexiones a tierra necesarias. No se dan más instrucciones, porque los requisitos pueden variar según los distintos modelos de pantógrafos y operadores ferroviarios.*

---

Para el montaje de los sensores del pantógrafo, preste atención a lo siguiente:

- Manipular con cuidado.
- Los sensores de pantógrafo son sensores de precisión, de modo que su precisión depende en gran medida de su correcto montaje.
- No sobrecargar los sensores.
- Evitar las fuerzas laterales o de apriete.
- Los sensores son muy livianos en comparación con los cables. Manipular los cables con cuidado antes de fijarlos, para evitar daños.
- Las tuercas del cable que sale de los sensores forman parte del cuerpo del sensor y no deben desenroscarse.

## Nota

*Los sensores del sistema de monitorización de pantógrafos son elementos de medida de precisión y deben manipularse con cuidado. Caídas o golpes de los transductores pueden causar daños permanentes. Asegúrese de evitar una sobrecarga del transductor, incluso durante el montaje.*

---

### 3.3 Instalación de los componentes

#### 3.3.1 Sensor de fuerza de alta resistencia FS66HDL

Los sensores de fuerza FS66HDL deben montarse con pernos tal como se muestra a continuación.

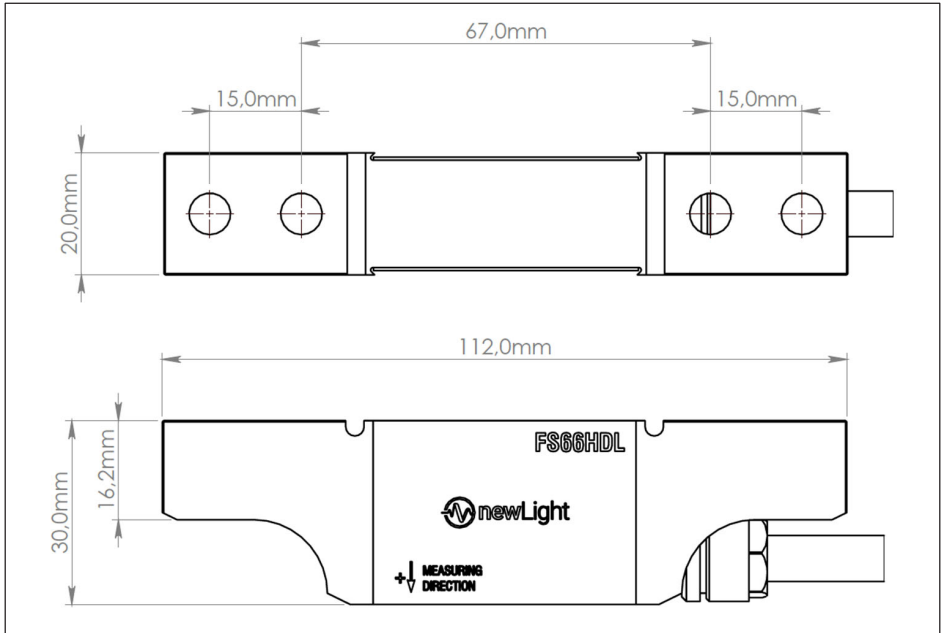


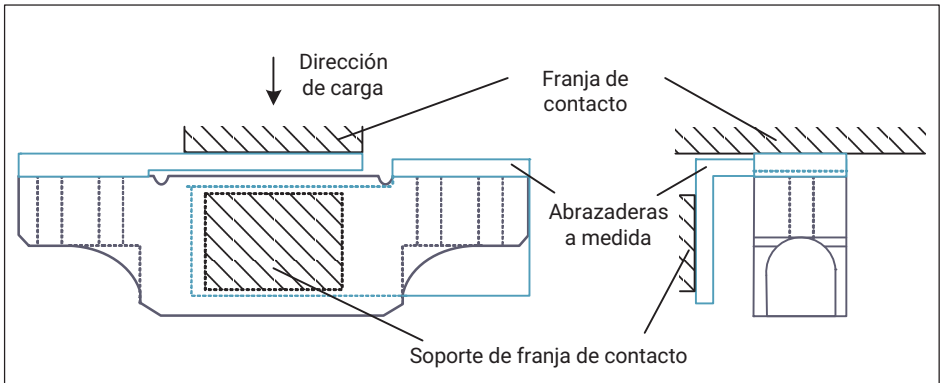
Fig. 3.2 Dibujo técnico del sensor de fuerza de alta resistencia FS66HDL (dimensiones in mm)

#### Abrazaderas de montaje a medida

Dado que existen diferentes modelos de pantógrafos, las abrazaderas de montaje de estos sensores deben hacerse a medida.

Las abrazaderas deben garantizar que el vector de carga esté centrado con el sensor. En la Fig. 3.3 se muestran las abrazaderas y el respeto de la posición de carga.





**Fig. 3.3** Esquema de instalación de las abrazaderas de montaje para el sensor de fuerza FS66HDL

Se muestra aquí un ejemplo de sensor de fuerza instalado en una estructura de pantógrafo.



**Fig. 3.4** Sensor de fuerza FS66HDL montado con abrazaderas de montaje diseñadas a medida



## Importante

*Es muy recomendable que realice el montaje el propietario del pantógrafo, ya que este componente requiere conocer muy bien la estructura. De esta forma se reduce el riesgo de errores, malentendidos y retrasos.*

## Montaje

Los sensores de fuerza se montan en el pantógrafo con 4 pernos M8 usando la abrazadera, como se describe arriba. Se recomienda utilizar pernos M8 con una resistencia de 10,9 y un par de apriete de 30-35 Nm. Los pernos deben ser de acero galvanizado. La rosca debe tener una longitud mínima de 12 mm. Se recomienda utilizar Loctite 243 o un bloqueador de roscas equivalente en caso de vibraciones elevadas o instalación permanente.



Fig. 3.5 Sensor de fuerza FS66HDL montado en un pantógrafo

## Cableado

Los cables de los sensores deben tenderse desde los sensores hasta la caja de interconexión. Los cables se deben fijar al pantógrafo mediante bridas resistentes a los rayos UV (por ejemplo, HellermannTyton 111-05400).



### **Sugerencia**

*El tendido exacto de los cables se debe decidir de acuerdo con el propietario del pantógrafo, a fin de garantizar que los cables tengan suficiente holgura para permitir el movimiento del pantógrafo y evitar daños o interferencias con el funcionamiento.*

### **3.3.2 Sensores de aceleración de alta resistencia FS65HDA**

#### **Montaje**

También los sensores de aceleración FS65HDA se deben montar con pernos como se muestra a continuación. Cada sensor de aceleración se monta en el pantógrafo con tres tornillos M3 con una longitud de rosca mínima de 6 mm y arandelas planas adecuadas. Se recomienda utilizar tornillos M3 con una clase de resistencia de 10,9 y un par de apriete de 1,5-2 Nm. Los tornillos deben ser de acero galvanizado. Se recomienda utilizar Loctite 243 o un bloqueador de roscas equivalente en caso de vibraciones elevadas o instalación permanente.



