Products

# Manual de instrucciones Liquiport 2010 CSP44

Tomamuestras automático para líquidos Calibración





# Sobre este manual

Este manual describe cómo hay que calibrar el brazo de distribución y el volumen de muestra. Además, explica también las distintas formas posibles de calibrar y ajustar sensores digitales dotados con protocolo Memosens.

### Este manual no incluye lo siguiente:

- Configuración / ajustes generales
  - --> Manual de instrucciones de funcionamiento BA00465C "Puesta en marcha"
- Indicación / operaciones de configuración
  - --> Manual de instrucciones de funcionamiento BA00465C "Puesta en marcha"
- Entradas

--> Manual de instrucciones de funcionamiento BA00492C "Operaciones y parámetros de configuración"

Salidas

--> Manual de instrucciones de funcionamiento BA00492C "Operaciones y parámetros de configuración"

Programas de muestreo

--> Manual de instrucciones de funcionamiento BA00492C "Operaciones y parámetros de configuración"

Funciones adicionales

--> Manual de instrucciones de funcionamiento BA00492C "Operaciones y parámetros de configuración"

Gestión de datos

--> Manual de instrucciones de funcionamiento BA00492C "Operaciones y parámetros de configuración"

- Experto
  - --> Manual de servicio técnico de uso interno
- Diagnósticos

--> Manual de instrucciones de funcionamiento BA00470C "Mantenimiento y diagnósticos"

# Instrucciones de seguridad

### **A** CUIDADO

**El sistema de limpieza no se desactiva durante las tareas de calibración y mantenimiento** Riesgo de lesiones debidas al producto o detergente

- En el caso de que un sistema de limpieza esté conectado, desactívelo antes de extraer un sensor del medio.
- Si no va a desactivar el sistema de limpieza porque desea verificar la función de limpieza, lleve ropa, gafas y guantes de protección o tome otras medidas oportunas.

# Indice de contenidos

| 1          | Calibración del brazo de<br>distribución 5            |
|------------|---|
| 2          | Calibración del volumen de                            |
|            | muestra 6   |
| 2.1        | Bomba peristáltica 6                                  |
| 3          | Calibración y ajuste                                  |
| 3.1        | Definiciones  |
| 3.2        | Terminología 8  |
| 3.3        | Indicaciones para la realización                      |
|            | de una calibración 11                                 |
| 4          | Sensores de pH 12                                     |
| 4.1        | Intervalos de calibración 12                          |
| 4.2        | Tipos de calibración 13                               |
| 4.3        | Calibración a dos puntos 14                           |
| 4.4<br>4.5 | Calibracion a un punto 15                             |
| 4.5<br>4.6 | Ajuste de temperatura 17<br>Monsaios do orror duranto |
| 4.0        | la calibración  |
| 5          | Sensores de redox18                                   |
| 5.1        | Tipos de calibración 18                               |
| 5.2        | Calibración a un punto 18                             |
| 5.3        | Calibración a dos puntos                              |
|            | (solo potencial redox %) 19                           |
| 5.4        | Ajuste de temperatura 19                              |
| 5.5        | Mensajes de error durante                             |
|            |   |
| 6          | Sensores de conductividad 21                          |
| 6.1        | Tipos de calibración 21                               |
| 6.2        | Constante de celda 21                                 |
| 6.3        | Calibración al aire (acoplamiento                     |
| 64         | Factor de instalación (solo sensores                  |
| J.7        | inductivos)   |
| 6.5        | Ajuste de temperatura                                 |
| 6.6        | Mensajes de error                                     |
|            | durante la calibración                                |

| 7          | Sensores de oxígeno27                  |
|------------|--|
| 7.1        | Generación de señales con sensores     |
|            | amperométricos27                       |
| 7.2        | Intervalos de calibración              |
| 7.3        | Tipos de calibración                   |
| 7.4<br>7 c | Calibración de la pendiente            |
| 7.5        | Calibración con muestra                |
| 7.0        | Puesta a cero de contadores 34         |
| 7.8        | Ajuste de temperatura                  |
| 7.9        | Mensajes de error durante              |
|            | la calibración                         |
| 8          | Sensores de cloro                      |
| 8.1        | Intervalos de calibración              |
| 8.2        | Polarización                           |
| 8.3        | Tipos de calibración                   |
| 8.4        | Medida de referencia                   |
| 8.5        | Calibración de la pendiente            |
| 8.6        | Calibración del punto cero             |
| 8./        | Puesta a cero de contadores            |
| 0.0<br>2 0 | Ajuste de temperatura                  |
| 0.7        | la calibración                         |
| 9          | Sensores de jón selectivo 42           |
| 91         | Tinos de calibración (12               |
| 9.2        | pH                                     |
| 9.3        | Amonio, nitratos, potasio, cloruros 44 |
| 9.4        | Redox                                  |
| 9.5        | Ajuste de temperatura                  |
| 9.6        | Mensajes de error durante              |
|            | la calibración                         |
| 10         | Sensores de turbidez                   |
|            | y sólidos                              |
| 10.1       | Tipos de calibración                   |
| 10.2       | Turbidez y contenido sólido 48         |
| 10.3       | Ajuste de temperatura                  |

 

 10.5 Ajuste de competituita
 52

 10.4 Mensajes de error durante la calibración
 53

| 11   | Sensores CAS (para coeficiente       |  |  |
|------|--------------------------------------|--|--|
|      | de absorción espectral) 54           |  |  |
| 11.1 | Tipos de calibración                 |  |  |
| 11.2 | CAS (o coeficiente de                |  |  |
|      | absorción espectral) $\ldots 54$     |  |  |
| 11.3 | Ajuste de temperatura 57             |  |  |
| 11.4 | Mensajes de error durante            |  |  |
|      | la calibración 58                    |  |  |
| 12   | Sensores de nitratos 59              |  |  |
| 12.1 | Tipos de calibración                 |  |  |
| 12.2 | Nitratos                             |  |  |
| 12.3 | Ajuste de temperatura 62             |  |  |
| 12.4 | Mensajes de error durante            |  |  |
|      | la calibración 63                    |  |  |
| 13   | Accesorios para calibración 64       |  |  |
| 13.1 | Solución amortiguadora del pH 64     |  |  |
| 13.2 | Solución amortiguadora para redox 64 |  |  |
| 13.3 | Conductividad                        |  |  |
| 13.4 | Oxígeno 65                           |  |  |
| 13.5 | Cloro 65                             |  |  |
| 13.6 | ISE (electrodos de ión selectivo)    |  |  |
|      | y nitratos                           |  |  |
| 13.7 | Nitratos 66                          |  |  |
| 13.8 | CAS (o coeficiente de                |  |  |
|      | absorción espectral)                 |  |  |
|      | Indice 69                            |  |  |

# 1 Calibración del brazo de distribución

El brazo de distribución solo puede calibrarse en la versión de varias botellas.

- El brazo de distribución debe calibrarse siempre que:
- se haya repuesto el motor del brazo de distribución
- aparezca el mensaje "F236 brazo de distribución" en el visualizador

1. Seleccione el número de botellas en el menú "Ajuste/Ajustes básicos".

2. Proceda de la forma siguiente para calibrar el brazo de distribución:

#### Ruta: Menú/Calibración activa

| Función                |  | Opciones | Información   |
|------------------------|--|----------|---|
| Brazo de distribución  |  |          |   |
| Acceda al punto de ref |  | Acción   | Se inicia la ejecución de referencia. El punto de<br>referencia está en el centro de la parte frontal.<br>Separe la parte superior de la inferior para<br>encontrar el punto de referencia. |
| i                      | Con > Ajustar puede ajustar el brazo de distribución en caso de que la unidad no se mueva correctamente hacia el punto de referencia. Utilice las dos teclas con flecha para corregir la posición. |          |   |

3. A continuación, realice una prueba con el brazo de distribución accediendo al menú "Diagnósticos/Test sistema/Reset/Brazo de distribución".

# 2 Calibración del volumen de muestra

### 2.1 Bomba peristáltica

Para calibrar el volumen de muestra se necesita un vaso graduado de por lo menos 200 ml de volumen.

En el caso del CSP44, extraiga el collarín de la manguera de la bomba e introduzca la manguera en el vaso graduado.

Proceda ahora de la forma siguiente para calibrar:

#### Ruta: Menú/Calibración activa

| Función  | Opciones  | Información   |  |  |
|--|---|---|--|--|
| ▶ Volumen de muestra   |   |   |  |  |
| Calibración a un punto   |   |   |  |  |
| Posición del distribuidor  | Opciones<br>- Delante<br>- Botella x<br>- Detrás                      | Seleccione la posición para el distribuidor.                |  |  |
| Volumen de muestra   | 20 a 2000 ml  | Ajuste el volumen de muestra.                               |  |  |
|  | <b>Ajuste de fábrica</b><br>100 ml                                    |   |  |  |
| ▶Iniciar muestreo  | Acción  | Se visualiza la marcha del muestreo.                        |  |  |
| Verifique si el volumen de muestra es el correcto. Utilice ► No para entrar el volumen efectivo de la muestra tomada, p. ej., 110 ml.<br>Utilice ► Si para repetir la toma de muestra. |   |   |  |  |
| Calibración a dos puntos   |   |   |  |  |
| Utilice la calibración a 2<br>El segundo punto de mu   | puntos cuando el nivel fluctúa co<br>estreo debe estar por lo menos 1 | nsiderablemente.<br>m por encima o por debajo del anterior. |  |  |
| Posición del distribuidor<br>- Delante<br>- Botella x<br>- Detrás<br>- Seleccione la posición para el distribuido<br>- Seleccione la posición para el distribuido<br>- Detrás          |   | Seleccione la posición para el distribuidor.                |  |  |
| Volumen de muestra   | 20 a 2000 ml  | Ajuste el volumen de muestra.                               |  |  |
|  | <b>Ajuste de fábrica</b><br>100 ml                                    |   |  |  |
| ⊳Iniciar 1er muestreo  | Acción  | Se visualiza la marcha del muestreo.                        |  |  |
| Yerifique si el volumen de muestra es el correcto. Utilice ► No para entrar el volumen efectivo de la muestra tomada, p. ej., 110 ml.<br>Utilice ► Sí para repetir la toma de muestra. |   |   |  |  |

#### Ruta: Menú/Calibración activa

| Función   |  | Opciones | Información                          |
|---|--|----------|--------------------------------------|
| ⊳Iniciar 2º muestreo  |  | Acción   | Se visualiza la marcha del muestreo. |
| Prifique si el volumen de muestra es el correcto. Utilice ► No para entrar el volumen efectivo de la muestra tomada, p. ej., 110 ml.<br>Utilice ► Si para repetir la toma de muestra. |  |          |                                      |

# 3 Calibración y ajuste

### 3.1 Definiciones

### Calibración (según DIN 1319):

Una calibración se define como un conjunto de operaciones con el que se establece la relación entre el valor medido o esperado de la variable de salida y el valor real o correcto de la variable medida (variable de entrada) por un sistema de medición en las condiciones especificadas. Con una calibración no se modifica el funcionamiento del equipo de medida.

### Ajuste

Con un ajuste se corrige el valor que indica un equipo de medida, es decir, el valor medido/visualizado (el valor efectivo) se corrige de tal forma que la lectura coincide con el valor correcto o establecido.

El valor determinado durante la calibración es el que se utiliza para calcular el valor medido correcto y que se guarda en el sensor.

### 3.2 Terminología

### 3.2.1 Punto cero y pendiente

El transmisor convierte, aplicando una función matemática, la señal de entrada del sensor y (valor medido bruto) en el valor medido x. En muchos casos, esta función es una simple función lineal de la forma y = a + b  $\cdot$  x.

El elemento lineal "a" es generalmente equivalente al punto cero y el factor "b" es la pendiente de la recta (función lineal).



Fig. 1: Función lineal

a Punto cero

b Pendiente

La ecuación de Nernst, que se utiliza para calcular el valor de pH, describe una relación lineal:

 $\begin{array}{l} U_i = U_0 - \frac{2.303 \mbox{ RT}}{F} \mbox{ pH} \\ pH = -lg(a_{H^+}), \mbox{ } a_{H^+} \hdots \mbox{ actividad de los iones de hidrógeno} \\ U_i \hdots \hdots \mbox{ valor medido bruto en mV} \\ U_0 \hdots \mbox{ punto cero (= tensión a pH 7)} \end{array}$ 

R ... constante universal de los gases (8,3143 J/molK)

T ... temperatura [K]

- F ... constante de Faraday (26,803 Ah)
- La pendiente de la ecuación de Nernst (-2.303RT/F) se conoce por el nombre de **factor de Nernst** y es igual a -59,16 mV/pH a 25°C.

### 3.2.2 Delta pendiente

El equipo determina la diferencia (delta) de pendiente entre la calibración actualmente en uso y la última calibración. Según el tipo de sensor, esta diferencia es un indicador que da información sobre el estado del sensor. Cuanto más pequeña es la pendiente, tanto menor es la sensibilidad en la medición, y por ello la precisión empeora sobre todo en la parte inferior del rango de medida.

Según las condiciones de funcionamiento, el usuario puede definir unos valores de alarma que representan los valores absolutos de pendiente y/o diferencias de pendiente que aún pueden aceptarse. Cuando se sobrepasen dichos valores de alarma, habrá que someter

indispensablemente el sensor a una revisión de mantenimiento. Habrá que reemplazar el sensor si no se corrige con la revisión el problema de falta de sensibilidad.



Fig. 2: Delta pendiente

Azul Última calibración Red Calibración efectiva actualmente

∆b Delta pendiente

### 3.2.3 Delta punto cero

El equipo determina la diferencia (delta) existente entre el punto cero o punto operativo (sensor ISFET sensor) de la última y el de la penúltima calibración. Un desplazamiento (offset) del punto cero o del punto operativo no afecta a la sensibilidad en la medición, pero falsifica el valor medido, por lo que conviene corregirlo.

Como con la pendiente, se pueden definir también unos valores de alarma para controlar el offset. A la que se sobrepasa dicho valor de alarma, habrá que someter el sensor a una revisión de mantenimiento. Por ejemplo, puede que tenga que eliminar un bloqueo en la referencia del sensor de pH.



Fig. 3: Delta punto cero o punto operativo (sensor ISFET)

- al Punto cero(punto operativo) de la penúltima calibración
- a1 Punto cero(punto operativo) de la última calibración
- ∆a Delta punto cero (punto operativo)

### 3.3 Indicaciones para la realización de una calibración

Las siguientes reglas son válidas para todos los parámetros:

- Calibre de modo que se reproduzcan las condiciones en el proceso.
  - Si el producto del proceso está siempre en movimiento, utilice la solución de calibración sometiéndola a movimientos equivalentes (p. ej., utilice para ello un agitador magnético si realiza la calibración en el laboratorio).
  - Si el producto está prácticamente sin movimiento durante el proceso, calibre también con una solución en estado estacionario.
- Compruebe que se utilizan muestras homogéneas para las medidas de referencia, calibración con muestra, etc.
- Evite que se produzcan variaciones en las muestras de producto a causa de actividad biológica.
   Ejemplo: para calibrar nitratos, utilice agua de la salida en lugar de una muestra de la balsa de aireación.
- Utilice para la calibración la misma parametrización en el menú que la que se utiliza para el proceso.

Ejemplo: si se compensa automáticamente el efecto de temperatura durante las mediciones de pH, active también la compensación automática de temperatura en la calibración.

