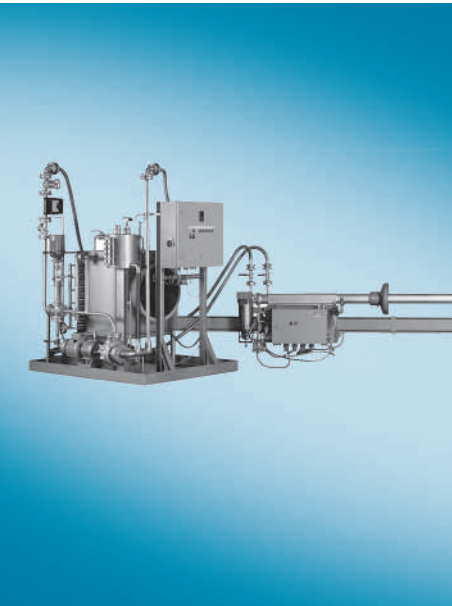


## Sonda FLK



5/2  
5/2  
5/10

**Sistema de toma de gas FLK**  
Generalidades  
Documentación

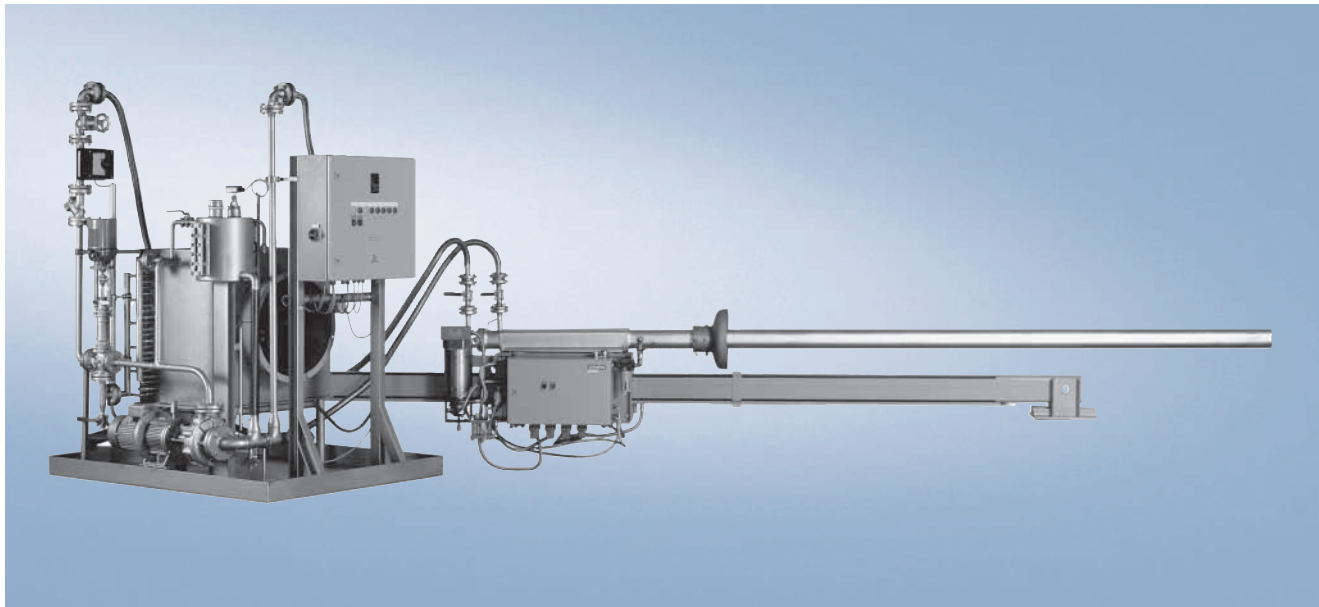


# Sonda FLK

## Sistema de toma de gas FLK

### Generalidades

### Sinopsis



Sistema de toma de muestra de gas FLK

### Gama de aplicación

El análisis continuo de los gases de combustión en los hornos rotativos de las fábricas de cemento es imprescindible para la calidad del clínker producido, para la utilización eficaz de los combustibles y para la prevención de emisiones dañinas para el medio ambiente:

- Permite una evaluación muy útil de los procesos de combustión, por lo que resulta un requisito imprescindible para la optimización de la llama, el consumo de combustible y la calidad del producto.
- Los problemas de funcionamiento pueden detectarse precozmente y evitarse con las medidas adecuadas. Al mismo tiempo, un funcionamiento estabilizado del horno reduce la emisión de sustancias nocivas, por lo que contribuye a la protección del medio ambiente.

En los hornos rotativos de cemento se toman normalmente muestras de gas en la zona de entrada del horno por medio de un sistema como la sonda de toma de gas FLK y se mide de forma continuada la concentración de oxígeno ( $O_2$ ), monóxido de carbono (CO) y óxido de nitrógeno (NO).