### **Información**

*A fin de evitar errores, el lugar exacto de montaje del sensor de aceleración se determinará conjuntamente con el propietario del pantógrafo.*

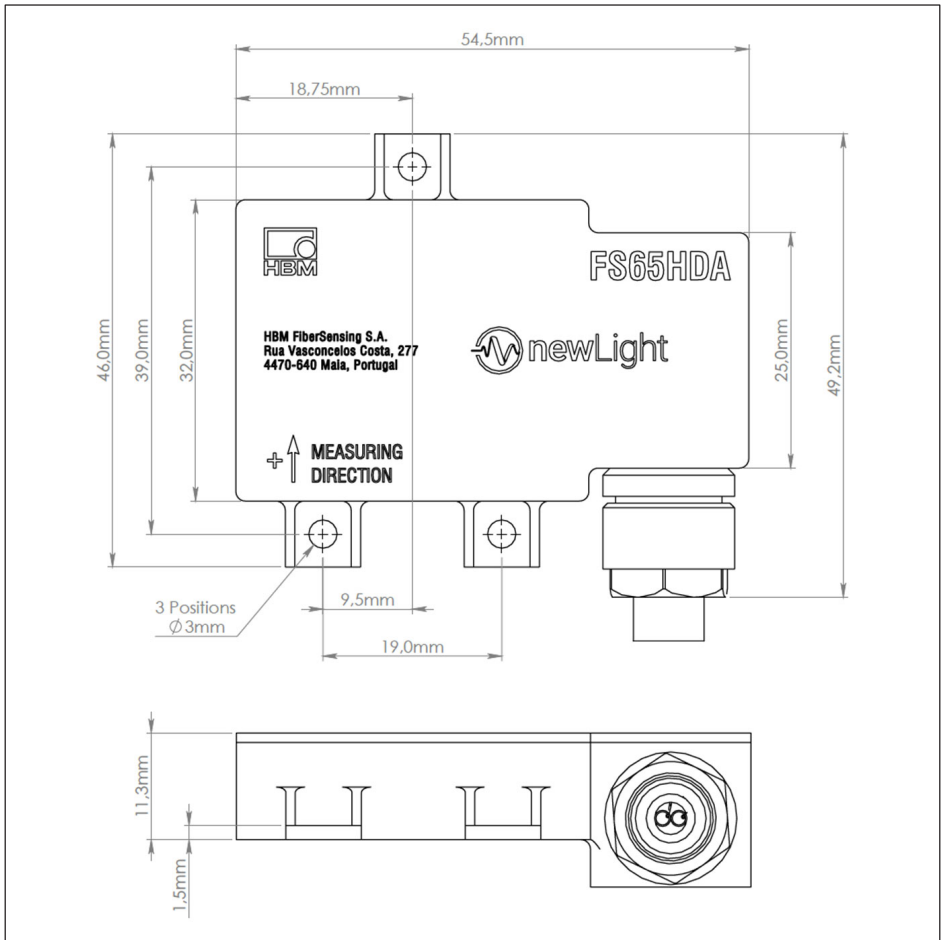


Fig. 3.6 Dibujo técnico del sensor de aceleración de alta resistencia FS65HDA (dimensiones en mm)



Fig. 3.7 Sensor de aceleración FS65HDA montado en un pantógrafo

## Cableado

Los cables de los sensores deben tenderse desde los sensores hasta la caja de interconexión. Los cables se deben fijar al pantógrafo mediante bridas resistentes a los rayos UV (por ejemplo, HellermannTyton 111-05400).



### Sugerencia

*El tendido exacto de los cables se debe decidir de acuerdo con el propietario del pantógrafo, a fin de garantizar que los cables tengan suficiente holgura para permitir el movimiento del pantógrafo y evitar daños o interferencias con el funcionamiento.*

### 3.3.3 Caja de interconexión

En la caja de conexión confluyen las señales de todos los sensores en un solo cable que garantiza una transmisión aislada de las señales al interior del tren. Para ello, el cableado en el exterior del tren, entre la caja y el prensaestopas, se protege con un tubo grueso de PTFE.

Para redundancia, hay dos conectores en el extremo del cable: en el caso de que no se produzca fallos en las fibras ópticas del sistema, bastará con conectar sólo uno de estos conectores.

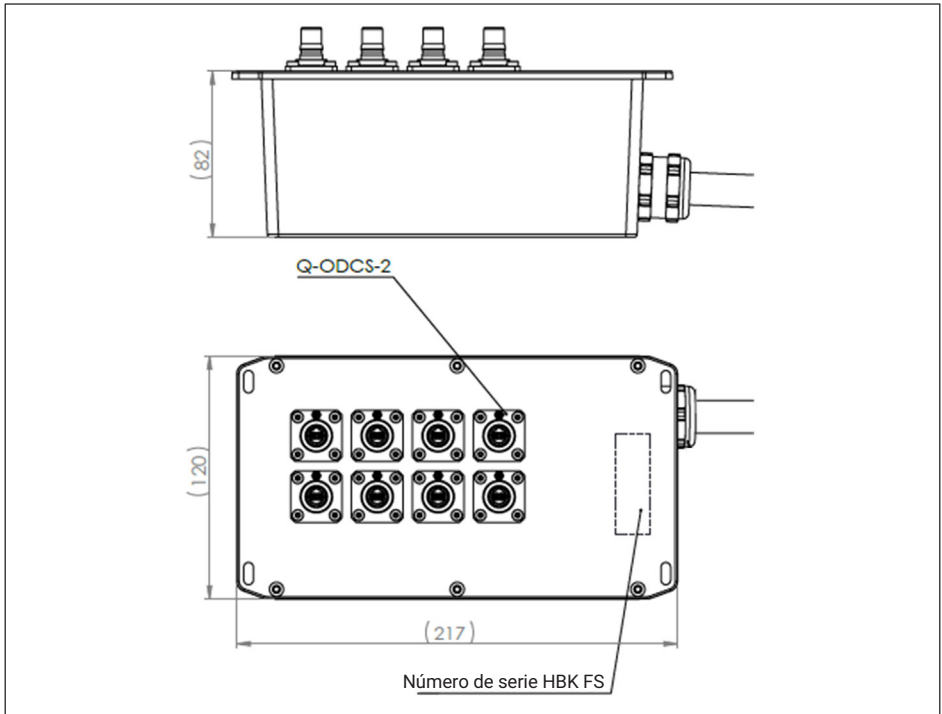


Fig. 3.8 Dibujo técnico de la caja de interconexión – lado de la caja (dimensiones en mm)