Conviene utilizar el software de base de datos "Memobase"(--> "Accesorios") al realizar la calibración en laboratorio. Ello mejora el rendimiento de los puntos de medida, guardándose todos los registros de datos de sensores y de calibración en una base de datos segura.

# 4 Sensores de pH

### 4.1 Intervalos de calibración

#### 4.1.1 Especificación de los intervalos

La vida útil de un electrodo de vidrio para pH tiene una duración limitada. Ello se debe en parte al deterioro y al envejecimiento de la membrana vítrea sensible al pH. El envejecimiento modifica la capa gelatinosa de forma que se hace más espesa a medida que pasa el tiempo.

Los síntomas del envejecimiento incluyen:

- resistencia más elevada de la membrana
- respuesta lenta
- disminución de la pendiente

Un cambio en el sistema de referencia (p. ej., debido a contaminación, es decir, reacciones redox indeseadas en el electrodo de referencia) o la disolución de solución de electrolito en la semicelda de referencia pueden hacer variar el potencial de referencia, lo que origina a su vez un desplazamiento del punto cero del electrodo de medición.

Para asegurar la alta precisión, hay que reajustar por tanto los sensores de pH a intervalos regulares. La duración del intervalo de calibración depende en gran medida de la aplicación del sensor así como de los niveles de precisión y reproducibilidad requeridos. La variación es por tanto grande, pudiendo estar el intervalo de calibración comprendido entre calibración diaria y una calibración cada pocos meses.

#### Determinación del intervalo de calibración adecuado para el proceso

- 1. Compruebe el sensor con una solución amortiguadora de p. ej. pH 7.
  - Proceda tal como en el Paso 2 si el valor obtenido difiere del punto de consigna. No hace falta hacer ninguna calibración ni ajuste si el valor obtenido se encuentra dentro del margen de tolerancia definido para la desviación (véase el documento de información técnica del sensor).
- 2. Calibre y ajuste el sensor.
- 3. Al cabo de 24 horas, vuelva a hacer una comprobación con una solución amortiguadora.
  - a. Si la desviación está dentro del margen de tolerancia especificado, aumente el intervalo de comprobación, por ejemplo, doblándolo.
  - b. Si la desviación observada es ahora mayor, deberá acortar el intervalo.
- 3. Continúe según los pasos 2 y 3 hasta que haya identificado el intervalo apropiado.

#### Monitorización de la calibración

- Defina los valores de alarma para la monitorización de las diferencias de pendiente y punto cero (Menú/Ajuste/Entradas/pH/Extensión ajustes/Ajustes diagnóstico/Delta pendiente o Delta punto cero).
  - 🕒 Estos valores de alarma dependen del proceso y deben determinarse empíricamente.

Durante la calibración, se visualizará un mensaje de diagnóstico cuando se sobrepasen los límites de advertencia definidos. Tendrá que revisar entonces el sensor sometiendo el sensor o electrodo de referencia a una limpieza o sometiendo la membrana vítrea a una regeneración.

Tendrá que reemplazar el sensor si el mensaje de advertencia no desaparece tras las medidas de mantenimiento realizadas.

#### 4.1.2 Monitorización de los intervalos de calibración

Una vez haya establecido los intervalos de calibración para su proceso, tiene también la opción de someterlos a un control por parte del propio equipo.

#### Están disponibles dos funciones para controlar/monitorizar los intervalos de calibración:

- 1. Temporizador de calibración (Menú/Ajuste/Entradas/<Tipo sensor>/Extensión ajustes/Ajustes calib./Temporizador calibración)
  - Usted fija el intervalo de calibración y el controlador genera un mensaje de diagnóstico a la que ha transcurrido el tiempo fijado. Tendrá que recalibrar entonces el sensor o sustituirlo por otro ya calibrado.

El temporizador se pone a cero cuando se realiza la nueva calibración.

- 2. Vigencia de la calibración (Menú/Ajuste/Entradas/<Tipo sensor>/Extensión ajustes/Ajustes calib./Fecha expiración calib.)
  - Usted entra límites temporales con los que especifica el tiempo durante el cual ha de considerarse válida una calibración. Los sensores Memosens guardan además todos los datos de calibración. Puede por tanto comprobar fácilmente si la última calibración que se realizó está dentro del plazo de tiempo especificado y es por consiguiente aún válida. Esto resulta especialmente útil cuando se trabaja con sensores precalibrados.

### 4.2 Tipos de calibración

Las calibraciones que pueden realizarse son de los siguientes tipos:

- Calibración a dos puntos
  - Con soluciones amortiguadoras especificas para calibración
  - Se entran los datos de pendiente, punto cero y temperatura
- Calibración a un punto
  - Se entra el offset o un valor de referencia
  - Calibración con muestra con valor comparativo de laboratorio
- Ajuste de temperatura entrando un valor de referencia

### 4.3 Calibración a dos puntos

#### 4.3.1 Aplicaciones y requisitos

La calibración **a dos puntos** es el procedimiento preferido para los sensores de pH, sobre todo si se utilizan en los siguientes campos de aplicación:

- aquas residuales municipales e industriales
- aguas naturales y de consumo
- agua de alimentación de calderas y de condensación
- bebidas

En la mayoría de las aplicaciones, se recomienda realizar la calibración con soluciones amortiguadoras de pH 7,0 y pH 4,0.

Las soluciones amortiguadoras alcalinas tienen la desventaja de que el dióxido de carbono del aire puede alterar a largo plazo el pH de las mismas. Si se calibra con soluciones alcalinas, conviene hacerlo entonces en sistemas cerrados, como portaelectrodos de inmersión o portaelectrodos extraíbles dotados con cámara de enjuague, a fin de minimizar el efecto del aire.

#### 4.3.2 Con soluciones amortiguadoras específicas para calibración

Para la calibración a dos puntos se utilizan soluciones amortiguadoras específicas para calibración. Las soluciones amortiguadoras suministradas por Endress+Hauser para este fin son soluciones de calidad certificada y probada en un laboratorio acreditado. La acreditación (número de registro DAR "DKD-K-52701") garantiza que los valores efectivos y desviaciones máximas son correctos y traceables.

Para calibrar el sensor, debe extraerlo del producto del proceso y calibrarlo seguidamente en el laboratorio. Dado que los sensores Memosens guardan los datos en su memoria, puede trabajar siempre con sensores "precalibrados" y, por tanto, no tiene que dejar de monitorizar el proceso mientras realiza una calibración.

- 1. Acceda al menú "CAL/Calibración 2 ptos."
- 2. Siga las instrucciones indicadas en la pantalla del visualizador.
- 3. Pulse "OK" tras sumergir el sensor en la primera solución amortiguadora.
  - El sistema empezará a determinar el valor medido para la primera solución amortiguadora. Cuando se cumpla el criterio de estabilidad, aparecerá indicado el valor medido expresado en mV.
- 4. Continúe según las instrucciones visualizadas.
- 5. Pulse "OK" tras sumergir el sensor en la segunda solución amortiguadora.
  - └→ El sistema empezará a determinar el valor medido para la solución amortiguadora. A la que se cumpla el criterio de estabilidad, se visualizarán los valores medidos para las dos soluciones amortiguadoras y los valores de pendiente y punto cero calculados.
- 6. Seleccione "OK" cuando se le pida que acepte los datos de calibración para realizar el ajuste.

- 7. Vuelva a instalar el sensor en producto y pulse de nuevo "OK".
  - └ Se desactivará entonces el modo de espera y el sistema volverá a medir de nuevo.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

**I** Utilice una sola vez cada solución amortiguadora.

#### 4.3.3 Entrada de los datos de punto cero, pendiente y temperatura

- Los datos de pendiente, punto cero y temperatura se entran manualmente. Estos valores se utilizan en la función que determina el valor de pH. Por consiguiente, se obtiene con la entrada de estos datos el mismo resultado que proporcionaría una calibración a dos puntos.
- Debe determinar la pendiente, el punto cero y la temperatura por medio de una vía alternativa.
- 1. Acceda al menú "CAL/Entrada datos".
  - Aparecerán la pendiente, el punto cero y la temperatura indicados en el visualizador.
- 2. Seleccione sucesivamente cada uno de estos valores y entre el valor numérico deseado para ellos.
  - └→ Dado que usted entra ahora directamente los valores de todas las variables de la ecuación de Nernst, el controlador no visualizará ninguna información adicional.
- 3. Seleccione "OK" cuando se le pida que acepte los datos de calibración para realizar el ajuste.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato nuevo para ajustar el sensor.

### 4.4 Calibración a un punto

#### 4.4.1 Aplicaciones y requisitos

La **calibración a un punto** es especialmente apropiada si lo que interesa es determinar la posible desviación del valor de pH con respecto a un valor de referencia y no el valor absoluto del pH. Las aplicaciones de la calibración a un punto incluyen:

- el control de procesos
- el aseguramiento de la calidad

Las fluctuaciones en el valor de pH del proceso no deben ser superiores a  $\pm 0,5$  y la temperatura del proceso debe mantenerse relativamente constante. Al ser por tanto el rango de medida limitado, puede establecerse el valor de la pendiente en -59 mV/pH (a 25 °C).

Para ajustar el sensor, debe entrar un valor de offset o de referencia.

Una alternativa consiste en utilizar la "calibración con muestra". Debe tomar entonces una muestra del proceso y determinar el valor de pH en el laboratorio. Al determinar el valor de pH de la muestra en el laboratorio, debe asegurarse de hacerlo a la temperatura del proceso.

#### 4.4.2 Calibración con muestra

- Con este tipo de calibración, puede tomar una muestra del producto y determinar su pH (a la temperatura del proceso) en el laboratorio. Este valor de laboratorio se utiliza luego para ajustar el sensor. No se modifica con ello la pendiente de la función de calibración.
- 1. Acceda al menú "CAL/.../Calibración con muestra".
- 2. Siga las instrucciones indicadas en la pantalla del visualizador.
- 3. Pulse "OK" tras haber tomado una muestra.
  - ← Aparecerá el siguiente mensaje en el visualizador:
  - Calibración con muestra.
- 4. Pulse el botón de navegación **tras** obtener el valor de laboratorio.
  - Aparecerá una línea en la que podrá entrar el valor de laboratorio obtenido.
- 5. Entre el valor medido en laboratorio y vaya seguidamente a  $\triangleright$  Continuar.
  - → Aparecerán indicados el valor medido, el valor de laboratorio y el offset (punto cero para el electrodo de ión selectivo) resultante.
- 6. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

#### 4.4.3 Entrada del offset o valor de referencia

- Usted entra un offset (desplazamiento) o un valor de referencia determinado anteriormente para el valor medido. Se desplaza con ello toda la función de calibración a lo largo del eje x (pH). No se modifica la pendiente.
- 1. Acceda al menú "CAL/Calibración 1 pto."
- 2. Decida qué valor va a entrar:
  - a. Offset
    - └ Entre el offset deseado. Una vez aceptado, el valor entrado afectará inmediatamente el "Valor med.".
  - b. Valor med.
    - └→ Entre el valor medido que desee. Una vez aceptado, el valor entrado afectará inmediatamente al "Offset".
- 3. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

### 4.5 Ajuste de temperatura

- 1. Determine la temperatura del producto de su proceso mediante otro medidor distinto, por ejemplo, un termómetro de precisión.
- 2. Acceda al menú "CAL/<Tipo sensor>/Ajuste de temperatura".
- 3. **Deje el sensor en el producto del proceso** y haga clic en "OK" hasta que se inicie la medición de la temperatura con el sensor.
- 4. Entre la temperatura de referencia obtenida mediante el otro medidor. Puede entrar el valor absoluto o un offset para este fin.
- 5. Una vez entrado el dato, haga clic en "OK" hasta que el equipo acepte el nuevo dato entrado.
  - 🛏 Se finaliza con ello el ajuste de temperatura del sensor.

### 4.6 Mensajes de error durante la calibración

| Mensaje visualizado  | Causas y posibles medidas correctivas   |
|--|---|
| La calibración no es válida. ¿Quiere iniciar una nueva<br>calibración?<br>Pendiente fuera de margen de tolerancia.<br>Punto cero fuera de margen de tolerancia.<br>Concentración de la muestra demasiado baja. | La solución amortiguadora utilizada para la calibración está<br>contaminada o el valor de pH no está dentro de los límites<br>admisibles. Se ha sobrepasado por tanto la desviación tolerada<br>para el valor medido.<br>• Vea la fecha de caducidad<br>• Utilice una solución amortiguadora reciente   |
|  | <ul> <li>Se ha utilizado una solución amortiguadora incorrecta. Por esta razón, no ha podido funcionar correctamente la función de reconocimiento de solución amortiguadora, por ejemplo.</li> <li>Los valores pH de las soluciones amortiguadoras son demasiado próximos, p. ej., pH 9 y pH 9,2</li> <li>Utilice soluciones amortiguadoras que difieran más en el valor de pH</li> </ul>                                 |
|  | Sensor envejecido o contaminado. Se han excedido por ello los<br>valores admisibles de pendiente y/o punto cero<br>• Limpie el sensor<br>• Ajuste los valores de alarma<br>• Regenere o sustituya el sensor   |
| No se ha cumplido el criterio de estabilidad. ¿Quiere<br>repetir el último paso?   | El valor medido o la temperatura no son estables. No puede<br>satisfacerse por tanto el criterio de estabilidad.<br>• Mantenga la temperatura constante durante la calibración<br>• Sustituya la solución amortiguadora<br>• Sensor envejecido o contaminado. Límpielo o regenérelo.<br>• Ajuste el criterio de estabilidad<br>(Menú/Ajuste/Entradas/ <slot electrodo="">/Ajustes<br/>calib./Criterio estabilidad)</slot> |
| Calibración cancelada. Limpie por favor el sensor antes<br>de sumergirlo en el producto del proceso.<br>(Se desactivará el modo de espera)   | El usuario ha cancelado la calibración.   |

# 5 Sensores redox

# 5.1 Tipos de calibración

Las calibraciones que pueden realizarse son de los siguientes tipos:

- Calibración a dos puntos con muestras del producto (solo si Valor principal = "%")
- Calibración a un punto con solución amortiguadora
- Entrada de datos para un offset
- Ajuste de temperatura mediante valor de referencia

# 5.2 Calibración a un punto

### 5.2.1 Información general

Las soluciones amortiguadoras contienen pares redox con una densidad elevada de corriente de intercambio. Estas soluciones amortiguadoras presentan las ventajas de altos niveles de precisión, mejor reproducibilidad y tiempos de respuesta más rápidos en la medición. La compensación de temperatura no se realiza cuando se mide el potencial redox porque se desconoce el comportamiento térmico del producto. No obstante, se indica la temperatura junto con el resultado de la medición, por lo que resulta conveniente ajustar el sensor de temperatura a intervalos en función del proceso.