#### Oxígeno ( $O_2$ ) y monóxido de carbono (CO)

En la fabricación de cemento, la mayor parte de los costes de producción son debidos al combustible. Por un lado, la combustión completa es importante para reducir la concentración de sustancias nocivas en los humos; por el otro, un exceso de oxígeno implica un derroche de recursos. Ya sólo un 1% de exceso de oxígeno significa un consumo de energía innecesario de 15 kcal por kilogramo de clínker fabricado.

La medición de concentraciones de  $O_2$  y CO permite al operario del horno optimizar la combustión en hornos rotativos aumentando la calidad del clínker fabricado, reduciendo la emisión de gases contaminantes y mejorando la utilización de los combustibles.

#### Óxido de nitrógeno (NO)

La concentración de óxido de nitrógeno en los hornos rotativos depende principalmente de la temperatura de la llama. Para lograr una excelente calidad en el clínker fabricado es muy importante mantener una temperatura lo más constante posible en la zona de sinterización.

Las fluctuaciones en la temperatura de esta zona hacen variar sustancialmente la concentración de NO.

Así, el análisis de NO constituye un medio ideal para conseguir un funcionamiento estable y uniforme del horno. No es recomendable utilizar un convertidor de  $NO_2$  para medir el óxido de nitrógeno (NO y  $NO_2$ ), ya que su análisis se centra más en la fluctuación que en el valor absoluto de concentración de nitrógeno.

#### Dióxido de azufre ( $SO_2$ )

Debido al aumento de la proporción de combustibles alternativos con porcentajes de azufre en ocasiones muy altos, el análisis de  $SO_2$  en los hornos rotativos adquiere cada vez más importancia. Una concentración alta de  $SO_2$  en los circuitos de gas provoca una mayor corrosión y, con frecuencia, acumulaciones no deseadas del material en el horno rotativo y en los ciclones del intercambiador de calor. Además, el rápido aumento de la concentración de  $SO_2$  advierte precozmente de un fallo en la combustión.

Debido a las difíciles condiciones ambientales de los hornos rotativos, los sistemas de toma de muestras deben cumplir unos requisitos muy estrictos. Los problemas se deben principalmente a la alta temperatura del gas (hasta 1.400 °C), a la elevada concentración de polvo (hasta 2.000 g/m<sup>3</sup>), así como al alto contenido de álcalis, sulfatos y cloruros, en los circuitos de gas. Además, la sonda de toma de gas está expuesta a grandes esfuerzos mecánicos por impacto de material o la circulación del polvo crudo.

En particular, una alta concentración de azufre y álcalis provoca muy frecuentemente el taponamiento de las vías de gas y supone un coste desproporcionadamente elevado del mantenimiento del sistema de toma de gas.

La sonda de toma de gas FLK utiliza como refrigerante un líquido termoprotector con un punto de ebullición de más de 300 °C. La temperatura del gas de combustión tomado es de hasta 200 °C, por encima del punto de rocío de los ácidos presentes en el gas. De esta forma se evita de un modo fiable la condensación del gas de combustión, que en combinación con el polvo existente puede provocar rápidamente un taponamiento.

# Sonda FLK

## Sistema de toma de gas FLK

### Generalidades

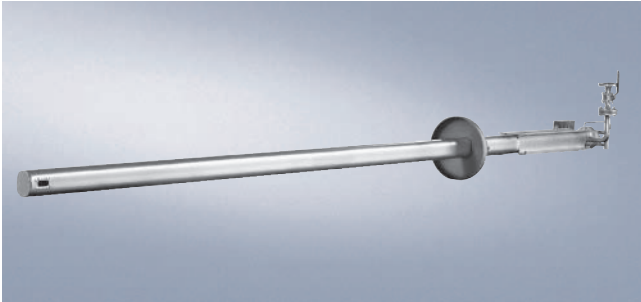
#### Construcción

El sistema de toma de gas FLK está formado por los componentes siguientes:

##### *Sonda de toma refrigerada por líquido*

La sonda está disponible con una profundidad de penetración de entre 1500 y 3500 mm. Está fabricada en acero inoxidable (mat. n° 1.4571) y su forma oval le confiere una alta resistencia a la flexión en el plano vertical. La abertura de toma se encuentra en la punta de la sonda, en el lado opuesto a la corriente, a fin de aspirar la mínima cantidad posible de polvo en el gas.

La sonda está indicada para temperaturas de gas de proceso de hasta 1400 °C.



Sonda de toma refrigerada por líquido

##### *Filtro de polvo calentado eléctricamente*

El filtro de polvo sirve para limpiar la mezcla de gas y polvo extraída de la zona de proceso y es adecuado para concentraciones de polvo de hasta 2000 g/m<sup>3</sup>.

