

## SIMATIC

### S7-1500, ET 200MP, ET 200SP, ET 200AL, ET 200pro, ET 200eco PN Procesamiento de valores analógicos

Manual de funciones

#### Prólogo

Guía de la documentación

1

Información importante  
sobre la tecnología  
analógica

2

Representación de valores  
analógicos

3

Conexión de sensores de  
medida

4

Termopares

5

Conexión de  
cargas/actuadores

6

Funciones soportadas

7

Módulos analógicos de alta  
velocidad

8

## Notas jurídicas

### Filosofía en la señalización de advertencias y peligros

Este manual contiene las informaciones necesarias para la seguridad personal así como para la prevención de daños materiales. Las informaciones para su seguridad personal están resaltadas con un triángulo de advertencia; las informaciones para evitar únicamente daños materiales no llevan dicho triángulo. De acuerdo al grado de peligro las consignas se representan, de mayor a menor peligro, como sigue.

#### PELIGRO

Significa que, si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas **se producirá** la muerte, o bien lesiones corporales graves.

#### ADVERTENCIA

Significa que, si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas **puede producirse** la muerte o bien lesiones corporales graves.

#### PRECAUCIÓN

Significa que si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas, pueden producirse lesiones corporales.

#### ATENCIÓN

Significa que si no se adoptan las medidas preventivas adecuadas, pueden producirse daños materiales.

Si se dan varios niveles de peligro se usa siempre la consigna de seguridad más estricta en cada caso. Si en una consigna de seguridad con triángulo de advertencia se alarma de posibles daños personales, la misma consigna puede contener también una advertencia sobre posibles daños materiales.

### Personal cualificado

El producto/sistema tratado en esta documentación sólo deberá ser manejado o manipulado por **personal cualificado** para la tarea encomendada y observando lo indicado en la documentación correspondiente a la misma, particularmente las consignas de seguridad y advertencias en ella incluidas. Debido a su formación y experiencia, el personal cualificado está en condiciones de reconocer riesgos resultantes del manejo o manipulación de dichos productos/sistemas y de evitar posibles peligros.

### Uso previsto o de los productos de Siemens

Considere lo siguiente:

#### ADVERTENCIA

Los productos de Siemens sólo deberán usarse para los casos de aplicación previstos en el catálogo y la documentación técnica asociada. De usarse productos y componentes de terceros, éstos deberán haber sido recomendados u homologados por Siemens. El funcionamiento correcto y seguro de los productos exige que su transporte, almacenamiento, instalación, montaje, manejo y mantenimiento hayan sido realizados de forma correcta. Es preciso respetar las condiciones ambientales permitidas. También deberán seguirse las indicaciones y advertencias que figuran en la documentación asociada.

### Marcas registradas

Todos los nombres marcados con ® son marcas registradas de Siemens AG. Los restantes nombres y designaciones contenidos en el presente documento pueden ser marcas registradas cuya utilización por terceros para sus propios fines puede violar los derechos de sus titulares.

### Exención de responsabilidad

Hemos comprobado la concordancia del contenido de esta publicación con el hardware y el software descritos. Sin embargo, como es imposible excluir desviaciones, no podemos hacernos responsable de la plena concordancia. El contenido de esta publicación se revisa periódicamente; si es necesario, las posibles las correcciones se incluyen en la siguiente edición.

# Prólogo

## Finalidad de la documentación

En la presente documentación se describen temas generales que no dependen de productos.

Además de la información introductoria sobre el procesamiento de valores analógicos, en el manual encontrará los temas siguientes:

- Conexión de sensores de medida a entradas analógicas
- Conexión de actuadores/cargas a salidas analógicas
- Compensación de la temperatura en la unión fría
- Calibración de un módulo analógico
- Posibilidades de diagnóstico de un módulo analógico
- Módulos analógicos de alta velocidad

## Conocimientos básicos necesarios

Para una mejor comprensión de la presente documentación se requieren los siguientes conocimientos:

- Conocimientos generales de automatización
- Conocimientos sobre procesamiento de valores analógicos (tecnología analógica)
- Conocimientos del sistema de automatización industrial SIMATIC
- Conocimientos de manejo de STEP 7 (TIA Portal)

## Ámbito de validez de la documentación

El presente manual es válido como documentación básica para todos los módulos de entradas analógicas y módulos de salidas analógicas de las familias de productos S7-1500, ET 200MP, ET 200SP, ET 200AL, ET 200pro y ET 200eco PN.

## Cambios con respecto a la versión anterior

Con respecto a la versión anterior del manual (edición 12/2013) se han realizado los siguientes cambios o ampliaciones:

- Ampliación del ámbito de validez al sistema de periferia descentralizada ET 200AL

## Convenciones

STEP 7: para designar el software de configuración y programación, en la presente documentación se utiliza "STEP 7" como sinónimo de "STEP 7 a partir de V12 (TIA Portal)" y versiones posteriores.

La presente documentación contiene ilustraciones de los productos descritos. Las ilustraciones pueden diferir del producto suministrado en casos aislados.

Preste atención a las notas marcadas del modo siguiente:

---

### Nota

Una nota contiene información importante sobre la parte de la documentación a la que debe prestarse especial atención.

---

## Soporte adicional

Encontrará más información sobre los productos SIMATIC en Internet. La documentación correspondiente está igualmente disponible en Internet.

- Encontrará nuestra oferta de documentación técnica para los diferentes productos y sistemas SIMATIC en Internet (<http://www.siemens.com/simatic-tech-doku-portal>).
- Encontrará el catálogo online y el sistema de pedidos online en Internet (<http://mall.automation.siemens.com>).

## Información de seguridad

Siemens suministra productos y soluciones con funciones de seguridad industrial que contribuyen al funcionamiento seguro de instalaciones, soluciones, máquinas, equipos y redes. Dichas funciones son un componente importante de un sistema global de seguridad industrial. En consideración de lo anterior, los productos y soluciones de Siemens son objeto de mejoras continuas. Por ello, le recomendamos que se informe periódicamente sobre las actualizaciones de nuestros productos

Para el funcionamiento seguro de los productos y soluciones de Siemens, es preciso tomar medidas de protección adecuadas (como el concepto de protección de células) e integrar cada componente en un sistema de seguridad industrial integral que incorpore los últimos avances tecnológicos. También deben tenerse en cuenta los productos de otros fabricantes que se estén utilizando. Encontrará más información sobre seguridad industrial en (<http://www.siemens.com/industrialsecurity>).

Si desea mantenerse al día de las actualizaciones de nuestros productos, regístrese para recibir un boletín de noticias específico del producto que desee. Encontrará más información en (<http://support.automation.siemens.com>).

# Índice

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
|          | <b>Prólogo .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>1</b> | <b>Guía de la documentación .....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>2</b> | <b>Información importante sobre la tecnología analógica .....</b>              | <b>9</b>  |
| 2.1      | Resumen.....   | 9         |
| 2.2      | Precisión/resolución .....   | 13        |
| 2.3      | Normalización de valores analógicos .....                                      | 17        |
| 2.4      | Desnormalización de valores analógicos .....                                   | 19        |
| 2.5      | Error de linealidad .....  | 21        |
| 2.6      | Repetibilidad .....  | 22        |
| 2.7      | Límite de error práctico y básico.....   | 23        |
| 2.8      | Error de temperatura.....  | 26        |
| 2.9      | Supresión de frecuencias perturbadoras.....                                    | 27        |
| 2.10     | Perturbaciones en modo común (UCM) .....                                       | 29        |
| 2.11     | Perturbaciones en modo serie (USM).....  | 31        |
| 2.12     | Supresión de tensiones perturbadoras.....                                      | 33        |
| 2.13     | Interferencias entre los canales .....   | 36        |
| 2.14     | Diagnóstico .....  | 38        |
| 2.15     | Información de calidad.....  | 49        |
| 2.16     | Tiempo de conversión de un módulo analógico .....                              | 52        |
| 2.17     | Tiempo de ciclo de un módulo analógico .....                                   | 54        |
| 2.18     | Tiempo de estabilización y respuesta de los módulos de salidas analógicas..... | 55        |
| 2.19     | Alisamiento.....   | 57        |
| 2.20     | Carga con transductores de medida a 2 hilos .....                              | 60        |
| <b>3</b> | <b>Representación de valores analógicos .....</b>                              | <b>63</b> |
| 3.1      | Resumen.....   | 63        |
| 3.2      | Representación de los rangos de entrada .....                                  | 65        |
| 3.3      | Representación de los rangos de salida.....                                    | 66        |

|          |   |            |
|----------|---|------------|
| <b>4</b> | <b>Conexión de sensores de medida .....</b>                             | <b>68</b>  |
| 4.1      | Resumen .....   | 68         |
| 4.2      | Conexión de entradas analógicas con conexión MANA .....                 | 70         |
| 4.3      | Conexión de entradas analógicas sin conexión MANA .....                 | 72         |
| 4.4      | Conexión de sensores de tensión .....                                   | 74         |
| 4.5      | Conexión de sensores tipo intensidad .....                              | 75         |
| 4.6      | Conexión de termorresistencias y resistencias .....                     | 77         |
| 4.7      | Conexión de termopares .....  | 79         |
| <b>5</b> | <b>Termopares .....</b>   | <b>80</b>  |
| 5.1      | Selección de termopares .....   | 80         |
| 5.2      | Diseño y funcionamiento de los termopares .....                         | 82         |
| 5.3      | Compensación de la temperatura en la unión fría .....                   | 84         |
| 5.3.1    | Resumen .....   | 84         |
| 5.3.2    | Compensación por unión fría interna .....                               | 87         |
| 5.3.3    | Compensación por canal de referencia del módulo .....                   | 89         |
| 5.3.4    | Compensación por canal de referencia del grupo 0 .....                  | 91         |
| 5.3.5    | Compensación por temperatura de referencia fija .....                   | 94         |
| 5.3.6    | Compensación por temperatura de referencia dinámica .....               | 97         |
| 5.3.7    | Sin compensación o compensación externa .....                           | 101        |
| 5.3.8    | Tipo de compensación RTD (0) .....                                      | 103        |
| <b>6</b> | <b>Conexión de cargas/actuadores .....</b>                              | <b>106</b> |
| 6.1      | Resumen .....   | 106        |
| 6.2      | Conexión de cargas/actuadores .....                                     | 107        |
| <b>7</b> | <b>Funciones soportadas .....</b>                                       | <b>109</b> |
| 7.1      | Calibración de módulos analógicos .....                                 | 109        |
| 7.1.1    | Resumen .....   | 109        |
| 7.1.2    | Calibración de módulos analógicos .....                                 | 111        |
| 7.1.3    | Cancelación del proceso de calibración .....                            | 115        |
| 7.1.4    | Restablecer la configuración de fábrica de los módulos analógicos ..... | 116        |
| <b>8</b> | <b>Módulos analógicos de alta velocidad .....</b>                       | <b>117</b> |
| 8.1      | Principios básicos .....  | 117        |
| 8.2      | Módulos ST vs. módulos HS .....   | 123        |
|          | <b>Índice alfabético .....</b>  | <b>129</b> |

# Guía de la documentación

## Introducción

La documentación de los productos SIMATIC tiene una estructura modular y contiene temas relacionados con el sistema de automatización.

La documentación completa de los sistemas S7-1500, ET 200MP, ET 200SP, ET 200AL, ET 200pro y ET 200eco PN consta del manual de sistema correspondiente, manuales de funciones y manuales de producto.

## Sinopsis de la documentación adicional relacionada con el procesamiento de valores analógicos

La tabla siguiente muestra la documentación que complementa la presente descripción del procesamiento de valores analógicos.

Tabla 1- 1 Documentación relacionada con el procesamiento de valores analógicos

| Tema                    | Documentación  | Contenidos más destacados   |
|-------------------------|--|---|
| Descripción del sistema | Manual de sistema<br>Sistema de automatización S7-1500<br>( <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/59191792">http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/59191792</a> )                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasos previos a la instalación</li> <li>• Montaje</li> <li>• Conexión</li> <li>• Puesta en servicio</li> </ul> |
|                         | Manual de sistema<br>Sistema de periferia descentralizada ET 200SP<br>( <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/58649293">http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/58649293</a> )          |   |
|                         | Manual de sistema<br>Sistema de periferia descentralizada ET 200MP<br>( <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/59193214">http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/59193214</a> )          |   |
|                         | Manual de sistema<br>Sistema de periferia descentralizada ET 200AL<br>( <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/89254965">http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/89254965</a> )          |   |
|                         | Instrucciones de servicio<br>Sistema de periferia descentralizada ET 200pro<br>( <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/21210852">http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/21210852</a> ) |   |
|                         | Instrucciones de servicio<br>Periferia descentralizada ET 200eco PN<br>( <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/29999018">http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/29999018</a> )         |   |

| Tema  | Documentación   | Contenidos más destacados  |
|---|---|--|
| Instalación de controladores con inmunidad a las perturbaciones | Manual de funciones<br>Instalación de controladores con inmunidad a las perturbaciones<br>( <a href="http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/59193566">http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/59193566</a> ) | <ul style="list-style-type: none"><li>• Principios básicos</li><li>• Compatibilidad electromagnética</li><li>• Protección contra rayos</li></ul>                                 |
| Módulo analógico  | Manual de producto del módulo analógico correspondiente   | <ul style="list-style-type: none"><li>• Conexión</li><li>• Parámetros</li><li>• Datos técnicos</li><li>• Registro de parámetros</li><li>• Tablas de valores analógicos</li></ul> |

## Manuales SIMATIC

En Internet (<http://www.siemens.com/automation/service&support>) están disponibles todos los manuales actualizados de los productos SIMATIC para su descarga gratuita.



# Información importante sobre la tecnología analógica

## 2.1 Resumen

### Introducción

El propósito de este capítulo es explicarle, partiendo de los principios básicos de la tecnología analógica, las características más importantes de los módulos de entradas y salidas analógicas. Las explicaciones y ejemplos ofrecidos en las páginas siguientes pretenden establecer una relación con los manuales del módulo analógico empleado y facilitarle el manejo de dichos manuales.

### Señales analógicas y binarias

Las señales binarias solo pueden adoptar 2 estados: estado de señal 1 (con tensión) o estado de señal 0 (sin tensión). En la técnica de control, además de las señales binarias, a menudo es necesario leer, procesar y emitir señales analógicas. Al contrario que las señales binarias, las señales analógicas adoptan cualquier valor dentro de un rango concreto. Las magnitudes analógicas posibles son, p. ej.:

- temperatura
- Presión
- velocidad
- nivel
- valor pH

## Sensores de medida

Los controladores solo pueden procesar valores analógicos en forma de patrones de bits. Para ello, los sensores de medida que pueden conectarse al módulo analógico capturan magnitudes físicas, p. ej. presión o temperatura. Este valor analógico es medido por el módulo de entradas analógicas en forma de corriente, tensión o resistencia. Para que la CPU pueda procesar el valor de corriente o tensión capturado, un convertidor analógico-digital integrado en el módulo de entradas analógicas lo convierte en un valor entero de 16 bits. Según el tipo de medición pueden utilizarse los siguientes sensores de medida:

- sensores de tensión
- sensores de corriente
  - transductores de medida a 2 hilos
  - transductores de medida a 4 hilos
- sensores resistivos
  - Conexión a 4 hilos
  - Conexión a 3 hilos
  - Conexión a 2 hilos
- termopares

Para más información sobre la conexión de los distintos tipos de sensores de medida a entradas analógicas, consulte el capítulo Conexión de sensores de medida (Página 68).

### Ejemplo

Para capturar una velocidad se utiliza un sensor de medida que convierte el rango de velocidad de giro de 0 a 1500 rpm en un rango de tensión de 1 a 5 V. Si se mide una velocidad de 865 rpm, el sensor de medida da un valor de tensión de 3,3 V.

El valor de tensión resultante se calcula de la manera siguiente:

$$U = \frac{5 \text{ V} - 1 \text{ V}}{1500 \frac{\text{rpm}}{\text{min}}} * 865 \frac{\text{rpm}}{\text{min}} + 1 \text{ V} = 3,3 \text{ V}$$

El valor de tensión capturado puede representarse gráficamente de la manera siguiente:

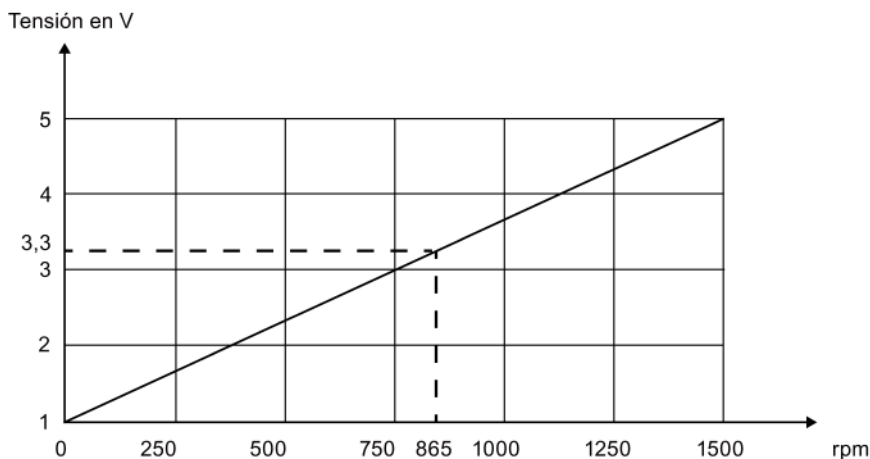


Figura 2-1 Captura de la velocidad de giro

## Conversión analógico-digital

Una CPU únicamente procesa información en forma digital. Por este motivo, el valor analógico se convierte a un patrón de bits. La conversión se realiza por medio de un convertidor analógico-digital (convertidor A/D) integrado en el módulo de entradas analógicas. En los productos SIMATIC, el resultado de esta conversión se acondiciona siempre para la CPU como palabra de 16 bits. El convertidor A/D utilizado digitaliza la señal analógica que se quiere capturar y se aproxima a su valor mediante una curva en escalera. Los parámetros más importantes de un convertidor A/D son su resolución y la velocidad de conversión.

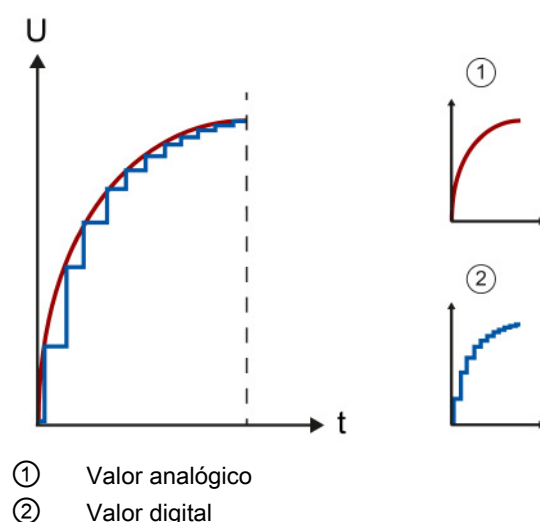


Figura 2-2 Aproximación de una curva analógica mediante una curva en escalera con alta y baja resolución

## Conversión digital-analógico

Después de procesar la señal digital en la CPU, un convertidor digital-analógico (convertidor D/A) integrado en el módulo de salidas analógicas convierte la señal de salida en un valor analógico de corriente o tensión. El valor resultante de la señal de salida corresponde a la magnitud de salida que permite accionar los elementos de control final analógicos (los actuadores). Estos pueden ser pequeños servoaccionamientos o válvulas proporcionales, por ejemplo. Encontrará más información sobre la conexión de actuadores en el capítulo Conexión de cargas/actuadores (Página 106).

## Principales características de los módulos analógicos

Además del tipo y el rango de medición, a la hora de seleccionar el módulo analógico adecuado son importantes sobre todo la precisión, la resolución y el tiempo de conversión. Para determinados campos de aplicación, p. ej. instalaciones muy extensas, también son decisivos la tensión en modo común (Common Mode) o el aislamiento galvánico entre canales. En las páginas siguientes se comentan con más detalle estas características.

## Procesamiento de señales analógicas

La figura siguiente muestra el procesamiento de señales analógicas en un PLC.

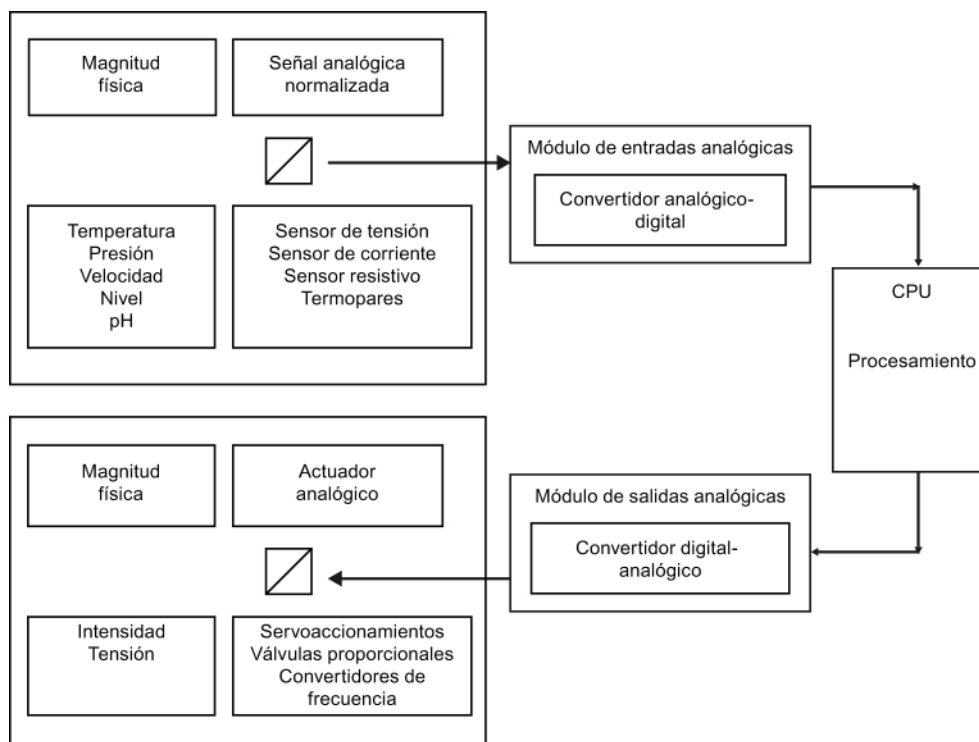


Figura 2-3 Procesamiento de valores analógicos

## 2.2 Precisión/resolución

La resolución de un módulo analógico depende del transductor utilizado y de su cableado externo. La aproximación a la señal analógica que se quiere capturar o emitir se realiza mediante una curva en escalera. La resolución indica en cuántos incrementos se divide el valor analógico en esta curva en escalera. Cuanto mayor sea la resolución de un módulo, tanto menores serán los incrementos y más fina será la digitalización de la señal analógica.

### Aproximación a un valor analógico

Las figuras siguientes muestran la aproximación al valor analógico mediante una curva en escalera. Si la resolución es baja, la señal analógica se aproxima solamente de forma imprecisa a la curva real (figura izquierda), pero a medida que la resolución aumenta, la aproximación mejora (figura derecha).

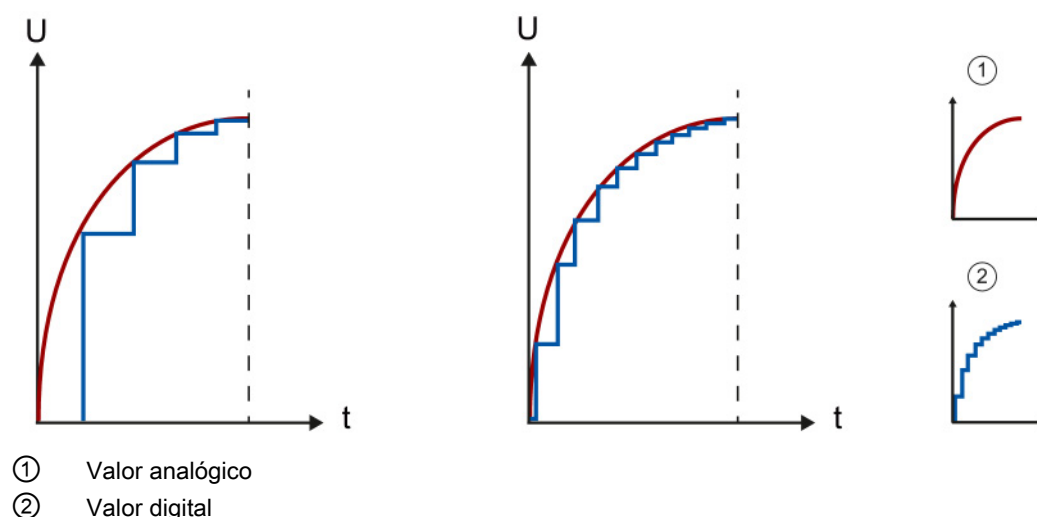


Figura 2-4 Aproximación a una curva analógica mediante una curva en escalera

### Representación del rango de medición con una resolución de 13 y 16 bits

Si un módulo posee una resolución de 13 bits (= 12 bits + sig.), una medida unipolar se descompone en un total de  $2^{12} = 4096$  incrementos. Con un rango de medición de 0 a 10 V, el valor más pequeño representable, el incremento, es de  $10 \text{ V}/4096$ , es decir, 2,4 mV.

Así pues, un módulo de 16 bits (= 15 bits + sig.) de resolución proporciona un incremento de 0,3 mV. Si la resolución aumenta un bit, el número de incrementos se duplica y el ancho de un incremento se reduce a la mitad.

Si la resolución aumenta de 13 a 16 bits, la cantidad de incrementos de 4096 se multiplica por ocho y da como resultado 32768. Por eso, con una resolución de 13 bits, el valor más pequeño representable es de 2,4 mV. Con una resolución de 16 bits, es, en cambio, de 0,3 mV.

## Rangos de medición

En la representación del rango de medición, SIMATIC S7 distingue entre el rango nominal, el margen de tolerancia por encima o por debajo y el rebase por exceso o por defecto. Gracias a esta diferenciación se puede reconocer si el valor medido se encuentra dentro del rango de medición especificado en los datos técnicos o si se ha rebasado el rango de medición. Los rangos de rebase por exceso y por defecto están reservados para la detección de errores.

Con una resolución de 16 bits, los 32768 incrementos teóricamente posibles se distribuyen en un rango de tensión de 11,852 V. Con ello, ya solo están disponibles 27648 incrementos para la resolución de un rango de medición de 10 V. Esto corresponde a un valor mínimo representable de 0,3617 mV (ver tabla).

Tabla 2- 1 Ejemplo de un módulo SIMATIC S7 con una resolución del rango de medición 0 a 10 V

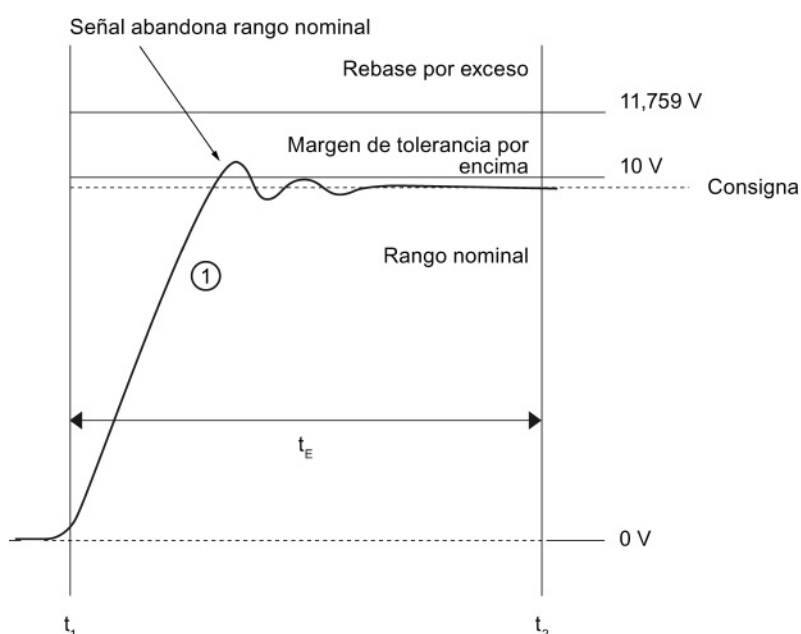
| Valor (incrementos)  | Rango de medición de tensión |                                 |
|--|------------------------------|---------------------------------|
| Decimal  | de 0 a 10 V                  | Rango                           |
| 32767  | 11,852 V                     | Rebase por exceso               |
| 32512  |                              |                                 |
| 32511  | 11,759 V                     | Margen de tolerancia por encima |
| 27649  |                              |                                 |
| 27648  | 10,0 V                       | Rango nominal                   |
| 20736  | 7,5 V                        |                                 |
| 1  | 361,7 $\mu$ V                |                                 |
| 0  | 0 V                          |                                 |
| No relevante para este ejemplo,<br>ya que no puede haber valores negativos |                              | Margen de tolerancia por debajo |
|  |                              | Rebase por defecto              |

Encontrará una representación digitalizada de los rangos de entrada, separados por rangos de entrada bipolares o unipolares, en el apartado Representación de los rangos de entrada (Página 65). Encontrará una representación digitalizada de los rangos de salida, separados por rangos de salida bipolares o unipolares, en el apartado Representación de los rangos de salida (Página 66). En el manual de producto correspondiente a su módulo analógico encontrará una sinopsis de todos los rangos de medición que pueden utilizarse.

### Margen de tolerancia por encima y por debajo

En procesos de regulación con escalones de señal elevados, puede ocurrir que la curva de estabilización de la señal abandone brevemente el rango nominal antes de alcanzar la consigna. El margen de tolerancia por encima o por debajo garantiza que no se notifique ningún error durante este abandono del rango nominal. No obstante, si la señal rebasa el margen de tolerancia por encima o por debajo y alcanza el rango de rebase por exceso o por defecto, se diagnostica el estado de error "Rebase por exceso" o "Rebase por defecto". El margen de tolerancia por encima o por debajo equivale, por tanto, a un margen de tolerancia entre el rango nominal y el rebase por exceso o por defecto. Encontrará más información sobre el tiempo de estabilización en el capítulo Tiempo de estabilización y respuesta de los módulos de salidas analógicas (Página 55).

En la figura siguiente se observa el rango nominal, el margen de tolerancia por encima y el rebase por exceso de un rango de medición unipolar. Durante la fase de estabilización, la señal abandona brevemente el rango nominal.



- ① Señal de salida analógica
- $t_E$  Tiempo de estabilización de la señal en la consigna
- $t_1$  El módulo finaliza la conversión en el borne del canal de salidas analógicas y emite la señal.
- $t_2$  La señal está estabilizada y se ha alcanzado la magnitud de salida analógica especificada.

### Precisión de un módulo analógico

La precisión de un módulo analógico se indica como porcentaje o como valor absoluto, p. ej. en K o °C. Caracteriza el error general de la captura de valores medidos. De acuerdo con la norma internacional IEC 61131, en la que se basa también la norma europea EN 61131, se indican el límite de error básico a 25 °C y el límite de error práctico. Encontrará una descripción detallada de los límites de error práctico y básico en el apartado Límite de error práctico y básico (Página 23).

### Relación entre resolución y precisión

Para conseguir una precisión concreta (error práctico) es necesario disponer de una determinada resolución.

### Ejemplo

#### Error de medición mediante digitalización con una resolución de 8 y 14 bits

El rango de medición de un módulo analógico va de 0 a 10 V. Una resolución de 8 bits representa un total de 256 valores. Esto equivale a un salto de tensión mínimo posible de 39 mV o del 0,4% con respecto al valor final del rango de medición. Una resolución de 14 bits representa un total de 16384 valores. Esto equivale a un salto de tensión mínimo posible de 0,61 mV o del 0,006% con respecto al valor final del rango de medición.

Los valores porcentuales calculados son al mismo tiempo los valores teóricos del mejor caso para el límite de error práctico. Por consiguiente, con una resolución de 8 bits y un rango de medición de 0 a 10 V no es posible conseguir una precisión mejor que el 0,4%. Según sea la circuitería real, este valor sería considerablemente peor en la práctica.

### Cálculo del error de medición máximo

En el rango de medición de un módulo analógico de 0 a 10 V y un límite de error práctico en todo el rango de temperatura de  $\pm 0,5\%$ , el error de medición máximo se calcula de la manera siguiente:

$$10 \text{ V} \cdot 0,5/100 = 50 \text{ mV}$$

Con ello, el error de medición máximo se encuentra en  $\pm 50 \text{ mV}$ . Esto significa que, en el caso de la entrada analógica, cada tensión contiene una incertidumbre de  $\pm 50 \text{ mV}$  en todo el rango de entrada. Así pues, una tensión de 3,5 V que vaya a medirse puede representarse con cualquier valor situado entre 3,45 V y 3,55 V.