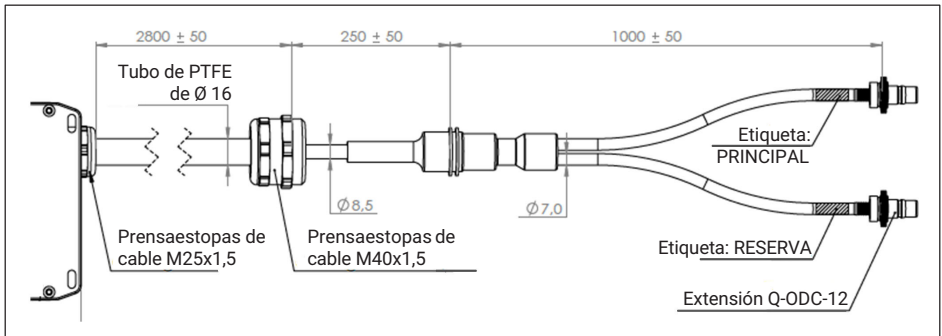


Fig. 3.9 Dibujo técnico de la caja de interconexión – lado de la caja (dimensiones en mm)

## Abrazaderas de montaje a medida

Debido a los diferentes modelos de pantógrafos, no existe una abrazadera de montaje estándar para la caja y se la debe hacer a medida.



### Información

*Es muy recomendable que realice el montaje el propietario del pantógrafo, ya que este componente requiere conocer muy bien la estructura. De esta forma se reduce el riesgo de errores, malentendidos y retrasos.*

## Montaje

Los sensores de fuerza se montan en el pantógrafo con 4 pernos M4 usando la abrazadera, como se describe arriba. Se recomienda utilizar tornillos avellanados M4 con una longitud mínima de 12 mm; aunque este valor depende de la profundidad del agujero de la abrazadera. Se recomienda utilizar pernos M4 con una resistencia de 10,9 y un par de apriete de 4 Nm. Los pernos deben ser de acero galvanizado. Se recomienda utilizar Loctite 243 o un bloqueador de roscas equivalente en caso de vibraciones elevadas o instalación permanente.

## Prensaestopas en el techo

Con el propietario del tren, se debe acordar la instalación de un prensaestopas en el techo (número 1 in Fig. 3.10). Se recomienda que la persona que realice este trabajo tenga acceso al propio prensaestopas, para asegurarse de que se utiliza el tamaño de prensaestopas correcto.



### Información

*El prensaestopas del techo se debe planear con el propietario del tren antes de la instalación.*

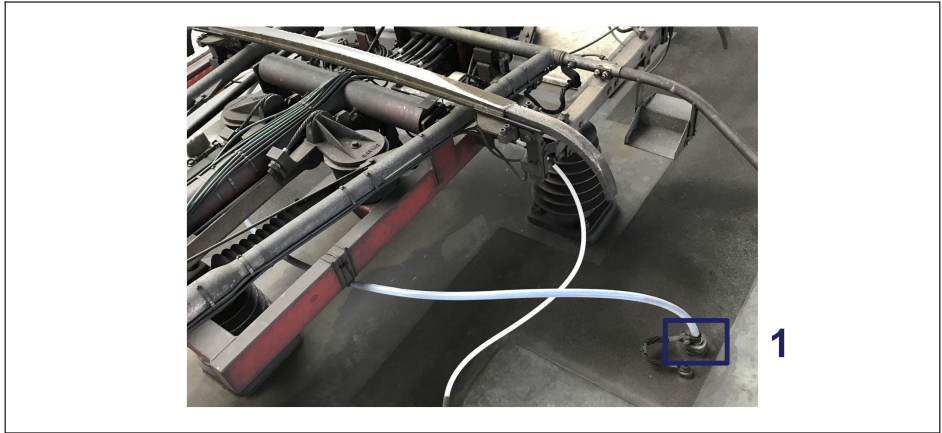


Fig. 3.10 Prensaestopas en el techo

### Cableado

El cable procedente de la caja sedebe llevar al prensaestopas del techo. El cable se debe fijar al pantógrafo correctamente mediante bridas resistentes a los rayos UV (por ejemplo, HellermannTyton 111-05400).

El extremo del cable se introduce en el interior del tren a través del prensaestopas, y el tubo exterior de PTFE se asegura con el prensaestopas M4x1,5.

Dentro del tren, los cables deben tenderse a lo largo de trayectos adecuados hasta el lugar en el que se encuentra del sistema de adquisición de datos.

### 3.3.4 Cable de conexión

El cable de conexión garantiza la conexión de las señales de los sensores al interrogador. Debe tenderse y fijarse a lo largo del trayecto de tendido en el rack técnico o en la posición del sistema de medición.

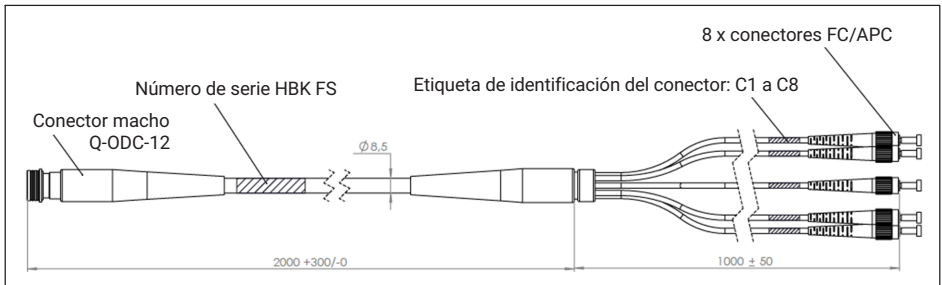


Fig. 3.11 Dibujo técnico del cable de conexión (dimensiones en mm)



### 3.3.5 Interrogador MXFS

El interrogador apto para el Sistema de monitorización de pantógrafos es el MXFS DI. Es un módulo de la familia QuantumX para la adquisición dinámica de datos de sensores basados en fibra con rejilla de Bragg. Funciona a una velocidad de adquisición de 100 S/s o 2000 S/s hasta 128 FBG simultáneamente.

Para más información, consulte el manual del usuario del equipo.

En la configuración más simple, el interrogador se conecta vía Ethernet a un PC en el que se ha instalado el software catmanEasy.

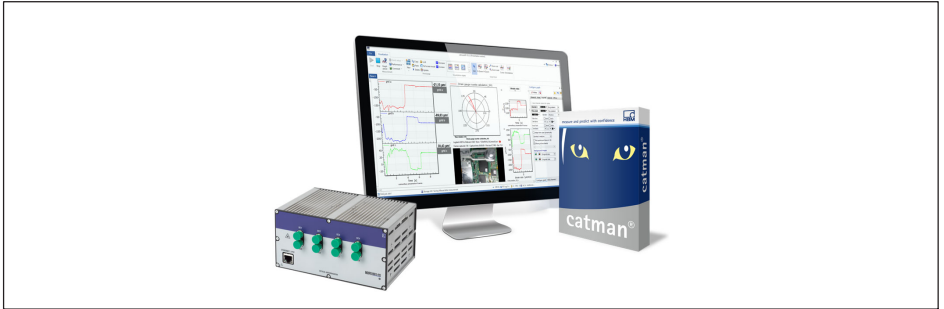


Fig. 3.12 Software catman con MXFS



#### Importante

La certificación MXFS DI EN45545 es válida para el interrogador sin el cuadro X. Consulte el manual del usuario de QuantumX para más información sobre cómo desmontar el cuadro (A03031 disponible [aquí](#)).