El calentamiento eléctrico a una temperatura de aprox. 200 °C evita el enlodamiento o la obstrucción del tubo del filtro.

La limpieza se realiza automáticamente a intervalos regulares con aire comprimido a una presión aproximada de 8000 hPa. Para evitar la obstrucción de los poros del filtro, el aire comprimido no debe tener restos de aceite ni agua. En particular, los residuos de aceite pueden taponar los poros del filtro, de forma que ya no se podrán limpiar con aire comprimido.

Según la concentración de polvo, el filtro de polvo se puede equipar con tubos de filtrado de distinto calibre.



Filtro de polvo calentado eléctricamente

#### *Grupo de válvulas de aire comprimido*

El grupo de válvulas, junto con el autómatas programable, ejecuta los programas de limpieza periódicos del sistema de extracción de gas.

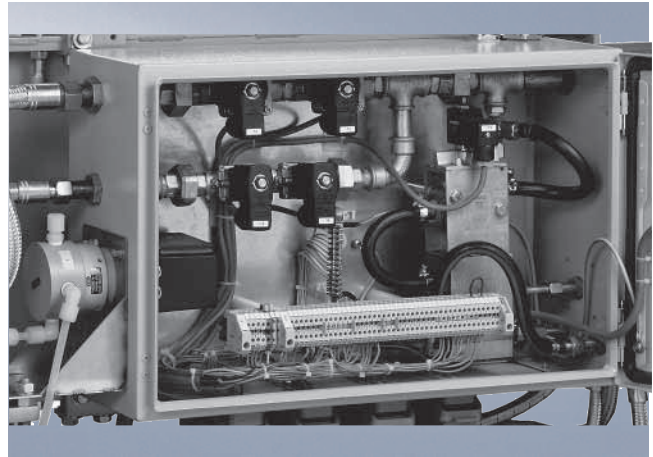
La frecuencia y la duración de la limpieza pueden ajustarse a las necesidades de cada instalación con el panel de la unidad de control.

Además, los pulsadores incorporados permiten activar la limpieza manualmente en cualquier momento. Un presostato incorporado detecta precozmente las posibles obstrucciones en las vías de gas y activa, por medio de una señal a la unidad de control, la limpieza inmediata de los elementos de toma de gas.

Para la separación previa de condensados y polvo procedentes del gas de proceso, el grupo de válvulas dispone de un separador de condensados.

Una electroválvula de cuatro vías de gas libre de metales bloquea el gas de medición para la preparación del gas aguas abajo.

Para la limpieza se debe disponer de aire comprimido a una presión de aprox. 8000 hPa, libre de polvo, agua y aceite.



Grupo de válvulas de aire comprimido

# Sonda FLK

## Sistema de toma de gas FLK

### Generalidades

#### **Dispositivo de retirada con accionamiento eléctrico y neumático**

En caso de avería, el dispositivo de retirada extrae automáticamente la sonda del horno rotativo como medida de protección contra sobrecargas térmicas. Dependiendo de la longitud de la sonda, la retirada completa puede tardar aprox. 90 segundos. El mecanismo se acciona por medio de un motorreductor eléctrico.

Las averías que provocan la retirada inmediata de la sonda son las siguientes:

- Sobretemperatura en el circuito de refrigeración
- Nivel de refrigerante por debajo del mínimo
- Problemas de flujo.

En caso de fallo de la alimentación eléctrica, la retirada de emergencia de la sonda se activa por medio de un motor neumático, siempre que haya suministro de aire comprimido. Además, un pulsador permite retraer la sonda manualmente en cualquier momento para realizar el mantenimiento.

La ejecución robusta, apta para industria, del dispositivo de retirada garantiza un funcionamiento fiable y casi sin mantenimiento.



Dispositivo de retirada con accionamiento eléctrico y neumático

#### **Unidad intercambiadora de calor**

La sonda de toma de gas se refrigera por medio de un intercambiador de calor de aire/líquido sin presurizar. La utilización de un líquido termoportador sintético con un punto de ebullición de más de 300 °C permite temperaturas en el circuito de refrigeración (y por tanto, de la toma de gas), de hasta 200 °C.

Para evitar la condensación del gas de combustión en el sistema de toma, no se activa la extracción hasta que la temperatura del circuito de refrigeración sea como mínimo de 130 °C.

La primera vez que se inserta la sonda en el horno, al eludirse el radiador gracias a un regulador de bypass, el período de calentamiento del refrigerante es corto.