Encontrará una descripción detallada de los límites de error práctico y básico en el apartado Límite de error práctico y básico (Página 23).



## 2.3 Normalización de valores analógicos

### Normalización

Para el procesamiento posterior de los valores analógicos digitalizados, suele ser necesario calcular la magnitud de proceso real en lugar de incrementos (p. ej., 10 V = 27648 incrementos). La conversión de un rango de valores (p. ej., de -27648 a +27648 incrementos) a la magnitud física original (p. ej., de 0 a 500 litros) se denomina normalización o escalado.

### Bloques de normalización

STEP 7 ofrece el bloque de programa apropiado para la normalización de valores analógicos. El bloque SCALE se incluye en el volumen de suministro de STEP 7 y permite introducir un valor límite superior e inferior (p. ej., de 0 a 500 litros).

### Ejemplo

En el ejemplo siguiente debe medirse el nivel de un tanque de 500 litros de capacidad. El sensor de medida utilizado mide una tensión de -10 V con el tanque vacío y de +10 V con el tanque lleno. El módulo analógico transforma el rango de tensión de -10 V a +10 V en el rango de valores -27648 a +27648 y convierte este rango a la magnitud original de 0 a 500 litros con el bloque de programa SCALE.

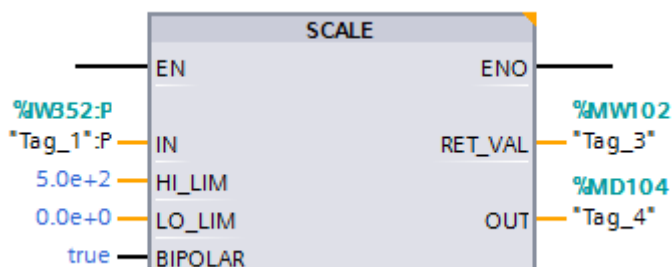


Figura 2-5 Normalización en el bloque de programa SCALE

El valor analógico de la entrada **IN** es leído directamente por el módulo o transmitido por una interfaz de datos en formato INT. El valor límite inferior (0 litros) de la magnitud física se define a través de la entrada **LO\_LIM**, y el valor límite superior (500 litros), a través de la entrada **HI\_LIM**. La salida **OUT** proporciona el valor normalizado (magnitud física) en forma de número real a partir de ( $LO\_LIM \leq OUT \leq HI\_LIM$ ). A través de la entrada **BIPOLAR** se puede parametrizar si se deben transformar solo valores positivos o también negativos. Si se transmite al parámetro un operando con el estado "0", tiene lugar una normalización unipolar. Un operando con el estado "1" provoca una normalización bipolar. La salida **RET\_VAL** emite un código de error en caso de fallo (p. ej., rebase por exceso) y el valor "0" en caso de que la ejecución sea correcta.

Encontrará más información sobre el bloque SCALE en la Ayuda en pantalla de STEP 7.

## Rangos de medición unipolares y bipolares

En el ejemplo se medía el nivel en un rango de medición bipolar. Para ello, el sensor de medida suministra una tensión negativa, además de la positiva. Dado que el volumen del tanque se convierte al rango de incrementos de -27648 a +27648, la medición del nivel se efectúa con el doble de resolución ( $\Delta$ ) en comparación con el rango de medición unipolar.

### Nota

#### Sensores de medida

Para realizar una medición en un rango de medición bipolar, es requisito indispensable que el sensor de medida utilizado admita rangos de medición bipolares.

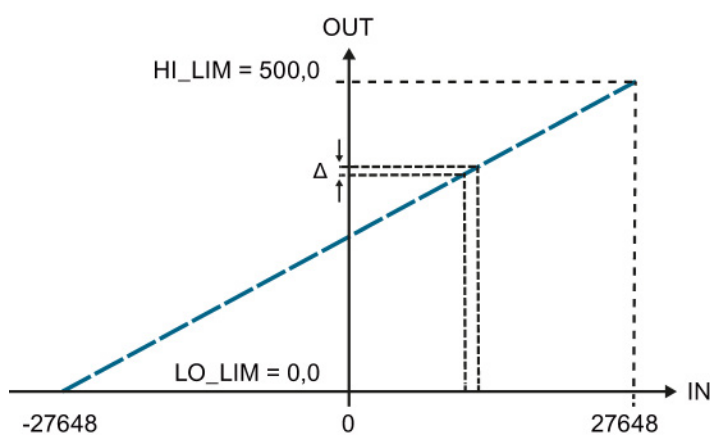


Figura 2-6 Rango de medición bipolar

En el rango de medición bipolar, la medición de nivel se realiza con el doble de resolución ( $\Delta$ ) que en el rango de medición unipolar.

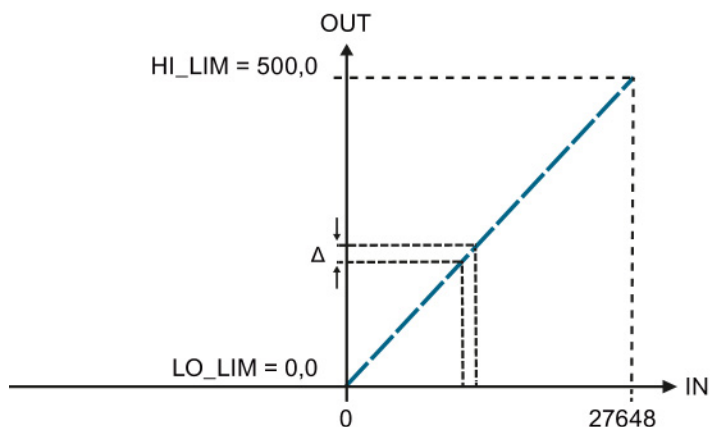


Figura 2-7 Rango de medición unipolar

## 2.4 Desnormalización de valores analógicos

### Desnormalización

Para emitir valores analógicos normalizados suele ser necesario convertir el valor analógico calculado por el programa de usuario al rango de valores del módulo de salidas analógicas. Esta conversión se denomina desnormalización o desescalado.

### Bloques de desnormalización

STEP 7 ofrece el bloque de programa apropiado para la desnormalización de valores analógicos. El bloque UNSCALE se incluye en el volumen de suministro de STEP 7 y permite introducir un valor límite superior e inferior entre los cuales oscila el valor del programa.

### Ejemplo

Un valor analógico del 0,0 al 100,0% calculado por el programa de usuario debe convertirse con el bloque UNSCALE al rango de valores de -27648 a +27648. Al emitirse el valor desnormalizado a un módulo de salidas analógicas, este módulo acciona un actuador analógico (p. ej., una válvula de regulación). El actuador debe accionarse con el valor mínimo (-10 V o -20 mA) para un valor del programa del 0% y con el valor máximo (+10 V o +20 mA) para un valor del programa del 100%.

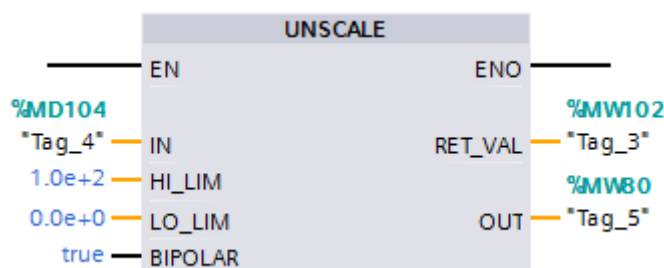


Figura 2-8 Desnormalización en el bloque de programa UNSCALE

El valor calculado por el programa debe transmitirse en formato REAL (IN). El valor límite inferior (0,0%) se define a través de la entrada LO\_LIM, y el valor límite superior (100,0%), a través de la entrada HI\_LIM; el valor del programa oscila entre estos valores límite. La salida OUT emite el valor desnormalizado en el formato INT. A través de la entrada BIPOLAR se puede parametrizar si se deben transformar solo valores positivos o también negativos. Si se transmite al parámetro un operando con el estado "0", tiene lugar una normalización unipolar. Un operando con el estado "1" provoca una normalización bipolar. La salida RET\_VAL emite un código de error en caso de fallo y el valor "0" en caso de que la ejecución sea correcta.

Encontrará más información sobre el bloque UNSCALE en la Ayuda en pantalla de STEP 7.

### Rangos de medición unipolares y bipolares

En la figura siguiente se muestra la normalización de un actuador que se acciona con el valor mínimo 0 (0 V o 0 mA) para un valor del programa del 0% y con el valor máximo (10 V o 20 mA) para un valor del programa del 100% (+27648).

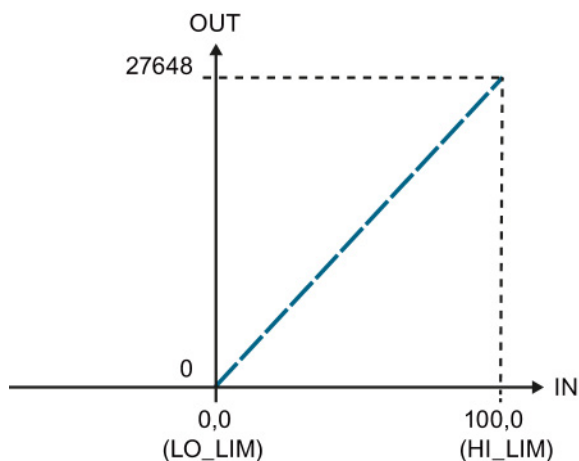


Figura 2-9 Rango de medición unipolar

En la figura siguiente se muestra la normalización de un actuador que se acciona con el valor mínimo 0 (-10 V o -20 mA) para un valor del programa del 0% (-27648) y con el valor máximo (+10 V o +20 mA) para un valor del programa del 100% (+27648).

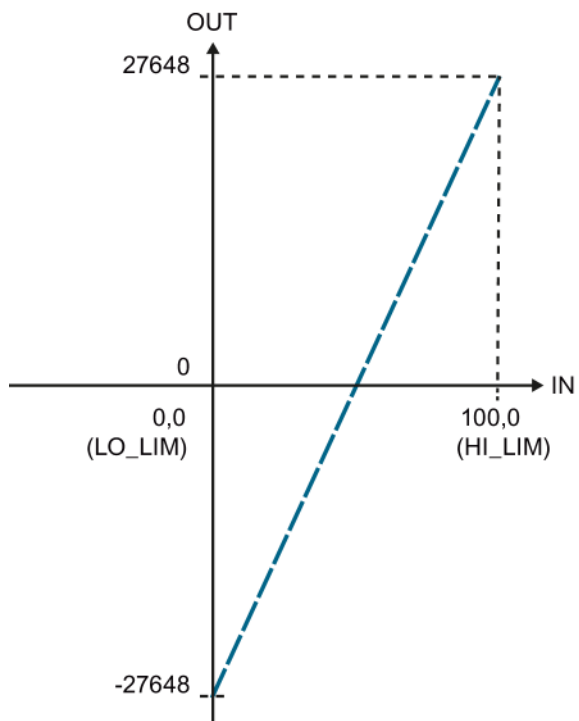


Figura 2-10 Rango de medición bipolar

## 2.5 Error de linealidad

### Definición

La linealidad señala la desviación de la conversión A/D o D/A real respecto de la recta ideal dentro de un rango de medición específico. El error de linealidad es la medida de la desviación de la función de transferencia real respecto de la recta ideal. En los datos técnicos la desviación se indica como valor porcentual referido al rango nominal del módulo analógico.

En la figura siguiente se muestra de forma ampliada (para mejor visibilidad) el error de linealidad de un convertidor A/D.

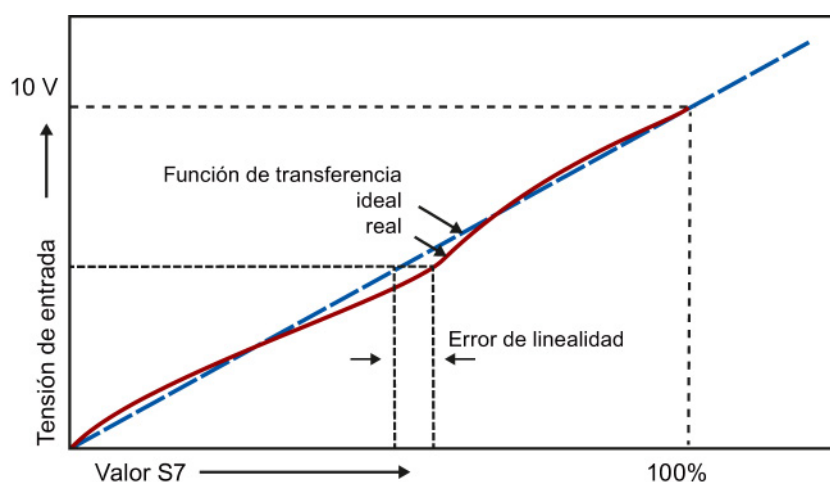


Figura 2-11 Error de linealidad

### Ejemplo

Con un rango de entrada de  $\pm 10$  V y un error de linealidad de  $\pm 0,01\%$ , resulta un error de  $\pm 1$  mV. El error se calcula de la manera siguiente:  $10 \text{ V} \cdot 0,01\% = 1 \text{ mV}$

Las indicaciones del error de linealidad en los datos técnicos ya están incluidas en el límite de error práctico. Encontrará una descripción detallada del límite de error práctico en el apartado Límite de error práctico y básico (Página 23).

## 2.6 Repetibilidad

### Definición

La repetibilidad es la desviación máxima de los valores medidos/valores de salida con una misma señal de entrada o un mismo valor de salida después de haber aplicado o emitido un valor distinto. Al hacerlo, los demás parámetros permanecen inalterados, p. ej. el parámetro Temperatura. La repetibilidad se refiere al rango nominal del módulo y se aplica al estado estacionario tras alcanzar la temperatura de régimen.

### Dispersión de los valores medidos

La repetibilidad proporciona información sobre la varianza de los distintos resultados de medición. Cuanto menor es la dispersión de los resultados de medición, mayor es la repetibilidad. Por tanto, la repetibilidad es una de las principales características de los instrumentos de medición. En los datos técnicos la repetibilidad se indica como valor porcentual referido al rango de entrada o salida en estado estacionario a 25 °C.

### Ejemplo

En un módulo de entradas analógicas, la repetibilidad indicada es del  $\pm 0,02\%$  referida al valor final del rango de medición. Para un valor cualquiera perteneciente al rango de medición de  $\pm 10$  V, esto corresponde a una repetibilidad de 2 mV. Si el valor medido se cambia de 10 V a -10 V, por ejemplo, y a continuación se vuelve a medir con 10 V, el error del valor medido no puede ser superior a  $\pm 2$  mV.

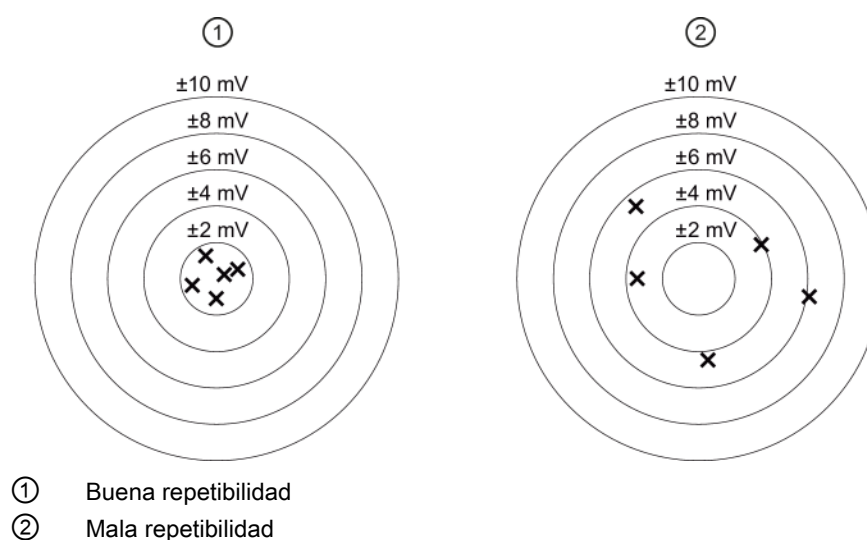


Figura 2-12 Repetibilidad de valores medidos emitidos

## **2.7 Límite de error práctico y básico**

### **Introducción**

A continuación se explica cómo determinar el límite de error práctico o básico y, por tanto, el error de medición o de salida utilizando los datos técnicos. Partiendo del peor caso, se asegura que el módulo no rebase por exceso el valor especificado en todo el rango de operación admisible.

La precisión de los módulos de entradas o salidas analógicas representa tan solo una parte de la precisión de todo el tramo de medición. Un tramo de medición se compone generalmente de: sensor de medida, transductor de medida, trayecto de transmisión y módulo de entradas o salidas.

### **Límite de error práctico**

El límite de error práctico es el error de medición o de salida total del módulo analógico en el rango nominal en estado estacionario tras alcanzar la temperatura de régimen, dentro del rango de temperatura admitido.

### Límite de error básico

El límite de error básico es el error total de medición o de salida en el rango nominal a una temperatura ambiente de 25 °C y en estado estacionario tras alcanzar la temperatura de régimen.

Puesto que en las instalaciones raramente predomina una temperatura ambiente constante de 25 °C, el límite de error básico del módulo es más bien un valor teórico. Por este motivo, en la práctica es prioritario el límite de error práctico a la hora de seleccionar y valorar un módulo.

#### Nota

Los datos porcentuales de los límites de error práctico y básico en los datos técnicos hacen referencia siempre al valor de entrada o salida **más grande posible** (el valor final del rango de medición) dentro del rango nominal del módulo.

La figura siguiente muestra un ejemplo de los límites de error práctico y básico en comparación con la curva ideal.

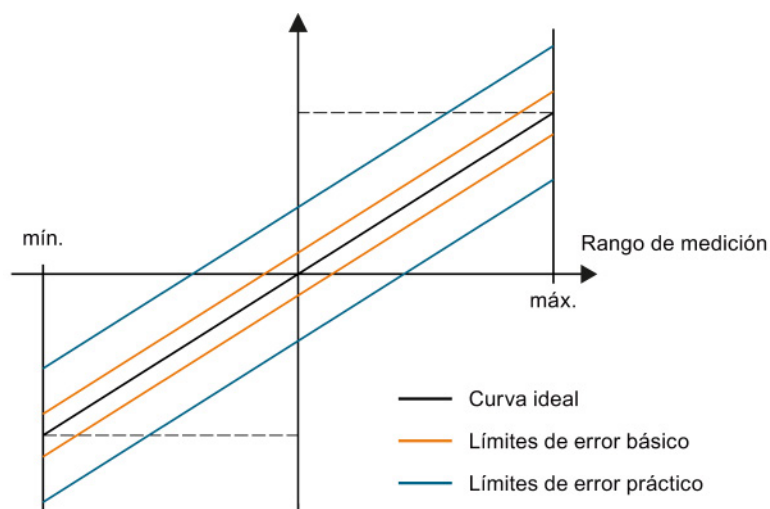


Figura 2-13 Límites de error práctico y básico



### Ejemplo de determinación del error de salida

Para indicar la tensión en el rango que va de 0 a 10 V se utiliza un módulo de salidas analógicas. El módulo trabaja a una temperatura ambiente de 30 °C. Para ello se considera el límite de error práctico. Los datos técnicos del módulo indican lo siguiente:

- límite de error práctico para la salida de tensión:  $\pm 0,1 \%$

Por consiguiente, el error de salida está en  $\pm 10 \text{ mV}$  ( $\pm 0,1 \%$  de 10 V) en todo el rango nominal del módulo.

Si la tensión real es de 2,50 V, por ejemplo, la tensión de salida puede situarse en el rango entre 2,49 V y 2,51 V.

---

#### Nota

##### Rangos de medida bipolares

El cálculo también puede utilizarse para rangos de medición bipolares.

Con un rango de medición de  $\pm 10 \text{ V}$  y un error práctico de  $\pm 0,1\%$ , el error de salida también es de  $\pm 10 \text{ mV}$ .

---

## 2.8 Error de temperatura

### Introducción

Durante el funcionamiento, los módulos analógicos están expuestos a condiciones que repercuten en su precisión y, por consiguiente, en los resultados de medición proporcionados. Si, p. ej., la temperatura de empleo del módulo difiere de la temperatura ambiente de 25 °C, se producen errores de temperatura. Dichos errores están incluidos en el límite de error práctico, dentro del rango de temperatura admisible.

### Definición

El error de temperatura señala la deriva máxima de los valores de medida o salida debida a un cambio de la temperatura ambiente del módulo analógico. La deriva máxima puede producirse a cualquier temperatura ambiente. Dependiendo del módulo utilizado, el error de temperatura se indica en porcentaje por grado Celsius y/o en porcentaje por grado Kelvin, p. ej.  $\pm 0,005 \text{ \%}/\text{K}$ , y está referido al valor de fin del rango de medida del módulo analógico.

### Límites de error práctico de la compensación

El error de temperatura de la compensación de la temperatura en la unión fría solo se produce al medir con termopares. Si está seleccionado el modo de operación "Unión fría", el error de temperatura de la compensación se suma al error de temperatura en sí. En los datos técnicos, el error de temperatura de la compensación se indica o bien como porcentaje referido al rango nominal físico del módulo analógico, o bien como valor absoluto en °C.

---

#### Nota

#### Cálculo del error en la medición con termopar

Para determinar el error general en una medición con termopar, se suman el error de la medición con termopar y el error de la medición de compensación. Podrá consultar estos errores en el manual del producto correspondiente.

---

### Ejemplo

En este ejemplo, el error general de la medición de temperatura se calcula mediante un termopar tipo K. El termopar del tipo K realiza mediciones en un rango de temperatura de entre -270 y 1372 °C.

En los datos técnicos, el límite de error práctico del termopar del tipo K es  $> -200 \text{ °C} \pm 2,4 \text{ K}$ . El error de temperatura de la compensación es de  $\pm 6 \text{ °C}$ . Con una temperatura medida  $> -200 \text{ °C}$ , el error de temperatura general se calcula como sigue:

error práctico ( $\pm 2,4 \text{ K}$ ) + error de temperatura de la compensación ( $\pm 6 \text{ °C}$ ) =  $\pm 8,4 \text{ °C}$ .

## 2.9 Supresión de frecuencias perturbadoras

### Definición

En los módulos de entradas analógicas, la supresión de frecuencias perturbadoras suprime las perturbaciones causadas por la frecuencia de la red de corriente alterna utilizada.

La frecuencia de la red de corriente alterna puede repercutir desfavorablemente en los valores medidos sobre todo al medir en pequeños rangos de tensión y con termopares.

### Parametrización

La frecuencia de red a la que funciona la instalación se ajusta mediante parámetros en el módulo, p. ej. en STEP 7.

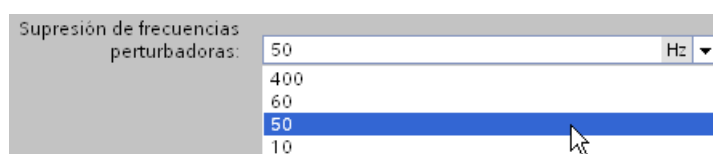


Figura 2-14 Supresión de frecuencias perturbadoras

El tiempo de conversión varía en función de la supresión de frecuencias perturbadoras ajustada. Esta dependencia está descrita en las hojas de datos del módulo en cuestión.

Para seleccionar la supresión de interferencias perturbadoras adecuada debe tenerse en cuenta lo siguiente:

cuanto mayor sea la frecuencia ajustada, menor será el tiempo de conversión.

### Nota

#### Frecuencia de red

Seleccione la frecuencia perturbadora conforme a la frecuencia de red utilizada. Si se ajusta una frecuencia diferente, p. ej. con el fin de reducir el tiempo de conversión, se producen errores de adaptación. En ese caso, es posible que los datos técnicos indicados (especialmente la precisión) estén fuera del rango especificado.

#### Filtrado

Mediante el filtrado de valores analógicos se consigue una mejora adicional al suprimir frecuencias perturbadoras. Encontrará más información sobre el filtrado de valores analógicos en el apartado Alisamiento (Página 57).

## **Frecuencias de red utilizadas**

La frecuencia de red es la frecuencia utilizada dentro de una red eléctrica para alimentación mediante tensión alterna. La unidad de medida es el hercio, que indica el número de oscilaciones de una señal periódica en un segundo. Una frecuencia de red de 50 Hz, p. ej., corresponde a 50 oscilaciones por segundo.

En Europa, Australia y la mayoría de países de Asia y África se utiliza una frecuencia de red de 50 Hz. En cambio, en América del Norte, América Central y en la mayoría de países sudamericanos se utilizan redes eléctricas con una frecuencia de 60 Hz.

Las frecuencias de 400 Hz se emplean sobre todo en redes de a bordo para aviones y vehículos espaciales, así como en el ámbito militar. Una de las razones es que los motores con una frecuencia de red de 400 Hz generalmente son más ligeros y pequeños. Sin embargo, como no es posible transportar frecuencias tan elevadas a largas distancias de manera rentable, las aplicaciones de 400 Hz suelen ser de corto alcance.

Para la alimentación de vehículos ferroviarios en Alemania, Austria y Suiza se utiliza una frecuencia de 16 2/3 Hz. Algunos módulos de los productos SIMATIC S7 también soportan la supresión de frecuencias perturbadoras de esta frecuencia de red. En tal caso, la supresión de frecuencias perturbadoras parametrizable es de 16,6 Hz.

## 2.10 Perturbaciones en modo común (UCM)

### Definición

Las perturbaciones en modo común son tensiones e intensidades perturbadoras en las líneas de conexión entre dispositivos eléctricos y otros componentes de la instalación. Se propagan con la misma posición de fase y la misma amplitud tanto en la línea de ida como en la línea de retorno. Para provocar una perturbación real de la señal útil se requiere un recorrido de corriente adicional. El recorrido de corriente suele darse por potenciales de referencia comunes (p. ej. puesta a tierra o conexión a masa) de la señal útil y la fuente perturbadora.

### Perturbaciones en modo común en módulos analógicos

Una perturbación en modo común en módulos de entradas y salidas analógicas se produce cuando el potencial de referencia de dichos módulos difiere del potencial de referencia del sensor o actuador conectados.

Las perturbaciones en modo común ocurren principalmente durante el funcionamiento de módulos analógicos con sensores puestos a tierra. Debido a la extensión de la instalación completa, es posible que aparezcan diferencias de tensión entre las piezas de maquinaria donde se han montado los sensores puestos a tierra y la referencia del módulo analógico. Estas diferencias de tensión actúan en la misma medida sobre el circuito positivo y sobre el circuito negativo de la señal, y por eso se las llama perturbación en modo común.

En caso de funcionamiento con sensores no puestos a tierra, la aparición de una perturbación en modo común no es tan evidente como cuando se utilizan sensores puestos a tierra. No obstante, debido al acoplamiento capacitivo o inductivo, en este caso también se producen diferencias de tensión que pueden dar lugar a una perturbación en modo común. Teniendo en cuenta las condiciones de ambos casos (sensores con o sin puesta a tierra), la tensión en modo común puede aparecer en forma de tensión continua o tensión alterna.

### Ejemplo

En la figura siguiente de un módulo analógico con dos entradas (Ch1/Ch2) se muestran las tensiones perturbadoras acopladas en las entradas ( $U_{CM1}/U_{CM2}$ ) y una tensión perturbadora acoplada entre estas entradas ( $U_{CM3}$ ). La supresión de perturbaciones en modo común (Common Mode Rejection) describe la medida en que se suprimen estas señales perturbadoras. Resulta de la siguiente fórmula:  $CMR [dB] = 20 \cdot \log (U_{CM} / U_a)$

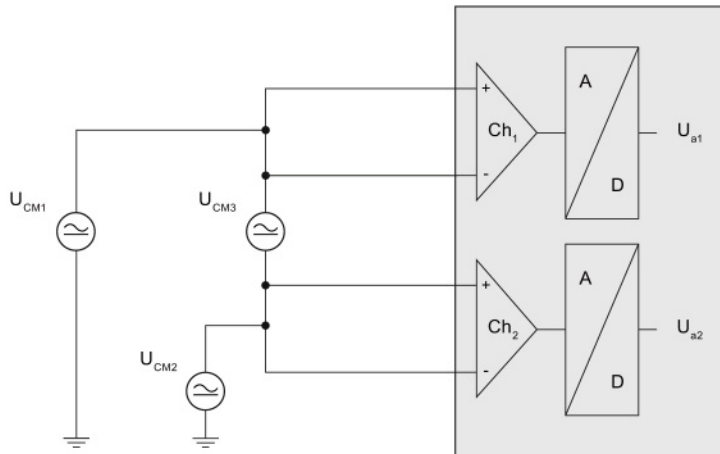


Figura 2-15 Tensión en modo común acoplada entre dos entradas

Si existe una tensión en modo común ( $U_{CM}$ ), para calcular el error de medición ( $U_a$ ) se despeja  $U_a$  en la fórmula:

$$U_a = U_{CM} \cdot 10^{-\frac{CMR}{20}}$$

### Nota

La supresión de perturbaciones en modo común (CMR) se indica bajo "Perturbación en modo común", en los datos técnicos del manual de producto del módulo analógico utilizado.

## 2.11 Perturbaciones en modo serie (USM)

### Definición

Las perturbaciones en modo serie son tensiones e intensidades perturbadoras en las líneas de conexión que se propagan en ellas en sentido contrario. Tienen sentidos opuestos en la línea de ida y en la línea de retorno. Las perturbaciones en modo serie provocan una caída de tensión en la impedancia del receptor que actúa como tensión perturbadora.

### Causas

Las perturbaciones en modo serie se producen debido a un acoplamiento capacitivo o inductivo. En el caso de un acoplamiento inductivo entre conductores colindantes bajo corriente, los flujos magnéticos que se generan se entremezclan con el otro conductor, respectivamente. De este modo se induce una tensión perturbadora en el conductor. Existe un acoplamiento galvánico cuando diferentes circuitos se influyen mutuamente debido a que comparten secciones de conductores, p. ej. una conexión a masa común.

En la figura siguiente las perturbaciones en modo serie aparecen como una fuente de tensión ( $U_{SM}$ ) conectada en serie con la señal medida propiamente dicha ( $U_M$ ). El subíndice "SM" se refiere al término inglés "Series Mode". La supresión de perturbaciones en modo serie (Series Mode Rejection) describe la medida en que se suprimen las señales perturbadoras. Resulta de la siguiente fórmula:  $SMR [dB] = 20 \cdot \log (U_{SM} / U_a)$

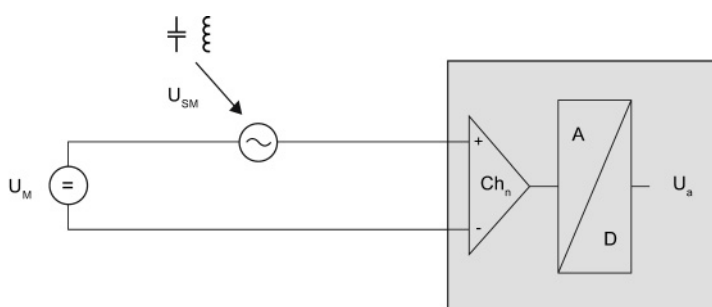


Figura 2-16 Acoplamiento capacitivo o inductivo de perturbaciones en el cable de señal

Para calcular el error de medición con tensión ( $U_a$ ), se despeja  $U_a$  en la fórmula:

$$U_a = U_{SM} * 10^{-\frac{SMR}{20}}$$

La siguiente fórmula muestra el cálculo del error de medición con intensidad ( $I_a$ ) utilizando una entrada de intensidad.

$$I_a = \frac{U_{SM}}{R_{ein}} * 10^{-\frac{SMR}{20}}$$

---

**Nota**

La supresión de perturbaciones en modo serie (SMR) se indica bajo "Perturbación en modo serie", en los datos técnicos del manual de producto del módulo analógico utilizado. El valor de la resistencia de entrada ( $R_{\text{ein}}$ ) también se indica en los datos técnicos.

---



## **2.12 Supresión de tensiones perturbadoras**

### **Definición**

La supresión de tensiones perturbadoras indica el factor en el que se inhibe la señal perturbadora al capturar el valor medido. Cuanto mayor sea este valor, menos falsificarán las perturbaciones la señal medida. Los datos técnicos distinguen entre "perturbación en modo común" y "perturbación en modo serie". La supresión de tensiones perturbadoras se indica en decibelios.