# 4 CONEXIONES

El sistema ha sido concebido para que cada sensor se conecte a un conector óptico del interrogador. También está preparado para el caso de que se interrumpa una conexión, ya que dispone de una conexión de fibra óptica de reserva para los sensores, la cual garantiza redundancia al sistema: si no se puede acceder a un sensor desde un lado, la adquisición de datos puede hacerse del otro.

## 4.1 Sensores

En la Fig. 4.1 se muestra el diagrama de conexiones.

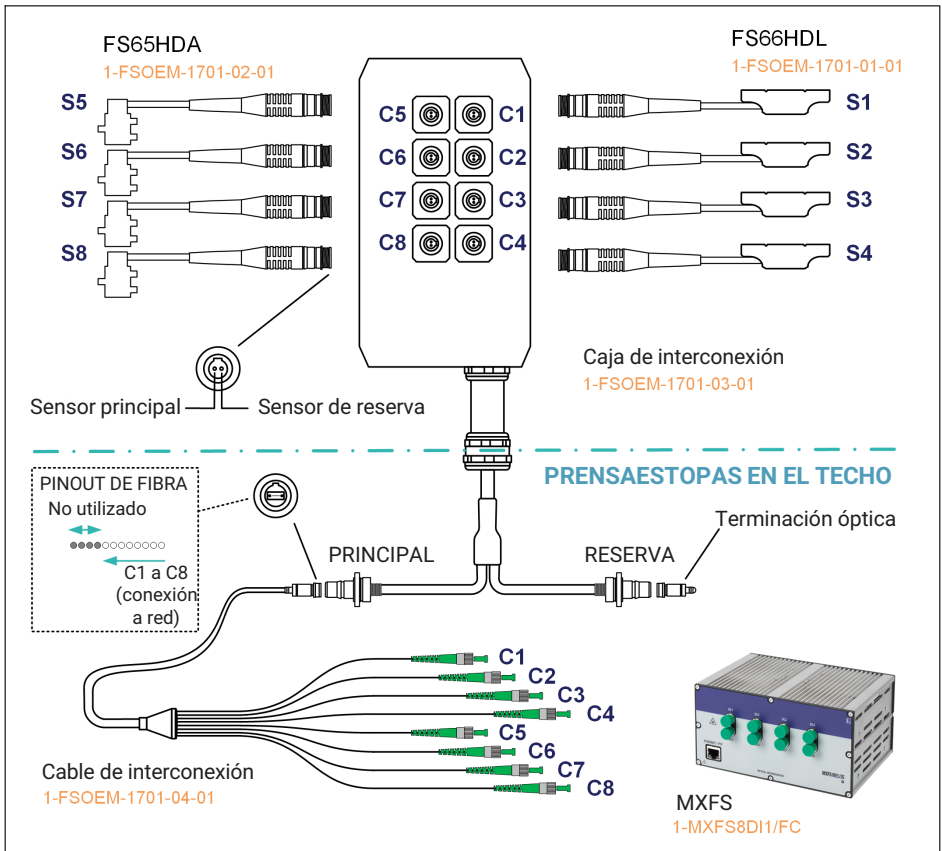


Fig. 4.1 Diagrama de conexión

Después de instalados, los sensores se deben conectar a la caja de conexión. El orden de conexión a la caja de los sensores es flexible.



### **Sugerencia**

*Es recomendable apuntar qué sensor va conectado a qué puerto, de modo que se vea la relación a los conectores de los cables repartidores en el cable de conexión. Sin embargo, esto no es imprescindible, ya que, si se tiene acceso a los sensores, es fácil identificar qué conector corresponde a cada sensor actuando sobre ellos durante la medición.*

## **4.2 Caja de interconexión**

### **4.2.1 Conector principal**

El conector principal debe ser suficiente para garantizar la conexión de todas las señales al interrogador.

En caso de que se pierda una conexión del conector principal, esta se puede recuperar utilizando la conexión correspondiente en el conector de reserva.

### **4.2.2 Conector de reserva**

El conector de reserva de la caja de conexiones se suministra con una terminación óptica que garantiza que se evite la reflexión retrodispersada en esta terminación.



### **Importante**

*La retrodispersión puede reducir la visibilidad de los sensores del sistema y afectar a las mediciones.*

Si se necesita el conector de reserva, se debe desmontar la terminación y conectar el cable de conexión adicional (se encarga por separado, 1-FSOEM-1701-04-01)

## **4.3 Cable de conexión**

Conectar al cable de conexión al conector principal de la caja de interconexión.



### **Sugerencia**

*Si el sistema está instalado en un pantógrafo que todavía no se ha montado en el tren, el cable de conexión se puede usar para comprobar la instalación. Luego habrá que desconectarlo y volver a conectarlo cuando se instale el pantógrafo en su lugar definitivo.*

En el lado del breakout, conectar cada conector FC/APC a un puerto óptico del interrogador MXFS DI.

#### 4.4 Kit de limpiadores

Un kit de limpiadores, con dos limpiadores y accesorios, se suministra con el sistema.

- El limpiador A se usa con los conectores Q-ODC-2 (macho y hembra), que son los que se utilizan en la conexión entre la caja y el sensor.



Fig. 4.2 Limpiador A para la conexión entre los conectores de los sensor y la caja de interconexión

- El limpiador B se usa con los conectores Q-ODC-12 (macho y hembra) que realizan la conexión entre el cable principal o de reserva de la caja y el cable de conexión.



Fig. 4.3 Limpiador B para cable de caja de interconexión y conexión de conectores de cable con adaptador macho y hembra

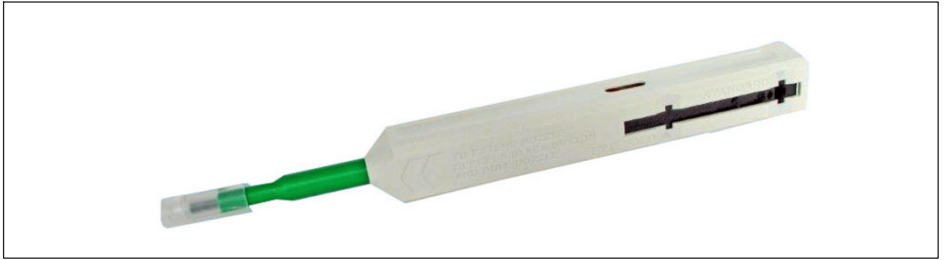
Es muy importante que los conectores se limpien después en cada manipulación, para evitar que el polvo afecte a la calidad de la conexión. Si no se utilizan, los conectores deben cubrirse con capuchones de protección.