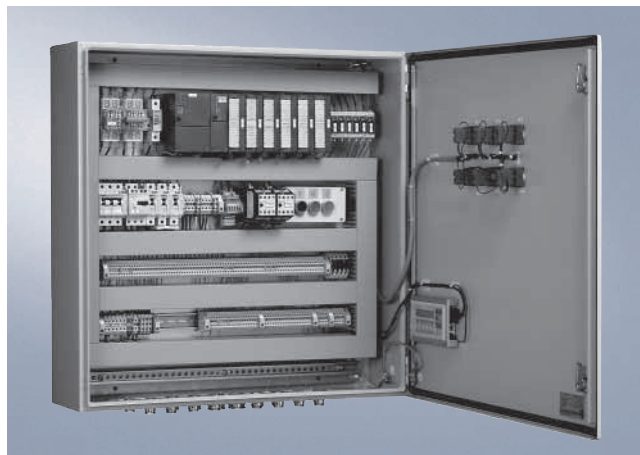
Unidad intercambiadora de calor

#### **Unidad de control y monitorización**

Una pieza clave del sistema de toma de gas FLK es la unidad compacta de control y monitorización con el autómata programable (PLC) Siemens SIMATIC S7-300. De forma opcional, el equipo se puede suministrar con un PLC Allen Bradley SLC500.

Además de las funciones de monitorización para el funcionamiento seguro de la sonda, la unidad de control se encarga de las funciones periódicas de limpieza de las vías de gas.

Por medio de un panel de mando integrado, cualquier usuario sin conocimientos de programación puede adaptar todos los parámetros (como la periodicidad y la duración de la limpieza de la sonda) a las necesidades de la instalación.



Unidad de control y monitorización

#### Modo de operación

##### Montaje y puesta en marcha

###### Montaje de la sonda FLK

Para minimizar el mantenimiento del sistema de toma de gas, deben seguirse estas indicaciones:

- Se recomienda montar la sonda lateralmente en la cámara de entrada del horno, frente a la entrada del polvo crudo.
- La sonda no debe pasar por la corriente de material del intercambiador de calor (peligro de daños mecánicos y de adherencia de material en la superficie de la sonda).
- Debe tenerse precaución con el material que pueda caer.
- Para evitar la aspiración de aire incorrecto, la abertura de extracción debe estar situada unos 30 cm por detrás de la junta del horno.
- La distancia lateral hasta el revestimiento refractario del horno no debe ser inferior a 20 cm.
- Según la ejecución del dispositivo de retirada deberá procurarse suficiente espacio detrás del lugar de instalación de la sonda.

En caso de duda se deberá pedir opinión a un experto.

###### Colocación del intercambiador de calor

El intercambiador de calor se debe colocar cerca de la sonda, a ser posible a su mismo nivel. Las líneas de refrigerante deben ser lo más cortas posible para evitar que se falsee la temperatura del refrigerante en la sonda. En casos extremos, una fuerte disipación térmica en las líneas de refrigeración puede provocar un sobrecalentamiento de la sonda, ya que la temperatura del refrigerante se mide en el intercambiador de calor. Si, por motivos de espacio, el intercambiador de calor se tiene que colocar lejos de la sonda, deberán aislarse térmicamente las líneas de refrigerante.

Al conectar las líneas de refrigerante es imprescindible observar las indicaciones del manual.

El intercambiador de calor puede ofrecer una potencia calorífica de hasta 65 kW. Debe procurarse que la ventilación sea suficiente para evacuar el calor. Las superficies del intercambiador de calor pueden alcanzar una temperatura de hasta 250 °C en funcionamiento. Para evitar el contacto accidental, el usuario debe colocar una valla protectora alrededor del intercambiador de calor.

###### Colocación del dispositivo de retirada

Para colocar el dispositivo de retirada se necesita un espacio de aprox. 6000 mm por detrás del lugar de instalación de la sonda. Si no se dispone del espacio suficiente, el dispositivo de retirada se puede acortar en función de la longitud de la sonda. Si la sonda tiene una profundidad de penetración de 2500 mm, la longitud mínima del dispositivo de retirada será de aprox. 4700 mm.

El filtro de polvo, que se suministra aparte, y el grupo de válvulas se colocan lateralmente en el dispositivo de retirada durante el montaje.

###### Colocación del armario de control

El armario de control debe colocarse preferentemente en una sala protegida del polvo, normalmente la sala de análisis.

###### Tendido de la línea de gas de medición

Sobre todo en el caso de líneas de gas de medición no calentadas, debe procurarse que haya una pendiente continua desde el punto de extracción hasta el armario de análisis para evitar la formación de bolsas de agua. El condensado que se forme debe poder fluir hasta el armario de análisis.

Es imprescindible una línea de gas de medición calentada para la medición de SO<sub>2</sub> o en caso de peligro de congelación.

Para minimizar los tiempos T<sub>90</sub> se debe elegir una línea de gas de medición con un diámetro nominal lo más pequeño posible.