### Ejemplo

La siguiente figura muestra el error de valor medido con tensiones perturbadores en voltios y una supresión de tensiones perturbadoras de 0 a 120 dB.

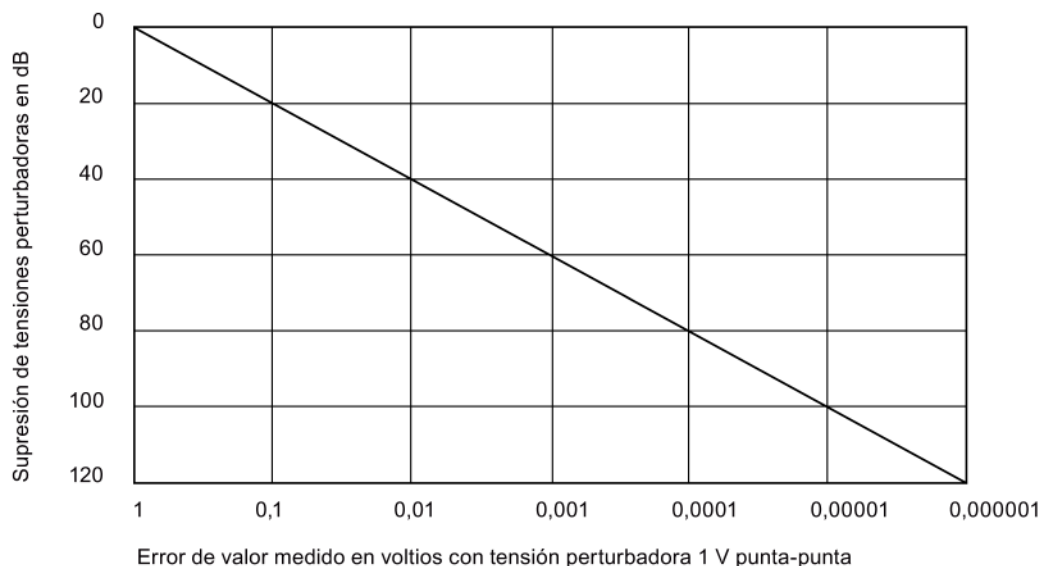


Figura 2-17 Supresión de tensiones perturbadoras

Con una supresión de tensiones perturbadoras de 40 dB y una tensión perturbadora de 1 V, el valor medido tiene un error de tan solo 0,01 V.

### Nota

#### Instalación inmune a las perturbaciones

Las magnitudes perturbadoras pueden reducirse considerablemente con una instalación con inmunidad a perturbaciones así como con una buena puesta a tierra y un buen apantallamiento. En el manual de funciones Instalación de controladores con inmunidad a las perturbaciones (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/59193566>) encontrará una descripción detallada para prevenir perturbaciones.

## Supresión de perturbaciones en modo común

La tabla siguiente muestra, a modo de ejemplo, las indicaciones que figuran en los datos técnicos de un módulo de entradas analógicas en lo que respecta a la supresión de perturbaciones en modo común:

| Supresión de tensiones perturbadoras para $f = n \times (f_1 \pm 1\%)$ , ( $f_1$ = frecuencia perturbadora), $n = 1, 2, \dots$ |          |
|--|----------|
| Perturbación en modo común   | > 100 dB |
| Tensión en modo común, máx.  | 10 V     |

Con una frecuencia perturbadora parametrizada de 50 Hz, la supresión de tensiones perturbadoras en modo común especificada sólo puede aplicarse a las frecuencias 50 Hz  $\pm$  1%, 100 Hz  $\pm$  1%, 150 Hz  $\pm$  1%, etc. Para el resto de frecuencias se obtiene una menor inmunidad a las perturbaciones. Las perturbaciones causadas por la tensión de red falsean la señal útil medida en proporción 100.000 : 1. Una amplitud de tensiones perturbadoras de 1 V, p. ej., causa un error de 10  $\mu$ V en la medición de la señal útil.

La tensión en modo común (tensión Common Mode;  $U_{CM}$ ) indica la diferencia de potencial máxima que puede haber entre dos canales o entre un canal y la masa analógica para no superar la supresión de interferencias perturbadoras especificada en los datos técnicos. Si se supera la tensión en modo común máxima especificada, p. ej. 10 V, la señal analógica se procesa incorrectamente. En función del módulo utilizado es posible diagnosticar este error y emitir un mensaje de error. El rebase de la tensión en modo común permitida puede deberse, p. ej., al uso de alimentaciones diferentes o longitudes de cable excesivas.

## Supresión de perturbaciones en modo serie

La tabla siguiente muestra, a modo de ejemplo, las indicaciones que figuran en los datos técnicos de un módulo de entradas analógicas con respecto a la supresión de perturbaciones en modo serie:

| Supresión de tensiones perturbadoras para $f = n \times (f_1 \pm 1\%)$ , ( $f_1$ = frecuencia perturbadora), $n = 1, 2, \dots$ |         |
|--|---------|
| Perturbación en modo serie   | > 60 dB |

Con una frecuencia perturbadora parametrizada de 50 Hz, la supresión de tensiones perturbadoras en modo serie especificada sólo puede aplicarse a las frecuencias 50 Hz  $\pm$  1%, 100 Hz  $\pm$  1%, 150 Hz  $\pm$  1%, etc. Para el resto de frecuencias se obtiene una menor inmunidad a las perturbaciones. Tomando todo en consideración, las perturbaciones causadas por la tensión de red falsean la señal útil medida en proporción 1000 : 1. Una amplitud de tensiones perturbadores de 1 V, p. ej., causa un error de 1 mV en la medición de la señal útil.

## 2.13 Interferencias entre los canales

### Origen del término

En las telecomunicaciones, el término "interferencia" (en inglés "crosstalk", abreviado XT) designaba originariamente el acoplamiento no deseado de señales de voz entre los hilos de cable de dos abonados telefónicos distintos.

### Definición

La interferencia entre canales de señales designa una influencia mutua de dos canales independientes a causa de corrientes de fuga o bien acoplamientos capacitivos o inductivos. La interferencia de un canal sobre otro modifica la señal en la amplitud de la señal de interferencia.

### Causas

Técnicamente no es posible aislar los canales de los diferentes módulos totalmente de sus condiciones ambientales. Así, por ejemplo, las corrientes de fuga o los acoplamientos de interferencias pueden provocar una influencia mutua.

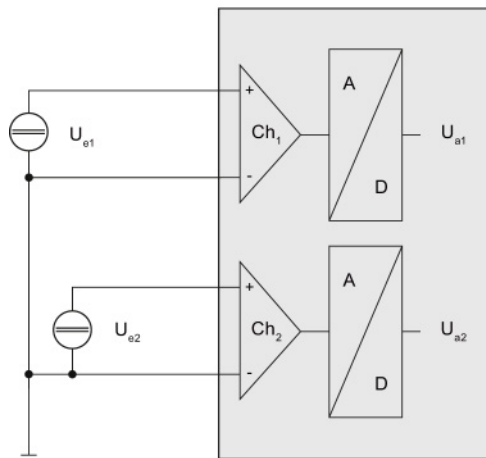


Figura 2-18 Interferencias entre dos canales

La figura muestra los efectos de las interferencias para el usuario sobre la base de dos canales (Ch1/Ch2) de un módulo de entradas analógicas. El valor de interferencia es el factor con el cual la señal de un primer canal  $U_{e1}$  causa un error de medición en la señal útil de un segundo canal  $U_{a2}$ . El error de medición ( $U_{a1}$ ) se calcula con la siguiente fórmula:

$$U_{a1} = U_{e2} * 10^{\frac{XT [dB]}{20}}$$

## Ejemplo de atenuación de interferencias

La indicación de "Interferencias entre las entradas" en los datos técnicos de un módulo de entradas analógicas de ocho canales es, p. ej., -100 dB con un rango de medición de -10 V a +10 V en el canal 1. Existe una tensión con una amplitud de 10 V. Queremos saber el error que aparece en el canal 0 (rango de medición  $\pm 10$  V) y en el canal 2 (rango de medición  $\pm 80$  mV) debido a las interferencias.

100 dB corresponden al factor 100.000. Por lo tanto, el error de medición en los canales 0 y 2 a 7 es de  $10 \text{ V} / 100.000 = 100 \text{ } \mu\text{V}$ . Este error incrementa o disminuye la correspondiente señal medida, y sus efectos son diferentes en función del rango de medición seleccionado.

- Canal 0:  $100 \text{ } \mu\text{V} / 10 \text{ V} = 0,001\%$
- Canal 2:  $100 \text{ } \mu\text{V} / 80 \text{ mV} = 0,125\%$

Una tensión de 10 V existente en el canal 1 falsea en un 0,001% el valor medido en el canal 0 y en un 0,125% el valor medido en el canal 2. Así pues, en este ejemplo el error de medición causado por las interferencias es un 0,001% o un 0,125%, según cuál sea el rango de medición. El límite de error básico ya incluye las diferencias entre los canales causadas por las interferencias.

## Cálculo del error de valor medido

En este ejemplo se calcula el error de valor medido del canal 1 cuando en el canal 2 la tensión medida varía 10 V. El valor de interferencia (XT [dB]) figura en los datos técnicos del manual de producto del módulo analógico utilizado.

Error del valor medido canal 1 [en V] = variación del valor medido canal 2 [en V] \*  $10^{\frac{\text{XT [dB]}}{20}}$

Error del valor medido canal 1 [en V] =  $10 \text{ V} * 10^{\frac{-80 \text{ dB}}{20}} = 0,001 \text{ V}$

Si la tensión medida en el canal 2 varía 10 V, el valor medido en el canal 1 difiere 0,001 V.

## 2.14 Diagnóstico

### Tipos de diagnóstico de los módulos analógicos

Los módulos analógicos SIMATIC pueden diagnosticar errores. STEP 7 ofrece varios tipos de diagnóstico para módulos analógicos. Tenga presente que los parámetros configurables varían según el módulo analógico utilizado y la familia de productos. Encontrará más información sobre los tipos de diagnóstico en el manual de producto del módulo de entradas o salidas analógicas utilizado.

Para seleccionar los tipos de diagnóstico del módulo analógico utilizado, proceda como sigue:

1. Inicie STEP 7.
2. Seleccione el módulo analógico deseado en la vista de dispositivos.
3. Seleccione la ficha "Propiedades".
4. En la ventana de inspección, seleccione las entradas o el canal deseado del módulo analógico.

Tabla 2- 2 Sinopsis de errores diagnosticables

| Tipo de diagnóstico              | Módulo de entradas analógicas | Módulo de salidas analógicas |
|----------------------------------|-------------------------------|------------------------------|
| Rotura de hilo                   | ✓                             | ✓                            |
| Falta tensión de alimentación L+ | ✓                             | ✓                            |
| Rebase por exceso                | ✓                             | ✓                            |
| Rebase por defecto               | ✓                             | ✓                            |
| Error en modo común              | ✓                             | -                            |
| Cortocircuito                    | ✓                             | ✓                            |
| Sobrecarga                       | -                             | ✓                            |
| Unión fría                       | ✓                             | -                            |

El diagnóstico de los módulos analógicos tiene lugar durante el funcionamiento de la instalación y sobre la base de las magnitudes de salida actuales, p. ej., intensidad o tensión. Si la intensidad de salida o la tensión de salida caen por debajo de un determinado valor mínimo, el módulo no puede realizar un diagnóstico fiable. Los límites hasta los que es posible realizar un diagnóstico figuran en los datos técnicos del módulo correspondiente.

El módulo notifica a la CPU el estado diagnosticado mediante una alarma de diagnóstico. Si hay varios diagnósticos pendientes, se notifica primero el diagnóstico que tiene la máxima prioridad. El diagnóstico se señala en los indicadores LED del módulo afectado, en el display de la CPU, en el servidor web o en un equipo de manejo y visualización.

Los tipos de diagnóstico configurables dependen del tipo de medición y de salida seleccionado para cada uno. En las tablas siguientes se indica la correspondencia entre los tipos de diagnóstico y los tipos de medición o de salida para un módulo de entradas analógicas y un módulo de salidas analógicas.

### Diagnóstico de módulos de entradas analógicas

Tabla 2- 3 Tipos de diagnóstico configurables de un módulo de entradas analógicas en función del tipo de medición "Tensión"

|              | Falta tensión de alimentación L+ | Rotura de hilo (1 a 5 V) | Rebase por exceso | Rebase por defecto | Error en modo común | Unión fría | Cortocircuito |
|--------------|----------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------|
| S7-1500      | ✓                                | ✓                        | ✓                 | ✓                  | ✓                   | -          | -             |
| ET 200MP     | ✓                                | ✓                        | ✓                 | ✓                  | ✓                   | -          | -             |
| ET 200SP     | ✓                                | -                        | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | ✓             |
| ET 200AL     | -                                | ✓                        | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | ✓             |
| ET 200eco PN | ✓                                | ✓                        | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200pro    | -                                | ✓                        | ✓*                | ✓*                 | -                   | -          | ✓             |

\* En el caso del ET 200pro, los parámetros "Rebase por exceso" y "Rebase por defecto" están resumidos en el parámetro común "Rebase por exceso/por defecto".

Tabla 2- 4 Tipos de diagnóstico configurables de un módulo de entradas analógicas en función del tipo de medición "Intensidad (transductor de medida a 4 hilos)"

|              | Falta tensión de alimentación L+ | Rotura de hilo (4 a 20 mA) | Rebase por exceso | Rebase por defecto | Error en modo común | Unión fría | Cortocircuito |
|--------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------|
| S7-1500      | ✓                                | ✓                          | ✓                 | ✓                  | ✓                   | -          | -             |
| ET 200MP     | ✓                                | ✓                          | ✓                 | ✓                  | ✓                   | -          | -             |
| ET 200SP     | ✓                                | ✓                          | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | ✓**           |
| ET 200AL     | -                                | ✓                          | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | ✓**           |
| ET 200eco PN | ✓                                | ✓                          | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200pro    | -                                | ✓                          | ✓*                | ✓*                 | -                   | -          | ✓             |

\* En el caso del ET 200pro, los parámetros "Rebase por exceso" y "Rebase por defecto" están resumidos en el parámetro común "Rebase por exceso/por defecto".

\*\* Diagnóstico tan solo para alimentación del sensor

## 2.14 Diagnóstico

Tabla 2- 5 Tipos de diagnóstico configurables de un módulo de entradas analógicas en función del tipo de medición "Intensidad (transductor de medida a 2 hilos)"

|              | Falta tensión de alimentación L+ | Rotura de hilo (4 a 20 mA) | Rebase por exceso | Rebase por defecto | Error en modo común | Unión fría | Cortocircuito |
|--------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------|
| S7-1500      | ✓                                | ✓                          | ✓                 | ✓                  | ✓                   | -          | -             |
| ET 200MP     | ✓                                | ✓                          | ✓                 | ✓                  | ✓                   | -          | -             |
| ET 200SP     | ✓                                | ✓                          | ✓                 | -                  | -                   | -          | ✓**           |
| ET 200AL     | -                                | ✓                          | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | ✓**           |
| ET 200eco PN | ✓                                | ✓                          | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200pro    | -                                | ✓                          | ✓*                | ✓*                 | -                   | -          | ✓             |

\* En el caso del ET 200pro, los parámetros "Rebase por exceso" y "Rebase por defecto" están resumidos en el parámetro común "Rebase por exceso/por defecto".

\*\* Diagnóstico tan solo para alimentación del sensor

Tabla 2- 6 Tipos de diagnóstico configurables de un módulo de entradas analógicas en función del tipo de medición "Resistencia (conexión a 4 hilos)"

|              | Falta tensión de alimentación L+ | Rotura de hilo | Rebase por exceso | Rebase por defecto | Error en modo común | Unión fría | Cortocircuito |
|--------------|----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------|
| S7-1500      | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200MP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200SP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200eco PN | ✓                                | ✓              | ✓                 | -                  | -                   | -          | -             |
| ET 200pro    | -                                | ✓              | ✓*                | ✓*                 | -                   | -          | -             |

\* En el caso del ET 200pro, los parámetros "Rebase por exceso" y "Rebase por defecto" están resumidos en el parámetro común "Rebase por exceso/por defecto".

Tabla 2- 7 Tipos de diagnóstico configurables de un módulo de entradas analógicas en función del tipo de medición "Resistencia (conexión a 3 hilos)"

|              | Falta tensión de alimentación L+ | Rotura de hilo | Rebase por exceso | Rebase por defecto | Error en modo común | Unión fría | Cortocircuito |
|--------------|----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------|
| S7-1500      | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200MP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200SP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200AL     | -                                | ✓              | ✓                 | -                  | -                   | -          | -             |
| ET 200eco PN | ✓                                | ✓              | ✓                 | -                  | -                   | -          | -             |
| ET 200pro    | -                                | ✓              | ✓*                | ✓*                 | -                   | -          | -             |

\* En el caso del ET 200pro, los parámetros "Rebase por exceso" y "Rebase por defecto" están resumidos en el parámetro común "Rebase por exceso/por defecto".



Tabla 2- 8 Tipos de diagnóstico configurables de un módulo de entradas analógicas en función del tipo de medición "Resistencia (conexión a 2 hilos)"

|              | Falta tensión de alimentación L+ | Rotura de hilo | Rebase por exceso | Rebase por defecto | Error en modo común | Unión fría | Cortocircuito |
|--------------|----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------|
| S7-1500      | ✓                                | -              | -                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200MP     | ✓                                | -              | -                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200SP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200AL     | -                                | ✓              | ✓                 | -                  | -                   | -          | -             |
| ET 200eco PN | ✓                                | ✓              | ✓                 | -                  | -                   | -          | -             |
| ET 200pro    | -                                | ✓              | ✓*                | ✓*                 | -                   | -          | -             |

\* En el caso del ET 200pro, los parámetros "Rebase por exceso" y "Rebase por defecto" están resumidos en el parámetro común "Rebase por exceso/por defecto".

Tabla 2- 9 Tipos de diagnóstico configurables de un módulo de entradas analógicas en función del tipo de medición "Termorresistencia (conexión a 4 hilos)"

|              | Falta tensión de alimentación L+ | Rotura de hilo | Rebase por exceso | Rebase por defecto | Error en modo común | Unión fría | Cortocircuito |
|--------------|----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------|
| S7-1500      | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200MP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200SP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200eco PN | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200pro    | -                                | ✓              | ✓*                | ✓*                 | -                   | -          | -             |

\* En el caso del ET 200pro, los parámetros "Rebase por exceso" y "Rebase por defecto" están resumidos en el parámetro común "Rebase por exceso/por defecto".

Tabla 2- 10 Tipos de diagnóstico configurables de un módulo de entradas analógicas en función del tipo de medición "Termorresistencia (conexión a 3 hilos)"

|              | Falta tensión de alimentación L+ | Rotura de hilo | Rebase por exceso | Rebase por defecto | Error en modo común | Unión fría | Cortocircuito |
|--------------|----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------|
| S7-1500      | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200MP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200SP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200AL     | -                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200eco PN | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200pro    | -                                | ✓              | ✓*                | ✓*                 | -                   | -          | -             |

\* En el caso del ET 200pro, los parámetros "Rebase por exceso" y "Rebase por defecto" están resumidos en el parámetro común "Rebase por exceso/por defecto".

## 2.14 Diagnóstico

Tabla 2- 11 Tipos de diagnóstico configurables de un módulo de entradas analógicas en función del tipo de medición "Termorresistencia (conexión a 2 hilos)"

|              | Falta tensión de alimentación L+ | Rotura de hilo | Rebase por exceso | Rebase por defecto | Error en modo común | Unión fría | Cortocircuito |
|--------------|----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------|
| S7-1500      | -                                | -              | -                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200MP     | -                                | -              | -                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200SP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200AL     | -                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200eco PN | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | -          | -             |
| ET 200pro    | -                                | ✓              | ✓*                | ✓*                 | -                   | -          | -             |

\* En el caso del ET 200pro, los parámetros "Rebase por exceso" y "Rebase por defecto" están resumidos en el parámetro común "Rebase por exceso/por defecto".

Tabla 2- 12 Tipos de diagnóstico configurables de un módulo de entradas analógicas en función del tipo de medición "Termopar"

|              | Falta tensión de alimentación L+ | Rotura de hilo | Rebase por exceso | Rebase por defecto | Error en modo común | Unión fría | Cortocircuito |
|--------------|----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|---------------------|------------|---------------|
| S7-1500      | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | ✓                   | ✓          | -             |
| ET 200MP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | ✓                   | ✓          | -             |
| ET 200SP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -                   | ✓          | -             |
| ET 200eco PN | ✓                                | -              | ✓                 | ✓                  | -                   | ✓          | -             |
| ET 200pro    | -                                | -              | ✓*                | ✓*                 | -                   | ✓          | -             |

\* En el caso del ET 200pro, los parámetros "Rebase por exceso" y "Rebase por defecto" están resumidos en el parámetro común "Rebase por exceso/por defecto".

### Diagnóstico de los módulos de salidas analógicas

Tabla 2- 13 Tipos de diagnóstico configurables de un módulo de salidas analógicas en función del tipo de medición "Tensión"

|              | Falta tensión de alimentación L+ | Rotura de hilo | Rebase por exceso | Rebase por defecto | Cortocircuito | Sobrecarga |
|--------------|----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|---------------|------------|
| S7-1500      | ✓                                | -              | ✓                 | ✓                  | ✓             | -          |
| ET 200MP     | ✓                                | -              | ✓                 | ✓                  | ✓             | -          |
| ET 200SP     | ✓                                | -              | ✓                 | ✓                  | ✓             | -          |
| ET 200eco PN | ✓                                | -              | -                 | -                  | ✓             | ✓          |
| ET 200pro    | -                                | -              | -                 | -                  | ✓             | -          |

Tabla 2- 14 Tipos de diagnóstico configurables de un módulo de salidas analógicas en función del tipo de medición "Intensidad"

|              | Falta tensión de alimentación L+ | Rotura de hilo | Rebase por exceso | Rebase por defecto | Cortocircuito | Sobrecarga |
|--------------|----------------------------------|----------------|-------------------|--------------------|---------------|------------|
| S7-1500      | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -             | -          |
| ET 200MP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -             | -          |
| ET 200SP     | ✓                                | ✓              | ✓                 | ✓                  | -             | -          |
| ET 200eco PN | ✓                                | ✓              | -                 | -                  | -             | ✓          |
| ET 200pro    | -                                | ✓              | -                 | -                  | -             | -          |

#### Nota

##### Rangos de medición

Tenga en cuenta que los tipos de diagnóstico parametrizables no solo dependen del tipo de medición o salida seleccionado, sino también del rango de medición correspondiente.

#### Nota

##### Valores de salida mínimos

Por debajo de un determinado valor de intensidad o de tensión no es posible diagnosticar determinados errores, p. ej. Rotura de hilo o Cortocircuito. El diagnóstico no vuelve a ser posible hasta que no se supera de nuevo este valor de salida mínimo.

### Falta tensión de alimentación L+

Si desea que se emita un diagnóstico en caso de que la tensión de alimentación L+ en el módulo analógico falte o sea demasiado baja, marque la casilla de verificación "Falta tensión de alimentación L+". Si en algún momento la tensión de alimentación desaparece o es demasiado baja, los indicadores de estado y error del módulo analógico advertirán de ello. Con la entrada en el búfer de diagnóstico esta información está a disposición de la CPU adicionalmente.

Si no hay tensión de alimentación, el resto de tipos de diagnóstico dejan de estar disponibles.

### Rotura de hilo

Una rotura de hilo designa aquel estado de error en el que un circuito eléctrico normalmente cerrado presenta una interrupción y, por tanto, ya no funciona.

#### Rotura de hilo en módulos de entradas analógicas

El diagnóstico "Rotura de hilo" permite detectar errores durante el funcionamiento de la instalación. En STEP 7, las propiedades del módulo se definen mediante distintos parámetros. En función del módulo empleado se puede parametrizar, p. ej., el límite de intensidad que, al ser alcanzado, provoca un aviso de rotura de hilo.

**Diagnóstico**

- ☐ Falta tensión de alimentación L+
- ☐ Rebase por exceso
- ☐ Rebase por defecto
- ☐ Error en modo común
- ☐ Canal de referencia
- ☒ Rotura de hilo

Límite de intensidad para diagnóstico Rotura de hilo: 1.185 mA

1.185  
3.6

**Medición**

Tipo de medición: Intensidad (transductor de medida a 2 hilos)

Rango de medición: 4..20 mA

Figura 2-19 Parametrización del límite de intensidad para rotura de hilo en un módulo de entradas analógicas en STEP 7

Para detectar una rotura de hilo suele utilizarse la técnica "live zero". En la señal normalizada "live zero" de 4 a 20 mA, el principio del rango de medición se asigna al valor de señal 4 mA. Cuando se produce una rotura de hilo entre la entrada y el sensor, esta se detecta debido a la ausencia de corriente. Como alternativa a una señal de intensidad, se puede utilizar también una señal de tensión de 1 a 5 V para la detección de una rotura de hilo. Por lo tanto, en los módulos de entradas analógicas el diagnóstico "Rotura de hilo" únicamente puede parametrizarse en el rango que va de 4 a 20 mA o bien de 1 a 5 V.

Para los tipos de medición "Resistencia", "Termorresistencia" y "Termopar" se aplica una corriente sobre la línea. Si se produce una rotura de hilo, este flujo de corriente se interrumpe y entonces el módulo de entradas analógicas detecta la rotura.

#### Rotura de hilo en módulos de salidas analógicas

Para detectar una rotura de hilo se utiliza la señal analógica emitida. Si la intensidad es demasiado baja, no es posible diagnosticar de manera fiable una rotura de hilo. En tal caso el diagnóstico se desactiva sin que por ello cambie el estado de diagnóstico.

El límite de intensidad hasta el cual el módulo puede diagnosticar una rotura de hilo figura en los datos técnicos del módulo correspondiente.

#### Rebase por exceso/por defecto

La resolución del rango de medición de un módulo de entradas analógicas hace distinción entre el rango nominal, el margen de tolerancia por encima o por debajo y el rebase por exceso o por defecto. La siguiente tabla muestra la correspondencia entre el número de incrementos en que se divide la señal medida y los distintos rangos de medición de tensión.

Tabla 2- 15 Rango de medición de tensión  $\pm 10$  V de un módulo de entradas analógicas

| Valor (incrementos) | Rango de medición de tensión | Rango                           |
|---------------------|------------------------------|---------------------------------|
| <b>Decimal</b>      | <b><math>\pm 10</math> V</b> |                                 |
| 32767               | $> 11,759$ V                 | Rebase por exceso               |
| 32511               | $11,759$ V                   | Margen de tolerancia por encima |
| 27649               |                              |                                 |
| 27648               | $10,0$ V                     | Rango nominal                   |
| 0                   | $0$ V                        |                                 |
| -27648              | $-10$ V                      |                                 |
| -27649              |                              | Margen de tolerancia por debajo |
| -32512              | $-11,759$ V                  |                                 |
| -32768              | $< -11,759$ V                | Rebase por defecto              |

A partir del valor decimal 32512, el valor leído está por encima del margen de tolerancia por encima y deja de ser válido. En este caso el estado de error se diagnostica como "Rebase por exceso". El margen de tolerancia por encima es el margen de tolerancia previo al rebase por exceso.

A partir del valor decimal -32513, el valor leído está por debajo del rango de medición parametrizado y deja de ser válido. En este caso el estado de error se diagnostica como "Rebase por defecto". El margen de tolerancia por debajo es igual que el margen de tolerancia por encima, pero para valores negativos.

El diagnóstico "Rebase por exceso" o "Rebase por defecto" puede deberse, p. ej., a una rotura de hilo o a un rango de medición o un cableado incorrectos.

#### Nota

##### Precisión

La precisión indicada en los datos técnicos del módulo correspondiente tan solo se garantiza dentro del rango nominal.

### Error en modo común

Si la casilla de verificación "Modo común" está marcada, se emitirá un diagnóstico en caso de rebasarse por exceso la diferencia de potencial permitida  $U_{CM}$ . El rebase de la diferencia de potencial permitida  $U_{CM}$  ocurre, p. ej., entre el punto de referencia de las entradas de medición y la masa analógica  $M_{ANA}$ .

Posibles causas:

- error de cableado
- entornos con perturbaciones CEM
- sensores de medida puestos a tierra incorrectamente
- grandes longitudes de cable
- sensor no conectado
- transductor de medida a 2 hilos conectado a  $M_{ANA}$

---

#### Nota

En el caso de los transductores de medida a 4 hilos, un medidor de intensidad conectado en serie provoca una caída de tensión demasiado grande.

---

Si se rebasa por exceso la diferencia de potencial permitida  $U_{CM}$ , es posible que se produzcan errores de medición y funcionamientos incorrectos. Si desea asegurarse de que no se rebasa por exceso el valor permitido, tienda un cable equipotencial entre las entradas de medición y la masa analógica  $M_{ANA}$ . Encontrará más información al respecto en el capítulo Conexión de sensores de medida.

## Cortocircuito

Al marcar la casilla de verificación "Cortocircuito" se activa el diagnóstico de cortocircuito de un canal analógico. El diagnóstico se activa en caso de sobrecarga del canal.

Posibles causas:

- error de cableado (p. ej. cortocircuito entre conductores individuales en los puntos de conexión o a lo largo del cable)
- empleo de actuadores incorrectos o defectuosos (p. ej. cortocircuito interno o resistencia de entrada baja debido a un actuador que ha falla)

Para detectar un cortocircuito se utiliza la señal analógica emitida. Si la tensión es demasiado baja, no es posible diagnosticar un cortocircuito de manera fiable. En tal caso el diagnóstico se desactiva sin que por ello cambie el estado de diagnóstico. El límite de tensión hasta el cual el módulo puede diagnosticar un cortocircuito figura en los datos técnicos del módulo correspondiente.

Los módulos SIMATIC poseen un circuito especial de protección contra cortocircuitos. La intensidad de cortocircuito está limitada internamente en el módulo. El valor de la intensidad de cortocircuito figura en los datos técnicos del módulo analógico utilizado.

---

### Nota

#### Sobrecarga

Tenga en cuenta que, en caso de sobrecarga, los módulos se ven expuestos a una elevada carga térmica. Esto puede afectar a los canales de salida. Por lo tanto, debe evitarse el funcionamiento permanente de módulos de salidas analógicas en estado de sobrecarga.

---

## Unión fría

En los módulos de entradas analógicas, este tipo de diagnóstico únicamente puede seleccionarse para el tipo de medición "Termopar". Si la casilla de verificación "Unión fría" está marcada, se emitirá un diagnóstico en caso de producirse un error en el canal de referencia para la compensación de la temperatura de la unión fría de un termopar.

En el canal de referencia del módulo, la temperatura de la unión fría de un termopar se determina con ayuda de una termorresistencia (RTD) externa. Si se produce un error, p. ej. debido a una rotura de hilo, la temperatura medida en la unión fría del termopar deja de compensarse. En tal caso la temperatura de referencia puede estar fuera del rango permitido.

Encontrará más información sobre la conexión de termopares y termorresistencias y sobre su funcionamiento en los capítulos Termopares y Conexión de sensores de medida.

## **Sobrecarga**

Al marcar la casilla de verificación "Sobrecarga" se activa el diagnóstico de la vigilancia térmica de la etapa de salida. El diagnóstico "Sobrecarga" se activa al superarse la temperatura admisible en la salida y se detecta por canales.

Posibles causas de que se supere la temperatura admisible:

- Una temperatura ambiente demasiado alta.
- La salida funciona fuera de lo especificado.

---

### **Nota**

#### **Sobrecarga**

Tenga en cuenta que, en caso de sobrecarga, los módulos se ven expuestos a una elevada carga térmica. Esto puede afectar a los canales de salida. Por lo tanto, debe evitarse el funcionamiento permanente de módulos de salidas analógicas en estado de sobrecarga.

---



## 2.15 Información de calidad

### Información de calidad

En el caso de un valor analógico incorrecto, el módulo analógico del canal afectado emite los valores de error 0x7FFF (valor de error para el rebase por exceso y todos los demás estados de error) o 0x8000 (valor de error para el rebase por defecto). De este modo el programa de usuario puede detectar y evaluar un error de canal. El usuario también tiene la posibilidad de evaluar el diagnóstico del sistema en función de un evento mediante avisos de diagnóstico.

Además de los valores de error 0x7FFF o 0x8000 y los tipos de diagnóstico configurables, los módulos de entradas y salidas analógicas proporcionan información de diagnóstico a través de la memoria imagen de proceso de las entradas (MIPE). Se denomina información de calidad y se transmite de modo síncrono con los datos de usuario. La información de calidad (Quality Information = QI) proporciona información acerca de la validez de la señal de entrada. Se distingue entre el grado de calidad "Good" (señal válida = 1) y "Bad" (señal no válida = 0).