### 5.2.2 Calibración a un punto con soluciones amortiguadoras

- Para este tipo de calibración, se utilizan soluciones amortiguadoras de calibración, como por ejemplo las soluciones amortiguadoras para redox de Endress+Hauser. Debe extraer el sensor del producto y calibrarlo en el laboratorio. Dado que los sensores Memosens guardan los datos en su memoria, puede trabajar siempre con sensores "precalibrados" y, por tanto, no tiene que dejar de monitorizar el proceso mientras realiza una calibración.
- 1. Acceda al menú "CAL/Calibración 1 pto."
- 2. Siga las instrucciones indicadas en la pantalla del visualizador.
- 3. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

#### 5.2.3 Entrada de datos para un offset

- Con este tipo de calibración, usted entra el offset directamente. Para determinar dicho offset, utilice por ejemplo el valor medido mediante una medición de referencia.
- 1. Acceda al menú "CAL/Entrada datos".
  - └ Se visualizará el offset vigente.
- 2. Decida si quiere mantener valor existente o entrar uno nuevo.
- 3. Entre el offset deseado.
- 4. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

### 5.3 Calibración a dos puntos (solo potencial redox %)

Tiene que adaptar el sensor al proceso para poder obtener valores % útiles de potencial redox. Esto se consigue mediante una calibración a dos puntos. Los dos puntos de la calibración deben ser característicos de los estados más importantes que puede asumir el producto en el proceso.

Necesita dos composiciones distintas del producto que representen los límites característicos del proceso (p. ej., los valores de 20% y 80%).

Los valores absolutos expresados en mV no son relevantes para las mediciones porcentuales de potencial redox.

- 1. Acceda al menú "CAL/Redox/Calibración 2 ptos."
- 2. Siga las instrucciones indicadas en la pantalla del visualizador.
- 3. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

### 5.4 Ajuste de temperatura

- 1. Determine la temperatura del producto de su proceso mediante otro medidor distinto, por ejemplo, un termómetro de precisión.
- 2. Acceda al menú "CAL/<Tipo sensor>/Ajuste de temperatura".
- 3. **Deje el sensor en el producto del proceso** y haga clic en "OK" hasta que se inicie la medición de la temperatura mediante el sensor.
- 4. Entre la temperatura de referencia obtenida mediante el otro medidor. Puede entrar el valor absoluto o un offset para este fin.
- 5. Una vez entrado el dato, haga clic en "OK" hasta que el equipo acepte el nuevo dato entrado.
  - └ Se finaliza con ello el ajuste de temperatura del sensor.

# 5.5 Mensajes de error durante la calibración

| Mensaje visualizado  | Causas y posibles medidas correctivas  |  |
|--|--|--|
| La calibración no es válida. ¿Quiere iniciar una nueva<br>calibración?   | La solución amortiguadora utilizada para la calibración está<br>contaminada o el potencial redox ya no se encuentra dentro de<br>los límites admisibles. Se ha sobrepasado por tanto la<br>desviación tolerada para el valor medido.<br>• Vea la fecha de caducidad<br>• Utilice una solución amortiguadora reciente       |  |
| No se ha cumplido el criterio de estabilidad. ¿Quiere<br>repetir el último paso?   | El valor que se está midiendo no es estable. No se satisface por<br>tanto el criterio de estabilidad.<br>• Sustituya la solución amortiguadora<br>• Sensor envejecido o contaminado. Límpielo o regenérelo.<br>• Ajuste el criterio de estabilidad<br>(Menú/Ajuste/Entradas/pH/Ajustes calib./Criterios de<br>estabilidad) |  |
| Calibración cancelada. Limpie por favor el sensor antes<br>de sumergirlo en el producto del proceso. (Se<br>desactivará el modo de espera) | El usuario ha cancelado la calibración.  |  |

# 6 Sensores de conductividad

### 6.1 Tipos de calibración

Las calibraciones que pueden realizarse son de los siguientes tipos:

- Constante de celda con solución de calibración
- Factor de instalación (solo sensores inductivos)
- Calibración al aire (acoplamiento residual, solo sensores inductivos)
- Ajuste de temperatura mediante valor de referencia

### 6.2 Constante de celda

### 6.2.1 Información general

Un sistema de medición de la conductividad se calibra generalmente determinando o verificando el valor exacto de la constante de celda utilizando soluciones de calibración apropiadas. Este procedimiento se describe, por ejemplo, en las normas EN 7888 y ASTM D 1125, en las que se describe también un procedimiento para preparar una serie de disoluciones de calibración. Una alternativa consiste utilizar estándares de calibración de validez internacional adquiridos de institutos nacionales de medición. Esto es especialmente útil para la industria farmacéutica, que requiere la realización de calibraciones traceables según normas reconocidas a nivel internacional. Para calibrar sus unidades de pruebas, Endress+Hauser utiliza materiales de referencia especiales (SRM) del instituto norteamericano NIST - National Institute of Standards and Technology.

### 6.2.2 Calibración de la constante de celda

- Para este tipo de calibración, debe entrar un valor de referencia para la conductividad. Además, debe especificar cómo ha de compensar el sistema la influencia de la temperatura. Como resultado, el controlador calcula una nueva constante de celda para el sensor.
- 1. Acceda al menú "CAL/Constante de celda"
- 2. Realice los pasos requeridos con las funciones del menú que se presentan seguidamente.
- 3. Inicie la calibración.

| Función             | Opciones  | Información   |
|---------------------|---|---|
| Const. celda actual | Solo lectura  | Valor guardado actualmente en el sensor   |
| Compensación temp.  | Opciones <ul> <li>No</li> <li>Si</li> </ul> Ajuste de fábrica | Como alternativa a la conductividad compensada (Sí)<br>puede determinar la constante de celda calibrando la<br>conductividad sin compensación (No). |
|                     | Sí  |   |

#### Ruta: CAL/Conductividad/Constante de celda

| Ruta: CAL/Conductividad/Co | onstante de celda |
|----------------------------|-------------------|
|----------------------------|-------------------|

| Función                             | Opciones  | Información  |
|-------------------------------------|---|--|
| Coef. α                             | 0,00 a 20,00 %/K<br><b>Ajuste de fábrica</b><br>Depende del sensor                  | Compensación temp. = "St"<br>El coeficiente α y la temperatura de referencia α vienen<br>indicados en la documentación suministrada con las  |
| Temp. ref. α                        | -5,0 a 100,0 °C<br>(23,0 a 212,0 °F)<br><b>Ajuste de fábrica</b><br>25,0°C (77,0°F) | soluciones de calibración de Endress+Hauser<br>Entre los valores que correspondan.   |
| Fuente temp.                        | Opciones<br>Sensores<br>Manual<br>Ajuste de fábrica<br>Sensores                     | <ul> <li>Decida cómo quiere que se compense la temperatura del producto:</li> <li>Automáticamente utilizando el sensor de temperatura incorporado en el medidor</li> <li>Entrando manualmente la temperatura del producto</li> </ul> |
| Temperatura medio (del<br>producto) | -50,0 a 250,0 °C<br>(-58,0 a 482,0 °F)<br><b>Ajuste de fábrica</b><br>25,0°C (77°F) | Fuente temp. = "manual"<br>Entre la temperatura del producto.  |
| Ref. conductividad                  | 0,000 a 2000000 μS/cm<br>Ajuste de fábrica<br>0,000 μS/cm                           | Compensación temp. = "Sí"<br>Entre aquí la conductividad compensada de la solución<br>de calibración utilizada.<br>Compensación temp. ="No"<br>Entre aquí la conductividad sin compensar de la<br>solución de calibración utilizada. |
| ▷ Iniciar calibración               | Inicie la calibración. Siga las instrucciones indicadas en el visualizador.         |  |

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato nuevo para ajustar el sensor.

# 6.3 Calibración al aire (acoplamiento residual, solo sensores inductivos)

A diferencia de los sensores conductivos, cuya recta de calibración pasa siempre por cero por simples razones físicas (una corriente nula corresponde a una conductividad nula), en el caso de los sensores inductivos hay que tener en cuenta y compensar el acoplamiento residual entre la bobina primaria (bobina del transmisor) y la bobina secundaria (bobina del receptor). De hecho, el acoplamiento residual no se debe solamente al acoplamiento directo entre bobinas magnéticas, si no también a interacciones en los cables de alimentación. Por esta razón, el proceso de puesta en marcha de un sensor inductivo empieza siempre con una "Calibración al aire". El sensor se conecta para ello con el transmisor por medio de los cables suministrados, se mantiene en estado seco en aire (conductividad cero), y se realiza entonces con el transmisor la Calibración al aire.

La constante de celda se determina utilizando una solución de calibración de alta precisión, como con los sensores conductivos.

Los sensores dotados con protocolo Memosens ya se calibran en fábrica y no requieren generalmente un ajuste en campo de su acoplamiento residual.

### 6.4 Factor de instalación (solo sensores inductivos)

Cuando el sensor se monta en un espacio confinado, las paredes del confinamiento afectan a la medición de la conductividad en el líquido.

El factor de instalación compensa este efecto. El transmisor corrige la constante de celda multiplicándola por este factor.

La magnitud del factor de instalación depende del diámetro, de la conductividad de la tubuladura y de la distancia entre sensor y pared.

Si la distancia entre pared y sensor es suficientemente grande (a > 15 mm (0,59"), a partir DN 80), no hace falta tener en cuenta ningún factor de instalación (f = 1,00).

Si la distancia a la pared es menor, el factor de instalación a considerar será mayor (f >1) cuando la tubería no es conductora eléctricamente y menor (f < 1) cuando la tubería es conductora. Este factor puede determinarse por medición utilizando soluciones de calibración o de forma más aproximada utilizando el siguiente diagrama.



Fig. 4: Relación entre el factor de instalación f y la distancia a la pared

1 Tubería con pared conductora eléctricamente

2 Tubería con pared aislante eléctricamente

### 6.4.1 Calibración del factor de instalación

- 1. Acceda al menú "CAL/Cond i/Factor inst./Calibración".
- 2. Realice los pasos requeridos con las funciones del menú que se presentan a continuación.

#### Ruta: CAL/Cond i/Factor inst./Calibración

| Función                             | Opciones   | Información   |  |
|-------------------------------------|--|---|--|
| Factor inst. actual                 | Solo lectura   | Valor guardado actualmente en el sensor   |  |
| Compensación temp.                  | Opciones<br>No<br>Sí<br>Ajuste de fábrica<br>Sí  | Como alternativa a la conductividad compensada (Sí)<br>puede determinar la constante de celda calibrando la<br>conductividad sin compensación (No). |  |
| Coef. α                             | 0,00 a 20,00 %/K   | Compensación temp. = "Sí"   |  |
|                                     | <b>Ajuste de fábrica</b><br>Depende del sensor   | El coeficiente $\alpha$ y la temperatura de referencia $\alpha$ vienen indicados en la documentación suministrada con las                           |  |
| Temp. ref. α                        | -5,0 a 100,0 °C<br>(23,0 a 212,0 °F)   | Entre los valores que correspondan.   |  |
|                                     | <b>Ajuste de fábrica</b><br>25,0°C (77,0°F)  |   |  |
| Fuente temp.                        | Opciones Decida cómo quiere que se cor<br>sensores producto:<br>Manual Automáticamente utilizano | Decida cómo quiere que se compense la temperatura del<br>producto:<br>• Automáticamente utilizando el sensor de                                     |  |
| Ajuste de fábrica<br>Sensores       | <b>Ajuste de fábrica</b><br>Sensores   | <ul> <li>Entrando manualmente la temperatura del producto</li> </ul>  |  |
| Temperatura medio (del<br>producto) | -50,0 a 250,0 °C<br>(-58,0 a 482,0 °F)   | Fuente temp. = "manual"<br>Entre la temperatura del producto  |  |
|                                     | Ajuste de fábrica<br>25,0°C (77°F)   |   |  |
| Ref. conductividad                  | 0,000 a 2000000 µS/cm<br><b>Ajuste de fábrica</b><br>0,000 µS/cm                                 | <b>Compensación temp. = "Sí"</b><br>Entre aquí la <b>conductividad</b> compensada de la solución<br>de calibración utilizada.                       |  |
|                                     |  | <b>Compensación temp. ="No"</b><br>Entre aquí la conductividad <b>sin compensar</b> de la<br>solución de calibración utilizada.                     |  |
| ▷ Iniciar calibración               | Inicie la calibración. Siga las instrucciones indicadas en el visualizador.                      |   |  |

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato nuevo para ajustar el sensor.

#### 6.4.2 Entrada del factor de instalación

- 1. Acceda al menú "CAL/Cond i/Factor inst./Entrada".
  - └ Se visualiza el factor de instalación que se está utilizando actualmente.
- 2. Nuevo factor inst.: entre el factor de instalación que ha obtenido de  $\rightarrow$  🖾 4, por ejemplo.
- 3. Inicie la calibración.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato nuevo para ajustar el sensor.

### 6.5 Ajuste de temperatura

- El sensor de temperatura tiene que calibrarse a intervalos regulares para evitar cualquier error del valor medido a consecuencia de una medición incorrecta de la temperatura.
- 1. Acceda al menú "CAL/Conductividad/Ajuste de temperatura".
  - └ Se visualizan el offset (de la última calibración) y el valor de temperatura efectivo.
- 2. Modo
  - 🛏 Decida qué modo prefiere utilizar para el ajuste de temperatura
  - a. Calibración a un punto
    - ← En este caso, usted mide la temperatura del producto con un medidor de referencia y utiliza el valor obtenido para ajustar el sensor de temperatura.
  - b. Calibración a dos puntos
    - 🕒 Usted utiliza dos muestras a distintas temperaturas.
  - c. Tabla
    - Ajuste basado en entradas de datos. Usted entra pares de valores formados por temperatura medida con el sensor de temperatura y temperatura de referencia correspondiente. La función de temperatura se determina a partir de estos pares valores entrados. Pulse "SAVE" (GUARDAR) una vez haya entrado todos los puntos y seleccione seguidamente "OK" para confirmar que quiere que se acepten estos datos para la calibración.
- 4. Siga las instrucciones indicadas en la pantalla del visualizador.
- 5. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato nuevo para ajustar el sensor.

# 6.6 Mensajes de error durante la calibración

| Mensaje visualizado  | Causas y posibles medidas correctivas  |
|--|--|
| La calibración no es válida. ¿Quiere iniciar una nueva<br>calibración?   | <ul> <li>Solución de calibración caducada. Se ha sobrepasado por ello<br/>la desviación tolerada para el valor medido.</li> <li>Vea la fecha de caducidad</li> <li>Utilice una solución de calibración nueva que no esté<br/>caducada</li> </ul> |
| No se puede realizar ahora ninguna calibración por fallo del sensor.   | Problema de comunicación del sensor<br>• Sustituya el sensor<br>• Póngase en contacto con el dept. de servicio técnico   |
| Calibración cancelada. Limpie por favor el sensor antes<br>de sumergirlo en el producto del proceso. (Se<br>desactivará el modo de espera) | El usuario ha cancelado la calibración.  |

# 7 Sensores de oxígeno

### 7.1 Generación de señales con sensores amperométricos

El sensor amperométrico de oxígeno se basa en la reducción de oxígeno en el cátodo de metal noble de un sistema lleno de electrolito.

El oxígeno procedente del medio (p. ej., aire) se difunde, tras atravesar una membrana, en una película de electrolito y se reduce en el cátodo.

Esto significa que no hay prácticamente oxígeno molecular junto al cátodo. El consumo de oxígeno es aquí muy elevado y la presión parcial del oxígeno es casi nula.

La presión parcial de oxígeno del medio se encuentra frente a la membrana. Esta presión es de aprox. 209 hPa en aire saturado de vapor de agua en condiciones de referencia (1013 hPa, 20°C). Esta presión parcial actúa una fuerza motriz que provoca el transporte de moléculas de oxígeno a través de la membrana. La membrana actúa como una barrera de difusión, es decir, las moléculas de oxígeno permean la membrana en función de la diferencia de presión parcial existente.