Para más información sobre la forma de usar estos accesorios para la limpieza de los conectores, consultar el manual de instrucciones del proveedor de los conectores: <https://www.hubersuhner.com/fr-fr/documents-repository/installation-manuals/gen-handling-insp-cleaning/cleaning-instruction-fo-connectors>



#### Sugerencia

Para limpiar los conectores ópticos FC/APC del cable de conexión o en el interrogador, usar el limpiador estándar FS-CLEANER.



*Fig. 4.4*    *Limpiador para conectores estándar HBK (número de pedido 1-FS-CLEANER)*

#### **4.5 Interrogador MXFS QuantumX BraggMETER**

El interrogador óptico se debe encender (por ejemplo, a través del 1-NTX001) y conectar a un PC (por ejemplo, Ethernet) con el software catmanEasy.

## 5 REALIZACIÓN DE LAS MEDICIONES

### 5.1 Inicio de una medición en catman

Consultar el manual del usuario del dispositivo (A05566 disponible [aquí](#)) para más información sobre cómo iniciar una medición.

- Para configurar los rangos, pulsar el botón “Configure ranges”.

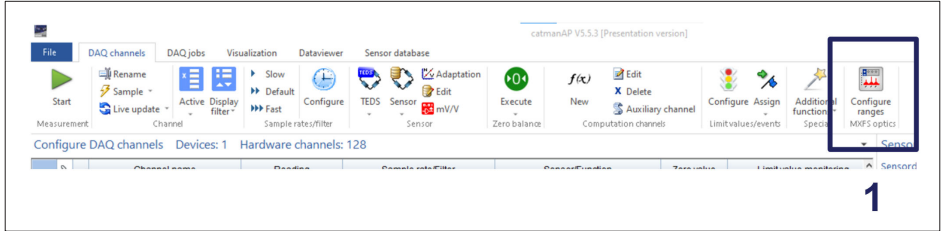


Fig. 5.1 Botón “Configure ranges” (Configurar rangos)

- Definir un valor de ancho para la creación automática de la banda de 9 nm (numero 1 en Fig. 5.2).
- Crear automáticamente las bandas pulsando el botón “Create” (número 2 en Fig. 5.2).

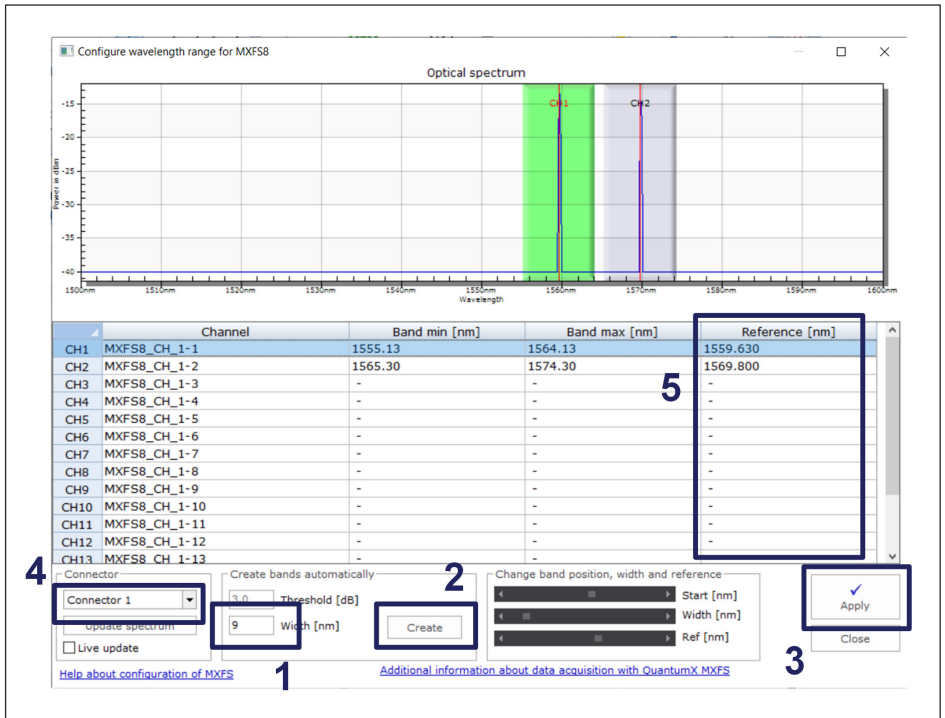


Fig. 5.2 Crear rangos

- Aplicar los rangos configurados al dispositivo para el conector seleccionado pulsando el botón "Apply" (número 3 en Fig. 5.2).
- Repetir el procedimiento para todos los conectores seleccionados (número 4 en Fig. 5.2).

## 5.2 Evaluación del sistema

Después de la correcta definición de la banda, el sistema puede medir los sensores y se puede probar la conectividad del sistema.

Es posible probar los sensores aplicando manualmente una pequeña fuerza y leyendo el resultado del software de medida. De esta forma se identifica cada "número de canal – par de sensores" y se verifica la funcionalidad de los sensores (número 1 en Fig. 5.3)

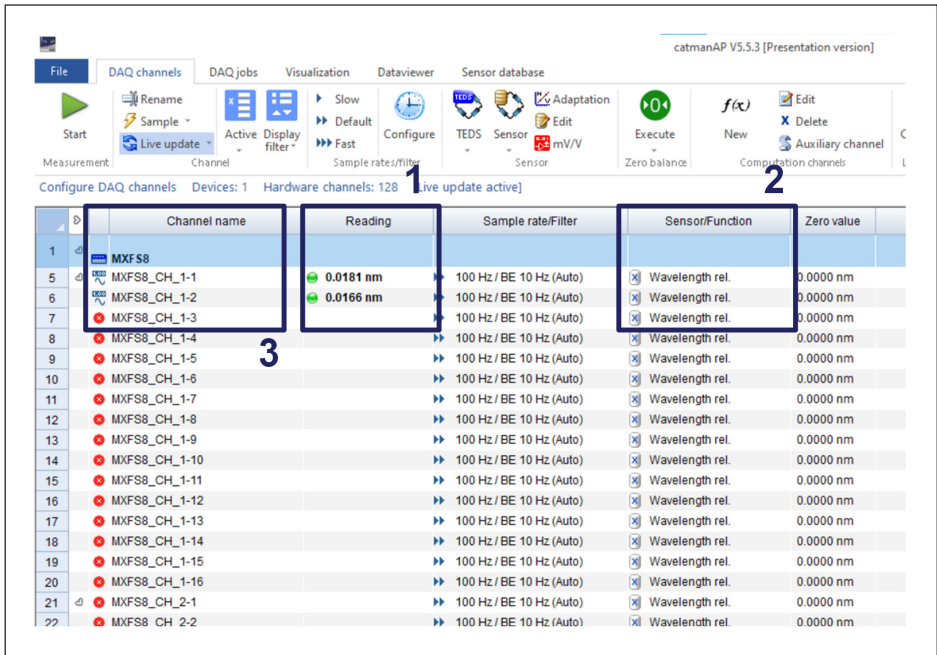


Fig. 5.3 Comprobación del sistema e identificación de los sensores



### Sugerencia

Después de evaluar el sistema, se puede extraer el cable de conexión y el pantógrafo está listo para ser montado en el tren.