---

#### Nota

En los módulos de entradas analógicas, la utilización de la información de calidad representa una alternativa a la evaluación de los canales mediante los valores de error 0x7FFF o 0x8000. En comparación con los valores de error, la evaluación binaria de la información de calidad (0 o 1) en el programa de usuario es más sencilla y más clara.

La información de calidad en los módulos de salidas analógicas indica si el valor escrito puede ser emitido por el canal correspondiente. La información de calidad permite reaccionar a esta información sin tener que evaluar los diagnósticos del módulo.

---

### Ejemplo

#### Habilitar la información de calidad de un módulo de entradas analógicas

Para habilitar la información de calidad de un módulo de entradas analógicas, proceda del siguiente modo:

- Seleccione el módulo analógico deseado en STEP 7.
- Seleccione "Configuración AI" en la ficha "Propiedades" del módulo analógico.
- Active el botón "Estado de valor (información de calidad)".

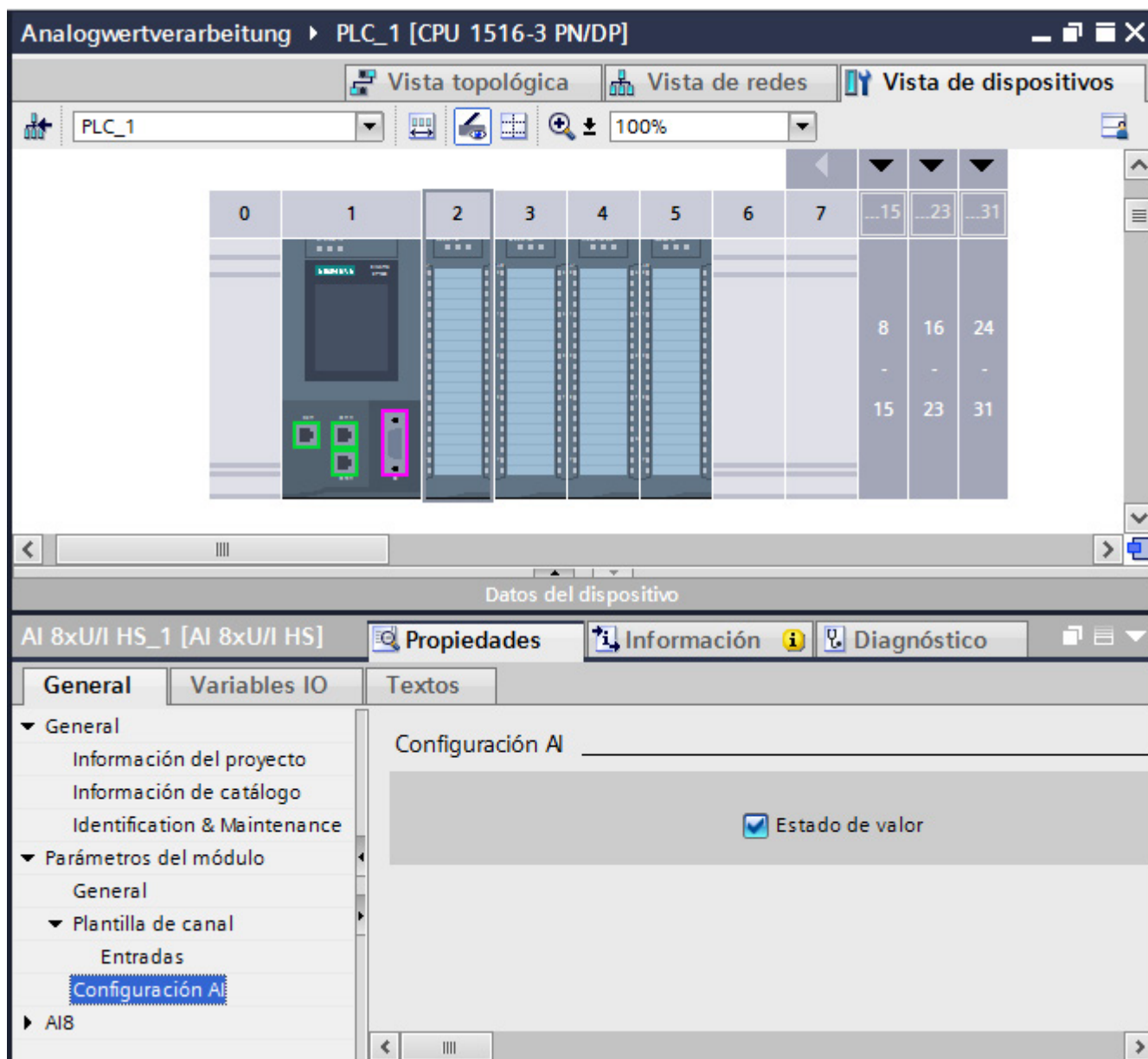


Figura 2-20 Habilitación de la información de calidad en STEP 7

Cuando se habilita la información de calidad, se asigna un byte en el área de direcciones de entrada del módulo correspondiente. Cada bit de ese byte está asignado a un canal e informa, p. ej., de si el valor de salida especificado por el programa de usuario se aplica realmente en el borne del módulo (0 = valor no válido; 1 = valor válido).

### Aparición de un error

Si se produce, p. ej., una rotura de hilo en un módulo de entradas analógicas, el estado de señal actual se registra en la memoria imagen de proceso, y la información de calidad de la señal se ajusta a "no válido". Para activar, p. ej., una lámpara de señalización en caso de fallo, evalúe la información de calidad en el programa de usuario.

## **Avisos de diagnóstico e información de calidad**

Si se configuran módulos analógicos en un producto de terceros con un archivo GSD y no se evalúan los avisos de diagnóstico en función de eventos, resulta adecuado el uso de la información de calidad.

---

### **Nota**

La información de calidad representa un diagnóstico agrupado que pone a disposición del usuario una información "Good" o "Bad". Cuando se utiliza la información de calidad no es posible una identificación precisa de la causa del error (p. ej., rotura de hilo, cortocircuito en el cable del sensor o corte de la tensión de carga).

---

## 2.16 Tiempo de conversión de un módulo analógico

### Tiempo de conversión básico y tiempo de conversión de un canal de entrada analógica

El tiempo de conversión básico es el tiempo mínimo que necesita un canal para la conversión de valores analógicos. Además del tiempo de conversión básico, en función del módulo de entradas analógicas utilizado, el tiempo de conversión de un canal se compone de:

- tiempo de procesamiento para medición de resistencia
- tiempo de procesamiento para vigilancia de rotura de hilo
- tiempo de procesamiento para vigilancia del rebase por defecto y exceso
- tiempo de procesamiento para la comprobación de errores en modo común

### Ejemplo

Se utiliza el canal 6 de un módulo de entradas analógicas para una medición de resistencia del orden de 6000  $\Omega$ , un tiempo de integración parametrizado de 20 ms y una vigilancia de rotura de hilo activada.

El tiempo de conversión del canal se compone de las siguientes magnitudes:

| Magnitud medida  | Tiempo en ms |
|--|--------------|
| Tiempo de conversión básico  | 27           |
| Tiempo de procesamiento con RTD/resistencia (6000 $\Omega$ )                                       | 4            |
| Tiempo de procesamiento para vigilancia de rotura de hilo en los rangos RTD/resistencia y termopar | 9            |
| <b>Tiempo de conversión del canal</b>  | <b>40</b>    |

### Tiempo de conversión de los canales de salida analógica

El tiempo de conversión de un canal de salida empieza con la transferencia del valor digital de la memoria interna del módulo y finaliza con la conversión digital-analógica.

El tiempo de conversión no incluye el tiempo de estabilización de la señal analógica en el borne del módulo. Encontrará información detallada sobre el tiempo de estabilización en el capítulo Tiempo de estabilización y respuesta de los módulos de salidas analógicas (Página 55).

---

#### Nota

##### Relación entre diagnóstico y tiempo de conversión

Si bien algunos diagnósticos se ejecutan paralelamente a la conversión y no prolongan el tiempo de esta, hay otros tipos de diagnóstico, como en el ejemplo de arriba, que sí pueden prolongar el tiempo de conversión.

---

### **Tiempo de conversión en módulos analógicos de alta velocidad**

Los módulos analógicos de alta velocidad (módulos HS) están diseñados para un procesamiento rápido de las señales. Por este motivo, los módulos HS disponen de menos tipos de diagnóstico y medición que los módulos estándar (módulos ST). Encontrará más información acerca de los módulos HS en el capítulo Módulos analógicos de alta velocidad (Página 117).

## 2.17 Tiempo de ciclo de un módulo analógico

### Definición

El tiempo de ciclo de un módulo analógico es el tiempo que necesita el módulo para procesar todos los canales utilizados. El tiempo de ciclo depende del método utilizado para la captura de valores medidos, p. ej. procedimiento multiplex o captura paralela.

### Procesamiento secuencial de valores medidos

Con este procedimiento, los canales analógicos del módulo se procesan uno tras otro (secuencialmente). En el caso de las entradas analógicas, los valores se conectan a convertidor, p. ej. mediante un multiplexor, y se convierten secuencialmente.

El tiempo de ciclo del módulo analógico es la suma de los tiempos de conversión de todos los canales analógicos activados del módulo. STEP 7 ofrece la posibilidad de desactivar canales analógicos no utilizados. De este modo se reduce el tiempo de ciclo del módulo.

La figura siguiente muestra de forma esquemática la composición del tiempo de ciclo de un módulo analógico con n canales.

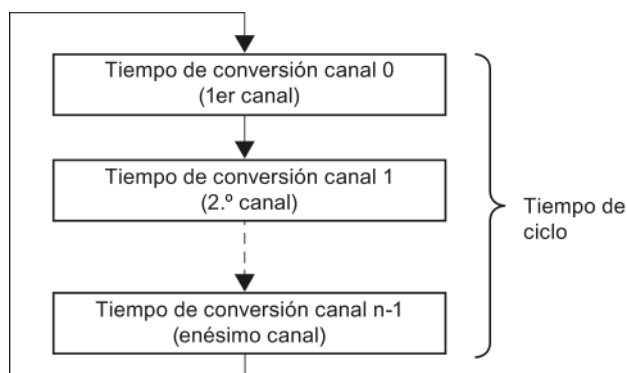


Figura 2-21 Tiempo de ciclo de un módulo analógico en el procedimiento multiplex

### Procesamiento paralelo de valores medidos

Con este procedimiento los canales analógicos de un módulo se procesan simultáneamente (en paralelo) y no uno tras otro. En el procesamiento paralelo de valores medidos, el tiempo de ciclo del módulo generalmente es constante e independiente del número de canales utilizados. El objetivo del procesamiento de valores medidos en paralelo, como el que se utiliza, p. ej., en los módulos analógicos de alta velocidad, es reducir el tiempo de ciclo. Encontrará más información acerca de los módulos HS en el capítulo Módulos analógicos de alta velocidad (Página 117).

## 2.18 Tiempo de estabilización y respuesta de los módulos de salidas analógicas

Los tiempos de estabilización y de respuesta informan de la rapidez con la que aparece en la salida analógica la magnitud de salida analógica especificada y está disponible para el proceso.

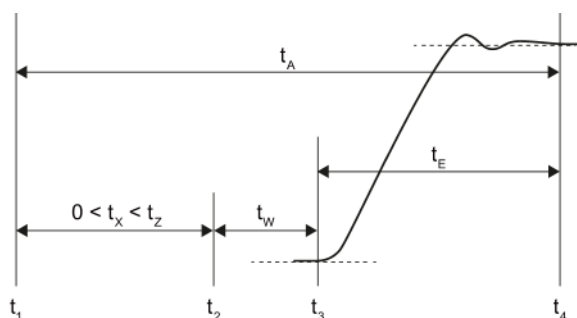
### Tiempo de respuesta

El tiempo de respuesta para un nuevo valor de salida se define como el tiempo transcurrido desde que llega un valor de salida digital a la memoria interna del módulo hasta que se obtiene el valor que debe emitirse por la salida analógica (con un error residual del 1%).

El tiempo de respuesta ( $t_A$ ) se compone de la suma del tiempo de transferencia ( $t_x$ ), el tiempo de conversión ( $t_w$ ) y el tiempo de estabilización ( $t_E$ ):

$$t_A = t_x + t_w + t_E$$

### Tiempo de estabilización y respuesta de los módulos de salidas analógicas



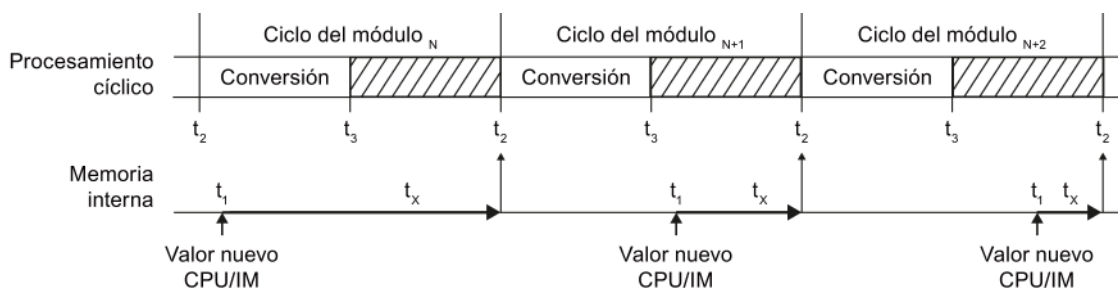
- $t_A$  Tiempo de respuesta
- $t_x$  Tiempo de transferencia
- $t_z$  Tiempo de ciclo del módulo
- $t_w$  Tiempo de conversión
- $t_E$  Tiempo de estabilización
- $t_1$  El nuevo valor de salida digital se encuentra en la memoria interna del módulo
- $t_2$  El módulo aplica el valor de salida digital e inicia la conversión
- $t_3$  El módulo finaliza la conversión en el borne del canal de salida analógica y emite la señal analógica.
- $t_4$  La señal está estabilizada y se ha alcanzado la magnitud de salida analógica especificada (error residual 1%).

Figura 2-22 Tiempo de estabilización y respuesta de un canal de salida

## Tiempo de transferencia

La CPU/el IM (Interface Module) registra valores de salida nuevos en la memoria interna del módulo de salidas analógicas. El tiempo necesario para ello no depende de la CPU o del IM. Estos valores de salida se convierten de manera asíncrona con su aparición en la memoria de transferencia. En el caso más desfavorable, el tiempo de transferencia ( $t_x$ ) puede ser igual al tiempo de ciclo ( $t_z$ ). Esto sucede cuando, inmediatamente después de transferir el valor para proceder a su conversión, la CPU registra otro valor en la memoria interna del módulo. Este nuevo valor no se procesa hasta la siguiente conversión.

La figura siguiente muestra el acceso acíclico del módulo de salidas analógicas a los valores de salida de la memoria interna en modo no isócrono. Encontrará más información acerca del modo isócrono en el apartado "Modo isócrono" del capítulo Módulos analógicos de alta velocidad (Página 117).



- $t_x$  Tiempo de transferencia
- $t_1$  El nuevo valor de salida digital se encuentra en la memoria interna del módulo
- $t_2$  El módulo aplica el valor de salida digital e inicia la conversión
- $t_3$  El módulo finaliza la conversión en el borne del canal de salida analógica y emite la señal analógica.

Figura 2-23 Transferencia de los valores de salida

## Tiempo de conversión

El tiempo de conversión de un canal de salida empieza con la transferencia del valor digital de la memoria interna del módulo ( $t_2$ ) y finaliza con la conversión digital-analógico ( $t_3$ ).

## Tiempo de estabilización

El tiempo de estabilización comienza cuando se emite la señal analógica a los bornes del módulo ( $t_3$ ) y termina cuando se alcanza el valor de salida ( $t_4$ ). Se considera que el valor de salida se alcanza cuando la señal de salida alcanza su valor definitivo sumándole o restándole un error residual del 1%.

El tiempo de estabilización depende del tipo de salida del módulo y de la carga conectada. Desde el punto de vista de la salida analógica, la carga consiste en la línea de conexión y el actuador conectado. Con el tipo de salida "Intensidad", el tiempo de estabilización aumenta con resistencias óhmicas altas. Las cargas inductivas provocan oscilaciones en el valor de salida. Con el tipo de salida "Tensión", las oscilaciones están causadas por la carga capacitiva.



## 2.19 Alisamiento

### Uso del alisamiento

La mayoría de los módulos de entradas analógicas ofrecen la posibilidad de parametrizar un alisamiento de la señal medida en STEP 7. El alisamiento de valores analógicos reduce la influencia de señales perturbadoras. El alisamiento resulta útil cuando los valores medidos varían lentamente, p. ej. en las mediciones de temperatura.

### Principio del alisamiento

Los valores medidos son alisados por filtrado. El módulo calcula valores medios a partir de un número definido de valores analógicos convertidos (digitalizados). El alisamiento no debe confundirse con la integración de valores medidos durante un intervalo de tiempo definido. Por lo tanto, el alisamiento de señales de medición no está en condiciones de filtrar una frecuencia perturbadora determinada. El alisamiento proporciona, sin embargo, unos valores de datos más estables, es decir, se suprimen los picos de perturbación que se superponen a la señal medida.

En función del módulo utilizado, el usuario dispone de al menos 4 niveles (ninguno, débil, medio, intenso) para parametrizar el alisamiento. El nivel determina el número de valores analógicos utilizados para calcular el valor medio. Cuanto mayor es el factor de alisamiento, mejor es el efecto de filtrado.

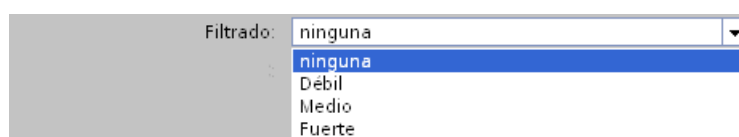


Figura 2-24 Selección del nivel de alisamiento en STEP 7

### Procedimiento de alisamiento

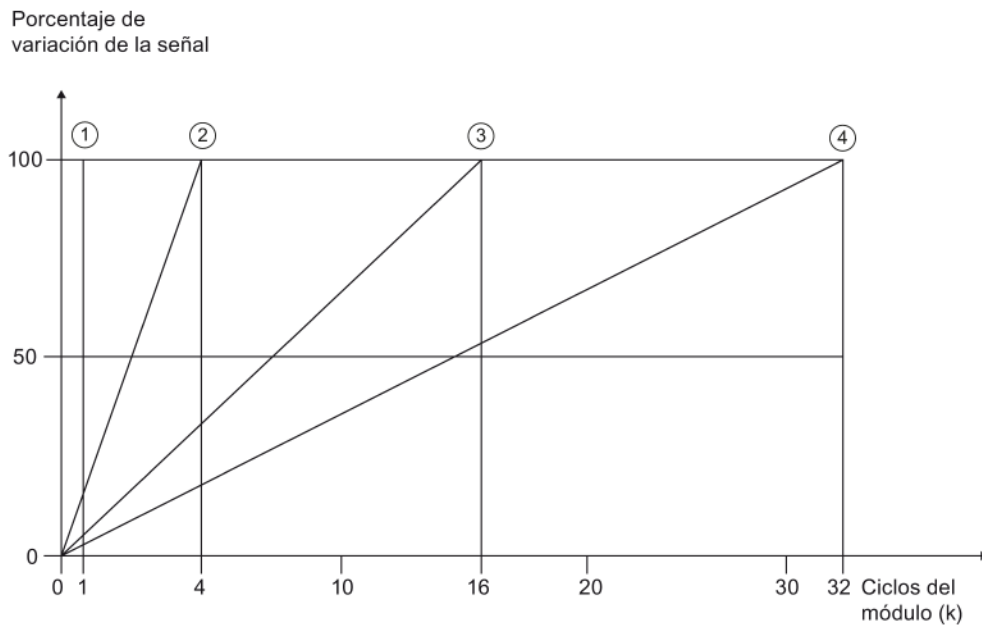
Un algoritmo de alisamiento actúa sobre un número parametrizable de valores medidos (p. ej. 4, 8, 32) en una media móvil. Se toma cada vez el valor medido más reciente y se descarta el valor medido más antiguo. Este mecanismo suprime picos de perturbación que se superponen a la señal medida. Por otro lado, los saltos de la señal útil no se notan hasta después de un tiempo (ver los ejemplos siguientes).

Los módulos de las diferentes familias de productos utilizan algoritmos de alisamiento distintos. El alisamiento tiene lugar de forma lineal o exponencial. Las diferencias se notan especialmente con un alisamiento más intenso y, según sea el producto utilizado, provocan una subida más rápida o más lenta.

En el manual de producto del módulo de entradas analógicas correspondiente se indica si es posible ajustar el alisamiento para el módulo en cuestión, así como las peculiaridades que deben tenerse en cuenta.

### Ejemplo 1: alisamiento lineal

La figura siguiente muestra, dependiendo del alisamiento ajustado, tras cuántos ciclos del módulo ( $k$ ) el valor analógico alisado se aproxima al 100% con una respuesta indicial. Esto rige para cada cambio de señal en la entrada analógica.



- ① sin alisamiento ( $k = 1$ )
- ② alisamiento débil ( $k = 4$ )
- ③ alisamiento medio ( $k = 16$ )
- ④ alisamiento intenso ( $k = 32$ )

Figura 2-25 Alisamiento lineal de cuatro niveles

## Ejemplo 2: alisamiento exponencial

La figura siguiente muestra la respuesta indicial del alisamiento ajustado en función del número de ciclos del módulo.

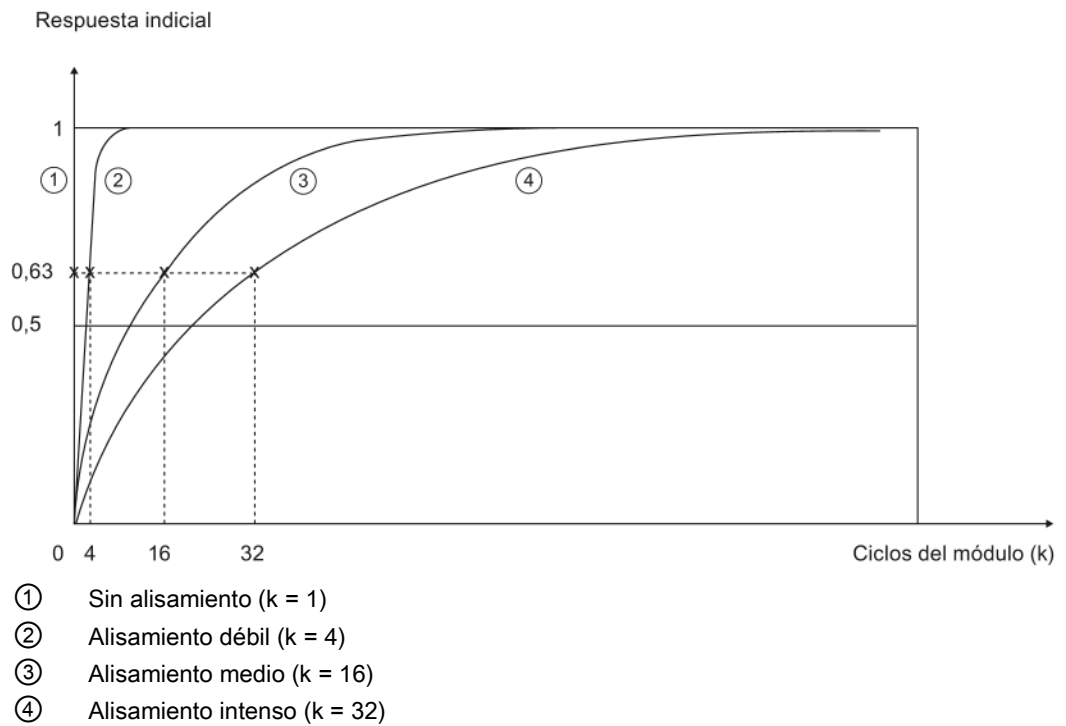


Figura 2-26 Alisamiento exponencial de cuatro niveles

## **2.20 Carga con transductores de medida a 2 hilos**

### **Transductores de medida a 2 hilos**

Los transductores de medida a 2 hilos son sensores de corriente que transforman la magnitud medida en una señal de intensidad de 4 a 20 mA. El transductor de medida se alimenta a través de dos líneas de conexión con una intensidad de salida de al menos 4 mA. Encontrará más información sobre los tipos de conexión de los transductores de medida a 2 hilos a los módulos de entradas analógicas en el capítulo Conexión de sensores de corriente (Página 75).

### **Carga**

La carga indica el valor máximo de la resistencia externa de un bucle de corriente. Si la resistencia externa es mayor que el valor de carga indicado, el transductor de medida a 2 hilos recibe una tensión demasiado baja. La carga consiste en la resistencia del transductor de medida y en el resto de resistencias integradas en el bucle de corriente.

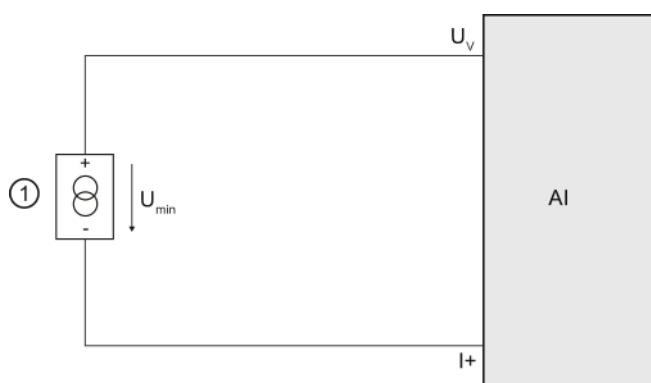
La carga máxima permitida del transductor de medida, p. ej. 820  $\Omega$ , se indica en los datos técnicos del módulo analógico correspondiente.

### Ejemplo 1: integración de un transductor de medida en el circuito

Según los datos técnicos del transductor de medida a 2 hilos empleado, este necesita al menos una tensión de alimentación ( $U_{\min}$ ) de 8,5 V. Aplicando la ley de Ohm es posible calcular la resistencia del transductor de medida utilizado ( $R_{2DMU}$ ) con una intensidad de 20 mA.

$$R_{2DMU} = \frac{U_{\min}}{I} = \frac{8,5 \text{ V}}{0,020 \text{ A}} = 425 \Omega$$

Con una tensión de alimentación de al menos 8,5 V, el transductor de medida posee una resistencia de 425  $\Omega$ . Como esta resistencia es menor que 820  $\Omega$ , el transductor de medida puede conectarse al módulo de entradas analógicas (AI) sin sobrepasar la carga máxima permitida.



- ① Transductores de medida a 2 hilos
- $U_v$  Borne para tensión de alimentación en el canal
- $I+$  Borne para entrada de corriente
- $U_{\min}$  Caída de tensión en el transductor de medida a 2 hilos

Figura 2-27 Integración de un transductor de medida en el circuito

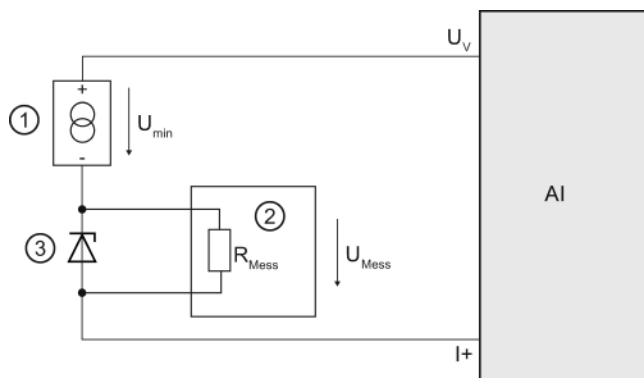
## Ejemplo 2: integración de un transductor de medida y otros instrumentos

Si en un bucle de corriente hay varios instrumentos de medición conectados en serie, la suma de todas las resistencias conectadas no debe superar el valor de la carga máxima admisible.

Si se ha conectado un transductor de medida a 2 hilos con una tensión de alimentación de 8,5 V, debe tenerse en cuenta la resistencia del instrumento de medición ② conectado adicionalmente.

|  |              |
|--|--------------|
| Carga máxima permitida del transductor de medida:                        | 820 $\Omega$ |
| Resistencia del transductor de medida con una caída de tensión de 8,5 V: | 425 $\Omega$ |
| Resistencia máxima permitida de otros instrumentos conectados:           | 395 $\Omega$ |

Así pues, la resistencia del instrumento de medición no puede ser mayor que 395  $\Omega$ .



- ① Transductores de medida a 2 hilos
- ② Multímetro digital
- ③ Diodo Zener
- $U_V$  Borne para tensión de alimentación en el canal
- $I+$  Borne para entrada de corriente
- $U_{min}$  Caída de tensión en el transductor de medida a 2 hilos
- $R_{Mess}$  Resistencia en el instrumento de medición
- $U_{Mess}$  Caída de tensión en el instrumento de medición

Figura 2-28 Integración de un transductor de medida y de otros instrumentos en el circuito

## Cálculo de la caída de tensión permitida

La resistencia adicional máxima permitida en el bucle de corriente es de 395  $\Omega$  con una intensidad máxima de 20 mA. Aplicando la ley de Ohm, la caída de tensión en el dispositivo de medición conectado ( $U_{Mess}$ ) puede calcularse de la manera siguiente:

$$U_{Mess} = R_{Mess} \cdot I = 395 \, \Omega \cdot 0,020 \, A = 7,9 \, V$$

Así pues, la caída de tensión en el dispositivo de medición no puede ser mayor que 7,9 V.

## Representación de valores analógicos

### 3.1 Resumen

#### Conversión de valores analógicos

Los valores analógicos son procesados por la CPU únicamente en forma digitalizada.

Los módulos de entrada analógicos convierten la señal analógica en un valor digital que puede ser procesado por la CPU.

Los módulos de salidas analógicas convierten el valor de salida digital de la CPU en una señal analógica.

#### Representación de valores analógicos con una resolución de 16 bits

El valor analógico digitalizado es el mismo para los valores de entrada y salida con el mismo rango nominal. Los valores analógicos se representan en el complemento a 2 como número en coma fija. La asignación resultante es la siguiente:

Tabla 3- 1 Representación de valores analógicos

| Resolución                | Valor analógico |                 |                 |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |
|---------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Número de bit             | 15              | 14              | 13              | 12              | 11              | 10              | 9              | 8              | 7              | 6              | 5              | 4              | 3              | 2              | 1              | 0              |
| Significancia de los bits | sig.            | 2 <sup>14</sup> | 2 <sup>13</sup> | 2 <sup>12</sup> | 2 <sup>11</sup> | 2 <sup>10</sup> | 2 <sup>9</sup> | 2 <sup>8</sup> | 2 <sup>7</sup> | 2 <sup>6</sup> | 2 <sup>5</sup> | 2 <sup>4</sup> | 2 <sup>3</sup> | 2 <sup>2</sup> | 2 <sup>1</sup> | 2 <sup>0</sup> |

#### Signo

El signo (sig.) del valor analógico figura siempre en el bit 15:

- "0" → +
- "1" → -

#### Resolución inferior a 16 bits

Si la resolución de un módulo analógico es inferior a 16 bits, el valor analógico se deposita en el módulo alineado a la izquierda. Las posiciones menos significativas no ocupadas se rellenan con "0".

De este modo se reduce el número de valores medidos representables. Los rangos de valores de módulos ocupan un valor entre +32767 y -32768, con independencia de la resolución. La graduación entre dos valores consecutivos depende de la resolución del módulo.

### 3.1 Resumen

#### Ejemplo

En el ejemplo siguiente se aprecia cómo, cuando la resolución es más baja, las posiciones menos significativas se rellenan con "0":

- El módulo con una resolución de 16 bits puede incrementar los valores en incrementos de una unidad ( $2^0 = 1$ ).
- El módulo con una resolución de 13 bits puede incrementar los valores en incrementos de 8 unidades ( $2^3 = 8$ ).

Tabla 3- 2 Ejemplo: patrón de bits de un valor analógico de 16 bits y uno de 13 bits

| Resolución | Valor analógico |          |          |          |          |          |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Bit        | 15              | 14       | 13       | 12       | 11       | 10       | 9     | 8     | 7     | 6     | 5     | 4     | 3     | 2     | 1     | 0     |
| 16 bits    | sig.            | $2^{14}$ | $2^{13}$ | $2^{12}$ | $2^{11}$ | $2^{10}$ | $2^9$ | $2^8$ | $2^7$ | $2^6$ | $2^5$ | $2^4$ | $2^3$ | $2^2$ | $2^1$ | $2^0$ |
| 13 bits    | sig.            | $2^{14}$ | $2^{13}$ | $2^{12}$ | $2^{11}$ | $2^{10}$ | $2^9$ | $2^8$ | $2^7$ | $2^6$ | $2^5$ | $2^4$ | $2^3$ | 0     | 0     | 0     |

sig. = signo

---

#### Nota

La resolución disponible en cada módulo analógico puede consultarse en los datos técnicos.