En resumen, un sensor amperométrico de oxígeno tiene dos características importantes:

- Una tasa consumo de oxígeno muy elevada junto al cátodo. La permeación de oxígeno a través de la membrana depende de la presión parcial externa de oxígeno (la presión interna es prácticamente nula) - esta presión parcial externa de oxígeno es la fuerza motriz.
- 2. Debido a las propiedades inhibidoras de la membrana que frenan la difusión, el caudal de oxígeno a través de la membrana y, por consiguiente, la correspondiente señal de corriente eléctrica generada son directamente proporcionales a la presión parcial de oxígeno que hay frente a la membrana, es decir, el sensor proporciona una señal de corriente que depende linealmente de la presión parcial de oxígeno.

El sensor amperométrico de oxígeno es por consiguiente un sensor de presión parcial de oxígeno.

### 7.2 Intervalos de calibración

### 7.2.1 Especificación de los intervalos

Los intervalos de calibración dependen principalmente de:

- la aplicación
- el lugar de instalación del sensor

Si desea calibrar el sensor a intervalos apropiados para una aplicación especial y/o tener adecuadamente en cuenta la influencia de un tipo de instalación especial, puede determinar los intervalos de calibración mediante el siguiente procedimiento:

Revise el sensor al cabo de un mes de haberlo instalado, por ejemplo:

- 1. Extraiga el sensor del producto.
- 2. Límpielo por fuera mediante un paño húmedo.
- 3. Seque luego cuidadosamente el diafragma del sensor utilizando una toalla de papel, por ejemplo. (Solo sensores amperométricos)
- 4. Al cabo de unos 20 minutos, mida el índice de saturación de oxígeno en aire.
- 5. Proteja el sensor frente a influencias externas como radiación solar y viento.
- 6. Decida en función del resultado si ha de hacer una calibración:
  - a. Sensor amperométrico:
    - → Si el valor medido no es  $102 \pm 2$  %SAT, debe calibrar el sensor.
  - b. Sensor óptico:
    - → Si el valor medido no es  $100 \pm 2$  %SAT, debe calibrar el sensor.
  - c. En caso contrario, aumente el periodo de tiempo hasta la siguiente inspección.
- 4. Tras dos, cuatro u ocho meses, proceda de nuevo según lo indicado en el punto 1 a fin de determinar el intervalo de calibración óptimo para su sensor.

Solo sensores amperométricos: tenga en cuenta que el sensor debe calibrarse por lo menos una vez al año.

### 7.2.2 Monitorización de los intervalos de calibración

Una vez haya establecido los intervalos de calibración para su proceso, tiene también la opción de someterlos a un control por parte del propio equipo.

#### Están disponibles dos funciones para controlar/monitorizar los intervalos de calibración:

- 1. Temporizador de calibración (Menú/Ajuste/Entradas/<Tipo sensor>/Extensión ajustes/Ajustes calib./Temporizador calibración)
  - Usted fija el intervalo de calibración y el controlador genera un mensaje de diagnóstico a la que ha transcurrido el tiempo fijado. Tendrá que recalibrar entonces el sensor o sustituirlo por otro ya calibrado.

El temporizador se pone a cero cuando se realiza la nueva calibración.

- Vigencia de la calibración (Menú/Ajuste/Entradas/<Tipo sensor>/Extensión ajustes/Ajustes calib./Fecha expiración calib.)
  - Usted define con límites temporales el tiempo durante el cual ha de considerarse válida una calibración. Los sensores Memosens guardan todos los datos de calibración. Se puede comprobar por tanto fácilmente si la última calibración que se realizó está dentro del plazo de tiempo especificado y es por consiguiente aún válida. Esto resulta especialmente útil cuando se trabaja con sensores precalibrados.

### 7.3 Tipos de calibración

Las calibraciones que pueden realizarse son de los siguientes tipos:

- Pendiente
  - Aire, saturado de vapor de agua
  - Agua saturada de aire
  - Aire, variable
  - Entrada de datos
- Punto cero
  - Calibración a un punto en nitrógeno o agua sin oxígeno
  - Entrada de datos
- Calibración con muestra
  - Pendiente
  - Punto cero
- Ajuste de temperatura

Además, el menú de calibración de sensores amperométricos incluye dos funciones adicionales para poner los contadores internos del sensor a cero:

- Cambio electrolito
- Cambio cabezal sensor

# 7.4 Calibración de la pendiente

### 7.4.1 Principios generales

En el caso de la calibración de la pendiente, se utiliza su dependencia con respecto a la presión parcial para comparar la señal de corriente con una referencia conocida, el aire.

La composición del aire seco es bien conocida:

- 20,95 % de oxígeno
- 79,05 % de nitrógeno y otros gases

### Altitud y presión parcial

La presión parcial de oxígeno solo depende por otra parte de la altitud o de la presión absoluta del aire. A una presión del aire de 1013 hPa a nivel del mar, la presión parcial del oxígeno es de aproximadamente 212 hPa. La presión absoluta y por consiguiente también la presión parcial de oxígeno varían en función de la altitud. Utilizando la fórmula barométrica, se puede determinar, con solo algún error marginal, la presión parcial de oxígeno esperada a una altura de varios kilómetros. La calibración es por tanto independiente de la altitud.

Tres procedimientos para obtener valores fiables de la presión absoluta del aire

- 1. Se utiliza la altitud y la fórmula barométrica que proporciona la correlación entre el valor esperado de la presión media absoluta del aire y la altitud (también guardados y accesibles en el transmisor o sensor).
- 2. Se mide la presión absoluta del aire con una celda de presión, por ejemplo.
- La presión relativa del aire a nivel del mar es un dato que suele darse en los informes meteorológicos. Esta presión relativa del aire puede convertirse a un dato absoluto utilizando la fórmula barométrica.

#### Vapor de agua

En realidad, el aire contiene siempre algo de agua en forma de vapor. Y esta cantidad interviene en la presión total. Es decir, el vapor de agua en el aire incide sobre la presión parcial de oxígeno. No obstante, el aire solo puede comprender un determinado volumen máximo de vapor de agua. El resto se desprende en forma de condensaciones líquidas (p. ej., gotitas). La cantidad máxima de vapor de agua que puede haber en el aire depende de la temperatura según funciones físicas bien conocidas.

#### Aire 100% hr

En este modelo de calibración, el porcentaje de vapor de agua de deduce a partir de la altitud y temperatura, por lo que puede disponer de información sobre la presión parcial de oxígeno existente. Para que este modelo funcione correctamente, el sensor a calibrar debe encontrarse próximo a una superficie de agua o en la parte superior de un recipiente llenado parcialmente con agua. Los sensores de oxígeno pueden calibrarse de este modo con precisión y en una amplia gama de aplicaciones, desde centrales eléctricas hasta planta de tratamiento de aguas.

#### H2O saturado de aire

Tras un tiempo suficiente, si se airea bien el agua, éste se encuentra en equilibrio con la presión parcial de oxígeno del aire situado por encima de la superficie del agua. El modelo de calibración "H2O saturado de aire" utiliza esta propiedad. También en este modelo se utiliza el valor de temperatura para obtener información sobre la presión parcial de oxígeno esperada. Este

modelo se utiliza para medir el oxígeno en depósitos cerrados, como por ejemplo fermentadores que se han llenado con agua.

#### Aire variable

Este modelo de calibración es apropiado para todas las aplicaciones en las que la humedad y presión del aire en la proximidad del sensor no coinciden con los valores atmosféricos estándar mencionados anteriormente, pero son aún conocidos. Estas dos variables pueden especificarse aquí. Este modelo se utiliza, por ejemplo, para sensores instalados que deben calibrarse mientras funcionan en condiciones conocidas, por ejemplo, en aire seco de limpieza a 1020 hPa.

#### Calibración con muestra

La calibración con muestra es otra opción posible. En este caso, el valor medido del sensor se ajusta a un valor de referencia obtenido con un medidor externo para el mismo producto.

### 7.4.2 Calibración en el medio mencionado

El procedimiento de calibración es el mismo tanto si se calibra en aire saturado de vapor de agua como en agua saturada de aire o aire variable:

- 1. Acceda al menú "CAL/Oxígeno/Pendiente".
- 2. Escoja de entre "Aire 100% hr", "H2O saturado de aire" y "Aire variable".
- 3. Siga las instrucciones indicadas en la pantalla del visualizador.
- 4. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.
- 5. Siga las instrucciones indicadas y pulse a continuación "OK".

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

### 7.4.3 Entrada de datos

- 1. Acceda el menú "CAL/Oxígeno/Pendiente/Entrada datos".
- 2. Seleccione "Nueva pendiente" y entre el nuevo valor.
- 3. Seleccione luego "OK" cuando se le pida que acepte los datos de calibración para el ajuste.
  - └ Se utiliza ahora la nueva pendiente.

# 7.5 Calibración del punto cero

### 7.5.1 Principios generales

El punto cero no es demasiado importante cuando se trabaja con concentraciones relativamente grandes de oxígeno. Pero esto cambia drásticamente cuando se utiliza el sensor de oxígeno en el rango de trazas, en cuyo caso la calibración del punto cero es indispensable.

Las calibraciones del punto cero son exigentes cuando el medio circundante, generalmente aire, tiene un contenido elevado de oxígeno. Este oxígeno no debe intervenir en la calibración del punto cero del sensor, por lo que debe eliminarse el oxígeno residual que hay en el entorno del sensor.

Hay dos formas posibles para conseguirlo:

- 1. Calibración del punto cero con el sensor montado en un portaelectrodos que se ha limpiado con gas de nitrógeno de calidad aceptable (N5).
- Calibración en una solución de cero. Una solución acuosa de Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> agota el medio oxidante y garantiza en condiciones estancas la obtención de un entorno sin oxígeno al cabo de un tiempo razonable.

#### Regla general para soluciones de cero

Una disolución de 1g de Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> en 1 l de agua a aprox. 30°C en un recipiente que se estrecha formando un cuello (p. ej., un matraz Erlenmeyer o recipiente similar) queda sin oxígeno al cabo de aprox. 0,5 horas. Si se cierra el recipiente herméticamente, se mantiene este estado durante unas 24 horas. La duración es menor si se permite la entrada de aire.

Antes de realizar una calibración del punto cero del sensor

¿La señal del sensor se ha estabilizado y es constante?

¿El valor indicado es razonable?

Si se calibra demasiado pronto el sensor de oxígeno, puede obtenerse un punto cero incorrecto. Por norma general, deje funcionar el sensor durante media hora en una solución de cero y compruebe luego si la señal del sensor es constante.

Si el sensor se utilizaba antes de la calibración para medir en el rango de trazas, este tiempo de media hora suele ser suficiente. Pero si el sensor funcionaba en aire, hay que multiplicar este tiempo a fin de eliminar cualquier oxígeno residual acumulado en las zonas muertas que presenta el diseño del recipiente. En este caso suelen necesitarse por regla general unas 2 horas.

El punto cero puede calibrarse a la que se ha estabilizado la señal del sensor. Lo que se hace entonces, es calibrar el valor medido igualándolo al cero.

También puede utilizarse el procedimiento con referencia (calibración con muestra en el punto cero) si puede disponerse de un recipiente colector o medidor de referencia apropiados.

#### 7.5.2 Calibración del punto cero con "solución de cero"

Utilice agua sin oxígeno para esta calibración. La denominada "solución de cero" puede conseguirse de Endress+Hauser como solución para calibración de sensores de oxígeno.

- Una alternativa a la versión acuosa, consiste en trabajar en una atmósfera sin oxígeno, por ejemplo, de nitrógeno de alta pureza.
- 1. Acceda al menú "CAL/Oxígeno/Punto cero".
- 2. Siga las instrucciones indicadas en la pantalla del visualizador.
- 3. Sumerja el sensor en agua sin oxígeno o manténgalo en nitrógeno (ino en aire!).
- 4. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

### 7.5.3 Calibración del punto cero mediante entrada de datos

- 1. Acceda el menú "CAL/Oxígeno/Punto cero/Entrada datos".
- 2. Seleccione "Nueva punto cero" y entre el nuevo valor.
- 3. Seleccione luego "OK" cuando se le pida que acepte los datos de calibración para el ajuste.
  - └ Se utiliza ahora el nuevo punto cero.

### 7.6 Calibración con muestra

La calibración puede realizarse tanto en el producto como en aire. Debe medir para ella el valor bruto de oxígeno utilizando un medidor de referencia. Utilizará este valor de referencia para ajustar el sensor. Este valor de referencia le sirve para calibrar la pendiente o el punto cero.

- 1. Acceda al menú "CAL/Oxígeno/Calibración con muestra".
- 2. Escoja entre "Pendiente" y "Punto cero".
- 3. Siga las instrucciones indicadas en la pantalla del visualizador.
- 4. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

### 7.7 Puesta a cero de contadores

Esta función no ajusta el sensor, solo pone sus contadores internos a "O".

El contador de calibraciones de cabezales del sensor sirve para establecer límites para advertencias y límites de alarma con los que se avisa que hay que sustituir el cabezal con membrana del sensor. Permiten por tanto asegurar la sustitución a tiempo de las membranas envejecidas de los sensores.

#### CAL/Oxígeno

- 1. Seleccione la función deseada.
- 2. Siga las instrucciones indicadas.

Cambio electrolito

- Pone a cero el contador interno de calibraciones realizadas con el electrolito en uso (no se indica en información del sensor).
- Utilice esta función tras un cambio de electrolito sin cambio de cabezal con membrana.

Cambio cabezal sensor

- Pone a cero el contador interno del sensor que cuenta las calibraciones realizadas con la membrana en uso. En información del sensor se indica este número contabilizado de calibraciones realizadas con el cabezal dotado con la membrana que se está utilizando actualmente.
- Seleccione esta función tras una sustitución del cabezal con membrana del sensor.

### 7.8 Ajuste de temperatura

- 1. Determine la temperatura del producto de su proceso mediante un medidor alternativo, por ejemplo, un termómetro de precisión.
- 2. Acceda al menú "CAL/<Tipo sensor>/Ajuste de temperatura".
- 3. **Deje el sensor en el producto** y haga clic en "OK" hasta que se inicie la medición de la temperatura con el sensor.
- 4. Entre la temperatura de referencia obtenida mediante el otro medidor. Puede entrar el valor absoluto o un offset para este fin.
- 5. Una vez entrado el dato, haga clic en "OK" hasta que el equipo acepte el nuevo dato entrado.
  - └ Se finaliza con ello el ajuste de temperatura del sensor.