Caudal	Con 1 m de línea de gas antes del analizador de gas	
	Ancho nominal 4 mm	Ancho nominal 6 mm
0,5 l/min	1,6 s	4,3 s
1,0 l/min	0,8 s	2,1 s
1,5 l/min	0,6 s	1,5 s
2,0 l/min	0,4 s	1,1 s

Retraso de visualización en función del caudal

###### Conexión de aire comprimido

Para limpiar la sonda y para el motor neumático se necesita un aire comprimido a una presión de 6000 a 8000 hPa. El aire comprimido no debe tener aceite, agua ni polvo. La humedad en el aire comprimido provoca el taponamiento prematuro de los poros del filtro de polvo y, en consecuencia, un aumento de los costes de mantenimiento.

Si el aire comprimido contiene aceite también pueden taponarse los poros del filtro de forma que ya no se puedan limpiar, por lo que será necesario cambiar el filtro de metal sinterizado.

###### Conexiones eléctricas

Las conexiones eléctricas se realizarán según la normativa nacional y las normas de la empresa de suministro eléctrico local.

Para el montaje se deberá prever un plazo de aproximadamente 5 días. Normalmente será el propio cliente quien se encargue del montaje.

###### Puesta en marcha

La puesta en marcha del equipo completo siempre será efectuada por personal cualificado de Siemens. Antes de la puesta en marcha se comprobará si la instalación cumple las directrices de los manuales.

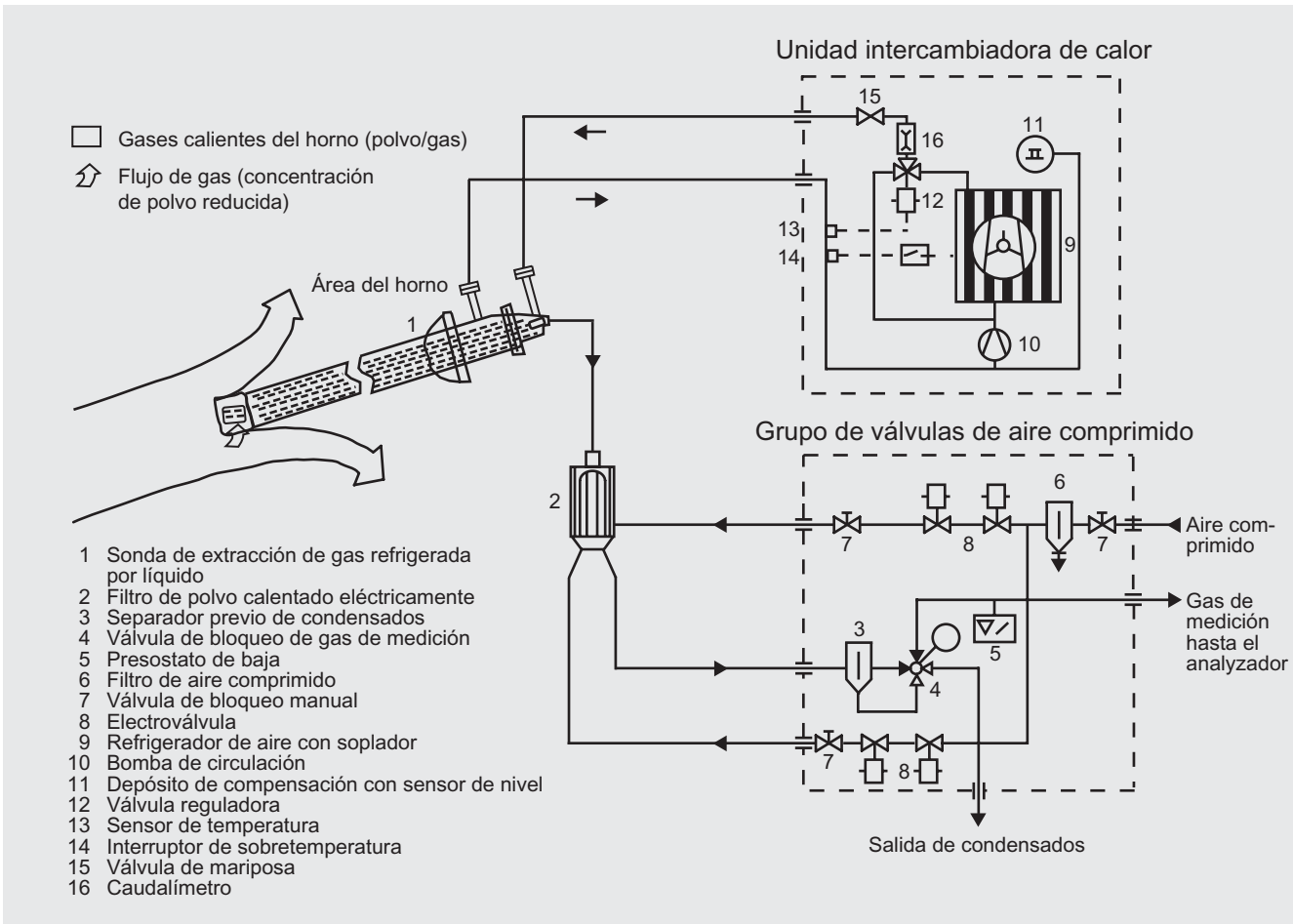
El equipo se debe poner en marcha con el horno en funcionamiento para poder realizar los ajustes y optimizaciones necesarios.