---



## 3.2 Representación de los rangos de entrada

Las tablas siguientes contienen la representación digitalizada de los rangos de entrada, separados por rangos de entrada bipolares y unipolares. La resolución es de 16 bits.

La asignación de los valores a los valores medidos concretos de los rangos correspondientes figura en el manual de producto del módulo de entradas analógicas correspondiente.

Tabla 3- 3 Rangos de entrada bipolares

| Valor dec. | Valor medido en % | Palabra de datos |                 |                 |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                | Rango                           |
|------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|
|            |                   | 2 <sup>15</sup>  | 2 <sup>14</sup> | 2 <sup>13</sup> | 2 <sup>12</sup> | 2 <sup>11</sup> | 2 <sup>10</sup> | 2 <sup>9</sup> | 2 <sup>8</sup> | 2 <sup>7</sup> | 2 <sup>6</sup> | 2 <sup>5</sup> | 2 <sup>4</sup> | 2 <sup>3</sup> | 2 <sup>2</sup> | 2 <sup>1</sup> | 2 <sup>0</sup> |                                 |
| 32767      | >117,589          | 0                | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | Rebase por exceso               |
| 32511      | 117,589           | 0                | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1              | 0              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | Margen de tolerancia por encima |
| 27649      | 100,004           | 0                | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 1              |                                 |
| 27648      | 100,000           | 0                | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | Rango nominal                   |
| 1          | 0,003617          | 0                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 1              |                                 |
| 0          | 0,000             | 0                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |                                 |
| -1         | -0,003617         | 1                | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              |                                 |
| -27648     | -100,000          | 1                | 0               | 0               | 1               | 0               | 1               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | Rango de tolerancia por debajo  |
| -27649     | -100,004          | 1                | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              |                                 |
| -32512     | -117,593          | 1                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | Rebase por defecto              |
| -32768     | <-117,593         | 1                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |                                 |

Tabla 3- 4 Rangos de entrada unipolares

| Valor dec. | Valor medido en % | Palabra de datos |                 |                 |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                | Rango                           |
|------------|-------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|
|            |                   | 2 <sup>15</sup>  | 2 <sup>14</sup> | 2 <sup>13</sup> | 2 <sup>12</sup> | 2 <sup>11</sup> | 2 <sup>10</sup> | 2 <sup>9</sup> | 2 <sup>8</sup> | 2 <sup>7</sup> | 2 <sup>6</sup> | 2 <sup>5</sup> | 2 <sup>4</sup> | 2 <sup>3</sup> | 2 <sup>2</sup> | 2 <sup>1</sup> | 2 <sup>0</sup> |                                 |
| 32767      | >117,589          | 0                | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | Rebase por exceso               |
| 32511      | 117,589           | 0                | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1              | 0              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | Margen de tolerancia por encima |
| 27649      | 100,004           | 0                | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 1              |                                 |
| 27648      | 100,000           | 0                | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | Rango nominal                   |
| 1          | 0,003617          | 0                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 1              |                                 |
| 0          | 0,000             | 0                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |                                 |
| -1         | -0,003617         | 1                | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              |                                 |
| -4864      | -17,593           | 1                | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | Rango de tolerancia por debajo  |
| -32768     | <-17,593          | 1                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |                                 |

### 3.3 Representación de los rangos de salida

Las tablas siguientes contienen la representación digitalizada de los rangos de salida, separados por rangos de salida bipolares y unipolares. La resolución es de 16 bits.

La asignación de los valores a valores de salida concretos de los rangos correspondientes figura en el manual de producto del módulo de salidas analógicas correspondiente.

Tabla 3- 5 Rangos de salida bipolares

| Valor dec. | Valor de salida en % | Palabra de datos |                 |                 |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                | Rango                           |
|------------|----------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|
|            |                      | 2 <sup>15</sup>  | 2 <sup>14</sup> | 2 <sup>13</sup> | 2 <sup>12</sup> | 2 <sup>11</sup> | 2 <sup>10</sup> | 2 <sup>9</sup> | 2 <sup>8</sup> | 2 <sup>7</sup> | 2 <sup>6</sup> | 2 <sup>5</sup> | 2 <sup>4</sup> | 2 <sup>3</sup> | 2 <sup>2</sup> | 2 <sup>1</sup> | 2 <sup>0</sup> |                                 |
| 32511      | 117,589              | 0                | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1              | 0              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | Valor de salida máximo*         |
| 32511      | 117,589              | 0                | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1              | 0              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | Margen de tolerancia por encima |
| 27649      | 100,004              | 0                | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 1              |                                 |
| 27648      | 100,000              | 0                | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | Rango nominal                   |
| 1          | 0,003617             | 0                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 1              |                                 |
| 0          | 0,000                | 0                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |                                 |
| -1         | -0,003617            | 1                | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              |                                 |
| -27648     | -100,000             | 1                | 0               | 0               | 1               | 0               | 1               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | Rango de tolerancia por debajo  |
| -27649     | 100,004              | 1                | 0               | 0               | 1               | 0               | 0               | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              |                                 |
| -32512     | -117,593             | 1                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | Valor de salida mínimo**        |
| -32512     | -117,593             | 1                | 0               | 0               | 0               | 0               | 0               | 0              | 1              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              |                                 |

\* Si se especifica un valor > 32511, el valor de salida se limita a 117,589% o a 0% (0,0 V / 0,0 mA) en función del módulo empleado.

\*\* Si se especifica un valor < -32512, el valor de salida se limita a -117,593 % o a 0% (0,0 V / 0,0 mA) en función del módulo empleado.

Tabla 3- 6 Rangos de salida unipolares

| Valor dec. | Valor de salida en % | Palabra de datos |                 |                 |                 |                 |                 |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                | Rango                           |
|------------|----------------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|
|            |                      | 2 <sup>15</sup>  | 2 <sup>14</sup> | 2 <sup>13</sup> | 2 <sup>12</sup> | 2 <sup>11</sup> | 2 <sup>10</sup> | 2 <sup>9</sup> | 2 <sup>8</sup> | 2 <sup>7</sup> | 2 <sup>6</sup> | 2 <sup>5</sup> | 2 <sup>4</sup> | 2 <sup>3</sup> | 2 <sup>2</sup> | 2 <sup>1</sup> | 2 <sup>0</sup> |                                 |
| 32511      | 117,589              | 0                | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1              | 1              | x              | x              | x              | x              | x              | x              | x              | x              | Valor de salida máximo*         |
| 32511      | 117,589              | 0                | 1               | 1               | 1               | 1               | 1               | 1              | 0              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | 1              | Margen de tolerancia por encima |
| 27649      | 100,004              | 0                | 1               | 1               | 0               | 1               | 1               | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 1              |                                 |

| Valor dec. | Valor de salida en % | Palabra de datos |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   | Rango                    |
|------------|----------------------|------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------------------------|
| 27648      | 100,000              | 0                | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Rango nominal            |
| 1          | 0,003617             | 0                | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |                          |
| 0          | 0,000                | 0                | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |                          |
| 0          | 0,000                | 0                | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Valor de salida mínimo** |

\* Si se especifica un valor > 32511, el valor de salida se limita a 117,589% o a 0% (0,0 V / 0,0 mA) en función del módulo empleado.

\*\* Si se especifica un valor < 0, el valor de salida se limita a 0% (0,0 V / 0,0 mA).

## Conexión de sensores de medida

### 4.1 Resumen

#### Introducción

En este capítulo se describe el procedimiento básico para conectar sensores de medida a entradas analógicas. En el manual de producto del módulo correspondiente se describen posibilidades de conexión concretas.

Encontrará una descripción detallada sobre el tendido de cables, el apantallamiento de cables, la conexión equipotencial, etc. en el manual de funciones Instalación de controladores con inmunidad a las perturbaciones (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/59193566>).

#### Sensores de medida conectables a entradas analógicas

Según el tipo de medición, es posible conectar los siguientes sensores de medida a los módulos de entradas analógicas:

- sensores de tensión
- sensores de corriente
  - transductores de medida a 2 hilos
  - transductores de medida a 4 hilos
- sensores resistivos
  - Conexión a 4 hilos
  - Conexión a 3 hilos
  - Conexión a 2 hilos
- termopares

#### Sensores de medida aislados y no aislados

Los sensores de medida están disponibles en distintas variantes:

- Los sensores de medida aislados **no** están conectados in situ con el potencial de tierra. Pueden funcionar con aislamiento galvánico.
- Los sensores de medida no aislados **sí** están conectados in situ con el potencial de tierra.

Una conexión del sensor está conectada a la caja conductora.

Nota: todos los sensores de medida no aislados deben estar conectados entre sí sin aislamiento galvánico y conectados in situ al potencial de tierra.

## Abreviaturas utilizadas en las figuras

Las abreviaturas utilizadas en las figuras siguientes tienen los significados expuestos a continuación:

|                       |  |
|-----------------------|--|
| AI                    | Módulo de entradas analógicas  |
| M                     | Conexión de masa   |
| L+                    | Conexión de la tensión de alimentación   |
| $M_n+/M_n-$           | Entrada de medición canal n  |
| $I_{Cn+}/I_{Cn-}$     | Salida de intensidad energización termorresistencia (RTD) canal n  |
| $U_n+/U_n-$           | Entrada de tensión de canal n  |
| $I_n+/I_n-$           | Entrada de intensidad de canal n   |
| COMP+/COMP-           | Entrada de compensación  |
| $I_{Comp+}/I_{Comp-}$ | Salida de intensidad energización compensación   |
| $U_V$                 | Tensión de alimentación en el canal (la conexión puede utilizarse para transductores de medida a 2 hilos (TM2H) o bien, en el caso de ET 200eco PN y ET 200pro, para transductores de medida a 2/4 hilos). |
| $U_{CM}$              | Diferencia de potencial entre los puntos de referencia de las entradas de medición y la masa analógica $M_{ANA}$   |
| $U_{ISO}$             | Diferencia de potencial entre los puntos de referencia de las entradas de medición y el punto central de puesta a tierra   |
| $M_{ANA}$             | Punto de referencia de la masa analógica   |

## Cables de señales analógicas

Para las señales analógicas se utilizan cables apantallados y de par trenzado. Esto aumenta la inmunidad a las perturbaciones.

## 4.2 Conexión de entradas analógicas con conexión MANA

En los módulos de entradas analógicas con conexión MANA, los potenciales de referencia de las entradas de medición y el punto central de puesta a tierra están aislados eléctricamente entre sí.

### Diferencia de potencial limitada $U_{ISO}$ (tensión de aislamiento)

Asegúrese de que entre el punto de referencia de la masa analógica MANA y el punto central de puesta a tierra no se rebasa la diferencia de potencial admisible  $U_{ISO}$ .

La causa de una diferencia de potencial  $U_{ISO}$  puede ser: se han excedido las longitudes de cable admisibles.

Si desea asegurarse de que no se rebasa el valor permitido  $U_{ISO}$ , tienda un cable equipotencial entre el borne MANA y el punto central de puesta a tierra.

### Diferencia de potencial limitada $U_{CM}$ (tensión en modo común/Common Mode)

Asegúrese de que entre el punto de referencia de las entradas de medición y la masa analógica MANA no se rebasa la diferencia de potencial permitida  $U_{CM}$ .

Las diferencias de potencial  $U_{CM}$  pueden deberse a lo siguiente:

- entornos con perturbaciones CEM
- uso de sensores de medida puestos a tierra
- uso de grandes longitudes de cable

Si se rebasa por exceso la diferencia de potencial permitida  $U_{CM}$ , es posible que se produzcan errores de medición/funcionamientos incorrectos.

Algunos módulos detectan una diferencia de potencial inadmisible  $U_{CM}$  y lo notifican con una entrada en el búfer de diagnóstico de la CPU.

Si desea asegurarse de que no se rebasa por exceso el valor permitido  $U_{CM}$ , tienda un cable equipotencial entre los puntos de referencia de las entradas de medición y la masa analógica MANA.

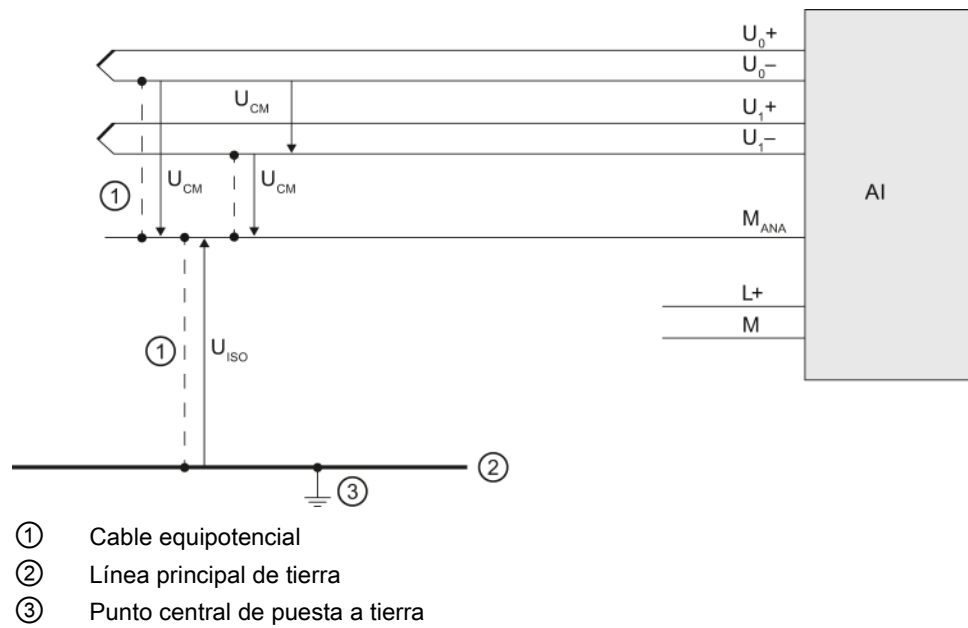


Figura 4-1 Ejemplo: potencial de referencia para módulos de entradas analógicas con conexión  $M_{ANA}$

## 4.3 Conexión de entradas analógicas sin conexión MANA

En los módulos de entradas analógicas sin conexión MANA, los potenciales de referencia de las entradas de medición y el punto central de puesta a tierra están aislados eléctricamente entre sí.

### Diferencia de potencial limitada $U_{ISO}$ (tensión de aislamiento)

Asegúrese de que entre los puntos de referencia de las entradas de medición y el punto central de puesta a tierra no se rebasa la diferencia de potencial admisible  $U_{ISO}$ .

La causa de una diferencia de potencial  $U_{ISO}$  puede ser: se han excedido las longitudes de cable admisibles.

Si desea asegurarse de que no se rebasa el valor admisible  $U_{ISO}$ , tienda un cable equipotencial entre los puntos de referencia de las entradas de medición y el punto central de puesta a tierra.



**Diferencia de potencial limitada  $U_{CM}$  (tensión en modo común/Common Mode)**

Asegúrese de que entre los puntos de referencia de las entradas de medición no se rebasa la diferencia de potencial admisible  $U_{CM}$ .

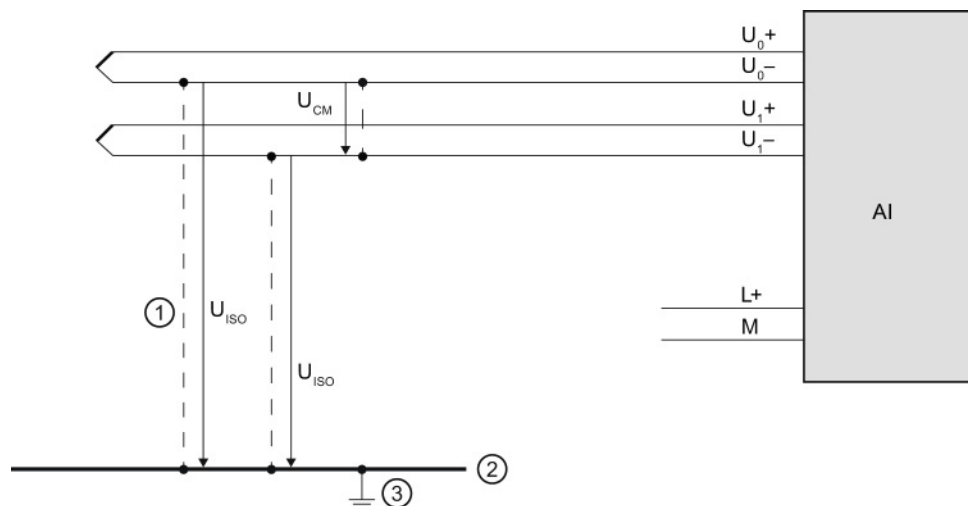
Las diferencias de potencial  $U_{CM}$  pueden deberse a lo siguiente:

- entornos con perturbaciones CEM
- uso de sensores de medida puestos a tierra
- uso de grandes longitudes de cable

Si se rebasa por exceso la diferencia de potencial permitida  $U_{CM}$ , es posible que se produzcan errores de medición/funcionamientos incorrectos.

Algunos módulos detectan una diferencia de potencial inadmisible  $U_{CM}$  y lo notifican con una entrada en el búfer de diagnóstico de la CPU.

Si desea asegurarse de que no se rebasa el valor permitido  $U_{CM}$ , tienda un cable equipotencial entre los puntos de referencia de las entradas de medición o bien, en el caso de ET 200eco PN y ET 200pro, entre los puntos de referencia de las entradas de medición y M.

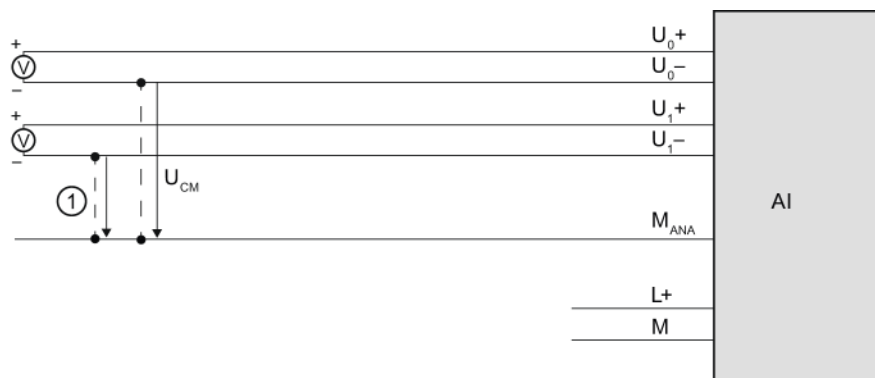


- ① Cable equipotencial (no con transductores de medida a 2 hilos y sensores resistivos)
- ② Línea principal de tierra
- ③ Punto central de puesta a tierra

Figura 4-2 Ejemplo: potencial de referencia para módulos de entradas analógicas sin conexión MANA

## 4.4 Conexión de sensores de tensión

La siguiente figura muestra la manera de conectar los sensores de tensión. Si desea asegurarse de que no se rebasa por exceso el valor permitido  $U_{CM}$ , tienda un cable equipotencial entre los puntos de referencia de las entradas de medición y la masa analógica  $M_{ANA}$  o bien, en el caso de ET 200eco PN y ET 200pro, entre los puntos de referencia de las entradas de medición y  $M$ .



① Cable equipotencial (solo relevante para módulos con conexión  $M_{ANA}$ )

Figura 4-3 Ejemplo: conexión de sensores de tensión a un módulo de entradas analógicas

## 4.5 Conexión de sensores tipo intensidad

Hay dos tipos de sensores de corriente: los transductores de medida a 2 hilos y los transductores de medida a 4 hilos. A continuación se indican las formas posibles de suministrar tensión a los sensores de corriente.

### Conectar un transductor de medida a 2 hilos con alimentación a través del módulo

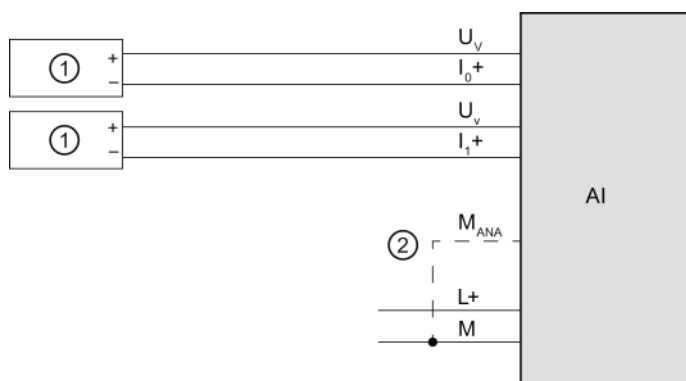
El transductor de medida a 2 hilos convierte la magnitud medida en una intensidad. El transductor de medida a 2 hilos es alimentado a través de los bornes del módulo de entradas analógicas con protección contra cortocircuitos. Por eso el transductor de medida a menudo se denomina también "transductor de medida pasivo". Debido al reducido esfuerzo de cableado, los transductores de medida a 2 hilos se utilizan con frecuencia en entornos industriales. Si se utiliza este tipo de conexión, en STEP 7 debe ajustarse el tipo de medición "Intensidad (transductor de medida a 2 hilos)".

---

#### Nota

Los transductores de medida a 2 hilos deben ser sensores de medida aislados.

---



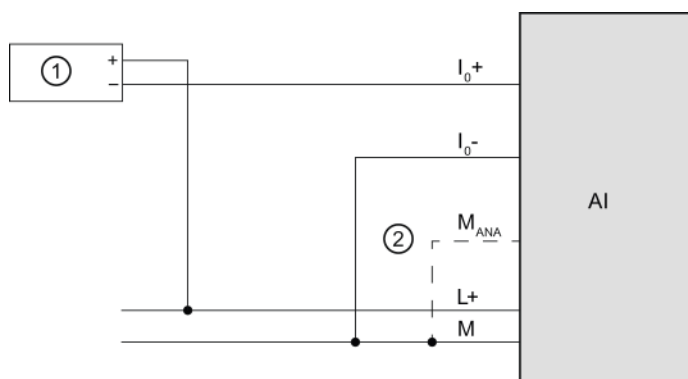
- ① Transductor de medida a 2 hilos (TM2H)
- ② Cable equipotencial (solo relevante para módulos con conexión M<sub>ANA</sub>)

Figura 4-4 Ejemplo: conexión de un transductor de medida a 2 hilos a un módulo de entradas analógicas

### Conexión de un transductor de medida a 2 hilos en la entrada analógica de un transductor de medida a 4 hilos

Como alternativa al tipo de conexión de la figura anterior, la siguiente figura muestra la forma de alimentar un transductor de medida a 2 hilos a través de la alimentación L+ del módulo. Si se utiliza este tipo de conexión, en STEP 7 debe ajustarse el tipo de medición "Intensidad (**transductor de medida a 4 hilos**)".

Con este tipo de conexión se anula el aislamiento galvánico existente entre la tensión de alimentación L+ y el circuito analógico.

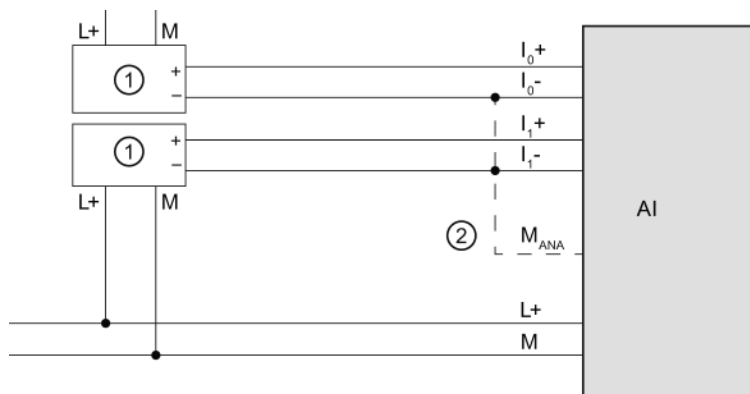


- ① Transductor de medida a 2 hilos (TM2H)
- ② Cable equipotencial (solo relevante para módulos con conexión  $M_{ANA}$ )

Figura 4-5 Ejemplo: Conexión de un transductor de medida a 2 hilos en la entrada analógica de un transductor de medida a 4 hilos

### Conectar un transductor de medida a 4 hilos

Los transductores de medida a 4 hilos disponen de conexiones para una alimentación separada. Se alimentan externamente y a menudo se los denomina también "transductores de medida activos". Si se utiliza este tipo de conexión, en STEP 7 debe ajustarse el tipo de medición "Intensidad (**transductor de medida a 4 hilos**)".



- ① Transductor de medida a 4 hilos (TM4H)
- ② Cable equipotencial (solo relevante para módulos con conexión  $M_{ANA}$ )

Figura 4-6 Ejemplo: conexión de un transductor de medida a 4 hilos a un módulo de entradas analógicas

## 4.6 Conexión de termorresistencias y resistencias

En una medición de resistencia, el módulo suministra una intensidad constante a través de los bornes  $I_{C+}$  y  $I_{C-}$ . La corriente constante se conduce a través de la resistencia que debe medirse, y a continuación se mide como caída de tensión. Es importante conectar los cables de corriente constante directamente a la termorresistencia o resistencia.

Las mediciones con conexión a cuatro o tres hilos compensan las resistencias del cable y consiguen con ello una precisión notablemente mayor que las mediciones con una conexión a dos hilos.

Las mediciones con conexión a dos hilos capturan, además de la resistencia propiamente dicha, las resistencias del cable, de manera que debe contarse con pérdidas notables de precisión en los resultados de medición.

Las siguientes figuras muestran ejemplos de conexión.

### Conexión a 4 hilos de una termorresistencia

La tensión generada en la termorresistencia se mide con alta resistencia a través de las conexiones  $M_0+$  y  $M_0-$ . Al realizar la conexión, tenga en cuenta la polaridad del cable conectado (conectar  $I_{C0+}$  y  $M_0+$ , y también  $I_{C0-}$  y  $M_0-$  a la termorresistencia).

Al realizar la conexión, asegúrese de que los cables conectados  $I_{C0+}$  y  $M_0+$ , así como los cables  $I_{C0-}$  y  $M_0-$ , se conecten directamente a la termorresistencia.

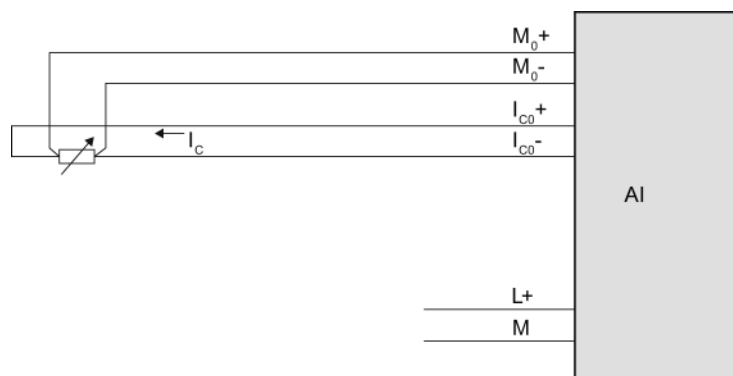


Figura 4-7 Ejemplo: conexión a 4 hilos de termorresistencias a un módulo de entradas analógicas

### Conexión a 3 hilos de una termorresistencia

Según el módulo, en caso de conexión a tres hilos a módulos con 4 bornes (por canal) es preciso hacer un puente entre  $M_0^-$  e  $I_{C0}^-$  (v. figura siguiente) o entre  $M_0+$  e  $I_{C0}+$ . Al realizar la conexión, asegúrese de que los cables conectados  $I_{C0}+$  y  $M_0+$  se conectan directamente a la termorresistencia. Utilice cables cuyos conductores tengan todos la misma sección.

El ET 200AL, ET 200eco PN y ET 200pro no necesitan puentes, ya que todas las conexiones necesarias están realizadas en el interior del módulo.

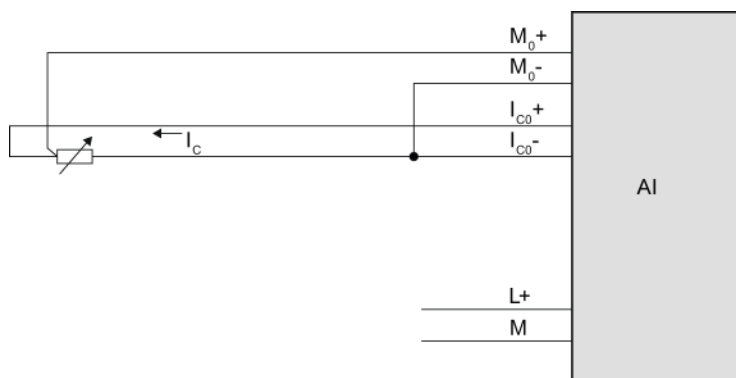


Figura 4-8 Ejemplo: conexión a 3 hilos de termorresistencias a un módulo de entradas analógicas

### Conexión a 2 hilos de una termorresistencia

En caso de conexión a dos hilos a módulos con 4 bornes (por canal), hay que hacer puentes en el módulo entre  $M_0+$  e  $I_{C0}+$  y entre  $M_0-$  e  $I_{C0}-$ , tal y como muestra la figura siguiente. Las resistencias del cable se incluyen en la medición pero no se compensan. Por motivos físicos, este tipo de medición es más impreciso que la medición con una conexión a 3 o 4 hilos. Sin embargo, este tipo de medición requiere poco esfuerzo de cableado, ya que los puentes necesarios pueden cablearse directamente en el conector y, por tanto, se prescinde de cables.

El ET 200AL, ET 200eco PN y ET 200pro no necesitan puentes, ya que todas las conexiones necesarias están realizadas en el interior del módulo.

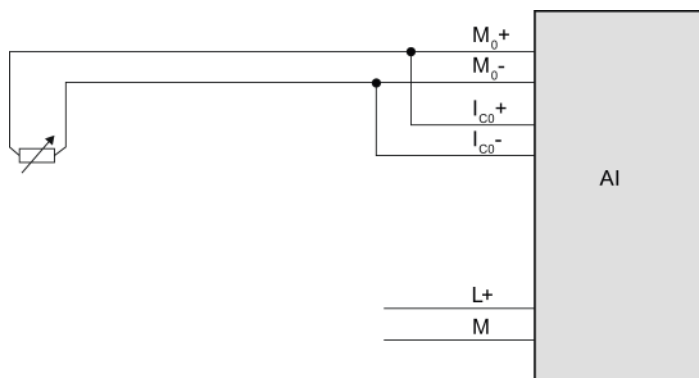


Figura 4-9 Ejemplo: conexión a 2 hilos de termorresistencias a un módulo de entradas analógicas

## 4.7 Conexión de termopares

### Introducción

Los termopares generalmente se suministran listos para ser utilizados. Las vainas de protección impiden, p. ej., la destrucción de los termopares debido a fuerzas mecánicas.

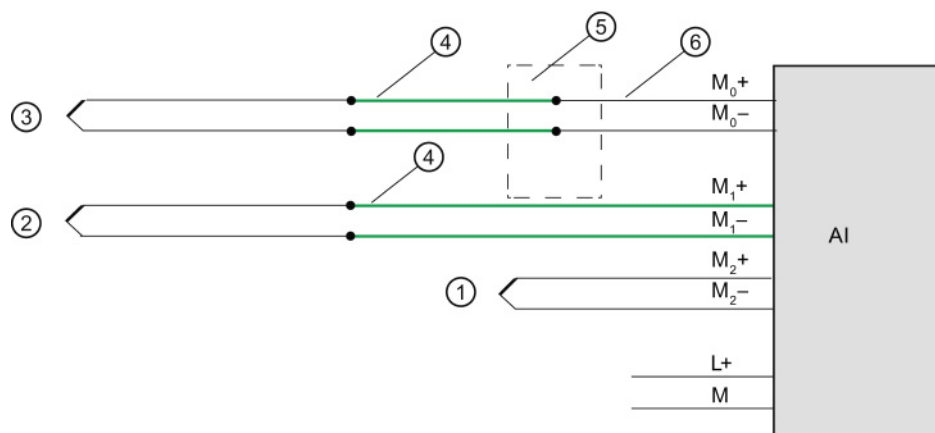
### Cables de compensación

Los cables de compensación pertenecientes a cada termopar están marcados con colores específicos, puesto que para cada termopar solo debe utilizarse el cable de compensación del material adecuado. Los cables de compensación normalizados se rigen por DIN EN 60584. Hay que observar las temperaturas máximas indicadas por el fabricante.