## 5.3 Configuración de sensores

Los sensores FS66HDL y FS65HDA utilizan 2 FBG en configuración push-pull para anular el efecto de la temperatura en las mediciones. El MXFS DI y el software catman no admiten directamente sensores ópticos con doble FBG, y por eso deben utilizarse canales de cálculo en la interfaz catman.

Cada sensor se suministra con una hoja de calibración con los parámetros necesarios y las fórmulas pertinentes para su configuración.

Tanto el FS66HDL como el FS65HDA tienen un valor de calibración absoluto, lo que significa que las longitudes de onda de referencia para cada FBG deben ser las indicadas en la hoja de calibración. La fórmula de calibración es una función de las variaciones de las longitudes de onda de ambas FBG respecto a estas longitudes de onda de referencia.



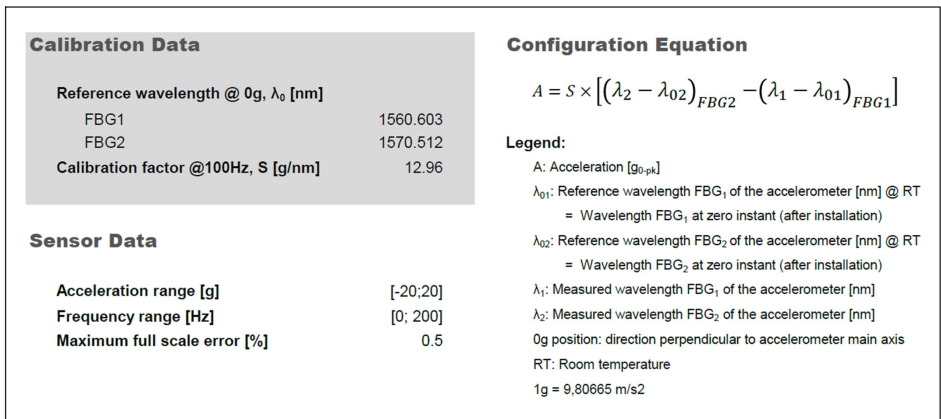


Fig. 5.4 Ejemplos de datos de calibración del FS65HDA

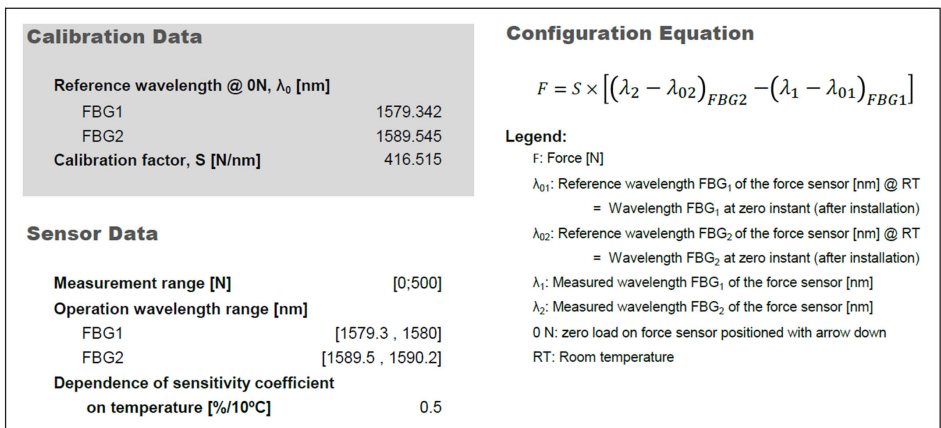


Fig. 5.5 Ejemplos de datos de calibración del FS66HDL

Los valores de longitud de onda de referencia deben actualizarse en “Configure ranges”

- Definir las longitudes de onda de referencia de las FBG como se muestra en las hojas de calibración (número 5 en Fig. 5.2)
- Aplicar los ajustes (numero 3 en Fig. 5.2)
- Repetir el procedimiento para todos los conectores seleccionados (número 4 en Fig. 5.2)

Cambiar a la vista de los canales DAQ

- Asegurarse de que se han definido todos los canales del interrogador como “wavelength (rel)” (longitud de onda (rel.)) (número 2 en Fig. 5.3)

Tipo de sensor	Descripción	Salida
Longitud de onda (rel.)	La salida de los sensores de longitud de onda es una variación de la longitud de onda medida en el pico de la FBG	$\lambda - \lambda_0$

- Cambiar el nombre del sensor con un doble clic en la parte superior del nombre del canal (número **3** en Fig. 5.3)
- Cada sensor necesitará dos señales. Como sugerencia, añadir "\_1" y "\_2" al nombre del sensor, para garantizar la correspondencia con la hoja de calibración.

Estas mediciones individuales por pico de FBG corresponden a las variaciones de longitud de onda con respecto a las longitudes de onda de referencia de la calibración.

Para combinar las mediciones de las dos FBG de cada sensor, es necesario crear un sensor de cálculo

- Hacer clic en el botón de canal de cálculo "nuevo" (número **1** en Fig. 5.6)

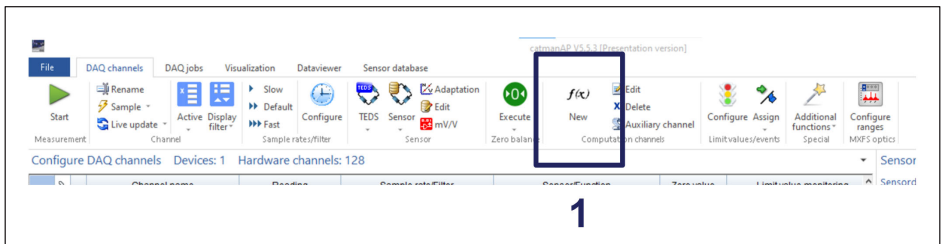


Fig. 5.6 Botón de canal de cálculo nuevo

Como cada FBG está configurada para medir la longitud de onda relativa, las partes  $(\lambda - \lambda_0)$  se corresponden con el valor del canal.

- Configurar el canal de cálculo con los valores de sensibilidad correspondiente a cada sensor. Se muestra un ejemplo de configuración para el FS66HDL en Fig. 5.7.
- Escribir el nombre del sensor (número **1**)
- Definir la unidad de salida correspondiente (número **2**)
- Escribir la ecuación algebraica que aparece en la hoja de calibración del sensor (número **3**)
- Pulsar el botón "create computation" (número **4** en Fig. 5.7).