Para la puesta en marcha se deberá prever un plazo de entre 3 y 5 días.

# Sonda FLK

## Sistema de toma de gas FLK

### Generalidades



5

Funcionamiento

#### Funciones

La muestra de gas de proceso a analizar se toma con la sonda; seguidamente se limpia en el filtro de polvo calentado eléctricamente y a continuación se lleva hasta el analizador de gas. Por la abertura lateral para toma de gas sólo se extrae gas de una vena especialmente pobre en polvo.

Para descargar el refrigerador de gas en el armario de gas de medición se utiliza un grupo de válvulas en el separador de condensados. Durante la limpieza del sistema de toma se separa el condensado acumulado del recipiente colector.

Funcionando en un entorno de hasta 1400 °C, la sonda se refriera a través del intercambiador de calor sin presurizar. Una válvula reguladora electrónica garantiza tiempos de calentamiento cortos tras la primera inserción de la sonda y regula la temperatura del refrigerante en su circuito.

Unos completos mecanismos de monitorización protegen la sonda de posibles sobrecargas térmicas. En caso de avería, la sonda se extrae automáticamente del horno por medio de un dispositivo de retirada.

Las difíciles condiciones ambientales en la entrada del horno hacen que la sonda de toma soporte unas cargas extremas. La temperatura del gas de proceso puede llegar a 1400 °C y la concentración de polvo, a 2000 g/m<sup>3</sup>. La caída de residuos adheridos al revestimiento refractario del horno supone un peligro de sobrecarga mecánica para la sonda.

Según la materia prima y los combustibles utilizados, se debe contar con una mayor concentración de azufre, álcalis y cloruros en el gas de combustión, que a su vez pueden provocar que se adhiera material en la superficie de la sonda y formar ácidos agresivos.

Para conseguir la máxima disponibilidad posible con los menores costes de mantenimiento, antes de montar la sonda se debe determinar exactamente el lugar de instalación. En caso de dudas sobre el lugar más apropiado, consulte con su proveedor.

Muchos de los problemas que suelen surgir durante el funcionamiento del sistema de toma de gas en hornos rotativos se pueden evitar con la sonda FLK. Gracias a la alta temperatura de extracción del gas (de hasta 200 °C), los problemas de adherencia de material en la superficie de la sonda y de obstrucción de las vías de gas por la condensación disminuyen considerablemente en comparación con los sistemas de toma de muestras refrigerados por agua, que sólo alcanzan una temperatura de toma de gas de alrededor de 90 °C.

La limpieza del sistema de toma de gas se realiza a intervalos regulares con aire comprimido en modo pulsado. Antes de comenzar la limpieza en sentido inverso, se bloquea la vía de gas para el análisis del gas de medición mediante una válvula de bola de cuatro vías. Gracias al efecto autolimpiante del giro, la válvula de bola presenta importantes ventajas frente a las electroválvulas convencionales.

El ciclo de limpieza se divide en varias etapas:

- Limpieza del tubo del filtro de polvo
- Limpieza de la carcasa del filtro y de la sonda
- Flujo contracorriente de polvo al horno.

Un presostato situado en el grupo de válvulas de aire comprimido detecta oportunamente las obstrucciones en las vías de gas durante el intervalo entre ciclos de limpieza y activa inmediatamente la limpieza a través de la unidad de control.

En los distintos hornos rotativos, las acumulaciones de material en la superficie de la sonda pueden ser de muy distinta cantidad y dureza. Junto a las posibles sobrecargas mecánicas de la sonda, el aislamiento térmico hace que baje la temperatura del gas de combustión extraído con respecto a los gases de proceso calientes. En consecuencia, el gas de combustión se condensa en el tubo de toma de la sonda. Si la temperatura cae por debajo de 130 °C, la bomba de gas de medición se desconecta en el armario correspondiente para evitar la formación de condensaciones. Por este motivo, las acumulaciones de material se deben limpiar periódicamente.