### Posibilidades de conexión de termopares

Existen diferentes maneras de conectar termopares a un módulo de entradas analógicas:

- directamente ①
- mediante un cable de compensación ②
- mediante un cable de compensación a una unión fría conectada mediante un cable de entrada, p. ej., de cobre ③



- ① Termopar sin cable de compensación
- ② Termopar con cable de compensación
- ③ Termopar con cable de compensación y cable de entrada
- ④ Cable de compensación (el mismo material que el termopar)
- ⑤ Unión fría externa
- ⑥ Cable de entrada, p. ej. cobre

Figura 4-10 Ejemplo: conexión de termopares a un módulo analógico

### Más información

Encontrará más información, p. ej. sobre la selección y el funcionamiento de termopares, en el capítulo Termopares (Página 80).

## Termopares

### 5.1 Selección de termopares

#### Introducción

Los termopares son dispositivos eléctricos para medir la temperatura de forma precisa. Se componen de dos metales diferentes unidos en un punto. Una temperatura que actúe sobre este punto genera una diferencia de tensión a partir de la cual es posible calcular la temperatura.

Los termopares miden un amplio rango de temperaturas y están disponibles en versiones muy robustas. Por eso se utilizan con frecuencia en aplicaciones industriales. A la hora de elegir el termopar adecuado es preciso tener en cuenta, p. ej., los siguientes criterios:

- Rango de temperatura
- Entorno atmosférico
- Precio

#### Termopares puestos a tierra

Los termopares puestos a tierra tienen un hilo electroconductor que está unido a la cara interior de la pared de la sonda. La consecuencia es una buena transferencia térmica de la pared de la sonda hacia la punta medidora del termopar.

#### Termopares no puestos a tierra

En un termopar no puesto a tierra no existe unión entre el termopar y la pared de la sonda. El tiempo de respuesta ante variaciones de la temperatura es mayor que con termopares puestos a tierra. El punto de medición está aislado galvánicamente.



## Tipo y rango de temperatura

Debido a las diferentes composiciones de material, existen diferentes tipos de termopares.

### Nota

Por motivos físicos, los termopares presentan una elevada imprecisión de medida fuera del rango de temperatura especificado. Los termopares deben utilizarse exclusivamente dentro del rango de temperatura indicado por el fabricante.

La tabla siguiente indica el tipo, la composición y el rango de medición de temperatura de diferentes termopares:

| Tipo           | Composición      | Rango de temperatura |
|----------------|------------------|----------------------|
| <b>B</b>       | PtRh-PtRh        | de 250 a 1820 °C     |
| <b>C</b>       | W-Re             | de 0 a 2315 °C       |
| <b>E</b>       | NiCr-CuNi        | de -270 a 1000 °C    |
| <b>J</b>       | Fe-CuNi          | de -210 a 1200 °C    |
| <b>K</b>       | NiCr-Ni          | de -270 a 1372 °C    |
| <b>L</b>       | Fe-CuNi          | de -200 a 900 °C     |
| <b>N</b>       | NiCrSi-NiSi      | de -270 a 1300 °C    |
| <b>R</b>       | PtRh-Pt (Pt 13%) | de -50 a 1769 °C     |
| <b>S</b>       | PtRh-Pt (Pt 10%) | de -50 a 1769 °C     |
| <b>T</b>       | Cu-CuNi          | de -270 a 400 °C     |
| <b>U</b>       | Cu-CuNi          | de -200 a 600 °C     |
| <b>TXK/XKL</b> | NiCr-CuCr        | de -200 a 800 °C     |

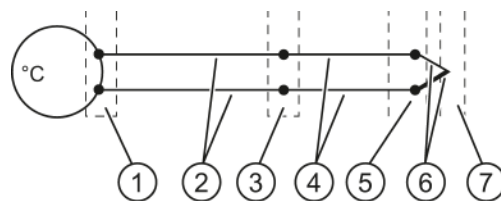
## 5.2 Diseño y funcionamiento de los termopares

### Diseño del termopar

Un termopar se compone de una sonda y de las piezas de montaje y unión requeridas en cada caso. Dos hilos de diferentes metales o aleaciones se sueldan entre sí por los extremos (extremo caliente). El punto de soldadura se denomina punto de medición, mientras que los extremos libres del termopar se denominan punto de unión.

Los extremos libres se conectan al dispositivo de evaluación (p. ej. módulo de entradas analógicas) utilizando hilos o cables aislados.

Los termopares se agrupan en diferentes tipos en función de su composición, p. ej. K, J o N. El principio de medición es idéntico para todos los tipos de termopares.



- ① Punto de medida de la tensión termoeléctrica
- ② Cable de entrada, p. ej., cobre
- ③ Unión fría
- ④ Cable de compensación (el mismo material que el termopar)
- ⑤ Punto de unión
- ⑥ Termopar con ramas positiva y negativa
- ⑦ Punto de medición

Figura 5-1 Termopar

### Funcionamiento de los termopares

Si se expone el punto de medición a una temperatura diferente a la de los extremos libres del termopar (punto de unión), se genera una tensión entre los extremos libres, la tensión termoeléctrica. La intensidad de la tensión termoeléctrica depende de la diferencia entre la temperatura del punto de medición y la temperatura en los extremos libres, así como del tipo de materiales con que está hecho el termopar.

Puesto que un termopar mide siempre una diferencia de temperatura, para determinar la temperatura en el punto de medición debe conocerse la temperatura de los extremos libres (unión fría).

Existe la posibilidad de alargar el termopar desde el punto de unión mediante cables de compensación. Con esta medida se sitúa la unión fría en un lugar donde, p. ej., la temperatura pueda mantenerse constante o simplemente pueda colocarse el sensor de temperatura. Los cables de compensación son del mismo material que los hilos del termopar. Los cables de entrada desde la unión fría hasta el módulo son de cobre.

---

#### Nota

Es imprescindible conectar correctamente la polaridad, pues de lo contrario se obtienen considerables resultados erróneos.

---

## 5.3 Compensación de la temperatura en la unión fría

### 5.3.1 Resumen

#### Introducción

Existen varias posibilidades de registrar la temperatura de la unión fría para obtener un valor de temperatura correcto a partir de la diferencia de temperatura entre la unión fría y el punto de medición.

Según el lugar (físico) donde se requiera la unión fría, existen distintas posibilidades de compensación.

Las opciones de compensación que pueden utilizarse con el módulo analógico utilizado se describen en el manual de producto del módulo correspondiente.

#### Opciones para compensar la temperatura en la unión fría

Tabla 5- 1 Opciones de compensación: explicación y caso de aplicación

| Opciones de compensación | Explicación   | Caso de aplicación/particularidad   |
|--------------------------|---|---|
| Unión fría interna       | <p><b>Funcionamiento</b></p> <p>Con esta compensación, la temperatura de la unión fría se determina con un sensor ya integrado en el módulo de entradas analógicas.</p> <p><b>Procedimiento</b></p> <p>Una el termopar al módulo de periferia directamente o con cables de compensación (consulte el capítulo Compensación por unión fría interna (Página 87)).</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para conectar los cables de compensación utilice el mismo material que el del termopar.</li> <li>• Si en la instalación la temperatura de la unión fría y la del módulo son iguales, también pueden emplearse cables de compensación de materiales distintos.</li> <li>• Ventajas:             <ul style="list-style-type: none"> <li>– muy económico</li> <li>– no se requiere unión fría externa</li> <li>– no se requiere cableado adicional</li> </ul> </li> </ul> |

## 5.3 Compensación de la temperatura en la unión fría

| Opciones de compensación        | Explicación  | Caso de aplicación/particularidad  |
|---------------------------------|--|--|
| Canal de referencia del módulo  | <p><b>Propiedades</b></p> <p>En esta compensación, la temperatura de la unión fría se determina con una termorresistencia externa (RTD)</p> <p><b>Procedimiento</b></p> <p>Una el termopar, directamente o con cables de compensación, a la unión fría con los cables de entrada. Conecte los cables de entrada a los bornes correspondientes del módulo.</p> <p>Una la termorresistencia (RTD) al canal de referencia del módulo. La termorresistencia (RTD) debe estar ubicada en la zona de la unión fría (consulte el capítulo Compensación por canal de referencia del módulo (Página 89)).</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>La temperatura se registra directamente en la unión fría.</li> <li>Las temperaturas medidas de todos los canales configurados para este tipo de compensación se corrigen automáticamente con el valor de temperatura de la unión fría.</li> <li>Ventajas: <ul style="list-style-type: none"> <li>mayor precisión que la compensación con unión fría interna, aunque es necesario instalar y cablear una termorresistencia adicional.</li> </ul> </li> </ul> |
| Canal de referencia del grupo 0 | <p><b>Propiedades</b></p> <p>Con el ajuste "TC" (termopar...), el canal actúa como receptor de la temperatura de la unión fría del grupo 0.</p> <p>El emisor correspondiente del grupo 0 se ajusta al canal RTD.</p> <p><b>Procedimiento</b></p> <p>Una el termopar, directamente o con cables de compensación, a la unión fría con los cables de entrada. Conecte los cables de entrada a los bornes correspondientes del módulo.</p> <p>Una la termorresistencia (RTD) al canal de referencia configurado del grupo 0 del módulo. La termorresistencia (RTD) debe estar ubicada en la zona de la unión fría (consulte el capítulo Compensación por canal de referencia del grupo 0 (Página 91)).</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>La temperatura se registra directamente en la unión fría.</li> <li>Las temperaturas medidas de todos los canales (receptores) configurados para este tipo de compensación se corrigen automáticamente con el valor de temperatura de la unión fría (emisor).</li> </ul>   |
| Temperatura de referencia fija  | <p><b>Propiedades</b></p> <p>Con esta compensación, la temperatura de la unión fría se almacena como valor fijo en el módulo.</p> <p><b>Procedimiento</b></p> <p>Una el termopar, directamente o con cables de compensación, a la unión fría con los cables de entrada. Conecte los cables de entrada a los bornes correspondientes del módulo.</p> <p>Según sea el módulo, en la configuración puede introducirse un valor de temperatura fijo para la unión fría (p. ej. 20 °C) o bien el módulo especifica el valor de temperatura fijo para la unión fría (0 °C) (consulte el capítulo Compensación por temperatura de referencia fija (Página 94)).</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>La temperatura de la unión fría se mantiene constante y se conoce el valor de temperatura.</li> <li>Para conseguir una alta precisión, es preciso garantizar que la temperatura de la unión fría permanece constante (según la aplicación, esto puede resultar complicado).</li> </ul>  |

## 5.3 Compensación de la temperatura en la unión fría

| Opciones de compensación              | Explicación  | Caso de aplicación/particularidad  |
|---------------------------------------|--|--|
| Temperatura de referencia dinámica    | <p><b>Propiedades</b></p> <p>En esta compensación, la temperatura de la unión fría se determina a través de un módulo. El valor de temperatura correspondiente se transfiere a otros módulos mediante un registro en el programa de usuario.</p> <p><b>Procedimiento</b></p> <p>Una la termorresistencia (RTD) para la unión fría a un canal cualquiera.</p> <p>La temperatura de la unión fría se transfiere mediante un bloque de función desde la CPU o el IM al módulo a través de registros (consulte el capítulo Compensación por temperatura de referencia dinámica (Página 97)).</p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Utilizando varios módulos en la unión fría se pueden compensar todos los canales mediante un valor de temperatura común.</li> <li>Para capturar el valor de temperatura basta con una termorresistencia (RTD) o un termopar.</li> </ul>   |
| Sin compensación/compensación externa | <p><b>Propiedades</b></p> <p>En esta compensación, la temperatura de la unión fría se mide fuera del módulo de entradas analógicas. Para ello se puede conectar, p. ej., una caja de compensación al termopar.</p> <p><b>Procedimiento</b></p> <p>Una la caja de compensación al módulo de conexión del módulo de entradas analógicas utilizando cables de cobre (consulte el capítulo Sin compensación o compensación externa (Página 101)).</p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>La temperatura de la unión fría se define con 0 °C para este tipo de compensación. Esto puede lograrse utilizando una caja de compensación. Es necesaria una caja de compensación propia para cada termopar.</li> <li>Los termopares del tipo B no requieren caja de compensación.</li> </ul> |
| RTD (0)                               | <p><b>Propiedades</b></p> <p>Esta compensación se basa en una medición del valor de resistencia de una Pt1000 en el elemento de apriete de un conector de compensación o de un valor de resistencia Pt1000 externo.</p> <p><b>Procedimiento</b></p> <p>Encontrará más información acerca de las posibilidades de conexión con y sin conector de compensación en el capítulo Tipo de compensación RTD (0) (Página 103).</p>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>La temperatura de la unión fría se determina a través del valor de resistencia de la Pt1000.</li> <li>Todos los canales del módulo de entradas analógicas que se seleccionen para este tipo de compensación obtienen la misma temperatura de la unión fría.</li> </ul>                        |

### 5.3.2 Compensación por unión fría interna

#### Funcionamiento

En la compensación por unión fría interna, la unión fría está en los bornes del módulo de entradas analógicas. Para ello una los termopares o cables de compensación directamente a las entradas del módulo. El sensor de temperatura interno mide la temperatura del módulo y genera una tensión de compensación.

Tenga en cuenta que con la compensación por unión fría interna no se obtiene siempre la misma precisión que con la compensación externa.

#### Procedimiento

Pasos necesarios para la parametrización:

1. Abra el proyecto en STEP 7.
2. En la vista de dispositivos, marque el módulo analógico deseado y el canal correspondiente.
3. Seleccione la ficha "General" en la ventana de inspección del módulo seleccionado.
4. Seleccione el área "Entradas/medición".
5. Como "Tipo de medición", seleccione la opción "Termopar".
6. Como "Unión fría", seleccione la opción "Unión fría interna".

**Medición**

Tipo de medición: Termopar

Rango de medición: Tipo E

Coeficiente de temperatura:

Unidad de temperatura: Grados Celsius

Unión fría: Unión fría interna

Temperatura de referencia fija para TC: Unión fría interna

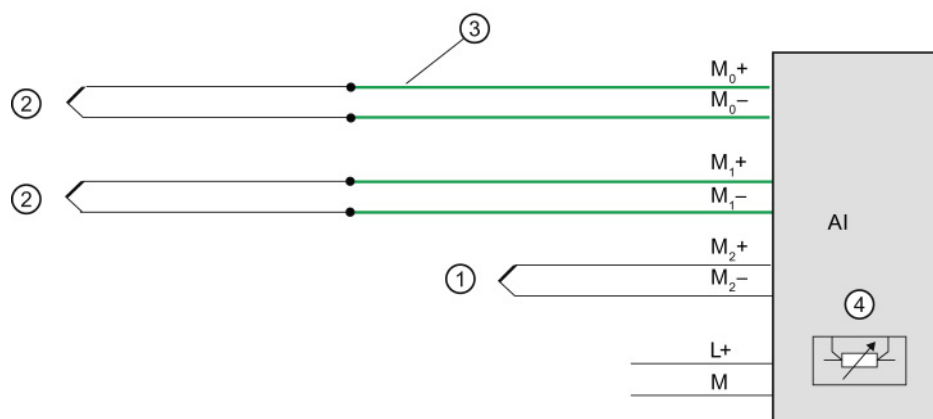
Supresión de frecuencias perturbadoras: 50 Hz

Filtrado: Ninguno

Figura 5-2 Unión fría interna

## Conexión de termopares

Conecte los termopares a las entradas del módulo directamente o a través de cables de compensación.



- ① Termopar sin cable de compensación
- ② Termopar con cable de compensación
- ③ Cable de compensación (el mismo material que el termopar)
- ④ Unión fría interna

Figura 5-3 Ejemplo: Conexión de termopares para la compensación por unión fría interna



### 5.3.3 Compensación por canal de referencia del módulo

#### Funcionamiento

En esta compensación, la temperatura de la unión fría se determina con una termorresistencia externa (RTD). Algunos módulos disponen de un canal de referencia propio.

#### Procedimiento

Pasos necesarios para la parametrización:

1. Abra el proyecto en STEP 7.
2. En la vista de dispositivos, marque el módulo analógico deseado y el canal correspondiente.
3. Seleccione la ficha "General" en la ventana de inspección del módulo seleccionado.
4. Seleccione el área "Entradas/medición".
5. Como "Tipo de medición", seleccione la opción "Termopar".
6. Como "Unión fría", seleccione la opción "Canal de referencia del módulo".

**Medición**

Tipo de medición: Termopar

Rango de medición: Tipo E

Coeficiente de temperatura: 1

Unidad de temperatura: Grados Celsius

Unión fría: Canal de referencia del módulo

Temperatura de referencia fija para TC: Temperatura de referencia fija

Supresión de frecuencias perturbadoras: 50 Hz

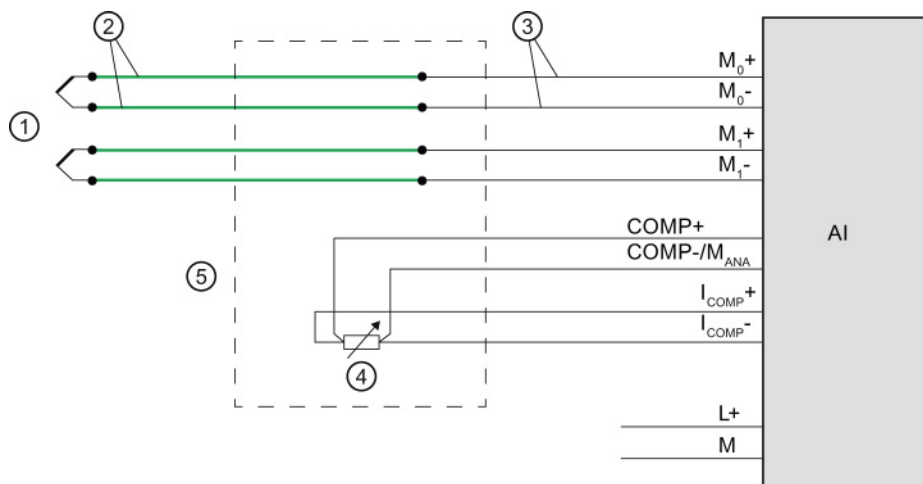
Filtrado: Ninguno

Figura 5-4 Canal de referencia del módulo

### Conexión de termopar/termorresistencia

Una el termopar, directamente o con cables de compensación, a la unión fría con los cables de entrada. Conecte los cables de entrada a los bornes correspondientes del módulo.

Conecte la termorresistencia a los bornes correspondientes del módulo utilizando cables de entrada de cualquier material.



- ① Termopar
- ② Cable de compensación (el mismo material que el termopar)
- ③ Cable de entrada, p. ej. cobre
- ④ Termorresistencia (RTD)
- ⑤ Unión fría

Figura 5-5 Ejemplo: conexión de termopar/termorresistencia para compensación por canal de referencia del módulo

### 5.3.4 Compensación por canal de referencia del grupo 0

#### Funcionamiento

Con este tipo de compensación, un canal de un módulo con una termorresistencia (RTD) conectada actúa como "emisor de la temperatura de referencia", y otros canales con termopares conectados (receptores de la temperatura de referencia) pueden compensarse con esta temperatura de referencia. Las temperaturas medidas de todos los canales (receptores) configurados para este tipo de compensación se compensan automáticamente con el valor de temperatura de la unión fría (emisor).

La temperatura de la unión fría se determina con una termorresistencia externa (RTD).

#### Procedimiento

Pasos necesarios para la parametrización:

1. Abra el proyecto en STEP 7.
2. En la vista de dispositivos, marque el módulo analógico deseado y el canal correspondiente.
3. Seleccione la ficha "General" en la ventana de inspección del módulo seleccionado.
4. Seleccione el área "Entradas/medición".
5. Para el canal del módulo que quiera definir como emisor:

Como "Tipo de medición" seleccione, p. ej., la opción "Termorresistencia (conexión a 4 hilos)".

Como "Unión fría", seleccione la opción "Canal de referencia del grupo 0".

**Medición**

Tipo de medición: Termorresistencia (4 hilos)

Rango de medición: Pt 100 Rango climatiz.

Coeficiente de temperatura: Pt 0.00385055

Unidad de temperatura: Grados Celsius

Unión fría: Canal de referencia del grupo 0

Temperatura de referencia fija: Sin modo de canal de referencia  
Canal de referencia del grupo 0

Filtrado: Ninguno

Supresión de frecuencias perturbadoras: 50 Hz

Figura 5-6 Emisor: canal de referencia del grupo 0

6. Para los canales que desee definir como receptores:

Como "Tipo de medición", seleccione la opción "Termopar".

Como "Unión fría", seleccione la opción "Canal de referencia del grupo 0".

The screenshot shows a configuration window titled "Medición". It contains several dropdown menus and text fields for configuring a measurement channel. The settings shown are:

- Tipo de medición: Termopar
- Rango de medición: Tipo E
- Coeficiente de temperatura: (empty)
- Unidad de temperatura: Grados Celsius
- Unión fría: Canal de referencia del grupo 0
- Temperatura de referencia fija: (empty)
- Filtrado: Canal de referencia del grupo 0
- Supresión de frecuencias perturbadoras: 50 Hz

The "Unión fría" dropdown menu is open, showing the following options: "Canal de referencia del grupo 0", "Canal de referencia del módulo", "Unión fría interna", "Canal de referencia del grupo 0", and "Temperatura de referencia fija". The "Canal de referencia del grupo 0" option is selected and highlighted in blue.

Figura 5-7 Receptor: canal de referencia del grupo 0

## Conexión de termopar/termorresistencia

El siguiente ejemplo muestra:

- un módulo analógico con termorresistencia como emisor de la temperatura de referencia y
- dos módulos analógicos con termopar como receptores de la temperatura de referencia.

Una los termopares, directamente o con cables de compensación, a la unión fría con los cables de entrada. Conecte los cables de entrada a los bornes correspondientes del módulo.

Conecte la termorresistencia a los bornes correspondientes del módulo utilizando cables de entrada de cualquier material.

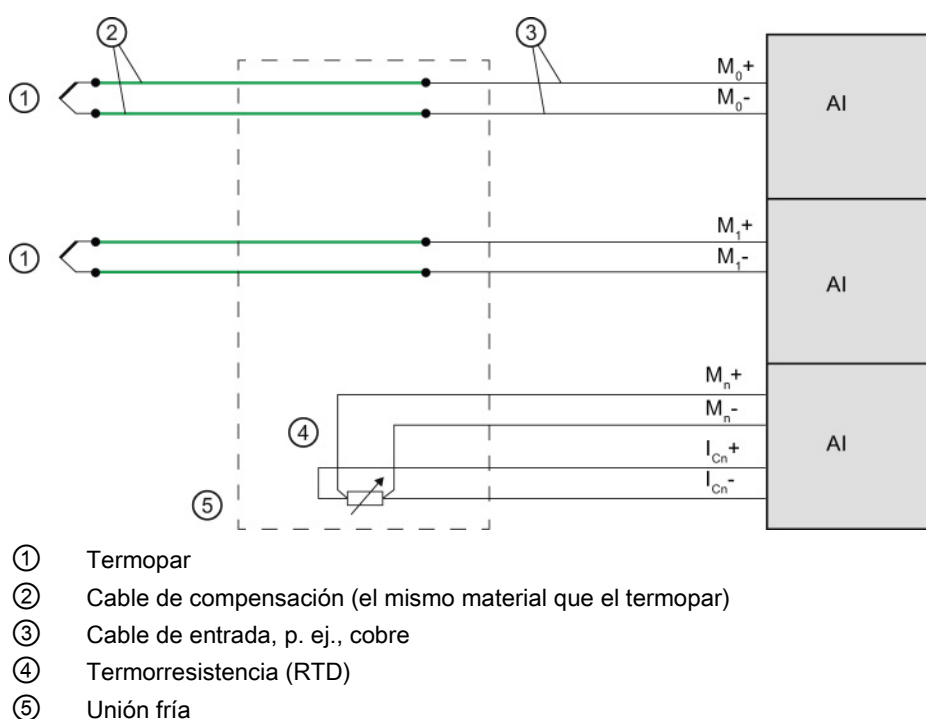


Figura 5-8 Ejemplo: conexión termopar/termorresistencia para compensación del grupo 0

### 5.3.5 Compensación por temperatura de referencia fija

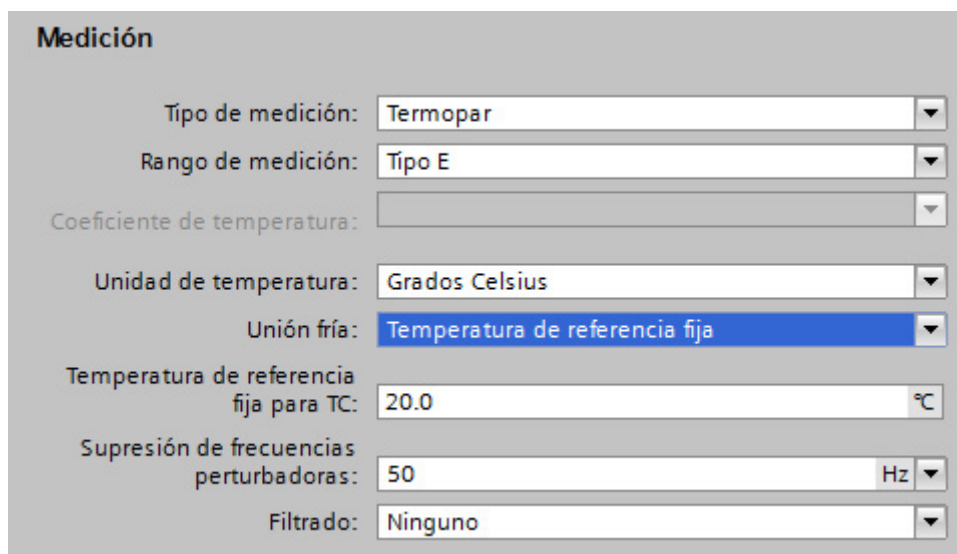
#### Funcionamiento

Con esta compensación, la temperatura de la unión fría se almacena como valor fijo en el módulo.

#### Procedimiento

Pasos necesarios para la parametrización:

1. Abra el proyecto en STEP 7.
2. Seleccione el módulo analógico deseado en la Vista de dispositivos.
3. Seleccione la ficha "General" en la ventana de inspección del módulo seleccionado.
4. Seleccione el área "Entradas/medición".
5. Como "Tipo de medición", seleccione la opción "Termopar".
6. Como "Unión fría", seleccione la opción "Temperatura de referencia fija".
7. En el área "Temperatura de referencia fija", introduzca la temperatura de la unión fría, p. ej., 20 °C.



**Medición**

Tipo de medición: Termopar

Rango de medición: Tipo E

Coeficiente de temperatura:

Unidad de temperatura: Grados Celsius

Unión fría: Temperatura de referencia fija

Temperatura de referencia fija para TC: 20.0 °C

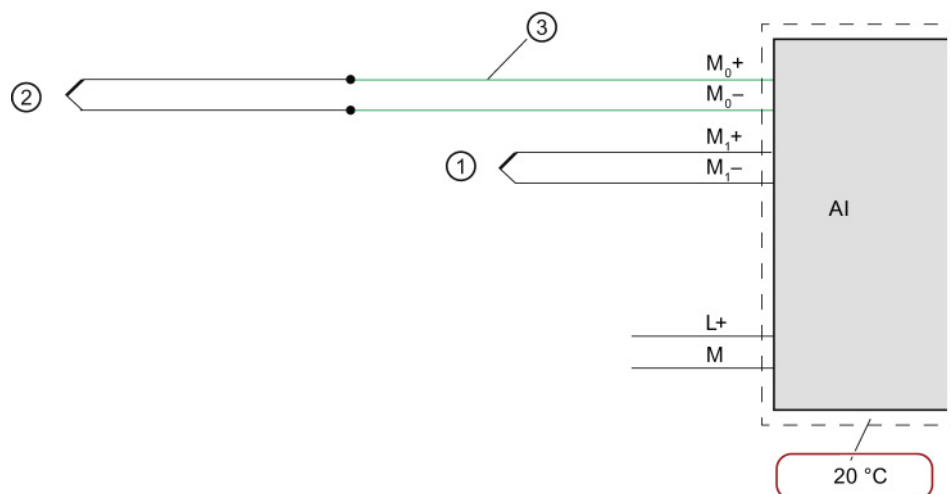
Supresión de frecuencias perturbadoras: 50 Hz

Filtrado: Ninguno

Figura 5-9 Temperatura de referencia fija

### Condiciones de temperatura para el ajuste "Temperatura de referencia fija"

La siguiente figura muestra las posibilidades de conexión de termopares con la condición de que la temperatura del módulo (p. ej., mediante montaje en un armario eléctrico climatizado) se mantenga a una temperatura de referencia fija (20 °C). La unión fría se encuentra en el módulo.

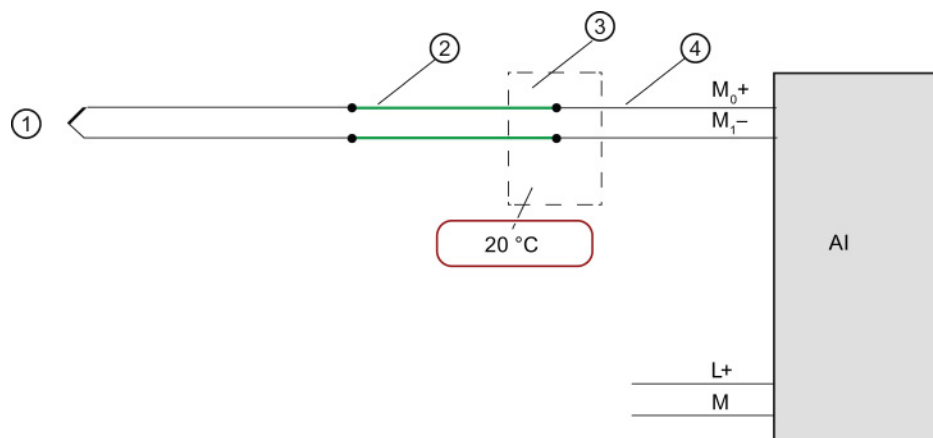


- ① Termopar sin cable de compensación
- ② Termopar conectado a través del cable de compensación
- ③ Cable de compensación (el mismo material que el termopar)

Figura 5-10 Ejemplo 1: conexión de un termopar a un módulo analógico para compensación mediante "Temperatura de referencia fija"

### 5.3 Compensación de la temperatura en la unión fría

La siguiente figura muestra las posibilidades de conexión de termopares con la condición de que la temperatura de la unión fría (fuera del módulo) se mantenga en una temperatura de referencia fija (20 °C).



- ① Termopar con cable de compensación y cable de entrada
- ② Cable de compensación (el mismo material que el termopar)
- ③ Unión fría
- ④ Cable de entrada, p. ej., cobre

Figura 5-11 Ejemplo 2: conexión de un termopar a un módulo analógico para compensación mediante "Temperatura de referencia fija"



### 5.3.6 Compensación por temperatura de referencia dinámica

#### Funcionamiento

Este tipo de compensación permite manipular el valor de temperatura de la unión fría para compensar la temperatura a través del programa de usuario. El valor de temperatura puede obtenerse, p. ej., de cualquier otro módulo de la estación. Para ello la temperatura de la unión fría se transfiere mediante registros con la instrucción **WRREC** (SFB 53).

La estructura de los registros se describe en el manual de producto del módulo correspondiente.

#### Requisitos

Proyecto STEP 7 con el siguiente contenido:

- programa de usuario con la instrucción WRREC (SFB 53) para transferir los registros con temperatura de referencia
- módulo analógico para captura de la temperatura de proceso mediante termopar (TC)
- módulo analógico para medición de la temperatura en la unión fría mediante termorresistencia (RTD).

**Módulo analógico para captura de la temperatura de proceso mediante termopar (TC)**

Pasos necesarios para la parametrización:

1. Abra el proyecto en STEP 7.
2. En la vista de dispositivos, marque el módulo analógico deseado y el canal correspondiente.
3. Seleccione la ficha "General" en la ventana de inspección del módulo seleccionado.
4. Seleccione el área "Entradas/medición".
5. Como "Tipo de medición", seleccione la opción "Termopar".
6. Como "Unión fría", seleccione la opción "Temperatura de referencia dinámica".