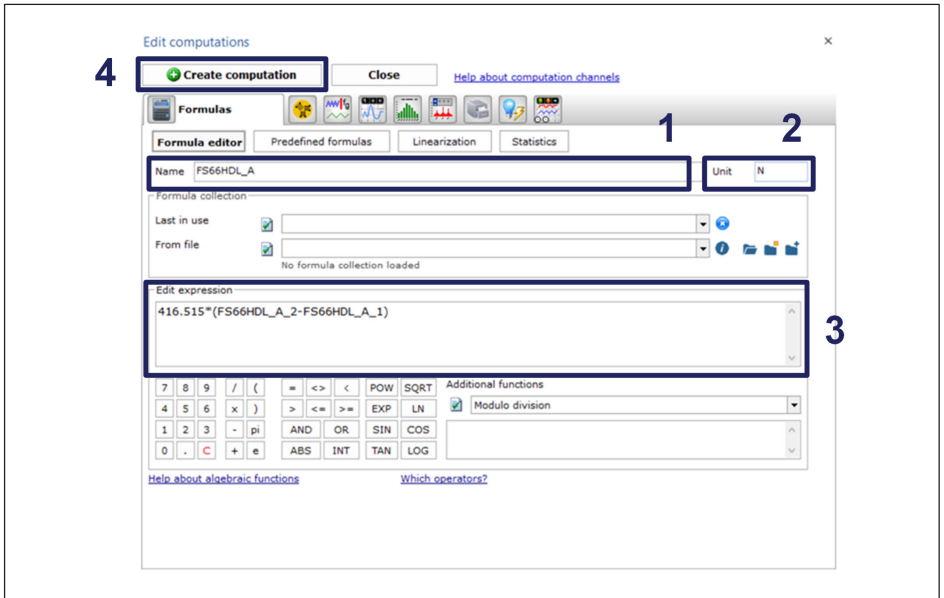


Fig. 5.7 Crear un canal de cálculo para configurar el sensor

Una vez completada la configuración completa, se deben crear 8 canales de canal de cálculo (4 para la medición de la aceleración y 4 para la fuerza).

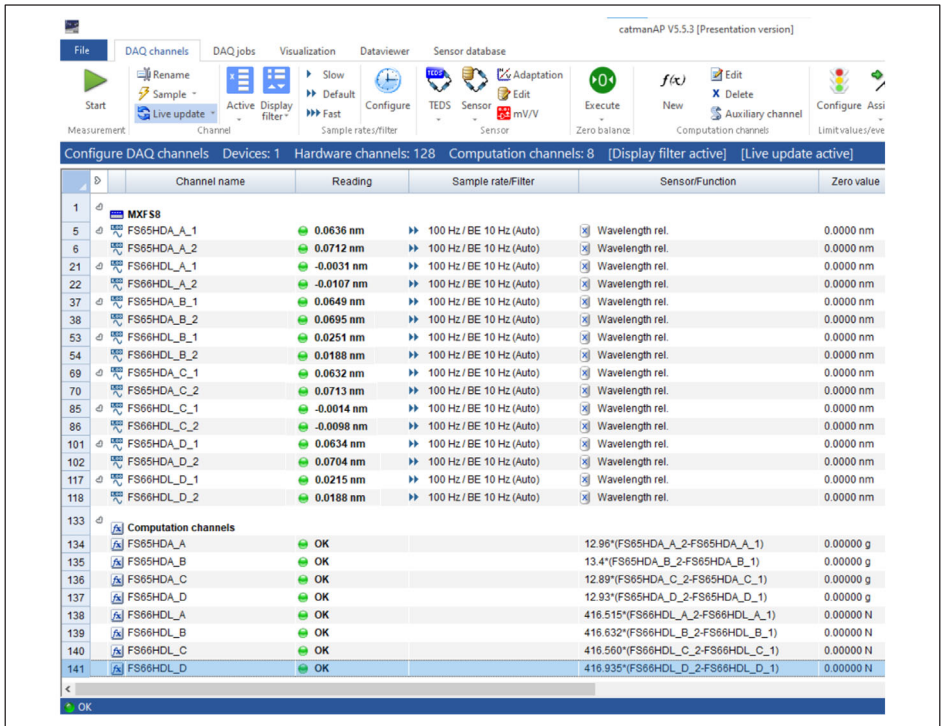


Fig. 5.8 Finalizar la configuración del sistema de 4xFS65HDA y 4xFS66HDL

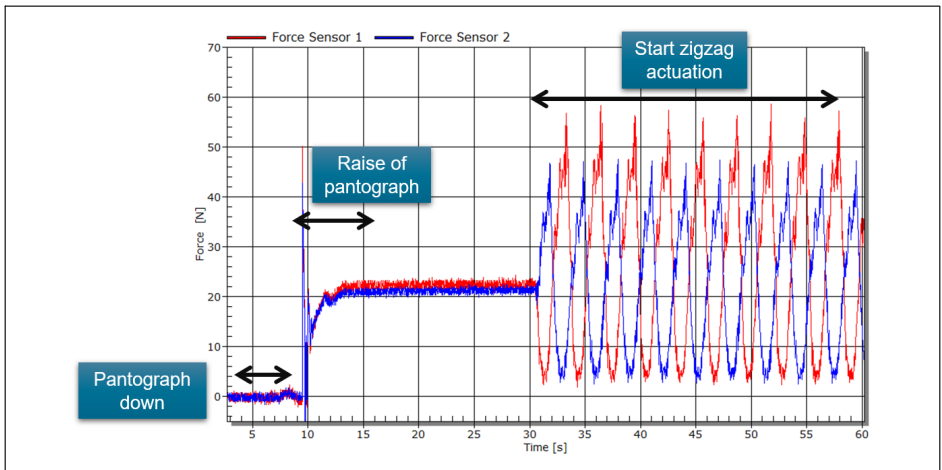


Fig. 5.9 Ejemplo de una medición de fuerza en catman

## 5.4 Fuerza de contacto y posición

La Solución de monitorización de pantógrafos permite calcular la fuerza de contacto y la posición lateral según la normativa EN50317.

La fuerza de contacto se puede calcular usando la fórmula siguiente y considerando las mediciones de fuerza de los sensores FS66HDLy la aceleración de los sensores FS65HDA. Adicionalmente, se necesita una corrección debido a la aerodinámica del pantógrafo (que depende de la velocidad del tren).