Para retirar el material adherido se puede ajustar el control del sistema de toma para que retire la sonda del horno automáticamente a intervalos periódicos en función del material acumulado. Por lo general, cuando el material adherido se enfría con el aire del ambiente se desprende por sí solo de la superficie de la sonda. Al retirar e insertar la sonda se facilita la limpieza de su superficie por chorro de aire comprimido en el tubo de conexión al horno de la sonda. En los peores casos será necesario que el personal de mantenimiento realice la limpieza manualmente.

El autómatas programable hace posible un gran número de funciones de control y monitorización.

El panel incorporado permite adaptar en cualquier momento los parámetros de control, como la periodicidad y la duración de la limpieza.

# Sonda FLK

## Sistema de toma de gas FLK

### Generalidades

#### Datos técnicos

##### Generalidades

Alimentación auxiliar	Trifásica, 400 V CA +10%/-15%, 50 Hz Trifásica, 400 V CA +10%/-15%, 60 Hz Potencia de conexión: aprox. 5,5 kVA En caso de tensiones en triángulo distintas, se deberá facilitar además una alimentación de red monofásica: Trifásica, 120 V CA +10%/-15%, 50 Hz Trifásica, 120 V CA +10%/-15%, 60 Hz Trifásica, 230 V CA +10%/-15%, 50 Hz Trifásica, 230 V CA +10%/-15%, 60 Hz Potencia de conexión: aprox. 1,5 kVA Otras tensiones hasta máx. 500 V disponibles por encargo
Medios auxiliares	
• Aire comprimido	6000 ... 8000 hPa, aire comprimido limpio, libre de aceite, agua y polvo
• Caudal	aprox. 4 a 6 m <sup>3</sup> /h, según la periodicidad y duración de la limpieza
Conexión de gas de medición	racor de tubería de 8 mm, conexión para línea de gas de medición calentada o sin calentar; caudal de bomba necesario a 700 hPa absolutos aprox. 2 ... 5 l/min

##### Sonda de toma refrigerada por líquido

Tipo	F6534-B12
Material	acero inox., mat. n° 1.4571
Longitud	1000/1500/2000/2500/3000/3500 mm (equivale a la profundidad de penetración)
Abertura de toma	según el montaje E1 abertura de toma a la izquierda E2 abertura de toma a la derecha
Temperatura de proceso	máx. 1400 °C
Refrigerante	líquido termoportador sintético
Caudal de refrigerante	máx. 3200 l/h
Peso	aprox. 150 kg

##### Filtro de polvo calentado eléctricamente

Alimentación auxiliar	ver Generalidades
Filtros	filtro de metal sinterizado SIKAR30 (3 µm al 98%) filtros más finos disponibles por encargo
Temperatura de empleo	aprox. 200 °C, contacto aislado galvánicamente para temperatura insuficiente
Limpieza en sentido inverso en dos etapas (elemento y superficie del filtro)	6000 ... 8000 hPa, aire comprimido limpio, libre de aceite, agua y polvo
Conexión de aire comprimido	Carcasa del filtro ¾" Tubo del filtro ½"
Conexión de gas de medición	
• Entrada de gas de medición	rosca macho M24 x 1,5
• Salida de gas de medición	racor de tubería DN 8
Peso	aprox. 20 kg

##### Grupo de válvulas de aire comprimido

Alimentación auxiliar	ver Generalidades
Conexión de aire comprimido	6000 ... 8000 hPa, aire comprimido limpio, libre de aceite, agua y polvo
Temperatura ambiente	máx. 70 °C
Presión máx. de empleo	16000 hPa
Presostato	800 ... 200 hPa absolutos ajustables para la detección de presión baja
Dimensiones (An x Al x P) en mm	630 x 380 x 210
Peso	aprox. 40 kg

##### Dispositivo de retirada con accionamiento eléctrico y neumático

Alimentación auxiliar	ver Generalidades
Accionamiento	de cadena doble, montado con protección en soporte motorreductor de tornillo sin fin motor de aire comprimido para retirada de emergencia por caída de tensión posibilidad de ajuste de la profundidad de penetración de la sonda con un final de carrera
Tiempo de desplazamiento	aprox. 90 s
Dimensiones	Tipo 1: 3780 mm para longitudes de sonda de 1000 a 1500 mm Tipo 2: 5.300 mm para longitudes de sonda de 2000 a 3500 mm
Peso	aprox. 420 kg