**Medición**

Tipo de medición: Termopar

Rango de medición: Tipo E

Coficiente de temperatura:

Unidad de temperatura: Grados Celsius

Unión fría: Temperatura de referencia dinámica

Temperatura de referencia fija para TC: Temperatura de referencia fija

Supresión de frecuencias perturbadoras: 50 Hz

Filtrado: Ninguno

Figura 5-12 Temperatura de referencia dinámica

**Módulo analógico para medición de la temperatura en la unión fría mediante termorresistencia (RTD)**

Pasos necesarios para la parametrización:

1. Abra el proyecto en STEP 7.
2. En la vista de dispositivos, marque el módulo analógico deseado y el canal correspondiente.
3. Seleccione la ficha "General" en la ventana de inspección del módulo seleccionado.
4. Seleccione el área "Entradas/medición".
5. Como "Tipo de medición", seleccione la opción "Termorresistencia (conexión a 4 hilos)".

**Medición**

Tipo de medición: Termorresistencia (4 hilos) ▼

Rango de medición: Pt 100 climatiz ▼

Coeficiente de temperatura: Pt 0.003851 ▼

Unidad de temperatura: Grados Celsius ▼

Unión fría: ▼

Temperatura de referencia fija para TC: ▼

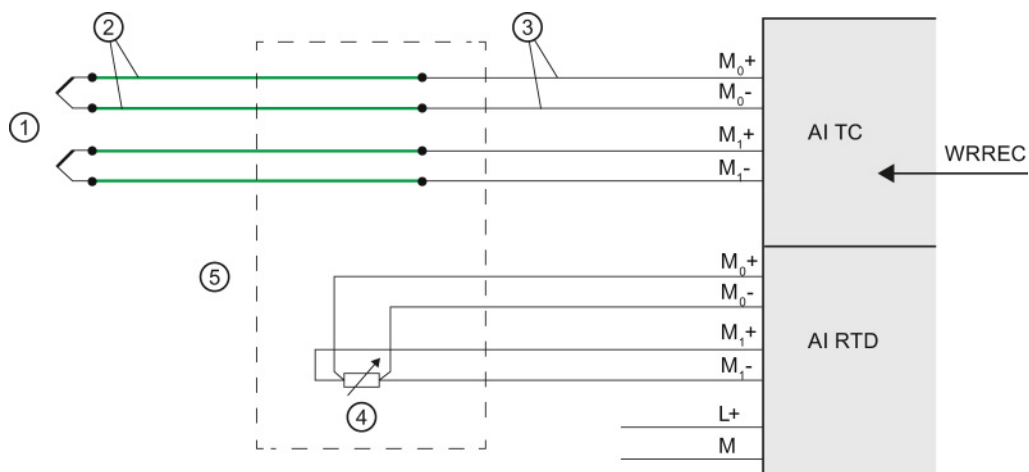
Supresión de frecuencias perturbadoras: 50 Hz ▼

Filtrado: Ninguno ▼

Figura 5-13 Ajuste del tipo de medición Termorresistencia (RTD)

### Conexión de termopar/termorresistencia

En caso de compensación de temperatura mediante una temperatura de referencia dinámica, una p. ej. los termopares a las entradas del módulo mediante cables de entrada. En este caso, la temperatura se determina en la unión fría con una termorresistencia (RTD). La temperatura determinada de este modo en la unión fría se transfiere con la instrucción WRREC al módulo analógico con termopar.



- ① Termopar
- ② Cable de compensación (el mismo material que el termopar)
- ③ Cable de entrada, p. ej., cobre
- ④ Termorresistencia (RTD)
- ⑤ Unión fría

Figura 5-14 Ejemplo: Conexión de termopar/termorresistencia para compensación mediante temperatura de referencia dinámica

### 5.3.7 Sin compensación o compensación externa

#### Funcionamiento

La temperatura en la unión fría de los termopares se mide fuera del módulo de entradas analógicas, p. ej., mediante una caja de compensación en el termopar. La temperatura de la unión fría se define con 0 °C para este tipo de compensación.

La caja de compensación contiene un puente calibrado para una temperatura determinada de la unión fría (temperatura de calibración). Las conexiones para los extremos del cable de compensación del termopar constituyen la unión fría. Si la temperatura real de la unión fría difiere de la temperatura de calibración, varía la resistencia del puente, que depende de la temperatura. Se origina una tensión de compensación positiva o negativa, que se suma a la tensión termoeléctrica.

---

#### Nota

Los termopares del tipo B no requieren caja de compensación.

---

#### Procedimiento

Pasos necesarios para la parametrización:

1. Abra el proyecto en STEP 7.
2. Seleccione el módulo analógico deseado en la vista de dispositivos.
3. Seleccione la ficha "Entradas" y el canal correspondiente en la ventana de inspección del módulo seleccionado.
4. En el área "Medición", seleccione la opción "Termopar" como "Tipo de medición".
5. En función del módulo utilizado, seleccione como "Unión fría" el valor "Ninguno" o "Compensación externa".

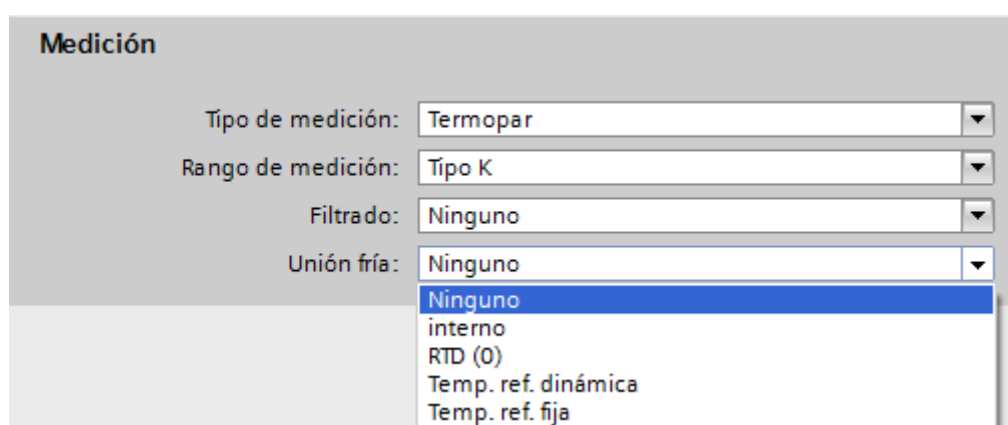


Figura 5-15 Sin compensación

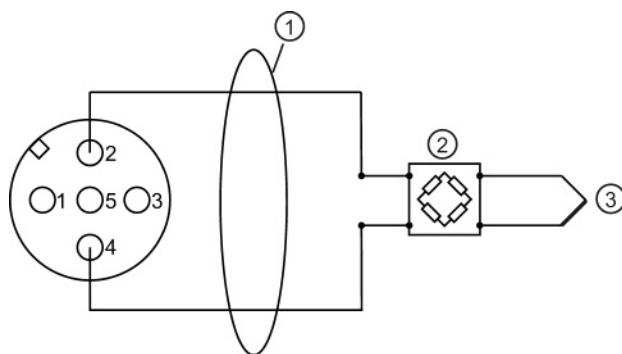
### Conexión de la caja de compensación

La caja de compensación se conecta directamente a los cables de entrada de un termopar individual y debe alimentarse con aislamiento galvánico. La fuente de alimentación debe filtrar las perturbaciones de forma suficiente, p. ej., mediante un arrollamiento de pantalla conectado a tierra.

Cada canal puede utilizar, con independencia de los demás canales, un tipo de termopar soportado por el módulo analógico. Para cada canal se requiere una caja de compensación propia.

### Ejemplo de conexión sin compensación o con compensación externa

Conecte la caja de compensación al módulo de conexión del módulo de entradas analógicas utilizando cables de cobre.



- ① Cables de cobre
- ② P. ej., caja de compensación (por canal); el termopar de tipo B no necesita caja de compensación.
- ③ Termopar

Figura 5-16 Ejemplo de conexión sin compensación como unión fría

### 5.3.8 Tipo de compensación RTD (0)

#### Funcionamiento

La temperatura de la unión fría se determina midiendo el valor de resistencia de una Pt1000 en el elemento de apriete del conector de compensación M12. La medición de resistencia solo está permitida en el conector hembra redondo X1 (canal 0). Todos los canales del módulo con este tipo de compensación obtienen la misma temperatura de la unión fría.

#### Procedimiento

Pasos necesarios para la parametrización:

1. Abra el proyecto en STEP 7.
2. Seleccione el módulo analógico deseado en la vista de dispositivos.
3. Seleccione la ficha "Entradas" en la ventana de inspección del módulo seleccionado.
4. En el área "Medición", seleccione la opción "Termopar" como "Tipo de medición".
5. Como "Unión fría", seleccione la opción "RTD (0)".

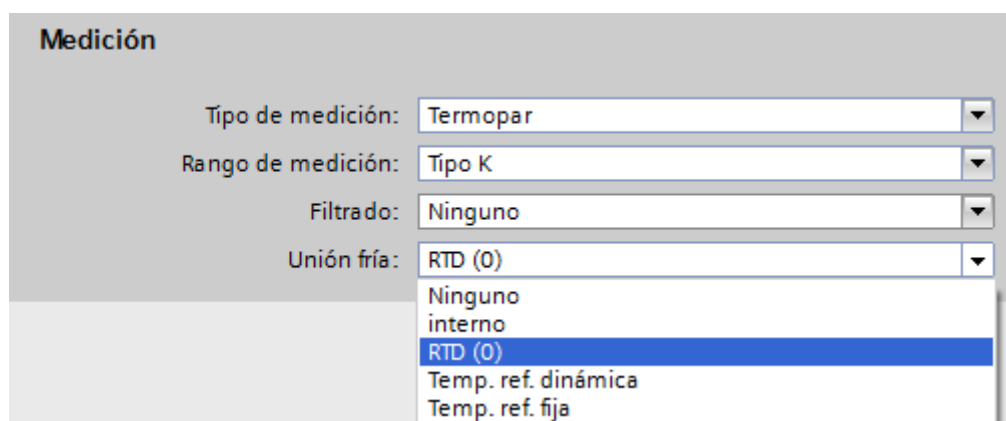


Figura 5-17 Tipo de compensación RTD (0)

## Ejemplo de conexión

## Conexión con conector de compensación M12

Conecte el termopar al conector de compensación M12 directamente o con cables de compensación. Monte el conector de compensación M12 en el conector hembra redondo X1 (canal 0) del CM IO 4 x M12 en el 4 AI TC High Feature.

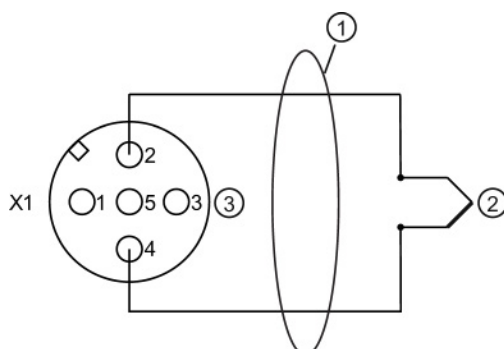
## Conexión sin conector de compensación M12

Para registrar la temperatura de la unión fría, conecte una Pt1000 externa (con  $\alpha = 003851$ ) con cables de cobre a los bornes 1 y 3. La termorresistencia Pt1000 debe estar ubicada en el área de la unión fría. Conecte los termopares a los bornes 2 y 4 con cables de cobre desde la unión fría.

## Conexión de termopares adicionales

Pueden conectarse termopares adicionales en los conectores hembra redondos X2 a X4 en el CM IO 4 x M12 del 4 AI TC High Feature. La temperatura de la unión fría registrada con la medición del valor de resistencia en el conector hembra redondo X1 es aplicable a todos los canales del módulo que haya seleccionado para este tipo de compensación.

La figura siguiente muestra un ejemplo de conexión "RTD (0)" como unión fría con conector de compensación M12 y termorresistencia Pt1000 integrada:

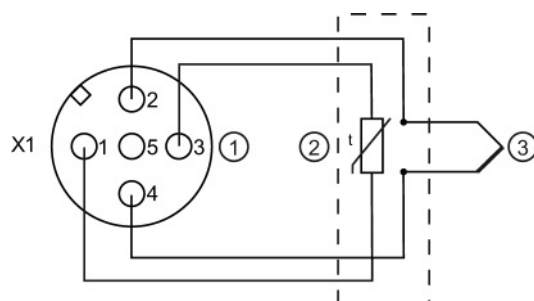


- ① Conexión del termopar directa o con cables de compensación
- ② Termopar
- ③ Conector de compensación M12 (bornes 1 y 3 ocupados con Pt1000 interna) solo en conector hembra redondo X1. El valor de comparación del conector de compensación M12 en el conector hembra redondo X1 también es aplicable a los termopares X2, X3 y X4.

Figura 5-18 Ejemplo de conexión "RTD (0)" como unión fría en el conector de compensación M12



La figura siguiente muestra un ejemplo de conexión "RTD (0)" como unión fría con termorresistencia externa Pt1000:



- ① Conector M12 solo en conector hembra redondo X1
- ② Pt1000 externa ( $\alpha = 0,003851$ ) en la zona de la unión fría con cables de cobre en los bornes 1 y 3. El valor de comparación de la Pt1000 externa en el conector hembra redondo X1 también es aplicable a los termopares X2, X3 y X4.
- ③ Termopar

Figura 5-19 Ejemplo de conexión "RTD (0)" como unión fría con Pt1000 externa

## Conexión de cargas/actuadores

### 6.1 Resumen

#### Introducción

En este capítulo se describe el procedimiento básico para conectar cargas/actuadores a salidas analógicas. En el manual de producto del módulo correspondiente se describen posibilidades de conexión concretas.

Encontrará una descripción detallada del tendido de cables, el apantallamiento de cables, la conexión equipotencial, etc. en el manual de funciones Instalación de controladores con inmunidad a las perturbaciones (<http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/59193566>).

#### Abreviaturas utilizadas en las figuras

Las abreviaturas utilizadas en las figuras siguientes tienen los significados expuestos a continuación:

|               |  |
|---------------|--|
| AQ            | Módulo de salidas analógicas             |
| M             | Conexión de masa                         |
| L+            | Conexión de la tensión de alimentación   |
| $S_n+/S_n-$   | Línea Sense canal n                      |
| $QV_n+/QV_n-$ | Salida de tensión canal n                |
| $QI_n+/QI_n-$ | Salida de intensidad canal n             |
| $M_{ANA}$     | Punto de referencia de la masa analógica |
| $U_{ISO}$     | Tensión de aislamiento                   |

#### Cables de señales analógicas

Para las señales analógicas se utilizan cables apantallados y de par trenzado. Esto aumenta la inmunidad a las perturbaciones.

## 6.2 Conexión de cargas/actuadores

### Potencial de referencia para módulos de salidas analógicas con conexión $M_{ANA}$

En los módulos de salidas analógicas no hay unión galvánica entre el punto de referencia de la masa analógica  $M_{ANA}$  y el punto central de puesta a tierra.

Asegúrese de que entre el punto de referencia de la masa analógica  $M_{ANA}$  y el punto central de puesta a tierra no se rebasa la diferencia de potencial admisible  $U_{ISO}$ .

La causa de una diferencia de potencial  $U_{ISO}$  puede ser: se han excedido las longitudes de cable admisibles.

Si desea asegurarse de que no se rebasa el valor permitido  $U_{ISO}$ , tienda un cable equipotencial entre el borne  $M_{ANA}$  y el punto central de puesta a tierra.

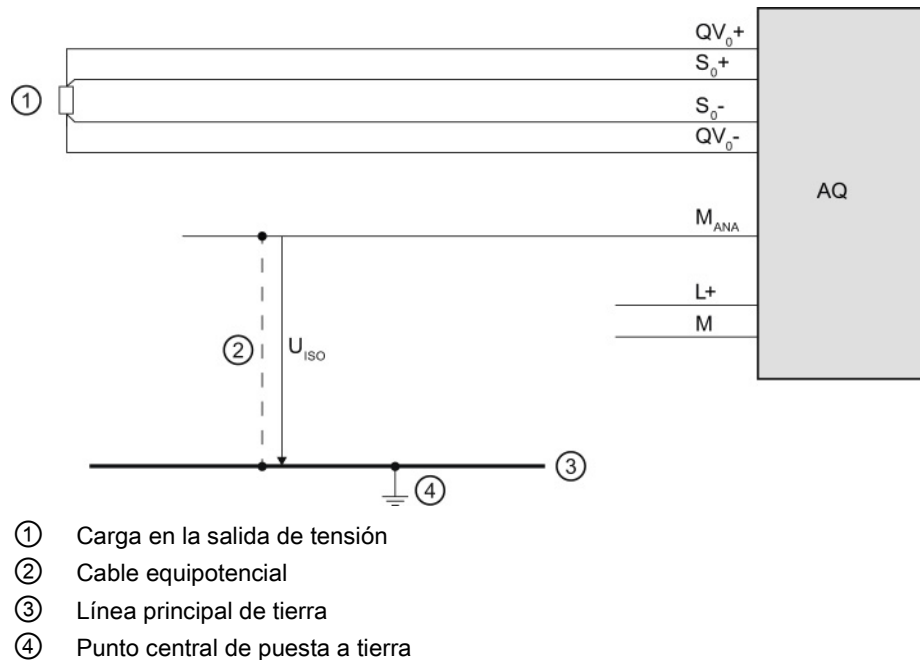


Figura 6-1 Ejemplo: potencial de referencia para un módulo de salidas analógicas con conexión  $M_{ANA}$

### Potencial de referencia para módulos de salidas analógicas sin conexión $M_{ANA}$

En los módulos de salidas analógicas no hay unión galvánica entre los puntos de referencia de los circuitos de salida analógica y el punto central de puesta a tierra.

Asegúrese de que entre los puntos de referencia de los circuitos de salida analógica y el punto central de puesta a tierra no se rebasa por exceso la diferencia de potencial admisible  $U_{ISO}$ .

La causa de una diferencia de potencial  $U_{ISO}$  puede ser: se han excedido las longitudes de cable admisibles.

Si desea asegurarse de que no se rebasa por exceso el valor admisible  $U_{ISO}$ , tienda un cable equipotencial hacia el punto central de puesta a tierra para cada circuito de salida analógica.

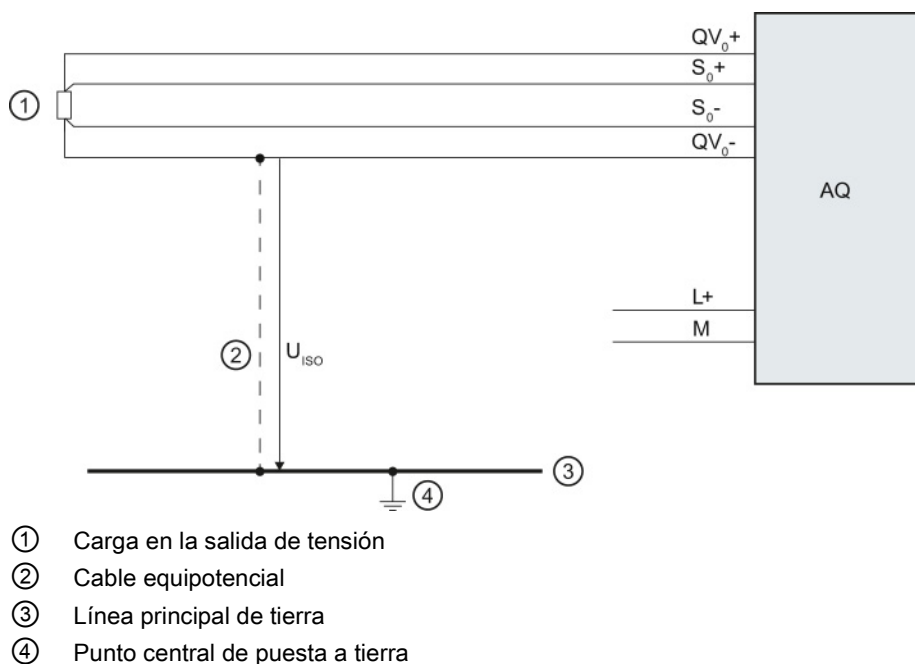


Figura 6-2 Ejemplo: Potencial de referencia para un módulo de salidas analógicas sin conexión  $M_{ANA}$

## Funciones soportadas

### 7.1 Calibración de módulos analógicos

#### 7.1.1 Resumen

##### Calibración

Una calibración comprueba los valores de proceso medidos por el módulo de entradas analógicas o emitidos por el módulo de salidas analógicas, determina su desviación respecto de los valores reales y compensa los errores de medición o de salida.

##### Calibración de módulos analógicos

Los módulos analógicos SIMATIC se calibran antes de la entrega y poseen una elevada estabilidad a largo plazo, de manera que no es necesario realizar una calibración durante el funcionamiento.

Sin embargo, determinadas normas, p. ej., la emitida por la Food and Drug Administration (FDA), requieren que todos los componentes de un circuito de medición se calibren periódicamente. Entre estos componentes se incluyen también los módulos de entradas y salidas analógicas.

En instalaciones en las que los sensores capturan o procesan tensiones o intensidades relativamente pequeñas, puede ser conveniente realizar una calibración. La calibración compensa las influencias de los cables o la temperatura en el resultado de medición.

La calibración captura los nuevos valores y los guarda en el módulo de forma remanente. No obstante, los valores de calibración calculados en fábrica antes de la entrega del módulo no se pierden. Los valores de calibración originales se pueden restablecer en cualquier momento.

---

##### Nota

Los valores de calibración de cada canal se guardan en el módulo de forma remanente y por rangos de medición, es decir, los valores son válidos para el rango de medición en el que se haya realizado la calibración de usuario.

Si reparametriza un canal con valores de calibración de usuario activos a otro modo de medición, a continuación se aplicarán los valores de calibración guardados de fábrica en ese canal y para ese rango de medición.

No obstante, se conservan los valores de la calibración de usuario. Dichos valores solo se sobrescriben con una nueva calibración de usuario del canal. Sin embargo, si se desea reajustar el rango de medición original sin realizar una nueva calibración de usuario en ese canal, entonces se aplican los valores de calibración de usuario calculados con anterioridad.

---

En el manual de producto del módulo analógico correspondiente se indica si se soporta la función "Calibración".

## **Funciones**

El grupo "Calibración" ofrece las siguientes funciones:

- Determinar la calibración actual de todos los canales
- Calibración de un canal
- Cancelación de un proceso de calibración en curso
- Restablecer la configuración de fábrica de la calibración de un canal

## **7.1.2 Calibración de módulos analógicos**

### **Calibración manual**

Para comenzar con la calibración manual, deben cumplirse los siguientes requisitos:

- Existe una conexión online entre STEP 7, la CPU correspondiente y el módulo analógico que se va a calibrar.
- Se ha abierto la vista "Online y diagnóstico" del módulo analógico marcado desde el contexto del proyecto y el usuario está en el área "Funciones > Calibración".
- La configuración corresponde a la configuración real de la estación.
- En estos momentos no se está calibrando el módulo analógico (si se desea iniciar el proceso de calibración).
- Para realizar la calibración, el módulo debe recibir una tensión de carga de 24 V.
- Se ha realizado con éxito el último paso iniciado (si se desea continuar o cerrar el proceso de calibración).

## Procedimiento

Al iniciar la función "Calibración", aparece la pantalla básica de la calibración. Cada vez que se selecciona un nuevo canal, el módulo lee los siguientes datos generales y valores de calibración:

- **Calibración:** indica si los valores de calibración activos son de fábrica o del usuario.
- **Tipo de medición:** informa sobre el tipo de medición seleccionado.
- **Rango de medición:** rango de medición del canal seleccionado actualmente parametrizado.
- **Ganancia:** corrección de ganancia activa del convertidor analógico-digital.
- **Offset:** corrección de offset activa del convertidor analógico-digital.

**Vista general**

| N.º de c... | Calibración | Tipo de medi... | Rango de m.. | Ganancia: | Offset: | Fecha   |   |
|-------------|-------------|-----------------|--------------|-----------|---------|---------|---|
| 0           | Factory     | Tensión         | +/- 10 V     | 1         | 0       | 17/1... | ▲ |
| 1           | Factory     | Tensión         | +/- 10 V     | 1,001     | 0       | 17/1... | ☰ |
| 2           | Factory     | Tensión         | +/- 10 V     | 1         | 0       | 17/1... |   |
| 3           | Factory     | Tensión         | +/- 10 V     | 1,001     | 0       | 17/1... |   |
| 4           | Factory     | Tensión         | +/- 10 V     | 1,001     | 0       | 17/1... |   |
| 5           | Factory     | Tensión         | +/- 10 V     | 1         | 0       | 17/1... |   |
| 6           | Factory     | Tensión         | +/- 10 V     | 1,001     | 0       | 17/1... |   |
| 7           | Factory     | Tensión         | +/- 10 V     | 1         | 0       | 17/1... | ▼ |

Figura 7-1 Tabla de calibración

Para iniciar el proceso de calibración, proceda del siguiente modo:

1. Seleccione en la tabla general la fila correspondiente al canal que va a calibrarse.
2. Haga clic en el botón "Iniciar calibración manual".
3. Siga los pasos del área "Calibración manual".
4. Siga las instrucciones del campo "Instrucción".
5. A continuación haga clic en "Siguiente".



Durante la calibración de usuario se vuelven a determinar los valores de calibración necesarios del canal seleccionado, teniendo en cuenta el rango de medición que se parametrizó para ese canal.

---

**Nota**

La calibración se puede realizar en el modo de operación RUN o STOP de la CPU. Si la CPU está en modo RUN, durante la calibración se suministra el valor capturado por última vez antes de iniciar la calibración.

Durante la calibración de usuario, el canal del módulo que se va a calibrar no puede procesar más valores de proceso. Todos los valores de entrada analógicos del módulo se ajustan a 0x7FFF ("Valor analógico no válido") hasta que finaliza la calibración. Si ha habilitado la información de calidad (estado de valor), la información de calidad de la señal cambiará a "no válido" durante el tiempo que dure la calibración.

---

Durante la calibración de usuario, es necesario proveer una tensión o temperatura. Para ello, utilice el cableado externo correspondiente y un transductor de tensión/temperatura externo. El campo "Instrucción" contiene los números de los pines a los que debe aplicarse el estímulo de calibración. El primer número de pin designa la conexión positiva, y el segundo, la conexión negativa. La precisión de la calibración depende de la precisión de la tensión/temperatura preparada.

---

**Nota**

Para garantizar que el módulo conserve la precisión de medición especificada tras la calibración de usuario, la tensión/temperatura provista debe tener al menos el doble de precisión que la especificada para el módulo. Las tensiones o temperaturas imprecisas provocan calibraciones erróneas.

---

La siguiente figura muestra un ejemplo de calibración de un canal con el tipo de medición "Tensión" y un rango de medición "+/- 10 V".

La imagen muestra una ventana de software titulada "Calibración manual". Dentro, se indica "Paso 1 de 2". Hay un campo de texto etiquetado "Instrucción:" que contiene el texto: "Aplice una tensión de 10000mV en el borne 3. Aplice la masa en el borne 4." Debajo de esto, hay un campo "Estado:" que muestra "Se ha iniciado la calibración sin errores." y un campo "Valor medido:" que muestra "10000". En la parte inferior derecha, hay dos botones: "Continuar" y "Cancelar".

Figura 7-2 Calibración manual

- **Instrucción:** el campo "Instrucción" muestra qué acciones debe realizar el propio usuario en el paso de calibración actual. Ejecute las acciones indicadas aquí y confirme con el botón "Siguiente". Ahora el módulo ejecuta las acciones necesarias para el paso de calibración actual. Si no se han producido errores en el paso de calibración, se procede al paso de calibración siguiente.  
Las instrucciones del campo "Instrucción" deben llevarse a cabo adicionalmente. Después de haber conectado, p. ej., la tensión/masa a los bornes 3/4, estas conexiones deben mantenerse durante la ejecución del paso de calibración siguiente.
- **Estado:** dependiendo del tipo de medición ajustado, son necesarios varios pasos para la calibración de un canal. El campo "Estado" indica si el último paso de calibración se ha realizado correctamente o no. Si se produce un error durante el procesamiento de un paso de calibración, se muestra aquí el error y se interrumpe la calibración del canal. Se eliminan todos los valores de calibración registrados hasta ese momento. Se vuelven a activar los valores que estaban activos antes de iniciar la calibración de usuario.

---

#### Nota

##### Calibradores

Si está activado el diagnóstico "Rotura de hilo" en módulos de entradas analógicas, para los tipos de medición "Resistencia", "Termorresistencia" y "Termopar" se aplica una corriente de ensayo sobre la línea. En algunos calibradores, esta corriente de ensayo aplicada puede falsear los valores medidos. Por este motivo, algunos módulos analógicos desconectan automáticamente la vigilancia de rotura de hilo durante la calibración.

Para evitar el riesgo de obtener valores medidos falseados, se recomienda desactivar el diagnóstico "Rotura de hilo" durante la calibración de módulos de entradas analógicas.

---

## Resultado

Con la calibración se modifican los ajustes del canal.

## Aparición de un error

Si durante el proceso de calibración se produce un error, el módulo interrumpe la calibración. Se pierden todos los valores de calibración registrados hasta ese momento. El canal que debía calibrarse mantiene la misma configuración que tenía antes de iniciarse el proceso de calibración.

### **7.1.3 Cancelación del proceso de calibración**

#### **Requisitos**

- Se ha abierto la vista "Online y diagnóstico" del módulo analógico marcado desde el contexto del proyecto y el usuario está en el área "Funciones > Calibración".
- La CPU correspondiente está online.
- Hay un proceso de calibración en curso en el módulo analógico.

#### **Procedimiento**

Para interrumpir un proceso de calibración en curso, haga clic en el botón "Cancelar".

#### **Resultado**

Se cancela el proceso de calibración en curso. El canal que debía calibrarse mantiene la misma configuración que tenía antes de iniciarse el proceso de calibración.

### 7.1.4 Restablecer la configuración de fábrica de los módulos analógicos

#### Requisitos

- Se ha abierto la vista "Online y diagnóstico" del módulo analógico marcado desde el contexto del proyecto y el usuario está en el área "Funciones > Calibración".
- La CPU correspondiente está online.

#### Procedimiento

Para restablecer la configuración de fábrica de un canal de un módulo analógico, proceda del siguiente modo:

1. Seleccione en la tabla general la fila correspondiente al canal cuya configuración deba restablecerse.
2. Haga clic en el botón "Restablecer configuración de fábrica".

#### Resultado

El canal tiene los mismos ajustes que en el estado de suministro.

---

#### Nota

Al restablecer los ajustes de fábrica del canal actual, se vuelven a activar los valores de calibración originales, activos en el estado de suministro del módulo. Se pierden los posibles valores de calibración existentes de ese canal. No es posible restablecer de nuevo estos valores de calibración de usuario.

---

## Módulos analógicos de alta velocidad

### 8.1 Principios básicos

Para necesidades elevadas en cuanto a potencia y velocidad, el usuario dispone de módulos analógicos de alta velocidad (HS). La principal característica de estos módulos analógicos HS frente a los módulos analógicos estándar (ST) es que sus tiempos de ciclo son más cortos. Para lograrlo, los módulos de entradas y salidas disponen de componentes con tiempos de ciclo y tiempos de conversión extremadamente cortos. Además, toda la arquitectura de estos módulos está diseñada para un procesamiento rápido de las señales.

Los módulos analógicos HS transforman los valores medidos y los valores de salida en paralelo. Cada canal del módulo cuenta con un convertidor A/D o D/A propio. Así, el tiempo de ciclo coincide prácticamente con el tiempo de conversión y es independiente del número de canales activados. Esto es aplicable tanto para las entradas como para las salidas analógicas. De este modo es posible utilizar módulos HS en el modo isócrono rápido.

Además del modo isócrono, los módulos analógicos HS también ofrecen ventajas en el modo no isócrono (libre). Gracias al rápido procesamiento de las señales de proceso, los módulos analógicos HS son capaces de detectar antes los cambios que se produzcan en los valores de proceso y reaccionar a dichos eventos con los bloques de programa adecuados (p. ej. bloques de organización de alarma de proceso o alarma cíclica). Encontrará más información sobre los distintos bloques de organización en la Ayuda en pantalla de STEP 7.

#### Modo isócrono

Por "modo isócrono" se entiende el acoplamiento síncrono

- de la captura y la salida de señales a través de la periferia descentralizada;
- de la transmisión de señales vía PROFIBUS o PROFINET;
- de la ejecución del programa al ciclo de emisión del PROFIBUS o PROFINET equidistante.

De este modo se obtiene un sistema que captura y procesa sus señales de entrada y emite las señales de salida en intervalos constantes. El modo isócrono garantiza tiempos de reacción del proceso altamente reproducibles y definidos, así como un procesamiento de señales equidistante y síncrono en la periferia descentralizada.