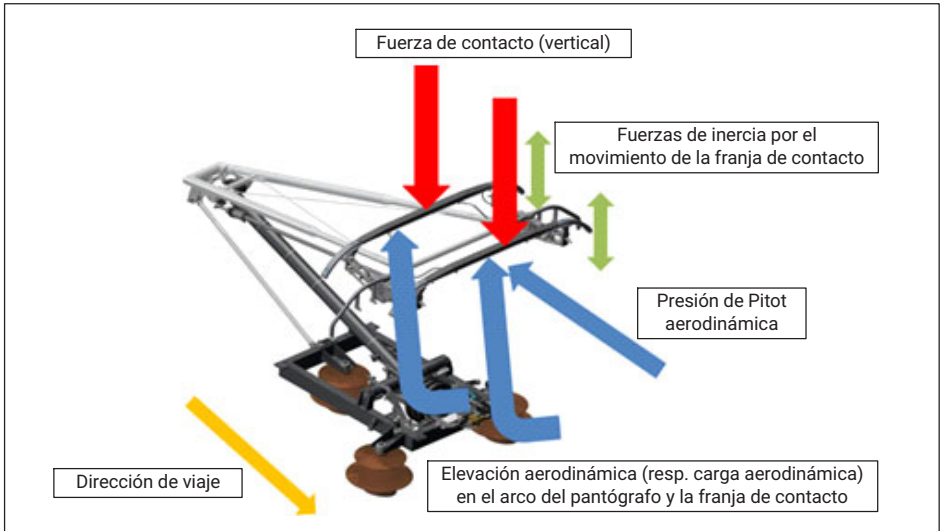


Fig. 5.10 Fuerzas y efectos sobre las estructura del pantógrafo

### 5.4.1 Fuerza de contacto

$$F_c = \sum_{i=1}^{k_f} F_{\text{Sensor},i} + \frac{m_{\text{arriba}}}{k_a} \sum_{i=1}^{k_a} a_{\text{Sensor},i} + F_{\text{corr,aero}}$$

Fig. 5.11 Fórmula de cálculo de la fuerza de contacto según EN50317

Donde:

- $F_c$  es la fuerza de contacto, en N
- $F_{\text{sensor},i}$  es la fuerza medida en el sensor I, en N
- $a_{\text{sensor},i}$  es la aceleración medida en el sensor I, en g
- $k_f$  es el número de sensores de fuerza
- $k_a$  es el número de sensores de aceleración

- $m_{arriba}$  es la medida del arco del pantógrafo situado sobre los sensores de fuerza
- $F_{corr,aero}$  es la fuerza de corrección aerodinámica, en N, que depende de la velocidad y se puede ver en la tabla de consulta

#### 5.4.2 Posición

La posición del contacto con respecto a la catenaria en cada franja de contacto se puede determinar usando Fig. 5.12.

$$x = \frac{F_2}{F_1 + F_2} L - L/2$$

Fig. 5.12 Posición de cálculo de línea de contacto

Donde:

- $x$  es la posición de contacto, en mm, considerando el origen ( $x = 0$ ) en el medio de la franja de contacto
- $F_1$  y  $F_2$  son las fuerzas medidas, en N, del sensor 1 y 2, en cada lado de la franja de contacto
- $L$  es la distancia entre los sensores de fuerza, en mm

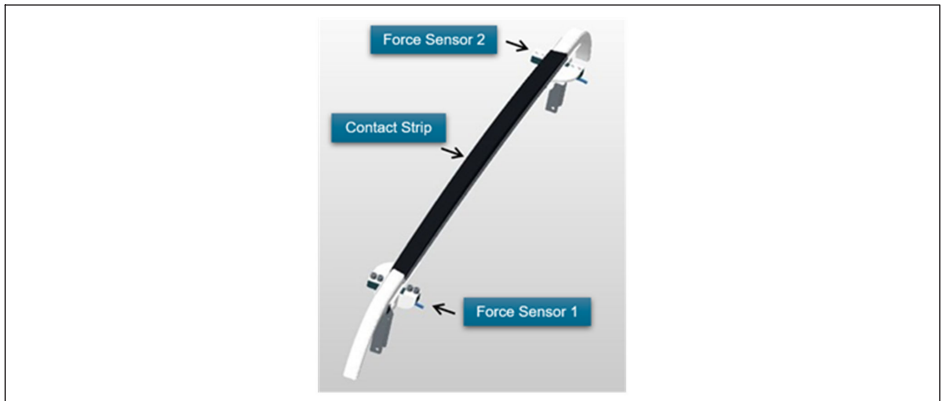


Fig. 5.13 Posición de los sensores en la franja de contacto

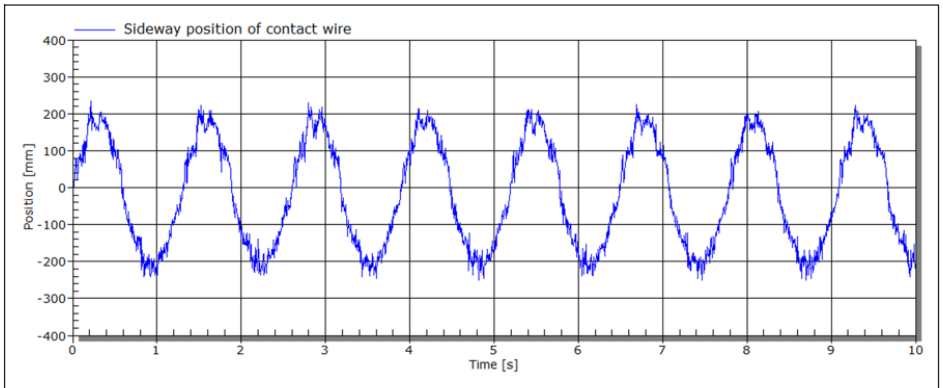


Fig. 5.14 Ejemplo de una medida de posición que representa un movimiento en zigzag del hilo de contacto

La fuerza y la posición de contacto también pueden calcularse en catman con ayuda de los canales de cálculo.

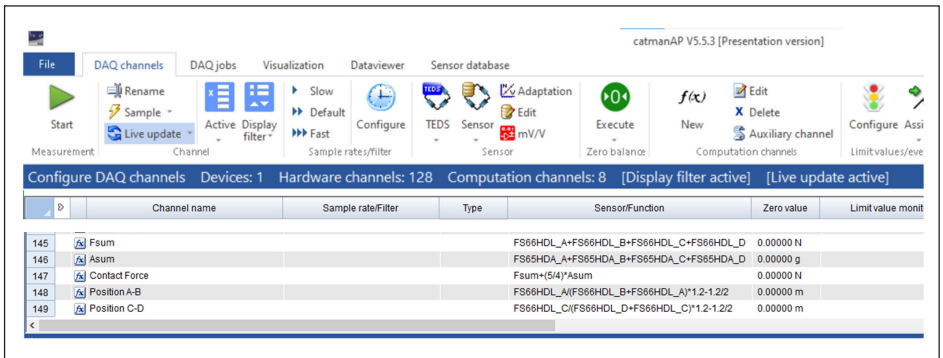


Fig. 5.15 Cálculo de la fuerza y la posición de contacto