# 7.9 Mensajes de error durante la calibración

| Mensaje visualizado  | Causas y posibles medidas correctivas  |
|--|--|
| La calibración no es válida. Se ha excedido el rango.<br>¿Quiere repetir el último paso?   | Sensor contaminado o solución de cero ya caducada. Se han<br>excedido por ello los valores admisibles para el punto cero<br>• Limpie el sensor<br>• Utilice una nueva solución de cero<br>• Repita la calibración  |
| No se ha cumplido el criterio de estabilidad. ¿Quiere<br>repetir el último paso?   | <ul> <li>El valor que se está midiendo no es estable. No se satisface por<br/>tanto el criterio de estabilidad.</li> <li>Electrolito y/o membrana caducados, sustitúyalos</li> <li>Ajuste el criterio de estabilidad<br/>(Menú/Ajuste/Entradas/Oxígeno/Ajustes calib./Criterios<br/>de estabilidad)</li> </ul> |
| Ha fallado el almacenamiento de datos. ¿Quiere volver<br>a intentarlo?   | Solo sensor óptico<br>No se han podido guardar los datos de calibración en el sensor<br>• Revise la conexión del sensor<br>• Repita la calibración   |
| Calibración cancelada. Limpie por favor el sensor antes<br>de sumergirlo en el producto del proceso. (Se<br>desactivará el modo de espera) | El usuario ha cancelado la calibración.  |

# 8 Sensores de cloro

# 8.1 Intervalos de calibración

### 8.1.1 Especificación de los intervalos

Los intervalos de calibración dependen principalmente de:

- la aplicación
- el lugar de instalación del sensor

# Usted quiere calibrar el sensor a intervalos apropiados para una aplicación especial y/o tener adecuadamente en cuenta la influencia de un tipo de instalación especial.

Puede determinar los intervalos apropiados mediante el siguiente procedimiento:

- 1. Revise el sensor:
  - a. al cabo de tres meses (agua potable) o un mes (aguas de proceso) de haber puesto en marcha el sensor
  - b. utilizando un valor de referencia medido (procedimiento DPD) con una muestra del producto del proceso.
- 3. Compare el valor medido con el sensor con el valor de referencia.
- 4. Decida si la desviación es aceptable o si debe recalibrar el sensor.

Tenga en cuenta que el sensor debe calibrarse por lo menos dos veces al año.

Tenga por favor en cuenta que el procedimiento DPD es susceptible de grandes errores de medición cuando los valores medidos son muy pequeños (< 0,2 mg/l) y que entonces no puede considerarse como un procedimiento fiable.
#### 8.1.2 Monitorización de los intervalos de calibración

Una vez haya establecido los intervalos de calibración para su proceso, tiene también la opción de someterlos a un control por parte del propio equipo.

#### Están disponibles dos funciones para controlar/monitorizar los intervalos de calibración:

- 1. Temporizador de calibración (Menú/Ajuste/Entradas/<Tipo sensor>/Extensión ajustes/Ajustes calib./Temporizador calibración)
  - Usted fija el intervalo de calibración y el controlador genera un mensaje de diagnóstico a la que ha transcurrido el tiempo fijado. Tendrá que recalibrar entonces el sensor o sustituirlo por otro ya calibrado.

El temporizador se pone a cero cuando se realiza la nueva calibración.

- Vigencia de la calibración (Menú/Ajuste/Entradas/<Tipo sensor>/Extensión ajustes/Ajustes calib./Fecha expiración calib.)
  - Usted entra límites temporales con los que especifica el tiempo durante el cual ha de considerarse válida una calibración. Los sensores Memosens guardan además todos los datos de calibración. Puede por tanto comprobar fácilmente si la última calibración que se realizó está dentro del plazo de tiempo especificado y es por consiguiente aún válida. Esto resulta especialmente útil cuando se trabaja con sensores precalibrados.

## 8.2 Polarización

La superficie del electrodo de trabajo se polariza bajo el efecto de la tensión que aplica el transmisor entre cátodo y ánodo. Por eso, tras activar el transmisor que está conectado con un sensor, debe esperar un tiempo, el tiempo de polarización, antes de empezar con la calibración. El sensor requiere los siguientes tiempos de polarización para proporcionar luego un valor estable en el indicador:

Puesta en marcha inicial:

| 1. |
|----|
|    |
| 1. |
| 1. |
|    |

## 8.3 Tipos de calibración

Las calibraciones que pueden realizarse son de los siguientes tipos:

- Pendiente
  - Calibración con muestra
  - Entrada de datos
- Punto cero
  - Calibración con muestra
  - Entrada de datos
- Ajuste de temperatura

Además, el menú de calibración incluye dos funciones adicionales para poner los contadores internos del sensor a cero:

- Cambio electrolito
- Cambio cabezal sensor

## 8.4 Medición de referencia

#### Medición de referencia basada en el procedimiento DPD

Para calibrar el sistema de medición, realice una medida de comparación colorimétrica basada en el procedimiento DPD. El cloro y el dióxido de cloro reaccionan con dietil-p-fenilendiamina (DPD) y el color cambia a rojo. La intensidad de la coloración roja es proporcional al contenido de cloro.

Esta coloración roja se mide con un fotómetro (p. ej., el CCM182) y se evalúa indicando el contenido en cloro.

#### **Requisitos indispensables**

Los valores que indica el sensor son estables (sin desviaciones ni fluctuaciones en los valores medidos durante por lo menos 5 min). Esto se consigue generalmente si se cumple lo siguiente:

- Se ha esperado a que transcurra todo el tiempo de polarización.
- El caudal es admisible y constante.
- Se ha producido el ajuste de temperatura entre sensor y producto.
- El valor de pH está comprendido en el rango admisible.

## 8.5 Calibración de la pendiente

#### 8.5.1 Calibración con muestra

Usted mide el valor bruto de cloro mediante una medición de referencia. Utiliza seguidamente este valor de referencia para ajustar el sensor. Este valor de referencia le sirve para calibrar la pendiente o el punto cero.

- 1. Acceda al menú "CAL/Cloro".
- 2. Escoja entre "Pendiente" y "Punto cero".
- 3. Seleccione "Calibración con muestra" y siga las instrucciones indicadas en pantalla.
- 4. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

#### 8.5.2 Entrada de datos

- 1. Acceda al menú "CAL/Cloro".
- 2. Escoja entre "Pendiente" y "Punto cero".
- 3. Seleccione "Entrada dato" y entre el nuevo valor.
- 4. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

## 8.6 Calibración del punto cero

La calibración del punto cero es especialmente importante cuando han de compararse medidas o cuando los valores de las medidas se aproximan al punto cero.

En los sensores amperométricos, un desplazamiento del punto cero se debe principalmente a la formación de adherencias sobre el cátodo. La construcción mecánica especial del sensor con electrolito y membrana evita casi completamente la formación de adherencias.

#### 8.6.1 Calibración con muestra

Usted mide el valor bruto de cloro mediante una medición de referencia. Utiliza seguidamente este valor de referencia para ajustar el sensor. Este valor de referencia le sirve para calibrar la pendiente o el punto cero.

- 1. Acceda al menú "CAL/Cloro".
- 2. Escoja entre "Pendiente" y "Punto cero".
  - ➡ Utilice la calibración del punto cero si desea compaginar la medición con otra medición.
     Puede corregir la sensibilidad de la medición calibrando la pendiente.
- 3. Seleccione "Calibración con muestra" y siga las instrucciones indicadas en pantalla.
- 4. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

#### 8.6.2 Calibración del punto cero mediante entrada de datos

- 1. Acceda al menú "CAL/Cloro".
- 2. Escoja entre "Pendiente" y "Punto cero".
  - ➡ Utilice la calibración del punto cero si desea compaginar la medición con otra medición.
     Puede corregir la sensibilidad de la medición calibrando la pendiente.
- 3. Seleccione "Entrada dato" y entre el nuevo valor.
- 4. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

### 8.7 Puesta a cero de contadores

Esta función no ajusta el sensor, solo pone sus contadores internos a "O".

El contador de calibraciones de cabezales del sensor sirve para establecer límites para advertencias y límites de alarma con los que se avisa que hay que sustituir el cabezal con membrana del sensor. Permiten por tanto asegurar la sustitución a tiempo de las membranas envejecidas de los sensores.

#### CAL/Cloro

- 1. Seleccione la función deseada.
- 2. Siga las instrucciones indicadas.

Cambio del electrolito

- Pone a cero el contador interno de calibraciones realizadas con el electrolito en uso (no se indica en información del sensor).
- Utilice esta función tras un cambio de electrolito sin cambio de cabezal con membrana.

Cambio del cabezal sensor

- Pone a cero el contador interno del sensor que cuenta las calibraciones realizadas con la membrana en uso. En información del sensor se indica este número contabilizado de calibraciones realizadas con el cabezal dotado con la membrana que se está utilizando actualmente.
- Seleccione esta función tras una sustitución del cabezal con membrana del sensor.

## 8.8 Ajuste de temperatura

- 1. Determine la temperatura del producto de su proceso mediante un medidor alternativo, por ejemplo, un termómetro de precisión.
- 2. Acceda al menú "CAL/<Tipo sensor>/Ajuste de temperatura".
- 3. **Deje el sensor en el producto** y haga clic en "OK" hasta que se inicie la medición de la temperatura con el sensor.
- 4. Entre la temperatura de referencia obtenida mediante el otro medidor. Puede entrar el valor absoluto o un offset para este fin.
- 5. Una vez entrado el dato, haga clic en "OK" hasta que el equipo acepte el nuevo dato entrado.
  - 🛏 Se finaliza con ello el ajuste de temperatura del sensor.

## 8.9 Mensajes de error durante la calibración

| Mensaje visualizado  | Causas y posibles medidas correctivas  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| La calibración no es válida. Se ha excedido el rango.<br>¿Quiere repetir el último paso?   | Sensor contaminado. Se han excedido por ello los valores<br>admisibles para el punto cero<br>• Limpie el sensor<br>• Repita la calibración   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| No se ha cumplido el criterio de estabilidad. ¿Quiere<br>repetir el último paso?   | <ul> <li>El valor que se está midiendo no es estable. No se satisface por<br/>tanto el criterio de estabilidad.</li> <li>Electrolito y/o membrana caducados, sustitúyalos</li> <li>Ajuste el criterio de estabilidad<br/>(Menú/Ajuste/Entradas/Cloro/Ajustes calib./Criterios de<br/>estabilidad)</li> </ul> |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Calibración cancelada. Limpie por favor el sensor antes<br>de sumergirlo en el producto del proceso. (Se<br>desactivará el modo de espera) | El usuario ha cancelado la calibración.  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## 9 Sensores de ión selectivo

Algunos valores medidos con otros electrodos o sensores se utilizan para la compensación de valores medidos con electrodos de ión selectivo:

- Valor medido con sensor de temperatura para la compensación de temperatura
- Valor de pH medido para la compensación de pH en evaluaciones de amonio (opcional)
- Valor medido de potasio o cloro para la compensación de iones interferentes en el caso de evaluaciones de amonio o nitratos (opcional)

Por esta razón hay se seguir una secuencia determinada en la calibración y ajuste a fin de asegurar la obtención de medidas fiables:

- 1. Ajuste de temperatura
- 2. Calibración y ajuste del electrodo para pH
- 3. En función de si se utilizan electrodos de compensación:
  - Calibración y ajuste de los electrodos de compensación selectivos en iones (potasio, cloro)
  - Si no se utilizan electrodos de compensación:
    - debe configurarse correcta y manualmente un offset para los electrodos para amonio y nitratos
- 4. Calibración y ajuste de los electrodos de medición selectivos en iones (amonio, nitratos)

## 9.1 Tipos de calibración

Las calibraciones que pueden realizarse son de los siguientes tipos:

- Electrodo de pH:
  - Calibración a dos puntos
  - Calibración a un punto
- Electrodos de ión selectivo:
  - Calibración a un punto
  - Entrada de datos
  - Calibración a dos puntos
  - Adición estándar (solo "Experto")
  - Calibración con muestra (solo "Experto")
- Sensor de potencial redox (REDOX):
  - Calibración a un punto
- Ajuste de temperatura entrando un valor de referencia

## 9.2 pH

#### 9.2.1 Calibración a dos puntos

Para la calibración a dos puntos se utilizan soluciones amortiguadoras específicas para calibración.Las soluciones amortiguadoras suministradas por Endress+Hauser para este fin son soluciones de calidad certificada y probada en un laboratorio acreditado. La acreditación (número de registro DAR "DKD-K-52701") garantiza que los valores efectivos y desviaciones máximas son correctos y traceables.

- 1. Acceda al menú "CAL/ISE/CAL/Calibración 2 ptos."
- 2. Siga las instrucciones indicadas en la pantalla del visualizador.
- 3. Pulse "OK" **tras** sumergir el sensor en la primera solución amortiguadora.
  - El sistema empezará a determinar el valor medido para la primera solución amortiguadora. Cuando se cumpla el criterio de estabilidad, aparecerá indicado el valor medido expresado en mV.
- 4. Continúe según las instrucciones visualizadas.
- 5. Pulse "OK" tras sumergir el sensor en la segunda solución amortiguadora.
  - El sistema empezará a determinar el valor medido para la solución amortiguadora. A la que se cumpla el criterio de estabilidad, se visualizarán los valores medidos para las dos soluciones amortiguadoras y los valores de pendiente y punto cero calculados.
- 6. Seleccione "OK" cuando se le pida que acepte los datos de calibración para realizar el ajuste.
- 7. Vuelva a instalar el sensor en producto y pulse de nuevo "OK".
  - └ Se desactivará entonces el modo de espera y el sistema volverá a medir de nuevo.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

Itilice una sola vez cada solución amortiguadora.

#### 9.2.2 Calibración a un punto

- 1. Acceda al menú "CAL/ISE/Calibración 1 pto."
- 2. Seleccione el electrodo de pH e inicie la calibración.
- 3. Especifique el valor medido obtenido mediante la medición de referencia.
- 4. Siga las instrucciones y sumerja el sensor en la solución amortiguadora.
- 5. Inicie la calibración.
- 6. Seleccione "OK" cuando se le pida que acepte los datos de calibración para realizar el ajuste.

- 7. Vuelva a instalar el sensor en producto y pulse de nuevo "OK".
  - └ Se desactivará entonces el modo de espera y el sistema volverá a medir de nuevo.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

Utilice una sola vez cada solución amortiquadora.

#### 9.3 Amonio, nitratos, potasio, cloruros

En el caso de los procedimientos potenciométricos para determinar la concentración de iones, la tensión de la célula de medición electroquímica, que comprende el electrodo de ión selectivo y un electrodo de referencia, es proporcional al logaritmo de la concentración (o actividad) de iones sometidos al análisis en el rango "lineal" o de "NERNST". Los parámetros de calibración pendiente y punto cero se basan en esta relación logarítmica, siendo su significado ahora completamente distinto al que se les da en los otros procedimientos de medición.

#### 9.3.1 Calibración a un punto

Se pueden calibrar simultáneamente hasta 2 electrodos de ión selectivo (no los de pH/redox).

Solo tiene que seleccionar en la lista los electrodos a calibrar.

Utilice una solución para calibración de concentración conocida.

- 1. Acceda al menú "CAL" y seleccione el electrodo a calibrar.
- 2. Seleccione el tipo de calibración "Calibración 1 pto."
- 3. Sumerja el sensor en la solución para calibración y siga las instrucciones indicadas en pantalla.
- 4. Entre la concentración de la solución para calibración y siga las instrucciones.
- 5. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.
  - └ Se desactivará entonces el modo de espera y el sistema volverá a medir de nuevo.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.



Durante la calibración, mueva el sensor sumergido en el depósito a fin de asegurar el caudal necesario de producto hacia el electrodo de ión selectivo.

#### 9.3.2 Calibración a dos puntos

Extraiga el sensor a calibrar del producto.