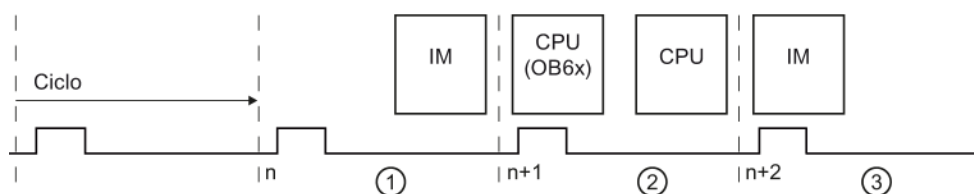
Con el modo isócrono configurado, el sistema de bus y los módulos de periferia funcionan de forma síncrona. Los datos de entrada y de salida transmitidos están acoplados a una "tarea isócrona" en la CPU. De este modo los datos de un ciclo son siempre coherentes. Todos los datos de la memoria imagen de proceso están conexos desde el punto de vista lógico y temporal. De este modo se excluye casi por completo la posibilidad de jitter en el programa de usuario debido a una captura de valores de diferente antigüedad.

La reproducibilidad temporal exacta de todos los procesos permite controlar con seguridad incluso procesos rápidos. El modo isócrono contribuye a lograr una elevada calidad de regulación y, por tanto, a mejorar la precisión en la fabricación. Al mismo tiempo se reducen drásticamente las posibles oscilaciones de los tiempos de reacción del proceso. El procesamiento en tiempo asegurado puede utilizarse para un ciclo de máquina mayor. Los tiempos de ciclo menores aumentan la velocidad de procesamiento y, por tanto, contribuyen a reducir los costes del producto.

## Ciclos de emisión

Si se configura el modo isócrono, los datos de entrada o de salida se sincronizan dentro de un mismo ciclo de emisión. Los datos de los módulos de entradas se capturan en el ciclo  $n$  y se transmiten al IM simultáneamente. En el ciclo  $n+1$ , los datos están disponibles en la CPU y pueden procesarse. En el ciclo siguiente,  $n+2$ , la CPU copia los datos en el IM. En ese mismo ciclo, los módulos de salidas emiten los datos simultáneamente. Los procesos de captura-procesamiento-emisión tienen lugar, por tanto, en tres ciclos. Encontrará más información acerca de la configuración del modo isócrono en la Ayuda en pantalla de STEP 7.

### Modo isócrono



- ① Los valores medidos de los módulos de entradas se capturan y se copian en el IM.
- ② Se procesan los valores medidos y se emiten los valores de salida.
- ③ Los valores de salida se copian en el IM y se emiten a través de módulos de salidas.

Figura 8-1 Modelo de 3 ciclos

## Oversampling

El empleo de la función Oversampling en módulos de entradas o salidas analógicas requiere una configuración isócrona.

En los módulos de entradas analógicas, el ciclo de emisión ajustado se divide en subciclos equidistantes en el tiempo. Los ciclos de emisión pueden dividirse en de 2 a 16 subciclos. Cada subciclo lee un valor medido. En el siguiente ciclo de emisión se copian en el IM los valores medidos leídos en un ciclo de datos, y un ciclo más tarde están a disposición de la CPU procesadora.

En los módulos de salidas analógicas, el ciclo de emisión ajustado se divide a su vez en subciclos equidistantes en el tiempo. Los ciclos de emisión pueden dividirse en de 2 a 16 subciclos. Cada subciclo emite un valor de salida. En un mismo ciclo se copian los valores de salida de la CPU en el IM y, un ciclo después, se escriben en el proceso.

Los valores leídos o emitidos se transfieren a los datos de usuario del módulo analógico. De este modo el área de direcciones del módulo se amplía de 2 bytes de datos de usuario por canal a 16 x 2 bytes de usuario por canal. Si el ciclo se divide en menos de 16 subciclos, en la entrada de datos las direcciones no utilizadas se rellenan con el valor de error 0x7FFF. En la salida, los valores de las direcciones no utilizadas se ignoran.

Dado que por principio los subciclos deben encontrarse en un mismo ciclo, el sobremuestreo (oversampling), a diferencia del modelo de 3 ciclos del modo isócrono, requiere un ciclo adicional para copiar los datos en el IM. De ahí surge un modelo de 5 ciclos.

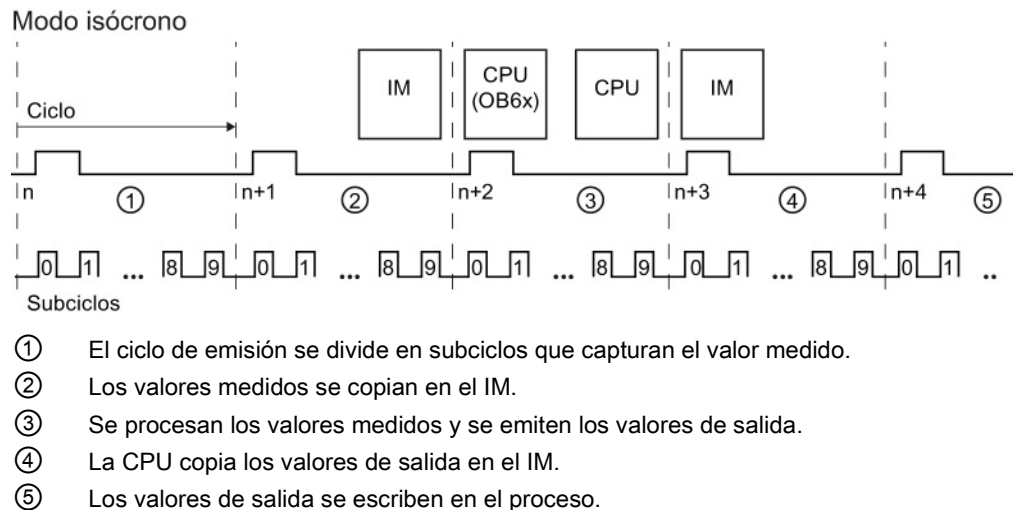


Figura 8-2 Modelo de 5 ciclos

Debido a los módulos configurados, el ciclo de emisión de un dispositivo IO tiene un tiempo de actualización mínimo, es decir, el intervalo durante el cual un dispositivo IO/controlador IO del sistema IO PROFINET recibe nuevos datos. Los módulos con funcionalidad de sobremuestreo (oversampling), sin embargo, ofrecen la posibilidad de reducir aún más el tiempo de actualización para sus canales sin que para ello sea necesario acortar el ciclo de emisión para toda la estación S7. Así pues, la subdivisión del ciclo de emisión en subciclos equidistantes en el tiempo permite una velocidad de procesamiento de las señales aún mayor.

### Ejemplo

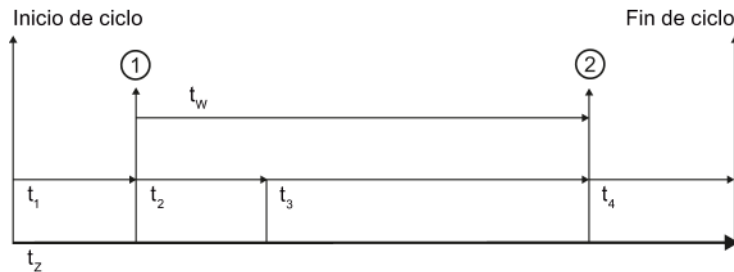
En la práctica, la función Oversampling se utiliza cuando la instalación isócrona, debido a los módulos empleados, funciona tan solo con un determinado ciclo de emisión (p. ej. 1 ms) pero los valores de proceso deben muestrearse más rápido. Mediante la función de sobremuestreo Oversampling y una subdivisión del ciclo en 4 subciclos, por ejemplo, los valores de proceso pueden muestrearse cada 250 µs.

### Configuración de la función Oversampling

Active la opción "Modo isócrono" en el dispositivo IO utilizado y defina los parámetros correspondientes ("Ciclo de emisión", etc.). El número de subciclos se define en el respectivo módulo analógico descentralizado con el parámetro "Tasa de muestreo" en el caso de los módulos de entradas analógicas, y con el parámetro "Tasa de salida" en el caso de los módulos de salidas analógicas. Si se configura p. ej. una "Tasa de muestreo" de 4 "Valores/ciclo" con un "Ciclo de emisión" de 1 ms, el ciclo se dividirá en 4 subciclos y los valores de proceso se muestrearán cada 250 µs.

### Tiempo de ciclo de un módulo de salidas analógicas

Si ha configurado la propiedad del sistema "Modo isócrono" en módulos HS, todos los módulos de entradas analógicas se sincronizarán en un mismo instante del ciclo de emisión ①. El tiempo de ciclo se compone de los siguientes intervalos:  $t_z = t_1 + t_2 + t_3 + t_4$



- ① Tiempo de sincronización de todos los módulos de entradas analógicas en modo isócrono y, al mismo tiempo, instante en que se aplica la señal de entrada convertida en este ciclo al borne.
- ② La señal de entrada digitalizada se transmite al bus de fondo.
- $t_z$  Tiempo de ciclo
- $t_1$  Tiempo entre el inicio del ciclo y la sincronización
- $t_2$  Tiempo de ejecución condicionado por el hardware hasta el convertidor analógico-digital
- $t_3$  Tiempo de procesamiento de los datos de entrada digitalizados en el módulo
- $t_4$  Tiempo de transferencia del bus de fondo
- $t_w$  Tiempo de conversión del módulo

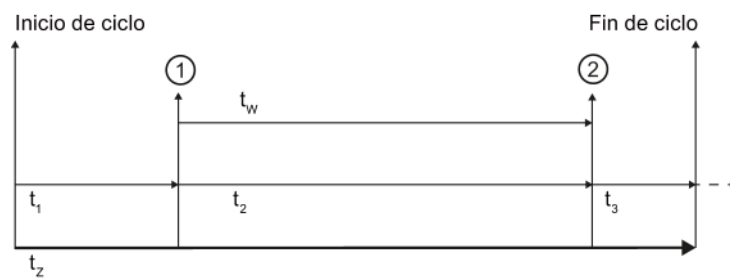
Figura 8-3 Tiempo de ciclo del módulo de entradas analógicas



### Tiempo de ciclo del módulo de salidas analógicas

En los módulos de salidas analógicas, el tiempo de sincronización se refiere a la salida del convertidor analógico-digital ②. Como en los módulos de salida se desconoce la impedancia del actuador conectado junto con el cable de conexión, pero estos tienen una influencia esencial en el tiempo de propagación de señal, el tiempo de estabilización no se puede calcular como valor fijo. Los manuales de producto de los módulos de salidas correspondientes indican los tiempos de estabilización para cargas típicas como valor orientativo. Sin embargo, en la práctica es necesario realizar una medición con osciloscopio para determinar con precisión el tiempo de estabilización. Debido a unos tiempos de ciclo muy breves y a las cargas capacitivas elevadas, el tiempo de estabilización puede llegar hasta el fin de ciclo real. El tiempo de ciclo se compone de los siguientes intervalos:

$$t_z = t_1 + t_2 + t_3$$



- ① Los datos de salida se encuentran en el módulo.
- ② Tiempo de sincronización de todos los módulos de salidas analógicas en modo isócrono y, al mismo tiempo, tiempo de salida de los datos en el convertidor digital-analógico.
- $t_z$  Tiempo de ciclo
- $t_1$  Tiempo de transferencia del bus de fondo
- $t_2$  Tiempo de procesamiento de los datos en el módulo hasta la salida en el convertidor analógico-digital
- $t_3$  Tiempo de estabilización del hardware hasta la consigna del valor de salida
- $t_w$  Tiempo de conversión del módulo

Figura 8-4 Tiempo de ciclo del módulo de salidas analógicas

### Aplicaciones típicas

En general, el modo isócrono puede utilizarse donde sea necesario registrar valores medidos con sincronismo, coordinar movimientos y lanzar reacciones del proceso de forma definida y simultánea. Por ello, el modo isócrono se utiliza en los más diversos campos de aplicación.

Aplicaciones típicas son, por ejemplo, la captura de señales binarias con precisión de posición y tiempo para asegurar la calidad. También aplicaciones hidráulicas con regulación de posición y presión se benefician de la transferencia de datos equidistante e isócrona.

El siguiente ejemplo muestra la aplicación del modo isócrono en el proceso de producción de árboles de levas. Estos deben medirse con precisión en varios puntos de medición para asegurar la calidad.

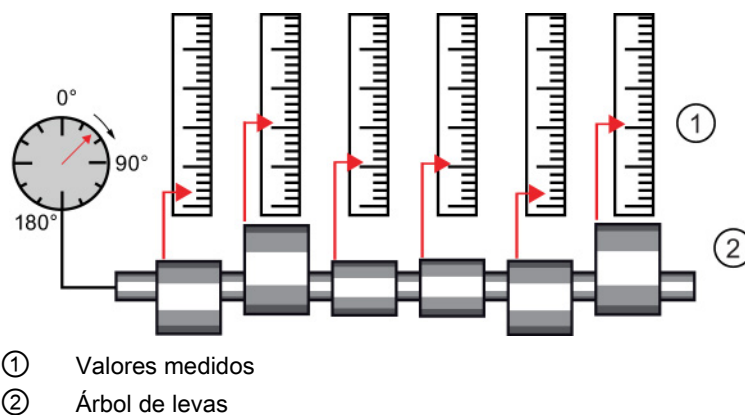


Figura 8-5 Medición de árboles de levas

Empleando la propiedad del sistema "Modo isócrono" y la consiguiente simultaneidad de la captura de valores medidos, el proceso de medición puede realizarse de forma continua. Esto acorta el tiempo del proceso de medición. De ahí resulta el siguiente procedimiento:

- Girar el árbol de levas de forma continua
- Medir posiciones y la desviación de leva de forma síncrona durante el giro continuo
- Procesar el próximo árbol de levas

De este modo, con un solo giro del árbol de levas se miden de forma síncrona todas las posiciones del árbol de levas y los valores medidos correspondientes. El tiempo de ciclo de la máquina aumenta si la precisión de medición es igual o mejor.

## 8.2 Módulos ST vs. módulos HS

El siguiente capítulo ofrece un resumen de otras diferencias importantes entre los módulos analógicos estándar y de alta velocidad. Los valores numéricos indicados son ejemplos de módulos específicos. Tenga en cuenta que las indicaciones pueden variar de módulo a módulo. Las indicaciones exactas del módulo analógico que utilice se encuentran en el manual de producto correspondiente.

### Procedimiento de conversión

#### Conversión de valores instantáneos

Para la conversión de señales analógicas en información digital, en los módulos HS se suele utilizar la conversión de valores instantáneos. En ella se extrae una muestra muy breve de la señal medida y se transforma en un dato digital. La información digital obtenida representa un valor instantáneo de la señal medida. La conversión de valores instantáneos se utiliza cuando se deben capturar modificaciones rápidas de valores del proceso, como por ejemplo en el ámbito de Motion Control. Aquí se deben capturar y procesar con rapidez, con transductores de medida apropiados, magnitudes físicas que varían a gran velocidad. Los rangos de entrada son principalmente tensión, intensidad y resistencia, esta última especialmente para potenciómetros de posición.

Dado que la señal medida se convierte rápidamente, en el caso de señales perturbadas existe el peligro de mediciones erróneas. Las entradas analógicas que funcionan según el método de conversión de valores instantáneos no pueden detectar si el valor de señal muestreado es la señal nominal o un impulso parásito. Siempre convierten el valor "instantáneo" detectado. Por ello, es necesario comprobar con atención el requerimiento de tiempo de la tarea de medición en curso.

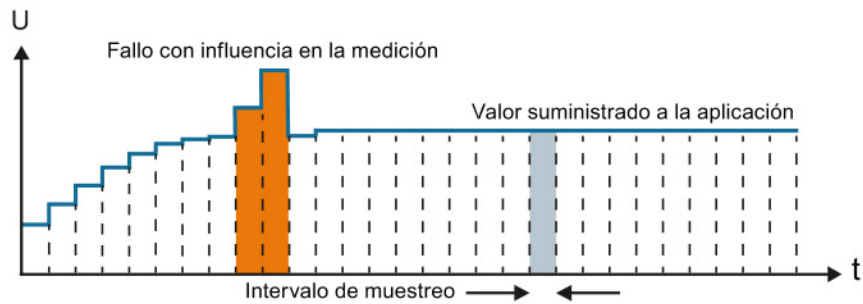
#### Conversión por integración

Los módulos ST funcionan por lo general según el principio de conversión por integración. En la conversión por integración se lleva a cabo una valoración de la señal medida a lo largo de un intervalo definido (tiempo de integración). En comparación con la conversión de valores instantáneos, esta es una conversión más lenta pero también inmune a perturbaciones. Si selecciona el intervalo de conversión de modo que coincida con uno o varios períodos de la frecuencia de red circundante, en principio se suprime la perturbación existente en todas partes y eventualmente superpuesta a la señal. Los módulos SIMATIC ofrecen la posibilidad de ajustar mediante parametrización la frecuencia de red a la que funciona la instalación. En función de la supresión de frecuencias perturbadoras ajustada pueden variar la resolución y el tiempo de conversión. Estas dependencias están descritas en los datos técnicos del módulo en cuestión.

Las entradas analógicas con procesos por integración son de uso universal. En estas entradas analógicas debe tenderse el cableado con cuidado, pero debido a su captura de señales más lenta y, en principio, inmune a perturbaciones, los requisitos no son comparables a las entradas analógicas que convierten valores instantáneos.



Conversión de valores instantáneos



Procedimiento por integración

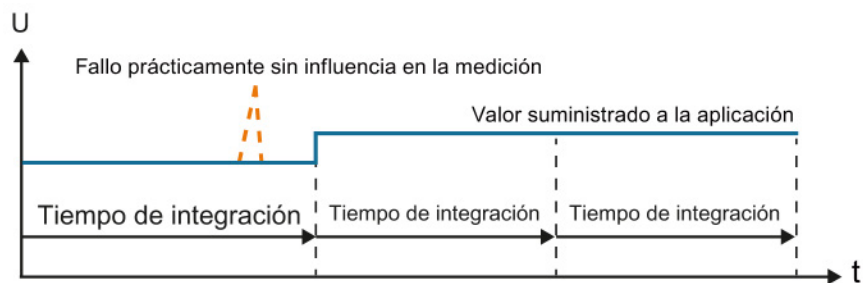


Figura 8-6 Mientras que en la conversión de valores instantáneos un fallo influye directamente en el valor suministrado a la aplicación, su influencia en el procedimiento por integración es reducida.

## Compatibilidad electromagnética

Toda la arquitectura de los módulos HS está diseñada para un procesamiento rápido de las señales. Por tanto, una configuración inmune a las perturbaciones tiene una importancia decisiva en el uso de los módulos HS.

Así pues, para el cableado de módulos HS con sensores y actuadores deben observarse las siguientes reglas:

- Mantener la longitud de los cables lo más corta posible
- Utilizar cables apantallados y de par trenzado
- Establecer una conexión de baja impedancia de la pantalla del cable con el contacto de pantalla correspondiente
- Disponer un bucle de cable corto entre el contacto de pantalla y la conexión en borne.

---

### Nota

#### Instalación inmune a las perturbaciones

Cuando utilice módulos HS, tenga especialmente en cuenta las indicaciones del manual de funciones Instalación de controladores con inmunidad a las perturbaciones

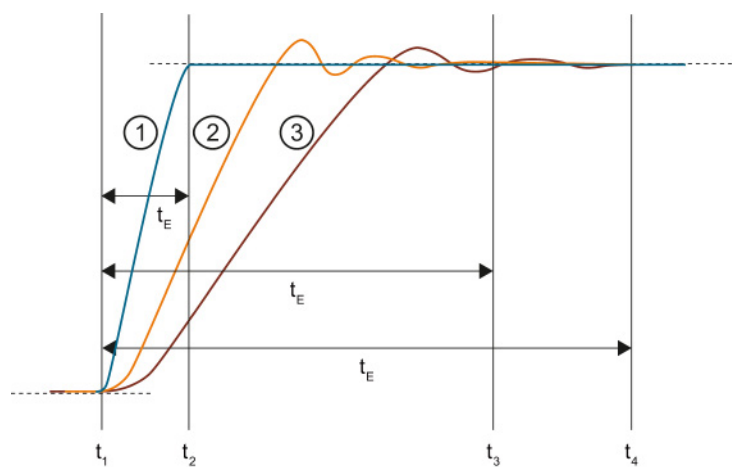
(<http://support.automation.siemens.com/WW/view/es/59193566>).

---

### Influencia de la carga sobre el tiempo de estabilización

Los tiempos de estabilización de la consigna alcanzables con módulos de salidas analógicas dependen, entre otros, de la carga aplicada. Para aprovechar la rapidez de los tiempos de conversión, para los módulos HS solo se permiten cargas pequeñas, indicadas en los datos técnicos (p. ej., máx. 47 nF).

En los módulos de salidas, el tipo de carga influye en la forma de estabilización de la consigna. Las cargas capacitivas reducen el tiempo de subida debido al proceso de carga y pueden provocar la sobreoscilación de la señal de salida. Las cargas inductivas retardan el aumento de intensidad debido a la desmagnetización y, con ello, reducen el tiempo de subida. En la figura siguiente se muestra la señal de salida con carga capacitiva nula/reducida ①, media ② y elevada ③.



① Curva de referencia de una señal con capacidad de carga nula/reducida

② Señal con capacidad de carga de 47 nF

③ Señal con capacidad de carga de 100 nF

$t_E$  Tiempo de estabilización

$t_1$  El módulo finaliza la conversión en el borne del canal de salida analógica y emite la señal analógica.

$t_2$  La señal ① está estabilizada y se ha alcanzado la magnitud de salida analógica especificada (error residual 1%).

$t_3$  La señal ② está estabilizada y se ha alcanzado la magnitud de salida analógica especificada (error residual 1%).

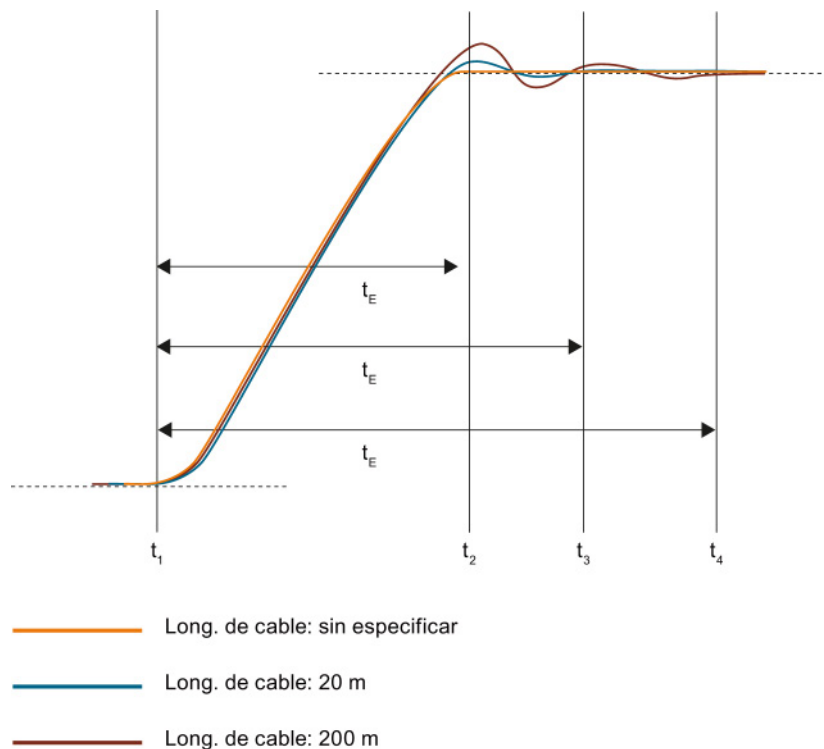
$t_4$  La señal ③ está estabilizada y se ha alcanzado la magnitud de salida analógica especificada (error residual 1%).

Figura 8-7 Influencia de distintas cargas sobre el tiempo de estabilización

### Influencia de la longitud del cable sobre el tiempo de estabilización

Los cables largos entre la fuente de señal y el módulo son más vulnerables a las perturbaciones. Por tanto, deben utilizarse cables con la menor longitud posible, especialmente para los módulos HS. Los cables tienen un componente capacitivo e inductivo, e influyen también en el comportamiento de estabilización de la señal.

En el ejemplo siguiente se ilustra el salto de la tensión de salida de un módulo de salida HS con longitud de cable reducida, media y elevada. Con la longitud del cable aumenta la sobreoscilación de la señal de entrada y, con ella, también el tiempo que se tarda en alcanzar la consigna.



$t_E$  Tiempo de estabilización

$t_1$  El módulo finaliza la conversión en el borne del canal de salida analógica y emite la señal analógica.

$t_2$  La señal conducida a través de un cable de longitud reducida está estabilizada y se ha alcanzado la magnitud de salida analógica especificada (error residual 1%).

$t_3$  La señal conducida a través de un cable de 20 m de longitud está estabilizada y se ha alcanzado la magnitud de salida analógica especificada (error residual 1%).

$t_4$  La señal conducida a través de un cable de 200 m de longitud está estabilizada y se ha alcanzado la magnitud de salida analógica especificada (error residual 1%).

Figura 8-8 Influencia de distintas longitudes de cable sobre el tiempo de estabilización

### Influencia del escalón sobre el tiempo de estabilización

La figura siguiente muestra la influencia de la altura del escalón existente entre distintos valores de salida sobre el tiempo de estabilización en módulos de salidas analógicas. La línea discontinua indica en qué momento la señal se alcanza la consigna. Cuanto mayor sea el escalón, más tardará la señal en alcanzar la consigna.

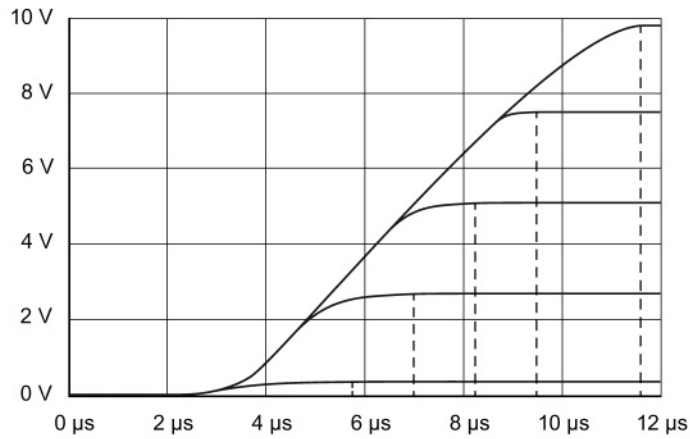


Figura 8-9 Tiempo de estabilización de cinco señales analógicas distintas con distintos escalones



# Índice alfabético

## A

- Abreviaturas, 69, 106
- Acoplamiento
  - capacitivo, 36
  - galvánico, 31
  - inductivo, 31, 36
- Actuadores, 11, 106, 107
- Alisamiento
  - exponencial, 59
  - lineal, 58
- Ámbito de validez
  - de la documentación, 3
- Archivo GSD, 51
- Atenuación de interferencias, 37

## B

- Bloques
  - SCALE, 17
  - UNSCALE, 19

## C

- Cables
  - para señales analógicas, 69, 106
- Caída de tensión, 62
- Calibración, 109
  - Cancelar, 115
- Canal de referencia del grupo 0
  - resumen, 85
- Canal de referencia del módulo
  - resumen, 85
- Canales
  - calibración, 112
  - restablecimiento de la configuración de fábrica, 116
- Carga, 56, 60
- Cargas, 106, 107
- Catálogo online, 4
- CEM, 34
- Common Mode, 70, 73
- Compensación
  - canal de referencia del grupo 0, 91
  - sin compensación/compensación externa, 101
- Compensación externa

- Resumen, 86
- Compensación por
  - canal de referencia del módulo, 89
  - RDT(0), 103
  - temperatura de referencia dinámica, 97
  - temperatura de referencia fija, 94
  - unión fría interna, 87
- Composición
  - de termopares, 81
- Conexión a masa, 31
- Configuración de fábrica
  - restablecer canales, 116
- Conocimientos básicos
  - necesarios, 3
- Conversión
  - analógico-digital, 11, 21, 54
  - digital-analógico, 11, 21
- Conversión de valores analógicos, 63
- CPU, 11, 63, 70, 73

## D

- Deriva, 26
- Desescalado, 19
- Desnormalización, 19
- Diodo Zener, 62
- Diseño
  - de termopares, 82
- Dispersión
  - de los valores medidos, 22
- Documentación
  - adicional, 7

## E

- Elementos de control final, 11
- Error
  - error de linealidad, 21
  - error de salida, 25
  - Error de temperatura, 26
- ET 200AL, 7
- ET 200eco PN, 7
- ET 200MP, 7
- ET 200pro, 7
- ET 200SP, 7

- F**
- Frecuencia de red
    - 16 2/3 Hz, 28
    - 400 Hz, 28
    - 50 Hz, 28
    - 60 Hz, 28
  - Funcionamiento
    - de los termopares, 83
- I**
- Impedancia del receptor, 31
  - Información de calidad, 49
  - Intensidad, 10
  - Interferencia, 36
- L**
- Límite de error básico, 15, 24
  - Límite de error práctico, 15, 23
  - Linealidad, 21
- M**
- Magnitudes
    - analógicas, 9
    - físicas, 10
  - Modo isócrono
    - Oversampling, 118
  - Módulos analógicos de alta velocidad
    - Modo isócrono, 117
  - Módulos de entradas analógicas, 63, 68
  - Módulos de salidas analógicas, 63, 107
  - Multímetro digital, 62
- N**
- Normalización, 17
  - Normas
    - EN 61131, 15
    - FDA, 109
- P**
- Potencial de referencia, 72, 107
  - Precisión, 15
  - presión, 9
  - PROFIBUS, 117
  - PROFINET, 117
- Punto de medición, 82
- Q**
- Quality Information (QI), 49
- R**
- Rango de medición bipolar, 25
  - Rango de medición de temperatura
    - de termopares, 81
  - Rango de tensión, 27
  - Rangos de medición
    - margen de tolerancia por debajo, 45
    - margen de tolerancia por encima, 45
    - rango nominal, 45
    - rebase por defecto, 45
    - rebase por exceso, 45
  - Rangos de medición de tensión
    - margen de tolerancia por debajo, 14
    - margen de tolerancia por encima, 14
    - rango nominal, 14
    - rebase por defecto, 14
    - rebase por exceso, 14
  - Repetibilidad, 22
  - Representación de valores analógicos, 63
    - representación binaria Rangos de entrada, 65, 66
    - representación binaria Rangos de salida, 66
  - Resistencia, 10
  - Resolución, 13, 63
  - Respuesta indicial, 58
  - Rotura de hilo, 44
  - RTD (0)
    - Resumen, 86
- S**
- S7-1500, 7
  - Sensores,
    - Sensores de medida
      - conexión, 68, 75
      - sensores de corriente, 10, 60, 75
      - sensores de tensión, 10, 74
      - sensores resistivos, 10
      - termopares, 10, 27, 82
      - Termopares, 79
      - Termorresistencia, 77
    - Sensores resistivos
      - Conexión a 4 hilos, 77
  - Señales
    - analógicas, 9

- binarias, 9
- procesar, 12
- Signo (sig.), 63
- Soporte adicional, 4
- Step 7, 4
- Supresión de frecuencias perturbadoras, 27
- Supresión de perturbaciones en modo común, 30, 35
- Supresión de perturbaciones en modo serie, 31, 35

## T

- Temperatura, 9
- Temperatura de la unión fría, 84
- Temperatura de referencia dinámica
  - resumen, 86
- Temperatura de referencia fija
  - resumen, 85
- Tensión, 10
- Tensión continua, 73
- Tensión de aislamiento, 70, 72
- Tensión en modo común, 70
- Tensión perturbadora, 31
- Termopares
  - conexión, 79
- Termorresistencia
  - conexión, 77
  - Conexión a 2 hilos, 78
  - Conexión a 3 hilos, 78
  - v. Termorresistencia, 77
- TIA Portal, 4
- Tiempo de conversión, 27, 52, 56
- Tiempo de conversión básico, 52
- Tiempo de estabilización, 56
- Tiempo de respuesta, 55
- Tiempo de transferencia, 56
- Tipos de diagnóstico, 38
  - cortocircuito, 47
  - error en canal de referencia, 46
  - error en modo común, 46
  - falta tensión de alimentación, 44
  - rebase por exceso/por defecto, 45
  - rotura de hilo, 44
  - sobrecarga, 48
  - unión fría, 47
- Transductor de medida, 75
  - a 2 hilos, 75
  - a 4 hilos, 76
- Transductores de medida
  - a 2 hilos, 60

## U

- Unión fría, 82
- Unión fría interna, 87
  - resumen, 84

## V

- velocidad, 9