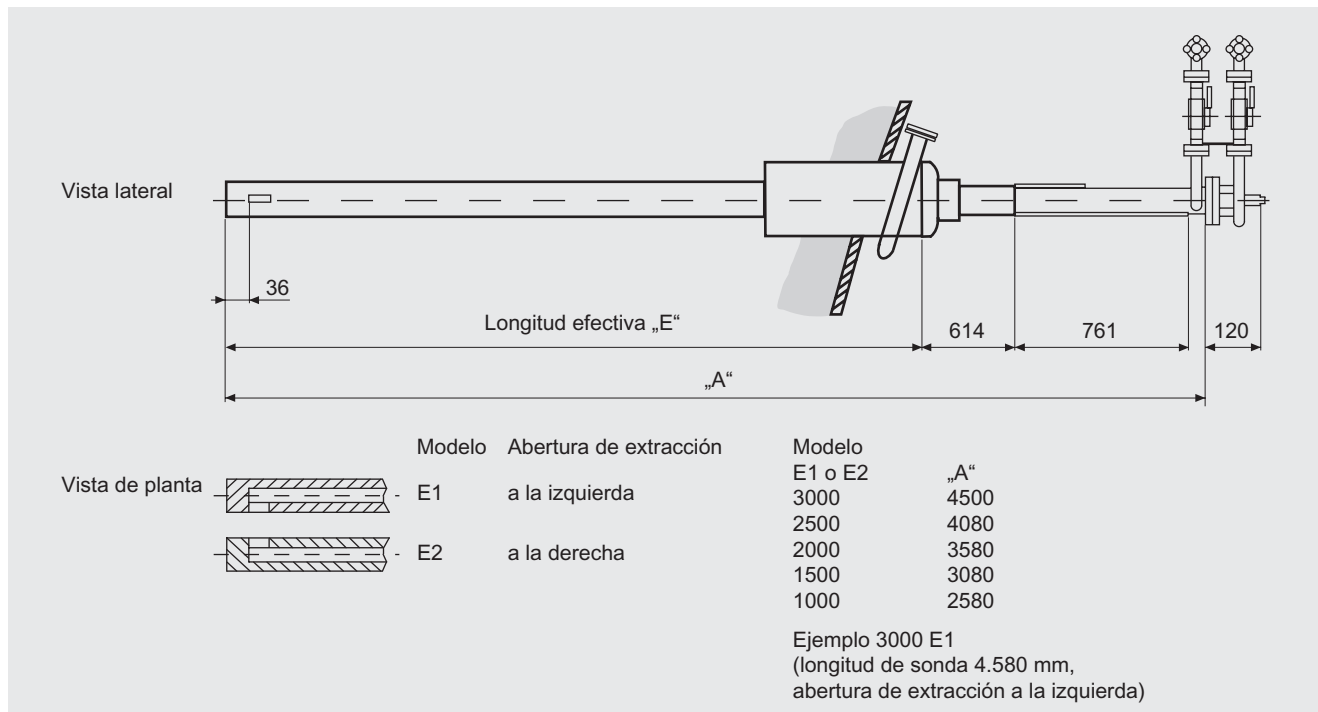
##### Unidad intercambiadora de calor

Alimentación auxiliar	ver Generalidades
Potencia calorífica	máx. 65 kW
Refrigerante	líquido termoportador sintético
Volumen	aprox. 25 l
Caudal	máx. 3200 l/h, ajustable
Temperatura de empleo	
• Temperatura de entrada del refrigerante	200 °C
• Temperatura de salida del refrigerante	170 °C
Dimensiones (An x Al x P) en mm	1200 x 1850 x 1600
Peso	aprox. 400 kg

##### Unidad de control y monitorización

Alimentación auxiliar	ver Generalidades
Tensión de mando	24 V CC
Señales	contactos aislados galvánicamente al sistema de control de procesos superior
Dimensiones (An x Al x P) en mm	760 x 760 x 210
Peso	aprox. 60 kg

#### Croquis acotados



Sonda de toma refrigerada por líquido, dimensiones en mm

# Sonda FLK

## Sistema de toma de gas FLK

### Documentación

#### Datos para selección y pedidos

##### Manual de producto

<b>Sistema de toma de gas FLK</b> Instrucciones de servicio (alemán)	consultar
<b>Sistema de toma de gas FLK</b> Instrucciones de servicio (inglés)	consultar
<b>Sistema de toma de gas FLK</b> Filtro de polvo calentado eléctricamente (alemán)	consultar
<b>Sistema de toma de gas FLK</b> Filtro de polvo calentado eléctricamente (inglés)	consultar
<b>Sistema de toma de gas FLK</b> Grupo de válvulas para la limpieza de la sonda (alemán)	consultar
<b>Sistema de toma de gas FLK</b> Grupo de válvulas para la limpieza de la sonda (inglés)	consultar
<b>Sistema de toma de gas FLK</b> Dispositivo de retirada (alemán)	consultar
<b>Sistema de toma de gas FLK</b> Dispositivo de retirada (inglés)	consultar
<b>Sistema de toma de gas FLK</b> Manual de puesta en marcha y servicio	consultar