- 1. Acceda al menú "CAL" y seleccione el electrodo a calibrar.
- 2. Seleccione el tipo de calibración "Calibración 2 ptos."
- 3. Siga las instrucciones indicadas en la pantalla del visualizador.
- 4. Pulse "OK" **tras** sumergir el sensor en la primera solución para calibración.
  - └→ El sensor empezará a determinar el valor medido. A la que se cumpla el criterio de estabilidad, se visualizará el valor medido.
- 5. Continúe según las instrucciones visualizadas.
- 6. Pulse "OK" tras sumergir el sensor en la segunda solución para calibración.
  - El sensor empezará a determinar el valor medido. A la que se cumpla el criterio de estabilidad, se visualizarán los valores medidos con las dos soluciones para calibración y los valores de pendiente y punto cero calculados.
- 7. Seleccione "OK" cuando se le pida que acepte los datos de calibración para realizar el ajuste.
- 8. Vuelva a instalar el sensor en producto y pulse de nuevo "OK".
  - └ Se desactivará entonces el modo de espera y el sistema volverá a medir de nuevo.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

Durante la calibración, mueva el sensor sumergido en el depósito a fin de asegurar el caudal necesario de producto hacia el electrodo de ión selectivo.

#### 9.3.3 Entrada de datos

Usted entra manualmente el valor de la pendiente y el punto cero. La función de calibración se determinará a partir de estos valores entrados. Por consiguiente, se obtiene con la entrada de estos datos el mismo resultado que proporcionaría una calibración a dos puntos. Debe determinar la pendiente y el punto cero por medio de una vía alternativa.

- 1. Acceda al menú "CAL" y seleccione el electrodo a calibrar.
- 2. Seleccione el tipo de "Entrada de datos" para la calibración.
  - ← Aparecerán la pendiente y el punto cero indicados en el visualizador.
- 3. Seleccione sucesivamente cada uno de estos valores y entre el valor numérico deseado para ellos.
  - └ Dado que usted entra ahora directamente los valores de todas las variables, el controlador no visualizará ninguna información adicional.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato nuevo para ajustar el sensor.

## 9.4 REDOX (potencial redox)

- Para este tipo de calibración, se utilizan soluciones amortiguadoras de calibración, como por ejemplo las soluciones amortiguadoras para redox de Endress+Hauser. Para realizar esta calibración, extraiga el sensor del producto.
- 1. Acceda al menú "CAL/ISE/Redox/Calibración 1 pto."
- 2. Siga las instrucciones indicadas en la pantalla del visualizador.
- 3. Acepte los datos de la calibración y vuelva seguidamente al modo de medición.
  - └ Se desactivará entonces el modo de espera y el sistema volverá a medir de nuevo.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

## 9.5 Ajuste de temperatura

- 1. Determine la temperatura del producto de su proceso mediante un medidor alternativo, por ejemplo, un termómetro de precisión.
- 2. Acceda al menú "CAL/<Tipo sensor>/Ajuste de temperatura".
- 3. **Deje el sensor en el producto** y haga clic en "OK" hasta que se inicie la medición de la temperatura con el sensor.
- 4. Entre la temperatura de referencia obtenida mediante el otro medidor. Puede entrar el valor absoluto o un offset para este fin.
- 5. Una vez entrado el dato, haga clic en "OK" hasta que el equipo acepte el nuevo dato entrado.
  - 🖙 Se finaliza con ello el ajuste de temperatura del sensor.

## 9.6 Mensajes de error durante la calibración

| Mensaje visualizado  | Causas y posibles medidas correctivas   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| La calibración no es válida. ¿Quiere iniciar una nueva<br>calibración?<br>Pendiente fuera de margen de tolerancia.<br>Punto cero fuera de margen de tolerancia.<br>Concentración de la muestra demasiado baja. | La solución amortiguadora utilizada para la calibración está<br>contaminada o el valor de pH no está dentro de los límites<br>admisibles. Se ha sobrepasado por tanto la desviación tolerada<br>para el valor medido.<br>• Vea la fecha de caducidad<br>• Utilice una solución amortiguadora reciente   |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | <ul> <li>Se ha utilizado una solución amortiguadora incorrecta. Por esta razón, no ha podido funcionar correctamente la función de reconocimiento de solución amortiguadora, por ejemplo.</li> <li>Los valores pH de las soluciones amortiguadoras son demasiado próximos, p. ej., pH 9 y pH 9,2</li> <li>Utilice soluciones amortiguadoras que difieran más en el valor de pH</li> </ul>                           |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | Sensor envejecido o contaminado. Se han excedido por ello los<br>valores admisibles de pendiente y/o punto cero<br>• Limpie el sensor<br>• Ajuste los valores de alarma<br>• Regenere o sustituya el sensor   |  |  |  |  |  |  |  |  |
| No se ha cumplido el criterio de estabilidad. ¿Quiere<br>repetir el último paso?   | El valor medido o la temperatura no son estables. No se<br>satisface por tanto el criterio de estabilidad.<br>• Mantenga la temperatura constante durante la calibración<br>• Sustituya la solución amortiguadora<br>• Sensor envejecido o contaminado. Límpielo o regenérelo.<br>• Ajuste el criterio de estabilidad<br>(Menú/Ajuste/Entradas/ <slot electrodo="">/Ajustes<br/>calib./Criterio estabilidad)</slot> |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Calibración cancelada. Limpie por favor el sensor antes<br>de sumergirlo en el producto del proceso. (Se<br>desactivará el modo de espera)   | El usuario ha cancelado la calibración.   |  |  |  |  |  |  |  |  |

#### 10 Sensores de turbidez y sólidos

Estos sensores facilitan la medición con distintos procedimientos adaptados a la tarea de medición. El procedimiento se escoge seleccionando la aplicación apropiada y el modelo de referencia.

Puede encontrar más información sobre los procedimientos y modelos en el manual de instrucciones del sensor.

## 10.1 Tipos de calibración

Además de los datos de calibración en fábrica, que no son editables, el sensor puede quardar otros cinco registros de datos en su memoria. Cada registro de datos de calibración puede contener hasta cinco puntos de calibración.

Calibración a un punto

Puede causar un cambio en la pendiente. Este tipo de calibración se utiliza cuando el valor medido solo varía en una zona limitada.

- Calibración a dos puntos Puede cambiar tanto la pendiente como el punto cero. Este tipo de calibración se utiliza cuando el valor medido varía en una amplia zona.
- Calibración multipunto

La calibración a tres o más puntos implica siempre que se calcule de nuevo la curva de medición (punto cero y pendiente).

Ajuste de temperatura mediante valor de referencia

Las calibraciones a un y dos puntos se basan en el registro de datos guardado en la memoria del sensor.

La calibración a tres puntos es la calibración estándar del sensor.

Es esencial cuando:

- se pone el sensor en marcha para una aplicación con fangos
- se va a medir otro tipo de fango

La calibración a tres puntos no es necesaria cuando se recalibra el sensor para un mismo tipo de fango. Entonces basta una calibración a un punto siempre que los niveles de turbidez no varíen demasiado.

## 10.2 Turbidez y sólidos

#### 10.2.1 Calibración en fábrica

El sensor sale precalibrado de fábrica. Puede utilizarse por tanto en una amplia gama de aplicaciones (p. ej., mediciones en agua clara) sin tener que calibrarlo adicionalmente. La calibración realizada en fábrica es una calibración a tres puntos con una muestra de referencia. La calibración de fábrica no puede borrarse y puede recuperarse siempre en cualquier momento. Todas las otras calibraciones - realizadas a medida - se relacionan siempre con la calibración de fábrica.

#### 10.2.2 Principio de calibración y ajuste

Cualquier nueva calibración se basa siempre en la calibración de fábrica guardada en el sensor. Si usted utiliza un o dos valores de concentración de producto para la calibración, se recalcula el registro de datos de fábrica utilizando dichos puntos de medida (función no lineal) y se guarda como **nuevo registro de datos**. No se pierden los datos de la calibración original hecha en fábrica.

Si utiliza tres o más valores de concentración para una calibración, se calculará una función de calibración completamente nueva que ya no tiene en cuenta el registro de datos original.

Dé a sus registros de datos de calibración nombres significativos de utilidad. Por ejemplo, el nombre podría contener el nombre de la aplicación en el que se basa el registro de datos utilizado. Esto le facilitará distinguir los distintos registros de datos.

#### 10.2.3 Determinación del valor de referencia en laboratorio

- 1. Tome una muestra representativa del producto.
- 2. Compruebe que la muestra sea lo más homogénea posible.
- 3. Determine el contenido en materia sólida o la turbidez de la muestra mediante un procedimiento de laboratorio.
- 4. Utilice el valor medio en laboratorio como valor de referencia para calibrar el sensor.
- Puede realizar también la calibración utilizando muestras de concentraciones añadidas o de donde se han ido sedimentando partículas sólidas en la base del depósito. Esto le permite utilizar una serie de diluciones para obtener puntos de calibración por encima y por debajo del nivel de turbidez esperado o del contenido esperado de materia sólida.

#### 10.2.4 Calibración y ajuste del sensor

Utilice la misma muestra de producto que utilizó para determinar el valor medido en laboratorio.

- 1. Compruebe que la muestra sea lo más homogénea posible.
- 2. Cree la cantidad necesaria de muestras para la calibración diluyendo una muestra de producto en una serie de concentraciones apropiadas. Se pueden obtener, por ejemplo, muy buenos resultados de calibración utilizando para la calibración a tres puntos una serie de concentraciones de 100 : 33 : 10.



Fig. 5: Creación de muestras para una calibración a tres puntos

a0006961

- A Muestra original
- B 1 parte de muestra A + 2 partes de agua
- C 1 parte de muestra A + 9 partes de agua
- 3. Determine el contenido en materia sólida o la turbidez de las muestras de calibración siguiente un orden de concentraciones decrecientes.
- 4. Determine los valores de referencia de la serie de diluciones a partir de los valores medidos en laboratorio y entre estos valores para los distintos puntos de calibración.

#### 1. Secuencia de menús durante la calibración

- Menú/Ajuste/Entradas/Turbidez/Aplicación
   Seleccione la aplicación para la que quiera modificar la función de calibración guardada mediante puntos de medida adicionales.
- b. CAL/Turbidez/Ensayo Seleccione un registro de datos para su serie de diluciones.
- c. Nombre del conjunto de datos Asigne un nombre al registro de datos.
- Aplicación básica
   Seleccione la misma aplicación que seleccionó en a.
- e. Unidad Escoja la unidad física. Utilice la unidad en la que optó expresar los valores obtenidos en laboratorio.
- 2. Primer punto de medida (concentración más baja)
  - a. Siga las instrucciones indicadas en pantalla.
  - b. Una determinado un valor de medición estable, el equipo le pedirá que especifique el punto de consigna (=valor de laboratorio) de la muestra. Entre el valor de este punto de consigna.
- 3. Decida:
  - a. si quiere agregar otro valor (concentración siguiente más elevada) al registro de datos ("Calibrar ensayo siguiente") o
  - b. si prefiere finalizar la calibración y aceptar los datos para el ajuste ("¿Admitir los datos de calibración?").
- 4. Determine los puntos de medida deseados tal como se indica en los Pasos 2 y 3.
- 5. Para acabar la calibración y el ajuste
  - a. Una vez determinado el último punto de medida, acepte los datos. Se visualizará un mensaje que le informará sobre la validez del registro de datos.
  - b. Siga las instrucciones indicadas y pulse a continuación "OK".
  - c. El equipo le preguntará ahora si desea activar el registro de datos que se acaba de guardar. Si selecciona "OK", los valores medidos se determinarán a partir de ahora considerando la nueva función de calibración.
  - d. Aún tiene la posibilidad de editar el registro de datos. Una vez ha activado el registro de datos, solo puede modificar los puntos de consigna. Ya no podrá entonces borrar puntos de medida.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

#### 10.2.5 Duplicar registros de datos

Esta función permite editar un registro de datos existente, como por ejemplo el de calibración en fábrica. Con la entrada de datos apropiados puede configurar entonces un offset para el registro de datos copiado o cambiar los valores nominales utilizando una tabla. Esto le proporciona una vía rápida y sencilla para reaccionar frente a modificaciones en las condiciones del proceso que usted sabe que van a ocurrir, sin tener que realizar ninguna calibración.

- 1. Inicie la ejecución de la función "Duplicar conjunto datos".
- 2. Seleccione el registro de datos que desee duplicar.
- 3. Seleccione seguidamente el lugar donde quiera guardar el registro duplicado y dé un nombre a este registro.
  - Solo puede duplicar un registro si no se ha ocupado aún todo el espacio disponible para registros de datos. Si no hubiese ya más espacio disponible, deberá borrar primero algún registro de datos.
- 4. Usted puede configurar ahora un offset para el nuevo registro de datos o modificar los valores nominales de los distintos puntos de calibración mediante la función "Editar tabla".
- 5. Cuando quiera que se utilice el registro de datos modificado, deberá ir al menú "Ajuste/Entradas" y seleccionar bajo "Aplicación" el nuevo registro de datos.

## 10.3 Ajuste de temperatura

- 1. Determine la temperatura del producto de su proceso mediante un medidor alternativo, por ejemplo, un termómetro de precisión.
- 2. Acceda al menú "CAL/<Tipo sensor>/Ajuste de temperatura".
- 3. **Deje el sensor en el producto** y haga clic en "OK" hasta que se inicie la medición de la temperatura con el sensor.
- 4. Entre la temperatura de referencia obtenida mediante el otro medidor. Puede entrar el valor absoluto o un offset para este fin.
- 5. Una vez entrado el dato, haga clic en "OK" hasta que el equipo acepte el nuevo dato entrado.
  - └ Se finaliza con ello el ajuste de temperatura del sensor.

## 10.4 Mensajes de error durante la calibración

| Mensaje visualizado  | Causas y posibles medidas correctivas   |
|--|---|
| No se ha cumplido el criterio de estabilidad. ¿Quiere<br>repetir el último paso?   | El valor medido o la temperatura no son estables. No se<br>satisface por tanto el criterio de estabilidad.<br>• Mantenga la temperatura constante durante la calibración<br>• Sensor envejecido o contaminado. Límpielo o regenérelo.<br>• Ajuste el criterio de estabilidad<br>(Menú/Ajuste/Entradas/ <tipo sensor="">/Ajustes<br/>calib./Criterio estabilidad)</tipo> |
| El conjunto de datos calibrado no es válido. ¿Desea<br>reanudar la calibración?  | Punto de calibración inverosímil<br>• Repita la calibración<br>• Cambie el producto/medio de calibración<br>• Sensor sucio> límpielo  |
| Calibración cancelada. Limpie por favor el sensor antes<br>de sumergirlo en el producto del proceso. (Se<br>desactivará el modo de espera) | El usuario ha cancelado la calibración.   |

## 11 Sensor CAS (coeficiente de absorción espectral)

## 11.1 Tipos de calibración

Además de los datos de calibración en fábrica, que no son editables, el sensor puede guardar otros seis registros de datos en su memoria. Cada registro de datos de calibración puede contener hasta cinco puntos de calibración.

- Calibración a un punto Puede causar un cambio en la pendiente. Este tipo de calibración se utiliza cuando el valor medido solo varía en una zona limitada.
- Calibración a dos puntos Puede cambiar tanto la pendiente como el punto cero. Este tipo de calibración se utiliza cuando el valor medido varía en una amplia zona.
- Calibración multipunto
   La calibración a tres o más puntos implica siempre que se calcule de nuevo la curva de medición (punto cero y pendiente).
- Ajuste de temperatura mediante valor de referencia

Las calibraciones a un y dos puntos se basan en el registro de datos guardado en la memoria del sensor.

## 11.2 CAS (coeficiente de absorción espectral)

#### 11.2.1 Calibración de fábrica

El sensor sale precalibrado de fábrica. Como sensor de nitratos, puede utilizarse, sin calibración adicional, para una amplia gama de aplicaciones de medición de aguas claras. Si se utiliza como sensor CAS, conviene generalmente calibrarlo para el proceso específico del usuario. La calibración realizada en fábrica es una calibración a tres puntos con una muestra de referencia. La calibración de fábrica no puede borrarse y puede recuperarse siempre en cualquier momento. Todas las otras calibraciones, calibraciones de usuario, se realizan basadas en la calibración de fábrica.

#### 11.2.2 Principio de calibración

Cualquier nueva calibración se basa siempre en la calibración de fábrica guardada en el sensor. Si usted utiliza un o dos valores de concentración de producto para la calibración, se recalcula el registro de datos de fábrica utilizando dichos puntos de medida (función no lineal) y se guarda como **nuevo registro de datos**. No se pierden los datos de la calibración original hecha en fábrica.

Si utiliza tres o más valores de concentración para una calibración, se calculará una función de calibración completamente nueva que ya no tiene en cuenta el registro de datos original.

Dé a sus registros de datos de calibración nombres significativos de utilidad. Por ejemplo, el nombre podría contener el nombre de la aplicación en el que se basa el registro de datos utilizado. Esto le facilitará distinguir los distintos registros de datos.

#### 11.2.3 Determinación en laboratorio de los valores de referencia

Están disponibles varios procedimientos para realizar la calibración:

- Dilución sucesiva de una muestra de producto
- Dilución sucesiva de soluciones estándar (KHP = hidrogenoftalato de potasio)
- Combinación de ambas (muestra de producto con solución estándar)
- 1. Tome una muestra representativa del producto.
  - └→ El agua de descarga, por ejemplo, es muy apropiada para obtener una muestra representativa. En este caso no tiene que realizar los pasos subsiguientes relacionados con la estabilización del valor medido.
- 2. Tome las medidas apropiadas para asegurar que no prosigan procesos de reducción biológica o química en la muestra.
- 3. Determine los valores de medición de la serie de muestras por medio de un procedimiento de laboratorio (p. ej., un procedimiento colorimétrico con cubeta de ensayo).

#### 11.2.4 Calibración y ajuste del sensor

Para calibrar el sensor utilice la misma muestra de producto o serie de muestras que utilizó para determinar los valores medidos en laboratorio. La serie de muestras puede consistir también en una serie preparada únicamente con soluciones estándar.

Proceda de la forma siguiente en función de la cantidad de puntos de medida que quiera considerar para la calibración:

- 1. Calibre el sensor con el primer punto de medida y entre como valor de referencia el valor medido en laboratorio.
- 2. Si solo desea calibrar un punto, finalice seguidamente la calibración mediante la aceptación de los datos de calibración.
  - └ De lo contrario siga con el paso siguiente.
- 3. Agregue solución madre a la muestra para el segundo punto de medida y determine el valor medido. El valor de referencia correspondiente se calcula a partir del valor medido de laboratorio y concentración de solución agregada.
- 4. Repita el paso b tantas veces como nuevos puntos de calibración desee añadir (máx. 5).

Para evitar calibraciones erróneas por el arrastre de producto:

- Siga siempre el orden de concentración baja a concentración alta.
- Limpie y seque el sensor tras cada medida.
- Compruebe que no quedan residuos de producto en las ranuras del sensor ni en la abertura del conector para aire comprimido (p. ej. limpiando con la siguiente solución para calibración).

#### 1. Ajustes de parámetros de configuración en el menú para la configuración

- a. CAL/CAS/Ensayo Seleccione un registro de datos para su serie de diluciones.
- b. Nombre del conjunto de datos Asigne un nombre al registro de datos.
- c. Aplicación básica

Decida para qué magnitud quiere hacer la calibración: CAS (coeficiente de absorción espectral), DQO (demanda química de oxígeno), COT (carbono orgánico total), COD (carbono orgánico disuelto), DBO (demanda biológica de oxígeno).

- d. Unidad Escoja la unidad física. Utilice la unidad en la que optó expresar los valores obtenidos en laboratorio.
- e. Solo si: Aplicación básica = "CAS" El transmisor puede calcular las variables DQO, COT, COD y DBO a partir del valor de CAS. Los factores utilizados en dichos cálculos dependen no obstante del procedimiento de referencia considerado. Usted puede modificar estos factores de cálculo, que se han entrado en fábrica para DQO/DBO y COT/COD, para adaptarlos a su aplicación y también puede entrar un offset para CAS.
- 2. Primer punto de medida (concentración más baja)
  - a. Inicie la ejecución de la calibración y siga las instrucciones indicadas en pantalla.
  - b. Una determinado un valor de medición estable, el equipo le pedirá que especifique el punto de consigna (=valor de laboratorio) de la muestra. Entre el valor de este punto de consigna.
- 3. Decida:
  - a. Si quiere agregar otro valor (concentración siguiente más elevada) al registro de datos ("Calibrar ensayo siguiente") o
  - b. Si prefiere finalizar la calibración y aceptar los datos para el ajuste ("¿Admitir los datos de calibración?").
- 4. Determine los puntos de medida deseados tal como se indica en los pasos 2 y 3.
- 5. Para acabar la calibración y el ajuste
  - a. Una vez determinado el último punto de medida, acepte los datos. Se visualizará un mensaje que le informará sobre la validez del registro de datos.
  - b. Seleccione "OK" cuando se le pida que acepte los datos de calibración para realizar el ajuste.
  - c. El equipo le preguntará seguidamente si desea activar el registro de datos que acaba de guardar. Si selecciona "OK", los valores medidos se determinarán a partir de ahora considerando la nueva función de calibración.
  - d. Aún tiene la posibilidad de editar el registro de datos. Una vez ha activado el registro de datos, solo puede modificar los puntos de consigna. Ya no podrá entonces borrar puntos de medida.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

#### 11.2.5 Duplicar registros de datos

Esta función permite editar un registro de datos existente, como por ejemplo el de calibración en fábrica. Con la entrada de datos apropiados puede configurar entonces un offset para el registro de datos copiado o cambiar los valores nominales utilizando una tabla. Esto le proporciona una vía rápida y sencilla para reaccionar frente a modificaciones en las condiciones del proceso que usted sabe que van a ocurrir, sin tener que realizar ninguna calibración.

- 1. Inicie la ejecución de la función "Duplicar conjunto datos".
- 2. Seleccione el registro de datos que desee duplicar.
- 3. Seleccione seguidamente el lugar donde quiera guardar el registro duplicado y dé un nombre a este registro.
  - Solo puede duplicar un registro si no se ha ocupado aún todo el espacio disponible para registros de datos. Si no hubiese ya más espacio disponible, deberá borrar primero algún registro de datos.
- 4. Usted puede configurar ahora un offset para el nuevo registro de datos o modificar los valores nominales de los distintos puntos de calibración mediante la función "Editar tabla".
- 5. Cuando quiera que se utilice el registro de datos modificado, deberá ir al menú "Ajuste/Entradas" y seleccionar bajo "Aplicación" el nuevo registro de datos.

## 11.3 Ajuste de temperatura

- 1. Determine la temperatura del producto de su proceso mediante un medidor alternativo, por ejemplo, un termómetro de precisión.
- 2. Acceda al menú "CAL/<Tipo sensor>/Ajuste de temperatura".
- 3. **Deje el sensor en el producto** y haga clic en "OK" hasta que se inicie la medición de la temperatura con el sensor.
- 4. Entre la temperatura de referencia obtenida mediante el otro medidor. Puede entrar el valor absoluto o un offset para este fin.
- 5. Una vez entrado el dato, haga clic en "OK" hasta que el equipo acepte el nuevo dato entrado.
  - 🖙 Se finaliza con ello el ajuste de temperatura del sensor.

## 11.4 Mensajes de error durante la calibración

| Mensaje visualizado  | Causas y posibles medidas correctivas   |
|--|---|
| No se ha cumplido el criterio de estabilidad. ¿Quiere<br>repetir el último paso?   | El valor medido o la temperatura no son estables. No se<br>satisface por tanto el criterio de estabilidad.<br>• Mantenga la temperatura constante durante la calibración<br>• Sensor envejecido o contaminado. Límpielo o regenérelo.<br>• Ajuste el criterio de estabilidad<br>(Menú/Ajuste/Entradas/ <tipo sensor="">/Ajustes<br/>calib./Criterio estabilidad)</tipo> |
| El conjunto de datos calibrado no es válido. ¿Desea<br>reanudar la calibración?  | Punto de calibración inverosímil<br>• Repita la calibración<br>• Cambie el producto/medio de calibración<br>• Sensor sucio> límpielo  |
| Calibración cancelada. Limpie por favor el sensor antes<br>de sumergirlo en el producto del proceso. (Se<br>desactivará el modo de espera) | El usuario ha cancelado la calibración.   |

## 12 Sensores de nitrato

La calibración se realiza en el proceso comparando los valores con los de un procedimiento estándar externo o calibrando con soluciones estándar o utilizando una combinación de los dos.

- Procesos con niveles elevados de nitratos (> 0,1 mg/l) Tome una muestra y determine la concentración de nitratos en el laboratorio. Realice a continuación la calibración y ajuste el sensor con el valor obtenido en laboratorio.
- Procesos con niveles muy diferentes de nitratos
   En un momento A, tome una muestra de alta concentración y mida y calibre la muestra. En un momento B que puede diferir en unos pocos días del momento A tome una muestra de poca concentración, mídala y calibre el segundo valor.
- Calibración con adición de solución estándar
   Si los parámetros del fango tienden a ser constantes, puede realizar la calibración con una muestra de baja concentración en nitratos a la que añade solución estándar.
   Tome una muestra de mayor cantidad (cubeta) y analiza una parte colorimétricamente.
   Utilice el valor obtenido en la calibración del sensor. A continuación, agregue solución estándar a la muestra, determine su valor en laboratorio y utilice el valor en la calibración del sensor.

#### Puntos de calibración adicionales, recalibración

Se pueden añadir puntos a una calibración existente (máx. 5 puntos por registro de datos). Se pueden por tanto incluir distintos productos o concentraciones en distintos momentos.

## 12.1 Tipos de calibración

Además de los datos de calibración en fábrica, que no son editables, el sensor puede guardar otros seis registros de datos en su memoria. Cada registro de datos de calibración puede contener hasta cinco puntos de calibración.

- Calibración a un punto Puede causar un cambio en la pendiente. Este tipo de calibración se utiliza cuando el valor medido solo varía en una zona limitada.
- Calibración a dos puntos
   Puede cambiar tanto la pendiente como el punto cero. Este tipo de calibración se utiliza cuando el valor medido varía en una amplia zona.
- Calibración multipunto La calibración a tres o más puntos implica siempre que se calcule de nuevo la curva de medición (punto cero y pendiente).
- Ajuste de temperatura mediante valor de referencia

Las calibraciones a un y dos puntos se basan en el registro de datos guardado en la memoria del sensor.

## 12.2 Nitratos

#### 12.2.1 Calibración en fábrica

El sensor sale precalibrado de fábrica. Como sensor de nitratos, puede utilizarse, sin calibración adicional, para una amplia gama de aplicaciones de medición de aguas claras. Si se utiliza como sensor CAS, conviene generalmente calibrarlo para el proceso específico del usuario. La calibración realizada en fábrica es una calibración a tres puntos con una muestra de referencia. La calibración de fábrica no puede borrarse y puede recuperarse siempre en cualquier momento. Todas las otras calibraciones - realizadas a medida - se relacionan siempre con la calibración de fábrica.

#### 12.2.2 Principio de calibración

Cualquier nueva calibración se basa siempre en la calibración de fábrica guardada en el sensor. Si usted utiliza un o dos valores de concentración de producto para la calibración, se recalcula el registro de datos de fábrica utilizando dichos puntos de medida (función no lineal) y se guarda como **nuevo registro de datos**. No se pierden los datos de la calibración original hecha en fábrica.

Si utiliza tres o más valores de concentración para una calibración, se calculará una función de calibración completamente nueva que ya no tiene en cuenta el registro de datos original.

Dé a sus registros de datos de calibración nombres significativos de utilidad. Por ejemplo, el nombre podría contener el nombre de la aplicación en el que se basa el registro de datos utilizado. Ello le facilitará distinguir los distintos registros de datos.

#### 12.2.3 Determinación en laboratorio de los valores de referencia

- 1. Tome una muestra representativa del producto.
  - └→ El agua de descarga o salida resulta muy apropiado para la toma de una muestra representativa. En este caso no tiene que realizar los pasos subsiguientes relacionados con la estabilización del valor medido.
- Tome las medidas necesarias para detener o impedir procesos de reducción de nitratos en la muestra, como por ejemplo filtrando inmediatamente (filtro de 0,45 µm) la muestra según DIN 38402.
- Determine la concentración de nitratos en la muestra utilizando un procedimiento de laboratorio (p. ej., mediante procedimiento colorimétrico utilizando cubeta de ensayo procedimiento estándar conforme a DIN 38405 parte 9).

#### 12.2.4 Calibración y ajuste del sensor

Para calibrar el sensor utilice la misma muestra de producto o serie de muestras que utilizó para determinar los valores medidos en laboratorio. La serie de muestras puede consistir también en una serie preparada únicamente con soluciones estándar.

Proceda de la forma siguiente en función de la cantidad de puntos de medida que quiera considerar para la calibración:

- 1. Calibre el sensor con el primer punto de medida y entre como valor de referencia el valor medido en laboratorio.
  - └→ Si solo desea calibrar un punto, finalice seguidamente la calibración mediante la aceptación de los datos de calibración. De lo contrario siga con el paso siguiente.
- 2. Agregue solución madre a la muestra para el segundo punto de medida y determine el valor medido. El valor de referencia correspondiente se calcula a partir del valor medido de laboratorio y concentración de solución agregada.
- 3. Repita el paso b tantas veces como nuevos puntos de calibración desee añadir (máx. 5).

Para evitar calibraciones erróneas por el arrastre de producto:

- Siga siempre el orden de concentración baja a concentración alta.
- Limpie y seque el sensor tras cada medida.
- Compruebe que no quedan residuos de producto en las ranuras del sensor ni en la abertura del conector para aire comprimido (p. ej. limpiando con la siguiente solución para calibración).
- 1. Ajustes de parámetros de configuración en el menú para la configuración
  - a. CAL/Nitratos/Ensayo Seleccione un registro de datos para su serie de diluciones.
  - b. Nombre del conjunto de datos Asigne un nombre al registro de datos.
  - c. Unidad Escoja la unidad física. Utilice la unidad en la que optó expresar los valores obtenidos en laboratorio.
- 2. Primer punto de medida (concentración más baja)
  - a. Siga las instrucciones indicadas en pantalla.
  - b. Una determinado un valor de medición estable, el equipo le pedirá que especifique el punto de consigna (=valor de laboratorio) de la muestra. Entre el valor de este punto de consigna.
- 3. Decida:
  - a. si quiere agregar otro valor (concentración siguiente más elevada) al registro de datos ("Calibrar ensayo siguiente") o
  - b. si prefiere finalizar la calibración y aceptar los datos para el ajuste ("¿Admitir los datos de calibración?").
- 4. Determine los puntos de medida deseados tal como se indica en los Pasos 2 y 3.
- 5. Para acabar la calibración y el ajuste

- a. Una vez determinado el último punto de medida, acepte los datos. Se visualizará un mensaje que le informará sobre la validez del registro de datos.
- b. Seleccione "OK" cuando se le pida que acepte los datos de calibración para realizar el ajuste.
- c. El equipo le preguntará seguidamente si desea activar el registro de datos que acaba de guardar. Si selecciona "OK", los valores medidos se determinarán a partir de ahora considerando la nueva función de calibración.
- d. Aún tiene la posibilidad de editar el registro de datos. Una vez ha activado el registro de datos, solo puede modificar los puntos de consigna. Ya no podrá entonces borrar puntos de medida.

Usted puede cancelar la calibración en cualquier momento pulsando para ello la tecla "ESC". No se utilizará entonces ningún dato para ajustar el sensor.

#### 12.2.5 Duplicar registros de datos

Esta función permite editar un registro de datos existente, como por ejemplo el de calibración en fábrica. Con la entrada de datos apropiados puede configurar entonces un offset para el registro de datos copiado o cambiar los valores nominales utilizando una tabla. Esto le proporciona una vía rápida y sencilla para reaccionar frente a modificaciones en las condiciones del proceso que usted sabe que van a ocurrir, sin tener que realizar ninguna calibración.

- 1. Inicie la ejecución de la función "Duplicar conjunto datos".
- 2. Seleccione el registro de datos que desee duplicar.
- 3. Seleccione seguidamente el lugar donde quiera guardar el registro duplicado y dé un nombre a este registro.
  - └→ Solo puede duplicar un registro si no se ha ocupado aún todo el espacio disponible para registros de datos. Si no hubiese ya más espacio disponible, deberá borrar primero algún registro de datos.
- 4. Usted puede configurar ahora un offset para el nuevo registro de datos o modificar los valores nominales de los distintos puntos de calibración mediante la función "Editar tabla".
- 5. Cuando quiera que se utilice el registro de datos modificado, deberá ir al menú "Ajuste/Entradas" y seleccionar bajo "Aplicación" el nuevo registro de datos.

### 12.3 Ajuste de temperatura

- 1. Determine la temperatura del producto de su proceso mediante un medidor alternativo, por ejemplo, un termómetro de precisión.
- 2. Acceda al menú "CAL/<Tipo sensor>/Ajuste de temperatura".
- 3. **Deje el sensor en el producto** y haga clic en "OK" hasta que se inicie la medición de la temperatura con el sensor.
- 4. Entre la temperatura de referencia obtenida mediante el otro medidor. Puede entrar el valor absoluto o un offset para este fin.

- 5. Una vez entrado el dato, haga clic en "OK" hasta que el equipo acepte el nuevo dato entrado.
  - └ Se finaliza con ello el ajuste de temperatura del sensor.

## 12.4 Mensajes de error durante la calibración

| Mensaje visualizado  | Causas y posibles medidas correctivas   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| No se ha cumplido el criterio de estabilidad. ¿Quiere<br>repetir el último paso?   | El valor medido o la temperatura no son estables. No se<br>satisface por tanto el criterio de estabilidad.<br>• Mantenga la temperatura constante durante la calibración<br>• Sensor envejecido o contaminado. Límpielo o regenérelo.<br>• Ajuste el criterio de estabilidad<br>(Menú/Ajuste/Entradas/ <tipo sensor="">/Ajustes<br/>calib./Criterio estabilidad)</tipo> |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| El conjunto de datos calibrado no es válido. ¿Desea<br>reanudar la calibración?  | Punto de calibración inverosímil<br>• Repita la calibración<br>• Cambie el producto/medio de calibración<br>• Sensor sucio> límpielo  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Calibración cancelada. Limpie por favor el sensor antes<br>de sumergirlo en el producto del proceso. (Se<br>desactivará el modo de espera) | El usuario ha cancelado la calibración.   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## 13 Accesorios para la calibración

## 13.1 Solución amortiguadora para calibración de pH

#### Soluciones amortiguadoras de calidad de Endress+Hauser

Son soluciones amortiguadoras de referencia secundarias que se han elaborado y traceado por el laboratorio acreditado por DAkkS (organismo de acreditación alemán), que tiene Endress+Hauser para soluciones amortiguadoras, utilizando material de referencia primario de PTB y material de referencia estandarizado del National Institute of Standards and Technology (NIST) en conformidad con DIN 19266.

|        | Valo | or de | de pH                              |                              |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------|------|-------|------------------------------------|------------------------------|---|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|        | А    | pH 2  | 2,00                               | (pred                        | isión ± 0,02 pH)  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | С    | pH 4  | 4,00                               | )0 (precisión $\pm$ 0,02 pH) |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | Е    | pH 🕻  | 7,00                               | )0 (precisión $\pm$ 0,02 pH) |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | G    | pH 9  | $\theta$ ,00 (precisión ± 0,02 pH) |                              |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | Ι    | pH 9  | 19,20 (precisión ± 0,02 pH)        |                              |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | К    | pH :  | 0H 10,00 (precisión ± 0,05 pH)     |                              |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | М    | pH :  | pH 12,00 (precisión ± 0,05 pH)     |                              |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      | Can   | tidad                              |                              |   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      | 01    | 20 3                               | 18 1                         | ml (0,68 fl.oz) solo soluciones amortiguadoras de pH 4,00 y pH 7,00 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      | 02    | 250                                | ml (                         | 8,45 fl.oz)   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      | 10    | 100                                | 0 ml                         | (0,26 US gal)   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      | 50    | 500                                | 0 ml                         | (1,32 US gal) bidón para Topcal S                                   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      |       | Cer                                | tifica                       | dos   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      |       | А                                  | Cert                         | ificado de análisis de solución amortiguadora                       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      |       |                                    | Ver                          | sión  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      |       |                                    | 1                            | Estándar  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| CPY20- |      |       |                                    |                              | Código completo de pedido   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## 13.2 Solución amortiguadora para redox

Soluciones amortiguadoras técnicas para potencial redox (REDOX)

- +220 mV; pH 7; 100 ml (3,4 fl.oz.); Núm. de pedido CPY3-0
- +468 mV; pH 0,1; 100 ml (3,4 fl.oz.); Núm. de pedido CPY3-1

## 13.3 Conductividad

#### Soluciones para calibración

Soluciones de precisión basadas en material de referencia estandarizado (SRM) de NIST para la calibración cualificada de sistemas de medición de la conductividad según ISO, precisión  $\pm$  0,5 %, con tabla de temperaturas,

CLY 11-A

74,0  $\mu S/cm$  (temperatura de referencia 25°C), 500 ml Núm. de pedido 50081902

- CLY 11-B 149,6 mS/cm (temperatura de referencia 25°C), 500 ml Núm. de pedido 50081903
- CLY 11-C 1,406 mS/cm (temperatura de referencia 25°C), 500 ml Núm. de pedido 50081904
- CLY 11-D

12,64 mS/cm (temperatura de referencia 25 °C), 500 ml Núm. de pedido 50081905

 CLY 11-E 107,00 mS/cm (temperatura de referencia 25°C), 500 ml Núm. de pedido 50081906

## 13.4 Oxígeno

#### 13.4.1 Solución cero

- 3 botellas con tapón de rosca para producir 3 x 1 litro de solución sin oxígeno
- Núm. de pedido 50001041

#### 13.4.2 Vasija de calibración

Vasija de calibración

- Para COS61/61D
- Núm. de pedido 51518599

## 13.5 Cloro

CCM182

- Fotómetro controlado por microprocesador para determinar la concentración de cloro y el pH
- Rango de medida de cloro: 0,05 6 mg/l
- Rango de medida de pH: 6,5 8,4
- Núm de pedido: CCM182-0

## 13.6 ISE (electrodos selectivos en iones) y nitratos

|        | Solu | ıción | in estándar            |                    |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|--------|------|-------|------------------------|--------------------|---------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
|        | 1    | Nitr  | rato de amonio, 1 mol  |                    |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        | 2    | Clor  | ruro de potasio, 1 mol |                    |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      | Tan   | naño del contenedor    |                    |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      | А     | 250                    | 0 ml (8,45 fl.oz.) |                                 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      |       | Doc                    | ume                | imentos de transporte           |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      |       | 1                      | Doc                | cumentos estándar               |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      |       | 2                      | Incl.              | el. hoja de mercancía peligrosa |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      |       | 3                      | Hoja               | oja de datos de seguridad       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      |       |                        | Cert               | ificados                        |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      |       |                        | А                  | Ninguno                         |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|        |      |       |                        | В                  | Certificado del fabricante      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| CAY40- |      |       |                        |                    | Código completo de pedido       |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

## 13.7 Nitratos

Soluciones estándar de calibración de nitratos, 1 litro

- Estándar 5 mg/l NO<sub>3</sub> N; Núm. de pedido CAY342-V10C05AAE
- Estándar 10 mg/l NO<sub>3</sub> N; Núm. de pedido CAY342-V10C10AAE
- Estándar 15 mg/l NO<sub>3</sub> N; Núm. de pedido CAY342-V10C15AAE
- Estándar 20 mg/l NO<sub>3</sub> N; Núm. de pedido CAY342-V10C20AAE
- Estándar 30 mg/l NO<sub>3</sub> N; Núm. de pedido CAY342-V10C30AAE
- Estándar 40 mg/l NO<sub>3</sub> N; Núm. de pedido CAY342-V10C40AAE
- Estándar 50 mg/l NO<sub>3</sub> N; Núm. de pedido CAY342-V10C50AAE

## 13.8 CAS (coeficiente de absorción espectral)

Soluciones estándar de calibración de KHP

• CAY451-V10C01AAE, 1000 ml solución madre 5 000 mg/l COT (carbono orgánico total)

## Índice

## Α

| Accesorios                                  |
|---|
| Ajuste                                      |
| Ajuste de temperatura                       |
| CAS (coeficiente de absorción espectral) 57 |
| Cloro                                       |
| Conductividad                               |
| Nitratos                                    |
| Oxígeno 34                                  |
| pH17,46                                     |
| REDOX (potencial redox)                     |
| Turbidez                                    |

## С

| Calibración                                 |
|---|
| CAS (coeficiente de absorción espectral) 54 |
| Calibración a dos puntos                    |
| pH14  |
| REDOX (potencial redox) 19                  |
| Calibración a un punto                      |
| pH15, 44                                    |
| Calibración al airo                         |
| Calibración con muestra                     |
| Cloro 39                                    |
| Oxígeno                                     |
| pH16  |
| Calibración de la pendiente                 |
| Calibración del brazo de distribución 5     |
| Calibración del punto cero 32, 39           |
| Calibración del volumen de muestra 6        |
| Calibración en fábrica                      |
| Nitratos                                    |
| Turbidez y sólidos                          |
| CAS (coeficiente de absorción espectral)    |
| Ajuste de temperatura                       |
| Datarminación do valoros do referencia 55   |
| Estándar de KHP 66                          |
| Principio de calibración 54                 |
| Tipos de calibración                        |
| Cloro                                       |
| Ajuste de temperatura 41                    |

| Calibración con muestra     | 39 |
|-----------------------------|----|
| Calibración de la pendiente | 39 |
| Calibración del punto cero  | 39 |
| Entrada de datos            | 39 |
| Errores de calibración      | 41 |
| Intervalos de calibración   | 36 |
| Polarización                | 37 |
| Puesta a cero de contadores | 40 |
| Tipos de calibración        | 38 |
| Conductividad               |    |
| Ajuste de temperatura       | 25 |
| Calibración al aire         | 22 |
| Constante de celda          | 21 |
| Errores de calibración      | 26 |
| Factor de instalación       | 23 |
| Soluciones para calibración | 65 |
| Tipos de calibración        | 21 |
| Constante de celda          | 21 |
|                             |    |

## D

| Delta | pendiei | nte. | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | • | 9 |
|-------|---------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Delta | punto c | ero  |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | 1 | 0 |

## Ε

| Ecuación de Nernst<br>Entrada de datos | . 9 |
|--|-----|
| Cloro                                  | 39  |
| Oxígeno                                | 31  |
| рН                                     | 15  |
| REDOX (potencial redox)                | 19  |
| Errores de calibración                 |     |
| Cloro                                  | 41  |
| Conductividad                          | 26  |
| Nitratos                               | 63  |
| Oxígeno                                | 35  |
| рН 17,                                 | 47  |
| REDOX (potencial redox)                | 20  |
| Estándar de KHP                        | 66  |
|  |     |

## F

#### **I** In

| intervalos de calibración |    |
|---------------------------|----|
| Cloro                     | 36 |

| Oxígeno                                       |
|---|
| pii   |
| ISE (electrodo de ión selectivo)              |
| Calibración de electrodos selectivos en iones |
| (ISE) 44                                      |
| Calibración de pH                             |
| Soluciones estándar                           |
| Tipos de calibración                          |
|   |

# **N** Nit

| itratos                  |
|--------------------------|
| Ajuste de temperatura 62 |
| Calibración en fábrica   |
| Calibración y ajuste     |
| Errores de calibración63 |
| Soluciones estándar      |
| Tipos de calibración     |

| 0                             |
|-------------------------------|
| Oxígeno                       |
| Ajuste de temperatura 34      |
| Calibración con muestra       |
| Calibración de la pendiente   |
| Calibración del punto cero    |
| Entrada de datos31            |
| Errores de calibración35      |
| Intervalos de calibración     |
| Puesta a cero de contadores34 |
| Señal                         |
| Solución cero65               |
| Tipos de calibración          |

## Ρ

| Pendiente                                  |
|--|
| Oxígeno                                    |
| pH   |
| Ajuste de temperatura 17, 46               |
| Calibración a dos puntos14                 |
| Calibración a un punto 15, 44              |
| Calibración con muestra16                  |
| Entrada de datos                           |
| Errores de calibración 17, 47              |
| Intervalos de calibración12                |
| Solución amortiguadora para calibración 64 |
| Tipos de calibración                       |
| Punto cero                                 |
| Oxígeno                                    |

## R

| REDOX (notencial redox)                 |    |
|---|----|
| Aiusta da tamparatura                   | 10 |
| Ajuste de temperatura                   | 19 |
| Calibración a dos puntos                | 19 |
| Calibración a un punto                  | 18 |
| Entrada de datos                        | 19 |
| Errores de calibración                  | 20 |
| Solución amortiguadora para calibración | 64 |
| Tipos de calibración                    | 18 |
|   |    |

## S

| Solución cero               | 65 |
|-----------------------------|----|
| Soluciones para calibración | 64 |

## Т

| Tipos de calibración                     |    |
|--|----|
| CAS (coeficiente de absorción espectral) | 54 |
| Cloro                                    | 38 |
| Conductividad                            | 21 |
| ISE (electrodo de ión selectivo)         | 42 |
| Nitratos                                 | 59 |
| Oxígeno                                  | 29 |
| рН                                       | 13 |
| REDOX (potencial redox)                  | 18 |
| Turbidez y sólidos                       | 48 |
| Turbidez                                 |    |
| Ajuste de temperatura                    | 52 |
| Calibración en fábrica                   | 48 |
| Calibración y ajuste                     | 50 |
| Tipos de calibración                     | 48 |
|  |    |

www.addresses.endress.com

